



Title	宇宙用電子機器におけるソルダリング接合部の信頼性向上に関する研究
Author(s)	西浦, 正孝
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44548
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	西 浦 正 孝
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学 位 記 番 号	第 17408 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 15 年 1 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	宇宙用電子機器におけるソルダリング接合部の信頼性向上に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教授 小林紘二郎
	(副査) 教授 佐藤 了平 教授 藤本 公三 講師 上西 啓介

論文内容の要旨

本論文は、長期耐久性とゼロディフェクトの高信頼性が要求される宇宙用電子機器におけるソルダリング技術について、信頼性向上に有効となる因子を明らかにし、総合的な材料及び接合技術の最適化を目的としたものであり、全 8 章より構成されている。

第 1 章では、技術的背景、本研究の意義・目的・位置づけと内容骨子について述べた。

第 2 章では、宇宙用電子機器の実装技術に対する要求事項と諸課題を明確にした。さらに、宇宙用電子機器の実装工法のトレードオフ検討を実施した。これらの検討により、本研究の対象となるソルダリング技術における従来技術と開発すべき技術について明らかにした。

第 3 章では、宇宙用電子機器の表面実装に適正なはんだ材料として、Sn-X 系はんだ材料の開発を進めた結果、Sn-3.5Ag-0.75Cu の組成からなるはんだ材料が高信頼性を有するはんだ組成であることを明らかにした。さらにこのはんだ材料は、Sn-Pb 共晶の約 1.9 倍の長期寿命を有していることを明らかにした。

第 4 章では、本研究で開発した Sn-3.5Ag-0.75Cu はんだ材料のイオンマイグレーション性に関して、アノード酸化、電極間移行及びカソード還元の各素過程の反応について電気化学的検討を行った結果、電気化学的信頼性においても、優れた信頼性を有していることを確認した。さらにこの材料に適した芳香族アミンハロゲン化水素酸塩を活性剤としたロジンベースのフラックス材料を開発した。

第 5 章では、これらの実装材料開発の総括として、発明の権利に関する内容と実用化について述べた。特に実用化に関しては、Pb を含有しないことから、環境対策用 Pb フリーはんだとして、グローバルスタンダードとして注目されていることを述べた。

第 6 章では、さらなる高密度な実装が要求される中で課題となる接合界面での反応層と接合信頼性について詳細な検討を行った。特に、電子部品端子の Sn-Pb めっきと Bi を含有する Sn-Ag 系はんだ材料の接合界面において、低融点 Sn-Pb-Bi3 元共晶相 ($Sn + Bi + \epsilon (Pb_7Bi_3)$) の形成により接合界面の信頼性が低下することを明らかにした。さらに、この反応相の形成を抑制する技術として新たに電子部品端子の表面処理技術を開発した。

第 7 章では、プリント配線板の電極の無電解 Ni-P めっきと Sn-Ag 系はんだ材料の接合界面において、 Ni_3Sn_4 相、P 濃化 Ni-P 相及びカーケンダルボイドの形成により接合界面の強度が低下することを明らかにした。はんだ材料へのサブ mass% の Cu の添加 (Sn-3.5Ag-0.75Cu) 及び低 P 含有 Ni-P めっきプロセスの開発により、これらの反応相の形成を抑制する技術を開発した。

論文審査の結果の要旨

宇宙用電子機器においても衛星機器の大型化、多機能・高機能化、高軌道への打ち上げ等から搭載する電子機器の小型、軽量化、低消費電力化から表面実装技術すなわち表面実装部品を用いたリフローソルダーリング工法の導入は極めて有用な方法になっている。しかし、この工法は、従来のマルアルソルダーリングおよびフローソルダーリング工法とは異なり、ストレスリリーフの少ない構造および接合部の微細化等から、環境の変化や電子部品のスイッチングの際に生じる熱応力により接合部の熱疲労劣化する問題と端子ピッチ、配線間距離の極小化等による絶縁抵抗劣化の問題を内包している。

本論文は、これらの背景を踏まえ、宇宙用電子機器の表面実装における適正な実装材料および接続技術について総合的に明らかにしている。そして、宇宙用電子機器における従来のフローソルダーリング技術に変わり長期耐久性とゼロディフェクトの高信頼性を満足したリフローソルダーリング技術について述べたものである。得られた結果を要約すると、以下のとおりである。

- (1) 宇宙用電子機器の表面実装に適正なはんだ材料として、Sn-X系はんだ材料の開発を進めた結果、Sn-Pb共晶の約1.9倍の長期寿命を有するSn-3.5Ag-0.75Cuの組成からなる高信頼性はんだ材料を開発している。さらに、このはんだ材料の発明の権利内容および環境対策用Pbフリーはんだとして世界標準になっていることについても明示している。
- (2) 本研究で開発したSn-3.5Ag-0.75Cuはんだ材料のイオンマイグレーション性に関して、アノード酸化電極間移行及びカソード還元の各素過程の反応について電気化学的検討を行っており、その結果、電気化学的信頼性においても、優れた信頼性を有していることを確認している。さらにこの材料に適した芳香族アミンハロゲン化水素酸塩を活性剤としたロジンベースのフラックス材料を開発している。
- (3) さらに、高密度な実装の要求に対し課題となる接合界面での反応層と接合信頼性について詳細な検討を行っており、その結果としてプリント配線板の電極とはんだの接合技術としてCu含有のSn-3.5Ag-0.75Cuはんだ材料と低P含有無電解Ni-Pめっきプロセスを開発している。これは、接合界面のNi₃Sn₄相、P濃化Ni-P相およびカーケンダルボイドの形成を抑制するためであると解明している。
- (4) また、部品端子電極とはんだの接合技術としてBiを含まないSn-3.5Ag-0.75Cuはんだ材料とSnめっきプロセスを開発している。この理由として、はんだ中のBiと部品端子電極のSn-Pbの反応による低融点Sn-Pb-Bi₃元共晶相の形成を抑制するためであると解明している。
- (5) これら総合的な技術確立により、長期耐久性とゼロディフェクトを満足する宇宙用電子機器に適正なリフローソルダーリング技術を開発し、提案している。

以上のように、本論文は長期耐久性とゼロディフェクトの高信頼性が要求される宇宙用電子機器におけるソルダーリング技術について、信頼性及び実装性能向上の点から、新たな実装材料の開発およびその材料を用いた接合部の信頼性評価方法の確立により、信頼性向上や濡れ性の改善に有効となる因子を明らかにし、総合的な材料の最適化および最適接合技術を確立している。これらの成果は、宇宙用電子機器だけではなく車載用電子機器など長期耐久性とゼロディフェクトが要求される電子機器の高信頼性ソルダーリング技術に重要な指針を与えるものである。

さらにPbフリーソルダーリング技術として環境調和型ソルダーリング技術として大きな役割を果たしており、生産科学、材料科学、更にはマイクロエレクトロニクス、環境調和型実装技術の発展に寄与するところは大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。