

マルチカラーVFDの研究開発

育成研究：JSTイノベーションプラザ東海 平成19年度採択課題
「マルチカラーメッセージディスプレイ用高輝度酸化物蛍光体の研究開発」



代表研究者：三重県工業研究所
主任研究員 井上 幸司

マルチカラーVFD（真空蛍光表示管）の実用化を目指して、耐久性に優れる酸化物で構成された青色蛍光体および赤色蛍光体の発光輝度の向上を目的に、それぞれ既存製品に対して5.5倍（到達輝度：166 cd/m²；目標輝度：100 cd/m²）および1.7倍（到達輝度：172 cd/m²，目標輝度：300 cd/m²）向上させることに成功した。そして、単色（緑）のみで限定されたVFDに本開発品を実装することで、酸化物蛍光体で構成されたマルチカラーVFDを世界で初めて開発した。

■ 研究内容、研究成果

(1) 高輝度酸化物蛍光体の開発

青色酸化物蛍光体の高輝度化：従来、VFD用青色蛍光体は、ZnS:Ag,Clなどの硫化物系が使用されていたが、長期間電子線に暴露されると、分解して劣化してしまうため、酸化物系にシフトしている。しかし、既存の青色酸化物系蛍光体（ZnGa₂O₄系）は低輝度（30cd/m²）であることが課題であった。今回、高輝度（700cd/m²）で発光できる緑色蛍光体として、実績のある酸化亜鉛（ZnO:Zn）を基材とし、マグネシウム（Mg）をZnOに強制固溶させることでバンドギャップをワイド化（図1）し、ZnO:Znの発光ピークの低波長化（緑青：図2）を実現した。実際のVFDテスト管球（T-160）に実装して点灯試験（寿命評価：5000h）を行った結果、既存品（ZnGa₂O₄系）に比べて輝度低下が少ない蛍光体であった。これによって、既存酸化物品に対して約5倍以上の高輝度（167cd/m²）で青色発光（中心波長：474nm）できる青色蛍光体を開発した。

赤色酸化物蛍光体の高輝度化：硫化物系VFD用赤色蛍光体は、Zn_{1-x}Cd_xS系であり、カドミウム（Cd）を含んでいるため、代替材料の開発が急務である。そこで、酸化物系の開発が求められて、既存品（SrTiO₃:Pr³⁺）が開発されたものの、低輝度（100cd/m²）と低寿命が課題であった。今回、VFD発光原理（電子線励起）に有利となるGd₂O₃を母材とし、ユーロピウム（Eu³⁺）を発光中心とした新規赤色蛍光体を試作した。点灯試験（寿命評価：2000h）において、既存品（SrTiO₃:Pr³⁺）に比べて極めて優れた特性を示した。さらに、本開発品に導電付与材の添加などで、既存酸化物品に対して約1.7倍以上の高輝度（172cd/m²）で赤色発光（中心波長：618nm）できる赤色蛍光体を開発した（図3）。

(2) **マルチカラーVFDの開発**：3原色（赤緑青）で駆動できるメッセージ表示用モジュールシステムを開発した（図4(a)と(b)）。そして、上記、(1)および(2)で開発した新規青色および赤色酸化物蛍光体と、既存の緑色酸化物蛍光体（ZnO:Zn）の3原色（赤緑青）を開発品モジュールに実装することで、オール酸化物蛍光体を実装したマルチカラーVFDを世界で初めて試作した（図4(c)と(d)）。

今後の展開、将来の展望

(1) 高輝度酸化物蛍光体の開発

青色蛍光体は、既存品（ZnGa₂O₄系）に比べて原料コストが1/100以下で有利であるため、青色発光色純度（青白い）に課題が残るものの、ほぼ完成の域にある。この課題に対して発光中心の低波長化（474nm→460nm）をZnOのワイドバンドギャップ化理論を駆使することでクリアし、今後2年程度以内に実用化検討を進めて、目処が付き次第、共立マテリアル（株）にて社内およびサンプル出荷により客先（ノリタケ伊勢電子（株）等）評価を経て、試験生産・試験販売を開始する。

赤色蛍光体は、発光輝度向上を目的に、合成条件（焼成温度等）の最適化と導電付与チューニングを共立マテリアル（株）の製造ラインおよびノリタケ伊勢電子（株）の導電付与効果技術を活用して図ることで、引き続き目標輝度（300cd/m²）到達を目指す。輝度向上に目処が付き次第、実用化検討を進め、社内・客先評価を経て、量産準備・少量販売に移行したい。

(2) **マルチカラーVFDの開発**：新開発のマルチカラーVFDは、メッセージインフォメーションを可能とする有望な次世代VFDであり、今後更なる高品質化検討及び長時間点灯試験を進め、2年程度で実用化に向けた製品の基本設計を終えたい。その後、ノリタケ伊勢電子（株）の製作所内にパイロットラインを設置し、実用化検討を進め、目処が付き次第、社内・客先評価を経て、量産準備・少量販売に移行したい。

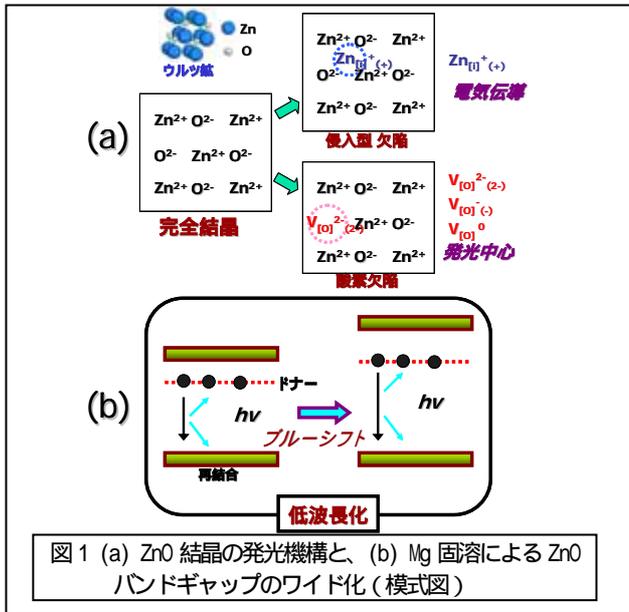


図1 (a) ZnO 結晶の発光機構と、(b) Mg 固溶による ZnO バンドギャップのワイド化 (模式図)

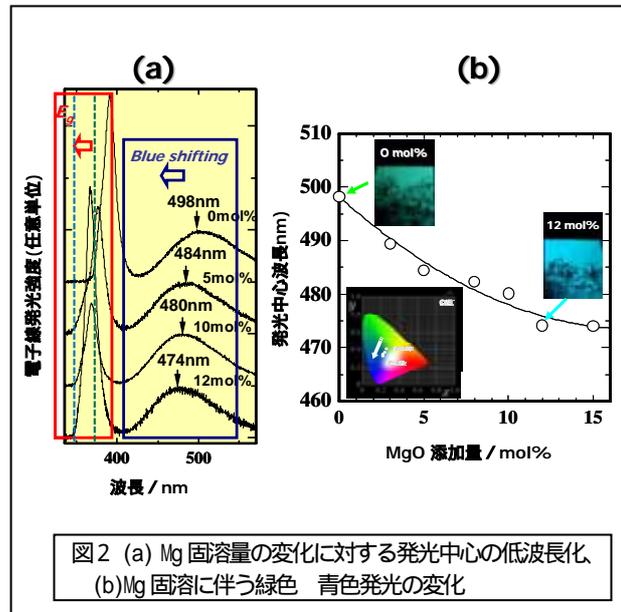


図2 (a) Mg 固溶量の変化に対する発光中心の低波長化、(b)Mg 固溶に伴う緑色 青色発光の変化

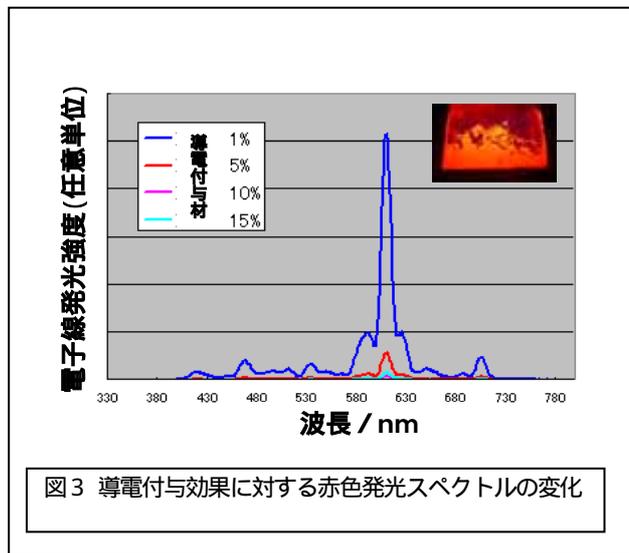


図3 導電付と効果に対する赤色発光スペクトルの変化

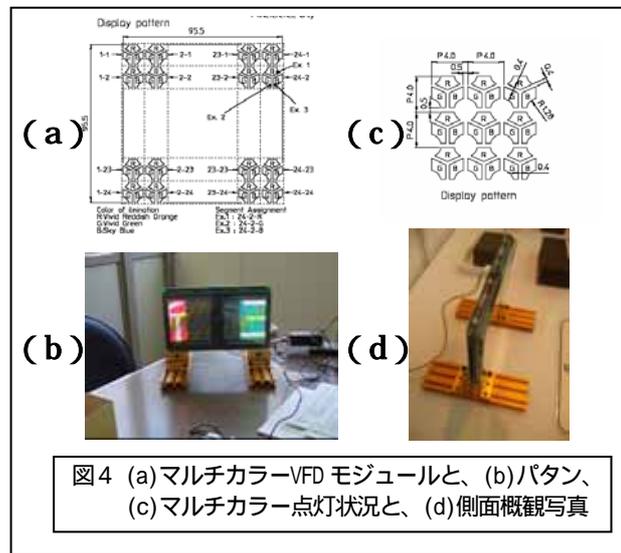


図4 (a)マルチカラーVFD モジュールと、(b)パタン、(c)マルチカラー点灯状況と、(d)側面概観写真

研究体制

◆ 代表研究者

三重県工業研究所 プロジェクト研究課 主任研究員 井上 幸司

◆ 研究者

辻 斉 (ノリタケ伊勢電子株式会社) 佐田 智明 (ノリタケ伊勢電子株式会社) 小坂 忠巳 (ノリタケ伊勢電子株式会社) 谷村 吉也 (共立マテリアル株式会社) 森 悟史 (共立マテリアル株式会社) 大屋紀之 (共立マテリアル株式会社) 橋本 忍 (名古屋工業大学) 岩本 雄二 (名古屋工業大学) 佐合 徹 (三重県工業研究所)

◆ 共同研究機関

ノリタケ伊勢電子(株)、共立マテリアル(株)、名古屋工業大学、三重県工業研究所、(独)科学技術振興機構イノベーションプラザ東海

研究期間

平成20年4月 ~ 平成23年3月