

Title	薄膜EL素子における誘電体-透明電極接合障壁高さ制御による特性改善
Author(s)	藤川, 久喜
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3155644
DOI	10.11501/3155644
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	藤 川 久 喜
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 2 9 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 11 年 2 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	薄 膜 EL 素 子 に お け る 誘 電 体 - 透 明 電 極 接 合 障 壁 高 さ 制 御 に よ る 特 性 改 善
論 文 審 査 委 員	(主 査) 教 授 奥 山 雅 則 (副 査) 教 授 松 村 道 雄 教 授 岡 本 博 明 助 教 授 野 田 実

論 文 内 容 の 要 旨

無機・有機 EL ディスプレイは、自発光で視認性が良く、視野角依存性がなく、応答速度も速いことから、次世代のフラットパネルディスプレイとして注目されている。本論文では、無機・有機 EL 素子の性能を向上させるために、ITO (Indium-Tin-Oxide) 透明電極と誘電体薄膜界面での接合障壁高さを最適化することに着目し、研究を実施した。

無機 EL 素子の高性能化のために、誘電率の比較的大きい Ta₂O₅ 膜の高絶縁耐圧化を検討した。そして、従来問題であった ITO 電極上にスパッタ成膜した Ta₂O₅ 膜の絶縁耐圧の低下を Ta₂O₅ と SnO₂ を複合化することで改善した。漏れ電流の温度依存性の解析やマイクロ構造解析を用いて、Ta-Sn-O 膜と ITO 電極界面では、ITO 電極からの In 等の拡散がなく安定な界面が形成され、接合障壁高さが高くなり、高絶縁耐圧化が達成されることを明らかにした。さらに、この Ta-Sn-O 膜を無機 EL 素子に適用し、低駆動電圧化、高輝度化、高耐久性を実現した。

次に、有機 EL 素子を高性能化するために、ITO 電極と正孔輸送層、発光層と Al 金属電極界面での接合障壁高さを低下させ、キャリア注入効率を向上させることを検討した。ITO 電極と正孔輸送層との界面では、系統的に正孔輸送層のイオン化ポテンシャルを測定し、接合障壁高さを求めた。その結果、トリフェニルアミンの 4 量体を用いることで、ITO 電極との接合障壁高さが低くなることを明らかにした。また、発光層と Al 金属電極との界面においては、アルカリ土類金属の弗化物を電子注入層として非常に薄く形成することで、接合障壁高さが低くなり、電子が注入されやすくなることを見出した。そして、正孔輸送層にトリフェニルアミンの 4 量体、電子注入層にアルカリ土類金属の弗化物を用いた素子を作製し、素子の特性が改善されることを明らかにした。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

薄膜エレクトロルミネッセンス (EL) 素子は自発光で、応答速度も早いことから、小型フラットパネルディスプレイとしての応用が期待されており、そのためには動作電圧、発光効率、安定性等の特性改善が望まれている。

本論文はこうした問題点を解決するため、薄膜 EL 素子における電気伝導機構が障壁高さに起因することを明らかにし、障壁高さ制御により電流-電圧特性を改良したうえで、ZnS 膜発光層を誘電体膜で挟んだ無機 EL 素子と n 型発光層-正孔輸送層接合の有機 EL 素子に適用して性能改善をはかった結果をまとめたものである。

まず、無機 EL 素子で問題点となっていた Ta_2O_5 誘電体膜低絶縁性を電流の電圧と温度依存性および電子顕微鏡や後方散乱法による分析から調べ上げ、ITO 中の In の拡散による接合層の損傷による障壁高さの低減によることを明らかにした。また、 Ta_2O_5 誘電体膜に種々の金属元素をドーピングすることによりリーク電流の低減化をはかり、 SnO_2 が In の拡散を抑え接合障壁高さを増大し、高絶縁性を得るのに最も有効であることを見出した。この SnO_2 ドープ Ta_2O_5 誘電体膜を EL 素子に用いることにより動作電圧の低減化、動作の安定化を行い性能を向上した。

ついで、有機 EL 素子では、電子や正孔を効率良く発光層に注入する際にキャリア輸送を抑えている正孔輸送誘電体膜-ITO 膜接合および発光層-金属膜の接合について調べた。まず、外部光電効果を用いたイオン化ポテンシャル測定装置を自作し、発光層材料を探索し、トリフェニルアミン 4 量体が ITO 電極との接合障壁高さを低くすることを明らかにした。アルミキノール錯体発光層-金属接合では、従来の Mg 合金に変え安定な Al 膜を採用し、この接合で生ずる障壁高さを減少させるためアルカリ土類金属弗素化物の極薄膜を挿入した構造を提案した。これらの弗化物の電気陰性度の違いにより障壁高さを制御できることを見出し、LiF や BaF_2 が低い障壁高さを示すことを得た。これらの接合を有機 EL 素子に適用することにより発光輝度が大きく経時変化の少ない構造を提案できた。

以上のように、本論文は誘電体と透明電極との障壁高さを制御する技術を確立するとともに、これを利用して薄膜 EL 素子の発光特性が改善することを実証しており、博士（工学）として価値あるものと認める。