

希土類添加ガラスのマイクロ波応答: 「光らなかつた」過程の動的分析

Microwave response of rare-earth doped glass: Dynamics of “unluminescent” processes

物材機構¹, 青学大², 名産研³ ○石井 真史¹, 淵 真悟², 竹田 美和³

NIMS¹, Aoyama Univ.², NISRI³ ○Masashi Ishii¹, Shingo Fuchi², Yoshikazu Takeda³

E-mail: ISHII.Masashi@nims.go.jp

【序】希土類添加発光材料は、発光波長の制御性に優れ、ガラスや半導体など様々な材料を母材にできることから、広く研究されている。いずれの系でも発光の高効率化には、希土類の励起過程と共に、脱励起など「光らなかつた」過程の特定と最小化が必要である。しかし「光らなかつた」過程を従来の発光測定で観測することは原理的に矛盾がある。そこで発光特性が電荷の動きで決まることに注目し、電気測定による「光らなかつた」過程の分析を提案し検討している[1]。本研究では、新たに希土類添加ガラスへの適用を試みた。

【実験】今回はマイクロ波を使って電荷の動きを時系列的に観測した。具体的には、50Ωのマイクロストリップラインに並列接続(シャントスルー)した試料の伝搬特性を、ネットワークアナライザ(Agilent E5071C)で測定し、応答角周波数 ω の逆数から応答時間 τ を求めた。試料は近赤外で広帯域発光する蛍光体[2]の分析を狙い 1 mol% Nd_2O_3 を添加した $40\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-}59\text{B}_2\text{O}_3\text{-}1\text{Sb}_2\text{O}_3$ とした。秤量した原料粉末 (Nd_2O_3 , Bi_2O_3 , B_2O_3 , Sb_2O_3) をアルミナ坩堝内で 1250°C にて熔融し、ステンレス鑄型で約 1mm 厚の板状に成形した。

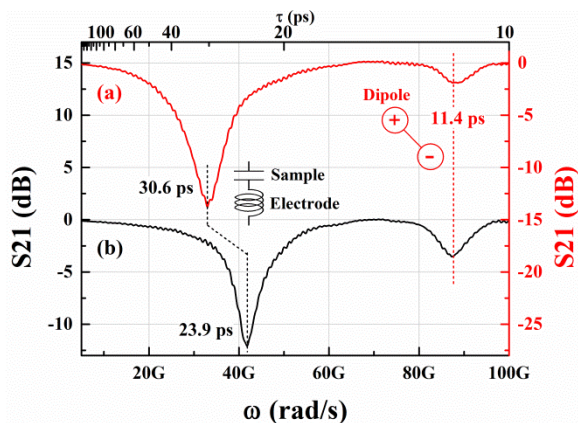


Fig. 1 (a) Nd^{3+} 添加 $40\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-}59\text{B}_2\text{O}_3\text{-}1\text{Sb}_2\text{O}_3$ と (b) $40\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-}59\text{B}_2\text{O}_3\text{-}1\text{Sb}_2\text{O}_3$ (b) の電荷応答 (S21)

【結果】Fig. 1 は、(a) Nd^{3+} を添加した試料と (b) 添加しない試料の電荷の応答 (S21) を示す。20 ps より低速の応答は、試料(静電容量 C)と電極(インダクタンス L)による LC 共振である。マクロな特性であり、光電子デバイスなどで電流注入を行う際に考慮すべき電荷の動きを表す。一方、試料に依存しない 11.4 ps の高速応答はガラス母材内のミクロな電荷の移動を示すと考えられる。応答時間から数原子以内の距離のサイト間の移動と考えられ、「光らなかつた」過程となる可能性がある。実際、この様なミクロな電荷の移動は、エネルギー損失を伴う電気双極子でモデル化できるが、Fig. 2 に示す複素応答の実験結果は、そのモデルに基づく複素分極率とよく対応がつく。

今後は、今回見つかった電荷移動と発光・非発光特性との対応や、電荷移動に関わるサイトの探査と共に、 Nd^{3+} , Yb^{3+} 共添加ガラス蛍光体などの測定を進める予定である。

本研究は科研費(26420287)の補助頂いた。

[1] 例えば M. Ishii, A. Koizumi, Y. Takeda, and Y. Fujiwara, *J. Appl. Phys.* **115**, 133510 (2014).

[2] S. Fuchi, A. Sakano, R. Mizutani, and Y. Takeda, *Appl. Phys. Express* **2**, 032102 (2009).

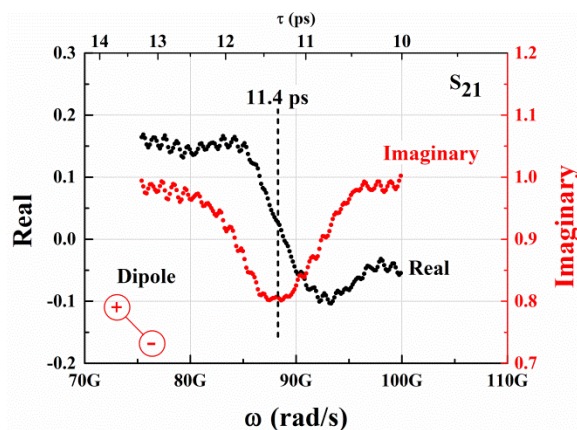


Fig. 2 Nd^{3+} 添加 $40\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-}59\text{B}_2\text{O}_3\text{-}1\text{Sb}_2\text{O}_3$ の複素応答の周波数分散 (11.4 ps 近傍)