

---

# 듀얼밴드 휴대폰 응용을 위한 Chip 안테나 설계 및 제작

고영혁\*

Design of Fabrication of a Chip Antenna for DualB and Mobile Phone Application

Young\_hyuk Ko\*

---

이 연구는 2004년도 동신대학교 학술연구비를 지원받았음

---

## 요 약

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 설계로 2개의 동작 주파수 909MHz, 1762MHz의 동조가 용이하다. 동작주파수 909MHz, 1762MHz에 대하여 측정된 방사패턴 E면과 H면은 비교 분석되었다. GSM/DSC 단말기용으로 설계 제작한 듀얼대역 내장형 안테나는 모든 대역에서 0dBi에서 2.0dBi사이의 이득을 갖는다. 또한, 휴대폰 케이스를 고려한 인체머리에 미치는 전기력선의 분포와 지향성을 분석하였다. 분석된 모델은 실제 휴대폰과 같은 크기의 그라운드판을 부착시켜 인체의 머리를 고려한 안테나를 구성했다.

## ABSTRACT

In this paper, 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. Also, the electric field distribution and directivity on human head caused by portable phone is analyzed. An analysis model is composed of a human head model and the antenna mounted on the same ground plane as portable telephone size.

## 키워드

MSA, Chip Antenna, Bluetooth키워드

## I. 서 론

무선통신의 빠른 성장과 함께 작고, 매력적이고, 가볍고, 그리고 꼭선인 휴대폰을 위한 요구가 증가하고

있다. 이것은 디바이스 안에 숨겨져 있거나 혹은 내부에 존재하는 휴대폰의 확산이 나타나고 있고, 전화기 안에 있으므로 충격을 받지 않고 부러지지 않는다. 휴대폰을 위한 내장형 안테나를 설계하는 것은 듀얼 혹

은 멀티밴드동작이 요구될 때 특히 어렵다. 비록 듀얼 주파수 공진이 간단히 얻어진다 할지라도, 관련된 통신대역을 위한 대역폭을 만족하는 것은 어렵다. 더욱 더 복잡함은 안테나가 실당켄, 나사들, 배터리, 그리고 여러 다른 금속물 같은 것들에 접근하여 동작할 때 나타난다. 또한, 이동통신의 점진적인 증가는 작은 크기, 넓은 대역, 듀얼 주파수와 여러 공진 주파수들 같은 특수한 속성을 갖는 다른 시스템과 표준들(GPS, GSM, DCS 1800, PCS...)에 대해 안테나 설계를 요구한다. 더욱이 전통적인 외적인 모노폴 혹은 heix안테나들을 비교함으로써 핸드셋에 집적할 수 있는 모바일 폰 안테나는 쉽게 부러지지 않고, 머리에 의해서 전력 흡수를 줄이고, 핸드셋의 기하학에 덜 민감함 같은 많은 유리함을 제공한다.[1,2]

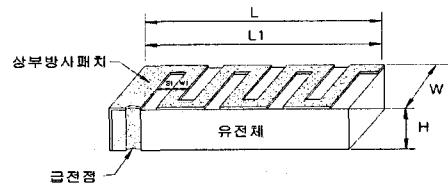
본 논문에서는 GSM(880~960MHz) 대역 및 DCS (1710~1880 MHz) 대역에 공통으로 사용할 수 있는 안테나를 임의의 마이크로스트립 이중 Line을 사용하여 설계하였다. 설계·제작된 안테나는 그라운드 (ground) 면과 비 그라운드(non ground) 면으로 나누어진 휴대 단말기 기판 위에 탑재되는 마이크로스트립 듀얼밴드 안테나로서 직사각체를 이루는 안테나의 양측 면에 씌워진 상부 방사 패치와 하부 방사 패치로 구성되어 있으며 상·하부 방사 패치의 용량과 길이를 조절함으로써 GSM 대역과 DCS대역에서 공동으로 사용할 수 있는 DualBand 안테나를 제안하였다. 그리고 상용화된 HFSS에 의해서 상·하부 방사 패치의 용량과 길이에 따른 공진주파수의 변화를 비교 분석하였다. 그리고 휴대전화기 케이스의 크기를 그라운드 판으로 한 안테나가 인체 근접에서 사용되는 각각의 상황에서의 방사 패턴을 계산하였다.

## II. 안테나의 구조

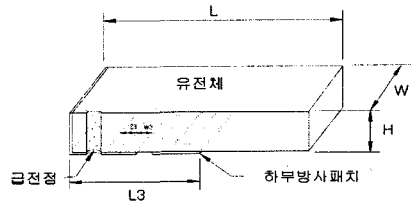
일반적으로 기기내에 내장한 안테나로서 많은 매이커가 칩형태안테나라고 불리우는 제품개발을 진행하고 있다. 이 안테나는 세라믹등의 고유전을 표면에 안테나 패턴을 형성한 것이지만, 감도가 낮고, 충분한 대역이 보존할 수 없는 것으로 알려져 있다.

현재 많은 연구가 이루어지고 있는 QMSA의 경우 급전 점의 좌측은 단락되어 있고, 우측은 방사 패치와

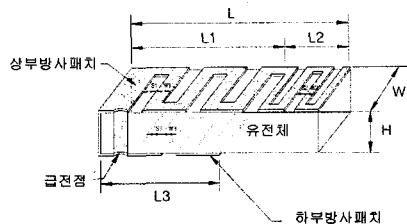
그라운드 판 사이 전기력선이 형성된다. 그라운드 판을 짧게 하는 경우 전기력선 형성에 제한을 받게 되어 이득이 떨어지는 결과를 초래하여 소형화에 어려움이 있다.[3,4,5] 따라서 이동체 수신시스템에 부착하기 위해 QMSA의 우측 그라운드 판을 접어 올려 용량을 구성시켰다. 이 QMSA구조를 응용하여 만든 안테나(L×W×H)로서 직사각체를 이루는 유전체의 길이방향의 양측 면에서 유전체 상부 면에 지그재그 형상으로 상부방사패치를 씌워서 GSM 대역에서 공진할 수 있도록 설계한 GSM 공진라인(그림 1 (a))과, 유전체 하부 면에 GSM 공진라인에 엇갈리도록 지그재그 형상으로 하부방사패치를 씌워서 DCS 대역에서 공진하는 DCS 공진라인(그림 1 (b))을 구성하고 상부방사패치와 하부방사패치를 단락시킴으로서 GSM 대역과 DCS대역이 동시에 공진(그림 1 (c)) 할 수 있도록 구성시켰다.



(a) GSM 밴드 구조



(b) DCS 밴드 구조



(c) GSM & DCS 듀얼밴드 구조

그림 1. 마이크로스트립 듀얼 밴드 안테나 구조  
Fig.1 Microstrip Dual band Antenna Structure

GSM 대역과 DCS대역에 동시에 공진하는데 있어서 상부방사패치와 하부방사패치를 서로 엇갈리게 띄워 지도록 함으로써 상호간의 방사방향 및 간섭을 최소화 시킬 수 있고, GSM 공진라인은 상부방사패치길이 L1 과 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, 휴대폰 단말기에서 내장형으로 탑재되어 소형화 구현이 가능하고, 기판 위에 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. 수치해석 및 고찰

#### 3.1. GSM & DCS 대역 안테나의 구조 변화 고찰

GSM과 DCS의 기준이 되는 안테나의 설계 척도는 표 1과 같으며 상용화된 HFSS에 의한 리턴로스 특성은 표 1과 같으며 상용화된 HFSS에 의한 리턴로스 특성은 930MHz에서 -28.52dB 와 1770MHz에서 -12.48dB이고 그림 2와 같다. 930MHz에서 E면과 H면의 방사특성은 그림 3과 같고 전방향 최대이득은 2.66dBi이고 후방향은 4.19dBi 이다. 또한, 1770 MHz에서 E면과 H면의 방사특성은 그림 4와 같고 전방향 최대이득은 7.36dBi이고 후방향은 7.94dBi이다.

표 1. GSM & DCS 밴드 안테나 제원  
Table. 1 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]	930 & 1770	대역폭 [%]	4.3 & 1.2

GSM & DCS 구조의 기준이 되는 설계 척도는 표 1과 같이 하고, 안테나 전체 크기가 같은 상황에서 표 2의 (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 L2만의 변화로 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.

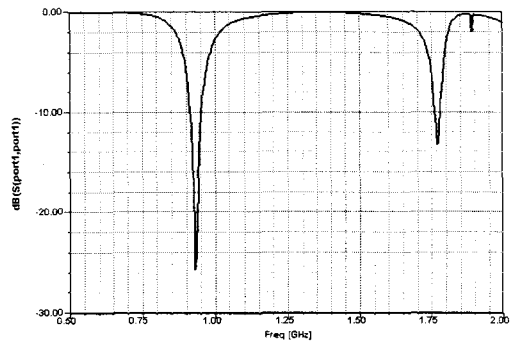


그림 2. GSM & DCS 밴드 안테나의 리턴로스 특성  
Fig. 2 Return loss characteristics of GSM & DCS band antenna

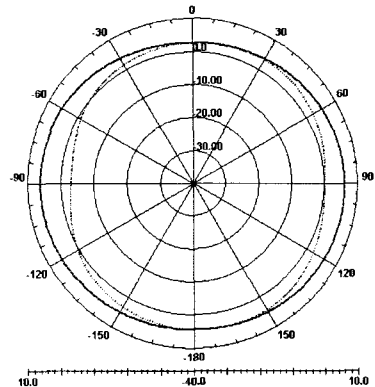


그림 3. GSM & DCS 밴드 안테나의 방사 특성(f=930GHz, — H면, ... E면)  
Fig. 3 Radiation pattern characteristics of GSM & DCS band antenna (f=930MHz, — H면, ... E면)

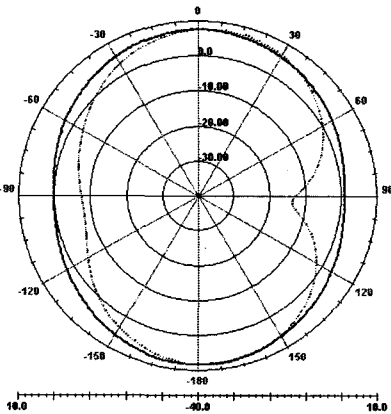


그림 4. GSM & DCS 밴드 안테나의 방사 특성( $f=1770\text{MHz}$ , — H면, ... E면)

Fig. 4 Radiation pattern characteristics of GSM & DCS band antenna( $f=1770\text{MHz}$ , — H면, ... E면)

### 3.2. 휴대용 전화기 케이스를 고려한 용량을 장대한 QMSA 구조 해석

최근 유럽을 중심으로 많은 휴대전화기 메이커에서 안테나를 내장화하는 움직임이 활발화되고 있다. 내장 안테나의 탑재에 의해서 휴대전화기 본체의 설계 자유도는 향상되고, 내장하기 쉬운 휴대전화기는 설계 가능하게 된다.

또, 최근 주목되고 있는 인체에서의 전자파 장애에 대해서도 일반적으로 내장 안테나의 이용에 의해서 개선된다고 알려져 있다. 전자파장애를 저감하기 위해서는 안테나부터 방사되는 전체에너지중 인체·머리 부분에서 흡수되는 에너지 비율(극소흡수율)의 저감이 필요하다. 외부 안테나를 사용한 표준 설계의 휴대전화기에서는 안테나를 머리부분에 접근해 두고, 전자파를 직접 머리부분에 방사시킨다. 그러나 내장안테나는 전화기의 뒷면, 머리부분에서 봐서 거꾸로 접지시키기 위해서 안테나를 머리부분으로부터 분리하는 것을 가능하게 한다. 안테나와 머리부분사이에 프린트 기판이나 액정판넬을 투입시키는 효과도 있다.

머리 부분의 영향을 조사하기 위해서 그림 5와 같은 모델을 고려했다. 인체 머리부분의 형태는 직육면체로 하고, 세로  $HL=200\text{mm}$ , 가로  $Hs=160\text{mm}$ 로 한다. 안테나 급전점과 인체머리부분과의 간격을 휴대전화기가 인체머리부분에 접근해 있는 상황으로 고려했다.<sup>6,7)</sup>

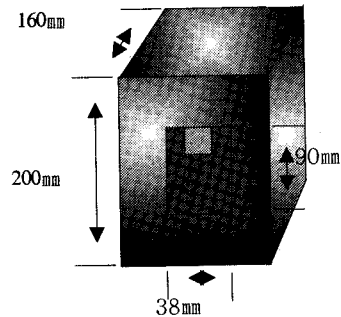


그림 5 인체의 머리부분을 고려한 해석모델  
Fig. 5 Computation model include human head

표 2. GSM & DCS 밴드 안테나 비교  
Table. 2 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	930 & 1770	900 & 1570	930 & 1610
Gain[dBi]	1.67 & 3.5	2.66 & 7.36	1.56 & 2.81	1.82 & 3.44
대역폭[%]	2.72 & 4.34	4.3 & 1.2	2.84 & 3.8	3.05 & 3.88

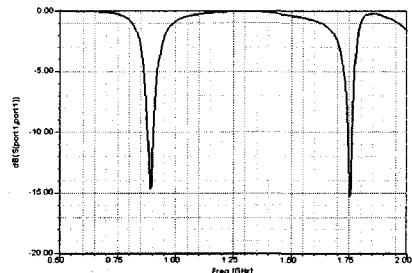


그림 6 인체의 머리부분을 고려한 리턴로스 특성(간격 2Cm)

Fig. 6 Return loss characteristics include human head(interval 2Cm)

머리 부분은 도체 및 손실이 있는 유전체( $\epsilon_r=45$ ,  $\sigma=1.9 \text{ s/m}$ )를 사용했고 각각에 대해서 전자계를 해석했다. 그라운드판을 포함한 안테나와 인체머리부분과의 간격이 2Cm일 때의 리턴로스 특성과 인체두부형상의 전계분포는 그림 6, 그림 7과 같다. 또한 그라운드판을 포함한 안테나와 인체머리부분과의 간격이 2Cm일 때 계산된 공진주파수 890MHz와 1750MHz에서 E면과 H면의 각각에 대한 방사패턴은 그림 8, 그림 9와 같다. 인체의 머리부분을 고려할 때 공진 주파수가 약간 떨어지고, 전방향 최대이득도 890MHz에서 1.25dBi, 1750MHz에서 4.05dBi로 떨어진다. 인체의 머리부분을 고려한 안테나 특성은 표 3과 같으며, 그라운드판을 포함한 안테나의 간격이 머리부분으로부터 멀어질수록 공진 주파수는 변화가 없고, 전방이득이 증가하면서 인체두부형상의 전계분포가 점점 약해진다. 그리고 그라운드판을 포함한 안테나의 간격이 머리부분으로

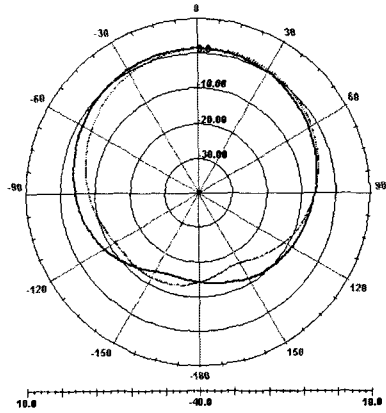


그림 9 인체의 머리부분을 고려한 안테나의 방사 특성( $f=1750\text{MHz}$ , — H면, ... E면)  
Fig. 9 Radiation characteristics of antenna include human head ( $f=1750\text{MHz}$ , — H면, ... E면)

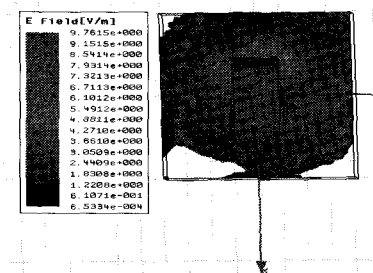


그림 7 인체두부형상의 계산된 전계분포(간격 2Cm)  
Fig. 7 Computed E-field distributions of human head shape(interval 2Cm)

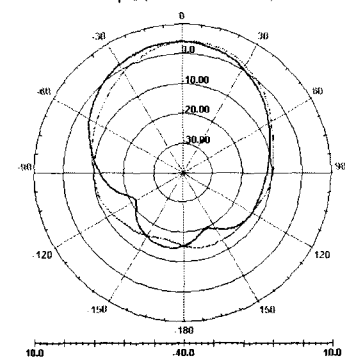


그림 8 인체의 머리부분을 고려한 안테나의 방사 특성 ( $f=890\text{MHz}$ , — H면, ... E면)  
Fig. 8 Radiation characteristics of antenna include human head ( $f=890\text{MHz}$ , — H면, ... E면)

표3. 인체의 머리부분을 고려한 안테나 특성  
Table 3. Antenna characteristics include human head

인체두부형상과 안테나와의 간격/각도	공진주파수 (MHz)	최대이득 (dBi)	최대전계 분포(V/m)
2Cm/0°	890/1750	1.25/4.05	9.7615/9.7615
2.5Cm/0°	890/1750	2.93/5.09	8.1021/8.1021
3Cm/0°	890/1750	3.48/6.18	7.0827/7.0827
2Cm/15°	890/1750	1.68/4.35	10.199/10.199
2Cm/30°	890/1760	1.33/3.95	9.5155/9.5155
2Cm/45°	890/1760	0.95/3.60	9.6602/9.6602

부터 2Cm로 고정시키고, 그라운드판을 포함한 안테나의 각도를 0°, 15°, 30°, 45°로 할때 일반적으로 많이 사용하는 15°에서 전방향 최대은 커지지만 인체두부형상의 전계분포가 커진다.

#### IV. 마이크로스트립 듀얼 밴드 안테나 제작 및 특성 고찰

마이크로스트립 듀얼밴드 안테나 크기는 30mm × 8mm × 3.2mm이고, 안테나와 휴대폰 보드의 유전율은 4.6인 에폭시(FR-4)를 사용하였다. 그림 10은 마이크로스트립 듀얼밴드 안테나가 장착된 테스트 보드 사진

이며 제작된 안테나의 척도는 표 4와 같다. 측정된 리턴로스 특성은 그림 11과 같으며 909MHz에서 -14.1dB와 1762MHz에서 -25.7dB이다.

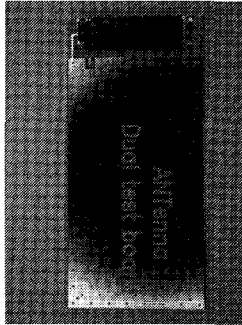


그림 10. 휴대단말기 Test Board  
Fig. 10 Cellular Phone Test Board

표 4. GSM & DCS 밴드 안테나 제원  
Table. 4 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]	909&1762	대역폭[%]	3.52&4.14

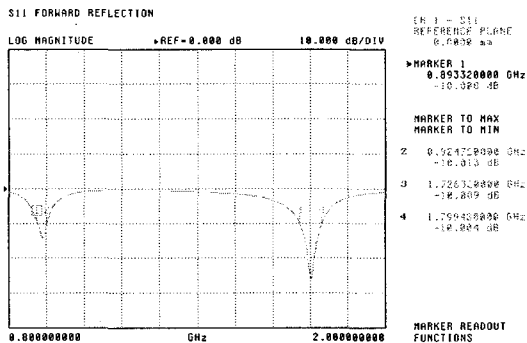


그림 11. GSM & DCS 밴드 리턴로스 특성  
Fig. 11 Return loss characteristics of GSM & DCS band

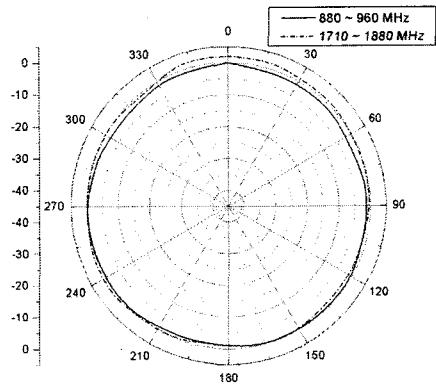


그림 12. 방사패턴 (H면)  
Fig. 12 Radiation Pattern (H면)

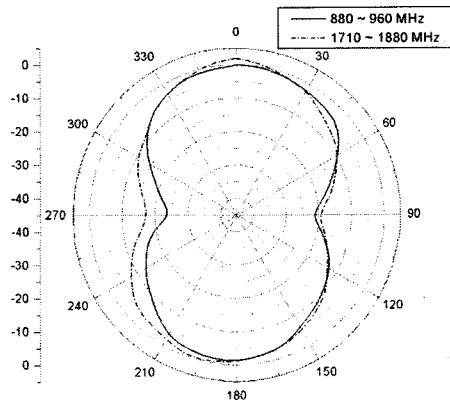


그림 13. 방사패턴 (E면)  
Fig. 13 Radiation Pattern (E면)

그림 12와 그림 13은 마이크로스트립 듀얼밴드 안테나를 설명하기 위한 방사패턴으로서 전자파 무반실에서 측정한 결과 GSM 대역에서는 0dBi를 얻었고, DCS 대역에서는 2dBi의 방사이득을 얻어 휴대 이동통신에서의 보다 효율적인 방사를 구현할 수 있음을 알 수 있고, 어느 위치에서라도 송수신이 가능한 방향성 문제를 해결할 수 있음을 알 수 있다. 마이크로스트립 듀얼밴드 안테나의 측정은 무반사실에서 측정을 하였으며 각 마커 포인트의 주진계면과 주자계면의 방사패턴을 측정된 결과 각 측정 주파수에서 주진계면과 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-4유전체의 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 이론치와 매우 양호하게 일치되었다.

또한 GSM 대역과 DCS 대역의 측정된 E면과 H면 방사패턴은 GSM 대역에서 0dBi, DCS 대역에서 2dBi로 모든 방향에서 수신할 수 있어서 방향성 문제는 해결할 수 있을 것으로 생각된다.

또한, 휴대전화기에 있어서 휴대전화기가 단독으로 사용되는 경우와 인체 근접에서 사용되는 경우의 특성이 다름을 명확히 했다. 휴대전화기 케이스가 안테나의 일부로서 동작하기 때문에 안테나와 인체머리부분과의 간격이 멀어질수록 인체두부 형상의 전계분포가 현저하게 떨어짐을 확인했다. 따라서 휴대 전화에 부착된 안테나 특성은 인체에 있어서 크게 영향 받는 경향이 있다. 휴대전화용 안테나 특성을 고성능화하기 위해서는 인체의 영향을 충분히 고려하는 것이 필수적이라고 생각된다.

## 참고문헌

[1] 佐藤 眞一, 人體頭部模擬ファントム近傍に置かれたダイポールアンテナの放射特性, 信學春季全大, B-143, 1994

- [2] 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
- [3] 坂口浩一, 南條行則, 瀨谷浩一郎, 長谷部望, 容量裝荷短絡平板スタブで構成した小形アンテナ, 信學春季全大, B-47, 1988
- [4] 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 學術講演論文集, No.38, pp.193-194, 1994.
- [5] 森下 久, 藤本京平, 平澤一紘, 放射パッチとグラウンド板が同じ幅の方形マイクロストリップアンテナの特性解析, 信學會(B), no.11, pp.1274-1277(昭63-11).
- [6] LAL Chand Godard, "Handbook of Antenna in Wireless Communication", CRC Press, PP. 6-1~6-34, 2001
- [7] 渡辺聰一, 多氣昌生頭部近傍の携帯無線機のアンテナ入カインピーダンス特性, 電子情報通信學會(B), pp.29-36, Sept., 1995

## 저자소개

### 고영혁(Young-hyuk Ko)



1981년 2월 건국대학교 전자공학과 졸업(학사)

1983년 2월 건국대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)

1990년 2월 건국대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사)

1981년 3월~1983년 2월 : 건국대학교 전자공학과 조교  
1994년 7월~1995년 6월 : 리혼대학교 전자공학과 Post-  
-Doc

1990년 3월 ~ 현재 : 동신대학교 정보통신공학과 교수  
※관심분야 : 이동체 안테나 설계, 초고주파 회로 설계, EMI/EMC