

氏名	天野 橋 太郎 <small>あま の きつ た ろう</small>
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第21号
学位授与の日付	昭和38年12月24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	エサキダイオード高速論理回路の研究

(主査)  
論文調査委員 教授 前田憲一 教授 清野 武 教授 池上淳一

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文はエサキダイオードを高速論理回路の要素として用いるための研究およびその応用に関する研究を記述したもので、6章よりなっている。

第1章は緒論で、電子計算機における高速論理回路の重要性を述べ、この種回路の素子として現在考えられる各種のものの得失を論じ、エサキダイオードがその素子としてすぐれていること、これを用いた回路の改良の経過を略述し、本論文で取り扱っている回路に言及している。

第2章はエサキダイオード論理回路と題し3節よりなる。第1節において、エサキダイオードの動作機構を説明し、その特長をあげ、この素子が高速論理回路に好適であることを述べている。第2節において、エサキダイオードを用いた典型的な論理回路として単一ダイオード回路およびダイオード対回路をあげ、その得失を比較し後者のすぐれている点を明らかにした。第3節において、このダイオード対回路の根本的欠点、すなわち、否定演算が困難であること、寄生振動を伴いやすいこと、多数個の励振が困難であることなどを除去した新しい無接地型エサキダイオード対回路を提案している。この基本回路は変成器を介して励振電圧を加え、直流電圧をオートバイアスより供給することが特長である。

第3章はエサキダイオード対回路の諸特性と題し4節よりなる。第1節において、まずエサキダイオード対回路の等価回路より基礎方程式を導いている。この内、立ち上り特性に関する方程式を直線近似により解き、立ち上り時間を求め、対回路の最高クロック周波数を推定している。第2節において、対回路の安定条件に関する方程式を解き、その過渡現象を明らかにし、さらにこれに関する実験を行なっている。この結果直列インダクタンスが回路の安定性に大きく関係すること、クロック周波数が高くなるほどこの影響が大になることが定量的に明らかになった。第3節においては、対回路の出力電圧の変動の原因を、回路自体の諸特性のバラツキによるものと、負荷抵抗によるものに分類し、各々について詳細に検討している。第4節において、対回路の不均衡特性を述べ、さらに本回路の励振電圧の振幅および位相に対する動作マージンについてすべての変動量すなわち、不平衡電流、出力電圧、結合抵抗等を含めて総合的に検

討し、それらの関係を明らかにしている。なお若干の仮定の下に動作マージンを最大にする結合抵抗の最適値を求めている。

第4章は無接地型ダイオード対論理回路と題し3節よりなる。第1節において、まず基本回路の構成、励振条件、出力波形等を示し、励振電圧と出力電圧、直流バイアス出力の duty factor の関係を実験的に求めている。さらに負荷特性および出力電圧の分布を示している。この結果基本回路の諸特性が明らかになった。第2節において、基本回路を多数個用いる場合に生ずる諸問題として、エサキダイオード対の選出法、配線の問題、外来雑音の影響、励振電源、エサキダイオードの信頼度、消費電力、入出力回路を論じ、これらの解決法を与えている。この結果、基本回路の実用の見通しが得られた。第3節においては、基本回路のクロック周波数の上限を実験的に求め、さらに実効的に演算速度を上げる方法として5入力演算6相励振法を提案している。

第5章は各種装置への応用と題し6節よりなる。第1節において、まず対回路あるいはパラメトロン等の属する多数決論理回路の表現および基礎となる論理回路の簡単な説明を行なっている。第2節において、本回路を用いたサンプリング速度10MC、4ビット(16レベル)符号化回路をもつ高速A—D変換器の試作結果を述べている。第3節において、第2節に述べた方法にしたがい日本電気株式会社で試作したテレビ信号デジタル変換器の概要を説明している。第4節において、この高速A—D変換器をテレビ信号のPCMに応用した結果を記述し、PCMの量子化雑音を実効的に減らす一つの符号化方法としてwobbling法を提案し、その改善結果を示している。第5節において、クロック周波数10MC、基本回路数約500個を用いた簡単なパイロット計算機の試作結果を述べ、これが満足に動作することを確かめている。第6節において、基本回路に結合する記憶回路の一つとして遅延線を用いることを試み、一応の見通しを得たことを述べている。

## 論文審査の結果の要旨

エサキダイオードの動作はそれ自体きわめて高速のものであるが、これを高速論理回路の素子として用いる場合にはいろいろの隘路があるため、従来種々の研究が行なわれている。著者の研究は、変成器を介在せしめた無接地型ダイオード対回路を考案して上述の隘路の大部分を解決し、さらにオートバイアスによる直流電圧の供給を考案して良好な特性を得ることに成功し、これによって各種の応用の途を開いたものである。

研究の内容は、論理回路自体に関する部分と、その応用に関する部分とに分かれている。前者の部分においては、前述の重要な考案について説明し、等価回路による数学的解析を行ない、スイッチ特性に最も影響をあたえるものとして直列インダクタンスを指摘している。また本回路を多数個用いる場合の、不平衡電流値、ダイオード特性および結合抵抗値の偏差と励振電圧、位相の間の関係を調べてその動作マージンを明らかにし、最適の回路定数を求めている。さらに本回路を実用する上の諸問題、すなわちダイオード対の選出法、外来雑音の影響、配線の問題、励振電源、信頼度などを論じ、その対策を示している。

後者の部分、すなわち本回路の応用に関する部分では、クロック周波数10MC、レベル数16の高速A—D変換器、レベル数32のテレビ信号A—D変換器、これを用いたテレビ信号のPCM等について試作実験を

行ない、また wobbling 法を加味してレベル数を減らし得ることについても相当の成果を得ている。さらに約 500 個の本回路を用いたパイロット計算機を試作して満足な結果を得ている。

以上の研究によってエサキダイオードを論理回路として使用する上の欠点を除去し、実用上の諸条件を詳細に検討し、これを各種の実用装置に応用してその満足な機能を実証したもので、この方面における実用上の途を開いたものと言うべきものであり、学術上、工業上寄与するところが少なくない。よってこの論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。