

# 論文審査の結果の要旨

氏名 岩本 雄二

本論文は、前駆体を高度に調整することにより、窒化ケイ素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) セラミックスおよび炭化ケイ素 ( $\text{SiC}$ ) セラミックスの微細組織制御を行うという新たな手法の開発についてとりまとめられた論文である。窒化ケイ素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) セラミックスについては、前駆体の化学組成ならびに構造を制御し、最終的に得られるバルク体の微細構造を制御する手法を開発している。また、炭化ケイ素 ( $\text{SiC}$ ) セラミックスについては、前駆体の調整によるバルク体の合成のみならず、従来法における原料粉末成形時に必要なバインダとしての機能を前駆体に付与するという従来にない新たな発想に基づいた自己バインダーの新規開発についても行っている。ケイ素基非酸化物セラミックスとして実用上重要な窒化ケイ素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) ならびに炭化ケイ素 ( $\text{SiC}$ ) セラミックスの高温構造用部材としてのより広範囲な応用を念頭においた研究成果をまとめている。

本論文は 8 章からなり、第 1 章は、金属有機ポリマーを前駆体として利用したケイ素基非酸化物セラミックスの合成手法、そして従来の粉末冶金法による  $\text{Si}_3\text{N}_4$  および  $\text{SiC}$  セラミックスについての開発の経緯に関するレビューを行い、本研究の背景と目的について述べられている。第 2 章では、高温構造用部材等としての応用が期待されている、 $\text{SiC}$  ナノ/マイクロ粒子分散  $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-Y}_2\text{O}_3$  セラミックスの前駆体の合成について述べられている。 $\text{Si}_3\text{N}_4$  マトリックス、 $\text{SiC}$  分散粒子、そして、焼結助剤として機能する  $\text{Y}_2\text{O}_3$  のすべての元素を含有するセラミックス構成元素含有前駆体の設計と合成を検討し、新規セラミックス構成元素含有前駆体から、バルク状の  $\text{SiC}$  ナノ/マイクロ粒子分散  $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-Y}_2\text{O}_3$  セラミックスの合成が可能であることを述べている。第 3 章では、 $\text{SiC}$  ナノ/マイクロ粒子分散  $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-Y}_2\text{O}_3$  セラミックスを対象として、新規なセラミックス構成元素含有前駆体からのバルク状セラミックスの組織形成を検討し、従来の粉末冶金法では実現が困難な、微細かつ均一な組織制御法の開発について述べられている。最終的に合成されるバルク体の組織を均一かつ微細粒とするためには、前駆体自身の化学構造を、分子レベルで均一に制御することが必要であることを明らかにした。第 4 章では、優れた強度特性を有することでその応用が期待されている  $\text{Ti}(\text{C}, \text{N})$  ナノ/ミ

クロ粒子分散  $\text{Si}_3\text{N}_4$  セラミックスを対象とした、前駆体（ポリチタノシラザン）の合成と  $\text{Si}_3\text{N}_4$  系セラミックスの結晶化およびその組織形成についてまとめられている。Ti(C,N)の前駆体として  $\text{Ti}(\text{N}(\text{CH}_3)_2)_4$  を用いたポリチタノシラザン (TNPHPS) が、目的とするセラミックスの不純物酸素量の低減化に最も有効であること、そして、TNPHPS が Ti(C,N) ナノ/マイクロ粒子分散  $\text{Si}_3\text{N}_4$  セラミックスの合成に有用であることを見出している。第5章では、Ti(C,N) ナノ/マイクロ粒子分散  $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-Y}_2\text{O}_3$  セラミックスに関し、新規なセラミックス構成元素含有前駆体からのバルク状セラミックスの合成とその組織形成についてまとめられている。そして、従来の粉末冶金法では実現が困難であった、微細結晶粒から構成される均一な組織を有するセラミックスの合成に成功している。また、このような組織が得られる原因として、 $1600^\circ\text{C}$  より高温では Ti 元素により Si-Y-Ti-O-N 系の液相が生成し、この液相により、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  相の  $\alpha/\beta$  相転移が促進されること、一方、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  マトリックス粒子の粒成長を抑制する Ti(C,N) 分散粒子が、前駆体からその場合成されること、の二点について詳細に考察を行っている。第6章では、SiC セラミックスを対象に、粉末冶金法による合成プロセスへの前駆体の応用と新たな微構造制御技術の開発を目的として、前駆体にバインダーとしての機能を付与する自己バインダーの開発についてまとめられている。SiC の前駆体として有用なポリカルボシランに有機フッ素基を導入し、成型助剤としての機能を高めるとともに、焼結過程で SiC に変換可能な粉末成型バインダ（自己バインダ）の合成と評価を検討し、新規 SiC 系自己バインダの有用性を述べている。第7章では、第6章において開発を行った自己バインダを粉末冶金法に応用した SiC セラミックスの合成と、その機械的特性および微構造組織形成を詳細に検討している。新規自己バインダは SiC セラミックスの微構造組織の均一性と強度特性の向上に有効であることを述べている。第8章は結論であり、各章で得られた結果をまとめ、本研究成果を基にした今後のケイ素基非酸化物セラミック部材の開発展望について述べられている。

本論文における第2、3、4および5章は、菊田浩一氏および平野眞一氏、第6章は、奥崎幸子氏、菊田浩一氏および平野眞一氏、第7章は沢井祐一氏、奥崎幸子氏、安富義幸氏、菊田浩一氏および平野眞一氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

従って、博士（科学）の学位を授与できると認める。