

논문 2004-41TC-4-5

내장형 마이크로스트립 듀얼밴드 안테나

(Internal Microstrip DualBand Antenna)

박 성 일*, 고 영 혁**, 이 현 진***, 임 영 석****

(Seong-il Park, Young-hyuk Ko, Hyeon-jin Lee, and Yeong-seog Lim)

요 약

내장형 단말기 안테나, 기지국 안테나, WLAN 안테나, Bluetooth 안테나 등에 이용되는 평면 안테나의 새로운 구조 설계는 최근, 특히 2000년 이후에 많이 보고되고 있다. 본 논문에서는 GSM/DSC 단말기용 듀얼대역 내장형 안테나를 제안하였다. 안테나는 38mm×90mm×1mm의 이동 단말기 PCB 크기와 30mm×8mm×3.2mm의 폴더형 패치 크기를 갖는다. 이 안테나 특성은 듀얼대역 설계에서 2개의 동작 주파수 909MHz, 1762MHz의 동조가 용이하다. 동작주파수 909MHz, 1762MHz에 대하여 측정된 방사패턴 E면과 H면을 비교 분석하였다. GSM/DSC 단말기용 설계 제작한 듀얼대역 내장형 안테나는 모든 대역에서 0dBi에서 2.0dBi사이의 이득을 갖는다.

Abstract

Many novel designs of planar antennas for related applications such as internal mobile phone antennas, base station antennas, WLAN or Bluetooth antennas, and so on, have been reported very recently, especially since the year 2000. In this thesis, Dualband internal antenna for GSM/DSC handset is proposed. The antenna has a size of about 38mm×90mm×1mm, giving a total mobile phone PCB for support and fold type patch of about 30mm×8mm×3.2mm. This antenna characteristic facilitates the fine-tuning of the two operating frequencies of 909MHz and 1762MHz in this dualband design. The measured radiation pattern in the E-plane and H-plane for operating frequencies of 909MHz and 1762MHz is compared and analyzed. The designed and fabricated two band internal antenna for GSM/DSC handset have a gain between 0dBi and 2.0dBi at all bands.

Keywords : QMSA, GSM/DCS dualband antenna, Radiation Pattern

I. 서 론

디지털 방식에서 사용되는 다중 접속방법으로는 CDMA와 TDMA를 들 수 있고, 각 채널의 용량은 주파수 대역폭과 할당된 시간에 의해 제한되며, 디지털 방

식의 셀룰라 이동통신 역시 Multipath와 Fading, 주파수 재사용에 의한 문제가 발생할 수 있다. 따라서 CDMA는 주파수 재사용의 제약을 받지 않지만 TDMA의 경우 주파수를 재사용하기 위해서 동일한 주파수를 사용하기 위한 셀 간의 거리를 가능한 한 간섭의 영향을 받지 않을 만큼 충분히 이격시켜야 한다.^[1] 이러한 TDMA 방식을 사용하는 GSM (Group Special Mobile)은 범 유럽지역에서 사용 가능한 900MHz 대역에서 운용되는 셀룰라 시스템으로 높은 음성품질, 저렴한 서비스 비용, International Roaming 지원, 주파수 대역의 사용효율 향상 등과 같은 장점을 지니고 있다.^[2] 또한, GSM을 향상시킨 PCN (Personal Communication Network; 개인 휴대 통신망)이 바로 DCS(Digital

* 학생회원, **** 정회원 전남대학교 전자정보통신공학부
(Dept. of Electronics Engineering, Chonnam National University)

** 정회원, 동신대학교 정보통신공학과
(Dept. of Information & Communication Engineering Dongshin University)

*** 정회원, 동강대학 디지털정보과
(Dept. of Electronics & Information, Dongkang College)

접수일자: 2004년7월14일, 수정완료일: 2005년4월16일

Cellar System)로서 1,800MHz 대역 및 1,900MHz 대역에서 운용되고, 기본적으로는 GSM방식에 기초하고 있으며 SIM(Subscriber Identification Module)을 사용하여 GSM과의 로밍 또한 가능해졌다. 최근 들어 휴대통신의 소형화가 이루어지고 있고, 그중 여러 종류의 서비스를 충족할 수 있는 듀얼밴드 안테나(Dualband Antenna)가 중요시되고 있다.^{[3][4][5]}

본 논문에서는 GSM(880~960MHz) 대역 및 DCS(1710~1880 MHz) 대역에 공통으로 사용할 수 있는 안테나를 임의의 마이크로스트립 이중 Line을 사용하여 설계하였다.

설계·제작된 안테나는 그라운드(ground) 면과 비 그라운드(non ground) 면으로 나누어진 휴대 단말기 기판 위에 탑재되는 마이크로스트립 듀얼밴드 안테나로서 직사각체를 이루는 안테나의 양측면에 씌워진 상부 방사 패치와 하부 방사 패치로 구성되어 있으며 상·하부 방사 패치의 용량과 길이를 조절함으로써 GSM 대역과 DCS대역에서 공통으로 사용할 수 있는 DualBand 안테나를 제안하였다. 그리고 상용화된 HFSS에 의해서 상·하부 방사 패치의 용량과 길이에 따른 공진주파수의 변화를 비교 분석 하였다.

II. 안테나의 구조

1. QMSA 구조

대부분의 구형 마이크로스트립 안테나는 유전체의 한쪽에 방사 소자를 갖고 다른 쪽에 동축 선로에 의해서 급전하는 방법과 방사 소자에 마이크로스트립 선로에 의해서 급전되는 방법이 있다. 구형 마이크로스트립 안테나의 입력 임피던스는 일반적으로 50Ω 급전 선로 임피던스와 다르기 때문에 구형 마이크로스트립 안테나의 입력 임피던스가 50Ω이 되는 급전점에 정합되도록 한다. 동축 선로의 급전 방법은 동축 선로의 외부 도체를 그라운드 판에 접속하고 동축 선로의 내부 도체가 그라운드 판에 접속되지 않도록 유전체를 통과하여 방사 패치에 접속시킨다.^{[6][7]}

마이크로스트립 방사 소자는 낮은 손실을 갖는 전송 선로에 의해서 분리된 두 개의 개구면 구조이지만 QMSA(Quarter-wavelength Microstrip Antenna)는 그림 1과 같이 방사 패치의 한쪽 끝이 전기적으로 단락된 λ/4 구형 패치 안테나이다. 기존의 λ/4 패치 안테나와는 다르게 방사 패치의 한쪽은 그라운드 판이 방사 패치와 같은 폭으로 자름으로써 소형화하고, 급전점의 좌측은 방사 패치와 그라운드 판을 단락시킴으로써 더욱 소형

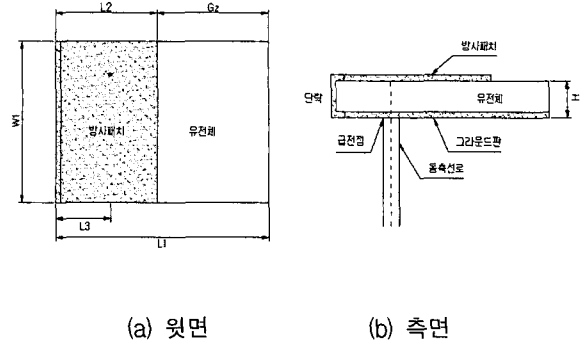


그림 1. QMSA 구조 a) 윗면 b) 측면
Fig. 1. QMSA Structure a) Top View b) Side View.

화한 안테나이다. 그림 1에서 보인 바와 같이 방사 패치의 길이(L2)의 우측 Gz 길이는 방사 패치와 그라운드 판 사이의 개구면으로 전기력선이 미치는 범위를 결정한다. 따라서 급전점 우측의 Gz 길이가 짧은 경우 전기력선이 미치는 범위가 짧게 되고 이득이 떨어진다. 또한 같은 Gz길이에 대해서 유전체의 유전율이 낮을수록 이득이 크고, 안테나 전체길이(L1)가 길어질수록 이득이 크다. 그리고 패치 폭 W는 공진 주파수의 λ/2 근처에서 이득이 최대가 된다.^{[8][9]}

2. QMSA 구조를 응용한 듀얼밴드 안테나 구조

현재 많은 연구가 이루어지고 있는 QMSA의 경우 급전점의 좌측은 단락되어 있고, 우측은 방사 패치와 그라운드판 사이 전기력선이 형성된다. 그라운드 판을 짧게 하는 경우 전기력선 형성에 제한을 받게 되어 이득이 떨어지는 결과를 초래하여 소형화에 어려움이 있다. 따라서 이동체 수신시스템에 부착하기 위해 QMSA의 우측 그라운드판을 접어 올려 용량을 구성시켰다.

이 QMSA구조를 응용하여 만든 안테나(L×W×H)로서 직사각체를 이루는 유전체의 길이방향의 양측면에 씌워진 일측면 패치 및 타측면 패치와 유전체 상부면에 지그재그 형상으로 상부방사패치를 씌워서 GSM 대역에서 공진할 수 있도록 설계한 GSM 공진라인(그림 2 (a))과, 유전체의 하부면에 GSM 공진라인에 엇갈리도록 지그재그 형상으로 하부방사패치를 씌워서 DCS 대역에서 공진하는 DCS 공진라인(그림 2 (b))을 구성하고 상부방사패치와 하부방사패치를 단락시킴으로써 GSM 대역과 DCS대역이 동시에 공진(그림 2 (c)) 할 수 있도록 구성시켰다.

GSM 대역과 DCS대역에 동시에 공진하는데 있어서

상부방사패치와 하부방사패치를 서로 엇갈리게 섞이도록 함으로써 상호간의 방사방향 및 간섭을 최소화시킬 수 있고, GSM 공진라인은 상부방사패치길이 L1과 L2의 길이를 이용하여 900MHz 대역에서 운용될 수 있도록 설계하였으며, DCS 공진라인은 하부방사패치길이 L3의 길이를 이용하여 1,800MHz 또는 1,900MHz 대역에서 운용될 수 있도록 설계하였다.

한편, 단일의 급전점을 통하여 유전체의 상·하면에 구현된 GSM 공진라인과 DCS 공진라인을 이용함으로써 이동통신 분야에서의 GSM 대역 및 DCS 대역에서의 운영을 더욱 원활히 할 수 있으며, 더불어 휴대통신 단말기에서 내장형으로 탑재되어 소형화 구현이 가능하고, 기판위에 표면실장으로 접속이 가능하여 시그널 라인으로부터 신호가 공급될 경우 별도의 급전선로를 필요하지 않을 뿐만 아니라 전기력선의 부정(不整)분포를 능동적으로 극복할 수 있게 된다.

III. 수치 해석 및 고찰

1. GSM대역 안테나의 구조 변화 고찰

GAM 구조는 QSMA 구조를 응용한 마이크로스트립 안테나로서 그림 2 (a)와 같은 구조이다. GSM 구조의

표 1. GSM 밴드 안테나 재원

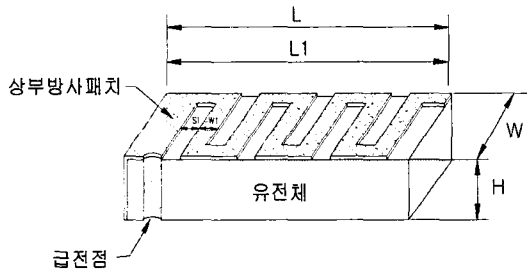
Table 1. Parameter of GSM band Antenna.

GSM 밴드 안테나 구조			
L[mm]	30	S1[mm]	1
W[mm]	8	S2[mm]	0
H[mm]	3.2	S3[mm]	0
L1[mm]	30	W1[mm]	1
L2[mm]	0	W2[mm]	0
L3[mm]	0	W3[mm]	0
공진주파수 [MHz]	940	대역폭[%]	4.0

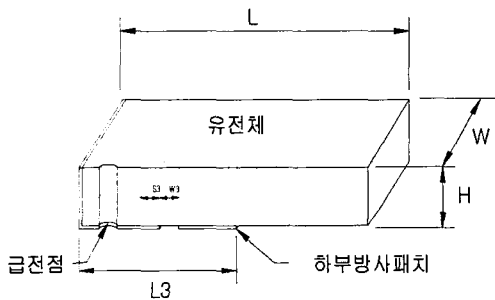
표 2. GSM 밴드 안테나 비교

Table 2. Comparison of GSM band Antenna.

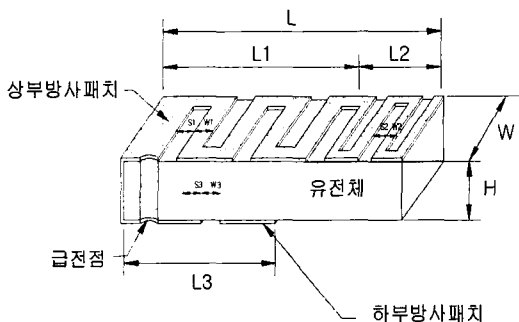
안테나형태	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
L1[mm]	30	30	30	30	30
S1[mm]	1	1	1	0.5	1.5
W1[mm]	0.5	1	1.5	1	1
공진주파수 [MHz]	825	940	1100	950	960
Gain[dBi]	1.13	1.78	2.41	1.85	1.83
대역폭[%]	2.3	4.0	8.3	4.2	4.5



(a) GSM 밴드 구조



(b) DCS 밴드 구조



(c) GSM & DCS 듀얼밴드 구조

그림 2. 마이크로스트립 듀얼 밴드 안테나 구조

Fig. 2. Microstrip Dual band Antenna Structure.

기준이 되는 설계 척도는 표 1과 같으며 안테나의 전체 크기가 같은 상황에서 표 2와 같이 S1의 변화는 공진주파수나 대역폭 면에서 거의 변화가 없다. 폭 W1의 증가는 공진주파수가 높고, 고이득이며 대역폭이 넓다.

표 3. DCS 밴드 안테나 재원

Table 3. Parameter of DCS band Antenna.

DCS 밴드 안테나 구조			
L[mm]	30	S1[mm]	0
W[mm]	8	S2[mm]	0
H[mm]	3.2	S3[mm]	1
L1[mm]	0	W1[mm]	0
L2[mm]	0	W2[mm]	0
L3[mm]	13	W3[mm]	1
공진주파수 [MHz]	1775	대역폭[%]	5.9

표 4. DCS 밴드 안테나 비교

Table 4. Comparison of DCS band Antenna.

안테나형태	(1)	(2)	(3)
L3[mm]	13	13	13
S3[mm]	1	1	0.5
W3[mm]	0.5	1	1
공진주파수 [MHz]	1800	1775	1740
Gain[dBi]	3.51	3.21	3.18
대역폭[%]	4.7	5.9	5.9

표 5. GSM & DCS 밴드 안테나 재원

Table 5. Parameter of GSM & DCS band Antenna.

GSM & DCS 밴드 안테나 구조			
L[mm]	30	S1[mm]	0.5
W[mm]	8	S2[mm]	0.5
H[mm]	3.2	S3[mm]	3.5
L1[mm]	20	W1[mm]	1
L2[mm]	10	W2[mm]	0.5
L3[mm]	11	W3[mm]	1
공진주파수 [MHz]	910 & 1770	대역폭 [%]	3.27 & 1.6

2. DCS대역 안테나의 구조 변화 고찰

DCS 구조는 QSMA 구조를 응용한 마이크로스트립 안테나로서 그림 2 (b)와 같은 구조이다. DCS 구조의 기준이 되는 설계 척도는 표 3과 같으며 표 4와 같이 간격 S3가 좁으면 공진주파수가 낮고, 이득이 떨어진다. 또한, 폭 W3가 좁으면 공진주파수가 높고, 고이득이며 대역폭이 좁아진다.

3. GSM & DCS 대역 안테나의 구조 변화 고찰

GSM과 DCS의 기준이 되는 안테나의 설계 척도는 표 5와 같으며 상용화된 HFSS에 의한 리턴로스 특성

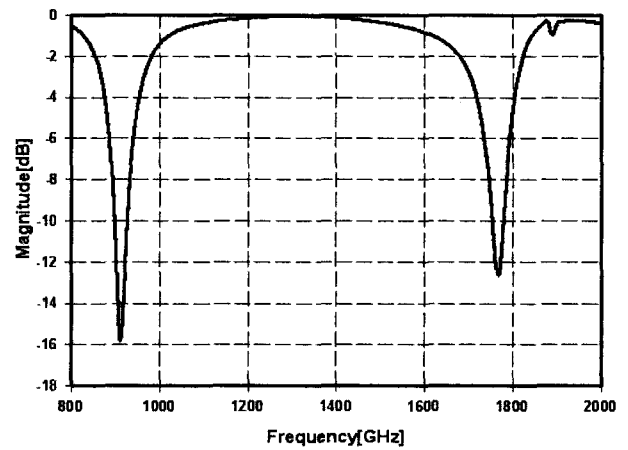


그림 3. GSM & DCS 밴드 안테나의 리턴로스 특성

Fig. 3. Return loss pattern characteristics of GSM & DCS band antenna.

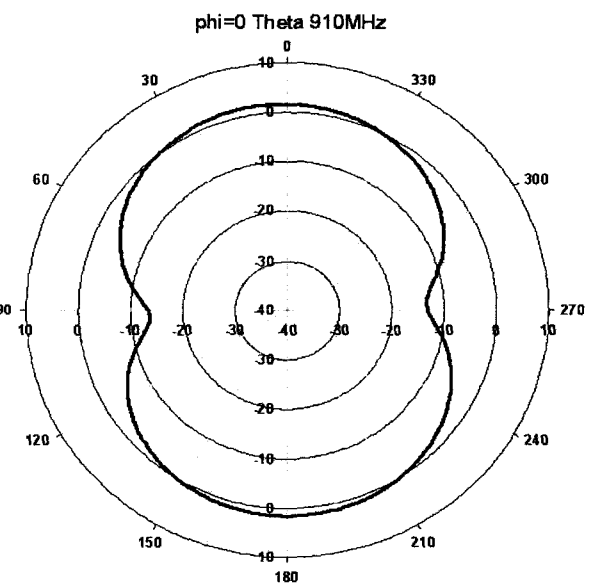


그림 4. GSM & DCS 밴드 안테나의 방사 특성

Fig. 4. Radiation pattern characteristics of GSM & DCS band antenna.

은 910 MHz에서 -15.8dB 와 1770 MHz에서 -12.5dB이고 그림 3과 같다. 또한 방사특성은 910 MHz에서 그림 4와 같고 전방향 최대이득은 1.67dBi이고 후방향은 1.44dBi 이다. 또한, 1770 MHz에서 그림 5와 같고 전방

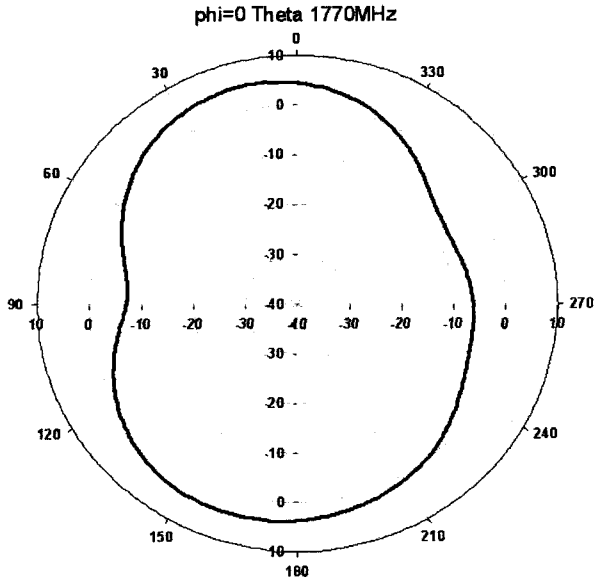


그림 5. GSM & DCS 밴드 안테나의 방사 특성
Fig. 5. Radiation pattern characteristics of GSM & DCS band antenna.

표 6. GSM & DCS 밴드 안테나 비교
Table 6. Comparison of GSM & DCS band Antenna.

안테나형태	(1)	(2)	(3)	(4)
L1[mm]	20	20	20	20
L2[mm]	10	10	10	8
L3[mm]	14	11	11	11
S1[mm]	0.5	0.5	0.5	0.5
S2[mm]	0.5	0.5	0.5	0.5
S3[mm]	3.5	3.5	0.5	0.5
W1[mm]	1	1	1	1
W2[mm]	0.5	0.5	0.5	0.5
W3[mm]	1	1	1	1
공진주파수 [MHz]	890 & 1540	910 & 1770	900 & 1570	930 & 1610
Gain[dBi]	1.67 & 3.5	1.67 & 5.02	1.56 & 2.81	1.82 & 3.44
대역폭[%]	2.72 & 4.34	3.27 & 1.6	2.84 & 3.8	3.05 & 3.88

향 최대이득은 5.02dBi이고 후방향은 4.95dBi이다.

GSM & DCS 구조의 기준이 되는 설계 척도는 표 5와 같이 안테나 전체 크기가 같은 상황에서 표 6의 (1),(2) 안테나 형태는 L1과 L2를 고정하고 L3만의 변화로 GSM 대역과 DCS 대역이 동시에 이동하는 것을 알 수 있고 (3),(4)의 안테나 형태와 같이 L1과 L3를 고정하고 L2만 변화시켜도 GSM대역과 DCS대역이 동시에 이동하는 것을 알 수 있다. 따라서 L1, L2, L3, S1, S2, S3, W1, W2, W3등의 길이를 적절히 조절하면 GSM 밴드와 DCS밴드에서 공진하는 듀얼밴드 안테나를 설계할 수 있다.

IV. 마이크로스트립 듀얼 밴드 안테나 제작 및 특성 고찰

마이크로스트립 듀얼밴드 안테나 크기는 (30mm × 8mm × 3.2mm)로서 안테나 및 보드는 유전율이 4.6인 에폭시(FR-4)를 사용하였다.

그림 6은 마이크로스트립 듀얼밴드 안테나가 장착된 테스트 보드 사진이며 제작된 안테나의 척도는 표 7과 같다. 측정된 return loss 특성은 그림 7과 같으며 909 MHz에서 -14.1dB 와 1762 MHz에서 -25.7dB이다.

그림 8과 그림 9는 마이크로스트립 듀얼밴드 안테나를 설명하기 위한 방사패턴(Radiation Pattern)으로서

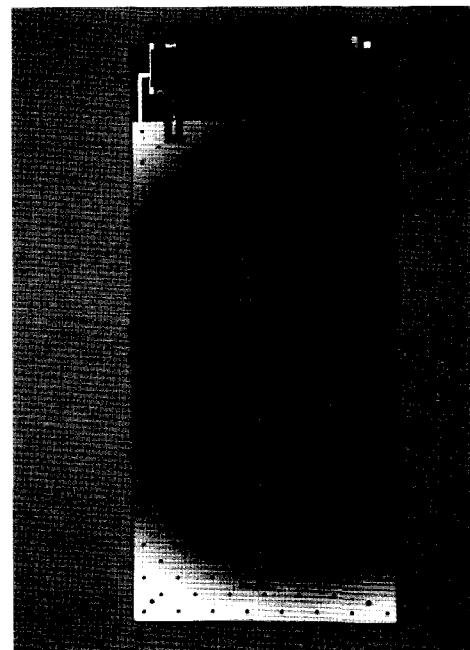


그림 6. 휴대단말기 Test Board
Fig. 6. Cellular Phone Test Board.

표 7. GSM & DCS 밴드 안테나 재원

Table 7. Parameter of GSM & DCS band Antenna 8.

GSM & DCS 밴드 안테나 구조			
L[mm]	30	S1[mm]	0.5
W[mm]	8	S2[mm]	0.5
H[mm]	3.2	S3[mm]	3.5
L1[mm]	20	W1[mm]	1
L2[mm]	10	W2[mm]	0.5
L3[mm]	11	W3[mm]	1
공진주파수 [MHz]	909&1762	대역폭[%]	3.52&4.14

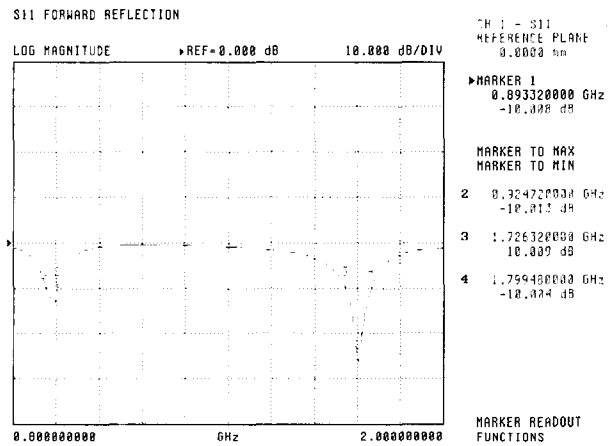


그림 7. GSM & DCS 밴드 리턴로스
Fig. 7. Return loss of GSM & DCS band.

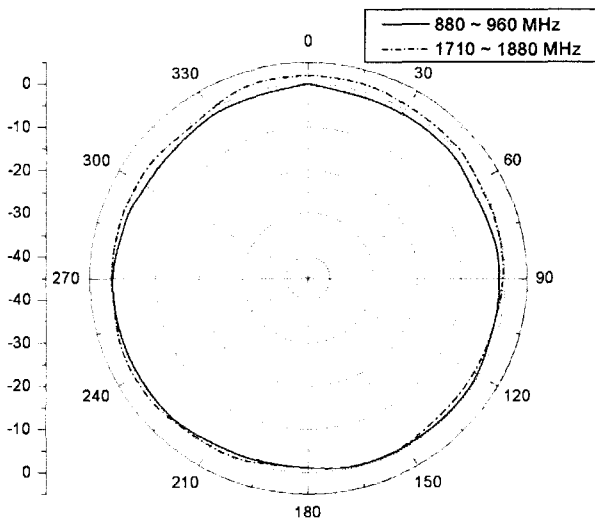


그림 8. 방사패턴 (H면)
Fig. 8. Radiation Pattern. (H면)

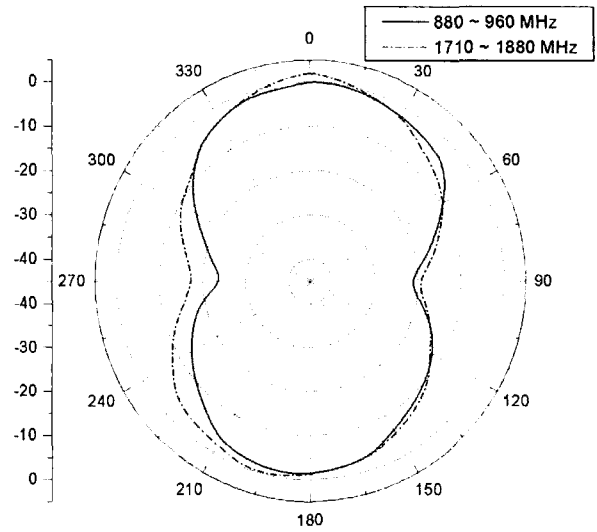


그림 9. 방사패턴 (E면)
Fig. 9. Radiation Pattern. (E면)

전자파 무반실에서 측정된 결과 GSM 대역에서는 0dBi 을 얻었고, DCS 대역에서는 2dBi의 방사이득을 얻어 휴대 이동통신에서의 보다 효율적인 방사를 구현할 수 있음을 알 수 있고, 어느 위치에서라도 송수신이 가능 하며 방향성 문제를 해결할 수 있음을 알 수 있다. 마이크로스트립 듀얼밴드 안테나의 측정은 무반사실에서 측정을 하였으며 각 마커 포인트의 주전계면과 주자계면의 방사패턴을 측정된 결과 각 측정 주파수에서 주전계면과 주자계면의 복사패턴은 전방향성을 나타내어 GSM 대역 및 DCS 대역에 있어서의 송수신용 안테나로서 매우 적합한 것임을 확인할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 임의의 마이크로스트립 이중 라인을 사용하여 급전부로부터 FR-4(유전체)의 상부 방사패치와 하부 방사패치에 동시에 급전함으로써 GSM 대역 및 DCS 대역에서 동시에 공진할 수 있는 듀얼밴드 안테나를 제안하고 설계·제작하였다.

또한 제안된 안테나의 개발기간을 단축하기 위해서 GSM 구조, DCS 구조, GSM & DCS 구조의 각각에 대한 설계 척도를 HFSS에 의해 비교 분석하고, 909MHz와 1762MHz에서 각각 공진이 되도록 설계 제작된 GSM & DCS용 듀얼밴드 안테나의 리턴로스 특성과 방사패턴이 실험치와 매우 양호하게 일치되었다.

또한 GSM 대역과 DCS 대역의 측전된 E면과 H면

방사패턴은 GSM 대역에서 0dBi, DCS 대역에서 2dBi로 모든 방향에서 수신할 수 있어서 방향성 문제는 해결할 수 있을 것으로 생각된다.

앞으로 L1, L2, L3, S1, S2, S3, W1, W2, W3등의 길이를 적절히 조절하면 다른 대역, 즉 GPS, Bluetooth 밴드 등 다중밴드의 안테나를 설계 할 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] R. Keith, "Microstrip antenna technology," IEEE Trans. Antenna and Propagation, vol, Ap-29, no. 1, pp. 5-8, Jun, 1981.
- [2] R. E. Munson, "Conformal microstrip antenna and propagation," vol. Ap-22, pp. 74-78, Jan. 1974.
- [3] J. R. James, P. S. Hall, "Handbook of microstrip antennas", IEEE lectromagnetic Wave Series28, pp.1093-1105, 1989.
- [4] LAL Chand Godard, "Handbook of Antenna in Wireless Communication", CRC Press, PP. 6-1~6-34, 2001.
- [5] D. L. Sengupta, "Appropriate expression for the resonant frequency of a rectangular patch antenna". Electron Letters, vol. 19 No. 20 pp. 834 - 835 1983.
- [6] 高永赫, 長谷部望, □□容量裝荷小型マイクロストリップ アンテナ□□, 日本大學理工學部學 術講演論文集, No.38, pp.193-194, 1994.
- [7] 高永赫, 金在玟, 李鍾岳, □□이동체 통신용 안테나에 관한 연구□□, 韓國電磁波學會, Vol. 7, No.4, pp. 139-146, 1996.
- [8] 佐藤 和夫, 西川訓利, 小川明□□人體近傍に置かれた携帯無線機用アンテナの解析□□, 電子情報通信學會 (B), pp.41-48, Nov., 1995.
- [9] L. Lenin, "Radiation from discontinuities in stripline," Proc. IEEE vol. 107, pp. 163-170. 1960.

저 자 소 개



박 성 일(학생회원)
 2002년 동신대학교 정보통신 공학과 학사 졸업.
 2004년 동신대학교 정보통신 공학과 석사 졸업.
 2004년~현재 전남대학교 전자정보통신공학과 박사과정.

<주관심분야 : 소형안테나 설계 및 해석, 초고주파 회로 설계>



이 현 진(정회원)
 1982년 조선대학교 전기공학과 학사 졸업.
 1990년 원광대학교 전자공학과 석사 졸업.
 1996년 전남대학교 전자공학과 박사 졸업.

1997년~1998년 펜실베이니아 주립대학 방문교수
 1991년~현재 동강대학 디지털정보과 교수
 <주관심분야 : 소형안테나 설계 및 해석, E/M 해석>



고 영 혁(정회원)
 1981년 건국대학교 전자공학과 학사 졸업.
 1983년 건국대학교 대학원 전자공학과 석사 졸업.
 1990년 건국대학교 대학원 박사 졸업.

1994년~1995년 리훤대학교 전자공학과 Post -Doc
 1990년~현재 동신대학교 정보통신공학과 교수
 <주관심분야 : 이동체 안테나 설계, 초고주파 회로 설계, EMI/EMC>



임 영 석(정회원)
 1980년 서울대학교 전자공학과 학사 졸업.
 1982년 서울대학교 전자공학과 석사 졸업.
 1989년 전북대학교 전자공학과 박사 졸업.

1984년~현재 전남대학교 전자정보통신공학과 교수
 <주관심분야 : 전자파 해석, RF 소자설계, 초고주파 회로해석>