

프레넬 존 플레이트 렌즈 배열의 방사특성 해석

김태용* · 이훈재*

*동서대학교 컴퓨터정보공학부

Radiation Characteristic Analysis of Fresnel Zone Plate Lens Array

Tae Yong Kim* · Hoon-Jae Lee*

*Div. of Computer & Information Engineering, Dongseo University

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

요 약

프레넬 렌즈의 기하학적 특성을 활용하면 위성 수신 안테나 및 측지 시스템 등에 활용 가능하다. 본 연구에서는 Soret 타입의 프레넬 렌즈가 배열로 나열된 경우에 대한 방사패턴을 FDTD법을 이용하여 구하였다. 문제를 단순화시키기 위하여 프레넬 렌즈는 일렬로 배치하고, 렌즈는 상대 유전율을 가진 유전체 봉으로 가정하였다.

ABSTRACT

By using geometrical structure of Fresnel lens, it can be applied with receiver antenna and geodetic system. In this paper, radiation pattern from fresnel lens array of Soret type is calculate by the FDTD method. For simplicity, fresnel lens should be located linearly and considered to be dielectric rod with a relative permittivity.

키워드

방사특성, 흡수 경계조건, FDTD, Soret 타입

I. 서 론

프레넬 렌즈의 기하학적 구조는 매우 단순하지만 실장이 간편하고 구현이 용이하다는 장점을 가지고 있어 위성 수신 안테나 및 DMB 수신 시스템 구축에 활용 가능하다. 또한 도래하는 통신 및 방송 신호 전파의 이득을 증폭하여 수신할 수 있다는 잇점을 제공한다.

그러나 설계 초점거리 근방에서 수신 신호가 초점이 형성되는 양상으로 수신 신호의 전력이 집결되므로 매우 지향성이 강한 특성을 가지게 된다. 따라서 프레넬 렌즈의 기하학적 배치에 따른 지향성 특성에 의존하기 때문에 수신기의 위치 선정에 따라 수신기의 감도가 저하될 수도 있다.

본 연구에서는 짧은 초점거리를 가지는 프레넬 렌즈의 방사패턴을 FDTD법[1-3]을 이용하여 해석하고, 각 초점거리에 따른 지향성 특성을 확인하

였다.

II. 실험 결과

일반적으로 Soret 타입의 프레넬 렌즈의 반경은 다음 식으로 구할 수 있다. 여기서 n 은 프레넬 렌즈의 반경 차수를 의미하고, λ 는 파장, F 는 초점 거리를 나타낸다.

$$\rho_n = \sqrt{\left(\frac{n\lambda}{2}\right)^2 + n\lambda F} \quad (1)$$

본 연구에서는 계산의 용이성을 고려하여 중심 주파수는 1GHz로 가정하고, 2개의 유전체 렌즈 배열을 대상으로 초점 거리 F 에 따른 방사 특성을 계산하였다. 계산 공간은 $250\Delta x \times 250\Delta y$ 으로 두고, $\Delta x = \Delta y = \lambda/20$ 으로 계산 공간을 Yee 셀로

배치하였다(그림 1 참조). 배치되는 프레넬 렌즈에 대한 상대 유전율은 2, 렌즈의 두께는 $\lambda/5$ 로 가정하였다. 그리고 관심 주파수에 대한 방사특성을 계산할 필요가 있으므로 렌즈 좌측에서 도래하는 파형(평면파)은 CW파로 입력하였다.

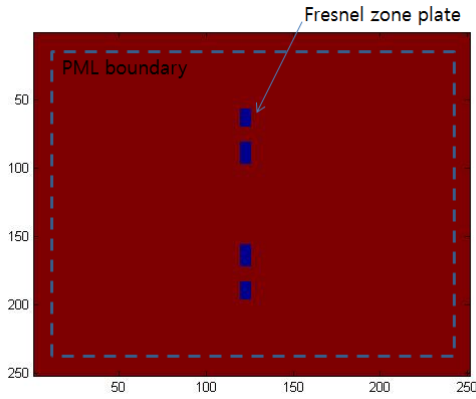


그림 1. 프레넬 렌즈 배열(계산 모델)

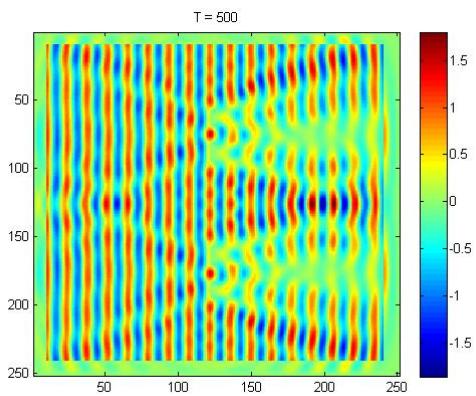


그림 2. 정상상태에 도달한 경우

그림 2는 시간 펄스가 정상 상태에 도달했을 때의 결과를 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 프레넬 유전체 렌즈 배열을 통과하는 전계가 중심축상의 초점거리 근방으로 집중되는 양상을 확인할 수 있다. 방사 패턴은 그림 3-5에 나타내었다. 렌즈 중심축($\phi=90^\circ$)에서 강한 지향성을 보이는 것을 알 수 있다. 그리고 초점 거리 F 에 따른 지향성 변화는 거의 없는 것을 확인할 수 있다.

III. 결 론

방송 수신 안테나로서 활용 가능한 프레넬 렌즈 안테나를 FDTD법으로 해석하였다. 짧은 설계 초점거리에 관계없이 강한 지향성 패턴을 형성하는 것을 확인할 수 있었다.

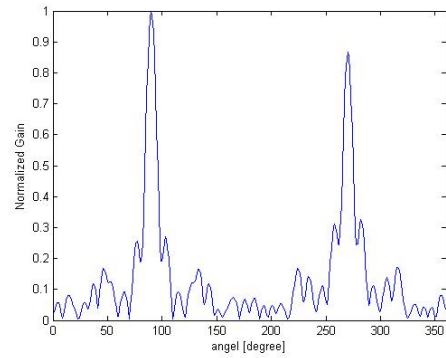


그림 3. 방사특성(초점거리 $F=2\lambda$)

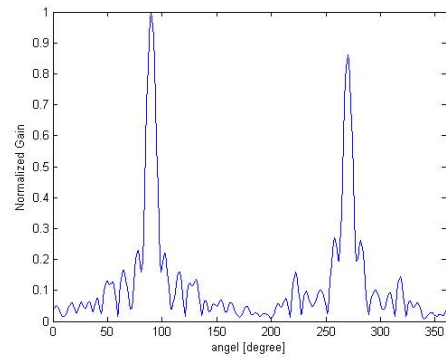


그림 4. 방사특성(초점거리 $F=3\lambda$)

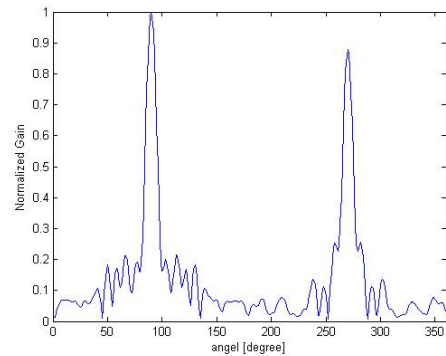


그림 5. 방사특성(초점거리 $F=4\lambda$)

참고문헌

- [1] Matthew N. O. Sadiku, Numerical techniques in electromagnetics (2nd ed.), CRC Press.
- [2] K. S. Kunz and R. J. Luebbers, The Finite Difference Time Domain Method for Electromagnetics, CRC Press.
- [3] Allen Taflove, Susan C. Hagness, Computational Electromagnetics, Artech House(2000).