

<http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2014.14.4.213>

JIIBC 2014-4-30

WLAN/WiMAX용 삼중대역 마이크로스트립 안테나 설계

Design of Triple-Band Microstrip Antenna for WLAN/WiMAX

오말근*, 김갑기**

Mal-Goen Oh*, Kab-Ki Kim**

요약 본 논문에서는 WLAN / WiMAX 시스템에 적용 가능한 모노폴 마이크로스트립 안테나를 설계하였다. 제안된 모노폴 안테나의 기판은 FR-4이고 크기는 30mm×40mm이다. 제안된 안테나는 평면형 모노폴 설계를 기본구조로 구성함으로써 WLAN/WiMAX 대역을 포함하는 삼중대역 특성을 갖도록 설계하였다. 최적화된 파라메타를 얻기 위해 상용 툴(CST's Microwave Studio Program)을 사용하여 시뮬레이션 하였으며 안테나 성능에 민감하게 작용하는 파라메타를 찾아내서 최적화된 수치를 얻었다. 얻어진 최적화된 수치를 사용하여 제안된 안테나를 설계하였다. 따라서 제안된 안테나는 WLAN/ WiMAX 대역을 동시에 만족하였다. 그리고 WLAN/WiMAX 대역에서 이득과 방사패턴의 특성을 얻었다.

Abstract In this paper, we designed monopole microstrip antenna for WLAN / WiMAX system. The monopole antenna is designed by FR-4 substrate with size is 30mm×40mm. The proposed antenna is based on a planar monopole design which cover WLAN and WiMAX frequency bands. To obtain the optimized parameters, we used the simulator, CST's Microwave Studio Program and found the parameters that greatly effect antenna characteristics. Using the obtained parameters, the antenna is designed. Thus the proposed antenna satisfied the -10 dB impedance bandwidth requirement while simultaneously covering the WLAN and WiMAX bands. And characteristics of gain and radiation patterns are obtained for WLAN/WiMAX frequency bands.

Key Words : WLAN, WiMAX, Microstrip, Dual-Band Operation

1. 서론

최근 인터넷과 이동통신 기술의 급속한 발전으로 인하여 어떠한 환경에서도 고속의 데이터를 송수신할 수 있도록 현대 무선 통신 시스템을 구성하는 기지국 또는 단말기용 고주파 부품은 고성능, 경량화, 소형화 등의 소비자 특성과 함께 우수한 재현성 및 저가형 제품이 요구되

어지고 있으며 안테나, 여파기 등을 포함한 많은 RF소자에 대한 연구들이 진행되고 있다.^{[1][2]} 이러한 이동통신에 필요한 제품의 발전을 통하여 데이터의 전송속도는 점점 빨라지고 있는 상황이며 이 속도를 통하여 이용자들은 다양한 서비스를 사용할 수 있게 될 것이다.^[3]

현재 세계 이동통신은 휴대 통신 서비스에 인터넷이 접속 가능하도록 해주는 Wibro와 WLAN인 Wi-Fi의 장

*정회원, 목포해양대학교 해양전자통신컴퓨터학과

**정회원, 목포해양대학교 해양정보통신공학과

접수일자 : 2014년 7월 8일, 수정완료 : 2014년 8월 2일

게재확정일자: 2014년 8월 8일

Received : 8 July, 2014 / Revised : 2 August, 2014

Accepted : 8 August, 2014

**Corresponding Author : microkim@mmu.ac.kr

Div. of Marine Electronics and communication Engineering,
Mokpo National Maritime University, Korea

점을 접목시킨 초고속 통신망인 WiMAX (World interoperability for Microwave Access)측 에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며 주로 3.5GHz의 주파수 대역을 많은 나라들이 사용하고 있다. WLAN과 WiMAX에 대한 다중대역 또는 광대역 안테나를 이용하여 많은 연구가 이루어지고 있으며, WLAN의 시스템뿐만 아니라 WiMAX 시스템에서도 사용가능한 안테나 설계에 대한 연구도 활발하게 진행 중에 있다.^{[4]-[8]} 본 논문에서는 IEEE 802.11의 무선랜 대역인 2.4GHz와 5.1GHz를 포함하는 WLAN용과 3.4GHz인 WiMAX용 안테나를 설계하여 시뮬레이션을 통한 그 특성을 측정하고자 한다.

II. 안테나의 설계 이론

1. 패치의 폭과 길이

공진 주파수 f_r 에서 동작하도록 유전율이 ϵ_r 이고 두께가 h 인 기판위에 구형 마이크로스트립 패치 안테나를 설계하는 경우 실제 폭 W 는

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

이 된다. 여기서 C 는 광속도, f_r 은 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. 마이크로스트립 선로에서 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 마이크로 스트립 안테나의 공진패치는 물리적인 크기보다 전기적으로 더 큰 것처럼 보인다.

기본 E-평면(x-y평면)에서, 길이에 대한 공진패치 크기는 각 종단에서 Δl 만큼 확장되었다. Δl 은 Hammerstad 실험식으로 프린징 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 Δl 에 의해 방사체 길이 L 은

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

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

2. 공진 주파수의 결정

마이크로스트립 패치 안테나의 공진주파수 f_r 은 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.^[9]

III. 안테나 설계

그림 1은 제안된 모노폴을 이용한 WLAN /WiMAX용 안테나의 구조를 최적 변수로 설계한 것을 보여주고 있다. 안테나는 모노폴과 전송라인으로 구성한다. 사각형 sub의 두께는 1[mm]이며 유전율이 4.4인 FR-4기판위에 0.3[mm]인 모노폴 패치를 이용하였고, 또한 그라운드 두께는 0.03[mm]로 설계하였다

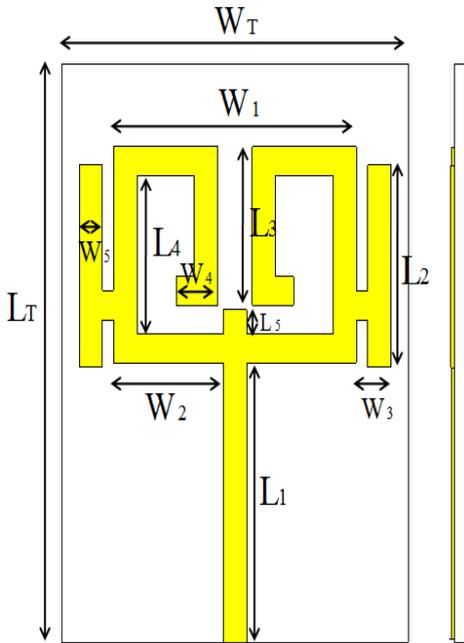


그림 1. 설계된 안테나의 Layout
 Fig. 1. Layout of the designed antenna

표 1과 표 2는 설계된 안테나의 각 파라미터를 나타낸 것으로 다음과 같다.

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

W_T	L_T	W_1	L_1
30mm	40mm	21mm	19.3mm
W_2	L_2	W_3	L_3
9.5mm	14mm	3mm	11mm
W_4	L_4	W_5	L_5
3.6mm	11mm	2mm	1.7mm

표 2. 제안된 안테나의 두께
 Table 2. The thickness of the proposed antenna

Subt	Gndt	Patcht
1mm	0.03mm	0.3mm

그림 2는 설계된 안테나의 뒷면을 보여주는 모습이다. 그림과 같이 안테나의 접지부분은 전체접지가 아닌 부분 접지이다. 이 부분 접지를 통하여 안테나는 원하는 주파수 대역에서 공진이 일어나며 광대역 특성을 갖는다.

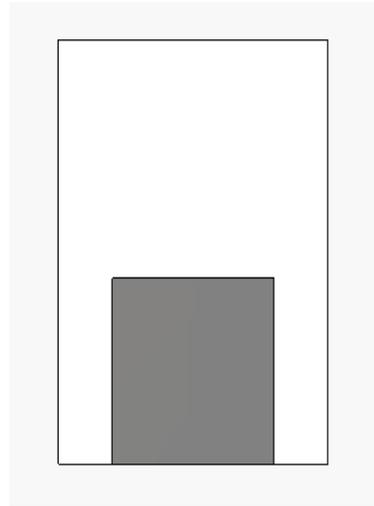


그림 2. 안테나의 뒷면
 Fig. 2. Back side of the antenna

IV. 시뮬레이션 결과

그림 3는 제안된 안테나의 입력 대비 반사손실로서 2.4[GHz]에서는 -15.5[dB]이고 3.4[GHz]에서는 -37 [dB] 이하로 떨어지면서 WiMAX대역인 3.4~3.7[GHz]의 주파수 범위를 만족하고 있다. 또한 5.1[GHz]의 대역에서도 약 -35[dB]값을 나타내면서 설계된 안테나는 WLAN과 WiMAX으로 사용할 수 있는 결과를 볼 수 있다.

그림 4은 안테나 표면상 전류흐름을 나타내고 있으며 그림에서 보는 것과 같이 모노폴은 안테나 표면의 흐르는 전류를 분산시켜 주파수 공진에 도움을 주는 것을 알 수 있다. 그림 5는 CST프로그램을 통해 얻어진 E평면과 H평면에서 방사패턴을 알 수 있다.

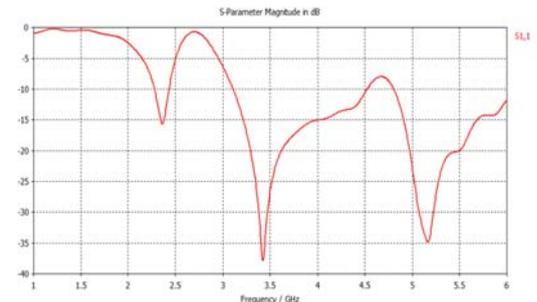


그림 3. 입력 대비 반사손실 $|S_{11}|$
 Fig. 3. Input return loss $|S_{11}|$

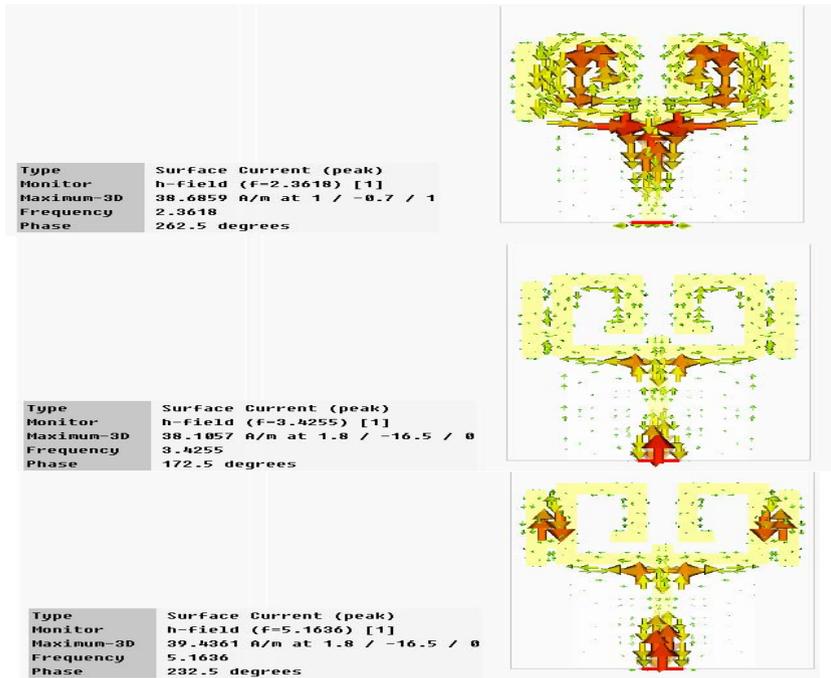


그림 4. 2.4GHz, 3.4GHz와 5.1GHz에서 안테나 표면상 전류흐름
 Fig. 4. Antenna of the surface of the current at 2.4GHz, 3.4GHz and 5.1GHz

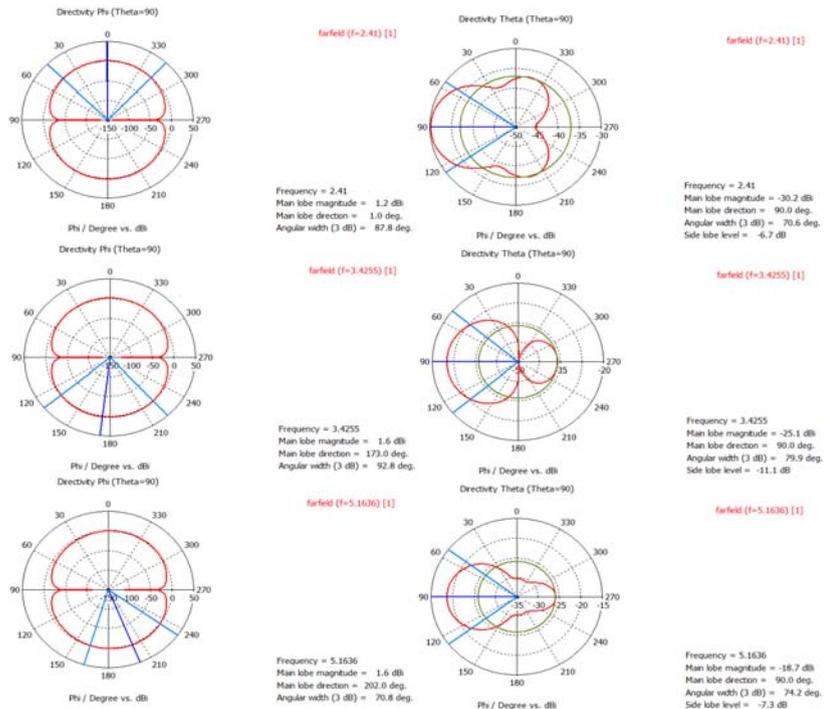


그림 5. 2.4GHz, 3.4GHz, 5.1GHz에서 E평면과 H평면 방사패턴
 Fig. 5. E-Plane and H-Plane Radiation pattern at 2.4GHz, 3.4GHz and 5.1GHz

V. 결론

본 논문에서는 WLAN/WiMAX 시스템에 적용 가능한 이중대역을 갖는 모노폴 마이크로스트립 안테나를 설계하여 시뮬레이션을 통하여 측정하였다. 최적화된 수치를 얻기 위하여 상용 툴을 이용하여 얻어진 수치를 사용하여 안테나를 설계하였다. 제안된 안테나는 2.4[GHz], 3.4[GHz]와 5.1[GHz]의 대역 즉, WLAN/WiMAX 대역에서 -10[dB]이하의 값을 나타내었다. E평면과 H평면의 방사패턴결과 전방향성이 약했지만 높은 이득을 보였다. 전방향성이 약한 이유는 안테나의 소형화에 따른 결과로 보여지며, 추후에 지속적으로 시뮬레이션을 하여 최소의 사이즈와 최적의 데이터를 통하여 제작을 할 것이며, 이 안테나는 WLAN/WiMAX 시스템에 충분히 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

References

- [1] C. L. Hus, F. C. Hus, and J. T. Kuo, "Microstrip bandpass filters for ultra-wideband (UWB) wireless communications", IEEE MTT-S Int. Microwave System. Dig., CDROM, 2005.
- [2] G. Y. Chen, J. S. Sun, S. Y. Huang, Y. D. Chen and C. H. Lin, "Characteristics of UWB antenna and wave propagation", Int'l signal processing and Commun. Systems, vol.13, pp. 713-716, Dec. 2005.
- [3] M. Kim, "Propulsion trend of 4th Generation Mobile Communication Systems and view of Wibro," Hana Financial Group Inc, vol. 230, no. 10, 2009, pp. 44-53.
- [4] Q. Y. Zhang and Q. X. Chu, "Triple band dual rectangular ring printed monopole antenna for WLAN/WiMAX applications," Microwave and Optical Technology Letters, vol. 51, no. 12, 2009, pp. 2845-2848.
- [5] Y. F. Wang, B. H. Sun, K. He, R. H. Li, and Y. J. Wang, "A compact tri-band antenna for WLAN/WiMAX applications," Microwave and Optical Technology Letters, vol. 53, no. 10, 2011, pp. 2371 - 2375.
- [6] J. Yoon, Y. Rhee, and Y. Jang, "Compact monopole antenna design for WLAN/WiMAX triple-band operations," Microwave and Optical Technology

Letters, vol. 54, no. 8, 012, pp.1838 - 1846.

- [7] Jeong-Jin Kang and Jong-In Choi, "A Development of the Dual Band Small Size Antenna for Wireless LAN," The Journal of The Institute of Webcasting, Internet Television and Telecommunication VOL. 5, No. 2, 2005
- [8] Dong-hee Park "Design and Analysis of Circularly Polarized Microstrip Patch Antenna for WLAN," Proceedings of KIIT Summer Conference, pp.323-325, 2012
- [9] Pyeong-guk Kim, "Broadband Wireless LAN with Laminated 2x1 antenna array Study on the Design and Fabrication: Proceedings of the Master's degree, pp.38-40, 2004.

저자 소개

오 말 근(정회원)



- 1998년 : 목포해양대학교 국제물류학과 (공학사)
- 2000년 : 목포해양대학교 대학원 국제물류학과 (공학석사)
- 2011년 ~ 현재 : 목포해양대학교 대학원 해양전자통신컴퓨터학과 (공학박사과정)
- 1981년 ~ 1985년 : 범양상선근무
- 1985년 ~ 1988년 : 동진상운 근무
- 1988년 ~ 현재 : 개인사업
- 관심분야 : 해상무선통신, 위성통신
- E-mail : malgeun60@gmail.com

김 갑 기(정회원)



- 1980년 : 광운대학교 통신공학과 (공학사)
- 1984년 : 건국대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1998년 : 건국대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
- 2001년 ~ 2002년 : 뉴욕시립대학 전자공학과 연구교수
- 2004년 ~ 현재 : 목포해양대학교 해양전자통신공학부 교수
- 관심분야 : 마이크로파 통신, 초고주파 회로설계, 해상무선통신, 이동통신, 위성통신.
- E-mail : microkim@mmu.ac.kr