第Ⅱ部 溶接・接合工学の最近の動向

Ⅱ 溶接・接合プロセスとシステム化技術

5. エレクトロニクス分野における マイクロ接合・実装技術動向

日 置 進*

A Review of Welding in Japan – 2006 – Micro Joining –

by HIOKI Susumu*

キーワード：エレクトロニクス実装、鉛フリーはんだ、信頼性、三次元デバイス

5.1 はじめに

半導体産業は、あらゆる産業の生産物の小型軽量化と高効率化ならびに高度化を実現する基幹産業であり、特にマイクロ接合技術を中心とする実装技術は半導体生産技術の最も重要な一分野である。また、溶接・接合技術の研究開発に携わる技術者・研究者に対して、持続的な魅力的なテーマを提供してくれる分野でもある。結果、本学会ははじめ関係学会におけるシンポジウムやセミナーに多数の研究者が参加し、最新の成果が発表され、活発な議論が展開されている。これらの会合における技術的なトピックスとして、生産技術面では部品の携帯電話など小型化に対応するための細密化対応技術、それにとまなう鉛フリーはんだにおける信頼性に関するテーマが取り上げられている。また、構造設計においては小型・高密度化のためのアイデアが提案されている^{1, 2)}。

5.2 鉛フリーはんだ

環境汚染に対する緊急な対策を盛りこんだ、有害化学物質規制 RoHS 指令³⁾の2006年7月からの実施に対応して、はんだの鉛フリー化に対する研究開発が続けられているが、ここきて、材料開発的な側面から、使いこなすための生産技術面や設計のためのデータの集積に努力が注ぎ込まれている。従ってはんだ接合に関する研究開発のほとんどは鉛フリーはんだに対するものである。

鉛フリーはんだに関する最新の展望記事としては竹本による本学会誌「実用講座」“鉛フリーはんだ技術の現状”があり⁴⁾。最近制定されつつある規格をはじめ、鉛フリーはんだの実用上の問題点について展望されている。信頼性に関する問題としては、はんだそのものの温度サイクルによる熱疲労の問題、最近携帯化されている電話、パソコンなどの落下時や車載用デバイスに起こる耐衝撃強

度、耐振動の問題 などがある。

熱疲労については、単純な熱疲労試験が困難であるため、デバイスとして組み立てた状態で温度サイクルを与え、デバイスの拘束状態を考慮して熱応力を算定し、これと寿命を比較して設計データとされる⁵⁾。鉛フリーはんだの信頼性設計のためのデータは、上述の熱サイクル試験の結果やバルク材に近い組織を持つ試料により求めたデータを用いることが一般であったが、最近になって、微小力学試験技術が用いられるようになって、より精度の高い有用なデータが得られるようになっている⁶⁾。それによると、大型の試料と実際の接合部の微小試料では、結晶粒径などの影響を強く受けるようであり、破壊の criterion に影響することを示唆するものであり、より精度の高いデータの積み重ねが要望される。

はんだの衝撃強度評価にはデバイスに接続したはんだを直接、たとえば、BGA はんだ接続部に衝撃的な付加を与えて特性を調べ設計データとして供している⁷⁾。車載を考慮した耐振動については、熱ストレスと振動付加を考慮した研究が行われている⁸⁾。

また、鉛フリーはんだは、銅などの電極へのぬれ性に劣ることがあり、銅の電極上に Ni/Au メッキすることによりぬれ性を確保するための研究他が行われている⁹⁾。

その他、TMS (The Minerals, Metals & Materials Society) 2007 では鉛フリーはんだの session が開催されている¹⁰⁾。

5.3 電子デバイスの3次元化

半導体デバイスの高密度化に伴い細密化に限界が見えてきて、システムインテグレーションの概念が導入されようとしている¹¹⁾。その内容は、LSI そのものの3次元化、またはその周辺技術の融合による3次元化されたチップやモジュールを含み、多くの微細加工技術の開発が要求されている。たとえば、Si ウェハの薄型化、その積層と接着技術、ウェハ内部の縦方向の微細配線技術、微細電極形成技術などである。これらはより高度なマイクロ接合技術の開発を意味しており、この技術が実現されることにより、新しいデバイスの創製が可能になることが示唆され、従来のようにマイクロ接合技術が単なる生産技

原稿受付 平成19年5月14日

*正 員 NPO E-TECH 秋田県立大学名誉教授 Member, Akita Prefectural University

術の一分野から新しいデバイスを創製するための半導体産業の Key Technology となることを示唆していると考えられる。

5.4 終わりに

エレクトロニクス分野におけるマイクロ接合・実装技術動向の現状について、トピックスとして、鉛フリーはんだ、電子デバイスの3次元化に焦点を合わせてまとめた。もちろん、このテーマ以外に多くの研究が地道に続けられており、これらの成果が産業界の発展を支えていることは言を待たない。各研究については各論文・報告を参照されたい。

文 献

- 1) MATE2007; 13th Symposium on "Microjoining and Assembly Technology in Electronics" Feb. 1-2 2007, yokohama, sponsored by Microjoining Commission (JWS).
- 2) セミナー"マイクロ接合技術最前線"平成18年11月10日 溶接学会マイクロ接合委員会(芝浦工業大学豊洲キャンパス)。
- 3) RoHS (Restriction of the use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment 2002/95/EC: 電気/電子機器の有害物質使用制限), Official Journal of the European Union, Feb.13, (2003), L37/19-L37/24-L37-38.
- 4) 竹本 "鉛フリーはんだの現状" 溶接学会誌, 75-7 (2006), 583-588.
- 5) 寺崎 健, 谷江尚史 "分散ボイドを含む微細はんだ接合部の疲労亀裂進展挙動の解析" MATE 2006, Vol.12. 247-252., 西浦正孝, 荒木伸行, 小松敦 "Sn-3.5mass%Ag-8.0mass%In-0.5mass%Bi 及び Sn-3.0mass%Ag-0.5mass%Cu 鉛フリーはんだの熱疲労信頼性" MATE 2007, Vol.13. 221-226. および 渋谷忠弘 "鉛フリーはんだにおける熱疲労寿命" セミナー"マイクロ接合技術最前線".
- 6) 刈谷義治, 須賀唯知 "共晶系はんだ合金の高温領域における低サイクル疲労特性" MATE 2006, Vol.12. 223-228., 刈谷義治, 永島陽介, 鳥山裕美 "微小はんだ接合体の低サイクル疲労特性" MATE 2007, Vol.13. 233-238. および刈谷義治 "Sn-3Ag-0.5Cu 系はんだの組織の力学的特徴" セミナー"マイクロ接合技術最前線"テキスト。
- 7) たとえば, 干 強, 鶴沢俊浩, 柴田豪紀, 白鳥正樹, 片平孝祥 "プリント基板と IC パッケージはんだ接合部の落下信頼性における要因解析" MATE 2006, Vol.12. 295-300., 西内秀夫, 十河敬寛 "BGA はんだ接合部の耐落下衝撃信頼性評価" MATE 2006, Vol.12. 301-306., 山本健一, 赤星晴夫, 加藤隆彦, 川村和則, 佐藤良平 "電解 Ni/Au めっき BGA 鉛フリーはんだ接合部の衝撃強度劣化メカニズムと高強度化" MATE 2007, Vol.13. 335-340. および 矢口昭弘 "BGAはんだ接合部の衝撃強度評価" セミナー"マイクロ接合技術最前線"テキスト。
- 8) 古沢剛士, 江草稔, 松島道也, 安田清和, 藤本公三, 中島宏晃, 浜野寿之 "熱ストレスを考慮した振動負荷の累積損傷評価" MATE 2006, Vol.12. 265-270.
- 9) 莊司郁夫 "Sn-3Ag-0.5Cu はんだと無電解 Ni/Au めっき電極の接合強度" セミナー"マイクロ接合技術最前線"テキスト。
- 10) TMS (The Minerals, Metals & Materials Society), 2007.
- 11) たとえば, 岩田剛治, 佐藤了平, 森永英二, 橋本美希 "次世代 SiP に向けた適正グローバル配線構造の基礎的検討第 2 報" MATE 2006, Vol.12. 449-454., 林真太郎, 岩田剛治, 佐藤了平, 藤本公三 "多層構造を持つ電子システムのためのモジュール型高速熱解析手法" MATE 2007, Vol.13. 135-140. および 盆子原 學 "電子デバイス実装の三次元化および SoC, SiP 化技術" 溶接連合講演会予稿集, 平成19年4月20日。