

小型ヘリコンプラズマを用いた高速反応性シリコンエッチング Testing a compact helicon plasma for high speed reactive ion etching method of silicon

仲野雄大, 高橋和貴, 小室淳史, 安藤晃

Yudai NAKANO, Kazunori TAKAHASHI, Atsushi KOMURO, and Akira ANDO

東北大院工

Dept. Electrical Eng., Tohoku Univ.

高周波プラズマ源の高性能化は半導体プロセスの重要技術の一つであり, これまでに容量結合性プラズマ源, 誘導結合型プラズマ源, ヘリコン波プラズマ源等に関する研究開発が行われてきた. これまでの半導体プロセスにおいては, ウエハの大口径化による低コスト化を図る方式が推進されてきた一方で, 小口径ウエハを小型装置群で加工する方式の開発が近年進められており[1], 小型・高効率高周波プラズマ源の開発が進められている. また電気推進分野においては, 積載する推進機重量・サイズに著しい制限があるため, 高周波電源を含む小型化・高効率化が大きな課題となっている[2].

一般的な高周波プラズマ源においては, 電力発生部の高周波電源, 伝送線路, インピーダンス整合のためのマッチングボックス, プラズマ生成用アンテナまたは電極から構成されている. マッチングボックスは可変コンデンサと機械駆動機構から構成されており, 高周波システムサイズの半分程度を占めているため, この小型化がキーテクノロジーの一つになる. これまでに, 容量性結合および誘導結合性プラズマ源において, 13.5-14 MHz帯の周波数可変アンプを利用したマッチャーレスインピーダンス整合回路が実現されているが[3], その帯域の狭さからプラズマ着火に数100 Wの電力を要するため, 低電力化が課題となっている.

上述の研究背景を踏まえて, 広域帯マッチャーレスの誘導結合性プラズマ源の開発を行ったので報告する. プラズマ源は, ガラス管, rfアンテナおよびソレノイドコイルで構成されており, ガラス管上部から動作ガスを導入し, 周波数可変アンプより最大100 W, 25-30 MHz帯の高周波電力を投入することでプラズマ生成を行った. 図1は, Arガスを導入し, ソレノイド電流 I_B を変化させた際のプラズマ源内部のプラズマ密度 n_p の計測結果である. $I_B \sim 1$ A程度

(20 Gauss)の弱磁場領域で, マッチャーレスプラズマ源において高密度プラズマが得られることがわかった. この原因としてヘリコン波の励起の可能性が考えられるが, 詳細は調査中である. さらにAr+SF₆プラズマでも高密度プラズマが得られることが観測され, シリコンエッチングレートの計測を行ったところ最大8 $\mu\text{m}/\text{min}$ のエッチングレートを得ることができた. 今回開発したシステムでは, 動作周波数帯域の拡張に伴い高周波アンプの変換効率の低下が問題であるため, 今後の開発課題である.

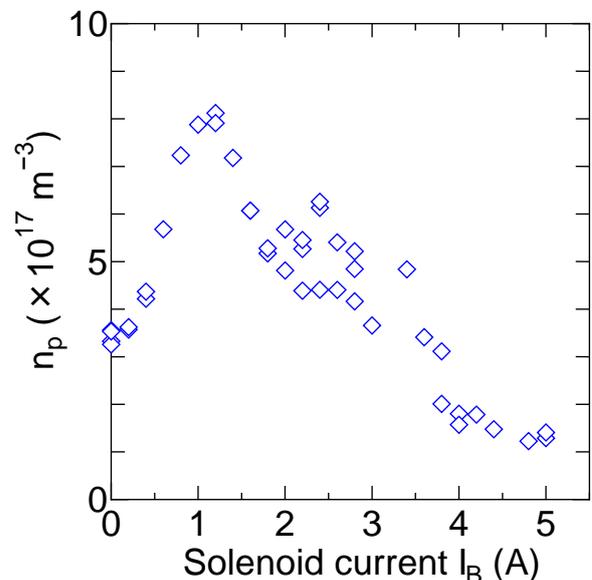


図1. 生成部における密度の磁場依存性.

Reference

- [1] S. Khumpuang, *et al.*, IEEJ Trans. Sens. Micromach., **133** 272 (2013)
- [2] K. Takahashi, *et al.*, Phys. Rev. Lett., **107** 235001 (2011)
- [3] C. Charles, *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys., **46** 365203 (2013)

