

Title	Si基セラミックスと金属間化合物TiAlの固相拡散接合に関する研究
Author(s)	井上, 哲範
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44310
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="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	井上 替範
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17343 号
学位授与年月日	平成 14 年 11 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	Si 基セラミックスと金属間化合物 TiAl の固相拡散接合に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 奈賀 正明 (副査) 教授 久保 司郎 教授 花崎 伸作 教授 西本 和俊 教授 菊地 靖志 助教授 柴柳 敏哉

論文内容の要旨

本論文は、 Si_3N_4 セラミックスおよび SiC セラミックスと金属間化合物 TiAl の固相拡散接合を行い、接合界面に形成された相構造と接合体の継手特性について検討した結果をまとめたものである。本論文は以下の 7 章から構成されている。

第 1 章の緒論では、本論文の背景、研究目的および構成について述べた。

第 2 章では固相接合の手法と実験装置および接合体の評価方法について述べた。

第 3 章では Si_3N_4 と Ti-53Al の接合体強度と相構造の関係を明らかにした。接合温度 1523 K における界面相構造は $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{TiN} + \text{Ti}_2\text{AlN}/\text{Ti}_5\text{Si}_3 + \text{Ti}_2\text{AlN}/\text{TiAl}_2 + \text{TiAl}/\text{TiAl}$ であり、反応層の成長は、 TiAl 中の Ti の拡散により律速された。また、室温せん断強度は接合温度 1523 K、接合時間 1.8 ks で 80 MPa の最大値を示し、さらに接合時間が長くなると、反応層の成長とともに強度は低下した。この強度低下は、接合時間変化にともなう Ti_5Si_3 反応層の厚さの変化によることを明らかにした。

第 4 章では $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{TiAl}$ 接合体の界面相構造および継手強度に及ぼす Al 濃度の影響について述べた。接合条件 1523 K・115 ks における反応層厚さは、48 at%Al では 53 at%Al の 1/2、さらに 58 at%Al および 63 at%Al では 53 at%Al の 1/5 以下であった。これは低 Al および高 Al 側で、各々 TiN または TiAl_2 の形成による Ti の拡散障壁形成によることを明らかにした。さらに、接合体強度の Al 濃度による変化も解明した。

第 5 章では SiC と Ti-53Al の接合体強度と相構造の関係を明らかにした。1523 K での界面相構造は $\text{SiC}/\text{TiC}/\text{Ti}_5\text{Si}_3 + \text{TiSi}_2 + \text{Ti}_2\text{AlC}/\text{TiAl}_2/\text{Ti}_3\text{Al}_5/\text{TiAl}$ であり、これは Ti-Si-C-Al 対応四元状態図上の共役線で表される拡散経路で説明できることを明らかにした。また、接合温度 1573 K で $\text{SiC}/\text{Ti-53Al}$ 接合体は、 $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{TiAl}$ 接合体よりも高い最大室温せん断強度 223 MPa を示した。

第 6 章の考察では、 $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{TiAl}$ および SiC/TiAl 接合界面における反応層の成長速度が $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Ti}$ および SiC/Ti 接合界面に比べ一桁以上小さく、 $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{TiAl}$ および SiC/TiAl 接合体は、高温で高い耐熱性を示すことを明らかにした。

第 7 章では、以上の研究結果を総括した。

論文審査の結果の要旨

セラミックスの実用性を高めるには金属との接合技術の展開が重要である。本研究では、強度および耐熱性にすぐれる Si 基セラミックスである Si_3N_4 または SiC と金属間化合物 TiAl の固相拡散接合を行い、接合界面に形成された層構造を調べるとともに形成される層の成長速度を定量的に明らかにしている。さらに、それら接合体の界面構造と継手強度の関係を解明している。得られた結果を要約すると次の通りである。

(1) Si_3N_4 と Ti-53Al の接合体強度と相構造の関係を明らかにしている。接合温度 1523 K における界面相構造は $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{TiN} + \text{Ti}_2\text{AlN}/\text{Ti}_5\text{Si}_3 + \text{Ti}_2\text{AlN}/\text{TiAl}_2 + \text{TiAl}/\text{TiAl}$ であり、反応層の成長は、 TiAl 中の Ti の拡散により律速されている。また、室温せん断強度は 1523 K と一定接合温度の場合、接合時間 1.8 ks で一旦最大値を示し、さらに接合時間が長くなると、反応層の成長とともに強度は低下することを見出している。この強度低下は、 Ti_5Si_3 反応層の厚さの変化によることを明らかにしている。

(2) $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{TiAl}$ 接合体の界面相構造および継手強度に及ぼす Al 濃度の影響について述べている。 TiAl の Al 濃度 53 at\%Al を境にして Al 濃度の変化で界面反応層の厚さはいずれも減少する。これは低 Al 側および高 Al 側で、各々 TiN または TiAl_2 の形成による Ti の拡散障壁形成によることを明らかにしている。さらに、接合体強度の Al 濃度による変化も解明している。

(3) SiC と Ti-53Al の接合体強度と相構造の関係を明らかにしている。 1523 K での界面相構造は $\text{SiC}/\text{TiC}/\text{Ti}_5\text{Si}_3 + \text{TiSi}_2 + \text{Ti}_2\text{AlC}/\text{TiAl}_2/\text{Ti}_3\text{Al}_5/\text{TiAl}$ であり、これは Ti-Si-C-Al 対応四元状態図上の共役線で表される拡散経路で説明できる。また、 $\text{SiC}/\text{Ti-53Al}$ 接合体は、 $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{TiAl}$ 接合体よりも高い最大室温強度を示すことを明らかにしている。

(4) $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{TiAl}$ および SiC/TiAl 接合界面における反応層の成長速度が $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Ti}$ および SiC/Ti 接合界面に比べ一桁以上小さく、 $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{TiAl}$ および SiC/TiAl 接合体は、高温で高い耐熱性を示すことを明らかにしている。

以上のように本研究は、耐熱性の高い Si 基セラミックス Si_3N_4 または SiC と TiAl の固相拡散接合における界面層構造と接合体強度の関係を定量的に解明しており、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。