The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | MAGNETOACOUSTIC RESONANCE STUDY OF ACCEPTOR GROUND-STATE IN GERMANIUM |
| Author(s) | Tokumoto, Hiroshi |
| Citation | 大阪大学, 1977, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/27714 |
| rights | |
| Note | |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

【24】

| | |
|---|---|
| 氏名・(本籍) | 徳本洋志（とくもと ひろし） |
| 学位の種類 | 理学博士 |
| 学位記番号 | 第 3835 号 |
| 学位授与の日付 | 昭和52年3月18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 | **磁気音響共鳴吸収法によるゲルマニウム中のアクセプター基底状態の研究** |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 川村 肇<br>(副査) 教授 伊達 宗行　教授 大塚 穎三　助教授 鈴木 勝久<br>講師 邑瀬 和生 |

## 論文内容の要旨

Ga不純物濃度が$3.5\times10^{15}cm^{-3}$から$2.5\times10^{16}cm^{-3}$，転位密度が$400cm^{-2}$から$900cm^{-2}$であるGe単結晶を用いて，超音波吸収の温度及び磁場変化を測定することにより，Ga不純物の基底状態を調べた。

外部磁場のない場合，超音波吸収は15°K以下で温度の下降と共に急増した。これは，結晶中に存在する転位や不純物間の相互作用等に起因する内部歪によってクラマース二重項対に分裂したアクセプター基底状態間の正孔遷移に伴う超音波の共鳴的吸収によっている。また，この低温での吸収は音響パワーの増加と共に飽和した。これは，吸収が二準位系における共鳴過程によっていることと矛盾していない。

外部磁場のある場合，強磁場中で超音波は共鳴的に吸収される（磁気音響共鳴吸収)。この磁気音響共鳴吸収は，超音波の周波数，パワー，モード，伝播方向，温度，磁場方向，アクセプター濃度，一軸性応力によって大きく変化した。これらの実験結果は，有効質量近似に基づくアクセプター正孔・格子振動相互作用に，内部歪による基底状態の分裂の分布と通常の一次のゼーマン効果の他に二次のゼーマン効果（反磁性シフト）を取り込むことによって，半定量的に説明される。その際，Ga アクセプター基底状態のゼーマン係数を決定することができた。一次のゼーマン係数(g-因子)は，例えば$H \parallel [001]$の場合，$g'_{1/2}=-0.14\pm0.07$, $g'_{3/2}=0.02\pm0.03$となる。この値は，磁気光吸収の測定からB不純物に対して得られている値($g'_{1/2}=-1.53\pm0.09$, $g'_{3/2}=0.03\pm0.04$)と不純物の違いを越えて異っている。この問題は，磁気光吸収を説明できる新しいg-因子($g'_{1/2}=-0.22\pm0.11$, $g'_{3/2}=0.03\pm0.04$)を提案することにより解決できた。二次のゼーマン係数(g-因子）は$g_2=(0.5\pm0.2)\times10^{-4}$°K/kRkG$^2$, $g_3=-(0.6\pm0.2)\times10^{-5}$°K/kG$^2$となり，簡単なモデルによる計算値と一致している。ここで得た

たg-因子は，有効質量近似に基づく計算より小さいけれども，p-Geにおける熱伝導度の磁場変化及びＥＳＲ信号の得られていない現状と矛盾していない。

基底状態の分離エネルギーの分布をガウス分布であるとし，磁気音響共鳴吸収曲線から評価すると，分布の中心が$-0.02\pm0.006°$Kにあり，その偏差が$0.03\sim0.05°$Kとなる。この分布を引き起こす内部歪は，主に，転位と不純物間の弱い相互作用によっている。

## 論文の審査結果の要旨

Geのアクセプター基底状態については電子スピン共鳴が未だ観測されないこと，又アクセプターによる熱抵抗の磁場依存性がp-Siの場合に比べて異常な振舞いをすることなど，不明の点が多かった。

徳本君はGe中のGaアクセプター状態を磁場によって分裂させて，これらの状態間の遷移を数百メガヘルツから数ギガヘルツに及ぶ音響的フォノンを用いて共鳴的に起させ，その吸収の異常を磁場を変化させてピークとして観測した。この結果より，アクセプター基底状態のZeeman分裂における磁場に関する一次の係数及び二次の係数のテンソル成分を実験的に求めた。この値は従来磁気遠赤外吸収によるアクセプター励起状態への遷移から求められていた基底状態のZeeman分裂の一次の係数に比べて約１ケタほど小さい。しかし遠赤外吸収の実験結果の解釈を改めることによって徳本君の値との一致が得られることが明になった。

この新しいパラメターを用いるとスピン共鳴の磁場は従来さがしていたよりもはるかに高い値になることが予期され，今まで見つからなかったのは当然である。又熱抵抗の異常もこのパラメターによって説明されることが明になった。

以上のように徳本君の研究は超高周波超音波による磁気音響共鳴吸収と云う困難な実験技術を駆使して，従来謎の多かったGeのアクセプター基底状態について正しいパラメターを導入することによってこれを解決したもので，理学博士の学位論文として十分価値あるものと認める。