



Title	透過電子顕微鏡観察によるアルミニウム合金の拡散接合機構に関する基礎的研究
Author(s)	小谷, 啓子
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39484
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	小 谷 啓 子
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 2 7 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 8 年 3 月 5 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	透過電子顕微鏡観察によるアルミニウム合金の拡散接合機構に関する基礎的研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 松田 福久 教 授 向井 喜彦 教 授 小林紘二郎 教 授 奈賀 正明

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、アルミニウム合金の拡散接合の接合機構の解明と継手性能改善の指針を得ることを目的として、透過電子顕微鏡 (TEM) による直接観察によって接合界面の酸化物およびその他の形成相の挙動を明らかにするとともに、これらの形成相の挙動について熱力学的および速度論的に考察し、さらにこれらの形成相の挙動と接合性との関連について検討したもので、以下の8章から構成されている。

第1章では、従来の研究経過ならびに本研究の必要性および目的について述べている。

第2章では、各章に共通する実験方法をまとめて示している。

第3章では、主な実用合金について拡散接合を行い、TEM観察により接合界面の形成相を明らかにし、合金の種類と接合界面の形成相の関係、および合金成分の形成相への影響について明らかにするとともに、形成相と接合性との関連性についても検討している。

第4章では、Mgの濃度の異なる3種の実用合金を選び、詳細なTEM観察により、接合界面の形成相の種類、分布、形態の温度依存性について明らかにしている。さらに、継手の引張試験結果および破面の観察結果とも併せて、接合強さを支配する要因について考察している。

第5章では、Mg濃度を変えた Al-Mg 純2元系合金を用いて、接合界面の形成相の詳細かつ系統的なTEM観察を行い、Mg濃度および接合温度が接合界面の形成相に及ぼす影響を明らかにしている。また、得られた結果について、熱力学的および速度論的な観点からの考察を行っている。

第6章では、アルミニウムとSi, Mn, ZnおよびCuとの各純2元系合金の拡散接合を行い、TEM観察によって接合界面の形成相に及ぼす合金元素の影響を明らかにしている。さらに、熱力学的な考察を行い、接合界面における酸化物の形成反応について考察している。

第7章では、Al-X 純2元系合金 (X = Mg, Si, Mn, Zn, Cu) の拡散接合継手について引張試験および破面観察を行い、接合界面の形成相の分布、形態との関連性を検討している。この結果に基づき、接合機構について考察するとともに、アルミニウム合金の拡散接合強さの改善のための方法について検討し、この方法を接合強さの低い合金に適用す

ることにより接合強さを向上させ得ることを明らかにしている。

第8章では、本研究で得られた結果の総括を行っている。

論文審査の結果の要旨

アルミニウムおよびアルミニウム合金の拡散接合においては、接合界面に存在する安定な酸化膜が接合強さを著しく低下させている。このため、これらの酸化膜の挙動やその除去法に関して多くの研究がなされてきた。しかし、これらの研究は陽極酸化や高温酸化などによって人工的に形成・成長させた酸化皮膜の挙動を調べたもの、またはオージェ分析や界面の電気抵抗測定などの間接的な方法で酸化膜の挙動と接合強さの関連を推定したものがほとんどである。また、提唱されている酸化膜の除去法についても必ずしも確かな根拠に基づいたものとはいえない。

本論文は各種アルミニウム合金の接合界面を詳細に透過電子顕微鏡により観察し、アルミニウム合金の拡散接合界面における酸化物およびその他の形成相の形成および消滅挙動を直接観察によって明らかにし、拡散接合機構をミクロ的に解明するとともに、これに基づいて継手性能改善の指針を得ようとしたものである。得られた主な成果を要約すると次のようである。

- (1) 接合界面の形成相には酸化物と析出物の2種類があり、前者は全てのアルミニウム合金において認められるが、後者が形成されるか否かは添加合金元素に依存することを明らかにしている。
- (2) 接合界面の酸化物は、接合温度が低い場合は非晶質膜であるが、添加合金元素の種類により、接合温度の上昇に伴って、非晶質膜を結晶粒子に変化させる場合と、非晶質膜にほとんど影響を及ぼさない場合があることを見いだしている。
- (3) 接合界面の非晶質酸化膜の結晶化とこれに伴う形態変化に対する添加合金元素の影響の差異は、合金元素による非晶質酸化膜の還元反応の可否の違いによると考えることにより、熱力学的に説明できることを明らかにしている。
- (4) 添加合金元素によりアルミニウム合金の拡散接合機構が異なることを見いだしている。すなわち、非晶質酸化膜の還元反応が進行する場合は非晶質酸化膜の結晶化、また、それ以外の場合は接合時の変形等による非晶質酸化膜の機械的な破壊によって母材間に接触が生じることにより、接合が進行することを見いだしている。
- (5) 接合界面の形成相のうち、非晶質酸化膜が接合強さを低下させる最も大きな要因であることを明らかにしている。そして、添加合金元素による還元反応を利用して、この酸化膜のほとんどを結晶酸化物粒子に変化させることが母材強さとほぼ同等の接合強さを得るための条件であることを明らかにしている。
- (6) 直接接合では著しく接合強さの低いアルミニウム合金に、非晶質酸化膜の還元を進行させる適切な合金元素を含んだインサート材を適用することにより、接合強さを母材強さと同等以上に向上させ得ることを実験的に明らかにしている。
- (7) アルミニウム合金の拡散接合強さを大幅に改善する方法として、適切な合金元素をインサート材あるいは母材中へ配合させることを提唱している。

以上のように、本論文はアルミニウムおよびアルミニウム合金の拡散接合における接合機構を基礎的に解明することとともに、継手性能改善のための指針を明確にしておき、その成果は溶接工学ならびに接合技術の発展に貢献するところ大である。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。