

業 務 年 報

Annual Report of
Akita Industrial Technology Center

2014

秋田県産業技術センター

ご 挨拶

秋田県産業技術センターは、個々の研究員が持つ要素技術や蓄積した知財、導入した設備などの経営資源を有効に、しかも最大限に活用して、秋田県の産業振興に寄与する役割を担っています。

産業振興、すなわち産業を元気にするということは、高い付加価値を生み出せる製造業が今後も力強く成長していくことが大前提になります。そのためには、個々の企業が、開発型あるいは提案型の企業として、自らを売り込んでいけるようになる必要があります。ただ、自社だけの努力では難しい面もあり、力強いサポーターが必要です。そこにこそ産業技術センターの役割があると言っても過言ではありません。

秋田県産業が持続的に発展して雇用を確保していくために、当センターのミッションとして「売れるものづくりクラスター」を掲げて10年になります。輸送機産業、医療機器産業、新エネルギー産業といった秋田の強みでもあり成長が期待される分野に、従来から強みのある電子デバイス産業の技術を絡めて売れるものを開発していこうというものです。これだったら絶対誰にも負けないというオリジナルのコア技術を磨いて、それを核とした製品開発、それを基にした技術支援により、企業の売れるものづくりを支援してきました。こうした取り組みの結果、航空機産業では日本初のCFRP（炭素繊維複合材料）の補修技術研修の実施、医療機器では癌の迅速検査装置などの上市、新エネルギー関連では低コスト・高効率な水力発電装置の上市など順調に成果が出ています。

また、そうした「売れるものづくりクラスター」の中核となり、現在もこれからも日本の力の源泉となるのは中小企業です。昨年度から「秋田県中小企業振興条例」に基づき、御用聞きだけではない提案型の企業訪問である「技術コンシェルジュ事業」を行っています。輝く技術を持っていても、それを活かして市場開拓をする、製品開発をする、あるいは他の技術を持つ企業と連携するなどの取り組みになかなか一歩を踏み出せないでいる中小企業に対して軽く背中を押してやるものです。一昨年度の2倍以上の600件近くの企業訪問を実施し、新製品の販売に目処がついたものや、新製品までは結びつかないものの工程改善や不良の原因究明などにより、相当の不良率低減、コスト削減に至ったものなど想定以上の成果が出ています。

これからも、「技術支援機能」、「研究開発機能」、「成果普及」の3つの機能をもとに、互いのシナジー効果も含めて県内産業の振興に資するため、より一層の努力をして参りますので、日頃、ご指導をいただいている関係各位に心より感謝を申し上げますとともに、変わらぬご支援を賜りますようお願い申し上げます。

平成27年6月
秋田県産業技術センター所長
鎌田 悟

目 次

I	総 説	1
1.	沿 革	2
2.	規 模	2
3.	組織・業務体制	3
4.	決 算	8
5.	導入機械設備一覧	9
6.	業務実績概況	11
7.	「産業新生技術イノベーション事業」の概況	13
II	事業報告	18
1.	研究関連契約	19
2.	技術支援加速化事業（技術コンサルジュ事業）	19
3.	施設・設備利用状況	23
4.	技術研究会活動	24
5.	人材育成	33
III	研究成果・広報活動	34
1.	研究成果報告会の概要	35
2.	研究成果概要	37
3.	所内見学	46
IV	研究報告	47
1.	産業新生技術イノベーション事業	48
2.	研究推進	79
3.	その他連携事業	108
V	資 料	111
1.	沿革詳細	112
2.	特許出願・登録状況	114
3.	各技術研究会の概要	118
VI	当センターのご利用について	119
1.	秋田県産業技術センターの所在とアクセス	120
2.	秋田県産業技術センター施設・設備利用のご利用案内	122

I 総説

1. 沿革

昭和 3 年 7 月	秋田市土手長町に、秋田県工業試験場工芸部を設置。
昭和 12 年 5 月	秋田県工業指導所と改称し、秋田市茨島に移転。
昭和 17 年 1 月	秋田県角館権工芸指導所設立。
昭和 21 年 4 月	秋田県川連漆工芸指導所設立。
昭和 30 年 9 月	秋田県工業試験場と改称。 秋田県角館権工芸指導所、秋田県川連漆工芸指導所の名称を、それぞれ秋田県工業試験場角館指導所、秋田県工業試験場川連指導所と改称。
昭和 36 年 6 月	秋田県工業試験場に秋田県工業試験場能代指導所、同大館指導所を設置。
昭和 43 年 3 月	秋田県工業試験場角館指導所を廃止。
昭和 43 年 4 月	工業試験場大館指導所を秋田県林業試験場へ移管。
昭和 57 年 10 月	秋田県工業技術センターと改称し、秋田市新屋町字砂奴寄に新築、移転。
昭和 58 年 3 月	秋田県工業技術センター能代指導所を廃止。
平成 4 年 11 月	秋田県高度技術研究所設立。
平成 11 年 3 月	秋田県工業技術センター川連指導所を廃止。
平成 17 年 5 月	工業技術センターと高度技術研究所との統合により秋田県産業技術総合研究センター設立。
平成 23 年 4 月	秋田県産業技術センターと改称。

2. 規模

2-1 土地・建物

	敷地面積(m ²)	建物面積(m ²)
本館 (秋田市)	34,466.00	9,552.95
高度技術研究館 (秋田市)	23,107.12	6,611.34
合計	57,573.12	16,164.29

2-2 人員

平成26年4月1日現在

	技術系	事務系	嘱託	臨時	計
所長、副所長、上級主席研究員、 総務管理部	3	6	4	2	15
技術イノベーション部	8	1	4	0	13
電子光応用開発部	11	0	1	0	12
素形材プロセス開発部	12	0	6	0	18
先端機能素子開発部	11	0	1	0	12
合計	45	7	16	2	70

3-2 職員・業務分担

平成26年4月1日現在

- 秋田県産業技術センター 所長 鎌田 悟
 秋田県産業技術センター 副所長 赤上 陽一 (本務 秋田県産業労働部次長)
 秋田県産業技術センター 上級主席研究員 山川 清志

○ 総務管理部

組織名	職名	氏名	主な業務
総務管理班	部長	瀬尾 和雄	総務管理部門の総括
	主幹 (兼) 班長	夏井 耕悦	班の総括、連絡調整、人事、公印管理、文書管理 (文書主任)、サービス、財産管理 (正)、施設設備維持管理 (本館・副)、監査・検査、福利厚生、労働安全衛生
	副主幹	中山 健	予算・決算 (総括)、電源交付金、歳入 (正)、財産管理 (副)、施設設備維持管理 (本館・正)、情報化リーダー
	主査	梅田 浩彰	予算・決算 (高技館)、外部資金経理 (高技館)、施設設備維持管理 (高技館・正)、物品管理 (高技館・副)、情報化リーダー
	主査	岩野 亜衣子	給与、旅費、物品管理 (本館)、外部資金経理 (本館)、歳入歳出外現金、公共料金、科研費、文書管理 (文書副主任)、情報化リーダー
	主任	須釜 健一	物品管理 (高技館・正)、歳入 (副)、施設設備維持管理 (高技館・副)、情報化リーダー

○ 技術イノベーション部

組織名	職名	氏名	主な業務
	部長	佐藤 明	技術イノベーション部門の総括
企画・事業推進班	副主幹 (兼) 班長	工藤 公樹	班の総括、企画立案・事業遂行管理の総括、政策予算（正）、設備管理（正）、議会対応・本課対応（副）、産技連関連（副）、共同研究・受託研究・競争的資金・受託研修・知財管理・開放研究室（副）
	(兼) 副主幹	斉藤 耕治	東北航空宇宙産業研究会（正） 【本務：地域産業振興課技術振興班副主幹（兼）班長】
	主任研究員	熊谷 健	議会対応・本課対応（正）、産技連関連（正）、学術管理（正）、ネットワーク管理（正）、政策予算（副）、設備管理（副）、共同研究・受託研究・知財管理（副）
	主査	高橋 浩樹	共同研究・受託研究・競争的資金・受託研修・知財管理・開放研究室（正）、政策予算（副）、設備管理（副）、議会対応・本課対応（副）、産技連関連（副）
技術コーディネータ班	上席研究員 (兼) 班長	千葉 隆	班の総括、四本柱戦略の推進、技術支援加速化事業の総括、外部資金獲得支援の総括、電子デバイス産業コーディネータ（正）
	上席研究員	松倉 和浩	技術支援加速化事業（正）、地域資源・環境エネルギー産業コーディネータ（正）、情報発信（正）
	主任研究員	岡田 紀子	技術支援加速化事業（正）、輸送機産業コーディネータ（正）
	主任研究員	田口 香	技術支援加速化事業（正）、農工連携・医療機器産業コーディネータ（正）、他公設試・大学高専との連携（正）、東北航空宇宙産業研究会（副）

○電子光応用開発部

組織名	職名	氏名	主な業務
	部長	小笠原雄二	電子光応用開発部門の総括
	主席研究員	森 英季	高速・高精度アクチュエータ多軸化技術（グループリーダー）
電子・通信グループ	上席研究員（兼）グループリーダー	近藤 康夫	グループの総括、電子回路、電子デバイス
	主任研究員	丹 健二	電子デバイス、電磁界計測技術
	主任研究員	佐々木信也	電子通信技術、ネットワーク応用
	主任研究員	佐々木大三	パワーエレクトロニクス、低炭素型社会対応実践プロジェクト
オプトエレクトロニクスグループ	上席研究員（兼）グループリーダー	梁瀬 智	グループの統括、液晶デバイス
	上席研究員	山根 治起	磁性フォトニックデバイス、分光分析
	主任研究員	内田 勝	液晶デバイス
ナノメカニカル制御グループ	主席研究員（兼）グループリーダー	森 英季	高速・高精度アクチュエータ多軸化技術（技術統括）
	研究員	櫻田 陽	高速・高精度アクチュエータ多軸化技術（制御技術担当）
	研究員	荒川 亮	高速・高精度アクチュエータ多軸化技術（構造設計担当）

○素形材プロセス開発部

組織名	職名	氏名	主な業務
	部長	沓澤 圭一	素形材プロセス開発部門の総括
先進プロセス・医工連携グループ	主任研究員（兼）グループリーダー	加藤 勝	グループの総括、輸送機産業、医工連携、機械加工、精密形状計測
	主任研究員	内田 富士夫	輸送機産業、医工連携、デジタルエンジニアリング
	主任研究員	久住 孝幸	電界砥粒制御技術の開発、精密形状計測
	研究員	中村 竜太	医工連携、電界非接触電検技術の開発・評価
環境・エネルギーグループ	上席研究員（兼）グループリーダー	遠田 幸生	グループの総括、環境・省エネ・リサイクル、分析
	主任研究員	経徳 敏明	環境・省エネ・リサイクル
	研究員	井上 真	発電機構の開発、数値解析
複合材料グループ	上席研究員（兼）グループリーダー	木村 光彦	グループの総括、複合材料、非破壊検査、接合技術開発
	主任研究員	工藤 素	複合材料、超臨界発泡成形技術、高分子材料、分析
	主任研究員	藤嶋 基	複合材料、CFRP造形技術、評価
	研究員	野辺 理恵	複合材料、超臨界発泡成形技術

○先端機能素子開発部

組織名	職名	氏名	主な業務
	部長	高橋 慎吾	先端機能素子開発部門の総括
機能性材料 グループ	主任研究員 (兼) グループリーダー	杉山 重彰	グループの総括、レアメタル代替材料、セラミックス材料開発
	主任研究員	菅原 靖	レアメタル代替材料、セラミックス材料開発、分析
	主任研究員	伊勢 和幸	セラミックスデバイス開発
	研究員	関根 崇	レアメタル代替材料、セラミックス材料開発
スピン・ナノデ バイスグループ	上席研究員 (兼) グループリーダー	鈴木 淑男	グループの総括、スピンエレクトロニクス
	上席研究員	新宅 一彦	ナノデバイス・材料技術
	主任研究員	黒澤 孝裕	電磁界計測技術、電波暗室、エネルギーデバイス技術
	主任研究員	近藤 祐治	計測技術、オプトエレクトロニクス
	主任研究員	木谷 貴則	電磁界計測技術、電波暗室、エネルギーデバイス技術
	主任研究員	神田 哲典	スピンエレクトロニクス

4. 決算 ※人件費を除く

歳 入

科 目	収入額(円)	備 考
国庫支出金	165,054,796	
電源立地特別交付金	165,054,796	
使用料及び手数料	17,300,942	
使用料	17,300,942	
諸収入	42,569,955	
受託事業収入	32,361,604	
雑入	10,208,351	
財産収入	837,252	
繰入金	0	
一般財源	216,073,866	
計	441,836,811	

歳 出

科 目	支出額(円)	備 考
管理運営費	206,755,970	
研究推進費	46,076,537	
産業新生技術イノベーション事業	13,617,548	
施設設備整備事業	165,054,796	
技術支援加速化事業	10,331,960	
計	441,836,811	

5. 導入機械設備一覧 (平成26年度)

機器名称	メーカー及び型式	概要	設置場所
5軸制御立形マシニングセンタ	オークマ(株) / MU-400V II	金属部品、プラスチック部品、治具、試験片等の加工を行う装置。	本館
有限要素解析用計算システム	エムエスシーソフトウェア(株) / Marc2014AIT	有限要素解析・熱流体解析を行う装置。	本館 高度技術研究館
粘弾性測定装置	(株)アントンパールジャパン / MCR302	プラスチック等高分子材料の粘弾性測定による分析評価を行う装置。	本館
動的光散乱式測定装置	Malvern 社 / ZSP	粒子径、タンパク質の電気泳動移動度、ナノ粒子およびゼータ電位、タンパク質及びポリマー溶液のマイクロレオロジーを測定する装置。	本館
真空乾燥用ミキサ	日本コークス工業(株) / FM10C/I-X型	原料粉末の粉碎・混合後に粉末を分離させずに乾燥する装置。	本館
ガス蒸気吸着量測定装置	日本ベル(株) / BELSORP-max	活性炭等の有機物や無機物の比表面積、細孔分布を測定する装置。	本館
高転写成形用急加熱急冷却金型システム	山下電気(株) / NEX3-MuCell仕様	高転写プラスチック試験片を作製する装置。	本館
ハロゲン化合物測定用検出器	サーモフィッシャーサイエンティフィック(株) / ICS-1600	プラスチックなどの有機物中の塩素、臭素、硫黄の定量分析を行う装置。	本館
ポータブル型分光測定装置	ARCOptix S.A. 社 / ARCSpectro HT-2D & FT-NIR	農作物の成熟度あるいは生育状態を評価する装置。	高度技術研究館
高周波発振器	アンリツ(株) / MG3692C	マイクロ波帯、その他高周波信号を発生する装置。	高度技術研究館
差動型非接触振動計	(株)小野測器 / LV-1800	レーザ光のドップラドップラ・シフトを利用して無負荷・非接触で振動の振幅速度を検出する装置。	高度技術研究館
ソフトウェア品質評価試験システム	(株)ハートランドデータ / DT10	組込みソフトウェア品質の評価、動的テスト・デバッグを行う装置。	本館
衝撃波記録解析装置	エア・ブラウン(株) / TP3-USB	空圧落下衝撃試験装置の衝撃波形を計測する装置。	本館
減圧除湿乾燥機	カワタ(株) / DV-30	プラスチックペレットを減圧除湿乾燥する装置。	本館
クライオコンプレッサー	ブルックス・オートメーション社 / 8200 空冷式	薄膜デバイスの作製や微細加工に用いられるイオンミリング装置の真空排気を行う装置。	高度技術研究館
超純水製造装置	アドバンテック東洋(株) / RFU665DA	化学分析時使用する超純水を製造する装置。	本館

機器名称	メーカー及び型式	概要	設置場所
電子負荷	(株) 計測技術研究所 / LN-300A-G7	直流電源の評価、非接触給電の伝送容量や効率の評価、二次電池、太陽光発電、燃料電池の評価を行う装置。	高度技術研究館
ピコメートル分解能非接触変位計	(株) マグネスケール / BN-100	位置決め精度測定、工作機械、バイオ分野の顕微作業、細胞マイクロマニピュレータ等の位置決め機構の評価を行う装置。	高度技術研究館
高分解能反射型レーザースケール	(株) マグネスケール / BF1、BD-96	位置決め精度測定、工作機械、バイオ分野の顕微作業、細胞マイクロマニピュレータ等の位置決め機構の評価を行う装置。	高度技術研究館
低高抵抗率計システム	(株) 三菱化学アナリテック / MCP-T610、MCP-HT800	プラスチック材料の抵抗率を測定する装置。	本館
微小トルク検出器	ユニパルス(株) / UTM II 0.05Nm、0.1Nm、TM301	風力発電実験用微小トルクを検出する装置。	高度技術研究館
赤外線サーモグラフィカメラ	日本アビオニクス(株) / R300SR-H	非接触による電気炉、室内等の温度分布測定を行う装置。	本館
ファストランジェント / バースト試験器	(株) ノイズ研 / FNS-AX3-B50B	IEC 61000-4-4 規格準拠のファスト・ランジェント / バースト試験を行う装置。	本館
補助ポンプ	サエスグループ / CapaciTorr D 400-3	超高真空下での水素ガスの排気を行う装置。	高度技術研究館
複合環境試験装置	IMV(株) / EM2502	恒温槽と振動試験機の複合機で、温湿度と振動に起因する環境ストレスに対する耐性を評価する装置。	本館

6. 業務実績概況

項 目		実績数	単位
研究 関 連 契 約	共同研究	46	件
	受託研究	17	件
	簡易受託研究	407	件
	委託研究	0	件
	外部資金	7	件
	その他の研究開発関連契約（NDA等）	9	件
技術相談・指導		2,596	件
施設・設備利用状況		1,374	件
開放研究室入居状況		13	件
技 術 研 究 会 活 動	秋田県非破壊検査技術研究会	7	回
		148	人
	秋田県高分子材料研究会	4	回
		81	人
	秋田県生産技術研究会	10	回
		374	人
	北東北ナノ・メディカルクラスター研究会	3	回
		75	人
	秋田県硬質工具材料研究会	1	回
		35	人

項 目		実績数	単位
人材育成	技術者の育成・受託研修	4	件
	講師及び審査員の派遣	15	件
成果・広報活動	研究成果報告会	133	人
	特許等	12	件
	誌上・論文発表	6	件
	学会等口頭発表	78	件
	一般公開	26	人
	イベント	6	件
	新聞・一般誌掲載・テレビ放映等	32	件
	所内見学	305	人
研究報告		23	件

項 目		実績	単位
その他	あきた輸送機コンソーシアム	3	回
		189	人
	東北航空宇宙産業研究会	2	回
		149	人
	東北再生可能エネルギー研究会	1	回
		27	人

7. 「産業新生技術イノベーション事業」の概況

産業界を取り巻く情勢を見ると、経済のグローバル化や高度情報化によって、製造業を中心に大きな変革が求められ、激しい国際競争を強いられている。そのような中、本県産業が活性化し、また持続的な発展により雇用を確保していくため、産業構造を付加価値創造型へ転換するとともに、秋田でしか成し得ない技術、製品の開発、創造が不可欠である。さらに、産業の裾野を広げるため、頂点を形成できる程のポテンシャルを持つ技術に伸ばすことも必要である。

本センターでは、秋田県の「第2期ふるさと秋田元気創造プラン」に基づき、工業技術に係る研究開発ポテンシャルを結集し、県内産業の活性化、雇用の確保を目指している。具体的には、秋田において世界に対し優位性のあるリーディング企業及びリーディング技術を、下図に示すとおり、「輸送機」、「環境・エネルギー」、「電子デバイス」、「医療機器」の4つの産業分野に展開することを指向している。これを具現化したものが4本柱の戦略である。そのための施策として、本センターの資源である要素技術を駆使し、「売れるものづくりクラスター」の形成を目指した「産業新生技術イノベーション事業」を行っている。

なお、同図における中央の柱「技術コンシェルジュ」は、研究員自らが企業等に対し提案型技術営業を行い、4本柱の戦略等を推進する「技術加速化事業（通称：技術コンシェルジュ事業）」である。

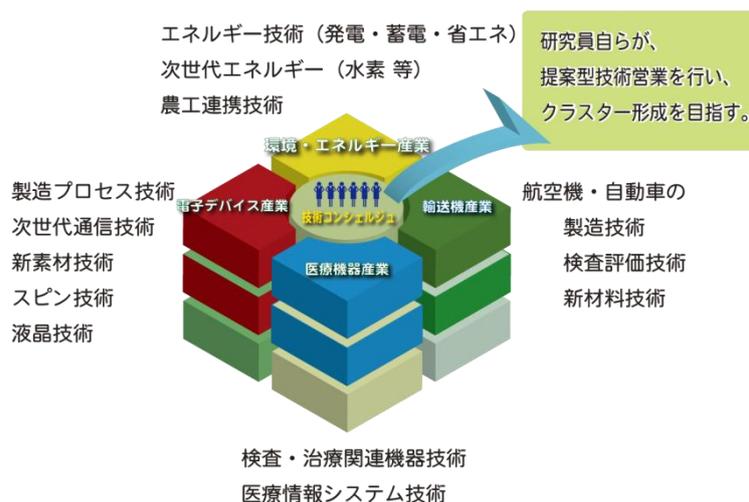


図 売れるものづくりクラスターを目指す事業概要

輸送機産業集積化事業

素形材プロセス開発部 沓澤 圭一

目的

輸送機関連要素技術の研究開発を進め、地域産業の競争力を高めることを目的として、デジタルエンジニアリング技術を活用したものづくり支援並びに難削材の機械加工技術に関する研究を実施した。

内容

1. デジタルエンジニアリング技術支援

① 3Dプリンターを活用した新製品開発

最新型 3Dプリンターを導入し、試作開発時間の短縮及びコスト削減ニーズに対応した新製品のモックアップ製作支援等を行っている。また、医療用手術シミュレーションモデルや医療用治具への応用、検査用治具への展開等、3Dプリンターを活用した新規事業への参入などを支援している。今後も 3Dプリンター活用技術の普及活動を行いながら、県内企業の技術力向上を図る予定である。

② X線CTによる内部評価

非破壊検査評価の一つとしてX線CTがあるが、当センサーでは高精度で内部観察が可能な産業用CTを所有している。この装置を活用することによって、測定物を破壊することがなく内部を観察できるとともに気泡やガスといった内部欠陥の抽出及び内部形状の寸法を測定することが可能である。具体的には、電子部品内の端子欠落有無の観察、射出成形品及びダイカスト製品の内部欠陥観察、微小形状の形状測定などを実施し、県内企業の品質向上の支援を行っている。また、X線CTにて得られたデジタルデータは、そのまま 3Dプリンターにて造形することも可能である。

③ 非接触三次元デジタイザーによる形状測定

製品形状を測定する方法として接触式測定機による形状測定が一般的であるが、自由曲面を有する製品を測定するには非常に労力を要する。非接触三次元デジタイザーは、測定時間が非常に短く、三次元CADデータと形状比較が可能のため、三次元CADデータに対しての変形等の割合を把握することができる。さらに、三次元CADデータや図面等がない製品を測定することによって、そのまま 3Dプリンターで造形することも可能である。具体的には、プレス成形品のスプリングバックを測定し、最適プレス条件の確立並びに射出成形品やダイカスト製品等の形状

測定を行い、成形条件の確立などの支援を行った。

また、図面のない製品のレプリカ化及び三次元CAD化などを支援した。

三次元CAD、3Dプリンター、X線CT、非接触三次元デジタイザー等を活用した技術は、製品設計から試作、評価までカバーできることから、今後、「次世代ものづくり創生事業」として、県内企業の発展、技術力向上を目的に支援活動を充実していく予定である。

2. 難削材の機械加工に関する研究

複合材料である炭素繊維強化プラスチック (CFRP) は、軽く、高強度であることから、航空機のみならず自動車や家電等に更なる応用が期待されている。しかし、CFRPの切削加工においては、工具磨耗が激しいことや層間剥離やバリ等が発生することが課題となっており、高品質、高効率の加工技術が強く求められている。

本研究では、市販のCFRP材（穴織カーボン製：100×100×厚さ10mm、UD+表層クロスタイプ、表面つや有り）を対象に、ルータータイプのダイヤモンドコーティング工具3種類、エンドミルタイプのダイヤモンドコーティング工具3種類、DLCコーティングエンドミル1種類、超硬ソリッドエンドミル1種類、ハイス母材のTiN系コーティングエンドミル1種類の計3社9種類の工具を用いて、マシニングセンタ（日立精機製VKC45 II）で片削りによるトリム加工実験を行った。CFRP材はバイスに挟んで固定し、各工具とも時間の関係上、切削長1m（10パス）まで加工した。評価として、工具磨耗と加工面状態をマイクロスコープ（ハイロックス製KH-2700）で観察した。

今回の実験では、工具磨耗やCFRP材の加工状態並びに加工面粗さは、ルータータイプとエンドミルタイプの明確な差は認められなかったが、ダイヤモンドコーティング工具が優れた性能を示し、DLCコーティングや超硬ソリッド、TiNコーティングハイスは不適であることがわかった。

今後も複合材や難削材の加工データの蓄積を図っていく予定である。

環境共生エネルギー産業化事業

機能性材料グループ 杉山重彰、菅原 靖、伊勢和幸、関根 崇、村田初美
環境・エネルギーグループ 遠田幸生、経徳敏明、井上 真、沓名潤子、吉田繭子
技術コーディネート班 松倉和浩、 技術顧問 齋藤昭則

目 的

環境調和型社会に向けた産業の集積をめざし、低炭素社会の実現に向け、省エネ化の推進および、種々の未利用エネルギー資源を有効に活用するための熱電変換デバイスを活用したエネルギー利用システムの構築、さらにバイオマス資源、地熱、地中熱、小水力等を利用した再生エネルギー利用技術の開発、及びそれらに関連した技術支援を行う。

内 容

1. 脱温暖化のための新エネルギー・省エネルギー技術開発

東日本大震災以降、太陽光、風力、地熱、バイオマスなどの再生可能エネルギーの利用と同時に電力のデマンドを抑えながら、電力の利用をマネジメントするといった手法が強く求められている。そこで、本事業では、再生可能エネルギーに関する技術開発とエネルギーマネジメントの両面から取り組むことを目的にしている。

今年度も昨年に引き続き、「見える化」による電力削減手法を検討するとともに、温泉バイナリー発電、地中熱、水素キャリアなどの調査を行った。特に地中熱に関しては、実験室レベルで熱交換基礎試験を行い、熱供給媒体から熱回収媒体へ熱を最も効率良く伝える条件に関する検討を行うとともに、フィールドでの簡易的な地中熱利用実証試験も計画し、準備を進めている。そして実験並びに実証データの相関により、実際に地中熱利用した場合、どの程度熱回収ができるかを実験室データから予測する手法を確立したいと考えている。

また、水素キャリアとして有望視されているアンモニアにつき、市販ディーゼル発電機を改造し、アンモニア混合燃焼を試みた。その結果、軽油換算で約20%までアンモニアを供給し、正常に運転できることを確認した。

2. 未利用エネルギー利用技術の開発

熱エネルギーの2/3は有効に利用されず、廃熱として捨てられている。そこで本事業では、これらの廃熱を利用しやすい電気に直接変換できる熱電発電

に着目し、熱電材料の開発と、熱電発電モジュールを用いた熱電発電技術の開発を目的としている。

今年度は、熱伝導率の低減が期待されるTiO₂-VC組成の熱電材料を新たに開発した。本材料では、焼結時にVCの粒成長が見られたために、熱伝導率の低減は少なかったものの、Ti₅O₉のマグネリ相が確認された。0.92TiO₂-0.08VC組成の焼結体では、温度800℃においてTiO₂-VC組成における無次元性能指数ZTの最大値である0.18を得た。

また、昨年度から熱電発電モジュール作製に、真空成膜による電極形成等を用いる方法を検討している。本手法ではスクリーン印刷等を用いた従来の構造及び工程に比べて熱損失を低減でき、高出力化が可能となる。一昨年度の熱電発電モジュールと同じTiO₂-TiN熱電材料を用いて比較したところ、有効利用が難しい高温源が100℃付近にて、従来の方法の15倍以上の発電量が得られ、構造・工程の改良の効果を確認できた。

3. 小水力発電実用化のための技術開発

秋田県は豊かな水資源と広大な農地を有しているために、小水力発電活用の高い潜在力がある。特に農業用水路を利用した小水力発電として多種の電源利用が想定される。小水力発電方式の一つとして螺旋水車がある。螺旋水車は低流量・低落差でも発電が可能であることから県内の農業用水路などで多くの需要が見込まれる。

平成 24 年度には秋田県産学官連携促進事業フイージビリティスタディ支援事業において、全長260mmの螺旋水車の発電実験や基本的な動作解析を行い、その後も羽形状の改良実験が実施した。一般的な螺旋水車は、流路と螺旋羽のクリアランスはなるべく小さく設計されている。今年度はそのクリアランスが水車出力に及ぼす影響を流体実験とCFD (Computational Fluid Dynamics、数値流体解析) 解析により調査した。その結果、適度なクリアランスを設けることで、水車出力の改善や水車の小型化が期待できることが実験により示された。

グリーン・エレクトロニクス産業創生事業

電子光応用開発部 小笠原雄二、近藤康夫、丹 健二、佐々木信也、佐々木大三
先端機能素子開発部 高橋慎吾、新宅一彦、黒澤孝裕、近藤祐治、木谷貴則
山川清志

目 的

グリーン・エレクトロニクス関連技術による産業創生を目指して、材料・デバイスから無線通信システムや計測技術に至る多様な分野に亘って技術開発を進めた。

内 容

1. グリーンIT技術

①高機能薄膜材料の創製と応用

磁石のなかで最高性能を有するNdFeB磁石は高効率モーターの実現などを通じて省エネルギーに多大な貢献を果たしている。この磁石を超える性能が理論的に予測されているL2₀型FeCoの開発を、まずは薄膜を用いて進めている。結晶歪みが磁気異方性エネルギー増大の要因であることを確認し、更なる歪みの増大を目指して添加元素の効果を検討した。

②エネルギーマネジメント・パワーデバイス

低消費電力で太陽光発電などの自然エネルギーの利用を目指した直流型電照ギク照明の開発を秋田県農業試験場と共同で行い、波長630 nmの光を照射することによりキクの花芽分化が抑制できることを確認すると共に必要となる光強度を明らかにした。また、この光に波長730 nmの赤外光を1：1の強度で加えることで、効率よく草丈伸張効果の得られることも見出した。

③無線通信制御技術

省エネや安全・安心、マーケティングなどの手段としてビッグデータの活用が注目され、計測データを収集するIoT(Internet of Things)システムとして多様なセンサの相互接続を実現するIEEE1888ゲートウェイの開発をこれまで行ってきた。今年度は、MQTTやEnOcean等の低消費電力化に貢献できるプロトコルとの相互接続が可能なゲートウェイを開発した。

2. エネルギー技術

①新エネルギー利用効率向上化技術

昨年度までに降雪地向け太陽光発電パネルの開発を行い、製品化された降雪地向けパネルの冬期間の発電量が一般のパネルに比べて57%増大する結果を得ている。このパネルは、表面側下端のフレームツバを無くして滑雪性能を改善しているところが特徴である。この構造を成立させるためパネル裏面には補強フレームを設けており、

多様なパネルサイズの展開には個々に煩雑な構造解析計算を実施して強度設計を行う必要があった。本年度は、この強度設計を簡便に行えるソフトウェアを新たに開発し、容易な商品展開を可能にした。

②エネルギーデバイス

小電力機器向けのワイヤレス充電システムの開発を継続して行い、高効率電子回路や最適コイルの設計、高性能で加工性にも優れた磁性シートの採用により実用システムの基盤技術を構築した。これを基に県内企業と具体的な製品開発を開始した。

3. センシング技術

①磁気センシング技術

癌転移の判定法として磁気を活用したセンチネルリンパ節生検法が提案されている。このための高感度磁気センサの開発を継続して進め、磁気検出方式として磁気抵抗効果方式に比べてコイル方式が優れている結果を得た。さらに、コイル方式の駆動方法として一定電流下でコイルを機械的に振動させる方法と交流電流で駆動する方法の2種類について検討し、それぞれの特徴を把握した。

②電界センサ

誘電体散乱の光変調を利用した高周波電界センサを用いた計測システムについて、広帯域受信アンテナや計測位置検出法の開発などにより小型・高性能化を進め、約1 mmの空間分解能でUHF・マイクロ波帯の電界が検出可能となった。このシステムを用いてマイクロストリップラインやパッチアンテナの電界計測に成功した。

③磁気計測システム

磁性デバイスや磁石材料の開発に資する顕微磁気計測システムの実現に向けて、高精度反射型対物鏡の開発を進めた。新たな鏡筒機構の採用と紫外線領域まで対応可能な高精度反射ミラーを作製してSchwarzschild型対物鏡を組み上げ、実用化の課題を抽出した。

④ナノデバイス

ナノ分解能の磁気計測を目指した磁気力顕微鏡システムの実現に向けて、磁性プローブに磁気変調を与えるための強磁界・低発熱交流電磁石を有限要素法による渦電流磁界解析を用いて開発した。

医療機器産業顕在化事業

電子光応用開発部 小笠原雄二 素形材プロセス開発部 沓澤圭一

目的

医療機器産業顕在化事業では、医療分野の課題やニーズに対して、産学官連携によって県内企業の医療・福祉機器等の研究開発支援を推進している。

今年度は、当センターのオリジナル技術である電界非接触攪拌技術を応用した免疫組織染色装置の商品化、骨生検用工具の開発、脊椎固定スクリュー誘導システムの開発及び超音波式スパイロメータの開発を行った。

内容

1. 電界攪拌技術を用いた迅速免疫組織染色装置の開発

近年、がん治療は進行度や悪性度に応じて、切除範囲を決めて個別化医療を行う傾向にあることから、術中病理診断は術式の判断根拠として重要視されている。現状の術中病理診断は主にヘマトキシリン・エオジン染色（以下、HE染色）を用いて、細胞の核内構造や形態により診断しているが、このHE染色のみではリンパ節の微小転移を見逃してしまうことが指摘されている。

一方、この微小転移を見逃さずに診断するには免疫組織染色法が有効であることが知られているが、染色に2時間以上を要してしまい術中診断には適用できない状況にあった。

そこで、この染色方法の時間を要する抗原抗体反応に、当センターの技術シーズである μL オーダーの液滴に外部より高電圧電界を与えて攪拌する技術、いわゆる電界非接触攪拌技術を導入することによって、20分以内で染色を完了させ、手術中の免疫組織染色を可能にした。

この研究成果を基に秋田大学や県内企業と連携し、電界攪拌染色装置 R-IHC[®]として2014年5月にサクラファインテックジャパン株式会社から上市した。

2. 骨生検用工具の開発

一般に人間の骨の内部にできた病変（腫瘍等）が悪性であるか良性であるかを判断するため、骨の内部組織を取り出して組織検査する骨生検が行われている。この骨内部にある病変を取り出して生体検査を行うには、皮膚、筋肉を切開して骨にドリルで穴を空け、その穴にガイドを挿入して鉗子（スクレーパ）で取り出すという工程が必要である。この一連の工程に使用されるKワイヤー、ドリル、ガイド、鉗子等を骨生検用工具と言う。

当センターでは、(株)東洋ドリル、秋田大学医学部と共同で、安価で簡単に骨組織の採取が行え

る骨生検用工具セットを開発した。その特徴は、ドリルとガイドの機能を一体化し、骨組織を挟み込んで摘み出す鉗子の代わりに、螺旋溝を設けた回転式スクレーパを使用することにある。現在、秋田大学医学部にて臨床試験を行っているところであり、今後、製品化を目指す。

3. 脊椎固定スクリュー誘導システムの開発

変形性脊椎症や脊椎損傷など、脊椎の不安定性を伴う疾患ではチタン製インプラントを用いた脊椎固定手術が広く行われている。しかし、インプラントの1種であるスクリューの脊椎刺入位置の誤りによる血管・神経損傷が問題となっている。

この課題を解決するために、秋田県立脳血管研究センターとの共同研究によって、国内初となるスクリューを予定位置に安全に刺入するための脊椎固定スクリュー誘導システムを開発した。

本システムは、患者のCTデータを基にスクリューの脊椎刺入適正位置を事前に設計し、プレート及び脊椎モデルを3Dプリンターにて製作した。その後、患者の脊椎モデルや脊椎固定スクリュー誘導システムを用いて、脊椎固定手術シミュレーションを実施して、手術の手順及び安全性の確認を行った。

開発した脊椎固定スクリュー誘導システムによる臨床試験を行った結果、従来法では約40%の手術術中事故に対し、本システムにより手術中の事故を0%にすることが可能となった。

4. 超音波式スパイロメータの開発

被験者の呼吸機能を検査するための医療機器として、スパイロメータがある。この製品は、息を限界まで吸って、一気に吐き出す時の流量を正確に測定する必要がある。従来この流量を測定する方法として、差圧方式が採用されている。然しながら、この方法は、差圧を生じさせるための膜の抵抗があるため、被験者の呼吸にも抵抗を与える欠点があった。

超音波流量計は、その測定原理から前述抵抗をなくすることができるため、この流量計をスパイロメータに組み込む開発を行った。

その結果、 0.01l/sec の微小な流量から 16l/sec と高流量までを安定した精度で測定することが可能となった。この開発は、JST復興促進プログラム（マッチング促進）、テーマ名「安全で高精度な超音波式スパイロメータの開発」として行っており、まもなく、新しいスパイロメータとして販売の予定である。

II 事業報告

1. 研究関連契約

項目	件数[件]
共同研究契約	46
受託研究契約	17
簡易受託研究契約	407
委託研究契約	0
外部資金（科学研究費助成事業）	7
その他の研究開発関連契約（NDA等）	9

2. 技術支援加速化事業(技術コンシェルジュ事業)

技術相談・指導及び技術コーディネート活動の概要

平成26年度に対応した技術相談・指導についてその特徴をまとめた。なお、技術相談・指導について明確に区分することは難しいが、産業技術センターでは、設備を利用しない技術知識やノウハウによる対応を技術相談、設備の利用を伴う対応を技術指導、と区分している。平成26年度の相談・指導、企業訪問、共同研究の大幅な増加は、技術支援加速化事業の効果によるものと考えられる。

表 技術相談・指導件数の経年変化

(件)	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度
相談	144	545	661	796	961
指導	789	837	834	845	1198
その他	1	261	101	—	175
研究成果	2	26	9	—	—
技術コーディネート	—	—	—	251	262
計	936	1,668	1,624	1,892	2,596

表 技術支援加速化事業

(件)	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度
企業訪問	—	307	340	296	563
相談等総数(再掲)	936	1,668	1,624	1,892	2,596
共同研究	36	33	39	41	46

2-1 相談・指導目的別の件数

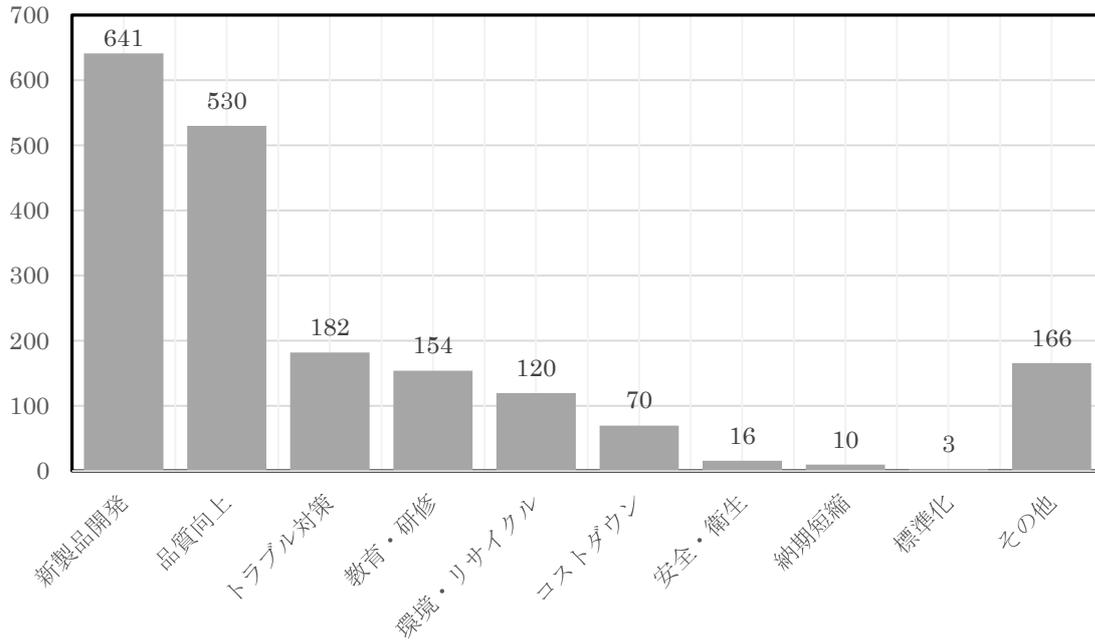


図 産業技術センターの目的別件数

2-2 相談・指導目的別の経年変化

	平成 22 年度	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度
1	品質向上 30.8%	新製品開発 29.9%	新製品開発 36.9%	新製品開発 33.9%	新製品開発 35.1%
2	新製品開発 19.4%	品質向上 17.2%	品質向上 13.4%	品質向上 28.0%	品質向上 30.7%
3	トラブル対策 16.9%	教育・研修 11.3%	安全・衛生 12.6%	トラブル対策 9.6%	教育・研修 8.8%
4	環境・リサイクル 12.9%	環境・リサイクル 9.4%	環境・リサイクル 11.6%	教育・研修 8.1%	トラブル対策 7.3%
5	教育・研修 12.0%	トラブル対策 9.0%	標準化 9.6%	環境・リサイクル 6.3%	環境・リサイクル 5.6%
6	コストダウン 2.8%	コストダウン 3.5%	教育・研修 2.6%	コストダウン 3.7%	コストダウン 3.0%
—	その他 5.2%	その他 17.4%	その他 10.5%	その他 8.8%	その他 8.2%

2-3 相談・指導の対応技術分類

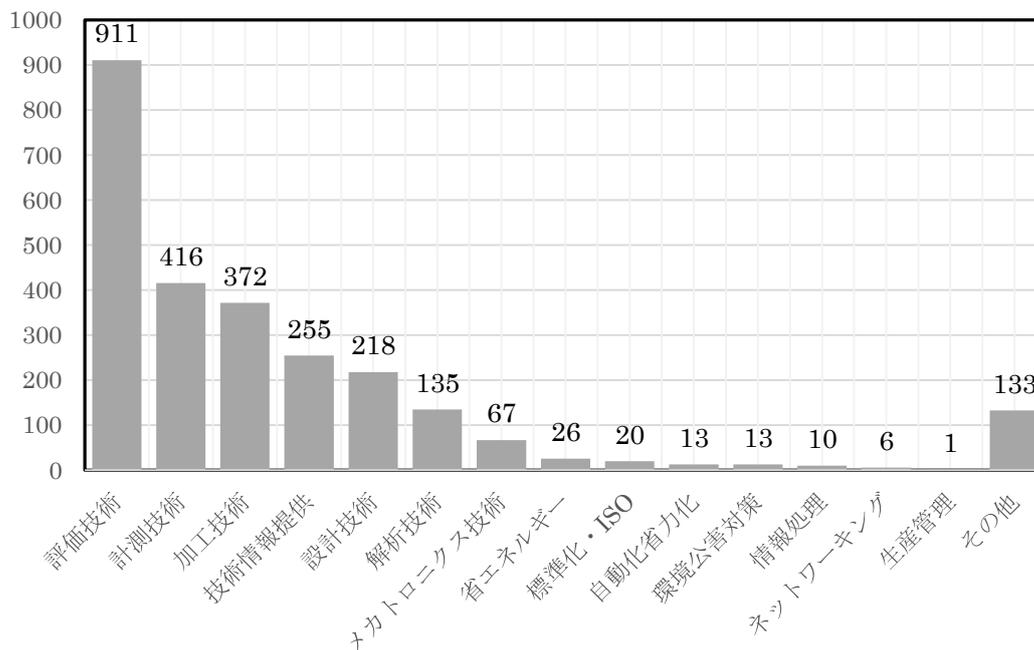


図 技術分類別の件数

2-4 相談・指導対応技術分類別の経年変化

	平成 22 年度	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度
1	評価技術 67.1%	評価技術 42.3%	評価技術 42.5%	評価技術 41.5%	評価技術 35.1%
2	加工技術 11.8%	加工技術 17.1%	加工技術 11.0%	加工技術 16.6%	計測技術 16.0%
3	計測技術 7.5%	設計技術 6.8%	計測技術 10.4%	計測技術 12.5%	加工技術 14.3%
4	解析技術 5.4%	計測技術 6.1%	設計技術 10.2%	設計技術 9.0%	技術情報提供 9.8%
5	設計技術 3.4%	技術情報提供 2.8%	解析技術 5.4%	技術情報提供 6.2%	設計技術 8.4%
6	技術情報提供 2.8%	解析技術 2.2%	技術情報提供 4.7%	解析技術 3.7%	解析技術 5.2%
7	情報処理 0.5%	メカトロニクス技術 2.0%	メカトロニクス技術 2.1%	省エネルギー 0.7%	メカトロニクス技術 2.6%
8	環境公害対策 0.2%	生産管理 1.1%	環境公害対策 1.0%	メカトロニクス技術 0.6%	省エネルギー 1.0%
—	その他 1.3%	その他 18.2%	その他 10.2%	その他 9.1%	その他 5.1%

2-5 相談・指導の対応工学分類

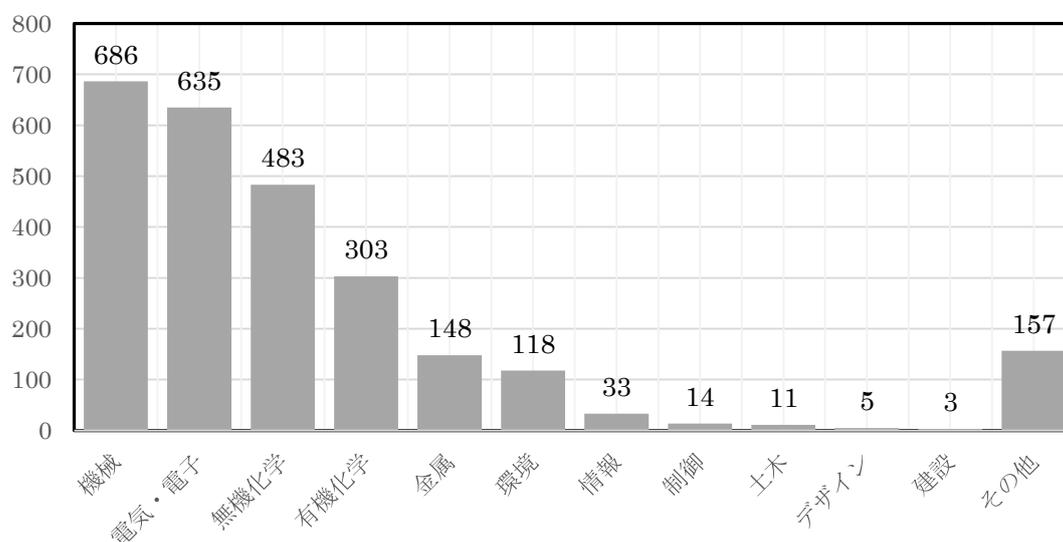


図 工学分類の件数

2-6 相談・指導対応工学分類別の経年変化

	平成 22 年度	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度
1	無機化学 48.0%	無機化学 33.8%	無機化学 24.8%	無機化学 27.1%	機械 26.4%
2	有機化学 17.6%	機械 16.2%	電気・電子 19.6%	機械 22.8%	電気・電子 24.5%
3	機械 13.5%	電気・電子 12.6%	機械 18.8%	電気・電子 21.7%	無機化学 18.6%
4	電気・電子 8.1%	有機化学 12.4%	有機化学 16.3%	有機化学 13.1%	有機化学 11.7%
5	金属 7.8%	金属 4.3%	金属 6.1%	金属 6.7%	金属 5.7%
—	その他 5.0%	その他 18.5%	その他 10.7%	その他 8.8%	その他 6.0%

3. 施設・設備利用状況

区 分		利用件数 [件]	利用人数 [人]
施設利用	※会議室等	113	4,436
設備利用	(企業関連)	1,211	1,247
	(大学関連)	50	82
計		1,374	5,765

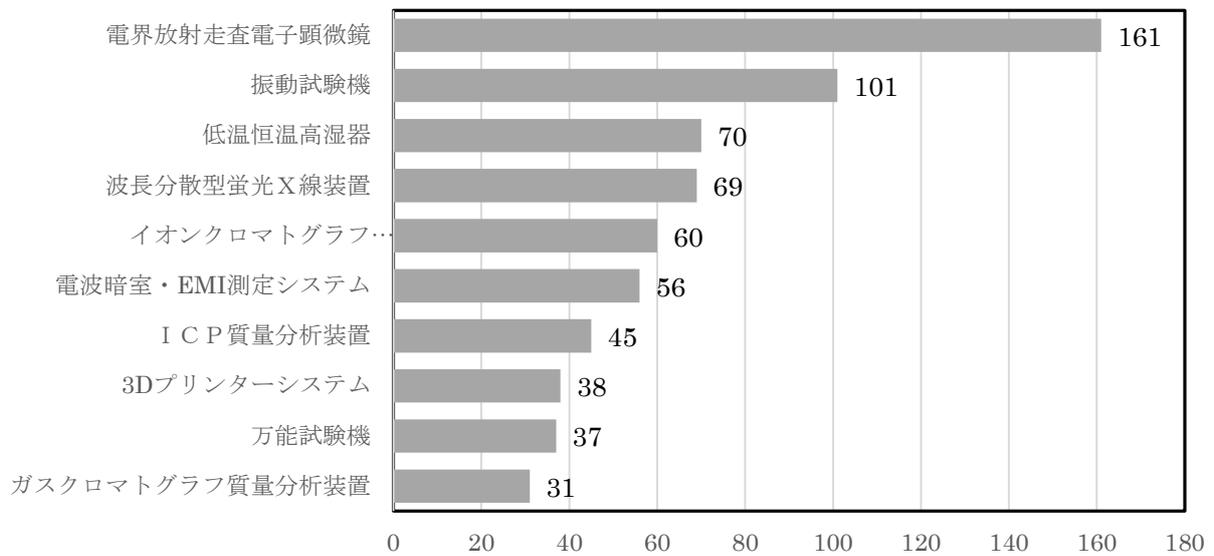


図 利用件数の高い設備

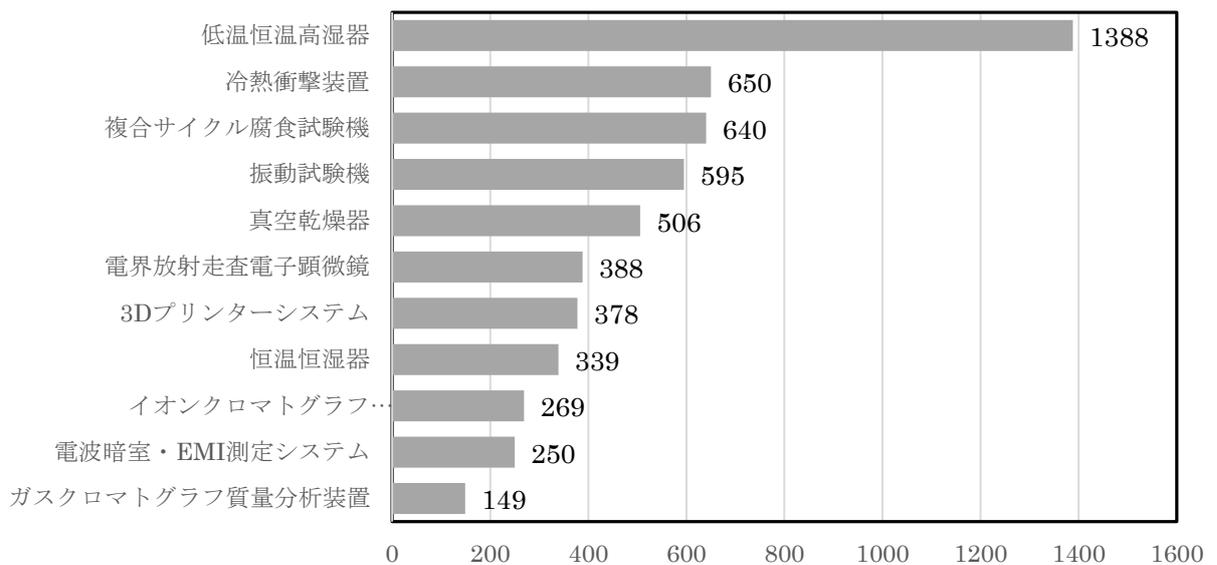


図 利用時間の高い設備

4. 技術研究会活動

4-1 秋田県非破壊検査技術研究会

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
平成 26 年 5 月 14 日	通常総会	1. 平成 25 年度事業実施報告及び収支決算の承認 2. 平成 26 年度事業計画及び収支予算の審議並びに承認 3. その他	第一会館 (秋田市)	15
平成 26 年 6 月 6 日	講習会	超音波探傷装置の性能測定方法講習会 (講義・実習) 溶接検査(株) 秋田出張所 金谷 貴志 氏	産業技術 センター	19
平成 26 年 7 月 23 日	講習会	超音波探傷技術入門講習会 (座学・実技) 秋田県産業技術センター 上席研究員 木村 光彦	〃	12
平成 26 年 7 月 25 日	研究発表会 (共催：秋田県 生産技術研究 会)	1. 「これからのものづくり」～エネルギーの自給自足を めざして (太陽光発電の導入事例) ～ (株)セーコン 代表取締役 鈴木 浩子 氏 2. 「秋田高専共同教育事業の紹介」 秋田工業高等専門学校 機械工学科 教授 宮脇 和人 氏 3. 「太平化成工業(株)森吉工場」の会社紹介 太平化成工業(株) 森吉工場 取締役 戸田 正広 氏 4. 「京浜検査工業(株)」の会社紹介 京浜検査工業(株) 山形支店 檜森 匠 氏 5. 「建築鉄骨製作における品質向上に関する提案」 ～鉄骨製作工場認定制度に関するポイント～ 溶接検査(株) 金谷 貴志 氏	第一会館 (秋田市)	34
	講演会 (〃)	「配管腐食検査の事例紹介」 (株)シーエックスアール 新規事業室 白石 時宜 氏	〃	34
平成 26 年 9 月 10 日～ 11 日	講習会(共催： 秋田県鐵構工 業協同組合)	超音波探傷試験[レベル 1, 2]資格取得のための講習会 (座学) 元あきた企業活性化センター 副参事 浅利 孝一 氏 秋田県産業技術センター 上席研究員 木村 光彦	産業技術 センター	8
平成 26 年 10 月 22～ 23 日	工場見学会	東北建機工業(株) 青森県八戸市大字河原木字北沼 18-6 高周波鑄造(株) 青森県八戸市沼館 4-7-108 東北三吉工業(株) 兎内工場：青森県三戸郡五戸町大字切谷内字堤頭 41-14 本社工場：青森県三戸郡五戸町大字豊間内地蔵平 1-622		20
平成 26 年 11 月 27～ 28 日	講習会(共催： 秋田県鐵構工 業協同組合)	超音波探傷試験[レベル 1, 2]資格取得のための講習会 (実技) 元あきた企業活性化センター 副参事 浅利 孝一 氏 秋田県産業技術センター 上席研究員 木村 光彦	産業技術 センター	6

4-2 秋田県高分子材料研究会

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
平成 26 年 5 月 22～ 23 日	成形スクール 初級編	プラスチックの基礎、金型の機能、成形手順、不良と原因等の解説	産業技術 センター (秋田市)	21
平成 26 年 6 月 6 日	役員会	平成 26 年度 通常総会提出議案の審議	第一会館 本館 (秋田市)	9
	通常総会	平成 26 年度 提出議案審議		13
平成 26 年 10 月 24 日	30 周年記念 講演会	「熱可塑樹脂をマトリックスとした複合材成形」 極東貿易株式会社 寺岡 良征氏 「CFRP の現状と CFRTP (熱可塑) の可能性」 有限会社 C A S T 富田 隆広氏	第一会館 本館 (秋田市)	30
平成 26 年 10 月 30, 31 日	先進地見学会	JIMTOF2014 IPF2014	東京ビック サイト 幕張メッセ	8

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
平成 26 年 9 月 4 日	機械加工分 科会講習会 (高度加工 技術WG)	「超硬の直掘り加工技術セミナー」 1. 最新の工作機械と超硬の直掘り加工技術 2. 直掘り加工事例と課題 講師： 碌々産業(株) 山口 浩生 氏 碌々産業(株) 佐野 国宏 氏	秋田県産業 技術センタ ー	25
平成 26 年 10 月 3 日	機械加工分 科会講習会	「三次元測定機の活用技術セミナー」 1. 設計図面の解釈とその測定の課題 講師： CDT 研究所 中村 哲夫 氏 2. 三次元測定機の利用と注意点 講師： (独)産業技術総合研究所 高辻 利之 氏 3. 最新のデジタルものづくりにおける三次元測 定 講師： (独)産業技術総合研究所 阿部 誠 氏	秋田県産業 技術センタ ー	33
平成 26 年 10 月 22 日 ～23 日	合同企業見 学会(秋田県 非破壊検査 技術研究 会・(社)秋田 県機械金属 工業会共催)	合同企業見学会 1. 東北建機工業(株)(青森県八戸市) 2. 高周波鋳造(株)(青森県八戸市) 3. 東北三吉工業(株)(青森県三戸郡五戸町)	青森県内企 業	23
平成 26 年 11 月 20 日	特別講演・研 究発表会 (研究会後 援)	産業技術連携推進会議 製造プロセス部会 平成 26 年度金型・材料研究会 1. 特別講演 (1)「金属 3D プリンタの技術動向と工業応用の 可能性」 講師： 東北大学 千葉 晶彦 氏 (2)「3D コンピュータ技術を用いた最新脊椎手 術」 講師：秋田県脳血管研究センター 菅原 卓 氏 2. 研究発表会 (1)「回転振れのある小径ドリルの加工挙動」 (地独)鳥取県産業技術センター 佐藤 崇弘 氏 (2)「MZPF を使ったWEB 業務アプリの開発」 大分県産業科学技術センター 城門 由人 氏 (3)「リバーエンジニアリングの迅速化に関する研 究」 北海道立総合研究機構 工業試験場 安田 星希 氏 (4)「電界砥粒制御技術を用いた単結晶サファイア基板の 高効率研磨加工」 秋田県産業技術センター 久住 孝幸	第一会館本 館 (秋田市)	58

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
平成 27 年 1 月 16 日	技術講演会 (秋田県高分子材料研究会共催)	3Dものづくり技術講演会 1. 「STRATASYS 社製 3D プリンタの最新情報と最新活用事例」 講師：アルテック(株) 坂 義博 氏 2. 「3Dプリンタの活用事例及び事業展開」 講師：(株)アピール 太田 祐二 氏 3. 「フリーフォームと3DCADを活用したハイブリッドデジタルモデリングの紹介」 講師：デジタルファクトリー(株) 阿井 辰哉 氏	第一会館本館 (秋田市)	42
平成 27 年 1 月 23 日	素形材技術分科会講習会 (秋田県高分子材料研究会共催)	「3DCADと樹脂流動解析セミナー」 1. 樹脂流動解析とその事例 講師：(株)セイロジャパン 杉尾 太陽 氏 2. 3DCAD PTC Creo 3 の紹介と樹脂流動解析ツール体験 講師：PTC ジャパン(株) 武田 淳 氏	秋田県産業技術センター	20
平成 27 年 2 月 10 日	技術講演会 (秋田県硬質工具材料研究会共催)	技術講演 「硬質工具材料への要求特性と実用材料について」 講師：(株)アライドマテリアル 池ヶ谷 明彦 氏	秋田大学理工学部	30

4-4 北東北ナノ・メディカルクラスター研究会

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
平成 26 年 8 月 1 日～2 日	研究会	<p>サマーキャンプ</p> <p>1. 基調講演 「医用高分子微粒子」 慶応義塾大学名誉教授 神奈川大学客員教授 川口春馬 先生</p> <p>2. 医工連携事例紹介 (1)「電界攪拌装置 ヒストテック R-IHC ラピート。ついに販売！」 サクラファインテックジャパン株式会社 応治 比呂美 氏 (2)「秋田発！産学官医工連携による電界攪拌染色装置の開発と市場投入」 秋田県産業技術センター 中村竜太 研究員 (3)「血液凝固付着抑制を目的とした分離型熱サイフォン電気メスの開発」 秋田大学大学院工学資源学研究科 野老山貴行 先生</p> <p>3. 研究進捗紹介 (1)「ささみを例とした生体的熱特性の測定について」 岩手大学大学院 工学研究科 高橋 淳 氏 (2)「高静水圧・氷点下における細胞の in-situ 観察」 東京工業大学大学院 工学研究科 井上優樹 氏 (3)「卵子の蛍光免疫染色における、電界攪拌装置の使用経験」 秋田大学大学院医学系研究科産婦人科学講座 白澤弘光 先生 (4)「精密機械加工を利用した自己組織化によるメタマテリアルの開発」 東京工業大学大学院工学研究科 吉野雅彦 先生 (5)「日本素材物性学会の紹介」 秋田大学大学院工学資源学研究科 濱田文男 先生 (6)「秋田県産業技術センターにおける 3D プリンターへの取り組み」 秋田県産業技術センター 内田富士夫 主任研究員 (7)「医療向け情報通信技術の紹介」 秋田県産業技術センター 佐々木信也 主任研究員</p> <p>4. 企業紹介 (1) (株)秋田エプソン M 事業部 鈴木洋一 氏 (2) (株) K Engineering 金野正史 氏 (3) (株) 齊藤光学製作所 管理部 伊賀美里 氏</p>	駒ヶ岳温泉 (仙北市)	30

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
平成 26 年 12 月 22 日 ～23 日	研究会	<p>ウインターキャンプ</p> <p>1. 基調講演 (1)「地域資源のトータルプロデュース術」 合資会社 場所文化機構 代表 後藤健市 氏</p> <p>2. 企業紹介 (1)セルスペクト株式会社 メタロジェニックス株式会社 代表取締役社長 岩渕拓也様 (2)株式会社アイカムス・ラボ 代表取締役社長 片野 圭二 氏 (3)トラベルデザイン株式会社 須崎 裕 氏</p> <p>3. 医工連携事例紹介 「電界非接触攪拌技術の紹介」 秋田県産業技術センター 中村竜太 研究員</p> <p>4. 基調講演 (1)「イノベーションを加速化させる情報運用手法とは？」 アースボイスプロジェクト代表社員 榎田 竜路 氏 (2)「高静水圧・氷点下における細胞の in-situ 観察」 東京工業大学大学院 工学研究科 井上 優樹 氏</p> <p>5. 研究進捗報告 (1)「電界砥粒制御技術を用いたサファイア基板の高効率研磨加工」 秋田県産業技術センター 久住孝幸主任研究員 (2)東京工業大学 寺野元規 先生 井上優樹 氏 佐伯和一郎 氏</p> <p>6. 企業紹介 (1)(株)アクトラス 代表取締役 眞田 慎 氏 (2)エーピーアイ(株) 開発技術グループ グループリーダー 預幡 哲也 氏 (3)(株) K Engineering 代表取締役社長 金野 正史 氏 (4)田口木材(株) 代表取締役社長 東北醤油(株) 代表取締役専務 田口 知明氏</p>	駒ヶ岳温泉 (仙北市)	26
平成 27 年 3 月 27 日～ 28 日	研究会	<p>スプリングキャンプ</p> <p>1. 基調講演 (1)「9回2アウトからの逆転 -岩手大学の31年間-」 岩手大学 学長 岩渕 明 先生 (2)「結果は思いがけない所に着地する」 秋田大学 教授 濱田 文男 先生</p> <p>2. 企業紹介 (1)セルスペクト(株) 研究開発センター 所長 北條 涉 氏 (2)(株)アイカムス・ラボ 代表取締役社長 片野 圭二 氏 (3)エーピーアイ(株) 開発技術グループ グループリーダー 預幡 哲也 氏</p> <p>3. 研究進捗報告 (1)「秋田大学理工学部での取り組みと研究進捗」 秋田大学 理工学部長 村岡 幹夫 先生 (2)「電界非接触攪拌技術を用いた自動免疫組織染色装置の開発 と新たな展開へ向けて」 秋田県産業技術センター 中村竜太 研究員</p>	駒ヶ岳温泉 (仙北市)	19

4-5 秋田県硬質工具材料研究会

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
平成 27 年 2 月 10 日	技術講演会	「硬質工具材料への要求特性と実用材料について」 (株)アライドマテリアル 常務取締役 池ヶ谷 明彦 氏	秋田大学 (秋田市)	35

4-6 その他

(1) あきた輸送機コンソーシアム

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
平成 26 年 4 月 15 日	講演会	東北航空宇宙産業研究会役員会・総会及び 第 1 回東北航空宇宙産業広域連携フォーラム 2014 (共催)	TKP ガーデ ンシティ仙 台 (仙台市)	70
平成 26 年 12 月 8 日	講演会	東北航空宇宙産業研究会役員会・総会及び 第 2 回東北航空宇宙産業広域連携フォーラム 2014 (共催)	秋田ビュ ー ホテル (秋田市)	79
平成 27 年 2 月 6 日	会議	秋田県航空機産業戦略会議 ～航空機産業の現状と今後の秋田県の展望～	にぎわい交 流館 A U (秋田市)	40

(2) 東北航空宇宙産業研究会

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
平成 26 年 4 月 15 日	役員会・ 総会・講演会	東北航空宇宙産業研究会役員会・総会及び 第 1 回東北航空宇宙産業広域連携フォーラム 2014 1. 役員会 (1) 新会長の指名 (2) 役員の改選 (3) 平成 26 年度活動方針 2. 総会 新会長の承認 3. 講演会 「装備品メーカーから見た航空機産業の在り方と 住友精密工業の戦略」～降着装置を中心に～ 住友精密工業株式会社 専務取締役 田岡 良夫 氏	役員会： 東北サテ ライト TV 会 議室 (仙台市) 総会・講演 会： TKP ガー デンシ ティ仙 台 (仙台市)	70

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
平成 26 年 12 月 8 日	役員会・ 総会・講演会	東北航空宇宙産業研究会役員会・総会及び 第 2 回東北航空宇宙産業広域連携フォーラム 2014 1. 役員会 本年度事業中間報告 2. 総会 航空機メーカーとのマッチング事業等、当期事業 の中間報告 3. 講演会 (1) 「世界の航空機産業クラスターの現状と 東北地域の可能性」 SKY エアロスペース研究所 所長 航空総合技術政策フォーラム 代表 坂田 公夫 氏 (2) 「東北地域における新産業の胎動 - 航空機産業と医療機器産業 -」 山形大学人文学部法経政策学科(地域政策論) 准教授 山本 匡毅 氏	秋田ビュー ホテル (秋田市)	79

(3) 東北再生可能エネルギー研究会

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
平成 27 年 1 月 21 日	幹事会・総 会・講演会	1. 幹事会 平成 26 年度の取り組みと平成 27 年取り組み予定 について 2. 総会 新役員の紹介など 3. 講演会～電力平準化と熱の輸送利用～ (1) 「出力変動緩和制御型風力発電システムについ て」 (株)日立パワーソリューションズ 星野 直樹 氏 (2) 「潜熱蓄熱技術を用いた熱エネルギー輸送技 術」 三機工業(株) 岩井 良博 氏	産業技術総 合 研 究 所 東北サテラ イト (仙台市)	27

5. 人材育成

5-1 技術者の育成・受託研修

指 導 内 容	期 間	研修員所属人員
セラミック材料の合成とキャラクターゼーション技術の取得	H26. 4. 21～ H27. 3. 31	国立大学法人秋田大学大学院工学資源学研究科、 計 16 名
セラミックス熱電材料の製造プロセスおよび材料評価法	H26. 4. 24～ H27. 3. 31	国立大学法人秋田大学大学院工学資源学研究科、 計 6 名
新規レアメタル抽出剤に関する研究開発	H26. 4. 1～ H27. 3. 31	国立大学法人秋田大学大学院工学資源学研究科、 計 3 名
航空機複合材料サマーキャンプ 2014	H26. 9. 2～ H26. 9. 4	県内企業等 10 名

5-2 講師及び審査員の派遣

名 称	派 遣 先	回数	部 署
技能検定（機械系保全）検定委員	秋田県職業能力開発協会	2 回	素形材プロセス開発部
技能検定（CNC タレパン）検定委員	秋田県職業能力開発協会	1 回	素形材プロセス開発部
溶接技能者評価試験 評価員	東北地区溶接技術検定委員会	12 回	素形材プロセス開発部
秋田県溶接技術競技会 審査員	秋田県溶接協会	1 回	素形材プロセス開発部
全鉄評鉄骨製作工場性能評価 評価員	全国鉄骨評価機構	3 回	素形材プロセス開発部
技能検定（プラスチック成形）検定委員	秋田県職業能力開発協会	3 回	素形材プロセス開発部
技能検定（化学分析）検定委員		1 回	
技能検定（手積み積層成形作業）検定委員		2 回	
金型工作法	秋田県立湯沢翔北高等学校	2 回	素形材プロセス開発部
非常勤講師	秋田大学工学理工学部 材料工学科	16 回	先端機能素子開発部
非常勤講師	秋田工業高等専門学校 物質工学科	18 回	先端機能素子開発部
秋田高専第 1 回共同教育研修会 講師	秋田工業高等専門学校	1 回	先端機能素子開発部
情報化産業補助金審査会審査委員	県庁第二庁舎	2 回	電子光応用開発部
エブリセンスジャパンアプリコンテスト審査委員	東京都	1 回	電子光応用開発部
トランジェット接続再構築事業審査委員	県庁第二庁舎	1 回	電子光応用開発部

Ⅲ 研究成果・広報活動

1. 平成26年度研究成果報告会の概要

- 標 題：秋田県産業技術センター 平成26年度成果報告会
- 日 時：平成26年7月4日（金）13：00～17：00
- 会 場：秋田県産業技術センター
- 参加者：133名

《 成果報告 》

- | | |
|------------------------------------|-----------------|
| 1. 電子光応用開発部 | 座長 部長 小笠原 雄二 |
| ○癌転移確認用センチネルリンパ節スキャナーの開発 | 主任研究員 丹 健二 |
| ○照明光を制御する液晶デバイスの開発 | 上席研究員 梁瀬 智 |
| ○アクチュエータ技術の応用展開 | 主席研究員 森 英季 |
| 2. 先端機能素子開発部 | 座長 部長 高橋 慎吾 |
| ○低環境負荷熱電材料の開発とモジュール化 | 主任研究員 菅原 靖 |
| ○電界計測システムと電波暗室 | 主任研究員 黒澤 孝裕 |
| 3. 技術イノベーション部 | 座長 部長 佐藤 明 |
| ○輸送機関連事業の活動報告 | 副主幹 斉藤 耕治 |
| ○エネルギー関連事業の活動報告 | 上席研究員 松倉 和浩 |
| ○主な新規導入設備について | 主任研究員 田口 香 |
| 4. 素形材プロセス開発部 | 座長 部長 沓澤 圭一 |
| ○電界非接触攪拌技術が拓く
医工クロスオーバーによるものづくり | 研究員 中村 竜太 |
| ○温泉熱・地中熱・排熱利用への取り組みについて | 上席研究員 遠田 幸生 |
| ○CFRP パイプの成形と評価 | 主任研究員 藤嶋 基 |
| 5. 報告総括 | 産業技術センター所長 鎌田 悟 |

《 技術商談会 》

1. ポスターセッション（本館研修棟2階 第1研修室・第2研修室）
※展示ポスターについては次ページの一覧を参照ください。
2. 企業ブース展示（本館研修棟1階 ロビー）

ポスター一覧

No.	発表者	タイトル
1	木谷、田口、内田、伊勢	超高密度ストレージの研究開発 ～ヘッドデバイス～
2	新宅、近藤	超高密度ストレージの研究開発 ～薄膜形成・解析技術～
3	千葉、経徳、田口	超高密度ストレージの研究開発 ～ナノインプリント～
4	森、櫻田	高速・高精度アクチュエータの開発
5	梁瀬、内田、王、 佐藤、高橋	「液晶」材料を応用した光学デバイスの開発
6	鈴木、経徳、木谷、神田	スピン応用デバイスの開発
7	丹、黒澤	電磁波計測・ノイズ評価・EMC 対策技術
8	山根	フォトニックデバイスの研究
9	木村	レーザー焼入れ技術の開発
10	杉山、加藤、進藤	環境調和型高機能耐摩耗材料の開発
11	進藤、沓澤、内田	耐熱金属材料の開発・評価に関する研究
12	進藤、沓澤、木村、工藤、 菅原、杉山、加藤、内田、 斉藤	輸送機 ～輸送機産業コンプレックス形成事業～
13	沓澤、進藤、内田	次世代輸送機向け高熱伝導軽量合金
14	木村	生産性向上と省エネ性を両立したレーザー熱処理技術
15	木村、工藤、加藤	複合材料の新しい加工・評価法
16	鎌田、斉藤	コンボジットセンター
17	遠田、佐藤	炭素系廃棄物を利用した環境調和型機能性水質浄化材の開発
18	遠田	STOP THE 地球温暖化に関する技術調査
19	小笠原、近藤、佐々木、 熊谷	音声主導型医療看護システム
20	小笠原、近藤、佐々木、 熊谷	IC タグ利用技術に関する研究開発
21	加賀谷、佐藤、赤上	電界非接触攪拌技術を用いた薬剤多型検出技術の創出
22	久住、佐藤、赤上	次世代情報家電向け研磨システムの開発

2. 研究成果概要

2-1 特許

【平成26年度出願分】

※12件

No.	名 称	権利の別	出願番号
1	迅速かつ高感度な多重免疫染色法	特許	特願 2014-102883
2	光学式化学センサ	特許	特願 2014-179031
3	骨生検用工具及び骨組織採取方法	特許	特願 2014-210648
4	磁性流体検出装置及び磁性流体検出方法	特許	特願 2015-9974
5	検知装置及び摘出部位載置容器	特許	特願 2015-10003
6	水素水生成器	特許	特願 2015-014852
7	細胞内生体分子の検出に用いる標準試料及び細胞内生体分子の検出方法	特許	特願 2015-19566
8	培養細胞を用いた標準試料及びその製造方法	特許	特願 2015-21657
9	電界強度偏在電極及びこれを用いた電界攪拌方法	特許	特願 2015-22163
10	微小液滴を形成する反応デバイス及びこれを用いた電界攪拌方法	特許	特願 2015-22575
11	液滴形成用シャーレ及びこれを用いた電界攪拌方法	特許	特願 2015-22721
12	ゼータ電位制御法を用いた処理方法	特許	特願 2015-25880

【平成26年度登録分】

※14件

No.	名 称	権利の別	出願番号
1	非接触攪拌方法、非接触攪拌装置、これを用いた核酸ハイブリダイゼーション反応方法、反応装置、及び試料中の核酸を検出する方法、核酸検出装置、試料中の抗体を検出する方法、及び抗体検出装置	特許	特願 2009-243468
2	平面両面仕上げ方法及び平面両面仕上げ装置	特許	特願 2010-35989
3	免疫組織染色方法および免疫組織染色装置	特許	特願 2010-151695
4	砥粒の回収方法、及び回収装置	特許	特願 2010-156485
5	点滴モニタ装置	特許	特願 2010-280437
6	基板の接合方法および基板接合装置	特許	特願 2011-8905
7	高周波材料定数測定システム	特許	特願 2009-44983
8	空間光変調器	特許	特願 2009-114082
9	平面位置決め装置およびこれを備えた検査装置	特許	特願 2010-550522
10	スピン注入電極構造、スピン伝導素子及びスピン伝導デバイス	特許	特願 2010-198159
11	強磁性積層構造及びその製造方法	特許	特願 2010-283253

12	液晶シリンドリカルレンズアレイおよび表示装置	特許	特願 2011-1217
13	電界攪拌用はっ水フレーム	特許	特願 2014-9629
14	自動電界免疫組織染色装置	特許	特願 2014-30179

【平成26年度実施許諾分】

※13件（契約件数）

No.	発明の名称	期間
1	抵抗器	H13～
2	電界砥粒による刃先研磨仕上げ方法、及び刃先を有する微細部品の作製方法	H16～
3	工事用絶縁監視装置	H16～
4	アクチュエータの減衰方法およびアクチュエータ	H16～
5	生分解性樹脂を用いた打揚げ花火用玉皮、及びその製造方法	H17～
6	粒子分散型誘電流体を用いた加工法	H17～
7	高硬度、高ヤング率、高破壊靱性値を有するWC-SiC系焼結体	H24～
8	液晶レンズ	H24～
9	迅速免疫染色等の技術並びにその周辺技術並びに装置	H25～
10	点滴モニタ装置	H25～
11	抵抗器、その製造方法	H25～
12	高硬度、高ヤング率、高破壊靱性値を有するWC-SiC系焼結体	H26～
13	迅速免疫染色等の技術並びにその周辺技術並びに装置	H26～

2-2 誌上・論文発表

No.	テーマ	著者	掲載誌名	年月
1	Magneto-optical properties for antiferromagnetically coupled CoPt stacked films with hexagonal anti-dot lattices	Yamane, H., Kobayashi, M.	Japanese Journal of Applied Physics 53 PP. 05FB04-1-6 (2014)	H26. 5月
2	電界砥粒制御技術を応用した電界非接触微粒子攪拌技術の開発	中村竜太, 加賀谷昌美, 赤上陽一, 池田 洋, 久住孝幸, 佐藤安弘, 南谷佳弘, 南條 博	精密工学会誌, Vol.80, No.9 (2014) pp.862-866.	H26. 9月
3	Magnetic properties of antiferromagnetic coupled Co-Pt stacked films with two-dimensional array structures	Yamane, H., Kobayashi, M.	Materials Transactions 55 PP. 1372-1376 (2014)	H26. 9月
4	Spin transport in non-degenerate Si with a spin MOSFET structure at room temperature	Tomoyuki Sasaki, Yuichiro Ando, Makoto Kamen, Takayuki Tahara, Hayato Koike, Tohru Oikawa, Toshio Suzuki and Masashi Shiraishi	Physical Review Applied, 2, 034005 (2014)	H26. 9月

5	Nanoscale Composition Control Applied on L10 FePtRh Film for Dot Patterning Using Magnetic Phase Change	T. Hasegawa, Y. Kondo, K. Uebayashi, A. Arakawa, S. Ishio	IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 50, 2302004 (2013)	H26. 11月
6	Magneto-plasmonics on perpendicular magnetic CoPt-Ag nanostructures with ZnO intermediate thin layers	Yamane, H., Takeda, K., Kobayashi, M.	Applied Physics Letters 106 PP. 052409-1-5 (2015)	H27. 2月

2-3 口頭発表

No.	テーマ	発表者	発表会名	年月日
1	電界非接触攪拌技術が拓く医工連携ジャムセッションによるものづくり	中村竜太	精密工学会東北支部技術講演会（秋田大学）	H26. 4. 24
2	熱処理シミュレーション技術と解析事例	内田富士夫	岩手県非鉄金属加工技術研究会 第86回研究会（岩手県盛岡市）	H26. 5. 9
3	秋田発！医工連携による電界非接触攪拌装置の開発と市場投入	中村竜太	平成26年度第1回産学官交流プラザ（秋田市）	H26. 5. 27
4	Si ₃ N ₄ セラミックスの機械的性質におよぼすTaCの効果	仁野章弘, 笹子綾子, 杉山重彰, 泰松 齊	粉体粉末冶金協会平成26年度春季大会講演概要集, 199, (2014)	H26. 6. 5
5	電界砥粒制御技術が拓く新たな医療機器産業への展開	中村竜太	型技術者会議 2014（東京都大田区）	H26. 6. 18
6	電界非接触攪拌技術が拓く医工クロスオーバーによるものづくり～R-IHC®装置の開発からマーケットリリースまで～	中村竜太	秋田県産業技術センター 平成26年度成果報告会（秋田市）	H26. 7. 4
7	光学的変調散乱素子を用いた高周波電界計測システム	黒澤孝裕	電子情報通信学会光応用電磁界計測研究会第1回研究会	H26. 7. 4
8	3D プリンターの現状と課題	内田富士夫	日本鑄造工学会東北支部 第89回鑄造技術部会（宮城県仙台市）	H26. 7. 15
9	秋田発！産学官医工連携による電界攪拌染色装置の開発と市場投入	中村竜太	平成26年度北東北ナノ・メディカルクラスター研究会サマーキャンプ（仙北市）	H26. 8. 1
10	医療向け通信技術の紹介～通信物理層とクラウドテストベッド～	佐々木 信也	北東北ナノ・メディカルクラスター研究会	H26. 8. 1

11	秋田県産業技術センターにおける3Dプリンターへの取り組み	内田富士夫	平成26年度北東北ナノ・メディカルクラスター研究会サマーキャンプ(仙北市)	H26.8.2
12	圧電素子を用いたアクチュエータとその応用	森英季	情報機器のメカトロニクス制御に関する研究会	H26.8.22
13	鋳造関連からみた3Dプリンター	内田富士夫	日本鋳造工学会第14回夏期鋳造講座(岩手県盛岡市)	H26.8.29
14	秋田発!電界非接触攪拌技術が拓く新たな医療機器産業への展開	中村竜太	第5回医工融合技術を生かした医療機器の創製に関する研究会(金沢工業大学)	H26.9.2
15	Fe/Co人工格子によるFeCo膜の作製と磁気特性	新宅一彦, 藤島周, 石尾俊二	第38回日本磁気学会学術講演会	H26.9.4
16	[FeCo/Pt]多層膜の正方晶歪みと磁気異方性	藤島周, 新宅一彦, 石尾俊二	第38回日本磁気学会学術講演会	H26.9.4
17	電界砥粒制御技術を応用した電界非接触微粒子攪拌技術の開発	中村竜太, 加賀谷昌美, 赤上陽一, 池田洋, 久住孝幸, 南谷佳弘, 南條博	2014年度砥粒加工学会(岩手大学)	H26.9.13
18	電界スラリー制御技術を適用した硬脆材料向け高効率研磨技術の開発	池田洋, 久住孝幸, 中村竜太, 佐藤安弘, 赤上陽一	2014年度砥粒加工学会(岩手大学)	H26.9.13
19	炭化ケイ素研磨材を用いた電界砥粒制御技術の基礎検討 -第3報-	久住孝幸, 中村竜太, 池田洋, 佐藤安弘, 赤上陽一	2014年度砥粒加工学会(岩手大学)	H26.9.13
20	電界砥粒制御技術を応用した電界非接触微粒子攪拌装置の開発	中村竜太, 加賀谷昌美, 赤上陽一, 池田洋, 久住孝幸, 南谷佳弘, 南條博	2014年度精密工学会秋季大会(鳥取大学)	H26.9.16
21	電界非接触攪拌技術を用いた酵素免疫測定法の迅速化技術の開発	加賀谷昌美, 中村竜太, 佐藤安弘, 赤上陽一, 南谷佳弘, 小松国夫	2014年度精密工学会秋季大会(鳥取大学)	H26.9.16
22	電界砥粒制御技術における研磨下の砥粒挙動の基礎検討	久住孝幸, 池田洋, 中村竜太, 佐藤安弘, 赤上陽一	2014年度精密工学会秋季大会(鳥取大学)	H26.9.16
23	電界砥粒制御技術を適用した硬脆材料向け高効率CMP技術の開発	池田洋, 中村竜太, 久住孝幸, 赤上陽一	2014年度精密工学会秋季大会(鳥取大学)	H26.9.16
24	ランジュバン型振動子による超音波発生機構のための圧電素子振動特性	荒川亮, 櫻田陽, 森英季, 長縄明大, 渋谷嗣, 大日方五郎	2014年度精密工学会秋季大会	H26.9.16
25	[CoPt/AZO/Ag]積層膜の磁気光学特性と化学センサへの応用	山根治起, 小林政信	2014年第75回応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集, 18p-PA1-14	H26.9.18
26	液晶マイクロレンズに形成したポストスペーサ周辺の基板配向	梁瀬智, 王濱, 内田勝	2014年第75回応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集, 19p-PA6-1	H26.9.19
27	CoPt多層膜の磁気特性及び熱処理による変化	武田啓輔, 小林政信, 山根治起, 天童作, 中島悠介	日本金属学会2014年秋期講演大会講演予稿集, P59	H26.9.24

28	ITO-Fe 薄膜の光学・電磁気特性	天童作, 小林政信, 山根治起, 武田啓輔, 中島悠介	日本金属学会 2014 年秋期講演大会講演予稿集, P83	H26. 9. 24
29	ZnO-V 薄膜の光学・電气的特性	中島悠介, 小林政信, 山根治起, 武田啓輔, 天童作	日本金属学会 2014 年秋期講演大会講演予稿集, P85	H26. 9. 24
30	放射光ナノビームを利用した記録用微小磁性材料の研究	近藤祐治	アモルファス・ナノ材料第 1 4 7 委員会第 1 2 6 回研究会	H26. 9. 26
31	反応性 SPS 焼結による Nb-ドーパ TiO ₂ 焼結体の調整と熱電特性	布田 潔, 石川美里, 張雪妍, 菅原 靖, 杉山重彰	第 11 回日本熱電学会 学術講演会 予稿集, 82 (2014)	H26. 9. 29-30
32	通電加圧焼結による TiO ₂ -VC 混合系の反応と焼結体の熱電特性	菅原靖, 伊勢和幸, 杉山重彰, 布田潔	第 11 回日本熱電学会 学術講演会 予稿集, 109, (2014)	H26. 9. 29-30
33	科研費申請のテクニック～電界非接触攪拌技術開発・応用の紹介と若手(B)申請のポイント～	中村竜太	競争的外部資金申請方法説明会 (秋田高専)	H26. 10. 2
34	リング媒体利用粉砕における粉砕容量が粉砕効率に与える影響の検討	高瀬裕貴, 高橋武彦, 遠田幸生, 伊藤一志, 森英明	日本設計工学会 2014 年度秋季研究発表講演会	H26. 10. 4
35	連続粉砕処理のためのリング媒体利用粉砕機の粉砕性能評価	国広祐人, 高橋武彦, 遠田幸生, 伊藤一志, 森英明	日本設計工学会 2014 年度秋季研究発表講演会	H26. 10. 4
36	超臨界発泡射出成形の製品事例紹介	野辺理恵	平成 26 年度 産業技術連携推進会議 東北地域部会 秋季部会 物質・材料・デザイン部会	H26. 10. 8
37	東北再生可能エネルギー研究会の報告	遠田幸生	平成 26 年度 産業技術連携推進会議 東北地域部会 秋季資源・環境・エネルギー分科会	H26. 10. 8
38	センチネルリンパ節同定磁気スキャナーの開発	丹 健二	産技連東北地域部会 秋季分科会	H26. 10. 8
39	秋田県産業技術センターにおける CFRP の取り組み	藤嶋 基	みちのく新技術合同フォーラム 2014	H26. 10. 17
40	超音波霧化ノズル (Sonic-Jet) の研究開発	荒川亮, 櫻田陽, 森英季	新世代塗布型電子デバイス技術研究組合 2014 年度第 3 回技術委員会	H26. 10. 22
41	Si ₃ N ₄ セラミックスの機械的性質におよぼす α-Si ₃ N ₄ 相の影響	仁野章弘, 笹子綾子, 杉山重彰, 泰松 斉	粉体粉末冶金協会平成 26 年度秋季大会講演概要集, 64, (2014)	H26. 10. 29
42	WC-SiC-Cr ₃ C ₂ セラミックスの機械的性質と微細組織	関根崇, 仁野章弘, 菅原靖, 杉山重彰, 泰松 斉	粉体粉末冶金協会平成 26 年度秋季大会講演概要集, 67, (2014)	H26. 10. 29

43	電界砥粒制御技術を応用した電界非接触攪拌技術の開発と医療機器産業への展開	中村竜太	第3回「表面創成工学の新展開」研究会(仙北市)	H26.11.1
44	Energy product of exchange coupled L10 FePt/FeCo nanodot patterns	B. Wang, H. Omiya, S. Yoshida, A. Arakawa, T. Hasegawa, H. Sasaki, M. Suzuki, N. Kawamura, M. Mizumaki, Y. Kondo, S. Ishio	The 59th Magnetism and Magnetic Materials Conference	H26.11.3
45	Magnetic anisotropy of tetragonal FeCo films by using Fe/Co and FeCo/Pt superlattices.	K. Shintaku, S. Fujishima, S. Ishio	59th Annual Conference on Magnetism & Magnetic Materials	H26.11.4
46	電界非接触攪拌技術を応用した酵素免疫測定法の迅速化技術に関する研究～電界非接触攪拌用基板の開発とその表面性状について～	中村竜太, 加賀谷昌美, 赤上陽一, 久住孝幸, 池田洋, 佐藤安弘, 南谷佳宏, 小松国夫	トライボロジー会議 2014秋 盛岡(岩手県盛岡市)	H26.11.5
47	Fabrication and magneto-optical properties of perpendicular magnetic CoPt nanostructures formed by surface agglomeration of Ag	Yamane, H., Takeda, K., Kobayashi, M	Digest of the 27th International Microprocesses and Nanotechnology Conference, 6P-7-43, (2014)	H26.11.6
48	NbドーピングTiO ₂ におけるミクロ分相による微細組織形成と熱電特性への影響	石川美里, 菊地就人, 昌子智由, 布田 潔, 國廣陽平, 菅原 靖, 杉山重彰	平成26年度日本セラミックス協会東北北海道支部研究発表会講演要旨集, 75, (2014)	H26.11.7
49	超臨界発泡射出成形におけるグラスウール/ナイロン66複合材料の力学特性および空孔構造	野辺理恵, 工藤 素	プラスチック成形加工学会	H26.11.14
50	電界砥粒制御技術を応用した微粒子における電界非接触攪拌技術に関する研究	中村竜太, 加賀谷昌美, 赤上陽一, 池田洋, 久住孝幸, 南谷佳弘, 南條博	第10回 生産加工・工作機械部門講演会(徳島大学)	H26.11.15
51	電界砥粒制御技術を用いた単結晶サファイア基板の高効率研磨加工―第1報―	久住孝幸, 池田洋, 中村竜太, 赤上陽一, 千葉翔梧, 伊賀美里	第10回 生産加工・工作機械部門講演会(徳島大学)	H26.11.16
52	電界砥粒制御技術を用いた単結晶サファイア基板の高効率研磨加工―第2報―	池田洋, 久住孝幸, 中村竜太, 赤上陽一, 千葉翔梧, 伊賀美里	第10回 生産加工・工作機械部門講演会(徳島大学)	H26.11.16
53	東北再生可能エネルギー研究会活動報告～小型ディーゼル発電機でのアンモニア燃焼～	遠田幸生	平成26年度 産業技術連携推進会議 環境・エネルギー部会分科会 エネルギー研究会	H26.11.19
54	電界砥粒制御技術を用いた単結晶サファイア基板の高効率研磨加工	久住孝幸	産技連製造プロセス部会 平成26年度金型・材料研究会(秋田市)	H26.11.20

55	秋田県産業技術センターにおける3Dプリンターの活用事例	内田富士夫	第55回全国公設試験研究機関素形材担当者会議素形材分科会(愛知県名古屋市)	H26.11.26
56	ダンパを有する精密位置決め装置の力学モデルについて	リョウシン、坂元 亮太、長縄明大、渋谷嗣、櫻田陽、荒川 亮、森英季	2014年度精密工学会東北支部学術講演会	H26.11.29
57	CMMの都市伝説～プローブへのアルミ付着の影響～	加藤勝	産技連知的基盤部会形状計測研究会(岐阜県岐阜市)	H26.12.4
58	通電加圧焼結による(W, Mo)C系セラミックスの合成と機械的性質	杉山重彰、菅原 靖、劉超、仁野章弘、泰松 斉	第19回SPS研究会講演要旨集, 63-64, (2014)	H26.12.4
59	アクチュエータ技術を起点とする産学官連携	森英季	秋田大学平成26年度機械工学系同窓会	H26.12.6
60	Agの表面凝集によって形成されたCoPtナノ構造薄膜の磁気・光学特性	武田啓補、天童作、小林政信、山根治起	第24回日本MRS年次大会, I-P10-012 (2015)	H26.12.11
61	電界非接触攪拌技術の紹介	中村竜太	平成26年度北東北ナノ・メディカルクラスター研究会ウインターキャンプ(仙北市)	H26.12.22
62	電界砥粒制御技術を用いたサファイア基板の高効率研磨加工	久住孝幸	平成26年度北東北ナノ・メディカルクラスター研究会ウインターキャンプ(仙北市)	H26.12.23
63	700mm級大径リング型粉碎媒体を用いた乾式微粉碎機(タンデムリングミル)による木質バイオマスの粉碎特性の検討	森英明、高橋武彦、伊藤一志、遠田幸生、畠山良秋、郷地元博	第10回バイオマス科学会議	H27.1.15
64	超音波霧化ノズル(Sonic-Jet)の研究開発	荒川亮、櫻田陽、森英季	新世代塗布型電子デバイス技術研究組合2014年度第4回技術委員会	H27.1.20
65	降雪地向け太陽光発電パネルフレームの強度解析	井上真	秋田大学産学連携推進機構第33回「産学イブニング・サロンあきた」	H27.2.26
66	スリット電極型液晶シリンドリカルレンズアレイによる光偏向効果(II)	内田 勝、梁瀬 智、王 濱	2015年第62回応用物理学会春季学術講演会講演予稿集, 13p-P15-5	H27.3.13
67	低電圧駆動型液晶レンズの高速駆動における解像度特性	近藤祐治、王濱、石井雅樹、梁瀬智、高橋慎吾	2015年第62回応用物理学会春季学術講演会講演予稿集, 13p-P15-12	H27.3.13
68	第3電極を持つ液晶シリンドリカルレンズの2D/3D切り替え特性	梁瀬 智、内田 勝、王 濱	2015年第62回応用物理学会春季学術講演会講演予稿集, 13p-P15-13	H27.3.13

69	超音波霧化ノズル (Sonic-Jet) の研究開発	荒川亮, 櫻田陽, 森英季	新世代塗布型電子デバイス技術研究組合 2014年度第5回技術委員会	H27.3.16
70	微小量液滴用電界非接触攪拌技術の開発と新たな医療機器産業への応用	中村竜太	平成26年度秋田わか杉科学技術奨励賞受賞記念講演会 (秋田市)	H27.3.17
71	CoPt-Ag 垂直磁化ナノ構造体の磁気光学特性	山根治起, 武田啓輔, 小林政信	日本金属学会 2015年春期講演大会講演予稿集, P95	H27.3.18
72	ランジュバン型振動子を用いた超音波噴霧の粒径微細化および塗布効率向上に関する検討	荒川亮, 櫻田陽, 森英季, 長縄明大, 渋谷嗣, 大日方五郎	2015年度精密工学会秋季大会	H27.3.18
73	電界非接触攪拌技術を用いた酵素免疫測定法の迅速化技術の開発 (第二報) ~電界非接触攪拌用基板の開発とその表面性状について~	中村竜太, 加賀谷昌美, 赤上陽一, 久住孝幸, 池田洋, 南谷佳弘, 小松国夫	2015年度精密工学会春季大会 (東洋大学)	H27.3.19
74	新たな酸化セリウム砥粒再生技術及び再生装置の開発	久住孝幸, 赤上陽一, 松下大作, 佐々木健二, 照井伸太郎	2015年度精密工学会春季大会 (東洋大学)	H27.3.19
75	TaC セラミックスの合成と熱的および機械的性質	仁野章弘, 平原達朗, 杉山重彰, 泰松 斉	日本金属学会 2015年春期大会講演概要集, 378, (2015)	H27.3.19
76	WC 硬質セラミックスの機械的性質に及ぼす TaC 添加の影響	伊豆悠馬, 仁野章弘, 杉山重彰, 泰松 斉	日本金属学会 2015年春期大会講演概要集, 379, (2015)	H27.3.19
77	秋田県産業技術センターにおける IT を駆使したものづくり	内田富士夫	精密工学会東北支部技術講演会 (秋田県立大学)	H27.3.26
78	電界非接触攪拌技術を用いた自動免疫組織染色装置の開発と新たな展開へ向けて	中村竜太	平成26年度北東北ナノ・メディカルクラスター研究会スプリングキャンプ (仙北市)	H27.3.28

2-4 一般公開

平成26年7月4日: 26名

2-5 イベント・セミナー

No.	名称	主催者	場所	年月日
1	ナノ・マイクロ ビジネス展	一般財団法人マイクロマシンセンター	パシフィコ横浜	H26. 4. 23-25
2	中小企業応援フェスタ	秋田県	にぎわい交流館AU (秋田市)	H26. 7. 27
3	THE KAGAKU	秋田市自然科学学習館	秋田県産業技術センター	H26. 8. 24
4	あきた産学官連携フォーラム	あきた産学官連携フォーラム2014実行委員会	にぎわい交流館AU (秋田市)	H26. 11. 25
5	有機エレクトロニクスの実用化に向けた次世代製造技術 (ポスター展示:有機薄膜製造装置の開発)	理化学研究所社会知創成事業イノベーション推進センター光電子デバイス工学研究チーム	(独) 理化学研究所和光事業所大河内記念ホール (和光市)	H26. 12. 3
6	冬のサイエンスフェスティバル	秋田市自然科学学習館	秋田市民交流プラザ (秋田市)	H27. 2. 21

2-6 新聞・一般誌掲載・テレビ放映等

No.	掲載年月日	掲載紙(誌)名	掲載見出し
1	H26. 4. 23	日本経済新聞	小型ロケット秋田から 産学官で開発進む
2	H26. 4. 25	秋田魁新報	近況景況 技術の売り出し支援
3	H26. 5. 9	秋田魁新報	金属硬度強化の熱処理加工 レーザー焼き入れ導入
4	H26. 5. 13	秋田魁新報	がん、20分で正確に診断 県内の産学官 商品化
5	H26. 5. 13	日本経済新聞	秋田の産学官が検査装置 がん手術中診断20分で
6	H26. 5. 22	日刊工業新聞	新たなフライトへ 東北航空宇宙産業研究会(TAIF)特集
7	H26. 5. 27	秋田魁新報	点滴センサ商品化 県内の産学官が共同開発
8	H26. 5. 29	日刊工業新聞	秋田県産業技術センター (広告)
9	H26. 6. 11	日本経済新聞	点滴の速さ10秒で測定 アクトラス 素早い調整可能に
10	H26. 6. 18	秋田魁新報	マツザワ 新「工業用硬さ試験機」 据え置き型国内最小
11	H26. 6. 23	秋田魁新報	ICTを活用 栽培環境監視 秋田市のADK富士システム
12	H26. 7. 8	秋田魁新報	がん移転、手術中に特定 秋大などと共同 磁気スキャナー
13	H26. 7. 23	日本経済新聞	医療関連 集積へ協定 秋田大と県 機器開発で連携
14	H26. 7. 28	朝日新聞	中小企業の技術紹介 応援フェスタ県内17社出店
15	H26. 7. 29	秋田魁新報	化学処理せずにセリウム再利用 国内初の装置商品化
16	H26. 8. 7	秋田魁新報	頸椎疾患治療用の医療機器 医工連携事業に採択
17	H26. 8. 25	朝日新聞	3Dプリンターでベーゴマ作り挑戦
18	H26. 8. 26	秋田魁新報	県テクノゾーンフェスタ 商品開発などで中小の事例紹介
19	H26. 9. 4	秋田魁新報	炭素繊維強化プラスチック 成形、修理技術習得を
20	H26. 9. 9	日刊工業新聞	シリコンMOSFET スピン室温動作
21	H26. 9. 9	日経産業新聞	小電力トランジスタ PC・電子機器向け
22	H26.10.20	日刊工業新聞	炭素プラ修理人材育成 秋田技術センターと連携
23	H26.10.25	秋田魁新報	製造業はいま 学官との連携不可欠
24	H26.12.4	秋田魁新報	小型の炭酸泉装置開発 気泡を微粒化、吸収効果向上
25	H26.12.19	秋田魁新報	秋田わか杉科学技術奨励賞
26	H27. 1. 31	秋田魁新報	実用化で産業振興を 電動バスの開発
27	H27. 2. 10	建設新聞	東北小水力発電(秋田市) プロペラ式小水力発電装置を商品化
28	H27. 2. 12	秋田魁新報	秋田市のベンチャー新小水力発電機開発 高効率低コスト実現
29	H27. 2. 24	秋田魁新報	高級外車用ナビ外枠加工に参入
30	H27. 3. 2	山形新聞	空き工場で栽培実証
31	H27. 2. 28	秋田朝日放送	秋田経済応援番組「アキタビズ」医工連携で地方創生ⅡPart1
32	H27. 3. 7	秋田朝日放送	秋田経済応援番組「アキタビズ」医工連携で地方創生ⅡPart2

3. 所内見学

3-1 一般見学

平成26年度計：279名

3-2 一般公開

平成26年7月4日：26名(再掲)

IV 研究報告

IV-1 産業新生技術イノベーション事業

輸送機産業集積化事業

- (1) 難削材料の機械加工に関する研究 (2) -

先進プロセス・医工連携グループ 加藤 勝、沓澤 圭一

Transportation Equipment Industry Clustering project - (1) Study on Machining of Difficult-to-cut Materials (2)-

Advanced Processing/ medical-engineering collaboration Group
Masaru KATO, Keiichi KUTSUZAWA

抄録

近年、航空機や自動車の軽量化を目的とし、その構造材として炭素繊維強化プラスチック（CFRP）やそれらを組み合わせた複合材料が多く使用されている。これらの材料は軽量で強度が高い特性を持つが、加工が困難な難削材として知られている。特にCFRPの切削加工では、工具寿命が短いだけでなく、層間剥離（デラミネーション）やバリの発生という問題がある。本研究では、複合材加工用として市販されている切削工具を用いてCFRPのトリム加工実験を行い、工具の性能評価を行った。

[キーワード：CFRP、難削材、複合材料、トリム加工、層間剥離、バリ]

Abstract

Recently, lightweight materials such as Carbon fiber reinforced plastic (CFRP) or titanium alloy are widely used as structural materials in airplane and automobile for the purpose of mass reduction. Although these materials have characteristics of lightweight and high strength, they are regarded as difficult-to-cut materials. In particular the cutting of CFRP, tool life is not only short, but there is a problem that de-lamination and burrs. In this study, we experimented trimming of CFRP by using a cutting tool which is commercially available as a composite material processing, and evaluated the performance of these cutting tool.

[Key words: CFRP, difficult-to-cut material, composite material, trimming, de-lamination burr]

1. はじめに

複合材料である炭素繊維強化プラスチック（CFRP）は、その軽くて強い特性によって省エネルギーを実現するものとして、航空機のみならず自動車や家電等に更なる応用が期待されている。しかしながら、CFRPの切削加工（穴あけ、トリミング等）では、工具摩耗が激しいこと、層間剥離（デラミネーション）やバリ等が発生することが課題となっており、高能率・高品質に加工することが求められている。

近年、各工具メーカーからCFRP加工用と称される工具が販売されるようになってきた。そこで本報では、トリム加工（片削り加工）を対象に、数種類の工具を用いてトリム加工実験を行い、工具摩耗やCFRPの加工状態について調査したのでその一部を報告する。

2. CFRP材のトリム加工実験と工具性能評価

市販のCFRP材（穴織カーボン製：100×100×厚さ10mm、UD+表層クロスタイプ、表面つや有り）を対象に、ルータータイプのダイヤモンドコーティング工具3種類、エンドミルタイプのダイヤモンドコーティング工具3

種類、DLC コーティングエンドミル 1 種類、超硬ソリッドエンドミル 1 種類、ハイス母材の TiN 系コーティングエンドミル 1 種類の計 3 社 9 種類の工具を用いて、マシニングセンタ（日立精機製 VKC45 II）で片削りによるトリム加工実験を行った。CFRP 材はバイスに挟んで固定し、各工具とも時間の関係上、切削長 1m（10 パス）まで加工した。切削加工条件を表 1 に示す。評価として、工具摩耗と加工面状態をマイクロSCOPE（ハイロックス製 KH-2700）で観察した。

図 1 に、工具摩耗及び CFRP の側面部の加工状態を示す。今回の実験では、工具摩耗や CFRP 材の加工状態並びに加工面粗さは、ルータータイプとエンドミルタイプの明確な差は認められなかったが、ダイヤモンドコーティング工具が優れた性能を示し、DLC コーティングや超硬ソリッド、TiN コーティングハイスは不適であることがわかった。

表 1 トリム加工条件

番号	メーカー	形状	材種
①	H社	ルーター	超硬母材ダイヤモンドコーティング
②	M社	ルーター	超硬母材ダイヤモンドコーティング
③	O社	ルーター	超硬母材ダイヤモンドコーティング
④	M社	4枚刃	超硬母材ダイヤモンドコーティング
⑤	O社	4枚刃	超硬母材ダイヤモンドコーティング
⑥	O社	4枚刃逆ねじれ	超硬母材ダイヤモンドコーティング
⑦	M社	2枚刃	超硬母材DLCコーティング
⑧	M社	2枚刃	超硬ソリッド
⑨	M社	2枚刃	ハイス母材TiNコーティング
被削材			CFRP(100×100×t10mm) 両面クロス織り ツヤ有り
工具径(mm)			6
主軸回転数(min-1)			10000
切削速度(m/min)			188
送り速度(mm/min)			1000
1回転当たりの送り(mm/rev)			0.1
径方向切り込み(mm)			1
切削長(m)			1
クーラント			エア吸引
加工方式			ダウンカット

メーカー	タイプ	新品(底刃形状)	新品(側刃形状)	1m切削後	結果	メーカー	タイプ	1m切削後(全面)	1m切削後(表側)	1m切削後(裏側)	結果
①H社	ダイヤモンドコーティングルーター				摩耗無し ○	①H社	ダイヤモンドコーティングルーター				バリ無し ○
②M社	ダイヤモンドコーティングルーター				摩耗無し ○	②M社	ダイヤモンドコーティングルーター				バリ無し ○
③O社	ダイヤモンドコーティングルーター				摩耗無し ○	③O社	ダイヤモンドコーティングルーター				バリ無し ○
④M社	ダイヤモンドコーティング				摩耗無し ○	④M社	ダイヤモンドコーティング				バリ無し ○
⑤O社	ダイヤモンドコーティング				摩耗無し ○	⑤O社	ダイヤモンドコーティング				バリ無し ○
⑥O社	ダイヤモンドコーティング(逆ねじれ)				摩耗無し ○	⑥O社	ダイヤモンドコーティング(逆ねじれ)				バリ無し ○
⑦M社	DLCコーティング				若干摩耗有り△	⑦M社	DLCコーティング				若干表側バリ有り△
⑧M社	超硬ソリッド				摩耗有り×	⑧M社	超硬ソリッド				表側バリ有り×
⑨M社	TiNコーティング(ハイス母材)				使用不可×	⑨M社	TiNコーティング(ハイス母材)				カーボン繊維むしれ×

図 1 トリム加工による工具摩耗と CFRP 材 の加工状態

3. まとめ

複合材加工用として市販されているルーター工具やエンドミル工具の性能評価を行い、CFRP 材のトリム加工における加工データの蓄積を行った。今後も複合材や難削材の加工データの蓄積を図っていく予定である。

輸送機産業集積化事業

－ (2) 輸送機関連企業の製造プロセスの高度化 －

先進プロセス・医工連携グループ 内田富士夫

Transport Machinery Industry Clustering project

- (2) Fabrication Process Sophistication -

Advanced-process and Medicine-engineering collaboration Group Fujio UCHIDA

抄録

輸送機関連産業への展開を図っている県内企業が必要とする3次元CAD/CAM/CAE、3Dプリンター、X線CT、非接触3次元デジタルライザー等のITを駆使したデジタルエンジニアリング技術について高度化を促進し、県内企業の技術力向上、企業競争力向上を目的に技術支援を実施した。

[キーワード: 3次元CAD/CAM/CAE、3Dプリンター、X線CT、非接触3次元デジタルライザー、デジタルエンジニアリング]

Abstract

I improved the sophistication of the IT-driven digital engineering technology, as exemplified by 3-dimensional CAD/CAM/CAE, 3D printer, X-ray CT and non-contact 3D scanner, because the companies in Akita which intend to develop their business in the transportation-related industries have needed this technology. Furthermore, I implemented technical assistance with the purpose of improving technical power and enhancing the competitive edge of companies in Akita.

[Key words: 3D CAD/CAM/CAE, 3D Printer, X-ray CT, 3D Scanner, Digital Engineering]

1. はじめに

経済のグローバル化によって、労務費の高い日本から新興国等へ生産拠点が移転している。国内においては比較的低廉な労働力が供給できる東北地方は、長く多くの企業の生産拠点となってきたが、それ故にグローバル化の影響を顕著に受け、大規模に雇用を失いつつある。単純に注文に応えるだけの生産拠点では、如何に勤勉実直な労働力があるといえども実力を増している海外との競争に打ち勝つことは困難である。顧客の要求に応える適切なソリューションを提示し、これをワンストップで具現化する技術が要求される。

そこで、当センターでは、県内企業の技術力向上、企業競争力向上を目的に、デジタルエンジニアリング技術を活用したものづくりについて技術支援を実施し、高品質化、短納期化、低コスト化を目指した製造プロセスの高度化を図った。

2. 技術支援内容

2. 1 3Dプリンターを活用した新製品開発

当センターでは、最新型3Dプリンターを導入し、試作開発時間の短縮及びコスト削減を目指し、開発型企業の支援を行っている。これまで、当センターでは平成6年度より人材育成を継続的に実施したことにより、三次元CADの



図1 手術シミュレーションモデル

普及率は東北圏内では非常に高い。そのため、新製品のモックアップとして3Dプリンターを有効的に活用している。現在では、新製品のモックアップだけではなく、医療用手術シミュレーションモデルや医療用治具への応用、検査用治具への展開等、3Dプリンターを活用した新規事業への参入なども進んでいる。当センターの3Dプリンターの利用企業は35社以上であり、稼働率も非常に高い。今後、さらに3Dプリンターの活用技術を向上させ、県内企業の技術力向上を図る予定である。

2. 2 X線CTによる内部評価

非破壊検査評価の一つとしてX線CTがある。当センターでは医療で使用されているCTより高精度で内部を観察することが可能な産業用CTを所有している。この装置を活用することによって、測定物を破壊することがなく内部を観察できるとともに気泡やガスといった内部欠陥の抽出及び内部形状の寸法も測定することが可能である。この検査方法を活用することによって、不良発生現象を把握できるため不良発生原因の解析がしやすくなるとともに、品質の向上が期待される。観察事例として、電子部品内の端子欠落有無の観察、射出成形品及びダイカスト製品の内部欠陥観察、微小形状の形状測定などを実施し、県内企業の品質向上の支援を行っている。また、X線CTにて得られたデジタルデータは、そのまま3Dプリンターにて造形することも可能であるため、今後、さらに期待される技術である。

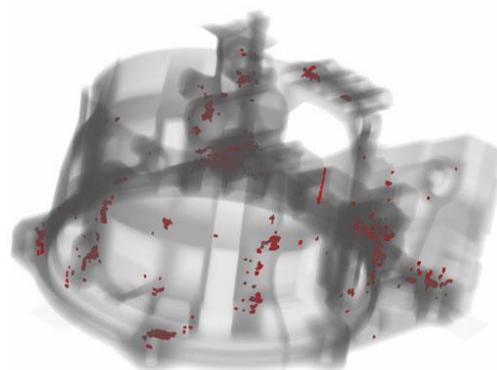


図2 X線CTによる内部欠陥解析結果

2. 3 非接触三次元デジタイザーによる形状測定

製品形状を測定する方法として接触式測定機による形状測定が一般的であるが、自由曲面を有する製品を測定するには非常に労力を要する。非接触三次元デジタイザーは、測定時間が非常に短く、三次元CADデータと形状比較が可能のため、三次元CADデータに対しての変形等の割合を把握することができる。さらに、三次元CADデータや図面等がない製品を測定することによって、そのまま3Dプリンターで造形することも可能である。測定事例として、プレス成形品のスプリングバックを測定し、最適プレス条件を確立した。同様に射出成形品、ダイカスト製品等の形状を測定し、成形条件を確立した。図面のない製品のレプリカ化及び三次元CAD化など、次世代技術として期待される技術である。

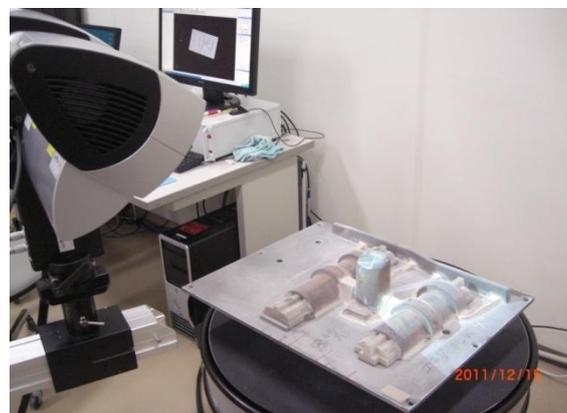


図3 非接触3次元デジタイザーによる測定

3. まとめ

三次元CAD、3Dプリンター、X線CT、非接触三次元デジタイザー等を活用した技術は、製品設計から試作、評価までカバーできるため、県内企業にとって今後さらに求められる技術である。当センターでは、これらの設備の操作方法を単純に支援するだけでなく、活用して何ができるかまで支援することを目的としている。

今後、「次世代ものづくり創生事業」として、県内企業の発展、技術力向上を目的に支援活動を充実していく予定である。

環境共生エネルギー産業化事業

- 脱温暖化のための新エネルギー・省エネルギー技術開発 -

環境・エネルギーグループ 遠田 幸生、経徳 敏明
技術コーディネーター 松倉 和浩
技術顧問 齋藤 昭則

Industrialization of Environmental symbiosis energy - Development of New Energy and Energy Conservation Technology against Global warming -

Environment and Energy Technology Development Group Yukio ENDA, Toshiaki KEITOKU
Technology Coordinate Group Kazuhiro MATSUKURA
Technical Adviser Akinori SAITO

抄録

エネルギー消費の抑制やCO₂排出削減要求により新エネルギー・省エネルギーが注目される中、地中熱や廃熱等の未利用熱に着目した。高効率な熱利用を目指し、簡易的な熱交換評価システムを構築すると共にこれを用いて基礎検討を行った。そして、初期費用の高い地中熱利用システムの低コスト化を目指した簡易型地中熱利用実証実験を計画してその構築を進め、今後基礎検討データと比較を行って簡易地中熱利用の設計指針の確立を目指す。

[キーワード：熱利用、地中熱、未利用熱、廃熱、熱交換]

Abstract

The use of unused thermal energy sources like ground thermal energy and waste heat energy from the company are very important for energy consumption reduction and carbon dioxide emissions reduction. The simplified evaluation system in laboratory scale for heat exchange was constructed, and fundamental examinations were conducted for efficient utilization of thermal energy. The big problem of ground thermal energy system are high in initial cost. Therefore, the simplified demonstration system of the ground thermal energy was designed to reduce the cost. The final target of this study is to predict the performance of the ground thermal energy system from fundamental data, and to raise the cost performance.

[Key words: thermal energy system, ground thermal energy, unused thermal energy, waste heat, heat exchange]

1. はじめに

近年、環境調和型である低炭素社会の実現を目指し、エネルギー消費の抑制やCO₂排出削減が求められている。我々は地中熱や地熱、廃熱等の未利用熱に着目し、これらを有効に利用することにより低消費エネルギー、低環境負荷での製品製造、高付加価値化農作物栽培、融雪・消雪等へ展開し、関連する県内企業、産業の活性化や技術支援に繋げて行きたいと考えている。しかしながら未利用熱は100℃以下の低温熱であることが多く、熱を効率的に取り出すことが極めて重要である。さらにこのようなシステムの構築には、初期導入費用が高いことが問題の一つとなっている。そこで簡易的な熱交換評価システムを構築して低熱利用の基礎試験を行うとともに、低コストな簡易型地中熱利用実証実験の計画、構築を進めているところであり、これらについて報告する。

2. 簡易熱交換評価システムの構築及び基礎的評価検討

熱を効率良く取り出すためには、熱交換の様子を簡易的に評価する必要があり、本研究では400 Lの水槽を用い、図1に示すシステムを構築した。一定温度 T_{in} に保っている In 側タンクの熱媒を、ポンプにより水槽内にある熱交換パイプを通して水槽内の水

(温度: T_{bath})と熱交換を行い、出口での熱媒の温度 T_{out} を測定することにより、交換した熱量や温度を評価するものである。

図2には、熱媒を水として50m長の熱交管用パイプ(材質:PE)を使用し、水槽内水温 (T_{bath}): 18°C、 T_{in} : 25°C、流量:

5.7 L/min で行った測定例を示す。

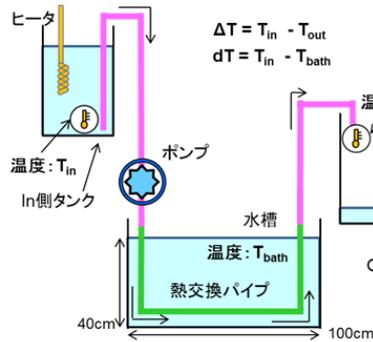


図1 簡易熱交換評価システム

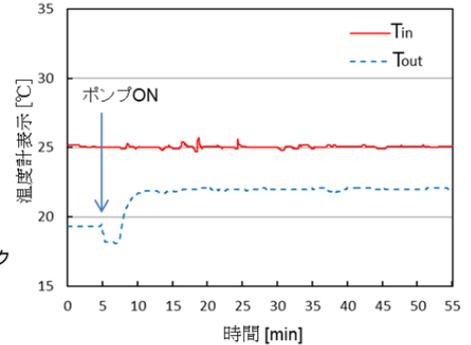


図2 温度変化の測定

T_{out} は水の流れ出ていないポンプON前の状態で、室温の19°C程度を示し、ポンプが動くと共に、 T_{bath} : 18°Cの水槽内にある熱交換パイプに溜まっていた水が流れ出して18°C程度となり、In側タンクの25°Cの水が水槽内で熱交換した後、Out側タンクへ流れ出すにつれて温度が上昇、22°C程度で一定となる。この時に得られた温度差 $\Delta T (= T_{in} - T_{out})$ は約3°Cであり、得られる熱量は1m当たり24.57 Wであった。 $dT (= T_{in} - T_{bath})$ がほぼ一定の条件で、流量を変えて同様の試験を行った。図3にその結果を示す。この流量範囲では流量が多いほど ΔT は低下していくが、得られる熱量は逆に大きくなることわかる。なお、図中の破線は ΔT の実測データから求めた近似曲線で、一点鎖線はそれを元に熱量を予測したものである。これによると熱量の最大は流量が5-10 L/minの付近に現れると想定される。

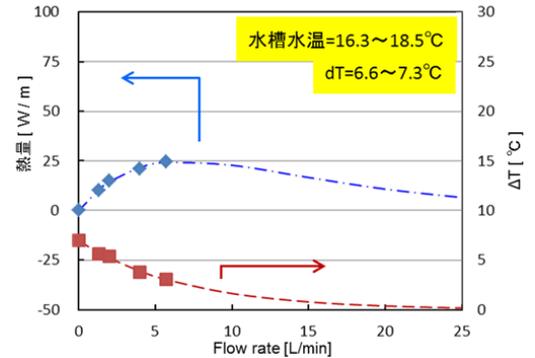


図3 熱量、 ΔT の流量依存性

3. 簡易型地中熱利用実証実験

低コストな簡易型地中熱利用の構築を目指し、にかほ市象潟において実証試験を進めている。図4にその概略図を示す。最深部で深さ約5m、幅約80cm、長さ約8mの穴を掘り、1系統当たり50m、2段で3系統の採熱管(材質:PE)を埋設した。さらに地表表面から15cm程度の深さには、放熱管の埋設を行った。

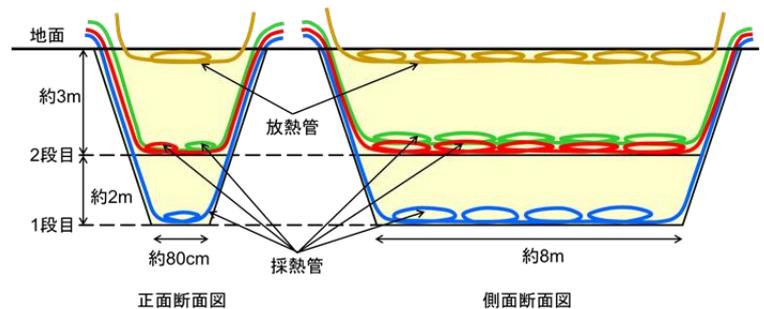


図4 熱交換パイプ埋設の概略図

電源確保等を行い、実際に熱媒を循環させて平成27年度にそれぞれの配管接続、熱媒導入や循環ポンプ、熱量や温度がどの程度得られるのかを確認した後、冬期の農作物栽培を行う予定にしている。

4. まとめ

熱交換における簡易評価システムを構築してその検討による基礎データの蓄積を行うと共に、簡易型地中熱利用実証実験を進めた。今後、基礎データの蓄積やシミュレーションの活用を図りつつ実証実験を行い、地中熱等の未利用熱の活用技術開発や技術支援に繋げて行く予定である。

環境共生エネルギー産業化事業

- (2) 未利用エネルギー利用技術の開発 -

機能性材料グループ 杉山 重彰、伊勢 和幸、菅原 靖、関根 崇、村田初美
秋田大学 昌子智由、布田 潔

Industrialization of Environmental Symbiosis Energy

- (2) Development of Utilization Technology for Unused Energy Resources -

Shigeaki SUGIYAMA, Kazuyuki ISE
Yasushi SUGAWARA, Takashi SEKINE
Tomoyoshi SYOJI, Kiyoshi FUDA

抄録

未利用エネルギーである廃熱の有効利用を行うために、熱電材料および熱電発電モジュールの開発を行っている。二酸化チタン (TiO_2) に還元剤として炭化バナジウム (VC) を加えた焼結体を作製し、その物性を評価した。熱電発電モジュールの高性能化を検討し、600 °C以上まで発電可能であった。また、新たに薄膜熱電変換技術の検討を行い、簡単な素子を作製した。

[キーワード：熱電材料、熱電発電モジュール、エネルギーハーベスティング]

Abstract

Thermoelectric materials and a thermoelectric power generation module were developed to utilize the waste heat energy. Titanium dioxide (TiO_2) compacts in which vanadium carbide (VC) was added as a reducing agent were made and their thermoelectric properties were evaluated. A thermoelectric power generation module was made and its performance was examined beyond 600 °C. In addition, a new simple thermoelectric module was made by applying a thin film thermoelectricity conversion technology.

[Key words: Thermoelectric material, Thermoelectric power generation module, Energy harvesting]

1. はじめに

未利用の熱エネルギーの代表的なものとして、温泉、工場や焼却炉、さらには自動車のエンジンやマフラーからの廃熱がある。また、秋田県は特に温泉や地熱由来の熱資源が全国でもトップクラスである。これらからの廃熱の総量は、全熱エネルギーの2/3にも達し、その数%を活用できるだけでも、大きな経済効果が期待される。但し、廃熱の大半を占める100 °C以下の低品位の廃熱利用や、自動車など重量物の発電装置を搭載する事が難しい輸送機での廃熱利用に関しては、小型で熱を直接的に電気に変換できる熱電変換の技術が注目されている。現在、熱電変換にはビスマス・テルル (BiTe) などの材料が用いられているが、資源面や価格面での課題のあるものが多く、今後、未利用の熱エネルギーの有効利用上、環境負荷の小さな新しい熱電材料や技術の開発が望まれている。

本事業では、安全・無害で資源的にも豊富である酸化物系の材料に特に着目して熱電変換技術の開発を行っている。本年度は、 TiO_2 -VC 熱電材料の開発、熱電発電モジュールの高性能化、および薄膜の熱電変換技術に関して検討を行った。

2. TiO₂-VC 焼結体熱電材料の開発

TiO₂ 粉末に VC 粉末を秤量及び混合した後、通電加圧焼結装置 (SPS) を用いて、焼結体の作製を行った。VC が 3 mol%以上の組成において、VC の還元作用により TiO₂ 中に酸素欠陥が生じ、高い熱電変換特性を示すマグネリ相の生成が X 線回折により確認できた。熱電材料の性能を示す無次元性能指数 ZT は、図 1 に示すように VC が 8 mol%の時に、測定温度 800℃で 0.18 の最大値が得られた。ただし、VC の添加量が多くなると VC の粒成長により、熱伝導率の低減が抑制される傾向も見られた。従って、VC の粒成長を抑制し、粒界での熱散乱を増加させることで、特性改善が期待される。

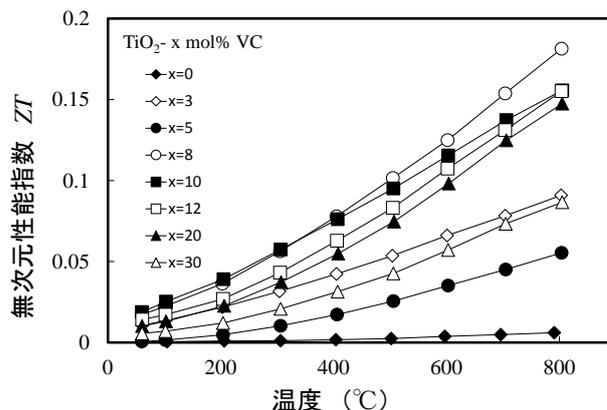


図 1 TiO₂-VC の ZT の温度依存性。

3. 熱電発電モジュールの高性能化

昨年度から熱電発電モジュールの作製に、真空成膜による電極形成等を用いることで、スクリーン印刷等を用いた従来に比べて熱損失を低減し、高出力化を進めている。今年度は更なる高出力化に加え、耐熱性の向上も検討した。モジュールの構造や工程を改善することにより、図 2 に示すように 600℃以上まで使用可能となり、温度に対してほぼ 2 乗で発電量が增大する傾向を確認した。また、一昨年度の熱電モジュールと同じ TiO₂-TiN 熱電材料を用いて比較したところ、有効利用が難しい高温源が 100℃付近では、15 倍以上の発電量が得られるまでの構造・工程の改良の効果を確認した。

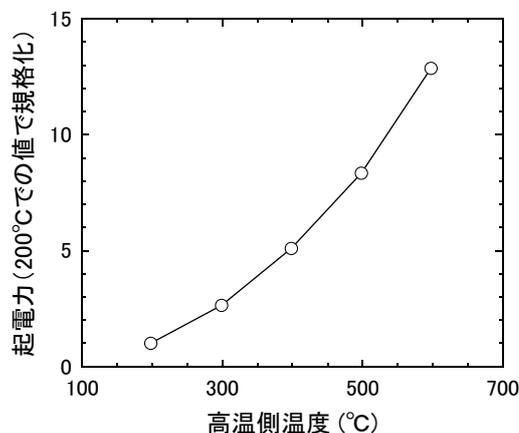


図 2 熱電モジュール出力の温度依存性。

4. 薄膜を用いた熱電変換技術の開発

薄膜を用いた熱電変換は、エネルギーハーベスティングにおいて有望な技術と考えられ、ウェアラブルやフレキシブルデバイス用の電源として期待される。そこで n 型の透過性酸化物系材料と、p 型のシリコン系 (シリサイド) 材料を薄膜で検討し、n 型と p 型の両特性を確認することができた。この 2 種類の材料を用い、図 3 に示すようなメアンダ (ジグザグ) 構造の簡単な素子を作製した。図 3 の上下方向に温度差を与えたところ、1℃あたり 1mV 近くの出力を確認した。

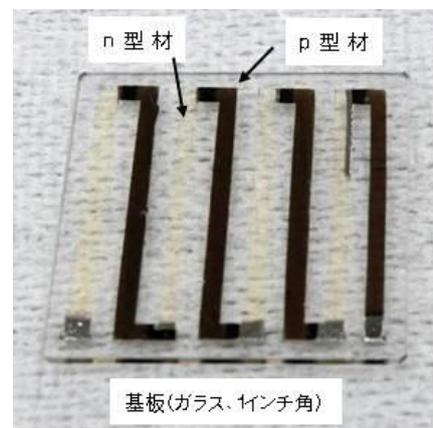


図 3 メアンダ型熱電変換素子。

5. まとめ

低環境負荷の酸化物系の熱電材料を開発し、その物性特徴を活かす耐熱性に優れた熱電発電モジュールを試作した。また、n 型と p 型の薄膜熱電材料を検討し、簡単な熱電素子も作製した。今後はこれらの開発技術を活用して、未利用の熱エネルギーを有効利用できる発電デバイスや新規のデバイス開発に応用展開を進めていく予定である。

環境共生エネルギー産業化事業

～小水力発電実用化のための技術開発～

環境・エネルギーグループ 井上 真

Industrialization of Environmental symbiosis energy

～Small hydropower generation technology development for practical application～

Environment and Energy Technology Development Group Makoto INOUE

抄録

再生可能エネルギーとして期待されている小水力発電方式の一つとして螺旋水車がある。螺旋水車は低流量・低落差でも発電が可能である事から今後の需要が伸びると期待されている。全長 260mm の螺旋水車の発電実験と CFD（数値流体力学）解析を実施した。従来は流路と螺旋羽のクリアランスをなるべく小さくしていたが、クリアランスをある程度設けることで発電量の増加や水車の小型化が期待できる。

[キーワード：小水力発電、マイクロ水力発電、螺旋水車、スクリュー、農業用水路、CFD]

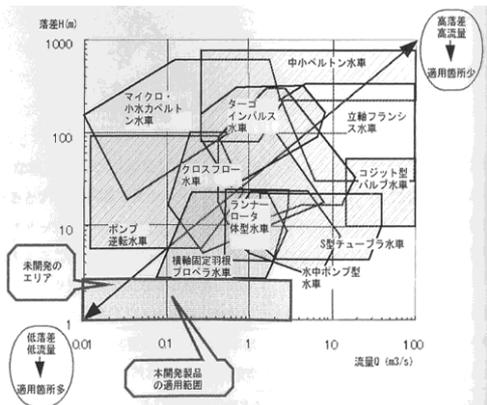
Abstract

One of the small hydropower generation methods are expected as renewable energy includes a spiral waterwheel. The spiral waterwheel will increase demand that because power generation is possible with low flow quantity and low head. Therefore, I was carried out CFD Analysis and power generation experiment of the spiral waterwheel of 260mm in total length. Conventionally, clearance of the spiral waterwheel and water channel was minimized. However, increasing the quantity of power generation and the downsizing of the spiral waterwheel expect by arranging the moderate clearance.

[Key words: small or micro hydropower generation, spiral waterwheel, screw, agricultural water channel, CFD Analysis]

1. はじめに

秋田県は豊かな水資源と広大な農地を有しているために、小水力発電活用の高い潜在力がある。農業用水路を利用した小水力発電として多種の電源利用が想定される。例えばビニールハウスの照明や貯蔵庫、有害動物から農作物を守るために防虫灯やサイレン、また非常用電力源などである。螺旋水車は自然エネルギーを容易に活用できるといった観点で見直され、大学や研究団体などで発電利用の研究が行われている。⁽¹⁾ 螺旋水車の利点をまとめると以下となる。⁽¹⁾⁽²⁾



- ①低流量・低落差でも発電が可能であることから農業用水路に適しており多くの需要が見込める。
- ②重力による水の位置エネルギーを利用するために効率は高い。従来のマイクロ水力発電の効率は 10～40% であるのに対して螺旋水車による発電効率は 50～70% が期待できる。
- ③小水力発電はシステムにゴミが絡まると安定稼動しないが螺旋水車の場合はゴミに強い。

図1 開発エリア⁽¹⁾

2. 螺旋水車の技術的課題と研究目的

平成 24 年度には秋田県産学官連携促進事業フィージビリティスタディ支援事業において発電実験が行われた。それ以外にも螺旋水車の基本的な動作解析、また羽傾き角度の最適化のための解析が実施された。平成 25 年度には羽断面形状を湾曲させることで発電出力が大幅に改善されることが実験により示された。⁽³⁾ 一般的な螺旋水車は、流路と螺旋羽のクリアランスはなるべく小さく設計されている。今年度はそのクリアランスが水車出力に及ぼす影響を流体実験と CFD 解析により調査した。

3. 螺旋水車のクリアランス特性 (流体実験)

図 2 が螺旋水車の装置概要である。螺旋水車のサイズは全長 260mm である。流量を 1~4L/s 与えた時の最大出力を計測した。流路と螺旋羽のクリアランスを CL とする。図 3 に CL と水車直径を変えた時の水車出力係数の測定データを示す。

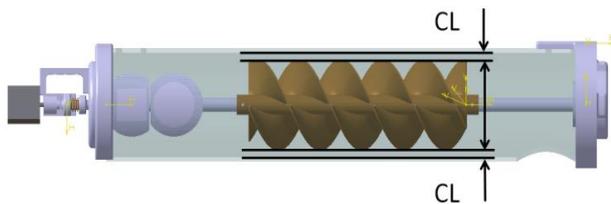


図 2 実験装置概要-クリアランスCL

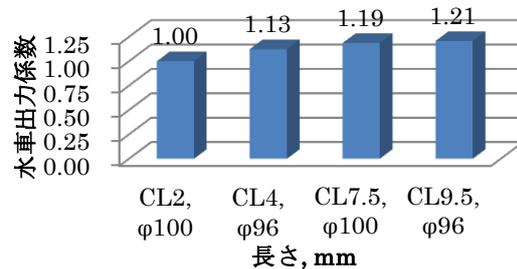


図 3 水車出力係数

水車出力係数とは、「CL=2mm、直径 100mm」の水車出力を 1.00 とした時に他の条件時における水車出力の割合を係数で数値化したものである。水車の羽は直径が大きいほどトルクが大きくなるが、本実験結果は異なる結果を示した。例えば「CL=9.5mm、直径 96mm」は「CL=2mm、直径 100mm」よりも直径が 4mm 小さいのに水車出力係数が 21% も増加している。この原因の一つは、CL が小さいと流れが悪くなり水車は水没しやすい。螺旋水車は半没水以上の水位になると圧力が上がり羽の動きが鈍る。⁽³⁾ 二つ目の原因は、CL が小さいと CL における流速は著しく低下して、CL を大きくするとそれが維持されたと考えられる。螺旋羽の外側の流れは水車トルクに与える影響が大きいため、CL を大きくすることで出力増加に繋がったと考えられる。本実験データは螺旋水車の流路も含めた設計について示唆を与える。適度な CL を設けることで、水車出力の改善や水車の小型化が期待できる。

4. 螺旋水車の CFD 解析

サイズを大きくした場合の設計指針を得るために CFD 解析を実施した。解析条件は実験モデルの 2 倍の全長 520mm、直径 200mm であり、入口流速を 0.5m/s とした。図 4 の CL=10mm の方は安定的な水車出力となったが、CL=2mm の方は水位が徐々に上昇して、ついにはほぼ全没水となり水車出力が急落する解析結果となった。水車サイズを大きくした場合でも、適度な CL を設けることで安定した水車出力を得られる可能性がある。

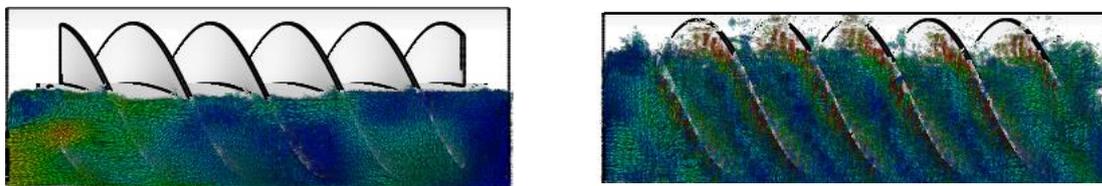


図 4 CFD 解析 (左:CL=10mm、右:CL=2mm)

5. 参考文献

- (1) 甦らせん水車 (マイクロ水力発電への可能性を探る) 瀧本裕二 著
- (2) 「農業用水を利用したマイクロ水力発電システムの開発」石川県立大学 瀧本 准教授 博士 (農学)
- (3) 秋田県産業技術センター平成 25 年度業務年報 P57-58

グリーン・エレクトロニクス産業創生事業

-高機能薄膜材料の創製と応用開発-

スピンの・ナノデバイスグループ 新宅一彦

Project of Creating Green Electronics Industries - Invention and Applied Development of High-functional Thin Film Materials -

Spin and Nano Devices Group

Kazuhiko SHINTAKU

抄録

次世代高性能磁石の開発を目指して、エピタキシャル法による L_2_0FeCo 膜の作製を行った。磁歪の効果による磁性体の磁化制御を目指して、誘電/磁性エピタキシャル薄膜の開発を行った。

[キーワード: 次世代高性能磁石、 L_2_0FeCo 、誘電/磁性エピタキシャル薄膜]

Abstract

L_2_0FeCo films were prepared for developing a next-generation high-performance magnet by using an epitaxial method. Ferroelectric/magnetic epitaxial films for controlling magnetization by magnetostriction were developed.

[Key words: high-performance magnet, L_2_0FeCo , Ferroelectric/magnetic epitaxial films]

1. はじめに

高度技術研究館のクリーンルーム内にあるスパッタ装置により、垂直磁気記録媒体にはじまり、これまで種々の機能性薄膜を作製してきた。そのうち、最近の磁性薄膜材料の開発状況について報告する。スパッタ装置を利用した薄膜作製のその他の課題については、他者の報告を参照されたい。

2. 高機能薄膜材料の創製と応用開発

2. 1 次世代高性能磁石の開発

平成 24 年度より、JST 研究成果展開事業「産学共創基礎基盤研究プログラム」(研究グループ代表者: 秋田大 石尾教授)により、次世代高性能磁石の開発を行っている。 $NdFeB$ 磁石の発表から 30 年が経過した。この間、 $NdFeB$ 磁石の特性を越える新磁石の探索や製造が試みられてきたが、これを越える新磁石の開発には至っておらず、次世代磁石の開発が強く望まれている。また、磁石性能に加えて資源的な観点からも既存磁石の飛躍的特性改善や新磁石の開発が必要とされている。高結晶磁気異方性と高飽和磁化を有する L_2_0FeCo 系金属合金並びに $L_1_0FePt-bccFeCo$ 系金属合金に着目して、希土類元素フリーで高エネルギー積を有する革新的な永久磁石材料を、産学共創の場を活用して開発することが研究グループの課題である。 L_2_0FeCo は $NdFeB$ に比べて磁気異方性や飽和磁化が 50% 大きいと予測されている。研究期間 4 年の 3 年目。中間評価を経て、本年度より後半の 2 年感がスタートした。当センターの担当課題はエピタキシャル法による L_2_0FeCo 膜の作製と永久磁石特性の評価である。昨年度までの検討で、超高真空スパッタ装置を用いて、 $IrMn/Pt$ 下地膜上に作製された各層が単原子層程度の Fe/Co 多層膜(交互積層膜)は、XRD 測定により、単結晶的なエピタキシャル $FeCo$ 膜が得られることがわかった。下地膜とのエピタキシャル関係と多層膜の手

法を用いることにより、低温で界面での拡散を抑制しながら、原子層レベルでの結晶配向や組成が制御された高品質な FeCo 膜が得ることが可能となった。正方晶歪の大きさ c/a は、膜厚が薄くなると大きくなり、磁気異方性も増大した (図 1)。この増大が正方晶歪か界面効果かを明らかにするために、下地膜として Cr および Ru を検討し、いずれも、Pt と同様に、良好な結晶性、配向性が得られた。Fe との格子ミスマッチと磁気異方性の関係から、磁気異方性の増大が、界面効果でなく正方晶歪の効果であることを確認した。しかし、Fe/Co 多層膜や FeCo/Pt 多層膜において、下地膜とのエピタキシャルでは正方晶歪の導入には限界があり、正方晶歪の増大を目指して、第 3 元素添加を実施した。また、膜厚の薄い FeCo 膜に対して、XRD での直接的な構造解析が可能となるように Ru 下地膜を導入した。第 3 元素としては C を選択し、多層膜的な手法を活かす目的で、[Fe/C/Co/C] 多層膜を作製した。膜厚構成、基板温度など検討したが、正方晶歪は非常に小さく、期待通りに C が分散した状態を実現できていないと思われる (図 2)。より大きな歪みを与える製第 3 元素添加材料の探索を進行中である。

2. 2 誘電/磁性エピタキシャル薄膜の開発

昨年度の準備期間を経て、秋田高専との共同研究として、当センターの高真空スパッタ製膜装置を用いて、新規な薄膜試料作製技術を構築することを目指して検討を行った。研究の概要は以下である。誘電体と磁性体の界面で、誘電体に電圧を印加することで、誘電分極 (あるいは圧電性) により伸縮し、磁歪の効果により磁性体の強磁性転移を誘起し、磁気的な交換力による磁化配列の伝搬を引き起こす (本原理は、秋田高専において、素子の構造制御と光学的な計測技術の確立によって実証され、特許取得中である)。別端の誘電体と磁性体の界面から、反対に電圧を取り出すこともできる。新たな情報伝達およびエネルギー伝送技術となる可能性がある。これを実現するためには、圧電性強誘電体と磁歪性強磁性体のヘテロ構造界面を有する積層膜を作製しなければならない。本年度は、磁歪性強磁性体として選択した CoFe_2O_4 の作製と構造解析を行った。単結晶基板、貴金属下地膜を用いてエピタキシャル成長させた CoFe_2O_4 膜では 10kOe 近い保磁力と角形の良い垂直磁化膜が得られるようになった。XRD 測定の詳細な解析から、 $\text{CoFe}_2\text{O}_4(400)$ 配向であることが確認された。今後、圧力誘起型の新規デバイス材料の開発を目指して、この特性を維持しながら、圧電性強誘電体薄膜との積層化を目指すことになる。

3. まとめ

次世代磁石の開発を目指して、エピタキシャル法による L_2FeCo 膜の作製技術を検討した。磁歪の効果による磁性体の磁化制御を目指して、誘電/磁性エピタキシャル薄膜の開発を行った。本年度の成果として、磁気異方性の増大が、界面効果でなく正方晶歪の効果であることの確認、大きな保磁力と角形の良い $\text{CoFe}_2\text{O}_4(400)$ 垂直磁化膜の開発が挙げられる。

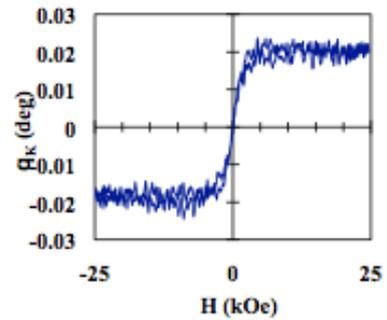


図 1 FeCo 薄膜の磁化曲線。膜厚 1.1nm。

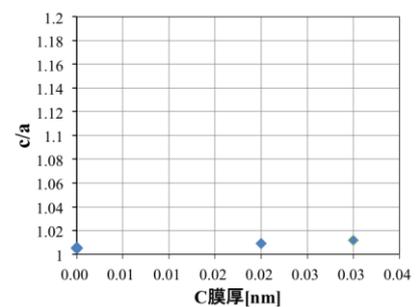


図 2 正方晶歪の大きさ c/a の C 膜厚依存性

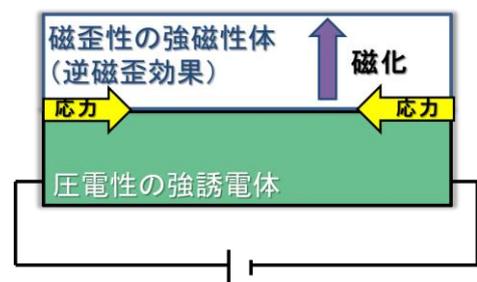


図 3 誘電体/磁性体積層膜による磁化の原理

グリーン・エレクトロニクス産業創生事業

- (2) ナノデバイスの開発 -

上級首席研究員 山川 清志

Project of Creating Green Electronics Industries - (2) Development of Nano Device -

Senior Principal Researcher Kiyoshi YAMAKAWA

抄録

ナノオーダーの超高分解能磁気測定に資する新規磁気力顕微鏡システムへの組み込みを想定した小型交流電磁石の開発を継続して行った。3次元有限要素法による磁界解析を用いて磁路構造の改良を図ると共に、水冷機構の見直しにより冷却性能の向上を図ることで、強磁界の発生と低温動作を実現する電磁石を完成させた。

[キーワード：交流電磁石、磁界、磁界解析、磁気力顕微鏡、渦電流、水冷機構]

Abstract

An alternating current electromagnet used for a novel magnetic force microscope (MFM) with an extremely high resolution on the order of nanometer was developed. Design improvement of the electromagnet for reducing eddy current in magnetic core and increasing efficiency of water cooling system was carried out by using 3D finite element method (FEM). The fabricated electromagnet successfully exhibited a strong magnetic field along with low heat generation.

[Key words: electromagnet, magnetic field, magnetic force microscope, eddy current, water cooling system]

1. はじめに

社会情報インフラ基盤を下支えし、また、省エネルギー化を推し進めるために、HDDなどのストレージの高密度化やNdFeBなどのモーター用磁石材料の高性能化が強く求められている。これらの実現にはナノオーダーの微細領域の磁気計測を伴った開発が不可欠である。これに応えるべく、秋田大学 齊藤 準 教授をチームリーダーとするJST先端計測分析技術・機器開発プログラム「ベクトル磁場検出・超高分解能・近接場磁気力顕微鏡の開発」(H23-26)において、新たな原理の採用によるナノオーダーの超高分解能を目指した磁気力顕微鏡(MFM)の開発が進められている。当センターは、これまでの磁気ヘッド技術を基にして、本装置に用いる交流電磁石の開発を行っている。

本システムは図1に示すように、ソフト磁性探針に電磁石からの交流磁界を印加して磁化反転を生じさせ、永久磁石や磁気記録媒体などの磁性試料との間の交番磁気力を発生させ、これが誘起する探針振動の周波数変調現象を利用して試料表面近傍の静磁界分布を高感度・超高分解能に観察可能とするものである。電磁石には、高性能な永久磁石を観察するため、試料からの漏洩磁界に抗して探針の磁化反転を起こすために強い磁界を発生することが求められる。

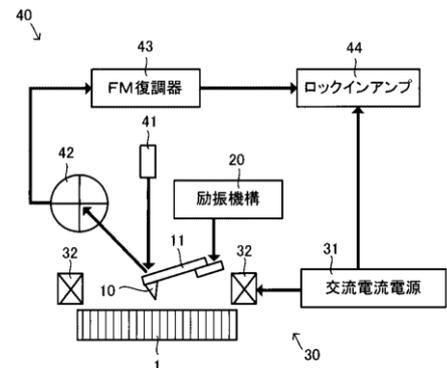


図1 磁気計測システムの模式図
(特許第4769918号、齊藤、吉村)

2. 電磁石の改良設計

図1に示す磁気力顕微鏡では、実際には測定試料の下部に交流電磁石を配置して磁界を印加する。このため、電磁石の磁気コアが片側のみに配置される構成となる。従来開発を行ってきた磁気ヘッドと同様の基盤構造であることから、磁路設計に関して蓄積した知見を活用して強磁界の発生が可能な交流電磁石の開発を進めてきた。昨年度までに試作した電磁石において、89 Hz、12 A_{0-p}の印加電流により磁極先端から2 mmの位置において5 kOe_{0-p}を超える強磁界を実現した。しかし、電磁石の温度が場所によっては80°C以上に達するなど、発熱の問題が顕在化した。電磁石の温度変化は観察像の温度ドリフトを誘発して高分解の観察を著しく阻害するため、低温化が重要な課題となる。

このため、35°C以下の低温化を目的に掲げ、三次元有限要素法による静磁界解析や渦電流解析を用いて改良設計・試作を今年度実施した。電磁石の温度上昇は主にコアのヒステリシス損失や渦電流損失に起因するが、周波数の増大に伴って後者の影響が増す。このため、渦電流の低減対策を初めに行った。電磁石の基本構造はこれまでのものを踏襲し、コイルを巻回したセンターコアと底面のベースコア、側面のアウターコア、上面のリターンコアで構成され、センターコア先端領域には水冷方式の冷却ブロックが密着配置される。磁束密度が最も高くなるセンターコアには、従来から積層鋼板を採用して渦電流対策を行ってきたが、今回、ベースコアやリターンコア（中央の凸部を除く）にも適用した。また、水冷パイプなどを導入する側面の大型開口部を廃止し、開口部周辺への磁束集中による渦電流の増大を解消した。更に、アウターコアやリターンコアの円周方法の分割や、ベースコアとリターンコアの中心部にスリットを導入するなどして渦電流を抑制した。以上の渦電流対策に加えて、冷却性能についても改善策を検討した。具体的には、冷却ブロックを大型化してセンターコアとの接触面積を増やすと共に、リターンコアにも接触する構造とした。その際、磁界を著しく低下させるセンターコアを取り囲むような渦電流が生じないように配慮した。

3. 電磁石の試作・評価

上記設計に基づいて新たに試作した電磁石の外観を図2に示す。本電磁石に89 Hz、12 A_{0-p}の電流を印加したとき、最も温度の高くなるセンターコア先端部でも目標とする35°C以下を実現した。センターコア先端からの距離に対する磁界の変化を図3に示す。距離2 mmにおいて、これまでの5 kOe_{0-p}を大きく超える6.2 kOe_{0-p}を得た。なお、紙面の都合から詳細は割愛するが、冷却ブロックの新たな構造がこれらの性能の実現に大きく寄与している。

4. まとめ

新原理に基づく磁気力顕微鏡システムに組み込むための交流電磁石を開発した。磁界性能と温度性能の要求仕様を共に満たし、高分解能な磁気力顕微鏡の実現に資することが期待される。

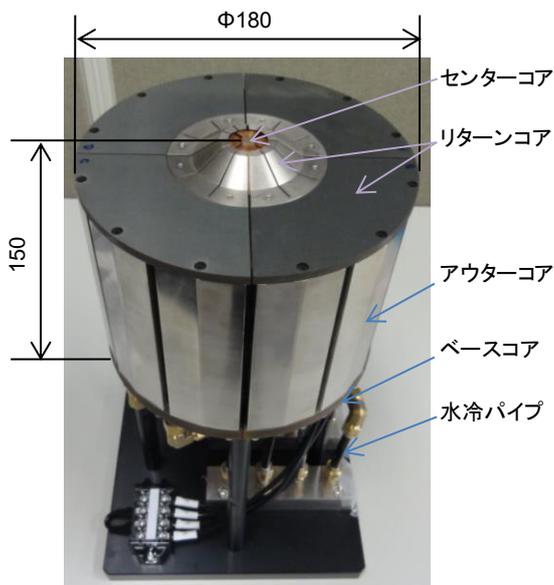


図2 試作した電磁石の外観

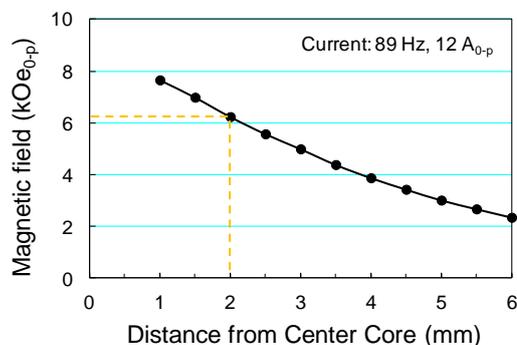


図3 電磁石磁界のセンターコア先端からの距離による変化

グリーン・エレクトロニクス産業創生事業

- センサ及びエネルギーデバイスの開発 -

スピン・ナノデバイスグループ 黒澤 孝裕, 木谷 貴則

Project of Creating Green Electronics Industries - Development of Sensor and Energy Device -

Spin and Nano Devices Group
Takahiro KUROSAWA and Takanori KIYA

抄録

ワイヤレス給電では、磁性コア材をフェライトプレートから薄膜磁性シートに置き換えることで軽量化、加工性の向上、形状の多様化、コストの低減を可能とし、応用範囲を拡張した。薄膜磁性シートの導入、仕様に応じたコイル及び回路設計により、県内製品への搭載に向けて開発を開始した。誘電体散乱波の光変調を利用した高周波電界センサに関しては、一般的な実験室環境でのシステム稼働に成功した。マイクロストリップ線路およびパッチアンテナの近傍電界分布を計測した結果、明瞭な振幅・位相分布が観測され、低擾乱な計測を可能とした。

[キーワード：ワイヤレス給電，薄膜磁性シート，高周波電界計測，変調散乱，EMC]

Abstract

Wireless power transfer system with thin film magnetic core is developed. Merits of the thin film core are light weight, easy manufacturing, and low cost. The DC-DC transfer efficiency of the system was above 70 %. This system will be adopted by a regional company and start the development. Electric field measurement system could work on an ordinary environment. Measured electric field distributions near the microstrip line and patch antenna show the proper amplitude and phase distribution.

[Key words: wireless power transfer, Li-ion battery, electric field measurement, modulated scattering, EMC]

1. はじめに

携帯電話や小型情報端末、その他携帯型の電子機器が普及している。これら小型電子機器には利便性等の観点から、ワイヤレス給電技術を応用した無接点充電機能の搭載が進められている。小型機器にワイヤレス給電技術を採用する際には、システムの軽量化や多様な形状への対応が求められる。一方、ワイヤレス給電は高周波電磁界を使用してエネルギーを伝送しており、この電磁界生成に伴う不要電磁波ノイズや伝送電磁界自体により、通信障害等の問題を引き起こす懸念がある。また、小型電子機器に搭載される無線通信用のアンテナでは、多バンド対応や動的な指向性制御などの高機能化が進められている。こういった、機器の動作障害防止や高機能アンテナの開発には、機器周辺の電磁界分布を計測し、障害源の特定やアンテナが生成する電磁界を計測できることが望ましい。

今年度は、小型電子機器への搭載を指向し、軽量かつ形状の多様化を図ったワイヤレス給電システムの技術開発および低擾乱な電磁界計測技術として、誘電体散乱を利用した高周波電界計測システムの技術開発を行った。

2. センサ及びエネルギーデバイスの開発

2. 1 ワイヤレス給電技術

電磁誘導方式を用いて、共振回路の最適化や高効率回路の設計、磁界解析によるコイル設計を行い、ポータブル機器などの小電力機器への給電用途、または内蔵する2次電池の充電用途に向けたワイヤレス給電システムを開発した。磁性コア材料は、軽量化、加工性の向上、コストの低減を図るために、図1(a)に示す従来のフェライトプレートから高透磁率を有する同図(b)の薄膜磁性シート ($\mu=15000$, 厚さ $18\mu\text{m}$) への置き換えを目指し、検討を行った。共振回路の最適化により、図2に示すように薄膜磁性シートでも70%を超えるDC-DCの総合伝送効率が達成でき、フェライトプレート並みの性能が得られることが分かった。これにより、磁性コアの入手、加工が容易となり、ワイヤレス給電は円柱等の平面以外の形状にも搭載可能となり、応用範囲が拡張した。

2. 2 高周波電界センサの開発

電磁界分布を正確に計測する手法として、半導体散乱体からの散乱波強度を光変調して電界計測する、完全非金属製かつワイヤレスな電界センサを開発している。今年度は、電波暗室などの特別な環境を必要とせず、一般的な実験室環境で動作可能な実証試験機を開発し、その性能を評価した。

測定システムは $60 \times 45\text{cm}$ の定板上に構築した。広帯域・低姿勢な受信アンテナを新たに開発し、システムの小型化を図った。また、アンテナの指向性制御や掃引面の適切な配置によって周囲環境による影響を低減した。このシステムによる分布計測の空間分解能は 1mm 程度、測定可能周波数はUHF-マイクロ波帯である。また、電界計測位置を決定するための新規手法を開発した。計測例として、開放終端したマイクロストリップラインおよびマイクロ波帯用パッチアンテナの面内電界分布を図3および図4にそれぞれ示す。マイクロストリップライン上に生じた定在波の振幅・位相分布が明瞭に観測されており、低擾乱な計測を可能とした。パッチアンテナについては、アンテナ素子の共振状態や給電線端部の反射等が観測された。

なお、これまでの研究成果を投稿した論文が、電子情報通信学会・光応用電磁界計測時限研究専門委員会より優秀論文に選定された。

3. まとめ

小型電子機器への搭載を指向したワイヤレス給電システムの開発、および低擾乱な電磁界計測技術として、誘電体散乱を利用した高周波電界計測システムの技術開発を行った。ワイヤレス給電システムは薄膜磁性シートの導入、寸法、伝送容量等、用途に応じたカスタマイズにより、県内製品への搭載が決まった。引き続き、用途に応じた技術開発を行い、更なる技術移転を目指す。電界センサに関しては、今後、空間分解能の向上や測定の高速度化、測定周波数の広帯域化を進めるとともに試作システムを完成させ、実用化を目指す。

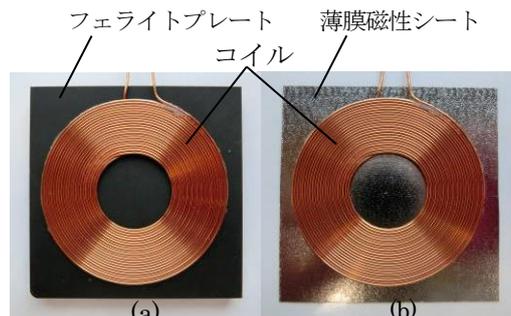


図1. フェライトプレート(a)と磁性シート(b)

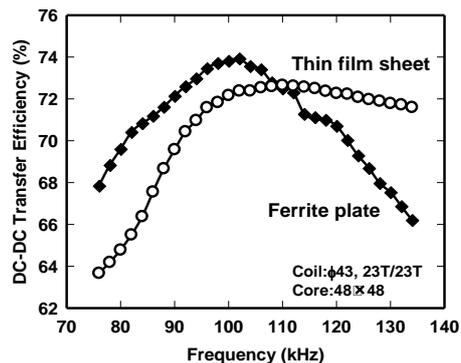


図2. DC-DC 伝送効率の周波数依存性

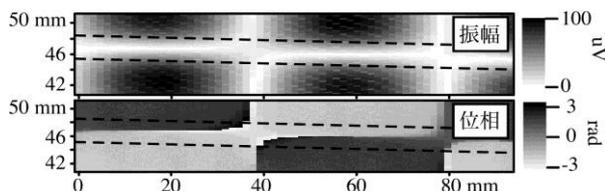


図3. 開放終端したマイクロストリップライン近傍の面内電界振幅および位相測定例。測定周波数2 GHz。ライン上部導体の外形を破線で示した。

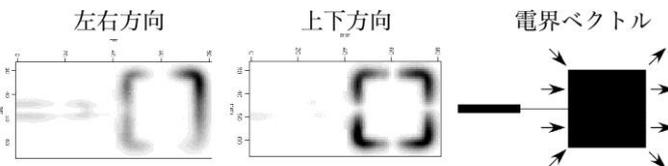


図4. パッチアンテナ近傍の面内電界分布。測定周波数2442MHz。

グリーン・エレクトロニクス産業創生事業

－計測システムの開発－

スピン・ナノデバイスグループ 近藤祐治, 山川 清志

Project of Creating Green Electronics Industries - Development of Measurement System -

Spin and Nano Devices Group Yuji KONDO, Kiyoshi YAMAKAWA

抄録

微小な磁気デバイスの開発に有用な微小領域の磁気特性計測装置の集光光学素子として、高精度反射型対物鏡の開発を秋田県産学官連携促進事業の一環で行なっている。屈折レンズ型と互換性を有する高分解能反射型対物鏡の実用化開発を目的とし、今年度は鏡筒および反射ミラーの試作、評価を行なった。

[キーワード：顕微磁気光学効果装置，反射型対物鏡，磁気デバイス]

Abstract

A high-precision reflective objective has been developed in order to use as a focusing device in microscopic magneto-optical Kerr effect magnetometry. This development has been conducted by the collaboration between industry, academia and government. The experimental production and the evaluation of tubes and mirrors for the reflective objective were carried out.

[Key words: microscopic magneto-optical Kerr effect magnetometry, reflective objective, magnetic device]

1. はじめに

微小な磁気デバイスの開発に有用な磁気特性計測装置の集光光学素子として反射型対物鏡である Schwarzschild 型対物鏡を用いると、構造が単純であるにもかかわらず集光特性に優れ、かつ、強磁場中におけるファラデー回転問題を解決できることを実証してきた。この基礎検討を基に、昨年度下半期から秋田県産学官連携促進事業の一環として、日東光器株式会社、(有) ブイテックス、東北大学多元物質科学研究所、秋田県産業技術センターでコンソーシアムを組織し、屈折レンズ型との互換性を有する高分解能反射型対物鏡の開発を開始した。今年度は Schwarzschild 型対物鏡用鏡筒および反射ミラーの試作を行ない、実用化に向けた課題抽出を行なった。

2. 反射型対物鏡鏡筒の試作

2. 1 鏡筒の設計、試作、評価

鏡筒構造は Schwarzschild 型対物鏡の性能を決定する凹面、凸面ミラーの位置を調整する重要な部品である。数 μm の位置精度で X, Y (光軸直交方向), Z (光軸方向) の 3 方向に独立に調整できる機構とその位置を安定に保持する構造が必要とされる。誤差解析から X, Y 方向の調整分解能が重要と判断し、X, Y 方向の凹面ミラーの移動機構はテーパブロックを用いて調整ネジの送り移動量を減速する構造とした。Z 方向は X, Y 方向に比して公差が緩いことから細密ネジ送り構造、偏芯シャフト構造の 2 種類を試作した。鏡筒は真鍮を素材として加工を行った。(図 1)

鏡筒の調整機構の評価はレーザー変位計を用い調整ネジの回転量と X, Y, Z の各軸の動きを精密に計測することで行った。結果は図 2 に示す通り回転量と移動量は良好な線形関係が得られ調整機構の有効性が確認できた。

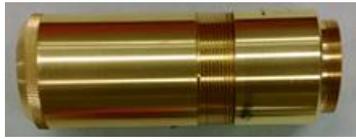


図1 試作した鏡筒の外観写真.

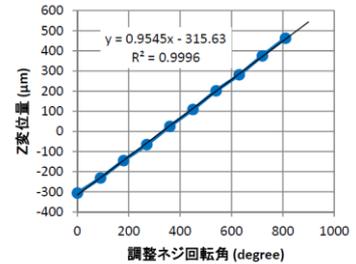
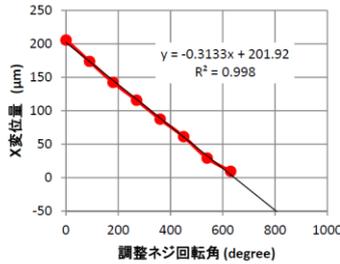


図2 調整ネジ回転量と X 軸 (左)、Z 軸 (右) の各変位置

2. 2 磁場影響評価用干渉計測システムの構築とその評価

強磁場中で使用可能な Schwarzschild 型対物鏡を実現するために、磁場の影響を受けない材質、鏡筒構造が必要となる。そこで、磁場によってミラー保持部分が力を受けたときの変位置を評価するために図3に示すようなマイケルソン型干渉計と磁場発生用電磁石を組み合わせた干渉計測システムを構築した。光源には He-Ne レーザー ($\lambda = 633 \text{ nm}$) を用い、無偏光ビームスプリッタ (BS) で 2 光線に分割し、鏡筒内参照ミラー 2 からの反射波面と参照ミラー 1 からの基準波面が干渉する。電磁石から発生する磁場によって、CCD 素子上に結像した干渉縞位置および間隔のシフト量を定量的に解析し、鏡筒の光軸方向への変位置、チルト角度を算出した。磁場の大きさを 0 から 4 kOe (試料位置で 20 kOe に相当) まで変化させたときの鏡筒の変位置およびチルト角度変化を図4に赤線で示す。なお、この実験は鏡筒を電磁石のコイル部に固定して行なったために、磁場発生時の電磁石の変位置が重畳されているため、電磁石のみの変位置を考慮する必要がある。電磁石のみの変位置を図4に青線で示したが、赤線とほぼ一致した。以上の結果から、今回試作した鏡筒は、磁場変化が 4 kOe 以内では磁場の影響を受けないことが分かった。

3. 反射ミラーの試作

凸面(外径 7.5 mm)と凹面(外径 26 mm)の各球面ミラーの試作を行なった。材質は石英ガラスを採用した。研削、研磨後、目標波長 350 nm で回折限界以下となる形状精度 (RMS12.5 nm 以下) が形成されていることを干渉計測により確認した。また、反射型の特徴である広い波長範囲に対応するため、研磨剤の選定とプロセスの最適化により紫外線領域に必要な表面粗さの改良に取り組んだ。原子間力顕微鏡 (AFM) にて観察した研磨面の表面粗さを評価した結果、従来の 1/2 の表面粗さ (RMS) を達成した。この結果から半導体露光光源波長 193nm にも対応できることが確認できた。

4. まとめ

Schwarzschild 型対物鏡用鏡筒、反射ミラーの試作を行なった。その結果、屈折レンズ型と互換性を確保しつつ、磁場の影響を受けず、また、凸面、凹面ミラーの精密な相対位置調整が可能な鏡筒構造を実現した。また、波長 350 nm で回折限界以下を達成できる反射ミラーの形状精度を実現できた。次年度は目標波長で回折限界を達成する Schwarzschild 型対物鏡の完成を目指す。

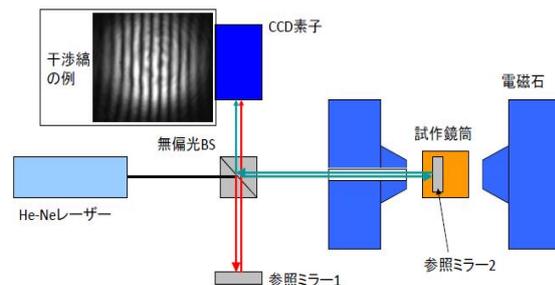


図3 磁場の影響を評価するための電磁石と組み合わせたマイケルソン型干渉計システムの模式図。

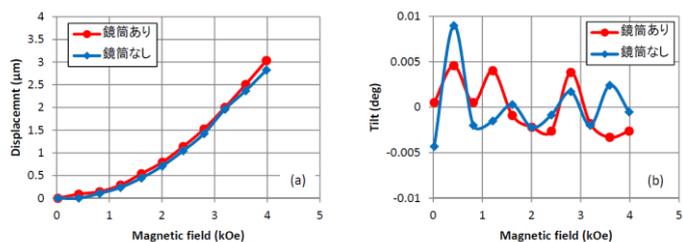


図4 干渉縞の定量解析から求めた鏡筒の光軸並進の変位置(a)およびチルト角度(b)。

グリーン・エレクトロニクス産業集積化事業

- 新エネルギー利用効率向上化技術 -

電子・通信グループ 近藤 康夫

Project of Creating Green Electronics Industries - Technique to improve use efficiency of the new energy -

Electronics & Communication Group Yasuo KONDO

抄録

近年、太陽光発電が注目されており、我々は昨年度までの研究で、業界初となる降雪地向け太陽光発電パネルを開発し、製品化に至った。ところがこのパネルは、滑雪性能向上のために四方向のフレームのうち短辺側のツバが無い特殊な構造のため、パネルの大きさを変更すると強度計算を全てやり直す必要があり、パネルの設計の自由度を阻害する要因となっていた。そこで各種パラメータを入れるだけで、パネルの強度を簡易的に計算するソフトウェアを新たに開発し、降雪地向けパネルの設計の自由度を向上させた。

[キーワード：太陽光発電、降雪地向けパネル、滑雪性能]

Abstract

In late years photovoltaic power generation attracted attention, and we developed a photovoltaic power generation panel for snowfall places that became first among the industry in a study until last year and reached the manufacture. However, it was necessary to do all a strength calculation again when this panel changed the size of the panel for special structure to let snow slide, and it was a factor to inhibit the flexibility of the design of the panel. Therefore I only put various parameters and developed the software which calculated the strength of the panel easily newly and improved the flexibility of the design of the panel for snowfall places.

[Key words: photovoltaic power generation, power generation panel for snowfall places, special structure to let snow slide]

1. はじめに

再生可能エネルギーが注目される中、太陽光発電の需要も多くなってきた。秋田県を含む降雪地帯では、冬期間に発電パネルの上に雪が積もり、発電量低下の原因となって降雪地帯での太陽光発電の普及の阻害要因となっていた。そこで我々は昨年度まで降雪地向けとして、滑雪性能を向上させて雪が積もりにくい降雪地向け太陽光パネルを開発したが、これが写真1の様子に短辺側のフレーム部分のツバが無い特殊な構造の為に、パネルの大きさが変わると強度計算を全てやり直す必要があり、パネルの設計の自由度を阻害していた。そこで今回、各種パラメータを入れるだけで簡易的にパネルの強度を計算してくれるソフトウェアを開発し、降雪地向けパネルの設計の自由度を向上させ、降雪地での更なる太陽光発電の普及につなげたい。

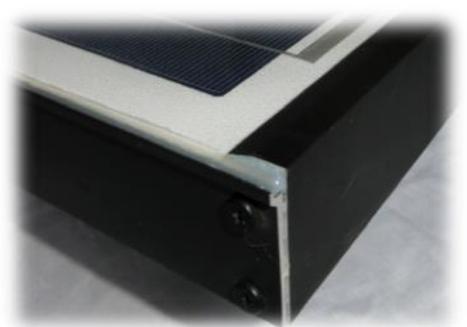


写真1 フレームツバ部分の構造

2. 降雪地向けパネルの特徴

我々が昨年度まで開発した降雪地向け太陽光パネルの特徴として、パネル上に積もった雪が滑り落ちる障害となっていた四方のフレームのツバを、短辺方向だけ無くした構造となっている。従来のパネルはこのツバが四方向に有ったのでパネルの強度を保っていたが、今回のパネルはツバが長辺方向しか無いため強度的には不利な方向である。

その為に強度不足を補う意味で、パネルの裏面に補強フレームを設置した構造になっている。この為、パネルの大きさが変更となる毎に、大がかりな構造解析計算によって強度を確認する必要があった。そこで簡便に強度計算が可能なワークシートを開発した。

3. 構造計算ワークシート

図2が表面解析のワークシート画面であり、図3が裏面解析のワークシート画面である。機械的荷重, Pa と緑欄の設計パラメータ, mm を入力することで曲げ応力などを計算する。緑欄の長辺フレームパラメータと短辺フレームパラメータ、プロテクトバーパラメータの記号 (a, b, c...r) は下図の寸法を表している。計算しやすいように断面形状は全て直立・水平に設定している。(フレームは各々の種類があるが寸法が無いパラメータは0 (ゼロ) と入力する。)

4. まとめ

我々はおそらく業界初となる降雪地向けパネルとして、従来のパネルと同等以上の強度を持ち、滑雪性能を向上させた太陽光パネルを開発した。一冬の総発電量を計測した結果、従来品より約5.7%も多い発電量が得られた。今年度はそのパネルの設計自由度を向上させる為に、簡単なパラメータを入力するだけでパネルの強度を計算できる構造計算ワークシートを開発した。これによりパネルの設計の自由度が向上し、いろいろな大きさのパネルの設計が簡単になって、降雪地域での更なる太陽光発電の普及に期待が出来る結果となった。

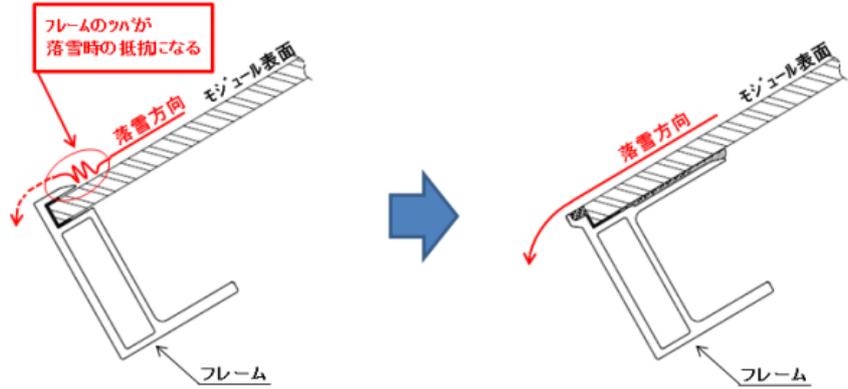


図1 降雪地向けパネルの構造の特徴

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
1										1	パラメータ					
2										2		m	mm	m	mm	
3										3						
4		表面解析	unit:MPa							4	強化ガラスたわみ長辺	1.582	1582			
5			プロテクトバー有り							5	強化ガラスたわみ短辺	0.981	981			
6		強化ガラス	JIS基準, Pa	試験限界, Pa						6	強化ガラス厚さ	0.0032	3.2			
7			5400	8000						7	長辺くわえ代	0.0105	10.5			
8		σ_c								8	プロテクトバー幅	0.04	40			
9		w								9	アルミフレーム長辺	1.636	1636			
10										10	アルミフレーム短辺	1.017	1017			
11		タワミ係数データ	0.85501586							11	短辺くわえ代	0.0225	22.5			
12		縦横比a/b	β							12	プロテクトバー接触長さ	1.582	1582			
13		3.272024185	0.72915666	α	1.41E-01	1.5963673	5.08E-01	9.46E-02		13	強化ガラス長辺	1.627	1627			
14										14	強化ガラス短辺	1.012	1012			
15		① 応力, Mpa	86.93921066	128.7988306						15	架台レベル間隔	0.93	930			
16		② タワミ, mm	2.332944463	3.456214019						16	長辺フレームパラメータ	-	-			
17										17	a	0.002	2	p	0.002	2
18		アルミフレーム								18	b	0.0015	1.5	r	0.002	2
19		重量バランス								19	c	0.0015	1.5	r	0.014	14
20			8984.5848	13310.498						20	d	0.0015	1.5	r	0.008	5.5
21		接触面積	0.142042							21	e	0.002	2			
22		長辺フレーム断面	1.55121E-08	7.85421E-07						22	f	0.012	12			
23		短辺フレーム断面	1.6422E-08	8.87675E-07						23	g	0.032	32			
24		プロテクトバー断面	6.2986E-08	4.34455E-06						24	h	0.035	35			
25		③ 架台レベル近傍応力	60.84701583	90.2918753						25	短辺フレームパラメータ	-	-			
26		④ 短辺フレーム(両)	30.20854303	44.75339708						26	a	-	-	p	0.002	2
27		⑤ プロテクトバー(両)	121.4585144	178.9385389						27	b	0.0015	1.5	r	0.024	24
28		⑥ プロテクトバー(無)	102.2038428	122.4135719						28	c	0.0015	1.5	r	0.005	5
29		xポジション, m	0.326							29	d	0.002	2			
30		短辺フレーム足ま	1755.146183	2367.878148						30	e	0.0025	2.5			
31		上記荷重時センタ	4.100840684							31	f	0.011	11			
32		仮想荷重, N/㎡	3376.405654	60.22979005						32	g	0.032	32			
33										33	h	0.03	30			
34										34	プロテクトバーパラメータ	-	-			

図2 表面解析のワークシート画面

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1										1	パラメータ			
2										2		m	mm	
3										3				
4		裏面解析	unit:MPa							4	強化ガラス長辺	1.627	1627	
5			JIS基準, Pa	試験限界, Pa						5	強化ガラス短辺	0.991	991	
6			2400	8000						6	強化ガラス厚さ	0.0032	3.2	
7		① フレーム近傍の	115.0876172	383.6253906						7	くわえ代	0.0105	10.5	
8		面応力(フレーム)	0.113257143	0.37752381						8	a	0.002	2	
9														
10		mm	mm											
11		② センター最大押	33.96194777	113.2064926										
12														
13														
14														
15														
16		アルミフレーム												
17		③ フレームツバ付	9.36495	31.2165	④ フレームツ	18.7299	62.433							
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														

図3 裏面解析のワークシート画面

グリーン・エレクトロニクス産業創生事業

-エネルギーマネジメント・パワーデバイス-

電子・通信グループ 佐々木大三

Project of Creating Green Electronics Industries - Energy Management and Power Device -

Electronics & Communication Group Daizo SASAKI

抄録

電照キク栽培における電力消費量削減を目指した専用照明を開発している。本報告では、自然エネルギーと親和性のよい直流型照明を開発し、その照明を用いた実験結果を述べている。花芽分化抑制に有効な波長のLEDを用いたことで、消費電力が最小で1.7Wとなった。また、赤外光の光強度に対する効果を確認するための照明を開発し、実験を行った。その結果、光強度が赤色光と赤外光が等しい場合に最もよい効果が得られることがわかった。

[キーワード：省エネ、電照ギク、LED]

Abstract

We are trying development of bulb lamp for plantation of chrysanthemum to reduce energy consumption. In this report, the experimental result using Direct Current type lamps that are suitable renewable energy is shown. Using the specific wave length LED that is effective inhibition of Flower Bud initiation, the minimum energy consumption is achieved 1.7W. For a further study of the infrared effects, we developed and experimented. The result shows a better condition of effect to growth is equal intensity of red and infrared.

[Key words: Energy Saving, Chrysanthemum growing by lighting , LED]

1. はじめに

キクの栽培において、電照による栽培方法がある。これは、キクの短日植物である特性を活かし、夜間に光を当て、開花時期を調節するものである。例えば、キクの需要が高い彼岸に合わせた開花時期にすることで、効率的な栽培を行うなどである。従来、電照用の光源は白熱電球が用いられている。しかしながら、白熱電球の問題として、生産終了、大きい電力消費量、割れやすい、などがある。これに対して、LEDを用いることで、消費電力や耐久性の改善が期待できる。また、LEDの特徴として、自然エネルギーとの親和性の良さがある。これは、冷陰極管などと異なり高電圧回路が不要であり、直流のままで点灯可能といった点が上げられる。

本報告では、太陽光発電の利用を目指した直流型電照ギク用照明を開発し、その仕様と特性、および効果について述べる。

2. 電照ギクで有効な波長について

電照ギク用照明に求められる効果は、主に花芽分化抑制効果である。花芽分化とは、葉や茎を成長させる段階から、花になる芽を作るようになることであり、夜間に光を当て続けるとこの花芽分化を抑制することができる。これまでの検討から、630nm付近の光が花芽分化抑制に効果的であることが分かっている。そこで、エネルギーを630nmの出力に限定することで、効率良く花芽分化の抑制が可能と考えられた。

また、730nm 付近の赤外光は草丈伸長効果があるとされている。今回は、赤色光と赤外光の光強度比を変化させた照明を用意し、赤外光のキクへの効果および影響について確認した

3. LED の仕様

使用した LED は赤色 LED (LED_R) と赤外 LED (LED_IR) である。それぞれの仕様は次の通りである。

LED_R : ピーク波長 630nm、定格電圧 2.0V、定格電流 50mA、放射束強度 35.8 mW、配光角 60度

LED_IR: ピーク波長 730nm、定格電圧 1.8V、定格電流 20mA、放射束強度 8.6 mW、配光角 60度

なお、これら LED の電流を定格の 1.5 倍とし、光強度を補強した。赤色と赤外の光強度の比率および LED 個数は次節の表 1 に示した。なお、照明は、直流 24V 仕様とした。

4. 照明の特性

製作した照明の特性について表 1 に示す。光強度比は、赤色 : 赤外 である。個数比は実際に利用した個数であり 赤色 : 赤外 である。消費電力は、24V 入力端における消費電力である。放射束強度は、積分球型全光束測定装置 (CSTM-LMS-760-TOCS) で測定した値である。変換率は、放射束強度を消費電力で割った値である。図 1 に、全光束測定装置で測定した各照明のスペクトルを示す。

表 1 照明の特性

no	光強度比	個数比	消費電力[mW]	放射束強度[mW]	変換率
1	1: 0.5	10: 33	3600	1044.8	0.29
2	1: 1	10: 50	4920	1408.9	0.29
3	1: 0	10: 0	1704	609.7	0.36
4	1: 2	10: 100	8088	2036.3	0.25
5	1: 4	10: 200	14496	3485.7	0.24

5. 実験結果

実験は、県農業試験場の圃場にて行われた。それぞれの照明を中心にして、3m×1m の区画にキクを 7.5cm 間隔で定植し、2ヶ月間、夜間 22時から翌 2時まで点灯したところ、それぞれ電照終了から約 20 日後 (定植後 2.7ヶ月) に出蕾した。無電照区が定植後 1.6ヶ月で出蕾しており、電照で花芽分化の抑制がなされたことが明らかになった。照明直下から一定間隔でのキクの増加葉数とそれに対応した PPFd (光合成有効光量子束密度) と増加葉数の関係を図 3 に示す。増加葉数は花芽分化抑制制度合いの指標の一つであり、0.4 $\mu\text{mol/s/m}^2$ 以上の光強度では増加葉数の変化が無いことがわかる。

次に、赤外光の光強度とキクの草丈伸長状況について図 3 に示す。草丈伸長の指標として、切花長と切花重を用いた。いずれも、赤外光と赤色光の光強度が 1 : 1 で最も良い結果となっている。

6. まとめ

今回は、自然エネルギー利用を目指した直流型電照ギク照明を開発し、電照栽培を行ったところ、目的通り花芽分化が抑制できた。また、花芽分化の抑制は、0.4 $\mu\text{mol/s/m}^2$ の光で良いことが明らかになった。そして、赤外光の光強度をパラメータとして、草丈伸長効果を比較したところ、赤外光と赤色光の光強度 1 : 1 が最も良いことが分かった。効果に特化した光強度、形状、配光特性で照明を設計することで、より低消費電力化が期待できる。

[実験結果引用元] 横井直人, 山形敦子, 間藤正美, “キク電照栽培に用いる太陽光発電装置の効率的利用方法 1-(3), ” 単年度試験研究成績, 秋田県農業試験場, 2015 年 1 月。

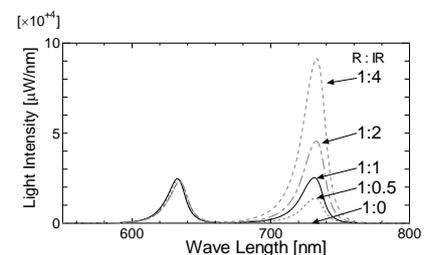


図 1 各照明のスペクトル

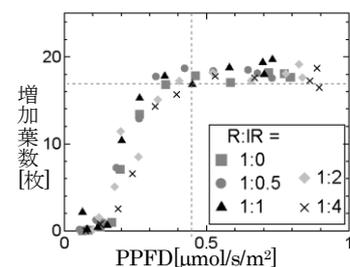


図 2 PPFd と増加葉数

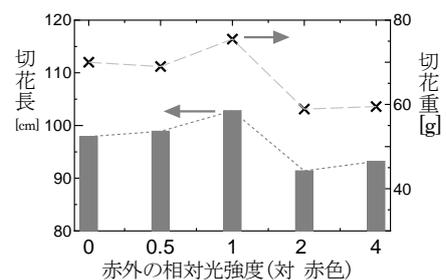


図 3 波長割合とキクの生育状況

グリーン・エレクトロニクス産業創生事業 -無線通信制御技術に関する研究-

電子・通信グループ 佐々木 信也

Project of Creating Green Electronics Industries -Research on Wireless Communications Control Technology-

Electronics & Communication Group Shinya SASAKI

抄録

IoT(Internet of Things)による様々な計測データがクラウドに集約し、これらのビッグデータに解析を加えて、省エネや安心・安全、更にはマーケティングの手段としても活用しようとする動きが活発化している。これらの要求に応えるため、数年来のセンシング技術と通信技術の蓄積を基盤として、昨年はIEEE1888:ユビキタスグリーンコミュニティ制御ネットワークプロトコルを用いた無線 M2M 技術を開発してきた。しかし、IoT の流行は、相互接続性に乏しいプロプライエタリな通信規格の乱立を招きかねない。

今年度は、通信効率の高い MQTT(MQ Telemetry Transport)や EnOcean などの他の通信プロトコルと IEEE1888 ネットワークを相互接続させるゲートウェイ装置開発を行い、既存技術とエネルギーハーベスティング向け低消費電力システムとの統合化を実現させた。

[キーワード : IoT, M2M, IEEE1888, MQTT, EnOcean, ワイヤレスセンサーノード]

Abstract

Various measurement data are aggregated into the Internet Cloud by IoT(Internet of Things). We've analyzed these collected Big Data and has been utilized as Energy saving, Safety and Marketing Solution.

We researched Next Generation Wireless M2M Technology for these measurements and developed IoT Sensor Node System which uses IEEE1888 standard last year.

This year, we have developed some gateway devices for interconnecting IEEE1888 networks and other communication protocols networks such as MQTT(MQ Telemetry Transport), EnOcean and so on. So we have integrated Ultra Low Power IoT devices networks by Energy Harvesting with existing IoT networks.

[Key words: IoT, M2M, IEEE1888, MQTT, EnOcean, Wireless Sensor Node]

1. はじめに

グリーン・エレクトロニクス産業創生事業として、数年来の研究開発により蓄積してきたセンサ応用技術や情報通信技術を用いて IoT の応用開発を行ってきた。昨年度までは、既存のプロプライエタリなセンサシステムの相互接続性と可用性向上を目的とした IEEE1888 ゲートウェイを開発してきたが、今年度は MQTT や EnOcean などの低消費電力化に貢献出来る通信プロトコルとの相互接続性を具備した新しいゲートウェイシステムの開発を行った。

2. 次世代通信技術に関する研究

2.1 MQTT センサ

MQTT は 1999 年に IBM と Eurotech が策定した publish/subscribe モデルに基づく軽量メッセージプロトコルであり、不安定なネットワークインフラや処理能力が小さなデバイスで動作可能であることが特徴となっている。本来メッセージ配信に特化した技術であるが、リアルタイム通信を必要とする用途や、昨今の M2M/IoT 分野で普及が進みつつある。2011 年に MQTT のコードが Eclipse Foundation に寄贈され、2013 年に国際標準化団体 OASIS による標準化フェーズに突入した。MQTT は固定長最小 2 バイトという微小なオーバーヘッドにより、通常の HTTP と比較し 1/10 から 1/100 のトラフィックで通信が可能である。統計的に通信に必要な電力消費量は 1/10 以下に抑えられることから、エネルギーハーベスティングにより動作する IoT システムとして最有力の通信プロトコルである。

今回は処理能力が小さなデバイスとして Arduino(ATMEGA328 プロセッサ)と 700mA のリチウムポリマーバッテリーおよび 100mA ほどの太陽光パネルと充電制御部を組み合わせ、オープンソースとして公開されている MQTT Library v1.9.1 を用いたセンサ部を作製した。Arduino は WDT によるディープスリープ動作(A/D 部も停止)として消費電力を停止時 50 μ A、通信時 50mA に抑え、3 分毎のインターバルで動作させて検証を行った。前述の通り、MQTT による通信は極めて短時間で完了する為、昨年開発した

IEEE1888 センサと比較して1メッセージ送信あたりの電力消費量を約1/48まで抑えることが可能であった。

2.2 MQTT-IEEE1888 ゲートウェイ

MQTT センサには、サーバとして動作する MQTT broker が必要である。MQTT v3.1 に準拠したオープンソース実装である Mosquitto Version1.4.1 を MQTT broker として用い、MQTT subscriber と IEEE1888 メッセージを相互変換するゲートウェイを Python で開発することで、MQTT と IEEE1888 の相互接続用ゲートウェイ機能を実現した。これらは全て Raspberry pi 上に実装し、WiFi 経由でプライベートクラウド上に展開した既存の IEEE1888 ストレージと通信する仕組みとなっている(図1)。



図1. MQTT-IEEE1888 ゲートウェイ

2.3 EnOcean-IEEE1888 ゲートウェイ

EnOcean は Siemens 中央研究所のバッテリーレス無線発信技術をベースとしており、双方向通信は不可能なもの、物理的なスイッチや動体センサなどを微小なエネルギーで無線伝送することが出来る。EnOcean では EnOcean Link と呼ばれるミドルウェアが存在し、これを用いることで通信路の暗号化を含めたゲートウェイ機能に応用展開することが可能であるが、今回は非暗号化環境下でレシーバから取得出来るデータグラムを簡易的にデコードし、それを IEEE1888 に変換するゲートウェイ部を、前述の MQTT-IEEE1888 ゲートウェイに追加することで実現した。MQTT-IEEE1888 ゲートウェイで使用している Raspberry pi に EnOcean レシーバを USB 経由で接続したものを使用している(図2)。

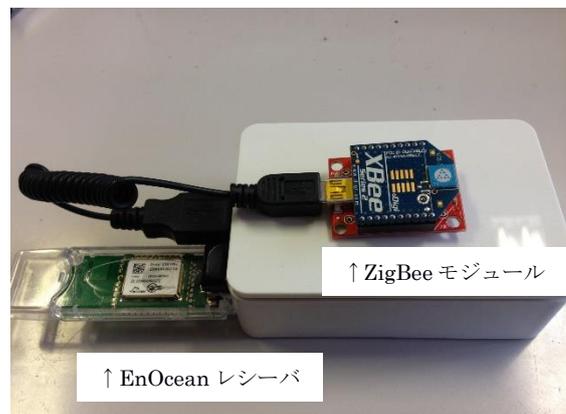


図2. Raspberry pi 上に実装したゲートウェイ

2.4 他のプラットフォームへの適応とコンテナ技術

本研究開発中に Intel から SD カードサイズの極小コンピュータである Edison がリリースされた。まさに IoT デバイス向けのプラットフォームであることから、BreakOut ボードと共に入手したところ、ファームウェアアップデート後に、標準で Mosquitto が標準で動作している状態であることが判明した。Edison は GPIO を使ったエッジデバイスとしてだけではなく、サーバやゲートウェイとしても利用可能であることが証明された。また類似した極小コンピュータはこれからも多くリリースされることが予測され、IoT インフラの重要な位置付けとなっていくだろう。

また、Docker などのコンテナ型仮想化の普及により、本開発のゲートウェイソフトウェアを他のサービスリソースと隔離した状態で容易に実装することが出来る。Raspberry pi で動作するコンテナプラットフォーム Ubuntu Core ディストリビューションのひとつである snappy Ubuntu も登場しており、各プロトコルに対応したゲートウェイ機能毎にコンテナでプラグイン化させることでサービスの拡張性が担保できる。

3. まとめ

IoT がバズワードから脱却しつつある今日、数多の IoT インフラ技術が噴出しているが、欧州では新たに既存技術を包含することで相互接続性を確保した IP500 が登場している。このことからわかるように、IoT が持つポテンシャルを活かすためにはオープンに相互接続出来ることが切に望まれている。

一昨年度から2ヶ年かけて多様なセンサ向けプロトコルのゲートウェイを開発し、その有効性を確認することが出来た。来年度は、ビッグデータ処理・解析に主軸を変え、VLoT (VLAN over Thing:今日の IoT の現状を揶揄したもの)ではなく、フルレイヤで IoT 技術をサポート出来る体制を整えていく予定である。

グリーン・エレクトロニクス産業集積化事業

- 磁気センシング技術 -

電子・通信グループ 丹 健二

Project of Creating Green Electronics Industries - Magnetic sensing technology -

Electronics & Communication Group Kenji TAN

抄録

磁気的手法によるセンチネルリンパ節同定が提唱されている。これを実現するためには、リンパ節に滞留した微量の磁性流体が検出可能な磁気センサが必要となる。本用途において磁気センサに求められる性能を考えたとき、磁気センサの方式として、磁気抵抗効果型センサとコイル式センサが候補としてあげられる。今回これら二つのタイプのセンサによる磁性流体検出を行い、比較を行った。

[キーワード：磁気センサ、磁性流体、センチネルリンパ節、磁気抵抗効果型センサ]

Abstract

Magnetic methods of sentinel lymph node identification have been proposed. In order to achieve this, magnetic sensors which can detect small amount of magnetic field accumulated in the sentinel lymph node is required. Magnetoresistive sensors and coil sensors meet the requirement. In this study, magnetic fluid detection by these two types of sensors were carried out, and the results were compared.

[Key words: magnetic sensor, magnetic fluid, sentinel lymph node, magnetoresistive sensor]

1. はじめに

医療における診断、治療の分野で、磁気を用いた手法が幅広く用いられており、更に様々な機関で磁気を用いた新たな手法が活発に検討されている。磁気は工業的に歴史が長く、適用分野の幅が広いことから、新たな医療応用を考えると、多くの手法が選択肢として存在する。これまで癌転移の有無の判断に用いられるセンチネルリンパ節の同定法として磁気を用いた手法の検討を行ってきた。ここでは体内の極微量な磁性流体が検出の対象となる。これまでの検討の結果、本用途用磁気センサに求められる特性は、いくつかの特徴的な要素を含むことを見出した。これらの要素を全て十分に満たす方式は必ずしも存在する訳ではないが、センチネルリンパ節同定において最良の磁気的手法を見出すことは極めて重要である。今回、体内微量磁性流体の検出を念頭に置き、磁気抵抗効果型センサとコイル式センサによる磁気センシングを試み、その結果について比較を行った。

	検出対象	変化物理量	駆動方式	長所
磁気抵抗効果型	磁場	抵抗 R	直流電流	高空間分解能
コイル式	磁束変化	起電圧 V	機械振動または交流電流	簡易なセンサ構造

表. 検出方式による比較。

2. 磁気抵抗効果型磁気センサ

磁気抵抗効果型磁気センサは、印加される磁場強度に応じて、その電気抵抗値が変化する特性を利用し、ハードディスクドライブをはじめとする様々な分野で磁気センシング素子として利用されている。一般にセンサ素子単体の大きさは小さく、高い空間分解能を必要とする場合には極めて有用であるが、今回の用途であるリンパ節同定に関しては、その大きさが数 mm 程度であることから、必ずしもこの高い空間分解能は必要としない。磁性流体をプラスチック容器に封入し 5 Hz で矩形運動させたものを測定対象とし、磁気抵抗効果型センサで検出した結果を図 1 に示す。センサからの出力信号に対し、25,000 倍の増幅と周波数フィルタを施した結果を赤線で示し、測定対象位置信号を青線で示す。測定対象の位置に対し、安定した出力は得られなかった。但し、わずかではあるが位置信号とセンサ出力との間に相関がみられることから、測定対象を捉えることができているものと考えられる。

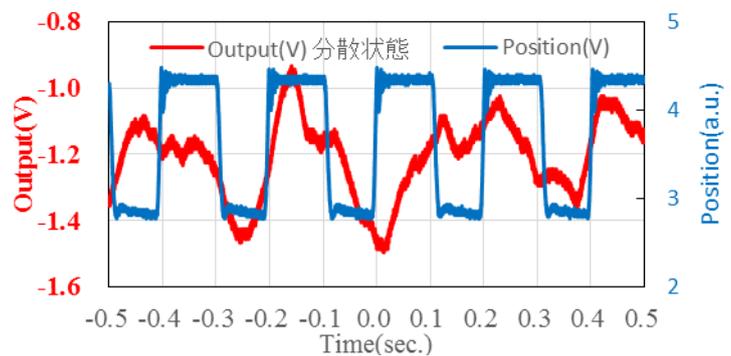


図 1. 磁気抵抗効果型磁気センサによる 1000 倍リゾビスト検出。赤線はセンサ出力。青線はセンサ位置信号。

3. コイル式磁気センサ

コイル式磁気センサはコイルにより構成され、その出力電圧はコイルを鎖交する磁束の時間的な変化量に比例する。図2に今回用いたコイルの写真を示す。コイルの特性上、測定対象が磁束を発生する場合であってもその磁束量が一定である場合には信号は得られない。このような測定対象に対しては、測定対象と磁気センサの相対位置の振動、交流電流での駆動など、何かかを振動させる必要がある。ここでは、図1の測定に用いたものと同じ磁性流体を 24 Hz で正弦波振動させたものを測定対象とし、コイル式磁気センサにより検出を行った。センサからの出力信号に対し 50,000 倍の増幅と周波数フィルタを施した結果を図3に示す。結果より明瞭な出力が確認できる。本方式は比較的明瞭な信号が容易に得られる一方、機械的信号が必要となることから構造的に複雑となる欠点がある。

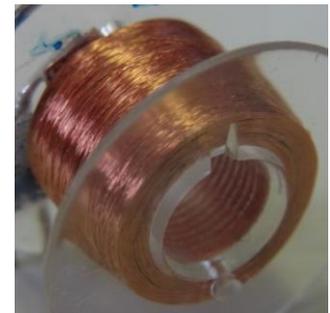


図 2. センサコイル

コイル式磁気センサの駆動方法として交流電流でコイルを駆動する手法がある。本手法の検出原理は、透磁率をもつ測定対象の存在によりインダクタンス L が変化すると捉えることができる。こちらは上記の相対位置振動を用いたものと比べ、交流電流で駆動することで機械的振動を必要とせず、比較的少ないコイル巻き数においてもある程度の変化が観測されるなどのメリットを有し、今後検討を進めるに値する方式であると考えられる。

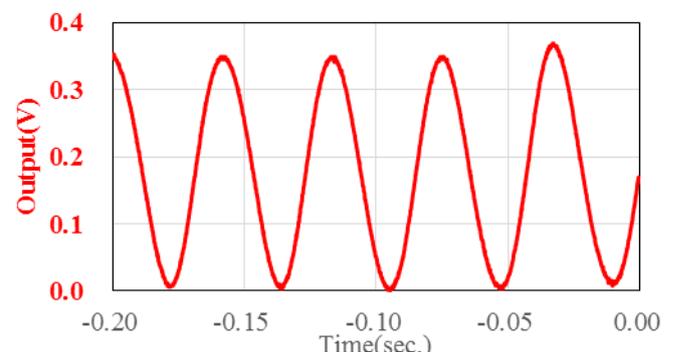


図 3. 電磁誘導方式による 1000 倍リゾビスト検出。

4. むすび

今回、磁気抵抗効果型磁気センサとコイル式磁気センサを用いた磁気検出を試みた。種々の制約のため、必ずしも同じ条件での比較は行えなかったが、それぞれの特徴の比較を行った。コイル式は構造的複雑さが伴うものの安定的な信号が得られることから、今後より詳細に検討を進める。

産学官連携イノベーション顕在化事業

-電界攪拌技術を用いた迅速免疫組織染色装置の開発-

先進プロセス・医工連携グループ 中村竜太、久住孝幸、加賀谷昌美、池田洋、佐藤安弘、赤上陽一

Project for Innovative Collaboration among Business, Academia and Government - Development of rapid Immunohistochemical staining device using electric field non-contact stirring technology (E.N.S) -

Advanced Processing/ medical-engineering collaboration Group

Ryuta NAKAMURA, Takayuki KUSUMI, Masami KAGAYA, Hiroshi IKEDA, Yasuhiro SATO, Yoichi AKAGAMI

抄録

免疫組織染色法は、がんの微小転移の有無を調べる上で必要な技術である。しかし、従来方法では、診断に 2 時間以上を要し、手術中に用いることは不可能であった。この染色方法の時間を要する抗原抗体反応に、私達のサイズである μL オーダーの液滴に外部より高電圧電界を与えて攪拌する技術、いわゆる電界非接触攪拌技術を導入することで、20 分以内で染色を完了させ、手術中の免疫組織染色を可能にした。この研究成果を基に本迅速染色法を可能にする装置を秋田大学や県内企業と産学官連携で開発し、本年度上市するに至った。

[キーワード：がん、抗原抗体反応、電界非接触攪拌技術、免疫組織染色法]

Abstract

Immunohistochemical staining method is necessary technology in order to detect the presence or absence of micro-metastasis of cancer. However, in the conventional method, it was impossible to use immunohistochemical staining method during an operation since it takes a long time to diagnosis. Hence, in this staining method, it is a process of antigen-antibody reaction to waste time. By introducing the technique of stirring giving the droplets μL order high voltage field called electric field noncontact stirring technology (E.N.S.), it has become possible to immunohistochemical staining during operation. We have developed the medical device that enables this rapid immunohistochemical staining by collaboration among business, academia and government. And we launched the device in this fiscal year.

[Key words: cancer, antibody-antigen reaction, electric field noncontact stirring technology, immunohistochemical staining , market release]

1. はじめに

近年、がん治療は進行度や悪性度に応じて、切除範囲を決めて個別化医療を行う傾向にある。この流れの中で術中病理診断は術式の判断根拠として重要である。しかし、現状の術中病理診断は主にヘマトキシリン・エオジン染色（以下、HE 染色）を用いて、細胞の核内構造や形態により診断している。しかし、この HE 染色のみではリンパ節の微小転移を見逃してしまうと言う限界が在ると指摘されている。この微小転移を見逃さずに診断するには免疫組織染色法が有効であることが知られているが、染色に 2 時間以上を要してしまい術中診断には適用できない。そこで、私達が開発してきた電界非接触攪拌技術¹⁾を適用し、手術中に免疫組織染色を可能とする方法の開発を行っている²⁾。本年度は、秋田大学や県内企業を含めた産学官連携にて、この迅速免疫組織染色を可能とする装置の開発と商品化、そして上市を目指した。

2. 電界非接触攪拌技術

本研究で開発した攪拌技術は、電極間と液滴とを非接触に配置し、空気層が存在する状態とし、電極間に高電圧を与えることで、液滴は発生する電場の変化に応じて吸引力を発生し、液滴が上下に振動することで、液滴内容物を攪拌する技術である。液滴に電場を与えた時の挙動を図1に示す。電場の印加により液滴は、上電極側に引っ張られている様子がわかる。

一般的に、微量液滴になればなるほど、攪拌は困難になる事が知られている。本攪拌技術の特徴は、nLからμLオーダーの液滴に、液温上昇させず、かつ簡便に攪拌する技術である。

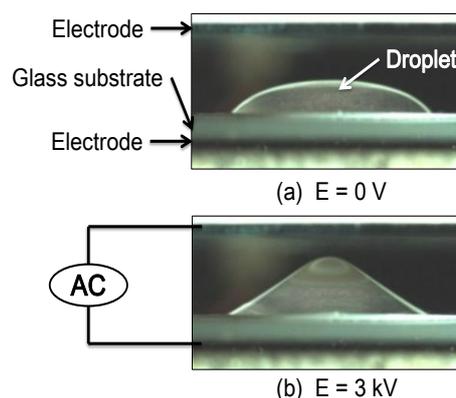


Fig.1 高電圧場印加時の液滴挙動

3. 電界非接触攪拌法による免疫組織染色方法

開発した攪拌技術を免疫組織染色の抗原抗体反応工程に導入し、表1に示す免疫組織染色のプロトコールを得た。本攪拌技術を用いる迅速免疫組織染色法により、従来法では2時間以上要する攪拌時間を20分以内にする事が出来た。また、染色時間の短縮化とともに抗体濃度の削減も可能になる。何より微小転移の見逃しが無くなることで、術中診断の精度向上が期待される。

今まで手術中に確定診断が困難な場合、再手術が必要になるケースがあった。本法により、一度の手術で精度の高い診断が得られ、患者の予後のQOL向上や医療費の削減が可能となる。

Table.1 免疫組織染色のプロトコール

染色工程	従来法	電界非接触攪拌法
固定	10 min	2 min
洗浄	5 min × 3 times	15 sec
一次抗体反応	60 min	5 min
洗浄	—	15 sec
ブロッキング	—	1 min
洗浄	5 min × 3 times	15 sec
二次抗体反応	30 min	5 min
洗浄	5 min × 3 times	15 sec
DAB発色	5 min	2 min
核染	1 min	1 min
脱水・透徹・封入	2 min	2 min
合計	153 min	19 min

4. まとめ

本研究は、電界非接触攪拌技術を用いて迅速免疫組織染色法を可能にする装置を開発商品化に成功した。電界攪拌染色装置 R-IHC®として2014年5月にサクラファインテックジャパン株式会社から上市した。今後、本迅速免疫染色法が、手術中の迅速確定診断のスタンダードに使われる方法となれば、秋田発のメディカルイノベーションとして期待できる。さらに、本攪拌技術は、新しい方法なので様々な分野に展開できるものと考えられる。



Fig.2 上市された電界攪拌染色装置

5. 参考文献

- 1) 中村竜太, 加賀谷昌美, 赤上陽一, 池田 洋, 久住孝幸, 佐藤安弘, 南谷佳弘, 南條 博, 電界砥粒制御技術を応用した電界非接触微粒子攪拌技術の開発, 精密工学会誌, Vol.80, No.9 (2014) 862-866
- 2) Hiroshi Toda, Yoshihiro Minamiya, Masami Kagaya, Hiroshi Nanjo, Yoichi Akagami et al. A Novel Immunohistochemical Staining Method Allows Ultrarapid Detection of Lymph Node Micrometastases While Conserving Antibody, *Acta Histochem Cytochem.*2011 Jun 29 ; 44(3):133-139.

医療機器産業顕在化事業

-医療機器・医療用センサの実用化開発-

先進プロセス・医工連携グループ 加藤 勝、内田 富士夫
電子・通信グループ 佐々木大三

Elicitation Project for Medical Equipment Industry - Practical Developments of Medical Equipment and Sensors -

Advanced Processing / medical-engineering collaboration Group Masaru KATO , Fujio UCHIDA
Electronics & Communication Group Daizo SASAKI

抄録

我々の持つ技術を医療機器開発への応用する取り組みを行っている。ここでは3つの実用化開発について述べる。1つ目は、骨の内部組織の採取に用いる骨生検用工具の開発である。2つ目は、3Dプロッターを活用した精密脊椎モデルと脊椎固定スクリュー誘導システムの開発である。3つ目は、超音波技術を用いたスパイロメータ開発である。これらの開発によって、我々の技術を用いた医療機器産業の参入を加速していく予定である。

[キーワード：医療機器、骨生検、脊椎固定術、3Dプリンター、超音波、スパイロメータ]

Abstract

We are trying to apply to medical equipment using our technology. Three practical developments are described in this report. First , Development of bone biopsy tool to be used in the collection of the internal organization of the bone . Second , Development of spine model and spine fusion screw instruction system were investigated by 3D printer. And Third , Development of spirometer using the ultrasonic technology. We will make effort to entry of medical equipment using our technology, by these developments.

[Key words: Medical Equipment , Bone Biopsy Tool ,Spine fusion,3D printer , Ultrasonic, Spirometer]

1. はじめに

当センターでは、医療分野の課題やニーズに対して、工学研究者のシーズの活用や県内企業とのマッチングを図り、医療機器開発を行う医工連携事業を推進している。ここでは、その実用化開発の事例として、骨生検用工具の開発、脊椎固定スクリュー誘導システム、超音波式スパイロメータの開発について紹介する。

2. 骨生検用工具の開発

人間の骨の内部にできた病変（腫瘍等）が悪性であるか良性であるかを判断するため、骨の内部組織を取り出して組織検査することを骨生検（生体検査）と言い、一般的な大学病院等では、年に十数例実施されている。この骨内部にある病変を取り出して生体検査を行うには、皮膚、筋肉を切開して骨にドリルで穴を空け、その穴にガイドを挿入して鉗子（スクレーパー）で取り出すという工程が必要である。この一連の工程に使用される K ワイヤ、ドリル、ガイド、鉗子等が骨生検用工具と呼ばれているものである。

当センターでは、(株)東洋ドリル、秋田大学医学部と共同で、安価で簡単に骨組織の採取が行える骨生検用工具セットを開発した。ドリルとガイドの機能を一体化し、骨組織を挟み込んで摘み出す鉗子の代わりに、螺旋溝を設けた回転式スクレーパを使用するのが特徴である。骨組織の採取工程を大幅に短縮できるとともに、機器コストの削減も可能である。現在、秋田大学医学部に臨床試験を行っているところであり、今後の製品化が期待される。



図 1：開発した骨生検用工具セット

3. 脊椎固定スクリュー誘導システムの開発

変形性脊椎症や脊椎損傷など、脊椎の不安定性を伴う疾患ではチタン製インプラントを用いた脊椎固定手術が広く行われている。手術中特に問題となるのはインプラントの 1 種であるスクリューの脊椎刺入位置の誤りによる血管・神経損傷である。また、手術には高度の手術手技と高額（数千万円～2 億円）の医療機器が必要なため手術が可能な病院が限定されている。それらの課題を解決するために、秋田県立脳血管研究センターと共同研究を実施し、国内初となるスクリューを予定位置に安全に刺入するための脊椎固定スクリュー誘導システムを開発した、



図 2：脊椎固定スクリュー誘導システム

本システムは、患者の CT データを基にスクリューの脊椎刺入適正位置を事前に設計し、その設計を基に図 2 に示すプレート及び脊椎モデルを 3D プリンターにて製作する。その後、図 3 に示すような患者の脊椎モデルや脊椎固定スクリュー誘導システムを用いて、脊椎固定手術シミュレーションを実施して、手術の手順及び安全性の確認を行う。

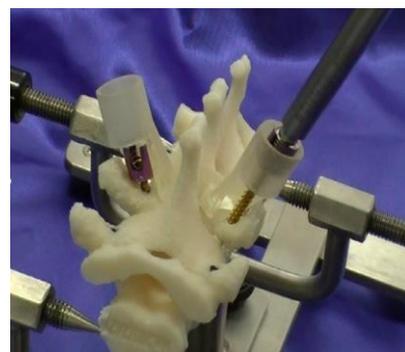


図 3：脊椎固定手術シミュレーション

本研究にて開発した脊椎固定スクリュー誘導道システムによる臨床試験を行った結果、従来法では約 40%の手術中事故があったのに対し、本システムにより手術中の事故を 0%にすることが可能となった。

4. 超音波式スパイロメータの開発

超音波によるパルス透過法を用いた固定経路長の音速測定手法を応用し、安価なマイコンによって構築可能な気体流速測定装置を開発した。この手法を、肺機能測定のために使うスパイロメータに応用する検討を行った。従来、スパイロメータは、気流の流路に抵抗体を配置し、その両端の圧力差（差圧式）から流量を求めていた。この差圧式に比べて超音波方式は、空気抵抗が無くより正確な測定が可能になる点と、吸気経路を使い捨てアタッチメント化することができ、ウイルス感染対策が行いやすくなるという利点がある。

このスパイロメータは、株式会社ホクシンエレクトロニクスとチェスト株式会社とで共同研究を行い商品化予定である。



図 4：超音波式スパイロメータ

IV-2 研究推進

ユビキタス組成次世代超硬材料の開発（第3報）

機能性材料グループ

杉山重彰、菅原 靖

関根 崇、村田初美

先進プロセス・医工連携グループ

加藤 勝、菊池徳美

秋田大学

仁野章弘、泰松 斉

Development of a next-generation hard material with ubiquitous composition [3]

Shigeaki SUGIYAMA, Yasushi SUGAWARA

Takashi SEKINE, Hatsumi MURATA

Masaru KATO, Tokumi KIKUCHI

Akihiro NINO, Hitoshi TAIMATSU

抄録

TiC セラミックスの焼結性と機械的性質の改善を目的に、緻密化に最適な TiC 原料粉末の粒径を調べた。TiC 粉末は、平均粒径別（1.35-1.86 μm ）に各種用意し、通電加圧焼結により、TiC の焼結体を作製した。得られた焼結体について、焼結性、組織、機械的性質を調べた。TiC 焼結体は、平均粒径 1.47 μm 以下の粉末を用いると、1600 $^{\circ}\text{C}$ 以上の焼結温度で、相対密度 97 %以上になった。平均粒径 1.47 μm の TiC 粉末を 1700 $^{\circ}\text{C}$ で焼結すると、最も緻密な焼結体（相対密度 98.9 %）が得られ、この焼結体はヤング率 446 GPa、ビッカース硬さ 17.9 GPa、破壊靱性値 4.2 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ を示した。

[キーワード：通電加圧焼結、炭化チタン、機械的性質、粒径]

Abstract

To improve the sinterability and mechanical properties of TiC ceramics, the most suitable average particle diameter of TiC powders for full dense sintering was examined using TiC powders of the average grain size range 1.35-1.86 μm . TiC ceramics were prepared by the reactive resistance-heated hot pressing. Sintered bodies were characterized for bulk density, microstructure and mechanical properties. Powders of average particle sizes below 1.47 μm lead to ceramics of relative densities above 97 % at sintering temperatures above 1600 $^{\circ}\text{C}$. The ceramic having the highest relative density 98.9 % was obtained by sintering the powder of the average grain size 1.47 μm at 1700 $^{\circ}\text{C}$ used and showed Young's modulus of 446 GPa, Vickers hardness 17.9 GPa and fracture toughness 4.2 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$.

[Key words : Reactive hot pressing, Titanium carbide, Mechanical properties, grain size]

1. はじめに

TiC は高硬度、高耐食性、高融点、耐摩耗性といった硬質材料としての優れた性質を持ち、切削工具材料に用いられている。一般的には、Ni や Co 等の金属バインダーを添加して液相焼結した、TiC 基サーメットとして応用されている。代表的な工具材料である WC-Co 超硬合金と比較して、軽量で耐摩耗性に優れ、資源的制約が少ないという利点がある。そのため、希少金属を多く使用する WC-Co の使用量を低減する材料

として期待できる。しかしながら、TiC 基サーメットは破壊靱性値が低く、耐欠損性、耐熱衝撃性の点で超硬合金に劣る。また、金属バインダーを添加することで、焼結性や破壊靱性値は改善するが、TiC が本来もつ硬さの低下や、耐食性の低下が問題となる。昨年度は、新たな焼結助剤として、高い硬さと耐食性を持つ SiC、および TiSi₂ を添加した TiC-SiC 複合セラミックスを合成し、その組織及び機械的性質を調べた。

本年度は、TiC-SiC 複合セラミックスの焼結性と機械的性質の更なる向上を図るため、原料として用いる平均粒径の異なる TiC 粉末を焼結し、緻密化をはかるために最適な TiC 原料粉末を調査、検討した。

2. 実験方法

原料として、平均粒径の異なる TiC 粉末（日本新金属）を使用した。粉末の平均粒径と化学組成を表 1 に示す。原料粉末は、エタノール中で 24 h、ボールミルにより混合した。焼結は、昇温速度 50°C/min、焼結温度 1600~1800°C、保持時間 10 min、加圧力 50 MPa、真空中の条件で、通電加圧焼結装置（住友石炭鉱業、SPS-2080）を用いて行った。グラファイト型の温度を均一にするために型の周囲をグラファイトワールで囲んだ。粉末と接する部分には、グラファイトシートを設置した。この際の焼結温度は、グラファイト型の表面から内側に深さ 10 mm の穴を開け、その穴の中を放射温度計で測定した値とした。得られた焼結体の生成物は X 線回折装置（理学電機、RINT-2500VHF）で、微細組織は EPMA（日本電子、JXA-8200）を用いて調べた。密度はアルキメデス法を用いて測定した。焼結体の機械的性質は、ヤング率、ポアソン比、ビッカース硬度、および破壊靱性値で評価した。ヤング率およびポアソン比は、高温動弾性率測定装置（東芝タンガロイ、UMS-HL）、探触子 5 MHz を用い、超音波パルス法により測定した。硬さは、ビッカース硬度計（アカシ、AVK-C2500）を用い、98 N、15 s の条件で決定した。破壊靱性値は、硬さ試験で生じる圧痕とクラック長さをを用いて、IF 法の Evans-Davis の式 [1] により求めた。

表1 TiC粉末の平均粒径と化学組成。

Average particle size [μm]	1.35	1.41	1.47	1.60	1.70	1.86	
Composition [wt%]	total C	19.49	19.20	19.63	19.33	19.58	17.73
	free C	0.21	0.50	0.24	0.07	0.04	0.21
	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43
	O	0.59	0.80	0.69	0.56	0.44	1.80
	Fe	0.13	0.30	0.09	0.12	0.08	0.10

3. 実験結果および考察

X 線回折による分析結果から、全ての焼結体で出発原料の TiC のみが確認された。

図 1 に 1600~1800°C で焼結した TiC 焼結体の、粉末の平均粒径と相対密度の関係を示す。1800°C で焼結した場合は、全ての焼結体で相対密度が 98 % 以上で、緻密に焼結した。1700°C および 1600°C の焼結体では、平均粒径が大きくなるほど、相対密度が低下した。1600°C では、粉末の平均粒径が 1.60 μm 以下になると、相対密度が著しく低下した。平均粒径 1.47 μm 以下の TiC 粉末を用いると、1600°C 以上の焼結温度で、相対密度が 97 % 以上になった。一般的に、原料粉末が微細なほど、焼結性が良好であるが、本実験においても同様であった。

図 2 に TiC 焼結体のヤング率と粉末の平均粒径の関係を示す。相対密度 98 %以上の緻密な焼結体のヤング率は、445 GPa となり、文献値 430 GPa [2]より少し高かった。図 1 の相対密度と平均粒径と類似した傾向を示している。一般的に、ヤング率は焼結体の組織と気孔率に依存し、気孔率が高くなると低下し、ヤング率と気孔率の間には $E = E_0(1-kP)$ の関係式が成り立つ。ここで、 E_0 は気孔がない時のヤング率 [GPa]、 k は定数、 P は気孔率 [%]である。図 1 と 2 が同じ傾向を示すのは、粉末の粒径が大きくなると対応して気孔率が低下するからである。

図 3 に焼結体の相対密度とヤング率の関係を示す。相対密度の増加に伴い、先に示した式のようにヤング率が直線的に増加している。直線から推定される 100% 緻密体のヤング率は 456 GPa になる。

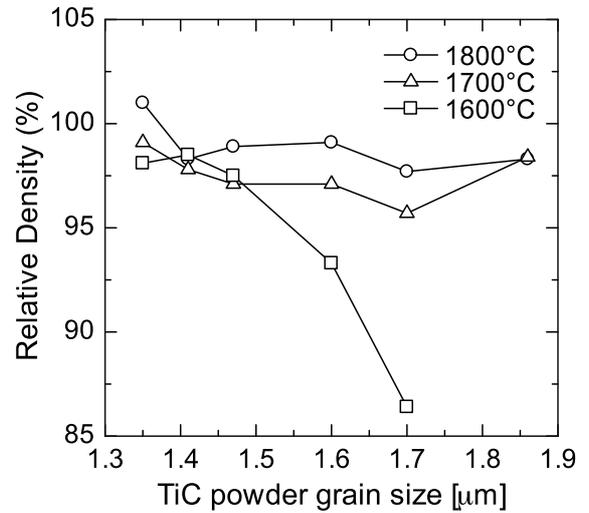


図 1 焼結体の相対密度。

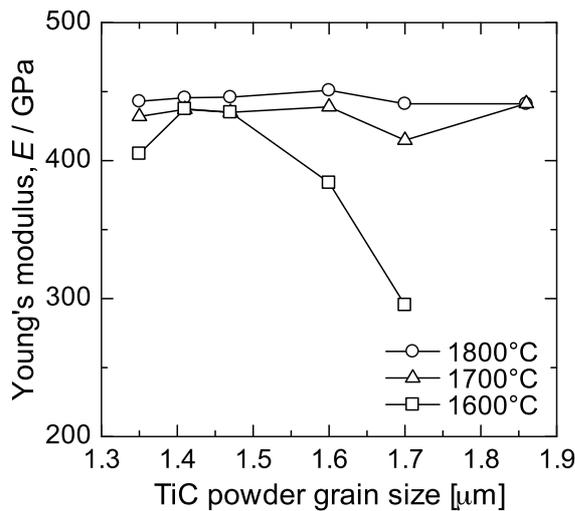


図 2 焼結体のヤング率。

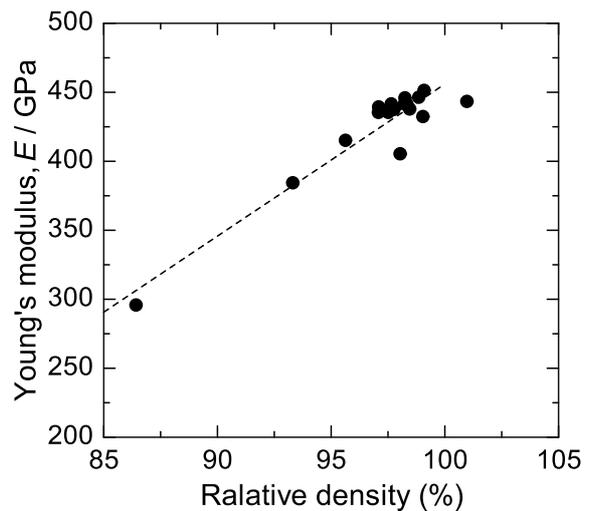


図 3 相対密度とヤング率の関係。

図 4 に TiC 焼結体の粉末の平均粒径とビッカース硬さの関係を示す。1800°C および 1700°C の焼結体では、硬さに大きな変化は見られなかった。平均粒径 1.35 μm の粉末を用い、1700°C で焼結したときに、最大値 18.6 GPa が得られた。1800°C で焼結した TiC の硬さは、1700°C の場合と比較して、ばらつきが大きかった。高温で焼結するほど焼結が促進され、結晶粒が成長する。ビッカース硬さ試験の圧痕より結晶粒が小さいと、多結晶体としての平均値が測定されるが、圧痕より大きく成長すると、結晶方位による硬さの差を反映するようになる。このことが、ばらつきが大きくなる原因と考えられる。1600°C で焼結した TiC では、平均粒径 1.60 μm 以上になると、硬さが大きく低下した。これは、TiC 平均粒径が粗大になることで焼結性が低下し、気孔率が非常に高くなったことが原因と考えられる。

図 5 に TiC 焼結体の粉末の平均粒径と破壊靱性値の関係を示す。破壊靱性値は、平均粒径および焼結温度

と顕著な相関はなく、 $4.0\sim 5.5\text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ の範囲にあった。平均粒径 $1.41\text{ }\mu\text{m}$ の TiC 粉末を 1800°C で焼結した焼結体は、最も高い破壊靱性値 $5.2\text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ を示した。 $1.35\text{ }\mu\text{m}$ および $1.47\text{ }\mu\text{m}$ の粉末を用いた焼結体と比べて、 $1.41\text{ }\mu\text{m}$ の場合がわずかに高い破壊靱性値であった。図 4 で示した硬さ変化では、 $1.41\text{ }\mu\text{m}$ で少し低下している。一般的に、緻密なセラミックスでは破壊靱性値は硬さと負の相関関係があると言われており[3]、 1800°C で焼結した平均粒径 $1.41\text{ }\mu\text{m}$ の焼結体でも同様の関係が認められた。焼結温度 1600°C で、平均粒径が $1.60\text{ }\mu\text{m}$ 以上になると、硬さが大きく低下したにも関わらず、破壊靱性値は他の焼結体と同程度の値で、破壊靱性値と硬さに負の相関関係は認められなかった。これは、気孔が高いことが影響していると考えられる。

硬さおよび破壊靱性値が比較的高い焼結体は、粉末平均粒径が $1.47\text{ }\mu\text{m}$ の TiC 焼結体であり、ビッカース硬さ 17.9 GPa 、破壊靱性値 $4.2\text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ であった。

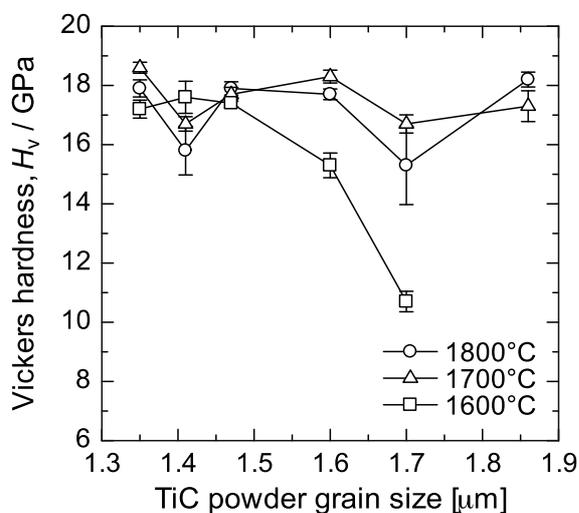


図 4 焼結体のビッカース硬さ。

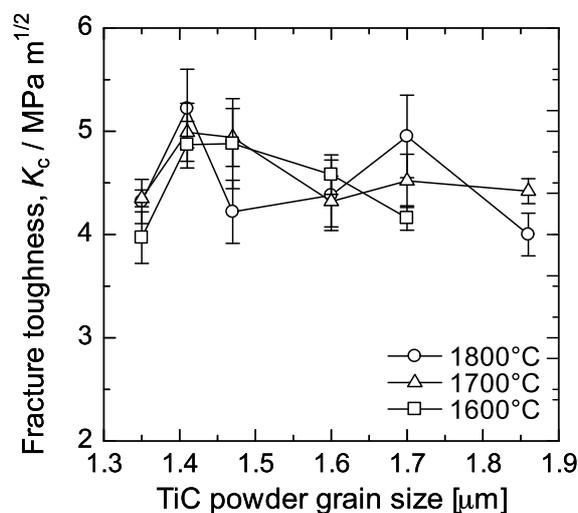


図 5 焼結体の破壊靱性値。

まとめ

平均粒径の異なる TiC 粉末を使用して、通電加圧焼結法により焼結した結果、次のことが分かった。

- (1) 粉末の平均粒径が微細になるほど、焼結性が改善し、緻密な焼結体を得られた。
- (2) 相対密度 98 % 以上の緻密な TiC 焼結体ではヤング率が約 445 GPa 、ビッカース硬さ約 17 GPa 、破壊靱性値 $4.6\text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ であった。
- (3) 粉末の平均粒径が $1.47\text{ }\mu\text{m}$ の TiC 粉末を原料とした焼結体が最も良好な機械的性質を示した。

文 献

- [1] C. B. Ponton and R. D. Rawlings: "Vickers Indentation Fracture Toughness Test Part 1. Review of Literature and Formulation of Standardised Indentation Toughness Equations", *Mater. Sci. Technol.*, 5-Spt. (1989), 865-872.
- [2] W. J. Lackey, D. P. Stinton, G. A. Cerny, L. L. Fehrenbacher, A. C. Schaffhauser: "Ceramic Coating for Heat Engine Materials – Status and Future Needs", *ORNL/TM - 8959* (1984), 8.
- [3] R. W. Rice, C. Cm. Wu, F. Borchelt, "Hardness-grain-size relation in ceramics", *J. Am. Ceram. Soc.* 77 (1994), 2539-2553.

電界砥粒制御技術を用いた次世代半導体基板研磨システムの開発（第2報）

先進プロセス・医工連携グループ

久住孝幸、中村竜太、赤上陽一

池田洋、佐藤安弘

Development of the advanced polishing technology for substrates of next-generation semiconductor using controlled slurry under AC electric field [2]

Takayuki KUSUMI, Ryuta NAKAMURA, Yoichi AKAGAMI

Hiroshi IKEDA, Yasuhiro SATO

抄録

LEDの基板に用いられる6インチ単結晶サファイア基板などの次世代半導体基板の生産コスト低減を図るために、電界砥粒制御技術を応用した電界ラップ技術と電界高速CMP技術を導入した研磨装置と研磨技術の開発を行っている。本年度は、電界ラップ技術の表面品位が、通常の軟質金属定盤を用いるラップ加工に比較して向上するメカニズムの解明を試みた。その結果、電界ラップ技術に用いる樹脂性定盤によって局所的な加工圧力抑制が可能となり、遊離砥粒本来の振る舞いによって、表面品位が向上することを明らかにした。また、研磨効率を維持・向上するためには電界砥粒制御が必要不可欠であることも分かった。

[キーワード：ラッピング、CMP、研磨レート、砥粒、交流電界]

Abstract

The single crystal sapphire substrates for LED always spends a lot of time to process, because it is hard material and a larger diameter trend becomes for improvement of productivity. Therefore we have attempted to develop the novel processing technologies that enhance the process ability of sapphire substrates. In this paper, we described the results of evaluation of the novel lapping process for processing sapphire substrates. We confirmed that applied AC electric field induced to enhanced removal rate and the surface roughness was improvement.

[Key words: Lapping, CMP, Removal rate, Abrasives, AC electric filed]

1. はじめに

現在、世界的に環境負荷の低減並びに省エネルギー化が喫緊の課題とされ、グリーンイノベーションが加速している。その鍵を握るのが、窒化ガリウム (GaN)、炭化ケイ素 (SiC)、ダイヤモンドなどの次世代半導体、すなわちワイドギャップ半導体である。バンドギャップ (禁制帯幅) が既存のシリコンに比べて広いこれらの半導体は、絶縁破壊電界が大きいため、低損失のデバイスが製造できることが大きく期待されている。このワイドギャップ半導体の代表的なデバイスが「青色発光ダイオード」(青色LED)である。青色LEDは、蛍光体と組み合わせて、疑似白色LEDとして利用され、照明デバイスなどに利用されてきている。既存の照明デバイスと比して省エネルギー性に優れるLED照明の更なる普及促進の鍵は、長寿命を担う高度な品位とコスト低減である。

LED 基板は、Fig.1 に示す通り、単結晶サファイア基板に窒化ガリウム (GaN) をエピタキシャル成長させる方式が最も多く採用されている。この単結晶サファイア基板は、高い硬度を有する硬脆材で、かつ化学的安定性に富む素材である。このウェーハを製造する際、用途上、原子レベルで平滑な表面が求められるため、研磨加工において多くの時間とコストを費やしている。そこで、コストを抑制するために基板の大口径化による取り数を増やす方策が取られている。しかし、加工技術は十分な完成度に至っていないという現状がある。

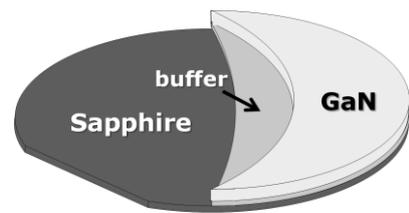


Fig. 1 GaN on Sapphire

本研究開発は、このサファイア基板研磨加工や、その他ワイドギャップ半導体基板の研磨加工において、砥粒の配置制御技術として検討している電界砥粒制御技術^[1]を導入し、高効率な加工技術を開発することを目的とする。昨年度までに、ラップ工程に電界砥粒制御技術を適用した「電界ラップ技術」と、CMP 工程に電界砥粒制御技術を適用した「電界高速 CMP 技術」を開発し、これを用いてサファイアウェーハ加工時間をそれぞれ、27%、24%短縮した結果について報告した。さらに、電界ラップ技術において、表面粗さを抑制できたことで最終工程である CMP 工程の加工時間を短縮できる可能性も示した。本年度は、この電界ラップ技術において、表面粗さを抑制するメカニズム解明を試みたのでその結果について報告する。

2. 電界ラップ技術

2-1 電界砥粒制御技術を導入した電界ラップ装置

一般に、ラップ工程は、ラップ工具と呼ばれる銅や錫などの軟質金属定盤上にダイヤモンド砥粒などを散布し、これを埋め込んで疑似的な固定砥粒加工として加工を進展させる。本研究では、この金属定盤のコスト低減を行う技術を開発することを目的として、硬質樹脂定盤をラップ工具として適用する。その際、砥粒は埋め込まれずに研磨定盤の回転による遠心力によって散逸、偏在化^[2]してしまうことが考えられ、研磨レートおよび加工品位の低下等をまねくことが想定された。そのため、Fig. 2に示すように、上下定盤間に低周波交流高電圧電界を与えながら砥粒の配置制御を行う電界砥粒制御技術も導入し、砥粒の散逸を防ぐ。これらの加工技術を「電界ラップ技術」と呼称して開発を進めてきている。

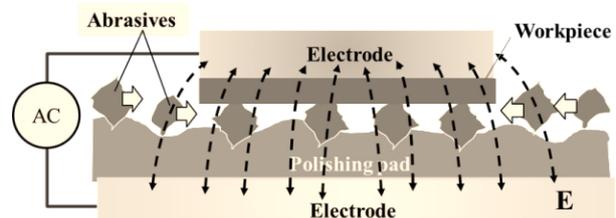


Fig. 2 Principle of abrasive control technique with AC electric field

Fig. 3は、電界ラップ技術を下定盤径φ910mmの片面研磨装置に導入した研磨装置の装置概観である。上下定盤は電極とするためSUS材を用いる。また、電界強度は電極間距離に依存することから、

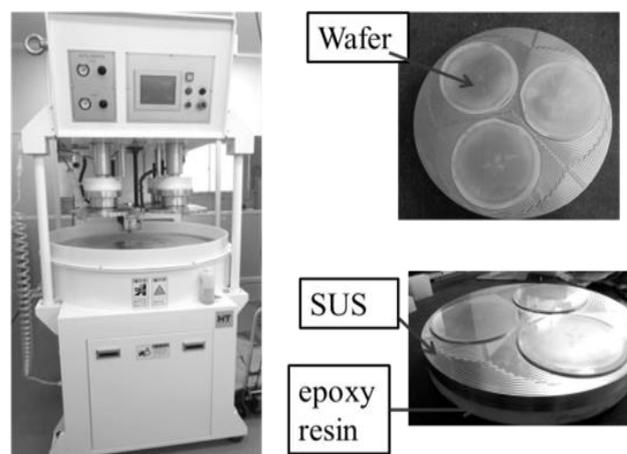


Fig. 3 Lapping machine using controlled slurry under AC electric field

試料研磨界面の電界強度が他部のプレート内と比して、強くなるように、Fig.3右図に示すように、上定盤の試料貼り付け部に凸形状部位を設ける構成としている。下部定盤上には硬質樹脂定盤を貼り付け、ラップ工具として用いる。

この装置を用いたラッピング試験の研磨レートは、無電界時の11.5 $\mu\text{m/h}$ に対し、電界印加を行うと17 $\mu\text{m/h}$ となり、研磨レートは47%向上する結果を得ている。これは、通常の銅定盤を用いた研磨レート13 $\mu\text{m/h}$ と比較しても27%向上する結果である。また、Fig. 4 に銅定盤による加工面と、樹脂定盤で得られた加工面の基板表面性状を比較した結果を示す。銅定盤を用いた従来法の表面粗さはPV 35.85nm、Ra 2.14nm、電界ラップ技術により得られた試料の表面粗さはPV 16.01nm、Ra 1.48nmであった。特にPV値は大幅に低減されており、後工程であるCMP工程の除去量を抑制できる可能性を示している。

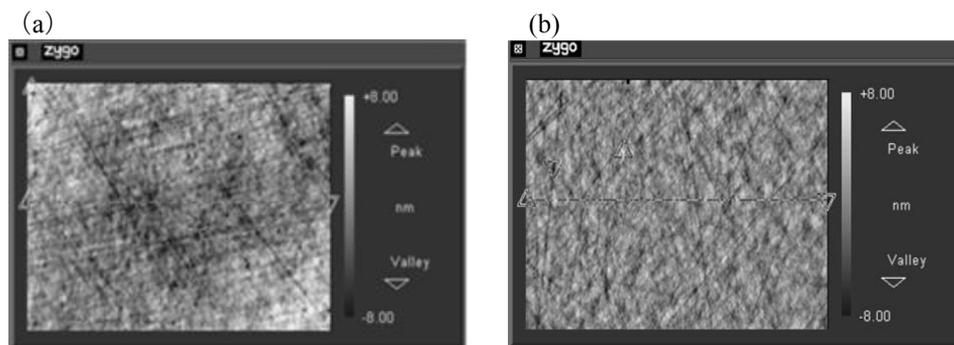


Fig. 4 Surface roughness:

(a) Cu platen (PV 35.85 nm, Ra 2.14 nm), (b) Resin platen (PV 16.01nm, Ra 1.48nm)

2-2 樹脂製ラップ工具の基礎検討

Fig.4で示した表面粗さの結果より、硬質樹脂製ラップ工具を用いた電界ラップ加工面は、通常の金属定盤の加工面に比べ、表面品位が良好である。

この加工メカニズムを明らかにするため、ラップ加工時のラップ工具上に存在する砥粒の状態について、銅定盤との比較評価実験を行った。実験には、Fig.5に示す卓上研磨装置（BUEHLER製、定盤径 ϕ 180）を用い、その定盤に、樹脂定盤、銅定盤($t=1\text{mm}$)をそれぞれ貼り付け、電着ダイヤモンド砥石でそれぞれの形状修正を行ったものをラップ工具とした。形状修正後、 ϕ 2インチサファイアウェーハ3枚を上部定盤に貼り付け、加工時間6分間のラップ加工実験を行った。電界ラップ加工では低粘度のシリコンオイル

Table. 1 Lapping conditions

Work piece	Sapphire ϕ 2inch*3pieces
Slurry	Water + diamond abrasive (2-4 μm), 2wt. %
Slurry flow rate	1ml/min
Load	160g/cm ²
Rotational Speed	100rpm
processing time	6min



Fig.5 Lapping test machine

を溶媒とするが、樹脂定盤上の評価観察のため、分散溶媒には市水を用いた。ラップ加工条件をTable 1に示す。それぞれのラップ加工後、樹脂定盤、銅定盤を取り外し、流水洗浄を行った後、これを白色顕微干涉計（ZYGO製NewView6300）を用いて、加工前後のラップ工具の表面性状観察を行った。観察結果をFig.6に示す。Fig.6(b)で示したように、ラップ加工後の銅定盤上には、多数の細かく破碎されたダイヤモンドが観察された。また、粒径に対して高さの低い突起が見られた。これは、砥粒が銅定盤に埋め込まれ、その後、表面より突出した部分は破碎したものと考えられる。一般に知られるラップ加工メカニズム通りであることを

確認できた。一方、樹脂定盤では、形状修正を行うと、樹脂伸びと呼ばれるひだ状の表面を呈する。この樹脂伸びはFig.6(c)中では、横方向にひだを形成している。ラップ加工後の観察像Fig.6(d)では、樹脂伸びは縦方向に現れている。ラップ時に散布されたダイヤモンド砥粒はこのひだで保持されることが想定される。保持されたダイヤモンド砥粒は通常のラップ加工とは異なり、砥粒が定盤に埋め込まれていない。また、破碎砥粒が少なく初期粒径が維持され残存している。

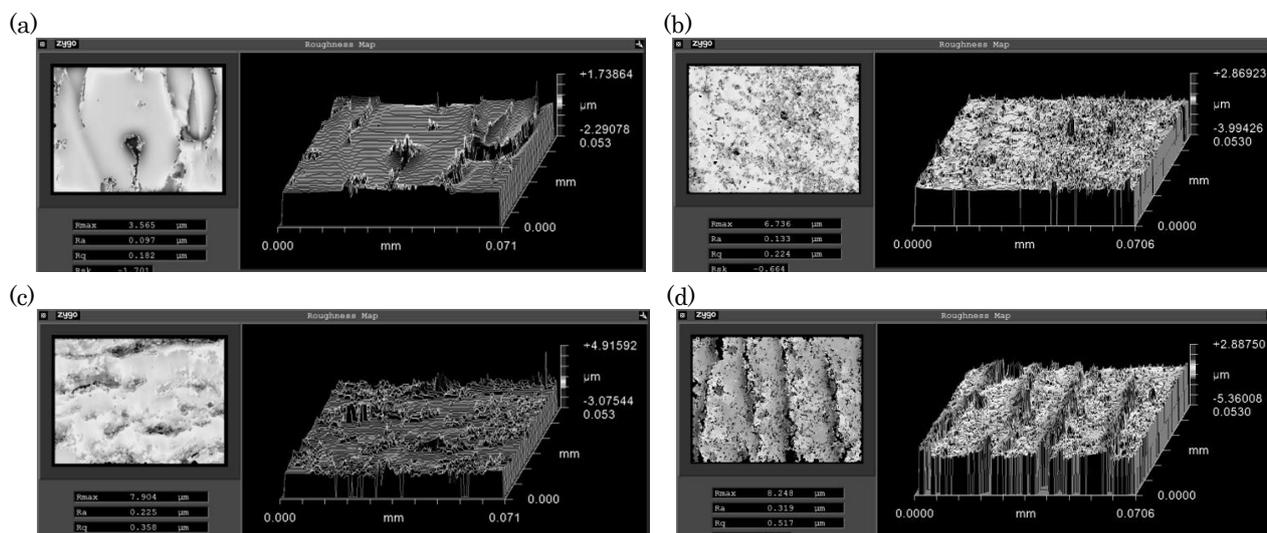


Fig. 6 Platen surface: Cu platen before lapping, (a) and after lapping, (b). Resin platen before lapping, (c), and after lapping, (d).

これらより、樹脂定盤では、ダイヤモンド砥粒自体に破碎可能な加工圧力が加わっていないことが考えられ、砥粒が被加工物に与える局所的な加工力も低いものと予想される。さらに、砥粒が定盤上に埋め込まれていることが少ないことから、ダイヤモンド砥粒は遊離砥粒として作用し、研磨加工を進展させているものと考えられる。このようにダイヤモンド砥粒が遊離砥粒として振る舞うため、定盤上の砥粒保持には電界砥粒制御技術が必要不可欠であることが言える。加えて、初期粒径が維持されることからスラリーの循環形式が採用できる可能性があることも分かった。

3. まとめ

既存のラップ加工に比べて研磨品位を向上させつつ、研磨効率を27%向上できる電界ラップ技術において、その表面品位向上メカニズムの解明を試みた。その結果、樹脂定盤を用いることで局所的な加工圧力が抑制でき、遊離砥粒的な振る舞いをすることから、表面品位向上に大きく寄与することが分かった。また、これらの研磨効率、維持・向上を得るためにも電界砥粒制御が必要不可欠であることが分かった。さらに、砥粒供給の循環方式の採用など、低コスト化への可能性も示した。今後、電界印加条件の最適化を進め、次世代半導体基板製造コストの削減へ寄与する新たな技術を構築することを目指す。

文 献

- [1] 赤上陽一, 梅原徳次, 他2名; 粒子分散型機能性流体を用いた精密研磨方法の開発, 日本機械学会論文集 c 編, 66 巻, 649 号, 270-275 頁 (2000) (特許 3595219 号)
- [2] 谷泰弘, 河田研治; 液体ボンド砥石を用いた高能率研磨法の開発, 日本機械学会論文集 C 編, 51 巻, 471 号, 3145-3148 頁 (1985)

超音波技術を用いた液体霧化に関する検討

ナノメカニカル制御グループ 森 英季、櫻田 陽、荒川 亮

Liquid atomization by using ultrasonic technology

Nano-Mechanical Control Group

Shigeki MORI, Akira SAKURADA, Ryo ARAKAWA

抄録

円環型圧電素子をボルト締め固定したランジュバン型の振動子を用いた超音波による霧化は大気中で有機材料の薄膜を作り出すために有効な方法の一つである。ランジュバン振動子の先端に取り付けられたホーンは共振による縦振動を増幅し、ホーン先端面に満たされた液面にキャピラリ波を発生させる。また、本霧化ノズルを貫通する液路内でキャビテーションを効率的に発生させ、2つの効果により効果的に微小液滴による安定した霧化が可能となっている。本研究では2つの共振周波数の霧化ノズルを試作し、液粒の粒径分布と共振周波数の関係について調べ、超音波を利用した霧化手法の基礎的な検討を行なった。

[キーワード：超音波霧化、有機薄膜、液体微粒化、ランジュバン型超音波振動子、アクチュエータ、円環型圧電素子]

Abstract

To coat organic thin films in the atmosphere, we have studied about ultrasonic atomization by Langevin-type transducer using ring type piezoelectric element. Langevin-type transducer generates ultrasonic wave to tune in to its resonance frequency to drive. The generated longitudinal vibration is amplified by a horn fastened to the transducer. By satisfying the atomization surface of the end of horn at a constant thickness of the liquid, liquid atomization is occurred by ultrasonic wave. The ultrasonic causes capillary wave on the end of the horn and cavitation bubble in the liquid. In this study, we have developed two ultrasonic atomizers with difference resonance frequency types and have compared to base on the average size of particle and it distribution.

[Key words: Ultrasonic atomization, Organic thin film, Liquid atomization, Langevin-type transducer, Actuator, Ring type piezoelectric element]

1. はじめに

近年、面発光を可能にする有機 EL 照明が注目されている。特に自動車部品の分野では、車内灯やインパネ周りの照明等への利用がデザイン性などの面から要求されている。一般に有機 EL は図 1 に示すような 5 層構造で構成されており、大気中の水分が有機材料を劣化させるため、それぞれ蒸着やスパッタによる成膜が

一般に行なわれてきた。しかしながら、車内ルーフ照明への利用を考えた場合、大きな曲率を有する大型の樹脂部品への成膜が想定され、コスト面や生産性の観点から高い真空環境を必要としない方法が必要になると予想される。

有機薄膜を大気中で成膜する手法として、静電霧化やエアゾール、超音波噴霧による塗布方法が知られている。半導体の描画にも用いられる静電霧化は、塗布液材に高電圧を印加することで液粒に斥力を発生させて液粒の微細化を行な

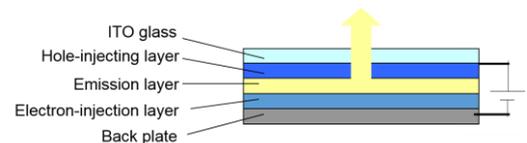


Fig. 1 Schematic of organic EL

う手法で、平均粒径 1nm 程度の微細な液粒を生成することができるが、1 つのノズルで塗布できる液量には限界があり、大面積への塗布には向かず、塗布効率的に問題がある。また、圧縮空気を用いるエアゾールでは塗布効率が低い反面、一般に液滴の粒径が大きいという問題がある。このため、液滴の粒径と塗布効率が比較的にバランスしている超音波噴霧を用いた有機薄膜作成について検討を行なった。

超音波技術を用いて液体を霧化する方法としては容器底面に振動子を取り付け、キャビテーション効果で霧を発生させる一般に加湿器などに用いられるネブライザーや、かつてエンジンの燃料噴射機構として用いられたランジュバン型の超音波霧化方式がある。

本年度は、一般に霧化条件が難しいが精密な塗布に適すると考えられるランジュバン型振動子を用いた超音波霧化法に関して、液粒の発生原理の確認と液粒の微細化について検討を行なった。

2. ランジュバン型超音波振動子

最もポピュラーな超音波発生機構として、1920年代に発明されたランジュバン型振動子がある。ランジュバン型振動子とは2枚の弾性板の間に振動素子を挟み、低周波数の強力な超音波を発生させる構造であるが、本研究では、この構造の利害得失を見極めるため、振動子と金属板をボルト締め式で固定したボルト締め式ランジュバン型振動子 (Bolt-clamped Langevin-type Transducer : BLT) を検討した。ここで、BLTの概略構造を図2に示す。上下面に配置された金属ブロックの間に、2枚の円環型圧電素子を正極側が向かい合うように中間電極を介して挟み込むもので、この電極とケース側にアースされている両端面との間に交流電圧を印加することで、振動子は上下方向 (素子の厚さ方向) の振動が発生する^{[1][2]}。

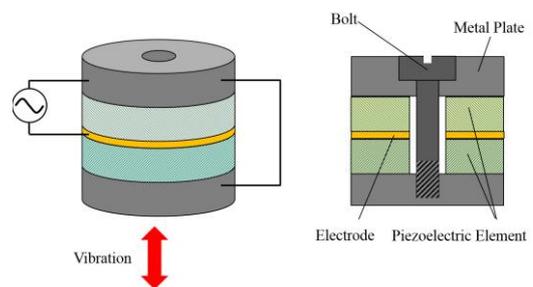


Fig. 2 Schematic of Bolt-clamped Langevin-type Transducer

本研究ではランジュバン振動子にストロー状ホーンで構成される超音波霧化ノズルを提案し、ノズル先端の振動面上に生じるキャピラリ波やノズル内を通過する液中内に発生するキャビテーションによって発生される霧化現象を観察し、検証した。

3. ランジュバン振動子を用いた液体の微粒化^[3]

試作されたランジュバン振動子の動特性を評価するため、図3に示す超音波霧化ノズル (SJ40kD04-1) について振動面の振動計測を行った。ノズル機構部には圧電素子に比べ十分な質量を有するステンレス鋼 (SUS303) を用いた。セラミックス製の圧電素子はチタン酸ジルコン酸鉛 ($\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$: PZT) の円環型圧電素子単板 (C-203: 富士セラミックス) で、上下面に電極となる加工処理がなされており、振動子中央が正極側になるように2枚配置した。

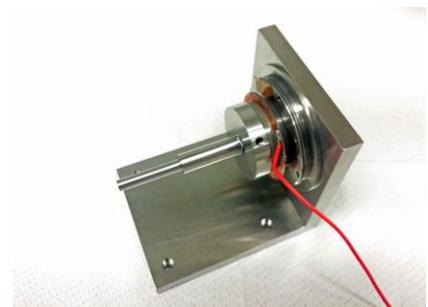


Fig. 3 40kHz type ultrasonic atomizer (SJ40kD04-1)

また2枚の素子の間には中間電極として銅製の薄板を挟みこみ、金属ブロックを介してボルト締め固定した。試作されたランジュバン型の霧化ノズルは中空構造でランジュバン振動子の後端からノズル内部を液剤が通り、ノズル先端までシリンジポンプによって押し出され、端面を均一の液面で覆うことでキャピラリ波が効率的に発生する。霧化現象は液中の空気が高速に振動されることでキャビテーションにより気泡が発生

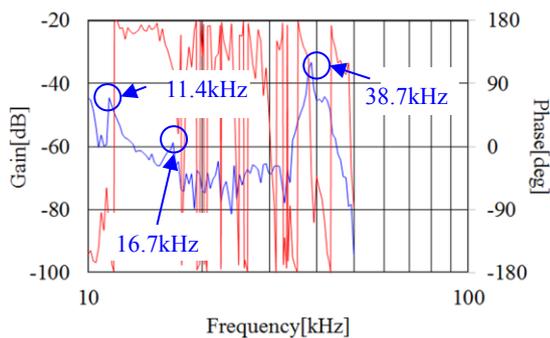


Fig. 4 Frequency property of SJ40kD04-1

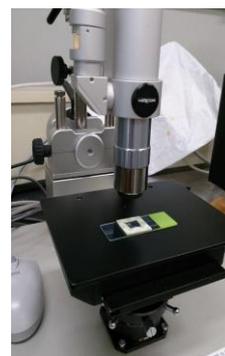


Fig. 5 Schematic of immersion method

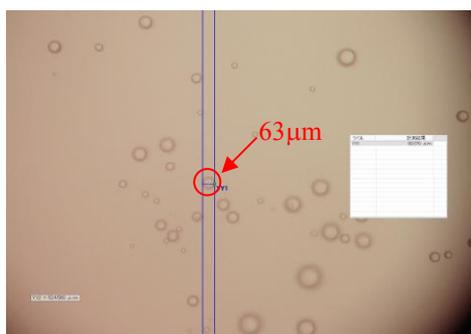


Fig. 6 Microscope image of liquid particle (SJ40kD04-1)

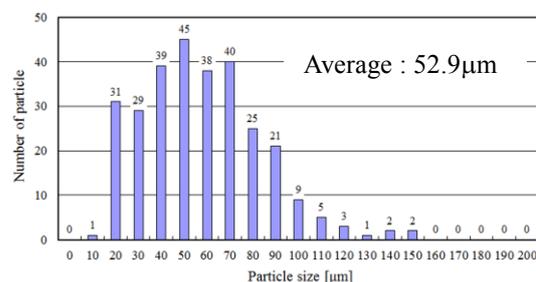


Fig. 7 Particle size distribution of ultrasonic atomizer (SJ40kD04-1)

し、またノズル先端面ではキャピラリ波における波の頂点が千切れ飛ぶことで微小径の液滴が生成される。ここで、圧電素子の各寸法は、外径 38mm、内径 15mm、厚さ 5mm、この単板 1 枚当たりの固有振動数（設計値）は 40kHz である。

次に試作した霧化ノズルの周波数特性を調べるため、周波数応答解析器（FRA5097、エヌエフ回路設計ブロック）から出力される正弦波信号を入力としてバイポーラ電源（HSA4051、エヌエフ回路設計ブロック）を介して電圧増幅させて、圧電素子に入力し、微小変位計光マイクロメータ（MTI-2000、MTI instruments）を用いて振動変位を測定した。実験ではオフセット電圧125Vを加え、0から240Vすなわち±120Vの振幅範囲となるような正弦波電圧を加え、10kHzから50kHzの周波数帯域で計測を行った。得られた周波数特性は図4に示すもので、ランジュバン型霧化ノズル最も大きな共振は38.7kHzに現れており、圧電素子の設計共振周波数（40kHz）に起因する振動によるものと推測される。また、11.4kHz、16.7kHzにも構造に起因するものと考えられる共振が現れているが、13dBの38.7kHzに比べ、10dB程度低い値を示しており、振動方向もキャピテーションやキャピラリ波を発生させる振動と異なるためか、この周波数で加振しても霧化は発生しなかった。

超音波による霧化で発生した液滴の粒径を計測するため、スライドガラス上にシリコンオイルの液溜まりを作り、この中に液滴を閉じ込め、図5に示すようにデジタルマイクロスコープ（KH-7700、ハイロックス）で計測した。最初の段階として純水を超音波で霧化したときのマイクロスコープで撮影した画像を図6に示す。シリコンオイルに閉じ込められた水滴の粒径計測を行ない、図7のような粒度分布を求めた。38.7kHzで振動させた超音波霧化による平均粒径はφ52.9µmであるが、φ50µmを中心に粒径のばらつきが大きいことがわかる。また、シリコンオイルで観察される液粒には霧化後に再凝集したと考えられる径の大きな液粒が複数ある事が確認できた。超音波による霧化の微細化には、振動周波数を高める必要があることは広く知られている^[2]。平均粒径の微細化を図るため、図8に示すような120kHzの共振周波数を有する超音波霧化ノズル（SJ120kD04-1）の検討を行なった。高帯域化のため、使用した圧電素子の各寸法は、

外径 13mm、内径 4mm、厚さ 5mm であり、材質は 40 kHz タイプのものと同一である。また、ホーンは構造の共振周波数に合わせ、効率良く縦振動を増幅させるように設計した。試作した霧化ノズル (SJ120kD04-1) の周波数特性について、図4と同様にして周波数帯域を 10kHz から 200kHz としたときの測定結果を図9に示す。得られた周波数特性から最も大きな共振ピークは 61.0kHz に現れており、84.7kHz、113.3kHz においても共振ピークが確認できた。最大の 61.0kHz のピークが 45dB であるのに対して、84.7kHz では 36dB、113.3kHz では 31dB であったが、霧化現象が確認できたのは 113.3kHz で駆動させた場合のみであった。これは、61.0kHz、84.7kHz の共振は構造に起因する共振であり、振動も霧化が発生しない方向であるものと考えられる。これらのことから、圧電素子そのものの共振周波数 (120kHz) は 113.3kHz に現れているものと推定される。

40kHz の場合と同様にシリコンオイル中に閉じ込めた純水の液粒を図10に示すようなマイクロスコープ画像で観察した。40kHz の場合と比べ、液粒全体が ϕ 10 μ m 程度に微細化していることが確認できる。また、得られた粒度分布は図11に示すもので、 ϕ 9.6 μ m で ϕ 8 μ m を中心に微細化がなされている。加えて、粒径が 26 μ m 以上の液粒も確認されないことから、液粒同士の凝集が少なくなったものと考えられる。

4. まとめ

ランジュバン型の振動子の縦振動を用いた超音波霧化ノズルを試作し、霧化現象の確認と得られた純水の液滴の観察を行った。霧化による液滴の粒径は駆動周波数に依存し、40kHz タイプの平均粒径は、 ϕ 52.9 μ m、120kHz タイプでは ϕ 9.6 μ m であった。今後、霧化ノズルの最適化を進めながら、塗布パターン、液剤の粘度など様々な諸条件を変えながら、有機材料の効果的な大気中成膜について検証を行なう。

文 献

- [1] 日本電子機械工業会：“超音波工学”，コロナ社，pp.72-79，(1995).
- [2] 千葉近：“超音波噴霧”，山海堂，pp.207-209，(1990).
- [3] 荒川亮，櫻田陽，森英季，長縄明大，渋谷嗣，大日方五郎：“ランジュバン型振動子による超音波発生機構のため圧電素子特性”，2014年度精密工学会秋季大会・講演論文集 CD-ROM,D04，pp.173-174，(2014).



Fig. 8 120kHz type ultrasonic atomizer (SJ120kD04-1)

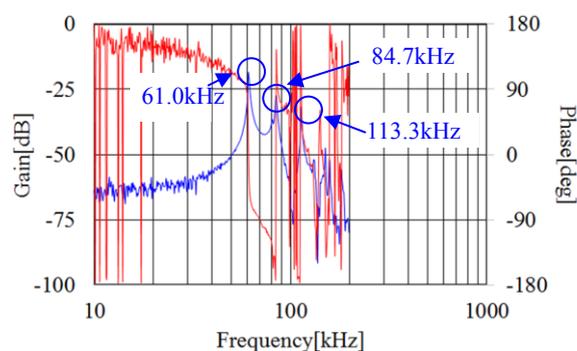


Fig. 9 Frequency property of SJ120kD04-1

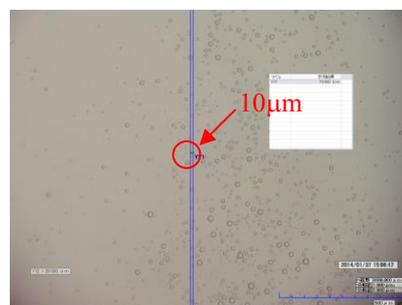


Fig. 10 Microscope image of liquid particle (SJ120kD04-1)

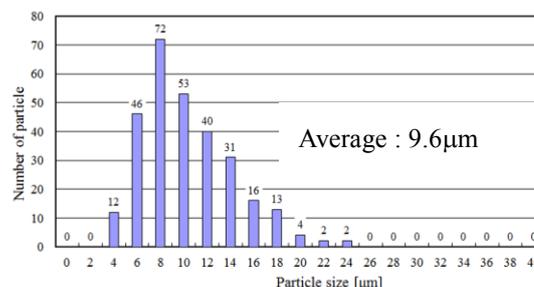


Fig. 11 Particle size distribution of ultrasonic atomizer (SJ120kD04-1)

半導体スピndeバイスの基盤技術開発（第4報）

スピン・ナノデバイスグループ 鈴木淑男、神田哲典

Development of Basic Technology for Semiconductor Spin-Devices [4]

Spin and Nano Devices Group Toshio SUZUKI, Tetsunori KODA

抄録

半導体スピndeバイスの基盤技術の研究開発を行っている。今年度は、SOI基板におけるSi活性層の薄膜化を検討し、良好な表面状態を有する薄膜SOI基板を作製することができた。さらに、このSOI基板にイオン注入を行い、高ドーピングのSi活性層で表面性を確保する条件を見出した。また、微小磁性体の熱揺らぎを利用する新しいデバイス開発を目指し、電子ビームリソグラフィ技術による直径100 nm、磁性体間隔80 nmのレジストパターンを作製する微細加工プロセスを構築した。

[キーワード: スピントロニクス、スピン注入、スピンプンピング、SOI基板、電子ビームリソグラフィ]

Abstract

The research and development of basic technology for semiconductor spin-devices has been carried out in the 4th year of the five years project. In this annual, thinning a top Si layer of an SOI substrate was studied and the flat and clean surface of the top Si layer was successfully obtained. Furthermore, ion-implantation conditions were found for the high doped top Si layer with clean surface. Aiming at the development of a new device operating by thermal fluctuation for the nano-scale ferromagnet, a resist pattern of 100 nm-diameter and 80 nm-pitch was achieved by the electron beam lithography process.

[Key words: Spintronics, Spin injection, Spin pumping, SOI substrate, Electron beam lithography]

1. はじめに

巨大磁気抵抗効果(GMR)の発見と室温トンネル磁気抵抗効果(TMR)の発見に端を発し、スピneレクトロニクス(別称、スピントロニクス)と呼ばれる研究分野が注目を集めている [1]。産業としても、ハードディスクドライブ用の再生ヘッド、高感度磁気センサー、磁気ランダムアクセスメモリー(MRAM)へと応用範囲を広げ、市場のさらなる成長が期待されている。また、半導体技術における微細化限界や消費エネルギー問題を打破する新現象の宝庫としても期待され、アクティビティの非常に高い分野となっている。

本政策研究は、平成18年度から22年度の間実施したスピneレクトロニクスデバイス技術の研究開発を半導体分野に展開させるものである。既に、企業と大学との連携により、Siへの室温スピン注入を世界に先駆け成功している [2, 3]。この技術の応用範囲を広げるとともに基盤技術として深化させ、延いては秋田県の産業経済基盤の再構成戦略に貢献することを目指し、研究開発を進めている。

今年度は、Siスピndeバイスを開発するために必要となるSOI基板とその伝導度の調整に関する検討を行った。また、微小磁性体の熱揺らぎを利用する新しいスピndeデバイス開発を目指し、膜構造と素子作製プロセスの検討を行った。前者については鈴木、後者については神田が検討結果をまとめる。

2. Si スピンデバイスの開発

昨年度までにSi基板の表面処理と表面状態、MgO薄膜の積層、さらにMgO/Si界面の構造について基礎的な検討を行ってきた。今年度はこれらの検討に加え、Siスピンデバイスを作製するために必要となるSOI基板の作製とドーパント（リン）濃度の調整について検討した。さらに、強磁性電極として優れたスピン注入・抽出特性を期待できるFeCo薄膜の成膜条件を検討した。

図1に、CZ基板およびSOI基板の清浄化後のRHEEDパターンを示す。CZ基板と同様、SOI基板で2×1規則構造（図中矢印で示すパターン）が得られている。このSOI基板は、製造受託企業の協力のもと、市販のSOI基板のSi活性層を薄膜化したものである。薄膜化による表面ダメージが懸念されたが、本研究で採用した薄膜化手法により、CZ基板と同等の清浄性と平坦性が得られることがわかった。

図2は薄膜化したSOI基板に高濃度のリンを打ち込んだ試料のRHEEDパターンを示す。打ち込み条件となる加速電圧とドーズ量は、自作のプログラムを用いたシミュレーションにより設定した。図の試料の打ち込み量は $1 \times 10^{20} \text{ (cm}^{-3}\text{)}$ である。CZ基板や打ち込み前のSOI基板に比べ、ストリークの間隔が広がっているものの、2×1構造が得られている。従って、今回の打ち込み条件で作製した高ドープのSOI基板表面は、ショートレンジでは原子レベルで平坦であるといえる。

図3は、SOI基板に対する電子濃度と表面ポテンシャルの測定結果の関係を示す。図には、ドープ量を変えて作製したCZ基板に対する測定結果も比較のためにプロットした。なお、表面ポテンシャルの測定値は、Auの測定値を5.2 eVとして校正した。電子濃度の増大に伴い、表面ポテンシャルが小さくなる傾向がみられる。これは、仕事関数が小さくなることを意味する。従って、ドープ量の増加に伴い非縮退半導体から縮退半導体に転移し、伝導帯の電子濃度の増加に対応した現象が検出されていると考えられる。

図4は、FeCo/MgO/Si構造を作製した結果を示す。Si基板はCZ基板を用いた。図(a)は、従来のFeと同

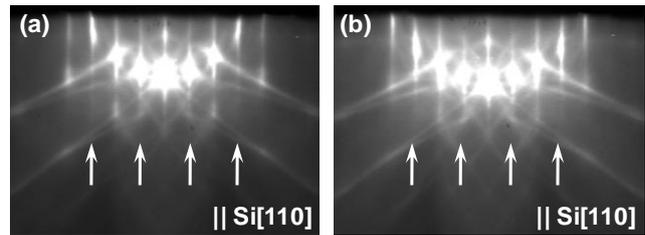


図1 Si基板の清浄化後のRHEEDパターン。(a)CZ基板、(b)薄膜化SOI基板。

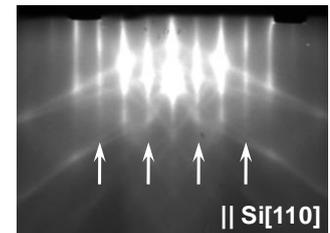


図2 SOI基板のRHEEDパターン(打ち込み後)

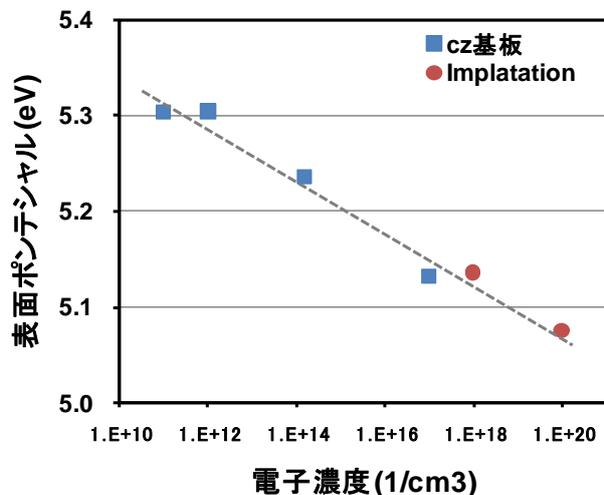


図3 Si基板の表面ポテンシャルと電子濃度

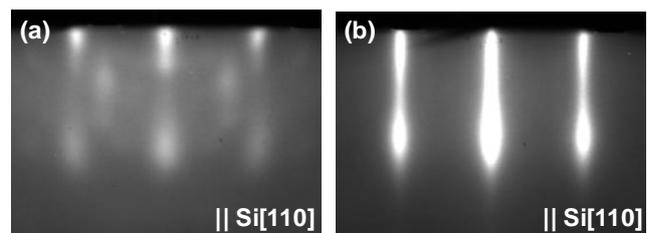


図4 FeCo(13 nm)/MgO(1.4 nm)/Si基板のRHEEDパターン。成膜条件の(a)最適化前、(b)最適化後。

様の成膜条件でFeCoを成膜したものであり、結晶性が悪く、さらに面内ランダム配向のバリエーションの存在を示すリング状のパターンも観測されている。これに対し、図(b)は、FeCo薄膜の成膜条件を最適化したものであり、ストリーク状のパターンを示す良好なエピタキシャル積層膜となっている。X線回折のロックンギングカーブの半値幅は、図(a)の試料は 5.4° であるのに対し、図(b)では 2.8° が得られている。

トンネル障壁を介する強磁性金属からSiへのスピンの注入において、注入電流のスピンの偏極率が小さいことが現在問題となっており、原因究明が強く望まれている。今後、これまでに構築した技術を用いることでスピン注入特性の評価を行い、高効率のスピン注入を実現するための要件を提案したいと考える。

3. 微小磁性体の熱揺らぎを利用したスピン注入の検討

スピン流と呼ばれる電子のスピン角運動量の流れを制御して機能性を創製するスピントロニクスの研究開発が活発に行われており、ハードディスクの読み取りヘッドとして既に実用化されている。この分野の重要な技術として、非磁性体中のスピン流生成がある。強磁性体と非磁性体（金属、半導体）を接合させた系において強磁性体に強磁性共鳴を誘起すると、強磁性体の局在磁化と非磁性体の伝導電子の相互作用で非磁性体中にスピン流を生成させることができる。これはスピンプンピングと呼ばれる手法 [4] で、その特徴はエネルギー効率よくスピン流を生成できることである。一方、強磁性共鳴を誘起する為に外部からマイクロ波や高周波磁場を強磁性体に照射する必要があるため、スピンプンピングを利用した実用デバイスの実現を困難にさせている。

サブミクロンサイズの微小強磁性体はその体積が小さいことに起因して磁気エネルギーよりも熱エネルギーが相対的に大きくなるため、熱揺らぎと呼ばれる磁化が恒常的に振動する現象が顕在化する。熱揺らぎが生じている微小磁性体に磁場を印加すると熱揺らぎによってその有効磁場を歳差軸とする強磁性共鳴が生じる [5]。本研究では、この熱揺らぎによって誘起される強磁性共鳴に着目し、これまで報告例の無い微小磁性体の熱揺らぎを利用した非磁性体へのスピン注入を検討している。この手法と後述する逆スピンホール効果を組み合わせると、低消費電力磁気センサーや発電素子等のデバイス展開が期待できる。1つの微小磁性体からのスピンプンピングの効果は非常に小さいと考えられる為、実用的なデバイスとするためには微小磁性体の集合体を作製する必要がある。そこで、本年度は膜構造の検討や素子作製プロセスの構築を中心に実施した。

本研究では非磁性体中のスピン流を検出する為に逆スピンホール効果を利用する。これはスピン流と磁場のどちらの方向にも垂直な方向に電流が流れる現象である [6]。逆スピンホール効果はスピン軌道相互作用によって引き起こされる為、スピン軌道相互作用の大きな物質を用いる必要がある。本検討ではこの代表的な物質であるPtを非磁性層として用いた。非磁性層中のスピン流は非磁性層中のスピン蓄積分布によって形成される。スピン蓄積分布は非磁性層の膜厚や微小強磁性体のサイズ・間隔によって大きく変わるため、適切なスピン蓄積分布が得られる膜構造の検討を数値計

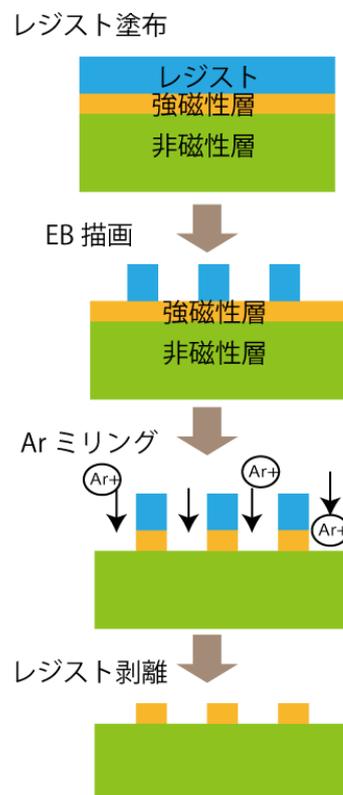


図5 測定素子作製の流れ

算により実施した。その結果、非磁性体として Pt を単層で用いると Pt 層内にスピン蓄積の無い領域が形成され、逆スピンホール効果によるスピン流の評価を妨げることが判明した。この問題を回避する方法を検討し、スピン角運動量伝搬距離が長い非磁性材料である Cu と Pt の積層膜にし、且つ、それぞれを適切な膜厚にすることによって、Pt 層内の全領域でスピン蓄積が生じることを数値計算で見いだした。この検討結果に基づいて、Si 基板上に DC 及び RF マグネトロンスパッタ法により保護膜/NiFe/Pt/Cu からなる多層膜を作製した。

図 5 に測定素子作製の流れを示す。微小磁性体の作製には、電子線リソグラフィ法と Ar ミリング法を組み合わせた微細加工プロセスが用いられた。電子線リソグラフィで描画・現像された電子線レジストをマスクとして Ar ミリングにより強磁性層を削り微小磁性体集合体を作製する。電子線描画条件を検討し、図 6 に示すような直径 100nm、磁性体間隔 80nm のレジストパターンを再現性良く作製できる微細加工プロセスを構築した。このレジストパターンを用いて作製された微小磁性体集合体測定素子を用いて現在特性評価を実施している。報告例の無い動作原理である為、その評価方法を検討している段階で、来年度も引き続き動作原理の検証を行う。

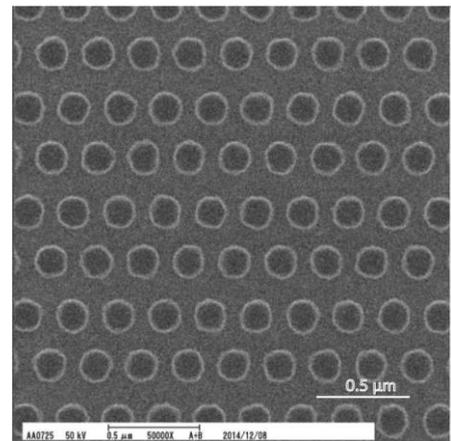


図 6 微小磁性体集合体用レジストパターン

電子線描画条件を検討し、図 6 に示すような直径 100nm、磁性体間隔 80nm のレジストパターンを再現性良く作製できる微細加工プロセスを構築した。このレジストパターンを用いて作製された微小磁性体集合体測定素子を用いて現在特性評価を実施している。報告例の無い動作原理である為、その評価方法を検討している段階で、来年度も引き続き動作原理の検証を行う。

文 献

[1]http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2007/

The 2007 Nobel Prize in Physics goes to Albert Fert and Peter Grünberg "for the discovery of giant magnetoresistance".

[2] T. Suzuki, T. Sasaki, T. Oikawa, M. Shiraishi, Y. Suzuki, and K. Noguchi, "Room-Temperature Electron Spin Transport in a Highly Doped Si Channel", Appl. Phys. Express, 4 (2011) 023003.

[3] 秋田魁新報, "電子「スピン」の情報伝達, 世界初常温でも実証. 県産総研や TDK, 阪大", 第 1 面, 2011 年 3 月 11 日.

[4] S. Mizukami, Y. Ando, and T. Miyazaki, "Effect of spin diffusion on Gilbert damping for a very thin permalloy layer in Cu/permalloy/Cu/Pt films", Phys. Rev. B, 66, (2002) 104431.

[5] Y. Zhou, A. Roesler, and J. Zhu, "Experimental observations of thermally excited ferromagnetic resonance and mag-noise spectra in spin valve heads", J. Appl. Phys., 91, (2002) 7246.

[6] E. Saitoh, M. Ueda, H. Miyajima and G. Tatara, "Conversion of spin current into charge current at room temperature: Inverse spin-hall effect", Appl. Phys. Lett., 88, (2006) 182509.

液晶マイクロレンズアレイによる配光制御デバイスの開発（第2報）

オプトエレクトロニクスグループ 梁瀬智、内田勝、王濱
スピン・ナノデバイスグループ 近藤祐治

Development of a light distribution control device using liquid-crystal (2)

Opto-electronics Group Satoshi YANASE, Masaru UCHIDA, Bin WANG
Spin and Nano Devices Group Yuji KONDO

抄録

液晶マイクロレンズアレイの配光制御への応用を目指し、LED光の拡散および混色の評価を行った。その結果、明確な色の変化が色度座標で確認できた。またスリット電極による液晶シリンドリカルレンズアレイによる光偏向デバイスの構造パラメータの最適化を行った。その結果、透過光の利用率は50%程度で偏向角は7°が見込まれることがわかった。液晶レンズのオーバードライブ駆動による高速応答をMTF評価にて確認した。レンズパワー3.2Dへの変化において、30ms以下での切り替えが可能であることがわかった。

[キーワード：液晶、マイクロレンズ、シリンドリカルレンズ、光拡散、光偏向、オーバードライブ駆動、高速切り替え]

Abstract

We report three studies on the LC lens. First, In the color coordinates, color changing of LED light to white from red, green or blue by light diffusion effect of the LC microlens array was confirmed. Next, the LC cylindrical lens array with optimized electrodes design indicated the transmittance of about 50 % and the deviation angle of 7 degrees as a light deflection device. Finally, response property of the LC lens was investigated by measurement of MTF and observation of fringe patterns for the LC lens. It was found that fast switching time less than 30 ms can be achieved by the over drive method that controlled in milliseconds.

[Key words: Liquid crystal, micro-lens, cylindrical-lens, light diffusion, light deflection, over-drive, Fast-switching]

1. はじめに

液晶レンズ（以下 LC レンズ）は、機械的な可動部を持たずに連続的な焦点変化が可能であるユニークな特長を持つレンズとして秋田から発信された技術であり、近年3 V_{rms}程での電圧駆動が実現され小型撮像デバイスへの応用・搭載を目指した開発が行われている[1]。また、レンズ径が数百ミクロン以下の“液晶マイクロレンズ(以降 LC-MLA)”やスリットパターン電極を用いた“液晶シリンドリカルレンズ(以降 LC-CLA)”に関しても、様々な応用を目指した提案と実証が行われている[2-6]。当センターでも LC レンズの撮像デバイスへの応用に関する研究開発を通して技術蓄積を行ってきたが、昨年度からは LC-MLA や LC-CLA など小さな液晶レンズの可変効果を照明制御に応用する検討を始めている[7,8]。本報告では、LC-MLA による混色の効果について、また光偏向効果を検討している LC-CLA について述べる[9]。またこれら LC レンズデバイスの高速応答の実現に関する評価と、その成果についても報告する。[10]。

2. LC-MLA による光拡散と混色

2.1 実験方法

LC-MLAは印加電圧によって光拡散とその制御が可能であることが確認されている[7]。今回はその効果の増大と無偏光対応を確認するため、2枚のLC-MLAセルを重ね合

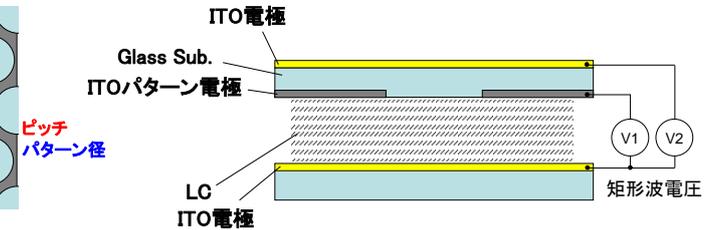
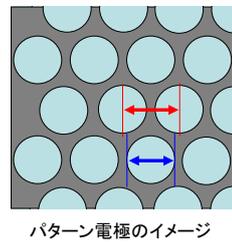


図1 LC-MLAの電極パターンとセル構造

わせて透過光の様子を観察した。1枚のセルは図1に示す様に2枚のITOガラス（厚み300 μm ）の間に液晶を挟み込んで作製した。一方のガラス基板は両面にITO電極を持ち、液晶と接する側には円形の電極パターン（径75 μm ）が六方格子状に85 μm ピッチで形成・配置されている。また対向電極として片面のみにITO電極をもつ基板を用い、液晶厚を50 μm として封止してある。次にラビング方向に平行および垂直の方向にセルを重ね合わせた。混色評価として、まずRGBのLEDを光源としてLC-MLAを透過した光を目視で観察した。またLEDチップの直上を色彩輝度計で色測定して、 u^* - v^* 色度座標上で比較・評価を行った。

2.2 実験結果と考察

図2にLC-MLAを透過したRGB LEDの光を観察した様子を示す。用いたLC-MLAはセルを平行方向に貼合わせてある。LC-MLAがOFF（素通し）状態では、各色のチップが独立した発光色として観察されている。

またLC-MLAを駆動条件1 ($V_1=2V_{\text{rms}}$, $V_2=0\text{V}$) および駆動条件2 ($V_1=2V_{\text{rms}}$, 逆位相 $V_2=40\text{V}_{\text{rms}}$) で動作させると、チップ周辺にも発光色がにじんで広がっている様子が確認できた。次に図2と同様にRGBすべてのチップが点灯している状態

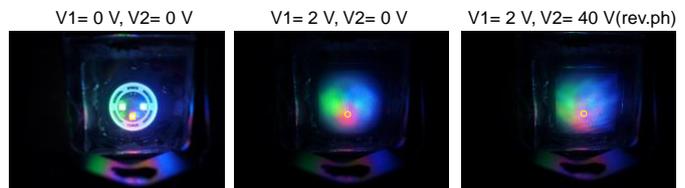


図2 RGB LEDの混色観察

状態で各チップ上の色度を評価した結果を図3に示す。LC-MLAが駆動していない状態では、R,G,Bチップ上の色度はそれぞれ曲線上にあり、ほとんどチップの発光色のみを示していることがわかる。一方、駆動条件1および2とすることで、色度図上の白色(D_{65} : $u^*=0.2$, $v^*=0.47$) 近傍に向かって色座標が変化することがわかった。LC-MLAのレンズ効果を増やすことでさらなる混色効果の増加が期待できる。

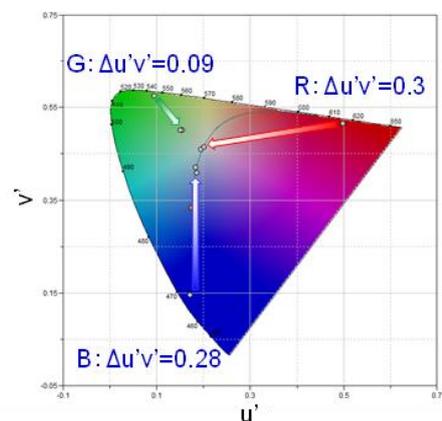


図3 u^* - v^* 色度図上での混色状態

3. LC-CLA による光偏向[9]

3.1 実験方法

LC-CLA は図4に示す様に高抵抗層持つ構造である。2組のスリット電極アレイが一定のピッチで形成されており、対向電極との間に電界を発生する。昨年度は電極 V_A および V_B に異な

る値の電圧を印加して液晶分子の配向分布に偏りを生じさせ、入射光を偏向できることを示した[8]。光学位相差分布の勾配が大きいほど偏向角は大きくなり、また開口における勾配幅（有効領域の割合）が広いほど偏向される光の強度が大きくなると考えられる。本報告では、この2つの評価量が大きくなる構造パラメータ（開口幅、電極幅、ギャップ幅）とその駆動条件の探索と偏向実験を行った。

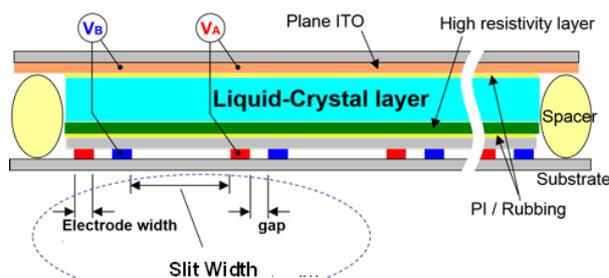


図4 液晶シリンドリカルレンズアレイの構造

3.2 実験結果と考察

パラメータの検討の結果を図5にまとめた。有効領域の割合は0.5～0.6の間に集まっていて、依存性が小さいことがわかる。また勾配は電極幅やギャップ幅小さいほど大きくなるが示された。これらの結果から、開口幅50 μm、電極幅5 μm、電極間ギャップ5 μmで、液晶厚20 μmのLC-CLAを作製した。このLC-CLAにハロゲンランプ光を入射した際の光偏向の様子を図6に示す。ピンホールとレンズを通った光は、LC-CLAがOFF状態では直進してスクリーンに照射されるが、ON状態では電位差に応じた方向に移動する様子が確認できた。ピーク位置から算出した偏向角は約4.6°であり、図5の勾配から想定される値とほぼ一致した。液晶材料の異方性を現在の0.2から0.3に変更することで、偏向角を7°程度まで増加できると見込んでいる。

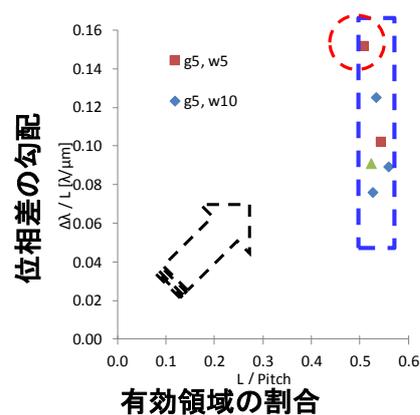


図5 LC-CLAの構造パラメータと光学位相差分布の関係

4. オーバードライブ法による液晶レンズの高速駆動[10]

4.1 実験方法

ディスプレイに比べて一桁以上厚い液晶層を用いる液晶レンズは、その応答性の改善が課題の一つである。本報告では、これまでに提案・検証を進めてきたオーバードライブ法（以下OD法）を用いて画像評価の観点から高速駆動の検証を行った。OD法の概念を図7に示す。高圧パルスを一時間だけ印加し、切り替え時間tsで定常駆動に切り替えるもので、tsは応答特性を決める重要なパラメータである。本検討ではφ2 mmの液晶レンズのレンズパワーがゼロから3.2 Dへの変化について評価している。また結像性能の評価として平凸レンズと液晶レンズを組み合わせる撮像レンズとし、定常駆動での合焦点位置におけるテストチャート撮影画像を解析することでMTF特性を評価した(図8)。画像観察には高速カメラ(3,000 fps)を用い、県立大石井先生にご協力いただいた画像解析システムを用いて時間経過における評価結果を得た。

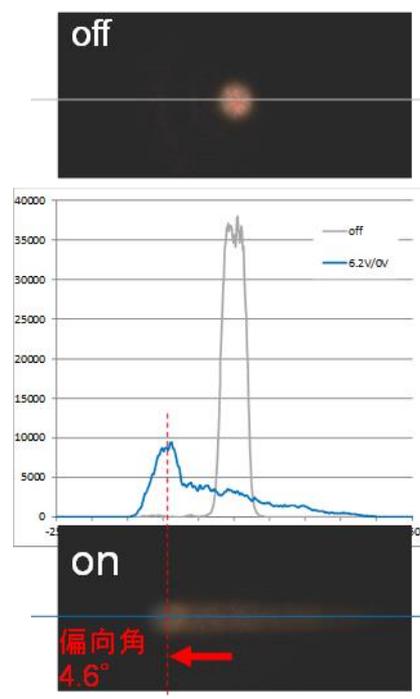


図6 LC-CLAの構造パラメータと光学位相差分布の関係

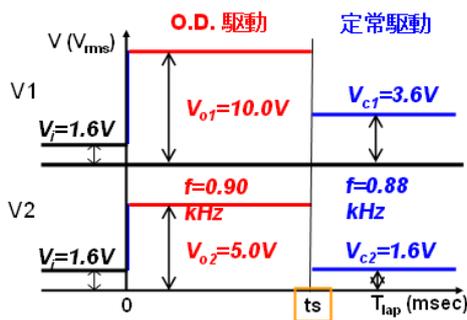


図7 LCレンズのオーバードライブ駆動のダイアグラム(P=3.2 D)

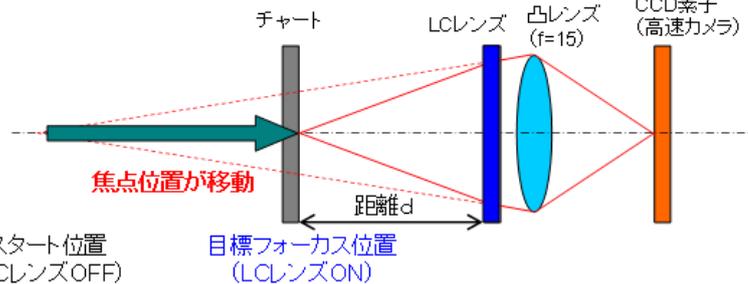


図8 MTF 特性評価の光学系のイメージ

4.2 実験結果と考察

図9に t_s が 25ms と 30ms での MTF 特性の時間変化を示す。図中の細いラインは OD 駆動を続けた場合、太いラインが t_s で定常駆動条件に切り替えた結果である。 $t_s = 25 \text{ ms}$ および 30 ms では多少の差はあるものの、高い空間周波数でも低い空間周波数でも駆動切り替えの t_s 以降では MTF 特性がほぼ一定になっていることがわかる。また同様の駆動条件で干渉縞の変化を観察した結果では、 $t_s = 28 \text{ ms}$ として切り替えたとき、その後の時間経過による干渉縞の変化がほとんど無いことが確認できている。以上の様に、OD 法において ms

単位での t_s の切り替え制御を行うことで、液晶レンズのパワーをゼロから 3.2 D への切り替えが 30 ms 以下の短い時間で可能であることを実証した。

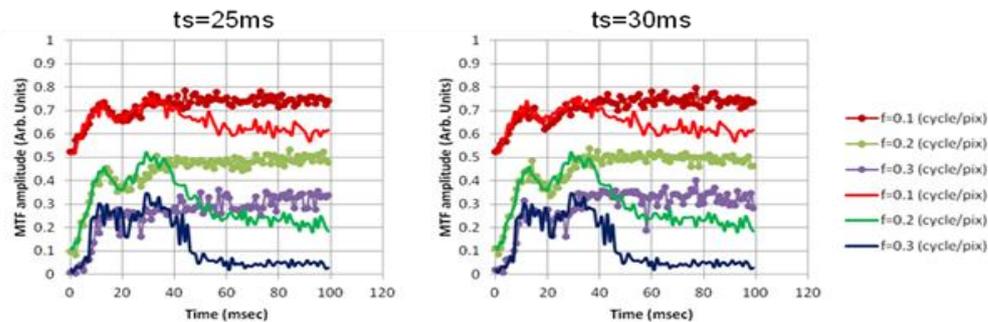


図9 オーバードライブ駆動法における MTF 特性の時間変化(P=0 → 3.2 D)

文 献

- [1] M.Ye, B.Wang, M. Uchida, S.Yanase, S. Takahashi, M. Yamaguchi and S. Sato: Jpn. J. Appl. Phys. 49, 100204 (2010).
- [2] T. Nose and S. Sato: Liq. Cryst. 5, 1425 (1989).
- [3] S. Masuda, S. Fujioka, M. Honma, T. Nose and S. Sato: Jpn. J. Appl. Phys. 35, 4668 (1996).
- [4] 梁瀬, 内田, 葉, 王, 高橋, 佐藤: 第 73 回応用物理学会学術講演会予稿集, 13p-F3-6 (2012).
- [5] Z. He, T. Nose and S. Sato: Jpn. J. Appl. Phys. 33, 1091 (1994).
- [6] 梁瀬, 内田, 葉, 王, 高橋, 佐藤: 第 60 回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 30a-PA1-2 (2013).
- [7] 梁瀬, 内田, 葉, 王: 2013 年日本液晶学会討論会予稿集, PB22 (2013).
- [8] 内田, 梁瀬, 王: 第 61 回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 18p-PA10-2 (2014).
- [9] 内田, 梁瀬, 王: 第 62 回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 13p-P15-5 (2015).
- [10] 近藤, 王, 石井, 梁瀬, 高橋: 第 62 回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 13p-P15-12 (2015).

超臨界発泡成形による長炭素繊維補強プラスチックの 次世代輸送機への適用に関する研究（第3報）

複合材料グループ 木村光彦、工藤 素、藤嶋 基、野辺理恵

Study on Application of Next Generation Transport of Long-Carbon-Fiber Reinforced Plastic on Microcellular Injection Molding [3]

Composite Material Technology Development Group

Mitsuhiko KIMURA, Makoto KUDO, Motoi FUJISHIMA, Rie NOBE

抄録

超臨界発泡射出成形は、超臨界状態の高圧ガス（超臨界流体）を樹脂に溶解させ、微細な発泡成形品が得られる。これにより、軽量化、寸法安定性、形状安定性が向上されるが、力学特性、外観性の低下が課題となっている。一般的に熱可塑性プラスチックの補強はガラス繊維や炭素繊維を用いているが、射出成形時に繊維が破断されることから繊維長を保持したまま成形体を得ることは難しい。そこで本報では、グラスウール/ナイロン66複合材料の超臨界発泡射出成形への適応について調査し、ナイロン66より軽量化しながら、同等の強度が得られた。また、炭素繊維強化ポリプロピレン発泡体の外観性向上について検討した結果、急加熱急冷却を行うことでスワールマークのない光沢面を得ることができた。

[キーワード：超臨界発泡射出成形、繊維強化プラスチック、急加熱急冷却、軽量化率、力学特性、外観性]

Abstract

Microcellular injection molding uses high pressure gas in supercritical state as a foaming agent. Thus, it improves characteristics such as light weight, dimensional and morphological stability. However, there are also problems about mechanical properties and appearance. Generally, glass-fiber and carbon-fiber are used for reinforcement of thermoplastics. Although it is difficult to maintain fiber length because fibers are chopped in molding process. Therefore, in this study, the effects of microcellular injection molding conditions on mechanical properties and cell structure were investigated, using for glass wool reinforced nylon66 (GW/PA66). As a result, microcellular injected GW/PA66 reduced weight and maintained tensile strength compared with PA66. Furthermore, the effect of rapid heating and cooling on appearance was investigated, using carbon fiber reinforced polypropylene (CF/PP). In consequence, heating mold temperature improved gloss of CF/PP remarkably and decreased swirl mark.

[Key words: microcellular injection molding, fiber reinforced plastic, rapid heating and cooling, weight reduction rate, mechanical properties, appearance]

1. はじめに

昨今の地球温暖化に向けたCO₂削減対策や原油価格の高騰等により、燃費向上技術は大幅な改善が必要とされている。自動車の燃費向上技術に限らずエネルギー効率を改善するためには、構成部材の軽量化技術は

重要な研究課題と考える。軽量化によって得られる省燃費効果は、エンジンの効率改善、あるいは次世代自動車 HV/PHV/EV におけるモーターロス低減などに大きな効果が期待される。

炭素繊維強化プラスチック（CFRP）は比強度や比剛性が高く、軽量化が可能となることから航空機や自動車等への利用が拡大してきている^[1]。しかし、一般的にエポキシ樹脂系等の熱硬化性プラスチックの硬化・成形時間が長く、自動車部材用途のような量産性を求められる部材に使用することは難しいことが課題となっている。一方、熱可塑性プラスチックは自動車部材として広く利用されているが、その利用率は 10%から大きく上がらないのが現状である。今後、新たな部材として利用拡大を図るためには軽量化、力学特性、電気的特性、耐熱性等の付加価値をより高めることが必要と考える。

熱可塑性プラスチックの成形加工技術の一つである超臨界発泡成形法は、超臨界状態のガス（超臨界流体 SCF : Supercritical fluid）を樹脂に溶解させ微細な発泡を有する成形品が得られる。これにより、軽量化、寸法安定性、成形安定性が向上できるが、力学特性、外観性の低下が課題となっている。このため、一般的にはガラス繊維や炭素繊維（チョップドファイバー）を用いて補強している。この繊維が長いほどその補強効果は高いが、射出成形時に繊維は切断されるため繊維長を保持した成形品を得ることが難しいことが課題となっている。

そこで本研究では、量産性に優れた射出成形技術の向上を目的に超臨界発泡成形法と長繊維補強による軽量化・高強度化となるプラスチック成形加工技術の確立を図り、さらに CFRP 成形部材と複合化（熱可塑性プラスチック材料/CFRP・ハイブリット複合化）した次世代自動車へ適応する補強部材の複合化技術開発を行う。本報では、グラスウール/ナイロン 66 複合材料の超臨界発泡射出成形への適応について調査した。また、発泡成形の課題である外観性の向上についても、炭素繊維強化ポリプロピレンを用いて検討した。

2. 高転写成形用急加熱急冷却金型システム

軽量化・高強度化となる熱可塑性樹脂複合材料の成形加工技術開発を目的に、平成24年度に超臨界発泡射出成形機（日精樹脂工業(株)製 NEXIII-25E-MuCell仕様）を導入している。超臨界発泡射出成形品はスワールマーク（発泡痕）による光沢性の消失という課題がある。今年度はその課題解決のため、外観性向上に有効とされる高転写成形用急加熱急冷却金型システムを導入した。成形品の寸法は280[mm]×80[mm]×t4[mm]の平板形状である。固定側は凹形状14[mm]、可動側は凸形状10[mm]で、超臨界発泡成形時の成形品の厚さはコアバック成形によって最大発泡倍率2.5倍となる。製品の両端側2点ダイレクトゲート方式でホットランナーシステム（世紀(株)製 S-2000）を使用している。急加熱は金型内に設置した細管シースヒータで行い、型開開始とともに昇温を開始する。昇温速度は5~10°C/secで、金型製品部の表面温度を300°C以上に昇温可能である。急冷却は電磁弁切替によって冷却水を金型内に循環させて冷却を行い、成形サイクル全域で任意に制御が可能である。

3. 実験方法

3. 1 グラスウール/ナイロン 66 複合材料の超臨界発泡射出成形

グラスウール/ナイロン 66 複合材料（GW/PA66）の超臨界発泡射出成形への適応を検討するため、軽量化率と力学特性について評価した。材料は GW/PA66（GW33wt.%、ナノダックス(株)製）とし、ナイロン 66（PA66、旭化成(株)製 レオナ 1300S）と混合して GW 含有量を 20wt.%とした。比較のため、PA66 単体の

成形も行った。SCF は N_2 を使用し、注入量を 0.1wt.% とした。また、成形中の金型内圧を成形データ解析装置（日精樹脂工業（株）製 DLA6）にて計測した。成形体は重量測定、引張試験を行い、軽量化率（PA66 と比較）および力学特性を評価した。

3. 2 炭素繊維強化ポリプロピレンの高転写成形

急加熱急冷却金型システムによる超臨界発泡射出成形体の外観性向上について検討するため、炭素繊維強化ポリプロピレン（CF/PP）を用いて評価を行った。材料は炭素繊維（CF）含有量 30wt.% の CF/PP（三菱レイヨン（株）製 パイロフィルペレット PP-C-30A）とし、PP（日本ポリプロ（株）製 ノバテック PP MA3）と混合して CF 含有量を 10wt.% とした。比較のため、PP 単体の成形も行った。SCF は N_2 を使用し、注入量を 0.5wt.% とした。成形体は重量測定、引張試験、光沢度測定および表面観察を行い、軽量化率、力学特性および外観性の評価を行った。

4. 実験結果および考察

4. 1. GW/PA66 超臨界発泡射出成形体の評価

図 1 に軽量化率と射出速度の関係、図 2 に金型内圧力の測定結果を示す。射出速度の増加に伴って軽量化率は 2.7% から 6.6% へ増加し、全ての条件において PA66 単体より軽量化できた。また、射出速度が増加すると金型内圧力の圧力差も増加している。超臨界発泡射出成形は、熔融樹脂が金型内に射出される際の圧力の低下によって発泡し、ガラス転移温度以下の温度で冷却することで気泡の成長が止まると言われている^[2]。したがって、高い圧力差が生じる高速射出条件時に発泡が促進されたと考えられる。

図 3 に引張強さと射出速度の関係を示す。今回の全ての射出条件において PA66 単体の引張強さ 66MPa と同等以上の強度を維持していることが分かる。また、射出速度の増加に伴って引張強さは低下した。これは、射出速度の増加によって軽量化率も増加することから、発泡セル数または発泡セル体積の増加によって引張強さが低下したと考えられる。

4. 2 CF/PP 超臨界発泡射出成形体における外観性の評価

図 4 に軽量化率と加熱温度の関係を示す。金型温度（ T_m ） $40^{\circ}C$ 一定で成形した場合は軽量化率 6% 程度だったが、急加熱を行うと 7% に増加した。急加熱により樹脂の熔融状態が維持され、発泡が促進されたと考えられる。

引張強さと加熱温度の関係を図 5 に示す。全ての条件において、PP 単体に比較して強度は向上した。また、

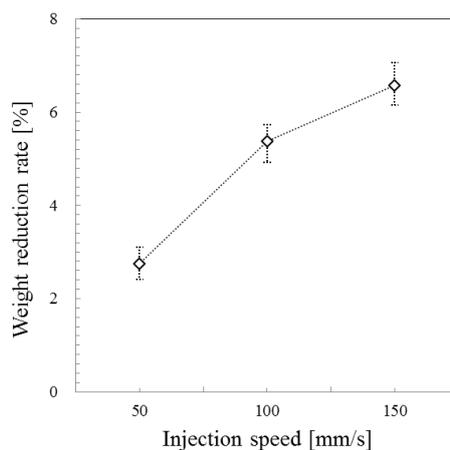


図 1 軽量化率と射出速度

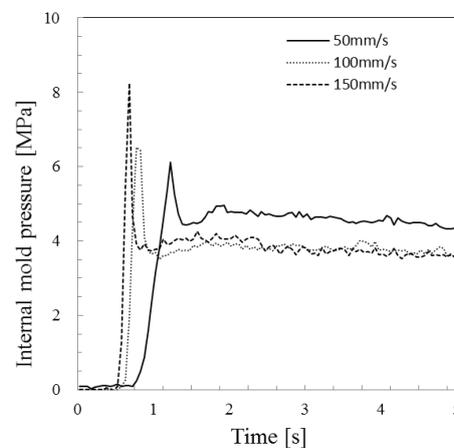


図 2 金型内圧力

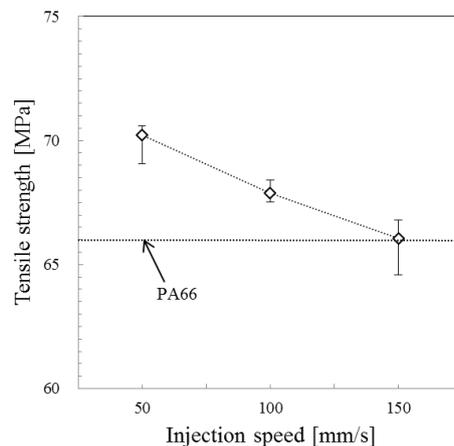


図 3 引張強さと射出速度

$T_m=40^\circ\text{C}$ 一定と比較した場合、急加熱を行った場合の強度は同程度であり、金型温度による影響は見られなかった。一方、強度のばらつきは未発泡体と比較して発泡体の方が大きかった。このように、発泡構造の不均一が示唆されることから、今

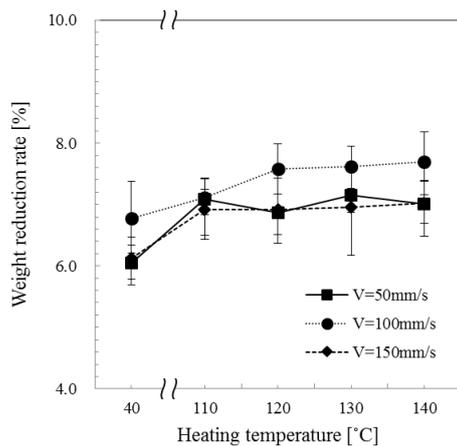


図4 軽量化率と加熱温度

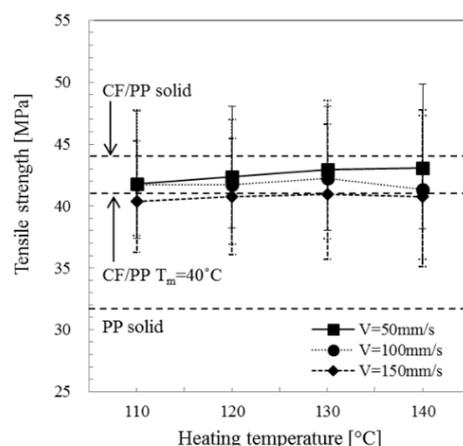


図5 引張強さと加熱温度

後、内部構造の詳細な観察を行い、均一セルとなる成形条件の検討を加える。

図6に光沢度と加熱温度の関係を示す。 $T_m=40^\circ\text{C}$ の場合、光沢度30%程度であったが、 110°C 以上に加熱すると80%程度となり、大きく増加した。急加熱急冷却を行うことで、発泡によるスワールマークが消失し、光沢度が増加した。 $T_m=40^\circ\text{C}$ および加熱温度 140°C の発泡体の表面SEM像を図7に示す。 $T_m=40^\circ\text{C}$ の場合、表面に凹凸が確認でき、スワールマークが発生していることが分かる。一方、加熱温度 140°C では、凹凸は消失しており、スワールマークのない平滑面を得ることができた。

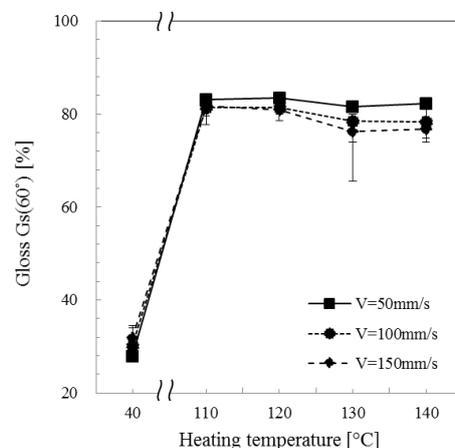


図6 光沢度と加熱温度

5. まとめ

本報告では、GW/PA66の超臨界発泡成形への適応、および高転写成形用急加熱急冷却金型を用いた超臨界発泡成形体の外観性向上について検討した。その結果、GW/PA66の超臨界発泡成形体はPA66よりも軽量かつ高強度な部材として期待できることが示され

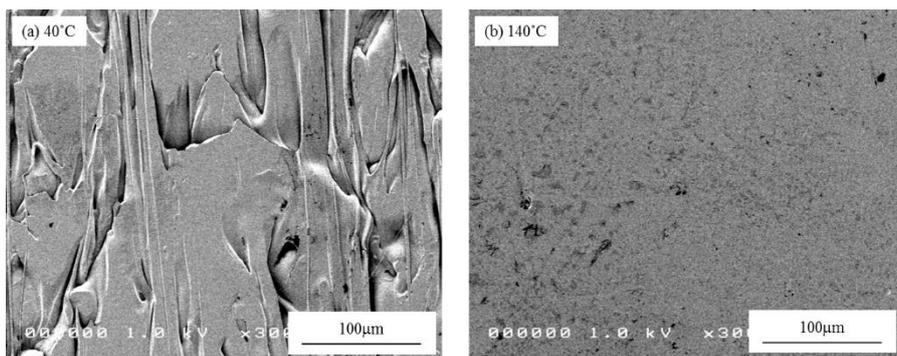


図7 表面SEM像

た。また、高転写成形用急加熱急冷却金型システムにより、CF/PPの超臨界発泡成形体はスワールマークのない光沢面を得ることができ、外観性向上に有効な手段であることが確認できた。

文献

- [1] 岩野昌夫：“プラスチックの自動車部品への展開 ケーススタディから読み解く現状と近未来”，日本工業出版，（2011）
- [2] 新保實：“プラスチックの粘弾性特性とその利用 成形不良対策法/発泡制御法”，共立出版，（2013）

高度光計測技術の先端農業分野への応用（第2報）

オプトエレクトロニクスグループ 山根治起
秋田県立大学 システム科学技術部 石井雅樹

Optical measurement and imaging technologies for advanced bio-agriculture [2]

Akita Industrial Technology Center, Haruki YAMANE

Akita Prefectural University, Masaki ISHII

抄録

高度の光計測技術を農業分野へ応用することで、農作物の品質管理の向上に繋がる新たな基盤技術の確立を目的とする。色彩測定あるいは可視・近赤外分光法により、農作物の観察(モニタリング)を行うことで、生育状況や成熟度合、さらには、生理機能を把握して、経験や勘に頼らない客観的かつ効率的な栽培手法に繋がる技術基盤(農作物の生産支援システム)を構築する。また、残留農薬などの極微量有害物質の検出や、高精度でのアレルギー検査が可能な新たな高感度バイオセンサを開発する。本研究の成果は、県内農業の持続的な発展、ならびに、県民の安全・安心・健康を支える技術基盤の確立に繋がるものと期待できる。

[キーワード：光計測技術、先端農業、可視・近赤外分光法、バイオセンサ]

Abstract

Optical measurement and imaging tools are useful for the development of advanced bio-agricultural technologies which promote a high quality agricultural production. For example, optical instrumentations such as colorimetric and visible/near-infrared (Vis-NIR) spectroscopic measurements suggest what the agricultural products are in the growing and the maturation conditions, and we can comprehend also the physiology function of the agricultural products. We will be able to propose an agricultural production support system, in which objective and efficient cultivation methods that require little experience and intuition are established. Furthermore, we investigated a new high sensitivity biosensor which can detect the ultralow volume toxic substances, such as residual agricultural chemicals, and can examine the allergens in high precision. These technological bases will support the continuous development of agriculture, and will ensure the safety, security and health of the people of our prefecture.

[Key words: Optical measurement and imaging, Advanced bio-agriculture, Vis-NIR spectroscopy, Biosensor]

1. はじめに

経済のグローバル化や人口減少、少子高齢化が進行する中において、農業経営においては、農産物の価格低迷による所得の低下、担い手の高齢化、さらには、耕作放棄地の増加など、様々な問題が深刻化しており、先行き不安や不透明感の増大は、農村の活力を低下させる要因となっている。さらには、世界的な穀物需給の逼迫や、食の安全・安心に対する関心の高まり、地球温暖化対策としての農地保全など、農業と農村を取り巻く状況は日々大きく変化している。県民さらに国民の生命を育む食料の安定生産、ならびに、豊かな自然環境の保全に繋がる農業の持続的な発展を支える技術の開発は、国内有数の食料供給県である秋田県が取り組むべき極めて重要な研究課題と言える。

このような状況のもと、本研究課題では、高度の光計測技術を農業分野へ応用することで、農作物の品質管理の向上に繋がる新たな技術基盤の確立を目的として、以下の2項目に関する研究開発を実施している。

- (1) 光計測(モニタリング)技術による農作物の生産支援システムの構築
- (2) 磁気光学効果を利用した高感度バイオセンサの開発

農作物の生産支援システムの構築では、色彩(イメージング)測定あるいは可視・近赤外分光法を用いることで、農作物の生育状況や成熟度合、さらには、植物の生理機能を把握することによって、経験や勘に頼らない客観的かつ効率的な農作物の栽培方法の提案に繋がる新たな技術基盤の確立を最終的な目標としている。一方、高感度バイオセンサの開発では、磁気光学効果を利用することで検出感度の向上を可能とする新規技術の提案を目指している。残留農薬などの極微量有害物質の検出や、高精度でのアレルギー検査が可能な新たなデバイスを開発し、県内企業等への技術移転を図ることを最終的な目標とする。

本研究課題での成果は、県内農業の持続的な発展、ならびに、県民の安全・安心・健康を支える技術基盤の確立に繋がるものと期待できる。

2. 農作物の生産支援システム

2-1 光計測による農作物のモニタリング

農作物の価格低迷による所得の低下や担い手の高齢化など、本県を含めて国内の農業経営の先行きに対する不安が増大している現状にあって、経験や勘に頼ることなく高品質かつ付加価値の高い農作物を生産できる栽培手法の確立が求められている。これに対して、デジタルカメラや人工衛星によるリモートセンシングなど、様々な光計測技術を用いて農作物生産に係わる多種多様な情報を観測(モニタリング)することにより、農作物の生育状態や品質を高精度に評価・管理できるシステムの構築が可能となる(図1)。収穫物一個から、圃場、さらには、地域全体の農業生産状態を把握することで、農作物の状態を観察しながらリアルタイムで栽培方法の最適化を図ることが可能となる。

本年度は昨年に引き続き、県果樹試験場の協力のもと、色彩測定によるりんごの収穫適期の判定および経過観察、ならびに、色彩イメージングを用いた成熟度評価の高精度化について検討を行った。



図1 光計測(モニタリング)技術による農作物の生産支援システム

2-2 色彩測定によるりんごの収穫適期判定

一般に、りんご等の果実の収穫適期は、果実の着色状態を品種ごとに用意されたカラーチャートと比較することで、目視によって判定される。これは官能検査であり、色の感じ方には個人差があるため、統一された判断基準とは言えない。果実の着色状態についての色彩情報を数値解析することにより、収穫適期の定量的な判定が可能と考えられる。本研究では、りんご(王林&やたか)の収穫適期の客観的な判定手法の確立を目的として、撮影画像の色彩解析を実施した。

図2に、専門家によって階級づけされた王林に対する、色彩解析の結果を示す。室内にて、デジタルカメラにより撮影した通常のRGB画像を、L*a*b*色空間[1]あるいはHSV色空間[1]に表色系変換することで、色彩情報に関する各パラメータと成熟度との関係について調査を行い、色度: a*および色相: Hと高い相関($R^2 \sim 0.9$)が得られることが分かった。

さらに、本解析手法が、実際の収穫作業においても利用可能であるかを検証するため、圃場での王林の経過観察を実施した。図3は、色度: a*および色相: Hの3週間におわたる変化を示しており、果樹中心部(日蔭)および周辺部(日向)の2種類について観察した。なお、圃場では、天候や時間帯など日照条件によって撮影画像は大きく影響を受けるため、白色補正用のカラーチェッカーを同時に撮影して補正を行った。成熟度合は色相: Hと、0.9以上の非常に高い相関が得られており、色彩測定による画像解析手法が、王林の収穫適期の判断方法として十分に利用可能であることが分かった。

次に、昨年度に実施した赤色系のりんご(やたか)の成熟度評価の高精度化を目的として、色彩イメージングによる画像処理について検討を行った。一般に、赤色系のりんごでは、りんご下部の着色状態(地色)を観察することで収穫が判断される。昨年度の検討によって、前述の王林の場合と同様に、やたかに関しては地色の色彩解析により、成熟度合を評価することが可能であることが分かっている。しかしながら、その相関値は0.7程度であり、収穫の判定指標としては不十分であった。そこで色彩イメージングによる画像処理を行うことで、判定精度の向上について検討を行った。具体的には、色度: a*あるいは色相: Hに対して、成熟度に対応する任意のしきい値を設定して2値化画像を作成して、これを通常のRGB画像と重ね合わせることで、未成熟領域を画像として認識可能とするものである。図4に示すように、専門家の判断を必要とする観察対象に対しても、簡単かつ高精度での成熟度の判断が可能な判定手法を実現することに成功した。

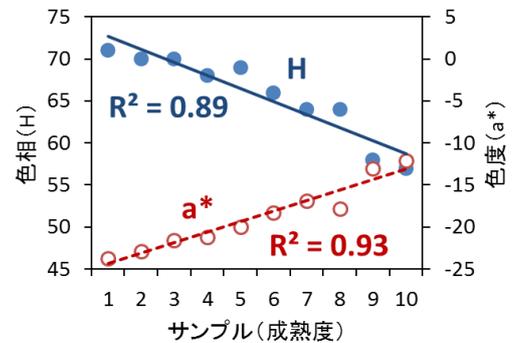


図2 色彩測定による王林の成熟度評価

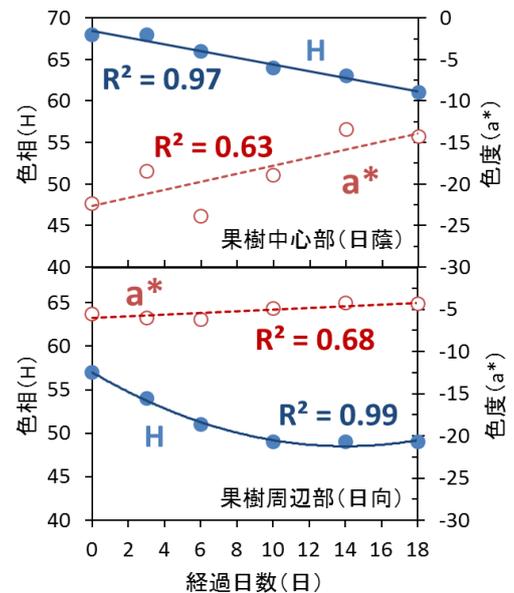


図3 色彩測定による王林の経過観察

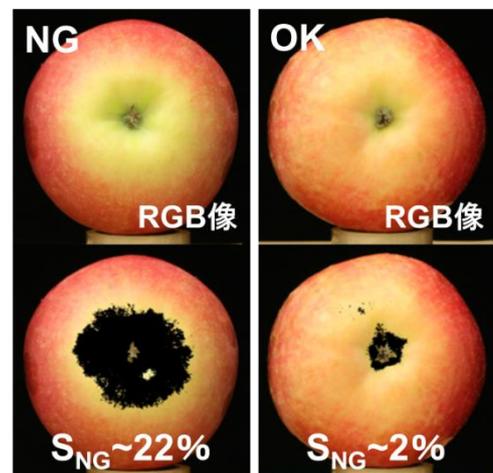


図4 色彩イメージングによる成熟度評価

3. 高感度バイオセンサ

保健・医療・福祉の充実、ならびに、生活上の安全・安心の確保は、政策上の最重要課題の一つと言える。国民の健康への関心は、単なる寿命の長さだけでなく、生活の質をも考慮に入れた、いわゆる「健康寿命」に向けられるようになっており、病気の早期発見および早期治療に係る医療技術の進歩が特に望まれている。金銭的な負担が少なく、手軽に全国どこでも受けられることが早期診断の基本であり、表面プラズモン共鳴[3]を利用したバイオセンサは、その代表例の一つである。

プラズモン式バイオセンサでは、金などの金属膜を蒸着した平面基板とプリズムとを Kretschmann 配置した全反射減衰法が用いられる。金属膜に入射した光(p 偏光)は、その入射角を変化させた場合に表面プラズモンの共鳴角度で反射率が急激に減少する。この共鳴角は、金属膜の表面の物質の有無に非常に敏感であり、この現象を利用することでバイオ分子を高感度で検出する。この場合、測定光に何らかの変調を付与することで更なる検出感度の向上が可能である。

本研究課題では、磁性材料に交流磁場を印加することで、磁気光学効果による信号光の変調を利用した新たな高感度バイオセンサの開発を目的としている(図5)。本年度は、検出感度の向上に繋がる磁気光学効果の増大を目的として、磁性ナノ粒子における局在プラズモン共鳴が磁気光学物性に与える影響について検討を行った。その結果、図6に示すように、CoPt 垂直磁化ナノ粒子において、局在プラズモン共鳴に起因する新たな磁気光学現象を見出した。今後、本物理現象に基づいた検出方式を利用した新たなバイオセンサとしてデバイス開発を進めていく予定である。

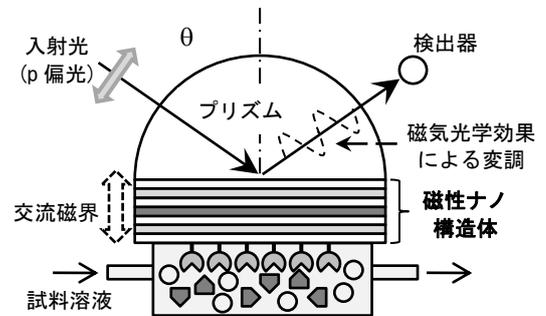


図5 磁気光学式バイオセンサのモデル図

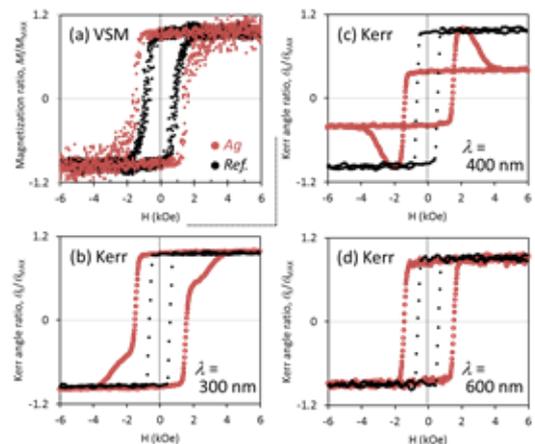


図6 磁性ナノ粒子における位相反転にともなう異常な磁気光学特性

4. まとめ

高度の光計測技術を農業分野へ応用することで、農作物の品質管理の向上に繋がる新たな基盤技術の確立を目的として研究を行った。りんごの成熟度評価および経過観察を行い、色彩イメージ等の色彩解析によって、収穫適期の定量的な判定手法が実現可能であることが分かった。本成果は、経験や勘に頼らない客観的かつ効率的な農作物の栽培・収穫手法の提案を可能とする新たな技術基盤(農作物の生産支援システム)の確立に繋がるものと期待できる。さらに、光検知式高感度バイオセンサの開発を目的として、磁性ナノ粒子の磁気光学効果に関する検討を行い、局在プラズモン共鳴に起因した磁気光学位相の反転現象を見出した。今後、新たな検出原理に基づいた高感度バイオセンサの実現を目指して、デバイス開発に取り組む。

文 献

- [1] 高木幹雄, 下田陽久 : “新編 画像解析ハンドブック”, 東京大学出版会, (2004).
- [2] 尾崎幸洋 : “実用分光法シリーズ 近赤外分光法”, アイピーシ, (1998).
- [3] 岡本隆之, 梶川浩太郎 : “プラズモニクスー基礎と応用”, 講談社, (2010).

IV-3 その他連携事業

地域オープンイノベーション促進事業（東北地域）

企画・事業推進班 熊谷 健

Regional open innovation promotion project(Tohoku region)

Business Planning Group Ken KUMAGAI

抄録

本事業は、我が国における成長産業の育成を目指しつつ、地域企業によるイノベーション創出を促進するため、地域の中核的な試験研究機関の基盤整備を行うことを目的としている。本稿では、秋田県産業技術センターに導入された複合環境試験装置の仕様概要、技術内容、設備の特徴、応用事例等を紹介する。

[キーワード：振動試験、環境試験、複合環境試験]

Abstract

This project aims at carrying out the infrastructure development of the core research institutes in the region in order to promote innovation by local companies while aiming to foster growth industry in our country. In this paper, we outline specification, technical content, equipment feature, application examples, etc. of a combined environmental reliability test system that has been introduced into the Akita Industrial Technology Center.

[Key words: vibration testing, environmental testing, combined environmental reliability testing]

1. はじめに

地域オープンイノベーション促進事業では、東北地方産業競争力協議会区域（青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県）で特定された戦略分野（自動車産業、医療機器産業）に基づき、公設試験研究機関の技術シーズや社会・市場ニーズ等を踏まえ、地域企業の研究開発・技術開発への有効利用や安全性の確認等のために必要な試験研究・検査設備を決定し、東北各県の公設試に7機種を整備した。以下、秋田県産業技術センターに導入された複合環境試験装置の仕様概要、技術内容、設備の特徴、応用事例等を紹介する。

2. 複合環境試験装置

2. 1 設備の特徴

複合環境試験装置は恒温槽と振動試験機の複合機で、温湿度と振動に起因する環境ストレスに対する耐性を評価することができる。従来別々に実施していた温湿度試験、振動試験を組み合わせることで、近年需要が高まっている自動車関連の耐久試験が可能となる（ISO16750-3 等）。本装置特有の機能としては、昨今、自動車業界を中心に需要の高まっているマルチスイープサイン試験（異なる周波数の正弦波スイープ試験を同時に行う事により試験時間の短縮を図る機能）が挙げられる。マルチスイープサイン試験は欧州自動車メーカーを中心に採用が加速している。

2. 2 仕様概要

複合環境試験装置の主な仕様を表1に示す。正弦波加振力が40kNであるため、重い供試品を大きな加速度で試験することが可能である。温湿度試験と振動試験を同時に行う複合試験は垂直方向のみで可能である。複合試験時は、内槽寸法が1m立方であることから、

表1 複合環境試験装置の主な仕様

振動試験機部	EM2502	恒温恒湿槽部	Syn-3HA-40
上限振動数	2500Hz	温度範囲	-40℃～+180℃
正弦波加振力	40kN	湿度範囲	20%～98%RH
ランダム波加振力	40kN _{rms}	内槽寸法	1m立方
ショック波加振力	80kN	温度分布	±3℃

車載機器や鉄道車両用品など大型電子機器向けの試験が可能であり、恒温恒湿槽側からのタイムシグナルにより、加振機の運転、停止も自由に行える。

2. 3 効果が期待される利用分野

活用例と適用製品の例は以下が挙げられる。

【活用例】活用例車載電子機器の振動と温度サイクルとの複合環境試験、ダンボール包装を想定した輸送振動試験、ポータブル電子機器の振動耐久試験、鉄道車両搭載製品向けの振動耐久試験

【適用製品の例】航空・宇宙用機器、車載デバイス、鉄道車両搭載用電子機器、船舶用機器、ポータブル製品（デジタルカメラ等）

2. 4 利用にあたっての注意事項

・垂直方向－水平方向間の切り替え作業、恒温恒湿槽とのドッキング作業、各種治具の取り付け作業は何れも力があるので、一人ではなく必ず複数名で作業する。また、加振前に治具やテーブル、供試品が正しくネジで取り付けられているかを確認する。

・最大加速度は、加振治具、供試品、垂直・水平補助テーブル等の質量により制限される。このため、試験加速度が式(1)で計算される最大加速度を下回っていることを確認する。

$$a = \frac{F}{m + M} \quad (1) \quad \left[\begin{array}{l} a: \text{最大加速度 [m/s}^2\text{]}、F: \text{正弦波加振力 [N]}、m: \text{可動部質量 [kg]}、M: \text{加振治具、供試品、} \\ \text{垂直・水平補助テーブル等の合計質量 [kg]} \end{array} \right]$$

例：供試品質量：100kg、垂直補助テーブル（800mm）質量：45kg とした場合、本装置の正弦波加振力 $F=40000$ [N]、可動部質量 $m=37$ [kg] を上式に入力すると、 $a=219$ [m/s²] となり、最大加速度はこの値に制限される。

・式(2)で計算される全振幅 D_{p-p} (mm) が、全試験周波数で本装置の最大変位 51mm_{p-p} を満足しているかを確認する。

$$D_{p-p} = \frac{G \times 2 \times 9.80665 \times 10^3}{(2 \times \pi \times f)^2} \cong 496.8 \times \frac{G}{f^2} \quad (2) \quad \left[\begin{array}{l} G: \text{試験加速度 [G]} \\ f: \text{試験周波数 [Hz]} \end{array} \right]$$

例： $G=10$ [G]、 $f=10\sim 100$ [Hz] の場合、全振幅は最大 49.68mm になる。



写真1 装置全体写真



写真2 水平加振時



写真3 各種治具類

3. まとめ

モバイル電子機器、精密機器、自動車部品、航空機などあらゆる工業製品の使用環境を正確に再現し、信頼性を評価する複合環境試験は、これからますます需要が高まることが予想される。秋田県内の企業のみならず、秋田県外の企業にも是非ご活用いただきたい。



写真4 複合試験時

V 資料

1. 沿革詳細

昭和2年4月	商工大臣より工業試験場の設立認可。
昭和3年7月	秋田市土手長町に、秋田県工業試験場工芸部を設置。
昭和12年5月	秋田県工業指導所と改称し、秋田市茨島に移転。
昭和17年1月	秋田県角館権工芸指導所設立。
昭和21年4月	秋田県川連漆工芸指導所設立。
昭和30年9月	秋田県工業試験場と改称。秋田県角館権工芸指導所、秋田県川連漆工芸指導所の名称を、それぞれ秋田県工業試験場角館指導所、秋田県工業試験場川連指導所と改称。
昭和36年6月	秋田県工業試験場に秋田県工業試験場能代指導所、同大館指導所を設置。
昭和37年4月	科・係制に組織を改め、庶務係、機械化学科、工芸科、木工科を設置。
昭和41年4月	本場に土木試験科を設置。
昭和41年7月	本場本館竣工。
昭和42年4月	機械化学科を機械金属科、化学科の2科に分離。
昭和43年1月	高周波焼入試験工場並びに木材人工乾燥工場竣工。
昭和43年3月	工業試験場角館指導所を廃止。
昭和43年4月	工芸科をデザイン科と改称、工業試験場大館指導所を秋田県林業試験場へ移管。
昭和46年8月	講堂、会議室、非破壊試験室竣工。
昭和47年6月	化学科を工業化学科、木工科を工芸技術科と改称。
昭和48年4月	工業試験場に技術情報室設置。
昭和49年3月	機械金属科実験棟改築工事完成。恒温恒湿室設置。
昭和57年10月	秋田県工業技術センターと改称し、秋田市新屋町字砂奴寄に新築、移転。
昭和58年3月	工業技術センター能代指導所を廃止。
昭和61年	県議会高度技術産業・交通対策特別委員会から「本県独自の技術基盤を構築するための高度な研究機関設置の必要性」の提言。
昭和61年4月	組織改正、企画管理部を企画室と改称。応用開発室を設置。機械金属部と工業化学部を統合し機械化学部、木材部とデザイン部を統合し木材デザイン部と改組。
平成4年3月	秋田県条例第34号により「秋田県高度技術研究所」の設置を公布。
平成4年9月	同研究所の建物完成。(砂奴寄に新築、敷地面積23,130 m ² 、延床面積6,500 m ² (内クリーンルーム300 m ²))
平成4年11月	同研究所、開設。
平成7年4月	工業技術センター木材デザイン部を廃止。
平成8年4月	工業技術センターの部門で、応用開発室を情報システム開発部とメカトロニクス開発部に、機械化学部を工業材料部と生産技術部にそれぞれ2部に分離。建設技術部を建設・環境システム部と改組。
平成8年4月	工業技術センターに開放研究室を設置。

- 平成 8 年 8 月 工業技術センターが特許庁から知的所有権センターとして認定。
- 平成 11 年 3 月 工業技術センター川連指導所を廃止。
- 平成 12 年 4 月 建設・環境システム部を環境システム部と改称。
- 平成 14 年 4 月 工業技術センターの組織改編により、部制を廃止しグループ制とする。(情報システム開発部、メカトロニクス開発部、工業材料部、生産技術部、環境システム部をそれぞれ情報システムグループ、メカトロニクスグループ、工業材料グループ、生産技術グループ、環境システムグループと改組。)
- 平成 15 年 4 月 生産技術グループを生産システムグループと精密加工グループに改称。
- 平成 17 年 4 月 グループ制を廃止し、チーム制とする。(財)秋田県資源技術開発機構(小坂町)の研究部門を包括。(情報システムグループ、メカトロニクスグループ、工業材料グループ、生産システムグループ、精密加工グループ、環境システムグループの 6 グループ制から、プロジェクト研究チーム、技術応用化研究チーム、リサイクル技術開発チームの 3 チーム制。)
- 平成 17 年 5 月 工業技術センターと高度技術研究所が統合し、産業技術総合研究センターに改称。組織改編により、部門を総務管理部、経営企画部、工業技術センター、高度技術研究所へ改組。
- 平成 23 年 4 月 産業技術総合研究センターを産業技術センターに改称。組織改編により、総務管理部、技術イノベーション部、電子光応用開発部、素形材プロセス開発部、先端機能素子開発部と部門を改組。

2. 特許出願・登録状況

NO	名称	権利の別	発明者	出願日	登録日	出願番号	登録番号
1	粒子分散型誘電流体を用いた加工法	特許	赤上陽一	H11.10.15	H16.9.10	H11-293558	3595219
2	TiB ₂ -Ti(CN)系複合体及びその製造方法	特許	浅利孝一、杉山重彰	H11.11.8	H16.12.10	H11-317199	3626378
3	高硬度及び高ヤング率特性を有するWC-WB、WC-W ₂ B又はWC-WB-W ₂ B複合体及びその製造方法	特許	浅利孝一、杉山重彰	H12.9.7	H16.12.17	2000-271067	3628601
4	研磨装置	特許	赤上陽一	H13.10.5	H18.11.2	2001-309902	3874340
5	微細加工方法及び微細加工装置	特許	赤上陽一	H14.4.8	H18.11.2	2002-105059	3875907
6	電界により砥粒の分布及び配列を制御可能な砥石、その製造方法、表面仕上げ工法	特許	赤上陽一	H14.11.18	H17.6.10	2002-333677	3686652
7	電界砥粒による刃先研磨仕上げ方法、及び刃先を有する微細部品の作製方法	特許	赤上陽一	H15.2.21	H19.1.19	2003-43990	3906165
8	W-Ti-C系複合体及びその製造方法	特許	杉山重彰	H15.5.19	H20.12.5	2003-140470	4227835
9	生分解性樹脂を用いた打揚げ花火用玉皮、及びその製造方法	特許	鎌田悟、工藤素	H15.6.24	H19.1.5	2003-179193	3897738
10	研磨装置(旧名称:研磨装置と方法)	外国特許	赤上陽一	H14.1.25	H17.2.22	10/054,937	US6857940
11	工事中絶縁監視装置	特許	小笠原雄二、近藤康夫	H15.12.12	H21.10.2	2003-436531	4378749
12	高硬度、高ヤング率、高破壊靱性値を有するWC-SiC系焼結体	特許	杉山重彰	H16.9.27	H22.6.11	2004-279279	4526343
13	精密加工技術として用いられる切削加工方法及び切削加工装置	特許	赤上陽一	H17.3.10	H21.8.7	2005-066851	4355669
14	核酸マイクロアレイおよびその製造方法	特許	赤上陽一、加藤勝	H17.3.31	H23.2.25	2005-105437	4691383
15	活性炭からなるリン酸イオン吸着材及びその製造方法並びにリン酸イオン吸着方法	特許	遠田幸生、竹村昌太	H17.9.30	H21.4.17	2005-287962	4292243
16	小径管の内側面仕上げ加工方法及び装置	特許	赤上陽一	H17.9.26	H22.2.26	2005-277534	4464897
17	TiB ₂ 基Ti-Si-C系複合セラミックス及びその焼結体製造方法	特許	杉山重彰	H18.3.29	H23.8.26	2006-089729	4809096
18	核酸検出システム及び核酸検出方法	特許	赤上陽一	H18.3.16	H24.2.24	2006-072205	4930872
19	車椅子使用者のためのトレーニングマシン	特許	小笠原雄二、宮脇和人、沓澤圭一	H18.9.4	H21.11.6	2006-239125	4399569
20	電界下における誘電性砥粒を水に分散させた流体を用いた仕上げ方法及び仕上げ装置	特許	赤上陽一	H18.12.4	H23.7.15	2006-326935	4783719
21	TiC基Ti-Si-C系複合セラミックス及びその製造方法	特許	杉山重彰	H18.3.27	H23.8.26	2006-086240	4809092
22	核酸検出方法及び核酸検出キット	特許	赤上陽一	H19.3.15	H25.12.13	PCT/JP2007/55179	5429962
23	核酸マイクロアレイ、その製造方法および核酸マイクロアレイ用基材	特許	赤上陽一、加藤勝	H18.3.30	H25.4.5	PCT/JP2006/307284	5238250
24	W-Ti-C系複合体及びその製造方法	特許	杉山重彰	H15.5.19	H23.10.21	2008-133093	4848394
25	平面両面研磨方法及び平面両面研磨装置	特許	赤上陽一	H19.7.11	H24.8.17	2008-165189	5061296
26	非接触攪拌方法、非接触攪拌装置、それを用いた核酸ハイブリダイゼーション反応方法、反応装置、及び試料中の核酸を検出する方法、核酸検出装置、試料中の抗体を検出する方法、及び抗体検出装置	外国特許	赤上陽一、加賀谷昌美	H21.10.23	H24.10.9	12/604640	US8283120
27	非接触攪拌方法、非接触攪拌装置、それを用いた核酸ハイブリダイゼーション反応方法、反応装置、及び試料中の核酸を検出する方法、核酸検出装置、試料中の抗体を検出する方法、及び抗体検出装置	特許	赤上陽一、加賀谷昌美	H20.10.23	H27.1.23	2009-243468	5681912
28	WC-SiC系焼結体の製造方法	特許	杉山重彰	H16.9.27	H25.2.15	2010-7009	5198483
29	菜種油粕由来のリン回収用又は肥料用組成物、及びその製造方法	特許を受ける権利	遠田幸生	H22.2.10		2010-28238	
30	平面両面仕上げ方法及び平面両面仕上げ装置	特許	赤上陽一	H22.2.22	H26.12.19	2010-035989	5663733
31	免疫組織染色方法及び免疫組織染色装置	特許	赤上陽一、加賀谷昌美	H22.7.2	H26.10.17	2010-151695	5629850

2. 特許出願・登録状況

NO	名称	権利の別	発明者	出願日	登録日	出願番号	登録番号
32	砥粒の回収方法、及び回収装置	特許	赤上陽一、久住孝幸、池田洋	H22.7.9	H26.5.30	2010-156485	5548860
33	平面トライボ研磨方法、およびその装置	特許を受ける権利	赤上陽一、久住孝幸、池田洋	H22.10.7		2010-227347	
34	点滴モニタ装置	特許	小笠原雄二、佐々木信也、近藤康夫、熊谷健	H22.12.16	H27.2.20	2010-280437	5696297
35	基板の接合方法および基板接合装置	特許	木村光彦	H22.1.19	H26.11.28	2011-008905	5653232
36	WC基W-Mo-Si-C系複合セラミックス及びその製造方法	特許を受ける権利	杉山重彰	H23.3.24		2011-066045	
37	磁界センサ	特許	江年華、山川清志、本多直樹、大内一弘	H9.3.31	H11.11.12	H9-81154	3001452
38	抵抗器、その製造方法	特許	大内一弘、本多直樹、山川清志	H10.12.10	H23.6.3	H10-351496	4752075
39	薄膜抵抗器およびその製造方法	特許	大内一弘、本多直樹、山川清志	H10.12.10	H20.2.22	H10-351497	4083900
40	磁気検出装置	特許	高橋慎吾、山川清志、本多直樹、大内一弘	H11.9.2	H13.7.6	H11-248387	3206810
41	磁界センサおよび磁界センシングシステム	特許	丹健二、山川清志、本多直樹、大内一弘	H12.9.11	H16.2.20	2000-275313	3523834
42	抵抗器(旧名称:抵抗器およびその製造方法)	特許	山川清志、本多直樹、大内一弘	H12.6.20	H20.2.22	2000-185306	4083956
43	アクチュエータの減衰方法およびアクチュエータ	特許	森英季	H16.3.15	H16.11.5	2004-073233	3612670
44	アクチュエータの減衰方法およびアクチュエータ	外国特許	森英季	H16.7.27	H20.2.19	PCT/JP2004/011016	US7332848
45	薄膜磁気ヘッド、およびその製造方法	特許	山川清志、高橋慎吾、伊勢和幸	H16.12.16	H19.8.3	2004-364926	3992285
46	薄膜磁気ヘッド、およびその製造方法	外国特許	山川清志、高橋慎吾、伊勢和幸	H17.12.16	H20.4.29	PCT/JP2005/023169	US7365943B2
47	アクチュエータ	特許	森英季	H18.3.30	H24.9.7	2006-095447	5076063
48	電磁界計測システム	特許	黒澤孝裕	H18.10.25	H24.2.3	2006-289985	4915565
49	位置決め機構	特許	森英季	H19.8.24	H24.7.6	2007-218965	5028659
50	液晶光学デバイス	特許	葉茂、佐藤進	H20.8.14	H23.11.18	2008-209004	4863403
51	作動変換型変位拡大装置	特許	森英季、宮脇和人	H20.7.11	H26.3.7	2008-181801	5487462
52	高周波材料定数測定システム	特許	駒木根隆士、黒澤孝裕	H21.2.27	H26.5.30	2009-44983	5589180
53	アクチュエータの減衰方法およびアクチュエータ	外国特許	森英季	H16.7.27	H22.11.3	PCT/JP2004/011016	EP1737115
54	空間光変調器	特許	山根治起	H21.5.11	H26.4.11	2009-114082	5514970
55	低電圧駆動液晶レンズ	特許	佐藤進、葉茂、王濱	H21.7.7	H25.8.9	2009-160358	5334116
56	平面位置決め装置およびこれを備えた検査装置	特許	森英季、宮脇和人	H22.2.9	H26.9.5	2010-550522 PCT/JP2010/51900	5605227
57	低電圧駆動液晶レンズ	特許を受ける権利	佐藤進、葉茂、高橋慎吾	H22.3.1		2010-044352	
58	スピン注入電極構造、スピン伝導素子及びスピン伝導デバイス	特許	鈴木淑男	H22.9.3	H26.11.28	2010-198159	5651826
59	強磁性積層構造及びその製造方法	特許	鈴木淑男	H22.12.20	H27.2.6	2010-283253	5688526
60	強磁性積層構造及びその製造方法	特許	鈴木淑男	H20.3.31	H25.1.25	2008-089702	5181388
61	液晶光学デバイス	特許を受ける権利	佐藤進、高橋慎吾、葉茂	H22.12.27		2010-291221	

2. 特許出願・登録状況

NO	名称	権利の別	発明者	出願日	登録日	出願番号	登録番号
62	液晶シリンドリカルレンズアレイおよび表示装置	特許	佐藤進	H23.1.6	H27.2.27	2011-1217	5699394
63	平面位置決め装置およびこれを備えた検査装置	外国特許	森英季、宮脇和人	H22.2.9	H25.7.23	US13/206554	US8495761
64	超音波流量計を用いた酸素濃度計	特許を受ける権利	小笠原雄二	H23.5.20		2011-113374	
65	液晶光学レンズ	特許	葉茂、佐藤進	H20.8.14	H24.12.21	2011-239597	5156999
66	磁気光学効果計測装置	特許を受ける権利	近藤祐治、山川清志	H23.5.31		2011-122769	
67	スピン注入電極構造、スピン伝導素子及びスピン伝導デバイス	外国特許	鈴木淑男	H23.8.24	H25.7.24	13/216965	US84928009
68	強磁性積層構造及びその製造方法	外国特許	鈴木淑男	H23.12.13	H25.11.19	13/323869	US8586216
69	液晶光学デバイス	特許		H19.2.16	H22.1.8	2007-37047	4435795
70	マトリクス駆動液晶光学素子及び装置	特許を受ける権利	佐藤進	H24.6.26		2012-143369	
71	並進機構を用いたアクチュエータの減衰方法およびアクチュエータ	特許を受ける権利	森英季	H25.1.25		2013-11990	
72	研磨装置および研磨装置に用いられるアタッチメント	特許を受ける権利	赤上陽一	H25.3.15		2013-52876	
73	酸化セリウム砥粒再生方法	特許を受ける権利	赤上陽一、久住孝幸	H24.3.21		2012-63494	
74	電界洗浄方法、電界免疫組織染色方法、電界洗浄装置及び、電界免疫組織染色装置 (旧名称:電界洗浄方法)	特許を受ける権利	赤上陽一、加賀谷昌美、中村竜太、池田洋	H26.1.22		2014-9634	
75	電界攪拌用はっ水フレーム (旧名称:電界攪拌用ならびに電界洗浄用はっ水フレーム及び、電界非接触攪拌方法・電界攪拌向けインジケータ付きはっ水リング)	特許	赤上陽一、加賀谷昌美、中村竜太、池田洋	H26.1.22	H26.12.5	2014-9629	5655180
76	切削工具仕上げ装置および切削工具仕上げ方法	特許を受ける権利	赤上陽一	H26.1.16		2014-4940	
77	自動電界免疫組織染色装置	特許	赤上陽一、加賀谷昌美、中村竜太、池田洋	H26.2.20	H27.2.20	2014-30179	5696300
78	ドリル及び穿孔の形成方法	特許を受ける権利 (国際特許)	斉藤耕治、加藤勝	H25.11.7		PCT/JP2013/80126	
79	ドリル及び穿孔の形成方法	特許を受ける権利 (欧州国内移行)	斉藤耕治、加藤勝	H25.11.7		13 843 029.3	
80	ドリル及び穿孔の形成方法	特許を受ける権利 (台湾国内移行)	斉藤耕治、加藤勝	H25.11.7		102140694	
81	ドリル及び穿孔の形成方法	特許を受ける権利 (中国国内移行)	斉藤耕治、加藤勝	H25.11.7		201380003276.9	
82	ドリル及び穿孔の形成方法	特許を受ける権利 (米国国内移行)	斉藤耕治、加藤勝	H25.11.7		14/229096	
83	並進機構を用いたアクチュエータの減衰方法およびアクチュエータ	特許を受ける権利 (外国特許)	森英季	H26.1.23		14/162562	
84	自動電界免疫組織染色装置及び、自動電界免疫組織染色方法	特許を受ける権利 (外国特許)	赤上陽一、加賀谷昌美、中村竜太、池田洋	H26.2.20		14/185533	
85	研磨材および研磨方法	特許を受ける権利	赤上陽一、久住孝幸、中村竜太	H26.3.18		2014-054845	
86	迅速かつ高感度な多重免疫染色法	特許を受ける権利	赤上陽一、中村竜太	H26.5.16		2014-102883	
87	光学式化学センサ	特許を受ける権利	山根治起	H26.9.3		2014-179031	
88	骨生検用工具及び骨組織採取方法	特許を受ける権利	加藤勝	H26.10.15		2014-210648	
89	磁性流体検出装置及び磁性流体検出方法	特許を受ける権利	丹健二	H27.1.22		2015-9974	
90	検知装置及び摘出部位載置容器	特許を受ける権利	丹健二	H27.1.22		2015-10003	
91	水素水生成器	特許を受ける権利	木谷貴則、黒澤孝裕、山川清志	H27.1.28		2015-14852	

2. 特許出願・登録状況

NO	名称	権利の別	発明者	出願日	登録日	出願番号	登録番号
92	細胞内生体分子の検出に用いる標準試料及び細胞内生体分子の検出方法	特許を受ける権利	赤上陽一、中村竜太	H27.2.3		2015-19566	
93	培養細胞を用いた標準試料及びその製造方法	特許を受ける権利	赤上陽一、中村竜太	H27.2.5		2015-21657	
94	電界強度偏在電極及びこれを用いた電界攪拌方法	特許を受ける権利	赤上陽一、中村竜太	H27.2.6		2015-22163	
95	微小液滴を形成する反応デバイス及びこれを用いた電界攪拌方法	特許を受ける権利	赤上陽一、中村竜太	H27.2.6		2015-22575	
96	液滴形成用シャーレ及びこれを用いた電界攪拌方法	特許を受ける権利	赤上陽一、中村竜太	H27.2.6		2015-22721	
97	ゼータ電位制御法を用いた処理方法	特許を受ける権利	赤上陽一、中村竜太、久住孝幸、池田洋、佐藤安弘	H27.2.12		2015-25880	
98	ドリル及び穿孔の形成方法	特許を受ける権利 (日本国内移行)	斉藤耕治、加藤勝	H25.11.7		2014-545750	
99	ドリル及び穿孔の形成方法	特許を受ける権利 (韓国国内移行)	斉藤耕治、加藤勝	H25.11.7		10-2015-7006017	

3. 各研究会の概要

<p>○非破壊検査技術研究会</p> <p>非破壊検査、及び溶接・接合に関する技術水準の向上普及を図り、工業の発展に寄与することを目的とし、講演会、講習会、研究成果発表会、視察会、情報交換会などを実施。</p> <p>会員：企業43社、大学・支援機関等6機関8名</p>	<p>代表者：佐々喜興業（株） 佐々木 一喜</p> <p>事務局：素形材プロセス開発部 木村 光彦</p>
<p>○表面処理技術研究会</p> <p>表面処理（電気めっき、無電解めっき、熔融亜鉛めっきなど）に関する技術の向上をはかるとともに会員相互の研鑽と融和をはかるとを目的とし、講演会、講習会、研究成果発表会、視察会、情報交換会などを実施。</p> <p>会員：企業23社、大学・支援機関等3機関4名</p>	<p>代表者：東電化工業（株） 若泉 孝治</p> <p>事務局：秋田県資源エネルギー産業課 湯瀬 栄一郎</p>
<p>○高分子材料研究会</p> <p>高分子材料及びその成形加工技術に関する技術の向上を図るとともに会員相互の研鑽を図ることを目的とし、講演会、講習会、研究成果発表会、視察会、情報交換会などを実施。</p> <p>会員：企業25社、大学・支援機関等2機関4名</p>	<p>代表者：睦合成工業（株） 高橋 輝年</p> <p>事務局：素形材プロセス開発部 工藤 素</p>
<p>○生産技術研究会</p> <p>工業の生産技術に関する研修、試験研究等を通して、新技術の開発、技術力の向上、人材養成を図るとともに産・学・官の連携強化等により本県工業の発展に資することを目的とし、（1）分科会方式による新技術の開発、共同研究の実施、（2）技術講習会、講演会、研修会の開催、（3）研究成果・事例発表会、企業見学会等の開催、（4）技術交流および技術情報の交換などを実施。</p> <p>会員：企業52社 大学・支援機関等8機関10名</p>	<p>代表者：小林工業（株） 小林 憲一郎</p> <p>事務局：素形材プロセス開発部 沓澤 圭一</p>
<p>○北東北ナノ・メディカルクラスター研究会</p> <p>精密加工技術・界面制御技術・医療技術を融合させた次世代医療システムづくりの進展を目指し、北東北の産業創出に貢献することを目的とする。</p> <p>会員：企業10社、大学・支援機関等14機関</p>	<p>代表者：秋田大学医学部附属病院 南條 博</p> <p>事務局：産業技術センター 赤上 陽一</p>
<p>○硬質工具材料研究会</p> <p>産学官が協力して硬質工具材料技術に関する技術交流を図り、硬質工具材料技術を利用した新材料開発や新製品開発などを目指すことで、この分野における技術の高度化を図るとともに、会員相互の啓発と親睦を図り、本県の工業の発展に資することを目的とする。</p> <p>会員：企業5社、大学・支援機関等2機関6名</p>	<p>代表者：秋田大学工学資源学部 泰松 斉</p> <p>事務局：先端機能素子開発部 杉山 重彰</p>
<p>○秋田・精密機器研究会</p> <p>産学官のネットワーク構築と情報交流を目的に平成11年度から活動してきた「オプトエレクトロメカニクス研究会」から「精密位置決め」をテーマとして試作開発に関わる企業・機関により結成され、商業化を前提としてSub-nanometerの超精密位置決め機構制作などに取り組んでいる。</p> <p>会員：企業10社、 大学・支援機関等5機関22名</p>	<p>代表者：（有）小野寺工作所 小野寺 信雄</p> <p>事務局：電子光応用開発部 森 英季</p>
<p>○真空製膜研究会</p> <p>真空製膜技術は「ものづくり」のための基盤技術の一つであり、多くの要素技術を含有しています。本研究会では、県内企業の現場ニーズに対応した要素技術を研鑽するとともに、企業、大学、公設試等の持つ技術を基に新たな事業を創出することを目標とし、材料・加工分野、制御分野、計測分野などにおける個別技術力の向上を目指しています。</p> <p>会員：企業16社、大学・支援機関等4機関58名</p>	<p>代表者：国立大学法人秋田大学 石尾 俊二</p> <p>事務局：秋田県学術振興課 有明 順</p>

VI 当センターのご利用について

1. 秋田県産業技術センターの所在とアクセス

(1) 所在

秋田県産業技術センター 本館

住所 〒010-1623 秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4番地の1 1

連絡先 Tel 018-862-3414 Fax 018-865-3949

秋田県産業技術センター 高度技術研究館

住所 〒010-1623 秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4番地の2 1

連絡先 Tel 018-866-5800 Fax 018-866-5803

ホームページ

<http://www.rdc.pref.akita.jp/>



(2) 公共交通機関によるアクセス

◎バス 秋田中央交通 秋田駅西口発『県立プール』線

本館：『工業技術センター前』停留所下車※

高度技術研究館：『県立プール前』停留所下車※

※両建屋間は徒歩2分ほど離れていますのでご注意ください。

◎タクシー 秋田駅より約7キロ、20分。運賃3,000円程度

2. ご利用案内

秋田県産業技術センターでは、秋田県産業の活性化と持続的な発展を目指し、研究業務のほかにも、県内企業の皆様のためのさまざまな活動を行っております。技術相談、共同研究、受託研究、人材育成、設備利用など、各種のサポートメニューをご用意し、県内企業をはじめとする皆様のご利用をお待ちしております。

詳細については以降をご確認いただき、各担当窓口までご相談ください。ご不明な点などもお気軽にお問い合わせください。

(1) ご相談窓口について

秋田県産業技術センターでは、ご相談窓口は技術イノベーション部となっております。はじめて当センターをご利用される方、新たなご相談のある方は、下記電話へご連絡ください。また当センターホームページの技術支援室のページからは、メールによるご連絡も可能です。

TEL 018-862-3420

ホームページ <http://www.rdc.pref.akita.jp/>

継続してご利用されている方は、引き続き、担当の研究員へ直接ご連絡ください。

◎共同研究

- ・企業の皆様と当センターが共同で研究開発に取り組みます。
 - ・秋田県産業技術センターで使用する消耗経費をご負担いただきます。
 - ・共同研究契約を締結していただきます。秘密保持契約も可能です。
- 詳しくは技術支援室までお問い合わせくださいますようお願いいたします。

◎研修

- ・企業の皆様の技術力向上や新技術の習得のために研修制度を用意しております。
- ・研修費用は無料ですが、必要な消耗品についてはご負担願います。
- ・学生の皆さんのインターンシップも受入可能です。

◎設備機器利用

- ・試作加工、分析評価等に利用できる当センター設備機器を開放しております（有料）。
 - ・使用料のほか、必要な消耗品についてはご利用者様にご負担いただきます。
 - ・設備機器の使用方法については、当センター研究員がサポートします。
- 詳しくは次項「設備機器利用について」をご参照ください。

◎研究会の紹介

- ・当センターが活動を支援している研究会を紹介します。
- ・講演会、講習会、研究発表会、情報交換会、工場見学会などを開催しております。
- ・企業間連携、産学官連携の場としてご活用ください。

(2) 設備機器利用について

秋田県産業技術センターでは、研究会や会議等に利用できる当センターの研修室や会議室を、また試作、加工、分析評価等に利用できる当センターに設置されている設備機器の一部を、有料で開放しています。機器設備のご利用案内と、ご利用いただける機器の一覧を次ページより収録してありますのでご参照ください。なお、これら設備機器につきましては、ご利用の可否、ご利用条件、料金などに変更が生じる場合がございます。予めご了承ください。

秋田県産業技術センター施設・設備利用のご案内

秋田県産業技術センターでは、試験研究、技術支援・相談、技術者養成、研究会活動、研修会・講習会の開催、技術情報の提供などの業務を行っております。

当センターには、県内企業をはじめ外部の方に施設や設備機器を次のとおり開放しております。

ご利用の留意事項

- (1) 利用者
特に制限はありません。
- (2) 利用対象施設、設備機器及び使用料金
「施設及び設備使用料」に記載しているとおります。
- (3) 利用日時
原則として、当センターの休業日を除く午前9時から午後5時までです。
- (4) 利用・申し込み方法
あらかじめ電話等により、対象設備、利用日時等をご連絡の上、当日まで申請手続きが必要です。
使用が可能な場合は、許可書を交付します。
- (5) 使用方法の指導
設備機器の使用方法については、必要に応じて当センター職員が指導します。
- (6) 支払方法
当センターで発行する納入通知書により、指定金融機関に納付することになって
います。
- (7) ご利用にあたっての順守事項
 - ① 会議室、講堂、展示室の使用に際しての机、椅子の準備及び現状回復は、使用者の責任において行うことになって
います。
 - ② 茶器は無償で貸し付けしますが、消耗品は持ち込みとなるほか、後片づけは使用者の責任において行って下さい。
 - ③ 禁煙場所での喫煙はご遠慮下さい。
 - ④ 設備機器のご利用にあたっては、原則として危険物及び有害物質の持ち込みを禁止いたします。
 - ⑤ 当センターの施設及び設備機器をき損した場合は、直ちに届け出願います。
故意または過失によると認められる場合には、損害賠償の責任が生じることになりますので注意してご利用下さい。
- (8) 申込・照会先
〒010-1623 秋田市新屋町字砂奴寄4番地の11
秋田県産業技術センター総務管理部

TEL 018-862-3414

FAX 018-865-3949

施設使用料及び設備使用料

1. 開放研究室

開放研究室には、備品としてOAテーブル、OAチェア、キャビネット、ロッカー、作業台などが備え付けられており、LANの端子が設けられておりますので、コンピュータを持ち込むことにより、電子メール等を利用できます。

(1) 本館

区分	面積 (m ²)	室数	使用料金 (円/月)
開放研究室A	59	2	69,800
開放研究室B	46	6	66,700
開放研究室C	40	2	44,400

(2) 高度技術研究館

区分	面積 (m ²)	室数	使用料金 (円/月)
高機能開放研究室	61.44	6	97,800

2. 講堂、研修室、会議室、展示室

(1) 本館

区分	使用料			収容人数
	9:00-12:00	13:00-17:00	9:00-17:00	
講堂	3,600円	4,800円	8,400円	100人
研修室B	1,200円	1,600円	2,800円	20人
展示室	(1日) 1,350円			

また、次の付属備品が使用できますので、施設の使用申込の段階でお申し込み下さい。
なお、これらについては、使用料はかかりません。

備品名	備品名
液晶プロジェクタ	オーバーヘッドプロジェクタ
VHSビデオデッキ	黒板
スクリーン	ワイヤレスマイク
ホワイトボード	

(2) 高度技術研究館

区分	使用料			収容人数
	9:00-12:00	13:00-17:00	9:00-17:00	
視聴覚研修室	9,750円	13,000円	22,750円	100人
研修室A	3,600円	4,800円	8,400円	24人

3. 機械設備の使用料について

次頁以降に示します。

(注1) 使用時間が1時間未満である時、または当該時間に1時間未満の端数がある時は、1時間として計算した使用料です。

(注2) 施設及び設備使用料には、消費税が含まれています。

秋田県産業技術センター機器設備一覧

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
1	放射線(α線、β線、γ線)測定器	日立アロカメディカル(株)	TCS-362,TCS-172B,ICS-323C	23	100	遠田
2	ガウスメータ	ベル	9903	4	940	丹
3	シングルジェネレータ	アジレントテクノロジー	E4426B	14	110	丹
4	低雑音振幅器	MITEQ	NSP2000-P	17	100	丹
5	ローパスフィルタ	エスエフ回路設計ブロック	NF-3660	4	430	丹
6	フォトシールド	NewFocus	1544-B-50	22	100	丹
7	電源ノイズ測定器	(株)JFF(テクトロニクス)	MD04104-6	23	250	佐々木(大)
8	精密騒音計	リオン(株)	NL-52	25	100	内田(勝)
9	全光東測定システム	オーシャンフォトニクス	OP-FLUX-76-CA	23	2,350	梁瀬
10	CNC3次元測定機	カールツアイス(株)	PRISMO 5 HTG-S	7	460	加藤
11	輪郭形状測定機	(株)ミツトヨ	SVC-638S	9	100	加藤
12	真円度測定機	ランクテララーホブソン	タリロンD262型	8	100	加藤
13	CNC万能測定顕微鏡	(株)ニコン	VM-250型	8	550	加藤
14	CNC三次元測定機用データ処理装置	(株)東京精密	Calyptoシステム	18	830	加藤
15	超高倍率3次元複合顕微鏡	島津製作所	ナノサーチ顕微鏡SFT-3500ほか	17	1,650	加藤
16	非接触形状測定顕微鏡	キーエンス	VK-9500	15	1,000	加藤
17	表面粗さ測定機	(株)東京精密	サ-70L3000A-3DF-DX-S	13	110	加藤
18	超高精度三次元測定器	Panasonic	UA3P-300	20	2,900	久住
19	非接触式表面性状評価装置	Zygo	NewView6300	19	1,150	久住
20	非接触式ファイバー干渉計	Zygo	GPI XP/D	19	570	久住
21	4インチ光学原器	Zygo	TS f/0.65, f/1.5, f/3.3	21	300	久住
22	ファイバー干渉計用球面測定ジグ	ZYGO	ファイバー干渉計用球面測定ジグ	23	130	久住
23	倒立型金属顕微鏡	オリンパス光学工業	PM-63-614U	8	100	内田(富)
25	X線CT画像解析装置	テスコ(株)	TXS225-ACTIS	18	1,500	内田(富)
26	高精度3次元プロッターシステム	OBJET	CONNEX500	21	7,200	内田(富)
27	鋳造CAEソフトウェア	クオリカ	JSCAST	14	100	内田(富)
28	ナレッジシステム	富士通	サーバルPRIMERGY F250ほか	14	380	内田(富)
29	熱処理CAEソフトウェア	クオリカ	GRANTAS	14	100	内田(富)
30	熱変形シミュレーションシステム	MSCソフトウェア	simxpert	21	1,550	内田(富)
31	ハイエンド3次元CAD/CAMシステム	PTC社	Pro/ENGINEER Wildfire 4	10	100	内田(富)
32	非接触三次元デジタルマイザ	Steinbichler	COMET	21	1,950	内田(富)
33	総合型金属顕微鏡	オリンパス(株)	DSX500,DSX100	25	530	内田(富)
34	再資源化焼結炉	アドバンテック東洋(株)	KS-1703型	7	150	遠田
35	管状炉	タナカテック	MPH-6VGS	15	520	遠田

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
36	炭化賦活炉	(株)ウエーブ二十一	炭化賦活炉 T-2000L	16	1,200	遠田
37	空圧落下衝撃試験装置	ボックスイ・ブラウン(株)	SM-110-MP型	3	100	近藤(康)
38	振動試験機	エミック株式会社	F-03000BM/FA	16	1,200	佐々木(信)
39	絶縁耐圧試験器	日置電機(株)	3159	14	100	近藤(康)
40	差動プローブセット	ソニー・テクトロニクス	P6330・P5210・TCP202S	14	100	佐々木(信)
41	ネットワークプロトコル開発ツール	Scalable Network Technologies, Inc.	Qualnet Developer	18	1,000	佐々木(信)
42	光テストシステム装置	横河電機	AG2200	17	700	佐々木(信)
43	ベクトルシングナルジェネレータ	アジレント	V2920A	21	310	佐々木(信)
44	ミックスドシングナルオシロスコープ	日本テクトロニクス	MSO4104	20	100	佐々木(信)
45	ソフトウェア品質評価試験システム	株式会社ハートランドデータ	DT10 STD Value IVセット	26	250	佐々木(信)
46	計測制御ソフトウェア開発システム	National Instruments(株)	LabVIEW 2010プロフェッショナル開発システム	23	100	佐々木(大)
47	プレジジョンパワーアナライザ	横河電機(株)	WT3000	23	170	佐々木(大)
48	高周波3次元電磁界シミュレータ	アンソフト	HFSSV・10・0	17	960	丹
49	三次元電磁界最適化設計ツール	アンソフト・ジャパン(株)	Optimetrics	18	100	丹
50	電磁界解析用ワークステーション	DELL	PrecisionT5400	20	100	丹
51	ネットワーク・アナライザー・システム	アジレント・テクノロジー(株)	E8364A	14	1,250	丹
52	振動方式誘電率測定システム	キーコム株式会社	振動方式試料穴閉鎖形空洞共振器法比誘電率・誘電正接($\epsilon_r, \tan\delta$)測定システム	18	310	丹
53	ロックインアンプ	Anfatec Instruments	eLockIn205/2	25	100	丹
54	総合熱分析装置	セイコー電子工業(株)	EXSTAR6000	8	870	杉山
55	電気伝導率・熱電率測定装置	真空理工(株)	ZEM/PEM-1型	9	1,400	杉山
56	高温動弾性率測定装置	東芝タンガロイ(株)	UMS-HL	10	3,350	杉山
57	ナノインデンター	米国Hysitron社	Model Triboscope他	14	3,000	杉山
58	熱特性測定装置	NETZSCH	LFA457-A21 MicroFlash	21	1,200	杉山
59	熱膨張測定装置	理学電機	Thermo Plus 2	15	460	杉山
60	電子プローブマイクロアナライザー	日本電子(株)	JXA-8200ほか	13	1,650	杉山
61	電界放射走査電子顕微鏡	日立製作所	S-4500	8	610	木村
62	S-4500用オートステージ	日立製作所	S-8432型	12	100	木村
63	圧縮成形機	東洋精機(株)	試験用加硫プレス 30ton f	S58	280	工藤(素)
64	プラスチック衝撃試験機	上島製作所	シャルピー-JIS7111	S58	100	工藤(素)
65	恒温恒湿器	タハイエスベック(株)	LHU-112M	9	100	工藤(素)
66	3D射出成形シミュレーションシステム	富士通(株)	CELSIUS W480-NTM	23	1,150	工藤(素)
67	マイクロオームメータ	アジレント・テクノロジー(株)	34420A	18	100	工藤(素)
68	流動特性評価装置 (フロースター)	(株)鳥津製作所	フロースター CFT-500D パソコンシステム	14	270	工藤(素)
69	示差走査熱量計	セイコーインスツルメンツ株式会社	X-DSC7000	23	620	工藤(素)

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
70	プラスチック万能材料試験機 (CFRP用)	インストロン(株)	5967型	24	930	工藤(素)
71	マルチインテグサ	(株)東洋精機製作所	型式G-01	25	250	工藤(素)
72	真空加熱プレス装置	井元製作所	1824型	19	100	杉山
73	電子天秤	ザルトリウス(株)	MC210S	10	100	工藤(素)
74	3次元CAD/CAMシステム	ダッソーシステムズ	CATIA V5他	19	1,600	加藤
75	色彩色差計	日本電色工業(株)	SQ-2000	12	290	工藤(素)
76	表面抵抗測定装置	アジレント・テクノロジーズ(株)	4339B	16	110	工藤(素)
77	フーリエ変換赤外分光光度計	日本分光(株)	IRT-7000	21	820	工藤(素)
78	粘弾性測定装置	Anton Paar社	MCR302	26	1,100	工藤(素)
79	電動式塗工機	(株)小平製作所	YOA-B型	18	100	杉山
80	低高抵抗率測定システム	(株)三菱アナリック	ロレスタMCP-T610、ハイレスタMCP-HT800	26	200	野辺
81	セミビッカース硬度計	マツザワ	PVT-7S	21	420	杉山
82	超硬製転動ミル用容器	(株)伊藤製作所		20	100	杉山
83	比表面積測定器	湯浅アイオニクス(株)	モノノブ	2	340	菅原
84	小型電気炉	(株)セイシン企業	PART-3	2	260	菅原
85	低温恒温水槽	小松エレクトロニクス	DW-621	8	100	菅原
86	全有機体炭素計	島津製作所	TOC-5000A	11	550	菅原
87	原子吸光分光分析装置	日本ジャーレアルアッシュ	SOLAAR M-6	15	1,100	工藤(素)
88	酸素・窒素分析装置	㈱堀場製作所	EMGA-620W/C	13	1,350	工藤(素)
89	炭素・硫黄分析装置	LECO社	CS-200型	13	870	工藤(素)
90	ラマン分光光度計	日本分光(株)	NRS-1000/RFT-600	12	1,350	工藤(素)
91	高周波プラズマ発光分光分析装置	サーモフィッシャー・サイエンティフィック株式会社	iCAP6300 Duo	23	3,600	工藤(素)
92	X線回折装置	リガク	RINT-2500	9	710	菅原
93	X線応力測定装置	(株)マツクサイエンス	MXP3AHP	7	1,700	木村
94	マスフロー制御装置	日本タイラン(株)	FC-260J20SCCM	4	100	木村
95	スクラッチ試験機	新東科学(株)	TYPE. 22H	6	390	木村
96	微小硬さ試験機	(株)フィッシャー・インストルメンツ	H-100	14	480	木村
97	低温灰化装置	ヤマト化学	PDC-210	15	670	工藤(素)
98	電気マッフル炉	アドバンテック東洋	FUS612PA	15	350	工藤(素)
99	精密旋盤	池貝鉄工	D-20型	S47	260	加藤
100	ドリル研削盤	(株)藤田製作所	DG36A形	S55	220	加藤
101	NCフライス盤	遠州製作(株)	TNC 6MB付	S57	1,700	加藤
102	NC精密成形研削盤	(株)岡本工作機械	NFG-52 6M付	S57	1,650	加藤
103	圧電型切削動力計	日本キスラー(株)	9257B	2	670	加藤
104	コンターマシン	アマダ	V-400	S47	100	加藤

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
105	直立ボール盤	(株)吉田製作所	YUD600	S47	100	加藤
106	卓上ボール盤	吉田鉄工所	YBD-420B	S46	100	加藤
107	多軸加工用制御システム	SDRC社	CAMANDmultiaxisシステム	9	1,250	加藤
108	超精密成形形状研削盤	ナガセインテグレックス	SGC-630S4AK-Pcnc	22	3,600	加藤
109	ミス冷風供給装置	株荏原製作所	7ｲﾝｽﾄZELSR0401	12	130	加藤
110	油圧式強力高速弓鋸盤	津根マシヅール	PSB-350U	12	280	加藤
111	ワイヤーカット放電加工機	(株)ソディック	AG360L	18	990	加藤
112	5軸制御立形マシニングセンタ	オークマ(株)	MU-400V II型	26	2,700	加藤
113	プラスチック粉砕機	ホーライ	VC3-360	12	240	工藤(素)
114	LN2サブゼロ装置	(株)フロンティアエンジニアリング	I型	7	110	内田(富)
115	エコーチップ硬さ試験機	プロセック社(スイス)	D型	S60	120	内田(富)
116	函型電気炉	(株)サーマル	パッチタイプ炭化硅素発熱体加熱式	S57	410	内田(富)
117	流動層熱処理炉	日新化熱工業	TM-2540	8	350	内田(富)
118	鋳型焼成雰囲気炉	日新化熱工業(株)	EBS-9(改)	10	1,300	内田(富)
119	複合サイクル腐食試験機	スガ試験機	CYP-90	20	290	菅原
120	冷間等方加圧成形装置	アプライドパワージャパン(株)	CIP-50-2000	7	310	杉山
121	多目的高温炉	富士電波工業	ハイマルチ5000	8	1,000	杉山
122	放電プラズマ焼結装置	住友石炭鉱業(株)	SPS-2080	8	5,300	杉山
123	高速精密切断装置	平和テクニカ(株)	ファイナカットN-100	4	710	木村
124	マイクロフォーカスX線装置	日本フイルップス(株)	HOMX-161	5	1,800	木村
125	プレス付真空熱処理装置	東京真空(株)	PRESS-VAC-2	3	570	木村
126	YAGレーザ加工装置	石川島播磨重工業	iLS-YC-30B	11	6,900	木村
127	交直両用TIG溶接機	(株)ダイヘン	AVP-3000P	13	730	木村
128	真空チャンバー	日本精機	φ 500×H250mm(内寸)材質:SUS304	14	280	木村
129	溶接部可視化装置	石川島播磨重工業(株)	ILV型	12	100	木村
130	YAGレーザ用ロボットシステム	安川電機株	MOTOMAN-UP6型	13	100	木村
131	極間式磁気探傷機	日本工機	BY-1	S43	100	木村
132	超音波映像装置	日立エンジニアリング・アンド・サービス	FS200 II	22	1,750	木村
133	磁気探傷機	(株)島津製作所	PRA-80型	S46	230	木村
134	超音波探傷器	東京計器	SM80型	S53	500	木村
135	X線透過検査装置	理学電気工業(株)	300EG-B2L型	S55	980	木村
136	JSNDI仕様デジタル超音波探傷器	GEインスペクション・テクノロジー・ジャパン(株)	USM35X JE	23	150	木村
137	3Dプリンターシステム	STRATASAS	FORTUS250mc	25	1,100	沓澤
138	セラミックス研磨装置	丸本ストラウス(株)	アブラミン	10	2,600	杉山
139	セラミックス自動精密切断機	丸本ストラウス(株)	アキユトム50	11	390	杉山

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
140	ロックウェル硬さ試験機	(株)アカシ	ATK-F1000	7	190	内田(富)
141	ビッカース硬度計	(株)アカシ	AVK-C2500	4	100	内田(富)
142	XY自動テーパー付硬度計	明石製作所	MS-4	S60	250	内田(富)
143	試料研磨琢磨機	ビューラー	エコット4000	20	710	内田(富)
144	電解研磨装置	ストルアス社	ポレクトロール	9	230	木村
145	万能材料試験機	Instron	5985	22	2,400	木村
146	遊星回転ボールミル	(有)伊藤製作所	LA-PO412	8	210	杉山
147	スプレードライヤー	大川原化工機(株)	NHS-0型	9	550	杉山
148	アトライタ	日本コークス工業(株)	MAISE-X	25	340	杉山
149	真空乾燥用ミキサ	日本コークス工業(株)	FMミキサ、FM10C/I-X型	26	900	杉山
150	小型造粒機	日本アイリッヒ(株)	アイリッヒ逆流式高速混合機RVO2型	2	200	菅原
151	ふるい振盪機	テラオカ	S-1	3	100	菅原
152	ボールミル	日陶科学	架台二連式AN-3S無段変速28~100bpm	1	100	菅原
153	中型電気炉	(株)モトヤマ	SH-3045E	10	890	菅原
154	乾式粉体表面改質装置	(株)奈良機械製作所	NHS-0型(閉回路)	9	820	菅原
155	真空溶解炉	富士電波工業(株)	FVPM-10型	7	1,850	内田(富)
156	ニューマブラスター	(株)不二製作所	FDG-4S	S57	300	内田(富)
157	動的ひずみ解析装置	(株)共和電業	EDX-1500A-16AC	10	100	内田(富)
158	引張・圧縮疲労試験機	島津製作所	EHF-EG50KN-10L	11	2,700	内田(富)
159	発光分析装置	(株)SPECTRO Analytical	SPECTROLAB M	14	1,300	内田(富)
160	シャルピ衝撃試験機	(株)島津製作所	30kgm型	S54	130	内田(富)
161	小野式回転曲げ疲労試験機	(株)島津製作所	H6型	S62	100	内田(富)
162	スガ摩耗試験機	スガ試験機(株)	NUS-ISO-3型	1	170	内田(富)
163	摩耗試験機	(株)エー・アンド・ディ	EFM-3-EM	9	410	内田(富)
164	高温雰囲気クレープチャータ試験装置	東伸工業	VGRT-30S	11	100	内田(富)
165	万能試験機	島津製作所	UH-F300kNI	19	690	木村
166	転写性評価用金型	日本分光(株)	プリハードン鋼	10	100	工藤(素)
167	射出圧縮成形装置	フアナック(株)	ROBOSHTOα-100C	9	1,700	工藤(素)
168	精密微量水分計	(株)子ノ	CZA-3000	13	110	工藤(素)
169	ノズル樹脂圧力・温度計	日本キスラー(株)	4085A5A2	13	100	工藤(素)
170	標準試験片作製金型	AXXICON社	AIM Mould System	13	230	工藤(素)
171	押出機	(株)テクノベル	KZW25TW-60MG-NH(1200)スケジユ径25φ	16	1,600	工藤(素)
172	集塵機	アマノ(株)	PIE45	18	480	工藤(素)
173	樹脂乾燥機	アドバンテック東洋	DRL823WA	16	220	工藤(素)
174	磁束密度測定装置	F.W.BELL	9550	9	120	久住

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
175	砥粒分散用超音波発生器	トミ精工	UD-201(S)	13	100	久住
176	平坦度測定装置	(株)ニテック	FT-900(ウエハ用)	25	1,250	久住
177	電界制御装置	トレック・ジャパン(株)	MODEL20/20B	10	100	久住
178	小型切削動力計	日本キスラー株式会社	9256C2	16	490	久住
179	三脚	スリック	プロフェッショナルサインII	12	100	久住
180	自動研磨ヘッド	ビュラー	オートメット2000 60-1970	20	100	久住
181	除振台	明立精機	AYA-1809K4	21	100	久住
182	レーザー変位計	キーエンス	LC-2400	14	100	久住
183	電源装置	トレックジャパン(株)	MODEL609D-6	7	190	久住
184	15MHzファンクションウェーブジェネレータ	日本ビューレットパッカード	33120A	11	100	久住
185	オシロスコープ	日本ビューレットパッカード	HP-54645A	11	100	久住
186	安全キャビネット	エアータック	BHC-1006 II A/B3	20	100	久住
187	核酸増幅システム	三洋電機バイオメデイカ(株)	MDF-192	17	310	久住
188	蛍光顕微鏡	ニコン	E400-RFL 1	15	200	久住
189	材料物性測定装置	東陽テクニカ	1260-MAS(ソーラー・トロン)	18	690	久住
190	3軸微細加工機	シグマテック	FS-1100PXY	15	820	久住
191	CCDカラーカメラ	東京電子	CS5270i-S	12	100	久住
192	ゼータ電位測定装置	Systemex	Nano Z	19	330	久住
193	砥粒挙動モニタ用レンズ	モリテックス	MIL-Z07545他	12	100	久住
194	誘電率測定用サンプルホルダー	東陽テクニカ	SH2-Z	25	100	久住
195	動的光散乱式測定装置	(株)Malvern	ゼータナノサイザー ナノZSP	26	800	久住
196	研磨装置	不二越機械工業	SLM-140	22	480	久住
197	片面研磨装置	不二越機械工業(株)	SLM-140改	25	550	中村
198	熱電発電モジュール温度特性評価試験装置	サカタ理化学(株)	MS-010	24	520	杉山
199	高速引張試験機	島津製作所	HITS-T10	21	2,350	木村
200	落錘衝撃試験機	INSTRON	9205HV	21	1,450	木村
201	材料試験高速解析システム	(株)フオトン	FASTCAM SA-X	24	780	木村
202	減圧除湿乾燥機	カワタ(株)	DV-30	26	250	野辺
203	高転写成形用急加熱冷却金型システム	山下電気(株)	超臨界発泡射出成形機用金型	26	1,100	野辺
204	立形マシニングセンター用集塵防塵装置	アマノ	PIE-30SD	22	760	加藤
205	立形マシニングセンター	ファナック	α-T14ID	16	460	加藤
206	超臨界発泡射出成形機	日精樹脂工業株式会社	NEX180III 25E	24	3,000	工藤(素)
207	複合材硬化成形用オートクレーブ	株式会社 羽生田鉄工所	φ 850 x 1500L	21	1,450	藤嶋
208	複合材料切断機	(株)丸東製作所	AC-300CF	22	570	藤嶋
209	フラットベットの切断機	(株)ミマエンジニアリング	CF2-1215RC-S	25	750	藤嶋

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
210	耐候性試験機	岩崎電気(株)	SUV-W161	25	1,500	近藤(康)
211	重量級ブラットホーム型電子天秤	エー・アンド・デイ	FW-300KA4	9	100	沓澤
212	放射電磁界イミュニティ試験システム	アプリアアイヤー株式会社	TC2000C	15	1,050	佐々木(信)
213	プリント基板加工システム	日本LPKF株式会社	Protomat C100HF	16	450	佐々木(大)
214	パワーマルチメーター	横河電気	WT1030	8	100	小笠原
215	磁気抵抗効果測定用電磁石	マイテック	ヘルムホルツコイルM-HD31型	6	210	丹
216	高出力増幅器	日本オートマチックコントロール	150A100B-150W1000	16	360	丹
217	バイポーラ電源	高砂製作所	BWS80-30G	16	190	丹
218	ワイヤーボンダー	TPT	モデル16	16	270	丹
219	雷サージ試験システム	株式会社ノイズ研究所	LSS-15AX-C1/S	13	100	近藤(康)
220	静電気試験システム	ノイズ研究所	ESS-2000	14	100	近藤(康)
221	グローワイヤー試験機	Physics technics Labor	TA03.35(付属チャーンバ\BT-07)	25	310	近藤(康)
222	雑音総合評価試験機	(株)ノイズ研究所	MODEL EMC-5000S	1	870	佐々木(信)
223	ファストランジェント/バースト試験機	(株)ノイズ研究所	FNS-AX3-B50B	26	150	佐々木(信)
224	低温恒温高湿器	エスパック	PSL-2K	19	240	佐々木(大)
225	冷熱衝撃装置	エスパック(株)	TSA-71S-W	17	590	佐々木(大)
226	衝撃波記録解析装置	Lansmont社	Test Partner TP3-USB	26	100	近藤(康)
227	複合環境試験装置	IMV株式会社	EM2502(1250/SA5M)(振動試験機本体) Syn-3HA-40(恒温恒湿槽)	26	1,700	佐々木(信)
229	真空乾燥器	EYELA	VOS-450SD	9	120	遠田
230	自動研磨装置	ビューラー社	AUTOMET2&ECOMET3	9	170	遠田
231	スクラバー付ドラフトチャンバー	オリエンタル技研工業(株)	GENE-1500N	9	170	遠田
232	発熱量測定装置	(株)島津製作所	CA-4PU	10	100	遠田
233	粉塵ドラフト	オリエンタル技研(株)	GNS-1800S	10	100	遠田
234	排ガス分析装置	(株)島津製作所	GC-17A	10	110	遠田
235	CHN元素分析装置	(株)パーキンエルマー・ジャパン	24002CHNS/0	10	210	遠田
236	燃焼灰品質評価装置	日機装	マイクロトラックHRA-X-100	9	970	遠田
237	焼成挙動評価装置	ライカ	DMRXP	9	590	遠田
238	波長分散型蛍光X線装置	島津製作所	XRF-1700(4KW)	11	900	遠田
239	ガスクロマトグラフ質量分析装置	横河アナリティカルシステムズ	Agilent 5973W	12	170	遠田
240	ガスクロ用オートインジェクター	島津製作所	AOC-20i	16	100	遠田
241	GC用熱分解装置	(株)島津製作所	PY-2020ID	21	520	遠田
242	サイクロンサンプリミル	静岡精機(株)	CSM-F1	20	100	遠田
243	ハロゲン化合物測定自動前処理装置	三菱化学(株+D102)	AQF-100	18	720	遠田
244	ビード作製装置	東京科学(株)	TK-4100型	16	790	遠田

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
245	ハンディ型燃焼排ガス分析計	(株)テストー	t350システムXL	23	120	遠田
246	粒度分布測定装置	日機装(株)	MT3300EX2-SDC-H	25	570	遠田
247	赤外線サーモグラフィカメラ	日本アビオニクス(株)	R300SR-H	26	100	遠田
248	ハロゲン化合物測定用検出器	Thermo SCIENTIFIC 社	ICS-1600	26	400	遠田
249	ガス蒸気吸着量測定装置	日本ベル(株)	BELSORP-max	26	900	遠田
250	超純水製造装置	アドバンテック東洋	RFU665DA	26	100	遠田
251	低恒温恒湿器	タハイエスペック(株)	PL-3SP型	5	170	遠田
252	分光光度計	(株)日立製作所	U-3000	10	340	遠田
253	ICP質量分析装置	アジレント・テクノロジー(株)	Agilent 7500 Series ICP-MS	18	1,650	遠田
254	イオンクロマトグラフ(陰イオン・陽イオン・糖分析システム)	ダイオネクス	ICS-3000+2100型	22	1,550	遠田
255	吸着性能評価装置	Quantachrome社	ChemBET-3000型	16	690	遠田
256	バイオシェーカー	タイテック(株)	BR-43FL-MR	23	100	遠田
257	分子量分布測定装置	(株)島津製作所	ProminenceGPCシステム	25	380	遠田
258	微粉砕機	中央化工機(株)	MB-1	9	100	遠田
259	粗粉砕機	三田村理研工業(株)	SR-2	9	130	遠田
260	凍結粉砕器	日本分析工業	JFC-1500型	15	300	遠田
261	小型タンデムリング粉砕機	中央化工機商事(株)	TR-LM	24	100	遠田
262	アスファルトミキサー		北大型30k練2Hp	2	150	遠田
263	アスファルト用乾燥機			S46	100	遠田
264	ガスコンロ			S55	100	遠田
265	ローラーコンパクター	谷藤	TR-323C	S47	130	遠田
266	3連式自動ホイールトラックキング試験機	ニッケン	HKA-110A3D-CW15	8	740	遠田
267	蛍光X線膜厚計	セイコー電子工業	SEA-5120	6	1,400	岡田
268	薄膜構造評価用高輝度X線回折装置	理学電機	ATX-G	12	5,900	鈴木
269	電子スピニング共鳴測定装置	ブルカー・バイオスピン社	EMXplus型(マイクロ波ブリッジ含)	25	1,800	鈴木
270	電子顕微鏡用引伸機	ダースト	L1200	5	790	岡田
271	イオンスパッタ装置	日本電子	JUC-5000	4	2,000	岡田
272	マイクロオージェ電子分光装置	日本電子(株)	JAMP-7830F	14	9,100	岡田
273	断面試料作製装置	日本電子	クロスセクション・ポリッシャ9010	17	620	岡田
274	実体顕微鏡	オリンパス	SZH-141	4	340	岡田
302	透過型電子顕微鏡(TEM)	日立製作所	HF-2000	5	31,100	岡田
275	光電子分光装置(ESCA)	アルバックファイ	5600MC	4	17,600	田口
276	2次元光検出器	ビットラン	BQ-73LN	22	110	近藤(祐)
277	紫外分光式磁気特性評価装置	ネオアーク	BH-M800UV-HD-10	17	1,400	山根
278	クリーンブース	日本エアテック	AER-2000C	9	100	山根

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
279	ポータブル型分光測定装置	ARCopix S.A.社	ARCSpectro FT-NIR Rocket 0.9-2.6	26	200	山根
280	高感度マグネットメータ	プリンストンメジャメント社	MicroMag2900	5	4,400	鈴木
281	ディンブルグラインダ	VCR	D-500	4	1,700	岡田
282	ダイヤラップ研磨システム	マルトー	ML-150P	5	100	岡田
283	低速切断機	サウスベイクテクノロジー	SBT650	5	100	岡田
284	純水・超純水製造装置	アドバンテック	RFU655DA・RFP543RA	22	240	神田
285	恒温恒湿槽	ADVANTEC	AGX-224	7	310	櫻田
286	静電容量微小変位計	ナノテックス	PS-III-5D	16	100	櫻田
287	金属顕微鏡	ニコン	XPF-UNRB	4	950	伊勢
288	静電式バターニング装置	エンジニアリングシステム(株)	QDX500-V-XC	25	1,100	伊勢
289	揺動式片面精密研磨機	不二越	LPS-38A	5	730	山川
290	ハイトゲージ	ハイデンハイン	CERTO-CT60M	6	420	山川
291	揺動式片面精密研磨機	ラップマスターSF	SPL15	6	1,500	山川
292	ダイシング・ソー	ディスコ	DAD320	7	1,450	内田(勝)
293	バッチ式多元素パッタ装置	トッキ	SPM506	7	3,750	新宅
294	イオンビームガン	アリオス	EMIS-212	17	430	内田(勝)
295	スパッタリング用バルス電源	日本MKS	RPG-50A-00	17	290	内田(勝)
296	スパッタ・蒸着複合装置	トッキ	SPS506	7	3,900	鈴木
297	分子線エビタキシー装置	エイコー・エンジニアリング	EW-100S	17	4,800	鈴木
298	MBEプロセスモニタ用四重極質量分析システム	英国ハイデン社		18	910	鈴木
299	スパッタ機用RFマッチングボックス	トッキ	RF-MN750	19	220	鈴木
300	MBE装置LL室拡張設備	株式会社エイコー		22	1,450	鈴木
301	MBE装置用成膜及び表面処理機能拡張設備	株式会社エイコー	1EK00-36109-6501	23	3,700	鈴木
303	補助ポンプ	サエスグループ(SAES Getters)	CapaciTorr D400-2	26	100	鈴木
304	バッチ式多層スパッタ装置	日電アネルバ	SPF-540H特	4	2,500	伊勢
305	バッチ式スパッタ装置	日電アネルバ	SPF-332H	6	2,000	伊勢
306	ディスクスパッタ装置	日本真空技術	SSH-4S	5	12,300	山根
307	光学式表面解析装置	Candela Instruments	OSA5100-200SQ	16	1,100	山根
308	イオンミリング装置	コモンウェルス	ミラトロンIV	4	1,900	山川
309	クライオコンプレッサ	ブルックス・オートメーション社	8200空冷式	26	100	山川
310	超高真空多元素パッタ装置	アルパック	MPS-4000-C6	15	6,000	新宅
311	空冷インバーターチャージャー	オリオン機械(株)	REK2200B1-V-G2	25	120	新宅
312	リークデテクター	日電アネルバ	ASM120HS	4	810	内田(勝)
313	工場顕微鏡システム	ニコン	MM-11U	4	2,950	伊勢
314	MEMS対応型マスクアライナ	ズース・マイクロテック	MA6BSA	15	1,950	伊勢

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
315	レーザー直接描画装置	ハイデルベルグ社	DWL 200UV	10	270	高橋(慎)
316	超音波洗浄装置	本多電子	W118	7	440	内田(勝)
317	純水・超純水製造装置	日本ミリポア株式会社	Milli-Q Integral 10	21	230	鈴木
318	サンプリングオシロスコープ	レクロイジャパン	9354TM	7	150	黒澤(孝)
319	高速スペクトラムアナライザ	HP	E4401B	11	280	黒澤(孝)
320	高速パルスジェネレータ	HP	HP81110A	11	240	黒澤(孝)
321	ルビジウム周波数標準発振器	スタンフォードリサーチ	FS725	17	100	黒澤(孝)
322	電波暗室・EMI測定システム	Rohde&Schwars	ESIB26a	16	9,550	黒澤(孝)
323	電波暗室用センサスキャナ	デバイス	DM3423AV1/0	19	210	黒澤(孝)
324	発振器	エヌエフ回路設計ブロック	WF1973	19	100	黒澤(孝)
325	ロックインアンプ	エヌエフ回路設計ブロック	LI5640	19	100	黒澤(孝)
326	低ノイズアンプ	TSJ	MLA-00118-B01-35	20	100	黒澤(孝)
327	高利得マイクロ波アンテナ	Electro Metrics	EM-6969	21	100	黒澤(孝)
328	自動車用直流電源インピーダンス安定化回路網	Schwarzbeck Mess Elektronik	NNBM8125	21	100	黒澤(孝)
329	CISPR22対応電波吸収体	TDK	IS-030A	22	100	黒澤(孝)
330	電磁シールド特性評価システム	テクノサイエンスジャパン	KEC法測定システム	22	110	黒澤(孝)
331	雑音電力測定システム	(株)東陽テクニカ	MAC600A-AJ, EPS/RFP-AJ	25	100	黒澤(孝)
332	雑音測定用疑似通信回路網	協立電子工業(株)	KNW-2208, KNW-441, およびF-51	25	100	黒澤(孝)
333	高周波発振器	アンリツ	MG3692C	26	150	黒澤(孝)
334	電子負荷	(株)計測技術研究所	LN-300A-G7	26	100	木谷
335	電子負荷	(株)計測技術研究所	LN-300A-G7	26	100	木谷
336	走査型プローブ顕微鏡(走査型トンネル顕微鏡)	デジタル・インストルメンツ	ナノコープⅢ	4	7,850	経徳
337	超微小硬度計	日本電気	MHA-400	4	14,700	経徳
338	大型サンプルSPM観測ステージ	デジタル・インストルメンツ	D3000	7	2,200	経徳
339	走査型プローブ顕微鏡用駆動システム	Veeco	RDS-F/DSP	13	100	経徳
340	触針式表面形状測定装置	アルバック	DEKTAK150	21	250	千葉
341	MTF評価装置	トライオプティクス	Image Master HR LP	21	540	梁瀬
342	自動エリブメータ	溝尻光学工業所	DVA-FZVW	4	1,150	梁瀬
343	金属顕微鏡システム	オリンパス	BH3-MJL	6	1,500	梁瀬
344	ナノ加工用イオンビーム装置	セイコーインストルメンツ(株)	SMI2050	14	4,000	近藤(祐)
345	クリーンブースB(H17導入)	日本エアーテック	ECB02-22D5	17	120	近藤(祐)
346	電子ビーム描画装置	エリオニクス	ELS-7500	19	3,050	近藤(祐)
347	微小トルク検出器	ユニパルス	UTM II -0.05Nm, UTM II -0.1Nm	26	100	荒川
348	FFTアナライザ	HP	HP35670A	5	1,150	森
349	加速度センサ	日本航空電子工業	JA-5VC3	5	350	森

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
350	デジタルオシロスコープ	HP	HP54542A	5	760	森
351	任意波形発生器	横河電機	AG4100	5	1,850	森
352	光マイクローメータ	MTI	MTI-2000 1157	5	610	森
353	微小変位計光マイクローメータ	MTI	MTI-2000 1165	5	330	森
354	レーザードップラー振動計	小野測器	LV-1500	5	1,150	森
355	FFTサーボアナライザ	HP	HP35670A	7	630	森
356	タイムインターバルアナライザ	HP	HPE1725B	7	1,400	森
357	高分解能光ファイバー式変位計	フォトニクス	ATW-01 +ATP-A20	12	220	森
358	高周波連続可変フィルタ(H13導入)	エヌエフ回路設計ブロック	3660A	13	100	森
359	FFTアナライザ	アジレントテクノロジー	35670A	17	170	森
360	5ch 静電容量変位計	ナノテックス	PS-Ⅲ-5D	17	100	森
361	オートコロメータ	ニコン	6B	18	220	森
362	高速・高精度制御装置	MED	NMC 7880	18	100	森
363	超高分解能光学スケール	Sony Manufacturing Systems Corporation	BH20	18	100	森
364	平面検出型光学スケール	Sony Manufacturing Systems Corporation	BZ	18	100	森
365	FFTアナライザ	小野測器	DS-2100	19	220	森
366	スペクトラムアナライザ	HP	HP4396B	9	920	櫻田
367	高分解能オシロスコープ	HP	HP54540C	7	390	櫻田
368	マイクロスコープ	ハイロックス	KH-7700	19	230	櫻田
369	高分解能・光学スケール	ソニーマニファクチュアリングシステムズ(株)	BH20	20	100	櫻田
370	ロジックアナライザ	アジレントテクノロジー(株)	16804A	20	240	櫻田
371	オシロスコープ	アジレントテクノロジー(株)	DSO7104A	21	100	櫻田
372	高分解能・光学スケール	ソニーマニファクチュアリングシステムズ*	BH25, BD96-B1400HC特	21	110	櫻田
373	ファンクションジェネレータ(2ch出力)	テクトロニクス株式会社	AFG3252	21	100	櫻田
374	レーザ干渉変位計システム	株式会社小野測器	LV-2100	21	120	櫻田
375	除振台	明立精機	MAPS-008A-G1010	22	270	櫻田
376	走査型プローブ顕微鏡	エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社	L-trace II	24	670	櫻田
377	レーザードップラー振動計	小野測器	LV-1800	25	140	櫻田
378	振動周波数分析器	株式会社エヌエフ回路設計ブロック	FRA5097	25	120	櫻田
379	ピコメートル分解能非接触変位計	(株)マグネスケール	BN100	26	100	櫻田
380	高分解能反射型レーザースケール	(株)マグネスケール	BF1,BD-96	26	100	櫻田
381	差動型非接触振動計	小野測器(株)	LV-1800	26	150	櫻田
382	GMR評価高磁界用マグネット電源	菊水電子工業	PBX20-20	10	100	山川
383	発振器	HP	HP8110A	11	240	木谷
384	スポットUV照射装置	東芝ライテック	トスキュア250	5	290	木谷

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
385	クリーニングブースC(H17導入)	日本エアテック	ACB-352C-特型	7	120	木谷
386	光学顕微鏡	ニコン	MM-11U	7	580	木谷
387	ローパスフィルタ	エヌエフ回路設計ブロック	3660A	9	430	木谷
388	ロングメモリアナライザ	レクロイ	LC574AL	11	670	木谷
389	オシロスコープ	AgilentTechnologies	54622A	12	100	木谷
390	スペクトラムアナライザ	AgilentTechnologies	E4411B	12	100	木谷
391	高精度スピンスタンド	協同電子システム	LS1000/500PS-II K	16	2,450	木谷
392	GPiB直流電源装置	菊水電子	PB X 40-5	5	260	神田
393	磁気抵抗測定装置	ハヤマ	MRMS-10K	20	3,700	鈴木
394	スイッチ・マトリックス	ケースレーインズツルメツ株式会社	4200-UL-LS-12	21	100	鈴木
395	バラシングマシン	長浜製作所	RI00/RI0/RS1	16	320	森
396	スポット溶接機	松下電器	YG501SPF	5	300	丹
397	小型旋盤	エムコ社	コンバクト8	5	580	櫻田
398	立型帯鋸盤	ラクソー	VWS-55	5	280	櫻田
399	高速カメラ	(株)ディテクト	HAS-D3M	25	100	近藤(祐)
400	偏光顕微鏡	オリンパス光学工業(株)	BHS-751-P型	S62	100	梁瀬
401	ワードジェネレーター	HP	HP8110A	7	100	梁瀬
402	顕微鏡用デジタルカメラ	ニコン	DS-Fi1	19	100	梁瀬
403	高フレームレートカメラ	Point Grey Research	Dragonfly Express DX-BW-CS	20	100	梁瀬
404	高性能LD光源	メスダグリオ	56RCS002/HV	21	100	梁瀬
405	色彩輝度計	コニカミノルタ	分光フイティング方式 CS-200	25	130	梁瀬
406	液晶配向シミュレータ	シンテック(株)	LCD MASTER 3D	18	190	梁瀬
407	ラビング装置	E.H.C(株)	MR-100	18	270	梁瀬
408	UV加圧硬化装置	E. H. C	MLP-320G	19	100	梁瀬
409	シール剤塗布装置	岩下エンジニアリング	Ez-ROBO5/ACCURA DG	20	100	梁瀬
410	アッペ屈折計	アタゴ	DR-M4/1550	21	100	梁瀬
411	ヘッド顕察用顕微鏡セット(ボアスコープ)	オリンパス	G080-034-090-55	5	100	梁瀬
412	光スペクトラムアナライザ	横河電機	AQ-6315B	16	330	梁瀬
413	B-Hルーブメータ(解析装置付き)	テスラ	MODEL4800 (解析装置:マイテック:高感度 M-VSM500R)	4	1,350	山川
414	ズーム顕微鏡	ユニオン光学(株)	DZ2-SH	9	230	山川
415	軟磁性用振動試験型磁気力計	マイテック	高感度 M-VSM500R	7	360	新宅
416	LCRメータ	HP	HP4284A	7	600	森
417	ファンクションゼネレータ	ソニーテクトロニクス	AFG2020	4	590	神田
418	標準電圧電流発生器	アドバンテクト	R6161	5	230	神田

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
419	マルチメータ	HP	HP3458A	5	330	神田
420	アンプ付き電流プローブ	ソニーテクトロニクス	AM503S+op05	11	100	木谷
421	デジタルオシロスコープ	LeCroy	WR6051A	16	100	木谷
422	有限要素解析用計算システム	エムエスシーソフトウェア(株)	Marc2014AIT	26	1,600	荒川
423	インピーダンスアナライザ	HP	HP4291A	6	1,650	黒澤(孝)
424	カオス解析システム	コンピュータコンビニエンス		12	140	黒澤(孝)
425	誘電率測定フィクスチャ	Agilent	16453A	20	100	黒澤(孝)
426	デジタルオシロスコープ	レクログイジャパン	9354L	5	230	黒澤(孝)
427	大規模データ処理用並列分散計算クラスタリングシステム	IBM	eServer325	16	140	黒澤(孝)
428	スペクトラムアナライザ	アドバンテクト	R3361A	4	100	木谷
429	高周波連続可変フィルタ(H11導入)	エヌエフ回路設計ブロック	3660A	11	170	木谷
430	フォトリングラフ用クリーンオーブン	榎本化成	CSO-402BF	12	150	内田(勝)
431	アライナー用クリーンオーブン	三基計装株式会社	SCB-2-201520	21	100	内田(勝)
432	スピコンコータ	ミカサ株式会社	MS-A150	21	130	内田(勝)

秋田県産業技術センター
業務年報

2014年(平成26年度)

編集・発行：秋田県産業技術センター

〒010-1623

秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4番地の11

あきたけん あきたし あらやまち あざさぬき

TEL 018-862-3414

FAX 018-865-3949

E-mail : soudanshitu@rdc.pref.akita.jp

Home page : <http://www.rdc.pref.akita.jp/>