

β -FeSi₂ エピタキシャル膜におけるラマンシフトの成長方位依存性

Growth-orientation dependence of Raman shifts in β -FeSi₂ epitaxial films

九工大情報工¹, 鹿児島大理工², [○]山崎一輝¹, 山口陽己², 寺井慶和^{1,2}

Kyushu Inst. of Tech.¹, Kagoshima Univ.², [○]K. Yamasaki¹, H. Yamaguchi², Y. Terai^{1,2}

E-mail: p676129k@mail.kyutech.jp

【はじめに】 Si 上の β -FeSi₂ エピタキシャル膜では、ヘテロ界面での格子不整合により β -FeSi₂ の格子が変形している。その格子変形は成長方位に依存し、 β -FeSi₂(100)//Si(001) [β //Si(001)]膜では a 軸が 0.15%収縮、 (b,c) 軸が 0.05%伸長するのに対し、 β -FeSi₂(110)(101)//Si(111) [β //Si(111)]膜では a 軸が 0.85%伸長、 (b,c) 軸が 0.47%収縮している。そして、成長後の熱処理によりその格子変形が促進することも明らかにしてきた[1]。これらの格子変形に対応して、膜内の局所ひずみも成長方位に依存して異なると考えられるが、その報告例はない。そこで本研究では、 β //Si(001)および β //Si(111) エピタキシャル膜において、ラマンシフトの熱処理温度依存性を評価した。

【実験方法】 MBE 法により β //Si(001)および β //Si(111) エピタキシャル膜を作製した。試料を小片に切り出し、熱処理温度(T_a)を 600–900°C で変化させて真空中 16 時間の熱処理を行った。ラマンスペクトルは 532 nm のレーザーを用いて擬後方散乱配置で測定した。

【結果】 全ての試料で β -FeSi₂ のフォノンモードに対応した約 17 本のラマン線が観測された。一例として、Fe(Si)-Si 振動に起因する A_g -, B_{3g} -mode [2]の熱処理温度依存性を Fig. 1 に示す。 A_g -mode に着目すると、 β //Si(001) (a)では温度上昇に伴い高波数側にシフトするのに対し、 β //Si(111) (b)では低波数側にシフトしている。よって、成長方位に依存してラマンシフトの熱処理温度依存性が異なることが明らかになった。Fig. 2 に Fe(Si)-Si 振動の A_g -mode (a), 250 cm⁻¹ 付近に観測された Fe-Fe 振動に起因する A_g -mode (b)に対し、そのラマンシフトの熱処理温度依存性を示す。上述のように Fe(Si)-Si 振動の A_g -mode は成長方位によって異なる依存性を示すが、Fe-Fe 振動の A_g -mode は方位に依存せず低波数側へシフトした[3]。以上の結果より、導入される局所ひずみは Fe と Si 原子周辺で異なり、Si 原子周辺のひずみが格子変形の影響を強く受けると考えられる。

[1] Y. Terai *et al*, Thin Solid Films, 519 (2011) 8468.

[2] 山口 他, 第 75 回応用物理学会, 19p-G27-13.

[3] Y. Terai *et al*, JJAP Conf. Proc. 3, 011109 (2015).

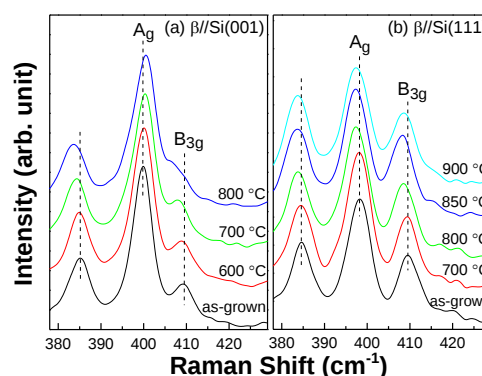


Fig. 1 T_a -dependence of Raman spectra in (a) β //Si(001), (b) β //Si(111) epitaxial films.

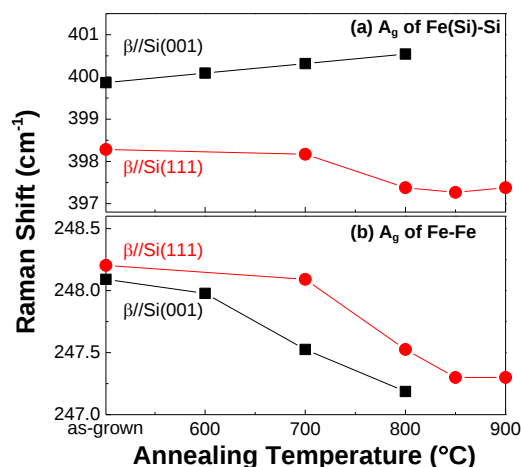


Fig. 2 T_a -dependence of Raman shift in (a) A_g -mode of Fe(Si)-Si vibration, (b) A_g -mode of Fe-Fe vibration.