OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	エピタキシャル成長GaAs結晶における不純物の光学的研究
Author(s)	尾関, 雅志
Citation	大阪大学, 1979, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32515
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

【40】

氏名・(本籍)	尾関雅志
学位の種類	工学博士
学位記番号	第4712号
学位授与の日付	昭和54年9月20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	エピタキシャル成長GaAs結晶における不純物の光学的研究
論文審査委員	(主査) 教授 成田信一郎 (副査) 教授 長谷田泰一郎 教授 中村 伝 教授 藤田 英一 教授 吉森 昭夫 助教授 張 紀久夫

論文内容の要旨

気相成長GaAs結晶における不純物の種類と性質およびそれらの結晶成長時における混入過程を，ホトルミネッセンスおよび遠赤外光伝導の測定手段を用いて研究した。

詳細な解析から，1.47 eV ～ 1.50 eVの光子エネルギー領域に現われる一連のルミネッセンススペクトルは，伝導帯電子とアクセプタ正孔の再結合およびドナー電子とアクセプタ正孔の再結合という二種類の発光機構で説明される事がわかった。関与するアクセプタ不純物は，亜鉛（活性化エネルギー：30.2meV)，カドミウム(34.5meV)，炭素（26.5meV)，珪素（35.1meV）およびゲルマニウム（41.3meV）であった。

深い不純物準位を形成するセンターに束縛された励起子による発光を，1.507eVおよび1.489eVの光子エネルギー位置に観測した。ゼーマン効果の実験を含む詳しい解析の結果，前者はC_{3v}対称性を持つ深いドナー準位に，後者はTd対称性を持つコバルト・アクセプタに関与している事を明らかにした。

浅いドナー準位を形成する不純物を，遠赤外光伝導測定により解析した。Ga-$AsCl_3$-H_2系気相成長法で作製したGaAs結晶では，珪素および硫黄が，Ga-$AsCl_3$-N_2系気相成長法で作製したGaAs結晶では，硫黄がそれぞれ支配的にドナー準位を形成する事がわかった。また珪素，セレン，硫黄，ゲルマニウムによるドナー準位の活性化エネルギーは，それぞれ5.795meV，5.812meV，5.845meVおよび，5.949meVであった。

以上の研究結果を，GaAs結晶成長技術の開発に応用し，最適な結晶成長法，結晶成長条件，治具および材料を決定した。

論文の審査結果の要旨

GaAs はGe, Si につぐく第3の半導体として，半導体レーザー， FET，ガンダイオード等に用いられ，最近とみに用途が拡がりつつある。純度のよい結晶を得るためにエピタキシアル法が用いられるが，結晶成長時に混入するわずかな不純物の種類，量を測定する手段は今までほとんどなく，この重要な問題の解決には大きな困難が伴った。本研究は光学的手段により，GaAs 中のドナーおよびアクセプタ不純物を明確にする手段を始めて確立したものである。 まず，アクセプタの判別のためには近赤外のルミネッセンスが用いられ，その発光再結合は二種類の発光機構（帯→アクセプタ間， ドナー → アクセプタ間遷移）で説明された。また不純物として，亜鉛，カドミウム，炭素，珪素およびゲルマニウムが混入されることが明らかにされた。浅いドナーは不純物の種類によっての活性化エネルギーの差が小さく，その判別は今までとみに困難で，これを明らかにした研究はなかったが，この研究では遠赤外光伝導の方法によって，今まで主として用いられた Ga-$AsCl_3$-H_2 系の気相成長法では珪素および硫黄が多く混入されるが，新らしく開発された Ga-$AsCl_3$-N_2 系の気相成長法では硫黄は混入されるが珪素の混入は少く，前者に比べてすぐれていることがわかった。珪素，セレン，硫黄，ゲルマニウムのドナー準位の活性化エネルギーが始めて正確に決定された。このように本研究は工業的に重要な意味をもつのみならず，物性物理学，応用物理学の見地に立っても興味深い結果を多く与えており，工学博士の学位に値する研究と評価出来る。