

MMDS용 지향성 다이폴 안테나의 설계

장재수^{*} · 고진현^{*} · 하재권^{*} · 박세훈^{**}

(^{*}블루웨이브텔(주), ^{**}안동대학교)

Design of Directional Dipole Antenna for MMDS

Jae-Su Jang^{*}·Jin-Hyun Ko^{*}·Jae-Kwon Ha^{*}·Se-Hoon Park^{**}

^{*}Blue Wave Tel, ^{**}Andong National University

E-mail : wkdwotn0116@naver.com

요 약

본 논문에서는 MMDS용 지향성 다이폴 안테나를 설계 및 제작하고 그 특성을 측정 하였다. 제안된 다이폴 안테나는 $\lambda/4$ 전방에 Director를 두어 전파를 유도하였으며 지향성을 갖도록 설계하였다. 또한 45°각도에 반사판을 이용함으로써 고이득의 안테나를 구현할 수 있다. 제작된 다이폴 안테나는 중심주파수 2.06GHz에서 반사손실 -35dB, 임피던스 대역폭은 VSWR<2를 기준으로 1.93GHz~2.24GHz로 약 310MHz의 광대역 특성을 얻었으며, 11.5dBi의 이득을 얻었다.

ABSTRACT

This paper explains about the design, fabrication, and measurement of directional dipole antenna for MMDS. The proposed dipole antenna is an electric wave guide with a director at $\lambda/4$ distance and is also designed to have directivity. The high gain antenna is realized by using a reflector at 45°degree. The fabricated antenna shows the return loss of -35dB at the center frequency 2.06GHz and also has the bandwidth of about 310MHz (>15%) under the condition of VSWR<2. The gain of dipole antennas is 11.5dBi.

키워드

MMDS, Dipole, Director, Reflector, Antenna

1. 서 론

최근 들어 MMDS(Multichannel Multipoint Distribution System: 다채널 다지점 분배 서비스)가 고비용 케이블TV망구축의 대체 인프라 또는 광대역 무선인터넷 인프라로 각광받고 있다.

MMDS란 2GHz 주파수 대역의 고주파대역 채널을 이용해 전파도달거리 40km 내의 지역을 커버하는 무선 고속 영상 및 데이터 서비스를 말한다. MMDS가 주로 이용되는 분야는 케이블TV, 초고속인터넷서비스, VOD, 원격검침, 홈쇼핑 및 대화형TV서비스 등이며 인프라구축의 용이성으로 인해 점차 서비스영역도 확대되고 있다.

MMDS서비스는 수신가구에 설치된 안테나와 블록다운 컨버터를 통해 TV, 셋톱박스, PC와 접속된다. 마이크로웨이브에 기반한 전송기술이어서 송신기와 수신기 사이에는 장애물이 없는 가시거리(LOS: Line of Sight)가 확보되어야 한다.

MMDS의 최대 장점은 기존 전화회사나 케이블

회사의 네트워크에 의존하지 않고 1개 도시당 1개의 무선기지국만으로 광대역 인터넷 서비스와 영상서비스를 저렴하게 제공할 수 있다는 점이다. 따라서 신규사업자들의 진입이 비교적 쉬우며 정부도 농촌지역과 도서지역을 중심으로 MMDS 서비스를 벌이려는 사업자들을 적극 지원한다는 방침이다.

외국에서는 MMDS의 상용화가 이미 오래 전에 이뤄지고 있고 투자를 확대하고 있으며 신규 통신회사들은 MMDS에 높은 관심을 보이고 있다. 국내에서도 서울·부산 등 대도시에서 MMDS를 이용한 초고속인터넷 서비스를 하고 있다.

본 논문에서는 MMDS의 핵심 기술인 다이폴 안테나를 설계하고 그 특성을 고찰하였으며, 시뮬레이션 결과와 비교 하였다.

본 논문의 II장에서는 다이폴 안테나의 구조 및 동작 원리에 대해 기술 하였고 III장에서는 안테나를 설계하였으며 IV장에서는 안테나를 제작 하여 시뮬레이션 결과와 비교하였고 마지막으로

V 장에서는 본 논문의 결론을 언급하였다.

II. 다이폴 안테나의 구조 및 동작원리

그림 1과 그림 2에 MMDS용 다이폴 안테나의 구조를 나타내었다. 일반적인 Yagi[1] 안테나의 Director는 $\lambda/2$ 보다 짧고 용량성분을 가지며, 전파를 유도한다[2]. Reflector와 같은 원리로 Director를 $\lambda/4$ 전방에 두면, Director에 흐르는 전류는 전압보다 위상이 90° 앞서 Radiator 전파와 Director에서의 재복사 전파는 전방의 경우 동위상으로 합성되고 후방의 경우 역위상으로 상쇄된다[3].

본 논문에서 제안된 다이폴 안테나는 Radiator의 $\lambda/4$ 전방에 Director를 두어 전파를 유도하였으며, 45° 각도에 Reflector를 두어 광대역[4] 특성과 고이득의 안테나를 설계하였다.

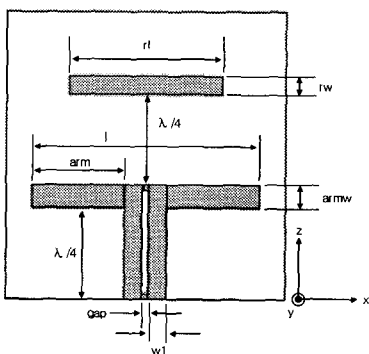


그림 1 다이폴 안테나 구조 (앞면)

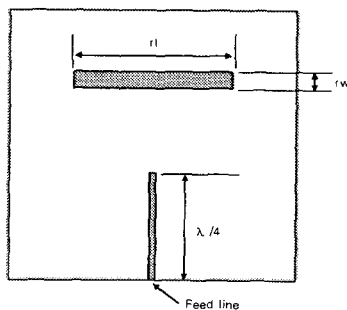


그림 2 다이폴 안테나 구조 (뒷면)

III. 안테나 설계

표 1은 본 논문에서 제작하고자 MMDS용 지향성 다이폴 안테나의 기본적인 설계 요구 규격이다.

제안된 다이폴 안테나[5]의 반사손실 특성을 개선 시켜주는 주요 변수로는 그림 1의 arm, armw, rw, rl, w1, gap이 있다. 각각의 주요 설계 변수가 반사손실에 미치는 영향을 알아보기 위하여 중심주파수에서 다이폴 안테나를 적용하여 초기 변수값으로 arm=25, armw=5, rw=5, rl=40, w1=4, gap=1.5로 정하고 각각의 변수들을 변화시키면서 시뮬레이션하여 그 특성을 고찰하고 최적값을 구하였다.

안테나 설계를 위한 시뮬레이션은 CST사의 MWS(Micro Wave Studio)를 이용하여 수행하였으며 기판은 비유전율 $\epsilon_r=4.5$, 두께 $h=1.5\text{mm}$ 인 FR4 기판을 사용하였다.

표 1 MMDS용 다이폴 안테나 설계규격

특 성	중심주파수	2.067 GHz
	대역폭	84 MHz
	편파	Linear
	이득	10 dBi

일반적인 $\lambda/4$ 의 피딩 라인을 갖는 다이폴 안테나를 설계하여 시뮬레이션한 결과는 그림 3과 같다. 1.89GHz~2.09GHz까지의 대역폭을 가지며 반사손실특성은 -13dB를 나타내고 있다.

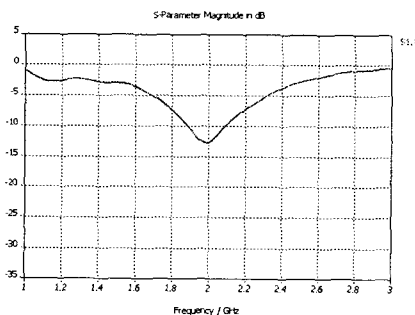


그림 3 초기 시뮬레이션 결과

먼저 설계 변수 arm은 안테나 공진 주파수의 이동에 영향을 주는 주요 변수이고 armw는 임피던스 대역폭과 관련이 있었으며 rw 및 rl은 정확한 $\lambda/4$ 거리와 길이가 유지되지 않으면 Reflector로 동작해 Back Lobe를 형성함으로써 안테나 이득을 감소시키는 주요 변수로 작용하고 있었다. 또한 w1과 gap은 50Ω 임피던스 매칭에 주요한 변수로 작용하고 있었다.

초기 시뮬레이션 결과 및 최적화 과정을 바탕으로 그림 4와 같이 다이폴 안테나 arm의 $\lambda/4$ 전방에 Director를 두고 후방에는 45° 각도에 Reflector를 두어 최적화 한 결과는 그림 5와 같다. 중심 주파수 2.06GHz에서 -26dB이고 대역폭은 $VSWR < 2$ 를 기준으로 230MHz 이다.

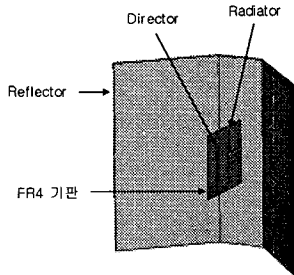


그림 4 Reflector를 가지는 다이폴 안테나 구조

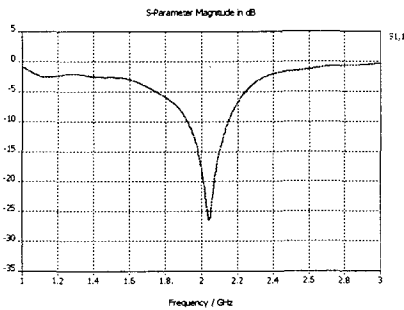


그림 5 최적 시뮬레이션 결과

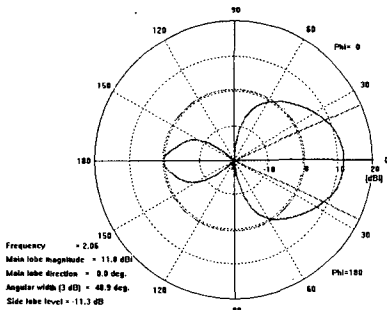


그림 6 방사패턴(xz-plane)

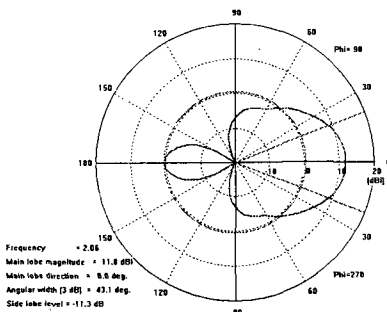


그림 7 방사패턴(yz-plane)

그림 6과 7은 최적화 된 다이폴 안테나의 방사 패턴 시뮬레이션 결과를 나타낸 그림이다. 안테나 xz-plane 과 yz-plane 모두 한쪽 방향으로 지향성을 가지고 있으며 11.8dBi의 이득이 시뮬레이션 결과로 나타났다.

일반적인 다이폴 안테나의 이득은 3dBi 정도이지만 본 논문에서 설계한 다이폴 안테나의 arm 전방에 Director의 영향으로 5.7dBi의 안테나 이득을 시뮬레이션 결과를 통하여 확인하였고 이에 Reflector를 두어 후방으로의 전파를 차단하고 전방으로의 전파를 합성되게 함으로써 11.8dBi의 안테나 이득을 얻을 수 있었다.

표 2 다이폴 안테나의 설계 값

변수	최적 값 (mm)
arm	26.7
armw	6.5
rl	44
rw	5.0
l	65.4
w1	5.0
gap	2.0

시뮬레이션 결과를 바탕으로 다이폴 안테나에서 설계변수의 최적 값을 표 2와 같이 얻었으며 중심 주파수를 기준으로 안테나 설계 규격인 대역폭 84MHz와 10 dBi를 만족 시켰다.

IV. 안테나 제작 및 측정 결과

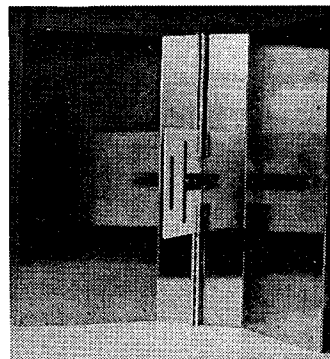


그림 8 제작된 MMDS용 지향성 다이폴 안테나

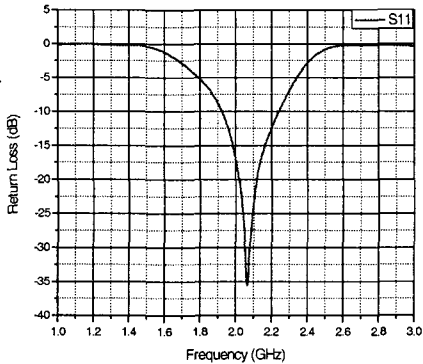


그림 9 반사손실 특성 측정결과

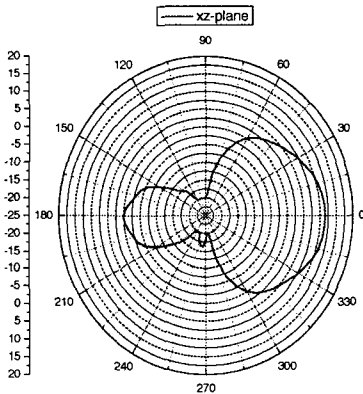


그림 10 xz-plane에서의 방사패턴

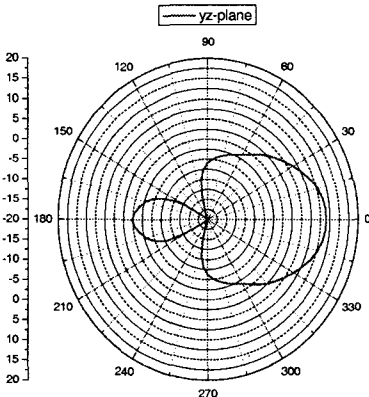


그림 11 yz-plane에서의 방사패턴

제작된 MMDS용 지향성 다이폴 안테나를 그림 8에 보였던 안테나의 반사손실은 Agilent사의 PNA Series Network Analyzer를 이용하여 측정되었다. 제작된 다이폴 안테나의 반사손실 특성은 그림 9와 같다. 중심주파수 2.06GHz에서 -35dB의 특성을 보이고 있으며 대역폭은 VSWR<2를 기준

1.93~2.24GHz로 310MHz의 광대역 특성을 보이고 있다. 이 결과는 III장에서 보인 시뮬레이션 결과 보다 우수하다는 것을 알 수 있다.

그림 10과 11에 다이폴 안테나의 방사패턴 측정 결과를 나타내었다. 방사패턴은 수평 다이폴 안테나와 같은 xz-plane에서는 8자 형태를 yz-plane에서는 무지향성 특성을 나타내지만 다이폴 안테나의 45°에 reflector를 둠으로써 전면 방향으로 이득이 향상되도록 하였다.

다이폴 안테나의 측정은 전자파 무반사실에서 수행되었으며, 제작된 다이폴 안테나의 이득은 표준 혼 모델 3115인 더블 리지드 가이드(double ridged guide) 안테나를 이용하여 측정하였다. 측정된 안테나 이득은 11.5 dBi를 얻었다.

V. 결 론

본 논문에서는 MMDS용 지향성 다이폴 안테나를 설계 제작하고 그 특성을 고찰 하였다. 먼저 $\lambda/4$ 의 피딩라인을 가지는 일반적인 다이폴 안테나를 설계하고 각각의 파라미터를 설정하여 최적화 값을 찾아내고 다이폴 안테나의 $\lambda/4$ 전방에 Director를 두어 전파를 유도하여 지향성을 갖도록 설계하였다. 또한 45°각도에 Reflector를 둘 경우 고이득의 안테나 구현이 가능하다는 것을 보였다.

제작된 다이폴 안테나는 중심주파수 2.06GHz에서 반사손실 -35dB, 대역폭은 VSWR<2를 기준으로 약 310MHz로 약 15%의 광대역특성이 측정되었다. 안테나의 이득은 11.5dBi가 얻어졌으며, 설계 요구 규격이 잘 만족됨을 알 수 있다.

참고문헌

- [1] 강정진, "최신 안테나 공학", 기한재, pp. 190~191, 2002. 3. 11.
- [2] C. A. Balanis, "Antenna Theory Analysis and Design", John Wiley & Sons, Inc., New York, 2nd Ed., 1997.
- [3] W. L. Stutzman and G. A. Thiele, "Antenna Theory and Design", New York : John Wiley & Sons, 2nd Ed., 1998.
- [4] H. G. Schantz, "Planar elliptical element ultra-wide-band dipole antenna", IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium, Vol. 3, pp. 44~47, Jun. 2002.
- [5] Qiubo Ye, W. R. Lauber, "Microstrip ultra-wide-band dipole antenna simulation by FDTD", IEEE Antenna and Propagation Society International Symposium, Vol. 3, pp. 620~623, Jun. 2003.