

BaTiO₃を用いた低電圧で駆動する交流型 TDEL の特性評価

北 脇 大 靖

Taisei KITAWAKI

電子情報学専攻修士課程 2年

1. はじめに

私は、2022年3月22日から26日に青山学院大学 相模原キャンパス+オンラインで開催された「第69回応用物理学会春季学術講演会」に参加した。この講演会において、私は「BaTiO₃を用いた低電圧で駆動する交流型 TDEL の特性評価」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 100 V 程度の高い電圧が必要である。本研究では、誘電体層に使用する BaTiO₃ 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。

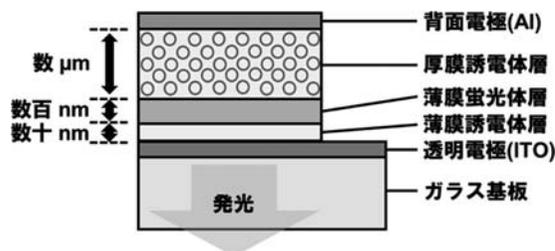


Fig. 1 TDEL の基本デバイス構造

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 (120 W, 3 Pa, 60 min) 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°C, 1 h) 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、スピンコート法 (6,000 rpm, 30 s) 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。

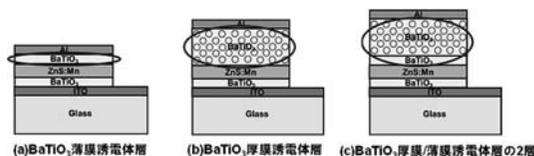


Fig. 2 作製した TDEL のデバイス構造

4. 実験結果

4.1 薄膜の表面形状観察

Fig. 3 は BaTiO₃ 薄膜誘電体層、ZnS:Mn 薄膜蛍光体層、BaTiO₃ 厚膜誘電体層の各表面観察結果である。BaTiO₃ 薄膜誘電体層、ZnS:Mn 薄膜蛍光体層は真空プロセスによる成膜のため比較的に表面粗さが小さく、均一な薄膜が成膜されていることが分かる。BaTiO₃ 厚膜誘電体層は結晶粒子が薄膜表面に分散されている様子が確認でき、表面粗さに粒径が顕著に現れた。Fig. 4 は BaTiO₃ 薄膜誘電体層、

ZnS:Mn 薄膜蛍光体層, BaTiO₃ 厚膜誘電体層の各平均表面粗さ (Ra) である。BaTiO₃ 薄膜誘電体層, ZnS:Mn 薄膜蛍光体層に比べて, BaTiO₃ 厚膜誘電体層の平均表面粗さは 10² 倍ほど大きいことが分かる。

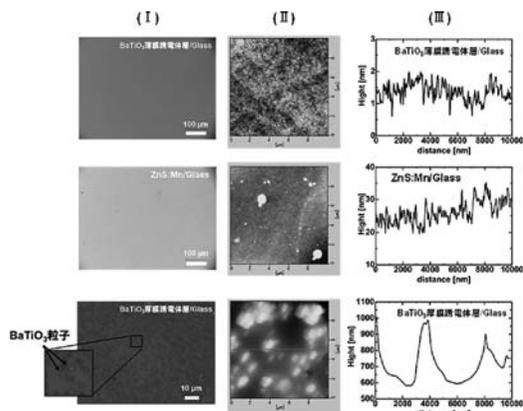


Fig. 3 薄膜の表面形状観察
(I) 光学顕微鏡像, (II) AFM 像, (III) 表面粗さ

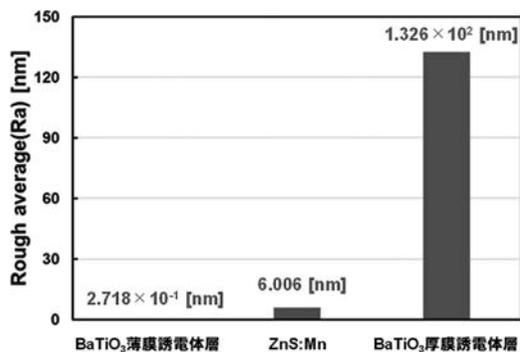


Fig. 4 薄膜の平均表面粗さ

4.2 TDEL の発光特性

Fig. 5 は各デバイス構造の電圧-輝度特性である。BaTiO₃ 薄膜誘電体層を用いたデバイスは、輝

度値が最も低く、印加電圧 44 V において 179.8 cd/m² を示した。BaTiO₃ 厚膜誘電体層を用いたデバイスは印加電圧 50 V において 831.4 cd/m² を示した。これは BaTiO₃ 結晶粒子を成膜し、比較的厚膜としたことで、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。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 61 V において 1033.8 cd/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させた。

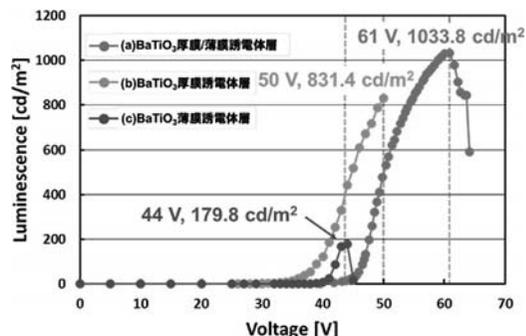


Fig. 5 TDEL の電圧-輝度特性

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。

謝辞

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。