



Title	活性金属インサート材を用いたセラミックスと金属との摩擦圧接に関する材料組織学的研究
Author(s)	西本, 明生
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3183670">https://doi.org/10.11501/3183670</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名	西本 明生
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 15777 号
学位授与年月日	平成 12 年 11 月 27 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	活性金属インサート材を用いたセラミックスと金属との摩擦圧接に関する材料組織学的研究
論文審査委員	(主査) 教授 池内 建二  (副査) 教授 小林紘二郎 教授 西本 和俊 教授 奈賀 正明

### 論文内容の要旨

本論文は、炭化ケイ素と無酸素銅との摩擦圧接に、活性金属から貴金属にいたる各種の金属箔をインサート金属として適用し、継手強さおよび界面微細組織を詳しく調べることによって、活性金属の接合強さへの効果を調べようとしたものである。

第 1 章は緒論であり、セラミックスと金属との接合に関する従来の研究を概説し、本論文の位置付けと、目的および構成について述べている。

第 2 章は実験方法であり、本研究で用いられる試験片、接合方法と条件、および接合部の微細組織の観察方法をまとめて述べている。

第 3 章においては、炭化ケイ素と銅との摩擦圧接に、活性金属から貴金属にいたる各種の金属箔をインサート金属として適用し、界面の接合強さおよび寄り変形に対するインサート金属の影響を調べている。その結果、活性金属箔をインサート金属として用いると、界面の接合強さが著しく改善されること、すなわち摩擦圧接においても活性金属による界面の接合強さの改善効果が存在することを見出している。

第 4 章、第 6 章、および第 7 章においては、活性金属インサート材によるセラミックス／金属界面の接合強さの改善効果を説明するため、Ti、Nb、および Zr インサート金属を用いた継手の界面微細組織の TEM 観察を行った結果を述べている。その結果、いずれのインサート金属を用いた場合も、これらの活性金属のケイ化物や炭化物から成る界面反応層が形成されることを示している。また、界面反応層の厚さは、従来、拡散接合やろう付け界面において観察してきたものと比べて非常に薄く、いずれも 200nm 以下であり、また厚さ数 nm の活性金属の濃化層が形成されることを観察している。さらに、摩擦圧接において、活性金属がセラミックス表面の酸化皮膜の除去効果を持つことを指摘している。特に Ti インサート金属を用いた場合については、界面に形成される TiC-Cu<sub>2</sub> 重層の結晶方位解析を行い、炭化ケイ素母相との間に成立する優先方位関係を明らかにしている。

第 5 章においては、界面層の形成過程を解明するため継手に急冷処理、急冷後高温保持および高温保持などの接合後熱処理を施し、上記の反応層が主として接合後の冷却過程において形成されることを明らかにしている。

第 8 章においては、Nb および Ti インサート金属を用いた継手について、接合後熱処理を施し、界面微細組織の変化によって、界面の強度特性がどの様な影響を受けるかを調べ、継手の高温特性をインサート金属によって制御する可能性を示している。

第9章は総括であり、本研究で得られた結果がまとめられている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、セラミックス／金属界面において見られる、活性金属による接合強さの顕著な改善効果について、従来の研究で用いられてきた拡散接合やろう付とは異なる接合原理に基づく接合法を用いて、検討を加えようとするもので、このため活性金属から貴金属にいたる各種の金属箔をインサート金属として、炭化ケイ素と無酸素銅との摩擦圧接を試み、インサート金属が界面の接合強さおよび微細構造に及ぼす影響を調べている。

先ず、各種の金属箔をインサート金属として適用した結果、Ti、Nb、およびZrなどの活性金属インサート材を用いると、界面の接合強さが著しく改善されること、すなわち摩擦圧接においても活性金属による界面の接合強さの改善効果が顕著であることを見出している。

このような、活性金属インサート材の効果を説明するため、Ti、Nb、およびZrインサート金属を用いた継手の界面微細組織を透過電子顕微鏡によって観察し、界面に形成される反応層の同定に成功している。同定された界面反応層は、Ti、Nb、あるいはZrのケイ化物や炭化物から成るもので、拡散接合やろう付け界面において観察されてきたものと比べて大差はないが、その厚さは非常に薄く、いずれも200nm以下である。またこれら以外に、Tiインサート金属の場合は、チタン炭化物と炭化ケイ素母相との間に、数10nmの銅層、さらに厚さ数nmの活性金属の濃化層がいずれの活性金属インサート材の場合も形成されるなど、界面の微細構造の精細な解明に成功している。特にTiインサート金属を用いた場合については、界面に形成されるTiC-Cu<sub>2</sub>重層と、炭化ケイ素母相との間に成立する優先方位関係を明らかにし、その結晶学的意味について考察を加えている。

これらの界面層の形成過程を解明するため、継手に急冷処理、急冷後高温保持および高温保持などの接合後熱処理を施し、上記の界面層に及ぼす影響を調べている。その結果、活性金属濃化層以外は、主として接合後の冷却過程において形成されるものであり、摩擦過程において見られる寄り変形の増加や接合強さの向上などの、活性金属の顕著な効果は、この厚さ僅か数nmの活性金属濃化層の存在によってもたらされるものであることを示唆している。さらに、接合界面近傍における、セラミックスの表面酸化皮膜の観察により、摩擦圧接において、活性金属は酸化皮膜の除去効果を持つことを見出している。

高温環境下での継手特性を検討するため、接合界面の微細組織および強度特性が、高温保持によってどの様な影響を受けるかを調べ、その結果、Tiインサート金属の場合には、強度劣化は認められないが、Nbインサート金属の場合は、800K程度の保持温度でも、炭化ケイ素の銅中への溶解反応が進行し、これに伴う黒鉛層の形成のために継手強度が著しく劣化することを見出している。

以上のように、本論文は、セラミックスと金属との摩擦圧接界面における微細構造の精細な観察と解析によって、活性金属がセラミックス／金属界面の接合強さに及ぼす影響について、多くの新しい知見を得、その機構説明に大きく貢献している。さらに、セラミックスと金属の接合への摩擦圧接の工業的適用や、継手の高温特性のインサート金属による制御の可能性を拓くもので、基礎および応用の両面わたって工学的に寄与するところ大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。