

アルゴン・酸素混合ガスを用いた 高周波ホロー陰極放電プラズマの生成と分光特性 Production and optical emission spectroscopy of radio frequency hollow cathode discharge plasma using Ar/O₂ mixed gas for high-speed ashing of polyimide film

佐賀大学院工 本田進之介, 井野雄太, 福永悠人, 大津康德

Saga Univ Sinnosuke Honda, Yuta Ino, Yuto Fukunaga, Yasunori Ohtsu

1. はじめに

現在, 高周波放電を用いて生成する酸素プラズマは LSI 製造過程のフォトレジストのアッシングに広く利用されている。しかし, 高周波容量結合プラズマでは低密度であるため, アッシング速度の高速化が求められる^[1]。アッシング速度は注入電力, ガス圧, プラズマ密度, 真空容器の形状, 試料の温度等に複雑に依存する^[1]。本研究ではホロー陰極効果によるプラズマの高密度化に着目し, フォトレジスト材料であるポリイミドのアッシング特性及び分光特性の調査を行った。

2. 実験方法

本研究で実験に使用した装置を Fig.1 に示す。電極と真空容器の間には 13.56MHz の高周波(RF)電力 40W を注入している。使用ガスは Ar と O₂ の混合ガスを用い, O₂ 濃度 5~80%まで変化して, ガス圧は 0.4Torr とした。LSI のレジスト膜として用いられるポリイミドのテープを 1 時間アッシングした。評価方法は 1 時間のアッシング終了後, 段差測定器でアッシングされた部分と, 保護してアッシングされていない部分との段差を計測した。ホロー電極と平板電極を用いて分光特性を CCD 分光器を用いて計測した。

3. 実験結果と検討

図 2 にホロー電極を用いたときのアッシング深さの O₂ 濃度特性を示す。アッシング深さは濃度 60%まではあまり変化が見られないが, 80%になると大きく減少した。市販の CCP アッシング装置(VPA-100)が 20nm/min に対して, O₂ 濃度 40%の時は 69nm/min のアッシング速度であり, 約 3.5 倍の速度である。図 3 に分光器による放電のスペクトル計測結果を示す。この計測は Ar:O₂=95:5 のガス圧比で行われており, 真空容器の横窓から採光されている。平板電極を用いると 750nm, 811nm の Ar 原子の発光が大きい, ホロー電極を用いると 337nm の O 原子や 358nm の Ar イオンの発光が大きくなった。

4. 結論

O₂ 濃度によってアッシング深さは大きく変化することが分かった。また, ホロー電極と平板電極は分光特性が大きく異なることが分かった。

参考文献

- [1] 菅野卓雄: 「半導体プラズマプロセス技術」
産業図書株式会社(1980)

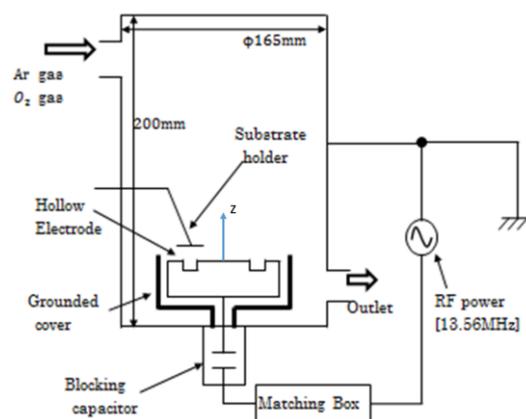


Fig.1 Experimental device

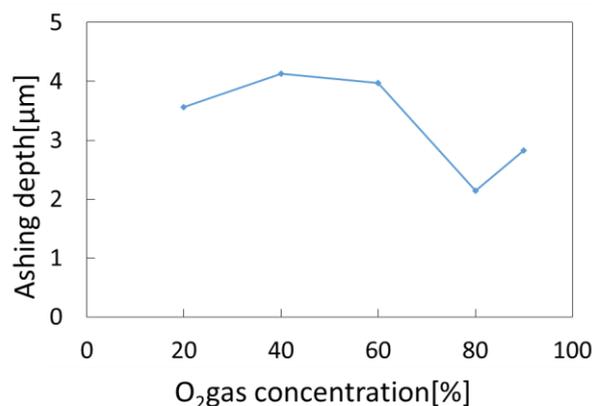


Fig.2 Ashing depth at various O₂ concentration

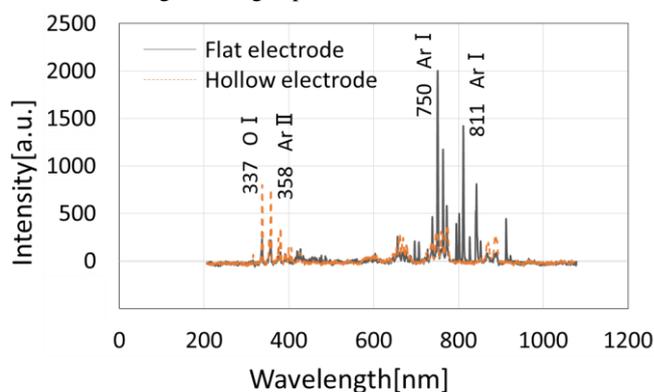


Fig.3 Optical emission spectra at flat and hollow electrodes

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K05634、JP19K03784 の助成を受けたものです。