

Title	Low Energy Plasma Etching of GaAs Using Electron Beam Excited Plasma System and Its Application
Author(s)	余, 金中
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37557
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/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・(本籍)	よ	きん	ちゅう
	余	金	中
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	9 6 2 2	号
学位授与の日付	平成 3 年 3 月 14 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	Low Energy Plasma Etching of GaAs Using Electron Beam Excited Plasma System and Its Application (電子ビーム励起プラズマを用いたGaAsの低エネルギープラズマエッチングとその応用)		
論文審査委員	(主査) 教授 難波 進		
	(副査) 教授 末田 正	教授 浜川 圭弘	教授 蒲生 健次

論 文 内 容 の 要 旨

ドライエッチング技術は、VLSI 製作技術としてのみならず、OEIC (光電子集積回路) 製作技術としても重要である。その際、高い異方性を持つこととダメージが少ないことが要求される。そこで本研究では、電子ビーム励起プラズマ (EBEP) をイオン源として用いたイオンビームエッチングの特性を調べた。また、液相成長法を用いて GaAs/AlGaAs 積層構造を製作し、低エネルギードライエッチング法により半導体レーザを作製した。

EBEP により生成されるプラズマを用いると、低エネルギー (<130ボルト) でしかも高い電流密度のイオンビームを得ることができる。アルゴンおよび塩素を用い、低い加速エネルギーで Si および GaAs をエッチングできることを確認した。その際、スムーズな表面、高いアスペクト比、そして高いエッチングレートを達成することができた。また、SiO₂ をマスクとして用いれば、高い選択比を得ることがわかった。

エッチング特性のイオン電流、基板温度、ガス圧依存性を調べた。その結果以下のことがわかった。
1) エッチングレートと選択比は基板温度の上昇と共に指数関数的に増加するが、選択比は減少する。
2) ガス圧を下げると、エッチングレートは減少するが、表面状態はよりスムーズになる。
3) エッチングレートは、電流密度と共に増加する。
4) アルゴンによるイオンビームエッチングでは、エッチングレートは加速エネルギーに指数関数的に依存するが、塩素による反応性イオンビームエッチングでは、化学反応が支配的であるためにエッチングレートは加速エネルギーにあまりよらない。

エッチングのメカニズムは、アルゴンの場合は物理的なスパッタリングであるが、塩素の場合は、基板上での化学反応である。そして、エッチングの際に、側面が反応生成物に覆われるため、側面方向に

はエッチングは進まずイオンビームの方向にのみ進行し、その結果、異方性の高いエッチングが達成されると考えられる。

EBEPと塩素を用いた反応性イオンビームエッチングを用いれば、低加速でダメージが少なくしかもエッチングレートの高い加工が期待される。そこでダメージの評価をフォトルミネッセンス法、I-V法、C-V法、そしてDLTS法を用いて調べた。アルゴンを用いた場合でも、塩素を用いた場合でも、検出される欠陥の種類は同じである。異なるのは、欠陥の数と分布である。DLTS法により検出される欠陥レベルは、L1, L2, L3, L5の4つでありそれぞれの活性化エネルギーはそれぞれ、0.31, 0.45, 0.58, 0.48eVであることがわかった。そのうち、L5は元々存在する欠陥であり、あとの欠陥は、それぞれ60, 40, 20V以上のイオンエネルギーで生成されることがわかった。従って、ダメージのないエッチングを行うためには、塩素を20V以下に加速する必要がある。

半導体レーザを製作するために、液相成長におけるAlGaAsの成長およびドーピング特性を調べた。EBEPによるエッチングでは、GaAsとAlGaAsの等速エッチングが達成され、それを用いてレーザ構造の反射側面を製作し、室温連続発振に成功した。

本研究では、EBEPによる塩素を用いた反応性イオンビームエッチングの諸特性を調べ、低ダメージ、高アスペクト比、そして高エッチングレートを達成できることを明らかにした。またそれを用いて半導体レーザを製作し室温連続発振に成功した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、光電子集積回路(OEIC)製作技術として重要なドライエッチング技術の研究と、それを半導体レーザ作製に応用した研究成果をまとめたものである。

電子ビーム励起プラズマをイオン源として用いたイオンビームエッチング装置により、低エネルギー(5~130eV)、大電流密度(数百mA/cm²)が得られることはよく知られている。本研究では、この装置を用いて、イオン電流、基板温度、ガス圧等を変化したときのエッチング特性を詳細にしらべ、アルゴンおよび塩素の低エネルギーイオンにより、SiおよびGaAsのエッチングが優れたエッチング特性をもって実現しうることや、SiO₂をマスクとして用いることにより高い選択比をもつエッチングが可能なことなどを確認した。

イオンエッチングの欠点の一つはエッチング加工後に加工欠陥を残すことにあるが、本研究では、エッチング加工後の欠陥の種類、数、深さ分布などをフォトルミネッセンス法、I-V法、C-V法、DLTS法などの種々の方法により詳細にしらべ、20eV以下のエネルギーの塩素イオンによるエッチング加工により、ほぼ無欠陥の加工ができることを見出している。

さらに低エネルギーの塩素イオンによりGaAsとGaAlAsの等速エッチングが可能であることを実証し、それをGaAs/GaAlAs DHレーザの鏡面エッチングに適用し、イオンエッチングによる室温連続発振レーザの実現が可能であることを実証した。

これらの研究成果はイオンビームエッチングの有用性を実証するものであり、ビーム工学の発展に寄与するところ大である。よって工学博士論文として価値あるものと認める。