

熱処理した Mg_2Si 結晶のキャリア濃度と赤外吸収の関係

The relationship between carrier density and IR absorption of annealed Mg_2Si crystals

茨城大院 ○矢口 楓子, 中野 浩平, 鵜殿 治彦

Ibaraki Univ. ○Fuko Yaguchi, Kouhei Nakano, Haruhiko Udonon

E-mail: udonon@vc.ibaraki.ac.jp

【はじめに】 Mg_2Si は、禁制帯幅が約 0.6eV の間接遷移型半導体であり、波長 2 μm 帯の赤外受光素子への応用が期待できる^[1-3]。同じ波長域の素子である InGaAs や PbS と比較すると、 Mg_2Si は資源量が豊富かつ毒性の低い元素で構成されるため、環境に低負荷で大量消費に向けた代替材料として期待されている^[3]。これまでに我々は、高純度原料と PG コート黒鉛るつぽを用いることで室温でのキャリア濃度が 10^{15}cm^{-3} 台の n 型 Mg_2Si 結晶が得ることに成功し^[1,2]、その高純度結晶に熱処理を施すことでキャリア濃度が減少することを観察した^[4]。また、我々は前回、n 型 Mg_2Si では電子濃度に依存した吸収ピークが 0.4eV 付近に生じることを報告した^[5]。一方、理論計算から、 Mg_2Si では格子間 Mg が生成しやすく、これがドナーとして働くことを示した報告がある^[6]。そこで本研究では、結晶の熱処理によるキャリア濃度の低減と結晶中の点欠陥の関係を検討すべく、電気特性及び光学特性の評価を行った。

【実験方法】 垂直ブリッジマン法を用いて成長させた Mg_2Si バルク結晶から各評価試料を切り出した^[1,2]。試料#1 は Mg(5N)と Si(10N)を PG コート黒鉛るつぽで成長させた高純度結晶、試料#2 は Mg(3N)と Si(5N)を BN コートアルミナるつぽで成長した低純度結晶である。試料#1a と試料#2a はそれぞれ試料#1 と試料#2 と同じバルク結晶から切り出した試料を、Ar 雰囲気中において 600°C, 24h で熱処理を行った試料である。各試料の電子濃度をホール効果測定によって評価し、赤外吸収測定は FTIR(フーリエ変換赤外分光光度計)を用いて行った。ホール効果測定及び赤外吸収測定は室温で行った。

【結果と考察】 表 1 にホール効果測定の結果を、図 1 に赤外吸収測定の結果を示す。高純度結晶は熱処理によってキャリア濃度の低下がみられたが、低純度結晶では熱処理後のキャリア濃度がわずかに増加した。また、赤外吸収測定の結果では、キャリア濃度が 10^{15}cm^{-3} 台の高純度結晶について試料#1a では試料#1 より 0.4eV 付近のピーク強度が低下した。一方、試料#2a ではピーク強度は#2 と同等だが、ブロードな吸収がみられた。高純度結晶では熱処理で欠陥濃度が低下した一方、低純度結晶ではキャリア濃度の増加も含め、欠陥状態が変化した可能性がある。

Table1. Carrier density of samples

Sample No.	Carrier density [cm^{-3}]
#1	8.8×10^{15}
#1a	1.6×10^{15}
#2	4.0×10^{18}
#2a	5.1×10^{18}

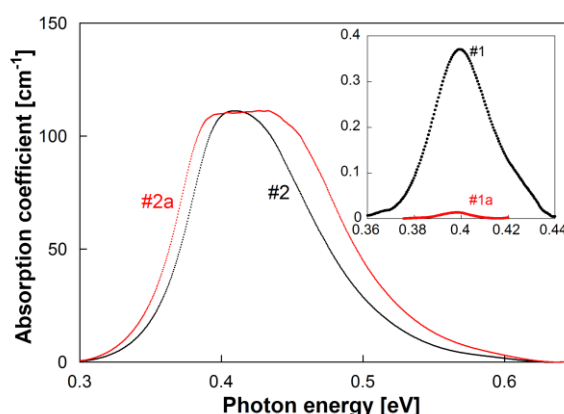


Fig.1. IR absorption around 0.4eV

【参考文献】

- [1] D. Tamura et al., Thin Solid Films, 515(2007)8272. [2] H. Udonon et al., Jpn.J.Appl.Phys., 54, (2015) 07 JB06.
 [3] H. Udonon et al., J. Phys. Chem. Sol., 74(2013)311. [4] 中野浩平他, 2017 年春季応用物理学会, 16p-B5-8.
 [5] 矢口楓子他, 2017 年春季応用物理学会, 15p-P13-5. [6] A. Kato et al., J. Phys. Cond. Matter 21(2009)20581.

【謝辞】 本研究の一部は科学研究費補助金(17H03228)によって行った。