

# 소형 마이크로스트립 안테나 설계 및 제작

\*곽원일, \*박수봉, \*김재이, \*고영혁

\*동신대학교 정보통신공학과

## Design and fabrication of a Small Microstrip Antenna

\*Won-Il Kwak, \*Soo-Bong Park, \*Jae-Yee Kim, \*Young-Hyuk Ko

\*Dept. of Information & Communication Eng. Dongshin Univ.

yhko@white.dongshinu.ac.kr

TEL.0613-330-3191/FAX.0613-330-2909

### 요 약

본 논문에서는 기존의 QMSA에 비해 안테나 전체 길이를 소형화함은 물론 전기력선이 미치는 범위가 제한받지 않도록 그라운드 판을 접어올린 좌측 평행 평판과 방사 패치사이 용량을 장하고 급전점의 위치를 조절하여 더욱 소형화할 수 있는 용량을 장하한 QMSA를 제안하고 설계·제작했다. 설계·제작된 용량을 장하한 QMSA는 중심 주파수를 2.0GHz하고 급전점을 변화시켜서 안테나 전체 길이를 40mm에서 37mm로 소형화하였다. 또한, 급전점을 변화시켜서 용량을 장하한 QMSA의 방사 패치 길이가 17mm( $\lambda_g/4$ )의 2배인 35.1( $\lambda_g/2$ )로 제작된 용량을 장하한 변형된 MSA는 공진주파수가 2.16GHz로 용량을 장하한 QMSA에 비해 소형화할 수는 없으나 대역폭이 9.20 %로 매우 넓음을 보였다. 그리고 상용화된 HFSS에 의해서 QMSA, 용량을 장하한 QMSA, 변형된 MSA, 용량을 장하한 변형된 MSA 등의 방사 특성과 리턴로스 특성 분석은 용량을 장하하는 안테나가 이득은 낮지만 공진 주파수가 낮아서 소형화할 수 있음을 보였다.

### I. 서 론

마이크로스트립 안테나는 유전율이 낮을수록 효율이 좋고 기판이 두꺼울수록 효율이 좋다. 그리고 주파수가 낮을 경우 효율이 낮기 때문에 소형화된 안테나로 사용하기 어렵고 준 마이크로파 대역과 같은 높은 주파수 대역에서는 효율이 높기 때문에 소형화 제약 조건을 만족할 수 있는 필연적인 안테나이다.

마이크로스트립의 방사소자에 대한 개념은 1953년 Dechamps에 의해서 처음으로 제안되었고, 이론적 모델이 개발된 실질적인 안테나는 1970년경에 Howell과 Munson에 의해서 만들어졌다. 일반적인 마이크로스트립 안테나는 넓은 그라운드 판 위에 공진 길이가  $\lambda_g/2$ 인 패치가 공진 형태를 이루고 있으며 구조적으로 어레이 형태를 취하고 있다. 그리고 급전점의 좌·우측에 방사 패치와 그라운드 판 사이 전기력선이 형성되기 때문에 급전 점의 좌·우측 그라운드 판을 짧게 하는 경우 전기력선 형성에 제한을 받게 되고 그에 따라 이득이 떨어지는 결과를 초래하여 소형화에 어려움이 있다.

본 논문은 기존의 QMSA에 비해 안테나 전체

길이를 소형화함은 물론 전기력선이 미치는 범위가 제한받지 않도록 그라운드 판을 접어올린 좌측 평행 평판과 방사 패치 사이 용량을 장하고 급전점의 위치를 조절하여 더욱 소형화할 수 있는 용량을 장하한 QMSA를 제안하고 설계·제작했다. 그리고 방사패치 길이가  $\lambda_g/2$ 인 변형된 MSA에 용량을 장하한 변형된 MSA를 설계·제작하고, 용량을 장하한 QMSA와 비교했다. 또한 상용화된 HFSS에 의해서 QMSA, 용량을 장하한 QMSA, 변형된 MSA, 용량을 장하한 변형된 MSA 등의 방사 특성과 리턴로스 특성을 비교 분석했다.

### II. 소형화된 MSA구조

#### 2-1 용량을 장하한 QMSA 구조

현재 많은 연구가 이루어지고 있는 QMSA의 경우 급전점의 좌측은 단락되어 있고, 우측은 방사 패치와 그라운드판사이 전기력선이 형성된다. 그라운드판을 짧게 하는 경우 전기력선 형성에 제한을 받게 되어 이득이 떨어지는 결과를 초래하여 소형화에 어려움이 있다. 따라서 전기력선

형성에 제한받지 않도록 QMSA의 우측 그라운드판을 접어올려 용량을 구성시켰다.<sup>[1,2]</sup>

설계된 안테나 구조는 그림 1과 같으며 폭  $W_1$ , 길이  $L_2$ 의 좌측 평행 평판과 길이  $L_1$ 의 그라운드판을 급전점 좌측에서 단락시키고, 그라운드판 우측과 길이  $L_4$ 의 우측 평행 평판을 단락시킨다. 그리고 좌측 평행 평판과 우측 평행 평판 사이 용량을 구성시켰다.

설계된 안테나는 그라운드판이 우측 평행 평판과 단락되어 있기 때문에 전기력선 형성에 제한받지 않고 그라운드판을 줄일 수 있어서 소형화할 수 있다. 방사패치( $L_3$ )와 우측 평행 평판( $L_4$ ) 사이 간격이 크면 용량이 작고, 방사패치와 우측 평행 평판사이 간격이 작으면 용량이 크다. 그리고 방사패치와 우측 평행 평판 사이 용량을 구성시키므로서 용량의 크기에 따라 더욱 더 소형화할 수 있다.

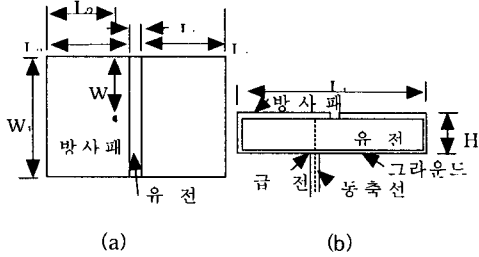


그림 1. 용량을 장하한 QMSA 구조  
a) 윗면 b) 측면

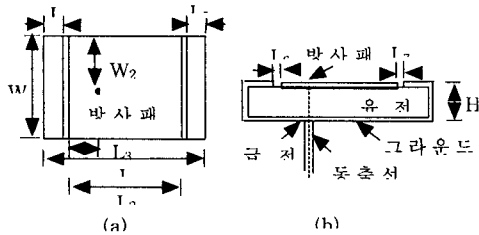


그림 2. 용량을 장하한 변형된 MSA구조  
(a) 윗면 (b) 측면

### 2-2. 용량을 장하한 변형된 MSA 구조

현재 많은 연구가 이루어지고 있는 MSA는 방사 패치와 그라운드 판사이 전기력선이 형성된다. 그라운드 판을 짧게 하는 경우 전기력선 형성에 제한을 받게되어 이득이 떨어지는 결과를 초래하여 소형화에 어려움이 있다. 따라서 용량을 장하한 MSA는 세로 축 전개 변화가 없는 방사 패치 폭과 그라운드 판의 폭을 같게 하여 소형화하고, 전기력선 형성에 제한 받지 않도록 그라운드 판을 접어 올린 좌·우측 평행 평판과 방사 패치사

이 용량을 장하시켰다.<sup>[3,4]</sup> 설계된 안테나 구조는 그림 2와 같으며 폭  $W_1$ , 길이  $L_4$ 의 좌측 평행 평판과 길이  $L_1$ 의 그라운드판을 단락시키고, 길이  $L_3$ 의 우측 평행 평판과 길이  $L_1$ 의 그라운드판을 단락시킨다. 그리고 길이  $L_2$ 의 방사 패치와 그라운드 판을 접어 올린 좌·우측 평행 평판사이 용량을 구성시켰다. 설계된 안테나는 전기력선 형성에 제한을 받지 않도록 방사 패치와 그라운드 판을 접어 올린 좌·우측 평행 평판사이 용량을 장하 함으로서 그라운드 판을 줄일 수 있고 소형화할 수 있다. 방사 패치와 좌·우측 평행 평판사이의 간격이 크면 용량이 작고, 방사 패치와 좌·우측 평행 평판사이의 간격이 작으면 용량이 크다.

### III. 실험 및 고찰

특성 고찰에 의한 안테나 제작은 목적으로 하는 중심 주파수를 2.0 GHz로 설정하고 각부의 척도를 다음과 같이 결정했다. 제작된 안테나의 척도는 표 1과 같다. 폭  $W_1$ 은 입력 임피던스와 이득에 관계되고 제작된 안테나는 이득이 최대가 되도록 25 mm를 선택하였다.

설계·제작된 용량을 장하한 QMSA1은 안테나 전체길이가 일반적인 MSA의 방사 패치 길이  $\lambda_g/2(42\text{mm})$ 보다 짧게 40mm로 하고 그라운드판이 필요 없도록 표1과 같이 설계되었다. 또한 방사 패치 길이가  $\lambda_g/4(19.5\text{mm})$ 이고 전기력선이 미치는 범위가 제한받지 않도록 그라운드판을 접어 올린 우측 평행 평판과 방사 패치사이 용량을 장하함으로써 소형화하였다. 그리고 목적으로 하는 중심 주파수를 2.0 GHz로 설정하고 급전점의 위치를 변형해 설계된 용량을 장하한 QMSA2의 척도는 표2와 같고, 표1의 척도로 설계된 용량을 장하한 QMSA1보다 더욱 소형화할 수 있음을 그림3과 같은 리턴로스 특성에서 비교해 보였다. 그러나 용량을 장하한 QMSA2는 대역폭이 3.85%로 용량을 장하한 QMSA1의 대역폭 5.75%보다 이 좁다. 그리고 설계·제작된 급전점의 위치를 변형한 QMSA2의 방사 패턴 특성은 그림 4와 같으며, 그라운드판 쪽보다 스퀘어 방향으로 3 dB정도 이득이 크다. 특성 고찰에 의한 용량을 장하한 변형된 MSA 제작은 목적으로 하는 중심 주파수를 2.0GHz로 설정한 용량을 장하한 QMSA2의 방사 패치 길이( $\lambda_g/4=17\text{mm}$ )를 기준으로 하여 방사패치 길이를  $\lambda_g/2=35.1\text{mm}$ 로 설계·제작한 각부의 척도를 다음과 같이 결정했다.

설계에 사용된 기판은 유전율  $\epsilon_r=2.55$ 이고, 동판의 두께(H)가 3mm인 테프론에 양면 도체를 입힌 것을 사용하였으며 제작된 안테나의 척도는 표 3과 같다. 표3의 척도로 설계된 용량을 장하한 변형된 MSA와 표2의 척도로 설계된 용량을 장하한 QMSA2의 리턴로스 특성 비교는 그림 5와 같으며 용량을 장하한 QMSA2가 보다 소형화 할

수 있음을 보였다.

표 1. 용량을 장하한 QMSA1의 제원

용량을 장하한 QMSA1 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

표 2. 용량을 장하한 QMSA2의제원

용량을 장하한 QMSA2 구조			
L1(mm)	37	W1(mm)	25
L2(mm)	15	W2(mm)	8
L3(mm)	17	H(mm)	3
L4(mm)	19	공진주파수 (GHz)	2.0
L5(mm)	1	대역폭(%)	3.85

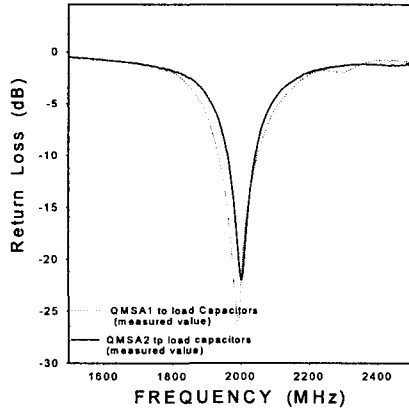


그림 3. 용량을 장하한 QMSA의 리턴로스

또한, 용량을 장하한 변형된 MSA의 경우 측정에서 얻어진 공진 주파수가 2.16 GHz이고, 리턴로스 -10 dB 대역폭은 9.2%를 얻었다. 용량을 장하한 QMSA2 안테나와 비교해서 공진 주파수는 증가하지만 대역폭은 크게 증가시킴을 보였다. 표3의 척도로 설계된 용량을 장하한 변형된 MSA의 방사 패턴은 그림 6과 같다. 그리고 표4와 같이 상용화된 프로그램 HFSS에 의한 QMSA의 비교에서 안테나 전체 크기가 같은 용량을 장하한 QMSA2는 공진주파수가 1.98GHz로 용량을 장하함으로서 소형화할 수 있음을 보였으나 대역폭이 4.20%로 용량을 장하하지 않은 QMSA에 비해 좁

고 방사이득이 2.38dbi이다. 또한, QMSA의 방사패치 길이가 17mm( $\lambda_g/4$ )의 2배인 35.1mm( $\lambda_g/2$ )를 활용한 변형된 MSA는 공진 주파수가 2.44GHz이고 대역폭이 4.39%이다. 변형된 MSA에 안테나 전체 크기가 같은 용량을 장하한 MSA는 공진 주파수는 2.17GHz로 변형된 MSA에 비해 소형화할 수 있고, 대역폭도 6.08%이며 방사이득은 4.40dBi이다.

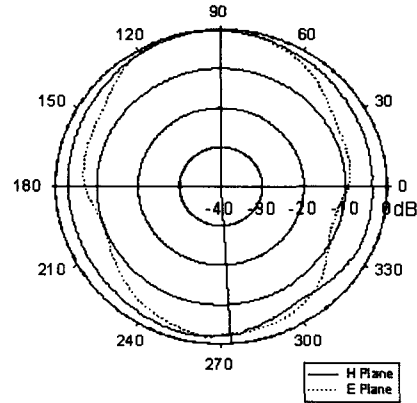


그림 4. 용량을 장하한 QMSA2의 방사 패턴

표 3. 용량을 장하한 변형된 MSA의 제원

용량을 장하한 변형된 MSA구조			
L1(mm)	45.5	L7(mm)	0.2
L2(mm)	35.1	W1(mm)	25
L3(mm)	9.7	W2(mm)	8
L4(mm)	4.5	H(mm)	3
L5(mm)	5	공진주파수 (GHz)	2.16
L6(mm)	0.8	대역폭(%)	9.2%

### V. 결 론

본 논문에서는 기존의 QMSA에 비해 안테나 전체 길이를 소형화함은 물론 전기력선이 미치는 범위가 제한받지 않도록 그라운드 판을 접어올린 좌측 평행 평판과 방사 패치사이 용량을 장하하고 급전점의 위치를 조절하여 더욱 소형화할 수 있는 용량을 장하한 QMSA를 제안하고 설계·제작했다. 그리고 방사패치 길이가  $\lambda_g/2$ 인 변형된 MSA에 용량을 장하한 변형된 MSA를 설계·제작했다. 설계·제작된 용량을 장하한 QMSA는 중

심 주파수를 2.0GHz하고 급전점을 변화시켜서 안테나 전체 길이를 40mm에서 37mm로 소형화하였다.

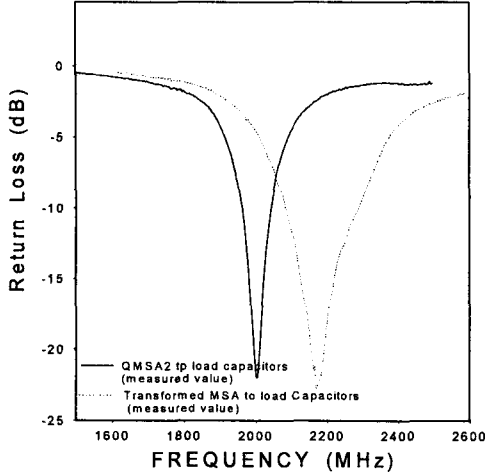


그림 5. 용량을 장하한 변형된 MSA의 리턴로스 특성

표4. HFSS에 의한 MSA의 비교

안테나 종류	QMSA	용량을 장하한 QMSA2	변형된 MSA	용량을 장하한 변형된 MSA
크기(mm) (L×W×H)	37× 25×3	37× 25×3	45.5× 25×3	45.5× 25×3
공진 주파수	2.49GHz	1.98GHz	2.44GHz	2.17GHz
방사패치	17mm ( $\lambda_g/4$ )	17mm ( $\lambda_g/4$ )	35.1mm ( $\approx \lambda_g/2$ )	35.1mm ( $\approx \lambda_g/2$ )
이득전(후)	3.81dBi (-0.62dBi)	2.38dBi (-0.59dBi)	5.69dBi (-6.59dBi)	4.40dBi (-1.984dBi)
대역폭	8.29%	4.20%	4.39%	6.08%

또한, 급전점을 변화시켜서 용량을 장하한 QMSA의 방사패치 길이가 17mm( $\lambda_g/4$ )의 2배인 35.1( $\lambda_g/2$ )로 설계·제작된 용량을 장하한 변형된 MSA는 공진주파수가 2.16GHz로 용량을 장하한 QMSA에 비해 소형화할 수는 없으나 대역폭이 9.20 %로 매우 넓음을 보였다. 상용화된 프로그램 HFSS에 의한 QMSA의 공진 주파수는 2.49GHz이고, 안테나 전체 크기가 QMSA와 같은 용량을 장하한 QMSA의 공진 주파수는 1.98GHz로 소형화할 수 있음을 보였다. 설계·제작된 용

량을 장하한 QMSA2의 측정된 공진 주파수 2.0GHz와 매우 잘 일치됨이 확인됐다. 그리고 HFSS에 의해서 용량을 장하한 변형된 MSA의 공진 주파수는 2.17GHz이고, 설계·제작된 용량을 장하한 변형된 MSA의 측정된 공진 주파수 2.16GHz와 매우 잘 일치됨을 확인 했다. 또한 용량을 장하한 안테나는 용량을 장하하지 않은 안테나에 비해서 공진 주파수가 낮기 때문에 소형화할 수 있음을 확인했다.

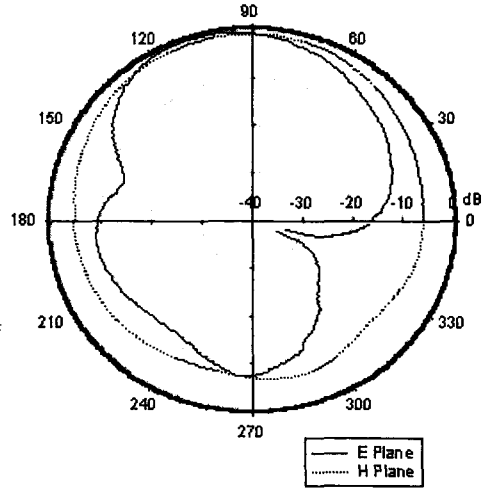


그림 6. 용량을 장하한 변형된 MSA의 방사 패턴

참고문헌

- [1] 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.
- [2] 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
- [3] 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.
- [4] 高영혁, 박수봉, 류현, “미소 루프 마이크로스트립 안테나”, 韓國電磁波學會, Vol. 8, No. 4, pp.356-362, 1997.