

転写モールド法微小突起型陰極アレイの紫外線発光特性の評価

UV emission characteristics of Transfer Mold micro-protrusion cathode arrays

静岡大電研 [○]文 宗鉉, 清水 皓介

Shizuoka Univ., Res. Inst. Electronics, [○]Jonghyun Moon, Kosuke Shimizu

E-mail: moon.jonghyun@shizuoka.ac.jp

【はじめに】紫外線光源として応用されている誘電体バリア放電デバイスやマイクロホローカソード放電デバイスなどには、平行平板型や同軸円筒型等、いずれも電極の放電面は平面型であり、それにより局所的な異常放電の発生する可能性がある。本研究では、陰極表面形状を微小突起型にすることにより高効率・高発光強度紫外線源の実現を目指している。表面の微細加工には、先端の先鋭性、形状の均一性、再現性、材料の選択性に優れる転写モールドエミッタアレイの作製方法を利用した [1]。転写モールド法微小突起型陰極アレイの突起のサイズによる誘電体バリア放電特性及び誘電体バリア放電による紫外線発光特性を評価した。

【実験方法】基底部長さ 1.6 μm 、10 μm 、30 μm の転写モールド法微小突起型陰極アレイを作製した。ITO 付き石英ガラスを陽極電極として、電極間距離は 500 μm とし、アルゴンガス分圧 2 kPa の条件で、2 kHz の交流電圧を陰極に印加しながら、誘電体バリア放電の評価を行った。また、誘電体バリア放電による発光を波長範囲 250–450 nm の分光器を用いて紫外線発光特性評価を行った。

【実験結果】放電開始電圧は、基底部長さが 1.6 μm 、10 μm 、30 μm の場合、それぞれ 169.7 V、166.1 V、162.6 V となり、平面型の放電開始電圧 176.8 V より 7.1–14.2 V 低い駆動ができた。基底部長さを 1.6 μm から 30 μm まで大きくすることで、電界集中係数が $1.7 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ から $7.4 \times 10^5 \text{ cm}^{-1}$ に約 4.3 倍増加し、局所的電界強度の増加した影響だと考えられる。図 1 に示した放電電荷密度は、基底部長さが 1.6 μm 、10 μm 、30 μm の場合、3.9 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 、4.4 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 、5.3 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ となり、平面型の 2.8 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ より 1.4–2 倍増加した。従って、突起の基底部長さの増加に伴い、先端付近の局所的電界強度が増加し、放電電荷密度が高くなり紫外線発光強度が 1.6–1.9 倍向上したと考えられる。

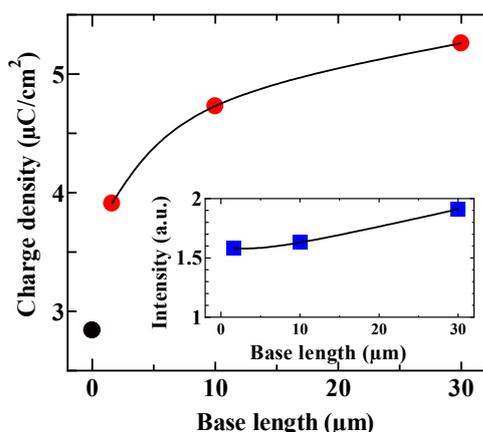


Fig. 1. Charge densities as a function of base-lengths of Transfer Mold micro-protrusion cathode arrays, compared with those of flat-type cathodes (●). (Inset is a relation between normalized intensities of UV emission spectra and base-length.)

図 1 に示した放電電荷密度は、基底部長さが 1.6 μm 、10 μm 、30 μm の場合、3.9 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 、4.4 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 、5.3 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ となり、平面型の 2.8 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ より 1.4–2 倍増加した。従って、突起の基底部長さの増加に伴い、先端付近の局所的電界強度が増加し、放電電荷密度が高くなり紫外線発光強度が 1.6–1.9 倍向上したと考えられる。

【結論】局所的電界強度の増加により平面型と比較して発光強度が 1.6–1.9 倍向上した。転写モールド法による作製した微小突起型陰極アレイを用いた誘電体バリア放電デバイスは、従来の平面型と比較して高効率・高発光強度をもつ紫外線源を実現する可能性を示した。

[1] 清水皓介他、2019 年第 80 回応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集、18a-E318-12 (2019).