

Title	AuボンディングワイヤとAl電極との接合部信頼性に関する材料科学的研究
Author(s)	宇野, 智裕
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43037
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	宇 野 智 裕
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 0 4 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 1 2 年 1 月 3 1 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	Au ボンディングワイヤと Al 電極との接合部信頼性に関する材料科学的 研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 小 林 紘 二 郎 (副査) 教 授 仲 田 周 次 教 授 森 博 太 郎 助 教 授 竹 本 正

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、半導体の内部接続の主流である Au ボンディングワイヤと Al 電極膜との接合部における高温加熱による不良挙動および、その支配要因である接合界面現象を明確にすると共に、高信頼性を実現する材料設計および接続技術について検討を行った結果をまとめたものであり、全文は以下の 8 章より構成されている。

第 1 章では、本研究の背景およびその問題点を整理し、本研究の目的および意義を明らかにしている。

第 2 章では、Au/Al 接合部信頼性の不良原因を検討し、なかでもポイド生成および金属間化合物の腐食反応が高温信頼性を低下させる主因であることを明らかにし、それらの機構解明の必要性を示している。

第 3 章では、接合信頼性に関わる全ての現象に深く関わる、Au/Al 接合界面における拡散挙動、特に金属間化合物相の成長過程について明らかにしている。

第 4 章では、接合強度の低下を誘発するポイド生成について、加熱雰囲気、接合界面性状などの影響因子を検討することにより、金属間化合物相の不均一成長挙動との関連性を組織学的および速度論的に明らかにしている。そこで得られたポイド生成機構をもとに、ポイド生成を抑制する加熱法、接合条件の有効性を明らかにしている。

第 5 章では、接合界面に成長した化合物相と封止樹脂成分との腐食反応について、反応に関与する化合物相および反応ガスの特定、微細組織観察による反応生成物などを調査することにより、反応の素過程を明らかにしている。また、腐食反応に関与する複数の活性化過程を分離して解析することにより、不良発生の律速過程を明らかにしている。

第 6 章では、ポイド生成および腐食反応を比較評価することにより、実使用環境における接合不良の活性化過程を明らかにしている。その知見に基づいて、実用性に即した加速試験法の適正化の必要性を示している。

第 7 章では、Au 中の合金元素が接合信頼性に及ぼす影響を評価することにより、高信頼性ワイヤの材料設計指針を明確にしている。なかでも、Ag 元素添加では、接合界面における拡散挙動および不良発生機構を明らかにすることにより、Ag 濃度の適正化が有効であることを見出し、高信頼性ワイヤとしての実用性を明らかにしている。

第 8 章では、本研究で得られた結果を総括し、結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

半導体実装の高密度化に伴い、接合部における長期信頼性の低下が半導体の微細化、高温使用などを制約する要因となっている。新しい実装形態、多様化する使用環境などに適応するには、異種材料の接合部信頼性の支配機構を解明し、高信頼性を実現する接続材料・技術の開発が求められている。半導体の内部接続として主流である Au ボンディングワイヤと Al 電極との接合部では、高温での信頼性劣化が知られていたが、その詳細な劣化機構については十分に理解されていない。

本論文では、Au/Al 接合部の特性劣化の原因となるボイド生成および化合物腐食に着目することにより、系統的な機構解明に取り組んでいる。機械的・電氣的な特性劣化の把握、ミクロな組織調査、反応の素過程の解明を行っている。そうした個々の支配機構の解明に加えて、活性化過程を定量解析することにより、律速機構の解明にも言及している。さらに、ミクロな接合界面における拡散現象、化学反応を想定し、それを再現する試験なども実施することにより、周辺部材、プロセス、実装構造などの影響因子を定量的に評価している。その主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) ボイド生成による劣化機構について、金属間化合物相の不均一な成長挙動との関連により統一的に理解できることを明らかにし、その原因となる接合界面での Al 酸化膜の拡散抑制挙動、空孔の凝集過程の解明にも言及している。酸化膜の破壊を促進する接合条件の適正化、あるいは真空加熱などが、ボイド生成を抑制するには有効であることを実証している。
- (2) Au-Al 化合物相の腐食反応について、特性劣化、反応域の組織観察などを行い、腐食反応の素過程、支配機構などについて明らかにしている。また、腐食反応の進行を速度論的に解析することにより、不良発生の律速過程などについても明らかにしている。
- (3) 不良要因の現象論的考察に加えて、主要な反応の活性化過程についての速度論的解明にも取り組むことにより、接合不良の律速機構を明らかにするとともに、実用性に即した信頼性加速試験の適正条件を明らかにしている。
- (4) Au/Al 接合部における接合信頼性の支配機構をもとに、Au ワイヤ中の合金化元素が相互拡散および化合物相成長挙動に及ぼす影響を明らかにすることにより、信頼性を向上するための材料設計指針を提案し、その有効性を実証している。

以上のように、本論文は、接合部の劣化現象、信頼性の支配機構について多くの知見をもたらし、さらに今後の高密度実装において重要となるマイクロ接合部の信頼性を向上する方策に関して優れた提案を示すもので、その技術の有効性については、現在の実装材料設計、接続技術の開発に積極的に活用されていることから明らかであり、得られた成果の妥当性、有用性は極めて高く評価される。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。