

## 2.4GHz대의 원형편파 다이버시티시스템 설계 및 제작

이주현 · 김판신 · 안재성 · 박정훈 · 하덕호

부경대학교 정보통신공학과

### Design and Fabrication of Circularly Polarization Diversity System for 2.4GHz Band

J. H. Lee · P. S. Kim · J. S. An · J. H. Park · D. H. Ha

Dept. of Telecomm. Eng., Pukyong National University

E-mail : leejuh@mail1.pknu.ac.kr

#### 요 약

본 논문에서는 원형편파를 송신하고 수직 및 수평편파를 합성하는 방식의 원형편파 다이버시티시스템을 설계 및 제작하였다. 중심주파수 2.4GHz의 수직 및 수평편파안테나 그리고 90도 Hybrid Combiner를 설계 제작하여 원형편파 다이버시티시스템의 송신계를 구성하였고, 수직 및 수평편파 안테나와 편파 다이버시티 합성기를 설계 제작하여 원형편파 다이버시티시스템의 수신계를 구성하였다. 설계에 사용된 프로그램은 Ensemble 5.0이고 제작된 안테나, 위상기 및 합성기는 Network Analyzer(8753ES)를 이용하여 측정했으며 시뮬레이션 결과와 측정결과가 상당히 일치함을 확인했다.

#### I. 서론

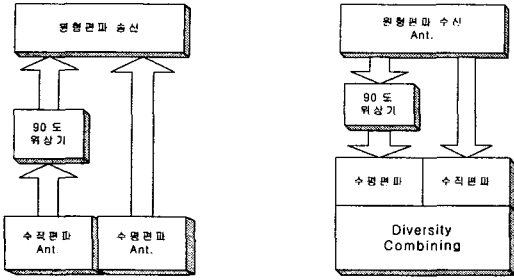
이동무선 환경에서 다중경로 페이딩을 극복하는 실질적이고 가장 유용한 방법은 다이버시티 기술이다. 일반적으로 다이버시티기법에는 공간, 주파수, 편파 다이버시티방법이 있다. 공간 다이버시티방법은 안테나 사이에 충분한 공간이격(수-수십파장)이 필요하므로 비용 면에서 불리하다. 주파수 다이버시티방법은 동일한 정보를 서로 다른 두 주파수에 실어 보내므로 대역 효율과 전력 면에서 불리하다. 편파 다이버시티는 동일한 위치에 두 개의 서로 다른 편파안테나를 사용해 수신하는 다이버시티방법이며 부가적인 대역폭이나 전력이 필요 없는 것이 장점이다. 기존의 편파 다이버시티방법은 수직편파를 송신하고 수직 및 수평편파 브랜치를 이용한 편파다이버시티기법을 이용하고 있다[1-2]. 또한, 편파특성이 우수한 원형편파를 송신하고 수직 및 수평편파를 합성하는

원형편파 다이버시티방법도 이론적으로는 많은 연구가 진행되고 있다[3]. 본 연구실에서 지금까지 원형편파의 특성을 연구한 결과 원형편파는 기수회 반사파 수신을 억제하므로 가시거리전파 환경에서 원형편파로 송수신(C-C)한 경우 신호특성이 가장우수 하였고 비가시거리 전파환경에 있어서는 원형편파를 송신하고 수직 및 수평편파로 다이버시티 수신한 경우(C-VH)가 수직편파로 송신하고 수직 및 수평편파로 다이버시티 수신하는 경우(V-VH)보다 우수한 특성이 있음을 연구한 바 있다[4-6]. 따라서 본 연구에서는 비가시거리 전파환경에서도 특성이 좋은 원형편파 다이버시티시스템을 마이크로스트립 기판을 이용하여 설계 및 제작하고자 한다.

#### II. 원형편파다이버시티시스템

그림 1은 본 연구에서 설계 제작하고자하는 원형 편파 다이버시티시스템의 구성도 이고 송신계와 수

신계로 구분한다. 원형편파 다이버시티시스템의 합성방법은 수신된 원형편파를 90도 위상기를 이용하여 수직 및 수평 편파로 분리하여 합성한다.



<송신계> <수신계>  
[그림 1] 원형편파 다이버시티시스템 구성도

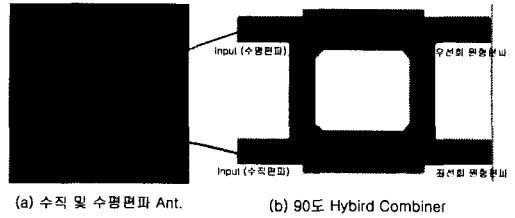
다이버시티 합성법은 검파이전(pre-detection)과 검파이후(post-detection)로 나눌 수 있다. 검파이전 방식에서는 최대비합성, 등이득합성, 선택절환법등이 있으며 최대비합성법은 다른 방법과 비교하여 가장 우수한 방식이지만 위상동기장치, 가중치회로, 합성회로가 요구되어 구성하기가 상당히 어렵다. 또한, 등이득합성법은 가중치회로만 제외하고 최대비 합성회로와 같고 성능개선은 최대비 합성보다는 약간 낮다. 다중경로 페이딩 전파환경에서 정확하고 안정한 위상동기를 추적하는 회로를 실현하는 것이 매우 어렵기 때문에 VHF, UHF 그리고 그 이상의 주파수대인 마이크로파 이동무선통신에서는 최대비합성 과 등이득합성법이 적합하지 않다. 이러한 두 방법과 비교하여 가장 높은 신호를 선택하는 선택절환방법은 두 방법보다는 성능이 약간 떨어지지만 회로구성이 간단하기 때문에 이동무선방식에서 더 선호하고 있다. 하지만 신호의 연속적인 모니터링으로 다이버시티 브랜치 수만큼의 수신기가 필요하고, switching에 의해 야기될 수 있는 반송파의 위상 transient와 Switching 시 야기되는 잡음으로 인하여 성능을 경감시키는 문제점을 갖고 있다.

따라서, 본 연구에서는 기존의 다이버시티시스템 합성법보다 구성이 간단하고 성능이 우수한 원형편파 다이버시티시스템을 제작한다.

### III. 설계 및 시뮬레이션 결과

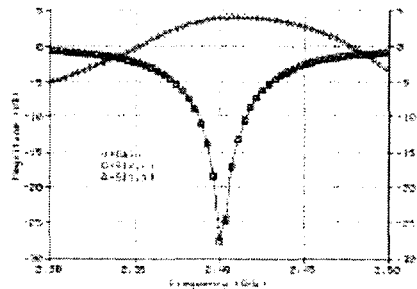
#### 1. 원형편파 안테나

설계는 Ensemble 5.0로 하였고 사용된 기판은 유전율을 2.5, 두께1.6mm이다. 그림 2는 중심주파수 2.4 GHz에 설계된 원형편파 안테나를 보이고 있다.

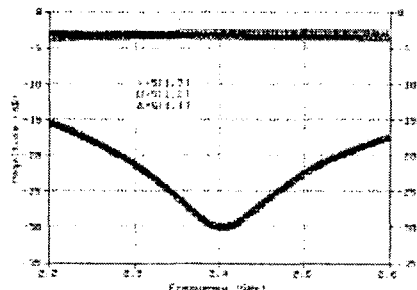


[그림 2] 설계된 원형편파 안테나

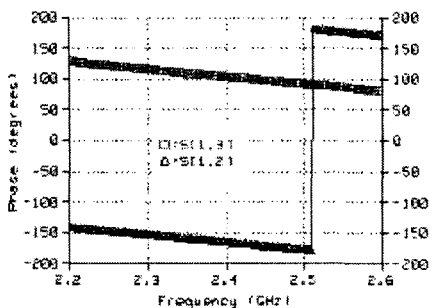
그림 2에서 알 수 있듯이 제작된 원형편파 안테나는 수직 및 수평편파 안테나로 사용이 가능하고 우선회 및 좌선회 원형편파 안테나로 사용이 가능하다. 그림 3은 그림 2(a) 수직 및 수평편파 안테나의 S11 과 이득에 대한 시뮬레이션 결과이다. 그림 3에서 알 수 있듯이 각각의 수직 및 수평편파안테나의 S11은 중심주파수 2.4 GHz에서 약 -27dB 로 양호함을 알 수 있다. 그림 4는 그림 2(b)의 90° Hybrid Combiner 이득과 위상차의 시뮬레이션 결과이다. 그림4(a)에서처럼 Hybrid의 이득 S12 와 S13는 중심주파수 2.4GHz에서 약 -3dB로 양호하며 S12와 S13의 위상차는 약 90° (S12:103.9° , S13:-166.4° )로 양호함을 그림 4(b)에서 알 수 있다. 따라서 수직 및 수평편파의 위상차가 90° 되는 원형편파 안테나를 설계하였다.



[그림 3] 수직 및 수평안테나의 시뮬레이션 결과

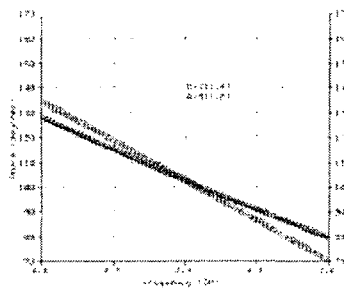


(a) 이득



(b) 위상차

[그림 4] 90° Hybrid Combiner의 시뮬레이션결과

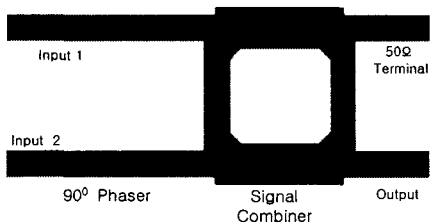


(b) 위상차

[그림 6] 편파다이버시티합성기의 시뮬레이션결과

## 2. 편파다이버시티 합성기

그림 5는 설계된 편파다이버시티 합성기이다. 입력에 수직 및 수평편파 안테나로부터 신호가 유입되면 편파다이버시티 합성기를 통해 출력된다. 그림 6에서는 설계된 편파다이버시티 합성기의 이득과 위상차에 대한 시뮬레이션 결과이다. 그림 6(a),(b)에서 알 수 있듯이 이득은 각각 -3dB이며, 위상차는 0°임을 알 수 있다.

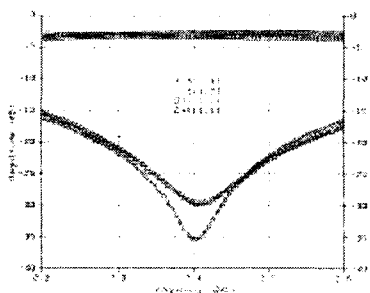


[그림 5] 설계된 편파다이버시티

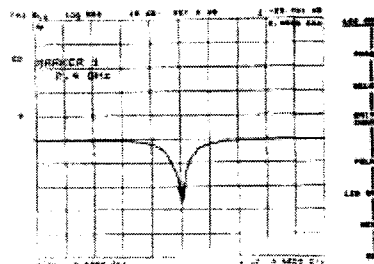
그림 2(a)와 같이 설계된 수직 및 수평편파 안테나와 그림 2(b)의 90도 Hybrid Combiner를 조합하여 제작한 원형편파 안테나를 그림 7에서 보인다. 그림 8과 그림 9에서는 제작된 수직 및 수평편파 안테나의 S11과 임피던스 특성을 Network Analyzer(Agilent, 8753ES)를 이용한 측정결과이다. 그림 8과 그림 9에서 알 수 있듯이 제작된 수직 및 수평편파안테나의 S11은 2.4GHz에서 약 -23dB를 각각 보이며 시뮬레이션 결과와 상당히 일치하며, 임피던스도 50Ω 근처에서 양호하게 성함 됨을 알 수 있다.



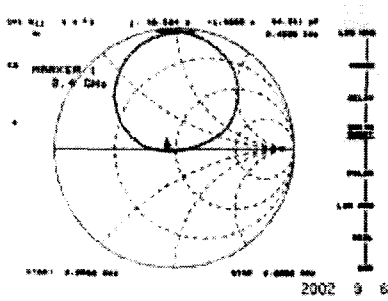
[그림7] 제작된 원형편파안테나



(a) 이득

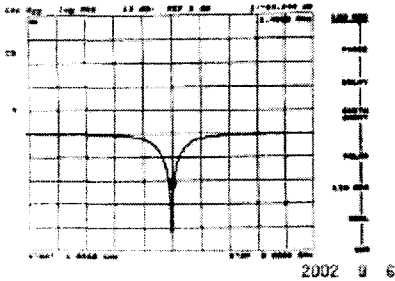


(a) 수직안테나의 S11

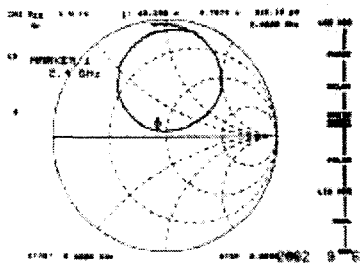


(b) 임피던스특성

[그림 8] 수직안테나의 측정결과



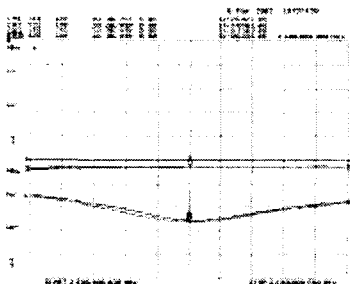
(a) 수평안테나의 S11



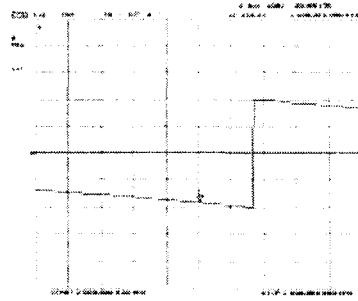
(b) 임피던스특성

[그림 9] 수평안테나의 측정결과

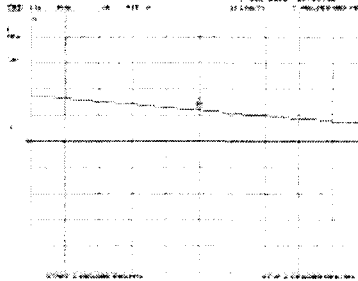
그림 2(b)의 90도 Hybrid Combiner의 측정결과를 그림 10에서 보이고 있다. 그림 10(a)에서 알 수 있듯이 이득은 각각 약 -3dB로 양호하며, 위상차는 그림 10(b)에서처럼 90° (S13:106°, S12: -164°) 차이가 있음을 알 수 있다.



(a) 이득



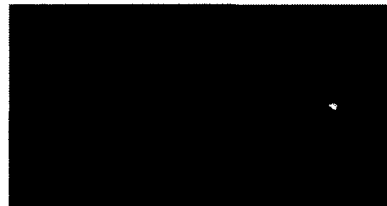
(b) 위상차: S12(-164°)



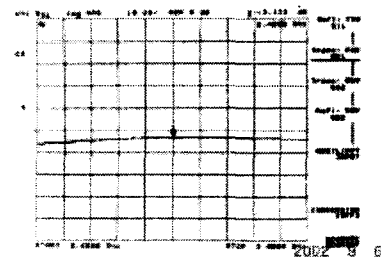
(c) 위상차: S13(106°)

[그림 10] 90도 Hybrid Combiner의 이득과 위상차

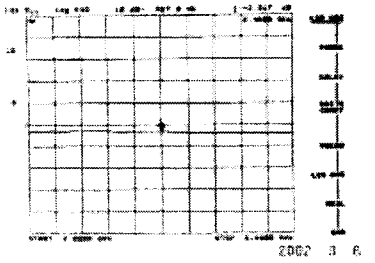
그림 11은 그림 2(a)의 수직 및 수평편파 안테나와 그림 6의 다이버시티합성기를 조합하여 제작한 편파다이버시티 합성기이다. 그림 12와 그림 13은 다이버시티합성기의 이득과 위상차의 측정결과이다. 그림 12에서는 제작된 다이버시티합성기의 S12와 S13가 각각 -3dB가 됨을 보여주고 있으며 그림 13에서는 S12와 S13 위상차가 0° 가됨을 알 수 있다.



[그림 11] 제작된 다이버시티 합성기

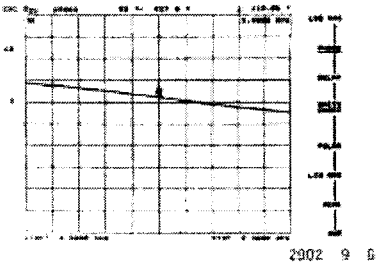


(a) S12

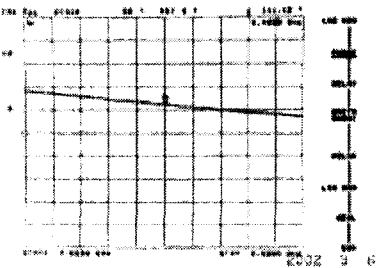


(b) S13

[그림 12] 다이버시티합성기의 이득



(a) S12



(b) S13

[그림 13] 편파다이버시티 합성기의 위상차

## V. 결론

본 논문에서는 비가시거리 전파환경에서도 페이딩을 경감시킬 수 있는 원형편파 다이버시티 시스템을 설계 및 제작하였다. 시뮬레이션은 Ensemble5.0을 사용했다. 제작된 안테나, 위상기, 합성기는 Network Analyzer(Agilent, 8753ES)로 측정했으며 시뮬레이션결과와 상당히 일치함을 알 수 있었다.

원형편파 안테나를 제작하기 위한 수직 및 수평편파 안테나들의 S11특성도 양호하였고, 90° Hybrid Combiner의 이득은 -3dB, 위상차는 90°로 양호한 특성을 나타냈다. 그리고 편파다이버시티합성기도 마찬가지로 이득은 -3dB, 위상차는 0°로 양호한 특성을

나타냈다.

차후연구과제로는 제작된 원형편파 다이버시티 시스템을 이용하여 실제 이동무선전파환경에 측정을 통해 그 성능을 확인할 것이다.

## [참고 논문]

- [1] S. Kozono, H. Tsuruhara, and M. Sakamoto, "Base station polarization diversity reception for mobile radio", *IEEE Trans, Veh. Technol.*, vol. VT-33, no.4, pp.301-306, 1984
- [2] E. Shin, S. Safavi-Nacini, "A Simple Theoretical Model for Polarization Diversity Reception in Wireless Mobile Environments", *Antennas and Propagation Society, IEEE International Symposium 1999*, vol. 2 pp.1332-1335
- [3] 박성훈, 이주현, 하덕호, "실내 무선환경에서 원형파를 이용한 편파다이버시티의 이론적 모델", 마이크로파 및 전파학술대회 논문집, pp. 389-392, 2002. 9
- [4] Byung-Ok Kim, Ju-Hyon Lee, Deock-Ho Ha et al., "A Study on the Optimum Polarization Diversity Considering XPD in Indoor Radio Environments", 1998 Korea-Japan AP/EMC/EMT Joint Conference, Korea-Japan AP/EMC/EMT Joint Conference Proceedings, pp21~25, Sep 1998, Pusan, Korea.
- [5] 이주현, 윤영석, 하덕호, "실내 무선 환경에서 최적 편파 다이버시티 구성을 위한 XPD 보상방법에 관한연구" 한국전자파학회, pp. 83-86, 1998. 11. 28, 경희대학교
- [6] 하덕호, "실내무선 전파환경에서의 페이딩 경감대책과 수신전계강도 예측기법", 한국전자파학회, 한국전자파학회지, Vol 10, pp 51-68, 1999. 3