OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	電子機器実装における低温接合技術に関する研究
Author(s)	作山, 誠樹
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/58337
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【129】

氏　　　　　名	作　山　誠　樹
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学 位 記 番 号	第　２４６１４　号
学位授与年月日	平成 23 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科ビジネスエンジニアリング専攻
学 位 論 文 名	**電子機器実装における低温接合技術に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　上西　啓介 （副査） 教　授　藤本　公三　　教　授　山本　孝夫

論 文 内 容 の 要 旨

熱応力を抑えた高信頼な電子機器実装の実現を目指し、半導体部品のはんだ接合温度を従来よりも低温化可能な接合技術に関する研究を纏めた。必要以上の温度に加熱することのないはんだぬれ性に優れる電極表面処理技術と赤外線を利用した均一な加熱技術の研究、および従来のはんだ材料に比べて融点が約50℃低いSn-Bi共晶はんだ接合の高信頼化の研究から、低温接合に関する以下の成果を得た。

１．電極表面処理（ソルダーコート）技術

はんだぬれ性に優れる電極表面処理（ソルダーコート）技術を確立した。

(1)微細な電極上へのソルダーコート処理は、サブミクロンオーダーの薄い厚さに形成することが必須であるが、ソルダーコート厚さが薄い場合に、Cu電極とはんだ界面に形成されるCu-Sn化合物が拡散成長して表面に露出し、化合物中に固溶したCuの酸化によってはんだぬれ性が著しく低下する現象を明らかにした。

(2)ぬれ性改善にはCu添加によるCu-Sn化合物の成長抑制と、酸化物の生成自由エネルギーが負に大きいInまたはGe添加による酸化抑制が有効であることを見出した。

２．赤外線を利用した均一な加熱技術

選択的な赤外線吸収・放射特性を利用した加熱技術を確立した。

(1)電子部品は1～2μｍの波長の赤外線吸収率がガラスエポキシ基板より高く、逆に基板は5～8μｍの吸収率が高いという特性を見出し、それぞれの波長を選択的に放射する2種類のヒータ（酸化アルミニウムとハロゲンヒータ）を組み合わせた加熱方式を提案した。その結果、従来の加熱方式に比べて温度ばらつきを約1/2に抑えることを可能にした。

(2)赤外線の吸収・放射波長の違いを考慮した熱解析手法を確立し、±10℃以内の高精度で解析を可能とした。これまでは実測でしか得られなかったプリント回路基板全体の温度分布を詳細に把握でき、接合温度の均一化に最適な加熱条件の設定や部品配置の最適設計を実現した。

３．Sn-Bi系低融点はんだの高信頼化技術

低融点Sn-Bi共晶はんだ(融点:139℃)の欠点であった延性が低く接合信頼性が低下する課題を、SbおよびZnの添加によって解決できることを明らかにした。

(1)第3元素として0.5 mass%のSbを添加することにより、はんだが凝固する過程(100℃以下)で固相からSnSbを析出させ、Sn-Bi共晶組織を微細化した。その結果、無添加の場合の約4倍の伸びを示すことを明らかにした。

(2)さらに0.5 mass%のZnを加えることにより、Cu電極との界面反応によるCu-Sn化合物の成長を抑制し、接合強度の低下の要因となる脆いBiリッチ層の形成を抑えた。その結果、125℃/1000時間の放置で初期強度の約1/4まで低下する接合強度を、初期強度のままに維持できることを明らかにした。

論文審査の結果の要旨

本論文は、電子機器実装の高密度・低コスト化において重要な鍵を握るはんだ接合に関して、さまざまな不具合に繋がる熱応力の発生を抑えた高信頼な低温接合技術の実現を目標としている。

接合温度の低温化に必須な優れたはんだぬれを有するCu電極表面処理と、熱容量の異なる多品種の部品を一括に加熱した際に生じる部品間の温度差を小さく抑えるための新しい均一加熱方式を提案し、その効果を検証している。さらに、低融点なSn-Bi共晶はんだの高信頼化のため、実用上の大きな課題となっていた低い延性を向上させる元素の添加を見出し、現行に比べて50℃以上低温での接合に適用可能な材料の開発に成功している。

主な成果は、以下のように要約できる。

(1) 電極表面処理(ソルダーコート)技術

・ぬれ性劣化の原因であるCu-Sn化合物の成長と酸化抑制のため、ソルダーコートへのCuとInあるいはCuとGeの複合添加の有効性を見出し、現行のソルダーコート表面のぬれ性を約10倍向上することに成功した。

(2) 均一な加熱技術の開発

・電子部品が吸収しやすい波長 1～2μmの赤外線を放射するハロゲンヒータと、エポキシ基板が吸収しやすい波長 5～8μmを選択的に放射する酸化アルミニウムヒータを組み合わせた選択的加熱方式を提案し、加熱装置を試作した。これにより、熱容量の異なる多品種の部品が混載したプリント板の温度差を 1/2 に均一化するとともに、接合温度を約10℃低温化できることを確認した。

(3) Sn-Bi系低融点はんだの高信頼化

・Sn-Bi共晶はんだの欠点である延性をSb添加で克服できることを明らかとした。0.5mass%のSbを添加することにより、高ひずみ速度でのSn-Biはんだの延性を約4倍向上させることに成功した。

・さらに0.5mass%のZnを加えることにより、高温放置で1/4まで低下する接合強度を初期強度のままに維持することを可能にした。

以上のように、本論文は、ぬれや加熱手法など接合プロセスと材料の両側面からの研究を進め、新しい材料と加熱手法の提案で高信頼な低温接合が可能であることを実証している。これらの成果は、コンシューマからハイエンド機器にまで至る幅広い電子機器の実装分野において、熱応力を抑えた高信頼な接合技術として大きな効果が期待できる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。