

β-FeSi₂ エピタキシャル膜における FKO 振動の観測と 表面フェルミ準位の評価

Investigation of surface Fermi level in β-FeSi₂ epitaxial films by Franz-Keldysh oscillations

鹿児島大工, °塚本裕明, 山口陽己, 服部 哲, 東 貴彦, 寺井慶和

Kagoshima Univ., °H. Tsukamoto, H. Yamaguchi, T. Hattori, T. Higashi, Y. Terai

E-mail: K3559969@kadai.jp

【はじめに】 半導体表面では表面準位によるピンニングによりバンドが曲がり、膜内部とは異なるフェルミ準位を形成することが知られている。しかしながら、我々が研究対象としている β-FeSi₂ ではこの表面フェルミ準位の報告例がない。そこで、本研究では低残留キャリア濃度の無添加 β-FeSi₂ エピタキシャル膜において Franz-Keldysh oscillations (FKO) を観測し、β-FeSi₂ に真性の表面フェルミ準位を評価することを目的とした。

【実験方法】 試料には MBE 法により Si(111) 基板上にエピタキシャル成長させた β-FeSi₂ 薄膜を用いた。FKO 観測用の試料として、p⁺-β-FeSi₂ (p~10²¹ cm⁻³, 45 nm) 上に無添加 β-FeSi₂ (ud-β-FeSi₂, n~10¹⁶ cm⁻³, 3.4 nm) を積層させた UP⁺構造を作製した。また、変調電界領域を判定するため Si 基板上に ud-β-FeSi₂ のみを約 100 nm 成長した薄膜試料も作製した。フォトリフレクタンス(PR)測定はタングステンランプと 532 nm のレーザーを光源に用い、InGaAs フォトダイオードで変調反射率(ΔR/R)を測定した。

【結果】 Fig. 1 に各試料の PR スペクトルを示す。ud-β-FeSi₂ 薄膜では, Aspnes の 3 次微分形に対応した低電界領域の PR スペクトルが観測されている。それに対し, UP⁺ β-FeSi₂ 構造では高エネルギー側に振動成分を伴うブロードなスペクトルが観測された。その振動成分のエネルギー位置を FKO の理論 [1] に基づいてプロットした結果を Fig. 2 に示す。Fig. 2 で直線関係が得られていることから, UP⁺ β-FeSi₂ 試料で観測された振動成分は FKO であると判断される。すなわち, UP⁺ β-FeSi₂ 構造を用いることにより表面 ud-β-FeSi₂ 層での変調電界強度が中電界領域に達し, FKO の観測に成功したといえる。Fig. 2 より表面電界強度 F および表面フェルミ準位 V_F を求めた結果, $F = 200$ kV/cm, $V_F = 0.07$ V の値が得られた。同じ方法で得られた GaAs の V_F の値 ($V_F = 0.35$ - 0.7 V) と比較すると β-FeSi₂ の V_F は小さい。よって, β-FeSi₂ の表面ピンニングによるバンド変形は GaAs より小さいと考えられる。

[1] F. H. Pollak, *et al.* Mat. Sci. & Eng. R10 (1993) 275.

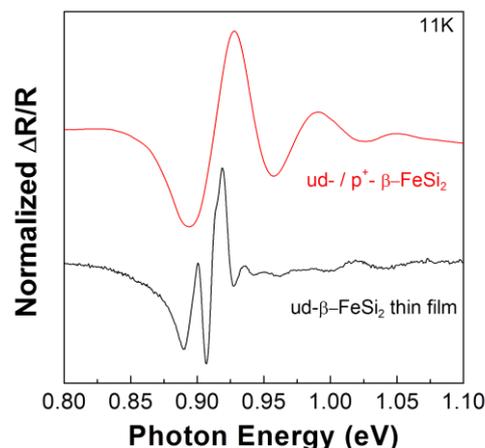


Fig. 1 PR spectra of β-FeSi₂ films.

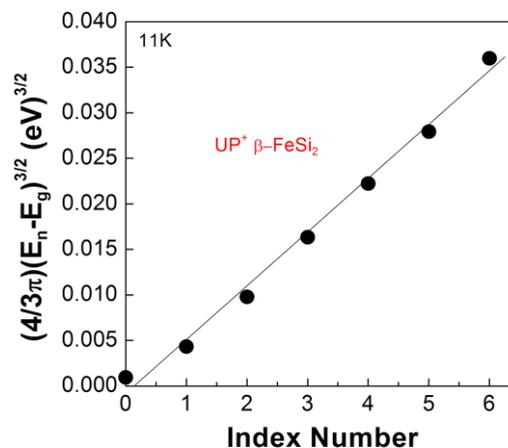


Fig. 2 Plot of $(4/3\pi)(E_n - E_g)^{3/2}$ as a function of FKO index number.