

RBS による β -FeSi₂の Cu 拡散挙動の検討RBS Study of Behavior of Cu Diffusion in β -FeSi₂

九工大院情報工¹, 原子力機構² ○野口 雄也¹, 水城 達也¹, 川久保 雄基¹, 平田 智昭¹,
 香川 成矢¹, 永露 友宏¹, 岩本 僚太郎¹, 柴原 幸平¹, 鳴海 一雅², 前田 佳均^{1,2}
 Kyutech¹, JAEA ASRC² ○Y. Noguchi¹, T. Mizuki¹, Y. Kawakubo¹, T. Hirata¹, S. Kagawa¹,
 T. Nagatsuyu¹, R. Iwamoto¹, K. Shibahara¹, K. Narumi², Y. Maeda^{1,2}

E-mail: maeda@cse.kyutech.ac.jp

【はじめに】光通信に用いる石英系光ファイバは波長 1.55 μ m 帯域で伝搬損失が最も小さくなる。 β -FeSi₂は波長 1.55 μ m 帯域で発光することが知られているため、高速・長距離（大陸間）通信に使用されている分布帰還型(DFB)レーザの活性層の材料として期待されている。しかし、 β -FeSi₂は発光強度が弱いという課題がある。これまでの研究で、 β -FeSi₂多結晶薄膜試料およびナノ結晶試料に Cu を蒸着後、アニールすることで発光増強することが見出されている[1,2]。本研究では、ラザフォード後方散乱分光法(RBS)を用いて β -FeSi₂多結晶薄膜試料およびナノ結晶試料への Cu 原子の拡散挙動を拡散距離と拡散係数から検討した。

【実験方法】イオンビーム合成(IBS)法を用いて、厚さ 500 μ m の CZ-Si(100)基板中に β -FeSi₂多結晶薄膜を析出させた。また、注入エネルギーを変化させ、CZ-Si(100)基板中に β -FeSi₂ナノ結晶を析出させた。その後、試料表面に Cu 薄膜を蒸着して、800 $^{\circ}$ C で 2-10h アニールした。RBS 測定は、2.0MeV-⁴He⁺イオンを入射し、後方散乱角を 165 $^{\circ}$ とした。Si<100>軸から面チャネリングが起こらない結晶方位に約 4 $^{\circ}$ 傾斜させて RBS ランダムスペクトルを測定した。

【実験結果】Fig.1 に多結晶薄膜試料のアニールによる RBS スペクトルの変化と Cu と β -FeSi₂の初期界面からの Cu の深さ分布を示す。アニール後のスペクトルを見ると、Cu スペクトルの収量が減少し、低エネルギー側に広がった。これは、Cu 原子が Si 基板側へ拡散していることを示している。また、Cu 原子は、Si 基板方向へ 600nm 以上拡散しており、 β -FeSi₂の膜厚 55.3nm よりも深くまで拡散していることが見出された。 β -FeSi₂/Cu/Si をアニールすると、Cu 原子は β -FeSi₂同士の結晶粒界や Si 基板との界面に偏析し、 β -FeSi₂粒内にも微量に存在することが報告されていることから、 β -FeSi₂粒内に Cu 原子がドーピングされていることがわかった。Fig.2 に多結晶薄膜試料およびナノ結晶試料の Cu の拡散係数と Si 中の Cu の拡散係数[3]を示す。各試料の Cu の拡散係数は、Si 中の Cu の拡散係数よりも非常に小さくなった。これは、 β -FeSi₂中の Cu の拡散係数が非常に小さいためであると考えられる。

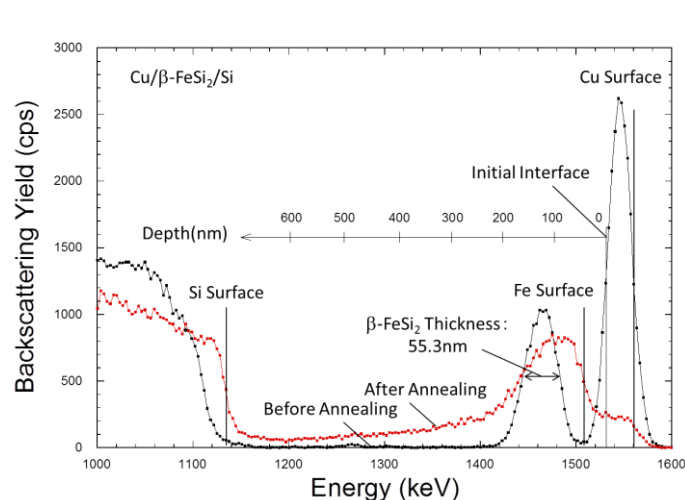


Fig.1 RBS random spectra of the β -FeSi₂ thin film sample before annealing and the sample annealed for 2h, and depth profile of Cu from the initial interface.

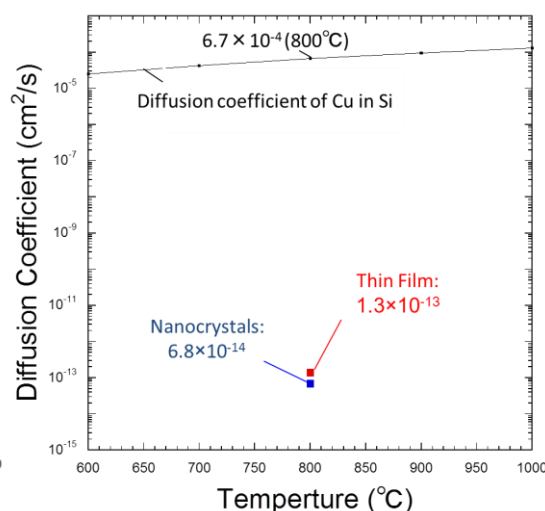


Fig.2 The diffusion coefficient of Cu in the sample annealed for 2h, and the diffusion coefficient of Cu in Si.

【参考文献】

- [1] 平田, 前田他: 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会「 β -FeSi₂ナノ結晶の発光特性: Cu ドープ効果」(2013) 20a-D6-5
 [2] 永露, 前田他: 平成 25 年度応用物理学会九州支部学術講演会「Cu をドーピングした β -FeSi₂薄膜の発光特性」(2013) 30Ep-3
 [3] “拡散データベース”, 独立行政法人 物質・材料研究機構, <http://diffusion.nims.go.jp/>, (参照 2014 年 1 月 4 日)