



Title	固相接合されたSiCセラミックスと金属Ti, Cr, Nb, Ta接合体における界面反応機構に関する研究
Author(s)	馮, 吉才
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39726">https://hdl.handle.net/11094/39726</a>
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、<a href=" <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> ">大阪大学の博士論文について</a>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	ふう 吉才
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第12490号
学位授与年月日	平成8年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科生産加工工学専攻
学位論文名	固相接合されたSiCセラミックスと金属Ti, Cr, Nb, Ta接合体における界面反応機構に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 奈賀正明 教授 小林紘二郎 教授 松繩朗 教授 三宅正司

### 論文内容の要旨

本論文は、金属とSiC界面における各反応相の形成過程、成長挙動、拡散系路および接合強度について研究した結果をまとめたものであり、以下の7章からなっている。

第1章は緒論であり、これまでの研究現状および本研究の目的と研究内容を述べている。

第2章では本研究で用いた固相接合方法と実験装置について説明し、金属箔を用いセラミックス同士の接合体の作製方法および界面構造の解析方法を述べている。

第3章ではTi箔とSiCの固相接合を行い、温度および時間変化によるTiC,  $Ti_5Si_3C_x + TiC$ ,  $Ti_5Si_3Cx$ ,  $Ti_3SiC_2$ および $TiSi_2$ の形成過程を解明し、各反応相成長の見かけの活性化エネルギーQと成長定数 $k_0$ を求め、各相の成長速度を明らかにしている。また、拡散経路は接合温度によらず、 $SiC/Ti_3SiC_2/Ti_5Si_3Cx/Ti_5Si_3C_x + TiC/TiC/Ti$ であることを見い出している。さらに、TiCおよび $Ti_3SiC_2$ がSiC側の界面に形成されると接合強度が大きくなり、 $Ti_5Si_3Cx$ が形成されると強度は小さくなることを明らかにし、その接合最適条件を見い出している。

第4章ではCr箔とSiCの固相接合を行い、 $Cr_2C_6$ ,  $Cr_7C_3$ ,  $Cr_3SiC_x$ ,  $Cr_5Si_3C_x$ および $Cr_3C_2$ の形成過程を解明し、SiCとCrの間の拡散経路として $SiC/Cr_5Si_3Cx/Cr_3SiC_x/Cr_7C_3/Cr_2C_6/Cr$ を明らかにしている。また、各反応相のQと $k_0$ の値を求め、 $Cr_5Si_3Cx$ の形成により $Cr_7C_3$ と $Cr_2C_6$ の成長速度が遅くなることを明らかにしている。

第5章ではNb箔とSiCの固相接合を行い、 $Nb_2C$ ,  $NbC$ ,  $Nb_3SiC_x$ ,  $NbSi_2$ ,  $Nb_5Si_3$ 及び $Nb_5Si_3Cx$ の形成条件を調べ、各反応相の形成過程を解明している。また、拡散経路は接合温度によって異なり、1473Kでは $SiC/NbC/Nb_5Si_3Cx/Nb_5Si_3/Nb_3SiC_x/Nb_2C/Nb$ で、1790Kでは $SiC/NbC/Nb_5Si_3Cx/NbC/Nb_2C/Nb$ である。接合強度についてはSiC側に薄いNbC層が形成されると接合体の強度は最大となり、 $TiSi_2$ が形成されると強度が小さくなることを明らかにしている。

第6章ではTa箔とSiCの固相接合を行い、 $Ta_2C$ ,  $Ta_5Si_3Cx$ ,  $TaC$ および $TaSi_2$ の形成条件を調べ、各反応相の形成過程を解明している。また、接合温度1773Kにおける $SiC/TaC/Ta_5Si_3Cx/Ta_2C/Ta$ の拡散経路を明らかにしている。

第7章ではSiCと4種類金属系との反応層全体の成長の見かけの活性化エネルギーQと成長の速度定数 $k_0$ を求め、反応層全体の成長速度を解明している。また、SiCと金属の反応機構および拡散系路とM(金属)-Si-C対応三元状態図との関連を考察している。あわせて、高い接合強度をもたらすSiC/炭化物の界面構造を明らかにしている。

最後に結論として、本研究で得られた結果を総括している。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、SiCセラミックスと金属(Ti, Cr, Nb, Ta)との固相接合の基礎となる界面反応現象と接合機構を解明することを目的とし、SiC／金属の界面における反応相の同定、各反応相の形成過程と成長挙動の解析、拡散経路の解明および接合強度に及ぼす界面組織の影響のいくつかの問題に関して論じたもので、得られた主な成果は次の通りである。

- (1) 金属Ti, Cr, Nb, TaによりSiCセラミックスの固相接合を行い、界面における各種金属の炭化物、ケイ化物および三元化合物よりなる反応相を同定している。
- (2) 各拡散系における接合温度および接合時間の依存性を検討し、各系における反応相の形成過程を確立し、反応機構を解明している。また、各拡散系の反応模式を提案し、反応開始から平衡状態までの界面構造を明らかにしている。
- (3) 金属／SiC界面における各反応相成長の見かけの活性化エネルギーと成長定数を求め、これにより各相の成長速度式が得られている。これらの式を用い、反応相の厚さが制御できるようになっている。また、新相の生成により既存相の成長が遅くなることを明らかにしている。
- (4) 各拡散系の反応層全体の成長には反応時間に対し放物線則が成立すると認められ、4種類の金属とSiCセラミックスの反応性はTi>Cr>Nb>Taの結果が見い出されている。
- (5) 各系の反応相出現の拡散経路とその形成条件および金属-Si-C対応状態図との関連を解明している。
- (6) 引張剪断試験により接合体の室温強度と耐熱性を評価し、接合体の剪断強度に及ぼす反応層の厚さおよび界面における組織の影響を検討している。金属のケイ化物をSiC側に形成すると接合体の強度が低下し、SiC側に金属炭化物の形成により強度が上昇する。組織と界面構造を変化させることにより接合強度の制御が有効であることを示している。

以上のように、本論文はSiCセラミックスと4種類の金属Ti, Cr, Nb, Taの界面反応機構を明らかにしたもので、各反応相の成長挙動、拡散経路および最適の接合条件を確立している。本研究で見い出された新しい知見は、生産加工工学分野の発展、特に金属とセラミックスの接合および複合材料の応用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。