

氏 名	野 木 茂 次 の しげ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1650 号
学位授与の日付	昭 和 59 年 1 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	マイクロ波多素子出力合成に関する研究

論文調査委員 (主 査)
教授 池上 淳一 教授 木嶋 昭 教授 西川 禎一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、単一共振空洞内に多数個のマイクロ波半導体能動素子を配置した発振器において、すべての能動素子の出力を効率的に合成し、かつ、安定な発振を行わせることを目的として、理論的、実験的に行った研究結果をまとめたもので、6章よりなっている。

第1章では、従来研究されている多素子発振器を分類、整理するとともに、本論文の位置づけを行っている。

第2章では、単一共振空洞形マイクロ波多素子発振器の代表的なものとして、導波管の両側壁に沿って発振素子を配置したはしご形発振器および円筒共振空洞の円周に沿って発振素子を配置した環状発振器を採り上げ、それぞれに対する基本集中定数回路モデルを作り、それらの出力合成動作を理論的に解析している。すなわち、平均法により各モードの振舞を記述する簡約方程式を導出し、これを用いて発振素子の固有出力の完全合成を可能にするモードを明らかにするとともに、各モードの安定性について検討している。安定不要モードが存在する場合に、発振器の出力合成能力を損わずに不要モードを抑圧し、出力合成モードのみを安定にするための損失抵抗の導入方法を示し、その抵抗値を求めている。さらに、これらの解析結果を矩形導波管共振空洞および円筒共振空洞形多素子発振器に適用する場合に留意すべき点を指摘している。

第3章では、マイクロ波はしご形多素子発振器の動作を交流定常解析法により解析し、完全出力合成を可能にする回路条件を明らかにし、設計法を示している。つぎに、出力合成動作時の前進波、後進波および電力の流れを調べ、合成動作の物理的解釈をより一層明確にしている。また、実用的見地から、ダイオード・マウント対を等間隔に配置した場合の検討結果も示している。さらに、前章よりも近似度の高い等価回路に基づいてモードの安定性を検討し、希望モードのみが安定になる条件式を求めている。最後に、ガン・ダイオード20個までを用いた出力合成実験を行い、理論結果と比較している。

第4章の前半では、集中定数はしご形発振器に外部信号を注入したときの発振器の動作をモード解析によって調べ、各モードの定常応答および同期範囲を求めている。希望モードに十分近い周波数の注入信号

により希望モードの安定性が強化されることおよびすべての不要モードの抑圧が可能であることを理論的に示し、不要モード抑圧現象を計算機シミュレーションにより確認している。

後半では、マイクロ波はしご形多素子発振器の注入同期特性を検討し、小信号注入時の定常応答を求めるとともに、回路パラメータに対する同期範囲の定量的表現を与え、マウント対数が多くなるにしたがって Q_{ext} 値が減少する傾向のあることを明らかにしている。つぎに、PSK 信号を入力したときの過渡応答を主として計算機シミュレーションにより調べている。最後に、これらの結果を実験結果と比較している。

第5章では、はしご形多素子発振器を電力増幅器として使用すると、入力電力と構成素子の固有出力とを完全合成する能力を持つことを理論的に示し、完全出力合成を可能にする回路設計を明らかにしている。つぎに、これらの電力増幅器の入出力特性および周波数特性を数値計算により求めるとともに、実験を行い、電力増幅器としての特性を明らかにしている。

第6章では、本研究で得られた成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

大出力の得られないマイクロ波固体素子発振器では出力合成の必要がしばしば生じ、従来から多くの研究が行われている。合成法としては、素子段階で合成する方法と回路段階で合成する方法とがあり、本論文の合成法は後者に属するが、これまで実用的見地からの研究がほとんどなされていない単一共振空洞内に発振素子を配置して行う方法であって、得られた主な成果は次の通りである。

1. 導波管の両側壁に沿って発振素子を配置したマイクロ波はしご形発振器および円筒共振空洞の円周に沿って発振素子を配置したマイクロ波環状発振器に対してそれぞれの基本集中定数回路モデルを作り、これらについてモード解析を行い、発振素子の固有出力を完全に合成できるモードを明らかにするとともに、各モードの安定性を詳細に検討した。安定な不要モードが存在する場合に、発振器の出力合成能力を損わずに不要モードを抑圧し、希望する出力合成モードのみを安定にするために損失抵抗を挿入する方法を提案し、挿入場所および抵抗値を求めた。

2. マイクロ波はしご形多素子発振器の動作を交流定常解析法により解析し、完全出力合成を可能にする回路条件を明らかにするとともに、実験により理論的検討の妥当性を確認した。また、出力合成モードを前進波と後進波とに分けて表現することにより、電力の流れを明確にし、完全出力合成動作の物理的解釈を明らかにした。

3. 完全出力合成を行わせるためには、各発振素子の間隔を等しくすることができないが、製作上の見地からは発振素子間隔が等しいことが望ましい。そこで、等間隔配置で完全出力合成に近い動作をさせるための設計法を提案し、それに基づいて試作した発振器の特性を測定し、満足すべき結果を得た。

4. 集中定数はしご形発振器に外部信号を注入した場合の解析を行い、各モードの定常応答および同期範囲を求めた。希望モードの自由発振周波数に近い周波数の信号注入により、希望モードの安定性を増し、不要モードを抑圧できることを理論的に示すとともに、不要モード抑圧現象を計算機シミュレーションにより確認した。

5. マイクロ波はしご形発振器の注入同期特性を解析し、回路パラメータと同期範囲との関係を明らかにし、マウント数が多くなるにしたがって Q_{ext} 値が減少する傾向のあることを指摘し、これを実験により確認した。また、この発振器を PSK 信号の増幅に使用する場合を考慮して、過渡応答特性を計算機シミュレーションおよび実験により解明した。

6. はしご形多素子発振器を電力増幅器として使用することを考え、通過形および反射形構造の場合について、入力電力と構成素子の固有出力とを完全合成できることを理論的に示すとともに、電力増幅器としての入出力特性および周波数特性を数値計算ならびに実験により解明した。

以上要するに、本論文は単一共振空洞内に多数個の発振素子を配置した形式の多素子発振器の理論的・実験的研究により、完全出力合成モードが存在することを示し、このモードのみを安定にし、他のモードを抑圧する方法を提案するとともに、この形式の発振器の設計の基礎を与えた。さらに、注入信号に対する応答を検討し、電力増幅器としての特性を解明したもので、学術上・実際上貢献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。

また、昭和58年11月29日論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。