

β -FeSi₂ *pn* ホモ接合素子の作製と光応答特性 Photoresponse properties of β -FeSi₂ *pn* homojunction grown by MBE

九工大情報工, [○]木下涼太, 山戸一輝, 寺井慶和

Kyushu Inst. of Tech., [○]R. Kinoshita, K. Yamato, Y. Terai

E-mail: p232030r@mail.kyutech.jp

【はじめに】シリサイド半導体 β -FeSi₂ は近赤外領域の光電変換素子用材料として期待されている。これまで我々は、不純物添加による β -FeSi₂ の *pn* 伝導制御を試み、その結果、Al 添加濃度 1.4% 未満で低正孔密度 ($p \sim 10^{16} \text{ cm}^{-3}$), 1.4% 以上で高正孔密度 ($p^+ \sim 10^{19} \text{ cm}^{-3}$) の *p* 型伝導を得た[1]。また、Sb 添加による *n* 型伝導制御では、Sb 添加量と成長時の Si/Fe 組成比制御により、電子密度 ($n = 10^{17} \sim 10^{19} \text{ cm}^{-3}$) の制御に成功してきた[2]。そこで本研究では、Si 基板上へ p^+ - β -FeSi₂/ n^+ - β -FeSi₂ ホモ接合をエピタキシャル成長し、電流-電圧 (*I-V*) および分光感度特性を評価したので報告する。

【実験方法】Al 添加 β -FeSi₂ 層 ($p^+ \sim 10^{19} \text{ cm}^{-3}$), 無添加 β -FeSi₂ 層 ($n \sim 10^{16} \text{ cm}^{-3}$), Sb 添加 β -FeSi₂ 層 ($n^+ \sim 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) の 3 種類の層を用いて、2 種類のホモ接合試料を作製した。テンプレート法を用いた MBE 法により、中抵抗 CZ-*n*-Si(111) 基板上に、 p^+ - β -FeSi₂(50 nm)/ n^+ - β -FeSi₂(200 nm) および p^+ - β -FeSi₂(50 nm)/ n - β -FeSi₂(150 nm)/ n^+ - β -FeSi₂(50 nm) を成長した。両試料とも空乏層は *n* 型 β -FeSi₂ 層内に広がっており、ポアソン方程式より算出した空乏層幅 *W* はそれぞれ $W=30, 110 \text{ nm}$ と見積もられる。 β -FeSi₂ 側には Al オーミック電極, Si 側には AuSb オーミック電極を形成し、電流-電圧 (*I-V*) 曲線および分光感度を測定した。各測定での光照射にはハロゲンランプ光源を用い、*I-V* 測定では全光を、分光感度測定では単色化した光を Si 側から照射した。

【結果】Fig. 1 に、各ホモ接合素子で測定した 78 K の *I-V* 特性を示す。暗闇下(破線)では、両試料とも整流性が観測され、 β -FeSi₂ *pn* ホモ接合での *pn* ダイオード動作が確認された。ハロゲンランプの全光を照射した場合(実線)、両試料において開放端電圧の増加が確認され、逆バイアス下で明確な光電流値の増加が確認された。次に、ゼロバイアス下で測定した分光感度スペクトルを Fig. 2 に示す。両試料とも、0.7 eV 付近から光応答が観測され、約 0.86 eV で最大感度を示した。 β -FeSi₂ エピタキシャル膜では、直接遷移端が 0.93 eV, 間接遷移端が 0.803 eV 付近に存在し、間接吸収は 0.7 eV 付近から生じる[3]。よって、0.7–0.9 eV 付近で観測された光応答は β -FeSi₂ の間接吸収に起因しており、 n - β -FeSi₂ が光吸収層として機能したと考えられる。空乏層幅の比較では、 $W = 30 \text{ nm}$ より $W = 110 \text{ nm}$ の試料で高い分光感度が得られている。これは、 $W = 110 \text{ nm}$ 試料の方が、空乏層が広がる *n* 型 β -FeSi₂ 層内の電子密度が $\sim 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ と低く、光キャリアの欠陥捕獲が抑制されているためと考えられる。しかしながら現状では、Fig. 1 で示したように、両試料とも逆バイアス下での暗電流が大きいいため、逆バイアス下では十分な分光感度が得られていない。よって、今後は暗電流の低減させるためホモ接合界面の作製条件を最適化し、分光感度の向上を試みる予定である。

[1]野田他, 第 69 回応用物理学会秋季学術講演会, 29p-C-16

[2]木下他, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 21a-PA3-1.

[3] Y. Terai, et al., Thin Solid Films 519, 8468 (2011).

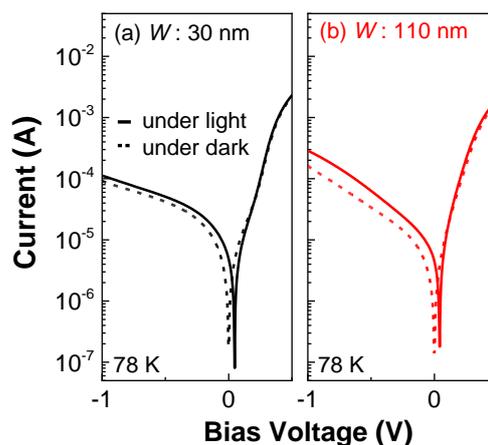


Fig. 1 *I-V* curves of β -FeSi₂ *pn* homojunction.

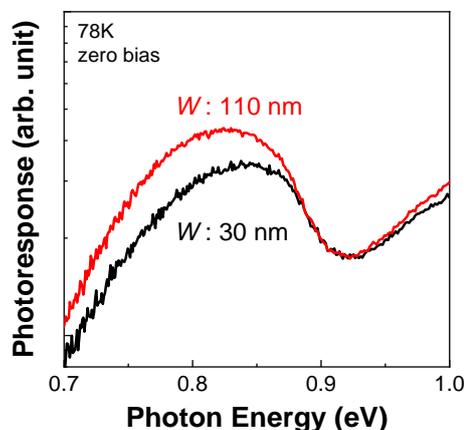


Fig. 2 Photoresponse spectra of β -FeSi₂ *pn* homojunction.