

マイクロ波励起水蒸気プラズマによるアッシングレートと面内分布の向上のための検討 Investigation of Ashing Rate and Uniformity Improvement using Microwave-Excited Water Vapor Plasma

金沢大自然¹, ミニマルファブ推進機構², 産総研³

○相澤 洸¹, 櫻井 匡¹, 石島 達夫¹, 田中 康規¹, 中野 裕介¹, 原 史朗^{2,3}

Kanazawa Univ.¹, MINIMAL², AIST³

○Takeshi Aizawa¹, Tasuku Sakurai¹, Tatsuo Ishijima¹, Yasunori Tanaka¹, Yusuke Nakano¹, Shiro Hara^{2,3}

E-mail: t-aizawa@stu.kanazawa-u.ac.jp

【背景と研究目的】

半導体製造の前工程におけるレジスト除去工程では、薬液処理法及び酸素プラズマアッシング処理法が主流であるが、それぞれの手法には課題がある。我々は、新規レジスト除去の手法としてマイクロ波励起の水プラズマアッシング法^[1]の研究開発を進めている。ミニマルファブ規格^[2]に対応した水プラズマアッシング装置を用い、ハーフィンチュエハに対するレジスト除去の特性評価を行ってきた。高いアッシングレートと、高い面内均一性を両立させることが課題である。本報では、アンテナの形状および照射距離条件を変更し、面内均一性の向上について検討した。

【実験方法】

本研究で用いた実験装置及びスリット構造の異なる 3 種類の Si 製アンテナを Fig. 1 に示す。プラズマ生成は半導体発振方式の 2.45 GHz マイクロ波電源を用いて行った。チャンパーに超純水を少量導入し、スクロールポンプにより減圧することでチャンパー空間内を飽和水蒸気で満たした。マイクロ波の平均電力は $P_{avg} = 60$ W とし、100 Hz, DF30%の矩形波変調とした。フォトリソグ (OFPR5000, AZ5214: 東京応化) が塗布されたハーフィンチュエハをアルミナ製試料台に設置し、スパーサーを用いて照射距離(d)を 3.5 mm から 19 mm まで変更した。プラズマ照射前後のフォトリソグ膜厚を光干渉式膜厚計にて測定し、アッシングレートの面内分布を検討した。

【結果と考察】

Fig. 2 に OFPR5000 に対して H 型アンテナを用いてアッシングした結果を示す。 $d=3.5$ mm において、中心部の領域のみアッシングレートが高く、最大アッシングレートは $13.6 \mu\text{m}/\text{min}$ であった。中心と外周とのアッシングレート差が大きくなるため均一性は低い。一方、照射距離を遠ざけることでアッシングレートは急激に低下するものの均一性は徐々に向上し、 $d>15$ mm の均一性は、ほぼ一定となった。

Fig. 3 に AZ5214 に対して各アンテナを用いて $d=6.3$ mm でアッシング処理した時のアッシングレートの面内分布を示す。Fig. 3(a)より、H 型アンテナの最大アッシングレートは $0.51 \mu\text{m}/\text{min}$ であった。Fig. 2 の同一照射距離条件と比較すると、アッシングレートは 1/4 程度に低下した。これは、OFPR5000 と AZ5214 の膜組成の違いによるものと考えられる。Fig. 3(b)より WH 型においては、およそアンテナの直下でアッシングレートが高い分布となった。一方、SH 型のアッシングレートの面内分布は円形状となり、中心から直径 6.8 mm の領域でのアッシングレートが $0.86 \mu\text{m}/\text{min}$ 以上であった。これより、SH 型のアンテナの構造および照射距離の条件を最適化することにより、面内均一性とアッシングレートの向上を両立させることが期待される。

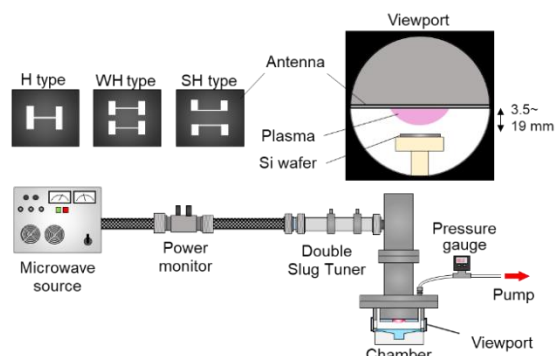


Fig. 1 Experimental setup

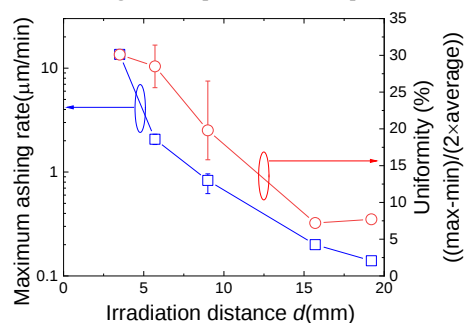


Fig. 2 Maximum ashing rate and uniformity as a function of irradiation distance with H-type antenna.

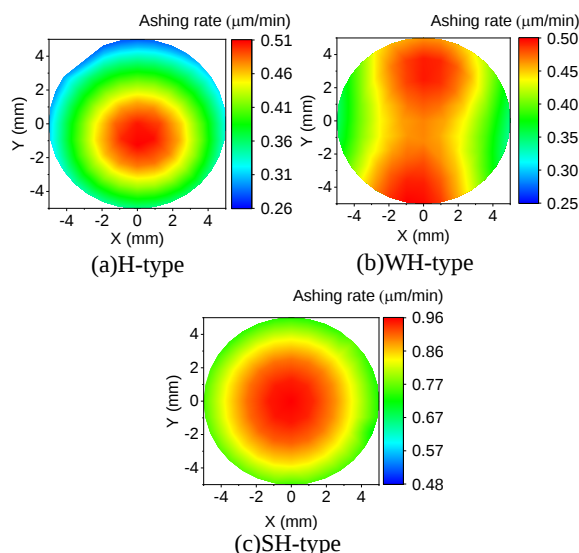


Fig. 3 Ashing rate distribution in half-inch wafer, $d=6.3$ mm

【参考文献】

- [1] T. Ishijima, K. Nosaka, Y. Tanaka, Y. Uesugi, Y. Goto, and H. Horibe : Appl. Phys. Lett., 103(2013)142101
- [2] S. Khumpuang, S. Hara: IEEE. T. Semiconduct. M., 28, 393(2015).