Osaka University Knowledge Archive

Title	ZnSiP2の光吸収とルミネッセンスに関する研究
Author(s)	西田, 英樹
Citation	大阪大学, 1984, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/33718
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【87】

氏名・(本籍)	西田英樹（にしだひでき）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 6328 号
学位授与の日付	昭和59年2月27日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	$ZnSiP_2$ の光吸収とルミネッセンスに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 中井 順吉 教授 犬石 嘉雄　教授 三石 明善

論文内容の要旨

本論文は $ZnSiP_2$ の光吸収とルミネッセンスに関する研究の成果をまとめたもので，5章から構成されている。

第1章では，三元化合物半導体の特徴を述べ，本研究で対象とした $ZnSiP_2$ に関する研究の沿革と現状を概観している。また本研究を始めるに至った動機を述べ，本論文がこの分野において占める位置を明らかにしている。

第2章では，$ZnSiP_2$ の単結晶製作法と得られた結晶をX線解析した結果について述べている。また結晶構造について触れ，その特徴を説明している。結晶は Zn 溶液法によって製作し，X線ディフラクトメータによる解析およびラウエ写真により単結晶であることを確認し，格子定数を定めている。さらに高圧溶融法による結晶成長を試み，大型単結晶製作の可能性を示している。

第3章では，基礎吸収端付近のバンド構造，特に価電子帯の分裂を論じたのち，光吸収係数の測定方法および測定結果を示し，擬直接端の物性定数を求めている。2Kにおける光吸収係数を測定し，擬直接端のフリーエキシトン基底状態および第一励起状態の観測に成功し，これらのエネルギー差からバンドギャップエネルギー，エキシトン束縛エネルギー，還元有効質量を求めている。また吸収端近傍で価電子帯の分裂に対応すると考えられる三つの顕著なエキシトン吸収ピークを観測し，これらのエネルギー差から価電子帯の非立方結晶場による分裂エネルギー，スピン軌道相互作用による分裂エネルギーを求め，従来の結果と比較検討している。さらに77Kにおける擬直接端の吸収係数スペクトルと，エキシトン効果を考慮した直接遷移の吸収曲線とのベストフィット計算を試み，擬直接端が直接端と同様の光吸収特性を有すること，および遷移強度は通常の直接端に比してかなり小さいことを明らかにしている。

また，擬直接端の静水圧依存性の測定方法および室温における測定結果を示し，擬直接端の圧力係数がⅢ－Ⅴ族化合物半導体の間接端のそれに極めて近いことを明らかにしている。

第4章では，フォトルミネッセンスおよび蛍光励起スペクトルの測定方法を述べ，4.2 Kにおける測定結果を示している。as grown 結晶中に見られる束縛エキシトンによる発光線群に対して，同じ局在モードフォノンの関与した二重励起状態の存在を明らかにし，この原因を $GaAs_{1-x}P_x$，GaP などの例と比較して考察している。また as grown 結晶中に新たな発光線群を観測し，これが束縛エキシトンによる発光線とそのフォノンレプリカであることを示している。熱処理結晶のフォトルミネッセンス中にも新たな発光線群を観測し，この発光線群は擬直接端に関係した束縛エキシトンの消滅による発光線とそのフォノンレプリカであることを明らかにしている。

第5章では，第2章から第4章までの研究成果を総括し，結論を述べている。

論文の審査結果の要旨

本論文は三元化合物半導体 $ZnSiP_2$ の光吸収とルミネッセンスに関する研究の成果を述べたもので，得られた主な知見は次の如くである。

(1) 高品質の単結晶の育成に成功し，また高圧溶融法による単結晶の育成を試み，この方法による大型単結晶育成の可能性を示している。

(2) 光吸収係数の測定では，擬直接端の自由励起子励起準位の観測に成功し，励起子吸収ピークのエネルギーから，擬直接端のバンドギャップエネルギー，励起子束縛エネルギー，還元有効質量，結晶場およびスピン軌道相互作用による価電子帯の分裂エネルギーを精度よく求めている。さらに実験により求めた擬直接端の吸収曲線と直接端の吸収曲線とのベストフィット計算を行ない，擬直接端の吸収曲線が直接端のそれと同様の特徴を持つことを明らかにしている。

(3) 静水圧下の吸収係数を測定し，励起子吸収ピークの圧力による移動から擬直接端の圧力係数を求め，これが類似Ⅲ－Ⅴ族化合物半導体の間接端のそれにきわめて近いことを明らかにし，擬直接端の起源が類似Ⅲ－Ⅴ族化合物半導体の間接端であることを実験的に示している。

(4) 他の報告に見られる局在モードフォノンの関与した発光線群をZn溶液法にて育成した結晶中にも観測し，その蛍光励起スペクトル中に二重構造の励起状態が存在することを発見している。その原因を説明するためのモデルを提案し，実験事実との良い一致を得ている。

(5) 束縛励起子による二種類の新たな発光線群を見いだし，このうちの一種類については擬直接端に関係したものであることを明らかにしている。

以上述べたように，本論文は $ZnSiP_2$ の光吸収およびルミネッセンスについていくつかの新知見を得ており，電子材料工学上寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。