

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	OLED照明向けZinc Silicate電子注入/輸送層薄膜
Title(English)	Zinc Silicate Thin Films for the Electron Injection/Transport Layer of OLED Lighting Devices
著者(和文)	中村伸宏
Author(English)	Nobuhiro Nakamura
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10697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10697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		中村 伸宏	
			氏名	職名		
論文審査 審査員	主査		細野秀雄	教授	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)

Organic Light-Emitting Diode (OLED) ディスプレイは次世代照明光源としても期待されているが、信頼性（特に電極間短絡現象）や電力効率に課題が残されている。本論文は、電力効率の中で一番大きな課題である高光取り出し効率化と、高信頼性化について取り組んだものである。

本論文は全 7 章から構成され、英文で書かれている。論文の概要は以下のように纏められる。まず OLED の高信頼性化のために、電子注入/輸送用に細野らが発明した透明酸化物半導体 Zn-Si-O (以下 ZSO) 薄膜を取り上げ、そのプロセス整合性を検証し、現行ディスプレイ製造工程を用いて、成膜・パターニングが可能であることを確認している (2 章)。ZSO 薄膜の OLED 素子適用にあたっては、その特徴的特性である低仕事関数、OLED 用 n 型有機半導体材料より桁違いに大きい移動度と電極とのオーミックコンタクト形成の発現メカニズムを解明している。ZSO の化学組成を変化させた際の微細構造、電子構造、電気的性質を詳細に調査し、ZSO 薄膜は、ZnO ナノ結晶がごく薄い非晶質 ZnO-SiO₂ に被覆されている構造を有していることが示唆され、この構造による ZnO ナノ結晶の量子サイズ効果、極薄非晶質 ZnO-SiO₂ が支配するホッピング伝導及び ZnO 結晶固有の性質であるキャリア生成能力により、上記特異的性質が説明できることを示している (3 章)。

高光取り出し効率化については、その要件である① 高屈折率マトリックス、② 表面平滑性、③ 低透湿性に対して、フリットペーストプロセスを用いて形成される高屈折率ガラス散乱層がこれらを満足することを見出し、ガラス基板上に高屈折率ガラス散乱層を形成する技術を開発した。この光取り出し基板により、通常基板上素子と比較して光取り出し効率は 1.7 ~ 1.8 倍と大幅な高効率化に成功している (4 章)。次いで、ZSO 薄膜を、電子注入/輸送層膜での短絡を抑制する目的で厚膜化し、上述高屈折率ガラス散乱層と組み合わせることで、高光取り出し効率と高信頼性を両立する素子の開発を試みている。光学計算から、高光取り出し効率を維持するには、厚膜化する層の消衰係数が 10^{-3} 以下と極めて小さいことが必要であることから、特定組成の ZSO 膜がこの条件を特異的に満たすことを見出し、特定組成の ZSO 厚膜を用いた素子を高屈折率ガラス散乱層上に形成することで、1.7 倍という高光取り出し効率を維持しつつ、短絡につながるリーク電流を抑制できることを確認している (5 章)。

以上を要するに本論文は、低仕事関数で高い電子移動度と諸種の電極材料とオーミック接触の形成が可能という ZSO 薄膜の特異的な機能発現メカニズムを解明し、ZSO 厚膜と高屈折率ガラス散乱層を組み合わせた素子により、高光取り出し効率と高信頼性が両立する照明用 OLED の実現可能性を実証したものであり、有機 EL 照明などに応用が期待できる。よって、本論文は博士 (工学) に値すると判断される。