

주파수 대역 저지 특성을 갖는 초광대역 안테나

Ultra-Wideband Antenna Having a Frequency Band Notch Characteristic

최우영 · 정지학 · 정경호 · 최재훈

Woo-Young Choi · Ji-Hak Jung · Kyung-Ho Chung · Jae-Hoon Choi

요 약

본 논문에서는 Ultra-Wideband(UWB) 통신을 위한 새로운 소형 주파수 대역 저지 안테나를 설계 및 제작한다. 설계된 안테나는 초광대역 특성을 만족하면서, IEEE 802.11a와 HIPERLAN/2에 의해 사용이 제한된 5.15~5.825 GHz에서 주파수 대역 저지 특성을 갖는다. 안테나의 광대역 특성을 얻기 위해서 요철 모양의 접지면을 구현하였고, 또한 제한된 주파수 대역에서 저지 특성을 갖기 위해 U 모양의 얇은 슬롯을 사각형 복사 패치 위에 구현하였다. 제작된 안테나는 저지 대역인 4.92~5.866 GHz를 제외하고 2.95~11.7 GHz 대역에서 정재파비 2 이하를 만족하는 광대역 특성을 나타낸다.

Abstract

In this paper, a novel compact and frequency band-notch antenna for Ultra-Wideband(UWB) applications is proposed. The designed antenna not only shows good impedance bandwidth for ultra-wideband but has band notch characteristic for the frequency band of 5.15~5.825 GHz limited by IEEE 802.11a and HIPERLAN/2. To achieve both properties of wide band and band notch, the techniques of a concaved ground plane and inserted U-shaped thin slot into planar radiator are used respectively. A manufactured antenna satisfied VSWR < 2 for the frequency band of 2.95~11.7 GHz except the limited band of 4.92~5.866 GHz.

Key words : Band Notch Characteristic, UWB Antenna, Monopole Antenna, Microstrip-fed Antenna

I. 서 론

무선 이동통신 기술의 빠른 발달로 인해 다양한 통신 서비스들의 주파수 사용에 대한 요구가 급증하게 되었다. 이에 따라 한정된 주파수 자원을 좀 더 효율적으로 활용하는 새로운 통신 시스템이 필요로 하게 되었다. 미국 연방통신위원회(FCC: Federal Communications Commission)는 이러한 무선 통신기술을 해결하기 위하여 군사용으로 사용하던 초광대역 무선 통신 기술을 상업용으로 승인하였다^[1].

UWB 통신(3.1~10.6 GHz) 방식은 매우 낮은 전력을 사용하여 기존 시스템에 대한 간섭을 최소화하고

초고속 통신이 가능한 획기적인 무선 통신 기술이다. 최근에 UWB 통신 시스템에서 사용되는 평면형 모노폴과 다이폴 안테나들의 연구가 활발히 진행되고 있다^{[2],[3]}. 그러나 큰 출력 신호를 사용하는 IEEE 802.11a와 HIPERLAN/2에 의해 5.15~5.825 GHz의 사용이 제한되었다. 이에 따라 주파수 대역 저지 특성을 갖는 UWB 통신용 안테나가 연구되고 있다^{[4],[5]}.

본 논문에서는 제한된 주파수의 저지 대역 특성을 나타내며 크기를 소형화한 UWB 통신용 마이크로스트립 급전 안테나를 설계하였다. 광대역 특성을 갖기 위해 요철 모양의 접지면을 구현하였고, 또한

「본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2004-000-10461-0)지원으로 수행되었음.」

한양대학교 전자통신컴퓨터공학과(Department of Electric & Computer Engineering, Hanyang University)

· 논문 번호 : 20041105-15S

· 수정완료일자 : 2004년 12월 10일

5.15~5.825 GHz 대역 저지를 위해 5.15 GHz에서 $\lambda/4$ 정도 길이를 갖는 U 모양의 얇은 슬랏을 사각형 복사 패치 위에 구현하였다. 제안된 안테나의 반사 손실 특성과 이득 특성의 결과들을 시뮬레이션과 실험을 통해 제시하였다.

II. 안테나 설계

그림 1은 UWB 통신용으로 제안한 주파수 대역 저지 안테나의 구조를 나타낸다. 제안된 안테나는 U 모양의 얇은 슬랏과 양쪽 하단에 노치를 가지는 사각형 패치와 요철 모양의 접지면(ground plane)으로 구성되어 있다. 제작된 안테나의 유전체 전체 크기는 $16 \times 18 \text{ mm}^2$ 의 작은 크기로, 비유전률이 4.4이고, 두께(h)가 1.6 mm인 FR-4 기판을 사용하였다. 제안된 안테나의 사각형 복사 패치 크기는 $7 \text{ mm} \times 11.5 \text{ mm}$ 이고, 접지면의 전체 크기는 $16 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$ 이다. 또한 사각형 복사 패치 위의 U 모양 슬랏은 $\lambda/4$ (중심 주파수: 5.15 GHz) 정도의 길이를 갖는다^[4].

요철 모양의 접지면은 초광대역의 특성을 얻기 위해 적용된 구조이며, 사각형 복사 패치 양쪽 하단의 노치 또한 길이와 폭을 조절하여 광대역 특성을 얻었다.

사각형 복사 패치 위에 얇은 슬랏을 구현하여 IEEE 802.11a와 HIPERLAN/2의 사용 대역에서 저지 특성

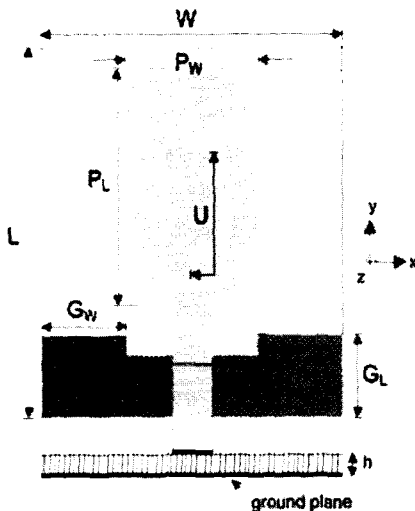


그림 1. 제안된 안테나 구조
Fig. 1. Configuration of the proposed antenna.

표 1. 제작된 안테나의 최적화된 파라미터
Table 1. The optimized parameters of the proposed antenna.

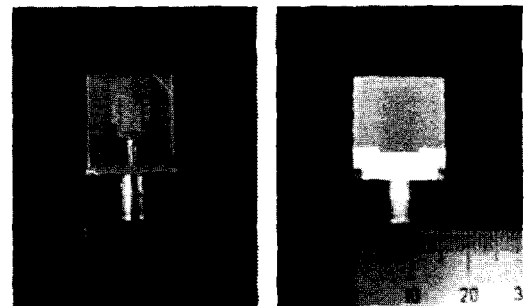
$W[\text{mm}]$	$L[\text{mm}]$	$G_w[\text{mm}]$	$G_L[\text{mm}]$
16	18	4.5	4
$H_w[\text{mm}]$	$H_L[\text{mm}]$	$P_w[\text{mm}]$	$P_L[\text{mm}]$
7	1	7	11.5

을 가지게 하였다. U 모양의 얇은 슬랏은 역 U 모양 슬랏^[6]을 변형한 것이고, 슬랏의 길이를 조절하여 원하는 대역 범위에서 저지 특성을 갖도록 설계하였다. 사각형 복사 패치 위에 삽입한 슬랏은 $\lambda/4$ 형태 공진기이며^[7], 슬랏 안쪽의 전류가 흐르는 방향과 슬랏 바깥쪽의 전류가 흐르는 방향이 정확하게 반대가 되어 원하는 주파수 대역에서 저지 특성을 얻을 수 있다^[5]. 또한 좁은 저지 대역폭 특성과 스킵트 특성을 향상시키기 위해서 얇은 슬랏을 사용하였다^[6].

제안된 안테나의 최적화된 파라미터는 표 1과 같고, 복사 패치 양쪽 하단의 노치 크기는 각각 $1 \times 2.5 \text{ mm}^2$ 이다.

III. 측정 및 결과고찰

그림 2는 제작된 주파수 대역 저지 안테나의 윗면과 뒷면을 나타낸다. 안테나의 설계는 Ansoft사의 HFSS(High Frequency Structure Simulator)를 이용하여 안테나 파라미터를 최적화 하였다. 제작된 안테나의 정제파비 특성은 Agilent사의 8719ES 네트워크 분석기를 이용하여 측정하였다. 그림 3은 요철의 유무에



(a) 윗면
(a) Top view
(b) 뒷면
(b) Bottom view

그림 2. 제작된 안테나의 윗면과 뒷면
Fig. 2. Picture of the proposed antenna.

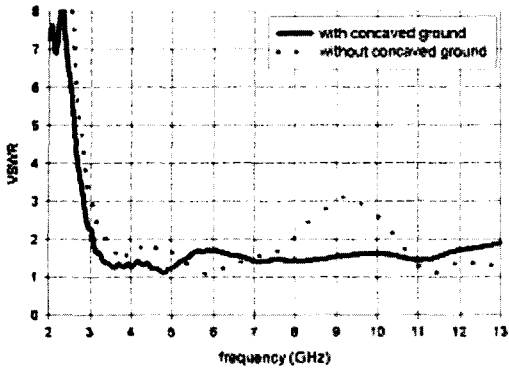
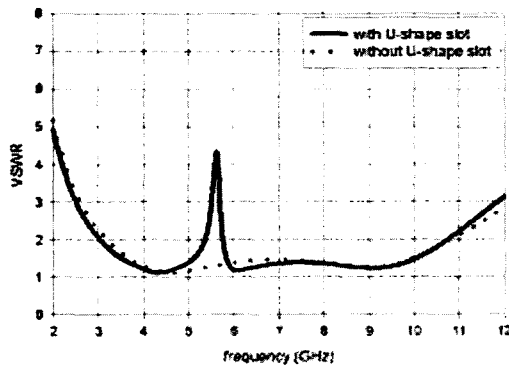
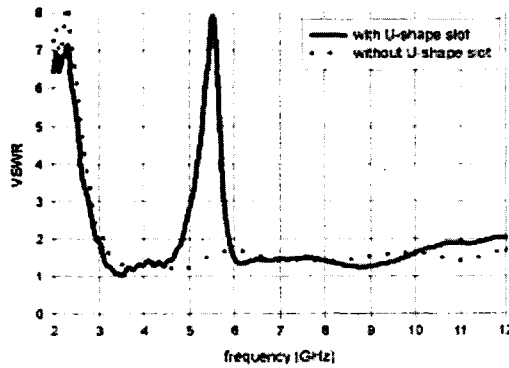


그림 3. 제작된 안테나의 접지면 요철 유무에 따른 정재파비 특성
 Fig. 3. Measured VSWR characteristics for the proposed antenna with and without concaved ground.



(a) 시뮬레이션값
 (a) Simulated VSWR



(b) 측정값
 (b) Measured VSWR

그림 4. U 슬랏을 삽입했을 때 제안된 안테나 정재파비 특성
 Fig. 4. Measured VSWR characteristics for the proposed antenna with and without U-slot.

따른 접지면에 대한 측정된 안테나의 정재파비 특성을 나타낸다. 요철이 있는 접지면을 사용했을 때는 제작된 안테나의 대역폭이 정재파비 2 이하를 기준으로 8~10.5 GHz(BW : 2.5 GHz) 대역을 만족하게 되면서, 전체적으로 3.1~13 GHz(BW : 9.9 GHz)에서 광대역 특성을 얻게 된다.

그림 4(a)와 (b)는 U 모양 슬랏 유무에 따른 시뮬레이션과 측정된 정재파비 특성을 각각 나타낸다. 측정 결과와 시뮬레이션 결과가 유사하며, 제작된 안테나는 정재파비 2 이하를 기준으로 2.95~11.7 GHz(BW : 8.75 GHz) 대역을 만족한다. 또한 U 모양의 얇은 슬랏을 복사 패치 위에 삽입한 후에는 IEEE 802.11a와 HIPERLAN/2의 사용 대역인 4.92~5.866 GHz(BW : 0.946 GHz)에서 대역 저지 특성을 나타낸다. 그림 5는 주파수 대역 저지 안테나의 시뮬레이션 복사 패턴 특성을 주파수별로 나타낸다. 각각의

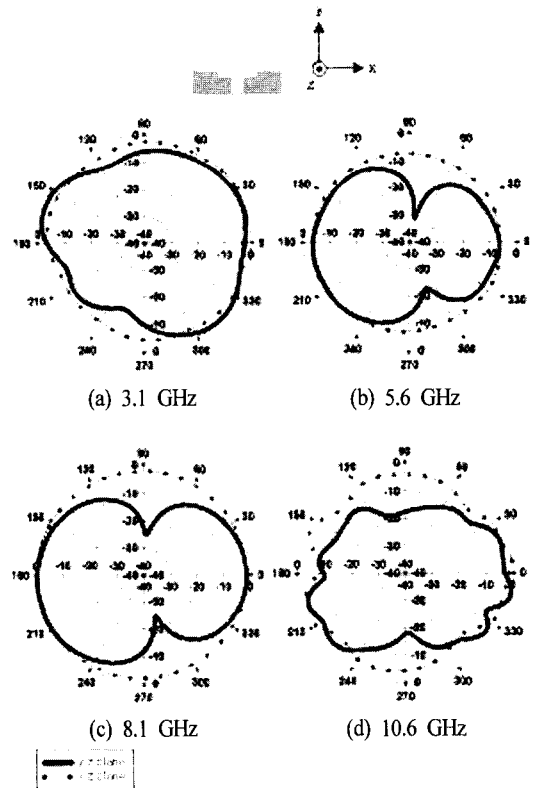


그림 5. 제안된 안테나의 주파수별 시뮬레이션 복사 패턴 특성
 Fig. 5. Simulated radiation patterns for the proposed antenna.

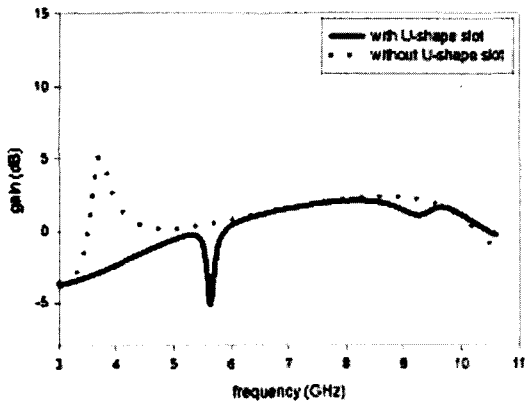


그림 6. 제안된 안테나의 시뮬레이션 이득 특성
 Fig. 6. Simulated gain characteristics for the proposed antenna with and without U-shaped slot.

주파수에서 모두 다이폴 방사 패턴과 비슷한 전 방향 특성을 보이고 있다.

그림 6은 시뮬레이션 이득 결과를 보인 것이다. -5 dBi에서 2.5 dBi까지 이득 변화를 보이고 있으며, U 모양 슬랏에 의해 저지대역에서 대략 -5.5 dB의 노치가 생기게 되며, 7~8 %의 대역폭비를 가진다.

IV. 결 론

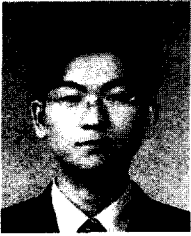
본 논문에서는 5 GHz 대의 저지 대역 특성을 갖는 새로운 소형 UWB 안테나를 제안하였다. 광대역 특성을 얻기 위해 접지면을 요철 모양으로 변형하였고, 제작된 안테나의 동작 주파수는 정재파비 2 이하를 기준으로 2.95~11.7 GHz의 대역폭 3.9:1을 가진다. 또한 IEEE 802.11a와 HIPERLAN/2에 의해 사용 제한된 5.15~5.825 GHz의 대역 저지를 위해 사각형 복사 패치 위에 U 모양의 얇은 슬랏을 삽입하였다. 그 결과 4.92~5.866 GHz(BW : 0.946 GHz)의 저지 대역 특성을 가졌다. 따라서 제안된 안테나는

광대역 특성과 5 GHz 대의 저지 대역 특성을 갖는 소형 안테나로, 대역 저지 필터가 필요 없는 UWB 통신 시스템에 적용 가능하다.

참 고 문 헌

- [1] Anon., *FCC First Report and Order on Ultra-Wideband Technology*, Feb. 2002.
- [2] Y. Rikuta, R. Kohno, "Planar monopole antenna with dual frequency for UWB system", *IEEE conference on Ultra Wideband Systems and Technologies*, Reston, VA, pp. 176-179, Nov. 2003.
- [3] E. Lule, T. Babij, "Koch island fractal ultra wideband dipole antenna", *IEEE Int'l Symposium on Antenna and Propagation*, Monterey, CA, vol. 2, pp. 2516-2519, Jul. 2004.
- [4] Y. Kim, D. -H. Kwon, "CPW-fed planar ultra wideband antenna having a frequency band notch function", *IEE Electronic Letters*, vol. 40, pp. 403-405, Apr. 2004.
- [5] A. Kerkhoff, H. Ling, "Design of a planar monopole antennas for use with ultra-wideband(UWB) having a band-notched characteristic", *IEEE Int'l Symposium on Antenna and Propagation*, Columbus, OH, vol. 1, pp. 830-833, Jun. 2003.
- [6] A. Kerkhoff, H. Ling, "A parametric study of band-notched UWB planar monopole antennas", *IEEE Int'l Symposium on Antenna and Propagation*, Monterey, CA, vol. 2, pp. 1768-1771, Jul. 2004.
- [7] H. Schantz, G. Wolenc, and E. Myszk, "Frequency notched antennas", *IEEE Conference on Ultra Wideband Systems and Technologies*, Reston, VA, pp. 214-218, Nov. 2003.

최 우 영



2003년 2월: 홍익대학교 전자전기 공학부 (공학사)
2004년 3월~현재: 한양대학교 전자통신전파공학과 석사과정
[주 관심분야] 마이크로파 회로 설계 및 이동통신 안테나 설계, EMC 등

정 경 호



2000년 2월: 한양대학교 전자통신 전파공학과 (공학사)
2002년 2월: 한양대학교 전자통신 전파공학과 (공학석사)
2002년 3월~현재: 한양대학교 전자통신전파공학과 박사과정
[주 관심분야] RF 소자 및 안테나 설계, EMC 등

정 지 학



1999년 2월: 청주대학교 반도체공학과 (공학사)
2002년 2월: 동국대학교 전자공학과 (공학석사)
2002년 3월~현재: 한양대학교 전자통신전파공학과 박사과정
[주 관심분야] RF 소자 및 시스템 설계, 안테나 설계 등

최 재 훈



1980년: 한양대학교 전자공학과 (공학사)
1986년: 미국 Ohio State University 전기공학과 (공학석사)
1989년: 미국 Ohio State University 전기공학과 (공학박사)
1989년~1991년: 미국 Arizona state University 연구 교수

1991년~1995년: 한국통신 위성사업본부 연구팀장
1995년~현재: 한양대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수
[주 관심분야] 안테나 및 마이크로파 회로 설계, EMC 등