Osaka University Knowledge Archive

Title	GaAsのイオン注入・活性化技術とIC作製プロセスに関する研究
Author(s)	田村, 彰良
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40465
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

【 57 】

氏　　名	田(た)　村(むら)　彰(あき)　良(よし)
博士の専攻分野の名称	博　　士（工　　学）
学 位 記 番 号	第　12781　号
学位授与年月日	平成 9 年 1 月 16 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	**GaAs のイオン注入・活性化技術と IC 作製プロセスに関する研究**
論 文 審 査 委 員	（主査） 教 授　白藤　純嗣 （副査） 教 授　青木　亮三　　教 授　佐々木孝友　　教 授　権田　俊一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は，高度情報・通信技術開発の鍵となるマイクロ波用 GaAs 電界効果トランジスタ（FET）およびその集積回路（MMIC）の作製プロセスの中心技術であるイオン注入とその活性化アニール技術およびそれらの MMIC への適用に関する研究成果をまとめたもので，序論，本論 4 章，および結論の全 6 章からなっている。

第 1 章では，通信技術の高度化に伴い，取り扱う周波数がマイクロ波からミリ波へと急速に高くなり，Si トランジスタの性能限界を越えた高い周波域のデバイスとして，GaAs FET および MMIC の重要性を述べ，研究の目的および意義を明らかにしている。

第 2 章では，高ドーズ Si イオン注入 GaAs 層の活性化について調べ，電気炉アニールでは残留欠陥による異常なキャリヤ分布となるが，高温・短時間のランプアニールでは欠陥の回復が十分起こり，正常な特性が得られることを明らかにしている。また，GaAs ガードリングあるいは $WSiN/SiO_2$ 2 層構造キャップ層を用いることにより，活性化度および均一性の向上が可能なことを示している。

第 3 章では，低エネルギー注入の可能な SiF_x（x＝1，2，3）等の分子イオンを注入した GaAs 層の評価を行い，SiF は Si と同等以上の活性化率を示すが，SiF_2，SiF_3 では活性化率が著しく低下することを見いだしている。しかし，WSiN キャップアニールによって SiF_3 注入の場合でも十分な活性化率が得られることを示し，この結果を用いて SiF_3 注入によりチャンネル層の薄層高濃度化を図った自己整合形 FET を試作し，その有効性を実証している。

第 4 章では，白金と GaAs とを固相反応させることによってショットキー特性が向上することを示し，埋め込みゲート構造 FET の作製プロセスに応用して高い相互コンダクタンスを持つエンハンスメント形 FET を作製・評価し，その有効性を実証している。

第 5 章では，ゲート抵抗の低減が可能な WSi/Ti/Au 多層ゲート構造とドレイン耐圧の向上を図る n^+ 層非対称 LDD 構造とを組み合わせたアナログ IC 用高遮断周波数 FET 作製プロセスを開発し，低温スパッタ法によって作製した $SrTiO_3$ 薄膜大容量コンデンサとの集積化により高周波特性，消費電力特性に優れた移動体通信用アナログ IC の開発に成功している。

第6章では，本研究で得られた成果を総括し，本論文の結論を述べるとともに，将来への展望について言及している。

論文審査の結果の要旨

携帯電話の需要が爆発的に伸び，通信衛星を利用したテレビ放送，衛星間の通信などマイクロ波，ミリ波域の高度情報・通信技術の開発が急ピッチで進んでいる。これらの技術を支えるキーデバイスがGaAsショットキーゲート電界効果トランジスタ（MESFET）およびそれを集積化したMMICである。

本論文は，高度情報・通信技術開発の鍵となるマイクロ波用GaAs MESFETおよびその集積回路のプロセス技術としてのイオン注入とその活性化アニール技術，およびそれらのMMICへの適用に関する実験的研究の結果をまとめたもので，その成果を要約すると，次のとおりである。

(1) 高ドーズのSiを注入したGaAs層の活性化の際に，通常の電気炉アニールを用いると注入の際に発生した欠陥の回復が不十分で異常なキャリヤ（電子）分布になるが，高温・短時間（急熱・急冷）のランプアニールを行うと欠陥の回復が十分起こり，正常なキャリヤ分布が得られることを見いだしている。また，その際にGaAsガードリングあるいは$WSiN/SiO_2$ 2層キャップ層を用いると活性化度および均一性をより一層向上できること，その理由としてWSiN層がGaの外部拡散を抑えるバリヤ層として働くことを明らかにしている。

(2) GaAs MESFETの高性能化に必要なチャンネル層の薄層化，高キャリヤ密度化を図るため，Siを含む分子（SiF，SiF_2，SiF_3）のイオン注入を試み，分子量が大きくなるほど注入層厚は薄くなるが，活性化率が低下する傾向があることを見いだしている。しかし，WSiNキャップ層を用いたランプアニールを行うとSiF_3の場合でもSi注入の場合と同程度に活性化し，薄層化と高キャリヤ密度化の両方の条件を満たせることを明らかにしている。また，SiF_3分子イオン注入とWSiNキャップ層ランプアニールのプロセスを用いてGaAs MESFETを試作し，その高性能特性を確認している。

(3) エンハンスメント形GaAs MESFETの作製にはチャンネル層厚を極力小さくする必要があるが，分子イオン注入による薄層化だけでは不十分である。PtとGaAsの固相反応を利用して金属/半導体界面を半導体内に埋め込み，チャンネル層の更なる薄層化を図っている。Pt膜厚，熱処理条件を最適化して埋め込み形GaAs MESFETおよび各種ディジタルICを設計・試作し，その高速・低消費電力特性を確認してプロセスの有効性を実証している。

(4) WSi/Ti/Au多層ゲート構造によりゲート抵抗の低減を，n^+層非対称LDD構造によりドレイン耐圧の向上を図るプロセスを新たに開発し，これをアナログIC用高遮断周波数FETの作製に適用して新プロセスの有効性を実証している。また，低温スパッタ法により作製した$SrTiO_3$薄膜大容量バイパスコンデンサとを組み合わせて，高周波特性および消費電力特性に優れた移動体通信用アナログICの開発に成功している。

以上のように，本論文は通信技術の高度化に必要なマイクロ波用GaAs MESFETおよびMMICの高性能化に際して問題となるイオン注入と活性化技術，およびIC作製プロセスに関して多くの新しい知見を得ており，半導体工学並びに通信工学の分野の発展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。