

이동통신용 내장형 QMSA에 대한 연구

A Study of Internal QMSA for Mobile Communication

*류 현 **이 남렬 ***박 성교 ***박 종백

*목포 과학대학 전자계산과 **전남 과학대학 정보통신과

***조선대학교 공과대학 전자·정보통신공학부

062-230-7063 jbpark@chosun.ac.kr

*Ryu Hyun **Lee Nam Yul ***Park Sung Kyo ***Park Chong Baek

*Dept. of Computer Science Mokpo Science College

**Dept. of Info. and Comm. Chunnam Techno College

***Dept. of EICE Chosun University

062-230-7063 jbpark@chosun.ac.kr

ABSTRACT

In this paper we fabricated QMSAs for 850MHz band on the teflon substrate with $\epsilon_r=2.6$, $t=1.6\text{mm}(\pm 0.08)$ (CGP-500). We measured the resonant frequency and the return loss with cutting the gap region between radiation patch and ground plate by a 5mm length step by step. As a result we found that the measured data was not so bad unlike other papers when the gap region was closer to zero, especially under 10mm.

I. 서 론

넓리 사용되고 있는 휴대용 이동통신 단말기는 크기와 무게 때문에 또 부착된 안테나는 사용시의 불편함 때문에 더욱 더 소형화가 요구되어지고 있다. 안테나를 소형화하면 효율이 떨어지고 주파수 대역폭이 좁아지는 것이 일반적인데 이같은 제약 조건들을 만족하면서 내장용으로 실용화 할 수 있는 안테나가 MSA(마이크로스트립 안테나)¹⁾이다.

MSA는 넓은 그라운드판 위에 공진 길이가 $\lambda/2$ 인 방

사패치가 공진 형태를 이루고 있으며 급전점의 양측에 전기력선이 형성되기 때문에 그라운드판을 절제하는 경우 전기력선 형성에 제한을 받게 되고 그에 따라 이득이 떨어지는 등 소형화에 어려움이 있다.

1988년 Chujo, Teshirogi 등이²⁾ 패치의 길이는 $\lambda/4$ 이면서 패치의 폭과 그라운드판의 폭을 같게하고 또 좌우측 중 한쪽의 그라운드판과 방사 패치를 단락시켜 소형화한 QMSA(Quarter-wavelength Microstrip Antenna)를³⁻⁶⁾ 제안하였다. 그러나 그라운드판이 짧을 경우 전기력선 형성에 제한을 받게되어 이득이 떨어지는 단점을 가지고 있다.

본 연구에서는 그라운드판의 길이가 $\lambda/4$ 패치 길이의 2배이면서 폭은 같은 850MHz 대의 QMSA를 설계·제작하고 실험에 의하여 특성이 가장 양호한 급전점을 선정한 다음 그라운드판과 방사 패치 사이의 간격을 5mm 씩 잘라가며 공진주파수와 반사손실을 측정한 결과 두 사이의 간격이 10mm이하로 줄아지면 반대로 특성이 개선됨을 확인 할 수 있었다.

II. QMSA

안테나 기술의 발전에 힘입어 이동 통신 시스템은 더욱 소형화되어 가고 있으며 이동 통신 시스템에 내장된 안테나도 더욱 소형·경량이며 값이 찐 것이 요구되고

있다. MSA는 이같은 요구를 만족할 수 있을뿐 아니라 이동 통신 시스템에 내장시킬 수 있다는 점에서 가장 적합한 안테나라고 할 수 있다. 그러나 MSA는 효율, 대역폭 그리고 이득 등이 패치의 모양, 크기, 기판의 종류 및 두께, 유전율등에 따라 달라지기 때문에 설계시 신중을 기해야한다.

A. 한쪽이 단락된 QMSA

한쪽이 단락된 QMSA는 그림 1과 같이 패치의 한쪽 끝이 전기적으로 단락된 $\lambda/4$ 구형 패치 안테나이다. 즉 기존의 $\lambda/4$ 패치 안테나와는 다르게 패치의 한쪽은 그라운드판과 방사 패치의 길이를 같게하고 또 급전점의 다른 한쪽은 방사 패치와 그라운드판을 단락 시키므로써 더욱 소형화한 안테나이다. 그림 1(b)와 같이 급전점 왼쪽의 간격 L_3 는 방사 패치와 그라운드판사이의 개구면으로 전기력선이 미치는 범위를 결정한다. 따라서 급전점 왼쪽의 간격 L_3 가 짧은 경우 전기력선이 미치는 범위가 좁아지고 이득이 떨어진다. 또한, 같은 간격 L_3 에 대해서 유전체의 유전율이 낮을수록 이득이 크고, 안테나 전체 길이가 길어 질수록 이득이 크다. 그리고 패치 폭 W 는 공진 주파수의 $\lambda/2$ 근처에서 이득이 최대가 된다.

한쪽이 단락된 $\lambda/4$ 구형 마이크로스트립 안테나의 전송 선로 모델은 개구면의 방사 콘덕턴스와 방사 서셉턴스만 다른 $\lambda/4$ 구형 마이크로스트립 패치 안테나의 전송 선로 모델과 같다. 따라서 한쪽이 단락된 $\lambda/4$ 구형 마이크로스트립 안테나의 입력 어드미턴스는 식(3)과 같다.

$$Y_a = Y_{01} \frac{1}{j \tan \beta_2 L_4} \quad (1)$$

$$Y_b = Y_{01} \frac{G + j(B + Y_{01} \tan \beta_1 (L_2 - L_4))}{Y_{01} + j(G + jB) \tan \beta_1 (L_2 - L_4)} \quad (2)$$

$$Y_{in} = Y_a + Y_b \quad (3)$$

여기서 G : 방사 콘덕턴스

B : 방사 서셉턴스

β_1, β_2 : 위상 정수

$L_2 - L_4$: 좌측 개구면부터 급전점까지의 길이

L_4 : 우측 단락 회로로부터 급전점까지의 길이

Y_{01} : 구형 마이크로스트립 방사 소자의

전송 선로 특성 어드미턴스

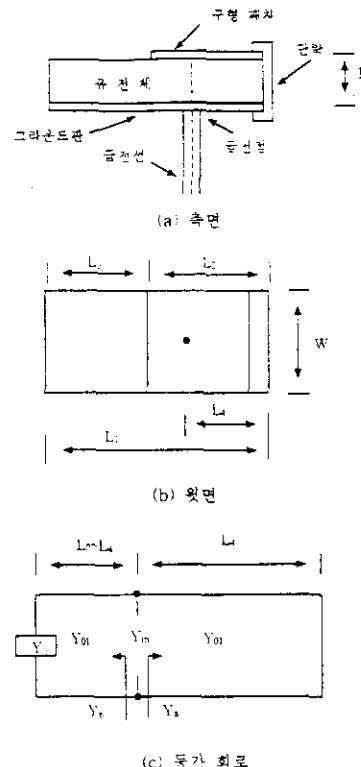


그림 1. 한쪽이 단락된 QMSA의 구조 및 등가회로

B. 방사 어드미턴스

구형 마이크로스트립 패치와 그라운드판사이의 방사 콘덕턴스 G와 방사 서셉턴스 B의 계산식은 다음 식 (4)-(8)과 같다.

$$G = \frac{W_e \frac{7.75 + 2.2 k_0 H + 4.8 (k_0 H)^2}{1000 \lambda_0}}{(1 + \frac{(\epsilon_r - 2.45)(k_0 H)^3}{1.3})} \quad (4)$$

$$B = 0.01668 \frac{4a}{H} \frac{W_e}{\lambda_0} \epsilon_e \quad (5)$$

$$\frac{4a}{H} = \frac{0.95}{1 + 0.85 k_0 H} - \frac{0.075 (\epsilon_r - 2.45)}{1 + 10 k_0 H} \quad (6)$$

$$W_e = \frac{120 \pi H}{Z_0 \sqrt{\epsilon_e}} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \epsilon_e &= \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r + 1}{2} \left(1 + \frac{12H}{W}\right)^{-\frac{1}{2}} \\ &\quad - \frac{(\epsilon_r - 1)}{4.6} \frac{\frac{1}{H}}{\sqrt{\frac{W}{H}}} \end{aligned} \quad (8)$$

여기서

W : 방사 패치 폭

W_e : 실효 방사 패치 폭

H : 유전체 두께

 ϵ_r : 비유전율 ϵ_e : 실효 유전율k₀ : 자유 공간에서의 전파 상수

III. 설계 및 제작

일반적으로 마이크로스트립 안테나는 그라운드판의 크기에 따라 전기력선의 미치는 범위가 제한될뿐만 아니라 이득도 크게 좌우되므로 실제 안테나의 크기가 방사 패치의 크기보다 훨씬 큰것으로 알려져 있다. 그러나 본 연구에서 설계·제작한 마이크로스트립 안테나는 방사 패치의 길이를 기준의 $1/2\lambda$ 에 비해 $1/2$ 정도로 짧게 하고 이 때 방사 패치의 폭과 그라운드판의 폭이 같도록 소형화하였으며, 그라운드판은 동박을 이용하여 방사 패치와 접속되도록하여 전기력선의 미치는 범위가 제한 받지 않도록 하였다.

설계·제작된 마이크로스트립 안테나의 중심 주파수는 휴대폰의 사용주파수대에 해당하는 850MHz로 하였으며 기판은 유전율 $\epsilon_r=2.6$, 두께 1.6mm(± 0.08)인 CHUKOH사의 CGP-500 테프론 기판을 사용하였고 그림 1에 나타낸 제작된 안테나 각부의 척도는 표 1과 같다.

표 1. 설계·제작된 QMSA의 제원

종 류	길 이 [mm]
L ₁	52.15 - 104.3
L ₂	52.15
L ₃	0 - 52.15
L ₄	6.52, 13.04, 19.56, 26.08
W	41.4

IV. 실험 및 결과

제작된 QMSA의 공진주파수 및 반사손실 특성은 WILTRON사의 회로망 분석기(54107A)를 이용하여 측정하였다. 이 때 먼저 안테나의 정확한 금전점을 실험에 의하여 구한 다음 간격 L₃를 처음에는 2.15mm 이후에는 그라운드판과 방사패치와의 간격이 같아질때까지 5mm씩 잘라가며 측정하였다. 측정 데이터중 일부를 그림 2 - 그림 5에 나타냈다.

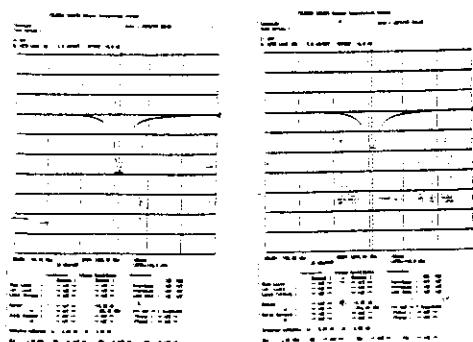
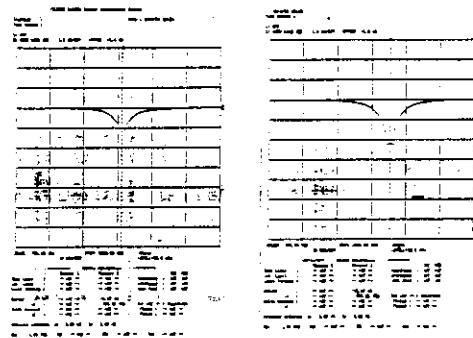
그림 2. 간격 L₃=51.2mm그림 3. 간격 L₃=25mm그림 4. 간격 L₃=10mm그림 5. 간격 L₃=0mm그림 5. 간격 L₃=0mm

그림 2. 금전점 위치에 따른 반사손실

금 전 점 위 치 L ₄ [mm]	반 사 손 실 [dB]
26.08	-10.38
19.56	-14.81
13.04	-17.82
6.52	-6.77

표 3. 간격 L₃ 변화에 따른 공진주파수 및 반사손실

간 격 L ₃ [mm]	공 진 주파수 [MHz]	반사손실 [dB]	간 격 L ₃ [mm]	공 진 주파수 [MHz]	반사손실 [dB]
0	876.25	-11.19	30	854.50	-11.25
5	859.75	-8.95	35	856.00	-11.93
10	855.25	-5.27	40	853.00	-14.21
15	856.00	-6.18	45	855.25	-12.95
20	853.75	-6.57	50	856.00	-13.47
25	854.50	-9.27	52.15	856.75	-14.56

급전점은 길이 L_4 를 4등분하여 측정한 결과 특성이 제일 좋은 13.04mm 지점으로 하였으며, 측정 결과 길이 L_1 이 104.3mm로써 제일 길 때 반사손실값이 -14.56(dB)로 가장 좋았으며 간격이 좁아짐에 따라 반사손실 값도 작아지다가 그라운드판과 방사패치와의 간격이 10mm 이하부터서는 반대로 반사손실 값이 증가하는 것을 확인 할 수 있었다.

V. 결 론

안테나 기술은 이동 통신 기술의 발전과 더불어 크게 향상 되어졌으나 마이크로스트립 안테나의 경우 그라운드판이 작을 때 전기력선 형성에 제한을 받게 되고 그에 따라 이득이 떨어지는 결과를 초래하여 소형화에 어려움이 있다. 따라서 휴대용 이동통신 단말기에 내장하기 위해서는 새로운 구조 즉 크기가 작으면서도 특성이 양호한 마이크로스트립 안테나가 요구되어지고 있다.

본 연구에서는 주파수 850MHz대 이동통신 단말기의 내장용 안테나로 적합하다고 생각되는 즉 방사 패치의 길이가 공진 주파수의 $\lambda/4$ 에 해당하는 구형 마이크로스트립 패치 안테나(QMSA)를 설계·제작하였다.

먼저 가장 특성이 좋은 급전점을 실험에 의하여 선정한 다음 방사 패치와 그라운드판과의 간격 L_3 를 처음에는 2.15mm 다음에는 5mm 간격으로 잘라가면서 공진주파수와 반사손실을 측정한 결과 그라운드의 길이가 방사 패치의 길이보다 2배인 경우 예상한대로 공진주파수 856.75MHz, 반사손실 -14.56[dB]의 양호한 결과가 나왔으나, 이 둘 사이의 간격이 10mm 이하로 좁아짐에 따라 예상과 달리 반대로 특성이 좋아지는 결과를 얻었다.

물론 안테나 제작과 측정의 부정확함을 고려하더라도 이에 대해 좀 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

REFERENCE

1. J.R. James and P.S. Hall, *Handbook of MICROSTRIP ANTENNAS*, Peter Peregrinus Ltd. London, 1989.
2. W. Chujo and T. Teshirogi, "A Microstrip Antenna of Circular Polarization over Wide Angles Using $\lambda/4$ Short-Circuit Patches," *Trans. on ICIEE* vol. J-71-B, no. 11, pp. 1287-1292, Nov. 1988.
3. W. Chujo and T. Teshirogi, "A MICROSTRIP ANTENNA OF WIDE ANGLE CIRCULAR POLARIZATION USING QUARTER-WAVELENGTH SHORT-CIRCUIT PATCHES," *IEE 6th ICAP*, vol. 1,

pp. 135-139, Apr. 1989

3. A. Paul, V. Brown and A.R. Noerpei, "PATTERN DIVERSITY ANTENNAS FOR MOBILE COMMUNICATION," *Proc. of URSI International Symposium on Electromagnetic Theory*, pp. 108-110, Aug. 1992.
4. G.A. Kyriacou and J.N. Sahalos, "Analysis of a Probe-Fed Short-Circuited Microstrip Antenna," *IEEE Trans. on Vehicular Technology*, vol. 45, no. 3, pp. 427-430, Aug. 1996.
5. Z.D. Liu, P.S. Hall and D. Wake, "DUAL FREQUENCY PLANAR CIRCULARLY POLARIZED ANTENNA AT S AND L BANDS," *IEE 10th ICAP* vol. 1, pp. 378-380, Apr. 1997.
6. T.D. Ormiston, P. Gardner and P.S. Hall, "MICROSTRIP SHORT-CIRCUIT PATCH DESIGN EQUATIONS," *MICROWAVE AND OPTICAL TECHNOLOGY LETTERS*, vol. 16, no. 1, pp. 12-14, Sep. 1997.