무선통신을 위한 이중대역 마이크로스트립 안테나 설계

김옥환*

Design of Dual-band Microstrip Antenna for Wireless Communication Applications

Oug-Whoan Kim*

요 약

본 논문에서는, 무선통신을 위한 이중대역 마이크로스트립 안테나를 설계하였다. IEEE 802.11a의 대역인 Hyper LAN(5.725~5.825㎓)에서도 사용 할 수 있도록 설계하였다. 제안된 안테나의 기판은 FR-4이고 크기는 22mm×23mm, 두께는 1.6mm로 구성하였으며, 시뮬레이션은 CST Microwave Studio 2010을 사용하였다. 설계된 안테나의 시뮬레이션 결과 5㎓와 5.8㎓의 대역에서 공진을 나타내고 -10㏈ 이하에서 양호한 반사손실을 보였다.

ABSTRACT

In this paper, we design of dual-band microstrip antenna for wireless communication. We used IEEE 802.11a and Hyper LAN (5.725~5.825 ㎓) .The proposed antenna substrate is FR-4, size is 22mm × 23mm, thickness is 1.6mm and used to CST Microwave Studio 2010 program. As a result the simulation has good result and good return loss below -10 ㏈ at 5 ㎓ and 5.8 bandwidth.

키워드

Wireless Communication, IEEE, Hyper LAN, dual-band, CST, Microstrip Antenna.
무선통신, IEEE, 하이퍼렌, 이중대역, CST, 마이크로스트립 안테나

Ⅰ. 서 론

최근, 무선통신을 위한 안테나 설 및 제작이 활발히 발전하고 있다. 특히 무선 LAN(Local Area Network)은 사무실이나 기타 이동 무선 환경에서 네트워크의 재구축이 용이하다는 장점으로 인해 높은 선호도를 나타내고 있다. 무선 LAN은 기존의 유선 LAN의 기능을 포함하면서 네트워크 구축 시 케이블의 연결이 필요 없다는 장점을 지니고 있다. 이러한 장점은 무선 LAN을 보다 편리하고 자유롭게 사용하게 하여 그 응용 범위를 확장시키고 있다.[1] IEEE 802.11에서는 2.4㎓ 대역은 전자렌지, 가정용 조리기기, 의료용 장비, 기타 무선기기가 공통으로 사용하는 대역으로 혼신의 가능성이 크기 때문에 5GHz의 무선 LAN 등의 무선접속 시스템 대역을 사용함이 바람직하다고 할 수 있다[2]. ITU(International Telecomm-

* 목포해양대학교 전자통신공학과
접수일자 : 2012. 07. 15 심사(수정)일자 : 2012. 11. 21 게재확정일자 : 2012. 12. 10

unication Union)는 5.150~5.350㎓ 및 5.470~5.725㎓ 그리고 5.725~5.825㎓ 대역을 세계 공통으로 무선 LAN 등의 고정접속시스템(FAS)용으로 분배를 검토하기로 결정하였다. 5㎓ 대역은 통신용 주파수로는 비교적 높은 주파수이고 전달 손실도 커지기 때문에 송신 전력은 옥내용 무선기기로서는 고출력의 출력특성이 요구된다. 따라서 주파수 재사용의 시간이 중요한 요소가 되는 낮은 송신전력 특성을 제공하기 위해서는 우수한 효율을 가진 안테나의 개발이 절대적으로 필요하다.[3] 이러한 관점에서무선 LAN용 장비는 휴대용 소형 장치에 장착되기 때문에 경량화, 소형화가 이루어져야 하며, 하나의 안테나로 무선 LAN의 이중 주파수 대역을 수용한다면 제작비용을 절감할 수 있고, 안테나가 차지하는 공간을 줄일 수 있다. 따라서 초고주파가 집적회로와 함께 구현할 수 있는 마이크로스트립 패치 안테나가 많이 사용되고 있다[4].

Hyper LAN 통신 방식은 기존무선 LAN에 비해 5~10배가량 빠른 100~500Mbps의 무선 전송 속도를 가지며, 1/3이하의 저전력을 사용한다는 장점으로 인해 획기적인 무선통신 기술이다. 최근에 Hyper LAN 통신시스템에 사용되는 평면형 모노폴과 다이폴 안테나들의 연구가 활발히 진행되고 있다.[5][6]

본 논문에서는 IEEE802.11a에서 지정한 5㎓ 대역의 무선 LAN용 안테나를 설계하였다. 통신 시스템에서 사이즈의 감소는 매우 중요하기 때문에[7][8] 안테나의 소형화를 위하여 마이크로 스트립 패치 안테나를 사용하였다.

하지만 마이크로파스트립 안테나의 주된 단점은 낮은 전력, 높은 Q(가끔 100을 초과)로 인하여 주파수 대역폭이 좁고, 편파특성이 저하되며, 빔 폭이 넓고, 급전선에서 원하지 않는 방사가 발생한다. 일반적으로 대역폭은 1%이거나 기껏해야 몇 %정도이다. 그러나 기판의 두께를 크게 함으로서 효율(표면파가 포함되지 않을 경우 90%)과 대역폭(약 35%)을 확장할 수 있다.[9] 기판의 두께 증가하게 되면 일반적으로 바람직하지 않은 표면파가 발생한다. 왜냐하면 표면파는 직접 방사(공간파)로 이용 가능한 총 전력의 일부를 사용하기 때문이다. 표면파는 기판 내를 진행하며 벤드, 유전체와 접지판의 단면과 같은 불연속면에서 산란되어 안테나 패턴과 편파 특성을 저하시킨다.[10] 캐비티를 사용하여 넓은 대역폭을 유지하면서 표면파를 제거할 수 있다. 적층과 또 다른 방법으로 마이크로스트립 소자의 대역폭을 증가시키는데 이용될 수 있다.[11] 또한, 광대역 다중 편파가 안테나들은 다수의 급전 단자가 밀집하게 되기 때문에 필연적으로 급전 단자간의 격리도와 편파간의 교차 편파가 나빠져서 이를 극복하지 위한 기법이 많이 연구되고 있으나 대부분의 연구가 대역별 단일 편파를 갖는 안테나나 단일 주파수대의 다중 편파 안테나에 관한 것이다.[12][13][14]

따라서 본 논문에서는 5㎓와 5.8㎓에서 공진하는 안테나를 설계하였다. 또한 IEEE802.11a에서 지정한 Hyper LAN(5.725~5.825㎓)대역에서 -10dB 이하의 입력 대비 반사손실을 갖도록 하였다. 안테나 특성의 최적화를 위하여 FR-4 기판을 사용하였으며, 유전율 2.2, 크기 22mm×23mm, 두께는 1.6mm으로 제작하였다.

II. 안테나 설계 이론

2.1 패치의 폭과 길이

안테나를 설계하기 위해서는 먼저 패치의 폭과 길이를 알아야 한다. 공진 주파수 f_r에서 동작하도록 유전율이 ϵ_r이고 두께가 h인 기판위에 구형 마이크로스트립 패치 안테나를 설계하는 경우 폭 W는

$$W = \frac{c}{2f_r}\left(\frac{\epsilon_r + 1}{2}\right)^{-1/2} \quad (1)$$

이 된다. 여기서 C는 광속도, f_r은 안테나의 공진주파수이다. 공진패치의 길이와 폭이 유한하기 때문에 공진패치 가장자리에서의 계와 폭에 대해서 프린징이 발생하게 된다. 총 프린징 효과는 공진패치의 크기와 기판높이의 함수로써 안테나의 공진주파수에 영향을 주기 때문에 고려해야한다. 마이크로스트립선로에서 대부분의 전기력선은 기판에 존재하고 그 일부는 공기에 존재한다. 즉, 파의 일부는 기판에, 다른 일부는 공기로 진행하기 때문에 선로에서 프린징과 전파 전파를 계산하기 위하여 실효 유전율을 도입한다. 실효유전율 ϵ_{re}은 $W/h > 1$인 경우,

$$\epsilon_{re} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2}\left(1 + \frac{12h}{W}\right)^{-1/2} \quad (2)$$

으로 나타낼 수 있다. 프린징 효과 때문에 마이크로스트립 안테나의 공진패치는 물리적인 크기보다 전기적으로 더 큰 것처럼 보인다.

기본 E-평면(x-y평면)에서, 길이에 대한 공진패치 크기는 각 종단에서 Δl만큼 확장되었다. Δl은 Hammerstad 실험식으로 프렌징 필드에 의한 확장효과이며 식(3)과 같다.

$$\Delta l = 0.412 \frac{(\epsilon_{re} + 0.3)(W/h + 0.264)}{(\epsilon_{re} - 0.258)(W/h + 0.8)} \quad (3)$$

실효유전율 ϵ_{re}와 선로확장 Δl에 의해 방사체 길이 L은

$$L = \frac{c}{2f_r\sqrt{\epsilon_{re}}} - 2\Delta l \quad (4)$$

이 된다. 사각형 공진패치의 경우 길이 L은 일반적으로 $\lambda_0/3 < L < \lambda_0/2$이다.

2.2 공진 주파수의 결정

마이크로스트립 패치 안테나의 공진주파수 f_r은 식(4)에 의해

$$f_r = \frac{c}{2(L + 2\Delta l)\sqrt{\epsilon_{re}}} \quad (5)$$

과 같이 나타낼 수 있다. 공진주파수는 안테나 소자의 전기적인 길이 $(L + \Delta l)$, 실효유전율 과 기판의 두께에 관계가 있지만 주로 길이에 의해 결정된다.

III. 마이크로스트립 안테나의 설계

그림 1은 제안된 WLAN용 안테나의 구조를 최적변수로 설계한 것을 보여주고 있다.

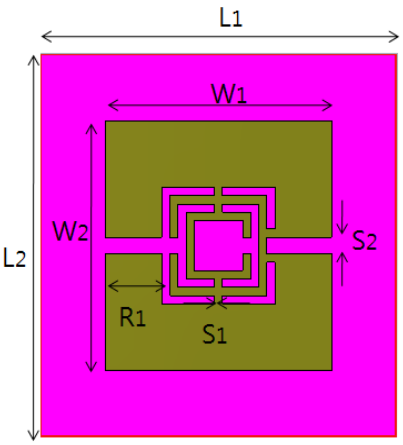

그림 1. 설계된 안테나의 Layout
Fig. 1 Layout of designed antenna

표 1. 제안된 안테나의 파라미터
Table 1. The parameter of the proposed antenna

L1[mm]	L2[mm]	W1[mm]	W2[mm]
22	23	14	15
R1[mm]	S1[mm]	S2[mm]	
4	0.5	1	

IV. 제안된 안테나의 시뮬레이션 결과

설계된 무선 LAN용 마이크로스트립 안테나는 CST사의 Micro studio 2010을 사용하여 안테나를 설계하였고, 입력대비 반사손실, 이득, 방사패턴을 측정하였다.

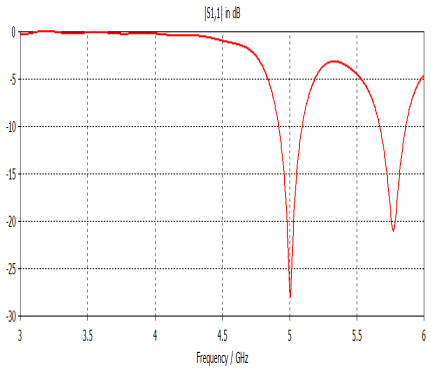

그림 2. 입력 대비 반사손실 |S11|
Fig. 2 Input return loss |S11|

그림 2는 제안된 안테나의 입력 대비 반사손실을 보여주고 있다. 설계된 안테나의 반사손실이 10dB이상(return loss>10dB)임을 보여준다. 그림과 같이 5㎓와 5.8㎓에서 양호한 입력 대비 반사손실을 나타내고 있다. 5.8㎓은 Hyper LAN에서 사용가능하다.

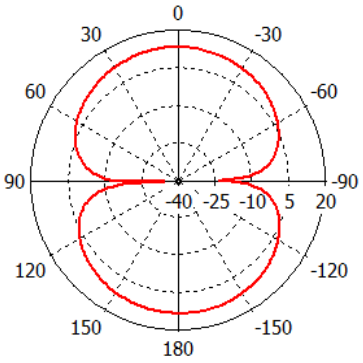

그림 3. 5㎓ E-평면 방사패턴
Fig. 3 E-plane radiation pattern of 5㎓

그림. 3은 5㎓ E-평면의 일정한 방사패턴을 보여주고있다.

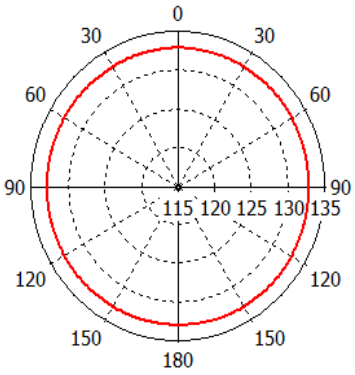

그림 4. 5㎓ H-평면 방사패턴
Fig. 4 H-plane radiation pattern of 5㎓

그림 4는 4.5㎓ H-평면의 일정한 방사패턴을 보여주고 있다.

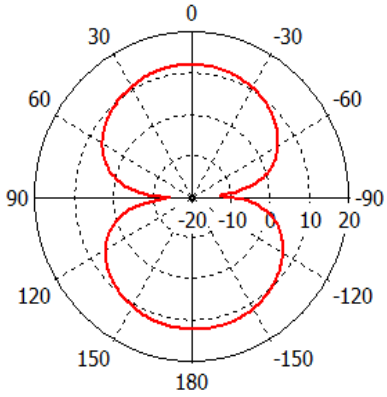

그림 5. 5.8㎓ E-평면 방사패턴
Fig. 5 E-plane radiation pattern of 5.8㎓

그림 5는 5.8㎓ E-평면의 일정한 방사패턴을 보여준다.

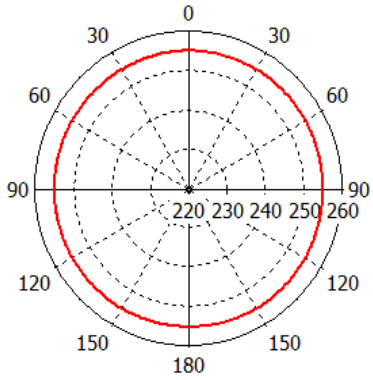

그림 6. 5.8㎓ H-평면 방사패턴
Fig. 6 H-plane radiation pattern of 5.8㎓

그림 3~6은 입력 대비 반사손실에서 보여준 것처럼 공진주파수 5[㎓], 5.8[㎓]에 대한 E평면과 H평면의 방사패턴을 보여주고 있다. H평면은 전방향성의 패턴을 보여주고 있다.

Ⅴ. 결 론

본 논문에서는 무선통신을 위한 무선 LAN용 안테나를 설계하였다. 무선 LAN용 안테나는 소형화와 경

량화 되어야 한다. 따라서 안테나의 구성은 마이크로스트립패치 안테나로 설계하였으며, 시뮬레이션은 CST Microwave Studio 2010을 사용하였다. 설계된 안테나의 구성은 두께가 1.6mm, 크기가 22mm×23mm로 설계되었으며, 5㎓와 5.8㎓에서 -10dB의 양호한 반사손실을 나타내었다. 또한 5.8㎓는 IEEE 802.11a의 대역인 Hyper LAN(5.725~5.825㎓)로 사용 가능하게 설계되었다. H평면 방사패턴 결과 전방향성의 안정된 패턴을 보였다.

서론에서 서술하였듯이 무선 LAN용 장비는 휴대용 소형 장치에 장착되기 때문에 경량화, 소형화가 이루어져야 하며, 하나의 안테나로 무선 LAN의 이중 주파수 대역을 수용한다면 제작비용을 절감할 수 있고, 안테나가 차지하는 공간을 줄일 수 있다. 하지만 문제는 초광대역 특성 및 주파수에 상관없이 균일한 방사패턴을 구현해야 하는 등 여러 요구사항을 지니고 있다.

따라서 본 논문은 추후에 지속적으로 시뮬레이션 하여 최적의 데이터를 가지고 제작을 할 것이며, 제작된 안테나는 무선통신용 안테나로 충분히 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

[1] Jim Geier, Wireless Lans, Sams, 2002.

[2] 오승권 "국내외 5GHz 대역주파수 이용 동향", 한국통신학회지, 19권, 5호, pp. 646-654, 5, 2000.

[3] 박용욱, "WLAN용 패치 안테나 특성" 한국전자통신학회논문지, 5권, 6호, pp. 563-567, 2010.

[4] C. A. Balanis, "Antenna Theory analysis and design" John Wiley & Sons, INC Chater 14.

[5] 김평국, "적층구조를 이용한 광대역 무선랜용 2×1 배열 안테나 설계 및 제작에 관한 연구" 석사학위논문집, pp. 38~40, 2004.

[6] C. L. Hus, F. C. Hus, and J. T. KUO, "Micro-strip bandpass filters for ultra-wideband(UWB) wireless communications", IEEE MTT-S Int. Micro wave System. Dig, CDROM, 2005.

[7] S. Reed, L. Desclos, C. Terret, and S. Toutain Patch antenna size reduction Microwave Opt Technol Lett, Vol. 29, pp. 79-81, 2001.

[8] 이원종, 윤중한, 강석엽, 이화춘, 박효달. "5.25 GHz 대역의 무선 LAN을 위한 4개의 L-슬롯모양의 마이크로스트립안테나 설계 및 제작", 한국통신학회논문지, 29권, 3A호, pp. 303-310, 2004.

[9] D. M. Pozar, "Microstrip Antennas." Proc. IEEE, Vol. 80, No 1, pp. 79-81, 1992.

[10] I. Lier and K. R. Jakobsen, "Rectangular Microstrip Patch Antennas with Infinite and Finite Ground-Plane Dimension." IEEE Trans. Antennas Propagation, Vol. AP-31, No. 6, pp. 978-984, 1983.

[11] R. J. Mailoux, "On the Use of Metallized Cavities in Printed Slot Arrays with Dielectric Substrates," IEEE Trans. Antenna Propagation, Vol. AP-35, No. 5, pp. 477-487, 1987.

[12] Y.Murekami, W. Chujo, I. Chiba, and M. Fujise, "Dual slot-coupled microstrip antenna for dual frequency operation", Electronics Letters, Vol. 29, No. 22, pp. 1906-1907, 1993.

[13] Tzung-Wern Chiou, Kin-Lu Wong, "Broad-band dual-polarized single microstrip Patch antenna with high isolation and low cross polarization", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 50, No. 30, pp. 399-401, 2002.

[14] Misao Haneishi, Megumi Konno, "Dual-polarized planar antenna fed by dog-bone slots", in IEEE 11th Int, Conf, of Antenna and Propagation, pp. 45-48 2001.

저자 소개

김옥환(Oug-Whoan Kim)

1981년 목포해양대학 통신과 졸업

1993년 광주대학교 영어학과 졸업

2002년 전남대학교 산업대학원 전자공학 졸업(공학석사)

2005년 목포해양대학교 대학원 전자통신공학과 박사학위 과정 수료

2000년~현재 남부대학교 겸임교수

2006년~현재 (주)브로드콤 / 케이블방송(전송망사업자) 대표 재직중

※ 관심분야 : Digital Communication & Broadc-asting-Digital Convergency, Fiber Communication Convergency Network.