

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Interfacial study of transparent oxide Zn-Si-O and its application to organic devices
著者(和文)	YangHongsheng
Author(English)	Hongsheng Yang
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10699号, 授与年月日:2017年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:細野 秀雄,真島 豊,神谷 利夫,平松 秀典,大見 俊一郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10699号, Conferred date:2017/12/31, 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		Yang Hongsheng	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	細野秀雄	教授	審査員	大見俊一郎	准教授
	審査員	真島 豊	教授			
		神谷利夫	教授			
		平松秀典	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

カソードをデバイスの下部に配する逆積み構造の有機 EL ディスプレイ (OLED) は、順積み構造のそれよりも画像の安定性や耐久性など多くの点で原理的に優れている。最近、酸化物半導体であるアモルファス In-Ga-Zn-O を活性層に用いた薄膜トランジスタ (TFT) が、大型有機 EL テレビ画面の駆動に実用化されたが、酸化物 TFT は n チャンネルでのみ起動するので、その画面の安定な駆動には逆積みデバイスが極めて有利である。しかしながら、カソードから有機発光層に電子を輸送・注入するのに適した既存の材料は順積み構造でのみ有効に機能するために、特性の優れた逆積み構造の OLED 素子は実現していない。透明酸化物 Zn-Si-O (以下 ZSO) は、この目的のために開発された n 型半導体で、低仕事関数、高移動度でしかも室温で成膜が可能という特徴をもつ。本研究は、この ZSO 薄膜を使ったデバイスを作製し、その特性を検討することで、その有機デバイスへの応用の可能性を検討したものである。試作したデバイスは、単セル OLED (ZSO は電子注入・輸送層)、逆構造タンデム型 OLED (電子注入・輸送層、および電荷輸送層)、バルクヘテロ接合型有機太陽電池 (電子収集層)、およびハイブリッド型有機太陽電池 (n 型半導体) の 4 種類である。

本論文は全 5 章から構成され、英文で書かれている。第 1 章「総論」では逆構造有機デバイスを実現するためのカソードバッファに関するこれまでの研究を概説し、本研究の動機と目的を述べている。第 2 章「Zn-Si-O 薄膜の電気的、光学的性質とその金属電極とのオーミック接触」では、ZSO 薄膜 ($\text{ZnO}:\text{SiO}_2=0.8:0.2$) の仕事関数が 3.4eV、Hall 移動度 $1.2\text{cm}^2/\text{Vs}$ などの基礎物性を評価している。また、代表的な電極材料との接触抵抗を評価し、Al では $4.0 \times 10^{-3}\Omega\text{cm}^2$ 、ITO (スズ添加酸化インジウム) では $6.7 \times 10^{-3}\Omega\text{cm}^2$ と良好なオーミック接触を形成することを見出している。特に仕事関数の大きな Au と擬オーミック接触が得られていることは注目している。第 3 章「有機 EL デバイスでの ZCO の応用」では、仕事関数の大きな酸化モリブデンとも ZSO は擬オーミック接触することを使って、この接合を電荷発生層として応用し、電圧降下ロスが 0.4V と最も小さいタンデム型 OLED 素子を実現している。第 4 章「逆積み有機ポリマー太陽電池での ZCO の応用」では活性層に PCBM、ZSO を電子収集層として用いたセルを作製し、変換効率 4.2% を得ている。これは ZnO を用いた場合 (3.5%) よりも高く、ZSO の優勢性を実証している。第 5 章「ポストプラズマ処理による ZSO の改質」では、ZSO 薄膜表面をプラズマ処理することで、その表面状態の変化を紫外光電子分光によって検討している。Ar プラズマ処理では有意な変化は観測されなかったため表面清浄化に適していることを確認し、酸素プラズマ処理では、仕事関数が 3.4 から 4.0eV まで増大することが見出している。

以上を要するに、本論文は新透明酸化物半導体 ZSO の有機半導体デバイスへの応用の可能性を検討し、仕事関数の値に関係なく代表的な電極材料 (Al, Ag, ITO) とオーミック接触することや、有機半導体との界面でのエネルギー障壁が従来の電子注入材料と比べ顕著に低下することを実験的に明らかにしている。これらの知見は ZSO の各種の有機半導体デバイスへの適用を図るうえで重要であり、学術的にも新規性が高い。よって、博士 (工学) に値すると判断される。