

審査の結果の要旨

氏名 金子 智喜

本論文は、「左右円偏波利用による X 帯 Gbps 級偏波多重衛星通信」と題し、本論文は人工衛星システムの要となる高速な人工衛星—地上局間通信を実現するための左右円偏波利用による X 帯偏波多重衛星通信システムの具体的な設計方法を示し、またそこで必要となるセプタム型偏波分離器の設計パラメータを陽に計算する理論を構築して、これを用いて実際に分離器を設計・作製しその有用性を実証するとともに高速ダウンリンクの軌道実証を行い、さらに予測型合成偏波クロストークキャンセラを導入してその有効性を実証するものであり、6章からなる。

第 1 章は「背景・目的」であり、社会からの観測需要の高まりとともに近年急増している人工衛星をとりまく状況を説明し、特に衛星・地上局間の高速通信の重要性を述べるとともに、本論文の目的を述べている。

第 2 章は「従来法の問題点」と題し、まず左右円偏波を用いた偏波多重により通信速度を 2 倍にすると偏波干渉が生じて通信品質が劣化する問題を取り上げ、2 つの解決策の概要を説明している。1 つ目は、交差偏波識別度(cross polarization discrimination: XPD)に優れたアンテナを開発して XPD の劣化を低減することであり、これをコルゲートホーンアンテナとセプタム型偏波分離器によって実現することの優位性を述べている。2 つ目は、電波の大気伝搬中の偏波状態変化を予測してそれに適したクロストーク補正パラメータを得てクロストークを補正することであり、受信データに基づいて適切な補正パラメータを得る手法と四元数ニューラルネットワークによる偏波状態予測を行うことを組み合わせることでこれを実現することを述べている。

第 3 章は「偶モード給電と奇モード給電に注目したセプタム型偏波分離器の設計手法」と題し、クロストークを減少させるための XPD 特性に優れたセプタム型偏波分離器の設計理論を提案し、これを SRAM 法(short ridge waveguide approximation method)と名付けている。従来、このような分離器は数値計算(シミュレーション)によって形状最適化を行って所望の特性を得ることが常で

あった。それに対し、本章は各セプタムエレメント長などの設計パラメータを陽に求める理論的な手法を提案する。それはセプタム型偏波分離機的设计にさまざまな洞察を与えるものである。そして実際にこれに基づいて X 帯のセプタム型偏波分離器の設計・作製を行ってその特性を実測し、提案理論が高い XPD を実現することを実証している。

第 4 章は「X 帯両偏波 2.65Gbps ダウンリンク通信の軌道実証」と題し、シンボル速度 300Msps、変調方式 64APSK (振幅位相シフトキーイング)、左右円偏波利用で 2.65Gbps を実現する通信システム全体の構成とその要点を示すとともに、実際にシステムを構築する際の要となる技術的な要点、たとえば X 帯送信機の大電力増幅器の 3 次歪を最小化するバイアス設定手法などに言及しながら、ダウンリンク実験の結果を示して、優れた通信品質が得られたことを報告している。

第 5 章は「予測型合成偏波クロストークキャンセラ」と題し、時々刻々変化するチャネル状態、特に偏波変化として現れるチャネル状態を、予測しながらクロストーク除去を行う方式を導入し、実験によりこの方式が効果的に働くことを実証している。左右両円偏波が合成された偏波状態についてその搬送波の非同期性や大気伝搬による位相差変動をポアンカレ球上にプロットすることでそのチャネル状態を確認し、四元数ニューラルネットワークによってその変化を予測した。そして、その予測位置に応じた適切なパラメータで偏波間干渉キャンセリングを行うことで信号品質を向上させることに成功した。

第 6 章は「結論」であり、これら提案の要点とシステム構成をまとめている。

以上、これを要するに、本論文は人工衛星システムの要となる高速な人工衛星-地上局間通信を実現するための左右円偏波利用による X 帯偏波多重衛星通信システムの具体的な設計方法を示し、またそこで必要となるセプタム型偏波分離器の設計パラメータを陽に計算する理論を構築して、これを用いて実際に分離器を設計・作製しその有用性を実証するとともに高速ダウンリンクの軌道実証を行い、さらに予測型合成偏波クロストークキャンセラを導入してその有効性を実証したものであり、電気電子工学、特に宇宙電子工学への貢献が少なくない。

よって本論文は博士 (工学) の学位請求論文として合格と認められる。