

スパッタリング法による低残留キャリア密度 β -FeSi₂ 多結晶薄膜の作製と電気伝導機構の評価

Sputtering growth of β -FeSi₂ polycrystalline films with low carrier density and conduction mechanism

鹿児島大工, [○]服部 哲, 東 貴彦, 塚本裕明, 山口陽己, 寺井慶和

Kagoshima Univ., [○]T. Hattori, T. Higashi, H. Tsukamoto, H. Yamaguchi, Y. Terai

E-mail: K1003167@kadai.jp

【はじめに】 低残留キャリア密度 β -FeSi₂ 薄膜の作製とその電気伝導機構の理解は、この材料の応用に向けて必要不可欠である。これまで、我々は高純度 Fe を用いた MBE 法により低残留電子密度($4\sim 6\times 10^{16}\text{ cm}^{-3}$)の β -FeSi₂ エピタキシャル膜を作製し、その電気伝導機構を報告してきた [1, 2]。今回は RF マグネトロンスパッタリング法により β -FeSi₂ 多結晶薄膜を作製し、その残留キャリア密度と移動度を評価したので報告する。

【実験方法】 Si 基板 (n 型, $\rho = 1\text{--}20\ \Omega\cdot\text{cm}$) 上に高純度 Fe チップ (東邦亜鉛製, 5N) を着磁したものをターゲットに用い、室温にて 2 インチの高抵抗 Si 基板 ($\rho = 1\text{--}3\ \text{k}\Omega\cdot\text{cm}$) 上に約 170nm の Fe, Si アモルファス層を Fe : Si = 1 : 2 の原子数比で堆積した。そして、真空中 850°C, 16 時間の熱処理によりシリサイド成長を行い、XRD, ラマンスペクトルにより β -FeSi₂ 多結晶薄膜の形成を確認した。その後、オーミック電極を作製し van der Pauw 法によるホール効果測定を行った。

【結果】 Fig. 1 に室温での残留キャリア密度と (a)比抵抗値, (b) 移動度との相関を示す。成長の再現性を確認するため、同一条件で作製した 4 試料の結果を色で区別し図中にプロットした。また、同一試料内の面内分布を確認するため、2 インチ試料の複数箇所測定した結果を同一色でプロットしている。全ての試料は n 型を示し、室温でのキャリア密度は $1\sim 6\times 10^{16}\text{ cm}^{-3}$ と低残留キャリア密度の β -FeSi₂ 多結晶薄膜がスパッタリング法により作製可能であることが明らかとなった。比抵抗値はキャリア密度の増大とともに小さくなるのに対し、移動度は $450\sim 880\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ で分布しこのキャリア密度領域では移動度はキャリア密度に強く依存しない結果が得られた。

我々は MBE で作製した β -FeSi₂ エピタキシャル膜の n 型伝導は、Fe 原料中に含有する n 型ドーパント(P, As)が膜中に混入するためと報告してきた[1]。今回は MBE 成長時と同じ Fe, Si 原料を用い清浄環境下で成長を行ったため、同じ起源により低残留電子密度の多結晶薄膜が作製できたといえる。また、多結晶薄膜の移動度はエピタキシャル膜の移動度($400\sim 450\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$)と同程度あることから、 β -FeSi₂ 結晶粒間の粒界散乱は移動度の低下に大きく寄与しないと考えられる。当日は、電気伝導の温度依存性の結果も含め、多結晶薄膜における伝導機構について発表を行う予定である。

[1] Y. Terai, *et al.* J. Appl. Phys. 112 (2012) 013702.

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

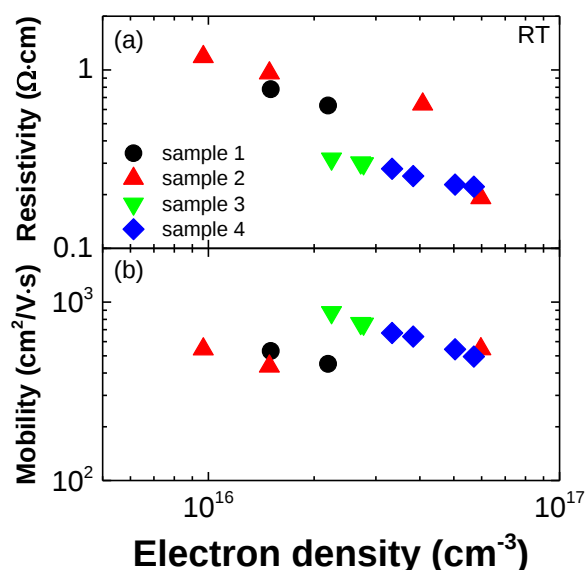


Fig. 1 Electron density versus (a) resistivity, (b) mobility in β -FeSi₂ polycrystalline films.