

カusp型直接エネルギー変換器における高密度プラズマの荷電分離に関する研究

Studies on Charge Separation of High Density Plasma in a Cusp-type Direct Energy Converter

西村 圭司¹, 川口 貴史¹, 竹野 裕正¹, 八坂 保能¹, 市村 和也², 中嶋 洋輔²
 K. Nishimura¹, T. Kawaguchi¹, H. Takeno¹, Y. Yasaka¹, K. Ichimura², Y. Nakashima²

¹ 神戸大工, ² 筑波大プラズマ研究センター

¹ Kobe Univ., ² Univ. of Tsukuba

1. 背景/目的

核融合直接発電は次世代の発電方式として期待されており, NASAにおいても研究がなされている[1]. 直接発電で有望とされるD-³He核融合炉からは電子, 熱化イオン, プロトンといった電荷極性及びエネルギーの大きさが異なる荷電粒子が流出する. これらを分離する役割を持つカusp型直接エネルギー変換器(Cusp-DEC)に関するこれまでの研究では, 低密度プラズマ($10^{12} \sim 10^{13} \text{ m}^{-3}$)での模擬実験で良好な分離性能を示しており, また高密度プラズマ($10^{13} \sim 10^{15} \text{ m}^{-3}$)での分離性能の検証も行われてきた[2]. しかし実際のD-³He核融合発電でCusp-DECに流入するプラズマ密度は 10^{16} m^{-3} 程度と推定されている. 本研究では, ガス供給をパルス化することで 10^{16} m^{-3} オーダーのプラズマを生成し, それを用いた分離実験を目指しており, その結果を発表する.

2. 実験装置

実験は図1のようなCusp-DEC模擬実験装置を用いて行った[2]. コイルA, Cに電流 I_{AC} , コイルBに I_{AC} とは反対方向の電流 I_B を流すことで傾斜カusp磁場が生じる. このカusp磁場は I_B / I_{AC} を大きくするほどPlate2側へ傾くため, 適当な磁場傾斜にすることで, プラズマ中の電子は軌道を曲げられてPlate2で回収され, イオンはポイントカusp側に設置されたPlate3+4にて捕集される. 今回はガスバルブにピエゾバルブを導入してガスの供給をパルス化した. プラズマはRF生成しているが, RFのパルス幅やデレイ, ガスのパルス幅を適切な条件に設定することで, カusp領域を低圧に保ったまま高密度のプラズマを生成できることがこれまでの研究で分かっている.

3. 実験結果

図2は $I_B / I_{AC} = 0, 0.33, 0.66$ とした時の

Plate3+4における電圧電流特性を示している. 正バイアスによる電子電流の飽和は, 測定電源の供給電流限界によるものと思われる. V_{3+4} が負から正に変化するにつれて検出される電流の変化はカusp磁場傾斜によって違いがみられるはずだが, 今回は I_B / I_{AC} が0.33と0.66では測定電流の変化に違いがみられなかった. これはカusp磁場による荷電粒子の分離性能が低下している可能性を示している. 講演では, より詳しい分離実験の結果を発表する.

なお, 本研究はNIFSの双方向型共同研究(NIFS10KUGM047)の援助を受けた.

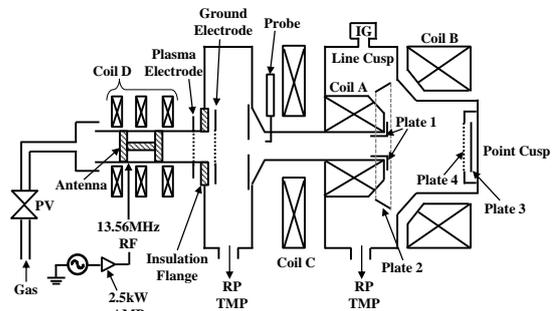


図1: Cusp-DEC模擬実験装置断面図

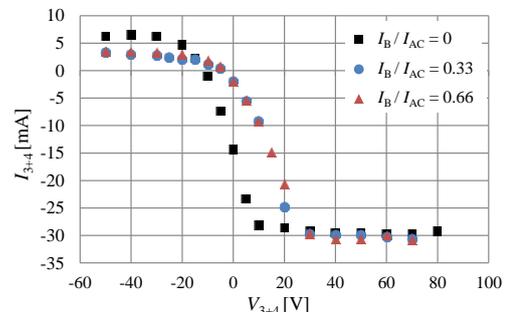


図2: Plate 3+4における電圧電流特性

- [1] J. Scott, "Spacecraft Applications for Aneutronic Fusion and Direct Energy Conversion," 14th US-J IECF Workshop (2012).
 [2] Y. Munakata, et al., Plasma and Fusion Res., Vol.7, 2405071 (2012).