Osaka University Knowledge Archive

Title	イオン注入による GaAs 超高速トランジスタの能動層および分離層形成に関する研究
Author(s)	山崎, 肇
Citation	大阪大学, 1992, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37712
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【87】

氏　　名	山　崎　　肇（やま　ざき　はじめ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　10104　号
学位授与年月日	平成4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	**イオン注入によるGaAs超高速トランジスタの能動層および分離層形成に関する研究**
論文審査委員	(主査) 教　授　蒲生　健次 (副査) 教　授　浜川　圭弘　　教　授　小林　猛　　教　授　奥山　雅則

論文内容の要旨

本論文は，GaAs ＬＳＩの大規模化，高速化を図るため，イオン注入技術による能動層の形成，および分離層の形成に関する研究についてまとめたものである。

角度スキャンイオン注入による面チャネリングとシャドウ効果に起因する能動層の不均一性を改善するため，平行スキャン注入装置を試作し，直径80mmの周辺で外側への開き角が垂直方向で0.18度，水平方向で0.3度とチャリングの臨界角のおよそ1／10以下にでき，従来の角度スキャンの場合の開き角の約1／5 ～1／8と改善し，3インチ径で初めて平行スキャンを実現した。そして均一能動層を形成できることを容量－電圧測定およびＦＥＴの閾値電圧の測定より実証した。また能動層の薄層化に対処するためイオン電流量の減少を抑えた低エネルギー化の改良も行った。半絶縁性GaAs結晶基板に Ｓｉイオンを注入した場合の電気的特性について，注入条件および結晶品質に対する依存性を明らかにした。Ｓｉの拡散係数（$D=3\times10^{-15}$ cm^2 sec^{-1}）が十分小さく，ＬＳＳ理論で近似できること，またＳｉ 注入層の活性化に関連し，表面空乏層の効果を解析し，表面空乏層の影響の結果として見かけの活性化率（η）は約24パーセント小さく，残留アクセプタ密度（N_{res}）は約$3-4\times10^{11}$ cm^{-2}多く測定されていることを算出した。GaAs中のクロム濃度と活性化率，N_{res}，移動度の関係を明らかにした。次いで，平行スキャンによる均一能動層を持ったＦＥＴによる基板結晶の評価を通して，ＨＢ，ＬＥＣ－GaAs結晶とＦＥＴのV_{th}との関係を明らかにし，GaAs ＬＳＩ用結晶としてIn添加ＬＥＣ－GaAsが優れていることを確認した。

低エネルギー注入，燐共注入および分子イオン注入と短時間アニール法により高濃度薄層化を実現した。この技術を，ＮＴＴで開発したＳＡＩＮＴ（Self Aligned Implantation for N^+ －layer

Technology）ＦＥＴ製作に適用し，ＦＥＴの諸パラメーターの改善が素子特性を向上させることを検証し，実用性を示した。すなわち本方法により，0.3μｍゲート長素子で最高発振周波数が53ＧＨｚと高性能を実現した。さらに0.1μｍの微細ゲート長素子では，遮断周波数90.8ＧＨｚ，最高発振周波数78ＧＨｚと大幅な性能向上が実現できた。これらの素子はディジタル用，およびアナログ用として実用に供され，Ｆ－10Ｇ光伝送方式用素子として導入が予定されている。

さらにGaAsＭＥＳＦＥＴより高速性が期待されているGaAsＨＢＴの高性能化，長時間安定性の向上を図るため酸素イオン注入による接合および素子間分離層形成の検討を行った。まず酸素の1価および2価イオンの取り出し法を確立した。そしてGaAsＨＢＴで使用する高濃度のｐおよびｎ型不純物層に酸素イオン注入し，500-550℃のアニールにより10^8-10^9Ω／□の高抵抗層が得られること，またこの高抵抗層の200℃での長時間安定性試験の結果，今まで用いられていたプロトン注入層では200時間しか高抵抗値を維持できないのに対し，酸素注入による抵抗層では10000時間以上高抵抗値を安定に維持することを明らかにした。さらに酸素注入高抵抗層の安定化機構について層抵抗の温度依存性から検討した。

この酸素注入分離層を微細なエミッタ面積（Ｓ＝0.7μｍx1.4μｍ）を持つＨＢＴに適用し，実用レベルである電流増幅率（β＝40）を実現し，ＬＳＩ化への見通しを得た。

論文審査の結果の要旨

本論文は，GaAs大規模集積回路（ＬＳＩ）の製作に必要な，イオン注入法を用いた超高速トランジスタの能動層および分離層の形成技術に関する研究の成果をまとめたものである。ＬＳＩを実現するためには，結晶の均一性およびプロセスの均一性が重要となる。そこで，主要プロセスである能動層の形成に必要なイオン注入技術について，ウェハ面内でトランジスタの閾値電圧がバラつく原因は面チャンネル効果であることを明らかにし，イオン注入装置のビーム走査法を改良し，不均一性はビームを平行に走査して注入することにより無くせることを初めて実証した。また能動層の形成に必要な低濃度注入の場合は，Ｃｒによる残留アクセプタの影響が大きくなり，ドーピング効率が低下することを見出し，Ｃｒ濃度の低い基板を用いる必要があるなどＭＥＳＦＥＴ製作に必要な重要な基礎データを得ている。さらに，高速化のために，低エネルギーイオン注入特性を調べ，薄層能動層を形成して素子の応答速度を大幅に向上した。これにより次世代の光伝送用素子として導入が予定されている高性能デバイスを実現した。

分離層の形成については，酸素イオン注入を行い，注入層の抵抗と熱安定性を調べ，200℃においてプロトン注入により作製した高抵抗層は，200時間しか高抵抗を維持出来ないのに較べて，一万時間以上高抵抗を安定に維持できることを実証している。これを応用して，集積化に適した微細エミッタを持つGaAsヘテロバイポーラ素子を試作し，初期の目標値を越える電流増幅率を得てＬＳＩのための分離層形成技術として有用であることを示した。

本論文は，イオン注入特性，注入効果の不均一性の原因とその解決法を示し，さらにその方法に基づいて素子を試作し，イオン注入技術のGaAs ＬＳＩ製作技術としての実用性を実証したものであり，工学上有用な成果を得ている。よって博士（工学）論文として価値あるものと認める。