HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Effect of zinc incorporation on electron transport properties of indium oxide thin-film transistors [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	呉, 宇璋
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第16505号
Issue Date	2025-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/95024
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Wu_Yuzhang_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　呉 宇璋

審査担当者　主　査　教　授　植村 哲也
副　査　教　授　葛西 誠也
副　査　准教授　佐藤 威友

学位論文題名

Effect of zinc incorporation on electron transport properties of indium oxide thin-film transistors
（亜鉛導入が酸化インジウム薄膜トランジスタの電子輸送特性に及ぼす影響）

透明酸化物半導体ベースの薄膜トランジスタ (TFT) は、OLED や LCD TV などのフラットパネルディスプレイの駆動素子として実用化されている。例えば、アモルファス IGZO-TFT は、従来のアモルファス Si-TFT よりも 1〜2 桁高い電界効果移動度 (10 cm^2/Vs) を示し、現在、4 K 解像度のディスプレイ (3840 × 2160 ピクセル) に応用されている。今後、8 K 高解像度のディスプレイ (7680 × 4320 ピクセル) の需要が高まるにつれ、電界効果移動度 50 cm^2/Vs 以上の TFT が必要になる。様々な透明酸化物半導体 TFT の中で、In_2O_3-TFT は電界効果移動度が大きい (100 cm^2/Vs 程度) ことから有望な候補である。しかし、In_2O_3-TFT は、ゲートバイアスストレス印加により TFT 特性が大きく変化するなど、安定性が低いという問題がある。

この問題に対し、[1] In_2O_3 層の表面を絶縁体層で保護する方法や、[2] In_2O_3 薄膜中に Zn を含有させ、アモルファス相を安定化する方法が提案されている。Zn 含有 In_2O_3 (IZO)-TFT については多数の報告があるが、結晶性―電子輸送特性―TFT 特性におよぼす Zn 比率の影響は系統的に調べられていない。

本研究では、Zn 含有 In_2O_3-TFT の結晶性―電子輸送特性―TFT 特性におよぼす Zn 比率の影響を系統的に調査した。この論文は、以下の 6 章で構成されている。

第 1 章では、研究背景ならびに目的について述べている。

第 2 章では、薄膜の構造解析方法、電子輸送特性の計測方法、TFT 特性の解析方法について述べている。

第 3 章では、Zn 濃度を変化させて作製した IZO 薄膜の構造について調べ、Zn 濃度の増加に伴ってアモルファス構造が安定化されるが、Zn 濃度が多くなりすぎると ZnO 相が結晶化すると述べている。

第 4 章では、Zn 濃度を変化させて作製した IZO 薄膜と IZO-TFT の電気輸送特性を調査し、25% の Zn を含むアモルファス IZO-TFT が、電界効果移動度 41 cm^2/Vs、サブスレッショルドスイング 0.10 V/decade で、優れた信頼性を示すが、多結晶 IZO-TFT は、電界効果移動度が 12 cm^2/Vs 未満と低く、信頼性も低いと述べている。

第 5 章では、熱電能電界変調法によってアモルファス IZO-TFT および多結晶 IZO-TFT の有効チャネル厚さを計測している。アモルファス IZO-TFT の有効チャネル厚さはゲート電界の増加に伴い厚くなったことから一般的な電界効果理論で説明できるが、多結晶 IZO-TFT の場合には無ゲート電界時においても有効チャネルが厚く、結晶粒界の影響で OFF 状態になっていると述べて

いる。

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、亜鉛含有酸化インジウムを活性層とする薄膜トランジスタの亜鉛濃度と結晶性ー電子輸送特性ーTFT 特性を系統的に明らかにすることに成功し、高移動度 TFT とそれを利用した高解像度ディスプレイ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。