

# 평판형 방사소자를 이용한 원형편파용 혼 안테나 설계

## Conformal Horn Antenna for Circular Polarization using Planar-type Radiator

정 영 배\*

Young-Bae Jung\*

### Abstract

This paper introduces a novel horn antenna for circular polarization using a planar-type radiator. This antenna can be divided to two parts, microstrip antenna and square horn. The microstrip antenna has the role of feeder and polarizer of the horn antenna, and it is designed to stacked type having metal spacer for high gain, high isolation and wideband characteristic. Using the proposed antenna structure, the horn antenna needs not additional structure such as feeder and polarizer, and the size of it can be considerably reduced. The horn antenna has typical gain of 8dBi and 3-dB axial-ratio bandwidth around 4.9%. This antenna can widely used for various antenna system for mobile and satellite communication using circular polarization especially in high frequency band.

### 요 약

본 논문에서는 평판형 방사소자를 이용한 새로운 원형편파용 혼 안테나를 제안한다. 본 안테나는 평판형 마이크로스트립 안테나와 구형 혼으로 구성되며, 혼 내부에 삽입되는 마이크로스트립 안테나는 혼에 전력신호를 여기하는 급전부이자 편파기로서 동작한다. 또한, 마이크로스트립 안테나는 고이득, 높은 고립도 특성과 함께 광대역을 구현하기 위하여 금속 스페이서를 삽입한 적층형 구조로 설계되었다. 제안된 구조를 통하여, 혼 안테나는 급전부와 편파기와 같은 부가적인 구조를 별도로 설계하지 않음으로써 안테나의 소형화를 도모할 수 있다. 제안된 안테나는 8.6dBi의 이득과 4.8%의 3-dB 축비 대역폭을 가지며, 특히, 높은 대역에서 원형편파로 동작되는 이동통신 및 위성통신 분야의 다양한 안테나 시스템에 적용될 수 있다.

*Key Word: Antenna, circular polarization, microstrip, polarizer*

### 1. 서론

멀티미디어 서비스가 일반화됨에 따라, 통신 주파수는 점차 높아지고 있는 상황이다. 또한, 다양한 이동통신서비스 및 관련된 무선통신기기의 등장으로 고

이득 특성을 갖는 혼 안테나의 수요는 날로 증가하고 있다. 혼 안테나는 혼의 입력부에 급전된 신호전력을 금속 혼을 통하여 자유공간에 방사함으로써, 혼의 길이 및 개구면의 크기에 따라서 고효율 및 고이득 특성을 구현할 수 있다. 그러나, 일반적인 혼 안테나의 경우, 복잡한 급전부와 편파기(Polarizer) 구조로 인하여 제작이 용이하지 않다는 단점을 갖는다. [1-2] 본 논문에서는 평판형 방사소자를 이용하여 혼 안테나에서의 원형편파기와 급전기로 적용하는 새로운 혼 안테나를 제안한다. 본 안테나는, 기존에 널리 사용되고 있는 기존의 구조와 달리, 원형편파를 발생시키는 평판형 방사소자를 이용하여 도파관 혼에 전력을 급전(Feeding)하고, 원형편파기(Polarizer)의 역할을 대

\* 정회원, 한밭대학교 전자.제어공학과  
(Electronics and Control Engineering, Hanbat National University)

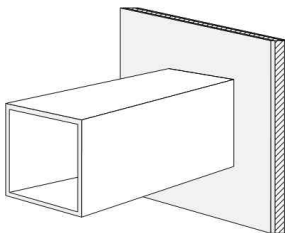
※ This work was supported by the IT R&D program of MKE/KCC/KEIT [10035181-2010-01], Development of RF Energy Transmission under 100Watts and Harvesting Technology

接受日:2012年 07月 12日,  
掲載確定日: 2012年 07月 19日

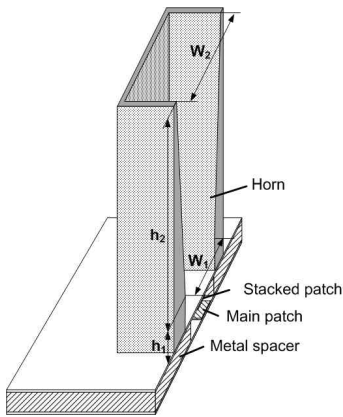
체함으로써, 제작이 용이하고, 제작비용이 절감되는 장점을 가지며, 다양한 안테나시스템에 적용되어 배열안테나의 단위소자로 적용할 수 있다.

## II. 혼 안테나 설계

(그림 1)은 본 제안된 평판형 방사소자를 이용한 혼안테나의 전체 구조이다. 그림에 도식된 바와 같이, 제안된 안테나는 크게 두 개의 부분으로 구성된다. 먼저, 평판형 방사소자로서, 혼 안테나의 입력부 중앙에 위치하며, 혼 안테나로 전력을 급전하는 급전부의 역할을 수행하며, 평판안테나의 방사기 구조에 따라 혼 안테나에 요구되는 편파를 용이하게 발생시킬 수 있는 편파기의 역할을 수행한다. 또한, 도파관의 입력부는 일반적인 혼 안테나와 달리 평판형 방사소자의 그라운드와 연결하지 않아도 최적의 성능을 구현할 수 있어서, 혼 안테나의 내부에 평판형 방사소자를 삽입하고 고정해야 하는 등의 구조적인 문제를 피할



(a) 측면도 (Perspective view)



(b) 세부 단면도 (Cross-section view)

그림 1. 제안된 원형편파용 혼 안테나 구조  
Fig. 1. Proposed horn antenna structure

수 있다.

상술한 평판형 방사소자의 세부구조는 (그림 2)에 도식되어 있다. 본 설계에서는 사각형 방사소자의 모서리를 삼각형으로 절단함으로써 원형편파를 생성하는 원형편파용 방사소자(Corner truncated square patch radiator)를 적용하였다. 또한, 안테나의 고이득 및 광대역 특성을 구현하기 적층구조로 설계되었으며, 주 방사부(Main patch)와 적층 방사부(Stacked patch)사이에서 금속 스페이서를 삽입하여, 두 개의 방사부 사이를 공기층이 되도록 함으로써 유전체를 사용한 적층안테나에 비하여 고효율 특성을 갖도록 하였다. 본 구조에서 금속 스페이서는 주 방사부와 적층 방사부에 의해서 생성된 표면전류를 제거함으로써 평판형 안테나의 측면으로부터 누설전력이 발생되지 않도록 한다.

평판형 방사소자는 Taconic사의 TLY-5A ( $\epsilon_r=2.17$ ,  $t=51\text{mil}$ )을 이용하였으며, 상용 시뮬레이터인 CST사의 Microwave studio를 통하여 설계하였다. 또한, 프루브(Probe) 급전구조를 적용하여, 입력부 체결 및 제작에 용이하도록 함으로써, 기존의 도파관안테나의 단점을 보완하였다. 제작된 방사소자는 중심주파수 20.2GHz에서 6.8dBi의 이득과 함께 2.0dB의 축비특성을 보인다.

혼은 (그림 1)에 도식된 바와 같이, 평판형 방사소자에 접하는 부분은 사각형 도파관과 내부 구경의 크기가 일정각도를 갖고 커지는 형태의 혼으로 구성된다.

사각형 도파관은 내부 구경의 한 변의 길이  $W_1=11.3\text{mm}$ 인 정사각형 구조를 갖으며, 방사소자와 혼

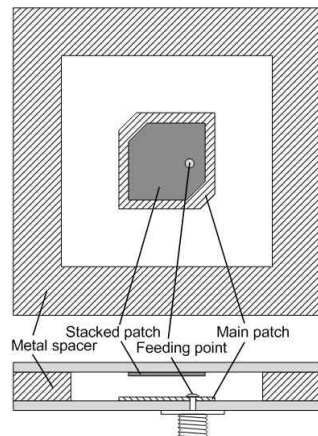


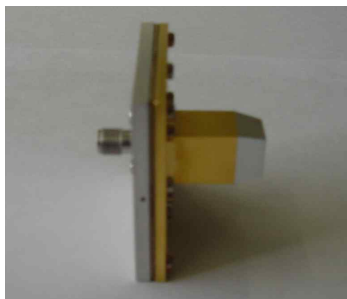
그림 2. 평판형 방사소자의 구조  
Fig. 2. Planar radiation element antenna structure

의 입력부 사이에 임피던스를 정합한다. 정합에 주요한 요소는 도파관의 길이이며, 본 설계에서는 최적의 특성을 위하여  $h_1=3.8\text{mm}$  로 설계하였다.

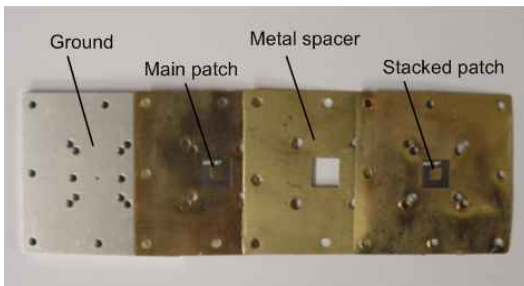
혼 안테나의 최적 성능 구현을 위하여, 혼 안테나의 설계에서 있어서, 순차적인 설계요소(Design parameter) 최적화 방식을 상용하였다. 최초 방사소자와 혼 사이의 임피던스 정합을 위하여 선정된 사각형 도파관의 길이( $h_1=3.8\text{mm}$ )에서 최적의 사각형 도파관의 크기  $W_1=11.3\text{mm}$ 을 산출하였다. 또한, 기 산출된 설계수치를 이용하여 혼 전체길이  $h_2=34\text{mm}$  결정되었으며, 최종 혼의 개구면의 크기  $W_2=12.7\text{mm}$  이다.

### III. 제작 및 측정

최적화된 설계수치를 이용하여, (그림 3)과 같이, 혼 안테나를 제작하였다. 혼은 알루미늄을 이용하였으며, 혼의 내부가 모서리가 직각인 사각형인 관계로 일반적인 기계적 제작기법과 함께 방전가공(Electrospark machining)을 실시하였다. 또한, 혼의 종단 개구면 부분에 대하여, 혼의 두께가 넓은 경우, 신호의 산란 및 표면전류에 의한 불요방사가 발생되어 안테나의 방사



(a) 조립된 혼 안테나 형상



(b) 평판형 방사소자 분해형상

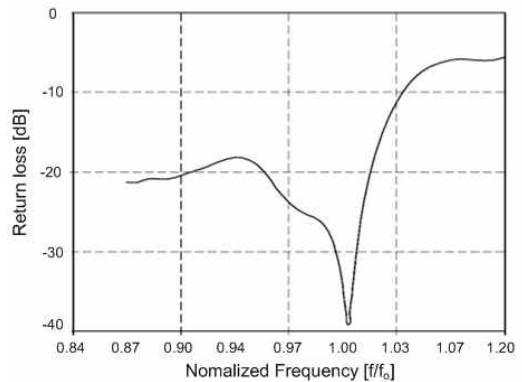
그림 3. 제안된 혼 안테나의 시제품  
Fig. 3. Fabricated proposed horn antenna

패턴을 열화시킬 수 있다. 이를 방지하기 위하여, 혼의 종단부를 두께를 0.1mm 로 설정하여 절삭 가공하였다.

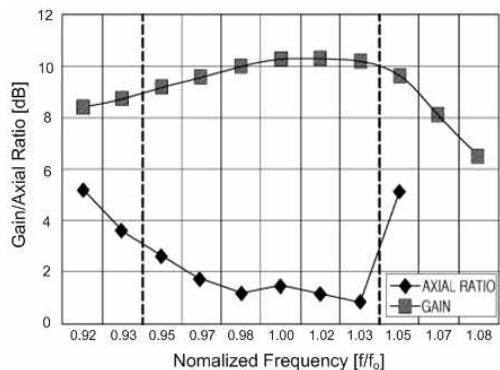
평판형 방사소자는 제작된 사진과 같이, 주 방사부와 적층 방사부 기관 사이에 일정크기의 개구면을 갖는 구리판을 삽입하였다. 또한, 방사부 기관의 주변 및 하층부를 금속으로 도금함으로써 삽입된 금속판과 금속판 위, 아래에 적층되는 방사부 기관이 상호 공동 그라운드를 갖도록 함으로써, 평판형 안테나의 측면이 금속 그라운드로 차단되어, 방사소자로부터 방사된 신호전력이 기관의 측면을 통하여 불요방사되는 것을 차단하였다.

제작된 혼 안테나는 성능은 Orbit사의 무반사실(Anechoic chamber)에서 측정되었다.

혼 안테나의 시뮬레이션 및 측정결과는 (그림 4)에 도시되었다. 혼 안테나는 중심주파수에서 10-dB 기



(a) 반사손실



(b) 이득 및 축비

그림 4. 혼 안테나 시제품의 시뮬레이션 및 측정결과  
Fig. 4. Simulation and measured results of fabricated horn antenna

준으로 약 14.9%의 광대역 임피던스 대역폭을 가지며, 4.8%의 3-dB 축비 대역폭을 갖는다. 대역폭은 평판형 방사소자의 특성에 의존적으로 결정되며, 본 설계에 적용된 구조가 아닌 여타 광대역 소자를 적용하는 경우, 보다 넓은 대역폭 특성을 구현할 수 있다. 또한, 혼 안테나의 이득은 중심주파수에서 8.6dBi이며, 측정된 임피던스 대역폭 내에서 최소 6.8dBi의 이득특성을 보였다. 이득특성 역시, 혼 안테나의 개구면의 크기에 따라서 높은 고이득 특성을 구현할 수 있다.

제작된 안테나의 실효 개구면(12.7mm×12.7mm)을 고려한 이론적 이득은 10.0dBi이며, 이에 대한 측정된 이득결과 8.8dBi를 비교한 안테나의 효율은 중심주파수 20.2GHz 기준 72%이다. 본 효율은 일반적인 혼 안테나의 효율과 유사한 수준으로 본 안테나에서 제안한 구조를 통하여 일반적인 혼 안테나에 단점인 복잡한 급전부 및 편파기 구조를 평판형 방사소자로 대체할 수 있으며, 이를 통하여, 기존의 안테나와 유사한 전기적 특성을 얻을 수 있음을 확인하였다.

#### IV. 결론

본 논문은 원형편파용 혼 안테나에 평판형 방사소자를 적용함으로써, 일반적인 원형편파용 혼 안테나 구조에서의 급전기와 원형편파기를 동시에 구현할 수 있음을 보였다. 제안된 구조를 통하여, 일반적인 혼 안테나의 단점으로 지적되는 복잡하고 제작이 어려운 급전기와 편파기를 대체함으로써, 원형편파용 혼 안테나를 소형화 할 수 있으며, 설계상의 편리함과 함께 제작 단가를 크게 낮출 수 있다는 장점을 갖는다.

제안된 안테나는 간단한 구조를 통하여 기존의 혼 안테나의 전기적 성능을 실현함으로써, 높은 주파수 대역에서 서비스되는 위성통신을 포함하여, 고효율이 요구되는 다양한 통신시스템에 적용될 수 있다.

#### 참고문헌

- [1] Yang, K.-P., and Wong, K.-L., "Dual-band circularly-polarized square microstrip antenna," IEEE Trans. Antennas and Propagation, vol. 49, No. 3, pp. 377 - 382, 2001
- [2] Sung, Y.J., and Kim, Y.S., "Circular polarised microstrip patch antennas for broadband and dual-band operation," Electronics Letters, vol. 40, no. 9, pp. 520 - 522, 2004

- [3] Kim, Y.J., Yun, W.S., and Yoon, Y.J., "Dual-frequency and dualpolarisation wideband microstrip antenna," Electronics Letters, vol. 35, no. 17, pp. 1399 - 1400, 1999
- [4] Choi, D.H., and Park, S.O., "Dual-band and dual-polarised microstrip antenna," Electronics Letters, vol. 42, no. 2, pp. 68 - 69, 2006
- [5] Lee, J.-M., Cho, Y.-H., Pyo, C.-S., and Choi, I.-G. "A 42-GHz wideband cavity-backed slot antenna with thick ground plane," ETRI Journal, vol. 26, no. 3, pp. 262 - 264, 2004
- [6] Y.-B.Jung., "Ka-band Polarizer Structure and its antenna application," Electronics Letters, vol. 45, no. 18, pp. 931 - 932, 2009

#### 저 자 소 개

##### 정 영 배 (정회원)



1998년: 광운대학교 전파공학 (공학사)

2011년: KAIST 정보통신공학 (공학 석사)

2009년: KAIST 정보통신공학 (공학 박사)

2001년 2월~2011.02 : 한국전자통신연구원 전파기술연구부

2011년 2월~현재: 국립 한밭대학교 전자.제어공학과 교수 <주관심분야> 이동 및 위성통신용 안테나, 레이더, RF 및 초고주파 부품