

## 新型ナノプロセス検証装置における負イオン密度測定 Measurement of negative ion density in new nanoproces equipment

田中達也、比村治彦、三瓶明希夫、岡内航、藤本佑弥、香月悠良  
Tatsuya Tanaka, Haruhiko Himura, Akio Sanpei, Wataru Okauti  
Yuya Fujimoto, Tikara Katsuki

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

集積回路の微細化の進行により、加工スケールはナノメートルオーダーとなっている。微細加工に対応するため、プラズマを利用した化学気相成長法 (PECVD) などが用いられている。通常用いられるダイレクトプラズマ方式では、プロセスで重要な役割を担う粒子種だけでなくプラズマ中の様々な粒子が化学的、かつ、それらの一部は物理的に反応する。また、プラズマの生成を維持するためにエネルギーが投入され続けるため、プラズマは熱的に非平衡状態であり [1]、イオンの速度分布も非一様である。

ナノスケールで膜質を制御するためにはイオンエネルギーを一様にするのが重要である。そこで、我々は、特定の反応性粒子種だけをビームとしてプラズマ源から高速で引き出し、集束偏向させ、最後に所望のエネルギーに下げる新型プロセスの開発に着手している。また、この新型プロセスでは、特定の反応性粒子種として、一価の水素負イオン  $H^-$  と酸素負イオン  $O^-$  [2] を用いる。この負イオンプロセスを実験的に検証するために制作している装置では、現在、13.56 MHz の高周波プラズマをプラズマ源としてテストしている。このプラズマ源内には、磁気フィルターが設けられている。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、磁気フィルター下流側にて解離性電子付着により負イオンを生成するためである [3]。その際、磁気フィルターの磁束密度他のパラメータを最適化するために、負イオン密度を測定する必要がある。

負イオン密度の測定には、光脱離プローブ法を用いる。過去の光脱離プローブ法による酸素プラズマのアフターグロー中の  $O^-$  密度測定では、密度が  $1.1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$  であった [4]。本研究では、Fig.1のように、波長が 445 nm の半導体レーザーダイオードからの発散光を非球面レンズを用いて集光し、イオンソース内へ照射する方法を採用している。本発表では、その方

法による  $H^-$  密度測定結果と、負イオン生成の可否を決める電子温度 2 領域の達成の程度をラングミュアプローブを用いて調べた結果について報告する。

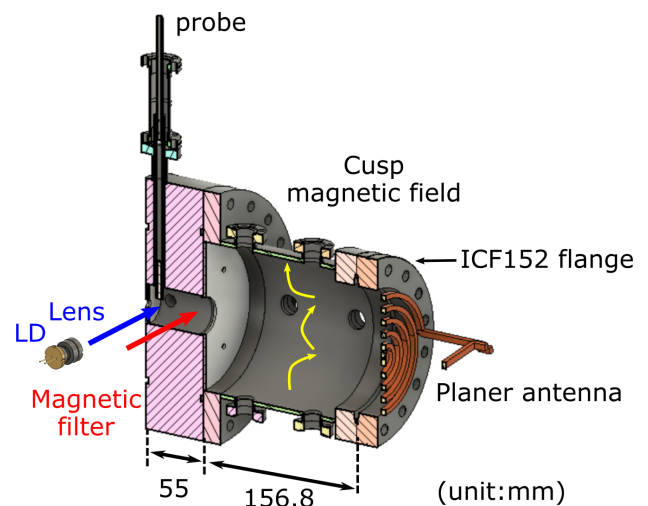


Fig. 1: Schematic of the source. A planer antenna is attached to a viewing window made of quartz. A cusp magnetic field is applied to the wall of the vessel. A magnetic filter is employed in the downstream region of it. Negative ions are expected to generate behind the magnetic filter where the LD is located.

### References

- [1] M. Shiratani *et al.*, Mater. Sci. Forum **879**, 1772 (2017).
- [2] T. Yamamoto *et al.*, J. Vac. Soc. Jpn. **60**, 292 (2017).
- [3] J. R. Hisker *et al.*, J. Appl. Phys., **56**, 1927, (1984).
- [4] H. Himura *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **54**, 01AA05 (2015).