

# CPW급전 구조 Hepta-Band 내장형 안테나 설계 및 제작

준회원 한 동 완\*, 정 계 택\*, 정회원 이 천 희\*, 이 화 춘\*\*, 종신회원 광 경 섭\*\*\*

## Desing of an internal Antenna for Hepta-Band Using CPWG-fed

Dong Wan Han\*, Gye Taek Jeong\* *Associate Members*,  
Cheon Hee Lee\*, Hwa Choon Lee\*\* *Regular Members*,  
Kyung Sup Kwak\*\*\* *Lifelong Member*

### 요 약

본 논문에서는 GPS, DCS, PCS, UMTS, Wibro, Bluetooth, S-DMB대역에서 동작 가능한 안테나를 설계 하고 제작하였다. 최대한 적은 부피의 안테나로 광대역 특성을 얻기 위해 모노폴 안테나를 기반으로 CPWG(Coplanar Waveguide-fed with Ground) 급전 구조를 사용하였다. 방사패치의 길이와 방사패치와 접지면 간의 간격을 조정하며 시뮬레이션 하였으며, 최적화된 파라미터를 가지고 제작하였다. 제작된 안테나는 VSWR<2에서 1.43GHz~2.9GHz(67.89%)의 대역폭과 1.3~3.7dBi의 이득 및 전방향성(Omni-directional) 방사패턴을 얻었다.

**Key Words** : Hepta-band, CPWG, Monopole, Branch-line, CPW

### ABSTRACT

In this paper, an antenna accessible to the Hepta-Band (GPS, DCS, PCS, UMTS, Wibro, Bluetooth and S-DMB) is designed and fabricated. To get broadband characteristics with small size, we propose a structure of Coplanar Waveguide-fed with Ground, which is based on a monopole antenna. Simulation is performed by adjusting the size of distance between a length of radiation patch and ground plane. The designed antenna satisfies the frequency bandwidth of 1.43GHz~2.9GHz(67.89%), the gain of 1.3dBi~3.7dBi and an omni-directional radiation pattern at VSWR<2.

### I. 서 론

이동통신 시스템은 2, 3세대를 지나 3.5세대로 거듭나고 있으며 4세대에 대한 국제적인 논의가 이루어지고 있다. 세대가 거듭날수록 통신기능 이외의 위치추적, 방송 및 동영상 미디어, 무선 데이터 통신 등의 다양한 기능이 하나의 통신기기에 집약되고 있다. 또한 얇고 작은 모양의 디자인이 선호되고 있어 최근 다기능 및 고도화 기능을 갖춘 얇고 작은 모양의 개인 휴대용 통신기기가 요구되고 있다<sup>[1]</sup>. 이에

따라 무선이동통신 시스템 통신기기에 알맞은 얇고 작은 모양의 다중대역에서 동작 가능한 안테나의 개발이 요구된다.

현재 개인 휴대용 통신기기에 적합한 안테나로는 역 F-안테나<sup>[2-4]</sup>, 모노폴 안테나<sup>[5-7]</sup>, CPW-fed<sup>[8-13]</sup>안테나 등이 있다. 역 F-안테나는 소형·경량이면서 제작이 쉽고, 안테나 특성이 우수하나, 안테나의 높이가 낮아질수록 커패시턴스의 성분이 감소해 대역폭이 좁아지는 특성이 있기 때문에, 안테나의 높이를 줄일 경우 협대역 특성을 갖는 단점이 있다<sup>[4]</sup>. 모노폴 안

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학IT연구센터 지원 사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2008-C1090-0801-0019)

\* 인하대학교 통신공학연구소 (shblazers@gmail.com, cliffedge@nate.com, sky@aceantenna.co.kr)

\*\* 초당대학교 정보통신공학과 (orut@chodang.ac.kr)

\*\*\* 인하대학교 정보통신대학원 (kskwak@inha.ac.kr)

논문번호 : KICS2008-07-311, 접수일자 : 2008년 7월 14일, 최종논문접수일자 : 2008년 8월 28일

테나는 시스템에 비해 작은 크기를 차지하여 회로 기판과 함께 설계·제작할 수 있는 장점이 있으나  $\lambda/4$ 에서 공진이 일어나고 임피던스 대역폭이 협대역이며 높은 전류밀도로 인한 입력 임피던스의 증가는 저항성 손실을 증가시키며 임피던스 정합이 다소 비효율적이라는 단점이 있다<sup>[15]</sup>. CPW-fed 안테나는 안테나를 얇게 유지하여 부피를 줄일 수 있는 반면 접지면과 급전선 사이의 변화와 오차가 주는 변화에 너무 민감하다는 단점이 있다. CPWG 안테나는 CPW급전구조와 마찬가지로 얇은 부피를 가지며 접지면을 추가한 형태로, CPW급전보다 특성임피던스는 작고, 광대역 특성을 얻을 수 있으며 유효 유전율이 커 윗면의 guiding slot의 오차나 변화가 있어도 임피던스에 큰 변화를 주지 않는 장점이 있다<sup>[16]</sup>.

본 논문에서는 GPS, DCS, PCS, UMTS, WiBro, Bluetooth, S-DMB 대역에서 동작 가능하며 최대한 얇은 안테나 설계를 위해 기존 모노폴 형태에 CPWG 급전 구조를 갖는 안테나를 제안하였다.

## II. 안테나 설계

본 논문에서 제안한 CPWG급전 모노폴 안테나의 구조를 그림 1에 나타내었다.

제안한 안테나에는  $\epsilon_r=4.4$ , 높이 1.6mm, 크기  $40 \times 60 \text{mm}^2$ 인 FR-4기판을 사용하였다. 패치의 크기는  $40 \times 20 \text{mm}^2$ 의 면적에 두 개의 브랜치 라인 구조이다. 안테나의 기본 파라미터의 특성을 알기 위해 시뮬레이션의 전체 과정은 CST사의 MWS를 이용하였다. 그리고 시뮬레이션 측정 결과를 기반으로 하여 실제 안테나를 제작하였다.

그림 2는 CPW급전선과 피드의 간격인  $g$ 의 변화에 따른 반사손실 특성을 보여준다. 반사계수 -10dB를 기준으로 하였을 때,  $g$ 가 0.45mm에서 0.65mm로 증가함에 따라 안테나의 대역폭은 증가하였고,  $g$ 가 0.85mm, 1.05mm로 증가함에 따라 공진주파수가 오른쪽으로 이동하였으며 GPS와 PCS대역의 반사손실은 증가하였다. 그 결과  $W_2$ 와  $g$ 의 간격이 0.65mm에서 가장 좋은 반사손실 특성이 나타남을 확인할 수 있었다.

그림 3은 두 개의 브랜치 라인 중 하나인  $W_2$ 의 변화에 따른 반사손실 특성을 보여준다.  $W_2$ 가 10mm에서 16mm까지 증가함에 따라 주파수가 왼쪽으로 (낮은 주파수 쪽으로) 이동하고, GPS와 PCS, DCS대역의 반사손실은 증가하였다. 그 결과  $W_2$ 의 길이가 14mm일 때 가장 좋은 반사손실 특성이 나타남을 확인할 수 있었다.

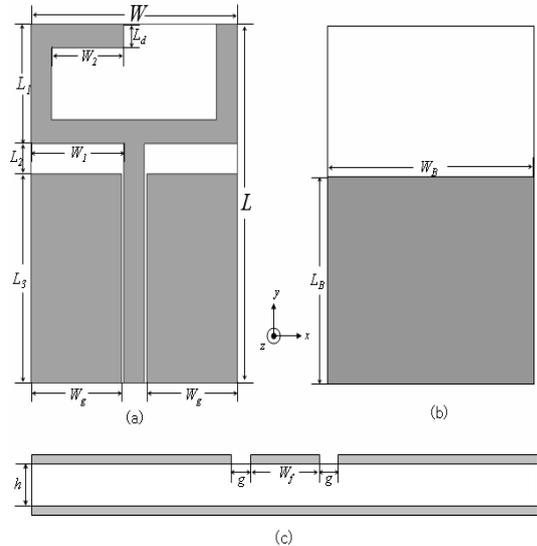


그림 1. 제안된 CPWG급전 모노폴 안테나 구조 (a) 평면도 (b) 후면도 (c) 측면도 :  $L=60\text{mm}$ ,  $W=40\text{mm}$ ,  $L_1=20\text{mm}$ ,  $L_2=5.5\text{mm}$ ,  $L_3=34.5\text{mm}$ ,  $L_f=4\text{mm}$ ,  $L_B=34.5\text{mm}$ ,  $W_1=18\text{mm}$ ,  $W_2=14\text{mm}$ ,  $W_3=40\text{mm}$ ,  $W_g=17.35\text{mm}$ ,  $W_f=4\text{mm}$ ,  $g=0.65\text{mm}$ ,  $h=1.6\text{mm}$   
 Fig. 1. Structure of the proposed CPWG-fed monopole antenna a (a) front-view (b) back side-view (c) side-view.

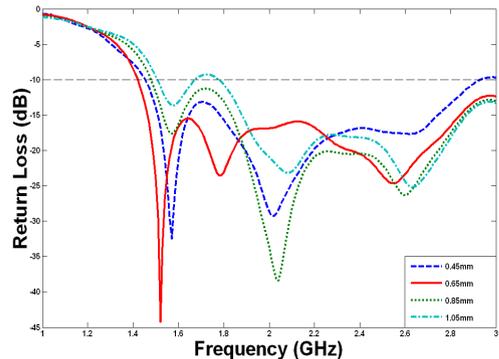


그림 2.  $g$ 의 변화에 따른 주파수와 반사계수  
 Fig. 2. Variation of return loss vs. frequency with the  $g$ .

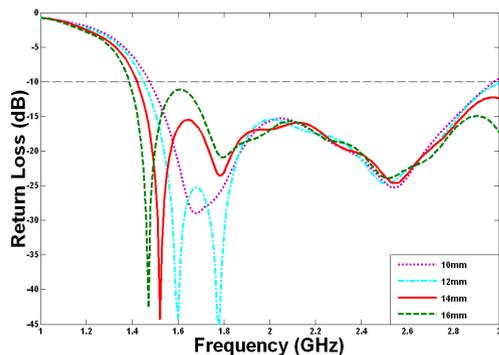


그림 3.  $W_2$ 의 변화에 따른 주파수와 반사계수  
 Fig. 3. Variation of return loss vs. frequency with the  $W_2$ .

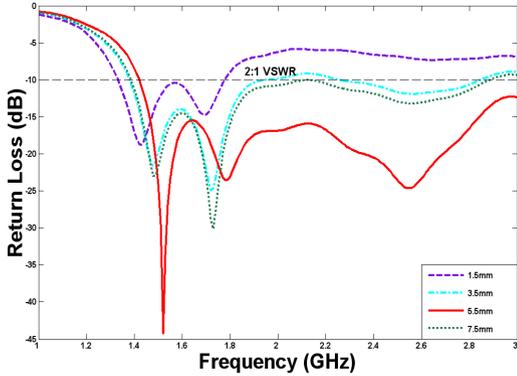


그림 4.  $L_2$ 값의 길이 변화에 따른 주파수에 대한 반사계수  
Fig. 4. Variation of return loss vs. frequency with the  $L_2$ .

표 1. 최적화된 안테나 파라미터

Table 1. Designed parameter of the optimized antenna

Para meter	value (mm)	Para meter	value (mm)	Para meter	value (mm)
$W$	40	$W_B$	40	$L_d$	4
$W_1$	18	$L$	60	$L_B$	34.5
$W_2$	14	$L_1$	20	$g$	0.65
$W_g$	17.35	$L_2$	5.5	$h$	1.6
$W_f$	4	$L_3$	34.5		

그림 4는 앞면과 뒷면의 그라운드와 패치 사이의 간격인  $L_2$ 의 변화에 따른 반사손실 특성을 보여준다.  $L_2$ 가 1.5mm에서 5.5mm로 증가함에 따라 대역폭이 증가하였고, 5.5mm에서 7.5mm로 증가함에 따라 67.9%의 주파수 대역폭이 20%까지의 감소하는 것을 볼 수 있다. 그 결과  $L_2$ 의 길이가 5.5mm일 때 가장 좋은 특성을 보여주는 것을 확인할 수 있었다.

이러한 시뮬레이션 과정에 의해 7개의 대역을 만족하는 최적화된 파라미터값을 얻을 수 있었다. 표 1은 최적화된 안테나 파라미터값을 보여준다. 설계한 안테나는  $40 \times 60 \times 1.6 \text{mm}^3$ 의 FR-4기판 위에  $40 \times 20 \text{mm}^2$ 의 공간을 차지한다. 앞면과 뒷면의 그라운드는 패치로부터 5.5mm 간격으로 하였고, 브랜치 라인의 길이는 14mm로 하였으며, CPW급전은 0.65mm 간격으로 공진주파수와 반사계수 그리고 특성임피던스 매칭을 최적화하였다.

### III. 측정 결과

II장의 안테나 설계과정을 거쳐 얻은 최적화된 파라미터 값으로 안테나를 제작하였다. 그림 5는 제작된 안테나의 정면도와 후면도이다.

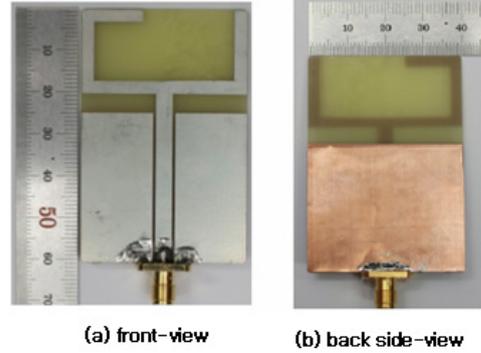


그림 5. 제작된 안테나  
Fig. 5. Photograph of the manufactured antenna.

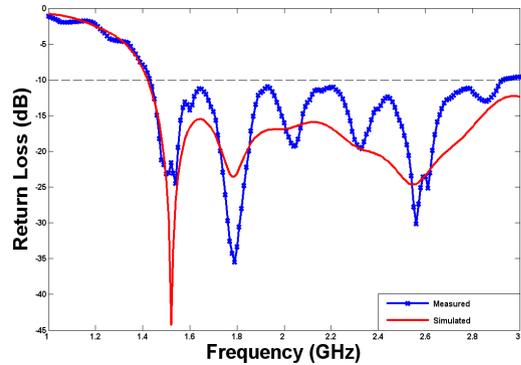


그림 6. 제안한 안테나의 실제측정값과 시뮬레이션 측정값의 반사계수의 비교  
Fig. 6. Return loss comparison between simulation and measurement.

실제 제작한 안테나를 측정하기 위해 Agilent N523 0A 회로망 분석기를 사용하여 측정한 값과 시뮬레이션의 반사계수 특성을 그림 6에 나타내었다. 제작한 안테나에서 측정된 주파수 대역폭은 -10dB를 기준으로 1.43GHz~2.90GHz까지 7개의 대역을 만족하는 것을 볼 수 있다.

그림 7의 (a)~(g)에서는 제안된 안테나의 표면전류분포 특성을 나타내었다. 그림의 중앙에 급전 선로가 존재하기 때문에 가운데 부분에 전류가 많이 가장 많이 흐르고, 다중대역 안테나로 동작하기 위해서 각 주파수 특성에 의한 전류의 밀집도의 차이를 볼 수 있다.

그림 8의 (a)~(g)는 1.575GHz부터 1.795GHz, 1.935GHz, 2.035GHz, 2.345GHz, 2.392GHz, 2.643GHz까지의 E-Plane과 H-Plane의 방사패턴이다. 제안된 안테나는 측정한 모든 대역에서 이동 통신 장치의 내장형 안테나로서 효율적인 전방향성(Omni-directional)의 방사패턴을 얻었다.

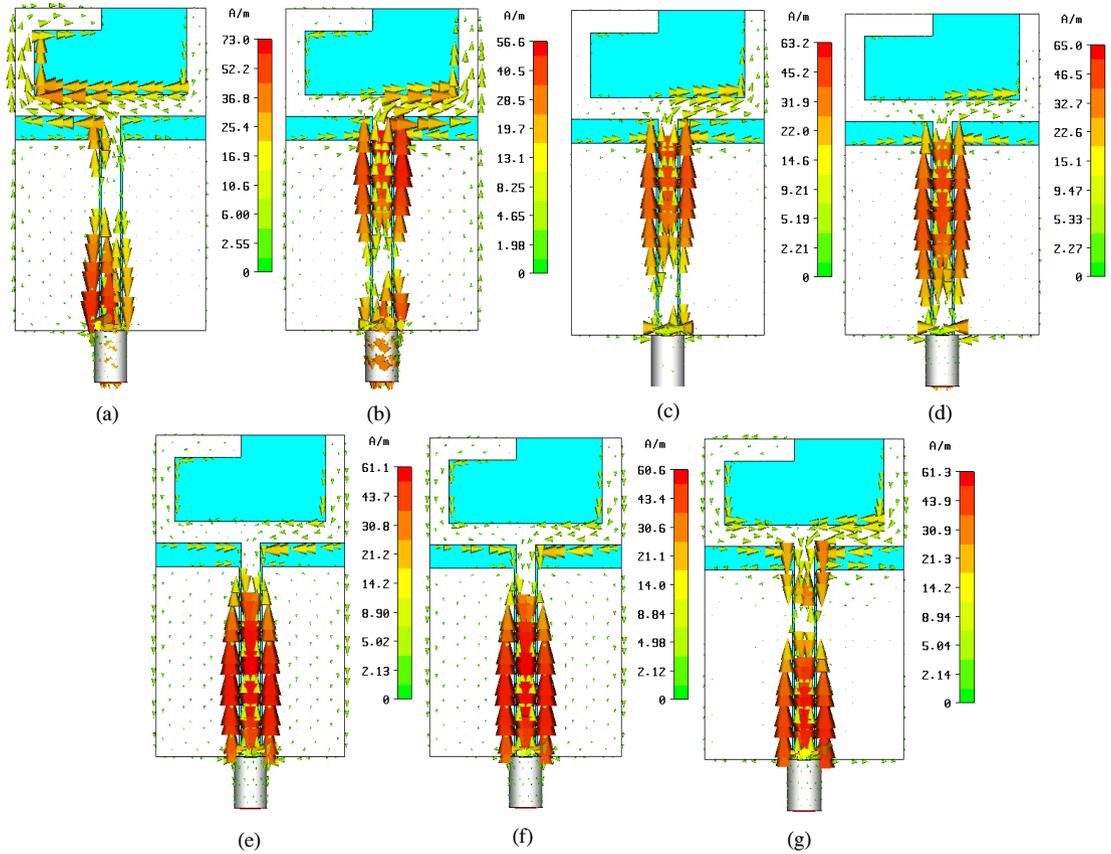
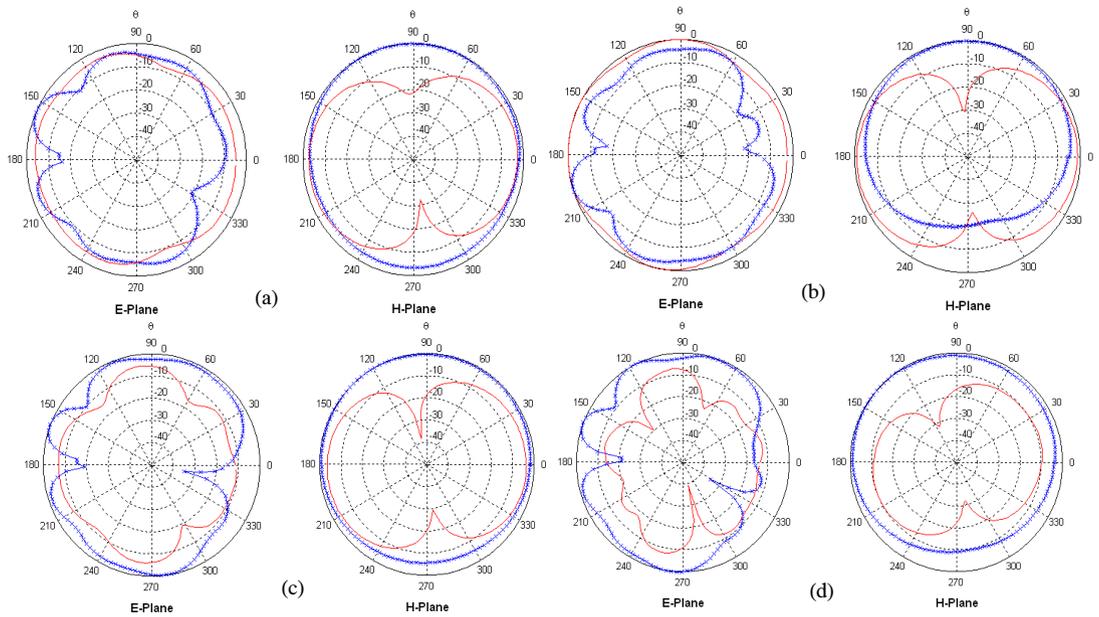


그림 7. 제안한 안테나의 표면전류분포. (a) 1.575GHz (b) 1.795GHz (c) 1.935GHz (d) 2.035GHz (e) 2.345GHz (f) 2.395GHz (g) 2.643GHz.

Fig. 7. Surface current of the proposed antenna.



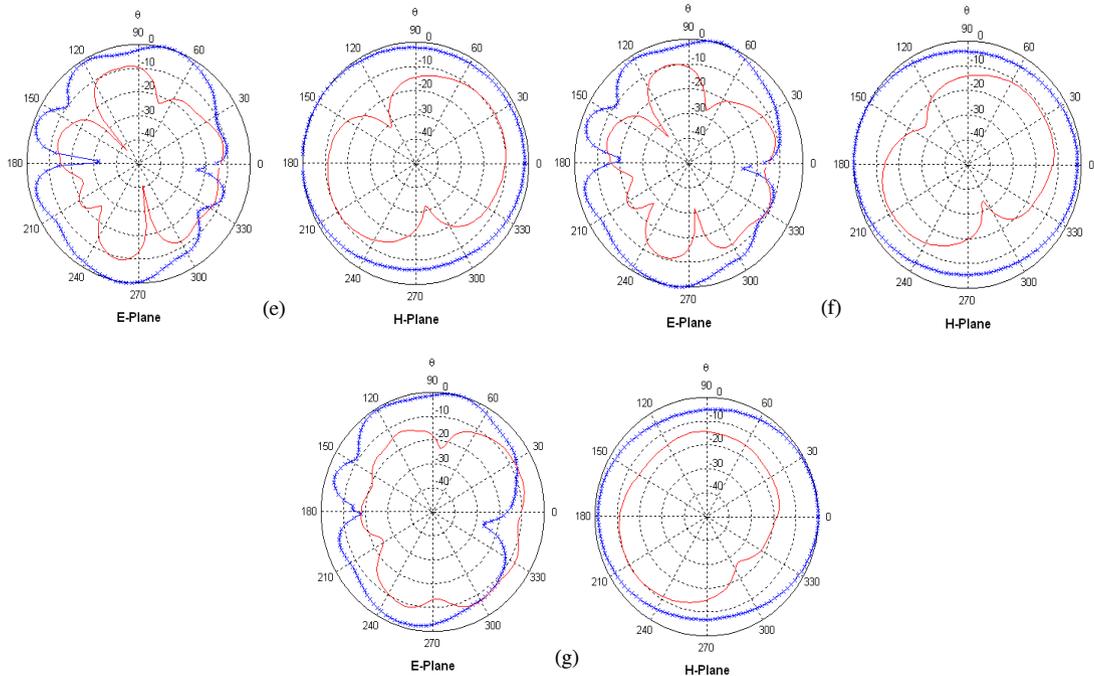


그림 8. 제안한 안테나의 방사패턴측정. (a) 1.575GHz (b) 1.795GHz (c) 1.935GHz (d) 2.035GHz (e) 2.345GHz (f) 2.395GHz (g) 2.643GHz.

Fig. 8. Radiation pattern of the proposed antenna.

그림 9는 구현된 안테나의 시뮬레이션 및 측정값의 이득을 비교하여 나타내었다. 시뮬레이션상의 이득값은 2.4~4.2dBi이고, 실제 제작된 안테나는 1.3~3.7dBi의 이득을 얻었다.

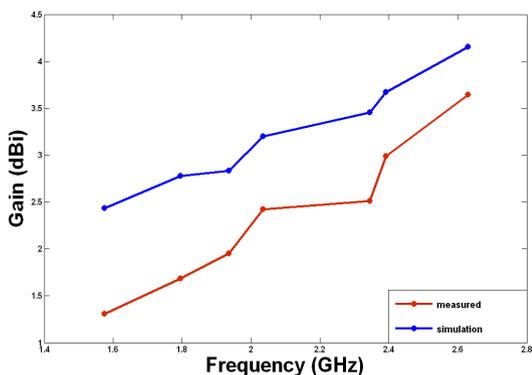


그림 9. 시뮬레이션 결과와 측정값의 이득 비교

Fig. 9. Return gain comparison between simulation and measurement

#### IV. 결론

본 논문에서는 CPWG급전 모노폴 안테나를 제안하였다. 그 결과 GPS, DCS, PCS, UMTS, Wibro, Blue tooth, S-DMB를 포함하는 광대역 특성을 갖는 안테나를 개발하였다. 모든 설계는 CST2006B로 시뮬레이션 하여 최적화된 파라미터값을 얻었다. 특히  $g$ 값의 변화와  $L_2$ 값의 변화가 안테나의 동작에 많은 영향을 미치는 것을 실험을 통해 알 수 있었다. 제작된 안테나는  $V_{SWR} < 2$ 에서 1.43GHz~2.90GHz의 대역폭을 얻었다. 또한 1.575GHz, 1.795GHz, 1.935GHz, 2.035GHz, 2.345GHz, 2.392GHz, 2.643GHz의 공진주파수에서 각각 1.3dBi, 1.69dBi, 2dBi, 2.5dBi, 2.6dBi, 3dBi, 3.7dBi의 이득을 얻었으며, 전방향성(Omni-directional) 방사패턴을 나타내었다. 본 논문에서 제안한 안테나는 다중 광대역 안테나로서 실제 무선이동통신 시스템 통신기에 적용이 가능할 것으로 기대된다.

#### 참고 문헌

- [1] 김종태, “[주간전자정보] 휴대폰용 안테나 산업동향,” 2008-01-28, (KEIT 전자 정보 센터).

- [2] Fu-Ren Hsiao, Hong-Twu Chen, Tzung-Wern Chiou, Gwo-Yun Lee, and Kin-Lu Wong, "A dual-band Planar inverted-F Patch Antenna with a branch-line slot." Microwave and Optical Technology LETTERS / Vol.32, No.4, February 20 2002.
- [3] Yun-Wen Chi and Kin-Lu Wong, "Internal Compact Dual-Band Printed Loop Antenna for Mobile Phone Application," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol.55, No.5, May 2007.
- [4] Rashid Ahmad Bhatti and Seong Ook Park, "Hepta-Band Internal Antenna for Personal Communication Handsets," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol.55, No.12, DECEMBER 2007.
- [5] Kin-Lu Wong, Gwo-Yun Lee, and Tzung-Wern Chiou, "A Low-Profile Planar Monopole Antenna for Multiband Operation of Mobile Handsets," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol.51, No.1, Jan 2003.
- [6] Gwo-Yun Lee Shih-Huang Yeh and Kin-Lu Wong, "A Broadband Folded Planar Monopole Antenna for mobile phones," Microwave and Optical Technology Letters / Vol.3, No.3, May 5 2002.
- [7] G. Ruvio and M.J. Ammann, "From L-shaped planar monopoles to a novel folded antenna with wide bandwidth", IEE Proc.-Microw. Antennas Propag., Vol.153, No.5, October 2006
- [8] H.D. Chen and H.T. Chen, "A CPW-fed dual-frequency monopole antenna," IEEE Trans. Antennas Propag., Vol.52, No.3, pp.978 - 982, April 2004.
- [9] Chaimool, Prayoot Akkaraekthalin and Vech vivek, "Dual-Band CPW-Fed Slot Antennas Using Loading Metallic Strips and a Widened Tuning Stub", IEICE Trans. Electron., Vol.E88 - C, No.12 Dec., 2005.
- [10] W.C. Liu, "Dual wideband coplanar waveguide-fed notched antennas with asymmetrical grounds for multi-band wireless application," IET Microw. Antennas Propag., Vol.1, No.5, October 2007.
- [11] J.-Y. Sze, C.-I.G. Hsu and S.-C. Hsu, "Dual-broadband multistandard printed slot antenna with a composite back-patch," IET Microw. Antennas Propag., (2), pp.205 - 209. 2008, 2.
- [12] Jin-Sen Chen, "A CPWG-fed dual-frequency rectangular patch Antenna," Microwave and Optical Technology Letters, Vol.4, No.5, September 5 2002.
- [13] Clement T.H. Lim, "A GCPW-Fed Printed Antenna for UWB Applications," Microwave Conference Proceedings, 2005. APMC 2005. Asia-Pacific Conference Proceedings, Volume 4, 4-7, Dec. 2005.
- [14] 이재향, 김남, 박주덕, "PCS 및 IMT-2000용 광대역 PIFA 설계," 한국전자과학회, 제15권 제3호, pp.242-250, 2004. 3.
- [15] 김남기, 고진현, 하재권, 이승엽, "광대역 기관 인쇄형 튜날구조를 갖는 모노폴 안테나 설계," 한국전자과학회, 제15권 제10호, pp.915-921, 2004. 10.
- [16] Rainee N. Simons, "Coplanar Waveguide Circuits Components and Systems", Wiley Inter-Science, pp.11-111, 2001.

한 등 완 (Dong Wan Han)

준회원



2007년 2월 초당대학교 정보통신공학부(안테나전공) 학사 졸업  
2007년 2월~현재 인하대학교 정보통신대학원 석사과정  
<관심분야> 안테나 설계, RF 시스템, UWB

정 계 택 (Gye Taek Jeong)

준회원



2003년 2월 인하대학교 전자공학과 학사 졸업  
2005년 2월 인하대학교 정보통신공학과 석사 졸업  
2005년 2월~현재 정보통신공학과 박사 과정  
<관심분야> 안테나 설계, RF

시스템, 이동통신

이 천 희 (Cheon Hee Lee)

정회원



1994년 2월 한남대학교 정보통신공학과 (공학사)  
1996년 2월 한남대학교 전자공학과 (공학석사)  
2002년 3월~현재 인하대학교 정보통신대학원 박사과정  
1996년 1월~현재 (주)에이스 안

테나 수석연구원)

<관심분야> 이동통신 안테나 설계, 초고주파 회로 설계

이 화 춘 (Hwa Choon Lee)

정회원



1985년 2월 인하대학교 전자공학과 학사 졸업  
1987년 2월 인하대학교 전자공학과 석사 졸업  
1995년 2월 인하대학교 전자공학과 박사 졸업  
1995년 2월~현재 초당대학교

정보통신공학과 조교수

<관심분야> 안테나 및 전파전파, 전자장 이론, 이동통신

곽 경 섭 (Kyung Sup Kwak)

중신회원



1977년 2월 인하대학교 전기공학과 학사 졸업  
1981년 12월 미국 USC 전기공학과 석사 졸업  
1988년 2월 미국 UCSD 통신이론 및 시스템 박사  
1988년 2월~1989년 2월 미국H

ughes Network Systems 연구원

1989년 2월~1990년 3월 미국 IBM Network Analysis Center 연구원

2000년 3월~2002년 2월 인하대학교 정보통신대학원 원장

2000년 3월~현재 인하대학교 정보통신대학원 교수

2003년 8월~현재 인하대학교 초광대역 무선통신 연구센터(UWB-ITRC) 센터장

2006년 1월~2006년 12월 한국통신학회 회장

<관심분야> 위성 및 이동통신, UWB, 무선네트워크