

TEOS を用いた SiO₂ PECVD 反応機構における 酸素イオンとラジカルの役割

**Roles of oxygen ion and radical on deposition mechanisms of SiO₂ film in
PECVD process using TEOS based plasma**

東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ

○李 虎, 伝宝 一樹

Tokyo Electron Technology Solutions Ltd.

○Hu Li, Kazuki Denpoh

E-mail: hu.li@tel.com

【背景】プラズマ CVD (plasma-enhanced chemical vapor deposition, 以下 PECVD) は, SiO₂/SiN 積層構造の高速成膜に広く用いられる成膜技術であり, プロセスにおいて膜の面内均一性や膜質の向上が求められている. 高速成膜, かつ, 均一な面内成膜分布を緻密に制御するためには, プラズマ中の気相反応および表面反応のメカニズムを理解することが必要不可欠である. TEOS に関する研究[1,2]は, 悠久な歴史を持ちながら, その反応機構は未だ明確ではない. 前報[3,4]では, Ar/He/O₂/TEOS の混合ガスを用いた SiO₂ PECVD の反応モデルを構築. プラズマシミュレーションにより, 成膜メカニズムの解明に取り組んだ. 本報では, SiO₂ 成膜レートに及ぼす印加周波数および電極間隔の依存性を調べ, そこから, 成膜に寄与するプラズマ中の反応を更に論じる.

【解析手法および結果】図 1 は, 印加周波数と電極間ギャップに対する SiO₂ の成膜レート, および, 酸素原子 O と TEOS の分解生成物である SiO のウェハ表面へのフラックスである. 高周波数を用いることにより, 高い成膜レート得られることを予測している. 一方, 成膜レートに対するギャップの依存性はさほどみられない. 成膜レートに直接的に寄与する O の生成メカニズムは, 電子衝突による O₂ の直接解離ではなく, 酸素準安定分子(O₂^{*})による反応 $\text{Ar} + \text{O}_2^* \rightarrow \text{Ar} + 2\text{O}$ が主である. 一方, SiO は主に TEOS と O₂ の連鎖酸化反応により生成されるため, 周波数依存性は小さい. 講演会では, 酸素イオンが膜厚の均一性に与える影響についても議論する.

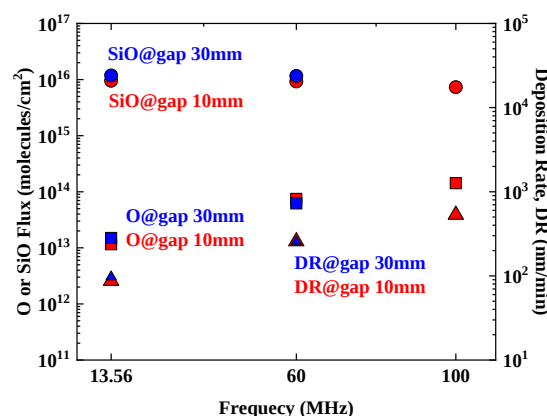


図1. 周波数とギャップ依存性による成膜レート及びプラズマ中に生成される O と SiO の変化.

[1]. B. L. Chin et al, Solid State Technol. **31**, 119 (1988).

[2]. Phillip J. Stout et al, J. Vac. Sci. Technol. B **10**, 37 (1992).

[3]. 李, 川口, 樋口, 伝宝, 佐藤, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 2018, 20a-438-12.

[4]. H. Li et al., Jpn. J. Appl. Phys. **58**, SEED06 (2019).