

シリカガラスの摩擦ルミネッセンスの理論的考察 Theoretical Consideration of Triboluminescence of Silica Glass

山口大工 ^{○(M2)}金平 大輝, 嶋村 修二

Yamaguchi Univ., [○]Hiroki Kanehira, Shuji Shimamura

E-mail: simamura@yamaguchi-u.ac.jp

摩擦ルミネッセンス (Triboluminescence, TL) は破壊ルミネッセンス (Fractoluminescence) とも呼ばれ, 古くから知られている破壊に伴う発光現象である. そのメカニズムについては, 放電による発光, 熱放射, 欠陥からの発光など, 物質により様々な原因が考察されている [1].

シリカガラスの TL は, 400 nm から 1000 nm の可視光・赤外線領域の波長で観測されている. 測定された TL スペクトルは, 破壊方法の異なる実験によって, 二つのタイプに分かれる. 600 nm あたりに極大をもつ連続スペクトルの観測では, TL は亀裂先端部の高温領域からの熱放射によると推定された [2, 3]. 他方, 450nm と 650 nm 近くに極大をもつ二つの発光バンドからなるスペクトルの観測では, TL は破壊面上の 2 種類の欠陥からの発光であると推測された [4, 5].

本研究では, 理論的な考察から, 破壊方法と破壊面近傍に生成される 2 種類の欠陥に基づいて, シリカガラスで測定されている二つのタイプの TL スペクトルが説明されることを示す.

破壊面近傍では, 破壊による電子励起によって, Si-O 結合が一つ切れた弱架橋酸素欠陥と Si-O 結合が二つ切れて酸素を失った酸素欠乏欠陥が主に生成される. 破壊後の緩和過程で, 電子がこれらの欠陥の励起状態に捕獲され, その後に基底状態に遷移するときの発光が TL の原因であると考えられる.

破壊方法によって, 2 種類の欠陥の数の比と

電子遷移エネルギーの幅が異なるため, 二つのタイプの TL スペクトルが出現する. 二つのタイプの TL スペクトルの計算例を Fig. 1 に示す.

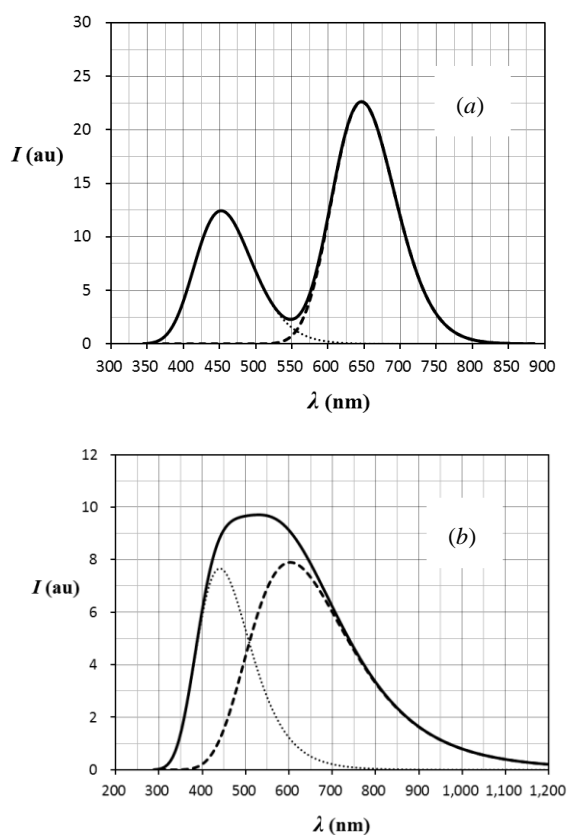


Fig. 1: Examples of the calculated triboluminescent spectra of silica glass: (a) a spectrum showing separated two bands; (b) a spectrum showing one broad band.

- [1] A. J. Walton: *Adv. Phys.* **26** [6], 887-948 (1977).
- [2] G. N. Chapman and A. J. Walton: *J. Appl. Phys.* **54** [10] 5961-5965 (1983).
- [3] G. Pallares, C. L. Rountree, L. Douillard, F. Charra, and E. Bouchaud: *EPL (Europhysics Letters)* **99** [2] 28003, p-1-5 (2012).
- [4] J. I. Zink, W. Beese, J. W. Schindler, and A. J. Smiel: *Appl. Phys. Lett.* **40** [2] 110-112 (1982).
- [5] Y. Kawaguchi, *Phys. Rev. B* **52** [13] 9224-9228 (1995).