

|               |                                                                                                   |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名           | 藤 田 正 実<br>ふじ た まさ み                                                                              |
| 学 位 の 種 類     | 理 学 博 士                                                                                           |
| 学 位 記 番 号     | 理 博 第 537 号                                                                                       |
| 学 位 授 与 の 日 付 | 昭 和 53 年 11 月 24 日                                                                                |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当                                                                           |
| 研 究 科 ・ 専 攻   | 理 学 研 究 科 物 理 学 第 一 専 攻                                                                           |
| 学 位 論 文 題 目   | Piezoreflectance of the First Exciton Band of TlCl and TlBr<br>(TlCl 及び TlBr の第一励起子帯の応力変調反射スペクトル) |
| 論文調査委員        | (主 査)<br>教 授 中 井 祥 夫    教 授 端 恒 夫    教 授 浅 井 健 次 郎                                                |

### 論 文 内 容 の 要 旨

塩化タリウムや臭化タリウム結晶の第一励起子帯は低温で微細な二重構造を示す。これらの結晶での直接光学遷移はブリルアンゾーンの X 点で起るとされている。上記の二重構造は励起子内での電子正孔間の相互作用を考慮することで理解されるが、その際ブリルアンゾーンの 3 つの X 点に附随する 3 つの Valley に関して同じ Valley 内及び異なる Valley 間の電子、正孔相互作用を同時に考慮する必要がある。

申請論文では i) TlCl と TlBr の光学スペクトルの応力による変化を二重構造の各成分について定量的に追求すること、ii) それによって上記のモデルの妥当性を検討するとともに、iii) Valley 内及び Valley 間の相互作用の強さと変形ポテンシャルの大きさを実験的に決定し、TlCl 及び TlBr の両物質についてそれらを比較検討することを目的としている。

スペクトルの微細構造の分離を確実にし、スペクトル形状をより正確に記録するため測定はすべて液体ヘリウム温度で行われている。変調応力の印加は結晶の冷却を確実にし、かつ変調信号の S/N 比を向上させるため、従来の曲げ応力ではなく、試料と変調素子を直接に結合する新しい加圧法を採用し、冷却に伴う試料の歪みをなるべく少なくするようにしている。又この実験においては応力変調スペクトルの詳細な解析のために波長変調スペクトル及び反射スペクトルが応力変調スペクトルと同時に記録できるように工夫されており、波長変調スペクトルは歪み易い試料の良否判定にも有力な手段となっている。

結晶の (110) 面に対して、 $\langle 100 \rangle$ 、 $\langle 111 \rangle$  方向に長辺を持つ研磨角柱試料について、その各々に一軸性の変調応力を印加し、各場合について応力に対して平行および垂直な偏光に対する応力変調反射スペクトル (PMS) を測定する。又同時に反射率 (R) と波長変調スペクトル (WMS) をも測定する。このようにしてえられた (R)、(WMS)、および (PMS) のデータにもとづく詳細な解析から二重構造の両成分とも非対称ローレンツ曲線によく近似されることが、一軸性応力の印加によって各成分はそれぞれエネルギー変化をすると同時に両者の間で強度のやりとりをすることが確認された。

これらの解析の結果、TlCl においては、二成分の非摂動エネルギー間隔 ( $E_3 - E_1$ ) として 1.9 meV,

Valley 間相互作用 ( $M_{iv}$ ) として 0.9 meV, テトラゴナル変形ポテンシャル ( $D_1^3$ ) として 1.6 eV なる値がえられ, また TlBr に対しては,  $E_3-E_1=1.3$  meV,  $M_{iv}=0.2$  meV  $D_1^3=0.4$  eV が得られた。  $M_{iv}$  および,  $D_1^3$  について両物質の間に著しい差異が認められたが, これらの差異は両物質の励起子半径の差, エネルギーバンドに対するハロゲンの寄与の相違によって説明されている。

### 論文審査の結果の要旨

申請論文は塩化タリウム及び臭化タリウムの第一励起子吸収帯について一軸性応力のもとでの反射率の変化を液体ヘリウム温度に於いて変調分光法によって詳しく調べ, 励起子に於ける電子正孔相互作用, 応力効果の解明を試みたものである。

タリウムハライド(立方晶)の励起子吸収帯は低温に於て非常に鋭い微細な二重構造を示し(TlCl で 4 meV, TlBr で 2 meV) またピークエネルギーは温度変化や静水圧印加の下でアルカリハライドとは逆方向に変位することが知られている。これらの現象はタリウムハライドのエネルギーバンドがX点に直接遷移ギャップを持ち, さらに遷移が概ね Tl イオン内遷移であることと密接に関連している。

このような事情を明らかにするため, 申請者は従来より液体窒素温度に於ける TlBr, TlCl の応力変調スペクトルの測定にもとづいて Valley 間相互作用の重要性に注目して来たが, この温度に於いてはスペクトルの分離は充分とはいえず問題の核心には迫りえなかった。この為, 申請者はより低温に於ける実験の必要性を痛感し, 新たな応力変調法を開発して液体ヘリウム温度に於ける応力変調法を可能にした。この方法は静電応力を利用するもので印加応力は大きくないが試料に歪みを与えず, S/N 比を大巾に向上させるものである。この変調法と従来の反射, 波長変調スペクトルとの同時測定によって, 申請者は非常に精密な応力変調スペクトルの解析を行なうことに成功した。

この解析法はこれまでに発表された変調スペクトルの解析法をはるかに凌ぐ精緻なものである。即ち, 第一励起子帯を2つの非対称ローレンツ曲線で近似し, 一軸性応力印加の下でのこれらの成分の変化より各成分のエネルギー変化と強度のやりとりを見積り, これらの量を通じて Valley 間相互作用の強さ  $M_{iv}$ , 及び正方形の変形ポテンシャル  $D_1^3$  を正確に見積ることができた。実験当初の予想に反して Valley 間相互作用 ( $M_{iv}$ ), および変形ポテンシャル ( $D_1^3$ ) の値が TlBr と TlCl について非常に大きく異なることが明白になった。申請者はここに見られる大きな差異を両物質のバンド構造と結びつけて議論を行ない, 一見非常に似通った物質に於いてもバンド構造の微妙な差異が光学的性質に顕著に具現することを明らかにした。

以上述べたごとく, 申請論文は, 固体電子のふるまい, 特に励起子構造に関する基本的な問題に関連して, 独自の方法によってタリウムハライドの励起子構造の解明に成功したものであり, 物性物理学の発展に寄与するところが少なくない。

したがって本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。