Mg_2Si 結晶の赤外吸収測定と自由電子濃度評価

IR absorption measurement of Mg_2Si and evaluation of free electron density

○矢口 楓子、中野 浩平、鵜殿 治彦*（茨城大工）

°Fuko Yaguchi, Kohei Nakano, Haruhiko Udono (Ibaraki Univ.)

*E-mail:udono@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 2μm 帯の赤外受光素子への応用が期待される[1-3]。同じ波長域には InGaAs や PbS の素子が普及しているが、希少元素や毒性の高い元素が含まれ、大量消費には適していない。一方、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いた代替材料として期待される。

n 型 Mg_2Si は、電子濃度に依存して高次の伝導帯間吸収が 0.4eV 付近に生じることが報告され[4]、この吸収ピークを評価することで電子濃度を簡易に見積もれる可能性がある。本研究では、その基礎データを得るために電子濃度の異なる Mg_2Si 試料を用意し、赤外吸収特性を評価した。その結果、熱処理によって電子濃度の低下がみられた試料[5]の赤外吸収測定での伝導帯間吸収ピークの減少が確認されたので報告する。

【実験方法】

評価試料は垂直ブリッジマン法で成長した高純度および低純度 Mg_2Si バルク単結晶から切り出した[1,2]。試料#1 は Mg(3N)と Si(5N)を BN コートアルミナるつぼで成長した低純度結晶、試料#2 は Mg(5N)と Si(10N)を PG コート黒鉛るつぼで成長させた高純度結晶、試料#3 は試料#2 と同じバルク結晶を Ar 雰囲気中 600℃で 12h の熱処理を行った結晶である。各試料の電子濃度をホール効果測定によって評価し、FTIR(フーリエ変換赤外分光光度計)を用いて赤外吸収スペクトルとの関連を調査した。ホール効果と FTIR 測定は室温で行った。

【結果と考察】

表 1 にホール効果測定、図 1 に赤外吸収測定の結果を示す。電子濃度が $10^{18}cm^{-3}$ 台であった試料#1 では 0.3eV 以下の自由電子吸収と共に 0.4eV 付近にブロードな吸収がみられる。試料#2 および#3 では、電子濃度がそれぞれ $10^{15}cm^{-3}$ 台と $10^{14}cm^{-3}$ 台で、いずれも#1 のような明瞭な吸収ピークはみられない。しかし、より詳細な解析を行うと、#3 では#2 と比較して 0.4eV 付近の吸光度がわずかながら減少しており(図 1 挿入図)、熱処理によって電子濃度が $10^{15}cm^{-3}$ 台から $10^{14}cm^{-3}$ 台へと約 1 桁減少した結果を室温で検出できていることが判った。今後、試料サイズと測定条件を適切にすることでより明瞭な吸収ピークでの解析が行えると考える。

表 1. 各試料の電子濃度と移動度

	電子濃度 [cm^{-3}]	移動度 [$cm^2/V\cdot s$]
#1	4.1×10^{18}	237
#2	8.1×10^{15}	465
#3	8.5×10^{14}	452

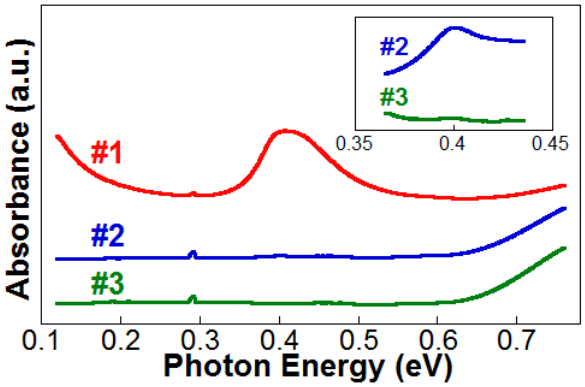

図 1. 各試料の吸光度

【参考文献】

[1] D. Tamura et al., Thin Solid Films, 515(2007)8272. [2] H. Udono et al., Jpn.J.Appl.Phys.,54, (2015) 07 JB06. [3] H. Udono et al., J. Phys. Chem. Sol., 74(2013)311. [4] P. Koenig et al, J. Phys. Chem. Solid., 20(1961)122. [5] 中野浩平他 2016 年秋季応用物理学会 16a-P3-6.

【謝辞】本研究の一部は、科学研究費補助金(25289081)および JST、A-STEP の支援を受けた。