

# Slide Type 휴대폰 3중 대역 내장형 안테나 설계

임승진\*, 이재훈\*, 강현수\*, 서상혁\*, 손태호\*  
\*순천향대학교 공과대학 정보통신공학과  
e-mail : thson@sch.ac.kr

## Design of Triple-band Internal antenna for Slide Type cell phone

Seungjin Lim\*, Hyunsu Kang\*, Jaehoon Lee\*, Sanghyuk Seo\*, Taeho Son\*  
\*Division of Information communication Soonchunhyang Univ.

### 요 약

본 논문에서는 GSM/DCS/PCS대역에서 사용할 수 있는 변형된 IFA형태의 내장형 안테나를 설계하고 이를 제작하였다. 본 논문에서는 실제 상용화된 휴대폰말기의 내장형 안테나를 3D Tool을 이용하여 전류 흐름의 상세작용을 고려하여 3중 대역을 형성시켰으며, Stub의 길이에 따라 변화하는 반사소실 특성을 확인하였다. 설계된 안테나를 제작 측정된 결과 기존의 안테나 보다 약 10.9%, 1.57dB 특성이 개선되었다.

### 1. 서 론

최근 이동통신의 급속한 발전은 휴대 단말기를 이용하여 다양한 서비스를 제공할 수 있게 되었다. 또한 안테나의 소형화에 대한 연구가 꾸준히 이루어지고 있다. 안테나 변화에 있어서도 기존 외장 안테나보다 밴드대역이나 이득특성이 나쁨에도 불구하고 휴대폰 디자인의 다양성 때문에 내장형이 적용되고 있다. 내장형 안테나는 2000년대 초반부터 개발되어 휴대 단말기에 적용되고 있다. 당시 내장형 안테나의 이득 및 방사특성은 외장형 안테나의 비하여 매우 크게 뒤떨어졌었다. 그러나 내장형 안테나의 방사효율 증대에 대한 꾸준한 연구로 인해 외장형 안테나와 비슷하거나 오히려 더 양호한 특성의 수준까지 이르고 있다.

내장형 안테나에는 칩, 다이폴, 모노폴, PIFA, IFA 타입 등이 적용될 수 있다. 휴대폰 내장형 안테나는 IFA(Inverted F Antenna)를 시초로 하여 chip, PIFA, 모노폴, 브랜치라인 등의 안테나로 발전해왔다. 그러나 소형화 추세에 따라 부피가 큰 여타의 안테나는 더 이상 적용되지 못하고, 다시금 IFA 및

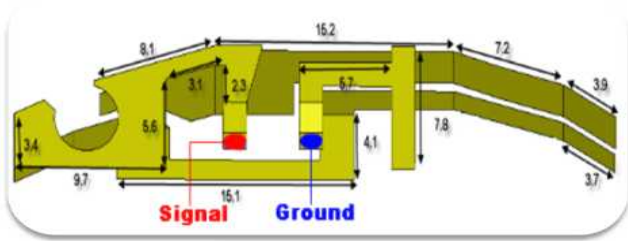
chip 안테나로 회귀가 되고 있다. chip의 경우 크기는 작은 장점을 가지고 있으나, 대역이 좁고 효율이 떨어지는 단점을 가지고 있다. 따라서 현재 대부분의 안테나는 변형된 IFA로 설계되고 있다.

본 연구에서는 변형된 IFA의 설계에 관한 연구이다. GSM/DCS/PCS의 3중 대역특성을 만족하는 안테나를 설계한다. 다중공진을 만족하기 위하여 낮은 주파수 GSM대역과 높은 주파수 DCS/PCS대역을 만족하기 위하여 IFA 방사체를 안테나 고정 장치인 캐리어 상단부에 설계한다.

HFSS EM Simulation Tool을 사용하여 새로운 안테나를 설계하여 전류와 이득 특성을 고려하여 제작을 한다. 그리고 stub의 길이에 따른 반사손실을 비교하고 가장 최적화된 내장형 안테나를 제작하여 단말기에 적용시켜 GSM/DCS/PCS 3중 밴드에 만족시키고 Network Analyzer 장비로 측정하여 반사계수 특성 및 VSWR을 비교하여 MTG사 CSCM 챔버로 측정하고 이득 및 효율을 기존의 안테나와 비교를 한다.

## 2. 안테나 설계 및 시뮬레이션

모델 설계를 위해 시뮬레이션 Tool인 Ansoft사 HFSS v.10을 사용했으며, [그림 1]은 HFSS를 이용하여 설계한 3중 대역 안테나 모델이다.



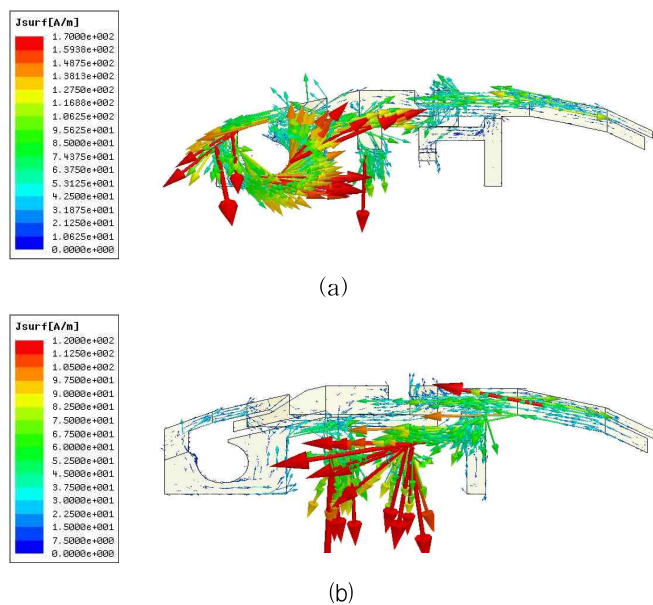
[그림 1] 제안된 안테나

[그림 1]에서 급전부는 하단에 좌·우측으로 떨어져 있으며 좌측이 signal, 우측이 ground이다.

본 연구에 적용된 휴대폰은 Slide Type폰이다. 안테나의 특성을 알아보기 위해 먼저 시뮬레이션을 하였다. 본 연구에서 사용된 툴은 Ansoft사의 HFSS v.10이다. 휴대폰 모델의 시뮬레이션은 모든 부품까지 세밀히 그려서 고려할 수는 없다. 따라서 안테나의 S11특성이 가장 영향을 많이 미치는 부분인 기관 접지, LCD접지 및 FPCB등 만을 그려 시뮬레이션 하였다.

[그림 2]는 주파수 대역별 전류밀도 특성이다.

GSM대역의 전류밀도 (a)의 최대전류 170[A/m]이고, DCS/PCS대역의 (b)의 최대전류 120[A/m]이다.



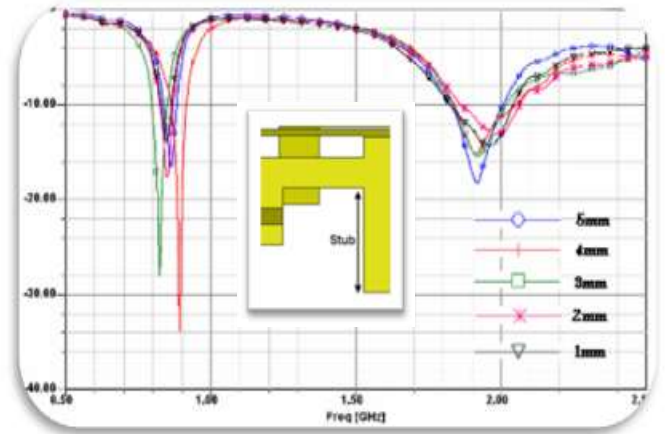
[그림 2] 대역별 전류밀도 시뮬레이션 결과:  
(a) GSM, (b) DCS/PCS

## 3. 안테나 제작

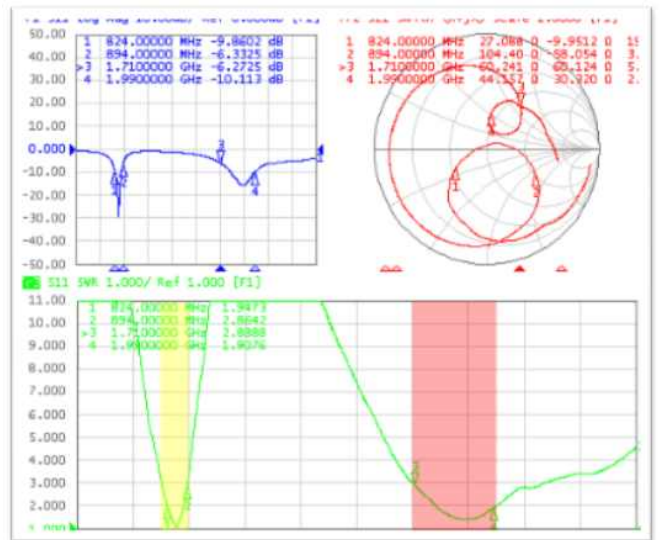


[그림 3] 제작 안테나

### 3.1 안테나 측정



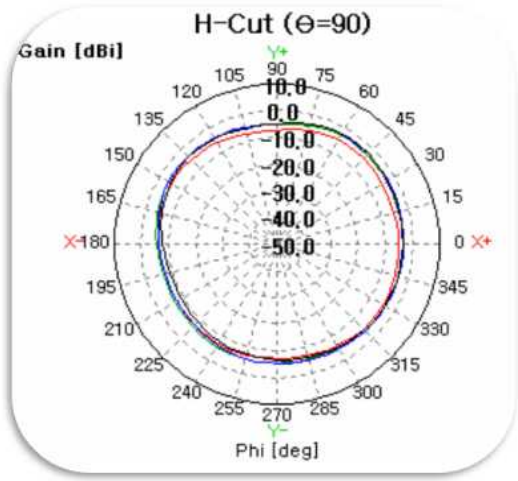
[그림 4] Stub 길이에 따른 반사손실 변화량



[그림 5] 측정된 반사손실, VSWR 및 smith chart

HFSS simulation을 통하여 설계한 안테나를 실제 제작하여 시판되는 휴대폰에 적용하여 측정해 보았다. [그림 4]는 Stub의 길이에 따라 변화하는 반사손실 특성을 측정된 것이다. DCS/PCS대역의 변화는 거의 없지만 GSM대역에서 약 100MHz 차이를 보인

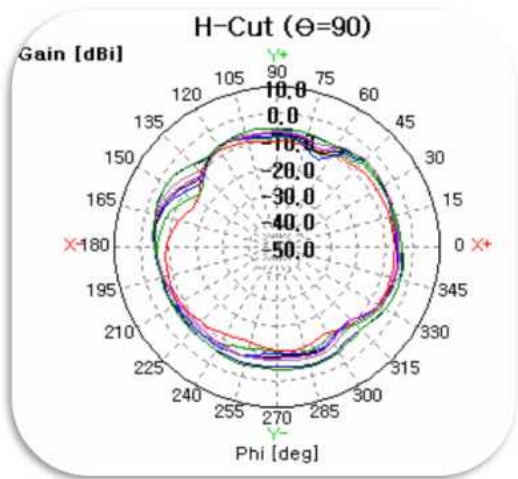
다. 4mm 일 때 GSM대역을 모두 만족하였고 측정된 반사손실, VSWR 및 smith chart가 [그림 5]이다.



[그림 6] GSM대역에서의 H-방사패턴

[표 1] GSM 대역 평균이득

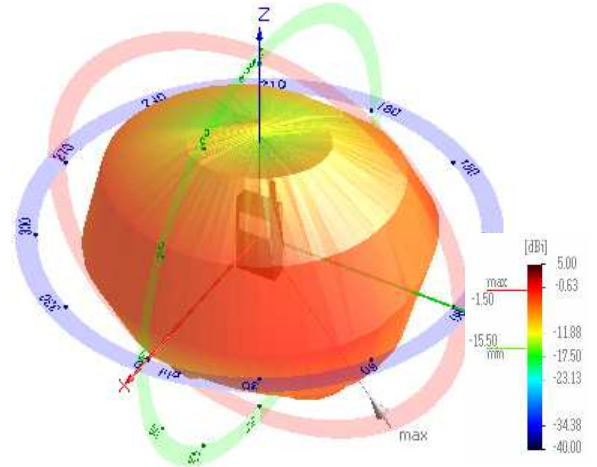
Freq.[MHz]	Avg.[dBi]	$\phi$ [deg]
880	-5.89	55
910	-4.37	55
930	-4.28	55
960	-4.81	55



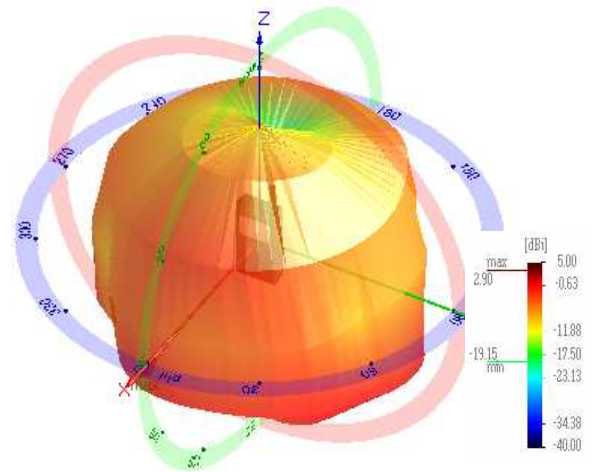
[그림 7] DCS/PCS 대역에서의 H-방사패턴

[표 2] DCS/PCS 대역 평균이득

Freq.[MHz]	Avg.[dBi]	$\phi$ [deg]
1710	-9.23	340
1850	-6.77	35
1930	-5.55	160
1990	-4.79	340



[그림 8] GSM 대역에서의 3D 방사패턴



[그림 9] DCS/PCS 대역에서의 3D 방사패턴

[표 3] 기존 안테나와 제작 안테나 효율 비교

Freq. [MHz]	PwrSum		PwrSum	
	Eff.[%]	Peak[dBi]	Eff.[%]	Peak[dBi]
824	15.64	-4.84	19.91	-4.18
849	22.71	-3.28	29.29	-2.08
869	27.11	-2.78	29.91	-1.91
894	31.14	-1.68	26.40	-2.21
1710	11.75	-4.11	24.25	-0.90
1770	21.31	-1.57	39.43	1.18
1820	23.67	-0.65	44.58	2.33
1850	25.69	0.01	45.13	2.70
1880	28.00	0.68	43.78	2.81
1910	30.23	1.13	44.59	2.88
1970	30.47	0.83	44.88	2.49
1990	36.79	1.46	42.95	2.06

무반사 챔버로 이득 및 효율, 방사패턴 측정이 동시에 이루어진다. 측정에 이용된 챔버는 MTG사의 CSCM 챔버이다. [그림 6]은 GSM대역에서의 H-방사패턴이고 [표 1]은 GSM대역에서의 평균이득이다. DCS/PCS대역의 H-방사패턴은 [그림 7]이고, 평균이득은 [표 2]에 나타내었다. 3D 방사패턴은 [그림 8]과 [그림 9]와 같으며, 각각 최대 peak gain값은  $-1.5\text{dBi}$ ,  $2.9\text{dBi}$  이다.

측정결과 GSM 한 대역을 제외한 전 대역에서 이득과 효율이 증가하였다. 이를 비교한 것이 [표 3]이고, 이득은 기존 안테나 대비 약  $1.57\text{dB}$  증가하였고, 효율은 기존 안테나 대비 약  $10.9\%$  향상되었다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 변형된 IFA(Inverted F Antenna)에 의한 3중대역 휴대폰 안테나를 설계 및 제작하였다. 제작한 안테나의 이득은  $-4.18\text{dBi} \sim 2.88\text{dBi}$  이고 효율은  $19.91\% \sim 44.88\%$ 가 측정되었다. 기존 안테나보다 약  $1.57\text{dB}$ ,  $10.9\%$  향상되어 개발 안테나의 우수함을 입증하였다. 본 연구는 향후 다양한 휴대폰 단말용 멀티 밴드 안테나 설계에 응용될 수 있으리라 사료된다.

#### 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] T. son, et.al, "Folded Monopole Antenna for PCS Mobile phone", Proceeding of KITE-MIT and Propagation Digest, Vol.26, No.1, pp.179-181, May, 2003
- [4] 손태호, "2007 휴대폰 내장형 안테나의 해석 및 설계법", 교육자료, 순천향대학교 차세대BIT무선 부품지역혁신센터, 2007 6월
- [5] 손태호 "이득 향상을 위한 휴대폰용 IPI급전 인테나" 2006 안테나기술 워크샵 논문지, 한국전자과학회, pp.219-238, 2006 4월