

Title	摩擦攪拌接合によるマグネシウムとチタンの異材接合特性に及ぼす合金元素の影響に関する研究
Author(s)	青沼, 昌幸
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59250
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	あお ぬま まさ ゆき 青 沼 昌 幸
博士の専攻分野の名称	博 士 (工学)
学 位 記 番 号	第 2 5 5 1 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 24 年 3 月 22 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生産科学専攻
学 位 論 文 名	摩擦攪拌接合によるマグネシウムとチタンの異材接合特性に及ぼす合金元素の影響に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 中 田 一 博 (副査) 教 授 藤 井 英 俊 教 授 田 中 学

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、摩擦攪拌接合法により、市販純マグネシウムおよびマグネシウム合金を、工業用純チタン（以下CP-Tiと表記）およびチタン合金と摩擦攪拌接合し、二相分離する主成分を持つこれらの合金の接合性と、母材合金組成が接合界面組織とその微細構造に及ぼす影響を明らかにすることを目的に研究を行ったものであり、全7章により構成した。各章の主な結果は以下の通りである。

第1章では、高比強度軽金属の異種金属接合の必要性と、摩擦攪拌接合を用いることの有用性を示し、異種金属接合の問題点と、本研究の目的と構成について述べた。

第2章では、Alを3mass%含むMg-Al-Zn系のAZ31マグネシウム合金および市販純マグネシウムをCP-Tiと摩擦攪拌接合し、接合性と接合界面の組織形態に及ぼす合金元素の影響について検討した。その結果、純マグネシウムとCP-Tiとは凝着によって接合されるのに対し、AZ31とCP-TiとはAl濃化層の生成により接合がなされることが示された。

第3章では、Mg-Al-Zn系合金とCP-Tiを、同一接合条件において摩擦攪拌接合し、Mg-Al-Zn系合金に含まれる合金元素のAl量が、接合界面組織形態に及ぼす影響について検討した。その結果、接合界面におけるTiAlおよびTiAl₃層の生成により接合がなされ、その層の厚さ増加により接合部の引張強さは減少することが判明し、接合界面の金属間化合物層の厚さとその微細構造が、接合部の引張強さに影響を及ぼすことが明らかとなった。

第4章では、Mg-Zn-Zr系合金のZK60合金とCP-Tiとを摩擦攪拌接合し、接合界面組織の微細構造と接合部の引張強さに及ぼす合金元素の影響について検討を行った。その結果、ZK60合金母材の基地に含まれるZnは、接合界面でCP-TiとTiZn₂金属間化合物層を生成し、このことにより接合がなされることが判明した。

第5章では難燃性マグネシウム合金のMg-Al-Ca合金を取り上げ、AMCa602マグネシウム合金とCP-Tiとを摩擦攪拌接合し、接合界面組織と引張強さに及ぼす合金元素の影響について検討を行った。その結果、AMCa602合金に含まれるCaとAlは、母材中でAl₂Ca化合物を形成しており、母材基地に含まれるAl量を減少させていた。そのため、CP-Tiとの接合界面におけるTiとAlとの金属間化合物層の生成が、同量のAlを含有するAM60合金と比較して抑制され、金属間化合物層の厚さは減少して、接合部強度に影響を及ぼすことが示された。

第6章では、第5章で用いたAMCa602難燃性マグネシウム合金と、Ti-6Al-4V合金およびTi-15V-3Al-3Cr-3Sn合金との摩擦攪拌接合を行い、接合界面組織と引張強度特性に及ぼす合金元素の影響について検討を行った。その結果、マグネシウム合金と工業用純チタン、および、チタン合金との接合界面の組織とその微細構造は、母材に含まれる合金元素の量と種類、および、チタン合金母材を構成する相によって変化し、接合部の引張強度特性に影

響を及ぼすことが明らかとなった。

第7章では、本研究で得られた結果について総括し、結論とした。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、摩擦攪拌接合法による異種金属接合の対象材料として、これまで検討されていないマグネシウム合金とチタン合金とを選択し、主成分が二相分離する組み合わせにおいて、母材の合金元素が摩擦攪拌接合性と接合界面組織形態に及ぼす影響について明らかにすることを目的として検討を行ったものである。

本論文では、マグネシウム合金の合金元素が摩擦攪拌接合性と接合界面の組織形態に及ぼす影響を明らかにするために、市販純マグネシウムおよび合金元素としてAlを含むMg-Al-Zn合金のAZ31、AZ61およびAZ91合金に対し、 α 単相の工業用純チタン（以下CP-Tiと表記）を摩擦攪拌接合し、接合界面組織とその微細構造について検討している。はじめに、市販純マグネシウムとCP-Tiとは凝着によって接合されるのに対し、AZ31とCP-TiとはAl濃化層の生成により接合がなされることが示され、合金元素の影響により接合界面組織形態が変化することが明示された。加えて、Mg-Al-Zn合金母材に含まれるAl量は、CP-Tiとの接合界面に生成するAlとTiとの金属間化合物層の形成に影響を及ぼし、Mg-Al-Zn合金に含まれるAl量が3mass%程度の場合、接合界面には、TiAl金属間化合物層、および、AlのTiへの拡散層が形成されることにより接合がなされることを明らかにしている。また、Mg-Al-Zn合金に含まれるAl量が3mass%よりも増加すると、接合界面のTi-Al系金属間化合物は、Alに富んだ金属間化合物のTiAl₃と変化することを示している。この接合界面の組織形態の変化に伴い、金属間化合物層の厚さも増加し、継手の引張強さが低下することが示されている。以上の結果から、マグネシウム合金母材に含まれるAl量が、CP-Tiとの摩擦攪拌接合界面の組織形態と、接合部の引張強度特性に影響を及ぼすことを明示している。

次に、Mg-Zn-Zr系合金のZK60合金とCP-Tiとを摩擦攪拌接合し、接合界面組織の微細構造と引張強さに及ぼすZnおよびZrの影響について検討を行った結果、ZK60合金母材の基地に含まれるZnが、接合界面においてCP-TiとTiZn₂金属間化合物層を生成し、このことにより接合がなされることが示された。また、難燃性マグネシウム合金のMg-Al-Ca合金であるAMCa602合金とCP-Tiとを摩擦攪拌接合し、接合界面組織と引張強さに及ぼすCaおよびAlの影響について検討を行っている。その結果、AMCa602合金に含まれるCaとAlは、母材中でAl₂Ca化合物を生成し、母材基地に含まれるAl量を減少させるため、接合界面における金属間化合物層の生成が同量のAlを含有するAM60合金と比較して抑制されて金属間化合物層の厚さが減少し、接合部の引張強度特性に影響を及ぼすことが示された。

最後に、AMCa602合金と、Ti-6Al-4V合金およびTi-15V-3Al-3Cr-3Sn合金との摩擦攪拌接合を行い、接合界面組織形態と引張強度特性に及ぼす合金元素の影響について検討している。その結果から、チタン合金とマグネシウム合金との接合界面では、チタン合金母材を構成する相による塑性流動性および元素の拡散速度の違いによって接合界面組織形態が変化し、接合部の引張強度特性に影響を及ぼすことを示している。

以上のように本論文は、母材に含まれる合金元素の量と種類および母材を構成する相により、摩擦攪拌接合界面の組織形態とその微細構造が変化することを学術的に明らかにしている。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。