

슬롯이 장하된 T자형 평면 모노폴 안테나

이 종 익

* 동서대학교 전자공학과

Slot loaded Tee-type planar monopole antenna

Jong-Ig Lee

* Department of Electronics Engineering, Dongseo University

E-mail : leeji@dongseo.ac.kr

Abstract

A printed Tee-type monopole antenna loaded by a pair of L-type slots is studied. The effects of position, width, and length of loaded slots on frequency bandwidth of the antenna are examined. As an examples, a compact dual band monopole antenna is designed for the ISM band [2.4~2.48GHz, 5.15~5.35GHz, and 5.725~5.85 GHz] use and the characteristics of the constructed antenna are studied experimentally.

I. 서 론

최근 급속한 정보화 사회의 발전과 함께 대용량의 정보전송을 위한 광대역 통신용 안테나에 대한 연구와 함께 다양한 서비스의 주파수대역을 충수신 할 수 있도록 안테나의 다중 대역화에 대한 연구개발로 활발히 진행되고 있다[1,2].

전형적인 마이크로스트립 안테나는 협대역 특성[3]을 갖고 있으며 광대역화 및 다중대역화를 위해 접지면 및 패치에 적절한 모양의 슬롯을 장하하기도 한다[1, 2].

접지면이 제거된 평면형 모노폴 안테나는 광대역 특성과 비교적 양호한 이득특성을 갖고 있으며 적절한 변형을 통해 초광대역(Ultra Wide Band) 통신용 안테나[4-6]로서의 특성을 구현할 수 있다. 최근의 연구에서 이중 T형 및 F형 모노폴로 무선랜(WLAN)용 이중대역을 구현[7]하거나 슬롯을 장하하여 이중대역 모노폴을 구현하였다[8,9].

본 논문에서는 그림 1과 같이 코프래너 도파관으로 급전되는 T자형 모노폴 안테나에 L형 슬롯쌍을 장하하였을 때 슬롯의 장하 위치, 길이, 폭 등에 의한 안테나의 특성변화를 관찰하고 이로부터 다중대역 안테나를 설계할 수 있는 방향을 제

시하였다. 제안된 구조로 무선랜용 다중 대역 [2.4~2.48GHz, 5.15~5.35GHz, 5.725~5.85GHz] 안테나를 설계하였으며, 제작된 안테나의 특성실험을 통해 본 연구의 타당성을 확인하였다.

II. 이 론

그림 1은 본 논문에서 연구된 모노폴 안테나 구조로서 코프래너 도파관으로 급전되는 T자형 모노폴 안테나에 L자형 슬롯쌍이 장하된 것이다. 파라미터 변화에 따라 슬롯의 장하되는 위치와 모양은 다양하게 변형될 수 있으며, 이에 따라 안테나의 특성도 변화한다. 유전체기판은 편의상 유전율 $\epsilon_r = 4.4$, 두께 $t = 1.6\text{mm}$ 인 FR4를 가정하였으며, 먼저 슬롯이 없는 T자형 모노폴 안테나의 특성을 기준으로 하여 슬롯이 장하된 안테나의 특성 변화를 관찰해 보겠다 한다.

그림 2는 슬롯이 없는 T자형 모노폴의 반사손실 특성을 나타내며 이 때, 공진주파수는 $f_0 = 2.83\text{GHz}$, -10dB대역폭은 약 730MHz이다. 일반적으로 T자형 모노폴은 동일한 공진주파수를 갖는 일자형 모노폴에 비해 길이가 감소되며 모노폴의 폭(w_p 및 w_t)과 간극 g 에 의해 대역폭이 좌우된다.

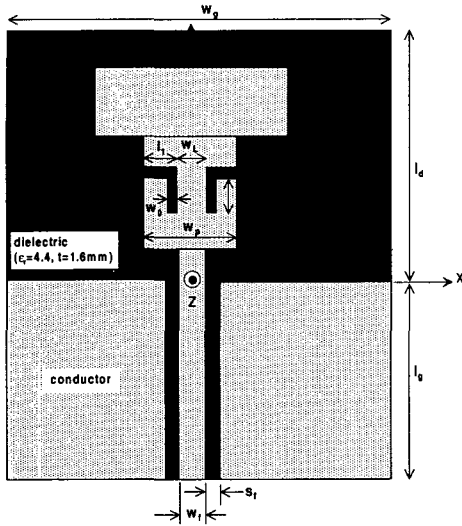


그림 1. 슬롯이 장하된 T형 모노폴 안테나 구조.

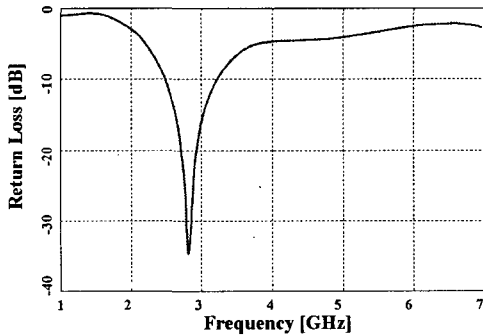


그림 2. 슬롯이 장하되지 않은 T형 모노폴 안테나의 반사손실.

$$l_t=17, w_t=6, l_p=12, w_p=6, g=1, w_f=3, s_f=0.4$$

다음으로 그림 3은 L자형 슬롯쌍이 장하된 경우에 대한 반사손실 결과들이다. 그림 2의 경우와 동일한 조건하에 L 슬롯 쌍을 장하한 것이며 ① $l_s=8, l_0=5$ (기준), ② $l_s=8, l_0=3$ (l_0 감소), ③ $l_s=10, l_0=3$ (l_s 증가) 3 가지 경우에 대한 결과를 나타낸 것으로 모노폴의 축방향 슬롯의 길이 l_0 와 횡방향 슬롯의 위치 l_s 의 영향을 유추할 수 있다.

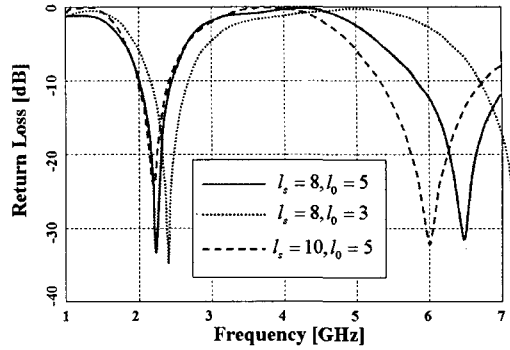


그림 3. L형 슬롯쌍이 장하된 T형 모노폴의 반사손실.

$$w_0 = w_1 = 1, w_L = 0.5, l_1 = (w_p - w_L) / 2 = 2.75$$

먼저 3가지 경우 모두 (슬롯의 길이와 위치에 무관하게) 제시된 대역(1GHz~7GHz)내에서 이중대역 특성을 보인다. 그 중에서 첫 번째 공진주파수 f_1 은 슬롯을 장하하지 않은 경우인 그림 2의 공진주파수 2.83GHz에 비해 감소되었음을 알 수 있다. 또한 f_1 근처에서 대역폭은 슬롯이 장하되지 않은 그림 2의 경우에 비해 다소 감소되었으며, 고주파대역 공진주파수 f_2 근처 대역폭이 저주파대역폭에 비해 광대역임이 관찰된다.

제시된 3가지 경우에 대한 결과 중 $l_s=8, l_0=5$ 인 경우를 기준으로 하여 $l_0=3$ 으로 감소된 경우, f_1 대역공진 주파수는 미세한 증가를 보이나 f_2 대역 공진 주파수는 약 700MHz정도로 증가되어 모노폴의 축방향 슬롯의 길이 l_0 에 따라 고주파대역 특성이 매우 민감하게 변화됨이 확인된다. 또한 슬롯의 장하 위치가 $l_s=10$ 으로 증가된 경우, 저주파대역의 공진주파수 f_1 은 큰 변화가 없으나 고주파대역의 공진주파수 f_2 는 약 500MHz감소됨을 관찰할 수 있다.

이로부터 제안된 구조의 모노폴 안테나를 이중대역용으로 설계함에 있어서 먼저 슬롯이 장하되지 않은 T자형 모노폴 안테나로 저주파대역 공진주파수 f_1 을 어느 정도 구현하고, 다음으로 슬롯의 장하 위치 l_s 와 축방향 슬롯의 길이 l_0 를 증감하여 고주파대역의 공진주파수 f_2 를 조절할 수 있으므로 비교적 용이하게 제시된 그림 1의 구조의 모노폴 안테나를

원하는 이중대역 특성을 갖도록 구현할 수 있다.

그림 1에서 -y 방향으로 장하된 축방향 슬롯의 방향을 +y 방향으로 변경시킨 경우에도 위와 유사한 특성변화가 관찰되었으며, 슬롯 쌍 사이의 간격 w_L 에 의해서도 f_2 가 변화됨을 관찰하였다.

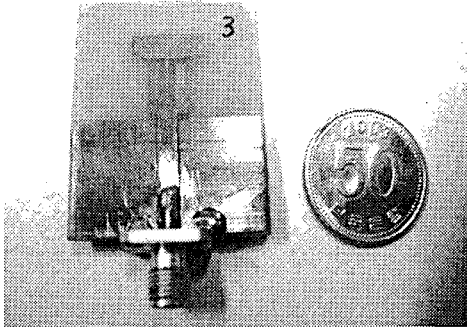


그림 4. WLAN용으로 설계된 안테나의 사진.

$l_t=12, w_t=4, l_p=10, w_p=6, g=1, w_f=3, s_f=0.4, w_0=w_1=1, w_L=0.5, l_1=(w_p-w_L)/2=2.75, l_s=9, l_0=7$.

상기와 같은 슬롯 장하로 인한 특성변화를 기반으로 하여 제안된 구조의 안테나를 무선랜(WLAN)용으로 설계한 예를 소개하고자 한다. 무선랜(혹은 ISM) 주파수대역은 2.4~2.48GHz, 5.15~5.35GHz, 5.725~5.85GHz로서 2.4~2.48GHz(f_1 대역)은 협대역 단일공진 특성으로 구현이 가능하다. 5GHz 2개 대역은 각각을 2개의 협대역 특성으로 구현하는 것보다는 2개 대역을 포함하는 5.15~5.85GHz의 광대역(f_2 대역) 특성으로 구현하는 것이 모노폴 안테나 특성상 용이하다고 볼 수 있다.

그림 4는 FR4기판($\epsilon_r=4.4, t=1.6\text{mm}$)에 제작된 $l_t=12, w_t=4, l_p=10, w_p=6, g=1, w_f=3, s_f=0.4, w_0=w_1=1, w_L=0.5, l_1=(w_p-w_L)/2=2.75, l_s=9, l_0=7$ 인 안테나의 실물사진이다.

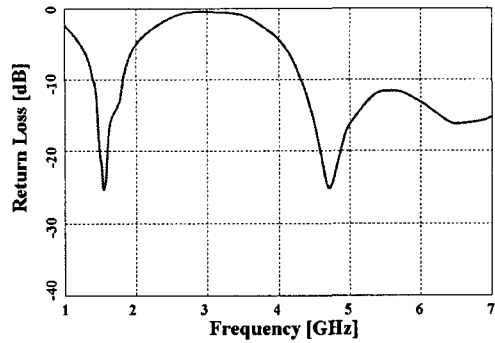


그림 5. WLAN용으로 설계된 안테나(그림 4)의 반사손실.

그림 5는 제작된 그림 4의 안테나의 반사손실 특성이며 -10dB 대역이 무선랜용 ISM 대역을 포함하고 있음을 알 수 있다.

그림 6은 제작된 안테나의 복사패턴을 제시한 것으로 xz -평면상의 전계성분은 주파수에 관계없이 거의 무지향성에 가까운 반면, yz -평면상에서는 모노폴 안테나에 수직인 방향($0^\circ, 180^\circ$)으로 상대적으로 지향성이 강함을 관찰할 수 있다.

IV. 결론

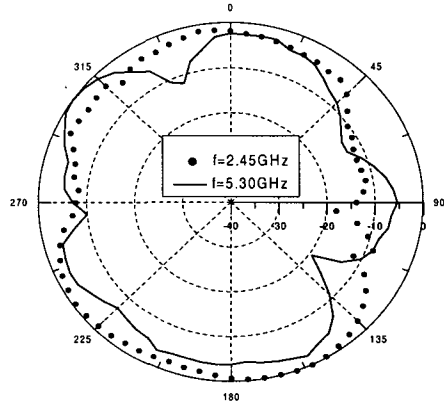
코프래너 도파관으로 급전되고 L형 슬롯쌍이 장하된 T형 모노폴의 특성에 관하여 연구하였다. L형 슬롯 쌍의 장하 위치와 축 방향 길이에 따라 저주파 대역 공진주파수에 비해 고주파대역 공진주파수가 민감하게 변화되므로 L형 슬롯쌍의 장하위치와 길이를 조절하여 이중대역 특성을 용이하게 조절할 수 있음을 관찰하였다. 본 연구의 이중대역 모노폴 구조로 무선랜(WLAN)용 (2.4~2.48GHz, 5.15~5.35GHz, 5.725~5.85GHz) 안테나를 설계하고 실험을 통해 특성을 확인하여 본 연구의 타당성을 검증하였다.

참고 문헌

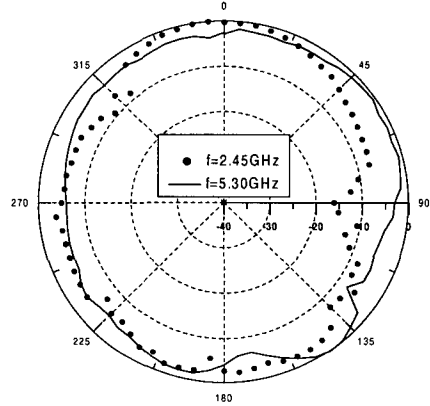
[1] K. L. Wong, *Compact and broadband microstrip antennas*, John Wiley & Sons, Inc., 2002.
 [2] K. L. Wong, *Planar antennas for wireless*

communications, John Wiley & Sons, Inc., 2003.

- [3] I.J. Bahl and P. Bhartia, *Microstrip antennas*, Artech House, 1980.
- [4] 최석호, 김선경, 박종권, 김학선, "UWB 통신을 위한 UWB 안테나 설계," pp. 519-522, *한국 전자과학기술 종합학술발표회 논문집*, 2003년 11월.
- [5] 김명범, 정종호, 박익모, "변형된 집지면을 이용한 초광대역 프린티드 원형 모노폴 안테나," pp. 435-438, *추계 마이크로 및 전파 학술대회 논문집*, 2004년 9월.
- [6] 이정남, 이성훈, 박종권, "CPW급전 사다리꼴 모양의 UWB안테나 설계," pp. 439-442, *추계 마이크로 및 전파 학술대회 논문집*, 2004년 9월.
- [7] S. H. Yeh and K. L. Wong, "Integrated F-shaped monopole antenna for 2.4/5.2GHz dual-band operation," *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 34, pp. 24-26, July 2002.
- [8] S. W. Su, Y. T. Cheng, and K. L. Wong, "Printed dual-band U-slotted monopole antenna for WLAN access point," *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 38, no. 6, pp. 436-438, Sept. 2003.
- [9] Hao-Chun Tung, Shyh-Ting Fang, Kin-Lu Wong, "Printed dual-band monopole antenna for 2.4/5.2 GHz WLAN access point," *Microwave and Optical Technology Letters*, vol. 35, no. 4, pp. 286-288, Nov. 2002.



(a) yz 평면에서 E_{θ} 성분



(b) xz 평면에서 E_{ϕ} 성분

그림 6. 복사패턴.