

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

|                   |   |
|-------------------|---|
| 題目(和文)            |   |
| Title(English)    | Formation and Applications of SiC Nanowires Synthesized by Thermal Evaporation Method   |
| 著者(和文)            | JiraborvornpongsaNoppasint  |
| Author(English)   | Noppasint Jiraborvornpongsa   |
| 出典(和文)            | 学位:博士(工学),<br>学位授与機関:東京工業大学,<br>報告番号:甲第9749号,<br>授与年月日:2015年3月26日,<br>学位の種別:課程博士,<br>審査員:矢野 豊彦,若井 史博,篠崎 和夫,中島 章,安田 公一   |
| Citation(English) | Degree:.,<br>Conferring organization: Tokyo Institute of Technology,<br>Report number:甲第9749号,<br>Conferred date:2015/3/26,<br>Degree Type:Course doctor,<br>Examiner:,,,,, |
| 学位種別(和文)          | 博士論文  |
| Category(English) | Doctoral Thesis   |
| 種別(和文)            | 審査の要旨   |
| Type(English)     | Exam Summary  |

## 論文審査の要旨及び審査員

| 報告番号        | 甲第  | 号    | 学位申請者氏名 |     | Noppasint<br>Jiraborvornpongsa |     |
|-------------|-----|------|---------|-----|--------------------------------|-----|
|             |     | 氏名   | 職名      |     | 氏名                             | 職名  |
| 論文審査<br>審査員 | 主査  | 矢野豊彦 | 教授      | 審査員 | 安田公一                           | 准教授 |
|             | 審査員 | 若井史博 | 教授      |     |                                |     |
|             |     | 篠崎和夫 | 教授      |     |                                |     |
|             |     | 中島章  | 教授      |     |                                |     |

## 論文審査の要旨 (2000字程度)

本論文は、Formation and Applications of SiC Nanowires Synthesized by Thermal Evaporation Method (熱蒸発法による炭化ケイ素ナノワイヤの生成と応用) と題し、5章より構成されている。

第1章“Introduction”(緒言)では、優れた耐熱性と機械的・熱的特性を有する炭化ケイ素(SiC)ナノワイヤがナノサイズ電子デバイスや複合材料強化材として期待されるが、安価な合成法の開発が課題であり、Wasanaらにより研究された熱蒸発法が金属触媒を用いずに簡便に合成できる有望な手法であるが、その生成メカニズムは未詳であり、また、SiC ナノワイヤの応用も限られていると指摘している。従って、SiC ナノワイヤの応用を進めるには、生成メカニズムを解明して安定して合成し、さらに、その複合材料強化材としての有用性を確認する必要があると指摘し、本研究の意義と目的を示している。

第2章“Synthesis, Characterization and Formation Mechanism of SiC Nanowires”(SiC ナノワイヤの合成、評価および生成機構)では、Si 粉末と CH<sub>4</sub> を原料として管状炉を用いて合成したところ、合成量は予備酸化した Si 粉末の酸素含有量に依存し、直径が 50 nm 程度の、表面が平坦で極めて長い SiC ナノワイヤが合成でき、内部は β-SiC 結晶で表面が非晶質 SiO<sub>2</sub> で覆われていることを確認している。合成過程で炉の排気ガス成分をガスクロマトグラフで分析し、また、連続的に炉内を写真撮影することにより、CH<sub>4</sub> を供給している間だけ排気ガス中に CO が検出され、さらに、その間、炉内が暗くなり原料の上部に急速に SiC ナノワイヤが成長することを観察している。これらのことから、SiC ナノワイヤの合成は、 $3\text{SiO}(\text{g}) + 3\text{C}(\text{s}) \rightarrow 2\text{SiC}(\text{s}) + \text{SiO}_2(\text{s}) + \text{CO}(\text{g})$  の反応式で進行することを明らかにしている。さらに、ワイヤの成長機構は Oxide-Assisted-Growth 機構で説明できると述べている。

第3章“Effects of β-SiC/SiO<sub>2</sub> Core-Shell Nanowires as an Adding Material on the Properties of Alumina Matrix Composite”(アルミナセラミックスへのβ-SiC/SiO<sub>2</sub> コアシェルナノワイヤ添加効果)では、2章により合成した SiC ナノワイヤをアルミナに極微量添加してホットプレス法により緻密な複合材を作製し、その特性に及ぼすナノワイヤ添加効果を明らかにしている。比較のために粒状の SiC ナノ粉末添加材も作製している。ナノワイヤやナノ粒子の微量添加によりアルミナ粒子の成長が約 1/5 に抑制され、ビッカース硬度は約 10%増加し、破壊靱性は約 15%低下すること、熱伝導率は添加量に応じて上昇するが、その上昇幅は SiC ナノワイヤ添加の方が大きく、0.2wt%添加で約 45%上昇することを明らかにしている。これらのことから、SiC の微量添加によりアルミナの特性が大きく影響を受けると述べている。

第4章“Effects of Strong Magnetic Field on the Alignment of SiC Nanowires in Alumina Matrix Composites”(アルミナ複合材中の SiC ナノワイヤ配向に及ぼす強磁場の影響)では、1wt%の SiC ナノワイヤを含むアルミナ懸濁液を磁場の方向を変えた強磁場でスリップキャスト法により成形し、通電加熱法により緻密化している。その結果、SiC ナノワイヤは主として磁場方向に平行に配向することを世界に先駆けて見出している。また、焼結体の緻密化、機械的特性は SiC ナノワイヤの配向方向に影響されることも明らかにしている。立方晶であるβ-SiCは磁場配向をしないと考えられていたが、配向を誘導する原因はナノワイヤ中に積層欠陥が多数導入され部分的に六方晶が生成したためであると述べている。

第5章“Summary”(まとめ)では、本研究で得られた成果を総括し、結論としている。

これを要するに、本論文は優れた機械的・熱的・電気的特性を有するため、ナノサイズ電子デバイスや複合材料強化材として期待される炭化ケイ素ナノワイヤの熱蒸発法による生成機構を解明して多量合成の手法を確立するとともに、種々の手法によりアルミナ基複合材を作製して SiC ナノワイヤの適用性を明らかにしたもので、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分価値あるものと認められる。

