

Title	Study of Exciton Spectra in Cu ₂ O by Wavelength Modulation Technique
Author(s)	伊藤, 正
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/615
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	い 伊	とう 藤	ただし 正
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	3097	号
学位授与の日付	昭和49年3月25日		
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系 学位規則第5条第1項該当		
学位論文題目	波長変調法による亜酸化銅の励起子スペクトルの研究		
論文審査委員	(主査) 教授	成田信一郎	
	(副査) 教授	永宮 健夫	教授 長谷田泰一郎 助教授 望月 和子

論 文 内 容 の 要 旨

半導体の光学的性質の研究において、従来の方法よりも有効でかつ、詳しい情報を得る目的で、波長変調分光法の実験装置の開発をおこなった。そして、この方法の特長を生かして、亜酸化銅 (Cu_2O) の励起子光吸収スペクトルの広い温度領域における測定をおこない、励起子の黄、緑両系列における多くの構造と、それらの温度変化を観測した。その結果、4.2Kにおいて、三つの間接遷移吸収を新たに見だし、更に室温において励起子吸収スペクトルの観測に成功した。また不純物の関与するスペクトルも見いだされた。

励起子スペクトルにおける格子振動の効果を調べる目的で、各スペクトル線の形状の解析を試み、豊沢の理論と比較検討をおこなった。その結果、各励起子スペクトルは、ほぼasymmetric Lorentzian型であること、そして、線巾と非対称度は、高温でほぼ温度に比例して増大することがわかった。ただし、黄系列の最低励起子線については、この励起状態のエネルギーバンド内での特殊性を反映して、高エネルギー側に尾を引く特徴ある形を高温で示す。そして、線巾と非対称度は、高温で温度の二乗に比例して増大し、線巾は、フォノンによる励起子のバンド内散乱によって定量的に説明された。一方、励起子線の線巾、非対称度、エネルギーシフト等の温度依存性から、 Γ_{12}^- 光学フォノンによる励起子散乱が主要な役割を演じていることが確かめられた。

黄、緑両系列の励起子結合エネルギーと、不純物のドナー状態における電子の結合エネルギーをもちいて、伝導帯の電子と価電子帯の正孔の有効質量が求められたが、結果は従来報告されていた「黄系列励起子の電子と正孔の質量はほぼ等しい」とはかなり異っている。

また、 Cu_2O のように、結合エネルギーの大きなWannier 励起子においては、有効質量近似法や、誘電率の評価等に関して、その有効性について十分な検討が必要であることも議論された。

論文の審査結果の要旨

本論文は最近発達した分光技術、波長変調分光法を亜酸化銅の励起子の研究に適用して、種々の新しい知見を得たものである。この変調分光法の有利さによって、励起子スペクトルの解析が室温までの広い温度域で可能となった。また、フォノンをともなった間接遷移によるスペクトル構造が4.2°Kで新しく3ヶ発見された。不純物に関連したスペクトル構造が確認された。スペクトルの線形は豊沢氏の理論によって解析され、2p準位以上への直接遷移による構造は非対称ローレンツ型であり、線巾は温度の一乗にしたがって変化することが分った。また黄系列の1sへの直接遷移によるスペクトルは特別の線形をもち、その線巾は温度の二乗にしたがって変化することが確かめられ、いずれも豊沢氏の理論によく合致した。すべてのスペクトルにおいて 110cm^{-1} のフォノンが主役を演じていることが見出された。また各励起子のリードベリ定数と不純物の遷移エネルギーより、伝導帯電子、2つの充満帯のホールの実効質量が導き出された。この結果は今までの電子と軽いホールの実効質量はほぼ等しいという定説をくつがえした。実験技術の特徴を生かした精密な研究がなされ、この方面の研究に大きな進歩がもたらされた。