



Title	酸窒化アルミニウム (ALON) 系複合セラミックスの作製と特性に関する研究
Author(s)	新保, 章弘
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/44419">https://hdl.handle.net/11094/44419</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	しん ほ あき ひろ 新 保 章 弘
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17400 号
学位授与年月日	平成15年1月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	酸窒化アルミニウム(ALON)系複合セラミックスの作製と特性に関する研究
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 飯田 孝道 教授 宮本 鈴生

## 論文内容の要旨

本研究では、ALONの高温度での化学安定性を阻害することなく、BNの低弾性率、高熱伝導率の特性を活かし複合化したALON系複合セラミックスの高温構造部材への適用を目的とし、基本特性の解明を基に、耐熱衝撃性や耐食性を検討した。第1章の緒言において、ALONの研究背景や本研究の意義と目的を述べた。第2章の実験方法では、各章に共通するALON系複合セラミックスの作製方法、基本物性の測定方法等を示した。第3章において、BNを添加したALON系複合セラミックス加圧焼結体の生成条件を調査し、原料のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/AlNモル比2.3組成が、焼結体中に $\gamma$ -ALON相を生成しやすく、さらに、焼結助剤Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が無くとも、難焼結材BNが5、10、20 vol%において1800°C以上でALON系複合セラミックスが得られた。そして、加圧力は2 MPaが適当と考えられた。第4章のALON系複合セラミックス加圧焼結体の微視構造評価では、微視構造は $\gamma$ -ALON相とh-BN相の凝集体とから構成され、BN添加量が50 vol%まで $\gamma$ -ALON相、そして50 vol%以上になるとh-BN相がマトリックスであった。第5章では、ALON系複合セラミックス加圧焼結体の大気中における酸化特性を検討した。室温から800°Cまで構成相の $\gamma$ -ALON相とh-BN相が維持されたが、1000°C以上にて $\gamma$ -ALON相が酸化し $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>相、そしてBNが酸化したB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>と $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が反応し9Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が生成した。第6章の機械的性質では、曲げ強さはBN添加量の増加に伴い低下し、さらに剛性率もBN添加量増加あるいは温度上昇に伴い低下した。内部摩擦は酸化による微視構造の変化と相関があった。次に第7章では、常圧焼成によるALON系複合セラミックス焼結体の焼成条件、微視構造そして機械的性質を検討した結果、1750°C以上で焼成可能とし、常圧と加圧焼結体の曲げ強さは同レベルであった。第8章では、耐熱衝撃性の向上を検討し、BNの特性よりも、BN添加量により増加する気孔率が、耐熱衝撃性向上に大きく影響を及ぼすことを明確にした。第9章では、高温構造部材として鉄鋼製造設備への適用を前提に、ALON系複合セラミックスの耐食性を評価し、 $\gamma$ -ALON相の耐溶鋼反応性とh-BN相の難濡れ性の効果により溶損が抑制できたことを確認した。第10章の総括では、ALON系複合セラミックスの特性を向上させ高温構造部材への適用の可能性を明らかにしたことをまとめた。

## 論文審査の結果の要旨

溶融金属に親和性の高い Si を含まず、高温まで化学的に安定な ALON セラミックスの応用を広げるには、耐熱衝撃性などの改善が必要である。本研究では、BN を複合化させた ALON 系複合セラミックスを開発し、その構造を調べるとともに、耐食性、耐熱衝撃性と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) 加圧力 2 MPaにおいて原料の  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{AlN}$  モル比 2.3 組成で、焼結助剤  $\text{Y}_2\text{O}_3$  が無くとも、 $1800^\circ\text{C}$ 以上で難焼結材 BN を 20 vol%まで添加した ALON 系複合セラミックス加圧焼結体の焼成が可能であること見出している。この加圧焼結体の微視構造は  $\gamma\text{-ALON}$  相と  $\text{h}\text{-BN}$  相の凝集体とから構成され、BN 添加量が 50 vol%まで  $\gamma\text{-ALON}$  相、そして 50 vol%以上になると  $\gamma\text{-ALON}$  相の連続性が分断され、 $\text{h}\text{-BN}$  相がマトリックスになることを明らかにしている。

さらに、この加圧焼結体は大気中において室温から  $800^\circ\text{C}$ までは安定で、構成相の  $\gamma\text{-ALON}$  相と  $\text{h}\text{-BN}$  相が維持されるが、 $1000^\circ\text{C}$ 以上では  $\gamma\text{-ALON}$  相が酸化し  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  相、そして BN が酸化した  $\text{B}_2\text{O}_3$  と  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  が反応して、 $9\text{Al}_2\text{O}_3\cdot2\text{B}_2\text{O}_3$  が表面に生成することを明らかにしている。加圧焼結体の機械的特性を評価している。すなわち、曲げ強さは BN 添加量の増加に伴い低下し、さらに剛性率も BN 添加量増加あるいは温度上昇に伴い低下する。また、内部摩擦は酸化による微視構造の変化と相関があることを明らかにしている。

(2) 加圧焼成体よりもより実用性の高い BN を含む ALON 系複合セラミックス常圧焼成焼結体の焼成条件検討し、その微視構造と機械的性質を明らかにしている。出発原料として  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{AlN}$ 、BN および  $\text{Y}_2\text{O}_3$  を用い、焼成温度  $1750^\circ\text{C}$  以上で ALON 系複合セラミックスは常圧焼成が可能であり、常圧焼結体と加圧焼結体の曲げ強さは同レベルであることを明らかにしている。

BN の添加による ALON 系複合セラミックス常圧焼成焼結体の耐熱衝撃性の改善効果を明らかにしている。すなわち、添加された BN 自身の特性よりも、BN 添加にともなう、複合セラミックス常圧焼成焼結体内の気孔率の増加により、耐熱衝撃性が大きく改善することを明らかにしている。

さらに、常圧焼成焼結体の製鉄工業への応用で重要な溶銅との耐食性を濡れおよび浸漬による溶損特性より評価している。添加された  $\text{h}\text{-BN}$  相の難濡れ性の効果により溶銅に対する複合セラミックス常圧焼成焼結体の難濡れ性の向上および溶損の抑制効果を明らかにしている。

以上のように本論文は、BN を複合化させた ALON 系複合セラミックス加圧焼成体および常圧焼成体の作製条件を明らかにするとともに、高温曲げ強さ、耐熱衝撃性および耐食性を解明しており、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。