

# 이동통신 단말기용 다중대역 폴디드 모노폴 내장형 안테나\*

## Multi-band Folded Monopole Internal Antenna for Mobile Handset Applications

강윤호\*      유한필\*\*      공기현\*\*      박면주\*\*\*\*      정용식\*\*\*      이병제\*\*\*\*  
(Kang, Yoon-Ho) (Rhyu, Hanphil) (Kong, Ki-Hyun) (Park, Myun-Joo) (Cheong, Young-Seek) (Lee, ByungJe)

### 요 약

본 논문에서는 실제 이동통신 단말기에 적용 가능한 다중대역 폴디드 모노폴 내장형 안테나를 제안하였다. 기존에 제안되었던 폴디드 모노폴 안테나와 달리 다중 공진 특성을 나타내고, 고주파수 대역에서는 일반적인 모노폴 안테나와 같이 광대역 특성을 가진다. 제작된 안테나의 측정된 대역폭은 정재파비 3 이하 기준으로 저주파수 대역과 고주파수 대역에서 각각 180 MHz와 1,880 MHz를 가지며, 현재 상용화되는 모든 서비스 대역(CDMA, GSM, GPS, DCS, PCS, W-CDMA, WiBro, S-DMB)에서 효과적으로 동작하는 것을 확인하였다.

### Abstract

In this paper, a multi-band folded planar monopole internal antenna for mobile handset applications is proposed. The proposed antenna has multi-resonances, which is different from a conventional folded monopole antenna, and it provides a wide bandwidth at high frequency bands. The measured impedance bandwidth (VSWR < 3) is 180 MHz and 1880 MHz in lower and higher frequency bands, respectively. The proposed antenna can effectively cover most wireless communication bands including CDMA, GSM, GPS, DCS, PCS, and W-CDMA, WiBro and S-DMB.

**Key Words :** Internal antenna, multi-band antenna, mobile handset, wide band

### I. 서 론

단말기 사용자들의 국가 간 이동이 빈번해짐에 따

라 글로벌 로밍 서비스를 사용하는 것이 일반화되고 있다. 이에 따라 최근 이동통신 서비스에서 사용하는 개인 휴대 단말기는 여러 가지 통신 서비스를 제

\* 주저자 : 광운대학교 전파공학과 석사과정(교신저자)

\*\* 공저자 : 광운대학교 전파공학과 박사과정

\*\*\* 공저자 : 광운대학교 전파공학과 조교수

\*\*\*\* 공저자 : 광운대학교 전파공학과 부교수

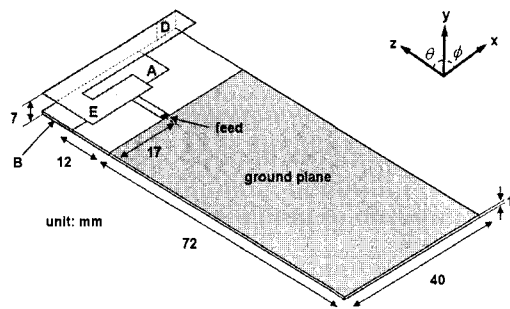
논문접수일 : 2007년 5월 14일

본 연구는 교육인적자원부, 산업자원부, 노동부의 출연금으로 수행한 최우수실험실 지원사업의 연구결과입니다.

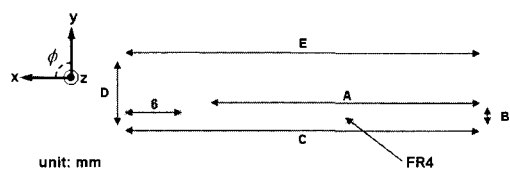
공할 수 있는 다중대역 단말기 특성이 요구되어지고 있다. 또한 WiBro 같은 새로운 개념의 서비스가 현재 상용화되며 점차 시장을 확대해 갈 것으로 전망된다. 이러한 요구를 만족하기 위해 다양한 형태의 다중대역 내장형 안테나들이 제안되었다[1-3]. 그러나, 이러한 일반적인 다중 대역 안테나들은 서비스 대역에 따른 각각의 공진을 생성하여야 하기 때문에 광대역 특성을 갖는 안테나에 비해 기존의 GPS 대역을 포함하지 못 하고 앞으로의 새로운 광대역 서비스 대역들을 실현시키기 어려운 단점이 있다. 이에 따라 이미 현재 사용되는 모든 이동통신 대역을 포함하는 광대역 단말기용 내장형 안테나가 소개되었지만 실제 단말기에 적용하기에 방사체가 차지하는 면적이 크다는 문제를 해결하지는 못하였다[4,5]. 본 논문에서 제시된 다중 대역안테나는 CDMA와 GSM 대역을 포함하는 기존의 저주파수 대역과 GPS, DCS, PCS, W-CDMA, WiBro, S-DMB 등 고주파수 대역에 걸친 현재 사용 중인 또는 상용화 될 이동 통신 서비스를 모두 만족하며, 실제로 사용하지 않는 주파수 대역(980 MHz~1,400MHz)을 제외하여 기존의 광대역 안테나에 비해 동작 주파수 대역을 효율적으로 분배하였다. 또한 저주파수 대역에서 방사체의 면적을 적층으로 나누어 그 부피를 감소시켰다. 제안된 안테나는 단일 금속판을 접어서 제작 가능한 플리드 모노폴 구조로서 CDMA (824~894MHz), GSM(880~960MHz), GPS(1,575±5MHz), DCS(1,710~1,880MHz), PCS(1,850~1,990MHz), W-CDMA(1,920~2,170MHz), WiBro (2,300~2,390MHz), S-DMB(2,630~2,655 MHz)까지 현재 상용화 중인 모든 통신대역을 포함한다. 본 논문은 Zealand 社의 IE3D 시뮬레이션 결과를 토대로 설계하였으며, 제작된 안테나는 Agilent 社의 E5071B와 anechoic chamber로 측정하였다.

## II. 제안된 안테나 구조 및 분석

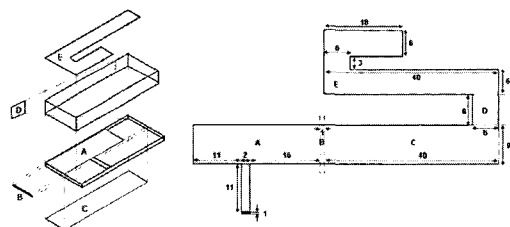
<그림 1(a)>은 본 논문에서 제안한 태그 안테나의 전체 구조를 보여준다. 안테나의 구조는 크게 폴



(a) 전체구조  
(a) overall view



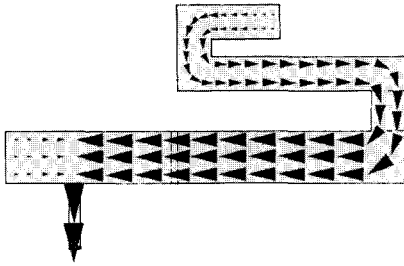
(b) 측면도  
(b) side view



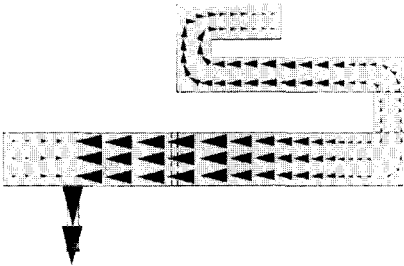
(c) 방사체의 3차원도와 펼쳐진 형태의 구조  
(c) 3D view and unfolded structure for radiator

<그림 1> 제안된 안테나 구조  
<Fig. 1> Geometry of proposed antenna

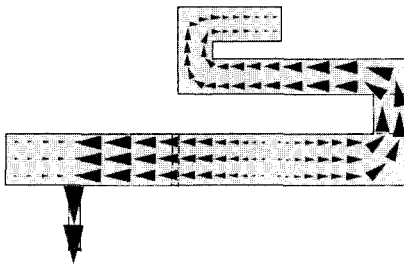
디드 모노폴 형태의 방사체와 72×40mm<sup>2</sup>의 면적을 가지는 1mm 두께의 FR4( $\epsilon_r = 4.7$ )기판의 접지면으로 구성된다. 방사체 아래 접지면의 일부분을 제거함으로써 안테나의 부피를 증가시키는 효과를 얻을 수 있으며, 이에 따라 임피던스 대역폭이 향상된다 [6]. <그림 1(b)>는 안테나 전체 구조를 x-y 평면에서 바라본 측면도이며, <그림 1(c)> 에서 보듯이 방사체는 금속판(0.2mm copper plate)을 구부린 형태이며 크게 A, B, C, D, E 다섯 부분으로 구분되어



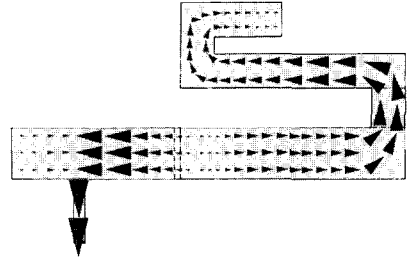
(a) CDMA/ GSM 대역 (890 MHz)에서의 방사체상 표면전류분포  
(a) Surface current distribution on radiator at CDMA/GSM band (890 MHz)



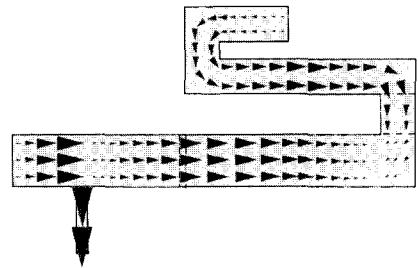
(b) GPS 대역 (1,575 MHz)에서의 방사체상 표면전류분포  
(b) Surface current distribution on radiator at GPS band (1,575 MHz)



(c) DCS/ PCS/ W-CDMA 대역 (1,940 MHz)에서의 방사체상 표면전류분포  
(c) Surface current distribution on radiator at DCS/ PCS/ W-CDMA band (1,940 MHz)



(d) WiBro 대역(2,345 MHz)에서의 방사체상 표면전류분포  
(d) Surface current distribution on radiator at WiBro band (2,345 MHz)



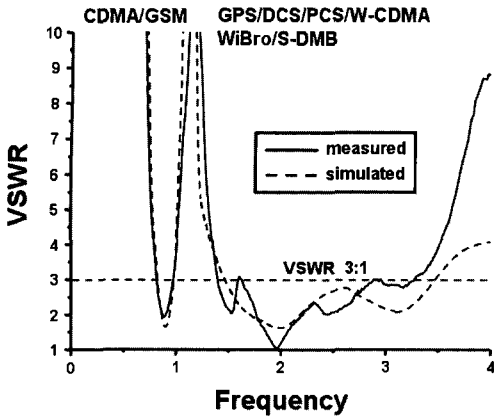
(e) S-DMB 대역(2,643 MHz)에서의 방사체상 표면전류분포  
(e) Surface current distribution on the radiator at S-DMB band (2,643 MHz)

<그림 2> 각각의 공진 주파수에서 방사체의 표면전류 분포도

<Fig. 2> Surface current distribution on radiator at each frequency

진다. 먼저 방사체 A부분은 급전부를 포함하며 접지면의 윗면과 동일한 높이의 z-x 평면에 구현되었다. C부분은 A부분과 1mm FR4 기판을 사이에 두고 접지면의 아랫면과 동일한 높이의 z-x 평면에 구현되

었다. A와 C부분은 y-z평면에 위치한 B부분에 의해 전기적으로 연결되어 있다. E부분은 C부분과 8mm의 높이 간격을 두고 평행하게 구현되었으며, x-y평면에 위치한 D부분에 의해 전기적으로 연결된다. 구조적으로 방사체는 가장 윗면에 E 부분 그리고 PCB 기판 상층에 A 부분, 기판 하층에 C부분이 형성되고, E와 C가 D에 의해 연결된 후 C와 A가 B에 의해 연결된 형태를 갖는다. <그림 2>는 주파수별 표면전류 분포를 나타낸다. 저주파수 대역에서는 <그림 2(a)>에서 보듯이, 방사체의 A에 위치한 급전부로부터 E 까지 이르는 길이는 CDMA, GSM 주

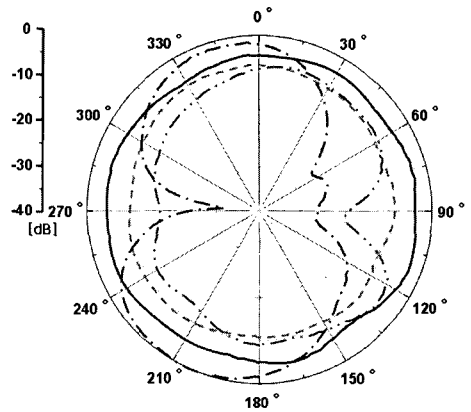


<그림 3> 제안된 안테나의 VSWR  
 <Fig. 3> VSWR of the proposed antenna

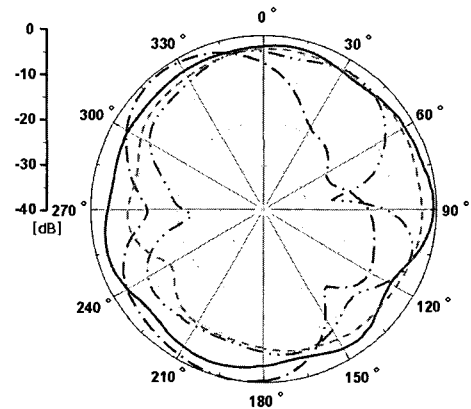
파수 대역의 약  $\lambda/4$  파장의 길이를 가지며, 따라서 접지면과 방사체를 포함하는 제안된 안테나의 전체 구조는  $\lambda/2$  다이폴로 동작한다. 본 논문에서 제안된 방사체의 구조는 저주파수 대역에서 공진하는 전류의 길이를 y축을 따라 세 부분으로 적층하여, 방사체가 차지하는 부피를 효과적으로 배분하였고, 또한 안테나 대역폭과 좋은 효율 특성을 얻을 수 있다[7]. <그림 2(b)>에서도 마찬가지로, 급전부에서 방사체 C 부분까지의 길이는 GPS 대역의 약  $\lambda/4$  파장의 길이를 가지며 동작한다. <그림 2(c)-(e)>은 A 부분이 주 방사체가 되어 DCS, PCS, W-CDMA, WiBro, S-DMB을 포함한 광대역 모노폴과 같이 동작함을 알 수 있다. 방사체와 접지면 사이의 간격은 모든 주파수 대역의 임피던스 정합에 중요한 역할을 하며, 유전체 높이(B부분) 1mm에 따라 A부분과 C부분의 커플링이 달라지므로 높은 주파수 대역에서 광대역 특성의 임피던스 정합을 조절할 수 있다.

### III. 제안된 안테나 시뮬레이션 및 측정 결과

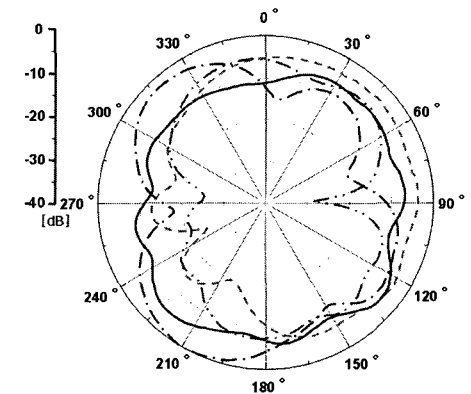
<그림 3>은 제안된 안테나를 Zealand 社의 IE3D 시뮬레이션한 결과와 프로토타입으로 제작된 안테나의 측정결과를 비교한 것이다. 제작된 안테나는 정재파비 3:1 기준으로 낮은 대역에서는 약 180



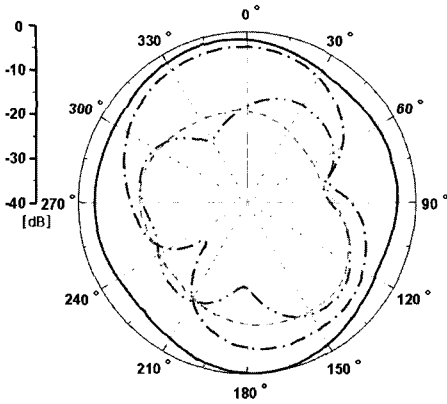
(a) CDMA/GSM 대역 (890 MHz)  
 (a) CDMA/GSM band (890 MHz)



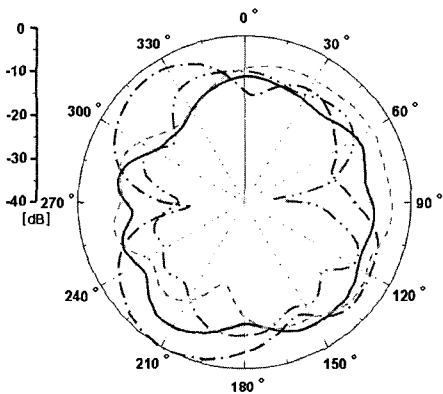
(b) GPS 대역 (1,575 MHz)  
 (b) GPS band (1,575 MHz)



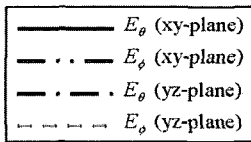
(c) DCS/PCS/W-CDMA 대역 (1,940 MHz)  
 (c) DCS/PCS/W-CDMA band (1,940 MHz)



(d) WiBro 대역 (2,345 MHz)  
(d) WiBro band (2,345 MHz)



(d) S-DMB 대역 (2,643 MHz)  
(d) S-DMB band (2,643 MHz)



<그림 4> 측정된 방사 패턴  
<Fig. 4> Measured radiation pattern

MHz(800~980MHz)의 임피던스 대역폭을, 높은 대역에서는 약 1,880MHz(1,400~3,280MHz)의 임피던스 대역폭을 갖는다. 이러한 결과는 제안된 안테나가 CDMA/GSM을 포함한 저주파수 대역과 GPS/DCS/PCS/W-CDMA/WiBro/S-DMB를 포함하는 고주파수 대역을 모두 만족함을 알 수 있다. <그림 4>는 제작된 프로토타입 안테나의 방사패턴을 anechoic-

<표 1> 측정된 이득  
<Table 1> Measured gain

Band	Gain (dBi)
CDMA/GSM	0.7~2.66
GPS	2.12
DCS/PCS/W-CDMA	1.33~4.37
WiBro	1.58~1.79
S-DMB	1.92~3.25

chamber에서 측정된 결과로서 각 대역의 중심 주파수에서의 방사패턴을 나타낸 것이다. <표 1>에서는 각 대역에서의 측정된 안테나의 최대 이득을 나타내었으며, 이를 통해 제안된 안테나는 각각의 주파수 대역에서 효과적으로 동작함을 알 수 있다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 CDMA/GSM/GPS/DCS/PCS/W-CDMA/WiBro/S-DMB 대역을 모두 포함하는 다중대역 이동통신 단말기용 내장형 안테나를 설계, 제작하였다. 제안된 안테나는 폴디드 모노폴 안테나 구조에서 다중 대역 공진을 형성하였고 저주파수 대역에서 안테나 부피를 효과적으로 줄였으며, 고주파수 대역에서는 모노폴 안테나의 광대역 효과를 얻었다. 제작된 안테나는 정재파비 3:1 기준으로 낮은 대역에서는 약 180 MHz (800 ~ 980 MHz), 높은 대역에서는 약 1,880 MHz (1,400 ~ 3,280 MHz)의 임피던스 대역폭을 얻었으며, 상용화되고 있는 이동통신 서비스의 모든 대역에서 효과적으로 동작함을 알 수 있다.

#### V. 감사의 글

본 과제(결과물)는 교육인적자원부, 산업자원부, 노동부의 출연금으로 수행한 최우수실험실지원사업

의 연구결과입니다.

### 참고문헌

- [1] M. Martinez-Vazquez, and O. Litschke, "Quadband antenna for handheld personal communications devices," *IEEE Antennas Propagat. Soc. Int. Symp. Dig.*, vol. 1, no. 22-27, pp. 455-458, Jun. 2003.
- [2] Y. X. Guo, I. Ang, and M. Y. W. Chia, "Compact internal multiband antennas for mobile handsets," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 2, no. 1, pp. 143-146, Mar. 2003.
- [3] P. L. Teng, H. T. Chen, and K. L. Wong, "Multi-frequency planar monopole antenna for GSM/DCS/PCS/WLAN operation," *Microwave Opt. Technol Lett.*, vol. 36, no. 5, pp. 350-352, Mar. 2003.
- [4] Z. Du, K. Gong, and J. S. Fu, "A novel compact wide-band planar antenna for mobile handsets," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 54, no. 2, pp. 613-619, Feb. 2006.
- [5] S.-Y. Lin, "Multiband folded planar monopole antenna for mobile handset," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 52, no. 7, pp. 1790-1794, Jul. 2004.
- [6] T. Sugiyama, H. Horita, Y. Shirakawa, M. Ikegaya, S. Takaba, and H. Tate, "Triple-band internal antenna for clamshell type mobile phone," *Hitachi Cable Review.*, no. 22, pp.26-31, Aug. 2003.
- [7] H. Rhyu, J.-H. Jo, F.J. Harachiewicz, and B. Lee, "Multiband internal antenna using two layer shorted patches for mobile handsets," *Microwave Opt. Technol Lett.*, vol. 49, no. 1, pp.176-179, Jan 2007.

저자소개



강 윤 호 (Kang, Yoon-Ho)

2006년 3월~현재 : 광운대학교 전파공학과 석사과정  
2006년 2월 : 광운대학교 전자공학부 (공학사)



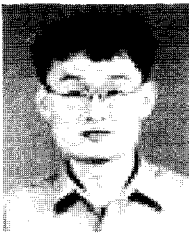
유 한 필 (Rhyu, Hanphil)

2005년 3월~현재 : 광운대학교 전파공학과 박사과정  
2005년 2월 : 광운대학교 전파공학과 (공학석사)  
2003년 2월 : 광운대학교 전자공학부 (공학사)



공 기 현 (Kong, Ki-Hyun)

2003년 3월~현재 : 광운대학교 전파공학과 박사과정  
2003년 2월 : 광운대학교 전파공학과 (공학석사)  
2001년 2월 : 광운대학교 전파공학과 (공학사)



박 먼 주 (Park, Myun-Joo)

2002년 9월~현재 : 광운대학교 전파공학과 부교수  
1998년 12월~2002년 8월 : 삼성전자(주) 책임연구원  
1998년 2월 : 서울대학교 전자공학과 (공학박사)  
1993년 2월 : 서울대학교 전자공학과 (공학석사)  
1991년 2월 : 서울대학교 전자공학과 (공학사)



정 용 식 (Cheong, Young-Seek)

2006년 3월~현재 : 광운대학교 전파공학과 조교수  
2003년 3월~2006년 2월 : 명지대학교 통신공학과 조교수  
2000년 8월 : 서울대학교 전기공학과 (공학박사)  
1991년 2월 : 서울대학교 전기공학과 (공학석사)  
1989년 2월 : 서울대학교 전기공학과 (공학사)



이 병 제 (Lee, Byungje)

1998년 3월~현재 : 광운대학교 전파공학과 부교수  
1997년 12월 : 미국 Southern Illinois University 전자공학과 (공학박사)  
1993년 12월 : 미국 Southern Illinois University 전자공학과 (공학박사)  
1988년 2월 : 경북대학교 전기공학과 (공학석사)