

Title	フェライトによるマイクロ波発振, 増幅 (メーバ) の研究
Author(s)	張, 年錫
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/28776">http://hdl.handle.net/11094/28776</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## 【 5 】

氏名・(本籍)	張 年 錫 ちよう ねん しやく
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 7 1 6 号
学位授与の日付	昭 和 40 年 3 月 26 日
学位授与の要件	工学研究科通信工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	フェライトによるマイクロ波発振, 増幅 (メーバ) の研究 (主査)
論文審査委員	教授 牧本 利夫 (副査) 教授 熊谷 三郎 教授 青柳 健次 教授 笠原 芳郎 教授 板倉 清保 教授 加藤 金正 教授 藤沢 和男

## 論 文 内 容 の 要 旨

強磁性体マイクロ波増幅器 (メーバ) の動作機構および特性を検討するために, まずポンプ周波数に対する磁化運動の様子を明らかにする磁化の運動方程式を回転楕円体試料に対して解き, 強磁性体試料が円板の場合に, 共鳴吸収の半値巾 $\Delta H$ が, 用いる磁化の運動方程式によって相違することを指摘し, 円板試料において静磁界の方向によって差異のあることを述べ, 試料の共鳴吸収特性が共振器と類推出来ることから, 共振器の無負荷 Q 値で評価し得ることを示した。つづいてポンプ周波数の一様歳差運動と信号, Idling 周波数との結合がどのようにおこるかを明確にした。更に強磁性共鳴吸収時に試料に吸収される電力によつて, 増幅器の発振の Threshold を表現した。試料を通常用いる円板とし静磁界, ポンプと信号磁界などの相互関係が Threshold に影響をおよぼすことを説明し, 静磁界とポンプ磁界が垂直の関係にあるとき, 解析が容易になることを示すとともに, 信号磁界の最適な方向を求めている。猶反射型メーバの増幅度, 帯域巾及び  $\sqrt{GB}$  積をあらわす関係式を求めた。

実験ではまず始めに, メーバに利用される円板試料に対して, 静磁界の方向による共鳴特性への影響を調べ, つぎにメーバ特性について述べている。通常実験に用いられる試料の形状は円板でストリップ共振器に対して対称に装荷しているが, 非対称に装荷することによって同じ試料で, Threshold ポンプ電力を 2.3kw から, 0.86kw に低下させ, 非導体に 2 つの試料を装荷することによって  $\sqrt{GB}$  として 310Mc/s の特性を得ている。信号空洞としてのストリップ共振器の長さを  $\frac{1}{2}\lambda$  から  $\frac{1}{4}\lambda$  とすることによつても系が有効に動作することを示し, このことはまた充分係数の増大を期待しうる。従来型のやや異なったポンプ磁界と静磁界とが直角の構造の場合についても実験的に動作を確めている。試料を 2 個非対称に装荷したさい, 試料間にある特定な相互関係のあるとき異常な現象があることを認め, これは結晶軸に関連することを確認した。入力ポンプパルス波に対して発振波のおくれが入力

パルスの中にあまり関係しないことを述べている。メーバの Threshold の低減の一つの方法として、メーバ空洞に誘電体を装荷したものについて述べている。即ち誘電体の装荷は信号空洞を小形化し得、充満係数の大きくなることを示している。誘電率の大小によって誘電体の装荷法を変えることを要求し、高誘電率低損失の誘電体の装荷は系の Threshold を電磁形メーバでも著しく下げうる可能性を与えている。 $\epsilon=12$  のスタイキヤストを挿入して 100w 以下の Threshold を得た。

## 論文の審査結果の要旨

本論文はフェライトを用いたパラメトリック現象によるマイクロ波発振、増幅（メーバ）の研究を取りまとめたものであつて、本文 5 章、付録 1 章からなつている。

第 1 章序論においては、メーバに関する従来の研究と、本論文に示されている研究成果を述べて、本論文の地位を明確にしている。

第 2 章においては、メーバの動作機構と特性を詳細に検討するために、従来解析では限定されていた試料の形状と磁界成分の方向を一般化した解析結果について述べている。すなわち、まずポンプ周波数に対する磁化の運動方程式を、回転楕円体試料に対して解き、その結果として、強磁性体試料が円板の場合に、共鳴吸収の半値幅 $\Delta H$ が、用いる磁化の運動方程式によつて相違していることを指摘し、円板試料に加える静磁界の方向によつて半値幅に差異のあることを述べ、また、試料の共鳴特性が共振器と類推できることから、共振器の無負荷 Q 値で試料の特性を評価しうることを示している。つづいてポンプ周波数の一様才差運動と信号、アイドル周波数との結合がどのようになるかを明確にしている。つぎに強磁性共鳴吸収時に試料に吸収される電力を、磁化の計算結果と電磁界方程式とを用いて計算して、メーバの発振に対するポンプ電力の閾値を与える式を導いている。この式から、試料が円板の場合について、静磁界、ポンプ磁界、信号磁界の相互関係が閾値に影響をおよぼすことを説明し、静磁界とポンプ磁界とが垂直関係にあるときに、信号磁界の最適な方向を求めている。また増幅度、帯域幅および利得帯域幅積 ( $\sqrt{GB}$  積) を表わす関係式を求めている。

第 3 章においては、前章で解析したメーバの実験とその結果の検討について述べている。まずはじめに、円板試料に対する静磁界の方向により共鳴特性が異なることを実験的に確めた結果について述べている。つぎに縮退形メーバの特性についての実験結果を述べている。通常の実験においては、ストリップ共振器に対して円板状の試料を対称に装荷しているが、これを非対称に装荷することによつて、同じ試料でポンプ電力の閾値を 2.3 kw から 0.86 kw に低下させ、利得帯域幅積として 310Mc/s の特性を得ている。信号空洞としてストリップ共振器のさを  $\lambda/2$  から  $\lambda/4$  ( $\lambda$  は波長) とすることによつても系が有効に動作することを示し、このことはまた充満係数の増大を期待しうると述べている。ポンプ磁界と静磁界とがたがいに直角に印加された場合については、これまでに報告されていないが、これについて実験した結果を述べて、第 2 章で予測しているように、従来のものであまり特性に変化がないことを確かめている。試料を 2 個非対称に装荷したとき試料間にある特定な相互関係があ

れば、異常な現象が起ることを認め、これは結晶軸に関連していることを確認したと述べている。入力ポンプパルス波に対して発振波のおくれが入力パルスの幅にあまり関係しないことを観測した結果を述べている。

第4章には、メーバの発振に対するポンプ電力の閾値を低減する1つの方法として、メーバ空洞に誘電体を装荷したものについての実験結果を述べている。誘電体を装荷することは信号空洞を小形化し、充満係数を大きくするという事について述べている。誘電率の値によって誘電体の装荷法を変えることを必要とし、高誘電率低損失の誘電体の装荷は閾値を著しく下げることについて述べている。比誘電率1.2のスタイキヤストを挿入して実験した結果100w以下の閾値を得たことについて述べている。

第5章には、本研究で得られた成果を総括している。

付録には、第4章に関連のある部分的に異なる誘電体を含む導波管内の電磁界について述べ、装荷される誘電体の厚みに対する導波管内の電磁界成分の強度分布を求め、数値計算例を示して検討した結果を述べている。

本論文で述べられている研究の業績は次のように要約することができる。

- (1) 第2章において、フェライトの形状、印加磁界の方向を変えたときの磁化成分を解析しているが、この結果はフェライトを実際に利用するときには有用な成果であり、この結果として、実験的にも確認されているように、静磁界の印加方向によって共鳴の半値幅が変化することは興味あるものと考えられる。
- (2) 第2章において、発振に対するポンプ電力の閾値を計算し、増幅度、帯域幅、利得帯域幅積の式を求めているが、これはメーバ動作の解析を一段と詳細に検討したものとして有意義なものであると考えられる。
- (3) 第3章において述べている実験結果は、従来の報告に見られない詳細なものであり、貴重な成果であると考えられる。
- (4) メーバ問題となる発振に対するポンプ電力の閾値を低下させることができ、また利得帯域幅積が増加していることは興味ある成果であり、特に第4章で述べている誘電体を装荷することによって閾値が著しく低下している実験結果はこれまでの報告に見られない貴重な成果であると考えられる。

このように本論文は通信工学の発展に寄与するところが多いので、博士論文として価値あるものと認める。