

NH₃ ガスを用いた酸化 Si 膜残留 OH 成分除去量の低温アニール条件依存性

Dependence of Residual OH Reduction in a Deposited Si Oxide Film on Low-Temperature Annealing Condition with NH₃ gas

北陸先端大 堀田 将

JAIST, Susumu Horita

E-mail: horita@jaist.ac.jp

【はじめに】低温酸化 Si 膜の形成は、薄膜トランジスタ(TFT)のゲート絶縁膜やパッシベーション膜、高密度化する集積回路の層間絶縁膜などへの応用が期待され、膜質の向上と共に、より低温での形成が望まれている。しかし、堆積温度のより低温化に伴い、膜中にはより多くの OH 結合成分が残留し、絶縁性を悪化させている。そのため、堆積後には、350℃以上の比較的高温のアニール処理による除去が必要である。これに対して我々は、前回、通常の N₂ ガスでは OH の除去量が少ない 175℃でも、NH₃ ガスを用いることで、大幅に除去できることを報告した。¹⁾ 今回は、その効果に対するアニール条件の検討、特に温度依存性について詳細に行ったので、その結果について報告する。

【実験】低温酸化膜は、自然酸化膜を稀フッ酸により除去した n 型(100)Si 基板上に、シリコンオイルとオゾンにより 200℃, 10 min で厚さ約 110~130nm 堆積したものをを用いた。²⁾ アニールは、ホットプレート上に置いた試料に NH₃(99.999%) = 0.2 + N₂ = 0.05 lm のガスを吹きつけながら、20~30℃間隔で 45~185℃のある一定温度で 5 分間行った。なお、比較のために 0.2 lm の N₂ ガスでも行った。酸化 Si 膜の膜厚、屈折率は He-Ne レーザ光を用いたエリプソメトリにより、化学的構造はフーリエ変換赤外分光(FT-IR)法により測定し、アニール効果を評価した。

【結果と考察】Fig. 1(a), (b)にそれぞれ、N₂ 及び NH₃+N₂ ガスを用いたアニール処理後の FT-IR スペクトルを示す。参考として、未処理(As-Deposited)試料のものも示す。未処理試料では、Si と酸素とが結合した Si-O 結合に起因するピーク(800, 1070cm⁻¹付近)の他に、Si-OH 結合に起因したピーク(960cm⁻¹, 3400cm⁻¹付近)も比較的大きく観測される。N₂ ガス処理による Fig. 1(a) からは、70℃付近からでも Si-OH に起因するピークの僅かな減少が観測されるが、185℃温度と大きく上げても、大幅な減少は見られない。一方、NH₃ ガスを用いた場合では、75℃付近で既に 185℃の N₂ ガスと同等量であり、さらに温度を上げると大幅に減少している。ここで、低減効果の定量的な指標として、Si-OH に起因した 3400cm⁻¹ 付近のピーク値と Si-O-Si 結合に起因した 1070cm⁻¹ 付近のピーク値との比を用い、そのアニール温度依存性を Fig.2 に示す。図から、NH₃ ガスを用いると、わずか 5 分間で約 100℃の低温でも極めて有効に OH 基が除去されていることが明確にわかる。

【おわりに】当日は、NH₃ と N₂ ガス流量、それらの比、アニール時間依存性などの結果についても報告する予定である。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) 堀田、第 79 回秋季応用物理学会 20a-PA5-2、2)堀田、他、第 78 回秋季応用物理学会 6a-PA9-4。

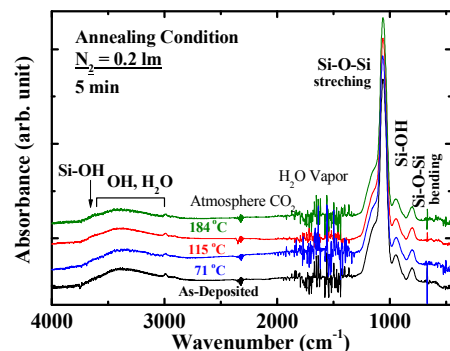


Fig. 1(a) N₂ アニール FT-IR スペクトル。

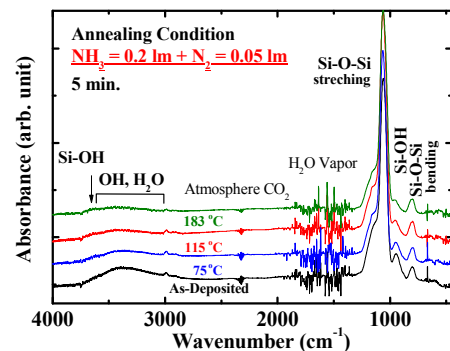


Fig. 1(b) NH₃ アニール FT-IR スペクトル。

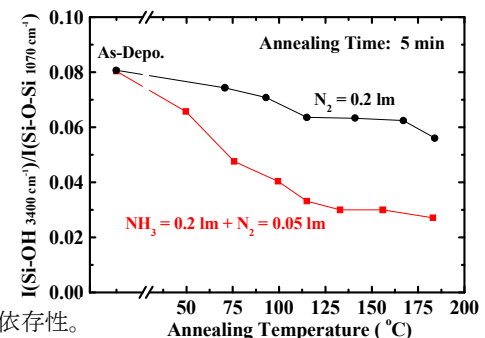


Fig. 2 Si-OH/Si-O-Si ピーク強度比のアニール温度依存性。