

大気中アニールを施した β -FeSi₂ バルク単結晶の PL 特性 (2)

Photoluminescence properties of air-annealed β -FeSi₂ bulk single crystals (2)

○小林 治哉、佐藤 桂輔、中岡 鑑一郎、原 嘉昭 (茨城高専)

○H. Kobayashi, K. Sato, K. Nakaoka, Y. Hara (NIT, Ibaraki College)

E-mail: yohara@ge.ibaraki-ct.ac.jp

1. はじめに

β -FeSi₂ は、1.5 μm 帯の近赤外光に相当する約 0.8 eV のバンドギャップエネルギーをもつ間接遷移型半導体である。これまでに、Si 基板上に作製した β -FeSi₂ 薄膜や Si 基板中の β -FeSi₂ 微粒子による 1.5 μm 帯でのフォトルミネッセンス(PL)が報告されているが、バルク単結晶からの有意な発光は報告されていない。我々はこの物質の発光メカニズムの理解のため、薄膜試料で見出されてきた発光を増強させる手法をバルク単結晶に適用し、その PL 特性の評価を行っている。その中で、大気中アニールを施したバルク単結晶試料から、バンド間遷移に相当しない波長である 1.3 μm 付近に比較的強い発光が得られることを見出した。そこで、その試料の表面を顕微ラマン測定により評価したところ、酸化によって Fe₂O₃ が多く析出していることが分かった[1]。以上のことから、1.3 μm 付近の発光は、Fe₂O₃ の約 2 eV のエネルギーギャップ内に形成された不純物や欠陥に由来する順位が関与する発光である可能性が示唆される。この発光の原因を検証するため、Fe₂O₃ と Si の混合物、Fe₂O₃ と β -FeSi₂ の混合物の近赤外 PL 特性を評価している。

2. 実験方法

PL 特性を測定するための試料は、Fe₂O₃ 粉末(4N)あるいは Fe₂O₃ 粉末と Si 粉末(4N)、 β -FeSi₂ 粉末(CVT 法により作製、粉砕したもの)を混合、30 MPa で錠剤状に加圧成形し、電気炉によって大気中で焼成することで作製した。また、PL スペクトルの測定は、8 K 以上の温度範囲において、Ar⁺レーザ(波長 514.5 nm)を励起光とし、Ge ディテクタ(Edinburgh Instruments, EI-L)により試料からの発光を検出した。

3. 実験結果および考察

Fig.1 に、大気中アニールを施した β -FeSi₂ 単結晶と、Fe₂O₃ と Si を混合し 1000 °C で焼成した試料の PL スペクトルを示す。Fe₂O₃ をベースとした試料からは、1.1~1.3 μm 帯に複数のピークをもつブロードな発光が観測された。しかし、大気中アニールを施した β -FeSi₂ 単結晶の PL スペクトルと同様の特性を示す試料の作製条件は未だ確認できていない。現在、Fe₂O₃ と Si または β -FeSi₂ との混合物について、焼成温度や混合比率を変化させ近赤外 PL 特性を評価しているところであり、その結果を報告する。

本研究は、JSPS 科研費 15K06002 の助成を受けたものである。

参考文献

[1]小林, 他: 2015 年 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集, 15a-PB3-6.

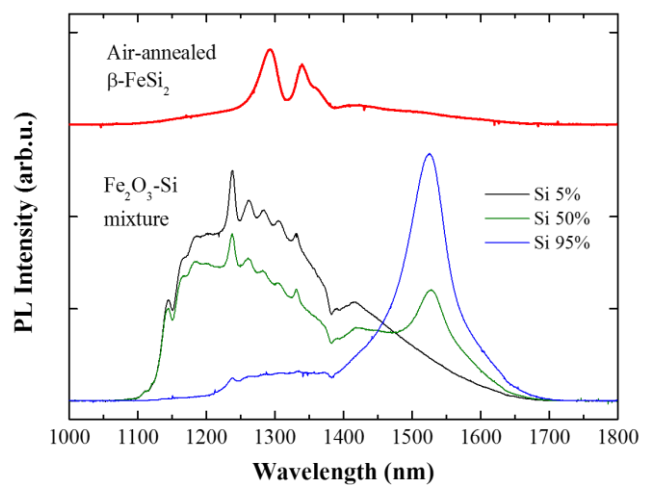


Fig.1 PL spectra of air-annealed β -FeSi₂ single crystals and Fe₂O₃-Si mixture at 8 K.