

# 이동통신 단말기용 4중 대역 내장형 안테나 제작

천문규\*, 홍석준\*, 김주만\*, 손태호\*  
\*순천향대학교 공과대학 정보통신공학과  
e-mail : thson@sch.ac.kr

## Fabrication of Quad-band Internal Antenna for Mobile Handset

Moon-Kyu Chun\*, Suk-Jun Hong\*, Joo-Man Kim\*, Tae-Ho Son\*  
\*Department of IT Engineering Soonchunhyang Univ.

### 요 약

본 논문에서는 GSM/DCS/USPCS/WCDMA대역에서 사용할 수 있는 IFA 형태의 내장형 안테나를 설계 하고 이를 제작하였다. 이 안테나는 제한된 공간에서 기본 IFA에 전류 흐름의 상쇄작용을 고려하여 4 중 대역을 형성 시켰으며, GSM대역에서 Maximum Gain  $-1.11\text{dBi} \sim 1.29\text{dBi}$ , DCS/USPCS/WCDMA대역 에서  $-1.15\text{dBi} \sim 3.12\text{dBi}$ 의 결과를 얻었다. 방사패턴 또한 전방향성에 가까운 특성을 가지고 있으며 전체 적으로 효율은 약 3.35% ~ 33.23% 향상됨을 확인할 수 있다.

### 1. 서 론

최근 이동통신 기술의 급속한 발전은 휴대폰을 이용하여 다양한 서비스를 제공할 수 있게 되었다. 또한 안테나의 소형화에 대한 연구가 꾸준히 이루어 지고 있으며, 안테나 변화에 있어서도 대부분 내장형 안테나 추세로 설계 생산되고 있다. 내장형 안테나는 2000년대 초반부터 개발되어 휴대폰에 적용되고 있다. 당시 내장형 안테나의 이득 및 방사특성은 외장형 안테나에 비해 크게 뒤떨어 졌으나 그간의 방사 효율 증대에 대한 꾸준한 연구는 일부의 외장형 안테나보다 양호한 특성의 수준까지 이르고 있다. 최근에 3G 통신시스템 서비스가 실시됨에 따라 휴대폰은 더욱 멀티 밴드화 되고 있다. 이는 기존의 2G 서비스는 물론이고 WCDMA, WiBro, Wi-Fi 및 Wi-Max 등의 서비스까지 받기를 요구하기 때문이다. 이에 발맞추어 국내 개인 휴대 단말기의 서비스 또한 데이터 전송이나 인터넷 프로토콜을 이용하는 것을 넘어서 지상파 디지털 방송이나 위성파 디지털 방송 등의 서비스를 제공함과 더불어 단말기 사용자

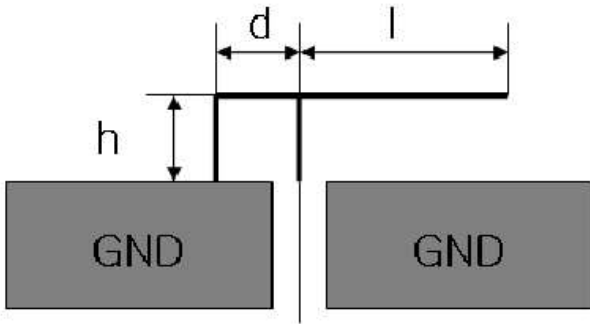
들의 국가 간의 이동이 빈번해짐에 따라 글로벌 로밍 서비스를 받는 것이 일반화되고 있는 시점 다중 대역 내장형 안테나에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 상황이다.

내장형 안테나는 IFA(Inverted F Antenna)를 주류로 하여 칩, PIFA, 브랜치라인 등의 안테나로 발전해왔다. 그러나 안테나 소형화 추세에 따라 부피가 큰 여타의 안테나는 적용되지 못하여, 다시금 IFA로 회귀되어 왔다.[1]-[4]

본 논문은 변형된 IFA의 설계에 관한 논문이다. GSM/DCS/USPCS/WCDMA의 4중 대역특성을 만족하기 위하여 800MHz대역의 낮은 주파수인 GSM대역은 IFA 방사체를 안테나 고정 장치인 캐리어 우측부에 설계한다. 또한 GSM의 2배 이상 높은 주파수 밴드인 DCS/USPCS/WCDMA대역을 위하여 캐리어 좌측부에 방사체를 설계함으로써 서로간의 상쇄작용을 최소화하였다. 이와 같이 대역특성을 맞추고 설계된 안테나를 제작 및 측정하여 이론특성과 비교함으로써 설계의 타당성을 밝힌다.

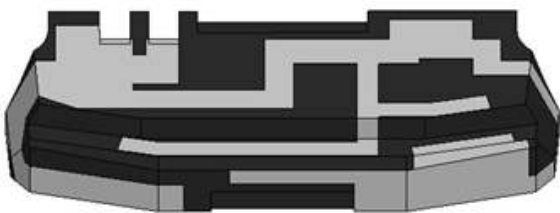
## 2. 안테나 설계 및 시뮬레이션

우선 설계할 IFA는 ILA에서 더 좋은 정합을 위하여 변형된 구조이다.

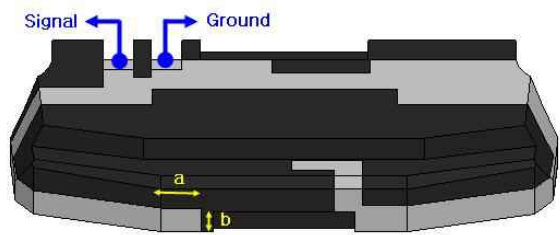


[그림 1] IFA구조

그림 1을 보면  $h+l$ 의 길이가 약  $1/4\lambda$  일 때 공진을 하며, 추가적인 L자 형태의 shorting pin이 안테나의 임피던스를 조절한다. 외장형 안테나 보다는 대역폭이 작고 방사저항이 작아 효율이 떨어진다. 하지만 두께가 얇은 안테나를 제작할 수 있어, 휴대폰 안테나의 대부분을 차지하는 구조이다.



(a)

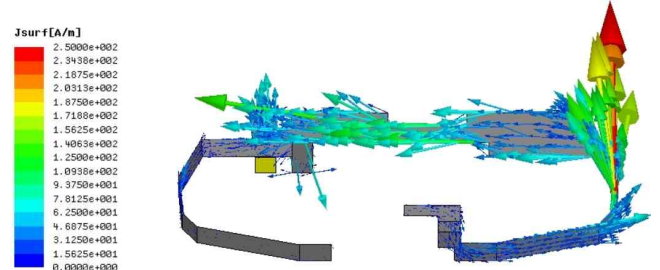


(b)

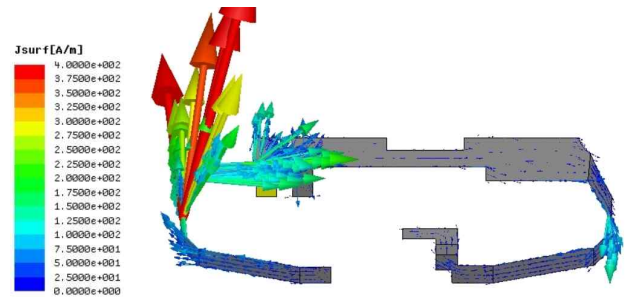
[그림 2] 시뮬레이션 툴로 구현 및 설계:  
(a) 기존의 안테나, (b) 제안한 안테나

안테나 구현 및 설계시 Ansoft사 HFSS 시뮬레이션 툴로 설계하였다. 그림 2를 보면 상단 좌측에 있는 급전부에서 좌측이 Signal, 우측이 Ground이다. GSM대역은 상단에서 시작되어 우측으로 돌아가는 패턴이 담당한다. DCS/USPCS/WCDMA대역은 좌측에 위치한 패턴이 담당한다. 이렇게 두 패턴을 최대

한 멀리 이격시켜 전류가 상쇄되는 것을 최소화 하여 안테나를 설계하였다. 대역별로 본 전류밀도 이론치는 그림 3과 같으며, GSM대역의 전류밀도 (a)는 전류가 최대 250[A/m]이고, DCS/USPCS/WCDMA대역의 (b)는 전류가 최대 400[A/m]이다.



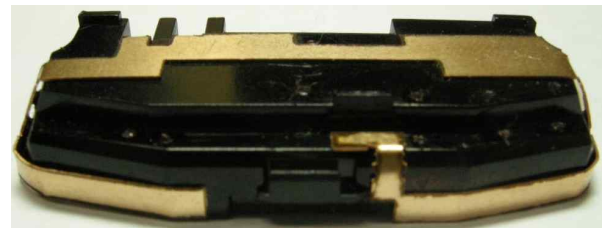
(a)



(b)

[그림 3] 대역별 전류밀도 시뮬레이션 이론치;  
(a) GSM, (b) DCS/USPCS/WCDMA

## 3. 안테나 제작 및 측정



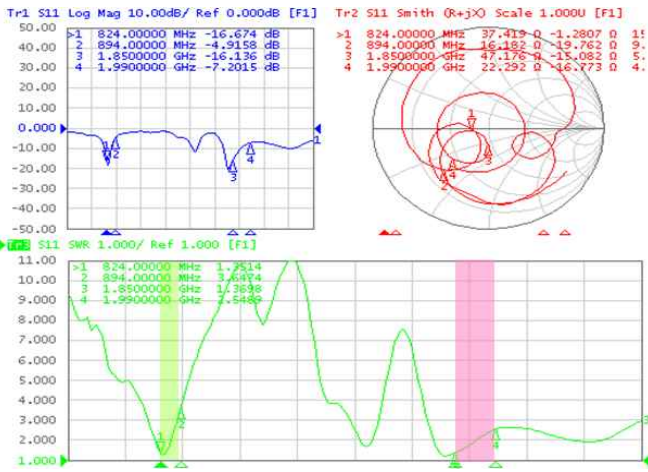
[그림 4] 제작한 안테나



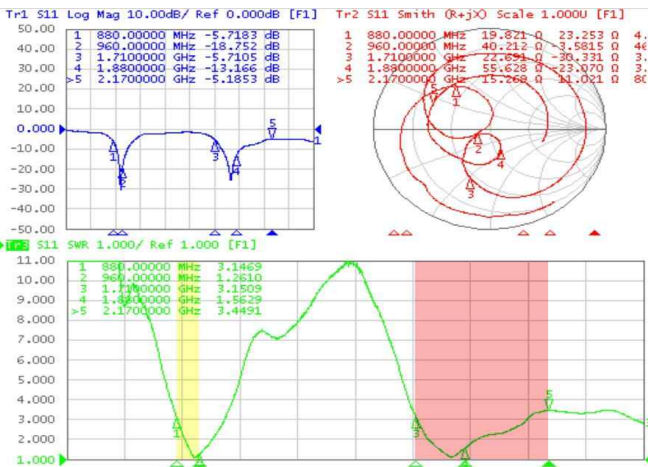
[그림 5] 제작한 안테나를 적용한 휴대폰

측정 장비 : Agilent사 Network analyzer E5062A

측정 장비 : MTG사 CSCM 챔버



[그림 6] 기존안테나의 반사손실, VSWR, 스미스차트



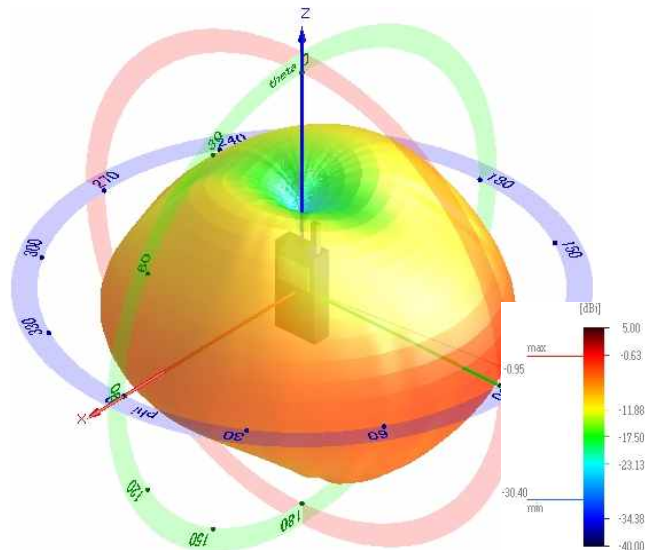
[그림 7] 제작안테나의 반사손실, VSWR, 스미스차트

HFSS 시뮬레이션 툴로 설계한 안테나를 실제 제작하여 이미 상용화된 A사 휴대폰에 적용하여 측정했다. 그림 6는 신뢰할 수 있는 데이터를 얻기 위해 A사 휴대폰 세트에 내장되어 있던 안테나의 특성을 측정한 것이다. 이것은 2중 대역으로 설계되어 양산된 것으로, 우선 하단부의 노랑 영역이 GSM대역을 빨간 영역이 DCS대역을 나타낸 것이다. 그림 6은 새롭게 설계 및 제작 후 휴대폰 세트에 탑재하여 측정한 결과이다. 노랑 영역은 GSM대역을 나타내는 것이고, 빨간 영역이 DCS / US-PCS / W-CDMA 대역을 나타낸다. 두 그림에서 비교해 볼 수 있듯이 새롭게 설계된 안테나의 반사손실 및 VSWR이 개선된 것을 볼 수 있다.

[표 1] 기존의 안테나와 제작한 안테나 효율 비교

| Freq [MHz] | 기존의 안테나 |          | 제작한 안테나 |          |
|------------|---------|----------|---------|----------|
|            | Eff[%]  | Avg.[dB] | Eff[%]  | Avg.[dB] |
| 880        | 37.69   | -4.24    | 29.40   | -5.32    |
| 910        | 32.13   | -1.43    | 43.09   | -3.66    |
| 930        | 32.76   | -4.85    | 52.42   | -2.81    |
| 960        | 25.15   | -5.99    | 58.38   | -2.34    |
| 1710       | 11.95   | -9.22    | 36.24   | -4.41    |
| 1770       | 29.47   | -5.31    | 48.28   | -3.16    |
| 1820       | 50.89   | -2.93    | 63.12   | -2.00    |
| 1850       | 51.08   | -2.92    | 59.36   | -2.27    |
| 1880       | 46.90   | -3.29    | 53.32   | -2.73    |
| 1910       | 42.92   | -3.67    | 47.55   | -3.23    |
| 1930       | 36.71   | -4.35    | 41.06   | -3.87    |
| 1990       | 36.25   | -4.41    | 39.97   | -3.98    |
| 2110       | 43.88   | -3.58    | 50.08   | 2.61     |
| 2170       | 51.94   | -2.84    | 57.77   | -2.38    |

측정한 결과 값은 표 1과 같다. 이득 및 효율 측정은 방사 패턴 측정과 동시에 이루어진다. 측정 결과 GSM대역의 한 채널을 제외한 전 대역에서 효율은 기존의 안테나에 비해 약 3.35% ~ 33.23%, 이득은 약 0.44dB ~ 4.81dB 향상하였다..



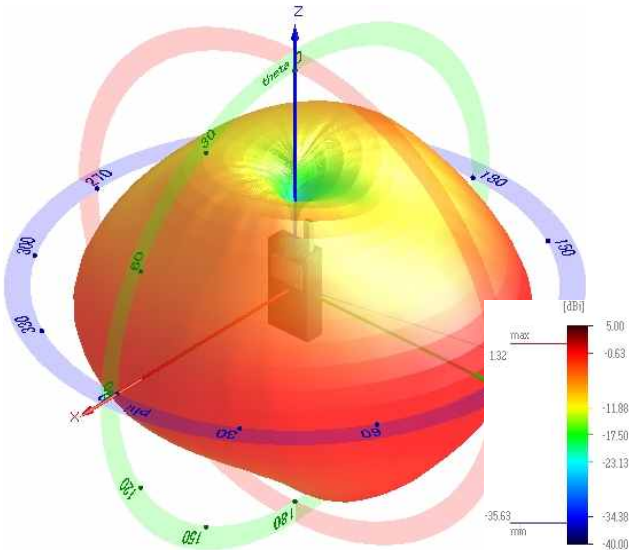
[그림 8] 기존안테나의 GSM대역 3D방사패턴

#### 4. 결론

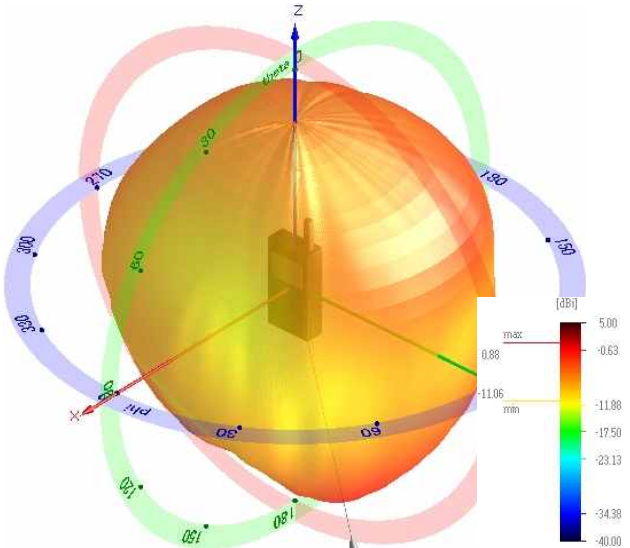
본 논문에서는 IFA형태로 휴대폰 안테나를 설계 시 안테나의 표면전류의 흐름을 적절히 유도하고 전류상쇄를 최소화하면, 이득이나 방사효율을 향상시킬 수 있다는 것을 보였다. 설계한 안테나를 이미 상용화된 A사의 실제 휴대폰에 적용하여, 실제 사용 환경과 유사한 환경을 만들어 신뢰할 수 있는 데이터를 얻을 수 있었다. 측정 결과 효율은 기존의 안테나에 비해 약 3.35% ~ 33.23% 향상 되었고, 이득은 약 0.44dB ~ 4.81dB 향상함으로써 본 논문의 타당성을 입증하였다. 본 논문에서와 같이 전류 분포를 고려하여 설계한다면 무선 단말기의 안테나 설계 시 특성 향상에 도움을 주리라 생각한다.

#### 참고문헌

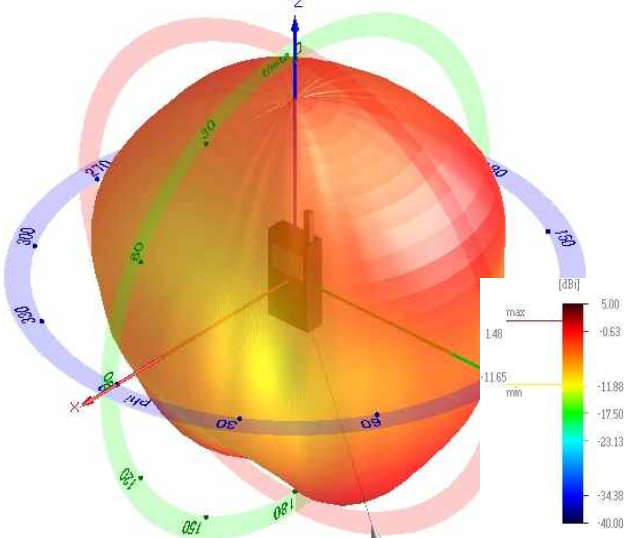
- [1] C. A. Balanis, Antenna Theory Analysis and Design, John Wiley & Sons, 1997
- [2] Kin-lu Wong, *Planar Antennas for Wireless Communications*, Wiley interscience, 2003
- [3] 손태호, “2007 휴대폰 내장형 안테나의 해석 및 설계법”, 교육자료, 순천향대학교 차세대BIT무선 부품지역혁신센터, 2007 6월
- [4] 손태호 “이득 향상을 위한 휴대폰용 IPI급전 인테나” 2006 안테나기술 워크샵 논문지, 한국전자과학회, pp.219-238, 2006 4월



[그림 9] 제작한 안테나의 GSM대역 3D방사패턴



[그림 10] 기존안테나의 DCS/USPCS/WCDMA대역 3D방사패턴



[그림 11] 제작한 안테나의 DCS/USPCS/WCDMA대역 3D방사패턴