表面損傷を与えた Si 基板における Si 欠陥発光の寿命評価(II)

PL lifetimes of Si defect-related PLs in surface-damaged Si substrate (II)

九工大情報工、^〇扇 和也、岡 直大、池田修哉、瀬戸島健太、寺井慶和

Kyushu Institute of Technology, ^OK. Ogi, N. Oka, S. Ikeda, K. Setojima, Y. Terai

E-mail: m232018k@mail.kyutech.jp

【はじめに】 欠陥を含む Si 基板は D-line と呼ばれる欠陥由来の発光を示すことが知られている が[1],その詳細な発光寿命は明らかになっていない.これまで我々は,表面損傷後に熱処理を行 った Si 基板において,欠陥に由来する D1-, D2-, D3-, D4-line の各発光を観測した.そして,それ らの発光寿命を評価したところ,全ての発光で早い緩和過程(τ₁, τ₂)と遅い緩和過程(τ₃)が混在する

ことを報告してきた[2]. 今回, 各 D-line における発光強 度と発光寿命の相関を調べることを目的に, 熱処理温度 を変化させた表面損傷 Si 基板を作製し, その発光寿命 を評価した.

【実験方法】 ダイヤモンドスクライバー(切削圧力:約1kg)を用い,p-Si(001)基板(ρ=8-12Ω·cm) 鏡面へ格子状(0.5 mm 間隔)の表面損傷を与えた. その後,熱処理時間を 0.5 h に固定し,熱処理温度(*T*_A)を 550-900 °C と変化させて欠陥の導入を行った.発光測定では Nd:YAG レーザー(532 nm)を励起光源に用い,発光は Ge-pin 検出器で測定した.時間分解発光測定では,Nd:YAG レーザー(532 nm, 0.6 ns, 17 kHz)を励起光源に用い, InGaAs PMT を用いた時間相関単一光子計数法により測定した.

【結果】 Fig. 1 に発光スペクトルの熱処理温度依存性 を示す. T_A=550-600 ℃ で作製した試料では, 全ての発 光が観測され, T_A = 650 ℃ 以上の試料では D1-, D2-line が顕著なスペクトルが観測された. 各発光強度の熱処理 温度依存性を Fig. 2(a)に示す. D1-, D2-line の発光強度 は, T_A=750 ℃ 以上で急激に増大するのに対し, D3-, D4line では顕著な発光強度の変化は観測されなかった.次 に,発光強度の減衰曲線より求めた各発光の発光寿命 τι, τ₂, τ₃を Fig. 2(b), (c), (d)にそれぞれ示す. 図より τ₁と τ₃ は熱処理温度にほぼ依存せず, D1-, D2-line の τ₂のみ熱 処理温度の増加に伴い発光寿命が若干長くなる傾向を 示した. D1-, D2-line は表面近傍に形成した欠陥に由来す ると報告されている[1]. よって, T_A=750 ℃ 以上の試料 では,表面近傍の欠陥が急激に増加し,その結果 D1-, D2line の発光強度が強くなったと考えられる.一方, D1-, D2-lineの発光寿命はT_A=750 ℃ 前後で急激に変化せず, 発光寿命は発光強度に依存しないことが明らかとなっ た. 従って, D-line の発光寿命はスペクトル形状および 発光強度に強く依存しないため, D-line とバンド間遷移 発光が混在した試料では、発光寿命値からそれらの区別 が可能であると言える.

[1] R. Sauer, et al., Appl. Phys. A 36, 1 (1985).

[2] 扇他, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 16p-B5-6.



Fig. 1 Annealing temperature dependence of PL spectra in surface-damaged Si substrate.



Fig. 2 Annealing temperature dependence of PL intensity and PL decay times at 10 K.