

Si-IGBT プロセスによる FZ-Si の少数キャリアライフタイムへの影響評価

Evaluation of Minority Carrier Lifetime in FZ-Si Affected by Si-IGBT Process

○小林 弘人¹, 横川 凌^{1,2}, 鈴木 貴博¹, 沼沢 陽一郎¹, 小椋 厚志¹, 西澤 伸一³
更屋 拓哉⁴, 伊藤 和夫⁴, 高倉 俊彦⁴, 鈴木 慎一⁴, 福井 宗利⁴, 竹内 潔⁴, 平本 俊郎⁴
(1. 明治大理工, 2. 学振特別研究員 DC, 3. 九州大工, 4. 東京大工)

○H. Kobayashi¹, R. Yokogawa^{1,2}, T. Suzuki¹, Y. Numasawa, A. Ogura¹ and S. Nishizawa³
T. Saraya⁴, K. Ito⁴, T. Takakura⁴, S. Suzuki⁴, M. Fukui⁴, K. Takeuchi⁴, T. Hiramoto⁴
(1. Meiji Univ., 2. JSPS Research Fellow DC, 3. Kyushu Univ., 4. Tokyo Univ.)

E-mail: ce171027@meiji.ac.jp

【背景・目的】 Si 絶縁ゲートバイポーラトランジスタ(Si-IGBT)は高耐圧パワー半導体デバイスとして現在の主流であり、今後の更なる高性能化実現にはキャリアライフタイム制御が必要不可欠である[1]。しかし、Si-IGBT プロセスによるライフタイム劣化のメカニズムは未解明であり、これまでの研究ではデバイス構造全体の平均・マクロな評価のみが行われている。本研究ではトレンチゲート形成およびゲート絶縁膜作製プロセスに着目し、PL イメージングと光導電率減衰測定によりライフタイムを多角的に評価し、ライフタイム劣化要因の特定を試みた。

【実験方法】 Table 1 に本実験で使用した試料の作製条件を示す。FZ-Si ウェーハ上に dry 酸化(1050°C, 17 分, O₂ 雰囲気)および wet 酸化(900°C, 12 分, H₂O 雰囲気)の 2 条件で同じ膜厚(約 35 nm)の酸化膜を形成した。また、トレンチ形成後に上記 2 条件でゲート酸化を行った試料も用意し、各々の試料で比較を行った。測定は酸化膜除去前後のライフタイムを Sinton 社 WCT-120 を用いて行った。酸化膜除去後のライフタイム測定では表面をキンヒドロンメタノールでパッシベーションした。またフォトルミネッセンス(PL)法(励起波長: 808 nm, 検出側のフィルター: Band Pass Filter(1140 ± 90 nm))により、試料断面(TEG)の顕微イメージング測定を行った。

【実験結果】 Fig. 1 に酸化膜除去前後のライフタイム測定結果を示す。購入品(As-grown)のライフタイム(約 2 msec)はプロセスによって劣化し dry 酸化>トレンチ+dry 酸化>wet 酸化>トレンチ+wet 酸化の順に高いライフタイムを示した。一方酸化膜除去後には、ライフタイムはほぼ完全に回復している。Fig. 2 に Sample C の断面 PL イメージング像を示す。PL 強度より試料表面側でバルク内部に比べてライフタイムが低くなっていることが確認された。これらの結果から、ゲート酸化後のライフタイム劣

化は、バルク欠陥などによるものではなく、酸化膜界面におけるキャリア再結合が大きく影響し、界面特性が wet 酸化に比べて dry 酸化が優れていることが確認された。

以上、トレンチ形成およびゲート絶縁膜プロセスとライフタイムに相関があることが明らかになり、本研究結果は次世代 Si-IGBT 作製プロセス最適化に寄与する結果と考える。

【謝辞】 本研究の一部は新エネルギー・産業技術総合開発機構の支援のもと実施された。

【参考文献】

[1] N. Iwamoto *et al.*, IEEE Trans. Electron Devices, **64**, 741 (2017).

Table 1 Sample fabrication process

Sample	Trench fabrication	Dry Oxidation	Wet Oxidation
A		✓	
B			✓
C	✓	✓	
D	✓		✓

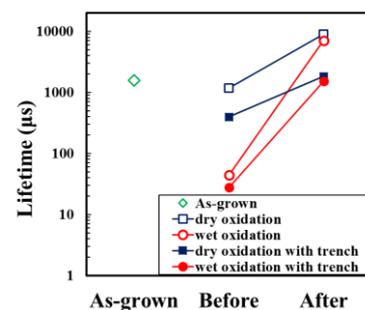


Fig. 1. Lifetime before and after oxide film removal

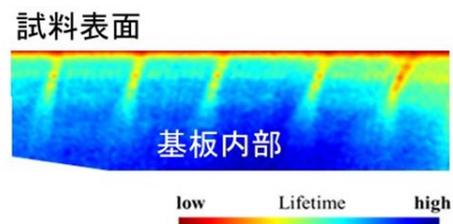


Fig. 2. Cross-section micro-PL image of sample C (TEG)