



Title	ガン効果論理機能素子に関する研究
Author(s)	中村, 哲夫
Citation	大阪大学, 1980, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32841
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	中村哲夫
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 5043 号
学位授与の日付	昭和 55 年 7 月 30 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	ガン効果論理機能素子に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 小山 次郎 (副査) 教授 松尾 幸人 教授 裏 克己

論文内容の要旨

本論文はガン効果現象の機能性を利用した新しい論理機能素子の基本的検討と、その加算回路への応用に関する研究をとりまとめたもので、以下の 6 章から構成されている。

第 1 章は総論であり、本研究の目的を明らかにするために、超高速の演算回路における問題点をシリコン集積回路素子等の限界をふまえながら論じ、次に、ガン効果論理素子に関する従来の研究を概観しながら、本研究の展開内容を簡潔に示し、本論文のこの分野に占める位置を明らかにしている。

第 2 章では、ガン効果現象を論理素子に適応する場合の基本構造であるプレーナ型素子についての検討結果を述べている。まず、論文全体で重要な解析技術である二次元数値解析法と、素子の試作技術について述べ、次に、高電界ドメインのトリガ方式としてショットキー・ゲート、FET の二つの方法について検討し、それぞれの方式に対して考案した論理積(AND)、排他的論理和(Exclusive・OR)素子の実験結果について述べている。これらの論理ゲート素子は加算回路の構成要素となることを示している。

第 3 章では、高電界ドメインの二次元的運動を利用した新しい機能素子の可能性について検討している。ここでは横方向成長ドメインの性質と、その制御方法について二次元数値解析、各種の形状素子の試作実験結果から、櫛型構造の論理素子を提案している。

第 4 章では、応用的な見地から 3 章での基本構造を 4 ビット型に拡大し、加算回路における桁上げ機能についての検討結果を述べている。数値解析、実験から、ドメインの横方向成長速度が走行速度より一桁高速であり、又、外部電極からこの横方向成長ドメインが自由に制御できることを確認している。

第5章は、この新しい機能素子を用いたガン効果加算回路の構成方法と、その性能推定について述べている。ガン効果加算回路は、ガン効果の高速性、機能性をすることで従来のシリコン集積回路で構成されている方式に比べて、演算速度、使用素子数において一桁以上の性能向上が期待できることを示し、本研究の革新性を明らかにしている。又、今後の実用化に対する残された問題点にも触れている。

第6章は、結論であり、得られた成果をまとめ、本論文の総括を行っている。

論文の審査結果の要旨

現在、Si-LSIで構成されている演算器(CPU)の高速化は限界に達していると見られており、より革新的方法の出現が待たれている。本論文はGaAsガンダイオードにおける高電界ドメインの振舞いを巧みに利用した高速加算器を提案、理論と実験によりその有用性を示したもので、この方面的技術に重要な知見と展望を与えるものである。その主要点を上げると次のようになる。

- (1) 提案した加算器の基本素子であるプレーナ形ガン効果素子について高電界ドメインの振舞いを二次元電子計算機解析によって検討し、ショットキ・ゲート付素子が論理素子構成に最適であることを示した。さらに実験によって論理機能を確認、その高速性を実証した。
- (2) 加算機の構成に、高電界ドメインの横方向への拡り現象を桁上げに利用することを提案し、計算機解析によってそのメカニズムを解明すると共に、桁上げに最適な素子構造を決定、実験によって基本動作を確認した。
- (3) 4ビット桁上げ素子を設計・製作し、加算論理動作のすべてを実証し、従来素子の一桁以上の高速性が得られることを示した。
- (4) 上記ガン効果論理素子についての知見をもとに、64ビット構成加算器を検討し、Si-IC素子を使った従来方式と比較し、素子数、加算時間において一桁以上の高性能が得られることを明らかにした。

以上のように、本論文はガン効果論理機能素子に関する多くの提案と知見を与えている。さらに、これを加算器に適用することによって、従来方式に比して一桁以上の性能向上が得られることを明らかにし、GaAs-LSIにより現在の演算器の性能限界を超える展望を示しており、電子工学上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。