

TDMB와 KPCS 대역을 지원하는 내장형 휴대폰 안테나의 설계 및 구현

Design and Implementation of a Internal Mobile Antenna for TDMB and KPCS

박준한 · 이치우 · 양묘근 · 성원모

Jun-Han Park · Chi-Woo Lee · Myo-Geun Yang · Won-Mo Seong

요 약

본 논문에서는 TDMB와 KPCS를 지원하는 내장형 안테나를 제안한다. 제안된 안테나는 서로 다른 유전율을 가지는 안테나가 결합된 형태이며, 휴대폰에 적합한 작은 사이즈(45×8×8 mm, 약 2.8 cc)를 갖는다. TDMB 안테나는 각 셀간의 전류 흐름을 최대화 시킨 맴돌이 구조로 설계되었으며, KPCS 안테나는 휴대폰에 많이 사용되는 PIFA 형태로 설계되었다. TDMB 안테나는 부족한 공진 길이를 보상하기 위해 100 nH 이상의 인덕터가 사용된다. 이때, 인덕터는 높은 주파수 신호를 차단함으로써 TDMB에서의 KPCS 주파수 입력은 차단된다. 또한, KPCS 대역에서 TDMB 안테나의 방사부는 기생 소자로 동작하기 때문에 각 밴드 간의 격리도 특성이 우수하다. 제안된 안테나는 CST Microwave Studio를 이용하여 설계하였으며, 전자파 무방향실에서 특성을 측정하였다. 제안된 안테나는 TDMB 대역에서 -6~-14 dBi의 이득을 가지며, KPCS 대역에서 -3.5~-5 dBi의 이득을 갖는다.

Abstract

In this paper, we propose the internal mobile antenna for TDMB and KPCS. The proposed antenna is made of different dielectric substrate and it has small size (45×8×8 mm, about 2.8 cc) for mobile device. TDMB antenna is designed spiral structure that makes maximum current for each cell and KPCS antenna is PIFA that is usually used for internal antenna. In order to compensate length of resonance TDMB antenna has a large inductor above 100 nH. In this case, the inductor isolate KPCS signal at TDMB by cutting high frequency. Also the antenna has good isolation because TDMB radiator is parasitic element in KPCS band. We simulated the antenna by using CST microwave studio and measured performance of the antenna in anechoic chamber. Proposed antenna has -6~-14 dBi gain for TDMB and -3.5~-5 dBi gain for KPCS.

Key words : Mobile Internal Antenna, Spiral, TDMB, Dielectric Antenna, KPCS

I. 서 론

최근 이동 통신 단말기들은 DMB(Digital Multimedia Broadcasting), GPS, Bluetooth, Wi-Fi 등의 다양한 무선 서비스가 요구되고 있으며, 다중 대역 안테나를

요구하는 단말기들이 늘어가는 추세이다. 최근 단말기가 다기능화 소형화 되면서 안테나가 차지하는 공간이 줄어들고, 이로 인해 무선 성능을 만족시키는 단말기 개발에 어려움을 겪고 있다. 하지만 통신사업자들은 단말기의 크기나 안테나의 위치에 상

(주)이엠파블유안테나(EMW Antenna Co., Ltd.)

· 논문 번호 : 20081128-16S

· 수정완료일자 : 2009년 2월 12일

관없이 우수한 성능의 안테나를 요구하고 있다.

지상파 방송에 사용되는 TDMB(180~210 MHz)의 주파수 파장(wavelength)은 약 1.5 m이며, 모노폴 안테나로 제작할 시에는 대략 35 cm의 길이를 가지므로 소형 단말기에 장착하기에 적합하지 않다. 따라서 단말기에 장착이 가능한 소형화된 안테나가 요구된다. 제안된 안테나는 TDMB를 내장한 안테나를 포함하여 상용 서비스 밴드인 KPCS(1,750~1,870 MHz)대역의 안테나를 추가하여 단말기의 제작 비용 절감 및 내부 공간 활용을 최대화한 안테나를 한다. 제안된 안테나는 45×8×8 mm(약 2.8 cc) 크기를 가지며, TDMB와 KPCS 대역을 만족시키는 다중 대역의 안테나를 제작하였고, 그 특성을 확인하였다.

II. 안테나 설계

서로 다른 대역의 안테나를 하나의 안테나에 구현하는데 있어서 중요한 것은 상호 서비스 주파수 간의 이격도이다. 맴돌이를 이용한 내장형 TDMB 안테나의 경우, 부족한 공진 길이 보상을 위해 100 nH 이상의 큰 인덕터를 사용한다. 이 때 큰 값의 인덕터는 KPCS 대역에서는 높은 임피던스로 동작하게 되며, 그로 인해 KPCS 대역의 신호는 차단된다. 또한 TDMB 안테나는 KPCS 안테나에서 바라볼 때 기생 소자로 동작하게 되므로 서로간의 이격 특성이 우수하다.

2-1 TDMB 안테나의 설계 및 시뮬레이션

제안된 내장형 TDMB 안테나는 그림 2와 같이 각 셀 간의 전류 흐름을 최대화 시킨 다중 맴돌이 구조

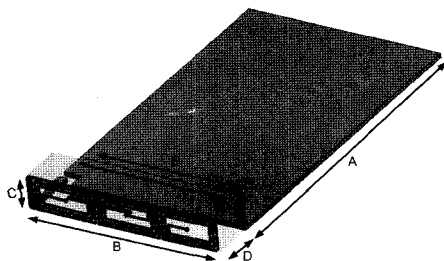


그림 1. 제안된 TDMB, KPCS 내장형 안테나의 구조
Fig. 1. Structure of the TDMB, KPCS dual-band antenna.

표 1. 제안된 안테나의 설계 파라미터

Table 1. Design parameter of the proposed antenna.

기 호	수 치(mm)
A	750
B	45
C	8
D	8
E	36.8

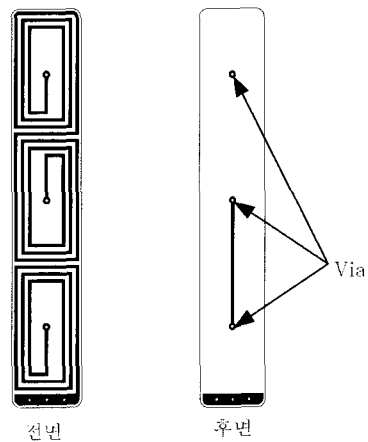


그림 2. 제안된 spiral TDMB 안테나의 PCB 구조
Fig. 2. PCB structure of spiral TDMB antenna.

의 안테나를 이용하여 설계하였으며^{[3],[4]}, $\epsilon_r=2.14$, 두께=0.8 mm의 유전체 기판에 설계하였다.

그림 3과 그림 4는 설계된 안테나의 S_{11} 특성과 전류 분포의 시뮬레이션 특성을 나타낸다.

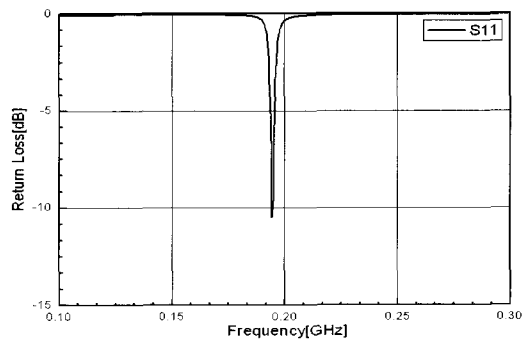


그림 3. TDMB 안테나의 S_{11} 특성
Fig. 3. Simulated result on return loss of TDMB antenna.

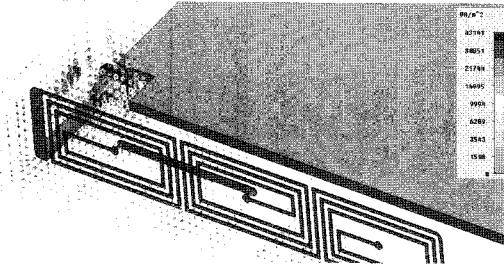


그림 4. TDMB 안테나의 전류 분포 특성
Fig. 4. Simulated result on current distribution of TDMB antenna.

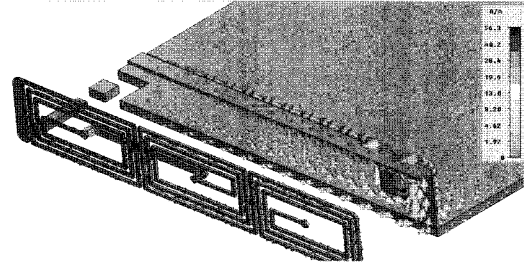


그림 6. KPCS 안테나의 전류 분포 특성
Fig. 6. Simulated result on KPCS antenna current distribution.

2-2 KPCS 안테나의 설계 및 시뮬레이션

KPCS 안테나는 일반적으로 내장형 안테나에 많이 쓰이는 PIFA(Planer Inverted F-Type Antenna)를 사용하여 구현하였다(그림 1). 그림 5와 그림 6은 설계된 안테나의 S_{11} 특성과 전류 분포의 시뮬레이션 특성을 나타낸다. 그림 1에서 E는 KPCS 안테나의 공진 길이를 결정하는 방사체 부분이며, PIFA 안테나의 short pin의 크기를 조절하여 안테나의 Q값 및 안테나의 대역폭을 조절할 수 있다.

III. 안테나 제작 및 측정

3-1 안테나 제작

그림 7은 위의 설계를 바탕으로 실제 제작된 안테나의 모습이다. TDMB의 매칭 값은 Series 220 nH의 인덕터를 사용하였으며, Q값을 높이기 위해 권선형 인덕터를 사용하였다.

KPCS 대역의 안테나는 PIFA 타입의 구조로 간단

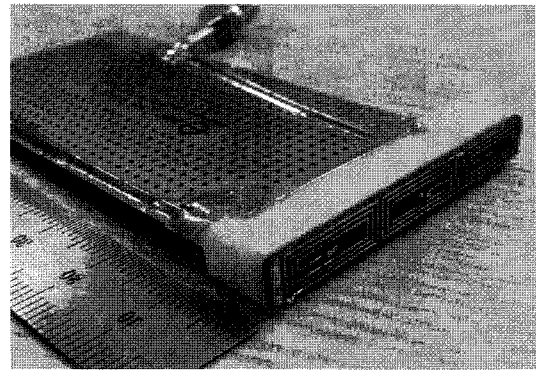


그림 7. 제작된 TDMB, KPCS 이중 대역 안테나
Fig. 7. Implemented TDMB, KPCS dual-band antenna.

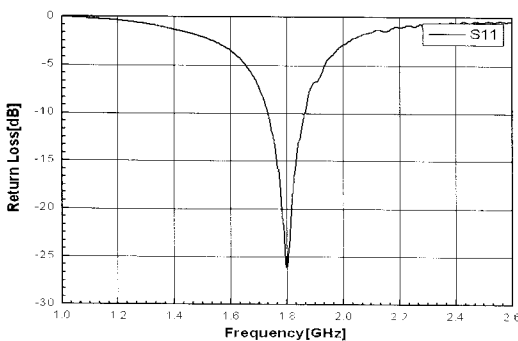


그림 5. KPCS 안테나의 S_{11} 특성
Fig. 5. Simulated result on the KPCS antenna return loss.

히 구현이 가능하다. 하지만 TDMB 안테나에서 반사되어 돌아오는 기생 공진으로 인해 KPCS 안테나에서 기생 공진이 발생하게 되며 이로 인해 KPCS 안테나의 효율이 떨어진다. 이러한 문제를 해결하기 위해 TDMB 안테나에서 각 셀에 인덕터를 추가하여 KPCS에서의 기생 공진이 일어나지 않도록 하였다. 인덕터를 추가하게 되면, TDMB 안테나는 RF적으로 연결되어 있는 것으로 보이며, KPCS 안테나에서는 높은 임피던스 성분을 가지게 되어 고차 모드 공진이

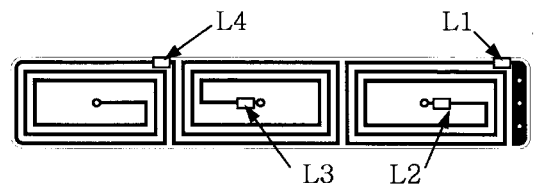


그림 8. TDMB 안테나에 추가된 인덕터
Fig. 8. Additional inductor on TDMB radiator.

차단되는 효과를 가진다. 또한, 각각의 인덕터 값을 조정하면 KPCS 대역에서 발생하는 기생 공진의 공진 위치를 이동시킬 수 있다. 그림 8은 TDMB 안테나의 각 셀에 추가된 인덕터의 위치를 나타낸 그림이며, 표 2는 기생 공진을 차단하기 위한 각각의 인덕터 값을 나타내었다.

3-2 특성 시험

그림 9와 그림 10은 실제 제작된 안테나의 TDMB와 KPCS 안테나의 S_{11} 특성이다.

그림 11과 그림 12는 전자파 무방향실¹⁾에서 측정된 TDMB 안테나의 이득 특성을 나타낸다. TDMB 대역에서 중심주파수 195 MHz 에서는 약 -6 dBi의 이득을 가지고, 대역의 양 끝단에서는 약 -14 dBi의 이득을 가진다. 그림 11에서 KPCS 안테나를 제거하여 측정하였을 경우 TDMB 안테나의 이득이 향상됨을 알 수 있다.

그림 12는 제작된 KPCS 안테나의 이득 특성이며,

표 2. TDMB 안테나에 추가된 인덕터 값
Table 2. Additional inductor value of TDMB radiator.

기 호	값(nH)
L1	33
L2	27
L3	10
L4	10

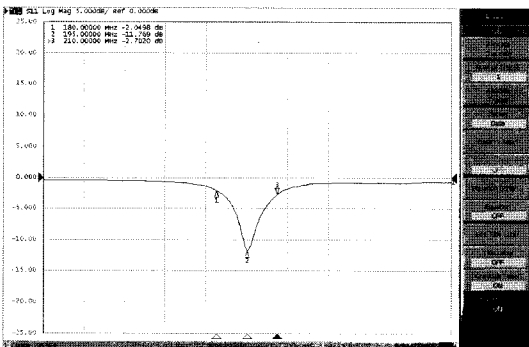


그림 9. 제작된 안테나의 TDMB S_{11} 특성
Fig. 9. Measured return loss of TDMB S_{11} antenna.

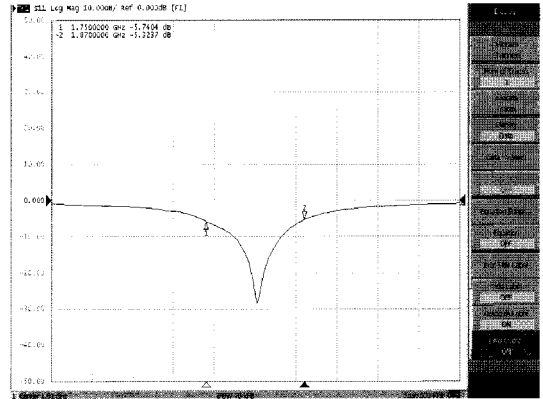


그림 10. 제작된 안테나의 KPCS S_{11} 특성
Fig. 10. Measured result return loss of KPCS S_{11} antenna.

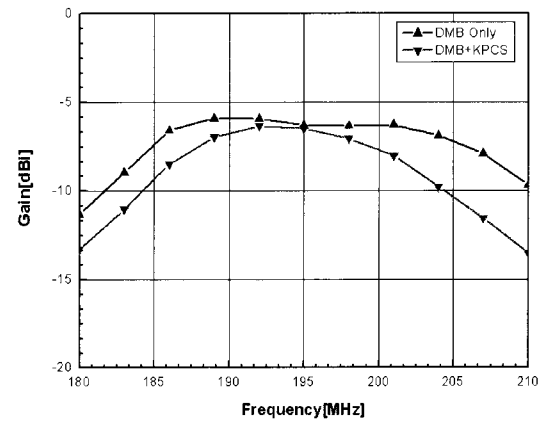


그림 11. 제작된 안테나의 TDMB 이득 특성
Fig. 11. Measured average antenna gain of TDMB antenna.

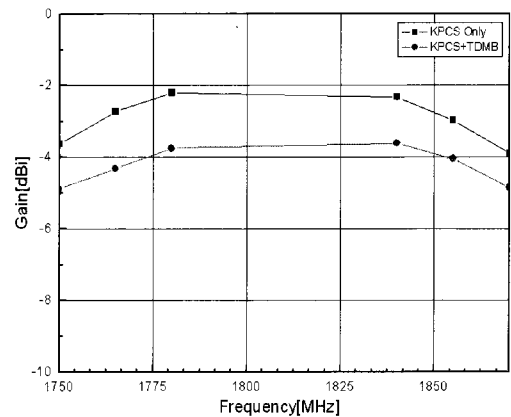


그림 12. 제작된 안테나의 KPCS 이득 특성
Fig. 12. Measured average gain of KPCS antenna.

1) (주)EMW소재 10×7×7(L×W×H) www.emw.co.kr

IV. 결 론

본 논문에서는 TDMB 안테나와 KPCS 안테나를 하나의 안테나에 결합하여 휴대폰에 내장하기 적합한 크기의 안테나를 제안하였다. 제안된 안테나는 단말기의 내부 활용도를 늘린 안테나로써, TDMB 안테나의 경우 $-6 \sim -14$ dBi, KPCS 안테나는 $-3.5 \sim -5$ dBi의 이득 특성을 나타내었다. 현재 TDMB 단말기의 경우, 접이식 다단 안테나와 액세서리 형태의 외장형 안테나가 주로 이용되고 있으나, 제안된 내장형 안테나를 이용하여 방송 시청이 가능할 것으로 예상된다. 향후 KPCS 대역보다 낮은 주파수 대역의 안테나 또는 다양한 서비스를 포함한 다중 대역의 안테나와 결합된 구조의 안테나의 개발이 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] Warren L. Stutzman, Gary A. Thiele, *Antenna Theory and Design*, Wiley, pp. 82-83, 1998.
- [2] A. Henderson, K. Hiresawa, and J. R. James, *Small Antennas*, New York, John Wily and Sons, Research Studies Press, 1987.
- [3] 홍용의, 이치우, 양묘근, 김기호, 성원모, "PCB를 이용한 T-DMB(Band III)/DAB(L-Band)/Wibro 삼중대역안테나", 한국전자과학회논문지, 18(2), pp. 227-232, 2007년 2월.
- [4] 전홍표, 서지훈, 양택진, 김정표, 성원모, "휴대폰 단말기용 T DMB 내장형 안테나 설계", 한국전자과학회, 2005년 추계 마이크로파 및 전파 학술대회, 28(2), Sep. 2005.
- [5] Won-no Seong, Gi-ho Kim, Hong-Pyo Chun, Ha-Sun Na, Seong-Bin Lim, and Hak-Keun Choi, "Design of a terrestrial DMB internal antenna for mobile phone handset", *ITC-CSCC2006*, Jul. 2006.

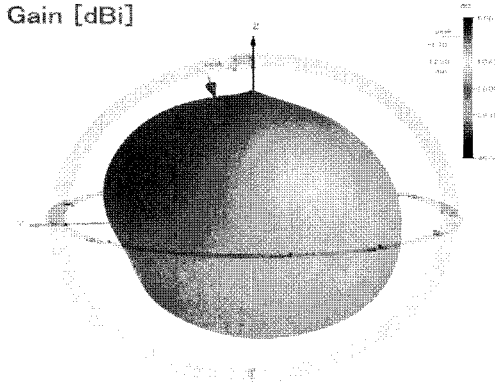


그림 13. 제작된 안테나의 TDMB 3D 방사 패턴
Fig. 13. Measured TDMB antenna 3D radiation pattern.

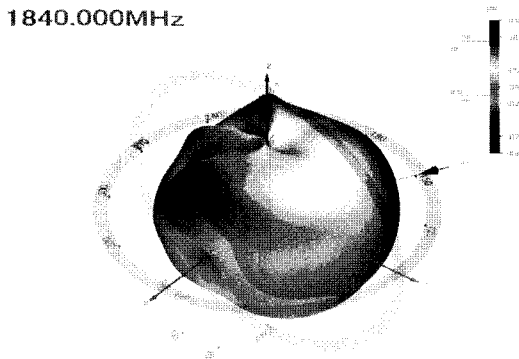


그림 14. 제작된 안테나의 KPCS 3D 방사 패턴
Fig. 14. Measured KPSC antenna 3D radiation pattern.

TDMB 안테나가 있는 경우, 안테나의 이득이 감소하며, 제작된 안테나는 $-3.5 \sim 5$ dBi의 이득을 가진다.

그림 13과 그림 14는 제작된 안테나의 3D 방사 패턴 특성을 측정된 그림이다.

박 준 한



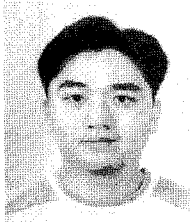
2002년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학사)
2004년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학석사)
2005년 12월~현재: (주)EMW 안테나 선임연구원
[주 관심분야] 안테나 및 전파전파

양 묘 근



1995년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학사)
1997년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학석사)
2000년 2월~현재: (주)EMW 안테나 수석연구원
[주 관심분야] 소형안테나

이 치 우



2001년 2월: 경문대학교 전자공학과 (공학사)
2000년 11월~현재: (주)EMW 안테나 책임연구원
[주 관심분야] 안테나 및 전파전파, 소형안테나

성 원 모



1995년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학사)
1997년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학석사)
2007년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학박사)
1998년 6월~현재: (주)EMW 안테나 연구소장

[주 관심분야] 안테나 설계 및 해석