

チャージポンピング法による立体 Si 構造の界面準位密度の熱処理温度依存性

Annealing Temperature Dependence of Interface-State Density for the Three-Dimensional Silicon Structures by Charge Pumping Method

東工大フロンティア研¹, 東工大総理工² 中島一裕¹, Li Wei¹, 佐藤創志¹, 角嶋邦之², Parhat Ahmet¹, 筒井一生², 西山彰², 杉井信之², 名取研二¹, 服部健雄¹, 岩井洋¹ Tokyo Tech. FRC¹, Tokyo Tech. IGSSE² K. Nakajima¹, W. Li¹, S. Sato¹, K. Kakushima², P. Ahmet¹, K. Tsutsui², A. Nishiyama², N. Sugii², K. Natori¹, T. Hattori¹ and H. Iwai¹

E-mail: nakajima.k.ai@m.titech.ac.jp

[はじめに] MOSFET の微細化に伴い、短チャネル効果の抑制が困難になってきている。立体チャネル構造を採用し、ゲートのチャネルに対する静電的制御性を向上させた立体 Si トランジスタは、将来の CMOS デバイスの有力候補である。しかし、立体 Si トランジスタは曲面を含む Si 側面をチャネルとするため、そこでのゲート絶縁膜界面品質は移動度、信頼性の点から重要である。本研究で扱うトランジスタでは通常のチャージポンピング法は適用できないため、ソースドレインを p^+n^+ とした構造^[1] でチャージポンピング評価を行った (Fig.1(a))。曲面を含む界面の品質改善を検討するため、フォーミングガス雰囲気における熱処理の温度を変化させて、界面準位密度のエネルギー分布を評価した。本予稿では、熱処理前と 300、320 で 30min の熱処理を行ったものについて報告する。

[実験] SOI 基板 (SOI:80 nm、BOX:50 nm) を用いて幅 100-150 nm のストライプ状構造を形成し、さらに犠牲酸化により所望の寸法の SOI フィン構造を形成した。次に SPM 洗浄と HF 洗浄処理後、乾燥酸素雰囲気中 1000 で 10 分間の熱酸化を行い、ゲート絶縁膜を形成した。RF スパッタ法により W を堆積後、ゲート電極をエッチングにより形成し、その両側に P と B を注入し n^+ 、 p^+ 領域を形成した。その後、窒素雰囲気中で 800、5 分の不純物活性化熱処理を行った後、Al の電極および配線を形成した。そしてフォーミングガス雰囲気中での熱処理を行い、その前後でチャージポンピング測定を行った。その際、Fig.1(b) に示す台形波を用いて、立ち上がり (t_r)、立下り時間 (t_f) を変化させて、界面準位密度のエネルギー分布の測定を行った^[2]。

[結果] チャネルの高さ (H_{fin}) 70nm、チャネル幅 (W_{fin}) 150nm、チャネル長 (L) 3.5 μ m の立体 Si 構造の熱処理前と、フォーミングガス雰囲気中、300 または 320、30min の熱処理を行った後の界面準位密度分布を Fig.2 に示す。フォーミングガス雰囲気中で熱処理を行うことにより、熱処理前よりも界面準位密度は低下した。また、300 での熱処理よりも、320 での熱処理の方がわずかに界面準位密度の改善傾向が見られたものの、まだ界面準位密度は大きい。320 より高い温度の熱処理によりさらに改善するものと考えられる。

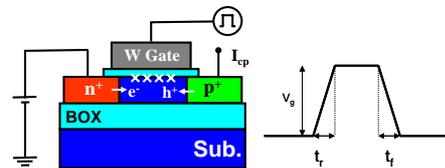


Fig.1(a) Experimental set-up of charge pumping (CP) measurement. (b) Gate pulse waveform for CP measurement.

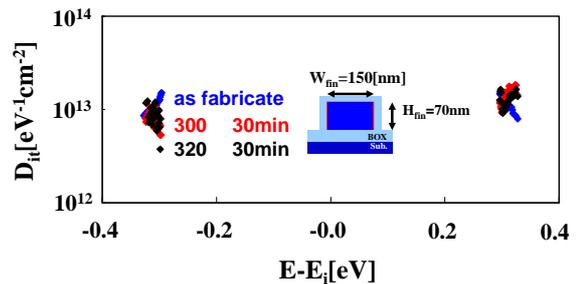


Fig. 2 Interface -state-density distribution before and after annealing at 300 and 320°C

[1] T. Elewa et al., J. Phys. Colloq. **49**, 137 (1988).

[2] G. V. Bosch et al., IEEE T-ED, **38**, 1820 (1991).

[謝辞] 本研究は NEDO 技術開発機構の支援を受け、実施された。