

負イオンプラズマプロセス開拓用大口径プラズマ生成装置の開発

Development of Plasma generator with large diameter for pioneering negative ion plasma process

二宮貴哉、比村治彦、三瓶明希夫、田中達也、藤本佑弥、岡内航、香月悠良
Takaya Ninomiya, Haruhiko Himura, Akio Sanpei, Tatsuya Tanaka, Yuya Fujimoto, *et al.*

京都工繊大・電子システム工学課程

Department of Electronics, Kyoto Institute of Technology

背景

現代社会だけでなく未来社会でも電子機器の心臓部には半導体が使われる。この微細化は、現在、ナノメートルの領域に入っている。ナノサイズの超薄膜の生成には、プラズマCVDとALDが使われている。しかし、従来型のダイレクトプラズマ方式によるプラズマCVDやALDでは、プラズマ制御、特に、イオンエネルギーの制御が容易ではない。また、ダイレクトプラズマ方式では、プラズマ内に含まれる様々な粒子が堆積反応に関与する。この時、イオンエネルギーを下げるために、プラズマの空間電位に対してターゲットの電位を高くする。この電位差は、質量の重い負イオンが反対に加速してしまう。これが超薄膜にダメージを与える。このために、負イオンはダイレクトプラズマ方式で忌避されてきた荷電粒子であった。

一方で、負イオンの中で、酸素の負イオンと水素の負イオンは、不対電子を持つラジカルである。つまり、これらの負イオンはその酸化力と還元力が高いと期待される。我々は、この特長を活かし、負イオンのエネルギーを揃えて、低速で反応に供するという新奇ナノプロセス方式を開拓している。

目的

我々のリモート負イオン方式実験では、300 mmサイズのウェハを加工する大口径チェンバーを反応容器として用いる予定である。この大口径チェンバーでは、チェンバーの上部にプラズマ生成用のマイクロ波源が取り付けられなければならない。また、反応容器内で生成されるマイクロ波プラズマの空間分布の突発的な時間変化をインテグラルフォトグラフィーで検出する計測方法の適用可否が明らかにされなければならない。そこで本研究では、これらの研究目的に沿った新しい大口径プラズマ生成装置を設計・製作する。

大口径チェンバーと測定システム

表1は、新しく設計・製作した大口径チェンバーの仕様を表している。円筒型チェンバー側面の方位角方向には斜ポートが2つ取り付けられており、

インテグラルフォトグラフィー計測に供される。また、角型フランジからは、テストチップを設置して導入するための導入機が取り付けられる。このテストチップに負イオンビームが照射される。チェンバーの底面には、排気コンダクタンスを最小にするために、300 L/min.の排気速度をもつ真空ポンプが装置軸上にまっすぐ取り付けられる。チェンバー内面は、バフ加工と電解研磨により表面処理がなされている(図1参照)。金属ガasketを用いないフランジには耐プラズマ製のオーリングと、マイクロ波の漏洩を防止するクイックシールドが用いられている。これらのセッティングに基づいた排気速度シミュレーションでは、大気圧から 10^{-4} Paまでの引き切りタイムは約30分である。プラズマパラメーターの測定のためにダブルプローブを準備している。また、インテグラルフォトグラフィーの予備実験も進めている。

表 1: 大口径真空チェンバーの仕様

形状	円筒	ポート各種	ICF203×3
直径	549mm		ICF152×3
高さ	303mm		ICF114×4
厚み(側面)	5.5mm		ICF70×2
厚み(底面)	25mm		特注Φ170フランジ×2
材質	SUS304		角型(243×400)
ソース	マイクロ波(2.45Ghz)	ガス種	H ₂ 、O ₂ 、N ₂ 、Ar
排気系	350L/min(TMP)	MFC	アナログ×1
	250L/min(DryPump)		デジタル×2



図 1: 大口径チェンバーの内面状態を写した写真。