

不純物ドーピングした Mg_2Si 単結晶のラマン分光測定

Raman spectroscopic measurements of impurity-doped Mg_2Si single crystals

茨大院 ○島野航輔, 坂根駿也, 鵜殿治彦

Ibaraki Univ. ○Kosuke Shimano, Shunya Sakane, Haruhiko Udonon

E-mail: 24nm625l@vc.ibaraki.ac.jp

【はじめに】 Mg_2Si は逆蛍石型の結晶構造を持ち、バンドギャップエネルギーが約 0.6 eV の間接遷移型半導体であり、短波長赤外域の受光素子や熱電変換材料として期待される^[1-3]。我々はこれまでにキャリア濃度が 10^{15} cm^{-3} 台の高純度 Mg_2Si 単結晶から、P, Sb, Bi など添加した高不純物濃度の Mg_2Si 単結晶の成長に成功している^[2,4]。ラマン分光測定は手軽に結晶格子の変形などを評価できる手法であるが、 Mg_2Si 結晶についての報告はあまり多くない^[5,6]。本研究では、P, Sb, Bi の不純物添加した Mg_2Si 単結晶のラマン分光測定をおこない、不純物添加に依存したピークシフトがみられたので報告する。

【実験方法】 Mg_2Si 結晶の成長は、石英管にるつぼを Ar 封入した垂直ブリッジマン (VB) 法または垂直温度勾配 (VGF) 法を用いた^[2]。P, Sb, Bi 不純物は、成長原料の Mg と Si の仕込み組成 2:1 に対して 0~3.2at%の範囲で仕込んだ。成長結晶を切り出し、鏡面研磨を行ったのち、顕微ラマン分光測定装置 (サーモフィッシャー-DXR) を用いて励起レーザー波長 532nm でラマン分光測定を行った。得られたラマンスペクトルはローレンツ関数にてピークフィッティングを行った。

【実験結果と考察】 Fig.1 に P, Sb, Bi をそれぞれ添加した Mg_2Si 結晶と高純度 Mg_2Si 結晶の 250 cm^{-1} 付近のラマンスペクトルを示す。ここで、スペクトルの散乱強度は最大強度で規格化しており、P, Sb, Bi の割合は原料に対する mol 比での仕込み量を表している。不純物を添加した結晶では、無添加結晶と比較していずれもピーク位置(F_{2g} : 259 cm^{-1})が低波数側($256 - 258 \text{ cm}^{-1}$)にシフトしていた。一方で、X 線回折測定から求めた格子定数は、Sb と Bi では増加し、P では減少するという結果を得ている^[4]。 $\text{Mg}_2\text{Si}_x\text{Sn}_{1-x}$ のラマン分光測定では Sn 組成の増加 (Si サイトの置換) に伴う低波数側へのピークシフトが報告されている^[6]。これは Si サイトを置換して格子定数が増加する Sb と Bi 添加の場合と一致する。

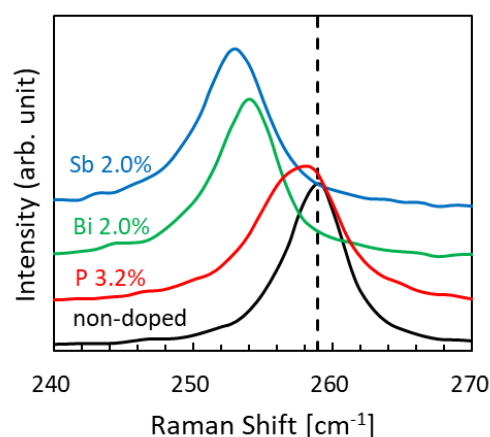


Fig1. Raman spectra of impurity-doped Mg_2Si

【謝辞】 本研究の一部は JSPS 科研費 (JP23H01440) の助成により行った。

【参考文献】 [1] H. Udonon et al., J. Phys. Chem. Sol., **74**(2013)311. [2] H. Udonon et al., Jpn. J. Appl. Phys., **54**(2015) 07JB06. [3] 鵜殿治彦, 応用物理 **88**(2019) 797. [4] 宮後他, 2023 年春季応用物理学会, 15p-A403-6. [5] C.J. Buchenauer and M. Cardona, Phys. Rev. B **3**(1971)2504. [6] M. Yasseri et al., Phys.Stat.Sol. RRL, **14**(2020) 1900574.