

Graphene/h-BN/n-Si 積層構造からの単色電子放出機構

Mechanism of highly monochromatic electron emission from a graphene/h-BN/n-Si stacked structure

産総研¹, 筑波大数理², °村上勝久^{1,2}, 猪狩朋也^{1,2}, 長尾昌善¹, 佐々木正洋², 山田洋一²

AIST¹, Univ. Tsukuba² °Katsuhisa Murakami^{1,2}, Tomoya Igari, Masayoshi Nagao, Masahiro Sasaki,

Yoichi Yamada

E-mail: murakami.k@aist.go.jp

Metal/Oxide/Semiconductor (MOS) 構造の平面型電子放出デバイスは、電子の量子力学的トンネリングと加速をデバイス内部で行うため動作環境に真空を必要としない。この特徴により、従来の電界放出電子源と異なり、10 P 程度の低真空、大気圧ガス中、液体中でも動作することが可能であり、従来の電子線源では実現不可能な様々な応用が期待できる。しかしながら、MOS 構造の平面型電子放出デバイスは、下部半導体基板から絶縁層内部にトンネリングした電子が、酸化膜と上部金属中での電子の非弾性散乱によりエネルギーが低下するため、放出電子のエネルギー分布が 1 eV 以上に広がってしまう。

我々の研究グループでは、MOS 構造の平面型電子放出デバイスの上部金属電極および絶縁膜中での電子散乱の抑制による放出電子のエネルギー単色化を目的として、上部電極に電子の非弾性散乱断面積が小さく原子レベルの薄膜化が可能なグラフェンを、絶縁層にグラフェンと類似した結晶構造の絶縁体である六方晶窒化ホウ素(h-BN)を用いた Graphene/h-BN/n-Si 積層構造の平面電子放出デバイスの開発を推進している[1]。これまでに、Graphene/h-BN/n-Si 積層構造を用いることで、放出電流密度 9 A/cm^2 以上と放出電子のエネルギー幅 0.18 eV (半値幅) を達成した[2]。これは、従来最もエネルギー単色性の高い電子顕微鏡用の電子銃であるタングステン冷陰極のエネルギー幅(0.3 eV)を凌駕するエネルギー単色性である。

今回、Graphene/h-BN/n-Si 積層構造中での電子の非弾性散乱を取り入れた放出電子のエネルギー分布の計算結果と実験結果を比較することにより、Graphene/h-BN/n-Si 積層構造からの単色電子放出機構を明らかにしたので報告する。

【参考文献】

1. K. Murakami et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces* **12**, 4061 (2020).
2. T. Igai et al., *Phys. Rev. Applied* **15**, 014044 (2021).