

22P-2F-10

プラズマ CVD/ALD 用 860MHz 表面波プラズマ分布の能動的および受動的モニタリングの比較

Comparison of 860 MHz surface plasmas measured by active probing with those analyzed from emitted lighting

新元美晴、三瓶明希夫、二宮貴哉、稲垣泰一郎、比村治彦
Miharu Niimoto, Akio Sanpei, Takaya Ninomiya, Shinichiro Inagaki, Haruhiko Himura

京都工繊大・電子システム工学専攻
Department of Electronics, Kyoto Institute of Technology

PECVD プロセスでは、成膜精度はプラズマの均一性に強く依存する。このため、プロセスが行われている間中、均一なプラズマを常に維持する制御法が求められている。プラズマの均一性を評価する方法としてプローブ計測に代表される能動的計測法が存在する。この能動的計測方法によって、プラズマの密度や温度の局所値が測定される一方、プラズマの密度と温度の空間的な分布を得るためには、多方向から多数のプローブが挿入されなければならない。加えて、プローブを挿入すること自体がプラズマに擾乱を与えることは広く理解されており、プローブ測定値が必ずしもプローブが挿入されていないプロセスプラズマの値と一致していない懸念が残されている。

これらの課題を解決するために、我々は高温プラズマで用いられるプラズマ再構成手法を低温プロセスプラズマのモニタリングシステムへと応用することを目指している。このために、第一に、半導体製造装置を模倣した 860 MHz 表面波プラズマのプラズマ密度と電子温度をダブルプローブで測定した。第二に、独自のマルチレンズアレイを用いて、その表面波プラズマの画像計測を行なった。Fig. 1 は、実験セットアップの模式図である。真空容器のビューポートにマルチレンズアレイが設置されており、その大気側に置かれたカメラで発光の様子が撮影される。マルチレンズアレイは複数のレンズが配置された光学素子なので、各レンズが視差を持つ。このため、一枚の画像に異なる視差からの撮影された複数の画像が記録される。Fig. 2(a)は、プラズマの撮影画像の一例である。初期実験では、マイクロ波の出力や本数の組み合わせを変えながら、プローブデータと画像データをそれぞれ取得した。撮影画像からの再構成の手法として、Fig. 2(b)に一例が示されている基底画像をあらかじめ作成しておく。これら基底画像に対して、プラズマの撮影画像を重ね合わせることで、再構成が行われる[1]。この基底画像は、空間の輝度分布を式(1)に示すフーリエベッセル関数の重ね合わせと考えるとして、そのモード

に対応した二次元輝度分布を基底画像とした。

$$f(r, \theta, z) = \sum_{m,k,t,p} s_{m,k,t,p} J_m(\lambda_k r) \exp(im\theta) J_t(\lambda_p z) \quad (t = 0,1)$$

容器内の領域を式(1)のフーリエベッセル関数で基底分解を行い、撮影画像に射影する。ポスター発表では、このモニタリングシステムの構成と初期結果を示す。

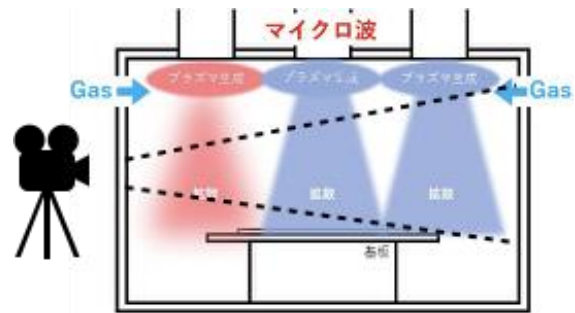


Fig. 1 実験のセットアップ図.

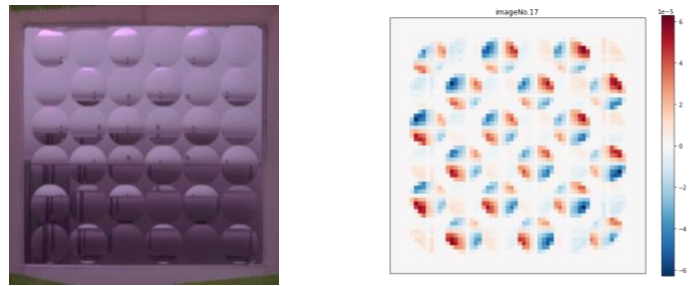


Fig. 2(a) 撮影したプラズマの画像, (b) 再構成に用いる基底画像の一例.

[1] S. Inagaki, A. Sanpei, H. Himura, *submitted to Opt. Express* (2021).