

赤外吸収法による β -FeSi₂/Si ナノ混合相の酸化挙動Oxidation behavior of β -FeSi₂/Si Nano-Composite Phases

by IR absorption measurements

九工大院情報工¹, 原子力機構 ASRC² °森田 洗介¹, 中村 達哉¹, 小林 博之¹, 達見 隆秀¹,
鳴海 一雅², 前田 佳均^{1,2}Kyutech. CSE¹, JAEA ASRC² : °Kosuke Morita¹, Tatsuya Nakamura¹, Hiroyuki Kobayashi¹,
Takahide Tatsumi¹, Kazumasa Narumi² and Yoshihito Maeda^{1,2}

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

1.はじめに

β -FeSi₂ ナノ結晶と Si によるナノ混合相(β -FeSi₂/Si ナノ混合相)は, 1.55 μm での強い固有発光 (A バンド発光) が起こる応用上重要なナノ構造である. しかし, 顕著な温度消光 (通常 \sim 200K で消光) が室温発光を阻んでいる. この温度消光を低減し, 室温発光させるには, 十分な正孔閉じ込めを実現する β -FeSi₂ ヘテロ接合での大きな価電子バンドオフセット (E_v) が必要である. そこで, 本研究では, 小さな E_v しか実現できない β -FeSi₂/Si ナノ混合相の Si を選択酸化し, 大きな E_v が期待できる β -FeSi₂/SiO₂ ナノ混合相が作製できるかについて, 中赤外および遠赤外波数での赤外吸収法を用いて検討した.

2.実験方法

β -FeSi₂ ナノ結晶はイオンビーム合成 (IBS) 法を用いて作製した[1]. IBS 法では 500 μm 厚の Si(100) 基板に ⁵⁶Fe⁺イオンをエネルギー: 200 keV, 注入量: 1×10^{17} ions/cm² の条件で注入し, その後, β -FeSi₂/Si ナノ混合相を作製するために, RTA を用いて, 真空中で 800 °C, 2 時間アニールした. この試料を電気炉内で空気中で 900 °C に加熱して表面酸化させた. 中赤外 ($\nu=800\sim 1400$ cm⁻¹), 遠赤外波数 ($\nu=250\sim 550$ cm⁻¹) において FTIR 法によって吸光度 (ABS) スペクトルを測定した.

3.結果と考察

Fig.1 にナノ混合相の中赤外 ABS を示す. 未酸化試料 (β -FeSi₂/Si ナノ混合相) のスペクトルにはない 1060 cm⁻¹ 付近の Si-O-Si 非対称伸縮振動による吸収[2]が, 酸化が 2~6 時間と進行するにつれて増加した. Fig.2 に遠赤外 ABS スペクトルの変化を示す. β -FeSi₂ の Si 振動と重なっているが, 1060 cm⁻¹ 付近の Si-O-Si 非対称伸縮振動による吸収と同様に, 460 cm⁻¹ 付近の Si-O-Si 伸縮対称振動も酸化の進行によって ABS が増加した. これら 2 つの Si-O-Si 伸縮振動の ABS の増加は, ナノ混合相内の Si が酸化され SiO₂ に変化していることを示している. また, 330, 360, 440 cm⁻¹ 付近の β -FeSi₂ ナノ結晶のフォノン吸収ピーク[3]であるが, その強度は, 酸化に関係なくほとんど変化しなかった. 以上から, β -FeSi₂/Si 混合相の酸化過程で β -FeSi₂ は酸化されず, 主にナノ混合相の Si が選択酸化され SiO₂ に変化することを明らかにした. この結果は, β -FeSi₂/SiO₂ ナノ混合相が β -FeSi₂/Si ナノ混合相の酸化によって作製できることを示す.

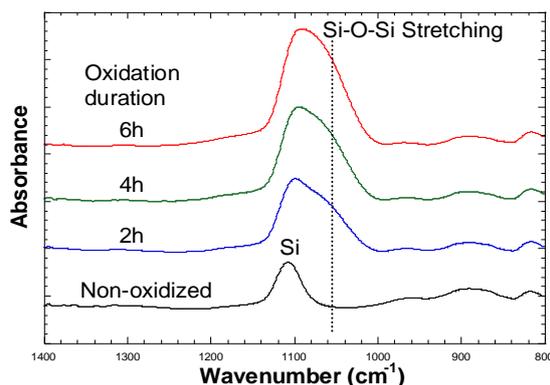


Fig.1. MIR absorbance spectra of β -FeSi₂ and Si oxidized for each times. The dotted line indicates apposition of the absorbance due to the stretching vibration of Si-O-Si.

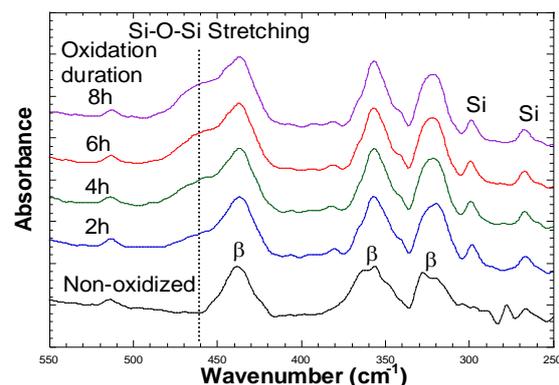


Fig.2. FIR absorbance spectra of β -FeSi₂ and Si oxidized for each times. The dotted line indicates apposition of the absorbance due to the stretching vibration of Si-O-Si. The bottom spectrum corresponds to the non-oxidized composite phase. There absorbance peaks due to localized phonons in nc- β -FeSi₂ can be observed near 330, 360 and 440 cm⁻¹.

【参考文献】

- [1] Y. Maeda, Y. Terai, M. Itakura, and N. Kuwano, Thin Solid Films **461** (2004) 160.
 [2] H. R. Philipp, J. Appl. Phys. **50** (1979) 1053.
 [3] Y. Maeda, T. Nakajima, B. Matsukura, T. Ikeda and Y. Hiraiwa, Physics Procedia **11** (2011) 167.