

Ku-대역 직교모드변환기 설계

최종성*, 이종대*, 김영민*, 황순미*, 윤소현**, 안병철*
*충북대학교 전자공학과, **ETRI
Tel. 043-261-3194 / Fax. 043-271-4647

Design of A Ku-Band Orthomode Transducer

Jong-Sung Choi* · Jong-Dae Lee* · Young-Mean Kim* · Soon-Mi Hwang*
So-Hyun Yun** · Bierng-Chearl Ahn*

* Dept. of Radio Engineering Chungbuk National University, **ETRI
hwarang_cjs@hanmail.net, anjong@hanmail.net, arang104@hanmail.net, asfara@hanmail.net,
bician@chungbuk.ac.kr, hwarang_cjs@hanmail.net, sohyun@hanmail.net
· bician@chungbuk.ac.kr

ABSTRACT

In this paper, we present a Ku-band OMT(orthomode transducer) structure employing a simple waveguide transition without a septum. Various aspects of the OMT design are discussed. The design is carried out using a commercial software HFSS®. The designed OMT shows good characteristics over 12.5/14.25 GHz frequency bands.

I. 서 론

직교모드변환기(OMT; orthomode transducer)는 서로 직각으로 편파된 두 전자파 성분을 분리하는 장치로서 위성통신 안테나 피드 구현에 있어서 중요한 부품이다. 최근 인공위성의 발달로 OMT의 활용도가 증가하고 있을 뿐만 아니라, 무선통신의 급격한 증가로 편파를 달리하여 같은 주파수를 공유하는 경우가 많으며 여러 가지 형태의 변환기가 본격적으로 사용되고 있다[1]-[3]. 위성방송이 보편화 되면서 하나의 반사판으로 몇 가지의 위성방송을 수신하기 위한 안테나 피드용으로 OMT를 많이 사용하고 있다.

기존에 설계된 OMT의 경우 모드 차단용의 용이성을 위해 격막(septum)을 삽입하거나, 측면포트의 대역을 넓히기 위해 스텝 구조를 이용함으로써 설계가 복잡하

고 제작이 어렵다는 단점을 가지고 있었다.

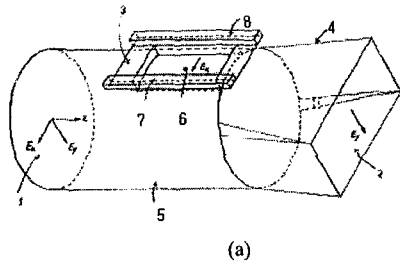
본 논문에서는 비교적 제작이 간편한 테이퍼 구조의 변환부를 사용하였으며, 격막을 사용하지 않고도 만족할 만한 분리도 특성을 보이는 OMT를 설계하였다.

이는 제작비 절감 및 제작상의 오차에서 비롯되는 측정값의 상이성을 해결해 줄뿐 아니라 설계가 간편하다는 장점도 가지고 있다.

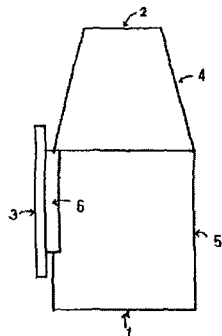
본 논문에서는 격막이 사용되지 않은 구조에서 송신포트(즉, 측면포트) 특성 만족에 주안을 두어 설계하였으며, 용량성 컵을 이용해 반사특성을 개선하였다. 설계에 상용 프로그램인 HFSS를 사용 하였다.

II. 본 론

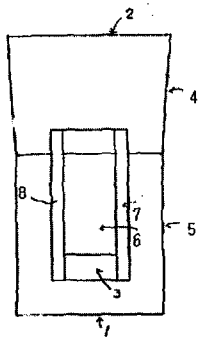
그림 1은 본 논문에서 사용한 OMT의 구조를 보인 것이다. 공용포트(1)에 편파가 서로 직각인 두 개의 모드 E_x , E_y 가 인가되면 E_y 는 포트 2로 전달되고 E_x 는 포트 1으로 전달된다. 포트 2와 포트 3에서의 전계는 서로 수직이므로 두 포트는 상호 격리된다. 완전한 격리는 두 포트 출력 개구면의 크기가 0에 접근할 때 가능하며 실제 격리도는 30-60 dB의 값을 가진다. 그림 1에서 각 부분의 명칭은 아래와 같다.



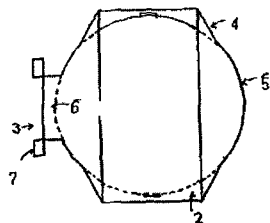
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 1. 직교모드변환기 구조.

(a) 삼차원도, (b) 측면도, (c) 정면도(포트3방향),
(d) 정면도(포트2방향).

- 1: 공용 포트 (포트 1)
- 2: 수신 포트 (포트 2)
- 3: 송신 포트 (포트 3)
- 4: 원형도파관-구형도파관 변환부
- 5: 원형도파관
- 6: 송신 포트-원형도파관 결합 슬롯
- 7: 송신 포트 결합용 커패시터

격막을 사용하지 않을 경우 송신 포트의 대역폭이 좁아진다는 단점을 지니고 있기 때문에 본 논문에서는 송신 포트가 대역내에서의 특성을 만족할 수 있도록 하는 것에 주안을 두고 설계하였다.

A. 원형-구형 도파관 변환부 설계

변환부의 설계는 계단식과 연속식 두 종류의 설계 방법으로 구분할 수 있는데, 계단식 설계의 경우 적절히 설계하면 우수한 특성을 제공하나 본 논문에서는 설계의 용이성을 위해 연속식 설계 방법을 사용하였다.

변환부의 길이를 증가시키면서 포트 2의 사용 주파수 대역에서 반사계수가 작은 최소의 변환부 길이를 결정한다. 본 연구에서 설계한 직교모드 변환기의 원형도파관-구형도파관 변환기의 길이는 27mm이다.

B. 결합 슬롯 설계

OMT 설계에서 가장 어려운 부분으로서 핵심적인 부분으로 포트 3의 도파관 크기에 맞으면서 동작 주파수 대역에서 임피던스 정합이 잘 되도록 설계해야 한다. 결합슬롯의 가로 방향을 원형도파관 축과 평행한 방향이라고 할 경우 세로의 길이를 작게 하면 포트 2와 포트 3의 분리도는 증가하나 임피던스 정합이 보다 어렵게 된다. 포트 2와 포트 3의 분리도가 충분히 큰 경우 슬롯의 세로가 가로의 1/2이 될 경우 양호한 특성을 보이는데 본 논문에서는 세로의 길이를 6.8 가로의 길이를 14.4로 설계하였다.

결합슬롯의 가로 크기를 조절하여 임피던스 정합이 잘되는 중심 주파수를 설정한다. 결합슬롯의 가로와 세로 크기를 가능한 범위 내에서 모두 조정하여도 충분히 양호한 임피던스 정합을 얻지 못하는 경우에는

임피던스 정합회로를 사용한다.

임피던스 정합회로로서는 도파관 높이가 변하는 계단형과 용량성/유도성 창(iris) 또는 봉(post)을 사용하는 임피던스 튜닝 방법 등이 있는데 본 논문에서는 창을 사용하여 포트 3의 반사계수를 감소시켰다.

위에서 설명한 방법으로 전체 직교모드변환기를 설계하였다. 그림 2는 설계된 직교모드변환기의 모습을 보인 것이다.

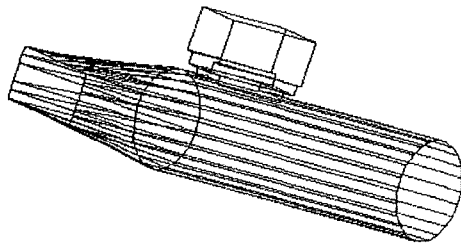
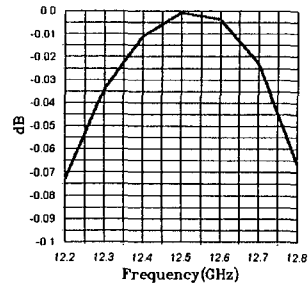


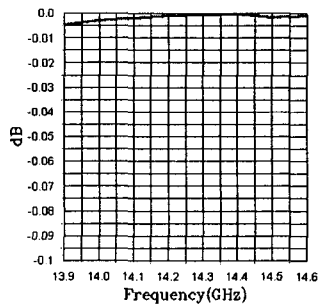
그림 2. 설계된 직교모드변환기.

그림 3은 각 포트에서의 투과계수를 계산한 결과이다. 포트 2와 포트 3 모두 사용 대역 내에서 0.1 dB 이하의 삽입손실을 보인다. 그림 4는 각 포트에서의 반사계수를 계산한 것이다. 포트 3에서의 반사계수는 격막을 사용하지 않은 이유로 협대역을 보이고 있으나, 사용 대역인 12.25 - 12.75GHz내에서는 -20dB이하의 값을 보이고 있다. 포트 2의 반사계수는 상당한 광대역 특성을 보이고 있으며, 사용 대역인 14.0 - 14.5GHz 대역에서 -30dB이하의 특성을 갖는다.

그림 5는 포트 2와 포트 3의 전달계수를 계산한 것이다. 이로부터 두 포트의 격리도는 동작 주파수 대역에서 40 dB 이상임을 알 수 있다. 그림 6은 직선포트-공용포트, 측면포트-공용포트 간의 전자파의 진행 모습을 보인 것이다. 이로부터 직선포트와 측면포트는 전력이 잘 전달되지 않고 높은 분리도를 가짐을 알 수 있다.

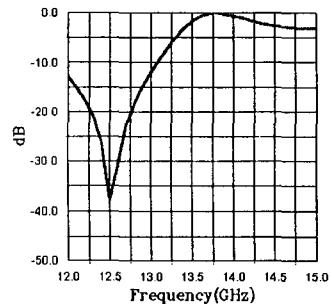


(a) 포트 2

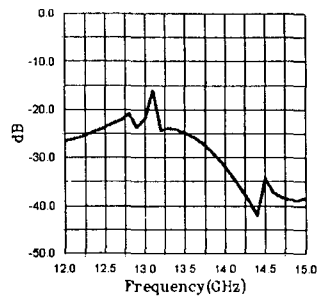


(b) 포트 3

그림 3. 설계된 직교모드변환기의 투과 특성.



(a) 포트 2



(b) 포트 3

그림 4. 설계된 직교모드변환기의 반사 특성.

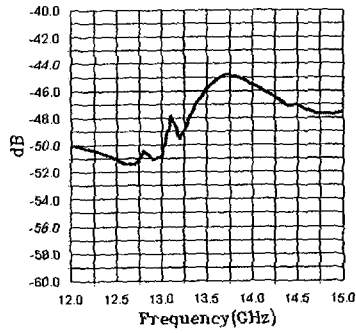


그림 5. 포트 2와 포트 3의 전달 특성.

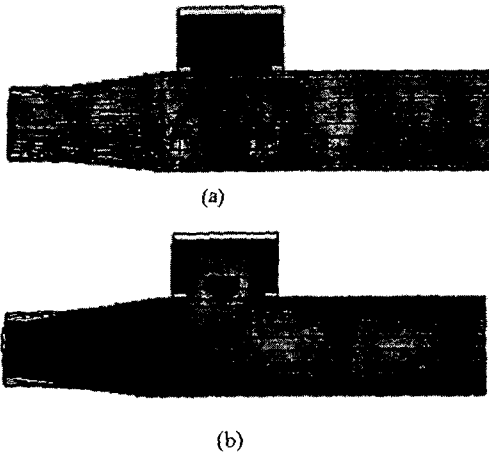


그림 6. 직교모드변환기에서 직선포트-공용포트 간(a)과 측면포트-공용포트간(b)의 전자파 진행모습.

직교모드변환기를 제작 측정하여 설계의 타당성을 검증하는 것이다.

참고 문헌

- [1] H. P. Joglekar and M. Singh, "A rectangular waveguide orthomode transducer," *International Journal of Electronics*, vol. 47, no. 5, 1979, pp. 515-517.
- [2] A. M. Boifot, "Simple and broadband orthomode transducer", *IEE Proceedings H*, vol. 137, no. 6, pp. 396-400, 1990.
- [3] O. Ishida, Y. Isota, M. Miyazaki, F. Takeda, "A wideband orthomode transducer for a Ku-band earth station," *Trans. Inst. Electronics Comm. Eng. Japan*, vol. J68, No. 11, Nov. 1986, pp. 1408-1414.

III. 결 론

본 논문에서는 기존의 직교모드변환기 설계시 문제가 되었던 설계 및 제작의 복잡성을 해결하기 위해 격막이 들어가지 않은 테이퍼 형태의 변환부를 사용한 직교모드변환기를 설계하였다.

설계된 직교모드변환기는 송수신포트에서 -20 dB 이하의 반사계수, -0.1 dB이상의 투과계수를 나타내었으며, 격막을 사용하지 않고도 -40 dB 이하의 우수한 격리도 특성을 나타내었다. 향후 과제로는 설계된