

PCB를 이용한 T-DMB(Band III)/DAB(L-Band)/Wibro 삼중 대역 안테나

Triple-band Antenna Using PCB for T-DMB(Band III)/ DAB(L-Band)/WiBro

홍용의 · 이치우 · 김기호 · 양묘근 · 성원모

Yong-Eui Hong · Chi-Woo Lee · Gi-Ho Kim · Myo-Geun Yang · Won-Mo Seong

요 약

본 논문에서는 이동용 인터넷 및 방송에 사용되는 주파수 대역의 송수신이 가능한 삼중 대역 안테나를 제안하였다. 이동용 방송으로 T-DMB(Band-III), DAB(L-Band) 그리고 이동용 인터넷으로 Wibro를 선택하였다. 제안된 안테나의 크기는 $10 \times 74 \times 0.6$ [mm³]으로 T-DMB 안테나의 1/4 파장의 길이가 400 mm임을 비추어 볼 때 1/20 파장의 길이로 약 81.5 %가 소형화가 되었다. 제작된 안테나는 T-DMB 대역에서 협대역이지만 수신 환경을 고려해 볼 때 현재 방송 서비스 중인 8 채널(180~186 MHz)와 12 채널(206~210 MHz)에서 충분히 수신 가능하다. 또한 이상적인 다이폴 안테나와 비교했을 때 DAB와 Wibro 대역에서는 동등한 특성을 갖는다.

Abstract

In this paper, we propose Triple-band antenna, which is practicable for the transmission and the reception of the frequency band used in mobile broadcast and mobile internet. We choose T-DMB(Band-III), DAB(L-Band) for a mobile broadcast and Wibro for a mobile internet. The size of proposal antenna measures $10 \times 74 \times 0.6$ [mm³]. Although being defective in that T-DMB bandwidth is rather narrow, the antenna, considering the reception environment, has an advantage of a realistic possibility of reception in 8 channel(180~186 MHz)and 12 channel(206~210 MHz) of T-DMB band, being given broadcast services. Also It has gains similar characteristics of ideal dipole antenna in DAB and Wibro band.

Key words : Spiral, T-DMB, DAB, Wibro

I. 서 론

T-DMB(Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting) 서비스는 디지털 라디오용 기술인 DAB(Digital Audio Broadcasting)에 바탕을 두어 음성과 영상 등 다양한 멀티미디어 신호를 디지털 방식으로 변조하여 이동 중인 단말기에도 방송 서비스를 제공하는 기술로 DMB 표준에 양방향 대화형 서비스 기술(MPEG4 BIFS)을 포함시킴으로서 향후 DMB 프로그램을 보

면서 상품을 구매하는 등의 양 방향 서비스가 가능하게 된다. 이때 양 방향 서비스를 이용하기 위해서는 Wibro(Wireless Broadband Internet) 기술을 이용하게 되는데 Wibro란 다양한 휴대 인터넷 단말기를 통해 정지 및 이동 중에도 고속으로 무선 인터넷 접속이 가능한 3.5세대 이동 통신 서비스이다. 따라서 본 논문에서는 주파수 대역이 다른 T-DMB와 Wibro 그리고 독일, 영국 등의 유럽에서 이용되는 DAB 방송 서비스 대역인 L-Band에서도 이용할 수 있는 램들이

「본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 2006년도 정보통신선도기반기술개발사업의 결과로 수행되었습니다.」

(주)이엠파블유안테나(E.M.W Antenna Co., Ltd.)

· 논문 번호 : 20061103-17S

· 수정완료일자 : 2007년 1월 12일

구조의 PCB 삼중 대역 안테나를 제안하였다. T-DMB 주파수 대역인 Band-III는 저주파이기 때문에 안테나 길이를 1/4 파장으로 계산했을 경우 약 400 mm가 된다. 따라서 맴들이 구조를 통해 전기적 길이는 갖되 전체 길이는 최소화하는 방법을 사용하였다^{[1],[2]}.

II. 본 론

2.1 제안된 안테나의 구조

제안된 PCB 안테나는 맴들이 구조를 통해 길이의 단축을 최대화한 모노폴 안테나이다. 기존의 미앤더 라인 구조는 방사체상의 전류의 방향이 서로 반대 가 되어 선로에 흐르는 전류로 인한 방사 전력과 인접한 선로 간의 방사 전력이 서로 상쇄되어 방사 효율이 떨어진다^[3]. 따라서 그림 1(a)와 같은 맴들이 구조를 사용하여 인접 선로간의 전류 흐름이 같은 방향으로 향하도록 하여 상호 유도 인덕턴스 성분을 강하게 하고 선로간의 간섭을 최대한 줄여 전류의 흐름을 극대화 하였다. 또한 제2공진, 제3공진을 유도하기 위해 맴들이 구조를 대칭형으로 구성하여 하나의 셀을 만들고 이 셀들을 그림 1(b)와 같이 비아홀을 통해 수직으로 배열하여 연결함으로써 T-DMB 대역의 전기적 길이를 확보하였다. 배열된 셀들 역시 인접 선로간의 전류 흐름이 같은 방향을 향하도록 하여 셀들간의 손실 역시 최소화 하였다^[4].

그림 2는 본 논문에서 제안하는 삼중 대역 안테나

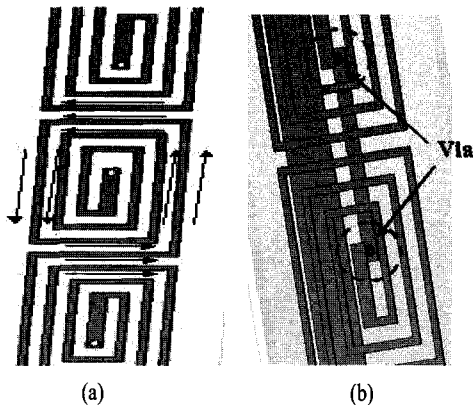


그림 1. 제안된 안테나의 전류 흐름 및 연결 방식
Fig. 1. Current flow and connection way of proposed antenna.

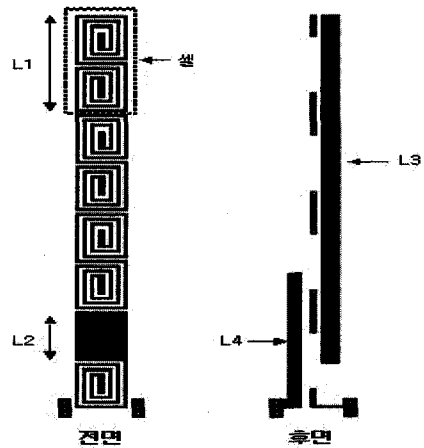


그림 2. 제안된 안테나의 구조
Fig. 2. Structure of proposed antenna.

의 구조이다. T-DMB 대역의 1/4 파장은 약 400 mm 이기 때문에 전체 셀들의 전송 선로 총 길이를 T-DMB 대역의 1/4 파장에 맞도록 조절하였고, 그림 2의 후면의 L_3 는 기생 소자의 역할로서 안테나 선로의 진행 방향에 대해 리액턴스 성분을 추가시켜 파동의 진행속도를 느리게 한다. 이로 인해 전기적인 길이 확장을 유도하였다. 제2공진 주파수인 DAB 대역은 수직으로 배열된 셀들의 전체 수직 길이에 영향을 받는다. 따라서 그림 2의 L_1 과 같이 각 셀의 수직 길이 조절을 통해 전체 셀의 수직 길이를 변화시켜 제2공진 주파수를 조절하였다. 또한 하나의 셀 자체에서 제3공진이 일어나도록 구성하고 이 셀들을 수직으로 배열함으로써 제3공진 주파수 대역인 Wibro에서의 이득과 대역폭을 향상시켰다. 제3공진 주파수 대역은 하나의 셀들 자체의 크기 변화와 그림 2의 L_2 와 같이 특정 위치의 셀을 모노폴 형태화 함으로서 조절을 하였다. 그리고 그림 2의 L_4 는 접지면으로 폭과 길이 조절을 통해 단말기마다 다른 접지면 환경에 따라 안테나 최적화가 가능하도록 하였다.

2.2 안테나의 설계

본 논문에서는 CST사의 Microwave Studio 5.1을 이용하여 시뮬레이션 하였다. 제안된 안테나는 유전율 4.4인 FR4 기판을 이용하였고, 접지면 크기는 일반적인 휴대폰 접지면과 비슷한 $33 \times 80 \times 1$ [mm³]로 하였다. 주파수 대역은 T-DMB(현재 서비스 중인 180

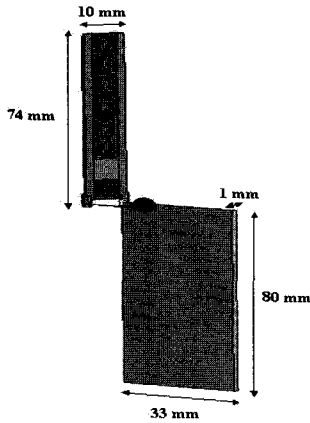


그림 3. 제안된 안테나의 시뮬레이션 환경
Fig. 3. Simulation environment of proposed antenna.

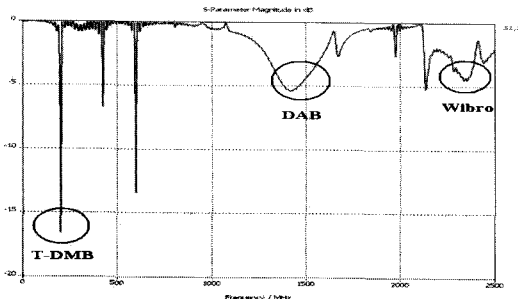


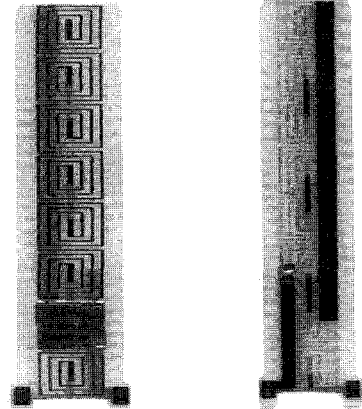
그림 4. 제안된 안테나의 시뮬레이션 결과
Fig. 4. Simulation result of proposed antenna.

~210 MHz), DAB(1,452~1,480 MHz), Wibro(2,300~2,400 MHz) 등 3개의 서비스 대역을 만족하도록 설계하였다.

시뮬레이션 결과, 그림 4와 같이 T-DMB 주파수 대역인 201 MHz에서 반사 손실이 -16.6 dB, DAB 주파수 대역인 1,465 MHz에서는 반사 손실이 -5 dB 그리고 Wibro 주파수 대역인 2,350 MHz에서는 반사 손실이 -4.38 dB임을 확인하였다.

2.3 안테나의 제작 및 측정

제안된 안테나는 그림 5와 같이 시뮬레이션을 기반으로 L_3 는 68 mm, L_1 은 19 mm, 급전단으로부터 첫 번째 셀의 상단 맴돌이만 모노폴 형태를 갖도록 제작하였고, 안테나는 Hewlett-Packard사의 Network Analyzer 8753D를 이용하여 반사 손실을 측정하였다. 측정 결과 각 대역별 공진 주파수가 약간 저주파로 이



(a) 전면 (a) Top view
(b) 후면 (b) Bottom view

그림 5. 제작된 안테나
Fig. 5. Fabricated antenna.

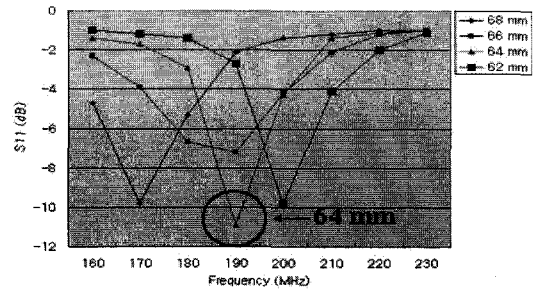


그림 6. T-DMB 대역에서 L_3 의 변화에 따른 반사 손실
Fig. 6. Return loss Resulted from variation of L_3 at T-DMB band.

동되어 있었다. 따라서 초기 제작된 안테나에 각 파라미터(L_1 , L_2 , L_3)를 조절하며, 주파수 대역별 반사 손실을 측정하는 방법을 통해 최적의 값을 찾았다.

그림 6은 파라미터 L_3 길이 변화에 따른 T-DMB 대역의 공진 주파수의 변화이다. 그림 6에서와 같이 파라미터 L_3 의 길이를 감소시키면 공진 주파수가 고주파로 이동되는 것을 확인하였다. 이는 L_3 의 길이 감소로 리액턴스 성분 역시 감소되어 파동의 진행속도가 L_3 가 68 mm일 때보다 빨라져 전기적인 길이를 감소시켰기 때문이다. 따라서 L_3 의 길이 변화로 T-DMB 대역의 공진 주파수에 맞게 최적화시킬 수 있었고 이때의 길이는 64 mm였다.

그림 7은 파라미터 L_1 길이 변화에 따른 DAB 대

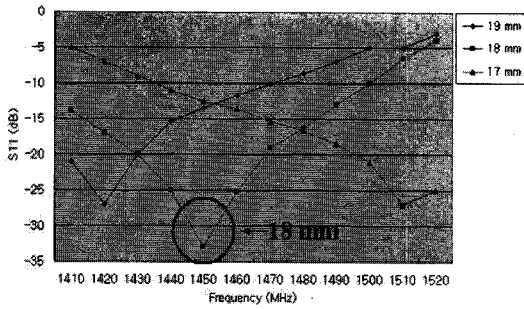


그림 7. DAB 대역에서 L1의 변화에 따른 반사 손실
Fig. 7. Return loss resulted from variation of L1 at DAB band.

역의 공진 주파수 변화이다. 그림 7과 같이 각 셀의 수직 길이가 감소할수록 DAB 대역의 공진 주파수가 고주파로 이동되는 것을 확인하였고, 이는 제2공진을 유도하는 셀들의 전체 수직 길이의 감소로 인해 제2공진 주파수의 파장의 길이 역시 감소시켰기 때문이다. 따라서 각 셀의 L_1 을 19 mm에서 18 mm로 감소시켜 전체 수직 길이를 76 mm에서 72 mm로 하여 최적화 시켰다.

그림 8은 Wibro 대역에서 파라미터 L_2 의 변화에 따른 공진 주파수 대역의 변화이다. 각 셀의 맴들이 구조를 모노폴 형태로 바꿔 전기적 길이를 변화시켰다. 또한 모노폴 형태가 위치하는 점에 따라 공진 주파수의 이동 대역폭이 달랐으며, 급전 부분으로부터 가깝게 위치한 셀의 맴들이를 모노폴 형태로 바꿀수록 공진 주파수 대역의 변화가 큰 것을 확인하였다.

최적화된 안테나는 파라미터 L_3 가 64 mm, 파라미

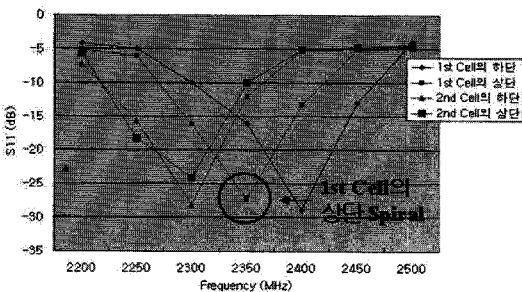


그림 8. Wibro 대역에서 L2의 변화에 따른 반사 손실
Fig. 8. Return loss resulted from variation of L2 at Wibro band.

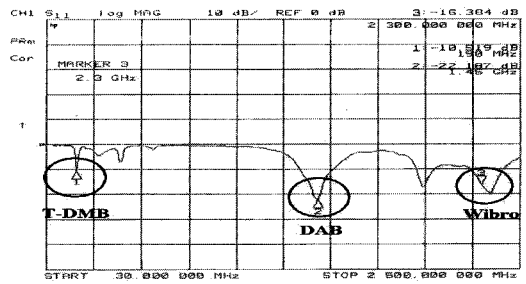


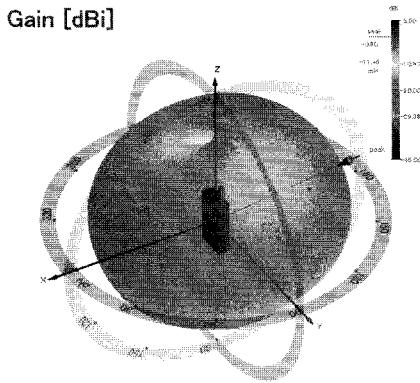
그림 9. 최적화된 안테나의 반사 손실
Fig. 9. Return loss of optimized antenna.

터 L_1 이 18 mm, 파라미터 L_2 는 급전으로부터 첫 번째 셀의 상단 맴들이를 모노폴화 한 형태이고, 그에 따른 반사 손실 측정 결과는 그림 9와 같다.

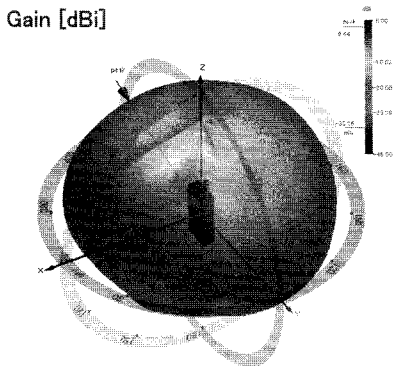
그림 9와 같이 최적화된 안테나의 반사 손실은 T-DMB 대역의 중심 주파수인 192 MHz에서 -17 dB, DAB 대역의 중심 주파수인 1,465 MHz에서 -20 dB, 그리고 Wibro 대역의 중심 주파수인 2,350 MHz에서 -19.7 MHz였다. 측정 결과 시뮬레이션의 반사 손실과 차이가 있었으나 전 대역에서 발생하는 공진 주파수는 그림 4와 그림 9를 비교해 볼 때 유사한 것으로 나타났다. 한편, 안테나의 이득은 T-DMB의 주파수 특성을 고려하여 전자파 무반향실(anechoic chamber)에서 측정하였다.

그림 10은 제작된 안테나의 3D 방사 특성 및 이득 측정 데이터로서 측정 결과 제안된 안테나는 각 서비스 대역에서 무지향성의 방사 패턴을 가지며, 이득은 표 1과 같이 현재 방송 서비스 중인 T-DMB 대역의 8 채널(180~186 MHz)에서 -3.49 dBi이고 12 채널(204~210 MHz)에서 이득은 -6.94 dBi를 얻었다. 또한 DAB 대역에서의 이득은 2.79 dBi이고, Wibro 대역에서의 이득은 1.29 dBi를 얻었다.

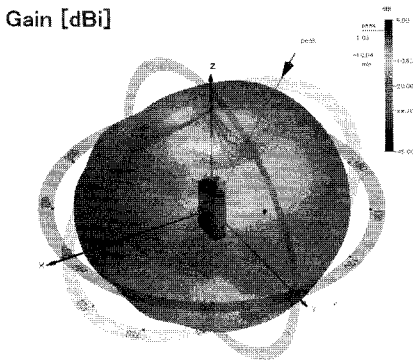
제작된 안테나는 T-DMB 대역에서의 In-door environment level이 -80 dBm이고 system conduction level이 -100 dBm 전후임을 비추어 볼 때 송수신이 가능하리라 생각된다. 또한 현재 높은 이득과 무지향성의 방사 특성으로 DAB 대역과 Wibro 대역에서 이용되고 있는 다이폴 안테나와 비교하였을 경우 이상적인 다이폴 안테나의 이득이 2.15 dBi임에 비추어 볼 때 DAB와 Wibro에서도 송수신이 가능하리라고 생각된다.



(a) T-DMB 대역에서의 3D 이득
(a) 3D gain at T-DMB band



(b) DAB 대역에서의 3D 이득
(b) 3D gain at DAB band



(c) Wibro 대역에서의 3D 이득
(c) 3D gain at Wibro band

그림 10. 제작된 안테나의 3D gain
Fig. 10. 3D gain of Fabricated antenna.

III. 결 론

본 논문에서는 휴대용 단말기에 적용 가능한 삼중

표 1. 안테나의 대역별 이득
Table 1. Gain of antenna.

서비스 대역		3D 이득
T-DMB	8 채널	-3.49 dBi
	12 채널	-6.94 dBi
DAB(L-Band)		2.79 dBi
Wibro		1.29 dBi

대역 PCB 안테나를 제안하고 설계하였다. 제작된 안테나는 미앤더 구조가 아닌 맴돌이 구조를 통해 전류 흐름의 간섭을 피하고 극대화 시켜 T-DMB 대역의 현재 방송 서비스 중인 8 채널과 12 채널에서 이득이 각각 -3.49 dBi, -6.94 dBi를 얻었다. 또한 DAB 대역에서 이득은 2.79 dBi를 얻었고 Wibro 대역에서는 1.29 dBi의 이득을 얻어 각 주파수 대역별 송수신이 가능한 이득을 얻었다.

한편 T-DMB 대역의 1/4 파장이 약 400 mm임을 감안하였을 때 제작된 안테나는 $10 \times 74 \times 0.6$ [mm³]의 크기이므로 81.5 % 만큼의 길이가 단축되었음을 알 수 있고 PCB로 제작되었기 때문에 단말기에 따른 최적화가 쉽고 제작 비용 역시 절감시킬 수 있다. 그러나 제작된 안테나는 T-DMB 대역이 Band-III(174~240 MHz)임을 감안했을 경우 현재 방송 서비스 중인 8 채널과 12 채널에서의 성능은 만족하나 방송 서비스 예정인 대역에서 성능이 떨어지는 단점이 있다.

따라서 향후 과제로 T-DMB 대역에서의 정재파 특성을 보다 개선하여 앞으로 방송 서비스 예정인 T-DMB의 전 대역 Band-III(174~240 MHz)에서 균등한 성능을 갖는 안테나를 제작하고자 한다^[5].

참 고 문 헌

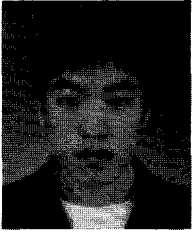
[1] K. Fujimoto, J. R. James, *Mobile Antenna System Handbook*, Artech House Inc., 2001.
 [2] K. Sarabandi, "Design of an efficient miniaturized UHF planar antenna", *IEEE Antennas and Propagation*, vol. 51, no. 6, pp. 1270-1276, Jun. 2003.
 [3] 이현규, 이택경, 장원호, 강연덕, "기생소자에 의한 소형 평면 맴돌이형 모노폴 안테나", *한국전자과학회논문지*, 16(6), pp. 563-571, 2005년 6월.
 [4] 전홍표, 서지훈, 양택진, 김정표, 성원모, "휴대

폰 단말기용 지상파 DMB 내장형 안테나 설계",
추계 마이크로파 및 전파 학술대회, 28(2), 2005
년 9월.

[5] Won-Mo Seong, Gi-Ho Kim, Hong-Pyo Chun, Ha-

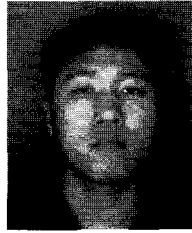
Sun Na, Seong-Bin Lim, and Hak-Keun Choi, "De-
sign of a terrestrial DMB internal antenna for mo-
bile phone handsets" *ITC-CSCC 2006*, Jul. 2006.

홍 용 의



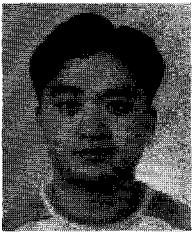
2004년 2월: 숭실대학교 정보통신
전자공학부 (공학사)
2006년 2월: 숭실대학교 정보통신
과 (공학석사)
2006년 3월~현재: (주)EMW Antenna
연구원
[주 관심분야] 초고주파 회로설계,
전력증폭기 설계, 안테나 설계

양 묘 근



1995년 2월: 단국대학교 전자공학
과 (공학사)
1997년 2월: 단국대학교 전자공학
과 (공학석사)
2000년 2월~현재: (주)EMW Antenna
수석연구원
[주 관심분야] 소형 안테나

이 치 우



2001년 2월: 경문대학교 전자공학
과 (공학사)
2000년 11월~현재: (주)EMW Antenna
책임연구원
[주 관심분야] 소형 안테나

성 원 모



1995년 2월: 단국대학교 전자공학
과 (공학사)
1997년 2월: 단국대학교 전자공학
과 (공학석사)
2000년 2월: 단국대학교 전자공학
과 박사과정 수료
1998년 6월~현재: (주)EMW Antenna
연구소장

[주 관심분야] 안테나 설계 및 해석

김 기 호



2000년 2월: 단국대학교 전자공학
과 (공학사)
2002년 2월: 단국대학교 정보통신
공학과 (공학석사)
2001년 1월~2004년 10월: (주)하
이제인 안테나
2004년 11월~현재: (주)EMW Antenna
책임연구원

[주 관심분야] 소형 안테나