

poly-Si/HfO₂/SiO₂/Si ゲートスタック構造における 加熱雰囲気制御による界面反応抑制効果

Suppression of interfacial reaction by atmosphere controlled annealing for
poly-Si/HfO₂/SiO₂/Si gate stack structures

東大院工¹、JST-CREST²、STARC³ 高橋晴彦¹、豊田智史¹、岡林 潤¹、
組頭広志^{1,2}、尾嶋正治^{1,2}、池田和人³、劉 国林³、劉 紫園³、白田宏治³

The Univ. of Tokyo¹, JST-CREST², STARC³ H. Takahashi¹, S. Toyoda¹, J. Okabayashi¹,
H. Kumigashira^{1,2}, M. Oshima^{1,2}, K. Ikeda³, G. L. Liu³, Z. Liu³, K. Usuda³

1. はじめに HfO₂は、次世代高誘電率ゲート絶縁膜として最も注目されている材料のひとつである。しかし、高温アニールプロセスにおいて poly-Si 上部電極との界面でシリサイド化反応や HfO₂層の結晶化が起き、デバイス特性劣化の原因となっている。そこで、これらの反応を抑制する必要がある。我々は超高真空中加熱において、poly-Si 上部電極と HfO₂ゲート絶縁膜との界面でシリサイド化反応や HfO₂層の結晶化が起きることを放射光光電子分光および X 線吸収分光(XAS)測定により調べてきた[1]。その結果から、これらの反応を抑制するためには加熱雰囲気を制御する必要があると考え、今回、窒素と酸素の混合ガスを用いて poly-Si/HfO₂/SiO₂/Si ゲートスタック構造における構造変化について、放射光を用いた高分解能光電子分光および XAS 測定により調べたので報告する。

2. 実験方法 poly-Si (3 nm)/HfO₂ (2 nm)/SiO₂/Si (001)ゲートスタック構造試料をフッ酸水溶液により表面を清浄化し、窒素と酸素(N₂: O₂ = 19: 1)の混合ガス中にて通電加熱を行った後、放射光光電子分光および XAS 測定を行った。加熱条件は 800 °C、1 分間で行った。また、窒素および酸素のみの雰囲気下でも加熱を行った。

3. 結果と考察 図 1 に混合ガス中加熱試料の Hf 4f 内殻光電子スペクトルと O K 端吸収スペクトルを示す。混合ガスの全圧が 1×10^{-3} Torr ($P_{O_2}=5 \times 10^{-5}$ Torr、 $P_{N_2}=9.5 \times 10^{-4}$ Torr)の条件で加熱した試料では、Hf 4f 内殻光電子スペクトルにおける Hf シリサイド成分が消失し、O K 端吸収スペクトルにおける HfO₂層の結晶化に由来する高エネルギー側のピーク成分が消失した。一方、窒素($P_{N_2}=9.5 \times 10^{-4}$ Torr)および酸素($P_{O_2}=5 \times 10^{-5}$ Torr)だけで加熱した場合、シリサイド化と結晶化を同時に防ぐことができなかったことから、混合ガス中加熱によるシリサイド化および結晶化抑制効果が明らかになった。講演では、シリサイド化と結晶化の抑制における混合ガスの働きについて議論する。

