

---

# 원형편파 안테나 특성 연구

박용욱\*

## Characteristics of Circularly Polarized Antenna

Yong-wook Park\*

요 약

본 논문에서는 1.57GHz의 중심주파수를 갖는 GPS와 2.63~2.65GHz의 중심주파수를 갖는 DMB 대역의 원형편파 마이크로 스트립 안테나를 연구하였다. 설계된 안테나는 HFSS v10.0으로 설계 및 최적화한 후 corner truncated 방식을 사용하여 편파를 구현하였고, 패치사이즈, corner truncated, 급전위치 변경 세 가지 변수를 이용하여 두 대역의 안테나를 제작하여 특성을 분석하였다.

### ABSTRACT

In this paper, circularly polarized micro-strip GPS of 1.57 GHz and DMB of 2.63~2.65GHz antenna have been studied. In order to improve of frequency properties, parameters such as patch size, corner truncated type, and feed positions were simulated using HFSS program. GPS and DMB antenna were fabricated and characteristics were measured using network analyzer.

### 키워드

GPS, DMB, LHCP, RHCP, Antenna, Polarized Micro-strip

## 1. 서 론

휴대용 무선 통신기기의 보급과 다양한 분야에서 무선 통신 기술을 응용하여 생활의 편리함을 추구할 수 있는 서비스들이 늘어남에 따라 다양한 형태의 안테나에 대한 필요 또한 높아지고 있다. 이와 같은 이동통신 서비스 중 GPS(Global Positioning System)와 DMB(Digital Multimedia Broadcasting)의 서비스를 이용하기 위해선 두 가지 특성의 안테나가 필요한데 GPS는 RHCP(Right Hand Circular Polarization) 특성을, DMB는 LHCP(Left Hand Circular Polarization) 특성을 가져야 한다[1-3].

마이크로스트립 안테나는 생산공정이 단순하면서

대량 생산에 용이하고 소형, 경량, 저가, 평면구조, 집적회로와의 유연성 등 여러 가지 측면에서 다양한 장점으로 인하여 최근 많은 연구자들에게 관심의 대상이 되고 있다. 본 연구에서는 GPS의 중심주파수는 1.57GHz이고, DMB의 중심주파수 대역은 2.63 ~ 2.65GHz이며, 각각 RHCP와 LHCP의 특성을 갖는 마이크로스트립 안테나를 설계하기 위해 모서리를 잘라내는 corner truncated 방식을 사용하였고 마이크로스트립 안테나의 특성 변화를 관찰하기 위해 급전위치의 변경, 잘라내는 모서리의 크기 크기를 변수로 임피던스 특성 변화 및 최적 방사 특성을 찾기 위한 연구를 수행하였다.

---

\* 교신저자 : 남서울대학교 전자공학과(pyw@nsu.ac.kr)

접수일자 : 2010. 10. 10

심사(수정)일자 : 2010. 11. 15

게재확정일자 : 2010. 12. 10

## II. 마이크로스트립 안테나

마이크로스트립 패치 안테나의 가장 기본적인 형태는 그림1과 같다.

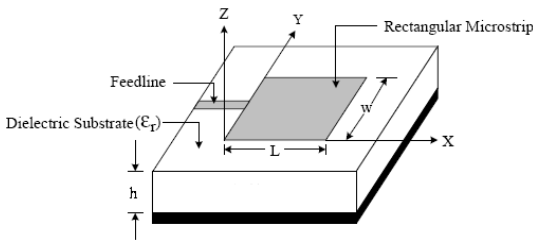


그림 1. 마이크로스트립 안테나의 구조  
Fig. 1 Structure of microstrip antenna

마이크로스트립안테나(Micro-Strip Antenna)는 유전체를 사이에 두고 한 편에는 접지평면이 있고, 다른 편에는 복사소자로 도체면이 붙어있는 구조를 갖는다. 즉 얇은 도체 접지면 위에 두께가  $h$ 이고, 유전율이  $\epsilon_r$ 인 유전체가 있으며 그 위에 길이가  $L$ , 폭이  $W$ 인 금속 패치를 지니고 있다. 안테나에서 방사소자의 폭( $W$ )은 임피던스에 영향을 주고, 방사소자의 길이( $L$ )는 안테나의 공진주파수에 영향을 준다.

아래의 표 1에서 마이크로스트립 안테나의 장점과 단점을 설명하였다.

표 1. 마이크로스트립 안테나의 특성  
Table 1. Characteristics of microstrip antenna

장점	단점
1. 작고 가벼움	1. 높은 전력을 다룰 수 없음
2. 대량 생산이 용이	2. 상대적으로 기관 값이 비쌈
3. 집적화가 쉬우며 배열 안테나 구현이 쉬움	3. Surface Wave Coupling이 존재함
4. 기관 특성으로 크기를 조절가능	4. 전송 가능한 대역폭이 좁음

마이크로스트립 안테나의 종류로는 첫째로 마이크로 스트립 패치 안테나(Microstrip Patch Antenna)는 유전체를 사이에 두고 한 편에는 접지평면이 있고, 다른 한 편에는 복사소자로 도체면이 붙어 있는 구조를

말한다.

두 번째로 마이크로스트립 슬롯 안테나(Microstrip slot Antenna)는 접지평면에 뚫린 슬롯으로 구성되고 마이크로 스트립라인에 의해서 급전된다. 안테나는 슬롯에서 복사가 일어나며, 단방향 혹은 양방향으로 복사패턴을 만들어 낼 수 있는 장점이 있다. 따라서 마이크로 스트립 급전선의 면을 따라 배열된 스트립 도체와 슬롯의 조합으로써 원형 편파특성을 만들어 낸다.

세 번째로 마이크로스트립 진행파 안테나(Microstrip Traveling Wave Antenna)는 안테나의 종단에 안테나의 특성 임피던스와 같은 부하가 있어 반사파 없이 일정한 진행파만의 전류 분포를 이루는 안테나를 말한다[4, 5].

## III. 안테나 설계 및 제작

### 3. 1 설계목표

DMB와 GPS의 원형편파 마이크로스트립안테나를 설계하기위해 DMB는 2.63 ~ 2.655GHz의 좌현편파의 주파수 대역을 가져야 하고 GPS는 1.57GHz의 우수원형편파 중심주파수를 가져야 하므로 설계목표를 아래 표 2와 같다.

표 2. 설계목표  
Table 2. Design Spec.

구분	GPS Antenna	DMB Antenna
중심주파수	1.575GHz	2.642GHz
반사손실	-10dB이하	
VSWR	2이하	
편파의 형태	RHCP (우수원형편파)	LHCP (좌수원형편파)
입력 임피던스	50Ω	

### 3. 2 시뮬레이션 결과

본 논문에서는 GPS와 DMB 원형편파 안테나를 패치의 형태는 Corner Truncated 방식을 이용해 각각

GPS는 우수원형편파(RHCP)를 DMB는 좌수원형편파(LHCP)의 특성을 갖는 안테나를 시뮬레이션 하고, 그 특성을 확인하였다. 급전은 동축 급전 방식을 사용하였다. 설계 및 시뮬레이션은 Ansoft사의 HFSS v10.0을 사용하였다. 제작한 안테나는 회로망 분석기(Network Analyzer, Anritsu MS4623B)를 이용하여 측정 하였다.

설계된 안테나의 패치의 폭, 길이, 잘라낸 모서리의 길이, 유전체 두께, 급전위치 등 여러 가지의 파라미터를 가지고 있다. 본 연구에서는 각각의 파라미터 중 유전체의 두께를 1.6mm로 고정하고 각각의 패치의 폭(GPS 패치의 폭 =  $W_g$ , DMB 패치의 폭 =  $W_d$ )과 길이(GPS 패치의 길이 =  $L_g$ , DMB 패치의 길이 =  $L_d$ ), 잘라낸 모서리의 길이(GPS 패치의 잘라낸 모서리 =  $S_g$ , DMB 패치의 잘라낸 모서리 =  $S_d$ ), 급전위치(GPS 안테나의 급전위치 =  $F_g$ , DMB 안테나의 급전위치 =  $F_d$ )를 시뮬레이션을 통해 조정해가며 각각의 파라미터 별 최적의 특성을 찾아 안테나를 제작하여 시뮬레이션 결과와 제작한 안테나를 비교분석하였다.

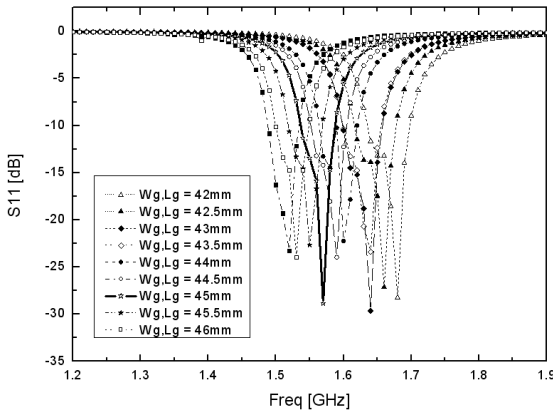


그림 2. GPS 패치 크기변화에 따른 시뮬레이션 결과  
Fig. 2 Simulation result by patch size of GPS

그림 2은 GPS대역의 안테나로  $S_g = 5\text{mm}$ ,  $F_g = (11, 0)$ 로 고정된 후 패치의 크기  $W_g$ 와  $L_g$ 를 42 ~ 46.5mm까지 0.5mm 씩 단계적으로 변함에 따라 변하는 특성을 나타내고 있다. 패치의 크기( $W_g$ ,  $L_g$ )가 42mm에서 46.5mm로 갈수록 중심주파수가 감소하는 특성을 보여주고 있다. 그림 3은  $S_d = 3\text{mm}$ ,  $F_d =$

$(-7, 0)$ 로 고정된 후 패치의 크기  $W_d$ 와  $L_d$ 를 24.5 ~ 29mm까지 0.5mm 씩 단계적으로 변함에 따라 DMB 안테나의 중심 주파수 변화 특성을 나타내고 있다. DMB 안테나도 GPS 주파수 특성과 같은 경향을 보여 주고 있는데 패치의 크기가 증가할수록 중심주파수는 2.83 GHz에서 2.46 GHz로 감소하며, 반사손실 특성도 점점 감소하는 경향을 보였다.

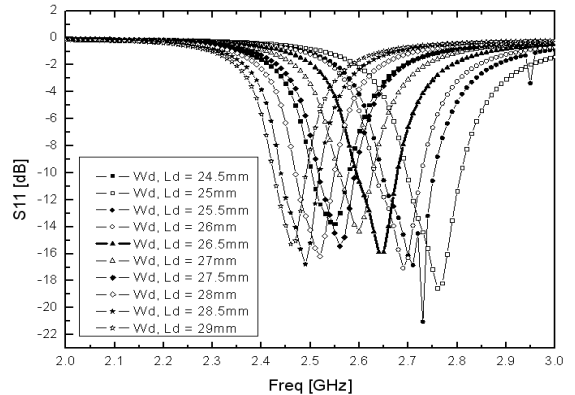


그림 3. DMB 패치 크기변화에 따른 시뮬레이션 결과  
Fig. 3 Simulation result by patch size of DMB

그림 4는  $W_g = L_g = 45\text{mm}$ ,  $F_g = (11, 0)$ 로 고정된 후 잘라낸 모서리 길이  $S_g$ 를 1 ~ 9mm까지 1mm 씩 단계적으로 변함에 따라 변하는 특성을 나타내고 있다. 모서리 길이  $S_g$ 를 1mm에서 9mm로 증가시킬수록 중심주파수는 1.55에서 1.61GHz로 증가하였으며, 반사손실은 -16.14에서 -29.74dB로 감소하다가 다시 -14.42dB로 증가하는 특성을 보여 반사손실 특성은 특정의 모서리 길이에서 우수한 특성을 보임을 확인할 수 있었다. 또한 VSWR 특성은 반사손실 특성과 같은 경향성을 보여 주었다. 즉 모서리의 길이가 증가할수록 우수한 특성을 보이다가 특정의 길이에서 최적의 값을 가지며 모서리 길이가 더 증가하면 VSWR 값도 감소하였다. 이 결과를 바탕으로 모서리 길이 ( $S_g$ )가 5mm 일 때 본 연구에 적합한 중심주파수 값이 1.57GHz값을 보이며 반사손실과 VSWR 값도 우수한 값을 가지는 것을 확인할 수 있었다.

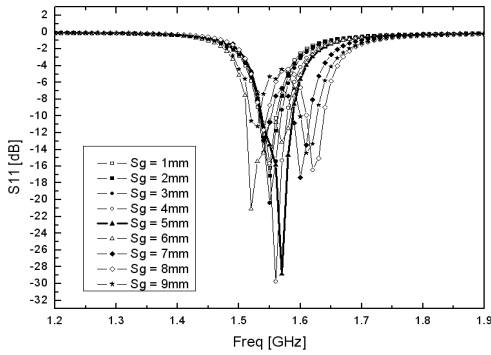


그림 4. GPS 잘린 모서리 길이 변화에 따른 시뮬레이션 결과

Fig. 4 Simulation result by corner truncated size of GPS

그림 5는  $Wd = Ld = 26.5\text{mm}$ ,  $Fd = (-7, 0)$ 로 고정한 후 잘라낸 모서리 길이  $Sd$ 를 0.5 ~ 5mm까지 0.5mm 씩 단계적으로 변함에 따라 변하는 특성을 나타내고 있다.  $Sg$ 를 0.5mm에서 5mm로 증가시킬수록 중심주파수는 2.61에서 2.71GHz로 증가하였으며, 반사손실은 -11.14에서 -26.3dB로 감소하는 특성을 보여 반사손실 특성은 특정의 모서리 길이가 증가할수록 우수한 특성을 갖는 것을 확인할 수 있었다.

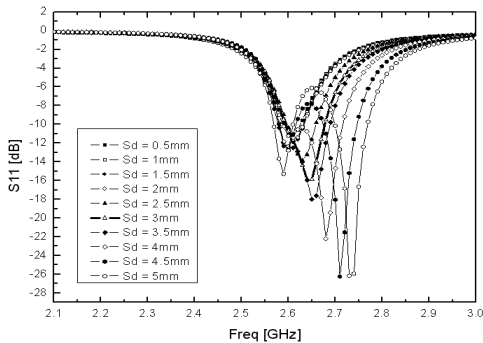


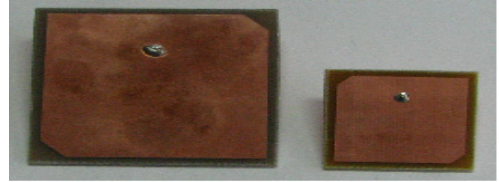
그림 5. DMB 잘라낸 모서리 길이 변화에 따른 시뮬레이션 결과

Fig. 5 Simulation result by corner truncated size of DMB

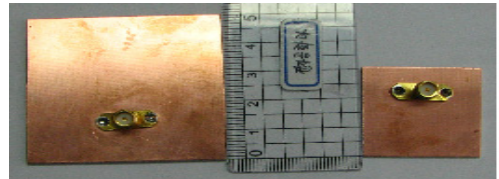
또한 VSWR 특성은 반사손실 특성과 같은 경향성을 보여 주었다.

#### IV. 결과 및 고찰

그림 6은 패치의 크기 및 모서리의 길이변화에 따른 시뮬레이션을 수행한 후 최적의 특성을 갖는 설계조건으로 제작한 GPS와 DMB안테나의 전·후면의 사진이다.



(a) 전면 사진 [패치]



(b) 후면 사진 [접지]

그림 6. GPS와 DMB안테나의 전·후면 사진

Fig. 6 Picture of fabricated antenna

표 3에서 설계 목표와 실제 안테나 측정 결과를 비교하였다. GPS대역에서는 목표한 중심주파수, 반사손실, VSWR, 편파를 얻을 수 있었고, 임피던스 매칭부분에서 51.85로 근사값을 얻었다. DMB대역에서는 2.6425GHz 대역, 근사의 중심주파수를 얻을 수 있었고 반사손실, VSWR, 편파, 임피던스 매칭은 목표한 값을 얻을 수 있었다. 그림 7에서 회로망 분석기(Network Analyzer, Anritsu MS4623B)를 이용하여 측정된 GPS와 DMB 안테나의 측정 결과값을 보여 주고 있다.

표 3. 설계 목표와 최적화 측정 결과  
Table 3. Measuring result and design spec.

	설계목표		최적화 측정	
	GPS	DMB	GPS	DMB
중심주파수 [GHz]	1.575	2.642	1.575	2.6425
반사손실 [dB]	- 10 이하		-34.50	-32.39
VSWR	2 이하		1.029	1.031
편파	RHCP	LHCP	RHCP	LHCP
임피던스 [Ω]	50		51.85	48.43

참고 문헌

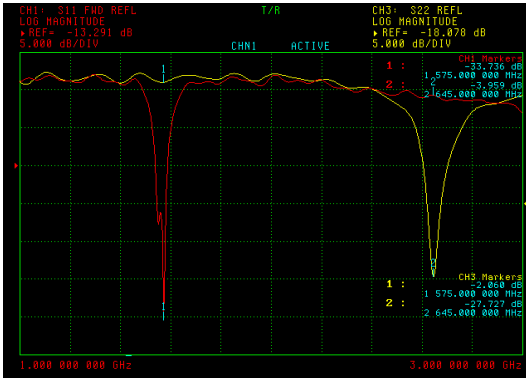


그림 7. DMB와 GPS 안테나의 측정결과  
Fig. 7 Measuring result of DMB and GPS antenna

V. 결론

본 연구에서는 RHCP, LHCP 두 가지의 원형편파의 특성 갖는 마이크로스트립 안테나를 설계 및 제작하였다. 두 가지 원형편파의 특성을 얻기 위해 패치의 사선으로 마주보는 모서리를 자르는 방식(Corner Truncated)을 이용했다. 사용한 설계 변수는 세 가지로 자르는 모서리의 길이, 급전위치, 패치의 크기였다. 첫 번째 변수로 사용된 패치의 크기는 앞서 보였듯이 패치가 작아질수록 주파수가 높아지는 것을 볼 수 있었다. 그러나 반사손실에는 큰 영향을 주지 않는 것을 볼 수 있었다. 그리고 고대역의 안테나일수록 적은 변수에도 주파수의 특성이 크게 변하는 것을 알 수 있었다. 두 번째 변수로 둔 모서리 길이를 잘라내는 (corner truncated)방식에서 패치의 면적과 관련이 있는 만큼 잘라내는 길이가 길수록 중심주파수가 높아졌고 잘라내는 길이에 따라 유동적으로 반사손실이 변하는 것을 볼 수 있었다. 세 번째 변수인 급전위치는 모든 특성에 영향을 주는 것을 볼 수 있는데 이는 패치안테나의 내부특성에서 영향을 주는 것으로 생각된다. 위의 결과에서 봤을 때 주파수의 위상은 패치의 크기와 영향이 있다는 것을 볼 수 있었고, 반사손실은 급전위치와 corner truncated에 영향을 받는 것을 알 수 있었다.

- [1] 이원규, 김성민, 양운근 “GPS와 DMB신호 수신을 위한 단일 급전 이중대역 원형편파 삼각 패치 안테나 설계 및 구현”, 한국 전자과학회 논문지, Vol. 16, No. 9, pp. 893-902, 2005.
- [2] C. A. Balanis, "Antenna Theory Analysis and Design", John Wiley & Sons, 1997
- [3] 이종율, 정재혁, 김두형 “S-DMB용 마이크로스트립 안테나의 연구” 남서울대학교 전자공학과 논문집, 2009.
- [4] 조수정, “사각형, 삼각형 슬롯을 이용한 이중 공진 패치 안테나의 설계”, 포항공과대학교 대학원 논문집, 2004.
- [6] 김영상, 노승진, 김남수, 고진현, 하재권 “위성 DMB와 ITS 서비스 수신을 위한 단일 급전 이중 대역 원형 패치 안테나 설계”, 한국 전자과학회 논문지, Vol. 17, No. 9, pp. 866-973, 2006.

저자 소개



**박용욱(Yong-wook Park)**

1989년 2월 연세대학교 전기공학과 졸업(공학사)  
 1991년 8월 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)  
 1999년 2월 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사)  
 2000년 9월 ~ 현재 : 남서울대학교 전자공학과 부교수  
 ※ 관심분야 : RF 디바이스, 센서