

■ はじめに

^[1] 応力発光(Mechano-Luminescence : ML)体とは、機械的な刺激を加えることで、そのエネルギーに関連した発光を示す材料である。これらは、産業社会で、インフラや生体の構造体診断への応用が期待されている。ここで、応力発光センサーとして将来幅広く用いられるようになるには、発光色の多色化が望まれる。現在、緑色応力発光材料と比べると赤色応力発光材料の発光強度は依然として弱く、更なる発光強度向上が課題である。

Ruddlesden-Popper 層状ペロブスカイト構造を有する $A_{n+1}B_nX_{3n+1}$ は、圧電特性を含む様々な機能を持つ材料として広く注目されている。^[2] ML 強度は、層内のペロブスカイトユニットの数に依存すると考えられているが、現段階で、 $n=3$ の高次構造を有する ML 材料は、報告がなされていない。

本研究では、 $n=3$ の RP 構造を有するチタン酸カルシウムに Pr をドーピングした新規赤色応力発光体の合成を行い、種々の混合条件および焼成条件において、その構造と光学特性についての研究結果を報告する。

■ 活動内容

1. $Ca_4Ti_3O_{10}:Pr^{3+}$ の合成と ML 評価

$Ca_4Ti_3O_{10}:Pr^{3+}$ は、固相反応法により合成した。原料となる高純度試薬を秤量後、粉碎・混合を行い、得られた混合試料を種々の条件にしたがって焼成した。得られた焼成試料は粉末 X 線回析装置により結晶相の同定を行い、蛍光分光光度計により蛍光特性を評価した。ML 特性は、焼成試料と樹脂を混合し作製した樹脂ペレットを用いて ML 評価システムより評価した。Fig. 1 に $Ca_4Ti_3O_{10}:Pr^{3+}$ の応力発光曲線の例を示す。この結果から、応力発光強度は荷重と共に増加し、減少していることがわかる。したがって、 $Ca_4Ti_3O_{10}:Pr^{3+}$ は、応力発光特性を持つことが示唆される。

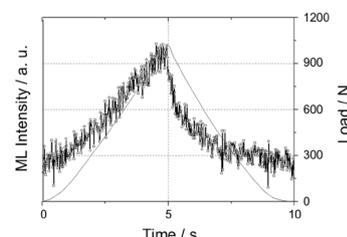


Fig. 1 Mechano-luminescence curve for $Ca_4Ti_3O_{10}:Pr^{3+}$.

2. $Ca_4Ti_3O_{10}:Pr^{3+}$ の ML 強度の最適化

MLメカニズムは、未だ原理解明に到達できておらず、ML強度増加の要因を推定することは困難である。そのため、様々な条件を調査する必要がある。本系では、以下のような条件変化によりML強度増加を試みた。

● プラセオジウム添加量の最適化

発光中心金属であるPrを0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 0.7mol%と変化させることにより、最適な添加量を調査した。

● 融剤添加量の最適化

融剤であるホウ酸 H_3BO_3 を、1, 2, 3, 5, 7mol%と変化させることで、結晶性の向上および変化を調査した。

● 非化学量論組成による最適化

純相に加えて不純物相が多量に生成された場合のML強度変化を調査した。

● 他金属共添加による最適化

エネルギー移動効率の向上や、電荷バランスの崩れが引き起こす結晶の歪みを狙って、種々の金属イオンを共添加させた。

■ 参考文献

- [1] C. N. Xu, T. Watanabe, M. Akiyama, *Appl. Phys. Lett.*, **1999**, *74*, 2414.
 [2] S. Kamimura, H. Yamada, C. N. Xu, *Appl. Phys. Lett.*, **2012**, *101*, 091113

代表発表者 石米 祐至(いしよね ゆうし)
 所属 産業技術総合研究所、九州大学
 問合せ先 〒841-0052 佐賀県鳥栖市宿町 807-1
 TEL:0942-81-3666 FAX:0942-81-3696
 E-mail: ishiyone.yuhsi@aist.go.jp

■キーワード: (1) 応力発光
 (2) 構造体診断
 (3) $Ca_4Ti_3O_{10}:Pr^{3+}$

■共同研究者: 塗東(産業技術総合研究所)
 徐超男(産業技術総合研究所、九州大学)