

Title	サイクロトロン共鳴におけるCarrier散乱機構の研究 —ゲルマニウムとシリコンにおける格子散乱と中性 不純物散乱による半値幅について—
Author(s)	深井, 正一
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/28645
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【32】

氏名・(本籍)	深井正一 <small>ふか い まさ かず</small>
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 465 号
学位授与の日付	昭和 38 年 12 月 11 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	サイクロトロン共鳴における Carrier 散乱機構の研究 —ゲルマニウムとシリコンにおける格子散乱と中性不純物散乱による半値幅について—
	(主査) (副査)
論文審査委員	教授 渡辺得之助 教授 伊藤 順吉 教授 齊藤 晴男

論文内容の要旨

不純物濃度の異った種々のゲルマニウムとシリコンにおける電子の散乱時間を $1.6^{\circ}\sim 2.0^{\circ}\text{K}$ の温度範囲で、波長 6mm でのサイクロトロン共鳴の吸収線の半値巾から測定した。高純度の試料の 3°K 以上での散乱確率は、ゲルマニウムとシリコンの各々について下記の値が求められた。

$$1/\tau = 3.6 \times 10^8 T^{3/2} \text{ sec}^{-1}; \text{Ge,}$$

$$1/\tau = 2.6 \times 10^8 T^{3/2} \text{ sec}^{-1}; \text{Si.}$$

これらの結果から、この温度領域では格子散乱が支配的で、求められた値は D. M. S. Bagguley 等による同様な値や、高温度領域での易動度から得られた値とよく一致している。

不純な試料は、低温度で格子散乱の $T^{3/2}$ の温度依存性からの“ずれ”を示した。測定値から格子散乱による部分を差引いて、温度に依存しない中性不純物散乱による一定の散乱確率を求めた。

ホール係数の温度依存性から得られた不純物濃度を用いて、中性不純物散乱へ Erginsoy の式が適用可能かどうかを検討した。又、ケミカルシフトについての補正を行なった Erginsoy の式が実験結果とかなりよく一致することを見出した。

論文の審査結果の要旨

本研究は半導体のサイクロトロン共鳴吸収線の中が電子散乱による平均緩和時間の逆数に等しいことを利用して、その輸送現象を調べ、特に従来他の方法によって調べることの出来なかった 20°K より 1.6°K に至る低温における格子振動による散乱と、中性のドナーによる散乱を始めて定量的に研究したものである。

従来サイクロトロン共鳴は、固体における電子や正孔の有効質量を決定し、そのバンド構造を研究するのに利用されていた。これは共鳴振動数とその有効質量に逆比例することを利用したものであるが、本研究は共鳴線の半値巾が電子散乱の平均緩和時間を直接与えることに着目したもので、サイクロトロン共鳴の実験としては全く新しい分野を拓いたものといえる。

論文では格子散乱、中性不純物散乱、およびイオン化不純物散乱が共鳴線の半値巾にどのように影響するかを理論的に考察した後、それ等が同時に存在するときの影響を論じ、実験を解析する方法の理論的背景を準備した。ついで、試料中の不純物（ドナーおよびアクセプター）の濃度を測定するために 10°K から室温に至る広い温度範囲での Hall 係数と電気伝導度の測定法とその結果を述べている。このような低い温度に至る連続的な測定はわが国では例が少なく、使用された He クライオスタットを含む測定装置は貴重な資料を提供している。これにつづくサイクロトロン共鳴の実験方法とその結果は本論文の中心をなすものであるが、これは $6\text{mm}50\text{G. C.}$ 帯の装置で、わが国では最初のものであって、深井君は最初よりその建設に参画し、その記述するところは貴重な文献である。

実験は Ge では不純物濃度 2.5×10^{12} より 2.21×10^{14} に至る 6 種類（ドープメントは As と Sb）Si では 2.6×10^{12} より 7.35×10^{13} に至る種類について行なわれた。最も純粋な試料では 20°K より 3°K に至る範囲で緩和時間の逆数が $T^{3/2}$ に比例し、高温型の格子振動による散乱のみが寄与していることを結論し、その散乱確率の正確なデータを与えた。これは従来より高温において Hall 係数などから得られたものと殆んど一致している。一方不純なものでは低温で一定値になる傾向を示し、格子振動の寄与を差引くことによって、温度によらない散乱確率が得られ、Erginsoy によって求められた理論によって予言されたと同じ振舞を示した。そして理論にあらわされている中性ドナーの有効ボーア半径を適当に見積ることによって絶対値においてもよい一致が得られることを示した。

以上のように本研究は独創的な考えによって行なわれたものである。且つ新しい領域における実験と、精密な理論的解析とが結合したものであって、この論文は理学博士の学位論文として十分価値あるものと認める。