

酸化・還元アニールによる多結晶 HfO₂ 膜の相変態と電気的特性変化The effects of oxidation and reduction annealing on the electrical properties and phase transformation of polycrystalline HfO₂ films

筑波大学 数理物質科学研究科, ○門馬 久典, 蓮沼 隆, 山部 紀久夫

Univ. of Tsukuba, ○H. Momma, R. Hasunuma, and K. Yamabe

E-mail:bk200811120@s.bk.tsukuba.ac.jp

[目的]

多結晶HfO₂膜はPDAの条件次第でSiと直接接合が可能であり^[1]、EOT=0.5nmが実現可能である。しかし、多結晶HfO₂膜の諸特性の知見は非晶質HfO₂膜と比べ少ない。本研究では、多結晶HfO₂膜に酸化もしくは還元アニールを施し、多結晶中の酸素欠損が結晶構造、及び電気的特性に与える影響を調査した。

[実験方法]

SiO₂(1.5nm)/p-Si(100)基板に、非晶質HfO₂膜をRFマグネトロンスパッタ用いて25nm堆積した。次に、N₂ガス雰囲気中で熱処理を1000°Cで1時間行い、HfO₂膜を多結晶化させた。続いて、O₂アニール(400°C 20min 10Pa)もしくはFG(Forming Gas)アニール(400°C 20min 10Pa)を行った。その後、Al電極を形成しMOS構造における電気的特性評価を行った。

[実験結果]

Fig.1は上記に記した各条件で熱処理を行った後のXRDスペクトルの結果である。1000°Cの熱処理後にはmonoclinic-HfO₂相のピークが確認できる。注目すべきは、結晶化後にFGアニールを施したHfO₂膜はXRDスペクトルよりmonoclinic相、及びtetragonal相の混晶膜を形成している点である。結晶化後に

O₂アニールを施したHfO₂膜はmonoclinic相であることを踏まえると、FGアニールによって生成したHfO₂膜中の酸素欠損が安定結晶構造を変化させるものと考えられる。Fig.2に各条件で熱処理後のMOS構造におけるJ-E特性の結果を示す。FGアニールによってリーク電流の増加、O₂アニールではリーク電流の低減が確認できる。また、耐圧においてもFig.3に示す絶縁破壊電界ヒストグラムからFGアニールで耐圧の低下、O₂アニールで耐圧の上昇が見られた。つまり、非晶質HfO₂膜で懸念された酸素欠損による絶縁性の低下が多結晶HfO₂膜においても生じているものと考えられる。

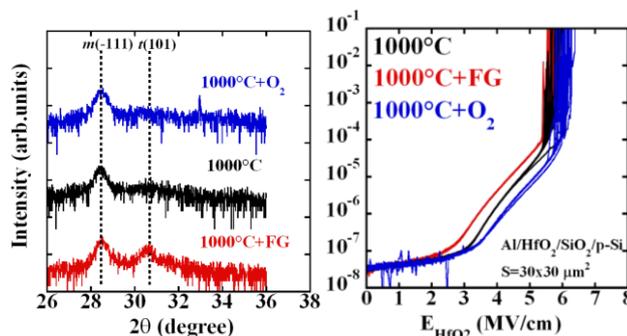


Fig.1 各雰囲気中で熱処理後の XRD スペクトル Fig.2 各雰囲気中で熱処理後の J-E 特性

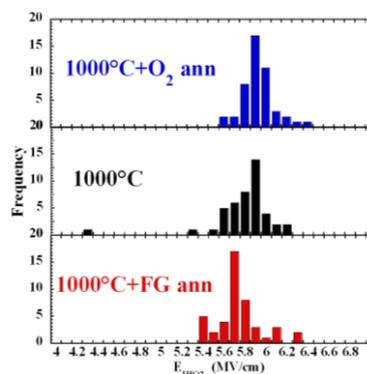


Fig.3 FG、O₂アニールによる多結晶 HfO₂ 膜の絶縁破壊電界変化

[Reference] [1]S. Migita *et al.*, IEDM 2010