

Wide Band Monopole Antenna by Modified Ground of Coplanar Waveguide

이 현 진[†]
(Hyeon-Jin Lee)

Abstract - The printed wide band monopole antenna having characteristics of dipole by modified coplanar waveguide(CPW) ground plane is presented. We are called a slot-arm printed monopole antenna and investigated the effect of the surface currents of the radiator on ground plane. The proposed antenna is treated as two asymmetric dipoles with the included angle of 90° degrees which lie along Z-direction symmetrically. It is observed that the effect of the surface currents on the radiation patterns is similar to that of the corresponding dipole. The length and width of the ground plane correspond the radius and length of the dipole respectively. This approach is also valid to general printed monopole antennas. The simulation impedance bandwidth of the proposed antenna the range of 2.4 to 4.6 [GHz] for a voltage stand wave ratio (VSWR) ≤ 2 and got pick gain of 6 [dBi]. So the proposed antenna is satisfied the requirement of the industry science medical (ISM) band operation.

Key Words : Printed Monopole Antenna, Asymmetric Dipoles, Wide Bandwidth

1. 서 론

무선통신 기술의 빠른 발전으로 음성 및 멀티미디어 통신의 송수신이 가능한 광대역 통신으로 동작 주파수의 대역이 날로 넓어지고 있다. 따라서 광대역 및 양질의 서비스를 제공하기 위해서는 통신 장비의 핵심부품인 안테나의 설계 및 개발이 중요한 요소라 할 수 있다. 개인 휴대 단말기의 소형화와 집적화에 따라 안테나 역시 소형 경량, 다기능 특성 및 대량생산이 요구되고 있다. 이를 충족하는 안테나가 마이크로스트립 패치 안테나이며, 마이크로스트립 패치안테나는 제작이 용이하고, 인쇄회로(printed circuit) 기술에 의한 대량생산이 가능하므로 위성통신 및 이동 통신용에 적합한 안테나이다. 이에 반하여 마이크로 스트립안테나는 대역폭이 협소하다는 단점이 있기 때문에 대역폭을 확장하고자 하는 연구들이 활발하게 진행 중에 있다. 일반적으로 마이크로 스트립 안테나의 대역폭 확장방법으로 낮은 유전율과 기판 두께가 두꺼운 기판을 사용하는 방법과 기생패치 및 적층구조에 의한 방법 등이 일반적으로 이용되고 있다^[1,2]. 본 논문에서는 단일 면에 안테나부와 급전부를 동시에 수용할 수 있는 CPW(Coplanar waveguide)급전 방식과 모노폴구조를 변형시킨 이중 모노폴구조로 이루어져있다. 또한 접지면을 변형하여 전기적인 공진 길이를 증가시켜 공진 주파수대역을 확대하고자 하였다. 설계된 안테나는 ISM 대역 2.401~2.473[GHz]과 지상파DMB(digital audio broadcasting) 2.605 ~ 2.654[GHz] 대역 및 C-Band에서 이용될 수 있는 평면형 이중 모노폴 안테나를 제안 하였다.

2. 안테나 설계

그림 1은 안테나의 설계 구조를 나타내었으며, 50[Ω]의 CPW 급전 선로에 의한 급전부와 인쇄형 이중 모노폴 구조의 방사체를 연결하고 접지의 일부분을 슬롯-팔(slot-arm) 형태로 변형하여 이중 모노폴 안테나와 각각 90°각이 이루어 지도록 설계하였다^[5,6]. 안테나의 방사체는 접지팔과 서로 90°의 각을 이루는 두 개의 다이폴 구조가 대칭되는 형태로 구성되어 있으며, 이러한 방사체 구조는 다이폴 안테나의 전류 분포 특성을 갖은 광대역의 특성을 얻도록 제안한 안테나이다. 여기서 h는 유전체 기판의 높이이고, t는 도체의 두께를 나타낸다. 안테나 설계에 사용한 기판은 비유전율4.6 두께 0.8[mm]의 RF-4 기판을 사용하였다. 제안한 안테나를 해석 및 최적화된 설계값을 얻기 위해 상용 HFSS(high frequency structure simulator) 시뮬레이터를 이용하였다.

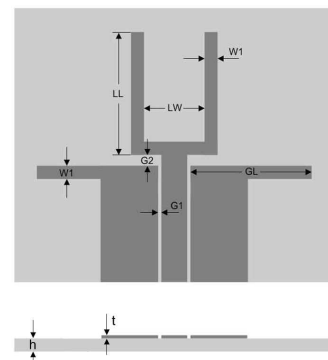


그림 1 제안된 안테나의 설계 구조
Fig. 1 Structure of proposed antenna.

[†] 교신저자, 정희원 : 동강대학교 전기전자과 교수 · 공박
E-mail: hyeonjin@dkc.ac.kr

접수일자 : 2011년 2월 14일

최종완료 : 2011년 3월 24일

3. 제안한 안테나의 동작 원리 및 고찰

제안된 안테나의 동작 원리와 특징은 영상원리 이론에 의하여 모노폴 구조는 중앙급전 점에서 반으로 분할되므로 인하여 접지면에 대하여 급전하는 다이폴 특성을 갖은 원리를 이용하였다^[5]. 전자기적 필드는 도체 사이에서 가장 가까운 거리로 형성되므로 위쪽 모노폴 선로와 아래쪽 수정된 접지면 선로 사이에 전류가 흐르게 된다. 그림 2는 z축을 기준으로 좌우 대칭적인 방사체와 그라운드 평면의 절반에 흐르는 전류 모양이며, 표면 전류는 그림 3에서와 같이 z축을 기준으로 방사체와 그라운드 평면의 대칭으로 흐르는 것을 볼 수 있으며, 대칭적으로 흐르는 전류 분포를 굵은 화살표로 나타내었다. 접지 면이 변형된 슬롯의 길이 GL의 변화에 따른 시뮬레이션 반사 손실을 그림 3에 나타내었다. GL의 길이가 증가함에 따라 높은 공진주파수 대역에서는 낮은 주파수대역으로 이동 변화가 크게 나타나고 있으나 낮은 공진주파수 대역에서는 변화가 두드러지게 나타나지 않는다. 이는 이중 모노폴 안테나의 전기적인 길이가 낮은 주파수의 대역 파장에 고정되어 있기 때문이며 높은 주파수대역의 변화는 낮은 주파수 대역 파장에 비하여 짧은 까닭으로 접지면의 변화 및 기생 요소에 크게 영향을 받은 원인이다. 그림 4는 이중 모노폴 방사체 마이크로스트립 선로의 폭 W1을 체적화를 위하여 변화 하였을 때의 반사 손실을 나타낸 그림이다. W1의 변화에 큰 변화는 없으며 폭의 변화에 따른 임피던스 값의 변화로 공진주파수의 이동이 일어나고 있음을 알 수 있다. 그림 4는 이중 모노폴의 길이 LL의 변화에 의한 반사손실을 나타낸 그림이다. 이중 모노폴 LL의 길이가 23[mm]일 때 최적의 공진 대역폭을 얻을 수 있다. 그림 5는 모노폴과 모노폴 사이의 거리 Lw의 변화에 따른 반사 손실 특성을 나타낸 그림이다. 그림에서 Lw값이 18[mm]일 때 가장 최대 공진 주파수 대역을 얻을 수 있었다. 그림 6에서 제안된 안테나의 입력 임피던스 특성을 Smith chart로 표현하였으며, 그림에서 보는 것과 같이 특성임피던스의 정규값 50[Ω]에 최적으로 나타남을 알 수 있다. 이는 급전 부와 방사체 사이의 정합이 매우 잘 이루어졌음을 알 수 있다. 제안한 안테나는 그라운드 평면이 구조상 90° 굽어 있는 다이폴의 아래쪽 접지면이 변형된 팔arm-slot으로 생각할 수 있기 때문에 그라운드 너비는 일반적인 다이폴 한 쪽 접지면이 변형된 팔의 길이에 해당하며 그라운드의 길이는 다이폴의 굽기와 유사한 역할을 하게 되는 것이다.

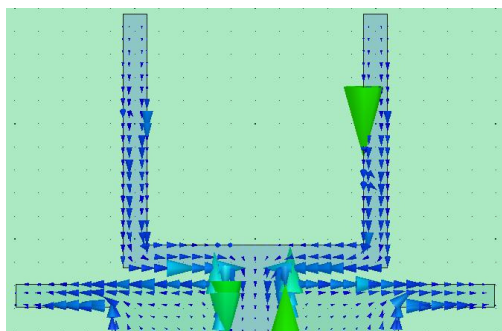


그림 2 도체면에서의 표면 전류 분포
Fig. 2 Current distribution of surface on conductor.

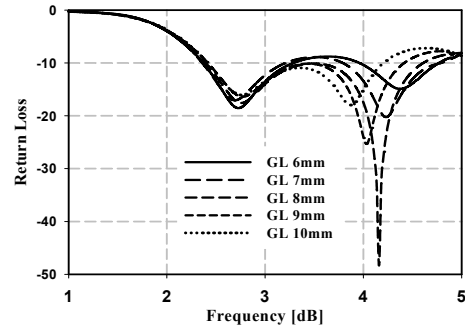


그림 3 접지 팔(GL)길이 변화에 따른 반사 손실
Fig. 3 return loss against variable slot-arm of ground.

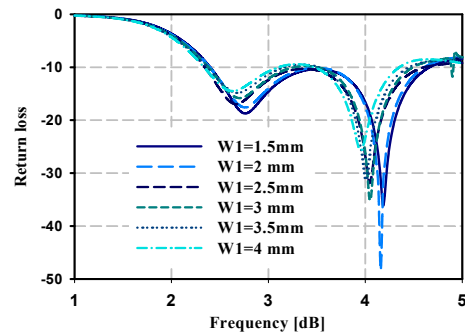


그림 4 모노폴 선로폭(W1)의 변화에 따른 반사손실
Fig. 4 Return loss against variable width of monopole slot arm.

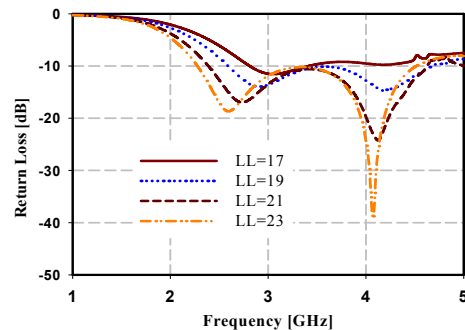


그림 5 모노폴 선로길이(LL)의 변화에 따른 반사손실
Fig. 5 Return loss against variable length of monopole slot arm.

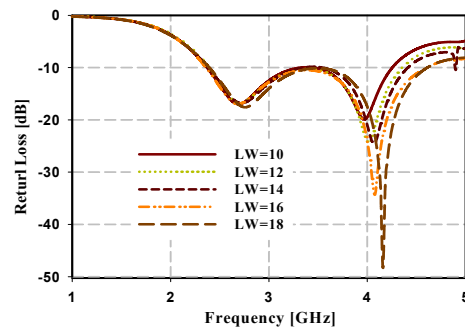


그림 6 모노폴 선로사이의 거리(LW)의 변화에 따른 반사손실
Fig. 6 Return loss against variable distance of monopole slot arm.

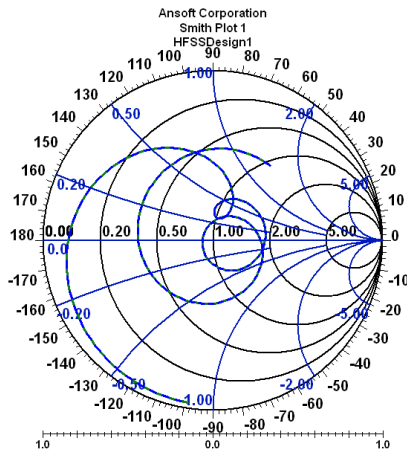


그림 7 스미스 차트에서 본 입력 임피던스
Fig. 7 Input impedance on Smith chart.

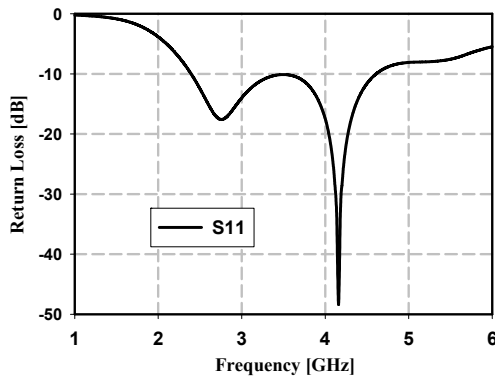


그림 8 제안된 안테나의 최적화된 반사손실
Fig. 8 Return loss optimization of proposed antenna.

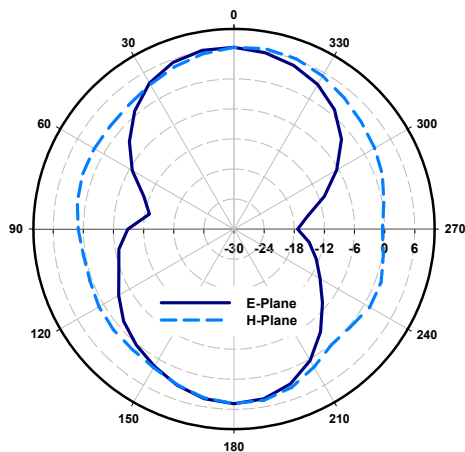


그림 9 제안된 안테나의 시뮬레이션 방사 패턴
Fig. 9 Simulated radiation pattern of proposed antenna.

4. 결 론

본 논문에서는 L 자형 평면형 모노폴 안테나를 제안하고 표면에 흐르는 전류 분포를 분석하였다. 제안한 안테나를 제

작 및 측정하였으며 입력 임피던스 대역폭($VSWR \leq 2$)이 2.4~4.6 [GHz]로 측정되었으며 이는 ISM 및 지상파 DMB 대역을 모두 만족한다. 주파수에 따른 방사체와 그라운드 평면에 흐르는 전류 분포를 분석하여 제안된 안테나는 2개의 90° 굽은 비대칭 다이폴이 z-축을 기준으로 대칭적으로 놓인 안테나로 동작하며, 전체적으로 다이폴과 특성이 유사함을 알았다. 일반적인 평면형 모노폴 안테나들도 90° 굽은 비대칭 다이폴 안테나로 해석할 수 있음을 설명하고자 하였다.

참 고 문 헌

- [1] Warren L. Stutzman and Gary A. Thiele, "IEEE, Antenna Theory and Design", John Wiley & Sons, p165-174, 1998.
- [2] Bailey M., "Broad-band half-wave dipole", IEEE Trans on Antennas and Propagation [legacy, pre -988], Vol.32, p410 - 412, April 1984.
- [3] Dey S., Venugopalan P., Jose K.A., Aanandan C.K., Mohanan P. and Nair K.G., "Bandwidth enhancement by flared microstrip dipole antenna" Antennas and Propagation Society International Symposium, 1991, p342 - 345, June 1991.
- [4] Tong K.F., Li K., Matsui T. and Izutsu, M., "Wideband coplanar waveguide fed coplanar patch antenna" IEEE, Antennas and Propagation Society International Symposium, 2001. p406 - 409, July 2001.
- [5] HANFLING, J.D., and SCHUS, J.J.: 'Experimental results illustrating performances limitations and design tradeoffs in probe fed microstrip patch-element phased arrays', IEEE, AP-S International Symposium Digest, Philadelphia, USA, June 1986, pp.11-14.
- [6] Zhanwei Zhou, Shiwen Yang, and Zaiping Nie, "A Novel Broadband Printed Dipole Antenna With Low Cross-Polarization" IEEE Trans. on Antennas and propagation, Vol. 55, No. 11, November 2007 page 3091-3093.

저 자 소 개



이 현 진(李玄辰)

1958년 8월생. 1982년 조선대학교. 전기공학과 졸업. 1996년 전남대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1997.6 -1998. 7 펜실베이니아 주립대학교 전기공학과 교환교수. 1992. 3 - 현재 동강대학교 전기전자과 교수.

Tel : 062) 520-2260

FAX : 062) 520-2356

E-mail : hyeonjin@dkc.ac.kr