

## 이동통신 단말기용 내장형 4대역안테나 설계

강서\*, 정연만\*\*, 김계국\*\*

# A Design of Quad Band Internal Antenna for Hand-Held Mobile Phones

Seo Kang\*, Yeon-Man Jeong\*\*, Gye-Kuk Kim\*\*

### 요약

본 논문은 GSM, GPS, DCS, PCS에 사용될 수 있는 넓은 임피던스 대역폭과 이득을 가진 소형 내장형 4개 대역 안테나를 제안하였다. 기판 상에 구현된 안테나는 실제 이동통신 전화기에 실장될 수 있을 만큼 충분히 작고, 높이는 기판으로부터 약 6mm 정도이다. 또한 제안된 안테나는 기판 상에 쉽게 장착될 수 있도록 복잡성을 줄였다. 그리고 GSM은 880~960MHz, GPS는 1575MHz, DCS는 1710~1880MHz, PCS는 1570~1870MHz 대역을 나타낸다. 그리고 제안한 안테나의 구체적인 설계와 분석 내용이 기술되었고, 제작된 프로토타입의 실험 결과를 나타내었다.

### Abstract

We propose a compact internal quad-band antenna with sufficient impedance bandwidths and gains for the GSM(Global Systems for Mobile), GPS(Global Positioning System), DCS(Digital Codeless System), PCS(Personal Communication System) operation. The proposed antenna on a substrate, which is small enough to be installed in practical mobile phones, has heights of only 6mm from the substrate. In addition, the proposed antenna decreases the construction complex on the substrate. The GSM (880MHz ~ 960MHz), GPS(1575MHz), DCS(1710MHz ~ 1880MHz), PCS(1570MHz ~ 1870MHz) bands. Details of the design and analysis of the proposed antenna are described and the experimental results of the constructed prototype are presented.

▶ Keyword : 송수신 모듈(Transceiver module), 저잡음 증폭기(LAN)

---

• 제1저자 : 강서

• 접수일 : 2007.10.25, 심사일 : 2007.11.10, 심사완료일 : 2007.12.2.

\* 렉스콘 테크놀로지 선임연구원 \*\* 강릉대학교 전기정보통신공학부 교수

## 1. 서론

최근에는 휴대폰 안테나의 급격한 증가로 내장형 안테나에 대한 관심이 높아지고 있다. 내장형 안테나는 크기가 작고, 임피던스, 대역폭, 방사패턴, 이득에서 좋은 성능을 가져와 한다. 가장 많이 사용되어지는 내장형 안테나는 PIFA, 민더 라인 칩 안테나 그리고 평면 모노폴 안테나가 있다(1),(2). 그 중 PIFA는 다중대역에서 동작하고 작은 크기, 낮은 측면을 가지는 장점이 있다(3).

최근 많은 무선 휴대폰에서는 둘 혹은 그이상의 주파수 대역(multi-band)을 사용한다(5). 단일 안테나를 여러 대역에서 사용하기 위해 설계되어지고 있다. 서로 다른 주파수 대역에서 제공되는 서비스를 이용하기 위한 것으로 우리나라에서 사용하는 휴대폰을 미국이나 유럽에서도 사용가능 하도록 하는 것이다. 본 논문에서는 GSM, GPS, DCS, PCS대역에서 사용되어지는 PIFA형태의 다중대역 내장형 안테나의 특징을 살펴보고 이를 설계하고 제작하고자 한다.

## II. 시뮬레이션에 의한 설계

안테나를 설계하기 위하여 안소프트사의 HFSS 10v를 이용하였으며, 각각의 변수를 가지는 안테나 패턴의 파라미터를 설정하여 영향을 분석하였다.

[그림 1]은 시뮬레이션에 의해 설계된 내장형 안테나 3D 모델이다.

내장형 안테나(a)와 PCB에 장착된 내장형 안테나(b)를 나타내었다.



(a) 내장형 안테나 (b) PCB에 장착  
 그림1. HFSS를 이용한 3D 모델  
 Figure 1. 3D modeling Using HFSS

안테나 공진은 GND의 크기와 아주 밀접하므로 실제 제작될 PCB의 크기와 똑같은 80×42×1 mm로 설정하여 시뮬레이션을 하였다.

본 논문은 실험과 실측값의 차이를 비교분석하는데 있다. 그러므로 시뮬레이션에서 아주 중요한 포트 설정 또한 실제

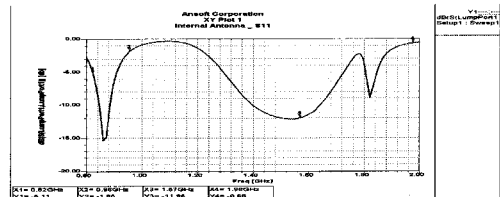
트랜스미션 라인과 케이블이 이어지는 지점에서 포트를 설정하여 해석하였다.

캐리어 각각의 모서리에 밴딩이 되는 부분은 라운딩 처리하여 직각이 아닌 곡면처리로 실제와 유사한 결과를 얻고자 설정하였다.

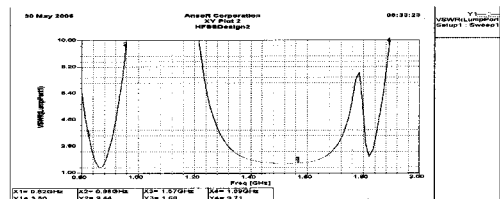
초기 설계값은 가장 낮은 주파수 대역은 GSM대역의 공진을 만족하기 위하여 미앤더라인을 응용하여 라인으로 공진값을 맞추었다. 가장 높은 주파수 대역을 갖고 있는 DCS대역과 U\_PCS대역은 0.25파장의 길이가 20mm 이내로 만족되어지고 대역폭 또한 8~10%를 고려한다면 이론적으로 충분히 커버 되어진다. 안테나의 이득과 대역폭은 높이에 대한 영향이 크지만 높이는 7mm 두고 설계하여 최적화하였다.

마지막 한 가지 남은 대역 GPS대역은 1575MHz의 대역을 가지고 있다. GSM대역과 DCS대역의 상호간의 커플링 효과를 이용하여 공진을 유도하고자 한다.

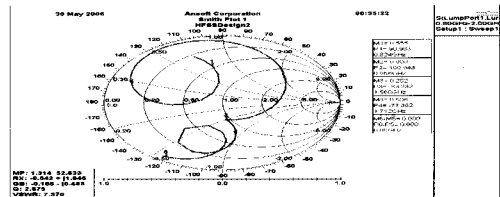
실제제작을 고려한 안테나 시뮬레이션 측정결과 S파라미터 값은 [그림 2](a)~(c)와 같다.



(a) S11 데이터  
 (a) S11 data



(b) 정재파비 데이터  
 (b) VSWR data

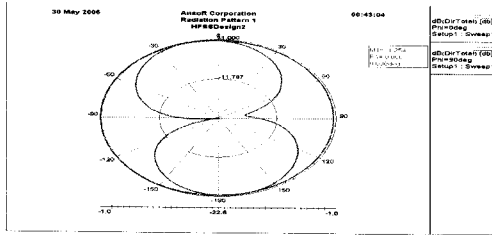


(c) 스미트 차트 데이터  
 (c) Smith chart data

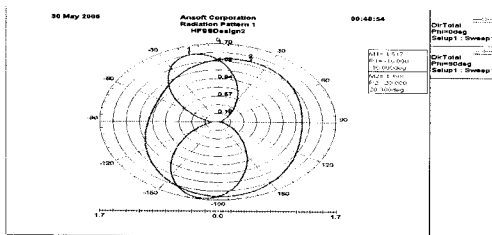
그림2. 시뮬레이션 결과 S파라미터 데이터  
 Figure 2. Simulation S parameter results

다음은 각각의 주파수 대역에 대한 방사패턴을 도시하였다.

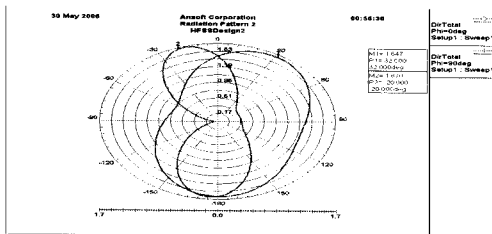
[그림 3]은 방사패턴 H면(plane) 과 E면을 같이 나타내었다.



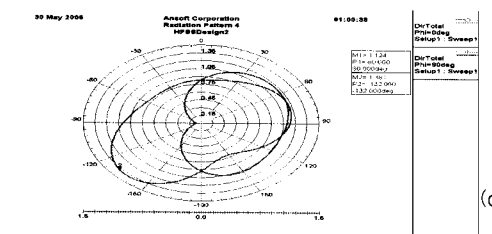
(a) GSM 900MHz 대역 H/E 방사패턴  
(a) H/E Radiation pattern of GSM 900MHz Band



(b) GPS 1575MHz 대역 H/E 방사패턴  
(b) H/E Radiation pattern of GPS 1575MHz Band



(c) DCS 1770MHz 대역 H/E 방사패턴  
(c) H/E Radiation pattern of DCS 1770MHz Band



(d) U\_PCS 1850MHz 대역 H/E 방사패턴  
(d) H/E Radiation pattern of U\_PCS 1850MHz Band

그림3. 방사패턴의 시뮬레이션 결과  
Figure 3. Simulation result of radiation patterns

각각의 주파수 대역을 만족시키기 위한 시뮬레이션 결과를 나타내었다.

근접한 공진값을 시뮬레이션 값에서 나타내었기에 이를 실제 제작하고 유사한 결과를 갖는지 확인하기로 한다.

### III. 안테나 제작 및 측정결과

[그림 4]는 실제 제작한 이동 단말기용 다중대역 안테나를 나타낸다. 실제 안테나의 크기는 34.5× 12 mm로 하였다. 높이는 7mm로 설계하였으며, 구조는 4개의 주파수 대역을 가질 수 있도록 최적화하였다.

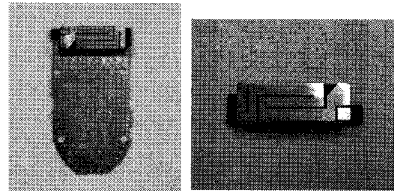
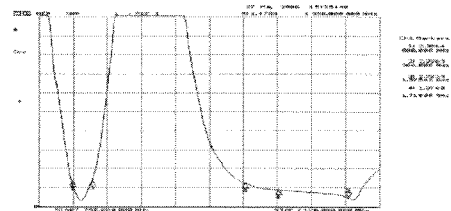
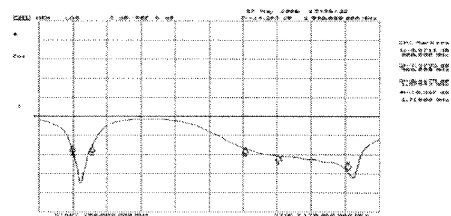


그림4. 제작된 PIFA 내장형 안테나  
Figure 4. Fabricated PIFA internal antenna

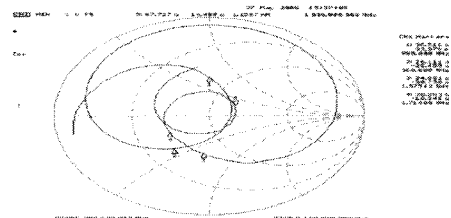
제작된 안테나를 PCB 장착하여, 네트워크 측정을 하였으며, 측정된 데이터는 [그림 5]와 같고 이를 그림으로 도시하였다.



(a) S11 데이터  
(a) S11 data



(b) 정재파비 데이터  
(b) VSWR data



(c) 스미스 차트 데이터  
(c) Smith chart data

그림5. 측정된 S 파라미터 데이터  
Figure 5. Measured S-parameter using Network analyser

전 대역 정재파비 2.3:1 이내로 좋은 특성을 나타내었다. 시뮬레이션 특성과 비교하여 정확한 대역에서 공진점을 보였으며, 임피던스 매칭이 실험값보다 잘 되어 만족할 만한 결과를 보였다. 이를 바탕으로 2D 무반사 챔버에서 이득을 측정하였다.

각각의 주파수대역 GSM, GPS, DCS, U\_PCS를 측정 한 방사측정결과 [표 1]를 도시하였다.

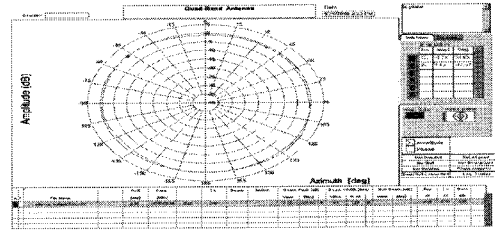
GSM 대역 이득은 1.0 ~ 1.5dBi, GPS 대역 이득은 1.3dBi, DCS 대역 이득은 2.9 ~ 3.3dBi와 U\_PCS 대역 이득은 1.1 ~ 1.3dBi로 측정되었다. 배어보드상의 안테나 기본 특성 이득으로 양호한 값을 나타내었으며, GPS대역을 커버할 수 있는 광대역 커버하는 안테나를 설계하게 되었다.

각각의 그림 [그림6], [그림 7]과 [그림 8]은 H면 (a)~(d), E1면 (a)~(d), E2면 (a)~(d)의 방사패턴을 나타내었다.

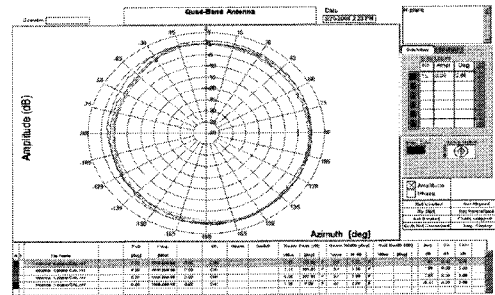
[표 1] 각 시스템에서 가지는 안테나 이득  
(Table 1) Antenna Gain of each system

	주파수 (MHz)	Peak Gain (dBi)	Avg. Gain (dBi)
GSM	880	1.3	-2.3
	915	1.3	-1.6
	925	1.5	-1.4
	960	1.0	-2.2
GPS	1575	1.3	-0.2
	1710	3.3	1.2
DCS	1785	2.9	1.0
	1805	2.9	0.5
	1880	2.9	0.6
	1850	1.1	-1
U_PCS	1910	1.1	-1
	1930	1.2	-1.6
	1990	1.3	-0.3

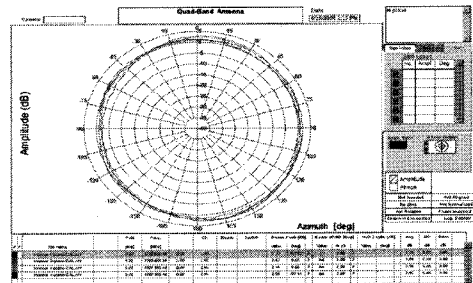
GSM 대역 이득은 1.0 ~ 1.5dBi, GPS 대역 이득은 1.3dBi, DCS 대역 이득은 2.9 ~ 3.3dBi, U\_PCS 대역 이득은 1.1 ~ 1.3dBi로 측정되었다.



(b) H면 방사패턴(GPS)  
(b) Radiation pattern of H-plane (GPS)

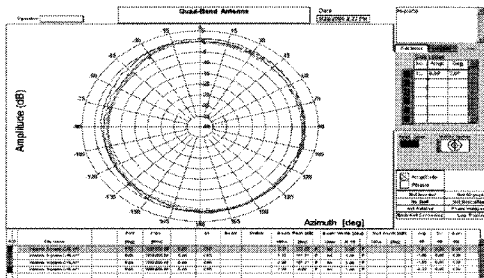


(c) H면 방사패턴(DCS)  
(c) Radiation pattern of H-plane (DCS)

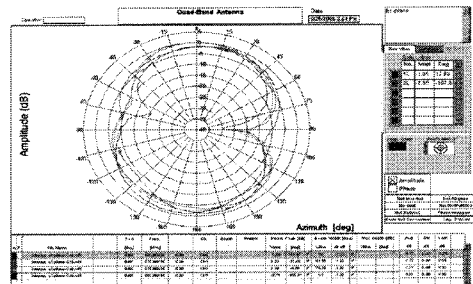


(d) H면 방사패턴(U\_PCS)  
(d) Radiation pattern of H-plane (U\_PCS)

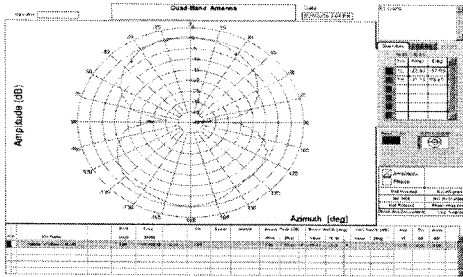
그림6. H면 방사패턴  
Figure 6. Radiation pattern of H-plane



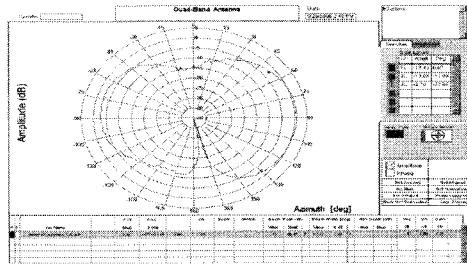
(a) H면 방사패턴(GSM)  
(a) Radiation pattern of H-plane (GSM)



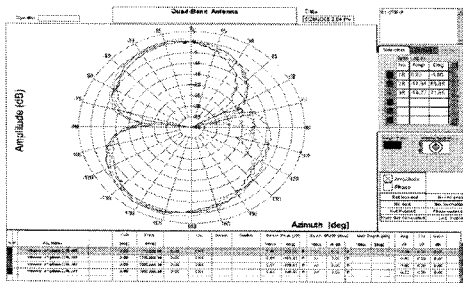
(a) E1면 방사패턴(GSM)  
(a) Radiation pattern of E1-plane (GSM)



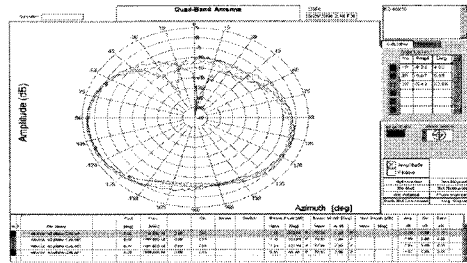
(b) E1면 방사패턴(GPS)  
(b) Radiation pattern of E1-plane(GPS)



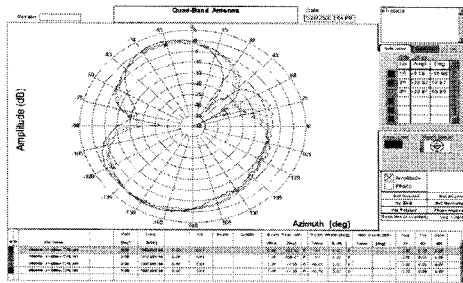
(b) E2면 방사패턴(GPS)  
(b) Radiation pattern of E2-plane (GPS)



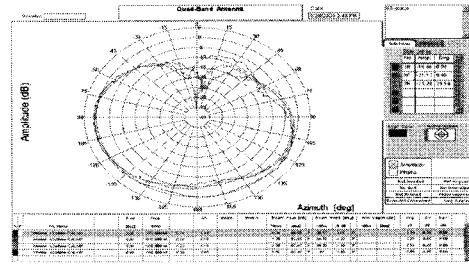
(c) E1면 방사패턴(DCS)  
(c) Radiation pattern of E1-plane (DCS)



(c) E2면 방사패턴(DCS)  
(c) Radiation pattern of E2-plane (DCS)



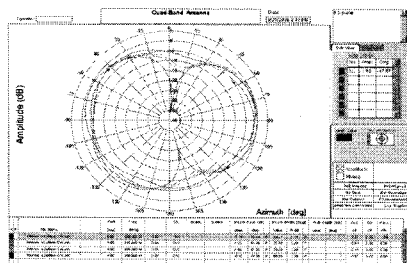
(d) E1면 방사패턴(U\_PCS)  
(d) Radiation pattern of E1-plane (U\_PCS)



(d) E2면 방사패턴(U\_PCS)  
(d) Radiation pattern of E2-plane (U\_PCS)

그림7. E1면 방사패턴  
Figure 7. Radiation pattern of E1-plane

그림8. E2면 방사패턴  
Figure 8. Radiation pattern of E2-plane



(a) E2면 방사패턴(GSM)  
(a) Radiation pattern of E2-plane (GSM)

#### IV.결 론

본 논문에서는 GSM, GPS, DCS와 PCS대역에서 사용되어지는 PIFA 형태의 다중대역 내장형 안테나의 구조 및 특징을 살펴보고 이를 설계, 제작하였다. 제작된 안테나를 측정해 본 결과 방사계수를 표시하는 정재파비는 보통 3:1 이내로 만족되어야 한다는 걸 감안하면 본 논문에서 제작된 내장형 안테나의 정재파비 특성은 GSM 대역에서 1.2 : 1 ~ 2.2 : 1, GPS대역 2.2 : 1, DCS대역 1.5 : 1 ~ 1.8 : 1과

U\_PCS대역 1.2 :1 ~ 1.5 :1로 우수한 측정결과를 나타내었다. 또한 전방향 수신에 가능한 등방성 방사패턴을 나타내었으며, H면 전 대역 평균이득 -2dBi 이내로 측정되어 만족할 수 있는 데이터를 얻어 내었다.

위와 같은 안테나 특성과 아주 유사한 결과를 보여 세밀한 튜닝 및 안테나 파라미터를 분석할 수 있었다. 현 안테나 추세는 쿼드 대역에 이어 초 슬림화 추세로 다가가고 있다. 본 논문에서는 자기 위치 추적에 사용하기 위한 단계로 GPS대역을 커버하는 광대역 쿼드 대역안테나를 설계하였으며, 향후 높이를 낮춘 내장형 안테나 연구개발을 진행하고자 한다.

### 참고문헌

- [1] S.A. Hovanessian "Radar System Design and Analysis", 1984
- [2] T.Takehana, H.Iwamoto, T.Skamoto, and T.Nogami. "Millimeter-Wave radars for Automotive Use," SAE technical Paper Series Convergnce "88, 1988
- [3] P. J. F. Swart, J. Schier. A. J. C. van Gemund, W. F. van der Zwan, J. P. Karelse, G. L. Lighthart and H.T. Steenstra, "The Colorado multistatic FMCW radar system", in Proc. European Microwave Conference, Amsterdam, October 1998, vol.2, pp.449-454
- [4] Tanaka, S.; Yamanouchi, S.; Amamiya, Y.; Niwa, T.; Hosoya, K.; Shimawaki, H.; Honjo, K. "A Ka-band HBT MMIC power amplifier" Microwave Symposium Digest. IEEE MTT-S International , Volume: 1, 2000 Page(s): 553-556 vol.1
- [5] D.L. Ingram, L. Sjogren, J. Kraus, M. Nishimoto, M. Siddiqui "A High Integrated Multi-Function Chip Set Low Cost Ka-Band transceiver" IEEE MTT-S Digest. 1998.
- [6] E. Holzman, Solid-State Microwave Power Oscillator Design, Artech House, pp.352-353, 1992.
- [7] 권영우, 최우열 "도파관내에서 공간적으로 결합된 V-band MMIC 결합 발전기 Array" 13권 8호. September 2002

### 저자소개



#### 강 서

원광대학교 전자공학과 졸업 (공학사)  
 건국대학교 대학원 전자공학과 졸업  
 (공학석사)  
 2007년 11월 현재 렉스콘 테크놀로지 선임연구원  
 [주 관심분야] 안테나



#### 정연만

송실대학교 전자공학과 졸업 (공학사)  
 송실대학교 대학원 전자공학과 졸업  
 (공학석사)  
 송실대학교 대학원 전자공학과 졸업  
 (공학박사)  
 사단법인 한국모바일학회 재무이사  
 2007년 11월 현재: 강릉대학교  
 전기정보통신공학부 교수  
 [주 관심분야] 무선통신시스템  
 및 신호처리



#### 김계국

건국대학교 대학원 전자공학과 졸업  
 (공학박사)  
 한국컴퓨터정보학회 홍보이사  
 2007년 11월 현재 강릉대학교  
 전기정보통신공학부 교수  
 [주 관심분야] 고주파회로설계