第Ⅱ部 産業界の最近の動向と溶接工学

III 構造製作

12. 電気機器

Electric Equipment

森 三 樹*

by MORI Miki*

キーワード：ビジネスモデル、環境適応、LED、車載、パワーモジュール、IGBT モジュール、太陽電池、鉛フリーはんだ、リサイクル、高鉛はんだ代替、SiC、ウィスカー、Cu ワイヤボンディング、3次元実装、ウエハレベルパッケージ、COG 実装

12.1 概要

2009年の電子工業（AV 機器、通信機器、コンピュータおよび情報端末、半導体、電子部品など電子機器と電子デバイスを合わせたハードウェア）における世界生産額は、135兆1,037億円と見込まれる¹⁾。これは、2008年秋以降の金融危機による急激な景気落ち込みの影響を受け、2008年比81%の大幅減である。ここ数年新興国の経済成長を背景にした旺盛な個人消費に支えられ高成長を遂げてきたが、薄型テレビやパソコン、携帯電話などでは新興国を中心に機能を絞った低価格製品のニーズが高まっていることもあり、生産額の拡大にはつながらず、厳しい状況となっている。世界生産に占める日系企業の生産額（海外生産分を含む）は、33兆2,377億円（前年比79%）と見込まれている²⁾。高機能・高付加価値製品を得意とする日系企業は、機能を絞った低価格製品を打ち出すアジア企業に押され、海外でのシェアを落している。

一方、国内生産額は、14兆134億円（前年比75%）となる見込みである³⁾。前年比で見ると、新販売方式導入による買い換えサイクルの長期化の影響が続いている携帯電話が76%、先行不透明感から在庫圧縮などの影響を大きく受けた半導体や電子部品が72%となったことが影響した。日系企業苦戦の背景には、ビジネスモデルの変化があり、従来日系企業が強いとされてきた領域の縮小があると言われている²⁾。

また、2009年8月に政権が代わり、地球温暖化対策としてCO₂等の排出量が2020年までに25%減（1990年比）の目標が挙げられる等³⁾、環境適応製品の開発がさらに進むと予想される。

12.2 全体の技術動向

環境適応製品として、省エネを訴求した製品の開発が進められている。省エネ製品として特に照明分野では、LEDが注目されている。その中で、熱と発光特性の関係⁴⁾、チップサイズや配置と発熱および光特性の関係⁵⁾、フリップチップ型のLEDをモチーフとしての信頼性評価手法の検討⁶⁾、封止材の熱劣化による透過率変化とLED光源の光度劣化寿命との関係の報告⁷⁾、LEDヘッドランプを想定した報告⁸⁾があった。

車載分野では、ハイブリッド車や電気自動車等の開発が盛んに進められている。ハイブリッド車のインバータモジュールやECU（Electrical control Unit）など、自動車には多くの電子機器が搭載されている。その中には、パワーモジュールと呼ばれる出力の高い機器が使われており、どのように放熱するかが課題となっている。放熱構造の一例として、パワー半導体素子を両面から冷却する冷却構造の開発⁹⁾、そこに使われる鉛フリーはんだ材料の開発¹⁰⁾の報告があった。ハイブリッド車で使われるIGBTモジュールとしては、絶縁基板-金属ベース間の大面積のはんだ接合部に関して温度サイクル試験を実施し、破壊メカニズムを考察した報告¹¹⁾、Alワイヤボンディング部の高信頼性技術開発の報告¹²⁾があった。IGBTモジュールは、太陽光発電や風力発電向けにも用いられており、その実装として銅端子の超音波接合の報告¹³⁾があった。

太陽電池は、地球温暖化問題やエネルギー問題を解決する手段として、大きな期待が寄せられており、Mateのプレナリーセッションで、太陽電池の研究開発動向の講演¹⁴⁾があった。ICEPでも太陽電池の招待講演¹⁵⁾があり、JIEP学会誌でも太陽光発電と電力貯蔵¹⁶⁾、多結晶シリコン太陽電池¹⁷⁾、球状シリコン太陽電池¹⁸⁾、薄膜シリコン太陽電池¹⁹⁾、色素増感太陽電池モジュール²⁰⁾、有機薄膜太陽電池²¹⁾の特集があった。

その他環境技術として、「都市鉱山」と呼ばれている携帯電話などの電子機器からの金属回収、リサイクルについての現状と課題の報告²²⁾、常圧溶解法によるプリント配線板のリサイクル技術の報告²³⁾などがあった。

電気機器という言葉から多くの人が連想するテレビ、冷蔵庫等の家電、ノートPC、携帯電話等の情報端末は、

原稿受付 平成22年4月13日

*正 員 (株)東芝 Member, TOSHIBA Corporation

さらに高機能化が進んでいる。それらを構成する主要部品であるプリント基板は、貫通基板から高密度となるビルトアップ基板、さらに部品内臓基板へと開発が進んでいる。

12.3 溶接・接合技術の動向

民生機器においては、鉛フリーはんだが広く普及しているが、パワー系を中心とした分野では、融点が高い高鉛はんだが使用されている。しかし、高鉛はんだ代替の開発が進められており、鉛高温はんだ代替の耐熱接合材料の特性の報告²⁴⁾や、高鉛はんだ接続と同等の接続を目指した鉛フリー接続構造の開発²⁵⁾や、銀ナノ粒子の低温焼結性に着目した接合の研究²⁶⁾や、それよりコストの安い銀マイクロ粒子を用いた鉛フリーパワー半導体パッケージの開発²⁷⁾などの報告があった。

パワーデバイス向けには Si に代わり 200℃ 以上で動作をする GaN や SiC デバイスの開発も進められており、そのデバイスを実装するための Zn ベース、Bi ベース、CuSn 等の鉛フリー高温はんだの報告²⁸⁾や、SiC の三次元実装とその接続信頼性についての報告²⁹⁾があった。

民生機器で使用される鉛フリーはんだでは、ウィスカの発生とその抑制が課題となっており、Sn 系めっきを対象に、室温や高温高湿環境などで自然発生する内部応力型のウィスカについて、発生・成長メカニズムや抑制技術の報告³⁰⁾、コネクタ等の勘合部で発生する外部応力型ウィスカの現象解明、抑制技術の報告³¹⁾、はんだの腐食によるウィスカの発生とその抑制の報告³²⁾があった。他に金属間化合物成長に伴う応力発生挙動をモデル化し、ウィスカ成長について検討した報告³³⁾、Sn-Cu めっき膜から発生するウィスカを対象に発生機構を解明し、Cu フレーム材質の選定により、発生を抑制した報告³⁴⁾があった。

半導体の接合では、Au ワイヤを用いたボンディングが広く使われているが、材料コストが安価なことから Cu ワイヤへの代替が進んでいる。Cu ワイヤの課題は、Au よりも硬いことによりチップにダメージを与えやすいことや、Cu の酸化である。酸化抑制として、Cu に酸化抑制金属を被覆する手法があり、Pd 被覆 Cu ワイヤについて、接合界面の分析や、信頼性についての報告³⁵⁾や、Al 被覆 Cu ワイヤについての報告³⁶⁾があった。

また、2 次元配置での高密度化は限界に近づいており、3 次元実装の報告が見られる。例えば、半導体デバイスをフレキシブル配線基板で包み、それを積層する 3 次元パッケージの報告³⁷⁾や、無電解めっき法による貫通電

極形成プロセスの報告³⁸⁾があった。

ウエハレベルパッケージの開発も各所で進められているようであるが、その中で、ウエハレベルプロセスを適用した 0603 サイズのダイオードパッケージの報告³⁹⁾があった。

ディスプレイ用のドライバ IC の実装では、COG (Chip on Glass) 実装が広く使われており、Au バンプが形成された IC とパネル上の ITO 配線等を ACF (異方導電フィルム) を介して接続する方式が主流であるが、低コストと微細ピッチ接続を狙った樹脂コアバンプを用いた COG の報告⁴⁰⁾があった。

2010 年は、2009 年からの各国政府の景気対策の効果が徐々に現れ、回復に向かうものと予想される。世界での IT 機器のさらなる裾野拡大が、ディスプレイデバイス・半導体を中心に回復につながることから、電子工業における世界生産額は、144 兆 3,013 億円と予測されている¹⁾。国内生産額も 14 兆 8,545 億円と 4 年ぶりにプラスと予測されている¹⁾。引き続き薄型テレビは 2011 年の地上デジタルテレビ放送への完全移行に向けて買換え需要が見込め、電子部品・デバイスでも世界の電子機器の市場回復から生産増になると予想されている。

価格競争の激化によりさらなる海外生産への移行が見込まれるものの、日系企業としてのものづくり技術を生かし、差異化技術を含めた統合的な実装技術の実現に期待をしたい。

文 献

- 1) (社)電子情報技術産業協会, 2009 年電子工業生産見通し 2) 小川, mate 2008, 1 3) 民主体政権公約マニフェスト (2009 年 8 月) 4) W. H. Chi ら, IECP2009, 272 5) 加門ら, JIPE 学会誌, vol.13, No.1, 58 6) 藤井ら, JIPE 学会誌, vol.12, No.1, 72 7) 石田ら, 第 23 回 JIEP 講演大会講演論文集, 175 8) S. Gao ら, IECP2009, 689 9) 奥村ら, Mate 2009, 91 10) 坂本ら, Mate 2009, 95 11) 福田ら, Mate 2009, 87 12) 尾崎ら, Mate 2010, 339 13) 木戸ら, Mate 2010, 335 14) 山口, Mate 2010, 13 15) T. Muramatsu, IECP2009, 13 16) 伊藤ら, JIPE 学会誌, vol.12, No.6, 480 17) 池田, JIPE 学会誌, vol.12, No.6, 485 18) 平, JIPE 学会誌, vol.12, No.6, 488 19) 山本, JIPE 学会誌, vol.12, No.6, 492 20) 松井, JIPE 学会誌, vol.12, No.6, 496 21) 松本, JIPE 学会誌, vol.12, No.6, 501 22) 森瀬, JIPE 学会誌, vol.11, No.6, 413 23) 柴田, JIPE 学会誌, vol.11, No.6, 408 24) 加藤ら, JIPE 学会誌, vol.12, No.4, 340 25) 平光ら, Mate 2009, 105 26) 松林ら, Mate 2009, 185 27) 梶原ら, Mate 2010, 343 28) Y. Yamada ら, IECP2009, 696 29) 郎ら, MES2008, 219 30) 西村, JIPE 学会誌, vol.11, No.5, 349 31) 気賀ら, JIPE 学会誌, vol.11, No.5, 356 32) 津久井ら, Mate 2010, 183 33) 澁谷ら, JIPE 学会誌, vol.12, No.1, 53 34) 加藤ら, JIPE 学会誌, vol.13, No.2, 145 35) 小野寺ら, JIPE 学会誌, vol.11, No.6, 444 36) R. Dohle ら, IMAPS 2009, 380 37) 渡辺ら, MES 2008, 223 38) 高橋ら, MES 2009, 93 39) 東條ら, MES 2009, 97 40) 田中ら, JIPE 学会誌, vol.12, No.7, 565