

# 포크 모양의 급전 구조를 갖는 변형된 마름모 슬롯 UWB 안테나 설계 및 제작

김종화\* · 김기래\* · 윤중한\*

\*신라대학교 전자공학과

## A Design and Manufacture of Modified Rhombus Slot UWB antenna with Fork-shaped-Fed

Jong-Hwa Kim\* · Gi-Rae Kim\*\* · Joong-Han Yoon\*\*\*

\*Silla University, Dept. of Electronics Engineering

E-mail : casiobox@naver.com

### 요 약

본 논문에서는 포크 모양의 급전 구조를 갖는 변형된 마름모 슬롯 UWB(Ultra Wide Band) 안테나를 제안한다. 제안된 안테나는 마름모 형태의 슬롯 구조로부터 UWB 통신에 적합한 초광대역 특성(3.1~10.6 GHz)을 갖도록 상단과 하단 영역이 제거된 변형된 마름모 구조를 갖도록 설계하였으며 급전구조는 광대역 특성을 갖는 방법으로서 포크 모양의 구조를 사용하였다. 제안된 안테나는 34 mm(W1) × 34 mm(L1) × 1 mm(t)의 유전율 4.4인 FR-4 유전체 기판 크기에 30 mm(W2) × 16.75 mm(L3+L4) 슬롯 크기를 갖도록 설계되었다. 최적화 과정을 거친 후, 제안된 안테나는 제작 및 측정되었다. 측정결과, 제안된 안테나의 반사손실 특성은 3.1 ~ 10.6 GHz 대역에서 -10dB를 기준을 만족하였으며 동작대역에서 측정된 이득과 방사패턴 특성 결과를 얻었다.

### ABSTRACT

In this paper, we propose a modified rhombus slot UWB(Ultra Wide Band) antenna with fork-shaped feeding structure. The proposed modified rhombus slot structure is eliminated upper and lower part of the basic rhombus slot shape to get ultra-wideband characteristics for UWB communication. Also, feeding structure is used to fork-shaped structure to get ultra-wideband characteristics. The antenna is designed on an FR-4 substrate of which the dielectric constant is 4.4, and its overall size is 34 mm(W1) × 34 mm(L1) × 1 mm(t), and its slot antenna size is 30 mm(W2) × 16.75 mm(L3+L4). After the optimized process, the proposed antenna is fabricated and measured. Measured result, fabricated antenna satisfied -10 dB impedance bandwidth in UWB frequency band (3.1 ~ 10.6 GHz). And measured results of gain and radiation patterns characteristics displayed determined for operating bands.

### 키워드

변형된 마름모 슬롯, 포크 형태의 급전, 초 광대역 응용

### 1. 서 론

기본적으로 평면형 구조를 갖는 슬롯 안테나는 넓은 임피던스 대역폭을 갖으며, 다른 능동형 소자 또는 MMIC와 쉽게 집적화할 수 있다는 장점으로 인해 많은 관심과 연구가 진행되어 왔다[1]. 따라서 광대역 특성을 얻기 위한 다양

한 형태의 급전 구조와 슬롯 모양을 갖는 슬롯 안테나에 대한 연구가 지속적으로 이루어져 왔다[2-8]. 특히 포크 형태의 급전구조를 갖는 다양한 모양의 슬롯 안테나에 대한 연구가 진행되어 왔다[6-8]. 한편 초 광대역 통신은 지그비와 블루투스 등과 함께 단거리에서 저 전력으로 대용량 디지털 데이터를 전송하기 위한 차세대 근거리

무선통신기술로서 각광받고 있다. UWB 무선 통신의 장점으로 정보기기 간 100 ~ 500 Mbps의 무선 전송속도를 가지며, 전송거리도 블루투스에 비해 10배나 긴 1 km내에서 통신이 가능하며, 또한 1/3이하의 저 전력을 사용하면서 기존 무선국에 간섭을 최소화시킬 수 있다[10]. 본 논문에서는 포크 형태의 급전구조를 갖는 변형된 마름모 슬롯 UWB 안테나를 제안하였다. 상용 툴을 사용하여 최적화된 모델과 수치를 얻었으며 전류분포를 통하여 안테나의 동작 원리를 확인하였다. 시뮬레이션 결과, 제안된 UWB 안테나의 대역폭은 -10 dB를 기준으로 요구되는 전 대역에서 만족되었으며 이러한 결과를 바탕으로 FR-4 기판 위에 제작되었다. 제작 후 제안된 안테나의 반사손실, 전류분포, 이득에 대한 측정 결과를 얻었다. I 장에서는 서론에 이어 II 장에서는 본론으로 안테나 설계 및 시뮬레이션에 대하여 기술하고, III 장에서는 안테나 제작 및 측정결과를 설명하고 IV 장에서는 결론을 맺는다.

## II. 본 론

### 2.1 제안된 UWB 슬롯 안테나 구조

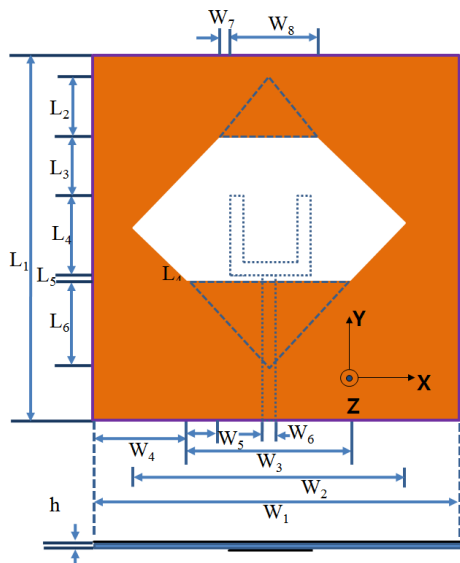


Fig. 1 Configuration of proposed UWB antenna

제안된 안테나는 그림 1과 같은 구조로 설계하였다. 제안된 안테나는 포크 형태의 급전구조와 변형된 마름모 형태의 슬롯 구조를 갖도록 설계하였다. 변형된 마름모 모양의 구조는 기본적인 마름모 형태의 슬롯 구조를 바탕으로 상단과 하단의 일부 슬롯 영역을 제거함으로써 요구되는 UWB 대역 특성에 적합하도록 설계하였다. 제안된 슬롯 안테나는 다른 슬롯 구조 안테나와 마찬가지로 급전구조와 개구면이 서로 반대면에 존재하도록 설계하였다. 안테나 기판의 크기는

34 mm(W1) × 34 mm(L1) 이고 유전율( $\epsilon_r$ ) = 4.4, 두께 1 mm인 FR-4 기판 위에 좌우대칭 구조를 갖도록 하고, 슬롯의 크기는 30 mm(W2) × 16.75 mm(L3+L4)을 갖도록 설계하였다. 전체 시뮬레이션 과정은 3D 설계가 가능한 Ansoft사의 HFSS [22](High Frequency Structural Simulator)를 이용하여 최적의 임피던스 특성 변화 및 최적의 방사특성을 설계하였다.

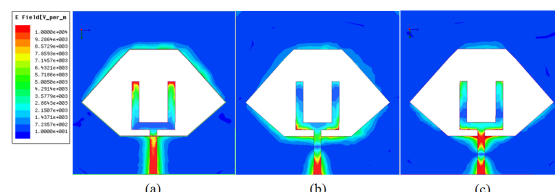


Fig. 2 The current density of proposed antenna (a) 3.1 GHz, (b) 6.1 GHz, and (c) 9.1 GHz.

제안된 안테나의 동작 원리를 확인하기 위해 전류밀도를 그림 2에서 나타내었다. 그림 2(a)는 3.1 GHz 주파수에서, 그림 2(b)는 6.1 GHz 주파수에서, 그리고 그림 2(c)는 9.1 GHz 주파수에서 각각 제안된 안테나의 전류분포를 나타내었다. 그림에서도 알 수 있듯이 3.1 GHz 주파수에서는 포크 타입의 급전선로 끝부분에서 강한 전류밀도 분포가 존재하고 있음을 확인하였다. 또한 6.1 GHz 주파수에서는 포크 타입의 급전선로가 분기되는 부분에서 강한 전류밀도가 분포하고 있었으며 주파수가 9.1 GHz 에서는 슬롯의 하단부분과 급전선로가 겹치는 영역에서 강한 전류밀도가 존재하고 있음을 확인하였다. 이러한 결과는 주파수가 증가함에 따라 공진되는 파장이 짧아지기 때문에 나타나는 결과로 판단된다.

## III. 제작 및 측정

제안된 최적화 수치를 사용하여 제안된 안테나를 제작하고 측정하였다. 그림 3은 실제 최적화된 수치로 제작된 안테나이다. 제작된 안테나는 신라대학교 공과대학 공동기기실 내에 있는 회로망 분석기(Network Analyzer, Anritsu MS4623B)를 이용하여 반사손실과 VSWR을 측정하였다. 그림 4는 제안된 안테나의 VSWR에 대한 시뮬레이션 결과와 실제 제작 후 측정한 결과를 비교하여 나타내었다. 반사손실 측정 결과 -10dB를 기준으로 10.6 GHz (3.1~13.7 GHz) 대역폭 얻어 요구되는 UWB 대역 3.1 ~ 10.6 GHz을 만족하는 것을 알 수 있다.

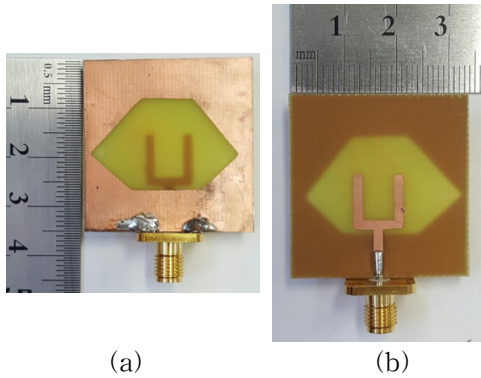


Fig. 3 Fabricated of propose antenna (a) Front view, (b) Back view.

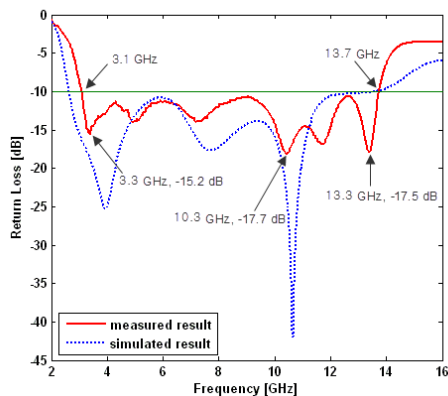


Fig. 4 The simulated and measured return loss results

#### IV. 결 론

본 논문에서는 포크 모양의 급전구조를 갖는 변형된 마름모 형태 슬롯 UWB 안테나를 제안하였다. 초광대역 대역폭 얻기 위해 급전구조는 포크 모양을 사용하였으며 기존 마름모 슬롯 구조를 변형한 모양의 슬롯 구조를 사용하여 UWB 통신에서 요구되는 광대역 특성을 얻었다. 제안된 안테나의 특성에 중요한 영향을 미치는 파라메타를 찾아내고 상용 툴을 사용하여 최적화된 수치를 얻었다. 시뮬레이션을 통해 얻어진 최적화된 수치를 갖고 제안된 안테나를 제작하고 네트워크분석기를 이용하여 반사손실 특성을 측정하였다. 반사손실측정 결과, 3.1 GHz에서 13.7 GHz대역에서 -10dB 이하의 특성을 얻었으며 요구되는 UWB 대역을 만족하고 있음을 확인하였다.

#### REFERENCE

[1] J. R. James and P. S. Hall, Handbook of microstrip antenna, London: Peter

Peregrinus, 1989.

[2] J. Y. Sze and K. L. Wong, "Bandwidth enhancement of a microstrip line fed printed wide-slot antenna", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 49, no. 7, pp. 1020 - 1024, 2001.

[3] P. Y. W. Jang, "Experimental study of large bandwidth three-offset microstrip-fed slot antenna", IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 11, no. 10, pp. 425 - 427, 2001.

[4] T. A. Denidni, Q. J. Rao, A.R. Sebak, and L. Talbi, "A broadband high efficiency bow tie slot antenna for WLAN applications", Microwave and Optical Technology Letters, vol. 43, no. 4, pp. 317 - 320, 2004.

[5] G. Sorbello, M. Pavone, and L. Pussello, "Numerical and experimental study of a rectangular slot antenna for UWB communications", Microwave and Optical Technology Letters, vol. 46, no. 4, pp. 315 - 319, 2005.

[6] D. C. Chang, J.C. Liu, and M.Y. Liu, "Improved U-shaped stub rectangular slot antenna with tuning pad for UWB applications", IET Electronics Letters, vol. 41, no. 20, pp. 1095 - 1097, 2005.

[7] J. H. Yoon, Wideband modified bow-tie slot antenna with a U shaped tuning stub, Microwave and Optical Technology Letters, vol. 53, no. 1, pp. 23 - 28, 2011.

[8] Y. Yang, Y. Z. Yin, B. W. Liu, and S. H. Jing, "A quasi-semicircular wide slot antenna with 3.5/5.5 GHz dual band notched characteristics for ultra-wideband applications, Microwave and Optical Technology Letters, vol. 54, no. 7, pp. 1602-1605, 2012.

[9] Federal Communications Commission, First report and order, revision of Part 5 of Commission's rule regarding ultra-wideband transmission system FCC 02-48, Apr. 22, 2002.