The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	ヘテロ接合バイポーラトランジスタ高性能化のための分子線エピタキシャル成長に関する研究
Author(s)	和泉，茂一
Citation	大阪大学，1997，博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40289
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

【 85 】

氏　　名	和泉茂一（いずみしげかず）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　12858　号
学位授与年月日	平成9年3月18日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	**ヘテロ接合バイポーラトランジスタ高性能化のための分子線エピタキシャル成長に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教授　権田　俊一 （副査） 教授　西川　雅弘　教授　中井　貞雄　教授　堀池　寛 教授　飯田　敏行　教授　三間　圀興　教授　西原　功修 教授　白藤　純嗣

論文内容の要旨

本論文は，ヘテロ接合バイポーラトランジスタを高性能化するために行った分子線エピタキシャル結晶成長に関する研究の成果をまとめたもので，7章から構成されている。

第1章では，ヘテロ接合バイポーラトランジスタ（Heterojunction Bipolar Transistor：HBT）の高性能化を実現するための問題点と本論文の目的を示している。

第2章では，高集積デバイスを高歩留まりで形成するために必要な，イレギュラーディフェクトや隆起量の大きいオーバルディフェクトの低減のために，新しいAsクラッキングセルを開発し，これを用いて表面欠陥密度10 cm^{-2} 以下を達成し，この理由についても考察している。

第3章では，GaAs基板／MBE成長層界面の不純物蓄積について調べ，そのデバイス特性への影響を明らかにしている。更に清浄成長層界面を得る方法を検討し，処理液と蓄積不純物の関係を明らかにしている。MBE成長の前処理フリー化について調べ，As被膜を利用する方法の有効性を示している。

第4章では，直流電流増幅率とn-AlGaAsエミッタ層中の酸素濃度の関係を明らかにしている。更にエミッタ層からの注入電流に対する再結合電流（エミッタ／ベース接合間の再結合電流，ベース層中の再結合電流，真性再結合電流）の占有割合の見積もりを行っている。

第5章では，格子不整合系 n^+-InGaAs結晶をHBTのエミッタコンタクト層へ適用することを提案し，作製条件と特性の関係を調べている。更に，ICTS（Isothermal Capacitance Transient Spectroscopy）を用いたエミッタ／ベース接合近傍に介在する準位の評価を行い，n-AlGaAsエミッタ層およびInGaAs／AlGaAsヘテロ接合界面付近の結晶性とICTS信号との関係を明らかにしている。

第6章では，2～5章で述べたMBE成長技術を用いて試作した高出力HBT，およびその評価結果について述べ，その良好な評価結果から本研究での成果が高性能HBTの実現に有効かつ不可欠であることを明らかにしている。

第7章では，本論文での結果をまとめ，総括を行っている。

論文審査の結果の要旨

ヘテロ接合バイポーラトランジスタ（Heterojunction Bipolar Transistor：HBT）は，マイクロ波通信システム用電力増幅器の次期デバイスとして注目されているが，このためにはその性能をさらに向上させることが求められている。本論文は限界性能を引出す基盤となるGaAs系分子線エピタキシャル結晶成長技術における課題の解決を目指し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) GaAs材料のイレギュラーディフェクトやオーバルディフェクトの低減のために新しくAsクラッキングセルを開発し，これを用いることにより，10 cm^{-2} 以下の低いディフェクト密度を達成している。この理由としては，As酸化物の熱分解によりAsのみが表面に到達するためという可能性を示している。しかし，n-AlGaAsではAsクラッキングを行うことで，Siドーパントの活性化率が低下するという相反する効果を示し，最適Asクラッキング温度は700°C程度であることを明らかにしている。

(2) GaAs基板／MBE成長層界面のキャリア蓄積と，そのデバイス特性への影響について調べ，成長前基板前処理として H_2SO_4 処理を用いた場合は，デバイスは良好な特性を示すのに対し，HF処理の場合はリーキーな特性になることを示し，その原因は表面処理の差による界面での酸素など不純物の蓄積量の差によるものであることを明らかにしている。

(3) HBT結晶中の混入酸素と直流電流増幅率 β の関係を調べ，β の大きさとエミッタ層中混入酸素量とは逆比例の関係にあり，β のばらつきは主にエミッタ／ベース接合部の再結合電流成分のばらつきによること，AlGaAsエミッタ層での酸素濃度が 3×10^{17} cm^{-3} 以下であれば β の初期特性に影響しないことを明らかにしている。

(4) 格子不整合系 n^+-InGaAs結晶のHBTのエミッタコンタクト層への適用について調べ，GaAs超周期構造をInGaAs層に挿入することにより良好なコンタクト層が得られること，ヘテロ界面の評価にICTS（Isothermal Capacitance Transient Spectroscopy）を用いてエミッタ層中の酸素が深い準位を形成している可能性などを示している。

(5) 本論文で研究したMBE成長技術を用いて高出力HBTを試作し，マルチフィンガ（1.5×20 $\mu m^2\times10$）高出力HBTで12GHzにおいて出力電力1.0W，電力付加効率72%の良好な特性を得ることに成功している。

以上のように本論文は，ディフェクトを少なくするMBE法の基本的な研究からディフェクトとHBTの動作特性の関係を明らかにし，高性能な電子デバイスを得るプロセスを明らかにしたもので電子材料工学，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。