表面波プラズマにおける fourier-bessel 法による三次元再構成法

Three-dimensional reconstruction method using the fourier-bessel method in surface wave plasmas

京都工芸繊維大学 電子システム工学専攻 [1] ○ 新元美晴 [1]，三瓶明希夫 [1]，比村治彦 [1]，
二宮貴哉 [1] 稲垣秦一郎 [1]
Kyoto Institute of Technology, Dept. Electronics[1], ○ Miharu Niimoto[1], Akio Sanpei[1],
Haruhiko Himura[1], Takaya Ninomiya[1], Shinichiro Inagaki[1]
E-mail: m2621035@edu.kit.ac.jp

近年、半導体デバイスの高機能化、高速化のために、製造プロセスの微細化が進んでいる。数種類の薄膜の成膜プロセスではプラズマ化学気相成長法 (PECVD) がプラズマ成膜に広く使われている。成膜プロセスにおける課題に、プラズマ不均一性からくる、ウエハ上での成膜品質のばらつきがあげられる。プラズマ均一性は、プラズマの電子温度、電子密度によって判断することができるが、これらの能動的計測は不純物の発生源になりプラズマに影響を及ぼす上、空間分布の取得に時間を要する。[1] これらを解決するために、本研究では、プラズマ均一性を評価する方法として、画像計測を用いた受動モニタリングシステムの開発を行なっている。

図 1 に示す表面波プラズマ装置に、異なる焦点距離を持つ複数のレンズによって構成されているレンズアレイを通して撮影を行った。このレンズアレイを用いて撮影を行うことで、レンズの視差によって、一枚の画像から複数の画像データを得ることができる。この撮影画像から三次元分布を取得する方法として、フーリエベッセル法を用いた。[2] プラズマの光源分布をとある関数で表されると考え、その関数の係数スペクトルを求めることによって、光源分布を求める。あらかじめ、フーリエベッセル関数で表される基底分布を作成し、三次元発光強度分布はその基底画像の重ね合わせと考える。基底分布には、その分布をマルチレンズで撮影した時の基底画像に一対一に存在するので、プラズマの撮影画像もまた、この基底画像の重ね合わせと考えることができる。つまり、プラズマの撮影画像から、基底画像にかかる係数（基底係数）を求めることができれば、三次元強度分布も求めることができる。

本発表では表面波プラズマ装置でのテストデータに対して三次元再構成を行い、カメラの視線との位置関係による精度を定量的に評価する。図 2 に示すような仮想三次元分布に対して、Ridge 回帰と Lasso 回帰の二種類の計算法で画像再構成を行う。その結果からカメラの視線の違いによる三次元再構成結果の精度について比較する。

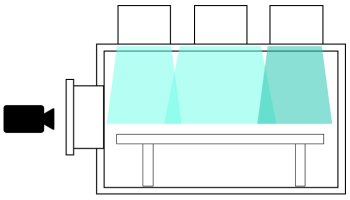

Fig 1: The cross section of schematic machine

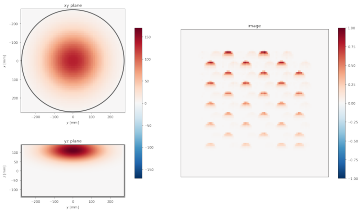

Fig 2: The virtual three-dimensional distribution(left:Two-dimensional distribution of cross sections / right:Anticipated images to be taken)

[1]T.Ninomiya, JJAP, Vol.61, SI1009
[2]S.Inagaki, NIM-A, Vol.1036, p.166857