スパッタリング法により作製した β-$FeSi_2$ 多結晶薄膜の PL スペクトル

PL spectra of β-$FeSi_2$ polycrystalline films grown by magnetron sputtering method

九工大情報工，○池田修哉，扇　和也，飯沼元輝，村社尚紀，寺井慶和

Kyushu Institute of Technology, ○S. Ikeda, K. Ogi, M. Iinuma, N. Murakoso, and Y. Terai

E-mail: m232006s@mail.kyutech.jp

【はじめに】　これまで我々は，高純度 Fe(5N)と *n*-Si ウエハーをターゲットとした RF マグネトロンスパッタリング法により，低電子密度(約 10^{16} cm^{-3})の *n* 型 β-$FeSi_2$ 多結晶薄膜(無添加試料)を作製してきた．また，B 添加 p^+-Si ウエハーを用いることで正孔密度が約 10^{17} cm^{-3} の *p* 型 β-$FeSi_2$ 多結晶薄膜の作製にも成功している．これまで，これら試料での電気特性評価を行い，伝導機構および *p* 型試料のアクセプター準位について報告[1]してきたが，その光学特性については調べられていない．そこで，本研究では無添加および B 添加試料においてフォトルミネッセンス(PL)測定を行い，1.5 μm 帯の発光強度が B 添加量に依存することを見出したので報告する．

【実験方法】　スパッタリング法により約 200 nm の Fe, Si アモルファス層(Fe : Si = 1 : 2)を室温で高抵抗 FZ-Si 基板上に堆積した．無添加試料では *n*-Si (P : 10^{14}–10^{15} cm^{-3})，低濃度 B 添加試料では *p*-Si (B : 10^{16}–10^{17} cm^{-3})，高度濃度 B 添加試料では p^+-Si (B : 10^{19}–10^{20} cm^{-3})ウエハーを Si ターゲットに用いた．B 添加 β-$FeSi_2$ 多結晶薄膜の SIMS 分析の結果，Si ターゲットとほぼ同量の B が β-$FeSi_2$ 膜中に添加されることが確認されている．室温堆積後，真空中 800 °C，32 h の熱処理によりシリサイド成長を行った．PL 測定は Nd:YAG レーザーの第 2 高調波(532 nm)で励起し，Ge-PIN ディテクターで検出した．

【結果】　Fig. 1 に 12 K で測定した各試料の PL スペクトルを示す．無添加試料では，発光強度は弱いが 0.804 eV をピークとする PL が観測された．この発光エネルギーはこれまで報告[2]されている A-band (0.803 eV)とほぼ一致し，β-$FeSi_2$ のバンド間遷移発光と考えられる．B 添加試料では明らかにこの A-band 発光の強度が増大しており，B 添加濃度の増加に伴い発光強度が強くなることが明らかとなった．また，高濃度 B 添加試料では PL スペクトル形状の非対称性が確認され，低エネルギー側に A-band とは異なるピークが混在している．β-$FeSi_2$ では欠陥由来発光とされる C-band が 0.766 eV に存在すると報告[2]されている．よって，B 添加 β-$FeSi_2$ 多結晶薄膜ではバンドギャップ中に欠陥準位が形成されており，その準位を介した C-band 発光が顕著に出現していると考えられる．

電気特性評価では，無添加試料(*n* 型)では 56 meV, 118 meV のドナー準位，高濃度 B 添加試料(*p* 型)では 10, 245 meV のアクセプター準位が形成されることが明らかとなっている．B 添加試料における発光強度の増大は，B 添加によって形成された浅いアクセプター準位が関与しており，束縛励起子の形成により発光強度が増大した可能性がある．当日は Si 中に埋め込んだ B 添加 β-$FeSi_2$ の発光特性もあわせて報告する．

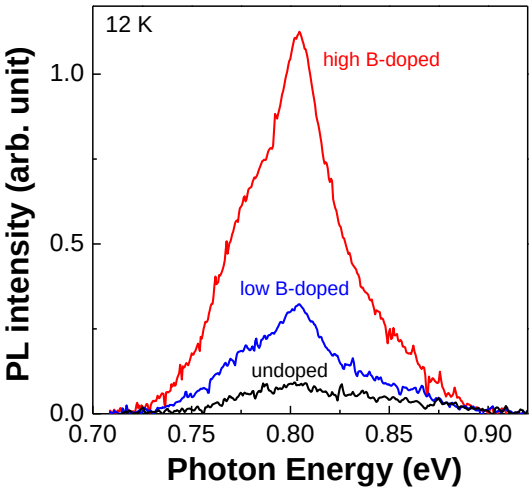


Fig. 1 PL spectra of high B-doped, low B-doped and undoped β-$FeSi_2$ polycrystalline films at 12 K.

[1]服部他，第 63 回応用物理学会春季学術講演会，20p-P13-9.

[2]Y. Maeda, *et al.* Thin Solid Films, 461 (2004) 160.

© 2016年 応用物理学会