

Title	アルミニウムろうによる窒化けい素セラミックスの接合に関する基礎的研究
Author(s)	寧, 暁山
Citation	
Issue Date	
oaire:version	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/37282">https://hdl.handle.net/11094/37282</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">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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> をご参照ください。

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

【 4 】

氏名・（本籍）	にん 寧	しょう 暁	さん 山
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	9 3 3 6	号
学位授与の日付	平成 2 年 9 月 28 日		
学位授与の要件	工学研究科金属材料工学専攻 学位規則第5条第1項該当		
学位論文題目	アルミニウムろうによる窒化けい素セラミックスの接合に 関する基礎的研究		
論文審査委員	(主査) 教 授 岡本 平	教 授 荻野 和己	
	(副査) 教 授 山根 寿己	教 授 岩本 信也	

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、窒化けい素セラミックスとアルミニウムの接合界面の構造を解明して、接合に影響する因子を明らかにすると同時に、信頼性のある接合を達成するために必要なアルミニウムろう材を開発することを目的に行った基礎研究をまとめたもので、8章から構成されている。

第1章では、本研究の背景と目的について述べている。

第2章では、分析電子顕微鏡法とX線回析法で接合界面を調べ、焼結助剤無添加窒化けい素セラミックスの接合界面にシリカ・アルミナ酸化物非晶質と $\beta$ サイアロンが形成されることを見出し、酸素が接合に重要な役割を果たすことを示している。

第3章では、空気中で加熱処理した窒化けい素セラミックスの接合界面には厚いシリカ・アルミナ非晶質層が形成され、接合強度が増加することを見出している。これは加熱処理で窒化けい素セラミックスの表面にけい素の酸窒化物が形成し、これがアルミニウムとの反応で厚い非晶質層を発達させ、接合界面の熱応力の緩和を促進するためであることを示唆している。

第4章では、常圧焼結窒化けい素セラミックス中の酸化物焼結助剤は接合界面の反応に酸素を供給し、界面に厚いシリカ・アルミナ非晶質層が形成すること、及びセラミックスの粒界にそって助剤がアルミニウムと優先的に反応し、ろう接体の強度とワイブル係数を高くすることを示している。

第5章では、アルミニウムに少量のマグネシウムとけい素を含む2元合金ろうを使って、合金元素の影響を調べ、マグネシウムはろうを酸化し易くして、接合界面にアルミナ結晶を形成するために、添加量が多いほど強度とワイブル係数を低くし、けい素はろうの表面の酸化物を薄くして、接合強度を大きくするが、添加量が多くなるとろう自体の硬化のために熱応力緩和の能力を低下して、強度とワイブル係数を低

くすることを明らかにしている。

第6章では、アルミニウム-チタンろう中のチタンは界面の反応に大きく関与し、ワイブル係数を高くするが、ろう中に $\text{Al}_3\text{Ti}$  と  $\text{TiO}$ を形成してろうを硬くするために、接合強度を低くすることを示している。

第7章では、ろう合金元素として良好な役割を示したけい素とチタンの少量を含むアルミニウム3元合金ろうを使うと、純アルミニウムろうよりも信頼性のある高強度接合体を得ることができることを示している。

第8章では、本研究でえられた成果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

窒化けい素セラミックスを構造用材として実用化するには同種のセラミックス及び金属との信頼性のある施工容易な接合技術の達成が必要である。本論文は、アルミニウムろうを使って、施工が容易な1000℃以下の温度で窒化けい素セラミックスを真空中で接合し、その界面構造と接合強度に及ぼす因子を明らかにするとともに、高強度接合用アルミニウムろう材を開発することを目的に行った研究をまとめたもので、得られた主な成果は次のとおりである。

- (1) 窒化けい素セラミックスとアルミニウムの接合界面構造は接合温度及び接合時間によって変化し、1000℃以下の短時間での接合では、界面にシリカ・アルミナ酸化物非晶質層と $\beta$ サイアロン層が形成されることを示し、酸素が接合界面構造の形成に重要な役割を果たすことを明らかにしている。
- (2) 窒化けい素セラミックスを接合前に空气中で加熱処理すると、表面に酸窒化物が形成され、これが接合界面に酸素を供給して、シリカ・アルミナ酸化物非晶質層を厚くし、接合強度を大きくすることを明らかにしている。
- (3) 常圧焼結窒化けい素セラミックス中の酸化物助剤もまた接合界面への酸素の供給源となり、シリカ・アルミナ酸化物非晶質層を厚くするとともに、アルミニウムはセラミックス粒界を優先的に拡散して助剤と反応し、接合強度を高めると同時にワイブル係数を大きくすることを見出している。
- (4) マグネシウムを含むアルミニウムろうは接合界面にアルミナを生成して、接合強度とワイブル係数を低下し、けい素を含むアルミニウムろうは、界面構造を変化しないが、けい素含有量が少ない場合には未接合領域を少なくして接合強度を大きくし、多い場合にはろう自体の脆化のために接合強度とワイブル係数を低下させることを見出している。
- (5) アルミニウム-チタン2元合金ろうを使った場合、チタンは界面反応に大きく関与してワイブル係数を高くするが、ろう中に存在する $\text{Al}_3\text{Ti}$  と  $\text{TiO}$ がろうを脆化して接合強度を低くすることを明らかにしている。
- (6) アルミニウムに少量のチタンとけい素を含有させた3元合金ろうは窒化けい素セラミックスの高強度接合体を作る信頼性のある優れたろう材であることを確かめている。

以上のように、本論文は、窒化けい素セラミックスをアルミニウムろうを使って接合した場合の界面構造と接合強度について研究し、信頼性のある接合のために適切なアルミニウムろうを材料学的な観点から開発したもので、接合界面についての学術の発展ならびにセラミックスの接合技術の進展に貢献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。