

High-k ゲートスタック界面準位密度の フラッシュランプアニール温度依存評価 Flash Lamp Annealing temperature dependency on interface trap density of high-k gate stack

○*首藤広大 (M1), *吉仲泰萌 (M1), *藤原広大 (B), **河原崎光, **青山敬幸, **加藤慎一, *奈良安雄

*兵庫県立大学, **株式会社 SCREEN セミコンダクターソリューションズ

K. Shuto, T. Yoshinaka, K. Fujiwara, H. Kawarazaki, T. Aoyama, S. Kato, Y. Nara

University of Hyogo, SCREEN Semiconductor Solutions Co., Ltd

E-mail: er18z012@steng.u-hyogo.ac.jp

【はじめに】

High-k 膜の特性向上のためには High-k 膜成膜後の PDA (Post-deposition Annealing) が必要であり、ミリ秒で熱処理が可能な FLA (Flash Lamp Annealing) を用いた PDA が提案されている[1]。実用化には FLA 後の界面状態の評価が重要であり、雰囲気ガスにより界面特性が向上することが分かっている[2]。FLA には本加熱と予備加熱があり、どちらの熱処理温度も High-k 膜の特性に関与する重要なパラメータである。しかし、どちらの加熱が界面特性に影響を及ぼすか不明である。そのため、今回は本加熱の温度 T_p と予備加熱の温度 T_a を振り分けて界面準位密度 D_{it} を求めて、 T_p と T_a の界面への効果を評価した結果を報告する。

【実験】

Si-sub(p 型)基板を洗浄後、酸化剤 H_2O で HfO_2 を ALD 法により 3.5nm 成膜し、 N_2 雰囲気 FLA で熱処理を行なった。TiN 電極を形成した MOS 構造を用いて、コンダクタンス法により D_{it} を求めた。まず、 T_p を $850^\circ C$ で固定とし、 T_a を $400^\circ C$, $450^\circ C$, $500^\circ C$, $600^\circ C$ に振り分けて D_{it} を評価し、界面の T_a 依存を調べた。次に T_a を $400^\circ C$, $500^\circ C$, $600^\circ C$ でそれぞれ固定とし、フラッシュランプによる本加熱をしないもの(NF)と、するもの($T_p=850^\circ C$)に分けて T_p によって界面に影響する効果を調べた。

【実験結果】

実験結果から以下の特性が得られた。

- (1) T_a が小さくなるほど D_{it} が減少し、 $T_a=400^\circ C$, $T_p=850^\circ C$ で D_{it} が最も低下した(Fig.1)。
- (2) $T_a=400^\circ C$, $500^\circ C$ では T_p を入れることにより D_{it} が減少し、 $T_a=600^\circ C$ では D_{it} が増加する結果となった(Fig.1)。このことから T_a が $500^\circ C$ 以下であると、 T_p により界面に良い影響が与えられる。

Fig.2 に酸化剤 H_2O , O_3 でそれぞれ成膜し、FLA による熱処理をせずにコンダクタンス法で D_{it} を比較した結果を示す。 H_2O では水素ターミネーションの効果により D_{it} が減少している。しかし $500^\circ C$ 以上になると水素の脱離効果

により水素ターミネーション効果が薄れる。そのため、実験結果(1)で T_a が高くなるほど D_{it} が増加したと考える。

【まとめ】

FLA の熱処理温度を変えて D_{it} を評価した結果、 T_a は小さい方が良いことが分かり、 T_a が低いとき T_p による界面特性の向上がより期待できることが分かった。また N_2 雰囲気 $T_a=400^\circ C$, $T_p=850^\circ C$ の FLA では D_{it} が $1.8 \times 10^{11} [cm^{-2}eV^{-1}]$ となり FLA は高性能微細 CMOS 向けの熱処理として期待される。

【参考】[1] 上田晃頌 他, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会 16a-413-8

[2] 首藤広大 他, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会 17p-F206-9

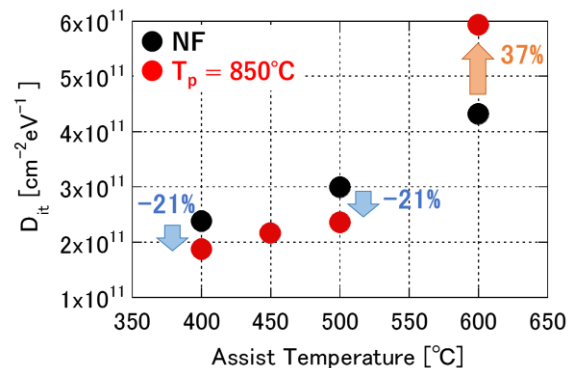


Fig.1 FLA annealing dependence of D_{it}

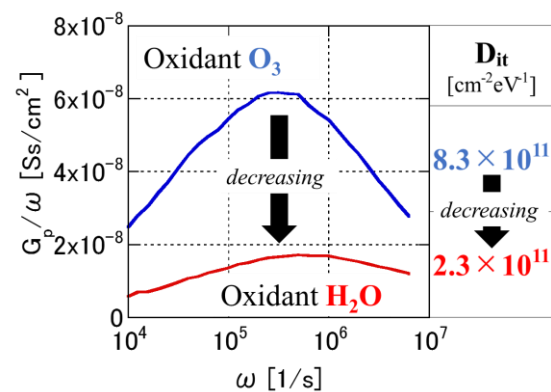


Fig.2 Comparison of D_{it} by Oxidant