

Shorting Post와 Spiral 모양을 이용한 소형 패치 안테나 설계

조영상^o, 성영제, 김영식
고려대학교 전자공학과
flybear75@korea.ac.kr

Size reduction of patch antennas using shorting post and spiral shape

Young-Sang Cho^o, Young-Je Sung, Young-Sik Kim
Dept. of Radio Sciences and Eng., Korea Univ.

Abstract

This paper presents a novel method to reduce the size of microstrip patch antennas using shorting post and spiral shape. The spiral conductor shape of the proposed shorted patch antennas increases the length of the current patch for a given area. Two spiral shaped patch antennas with shorting post operating at 700 MHz bands are investigated experimentally.

Key words : spiral, small antenna, shorting post.

I. 서 론

마이크로스트립 패치 안테나는 비교적 설계가 간단하고, 가볍고, 제작이 용이하기 때문에 많은 분야에서 응용되어 왔을 뿐 아니라 통신 기기들의 소형화위해 안테나 또한 크기를 줄이기 위한 다양한 방법들이 연구 되어왔다[1]-[2]. 그러나, 저주파대역의 패치 안테나는 설령 크기를 줄였다 하더라도 이동통신 단말기 같은 곳에 탑재되기에는 상대적으로 너무 크다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 안테나의 크기를 줄이기 위한 다양한 방법들이 제고 되어왔다. 높은 유전상수(high permittivity)를 갖는 기판을 사용하는 방법[3]은 표면파(surface wave)나 기판모드(substrate mode)로 인해 안테나의 효율을 저

해할뿐더러, 좁은 대역폭을 갖는 문제점을 나타내었다. 또한 고비용, 큰 감쇄가 또 하나의 문제가 된다. 다른 방법으로는 Shorting post를 사용하는 방법이 제안되었다[4]. Shorting post를 두어 상대적으로, 안테나의 사이즈를 비교적 간단하고 또한 큰 폭으로 줄일 수가 있다. 그러나, 이러한 방법은 입력 임피던스가 Shorting post 와 급전의 위치관계에 따라 결정되고, 좁은 임피던스 대역폭을 갖는 단점이 있다[5]. 또한, 일반적인 Shorting post를 사용한 안테나에서는 비교적 높은 교차편파(Cross-polarization)를 갖는다[6]. 본 논문에서는 Shorting post와 Spiral 모양을 이용하여 패치 안테나의 크기를 줄이는 방법을 제안하였고 그 예로서 700MHz 대역에서 동작하는 두 가지 모델을 제시하였다.

II. Shorting post와 Spiral 모양을 이용한 소형 패치 안테나 설계

1. Shorting post의 특징

Shorting post를 이용하여 패치안테나의 크기를 효율적으로 줄이기 위해서는 그림 1처럼 Shorting post가 패치의 가장자리에 위치해야 한다. Shorting post의 위치가 중심점에서 멀어질수록 공진주파수는 내려가고, 교차편파의 특성은 악화되며, 대역폭은 줄어들게 된다[6]. Shorting post의 지름도 안테나의 공진주파수에 영향을 미친다. 지름이 작을수록 안테나의 공진주파수는 내려가며 여러 개의 Shorting post를 사용하여 대역폭을 향상시킬 수 있다[7].

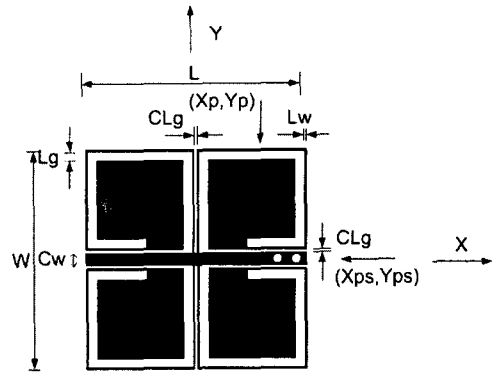
Shorting post를 이용한 안테나의 공진주파수는 식(1)처럼 대략적으로 나타낼 수 있다.

$$f_r = \frac{1}{4} \frac{C}{\sqrt{\epsilon_r} (L + W)} \quad (1)$$

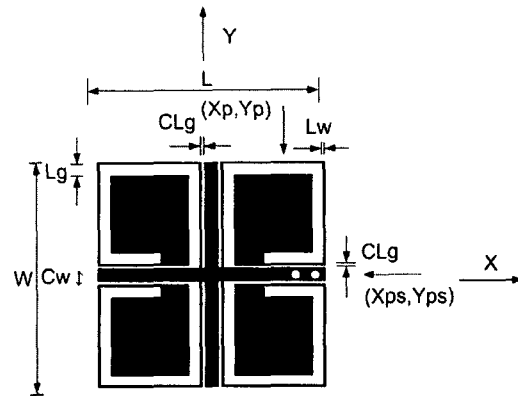
2. 안테나 설계

본 논문에서 제안한 패치 안테나의 구조는 대역폭을 증가시키기 위해 낮은 유전상수와 두께가 두꺼운 기판을 선택하였고[8]. 패치와 접지면 사이에 Air Gap을 두었다.

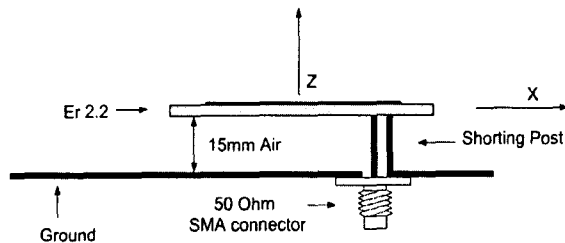
그림 1은 제안한 안테나의 두 모델을 나타낸 것이다. 그림 1 (a) 와 (b) 제안한 패치 안테나의 정면도, (c)는 두 안테나의 측면도를 나타내었다. 표 1은 안테나의 설계 변수를 나타내고 있다. 유전율이 2.2인 31 mil의 기판을 사용하였으며, 비교적 작은 접지면 17×10cm (0.4λ₀×0.24λ₀)을 갖는다. Shorting post의 지름은 1.2 mm로 50Ω SMA Connector의 지름과 같게 제작하였다. 프로브(probe) 급전을 이용하였으며 Shorting post (Xps,Yps)의 위치는 안테나의 중심선으로부터 멀리 떨어진 곳에 배치하였으며 안테나의 크기를 최대한 줄이기 위해 급전과 Shorting post 사이의 거리를 가깝게 두었다.



(a) 모델 1 패치 안테나의 정면도.



(b) 모델 2 패치안테나의 정면도.



(c) 안테나의 측면도.

그림 1. Shorting post를 이용한 제안한 소형 안테나 두 모델의 정, 측면도.

급전 (Xp,Yp)과 Shorting post의 중심 간의 거리는 2.5mm 이다. 제안한 Spiral 패치 안테나의 특징에 대해 살펴보면 Spiral의 길이가 길수록 안테나의 전기적 길이가 늘어감에 따라 공진주파수는 내려가고, 간격(Lg)이 크면 클수록 공진주파수는 올라간다. 선폭(Lw)이 증가할수록 공진주파수는 올라간다. 또한 급전과 연결되어 있는 가운데 패치부분(CLg)은 패치의 넓이가 늘

표 1. 안테나의 설계 변수.

L	28mm	Cw	1.6mm
W	28mm	CLg	0.4mm
Lg	0.6mm	Lw	0.2mm
Substrate	0.787mm (31mil, $\epsilon_r=2.2$)		
Air Gap	15mm		
Ground	17×10cm ² (0.4 λ_0 ×0.24 λ_0)		
Diameter	Shorting post 1.2mm, 50Ω SMA Connector 1.2mm		
(Xp,Yp)	(10.3, 0)		
(Xps,Yps)	(12.8, 0)		

표 2. 제안한 안테나의 패치 설계 변수와 공진주파수와의 관계.

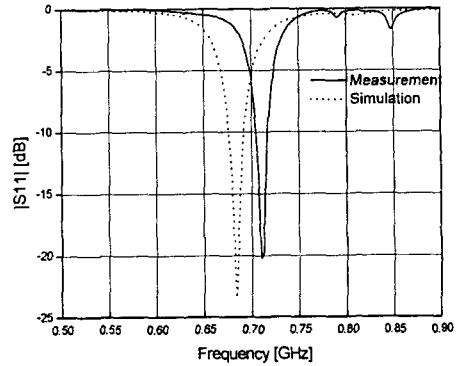
Lg ↑	F ₀ ↑
Cw ↑	F ₀ ↑
CLg ↑	F ₀ ↑
Lw ↑	F ₀ ↑
Spiral Length ↑	F ₀ ↓

이 날수록 공진주파수는 올라간다. 표 2는 Spiral 모양의 설계변수와 패치 안테나의 공진주파수의 관계를 나타내었다. Air Gap은 15 mm 로 설정하여 패치 안테나의 이득과 대역폭을 증가시켰다.

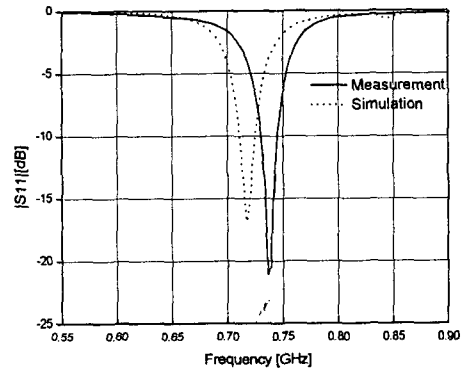
그림 3은 모델 1과 모델 2의 반사계수(Return loss)를 나타내고 있다. 시뮬레이션 결과는 IE3D를 사용해 얻은 결과이다. 두 모델의 시뮬레이션과 측정결과는 유사 하였다. 두 결과 사이에 20MHz 정도의 차이는 제작시 발생하는 Shorting post의 위치 오차로 사료된다. 제안한 두 모델의 10dB 반사손실 대역폭은 각각 2.4%, 2.1%로 기존의 소형 패치 안테나의 대역폭이 1% 미만인 것을 고려해보면 비교적 넓은 대역폭을 갖는다고 할 수 있다.

일반적으로 Shorting post를 사용하는 원형 또는 사각형의 패치의 경우 교차편파는 Shorting

III 제작 및 측정



(a) 모델 1의 반사손실.



(b) 모델 2의 반사손실.

그림 3. 제안된 안테나의 반사손실.

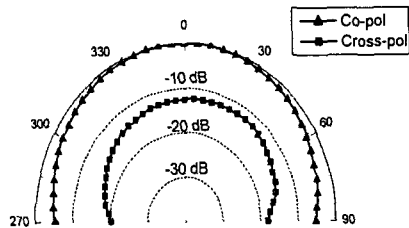
post에 많은 영향을 받는다. 높은 교차편파는 패치에서의 전류의 흐름이 한방향이 아닌 양방향으로 흐르는 현상에 기인한다. Shorting post가 가장자리에 있을 때 가장 극대화되어 교차편파의 이득이 동일편파 (Co-polarization)만큼 높아지게 된다[6]. 그림 4와 5는 제안한 두 모델의 안테나의 방사패턴을 나타낸 것이다. 다소 교차편파가 높은 이유는 패치의 y축을 따라서 생기는 전류와, Spiral 선을 따라 전류가 이동하기 때문이다. 또한 이동통신 단말기에서는 유한 접지면의 가장자리에서 필드의 회절이 이루어지므로 이동통신 단말기의 안테나에서의 주요 관심사항은 아니기 때문에 교차편파는 비교적 크게 문제

IV. 결 론

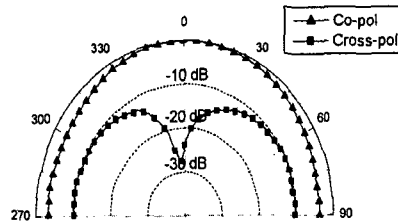
본 논문에서는 Shorting post를 이용하여 제안한 Spiral 형태의 패치 안테나를 제작 및 측정하여 설계, 분석하였다. 제안된 방법을 사용하여 안테나의 크기를 약 96% 줄이고 2.4%, 2.1%의 비교적 넓은 대역폭과 각각 -0.3dBi, 0.3dBi의 비교적 높은 이득을 가졌다. 제안한 안테나는 작은 크기와 높은 이득을 가지기 때문에 이동통신 단말기 등에 사용될 수 있을 것으로 본다.

참 고 문 헌

- [1] H. Y. Wang, S. Taylor, J. Simkin, J. M. Oakley, C. Emson, and M. J. Lancaster, "Simulation of microstrip small antennas," *Antennas and Propagation*, pp. 611 -614, April 2001.
- [2] Fan Yang and Xue-Xia Zhang, "Slitted small microstrip antenna," *Antennas and Propagation Society International Symposium*, pp. 1236 -1239, June 1998.
- [3] T.K. Lo, Chun-On. Ho, Y. Hwang, E.K.W. Lam, and B. Lee, "Miniature aperture-coupled microstrip antenna of very high permittivity," *Electronics Letters*, pp. 9-10, Jan. 1997.
- [4] R. Waterhouse. "Small microstrip patch antenna," *Electronics Letters*, pp. 604-605, April 1995.
- [5] R. Waterhouse. S. D. Targonski, and D. M. Kokotoff, "Design and performance of small printed antennas," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, pp. 1629-1633, Nov. 1998.
- [6] R. Garg, P. Bhartia, I. Bahl, and A. Ittipiboon, *Microstrip antenna design handbook*, Artech House INC., 2001.
- [7] H. Sanad, "Effect of the shorting posts on short circuit microstrip antennas," *Antennas and Propagation Society International Symposium*, pp. 794-797, June 1994.
- [8] J. T. Aberle, "A figure-of-merit for evaluating the gain-bandwidth product of microstrip patch antennas," *AFRICON, 1999 IEEE*, pp. 1001-1004, Sep. 1999.

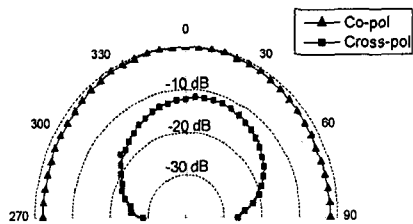


(a) E - 평면.

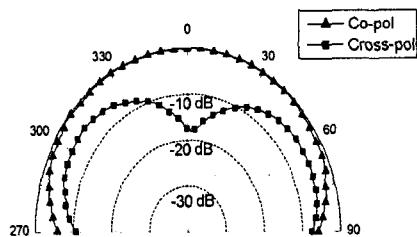


(b) H - 평면.

그림 4. 모델 1의 E-H 평면 방사패턴 ($f_0=710\text{MHz}$).



(a) E - 평면.



(b) H - 평면.

그림 5. 모델 2의 E,H- 평면 방사패턴 ($f_0=738\text{MHz}$).

되지 않는다[5]. 작은 접지 면을 가지고 있으면서도 각각 -0.3dBi, 0.3dBi 의 비교적 높은 이득을 얻었다.