スパッタリング法による β-$FeSi_2$ 多結晶薄膜の伝導型制御

Control of conduction type in β-$FeSi_2$ polycrystalline thin films grown by sputtering method

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

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

E-mail: K1003167@kadai.jp

【はじめに】　これまで我々は，Si 基板上に高純度（5N）Fe 小片を着磁させたターゲットを用いて，RF マグネトロンスパッタリング法による低残留キャリア密度（~ 10^{16} cm^{-3}）*n* 型 β-$FeSi_2$ 多結晶薄膜の作製に成功している [1]．しかし，光電変換素子の作製には，多結晶薄膜の伝導型およびキャリア密度の制御が必要である．そこで本研究では，ターゲット Si 基板中の不純物種を変更し，β-$FeSi_2$ 多結晶薄膜の伝導型制御を試みたので報告する．

【実験方法】　RF マグネトロンスパッタリング法により，高抵抗 Si 基板（ρ ＞ 1 kΩ·cm）上に約 200 nm の Fe, Si アモルファス層を Fe : Si = 1 : 2 の原子数比で室温にて堆積した．その際，ターゲット Si には *n* 型 Si 基板（P ドープ，$n = 10^{14} \sim 10^{15}$ cm^{-3}）と *p* 型 Si 基板（B ドープ，$p = 10^{19} \sim 10^{20}$ cm^{-3}）の 2 種類を用いた．室温堆積後，真空中 800°C，16 時間の熱処理によりシリサイド成長を行った．その β-$FeSi_2$ 多結晶薄膜表面に Al 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室温にて行い，伝導型，キャリア密度および移動度を評価した．

【結果】　成長に用いたターゲットと β-$FeSi_2$ 多結晶薄膜の電気特性との相関を Table 1 に示す．*n* 型 Si ターゲットを用いた場合，これまでの報告通り *n* 型，低キャリア密度および高移動度を示す多結晶薄膜が得られた．この *n* 型伝導の発現は，Fe 原料中に存在する *n* 型ドーパント（P, As）が 10^{17} cm^{-3} ほど膜中に混入したためと解釈される [1]．一方，高濃度の B がドープされた *p* 型 Si ターゲットを用いることで，*p* 型伝導を示す β-$FeSi_2$ 多結晶薄膜を得ることに成功した．これは Si ターゲット中の B が β-$FeSi_2$ 多結晶薄膜中に取り込まれ，アクセプターとして機能したためと解釈される．よって，ターゲット Si 基板中の不純物種および濃度を更に制御することで，β-$FeSi_2$ 多結晶薄膜の伝導型およびキャリア密度の精密制御が達成される可能性がある．

今回得られた正孔密度は 1×10^{17} cm^{-3} であり，Si ターゲット中の B 濃度（$10^{19} \sim 10^{20}$ cm^{-3}）より 2-3 桁低い．また，IBS 法により作製された *p* 型 β-$FeSi_2$ 多結晶薄膜での移動度 440 cm^2/V･s [2]と比較し，本研究の *p* 型 β-$FeSi_2$ の正孔移動度 50 cm^2/V･s は 1 桁程低い．よって，β-$FeSi_2$ 膜中に多量の B が存在するが，活性化率が低い，または Si サイト以外に存在するなどの理由が考えられる．当日は，電気特性の温度依存性も含めて，β-$FeSi_2$ 多結晶薄膜の伝導型制御について発表する．

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

[2]　Y. Maeda, *et al*. Thin Solid Films **381**, 256 (2001).

Table 1　Electrical properties of β-$FeSi_2$ polycrystalline films grown by *n*- or *p*-type Si target.

Target		**Grown β-$FeSi_2$ films @ RT**		
Si	Fe	Type	Carrier density (cm^{-3})	Mobility (cm^2/V･s)
n-Si ($P = 10^{14} \sim 10^{15}$ cm^{-3})	5N-Fe	*n*	3×10^{16}	707
p-Si ($B = 10^{19} \sim 10^{20}$ cm^{-3})		*p*	1×10^{17}	50

© 2015年 応用物理学会