

# IMT-2000 / 5.7GHz 무선 LAN용 이중공진 안테나의 설계 및 구현

°김 창 일\*, 김 주 성\*, 공 성 신\*, 양 운 근\*

\* 인천대학교 공과대학 전자공학과

전화: (032) 770-8447 / 팩스: (032) 764-2371

## Design and Implementation of Dual Band Antenna for IMT-2000 and 5.7GHz Wireless Local Area Network

°Chang Il Kim\*, Joo Sung Kim\*, Sung Shin Kong\*, Woon Geun Yang\*

\* Dept. of Electronics Eng., University of Incheon, Incheon, 402-749, Korea

E-mail : pranchi@incheon.ac.kr

### Abstract

In this paper, we designed and implemented the dual band antenna for IMT-2000 and 5.7GHz WLAN(Wireless Local Area Network). The antenna was designed by using 3D simulations program, HFSS(High Frequency Structure Simulator). The electrical characteristics were measured by using IIP 8720C network analyzer and measured maximum  $S_{11}$  was -25dB, and maximum VSWR(Voltage Standing Wave Ratio) was 1.26 for all frequency bands of interests in IMT-2000 and 5.7GHz WLAN. Simulation results for antenna gain at 2GHz and 5.7GHz were 1.31dBi and 4.1dBi with omni directional radiation pattern. Implemented antenna is compact sized and can be produced in low cost enough for commercialization.

Key words : Dual Band, IMT-2000, WLAN.

### I. 서 론

IMT 2000(International Mobile Telecommunication 2000)은 시간과 장소에 구애받지 않고 음성통화는 물론 영상, 데이터 등 멀티미디어 통신 서비스를 초고속으로 제공하는 차세대 이동통신 서비스를 말한다[1].

무선 LAN(Local Area Network)은 초고속 통신과 IP 기반의 멀티미디어 콘텐츠의 발달로 보다 편리하고, 보다 빠른 정보의 활용을 사용자들은 요구하고 있다[2].

무선은 '언제', '어디서' 에 관계없이 인터넷을 이용할 수 있는 중요한 통신의 매개체이다. 특히, 5.7GHz 대역은 기존 2.4GHz 대역보다 넓은 대역폭과 고속의 서비스를 제공할 수 있어, 차세대 무선 인터넷기술로 대두되고 있다.

이렇게 부각되는 무선 서비스의 발전 흐름을 살펴보면 결국에는 모든 서비스의 통합으로 서로 다른 서비스간 호환문제가 나타나게 되며 다른 서비스 영역에서도 사용할 수 있는 안테나의 개발 필요성은 필수 불가결한 요소이다.

통신 서비스에 이용되는 개인 단말기는 소형화, 다기

능화, 경량화 되고 있는 추세이다. 또한 여러 가지 복합 기능을 가진 단말기들이 만들어지고 있음으로 하여 안테나도 여러 대역을 하나의 안테나로 지원하여야 할 필요성이 점점 커지고 있다. 여러 가지 형태의 안테나들에 대한 다양한 제안들이 있어 왔으며[3,4], 하나의 기기가 여러 주파수 대역을 담당하기 위해 이중공진 형태가 연구되어 많은 경우 이중공진을 지원하는 안테나를 채택하고 있다.

본 논문에서는 기존 연구결과와 안테나 형태로서 전산 모의실험용 소프트웨어를 이용하여 주파수를 조정할 안테나를 설계, 제작한다. 단말에 장착이 용이하며 제작이 간편한 프린트형 모노폴 형태로 IMT-2000과 5.7GHz 무선 LAN 서비스에 사용될 수 있는 이중공진 안테나를 설계, 제작 및 측정한다.

2장에서 이중공진 안테나의 설계 방법과 구조에 대해 알아보고, 3장에서는 전산모의실험 및 실제 구현된 안테나의 측정 결과를 분석하며 4장에서 결론을 맺는다.

## II. 이중공진 안테나

### A. 이중공진 안테나의 설계이론

이중공진 안테나의 설계 방법을 살펴보면 광대역 안테나의 설계이론에서 출발한다. 이들의 설계특성은 보통 물리적으로 급격한 크기 변화를 강조하지 않는 구조이며, 경계 표면이 매끄러운 재료를 이용한다[5, 6].

이중공진 안테나의 설계방법은 이러한 광대역 안테나의 설계방법을 바탕으로 서로 다른 크기의 2개의 소자를 사용하여 원하는 두 가지의 대역에 공진하는 특성을 갖도록 하는 것이다.

또 다른 이중공진 안테나의 설계방법은 안테나 전체 구조에 의해 낮은 주파수에서 공진하며, 안테나의 특정 일부분에 의해 높은 주파수에서 공진하여 이중공진의 특성을 갖도록 하는 설계방법이다[7].

본 논문에서는 이중공진 안테나의 첫 번째 설계방법을 적용하고, 생산이 용이하게 프린트형태로 구현한다. 그림 1은 두 개의 공진 소자를 이용하여 구성된 이중공진 안테나의 구조이다.

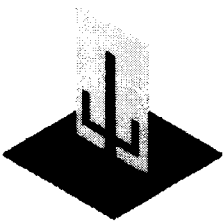


그림 1. 이중공진 안테나의 구조

### B. 이중공진 안테나 설계

2GHz와 5.7GHz 대역을 커버하여 IMT-2000 단말기와 5.7GHz 무선 LAN 단말에 내장 및 부착 가능하도록 산(山)모양의 프린트형 이중공진 안테나를 설계하였다. 산(山)모양 프린트형 안테나는 대역폭의 광대역 특성에 핵심이 되는 대수주기 이론을 바탕으로 제작하였다.

대수주기 이론의 상측 주파수 결정과 하측 주파수 결정공식을 응용하여 두 개의 공진 소자의 거리를 결정하였으며, 원하는 이중공진 대역을 계산하여 파라미터를 설정하였다.

제안하는 안테나는 낮은 주파수 대역을 커버하는 중앙의 프린트 다이폴( $L_1$ )과 높은 주파수 대역을 커버하는 다이폴( $L_2$ )이  $L_1$ 을 축으로 양옆에 배치되어 있다. 각 소자는 낮은 주파수( $L_1=2\text{GHz}$ 의  $\lambda/4$ )와 높은 주파수( $L_2+L_3=5.775\text{GHz}$ 의  $\lambda/4$ )에서 각각 원하는 공진 주파수의  $\lambda/4$ 의 길이를 높이로 하며 중심소자와 양옆 소자간의 간격은 대략 높은 주파수의  $\lambda/4$ 와 같다.

그림 2는 이중공진 안테나의 파라미터 구성이다. 공진 소자( $L_1$ )의 길이는 IMT-2000 대역의 송신과 수신 중심 주파수로 2GHz의  $\lambda/4$ 로 높이 37.5mm, 폭 5mm로 구성되어 있으며, 양옆의 공진 소자( $L_2$ )의 길이는 5.725GHz에서 5.825

GHz의 중심 주파수인 5.775GHz의  $\lambda/4$ 로 높이 12mm, 소자길이 8.2mm, 소자간 거리 6.9mm로 두께 1mm, 유전율 4.6의 에폭시 기판에 프린트 형태로 구성하였다.

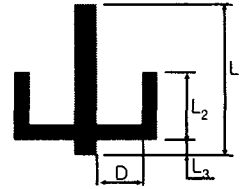


그림 2. 이중공진 안테나의 파라미터 구성.

이렇게 구성된 이중공진 안테나는 낮은 주파수 대역에서는 양호한 전기적 특성과 복사특성을 나타내지만 높은 주파수에서의 안테나의 성능은 양쪽 소자의 높이에 많은 영향을 받는다. 이에 높이를 조정하여 양호한 특성을 찾아 설계하였다.

그림 3은 높은 주파수의 공진 소자인  $L_2$ 의 접지면과의 거리( $L_3$ )에 따른 안테나의 전기적 특성 변화를 나타내고 있다. 접지면과 거리가 가까워 질수록 커패시턴스가 증가하여 높은 주파수의 특성이 낮은쪽으로 이동하는 것을 확인할 수 있다.

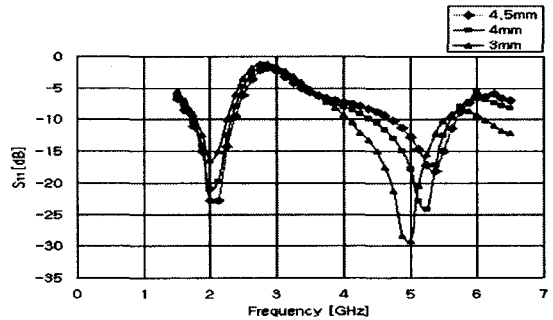


그림 3.  $L_2$ 의 접지면과의 거리( $L_3$ )에 따른 안테나 특성 변화.

( $L_1=18\text{mm}$ ,  $L_2=8.2\text{mm}$ , 소자간 거리=6.9mm)

표 1.  $L_2$ 의 접지면과의 거리( $L_3$ )에 따른 안테나 특성 변화.

( $L_1=18\text{mm}$ ,  $L_2=8.2\text{mm}$ , 소자간 거리=6.9mm)

접지면과의 거리 ( $L_3$ , mm)	공진 주파수 (GHz)	$S_{11, \text{Min}}$ (dB)
3.0	5.000	-29.232
4.0	5.250	-24.158
4.5	5.375	-18.042

## III. 전산모의실험 및 측정 결과

제안된 안테나는 IMT-2000과 5.7GHz 무선 LAN을 모두 커버할 수 있는 이중공진 안테나로 단말기에 적용하기 위하여 안테나 전체 높이를 31.70mm, 폭 20.71mm, 접지면과의 거리 4mm로 두께 1mm의 유전율 4.6의 에폭시 기판에 인쇄한 구조로 설계하였다.

안테나의 전산모의실험은 Ansoft의 FEM(Finite Element Method)방식 시뮬레이션 프로그램인 HFSS로 하였으며, HP 8720C 네트워크 분석기로 구현된 안테나를 측정하였다.

A. 전산모의실험

그림 4는 안테나의 설계도면으로, IMT-2000과 5.7GHz 무선 LAN에 적용하기 위하여 파라미터 분석에 의한 최적화된 구조이다.

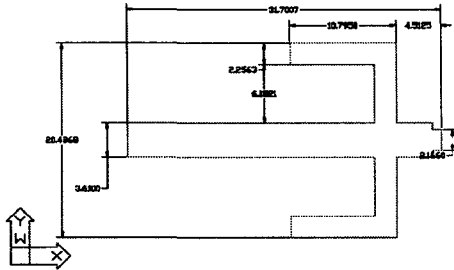
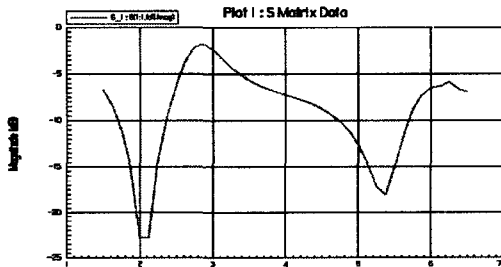
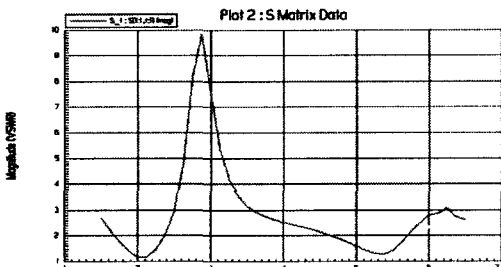


그림 4. 이중공진 안테나 도면.

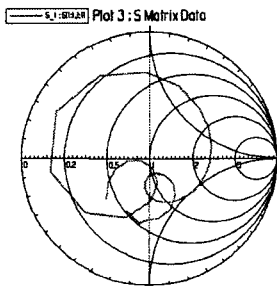
그림 5는 이중공진 안테나의 전기적 특성에 대한 분석이다. 시뮬레이션 결과 IMT-2000의 대역에서는 VSWR 1.5이하이고, 5.7GHz 무선 LAN의 적용 대역에서는 VSWR 2.0이하로 양쪽 모두 비교적 양호한 특성을 나타내었다.



(a)



(b)

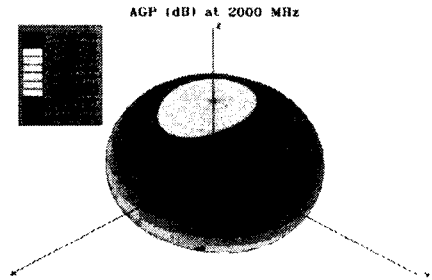


(c)

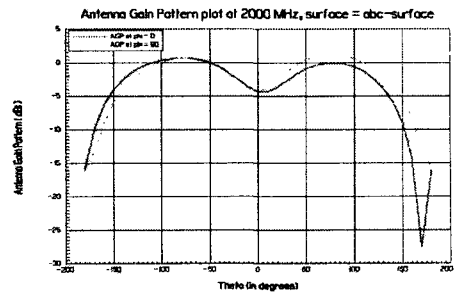
그림 5. 이중공진 안테나의 전기적 특성.  
(a)  $S_{11}$ , (b) VSWR, (c) 임피던스 궤적.

무선 환경에서 이동 단말기의 안테나 패턴 특성은 등방성 이어야 하는데, 시뮬레이션 결과 안테나의 방사패턴은 두가지 서비스 대역에서 거의 등방성의 형태로 양호하게 나타났으며 이득은 2GHz에서 1.36dBi이며 5.7GHz에서 4.1dBi로 나타났다.

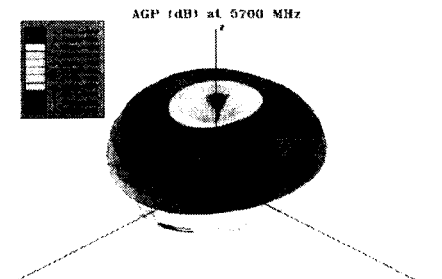
그림 6은 안테나의 방사패턴 및 이득을 나타낸다.



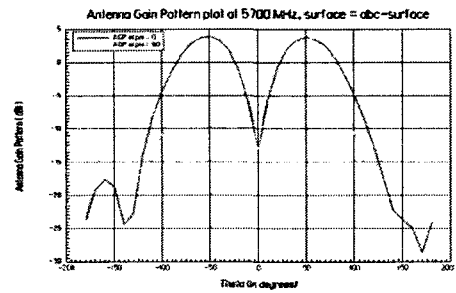
(a)



(b)



(c)



(c)

그림 6. 이중공진 안테나의 방사패턴.

- (a) 3D plot (IMT-2000),
- (b) 2D polar(IMT 2000),
- (c) 3D plot (5.7GHz WLAN),
- (d) 2D polar(5.7GHz WLAN).

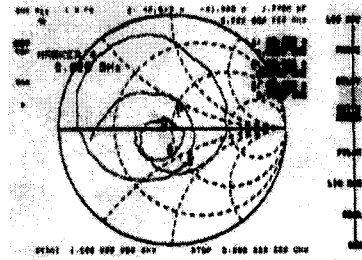
B. 측정결과

전산모의실험 결과를 토대로 구현한 이중공진 안테나를 HP8720C 네트워크 분석기로 측정하였다. 그림 7은 제작된 안테나를 측정하여 보다 양호한 결과를 갖도록 튜닝한 이중공진 안테나의 샘플 사진이다.



그림 7. 제작된 이중공진 안테나.

그림 8은 구현된 이중공진 안테나의 측정결과를 나타내고 있다.  $S_{11}$ 은 IMT-2000의 2GHz 대역에서 최소 -14dB, 무선 LAN의 5.7GHz 대역에서 최소 -25dB로 양호한 특성을 나타내었고, 임피던스 궤적 또한  $50\Omega$  근처로 매칭이 되는 것을 확인할 수 있다.



(c)

그림 8. 이중공진 안테나의 측정결과.

(a)  $S_{11}$ , (b) VSWR, (c) 임피던스 궤적.

IV. 결 론

본 논문에서는 IMT 2000과 5.7GHz 무선 LAN에 적용 가능하도록 이중공진 안테나를 단말기에 장착 가능한 형태로 안테나를 설계 및 구현하였다.

제안된 안테나는 전산모의실험 결과 IMT-2000의 2GHz 대역에서 이득이 1.36dBi, 무선 LAN의 5.7GHz에서 4.1dBi 이고 전파면상에 거의 등방성에 유사한 복사패턴을 보이며, 측정된 VSWR은 전체 대역에서 1.8 이하로 양호한 특성을 보였다.

제안된 안테나는 프린트 형태로 구성되어 있으며 양호한 복사패턴과 구조적으로 소형이라는 관점에서 무선 서비스에 많이 활용될 것으로 기대된다.

V. 참고 문헌

- [1] 김현욱, 김연규, 이성범, 이명성, *IMT-2000 이동통신의 원리*, 진한도서, 2001.
- [2] Jim Geier, *Wireless LANs*, Sams, 2002.
- [3] Lal Chand Godara, *Handbook of Antennas in Wireless Communications*, CRC Press, 2002.
- [4] Kyohei Fujimoto and James R. James, *Mobile Antenna Systems Handbook*, Artech House, 2001.
- [5] Warren L. Stuzman, Gary A. Thiele, *Antenna Theory and Design*, pp.225-272, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1997.
- [6] Paul E. Mayes, *Frequency-Independent Antennas, Chapter 9 in Antenna Handbook: Volume 2*, Van Nostrand Reinhold, 1988.
- [7] Woon Geun Yang, Kyu Ho Lee, Joo Sung Kim, Seong Min Kim, "Design and Implementation of Dual Band Antenna for Access Point of Wireless LAN," *North-east Asia IT Symposium 2002*, pp.423-426, January 2002.

This work was supported in part by Radio & Broadcasting Technology Laboratory, Electronics and Telecommunications Research Institute(ETRI).