

金属/Si 構造に対する化学溶液酸化法の検証と評価

Inspection and evaluation of chemical solution oxidation methods for metal / Si structures

農工大院工、○原田和輝、岩崎好孝、上野智雄

Tokyo Univ. of Agri. & Tech. Kazuki Harada, Yoshitaka Iwazaki, Tomo Ueno

Email: s199345z@st.go.tuat.ac.jp

1, 研究背景

近年、微細化に伴うゲート絶縁膜の薄膜化から、トンネル効果によるリーク電流が増大し、消費電力が増加してしまう。そこで、従来の SiO_2 膜に代わり高誘電率材料 (High-k 材料) を絶縁膜に用いることで、膜厚を維持したまま、より高い容量値を得ることができ、MOSFET の高性能化が期待できる。

一般的に絶縁膜の作製プロセスには比較的高温を用いるが、数百度の高温にさらすことで界面に低誘電率層が生じ、容量値が低下してしまう。これにより消費電力が増加してしまうことから、低温での作製が求められる。また、環境的負荷やコスト面から製膜プロセスの低温化やウェハの大口径化が求められている。

これらのことから本研究では High-k 材料として HfO_2 を選択し、より低温で製膜することの出来る化学溶液酸化法を用いて絶縁膜を作製、電気特性を測ることによって絶縁性を評価した。

2, 実験方法

p-Si 基板を有機洗浄, HF 洗浄後、スパッタリング法により Hf を堆積させた。その後、ピラニア溶液(硫酸:過酸化水素水:水=2:1:4)を 150°C まで加熱し、基板を 5 分間浸すことで酸化を施した。このサンプルに電極作成し C-V 測定と J-E 測定により、電気特性を評価した。また、化学溶液酸化法によって作成した HfO_2 のリーク特性を評価するために、厚めの金属 Hf を堆積、MIM 構造を作製し、J-E 特性の比較を行った。

3, 実験結果

Hf を堆積させて化学溶液酸化を行ったサンプルの C-V 特性、J-V 特性を図 1,2 にそれぞれ示す。

図 1 からヒステリシスはほとんど確認できないが、蓄積容量値が設計値よりも低い値となっている。これは Hf の触媒作用によって酸化がより進行し、Si 基板も酸化され、界面に SiO_2 が形成されていることが原因だと思われる。さらに図 2 から $1[\text{A}/\text{cm}^2]$ 以上のリー

ク電流が流れていることが確認できる。次に Hf を厚く堆積させ、化学溶液酸化を行ったサンプルの XPS 測定図を図 3 に示す。図 3 より、化学溶液酸化により金属 Hf が全て酸化され、 HfO_2 になっていることが示唆された。図 4 の C-V 測定図から、電圧に対して容量値が一定なのが確認できる。図 3,4 の結果からこのサンプルは図 5 のような MIM 構造ができたと思われる。図 6 に J-E 測定の測定図を示す。この図に示すように、リーク電流が 1×10^{-3} にて 10^{-6} 乗代と比較的良好な絶縁性を示すことが分かった。図 2 と比べると全体的にリーク電流が低いことから化学溶液酸化法によって作製した HfO_2 の絶縁性は MOS 構造作製した場合に比べて良いことが分かった。

