

低真空・低電圧で動作するグラフェンを用いた高効率平面型電子源 High efficiency planar type electron source using graphene operable at low vacuum and low voltage conditions

産総研¹, 筑波大数理², 物材機構³, 静岡大⁴, 横浜国大⁵, ○村上勝久^{1,2,3}, 宮路文司⁴, 古家遼⁵, 安達学², 飯島拓也², 長尾昌善¹, 根本善弘³, 竹口雅樹³, 鷹尾祥典⁵, 山田洋一², 佐々木正洋², 根尾陽一郎⁴, 三村秀典⁴,

AIST¹, Univ. Tsukuba², NIMS³, Sizuoka Univ.⁴, YNU⁵ ○Katsuhisa Murakami^{1,2,3}, Joji Miyaji⁴, Ryo Furuya⁵, Manabu Adachi², Takuya Iijima², Masayoshi Nagao¹, Yoshihiro Nemoto³, Masaki Takeguchi³, Yoshinori Takao⁵, Yoichi Yamada², Masahiro Sasaki², Yoichiro Neo⁴, Hidenori Mimura⁴

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

MOS(Metal/Oxide/Semiconductor)構造を用いた平面型電子放出素子[1,2]は、従来の針状陰極構造を有する冷陰極素子[3]に比べて、低電圧で動作可能、既存の半導体プロセスで作製可能、動作可能な真空度の制約が少ない、面放出であるなど様々な特徴を有している。上述の特徴から、平面型電子放出素子アレイを用いたフィールドエミッションディスプレイ[4]や光電変換膜と組み合わせた高感度撮像素子[5]などが提案されている。しかしながら、電子取り出し効率の低さが MOS 型電子放出素子の実用化を妨げている。MOS 型電子放出素子では、酸化膜を走行した電子のうち、最上層の金属電極を貫通した電子だけが真空中に放出されるが、酸化膜を流れる電流の大部分はその過程で非弾性散乱によりエネルギーを失い、金属電極で回収されダイオード電流となるため、電子の取り出し効率は通常 0.002% 程度である。電子取り出し効率の上部金属電極膜厚依存性の評価から、酸化膜厚を最適化（酸化膜厚 4 nm 程度）した MOS 構造において金属電極での電子散乱を完全に抑制すると、電子取り出し効率を 2~3 % 程度まで改善できると予測されているが[1, 2]、上部電極の膜厚を 2~3 nm 以下にすると低抵抗な連続膜を成膜することが難しいため、更なる上部電極の薄膜化は困難であった。グラフェンは原子 1 層 (0.35 nm) の炭素原子のみで構成される 2 次元の導電体[6]であり、電子の散乱断面積は金属よりも小さいため、電子の散乱をほぼ無視することができ、電子取り出し効率の向上が期待できる。我々の研究グループでは、独自の熱 CVD 手法[7]を用いて酸化膜上へ直接グラフェンを成膜することにより GOS(Graphene/Oxide/Semiconductor)構造の電子放出デバイスを試作し、電子放出効率と放出電流密度が従来の上部電極に金属を用いた平面型電子放出素子と比較して 100 倍以上向上することを明らかにした[8]。本発表では、GOS 構造の電子放出源に関する最近の進展を報告する。

参考文献

- | | |
|--|---|
| [1] K. Yokoo et al., J. Vac. Sci. Technol. B 12 , 801 (1994). | [7] K. Murakami et al., Appl. Phys. Lett. 106 , 93112 (2015). |
| [2] K. Yokoo et al., J. Vac. Sci. Technol. B 14 , 2096 (1996). | [8] K. Murakami et al., Appl. Phys. Lett. 108 , 083506 (2016). |
| [3] M. Nagao et al., Microelectron. Eng. 132 , 14 (2015). | |
| [4] T. Kusunoki et al., J. Vac. Sci. Technol. B 30 , 041202 (2012). | |
| [5] N. Negishi et al., J. Vac. Sci. Technol. B 26 , 711 (2008). | |
| [6] K. S. Novoselov et al., Science 306 , 666 (2004). | |