

# 단말기용 이중 대역저지 특성을 가지는 초광대역 안테나 설계 및 구현

## Design and Implementation of UWB Antenna with Dual Band Rejection Characteristics for Mobile Handset

조영민\*, 양운근\*\*  
Young Min Cho\*, Woon Geun Yang\*\*

### Abstract

In this paper, we present a compact planar dual band rejection Ultra Wide Band(UWB) antenna with folded parasitic element. The proposed antenna is consist of a hexagonal planar radiation patch antenna with a folded parasitic element which is located over the top and bottom surface. In contrast with other antenna which rejects single band using one method, folded parasitic element rejects dual band using one simple structure. Owing to folded parasitic element, dual-rejected properties are achieved in the Worldwide Interoperability for Microwave Access(WiMAX), C-band, and Wireless Local Area Network(WLAN) bands. The bandwidth of the proposed antenna was measured as 3.1~10.6 GHz for voltage standing wave ratio(VSWR) less than 2, except for the dual rejection bands of 3.4~4.2 GHz and 5.15~6.00 GHz.

### 요약

본 논문에서, 접힌구조의 기생소자를 갖는 이중대역을 저지하는 대역저지 UWB 안테나를 구현하였다. 제안된 안테나는 정육각형 평면 방사 패치를 갖는 안테나에 안테나의 윗면과 아랫면에 걸쳐 있는 접힌구조의 기생소자로 구성되어있다. 한가지 기법으로 하나의 대역을 저지시키는 기존의 다른 안테나와는 달리, 접힌구조의 기생소자는 하나의 간단한 구조를 통해 이중대역 저지를 만족한다. 접힌구조의 기생소자로 인해 이중대역은 WiMAX, C-band, 그리고 WLAN 대역을 저지시킨다. 제안된 안테나의 대역은 3.1~10.6 GHz에서 전압 정재파비는 이중대역저지 대역인 3.4~4.2 GHz, 5.15~6.00 GHz를 제외한 구간에서 2 이하를 만족한다.

*Key words: band rejection, UWB, folded, planar antenna, parasitic element*

### 1. 서론

초광대역(UWB: Ultra Wide Band) 기술은 1962년 처음 소개되었으며, 1980년대 후반부터 UWB 관

련 기술은 급격한 발전을 이루었다. 특히 근거리 무선통신기술인 UWB 기술은 미국에서 군사목적으로 보안성이 높은 통신, 표면침투 레이더 등에 적용하였다. 1989년에 미국 국방성은 이에 관한

\* Dept. of Electronics Engineering, Incheon National University

★ Corresponding author

032-835-8447, wgyang@inu.ac.kr

※Acknowledgement

-This work was supported by Incheon National University Research Grant in 2015.

Manuscript received Feb. 1, 2016; revised Feb. 28, 2016; accepted Mar. 2, 2016.

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.

기술을 “Ultrawide Band”라고 명명하였고, 초기 UWB 시스템은 군사 및 정부기관을 위해서만 사용하였다.

그러나 미국 연방통신위원회(FCC: Federal Communication Commission)는 2002년에 사용주파수는 3.1~10.6 GHz의 주파수 대역만 사용하고, 실내환경에서 거리 9m 이내에서만 무선통신을 구현하도록 민간 사용규제를 해지함에 따라 유·무선 통신과 이미지 정보, 위치정보 및 레이더 시스템 등 여러 가지 사용을 위한 UWB 안테나에 관한 많은 연구 개발이 이루어지고 있다[1,2]. 고속 데이터 전송율, 다중경로에서의 간섭 면역, 저전력 에너지 소비, 전방향 방사 특성, 그리고 넓은 대역폭을 갖는 장점들로 인해 UWB 통신기술은 현대 무선통신 시스템에서 매우 매력적인 기술이 되었다[3].

이러한 장점에도 불구하고, UWB 시스템은 기존 시스템인 WiMAX(World interoperability for Microwave Access: 3.4~3.7 GHz), C-band(3.7~4.2 GHz), 그리고 WLAN(Wireless Local Area Network: 5.15~5.85 GHz) 시스템들과의 심각한 간섭 문제에 직면해 있다. 따라서 기존의 무선서비스와의 간섭을 피하기 위해 초광대역 시스템에서 대역저지 기능을 고려해야 한다.

UWB 시스템에서 간섭문제를 해결하기 위해서 다양한 기술이 존재한다. 대역저지 필터를 사용하여 저지시키는 방법[4], U자형, H자형, C자형과 같이 다른 모양의 슬롯들을 이용하여 저지시키는 방법[5-7], 그리고 기생소자를 사용하여 저지시키는 방법이 있다.

본 논문에서는 UWB 어플리케이션에서 사용할 수 있는 접힌구조의 기생소자를 갖는 이중대역을 저지하는 대역저지 UWB 안테나를 설계 및 구현한다. 기존에 제안하는 논문의 경우, 한가지 기법을 이용하여 하나의 대역을 저지시키는 반면, 본 논문은 하나의 접힌구조의 기생소자를 이용하여 두 개의 저지대역을 저지한다. 접힌구조의 기생소자가 정육각형의 방사 패치를 갖는 UWB 안테나에 적용되며, 이러한 접힌구조의 기생소자는 하나의 구조를 사용하여 이중대역저지를 만족한다. 또한 기생소자의 구성요소인 L1, L4, W6의 크기 변화에 따른 전압정재파비(VSWR) 특성의 변화도 알아본다. 제안하는 안테나는 초광대역 대역인

UWB(3.1~10.6 GHz)대역을 만족하고, WiMAX(3.4~3.7 GHz), C-band(3.7~4.2 GHz), WLAN(5.15~5.85 GHz)대역이 저지됨을 보인다. 본 논문에서는 접힌구조의 기생소자 구조를 UWB 안테나의 윗부분에 적용하여 원하는 특성을 만족시킬 수 있음을 보인다. 안테나는 24mm (W) x 36mm (L)의 크기로서 완전 평면이면서 간단한 구조를 갖고 있으며, 비유전율이 4.4이며 두께가 1.6mm인 FR4 표면위에 구현한다.

## II. 제안된 안테나

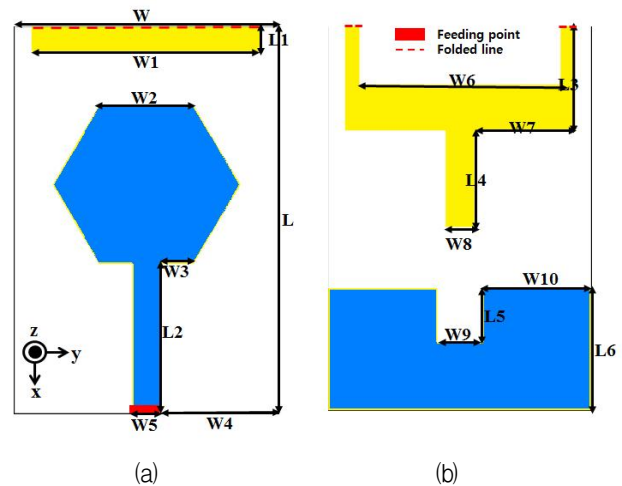


Fig. 1. Geometry of the proposed UWB antenna with parasitic element (a) Top view, (b) bottom view  
 그림 1. 제안된 기생소자를 가지는 초광대역 안테나의 구조 (a) 윗면, (b) 아랫면

그림 1은 제안된 기생소자의 구조를 갖는 대역저지 안테나의 윗면과 아랫면의 구조를 도시화한 그림이다. 제안된 안테나의 파라미터는 표 1과 같다. 안테나는 비유전율이 4.4이고 높이가 1.6mm인 FR4 기판 표면위에 실장 되었으며, 급전 방식은 microstrip 급전 방식을 이용하였고 50Ω SMA 커넥터를 이용하여 급전하였다. 접지면의 크기는 24.00 mm (W) × 11.50 mm (L)이다.

Table 1. Design parameters of the proposed antenna  
 표 1. 제안된 안테나의 설계 파라미터

(unit : mm)

Parameter	Width	Parameter	Length
W	24.00	L	36.00
W1	20.80	L1	2.30
W2	8.50	L2	14.00
W3	2.90	L3	18.00
W4	10.70	L4	9.00
W5	2.60	L5	5.00
W6	18.00	L6	11.50
W7	9.10		
W8	2.60		
W9	4.00		
W10	10.00		

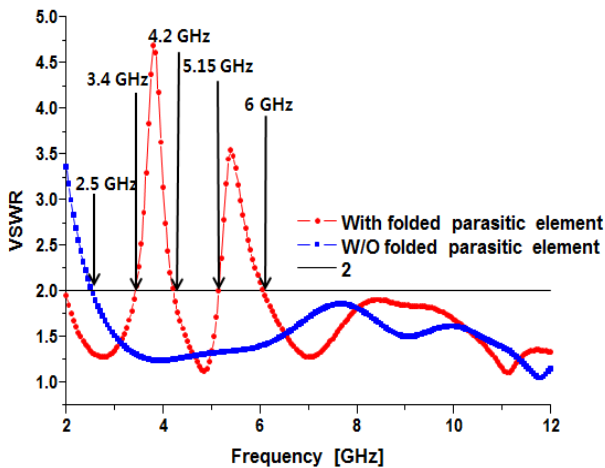


Fig. 2. Simulated VSWR result of UWB antenna with and without folded parasitic element

그림 2 접힌 구조의 기생소자 유무에 따른 초광대역 안테나의 전압정재파비 전산모의실험 결과

그림 2는 각각 기생소자가 없는 UWB 안테나와 제안된 접힌 구조의 기생소자를 갖는 대역저지 UWB 안테나의 VSWR 값의 변화를 보여준다. UWB 안테나에 접힌 구조의 기생소자를 부착하여 WiMAX, C-band 대역과 WLAN 대역을 동시에 저지시키는 것을 확인할 수 있다. 기존의 대역저지 UWB 안테나의 경우 슬릿이나 슬롯을 이용하여 하나의 부분에서 하나의 대역을 저지시키는 반면 제안된 안테나의 경우 한 개의 접힌 구조의 기생소자를 통해 이중대역 저지를 도모하였다. 기생소자 구조의 특정 한 부분에서 하나의 대역을 저지시키는 것이 아니라 모든 부분이 두 대역에 영향

을 미치기 때문에 제안된 안테나는 WLAN의 뒷부분인 5.85GHz 대역 부분을 정확하게 저지시키진 못하고 150MHz 정도 초과하였지만, 목표했던 WiMAX, C-band, 그리고 WLAN 대역을 완벽하게 저지시키는 것에는 문제가 없기 때문에 바람직하다고 생각된다.

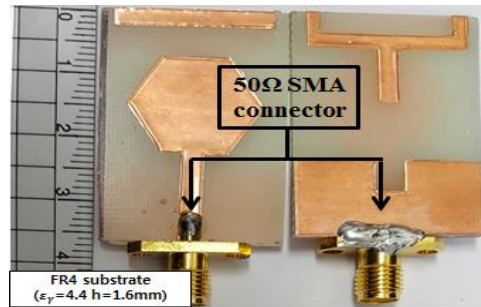
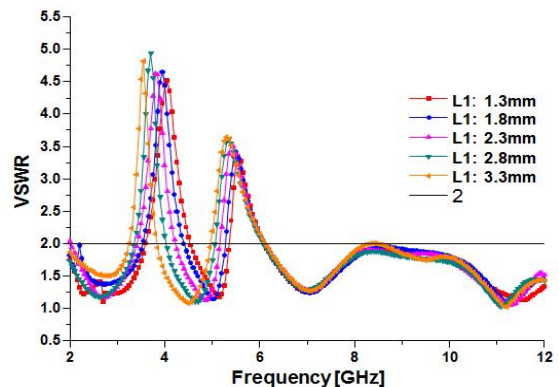


Fig. 3. Top and bottom view of the implemented antenna  
그림 3. 구현된 안테나의 윗면, 아랫면

그림 3에 구현된 대역저지 UWB 안테나를 보였다. 제안된 안테나의 특성에 관한 전산모의실험은 Ansoft사의 HFSS를 이용하였다.

### III. 전산모의실험 및 측정

대역저지 주파수는 기생소자의 구성요소 중 하나인 L1, L4, 그리고 W6의 변화에 따라 저지 특성이 변하게 된다. 이러한 변화는 그림 4에서 확인할 수 있다.



(a)

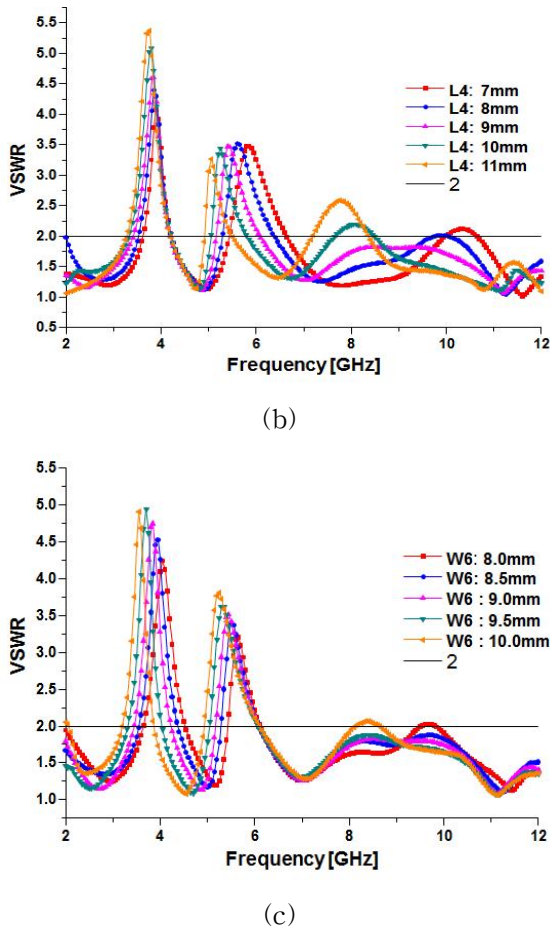


Fig. 4. Simulation results on VSWR according to parameter variations (a) Effect of the parameter L1, (b) Effect of the parameter L4, (c) Effect of the parameter W6

그림 4. 파라미터 변화에 따른 전압정재파비 전산모의실험 결과 (a) 파라미터 L1의 영향, (b) 파라미터 L4의 영향, (c) 파라미터 W6의 영향

그림 4의 (a)에서는 L1값을 1.3~3.3mm까지 0.5mm간격으로 변화시키면서 전산모의실험한 결과 L1의 길이가 길어질수록 3.4~4.2 GHz대역에서 대역폭이 앞으로 이동하면서 대역폭이 좁아지는 것을 확인할 수 있었고, 5.15~5.85GHz대역에서는 대역폭이 넓어짐을 확인할 수 있었다. 이 때 L1이 2.37mm일 때 3.4~4.2 GHz, 5.15~6.00 GHz 대역에서 원하는 저지 대역 특성을 얻을 수 있었다. VSWR값은 3.4~4.2 GHz, 5.15~6.00 GHz대역에서  $VSWR \geq 2$ 의 값을 가진다.

그림 4의 (b)에서는 L4값을 7~11mm까지 1mm 간격으로 변화시키면서 전산모의실험한 결과 L4의 길이가 길어질수록 3.4~4.2 GHz대역에서 대역폭이 넓어지는 것을 확인할 수 있었고, 5.15~

5.85 GHz대역에서는 대역폭이 좁아짐을 확인할 수 있었다. 또한 L4가 10mm, 11mm일때, 각각 7.65~8.48 GHz, 7.19~8.36 GHz에서 새로운 저지 대역이 생기는 것을 확인할 수 있었다. 이 때 L4가 9mm일 때 3.4~4.2 GHz, 5.15~6.00 GHz대역에서 원하는 저지 대역 특성을 얻을 수 있었다. VSWR값은 3.4 ~4.2 GHz, 5.15~6.00 GHz대역에서  $VSWR \geq 2$ 의 값을 가진다.

그림 4의 (c)에서는 W6값을 8~10mm까지 0.5mm간격으로 변화시키면서 전산모의실험한 결과 W6의 길이가 길어질수록 3.4~4.2 GHz대역에서 대역폭이 앞 대역 쪽으로 점차 넓어지는 것을 확인할 수 있었고, 5.15~5.85 GHz대역에서는 대역폭이 좁아지면서 W6가 11mm일 때 새로운 저지대역이 7.10~8.48 GHz에서 생성되는 것을 확인할 수 있었다. 이 때 W6가 9mm일 때 3.4~4.2 GHz, 5.15~6.00 GHz대역에서 원하는 저지 대역 특성을 얻을 수 있었다. VSWR값은 3.4~4.2 GHz, 5.15~6.00 GHz대역에서  $VSWR \geq 2$ 의 값을 가진다.

이와 같이 안테나의 기본구조를 변경하지 않고, L1, L4, W6의 길이를 조절하여 간단한 하나의 구조체를 이용하여 WiMAX, C-band, WLAN을 포함하는 이중 대역을 저지할 수 있으며, 본 논문에서는 L1 = 2.37mm, L4 = 9mm, W6 = 9mm일 때, 3.4~4.2 GHz(WiMAX, C-band)대역과 5.15~5.85 GHz(WLAN)대역을 저지하는 특성을 얻을 수 있다. 또한, 제안하는 접힌구조의 기생소자는 간단한 구조를 가지기 때문에 구현하기 쉬우며, 방사 패치에 직접적으로 미치는 영향이 작기 때문에 다른 모양의 패치에도 적용하기 용이하다. 방사 패치의 형태를 원형 또는 다각형으로 변경하여도 대체적인 이중 대역저지 특성을 가진다.

그림 5는 전산모의실험 및 측정된 VSWR 특성을 나타낸다. 제안된 안테나의 전산모의실험된 VSWR값은 UWB대역인 3.1~10.6 GHz를  $VSWR < 2(S_{11} = -10\text{dB})$ 를 기준으로 만족한다. 또한 제안된 안테나는 3.4~4.2 GHz(WiMAX, C-band)와 5.15~5.85 GHz(WLAN) 대역을 저지시키는 동작을 하도록 설계 되었으며 측정된 VSWR 특성은 3.4~4.2GHz 그리고 5.15~6.00 GHz를 저지시킨다. 전산모의실험 및 제작된 안테나의 측정결과에서 각 저지대역에서 가장 큰 VSWR값은 각각 3.8 GHz

에서 5.9, 5.5 GHz에서 5.8이다.

참고문헌[8]에서 보면 본 논문에서와 같이 VSWR 2를 기준으로하고 있으며 측정결과도 비슷한 수준임을 확인 할 수 있다.

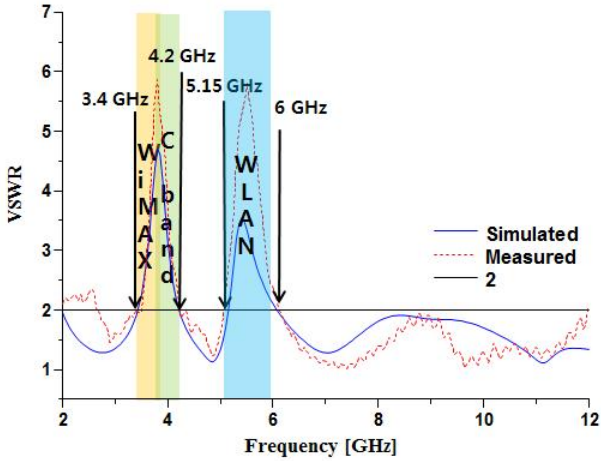


Fig. 5. Simulated and measured VSWR of the proposed UWB antenna with band rejection characteristics

그림 5. 대역저지 특성을 가진 제한된 초광대역 안테나의 전산모의실험과 측정된 전압정재파비

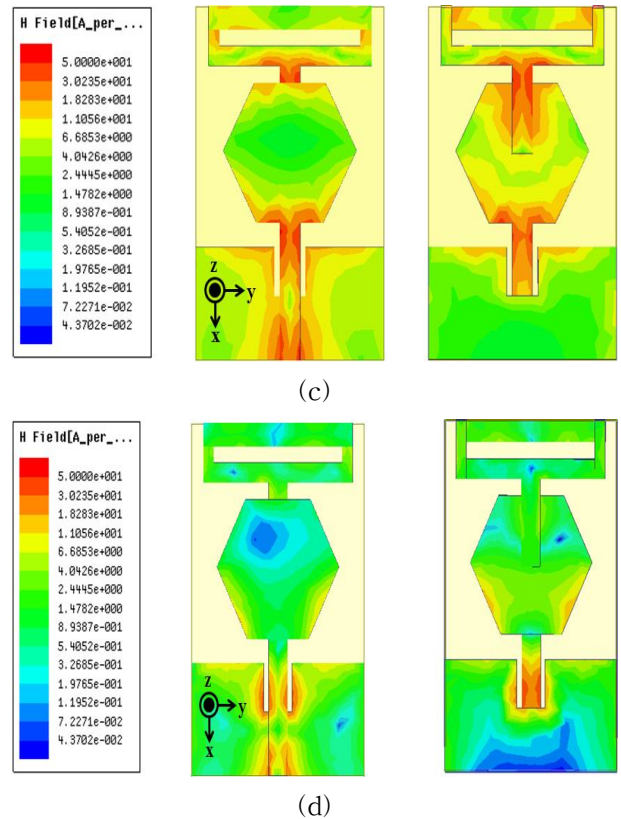


Fig. 6. Simulated current distributions on top and bottom surfaces for the proposed antenna (a) at 3.0GHz, (b) at 3.8GHz, (c) at 5.5GHz, (d) at 10.0GHz

그림 6. 제안된 안테나의 윗면, 아랫면에서의 전류분포 전산모의실험 결과 (a) 3.0GHz, (b) 3.8GHz, (c) 5.5GHz, (d) 10.0GHz

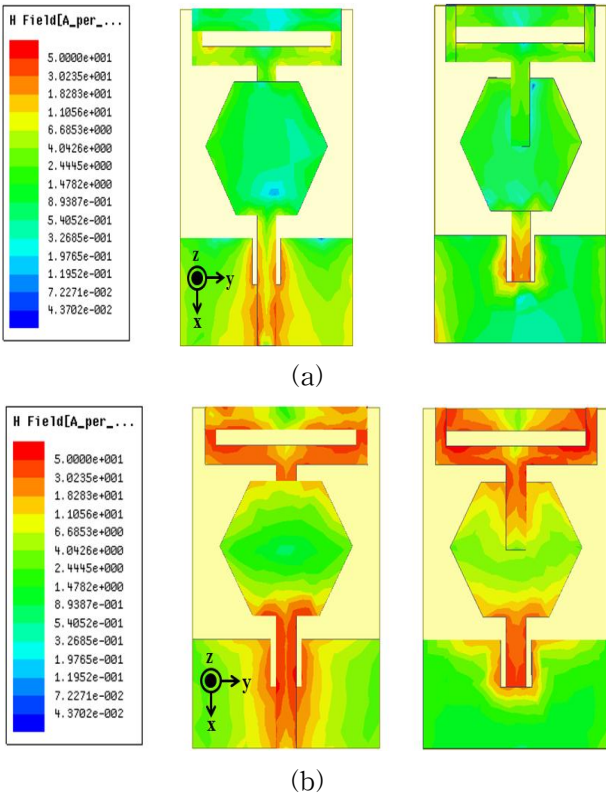


그림 6은 제안된 안테나에서 저지하는 각 대역의 중심주파수인 3.8GHz, 5.5GHz와 통과대역인 3.0GHz, 10GHz에서의 안테나 표면에 흐르는 전류 분포도를 나타내고 있다. 각각의 전류 분포도는 안테나 상의 near field 해석으로서 그림 5에서 나타나는 VSWR 그래프와 밀접한 관계가 있다. 3.8 GHz에서는 접힌 구조의 상단과 하단부분에 주로 표면전류가 분포하는 것을 알 수 있으며, 5.5 GHz에서는 접힌 구조 하단의 꼬리 부분에 주로 표면전류가 분포하며 이는 위의 구조가 대역저지 주파수에서 임피던스 부정합을 일으켜 효율적으로 방사하는 것을 막는 것을 나타내는 것을 알 수 있으며, 그림 (a)와 (d)를 통해서 그 차이를 확인 할 수 있다.

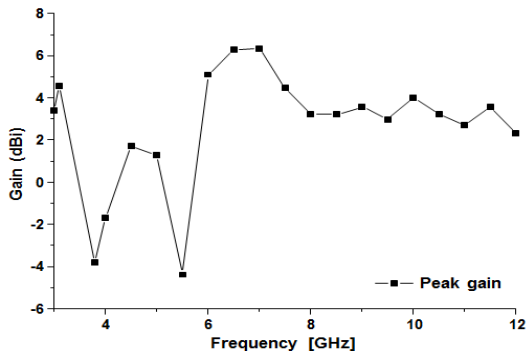


Fig. 7. Measured result for peak gain of the implemented antenna

그림 7. 구현된 안테나의 최대 이득 측정 결과

Table 2. Measured antenna peak gain

표 2. 안테나 최대 이득 측정값

Frequency [GHz]	Peak gain (dBi)	Frequency [GHz]	Peak gain (dBi)
3.0	3.40	7.5	4.48
3.1	4.55	8.0	3.21
3.8	-3.80	8.5	3.21
4.0	-1.68	9.0	3.58
4.5	1.71	9.5	2.98
5.0	1.30	10.0	4.02
5.5	-4.39	10.5	3.23
6.0	5.10	11.0	2.72
6.5	6.33	11.5	3.58
7.0	6.33	12.0	2.33

그림 7과 표2는 무반사실에서 측정된 안테나의 각 주파수에서의 최대 이득값을 나타낸다. 측정된 안테나의 최대 이득값은 3.0~12.0 GHz에서 -4.39~6.33dBi의 값을 나타낸다.

제안된 안테나에서 가장 큰 최대 이득값은 7 GHz에서 6.33dBi이다. 최대 이득값이 작게 나온 구간은 대역저지 대역인 3.8 GHz, 5.5 GHz이다. 이로부터 제안된 안테나가 저지대역에서 효율적으로 방사하는 것을 억압하는 것을 알 수 있다.

그림 8은 제안된 대역저지 UWB 안테나의 방사 패턴을 보여주고 있다. 3GHz, 5GHz, 8GHz, 10GHz에서 x-y평면, y-z평면, 그리고 z-x평면의 축 상에서 동일편파(co-polarization)와 교차편파(cross-polarization)에 대한 정규화된 방사패턴을 보여주고 있다. 구현된 안테나의 방사패턴은 far field 측정 시스템과 HP8510C 네트워크 분석기를 갖춘 무반사실에서 측정 되었다.

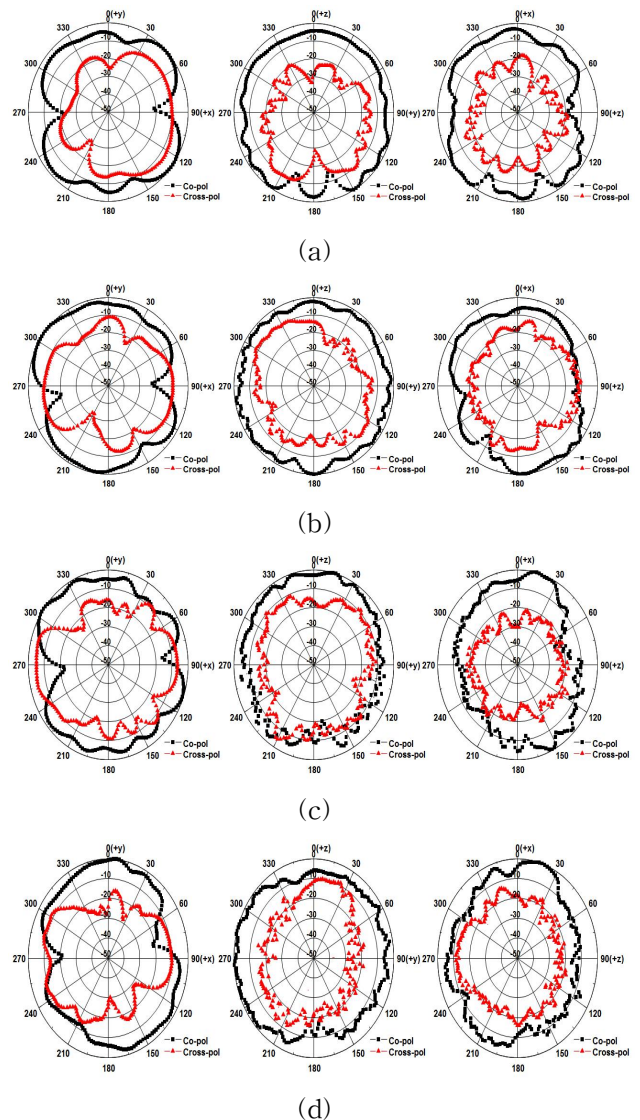


Fig. 8. Measured normalized co-polarization and cross-polarization radiation patterns (a) at 3GHz, (b) at 5GHz, (c) at 8GHz, (d) at 10GHz

그림 8. 정규화된 동일편파, 교차편파 방사패턴 측정 결과 (a) 3 GHz, (b) 5 GHz, (c) 8 GHz, (d) 10 GHz

#### IV. 결론

본 논문에서는 이중대역을 저지하는 접힌구조의 기생소자를 갖는 대역저지 UWB 안테나를 제안하고 구현하였다. 기존의 대역저지 안테나가 하나의 대역을 저지하기 위해 하나의 구조를 사용한 반면 제안된 대역저지 안테나는 하나의 간단한 구조로 두 개의 대역을 저지시킬 수 있음을 확인하였다.

성능측정결과, 구현된 안테나는 VSWR<2 ( $S_{11} = -10\text{dB}$ )를 기준으로 저지대역인 3.4~4.2 GHz와

5.15~6.00 GHz를 제외한 2.0~12.0 GHz를 만족하였다. 또한 안테나 구조가 간단하여 제작이 용이하였다.

구현된 안테나는 WPAN(Wireless Personal Area Network), WBAN(Wireless Body Area Network) 과 같은 분야에서 효율적으로 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

## References

- [1] Chang-Bok Joo, "Trapezoidal microstrip monopole antenna for UWB," Journal of the Institute of Electronics Engineering, 46, 24-32, 2009.
- [2] Yong-Hoon Lee, "UWB Antenna Technology," Journal of Korea Information and Communications, 20, 22-30, 2003
- [3] A. Subbarao, and S. Raghavan, "A compact UWB slot antenna with signal rejection in 5 - 6 GHz band," Microwave Opt. Technol. Lett., 54, 1292 - 1296, 2012
- [4] H.G. Schantz, G. Wolenc, and E.M. Myszka, "Frequency notched UWB antennas," Proceedings of IEEE Conference on Ultra Wide band Systems and Technologies, Reston, VA, 214 - 218, 2003
- [5] 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, 668-672, 2014
- [6] Nasser Ojaroudi, and Noradin Ghadimi, "Band-Notched UWB Slot Antenna," Microwave Opt, Technol, Lett., 56, 1744-1747, 2014
- [7] Ying song Li, Wenxing Li, and Qiubo Ye, "A CPW-fed circular wide-slot UWB antenna with dual-notch bands by combining slot and parasitic element techniques," Microwave Opt. Technol. Lett., 56, 1240-1244, 2014
- [8] .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, 1095-1097, 2014

## BIOGRAPHY

### Young-Min Cho (Student Member)



2014 : BS degree in Electronics Engineering, Incheon National University.  
2016 : MS course in Electronics Engineering, Incheon National University.

### Woon-Geun Yang (Member)



1983 : BS degree in Electronics Engineering, Seoul National University.  
1985 : MS degree in Electronics Engineering, Seoul National University.  
1994 : Ph.D in Electronics Engineering, Seoul National University.  
1988~ : Faculty of Dept. of Electronics Engineering, Incheon National University.  
2015~ : Dean of academic affairs, Incheon National University  
2013~2014 : Head of job career development center in Incheon National University.  
2013~ : An outside director of ISC Co., Ltd.  
2004~2005 : Consulting Professor, LG Electronics Inc.  
1997~2001 : Consulting Professor, LG Electronics Inc  
Listed in the Marquis Who's Who in the World from 2003 edition. And also listed in well-known international biographical dictionaries, ABI (American Biographical Institute) in USA and IBC (International Biographical Centre) in England. Research interests include antenna, mobile phone, wireless communication especially digital modulation and demodulation, RFID.