

평면형 초광대역 모노폴 안테나의 접지 영향 연구

임계재*

A study on the Ground Effect in a Ultra-Wideband Planar Monopole antenna

Gye-jae Lim*

요 약

원형 구조를 갖는 평면 모노폴 UWB 안테나에서 접지면의 구조와 크기에 따른 입력 반사계수 특성의 변화를 연구하고, UWB 안테나가 장착되는 응용 기기에 따른 최적 접지면 구조와 크기를 제시하였다.

기준이 되는 원형 모노폴 안테나를 UWB 주파수 대역에서 동작하도록 반경 R 을 설계하였으며, 이 원형 모노폴을 수평면 접지 구조의 중심점에 올리고 시뮬레이션과 측정을 수행하여 양호한 결과를 얻었다.

연구 결과, 원형 모노폴의 반경이 작을 때 접지면의 적정 크기와 모노폴의 반경이 클 때 접지면의 최소 크기를 규정할 수 있었다.

ABSTRACT

The variation of S11 depending on the ground sizes of circular planar monopole UWB antenna was studied. And optimal ground structure and size in UWB application devices are proposed.

Radius R of circular monopole UWB antenna as a reference antenna was designed for UWB frequency band, and the measured results of this antenna on the horizontal ground plane was good agreed with the simulated results.

When radius R is small, optimal size of ground plane is proposed, and when radius R is more large, minimum size of ground plane is proposed.

키워드 : UWB 안테나, 원형 모노폴, 접지면 구조

1. 서 론

초광대역(UWB) 무선통신시스템의 구현을 위해 2002년 2월 미국 FCC(Federal Communications Commission)는 민간 사용을 규정하였으며, 이에 따라 무선통신과 위치정보 및 레이더 시스템 등 다양한 분야에서 본격적으로 상용화가 가능해졌다.

UWB 시스템은 점유대역폭이 20% 이상이거나 500 MHz 이상의 RF 대역폭을 갖는 시스템으로 정의되고 있으며, FCC 규정에서는 통신용으로 3.1 ~ 10.6 GHz 대역(주파수 비율 3.4 : 1)에서 최대 -41.3 dBm/MHz의 복사전력 제한을 두고 있다.

UWB 무선통신시스템의 특징은 RF 반송파 대신에 1 nsec 이하의 좁은 펄스를 이용하여 정보를

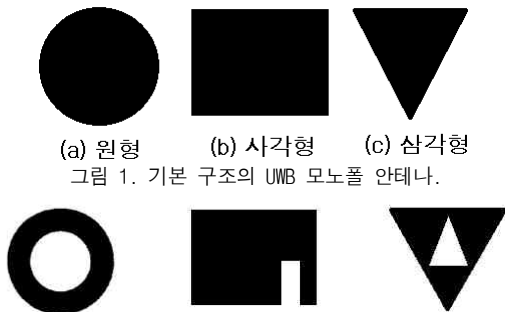
* 교신저자 : 관동대학교 전자정보통신공학부(gjlim8383@gmail.com)

접수일자 : 2013년 7월 29일, 수정일자 : 2013년 8월 7일, 심사완료일자 : 2013년 8월 16일

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, 점유 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 VSWR < 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 개발하기 위해 원형, 사각형, 삼각형 등의 그림 1 과 같은 예의 기본 형태와 이들을 변형한 그림 2 와 같은 구조의 다양한 모노폴 구조에 대한 많은 연구가 이루어져 왔다. [1-3]



(a) 원형 (b) 사각형 (c) 삼각형
그림 1. 기본 구조의 UWB 모노폴 안테나.



(a) 링 (b) 노치를 갖는 사각형 (c) 프랙탈 삼각형
그림 2. 변형 구조의 UWB 모노폴 안테나.

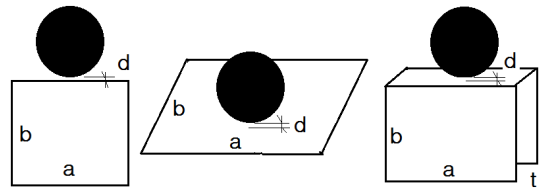
이러한 UWB 모노폴 안테나들에 사용되는 급전 방식은 마이크로스트립 선로 급전과 CPW 급전을 가장 많이 사용하고 있으며, 성능 향상을 위해 임피던스 변환기나 밸런 등을 추가하는 시도가 이루어지고 있다. [4-6]

UWB 모노폴 안테나는 소형화를 위해 모노폴 구조의 소형화뿐만 아니라 접지면이나 접지 구조

의 변형을 통해 소형화를 도모하고 있지만, 이로 인한 성능의 열화가 발생하기 때문에 주의하여 설계할 필요가 있다. 소형 UWB 모노폴 안테나가 적용될 기기의 케이스 및 내부 접지 구조 상황에 부합하는 접지면 상에서 UWB 모노폴 안테나를 설계하고 시뮬레이션하여야 실제 제조, 집적 시에 원하는 성능을 얻을 수 있을 것이다.

일반적으로 연구되는 접지 구조는 그림 3 과 같이 수직면 접지 구조와 수평면 접지구조, 변형 구조가 이용되고 있으나, 접지 구조의 형태뿐만 아니라 크기와 두께, 모노폴 소자와의 이격 거리 등이 전체적인 안테나 성능에 많은 영향을 주고 있다.

따라서, 본 논문에서는 그림 1 의 원형 UWB 모노폴 안테나를 기준으로 하여 그림 3 의 (b) 수평면 접지 구조에 대해서 모노폴 소자와의 이격 거리(d) 를 최적 간격으로 설정하고 크기(a X b) 가 전체 안테나의 성능(반사계수, 이득, 패턴 특성)에 미치는 영향을 비교, 분석하여 3.1 ~ 10.3 GHz 주파수 범위의 성능을 만족하는 최소 크기를 갖는 접지 구조를 제시함으로써 UWB 안테나의 소형화 설계의 기초 정보를 마련하였다.



(a) 수직면 접지 (b) 수평면 접지 (c) 변형 접지
그림 3. 접지면 구조의 종류.

II. 본 론

2.1 기본설계

기준이 되는 원형 모노폴 안테나를 UWB 주파수 대역에서 동작하도록 반경 R 을 설계하였으며, 이 원형 모노폴을 그림 3 의 (b) 수평면 접지 구조의 중심점에 올리고 시뮬레이션과 측정을 수행하였다.

접지면의 크기는 표 1 과 같이 4 가지 종류로 설계하였다.

표 1. 수평면 접지의 크기

항목	수평면 접지 크기
a X b [mm ²]	30 X 30
	40 X 40
	50 X 50
	60 X 60

2.2 시뮬레이션 및 측정

그림 4 와 같은 원형 모노폴의 반경 R 이 10mm, 12mm, 15mm 일 때, 표 1 의 수평면 접지 크기 각각에 대하여 시뮬레이션을 수행하였으며, 위 3 가지 크기의 반경 R을 갖는 원형 모노폴을 제작하여 접지면의 크기를 30X30, 40X40, 50X50, 60X60 [mm²] 4 가지로 제작하여 측정을 수행하였다. 이 때 원형 모노폴과 접지면 사이의 급전부 간격 d 는 0.4 mm 로 하였다.

측정에 사용된 장비는 Network Analyzer Anritsu 37269D 를 사용하여 반사손실을 측정하였으며, 시뮬레이션 결과와 측정 결과를 원형 모노폴의 반경과 접지면의 크기에 따라 비교하여 그림 5 부터 7까지에서 보였다.

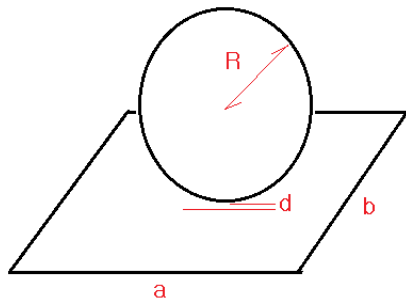


그림 4. 원형 모노폴의 구조와 제작 사진.

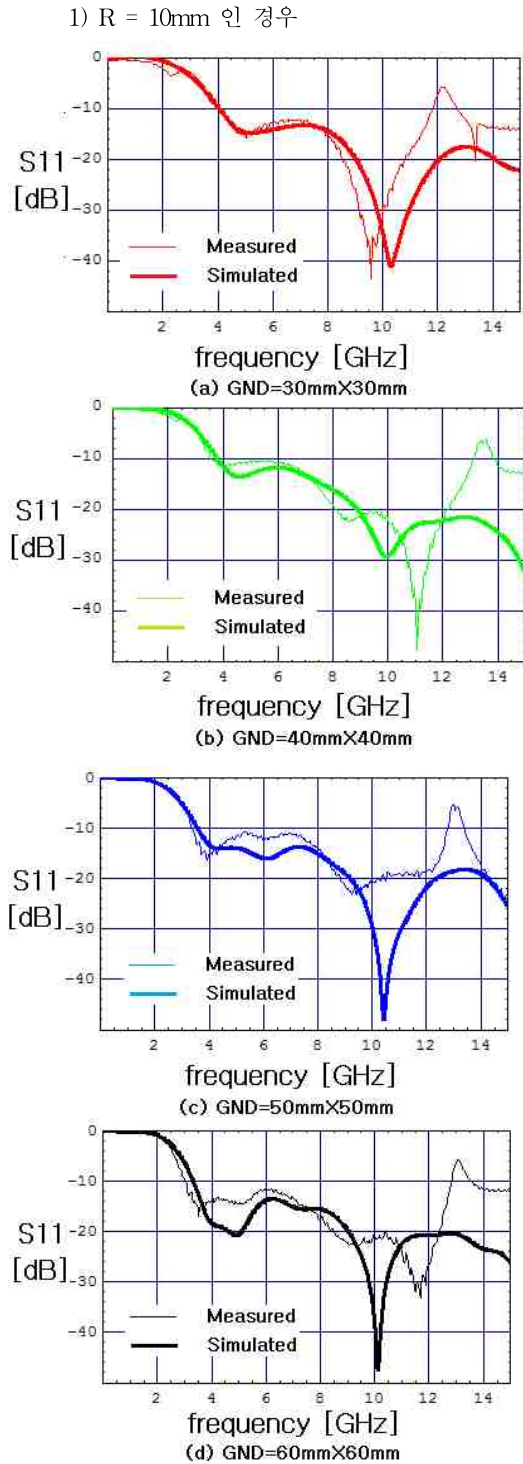


그림 5. R=10mm에서 시뮬레이션과 측정 결과의 비교.

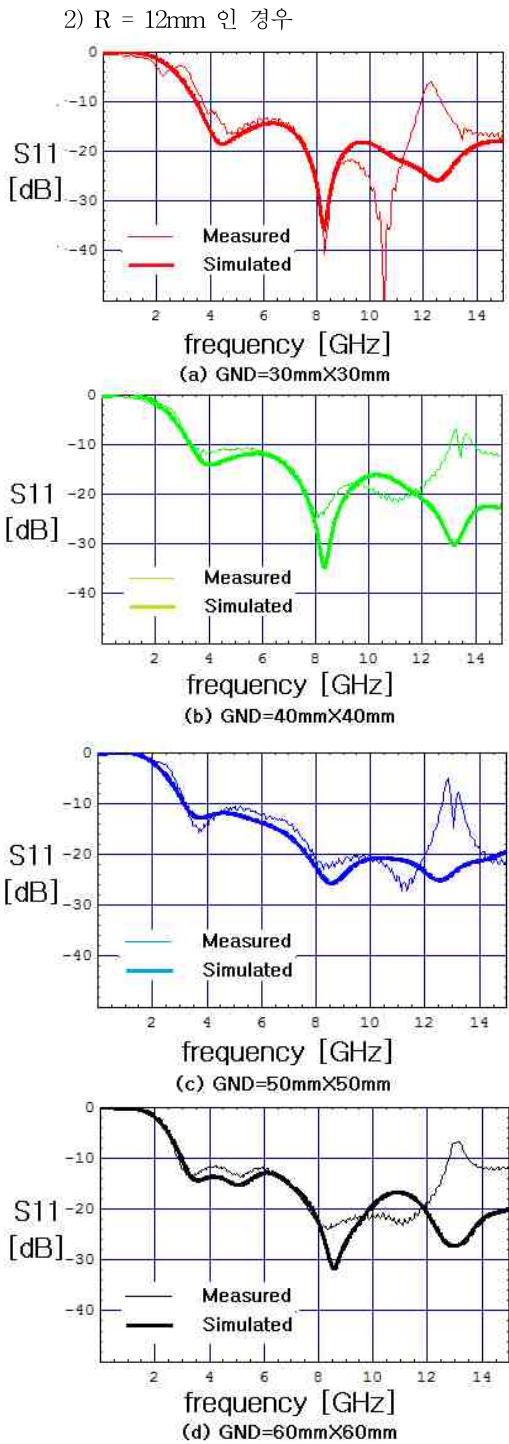


그림 6. R=12mm에서 시뮬레이션과 측정 결과의 비교.

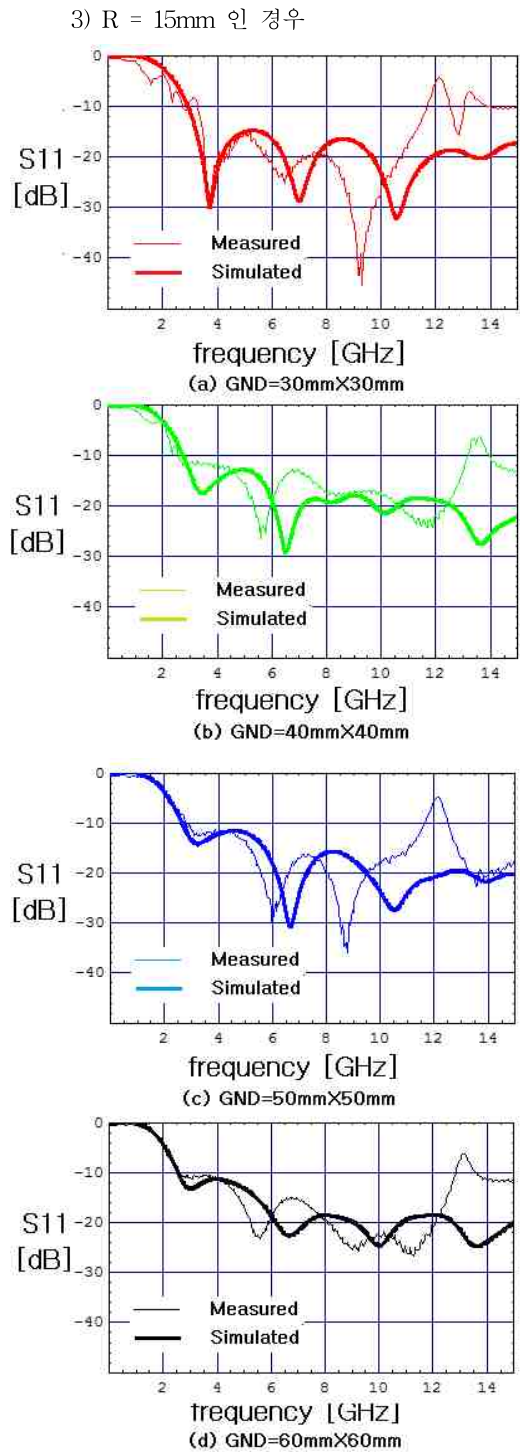


그림 7. R=15mm에서 시뮬레이션과 측정 결과의 비교.

2.3 시뮬레이션과 측정 결과의 분석

시뮬레이션 결과와 측정 결과는 12 GHz 이하에서 잘 일치하였으며, 이로써 UWB 주파수 범위인 3.1 ~ 10.3 GHz 에서의 시뮬레이션 신뢰성을 확인할 수 있었다.

R=10mm 인 경우에는 60X60 접지면 크기에서 반사계수 S11 특성이 3.1 GHz 이하에서 나타나 UWB 용으로 적격이었으며, R=12mm 인 경우에는 50X50 과 60X60 접지면 크기에서 반사계수 S11 특성이 3.1 GHz 이하에서 나타나 UWB 적격이었으며, R=15mm 인 경우에는 40X40, 50X50 과 60X60 접지면 크기에서 반사계수 S11 특성이 3.1 GHz 이하에서 나타나 UWB 적격으로 판정되었다.

즉, 원형 모노폴의 크기가 커지면 사용가능한 하한 주파수가 내려갔으며, 이에 따라 접지면의 크기도 보다 작아져도 성능에 적격인 것으로 나타났다. 반대로 원형 모노폴의 반경이 작아지면 사용가능한 하한 주파수가 올라가고 접지면의 크기도 보다 커져야 성능에 적격인 것으로 나타났다.

따라서 UWB 응용기기의 케이스 사이즈와 내부 PCB 의 전체 접지면 크기를 고려하여, 전체 접지면이 좁은 경우에는 원형 모노폴 크기를 키우고, 넓은 경우에는 원형 모노폴의 크기를 작게 하여도 원하는 S11 성능을 얻을 수 있을 것이다.

III. 결론

UWB 안테나에서 수평면 접지면의 영향을 평가하기 위해 원형 모노폴 안테나를 기준으로 반경과 급전부 간격을 최적화한 상태에서 접지면 크기를 변화시켜 가며 반사계수 특성을 시뮬레이션하고 측정하여 비교 분석하였다.

분석 결과, 반경이 작아질 때의 적정 접지면의 크기와 반경이 클 때의 최소 접지면의 크기를 규정할 수 있었다.

앞으로 다른 구조의 UWB 안테나에 대해서도 수평면 접지면뿐만 아니라 수직면 접지 구조, 변형된 접지 구조 등에서 접지 크기의 영향을 분석하여 UWB 기기 내장형 안테나의 설계의 기초를 마련할 예정이다.

참고문헌

- [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,¹ 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] Zeng Fanli · Jaewon Lee · Chulhee Kim · Jaehoon Choi, "Design of a UWB Antenna with Band-Notch Function", JOURNAL OF THE KOREAN INSTITUTE OF ELECTROMAGNETIC ENGINEERING AND SCIENCE, VOL. 10, pp. 39-44, NO. 1, MAR. 2010.
- [5] Y. X. Guo,¹ Y. F. Ruan,^{1,2} Z. Y. Zhang, "NEW BALANCED UWB PLANAR ANTENNA", MICROWAVE AND OPTICAL TECHNOLOGY LETTERS, Vol. 49, No. 1, pp. 114-118, January 2007.
- [6] N. Fortino, G. Kossiavas, J. Y. Dauvignac, and R. Staraj, "NOVEL ANTENNAS FOR ULTRA WIDEBAND COMMUNICATIONS", MICROWAVE AND OPTICAL TECHNOLOGY LETTERS, Vol. 41, No. 3, pp. 166-169, May 2004.

