

Parasitic element 를 갖는 구형 마이크로 스트립 안테나에 대한 해석

홍재표, 조영기, 손현
경북대학교 전자공학과

Analysis of the Rectangular Microstrip Antenna with Parasitic Element

Jae Pyo Hong, Young Ki Cho, Hyon Son
Dept. of Elect. Eng., KNU

Abstract

Rectangular microstrip antenna with parasitic element is analyzed. Radiation admittance and equivalent circuit parameters between rectangular microstrip antenna and parasitic element are obtained by using equivalent π -network parameters of the slit in the wall of the parallel plate waveguide filled with homogeneous dielectric. The return loss is calculated and measured as a function of frequency with gap width 0.5mm between the patch and parasitic element. The experimental results are in fairly agreement with calculated values.

1. 서론

M. Maeda¹⁾는 변분법 (variational method) 을 바탕으로 3차원 Green 함수를 이용하여 마이크로스트립 선로간격에서의 간격커패시턴스를 계산하였고 이를 이용하여 C. M. Krowne²⁾는 E-면 결합된 구형 마이크로스트립 안테나의 등가회로를 제시하였다. 그리고 K. F. Lee³⁾는 parasitic element 를 갖는 마이크로스트립 어레이 안테나에 대한 복사패턴을 실험적으로 구하였다.

본 논문에서는 한 면에 슬릿이 있는 평행평판 도파로에 대한 π -등가회로^{4,5)}로 부터 parasitic element 와 패치 사이의 간격에 대한 등가회로 및 복사어드미턴스를 구하였다. 이를 등가전송선로 모델을 이용하여 안테나의 반사손실 (return loss) 을 계산하였고 테프론 양면기판 (CGP-512) 을 사용하여 실험치와 비교하였다.

2. 등가회로

parasitic element 를 갖는 구형 마이크로스트립 안테나의 형태는 그림 1과 같다. 패치와 parasitic element 와의 간격은 S_e 이며 간격이 좁은 경우에는 E-면 결합이 일어난다.

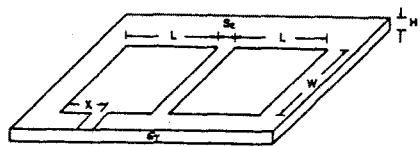
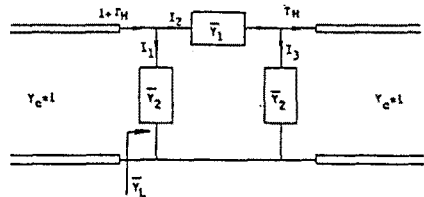
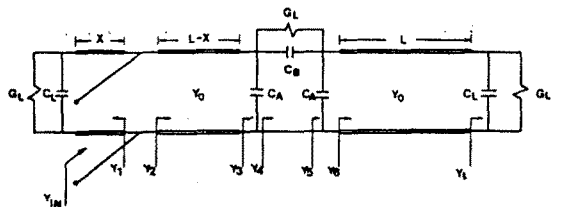


Fig.1 Geometrical structure of the rectangular microstrip antenna with parasitic element.

한 면에 슬릿의 폭이 $2a$ 인 평행평판 도파로의 π -등가회로는 그림 2(a)와 같다.^{4,5)} 이 π -등가회로와 전송선로모델을 이용하여 안테나의 등가회로를 나타내면 그림 2(b)와 같다.



(a)



(b)

Fig.2(a) Equivalent π -network for the parallel plate waveguide with slit.

(b) Equivalent circuit for the rectangular microstrip antenna with parasitic element.

그림 2(b)에서 패치의 parasitic element 사이의 간격 S_e 에 대한 간격커패시턴스 C_A, C_B 는 도파로의 슬릿 폭 $2a$ 가 S_e 일때의 C_2, C_1 으로 각각 주어진다. 그리고 안테나의 복사어드미턴스 Y_L 은 슬릿의 폭 $2a$ 가 넓은 경우

즉 $ka \geq 0.1$ 인 경우의 부하어드미턴스 \bar{Y}_L 로 주어진다. 그리고 안테나의 길이는 L , 폭은 W 이며 X 는 단일 패치 안테나의 50Ω 급전점을 나타낸다.

그림 2(b)에서 안테나의 입력어드미턴스 Y_{in} 은 식(1)과 같다.

$$Y_{in} = Y_1 + Y_2$$

$$= Y_0 \frac{Y_L + j Y_0 \tan \beta X}{Y_0 + j Y_L \tan \beta X} + Y_0 \frac{Y_3 + j Y_0 \tan \beta (L-X)}{Y_0 + j Y_3 \tan \beta (L-X)} \dots (1)$$

여기서 $Y_3 = Y_A + Y_4$, $Y_A = j\omega C_A$
 $Y_4 = Y_5 + Y_6$, $Y_5 = G_L + j\omega C_B$
 $Y_6 = Y_7 + Y_8$, $Y_7 = G_L + j\omega C_L$
 $Y_8 = Y_0 \frac{Y_L + j Y_0 \tan \beta L}{Y_0 + j Y_L \tan \beta L}$

식(1)에서 β 는 전파상수이며 Y_0 는 안테나의 특성어드미턴스이다. 그리고 안테나의 입력단의 반사계수, Γ_{in} 은 식(2)와 같다.

$$\Gamma_{in} = \frac{Y_{00} - Y_{in}}{Y_{00} + Y_{in}} \dots (2)$$

여기서 $Y_{00} = \frac{1}{50} (\Omega)$

또한 안테나의 반사손실(return loss)은 식(3)과 같다.

$$R.L = 20 \log |\Gamma_{in}| \dots (3)$$

3. 결과 및 고찰

parasitic element의 길이와 폭은 단일 패치 안테나의 동일하게 하였으며 급전점도 단일 패치 안테나와 동일하게 하였다. 패치와 parasitic element 사이의 간격 S_0 가 0.5 mm인 경우에 이론치와 실험치를 비교하였다. 안테나 제작에 사용된 기판은 CHUKOH사 CGP-512이며 비유전율 2.6 유전체 두께가 0.155mm인 테프론 양면기판이다. 사용한 안테나의 제원은 표1과 같다.

Table 1 Specification of the rectangular microstrip antenna with parasitic element.

Length L(mm)	Width W(mm)	Dielectric constant ϵ_r	Dielectric thickness h(mm)	Feed point x(mm)	Gap S_0 (mm)
30.2	37	2.6	1.55	9.16	0.5

그림 3은 간격이 0.5mm인 경우 주파수에 따른 반사손실을 측정된 실험치와 본 논문에서 제안된 등가회로를 이용한 이론치 및 Maeda¹⁾가 제시한 간격커패시턴스를 사용한 Krowne²⁾의 등가회로 모델에 대한 이론치를 나타내었다. 그림에서와 같이 본 논문에서 제안된 이론치를 실험치와 비교해 보면 약간의 공진주파수 편차는 발생되나 아주 양호한 특성을 나타내었으나 Krowne의 이론치는 상당히

큰 오차가 발생됨을 알 수 있었다.

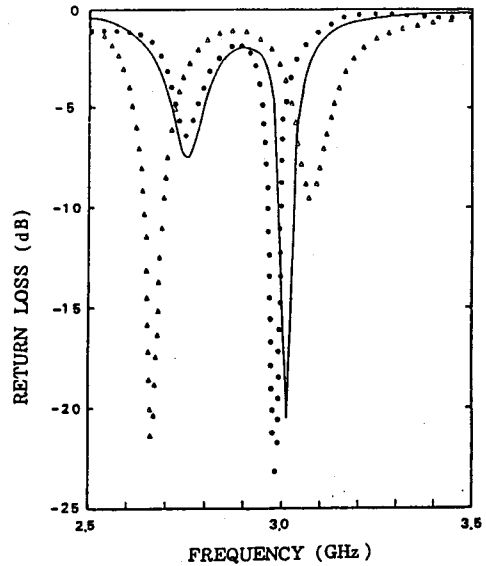


Fig.3 Theoretical and experimental return loss for $S_0 = 0.5 \text{ mm}$ (— : ours calculated, : ours measured, - - - - : Krowne's calculated)

4. 결론

parasitic element를 갖는 구형 마이크로 스트립 안테나를 해석하였다. 한 면에 슬릿이 있는 평행평판 도파로의 π -등가회로를 이용하여 패치와 parasitic element 사이의 등가회로 및 복사어드미턴스를 계산하였다. 이를 등가전송선로 모델에 적용하여 안테나의 반사손실을 계산하여 실험치와 비교한 결과 아주 양호한 특성을 나타내었다. 이는 마이크로 스트립 어레이 안테나에 적용되리라 생각된다.

참고 문헌

1. M. Maeda, "An analysis of gap in microstrip transmission lines," IEEE, Trans. Microwave Theory Tech., vol. MTT-31, pp.390-396, June 1972.
2. C.M. Krowne, "E-plane coupling between two rectangular microstrip antennas," Elect. Letters, vol.16, no-16, pp.635-636, July 1980.
3. R.Q. Lee, R. Acosta and K.F. Lee, "Radiation characteristics of microstrip arrays with parasitic elements," Elect. Letters, vol.23, no.16, pp.835-837, July 1987.
4. 김승각, 조영기 외, "한 면에 슬릿이 있는 평행평판 도파관에 대한 등가회로," 대한전자공학회 논문집, 제25권 4호, pp.11-16, 1988년 4월.
5. 김승각, 조영기 외, "한 면에 슬릿이 있는 평행평판 도파관에 관한 연구," 대한전자공학회 학술대회 논문집, pp.68-70, 1987년 7월.