水プラズマアッシングによるレジスト除去のメカニズムに関する検討

Investigations of the Mechanism of Photoresist Removal in Water Plasma Ashing

金沢大¹, ミニマルファブ技術研究組合², 産総研³ ○北野 卓也¹, 鈴木 宏明¹, 塩田 有波¹, 石島 達夫¹, 田中 康規¹, 上杉 喜彦¹ クンプアン ソマワン^{2,3}, 原 史朗^{2,3} Kanazawa Univ.¹, MINIMAL², AIST³ ^OTakuya Kitano¹, Hiroaki Suzuki¹, Arufua Shiota¹, Tatsuo Ishijima¹, Yasunori Tanaka¹, Yoshihiko Uesugi¹ Sommawan Khumpuang^{2, 3}, Shiro Hara^{2, 3} Email: t-kitano@stu.kanazawa-u.ac.jp, ishijima@ec.t.kanazawa-u.ac.jp

【研究背景】

半導体デバイスの製造におけるリソグラフィ工程において、薬液フリーで環境に優しいレジスト除 去法の開発が急務である。我々は水プラズマを利用した独自のレジスト除去法(水プラズマアッシング) を提案している。本方式は、超純水を原料ガスとして、プラズマ中に水由来の活性種(OH ラジカル等) を生成しアッシングを行う。これまでにウェハを水に直接的に接触させ高い冷却効果をもたせつつ、 高速アッシング(>1 μm/min)を実現した^[1]。この水プラズマアッシング法を,多品種少量生産に特化し た半導体デバイス生産システム(ミニマルファブシステム)20の規格に適合させて装置化し、デバイス試 作および評価を行うことを目指した研究開発を進めている。本報では、水プラズマアッシングプロセ スにおける分光診断を行い、水プラズマアッシングのメカニズムに関する検討を行ったので報告する。

【水プラズマアッシング装置】

本研究で用いた水プラズマアッシング装置を図1に示す。矩形導波管を SUS 製チャンバーの上部に 設置した。矩形導波管に O リング付きの角型石英を挿入し真空封止した。角型石英先端にスロットア ンテナを設置した。チャンバー底面部からウェハホルダーを挿入し,スロットアンテナ下面とウェハ 表面間の距離を 2 mm とした。膜厚 1 μm のポジ型レジストを塗布したミニマル用ハーフインチウェハ を用いた。本研究では初期的な検討として、スロットアンテナが常に水蒸気雰囲気となるように超純 水の液面位置を設定した。チャンバー内圧力を~6kPaとした。矩形導波管を介して無変調(On-time duty factor(DF) = 100%)マイクロ波(2.45 GHz)をスロットアンテナに印加しプラズマを生成した。スロットア ンテナは幅 0.5 mm,長さ 20 mm とした。マイクロ波正味電力は 200 W とした。

【水プラズマアッシング中における発光分光計測】

水プラズマ照射時の発光様相を CCD カメラで動画計測を行った。照射直後(t=0 sec)に白い発光を観 測した。t=0,5.4 sec における水プラズマの発光様相を図2に示す。白色の発光は数秒のオーダーで弱 まり、赤紫色に変化した。水プラズマアッシング中における分光診断のため、光ファイバーロッドを チャンバー側壁から挿入した。ファイバーロッド端面とスロットアンテナ中心間の距離を17mmとし、 ファイバーロッド中心をスロットアンテナ下方2mmに配置した。分光器の露光時間を10msecとし、 100 msec 間隔で発光スペクトルを取得した。図3に水プラズマアッシング前後の発光スペクトルを示 す。H_β (486 nm), H_γ (434 nm)の発光スペクトルおよび, 波長 400 ~ 500 nm に特徴的なバンドスペクト ルを観測した。発光スペクトルの同定により, CO の THE ÅNGSTRÖM SYSTEM, $B^{1}\Sigma - A^{1}\Pi$ であると分 かった^[3]。一方, 典型的な CO₂の発光スペクトル(CARBON MONOXIDE FLAME BANDS, ¹B₂ - X¹Σ⁺, 350 ~ 500 nm)は観測されなかった。CO分子はレジスト膜と、水プラズマにより生成された活性種等との反 応により脱離し、気化していると考えられる。



【参考文献】

- [1] T. Ishijima, K. Nosaka, Y. Tanaka, Y. Uesugi, Y. Goto, and H. Horibe : Appl. Phys. Lett., 103, 142101(2013).
- [2] S. Khumpuang, S. Hara: IEEE. T. Semiconduct. M., 28, 393 (2015).
- [3] Raymond T. Birge : Phys. Rev., 28, 1157 (1926).