

β -FeSi₂/Si ヘテロエピタキシャル構造のイオンチャネリング

Ion channeling study of β -FeSi₂/Si hetero-epitaxial structures

九工大院情報工¹, 原子力機構高崎研² ○前田 佳均^{1,2*}, 寺井 慶和¹, 鳴海 一雅²

Kyutech¹, JAEA-TIARA², °Yoshihito Maeda^{1,2*}, Yoshikazu Terai¹, Kazumasa Narumi²

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

【はじめに】

最近では、シリコン基板上の初期成長層（テンプレート）を利用して高品位な β -FeSi₂ 薄膜のエピタキシャル成長が可能になっている。そのエピタキシーは、複数の結晶面からのX線回折によって面と対称性の完全性として評価されてきた。一方、（高速）イオンチャネリングは、ある結晶軸方向の特定の原子列の完全性やヘテロエピ界面での原子列のずれなどを評価できる。そこで、本研究では、MBE法で作製した β -FeSi₂/Si ヘテロエピタキシャル構造の軸チャネリングについて検討した。

【実験方法】

膜厚～20 nm のテンプレートを用いて、Fe-K セルと Si-電子銃を用いた分子線エピタキシャル（MBE）法によって、n⁺-Si(111)基板上に β -FeSi₂(110), (101)エピタキシャル膜を約 70 nm 成長させた。2 MeV-⁴He⁺イオンの 165 度のラザフォード後方散乱（RBS）測定から、Si<111>軸について β (110), (101)面の軸チャネリングを測定した。また、ランダムスペクトルの解析には SIMNRATMを用いた。

【結 果】

Fig.1 に β -FeSi₂(110), (101)/Si(111)試料の RBS ランダムおよびチャネリングスペクトルを示す。ランダムスペクトルに比較してチャネリングでの収量が減少し、Si<111>軸にほぼ一致した β (110), (101)面での軸チャネリングが起こることが分かった。この場合の界面で最小収量 $\chi_{\min}$ は、Fe 原子で 0.77 と Si 原子で 0.51 になり、通常の軸チャネリングの $\chi_{\min}$ (～0.1) [1]よりもかなり大きくなった。最小収量は、 $\chi_{\min}=Nd_0\pi u^2$ (N :原子密度, d_0 :原子間隔, u :平均原子変位) で与えられる[1]。

Fig.2 に Fe と Si 原子の平均原子変位 u と $\chi_{\min}$ との関係を示す。測定した Fe と Si 原子の $\chi_{\min}$ から、それぞれの平均原子変位 $u(\text{Fe})=0.96 \text{ \AA}$, $u(\text{Si})=0.77 \text{ \AA}$ が得られる。これらの原子列での原子変位の割合 u/d_0 は Fe 原子で 33%, Si 原子で 28% となり、非常に大きな値となった。この理由としては Si<111> 軸方向のヘテロエピ界面での β の原子配列そのもの違いや結晶軸の傾角分布による効果、面内ドメインのランダム（モザイク）成長による多結晶効果などが考えられる。当日は、軸チャネリング・ディップ曲線の半値幅角 $\Psi_{1/2}$ の測定結果から、より詳しい議論をする予定である。

【参考文献】 [1] L. Feldman et al.: “Material Analysis by ion channeling”, (Academic Press, New York, 1982), pp.44-45.

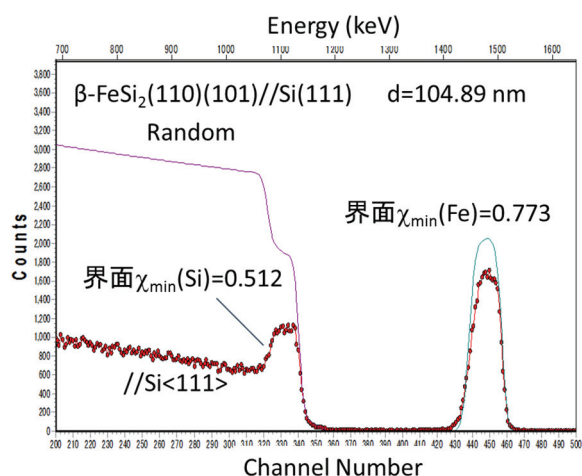


Fig.1 RBS random and channeling spectra for a β -FeSi₂(110), (101)/Si(111) hetero-epitaxial structure.

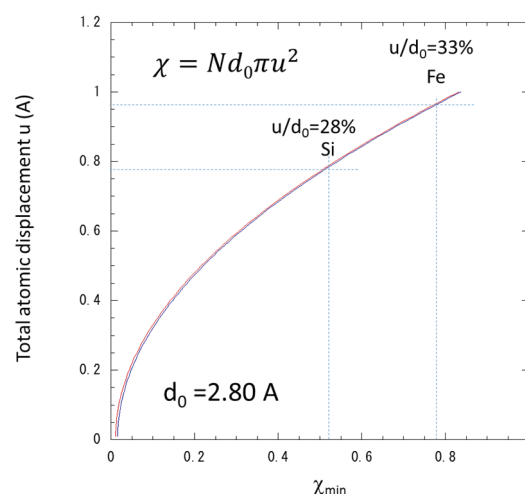


Fig. 2 Relationship between total displacement u of Fe and Si atoms and the minimum yield $\chi_{\min}$.