

HfO₂を用いたチャージトラップメモリのアナログ動作に対する PDA 効果PDA effect on analog behavior of HfO₂ charge trap memory兵庫県立大工¹ ○(M2)吉仲 泰萌¹, (B)大西 寿仁¹, 奈良 安雄¹Univ. of Hyogo¹, °T. Yoshinaka¹, H. Onishi¹, Y. Nara¹

E-mail: er18v025@steng.u-hyogo.ac.jp, ynara@eng.u-hyogo.ac.jp

Keywords: アナログメモリ, チャージトラップメモリ, フラットバンド電圧

【はじめに】

近年, 人間の脳を模し, 低消費電力で高速処理を実現するコンピュータが注目されている. その実現にはアナログメモリの開発が不可欠である. そこで本研究では HfO₂ をチャージトラップ層に用いたチャージトラップメモリ[1]に着目し, そのアナログ動作の検討を進めてきた[2][3]. 今回はアナログ動作に対する PDA 効果について検討した結果について述べる.

【実験方法】

ALD 法で HfO₂ を p-Si 基板上に成膜し, 異なる条件下で PDA(酸素雰囲気, 60分, 700~850°C)を行った後, 表面および裏面に電極を形成し, MOS 構造(Fig. 1.(a))を作成した.

作成した MOS 構造に対して, C-V 特性によるフラットバンド電圧 V_{FB} 測定と電圧パルス(パルス幅:1ms, 正電圧および負電圧)印加を繰り返し(Fig. 1(b)), V_{FB} のシフト量 ΔV_{FB} のパルス数依存性を求めた.

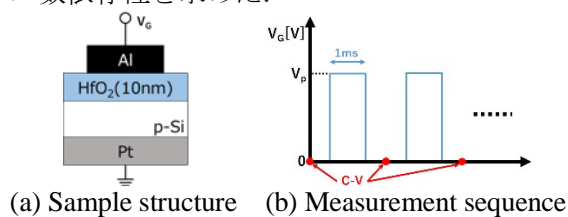


Fig. 1. Experimental method

【実験結果】

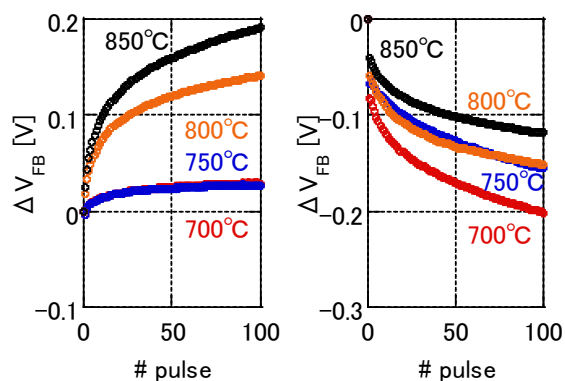
Fig. 2. は, ΔV_{FB} の印加パルス数依存性を示している. これより, いずれの PDA 条件においても印加パルスの極性に応じて V_{FB} が正または負方向にアナログ的に変化することが分かる. Nicollian らの電荷捕獲モデル[4]を 2 項に拡張したモデル(式(1))を用いてフィッティングすると実験値を良く再現できた.

$$\Delta V_{FB} = \Delta V_{FBS1} \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{x}{x_{01}}\right) \right\} + \Delta V_{FBS2} \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{x}{x_{02}}\right) \right\} \quad (1)$$

ここで, x は印加パルス数, ΔV_{FBS1} および ΔV_{FBS2} は飽和 V_{FB} シフト量で捕獲サイトの総量を, x_{01} および x_{02} ($x_{01} \leq x_{02}$) はパルスあたりの V_{FB} 変化割合で捕獲断面積に相当する.

ΔV_{FBS1} , ΔV_{FBS2} , x_{01} , x_{02} をフィッティング

パラメータとし, 正電圧パルス印加時のそれらのパラメータ値を Fig. 3. に示す. x_0 に明瞭な PDA 温度依存性は確認できないが, ΔV_{FBS} は高温処理により増大し, PDA 温度は捕獲サイトの総量に大きく影響を与えることが分かった.



(a) Write ($V_p=5V$) (b) Erase ($V_p=-6V$)
Fig. 2. ΔV_{FB} versus applied pulse number

Fig. 2. ΔV_{FB} versus applied pulse number

Fig. 2. ΔV_{FB} versus applied pulse number

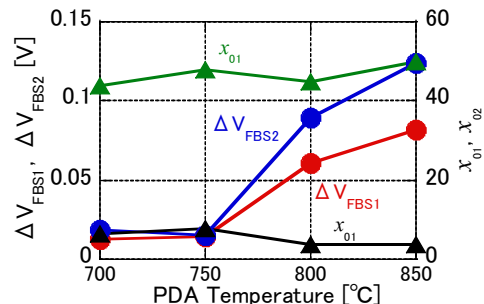


Fig. 3 Fitting parameters versus PDA temperature (Write, $V_p=5V$)

【まとめ】

HfO₂ を用いたチャージトラップメモリにおける PDA 効果を検討した. 飽和 V_{FB} シフト量とパルスあたりの V_{FB} 変化割合を 2 組用いることで V_{FB} 変化量を良く再現できることが分かり, PDA 効果を見積もることが出来た.

【参考文献】

- [1] Xuefeng Gu et al., Electron Device Letters, Vol.38, Issue 9, pp.1204-1207 (2017).
- [2] 吉仲 他, 応用物理学会関西支部平成 30 年度 第 2 回講演会, P-09 (2018).
- [3] 吉仲 他, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会, 10a-W641-3 (2019).
- [4] E. H. Nicollian et al., Journal of Applied Physics 42 p.5654 (1971).