

Title	磁気誘電効果に関する研究
Author(s)	堤, 誠
Citation	大阪大学, 1971, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/546
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	つつみ 堤	まこと 誠
学位の種類	工	学 博 士
学位記番号	第	2 1 9 7 号
学位授与の日付	昭和46年2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	磁気誘電効果に関する研究	
論文審査委員	(主査) 教授 青柳 健次	
	(副査) 教授 板倉 清保 教授 滑川 敏彦 教授 中井 順吉 教授 犬石 嘉雄	

論 文 内 容 の 要 旨

電界により電気分極が発生し、磁界により磁気分極が発生する現象は彼来まで、よく知られている基本的な電磁気現象である。しかしながら、磁気誘電効果は電界により磁気分極が磁界により電気分極が発生する現象である。それゆえに、この現象は従来の電磁気学的な面に新しい解釈を加えることになる。

本論文は磁気誘電効果によって生じる電磁気学的な修正を工学的な面から追求し、新しい応用に対する基礎を確立したもので、序論、本文6章および結論からなっている。

第1章は序論で従来の研究に関連して、本研究の占める地位を明らかにしている。

第2章は分極の発生に対する電磁気学的なモデルを考察し、磁気誘電効果が従来の電磁気現象と本質的に異なるものであることを明らかにし、この結果を Cr_2O_3 を用いた実験結果から検証している。

第3章は物性的な面から、この効果を取扱っている。磁気誘電効果は磁性と誘電性の結合現象と思われるので、電界により磁性体の磁気的ドメインの移動が生じることが考えられる。本章では Cr_2O_3 単結晶の反強磁性体のドメインの移動が電界により生じることが実験的に確かめられている。

第4章は磁気誘電効果を現わす素子を一つの回路素子として取扱い、その等価回路が明らかにされている。そして、磁気誘電効果による電力の授受が回路論的な面から考察されている。また、この素子によって構成されるジャイレータは従来のものに比べて、種々の長所をもつことが明らかにされている。さらにこの等価回路を基本とした種々な回路動作について触れ、新しい回路動作を示すことが明らかにされている。

一方、これらの回路動作を利用して、磁気誘電効果の測定が行なわれ、この測定法が多くの利点をもつことが示されている。

第5章は磁気誘電媒質内の平面電磁波の伝搬の問題を取扱っている。磁気誘電効果は電磁誘導によ

らず電場と磁場を結びつけるものである。それゆえに本章では磁気誘電媒質を含む系の電磁界問題の興味の追求に重きがおかれている。そしてこの媒質におけるフレネルの方程式が明らかにされ、この場合に生じる異常な定在波についても明らかにされている。

第6章は5章と同じく電磁界問題の基本の一つである半無限磁気誘電媒質の境界面からの電磁波の反射の問題を取扱い、本媒質における特異な反射現象について明らかにされている。

第7章は導波管内に磁気誘電媒質を充たした場合の電磁界問題を取扱っている。そして電界分布の回転現象や、しや断周波数の影響などが明らかにされている。そして本章で得られた結果は新しいマイクロ波回路素子をみいだす基礎を与えるとともに、マイクロ波帯における磁気誘電効果の測定の手段も与えている。

第8章は結論で、各章で得られた結果を総括するとともに、今後、磁気誘電効果を強く生じる材料がみいだされれば、新しい電子装置への応用が考えられることを強調している。

論文の審査結果の要旨

本論文は磁性と誘電性の結合現象と思われる磁気誘電効果を電磁気学的な面から考察し、新しい工学的応用に対する実験的ならびに理論的基礎を固めたもので、その業績を要約すると次のようになる。

1. 磁気誘電素子が従来と類似の磁電変換素子と比較して、本質的に異なる機能をもつことが、酸化クロム単結晶ならびにガリウムフェライト単結晶を用いて、実験的に確かめられている。そして磁気誘電係数 α の電磁気学的な意義を明らかにしている。

一方、 α の大きさを測定することにより、反強磁性体のドメインの移動が観測できることを明らかにするとともに、従来生じ得なかった電界による反強磁性体のドメインの移動をみだしている。そしてこのドメインの二種類の構造を考察することにより、磁気誘電効果スイッチ作用も明らかにしている。これらの実験結果はエネルギー関係式から、詳細に検討されている。

2. 磁気誘電素子が一つの回路素子として取扱われ、その等価回路が明らかにされている。そしてこの現象を回路論的に表現することにより、その特異性が明確にされている。さらにこの結果は磁気誘電効果の測定に利用され、この測定法が従来測定法に比べて、有用であることが明らかにされている。

一方、磁気誘電素子によって構成されるジャイレータは、従来不明確であったジャイレータの定義をより明確なものに定義づけている。そして磁気誘電素子を含む種々な回路を構成し、その回路動作について詳細に検討し、新しい回路素子としての有用性を例証している。

3. 磁気誘電効果は電磁誘導によらず電場と磁場を結びつけるものであり、従来の誘電率および透磁率の他に新しい定数、磁気誘電定数が導入される必要があることを指摘している。そして電磁界問題の基本と考えられる磁気誘電媒質内の平面電磁波の伝搬、電磁波の反射の問題、さらに導波管内における電磁界のふるまいが明らかにされ、従来生じ得なかった諸現象についての考察が行なわれてい

る。そしてこれらの考察の結果はマイクロ波帯での α の測定手段ならびに新しいマイクロ波回路素子をみいだす基礎を与えている。

以上のように本論文は従来不明とされていた磁気誘電効果についての諸現象につき理論ならびに実験的にこれらを明らかにし、将来磁気誘電物質の工学的応用の基礎を与えたものである。よって本論文は博士論文として価値があるものと認める。