Si/β-FeSi₂/Si 多結晶積層構造における 1.5 μm 発光の寿命評価

PL lifetime of 1.5 μm PL in Si/β-FeSi₂/Si polycrystalline stacked structures 九工大情工, [°]池田 修哉, 瀬戸島 健太, 扇 和也, 岡 直大, 寺井 慶和 Kyushu Inst. of tech., [°]S. Ikeda, K. Setojima, K. Ogi, N. Oka, Y. Terai E-mail: m232006s@mail.kyutech.jp

【はじめに】 これまで我々は、スパッタリング法により β-FeSi₂多結晶薄膜, Si/β-FeSi₂/Si 多結 晶積層構造を作製し、1.5 μm 発光の評価を行ってきた.その結果、B 添加量の増加に伴う 1.5 μm 発光の増強効果、および積層化による発光強度の増大を見いだした[1].また、B 添加 Si 多結晶薄 膜を含む各種試料の発光特性も評価した結果、多結晶積層構造で観測される 1.5 μm 発光は、β-FeSi₂ のバンド間遷移発光(A-band, 0.807 eV)のみに由来し、Si 欠陥発光である D1-line(約 0.81 eV)は含ま れないことを明らかにしてきた.本研究では、A-band 発光のみを示す Si/β-FeSi₂/Si 多結晶積層構 造で時間分解発光測定を行い、β-FeSi₂の発光寿命を評価したので報告する.

【実験方法】 スパッタリング法により, Si(100 nm)/B-doped β-FeSi₂ (20 nm)/Si 基板の積層構造を 作製した. p⁺-Si (B: 10¹⁹⁻²⁰ cm⁻³)ウエハー上に Fe 小片を着磁したものをターゲットとし, Fe-Si ア モルファス層(20 nm)を堆積した. その上に n-Si (ρ = 1-10 Ω·cm)ウエハーをターゲットとして, ア

モルファス Si (100 nm)を堆積させた. その後, 真空中 800℃, 0.5 - 32 h の熱処理により多結晶積層構造を作 製した.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】 これまでに報告した[1]熱処理時間 32h で作 製した B 添加積層構造の発光スペクトルを Fig. 1 (挿 図)に示す. その A-band (0.807 eV)発光強度の減衰曲線 を Fig. 1 に示す. 指数関数を用いたフィッティングの 結果(図中の実線), τ₁ = 10 ns, τ₂ = 150 ns の短い発光寿 命のみ存在することが明らかとなった. イオンビーム 合成法(IBS)で作製した β -FeSi₂では, $\tau_1 = 70$ ns, $\tau_2 = 670$ ns, τ₃ = 4.5 µs の発光寿命が得られており, 長い寿命の τ₃ は D1-line に起因すると報告してきた[2]. Fig. 1 ではこ の長い寿命は観測されず、多結晶積層構造が A-band 発 光のみ示すという従来報告を支持する結果となった. よって、β-FeSi₂の A-band の発光寿命は、従来報告値 より若干短い τ₁ = 10 ns, τ₂ = 150 ns が真性値であると考 えられる.次に、多結晶積層構造を作製する際の熱処 理時間と発光強度との相関を Fig. 2 に示す. 2h の短時 間熱処理試料で最大強度が得られており、アモルファ ス積層構造から多結晶積層構造を作製するには短時間 熱処理が有効であることを見出した.これら熱処理時 間の異なる多結晶積層構造においても発光寿命を評価 し,発光寿命の温度依存性とあわせて報告する. [1]池田他, 平成 28 年度応用物理学会九州支部学術講演会,

[2]Y. Terai, et al., J.Appl. Phys. 54, 07JB05 (2015).



Fig. 1.PL decay curve of A-band in Si/β-FeSi₂/Si stacked structure.



Fig. 2. PL spectra of stacked structures grown by

3Fp-3.