



Title	有機金属分子線エピタキシーによる InGaAsSb 系の結晶成長に関する研究
Author(s)	金子, 忠昭
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/37274">https://hdl.handle.net/11094/37274</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"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について</a>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

氏名・（本籍）	かね	こ	ただ	あき
学位の種類	金	子	忠	昭
学位記番号	工	学	博	士
学位授与の日付	第	9	7	5
学位授与の要件	号	6		号
学位論文題目	平成	3	年	3
	月	26	日	
	工学研究科	電磁エネルギー工学専攻		
	学位規則第5条第1項該当			
論文審査委員	有機金属分子線エピタキシーによる InGaAsSb 系の結晶成長に関する研究			
	(主査)			
	教授 権田 俊一	教授 中井 貞雄	教授 三宅 正宣	
	教授 青木 亮三	教授 石村 勉	教授 三間 圀興	
	教授 横山 昌弘	教授 西川 雅弘	教授 井澤 靖和	
	教授 西原 功修			

## 論文内容の要旨

本論文は、InGaAsSb 系材料の結晶成長における有機金属分子線エピタキシー法の有効性を明らかにするため、成長条件の最適化ならびに成長機構の解明を目的として行われた一連の研究をまとめたものである。

第1章では、本研究の背景と目的について述べている。

第2章では、本研究で用いた装置ならびにそれを用いた成長手順について概観し、ガスの供給系の特徴ならびに原料ガスとして用いた有機金属化合物の特性について言及し、有機金属化合物を本実験で用いた理由を述べている。

第3章では、Ⅲ族原料として有機金属化合物、Ⅴ族原料として固体原料を用いて GaSb, InAs, InSb の成長実験を行い、成長の最適化条件を明らかにしている。GaSb と GaAs 表面での有機金属化合物の分解効率の違いを明らかにし、分解効率が入射Ⅴ族分子圧力に依存することから、表面に過剰に吸着したⅤ族分子の阻害作用としてこれを説明している。またⅢ族原料に複数の有機金属化合物を用いた場合の混晶の組成制御性を InGaSb 成長の場合について検討し、良い組成制御性の得られる条件を明らかにしている。

第4章では、Ⅴ族原料として有機金属化合物を用いた場合、導入時に熱分解させたときに生じる分解生成物が、Ⅲ族有機金属化合物の表面での分解反応に阻害効果を及ぼすことを明らかにしている。InAsSb 成長で観測される二元化合物成分の分解効率の違いをもとに表面での分解反応の基板の違いに依存した競合効果について論じ、さらにこの混晶の成長において良好な組成制御性が得られることを確認している。

第5章では、成長原料に同じ有機金属化合物を用いたときに観測された GaSb と GaAs 表面での異なる

る分解効率を説明するため、入射V族分子の影響をLindemann機構により取り込んで有機金属原料の表面反応モデルを拡張している。V族分子の表面被覆率の評価のために二重吸着モデルを提案し、過剰V族分子による有機金属化合物の分解に対する阻害作用を説明している。これにより有機金属分子線エピタキシー成長における基板表面の違いによる表面の触媒効果の違いを明らかにしている。

第6章では、混晶散乱の影響が大きいSbを含む混晶に対して、任意の必要な混晶の物性値を求めるため、構成要素である二元化合物の値からの非線形性を考慮した内挿近似を提案し、例としてGaSbと格子整合する五元混晶AlGaInAsSbの禁制帯幅とバンド不連続値について計算し、その予測結果を示している。

第7章では、本研究で得られた結果を総括し、今後の課題について述べている。

## 論文審査の結果の要旨

化合物半導体のうち、Sbを含む材料系は、有効な応用が考えられているが、高品質の結晶を作製することが容易ではないため、この材料系の利用は十分にはなされていない。本論文はInGaAsSb系材料の結晶成長を新しい結晶成長法である有機金属分子線エピタキシーを用いて試み、最適な成長条件の探索や成長機構の解明について行った研究をまとめたもので、主な成果を要約すれば次の通りである。

- 1) III族原料として有機金属化合物、V族原料として固体原料を用いてGaSb, InAs, InSbの成長実験を行い、最適な成長条件を明らかにした。有機金属化合物の分解効率がGaSbとGaAs表面で異なることを見出し、分解効率が入射V族分子圧力に依存することから、この現象を表面に過剰に吸着したV族分子の阻害作用によるものとして説明した。またIII族元素が複数の場合の混晶の組成制御性について調べ、InGaSb混晶において良い組成制御性の得られる条件を明らかにした。
- 2) III族およびV族原料に、ともに有機金属化合物を用いた場合には、III族有機化合物の成長表面での分解反応が、V族有機金属化合物の導入時の熱分解による生成物により阻害されることを明らかにした。V族元素が複数の場合のInAsSb混晶の成長では、これを構成するInAs, InSb成分の分解効率の違いをもとに、表面での分解反応の基板の違いに依存した意合効果を議論した。この混晶でも適切な成長条件を選ぶことにより、良好な組成制御性が得られることを実証した。
- 3) GaSbとGaAs表面では同じIII族有機金属化合物を用いても分解効率が異なることを説明するために、入射V族分子の影響をLindemann機構を考慮して取りこむことにより従来からの表面反応モデルを拡張した。さらに過剰V族分子の表面被覆率の評価のために、二重吸着モデルを提案し過剰V族分子が有機金属化合物の分解を妨げる効果を説明した。このように有機金属分子線エピタキシーにおいて、基板表面が異なれば、表面での分解の触媒効果の大きさが異なる理由を明らかにした。
- 4) Sbを含む材料系を総合的にとらえ、この系の材料設計を容易にするために、GaSb基板と格子整合する五元混晶AlGaInAsSbをとりあげ、この材料系の任意の物性値を計算で求める方法、すなわち、構成要素である二元化合物の値から、非線形性を考慮した内挿近似の方法を提案し、この系の禁制帯

幅とバンド不連続値を計算して利用し易い形でその結果を示した。

以上のように、本論文はSbを含む化合物半導体の結晶成長に新しい方法である有機金属分子線エピタキシー法を適用し、その有効性を示すとともに成長機構などの基礎過程を明らかにしたもので、電子材料工学および電子素子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。