논문 2004-41TC-8-17

# Ultra Wide-Band용 타원형 모노폴 안테나 설계

## (Design of the Elliptic Monopole Antenna for Ultra Wide-Band)

차 상 진*, 이 현 진**, 임 영 석*

( Sangjin Cha, Hyeonjin Lee, and Yeongseog Lim )

요 약

지금까지의 UWB 안테나는 무지향성이면서 동시에 광대역을 만족 하지 못했다. 하지만 UWB 통신채널 환경에서는 이러한 특성이 필수적이다. 본 논문에서는 UWB용 광대역 타원형 모노폴 안테나를 제안하였다. 광대역 특성을 갖는 평판형 모노폴 안테나는 최근 많이 연구되고 있으며 제안한 안테나는 10dB 기준으로 3.5GHz - 12GHz의 주파수 밴드위스를 갖는다. 방사패턴은 3.5GHz - 10GHz까지 무지향성 특성을 보였다. 제안한 안테나는 마이크로 스트립 급전 구조와 타원형 모노폴 디스크로 구성되어 있으며 모노폴 디스크와 그라운드 사이의 높이는 정합을 결정 짓는 매우 중요한 변수이다. 제안한 안테나는 UWB 시스템에 적용이 가능할 것이다.

Abstract

Various antennas have been developed to be used for UWB systems, However, Simultaneously meet omni-directional and low-VSWR requirements, essential for some applications such as UWB channel sounding. In this paper, we propose a novel wide band printed elliptic monopole antenna for UWB(Ultra wide Band). Wideband planar monopole disc antenna have been recently studied. The proposed antenna can cover UWB frequencies from 3.5GHz to 12GHz. it is determined from 10dB return loss. Antenna radiation pattern is omnidirectional at 3.5GHz - 10GHz. The antenna consists of the printed elliptical monopole disc with microstrip-line feed. Elliptic disc of antenna and ground height operate important to matching. The proposed antenna easy to construct UWB system.

**Keywords:** UWB, Antenna

## I. 서 론

최근 무선 통신 시스템은 광대역 이동 멀티미디어 시스템을 목표로 급속하게 발달하고 있다. 그중 모르스 통신과 유사한 UWB(Ultra Wide Band)시스템은 RF 반송파 대신 1nsec 이하의 폭이 좁은 펄스를 이용하여 정보를 전송하는 기술이다. 펄스의 성질에 의해 광대역에 걸쳐 기저대역 잡음과 같이 낮은 전력 스펙트럼이 존재하므로 현재 사용하고 있는 타 무선 통신 시스템에 간섭을 주지 않고 통신이 가능하다. 대역폭 또한 광대역으로 취할 수 있기 때문에 전송속도에 있어서도 기존 시스템에 비해 유리하다. 또한 협대역 통신 방식과는 달리 Carrier free의 회로 구성 방식을 사용하므로 IF단이 필요하지 않게 된다. 이로 인한 RF 관련 회로가 상당부분 단순화 되어 낮은 비용으로 통신 시스템을 구현 할 수 있다. 이러한 장점들은 근거리 무선망구성에 최적의 해결책이 될 수 있는 등 여러 가지 이점을 갖고 있어서 국내외의 여러 관련 기관에서 UWB기술 개발에 상당한 관심을 가지고 있다. 특히 UWB시스템구성에 있어서 중요한 부분 중에 하나로 안테나 특성을 들 수 있다. UWB 안테나는 기본적으로 광대역 특성(25%, 1.5GHz 점유 대역폭)을 가져야 하고 주파수에 상관없이 일정한 패턴을 유지해야 한다. 특히 위상 특성이 선형성을 요구 하는데 이는 UWB통신에서 펄스 위치변조방식(Pulse Position Modu-lation)을 사용하게 되므로 군속도 특성이 중요하기 때

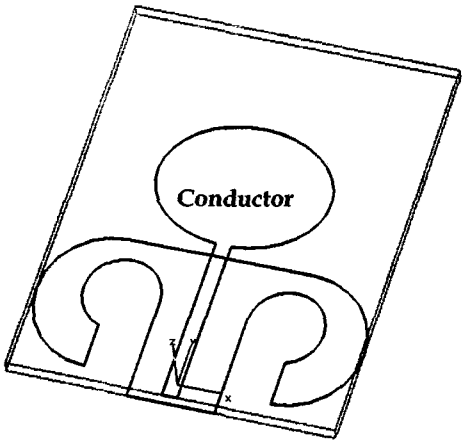
* 정회원, 전남대학교 전자컴퓨터정보통신공학부
(School of Electronics, Computer & Infomation Engineering, Jeonnam National University)
** 정회원, 동강대학 전자정보과
(Dept. of Electronics and Information, Dongkang College)
접수일자: 2004년2월24일, 수정완료일: 2004년8월2일

문이다. 군속도 특성이 떨어지게 되면 신호의 왜곡이 증가 하게 되고 비록 안테나가 광대역 특성을 가지고 있다 하더라도 UWB통신에는 적합하지 않는 안테나가 되는 것이다. 또한 무선망 구성의 다양한 어플리케이션과 소형화 추세에 맞추기 위해 크기 또한 작아야 한다. 이 외에도 이동성에 맞게 무지향성 방사 패턴을 가져야 하는 새로운 안테나가 요구된다.

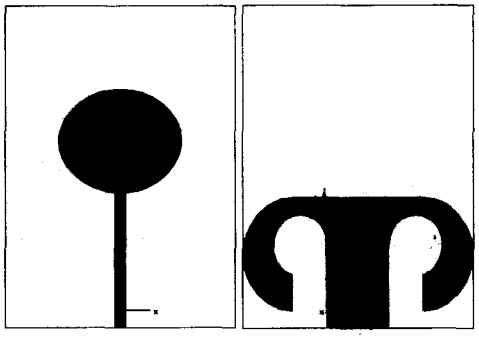
본 논문에서는 UWB통신 특성(3.1GHz-10.6GHz)을 갖는 타원형 모노폴 안테나 구조를 제안하였다. 마이크로 스트립급전 구조를 갖는 형태로 그라운드에 일정한 패턴 구조를 삽입하여 방사패턴을 일정하게 하는데 기여하고 크기 소형화를 이룰 수 있도록 설계 제작 및 측정 하였다.

## Ⅱ. 타원형 모노폴 안테나 설계 및 제작

그림 1은 제안된 안테나 구조를 나타내었다. 마이크로 스트립 급전형태를 가지고 있으며 유전체의 윗면과 아랫면에 도체 패턴이 인쇄되어 있다. 윗면은 타원형 모노폴이 인쇄되어 넓은 대역특성과 일정한 방사패턴을 갖도록 기여한다. 아랫면의 그라운드는 일정한 패턴을 삽입하여 방사특성과 주파수 변화를 조정할 수 있다. 타원형 모노폴의 높이(Ex)는 6.8GHz 에서 대략 0.4λ 이고 타원의 폭(Ey)은 대략 0.3λ 이다. 마이크로스트립 선로가 끝나는 부분과 타원의 패치의 높이(h)는 정합에 있어 매우 중요하게 작용한다. 그라운드의 길이는 대략 0.64λ 이며 내부 그라운드의 지름은 0.35λ이다. 그라운드의 면을 유선형으로 처리하여 넓은 대역에서 일정한 패턴 특성을 갖도록 하였다.




(a) 입체구조
(a) Three-dimensional structure.



(b) 윗면(b) 아랫면
(b) Top Plate(b) Bottom Plate.

그림 1. 타원형 모노폴 안테나
Fig. 1. Elliptical monopole antenna.

그림 2는 안테나 설계 변수를 나타내었다. 그림2에서 나타낸 설계 변수 가운데 높이 h는 안테나의 전체 높이와 밀접한 관계가 있고 정합특성을 결정 짓는 주요 설계 변수로 작용한다. 각각의 설계 변수가 반사손실 및 안테나 특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 주요 설계변수에 따른 안테나 특성 변화를 그림 3에 나타내었다.

그림 3(a),(b)에서는 그라운드에 식각된 패턴의 변화에 따른 특성을 나타냈었다. (a)에서는 간격 G를 변화했을 때 1차 공진 주파수는 거리가 가까울수록 낮아지는 것을 알 수 있다. (b)에서는 그라운드를 식각해 내는 내부원의 반지름 길이변화에 따라 1차 공진 주파수의 변화를 나타낸 그림이다. 반지름의 크기가 클수록 1차 공진 주파수는 낮아지는 것을 알 수 있다. 이와 같이 그라운드는 또 하나의 방사체로 안테나 특성에 영향을 미친다. 이를 이용하면 안테나의 특성을 향상 시키면서 크기는 작게 할 수 있다. 그림 3(c),(d)는 높이 h에 따른 주파수

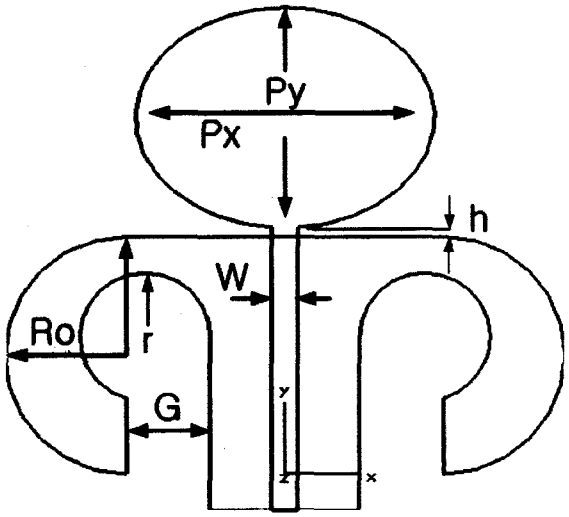
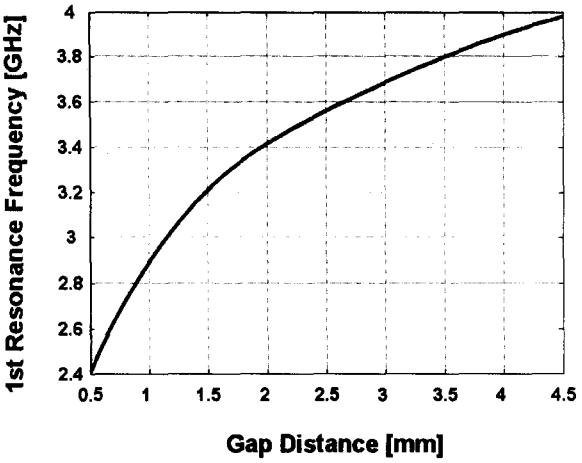
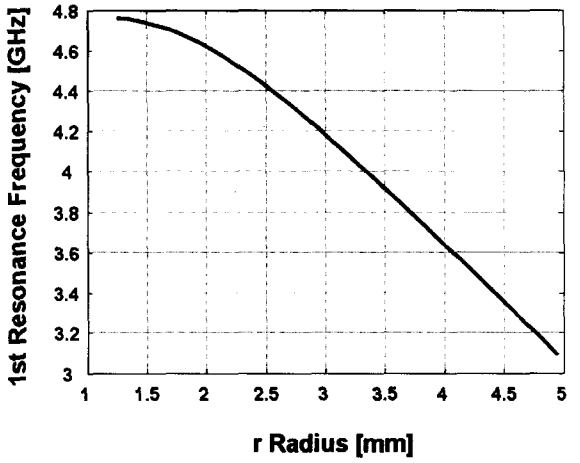


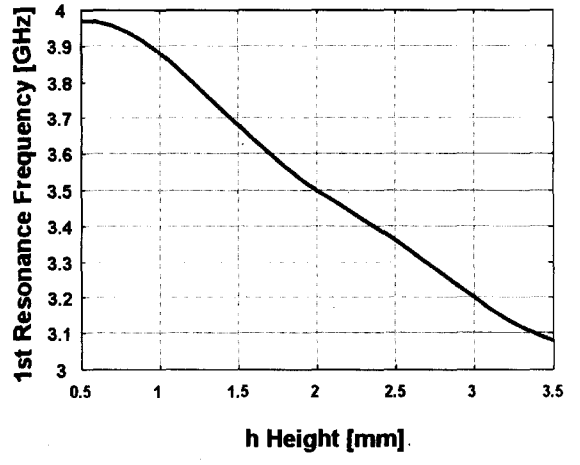

그림 2. 안테나 설계 변수
Fig. 2. Antenna design parameters.



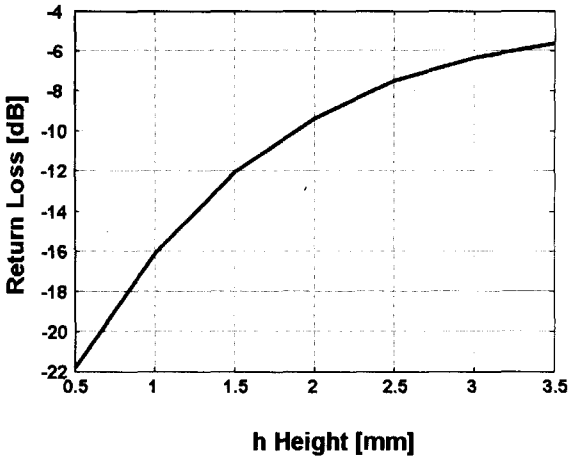

(a) G변화에 따른 주파수 변화
(a) Variation of resonance frequency versus gap distance (G).



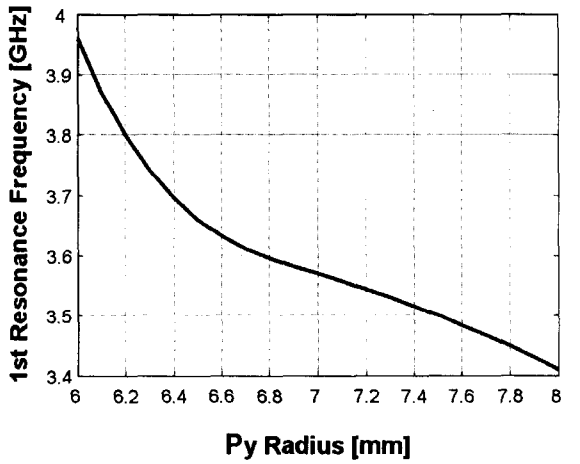

(b) r변화에 따른 주파수 변화
(b) Variation of resonance frequency versus radius (r).



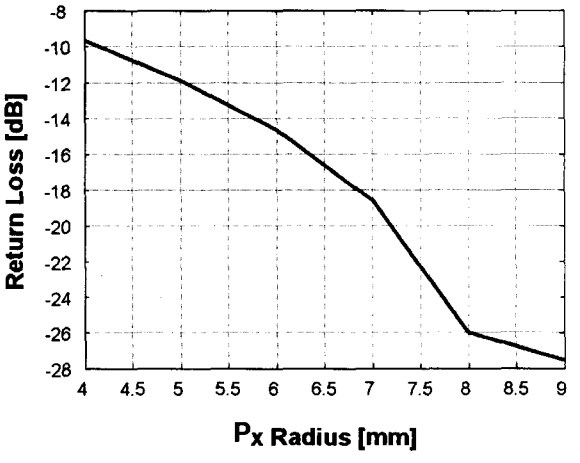

(c) h변화에 따른 주파수 변화
(c) Variation of resonance frequency versus height (h).




(d) 7GHz에서 h 변화에 따른 S11 변화
(d) Variation of return loss versus high(h) at 7GHz.




(e) Ey 변화에 따른 주파수 변화
(e) Variation of resonance frequency versus radius (Py).




(f) 7GHz에서 Ex 변화에 따른 S11 변화
(f) Variation of return loss versus radius(Px) at 7GHz.

그림 3. 안테나 설계 변수에 따른 특성 변화
Fig. 3. Variation of the antenna versus design parameters.

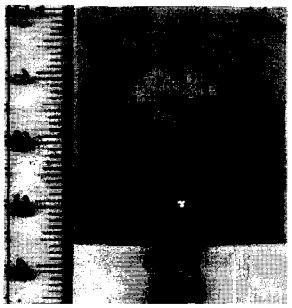


그림 4. 제작한 타원형 모노폴 안테나
Fig. 4. Manufactured elliptical monopole antenna.

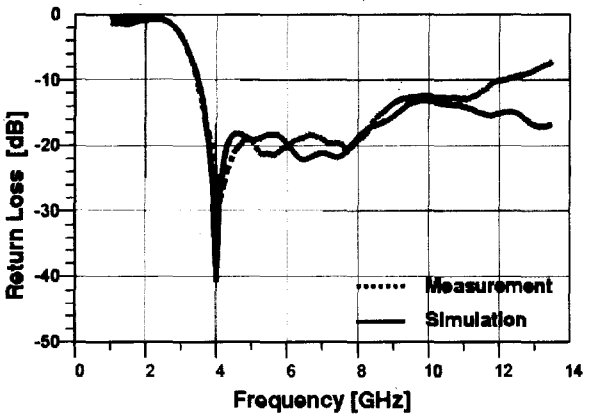



그림 5. 타원형 모노폴 안테나의 반사손실
Fig. 5. Return loss of elliptical monopole antenna.

변화와 S11특성을 나타내었다. 높이 h가 높아질수록 1차 공진 주파수는 낮아지지만 정합특성은 나빠지는 것을 볼 수 있다. 이는 서로 보완하여 설계 목적에 맞게 변수를 결정지어야 한다. 그림 3(e),(f)는 타원형 모노폴 방사체의 크기 변화에 따른 특성을 나타내었다. (e)에서는 방사체의 높이 Py의 길이 증가에 따른 공진 주파수 감소를 나타내었다. 이는 지수 함수적 감쇠를 보이며 일정 길이 이상에서는 길이를 증가하더라도 공진 주파수의 감쇠 폭은 작아진다. (f)에서는 방사체의 폭 Px의 변화에 S11특성을 나타내었다. 폭이 넓어질수록 정합특성은 향상되지만 이 변수 또한 일정 길이 이상이 되면 정합특성 향상 폭은 작아진다.

그림 4는 설계 및 제작된 안테나의 모습을 나타내었다. 안테나 소형화 추세와 UWB의 다양한 어플리케이션을 고려 할 때 안테나의 크기는 작아야 한며 저가격화를 이루어야 한다. 타원형 모노폴 안테나의 전체 크기는 3×2.7cm 유전체의 높이는 0.8mm, 유전율은 4.7로 저가의 유전체를 사용하여 가격과 크기에서 경쟁력이 있으며 다양한 분야에서 응용이 가능할 것이다.

그림 5는 타원형 모노폴 안테나의 반사손실을 시뮬레

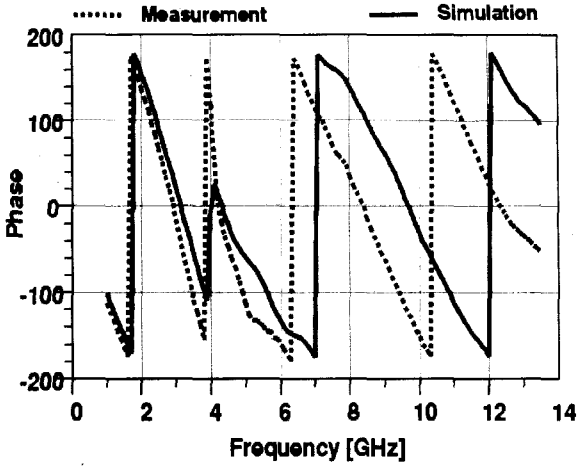



그림 6. 타원형 모노폴 안테나의 위상특성
Fig. 6. Phase of elliptical monopole antenna.

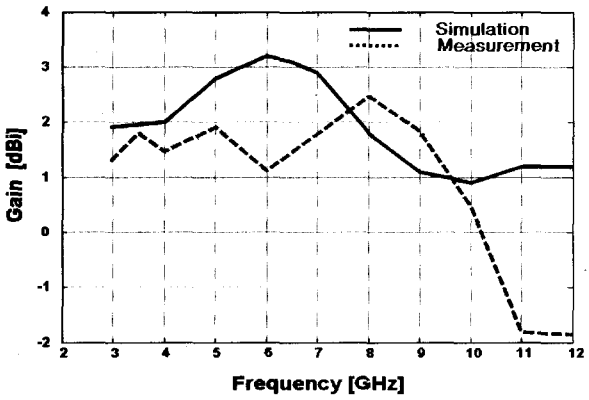



그림 7. 시뮬레이션과 측정에 의한 안테나 이득 비교
Fig. 7. Comparison between simulation and measured Gain of antenna.

이션과 측정값을 비교하여 나타내었으며 측정 결과와 시뮬레이션 결과는 거의 일치 하고 있다. 10GHz 이상 높은 주파수에서는 측정결과가 달라지는데 이는 기판 유전율이 주파수별로 다르게 적용되어야 정확한 결과를 얻을 수 있다. 2002년 2월 14일 미 연방 통신위원회가 정한 주파수(3.1GHz ~ 10.6GHz)를 10dB 기준으로 대체로 만족 하는 것을 알 수 있다.

그림 6은 안테나의 위상 특성을 나타내었다. UWB통신에서는 펄스 위치변조방식(Pulse Position Modulation)을 사용하게 되므로 안테나의 선형 위상특성을 요구하게 된다. 위상차에 기인하여 펄스의 분산이 커지게 되는데 이를 줄이기 위해서 안테나의 위상은 선형성을 유지해야 한다.

그림 7은 제작한 안테나의 주파수별 이득 특성을 시뮬레이션과 측정을 통해 비교하여 나타내었다. 측정 이득 변화는 10GHz까지 3dB 이내로 대체로 평탄하다.

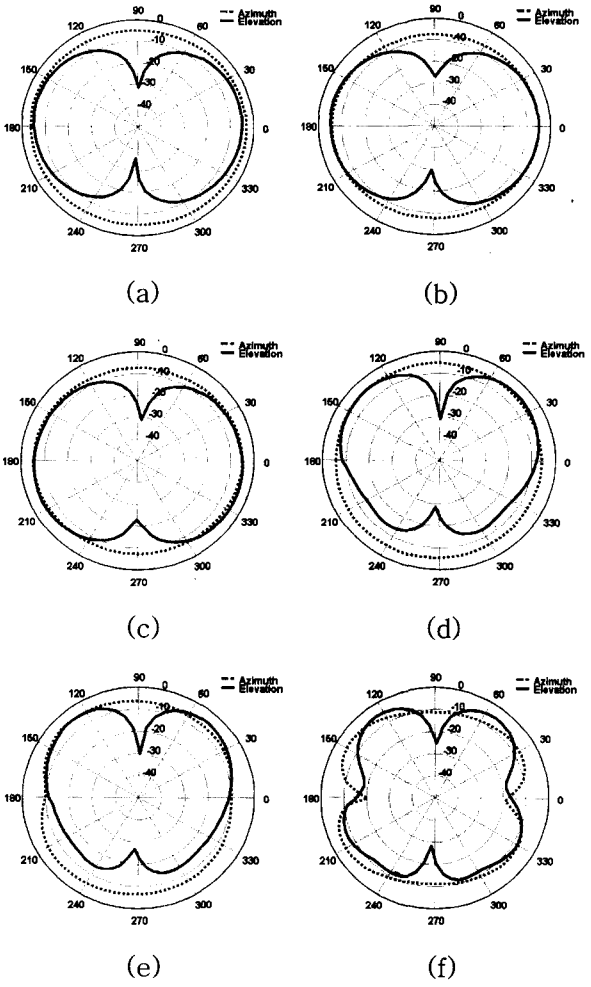



그림 8. 시뮬레이션을 통한 주파수별 안테나의 방사특성 (a), (b), (c), (d), (e), (f)는 차례대로 3.5GHza(a), 5.0GHz(b), 7.0GHz(c), 9.0GHz(d), 10GHz(e), 12GHz(f)에서의 Azimuth와 Elevation 방사패턴.

Fig. 8. Simulation result of azimuth and elevation pattern at 3.5GHz, 5.0GHz, 7.0GHz, 9.0GHz, 10GHz, 12GHz each.

그림 8에서는 안테나의 시뮬레이션 방사패턴을 나타내었다. 3.5GHz - 10GHz까지 안테나의 패턴은 azimuth 방향에서 주파수에 상관없이 대체로 무지향성 패턴을 유지하고 있다. 12GHz 이상에서는 안테나의 방사패턴이 무지향성을 벗어나는 것을 확인 하였다. 이는 고주파로 인한 고차모드 발생으로 인한 것으로 사료된다. 그림 9에서는 제작한 안테나의 방사패턴 측정 결과를 나타내었다. 3.5GHz - 9GHz까지 안테나의 패턴은 azimuth 방향에서 주파수에 상관없이 대체로 무지향성 패턴을 유지하고 있다. 10GHz부터 방사패턴이 조금 찌그러지기 시작하는데 이는 고차모드 발생과 부정합에 의한 것이다.

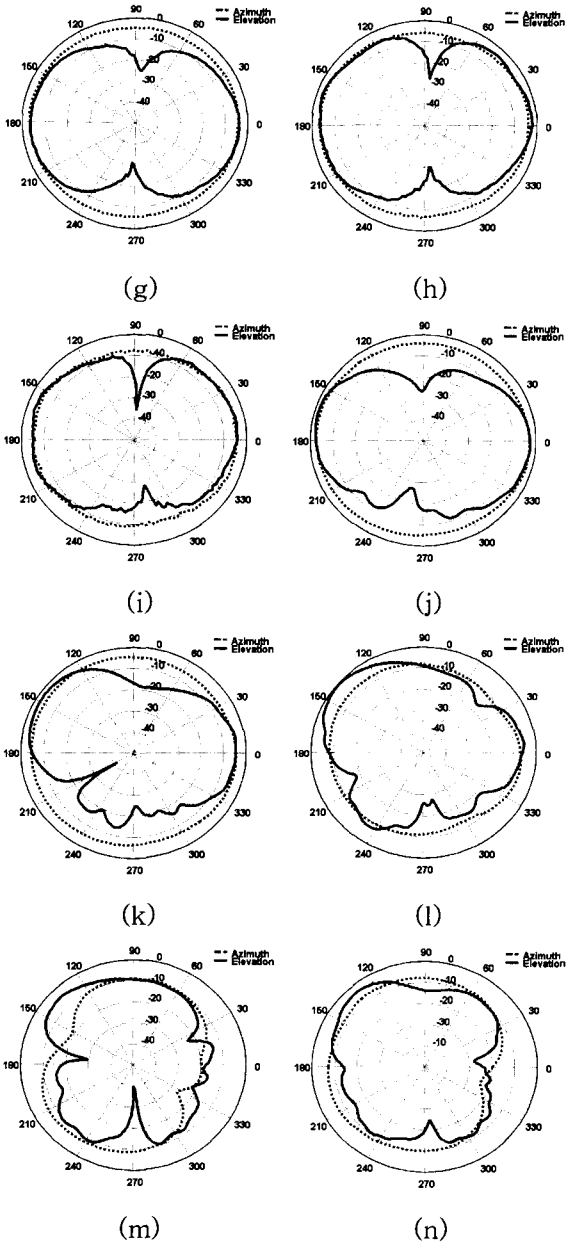



그림 9. 주파수별 안테나의 방사특성 측정 결과(g), (h), (i), (j), (k), (l), (m), (n)은 차례대로 3.5GHz(g), 5.0GHz(h), 6.0GHz(i), 8.0GHz(j), 9.0GHz(k), 10GHz(l), 11GHz(m), 12GHz(n)에서의 Azimuth와 Elevation 방사패턴.

Fig. 9. Measurement result of azimuth and elevation pattern at 3.5GHz, 5.0GHz, 6.0GHz, 8.0GHz, 9.0GHz, 10GHz, 12GHz each.

## Ⅲ. 결 론

본 논문은 마이크로 스트립 급전 구조를 갖는 UWB 용 타원형 모노폴 안테나를 설계 및 제작 하였다. 제안한 타원형 모노폴 안테나는 유선형 구조와 그라운드에

일정한 패턴을 가지고 있어 안테나의 크기를 작게 하고 주파수에 상관없이 무지향성 패턴을 갖도록 기여 하였다. 안테나는 10dB 기준 3.5GHz - 12GHz의 주파수 대역폭(8.5GHz)을 보였으며 안테나의 패턴은 3.0GHz - 10.0GHz에서 무지향성 특성을 보였다. 안테나의 전체 크기는 30×27× 0.8mm로 소형으로 제작 되었으며 구조 또한 단순하여 제작이 편리하다. 따라서 본 논문에서 제안한 안테나는 소형이면서 광대역 특성과 무지향성 특성을 만족하는 새로운 형태의 안테나로 UWB 통신 시스템용 광대역 안테나로 다양하게 활용 가능할 것이다.

## 참 고 문 헌


[1] Takuya Taniguchi, Takehiko Kobayashi, "An Omnidirectional and low-VSWR antenna for Ultra-Wideband wireless systems" Radio and Wireless Conference, 2002. RAWCON 2002. IEEE , 11-14 Aug. 2002 Pages:145 - 148

[2] Hua-Mig Chen, Yi-Feng Lin, Chin-Chun Kuo and Kuang-Chih Huang, "A Compact Dual-Band Microstrip-fed Monopole Antenna" IEEE Anten -na & Propagation Society International Symposi -um, Dig, July 2001, Vol.2 pp.124-127.

[3] John D. Kraus Ronald J. Marhefka "Antennas for all applications Third Edition"

[4] M. J. Ammann, "square Planar Monopole Antenna", antennas and Propagation, IEE National Conference. pp. 37-40, 1999

[5] Narayan Prasad Agrawall, Girish Kumar, and K.P.Ray, "New wideband Monopole Antennas", Antennas and Propagation Society International Symposium, IEEE., 1997 Digest, vol. 1 pp. 248-251, 1997

[6] 이종필, 박성욱, 이상근, "광대역 기판인쇄형 모노폴 안테나 설계", 한국 전자파학회 논문지, 12권 6호 . pp. 958-946, 2001.

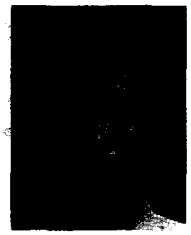
[7] 김종규, 허유강, 조영기, 한국전자파학회지 (The Proceedings of The Korea Electromagnetic Engineering Society):전자파기술 2002.07 v.13, n.3, pp.24-32

[8] 강병구. 전상재. 박의준 "소형 펄스 안테나를 위한 분포저항 장하 기법과 특성 분석" 한국전자파학회지 (The Proceedings of The Korea Electromag -netic Engineering Society):전자파기술 2003.04 v.14, n.2, pp.83-91

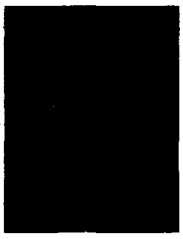
[9] 허유강, 고지환, 김의중, 이형수, 조영기, "Ultra Wide-Band용 Rectangular Plate Monopole 안테나의 설계" 마이크로파 및 전파통신 학술대회 논문지 vol.26 No:1, 2003


## 저 자 소 개

차 상 진(정회원)
2000년 호남대학교 전파공학과 학사 졸업.
2004년 전남대학교 전자공학과 석사 졸업.
<주관심분야: RF소자 및 안테나 설계>



임 영 석(정회원)
제 40권 TC편 11호 참조



이 현 진(정회원)
1982년 조선대학교 전자공학 학사 졸업.
1996년 전남대학교 전자공학과 박사 졸업.
1997년~1998년 펜실베니아 주립대학 전기공학과 방문교수
1991년~현재 동강대학교 전자정보과 부교수.
<주관심분야: 안테나 및 RF소자 설계, 초구주파 회로 해석 >