

Title	低温成長GaAsの分光学的手法を用いた物性評価に関する研究
Author(s)	安部, 元
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/40213">https://hdl.handle.net/11094/40213</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	安 部 元
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 7 6 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 8 年 12 月 27 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科 応用物理学専攻
学 位 論 文 名	低温成長 GaAs の分光学的手法を用いた物性評価に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 中 島 信 一 (副査) 教 授 興 地 斐 男    教 授 増 原 宏    教 授 志 水 隆 一 教 授 河 田 聡    教 授 樹 下 行 三    教 授 伊 東 一 良 教 授 八 木 厚 志    教 授 石 井 博 昭    教 授 後 藤 誠 一 教 授 岩 崎 裕    教 授 豊 田 順 一    教 授 萩 行 正 憲 教 授 一 岡 芳 樹

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、THz 帯領域の電磁波発生用素子基板として用いられる低温 MBE 成長 GaAs の物性評価を主な目的としており、ラマン散乱、時間分解反射率、蛍光測定などの分光学的手法を用いて低温成長 GaAs の特性を解析した結果をまとめている。さらに低温成長 GaAs を基板に用いた THz 電磁波発生用素子を試作し、THz 電磁波の発生及び吸収分光計測へ応用している。

第 1 章では THz 電磁波発生に関する背景と低温成長 GaAs の基礎物性を概観し、本研究の目的と意義について述べている。

第 2 章では本研究に用いた測定技術の原理と、測定結果の解析法について述べている。

第 3 章では、GaAs 基板上的低温成長 GaAs の持つ結晶の特性を詳細に調べている。

低温成長 GaAs が多結晶層と単結晶層からなる 2 層構造を持ち、表面層は多結晶ではあるが、個々の微小結晶は欠陥の少ないことを明らかにしている。低温成長 GaAs 中に過剰に As が含まれることと、表面層に生成された自由励起子が発光しないことから、自由励起子はアンチサイト As( $As_{Ga}$ )等の点欠陥が形成する深い不純物準位を介した無輻射遷移をすることを見出し、さらに光励起キャリアの短寿命化には  $As_{Ga}$  等の点欠陥が関係することを指摘している。

また、熱処理後に析出する As は母体結晶の低温成長 GaAs が多結晶の場合には、容易に結晶化し、逆に母体結晶が欠陥の少ない場合には非晶質 As が凝集することを明らかにしている。

第 4 章では種々の成長条件で作製した Si 基板上的低温成長 GaAs について調べている。

Si 基板上的低温成長 GaAs でも、短いキャリア寿命と高いキャリア生成効率を得ており、低温成長層の絶縁性が向上すれば、THz 電磁波発生用素子への応用が可能であることを示している。

第 5 章では、低温成長 GaAs を実際に THz 電磁波発生に応用して、その有用性を実証している。また、本研究で用いた電磁波発生、検出システムを利用して気体の時間領域の吸収分光計測を行っている。従来の周波数領域の分光法と同程度に高い精度の測定が室温で容易に行えることを示し、このシステムが将来広く利用される分光技術になり得ることを実験により確かめている。

第6章では、本研究で得られた知見を総括し、本論文の結論としている。

## 論文審査の結果の要旨

THz電磁波は分光用光源や通信分野に利用されており、その重要性が増している。その電磁波発生用素子の基板材料として低温成長GaAsは最も有力視されている。しかしながら、低温成長GaAsの分光学的評価技術は確立されておらず、その光物性には未知の領域が多い。本論文は、低温成長GaAsにおける光励起キャリアの短寿命化と低温成長GaAsの不純物や欠陥などに起因する格子の不完全性との関連を明らかにしたものであり、素子応用を目的とした低温成長GaAs作製の諸条件の決定に指針を与えている。その主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) これまで検出が困難とされてきた低温成長GaAs中に析出したAsのラマンバンドや低温成長GaAsのバンド端近傍のルミネッセンスに対して、近赤外レーザーを励起光として測定することを提案し、詳細な評価が行えることを実証している。
- (2) 低温成長GaAsのバンド端近傍のフォトルミネッセンス測定の結果、低温成長GaAsに特徴的なスペクトラルホール(dip)が出現することを初めて見出し、低温成長GaAsが2層構造を持ち、表面層で自由励起子吸収が生じていることを明らかにしている。また、このdipのスペクトル幅は、表面層の結晶性が良ければ鋭く、逆に悪いときには幅が広くなることを見出し、結晶性の評価に利用できることを指摘している。
- (3) 超短パルスレーザーを用いた時間分解反射率測定で、反射率の変化量からキャリアの生成効率を近似的に見積もることを提案し、キャリアの生成効率は低温成長GaAsの結晶性と密接に関係することを明らかにしている。また、キャリア寿命とキャリア生成効率は強い相関関係を持つことを実験により確かめている。
- (4) 低温成長GaAsは成長温度を低くすると、結晶中に含まれる過剰Asの比率が高くなると共に光励起キャリアの寿命が短くなることを示し、アンチサイトAs等の点欠陥がキャリアの短寿命化と深く関係することを指摘している。
- (5) Si基板上の低温成長GaAsでも、短いキャリア寿命と高いキャリア生成効率を得ており、低温成長層の絶縁性が向上すれば、THz電磁波発生用素子への応用が可能なことを示している。
- (6) 低温成長GaAsを基板に用いてTHz電磁波発生用素子を試作し、実際に電磁波発生を行い、低温成長GaAsの有用性を実証している。低温成長GaAsを用いたTHz電磁波発生では、サブマイクロワットの高い出力を得ることが可能であり、これにより、室温で容易に電磁波の検出が行えることから、低温成長GaAs基板が将来広く利用され得ることを指摘している。

以上のように、本論文は低温成長GaAsの分光学的評価技術を確立し、これまで未知であった低温成長GaAsの光物性に関して多くの知見を与えており、応用物理学、特に光物性工学に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。