

| | |
|--------------|---|
| Title | Sn-3.0Ag-0.5Cu鉛フリーはんだと銅接合部の欠陥の陽電子消滅法による研究 |
| Author(s) | 宍戸, 逸朗 |
| Citation | 大阪大学, 2007, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/48423 |
| 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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。 |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名 矢 戸 逸 朗

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 2 1 1 8 4 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 19 年 3 月 23 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当

工学研究科マテリアル科学専攻

学 位 論 文 名 Sn-3.0Ag-0.5Cu 鉛フリーはんだと銅接合部の欠陥の陽電子消滅法による研究

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 白 井 泰 治

(副査)

教 授 森 博 太 郎 教 授 池 内 建 二 助 教 授 荒 木 秀 樹

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、原子空孔などの空孔型格子欠陥を敏感に検出できる手法である陽電子消滅寿命法を用い、Sn-3.0Ag-0.5Cu 鉛フリーはんだと銅電極との接合部における各種材料、また生成される金属間化合物である Cu_3Sn ならびに Cu_6Sn_5 について格子欠陥の研究を行った。さらにその情報を元に、実際にはんだ付けを行い高温放置試験を実施し、銅とはんだとの接合部において時として報告されているボイドの発生原因、ならびに発生機構を調べた。その結果、以下のことが明らかとなった。

(1) プリント配線板の銅電極を作成する際に用いられるめっき銅に関し、そのめっき銅作成時のめっき液の添加剤のひとつである平滑剤添加量の違いが、出来上がっためっき銅の表面状態のみならず内部の微細な格子欠陥にまでも影響をおよぼすことが発見された。

(2) Sn-3.0Ag-0.5Cu 鉛フリーはんだと銅電極との間に生成される金属間化合物である Cu_3Sn ならびに Cu_6Sn_5 に関して、原子拡散速度を支配する熱平衡原子空孔の量を明らかにする研究を行った。その結果、 Cu_3Sn では 433 K 付近から陽電子で検知し始める量の熱平衡空孔が存在することがわかった。一方、 Cu_6Sn_5 に関しては、室温である 293 K において既に陽電子での検知で飽和に近い熱平衡空孔が存在していることがわかった。またどちらの金属間化合物においても、熱平衡空孔はほぼ Cu サイトの空孔であると考えられた。また Cu_3Sn の熱平衡空孔の空孔形成エンタルピーは 0.44 eV と求めた。

(3) 内部の欠陥状態を調べためっき銅を用い、Sn-3.0Ag-0.5Cu 鉛フリーはんだとの反応性を調べ、銅内部欠陥が反応速度や反応界面状態などにどのように影響を及ぼすか調査し、接合部のボイドの発生原因、ならびに発生する環境条件、発生機構などを考察した。その結果、めっき銅に欠陥を有する場合、 Cu_3Sn の成長が促進され、 Cu_3Sn 内にボイドが発生することが明らかとなった。

以上の結果から、従来明確な原因が不明であった、時として見られる Sn-3.0Ag-0.5Cu 鉛フリーはんだと銅電極との接合部界面におけるボイドの発生について、本研究の結果から、その発生には銅電極側の内部欠陥が大きくかかわっていることが明らかとなった。過去のボイド発生の報告例では、ボイドの発生は仮に銅の影響ではないかと推測されてはいても、その原因はいわゆる銅の“品質”や“純度”がかかわっている、という抽象的な原因予測であり具体的には原因が明らかにはされたことは無く、本研究によりそのめっき銅の“品質”や“純度”というものの科学的実体が、ミクロな原子レベルの格子欠陥の濃度の違いであることを初めて明らかにした。

論文審査の結果の要旨

本論文は、原子空孔・転位・結晶粒界などの空孔型格子欠陥を敏感に検出する手法である陽電子消滅寿命法を用いて、Sn-3.0Ag-0.5Cu 鉛フリーはんだと銅電極との接合部に関わる材料と、そこに生成される金属間化合物であるCu₃SnならびにCu₆Sn₅について、格子欠陥種とその濃度の特定を行い、その結果と実際の接合部の高温放置試験結果を合わせて考察し、銅とはんだとの接合部において散発的に報告されているボイドの発生原因を明らかにし、その発生機構を提唱している。その成果を要約すると以下の通りである。

- (1)プリント配線板の銅電極を作成する際に用いられるめっき銅に関し、めっき液への添加剤のひとつである平滑剤の添加量の違いが、出来上がっためっき銅の表面状態のみならず内部の格子欠陥にも大きな影響を及ぼすことを明らかにしている。
- (2)Sn-3.0Ag-0.5Cu 鉛フリーはんだと銅電極との間に生成される金属間化合物であるCu₃SnならびにCu₆Sn₅に関して、原子拡散速度を支配する熱平衡原子空孔の量を明らかにするために、高温熱平衡その場測定を行い、その結果Cu₃Snでは453K付近で陽電子が検知し始める量の熱平衡空孔濃度(1 ppm程度)に到達し、一方Cu₆Sn₅には室温において既に陽電子での検知で飽和に近い熱平衡空孔(100 ppm程度)が存在していることを明らかにしている。またいずれの金属間化合物においても、熱平衡空孔はCuサイトの空孔が主体であることを示している。
- (3)あらかじめ内部の欠陥状態を調べためっき銅を用いてSn-3.0Ag-0.5Cu 鉛フリーはんだとの反応界面を調査し、銅内部欠陥が界面の反応速度や状態等に及ぼす影響を研究し、接合部でのボイド発生条件ならびに発生原因、発生機構を考察している。その結果、めっき銅内部に高濃度の格子欠陥を含有する場合に、相対的にSn原子の拡散が遅いCu₃Snの成長が促進され、その結果Cu₃Sn内にボイドが発生することを明らかにしている。

以上のように、本論文は、従来明確な原因が不明であったSn-3.0Ag-0.5Cu 鉛フリーはんだと銅電極との接合界面におけるボイドの発生について、めっき銅の原子レベルの格子欠陥濃度の違いがボイドの発生の主要因であることを初めて明らかにしており、材料工学の発展に寄与するとともに、今後の実装技術の開発に資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。