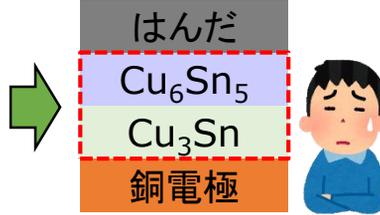
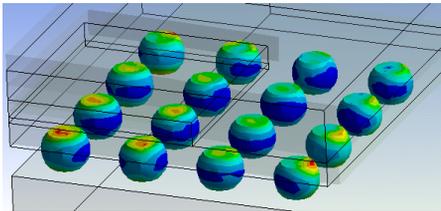


【博士学位論文】

Cu/Sn系金属間化合物の変形特性評価のための材料試験法に関する研究

【研究の目的】

微細はんだ接合部では、銅配線とはんだの界面に Cu_3Sn と Cu_6Sn_5 の2層から成る金属間化合物(IMCs)層が存在する。小型化・多機能化のために高密度化が進んだ現在の電子実装基板では、その強度信頼性を確保するために実行する有限要素解析(FEA)で、IMCs層の存在を考慮することが必須となりつつある。



FEAの精度を上げたい
でも、Cu/Sn系IMCsの
変形特性がわからない

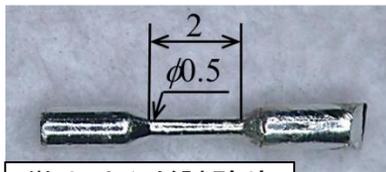
はんだ接合部の有限要素解析例^[1]

このようなFEAを実行するためには、Cu/Sn系IMCsの変形特性を正確に把握する必要があるが、材料試験法すら確立されていない。そこで本研究では、Cu/Sn系IMCsの変形特性を的確に評価するための材料試験法の確立を目指した。

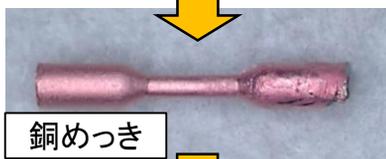
[1] サイバネットシステム株式会社 <https://www.cybernet.co.jp/ansys/case/analysis/126.html> (2021.6.1)

【微小複合材料型はんだ試験片を用いたCu/Sn系IMCsの引張変形特性評価】

Cu/Sn系IMCsのバルク試験片の作製は困難であることから、Cu/Sn系IMCs層を有する微小複合材料型試験片を用いた引張変形特性評価法を検討した。そのために、はんだを母材として、その周囲に Cu_6Sn_5 層、 Cu_3Sn 層、銅層を有する複合材料型の微小はんだ試験片を作製した。そして、この試験片を用いて引張試験を実施し、その結果から Cu_3Sn と Cu_6Sn_5 の引張応力-ひずみ関係を導出するデータ解析法を構築した。



微小はんだ試験片



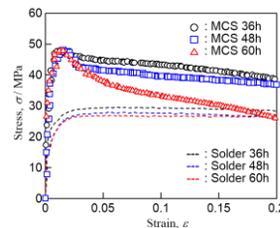
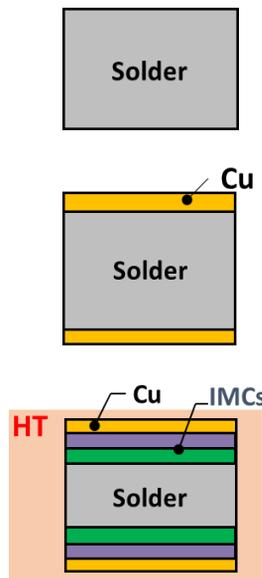
銅めっき



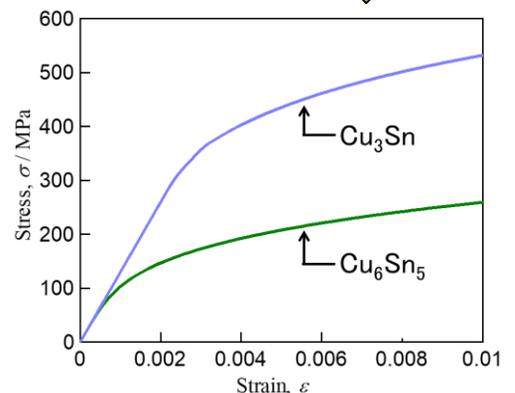
熱処理

複合材料型はんだ試験片の作製プロセス

試験片縦断面の模式



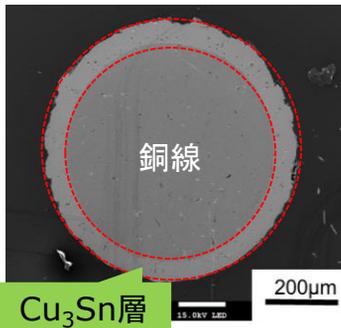
複合則による
数値処理



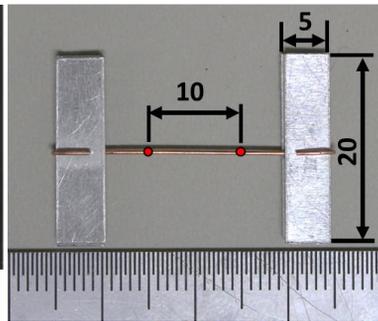
Cu/Sn系IMCsの引張応力-ひずみ関係

【複合材料型銅線試験片を用いたCu₃Snの高温引張特性の評価】

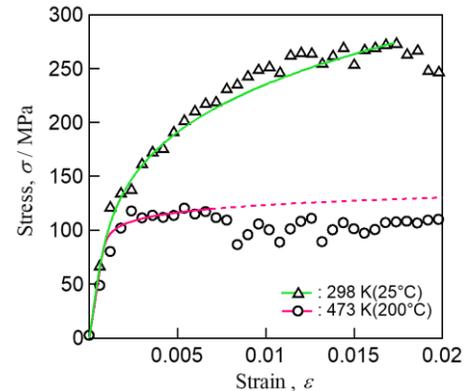
Cu₃Snの高温域での変形特性を評価するための材料試験法について検討した。そのために、銅線の周囲にCu₃Sn層を設けた複合材料型銅線試験片を作製し、引張試験を実施した。そして、そこで得た引張応力-ひずみ関係を先に提案したデータ解析法に適用することでCu₃Snの473Kにおける引張応力-ひずみ関係が導出できることを示した。



複合材料型銅線
試験片の断面



引張試験を実施するた
めにタブ付けした試験片



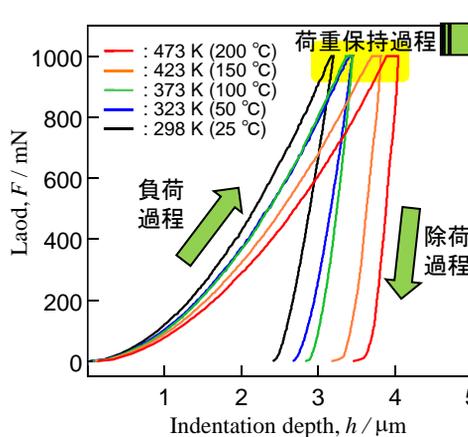
Cu/Sn系IMCsの高温・室温にお
ける引張応力-ひずみ関係

【マイクロインデンテーション試験によるCu₃Snのクリープ特性評価】

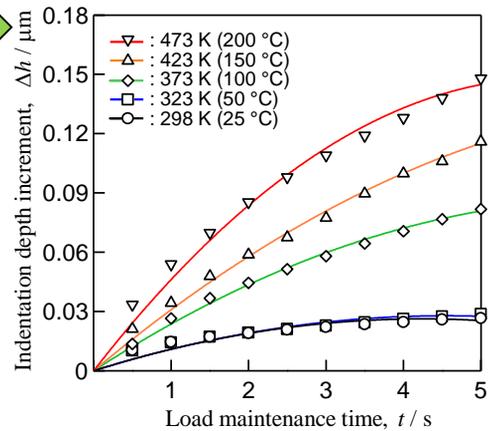
Cu₃Snのクリープ特性を評価するための試験法について検討した。負荷・除荷速度を変えた荷重保持過程を含むマイクロインデンテーション試験を種々の温度で実行した結果、Cu₃Snのクリープ変形は温度373K以上で発生することを示すと共に、負荷過程の荷重と押し込み深さの関係からクリープ則の応力指数を導出することが可能であることを示した。



微小硬さ試験機



押し込み深さ-荷重曲線



荷重保持中の押し込み深さの
変化

【今後の展望】

本研究で提案した材料試験法を応用・発展させることで、効率よく材料の変形特性を評価することが可能な材料試験法の確立を目指したい。

【お問い合わせ先】

秋田県産業技術センター

先進プロセス開発部 スマート技術ものづくりグループ 黒沢 憲吾

TEL:018-862-3414 / FAX:018-865-3949

〒010-1623 秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4-11 / <https://www.aitc.pref.akita.jp/>