

# GSM/WCDMA 이중대역 안테나 설계

## Design a dual-band antenna for GSM/WCDMA

고현정, 김원규, 이비오, 신재철, 이학용, 정용식, 천창울\*

(Hyun-jung Ko, Won-Kyu Kim, Vea-O Lee, Jae-Cheol Shin, Hak-Yong Lee, Young-Seek Chung and Chang-Yul Cheon)

**Abstract :** In this paper, a novel compact broadband dual frequency microstrip antenna is presented. The meander type patch has been designed to have dual resonant frequencies, and the ground with slot was employed to expand the bandwidth in WCDMA band. The simulated results were obtained using HFSS, and the measurement on the proposed antenna was conducted in an anechoic chamber equipped with a network analyzer and a far field measurement system. As a result, measured maximum gain of antenna is 2.07~2.87 dBi in the GSM band and 3.91~5.61 dBi in the WCDMA band.

**Keywords:** dual-frequency, GSM, WCDMA

### I. 서론

소형의 이중 대역 마이크로스트립 안테나는 무선통신 시스템 분야에서 많이 사용된다. 따라서 이중 대역의 안테나를 얻기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 주로 다층 기판을 사용하거나 패치면에 슬롯을 사용하여 이중 대역을 만족하는 안테나를 설계하는데[1]-[4], 이로 인해 안테나의 크기를 줄이는 효과를 얻을 수 있다. [5]에서는 패치면의 방사하지 않는 부분에 여러 개의 슬롯을 이용하여 다중 대역의 안테나를 설계하였다[3]. 또한 그로 인해 크기를 줄이는 효과도 보았는데, 본 논문에서도 패치면과 접지면에 이와 같은 방법으로 슬롯을 이용하여 GSM(870 ~ 960 MHz)과 WCDMA(1920 ~ 2170 MHz)대역을 만족하며 일반 크기보다 작은 안테나를 설계하였다. 또한 슬롯으로 인해 마이크로스트립 안테나의 가장 큰 문제점으로 꼽히는 좁은 대역폭의 문제도 해결하였다.

### (c) 접지면 평면도

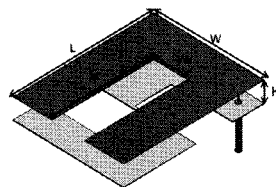
Fig. 1. Proposed antenna structure. (a) 3-Dimensional Geometry (b) Plane geometry of the patch (c) Plane geometry of the ground

안테나의 크기는 패치면과 접지면 모두  $L \times W$ 이며, 재질은 copper로 그 두께는 1mm이다. 면 사이는  $h$ 의 높이로 공기 중에 떠 있는 형태이다. 급전은 동축케이블을 이용하여 패치면의 모서리에 위치해 있다. 패치면에는  $L_1 \times W_1$  크기의 슬롯을 이용하였고, 접지면에는  $S_1 \times S_{1,1}$ ,  $S_2 \times S_{2,1}$ 의 슬롯을 사용하여 meander형태를 띄게 된다. 접지면의 2개의 슬롯으로 인해 GSM (870 ~ 960 MHz)과 WCDMA (1920 ~ 2170 MHz)의 두 대역에서 공진하게 되며 슬롯 크기를 조절함으로써 아래쪽 GSM 대역을 넓힐 수 있고, 패치면의 슬롯은 위쪽 WCDMA대역을 넓게 하는 효과를 준다.

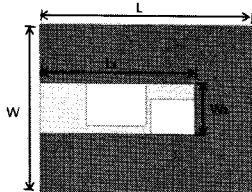
### II. 안테나 구조 및 특성

#### 1. 안테나 설계 및 구조

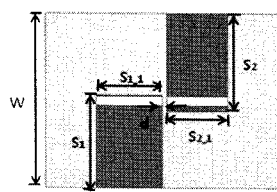
제안된 안테나의 구조는 그림1과 같다.



(a) 입체도 (a) 3-Dimensional geometry



(b) 패치면 평면도 (b) Plane geometry of the patch



(c) 접지면 평면도 (c) Plane geometry of the ground

그림 1. 제안한 안테나 구조. (a) 입체도 (b) 패치면 평면도

\* 책임저자(Corresponding Author)

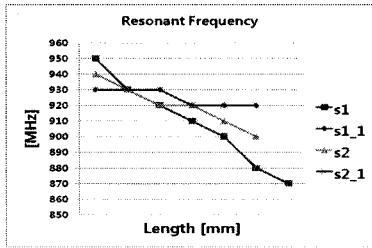
천창울 : 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수  
(changvul@uos.ac.kr)

#### 2. 안테나 특성 및 해석

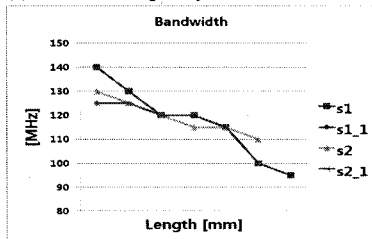
본 절에서는 안테나 제작에 앞서 안테나의 특성을 유도하기 위해 HFSS를 이용하여 수치해석을 하였다.

먼저 접지면에 대해 살펴보면, 접지면은 두 슬롯 사이에  $d$ 만큼의 폭을 가지고 meander형태를 띄고 있는데, 이  $d$ 의 거리가 클수록 GSM과 WCDMA 대역 사이에 또 하나의 공진점이 생기게 된다. 따라서 본 논문에서는 최소한의 폭만 남겨놓고 설계하였다.

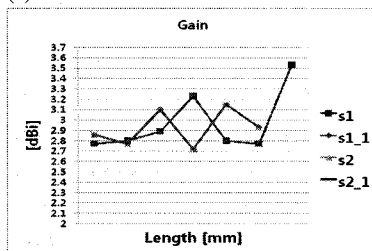
그리고 그림1에서 보이는 구조와 패치면은 동일하지만 접지면의 슬롯의 크기를 변경해가며 그에 따른 영향을 확인하였다. 그림2는  $S_1$ ,  $S_{1,1}$ ,  $S_2$ ,  $S_{2,1}$  각 길이가 길어짐에 따른 공진주파수, 대역폭, 이득 특성에 대한 그래프이다.  $S_1$ 과  $S_2$ 는 길이를 35 ~ 45 mm까지 증가시켰고,  $S_{1,1}$ 과  $S_{2,1}$ 은 20 ~ 30 mm까지 변화를 주면서 그에 따른 값을 비교하였다. 접지면의 슬롯 크기변화는 WCDMA대역에는 거의 영향을 주지 않기 때문에 GSM대역에서만 특성을 확인하였다. 그림2(a)나 그림2(b)를 보면 슬롯의 가로, 세로 각 길이가 길어질수록 공진주파수가 내려가고 대역폭 특성이 안 좋아짐을 알 수 있다. 또한 슬롯의 가로길이인  $S_{1,1}$ 와  $S_{2,1}$ 의 특성은 거의 같으며, 다른 슬롯의 길이 보다  $S_1$ 의 길이에 크게 영향을 받음을 보여준다.



(a) 공진주파수 특성  
(a) Resonant frequency characteristic



(b) 대역폭 특성  
(b) Bandwidth Characteristic



(c) 이득 특성  
(c) Gain Characteristic

그림2. 접지면의 슬롯 크기에 따른 GSM 대역의 여러 특성

(a) 공진주파수 특성 (b) 대역폭 특성 (c) 이득 특성

Fig. 2. Various characteristics of GSM band by slot size of the ground

(a) Resonant Frequency characteristic (b) Bandwidth Characteristic (c) Gain Characteristic

다음으로 패치면의 슬롯 크기를 증가시켜 보았다.  $L_1 \times W_1$ 의 크기를 증가시켰더니 그림3에서 볼 수 있듯이 삽입손실 값이 작아지고 대역폭도 좁아지는 영향을 주었다.

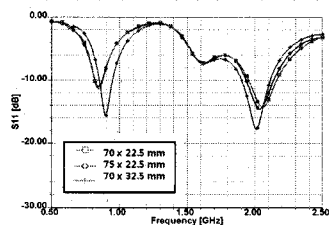


그림3. patch면 slot크기에 따른 S11  
Fig. 3. S11 by slot size of the patch

따라서 위의 수치해석 결과를 보면 패치와 접지 각 면의 슬롯의 크기에 따라 공진점과 대역폭에 영향을 미침을 알 수 있다. 특히 접지면의 S1의 길이를 줄여 GSM대역에서 넓은 대역폭을 얻을 수 있다. 또한 패치면의 슬롯 역시 크기를 줄임으로써 GSM과 WCDMA 두 대역에서의 대역폭을 좀 더 넓게 하는 효과를 얻을 수 있다.

### III. 안테나 제작 및 실험

#### 1. 안테나 제작

이전 절에서 얻은 수치해석의 결과를 토대로 안테나를 제작하였다. 안테나의 크기는  $W=96.2 \text{ mm}$ ,  $L=75 \text{ mm}$ ,  $h=13 \text{ mm}$ 이며, 1mm 두께의 copper를 사용하였다. 패치면과 그라운드면 사이의 공기를 대체할 물질로는 유전율이 거의 1에 가까운 스티로폼을 사용하였다. 패치와 접지면의 각 슬롯의 크기는 위의 수치해석 결과에서 공진점과 대역폭을 둘 다 만족할 수 있는 수치로 제작하였다.

#### 2. 안테나 측정 결과

본 논문에서는 GSM(870 ~ 960 MHz), WCDMA(1920 ~ 2170 MHz) 이중대역에서 공진하는 안테나를 제작하였다. 안테나의 삽입손실은 HP8510을 이용하여 VSWR 2:1을 기준으로 측정하였다. 측정값은 수치해석 값과 비교하여 그림4에 나타내었다. 공진점은 시뮬레이션 값과 일치하지만, 삽입손실은 10 dB정도의 오차를 보이고 있다. 그러나 두 대역에서 대역폭은 만족하므로 안테나의 성능에는 문제가 없음을 알 수 있다.

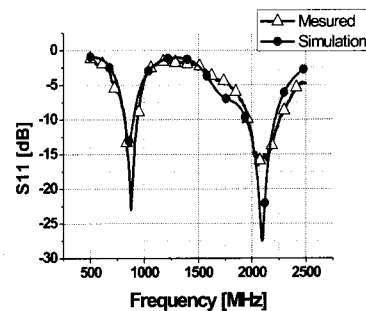
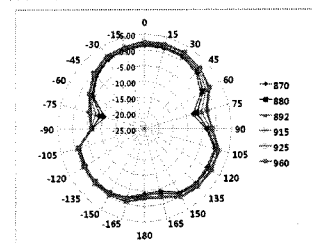


그림4. 제안한 안테나의 삽입손실

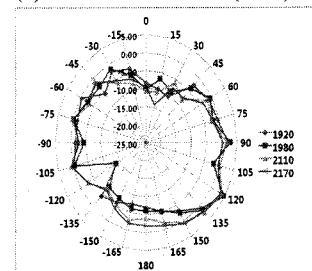
Fig. 4. Return loss of the proposed antenna

다음으로  $\phi=0$ 일 때의 이득 측정값은 그림5에 나타내었다.



(a) GSM대역에서의 이득( $\phi=0$ )

(a) Gain of GSM band( $\phi=0$ )



(b) WCDMA대역에서의 이득( $\phi=0$ )

(b) Gain of WCDMA band( $\phi=0$ )

그림5. GSM, WCDMA 대역에서의 이득  
Fig. 5. Gain of GSM and WCDMA

IV. 결론

본 논문에서는 GSM, WCDMA 이중대역에서 동작하는 안테나에 대하여 연구하였다. 안테나의 패치면이 아닌 접지면에 슬롯으로 공진특성에 영향을 주어 이중대역에서 동작이 가능하도록 하였고, 패치면과 접지면 각각에 슬롯의 크기를 조절하여 원하는 대역폭을 만족시켰다. 논문에서 제시한 안테나를 직접 제작해 측정해 봄으로써 안테나의 성능을 검증하였다. 본 논문에서는 슬롯의 크기에 대한 안테나의 특성에 대해서 연구하였는데, 향후 연구로는 안테나의 높이에 따른 여러 특성이나 패치면의 슬롯을 이용하여 좀 더 높은 이득을 갖도록 하는 방법 등이 필요할 것이라고 생각된다.

참고문헌

[1] K. Wong, *Compact and Broadband Microstrip Antennas*, WILEY, New York, 2002.  
 [2] S. Maci and G. B. Gentili, "Dual-Frequency Patch Antennas" *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, vol. 39, no. 6, pp. 13-20, December, 1997.  
 [3] C. Wang' and W. Tsai, "Experimental Studies of Small Microstrip Antennas for GSM/DCS Applications" *Antennas and Propagation Society International Symposium. IEEE*, vol. 4, pp. 3804-3807, June, 2004.  
 [4] S. D. Targonski, R. B. Waterhouse, and D. M. Pozar, "Design of Wide-Band Aperture-Stacked Patch Microstrip Antennas" *IEEE Trabsactions on Antennas and Propagation*, vol. 46, no. 9, pp. 1245-1251, September, 1998.  
 [5] J. Lu and K. Wong, "Slot-loaded, meandered rectangular microstrip antenna with compact dual- frequency operation," *Electronics Letters*, vol. 34, no. 11, pp. 1048-1050, May, 1998.



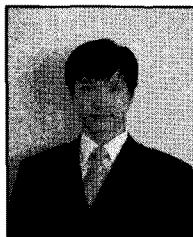
고 현 정

2008년 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 졸업. 2008년~현재 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 석사과정 재학중. 관심분야는 안테나, RF수동 소자 설계.



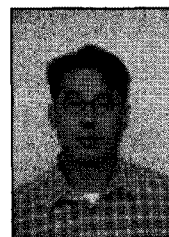
김 원 규

2008년 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 졸업. 2008년~현재 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 석사과정 재학중. 관심분야는 안테나, RF수동 소자 설계.



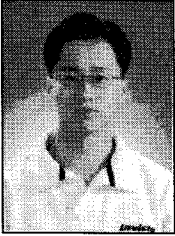
이 비 오

2008년 영동대학교 정보통신공학과 졸업. 2008년~현재 광운대학교 전자공학과 석사과정 재학중.



신재철

인천 시립대학교 전자공학과(공학사). 서울 시립대학교 전자공학과(공학석사). 현재 C&S Microwave 연구개발실장.



**이 학 용**

서울대학교 전기공학과(공학사). 서울대학교 전기공학과(공학석사). 서울대학교 전기공학과(공학박사). 현재 C&S Microwave 연구소장.



**정 용 식**

1989년 서울대학교 전기공학과(공학사). 1991년 서울대학교 전기공학과(공학석사). 2000년 서울대학교 전기공학과(공학박사). 2003년~2006년 명지대학교 통신공학과 조교수. 2006년~현재 광운대학교 전파공학과 조교수. 관심분야는 전자파 수치해석 및 EMI/EMC.



**천 창 울**

1983년 서울대학교 전기공학과(공학사). 1985년 서울대학교 전기공학과(공학석사). 1992년 미국University of Michigan, Ann arbor(공학박사). 1992년~1995년 강원대학교 전기공학과 조교수. 1995년~현재 서울시립대학교 전자전기컴퓨터 공학부 교수. 관심분야는 RF, RF Power Amplifier, EMC 등.