

負イオン照射装置における磁気フィルターの効果検証

Experimental confirmation of role of magnetic filter to produce negative ions

京都工芸繊維大学・電子 ○(M1) 田中達也, (M1) 藤本佑弥, 比村治彦, 三瓶明希夫

Department of Electronics, Kyoto Institute of Technology,

○Tatsuya Tanaka, Yuya Fujimoto, Haruhiko Himura, Akio Sanpei

E-mail: m0621023@edu.kit.ac.jp

1 背景と目的

近年、集積回路の微細化が急速に進行しており、加工スケールはナノメートルオーダーとなっている [1]。通常のダイレクトプラズマ方式では、プラズマ中の様々な粒子が同時にウェハに当たる。そのため、プロセスで重要な役割を担う粒子種だけが反応に寄与している訳ではない。また、プラズマを維持するためにエネルギーが投入され続けるため、プラズマは非熱平衡状態である [2]。仮に熱平衡状態にまで熱緩和しても、速度分布はマクスウェル分布関数になるため、イオンの速度は一様でない。つまり、イオン温度が0でないため、ナノスケールでの均一性の制御が困難となっている。

これらの問題点を解決するために、プラズマ源から特定の粒子種をビームとして高速で引き出し、その後、収束偏向させて [3]、最後に所望のエネルギーに下げる方式を提案した。この方式を実験的に検証するために制作した装置では、まず 13.56 MHz の高周波プラズマを生成する。このプラズマソース部の出口には磁気フィルターが設けられ、この磁気フィルターの上流側と下流側で異なる電子温度領域を作り、解離性電子付着により負イオンを生成する。この負イオンをビームとして引き出し、その後、集束、偏向されターゲットのチップへと輸送される。チップ前で任意のエネルギーまで減速し、イオンエネルギーを制御してチップにビームを照射する。

実験では、一価の酸素負イオン O^- と水素負イオン H^- を用いる。 O^- は強力な酸化剤の可能性 [4] と PECVD での酸化プロセスの促進に重要な役割がある可能性 [5] が報告されている。これら負イオンの酸化力と還元力のイオンフ

ラックスとターゲット材依存性を調べる。

2 磁気フィルター

Fig.1 は平面型負イオン源の概要を示している。磁気フィルターの上流側と下流側にそれぞれダブルプローブとシングルプローブを挿入し電子温度を測定した初期結果では、上流側と下流側での電子温度は、それぞれ ~ 5 eV と 2 eV であった [6]。このイオン源のアスペクト比を変更した装置でも同様の電子温度 2 温度領域が作られているか確認しようとしている。また、磁気フィルターに用いている磁石の強さと負イオン生成効率の関係も明らかにしようとしている。

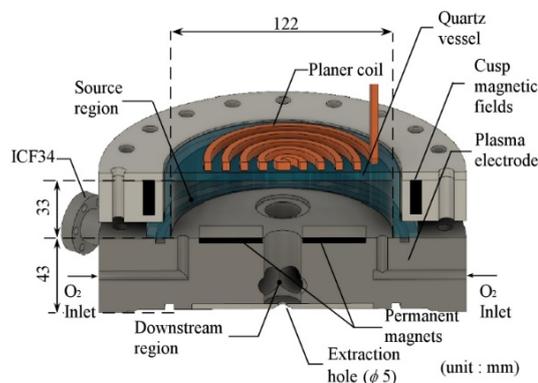


Fig. 1: A schematic of the source region of a flat plasma developed. [6]

参考文献

- [1] S. H. Park *et al.*, *Solid-State Electron*, **78**, 34 (2012).
- [2] M. Shiratani, M. Soejima, H. W. Seo, N. Itagaki, and K. Koga, *Mater. Sci. Forum* **879**, 1772 (2017).
- [3] M. Reiser, *Theory and Design of Charged Particle Beams* (Wiley, Weinheim, 2008).
- [4] T. Fujii *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **38**, L1466 (1999).
- [5] T. Yamamoto *et al.*, *J. Vac. Soc. Jpn.* **60**, 292 (2017).
- [6] N. Kodama *et al.*, *Plasma and Fusion Research* **14**, 1206088 (2019).