

マイクロ波アンテナを用いた小型負イオンソースの開発と磁気フィルターの最適化 Development of a negative ion source using a microwave antenna and optimization of a magnetic filter

岡内航¹、比村治彦¹、三瓶明希夫¹、香月悠良¹、鞆津匠人¹、守屋剛²

Okauchi Wataru, Haruhiko Himura, Akio Sanpei, Katsuki Chikara, Tomotsu Takuto.

¹京都工繊大・電子システム工学専攻、²東京エレクトロン株式会社

¹Department of Electronics, Kyoto Institute of Technology、²Tokyo Electron Limited

背景

現在の半導体製造プロセスはプラズマを用いるプラズマプロセスが広く用いられている。プラズマプロセスではプラズマをターゲットに直接照射するダイレクトプラズマ方式を用いることが一般的である。このダイレクトプラズマ方式ではプラズマ中に含まれる反応性ラジカルやイオン、電子、中性粒子の全粒子がターゲットと化学的に、一部は物理的に反応する。それによって、この方式では、ナノデバイスの性能及び信頼性を低下させる損傷を与える可能性がある。このようなプラズマに複数種の粒子が含まれることによるプラズマが揺らぎによって、反応粒子種のフラックス、温度、位置をナノスケールで正確に制御できないことが問題となっている。

我々は、負イオンを利用することで、この問題の解決可能性を探索する。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。我々は、この負イオンの特長を活かし、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

我々の負イオンプロセス検証装置では、マイクロ波アンテナを用いてプラズマを生成する。この装置では酸素負イオンあるいは水素負イオンの反応過程を効率化するために、異なる電子温度領域を作っている。プラズマソース中に磁気フィルターという横磁場を発生させることで、磁気フィルターの前後に異なる電子温度領域を作り出せることが報告されている。しかし、この磁気フィルターの最適な強度は解明されていない。我々は磁気回路を用いて磁気フィルターを発生させることで、磁気フィルターの強度を連続的に変化させる。本研究では、磁気フィルターの強度を連続的に変化させ、プラズマソース内の二温度領域の電子温度・密度を測定し、負イオン生成に最適な磁気強度を明らかにする。

負イオンプロセス検証装置と測定系

負イオン生成部には磁気回路が取り付けられており、これによって生成部中央に異なる電子温度領域をつくるための磁気フィルターを発生させている。磁気フィルターの上流側でマイクロ波アンテナを用いてプラズマを生成し、下流側で効率

的に負イオンを生成する。磁気フィルターの上流側・下流側にダブルプローブを取り付け、それぞれの領域における電子温度・密度を測定する。図1は磁気フィルター下流において磁気フィルターの磁場強度を変化させた場合のプラズマのIV特性である。図2はソース部上流・下流部での電子温度・密度の磁気フィルターの磁場強度依存性を表している。ソース部下流での電子温度は磁気フィルターが100 Gの時、最低で7.5 eVまで下がっている。

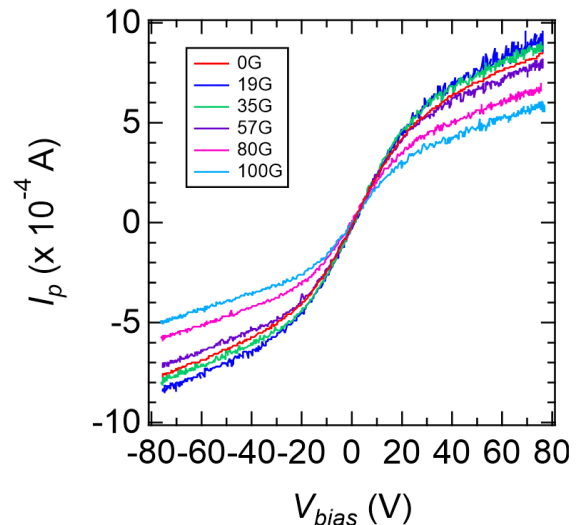


図1: 磁場強度ごとのプラズマのIV特性。

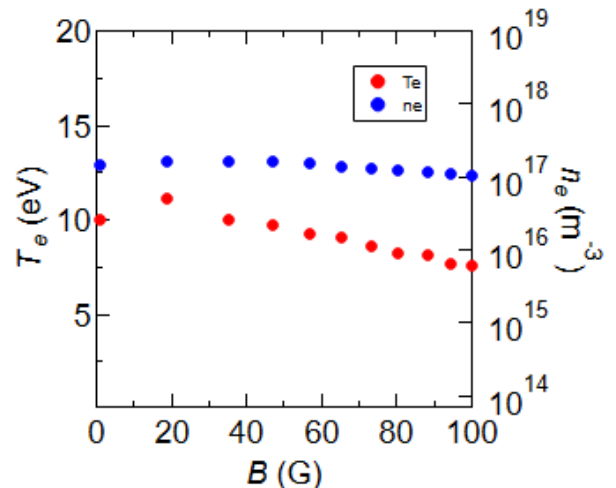


図2: 電子温度・密度の磁気フィルター磁場強度依存性。