

기판의 유전율과 두께에 따른 대칭형 부분 단락 MSA의 특성

조창혁 °박성교 배동오 김선호 °박종백
조선대학교 대학원 °조선대학교 전자·정보통신공학부
전화 : 062-230-7063

Characteristics of Symmetrical Partially Shorted MSA with Permittivity and Thickness of Substrate

Chang-Hyeog Cho °Sung-Kyo Park Dong-Oh Bae Sun-Ho Kim °Chong-Baek Park
Graduate School Chosun University °Dept. of EIC Eng. Chosun University
E-mail : root@mwlab.chosun.ac.kr

Abstract

We designed and fabricated symmetrical partially shorted MSAs for 850 Mhz band on various Copper-clad Laminates substrates, where the width of the radiation patch is identical with that of the ground plane and the radiation patch is partially shorted to the ground plane. The resonant frequency, return loss and input impedance due to the permittivity(2.5, 3.5, 10.0) and thickness(0.76~1.57 mm, 6 types) were measured by reducing the PSW (Partially Shorted Width) to 0 mm. As a result, good characterized antennas with average 11% reduced resonant length and return loss 7.288 ~ 29.445 dB were obtained when the total PSW was in the range of 70% of radiated patch width, compared to the conventional $\lambda/4$ MSA.

I. 서론

휴대용 이동 통신 단말기에 부착된 안테나들은 단말기의 소형화에도 불구하고 크기의 변화가 적어 내장화에 관한 연구가 이루어지고 있다. 내장용으로 실용 가능한 안테나 즉, PIFA(Planar Inverted F Antenna), 슬롯 안테나 그리고 MSA(Microstrip Antenna) 중 기존의 MSA는 패치의 양측에 전기력선이 형성되기 때문에 접지 판이 좁은 경우 이득이 떨어지는 등 소형화

에 어려움이 따른다. 방사 패치의 길이가 $\lambda/4$ 이면서 패치의 폭과 접지 판의 폭은 같고 또 안테나 한쪽의 접지 판과 방사 패치를 완전 단락 시켜 소형화한 $\lambda/4$ MSA가¹⁻²⁾ 제안되었으나 전기력선 형성에 제한을 받게 되어 이득이 떨어지는 단점을 가지고 있다.

본 연구에서는 큰 이득과 넓은 대역 폭 그리고 안정된 공진 주파수와 양호한 방사 손실을 얻기 위하여 마이크로스트립 라인을 이용하여 급전하고 방사 패치의 한쪽을 대칭으로 부분 단락 시킨 850 Mhz 대의 MSA를 유전율(2.5, 3.5, 10.0)과 기판의 두께(0.76~1.57 mm, 6종류)가 각기 다른 라미네이트 기판 상에 제작, 실현 가능성에 관하여 연구하였다.

II. 대칭형 부분 단락 MSA

부분 단락 MSA는³⁻⁶⁾ 기존의 단락 MSA와는 달리 급전점이 있는 한쪽의 방사 패치와 접지 판을 대칭 혹은 비대칭으로 부분 단락 시켜 더욱 소형화한 $\lambda/4$ 구형 패치 안테나이다. 일반적으로 MSA는 접지 판의 크기에 따라 전기력선의 미치는 범위가 제한될 뿐만 아니라 대역폭, 이득 등이 크게 영향을 받으므로 실제 안테나 전체의 크기가 방사 패치 보다 훨씬 더 크다. 그러나 본 연구에서 설계·제작한 MSA는 방사 패치의 공진 길이를 기존의 $\lambda/2$ 에 비해 $1/2$ 이하로 짧게 하고 이 때 방사 패치의 폭과 접지 판의 폭이 같도록 소형화하였으며, 동박을 이용하여 안테나 한 쪽의 접지 판과 방사 패치를 대칭으로 부분 접속하여 전기력

선의 미치는 범위가 제한 받지 않도록 하였다.

설계·제작한 대칭형 부분 단락 MSA의 기본형은 그림 1과 같고, 표 1에 13 종류 안테나 각각의 규격을 나타냈다. 이 때 중심 주파수는 휴대폰의 사용주파수 대에 해당하는 850 MHz로 하였다.

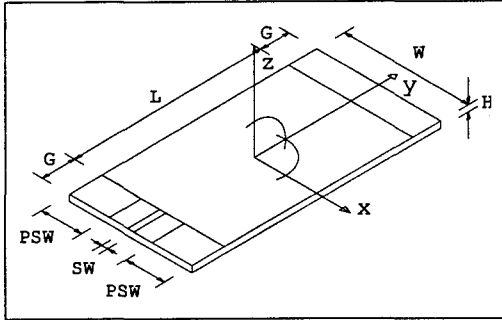


그림 1. 대칭형 부분 단락 MSA.

표 1. 대칭형 부분 단락 MSA의 규격

ϵ_r	2.5		3.5		10.0	
W [mm]	42	42	37	37	23.7	23.7
L [mm]	47	48	39	39.21	20.7	21.7
H [mm]	0.78	1.57	0.76	1.52	0.76	1.57
G [mm]	5	5	5	5	5	5
SW [mm]	1.4, 2.2	1.5, 3.0	0.7, 1.1, 1.7	1.1, 2.2, 3.4	0.7	0.7, 1.5
PSW [mm]	0~18	0~18	0~15	0~15	0~9	0~9

III. 실험 및 고찰

제작한 대칭형 부분 단락 MSA들의 공진 주파수, 반사 손실 그리고 입력 임피던스 특성은 HP사의 회로 망 분석기(8753E)를 이용하여 측정하였다. 이 때 마이크로스트립 급전 선로의 폭(SW)을 0.7~4.4 mm로 하고 부분 접지 폭(PSW)을 0 mm까지 1~2 mm씩 줄여가며 측정한 결과 유전율(ϵ_r) 2.5, 두께(H) 0.78 mm, 마이크로스트립 급전 선로의 폭(SW) 2.2 mm, 부분 단락 폭(PSW) 16 mm일 때의 공진 주파수, 반사 손실은 표 2와 그림 2(855.625 MHz, 22.215 dB), 입력 임피던스는 그림 3과 같고 유전율 3.5, 두께 0.76 mm, 마이크로스트립 급전 선로의 폭 1.1 mm, 부분 단락 폭 14 mm일 때의 공진 주파수, 반사 손실은 그림 4(857.5 MHz, 24.568 dB), 입력 임피던스는 그림 5와 같다. 또 유전율 10.0, 두께 0.76 mm, 마이크로스트립 급전 선로의 폭 0.7 mm, 부분 단락 폭 9 mm일 때의 공진 주파수, 반사 손실은 그림

6(850 MHz, 18.886 dB), 입력 임피던스는 그림 7과 같고, ZY 면에서의 방사패턴(Co와 Cross)은 그림 8과 같다.

측정 결과 입력 임피던스는 예상과 같이 유도 성분이 많은 것으로 밝혀졌으나 대역폭은 예상과 달리 유전율 10.0, 두께 0.76 mm, 마이크로스트립 급전 선로의 폭 0.7 mm일 때 더 넓은 것으로 나타났다.(이 때 $H/\lambda_0=0.0022$) 또 부분 접지 폭 2개 합이 길이가 방사 패치의 폭의 약 70% 정도 되는 경우 기존의 $\lambda/4$ MSA에 비해 패치의 공진 길이가 평균 11% 짧으면서도 7.288 ~ 29.445 dB의 반사 손실을 보였다.

표 2. SW와 PSW의 변화에 따른 공진 주파수 및 반사 손실

$\epsilon_r=2.5$ H=0.78 mm					
W [mm]	42		42		
L [mm]	47		47		
SW [mm]	1.4		2.2		
P S W [mm]	Resonant Frequency [MHz]	Return Loss [dB]	Resonant Frequency [MHz]	Return Loss [dB]	
	1	430	3.24	308	2.85
	2	507.5	4.62	511	7.19
	3	548.75	3.61	577	3.4
	4	592.5	4.72	623.5	4.34
	5	631.25	3.11	646	3.72
	6	662.5	3.39	680.5	4.91
	8	710	3.81	706	6.04
	10	760	6	724	6.79
	11	785	5.53	752.5	5.84
	12	807.5	6.38	790	7.8
	13	825	8.68	806.5	10.28
	14	838.75	9.55	823	10.73
	15	850.625	13.693	844	20.46
	16	860	17.77	855.625	22.215
	17	877.5	22.81	868	19.89
	18	882.5	12.91	875.5	10.76

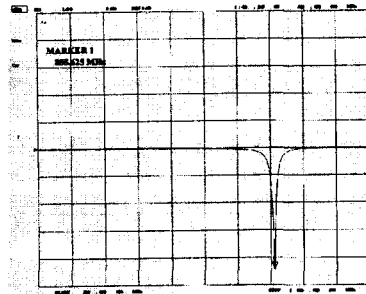


그림 2. $\epsilon_r=2.5$, H=0.78 mm, SW=2.2 mm, PSW=16 mm 일 때의 반사 손실.

기판의 유전율과 두께에 따른 대칭형 부분 단락 MSA의 특성

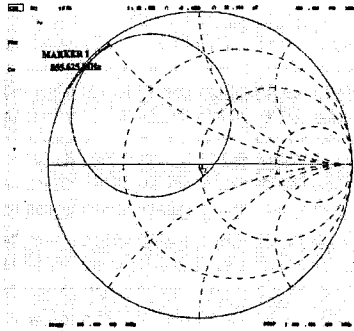


그림 3. $\epsilon_r=2.5$, $H=0.78$ mm, $SW=2.2$ mm, $PSW=16$ mm 일 때의 입력 임피던스.

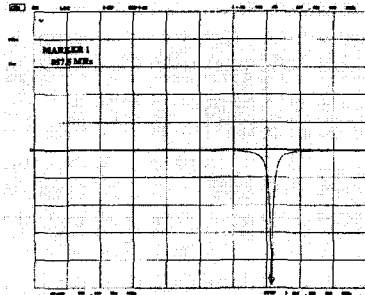


그림 4. $\epsilon_r=3.5$, $H=0.76$ mm, $SW=1.1$ mm, $PSW=14$ mm 일 때의 반사 손실.

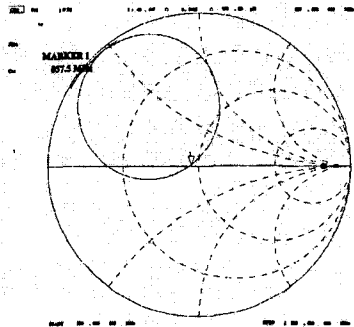


그림 5. $\epsilon_r=3.5$, $H=0.76$ mm, $SW=1.1$ mm, $PSW=14$ mm 일 때의 입력 임피던스.

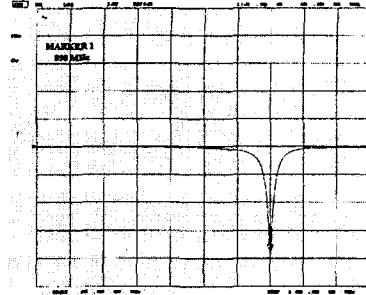


그림 6. $\epsilon_r=10.0$, $H=0.76$ mm, $SW=0.7$ mm, $PSW=9$ mm 일 때의 반사 손실.

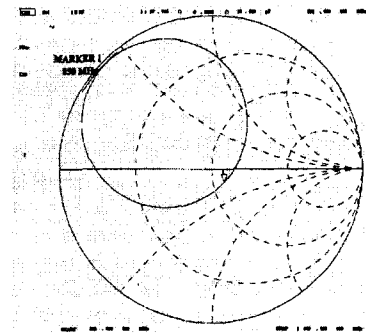


그림 7. $\epsilon_r=10.0$, $H=0.76$ mm, $SW=0.7$ mm, $PSW=9$ mm 일 때의 입력 임피던스.

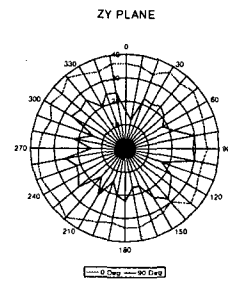


그림 8. 대칭형 부분 단락 MSA의 ZY 면(0도와 90도)에서의 방사패턴.

IV. 결 론

안테나 기술은 이동 통신 기술의 발전과 더불어 크게 향상되어지고 있으나 휴대용 이동 통신 단말기에 내장하기 위해서는 새로운 구조 즉 크기가 작으면서도 특성이 우수한 안테나가 요구되어지고 있다. 본 연구에서는 주파수 850 MHz 대 이동 통신 단말기의 내장용 안테나로 적합하다고 생각되는 구형의 대칭형 부분 단락 마이크로스트립 패치 안테나를 설계·제작하였다.

마이크로스트립 급전 선로의 폭을 0.7~3.4 mm로 하고 방사 패치의 부분 단락 폭을 1 mm씩 줄여가며 안테나의 특성 변화를 측정한 결과 부분 단락 폭 총 길이가 방사 패치 폭의 70% 정도인 경우 기존의 $\lambda/4$ MSA에 비해 공진 길이가 평균 11% 짧아지면서도 반사 손실 특성 7.288 ~ 29.445 dB의 특성이 양호한 안테나를 얻을 수가 있었다. 여러 가지 형태의 슬롯을 이용하여 대역폭을 보완하면 이동 통신용 단말기의 내장용 안테나로서 사용 가능할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 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.
2. T.D. Ormlston, 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.
3. M. Sanad, "A SMALL SIZE MICROSTRIP ANTENNA HAVING A PARTIAL SHORT CIRCUIT," *IEE 9th ICAP*, vol. 1, pp. 282-285, Apr. 1995.
4. Y.Y. Sohn, S.S. Park and C.B. Park, "Partially Shorted MSA for Mobile Communications", *IEEE TENCON99 Proc.*, pp. 518-521, Sep. 1999.
5. 조창혁, 박성교, 박종백, "슬롯을 갖는 부분 단락 MSA의 특성", *대한전자공학회 추계종합학술대회 논문집*, vol. 23 no. 2 pp. 401-404, 2000. 11.
6. Y.X. Guo, K.M. Luk, and K.F. Lee, "COMPARISON BETWEEN SYMMETRICAL AND ASYMMETRICAL PARTIALLY SHORTED PATCH ANTENNAS," *MICRO-WAVE AND OPTICAL TECHNOLOGY LETTERS*, vol. 28, no. 3, pp. 214-216, Feb. 2001.