OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	プレーナ型ガン効果素子とその論理回路への応用
Author(s)	後藤, 源助
Citation	大阪大学, 1978, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/488
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【72】

氏名・(本籍)	後藤源助
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 4200 号
学位授与の日付	昭和53年3月23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	**プレーナ型ガン効果素子とその論理回路への応用**
論文審査委員	(主査) 教授 藤澤 和男 (副査) 教授 牧本 利夫　教授 難波 進　教授 末田 正 教授 浜川 圭弘

論文内容の要旨

本論文は，筆者が株式会社富士通研究所において行ってきた，プレーナ型ガン効果素子とその論理回路への応用に関する研究の成果をまとめたものである。その内容は概要と6章と謝辞によって構成されており，以下に各章の概略を述べる。

第1章は緒論であって，本研究の背景となる従来研究の概要を簡単に述べるとともに，ガン効果素子を論理素子として用いることの社会的意義と，この分野における本論文の占める位置を明らかにしている。

第2章はガン効果論理素子の基礎構造としてのプレーナ型ガン・ダイオードにおけるドメインの2次元的な振舞いを計算機解析で明らかにし，実用上問題となる事柄について論じている。その中で最も重要と思われるドメインのアノード・トラップ現象について，その実験結果をよく説明しうるモデルを提唱し，本現象を避けるために必要な素子の条件について述べている。

第3章は基本論理ゲートとしてのショットキー・ゲート付ガン効果素子について，2次元モデルによる計算機解析を行って本素子の基本動作を解明している。解析は，素子の連続動作とトリガ動作の両方について行っている。次に，FET理論に基づくモデル化による論理回路の解析を単ゲート回路，および2入力ゲート構造のAND/OR回路について行っている。また，回路を試作し，動作実験を行った結果から，その解析法が妥当なものであることを示している。最後に，本素子は超高速素子として使用するには，若干問題があることを指摘している。

第4章は，もう一つの基本論理ゲートである，FETトリガ方式を用いるガン効果論理素子についての研究成果について述べている。まず，ガン素子と組み合わせるMESFETの好ましい静特性お

よび高周波特性について述べ，それらを実現するためのゲート長，ドーピング密度，素子の厚さなどの諸定数の最適値を，理論的および実験的検討により求めている。次いで，FET理論を用いて本方式を用いる単ゲート回路と，筆者らの考案したAND回路およびExclusive OR回路の解析と設計を行い，それに基づいて試作した各論理回路が予想通りの動作特性を呈することを確認して，その有用性を証明している。また，本方式を用いる各回路が伝搬遅延時間が50ps前後の高速で動作することを実験的に確かめている。

第5章はドメインの横方向成長を制御する方式の素子について述べている。成熟したドメインの横方向成長を利用するものとしてH型素子，成長の途上にあるドメインの横方向成長を利用するものとしてE型素子をそれぞれ提案し，それらの2次元モデルによる計算機解析，水槽実験，小信号モデルによる解析を組み合わせて，それらの素子が論理素子として使用できることを予測している。次に，両素子を試作して動作実験を行い，論理動作を実際に確認している。その際，超高速論理素子としてはH型よりもE型の方が優れていることを示している。しかる後に本方式からなる基本論理ゲートについて述べ，それの応用として，E型素子を拡張した櫛形回路が並列全加算器の桁上げ発生回路として適していることに触れている。同時に，櫛形回路とFETトリガ方式を用いるAND，Exclusive OR回路を組み合わせて，4ビット加算が200 ps以内の遅れで遂行できる超高速全加算器を提案している。このような超高速演算は，室温で動作する素子としてはガン効果素子のみが実現しうるものである。

第6章は結論で，本研究の対象とした各論理素子の果たす役割を明らかにし，ガン効果論理素子の占める位置を明確にしている。

論文の審査結果の要旨

本論文はプレーナ型ガン効果素子の基礎動作を解明して，超高速論理回路素子を構成した成果について述べている。プレーナ型ガン効果素子の動作は2次元問題となり非常に複雑となるが，本論文は計算機解析により，素子に直流バイアス電圧を印加した後の素子中の高電界ドメインの生成・走行・消滅現象を解明し，論理回路素子設計のための基礎データを求めた。特に問題となる陽極における高電界ドメインのトラップ現象を明らかにしてその対策方法を求めた意義は大きい。次に，このような基礎研究を基にして，ショットキー・ゲート付ガン効果素子，FETトリガー方式を用いるガン効果素子および高電界ドメインの横方向成長制御を利用するガン効果素子の3種類の論理回路素子を設計・試作し，いずれも実用化に耐える成果を得ている。そしてこれらのガン効果論理素子が1ゲート当り100ピコ秒以下の動作時間で比較的大きな信号電力を処理出来ることを明らかにし，現在進行中の演算回路の超LSI化の試みとは別に，これらの素子が超高速論理回路素子として独自の特長と応用分野を持つことを明らかにした功績は大きい。よって本論文は学位論文として価値あるものと認める。