

オリフィスを用いたマイクロホローカソード放電の特性と電子ビームの形成 Characteristics of micro hollow cathode discharge with orifice and formation of electron beam

中村耀、井野陽介、加藤雅之、川崎竜司、
高原優、藤田朗人、山縣宥介、渡部政行

NAKAMURA Hikaru, INO Yosuke, KATO Masayuki, KAWASAKI Ryuji,
TAKAHARA Yutaka, HUIJITA Akito, YAMAGATA Yusuke, WATANABE Masayuki

日大院量子, QST, Nihon Univ.

電子ビームを発生する装置を総称して電子ビーム源と呼ぶ。一般的な電子ビーム源では熱陰極から熱電子放出によって生成された熱電子を利用し、その電子を電場等で加速することで電子ビームを形成する。熱陰極の素材には熱電子の生成能力は高くするために融点が高く仕事関数が低いものが使用される。そのため、金属であればタングステンが、化合物であれば六ホウ化ランタン (LaB₆) や六ホウ化セリウム (CeB₆) などが一般的に用いられてる[1]。しかしながら、熱陰極は熱電子を生成するために高温状態まで加熱する必要があるため、長くても1000時間程度の寿命となる点が問題であった。

本研究ではプラズマ放電を電子の発生源に応用した耐久性の高い電子ビームの開発を行っている。同様な研究として、宇宙空間では気体放電によって生成したプラズマ中の電子を利用した電子ビーム源の研究開発例がある。地上においてもプラズマ放電を電子ビーム源に応用することができれば、電子ビームを応用した既存の装置の寿命を大幅に延ばすことが可能となる。しかしながら、プラズマ放電を形成するためには一定以上の気体圧力が必要となり、そのためガス充填領域と電子ビーム形成領域の気圧の制御が重要となる。

プラズマ放電を利用した電子ビーム源では放電を形成するための気体が電子ビーム形成領域へ流出してしまうことが問題となる。これを解決するために、気体の流出量を減らすことを目的として直径0.3mmの単孔オリフィスをガス充填領域と電子ビーム形成領域との境界に設置した。また、オリフィス内で放電を形成しプラズマを生成できるように設計を行い、電子ビーム形成領域へ電子を直接供給できる構造にした。オリフィスの形状は円筒状であるため、マイクロホローカソード放電[2]を形成するこ

とができる。そのためオリフィス内に生成されるプラズマは平行平板で生成した通常のプラズマよりも高密度なものとなり[3]、多くの電子を供給することが可能であると考えられる[4]。

現時点で直径0.3mmの単孔オリフィスを使用した場合でのオリフィス内での放電の形成、および生成されたプラズマからの電子ビームの定常的な形成を確認している。電子ビームの形成結果をFigure 1に示す。ガス充填領域圧力が2kPaから10kPaまでの範囲で実験を行ったが、この範囲での放電は電極間電圧が400V程度のグロー放電であることも確認された。

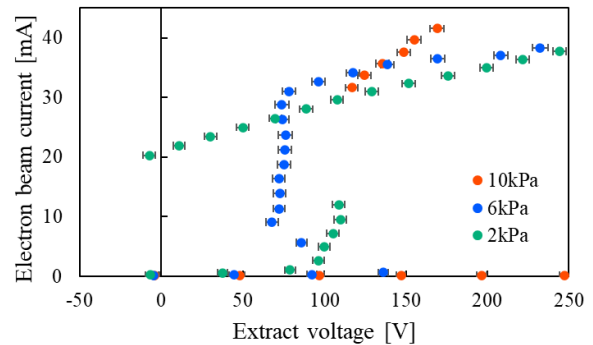


Figure1 Results of electron beam extraction using a micro hollow cathode discharge

参考文献

- [1] Mahmoud Bakr, M. Kawai, T. Kii, H. Zen, K. Masuda, and H. Ohgaki, *J. Appl. Phys.* **117**, 064503, 2015.
- [2] K. H. Schoenbach, F. E. Peterkin, and R. Verhappen, *IEEE Int. Conf. Plasma Sci. Madison, WI, United States*, 1995.
- [3] G. J. Kim, F. Iza, and J. K. Lee, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **39**, 4386, 2006.
- [4] H. Nakamura, and M. Watanabe, "Design and development of plasma window using microhollow cathode discharge", *Plasma Fusion Res. letter*, to be published.