

# 폴디드 멀티스트립 모노폴 안테나

## Folded Multi-Strip Monopole Antenna

이 윤 호 · 정 종 호 · 박 익 모

Yun-Ho Lee · Jong-Ho Jung · Ikmo Park

### 요 약

본 논문에서는 수직한 스트립의 끝을 'ㄷ' 형태로 접어 안테나 높이를 줄인 새로운 구조의 폴디드 멀티스트립(folded multi-strip) 모노폴 안테나를 제안하였다. 안테나는  $VSWR \leq 2$ 를 기준으로 하한 주파수 4.55 GHz에서 상한 주파수 8.4 GHz까지 1.85 : 1의 대역비를 갖는 광대역 특성을 나타내고 있다. 전방향으로 동일한 복사이득을 갖는 코니컬 빔의 수평단면 복사패턴을 가지며, 대역폭 내에서 왜곡 없는 안정된 복사패턴 특성을 유지하고 있다.

### Abstract

In this paper, we proposed a novel folded multi-strip monopole antenna whose height is reduced using folded strip structure. It has a broadband characteristic and its measured impedance bandwidth ratio is approximately 1.85 : 1, from 4.55 GHz to 8.4 GHz, for  $VSWR \leq 2$ . Proposed antenna has vertically polarized omni-directional conical beam radiation pattern. It maintains about the same radiation pattern over entire bandwidth.

Key words : Monopole Antenna, Broadband Antenna, Folded Antenna

### I. 서 론

오늘날 무선통신은 하루가 다르게 발전해 가고 있다. 단순히 문자와 숫자를 전송하던 무선 호출기를 사용하기 시작한지 얼마 지나지 않아 Cellular, PCS 등의 음성통신이 가능한 이동전화기 보편화되었으며, IMT-2000과 같이 음성, 동영상 등을 주고받을 수 있는 멀티미디어 통신이 가능하게 되었다. 또한 휴대 가능한 컴퓨터나 PDA 등이 보편화됨에 따라 무선 인터넷이 가능해지고, 언제 어디서나 다양하고 광대한 양의 정보를 제공받을 수 있게 되었다. 이러한 무선 통신 기술의 발전에 따라 무선 통신의 필수 요소인 안테나의 광대역 특성이 중요시되고 있으며, 무선 통신 장비의 소형화에 발맞추어 이들 장비에 장착되는 안테나의 소형화 또한 오늘날 요구되

는 필수적 요소이다. 단일 목적으로 사용되는 일반적인 협대역 안테나와 비교하여 넓은 대역폭을 갖는 안테나는 서로 다른 주파수 대역에서 사용되는 안테나들의 역할을 하나로 대신함으로써 안테나 설치시 야기되는 공간적 제약뿐 아니라 환경 미화문제, 중복투자로 인한 비용적 문제 등을 해결할 수 있다.

본 논문에서는 소형화와 더불어 광대역화를 실현한 새로운 구조의 폴디드 멀티스트립(folded multi-strip) 모노폴 안테나를 제안하였다. 제안한 안테나는 수직한 스트립을 'ㄷ' 형태로 접어 높이를 감소시킴으로써 소형화를 실현하였으며, 스트립 사이의 커패시턴스(capacitance) 성분을 증가시켜 줌으로써 모노폴 안테나의 광대역 특성을 구현할 수 있다. 네 개의 동일한 'ㄷ' 모양으로 접은 스트립(folded strip)을 접지면 기판 위에 있는 십자모양의 스트립 각 끝에 연

「본 연구는 민군겸용기술사업인 극소형 안테나 기술 개발의 연구비 지원에 의한 것이며 이에 감사드립니다.」

아주대학교 전자공학부(School of Electrical and Computer Engineering, Ajou University)

· 논문 번호 : 20030506-074

· 수정완료일자 : 2003년 9월 23일

결하여 사방으로 구조적 대칭을 이루도록 배열함으로써  $\theta$  값에 대하여 전방향으로 동일한 이득을 갖는 수직편파의 코니컬 빔 패턴특성을 갖도록 하였다. 코니컬 빔 패턴은 안테나 평면에 수직한 방향( $\theta=0^\circ$ )에 대해서는 복사이득이 아주 낮고,  $\theta$  값이 증가하면서 복사이득이 증가하는 복사형태로 일반적인 모노폴 안테나의 복사패턴을 말한다. 이러한 전방향성 코니컬 빔 패턴 특성의 안테나는 전방향에 대하여 물체를 포착해야 하는 군사용 목적의 레이더나 전방향으로 송수신이 필요한 통신분야에 응용된다. 2.4 GHz의 무선 랜(Wireless LAN)이나 5.25 GHz의 하이퍼랜(HIPERLAN)은 전방향으로 데이터를 주고 받아야 하는 통신형태의 대표적인 예로써, 이 같은 무선랜에 사용되는 안테나는 사용자가 밀집된 지역에서 노트북이나 기타의 휴대 가능한 단말기를 이용하여 안테나를 중심으로  $360^\circ$ 의 전방향에서 접속이 가능하도록 설계되어야 한다. 제안한 안테나는 전대역에 걸쳐 이득의 변화가 거의 없고, 왜곡없는 안정된 코니컬 빔 패턴 특성을 유지하고 있으며, 전방향으로 동일한 이득을 갖는다. 안테나가 가지는 이러한 복사특성은 무선랜에서 이동단말기와 네트워크를 연결시켜주는 액세스 포인트(Access Point)용 안테나로 적합하며, 중심 주파수 5.25 GHz인 하이퍼랜의 주파수 대역을 포함하는 4.55 GHz에서 8.4 GHz에 이르는 넓은 대역폭은 기타 다른 여러 가지 목적으로 응용이 가능하리라 예상된다.

## II. 안테나의 동작원리 및 구조

안테나 접지면에 수직한 모노폴 안테나를 여러 가지 형태로 구부림으로써 안테나가 차지하는 높이를 줄인 다양한 구조들이 제안되었다<sup>[1]-[3]</sup>. 수직한 와이어를 구부림으로써 안테나 높이를 감소시킬 수 있는 이점이 있지만 모노폴 안테나의 공진 길이에 대한 소형화 비율이 커짐에 따라 대역폭이 줄어든다<sup>[2],[3]</sup>. 본 논문에 제안한 폴디드 멀티스트립 모노폴 안테나는 스트립을 구부려 소형화가 가능하고 광대역 특성을 얻을 수 있다. 제안한 안테나 구조를 그림 1에 나타내었다.

그림 1에서와 같이 폴디드 멀티스트립 모노폴 안테나는 동일한 네 개의 접힌 형태의 폴디드 스트립

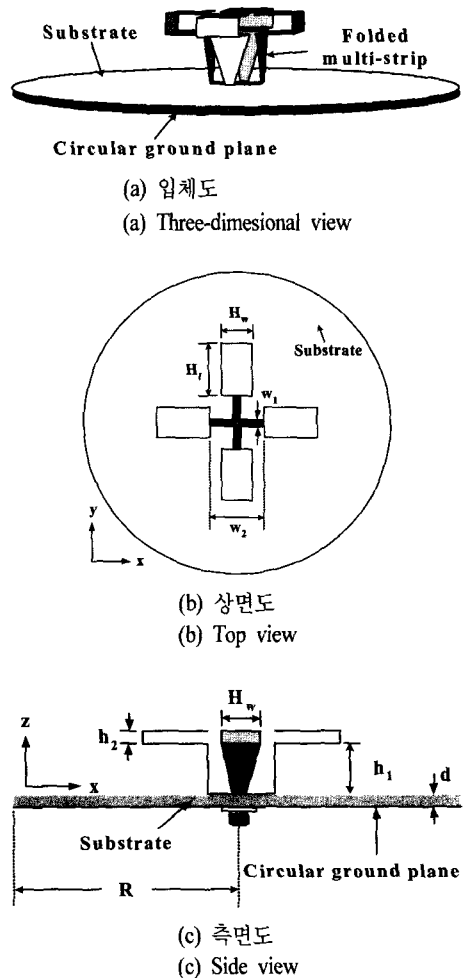


그림 1. 폴디드 멀티스트립 모노폴 안테나 구조  
Fig. 1. Folded multi-strip monopole antenna structure.

을 안테나 평면에 대해 상, 하, 좌, 우의 사방으로 구조적 대칭을 이루도록 배열하고 접지면을 통하여 동축선으로 급전하는 구조로 되어 있다.

일반적인 모노폴 안테나는 인덕티브 성분이 지배적이기 때문에 부족한 커패시턴스 성분을 보상해 줌으로써 광대역 특성을 얻을 수 있다. 원통형 모노폴의 경우 원통 반지름을 증가시키거나, 모노폴의 끝에 패치 등을 부착시켜 커패시턴스 성분을 증가시켜 줌으로써 대역폭을 증가시킬 수 있으나, 안테나의 전체적인 높이를 줄이는 데에는 한계가 있다. 제안한 안테나의 경우 'c' 모양의 스트립 사이에서 발생하는 커패시턴스 성분으로 인하여 광대역 특성을 갖게 되며, 안테나의 전체적인 높이를 많이 줄일 수

있으므로 안테나 설치시 요구되는 공간적인 제한을 감소시킬 수 있는 장점을 갖게 된다.

제안한 안테나의 수직부는 서로 다른 선폭을 갖는 하판에 위치한 급전선과 수평부를 연결한 것으로 테이퍼링(tapering) 되는 구조로 설계하였으며, 테이퍼링 된 구조 역시 주파수에 따른 임피던스의 변화를 완화시켜 광대역 특성을 얻을 수 있다. 테이퍼링 된 수직부와 접은 형태의 수평부를 직렬로 연결함으로써 주파수에 따른 임피던스 변화가 작아져 다중 폴리드 스트립 모노폴 안테나는 광대역 특성을 갖게 된다. 동일한 네 개의 폴리드 스트립의 수직부와 수평부의 길이의 합은 대략 정합시키고자 하는 주파수의  $\lambda/4$ 이며, 각각의 폴리드 스트립에 신호가 동위상으로 인가되므로 마주보는 스트립의 수평부에서의 전류는  $180^\circ$  역위상이 되어  $\theta$ 가  $0^\circ$ 인 선상에서 서로 상쇄되고 스트립의 수직한 부분에 의한 복사가 지배적이 되어 안테나는 전방향성 코니컬 빔 복사패턴 특성을 갖게 된다<sup>[4]</sup>. 모노폴 안테나의 경우 사각형의 접지면을 사용하게 되면 교차편파가 커지고 각각의 수평단면 패턴의 복사이득이 달라지므로 원형의 접지면을 사용하여 접지면에서의 전류의 흐름을 전방향으로 동일하게 해줌으로써 교차편파를 줄이고 전방향성 복사패턴 특성을 강화하였다. 이와 같은 안테나의 동작원리를 토대로 하여 최상의 특성을 얻을 수 있도록 안테나 설계 변수들의 값을 결정하였다.

### III. 안테나 설계변수와 특성

제안한 안테나의 설계 및 해석을 위하여 상용 EM 시뮬레이터인 CST사의 MWS를 사용하였으며, 안테나의 반사손실은 HP 8510C 벡터 네트워크 분석기를 이용하여 측정하였다. 안테나의 접지면은 비유전율  $\epsilon_r$ 이 2.2인 RT Duroid 5880 기판을 사용하였으며 기판의 두께는 1.6 mm로 하였다. 제안한 안테나의 설계변수 값을 표 1에 나타내었다.

안테나의 많은 설계변수들 가운데 수직부의 높이  $h_1$ 과 수평부의 길이  $H$ 는 폴리드 멀티스트립 모노폴 안테나의 가장 중요한 변수로써 이 두 값의 조합을 통하여 정합시키고자 하는 주파수 대역을 결정할 수 있다. 안테나의 주요 설계변수에 따른 반사손실의 변화를 그림 2에 나타내었다. 그림 2의 결과는 변화

표 1. 안테나 설계변수

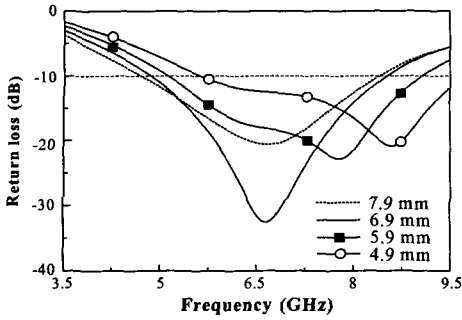
Table 1. Antenna design parameters. (unit: mm)

$H$	$H_1$	4.4
	$H_w$	4.6
$h$	$h_1$	7.9
	$h_2$	1.5
$d$	-	1.6
$W$	$W_1$	1
	$W_2$	6
$R$	-	30

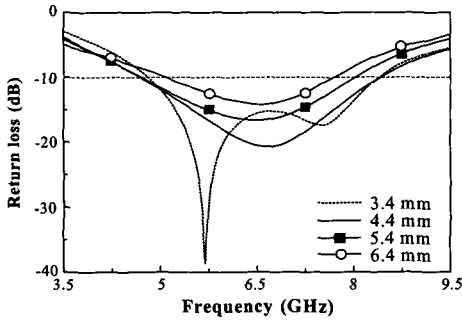
시키고자 하는 변수를 제외한 나머지 설계변수들의 값은 표 1과 동일하게 하였다.

그림 2(a), (b)에서  $h_1$ 에 따른 정합 주파수 대역의 변화정도가  $H$ 에 따른 변화보다 훨씬 크지만,  $h_1$ 에 따른 대역폭의 변화는 작다는 것을 알 수 있다. 이와는 대조적으로  $H$ 에 따른 정합 주파수 대역의 변화 정도는  $h_1$ 에 비하여 작지만, 대역폭의 변화가 크게 나타나고 있다. 이로부터 안테나의 정합 주파수 대역을 결정하는 가장 민감한 변수는 수직한 스트립의 길이( $h_1$ )이며 정합 특성에 가장 민감한 영향을 주는 변수는 수평 스트립의 길이( $H$ )임을 알 수 있다. 평행한 스트립 사이의 간격  $h_2$ 에 따른 정합 특성의 변화는 그림 2(c)에서 알 수 있듯이 스트립 사이의 간격이 작아질수록, 즉 스트립 사이의 커패시턴스 값이 커질수록 더 넓은 대역폭을 갖게 된다. 그러나 본 논문에서는 제작을 용이하게 하고 제작상의 오차를 줄이기 위하여  $h_2=1.5$  mm로 결정하였다. 설계한 폴리드 멀티스트립 안테나의 계산, 측정된 반사손실을 그림 3에 나타내었다.

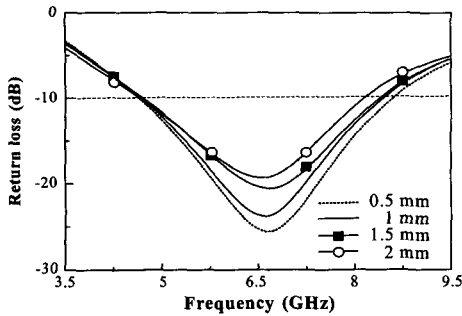
측정 결과 폴리드 멀티스트립 모노폴 안테나는 하한 주파수 4.55 GHz부터 상한 주파수 8.4 GHz까지 대역비 1.85 : 1의 넓은 대역폭을 얻을 수 있었다. 그림 3에서 측정된 안테나의 대역폭이 계산한 값보다 약간 더 넓고 반사손실의 크기에서 약간의 오차가 있지만 계산 결과와 비교적 잘 일치하는 것을 알 수 있다. 이러한 안테나 대역폭은 10 % 내외의 대역폭을 갖는 일반적인 모노폴 안테나와 비교하여 우수한 것이다. 제안한 안테나의 수직높이( $h_1 + h_2 = 9.4$  mm)와 계산된 대역폭의 하한 주파수인 4.7 GHz에서 공진하는 모노폴 안테나의 수직높이(16 mm)를 비교해



(a)  $h_1$ 에 따른 반사손실  
(a) Return loss for different  $h_1$



(b)  $H_1$ 에 따른 반사손실  
(b) Return loss for different  $H_1$



(c)  $h_2$ 에 따른 반사손실  
(c) Return loss for different  $h_2$

그림 2. 설계변수에 따른 안테나의 반사손실  
Fig. 2. Return loss of antenna with design parameters.

볼 때, 안테나 설치시 필요한 수직높이를 약 58 % 수준으로 줄일 수 있으므로 반사손실뿐만 아니라 소형화 측면에서도 훨씬 우수한 특성을 갖는다. 제안한 안테나의 공진 길이가  $h_1$ 과  $h_2, 2 \times H_1$ 의 합으로 결정되므로 플래너(planar), 디스콘(disccone), 코니컬(conical) 모노폴 안테나 등과 같이 제안한 안테나와 비슷하거나 더 넓은 대역폭을 갖는 안테나들에 대해

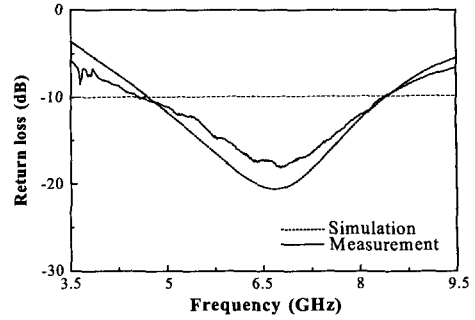


그림 3. 폴디드 멀티스트립 모노폴 안테나의 반사손실  
Fig. 3. Return loss of folded multi-strip monopole antenna.

서도 크기면에서 장점을 갖게 된다.

안테나 설계시 고려해야 할 중요한 설계변수 중 하나가 접지면의 모양과 크기이다. 시뮬레이터를 통한 안테나 특성 분석시 일반적으로 무한 접지면 (infinite ground plane)에 대해서 안테나 특성을 계산하게 되는데, 실제로 제작되는 안테나는 유한한 크기의 접지면 상에 위치하게 되고, 접지면의 크기와 모양에 따라 안테나의 입력 임피던스와 복사패턴 특성이 크게 변화하게 된다<sup>[5]~[7]</sup>. 제안한 안테나의 경우 교차편파를 줄이고 전방향성 복사패턴 특성을 강화하기 위하여 반지름  $R$ 인 원형 접지면을 사용하였으며, 접지면의 크기에 따른 대역폭과 패턴특성의 안정성을 모두 고려하여  $R$ 의 크기를 결정하였다. 접지면의 크기에 따른 반사손실의 변화를 비교해 보기 위하여 무한 접지面的 경우와 원형 접지면 반지름  $R$ 을 각각 30 mm, 50 mm, 75 mm로 설정하여 계산한 결과를 그림 4에 나타내었다.

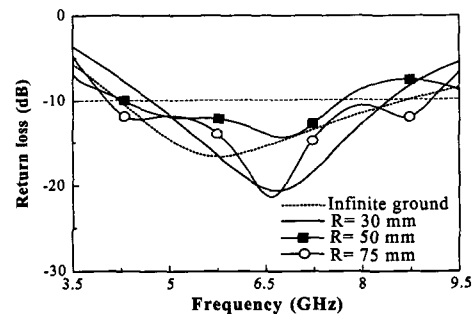
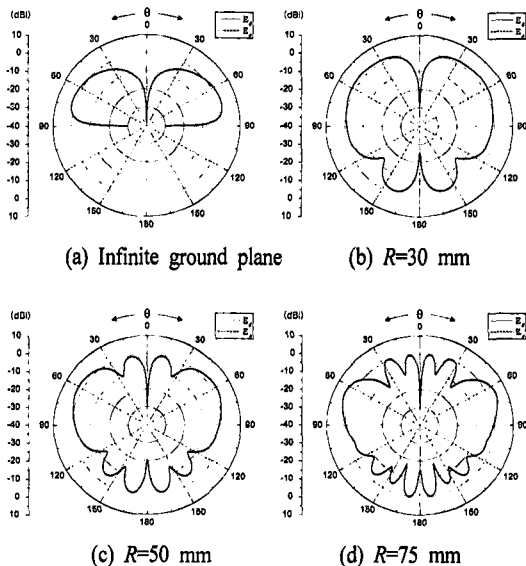


그림 4. 접지면 크기에 따른 안테나의 반사손실  
Fig. 4. Return loss of antenna with different ground plane size.

그림 4의 결과에서 동일 복사소자의 경우에도 접지면의 크기에 따라 반사손실 특성이 크게 변화한다는 걸 확인할 수 있다. 무한 접지면에 위치한 안테나는 4.3 GHz에서 8.6 GHz까지 2 : 1의 대역비를 가지며,  $R=50$  mm의 경우 7.5 GHz에서부터 정합특성이 나빠지는 것을 알 수 있다.  $R=75$  mm일 때 4 GHz부터 9 GHz까지 2.25 : 1의 넓은 대역비를 갖게 되는데, 이는 제안한 안테나가 갖는 1.85 : 1의 대역폭보다 훨씬 더 넓은 것이다. 그러나  $R=75$  mm로 안테나를 설계했을 경우 고주파에서 패턴특성이 크게 왜곡되는 단점이 있다. 접지면의 크기에 따른 복사패턴의 변화를 비교해 보기 위하여 대역폭의 고주파인 8 GHz에서의 계산된 복사패턴을 그림 5에 나타내었다.

그림 5에서 알 수 있듯이 무한 접지면의 경우 후방 방사 방향이 전혀 없는 반도넛(half doughnut) 모양의 복사패턴을 가지며, 복사 패턴상에 널(null)과 같은 왜곡이 발생하지 않는다. 제안한 안테나의 접지면 크기  $R=30$  mm의 경우 유한 접지면 특성상 후방방사가 비교적 크게 나타나고 있으나, 대역폭의 고주파임에도 불구하고 안정된 코니컬 빔 패턴특성을 유지하고 있다. 그러나  $R=50$  mm의 경우  $\theta=25^\circ$  방향으로 한 개의 널(null)이,  $R=75$  mm일 때는  $\theta=15^\circ, 35^\circ$ 의 두 방향에 대하여 널(null)이 발생하며, 이로부



(a) Infinite ground plane

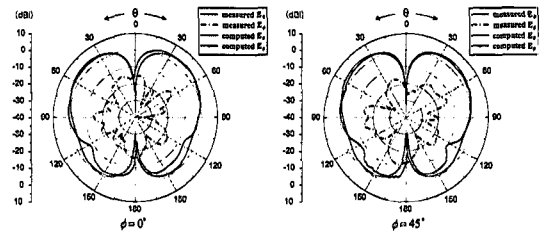
(b)  $R=30$  mm

(c)  $R=50$  mm

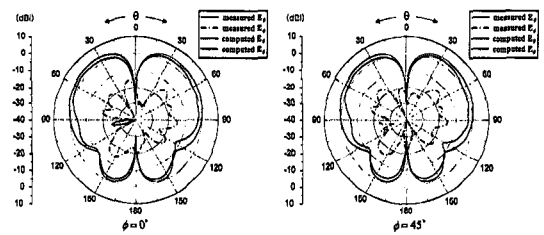
(d)  $R=75$  mm

그림 5. 접지면 크기에 따른 8 GHz에서의 복사패턴  
Fig. 5. Radiation pattern with different ground plane size at 8 GHz.

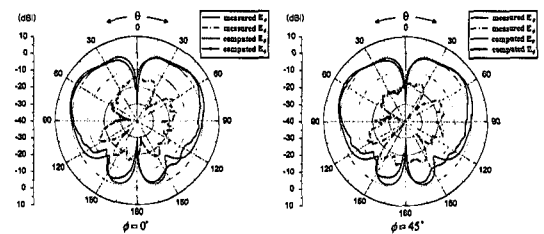
터 실제 제작 가능한 유한한 크기의 접지면에서는 접지면이 클수록 패턴특성이 안좋아지는 것을 알 수 있다. 이는 접지면의 가장자리에서 발생하는 회절(edge diffraction)에 의한 것으로 회절에 의한 복사가 안테나 자체의 복사신호에 간섭을 일으켜 복사패턴상에 물결무늬(ripple) 혹은 널(null)이 발생하게 된다 [8],[9]. 접지면의 크기와 모양에 따라 회절에 의한 영향도 달라지며, 제안한 안테나에서는 접지면의 크기



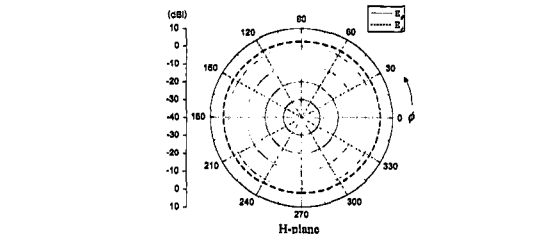
(a) 4.7 GHz



(b) 6.5 GHz



(c) 8.4 GHz



(d) 8.4 GHz

그림 6. 안테나의 복사 패턴  
Fig. 6. Radiation pattern of proposed antenna.

가 클수록 저주파에서부터 복사패턴 상에 널이 발생한다. 그림 4와 5의 결과를 토대로 대역폭과 복사패턴 사이의 상충적인 선택(trade off)을 통하여 접지면 반지름은 30 mm로 결정하였다. 그림 6(a), (b), (c)에 각각 대역폭의 하한 주파수(4.7 GHz)와 중간 주파수(6.5 GHz), 상한 주파수(8.4 GHz) 순으로 측정된 안테나의 E-평면 복사패턴( $\phi=0^\circ, 45^\circ$  단면)을 계산 결과와 비교하였으며, 그림 6(d)에는 8.4 GHz에서의 계산된 H-평면(azimuth) 복사패턴을 나타내었다.

그림 6에서 확인할 수 있듯이 제안한 안테나는 전대역에 걸쳐 이득의 변화가 작고 복사패턴 상에 널(null)과 같은 왜곡이 없는 안정된 코니컬 빔 패턴 특성을 유지한다. 동일편파의 경우 제작상의 오차와 측정시의 오차로 인하여 계산된 결과보다 측정 복사이득이 약간 작고, 복사패턴의 좌우가 약간 비대칭적으로 나타나고 있으나 전체적인 복사패턴 경향은 계산 결과와 측정 결과가 잘 일치하고 있다. 그러나 교차편파의 경우 계산된 복사이득은 -40 dBi 이하로 거의 발생하지 않는 것에 비하여 측정 결과에서는 최대 -15 dBi 정도로 나타났다. 그림 6(a), (b), (c)의  $\phi=0^\circ$ 와  $45^\circ$  단면의 측정 복사이득이 거의 동일하며, 이로부터 전방향으로 동일한 복사이득을 갖는다는 것을 예상할 수 있으며, 그림 6(d)의 계산된 결과로부터 이를 확인할 수 있다. 그림 6(d)에서 최대 복사이득과 최소 복사이득 간의 차는 0.1 dBi 이내이며, 제안한 안테나는 전방향으로 동일한 이득을 갖는 우수한 모노폴 안테나 복사 특성을 갖는다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 광대역 특성과 더불어 안테나의 높이를 크게 감소시켜 소형화 할 수 있는 새로운 구조의 폴디드 멀티스트립 모노폴 안테나를 제안하였다. 수직한 스트립을 'ㄷ' 형태로 접은 구조적 특징은 높이를 크게 줄일 수 있는 장점을 가지며, 패치 등의 기생 소자를 이용하지 않고도 인덕턴스가 지배적인 모노폴 안테나의 커패시턴스를 증가시켜 줌으로써 대역폭을 크게 증가시킬 수 있었다. VSWR  $\leq$  2를 기준으로 4.55 GHz부터 8.4 GHz까지 대역비 1.85 : 1의 광대역 특성을 얻을 수 있었으며, 수직한 모노폴 안테나 높이와 비교하여 약 40 % 감소시킬

수 있는 높이적 장점은 제안한 안테나가 현대의 무선 통신기술에서 요구되는 안테나의 광대역화, 소형화를 모두 실현하였다고 할 수 있다. 네 개의 동일한 복사소자를 병렬 연결하여 사방으로 구조적 대칭을 이루도록 배열함으로써 H-평면 복사패턴에서 최대, 최소 복사이득간의 차가 0.1 dBi 이내인 우수한 전방향성의 코니컬 빔 패턴을 얻을 수 있었으며, 전대역에 걸쳐 복사이득의 변화가 적고 왜곡없는 안정된 코니컬 빔 패턴을 유지하고 있다. 최근 무선통신 분야에서 중요한 주파수 대역으로 대두되고 있는 5 GHz 대역을 모두 포함하고 있으며, 안테나가 갖는 우수한 전방향성 코니컬 빔 패턴 특성은 하이퍼랜 등의 무선랜에서 요구되는 안테나로 적합하고, 넓은 대역폭과 전대역에 걸친 안정된 복사패턴 특성은 기타의 다른 분야에도 응용이 가능하리라 예상된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] J. L. Wong, H. E. King, "Height-reduced meander zigzag monopoles with broad-band characteristics", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-34, no. 5, pp. 716-717, May 1986.
- [2] J. Rashed, C. T. Tai, "A new class of resonant antennas", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 39, no. 9, pp. 1428-1430, Sep. 1991.
- [3] S. R. Best, "On the performance properties of the Koch fractal and other bent wire monopoles", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 51, no. 6, pp. 1292-1300, June 2003.
- [4] S. Lindenmeier, J. F. Luy and P. Russer, "A multi-functional antenna for terrestrial and satellite radio applications", *IEEE MTT-S Int. Symp. Digest*, vol. 1, pp. 393-396, 2001.
- [5] R. F. Hahn, J. G. Fikioris, "Impedance and radiation pattern of antennas above flat discs", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-21, no. 1, pp. 97-100, Jan. 1973.
- [6] K. H. Awadalla, T. S. M. Maclean, "Monopole antenna at center of circular ground plane: Input impedance and radiation pattern", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 27, no. 2, Mar. 1979.

[7] M. M. Weiner, "Monopole element at the center of a circular ground plane whose radius is small or comparable to a wavelength", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-35, no. 5, pp. 488-495, May 1987.

[8] C. A. Balanis, "Pattern distortion due to edge diff-

raction", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-18, no. 4, pp. 561-563, July 1970.

[9] J. Huang, "The finite ground plane effect on the microstrip antenna radiation patterns", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 31, no. 4, July 1983.

이 윤 호



2002년 2월: 아주대학교 전자공학부 (공학사)  
 2002년 3월~현재: 아주대학교 전자공학부 석사과정  
 [주 관심분야] 안테나 설계 및 해석, 밀리미터 수동소자 설계

박 익 모



1984년: 뉴욕주립대학교 전기전자공학과 (공학사)  
 1989년: 일리노이대학교 전기전자 및 컴퓨터공학과 (공학석사)  
 1994년: 일리노이대학교 전기전자 및 컴퓨터 공학과 (공학박사)  
 1994년~1996년: LG전자기술원  
 1996년~현재: 아주대학교 전자공학부  
 [주 관심분야] 초고주파 수동소자(안테나 포함) 설계 및 해석

정 중 호



2001년 8월: 아주대학교 전자공학부 (공학사)  
 2003년 8월: 아주대학교 전자공학부 (공학석사)  
 2003년 9월~현재: 아주대학교 전자공학부 박사과정  
 [주 관심분야] 안테나 설계 및 해석, 밀리미터 수동소자 설계