

トリクロロエチレンによる有機 Si ガス APCVD 低温酸化 Si 膜中の 残留 OH 量減少の効果

Trichloroethene Effect on Redaction in Residual OH Content in Low-Temperature Si Oxide
Films Produced by APCVD with Organic Silicon Gas Source

北陸先端大 [○]堀田 将, Jain Puneet

Japan Adv. Ins. Sci & Tech. (JAIST), [○]Susumu Horita, Puneet Jain

E-mail: horita@jaist.jp

【はじめに】高絶縁性低温酸化 Si 膜のより低温作製が望まれている。我々は以前から、環境や人体に優しく、安価なシリコンオイル(SO)とオゾン O₃を用いた大気圧 CVD 法により 200°C前後での酸化 Si 膜作製を検討してきた。以前、トリクロロエチレン(TCE)ガスを併用することにより堆積速度が従来に比べて3倍以上に増加し、TCE濃度にも依存することを報告した。^{1,2)} 今回、TCE添加が、絶縁性を著しく阻害する膜中の残留 OH 基量の減少にも大きな効果があることを見出したので、報告する。

【実験】SiO₂ 膜は、SOとして decamethylcyclopentasiloxane: C₁₀H₃₀O₅Si₅を用い、O₃、TCEガスを併用して Si 基板上に大気圧 CVD 法により 200°C、5~15分間で堆積した。SOガスの反応室への供給は、50°Cに加熱した SO に流量 0.25 または 0.35 lm (liter per minute)の N₂ガスによるバブリングで行った。O₃ガスは、0.5 lm O₂ガスの無声放電により約 140g/m³濃度で、TCEガスは、TCE溶液の温度制御によりその飽和蒸気量つまり濃度変え、0.1 lm N₂ガスのバブリングで、反応室に供給した。膜の化学的構造と膜厚は、それぞれ FT-IR 及びエリプソメトリ法により評価した。

【結果と考察】図1に、TCE濃度を 0.25 mol/m³、SOの供給用 N₂ガスの流量 F(SO)を 0.25, 0.35 lmとした場合の膜堆積速度の堆積温度依存性を示す。比較のために TCE を用いない場合も示す。図から分かるように、TCE添加により 200°C以下の低温での堆積速度が、約3倍以上に著しく増加していることが分かる。これは、TCEが SO と O₃によりできた前駆体と基板表面に終端している OH との脱水結合反応を促進したためと考えている。また、F(SO)が 0.25 より 0.35 lmの方が堆積速度が高いのは、原料ガスである SO の供給量割合が大きいためである。

膜中の残留 OH が、前駆体とその側鎖の OH がある確率で脱水結合反応が起こらないまま堆積するために生じるとすれば、堆積速度が高くなると、残留 OH 量も増加することが予想される。図2に、FT-IR測定から求めた Si-OH 及び Si-O-Si 起因する~3300, 1070 cm⁻¹付近のピーク強度比の堆積速度依存性を示す。この場合、堆積温度は 200°Cと固定し、堆積速度は、F(SO) (●, ▲)及び TCE濃度を制御して変えた。参考のために TCE 無 (○)も示した。図から、予想通り、堆積速度の増加と共に、OH 残留量が増えるが、TCE を用いないものに比べると、同じ堆積速度では OH 残留量が約 1/3 に減少しており、TCE が残留 OH 量の減少にも大きく寄与することが分かる。

【おわりに】当日は、OH基量減少のメカニズムについてより詳しく議論する。謝辞: 本研究の一部は、JSPS科研費 JP16K06257の助成を受けた。参考文献1) J. Puneet, 他. 第64回春季応用物理学会 15p-P14-3, 2) S. Horita et al, Jpn. J. Appl. Phys, **56** (2017) in press.

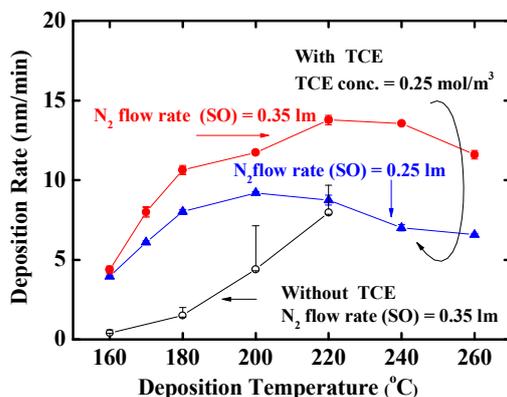


図1 堆積速度の堆積温度依存性

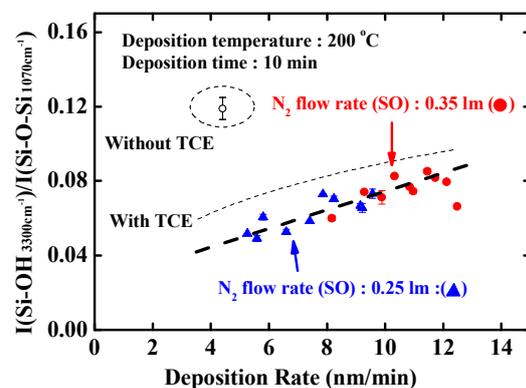


図2 Si-OH/Si-O ピーク強度比の堆積速度依存性