

Title	窒珪素セラミックスと金属の接合に関する研究
Author(s)	才田, 一幸
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3054425">https://doi.org/10.11501/3054425</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名・(本籍)	さい 才	た 田	かず 一	よし 幸
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	9538	号	
学位授与の日付	平成3年2月28日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	窒化珪素セラミックスと金属の接合に関する研究			
論文審査委員	(主査)			
	教授 中尾 嘉邦	教授 西口 公之	教授 丸尾 大	
	教授 豊田 政男	教授 小林 紘二郎	教授 岡本 平	

### 論文内容の要旨

本論文は、活性金属ろうを用いた  $\text{Si}_3\text{N}_4$  と金属の接合現象および接合機構の解明ならびに接合継手特性の調査を目的としたものである。

第1章は緒論であり、研究の背景ならびに問題点を指摘し、本研究の必要性ならびに目的について述べている。

第2章では、ファインセラミックスと金属の接合に関する研究の現状および問題点について論述している。

第3章では、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  と金属の接合継手における熱応力状態を軸対称熱弾塑性有限要素法により検討し、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  中の熱応力には被接合材、インサート層厚、試料径および中間層厚が大きく影響していることを明らかにしている。また、熱応力の低減策についても提案している。

第4章では、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  と金属の接合用インサート金属の選定を行ない、Cr, Nb および V を含む Cu 基インサート金属を用いた「弱活性金属法」を開発している。また、接合欠陥の発生状況および  $\text{Si}_3\text{N}_4$  と金属の接合強さに及ぼす接合条件の影響を調査し、最適な接合条件を選定している。

第5章では、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  と金属の接合部を組織学的に検討している。接合部における反応生成物について調査するとともに、これらの反応生成物は  $\text{Si}_3\text{N}_4$  とインサート金属の界面反応により形成されたことを考察している。また、接合界面は整合性の良好な構造を有するものと考えられることを示している。

第6章では、本接合部に *in situ* で形成される Cu 富化層による接合継手の熱応力緩衝効果について検討している。軟らかい Cu 富化層は熱応力を緩和する効果を有し、接合体中の割れ発生を防止できるが、Cu 富化層の熱応力緩衝効果には限界があることも明らかにしている。

第7章では、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ と金属の接合部における反応層の形成現象を調査し、反応層成長がほぼ $n = \frac{1}{2}$ のJohnson-Mehl型の速度式に適合していることを明らかにしている。また、熱応力緩和層は反応層成長に伴う活性金属の消費により形成されたことを明らかにし、これまで得られた結果を総合して、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ と金属の接合機構について考察している。

第8章では、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ と金属の接合強さに及ぼす反応層の影響について調査し、反応層厚制御により接合強さが改善できることを明らかにしている。また、反応層に注目した $\text{Si}_3\text{N}_4$ と金属の接合強さの支配要因についても考察を加えている。

第9章は、結論であり、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 $\text{Si}_3\text{N}_4$ と金属の接合現象並びに接合機構を解明するとともに、接合継手の機械的性質についても検討を加え、その結果に基づき、熱応力緩和効果を有する新しい接合用インサート金属を開発したものであり、その主要な成果を要約すると次のとおりである。

- (1)  $\text{Si}_3\text{N}_4$ と金属との接合継手における熱応力状態について軸対称熱弾塑性有限要素法を用いて検討を加え、熱応力低減策として、軟質な接合層を形成させること、さらには低熱膨張材料を中間層として挿入することが有効であることを明らかにしている。
- (2)  $\text{Si}_3\text{N}_4$ と金属との接合部に軟質層を形成させることを目的として、Cr, Nb, Vをそれぞれ含有させたCu基の接合用インサート金属の開発を行なっている。
- (3)  $\text{Si}_3\text{N}_4$ とインサート金属との界面に形成される反応生成物の同定を行なうとともに、その界面反応について熱力学的な検討を加え、界面反応現象について考察を行なっている。
- (4)  $\text{Si}_3\text{N}_4$ とインサート金属の界面反応について速度論的な検討を加え、反応層の成長がJohnson-Mehl型の速度式に適合することを明らかにするとともに、その接合機構について考察を行なっている。
- (5) 新たに開発したCr, Nb, Vをそれぞれ含むCu基のインサート金属を用いた接合継手においては、接合部に形成されるCu固溶体が軟質層の役割を果し、熱応力が緩和されることを明らかにしている。
- (6)  $\text{Si}_3\text{N}_4$ と金属との接合強さは反応層厚により影響されることを見出すとともに、接合強さの支配要因についても検討を加えている。

以上のように、本論文は $\text{Si}_3\text{N}_4$ と金属との接合において基本的に重要な熱応力緩和方策を提案するとともに、それに基づき、新たにCu基の接合用インサート金属を開発し、その接合現象並びに接合機構、さらには継手の機械的性質について系統的かつ総合的な検討を加えたもので、接合工学ならびに接合技術の進歩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。