



Title	ゲルマニウム中の浅い不純物状態についての分光学的研究
Author(s)	堀, 居賢樹
Citation	大阪大学, 1971, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/30179
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	ほり い けん じゅ 堀 居 賢 樹
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 2 2 8 6 号
学位授与の日付	昭和 46 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	ゲルマニウム中の浅い不純物状態についての分光学的研究
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 藤 田 英 一

論 文 内 容 の 要 旨

中間磁場中でのドナー状態、補償による内部電場中でのドナー状態、及びドナー間相互作用のある場合のドナー状態の3つについて調べるため、液体ヘリウム温度域において遠赤外分光をおこなった。

低温度のドナー不純物を含むゲルマニウムにおいて、46 kOe までの磁場中で、ゼーマンスペクトルを測定した。現在の実験で得られたすべてのゼーマンピークは、不純物励起状態に帰せられた。この測定から、 $4p^0$ 及び $4p \pm 1$ 準位への遷移がはじめて見出された。ゲルマニウム中の $1s$ 、 $2p^0$ 、 $2p \pm 1$ 、 $3p \pm 1$ ドナー準位の磁場依存性を、低磁場極限で正当な水素原子様波動函数、及び強磁場極限で正当な調和振動子型波動函数を用いて計算した。さらに基底状態に対しては、central-cell-correction を考慮した。計算結果は $2p^0$ 、 $2p \pm 1$ 、 $3p \pm 1$ 準位のゼーマンピークと比較された。その結果、 $1s$ 、 $2p^0$ のような低いエネルギー準位については、水素原子様波動函数で記述され得るが、 $2p \pm 1$ 、 $3p \pm 1$ のような高いエネルギー準位については、10 kOe 以上の磁場で、調和振動子型の波動函数がよくその状態を近似することが明らかになった。

補償による吸収スペクトルの変化を調べた。 $3p \pm 1$ 励起線と $4p \pm 1$ 励起線が補償により消失した。この変化は、結晶中に生じるイオン化中心の電場によるシュタルク効果で解釈できることが分った。

不純物濃度を増してゆくと吸収スペクトルがどのように変化するかを、 $8 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ までの濃度域で調べた。不純物濃度の増加と共に励起線の broadening、励起吸収線ピークの低エネルギーシフト、及びイオン化エネルギー端の低エネルギー側で観測される broad 吸収 (background 吸収) が見出された。励起線の broadening は隣り合ったドナー間の相互作用による励起準位の broadening に帰せられた。励起線のシフトは、ドナー電子が、dielectric constant に及ぼすことを考慮することにより説明できた。background 吸収は、伝導体の tail により解釈され得る。

論文の審査結果の要旨

本論文はGe にドーピングされたV族の不純物Sb, As によって作られる浅い水素様不純物準位について外部磁物、内部電場、および、不純物濃度の影響をしらべたものである。

まず濃度の低いところで、Zeeman 効果を46kOe までヘリウム温度域でしらべるため遠赤外吸収を測定した。はじめて〔111〕方向に磁場をかけてえられる複雑な吸収線の磁物による波長変化に対してassignment を行った。また理論的に弱磁場近似として水素原子様波動関数をまた強磁場近似として調和振動子型波動関数を選び変分法にて計算して実験との比較を行った。また基底状態に対して磁場のある場合のcentral-cell-correction を行ったのも初めての試みである。つづいて上記のGe に高エネルギーの電子衝撃を行ってえられる不純物の補償による内部電場の影響をしらべた。遠赤外スペクトルの吸収線が高い励起準位へのものより消えて行くことを内部電場をestimate して説明した。また不純物増加によるスペクトル線の移動を研究した。これらいくつかの新らしい知見を得て、充分学位論文としての価値あるものと判断する。