

## 2.4 GHz 무선랜 대역용 CPW 소형 안테나

최인태\* · 신호섭\*\*

A Compact CPW-fed Antenna for 2.4 GHz WLAN applications

In-Tae Choi\* · Ho-Sub Shin\*\*

요 약

본 논문에서는 2.4 GHz 무선랜 대역에서 사용이 가능한 CPW 소형 안테나를 제안하였다. 제안된 안테나는 스텐드와 슬롯이 모두 접혀진 구조로써 모의실험을 통하여 최적화된 파라미터 수치로 비유전율이 4.2, 두께가 1.0 mm인 저렴한 FR-4 기판 상에 제작하여 측정하였다. 측정된 결과 주파수 2.4 - 2.484 GHz 대역에서 -10 dB 이하의 반사손실 값을 얻음으로써 2.4 GHz 무선랜에서 사용할 수 있음을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, a compact CPW-fed antenna for 2.45 GHz band WLAN applications is presented. The proposed antenna which has a geometry of folded stub and slot is fabricated into an inexpensive FR-4 substrate that has a dielectric constant of 4.2 and a thickness of 1.0 mm with optimized parameters obtained by simulation, and then measured. From measured result, we confirmed available operation as antenna for WLAN applications by obtaining the return loss level of < -10 dB in the frequency band of 2.4 - 2.484 GHz.

키워드

Monopole Antenna, CPW-Fed Antenna, WLAN Applications  
Monopole 안테나, CPW 안테나, WLAN 응용

### 1. 서 론

1980년대 후반에 소개된 초기 무선랜 제품들은 전통적인 유선랜을 대체하기 위한 장치로써 시장에 나오게 되었다. 무선랜은 랜 케이블링의 설치에 따른 비용을 절약하게 해주고, 네트워크 구조에 대한 재배치와 변경을 하는데 용이하다. 이와 같은 무선랜에 대한 사용 동기들은 유선통신을 위한 건축 설계의 변화와 유선랜의 개발에 의해 뒤바뀌게 되었다. 그러나 대

규모 지역의 빌딩, 케이블링 작업이 불충분하게 되어 있는 오래된 건물과 새로운 케이블링이 허용되지 않는 낡은 건물, 그리고 유선랜의 설치 및 보수가 경제적으로 어려운 작은 사무실 등과 같은 환경에서 유선랜을 대체하기 위한 시스템으로써 무선랜의 역할이 있다. 무선랜의 응용으로는 인터넷의 이용, 건물 간 상호연결, 휴대 이동 무선 접속, ad-hoc 네트워킹이 있으며, 대부분의 응용에 있어서 무선랜은 이동성이라는 특성이 크기 때문에 핸드폰과 노트북 PC, 태블

\* 군산대학교 전자정보공학부 정보통신전파공학전공 (citn21c@kunsan.ac.kr)

\*\* 교신저자 : 군산대학교 IT정보제어공학부 IT융합통신공학전공

• 접수일 : 2015. 10. 05  
• 수정완료일 : 2015. 11. 13  
• 게재확정일 : 2015. 11. 23

• Received : Oct. 05, 2015, Revised : Nov. 13, 2015, Accepted : Nov. 23, 2015

• Corresponding author : Ho-Sub Shin

IT Convergence and Communication Engineering Major, School of IT, Information and Control Engineering, Kunsan National University

Email : hsshin@kunsan.ac.kr

릿 PC 등에서 많이 사용되고 있다. 따라서 무선랜을 사용하는 모바일 단말기용 안테나는 작고 가벼워야 한다[1-6].

무선랜의 주파수는 비면허 ISM(Industrial, Science and Medical) 대역에 속하는 2.4 GHz 대역과 5 GHz 대역이 있다. 전자파는 주파수가 높아질수록 지향성이 크다. 이러한 특성으로 인하여 5 GHz 대역의 주파수에서는 장애물의 영향을 더 많이 받기 때문에 2.4 GHz 대역의 무선랜에서 사용할 수 있는 소형·경량의 안테나가 필요하다. 2.4 GHz 무선랜용 소형 안테나에 대한 연구들이 있지만 안테나의 크기가 큰 경향이 있어 소형화의 필요성이 있다[7-9].

본 논문에서는 2.4 GHz 대역 무선랜에서 사용할 수 있는  $14.5 \times 16.0 \times 1.0 \text{ mm}^3$  크기의 소형 안테나를 제안하였다. 안테나를 소형화하기 위하여  $1/4\lambda_0$  모노폴 안테나를 채택하였고, 두께가 1.0 mm이며 가볍고 저렴한 FR-4 기판 상에 설계 및 제작 하였다. 그리고 제작이 용이하고, 마이크로스트립 선로에 비해 손실이 적다는 점 등의 장점들을 가진 CPW(Coplanar Waveguide) 급전 방식을 사용하였다. 또한 접혀진 슬롯과 T형 스텐브를 접어서 기존의 안테나의 크기를 약 20% 정도 줄였다. 기존의 안테나는 접혀진 슬롯과 T형의 구조로 진류 경로의 길이를 늘려  $18.0 \times 20.0 \times 0.8 \text{ mm}^3$ 의 소형의 크기이다[10-16].

## II. 안테나 구조 및 설계

그림 1은 제안된 안테나 구조로서 FR-4 기판의 한 면에 접혀진 스텐브와 Ground가 함께 있는 대칭적인 CPW 급전 방식의 구조이다. 기판의 비유전율은 4.2이며 손실 탄젠트는 0.019이다. 모의실험을 통하여 최적화된 파라미터 수치는 표 1에 나타내었다.

그림 2는 파라미터 L1의 변화에 따른 영향을 보이고 있다. L1이 증가할수록 공진주파수는 높아지고 반사손실이 작아져 -10 dB 반사손실 대역폭은 약간 더 넓어진 것을 알 수 있다.

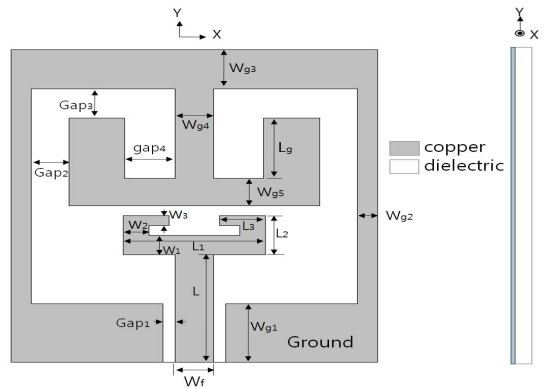


그림 1. 제안된 안테나 구조

Fig. 1 Geometry of proposed antenna

표 1. 최적화된 안테나의 파라미터 수치

Table 1. Parameters of optimized antenna

parameter	value [mm]	parameter	value [mm]
Wf	1.5	Gap1	0.5
W1	1	Gap2	2.5
W2	1	Gap3	1.5
W3	0.5	Gap4	1.5
Wg1	3	Lg	3.1
Wg2	0.8	L	5.5
Wg3	2	L1	5.6
Wg4	1.5	L2	2
Wg5	1.4	L3	1.8

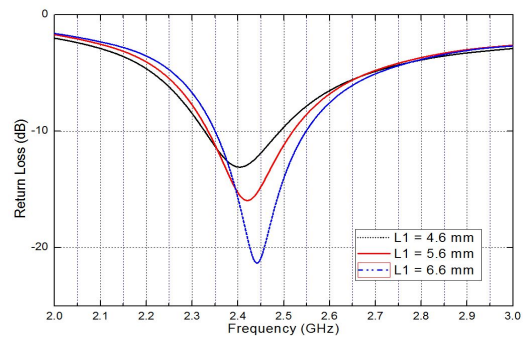


그림 2. L1의 변화에 따른 영향

Fig. 2 Effect by variation of L1

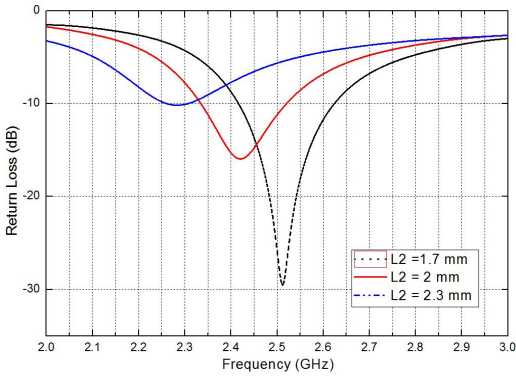


그림 3. L2의 변화에 따른 영향  
Fig. 3 Effect by variation of L2

그림 3은 파라미터 L2의 변화에 따른 영향을 보여 주고 있다. 0.3 mm의 적은 L2의 변화에도 공진 주파수와 반사 손실에 큰 영향을 주고 있으며, L2가 증가할수록 공진주파수가 낮아지고 반사손실이 커지고 -10 dB 반사손실 대역폭이 작아짐을 확인할 수 있다.

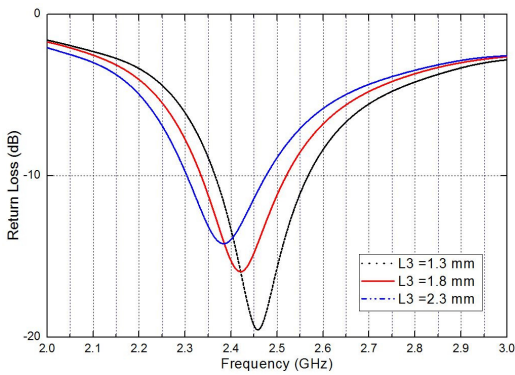


그림 4. L3의 변화에 따른 영향  
Fig. 4 Effect by variation of L3

그림 4는 파라미터 L3의 변화에 따른 영향을 보여 주고 있다. L3가 증가할수록 공진 주파수가 감소하고 반사손실이 작아지고 -10 dB 반사손실 대역폭은 약간 작아지는 것을 알 수가 있다.

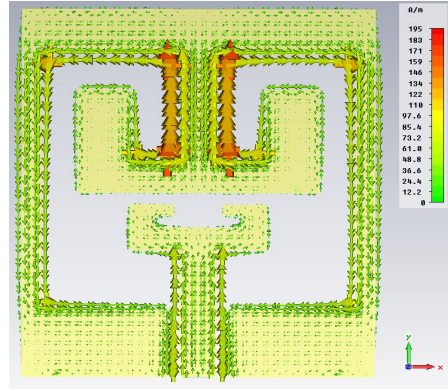


그림 5. 2.45 GHz에서 표면 전류 분포 [모의실험]  
Fig. 5 Surface current distribution at 2.45 GHz [simulation]

최적화된 안테나의 표면 전류 분포는 그림 5에서 보여 주고 있다. 그라운드의 영상 전류의 길이는 급전 부분으로부터 약 31 mm로서 주파수 2.45 GHz의  $1/4 \lambda_0$ 는 30.6 mm인 길이와 비슷한 것을 알 수 있다.

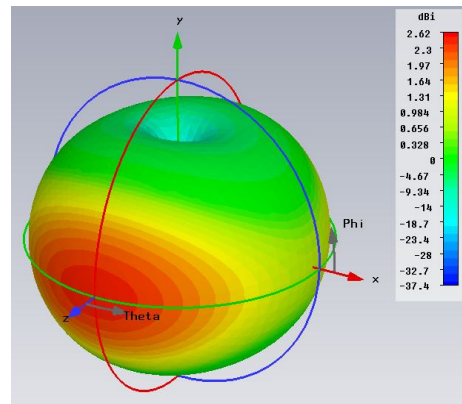


그림 6. 2.45 GHz에서 복사 패턴 [모의실험]  
Fig. 6 Radiation pattern at 2.45 GHz [simulation]

그림 6은 모의실험을 통하여 계산된 2.45 GHz에서의 3D 복사패턴을 나타내었다. 전방향성에 가까운 특성의 복사패턴을 보여 주고 있으며 최대 이득은  $\pm z$  방향으로 2.62 dBi이다.

### III. 안테나 제작 및 실험 결과

그림 7는 최적화된 파라미터 수치로 FR-4 기판 상에 제작한 안테나를 보여주고 있다. 그림 1에 제시된 안테나구조와 동일한 구조임을 확인할 수 있으며 소형화된 안테나임을 알 수 있다. 안테나 제작은 포토리소그래피(photolithography)기술을 거쳐서 감광필름 도포, 노광, 현상 및 에칭과정을 통해서 제작되었다.

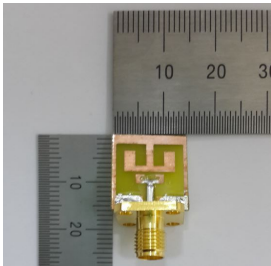


그림 7. 제작된 안테나  
Fig. 7 Fabricated antenna

그림 8은 제작한 안테나의 반사손실의 측정 결과를 보여 주고 있다. 모의실험 결과와의 오차는 최적화된 파라미터와 제작된 안테나의 파라미터와의 수치 오차로 인한 영향과 유전율의 오차 및 시뮬레이션과 실험 환경의 차이에서 일어난 것으로 판단된다. 그러나 두 결과의 값이 비슷한 경향을 보이고 있으며, 주파수 2.4-2.484 GHz 에서 -10 dB 이하의 반사손실을 얻음으로써 2.4 GHz 대역의 무선랜에서 사용할 수 있음을 확인하였다.

그림 9는 제작한 안테나 측정 결과의 복사패턴을 보여준 것이다. 측정은 MTG사 전자파 무반사실(anechoic chamber)에서 이루어졌으며, 송신안테나로 표준 혼안테나(horn antenna)를 사용하였다. 무선랜 안테나는 어느 방향에 있어도 수신이 가능해야 하므로 모노폴 안테나처럼 전방향성에 가까운 복사패턴이 요구되는데, 그림 9에서 보는 바와 같이 3면(x-z면, y-z면, x-y면)에서 측정된 복사패턴을 보면 주파수 2.45 GHz에서 전방향성에 가까운 복사패턴(omnidirectional radiation pattern)을 나타내므로 무선랜용 안테나로 적합하다고 할 수 있다. 또한 표 2를 보면 IEEE의 802.11b의 2.4 GHz 대역에서 -2.31~-1.82 dBi의 평균이득과 3.35~4.00 dBi의 최대이득

및 58.80~65.81%의 효율을 가짐으로써 무선랜용 안테나로 사용하기에 충분한 이득과 효율을 나타내고 있다. 따라서 본 논문에서 제안된 안테나는 크기, 무게, 반사손실, 전방향성 방사패턴, 평균이득, 최대이득 및 효율 등 모든 성능 스펙에서 무선랜용 안테나로 사용하기에 적합하다고 할 수 있다.

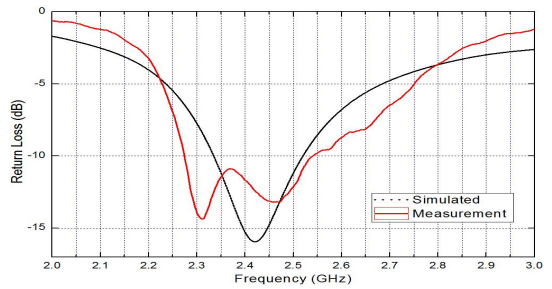
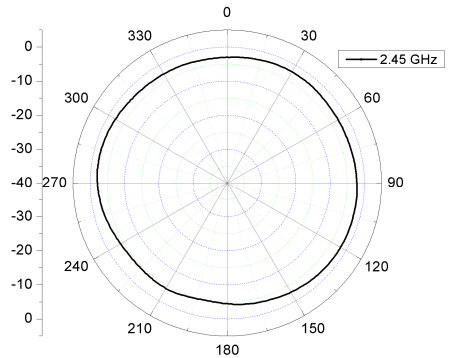
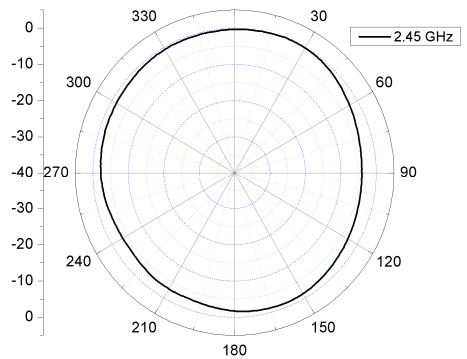


그림 8. 측정된 반사 계수  
Fig. 8 Measured return loss



(a)



(b)

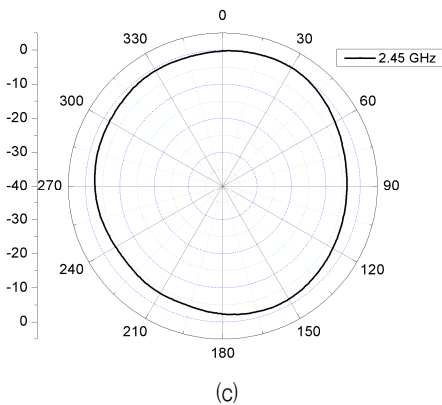


그림 9. 측정된 복사 패턴 : (a) x-z면 (b) y-z면  
(c) x-y면

Fig. 9 Measured radiation pattern : (a) x-z plane  
(b) y-z plane (c) x-y plane

표 2. 측정된 효율, 평균이득 및 최대이득

Table 2. Measured efficiencies, average gains, and peak gains

Freq.[GHz]	PwrSum	Avg.[dBi]	Peak[dBi]
2.400	58.80	-2.31	3.35
2.442	59.69	-2.24	3.50
2.450	65.81	-1.82	4.00
2.484	59.43	-2.26	3.46
2.500	62.54	-2.04	3.37

#### IV. 결론

본 논문에서는 2.4 GHz 대역 무선랜에서 사용이 가능한 소형 안테나를 제안하였다. 접혀진 슬롯과 스테르브를 가진 CPW 급전선로를 가진 구조를 대상으로 모의실험을 통하여 최적화한 후 비유전율이 4.2 인 저렴한 FR-4 기판을 사용하여 제작 및 측정한 결과  $14.5 \times 16.0 \times 1.0 \text{ mm}^3$  크기와 주파수 2.4-2.484 GHz 에서 -10 dB 이하의 반사 손실을 얻었다. 또한 2.45 GHz 주파수에서 전방향성에 가까운 복사패턴을 얻었으며, 2.4 GHz 주파수 대역에서 -2.31~-1.82 dBi의 평균이득과 3.35~4.00 dBi의 최대이득 및 58.80~

65.81%의 효율을 가짐으로써 무선랜용 안테나로 사용하기에 충분한 이득과 효율을 나타냄으로써 본 논문에서 제안된 안테나는 무선랜 단말기에서 사용할 수 있음을 확인하였다.

#### References

- [1] W. Stallings, *Wireless Communications and Networks*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 2001.
- [2] Jim Geier, *Wireless Lans*. 2nd ed., Indianapolis, Indiana: Sams, 2001.
- [3] J. H. Schiller, *Mobile Communication*. 2nd ed., Harlow: Addison-Wesley, 2003.
- [4] H. Jeong, J. Lee, Y. Jeong, J. Lee, H. Kang, S. Yoo, B. Jeong, Y. Kim, S. Na, and J. Seok, "2015 Information and Communications Technology Market Forecast," *Korea Information Society Development Institute, Policy Research14-04, Gwacheon: M.S.I.P.*, Nov. 2014.
- [5] J. F. Li, B. H. Sun, S. L. Zuo, Q. Z. Liu, "Design of combined PIFAs with high port-to-port isolation for GSM/DCS and WLAN mobile phones," *Electronics Lett.*, vol. 45, no. 11, May 2009, pp. 532-533.
- [6] I. T. Choi, H. S. Shin, "Design and Analysis on Compact Antenna for Handsets," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 5, 2015, pp. 557-563.
- [7] C. C. Lin, S.-W. Kuo, and H.-R. Chuang, "A 2.4-GHz printed meander-line antenna for USB WLAN with notebook-PC housing," *IEEE Microw. Wireless Compon. Lett.*, vol. 15, no. 9, Sept. 2005, pp. 546-548.
- [8] V. Hamsakutty, A. V. P. Kumar, J. Yohannan, and K. T. Mathew, "Hexagonal dielectric resonator antenna for 2.4 GHz WLAN applications," *Microwave Opt. Technol Lett.*, vol. 49, no. 1, May 2007, 162 - 164.
- [9] J. Jeon, Y. Liu, J. Lee, and H. Kim, "The Radiation Efficiency Change according to the

Slot Antenna Location," *J. of Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 25, no. 4, Apr. 2014, pp. 381-386.

- [10] W. L. Stutzman, G. A. Thiele, *Antenna Theory and Design*, 3rd ed., Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2013.
- [11] C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*. 3rd ed., Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2005.
- [12] K. C. Gupta, R. Garg, I. Bahl, and P. Bhartia, *Microstrip Lines and Slotlines*. 2nd ed., Norwood: Artech House, 1996.
- [13] Z. N. Chen and M. Y. W. Chia, *Broadband Planar Antennas: Design and Applications*. Chichester: John Wiley & Sons, 2006.
- [14] J. Lee and J. Yeo, "Compact bent slot antenna for 2.45 GHz band," *Electronics Lett.*, vol. 48, no. 8, Apr. 2012, pp. 420-422.
- [15] T. Cho, B. Bum, and S. Lim, "Modified monopole antenna for multi resonance wideband," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 3, no. 2, 2008, pp. 55-60.
- [16] Y. Park, "Charateristics of patch antenna for WLAN," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 6, no. 6, 2011, pp. 803-808.

### 저자 소개

#### 최인태(In-Tae Choi)



2012년 군산대학교 전자정보공학부 정보통신전파공학전공(공학사)  
 2012년~현재 군산대학교 대학원 전자정보공학부 정보통신전파공학전공 석사과정

※ 관심분야 : 안테나, 무선통신, RF회로설계

#### 신호섭(Ho-Sub Shin)



1995년 충북대학교 정보통신공학과 졸업(공학사)

1998년 충북대학교 대학원 정보통신공학과 졸업(공학석사)

2003년 충북대학교 대학원 정보통신공학과 졸업(공학박사)

2002년~2004년 국제전자정밀 중앙연구소 연구원

2004년~2005년 충북대학교 기초과학연구소 전임 연구원

2005년~2005년 충북테크노파크 전략산업기획단 선임연구원

2005년~현재 군산대학교 IT정보제어공학부 IT융합통신공학전공 교수

※ 관심분야 : 안테나, 무선통신, RF회로설계, 전자파가 생체에 미치는 영향, EMI/EMC