

마이크로스트립 패치 안테나의 설계에 관한 연구

요국 ^{*}종관, 이 ^{**}홍민, 송 ^{***}우영, 박 ^{*}한규

* 연세대학교 전자과

** 안양공업전문대학교 통신과

*** 정주대학교 전자과

A STUDY ON THE DESIGN OF THE MICROSTRIP PATCH ANTENNA

Yook jong-gwan, ^{*}Lee Hong-min, ^{**}Song Woo-young, ^{***}Park Han-kyu

* Yonsei Univ. Dept. of Electronics

** Anyang Tech. College Dept. of Telecomm.

*** Chungju Univ. Dept. of Electronics

* ABSTRACT *

Previous antenna design formula produce some erroneous results at the high frequency (above x band.) This is because of the dispersion effect, surface wave, and higher order modes. We propose exact design formula which gives errors less than $\pm 0.5\%$ at the above x-band. Experimental investigations also prove the exactness of the proposed formula. Further investigations should be done to give the relations between surface wave poles, higher modes, and resonant frequency.

1. 서론

마이크로스트립 안테나는 구조적인 장점 때문에 여러 분야에서 이용되고 있기는 하지만, 사용 주파수가 높아지면 교차모드가 생기게 되고, 기판의 표면에서 발생하는 표면파, 분산 효과에 의한 유효유전율의 변화등에 의하여 그 특성이 매우 복잡한 양상을 띄게 된다. [1]

[2] 이러한 이유때문에 마이크로스트립 안테나를 X-band 이상에서 설계한다는 것이 매우 어려워지며, 기존의 설계식들이 실험값과 어긋나게 되는 것이다. [3]

기존의 설계식들은 보통 낮은 주파수 (~5GHz) 에서 기판의 두께가 파장에 비하여 매우 작다는 가정하에 제안된 것이므로, X-band와 그이상의 주파수에서는 이 가정이 어긋나게 되며, 이와같은 이유 때문에 실제 실험값은 보통 원하는 주파수보다 낮은 쪽으로 이동하여 나타나게 되고, 이러한 현상은 주파수의 λ 대역폭이 4~6% 밖에 되지않는 마이크로스트립 안테나에서는 심각한 문제를 야기시킨다. [4]

본 논문에서는 주파수에 따른 분산효과를 고려하여 매우 정확한 (약 0.5% 이내) 결과들을 얻을 수 있었다.

2. 이론

주파수의 증가에 따른 분산효과에 대한 연구는 이미 오래전부터 있어 왔으며, rigorous한 해석 보다는 근사식을 이용하는 것이 여러면에서 편리할 뿐만 아니라 정확한 값을 얻을 수 있다. 본 논문에서는 Edwards 와 Owens 에 의하여 발표된 근사식을 이용 하였다.

$$\epsilon_{corr}(f) = \epsilon_r - \frac{\epsilon_r - \epsilon_{corr}}{1 + (.43f^2 - .009f^3)(h/Z_0)^{1.33}}$$

여기에서 h 는 기판의 두께이며 [mm], f 는 주파수이고 [GHz], Z_0 는 전송선로의 특성 임피던스를 말한다.

또한 ϵ_{corr} 는 기판의 두께와 전송선로의 폭에 의하여 결정되는 유효유전상수이다.

그림 1과 그림 2는 유전율이 2.45와 10.0 인 기판에 대한 유효 유전상수의 변화를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 주파수가 높아지면 일정한 값으로 접근함을 알 수 있다.

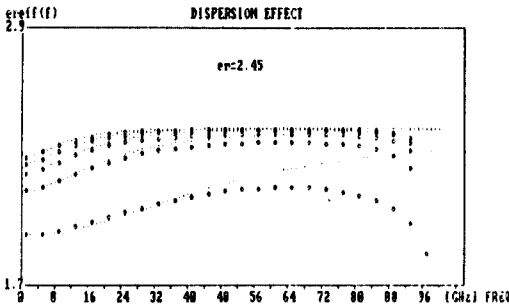


그림 1 유효 유전상수의 주파수에 따른 변화
FIG. 1 Effective dielectric constant for the frequency variation ($\epsilon_r = 2.45$)

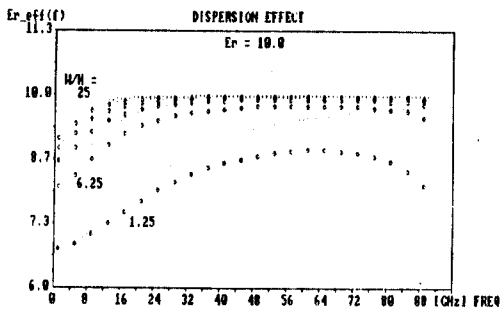


그림 2 유효 유전상수의 주파수의 따른 변화
FIG. 2 Effective dielectric constant for the frequency variation ($\epsilon_r = 10.0$)

또한 B_{hal} 에 의하여 제시된 마이크로스트립 안테나의 설계식은 (6)

$$W = \frac{v_0}{2f_r} \frac{1}{\sqrt{(\epsilon_r + 1)/2}}$$

$$L = \frac{v_0}{2f_r} \sqrt{\epsilon_0} - 2\Delta l$$

여기에서

$$\epsilon_0 = \frac{\epsilon_r + 1}{2} - \frac{\epsilon_r - 1}{2} (1 + 12h/w)^{-0.5}$$

$$\Delta l = \frac{.412h (\epsilon_r + .3)(w/h + .264)}{(\epsilon_r - .258)(w/h + .8)}$$

W 와 L , h 는 그림 3에 표시한 바와 같다.

MICROSTRIP PATCH ANTENNA

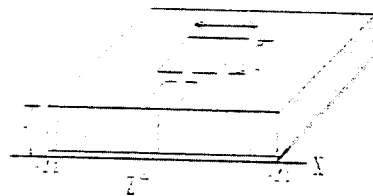


그림 3 마이크로스트립 패치 안테나의 구조
FIG. 3 Geometry of microstrip patch antenna

이제 분산 효과를 설계식에 포함시키기 위하여 원하는 주파수에서 W 를 계산하고 그값을 이용하여 $\epsilon_{corr}(f=0)$ 와 Z_0 를 계산한 다음, 앞의 식을 이용하여 $\epsilon_{corr}(f)$ 를 구한다. 이렇게하여 구한 $\epsilon_{corr}(f)$ 를 W 와 L 을 구하는 식의 ϵ_0 대신에 대입하면 새로운 설계값을 얻을수 있으며, 이 결과를 이용하여 급전 선

로와 정합 회로를 구성하면 된다.

3. 실험 결과

앞질의 식과 계산과정을 이용하여 중심 주파수 9 GHz 와 10 GHz에서 설계된 마이크로스트립 패치 안테나를 WILTRON 360 Vector Network Analyzer 를 이용하여 S_{11} 을 측정 한 결과는 40 MHz~18MHz 이동되어 나타났으며, 이는 제작상의 오차로 간주될수 있다.

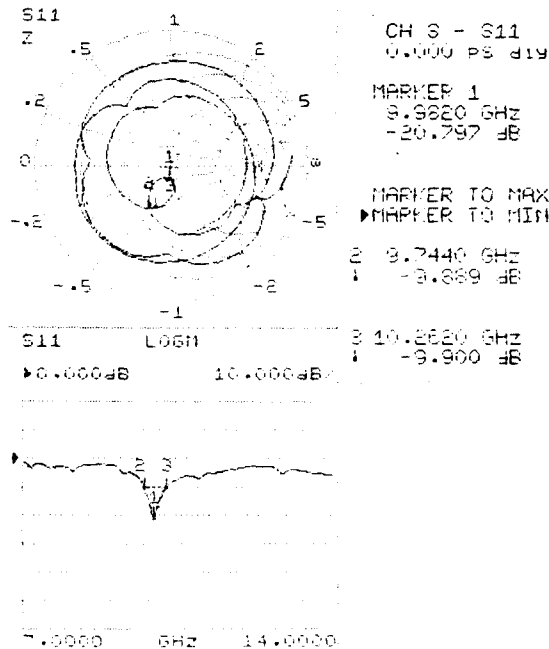


그림 4 마이크로스트립 패치 안테나의 주파수 특성
FIG. 4 Frequency characteristic of microstrip patch antenna (10 GHz)

4. 결론

본 논문에서 제안된 알고리즘을 이용하여 마이크로스트립 패치안테나의 설계식에 분산 효과를 첨가한 결과 매우 정확한 결과를 얻을 수 있음을 실험을 통하여 확인할 수 있었다. 오차가 0.4%이내인 결과는 매우 우수한 결과임을 알수 있다.

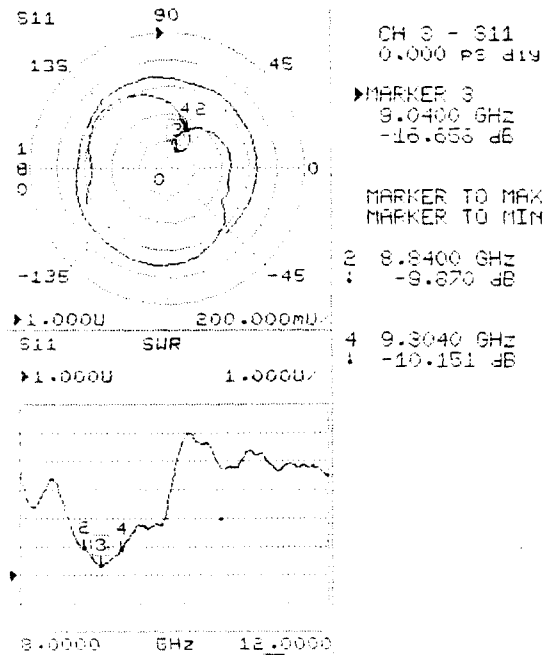


그림 5 마이크로스트립 패치 안테나의 주파수 특성
FIG. 5 Frequency characteristic of microstrip patch antenna (9 GHz)

이상에서와 같이 X - band 이상에서의 분산 효과는 매우 중요한 결과를 가지오며, 분산 효과를 고려하지 않은 설계식의 부정확성을 극복할 수 있다.

* 참고 문헌 *

- [1] J.Huang, "The finite ground plane effect on the microstrip antenna radiation patterns," IEEE Trans. on Antenna & propagations, Vol. AP-31, No. 4, July 1983
- [2] M.V.Schneider, "Microstrip dispersion," Proc. of the IEEE, Jan. 1972
- [3] N.M.Martine, "Improved cavity model parameters for calculation of resonant frequency of rectangular microstrip antennas," Electronics letters 26th Vol.24 no.11, May 1988

- [4] E. Chang, S. A. Long, & W. F. Richard, "An experimental investigation of electrically thick rectangular microstrip antennas," IEEE Trans. on Antenna & Propagation, Vol. AP-34, No. 6, June 1986
- [5] T. C. Edwards, "Foundations for microstrip circuit design," John Wiley & Sons, 1981