

静電気発光材料を評価するためのシステム開発

大山 達也^{†,††} 江口 大雅^{†,††} 江頭 正浩^{††} 坂本 昌孝^{††} 菊永 和也^{††}
[†]佐賀大学大学院理工学研究科 ^{††}産業技術総合研究所センシングシステム研究センター

1. はじめに

近年、産業では目に見えない静電気による障害問題が深刻化している。最近、我々は微小な電荷に反応して発光する静電気発光材料を発見し[1]、この材料をセンサーとして活用する試みを行っている。この静電気発光材料は詳細なメカニズムは分かっておらず、その特性を明らかにする必要がある。本研究では静電気発光現象に係る各物性(発光輝度、放電、電流、電圧、時間)を計測し、定量的評価を行うためのシステムを開発した。

2. システム構成

実験システムを図 1 に示す。コロナ放電を発生させるために針を用い、高電圧印加および放電電圧・電流の測定、静電気発光、放電の撮影ができるシステムを構築した。0～±10kV の電圧印加が可能な高電圧電源、0～85mm の範囲で位置制御が可能な自動ステージ、電圧・放電電流を記録するためのマルチ入力データロガー、発光の撮影するための CCD カメラ、発光時の紫外光を撮影するために ESD(静電気放電)可視化カメラを用いた。また、システム間における時間的ロスを減らすために高電圧電源の起動に I/O デバイスを用いた。これらの機器を制御するプログラムは、C#, C++言語を用いて開発した。

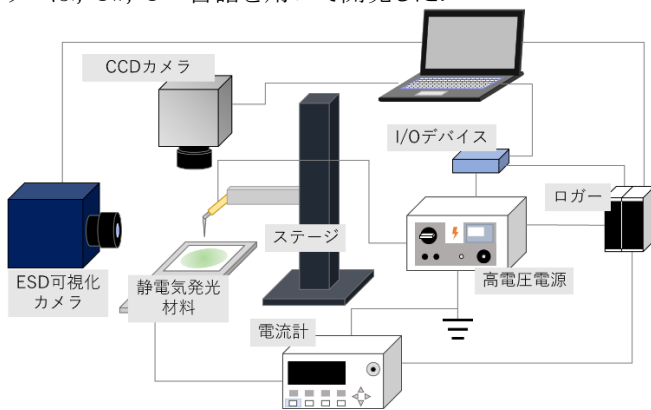


図1. 実験システム全体図

3. 実験

開発したシステムを用いて静電気発光材料 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ の評価を行った。ここでは外乱を減らすために暗室で実験を行った。高電圧電源で針に電圧を印加(5秒)し、それに伴う静電気発光の撮影、そのときの印加電圧と静電気発光材料の流れた電流を計測した。また CCD カメラで撮影した画像から発光の輝度を算出した。ESD 可視化カメラで撮影した画像からは静電気放電の様子を調べた。さらに

電圧を 3kV～7kV に変えながらそれぞれ計測と撮影を行い、輝度が最大の時の電圧と放電電流の値を調べた。

4. 結果

電圧が4kV 時の CCD カメラ、ESD 可視化カメラで撮影した画像を図 2 に示す。CCD カメラでは静電気発光の様子が、ESD 可視化カメラでは放電の様子を観測することができた。このときに発光材料に流れた電流と CCD カメラで撮影した発光画像から抽出した輝度(各ピクセルの輝度の合計値)の時間変化を図 3(a)に示す。電圧を印加した直後に電流と発光輝度が増加し、その後、減衰している。

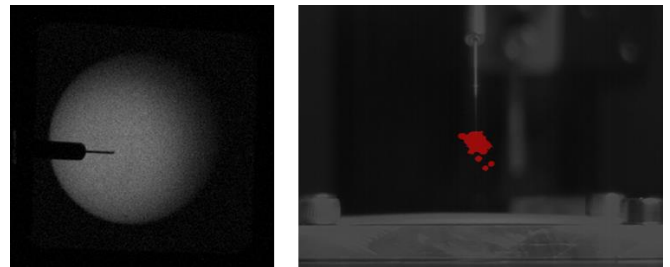


図2. 発光現象(左: CCD カメラ 右: ESD 可視化カメラ)

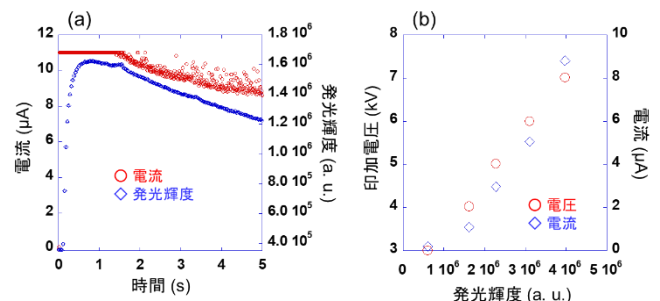


図3. (a)放電電流と発光輝度の時間変化、(b)発光輝度と電圧または最大電流との関係

次に、印加電圧を変えて実験を行ったときの静電気発光の輝度、印加電圧、電流(最大値)との関係を図 3(b)に示す。これらのことから静電気発光はコロナ放電に伴う電圧、電流のそれぞれに相関関係があることが分かった。

5. 今後の課題

今後は作成したシステムで針の距離、電圧などの条件を変えながら発光デバイスの評価を行う。

参考文献

- [1] Kikunaga, K., Terasaki, N. Demonstration of static electricity induced luminescence. Scientific Reports 2022, 12, 8524, DOI: 10.1038/s41598-022-12704-5.