

Title	ミリ波周期回路系に関する研究
Author(s)	大平, 孝
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/1281
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	大 ^{おお} 平 ^{ひら} 孝 ^{たか}
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 6 0 4 1 号
学位授与の日付	昭和 58 年 3 月 25 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	ミリ波周期回路系に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 熊谷 信昭 教授 滑川 敏彦 教授 中西 義郎 教授 手塚 慶一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、ミリ波帯における周期回路系に関する研究の成果をまとめたもので、6章からなっている。

第1章は序論であって、本研究の背景について概説するとともに、本研究に関連する従来の研究の概要ならびに問題点を示し、著者が行った研究の目的と意義とを述べて、本論文がこの分野において占める地位を明らかにしたものである。

第2章は、周期構造を装荷した開放形導波路における電磁波の振舞いとその解析的取り扱いについて、一般的に論じたものである。すなわち、周期構造を有する開放形導波路を、周期構造のない一様な開放形導波路からの摂動であるとみなして摂動論的に取り扱う手法を導入するため、まず周期構造のない一様導波路(非摂動系)における波動伝搬の様態を明らかにし、ついでこのような一様導波路に周期的な摂動が加わった場合の電磁波の伝搬特性を摂動論的に解析して、導波モードのみが伝搬する導波領域と放射モードが発生する放射領域とが存在すること、前進波と後進波の位相整合や導波モードと放射モードの位相整合によってブラッグ反射現象や漏洩現象等が生ずること、またそれらの結果として導波モードや漏洩波の通過帯および阻止帯が現われること等を示して、第3章以下の理論的取り扱いの基礎を与えている。

第3章は、周期構造を装荷した誘電体スラブ線路におけるブラッグ反射特性とそのフィルタへの応用について考察したものである。すなわち、表面が正弦波状に変形した2次元的な誘電体スラブ線路における導波モードの前進波と後進波のモード結合方程式を摂動論的手法を用いて導出し、その固有値からブラッグ反射特性を求めている。ついで、誘電体スラブ線路の有限区間にこのような周期構造

を装荷した場合のフィルタ特性を解析し、数値計算例を示してその模様を明らかにしている。さらに、実際にテフロンスラブの表面に周期的な溝を装荷した誘電体スラブ線路を用いてミリ波帯におけるフィルタ特性を測定し、理論値と測定値とはよく一致することを確かめている。

第4章は、周期構造を装荷した誘電体イメージ線路における電磁波の漏洩現象とその漏洩波アンテナへの応用について検討したものである。すなわち、表面が正弦波状に変形した2次元的な誘電体イメージ線路をモデルとして、入射導波モードから放射モードへのモード変換によって生ずる漏洩現象を摂動論的に解析し、漏洩波発生の機構を明らかにするとともに、漏洩波アンテナとして用いた場合の指向性や放射効率、電力利得等を与える理論式を求めている。ついで、高次のブラッグ周波数付近では導波モードの前進波と後進波、および放射モードが同時に位相整合してブラッグ反射と漏洩現象とが共存する結果、漏洩波阻止作用が生ずることを示し、摂動論的手法を用いて導波モードの減衰定数を繰り込んだモード結合方程式を導き、反射係数や放射効率等を求めてその模様を理論的に解明している。さらに、表面に周期的な溝を装荷したテフロンイメージ線路を用いてミリ波帯における漏洩波阻止作用の実験を行い、その結果を理論値と比較検討するとともに、ブラッグ反射と漏洩現象とを組み合わせた新しいミリ波機能素子への応用等も示唆している。

第5章は、周期構造を装荷したフェライトイメージ線路における漏洩波の振舞いと、その電子走査漏洩波アンテナへの応用について述べたものである。すなわち、表面を正弦波状に変形したフェライトイメージ線路における漏洩現象を第4章に示した摂動論的手法を用いて解析し、漏洩波の指向特性や放射効率、およびそれらがフェライトへの印加直流磁界に依存する模様等を明らかにしている。さらに、YIGスラブを用いたフェライトイメージ線路の表面に周期的な溝を装荷して漏洩波アンテナを構成し、その指向特性や印加直流磁界の制御によるビーム走査特性等をミリ波帯において実測し、理論値と比較検討するとともに、ビーム走査漏洩波アンテナの実現性についても考察している。

第6章は結論であって、本研究の成果を総括して述べたものである。

論文の審査結果の要旨

本論文は、開放形周期回路系における電磁波の振舞いと、そのミリ波回路素子への応用に関する理論的ならびに実験的研究の成果をまとめたものであって、その主要な成果を要約すると次のとおりである。

すなわち、周期構造を有する開放形導波路を、周期構造のない様な開放形導波路からの摂動であるとみなし、各種の摂動論的手法とモード結合理論とを駆使して、開放形周期回路系における複雑な電磁波の振舞いを解明し、その結果を物理的に見通しのよい形で示している。

また、周期構造を装荷した各種のミリ波用開放形導波路を実際に試作してその特性を実測し、理論解析によって得られた結果と比較検討している。さらに、これらの開放形周期回路系のフィルタやビーム走査形アンテナ等への応用についても理論的ならびに実験的に詳細な考察を行い、実現の可能性

について検討している。

以上のように、本論文は最近のミリ波回路素子の小形化・集積化の動向に関連してその重要性が注目されながら、電磁的特性が複雑なためにこれまで厳密な理論解析がほとんど行われていなかった各種の開放形周期回路系の諸特性を摂動論的手法を用いて詳細に解明し、学術上興味ある多くの新しい知見を得るとともに、各種のミリ波回路素子への応用についても理論的ならびに実験的に検討し、実用上有用な多くの基礎資料と設計の指針とを与えたものであって、通信工学の発展に寄与するところが多い。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。