

무선 이동통신 고속 통신망을 위한 LTE/WLAN용 이중대역 안테나 설계

김경록¹ · 오말근²

¹목포해양대학교 해양전자통신컴퓨터공학과 · ²목포해양대학교 항해정보시스템학부

Dual band antenna design for LTE / WLAN for wireless mobile communication high-speed network

Gyeong-rok Kim¹ · Mal-geun Oh²

¹Mokpo Maritime University marine electronic communication computer engineering

²Mokpo Maritime University Navigation and Information Systems

E-mail : rudfhr1646@naver.com

요 약

본 논문에서는 무선 이동통신 고속 통신망을 위한 LTE/WLAN용 마이크로스트립 안테나를 설계하였다. 제안된 안테나의 기판은 FR-4($\epsilon_r=4.3$)이고 크기는 20 [mm] x 40 [mm]이며, LTE/WLAN의 주파수대역인 2.77 [GHz]와 5 [GHz]의 대역에서 사용할 수 있는 특성을 갖도록 설계하였다. 시뮬레이션은 CST Microwave Studio 2014을 사용하였으며 시뮬레이션 결과 이득은 2.77 [GHz]일 때 2.034 [dBi], 5 [GHz]일 때 4.95 [dBi]이다. S-Parameter 또한 원하는 주파수 대역에서 -10 [dB](VSWR 2:1) 이하의 결과를 볼 수 있었다. 전세계적으로 LTE와 WLAN의 주파수대역을 많이 사용되고 있으며, 해당 주파수의 사용량도 점점 증가하고 있는 추세이다. 이러한 이유로 LTE/WLAN의 이중대역 안테나를 설계하여 많은 사용자에게 두 기술을 사용하는데 있어 좋은 방향으로 도움이 되고자 한다.

ABSTRACT

In this paper, we designed a microstrip antenna for LTE / WLAN for wireless mobile communication high - speed communication network. The substrate of the proposed antenna is FR-4 ($\epsilon_r = 4.3$), the size is 20 [mm] x 40 [mm] and can be used in the frequency band of 2.77 [GHz] and 5 [GHz] Respectively. The simulation was performed using CST Microwave Studio 2014. The simulation result shows that the gain is 2.034 [dBi] at 2.77 [GHz] and 4.95 [dBi] at 5 [GHz]. The S-parameter was also found to be less than -10 [dB] (VSWR 2: 1) in the desired frequency band. The frequency bands of LTE and WLAN are widely used around the world, and the usage of the frequency is also increasing. For this reason, the dual-band antenna of LTE / WLAN is designed to help many users in a good way to use both technologies.

키워드

이중대역, 마이크로스트립 안테나, LTE, WLAN, CST M/W Studio

1. 서 론

현재 정보통신 기술의 엄청난 발달에 따라 통신, 방송, 안전, 휴대전화 분야에서 주파수 이용이 눈에 띄게 급증하고 있다. 다양한 무선 환경에 적응하기 위해 다중 주파수 대역에서 동작할 수 있으며 장소에 관계없이 컴퓨터 망에 연결시키는 WLAN (Wireless Local Area Network)의 필요성이

증대되고 있다[1].

무선 LAN은 사무실이나 기타 이동 무선 환경에서 네트워크의 구축이 용이하다는 점 때문에 높은 선호도를 나타내고 있다. 무선 LAN 네트워크 구축시 케이블의 연결이 필요가 없기 때문에 무선 LAN은 보다 편리하고 자유롭게 사용이 가능하다[2]. IEEE(Institute of Electrical and

Electronics Engineers) 802.11에서는 Wireless에 대한 기본지식과 보안문제를 다루고 있는데, 2.4 [GHz] 대역은 가전제품, 의료용 장비, 무선기기가 공통으로 사용하는 대역으로 혼신의 가능성 때문에 5 [GHz]를 무선 LAN 등의 무선접속 시스템 대역으로 사용하는 것이 바람직하다[3]. 또한 5 [GHz]대역 무선랜 시스템 IEEE 802.11a의 표준 규격에 대한 제품이 최근 들어 등장하기 시작하면서 이동통신 안테나 활용방안에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[4]. 스마트폰 사용자의 증가로 인한 멀티미디어 및 인터넷 서비스의 급격한 증가로 인해 3G망의 포화 상태에 이르게 되자, LTE(Long Term Evolution)서비스를 시작하게 되었다. 여기서 멈추지 않고 계속해서 ICT 기업들의 경쟁 속 더욱더 빠르게 4G, 5G 등이 개발 및 연구되고 있다. 위의 여러 가지 이유로 LTE/WLAN용 이중대역 안테나를 설계하고자 한다.

본 논문의 구성은 제 1장 서론, 제 2장 마이크로스트립 안테나의 설계이론, 제 3장 마이크로스트립안테나 설계 및 시뮬레이션 결과, 제 4장 결론으로 구성하였다.

II. 마이크로스트립 안테나 설계이론

2-1 공진주파수

우선 공진주파수를 설명하기 전에 프린징 효과에 대해 간단히 설명하면 전자석 내부에서 자속이 공기 중으로 나오면서 휘어지거나 퍼지는 현상으로 이로 인하여 패치 안테나를 설계할 때는 누설 전계에 의한 길이 증가분 때문에 손으로 계산한 값($\lambda/2$)보다 약간 더 짧게 해야 원하는 공진주파수가 나온다는 것이다.

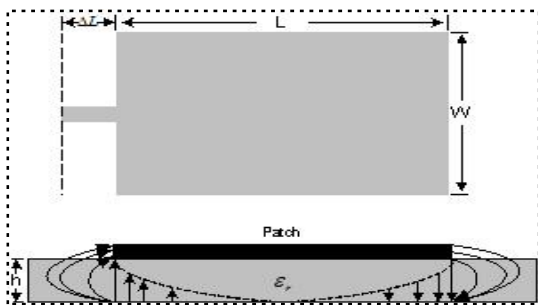


그림 1. 패치의 물리적 길이, 실효 길이

기본 모드 TM_{010} 인 경우, 마이크로스트립 안테나의 공진 주파수는 길이 함수로 일반적으로 식 (1)와 같다.

$$(f_r)_{010} = \frac{1}{2L\sqrt{\epsilon_r}\sqrt{\mu_0\epsilon_0}} = \frac{c}{2L\sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

여기서 c 는 자유공간에서 빛의 속도이며 식 (1)

는 프린징 효과를 고려하지 않았기 때문에 가장자리 효과를 포함하면 길이에 대한 패치 크기는 각 종단에서 거리 ΔL 만큼 확장된다. ΔL 은 실효 유전율 ϵ_{reff} 와 폭과 높이의 비(W/h)의 함수이다[5].

2-2 지향성

안테나의 특성을 나타내는 요소 하나는 그 안테나가 어느 특정 방향으로 에너지를 얼마나 많이 집중해 방사할 수 있는가 하는 점이다. 안테나의 이러한 특성을 지향성은 곧 전력이득과 같다. 보통 안테나 이득은 등방성 안테나 또는 반파장 다이폴 안테나를 기준으로 했을 때의 상대적인 양을 의미한다.

지향성은 어떤 특정 방향으로 진행되는 방사세기 대 평균방사세기의 비로 정의된다. 즉 지향성 D 는 다음 식 (2)과 같다[6].

$$D(\theta, \phi) = \frac{U(\theta, \phi)/r^2}{U_{ave}/r^2} = \frac{\frac{1}{2}R_e(E \times H^*) \cdot \hat{r}}{P/4\pi r^2} \quad (2)$$

2-3 이득

지향성은 단순히 안테나의 방사패턴으로 결정된다. 안테나가 시스템에 사용될 그 지향특성과 더불어 안테나가 얼마나 효과적으로 입력단자에서의 가용전력으로 변환시킬 수 있는지는 매우 중요한 사항이다.

전력이득 G 혹은 간단히 이득은 정량화하는 것을 말하며, 어떤 주어진 방향으로 방사세기와 송신기에서 안테나로 전달된 전력비에 4π 를 곱한 것과 같으며 식 (3)로 정의할 수 있다[7].

$$G(\theta, \phi) = \frac{4\pi U(\theta, \pi)}{P_{in}} \quad (3)$$

2-4 방사패턴

마이크로스트립 패치 안테나는 유전체 기판의 두께가 작을 때는 유전율에 의한 영향이 무시되며 마이크로스트립 패치와 유전체 기판은 무한 접지 면에 있는 두 개의 평행한 슬롯과 반 파장 길이의 전송 선로로 대체할 수 있다. 마이크로스트립 패치 안테나의 복사 패턴을 계산하기 위해서는 슬롯하나의 복사 패턴을 생각해야 한다.

그림 2에서 슬롯의 폭은 유전체 기판의 두께 h 와 같고, 슬롯의 길이는 패치 안테나의 폭 W 와 같다. 슬롯에서의 전계는 수직성분과 수평성분으로 분리되며, 두 슬롯에서 전계의 수직성분은 서로 역위상이 되므로 상쇄되고, 수평성분은 동위상이 되므로 더해진다[8].

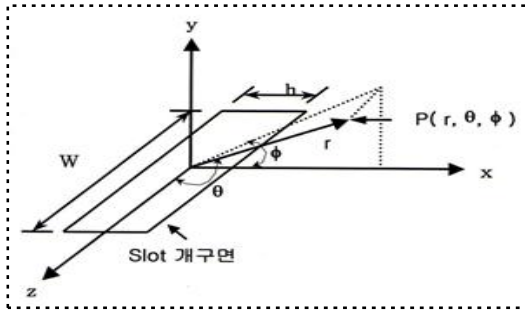


그림 2. 슬롯의 기하학적인 방식

III. 마이크로스트립 안테나 설계 및 시뮬레이션 결과

3-1 안테나의 설계

그림 3은 LTE/WLAN용 이중대역 안테나의 디자인을 보여주고 있다. 기판의 크기를 줄여 안테나의 크기를 최소화 하였으며 적은 변수로 설계가 간단하다. 이 안테나는 유전율($\epsilon_r=4.3$) 및 유전 정접($\tan\delta=0.025$)의 정수인 FR-4(loosy) Substrate이며 크기는 $20\text{ [mm]} \times 40\text{ [mm]}$ 이다. Ground의 크기는 $20\text{ [mm]} \times 10\text{ [mm]}$ 로 설계하였다. 표 1은 제안된 안테나의 파라미터를 나타내며, 표 2는 제안된 안테나의 두께를 나타낸다.

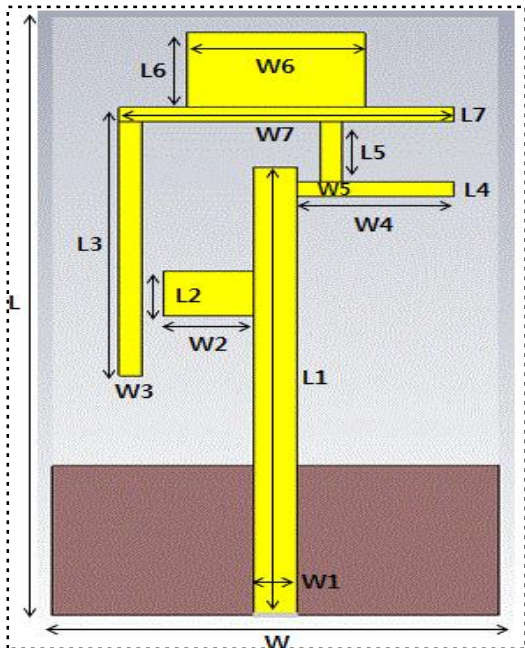


그림 3. 마이크로스트립 안테나 레이아웃

표 1. 제안된 안테나의 각 파라미터

Symbol	Value(mm)	Symbol	Value(mm)
L	40	L_7	1
W	20	W_1	2
L_1	30	W_2	4
L_2	3	W_3	1
L_3	18	W_4	7
L_4	1	W_5	1
L_5	4	W_6	8
L_6	5	W_7	15

표 2. 제안된 안테나의 두께

Name	Value(mm)
p(patch)	0.035
t(ground)	0.035
h(substrate)	0.8

3-2 안테나의 설계

그림 4은 제안된 안테나의 입력대비 반사손실로서 최고치인 2.77 [GHz] 에서 -10.733 [dB] 와 5 [GHz] 대역에서 -14.898 [dB] 를 나타낸다. 또한 원하는 주파수 두 대역에서 -10 [dB] 이하로 떨어지는 것을 확인할 수 있는데, 이는 LTE/WLAN용 이중대역 안테나로 사용할 수 있다는 것을 의미한다. 왼쪽의 대역은 1.65 [GHz] 로 -10 [dB] 이하로 떨어지지 않았으며, 이득 역시 매우 낮아 사용이 불가하였다.

그림 5부터 그림 11은 제안된 안테나의 전계, 자계 및 전류흐름과 방사패턴 결과를 나타낸다.

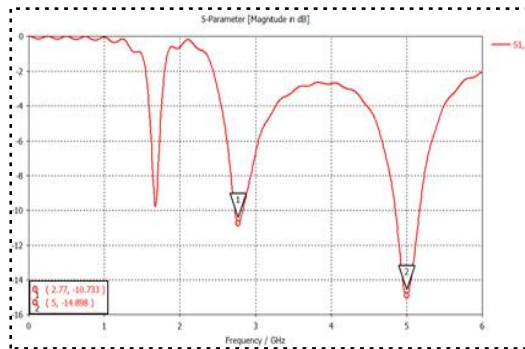


그림 4. 입력 대비 반사손실 S-Parameter

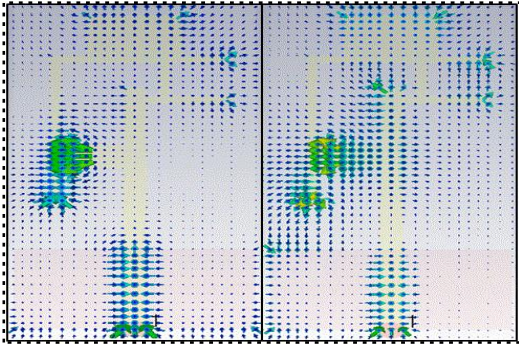


그림 5. 2.77 [GHz], 5 [GHz]일 때의 E-field 결과

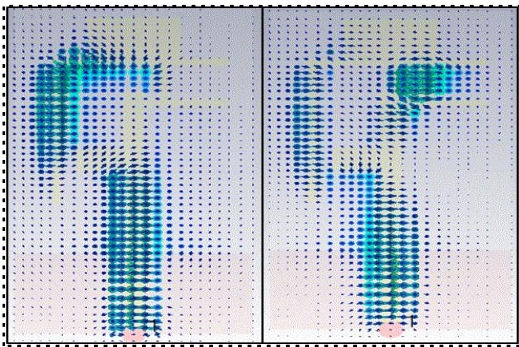


그림 6. 2.77 [GHz], 5 [GHz]일 때의 H-field 결과

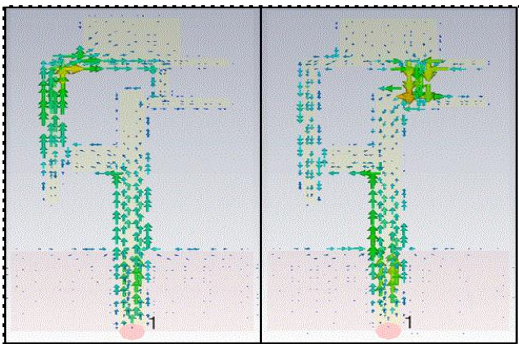


그림 7. 2.77 [GHz], 5 [GHz]일 때의 전류흐름 결과

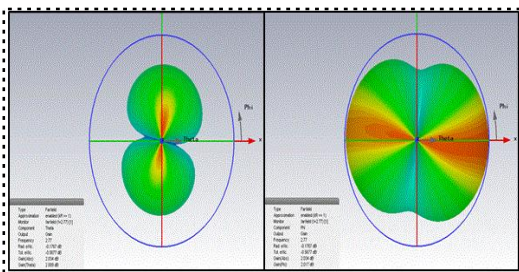


그림 8. 2.77 [GHz]일 때의 방사패턴 3D 결과

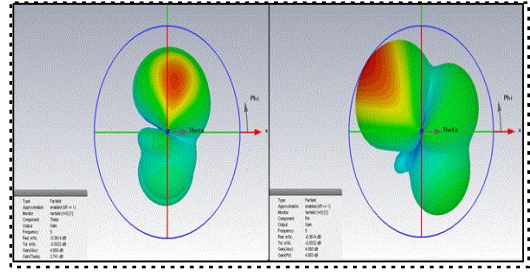


그림 9. 5 [GHz]일 때의 방사패턴 3D 결과

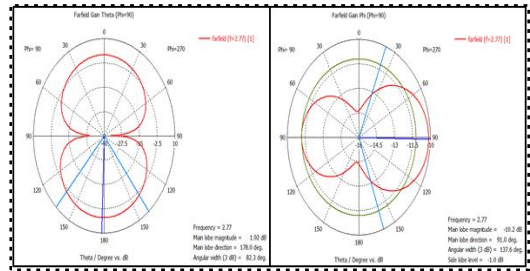


그림 10. 2.77 [GHz]일 때 방사패턴 Polar 결과

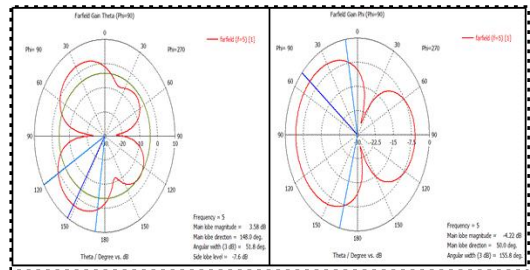


그림 11. 5 [GHz]일 때 방사패턴 Polar 결과

IV. 결론

본 논문에서는 LTE와 WLAN 통신을 위한 마이크로스트립 패치 이중대역 안테나를 설계하였다. 제안된 안테나는 간단한 구조와 적은 변수들을 가지고 있고, 입력대비 반사손실로서 2.77 [GHz]와 5 [GHz]에서만 -10 [dB](WSWR 2:1) 이하로 떨어지며 이득 또한 2.77 [GHz]일 때 2.034 [dBi], 5 [GHz]일 때 4.95 [dBi]로 LTE와 WLAN 통신용으로 사용할 수 있다는 결과를 볼 수 있다. 3D 설계가 가능한 CST Micro Studio 2014 Program을 사용하였다. 따라서 본 논문에서 제작된 안테나는 동작주파수 대역에서 반사손실이나 삽입손실, 지향성이 설계하고자 하는 목표에 만족함으로써 LTE/WLAN용 통신 시스템에 적용 및 활용 가능할 것이다. 전세계적으로 LTE와 WLAN의 주파수대역을 많이 사용되고 있으며, 해당 주파수의 사용량도 점점 증가하고 있는 추세이다. 이러한 이유로 LTE/WLAN의 이중대역 안테나를

설계하여 많은 사용자에게 두 기술을 사용하는데 있어 좋은 방향으로 도움이 되고자 한다.

References

- [1] B. J. Kim, K. H. Jo, C. J. Lee and J. S. Choi, "Trends and Future Prospects of Wireless Internet Standardization (Focused on IEEE 802 Wireless Internet Standardization)," *Journal of the Korea Electromagnetic Engineering Society*, Vol. 15, No. 3, pp.80-90, July, 2004.
- [2] B. Randy, "Microstrip and printed Antenna Design," Noble Publishing Ltd, 2004.
- [3] Park S. K., J. K. Lee, Y. C. Jeong, J. H. Yun and C. D. Kim, "Group delay adjuster using resonance circuit with varactor diode," *IEEE Trans. Antennas propag.*, Vol. 4, pp. 4, Dec, 2005.
- [4] C. A. Balanis, "Antenna Theory analysis and design," John Wiley&Sons, INC Chapter 14, 2009.
- [5] P. G. Kim, "A Study on the Design and Fabrication of 2x1 Array Antenna for Broadband Wireless LAN Using Laminated Structure," Master's Thesis, pp. 38-40, 2004.
- [6] H. G. Choi, H. S. Oh, W. Cho, and Y. S. Jand, "Fading effects and antenna diversity tests of WAVE communications," *J. Commun. Netw.*, Vol 39, No. 10, pp. 967-973, 2014.
- [7] S. Fujio and T. Asano, "Dual band coupled floating element PCB antenna," *IEEE AP-S Int. Symp. Dig.*, Vol. 3, pp. 2599-2602, Jun. 2004.
- [8] K. Bahng, C. W. Jung, and K. Kim, "Design and measurement of beam reconfigurable antenna based on folded dipole structure," *Electron. Lett.*, Vol. 45, No. 3, pp. 138-139, Jan. 2009.