

접지면 변형에 의한 원형 루프를 갖은 광대역 모노폴 안테나

A Broadband Monopole Antenna with Ring Loop By Modified Ground Plane

이 현 진[†] · 임 용 무^{*}
(Hyeonjin Lee · Yong-moo Lim)

Abstract - In this paper, a wideband monopole antenna with ring loop by modified ground plane is presented. The proposed antenna consist of monopole antenna, ring loop by ground plane. This antenna is fed CPW-fed and wide slot antenna of a novel structure for broadband characteristics is proposed. To enhance the impedance bandwidth of the wide slot antenna, we proposed the wide slot structure with CPW-fed which is combined with four $\lambda/2$ rectangular radiation modified monopole and inductively coupled. The measured impedance bandwidth is about 2.5 GHz(3.65~6.15 GHz) then less -10 dB.

Key Words : Monopole antenna, Ring loop, Wide slot, CPW-fed

1. 서 론

무선통신 기술의 발전은 음성 및 멀티미디어 송수신 통신이 가능한 다중, 광대역 통신으로 동작 주파수의 대역이 날로 넓어지고 다중대역화 되고 있다. 따라서 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[1,2]. 이를 충족하는 안테나가 인쇄형 마이크로스트립 패치 안테나이며, 마이크로스트립 패치안테나는 제작이 용이하고, 인쇄회로(printed circuit)기술에 의한 대량생산이 가능하므로 위성통신 및 이동 통신용에 적합한 안테나이다 [3,4]. 그러나 한편으로 마이크로 스트립 안테나는 대역폭이 협소한 단점이 있기 때문에 대역폭을 확장하고자하는 연구가 활발하게 진행 중에 있다 [5,6]. 일반적으로 마이크로스트립 안테나의 대역폭 확장방법으로 낮은 유전율, 두께가 두꺼운 기판을 사용하는 방법, 기생패치 및 적층구조에 의한 방법 등이 일반적으로 이용되고 있다. 본 논문에서는 단일 면에 안테나부와 급전부를 동시에 수용할 수 있는 CPW(Coplanar waveguide)급전 방식에 의한 모노폴 방사체와 접지면을 변형시킨 원형 루프구조로 이루어져 있다. 또한 접지면을 변형하여 전기적인 공진 길이를 증가시켜 공진 주파수대역을 확대하고자 하였다. CPW 급전구조 방식은 마이크로 스트립 선로에 비해 분산이 적고, 광대역 특성을 얻을 수 있으며 접지 면과 동일면에 급전 구조를 구현함으로써 급전 손실을 줄일 수 있다 [7]. 제안된 안테나는 단일 평면 구조로 설계가 단순하며 제작 과정이 평판회로 공정 기법을 통해 이루어지므로 제작의 용이성 및 정확성을 기할 수 있으며 제작비용이 매우 저렴하다. CPW 슬롯 안

테나를 급전하는 일반적인 방법은 급전선로를 슬롯의 중앙으로 급전하는 방법이다 [8]. 이 급전방법은 매우 높은 방사 저항을 갖은 문제점이 있어 이를 해결하기 위한 급전방법들이 연구 되고 있다 [9]. 그러나 슬롯 폭이 좁은 경우에 한하여 좋은 정합을 이룰 수 있지만 슬롯 폭이 넓어지면 방사 저항도 슬롯 폭에 비례적으로 증가하여 우수한 정합을 하기 어려운 문제가 있다. 슬롯 폭이 넓은 안테나에 대한 연구가 지속적으로 이루어졌으나 슬롯 폭이 증가하면 대역 폭 이 넓어질 수 있다는 가능성만 확인했을 뿐 더 넓은 대역폭을 얻지 못했다 [10]. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방법으로 링-형태(ring-type)의 변형된 모노폴구조의 마이크로 스트립 선로를 사용하여 넓은 공진 주파수대역에서 방사저항의 변화를 구형(rectangular) 슬롯 형태와 비교할 때 더욱 일정하게 유지할 수 있는 광대역 슬롯안테나 설계의 최적화를 하였다. 링-형태의 루프를 갖은 CPW 슬롯안테나에서 대역폭과 정합에 가장 큰 영향을 주는 설계 변수는 모노폴 안테나의 길이 (fl) 및 모노폴의 폭 (fw)의 변화이고, 특성 임피던스 매칭을 위하여 간격(gap)값을 조절하여 최적화 하였다.

2. 안테나 설계 및 구조

그림 1은 안테나의 설계 구조를 나타내었으며, CPW 급전 선로에 의한 급전부와 인쇄형 모노폴 구조의 방사체를 연결하고 접지의 일부분을 링-형태로 변형하여 모노폴 안테나와 원형 루프 사이에 전자기적 결합이 구형슬롯 형태와 비교할 때 균일하게 이루어지도록 설계하였다. 논문에서는 방사 소자로 모노폴과 변형된 원형 루프 구조에 의하여 새로운 형태의 임피던스정합을 이룬 광대역 CPW 급전 모노폴안테나 설계에 대하여 제안하였다. 이러한 방사체 구조는 다이폴 안테나의 전류 분포 특성을 갖은 광대역의 공진 특성을 얻도록 제안한 안테나이다. 여기서 h는 유전체 기판의 높이이고, t는 도체의 두께를 나타낸다. 안테나 설계에 사용한 기판은 비유전율3.5 두께1.52 mm의 유전체기판을 사용하

[†] 교신저자, 정회원 : 동강대학교 전기전자과 교수

E-mail : hyeonjin@dkc.ac.kr

^{*} 정 회 원 : 광주보건대학교 안경광학과

접수일자 : 2012년 7월 12일

최종완료 : 2012년 7월 30일

었다. 제시한 안테나를 해석 및 설계하기 위해 상용 Hfss 시뮬레이터를 이용하였다. 제안하는 광대역 특성구조는 50 Ω의 CPW 급전과 원형 루프구조가 결합된 형태를 갖고 있다. 또한 급전선로의 길이 fl의 변화에 따른 안테나의 특성 변화를 시뮬레이션하여 그림 2와 3에 설명 하였다.

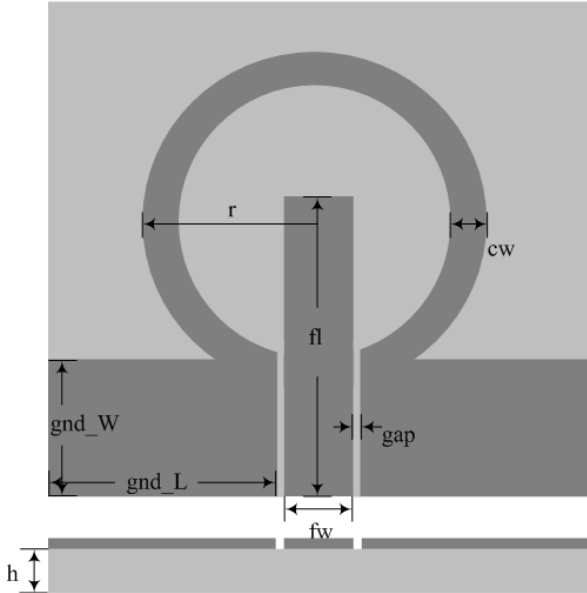


그림 1 제안한 안테나 구조
Fig. 1 Design structure of proposed antenna.

2.1 모의실험 및 측정결과

모노폴과 변형된 원형 루프안테나를 시뮬레이션하여 주파수에 따른 반사손실의 변화를 그림 2와 3에 나타내었다. 그림 2로부터 슬롯의 길이에 따라 공진주파수가 변화함을 알 수 있었고 -10 dB 임피던스대역폭이 대략 50 % 정도 되는 것을 알 수 있다. 제안된 광대역 공진특성을 갖는 안테나에서 모노폴 선로의 길이 fl 변화에 따른 공진주파수 변화 그림 2에 나타내었다. 길이가 증가함에 따라 공진 주파수는 낮은 대역으로 이동하는 것을 알 수 있으며 대역 폭 또한 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 길이에 의한 입력임피던스가 특성 임피던스 50Ω과 정합을 이루어 최적의 대역폭을 얻을 수 있는 결과이다. 따라서 fl의 길이가 26 mm일 때 가장 넓은 대역폭을 나타내고 있다. 그림 1의 설계 안테나의 최적화 변수 값을 표 1에 나타내었다. 그림 3은 급전선로의 폭의 변화에 의한 반사계수 변화를 나타낸 그림으로서 폭 (fw)의 변화를 통하여 특성임피던스 찾고자 하였으며 폭 fw=3.8 mm일 때 최적의 특성을 얻을 수 있었다.

그림 4는 입력 임피던스를 시뮬레이션 한 스미스 차트로 본 결과로서 정규화 값의 1의 원안에 들어 있는 것을 볼 수 있으며 이는 특성 임피던스 값과 일치 하므로 급전 임피던스와 방사체의 모노폴 안테나 사이에 정합이 매우 잘 이루어 졌음을 확인 할 수 있다. 이 결과는 안테나의 방사 이득을 극대화 할 수 있는 기반이 되는 경합 특성이라 할 수 있다. 그림 5은 제안한 모노폴 안테나의 길이 변화에 의한 임피던스 특성을 나타낸 그림이며 fl=26 mm를 기준으로 0.5

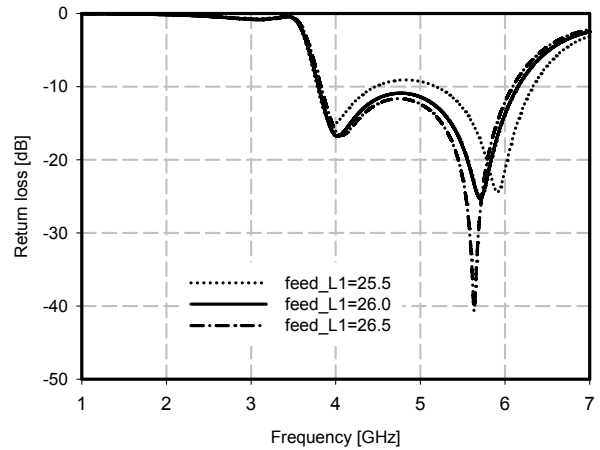


그림 2 급전 선로 길이(fl)의 변화에 의한 반사계수.
Fig. 2 Return loss for changing length of feed line(fl).

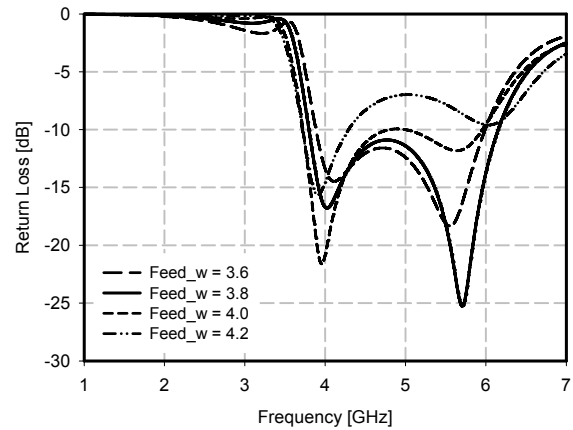


그림 3 급전 선로 폭(fw)의 변화에 의한 반사계수.
Fig. 3 Return loss for changing width of feed line(fw).

표 1 제안한 안테나의 설계 사양

Table 1 Designed parameter of proposed antenna.

변수	값[mm]	변수	값[mm]
Gnd_L	40	fl	26
Gnd_W	10	cw	2.5
fw	5	r	10

mm의 스텝으로 변화를 하였을 때 실효저항(resistance) 및 무효저항(reactance) 변화값을 나타낸 그림이다. 그림에서 볼 수 있듯이 fl길이의 변화에 의한 임피던스는 큰 변화가 없이 매우 유사하며 50 Ω의 근처에서 최적의 공진이 발생 되고 있음을 알 수 있다. 제작한 안테나의 반사 손실을 시뮬레이션 결과 및 측정 결과를 비교하여 다음의 그림 6에 나타내었다. 그림에서와 같이 측정 및 시뮬레이션의 결과 값이 매우 유사하고 있음을 알 수 있다. 제작된 안테나는 3.85 GHz에서 공진되고 임피던스대역폭은 2.5GHz (3.65~6.15 GHz)로 광대역 특성을 얻을 수 있었으며 시뮬레이션 및 측정 결과와 유사함을 알 수 있다.

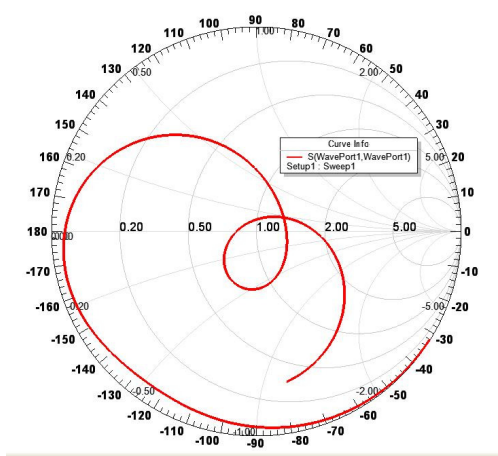


그림 4 스미스차트에 의한 시뮬레이션 입력 임피던스.
Fig. 4 Simulated Input impedance on Smith chart.

제안된 안테나의 방사패턴을 그림 7에 나타내었다. 그림은 시뮬레이션에 의한 안테나의 임피던스 대역폭의 최저주파수인 3.6 GHz와 최고주파수인 6.15GHz에서 방사패턴을

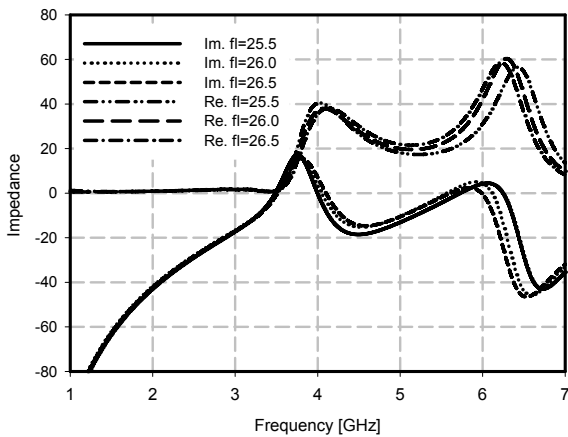


그림 5 모노폴 길이 fl의 변화에 의한 임피던스
Fig. 5 Impedance for change monopole length fl.

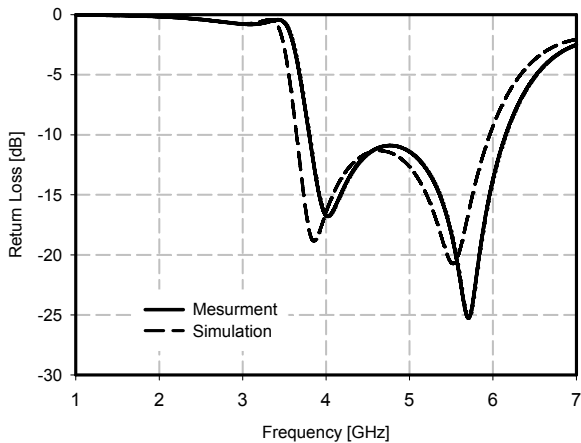
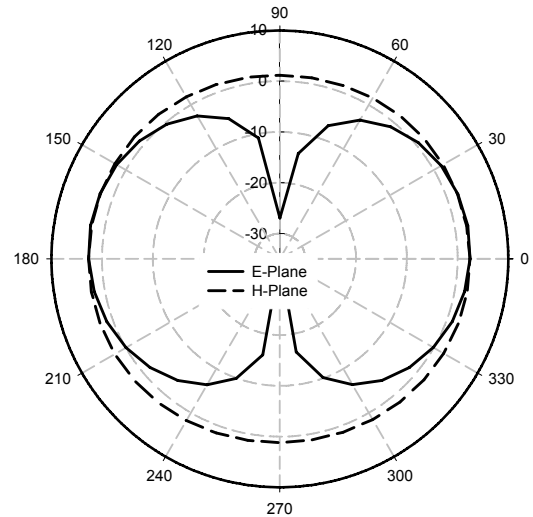
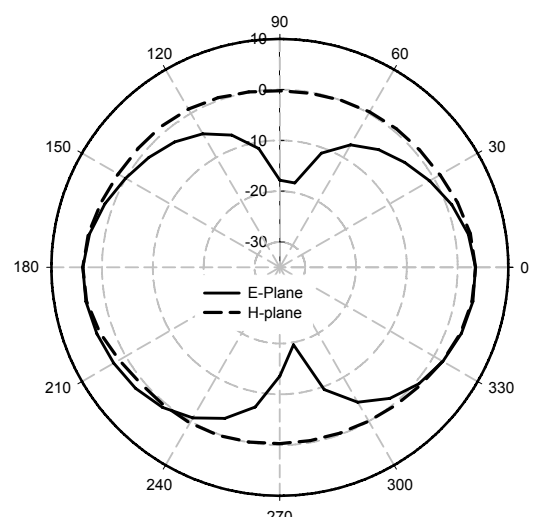


그림 6 측정 및 시뮬레이션에 의한 반사계수
Fig. 6 Return loss of measurement and simulation.

각각 나타내었다. 제안된 안테나의 E 평면복사패턴(y-z 평면)과 H 평면복사패턴(x-z 평면)은 대칭구조로서 전후방으로 방사되며, 한편 그림 6으로부터 3.65 GHz~6.15 GHz 주파수에 걸쳐 H 면 복사패턴은 거의 동일한 형태를 나타내고 있으며, E 면의 경우 주파수가 높아지면서 안테나 면으로부터 약0~180° 방향으로 최대 지향이 형성되는 것을 알 수 있다. 따라서 본 논문에서 제안하는 안테나는 임피던스 및 복사패턴과 이득측면에서 모든 특성이 광대역 특성을 갖고 있다고 할 수 있다. 또한 제안한 안테나의 방사 특성이 다이폴 안테나의 방사 패턴의 특성과 같을 볼 수 있다.



(a) 3.7 GHz



(b) 5.6 GHz

그림 7 제안한 안테나의 3.7, 5.6 GHz에서의 방사패턴.
Fig. 7 Radiation pattern of proposed antenna at 3.4, 5.6 GHz.

3. 결 론

본 논문에서는 CPW 급전구조와 접지면이 변형된 원형 루프 형태의 새로운 광대역 원형 슬롯 모노폴 안테나를 구

현하였다. 제안된 안테나는 새로운 원형루프 형태의 방사구조를 사용함으로써 넓은 대역에 걸쳐 임피던스정합을 균일하게 이루어낼 수 있어 주파수대역폭이 약2.5 GHz(3.65~6.15 GHz)에 달하여 기존의 안테나보다 확장된 안테나를 제안하였다. 향후 UWB(ultra wideband) 통신의 발전과 더불어 초광대역 안테나의 수요가 증가할 것으로 예상된다. 따라서 중심주파수의 50 % 이상으로 대역폭 2.55GHz MHz 이상의 점유 대역폭을 차지하는 무선통신 기술인 광대역 통신용으로 사용에 활용될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] S.C. Basaran and Y.E. Erdemli, A dual-band split-ring monopole antenna for WLAN applications, *Microwave Opt Technol Lett* 51, 2009.
- [2] H. Lee, H. Nam, and Y. Lim, A design of printed square loop antenna for omni-directional radiation patterns, in *Proceedings of IEEE Radio and Wireless Conference*, Boston, Massachusetts, USA, 10.13 August 2003, pp. 253.256.
- [3] Y. L. Kao and K.-L. Wong, Printed double-T monopole antenna for 2.4/5.2 GHz dual-band WLAN operations, *IEEE Trans Antennas Propag.* 51, 2003.
- [4] K.G. Thomas and M. Sreenivasan, A simple dual-band microstrip fed printed antenna for WLAN applications, *IET Microwave Antennas Propag.* 3, 2009.
- [5] 서영훈, 박익모, “광대역특성을 갖는 변형된 원형링마이크로스트립슬롯안테나” 한국전자파 학회논문지, 11(5), pp 773-781, 2000년8월.
- [6] H. Lee, Yong-Moo Lim, Printed dual ring Loop antenna for wide-dual-frequency band of wireless Applications, *Microwave and Optical technology letter/ Vol. 54, No. 5, May 2012.*
- [7] A U Bhohe, C L Holloway and M Picket-May, “CPW fed wide-band hybrid slot antenna”, *2000 IEEE Int Antennas Propagat Symp Dig*, vol 38, pp 636-639, Jul. 2000.
- [8] H S Tsai, R A York, “FDTD analysis of CPW-fed folded-slot and multiple-slot antennas on thin substrates”, *IEEE Trans Antennas Propagat*, vol 44, pp 217-226, Feb. 1996.
- [9] Hyeonjin Lee, Jinwoojung “A Design of Double T-Type Microstrip Antennas For Broadband and Control of Resonance” *Microwave Journal*, JANUARY 2006.
- [10] E Vourch, M Drissi and J Citerne, “lot-line dipole fed by a coplanar waveguide”, *1994 IEEE Int Antennas Propagat Symp Dig*, vol 32, pp 2200-2211, Jun. 1994.

저 자 소 개



이 현 진 (李 玄 辰)

학 위 : 전남대학교 전기공학 공학박사
소 속 : 동강대학교 전기전자과 교수



임 용 무 (林 湧 武)

학 위 : 전남대학교 세라믹공학박사
소 속 : 광주보건대학교 안경광학과