

ホローカソードプラズマ中の電子を利用した電子ビーム源の開発

Development of an electron beam source utilizing electrons in hollow cathode plasma

○中村耀¹, 渡部政行²*Hikaru Nakamura¹, Masayuki Watanabe²

Generally used electron beam sources use thermionic emission as a source of electrons. The disadvantage of electron supply by thermionic electrons is that metal parts, which are the electron supply source, are severely-degraded and their durability becomes poor. In order to solve the thermal defects of such electron sources, to develop an electron beam source which applies the plasma discharge to the supply of electrons to the electron beam is the main subject of this research. In our electron beam device, a hollow cathode discharge is applied to the electron source of the electron beam source. The hollow cathode discharge is able to generate a high density plasma inside the hollow cathode cavity. The final goal of this research is to develop a high energy and durable electron beam source using electrons in hollow cathode plasma.

電子ビームとは、電場または磁場を使用して電子を加速および収束させ、エネルギーと軌道を制御する電子の流れである。電子ビームは、イオンを加速してビームにしたイオンビームと合わせて、荷電粒子ビームと総称される。現在、透過型電子顕微鏡 (TEM) や走査型電子顕微鏡 (SEM) などの電子顕微鏡や、宇宙機に搭載されているイオンスラスタの中和装置に使用されている。この電子ビームを形成する装置を電子ビーム源と呼ぶ。

一般的に使用される電子ビーム源は、電子源として熱電子放出を使用している。^[1]熱電子による電子供給の欠点は、電子供給源である金属部品が著しく劣化し、耐久性が低い点である。本研究では、電子源の熱的欠陥を解決するために、電子の供給源にプラズマ中の電子を利用する電子ビーム源を開発を行っている。また、プラズマ放電部には一般的な平行平板電極ではなく、陰極を中空円筒状にしたホローカソード放電を利用している。この放電ではホローカソードの中空領域に通常よりも高密度、かつ電子豊富なホローカソードプラズマを生成することが可能である。^[2]本研究の最終的な目標は、ホローカソードプラズマ中の電子を利用した大電流かつ耐久性の高い電子ビーム源の開発である。

新しく設計された電子ビーム源の電極部分の概略図を右図に示す。この装置の最大外径は $\phi 36$ mm である。この装置を真空容器内に設置し排気、その後放電ガスを注入し実験を行う。電子ビームの形成手順としては、最初にホローカソードとアノードとの間に高電圧(~ 1 kV)を定期的に印加することで放電を形成、プラズマを生成する。そのプラズマ中の電子をアノードと引出電極間に印加した電圧によって引き出すことで電子ビームを形成する。形成した電子ビームを引出電極後方に存在するファラデーカップで捕捉し、電子ビーム電流の測定を行う。

また、本研究ではトリプルプローブを用いたホローカソードプラズマのパラメータ測定を行っており、それらのパラメータと電子ビーム電流との間にどのような関係性があるのかも現在調査中である。

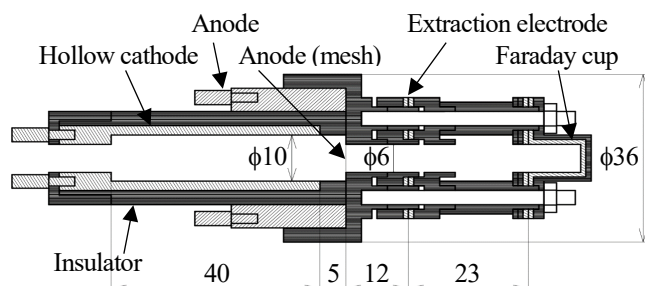


Figure 1. Schematic drawing of an electron beam

参考文献

[1] SAEKI Koichi, Hot-Cathode Discharge Plasmas, J. Plasma Fusion Res. Vol.79 1242-1248. No.12, 2003.

[2] R. Mavrodineanu, Hollow Cathode Discharges - Analytical Applications, Journal of Research of the National Bureau of Standards. 89, 1984

1 : 日大院量子 Graduate School of Quantum Science and Technology, Nihon University

2 : 日大量科研 Institute of Quantum Science, Nihon University