

## 대역저지 특성을 갖는 초광대역 안테나 설계 및 구현

# Design and Implementation of UWB Antenna with Band Rejection Characteristics

양운근\* · 남태현 · 유재성 · 오희운

인천대학교 전자공학과

Woon Geun Yang\* · Tae Hyeon Nam · Jae Seong Yu · Hee Oun Oh

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

### [요 약]

본 논문에서는 대역저지 특성을 갖는 초광대역(UWB: ultra wideband) 안테나를 설계 및 구현하였다. 제안된 안테나는 슬롯을 가진 평면 방사 패치와 패치 아래 양쪽과 뒷면 접지면으로 구성되어있다. 평면 방사 패치 내에 있는 슬롯들로서 대역을 저지하며 U-모양의 슬롯은 WLAN(wireless local area network, 5.15~5.825 GHz) 대역을, n-모양의 슬롯은 X-Band(7.25~8.395 GHz) 대역을 저지하는데 각각 기여한다. 그리고 저지 대역을 제외한 UWB(3.10~10.60 GHz) 전체 대역의 전압정재파비(VSWR: voltage standing wave ratio)를 2.0 이하로 만족시키기 위해 평면 방사 패치와 접지면에 변형을 주었다. 제안된 안테나의 설계과정과 전산 모의실험에는 Ansoft사의 HFSS(high frequency structure simulator)를 사용하였다. 전산모의실험된 안테나는 3.10~10.60 GHz에서 저지 대역인 5.15~5.94 GHz, 7.02~8.45 GHz를 제외한 구간에서 전압정재파비는 2.0 이하를 만족하며, 구현된 안테나의 측정 결과는 저지 대역인 5.12~5.95 GHz, 7.20~8.58 GHz를 제외한 구간에서 전압정재파비는 2.0 이하를 만족한다.

### [Abstract]

In this paper, we designed and implemented an ultra wideband(UWB) antenna with band rejection characteristics. The proposed antenna consists of a planar radiation patch with slots and ground planes on both sides. Due to the slots in the radiation patch, the antenna shows band rejection characteristics. U-type slot contributes for wireless local area network(WLAN, 5.15~5.825 GHz) band rejection and n-type slot contributes for X-Band(7.25~8.395 GHz) band rejection. To make voltage standing wave ratio(VSWR) less than 2.0 for UWB frequency band except rejection bands, the shapes of planar radiation patch and ground plane was modified. The Ansoft's high frequency structure simulator(HFSS) was used for the design process and simulations of the proposed antenna. The simulated antenna showed VSWR less than 2.0 for all UWB band excepts for dual rejection bands of 5.15~5.94 GHz and 7.02~8.45 GHz. And measured VSWR for the implemented antenna is less than 2.0 for all UWB band of 3.10~10.60 GHz excluding dual rejection bands of 5.12~5.95 GHz and 7.20~8.58 GHz.

**Key word** : Planar antenna, Band rejection, Ultra wideband, Slot, X-Band.

<https://doi.org/10.12673/jant.2018.22.1.31>



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 1 February 2018; Revised 6 February 2018  
Accepted (Publication) 19 February 2018 (28 February 2018)

\*Corresponding Author; Woon Geun Yang

Tel: +82-10-6327-8447

E-mail: wgyang@inu.ac.kr

## I. 서 론

근거리 무선통신 기술인 초광대역(UWB; ultra wideband) 기술은 미국에서 군사목적으로 보안성이 높은 통신에 적용하여 왔다. 1989년에 미국 국방성은 이에 관한 기술을 “Ultra WideBand”라고 명명 하였으며, 군사 및 정부기관을 위해서만 사용하였으며, 상업적인 목적을 위해서는 사용하지 못하였다. 그러나 미국 연방통신위원회(FCC; federal communication commission)는 2002년 2월에 3.10~10.60 GHz의 주파수 대역만 사용하고, 무선통신을 구현하도록 상용화를 허가하였다. 따라서 UWB 통신 기술은 현재 많은 관심과 연구 활동이 활발히 진행되고 있다[1-3].

UWB 기술은 저비용, 간단함, 높은 데이터 전송율, 넓은 대역폭의 장점들로 널리 쓰인다. UWB 기술의 가장 유망한 상용 응용분야중 하나는 서로 다른 가정용 전자 시스템의 무선 연결성이다. 다수의 전자 제품 생산자들은 텔레비전, DVD(digital versatile disc) 플레이어, 캠코더, 오디오 시스템 등을 무선으로 연결하는 수단으로써 UWB를 검토하는 것으로 생각된다[4,5].

하지만 UWB 통신 주파수 대역 내에 존재하는 기존의 시스템인 WiMAX(world interoperability for microwave access, 3.40~3.70 GHz), WLAN(wireless local area network, 5.15~5.825 GHz) 그리고 X-Band(7.25~8.395 GHz)와 같은 시스템들은 UWB 무선통신 시스템에 전파 간섭 문제를 일으킨다. 이러한 문제를 해결하기 위해 UWB 안테나에 대역저지 필터를 사용하여 저지시키는 방법,  $N/2$  혹은  $N/4$ 의 길이의 개방 또는 단락 회로로 이루어진 C-모양, U-모양, H-모양, T-모양 같이 다른 모양들의 슬롯, 스텐브, SIR(step impedance resonator) 그리고 SRR(Split Ring Resonator) 등을 이용한 대역저지 등 여러 가지 방법이 제안되고 있다[5-9].

본 논문에서는 UWB 어플리케이션에서 사용할 수 있도록 대역저지 특성을 갖는 UWB 안테나를 설계 및 구현, 평가 하였다. 대역저지 특성을 가지기 위해 평면 방사 패치에 슬롯을 이용하고 평면 방사 패치와 접지면에 변형을 주어 전체적인 특성을 구현 하였다. 제안하는 안테나는 초광대역 대역인 UWB(3.10~10.60 GHz) 대역을 만족하였다. 저지된 주파수 대역은 WLAN(5.15~5.825 GHz) 과 X-Band(7.25~8.395 GHz) 대역이다.

## II. 제안된 안테나

그림 1은 제안된 대역저지 특성을 갖는 안테나의 윗면과 아랫면의 구조를 도시화한 그림이다. 제안된 안테나의 크기는 25 mm (W) x 35 mm (L)이고 완전 평면의 간단한 구조를 갖고 있으며, 비유전율이 4.4이고 높이가 1.6 mm인 FR4 기판 표면에 실장 되었으며, 50Ω SMA 커넥터를 이용하여 급전하였다.

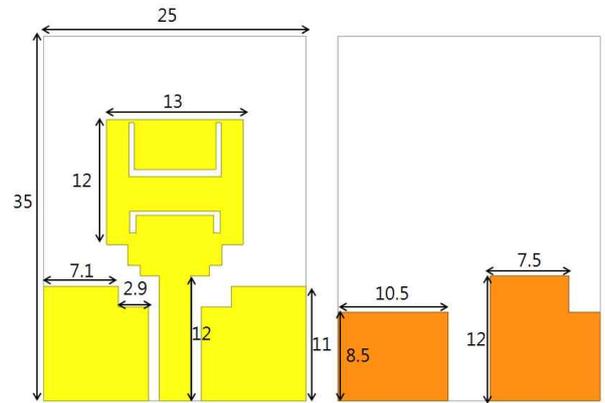


그림 1. 제안된 대역저지 특성을 갖는 초광대역 안테나의 구조 (a) 윗면, (b) 아랫면

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

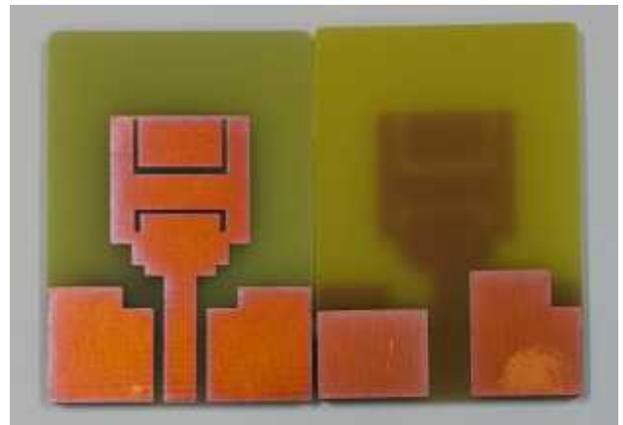


그림 2. 구현된 안테나의 윗면, 아랫면

Fig. 2. Top and bottom view of the implemented antenna.

그림 2에서 구현된 대역저지 UWB 안테나를 보였다. 제안된 안테나의 특성에 관한 전산모의실험에는 Ansoft사의 HFSS(high frequency structure simulator)를 이용하였다.

## III. 전산모의실험 및 측정

그림 3은 평면 방사 패치에 각각 슬롯이 없는 경우와 평면 방사 패치에 제안된 슬롯을 이용하는 경우에서의 전압정재파비(VSWR; voltage standing wave ratio) 값에 대한 전산모의실험 결과를 보이고 있다. 평면 방사 패치에 2개의 슬롯을 만들어 WLAN 대역과 X-Band 대역을 저지시키는 것을 그림 3에서 확인할 수 있다. 초광대역에서 저지 대역인 WLAN 대역과 X-Band 대역을 제외하고 VSWR 값이 2.0이하인 것을 볼 수 있다.

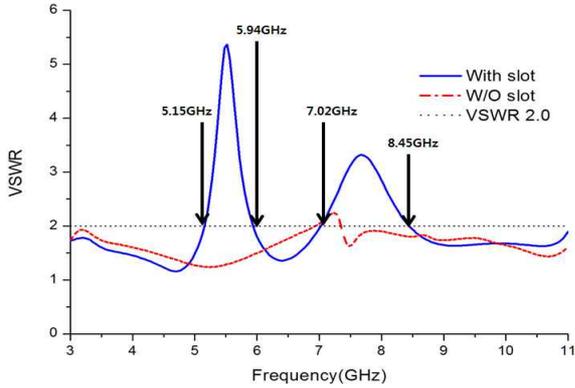


그림 3. 슬롯들의 유무에 따른 초광대역 안테나의 전압정재파비 전산모의실험 결과

Fig. 3. Simulated VSWR results for UWB antenna with and without slots.

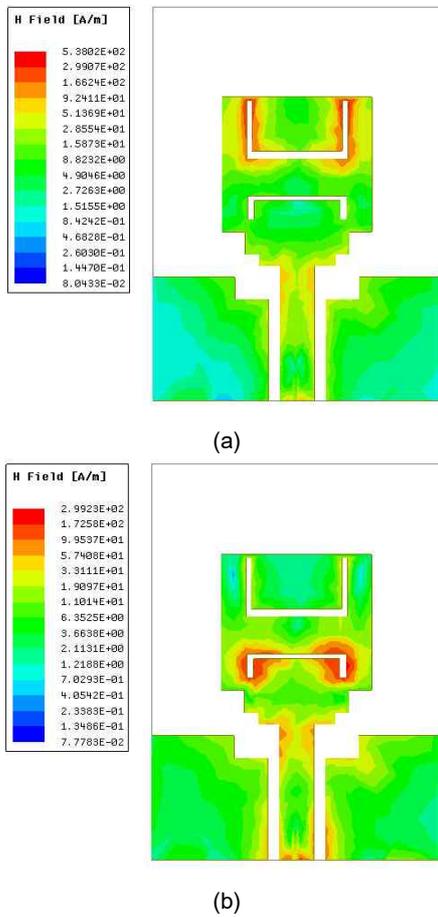


그림 4. 제안된 안테나의 윗면에서의 전류분포 전산모의실험 결과 (a) 5.50 GHz, (b) 7.70 GHz

Fig. 4. Simulated current distributions on top surface for the proposed antenna at 5.50 GHz (a) and at 7.70 GHz (b).

그림 4는 제안된 안테나에서 저지하는 각 대역의 중심주파수인 5.50 GHz, 7.70 GHz에서 안테나의 표면에 흐르는 전류 분포도를 나타내고 있다. 제안된 안테나의 경우 평면 방사 패치 부분에 있는 슬롯을 이용하여 대역을 저지시키는 것을 확인할 수 있다. 각각의 전류 분포도는 안테나 상의 근전자계(near field) 해석으로서 그림 3에서 나타나는 VSWR 그래프와 밀접한 관계가 있다. 위쪽의 U-모양의 슬롯은 WLAN(5.15~5.825 GHz)대역을 저지하고 아래쪽에 있는 n-모양의 슬롯으로 X-Band(7.25~8.395 GHz) 대역을 저지하며 이러한 구조가 대역저지 주파수에서 효율적으로 방사하는 것을 막는 것을 나타내는 것을 알 수 있다.

그림 5는 평면 방사 패치와 접지면의 변형에 따른 안테나의 전압정재파비의 특성변화를 보기 위한 모델이다.

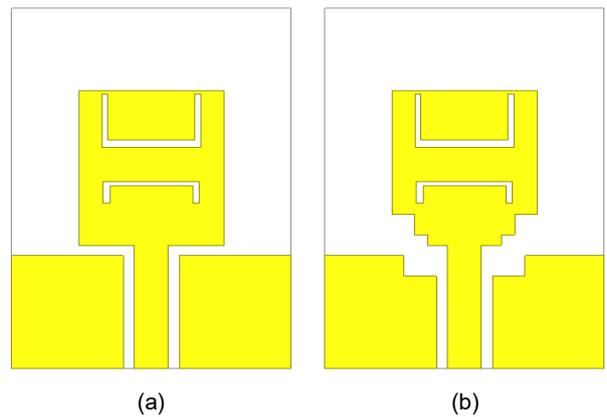


그림 5. 패치와 접지면의 변형 (a) 전, (b) 후

Fig. 5. The shapes of planar radiation patch and ground plane modified. Before (a) and After (b).

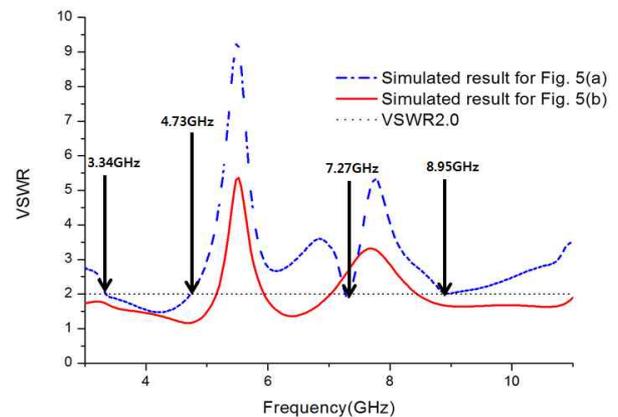


그림 6. 패치와 접지면의 변형에 따른 전압정재파비 전산모의실험 결과

Fig. 6. Simulated VSWR result for UWB antenna according to Fig. 5(a) and Fig. 5(b).

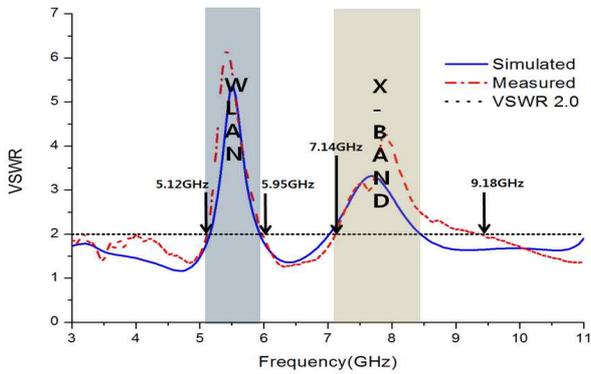


그림 7. 대역저지 특성을 가진 제안된 초광대역 안테나의 전산모의실험과 측정된 전압정재파비

Fig. 7. Simulated and measured VSWR of the proposed UWB antenna with band rejection characteristics.

그림 6은 그림 5의 (a), (b)에 대한 평면 방사 패치와 접지면의 변형의 따른 VSWR 값의 변화를 보여준다. 그림 6의 그림 5(a)의 그래프는 변형을 주기 전 UWB 대역에서 저지 대역과 다른 대역들이 VSWR 값을 2.0 이하를 만족하지 못하는 것을 보여준다. 그래서 저지되는 대역을 제외한 대역의 VSWR 값이 2.0 이하를 만족시키기 위해 평면 방사 패치와 접지면에 변형을 주어 UWB 안테나의 저지 대역인 WLAN 대역과 X-Band 대역을 제외한 다른 대역의 VSWR 값이 2.0 이하를 만족하는 것을 그림 6에서 볼 수 있다.

그림 7은 전산모의실험 및 측정된 VSWR 특성을 나타낸다. 제안된 안테나의 전산 모의실험된 VSWR값은 UWB 대역인 3.10~10.60 GHz에서, 저지 대역을 제외한 구간에서 VSWR 2.0 ( $S_{11}=-10\text{dB}$ ) 이하의 성능을 보였다. 제안된 안테나는 WLAN(5.15~5.825 GHz)과 X-Band(7.25~8.395 GHz) 대역을 저지하도록 설계 되었으며, 전산모의실험된 안테나의 VSWR 특성은 VSWR 2.0을 기준으로 5.15~5.94 GHz 그리고 7.02~8.45 GHz 대역을 저지시키며, 측정된 안테나에서는 5.12~5.95 GHz 그리고 7.14~9.18 GHz 대역이 저지됨을 보였다.

그림 8은 구현된 그림 2의 안테나에서 X-Band 저지 대역을 맞추기 위해 튜닝한 후 측정된 결과이다. 그림 7의 안테나의 X-Band 대역의 저지 대역은 7.14~9.18 GHz이고, 그림 8의 안테나는 슬롯의 크기 등을 조정하여 측정된 결과 저지 대역이 7.20~8.58 GHz로 조정되었다. 결과로 X-Band 대역인 7.25~8.395 GHz 대역을 포함하고 비슷한 대역을 저지하는 것을 볼 수 있다. 각 저지 대역에서 가장 큰 VSWR값은 각각 5.52 GHz에서 6.56, 7.56 GHz에서 5.57이다.

그림 9와 표 1은 전자파무반사실에서 측정된 안테나의 각 주파수에서의 최대 이득 값을 나타낸다. 구현된 안테나의 최대 이득 값은 3.10~10.60 GHz에서 -0.25~5.13 dBi 로 측정되었다. 제안된 안테나에서 최대 이득 값이 작게 나온 구간은 5.15 GHz에서 0.09 dBi, 7.40 GHz에서 -0.25 dBi이다. 이 결과로 보아 제안된 안테나가 저지 대역의 방사를 효율적으로 억압하는 것을 알 수 있다.

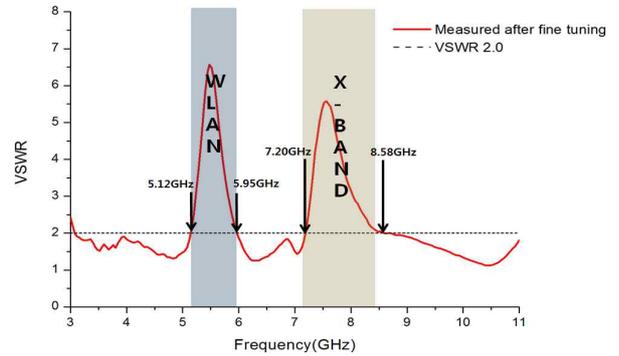


그림 8. 저지 대역을 맞추기 위해 튜닝한 후 측정된 초광대역 안테나의 전압정재파비

Fig. 8. Measured VSWR of the proposed UWB antenna with band rejection characteristics after tuning to meet required rejection bands.

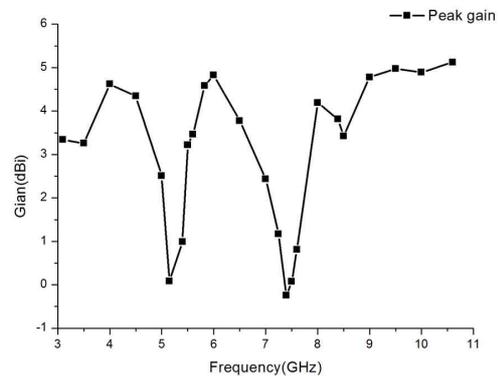


그림 9. 구현된 안테나의 최대 이득 측정 결과

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

표 1. 안테나 최대 이득 측정값

Table 1. Measured antenna peak gain.

Frequency [GHz]	Peak gain (dBi)	Frequency [GHz]	Peak gain (dBi)
3.10	3.34	7.00	2.44
3.50	3.27	7.25	1.17
4.00	4.62	7.40	-0.25
4.50	4.34	7.50	0.07
5.00	2.51	7.60	0.81
5.15	0.09	8.00	4.19
5.40	0.99	8.395	3.81
5.50	3.22	8.50	3.43
5.60	3.46	9.00	4.78
5.825	4.58	9.50	4.98
6.00	4.83	10.00	4.89
6.50	3.78	10.60	5.13

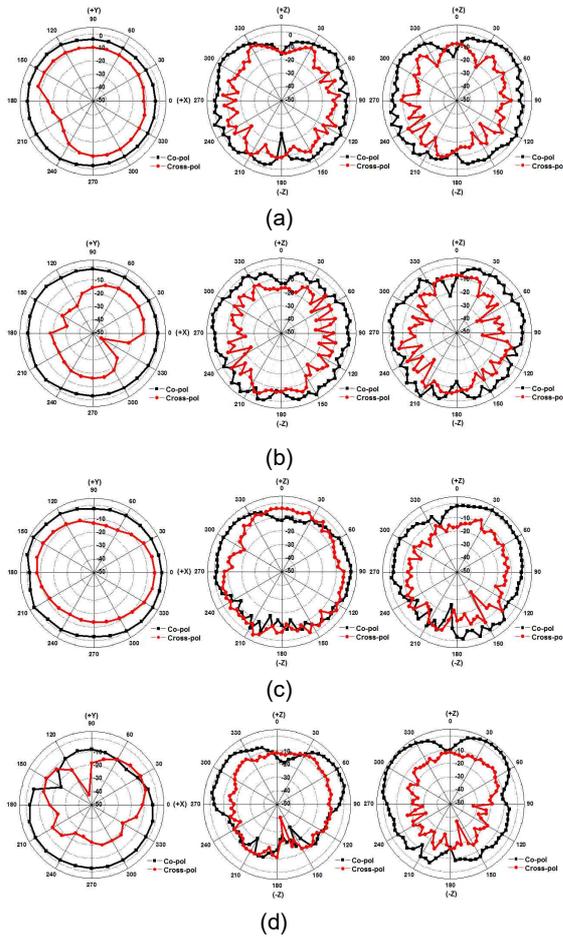


그림 10. 동일편파, 교차편파 방사패턴 측정결과 (a) 3.50 GHz, (b) 4.50 GHz, (c) 6.50 GHz, (d) 9.50 GHz

Fig. 10. Measured co-polarization and cross-polarization radiation patterns at 3.50 GHz (a), at 4.50 GHz (b), at 6.50 GHz (c), and at 9.50 GHz (d).

그림 10은 전자파무반사실에서 측정된 대역저지 초광대역 안테나의 방사 패턴을 보여주고 있다. 3.50 GHz, 4.50 GHz, 6.50 GHz, 9.50 GHz에서 H-cut( $\Theta=90^\circ$ ), E1-cut( $\Phi=0^\circ$ ), E2-cut( $\Phi=90^\circ$ ) 상태에서의 동일편파(co-polarization)와 교차편파(cross-polarization)에 대한 방사패턴을 보여주고 있다. 측정된 동일편파 방사패턴은 수평면에서 거의 전방향성 특성을 보였다. 구현된 안테나를 수평으로 하여 윗면이 상방을 향하고, SMA 커넥터 반대 방향이 측정용 소스 안테나를 향하도록 설치, 측정하였다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 대역저지 특성을 갖는 UWB 안테나를 설계 및 구현, 평가 하였다. 대역저지 특성은 평면 방사 패치 내에 있는 슬롯으로써 구현되며, 두 개의 슬롯은 각각 해당 저지 대역

을 제어함을 볼 수 있었다. 구현된 안테나의 측정 결과는 VSWR 2.0을 기준으로 5.12~5.95 GHz 와 7.20~8.58 GHz에서 대역저지가 되는 것을 확인하였으며, 각각의 저지 대역을 제외한 3.10~10.60 GHz 전 UWB 주파수 범위에서 VSWR 2.0 이하의 성능을 보였다. 각 저지 대역에서 가장 큰 VSWR값은 각각 5.52 GHz에서 6.56, 7.56 GHz에서 5.57이다. 측정된 안테나의 최대 이득 값은 5.13 dBi 로 측정되었다. 측정된 동일편파 방사 패턴은 수평면에서 거의 전방향성 특성을 보였다.

제안된 안테나는 WLAN과 X-Band로 부터의 간섭을 효율적으로 저감시키고, UWB 서비스에 적용 가능하다고 생각된다.

#### Acknowledgments

이 논문은 인천대학교 2016년도 자체 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

#### References

- [1] P. H. Jung, Y. M. Cho, U. Lee, H. J. Oh, and W. G. Yang, "Design and implementation of multi slots UWB antenna using CPW feeding method," in *Proceeding of 2014 KIEES Summer Conference*, Vol. 2, No. 1, p.314, 21-23, Aug. 2014.
- [2] Y. H. Lee, "UWB antenna technology," *Journal of Korea Information and Communications*, 20, pp. 22-30, 2003.
- [3] S. Nikolaou and M. A. B. Abbasi, "Design and development of a compact UWB monopole antenna with easily-controllable return loss," *IEEE Trans. on antenna and propagation*, Vol. 65, No. 4, pp.2063-2067, Apr. 2017.
- [4] B. Allen, "Ultra wideband: applications, technology and future perspectives," in *International Workshop On Convergent Technologies(IWCT)*, 2005.
- [5] X. Gong, "Design of a microstrip-fed hexagonal shape UWB antenna with triple notched bands," in *Progress In Electromagnetics Research C*, Vol. 62, pp. 77-87, 2016.
- [6] J. Kazim, A. Bibi, M. Rauf, M. Tariq, and Owais, "A compact planar dual band-notched monopole antenna for UWB application," *Microwave Opt. Technol. Lett*, 56, pp. 668-672, 2014.
- [7] A. Syed and R. W. Aldhaheri, "A very xomcompact and low profile UWB planar antenna with WLAN band rejection," *Hindawi Publishing Corporation, The Scientific World Journal*, Article ID 3560938, 7 pages, Vol. 2016.
- [8] H. S. Choi, K. Choi, and H. Y. Hwang, "A UWB antenna with the adjustable second rejection band using a SIR," *The Journal of Korean Instituteof Electromagnetic Engineering and Science*, Vol. 23, No. 9, pp. 1019-1024,

Sep. 2012.

[9] Y. Sung, "Triple band-notched UWB planar monopole antenna using a modified h-shaped resonator," *IEEE Trans.*

*on antenna and propagation*, Vol. 61, No. 2, pp. 953-957, Feb. 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 세계3대 인명사전 모두 등재

※관심분야 : 안테나, RFID, 이동통신, 초소형안테나실계, 무선주파수인식

2013년 ~ 현재 : (주)ISC 사외이사

2015년 ~ 2016년 : 인천대학교 교무처장



**남태현 (Tae Hyeon Nam)**

2016년 2월 : 대림대학교 전자통신공학과 (공학사)

2017년 3월 ~ 현재 : 인천대학교 전자공학과 석사과정

※관심분야 : 안테나



**유재성 (Jae Seong Yu)**

2011년 3월 ~ 현재 : 인천대학교 전자공학과 학사과정

※관심분야 : 안테나



**오희운 (Hee Oun Oh)**

2017년 2월 : 인천대학교 전자공학과 (공학사)

※관심분야 : 안테나