

PL 発光強度増大化への Si(111)基板上 β -FeSi₂ 成長の低温化検討

Effect of growth temperature on the photoluminescent β -FeSi₂ films on Si(111)

神奈川産技総研¹, 東工大物質理工² ○秋山 賢輔^{1,2}, 松本 佳久¹, 舟窪 浩²

¹ Kanagawa Institute of Industrial Science and Technology¹, Tokyo Institute of Technology²,

○Kensuke Akiyama¹, Yoshihisa Matsumoto¹, Hiroshi Funakubo²

E-mail: akiyama@kanagawa-iri.jp

【緒言】 鉄シリサイド半導体(β -FeSi₂)は、1.55 μ m 帯域での発光〔フォトルミネッセンス(PL)、エレクトロルミネッセンス(EL)]が報告され、その実用化には発光効率の向上が求められている。これまでに我々は、表面の改質を行った Si 基板上に成長した β -FeSi₂ 薄膜の 10K での PL 発光強度が増大化することを報告した[1, 2]。前回の発表において Si(100)基板上 β -FeSi₂ 薄膜の PL 発光特性に及ぼす成長温度の影響を調査し、非輻射再結合中心となる β -FeSi₂ 内の Si 空孔サイトの濃度が成長温度で変化し、PL 発光の温度依存性に影響を及ぼすことを報告した。そこでは、845°Cから 730°C に低温化することで非輻射再結合中心の密度が低減することが確認された。一方 X 線回折法による構造評価では低温化による β -FeSi₂ 結晶の品質低下が観察され、これが発光強度の増大化を妨げる可能性が示唆された。

これらの結果を踏まえて、本研究では 700°C 程度でも β -FeSi₂ のエピタキシャル成長が可能な Si(111)基板に銀(Ag)コート処理し、その後に成長した β -FeSi₂ 膜の PL 発光特性を調査した。

【実験条件】 (111)Si 基板上に 46 $\pm$ 5nm の Ag を 3 $\times$ 10⁻⁶ Torr の真空中で室温にて堆積した後に、有機金属気層成長(MOCVD)法で成長温度 650~820°C、及び成長速度 0.48nm/min にて 90~110nm の β -FeSi₂ 薄膜成長を行った。MOCVD 法での Fe、及び Si の出発原料にはモノシラン(SiH₄)、及びカルボニル鉄[Fe(CO)₅]を用いた。PL 分光分析での励起光には固体励起レーザの 532.2nm を用い、検出器にはゲルマニウムの P-I-N フォトダイオードを用いた。

【結果】 図 1 に 650°C、700°C、750°C、815°C、及び 820°C で成長した β -FeSi₂ 薄膜の 255K での PL スペクトルを示す。いずれの薄膜も(101)/(110)優先配向した β -FeSi₂ で構成されることを X 線回折評価から確認した。図 1 の PL スペクトルから 0.77₅~0.78₅eV にピークをもつ A-バンドが観察された。図 2 にこれら A-バンドのピーク強度を成長温度でプロットした結果を示す。成長温度が 700°C において A-バンドの強度は最大となり、その値は Si(100)基板上薄膜のデータよりも約 5 倍大きいことが確認された。これらの結果から β -FeSi₂ 薄膜内部の非輻射再結合中心の密度が熱平衡濃度と結晶品質に影響されることが示唆された。

【参考文献】 [1] K. Akiyama, S. Motomura, *et al.*, Physica Status Solidi (c), **10** (2013) 1684.

[2] K. Akiyama, S. Kaneko, H. Funakubo and M. Itakura, Appl. Phys. Lett., **91** (2007) 071903.

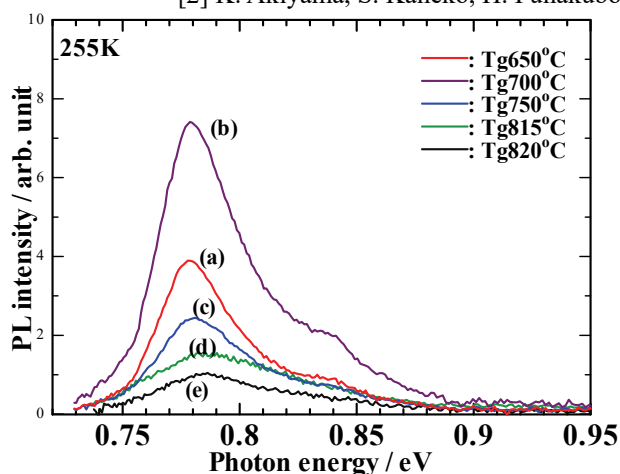


Fig. 1 Photoluminescence spectra at 255K for the β -FeSi₂ films grown at (a)650°C, (b)700°C, (c) 750°C, (d) 815°C and (e)820°C on (111)Si substrates with 46-nm-Ag layer.

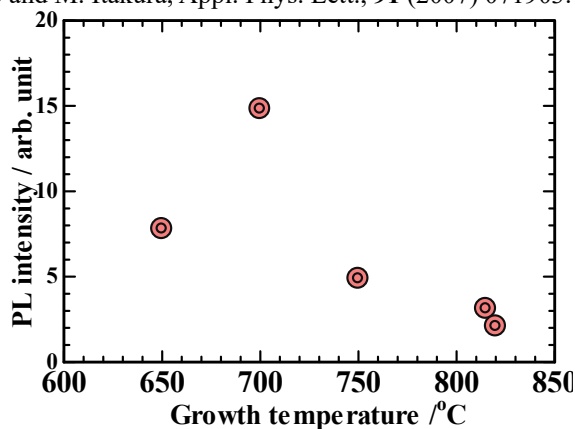


Fig. 2 Data of A-band intensity at 255K as a function of growth temperature for the β -FeSi₂ films on (111)Si substrates with 46-nm-Ag layer.