



Title	ぬれ広がり試験における微小ソルダの広がり過程とぬれ先端構造の解析
Author(s)	金, 正官
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42114
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 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 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	金 正 官
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 0 4 0 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 1 項該当 工学研究科 生産加工工学専攻
学 位 論 文 名	ぬれ広がり試験における微少ソルダの広がり過程とぬれ先端構造の 解析
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 仲 田 周 次 (副査) 教 授 座 古 勝 教 授 豊 田 政 男 教 授 小 林 紘 二 郎 教 授 西 本 和 俊 教 授 宮 本 勇 教 授 荒 井 栄 司 教 授 大 森 明 助 教 授 竹 本 正 助 教 授 藤 本 公 三

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、微細電子システムの高性能化、高集積化、小型化の進展に伴って重要な課題の一つである微細電子システムの生産プロセス、超微細接合部の信頼性などに大きな影響を与えるマイクロソルダリングでの微少ソルダの広がり過程とそのぬれ先端構造を明らかにしたもので、全 7 章から構成されている。

第 1 章は、序論であり、本研究の背景および現状での問題点を指摘し、本研究の必要性と目的について述べ、さらにソルダリングの基本的概念について述べている。

第 2 章では、本実験に用いた供試材料とその物性、ならびに試作した広がり試験装置の構成と実験方法について詳しく述べている。

第 3 章では、まず微少のソルダの広がり過程を観察し、ソルダの広がりに伴う現象とそのぬれ先端部でのソルダの挙動を明らかにし、従来の広がり試験法によるソルダの広がり過程を解析する時の問題点について検討すると共に、ソルダの広がり過程におけるぬれ先端部でのソルダの挙動を解析する必要性を明らかにしている。

第 4 章では、Ar 雰囲気中でフラックス無しの条件および大気中でフラックス (RA) を用いた条件で広がり試験を行い、そのぬれ先端部の表面・断面の観察・元素分析により雰囲気の違いにより生じるソルダの微細なぬれ先端部でのリング構造の差異および母材とソルダの界面構造に関して検討を行い、ソルダのぬれ先端構造を明らかにしている。

第 5 章では、Sn63Pb 共晶ソルダと純 Sn ソルダを用いて広がり試験を行い、ソルダの広がり過程にソルダを急冷し、その金属組織を凍結することにより、両ソルダのぬれ先端構造の時間的变化とぬれ先端構造の形成諸因子について検討を行い、ソルダと Cu との反応に基づく Cu と Sn の相互拡散、またその結果生じる金属間化合物の形成、ぬれ先端部でのソルダの組成の変化、Cu のソルダへの溶解反応によるソルダのぬれ先端構造の生成メカニズムを明らかにしている。

第 6 章では、加熱温度、Ar 置換時の真空度、フラックス、加熱温度、ソルダの量などのパラメータを変化させて広がり試験を行い、ソルダリング中での銅表面上の酸化の問題を ESCA により分析することにより、ソルダの広がり過

程に影響を及ぼす諸因子と、そのパラメータとソルダのぬれ先端構造との関係について検討を行っている。

第7章では、本研究の総括であり、各章で得られた結果をまとめている。

論文審査の結果の要旨

超微細電子システム分野では、高性能化、高集積化、小型化が進展しており、超微細構造に対応した生産プロセス、なかでもマイクロソルダリングプロセスの確立とその接合部の高信頼化が求められている。本論文は、超微細接合プロセスおよび品質信頼性に重要なマイクロソルダリングプロセス、中でも微少ソルダの広がり現象、特に広がり過程とその先端構造を材料学的視点から解明したものである。本論文の主な成果を要約すると、次の通りである。

(1)微少ソルダの広がり過程の動的観察により、ソルダのぬれ先端部には微細なリング構造が形成されるため、従来の広がり試験法のような巨視的なぬれ評価法ではソルダの広がりの評価が不可能であり、微少ソルダの広がり過程の新しい観察・評価法ならびに解析法が必要である。

(2)微少のソルダの広がり現象を観察するため、Sn63Pb 共晶ソルダボールを用いてフラックスなし・アルゴン雰囲気中で広がり試験を行い、ソルダの広がり過程を CCD カメラ観察し、時間の経過によるソルダのぬれ広がり過程を観察することにより、ソルダの広がり過程は5段階に分類されることを明らかにした。

(3)ソルダのぬれ先端部には外側リングと内側リングが存在し、外側リングはソルダの広がり開始と同時に現れ、ソルダの広がりが停止する時点で停止する。一方、内側リングはソルダ部(中央部)の広がりが停止する時点から現れ、すべてのソルダの広がりが停止するまでに外側リングの成長とともにぬれ先端を向かって成長していく。

(4)微少ソルダのぬれ先端部での挙動及びそのぬれ先端の材料学的構造を明確にするために、Sn63Pb 共晶ソルダとりん脱酸銅をフラックス(RA)を使って、大気中、またフラックスなし・Ar 雰囲気中で広がり試験を行い、広がり終了後の試料について、その表面と断面の観察および元素分析を行い、大気中でフラックス(RA)を使って広がり試験を行ったソルダのぬれ先端構造は、ソルダ層の先に微細なリング構造である外側リングだけがあり、そのリング構造は銅の表面に幅約400 μm 、厚み約1.5 μm の Sn と Cu の金属間化合物層が存在するものであり、さらにその上には約1.5 μm の Pb 層が存在している構造である。フラックス無しの Ar 雰囲気中では、ソルダのぬれ先端部のリング構造は銅の表面に幅約100 μm 、厚み約2 μm の Sn と Cu 金属間化合物層が多く存在する内側リングと外側リング構造があることを示している。

(5) Sn63Pb 共晶ソルダと純 Sn ソルダを用いて、りん脱酸銅をフラックス(RA)を使って大気中で広がり試験を行い、広がり過程に液体窒素で急冷することにより実際に広がり過程におけるぬれ先端構造を凍結・分析することによりソルダのぬれ先端部の生成メカニズムについて検討し、その結果、ソルダのぬれ先端部の形成を支配する因子はソルダのぬれ先端部での Sn への Cu の溶解、Sn と Cu の相互拡散による Sn の濃度低下によるソルダ組成の変化および金属間化合物の形成であることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、マイクロソルダリングにおける微少ソルダの広がり過程を明確化し、その広がり過程での先端構造を材料学的視点から解析し、マイクロソルダリングプロセスの確立、超微細接合部の初期及び長期信頼性確保のためのプロセス条件とその選定指針、さらにはマイクロ接合部品質の信頼性向上対策への指針など基礎的知見を与えており、生産加工工学の発展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。