The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	ゲルマニウム中のエキシトンと電子・正孔液滴の遠赤外光吸収
Author(s)	藤井, 克正
Citation	大阪大学, 1977, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32090
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

【10】

氏名・(本籍)	藤井克正（ふじい かつまさ）
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 4055 号
学位授与の日付	昭和52年9月30日
学位授与の要件	理学研究科 物理学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	**ゲルマニウム中のエキシトンと電子・正孔液滴の遠赤外光吸収**
論文審査委員	(主査) 教授 大塚 穎三 (副査) 教授 川村 肇 教授 斉藤 晴男 助教授 鈴木 勝久 講師 邑瀬 和生

論文内容の要旨

ゲルマニウムでは，極低温・高励起下でガスー液体転移を通してエキシトンガスと電子・正孔液滴の共存系ができる。我々はこの共存系に遠赤外光を照射し，その透過光の磁場変化を観測した。遠赤外光源としてH_2O，D_2O，HCN，DCNパルスレーザーを使用し，そのうちの比較的強い発振波長337，311，220，195，172，119，84μmを使った。

エキシトンについてはエキシトン準位間遷移が観測され，電子・正孔液滴については電気波に対するマグネトプラジマ吸収及び磁気波に対する吸収が共に観測された。エキシトンの準位間遷移は，ドナー的な遷移及びアクセプター的な遷移に分けられ，アクセプター的な遷移は，正孔の量子準位を直接的に反映していることがわかった。エキシトン準位は変分法で計算され，この計算結果から得られた準位遷移のおこる磁場位置と実験値との比較が行なわれた。

電子・正孔液滴の崩壊過程が119μmの波長で観測されるプラズマ吸収を通して調べられた。この実験より電子・正孔対が電子・正孔液滴から蒸発する際に問題となる仕事函数Φが求められ，その値は$\Phi=((14\pm1)+0.5\pm0.2)T^2)$ Kであった。又，119μm及び84μmの波長に対するマグネトプラズマ吸収線の線幅は非常に広く，吸収線は振動している。この振動はランダウ準位とフェルミ準位の交差する磁場に関連しており，この振動から電子・正孔液滴中の電子・正孔対の濃度(n_d)が$n_d=2.2\times10^{17}cm^{-3}$と求まった。電子・正孔液滴中の電子又は正孔の緩和時間の逆数（$1/\tau$）は337μmの波長に対する38KOeの吸収線幅より温度の2乗に比例していることが確かめられ，緩和時間はキャリリアーキャリア散乱が主にきいていることがわかった。更に理論的計算及び実験データーより緩和時間の逆数は周波数の2乗にも比例していると予想される。電子・正孔液滴のような球状物質による吸

収は，誘電函数がカスカラーであれば，ミー理論で正確に記述できる。しかし今回の場合のように誘電函数がテンソルであるときは，正確な解は今まで求められていない。カルドナ近似，フォード近似，更にはε''の影響を考慮した新らしい形の近似を用いてピーク位置及び吸収線の計算を行い実験データーとの比較をした。

論文の審査結果の要旨

高純度ゲルマニウム単結晶に，低温（液体ヘリウム温度）で強力な帯間励起を行うと，通称，電子・正孔液滴という，空間的に局在した一種のプラズマ相の発生することが知られている。電子と正孔の再結合過程が間接遷移型であるため，かかる液滴の寿命は数10マイクロ秒におよび，準安定な相を呈する。この相の物理的性質は主としてルミネセンスの実験を通じて徐々に解明され，液滴相の結合エネルギー，液滴中の電子・正孔密度，液滴から，電子・正孔対が蒸発する際に要する仕事関数等の物理量が多くの研究者たちによって独立に求められて，定性的には相互によい一致を示している。

藤井君はこれらの基礎事項の上に立って，遠赤外レーザー光による。液滴相およびそれと共存する自由エクシトンの共鳴法的研究を企画し，とくに磁場印加のもとに共鳴吸収をしらべて，エクシトンの磁気光吸収，液滴のマグネトプラズマ吸収に関する新しいデータを豊富に提供してその解釈を行った。

現象が複雑なので，その成果を単純な言葉で記述することはむづかしいが，要約すると，

1．エクシトンの磁気光遷移は自由キャリヤーのサイクロトロン遷移とほぼ平行であることを示した。
2．液滴から電子・正孔対が蒸発するときの仕事関数を温度の関数としてはじめて呈示した。
3．液滴の半径が液滴中での電磁波の波長に比して小さい場合に問題をしぼり，古典的なMie理論がマグネトプラズマ共鳴の解析に有効であることを示した。
4．マグネトプラズマ吸収線の幅の成因をしらべ，それが液滴中のキャリヤー・キャリヤー散乱による緩和機構にもとづくことを結論した。
5．誘電関数の振舞いを定性的に説明するCardona近似は，その仮定が妥当であることを解析的に証明した。

等があげられ，研究方法の斬新さと，今後の研究者を益する示唆に富んだ結論は大いに評価されてよい。したがって本研究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。