

Bow-Tie 안테나를 사용한 광대역 마이크로스트립 안테나의 설계

김진* · 최성열* · 박경수* · 고영호*

전북대학교 전자정보공학부*

(우)561-756 전라북도 전주시 덕진구 덕진 1동 664-14

E-mail : hermes@moak.chonbuk.ac.kr

A Design of broadband microstrip antenna with bow-tie antenna

Jin Kim* · Sung-Youl Choi* · Kyoung-Su Park* · Young-Ho Ko*

Department of electrical engineering, Chonbuk University*

664-14 Duckjin-1dong Duckjin-Gu Chonju-Si Chonlabuk-Do Korea

E-mail : hermes@moak.chonbuk.ac.kr

abstract

Printed microstrip antennas are known to have limitations in terms of bandwidth by the presence of the dielectric substrate. In this paper, to overcome these limitations, a broadband microstrip bow-tie antenna which has two dip point for high speed wireless LAN, fabricated on a Taconic substrate is designed and simulated. In simulated results, the return loss is two dip point which is -28.5dB at 5.68GHz and -27dB at 5.85GHz. The bandwidth of this antenna is 8.7% about $VSWR \leq 2$ and 5.9% about $VSWR \leq 1.5$

I. 서론

1980년대 후반에 도입되기 시작한 LAN은 가정용 PC와 인터넷의 영향으로 보급이 확산되기 시작하였다. 최근에는 회로 및 부품기술의 발달과 허가없이 사용 가능한 주파수 대역의 가용성 그리고 휴대용 컴퓨터로 통신을 하고자 하는 욕구, 유선 LAN의 미비점등으로 무선 LAN에 대한 필요성이 증대되고 있다.[1, 2, 3]

이와 같은 무선 LAN의 필요성에 의해 무선 LAN의 표준안인 기존의 1~2Mbps의 전송속도를 가지는 IEEE 802.11 규격을 향상시켜 5GHz 대역에

서 기존의 전송속도보다 빠른 6~56Mbps의 전송속도를 가지는 OFDM 방식을 채택한 IEEE 802.11a 무선 LAN 표준초안이 확정되었다.[9]

무선 LAN 시스템에서 사용되는 안테나에는 여러 가지가 있지만 일반적으로 제작이 용이하고 가격이 저렴한 마이크로스트립 패치를 사용하고 있다. 하지만 마이크로스트립 패치 안테나의 대역폭이 협소하다는 가장 큰 단점을 가지고 있다. SWR이 2:1 또는 그 이하인 주파수 영역을 생각할 때 마이크로스트립 패치 안테나의 대역폭은 1%에서 5%정도이다.[6] 따라서 광대역에서의 사용에 적합한 안테나 개발에 초점을 맞추고 있다. 하지만 연구되어진 광대역 특성을 가지는 마이크로스트립 안테나는 복잡한 설계와 부피가 증가한다는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 광대역 특성을 가지며 비교적 단순한 설계를 가지는 고속 무선 LAN을 위한 5.8GHz ISM 대역에서 사용되는 bow-tie 안테나를 설계하였다. 본 논문에서 사용된 기판은 $80 \times 80\text{mm}^2$ Taconic ($\epsilon_r = 2.2$, $h = 0.787\text{mm}$, $t = 0.035\text{mm}$) 기판이 사용되었다.

II. 본론

그림 1에서 나타낸 것과 같이 Bow-tie 안테나는

삼각 패치 두 개를 병렬로 연결하여 그것의 배열 효과를 노린 것으로서 설계하기 위해서 단일 삼각 패치를 설계 해석하는 것을 우선으로 한다. Bow-tie 안테나에 사용되는 삼각 패치는 그림 1에 나타난 각 θ 의 변화에 따라 특성이 변화하게 된다. 본 논문에서는 $\theta = 0^\circ$ 에서 $\theta = 90^\circ$ 까지 변화시켜 그 중 가장 특성이 좋은 $\theta = 60^\circ$ 일때의 정삼각형 패치를 가지고 설계하였다.

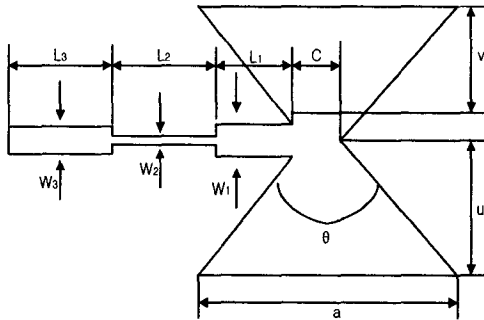


그림 1. 마이크로스트립 선로에 의해 급전되는 bow-tie 마이크로스트립 안테나

1. 삼각 패치의 해석

일반적인 널리 연구되어진 구형 또는 원형패치와는 달리 삼각패치는 아주 적은 연구가 되어왔지만 정삼각형 패치에 대해서는 상대적으로 많은 연구가 되어왔다.

패치의 해석에는 여러 가지가 있지만 본 논문에서는 해석이 비교적 쉽고 물리적인 모델을 제공하는 cavity model을 사용하여 삼각패치를 해석하였다.

단일 정삼각형 패치의 cavity-model 이론에 의한 perfect magnetic wall boundary condition을 만족하는 z에 무관한 TM 모드의 공진 주파수는 다음과 같이 나타낼 수 있다.[4]

$$f_{mn} = \frac{2c}{3a\sqrt{\epsilon_r}} (m^2 + mn + n^2)^{1/2} \quad (1)$$

여기에서 m과 n은 다양한 공진모드의 차수이다.

본 논문에서는 m=0, n=1일때의 모드를 선택하였다.

불완전 자계 벽 효과에 의한 프린징 효과를 생각하여 Helszain과 James는 식 (1)의 가장자리 길이 a를 다음과 같이 유효치로 표현하였다.[4]

$$a_e = a + t(\epsilon_r)^{-1/2} \quad (2)$$

여기에서 t는 패치의 두께이다.

또한 위의 unperfect magnetic wall condition에 의해 유효 유전율을 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\epsilon_e = \frac{1}{2} (\epsilon_r + 1) + \frac{1}{2} (\epsilon_r - 1) \left(1 + \frac{12t}{a}\right)^{-1/2} \quad (3)$$

이때 bow-tie 안테나의 수평 길이는 다음과 같은 관계를 가진다.

$$u = \frac{1}{2} a \sin 60^\circ \quad (4)$$

2. 급전선로 해석과 bow-tie 안테나의 설계

급전하는 방식에는 여러 가지가 있지만 본 논문에서는 패치보다 작은 크기를 가진 스트립을 사용하고 임피던스 정합을 하기 쉬우며, 모델링을 하기 쉬운 마이크로스트립 선로를 이용하였다.[5, 6]

본 논문에서 Bow-tie 안테나 설계를 하기 위해서 먼저 두 개의 정삼각형 패치를 평행하게 연결한 후 50Ω 마이크로스트립 전송선로를 결합한 패치에 직접 연결하였다. 이때 bow-tie 안테나의 수평길이 중 짧은 면의 길이는 다음과 같은 관계식을 가진다.

$$v = (2a - w_1)/2 \quad (5)$$

이때 그림 1에서 각 정삼각형 패치가 교차하는 부분의 너비 c의 크기의 변화에 따라 설계된 주파수의 대역이 변화하게 되어 임피던스 값이 변화하게 된다.[6] 본 논문에서는 c의 크기를 3, 4, 5, 6으로 변화시켜 그중 2 dip을 가지는 c=5일때의 bow-tie 안테나를 설계하였다. 다음으로 위의 결합된 안테나를 시뮬레이션 툴인 IE3D를 사용하면 S_{11} 을 측정하여 측정된 S_{11} 을 가지고 평균 입력 임피던스를 구할 수 있다. 이렇게 구한 평균 입력 임피던스를 가지고 2단의 마이크로스트립 선로를 결정한다. 본 논문에서는 구한 2단 마이크로스트립 선로를 IE3D를 사용하여 원하는 주파수 대역인 5.725GHz와 5.85GHz 대역에서 $S_{11} < -15\text{dB}$ 이하도록 최적화시켰다.

3. 모의실험

IE3D를 사용한 시뮬레이션은 5.2~6.4GHz 대역에서 실행되었다. IE3D에 의해 계산되어진 S_{11} 은 그림 2에 나타나 있으며 첫 번째 공진되는 주파수 5.68GHz에서 약 -28.5dB의 값을 가지며 두 번째 공진되는 주파수 5.85GHz에서 약 -27dB의 값을 가진다.

주파수의 대역폭은 $VSWR \leq 2$ 를 기준으로 하

여 대역폭이 약 8.7%로이고 $VSWR \leq 1.5$ 를 기준으로 5.9%로 만족할 만한 주파수 대역폭을 가지고 있다.

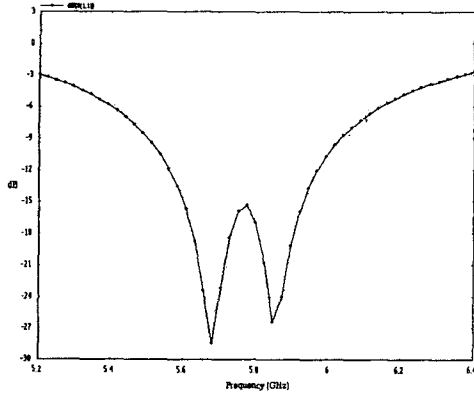


그림 2. 설계된 bow-tie 마이크로스트립 안테나의 반사손실

III. 결론

본 논문에서는 5.8GHz ISM대역에서 고속 무선 LAN용 안테나로 사용할 수 있는 2 dip을 가지는 bow-tie 안테나를 설계하였다. 이때 S_{11} 은 5.68GHz에서 -28dB 5.8GHz에서 -27dB이다. 또한 대역폭은 $VSWR \leq 2$ 를 기준으로 하여 대역폭이 약 8.7%로이고 $VSWR \leq 1.5$ 를 기준으로 5.9%로 만족할 만한 주파수 대역폭을 가지는 것을 알 수 있다.

본 안테나는 넓은 대역폭과 간단한 설계, 저렴한 생산단가, 다이폴과 비슷한 형태의 패턴으로 휴대용 무선 LAN 시스템용 안테나에 유용하리라 기대된다.

참고문헌

- [1] L. Setian, "Antennas with Wireless Applications", Prentice Hall, 1998.
- [2] K. Pahlavan & A. H. Levesque, "Wireless information Networks", Wiley Interscience, 1995.
- [3] J. Ceier, "Wireless LANs", Macmillan Technical Publishing, 1999.
- [4] James. J. R, and Hall. P.S, "Handbook of microstrip antennas", Vol 1, pp.151-169

- [5] D. M. Pozar, "Microwave Engineering", Addison Wesley, 1996.
- [6] K.W.Lo, "Design of a wideband microstrip bowtie patch antenna", *IEE, Proc-Microw, AP*, Vol. 145, No. 2, April 1998.
- [7] C. H. Ng, " Microstrip Bowtie Patch Antenna for Wireless Indoor Communications", *IEEE, RAWCON'98 Proceedings*, 1998.
- [8] Yu-De Lin, "Analysis and Design of Broadside-Coupled Striplines-Fed Bow-Tie Antennas" *IEEE, AP*, Vol. 46, No. 3, March 1998.
- [9] 조용수, "고속 무선 LAN 모델 기술 동향", 전자공학회 하계학술대회, pp. 21, 1999.