OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Application of Ultrasonic Wave during Brazing of Ceramic/Metal and Metal/Metal
Author(s)	Khalid, Mohamed Hafez Mohamed
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44986
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	Khalid (クハリッド) Mohamed (モハメッド) Hafez (ハフェヅ) Mohamed (モハメッド)
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 18689 号
学位授与年月日	平成16年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科機械システム工学専攻
学位論文名	Application of Ultrasonic Wave during Brazing of Ceramic/Metal and Metal/Metal （セラミックスと金属及び金属と金属のろう付における超音波印加）
論文審査委員	（主査） 教授 奈賀 正明 （副査） 教授 久保 司郎　教授 三好 隆志　教授 澁谷 陽二 教授 池内 健二

論文内容の要旨

本論文は、セラミックスと金属及び金属と金属のろう付において超音波の印加を行い、作製された接合体の界面構造の観察、接合体の強度測定および破断面の観察から、それらの接合に及ぼす超音波の印加効果を研究した結果をまとめたものであり、以下の５章から構成されている。

第１章では、緒言であり、本論文の背景を述べた後、アルミナの特性と期待されている用途に触れ、さらに、実用化に必要なこれまでのアルミナと金属とのろう付けに関する従来の研究を概観した上で、研究の目的および本論文の構成を述べている。

第２章では、用いた試料、超音波ろう付け方法、接合界面の観察法、接合体強度測定法および破断面観察法を述べている。

第３章では、セラミックスと金属のろう付に及ぼす超音波印加の効果を調べた。Zn-5Al 合金ろうを用いた Al_2O_3 と Cu の接合強度と超音波印加時間の関係を明らかにしている。ろう付中における超音波印加時間の増加とともに接合強度は増加した。また、測定された Al_2O_3/Cu 接合体の強度は Weibull 係数 m＝5.1 を持つ Weilbull 分布を示すことを明らかにしている。さらに、接合体の破断面に付着しているろう合金量の増加より超音波印加によりろう合金の Al_2O_3 に対する濡れは促進していることを明らかにするとともに、界面構造の観察からこの濡れ促進は界面の化学反応ではなく、超音波印加による溶融ろう合金のセラミックスに対する物理的濡れ促進であることを明らかにしている。さらに、超音波印加により作製される Al_2O_3 と Cu の接合体の強度に及ぼすろう合金組成、および発生する残留応力の効果を明らかにしている。すなわち、Zn-Sn 合金中の Sn 量の増加とともに接合体の強度は低下することを明らかにしている。また、Al_2O_3 と Cu を含めた各種金属および合金との接合体では、ろう付後発生する残留応力は $\alpha \cdot E$ 因子（α：金属の熱膨張係数、E：金属の弾性係数）の増加とともに増加し、それにともない Al_2O_3 と金属の接合体強度は減少することを明らかにしている。

第４章では、Zn-5Al 合金を用いた Al と 304 ステンレス鋼、および Al と炭素鋼の真空ろう付に及ぼす超音波印加の効果を明らかにしている。304 ステンレス鋼および炭素鋼ともフラックスなしで 2-3 秒の短時間で約 150 MPa のせん断強度を示し、その後超音波印加時間の増加とともに強度は減少することを明らかにしている。第３章および第

４章の結果より、ろう付け中における超音波印加の効果を明らかにしている。すなわち、超音波印加によるセラミックスと金属のろう付ではろう合金のセラミックスに対する濡れの加速が接合を促進し、また金属同士のろう付けではろう合金の濡れ加速とろう合金と母材金属間における溶解および拡散の加速が接合を促進していることを明らかにしている。

第５章では、本研究で得られた結果をまとめ、総括している。

論文審査の結果の要旨

セラミックスと金属の接合技術の展開はセラミックスの実用性を高めるために不可欠である。本研究では、それら接合技術のうち最も汎用性の高いろう付における超音波印加の役割を明らかにすることを目的としている。すなわち、作製された接合体の界面構造の観察、接合体の強度測定および破断面の観察から、それらの接合に及ぼす超音波の印加効果を研究したものである。得られた結果を要約すると次の通りである。

(1)セラミックスと金属のろう付に及ぼす超音波印加の効果を調べるとともに、Zn-5Al 合金ろうを用いた Al_2O_3 と Cu の接合強度と超音波印加時間の関係を明らかにしている。すなわち、ろう付中における超音波印加時間の増加とともに接合強度は増加することを示した。また、測定された Al_2O_3/Cu 接合体の強度は Weibull 係数 m＝5.1 を持つ Weilbull 分布を示すことを明らかにしている。さらに、接合体の破断面に付着しているろう合金量の増加から、超音波印加によりろう合金の Al_2O_3 に対する濡れは促進していることを明らかにしている。また、界面構造の観察からこの濡れ促進は界面の化学的反応ではなく、超音波印加による溶融ろう合金のセラミックスに対する物理的濡れ促進であること明らかにしている。

(2)超音波印加により作製される Al_2O_3 と Cu の接合体の強度に及ぼすろう合金組成、および発生する残留応力の効果を明らかにしている。すなわち、Zn-Sn 合金中の Sn 量の増加とともに接合体の強度は低下することを明らかにしている。また、Al_2O_3 と Cu を含めた各種金属および合金との接合体では、ろう付後発生する残留応力は $\alpha \cdot E$ 因子（α：金属の熱膨張係数、E：金属の弾性係数）の増加とともに増加し、それにともない Al_2O_3 と金属の接合体強度は減少することを明らかにしている。

(3)Zn-5Al 合金を用いた Al と 304 ステンレス鋼、および Al と炭素鋼の真空ろう付に及ぼす超音波印加の効果を明らかにしている。304 ステンレス鋼および炭素鋼ともフラックスなしで２-３秒の短時間で約 150 MPa のせん断強度を示し、その後超音波印加時間の増加とともに強度は減少することを明らかにしている。本研究の研究結果より、ろう付け中における超音波印加の効果を総合的に検討している。すなわち、超音波の印加によりセラミックスと金属のろう付ではろう合金のセラミックスに対する濡れの加速が接合を促進し、金属同士のろう付けではろう合金の濡れ加速とろう合金と母材金属間における溶解および拡散の加速が接合を促進していることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、アルミナセラミックスと金属のろう付中における超音波印加の効果を明らかにしており、機械材料学および機械システム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。