



|              |  |
|--------------|--|
| Title        | Interfacial Reactions and Interface Microstructures of Sn-Ag Pb-Free Solder System with Various Substrates   |
| Author(s)    | 黄, 致元  |
| Citation     | 大阪大学, 2004, 博士論文   |
| Version Type |  |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/44918">https://hdl.handle.net/11094/44918</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=" <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>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         | 黄致元  |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学)   |
| 学位記番号      | 第18686号  |
| 学位授与年月日    | 平成16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>工学研究科知能・機能創成工学専攻   |
| 学位論文名      | Interfacial Reactions and Interface Microstructures of Sn-Ag Pb-Free Solder System with Various Substrates<br>(Sn-Ag系鉛フリーはんだと種々の基板材との界面反応及び界面微細組織) |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 菅沼 克昭<br>(副査)<br>教授 南埜 宜俊 教授 森 博太郎  |

### 論文内容の要旨

本論文は、鉛フリーはんだ候補として最も注目されている Sn-Ag 系鉛フリーはんだと電子産業分野で幅広く用いられる様々な基板や電極材との反応界面メカニズムと界面微細組織について述べている。

論文の構成は第一章緒言と第七章結言を除いて、五つの研究テーマに分けられた。

第二章には TEM 解析による Sn-Ag-(Bi)鉛フリーはんだと Cu 及び電解めっき Ni との反応界面の微細組織について述べた。

第三章には Sn-Ag-(Cu)鉛フリーはんだと無電解 Ni-P めっきとの反応界面における生成および成長メカニズムについて検討した。

第四章には Fe-42Ni 基板材と純 Sn との基礎反応メカニズムについて、第五章には Fe-42Ni と Sn-(Ag)-(Cu)との界面組織について説明した。

第六章には Sn-Ag-(Bi)鉛フリーはんだと従来の Sn-Pb/Ni めっきとの相性について検討した。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、未だに十分に解明されてない Sn-Ag-(Cu)系鉛フリーはんだと基板材 (Cu、Ni、Ni-P、Fe-Ni) との界面反応を取り上げ、その諸特性、反応層の形成と成長メカニズムを明らかにするために微細組織の観察及び分析を行った。その成果を要約すると次の通りである。

- 1) 共晶 Sn-3.5Ag 鉛フリーはんだ合金と主な基板材である Cu 及び Ni との反応層 (各 Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>/Cu<sub>3</sub>Sn、Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub>/Ni<sub>3</sub>Sn<sub>2</sub>) を TEM によりナノレベルまで詳細に観察及び分析を行い、界面構造を明らかにしている。
- 2) Sn-3.5Ag はんだと Ni-P 合金めっきとの界面構造を解析し、Ni を用いた場合と比較し結晶構造学的に同様であることを明らかにしている。さらに、Ni-P 合金めっきの表面で形成される P-rich 層の構造をナノレベルで分析し、Ni<sub>3</sub>P と Ni ナノ粒子で構成されていることを明らかにしている。

- 3) Sn-Ag 系に微量添加された Cu が界面形成および成長へ及ぼす影響を調べ、反応界面には Cu-Ni-Sn の化合物である  $\eta$  相が生成するのを確認した。さらに、 $\eta$  相の成長には基板からの Ni よりもはんだからの Cu 拡散が支配的であることを明らかにし、Cu の添加量を変えることにより反応層の成長を効率よく制御するのを可能にした。
- 4) Sn-Ag 系はんだと Fe-Ni 合金との界面構造をナノレベルで分析し、界面形成メカニズムを説明した。Fe-Ni の Fe ははんだの Sn と反応し FeSn<sub>2</sub> 界面を生成するが、Ni ははんだの中に溶け込み凝固の課程でははんだの組織として Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub> の化合物を生成する。Sn-Ag 系に Cu を添加すると、界面には Cu が核サイトになり反応化合物が微細化し、はんだに溶け込んだ Ni は Cu と Sn と同時に反応し Sn-Ag-Cu の  $\eta$  相を形成することを説明した。

以上のように、本論文は鉛フリーはんだ候補として最も注目されている Sn-Ag 系鉛フリーはんだと様々な基板や電極材との反応界面メカニズムと界面微細組織について詳細に解明し、さらに界面劣化が生じる場合の改善策を明示した。今後の鉛フリーはんだを用いた接続信頼性に対して多くの基礎的知見を与えるもので、材料工学並びに実装工学の確立に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。