

DC パルス放電による容量結合プラズマの特性評価

Evaluation on Capacitive Coupling Plasma with Pulsed DC Discharge

東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ

○進藤 崇央, 森田 靖, 鈴木 歩太, 松土 龍夫

Tokyo Electron Technology Solutions Ltd.

○Takahiro Shindo, Yasushi Morita, Ayuta Suzuki, Tatsuo Matsudo

E-mail: takahiro1.shindo@tel.com

RF を用いた容量結合プラズマにおいて、エッチングプロセスで使われる低圧環境下 (< 300 mTorr) では周波数を高くすることにより電子密度が上昇する。一方、成膜プロセスで使われる高圧環境下 (> 300 mTorr) では、膜へのダメージを抑制するためイオンエネルギーの低減等を狙いプラズマの励起周波数を高くすると、プロセスガスに酸素やフッ素等の負性ガス含む場合には負イオンを作り電子密度が低下してしまう。その結果ラジカル量の減少を引き起こし、成膜レートが低下するなどプロセス結果が悪化することが懸念される。本研究では上記課題を解決することを目的とし、容量結合プラズマを用いたプロセス装置の上部電極に負の電圧を断続的に印加する DC パルスに着目しその特性について評価を行った。

酸化膜成膜プロセスに用いられる Ar/O₂ プラズマの場合、Fig. 1 に示すように、高圧、高周波数ほど電子密度が低下することが分かる。40.68 MHz の場合、RF パワーを 500 W → 800 W と 300 W 上昇させても電子密度の変化は小さいが、300 W の DC パルス (500 kHz, duty 50%) を重畳することにより電子密度が大きく上昇することが確認された。また 300 mTorr の圧力下においてウェハ表面へ到達するイオンのエネルギーを計測すると、RF = 200 W の場合は平均 20 eV に対し、DC パルス 200 W のみでは平均 10 eV と低くなることが分かった。DC パルス印加では高電子密度かつ低イオンエネルギーを実現することができる。また DC パルスに重畳する RF の電力を増加させてゆくと、高電子密度を維持したまま Fig. 2 に示すようにイオンエネルギーが増加してゆくことが確認された。このことから RF と DC パルスの重畳により、DC パルスでは高密度プラズマの生成、RF ではイオンエネルギーの制御の独立制御可能性が見えた。

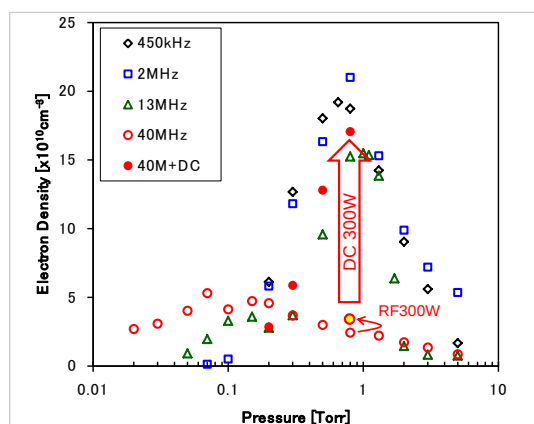


Figure 1. Dependence of electron density on gas pressure and discharge frequency.

(Ar:O₂ = 10:1, RF discharge power = 500 W)

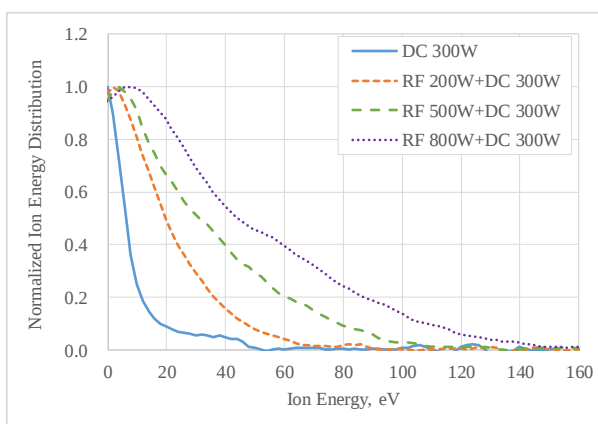


Figure 2. Ion energy distributions of 40.68 MHz RF with pulsed DC discharge at 800 mTorr.

(Ar:O₂ = 2:1)