

AgInS₂ 半導体バンドギャップエネルギーの正の温度変化**Positive temperature variation of the bandgap energy in AgInS₂ semiconductor**

群馬大学理工学研究院

尾崎 俊二, 堀越 義道

Faculty of Science and Technology, Gunma University °S. Ozaki and Y. Horikoshi

E-mail: ozaki@el.gunma-u.ac.jp

序言 I-III-VI₂ 族化合物半導体は、薄膜太陽電池、発光素子、非線形光学素子への応用が期待されることから、近年特に注目を集めている。I-III-VI₂ 族半導体の一つ AgInS₂ は、chalcopyrite または orthorhombic 構造を有することが知られているが、その研究報告例は少なく、基礎光学物性はほとんど知られていない。今回、我々は AgInS₂ バルク単結晶を育成し、光吸収測定を行った結果、低温においてバンドギャップエネルギー (E_g) が正の温度微係数を示すことを観測したので報告する。

実験 AgInS₂ 結晶は石英アンプルに Ag:In:S = 1:1:2 を真空封入($\sim 10^{-6}$ Torr)した後、垂直ブリッジマン炉にてアンプルを $\sim 1^\circ\text{C/h}$ で降下冷却させることにより成長させた。得られた結晶は X 線回折測定により chalcopyrite 構造の AgInS₂ 結晶であることを確認した。切り出したバルク単結晶は、鏡面研磨、超音波脱脂洗浄を行った後、Br₂-メタノール混液を用いてエッチング処理を行った。光吸収およびフォトルミネッセンス測定は、 $T=10\text{--}300\text{ K}$ の温度範囲にて測定を行った。

結果 Fig. 1 に、 $10\text{--}300\text{ K}$ における光吸収スペクトルを示す。光吸収スペクトルは、結晶の c 軸方向に対し入射光の偏光方向 (E) が垂直となる配置にて測定した。 $T=10\text{ K}$ のスペクトルにおいて 1.8780 eV に半値幅約 1 meV のシャープなピークが観測された。これは、エキシトンの $n=1$ のピークに相当している。また、 1.8978 eV には、 $n=2$ のピークも観測された。これらのピークから、エキシトン結合エネルギーは、 26.4 meV 、バンドギャップエネルギーは、 1.9044 eV ($T=10\text{ K}$) と求められた。

次に温度の上昇に伴い、光吸収スペクトルは、低エネルギーではなく、高エネルギー側へシフトしていることがわかる。そして、 140 K 以上の温度においてはじめて低エネルギー側へシフトしている。このような

$E_g(T)$ は、IV 族、III-V 族、II-VI 族半導体では観測されない。 $T < 140\text{ K}$ における E_g の上昇は、格子の熱膨張に起因していると考えている。また、 $T > 140\text{ K}$ で E_g が減少するのは、電子-フォノン相互作用による寄与が大きくなるためと考えている。

謝辞 本研究の一部は、科研費(23560357)および高橋産業経済研究財団の助成を受けた。

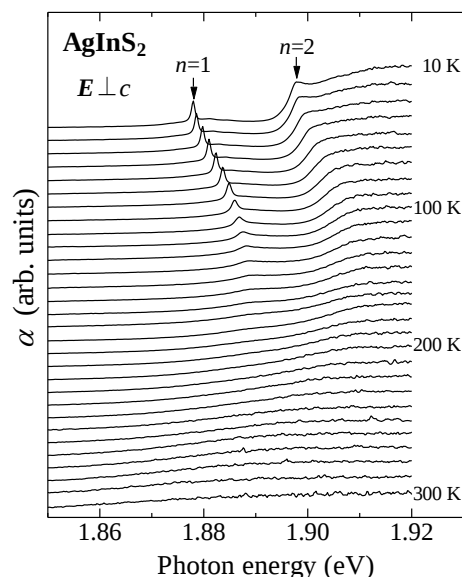


Fig. 1 Absorption coefficient α for AgInS₂ at $T=10\text{--}300\text{ K}$ for $E \perp c$.