

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	平面型2周波共用円偏波一次放射器と衛星放送受信用反射鏡アンテナへの応用に関する研究
Title(English)	Study of Dual-band Circularly Polarized Planar Feeds and Application to Reflector Antenna for Satellite Broadcasting Reception
著者(和文)	長坂正史
Author(English)	Masafumi Nagasaka
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11431号, 授与年月日:2020年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:廣川 二郎,阪口 啓,西方 敦博,青柳 貴洋,TRAN GIA KHANH
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11431号, Conferred date:2020/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	電気電子 電気電子	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	長坂正史		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	廣川二郎 教授	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、「Study of Dual-band Circularly Polarized Planar Feeds and Application to Reflector Antenna for Satellite Broadcasting Reception (平面型 2 周波共用円偏波一次放射器と衛星放送受信用反射鏡アンテナへの応用に関する研究)」と題し、マイクロストリップアレーアンテナで構成した平面型 2 周波共用円偏波一次放射器と、衛星放送受信用反射鏡アンテナへの応用について検討したものであり、全 7 章で構成されている。

第 1 章「Introduction(序章)」では、本論文の背景として、放送衛星システムの高度化に向けた受信アンテナの有力候補が、周波数共用かつ円偏波共用の一次放射器を有するオフセットパラボラアンテナであることを述べた。先行研究の動向調査により、2 周波共用円偏波一次放射器設計の課題として、周波数ごとの放射パターン設計、2 周波共用円偏波発生器の設計、グレーディングロブの発生を回避するアレー設計を抽出した。また、これらの課題を解決するため、積層基板を用いたマイクロストリップアレーアンテナによる一次放射器を提案した。さらに、12GHz 帯および 21GHz 帯衛星放送の回線計算を行い、利得の要求条件を導出した。本論文の目的として、2 周波共用かつ右旋・左旋円偏波共用を可能とする一次放射器の設計手法の構築と、それを用いた衛星放送受信用反射鏡アンテナの実現および機能向上について述べ、本論文の全体構成を示した。

第 2 章「Basic Design of Dual-band Planar Feeds for Offset Parabolic Reflector Antenna (オフセットパラボラアンテナ用 2 周波共用一次放射器の基礎設計)」では、2 周波共用円偏波一次放射器の基礎設計として、共振周波数の理論式から、アレーアンテナの素子アンテナであるマイクロストリップアンテナの形状を検討した。また、アレー素子間隔と放射パターンの理論式から、パラボラアンテナの開口角と共用する周波数の比との関係を導出し、低域側は正方形素子、高域側は円形素子が適していることを示した。さらに、右旋・左旋円偏波で共用したオフセットパラボラアンテナについて、主偏波ピーク方向が異なるため偏波間で利得差が生じるという課題に注目し、両円偏波で利得が最大となる反射鏡パラメータを導出した。

第 3 章「Design of Dual-circularly Polarized Planar Feed for Offset Parabolic Reflector Antenna in the 12-GHz Band (12GHz 帯におけるオフセットパラボラアンテナ用円偏波共用平面型一次放射器の設計)」では、マイクロストリップアレーアンテナを用いた右旋・左旋円偏波共用一次放射器の実現性を検討した。12GHz 帯衛星放送帯域に対応した広帯域のマイクロストリップアンテナを設計し、所望のビーム幅と高い交さ偏波識別度を実現可能とする 4 素子シーケンシャルアレー構成の一次放射器を提案した。設計した一次放射器と反射鏡を組み合わせ、開口径 50cm のオフセットパラボラアンテナを試作し評価を行った。その結果、12GHz 帯衛星放送帯域において、電圧定在波比 1.4 以下、利得 33.1dBi 以上、交さ偏波識別度 25.6dB 以上を確認し、マイクロストリップアレーアンテナの一次放射器を用いて右旋・左旋円偏波を同時に受信できることを示した。

第 4 章「Design of Dual-band Dual-circularly Polarized Planar Feed for Offset Parabolic Reflector Antenna in the 12-and 21-GHz Bands (12GHz 帯と 21GHz 帯におけるオフセットパラボラアンテナ用 2 周波円偏波共用平面型一次放射器の設計)」では、3 章で設計した円偏波共用一次放射器の周波数共用化を検討した。12GHz 帯と 21GHz 帯の各衛星放送帯域に対応した 2 式の 4 素子マイクロストリップアレーアンテナを積層基板に構成し、2 つの周波数帯域で円偏波分離が可能な一次放射器を提案した。基板厚の上限は波長比で決まるため、積層基板を用いて各帯域に適した基板厚で設計した。提案する一次放射器を試作し、開口径 50cm のオフセットパラボラ反射鏡と組み合わせ測定を行った。その結果、右旋・左旋の両円偏波について、12GHz 帯衛星放送帯域では、電圧定在波比 1.9 以下、利得 33.2dBi 以上、交さ偏波識別度 21.3dB 以上、21GHz 帯衛星放送帯域では、電圧定在波比 1.3 以下、利得 35.9dBi 以上、交さ偏波識別度 20.2dB 以上を確認した。提案する一次放射器を適用することで 2 周波共用かつ円偏波共用のパラボラアンテナが実現できることを示した。

第 5 章「Study of Improving Loss of Feed Circuit in the 21-GHz Band (21GHz 帯における給電損失の改善検討)」では、4 章での評価結果に基づき、21GHz 帯の利得向上に向けて給電損失の改善を検討した。21GHz 帯について、マイクロストリップアンテナの給電方式を電磁結合形から直結形に変更して給電回路を小型化し、給電損失を低減した 2 周波共用円偏波一次放射器を提案した。パラボラアンテナ構成において、4 章の設計と比較して 21GHz 帯衛星放送帯域における利得が 0.6dB 以上向上することを計算機シミュレーションにより確認し、提案設計を適用することで利得の改善が可能であることを示した。

第 6 章「Experiment of Receiving 12- and 21-GHz-band Signals from Broadcasting Satellites with Prototype Antenna (試作受信アンテナを用いた 12/21GHz 帯衛星送信信号の受信実験)」では、4 章で試作した 12/21GHz 帯円偏波共用パラボラアンテナについて、放送衛星の送信信号を用いた受信実験を行った。東経 110 度静止軌道上の放送衛星から常時送信されている 12GHz 帯右旋円偏波および左旋円偏波の衛星放送信号と、21GHz 帯左旋円偏波のビーコン信号を試作アンテナで受信した。各帯域について周波数スペクトルを確認するとともに、12GHz 帯衛星放送については受信機で復調して映像・音声に問題がないことを確認し、提案アンテナが 12/21GHz 帯円偏波共用の衛星放送受信アンテナとして動作することを実証した。

最後に第 7 章「Conclusions (結論)」では、本論文で得られた知見およびその意義を総括し、将来展望を述べた。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース：	電気電子	系
Department of, Graduate major in	電気電子	コース
学生氏名：	長坂正史	
Student's Name		

申請学位 (専攻分野)：	博士	(工学)
Academic Degree Requested	Doctor of	
指導教員 (主)：	廣川二郎	教授
Academic Supervisor(main)		
指導教員 (副)：		
Academic Supervisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

In this thesis, dual-band and dual-circularly polarized planar feeds for an offset parabolic reflector antenna were proposed. The proposed feeds were composed of two 2×2 microstrip antenna (MSA) arrays to obtain suitable beamwidth by changing the spacing of elements in each frequency band. The MSA array of each band can be set at the focal point of a parabolic reflector because the MSA arrays were designed with a multilayer structure. Feed circuits were designed on the substrate to divide the right- and left-hand-circularly polarized signals in two frequency bands. The proposed feeds applied to a receiving reflector antenna, it is possible to receive satellite broadcasting signals provided by the right- and left-hand circular polarizations in the 12- and 21-GHz bands with a single reflector antenna.

The objective of this thesis is to reveal the operation of the dual-band and dual-circularly polarized planar feeds as a feasibility study. The characteristics of offset parabolic reflector antennas fed by the planar feeds were elucidated. Also, it was demonstrated that the antenna can receive small signals transmitted from satellites using the dual-circular polarizations in both bands simultaneously.

For the basic design, the size of square and circular MSAs were discussed, and the ratio of the higher to lower frequency-band for the proposed feed was obtained. Then, the square and circular MSAs were chosen for the elements of the lower and higher frequency-band arrays, respectively. Parameters of a parabolic reflector used with the proposed feed were also studied to achieve enough gain for the right- and left-hand circular polarizations.

A 50-cm dual-band and dual-circularly polarized offset parabolic reflector antenna fed by the proposed feed was fabricated. The measured results indicate that the gains in the 12- and 21-GHz bands were more than 33.2 and 35.9 dBi, respectively. The VSWR was less than 1.9, and the cross-polarization discrimination was more than 20 dB throughout both bands. The prototype antenna could also receive the 12- and 21-GHz-band signals from broadcasting satellites simultaneously. The proposed antenna performed as a dual-circularly polarized antenna in those two frequency bands.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).