

## $\beta$ -FeSi<sub>2</sub> 多結晶薄膜における電気伝導機構の検証

### Transport properties in $\beta$ -FeSi<sub>2</sub> polycrystalline films

鹿児島大理工, °東 貴彦, 中山翔太, 服部 哲, 三村祐介, 塚本裕明, 山口陽己, 寺井慶和

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

E-mail: K0681822@kadai.jp

【はじめに】  $\beta$ -FeSi<sub>2</sub> 単結晶の伝導機構は温度に依存して変化し、遷移温度( $T_c$ )より高温側ではバンド伝導, 低温側では欠陥準位を介した局在伝導を示すことが知られている [1]. これまで我々は, MBE 法により作製した低残留電子密度 ( $\sim 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ) エピタキシャル膜においてもその伝導機構変化を観測し, その  $T_c$  がエピタキシャル方位に依存することを報告してきた [2]. 近年, スパッタリング法により作製した低残留電子密度の多結晶薄膜においても, その伝導機構変化を観測することに成功している [3]. しかし,  $\beta$ -FeSi<sub>2</sub> 多結晶薄膜では同条件で作製したにもかかわらず, 試料に依存して  $T_c$  が 180–340 K の範囲で大きく変化し, その原因が不明であった. そこで, 試料作製条件と  $T_c$  の相関を検証した結果, Fe, Si アモルファス層をシリサイド化させる際の初期昇温時間と  $T_c$  に相関があ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, Fe : Si = 1 : 2 の Fe, Si アモルファス層 (約 200 nm) を FZ-Si 基板 ( $1\text{--}3 \text{ k}\Omega\cdot\text{cm}$ ) 上に堆積した. その後, 同一基板から 5 mm 角の小片を複数枚切り出し, 真空中 800°C, 16 h の熱処理によりシリサイド化を行った. その際, 熱処理初期における 800°C までの昇温時間を 1, 8, 16, 32, 48, 64 min と変化させて, 成長条件の異なる  $\beta$ -FeSi<sub>2</sub> 多結晶薄膜を作製した. XRD 測定により  $\beta$ -FeSi<sub>2</sub> 単相であることを確認した後, 試料表面に Al オーミック電極を作製し, van der Pauw 法により電気特性の温度依存性を測定した.

【結果】 全ての試料は  $n$  型伝導を示し, 室温における電子密度は  $2\text{--}3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  と昇温時間による違いはなかった. また, 各試料における電子密度の温度依存性は小さいのに対し, 抵抗率( $\rho$ )および移動度( $\mu$ )は  $T_c$  を境に大きな温度依存性を示した. その結果を Fig. 1 に示す. 昇温時間を 1, 8 min で作製した試料では, 約 320 K より低温側で急激に抵抗率が上昇および移動度が低下しており, 伝導機構が変化する  $T_c$  が高温に存在することがわかる. 一方, 昇温時間を 16–64 min で作製した試料では  $T_c$  が 180–225 K と低温に存在しており,  $T_c$  が昇温時間に強く依存することが明らかとなった.

$\beta$ -FeSi<sub>2</sub> 単結晶における低温側の局在伝導は, キャリアが欠陥準位に捕獲されることにより生じると考えられている. よって  $\beta$ -FeSi<sub>2</sub> 多結晶薄膜では, アモルファス層から  $\beta$  層を形成する際の初期反応速度に依存して, キャリアを捕獲する欠陥準位の深さが異なり, その結果  $T_c$  が変化した可能性が考えられる.

[1] S. Brehme, *et al.* J. Appl. Phys. **84**, 3187 (1998).

[2] Y. Terai, *et al.* Phys. Status Solidi C, **10**, 1696 (2013).

[3] 服部他, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 19p-D3-10.

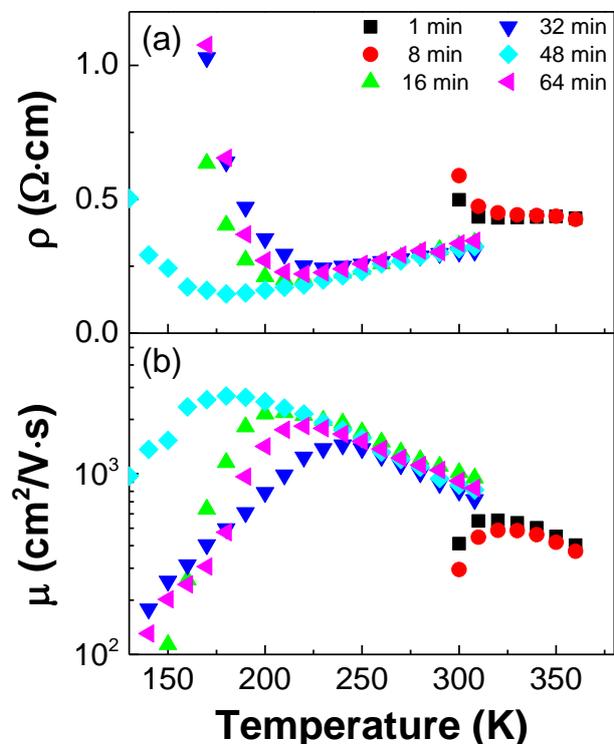


Fig. 1 Temperature dependence of (a) resistivity, (b) mobility in  $\beta$ -FeSi<sub>2</sub> polycrystalline films grown by different annealing conditions.