

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, 岩崎 好孝, 上野 智雄

Tokyo Univ. of Agri. & Tech., °Hiroki Oba, 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測に基づく 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 膜を形成す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、以下の溶液にて金属Hfの酸化を行った。

- ① 硝酸による酸化(110°C)
- ② ピラニア溶液(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200°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。硝酸酸化法では、As grownサンプルは負側へのフラットバンドシフトが確認され、膜中に正の固定電荷が生成されていることが考えられる。これらは酸化膜形成時に膜中に捕らえられたH₂Oであり、アニール処理によって脱離したためシフトが改善したことが示唆される。また、アニール処理によりヒステリシスが増加していることから、H₂Oが脱離する際に構造を破壊したことで欠陥が生成されたと考えられる。

ピラニア溶液による酸化では、ヒステリシスがほぼ見られず硝酸酸化法よりも高い容量値が得られた。また、アニール処理により結合が改善されたことで蓄積容量の増加も確認できる。しかしながら、理想フラットバンド電圧である-0.7Vよりも負側にシフトしていることから硝酸酸化法と同様に膜中にH₂Oが捕らえられていることが考えられる。また、Fig.2に示すJ-V特性よりピラニア溶液による酸化では、硝酸酸化法に比べリーク電流が上回っていることが確認できた。これは、硝酸酸化法ではSiO₂膜が形成されたことで膜厚が増えたためリーク電流が低減された

と考えられる。このことは、C-V特性において容量値が低減していることから推測できる。リーク電流が課題となったが、ピラニア溶液による酸化膜はC-V特性において良好な特性を示しており、High-k材料の絶縁膜形成に対し有効であることが確認できた。

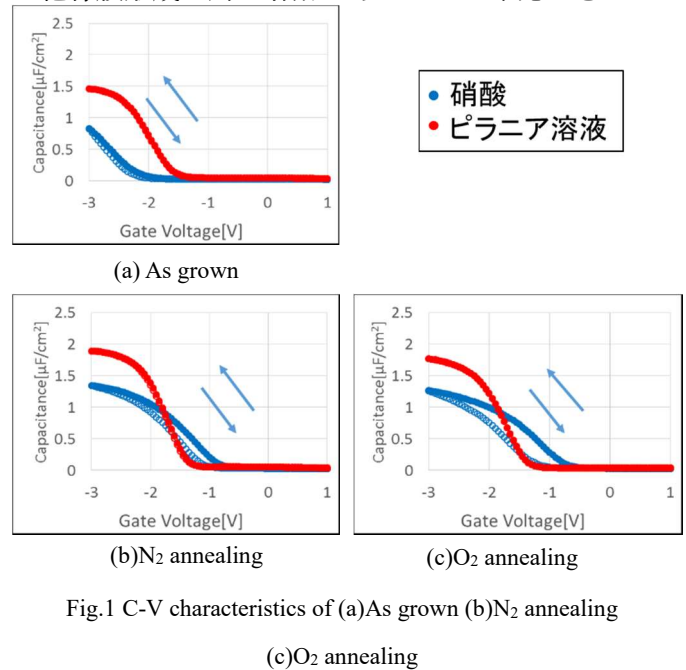


Fig.1 C-V characteristics of (a)As grown (b)N₂ annealing

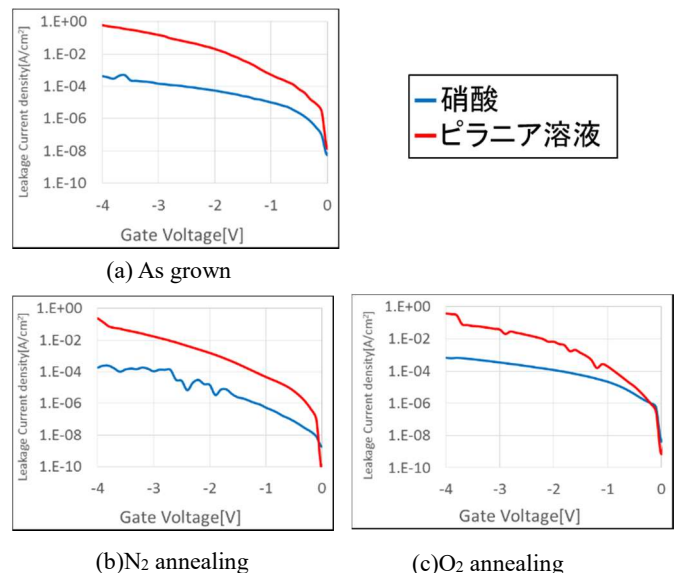


Fig.2 J-V characteristics of (a)As grown (b)N₂ annealing

(c)O₂ annealing

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)