

The 22nd International Vacuum Congress に参加して

北 脇 大 靖
Taisei KITAWAKI

電子情報学専攻修士課程 2022 年度修了

1. はじめに

私は、2022 年 9 月 11～16 日に札幌コンベンションセンター+オンラインで開催された「The 22nd International Vacuum Congress (IVC-22)」に参加した。この講演会において、私は「交流型 TDEL に使用する ZnS: Mn 薄膜蛍光体の硫黄アニール効果」というテーマでポスター発表を行った。

2. 研究背景

無機材料を使用した発光デバイスである無機 EL には、薄膜蛍光体層と厚膜誘電体層を複合した TDEL (Thick Dielectric Electro-Luminescence) というデバイス構造がある。TDEL は電界印加により励起・発光するデバイスであり、デバイスの基本構造は蛍光体層を誘電体層で挟み込んだ二重絶縁構造である。(Fig. 1) TDEL は簡便な作製プロセスにより低コストで大面積化に優れた特徴を持つ反面、輝度が低く、デバイスの駆動に 100V 程度の高い電圧が必要である。本研究では、ZnS: Mn 蛍光体層を硫黄アニール処理し、発光強度の向上を検討した。また、BaTiO₃ 誘電体層の成膜方法としてスパッタ法、溶液塗布法の 2 種類を使用し、TDEL のデバイス構造を変更することで、輝度向上および低電圧駆動化を検討した。

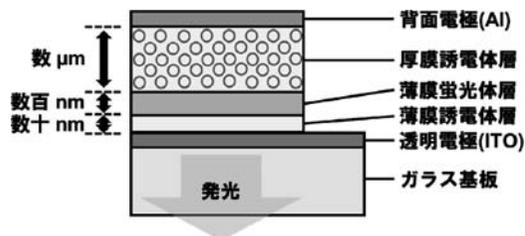


Fig. 1 TDEL の基本デバイス構造

3. 実験方法

作製した TDEL のデバイス構造を Fig. 2 に示す。素子構造はボトムエミッション構造をとり「Al/BaTiO₃/ZnS: Mn/BaTiO₃/ITO/Glass」とした。基板には ITO 付きガラス基板を用い、下部の BaTiO₃ の成膜にはスパッタリング (120W, 3Pa, 60min) を用いた。また ZnS: Mn は EB 蒸着を用いて成膜し、成膜後は硫黄雰囲気下においてアニール処理 (600℃, 1h) を行った。今回、二重絶縁構造のうち、上部の BaTiO₃ の成膜条件を変更した。それぞれ、(a) スパッタリングにより BaTiO₃ 薄膜誘電体層を成膜したもの、(b) 溶液塗布法により BaTiO₃ 厚膜誘電体層を成膜したもの、(c) BaTiO₃ 厚膜/薄膜誘電体層の 2 層構造としたものの 3 条件とした。スパッタリングの成膜条件は下部の BaTiO₃ と同条件とした。BaTiO₃ 溶液はペロブスカイト型 BaTiO₃ 粒子：樹脂インク=1:1.4 の混合比でペースト状にし、スピコート法 (6,000rpm, 30s) を用いて成膜した。最後に抵抗加熱蒸着により Al 電極を成膜しデバイスの完成となる。

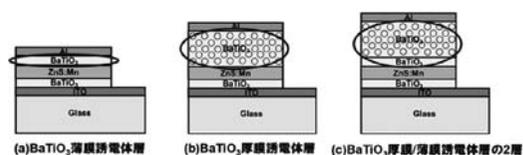


Fig. 2 作製した TDEL のデバイス構造

4. 実験結果

4.1 ZnS: Mn 薄膜蛍光体の硫黄アニール効果

EB 蒸着によって ZnS: Mn 薄膜を成膜した後、硫黄雰囲気下においてアニール処理を行うことで発光強度の向上を図った。Fig. 3 は ZnS: Mn 薄膜の PL (Photo-luminescence) 特性である。励起光には He-Cd Laser ($\lambda_{ex}=325\text{nm}$) を用いた。アニールなしの試料からは大きな発光が得られなかったが、アニール処理を行うことで発光波長 585nm において単色の大きな発光が得られた。発光強度はアニール温度

600°Cにおいて最も高い値を示し、硫黄アニールにより発光強度の向上に成功した。

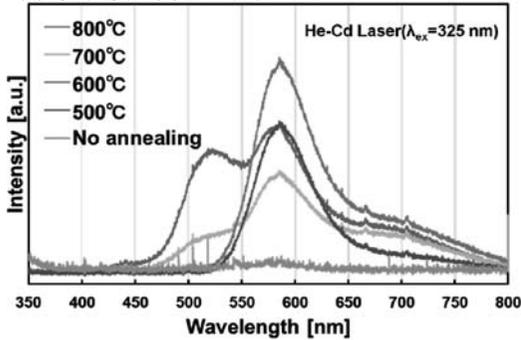


Fig. 3 ZnS: Mn 薄膜蛍光体の PL 特性

4.2 TDEL の発光特性

Fig. 4 は各デバイス構造の電圧-輝度特性である。(a) BaTiO₃ 薄膜誘電体層を用いたデバイスは、印加電圧 44V において 179.8cd/m² を示した。(b) BaTiO₃ 厚膜誘電体層を用いたデバイスは、印加電圧 50V において 831.4cd/m² を示した。厚膜誘電体層を用いることで、比誘電率を大きく取れたためだと考えられる。この結果から TDEL の高輝度化には、厚膜誘電体層が有効であることがわかる。(c)

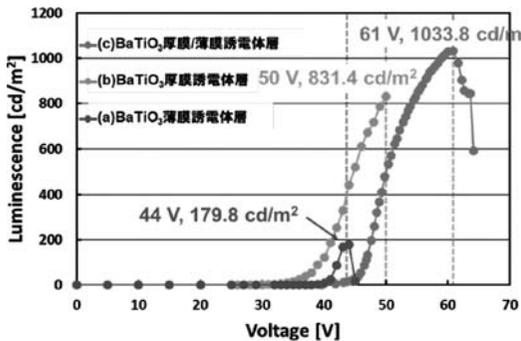


Fig. 4 TDEL の電圧-輝度特性

BaTiO₃ 厚膜/薄膜誘電体層の 2 層構造としたデバイスは印加電圧 61V において 1033.8cd/m² を示した。薄膜誘電体層をバッファ層として使用することで、デバイスの耐圧性を向上できたためだと考えられる。

Fig. 5 は作製した TDEL の色度図及び発光写真である。どのデバイス構造においても橙色の発光を示し、使用する誘電体層によって色度の変化はないことが読み取れた。

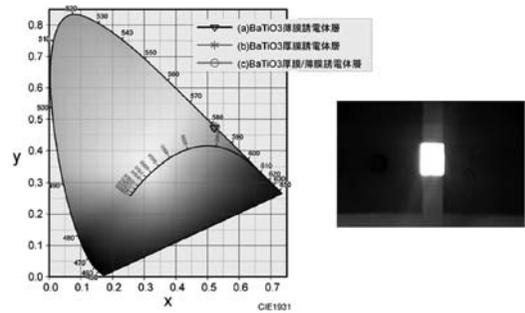


Fig. 5 TDEL の色度図及び発光写真

5. まとめ

厚膜-薄膜複合型 EL (TDEL) において、上部の誘電体層を厚膜と薄膜の 2 層とすることで輝度と耐電圧性を向上させることに成功した。薄膜誘電体層により薄膜を均一化し、厚膜誘電体層によって誘電率が向上したためだと考えられる。

6. おわりに

今回の発表にあたり、ご指導頂きました山本伸一先生、今井崇人先生、和辻浩一先生に心から感謝いたします。そして、日頃の研究においてご協力していただき、活発な議論をしていただいた研究室の同級生、先輩方に御礼申し上げます。