BSO 結晶を用いた自己組織化マイクロギャップ誘電体バリア放電の 表面電荷密度測定

Surface charge measurement of self-organized microgap dielectric barrier discharge using BSO crystal

岩手大学大学院・工 〇高橋諒太、松田紘和、亀山拓也、向川政治、高木浩一、藤原民也 Dept. of Engineering, Iwate Univ.

OR. Takahashi, K. Matsuda, T. Kameyama, S. Mukaigawa, K. Takaki, T. Hujiwara

E-mail: mukaigaw@iwate-u.ac.jp

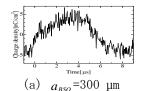
<u>はじめに</u>: 誘電体バリア放電(DBD) は、大気圧下で駆動できるという特徴を持ち、ガス処理などに応用されている。DBD では放電中に誘電体表面に蓄積した電荷が放電の動的挙動を左右する重要な因子であるので、DBD の放電機構を明らかにするための誘電体表面電荷測定は非常に重要である[1]。近年では、光学結晶のポッケルス効果を用いたレーザー偏光分析法による表面電荷測定が、多くの研究者によって行われている。この測定法は、非接触で測定できるので測定対象に与える影響が少なく、時間分解能に優れている利点がある。光学結晶は厚さを変えると電気力線の分布が変化するため、算出される表面電荷密度分布に違いが現れるという報告がある[2]。本研究では、自己組織化マイクロギャップ誘電体バリア放電において厚さ 300 μ m と 700 μ m の $Bi_{12}SiO_{20}(BSO)$ 結晶を用いて誘電体表面の表面電荷密度を測定し、BSO 結晶の厚さを変化させた時の空間分解能への影響を調べることを目的として実験を行った。

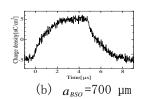
実験: 放電セルは、誘電体/スペーサー/BSO 結晶/誘電体の順に配置して作製した。誘電体には厚さ 530 μm のカバーガラスを用いた。誘電体表面に $10\times15~\text{mm}^2$ の ITO 電極(抵抗率 $10\sim20~\Omega/\text{cm}^2$) を形成した。BSO 結晶側の電極を接地し、他方の電極に周波数 100~kHzの正弦波交流電圧を印加することでギャップ間に放電を生成した。ギャップ長は $140~\mu\text{m}$ 、ギャップ幅は 17~mm とし、BSO 結晶の厚さ a_{BSO} は $300~\mu\text{m}$ と $700~\mu\text{m}$ である。ガスには He を用い、流速 14.0~m/s で導入した。電圧測定には高圧プローブ、電流測定にはロゴスキーコイルを用いた。レーザー光には、波長 632.8~nm の He-Ne レーザーを用いた。受光部には半導体フォトディテクタ (Hamamatsu Photonics C6386-01)を用い、レーザー光の強度を測定する。 I_0 をレーザーの光強度、 I_r を BSO 結晶表面に電荷がない時の参照光強度、BSO 結晶表面に電荷が蓄積している時の光強度を I とすると、表面電荷密度 σ は次の式で表わされる。

$$\sigma = (I - I_r) \frac{2}{I_0} \frac{1}{k} \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_{BSO}}{a_{BSO}} \times \alpha$$

ここで、 $k=2m_0^3 r_{41}/\lambda$ であり、 λ は入射光線の波長、 n_0 は屈折率 $(n_0=2.54)$ 、 r_{41} は電気光学係数 $(r_{41}=5 \text{ pm/V})$ 、 ε_{BSO} は BSO 結晶の比誘電率 $(\varepsilon_{BSO}=56)$ 、 α は電気力線を考慮した補正係数である。

結果:図1にBSO 結晶の厚さが300 μ m(a)と700 μ m(b)の時の表面電荷密度を示す。最大放電電流を20 mA 一定とし測定した結果、BSO 結晶の厚さが300 μ m の表面電荷密度の最大値は4.7 nC/cm²、最小値は-4.7 nC/cm²であった。BSO 結晶の厚さが700 μ m の時、表面電荷密度の最大値は5.2 nC/cm²、最小値は-4.8 nC/cm²であった。この結果より、BSO 結晶の厚さの違いによる表面電荷密度に変化がないことが分かる。図2にBSO 結晶の厚さが300 μ m(a)と700 μ m(b)の二つの放電セルを同条件下で撮影した画像を示す。一番輝度値の高いスポットに着目し比較すると、スポットの大きさが(a)では0.342 mmに対し、(b)では0.379 mmとBSO 結晶が厚いほどスポットが大きくなっている。これは、BSO 結晶内の電気力線の広がりによるものと考えられる。





(a) a_{RSO} =300 µm



Fig. 1. Surface charge density

 $a_{\rm BSO}$ =300 μm (b) $a_{\rm BSO}$ =700 μm Fig. 2. ICCD images of light emission

参考文献

[1] L. Stollenwerk, J. G. Laven, and H.-G. Purwins: PHYSICAL REVIEW LETTERS, 255001 (2007) PP. 1-4 [2] N. Takeuchi , T. Hamasaki , K. Yasuoka , T. Sakurai: Journal of Electrostatics 69 (2011) 87-91