

---

# 휴대 전화용 안테나의 지향성에 관한 연구

선승호\* · 박수봉\* · 김재이\* · 고영혁\*

A Study on the Directivity of Portable Telephone Antenna

Seung-Ho Sun\* · Soo-Bong Park\* · Jae-Yee Kim\* · Young-Hyuk Ko\*

## 요 약

본 논문에서 이동통신 전화기에 의해 인체두부에 유기된 전계 분포와 지향성을 분석하였다. 계산된 모델은 인체 두부모델을 구성하고 안테나는 휴대폰 크기와 같은 그라운드판위에 올려놓았다. 이동통신 전화기의 안테나로 전기력선이 제한 받지 않는 용량을 장대한 QMSA를 활용하였다. 안테나는 2GHz 부분의 주파수 대역에서 동작하도록 설계하였고, 인체 두부로 부터의 거리에 따른 변화와 안테나 복사 특성을 고찰하였다.

## ABSTRACT

In this paper, 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. The QMSA to load a capacitor without limitation of the electric force is used in the computational model to apply to the antenna mounted on portable phone. This antenna is designed to operate in the near of frequency 2.0GHz, is observed the radiation characteristics of the antenna and their variations as a function of distance from the human head.

## 키워드

MSA, 휴대용 안테나, 인체영향, 방사효율

## 1. 서 론

최근 이동통신 기술의 발달·보급과 함께 자동차 전화나 휴대전화기 등의 소전력 무선 장치가 폭발적으로 사용되고 있으며, 급속히 보급되고 있다. 이에 동반해서 기기의 소형화 및 다양화가 되고 있는 한편, 그 기본적인 성능 향상도 중요한 과제가 되고 있다. 휴

대 전화에 있어서 전파의 출입구인 안테나를 사용할 때에는 안테나가 얼굴 면에 근접하므로써 방사 전파가 미약해도 머리 부분은 국소적으로 강한 전자계에 쬐이고, 이 경우 생체 영향이 염려된다. 휴대전화기에 부착된 안테나의 특성은 인체의 영향이 자유공간 속과는 다르므로 휴대전화기가 단독으로 사용되는 경우와 인체근접에서 사용되는 경우의 양방의 상황에 있어서 반

---

\*동신대학교 정보통신공학과

접수일자 : 2001. 11. 5

드시 안테나가 같은 주파수대역에서 양호하게 동작한 다라고 할 수 없다.[1] 휴대 전화용 안테나를 최적으로 설계하는데는 사용상황이 변화해도 희망의 주파수대역에 있어서 안테나가 양호하게 동작하도록 설계하는 것이 필요하다. 휴대전화기에 부착된 안테나의 특성은 전화기케이스가 안테나의 일부로서 동작하기 때문에 안테나와 휴대 전화를 하나의 안테나계로서 취급할 필요가 있다. 더욱이 휴대 전화기용 안테나는 인체 근처에서 사용되기 때문에 인체의 영향을 고려할 필요가 있다.

본 논문에서는 2GHz용 안테나를 설계·제작하고, 설계·제작된 안테나의 리턴로스와 방사패턴을 측정하고, 휴대전화기케이스의 크기를 그라운드판으로 한 안테나를 설계하여 상용화된 HFSS프로그램에 의해서 리턴로스와 방사패턴을 계산하였다. 또한, 휴대전화기 케이스의 크기를 그라운드판으로 한 안테나가 인체 근처에서 사용되는 각각의 상황에서의 방사 패턴을 계산하였다.

### II. 안테나 구조

현재 많은 연구가 이루어지고 있는 QMSA의 경우 급전점의 좌측은 단락되어 있고, 우측은 방사 패치와 그라운드판사이 전기력선이 형성된다.[2] 그라운드판을 짧게 하는 경우 전기력선 형성에 제한을 받게 되어 이득이 떨어지는 결과를 초래하여 소형화에 어려움이 있다. 따라서 이동체 수신 시스템에 부착하기 위해 QMSA의 우측 그라운드판을 접어들려 용량을 구성시켰다.[3]

설계된 안테나 구조는 그림 1과 같으며 폭 W, 길이 L2의 좌측 평행 평판과 길이 L1의 그라운드판을 급전점 좌측에서 단락시키고, 그라운드판 우측과 길이 L4의 우측 평행 평판을 단락 시킨다. 그리고 좌측 평행 평판과 우측 평행 평판 사이 용량을 구성시켰다.

설계된 안테나는 전화기케이스가 안테나의 일부로서 동작하기 때문에 안테나와 휴대 전화를 하나의 안테나계로서 취급하여 휴대전화기케이스의 크기를 그라운드판으로 하여 부착하였다.

### III. 휴대전화기케이스설치시의 안테나 특성고찰

QMSA는 기존의  $\lambda/4$  패치 안테나와는 다르게 패치의 한쪽을 그라운드판이 방사 패치와 같은 쪽으로 자르므로서 소형화하고, 급전점의 좌측을 방사 패치와 그라운드판을 단락 시키므로서 더욱 소형화한 안테나이다. 그리고 패치 폭 W1은 공진 주파수의  $\lambda/2$  근처에서 이득이 최대가 된다. 기판의 유전율  $\epsilon_r=2.55$ , 두께  $H1=3mm$ 의 테프론 기판을 사용하여 설계·제작된 용량을 장하한 QMSA의 척도는 표 1과 같다. 설계·제작된 용량을 장하한 QMSA는 안테나 전체길이가 일반적인 MSA의 방사 패치 길이  $\lambda g/2(42mm)$ 보다 짧게 40mm로 하고 그라운드판이 필요 없도록 표1과 같이 설계되었다. 또한 방사 패치 길이가  $\lambda g/4(19.5mm)$ 이고 전기력선이 미치는 범위가 제한받지 않도록 그라운드판을 접어들린 우측 평행 평판과 방사 패치사이 용량을 장하함으로써 소형화하였다. 목적으로 하는 중심 주파수를 2.0 GHz로 설정하고, 설계된 안테나의 상용화된 HFSS에 의한 리턴로스 특성과 방사패턴 특성은 그림 2, 그림 3과 같이 공진주파수가 2GHz이고 대역폭이 7.07%이며 최대이득은 3.78 dBi이다. 측정된

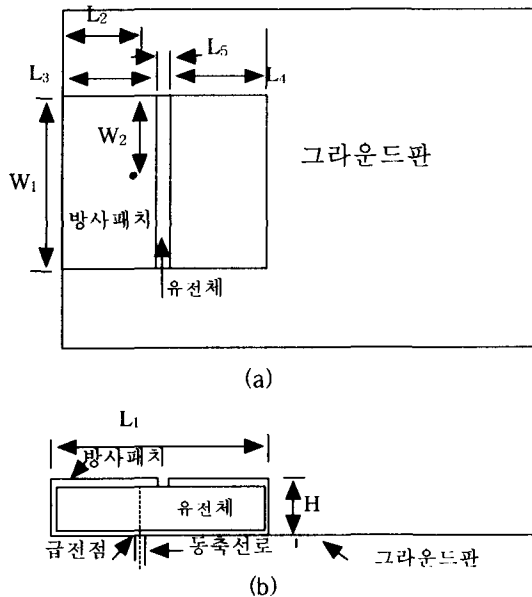


그림 1. 용량을 장하한 QMSA구조 a) 윗면 b) 측면  
Fig. 1 QMSA structure to load capacitors.

a) Top view b) Side view  
표 1. 용량을 장하한 QMSA1의 제원  
Table 1. Parameter QMSA to load capacitors.

| 용량을 장하한 QMSA 구조 |      |            |      |
|-----------------|------|------------|------|
| L1(mm)          | 40   | W1(mm)     | 25   |
| L2(mm)          | 19   | W2(mm)     | 12.5 |
| L3(mm)          | 19.5 | H(mm)      | 3    |
| L4(mm)          | 19   | 공진주파수(GHz) | 2.0  |
| L5(mm)          | 1.5  | 대역폭(%)     | 5.75 |

리턴로스 특성과 방사패턴 특성은 그림 4, 그림5와 같으며 공진 주파수는 2GHz이고, 대역폭은 5.75%로 계산치와 매우 양호하게 일치된다. 그리고 전화기케이스가 안테나의 일부로서 동작하기 때문에 휴대전화기케이스의 크기를 104×38mm의 그라운드판으로 하여 용량을 장하한 QMSA의 방사특성은 그림 6과 같으며 휴대전화기케이스를 고려하지 않은 경우의 최대이득 3.87dBi에 비해 최대이득이 5.91dBi으로 2dBi정도 크고 공진주파수는 2.14GHz이다.

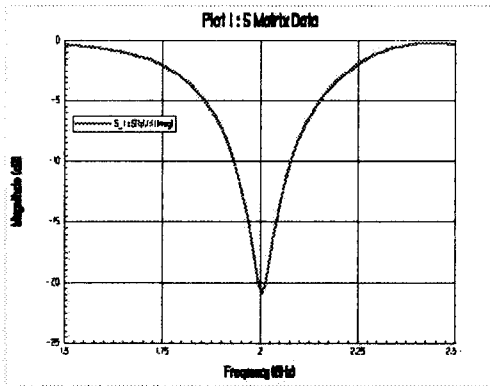


그림 2. 용량을 장하한 QMSA의 리턴로스(계산값)  
Fig. 2 Return loss of QMSA to load capacitors.(calculated value)

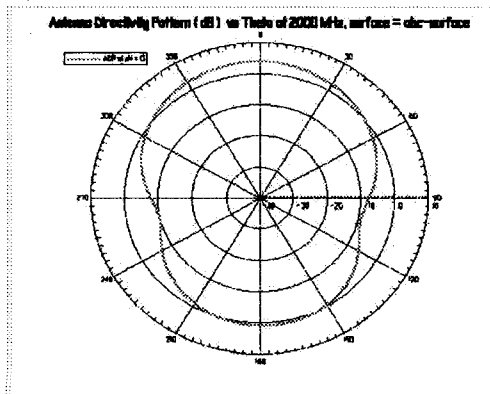


그림 3. 용량을 장하한 QMSA의 방사 특성(계산값)

Fig. 3 Radiation pattern characteristics of QMSA to load capacitors. (calculated value)

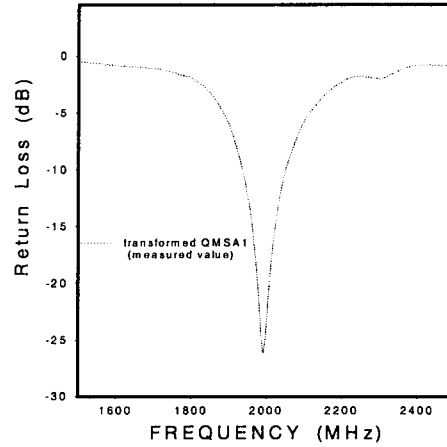


그림 4. 용량을 장하한 QMSA의 리턴로스 (측정값)  
Fig. 4 Return loss of QMSA to load capacitors.(measured value)

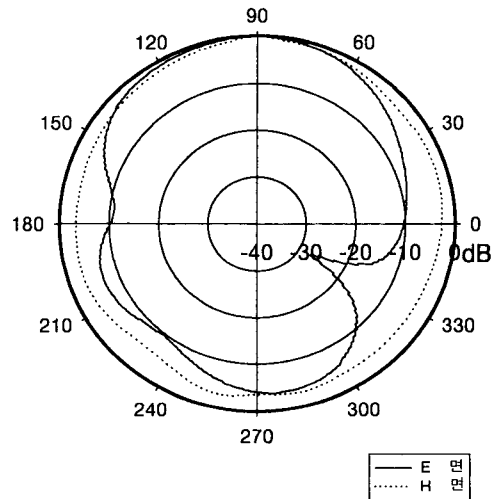


그림5. 용량을 장하한 QMSA의 방사 특성(측정값)  
Fig. 5 Radiation pattern characteristics of QMSA to load capacitors. (measured value)

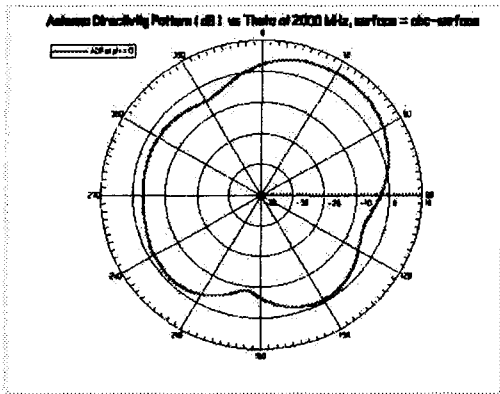


그림 6. 휴대전화기에 탑재된 용량을 장하한 QMSA의 방사 특성 (계산값)

Fig. 6 Radiation pattern characteristics of QMSA to load capacitors mounted on potable telephone (calculated value)

**IV. 인체의 영향을 고려한 안테나 특성고찰**

머리 부분의 영향을 조사하기 위해서 그림 7과 같은 모델을 고려했다. 인체 머리부분의 형태는 직육면체로 하고, 세로 HL=200mm, 가로 Hs=160mm로 한다. 안테나 급전점과 인체머리부분과의 간격을 휴대전화기가 인체머리부분에 접근해 있는 상황으로 고려했다. 머리 부분은 도체 및 손실이 있는 유전체( $\epsilon_r=45, \sigma=1.9 \text{ s/m}$ )를 사용했고 각각에 대해서 전자계를 해석했다.[4][5] 안테나 급전점과 인체머리부분과의 간격이 4mm일 때의 방사패턴은 그림 8과 같으며 최대이득은 6.18dBi로 인체의 머리부분이 반사판으로 존재함을 알 수 있다. 안테나와 인체 머리 부분과의 각도를 0°로 하고 급전점과 인체 머리 부분의 간격을 각각 4mm와 10mm로 할때의 전계세기는 그림 9와 그림 10과 같다. 안테나 급전점과 인체머리부분과의 간격이 멀어질수록 최대이득은 점점 약해지면서 인체머리부분에 전계의 영향도 점점 약해진다.

또한, 안테나와 인체머리부분과의 각도를 0°, 30°, 45°로 회전해서 위치할 때 표 2와 같이 최대이득이 0°에서 6.18dBi, 30°에서 4.95dBi, 45°에서 5.17dBi이고, 인체머리부분에 회전각도가 클수록 전계의 영향이 점점 커짐을 알 수 있다.

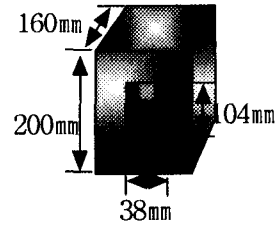


그림 7. 인체의 머리 부분을 고려한 해석 모델  
Fig. 7 Computational model include human head

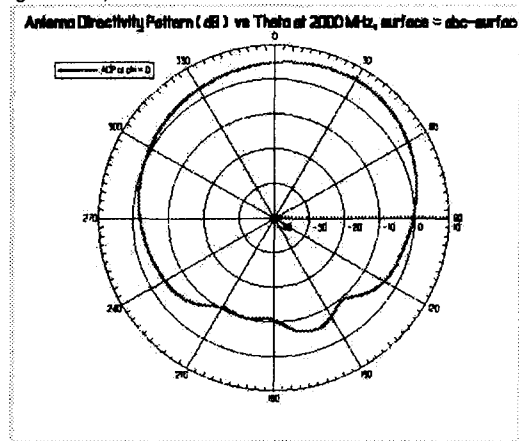


그림 8. 인체머리부분을 고려한 용량을 장하한 QMSA의 방사 특성(계산값)

Fig. 8 Radiation pattern characteristics of QMSA to load capacitors mounted on portable telephone include human head (calculated value)

표2. 휴대폰 각도에 따른 전계 분포 특성  
Table2. The E-field distribution characteristics verus change of potable telephone phase

| 각도             | 0°        | 30°       | 45°       |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| 공진주파수          | 2.20GHz   | 2.19GHz   | 2.20GHz   |
| 최대이득           | 6.18dBi   | 4.95dBi   | 5.17dBi   |
| 인체머리부분의 전계의 세기 | 1.1578e+2 | 1.3945e+2 | 1.6646e+2 |

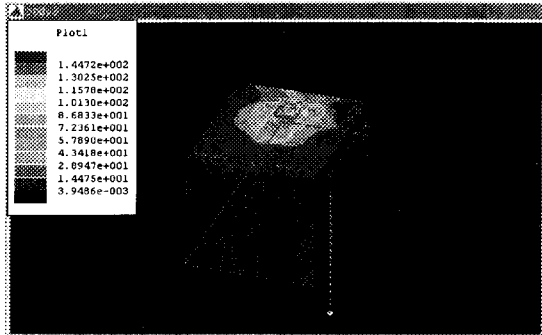


그림 9. 인체 두부의 형상의 계산된 전계 분포(간격=4mm)  
Fig. 9 The computed E-field distributions of human head shape ( interval=4mm)

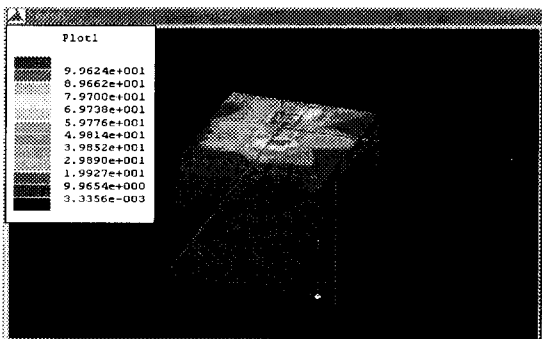


그림 10. 인체 두부의 형상의 계산된 전계 분포(간격=10mm)  
Fig. 10 The computed E-field distributions of human head shape ( interval=10mm)

### V. 결론

본 논문에서는 휴대전화기에 있어서 휴대전화기가 단독으로 사용되는 경우와 인체 근접에서 사용되는 경우의 특성이 다름을 명확히 했다. 목적으로하는 공진 주파수를 2GHz로 설정하고 용량을 장하한 소형화된 안테나를 설계·제작하여 리턴로스와 방사특성을 계산하고 측정하여 매우 일치됨을 확인하였다. 그리고 휴대전화기케이스가 안테나의 일부로서 동작하기 때문에 휴대전화기케이스의 크기를 그라운드판으로 하여 안테나 최대이득이 그라운드판을 고려하지 않은 안테나보다 2dBi 큰 5.91dBi임을 확인하였다. 그리고 급전점과 인체머리부분과의 간격이 멀어질수록 최대이

득은 점점 약해지면서 인체머리부분에 전계의 영향이 점점 약해짐을 확인했다. 또한 안테나와 인체머리부분과의 각도를 0°, 30°, 45°로 회전해서 위치할 때 최대이득이 0°에서 6.18dBi, 30°에서 4.95dBi, 45°에서 5.17dBi이고, 인체머리부분에 회전각도가 클수록 전계의 영향이 점점 커짐을 알 수 있었다. 따라서 휴대전화에 부착된 안테나 특성은 인체에 있어서 크게 영향 받는 경향이 있다. 휴대전화용 안테나 특성을 고성능화하기 위해서는 인체의 영향을 충분히 고려하여 설계·제작해야 한다고 생각한다.

### 참고문헌

- [1] 佐藤 眞一, “人體頭部模擬ファク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] 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.
- [3] 坂口浩一, 南條行則, 瀬谷浩一郎, 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] 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
- [5] 渡辺聰一, 多氣昌生 “頭部近傍の携帯無線機のアンテナ入力インピーダンス特性”, 電子情報通信學會(B), pp.29-36, Sept., 1995



선승호(Seung-Ho Sun)

1982년 2월 : 조선대학교 전자공학과 졸업(학사)

1991년 2월 : 광운대학교 산업대학원 산업정보과 졸업(석사)

2001년 3월 : 동신대학교 대학원 정보통신공학과 박사 5학기

1978년 3월~ 현재 : 한국 전산원 수석연구원

※관심분야: 이동체 안테나 설계, 초고주파 회로 설계, EMI/EMC



박수봉(Soo-Bong Park)

1982년 2월 : 조선대학교 전자공학과 졸업(학사)

1984년 2월 : 조선대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)

1995년 2월 : 조선대학교대학원 전자공학과 졸업(박사)

1986년 3월~1991년 8월 : 동신전문대학교 전자공학과 조교수

1991년 8월~현재 : 동신대학교 정보통신공학과 부교수

※관심분야 : 이동체 안테나 설계, 초고주파 회로 설계, EMI/EMC



김재이(Jae-Yee Kim)

1979년 2월 : 건국대학교 전자공학과 졸업(학사)

1992년 8월 : 건국대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)

1990년 8월 : 건국대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사)

1979년 12월~1988년 2월 : 한국전력공사 송변전건설처

1988년 3월~1991년 3월 : 동간대학교 전자과 전임강사

1992년 3월~1993년 2월 : 일본 동지사대학교 전기공학과 Post -Doc

1991년 3월~현재 : 동신대학교 정보통신공학과 부교수

※관심분야 : 이동체 안테나 설계, 초고주파 회로 설계, EMI/EMC



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