

## 2022 年第 69 回応用物理学会 春季学術講演会における研究発表

池田 隼人  
Hayato IKEDA  
電子情報学科 4年

### 1. はじめに

私は 2022 年 3 月 22 日から 26 日にかけて青山学院大学相模原キャンパスで開催された、2022 年第 69 回応用物理学会春季学術講演会において「電子ビーム蒸着法により成膜した ZnS:Mn 薄膜の発光特性と膜厚の関係」という題目で研究発表を行った。

### 2. 研究内容

#### 2.1 研究背景

無機 EL (EL: Electro-Luminescence) は電界印加により励起・発光するデバイスである。発光層として無機蛍光体を使用することで、長寿命な発光デバイスへの応用が期待される。簡便な作製プロセスにより低コストで生産が可能である。しかし、輝度が低く高電圧が必要で、色表現が難しいことからディスプレイへの応用が難しい。ZnS:Mn は薄膜型無機 EL の高輝度・高効率な材料として注目されている。Ba<sub>2</sub>ZnS<sub>3</sub>:Mn は赤色の演色性に優れ、赤色蛍光体としての利用が期待されている。本研究では、無機蛍光体の輝度が低いことおよび色表現が難しいというデメリットを解決することを目的として 2 つの実験を行った。1 つ目の実験として、ZnS:Mn 薄膜の膜厚を変化させ、発光強度の向上を検討した。2 つ目の実験として、ZnS と BaS を出発材料として Ba<sub>2</sub>ZnS<sub>3</sub>:Mn 粉末を作製し、薄膜の成膜を検討した。

#### 2.2 実験方法 I

ZnS:Mn 薄膜の成膜方法を図 1 に示す。ZnS 粉末と MnS 粉末を 97:3 の割合で混合し、粉末形成プレス機を用いてペレット (1g, 2g, 3g) を作製した。電子ビーム蒸着装置を用いてペレットに電子

ビームを照射し、ガラス基板上に ZnS:Mn を蒸着した。管状炉に硫黄、蒸着した試料を入れた。アルゴンで管状炉内を満たし、硫黄を 150℃\_1h、試料を 600℃\_1h で加熱することにより硫黄雰囲気下でアニール処理を行い、ZnS:Mn 薄膜を成膜した。

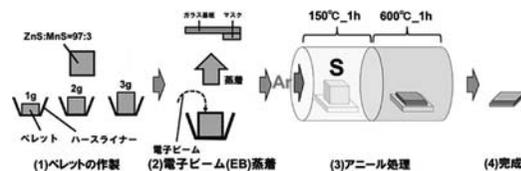


図 1 ZnS:Mn 薄膜の作製

#### 2.3 実験方法 II

Ba<sub>2</sub>ZnS<sub>3</sub>:Mn 薄膜の作製方法を図 2 に示す。ZnS と BaS を ZnS : BaS = 1 : 1 の割合で混合し、すり鉢を用いて混ぜた。混ぜた粉末と硫黄を管状炉に入れた。アルゴンで管状炉内を満たし、硫黄を 150℃\_3.17h、粉末を仮焼成 300℃\_10min で加熱した後本焼成 700℃\_3h で加熱し、固相反応法により硫黄雰囲気下で Ba<sub>2</sub>ZnS<sub>3</sub> 粉末を作製した。Ba<sub>2</sub>ZnS<sub>3</sub> 粉末に MnS 粉末を 3% のモル比でドープすることで Ba<sub>2</sub>ZnS<sub>3</sub>:Mn 粉末を作製した。

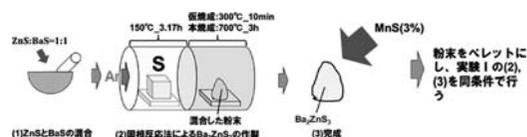


図 2 Ba<sub>2</sub>ZnS<sub>3</sub>:Mn 薄膜の作製

#### 2.4 実験結果

##### 2.4.1 ZnS:Mn 薄膜の発光特性

ZnS:Mn 薄膜に He-Cd Laser (波長 325 nm) を照射し、PL 測定を行った。PL 測定結果を図 3 に示す。膜厚によってピーク波長は変わらず波長 585 nm でピークを示した。膜厚が厚くなると、高発光強度を示すことが分かった。

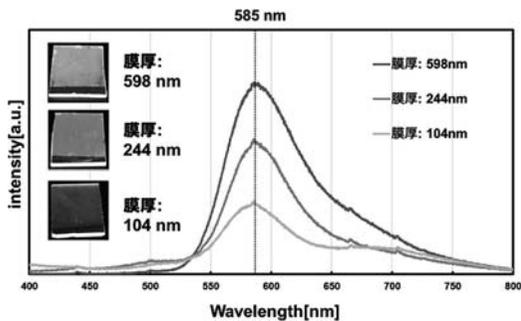


図3 ZnS:Mn 薄膜の PL 測定結果

#### 2.4.2 固相反応法により作製した粉末の XRD 結果

固相反応法を用いて作製した粉末の XRD 結果を図4に示す。作製した粉末から  $Ba_2ZnS_3$  のピークを確認することが出来た。BaS と ZnS が反応し、 $Ba_2ZnS_3$  の作製を実証することが出来た。

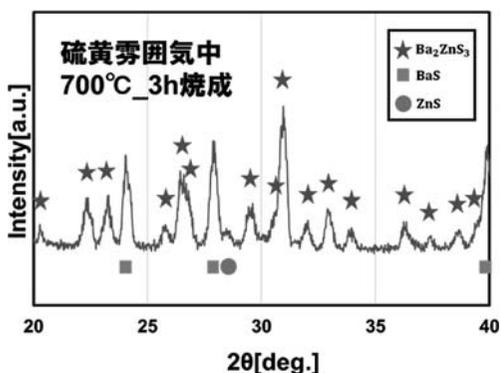


図4 固相反応法により作製した粉末の XRD 結果

#### 2.4.3 $Ba_2ZnS_3$ :Mn 薄膜の発光特性

$Ba_2ZnS_3$ :Mn 薄膜に He-Cd Laser (波長 325 nm) を照射し、PL 測定を行った。PL 測定結果を図5に示す。 $Ba_2ZnS_3$ :Mn 薄膜は波長 630 nm でピークを示した。図6に  $Ba_2ZnS_3$ :Mn 薄膜の色度図を示す。測定は、ブラックライト (波長 365 nm) を薄膜上に

照射して行った。PL 特性と色度図から、 $Ba_2ZnS_3$ :Mn 薄膜は ZnS:Mn 薄膜の橙色発光に対してより色純度の高い赤色発光を示すことが確認できた。

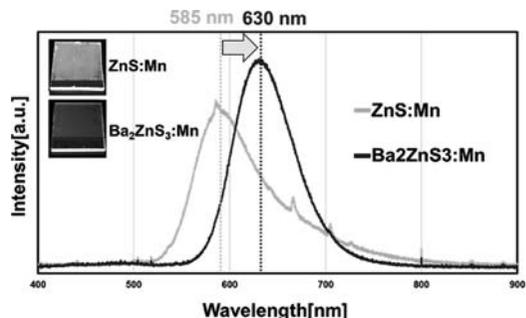


図5  $Ba_2ZnS_3$ :Mn 薄膜の PL 測定結果

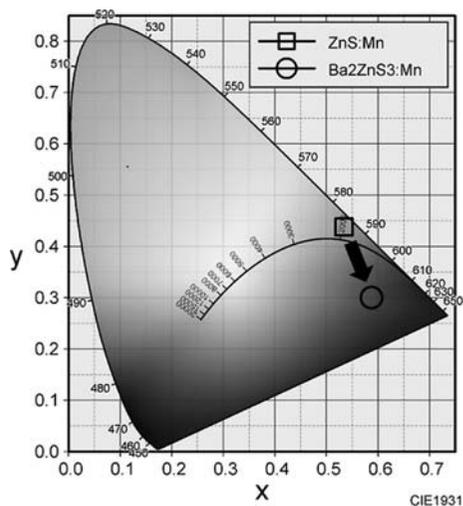


図6  $Ba_2ZnS_3$ :Mn 薄膜の色度図

#### 謝辞

本学会発表を通じて、様々な専門分野の方々の意見を頂くことで、自らにはない視点を得ることが出来た。また、他分野の方々の発表を聞く機会を得ることができ、様々な技術を知ることが出来た。