

# Folder Type 휴대폰 4중 대역 내장형 안테나 설계

최재중\*, 이종현\*, 서상혁\*, 손태호\*  
\*순천향대학교 공과대학 정보통신공학과  
e-mail : thson@sch.ac.kr

## Design of Quad-band internal antenna for folder type cell phone

Jae-Jung Choi\*, Jong-Hyun Lee\*, Sang-Hyuk Seo\*, Tae-Ho Son\*  
\*Division of Information communication Soonchunhyang Univ.

### 요 약

본 논문에서는 GSM/DCS/USPCS/WCDMA대역에서 사용할 수 있는 IFA 형태의 내장형 안테나를 설계하고 이를 제작하였다. 이 안테나는 제한된 공간에서 기본 IFA에 전류 흐름의 상쇄작용을 고려하여 4중 대역을 형성 시켰으며, GSM대역에서 Maximum Gain 2.23dBi~2.89dBi, DCS/USPCS/WCDMA대역에서 -3.24dBi~0.74dBi의 결과를 얻었다. 방사패턴 또한 전방향성에 가까운 특성을 가지고 있으며 전체적인 평균효율은 약 15% 향상됨을 확인할 수 있다.

### 1. 서 론

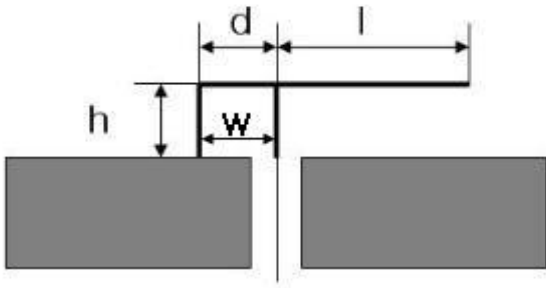
최근의 휴대폰은 단말기 내부에 안테나를 적용하도록 설계하고 있다. 이는 기존 외장형안테나보다 밴드대역이나 이득특성이 나쁨에도 불구하고 휴대폰 디자인의 다양성 때문에 내장형이 적용되고 있다. 또한, 수신부의 수신감도 성능향상에 따라 내장형이 갖는 안테나 특성 열화가 대처되고 있다. 최근에 3G 통신시스템 서비스가 실시됨에 따라 휴대폰은 더욱 멀티 밴드화 되고 있다. 이는 기존 2G 서비스는 물론 WCDMA, WiBro, Wi-Fi 및 Wi-Max 등의 서비스까지도 한 휴대폰단말기로 서비스받기를 요구하고 있기 때문이다. 이에 발맞추어 국내 개인 휴대 단말기의 서비스 또한 데이터 전송이나 인터넷 프로토콜을 이용하는 것을 넘어서 지상파 디지털 방송이나 위성파 디지털 방송 등의 서비스를 제공과 더불어 단말기 사용자들의 국가 간의 이동이 빈번해짐에 따라 글로벌 로밍 서비스를 사용하는 것이 일반화되고 있는 시점에서 다중 대역 내장형 안테나에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 상황이다.

내장형 안테나는 IFA(Inverted F Antenna)를 시초로

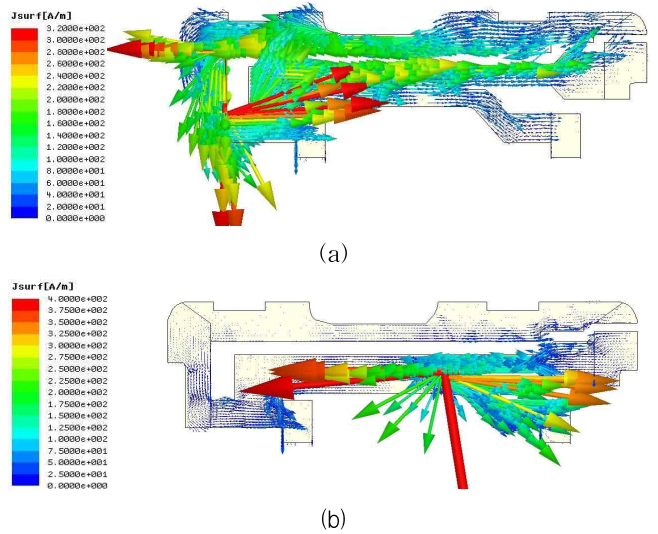
하여 chip, PIFA, monopole, branch-line 등의 안테나로 발전해왔다. 그러나 안테나 소형화 추세에 따라 부피가 큰 여타의 안테나는 더 이상 적용되지 못하고, 다시금 IFA 및 chip 안테나로의 회귀가 되고 있다. chip의 경우 크기는 작은 장점을 가지고 있으나, 대역이 좁고 효율이 떨어지는 단점을 가지고 있다. 따라서 근래 대부분의 안테나는 변형된 IFA로 설계되고 있다.[1]-[4]

본 연구는 변형된 IFA의 설계에 관한 연구이다. GSM/DCS/USPCS/WCDMA의 4중 대역특성을 만족하는 안테나를 설계한다. 다중 공진에 만족하기 위하여 800MHz대역의 낮은 주파수인 GSM대역을 만족하기 위하여 IFA 방사체를 안테나 고정 장치인 캐리어 상단부에 설계한다. 또한 GSM의 2배 이상 높은 주파수밴드인 DCS/USPCS/WCDMA대역을 위하여 캐리어 상단부와 급전 위치 사이에 방사체를 설계함으로써 상쇄작용을 최소화하여 대역특성을 맞추고 설계된 안테나를 제작 및 측정하여 이론특성과 비교함으로써 설계의 타당성을 밝힌다.

1.1 설계이론



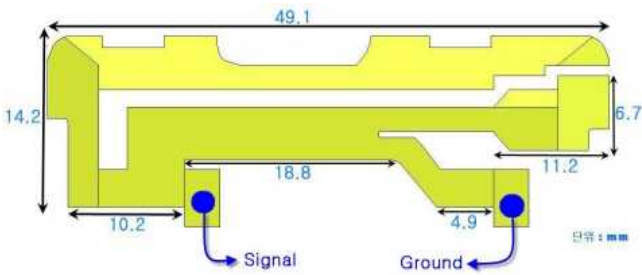
IFA는  $h+l$ 의 길이가 약 1/4 일 때 공진을 하게 되며 입력 임피던스 특성은 급전점의 위치와 급전선로의 굵기에 따라 변화한다. IFA는 급전점 위치  $W$ 의 조정을 통해 원하는 안테나 특성을 얻을 수 있으며 안테나의 방사특성은 monopole과 유사한 등방성 패턴을 보이며 소형 안테나의 설계에 주로 사용된다.



[그림 2] 대역별 전류밀도 시뮬레이션 결과;  
(a) GSM, (b) DCS/USPCS/WCDMA  
[Fig. 2] Simulated current density vs bands;  
(a) GSM, (b) DCS/USPCS/WCDMA

2. 안테나 설계 및 시뮬레이션

모델 설계를 위해 시뮬레이션 Tool인 Ansoft사 HFSS v.10을 사용했으며, [그림 1]은 HFSS를 이용하여 설계한 4중 대역 안테나 모델이다.



[그림 1] 제안된 안테나  
[Fig. 1] proposed antenna

[그림 1]에서 급전부는 하단에 좌·우측으로 떨어져 있으며 좌측이 signal, 우측이 ground이다. GSM 대역은 상단에서 시작되며 우측으로 돌아가는 패턴이 담당한다. DCS/USPCS/WCDMA대역은 GSM대역과 접지 사이에 위치한 패턴이 담당한다. signal과 ground 사이의 간격과 위치가 넓어 설계 시에 큰 제약으로 작용하였다. 전류가 상쇄되는 것을 최소화하여 안테나를 설계하였다.

대역별로 전류밀도특성에 대한 결과는 [그림 2]와 같으며, GSM대역의 전류밀도 (a)의 최대전류 320[A/m]이고, DCS/USPCS/WCDMA대역의 (b)의 최대전류 400[A/m]이다.

3. 안테나 제작



[그림 3] 제작한 안테나  
[Fig. 3] fabricated antenna

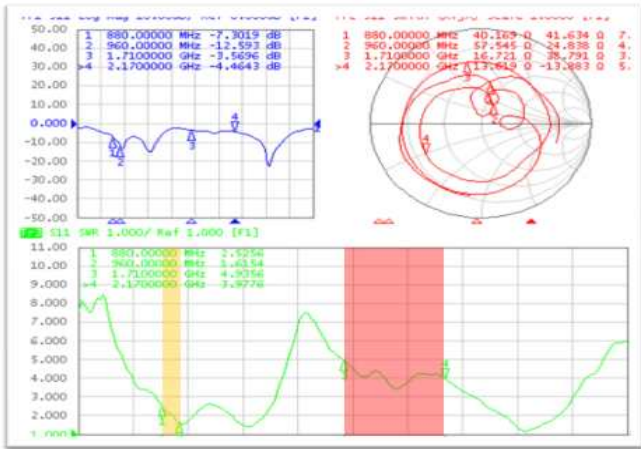


[Fig. 3] fabricated Antenna

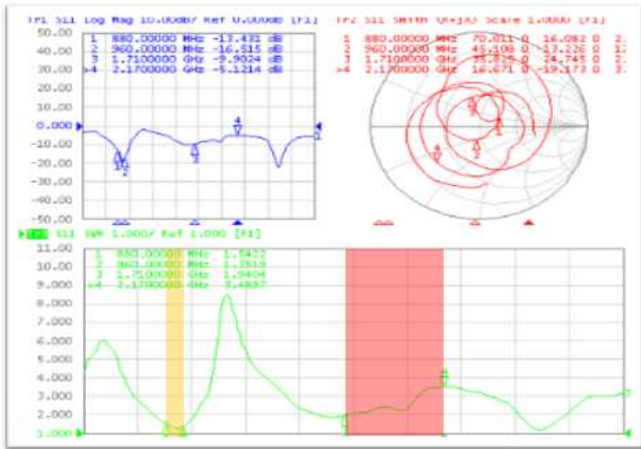
[그림 4] 제작한 안테나를 적용한 휴대폰  
[Fig. 4] fabricated antenna in a mobile handset

### 3.1 안테나 측정

측정 장비 : Agilent사 Network analyzer E5062A

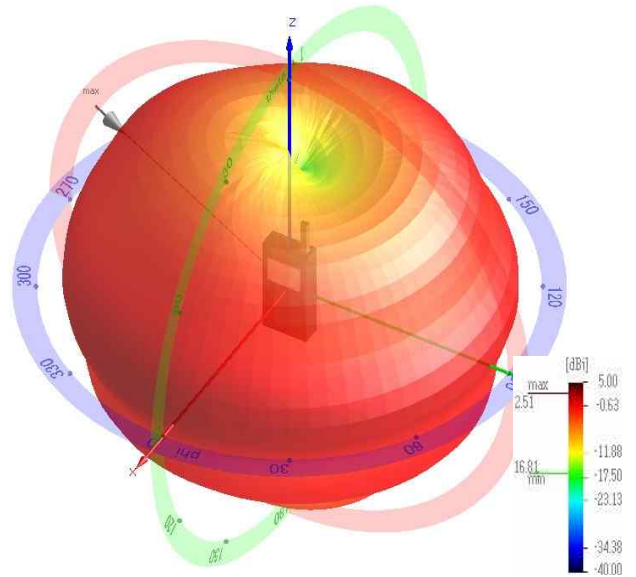


[그림 5] 측정된 반사손실, VSWR 및 smith chart (old)  
[Fig. 5] measured return loss, VSWR and smith chart

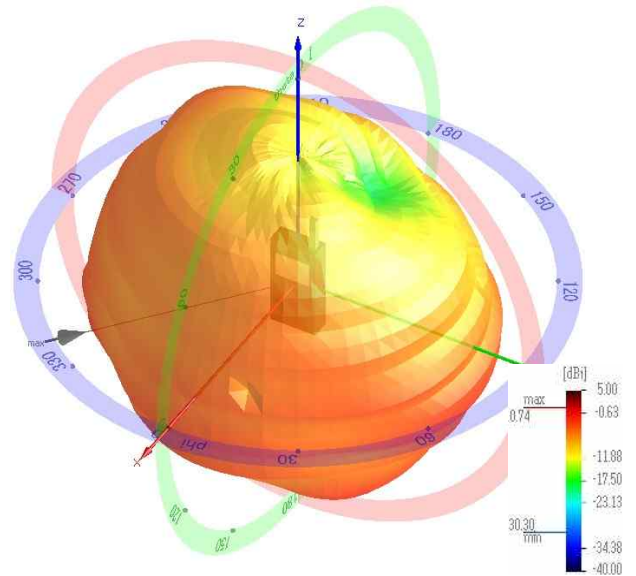


[그림 6] 측정된 반사손실, VSWR 및 smith chart (new)  
[Fig. 6] measured return loss, VSWR and smith chart

HFSS simulation을 통하여 설계한 안테나를 실제 제작하여 시판되는 휴대폰에 적용하여 측정해 보았다. [그림 5]는 신뢰할 수 있는 데이터를 얻기 위해 선정하여 탑재해 본 폰 세트에 내장되어 있던 안테나의 특성을 측정해 본 것이다. [그림 6]은 새롭게 설계 및 제작 하여 폰 세트에 탑재하여 측정해 본 결과이다. 각각 두 그림의 하단부의 특성 곡선에서 노란 영역이 GSM대역을 나타내는 것이고, 빨간 영역이 DCS / US-PCS / W-CDMA대역을 나타낸다. 두 그림에서 비교해 볼 수 있듯이 새롭게 설계된 안테나의 반사손실 및 VSWR이 개선된 것을 볼 수 있다.



[그림 7] GSM대역에서의 3D방사패턴  
[Fig. 7] 3D radiation pattern at GSM band



[그림 7] DCS~W-CDMA대역에서의 3D방사패턴  
[Fig. 7] 3D radiation pattern at DCS to W-CDMA band

방사 패턴 측정 결과 주파수별 이득과 효율은 표 1과 같다. 이득 및 효율 측정은 방사 패턴 측정과 동시에 이루어진다. 측정에 이용한 장비는 MTG사의 CSCM 챔버이다. 측정결과 W-CDMA대역의 두 채널을 제외한 전 대역에서 이득이 평균 2.35dB, 방사효율이 평균 14.8% 증가함을 알 수 있다. 이러한 향상된 특성을 보임으로써 본 연구의 타당성을 뒷받침해 주고 있다.

Freq. [MHz]	PwrSum		PwrSum	
	Eff.[%]	Peak[dBi]	Eff.[%]	Peak[dBi]
880	52.74	1.27	73.99	2.89
910	47.97	0.45	69.5	2.64
930	44.89	0.04	67.89	2.51
960	50.19	0.75	70.27	2.23
1710	13.17	-4.48	32.86	-0.34
1770	15.94	-3.67	32.97	0.01
1820	11.52	-4.77	29.13	-0.32
1850	13.49	-3.59	28.78	-0.39
1880	14.43	-3.11	29.78	-0.2
1910	12.57	-3.4	31.64	0.22
1930	11.05	-3.92	30.04	0.17
1990	12.3	-3.49	28.16	0.74
2110	17.55	-2.74	13.08	-3.24
2170	29.61	-1.56	17.2	-2.65

**참고문헌**

[1] C. A. Balanis, *Antenna Theory Analysis and Design*, John Wiley & Sons, 1997

[2] Kin-lu Wong, *Planar Antennas for Wireless Communications*, Wiley interscience, 2003

[3] 손태호, “2007 휴대폰 내장형 안테나의 해석 및 설계법”, 교육자료, 순천향대학교 차세대BIT무선 부품지역혁신센터, 2007 6월

[4] 손태호 “이득 향상을 위한 휴대폰용 IPI급전 인테나” 2006 안테나기술 워크샵 논문지, 한국전자파학회, pp.219-238, 2006 4월

[표 1] 기존 안테나와 제안 안테나 효율 비교  
 [table 1] Comparing Gain and Radiation efficiency between old and new antenna

**4. 결론**

본 연구에서는 IFA 형태의 4중대역 휴대폰 안테나를 설계함으로써 안테나 표면 전류의 흐름을 적절히 유도하여 이득이나 방사효율을 향상시킬 수 있다는 것을 보였다. 설계된 안테나를 실제 휴대폰 단말기에 적용하여 실제 사용 환경과 유사한 환경을 만들어 신뢰할 수 있는 데이터를 얻을 수 있었다. 기존 모델과 비교하여 안테나 이득과 효율은 4중 대역에서 -1.09dB~4.45dB, -4.47%~21.53%가 증가함으로써 연구의 타당성을 입증하였다. 본 연구에서와 같이 전류 분포를 고려하여 설계한다면 무선 단말기의 안테나 설계 시 특성 향상에 도움을 주리라 생각한다.