

不純物を添加したアルミン酸ストロンチウム蛍光体の 応力発光強度とトラップ準位の関係

Correlation between mechanoluminescence and activation energy of trap level in impurity doped strontium aluminate phosphor

宮崎大工¹, 宮崎大産地連セ²,

○松本 知真¹, 小牧 修也¹, 平川 大樹¹, 前田 幸治¹, 横山 宏有¹, 境 健太郎²

Miyazaki Univ.¹, Cooperative Research Center, Univ. Miyazaki²,

○Kazuma Matsumoto¹, Naoya Komaki¹, Daiki Hirakawa¹, Koji Maeda¹, Hirosumi Yokoyama¹,
Kentarō Sakai²

E-mail: hk14046@student.miyazaki-u.ac.jp

1. はじめに

材料を破壊しない程度の力学的刺激を与えることで光を放射する材料を応力発光 (Mechanoluminescence: ML) 材料と呼ぶ。ML の電子遷移過程において、電子トラップ準位が重要な役割を担っていると言われている[1]。我々は応力発光体への不純物添加により、トラップの状態が変化をするのではないかと考え ML との関連を研究してきた[2]。

本研究では不純物を添加した応力発光体のトラップの活性化エネルギーを測定し、ML 強度と比較し、関係を知ることを目的とした。

2. 実験と解析

SrAl₂O₄ に Eu を 1mol%, Dy を 2mol% ドープし、それに不純物としてフッ素(F:0.13~1.3at.%)、硫黄(S:0.35at.%)、フッ素と硫黄の両方(FS:共に 0.43at.%)を添加した試料を固相反応法で作製した。これらの X 線回折(XRD)、応力発光(ML)および、室温からの熱ルミネッセンス(TL)測定を行った。TL は試料に 1 分間 UV 光(365nm)を照射後、一定昇温速度(β)で温度を上げることで得たグローカーブのピーク温度(T_m)を Hoogenstraaten 法により、以下の β と T_m の関係式を用いて

$$\ln\left(\frac{\beta}{T_m^2}\right) = -\frac{\Delta E}{kT_m} + \ln\left(\frac{s k}{\Delta E}\right)$$

(s: 頻度因子, k: ボルツマン定数, ΔE: トラップ深さ) トラップ準位の活性化エネルギー ΔE を求めた。

3 結果と考察

XRD 結果より、粉末試料はすべて単斜晶系 SrAl₂O₄(ICDD: 01-074-0794)と同定された。ML 強度は無添加試料に比べ、フッ素を約 0.13at.%

添加した時に最大となり、その後添加濃度が高くなるに従って減少し、無添加のものと同程度になった[2]。S 添加は無添加の約 1.5 倍の ML 強度となり、FS は無添加の約 2 倍で測定した試料の中では最も高い ML 強度となった。

Fig. 1 に得られた各試料の ML 強度と ΔE の関係を示す。無添加の ΔE は約 0.25eV で不純物を添加した試料の活性化エネルギーはこの値よりも高い値となった。FS 添加は 1.96eV と最大となった。

これら結果より、ML 強度と ΔE には相関があり ΔE が大きいほど ML 強度も大きくなる傾向がある。これは力学的刺激によって解放されるキャリアと熱的に測定されたトラップのエネルギーに相関があることを示しており興味深い。また、F と S の共添加は、大きな活性化エネルギーの増加が見られた。この結果が一般的ならば、今後 ML 強度の強い材料の探索に利用できる。

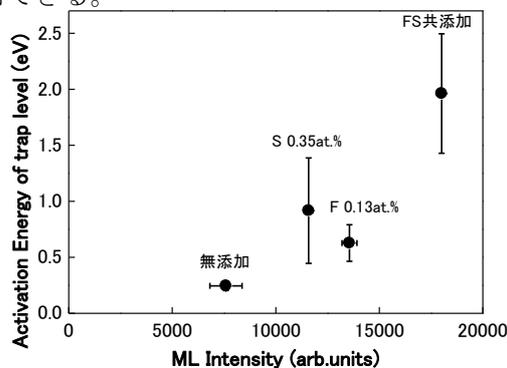


Fig.1 ML 強度とトラップ準位の活性化エネルギーの関係
謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費(JP16K05955)の助成を受け行われた。

参考文献

- [1] 田部勢津久、ニューセラミックス9(1996), 27-33.
- [2] 小牧修也、他、第78回応用物理学会秋季学術講演会(2017) 6p-PA9-2.