

Title	デジタル半導体移相器の広帯域低損失化に関する研究
Author(s)	八原, 俊彦
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/32278
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	八 原 俊 彦
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 4 4 1 3 号
学位授与の日付	昭 和 53 年 10 月 30 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	デジタル半導体移相器の広帯域低損失化に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 松尾 幸人 教授 小山 次郎 教授 裏 克己 教授 滑川 敏彦 教授 熊谷 信昭

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はデジタル半導体移相器の広帯域低損失化に関する研究をまとめたもので7章からなっている。

第1章は緒論であって、本研究開始までの関連分野の研究概要を述べ、本論文の地位を明確にするとともに、本研究が対象とする問題の所在を明らかにし、本研究の動機と目的を述べている。

第2章では第3章以下の研究成果の詳細を述べるに先立ち、デジタルダイオード移相器の基礎理論を述べ、問題点を明確にしている。すなわちMIC技術を用いたデジタル移相器を対象に、PINダイオードの構造とその等価回路、マイクロストリップ線路とその材料を検討し、PINダイオード移相器の等価回路、帯域幅、そう入損、および駆動電力について述べ、移相器の広帯域低損失化の研究の問題点を明らかにしている。

第3章ではPINダイオードの最適化、マイクロストリップ素子および回路構成法の改良によって移相器の広帯域化を検討している。PINダイオード等価回路因子の移相器帯域に及ぼす影響を解析し、広帯域化のためのPINダイオード等価回路因子の最適化条件を明らかにしている。さらに方向性結合器等の回路素子改良による広帯域化移相器の実験的検討を行なっている。

第4章では移相器のそう入損特性の向上を検討している。ダイオード等価回路因子の移相器そう入損への影響を検討し、ダイオードリアクタンスの設計によって効果的な移相器そう入損低減化ができることを理論的、実験的に検討している。またダイオードパッケージやDCカットコンデンサなどの回路部品についても移相器の低損失化の視点から考察している。

第5章では移相器の低駆動電力化法を検討している。まずPINダイオードの直列抵抗と駆動電力の

関係を詳細に解析することによってPINダイオードの低駆動電力化法を明らかにし、ついで駆動電力と移相器損の関係を示し、これらの移相器構成方法による駆動電力の差異を比較検討している。また第3章および第4章の結果を含めてX帯のMIC化した広帯域、低損失、低駆動電力化移相器を構成し総合的に移相器特性を検討している。

第6章ではデジタルダイオード移相器の重要な特性である均質化の問題について検討している。MIC移相器の諸特性に対するダイオード特性と回路パターン精度のばらつきなどによる影響を検討し、移相器特性の均質化の諸条件を明らかにしている。ついでX帯のMIC化移相器を50台余試作し、実用化時の特性均質化への考察を行ない、さらにX帯フェイズドアレイアンテナへの応用結果についても述べている。

第7章では以上の各章で得られた結論を総括的に述べ、今後に残された課題を指摘している。

論文の審査結果の要旨

本研究はデジタル半導体移相器の広帯域化、低損失化に関する研究をまとめたもので、得られた結果を要約すると次のようである。

- (1) Loaded Line形移相器は本質的にPINダイオードのリアクタンスを利用して回路構成しているため、ダイオードの設計が移相器特性を左右することを示している。またダイオードの構成パラメータと移相器特性の関係を解析した結果、ダイオードは使用帯域で誘導性インピーダンスを有することが広帯域化はもちろん回路の小形化に有効であることを明らかにしている。
- (2) 反射形移相器の広帯域化は、使用するPINダイオードの使用周波数におけるインピーダンス Z_{D_0} によって生ずる位相差 $\Delta\theta$ を中心周波数で所要移相量の10%減程度に設計し、微小スタブで移相量を整合させることによって達成できることを示している。特に2段スタブによる移相特性広帯域化ができることを実験的に明らかにしている。
- (3) Loaded Line形移相器のPINダイオードに起因する損失は、装荷アドミタンスを形成するスタブの特性インピーダンスの自乗で、そのスタブを終端するPINダイオードのインピーダンスを除いた値に比例することを明らかにしている。
- (4) Loaded Line形移相器の低損失化には、ダイオードのリアクタンスをスタブのできるだけ高い特性インピーダンスで除した時に、移相器形成に必要な値のサセプタンスになるように設計することにより、低損失化できることを実験的に立証している。
- (5) X帯(9.0~9.5GHz)のMIC化PINダイオード移相器の低駆動電力化設計法を示し、そう入損失2.0 dB以下、入力VSWR1.5以下、移相誤差 $\pm 5^\circ$ 以下の特性を駆動電力0.081Wの低駆動電力で得られることを実験的に示している。
- (6) Loaded Line形移相器のそう入損とPINダイオード・パラメータの定量的な理論的説明を行ない、この結果、移相器そう入損は移相量に直接的に依存しないことを明らかにしている。

以上の研究成果は電子工学の進歩に寄与するところ大であり、博士論文として価値あるものと認める。