

氏名(本籍)	Dao Thi Hoa (ベトナム)		
学位の種類	博士(学術)		
学位記番号	甲第 363 号		
学位授与年月日	令和 2 年 3 月 18 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項		
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻		
学位論文題目	Modification of optoelectrical properties of ZnO based thin films using Ar plasma treatment and post annealing with Al capping layer		
論文審査	(主査) 高知工科大学	教授	牧野 久雄
	高知工科大学	教授	李 朝陽
	高知工科大学	教授	古田 寛
	高知工科大学	教授	八田 章光
	高知工科大学	教授	古田 守

審査結果の要旨

1. 論文の評価

本論文は、光・電子デバイス材料、太陽電池等の透明電極材料として幅広いポテンシャルを有する ZnO 多結晶薄膜の発光特性および電気伝導特性向上に関する研究論文である。

ZnO 多結晶薄膜の発光特性や電気伝導特性が Ar プラズマ処理によって向上することは従来から知られていたが、そのメカニズムについては不明な点が多かった。本論文では、プラズマ処理時間に対する発光スペクトル、ホール効果測定による電気伝導特性の変化を詳細に検討し、欠陥に起因する深い準位からの発光強度の減少とホール移動度の増大、バンド端発光増強とキャリア密度増加に強い相関を見出すとともに、ガス種およびプロセスチャンバ真空度の比較検討から、本プロセスにおける水素の重要性を示した。前者は欠陥のパッシベーション効果、後者はドナーとしての効果として物性制御について議論した。

透明電極材料としての Al 添加 ZnO (AZO) 多結晶薄膜では、電気特性の耐熱性の課題に取り組んだ。AZO 薄膜上の極薄 Al キャップ層が耐熱性に大きな効果を示すことを見出し、Al キャップ層が自然酸化 AlOx 膜として Zn の脱離を防ぐ役割を担うとともに、結晶粒内のキャリア移動度増大をもたらす熱処理効果、粒界散乱による移動度低下を阻止する効果に導くことを確認した。また、AZO 薄膜の結晶構造特性と関連付けて、高温熱処理による AZO 多結晶薄膜の電気特性劣化機構を解明し、非配向組織により引き起こされる粒界散乱の影響を明らかにした。金属 Al 成分が残る程度に膜厚を調節した Al キャップ層では、大気中での高温熱処理による電気特性劣化を抑制する効果を確認し、Al と Zn との相互拡散によって形成される界面層が有効な保護膜として働くことを示した。さらに、Al と Zn の相互作用を制御する試みとして、Ar プラズマ処理による AZO 膜中の欠陥パッシベーション効果が有効であることを示した。

本論文の前半部分はノンドーパ ZnO 多結晶薄膜の発光特性、電気特性制御に関する研究、後半部分は Al ドーパ ZnO 透明導電膜の電気特性の耐熱性に関する研究であり、ターゲットとする具体的なアプリケーションが不明瞭なところがある。また、提案技術の実デバイス応用としての適用可能性は課題として残っている。しかし、本論文の成果は酸化物半導体多結晶薄膜の特性向上や物性制御に関して新規性、独創性、学術的な意義が認められる。ZnO 多結晶薄膜の材料開発に対する重要な指針を与えるものであり、当該研究分野の発展に貢献するものである。

2.審査の経過と結果

- (1) 令和2年1月8日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5名がその審査委員として指名された。
- (2) 令和2年2月14日 公開論文審査発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 令和2年3月5日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、教育研究審議会で承認された。