

Title	ゲルマニウム中の電子正孔液滴の遠赤外磁気プラズマ共鳴の研究
Author(s)	山中, 貢
Citation	大阪大学, 1980, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/32600">https://hdl.handle.net/11094/32600</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名・(本籍)	山 中 貢
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 4 9 6 3 号
学位授与の日付	昭和 55 年 3 月 25 日
学位授与の要件	基礎工学研究科 物理系専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	ゲルマニウム中の電子正孔液滴の遠赤外磁気プラズマ共鳴の研究
論文審査委員	(主査) 教授 成田信一郎 (副査) 教授 中村 伝 教授 藤田 英一 助教授 桐谷 道雄 助教授 張 紀久夫

### 論 文 内 容 の 要 旨

半導体において、低温では帯間光励起で生成された非平衡状態の電子と正孔は、その間に働くクーロン引力により励起子を形成する。この励起子系において、励起子密度を増加していくと、ある密度の所で、励起子気体から液体への相転移が、光伝導、発光の実験で観測されている。この液体の状態は、ゲルマニウムでは電子正孔液滴と呼ばれ、光散乱の実験から球形であることが確かめられている。

磁場中で液滴は磁気プラズマ球として振舞い、その誘電関数の磁場依存性が大きいことから、多くの共鳴効果を呈する。そこで、炭酸ガスレーザー励起遠赤外レーザーの多くの発振線（波長範囲250  $\mu\text{m}$ ~1730  $\mu\text{m}$ ）を用いて、[100]、[111]、及び[110]結晶軸方向に磁場を80kOeまでかけて、液滴の時間分解磁気光吸収の測定を行なった。

時間分解吸収スペクトルの測定より、液滴の減衰過程を調べ磁場中での液滴の寿命時間を評価した。また、観測された液滴による吸収は、磁気プラズマ球による電磁波の吸収の理論に基づいて議論された。各吸収は、理論計算との比較より、電気双極子共鳴及び磁気双極子共鳴に分類され、さらに、磁場中での液滴半径、及び、液滴中の電子正孔対密度、並びに、高密度のため多体効果による液滴内の電子と正孔の質量変化について評価した。

### 論 文 の 審 査 結 果 の 要 旨

今から約12年前バンド間励起の強い光で励起されたゲルマニウム、シリコン結晶中に電子-正孔液

滴が形成されることが提唱された。これは空気中に浮ぶ水蒸気が集って霧や雲等の水滴となるように、半導体中で強励起で出来た電子—正孔対、励起子が集ってプラズマ球を生ずるというものである。これに関して種々の研究がこの12年間ソ連を中心に多くの人々によって極めて精力的になされ、その存在の確認はもとより、液滴の性質が詳しく報告された。

この論文は数少い残された問題の中でも重要なこの液滴の、すなわち磁気プラズマ球の、遠赤外磁気光吸収に関するものである。

実験は著者等の努力によって安定して動作する炭酸ガスレーザー励起の遠赤外レーザーが用いられ、これより発する30本以上の強いレーザー発振線によって、 $250\ \mu\text{m}$ より $1730.9\ \mu\text{m}$ の広い波長領域をカバーして準連続波長的に行われた。磁場方向も今まで[111]結晶方向でファラデ配置のみがしらべられたが、ここでは[100][111][110]の各方向に対して、ファラデ配置、フォークト配置に対して行われ、磁場の強さも80 kGまで上げられた。データは時間分解スペクトルとして測定された。

この結果、このプラズマ球に対する電磁波の共鳴現象が詳細に研究された。今まで測られていない縦方向モードが始めて観測され、液滴の寿命時間の値、またプラズマ球中での電子、正孔の実効質量が多体効果で変化する精密な値等がエスチメートされた。また磁場をかけることによる液滴中の電子—正孔密度の増大またプラズマ球のサイズの小さくなること等の新らしく興味深い知見が多く得られた。電子—正孔液滴の研究では我が国は一步遅れた立場にあったが、本研究は世界の水準に追いつき追いこす結果を与えていると考えられ、学位論文として価値あるものとする。