

|             |                                   |
|-------------|-----------------------------------|
| 氏 名         | た はら ゆき ひろ<br>田 原 志 浩             |
| 学位(専攻分野)    | 博 士 (情 報 学)                       |
| 学 位 記 番 号   | 情 博 第 309 号                       |
| 学位授与の日付     | 平 成 20 年 3 月 24 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      | 情 報 学 研 究 科 通 信 情 報 シ ス テ ム 専 攻   |
| 学 位 論 文 題 目 | 衛星通信およびレーダ用アレーアンテナ給電回路の低損失化に関する研究 |

|        |                                        |
|--------|----------------------------------------|
| 論文調査委員 | (主 査)<br>教 授 佐 藤 亨 教 授 山 本 裕 教 授 山 本 衛 |
|--------|----------------------------------------|

### 論 文 内 容 の 要 旨

近年、衛星通信の大容量化やレーダの高性能化を実現するアンテナとして、アレーアンテナの適用が進められている。このアレーアンテナの高効率化のためには、アレーアンテナを構成する各素子アンテナへ高周波信号を供給する給電回路の低損失化が、技術的に大きな課題の一つである。本論文は、アレーアンテナ給電回路を構成するマイクロ波電力分配器や方向性結合器の低損失化に関する研究をまとめている。

第1章では、衛星通信およびレーダ等のマイクロ波帯アレーアンテナを構成する電力分配・合成器に関する技術の現状を概括し、主要な課題を提示している。

第2章では、アイソレーション抵抗を有する電力分配器に関して、アイソレーション抵抗が使用周波数における波長に対して無視できない長さを有する場合でも、抵抗の寄生リアクタンスを補償することにより良好な特性を有する分配器の回路構成とその設計方法を提案している。特に、抵抗膜を損失のある伝送線路としてモデル化し、等価回路に基づく設計式を導出している。その結果抵抗の両側に整合回路を挿入することにより抵抗膜における特性劣化を抑え得ることを示している。さらにその具体的設計方法を示すとともに、Ku帯における試作評価の結果を示し、提案手法の妥当性を検証している。

第3章では、広帯域な特性を有するテーパ形電力分配器に関して、アイソレーションを確保するためにテーパ形線路間に設ける抵抗膜をストリップ状にすることにより、抵抗膜における損失を低減する回路構成と設計方法を提案している。非対称な不等電力分配の場合における等価回路と、それを用いた設計方法を示すとともに、C～Ku帯における試作評価により妥当性を確認している。

第4章では、さらに上記テーパ形電力分配器の3分配の場合について、回路構成と設計方法を提案している。3導体結合線路の伝送モードに対応した電力3分配器の等価回路と、それを用いた設計方法を示すとともに、C～Ku帯における試作評価により妥当性を検証している。

第5章では、サスペンデッド線路方向性結合器を用いた合成回路を提案している。低損失なサスペンデッド線路を用いて構成した結合線路の各端部に並列容量を装荷し、結合線路の伝送モード間の位相速度差を小さくすることにより方向性結合器の特性が改善できることを示している。さらにこの方向性結合器を縦続接続することにより小形、低損失な電力合成回路を実現できることを明らかにしている。上記方向性結合器における並列容量の効果について示すとともに、S帯における試作評価により妥当性を検証している。

第6章では、集中定数を用いた90度ハイブリッドに関して、並列共振回路もしくは直列共振回路を形成して所望の高調波を抑圧することのできる小形な回路構成を提案している。基本波におけるインピーダンス整合条件と高調波における共振回路の共振条件からハイブリッドの設計式を導出するとともに、試作評価により妥当性を検証している。

第7章は結論であり、本論文により得られた成果を概括している。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、アレーアンテナ給電回路を構成するマイクロ波電力分配器や方向性結合器の低損失化に関する研究をまとめたものである。得られた主要な研究成果は次の通りである。

- (1) 等位相電力分配器として有力なアイソレーション抵抗を有する電力分配器に関して、高周波で特性劣化の原因となる抵抗の寄生リアクタンスを補償する等価回路に基づく一般的設計式を導出した。これに基づき、抵抗の両側に整合回路を挿入することにより劣化を補償する方法を提案した。この手法は製品化され有効性が確認された。
- (2) 広帯域特性を有するテーパ形電力分配器に関して、テーパ形線路間に設ける抵抗膜をストリップ状にすることにより、抵抗膜における損失を低減する回路構成と設計方法を提案し、試作評価によりその有効性を検証した。
- (3) 3分配テーパ形電力分配器について、3導体結合線路の伝送モードに対応した電力3分配器の等価回路を提唱し、それを用いた設計方法を示すと共に、C～Ku帯における試作評価により妥当性を検証した。
- (4) 90度の位相差を持つ電力合成回路に関して、低損失なサスペンデッド線路を用いて構成した結合線路の各端部に並列容量を装荷し、結合線路の伝送モード間の位相速度差を小さくすることにより方向性結合器の方向性を改善した。
- (5) 集中定数を用いた90度ハイブリッドに関して、共振回路を形成して所望の高調波を抑圧することのできるフィルタ特性を有する小形な回路構成とその設計手法を提案し、試作評価により妥当性を検証した。

以上要するに本論文は、アレーアンテナ給電回路の高効率化のための要素技術である、マイクロ波電力分配器や方向性結合器の低損失化に関する提案を行うとともに、その有用性ならびに優れた特性を明らかにしたものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成20年2月18日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。