

氏名(本籍)	小 <sup>こ</sup> 林 <sup>ばやし</sup> 隆 <sup>りゅう</sup> 二 <sup>じ</sup> (栃木県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第1106号		
学位授与年月日	平成5年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当		
審査研究科	工学研究科		
学位論文題目	塩化物法によるGaAs, AlAsの気相エピタキシャル成長に関する研究		
主査	筑波大学教授	工学博士	長谷川 文 夫
副査	筑波大学副学長	工学博士	南 日 康 夫
副査	筑波大学教授	工学博士	川 辺 光 央
副査	筑波大学教授	工学博士	升 田 公 三
副査	筑波大学助教授	工学博士	村 上 浩 一

## 論 文 の 要 旨

塩化物輸送法(以下、塩化物法と記す)は、高純度結晶が容易に得られることからGaAsをはじめとする化合物半導体の結晶成長に古くから用いられてきた。特にGa-AsCl<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>系のクロライド法は、原料が高純度(99.99999%)であることやAsH<sub>3</sub>のような毒ガスを使わないため工業的に安全であることから、現在、高純度エピタキシャル層が不可欠なガンダイオードや電界効果トランジスタなどのGaAsマイクロ波デバイスの製作に広く使われている。また、Ga-HCl-AsH<sub>3</sub>-PH<sub>3</sub>系のハイドライド法も、GaAs<sub>x</sub>P<sub>1-x</sub>の可視光発光ダイオードの生産に実用化されている。しかし、高電子移動度トランジスタをはじめとする近年の高性能デバイスでは、Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>AsなどAlを含んだ結晶の成長が必要であるが、塩化物法ではAl混晶の成長が難しい。従って、Al混晶の成長ができる有機金属気相エピタキシー法や分子線エピタキシー法など他の成長技術が発展し、塩化物法の重要性は低くなりつつある。

本研究は、塩化物法によるAl<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As成長の実現を最終目的として、その成長メカニズムの研究を行ったものである。本論文の第2章では本研究の背景と目的を述べ、第3章では金属Alを用いたクロライド法によるAlGaAsの低温成長について延べている。そして塩化Alによる石英反応管の腐食を防ぐためには、500°C以下での成長が必要である事を明らかにしている。第4章では、三塩化物(GaCl<sub>3</sub>, AlCl<sub>3</sub>)という新しい原料を用いてGaAs, AlAsの低温高速成長を試み、その成長メカニズムをAsH<sub>3</sub>と固定砒素(As<sub>4</sub>)を用いた実験結果や熱力学的考察から検討している。そしてAsH<sub>3</sub>を用いると分子中の水素が活性なためにGaAsの低温成長が可能な事、AlとClの結合が強いためにAlAs

の低温成長は難しい事、等を明らかにしている。第5章では、第4章の結果をもとに活性水素の生成とその効果について検討している。そして本来の目的から少々ずれてしまうが、原子状水素によるGaAsの高速鏡面エッチング、NH<sub>3</sub>添加によるGaAsの成長速度の増加と表面平坦性の向上という新しい現象を報告している。第6章では、GaCl<sub>3</sub>を用いてGaAsの原子層エピタキシーが可能であることを明らかにした。更にその成長メカニズムを表面光吸収法を用いて検討し、吸着種が塩化Gaであるために自己抑制機能が働く事を明らかにした。

これらの実験結果により、塩化物法によるGaAs, AlAs成長の成長メカニズムについて数多くの知見を得る事ができた。Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As成長という最終目標は達成できなかったが、成長メカニズムを検討する事によってその可能性を示す事が出来たと言える。

## 審 査 の 要 旨

地味で難しい研究テーマであったため、めざましい成果を上げることは出来なかったが、自分で問題を見出し、それを解明し、いくつかの論文としてまとめ論文誌に発表したことは高く評価できる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。