

대역 저지 특성을 갖는 소형 광대역 안테나

최우영, 설경문*, 정지학, 정경호, 최재훈**

한양대학교 전자통신전파공학과

전화 : (02) 2220-0376 / 팩스 : (02) 2293-0377

E-mail : carpella2@nate.com* choijh@hanyang.ac.kr**

Compact wideband printed antenna with band-rejection characteristic

Wooyoung Choi, Kyungmoon Seol*, Jihak Jung, Kyungho Chung,
Jaehoon Choi(corresponding author)**

Department of Electrical and Computer Engineering, Hanyang University

Abstract

In this paper, a novel compact microstrip-fed antenna with band-rejection characteristic for wideband applications is proposed. By cutting an L-shaped notch on the radiation patch, the wideband property for the proposed antenna is achieved. In addition, a C-shaped slot is introduced to obtain the band rejection operation of the antenna. The antenna, with very small size of $15.5 \times 21 \text{ mm}^2$ including the ground plane, operates over 3.08 to 10.97 GHz and has the rejection band of 5.03 to 5.91 GHz for $S_{11} < -10 \text{ dB}$.

Key words : Band-rejection characteristic, Microstrip-fed antenna, Wideband antenna.

I. 서론

오늘날 무선통신 시스템은 급격한 발달을 이루고 있다. 하지만 무선통신 기술은 아직까지 더 높은 집약도와 빠른 전송률을 만족시키기 위해 더욱 개발될 필요가 있다. 이에 따라 FCC^[1]가 상업적으로 허가한 3.1~10.6 GHz를 포함한 광대역 통신시스템 개발이 진행되고 있다. 오랫동안 광대역 안테나가 개발되었지만 현재까지 개발된 광대역 안테나는 크기와 비용 그리고 복잡성의 문제로 인해 상업적으로 개발하기에는 어려운 문제들이 남아있다. 광대역 통신 시스템에서 중요한 요소 중 하나는 전체 동작 범위를 만족시키기면서도 소형인 안테나를 설계 하는 것이다. 현재까지 광대역을 이루기 위한 방안으로

베벨을 이용하는 방법^[2]과 접지핀을 이용하는 방법^[3], 이중 급전 구조^[4], 삼지창 모양^[5]의 안테나 등 광대역이면서도 단순한 구조와 전방향성 복사패턴을 갖는 안테나 기술들이 제안되어 왔다. 그러나 이들은 평면 구조를 갖지 않기 때문에 PCB기판에 집적화시키기에는 적합하지 않다. 이를 만족시키기 위해서 단순한 모양과 낮은 가격 그리고 무게가 가벼운 장점을 갖는 마이크로스트립 급전 모노폴 구조를 선택할 수 있다. 또한 5.2/5.8 GHz 대역의 무선랜(WLAN : Wireless LAN) 시스템과의 교란을 피하기 위하여 주파수 저지 대역을 갖는 소형 안테나의 개발이 필요하다. 그러나 현재까지 개발된 주파수 대역 저지 특성을 갖는 광대역 안테나는 그 구조가 복잡하고 크기가 큰 단점이 있다^[6, 7]. 또한 금속판을 이용한 주파수 대역 저지 안테나는 큰 접지면^[8]을 가져야 하는 단점을 가지고 있다.

본 논문에서는 주파수 대역 저지 특성을 갖는 초소형 광대역 안테나를 제안한다. 넓은 임피던스 대역폭을 얻기 위해서 복사패치에 L 형태 노치가 구현되었다. 또한 복사패치에 C 형태 슬랏을 삽입함으로써 주파수 저지 특성을 얻는다.

II. 안테나 설계

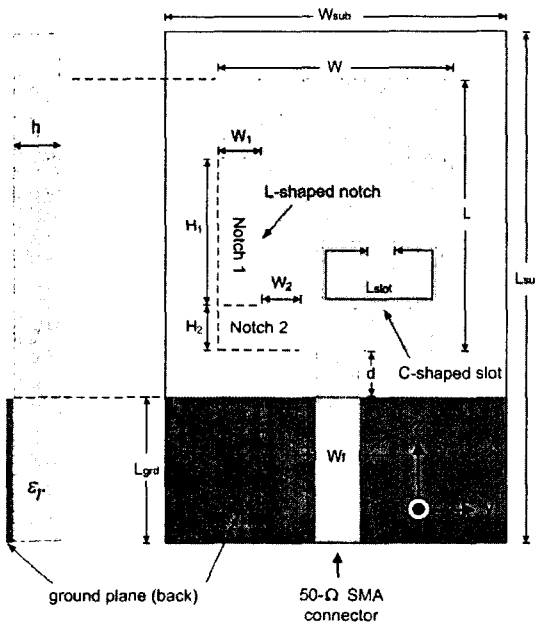


그림 1. 제안된 안테나 구조

그림 1은 L 형태 노치를 가지고 있는 복사패치로 구성된 제안된 안테나 구조를 나타낸 것이다. 안테나는 비유전율(ϵ_r)이 4.4이고 두께(h)가 1.6 mm인 FR4 기판을 사용하였다. 제안된 안테나의 전체 기판 크기는 $W_{sub} \times L_{sub}$ mm²이며, 폭이 W_f mm인 마이크로스트립 급전 방식을 채택하였다. 기판 뒷면에는 크기가 $W_{sub} \times L_{grd}$ mm² 인 접지면을 가진다. 제안된 안테나를 해석하기 위해 Ansoft 사의 HFSS(High Frequency Structure Simulator)^[9]를 이용하였다. 제안된 안테나는 3.5 GHz에서 공진주파수를 갖도록 설계되었다. 제안된 안테나는 크기가 12.7 mm($\approx 0.15\lambda$) \times 11 mm($\approx 0.13\lambda$) 인 사각패치의 기본 구조로 되어 있으며, 접지면과 복사패치 사이의 거리는 1.8 mm 이다. 노치 1과 노치 2로 이루어진 L 형태 노치는 사각 복사패치 좌측 하단부에 위치한다. 제안된 안테나는 최적화된 크기(W_1 ,

H_1 , W_2 , H_2)의 노치를 복사패치에 구현함으로써 원하는 주파수 대역에서 임피던스 정합 특성을 향상시킬 수 있다^[10].

사각형 복사패치 위에 얇은 C 형태 슬랏을 구현하여 IEEE 802.11a와 HIPERLAN/2의 사용 대역에서 주파수 저지 특성을 얻을 수 있다. 슬랏의 길이(L_{slot})는 약 16 mm로 원하는 저지대역 중심 주파수에서 약 $\lambda/4$ 에 해당하는 길이이다. 또한 좁은 저지 대역폭 특성과 스커트 특성을 향상시키기 위해서 얇은 슬랏을 사용하였다.

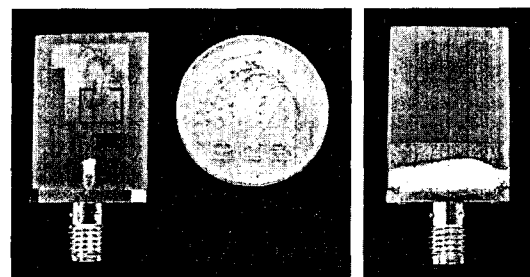
표 1은 제작된 안테나의 최적화된 파라미터 값을 나타내고 있다.

표 1. 제안된 안테나의 최적화된 파라미터 (단위 : mm)

파라미터	W_{sub}	L_{sub}	W	L	W_f	d
크기	15.5	21	11	12.7	2.2	1.8
파라미터	L_{grd}	L_{slot}	W_1	H_1	W_2	H_2
크기	6	16	2	7.5	1.5	1.7

III. 측정 및 결과고찰

그림 2는 최적화된 파라미터 값을 이용하여 제작된 주파수 대역 저지 소형 광대역 안테나의 앞면과 뒷면을 보여준다.



(a) 앞면 (b) 뒷면

그림 2. 제작된 안테나의 앞면과 뒷면

그림 3은 일반 사각패치 안테나의 반사 손실과 노치 1, 노치 2 구현 유무에 따른 반사손실 측정값을 비교하여 나타내고 있다. 노치를 가지

고 있지 않는 일반 사각패치 안테나는 그림 3의 (i)과 같이 4.2~5.5 GHz 대역과 6.3~9.4 GHz 대역에서 반사손실 -10 dB 이하 기준을 만족시키지 못하고 있다.

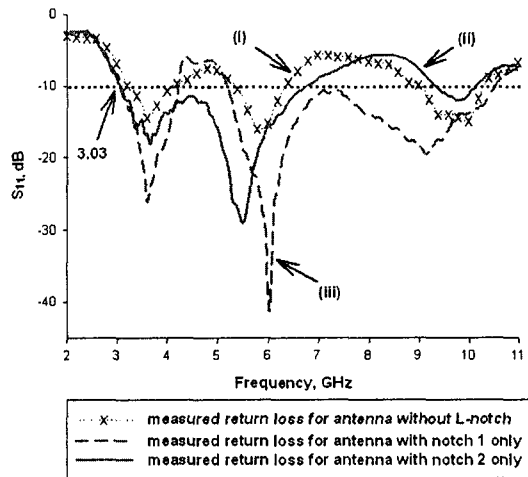


그림 3. 노치 1, 노치 2 유무에 따른 반사손실 특성

그림 3의 (ii)는 노치 1($W_1=2$ mm, $H_1=7.5$ mm)을 구현한 반사손실 특성이다. 노치 1을 구현함으로써 4.2~5.5 GHz의 저주파 대역에서 임피던스 정합 특성이 향상됨을 알 수 있다. 마찬가지로 그림 3의 (iii)에서는 노치 2($W_2=1.5$ mm, $H_2=1.7$ mm)를 구현한 반사손실 특성을 보여주고 있다. 노치 2를 구현함으로써 임피던스 정합이 이루어지지 않는 6.3~9.4 GHz의 고주파 대역에서 임피던스 정합이 이루어져 광대역 특성을 얻을 수 있다.

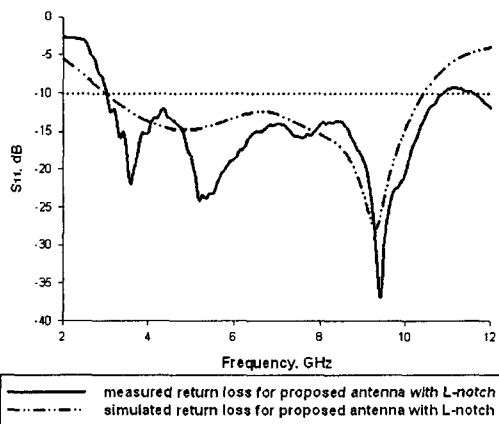


그림 4. L 형태 노치를 구현한 안테나의 시뮬레이션 반사손실과 측정된 반사손실 특성

그림 4는 제작된 안테나의 시뮬레이션 반사손실과 측정된 반사손실을 비교하여 보여주고 있다. 시뮬레이션 및 측정된 입력 임피던스 대역폭 ($S_{11} < -10$ dB)은 각각 3~10.5 GHz와 3.03~10.85 GHz로 UWB 통신 대역폭(3.1~10.6 GHz)을 모두 만족하며 시뮬레이션과 측정 결과가 유사함을 알 수 있다.

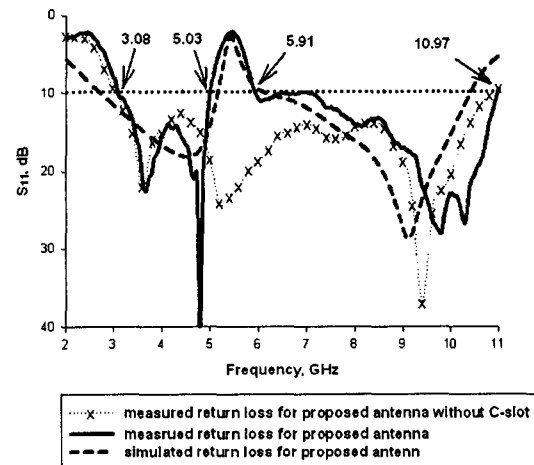
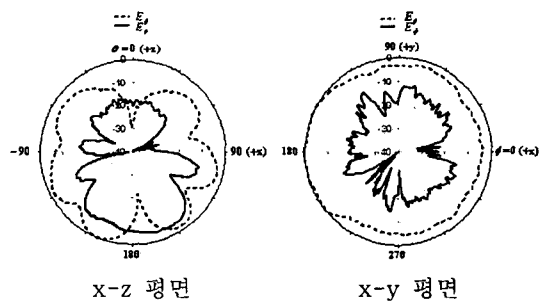


그림 5. C 형태 슬랏을 포함한 반사손실 특성의 시뮬레이션값과 측정값

그림 5에서는 C 형태 슬랏 구현 여부에 따른 반사손실 특성을 보여주고 있다. 저지 대역 중심 주파수의 $\lambda/4$ 길이를 갖는 C 형태 슬랏을 삽입함으로써 5.03~5.91 GHz 대역에서 주파수 저지 특성이 나타남을 확인 할 수 있고, 시뮬레이션값과 측정값에서 원하는 주파수 대역이 필터링 되는 것을 확인할 수 있다. 이러한 안테나 특성은 $\lambda/4$ 길이의 슬랏으로 인해 5 GHz 무선랜 주파수 대역에서 공진이 발생하여 이 주파수 대역을 차단시키는 것이다.



(a) 3 GHz

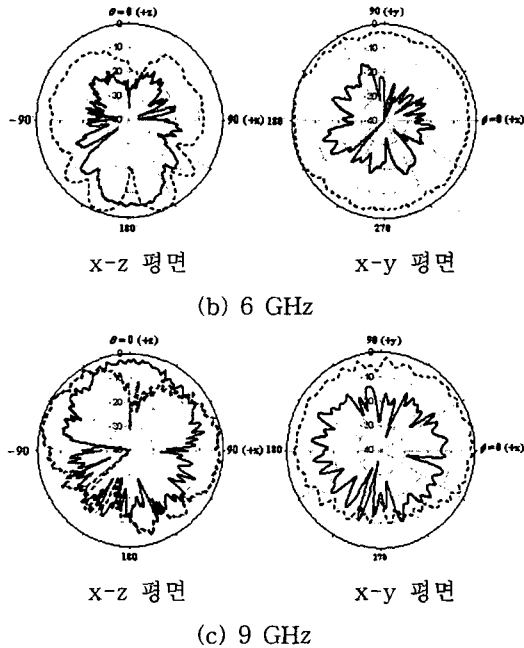


그림 6. 제안된 안테나의 주파수별 측정된 복사 패턴 특성

그림 6은 제안된 안테나의 측정된 복사패턴을 주파수 별로 나타낸 것이다. 그림 6에서 보는 바와 같이 각각의 주파수에서 모든 방향으로 무지향성(omni-directional)을 가진다. 또한 x-z평면에서의 복사패턴은 다이폴 안테나의 복사패턴과 유사한 특성을 보이고 있다.

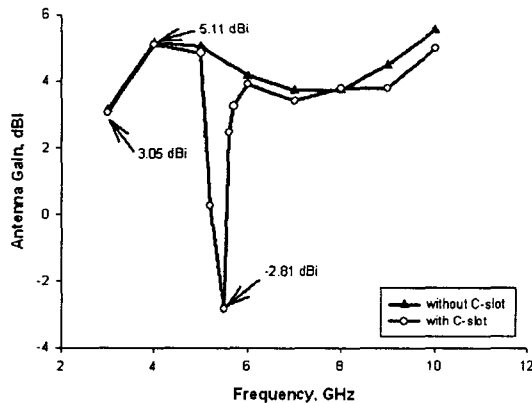


그림 7. C 형태 슬롯 유무에 따른 측정된 안테나 이득 특성

그림 7은 주파수 별로 측정된 안테나 이득 특성을 보여주고 있다. 제안된 안테나의 이득 변화량은 저지 대역을 제외하고 3.05~5.11 dBi로 약 2.06 dB의 비교적 작은 차이를 확인할 수 있다.

또한 5 GHz 주파수 대역에서 약 -7 dB의 노치가 생기게 된다.

IV. 결론

본 논문에서는 5 GHz 대역 저지 특성을 갖는 새로운 소형 광대역 안테나를 제안하였다. 제안된 안테나 크기는 접지면을 포함하여 $15.5 \times 21 \text{ mm}^2$ 이다. 일반적인 사각패치에 노치 1을 구현함으로써 저주파 대역에서 임피던스 정합을 이루었고, 노치 2를 구현함으로써 고주파 대역에서 임피던스 정합을 이루었다. 노치 1과 노치 2로 구성된 L 형태 노치를 구현하여 $S_{11} < -10 \text{ dB}$ 이하를 기준으로 3.08~10.92 GHz 대역에서 광대역 특성을 얻을 수 있었다. 또한 C 형태의 $\lambda/4$ 슬롯을 삽입함으로써 5.03~5.91 GHz의 주파수 대역 저지 특성을 얻을 수 있었다. 제안된 안테나는 전 대역에서 무지향성 복사패턴을 얻을 수 있었고, 저지 대역을 제외한 전 대역에서 양호한 이득 특성을 보였다.

본 논문에서 제안된 소형 광대역 안테나는 UWB 통신대역과 5.2/5.8 GHz 대역인 무선랜과의 상호간섭 문제를 해결하기 위해 유용하게 적용될 수 있으리라 사료된다.

Acknowledgement

본 연구는 대학 IT 연구센터 육성지원사업의 연구결과로써 HY-SDR연구센터의 연구비 지원으로 수행되었음.

참고문헌

- [1] Anon., *FCC First Report and Order on Ultra-Wideband Technology*, Feb. 2002.
- [2] M. J. Ammann, "Control of the impedance bandwidth of wideband planar monopole antennas using a beveling technique," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, vol. 30, no. 6, pp. 229-232, Aug. 2001.
- [3] M. J. Ammann, and Z. N. Chen, 'A wide-band shorted planar monopole with

- bevel', *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol 51, no. 4, pp. 901-903, Apr. 2003.
- [4] E. Antonino-Daviu, M. Cabedo-Fabres, M. Ferrando-Bataller, and A. Nalero-Nogueira, "Wideband double-fed planar monopole antennas," *Electron. Lett.*, vol. 39, no. 23, pp. 1635-1636, Nov. 2003.
- [5] K. L. Wong, C. H. Wu, and S. W. Su, "Ultrawide-band square planar metal-plate monopole antenna with a trident-shaped feeding strip," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 53, no. 4, pp. 1262-1269, Apr. 2005.
- [6] Kim, Y., and D.-H. Kwon, 'CPW-fed planar ultra wideband antenna having a frequency band notch function', *Electron. Lett.*, vol 40, no. 7, pp. 403-405, Apr. 2004.
- [7] W. J. Lui, C. H. Cheng, Y. Cheng and H. Zhu, 'Frequency notched ultra-wide band microstrip slot antenna with fractal tuning stub', *Electron. Lett.*, vol 41, no. 6, pp. 9-10, Mar. 2005.
- [8] K. L. Wong, Y. W. Chi, C. M. Su and F. S. Chang, 'Band-notched ultra-wide band circular-disk monopole antenna with an arc-shaped slot', *Microw. Opt. Technol. Lett.*, vol 3, pp. 188-191, May. 2005.
- [9] Ansoft High Frequency Structure Simulation (HFSS), Ver. 9.2, Ansoft Corporation
- [10] S. W. Su, K. L. Wong, and C. L. Tang, 'Ultra-wideband square planar monopole antenna for IEEE 802.16a operation in the 2-11 GHz band', *Microw. Opt. Technol. Lett.*, vol 42, pp. 263-466, Sept. 2004.

M E M O