

SiC 上酸化膜の電氣的ストレス耐性への NO アニール効果

The Effect of NO Annealing on Electrical Stress Tolerance of SiO₂ / SiC

筑波大学 ○吉川元気, 蓮沼隆

Tsukuba Univ., ○Genki Kikkawa and Ryu Hasunuma

E-mail: bk201210993@s.bk.tsukuba.ac.jp

【はじめに】

これまで SiC MOSFET は、移動度の向上を目的とし様々なプロセスが検討されている。しかしデバイスの信頼性に関わる評価の報告は多くはない。本研究では、TDDB(Time Dependent Dielectric Breakdown)測定や電荷注入後の容量-電圧測定を行うことで、SiC 上熱酸化膜の電氣的ストレス耐性を酸化膜または界面準位での電荷捕獲の観点から評価した。この評価により、窒化処理が SiO₂/SiC 界面および酸化膜中の電氣的ストレス耐性に及ぼす効果を考察したので報告する。

【実験方法】

n 型 4H-SiC(0001) 基板を使用した。RCA 洗浄後、1200°C Dry O₂ 雰囲気下でゲート酸化を 25min 行い、一部の試料ではさらに 1250°C NO 雰囲気中の POA を 60min(以下 NO 窒化)行った。その後、酸化膜上に Al 電極を形成し、MOS キャパシタを作製・評価した。TDDB での定電流ストレスは 1.0×10^{-3} A/cm² とした。また、同様のストレス条件で様々な電荷量の電荷を注入後、即座に容量-電圧特性を測定し、フラットバンド電圧を算出した。空乏側である -4V から 0.05 V 刻みで蓄積側へスweepし、1MHz の測定周波数で測定した。

【実験結果・考察】

Fig. 1 に定電流測定時の経時破壊寿命のワイブル分布を示す。NO 窒化により長寿命化していることが分かる。また、TDDB プロットの傾きが急峻になっており、破壊寿命のばらつきが小さくなっている。

Fig. 2 では、定電流ストレス印加によるゲート電圧変動(以下 ΔV_g-Q_f 特性)と、定電流ストレス直後の容量-電圧特性から算出したフラットバンド電圧の変動(以下 $\Delta V_{FB}-Q_f$ 特性)を示している。 ΔV_g-Q_f 特性を見ると、NO 窒化を行うことにより V_g が正方向に大きくシフトしているのが分かる。また、両者の差は 0.1 C/cm^2 以降では 1V 程度の差を保ちながら単調に正方向にシフトしている。これらのことより、注入初期は NO 窒化で形成された電子捕獲サイトに電子が捕獲されるが、注入後期 (0.1 C/cm^2 以降) は両者とも同様の電荷捕獲過程、または電荷捕獲サイト形成過程を経ていると考えられる。一方 $\Delta V_{FB}-Q_f$ 特性では NO 窒化の有無に関わらず V_{FB} の正方向シフトが見られ、この傾向はおおむね V_g のシフトと同様である。しかし、 V_{FB} のシフト量は V_g のシフト量に比べて大きく、これは界面準位や N_{it} における電子捕獲があるためであると考えられる。また 0.1 C/cm^2 以上で、窒化前の試料では V_{FB} シフトが継続しているのに対し、NO 窒化した試料では飽和しているように見える。一方、 V_g シフトは 0.1 C/cm^2 以降においても正方向にシフトし続けており、このことから界面あるいは界面近傍に正電荷が捕獲されていることが示唆される。以上、NO 窒化の効果とは膜中の電子捕獲が増加する、界面近傍では正電荷捕獲が増加する、の 2 点にまとめられるが、界面近傍での正電荷捕獲については窒化前

の試料についても存在する可能性は否定できず、今後議論が必要である。

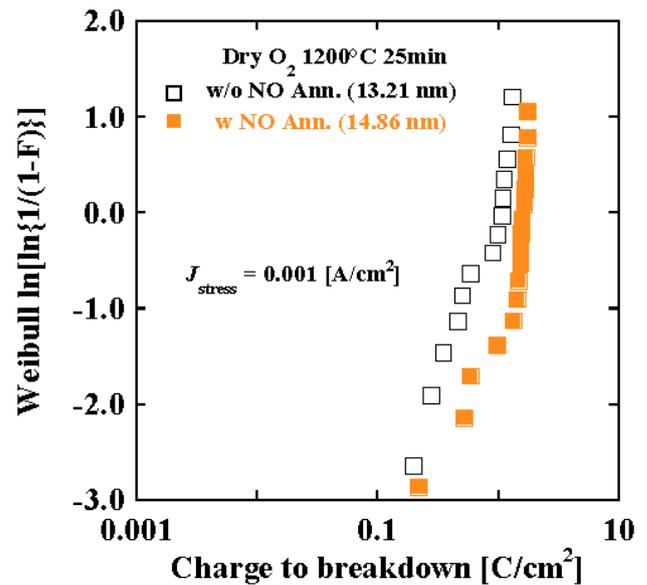


Fig.1 NO POAによるTDDB寿命変化。酸化膜厚は飽和容量から算出した。

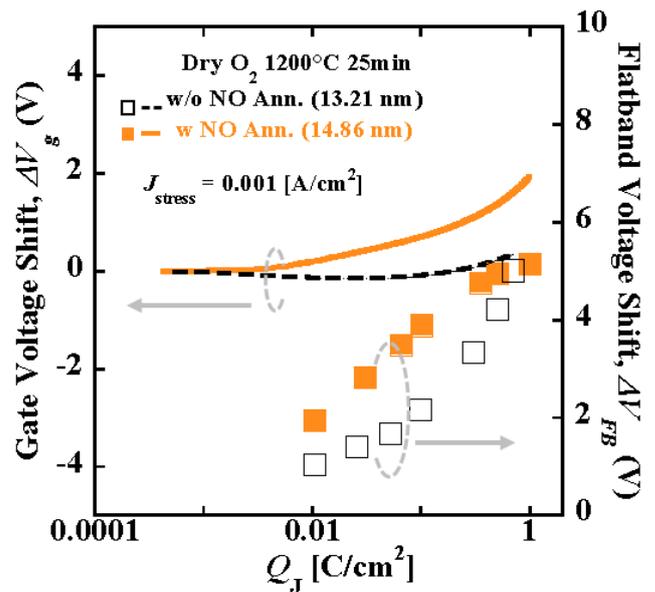


Fig.2 定電流ストレス印加によるゲート電圧変動 (ΔV_g-Q_f 特性) と直後のフラットバンド電圧変動 ($\Delta V_{FB}-Q_f$ 特性)。