

氏 名	福 井 廉 ふく い きよし
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 40 号
学位授与の日付	昭 和 39 年 12 月 22 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	反射形クライストロンの引込み現象および並列運転の研究

論文調査委員 (主 査) 教授 池 上 淳 一 教授 清 野 武 教授 前 田 憲 一

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は反射形クライストロンの引込み現象を理論的、実験的に解析し、さらに、引込み特性を利用して2個のクライストロンを並列運転した場合の諸特性を検討したものであって、序論、結論を含めて10章よりなっている。

第1章は序論であって、この論文の主な内容について、研究の経過の概要と意義を述べている。

第2章では、クライストロンの発振空胴が、密度変調された電子流および外部から印加された電磁波により、励振される場合の空胴振動を一般的に記述する微分方程式を導き、第2章以降の各章の出发点としている。

第3章では、クライストロンの発振空胴が密度変調電子流のみにより励振される場合について、前章で誘導した基礎方程式の解を求め、これにより自励発振クライストロンの動作特性を明確に説明できることを示している。

第4章では、クライストロン発振器に、発振周波数近傍の周波数の外部信号を印加した場合について、外部信号が小さいという仮定のもとに簡約方程式を誘導し、同期定常解とその安定性、系の出力などに関する一般的表示を与えている。また、クライストロンが、外部信号印加前に非発振状態にあり、信号印加により引込み状態で発振する場合には、この系は一種の負性抵抗増幅器とみなせるが、このような負性抵抗増幅器についても、その動作特性を解明している。

第5章は強制引込みの場合の動作を解明したものである。すなわち、サーキュレータまたは単向管を通して外部信号を印加することにより、反作用が信号源へ及ばない状態での引込み現象について、引込み帯域幅、引込み後の出力、外部信号に対する引込み後の発振位相と外部信号の離調度、相対信号強度、クライストロンの外部Q値などとの関係を理論的に求め、その結果を実験により確かめている。

第6章は相互引込み現象について述べた章である。すなわち、第2章の基礎方程式を連立に解くことにより相互引込み系を解析し、相互引込み帯域幅を両発振器の出力比、結合度および結合位相の関数として

表わす式を求め、さらに、引込み状態における発振周波数、各クライストロンの発振強度および発振位相の間の関係を前記の諸パラメータおよび相対離調度の関数として示す式を誘導し、相互引込み現象の様相を明らかにしている。また、これらの解析結果は実測結果とよく合致することを示している。

第7章では、引込み状態にあるクライストロンの出力を同位相合成し、並列運転を行なわせるための回路方式を検討している。安定かつ有効な並列運転を行なわせるには、両クライストロンの結合位相と出力を合成する位相とを適当に調整する必要があるが、マジックT結合方式により良好な並列運転状態を実現できることを説明し、ついで、第8章および第9章で述べる並列運転の研究に使用する回路パラメータおよび基礎式の誘導について述べている。

第8章は一方引込み並列運転に関する章であって、並列運転回路の調整法を検討し、さらに、調整が最適状態からずれた場合の出力、両クライストロンの固有出力に不釣合がある場合の合成出力などを理論的、実験的に検討している。

第9章は相互引込み並列運転に関する章であって、両発振器の結合位相および出力の合成位相の調整法について述べ、これらの調整が不完全な場合の系の動作特性を詳細に検討し、送信機のマイクロ波電源として使用するに十分な安定度をもっていることを明らかにしている。さらに、並列運転系の変調特性を理論的、実験的に検討し、最適調整状態では単独運転の場合と同等の特性が得られることおよび両クライストロンの動作点を適当にずらせることにより単独運転の場合よりも特性を改善できることを示している。最後に、並列運転系の応用として、通信回線の瞬断防止について述べている。

第10章は以上の成果を要約したものである。

論文審査の結果の要旨

この研究は反射形クライストロンの引込み現象を理論的、実験的に解明し、さらに、引込み状態にある2個のクライストロンの出力を合成することにより並列運転を行なわせた場合の諸特性を検討し、並列運転クライストロンが通信機のマイクロ波源として使用可能な性能を有することを明らかにしたものである。

研究の内容は2部に大別できるが、その前半(第2章～第6章)においては、まず、外部信号が印加された状態におけるクライストロン空洞内の電磁振動を表わす基礎微分方程式を誘導し、つぎに、これを基礎にして強制引込み現象に対しては引込帯域幅、引込み後の出力および外部信号に対する発振位相などを、また、相互引込み現象に対しては相互引込み帯域幅、引込み後の出力、両クライストロンの発振強度、発振位相などをそれぞれ理論的に解析し、その結果を実験により確かめている。相互引込みの場合には両クライストロンの結合位相により引込み系の動作が著しく影響をうけるが、この点についても理論的、実験的に詳細に検討している。従来クライストロンの引込み現象について断片的な研究発表は行なわれているが、著者の研究は、クライストロンの引込み現象の広範囲の諸特性を系統的に解明することにより、この方面の研究に有益な知見を加えたものと考えられる。

研究内容の後半(第7章～第9章)はクライストロンの並列運転に関するものであるが、マジックT結合方式並列運転回路を提案し、この回路について、一方引込み並列運転および相互引込み並列運転の種

々の条件の下における動作特性を理論的、実験的に詳しく検討している。並列運転系においては両クライストロンの結合位相と出力の合成位相との調整が重要であるが、マジック T 結合方式の回路ではこれらの調整を確実にこなうことができ、安定な並列運転を行なわせ得ることを明らかにしている。また、上記回路では、一方のクライストロンが故障した場合、出力は $1/4$ に低下するが、発振周波数はほとんど変化しないので、通信回路の瞬断防止に有用であることを指摘している。さらに、並列運転系の変調特性にも検討を加え、最適調整状態では単独運転の場合と同等の変調特性をもつことを明らかにしたほか、両クライストロンの動作点を適当にずらせてスタガー動作をさせることにより、単独運転クライストロンより直線性の優れた変調特性をもたせることも可能であることを示すなど、並列運転クライストロンを通信機に使用する場合の有用な幾多の基礎資料を提供し得たものと考えられる。

要するに、この論文は、反射形クライストロンの引込み現象を系統的に検討し、その様相を明らかにし、さらに、これをもとにして並列運転回路の一方式を提案し、その諸特性を解明することにより並列運転クライストロンを通信機に使用する際の有用な資料を提供したものであって、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。