

수평 원형 디스크가 로딩된 반원 디스크 초광대역 모노폴 안테나

Vertically Half Disc-Loaded Ultrawideband Monopole Antenna (VHMDA) with Horizontally Top-Loaded Small Disc

이 재 욱 · 조 춘 식 · 김 종 면*

Jae-Wook Lee · Choon-Sik Cho · Jong-Myun Kim*

요 약

본 논문에서는 반원형 및 반타원형 디스크가 급전점에 수직으로 로딩된 단순한 광대역 모노폴 안테나 구조에 급전점에는 추가적인 공진 구조를, 수직 모노폴 안테나의 끝단에는 수평으로 추가적인 소형 디스크가 로딩되는 초광대역 안테나의 특성에 관하여 시뮬레이션과 측정이 수행되었다. 설계된 초광대역 송신용 안테나로부터 가우시안 펄스의 전달 특성에 관하여 살펴보며 제안된 안테나의 수평방향을 단면으로 보았을 경우의 복사패턴이 등방향성 응답을 가짐을 알 수 있었다. 더욱이, 측정 및 시뮬레이션 결과로부터 소형이면서 광대역 특성을 보임을 알 수 있다. 제안된 수평방향의 소형 디스크가 장착된 반원형 디스크 모노폴 안테나의 측정결과로부터, 크기와 전기적인 성능 측면에서 살펴보았을 때 제안된 구조가 단순히 원형 디스크가 수직으로 로딩된 모노폴 안테나에 비해 견줄만 함을 알 수 있었다. 특히, 본 논문을 통하여 제작된 안테나는 PCB를 이용한 프린팅 안테나에서 자주 발생하는 표면파 손실 및 유전체 손실과 같은 현상이 발생되지 않으므로 Return Loss의 성능이 곧 복사되는 효율과 밀접한 관계가 있다.

Abstract

In this paper, a new antenna(VHMDA) characteristics of half-circular/elliptical disc-loaded planar antennas with horizontally top-loaded small disc is studied by simulation and measurements with additional resonant structure. The transfer function characteristics of Gaussian pulse from the designed UWB transmitter antenna has been investigated. The radiation pattern of the proposed antenna in azimuth is nearly omni-directional response, which is usually required in conventional monopole antenna. In addition to that, the simulation and measured results show that the return loss characteristics of VHMDA covers considerably large bandwidth with small area. From the measured results of the circular and half-circular disc-loaded monopole antennas with small disc mounted on the top, it is found that the half disc-loaded monopole antenna with additional structure can be comparable to the circular disc-loaded monopole antenna in respect of size and electrical performances. Surface wave and dielectric losses often caused by the printed antenna using high dielectric constant does not occur in metallic planar antenna with good impedance matching and without lossy matching unit. This structure implies that the performance of return loss is directly related with the radiation efficiency.

Key words : Half Disc, Ultrawideband, Monopole

I. 서 론

최근에는 UWB(UltraWideBand) 시스템에 관한 다

한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부(School of Electronics, Telecommunication and Computer Eng., Hankuk Aviation University)

*한국전자통신연구원 디지털방송연구단(Digital Broadcasting Research Div., ETRI)

· 논문 번호 : 20040730-099

· 수정완료일자 : 2004년 10월 18일

양한 기술들이 다른 통신장비와 간섭을 최소화하며 스펙트럼 마스크(Spectrum Mask)의 규제를 만드는 많은 연구자들과 업체로부터 소개되며 연구되어지고 있다. 특히, 표준 송수신 광대역 안테나에 있어서 전송시의 전달 파형의 분산 및 왜곡특성에 관해서는 해석적인 방법^[2]과 시간영역 해석^[7~9]을 이용하여 많이 연구되었다. 또한 응용분야로는 단순히 기존의 통신 시스템의 대체를 벗어나 홈 네트워크의 대상으로도 연구가 되어져 오고 있는 실정이다.

안테나의 구조 측면에서 보면, 초광대역 시스템에 적용할 수 있는 적절한 안테나의 결정인자로는 정재파비(VSWR)로 표시되는 정합조건(넓은 임피던스 대역폭), 안테나 효율, 송신기로부터 파형의 왜곡없이 넓은 빔각도로 전달하기 위한 복사패턴, 복사패턴에 의해서 나타나는 주파수 독립인 주빔특성(Mainlobe Characteristics), 안테나 전달함수에 의해서 표현되는 군지연(Group Delay) 및 이득평탄도(Gain Flatness) 등이 있다^[11]. 그 중에서도 초광대역 안테나는 모노폴 안테나의 임피던스 대역폭을 넓히는 방법으로 모노폴의 복사 단면적을 증가시키기 위하여 평면형대를 이용한 다양한 모양이 연구되어져 오고 있다. 이것은 단순히 일반적인 $\lambda/2$ -다이폴 안테나 및 접지면이 있는 모노폴 안테나를 이용하는 경우에 발생할 수 있는 임피던스 대역폭의 협대역화를 극복하기 위하여 전형적인 직사각형 또는 정사각형의 평면형 모노폴 안테나에서 시작하여 원형의 평면 모노폴 안테나로, 다시 타원형, 보우-타이(Bow-Tie)형, 삼각형, 다각형, 굽전점이 이동된 다각형 모노폴 안테나로 발전하게 되었다^[10].

스펙트럼 분배 측면에서 보면, 초광대역 시스템을 위해 할당된 스펙트럼이 크게 두 부분으로 나뉘어져 있다. i) 첫 번째로는 기존의 다른 통신 장비에 영향이 거의 없도록 하면서 5 GHz 대역 부근에 Notch Filter를 첨가하는 방식(Filtering Antenna)으로서 상당히 광대역 주파수(3.1 GHz~10.6 GHz)를 사용하는 것이다. ii) 두 번째로는 변조방식에 따라 3.1 GHz~10.6 GHz 대역을 몇 개의 다중 대역으로 분리하는 것이다.

본 논문에서는 디스크 로딩 모노폴 안테나로부터 거리 10 cm 떨어진 지점에서 수신된 전계의 파형에 대해서 살펴보았다. 초광대역 시스템에서 사용되는

안테나의 특성을 규명 짓기 위한 하나의 방법으로 표준 송신 안테나의 특성부터 먼저 고찰하기 위하여 높이 15 cm와 상면부 원형의 반지름이 20 cm인 구조의 표준 송신 안테나를 채택하였다. 더욱이, 표준 송신용 코니컬 안테나로부터 전송되는 파형의 왜곡현상을 살펴봄으로서 초광대역 시스템용으로 제작되는 소형 안테나의 전송 특성을 규명 짓고자 한다. 타원율 13:12와 장축의 길이 $r_m=26$ mm로 구성된 디스크가 로딩된 평면형 안테나는 근사적으로 3 GHz 이상에서 $S_{11} \leq -6.5$ dB인 특성을 보여준다. 또한, 본 논문에서 제시된 수평방향의 원형 디스크가 첨가된 모노폴 안테나에서는 $S_{11} \leq -7.2$ dB 이상의 특성을 보여주며 적어도 return loss 측면에서 보더라도 향상된 특성과 더 적은 크기에도 동작하고 있음을 알 수 있다. 본 논문에서 제시된 디스크 로딩 안테나의 두께는 시뮬레이션 및 제작의 편의를 위해서 1 mm로 고정하였다. 본 논문에서는 일반적인 반원형 디스크가 로딩된 모노폴 안테나도 소형이면서 복사패턴의 측면에서 살펴보면 일반적인 모노폴 안테나

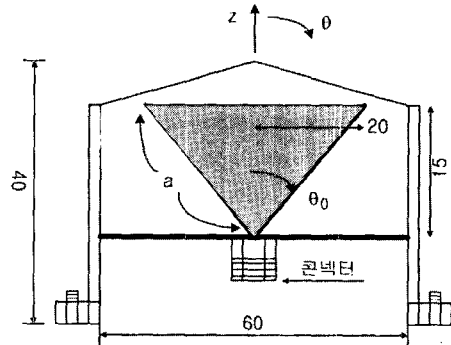
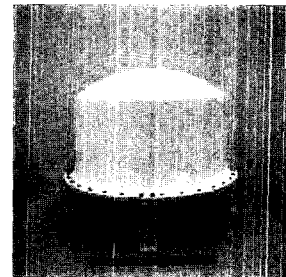


그림 1. 라돔이 씌어진 표준 송수신용 코니컬 안테나 사진 및 내부 도면, 단위[cm]

Fig. 1. A photograph of standard transmitter/receiver conical antenna with radome and inside sketch, unit[cm].

에서 볼 수 있는 등방향성 특성을 가지지만 여기서 제시되듯이 수평으로 소형의 원형 디스크를 로딩함으로써 반사계수 및 복사패턴의 향상된 결과를 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.

II. 모노폴 안테나의 전달함수 및 안테나 특성

2-1 표준 송신용 코니컬 안테나

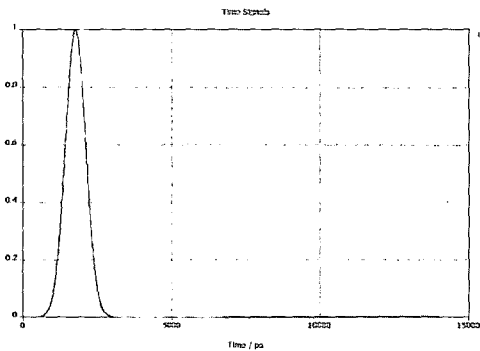
그림 1에 보여지는 표준 송신용으로 사용되는 코니컬 안테나에 있어서, 입력측에서의 구동 임피던스는 입력 단자에 흐르는 전류에 대해서 입력 단자에 공급되는 전압의 비로서 정의된다^[2].

$$Z_o(f) \equiv V_o(f)/I_o(f) = Z_c(f) \frac{1 - \beta/\alpha}{1 + \beta/\alpha} [\Omega]$$

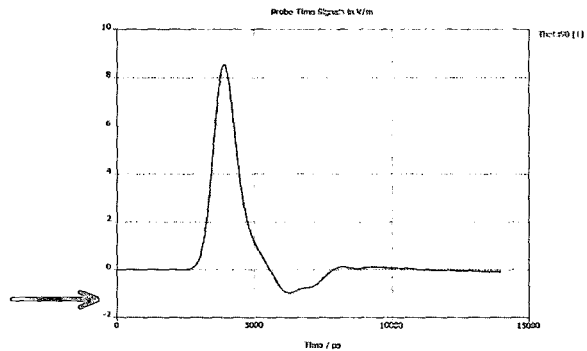
여기서 $Z_c(f)$ 는 $(\zeta_0/2\pi) \ln \cot(\theta_0/2)$ 이고 ζ_0 는 $120 \pi [\Omega]$ 이며, α 와 β 는 참고문헌 [2]에 정의되어 있다.

특히 두 값의 비, β/α 는 주파수의 함수로서 방사 길이(radial length)가 무한대로 증가하든지, 주파수 ($k=2\pi f$)가 무한대로 높아짐에 따라서 영의 값으로 근사화가 되므로 이 때 입력단에서 바라본 구동 임피던스는 코니컬 안테나의 사잇각(θ_0 , flare angle)에 의해서 결정되는 특성 임피던스와 같게 되며 주파수에 독립이 됨을 알 수 있다.

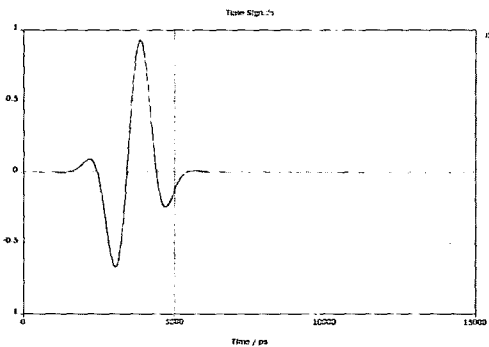
본 논문에서 이미 잘 알려진 표준 송신용 코니컬 안테나를 언급하는 이유는 초광대역 시스템에 사용 가능한 안테나를 제작하는 경우에 있어서 신호 전달 시 수신측에서 발생하는 신호 왜곡(Signal Distortion)의 정도를 표준 송신용 안테나에서 발생하는 신호 전달 특성과 비교하기 위해서이며, 나아가서 신호



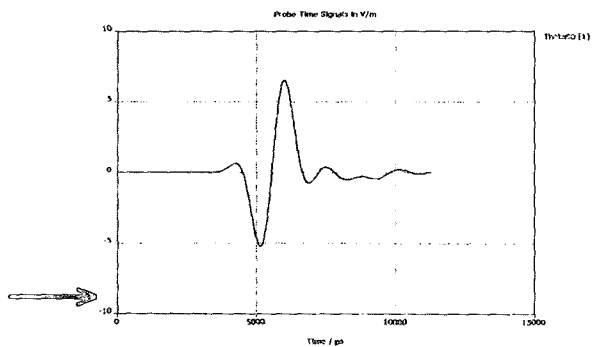
(a) 안테나 입력단에서의 가우시안 펄스
(a) Gaussian pulse at the antenna input port



(b) 관측점이 $\theta = \pi/2$ 인 임의의 점에서의 응답특성(복사전계)
(b) The response of Gaussian pulse at the probing point with $\theta = \pi/2$



(c) 안테나 입력단에서의 1차 미분된 가우시안 펄스
(c) Differentiated Gaussian pulse at the antenna input port



(d) 관측점이 $\theta = \pi/2$ 인 임의의 점에서의 응답특성(복사전계)
(d) Response of differentiated Gaussian pulse at the probing point with $\theta = \pi/2$

그림 2. 코니컬 안테나에 의한 신호 전달 특성

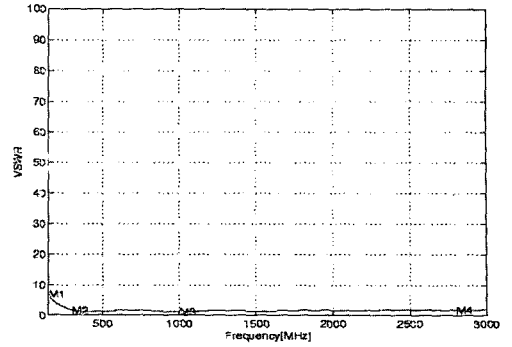
Fig. 2. Signal transfer characteristics(simulated waveform distortions) of conical antenna.

외곽에 어떤 안테나 인자와 특성이 영향을 끼치는가를 살펴보는 데 있다.

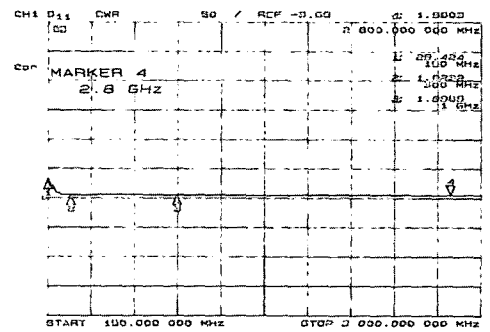
참고문헌 [2]에서 소개되었듯이, 프로빙 포인트(Probing Point)에서의 시간 영역 복사 전계는 알려진 전달함수(Transfer Function), 알려진 전압원(Voltage Source)에 대한 표현식으로부터 두 함수의 곱을 구한 후, 푸리에 역변환을 이용함으로써 얻을 수 있다. 이때 전달함수는 안테나의 형태에 따라서 마치 필터 특성을 함께 나타내는데 이것이 신호 전달시 신호왜곡에 영향을 준다. 송신시에 임의의 점에서의 복사전계(측정점에서의 전계)와 전압원(가우시안 펄스, 1차 미분된 가우시안 펄스, 2차 미분된 가우시안 펄스, 구형파 펄스 등등) 사이의 비례관계를 표현하는 전달함수의 특성으로부터 신호의 왜곡이 없이 원래 신호의 펄스 파형을 그대로 유지하기 위해서는 전달함수의 크기(Amplitude of Transfer Function)가 주파수 및 안테나의 높이에 독립적인 식이 되어야 함을 알 수 있다.

이때 반사계수는 주어진 대역에서 광대역 특성을 보여야 하고 신호 대역폭이 좁은 신호 즉, 가우시안 펄스보다는 1차 미분된 가우시안 펄스, 1차 미분된 가우시안 펄스보다는 2차 미분된 가우시안 펄스가 신호전달시 신호왜곡에 적은 영향을 준다는 것을 알 수 있다. 특히, 전달함수에는 안테나가 송신으로 사용되느냐 수신으로 사용되느냐에 따라 송신 전달함수 및 수신 전달함수로 나뉘며 그림 2에 나타난 내용은 송신시의 전달함수 특성을 표시한 것이다. 그림 2의 신호 전달특성은 $ka \gg 1$ 인 경우에 대해서 시뮬레이션 하였기 때문에 송신측 안테나에서 입력된 신호를 그대로 전달하고 있음을 볼 수 있다. 만약, 안테나의 길이가 짧아서 $ka \ll 1$ 인 경우에 시뮬레이션하였을 경우에는 원래 입력신호에 대해서 몇 차 미분한 특성이 측정지점에서 발견된다. 이의 정확한 해석은 송신시의 안테나의 길이에 따라 전달특성 함수($T(f)$)가 어떻게 달라지는지를 살펴보면 알 수 있다^[2].

그림 2의 신호 (a)와 (c)는 각각 안테나의 입력 신호이며, 신호 (b)와 (d)는 각각 안테나를 송신으로 사용하였을 경우에 임의의 점에서의 신호 파형의 왜곡 정도를 보여주고 있다. 예상대로 가우시안 펄스가 주파수 영역에서 보면 저주파에서 고주파까지 다양



(a) 시뮬레이션 결과
(a) Simulated results



(b) 측정 결과 (Marker 2 : 1.9@300 MHz, Marker 3 : 1.8@1 GHz, Marker 4 : 1.56@2.8 GHz)
(b) Measured results (Marker 2 : 1.9@300 MHz, Marker 3 : 1.8@1 GHz, Marker 4 : 1.56@2.8 GHz)

그림 3. 표준 송수신 안테나의 정재파비
Fig. 3. The VSWR as a function of frequency of standard conical antenna.

하게 가지고 있으므로 안테나의 VSWR이 저주파수 대역까지 좋은 특성(<2)이어야 신호가 왜곡없이 전달될 수 있으며 이는 안테나의 전달함수가 주파수 및 안테나의 길이에 독립인 상수함수일수록 원래의 송신신호가 왜곡없이 시간 지연만 있는 신호로 전달 되는 것과 관계가 있다.

송신 안테나의 길이에 따른 전달함수의 특성을 살펴보면^[2], 송신 안테나의 입력 신호 파형을 $V_g(f)$, 안테나의 전달함수를 $T(f)$, 임의의 측정점에서의 전계를 시간영역 및 주파수 영역에서 각각 $e^{rad}(t)$, $E^{rad}(f)$ 라고 할 때

$$\begin{aligned}
 e^{rad}(t) &= \int_{-\infty}^{\infty} E^{rad}(f) e^{j2\pi ft} df \\
 &= \int_{-\infty}^{\infty} V_g(f) T(f) e^{j2\pi ft} df
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

로 표현할 수 있으며 이 때 전달함수 $T(f) = E^{rad}(f)/V_g(f)$ 로 정의된다^[2]. 여기서 전달함수 $T(f)$ 의 특성을 보면 안테나의 길이가 매우 짧은 경우는 전달함수 $T(f)$ 의 크기가

$$|T(f)| \propto (j2\pi f)^2 F(a, \theta_0) \quad (2)$$

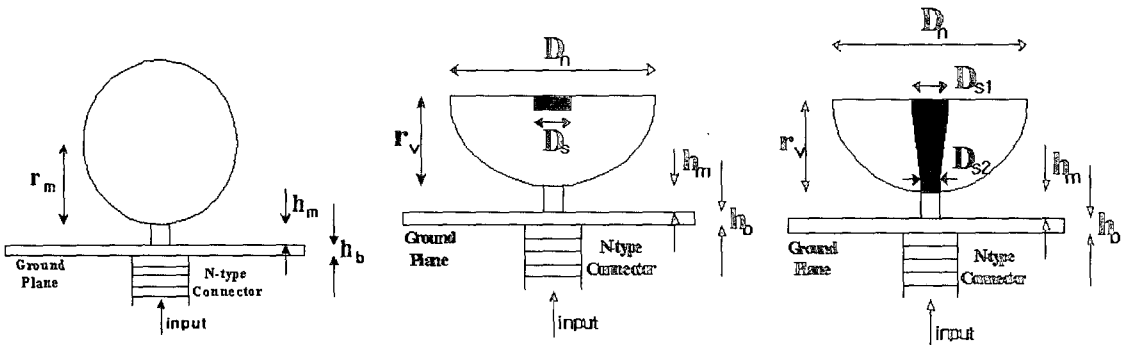
처럼 주파수와 안테나 길이 및 안테나 사이각(flare angle)의 함수로 표현되며 특히, 위의 함수가 주파수 영역에서 주파수의 제곱형태이므로 시간영역에서는 입력신호의 2차 미분된 형태로 표시될 것이다. 따라서 송신 안테나가 파장에 비해서 매우 작은 안테나인 경우에는 원래 입력 신호의 미분된 신호가 공기중으로 전달되는 것을 알 수 있다. 또한 앞서 언급한 그림 1과 같이 안테나의 길이가 긴 경우는 전달함수

$T(f)$ 의 크기가

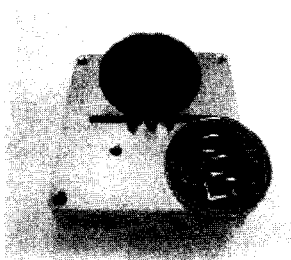
$$|T(f)| \propto C \quad (3)$$

처럼 상수항으로 근사화가 될 수 있으므로 위의 수식 (1)을 시간 영역에서 보면 단지 원래 입력 신호의 임의의 측정지점까지의 시간 지연(Time Delay)만 첨가된 것이 된다.

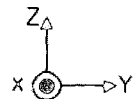
위의 현상을 Return Loss로 확인하는 방법으로는 $VSWR < 2$ 인 주파수 대역이 어느 정도이나를 살펴보는 것으로서 그림 1과 같은 표준 송신인 안테나의 경우는 약 300 MHz 이상에서 그 이상으로 약 2:1 이하의 정재파비 특성을 보이고 있다. 따라서 그림 2(d)와 같이 협대역의 송신인 경우에는 파형의 왜곡이 거의 없이 측정지점에 나타남을 알 수 있다. 또



(a) 원형 및 타원형 디스크가 로딩된 안테나
 (a) Circular/Elliptical disc-loaded monopole Antenna
 (b) 반원형 디스크에 소형인 원형 디스크가 수직으로 로딩된 안테나
 (b) Vertically half disc-loaded monopole antenna(VHDMMA) with horizontally top-loaded small disc
 (c) 원형 콘이 수직인 반원형 디스크에 로딩된 안테나
 (c) Vertically half disc-loaded monopole antenna(VHDMMA) with circular cone



(d) 원형 디스크가 로딩된 모노폴 안테나의 제작 사진
 (d) The photograph of fabricated circular disc-loaded monopole antenna



(e) 원형 및 타원형 디스크가 로딩된 안테나의 제작 사진
 (e) The photograph of fabricated of VHDMMA with horizontally top-loaded small disc

그림 4. 디스크가 로딩된 모노폴 안테나
 Fig. 4. Disc-loaded monopole antenna.

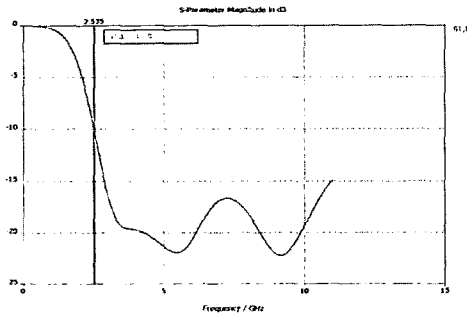
신호 왜곡에 영향을 주는 것으로 복사패턴이 주어진 광대역내에서 얼마나 일정하게 유지되느냐, 주어진 대역에서 얼마나 일정한 이득을 유지하느냐 등이 있다.

2-2 디스크가 로딩된 모노폴 안테나

전형적인 코니컬 안테나(그림 1)에서 보듯이, 방사길이(radial length)가 무한대가 됨에 따라 구동 임피던스는 주파수에 독립이 됨을 수식적인 표현식과 전달함수에 미치는 영향으로 살펴보았다. 공진 구조가 있는 모노폴 안테나에 타원 및 원형 디스크를 로딩하는 주된 목적은 입력 임피던스 대역폭을 증가시키며 전체 안테나 높이는 그대로 유지하면서 공진 주파수를 이동시키기 위한 것이다. 앞서 언급한 입

력 임피던스 대역폭과 전달함수간의 관계로부터 손실이 적으면서 최대 임피던스 대역폭을 가지며 복사패턴이 모노폴 안테나와 거의 같은 특성을 가진 여러 형태의 평면형 안테나에 대해서 살펴본다.

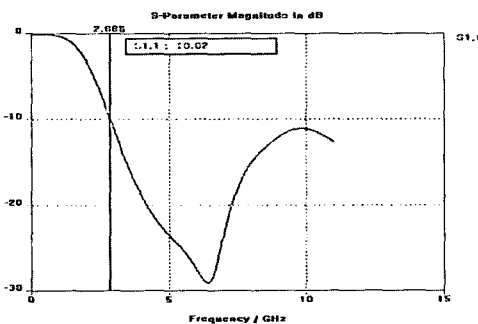
그림 4에서 여러 모노폴 안테나의 기본적인 구조는 $\lambda/4$ -와이어 모노폴 안테나의 복사체 단면적을 변화시킨 구조로서 기본형인 그림 4(a)를 변형시켜서 그림 4(b) 및 (c)의 높이가 낮으면서 비슷한 성능 또는 그 이상의 성능을 가지는 안테나를 제작하였다. 임피던스 대역폭을 증가시키기 위하여 입력측에 매칭모듈(Balun 등)이 존재하지 않으므로 광대역 특성을 얻을 수만 있으면 높은 복사효율 또한 만족시킬 수 있다.



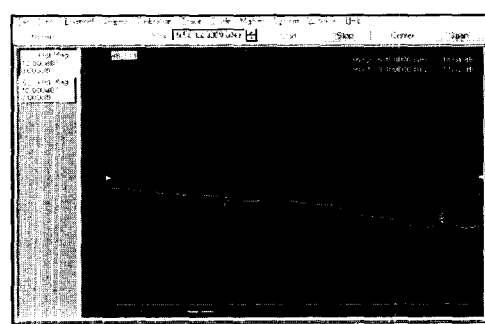
(a) 시뮬레이션
(a) Simulation result



(b) 측정
(b) Measured result



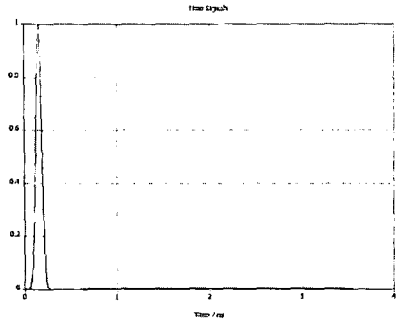
(c) 시뮬레이션
(c) Simulation result



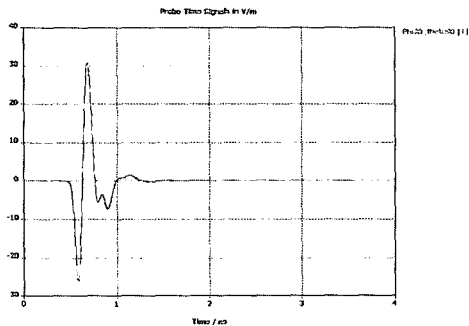
(d) 측정
(d) Measured result

그림 5. 반사계수 시뮬레이션 및 측정결과 (a), (b) 타원형 디스크가 로딩된 모노폴 안테나(측정(1: -5.4 dB@2.5 GHz, 3: -6.8 dB@3 GHz, 2: -8.2 dB@3.9 GHz) (c), (d) VHDMA 안테나 측정(1: -7.5 dB@3.1 GHz, 2: -18 dB @5.15 GHz)

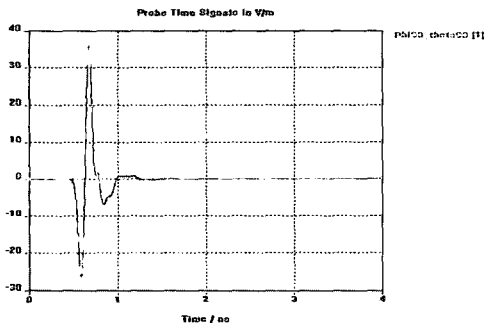
Fig. 5. The simulated results and measured data(Marker (a), (b) Elliptical disc-loaded monopole antenna(Marker 1: -5.4 dB@2.5 GHz, Marker 3: -6.8 dB@3 GHz, Marker 2: -8.2 dB@3.9 GHz) (c), (d) VHDMA antenna (Marker 1: -7.5 dB@3.1 GHz, Marker 2: -18 dB@5.15 GHz).



(a)



(b)



(c)

그림 6. 그림 4(a), (b) 안테나의 신호 전달 특성
(a) 안테나 입력 신호, (b) 그림 4(a) 안테나
의 임의의 점에서의 프로빙 신호, (c) 그림
4(b) 안테나의 임의의 점에서의 프로빙 신호
Fig. 6. The signal transfer characteristics of monopole
antenna in Fig. 4(a) and (b). (a) antenna input
signal (b), (c) probing signal using antennas of
Fig. 4(a) and (b), respectively.

그림 5는 각 모노폴 안테나의 반사계수 특성을 실험결과와 함께 보여주고 있으며 위의 결과로부터 그림 4(b)의 안테나의 반사계수 특성이 주어진 주파수 대역(3.1 GHz~10.6 GHz) 대역에서 그림 4(a)에 주어진 안테나의 반사계수 특성보다 약간 우세함을 알 수 있으며 또한 높이도 상대적으로 작아졌다. 그림 6은 이를 바탕으로 전달함수의 특성을 살펴보기 위하여 두 가지 형태의 디스크 로딩 안테나에 가우시안 펄스(그림 6(a))가 입력된 경우의 송신 파형 전달 특성을 보여준다. 안테나가 소형이므로 가우시안 펄스의 1차 미분된 형태의 파형이 전달되며 원형 디스크가 로딩된 경우의 파형 전달 특성이 크기가 작아진 VHDMA 안테나를 이용하더라도 파형 전달 특성이 그대로 유지됨을 알 수 있다. 또한 신호 왜곡에 영향을 주는 주요 인자로서 주어진 광대역에서 주파수 변화에 따라서 얼마나 일정한 복사 패턴을 유지하는지 살펴보기 위하여 전자통신연구원의 무반향실을 이용하여 3, 4, 5 GHz 대역에서 복사패턴을 측정하였다.

그림 7에는 각각 측정이 실행된 주파수 대역에서의 Co-Polarization 및 Cross-Polarization이 단면방향(xy, xz-plane)에 따라서 기록되어 있으며 4 GHz 및 5 GHz 대역에서는 거의 일정한 복사패턴을 유지함을 알 수 있다. 또한 측정된 안테나 이득은 표 1과 같다.

III. 시뮬레이션 및 측정 결과

전형적인 모노폴 안테나, 변형된 원형 디스크가 로딩된 안테나, 공진 구조 및 추가적인 로딩 디스크를 가지는 반원형 디스크 모노폴 안테나 등이 그림 1에 그려져 있다. 특히, 디스크의 가장 자리에 급전점이 있으며 그 급전점 주위로 공진 구조가 있는 원형 및 타원형 디스크가 로딩되어 있다. 원형을 포함하여 타원율에 따른 다양한 구조에 대해서 FDTD에 근간을 두고 있는 상용 소프트웨어 패키지인 CST

표 1. VHDMA 안테나의 이득, 단위[dB]
Table 1. The antenna gain of VHDMA, unit[dB].

주파수 및 단면방향	3 GHz	4 GHz	5 GHz	6 GHz	7 GHz	8 GHz	9 GHz	10 GHz
xy-plane	0.77	0.71	-0.17	-0.30	-0.21	2.2	1.4	1.6
xz-plane	2.5	4.95	4.0	3.2	2.7	2.6	1.9	2.9

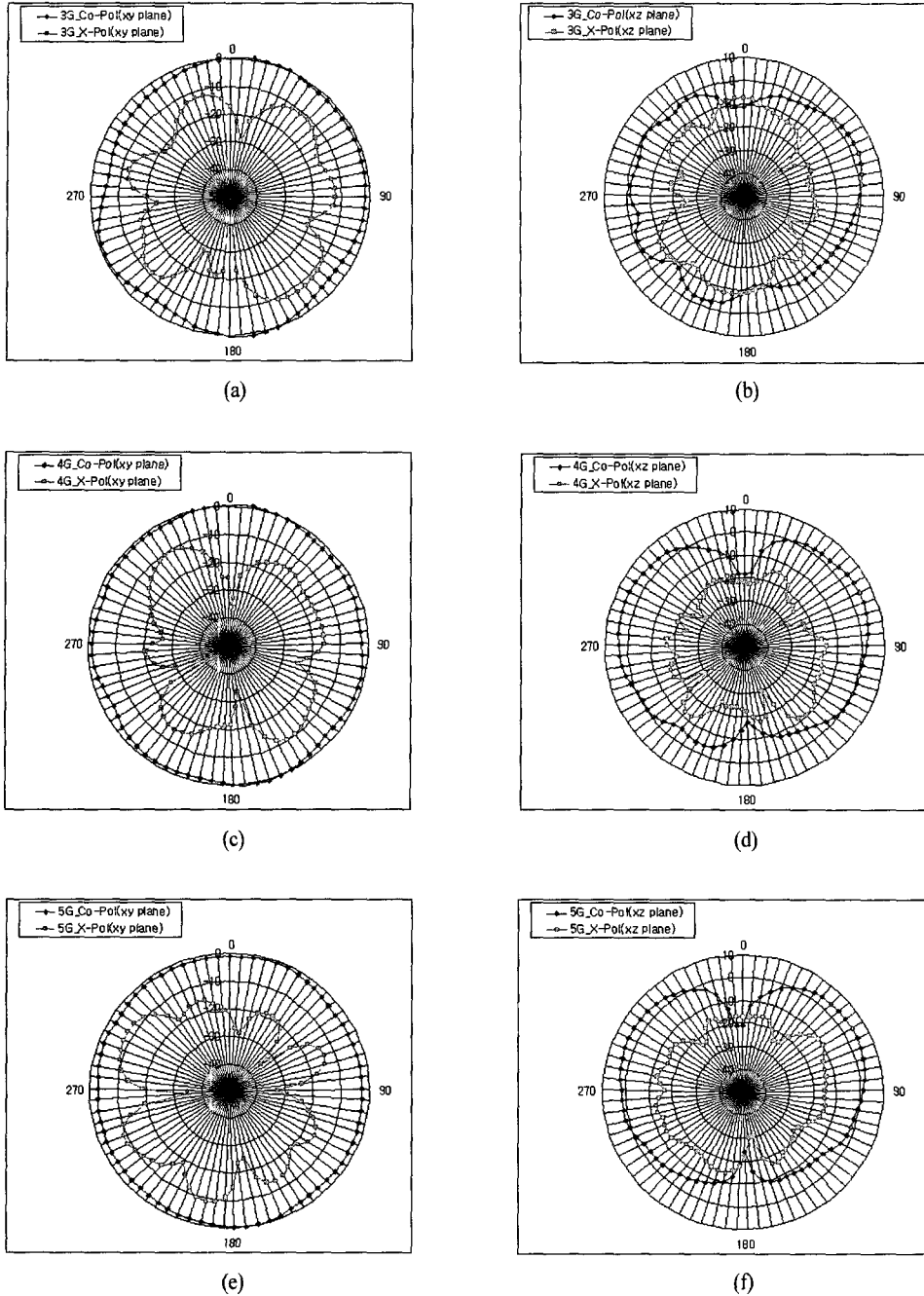


그림 7. 복사 패턴 측정치(xy , xz -plane) (a), (b) 3 GHz (c), (d) 4 GHz (e), (f) 5 GHz
 Fig. 7. Measured azimuth and elevation patterns of VHDMA antenna (a), (b) at 3 GHz (c), (d) at 4 GHz (e), (f) at 5 GHz.

MW Studio 4.0을 사용함으로써 결과치(Return Loss, 전달되는 파형의 왜곡 정도와 안테나 복사패턴)를 얻었다. 그림 2에서는 입력 파형(Input Waveform)과 관측지점(Detecting point with different angle, θ)에 따른

전달 파형의 왜곡 정도를 표준 송수신 안테나인 경우에 대해서 보여주고 있다. 그림에서 보듯이 입력 신호의 주파수 영역에서의 분포를 살펴볼 때 저주파수 성분이 적으면 적을수록 전달신호의 파형은 더

표 2. 여러 형태의 디스크 로딩 모노폴 안테나

Table 2. The various types of disc-loaded monopole antenna.

형태	$D_h = 2r_v [mm]$	$D_s [mm]$	공통 변수
(i)	25	0(즉, 추가적인 디스크가 없는 경우) : 그림 4(b)	$h_m = 1 [mm]$ 이며 $h_b = 10 [mm]$
(ii)	25	12.5(원형 디스크) : 그림 4(b)	
(iii)	30	12.5(원형 디스크) : 그림 4(b)	
(iv)	34	12.5(원형 디스크) : 그림 4(b)	
(v)	34	13:11(타원형 디스크) : 그림 4(b)	
(vi)	34	원형 콘 : 그림 4(c) ($D_{st} : D_{\varnothing} = 12.5 : 3.04$)	

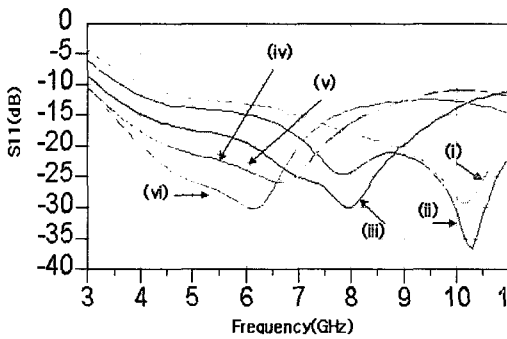


그림 8. 여러 형태의 디스크 로딩 모노폴 안테나의 반사손실 계산 결과

Fig. 8. The predicted results of the several types of disc-loaded monopole antenna(return loss).

넓은 빔 각도에서 파형의 왜곡없이 전달되는 것을 알 수 있다. 그림 5(b)는 타원형 디스크가 로딩된 모노폴 안테나를, 그림 5(d)는 반원형 디스크가 로딩된 모노폴에 수평방향의 작은 디스크를 중심에 추가적으로 로딩한 안테나를 Return Loss 관점에서 살펴 본 것으로 안테나의 광대역 특성을 보여주고 있다. 그림 6과 7은 제작된 안테나의 신호전달 특성과 주파수별로 측정된 복사패턴을 나타내고 있으며 일반적인 모노폴 안테나의 복사패턴을 그대로 유지하고 있다. 더욱이, 그림 8에서는 Table 2에 나타난 수치들 이용하여 제안된 여러 안테나를 시뮬레이션한 결과를 비교값으로 제시하고 있다. 이 결과로부터 복사체의 면적이 점점 증가함에 따라, 공진 주파수가 낮은 쪽으로 이동함을 알 수 있다.

IV. 결 론

원형 및 타원형 디스크가 로딩된 모노폴 안테나의 신호 전달시 파형의 왜곡 정도를 FDTD에 기반을 둔 상용 소프트웨어를 이용하여 살펴보고, 또한 신호 왜곡에 영향을 주는 인자로는 광대역의 임피던스 대역폭, 주어진 대역에서 안테나 복사패턴의 균일화, 안테나 이득의 평탄화 정도가 있음을 측정을 통하여 알 수 있었다. 특히, 신호 전달의 왜곡 정도를 표준 송수신 안테나의 특성을 통하여 검증하였다. 또한 플레이트 안테나에 있어서 로딩되는 디스크의 적절한 타원율이 신호 전달시 전달 파형을 왜곡없이, 넓은 빔각도를 가지고 전달되도록 하기 위해 중요한 역할을 함을 알 수 있다. 더욱이, 반원형 모노폴 안테나에 추가적으로 상면부에 수평방향의 작은 원형 및 타원형 디스크를 로딩하므로써 UWB 안테나로서의 응용의 가능성을 살펴보았으며 또한 측정을 통하여 복사패턴의 균일한 정도를 살펴보았다. 이러한 특성을 가지는 이유로는 수평으로 로딩된 소형 디스크와 수직인 플레이트가 코니컬 안테나와 비슷한 구조를 가지고 있기 때문이라고 생각되며 아울러 이러한 개념을 확장한 원형 콘이 로딩된 안테나의 경우는 더 넓은 임피던스 대역폭을 가짐을 시뮬레이션을 통하여 확인하였다.

참 고 문 헌

[1] M. Hammoud, P. Poey and F. Colombel, "Matching the input impedance of a broadband disc monopole", *Electronics Letters*, vol. 29, no. 4, pp. 2406-2407, Feb. 1993.

- [2] C. W. Harrison, Jr. and C. S. Williams, Jr., "Transients in wide-angle conical antennas", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-13, pp. 236-246, Mar. 1965.
- [3] N. P. Agrawal, G. Kumar and K. P. Ray, "Wide-band planar monopole antennas", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-46, no. 2, pp. 294-295, Feb. 1998.
- [4] K. P. Ray, P. V. Anob, R. Kapur and G. Kumar, "Broadband planar rectangular monopole antennas", *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 28, no. 1, pp. 55-59, Jan. 2001.
- [5] K. P. Anob, G. Kumar and K. P. Ray, "Wide band modified triangular monopole antennas", *ISMOT(8th International Symposium on Microwave and Optical Technology)*, Montreal, Canada, Jun. 2001.
- [6] P. V. Anob, K. P. Ray and G. Kumar, "Wideband operational square monopole antennas with semi-circular base", *Antennas and Propagation Society, 2001 IEEE International Symposium*, vol. 3, pp. 294-297, 2001.
- [7] G. Franceschetti, C. H. Papas, "Pulsed antennas", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-22, no. 5, pp. 651-661, Sep. 1974.
- [8] J. G. Maloney, G. S. Smith, W. R. Scott and Jr., "Accurate computation of the radiation from simple antennas using the finite-difference time domain method", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-38, no. 7, pp. 1059-1068, Jul. 1990.
- [9] J. G. Maloney, G. S. Smith, "Optimization of a conical antenna for pulse radiation : an efficient design using resistive loading", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-41, no. 7, pp. 940-947, Jul. 1993.
- [10] Z. N. Chen, M. J. Ammann, M. Y. W. Chia and T. S. P. See, "Annular planar monopole antennas", *IEE Proc.-Microw. Antennas Propag.*, vol. 149, no. 4, pp. 200-203, Aug. 2002.
- [11] Jae W. Lee, Hyun H. Park, and Myung S. Song, "The wideband characteristics of plate antenna with elliptical cross section", *2003 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility*, Istanbul, Turkey, May 2003.
- [12] G. Kumar, K. P. Ray, *Broadband Microstrip Antennas*, Chap. 9, Artech House, 2003.
- [13] CST사의 MW Studio, ver. 4.0.

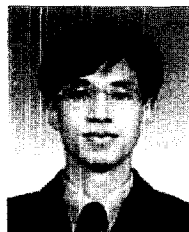
이 재 욱



1992년 2월: 한양대학교 전자공학과 (공학사)
 1994년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)
 1998년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학박사)
 1998년 3월~2004년 2월: 한국전자

통신연구원 디지털방송연구단 전파기반연구그룹
 2004년 3월~현재: 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부, 전자 및 항공전자 전공, 조교수
 [주 관심분야] 마이크로파 및 밀리미터파 능, 수동소자 해석 및 설계, EMI/EMC 대책기술, 고출력 증폭기 및 고출력 안테나 설계

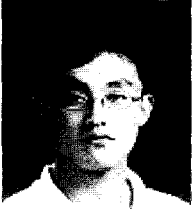
조 춘 식



1987년 2월: 서울대학교 제어계측공학과 (공학사)
 1995년 12월: University of South Carolina, Electrical Eng. (공학석사)
 1998년 12월: University of Colorado at Boulder, Electrical Eng. (공학박사)

2004년 3월~현재: 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부 정보통신공학전공, 전임강사
 [주 관심분야] RFIC/MMIC, LNA, Oscillator, Antenna, Computational Electromagnetics 등

김 중 면



2004년 2월: 한밭대학교 전자공학
과 (공학사)

2004년 8월~현재: 충북대학교 정
보통신공학과 석사 과정

2001년 2월~현재: 한국전자통신연
구원 디지털방송연구단 전파기
반연구그룹

[주 관심분야] 초고주파 및 안테나