

PL 法による Si トレンチ側壁の結晶欠陥評価 Evaluation of Crystal Defects in the Sidewall of Si Trench using Photoluminescence Spectroscopy

○門 龍翔¹、伊藤 佑太¹、慎 重赫¹、横川凌^{1,2}、小椋 厚志^{1,2}、
川勝一斗³、吉際 潤³、嵯峨 幸一郎³、岩元勇人³

(明治大理工¹、明大 MREL²、ソニーセミコンダクタソリューションズ(株)³)

°L. Men¹, Y. Ito¹, J. Shin¹, R. Yokogawa^{1,2}, A. Ogura^{1,2},

K. Kawakatsu, J. Yoshigiwa³, K. Saga³, and H. Iwamoto³,

(Meiji Univ.¹, MREL², Sony Semiconductor Solutions Corporation³)

E-mail: ce201049@meiji.ac.jp

【背景と目的】半導体デバイスの微細化・高集積化に伴い、FinFET をはじめとした 3 次元構造の開発、実用化が進められている[1]。Si トレンチを形成する際に用いられるドライエッチングでは、トレンチ側壁に印加されるダメージが問題視されている[2]。これらはデバイスの性能向上の妨げとなる可能性があり熱処理による結晶回復が試みられているが、加工後にどのような欠陥が生じているかを詳細に評価した報告例はなく、これまで深い準位の領域での結晶欠陥や結晶回復の評価はできていなかった。上記背景を鑑み、本研究では、結晶の様々な電子状態を反映するフォトルミネセンス(PL)を観測する PL 法を用いて深い準位の欠陥を評価し、トレンチ加工時に生じる欠陥の特定及び熱処理による結晶状態のふるまいを理解することを目的とした。

【実験方法】 Si 基板に熱処理のみを行った試料、深さ 5 μm のトレンチ加工のみを施した試料、及びその両方を施した試料の計 3 試料を用意した。Si 結晶の欠陥準位は広帯域 PL 装置を用いて測定した。励起光源(DPSS レーザー)の波長、強度、試料ステージの温度はそれぞれ 532 nm, 115 mW, 35 K とした。それぞれの試料で 3 か所ずつ測定したスペクトルを平均化して比較した。

【結果と考察】 Fig. 1 に 1050 - 1350 nm、1350 - 1850 nm 波長範囲の各試料の PL スペクトルを示す。1190 - 1250 nm に出現する格子間 Si 及びそのクラスターに起因する発光ピークが熱処理後に大幅に消滅していることから、熱処理により欠陥が回復していることが示唆される。しかし、熱処理とトレンチ加工の両方を施した試料では 0.80 eV 付近には転位に起因する D1-line が、0.76 eV 付近には酸素析出に起因する P-line が確認された。これらの欠陥は熱処理とトレンチ加工の両方を行った試料のみに見られ、トレンチ加工とその後の熱処理によって新たに欠陥が生成されていることが示唆される。深い欠陥準位を検出可能な PL 法はトレンチ加工プロセスを評価する手法として有効であり、本研究ではトレンチ加工及び熱処理による結晶中の欠陥の挙動について明らかにした。

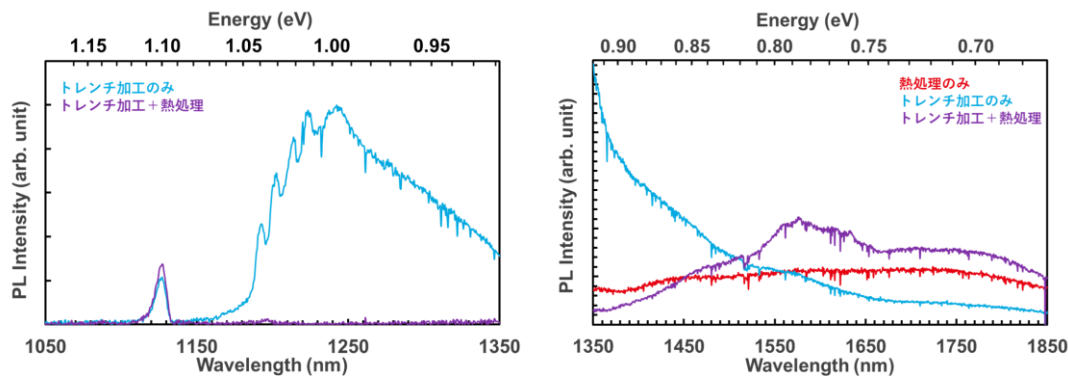


Fig. 1 PL spectra of Si substrate fabricated by w/o trench process and w/ trench process.

[1] M. -h. Chi, China Semiconductor Technology International Conference 1-3 (2016).

[2] K. Ishikawa *et al.*, Journal of Plasma and Fusion Research **97**, 508-510 (2021).