

大直径水素イオン性プラズマの生成と静電波の伝搬特性

Generation of large-diameter hydrogen ionic plasma and propagation characteristics of electrostatic waves

岡田義久, 寺戸悠真, 津山亮太, 濱本康平, 松井悠太郎, 大原渡
Y. Okada, Y. Terado, R. Tsuyama, K. Hamamoto, Y. Matsui, W. Oohara

山口大
Yamaguchi Univ.

1. 研究目的

水素正負イオンから構成される水素イオン性プラズマを生成して, 外部励起波動の伝搬特性を明らかにすることが目的である. ここでアルミニウム製プラズマグリッド(Al-PG)を通過したプラズマに, 制御グリッド(CG)によって直流の引出電場を印加すると, 崩壊が発生して電子が現れるため, 水素イオン性プラズマにならないことが問題であった. ここでは, CG に高周波電圧を印加して, 高周波電場による崩壊特性について調べた.

2. 実験方法

熱陰極直流アーク放電で生成された水素プラズマを, 電子偏向磁場が印加されたテーパ構造のAl-PGへ照射した(図1). Al-PG (V_{PG} 印加)の下流側にCGと波動励起グリッドEXC(ここでは0V一定)が設置されている. プラズマ中心部にも電場が十分印加されるように, 50 meshのグリッドがCGに取り付けられている. Al-PG/CG間とCG/EXC間に高周波電場が印加された. Al-PG前面($z = -3.6$ cm)とCG裏面($z = 0.5$ cm)に, それぞれ直交する B_d^{PG} と B_d^{CG} の電子偏向磁場が印加されている. 軸方向へ掃引できるラングミュアプローブによって, 高周波電場が崩壊に及ぼす影響について調べた.

3. 研究結果

高周波電場の印加に伴う, $z = 3, 7, 11$ cm にお

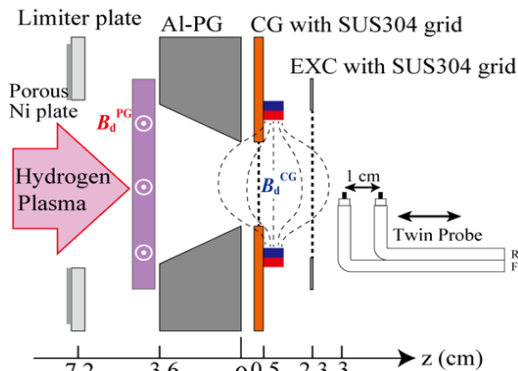


図1: 静電波測定用電極配置図と磁束密度分布.

る下流プラズマの特性について調べた. 高周波振幅 $V_{CG}^{PP} = 4$ V, オフセット電圧 $V_{CG}^{offset} = 0$ V の高周波電圧をCGに印加した場合に, 正負飽和電流 $I_{p\pm}$ を測定した. I_{p+} と正負飽和電流比 $|I_p/I_{p+}|$ の周波数スペクトルを, 図2に示す. I_{p+} はプラズマ密度に比例しており, 下流ほど I_{p+} が減少していることから, プラズマは拡散によって密度が減少していると考えられる. また, 下流ほど $|I_p/I_{p+}|$ は増加しており, 下流域で崩壊しているといえる.

$V_{CG}^{PP} = 0$ V (高周波電場を印加していない) の I_{p+} は高周波電場を印加する場合より大きく, 高周波電場を印加すると正イオンの通過は制限される. 30 ~ 200 kHz の周波数帯では正イオンは通過しやすく, 無高周波電場の場合と電流比に近い. Ponder-motive 力は磁力線垂直方向に働き, サイクロトロン周波数近傍で沿磁力線方向の荷電粒子の動きを妨げる. ここでは, イオンは磁力線を横切って流れているため, Ponder-motive 力が働くと逆に通過しやすくなり, 電子のサイクロトロン周波数は大きく異なるため, Ponder-motive 力の影響をほとんど受けないと考えられる. 主要正イオン種 H_3^+ のサイクロトロン周波数が 70 kHz, 140 kHz となる磁束密度は 14 mT と 28 mT である. CG/EXC 間の異なる半径位置で通過しやすくなっている可能性を考えている.

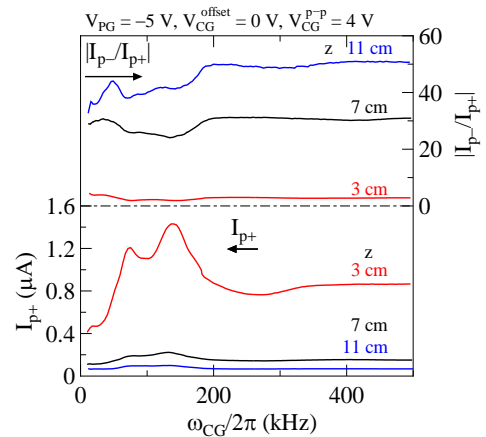


図2: 高周波電場の印加に伴う下流プラズマの周波数依存性.