

課題番号 : F-19-AT-0047
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 超小型衛星用推進機への応用に向けた平面型グラフェン電子源の大電流化
 Program Title (English) : Increasing Electron Emission Current of a Planar Type Emission Device with Graphene electrodes for Cathodes of a Ion Thruster on Nanosatellites
 利用者名(日本語) : 古家遼^{1,2)}
 Username (English) : R. Furuya^{1,2)}
 所属名(日本語) : 1) 横浜国立大学大学院理工学府機械・材料・海洋系学科, 2) 産業技術総合研究所
 Affiliation (English) : 1) Yokohama National University, Department of Mechanical Engineering, Materials Science, and Ocean Engineering, 2) AIST
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, MOS, グラフェン

1. 概要(Summary)

超小型衛星への推進機として搭載可能で、推進剤の利用効率の高いイオンエンジンには、中和器と呼ばれる電子放出デバイスが必要である。従来はホローカソード^[1]やマイクロ波放電式中和器^[2]が使用されてきたが、より小型で低電力駆動可能な電子源が求められている。本研究では、ナノプロセッシング施設のマスクレス露光装置を利用して、MOS型電界放出電子源の上部電極にグラフェンを用いて電子放出効率と電流密度双方を向上した平面型素子(平面型グラフェン電子源)を作製した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 マスクレス露光装置

【実験方法】

Fig. 1 に平面型グラフェン電子源の構造を示す。マスクレス露光装置を用いて電子放出エリアをパターンニングし、シリコンウェハの表面にドライ熱酸化により極薄の SiO₂ を形成し、CVD 法によりグラフェンを直接合成した。その後、グラフェンへの導通を取るためのコンタクト電極として Ti / Ni を蒸着した。今回は、10 nm の SiO₂ 上に、メタンを分解することでグラフェンを合成した。また、50 μm 角の放出面積を 400 個並べることで、放出電子電流の増大を図った。真空チャンバーにて放出される電子電流の測定を行った。回路全体を流れる全電流量 I_C に対する放出される電子電流量 I_A の割合を放出効率 η として算出することで性能を評価した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 2 に作製した素子の印加電圧に対する放出電子電流量を示す。この素子では、最高効率 30.4 %、最大放出電子電流 425 μA を達成し、従来の 100 倍以上の性能向上に成功した。

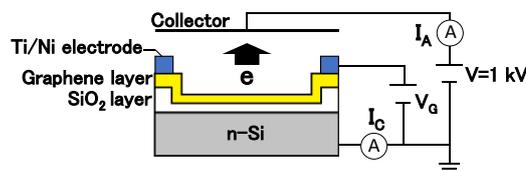


Fig. 1 Planar Type Emission Device with Graphene electrodes.

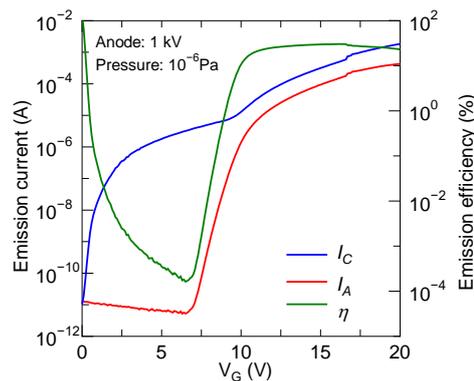


Fig. 2 I-V characteristics.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

- [1] Dan M. Goebel, et. al, Journal of Propulsion and Power, Vol. 23, No. 3 (2007)
- [2] N. Yamamoto, Y. Hiraoka, H. Nakashima, 33rd IEPC, 2013

・共同研究者: 村上勝久 (産業技術総合研究所)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 古家遼, 村上勝久, 長尾昌善, 鷹尾祥典, The 36th International Electric Propulsion Conference, 令和元年 9 月 15 日~20 日.
- (2) 古家遼, 村上勝久, 長尾昌善, 鷹尾祥典, 第 62 回宇宙科学技術連合講演会, 令和元年 11 月 6 日~8 日.

6. 関連特許(Patent)

なし。