

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	無配向および高配向窒化アルミニウムの欠陥生成に及ぼす中性子照射の影響および熱アニールによる回復挙動
Title(English)	Neutron Irradiation Effects on Defect Formation in Random and Highly Oriented Aluminum Nitride and Their Recovery Behavior by Thermal Annealing
著者(和文)	ポンパットデットウドムタナタオン
Author(English)	Thanataon Pornphatdetaudom
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11642号, 授与年月日:2020年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉田 克己,加藤 之貴,小林 能直,片淵 竜也,近藤 正聡
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11642号, Conferred date:2020/9/25, 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

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	Pornphatdetaudom Thanataon	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	吉田 克己	准教授	近藤 正聡	准教授
	審査員	加藤 之貴	教授		
		小林 能直	教授		
片渕 竜也		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は Neutron Irradiation Effects on Defect Formation in Random and Highly Oriented Aluminum Nitride and Their Recovery Behavior by Thermal Annealing (無配向および高配向窒化アルミニウムの欠陥生成に及ぼす中性子照射の影響および熱アニールによる回復挙動) と題し、5 章からなっている。

第 1 章 Introduction では、セラミック材料の原子力および核融合分野での適用について概観するとともに、耐食性部材および絶縁部材として核融合炉への適用が期待されている窒化アルミニウム (AlN) の諸特性および適用例について述べている。また、国内外において AlN の中性子照射効果に関する研究例は極めて少ないことをふまえ、結晶配向制御が AlN の欠陥生成に及ぼす中性子照射の影響および熱アニールによる回復挙動の解明に関する本研究の意義と目的を述べている。

第 2 章 Lattice Parameter Changes and Recovery Behavior of Neutron-Irradiated Aluminum Nitride では、無配向 AlN について、中性子照射量 $4.4 \times 10^{23} \text{ n/m}^2$ ($E > 0.1 \text{ MeV}$)、照射温度 373 K および中性子照射量 $2.8 \times 10^{24} \text{ n/m}^2$ 、照射温度 573 K の 2 条件で中性子照射を行い、中性子照射による試料長さおよび格子定数変化について述べている。低照射量 ($4.4 \times 10^{23} \text{ n/m}^2$, 373 K) の条件で中性子照射した AlN では、点欠陥またはその微小なクラスターがランダムに形成するために等方的な格子膨張を示し、高照射量 ($2.8 \times 10^{24} \text{ n/m}^2$, 573 K) の条件で中性子照射した AlN では、転位ループの形成により、 c 軸の膨張が大きい異方的な格子膨張を示すことを明らかにしている。また、中性子照射した AlN について、高精度熱膨張計を用いて室温から 1673K まで段階的に昇温し、各ステップで 6 時間保持した熱アニールによる回復挙動を評価した結果について述べている。高照射量の条件では低照射量と比較して試料の長さ変化が大きく、1673 K の熱アニールでも照射前の長さに回復しないことを明らかにしている。さらに、熱アニールにより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算出することで、中性子照射により形成する欠陥の種類および熱アニールによる照射欠陥の消滅について検討し、AlN 中に形成した欠陥の回復機構を論じている。

第 3 章 Highly Oriented Structure Effects of Neutron-Irradiated Aluminum Nitride in Lattice Parameter Changes and Recovery Behavior では、強磁場配向プロセスにより作製した高配向 AlN について、中性子照射量 $1.6\text{--}2.8 \times 10^{24} \text{ n/m}^2$ ($E > 0.1 \text{ MeV}$)、照射温度 563 K または 673K、および中性子照射量 $4.6\text{--}5.8 \times 10^{24} \text{ n/m}^2$ 、照射温度 563 K の 3 条件で中性子照射を行い、中性子照射による試料長さおよび格子定数変化について述べている。高配向 AlN では a 軸方向と比較して c 軸方向にわずかに大きな格子膨張を示し、これは転位ループの形成によるものと結論づけている。また、中性子照射した高配向 AlN について第 2 章と同様に熱アニールによる回復挙動を評価し、回復挙動の結晶軸異方性を明らかにすることで、結晶配向性と回復挙動との関係について論じている。得られた結果から高配向 AlN は中性子照射に対して高い耐性を示す可能性があることを示唆している。

第 4 章 Change in the Appearance and Hardness of Random and Highly Oriented Aluminum Nitride by Neutron Irradiation では、中性子照射が無配向および高配向 AlN の外観、色および硬度変化に及ぼす影響について検討している。未照射試料は透光性のある黄色を呈しているが、中性子照射試料では照射条件により透光性のない黒色または茶色を呈し、熱アニールにより未照射試料と同様な透光性のある黄色、または灰色を呈することを明らかにしている。これは中性子照射により形成される欠陥の量およびサイズによるものと結論づけている。また、中性子照射により欠陥が形成されることで未照射試料と比較して硬度が高くなることを明らかにしている。さらに、高配向 AlN では、 c 軸配向面において高い硬度を示すことを明らかにしている。

第 5 章 Conclusion 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、本論文は無配向および高配向 AlN について、中性子照射により形成される欠陥と熱アニールによる回復挙動を詳細に検討し、AlN を中性子照射環境下で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。