HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on the Optoelectronic Properties of Transparent Oxide Semiconductor ASnO3 (A = Ba, Sr, and Ca) Epitaxial Thin Films [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	魏, 冕
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14724号
Issue Date	2021-09-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/83073
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Mian_Wei_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　博士 (工学)　　氏名　魏 冕

審査担当者　主　査　特任教授　橋詰 保
副　査　教　授　葛西 誠也
副　査　教　授　島田敏宏　（大学院工学研究院）

学位論文題名

Study on the Optoelectronic Properties of Transparent Oxide Semiconductor ASnO$_3$ (A = Ba, Sr, and Ca) Epitaxial Thin Films

（透明酸化物半導体 ASnO$_3$ (A = Ba, Sr, Ca) エピタキシャル薄膜の光・電子特性に関する研究）

紫外透明性と高導電性を備える紫外透明酸化物半導体は、次世代光・電子デバイスの活性層として有望な候補材料である。可視光透明酸化物半導体として知られる ITO や ZnO は可視光領域では透明だが、バンドギャップが 3.3 eV 程度であるため紫外線領域では不透明である。また、深紫外透明酸化物半導体として知られる Ga_2O_3 は、バンドギャップが 4.9 eV と広く、深紫外線領域での透明性は高いが、導電率が極めて低いという問題がある。本研究では、最近、La ドープ ASnO$_3$(A = Ba、Sr、および Ca) に着目した。La ドープ BaSnO$_3$(LBSO) は、バルク単結晶が高い移動度を示すことから注目されているが、薄膜化すると移動度が抑制されるという問題がある。また、バンドギャップが 3.1 eV と狭く、紫外透明酸化物半導体とするためには、A サイト置換を施すなどの工夫をしなければならない。本研究では、高性能透明酸化物半導体および深紫外透明酸化物半導体を開発するため、[1] LBSO エピタキシャル薄膜成長と、薄膜における移動度抑制起源の解明、[2] 深紫外透明かつ高導電性 LSSO 薄膜の作製、[3] ASnO$_3$ (A = Ba、Sr、および Ca) の光・電子特性の解明、を目的とした。

第 1 章では、上記の研究背景ならびに目的を明示した。

第 2 章では、LBSO 薄膜のキャリア移動度が、膜厚には強く依存するが、格子不整合性には鈍感であることを明らかにしている。格子不整合度の異なる 2 種類の基板上に作製した LBSO 薄膜は、ともに膜厚の増加に伴い移動度が増加する傾向を示したが、格子整合性と移動度に相関は見られなかった。

第 3 章では、LBSO 薄膜が酸化力の強いオゾン雰囲気下で成長した場合、バッファ層を挿入しなくても高電子移動度を示すことを明らかにしている。得られた移動度は報告された $SrTiO_3$ 基板上の LBSO 薄膜の中で最も高い値であり、バッファ層を備えた LBSO 薄膜に匹敵する。

第 4 章では、バンドギャップが約 4.6 eV の高導電性 (3000 S cm^{-1}) LSSO 薄膜が実現できたことを示している。MgO 基板上にヘテロエピタキシャル成長させた薄膜を真空中で加熱処理することで結晶粒成長が起こり、La イオンの活性化率が向上し、キャリア濃度と移動度がともに増加することを明らかにした。

第 5 章では、A サイトイオンの平均サイズを変更することで、ASnO$_3$ の光・電子特性を系統的に調整できることを示している。A サイトイオンを Ca^{2+} から Ba^{2+} に置換するにつれて、格子定数はほぼ直線的に増加し、光学バンドギャップは約 4.6 から約 3.6 eV に徐々に減少した。格子定数

の増加に伴い、キャリア濃度と移動度の両方が徐々に増加するため、導電率は約 10^0 から約 10^3 S cm^{-1} に増加した。

第 6 章では、学位論文を総括している。

これを要するに、著者は、透明酸化物半導体 ASnO$_3$ エピタキシャル薄膜の光・電子特性に関する研究を行い、高性能透明酸化物半導体および深紫外透明酸化物半導体の開発に対する貢献大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格があるものと認める。