

## ビーム法による ECR 多価イオン源内の空間電位計測

## Plasma Potential Measurement on ECRIS by Using Extracted Ion Beam

阪大院工, °熊倉翔, 今井洋太, 長家知生, 西岡田卓也, 佐藤文信, 加藤裕史, 飯田敏行

Osaka Univ., °S.Kumakura, Y.Imai, T.Nagaya, T.Nishiokada, F.Sato, Y.Kato, T.Iida

E-mail: kumakura@nf.eie.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】 ECR プラズマを用いたイオンビーム生成は、がん治療をはじめとした医学分野やイオンビーム注入といった半導体プロセス等多くの分野で応用が進められている。 ECR プラズマは比較的高電流で多価にわたるイオンのビーム生成が容易であるという特徴を持つ。 近年微細化が進む半導体プロセスにおいて、 ECR 多価イオン源ビームによるイオン注入は半導体表面上の極浅接合(shallow junction)形成には必要不可欠な技術である。 しかしその一方で ECR イオン源プラズマはイオンの体積生成ゆえにプラズマパラメータに依存してイオン源内部で空間電位( $V_s$ )が形成される。 そして数 100 eV~数 keV 程度の低エネルギーでの注入ではその  $V_s$  が注入装置のエネルギー制御(注入深さの精度)の面で無視できない。 また  $V_s$  の測定に関してもプローブによる一般的な手法ではプローブ自身によってプラズマに擾乱を起こすことが知られている。 そこで本研究では ECR 多価イオン源ビーム自身を用いてイオン源内の  $V_s$  を計測し、プローブにより計測した  $V_s$  との関係やイオン源内の圧力やマイクロ波パワー依存性についても調べる。

【実験及び解析方法】 Fig.1 に実験で用いたタンデム ECR 多価イオン源装置の第 1, 2 ステージ及びビームラインを示す。 本実験では第 2 ステージを用いる。 ECR イオン源は内径 160 mm, 長さ 1054 mm の真空容器と 2 つの大型ミラーコイル及び 4 つの永久磁石による多極磁場で構成されており、ミラー磁場の強度はコイル A, B, 補助コイル C に流す電流で変化させることが可能である。 マグネトロンで発生した 2.45 GHz のマイクロ波(最大 1.3kW)は矩形導波管同軸ウィンドウを通して装置上部のロッドアンテナから導入し、 ECR 現象を発生させプラズマを生成する。 使用ガスはアルゴン(Ar)である。 また装置中央に座標原点, ミラー磁場軸を  $z$  軸にとり,  $x = 0$  mm,  $z = -175$  mm の位置に設置した円筒プローブでプラズマ内部の計測を行う。 生成イオンは引き出し電極に電圧( $V_{HV}$ )を印加しビームとして引き出し、直後に設置した三枚の電極間の電位( $V_{E1}, V_{E2}$ )を調整、ビームの収束、発散を制御する。 その後分析磁石の磁束密度( $B_{\perp}$ )を調整し、 $90^{\circ}$  偏向で質量分析を行い、ビームライン後端のファラデーカップ(FC<sub>end</sub>)で電流値と CSD を計測する。 通常のビーム計測では  $V_{HV} = 10$  kV としている。  $V_{HV}$  と  $B_{\perp}$ 、そして各価数のイオンビームから求められる空間電位には  $B_{\perp}^2 = Km_i(V_s(q) + V_{HV})/q$  の関係がある[1]。  $q$  はイオンの価数,  $K$  は定数,  $V_s(q)$  はビームで求められる空間電位,  $m_i$  はイオン質量である。 本実験では  $V_{HV} = 0.5 \sim 3$  kV の範囲で変化させ  $B_{\perp}$  ( $B_{\perp}^2$ ) を計測し、  $V_{HV}$  と  $B_{\perp}^2$  に対し最小二乗法によるフィッティングを行い、オフセット値の  $V_s(q)$  を求める。

【実験結果】 Fig.2(a)は  $Ar^{q+}$  ビーム( $q = 1, 2, 4$ ) に対し計測した  $V_{HV}$  と  $B_{\perp}^2$  の関係並びに最小二乗法での 1 次関数フィッティングの様子を示す。 さらに Fig.2(b)ではオフセット付近の  $V_{HV}$  と  $B_{\perp}^2$  関係と  $V_s(q)$  ( $q = 1, 2, 4$ ) の値を示す。 この結果よりイオン源内の空間電位は 30~40 V であることが確認できる。 本講演では  $V_s(q)$  とプローブ計測での  $V_s$  との関係、また圧力やマイクロ波パワー依存性についても発表を行う予定である。

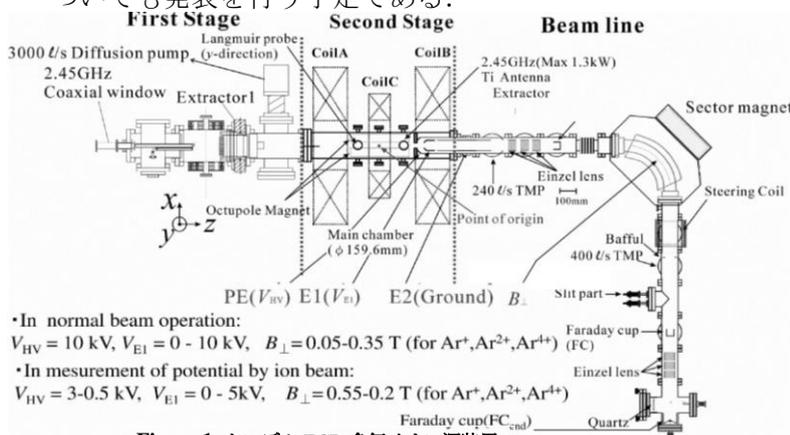
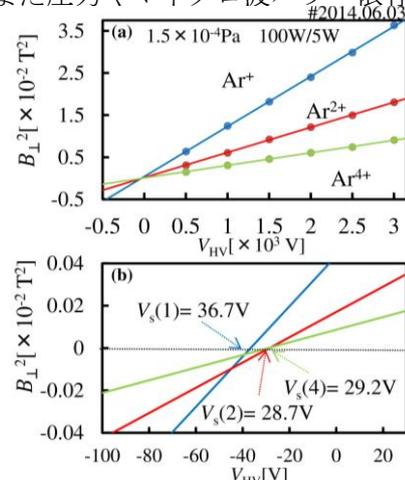


Figure 1 タンデム ECR 多価イオン源装置

[1] Z. Q. Xie and C. M. Lyneis, Rev. Sci. Instrum. 65, 2947 (1994)

Figure 2(a)  $B_{\perp}^2$  と  $V_{HV}$  の関係と最小二乗法によるフィッティング  
(b) オフセット付近を拡大した  $B_{\perp}^2$  と  $V_{HV}$  の関係と  $V_s(q)$