

논문 2008-45TC-7-11

# 평면형 변형된 모노폴 안테나 설계

## (Design of Planar Type Modified Monopole Antennas)

이 현 진\*, 정 진 우\*\*, 임 영 석\*\*

(Hyeonjin Lee, Jinwoo Jung, and Yeongseog Lim)

### 요 약

본 논문에서는 모노폴 안테나를 변형한 평면형 모노폴 안테나를 제안하였다. 제안된 안테나의 루프구조 중심부를 개방하고 일정 부분을 내부로 접어서 안테나의 선로간의 커패시턴스를 증가하여 리액턴스 값을 최소화 하였으며, 또한 안테나의 크기를 약 20%정도 최소화하였다. 제안된 안테나는 단일 평면으로 구현할 수 있는 CPW(Coplanar waveguide)급전방법을 이용하였다. 안테나의 이득은 최대 3.1[dBi]이며 대역폭은  $VSWR \leq 2$ 를 기준으로 900MHz (2.6~3.56GHz)로 29.9% 대역폭을 얻었다. 이는 S-DMB대역을 충족시킬 수 있다.

### Abstract

In this paper, the several printed square loop antennas which modified monopole antennas are proposed. The proposed antennas are reduced about 20% physical size of antenna and miniaturized reactance value of impedance due to fold center part of the loop. They obtained omni-directional radiation patterns with broad bandwidth and feed method used coplanar waveguide to composed single planar. The proposed antenna bandwidth is about 900MHz(2.63~3.56[GHz]) resonance frequency on  $VSWR \leq 2$ . it can be sufficiency of S-DMB band.

**Keywords:** Folded Loop Antenna, CPW(Coplanar waveguide), Broadband.

### I. 서 론

무선통신 기술의 빠른 발전으로 음성 및 멀티미디어 통신의 고속 송수신이 가능한 이용주파수의 대역이 날로 넓어지고 있다. 따라서 무선통신의 양질의 서비스를 위하여 광대역 안테나의 개발이 통신 기술의 핵심요소가 되고 있다. 개인 휴대 단말기의 소형화와 집적화에 따라 안테나 역시 소형 경량, 다기능 특성 및 대량생산이 요구되고 있다. 현재의 이동통신에서 단말기용 안테나로 많이 사용되고 있는 안테나는 모노폴 및 패치 안테나이며, 패치형 안테나는 제작이 용이하기 때문에 안

테나 소자로 널리 사용 되고 있으나 대역폭이 수% 정도로 협대역의 문제를 갖으며, 패치의 크기가 공진 주파수의파장에  $\lambda/2$  정도로 소형의 휴대용 통신장비에 장착시키기는 데는 어려움과 다양한 디자인을 요하는

오늘날 소비자 취향에 부흥하기 어렵다<sup>[1,4]</sup>. 본 논문에서는 단일 면에 안테나부와 급전부를 동시에 수용할 수 있는 CPW급전과 방사체인 모노폴 구조를 사각 루프형태로 변형하여 안테나의 크기를 최소화 하고자 하였다<sup>[2~3]</sup>. 폴디드 사각 루프 구조의 전자기 특성에 의한 방사체 루프의 중앙부분에서는 전류 값이 0(zero)에 가까워 루프의 중앙부를 개방하여 방사체 루프내부로 접어 넣어 안테나의 물리적인 크기를 최소화 하였으며, 루프 선로에 의해 증가한 인덕턴스 값을 루프 중심부 선로의 결합에 의한 커패시턴스에 의해 임피던스의 리액턴스 값을 최소화 하여 안테나 효율을 증가 시켰다. 설계 안테나는 위성 DMB 대역에서 이용될 수 있는 평면형 사각 루프 안테나이다.

\* 정희원, 동강대학 전기전자과  
(Dept. of Electronics & Electrical Engineering,  
Dongkang Cloege.)

\*\* 정희원, 전남대학교 전자컴퓨터공학과.  
(Dept. of Electronics & Computer Engineering,  
Chonnam National University)

접수일자: 2007년5월23일, 수정완료일: 2008년7월18일

### II. 안테나 설계

제안된 안테나의 구조를 그림1에 나타냈으며, 제안한 구조의 루프 중앙 부분을 개방하여 루프 중앙 부분을 내부로 L2만큼 접어서 선로간의 결합이 일어나도록 한 구조이다. 그림에서와 같이 50[Ω]의 CPW의 급전부와 루프 형태의 방사부로 구성된 평면 수정된 모노폴 안테나의 루프구조를 설계하였다. 여기서 h는 유전체 기판의 높이이고, t는 도체의 두께를 나타낸다. 제안한 안테나의 설계에 사용한 기판은 비유전율4.6 두께0.8[mm]인 RF-4 기판을 사용하였다. 원하는 주파수에서 공진이 일어날 수 있도록 사각 루프 안테나의 길이를 동작 주파수의  $\lambda/3$ 과  $\lambda/4$  범위에서 최적화 하였다<sup>[5~6]</sup>. 본 제안에서 제안한 구조의 해석을 위하여 ansoft사의 HFss 6.0을 사용하여 해석하였다.

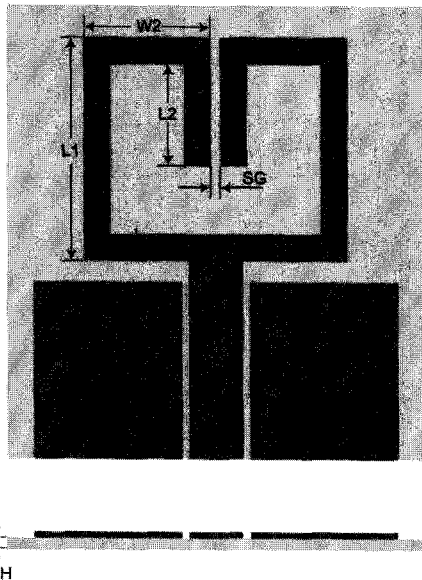


그림 1. 제안한 안테나의 구조.  
Fig. 1. Geometry of the proposed antennas.

### III. 안테나 측정

그림 2는 그림 1의 구조의 개방부의 접혀진 선로 길이 L2 변화에 의한 반사계수 특성으로 6~9까지 1[mm]의 간격으로 변화시켰을 때 6[mm]에서 최대 공진 특성을 얻었다. 여기서 L2의 길이가 증가할수록 공진 주파수가 낮은 쪽으로 이동하는 것을 알 수 있는데 이는 일반적 안테나 일반 이론에 일치하고 있다. 그림 3은 그림 1 구조의 개방부의 간격SG의 변화 즉, 방사체 중앙부의 결합선로 간격을 변화시켰을 때 반사계수이며,

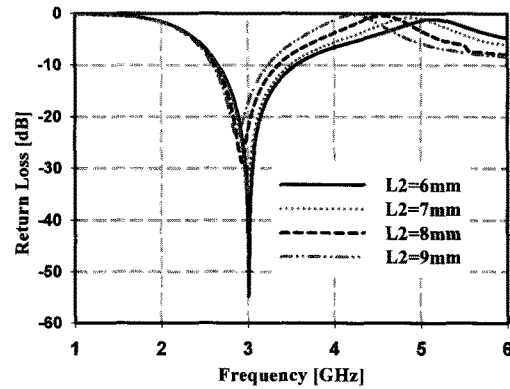


그림 2. 그림 1에서 L2 변화에 의한 시뮬레이션 반사계수.  
Fig. 2. Simulated return loss of various L2 in Fig1.

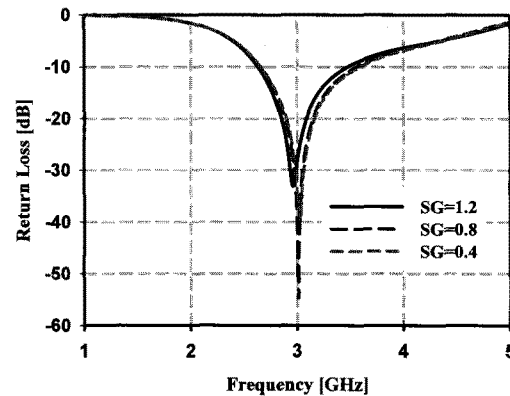


그림 3. 그림 1에서 결합선로 간격의 변화에 따른 시뮬레이션 반사계수.  
Fig. 3. Simulated return loss of various SG in Fig 1.

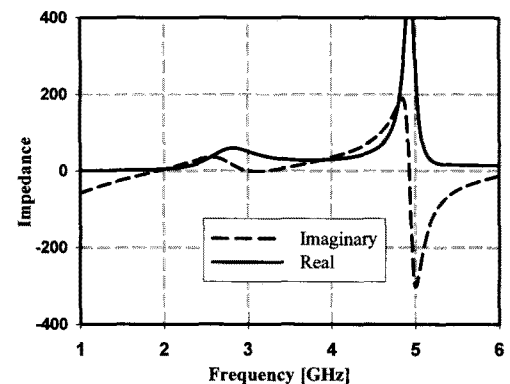
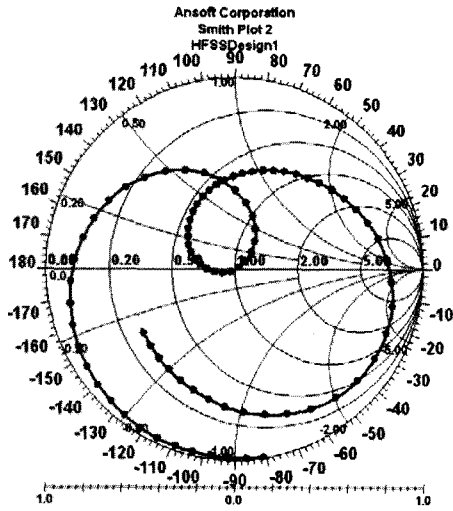
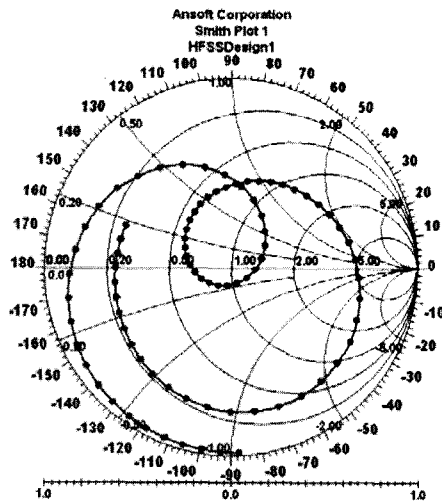


그림 4. 그림 1 구조의 임피던스( 실선은 실효값 점선은 허수값).  
Fig. 4. Impedance of structure of proposed loop antenna (solid line ;real, dot line ; imaginary).

0.4~ 1.2 [mm]까지 변화 하였을 때, 공진주파수에는 변화를 주지 않고 반사계수 특성에 변화를 보였다. 이는 루프구조의 선로의 길이는 고정되어 있으며 선로간의 결합에 의한 커패시턴스 변화값에 의한 공진 조건이 만



(a) 폐 루프 구조의 스미스 차트.  
 (a) Smith chart of closed loop.



(b) 제안한 구조의 스미스 차트.  
 (b) Smith chart of coupled loop.

그림 5. 제안한 구조와 기존구조의 스미스 차트 비교.  
 Fig. 5. Compared with smith chart of the proposed and conventional antennas.

족된 까닭이다. 그림 4는 제안된 안테나의 시뮬레이션에 의한 임피던스 특성으로 허수값의 위상이 0의 범위에서 실효 저항이 특성임피던스 50[Ω]을 나타내고 있음을 확인할 수 있다. 이는 입력 임피던스가 정확하게 특성임피던스와 일치함을 말하며, 즉 정합이 잘되었음을 나타낸다. 그림 5는 스미스 차트에 의한 입력임피던스의 값을 나타내었다. 그림5 (a)의 기존의 루프구조에서는 인덕턴스값에 의해 스미스차트 정규화 영역의 윗부분에 위치하는 것을 볼 수 있다. 그러나 그림 5 (b)의 제안한 구조에서는 선로의 결합에 의한 리액턴스값이 최소화됨에 따라 스미스차트 정규화 영역의 중심부에서 최

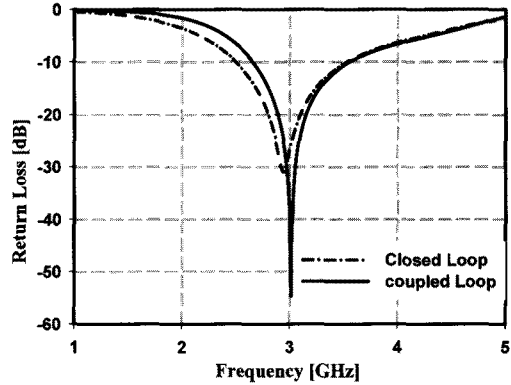


그림 6. 제안한 구조와 기존 구조 안테나의 반사계수 비교  
 Fig. 6. Return loss of proposed antennas and conventional loop antenna.

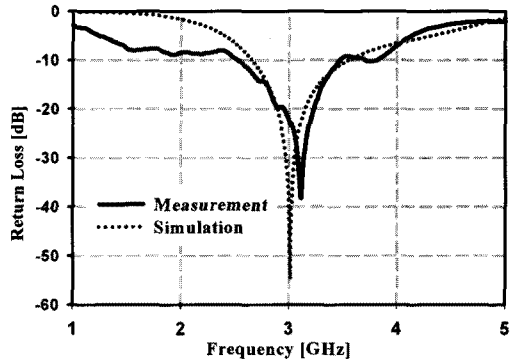


그림 7. 제안한 구조의 변형된 루프 안테나의 시뮬레이션 및 측정 반사계수.  
 Fig. 7. measured and simulated return loss.

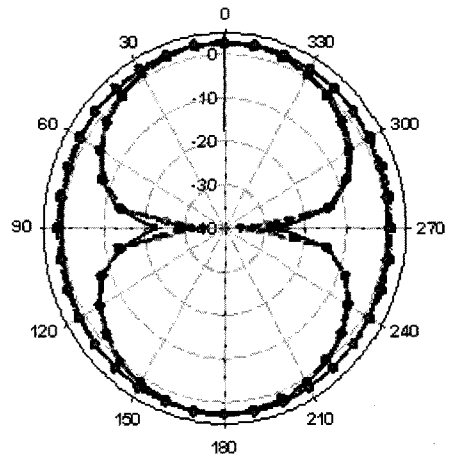


그림 8. 제안한 구조의 시뮬레이션 방사 패턴.  
 Fig. 8. Simulated radiation pattern of the proposed antennas.

대 공진이 일어 납을 알 수 있다. 그림 6은 본 논문에서 제안한 구조와 기존구조의 반사계수를 비교하였다. 그

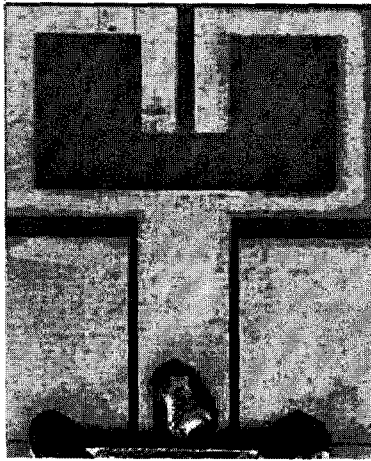


그림 9. 제작된 안테나의 사진.  
Fig. 9. The photograph of manufactured antennas.

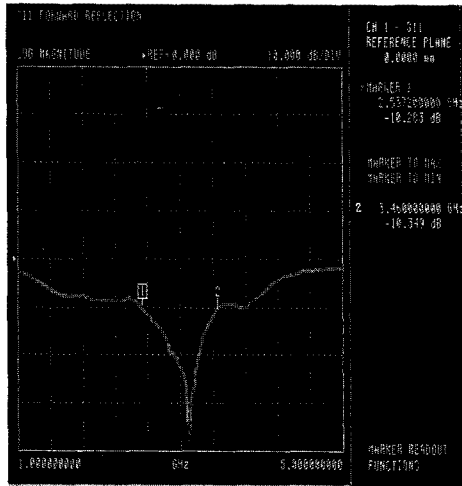


그림 10. 제안 안테나의 측정 반사계수  
Fig. 10. Measured return loss of the proposed antenna.

표 1. 제안한 구조의 최적화된 파라미터 값.  
Table 1. proposed antenna parameters.

parameter	Value	parameter	Value
L1	15[mm]	SG	0.8[mm]
W2	9.6[mm]	HG	1.4[mm]
L2	6[mm]	FW	5[mm]

림에서 볼 수 있듯이 폐쇄 및 개방 구조의 반사계수는 큰 변화를 얻을 수 없으며, 제안한 구조의 경우 리액턴스 값이 최소화 되어 최적 공진 조건을 만족한 결과로 사려 된다. 그림 7은 제안한 구조의 시뮬레이션 결과와 측정결과를 나타낸 그림으로 두 특성이 매우 근사하며 반사손실 특성이 양호함을 알 수 있다. 그림 8은 제안한 안테나의 방사 패턴으로 제안한 안테나에서 H-plan의 특성이 약간 우수한 차이를 보이며, E-plan과 H-plan의 방사특성이 모노폴 안테나의 전방향 방사특

성을 나타내고 있다. 그림 9에 제작된 안테나의 사진이다. 기존의 루프구조 안테나보다 크기를 약 20%정도 축소할 수 있었다. 그림 10은 벡터 해석기를 통하여 측정한 안테나의 반사계수이다. 시뮬레이션에 의한 값과 측정값이 매우 유사한 결과를 얻었다. 표1에 각각 안테나의 구조의 최적화된 변수 값을 나타내었다.

### III. 결 론

본 논문에서는 위성DMB대역(2.6~2.655GHz)의 주파수 대역을 충족시킬 수 있는 CPW 급전에 의한 인쇄형 평판 사각 루프 안테나를 제안하여 설계 및 제작에 의한 그 특성을 해석하였다. 제안한 안테나의 개방 부분을 방사체 내부로 접음으로 안테나의 크기를 약 20%정도 축소할 수 있는 안테나 이다. 또한 안테나의 이득은 3.1[dBi]대역을 얻었으며, 주파수 대역폭은  $VSWR \leq 2$ 를 기준하여 시뮬레이션 및 측정 결과 값이 900MHz (2.6~3.56[GHz]) 대역폭을 얻었다. 측정 결과 방사패턴 모양은 전개 및 자계 패턴이 전방향 방사패턴에 근사함을 확인하였다. 따라서 본 연구에서 제안한 인쇄형 사각 루프안테나는 와이어에 의한 루프 안테나에 비하여 급전방법 및 제작이 간편하고 또한 소형화 할 수 있는 장점을 갖는다. 따라서 본 연구 결과로 위성DMB의 이동통신용 단말기에 유용하게 사용될 것으로 사려 된다.

### 참 고 문 헌

- [1] W. Menzel and W. Grabherr, "A microstrip patch antenna with coplanar feed line," *IEEE MicrowaveWave lett.*, vol. 1, pp. 340-342, Nov. 1991.
- [2] H. Lee "Wide-band High-Efficiency Printed Loop Antenna Design for Wireless Communication Systems", *IEEE trans. on Vehicular Technology* vol.54 No.3, 2005.
- [3] Peter L. Sullivan, "Analysis of an Aperture Coupled Microstrip Antenna" *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. AP-34, No. 8, August 1986.
- [4] Hua-Mig Chen, Yi-Feng Lin, Chin-Chun Kuo and Kuang-Chih Huang, "A Compact Dual-Band Microstrip-fed folded loop Antenna" *IEEE Antennas & Propagation Society International Symposium*, Vol
- [5] Kai Fong Lee, Wei Chen, "Advanced in Microstrip and Printed Antennas", Wiley

*Interscience*, pp71-109, 1997.

- [6] K. D. Katsibas, C.A. Balanis, P. A. Tirkas, "Folded loop antenna for mobile communication system" *International IEEE Antenna and propagation Symposium Digest*, vol. 34, pp 1582-1585, Jul. 1996.

---

저 자 소 개

---



이 현 진(정회원)  
대한전자공학회 논문지  
제 44권 TC편 제1호 참조  
<주관심분야 : E/M 해석, RF소자  
설계, 안테나 설계>



정 진 우(정회원)  
대한전자공학회 논문지  
제 44권 TC편 제1호 참조  
<주관심분야 : E/M 해석, RF소자  
설계, 안테나 설계>



임 영 석(정회원)  
대한전자공학회 논문지  
제 44권 TC편 제1호 참조  
<주관심분야 : RF소자설계, 초고  
주파회로설계, 안테나>