氏　名	大久保　賢　祐（おおくぼ　けんすけ）
学位(専攻分野)	博　士　（工　学）
学位記番号	博　甲　第　23　号
学位授与の日付	平成 4 年 6 月 30 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科情報・生産科学専攻
学位論文題目	**YIG を用いたマイクロ波回路・デバイスに関する研究**
審査委員	（主査）教授 堤　誠 教授 押山　宏　教授 金森仁志

論文内容の要旨

本論文はイットリウム・鉄・ガーネット（YIG）を用いたマイクロ波回路・デバイスに関する研究成果をまとめたもので5章からなっている。

第一章は序論であり、本研究に関する従来の研究の概要ならびに問題点を示し、筆者が行った研究の目的と意義を述べて本論文がこの分野において占める位置を明らかにしている。

第二章は YIG 薄膜を導波管内に装荷した構造のマイクロ波帯域阻止フィルタを提案し、このフィルタの特性を理論的ならびに実験的に明らかにしている。

まず半無限 YIG 薄膜からの平面電磁波の反射および透過の問題を取り扱い、反射電力および透過電力の周波数依存性を求める。次に導波管内では TE_{10} モードの電磁波は2つの平面電磁波の合成で表わせることに着目し、すでに求めた半無限 YIG 薄膜からの平面電磁波の反射の解析結果を導波管内での電力の反射-透過特性の解析に適用する。そして透過特性を数値的に評価することにより、中心周波数が磁気的に同調可能な帯域阻止フィルタの特性を明らかにする。さらに YIG 薄膜を多段に装荷した場合のフィルタ特性を挿入損ならびに最大阻止量の面から詳細に検討し、導波管形フィルタとして最適な設計値を求めている。

おわりにマイクロ波帯で YIG 薄膜装荷導波管形フィルタを試作し、実験を行い、理論的に明らかにした諸特性を確かめている。

第三章は YIG 単結晶を用いたエッジガイドモードアイソレータの問題を取り扱っている。その一つは最近の YIG 単結晶製造技術の向上に伴って作成された安価で寸法の大きな矩形状 YIG 単結晶を用いたアイソレータで、これはまた多結晶・単結晶の複合の磁性体構造を応用したアイソレータでもある。分散関係式を磁壁を仮定した境界条件から求め、アイソレーション比や挿入損を数値的に評価している。次にマイクロ波帯で実験を行い低損失で大きなアイソレーション比が得られることを示す。他は YIG 円板を用いた小型、軽量のアイソレータである。まず円柱座標で表現されたヘルムホルツ方程式を等角写像法を用いて直角座標に変換し、エアリーの関数を導入して、境界条件から分散関係式を求めている。次に非可逆性ならびに挿入損について周波数帯域の面から詳しく調べている。

おわりに円板形アイソレータの試作実験を行い、入出力端子の整合問題、ストリップ線路の作成精度、そして直流磁界の均一度とアイソレーション比との関係を実験的に詳しく調べ、集積回路用アイソレータとしての設計指針を与えている。

第四章は誘電体スラブに挟まれた YIG 薄膜を基板とした新しいタイプのマイクロストリップ線路を提案している。そしてこの導波路が鋭い遮断特性ならびに通過特性を有するフィルタとして応用できること

を理論的ならびに実験的に示している。

まずこの問題を理論的に取り扱うために解析を二次元問題に帰着させ、磁壁の境界条件を仮定する。この仮定によりTEモードの分散曲線ならびに散乱行列を求め、伝送特性を明らかにしている。これらの計算結果からYIGの実効比透磁率が無限大になる周波数付近では準TEMモードと表面静磁波が結合し、かつこの結合が生じる周波数帯で電磁波の伝搬定数が大きくなり、結果として波動の減衰が最大になることを示している。この減衰の様子は薄膜の厚み、薄膜の基板であるGGG（ガドリニウム・ガリウム・ガーネット）の厚み、そして磁気共鳴半値幅に依存しており、鋭い帯域遮断特性を得るには薄膜の厚みを10μm以下にすれば良いことを明らかにしている。次にマイクロ波帯で実験を行い上記特性を確かめるとともにマイクロストリップ線路の中央部に空げきを設け、線路を伝搬する準TEMモードは遮断されるが表面静磁波はYIG薄膜中を伝搬することを利用して、帯域通過フィルタの特性を実験的に確かめている。また、これらの結果を基本として複数個のYIG薄膜を組み合わせた集積回路用マイクロ波フィルタ、アイソレータを新しく提案している。

第五章は結論であり、本研究で得られた成果の総括ならびに今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文はイットリウム・鉄・ガーネット（YIG）薄膜および単結晶のマイクロ波回路およびデバイスへの応用に関する理論的ならびに実験的な研究をまとめたものであり、その内容は大きく分けて3つの分野からなる。

1）YIG薄膜を用いた新しいタイプの導波管形マイクロ波フィルタの研究であり、実用面で必要な詳細な設計指針を与えると共に、実験による検証も行い、さらにミリ波帯への拡張についても論じている。

2）固相法によって作製されたYIG単結晶を用いた小型軽量のマイクロ波集積回路用アイソレータに関する研究であり、構造上に新しさがあり、広帯域でアイソレーション比の大きな特性が求まっている。

3）YIG薄膜と高誘電率セラミックスを組み合わした形の新しいマイクロ波集積回路用の帯域阻止および通過フィルタの研究であり、低損失でダイナミックレンジの広いフィルタ特性を明らかにしている。

以上のように本論文はYIGにおける電磁波の振舞を理論的ならびに実験的に解明したもので、学術上興味あるいくつかの知見を得ているとともにYIGを用いたフィルタ、アイソレータなどのマイクロ波回路素子・デバイスへの応用についても詳細な検討を加え、実用上有用な多くの基礎資料と設計の指針を与えたもので、情報・生産科学の発展に寄与する事が多い。また本論文は幅広いマイクロ波回路・デバイスの研究の内でYIG（フェライト）を用いた回路・デバイスと言う狭い範囲に研究を限って深く探求している。

結果として本論文は博士（工学）論文として価値があるものと認める。また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。