

水素／希ガス混合プラズマのシース電界に対する希ガス種の影響

Effect of rare gas species on sheath electric field in hydrogen-rare gas mixture plasmas

北海道大学大学院工学院, (M2)川上 皓太郎, 西山 修輔, 佐々木浩一

Hokkaido Univ., Kotaro Kawakami, Shusuke Nishiyama, and Koichi Sasaki

E-mail: kawakami@athena.qe.eng.hokudai.ac.jp

緒言 シースの電界構造はプラズマ物理学における古くからの課題だが、現実のプラズマプロセスの条件で形成されるシースの電界構造には依然として未解明な問題が多く残っている。これは、これまでに高励起状態のシュタルク効果を利用したいくつかの電界計測法が研究されてきたものの、様々なプラズマに適用できる使いやすい方法が存在していなかったからである。我々は、水素原子のバルマー α 線のシュタルク効果を飽和吸収分光法により計測することでシース電界を求める方法を開発し、本研究に適用した。本講演では、水素と希ガスの混合プラズマにおけるシース電界構造が希ガス種によってどのように異なるかを調べた結果を報告する。

実験 水素原子のバルマー α 線の微細構造スペクトルを飽和吸収分光法で計測し、 $2P_{3/2}$ - $3D_{3/2}$ 遷移と $2P_{3/2}$ - $3D_{5/2}$ 遷移のピーク間隔がシュタルク効果によって変化することを利用して電界を求めた。飽和吸収分光法はドップラーフリーの波長分解能を持つため、バルマー α 線のような低励起準位間の遷移であってもシュタルク効果によるスペクトル変化を検出できる。内部アンテナ型ICPプラズマ源に周波数13.56 MHzのRF電源から1 kWの電力を供給してプラズマを生成した。バルマー α 線は光学的に薄いので、RF電力を20 kHzでパルス放電し、ロックインアンプを用いて20 kHzの成分を抽出・増幅することにより吸収スペクトルを得た。位置の調整が可能な電極をプラズマ中に設置し、真空容器に対して-10 Vにバイアスした。計測に用いた波長可変半導体レーザー光と電極表面との間の距離を変化させて計測を行った。ガス圧20 mTorrの H_2 プラズマ、および、 H_2 分圧と希ガス分圧がともに20 mTorrの H_2/He 混合プラズマおよび H_2/Ar 混合プラズマで計測を行った。

結果および考察 Fig. 1に各種プラズマのシース部の電界構造を示す。 H_2 プラズマと H_2/Ar 混合プラズマに大きな違いはないが、 H_2/He 混合プラズマは電界強度が大きい領域が広い結果となった。ヘリウム混合プラズマは電子温度が高い可能性があり、その影響と考えられる。また、これまでに若干異なる条件で計測し得た結果では H_2/Ar 混合プラズマは H_2 プラズマよりもシースの電界が小さいという結果が得られており、プラズマ中に存在するイオン種の組成の違いを調べてその影響を検討する必要がある。

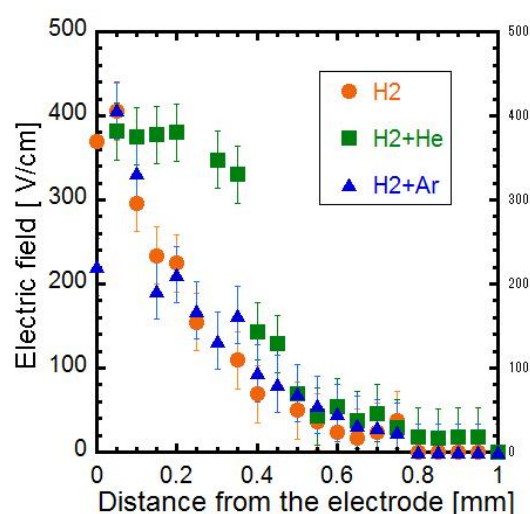


Fig.1 Electric field as a function of the distance from the surface of the electrode