



|              |  |
|--------------|--|
| Title        | Sn-Ag系微細接合におけるNi系めっきメタライズの衝撃強度劣化メカニズムと高強度化に関する研究   |
| Author(s)    | 山本, 健一   |
| Citation     | 大阪大学, 2008, 博士論文   |
| Version Type |  |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/48656">https://hdl.handle.net/11094/48656</a>  |
| 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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 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

|               |  |
|---------------|--|
| 氏 名           | やまもと けんいち<br>山 本 健 一   |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 (工 学)  |
| 学 位 記 番 号     | 第 2 2 0 4 2 号  |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平成 20 年 3 月 25 日   |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第 4 条第 1 項該当<br>工学研究科マテリアル生産科学専攻                           |
| 学 位 論 文 名     | Sn-Ag 系微細接合における Ni めっきメタライズの衝撃強度劣化メカニ<br>ズムと高強度化に関する研究         |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 佐藤 了平<br><br>(副査)<br>教 授 藤本 公三 教 授 廣瀬 明夫 准教授 岩田 剛治 |

#### 論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、Ni めっき/はんだ接合部耐衝撃強度劣化メカニズム解明と高強度接合系の実現を研究課題とした。Ni めっき方法としては、電解めっき法と無電解めっき法があり、それぞれに対して研究を行った。

第 1 章では、半導体パッケージの動向、構造および特徴、電極端子メタライズのめっき方法、はんだ接合強度評価手法、はんだ接合部に形成される化合物について概要、現状および課題を交えて整理した。

第 2 章では、電解 Ni/Au めっきとはんだの接合部耐衝撃強度に影響を与える因子、「基板ソルダーレジスト材」、「Ni めっき浴の清浄度」、「Ni めっき電流密度」の 3 つが存在することを明らかにした。また、これらの因子が全て Ni めっき膜中の不純物濃度に影響を与え、不純物濃度が高くなるとはんだ接合部耐衝撃強度が劣化することを示した。さらに、破壊挙動の観察・分析から、これら不純物がはんだ接合部に形成される金属間化合物の粒界に偏析することにより、化合物粒界の強度が劣化することも明らかにした。

第 3 章では、Ni めっき膜中の不純物が低密度欠陥を形成し、はんだ接合時に化合物中に取り込まれることにより、化合物粒界や粒内に低密度欠陥が導入されることにより、はんだ接合部耐衝撃強度が劣化することを明らかにした。

第 4 章では、Ni めっき液中の不純物が Ni めっき膜中に取り込まれるメカニズムを解明するために、Ni めっき膜中の不純物濃度と Ni めっき電流密度の関係を調査した。解析においては、新たなパラメータである Ni めっき膜中に取り込まれる不純物の吸着速度（単位時間、単位面積あたりの Ni めっき膜への不純物吸着数）を導入した。この不純物吸着速度は Ni めっきの電流密度に依存しない量であることを明らかにした。

第 5 章では、無電解 Ni-P めっきについては、無電解 Ni-P/Pd/Au めっき、および無電解 Ni-P/Au めっきのはんだ接合部耐衝撃強度評価、解析により、微小粒状欠陥が強度劣化原因であることを明らかにした。この微小粒状欠陥は、はんだ接合前のめっき処理完成段階から無電解 Ni-P めっき表面に存在していることを明らかにした。さらに、置換反応により Ni が溶出し、微小粒状欠陥が形成されることを確認した。

## 論文審査の結果の要旨

高度情報化社会の発展を支える超小型・軽量・高性能デジタルエレクトロニクスが急速に進化している。この進化に寄与しているひとつに Ni めっきメタライズと Sn-Ag 系の Pb フリーろう材を用いたマイクロ接合技術がある。この接合は環境低負荷で、安価な大量生産性と高信頼性を高密度に実現する優れた方法であり、広く使用されている。

ところが近年、携帯電話の様な小型機器を使用する際、誤って落とす等、衝撃的なストレスが増大し、これまでの軟らかい Pb-Sn 系ではあまり問題にならなかった衝撃破壊による信頼性低下が大きな問題になっている。

そこで本論文では、衝撃破壊のメカニズムを解明し、より高い信頼性を実現する Ni めっきメタライズ材料・プロセスを明らかにすることを目的としている。

まず電解 Ni/Au めっきメタライズと Sn-Ag 系はんだ接合部の衝撃破壊メカニズムの解明を行っている。電解 Ni めっきは、使用中にめっき浴や基板を構成している材料から、各種の不純物が混入し、Ni めっき膜に取り込まれることによって、種々の問題を起こしていたが、その詳細で本質的なメカニズムは明らかになっていなかった。本論文ではこれらの不純物が、有機物系であり、かつその濃度が「基板ソルダーレジスト材」、「Ni めっき浴の清浄度」、「Ni めっき電流密度」の3つの因子によって支配されていることを明らかにしている。またこれらの不純物が Cu-Ni-Sn 系化合物の粒界に多く偏析して、衝撃時に粒界破壊を起こし衝撃破壊強度低下の主原因であるというメカニズムを明らかにしている。この知見をもとに、高電流密度成膜、適性めっき浴リフレッシュ、適性ソルダーレジスト、等の適性プロセス・材料を見出し、衝撃に対する高強度化を実現している。

さらに、無電界 Ni-P/Au めっきにおいて、従来言われている P 濃縮層の形成ではなく、Au 置換反応により界面に形成された微小粒状欠陥が衝撃強度劣化メカニズムの支配要因であることを明らかにしている。

以上のように本論文は、Ni めっき/Sn-Ag 系マイクロ接合における衝撃強度劣化メカニズムと高強度化を初めて明らかにしている。これらの成果は本系に限らず、ますます高密度・微細化するマイクロ接合系の高信頼性化に多大な知見を与えるものであり、工業的かつ学術的に大きな意義を与えるものである。よって本論文は博士論文として価値があるものと認める。