大気中アニールを施したβ-$FeSi_2$バルク単結晶の PL 特性

Photoluminescence properties of air-annealed β-$FeSi_2$ bulk single crystal

○小林 治哉、佐藤 桂輔、中岡 鑑一郎、原 嘉昭（茨城高専）

°Haruya Kobayashi, Keisuke Sato, Kan-ichiro Nakaoka, Yoshiaki Hara (NIT, Ibaraki College)

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

1. 背景

β-$FeSi_2$ は，約 0.8eV の間接バンドギャップエネルギーを持つ半導体である．これまでに，Si 基板上に作製した β-$FeSi_2$ 薄膜や Si 基板中の β-$FeSi_2$ 微粒子による 1.5μm 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，何故バルク単結晶は発光しないのか，どうしたら発光するようになるのかを明らかにすることが，この物質の発光メカニズムの理解の一助となると考えている．そこで，これまでに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施し，その PL 特性の評価を行なっている．一連の実験の中で，大気中アニールを施したバルク単結晶から，β-$FeSi_2$ の直接および間接バンド端発光のいずれにも対応しない波長である 1.3μm 付近に，比較的強い発光が観測されたので報告する．

2. 実験方法

β-$FeSi_2$ バルク単結晶試料は，Si 粉末，Fe 粉末を原材料，I_2 を輸送剤とする化学気相輸送法により作製した．作製した単結晶試料は，粉末 X 線回折測定により β-$FeSi_2$ であることを確認した．得られたバルク単結晶を自作の管状電気炉において，400~1000℃の温度範囲で，真空あるいは大気雰囲気中でアニールした．また，PL スペクトルの測定は，8K 以上の温度範囲において，Ar^+レーザ(λ=514.5nm)を励起光とし，発光を Ge ディテクタ(Edinburgh Instruments, EI-L)により検出した．

3. 実験結果

Fig.1 に，大気雰囲気中で 750℃，12 時間のアニールを施した試料から観測された近赤外領域での PL スペクトルを示す．特に，1290nm (0.961eV)，1340nm (0.925eV)付近に強いピークをもっているが，これらは β-$FeSi_2$ の直接および間接バンド端発光の波長とは一致していない．また，試料温度の上昇とともに発光は弱くなりおよそ 200K で観測されなくなった．このような PL スペクトルは，700℃以上で大気中でアニールした試料から観測された．**Fig.2** は，大気中でアニールした試料の表面 SEM 画像である．大気中でアニールした試料には，結晶表面に直径 10μm 程度の凸部が存在し，これらは EDS 測定により Si と O からなることが分かった．一方，真空雰囲気中でアニールした試料からは，有意な発光は観測されず，また表面に Si と O からなる凸部も存在しないことを確認した．

以上のことから，大気中でアニールした試料から観測された PL スペクトルは β-$FeSi_2$ 固有の発光ではなく，試料表面に形成された Si の酸化物に関係する発光であると考えられるが，現在，発光機構の考察を進めているところであり，それらの結果について報告する．

本研究は，JSPS 科研費 15K06002 の助成を受けたものである．

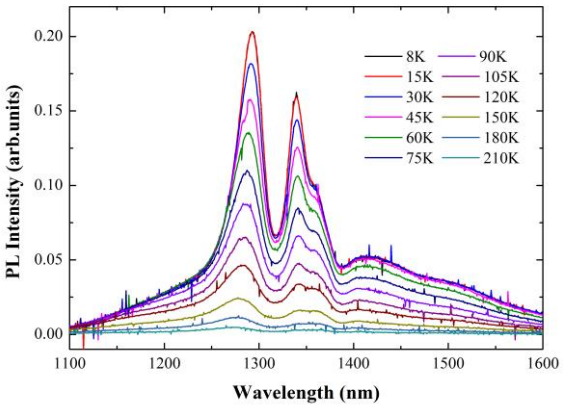

Fig.1 Temperature dependence of PL spectra of the air-annealed β-$FeSi_2$ single crystals.

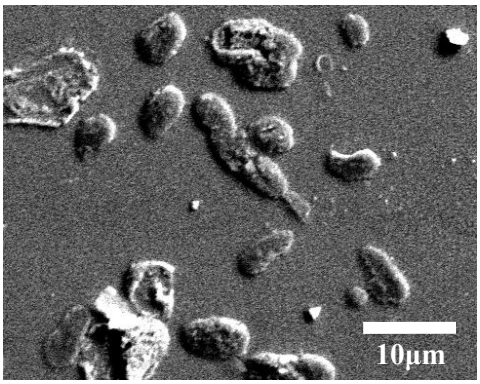

Fig.2 Surface SEM of the air-annealed sample.

© 2015年 応用物理学会