

Title	Solid State Bonding of Aluminum Nitride Ceramics Using Ti, V, Nb and Ni Metals
Author(s)	Mohamed, Hanafy El-Sayed
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/40552">https://hdl.handle.net/11094/40552</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="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</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	モハメド ハナファイ エルセイド MOHAMED HANAFY EL-SAYED
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 13823 号
学位授与年月日	平成10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	Solid State Bonding of Aluminum Nitride Ceramics Using Ti, V, Nb and Ni Metals (Ti, V, Nb, Ni 金属を用いた AlN セラミックスの固相接合)
論文審査委員	(主査) 教授 奈賀 正明  (副査) 教授 松縄 朗 教授 小林紘二郎 教授 西本 和俊

### 論文内容の要旨

本論文は Ti, V, Nb と Ni 金属によるアルミニウム窒化物の固相接合に関する研究をまとめたものであり、全体で7章から構成されている。

第1章では、本研究の背景および目的について示している。

第2章では、本研究で用いたアルミニウム窒化物 (AlN) および金属およびそれらの基本的性質について述べ、さらに用いた固相接合法および接合体界面の解析方法について示している。

第3章では、AlN/Ti 接合体の界面構造解析結果を示すとともに、その接合機構を明らかにしている。接合開始とともに界面には TiN および Ti<sub>3</sub>Al が形成され、接合温度1473K では接合時間7.2ks において AlN/TiN/Ti, AlN/Ti<sub>3</sub>Al/Ti の拡散経路が形成され、界面におけるこれら化合物の形成は Al-Ti-N 三元系状態図の AlN と Ti を結ぶ共約線上で予測されることを示している。また、界面反応進行にともなう接合体の強度変化も明らかにし、界面に形成される相の接合体の強度に対する役割を検討している。また、界面で生じる素反応過程および成長機構も提案している。

第4章では、AlN と V 間の界面構造およびその接合体の強度を明らかにするとともに、この接合体の接合機構を解析している。接合体の界面には V (Al) 固溶体と V<sub>2</sub>N が形成され、接合温度1573K では接合時間0.9ks 以上では AlN と V の間では予測される全ての化合物が形成され、その拡散経路は AlN/V (Al) / V<sub>2</sub>N/V であることを示している。また、界面における V<sub>2</sub>N の形成について熱力学的考察を加えている。

第5章では、AlN と Nb の界面に形成される反応相を同定するとともに、反応機構について考察を加えている。この接合体の接合開始温度は他の系の接合体に比べ高く、接合温度は1673K において界面に Nb<sub>2</sub>N と Nb<sub>2</sub>Al の2元系反応相および Nb<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>N の3元系反応相が形成され、接合時間7.2ks で AlN と Nb の間に Al-Nb-N 三元系状態図から予測される拡散経路 AlN/Nb<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>N/Nb<sub>2</sub>Al/Nb<sub>2</sub>N/Nb が形成されることを示している。また、接合体の強度と反応相との関連を明らかにしている。

第6章では、AlN と窒化物を形成しない Ni の界面構造を明らかにし、その接合機構を論じている。AlN と Ni の界面には反応相として窒化物は形成されないが、Ni<sub>3</sub>Al 金属間化合物が形成され、良好な接合体強度が得られることを示している。

第7章では、本研究の結果を総括し、結論としている。

## 論文審査の結果の要旨

セラミックスと金属のごとく結合様式が全く異なる材料を接合する場合には、接合界面における元素の拡散および形成される反応相の詳細な解析およびそれらによる緻密な界面構造の形成に対する制御が要求される。しかし、これまでセラミックスと金属の高温における界面現象は複雑で系統的研究は少ない。本研究では熱伝導が高く機能材料として、また構造材料としても注目されている AlN セラミックスと Ti, V, Nb および Ni の各種金属の固相接合における界面構造を解析するとともに各種界面相の出現則の提案を行っている。得られた主要な結果は以下の通りである。

- (1) AlN と Ti の接合体において、界面構造解析結果から、接合温度 1473K、接合時間 7.2ks で  $\text{AlN}/\text{TiN}/\text{Ti}_3\text{AlN}/\text{Ti}_3\text{Al}/\text{Ti}$  の拡散経路が形成され、界面におけるこれら窒化物および金属間化合物の形成は Al-Ti-N 三元系状態図の AlN と Ti を結ぶ共約線上で予測されることを示している。また、界面反応進行にともなう接合体の強度変化の詳細な解析から、界面における  $\text{Ti}_3\text{AlN}$  の形成は接合体強度の劣化をもたらすことを明らかにしている。
- (2) AlN と V 間の接合機構を解析している。接合体の界面の AlN 側には V (Al) 固溶体、V 側には  $\text{V}_2\text{N}$  が形成され、接合温度 1573K では接合時間 0.9ks 以上で AlN と V の間では Al-V-N 三元系状態図から予測される全ての化合物が形成され、その拡散経路は  $\text{AlN}/\text{V (Al)}/\text{V}_2\text{N}/\text{V}$  であることを示している。また、界面における  $\text{V}_2\text{N}$  の形成条件を熱力学的考察より明らかにしている。
- (3) AlN と Nb の接合体の接合開始温度は他の系の接合体に比べ高く、接合温度 1673K において界面に  $\text{Nb}_2\text{N}$  と  $\text{Nb}_2\text{Al}$  の 2 元系反応相および  $\text{Nb}_3\text{Al}_2\text{N}$  の 3 元系反応相が形成され、接合時間 7.2ks で AlN と Nb の間に形成される拡散経路  $\text{AlN}/\text{Nb}_3\text{Al}_2\text{N}/\text{Nb}_2\text{N}/\text{Nb}$  は Al-Nb-N の三元系状態図から予測されることを示している。また、接合体の強度に対する層状  $\text{Nb}_2\text{Al}$  相の役割を明らかにしている。
- (4) AlN と窒化物を形成しない Ni との界面構造を明らかにし、その接合機構を明らかにしている。AlN と Ni の界面には反応相として窒化物は形成されないが、 $\text{Ni}_3\text{Al}$  金属間化合物が形成され、良好な接合体強度が得られることを見出している。

以上のように、本論文は AlN セラミックスと Ti, V, Nb, Ni の各種金属との固相接合界面構造を解析するとともに界面に形成される各種反応相の出現則を明らかにしている。また、界面強度におよぼす各種反応相の役割を明らかにしたものである。これらの成果は生産加工工学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。