

구형 마이크로스트립 안테나의

복사어드미턴스 계산

홍재표, 조영기, 손현

경북대학교 전자공학과

Radiation Admittance Calculation of the Rectangular Microstrip Antenna

Jae Pyo Hong, Young Ki Cho, Hyon Son

Dept. of Elect. Eng., KNU

Abstract

Radiation admittance of the rectangular microstrip antenna is calculated by using equivalent  $\pi$ -network parameters of the slit in the wall of the parallel plate waveguide filled with homogeneous dielectric. Using equivalent transmission line model, return loss is calculated and compared with experimental result. Calculated values for the return loss show good agreement with experimental values.

1. 서론

마이크로스트립 안테나는 기존 안테나에 비해 복사효율이 낮고 대역폭이 좁은 반면에 소형, 경량, 평면성 등의 장점이 있어 미사일, 항공기 등에 사용되고 있다.

구형 마이크로스트립 안테나의 공진특성에 영향을 미치는 복사어드미턴스를 계산하는 방법에는 여러가지 방법<sup>1,2,3</sup>이 있으나 본 논문에서는 한면에 슬릿이 있는 평행평판 도파로에 대한 등가회로<sup>4</sup>)로부터 복사어드미턴스를 구하였다. 이 복사어드미턴스를 등가전송선로모델에 적용하여 반사손실(return loss)을 계산하여 유전율 2.6인 테프론 양면 기판(CGP-512)을 이용한 실험치와 비교하였다.

2. 복사어드미턴스 계산

한면에 슬릿의 폭이  $2a$ 인 평행평판 도파로의 형태와  $\pi$ -등가회로는 그림 1과 같다.<sup>4)</sup>

기준평면  $z = -a$ 에서의 반사계수  $\bar{\Gamma}$ 와 투과계수  $T_H$ 를 이용하여 정규화된 어드미턴스는 다음 식과 같다.<sup>4)</sup>

$$\bar{Y}_L = \frac{1 + \bar{\Gamma}}{1 - \bar{\Gamma}} = \bar{G}_L + j\bar{B}_L \quad (1)$$

$$\bar{Y}_2 = \frac{1 + \bar{\Gamma} - T_H}{1 - \bar{\Gamma} + T_H} = \bar{G}_2 + j\bar{B}_2 \quad (2)$$

$$\bar{Y}_1 = \frac{(\bar{Y}_2 + 1)(\bar{Y}_L - \bar{Y}_2)}{2\bar{Y}_2 + 1 - \bar{Y}_L} = \bar{G}_1 + j\bar{B}_1$$

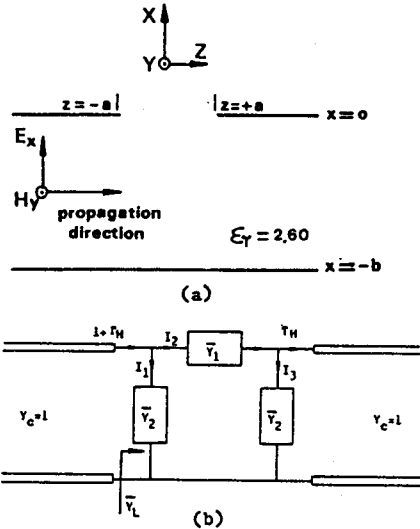
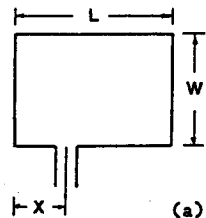


Fig. 1 (a) Parallel plate waveguide on the slit. (b) Equivalent  $\pi$ -network.

그림 1에서 슬릿의 폭이 영에 감에 따라  $\bar{G}_1$ 은  $\frac{kb}{2}$ 로 일정하다. 그리고 슬릿의 폭이  $ka \geq 0.1$ 영역에서는  $\bar{G}_1$ 값이  $\bar{G}_L$ 값과 거의 동일한 값을 갖는다. 따라서  $ka \geq 0.1$ 영역에서  $\bar{Y}_L$ 값은 거의 일정하게 나타났으며 이는 구형 마이크로스트립 안테나의 복사어드미턴스로 주어진다.

3. 결과 및 검토



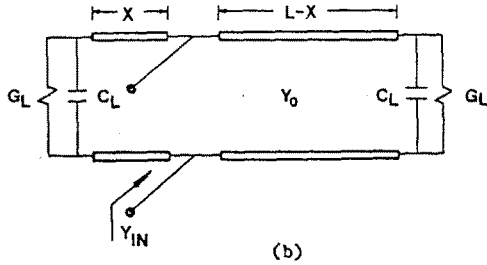


Fig. 2 (a) Geometrical structure of rectangular microstrip antenna.  
(b) Equivalent transmission line circuit.

그림 2는 안테나의 폭이  $W$ , 길이  $L$ ,  $50\Omega$  급전점이  $X$ 이고 특성임피던스가  $Z_0$ 이며 복사어드미턴스가  $Y_L$  인 구형 마이크로스트립 안테나의 형태와 등가전송선로를 나타낸 그림이다.

본 논문에서 사용한 안테나의 제원은 표 1과 같으며 CHUKOH사 CGP-512 테프론 양면기판을 이용하여 실험하였다.

Table 1. Specification of rectangular microstrip antenna.

Width $W$ (mm)	Length $L$ (mm)	Dielectric constant $\epsilon_r$	Dielectric thickness $h$ (mm)	Feed point $x$ (mm)
37	30.2	2.6	1.55	9.16

주파수가 3GHz로 일정한 경우 표 1의 안테나에 대한 복사어드미턴스를 계산한 결과는 표 2와 같다.

Table 2. Calculated radiation admittance at 3 GHz frequency

Method	Radiation conductance $G$ ( $\Omega$ )	Radiation susceptance $B$ ( $\Omega$ )
Derneryd <sup>2)</sup>	$0.1359 \times 10^{-2}$	$0.8829 \times 10^{-2}$
Harrington <sup>1)</sup>	$0.3082 \times 10^{-2}$	$0.7648 \times 10^{-2}$
Sengupta <sup>3)</sup>	$0.3083 \times 10^{-2}$	$0.9009 \times 10^{-2}$
Ours	$0.3259 \times 10^{-2}$	$1.4597 \times 10^{-2}$

표 2에서와 같이 본 논문에서 계산된 복사컨덕턴스는 기존의 컨덕턴스와 거의 변화가 없으나 서셉턴스는 Harrington<sup>1)</sup>의 값에 비해 약 2배 정도로 크게 나타났으며 이는 동일한 안테나의 패치 길이에 대해 공진주파수가 낮은 쪽에 있음을 나타낸다.

그림 3은 안테나의 반사손실을 측정된 실험치와 이론치를 나타낸 것이다. 측정된 안테나의 공진주파수는 2.933 GHz이며 Sengupta, Harrington, Derneryd의 이론치는 각각 3.000, 3.020, 3.024 GHz로 실험치와는 약 70 MHz의

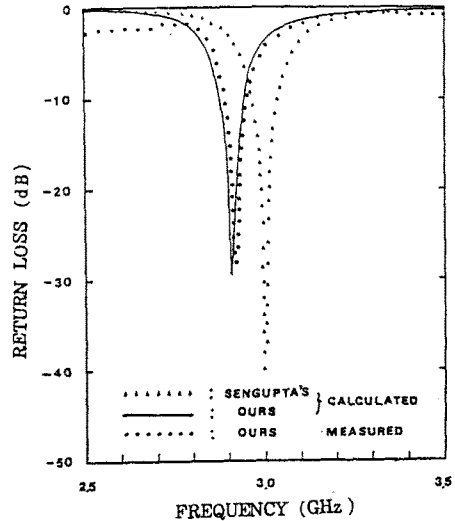


Fig. 3 Return loss of rectangular microstrip antenna.

주파수 편차를 나타냈다. 그러나 제안된 이론치는 2.910 GHz로 약 20 MHz의 주파수 편차로 비교적 양호한 공진 특성을 나타내었다. 그리고 Howell이 측정된 실험치<sup>5)</sup>와 이론치를 비교한 결과는 표 3과 같다.

Table 3. Calculated and measured resonant frequency for rectangular microstrip antennas.

Width $W$ (cm)	Length $L$ (cm)	Resonant frequency $f_0$ (MHz)		
		Measured <sup>5)</sup>	Calculated	
			Sengupta <sup>3)</sup>	Ours
4.100	4.140	2,228	2,248	2,200
6.858	4.140	2,200	2,228	2,179
10.800	4.140	2,181	2,216	2,166

$$h = 0.1524 \text{ cm } \epsilon_r = 2.5$$

#### 4. 결 론

한면에 슬릿이 있는 평형평판 도파로의  $\pi$ -등가회로를 이용하여 구형 마이크로스트립 안테나의 복사어드미턴스를 계산하였다. 이를 등가전송선로 모델에 적용하여 공진주파수를 계산하여 실험치와 비교한 결과 약 20 MHz 주파수 편차를 나타내는 양호한 특성을 얻었다. 그리고 이  $\pi$ -등가회로는 복사어드미턴스 뿐만 아니라 E-면 결합된 마이크로스트립 안테나의 등가회로로 사용되리라 생각된다.

#### 참 고 문 헌

- R.F. Harrington, "Time-harmonic electromagnetic waves," New York, McGraw-Hill, 1961.

2. A.G. Derneryd, "Linearly polarized microstrip antennas," IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. AP-24, pp.846-851, Nov. 1976.
3. D.L. Sengupta, "Approximate expression for the resonant frequency of a rectangular patch antenna," Elect. Letters, vol.19, no-22, pp. 834-835, Sept. 1983.
4. 김승각, 조영기외, "한면에 슬릿이 있는 평행평판 도파관에 대한 동가회로." 대한전자공학회 논문집, 제 25 권 4 호, pp.11-16, 1988년 4월.
5. J.Q. Howell, "Microstrip antennas," IEEE Trans. Antennas Propagat., vol.AP-23, pp.90-93, Jan. 1975.