

## 5세대 이동통신 및 WLAN 대역저지 특성을 갖는 UWB 안테나 설계 및 구현

# Design and Implementation of UWB Antenna with 5G Mobile Communication and WLAN Bands Rejection Characteristics

양운근\* · 남태현  
인천대학교 전자공학과

Woon Geun Yang\* · Tae Hyeon Nam

Department of Electronics Engineering, Incheon National University, Incheon, 22012, Korea

### [요 약]

본 논문에서는 5세대 이동통신 및 WLAN 대역저지 특성을 갖는 UWB (ultra wideband) 안테나를 설계 및 구현하였다. 제안된 안테나는 두 개의 슬롯을 갖는 평면 방사 패치와 스트립선로 양쪽의 기생소자와 뒷면 접지면으로 구성되어 있다. 위쪽의 n-모양의 슬롯은 5세대 이동통신 대역(3.42~3.70 GHz)을 저지하고, 아래쪽의 n-모양의 슬롯은 WLAN (wireless local area network) 대역 (5.15~5.825 GHz)을 저지하는데 기여한다. 그리고 UWB 대역 (3.10~10.60 GHz)에서 저지 대역을 제외한 전대역에서의 전압정재파비 (VSWR; voltage standing wave ratio)를 2.0 이하로 만족시키기 위해 기생소자를 사용하였다. 안테나의 설계 및 전산모의실험에는 Ansoft사의 HFSS (high frequency structure simulator)를 사용하였다. 안테나의 전산모의실험결과 UWB 대역에서 3.36~3.71 GHz, 5.13~5.92 GHz 대역을 저지하며, 구현된 안테나의 측정 결과 3.40~3.72 GHz, 5.08~5.88 GHz 대역을 저지함을 보였다. 전산모의 실험과 구현된 안테나의 측정 결과, 저지 대역을 제외한 UWB 전 대역에서 VSWR 값이 2.0 이하를 만족하였다.

### [Abstract]

In this paper, we designed and implemented an ultra wideband (UWB) antenna with 5G mobile communication and WLAN bands rejection characteristics. The proposed antenna consists of a planar radiation patch with two slots, parasitic elements on both sides of the strip line and ground plane on back side. The upper n-type slot contributes for 5G mobile communication band (3.42~3.70 GHz) rejection and the lower n-type slot contributes for wireless local area network (WLAN) band (5.15~5.825 GHz) rejection. Parasitic elements were used in order to satisfy the voltage standing wave ratio (VSWR) less than or equal to 2.0 for UWB band (3.10~10.60 GHz) except two rejection bands. The Ansoft's high frequency structure simulator (HFSS) was used for antenna design and simulations. The simulated antenna showed dual rejection bands of 3.36~3.71 GHz and 5.13~5.92 GHz in UWB band, and measured result for the implemented antenna showed dual rejection bands of 3.40~3.72 GHz and 5.08~5.858 GHz. Simulated and measured VSWRs are less than or equal to 2.0 for all UWB band except dual rejection bands.

**Key word** : UWB, Antenna, Band rejection, Slot, 5G.

<https://doi.org/10.12673/jant.2018.22.4.336>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 3 August 2018; Revised 13 August 2018  
Accepted (Publication) 21 August 2018 (30 August 2018)

\*Corresponding Author; Woon Geun Yang

Tel: +82-10-6327-8447

E-mail: wgyang@inu.ac.kr

## 1. 서론

UWB (ultra wideband) 근거리 통신 기술은 2002년 미국 연방 통신위원회 (FCC; Federal Communications Commission)가 주파수 대역 3.1~10.6 GHz에 대하여 상업 표준을 발표한 이후, 넓은 임피던스 대역폭, 무지향성 방사패턴, 100 Mbps 이상의 전송 속도, 제조 용이성 그리고 다중경로에 강한 이유로 무선통신, 거리측정, 레이더, 이미징 시스템 등의 많은 분야에 응용되고 있다[1], [2]. UWB 시스템은 값이 비싸지 않고 전방향성 방사 패턴뿐만 아니라 넓은 대역폭을 갖는 소형 안테나를 필요로 한다. 평면 모노폴 안테나는 가격이 저렴하면서 제작이 쉽고 향후 집적화하기에 편리한 이유로 UWB 안테나에 적합하다. 넓은 주파수 대역을 커버할 수 있는 UWB 안테나는 군용 및 상업용 어플리케이션 모두에 그 필요성이 증가하고 있다[3],[4].

그러나 UWB 주파수 대역 내에서 동작하는 5세대 이동통신 (3.42~3.70 GHz), WLAN (wireless local area network, 5.15~5.825 GHz) 그리고 X-Band (7.25~8.395 GHz) 등과 같은 기존의 무선통신 시스템들과의 심각한 전자기 간섭 (EMI; electromagnetic interference)을 일으킬 수 있다. 이러한 원하지 않는 기존의 시스템 신호로부터 간섭을 피하기 위한 기술로는 대역저지 필터를 사용하는 방법이 있지만 크기, 복잡성 그리고 비용증가 등의 문제가 발생한다. 따라서 안테나 자체에서 C-모양, T-모양, n-모양, U-모양과 같은 각종 형태의 슬롯을 사용하거나, 스트립, 기생소자, SIR (stepped impedance resonator), SRR (split ring resonator) 등을 이용하는 여러 가지 대역저지 방법이 제안되고 있다[5]-[12].

본 논문에서는 최근 주파수 대역 경매가 완료된 5세대 이동통신과 WLAN 대역저지 특성을 갖는 UWB 안테나를 설계 및 구현, 평가한다. 대역저지 특성을 가지기 위해 평면 방사 패치에 두 개의 n모양 슬롯을 이용한다. 각각의 슬롯이 5세대 이동통신 그리고 WLAN 대역을 저지한다. 스트립 라인 양옆에 기생소자를 부가하여, 저지 대역을 제외한 전 주파수 대역에서 VSWR (voltage standing wave ratio) 값이 2.0 이하를 만족하도록 구현한다.

## II. 제안된 안테나

그림 1은 제안된 5세대 이동통신 및 WLAN 대역을 저지하는 특성을 갖는 UWB 안테나의 윗면과 아랫면의 구조를 도시화한 그림이다. 표 1에 각 파라미터 값을 나타내었다.

그림 2에 구현된 UWB 안테나를 보였다. 크기는 25 mm (W) x 35 mm (L) 이고 비유전율이 4.4, 두께가 1.6 mm인 FR4 기판 표면 위에 실장 되었으며, 50Ω SMA 커넥터로 급전하였다.

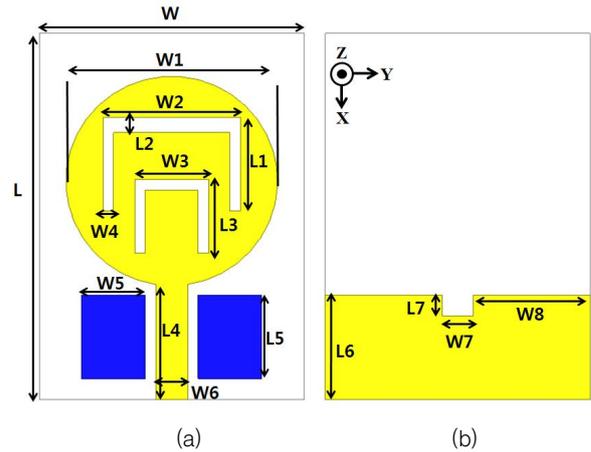


그림 1. 제안된 대역저지 특성을 갖는 UWB 안테나의 구조 (a) 윗면, (b) 아랫면

Fig. 1. Geometry of the proposed UWB antenna with band rejection characteristics. (a) Top view, (b) Bottom view.

표 1. 제안된 UWB 안테나의 설계 파라미터

Table 1. Design parameters of the proposed UWB antenna.

Parameter	Value (mm)	Parameter	Value (mm)
W	25	L	35
W1	20	L1	9
W2	13	L2	1.5
W3	7	L3	7
W4	1	L4	11
W5	6	L5	8
W6	3	L6	10
W7	3	L7	2
W8	11		

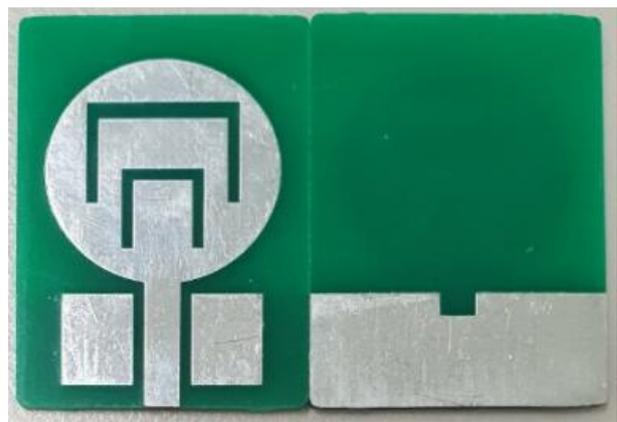
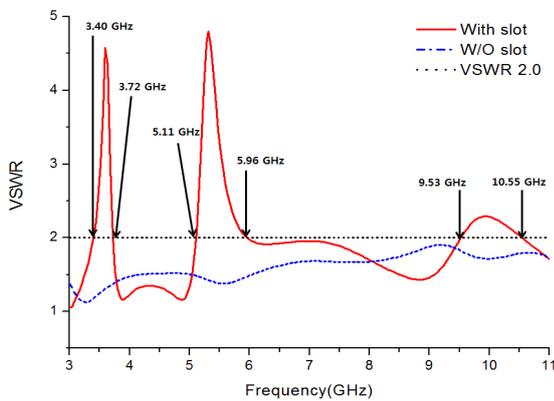


그림 2. 구현된 안테나의 윗면, 아랫면

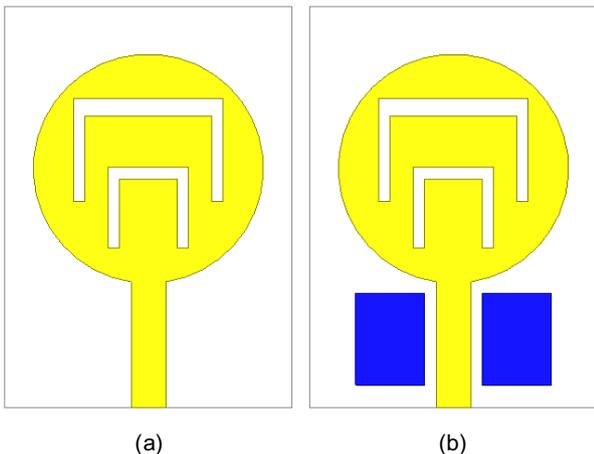
Fig. 2. Top and bottom views of the implemented UWB antenna.

### III. 전산모의실험 및 측정

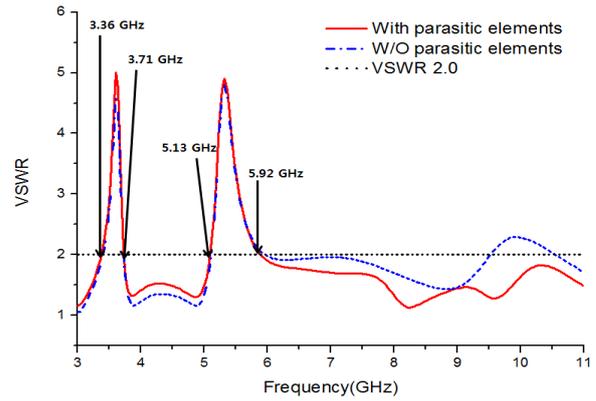
그림 3은, 그림 4 (a)와 같이 기생소자가 없는 상태에서 평면 방사 패치에 2개의 슬롯이 있는 경우와 슬롯이 없는 경우에서의 VSWR 값에 대한 전산모의실험 결과이다. 평면 방사 패치에 2개의 n-모양의 슬롯을 만들어 5세대 이동통신 대역과 WLAN 대역을 저지시키는 것을 그림 3에서 확인 할 수 있다. 5세대 이동통신 대역과 WLAN 대역을 제외한 대역은 VSWR 값이 2.0 이하가 되어야 하지만 UWB 대역 내에서 9.53~10.55 GHz 대역의 VSWR 값이 2.0 이하를 만족하지 않는 것을 볼 수 있다. 이를 해결하기 위하여 본 논문에서는 기생소자를 추가하여 희망하는 저지 대역 이외에서 모두 2.0 이하가 되도록 하였다. 전산모의실험에는 Ansoft 사의 HFSS (high frequency structure simulator)를 이용하였다.



**그림 3.** 기생소자를 추가하기 전에, 슬롯들의 유무에 따른 UWB 안테나의 전압정재파비 전산모의실험 결과  
**Fig. 3.** Simulated results on VSWR for UWB antenna with and without slots before parasitic elements applied.



**그림 4.** 기생소자의 유무에 따른 UWB 안테나의 구조  
 (a) 기생소자가 없는 경우, (b) 기생소자가 있는 경우  
**Fig. 4.** Geometry of the proposed UWB antenna with and without parasitic elements. (a) Without parasitic elements, (b) With parasitic elements.

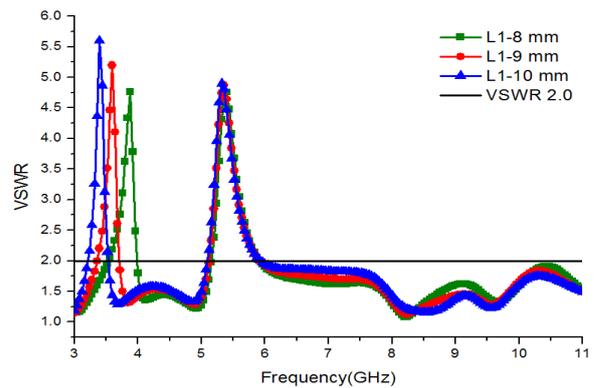


**그림 5.** 기생소자의 유무에 따른 UWB 안테나의 전압정재파비 전산모의실험 결과  
**Fig. 5.** Simulated results on VSWR for UWB antenna with and without parasitic elements.

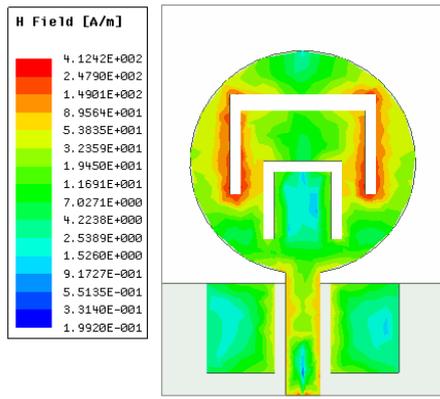
그림 4는 2개의 사각형 모양 기생소자를 스트립 라인 양쪽에 부가하기 전, 후를 나타내고 있다. 기생소자는 그림 3에서 9.53~10.55 GHz 대역의 VSWR 값이 2.0 이하를 만족하지 못하였던 부분에 대한 대책으로 적용한 것이다.

그림 5는 그림 4 (a)와 그림 4 (b)의 안테나를 전산모의실험한 결과이다. 사각형 모양의 기생소자를 스트립 선로 양쪽에 부가하면 필요로 하는 대역의 VSWR 값이 2.0 이하로 되는 것을 확인할 수 있다.

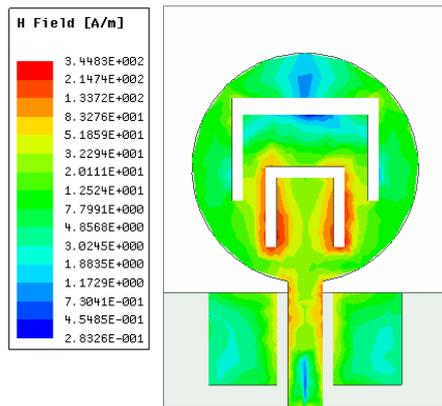
그림 6은 5세대 이동통신 및 WLAN 대역을 저지하는 안테나의 평면 방사 패치내 슬롯 L1 길이의 변화에 따른 VSWR 특성 변화를 보여준다. 5세대 이동통신 대역을 저지하는 슬롯의 L1의 길이에 1 mm씩 변화를 주면서 전산모의실험으로 VSWR을 관찰하였다. L1의 길이가 길어질수록 저지대역 주파수는 내려가는 것을 볼 수 있다. WLAN 대역을 저지하는 슬롯 역시 똑같은 변화를 보여주었다.



**그림 6.** L1 파라미터 변화에 따른 전압정재파비 전산모의실험 결과  
**Fig. 6.** Simulated VSWR according to L1 parameter variations.



(a)



(b)

그림 7. 제안된 UWB 안테나의 윗면에서의 전류분포 전산모의실험 결과 (a) 3.60 GHz, (b) 5.35 GHz

Fig. 7. Simulated current distributions on top surface for the proposed UWB antenna. (a) at 3.60 GHz, (b) at 5.35 GHz.

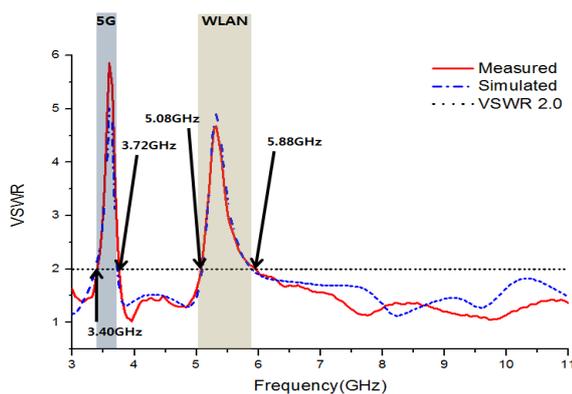


그림 8. 대역저지 특성을 가진 제안된 UWB 안테나의 전산모의실험과 측정된 전압정재파비

Fig. 8. Simulated and measured VSWR of the proposed UWB antenna with band rejection characteristics.

그림 7은 제안된 안테나의 각 저지 대역 중심주파수인 3.60 GHz, 5.35 GHz에서 안테나의 표면에 흐르는 전류 분포도를 나타내고 있다. 그림 7 (a)는 위쪽에 n-모양의 슬롯이 5세대 이동통신 대역을 저지하고 그림 7 (b)는 아래쪽의 n-모양의 슬롯이 WLAN 대역을 저지하는 것을 보여준다. 이러한 결과로 보아 슬롯과 같은 구조가 UWB 대역 내에서 방사를 효율적으로 막아 대역을 저지하는 것을 알 수 있다.

그림 8은 전산모의실험과 측정된 안테나의 VSWR 특성을 보여준다. 제안된 안테나는 5세대 이동통신과 WLAN 대역을 저지하도록 설계되었으며, 전산모의실험된 안테나의 VSWR 특성은 VSWR 2.0을 기준으로 3.36~3.71 GHz 그리고 5.13~5.92 GHz 대역을 저지됨을 보였다. 측정된 안테나는 구현된 안테나에서 5세대 이동통신 대역을 맞추기 위해 미세 튜닝을 실시하였다. 5세대 이동통신의 사용 대역은 3.42~3.70 GHz이며, 구현된 안테나는 3.43~3.77 GHz 대역을 저지하고 있어 그림 1의 L1 사이즈를 미세 조절하여 3.40~3.72 GHz 그리고 5.08~5.88 GHz 대역이 저지되도록 하였다. 각 저지 대역에서 측정된 가장 큰 VSWR 값은 각각 3.60 GHz에서 5.86, 5.32 GHz에서 4.68이다. 전산모의실험과 측정된 안테나의 VSWR 값은 UWB 대역인 3.10~10.60 GHz에서, 저지 대역을 제외한 구간에서 2.0 이하의 결과를 보였다.

그림 9와 표 2는 전자파무반사실에서 측정된 안테나의 각 주파수에서의 최대 이득 값을 보여준다. 측정된 안테나의 최대 이득 값은 3.00~11.00 GHz에서 최소값은 -2.04 dBi, 최대값은 6.87 dBi 로 측정되었다. 측정된 안테나에서 최대 이득 값이 작게 나온 측정점은 3.60 GHz에서 -2.04 dBi, 5.30 GHz에서 -0.62 dBi로서 제작된 안테나에서 각 저지 대역의 최대 VSWR 값에서 최대 이득 값이 작게 나온 것을 볼 수 있다. 이 결과로서 제안된 안테나가 효율적으로 해당 대역을 저지하고 있음을 알 수 있다.

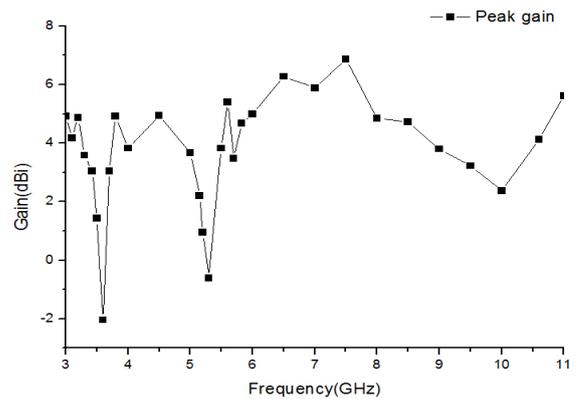


그림 9. 구현된 UWB 안테나의 최대 이득 측정 결과

Fig. 9. Measured result for peak gain for the implemented UWB antenna.

표 2. UWB 안테나 최대 이득 측정값

Table 2. Measured antenna peak gain.

Frequency [GHz]	Peak gain (dBi)	Frequency [GHz]	Peak gain (dBi)
3.00	4.92	5.50	3.82
3.10	4.17	5.60	5.39
3.20	4.88	5.70	3.48
3.30	3.59	5.825	4.68
3.42	3.05	6.00	4.99
3.50	1.43	6.50	6.28
3.60	-2.04	7.00	5.89
3.70	3.05	7.50	6.87
3.80	4.92	8.00	4.85
4.00	3.83	8.50	4.73
4.50	4.94	9.00	3.805
5.00	3.67	9.50	3.22
5.15	2.21	10.0	2.37
5.20	0.95	10.6	4.13
5.30	-0.62	11.0	5.60

그림 10은 측정된 안테나의 각 주파수에서의 효율을 보여준다. 저지 대역에서 방사효율이 낮음을 볼 수 있고 따라서 정상적인 대역저지가 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.

그림 11은 전자파무반사실에서 측정된 대역저지 초광대역 안테나의 방사 패턴을 보여주고 있다. 4.50 GHz, 6.00 GHz, 7.50 GHz, 9.00 GHz에서 H-cut ( $\Theta=90^\circ$ ), E1-cut( $\Phi=0^\circ$ ), E2-cut( $\Phi=90^\circ$ ) 상태에서의 동일편파와 교차편파에 대한 방사 패턴을 보여주고 있다. 측정된 동일편파 방사패턴은 수평면에서 거의 전방향성 특성을 보였다.

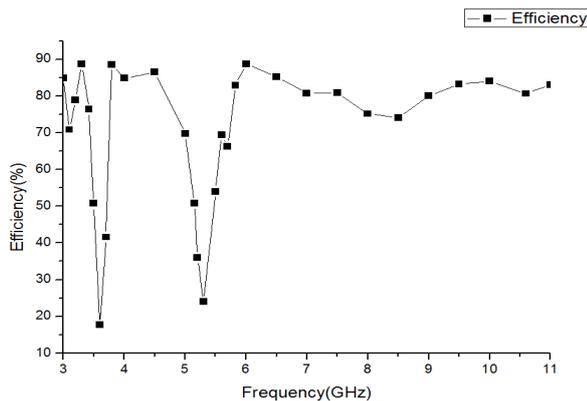


그림 10. 구현된 UWB 안테나의 효율 측정 결과  
Fig. 10. Measured result for efficiency for the implemented UWB antenna.

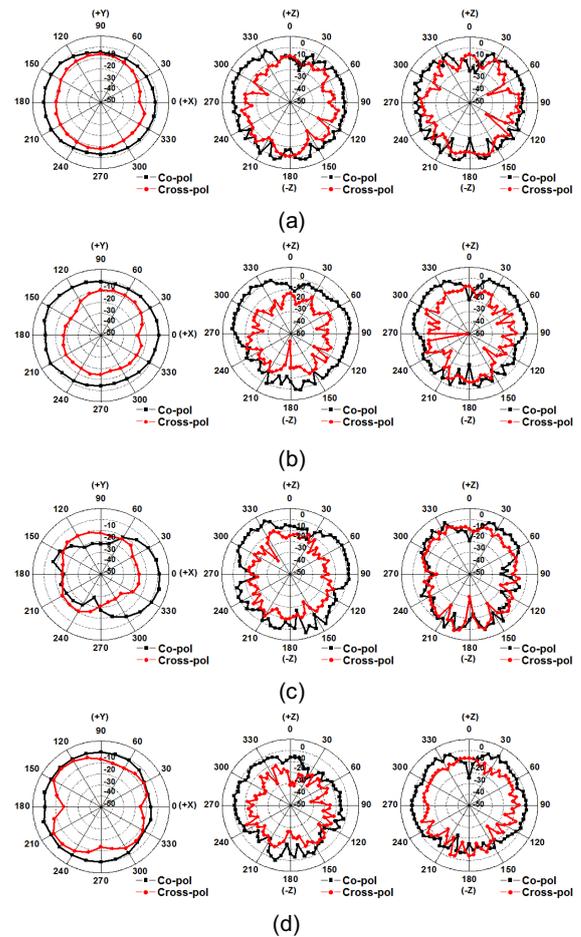


그림 11. 동일편파, 교차편파 방사패턴 측정결과 (a) 4.50 GHz, (b) 6.00 GHz, (c) 7.50 GHz, (d) 9.00 GHz  
Fig. 11. Measured co-polarization and cross-polarization radiation patterns. (a) at 4.50 GHz, (b) at 6.00 GHz, (c) at 7.50 GHz, (d) at 9.00 GHz.

#### IV. 결론

본 논문에서는 5세대 이동통신 및 WLAN 대역저지 특성을 갖는 UWB 안테나를 설계 및 구현하였다. UWB 안테나의 대역저지 특성은 평면 방사 패치 내에 두 개의 n-모양의 슬롯을 이용하여 구현되었으며, 두 개의 슬롯은 각각 5세대 이동통신과 WLAN 대역을 저지하는 것을 볼 수 있었다.

구현된 안테나의 측정 결과는 VSWR 2.0을 기준으로 3.40~3.72 GHz 와 5.08~5.88 GHz에서 대역저지가 되는 것을 확인하였으며, 저지 대역을 제외한 전체 UWB 주파수 대역에서 VSWR 2.0 이하의 성능을 보였다. 각 저지 대역에서 가장 큰 VSWR 값은 각각 3.60 GHz에서 5.86, 5.32 GHz에서 4.68이다. 측정된 안테나의 최대 이득 값은 각 저지대역에서 가장 큰 VSWR 값을 보인 3.60 GHz 에서 -2.04 dBi 그리고 5.30 GHz에서 -0.62 dBi 로서 적합한 대역저지 기능을 보여주고

있다.

제안된 안테나는 5세대 이동통신 및 WLAN으로부터의 간섭을 효율적으로 감소시키는 것을 보였다. 따라서 앞으로 UWB 서비스에 적용 가능할 것으로 기대된다.

## Acknowledgement

이 논문은 인천대학교 2018년도 자체 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

## References

[1] B. Xu, Y. Zhao, Y. Zheng, and L. Gu “WLAN wideband-notched UWB slot antenna using I-shaped MTM,” in *Proceeding of the IEEE International Symposium on Antennas and Propagation & USNC/URSI National Radio Science Meeting*, San Diego: CA, pp. 1783-1784, Jul. 2017.

[2] J. H. Yeo and J. I. LEE, “Design of compact stepped open slot antenna for UWB applications,” *Journal of Korea Information and Communications*, Vol. 21, No. 1, pp. 1-7, Jan. 2017.

[3] B. Azarm, J. Nourinia, C. Ghobadi, and M. Karamirad, “Ultra-wideband small slot antenna with WLAN band-notched function,” in *Proceeding of the 4th International Conference on KBEI*, Tehran: Iran, Dec. 2017.

[4] D. G. Shin and Y. S. Lee, “Compact UWB antenna with band-notched characteristics in 5GHz,” *The Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol. 16, No. 3, pp. 53-59, Mar. 2018.

[5] Ministry of Science and ICT(2018, June). Frequency auction final result for 5G mobile communication. *Press Releases*. Available:<http://www.msit.go.kr/web/msipContents/contents>

[View.do?cateId=mssw311&artId=1386500](http://View.do?cateId=mssw311&artId=1386500).

[6] W. G. Yang, T. H. Nam, J. S. Yu, and H. O. Oh, “Design and implementation of UWB antenna with band rejection characteristics,” *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 22, No. 1, pp. 31-36, Feb. 2018.

[7] W. G. Yang and T. H. Nam, “Design and implementation of UWB antenna with dual band rejection characteristics,” *Journal of Institute of Korean Electrical and Electronics Engineers*, Vol. 22, No. 2, pp. 413-419, Jun. 2018.

[8] A. Alhegazi, Z. Zakaria, N. A. Shairi, A. Salleh, and S. Ahmed, “Compact UWB filtering-antenna with controllable WLAN band rejection using defected microstrip structure,” *Radioengineering*, Vol. 27, No. 1, pp. 110-117, Apr. 2018.

[9] D. Yadav, M. P. Abegaonkar, and S. K. Koul, “A novel frequency reconfigurable monopole antenna with switchable characteristics between band-notched UWB and WLAN applications,” *Progress In Electromagnetics Reserch C*, Vol. 77, pp. 145-153, 2017.

[10] D. Sarkar, K. V. Srivastava, and K. Saurav, “Compact microstrip-fed triple band-notched UWB monopole antenna,” *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, Vol. 13, pp. 396-399, 2014.

[11] J. Y. Siddiqui, C. Saha, and Y. M. M. Antar, “Compact SRR loaded UWB circular monopole antenna with frequency notch characteristics,” *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. 62, No. 8, pp. 4015-4020, Aug. 2014.

[12] P. Gao, L. Xiong, J. Dai, S. He, and Y. Zheng, “Compact printed wide-slot UWB antenna with 3.5/5.5-GHz dual band-notched characteristics,” *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, Vol. 12, pp. 983-958, Aug. 2013.



### 양운근 (Woon Geun Yang)

1983년 : 서울대학교 전자공학과 (공학사)  
 1985년 : 서울대학교 전자공학과 (공학석사)  
 1994년 : 서울대학교 전자공학과 (공학박사)  
 1988년 ~ 현재 : 인천대학교 전자공학과 교수  
 2003년판 세계인명사전 마르퀴즈 Who's Who in the World 등재 등 세계 3대 인명사전 모두 등재  
 ※ 관심분야 : 안테나, RFID, 이동통신, 초소형안테나설계, 무선주파수인식

2013년 ~ 현재 : (주)ISC 사외이사  
 2015년 ~ 2016년 : 인천대학교 교무처장



### 남태현 (Tae Hyeon Nam)

2016년 2월 : 대림대학교 전자통신공학과 (공학사)  
 2017년 3월 ~ 현재 : 인천대학교 대학원 전자공학과 석사과정  
 ※ 관심분야 : 안테나