β-(Fe_{1-x}Ru_x)Si₂ 多結晶薄膜の作製と発光特性評価 Growth of β-Fe_{1-x}Ru_xSi₂ polycrystalline thin films and their PL properties 九工大情報工, [○]吉原 怜, 西 大樹, 寺井慶和 Kyushu Inst. of Tech., [○]R. Yoshihara, H. Nishi, Y. Terai E-mail: yoshihara.ren378@mail.kyutech.jp

【はじめに】 β -FeSi₂ はシリコンベースの発光材料として期待されるが,バンド間遷移確率が低い問題 がある.そこで我々は,Feの一部を同属元素である Ru で置換し,価電子帯における Si-*p* 軌道の混成 度を高めることでバンド間遷移確率の増大を目指している[1].前回,スパッタリング法により Si(111) 基板上に x = 0.35 までの β -(Fe_{1-x}Ru_x)Si₂多結晶薄膜を作製し,ベガード則が成り立つ混晶系薄膜の作製 に成功したことを報告した [2].今回は Ru 添加量をさらに増加させるとともに, β -(Fe_{1-x}Ru_x)Si₂多結 晶薄膜の発光特性を評価したので報告する.

【実験方法】 *p*型 Si ウェハー(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 で Si 基板上に Fe-Ru-Si アモルファス層を約 200 nm 堆積させた.また,Si(100 nm)/Fe-Ru-Si (2.5 nm)/Si sub.構造を発光測定用試料として堆積した.その際,ターゲットの Fe/Ru 面積比を変えて,x = 0−0.57 で Ru 組成を変化させた.そして,真空中 900 °C,2−16 h のシリサイド化熱処理により,β-(Fe_{1-x}Ru_x)Si₂ 薄膜および Si/β-(Fe_{1-x}Ru_x)Si₂/Si 積層構造を作製した.

【結果】Fig. 1(a)に XRD から求めた a 軸格子定数, (b)にラマンスペクトルで得られた Ag モード(Fe-Fe) ピーク位置の Ru 組成依存性を示す. a 軸格子定数は x=0.57 まで線形に増加し、ベガード則(図中の点線) にしたがうことが明らかとなった.しかし,回折強度 の比較から 2h の熱処理では結晶化が不十分である ことが判明し、そのため2hと16h 熱処理試料で若 干増加率が異なるように観測されている.一方,Fe-Fe の Ag モードピーク位置は熱処理時間に依存しな いが、x=0-0.35とx=0.35-0.57の組成域でシフト量 の組成比依存性が異なる結果が得られた.よって,Ru 置換サイトが両組成領域で変化している可能性があ る. 次に, Si/β-(Fe_{1-x}Ru_x)Si₂/Si 積層構造において, 9K で測定した PL スペクトルを Fig. 2 に示す. x = 0.2-0.57の全試料で, 0.8 eV付近に最大強度を示す複 雑な PL スペクトルが観測された.発光強度の Ru 組 成依存性に着目すると, x = 0.35 以上では Ru 濃度の 増加とともに PL 強度が増大することが明らかとな った.この結果は、バンド間遷移確率の増大を期待さ せる結果である.しかしながら,結晶化促進のため熱 処理温度を 900 ℃まで上げたことで, PL スペクトル が複雑化したことが判明している.また、β-FeSi2多 結晶では、900 ℃の熱処理で金属相の α-Fe₂Si₃ が出現 することがわかっている.よって,観測された Ru 添 加に伴う発光強度の増大については、今後、発光寿命 測定などにより詳細に検証していく.



[2] 寺井他,第81回応用物理学会秋季学術講演会,11a-Z01-3.



Fig. 1. (a) lattice constant of a-axis, (b) Raman peak position in A_g-mode of Fe-Fe.



Fig. 2. PL spectra of Si/β -(Fe_{1-x}Ru_x)Si₂/Si doublehetero structures.