

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	中性子照射により炭化ケイ素およびその複合材料に導入された欠陥の回復過程
Title(English)	Recovery Behavior of Neutron-irradiation-induced Defects in Monolithic SiC and SiCf/SiC Composites
著者(和文)	Mohd Idzat bin Idris
Author(English)	Mohd Idzat Bin Idris
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10327号, 授与年月日:2016年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:矢野 豊彦,加藤 之貴,小林 能直,林崎 規託,吉田 克己
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10327号, Conferred date:2016/9/20, Degree Type:Course doctor, 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

(博士課程)

## 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	Mohd Idzat bin Idris	
論文審査	主査	氏名	職名	氏名	職名
		矢野 豊彦	教授	吉田 克己	准教授
審査員	審査員	加藤 之貴	教授		
		小林 能直	教授		
		林崎 規託	准教授		

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は Recovery behavior of neutron-irradiation-induced defects in monolithic SiC and SiC<sub>f</sub>/SiC composites(中性子照射により炭化ケイ素およびその複合材料に導入された欠陥の回復過程)と題し、6章からなっている。

第1章 Introduction では、炭化ケイ素(SiC)および炭化ケイ素長繊維強化炭化ケイ素基複合材料(SiC<sub>f</sub>/SiC)の諸特性および製造方法とそれら材料の原子力分野への適用について概観している。特に、核分裂または核融合中性子照射環境下での材料特性変化について既往研究を整理し、未解決な課題があることを指摘して、比較的低温での照射材を用いた本研究の意義と目的を述べている。

第2章 Neutron irradiation swelling of monolithic SiC ceramics and SiC<sub>f</sub>/SiC composites では、4種類のSiC焼結体及び3種類のSiC<sub>f</sub>/SiC複合材料を同一条件で中性子照射した試料について、長さ、格子定数および組織の変化を明らかにし、基本的な中性子照射効果を解明している。中性子照射量は $2.0 \times 10^{24}$  n/m<sup>2</sup> (E>0.1 MeV)で、照射温度は60~90℃である。その結果、低温照射にもかかわらず、非晶質化はしておらず、いずれの試料も約1%の長さ膨張および格子定数増加が認められ、詳細に見ると高純度SiCに比べ焼結助剤を含有するSiCは膨張がやや大きく、また、複合材料はいずれも高純度SiCより膨張が小さいことを明らかにしている。

第3章 Recovery behavior of high purity cubic SiC polycrystals by post-irradiation annealing up to 1673K after low temperature neutron irradiation では、高感度熱膨張計を用いて中性子照射した2種類の高純度SiC焼結体の室温から1400℃までのアニールによる回復過程を測定した結果を述べている。アニールは50℃間隔でステップ状に昇温し、各ステップでは6時間保持している。いずれの試料も長さの回復は照射温度付近からはじまり、温度が高くなるに従って連続的に収縮し、1300℃付近で照射前の長さに回復すること、各ステップでの回復速度から回復の活性化エネルギーを求めたところ、100℃から1250℃までに0.1~1.4 eVの範囲で活性化エネルギーの異なる4つの回復ステージがあることを明らかにしている。それぞれの活性化エネルギーの値より、長さの回復すなわち照射欠陥の消滅にどのような種類の格子欠陥が関与しているのかを推測し、回復機構を論じている。

第4章 Defects-annihilation behavior of neutron-irradiated SiC ceramics densified by liquid-phase-assisted method after post-irradiation annealing では、液相焼結法により作製した焼結助剤添加量が異なる2種類のSiC焼結体について、第3章と同様に、室温から1400℃までのアニールによる回復過程を測定した結果を述べている。焼結助剤の比較的少ないSiCでは、700℃までのアニールでの回復量が大きく、それ以上では高純度SiCと同様に回復するが、1300℃以上では照射前の長さより短くなること、一方、焼結助剤の比較的多いSiCでは、回復量は高純度SiCに比べ小さく、1400℃までアニールしても照射前の長さに回復しないこと、さらに、イットリウム-アルミニウム-ガーネット(YAG)相が析出することを明らかにしている。これらのことより、焼結助剤が回復に影響を及ぼすが、主たる回復のメカニズムは高純度SiCと同様であることを回復の活性化エネルギー測定から明らかにしている。

第5章 Radiation damage analysis in SiC by transmission electron microscopy では、第2章~第4章で評価した各種SiCセラミックスに関して、透過型電子顕微鏡(TEM)観察により微構造観察を行った結果について記載している。その結果、いずれの試料にも中性子照射後にはTEMにより観察可能な集合欠陥は見出せないことから、生成した欠陥は点欠陥であり、第3~4章の考察の根拠が正しいことを示している。一方、1400℃のアニール後の高純度SiCの粒子内には黒点状欠陥または極めて小さな転位ループが形成されていること、および焼結助剤を含有するSiCでは粒界にYAG相が比較的大きな不定形の形状で析出していることを明らかにしている。

第6章 Conclusions では、各章で得られた成果を総括して本研究の結論を述べている。

これを要するに、本論文は比較的低温での中性子照射により各種SiC焼結体およびその複合材料に中性子照射により導入された欠陥と照射後アニールによる欠陥の回復過程を詳細に検討し、SiCを中性子照射環境に適用するための知見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。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポータル(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。