

スパッタリング法による β -Fe_{1-x}Ru_xSi₂ 多結晶薄膜の作製

Growth of β -Fe_{1-x}Ru_xSi₂ polycrystalline thin film by sputtering method

九工大情報工, °篠村 太輔, 西 大樹, 寺井 慶和

Kyusyu Inst. of tech, °T. Shinomura, H. Nishi, Y. Terai

E-mail: q232046t@mail.kyutech.jp

【はじめに】これまで我々は、スパッタリング法により β -FeSi₂ 多結晶薄膜を作製し、1.5 μ m 発光の評価を行ってきた。その結果、B 添加によるアクセプター準位の形成と Si/ β -FeSi₂/Si 積層構造化により、1.5 μ m 発光強度の増大に成功してきた[1]。しかし、 β -FeSi₂ の価電子帯上端と伝導帯下端では Fe の *d* 軌道が支配的であり、バンド間の遷移確率が低いという問題がある。一方、Fe と同族の Ru で構成される Ru₂Si₃ のバンド構造では、価電子帯頂上が Ru の *d* 軌道と Si の *p* 軌道の軌道混成が生じると報告されている[2]。よって、 β -FeSi₂ の Fe 原子の一部を Ru で置換することにより、価電子帯で *pd* 混成軌道が誘起されバンド遷移確率が增大すると期待される。そこで本研究では、 β -FeSi₂ 多結晶薄膜に Ru を添加し、混晶系 β -Fe_{1-x}Ru_xSi₂ 多結晶薄膜の作製を目的とした。

【実験方法】*p* 型 Si ウェハ(B : 10¹⁹⁻²⁰ cm⁻³)上に Fe, Ru 小片を貼り付けたターゲットを用いて、室温にてスパッタリング成長を行った。Fe 小片は 5 枚と固定し、Ru 小片を 1 または 2 枚と変化させて Ru 濃度の異なる試料を作製した。Fe と Ru 小片の面積比(Ru/Fe area ratio)は Ru 小片 1, 2 枚の時、それぞれ Ru/Fe = 0.2, 0.4 である。*p*-Si 基板の上に Fe-Ru-Si アモルファス層を 210 nm 堆積させ、真空中 900 °C、2 h の熱処理により多結晶薄膜を作製した。作製した試料でラマンスペクトル測定を行い、Ru の原子置換について評価した。

【結果】Fig.1 に作製した 2 種類の β -Fe_{1-x}Ru_xSi₂ と β -FeSi₂, Ru₂Si₃ 多結晶薄膜のラマンスペクトルを示す。スペクトルの比較から、 β -Fe_{1-x}Ru_xSi₂ のラマンスペクトルは β -FeSi₂ に対応したラマンピークを示している。Ru 小片の増加とともにそのラマンピークが低波数側にシフトし、ピークがブロードになっていることがわかる。 β -FeSi₂ における Fe-Fe の A_g-mode (~250.8 cm⁻¹)と 339 cm⁻¹ 付近の Fe-Si 振動 (B_{1g} or B_{2g}-mode)に着目し、そのピーク位置の Ru/Fe 面積比依存性を Fig. 2 に示す。両ピークともに Ru/Fe 比の増加にしたがい低波数側にシフトし、そのシフト量は Fe-Fe の A_g-mode のほうが大きい。この結果より、 β -FeSi₂ 格子中の Fe 原子が質量の大きい Ru で置換されたことが確認できる。よって、斜方晶の β -FeSi₂ の Fe サイトを Ru で置換した、混晶系 β -Fe_{1-x}Ru_xSi₂ の多結晶膜の作製に成功したと判断される。当日は、 β -Fe_{1-x}Ru_xSi₂ 多結晶薄膜の電気・光学特性についても発表する予定である。

[1] 池田他, 平成 28 年度応用物理学会九州支部学術講演会, 3Fp-3.

[2] W.Henrion, *et al.*, Thin Solid Films, 364 (2000) 171176.

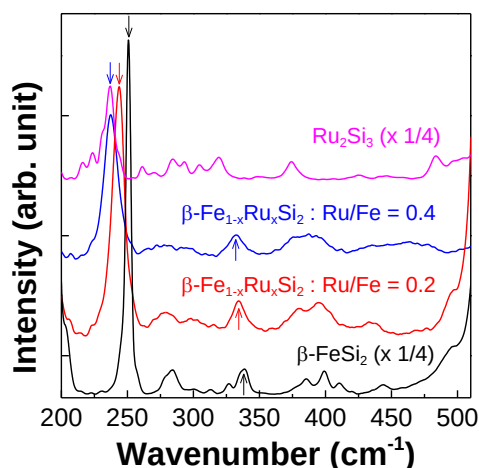


Fig. 1 Ramana spectra of the grown films.

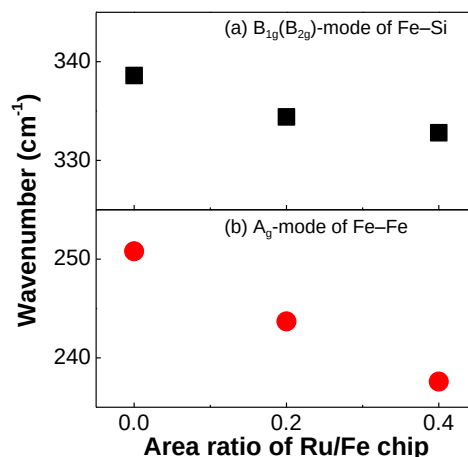


Fig. 2 Dependence of Raman peak position on Ru/ Fe area ratio.