

무선 근거리 통신을 위한 UWB/WAS용 이중대역 안테나 설계

김경록¹ · 오말근²

¹목포해양대학교 해양전자통신컴퓨터공학과 · ²목포해양대학교 항해정보시스템학부

Design of Dual Band Antenna for UWB / WAS for Wireless Local Area Communication

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 근거리 고속 통신을 위한 UWB/WAS용 마이크로스트립 안테나를 설계하였다. 제안된 안테나의 기판은 FR-4($\epsilon_r=4.3$)이고 크기는 30 [mm] x 30 [mm]이며, UWB/WAS의 주파수대역인 3.5 [GHz]와 5.2 [GHz]의 대역에서 사용할 수 있는 특성을 갖도록 설계하였다. 시뮬레이션은 CST Microwave Studio 2014을 사용하였으며 시뮬레이션 결과 이득은 3.5 [GHz]일 때 1.592 [dBi], 5.2 [GHz]일 때 2.210 [dBi]이다. S-Parameter 또한 원하는 주파수 대역에서 -10 [dB](WSWR 2:1) 이하의 결과를 볼 수 있었다. 마이크로스트립 안테나는 소형화, 고성능, 초경량화 등이 되어 우수하고 저가의 시스템이 계속해서 개발되고 있다. 또한, 가정, 회사, 공공시설 등에서 사용되고 있는 무선 근거리 통신망 시스템을 많은 사람들이 사용하고 있다. 시스템의 발달과 수요 증가에 따른 UWB/WAS 기술이 제안되고 있기 때문에 위의 조건에 만족하는 안테나를 설계하여 해당 시스템에 적용가능한 기술을 더욱 편리하게 사용할 것이다.

ABSTRACT

In this paper, we design a UWB / WAS microstrip antenna for wireless local high - speed communication. The substrate of the proposed antenna is FR-4 ($\epsilon_r = 4.3$) and its size is 30 [mm] x 30 [mm]. It is designed to have characteristics that can be used in the frequency bands of 3.5 [GHz] and 5.2 [GHz], which are UWB / WAS frequency bands. The simulation was performed using CST Microwave Studio 2014. Simulation results show that the gain is 1.592 [dBi] at 3.5 [GHz] and 2.210 [dBi] at 5.2 [GHz]. The S-parameter also showed a result of less than -10 [dB] (WSWR 2: 1) in the desired frequency band. Microstrip antennas have been miniaturized, high performance, and light weight, and excellent and low cost systems are continuously being developed. In addition, many people use wireless local area network systems used in homes, companies, and public facilities. Since the UWB / WAS technology is proposed according to the development of the system and the demand increase, the antenna that satisfies the above conditions will be designed and the technology applicable to the system will be used more conveniently.

키워드

이중대역, 마이크로스트립 안테나, 무선 근거리 통신, CST M/W Studio

1. 서 론

최근 이동통신의 사용량이 증가와 분야 기술의 발전으로 많은 사용자가 해당 기술을 필요로 하고 있다. 무선 근거리에서 각종 멀티미디어기기의 연결을 통해 빠른 정보교환이 가능해지면서 서비

스의 다양화가 이루어지고 있다. 따라서, 초고속 인터넷, 블루투스 등 부수적인 기술들이 개발되고 있다. 해당 기술의 통신은 서비스 지역이 근거리여서 거리의 제한이 있지만 근거리인 만큼 기술 범위 내에 광역성과 빠른 전송속도, 통신회선의 품질의 우수한 특징을 가지고 있다[1].

통신 기술의 발달로 통신, 방송 등 특히 개인 휴대 통신 분야에서 해당 기술의 주파수 이용이 급증하고 있고 다양한 무선 통신 환경에 적응하기 위해 다중 주파수 대역에서 동작할 수 있는 기술의 필요성이 증대되고 있는 실정이다[2]. 이러한 점에서 통합된 하나의 통신 장비의 개발로 여러 가지 통신서비스를 제공 받을 수 있게 하고 이를 뒷받침할 수 있는 이동대역에서 동작할 수 있는 안테나 개발이 필요하다[3]. 그러므로 시스템의 수요 증가 이유로 많은 사용자가 편리하게 이용할 수 있고 각종 이론에 만족하는 UWB/WAS용 안테나를 설계하고자 한다.

본 논문의 구성은 제 1장 서론, 제 2장 이중대역 마이크로스트립 안테나의 이론 및 기본구조, 제 3장 이중대역 마이크로스트립 안테나 설계 및 시뮬레이션 결과, 제 4장 결론으로 구성하였다.

II. 이중대역 마이크로스트립 안테나 설계이론 및 구조

2-1 마이크로스트립 안테나 설계이론

안테나를 설계하기 위해서는 먼저 패치의 폭과 길이를 알아야한다. 공진 주파수 f_r 에서 동작하도록 유전율이 ϵ_r 이고 두께가 h 인 기판위에 마이크로스트립 패치 안테나를 설계하는 경우 실제 다음 식 (1)과 같다.

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

여기서 C 는 광속도 f_r 은 안테나의 공진 주파수이다. 공진패치의 길이와 폭이 유한하기 때문에 공진 패치 가장자리에서의 계와 폭에 대하여 프린징이 발생하게 된다. 총 프린징 효과는 공진패치의 크기와 기판높이의 함수로써 안테나의 공진 주파수에 영향을 주기 때문에 패치의 길이와 폭을 고려해야 한다. 마이크로스트립선로에서 대부분의 전기력선은 기판에 존재하고 그 일부는 공기에 존재한다. 즉 파의 일부는 기판에, 다른 일부는 공기로 진행하기 때문에 선로에서 프린징과 전파를 계산하기 위하여 실효 유전율을 도입한다. 실효유전율 ϵ_{re} 은 $W/h > h > 1$ 인 경우, 식 (2)로 나타낼 수 있다.

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

프린징 효과 때문에 마이크로스트립 안테나의 공진패치는 물리적인 크기보다 전기적으로 더 큰 것처럼 보인다.

기본 E-평면(x-y)에서, 길이에 대한 공진패치 크기는 각 종단에서 Δl 만큼 확장되었다. Δl 은

Hammerstad 실험식으로 프린징 필드에 의한 확장효과이며 다음 식 (3)과 같다.

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

실효 유전율 ϵ_{re} 와 선로확장 Δl 에 의해 방사체 길이 L 은 식 (4)로 나타낼 수 있다.

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

사각형 공진패치의 길이 L 은 일반적으로 $\lambda_0/3 < L < \lambda_0/2$ 이다[4].

2-2 안테나의 구조

그림 1처럼 마이크로스트립 안테나는 아주 얇은($t \ll \lambda_0$, λ_0 는 자유공간의 파장) 금속체 p(patch)가 최상단에 위치하며 접지면 t(ground) 위에 위치하는 유전체 h(substrate)는 파장에 비해 매우 작은 두께로($h \ll \lambda_0$, 보통 $0.003\lambda_0 \leq h \leq 0.05\lambda_0$)로 되어 있다. 마이크로 방사패치의 방사 모드는 브로드사이드와 엔드파이어가 있고 여기모드를 적당하게 선정함으로써 방사모드가 결정된다.

사각형 방사패치의 경우, 길이 L 은 일반적으로 $\lambda_0/3 < L < \lambda_0/2$ 이다. 방사패치와 접지면은 유전체에 의해 분리되어 있다[5].

마이크로스트립 안테나 설계에 사용되는 기판은 여러 가지가 있는데 기판의 유전율은 보통 $2.2 \leq \epsilon_r \leq 12$ 범위이다. 기판은 두껍고 유전율이 낮은 것이 안테나 성능에 가장 바람직하다[6].

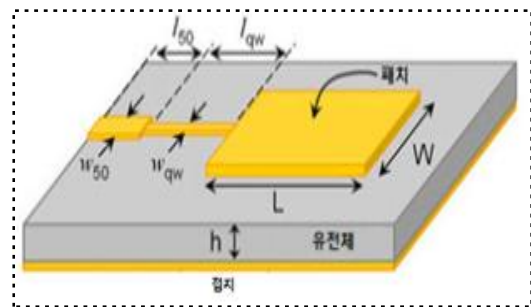


그림 1. 마이크로스트립 안테나의 구조

III. 이중대역 마이크로스트립 안테나 설계 및 시뮬레이션 결과

3-1 안테나의 설계

그림 2는 UWB/WAS용 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 $30\text{ [mm]} \times 30\text{ [mm]}$ 이다. Ground의 크기는 $30\text{ [mm]} \times 10\text{ [mm]}$ 로 설계하였다. 표 1은 제안된 안테나의 파라미터를 나타내며, 표 2는 제안된 안테나의 두께를 나타낸다.

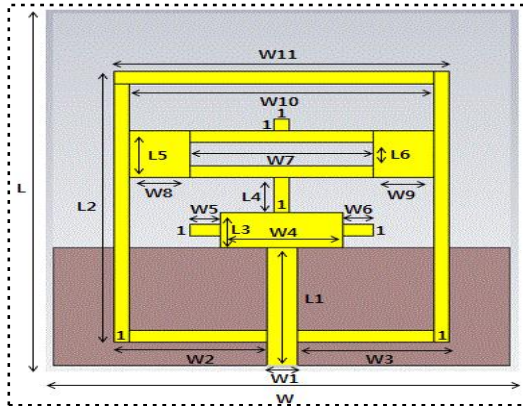


그림 2. 마이크로스트립 안테나 레이아웃

표 1. 제안된 안테나의 각 파라미터

Symbol	Value(mm)	Symbol	Value(mm)
L	30	W_3	9
W	30	W_4	8
L_1	10	W_5	2
L_2	23	W_6	2
L_3	3	W_7	12
L_4	3	W_8	4
L_5	4	W_9	4
L_6	2	W_{10}	19
W_1	2	W_{11}	22
W_2	9		

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 3은 제안된 안테나의 입력대비 반사손실로서 최고치인 3.5 [GHz]에서 -15.138 [dB]와 5.2 [GHz] 대역에서 35.349 [dB]를 나타낸다. 또한 원하는 주파수 두 대역에서 -10 [dB] 이하로 떨어지는 것을 확인할 수 있는데, 이는 UWB/WAS용 이중대역 안테나로 사용할 수 있다는 것을 의미한다. 그림 4부터 그림 10은 제안된 안테나의 전계, 자계 및 전류흐름과 방사패턴 결과를 나타낸다.

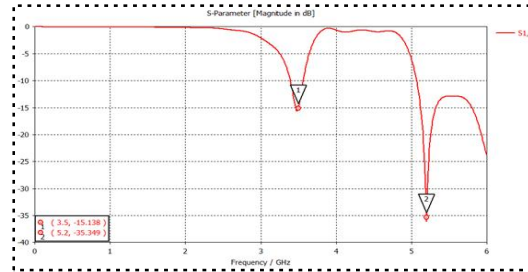


그림 3. 입력 대비 반사손실 S-Parameter

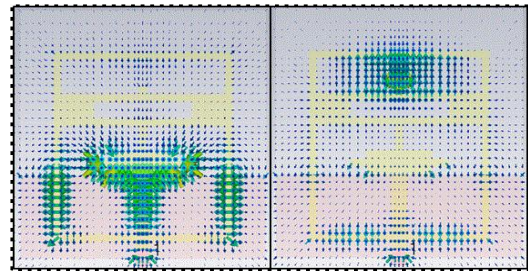


그림 4. 3.5 [GHz], 5.2 [GHz]일 때의 E-field 결과

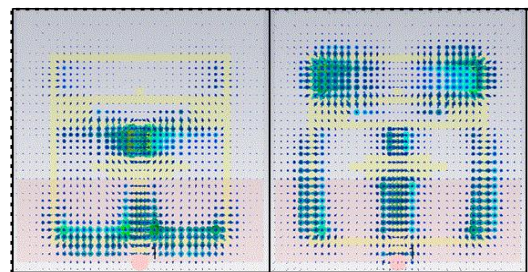


그림 5. 3.5 [GHz], 5.2 [GHz]일 때의 H-field 결과

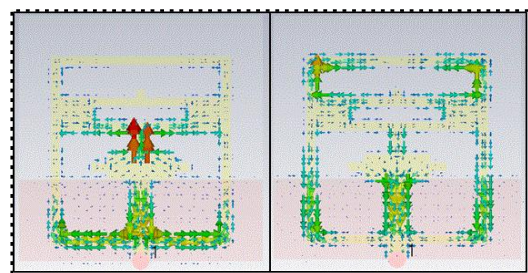


그림 6. 3.5 [GHz], 5.2 [GHz]일 때의 전류흐름 결과

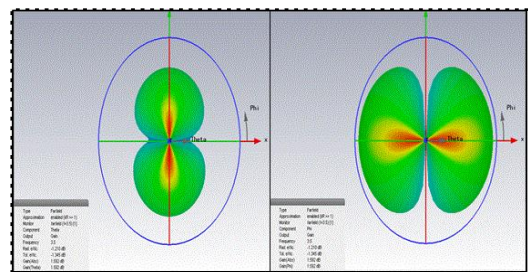


그림 7. 3.5 [GHz]일 때의 방사패턴 3D 결과

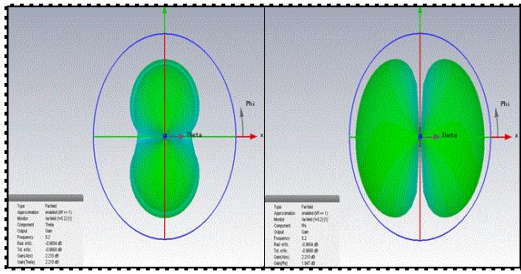


그림 8. 5.2 [GHz]일 때의 방사패턴 3D 결과

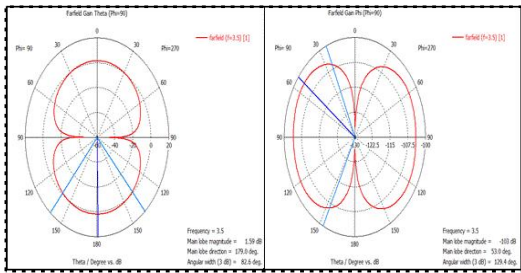


그림 9. 3.5 [GHz]일 때 방사패턴 Polar 결과

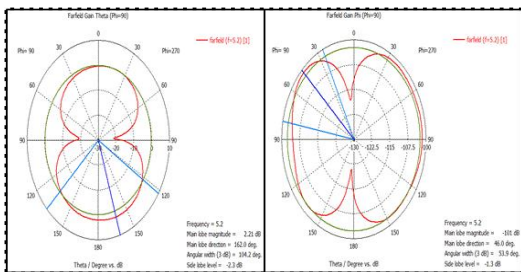


그림 10. 5.2 [GHz]일 때 방사패턴 Polar 결과

IV. 결론

본 논문에서는 UWB와 WAS 통신을 위한 마이크로스트립 패치 이중대역 안테나를 설계하였다. 제안된 안테나는 간단한 구조와 적은 변수들을 가지고 있고, 입력대비 반사손실로서 3.5 [GHz]와 5.2 [GHz]에서만 -10 [dB](WSWR 2:1) 이하로 떨어지며 이득 또한 3.5 [GHz]일 때 1.592 [dBi], 5.2 [GHz]일 때 2.210 [dBi]로 UWB와 WAS 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 UWB/WAS용 통신 시스템에 적용 및 활용 가능할 것이다. 마이크로스트립 안테나는 소형화, 고성능, 초경량화 등 장점이 있어 우수하고 저가의 시스템이 계속해서 개발되고 있다. 시스템의 발달과

수요 증가에 따른 UWB/WAS 기술이 제안되고 있어 위의 조건에 만족하는 안테나 설계하여 해당 시스템을 적용한 기술을 사용할 것으로 전망한다.

References

- [1] U. G. Yang, K. H. Lee, J. S. Kim and S. M. Kim, "Design and Implementation of Dual Resonant Antenna for Access Point in Wireless LAN," *Journal of the University of Incheon*, Vol. 7, pp. 107-117, 2001.
- [2] H. R. Lee, I. G. Kim, J. K. Yug and H. G. Bang, "Broadband Characteristics of Wide Flat Slow Antenna," *Journal of the Korea Electromagnetic Engineering Society*, Vol. 14, No. 3, pp. 260-277, 2003.
- [3] Amitava Ghosh, et al, "LTE-Advanced: Next-Generation Wireless Broadband Technology," *IEEE Wireless Communications*, pp. 10-22, Jun. 2010.
- [4] 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.
- [5] D. M. Pozar, "Microstrip Antennas," *Proc. IEEE*, Vol. 80, pp. 79-81, Jan. 1992.
- [6] R. E. Munson, "Conformal Microstrip Antenna and Microstrip Phased Arrays," *IEEE Trans. Antennas & Propagation*, Vol. AP-22, pp. 74-78, Jan. 1974.