

Ka-대역 원형편파기와 직선구조 모드변환기를 포함한 급전 혼 안테나

정영배* · 엄순영* · 전순익* · 김창주* · 박성욱**

*한국전자통신연구원, **한국정보통신대학교

Ka-band Feed Horn Antenna Including Circular-polarizer and Straight Type Mode Converter

Young-Bae Jung* · Soon-Young Eom* · Soon-Ik Jeon* · Chang-Joo Kim* · Seong-Ook Park**

*Electronics and Telecommunications Research Institute,

**Information and Communications University

E-mail : faith98@etri.re.kr

요 약

본 논문에서는 Ka-대역에서 도파관 형태의 구형 혼, 원형 편파기 및 직선구조 모드변환기가 결합된 혼 안테나의 설계 및 제작에 관하여 서술한다. 원형 편파기는 광대역 특성을 가지는 유전체 타입으로 구형도파관에 45° 기울여 삽입하는 구조를 갖으며, 직선구조 모드변환기는 계단식 구조로 동축선으로부터 입력되는 TEM 모드 신호를 도파관의 TE 모드로 변환손실을 최소화 할 수 있도록 설계되었다. 제작된 혼 안테나는 30.085~30.885GHz에서 동작하며, VSWR < 1.5, Axial ratio < 1.0dB의 특성과 함께, 동작주파수 대역에서 6.7~7.0 dBi의 이득을 갖는다.

ABSTRACT

In this paper, horn antenna composed of rectangular horn, circular polarizer and straight-type mode convertor is designed and fabricated. The circular polarizer is designed as a dielectric type having broadband characteristic, and it is inserted into the rectangular horn with 45° inclination. The straight-type mode convertor has a terrace-type structure in order to convert the TEM mode signal of coaxial cable to the TE mode of rectangular waveguide, and this structure minimizes conversion loss. Fabricated horn antenna operates at 30.085~30.885 GHz and has VSWR < 1.5, Axial ratio < 1.0dB and antenna gain of 6.7~7.0 dBi in the band.

키워드

Rectangular horn, circular polarizer, straight type mode converter

I. 서 론

일반적으로 널리 사용되는 마이크로스트립 형태의 방사소자는 제작이 용이하며, 제작단가가 싸다는 등의 장점을 갖는다. 그러나, 고주파 대역에 적용하는 경우, 높은 급전손실로 인하여 그 활용이 제한되어 왔다. 본 논문에서는 Ka-대역 이동형 위성 지구국안테나의 방사소자로서 원형편파용 혼 안테나를 설계 및 제작하였다. 본 안테나는 구

조적으로 배열안테나를 구성하는데 용이하다는 장점으로, 고주파에서 서비스되는 다양한 통신시스템의 방사소자로 널리 활용할 수 있다.

II. 혼 안테나 설계

직선구조 모드변환기 : [그림1]은 구형 혼, 원형 편파기와 직선구조 모드변환기(이하, 모드변환기)로 구성된 혼 안테나의 구조도이다. 본 그림에 나

타나 있는 바와 같이, 혼 안테나는 동축선으로부터 입력된 신호전력이 모드변환기 및 원형편파기를 거쳐 최저손실로 원형편파를 생성하도록 설계되어 있다. 또한, 생성된 원형편파 신호전력을 편파특성 왜곡 및 전력손실 없이 효율적으로 방사하기 위하여, 안테나 종단의 혼은 8.4mm × 8.4mm의 크기를 갖는 정사각형 구조를 갖으며, 구형 혼을 포함한 모든 안테나 구성부는 상용 소프트웨어인 CST사의 *Microwave studio*를 사용하여 설계되었다.

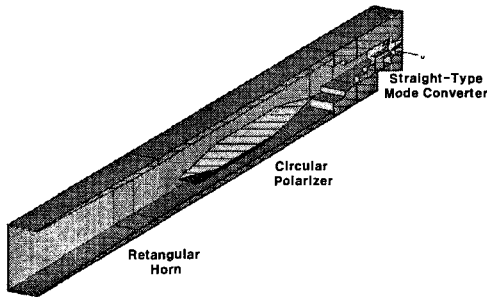


그림 1. 혼 안테나 구조
Fig. 1. The structure of horn antenna

직선구조 모드변환기는 동축선을 타고 입력되는 TEM 모드의 신호를 구형 도파관의 TE 모드로 변환하는 역할을 한다. [그림 2]는 설계된 모드변환기의 구조를 보여준다. 본 그림에 도식된 바와 같이, 동축선으로부터 입력된 TEM 모드의 신호전력을 TE 모드로 변환하기 위하여, 동축선의 내부도체(Inner conductor)가 계단식 모드변환기에 직렬로 연결되었다. 일반적으로 계단식 모드변환기는 단수가 증가함에 따라 반사계수 대역폭이 증가하여 광대역특성을 보이나, 본 논문에서는 혼 안테나의 길이 및 전기적 특성을 고려하여 3단으로 설계하였다.

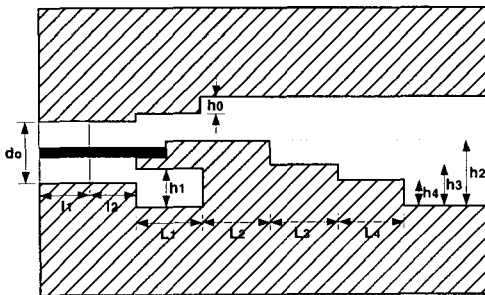
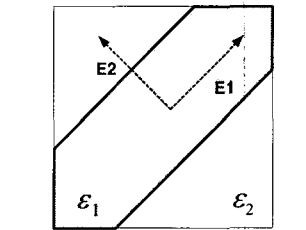
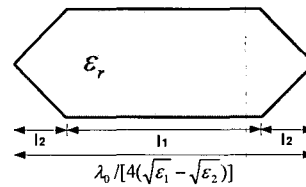


그림 2. 직선구조 모드변환기 및 임피던스 변환기의 구조
Fig. 2. The structure of straight type mode converter ($L_1=2.1, L_2=2.1, L_3=2.1, L_4=2.1, h_0=0.53, h_1=2.13, h_2=1.35, h_3=1.35, h_4=0.8, l_1=1.905, l_2=1, d_0=1.905$)

원형편파기 : [그림 3]은 유전체 타입의 원형편파기의 구조를 도식하고 있다. 유전체 타입 원형편파기는 정사각형의 혼 개구면 내부에 45° 기울어진 방향으로 유전체를 삽입하여, 유전체의 유전율과 길이에 따라서, 상호직교하며 90° 위상차를 갖는 신호성분을 생성하도록 한다. 본 구조는 Ka-대역과 같은 높은 주파수에서, 구조와 제작이 간단하며, 제작오차에 따른 특성의 변화가 심하지 않다는 장점을 갖는다.



(a) 단면도(Cross section view)



(b) 측면도(Side view)

그림 3. 유전체 타입 원형편파기 구조
Fig. 3. The structure of dielectric type circular polarizer

[그림 4]는 원형편파기의 출력단자에서 원형편파를 구성하는 직교한 2개 모드에 대한 크기(Amplitude)와 반사계수(Return loss)를 시뮬레이션한 결과이다. 본 결과에 도식된 바와 같이, 원형편파를 구성하는 2개의 직교모드가 주파수대역 전반에서 거의 동일한 크기를 가지며, 이를 통하여, 넓은 주파수 대역에서 우수한 축비(axial ratio) 특성을 구현할 수 있음을 알 수 있다.

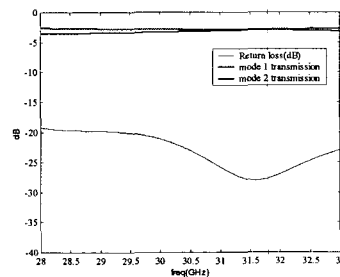
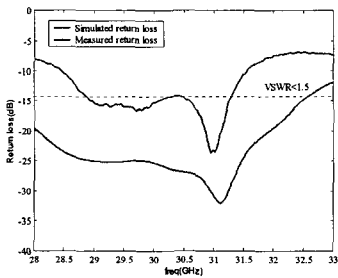


그림 4. 유전체 타입 원형편파기 시뮬레이션 결과
Fig. 4. The simulation result of dielectric

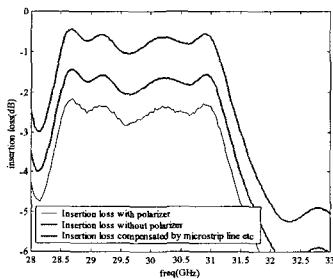
type circular polarizer
 III. 방사구조의 측정 및 제작

혼 안테나는 종단에 위치한 혼과 원형 편파기의 몸체를 하나로 제작하고, 가공된 유전체를 원형편파기에 삽입한다. 또한, 모드변환기는 내부의 계단식 구조를 효율적으로 제작하기 위하여, 모드변환기의 수평면 중앙을 기준으로 세로로 절단된 형상으로 제작되며, 나사를 이용하여 결합하는 방식을 이용하였다.

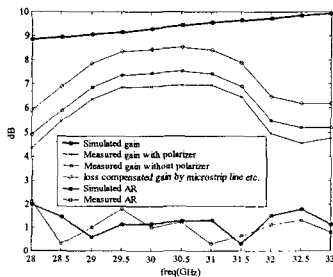
[그림 6] 및 [그림 7]은 제작된 혼 안테나의 전기적 특성에 대한 측정결과를 도식하고 있다. 반사계수는 시뮬레이션 결과에 비하여 다소 열화되어, 28.8 GHz에서 31.2 GHz의 대역에서 $VSWR < 1.5$ 이하의 특성을 갖는다. 혼 안테나의 이득측정과 네트워크 분석기를 통한 삽입손실은 약 2.5 dB이다. 본 손실에서, 0.7 dB는 원형편파기에 삽입된 유전체에 의한 손실이며, 나머지 1.8 dB는 혼 안테나의 제작오차 및 모드변환기의 결합상태에 따라 1.0 dB정도 개선될 수 있음을 실험적으로 확인하였다.



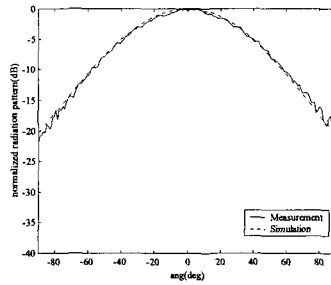
(a) 반사계수 (Return loss)



(b) 삽입손실 (Insertion loss)



(c) 이득/축비(Gain/Axial ratio)



(d) 방사패턴 (Radiation pattern @30.5 GHz)

그림 5. 혼 안테나의 측정결과
 Fig. 5. Measured result of horn antenna

제작된 혼 안테나는 동작주파수 대역에서 6.7~7.0 dBi의 이득을 가지며, 축비는 전 대역에서 1.0 dB 이하로 매우 우수한 성능을 보인다.

IV. 결 론

본 논문에서는 Ka-대역에서 급전손실 및 효율 증가를 위하여 마이크로스트립 형태의 평면형 방사소자가 아닌 도파관 형태의 방사소자에 대하여 설계 및 제작하였다. 제작된 혼 안테나는 임피던스 및 축비대역에서 광대역 특성을 보이며, 실험을 통한 안테나 손실은 2.5 dB 정도이나 제작 및 조립오차 등을 개선하는 경우, 매우 우수한 성능을 갖는 고주파대역의 원형편파용 안테나로 적용할 수 있음을 확인하였다. 본 안테나는 추후 8개로 구성된 배열안테나로 제작되어 Ka-대역 통신용 이동 위성지구국 안테나의 급전부로 활용될 예정이다.

참고문헌

- [1] Reutov, A.S., Shishlov, A.V., "Focuser-based hybrid antennas for one-dimensional beam steering ", *IEEE Conference on Phased Array System and Technology*, pp. 411 - 414, May 2000.
- [2] Ming Chen, G. Tsandoulas, "A wide-band square waveguide array polarizer", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 21, pp. 389 - 391, May 1973.
- [3] U. Tucholke, F. Arndt and T. Wriedt, "Field Theory Design of Square Waveguide Iris Polarizers", *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 34, no. 1, pp. 156 - 160, Jan 1986.