

(様式2)

## 学位論文の概要及び要旨

氏名 矢田 竜也

題目 近紫外発光ダイオードと蛍光体層を組み合わせた発光型液晶ディスプレイに関する研究

近年、アナログ放送から地上波デジタル放送に移行し、またスマートフォンの普及が急速に進んでいることなどから、電子ディスプレイの薄型化や高画質化（高精細、広色再現域、広視野角）が強く求められている。また地球環境への負荷低減や、東北大震災による電力不足の問題により、社会要請として低消費電力化が強く望まれている。現在市販されている液晶ディスプレイ（LCD）の多くは、バックライトである白色発光ダイオード（LED）からの出射光を液晶素子にて光変調し、各画素に対応して設けられたカラーフィルタを通すことによりカラー画像を得ている。このようなカラーフィルタ方式によるLCD素子では、カラーフィルタによって目的色以外の光が吸収されるため、LCDパネル全体の発光効率も低い。その他にも既存のLCDパネルには、輝度や色域の視野角依存性や階調表示時の色シフト等の問題が依然として残っている。

そこで本研究では、高画質化と省電力化の両方を実現すべく、近紫外LEDと蛍光体層とを組み合わせた発光型LCD（e-LCD）を考案した。液晶パネルの構成部材の透過率や劣化を考慮し、バックライト光源として400～410 nmのピーク波長を有する近紫外LEDを採用した。また蛍光体層の両端にUVカットフィルタとバンドパスフィルタを設けることで、蛍光体層における近紫外光から可視光への光変換効率が蛍光体だけの場合に比べて140 - 150%まで大幅に改善された。この効果により、パネル全体の発光効率も従来型LCDに対し約2倍に改善された。またe-LCD試作パネルの表示特性を評価した結果、各画素の輝度や発光色度の視野角依存性は非常に少なく、中間階調表示時の色シフトや階調反転も抑えられていることを確認した。更に、高温・高湿度下での加速劣化試験を行ったところ、近紫外光による液晶パネルの劣化は全くなく、実用レベルの寿命を有することも確認した。

更なる発光効率の改善を目指すべく、蛍光体層における光吸収・発光・散乱現象を、全光束追跡モンテカルロ法によりシミュレーションし、光変換効率の計算を試みた。シミュレーション結果から、近紫外光を平行光でe-LCDパネルに入射させることで、先に述べた蛍光体層の効率が200%まで改善されることが予測され、実測でその効果を確認した。また、蛍光体層の外部量子効率（=吸収率×内部量子効率）が同程度であれば、吸収率よりも内部量子効率を優先することで、高い光変換効率を得られることも見出した。今後、本シミュレーションを用いLCDパネルの構成部材や光学フィルタの特性も考慮して詳細に蛍光体層の最適設計を進めることで、更なる光変換効率の改善が期待できる。