반사판 구조를 가지는 프레넬 렌즈의 특성

김태용* · 이훈재*

*동서대학교 컴퓨터정보공학부

Characteristics of Fresnel Lens Array with Reflected Plate

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 안테나 및 측지 시스템 등에 활용 가능하다.본 연구에서는 Soret 타입의 프레넬 렌즈가 반사판 구조와 결합된 렌즈 안테나를 설계하고 이에 대한 이득 특성을 FDTD법을 이용하여 해석하였다.

ABSTRACT

By using geometrical structure of Fresnel lens, it can be applied with receiver antenna and geodetic system. In this paper, we consider Soret typed fresnel lens with reflected plate and its focusing gain characteristics is calculated by the FDTD method.

키워드

반사판, 흡수 경계조건, FDTD, Soret 타입

Ⅰ. 서 론

프레넬 렌즈의 기하학적 구조는 매우 단순하지만 실장이 간편하고 구현이 용이하다는 장점을 가지고 있어 다양한 수신 시스템 구축에 활용 가능하다. 일반적인 Soret 타입의 렌즈 구성과 함께 반사판을 렌즈 후면에 적절히 배치하면 수신 이득을 증가시킬 수 있다.

렌즈 배열 후면에 배치한 반사판은 알루미늄(도전율 40e-6 [S/m])으로 가정하였다. 그러나 이와 같은 문제를 해석하는 경우에는 평면파가 진행하다가 반사판에서 다시 회절되어 되돌아가는 과정을 고려하여야 하기 때문에 정상상태 응답을 얻기 위해서는 충분한 시간 반복 과정이 필요하게 된다.

본 연구에서는 4000회 반복 후, 계산을 종료하였다. 계산을 위해서 그림 1에 나타낸 바와 같이 계산 공간을 $6000\Delta x \times 600\Delta y$의 Yee 셀로 분할하였고 각 격자는 $\Delta x = \Delta y = \lambda/20$로 두었다. 그리고 프레넬 렌즈 후면에 위치한 반사판은 렌즈 배열과 1λ 거리를 두었다. 배치되는 프레넬 렌즈에 대한 상대 유전율은 2, 렌즈의 두께는 $\lambda/5$로 가정하였다.

반사판을 가진 프레넬 렌즈 배열의 시간 응답을 구하기 위하여 FDTD법[1-3]을 이용하여 계산하였다.

Ⅱ. 실험 결과

일반적으로 Soret 타입의 프레넬 렌즈의 반경은 다음 식으로 구할 수 있다. 여기서 n은 프레넬 렌즈의 반경 차수를 의미하고, λ는 파장, F는 초점 거리를 나타낸다.

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

설계 주파수는 1GHz이며 총 5개의 렌즈 배열로 구성하고 좌측에서 평면파(CW파)가 진행하는

것으로 가정하고 각 시간 구간에서의 펄스의 전파 특성을 계산한 예를 그림 2-4에 나타내었다.

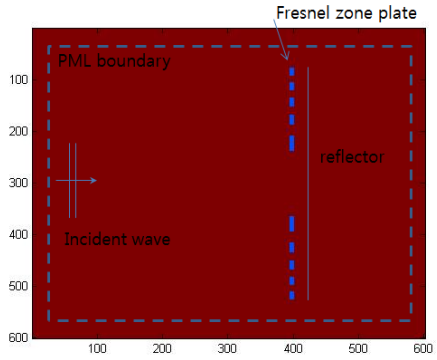

그림 1. 렌즈 후면에 반사판을 가진 프레넬 렌즈 배열(계산 모델)

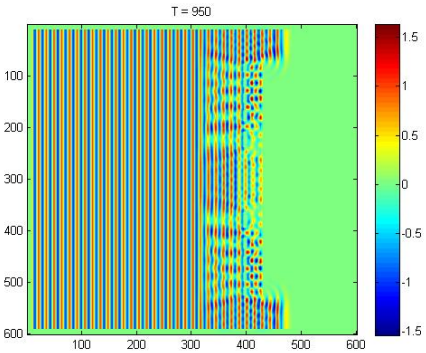

그림 2. 시간 응답특성(T=950)

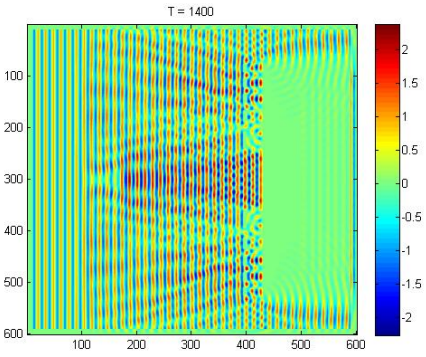

그림 3. 시간 응답특성(T=1400)

그림에서 확인할 수 있듯이 렌즈 면으로 입사하는 평면파가 렌즈 배열(상대 유전율 2, 두께는 $\lambda/5$)의 위치에서 일부는 반사시키고 전파속도가 지연되는 과정에서 복잡한 회절 특성을 보이고 있다. 또한 바로 뒤에 위치한 반사판의 역할로 입사파의 진행 방향을 반전시켜 중심축상에서 전계의 전력이 모이도록 하고 있다.

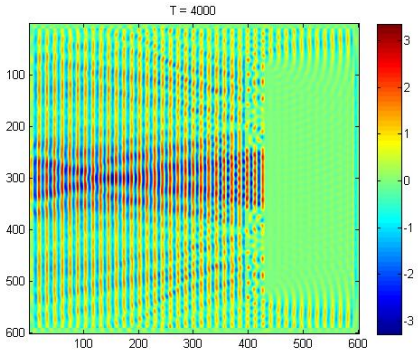

그림 4. 시간 응답특성(T=4000)

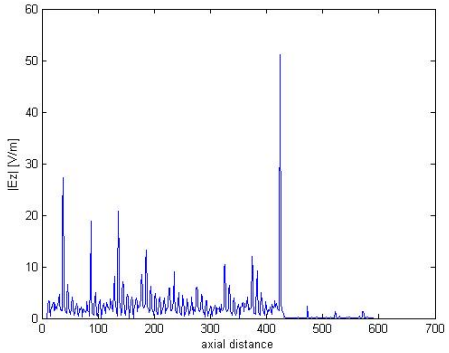

그림 5. 정상 상태 도달 후의 중심축상에서의 전계 강도

FDTD 계산 과정에서 전 시간 구간에서 전계의 시간 응답을 대상으로 DFT 처리하여 계산 종료 후에 주파수 응답을 구한 결과를 그림 5에 나타내었다. 전계 강도가 피크가 되는 위치들이 일정 구간을 두고 반복되는 점에 주목하면, 이는 마치 도파로에서의 도파모드 응답특성에 상응하는 특성을 보이고 있다.

III. 결 론

반사판을 가진 프레넬 렌즈 배열의 시간 응답 특성과 주파수 응답을 FDTD법을 이용하여 계산하였다. 주파수 응답 특성으로 볼 때 일종의 도파모드와 같은 특성을 보이는 것을 확인하였다.

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).