

## 접힌 구조의 UWB 원형 모노폴 안테나의 특성 연구

임계재\*, 유영태\*\*

### A Study on the Properties of UWB Circular Monopole Antenna with Folded Structure

Gye-jae Lim\*, young-tae, Yoo\*\*

**요약** 본 논문에서는 평면형 원형 모노폴 안테나를 필름형으로 설계하여 UWB 단말기의 내장형 안테나로 사용하는 경우에 좁은 틈새에서 접혀진 구조로 장착되었을 때, 안테나의 성능 변화에 대해 연구하였다. 원형 모노폴 부분을 'ㄷ' 자 대칭 구조로 접었을 때, 입력 임피던스 및 반사계수, 주파수 대역폭, 복사패턴의 변화를 시뮬레이션하고 측정하여 기존의 경우와 성능 변화를 비교하였다. 연구 결과, 접힌 구조의 UWB 원형 모노폴 안테나는 UWB 주파수 대역을 포함하는 2.6 - 12 GHz에서 양호한 반사계수 및 복사 성능을 보이고 있기 때문에 UWB 통신용 단말기의 내장형 안테나로 사용 가능함을 확인할 수 있었다.

**ABSTRACT** In this paper, the performance variation of a planar circular monopole antenna is studied, when this antenna is fabricated to film type and installed in the space between case and PCB of UWB terminal. When the circular monopole part has the 'ㄷ' folded structure, the input impedance and return loss, bandwidth, radiation pattern of this antenna are simulated and measured. Then the performance variation is compared with conventional planar antenna. As the results, the folded type circular antenna is usable as a antenna of UWB communication terminal, because of the good return loss and radiation pattern performance in the 2.6 - 12 GHz including the UWB frequency band.

**Keywords :** UWB Antenna, Folded Antenna, Film Antenna, Intenna, UWB frequency band.

### 1. 서론

UWB 무선통신시스템의 특징은 RF 반송파 대신에 1 nsec 이하의 좁은 펄스를 이용하여 정보를 전송하는 기술로, 기존의 무선통신기술과 비교하여 매우 넓은 대역폭에 걸쳐 상대적으로 매우 낮은 스펙트럼 전력 밀도가 분포함으로써 현재 사용하고 있는 무선통신 시스템에 간섭을 주지 않고 송수신이 가능한 별도의 허가 없이 사용이 가능한 새로운 무선 기술이다. 특히, 접유 대역폭을 초광대역으로 취할 수 있기 때문에

전송속도에 있어서도 기존 WLAN에 비해 1/3 정도의 저전력 사용으로 5~10배 정도 빠른 100 ~ 500 Mbps 정도의 초고속 통신이 가능하다.

이러한 장점을 갖는 UWB 시스템에 사용되는 안테나는 3.1~10.6 GHz 주파수 대역에서  $V_{SWR} < 2$  를 만족하여야 하며, 신호의 분산특성이 최소화되는 구조를 가져야 하고, 전체 대역에서 양호한 방사패턴을 가지고 있어야 한다. 특히, 휴대용 단말에 사용되는 경우에는 소형화 문제가 가장 큰 이슈가 된다.

이러한 성능을 만족하는 UWB 안테나를 개발

\* Corresponding Author : Department of Electronic Information and Communication Engineering Professor of Catholic Kwandong University

\*\* Department of Develop System Assistant Professor of Korea Polytechnic University

Received march 20, 2015

Revised april 1, 2015

Accepted april 18, 2015

하기 위해 원형, 사각형, 삼각형 등의 그림 1 과 같은 예의 기본 형태와 이들을 변형한 그림 4 와 같은 구조의 다양한 모노폴 구조에 대한 많은 연구가 이루어져 왔다. [1-3]

평면구조의 원형 모노폴 안테나는 구조가 간단하고 성능과 특성이 해석적으로 그리고 실험적으로 잘 입증되어 있기 때문에 UWB 주파수 대역에서 가장 많이 연구되는 안테나 구조이다.[4-6] 최근에는 단말기 내장형 안테나의 관심이 고조되면서 UWB 안테나도 내장형 구조에 대한 연구[7-10]가 이루어지고 있으나, 평면형 내장형 안테나는 좁은 공간에 소형으로 장착되어야 하기 때문에 접합과 같은 구조의 변형이 불가피한 경우가 있다.

본 논문에서는 이러한 기본 구조의 변형 시에도 그 성능을 유지할 수 있는지에 대한 연구를 수행하였다. 접힌 구조의 UWB 안테나를 제조하기 위해서는 필름형 안테나의 설계가 요구되며, 이 설계 구조에서 FDTD 수치해석을 통해 안테나의 성능을 해석하였고, 측정을 통해 해석의 타당성을 확인하였다.

먼저, 평면형 원형 모노폴 안테나를 필름형으로 설계하여 그 성능을 시뮬레이션하고 측정하였다. 다음에 이 필름형 안테나의 원형 모노폴 부분을 ‘c’ 자 구조로 접었을 때, 그 성능을 시뮬레이션하고 측정하여 평면형 구조와 성능 변화를 비교하였다.

제조에 사용된 기판은 유전율 1.5, 두께 0.2 mm 의 얇은 필름을 사용하였으며, 제조된 안테나 크기는 40 X 50 mm<sup>2</sup> 이다. Vector Network Analyzer 로 측정하였을 때, -10 dB 주파수 대역은 3.1 - 10.6 GHz 의 UWB 대역을 만족하였으며 복사패턴은 원래 평면형 구조와 비교하였을 때 보다 높은 이득을 갖고 단방향 지향성 특성을 나타냄을 알 수 있었다

따라서 이러한 구조의 안테나는 단말기 양쪽 모서리 틈새에 내장하여 장착함으로써 다이버시티 기능의 수행이 가능할 것이다.

본 논문에서 사용된 해석방법은 맥스웰 편미

분방정식을 시간과 공간에 따라 이산화하여 유한 중심차분법으로 그 해를 구하는 시간영역 유한차분법(Finite Difference Time Domain: FDTD)이다. FDTD 방법에서는 등방성 및 이방성매질, 균질 및 비균질매질, 복잡한 경계조건을 갖는 매질들에서 물질의 유전율 및 투자율, 도전율을 고려한 3차원 전자파해석이 가능하기 때문에 각종 안테나의 수치해석 도구로 광범위하게 이용되고 있다.

## 2. 본 론

### 2.1 기본 평면형 원형 모노폴 안테나의 설계

본 논문에서 연구한 접힌 원형 모노폴 안테나의 성능 비교 대상으로써, 가장 널리 연구된 UWB 원형 모노폴 안테나를 설계하였다. 기판의 전면에 원형 모노폴을 배치하였으며 마이크로스트립 선로로 급전하고, 접지면은 기판의 후면에 배치하였다. 얇은 필름형 구조로 제조하기 위해 유전율이 1.5 이고 두께 0.2 mm 의 필름을 사용하였으며, 기판의 전체 크기 L X W = 30 X 40 mm<sup>2</sup>, 원형 모노폴의 반경 R = 13 mm, 접지와 원형 모노폴 사이 간격 gap = 0.2 mm, 마이크로스트립 선로는 50옴 특성임피던스를 갖는다.

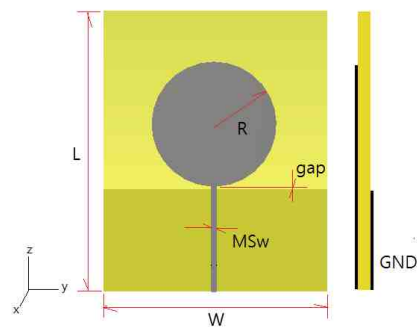


그림 1. 평면형 원형 모노폴 안테나의 구조.  
Fig. 1. The configuration of a planar circular monopole antenna.

시뮬레이션 및 측정 결과, 반사계수 S11 특성은 그림 2 와 같이 -10 dB 대역폭이 2.0 - 15 GHz 이상에서 잘 일치하게 나타났다. 복사패턴은 3, 5, 7, 9, 11 GHz에서 E 면과 H 면에 대해 시뮬레이션한 결과를 그림 3에 보였으며, 전체적으로 전방향성 패턴을 유지하고 있었다.

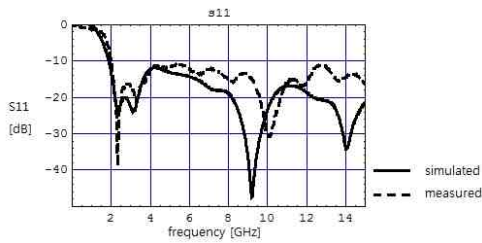
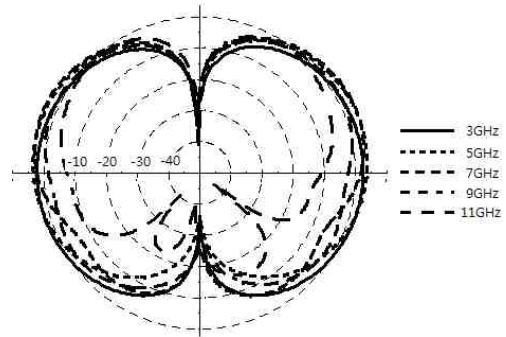
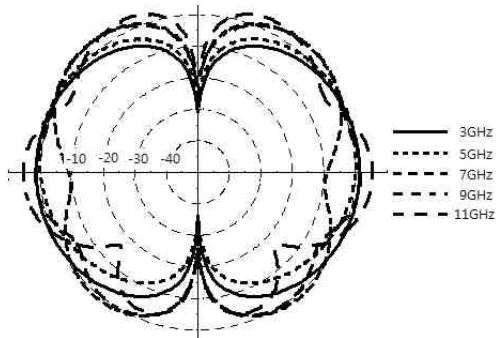


그림 2. 시뮬레이션 S11 특성.  
Fig. 2. Simulated S11.

## 2.2 접힌 원형 모노폴 안테나의 설계

UWB 통신용 단말기 내부에 안테나를 장착하는 경우 공간의 활용도를 높이기 위해서 케이스와 PCB 사이의 틈새에 평면형 안테나를 접힌 구조로 삽입하기 위해서 2.1 절의 평면형 원형 모노폴안테나를 그림 4 와 같이 대칭으로 접은 구조에 대해 시뮬레이션을 수행하였다. 이때 모든 설계 파라미터는 그림 1 과 동일하나 접힌 부분의 두께를 단말기 두께 내부에 장착하기 적당한 두께인 5mm 로 설정하였다.



(a) E 면 (y-z 면), (b) H 면 (x-z 면)

그림 3. 시뮬레이션 복사패턴.

(a) E plane (y-z plane), (b) H plane (x-z plane)

Fig. 3. Simulated radiation patterns.

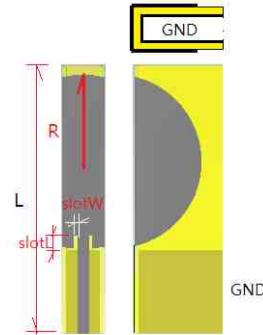


그림 4. 접힌 구조의 원형 모노폴 안테나.

Fig. 4. The configuration of a folded circular monopole antenna.

마이크로스트립 급전선로와 원형 모노폴 안테나가 만나는 지점 양쪽에 슬롯을 두어 임피던스 정합 특성을 조정하였다. 이때 슬롯의 폭 slotW 는 0.5 mm 이고 슬롯의 길이 slotL 은 2.2 mm 로 설계하였을 경우의 반사계수 S11 특성은 그림 5 와 같이 -10 dB 대역폭이 1.92 - 15 GHz 이상에서 시뮬레이션과 측정 결과가 잘 일치하며 양호하게 나타났다. 복사패턴은 3, 5, 7, 9, 11 GHz에서 E 면과 H 면에 대해 시뮬레이션한 결과를 그림 6에 보였으며, 복사패턴은 그림 4 의 우측 방향(y-z면)으로 지향성 패턴을 나타내고 있으나, 전면 방향(x-z면)으로는 전방향 지향성을 보이고 있어 이동용 단말기의 안테나로

써 양호한 특성을 보이고 있다.

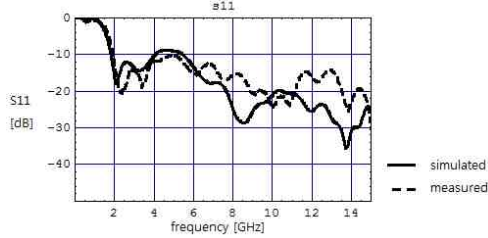
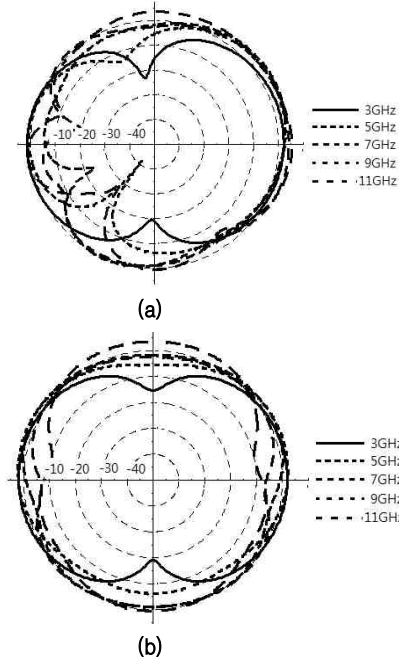


그림 5. 시뮬레이션 S11 특성.  
Fig. 5. Simulated S11.

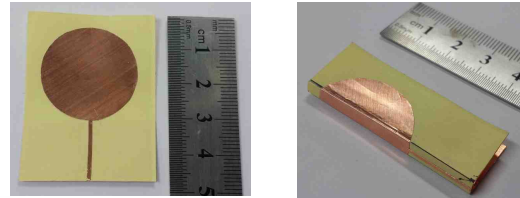


(a) E 면 (y-z 면), (b) H 면 (x-z 면)  
그림 6. 시뮬레이션 복사패턴.  
(a) E plane (y-z plane), (b) H plane (x-z plane)  
Fig. 6. Simulated radiation patterns.

### 2.3 측정 및 결과의 분석

그림 7에 실제 제작된 평면형 원형 모노폴 안테나와 접힌 구조의 모노폴 안테나를 보였으며, 이를 Vector Network Analyzer를 이용해 S11 특성을 측정하였다. 기존의 원형 모노폴 안테나와 접힌 구조의 모노폴 안테나의 성능을 비교하

여 그림 2 와 5 에 보였다. UWB 주파수 대역인 3.1 - 10.6 GHz에서 -10 dB 이하의 반사손실로 매우 양호한 특성을 보이고 있다.



(a) 평면형 원형 모노폴 안테나,  
(b) 접힌구조의 모노폴 안테나  
그림 7. 제작된 안테나의 구조.

(a) a planar circular monopole antenna,  
(b) a folded circular monopole antenna  
Fig. 7. Fabricated antennas.

### 3. 결론

UWB 통신용 기기의 내장형 안테나 설계를 위한 접힌 구조의 필름형 안테나의 성능을 원형 모노폴 안테나의 성능과 시뮬레이션과 측정을 통해 비교 분석하였다. 접힌 구조에서 임피던스 정합이 벗어나는 것을 방지하기 위해 급진부에 슬롯을 삽입하여 해결하였다. 전반적으로 2.6 - 12 GHz 까지의 반사계수 성능은 양호하였으며, 접힌 구조에서 다소간의 지향성 특성이 있었으나 전체적으로 전방향성을 유지하고 있어서 내장형 안테나로서의 성능에 무리가 없었다.

본 연구에서 얻어진 결과는 이동형 UWB 통신 단말기에 적용 가능할 것이며, 앞으로 실제 PCB 가 장착된 상황에서 성능 변화에 대한 연구를 더 진행할 예정이다.

### REFERENCES

[1] Mahesh A. Maindarkar and Veeresh G. Kasabegoudar, "CPW fed Slot Coupled Wideband and Multiband Antennas for Wireless Applications", International

Journal of Advances in Engineering & Technology, pp. 456-461, Nov. 2012.

[2] Saou-Wen Su, Kin-Lu Wong, "Finite-Ground-Plane Effects on the Ultra-Wideband Planar Monopole Antenna", Microwave and Optical Technology Letters, Vol. 43, No. 6, pp. 535-537, December 2004.

[3] Wen-Chung Liu and Ping-Chi Kao, "CPW-fed Triangular Monopole Antenna for Ultra-Wideband Operation", Microwave and Optical Technology Letters, Vol. 47, No. 6, pp. 580-582, December 2005.

[4] Daniel Valderas and et. al, "Ultra Wideband antenna : Design and Applications," Imperial College Press, London, 2011.

[5] Igor Minin, "Microwave and Millimeter Wave Technologies-Modern UWB Antennas and Equipment," In-Tech, Vukovar, Croatia, 2010.

[6] Ben Allen and et. al, "Ultra-Wideband Antennas and Propagation for Communications, Radar and Imagng," John Wiley & Sons Ltd, England, 2007.

[7] G. Shrikanth Reddy and et. al, "High gain and low cross-polar compact printed elliptical monopole UWB antenna loaded with partial ground and parasitic patches," Progress In Electromagnetics Research B, Vol. 43, pp. 151-167, 2012.

[8] Qi Wu and et. al, "Compact CPW-fed stacked-circle monopole antenna with very wide bandwidth," Microwave and Optical Technology Letters, Vol. 49, No. 5, pp. 1192-1194, May 2007.

[9] Chun-Ping Deng and et. al, " A Miniascape-like triple-band monopole antenna for WBAN applications," IEEE Antennas and Wireless Propagation Ltters,

Vol. 11, pp. 1330-1333, 2012.

[10] Gyejae Lim, "A Study on the Ground Effects in a Ultra-Wideband Planar Monopole Antenna," Journal of KIIECT, Vol. 6, No. 3, pp.152-155, 2013.

---

저자약력

---

**임 계 재(Gyejae, Lim)**

[정회원]



- 1983년 2월 : 동국대학교 전자공학과 졸업
  - 1988년 8월 : 동국대학교 전자공학과 석사
  - 1993년 2월 : 동국대학교 전자공학과 박사
  - 1994년 2월 - 현재 : 가톨릭관동대학교 전자정보통신공학부 교수
- 전자장 및 전파전파, 무선통신공학, 위성통신 공학, 산학융합

<관심분야>

**유 영 태(Youngtae, Yoo)**

[정회원]



- 1991년 2월 : 전북산업대학교 기계공학과 졸업
  - 1997년 8월 : 서울산업대학교 대학원 기계공학과 석사
  - 2015년 2월 : 가톨릭관동대학교 대학원 전자통신공학과 박사과정 수료
  - 2006년 3월 - 현재 : 한국폴리텍대학 발전설비과 조교수
- 플랜트설비, 전기공학, 정보통신공학산학융합

<관심분야>