

第 6 章

結言

まとめ

半導体実装技術の現状と課題を抽出し、関連する材料の特性を明らかにすることを目的に、以下の4項目につき系統的な調査を実施した。

- (1) 高密度半導体実装パッケージの反り変形信頼性
- (2) FC パッケージのはんだ接合部の熱疲労強度信頼性
- (3) KGD 検査システムの機械的接続信頼性
- (4) 電解メッキによるバンプ高さの均一形成確保

本研究を通じて、高密度半導体実装に関連する材料の信頼性課題に対して、材料特性面、あるいは使用条件の最適値を明確にした。特に、半導体パッケージの反りに関しては、樹脂物性に粘弾性と硬化収縮を考慮することで反り予測精度を向上させ、樹脂物性の設計指針を明らかにした。その結果、全温度範囲で反りを抑制する樹脂を早期に開発することが出来た。

半導体パッケージの反りに対する主要因は、構成材料の熱膨張ミスマッチであるが、パッケージの冷却/加熱速度、樹脂の吸湿量、樹脂流動特性、基板の予備加熱、基板と樹脂との摩擦、金型クランプ圧などの影響も考えられる。今後、普及が予想される、MCP や MCP のような有機材料との多層化パッケージでは、これらの制御も必要になって来ると考えられる。

公表論文一覧

本論文に関する発表論文(学術論文および国際会議講演論文)

- (1) 三宅 清, “BGA パッケージの硬化収縮を考慮した反り熱粘弾性解析”, エレクトロニクス実装学会誌, vol.7 No.1, pp.54-61, (2004) .
- (2) Kiyoshi Miyake, Tsukasa Yoshida, Hyung Gil Baik and Sang Wook Park, “Viscoelastic warpage analysis of surface mount package” ASME Journal of Electronic Packaging, vol.123, pp.101-104, (2001).
- (3) Kiyoshi Miyake, Megumu Nagasawa, Yasushi Inoue and Masato Kaneto, “Analysis of thermal fatigue reliability at solder joints for flip chip packaging mounted onto Low-CTE metal core substrates”, ASME Advances in Electronic Packaging, EEP-Vol.27, IPACK2001-15520, pp.1-6, (2001).
(国際会議講演論文)
- (4) Kiyoshi Miyake, Yasuhiko Yamamoto and Masakazu Sugimoto, “Connectivity analysis of new 'Known Good Die' connection system using microbumps”, IMC94, pp.156-161, (1994).
(国際会議講演論文)
- (5) Kiyoshi Miyake, Hideto Suzuki and Shouichi Yamamoto, “Heat transfer & thermal stress analysis of plastic-encapsulated Ics”, IEEE Transactions on Reliability, R-34, No.5, pp.402-409, (1985).

その他参考文献:

- 1) Kiyoshi Miyake, Tsukasa Yoshida, Hyung Gil Baik and Sang Wook Park, "Viscoelastic warpage analysis of surface mount package", ASME Advances in Electronic Packaging, EEP-Vol.26-1, pp.1041-1046 (1999).
- 2) Kiyoshi Miyake, Tsukasa Yoshida, Hyung Gil Baik and Sang Wook Park, "Viscoelastic warpage analysis of TSOP (LOC) packages", ICRMS99, pp.353-358, (1999).
- 3) 三宅 清, 齋藤 潔, "表面実装パッケージの成形時における反り解析", 日本機械学会 第 10 回計算力学講演会, PP.41 -42 , (1997).
- 4) 三宅 清, 黒柳秋久, "硬化収縮を考慮した BGA パッケージの反り熱粘弾性解析", 日本機械学会平成 14 年度年次大会, PP.269-270, (2002).
- 5) 中村 圭, 井上泰史, 長沢徳, 桶結卓司, 三宅清, 杉本正和, "低熱膨張多層基板の開発", 日本溶接学会 Mate2000, pp.23-28, (2000).
- 6) Kei Nakamura, Masato Kaneto, Yasushi Inoue, Takuji Okeyui, Kiyoshi Miyake and Shinya Oota, "Multi layer substrate with low coefficient of thermal expansion", International Symposium on Microelectronics", pp.235-240, (2000).
- 7) Yasuhiko Yamamoto, Masakazu Sugimoto and Kiyoshi Miyake, "Evaluation of New Micro-connection System Using Microbumps", ISHM93 Proceeding, pp.370-378, (1993).
- 8) Yasuhiko Yamamoto, Masakazu Sugimoto, Kiyoshi Miyake, Yoshihisa Mori and Ronald Blankenhorn, "Evaluation of new micro-connection system using micro-bumps", International Journal of microcircuit and electronic packaging, Vol.17, No.17, pp.259-271, (1994).
- 9) 三宅 清, 矢田 寛, 高山嘉也, 宗 和範, "マイクロバンプ形成のための電解メッキ電気伝導解析", 第 10 回回路実装学会講演論文集, pp.15-16, (1996).
- 10) 三宅 清, 矢田 寛, 高山嘉也, 宗 和範, "マイクロバンプ形成のための電解メッキ電気伝導解析", 日本溶接学会マイクロ接合研究委員会資料, MJ-268-96, pp.27-32, (1996).
- 11) 三宅 清, 大島俊幸, 浜野克久, "熱転写記録用紙の摩擦走行性解析", 画像電子学会誌, vol.20, pp.450-457, (1991).
- 12) 太田 司, 三宅 清, "表面実装パッケージにおける熱抵抗解析", 第 11 回回路実装学会講演論文集, pp.159-160, (1997).

謝辞

本研究遂行にあたって、ご協力賜りました皆様に心より感謝の意を表します。

本論文の作成にあたり、ご指導を賜りました横浜国立大学大学院 白鳥正樹教授、于 強助教授、渋谷忠弘助手に心より感謝の意を表します。本論文の審査にあたり、ご親切なご助言を賜りました横浜国立大学大学院 遠藤孝雄教授、川井謙一教授、友井正男教授に心より感謝の意を表します。本研究を進めるにあたって、はんだ接合部の機械的疲労試験でご協力を賜りました横浜国立大学大学院 金 道燮氏に深く感謝致します。本研究を進めるにあたって、レーザーモアレ計測などでご協力を賜りました九州大学応用力学研究所 新川和夫教授、東藤 貢助手、森田康之氏(現在、理化学研究所)に深く感謝致します。

日東電工株式会社 代表取締役竹本正道社長、相澤幹雄専務、神山義康常務、相澤 馨執行役には研究する機会を与えて頂き、また協力、助言を頂き深く感謝致します。池田健一センター長を始めとして、信頼性技術開発センターの皆様には、研究および仕事の面で協力頂き深く感謝致します。

本論文作成にあたり、日東電工株式会社 桑田和幸主任研究員、南崎喜博主任研究員、大西啓仁主任研究員、伊藤 達主任研究員、長沢 徳主任研究員、金戸正人主任研究員、森 嘉久主任研究員、山本康彦主任研究員の皆様には、協力、支援を頂き深く感謝致します。

また、入社した時の上司であります山本省一氏には、実験と理論による“真理の探究”の重要性と有限要素法を最初に教えて頂きました。三木祥男氏には、粘弾性と大変形有限要素法を教えて頂きました。額田啓三氏には、研究発表の重要性と社会的意義を教えて頂きました。心より深く感謝致します。

最後に、書物を通じて知った人々、脇役でありながら歴史を変えた吉田松陰(1830-1859)、坂本竜馬(1835-1867)、高杉晋作(1839-1867)らを甦らせた司馬遼太郎(1923-1996)、そして道元(1200-1253)、ミケランジェロ・ボオナロッティ(1475-1530)、トーマス・カーライル(1795-1881)、ニコラ・テセラ(1856-1943)、内村鑑三(1859-1930)、南方熊楠(1867-1941)、梅原 猛(1925-)、中坊公平(1929-)など独創的な仕事を後世に残し、“生きる勇気と喜びと感動”を与えて呉れた人々に感謝致します。

受賞

1993 年 11 月 ISHM93 での講演論文

“Evaluation of new micro-connection system using micro-bumps”
に対して International Society for Hybrid Microelectronics より
Best Paper of Session 賞受賞

2000 年 2 月 Mate2000 での講演論文

“低熱膨張多層基板の開発”に対して
日本溶接学会より技術開発論文賞受賞

2005 年 5 月 エレクトロニクス実装学会誌、vol.7 No.1 (2004) 掲載論文

“BGA パッケージの硬化収縮を考慮した反り熱粘弾性解析技術”
に対してエレクトロニクス実装学会より H17 年度学会論文賞受賞