

소형 지상파 DMB 안테나 설계

박 슬기*, 조 치현*, 추 호성*, 박 익모**, 오 이석*

*홍익대학교 전자전기공학부, 서울시 마포구 상수동 72-1

**아주대학교 전자공학부, 경기도 수원시 영통구 산5번지

Design of Electrically Small DMB Antennas

Seulgi Park*, Chihyun Cho*, Yisok Oh*, Ikmo Park**, Hosung Choo*

*School of Electronic and Electrical Engineering, Hongik University, Seoul, Korea

**Department of Electrical and Computer Engineering, Ajou University, Suwon, Korea

E-mail : hschoo@hongik.ac.kr

Abstract

In this paper, we propose a novel planar antenna for a terrestrial DMB application. The proposed antenna consists of a feeding spiral line and a square patch and they are printed on a thin FR-4 substrate. The design parameters of the proposed antenna are optimized using the genetic algorithm in conjunction with a full-wave EM simulator. The matching bandwidth of the resulting antenna satisfies the specification of the T-DMB service that are ranging from 180 MHz to 210 MHz. The measured efficiency of the antenna is over 80% within the operating frequency.

Key word : small antenna, genetic algorithm, DMB

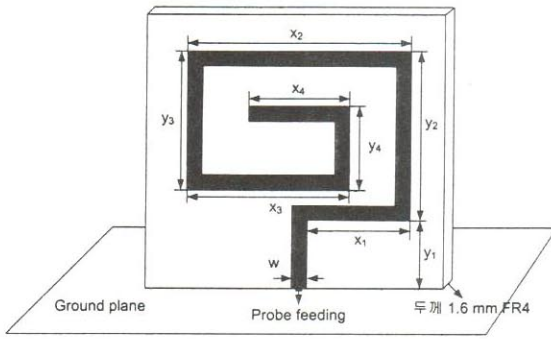
1. 서론

Digital Multimedia Broadcasting(DMB)은 휴대용 단말기를 이용하여 이동 중이나 실외에서도 쉽게 서비스를 받을 수 있는 장점으로 인해 최근 많은 주목을 받고 있다. DMB는 지상파와 위성 방송으로 구분되며, 이중 지상파 DMB는 180 MHz ~ 186 MHz, 204 MHz ~ 210 MHz 대역을 사용하며, 7 개의 TV 채널과 13개의 라디오 채널 그리고 8개의 데이터 채널로 이루어져 있으며, 현재 수도권을 중심으로 TV 채널 서비스가 제공되고 있다. 지상파 DMB 서비스의 경우 사용 주파수대역의 파수

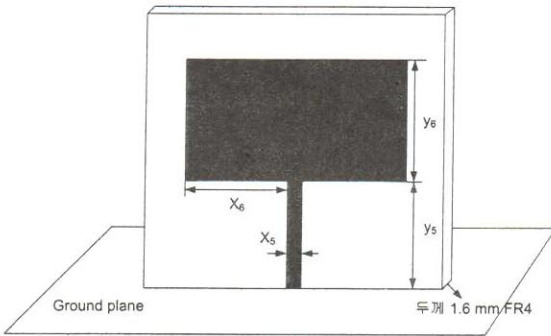
(wavelength)가 약 1.5 m로 모노폴 형태의 안테나로 제작 시 대략 35 cm 정도의 크기가 요구된다. 따라서 모노폴 지상파 DMB 안테나는 단말기 본체에 비해 매우 크기 때문에 단말기 외부에 부착 할 경우 안테나가 크게 돌출되므로 미관상 좋지 않으며, 안테나의 내구성이 떨어지는 문제점이 있다. 또한 지상파 DMB 대역을 만족시키기 위해서는 180 MHz ~ 210 MHz의 넓은 대역폭(15%)을 만족하는 안테나가 요구된다. 이로 인해 광대역의 특성을 가지면서 소형화된 안테나의 개발이 필요하다.

본 논문에서는 안테나의 크기를 소형화시키며 동

시에 넓은 대역폭을 만족시키기 위해 광대역 디스크 로디드 모노폴의 전자기 결합 방식[1-3]을 평면 구조에 적용하여 생산이 용이한 평면 형태의 전자기 결합 급전 안테나를 제안 하였다.



(a) 앞면



(b) 뒷면

그림 1. 평면 형태 전자기 결합 급전 안테나 입체도와 설계변수

II. 안테나 구조 및 최적화

그림 1은 본 논문에서 제안한 평면 형태의 전자기 결합 급전 소형 안테나의 입체도와 설계변수이다. 앞면의 스파이럴 선로 안테나와 뒷면의 단락된 사각 패치 안테나가 각각 다른 주파수에서 공진을 하여 광대역 특성을 가진다. 두 개의 안테나는 전자기 결합 급전 방식으로 동작하며, 스파이럴 선로 안테나는 접지면과 만나는 부분에서 프로브 급전된다. 뒷면 안테나는 접지면과 단락되며 앞면 스파이럴 선로 안테나에 의해 유도 급전된다. 스파이럴 선로 부분의 넓이와 길이 및 사각 패치의 크기는 두 안테나 사이의 커패시턴스를 변화시키고, 접지면에서 스파이럴 선로 및 사각 패치까지의 거리와 폭은 입력단의 인덕턴스를 변화시켜 두 안테나의 공진 및 유도 결합 특성을 조절하여 광대역 특성을 얻을 수 있다.

제안된 안테나의 설계 변수는 앞면의 스파이럴 선로 너비(w), 가로 길이(x_1, x_2, x_3, x_4)와 세로 길이(y_1, y_2, y_3, y_4)이며, 뒷면의 접지면과 사각 패치사이의 거리(y_5)와 폭(x_5), 단락 사각 패치의 넓이(x_6, y_6)이다. 앞면 스파이럴 선로와 뒷면 사각 패치의 크기를 줄이고 제작을 용이하게 하기 위해 두 안테나 사이에 FR-4 기판(유전율: 4.2, 손실 탄젠트: 0.06, 두께: 1.6 mm)을 삽입하였으며, 설계변수의 최적화를 위해 유전자 알고리즘[4]과 IE3D EM 시뮬레이터[5]를 사용하였다. 최적화 시 설계된 안테나의 정합 대역폭(VSWR < 2)이 지상파 DMB 대역폭을 만족시키고, 80% 이상의 높은 복사효율을 가지도록 하기 위해 식 (1)의 비용평가함수(cost function)를 사용하였다.

$$Cost = \frac{\text{생성된안테나대역폭}}{\text{지상파DMB대역폭}} \times \text{효율} \quad (1)$$

표 1. 최적화된 안테나 설계 변수

설계 변수	설계 값
w	5.1 mm
x_1	86.1 mm
x_2	171.2 mm
x_3	113.0 mm
x_4	57.5 mm
x_5	5.0 mm
x_6	84.1 mm
y_1	30.1 mm
y_2	141.3 mm
y_3	98.0 mm
y_4	46.5 mm
y_5	76.3 mm
y_6	95.5 mm

III. 최적화된 안테나 측정 결과

유전자 알고리즘을 이용하여 얻어진 최적 설계 값을 검증하기 위해, 표 1의 최적화된 설계변수(크기: 17cm × 17 cm)를 이용하여 안테나를 제작하였다. 그림 2는 제작된 안테나의 반사손실(Return loss)로서 시뮬레이션 값과 측정 값 모두 지상파 DMB 주파수 대역에서 -10 dB이하의 반사손실을 가지는 것을 보여준다. 안테나 앞면의 스파이럴 선로는 200 MHz ~ 215 MHz에서 동작하고, 뒷면의 사각 패치는 178 MHz ~ 190 MHz에서 동작한다. 그림 3은 Wheeler Cap Method [6-7]를 이용하여 측정된 안테나의 복사효율이며 170 MHz ~ 230 MHz에서 80% 이상의 높은 효율을 유지하는 것을 보여준다. 그림 4는 안테나의 시뮬레이션 복사패턴을 나타내었으며 시뮬레이션 시 무한 접지면을 사용하였다. 복사패턴은 $\theta=0^\circ$ 방향에서 복사 null을 가지고 대략 $\theta=90^\circ$ 방향으로 최대 복사되는 무한 접지면의 모노폴과 유사한 형태이며, 200 MHz에서 주빔 방향으로 약 4.15 dBi의 최대 이득 값을 가진다.

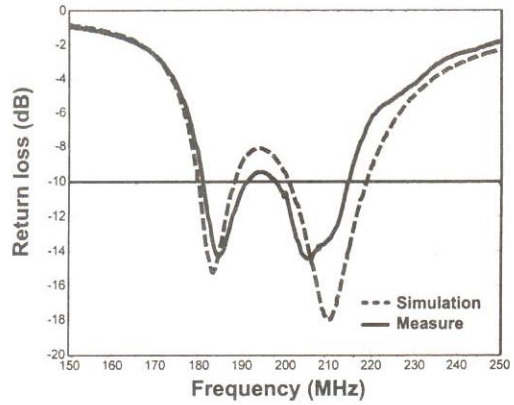


그림 2. 안테나 반사 손실 (Return Loss)

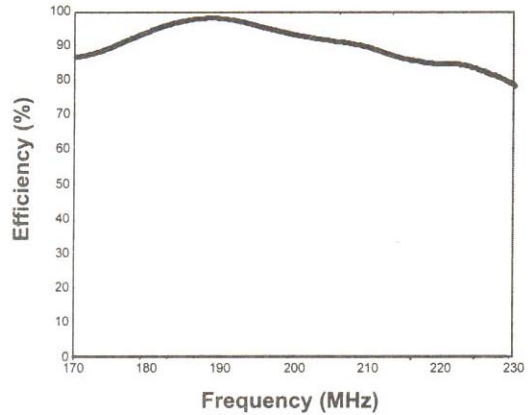
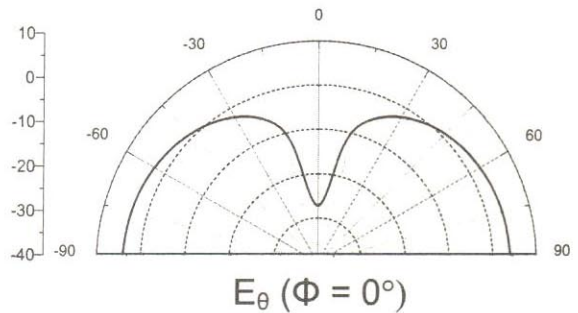


그림 3. 안테나 효율 측정 값



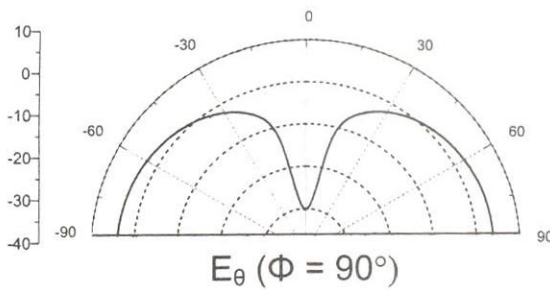


그림 4. 안테나 복사 패턴

IV. 결론

본 논문에서는 전자기 결합 급전을 이용하여 광대역 특성을 가지는 평면 형태의 생산이 용이한 지상파 DMB 안테나를 제안 하였다. 안테나는 유전자 알고리즘을 통해 -10 dB 임피던스 정합 대역폭이 지상파 DMB 대역폭을 만족시키고 높은 효율을 가지도록 최적화 되었다. 최적화된 안테나는 지상파 DMB 동작 주파수인 180 MHz ~ 186 MHz, 204 ~ 210 MHz에서 -10dB 이하의 반사손실을 가졌으며, 170 MHz ~ 230 MHz에서 80% 이상의 복사효율을 보였다. 안테나의 복사패턴은 무한 접지면의 모노폴과 유사한 형태이며, 중심 주파수 200 MHz에서 주빔 방향으로 약 4.15 dBi의 최대 이득 값을 가진다.

향후 안테나 복사 패턴 및 실외 측정, 안테나 소형화에 등에 대한 연구가 더 진행되어야 할 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] 정종호, 박익모, "전자기적 결합 급전 소형 광대역 사각 디스크-로디드 모노폴 안테나," 한국전자파학회논문지, 15(7), pp. 653-659, 2004년 7월.
- [2] 김명범, 정종호, 추호성, 박익모, "수직 접지면을 가지는 전자기적 결합급전 소형 광대역 모노폴 안테나의 설계", 한국전자파학회논문지, 16(6), pp. 632-643, 2005년 6월.
- [3] J. Jung, H. Choo, Y. Moon, Y. Kim, I. Park, "Electromagnetic coupled fed disk-loaded monopole antenna with multiple shorting pins,"

2005 IWAT, pp. 242-245, Mar. 2005.

- [4] 조치현, 추호성, 박익모, 김영길, "Pareto 유전자 알고리즘을 이용한 초소형 유도결합 안테나 설계", 한국전자파학회논문지, 16(1), pp. 40-48, 2005년 1월.
- [5] IE3D Electromagnetic simulation and Optimization Software, Zeland Software, Inc.
- [6] H. Choo, R. Rogers, and H. Ling, "On the Wheeler cap measurement of the efficiency of microstrip antennas," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. AP-53, no. 7, pp. 2328-2332, July 2005.
- [7] 조치현, 추호성, 박익모, 강진섭, "개선된 Wheeler Cap 방식을 이용한 안테나 효율 측정", 한국전자파학회논문지, 17(4), pp. 317-323, 2006년 4월.