

2.4/5 GHz 무선 LAN 액세스 포인트용 이중 공진 판형 안테나 설계 및 구현

Design and Implementation of 2.4/5 GHz Dual-Band Plate Type Antenna for Access Point of Wireless LAN

이원규 · 손지명 · 한준희 · 양운근

Won Kew Lee · Ji Myoung Son · Jun Hee Han · Woon Geun Yang

요 약

본 논문에서는 2.4/5 GHz 이중 대역의 무선 LAN(Local Area Network) 액세스 포인트용으로 크기가 작고 가벼운 이중 공진 안테나를 제안한다. 무선 LAN용 안테나는 전방향성의 방사 패턴 특성을 보여야 한다. 먼저, 제안된 이중 공진 안테나는 전방향성의 방사 패턴을 얻기 위하여 중심에 직교 역삼각형 소자와 네 개의 공진 소자를 사방으로 위치시켰다. 또한, 중심에 직교 역삼각형 소자를 사용한 구조에서 제작이 용이하고 크기가 작은 안테나를 구성하기 위하여 중심 소자를 판형으로 변경하였다. 제안된 이중 공진 판형 안테나의 S_{11} 측정 결과 사용 주파수 대역에서 -12.8 dB 이하의 특성을 보였다. 이득 측정 결과 2.44 GHz에서 3.17 dBi, 5.77 GHz에서 5.38 dBi의 최대 이득을 나타내었으며 전방향성의 방사 패턴 특성을 보였다. 구현된 안테나는 무선 LAN의 액세스 포인트에 적용 가능한 성능을 나타내었다.

Abstract

In this paper, we present a small-sized and light weighted dual-band antenna for an access point of 2.4/5 GHz dual-band WLAN(Wireless Local Area Network). The antenna for WLAN should show the characteristic of omni-directional radiation pattern. First, to obtain the omni-directional radiation pattern the proposed dual-band antenna has an orthogonal inverted triangular type element at the center and locates four resonating elements symmetrically around it. Also, for the purpose of easy manufacturing and miniaturization of the antenna, we changed the central element which had the orthogonal inverted triangular type structure into the plate type. Measured S_{11} for the proposed dual-band plate type antenna showed characteristic which was less than -12.8 dB for WLAN frequency bands. Measured results for the maximum gain showed 3.17 dBi at 2.44 GHz, 5.38 dBi at 5.77 GHz with omni-directional radiation pattern. The implemented antennas showed applicable performances for the access point of WLAN.

Key words : Dual-Band Antenna, Access Point, WLAN(Wireless Local Area Network)

I. 서 론

정보 통신 기술의 발달에 따라 통신, 방송, 교통, 특히 개인 휴대 통신 분야에서 전파의 이용이 급증하고 있다. 이와 더불어 네트워크 분야에서도 이동

성과 무선화는 이제 필수적 요소로 자리 잡고 있다. 유지 및 보수의 어려움 등, 기존 유선 LAN(Local Area Network) 설비의 단점을 보완하기 위하여 1994년에 도입된 무선 LAN은 초기 투자 비용이 많이 들고 전송 속도가 너무 낮아 크게 각광을 받지 못

인천대학교 전자공학과(Department of Electronics Engineering, University of Incheon)

· 논문 번호 : 20060210-006

· 수정완료일자 : 2006년 5월 19일

했다^[1].

하지만, 최근 휴대용 컴퓨터, 휴대폰, PDA(Personal Digital Assistant) 등의 보급이 확산됨에 따라 이들을 장소에 상관없이 컴퓨터 망에 연결시키는 수단으로 무선 LAN의 필요성이 증대되고 있다^[2]. 무선 LAN은 기존의 유선 LAN의 기능을 포함하면서 네트워크 구축 시 케이블의 연결이 필요없다는 장점을 지니고 있다. 이러한 장점은 무선 LAN을 보다 편리하고 자유롭게 사용하게 하여 그 응용 범위를 확장시키고 있다^[3].

무선 LAN 규격 중 IEEE 802.11은 1990년대 무선 LAN 사업자들이 모여 결성한 그룹을 중심으로 하여 1997년에 표준안이 발표되었다^[4]. 현재 2.4 GHz 대역을 사용하는 IEEE 802.11b와 5 GHz 대역을 사용하는 IEEE 802.11a가 사용되고 있다. IEEE의 802.11b에서 정의되는 주파수 대역은 2.4 GHz~2.4835 GHz이며 802.11a에서 정의되는 대표적인 주파수 대역은 5.15 GHz~5.25 GHz, 5.25 GHz~5.35 GHz, 5.725 GHz~5.825 GHz이다. 각각의 시스템을 독립적으로 구성하는 데에는 각각의 주파수 대역에 맞추어진 안테나를 사용하면 될 것이다. 그러나 각각의 시스템을 집적화 하여 공용화하는 시점에서 2.4 GHz 대역과 5 GHz 대역에서 모두 적용 가능한 이중 공진 안테나의 개발은 필수적이라 할 수 있다.

본 논문에서는 무선 LAN의 2.4 GHz와 5 GHz 주파수 대역에 모두 적용 가능한 액세스 포인트용 이중 공진 안테나를 제안하며, 안테나를 판형으로 구성하여 제작이 용이하고 가벼운 액세스 포인트용 이중 공진 안테나의 전산 모의 실험 결과와 측정 결과를 분석한다.

2장에서 이중 공진 안테나의 구조를 살펴보고 3장에서는 제안된 안테나의 전산 모의 실험 결과와 측정 결과를 분석하며 4장에서 결론을 맺는다.

II. 이중 공진 안테나의 구조

일반적으로 선형 안테나는 체배 고조파에서 공진이 일어나는 특성이 있다. 그러나 원하는 주파수에서의 공진 특성을 얻기 위해서는 두 주파수에 상응하는 공진 소자가 필요하다. 이러한 조건을 만족시키면서 이중 공진 안테나를 설계하는 방법에는

여러 가지가 있게 된다. 그 중 하나는 안테나의 전체 구조에 의해 낮은 주파수에서 공진하며, 안테나의 특정 일부분에 의해 높은 주파수에서 공진하여 이중 공진 특성을 갖도록 하는 설계 방법이고, 또 다른 방법으로는 서로 다른 크기의 2개의 소자를 사용하여 원하는 두 가지의 대역에 공진하는 특성을 갖도록 하는 것이다^{[5][6]}.

본 논문에서 제안하는 안테나는 무선 LAN 액세스 포인트용 이중 공진 안테나^[7]에서 제안된 기본 구조를 가진 안테나를 변형한 것이다. 기본 구조를 가진 안테나는 안테나의 전체적인 길이가 $\lambda/4$ 보다 약간 작고 바깥쪽에 대칭적으로 위치하고 있는 공진 소자들의 길이 역시 높은 대역의 $\lambda/4$ 의 길이를 갖는다. 본 논문에서 제안한 판형 안테나의 경우 높은 주파수에서 동작하는 소자의 길이를 높은 대역의 $\lambda/4$ 보다 길게 하고 중앙에 위치한 판형 소자의 위쪽 폭을 넓혀 기본 구조를 가진 안테나의 중앙에 위치한 모노폴 소자보다 전체적인 크기를 줄일 수 있다.

2-1 제안된 이중 공진 직교 역삼각형 안테나

그림 1은 제안된 이중 공진 직교 역삼각형 안테나의 구조를 나타내고 있다. 기본 개념은 두 종류의 서로 다른 크기의 공진 소자를 사용하는 것이다. 제안된 안테나는 높은 주파수에서 공진 특성을 가지

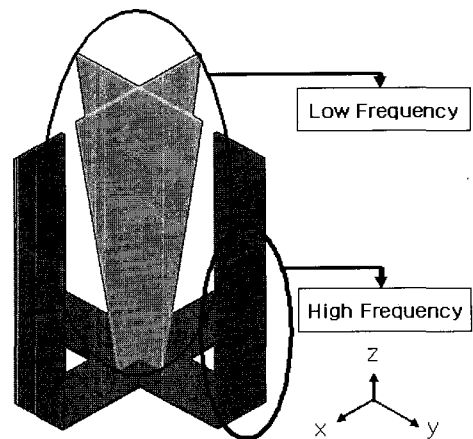


그림 1. 제안된 이중 공진 직교 역삼각형 안테나의 구조

Fig. 1. Structure of the proposed dual-band orthogonal inverted triangular antenna.

는 네 개의 대칭 구조로 구성된 공진 소자와 중심부에 낮은 주파수 대역에서 공진 특성을 가지는 직교 역삼각형 모양의 공진 소자로 구성되어 있다. 네 개의 공진 소자를 사방으로 위치시켜 전방향성의 방사 패턴을 유도하였다. 또한, 전산 모의 실험을 통하여 제안된 안테나의 크기를 2.4 GHz와 5 GHz 대역에 적용되도록 설정하였다.

표 1은 무선 LAN에 적용된 그림 1의 안테나 크기를 나타내고 있다. 2.4 GHz 무선 LAN 대역에서 동작하는 공진 소자의 폭은 윗면(W_1) 12 mm, 아래면(W_2) 3.6 mm이며, 높이(L_1)는 21.7 mm이다. 5 GHz 무선 LAN 대역에서 동작을 유도하는 공진 소자의 폭(W_3)은 4.18 mm이고 길이(L_2)는 10.4 mm이며 소

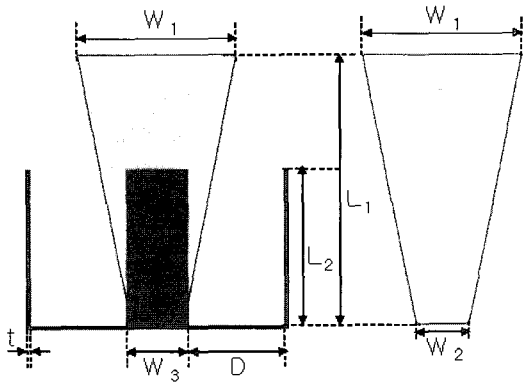


그림 2. 제안된 이중 공진 직교 역삼각형 안테나의 파라미터

Fig. 2. Parameters of the proposed dual-band orthogonal inverted triangular antenna.

표 1. 제안된 이중 공진 직교 역삼각형 안테나의 크기

Table 1. Sizes of the proposed dual-band orthogonal inverted triangular antenna.

Parameter	Length [mm]
L_1	21.7
L_2	10.4
W_1	12.0
W_2	3.6
W_3	4.18
D	7.0
t	0.3

자간 거리(D)는 7.0 mm다. 중심부에 2.44 GHz에서 동작하는 역삼각형 구조는 기존의 모노폴 구조에서 윗면을 넓힘으로서 $\lambda/4$ 길이에서 공진하는 모노폴 구조보다 길이를 줄일 수 있다.

2-2 제안된 이중 공진 판형 안테나

그림 3은 제안된 판형 안테나의 구조를 보여주고 있다. 안테나의 구성을 살펴보면 높은 주파수에서 공진 특성을 가지는 대칭 구조로 구성된 공진 소자와 중심부에 낮은 주파수 대역에서 동작하는 역삼각 판으로 구성되어 있다.

표 2는 그림 3의 이중 공진 판형 안테나 크기를 나타내고 있다. 2.4 GHz 무선 LAN 대역에서 동작하는 공진 소자 폭은 윗면(W_1) 12 mm, 아래면(W_2) 3.6 mm이며 높이(L_1)는 21.2 mm이다. 5 GHz 무선

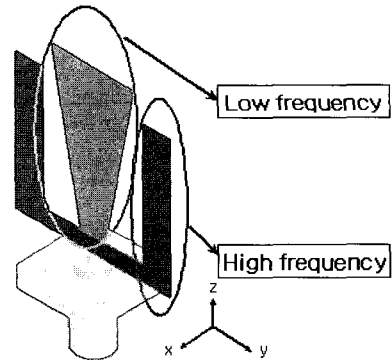


그림 3. 제안된 이중 공진 판형 안테나의 구조

Fig. 3. Structure of the proposed dual-band plate type antenna.

표 2. 제안된 이중 공진 판형 안테나의 크기

Table 2. Sizes of the proposed dual-band plate type antenna.

Parameter	Length [mm]
L_1	21.2
L_2	17.65
W_1	12.0
W_2	3.6
W_3	4.0
W_4	2.0
D	5.5

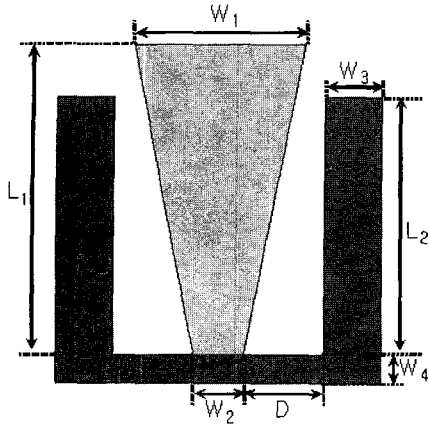


그림 4. 제안된 이중 공진 판형 안테나의 파라미터
Fig. 4. Parameters of the proposed dual-band plate type antenna.

LAN 대역에서 동작을 유도하는 공진 소자의 폭 (W_3)은 4 mm이고 길이(L_2)는 17.65 mm이며 소자간 거리(D)는 5.5 mm이다.

기본 구조의 안테나와 투고된 논문의 이중 공진 판형 안테나를 비교해 본 결과, 높이는 8.62 mm, 넓이는 0.48 mm 소형화 되었다. 기본 구조의 안테나의 경우 중심에 위치한 낮은 대역의 공진 소자와 바깥쪽의 높은 대역의 공진 소자와의 간격으로 공진 특성을 변화시키기 위해 직경 3.78 mm의 모노폴을 사용한 것과는 달리 본 논문에서는 판형으로 구성하였기 때문에 경량화가 실현된다.

III. 전산 모의 실험 및 측정 결과

3차원 전산 모의 실험 프로그램인 HFSS(High Frequency Structure Simulator)를 사용하여 안테나의 전기적 특성과 방사 패턴을 예상할 수 있었으며 구현된 안테나는 HP 8510C 네트워크 분석기와 far field measurement chamber를 사용하여 측정하였다.

3-1 제안된 이중 공진 직교 역삼각형 안테나

그림 5는 제안된 직교 역삼각형을 사용한 이중 공진 안테나의 제작된 샘플 사진이다. 낮은 주파수에서의 공진 소자와 높은 주파수에서 공진을 유도하는 소자 그리고 접지면으로 구성되어 있으며 SMA 커넥터를 사용하여 동축 급전 방식을 적용하였다.

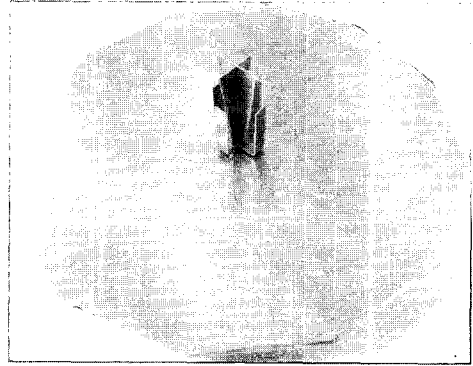


그림 5. 구현된 이중 공진 직교 역삼각형 안테나의 사진

Fig. 5. Photograph of the implemented dual-band orthogonal inverted triangular antenna.

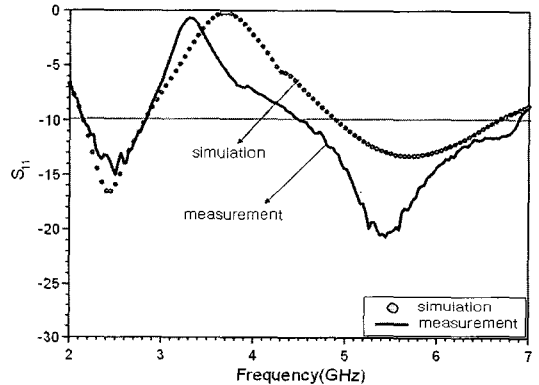


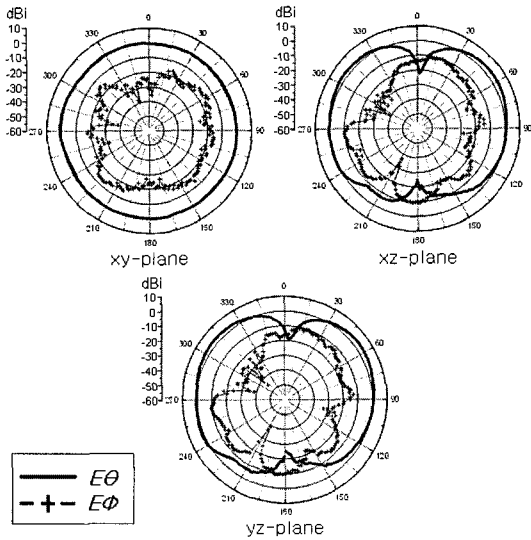
그림 6. 제안된 이중 공진 직교 역삼각형 안테나의 S_{11}

Fig. 6. S_{11} of the proposed dual-band orthogonal inverted triangular antenna.

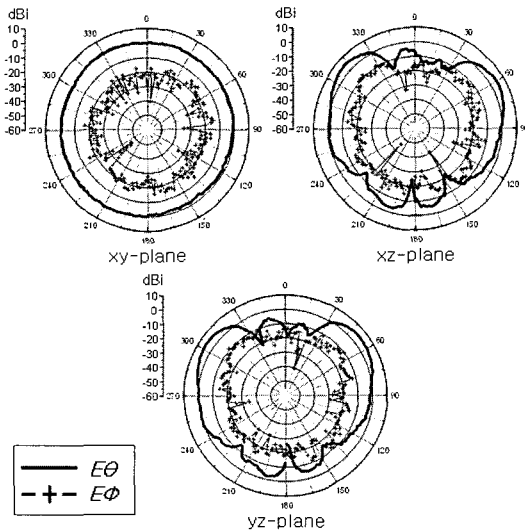
그림 6에 제작된 직교 역삼각형을 사용한 이중 공진 안테나의 전기적 특성인 S_{11} 을 전산 모의 실험한 결과와 측정 결과를 비교하여 나타내었다. 전산 모의 실험 결과, 낮은 주파수에서의 -10 dB 대역폭은 690 MHz(2.14 GHz~2.83 GHz)의 특성을 보였으며, 높은 주파수에서의 -10 dB 대역폭은 1,740 MHz(4.9 GHz~6.64 GHz)의 특성을 보였다. 측정 결과, 낮은 주파수에서의 -10 dB 대역폭과 높은 주파수에서의 -10 dB 대역폭은 전산 모의 실험과 유사한 특성인 690 MHz(2.14 GHz~2.83 GHz)와 2,380 MHz(4.50 GHz~6.88 GHz)의 특성을 보였다. 무선 LAN의 2.4 GHz와 5 GHz 사용 대역에서의 전산 모

의 실험 결과는 각각 -15.9 dB와 -11.6 dB 이하의 특성을 보였으며, 측정 결과 각각 -13.0 dB와 -16.0 dB 이하의 S_{11} 특성을 보였다.

그림 7은 측정된 방사 패턴을 보이고 있다. 안테나의 방사 패턴은 무선 LAN의 사용 대역 중 2.44



(a) 2.44 GHz에서의 방사 패턴
(a) Radiation patterns at 2.44 GHz



(b) 5.77 GHz에서의 방사 패턴
(b) Radiation patterns at 5.77 GHz

그림 7. 제안된 이중 공진 직교 역삼각형 안테나의 방사 패턴

Fig. 7. Radiation patterns of the proposed dual-band orthogonal inverted triangular type antenna.

GHz와 5.77 GHz에서 거의 등방성 형태로 양호한 특성을 보이고 있다. 측정 결과 2.44 GHz에서 3.46 dBi, 5.77 GHz에서 5.40 dBi의 최대 이득을 얻었다.

3-2 제안된 이중 공진 판형 안테나

그림 8은 제안된 이중 공진 직교 역삼각형 안테나에서 낮은 주파수의 공진 소자를 판형으로 교체한 이중 공진 판형 안테나의 제작된 샘플 사진이다. 낮은 주파수에서의 공진 소자와 높은 주파수에서 공진을 유도하는 소자 그리고 접지면으로 구성되어 있으며 SMA 커넥터를 사용하여 동축 급전 방식을 적용하였다.

그림 9에 제작된 이중 공진 판형 안테나의 전기적 특성인 S_{11} 을 전산 모의 실험한 결과와 측정 결

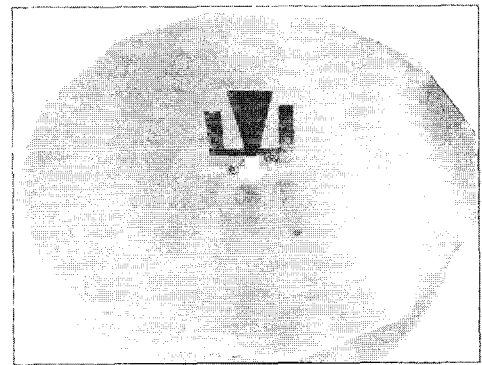


그림 8. 제안된 이중 공진 판형 안테나
Fig. 8. The proposed dual-band plate type antenna.

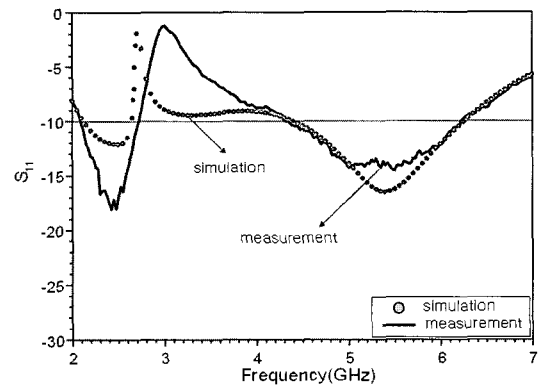


그림 9. 제안된 이중 공진 판형 안테나의 S_{11}
Fig. 9. S_{11} of the proposed dual-band plate type antenna.

과를 비교하여 나타내었다. 전산 모의 실험 결과, 낮은 주파수에서의 -10 dB 대역폭은 510 MHz(2.12 GHz ~ 2.63 GHz)의 특성을 보였으며, 높은 주파수에서의 -10 dB 대역폭은 1,860 MHz(4.41 GHz ~ 6.27 GHz)의 특성을 보였다. 측정 결과 낮은 주파수에서의 -10 dB 대역폭과 높은 주파수에서의 -10

dB 대역폭은 각각 630 MHz(2.09 GHz~2.72 GHz)와 1,920 MHz(4.30 GHz~6.22 GHz)의 특성을 보였다. 무선 LAN의 2.4 GHz와 5 GHz 사용 대역에서의 전산 모의 실험 결과는 각각 -12 dB와 -13.5 dB 이하의 특성을 보였으며, 측정 결과 각각 -17.1 dB와 -12.8 dB 이하의 S_{11} 특성을 보였다.

그림 10은 측정된 방사 패턴을 보이고 있다. 안테나의 방사 패턴은 무선 LAN의 사용 대역 중 2.44 GHz와 5.77 GHz에서 거의 등방성 형태로 양호한 특성을 보이고 있다. 측정 결과 2.44 GHz에서 3.17 dBi, 5.77 GHz에서 5.38 dBi의 최대 이득을 얻었다.

IV. 결 론

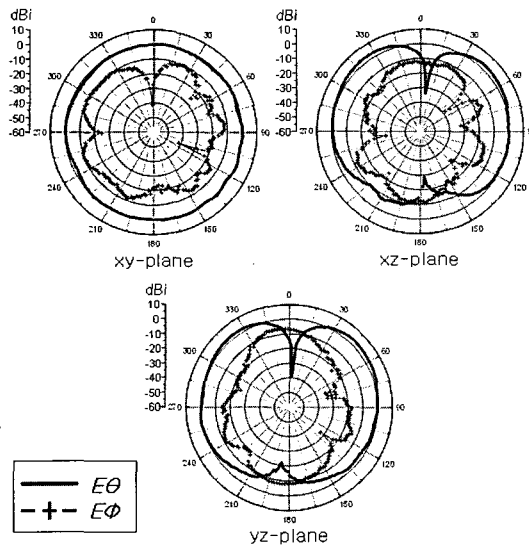
본 논문에서는 서로 다른 공진 주파수 특성을 갖는 두 개의 공진 소자를 결합하여 크기가 작고 가벼운 2.4 GHz와 5 GHz 대역의 무선 LAN 액세스 포인트용 이중 공진 안테나를 제안하였다. 또한 전방향성의 방사 패턴을 얻기 위하여 높은 주파수 대역에서 공진 소자를 대칭 구조로 위치시켰다.

제작된 안테나의 S_{11} 측정 결과 제안된 이중 공진 직교 역삼각형을 사용한 안테나는 2.4 GHz와 5 GHz 무선 LAN 대역에서 각각 -13.0 dB와 -16.0 dB 이하의 특성을 보였으며, 이중 공진 판형 안테나 각각 -17.1 dB와 -12.8 dB 이하의 특성을 보여 두 안테나의 전기적 특성 값인 S_{11} 은 유사함을 보였다. 또한, 두 개의 안테나의 이득 측정 결과 제안된 이중 공진 직교 역삼각형을 사용한 안테나는 2.44 GHz에서 3.46 dBi, 5.77 GHz에서 5.40 dBi의 최대 이득을 보였고, 이중 공진 판형 안테나는 2.44 GHz에서 3.17 dBi, 5.77 GHz에서 5.38 dBi의 최대 이득을 보여 두 안테나의 이득도 유사한 특성을 내었다. 방사 패턴 또한 무선 환경에 적용 가능한 결과를 나타내었다.

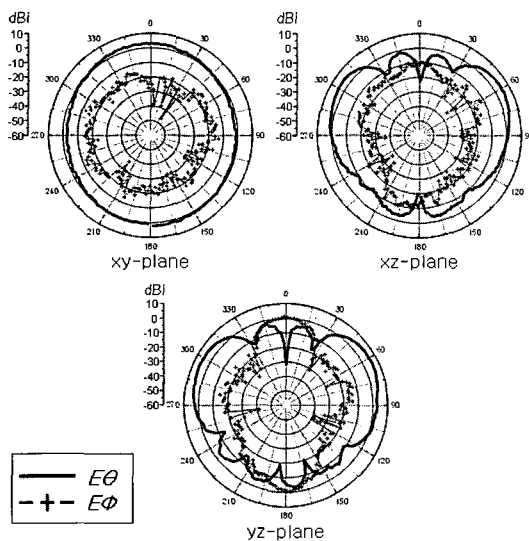
또한, 제안된 이중 공진 판형 안테나를 사용하는 경우에 제작의 용이성과 비용 절감의 효과를 얻을 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] 김용진, 이상설, "5 GHz 대역의 무선 LAN용 평면 역-F 안테나 설계 및 제작", 한국전자과학회



(a) 2.44 GHz에서의 방사 패턴
(a) Radiation patterns at 2.44 GHz



(b) 5.77 GHz에서의 방사 패턴
(b) Radiation patterns at 5.77 GHz

그림 10. 제안된 이중 공진 판형 안테나의 방사 패턴
Fig. 10. Radiation patterns of the proposed dual-band plate type antenna.

논문지, 13(5), pp. 459-467, 2002년 5월.

- [2] 양운근, 이규호, 김주성, 김성민, "무선 랜의 액세스 포인트용 이중 공진 안테나 설계 및 구현", 인천대학교 대학원 논문집, vol. 7, pp. 107-117, 2001년 12월.
- [3] Jim Geier, *Wireless Lans*, Sams, 2002.
- [4] 정의석, 조용수, "IEEE 802.11a 고속무선 LAN 모뎀 기술", 한국통신학회지, 16(10), pp. 1144-1165, 1999년 10월.
- [5] Woon Geun Yang, Kyu Ho Lee, Joo Sung Kim, and Seong Min Kim, "Design and implementation of dual band antenna for access point of wireless

lan", *North-east Asia IT Symposium*, pp. 423-426, Jan. 2002.

- [6] Chang Il Kim, Joo Sung Kim, Sung Shin Kong, and Woon Geun Yang, "Design and implementation of dual band antenna for IMT-2000 and 5.7 GHz wireless local area network", *Proceeding of KEES*, vol. 12, no. 1, pp. 237-240, Nov. 2002.
- [7] 김창일, 오종대, 양운근, 김성민, "무선 LAN 액세스 포인트용 2.4 GHz, 5 GHz 이중 공진 안테나의 설계 및 구현", 한국전자과학기술논문지, 14(4), pp. 304-311, 2003년 4월.

이 원 규



2000년 8월: 인천대학교 전자공학과 (공학사)
 2003년 2월: 인천대학교 전자공학과 (공학석사)
 2003년 3월~현재: 인천대학교 전자공학과 박사 수료
 [주 관심분야] 이동통신, 패치안테나, SAR 저감 방법, 초고주파 회로설계 등

한 준 희



2006년 2월: 인천대학교 전자공학과 (공학사)
 2006년 3월~현재: 인천대학교 전자공학과 석사과정
 [주 관심분야] 단말기 안테나, 전자파 비흡수율

손 지 명



2004년 2월: 인천대학교 전자공학과 (공학사)
 2006년 2월: 인천대학교 전자공학과 (공학석사)
 2006년 3월~현재: 인천대학교 전자공학과 박사과정
 2006년 3월~현재: (주)키스킵
 [주 관심분야] 단말기 안테나, 전자파 비흡수율, RFID

양 운 근



1983년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학사)
 1985년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학석사)
 1994년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학박사)
 1988년 3월~현재: 인천대학교 전자공학과 전임강사, 조교수, 부교수, 교수
 1997년 3월~2001년 12월, 2004년 2월~2005년 1월: (주) LG전자 (구 (주)LG정보통신 포함) 자문교수
 2000년: 한국통신학회 산하 부호 및 정보이론 연구회 위원장
 2001년 5월~2002년 2월: 한국전자통신연구원 무선방송 연구소 초빙 연구원
 2002년 3월~현재: (주)JT 기술자문교수
 2003, 2004, 2005년도: 세계인명사전 마르퀴즈 "Who's Who in the World" 등재
 2005년~2006년판: 세계인명사전 마르퀴즈 "Who's Who in Science and Engineering" 등재
 [주 관심분야] 이동통신 단말기, 안테나, 전자파 비흡수율