

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 車田 克彦

本論文は砒化ガリウム (GaAs) のプレーナ構造を利用した超高速デバイスであるプレーナ・ガン (Gunn) 効果素子ならびに金属・半導体電界効果トランジスタ (MESFET) を対象として、それらの動作機構を理論解析と実験によって解明し、デバイスの設計ならびに製造プロセスの指針を確立したものであって、全部で 5 章から成る。

第 1 章は序論であって、超高速通信技術の要請から生まれた上記デバイスの研究開発の歴史的背景を略述し、本研究の位置付けを行っている。

第 2 章は「プレーナ Gunn 効果素子のパルス発生しきい値近傍における動作の解析」と題して、この素子のしきい値付近での動作を従来より良い精度で近似できる楕円群近似解析法を提案し、パルスバイアス動作特性の実験結果をよく説明できることを示すとともに、出力パルスのジッタ量、パルス生成の誤り率を評価した。この際四端子構造の導入によって実用的な直流バイアス動作を可能とし、キャリア密度、動作層厚さを広範囲に変えて測定を行って、本素子の本来の動作状態における性能限界を明らかにした。

第 3 章は「プレーナ構造における静止高電界ドメインの解析と抑制法の研究」と題し、ガン効果を基本的に担う高電界ドメインが素子内の一部で走行せず停留して異常動作をもたらす現象を、プレーナガン効果素子について理論的シミュレーションと実験の両面から検討し、電子の拡散係数の電界依存性が、キャリア密度との関連で蓄積層と空乏層においてドメインの停留に関して互いに相反する効果をもたらすことを明らかにした。またドメイン停留を防ぐ手段として、補助陽極の挿入または P 型陽極の使用が効果的であることを示した。

第 4 章は「GaAs MESFET のデジタル集積化に関する基礎的研究」と題して、前章までのプレーナ・ガン効果素子と同じく GaAs 表面に制御用ゲート電極を設けて構成される MESFET について、デジタル動作の基本となるパルス出力電流の過渡応答が、ドナー密度の空間的プロファイルの最適化によって高速化できることを初めて示した。次いで集積化にあたって問題となる、デバイス間の特性ばらつきについて検討し、ドナーを相殺する不純物の空間的変動、ゲート下の中性化、ゲート外部の中性化の 3 つが主要因であることを突き止めて、これらの許容限界を算出するガイドラインを確立した。そしてこの成果の上に、要素プロセス間の親和性を保ちつつ製造上の諸プロセスを統合する集積化プロセス SAINT が誕生し、GaAs MESFET 実用化技術の出発点となったことが述べられている。

第 5 章は結論であって、以上の各章の結果を要約するとともに、それらが今日の GaAs 高速デバイスの研究開発にどのように生かされているかが述べられている。

以上本論文は、プレーナ・ガン効果素子ならびに MESFET について動作機構を理論的に解析しそれを実験結果と綿密に照合し考察を加えることによって、GaAs デバイスの超高速デジタルデバイスへの応用の基礎を築き、今日に至る研究開発の指針を確立したものであって、電子工学の発展に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。