

マイクロホローカソードで生成したプラズマウィンドウを用いた  
高真空空間で利用可能なプラズマ源の開発

**Development of plasma source using a plasma window  
generated by a micro hollow cathode available in high vacuum space**

中村耀<sup>1)</sup>、服部邦彦<sup>1)</sup>、渡部政行<sup>2)</sup>

NAKAMURA Hikaru<sup>1)</sup>, HATTORI Kunihiko<sup>1)</sup>, WATANABE Masayuki<sup>2)</sup>

1) 日工大、2) 日大

1) Nippon Institute of Technology, 1) Nihon Univ.

プラズマウィンドウとは真空空間と大気圧空間を繋ぐインターフェースとして、1995年にブルックヘブン国立研究所のHershcovitchによって考案された技術である[1]。この技術では、真空空間と大気圧空間を隔てる管内をプラズマで満たすことで、Hagen-Poiseuilleの式から説明される管内を通過する気体の流量を抑制する働きと、理想気体の状態方程式から説明される管内部と外部との間に圧力差を発生させる働きによって、プラズマで隔てた二つの空間に圧力差を発生させることができる[1]。

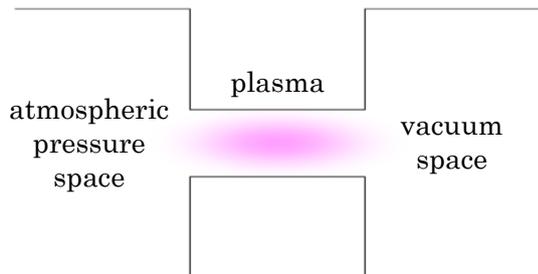


Fig.1 Schematic diagram of a plasma window

本研究ではプラズマウィンドウを本来の使用用途である荷電粒子を通過させる窓[2-3]ではなく、プラズマウィンドウそのものが高真空度の空間に直接接触しているプラズマであるという特徴を利用した、高真空空間で利用可能な直流プラズマ源の開発を目指している。

このプラズマ源をより真空度の高い空間で利用するためには、プラズマウィンドウとしての働きで発生する圧力差を大きくする必要があり。先に説明した圧力差発生の一因の一つであるHagen-Poiseuilleの式は次式で表される[4]。

$$Q = \frac{\pi r^4}{8\mu L} (p_p - p_v)$$

ここで $Q$ はプラズマウィンドウを通過する流体の体積流量、 $r$ はプラズマウィンドウの半径である。 $Q$ は $r$ の4乗に比例するため、半径を小さくすることで通過する流量を抑制でき、発生する圧力差を大きくすることができる。

上記の理由から、本研究では写真のような300 $\mu$ mの孔をあけた電極を利用したマイクロホローカソード放電によって、マイクロサイズの半径のプラズマウィンドウを形成する。単孔電極の他に、流量に対する荷電粒子の供給性能に優れるが、エミッタンスが低くなると思われる多孔電極も制作した。発表では、これらの電極で形成されたプラズマウィンドウで発生した圧力差等の圧力に関するパラメータの調査報告を行う。



Fig.2 Pictures of electrodes  
(left: single hole, right: multi hole)

#### 参考文献

- [1] A. Hershcovitch, J. Appl. Phys. **78**, 5283, 1995.
- [2] B. F. Bohlender, A. Michel, J. Jacoby, M. Iberler and O. Kester, Phys. Rev. Accel. Beams **23**, 013501, 2020.
- [3] N. Ikoma, Y. Miyake, M. Takahashi, H. Okuno, S. Namba, K. Takahashi, T. Sasaki and T. Kikuchi, Plasma Fusion Res. **14**, 1206148, 2019.
- [4] L. D. Landau and E. M. Lifshitz, *Fluid Mechanics volume 6 Second Edition*, 53, 1987.