

氏 名	野 田 和 男 の た かず お
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 527 号
学位授与の日付	昭 和 47 年 7 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	可変容量ダイオードを用いた周波数変調器の研究

(主 査)
論文調査委員 教授 池上 淳一 教授 田中 哲郎 教授 高木 俊宜

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は可変容量ダイオードを用いた周波数変調器の広帯域化に関するもので、緒論、結論を含めて 12章よりなっている。

第 1 章緒論ではこの研究の意義と目的を述べている。すなわち、従来マイクロ波超多重通信方式においてはマイクロ波を直接反射形クライストロンによる周波数変調する方式が採用されているが、特性の良い可変容量ダイオード、特に超階段接合ダイオードが開発されたので、これを使用して中間周波を周波数変調した後、マイクロ波に変換すれば、従来の方式の欠点を取除けることを指摘し、本研究は電話 1,800 チャンネルおよび 2,700 チャンネル用の固体電子化変調器の実現を目指していることを述べている。

第 2 章では超階段接合の容量特性を検討し、広範囲にわたり容量変化率が一定であることは期待出来ないことを指摘している。

第 3 章では発振器のタンク回路に可変容量ダイオードを接続して周波数変調する場合の解析を行い、2 次ひずみを零にする条件および変調感度を検討している。また、広帯域にわたり変調器の直線性を検討するには微分特性を使用するのがよいので、ダイオードの特性曲線から微分特性を解析的に誘導する方法を述べ、これにより求めた微分特性を実測結果と比較し、よく合うことを確認している。

第 4 章では周波数分割多重無線方式における 2,500km 標準擬似回線の無線区間の雑音規格をもとにし、変調器に配分される雑音の許容値を求め、これより 70MHz 帯 1,800 チャンネル用変調器に要求される微分特性偏差は $1\%/\pm 10\text{ MHz}$ 以内であるべきと結論し、この値を変調器広帯域特性改善の目標としている。

また、変調入力端子の入力インピーダンスの非直線性により生ずるひずみを検討し、このひずみは実際上問題にしないでよいことを明らかにしている。

第 5 章では第 4 章の結論を用いて電話 1,800 チャンネル用変調器のダイオードに要求される特性を求め、ダイオード製作の目標を与えている。

第6章では現在製作出来るダイオードは第5章で述べた特性を満足しないので、これを回路的に補償する方法を検討している。すなわち、4個のダイオードを直並列接続し、個々のダイオードの動作点を適当に選ぶことにより、200kHz 微分特性として $0.5\%/\pm 12\text{MHz}$ を達成出来、この場合の 2MHz 微分特性、遅延特性、出力振幅特性、雑音負荷試験の結果、温度特性、AFC 特性も良好であることを実験により明らかにしている。

つぎに、非直線ひずみをもった変調信号で変調された周波数変調波が、振幅および位相特性をもつ伝送路を通ったとき生ずるひずみを理論的に解析し、非直線ひずみと振幅特性によるひずみは補償し合うことを明らかにしている。この事実により、ベース・バンドの全域にわたり準漏話雑音を最小にするためには、ひずみの補償よりは振幅特性等化器の調節によるべきであると結論している。

第7章では変調回路を簡単化する方法として、ダイオード1個と適当な直列容量からなる回路を提案している。この回路により 200 kHz 微分特性として $0.2\%/\pm 10\text{MHz}$ を得ている。また、この回路を使用する場合の電話 1,800 チャンネル伝送に必要なダイオード規格を実験結果より決定している。

第8章では以上の研究結果に基づいて試作した装置の構成、試験結果について述べている。

第9章では 140MHz 帯 2,700 チャンネル用周波数変調器について、雑音配分から微分特性として $1.5\%/\pm 15\text{MHz}$ 、 $6\%/\pm 18\text{MHz}$ が要求されることを示している。この要求は第7章で提案したダイオード1個と直列容量からなる回路を用いて充分満足させ得ることを実験により明らかにしている。

第10章では変調周波数が高くなったときの動的微分特性を検討し、2,700 チャンネルでは変調周波数の上限は 12MHz であるので、まだ問題にする必要がないことを明らかにしている。また、140MHz 帯 2,700 チャンネル用変調器に使用するダイオードとしては 200kHz および 2MHz 微分特性を共に良好にすべきであるという観点の下にダイオードに要求される特性を検討している。

第11章ではダイオードに印加する直流バイアス電圧および高周波電圧、ダイオードに直列あるいは並列に接続する容量値の決定法を述べ、変調回路の設計手順を示している。

第12章結論ではこの研究の成果を取纏めて述べている。

論文審査の結果の要旨

マイクロ波による広帯域 FM 通信方式においては、従来反射形クライストロンでマイクロ波を直接周波数変調する方式が採用されているが、可変容量ダイオードを使用して中間周波を変調した後マイクロ波に変換すれば、変調器を固体電子化できるので、信頼性が高く、小形で、経済的で、保守も簡便になる。著者の研究は超階段接合ダイオードを用いた広帯域 FM 通信用変調器の特性改善に関するものであって、その主要な成果をつぎに述べる。

1. ダイオードの電圧容量特性および回路の浮遊容量が与えられた場合、2次ひずみを零にする条件、変調感度、変調の微分特性を求める方法を示した。

2. CCIR 勧告による雑音規格から、周波数変調器に割りられる雑音の許容値を算定し、これをもとに 70MHz 帯 1,800 チャンネル および 140MHz 帯 2,700 チャンネル用変調器に許される微分特性偏差の最大値を求め、広帯域特性改善の目標値を明らかにした。

3. 上記の目標値を達成するために可変容量ダイオードに要求される特性を理論的、実験的に決定し、ダイオード特性改善に対する目標を与えた。

4. 現在製作可能なダイオードの特性は上記の規格を満足しないので、これを回路的に補償する2つの方法を提案し、検討した。

(i) 4個のダイオードを直並列接続し、個々のダイオードの動作点を適当に選定する方法。

(ii) 1個のダイオードに適当な直列容量を付加する方法。

前者については微分特性の他、遅延特性、出力振幅特性、雑音負荷試験の結果、温度特性、AFC特性をも実験的に検討し、良好な結果が得られることを明らかにした。

後者は回路が簡単であり、しかも良好な結果が得られるので実用性に採用されているが、この方法を使用する場合にダイオードに要求される規格を理論的、実験的に決定し、ダイオード製作の目標を与えた。

5. 非直線ひずみをもった変調信号で変調された周波数変調波が、振幅および位相特性をもつ伝送路を通ったとき生ずるひずみを解析し、非直線ひずみと振幅特性より生ずるひずみが補償し合う条件があることを示し、このことを、変調器、伝送路、復調器を通じての準漏話雑音を最小にするために利用すべきであることを提案した。

以上を要するに、この論文は可変容量ダイオードを用いた周波数変調器の広帯域化の研究を行い、実用上も極めて有用な特性改善法を確立すると共にダイオードに要求される特性を明らかにし、ダイオード製作の目標を与えたものであって、学術上、工業上寄与するところが少なくない。

よって、本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。