

Si/SiO₂ 界面準位密度と製造環境における絶対湿度の相関

Correlation between Si/SiO₂ interface state density and indoor absolute humidity

ミニマルファブ技術研究組合¹, 産総研²

浅野 均¹, 居村 史人¹, 古賀 和博¹, クンブアン ソマワン^{1,2}, 原 史朗^{1,2}

MINIMAL¹ and AIST²

Hitoshi Asano¹, Fumito Imura¹, Kazuhiro Koga¹, Sommawan Khumpuang^{1,2} and Shiro Hara^{1,2}

E-mail: hitoshi.asano@minimalfab.com

【背景】トランジスタの基本性能を決定する界面準位の根源については、これまでトランジスタの製造環境の汚染度と酸化膜/シリコン界面の構造的な要因の2つの要因があると見られてきた。すなわち、製造環境における水分量など環境要因との因果関係については、水分量が酸化速度に影響するという報告⁽¹⁾などに限られ、環境と界面準位の本質関係性については全く知られていなかった。一つの問題は、クリーンルームの温度と湿度がいつも一定であるということで、環境要因がトランジスタ特性に及ぼす影響を調べることができなかったことによる。一方、ミニマルファブでは、クリーンルームを用いないため、温度と湿度を意図的に制御することも、また、外部環境に応じて変化させることも可能である。そこで、今回我々は、環境の温湿度を意図的には制御せず、ミニマル装置を用いて MOS キャパシタを作製し、その界面準位密度を評価した。ドライ酸化時における、装置周囲の温湿度をモニタリングし、空気中の水分量（絶対湿度）を求めたところ、MOS キャパシタの界面準位密度と絶対湿度の間にはっきりとした否定できない相関があるという重要な結果が観察されたので報告する。

【作製試料・実験】0.5"の Si(100)上に、ミニマル装置を用いて、SPM・RCA 洗浄、リソグラフィ、ドライ・ウェットエッチング、ドライ酸化、Al スパッタ、H₂ アニールなどの各プロセスを通して MOS キャパシタを作製した。ドライ酸化の直前のウェハ洗浄(RCA 洗浄)工程では、最後に 1%HF で Si 上のケミカル酸化膜を除去し、超純水リンス、乾燥を経てドライ酸化へ進めた。洗浄装置内の雰囲気は N₂ で満たされている。ドライ酸化に用いられるミニマル抵抗加熱炉の内部には、外気が HEPA フィルターを通して送り込まれている。その際、調温・調湿はされておらず、外気と内部雰囲気の絶対湿度は一致している。作製された MOS キャパシタに対し、C-V 特性観測を行い、界面準位密度を High-Low 法⁽²⁾を用いて算出する。

【結果と考察】図1には、各 MOS キャパシタにおける界面準位密度と、ドライ酸化時の装置周囲の絶対湿度を示してある。サンプル番号は、その試料を作った順番に振っており、およそ1年間かけて60サンプルほどを作製している。図1から、絶対湿度が高いと、界面準位密度も高いという傾向がうかがえる。この原因の一つとして、装置周囲の絶対湿度が高いと、ミニマル抵抗加熱炉内雰囲気の絶対湿度も高くなるため、ウェハが装置内に搬送された際に、ウェハ表面に自然酸化膜が発生しやすくなり、そのことで界面準位密度が高くなったということが一つの原因として考えられる。当日はさらに詳細な実験データを加えて、界面準位密度と絶対湿度の相関について議論する。

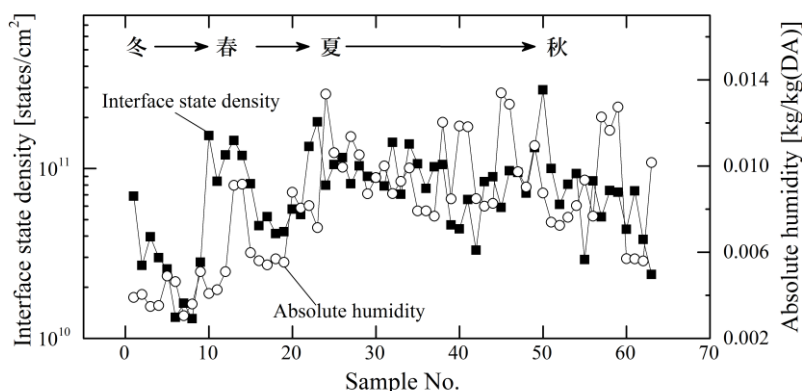


図1. 界面準位密度とドライ酸化時の絶対湿度

【参考文献】

- (1) M. Morita, T. Ohmi, E. Hasegawa, M. Kawakami and K. Suma, *Appl. Phys. Lett.*, **55**, 562 (1989)
- (2) R. Castagne and A. Vapaille, *Surface. Sci.*, **28**, 157(1971)