



Title	低エネルギー集束イオンビームによるGaAsのドライエッチング過程と照射損傷に関する研究
Author(s)	小杉, 敏彦
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38231
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

氏 名	小 杉 敏 彦
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 7 6 9 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 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学 位 論 文 名	低エネルギー集束イオンビームによる GaAs のドライエッチング過程と 照射損傷に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 蒲 生 健 次 (副査) 教 授 浜 川 圭 弘 教 授 奥 山 雅 則

論 文 内 容 の 要 旨

集束イオンビーム (FIB) 装置による加工技術は、マスキリペアー、回路診断等の今日の半導体集積回路の製作技術を支える重要な役割を担っている。また、薄膜製造装置と組み合わせることで、いわゆる埋め込み形のデバイスが製作できるため、初期段階ではあるが既に応用が始まっている。

本研究は、FIB装置の高性能化とその応用分野の拡充を目指したものである。まず、エネルギー可変型のFIB装置について述べる。通常、高集束性を維持するために高エネルギー ($>10\text{keV}$) のイオンビームが用いられるが、照射損傷が多くまた基板に不純物を注入してしまうためエッチングやデポジション等の表面反応を基礎とする工程には適さない。そこで、リターディング法による低エネルギーFIB装置について検討し装置の試作を行った。その結果、 1keV のイオン入射エネルギーでもサブミクロン径のビームが得られることが確認できた。

つぎに、低エネルギーFIB装置の応用としてGaイオンによるGaAsのイオンビーム支援エッチングについて検討した。反応速度論による表面反応過程の考察を行い、エッチレート、ビームスキャン方法、イオン電流密度、ガス圧力、イオンエネルギー依存性等について検討した。また、 1keV 以下のイオンエネルギーで低損傷化が著しく、 0.2keV のGa-FIBによって、高速で低損傷のエッチングが行えることを示す。

最後に、低エネルギーGaイオン照射されたGaAsの照射損傷をDeep Level Transient Spectroscopy法により評価する。この結果、低エネルギーGaイオン照射により少なくとも7種類の電子トラップが誘起されることを明らかにした。また、1次欠陥分布はイオンの飛程程度の深さに限られるが、照射により導入される深い準位の分布はイオンエネルギーにほとんど依存せず数 100nm におよぶことが明らかになった。これらの照射欠陥は 600°C までの熱処理でほぼ回復するが、 $1 \times 10^{15}\text{ions}/\text{cm}^2$ 以上の高ドーズ照射すると、表面付近の点欠陥が蓄積した領域は回復が困難であることが明らかになった。これから、低エネルギーイオンビームであっても、何らかの加工後の表面処理の必要性があることが示された。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

界面制御がきわめて重要な化合物半導体デバイスの製造過程において、表面、界面汚染の低減が期待できる真空中

でのその場エッチング法は、重要な要素技術の1つとして注目されている。本研究は、低エネルギー集束イオンビームによる、GaAsのその場エッチング法について研究した結果をまとめたものである。

まずリターディング法による集束系の設計を行い、1 keVのイオンエネルギーでもサブミクロンの径のイオンビームを形成できる、低エネルギー集束イオンビーム装置の開発に成功している。

次にこの装置を用いたGaAsのイオンビーム支援エッチングを行い、従来の物理スパッタによるエッチングより14倍以上の処理速度の向上と、加工にともなう照射損傷の抑制に成功している。また反応モデルを提案し、エッチャントの付着過程と反応生成物の生成過程の、パルスイオンビームに対する応答性の違いを指摘し、表面反応機構に新しい知見を得ている。

またGaAsの自然酸化膜をレジストに用いたエッチング技術について検討し、水の分圧の制御により再現性の高いエッチングを実現し、低損傷かつ平坦性の高いエッチング条件の最適化に成功している。

さらに低エネルギーイオン照射により誘起される深い準位について調べ、活性化エネルギー0.58 eVの電子トラップが、1 keV以下のGaイオン照射による主要な欠陥準位であることをつきとめ、その欠陥密度のイオンドーズ依存性、アニール依存性を解明した。

以上、低損傷その場加工技術を目指した、低エネルギー集束イオンビームの装置の開発とその応用に関する研究は、化合物半導体デバイスの作製技術に関し一つの指針を与えるものであり、博士論文として価値あるものと認める。