

타원형 프레넬 존 플레이트 안테나 특성

김대용* · 조형국*

*동서대학교

Characteristics of Elliptic Fresnel Zone Plate Antenna

Tae Yong Kim* · Heung-kuk Jo*

*Dongseo University

E-mail : tykimw2k@gdsu.dongseo.ac.kr

요 약

프레넬 존 플레이트 렌즈면에 임의 각으로 신호가 도래하는 경우, 기존 Soret 타입과 같은 원형 FZPL의 경우는 수신 감도가 떨어지는 문제가 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 타원형 프레넬 존 플레이트 렌즈 구성을 통하여 해결하였다. 기하광학 근사법으로 해석한 결과는 키르히호프의 근사식에 의한 결과와 측정치와 비교하였을 때 수신감도 특성이 개선되는 것을 확인하였다.

ABSTRACT

Receiving sensitivity of the power gain by using Soret typed FZPL antenna should be worse when obliquely incident wave is illuminated on the FZPL. To solve this problem, elliptic Fresnel Zone Plate Lens antenna system should be introduced. Some numerical results computed by PO method are compared with Kirchhoff's approximation and measurement result.

키워드

호이겐스 원리, 프레넬 존 플레이트, 키르히호프의 적분 공식

I. 서 론

위성 TV 수신 시스템, 전파 망원경 및 측지 시스템에 응용 가능한 프레넬 존 플레이트 렌즈(FZPL)[1,2]는 호이겐스 프레넬의 원리를 응용한 것으로 전파 차폐재와 투과부를 동심원상으로 상호 배치한 구조를 가지고 있다. 그리고 정밀도 높은 가공이 필요 없고 저렴한 가격 및 경량 구조, 조립 및 분해가 간단하다는 특징을 가지고 있다 [3,4].

그러나 고전적인 프레넬 존 플레이트 렌즈 안테나는 수직 편파된 신호가 수신기로 입력되는 것을 가정하여 설계하고 있다. 실제로는 위성으로부터 전달되는 신호가 존 플레이트 렌즈면에 반드시 수직으로 편파된 형태로 신호가 도래하지 않아 높은 수신감도를 기대하기 힘들다[3,4].

본 연구에서는 위성으로부터 도래하는 입사파 입장에서 보면 존 플레이트 렌즈면이 원형으로

보이도록 기존의 렌즈 형상을 변형시켜 수신 감도를 높이는데 있다. 이를 위하여 입사파는 렌즈면에 임의의 산란 각도를 가지고 도래하는 것으로 간주하고, 입사각에 의존하는 타원형 프레넬 존 플레이트 렌즈를 설계하고자 한다.

II. 타원형 프레넬 존 플레이트 렌즈

기존의 Soret 타입 프레넬 존 플레이트 렌즈 안테나(FZPL)의 기하학적 구조는 그림 1과 같으며, 각 존을 구성하는 식은 다음과 같다[3].

$$R_j^{in} = \sqrt{(F + j\lambda + \lambda/2)^2 - F^2} \quad (1)$$

$$R_j^{out} = \sqrt{(F + (j - 0.5)\lambda + \lambda/2)^2 - F^2} \quad (2)$$

여기서 R은 각 존의 반경을 의미하며, F는 설

계 초점거리, j 는 존의 번호, λ 는 파장을 나타낸다.

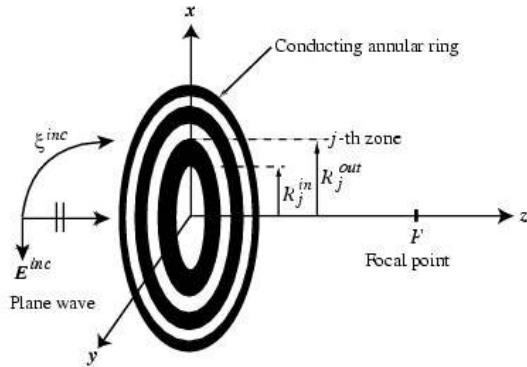


그림 1. FZPL 안테나의 기하학적 모델

그림 1에서 초점거리 F 위치에 수신 혼 안테나를 위치시키면 위성으로부터의 신호를 최대 감도로 수신할 수 있다. 그러나 입사각 ξ^{inc} 가 변하는데 따라 수신 혼 안테나의 감도는 입사각이 크면 클수록 저하되는 문제가 있다. 또한 프레넬 존 플레이트 안테나를 실제 환경에 설치하는 경우에는 설치의 편의성을 고려하면 창문과 같은 장소에 설치하게 되므로 이는 도래하는 위성신호가 렌즈면에 수직으로 도래할 것이라는 보증이 없다.

따라서 위성에서 도래하는 입사파의 입장에서 렌즈면이 수직으로 보이도록 존 플레이트 렌즈의 형상을 조정하면 수신 혼 안테나 입장에서 동위상의 신호로 초점거리에서 재점멸되고 결과적으로 최대의 전력밀도의 형성이 기대된다.

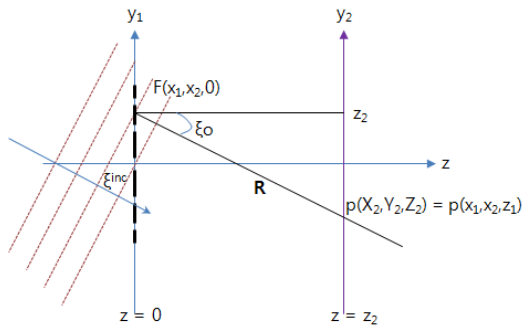


그림 2. 타원형 프레넬 존 플레이트 변환 관계

입사각에 의존하지 않는 특성을 확보하기 위하여 기존 존 플레이트 렌즈를 타원형 존으로 변환하기 위해서는 그림 2와 같이 구성 가능하다. 이때 변환각도 ξ_0 는 도래하는 전파가 타원형 존 플레이트에 입사하는 경우에 원형으로 보이도록 하는 양각을 의미하며, 입사각 ξ^{inc} 에 의해 결정된다.

그림 2에 나타낸 변환관계를 토대로 중심 주파수 11.92GHz, 3개의 존 구성, 초점거리 0.4m인

경우를 대상으로 해석한 결과와 측정결과를 그림 3에 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 측정치 및 키르히호프 적분공식의 결과와는 달리 설계 초점거리에서 최대 수신전력이 모이는 것을 알 수 있다.

III. 결 론

기존 Soret 타입의 프레넬 존 플레이트 렌즈 안테나가 도래하는 위성 신호의 입사각의 변화에 따라 수신감도가 저하되는 문제를 타원형 존 플레이트로 대체하여 보다 효율적으로 수신 가능함을 보였다.

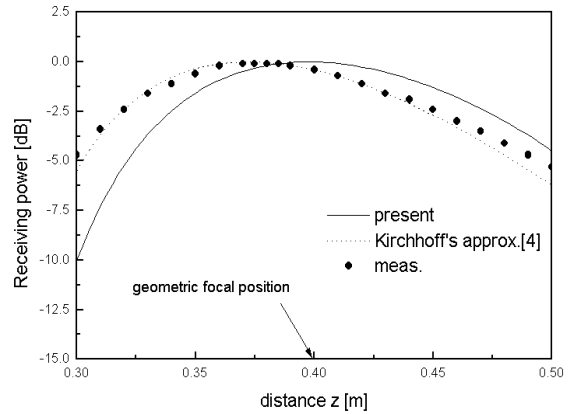


그림 3. 수신전력 특성

참고문헌

- [1] H. D. Hristov, Fresnel Zones in wireless links, zone plate lenses and antennas, Artech House.
- [2] F. A. Jenkins and H. E. White, Fundamentals of optics, McGRAW-HILL.
- [3] 김태용, 조형국 "TLM법을 이용한 Soret 타입 프레넬 존 플레이트 렌즈 안테나 해석," 한국해양정보통신학회 논문지, 제 15권 제 6호, pp. 1221-1226, June, 2010.
- [4] T. Y. Kim, Y. Kagawa, and Ling Yun Chai, "Modelling of a circular Fresnel zone plate lens for electromagnetic wave antenna application," Int. J. Numer. Model., Vol. 18, pp. 429-439, 2005.