



Title	無機薄膜EL素子における青色発光の高輝度化および色度改善
Author(s)	趙, 永載
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40679
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名 趙 永 載

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 3 9 2 1 号

学 位 授 与 年 月 日 平成10年 3 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第4条第1項該当

基礎工学研究科物理系専攻

学 位 論 文 名 無機薄膜 EL 素子における青色発光の高輝度化および色度改善

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 岡本 博明

(副査)
教 授 小林 猛 教 授 奥山 雅則

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、無機薄膜EL素子における青色発光の高輝度化および色度改善の研究結果をまとめたものであり、6章から構成されている。

第1章では、研究の背景について述べ、現在の無機薄膜EL素子の実用化に関連した問題点を紹介すると共に、無機薄膜 EL 素子のフルカラー化のため発光現象の理解とディスプレイパネルへの応用に対する指針を探索する。本研究の目的は青色薄膜EL素子の高輝度化及び色度の改善である。

第2章では、フルカラー EL 素子を実現させるための新しい試みの一環として行った $\text{ZnF}_2 : \text{Gd}$ 薄膜 EL 素子についての研究を概観する。 $\text{ZnF}_2 : \text{Gd}$ 薄膜 EL 素子は、紫外面発光素子であり様々な応用が期待できる。こういった観点から EL-PL 複合素子を実現するための前段階として励起光源である $\text{ZnF}_2 : \text{Gd}$ 紫外発光素子の最適化を行い、高効率紫外発光薄膜EL素子を作製する。

第3章では、第2章で得られた結果を用いて紫外光から可視光への EL-PL 複合素子の最適化の検討結果を述べる。励起光源が紫外光領域にあるため光学吸収損失を考慮した素子構造の検討を行う。さらに複合素子からの高輝度化及び高色度化を実現するための鍵になる蛍光体の光学的特性、発光特性について検討し、紫外光から可視光への変換効率について論じるとともに EL-PL 複合素子の性能を紹介する。

第4章では、発光層として $\text{ZnF}_2 : \text{Nd}$ を用いた紫色発光と青色発光を示す $\text{ZnS} : \text{Tm}$ との積層構造により高色度青色発光薄膜 EL 素子の作製を試みる。製膜作製方法としては電子ビーム蒸着法を用い $\text{ZnF}_2 : \text{Nd}$ 素子作製の最適条件について論じる。特に、膜の成長速度と発光強度の関係、発光中心の導入形態による発光輝度、 ZnF_2 膜中の酸素不純物影響と $\text{ZnF}_2 : \text{Nd} / \text{ZnS} : \text{Tm}$ 積層構造による発光特性について議論する。

第5章では、青色発光材料である $\text{ZnS} : \text{Tm}$ を用い高輝度化青色発光薄膜EL素子の作製を試みた。製膜作製方法としては新しい製膜装置であり、他の製膜手法より大きな結晶粒径が期待される減圧 CVD 法を用いた。まず、発光強度と結晶粒径の相関関係について述べ、製膜条件の検討を結晶特性から議論する。さらに、異なる製膜手法で作られた $\text{ZnS} : \text{Tm}$ 膜による比較を行い、その結晶特性について議論する。最後に薄膜 EL 素子の作製から素子の発光特性について論じる。

第6章では、第2章から第5章までの研究成果を総括し、本研究で得られた主要な結論についてまとめている。

論文審査の結果の要旨

ディスプレイ素子は、高度情報化社会において、人と機械の視覚を通しての接点として欠くことのできない重要な機能素子である。OA 機器の分野では、小型・軽量のフラットパネルディスプレイ素子への潜在需要は増加の一途をたどり、液晶ディスプレイが CRT に置き代わりつつある。無機薄膜 EL (エレクトロルミネッセンス) 素子は、液晶素子と異なり自発光型であり、かつ完全個体型であることにより、視認性に優れ、表示品質が高いなどの特長を有するため、次世代高品位フラットパネルディスプレイ素子として期待されている。しかしながら、フルカラー化に必須である三原色の中で、緑ならびに赤色発光に関しては実用化の域に達しているものの、青色発光については発光輝度ならびに色度の面でまだまだ改善の余地を残している。本論文は、材料および素子構造の最適化を通じてこの問題を解決し、フルカラーディスプレイ素子を開発することを目的として行った一連の実験的研究の成果とそこから得られた知見をまとめたものである。

本論文では、まず、 $\text{ZnF}_2:\text{GdEL}$ 素子からの紫外発光を蛍光体により紫外-可視光変換する新しい試みについて述べている。 $\text{ZnF}_2:\text{GdEL}$ 素子の紫色発光強度を高めるために、薄膜多結晶成長条件から Gd 発光元素の添加量とその原料化合物までの総合的最適化を行うとともに、紫外光を有効に外部に引き出すための光学的設計を展開している。さらに、紫外励起光と整合した励起エネルギー帯を有する可視蛍光体を探索している。これらの最適化の結果、従来の青色発光 EL 素子と同等の輝度を示し、また CRT に匹敵する優れた青色度を得ることに成功している。

次に蛍光体を用いないアプローチとして、 $\text{ZnF}_2:\text{Nd}$ 紫色 EL 素子と $\text{ZnS}:\text{Tm}$ 青色 EL 素子とを積層して、紫外光励起による青色 EL 発光輝度の増殖効果を利用する方法を提案している。発光層の結晶性改善や発光不純物量などの最適化検討を両 EL 素子について行い、また、最適化積層構造を追求した結果、全固体薄膜型 EL 素子としては、これまでの素子を遙に凌ぐ理想に近い青色度を達成している。

上記の一連の研究過程において、発光層母体の結晶性が EL 発光輝度や発光効率のみならず、発光元素からの発光スペクトル、すなわち色度にも大きな影響を与えていることを見だし、その物理機構を論じている。このような知見に基づいて、結晶性に優れた薄膜多結晶が実現できると期待される固体原料を用いた減圧 CVD (化学的気相成長) 法による $\text{ZnS}:\text{Tm}$ 青色 EL 素子の作製を試みている。減圧 CVD における薄膜成長の機構の考察を基礎として、結晶性改善を目指した成長条件最適化を行い、他の成長方法では得ることのできなかつた極めて優れた結晶性を有する $\text{ZnS}:\text{Tm}$ 薄膜を作製することに成功し、 $\text{ZnS}:\text{Tm}$ 青色 EL 素子としては世界最高の発光輝度を達成している。この薄膜成長技術と上で述べた青色度完全のアプローチを有機的に組み合わせることによって、実用化に耐えうる青色発光 EL 素子、そしてフルカラー EL ディスプレイ素子の実現されるものと期待される。

以上の研究成果は、EL ディスプレイ素子の実用化を巡る課題とその解決策開発に先駆的な貢献をしたものであり、博士 (工学) の学位論文として価値のあるものと認める。