

二周波重畳容量結合型プラズマから電極へ入射する高速粒子の イメージング法を用いた角度分布計測

Measurement of angular distribution by imaging method of high-speed particles incident on an electrode from a dual-frequency capacitively-coupled plasma

名古屋大¹, 核融合研² ○(M1)市川 景太¹, 鈴木 陽香¹, 豊田浩孝^{1,2}

Nagoya Univ.¹, NIFS² ○K. Ichikawa¹, H. Suzuki¹, H. Toyoda^{1,2}

E-mail: ichikawa.keita@a.mbox.nagoya-u.ac.jp

近年、半導体デバイスの三次元高集積化が進んでおり、二周波重畳容量結合型プラズマ(DF-CCP)を用いた反応性イオンエッチングによる高アスペクト比プロセスの重要性が増している。プラズマから基板へ入射する高エネルギー粒子の入射角度分布はエッチング精度を決める重要なパラメータの一つであるが、報告例は少ない。本研究では、DF-CCP 電極にオリフィスを設け、これを通じた粒子拡がりマイクロチャネルプレート (MCP) によりイメージング計測することで高速エネルギー粒子の入射角度分布を測定したので報告する。

Fig.1 に示すように円筒状真空容器 (直径 160 mm) 内に直径 110 mm、間隔 30 mm の対向電極があり、接地電極側のマニホールドから Ar 4 Pa を導入した。CCP 電極には整合器を介して VHF 電源 (40 MHz) と LF 電源 (2 MHz) を接続した。電極中央のオリフィス (直径 0.027 mm、厚さ 0.25 mm) を通過した粒子は円筒真空容器 (ドリフト管: 長さ 290 mm) を通り MCP に入射し、蛍光面にて光信号として出力される。これを ICCD カメラで撮影することで入射粒子ビームの拡がりを計測した。また、ドリフト管内に設けた偏向電極に DC 電圧を印加することによりイオンと中性粒子を分離した。測定系は RF 電圧振動の影響を抑制するためすべて CCP 電極と同電位とし、光変換で制御した。

Fig.2 にイオンビーム測定例を示す。粒子ビームの拡がりが二次元的に計測される。ビーム中央を通る直線上で粒子ビームの角度拡がり分布を評価し、信号強度が中心の $1/e$ となる位置をビーム幅として定義し、Peak-to-peak 電圧 (V_{pp}) に対してプロットした。ビーム幅は V_{pp} の増加に伴い減少しており、 $V_{pp} \sim 3$ kV で約 0.25° であった。この拡がりには電極面に対して垂直方向のイオン熱運動によるものと考えられ、 V_{pp} の増加により、熱運動による拡がりが相対的に小さくなることを示している。

謝辞: 本研究の一部は、キオクシア株式会社の支援を受けて実施したものです。

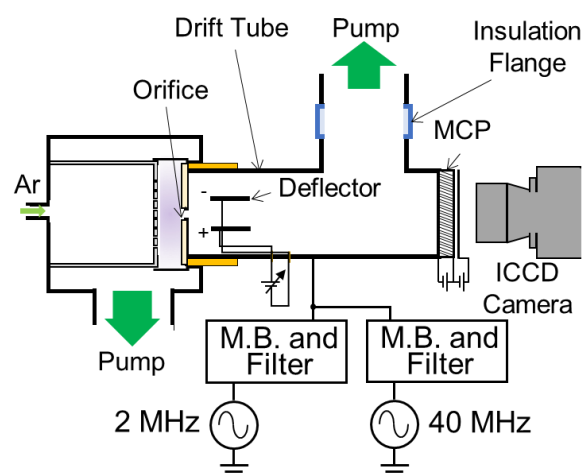


Fig.1 Experimental setup.

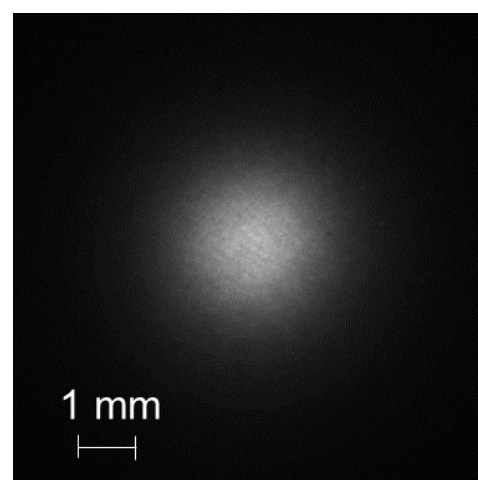


Fig.2 Beam spot image.