

低温鉛フリーはんだ実装基盤技術の確立と標準化

はじめに

欧州のRoHS規制、日本のJ-Moss、アジア諸国におけるRoHS相当規制の検討、更に米国の各州における鉛含有はんだに関する規制検討などを背景に、鉛フリーはんだを用いた電子機器の量産化が、世界的に急速に普及してきました。我が国は、鉛フリーはんだ実装が最も進んでいる先進国ですが、生産現場ではほとんどの製品の鉛フリー化を達成している一方で、極めて生産が難しい製品群が、課題として残されています。その最も代表的な製品が、低温実装を必要とする多数の製品です。例えば、温度に敏感な電解コンデンサ、MPUなどの電子部品、大型部品が多数搭載される大型基板、あるいは温度に弱い多くの低価格基板などです。

この低温化への要求に応える材料系には、Sn-Zn系はんだ、Sn-Ag-In系はんだ、Sn-Bi系はんだなどがあります。Sn-Zn系はんだの場合、融点はBiの添加にも依存しますが、199℃程度、Sn-Ag-In系では8%In添加で206℃程度まで下がり、Sn-Ag-Cu系はんだの融点217℃からすると、かなりの低温化を可能にします。

また、Sn-Bi共晶はんだは139℃に融点を持ち、200℃を下回る実装温度を可能にします。このような大きな魅力がありながら、これらの合金にはそれぞれに課題があり、製品が極めて多岐にわたる実装現場で、誰でもが安心して使える状況にはないのが現状です。

低温鉛フリーはんだを、安心して使いこなす技術基盤を世界に先駆けて確立することで、鉛フリー実装を真の意味でいち早く完遂するだけでなく、今後の新たな実装技術の方向付けにもなる、より環境に優しいものづくりが実現できます。

この経済産業省の委託事業「低温鉛フリーはんだ実装のための基盤技術確立と標準化」は、科学的見地に基づいた低温鉛フリーはんだ実装における、リフローを中心とするプロセス条件の開発、高温・高湿や腐食試験などの各種信頼性評価方法の確立、及びボイドや微小接続部の力学的特性評価技術の開発、の3つの観点で技術開発に取り組み、低温鉛フリーはんだ実装の

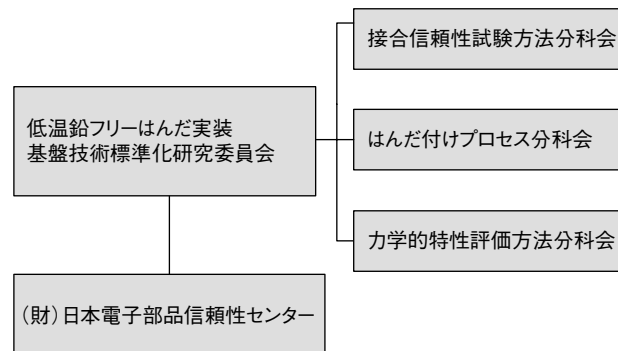


図1. 標準化作業の組織体制

標準的なプロセス条件、信頼性評価基準を明らかにすることを目標としています。

プロジェクト構成

このプロジェクトの組織体制は、図1のとおりです。この事業は、(社)電子情報技術産業協会 (JEITA) と (財)日本電子部品信頼性センター (RCJ) が分担・協力して実施し、「①低温鉛フリーはんだ特有の接合信頼性試験方法の標準化」、「②低温鉛フリーはんだに対応した電子デバイスのはんだ付け試験方法の標準化」、「③低温鉛フリーはんだ実装標準プロセスの開発」、「④低温鉛フリーはんだ接合部の信頼性に対するボイド許容基準の標準化」、及び「⑤低温鉛フリーはんだ微細接合部の力学的信頼性評価方法の開発と標準化」の、5つの研究開発で構成されています。

第6回鉛フリーはんだ実用化検討成果報告会

実装技術標準化委員会では、2001年以来、毎年当委員会の活動成果を中心に、関連委員会あるいは国家プロジェクトの活動などにおける鉛フリーはんだ実用化に関する調査・研究・標準化などの活動成果について、報告会を開催しています。

今年は、7月11日に東京（経団連ホール）で、7月14日に大阪（メルパルク大阪）で開催しましたが、300名近くの聴講者が参加しました。講演テーマは、コネクタのウィスカ問題対応、フローはんだ付け用第2世代鉛フリーはんだの標準化検討、NEDOプロジェクト



写真 1. 東京会場での報告会

「高温はんだ代替技術開発」の活動状況、及びMETIプロジェクト「低温鉛フリーはんだ実装のための基盤技術確立と標準化」2年度目の活動成果が報告されました。ここでは、「低温鉛フリーはんだ実装のための基盤技術確立と標準化」に関して報告された概要を説明します。

研究テーマの経過概要

1 低温鉛フリーはんだ接合の接合信頼性試験方法分科会

Sn-Zn系、Sn-Ag-In系及びSn-Bi系の低温鉛フリーはんだを用いた実装では、高温・高湿環境でははんだの粒界腐食や高温環境における接合界面での脆い合金層の形成、あるいは腐食ガス雰囲気での腐食生成物形成等の、Sn-Ag-Cu系中高温系鉛フリーはんだでは生じない現象の発生が知られています。この分科会では、これらの現象発生のメカニズム解析を行うとともに、各種環境下での評価試験を通して、加速試験方法の確立を目指しています。

既に多くのデータが得られていますが、例として図2及び図3について説明します。図2は、各種はんだで実装されたサイズの異なるチップ部品のせん断強度が、高湿試験後にどのようになるかを示していますが、低温鉛フリーはんだは、Sn-Ag-Cu系での実装に遜色のない実装性を示しています。図3は、Sn-8Zn-3Bi系はんだのQFP実装の場合で、絶対湿度を横軸にとり、高温・高湿保持の影響がどう変化するかを示しています。高湿環境で低下する傾向にありますが、特にSn-Pbめ

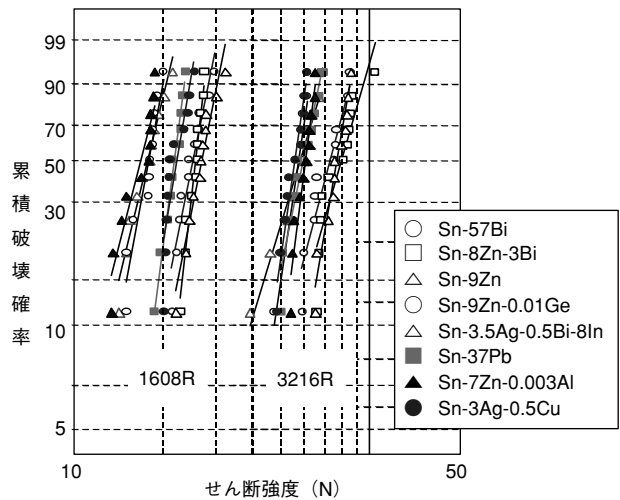


図 2. 1608Rと3216Rのせん断強度のワイブルプロット (85°C/85%RH 1,000時間後)

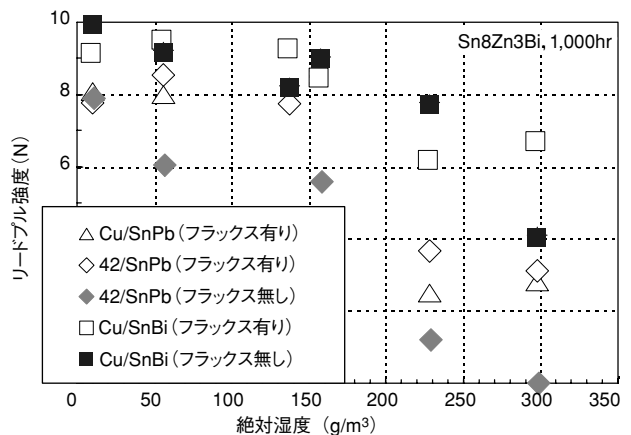


図 3. QFPリード接合強度に及ぼす絶対湿度の影響

きされた42アロイリードの場合に、強度劣化が大きいことが特徴的です。

2 低温鉛フリーはんだ付けプロセス分科会

この分科会では、低温鉛フリーはんだのプロセス上の課題の見極めと対応策の検討を行っています。

例えば、Sn-Zn系やSn-Ag-In系合金は、金 (Au) や銀 (Ag) 等の貴金属との反応が特異であり、電子デバイスの電極めっき材質に依存した接合信頼性への影響が、顕著に生じることが知られています。また、ボイドの形成が懸念されますが、ボイド形成に対するプロセスや基板表面などの実装条件の影響は、ほとんど知られていません。ぬれ性がSn-Ag-Cu系とは異なることから、セルフアライメント挙動が異なる可

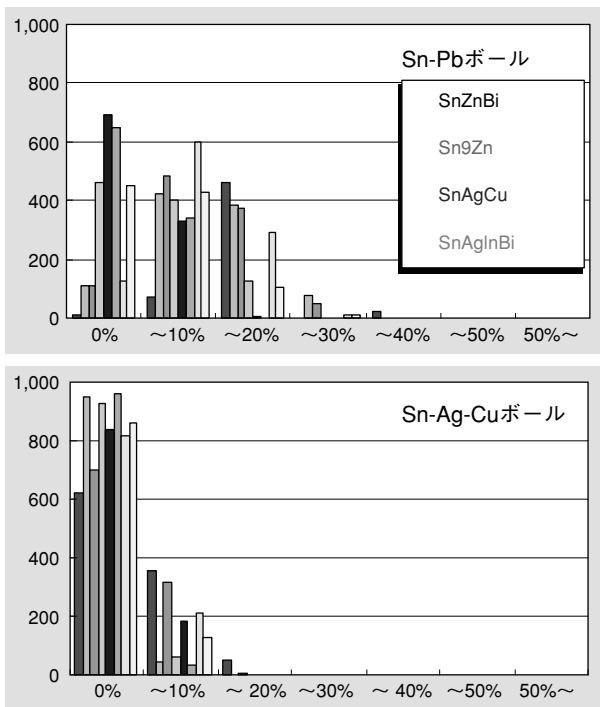


図4. CSP実装におけるボイド発生に及ぼすSn-Ag-CuボールとSn-Pbボールの影響（横軸はボイド面積率）

能性や、マンハッタン現象も懸念されます。平成16年及び17年の活動を通して、各種貴金属めっき品とのぬれ挙動、マンハッタン現象、狭ピッチ接続におけるセルフアライメント性、あるいはボイド発生挙動などのデータを取得しています。

特に、ボイド発生に関しては、CSPを用いて基板の形態（ビアの有り無しなど、めっき種類など）やボールの種類をパラメータにして評価しました。図4はその一例ですが、ボールにSn-Pbを用いた場合に、低温鉛フリーはんだでボイド発生が多くなりますが、ボールがSn-Ag-Cu系の場合には、大きなボイドの発生が著しく抑えられることが示されています。

3 力学的特性評価方法分科会

低温鉛フリーはんだ実装では、ボイドが多く発生する問題があります。この分科会では、横浜国立大学のチームを主体として、ボイドを有する接合部のモデル疲労試験を行い、ボイドの発生の疲労寿命への影響を確認するとともに、はんだ接合部の信頼性に対するボイドの許容基準の標準化に取り組んでいます。図5にボイドの位置と大きさのせん断疲労寿命への影響を示

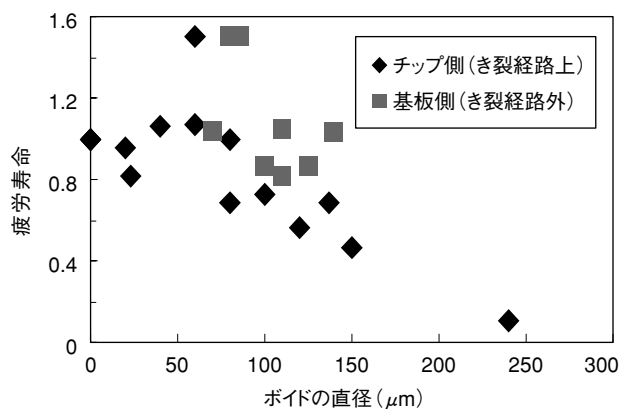


図5. 疲労寿命に及ぼすボイド直径とボイド位置の影響

します。チップ側にボイドが存在すると、約80 μ m以上のサイズになると寿命低下が明らかになりますが、ボイドが基板側になるとサイズの効果は見られません。CAEシミュレーションから、この差は亀裂の進展経路にボイドが存在するかどうかの違いに依ることが解っています。

この分科会のもう一つの研究テーマとして、低温鉛フリーはんだ微細接続部位に特徴的な力学的挙動を、的確に評価する技術の確立に取り組んでいます。はんだの微細接続では、はんだバルク体に比較して結晶粒径、結晶方位及び接合界面に生成する化合物の影響などが大きく異なります。これを理解するため、(独)材料物質機構を中心に、微細接合プロセスを反映したマイクロサイズ試験片の直接機械的特性を計測する技術開発と、データの蓄積を行っています。既に装置は完成しており、低温鉛フリーはんだのデータが蓄積されつつあります。

おわりに

今年度は、本事業の最終年度となっています。既に多くの低温鉛フリーはんだに関する様々なデータが蓄積されていますが、最終的に低温鉛フリーはんだ付け技術の実用化に安心して取り組める環境を形成するべく、合金の種類、プロセス条件、信頼性評価基準や評価技術などを科学的なバックグラウンドに基づいて最適化し、新たな世界的標準へと繋げていきたいと願っています。