

NBI用多孔電極の放電メカニズムの解明

明石圭祐^{1,*}, 小島有志², 石田諒¹, 花田磨砂也², 山納康¹

¹ 埼玉大学

² 日本原子力研究開発機構

1. はじめに

日本原子力研究開発機構(JAEA)では核融合発電炉の早期実現を目指して、プラズマを加熱する中性粒子入射装置(Neutral Beam Injector)の心臓部である負イオン源の高エネルギー化のための研究を行っている。これまでに、負イオン源の加速電極間のギャップ長の伸長により真空耐電圧を改善し、500keVの負イオンビームの生成に成功しているが、過度のギャップ長の伸長はビーム光学の劣化を招くため、負イオン源の耐電圧の改善および高安定性のためには、真空中の絶縁破壊現象のさらなる理解が必要不可欠である。

これまでの研究より、真空耐電圧は電極の面積や孔数に依存することが明らかになっており、局所高電界分布が耐電圧を劣化させることが分かっている^[1]。しかし、真空中の絶縁破壊現象は局所的な現象であり、局所高電界分布が絶縁破壊を引き起こす物理機構を明らかにするためには、より局所的な計測による絶縁破壊の理解が必要である。そこで、真空ギャップに電圧を印加すると暗電流が流れることに着目し、この暗電流が絶縁破壊のトリガーとなっていると考え、暗電流分布と電界分布の関係、耐電圧と局所暗電流密度の関係から電界分布が耐電圧に与える影響の物理機構を調べた。

2. 実験装置・方法

今回、JAEA 那珂核融合研究所の耐電圧試験装置(直流印加電圧-300kV, 電流 10mA)を用いて、電界分布と電流分布の関係を明らかにする実験を行った。陰極に設けた加速電極の49孔のエッジに0.2 mmの面取り加工を施すことにより電界放出電子電流を発生させて、陽極に電流分布を計測するための計測器を配置した。電流分布を計測する方法として、セラミックの電子衝突励起による発光(カソードルミネッセンス)を可視カメラで2次元計測する手法を考案し、その発光強度を電氣的に計測した電流値と比較して電流分布を算出した。

3. 実験結果および考察

図1に陽極で観測された発光分布を示す。図中の格子状に点在している発光が、陰極から放出された電子による発光である。この発光強度分布から算出した電流密度分布は、陰極の電界分布から計算した電界放出電子による電流密度とよく一致した。この電流密度と絶縁破壊確率の関係を調べた結果を報告する。

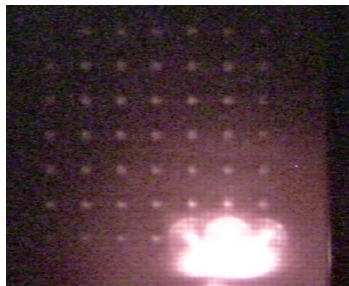


図1 放電時の発光

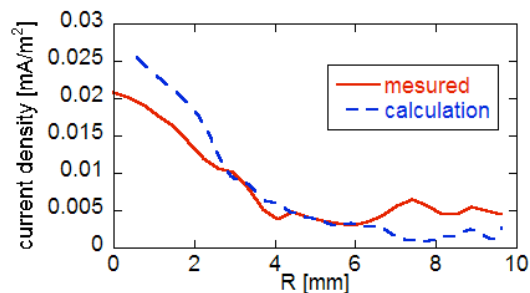


図2 陽極表面上の暗電流密度の比較

・参考文献

- [1] A.Kojima, M.Hanada, Ahmad Hilmi Bin Mustaffa Kamal, Hirochika Haruyama, Yasushi Yamano, Shinich Kobayashi, "Vacuum insulation characteristics of the large negative ion source with the multi-aperture grids", Proceedings of the workshop on the discharge, ED-12-036(2012)