

金属 Hf/Si 構造への化学溶液酸化法による HfO₂/Si 構造の作成と評価

Fabrication and Evaluation of HfO₂/Si Structure by Chemical Oxidation Method on Metal Hf/Si Structure

農工大院工, °大場 裕貴, 野中 理帆, 岩崎 好孝, 上野 智雄

Tokyo Univ. of Agri. & Tech., °Hiroki Oba, Riho Nonaka, Yoshitaka Iwazaki, Tomo Ueno

E-mail: s171015t@st.go.tuat.ac.jp

1, 研究背景

これまでスケーリング則に基づく MOS-FET の微細化によって LSI の性能向上が図られてきた。しかしながら、近年、微細化による MOS-FET のゲート絶縁膜の薄膜化に伴う量子トンネル効果によるリーク電流の増大が問題視されている。これは、消費電力の増加やトランジスタの動作の不安定化などの原因となる。そこで、従来の SiO₂ よりも誘電率の高い材料(High-k 材料)をゲート絶縁膜に用いる手法が一般的となっている。この手法により、絶縁膜の膜厚を維持したまま高い容量値を得ることができ、MOS-FET の高性能化が期待できる。

現在、高性能化と低コスト化を、成膜プロセスの低温化やウエハの大口径化の上で達成することが求められている。そこで本稿では、Si 上で良質な SiO₂ 膜が形成できることが報告されており、プロセスの低温化が期待できる化学溶液酸化法^[1]を金属 Hf/Si 構造に対して行いその絶縁膜特性を調査した。

2, 実験方法

p-Si(100)を有機洗浄およびHF洗浄し、スパッタリング法でHfを堆積後、以下3種の酸化溶液に浸すことによりHfO₂/Si構造の作成を試みた。

- ① 過酸化水素水のみによる酸化(105°C)
- ② 塩酸過水(塩酸:過酸化水素水:水=1:2:8)による酸化(95°C)
- ③ 硫酸過水(硫酸:過酸化水素水:水=2:1:4)による酸化(160°C)

それぞれの溶液を共沸状態まで熱し、10分間基板を浸すことで酸化を行った。また、作製したサンプルに対し、窒素雰囲気下および酸素雰囲気下で250°Cの30分間アニール処理を施したサンプルも同様に作製した。上記のサンプルに対し、真空蒸着での電極作製後、C-VおよびJ-V測定により電気特性および絶縁特性を評価した。

3, 実験結果および考察

それぞれの酸化法によるC-V特性をFig.1に示す。過酸化水素水のみによる酸化では、As grownのサンプルにおいてこのゲート電圧掃引範囲内で表面電位の制御が出来ていないことが確認でき、多量の正電荷が界面に存在することが示唆される。これをアニール処理することで良好な特性が得られていることから、As grownのサンプルでは膜の結合が弱く、アニールによる結合改善が容易に行われたと考えられる。

酸を加えたときの反応としては両者ともAs grownのサンプルにおいては酸化力が変化していることが示唆される結果となった。しかし、塩酸過水による酸化では、反転領域で容量値が下がりきっておらず、伝導帯近傍に界面準位が局在しているため空乏層伸びの障害が示唆される。N₂アニール処理後の特性としては酸を添加しない溶液の方が良好な特性を得られている。塩酸過水においては、構造改善はなされたものの塩酸による不純物がアニールによって脱離し膜中欠陥が増加したと考えられる。硫酸過水においては、このような脱離が見られなかった。また、すべてのサンプルにおいてO₂アニールによって良好な特性を得られており、欠陥の補填がなされ

たとえられる。特に硫酸過水においてはヒステリシスがほとんど現れておらず、膜中欠陥の補填が十分になされたと考えられる。また、Fig.2にそれぞれの酸化法によるJ-V特性を示す。塩酸過水による酸化ではアニール処理によってリーク電流の低減が確認でき、他の酸化法に比べより密な膜が形成されていることが示唆される。

以上より、添加する酸により過酸化水素水の酸化力が変化することが確認できた。今後、これら酸化力の変化やアニールによる特性改善等に関して詳細に検討していく予定である。

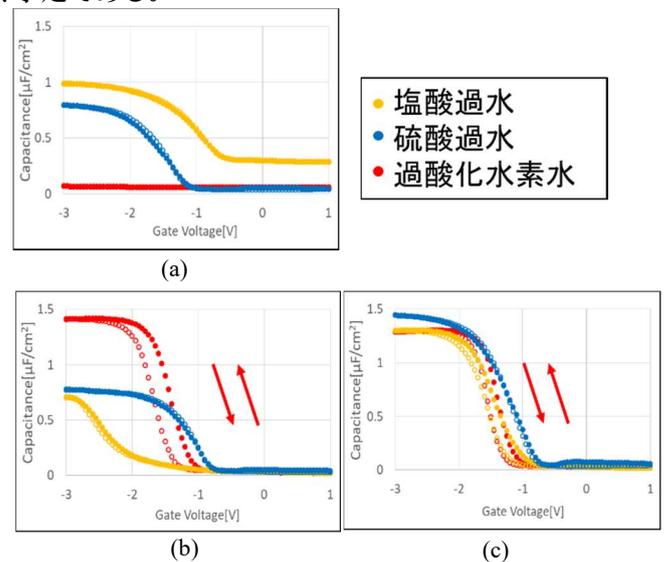


Fig.1 C-V characteristics of (a)As grown

(b)N₂ annealing 250°C 30min (c)O₂ annealing 250°C 30min

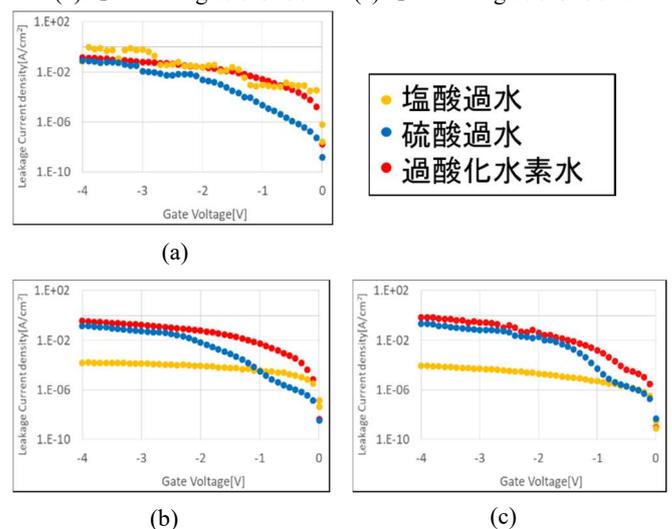


Fig.2 J-V characteristics of (a)As grown

(b)N₂ annealing 250°C 30min (c)O₂ annealing 250°C 30min

4, 参考文献

[1] 松本健俊・アスハ*・今村健太郎・小林 光:硝酸溶液を用いたSi表面上へのSiO₂酸化薄膜の低温形成と酸化膜の電気特性評価,表面科学,Vol. 29, No. 8, pp. 498-502, (2008)