

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	原子ステップサファイアc面基板由来のNiO系回折格子ナノ構造に関する研究
Title(English)	Study on NiO-Based Grating Nanostructure Derived from Atomically Stepped Sapphire (0001) Substrate
著者(和文)	山内涼輔
Author(English)	Ryosuke Yamauchi
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9826号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉本 護,北本 仁孝,舟窪 浩,彌田 智一,三宮 工
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9826号, Conferred date:2015/3/26, 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		山内 涼輔	
論文審査 審 査 員		氏 名	職 名		氏 名	職 名	
	主査	吉本 護	教授	審査員	三宮 工	講師	
	審査員	北本 仁孝	教授				
		舟窪 浩	教授				
		彌田 智一	教授				

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「Study on NiO-Based Grating Nanostructure Derived from Atomically Stepped Sapphire (0001) Substrate」（原子ステップサファイア c 面基板由来の NiO 系回折格子ナノ構造に関する研究）と題し、英文で全 6 章より構成されている。

第 1 章“General Introduction”では、NiO に関する研究背景やサファイア（単結晶アルミナ）の結晶成長基板としての特性、原子ステップを有するサファイア c 面基板由来のナノ溝構造形成に関する研究状況、および急速熱処理の特性を述べた後、本研究の目的および意義を明らかにしている。

第 2 章“Experimental”では、原子ステップ基板の作製やパルスレーザー堆積による薄膜形成、急速熱処理装置によるナノ溝構造の作製、回折格子構造の作製についての実験詳細および種々の評価法が述べられている。

第 3 章“NiO Nanogroove Formation via Rapid Thermal Annealing”では、原子ステップサファイア c 面基板上に NiO 薄膜を室温成膜後、ポスト熱処理として赤外線急速加熱装置を利用したことによって明らかになった、NiO 薄膜上の様々な原子レベル表面形状が述べられている。NiO 薄膜上のナノ溝配列構造の形成が既往の電気炉を使用した熱処理に比べて約 1/100 の短時間で形成されることを見出し、熱力学的非平衡条件での急熱処理によってナノ溝形成途中の表面形状を原子レベルで観察することに成功している。

第 4 章“Layer Matching Epitaxy of NiO Thin Film on Sapphire Substrate”では、NiO ナノ溝配列形成時の熱処理前後の結晶性の変化が述べられている。これまで NiO 薄膜のサファイア基板上への結晶成長は、「Domain Matching Epitaxy (DME)」という理論モデルで説明されることが一般的であったが、本研究で得られたナノ溝配列からなる表面形状では DME 理論では説明できないことを指摘し、原子層単位での格子整合を考慮した「Layer Matching Epitaxy (LME)」という新しい成長モデルを提案している。透過型電子顕微鏡による原子レベル断面観察により、本研究で提案している LME 機構の妥当性が確認されたことを述べている。

第 5 章“NiO-Based Grating Nanostructure”では、急速加熱処理により形成されるナノ溝の深さを制御することをめざして、NiO に Li をドーブして作製した薄膜を急熱急冷することを試みている。その結果、ノンドーブ NiO 薄膜に比べて約 10 倍溝が深くなることを見出しており、さらに得られたナノ溝配列構造の薄膜試料は虹色干渉を示すことを見出している。また、その試料の可視光反射スペクトルの入射角依存を測定した結果、回折格子条件によく一致することを見出しており、本研究により構造色を持つ回折格子薄膜を作製できることを述べている。

第 6 章“General Conclusion”では、本研究で得られた成果を総括している。

以上を要するに本論文は、NiO における低温薄膜成長とポスト急熱急冷処理を組み合わせたプロセスにより作製した、原子ステップ基板由来のナノ溝配列構造の形成機構を原子レベルで解明するとともに、構造発色を伴う回折格子としての応用可能性という工学的な観点からナノ構造を制御するための新しい科学的知見を見出しており、工学上ならびに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な価値があるものと認められる。