

L형 슬릿에 의한 십자형 평판 모노폴 안테나의 이중공진 특성

심재륜^{1*}

Double Resonance Characteristics of Crossed Planar Monopole Antenna by L-Shaped Slit

Jaeruen Shim^{1*}

요약 본 연구에서는 십자형 평판 모노폴 안테나에 L자형 슬릿을 두어 이중공진 특성이 발생하는 새로운 형태의 안테나 구조를 제안하였다. 제안하는 안테나 구조에서 이중공진 특성이 발생하도록 하기 위해서는 먼저 십자형 평판 모노폴 안테나의 높이와 길이를 중심주파수에 맞게 설정한 후, 안테나 표면에 L자형 슬릿을 두어 슬릿의 길이 조절에 의해서 가능하다. 본 연구에서 제안하는 안테나의 구조적인 장점은 L자형 슬릿의 길이 조절에 의해 특정 주파수 대역에서 이중공진 특성이 발생하도록 설계 가능하다는 것이다. 또한, 안테나의 특성을 이중공진 대역에서 살펴보면 두 대역에서 모두 무지향성의 방사패턴과 함께 일정 수준 이상의 고이득을 가져 이동체용 안테나에 적합한 특성을 보인다.

Abstract In this paper, a novel wideband crossed planar monopole antenna with the double resonance characteristics is proposed. The proposed monopole antenna consists of a wideband crossed planar monopole antenna and L-shaped slits. In order to generate double resonance characteristics on the proposed monopole antenna, the length of L-shaped slit on the antenna surface is obtained from the quarter-wavelength of the second resonance frequency. The double resonance characteristics of the proposed antenna can be easily designed by the control of length of L shaped slit at an interesting frequency. The proposed antenna having an omnidirectional radiation pattern and a high gain over the double resonance frequency bands, respectively, is suitable for mobile multiband antenna.

Key Words : 십자형 평판 모노폴 안테나, 이중공진, 광대역, 이동체용 안테나

1. 서론

다양한 무선통신 서비스의 요구에 따라 다양한 형태의 안테나 기술이 개발되고 있다. 특히 UWB(Ultra WideBand)용 광대역 안테나[1],[2] 개발을 위해 평판의 모노폴을 십자형으로 구성한 십자형 평판 모노폴 안테나(Crossed Planar Monopole Antenna)가 제안되었다. 십자형 평판 모노폴 안테나는 무지향성의 광대역 안테나 특성을 가진다. 무선통신에서 데이터의 전송률(bps)을 높이기 위해서는 광대역의 무선채널(wireless channel)을 확보해야 한다. 그러나, 광대역의 무선채널을 확보하더라도 특정대역에서 이미 다른 용도의 무선서비스가 운용중이라면, 운용중인 해당 주파수를 회피하는 수단이 필요하다. 이를 대역 노치(notch)라고 한다. 이러한 대역 노치

특성을 다른 각도에서 생각하면, 두 개의 대역에서 공진이 발생하는 이중공진(double resonance) 특성이 되는 것이다.

본 연구에서는 십자형 평판 모노폴 안테나 표면에 슬릿(slot)을 두어 이중공진 현상이 발생하는 구조를 제안한다. 즉, 십자형 평판 모노폴 안테나의 표면에 L자형 슬릿(slot)을 두고, L자형 슬릿의 길이 변화에 의해 원하는 주파수 대역에서 이중공진이 발생하도록 하는 것을 제안한다.

기존의 방식은 안테나 표면에 여러 개의 U자형 슬롯(slot)을 두어 대역 노치(notch) 특성을 일으켰으나, 이러한 구조는 실제 안테나 제작시 제작의 어려움이 생기는 단점이 있다[3]. 이중공진 특성을 가지는 십자형 평판 모노폴 안테나의 설계를 위해 본 연구에서 다루는 중심주파수를 ISM(industrial, scientific, medical) 대역인 2.4GHz로 삼았으며, 2.4GHz 무선통신 서비스로는 무선 랜

¹부산외국어대학교 IT대학 디지털정보공학부

*교신저자: 심재륜(jrshim@pufs.ac.kr)

(wireless LAN), 블루투스(Bluetooth), 지능형 교통 시스템(ITS), 자동요금징수 시스템(ETCS) 등이 있다.

본 논문에서는 대표적인 안테나 설계도구인 CST MICROWAVE Studio[4]를 이용한 시뮬레이션 결과이므로 실제 제작을 통한 안테나의 성능 평가 등에 대한 후속 작업이 완료되지 않은 결과임을 밝혀 둔다.

2. 제안하는 십자형 평판 모노폴 안테나의 구조

광대역 특성을 가지는 십자형 평판 모노폴 안테나 (Crossed Planar Monopole Antenna) 표면에 L자형 슬릿을 추가하여 두 개의 주파수 대역에서 광대역 특성을 가지는 이중공진 특성의 안테나 구조를 제안한다.

그림 1은 본 연구에서 제안하는 십자형 평판 모노폴 안테나의 기본 구조로 설계 절차는 다음과 같다. 먼저, 원하는 주파수에서 동작하도록 모노폴 안테나를 설계한다. 즉, 중심주파수 f_0 의 $\lambda/4$ 이 되도록 안테나의 높이(h_0)를 설정한다. 다음으로 평판의 가로 길이(w_0)를 고정하고, 마지막으로 안테나 표면에 L자형 슬릿의 위치를 설정하기 위해 w_1 , w_2 , h_1 , h_2 의 길이를 조정한다. 안테나 표면의 L자형 슬릿의 간격은 0.5mm이다.

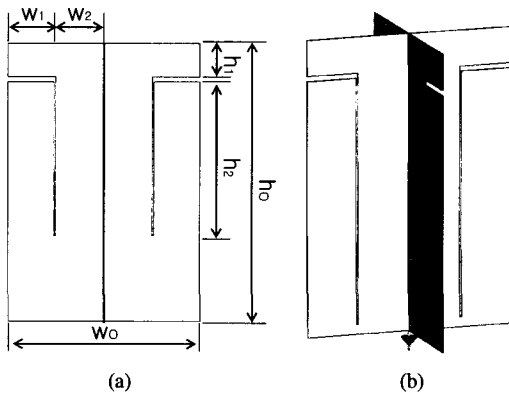


그림 1. L자형 슬릿을 가진 십자형 평판 모노폴 안테나의 구조
(a) 제안하는 안테나의 정면도
(b) 제안하는 안테나의 3차원 그림

3. L형 슬릿에 의한 이중공진 특성

십자형 평판 모노폴 안테나에 이중공진 특성을 가지도

록 하기 위해서는 L자형 슬릿의 위치 선정과 L자형 슬릿의 길이 조절이 중요한 변수이다. 본 연구에서는 중심주파수 2.4GHz에서 기본적인 십자형 평판 모노폴 안테나를 설계하였다. 이를 위해 먼저 십자형 평판 모노폴 안테나의 높이(h_0)를 중심주파수 2.4GHz의 $\lambda/4$ 인 30mm로 설정하고, 길이(w_0)를 20mm로 고정하였다. 그 후 안테나 표면에 L자형 슬릿을 위치시키기 위해 $w_1=5\text{mm}$, $w_2=5\text{mm}$, $h_1=3.5\text{mm}$, $h_2=25\text{mm}$ 로 설정하였다. 최적의 L자형 슬릿의 위치와 길이 조절은 CST MICROWAVE Studio 4.2의 최적화 기능을 이용하였다.

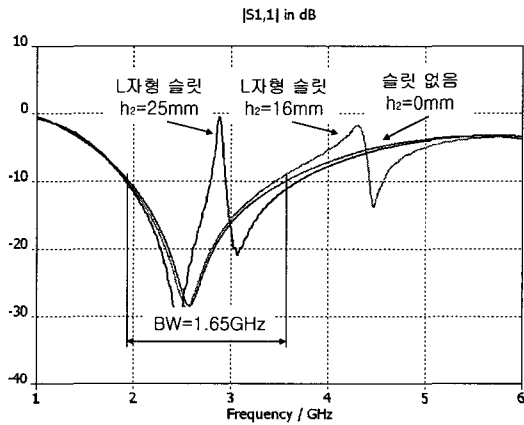


그림 2. 십자형 평판 모노폴 안테나의 반사계수 ($w_1=5\text{mm}$, $w_2=5\text{mm}$, $h_1=3.5\text{mm}$, $h_2=$ 변수)

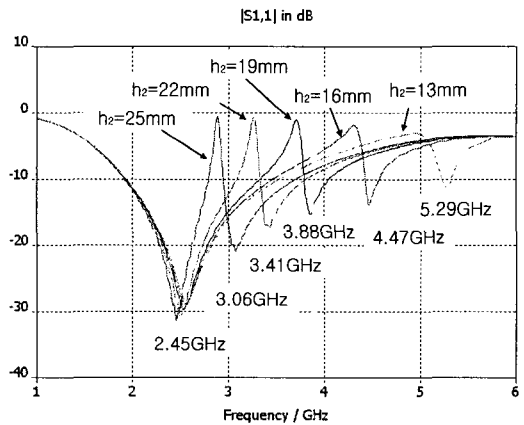


그림 3. 십자형 평판 모노폴 안테나의 이중대역 공진 현상 ($w_1=5\text{mm}$, $w_2=5\text{mm}$, $h_1=3.5\text{mm}$, $h_2=$ 변수)

그림 2는 슬릿이 없는($h_2=0\text{mm}$) 일반 형태의 십자형 평판 모노폴 안테나의 반사계수(S_{11}) 특성과 L자형 슬릿이 있는($h_2=16\text{mm}$, $h_2=25\text{mm}$) 십자형 평판 모노폴 안테나의 반사계수를 비교한 그림이다. 슬릿이 없는($h_2=0\text{mm}$)

기본적인 십자형 평판 모노폴 안테나의 퍼센트(%) 대역 폭은 반사계수 $-10\text{dB} (\text{SWR} < 2)$ 를 기준으로 $f_{Low} = 1.94\text{GHz}$, $f_{High} = 3.59\text{GHz}$ 로 대역폭이 1.65GHz 에 이르러 약 59.7% 에 이른다.

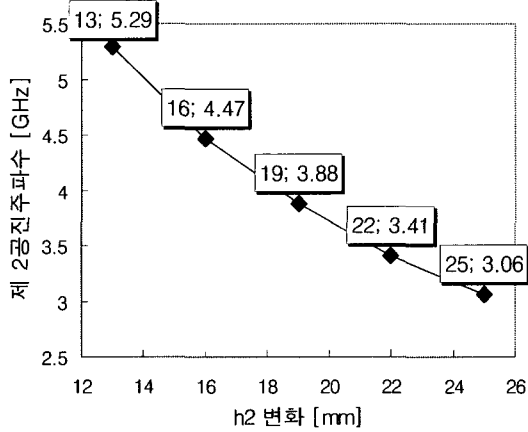


그림 4. h_2 길이 변화에 의한 두 번째 공진주파수의 변화

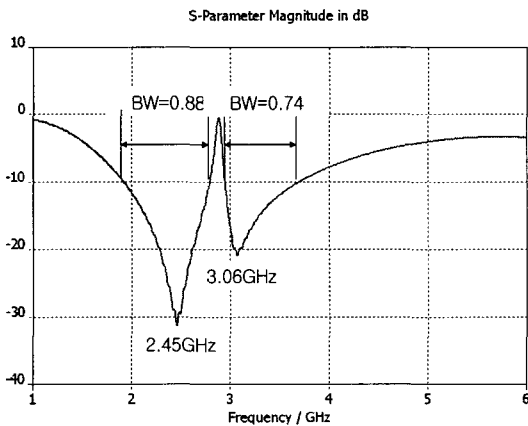


그림 5. 제안하는 안테나 구조에 의한 이중대역 공진 특성의 한 예
($w_0=20\text{mm}$, $w_1=5\text{mm}$, $w_2=5\text{mm}$, $h_0=30\text{mm}$, $h_1=3.5\text{mm}$, $h_2=25\text{mm}$)

그림 3은 본 연구에서 제안하는 이중대역 공진 현상을 보다 자세히 설명해 준다. 그림 3에서 보듯이 h_2 의 길이 변화에 의해서 두 번째 공진주파수를 자유자재로 변화시킬 수 있다. 두 번째 공진주파수가 L형 슬릿의 길이 변화 h_2 에 의해 변화하는 이유는 안테나 표면에서 발생하는 전류분포가 두 개의 모노폴(monopole) 현상으로 나타나기 때문이다. 반면, 첫 번째 공진주파수는 2.45GHz 에서 일

정하게 유지되고 있다. 그림 4는 L자형 슬릿의 길이를 나타내는 h_2 의 변화와 이에 대응하는 두 번째 공진주파수와 의 관계를 그림으로 그렸다. 그림 4에서 알 수 있듯이 h_2 의 길이 변화와 두 번째 공진주파수가 선형(반비례) 관계에 있어 h_2 의 길이 조절에 의해 원하는 두 번째 공진주파수를 쉽게 결정할 수 있다.

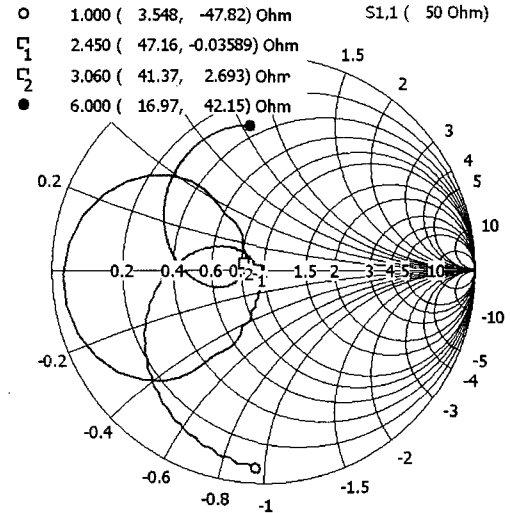
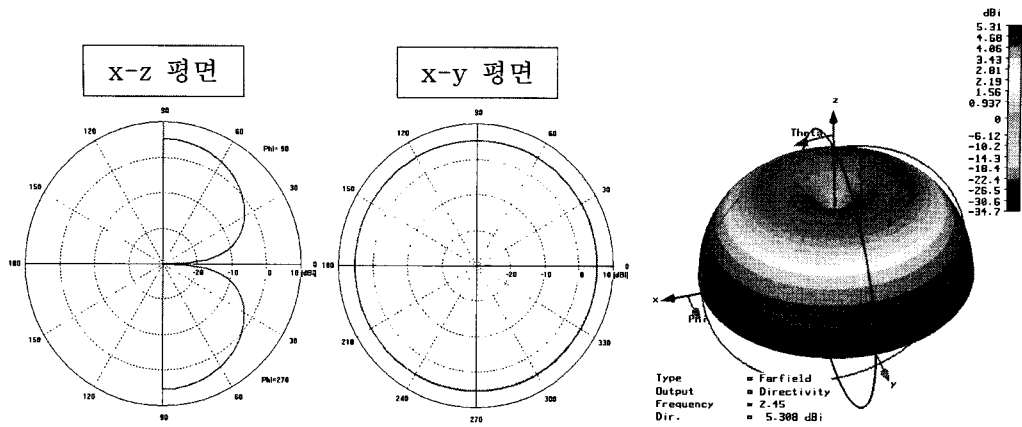


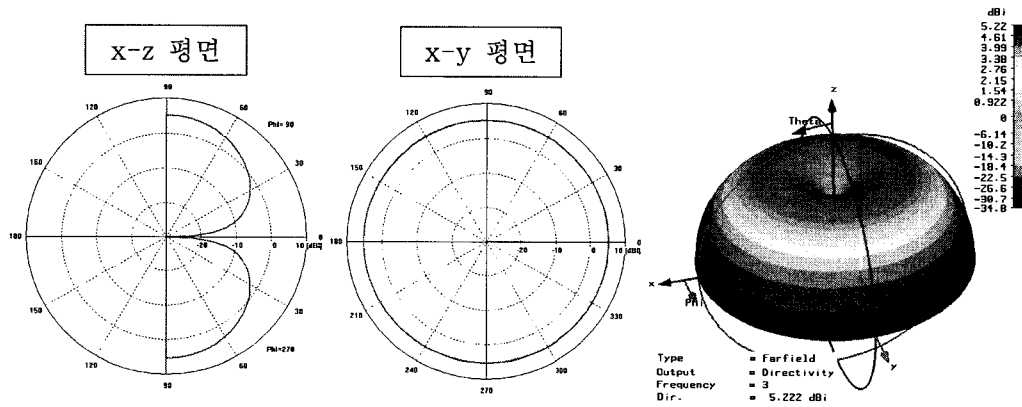
그림 6. 제안하는 안테나 구조에 의한 안테나의 입력 임피던스 변화
($w_0=20\text{mm}$, $w_1=5\text{mm}$, $w_2=5\text{mm}$, $h_0=30\text{mm}$, $h_1=3.5\text{mm}$, $h_2=25\text{mm}$)

그림 5는 제안하는 안테나 구조에 의한 이중대역 공진 특성의 한 예이다. 첫 번째 공진은 2.45GHz 에서 발생하고 반사계수 $-10\text{dB} (\text{SWR} < 2)$ 를 기준으로 1.91GHz 부터 2.79GHz 까지 0.88GHz 의 대역폭을 가져 퍼센트(%) 대역폭이 37.4% 에 이르고, 두 번째 공진은 3.06GHz 에서 발생하고 반사계수 -10dB 를 기준으로 2.94GHz 부터 3.68GHz 까지 0.77GHz 의 대역폭을 가져 퍼센트(%) 대역폭이 23.3% 에 이른다. 그림 6은 제안하는 안테나의 입력 임피던스 변화를 스미스 차트에 보여준다. 그림 6에서 보듯이 두 개의 공진주파수(f_1 , f_2)가 나타남을 알 수 있다.

그림 7은 제안하는 안테나 구조에 의한 이중공진 주파수에서의 방사패턴을 보여준다. 첫 번째 공진주파수인 2.45GHz 에서의 방사패턴과 두 번째 공진주파수인 3.06GHz 에서의 방사패턴이 거의 유사하다. 또한, 안테나 이득(gain) 측면에서도 첫 번째 공진주파수(2.45GHz)에서 5.3dBi , 두 번째 공진주파수(3.06GHz)에서 5.2dBi 를 얻어 이중공진 주파수 대역에서 모두 일정한 수준의 이득을 보인다.



(a) 공진주파수 2.45GHz에서의 방사패턴



(b) 공진주파수 3.06GHz에서의 방사패턴

그림 7. 제안하는 안테나 구조에 의한 이중공진 주파수에서의 방사패턴 ($w_0=20\text{mm}$, $w_1=5\text{mm}$, $w_2=5\text{mm}$, $h_0=30\text{mm}$, $h_1=3.5\text{mm}$, $h_2=25\text{mm}$)

4. 결론

본 연구에서는 십자형 평판 모노폴 안테나(Crossed Planar Monopole Antenna)에 L자형 슬릿을 두어 이중공진 특성이 발생하는 새로운 형태의 안테나 구조를 제안하였다. 제안하는 안테나 구조에서 이중공진 특성이 발생하도록 하기 위해서는 먼저 십자형 평판 모노폴 안테나의 높이와 길이를 중심주파수에 맞게 설정한 후, 안테나 표면에 L자형 슬릿을 두어 슬릿의 길이 조절에 의해서 가능하다. 이중공진 특성의 예를 제시하기 위해 L자형 슬릿의 길이를 25mm로 하여 첫 번째 공진주파수가 2.45GHz에서 발생하고, 두 번째 공진주파수가 3.06GHz에서 발생하도록 하였다. 제시된 이중공진 특성에서 첫 번째 대역의 퍼센트 대역폭은 37.4%에 이르고, 두 번째

대역의 퍼센트 대역폭은 23.3%로 이중대역에서 모두 광대역 특성을 보였다. 또한, 안테나의 방사패턴도 이중대역 모두에서 무지향성의 방사패턴을 얻었다. 안테나의 이득도 첫 번째 공진주파수에서 5.3dBi, 두 번째 공진주파수에서 5.2dBi로 일정 수준 이상의 결과를 얻었다.

본 연구에서 제안하는 안테나의 구조적인 장점은 L자형 슬릿의 길이 조절에 의해 특정 주파수 대역에서 이중공진 특성이 발생하도록 설계 가능하다는 것이다. 또한, 안테나의 성능면에서도 이중공진 대역에서 모두 무지향성의 방사패턴과 함께 일정 수준 이상의 고이득을 가져 이동체용 안테나에 적합한 특성을 보인다. 향후, 십자형 평판 모노폴 안테나의 소형화 및 이중대역 공진을 넘어 다중대역 공진 현상에 대해 연구가 진행되어야 한다.

참고문헌

- [1] M. J. Ammann, "Square Planar Monopole Antenna," IEE National Conference on Antennas and Propagation, (CP461), pp. 37 -40, Apr. 1999.
- [2] M. J. Ammann, Z. N. Chen, "Wideband monopole antennas for multi-band wireless systems," Antennas and Propagation Magazine, IEEE, vol. 45, no.2, pp. 146-150, April 2003.
- [3] W. S. Lee, D. Z. Kim, and J. W. Yu, "Wideband Crossed Planar Monopole Antenna with the Band-Notched Characteristic," Microwave and Optical Technology Letters, Vol. 48, Issue 3, pp. 543-545, Jan. 2006
- [4] CST MICROWAVE Studio 4.2
<http://www.cst-korea.co.kr/>

심재륜(Jaeruen Shim)

[정회원]



- 1990년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 (공학사)
- 1992년 2월 : 포항공과대학교 전자전기공학과 (공학석사)
- 1999년 8월 : 포항공과대학교 전자전기공학과 (공학박사)
- 1992년 7월 ~ 1995년 6월 : 육군사관학교 전자공학과 전임강사
- 2003년 9월 ~ 2005년 2월 : 전자부품연구원 나노융합본부 초빙(위촉)연구원
- 2000년 3월 ~ 현재 : 부산외국어대학교 IT대학 디지털정보공학부 부교수

<관심분야>

RF, 무선통신, 벤처비즈니스, IT인력양성