低温(150℃)アニールによる低温酸化 Si 膜中残留 OH 成分の除去

Reduction of Residual OH Content in a Low-temperature Si Oxide Film by Low-temperature Annealing (150°C)

北陸先端大　堀田　將

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イション膜、高密度化する集積回路の層間絶縁物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、有機 Si 系堆積源を用いた場合、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、絶縁性を悪化させる。そのため堆積後には、アニール処理によりそれらを除去しなければならない。しかし十分な低減には、堆積温度以上の高温が必要となる場合もあり、低温堆積自体の意義が失われる。これに対して我々は、OH 量の低減が殆ど無い 150℃でも、アンモニアガスを用いることで、大幅に減少させることができたので、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、シリコーンオイルとオゾンにより 200℃, 10 min で厚さ約 130nm 堆積したものを用いた。[1] アニールとしては、1)圧力 10 kPa 以下の低真空状態、2) 流量 0.2 lm (litter per minute)の乾燥 N_2 (99.995%) ガスの吹き付け状態、及び 3) 0.2 lm, NH_3(99.999%) + 0.05 lm, N_2 ガスの吹き付け状態で、それぞれ独立に 150℃、30 min 間行った。図 1 に、実験 2, 3)の概略を示す。酸化 Si 膜の膜厚、屈折率は HeNe 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)法により観測し、アニール効果を評価した。

【結果と考察】図 2 に、堆積直後（As-Depo.）、真空中、N_2 ガス、NH_3+N_2 ガスアニール後の FT-IR スペクトルを示す。 1400～1800 及び 2300 cm-1 付近の信号は、それぞれ装置内の残留水蒸気及び CO_2 によるものであり、膜中からのものではない。図から、As-Depo.膜では、Si と酸素が結合した 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}, 3500cm^{-1} 付近）も比較的大きく観測され、他の作製法同様、膜中に多くの水分系成分が残留していることが分かる。また、真空中でアニールを行っても、As-Depo.とほぼ同等のスペクトル形状が観測されることから、単に加熱だけでは、水分成分の除去が難しいことも分かる。さらに、一般的によく用いられている乾燥 N_2 ガスによる大気圧アニールでは、真空中に比べれば、Si-OH に起因するピークが若干減少しているものの、顕著な減少は見られない。一方、NH_3 ガスを用いた場合では、Si-OH 結合に起因するピークが大幅に減少しおり、NH_3 ガスが膜中残留水分系成分の除去に極めて有効であることが分かる。

【おわりに】当日は、アニール温度や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, 他. 第 78 回秋季応用物理学会 6a-PA9-4。

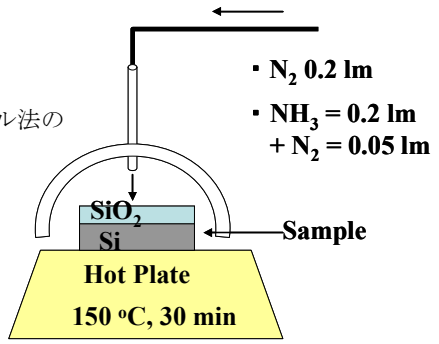

図 1
ガスアニール法の
概略

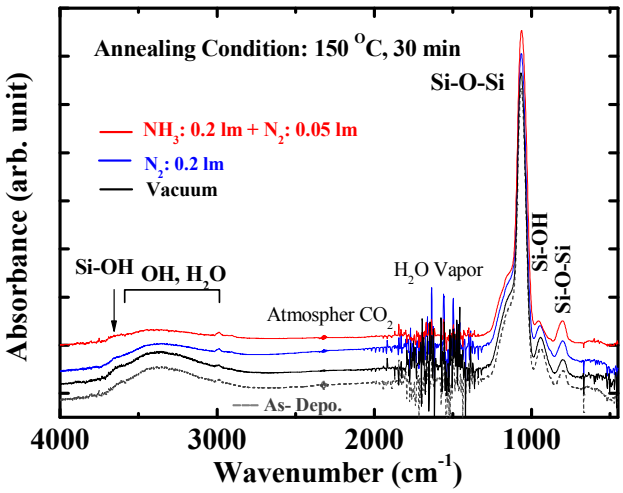

図 2　SiO_2/Si 構造の FT-IR スペクトル