

S-DMB와 2.4/5 GHz WLAN 신호 수신을 위한 이중 광대역 다이폴형 안테나의 설계 및 구현

Design and Implementation of Dual Wideband Dipole Type Antenna for the Reception of S-DMB and 2.4/5 GHz WLAN Signals

김 성 민 · 양 운 근

Sung Min Kim · Woon Geun Yang

요 약

본 논문에서는 S-DMB(Satellite Digital Multimedia Broadcasting)와 2.4/5 GHz WLAN(Wireless Local Area Network) 신호 수신을 위한 이중 광대역 다이폴형 안테나를 설계 및 구현하였다. 제안된 안테나는 기존 모노폴형 이중 대역 안테나를 기본으로 하여 평면형 광대역 다이폴 형태로서 $8 \times 33.8 \times 1.68 \text{ mm}^3$ 크기로 구현되었다. 안테나는 1.6 mm 두께의 FR4 기판위에 인쇄되어 있는 형태로 중심부에 낮은 주파수 대역에서 동작하는 다이폴 형태의 안테나와 높은 주파수에서 공진 특성을 가지는 두 개의 대칭 구조로 구성된 공진 소자로 되어 있다. 또한 전산 모의 실험으로 각 주파수 대역에서 안테나의 표면에 전류가 밀집되는 곳을 확인하였다. 전류가 밀집된 부분의 길이를 조정함으로써 각 주파수 대역에서 독립적으로 공진 주파수를 변화시킬 수 있었다. 그리고 입력 임피던스 대역폭($VSWR \leq 2$)이 2 GHz 대역에서 362 MHz(14.23 %), 5 GHz 대역에서 1188 MHz(22.13 %)로 광대역 특성을 나타내었다. 측정된 안테나의 최대 이득은 2 GHz 대역에서 4.33 dBi이고 5 GHz 대역에서 5.48 dBi로서 이득 면에서 개선되었다. 제작된 안테나는 전 방향성의 양호한 방사 패턴 특성을 갖는다.

Abstract

In this paper, we designed and implemented a dual wideband dipole type antenna for the reception of S-DMB (Satellite Digital Multimedia Broadcasting) and 2.4/5 GHz WLAN(Wireless Local Area Network) signals. The proposed antenna based on conventional monopole type dual band antenna was implemented as planar wideband dipole type antenna with the volume of $8 \times 33.8 \times 1.68 \text{ mm}^3$. The proposed antenna is printed type on FR4 substrate of 1.6 mm thick and composed of a dipole type antenna for low frequency band and two symmetric structured resonance elements for high frequency band. We confirmed antenna area with dense surface current for each frequency band with simulation. By varying the length of the antenna area with dense surface current, we could vary resonance frequency of each frequency band separately. Impedance bandwidths($VSWR \leq 2$) are 362 MHz(14.23 %) for 2 GHz band and 1188 MHz(22.13 %) for 5 GHz band which show wideband characteristic. Measured maximum gains were 4.33 dBi for 2 GHz band and 5.48 dBi for 5 GHz band which showed improved performance. And the implemented antenna has a good omni-directional radiation pattern characteristic.

Key words : Dual-band, WLAN(Wireless Local Area Network), S-DMB(Satellite Digital Multimedia Broadcasting)

I. 서 론

위성 디지털 멀티미디어 방송(S-DMB: Satellite Digital Multimedia Broadcasting) 서비스는 이동하면서

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

· 논문 번호 : 20060116-004

· 수정완료일자 : 2006년 11월 10일

도 각종 단말기를 통해 고화질로 프로그램을 시청할 수 있는 차세대 방송을 주도할 서비스로 주목받고 있다. DMB는 지상파 DMB와 위성 DMB로 나누어지며, 위성 DMB의 경우 서비스 커버리지는 크게 위성 직접 수신 지역과 음영 지역으로 나눌 수 있다. 위성은 정지 위성으로 남남동 방향의 45° 상공에 위치하고 있어 위성이 직접 보이는 지역은 전국 어디서나 수신 가능하며, 도심 및 지하 등 음영 지역은 별도의 갭 필러(gap filler)를 이용한 중계로 수신 가능하다. 우리나라 위성 DMB 주파수는 일본과 함께 S-밴드에서 2.630~2.655 GHz의 주파수를 사용하며, 전송 방식은 CDM(Code Division Multiplexing) 방식을 채택하였다^[1]. 이러한 위성 DMB 서비스를 수신하기 위한 방법으로는 위성에서 송출하는 신호를 직접 수신하는 경우, 원칙적으로 원형 편파 안테나가 요구되나 신호의 감쇄를 인정하고 선형 편파 안테나로서도 수신할 수 있다.

최근, 무선 LAN(Local Area Network)은 사무실이나 기타 이동 무선 환경에서 네트워크의 재구축이 용이하다는 장점으로 인해 높은 선호도를 나타내고 있다. 무선 LAN은 기존의 유선 LAN의 기능을 포함하면서 네트워크 구축시 케이블의 연결이 필요없다는 장점을 지니고 있다. 이러한 장점은 무선 LAN을 보다 편리하고 자유롭게 사용하게 하여 그 응용 범위를 확장시키고 있다^[2]. 802.11b 무선 LAN의 경우, 2.4 GHz 주파수 대역에서 11 Mbps의 통신 속도로 상업적으로 많이 활용되고 있으며 또한 802.11g 규격은 2.4 GHz 대역에서 최고 54 Mbps까지 데이터 전송을 지원을 하고 있다. 또한 IEEE의 802.11a의 경우, 54 Mbps까지의 전송 속도를 지원하고 주파수 대역은 5.15~5.25 GHz, 5.25~5.35 GHz, 5.725~5.825 GHz이다.

상용화 되고 있는 노트북이나 기타 모바일 단말기는 무선 LAN 안테나 장착이 일반화 되어가고 있으며, 또한 위성 DMB 서비스 및 지상파 DMB 서비스가 상용화됨에 따라 노트북이나 기타 모바일 단말기에서 무선 LAN 뿐만 아니라 DMB 방송을 시청할 수 있는 많은 응용들이 나와 있는 상태이다. 점차적으로 다중 대역의 신호들을 하나의 시스템에서 지원

하고자 하는 것이 일반적인 진화 형태이다. 이에 따라 2 GHz 대역과 5 GHz 대역에서 모두 적용 가능한 무선 LAN 시스템 개발도 필요하며, 따라서 다중 공진 안테나의 개발은 필수적이라 할 수 있다^[3]. 참고 문헌 [4]에서 제안된 안테나는 크기를 줄이는 방법으로 공진 소자를 미앤더 타입으로 하였으나 소형화(7×22×1 mm³)에 따른 이득 감소로 인하여 2 GHz 대역에서 최대 1.89 dBi, 5 GHz 대역에서 최대 2.79 dBi의 낮은 이득 값을 보였다. 또한 참고문헌 [5]에서 제안된 안테나(11×36×1 mm³)는 2 GHz 대역에서 최대 3.24 dBi, 5 GHz 대역에서 최대 4.46 dBi의 양호한 이득 값을 보였으나 안테나 크기가 크다는 단점이 있었다.

이에 본 논문에서는 참고문헌 [3]에서 제안된 모노폴 형태의 안테나를 기본 형태로 하여 S-DMB 및 무선 LAN의 2.4 GHz와 5 GHz 주파수 대역에 모두 적용 가능한 모바일용 이중 공진 안테나를 제안한다. 또한 노트북이나 모바일 단말기에 적용 가능하도록 소형 평면 다이폴 형태로 구현한다. 전산 모의 실험으로 제안된 안테나의 공진 주파수 변화를 살펴 보며, 제작된 안테나의 전기적 특성 및 방사 패턴, 이득 등을 측정하여 참고문헌 [4], [5]의 안테나들과 비교 분석한다.

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

II. 제안된 이중 대역 안테나의 기본구조

안테나가 이중 대역이나 다중 대역에서 동작하도록 설계하는 방법으로 두 개 혹은 여러 개의 서로 다른 공진 소자를 사용함으로써 두 개의 서로 다른 주파수나 여러 개의 주파수 대역에서 공진하도록 설계하는 방법이 있다^{[3]~[7]}.

그림 1은 제안된 이중 공진 안테나의 구조를 나타내고 있다. 기본 개념은 두 종류의 서로 다른 크기의 공진 소자를 사용하는 것이다.

표 1은 2.4 GHz, 2.6 GHz와 5 GHz 대역에 적용 가능하도록 제안된 이중대역 안테나의 설계 예이다.

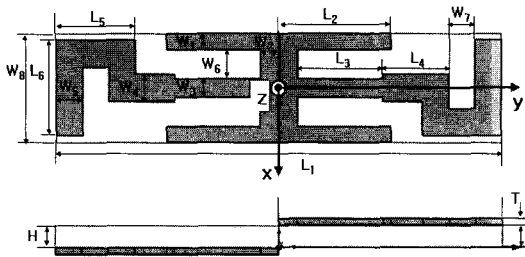


그림 1. 제안된 안테나의 기본 구조
Fig. 1. Basic structure of the proposed antenna.

표 1. 제안된 안테나의 설계 파라미터
Table 1. Design parameters of the proposed antenna.
(unit : mm)

L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	H	T
33.8	8.5	6.5	5.0	6.0	7.0	1.6	0.04
W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8
1.2	1.4	1.4	2.0	2.0	2.1	2.0	8.0

제안된 안테나는 중심부에 낮은 주파수 대역에서 동작하는 다이폴 형태의 안테나와 높은 주파수에서 공진 특성을 가지는 두 개의 대칭구조로 구성된 공진 소자로 되어 있다. 가운데 공진 소자는 급전점에서부터 가운데 공진 소자를 따라 접혀진 곳 끝 점까지 전체적인 길이가 28.4 mm로 낮은 주파수 대역 2 GHz 대역의 $\lambda/4$ 정도의 길이를 갖는다. 3번의 접혀진 부분은 안테나의 전체적인 크기를 줄이기 위함이며 가운데 공진 소자의 중간 부분의 두께가 다른 점은 전류가 밀집하는 곳의 폭을 조절함으로써 공진 주파수 비를 조절하기 위함이다. 이는 파장에 비해 짧은 구간의 마이크로 스트립 라인의 폭을 좁게 할 경우, 직렬 인덕턴스의 효과를 내어 안테나 유효 길이가 작아지는 원리를 이용하였다^[8]. 양옆 두 개의 대칭 구조로 이루어진 공진 소자는 급전점에서부터 한쪽 공진 소자를 따라 끝 점까지 전체적인 길이가 12.5 mm로 높은 주파수 대역 5 GHz 대역의 $\lambda/4$ 정도의 길이를 갖는다. 높은 주파수 대역에서는 두 개의 공진 소자를 양 옆으로 위치시켜 전방향성의 방사 패턴을 유도하였다. 제안된 안테나는 $8 \times 33.8 \times 1.68 \text{ mm}^3$ 크기로 $\epsilon_r=4.4$ 인 1.6 mm 두께의 FR4 기판위에 인쇄되어 있는 형태이며, 또한 전산 모의 실험을

통하여 샘플 안테나의 크기를 2.4 GHz, 2.6 GHz와 5 GHz 대역에 적용되도록 설정하였다.

III. 전산 모의 실험 및 측정 결과

Ansoft사의 HFSS(High Frequency Structure Simulator) 전산 모의 실험 프로그램을 사용하여 제안된 기본 형태에 대하여 전산 모의 실험하여 그 결과를 검토하였다. 3-1절에서는 표 1에서 제안한 안테나의 각 파라미터값에 따라 설계하여 그 결과를 검토하고 3-2절에서는 파라미터 변화에 의한 전기적인 특성 변화를 확인한다. 3-3절에서는 구현된 안테나의 이득 및 방사 패턴을 대하여 살펴본다. 구현된 안테나는 HP 8720C 네트워크 분석기와 전자파 무반사실을 사용하여 측정하였다.

그림 2는 제안된 안테나의 급전 구조를 나타낸 것이다. 각각의 주파수 대역에서 동작하는 두 가지의 공진 소자로 이루어져 있으며 급전 방식은 50 Ω 동축 케이블로 급전하는 방식을 적용하였다.

3-1 안테나의 전기적 특성

그림 3은 표 1에 나와 있는 제안된 안테나의 파라미터를 이용하여 전산 모의 실험 및 측정된 안테나의 반사 손실과 임피던스 궤적을 나타내고 있다. 그림 3(a)는 전산 모의 실험 및 측정된 안테나의 반사 손실을 나타내고 있다. 반사 손실 전산 모의 실험 결과로서 2 GHz 대역에서는 최대 37.10 dB, 5 GHz 대역에서는 17.57 dB로서 양호한 특성을 나타내었다. 2 GHz 대역에서 전산 모의 실험시 임피던스 대역폭 ($VSWR \leq 2$)은 249 MHz(9.96 %)이었으며, 측정 결과

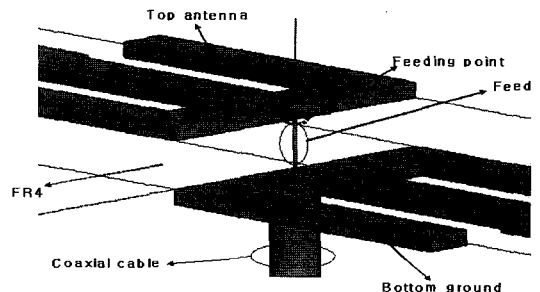
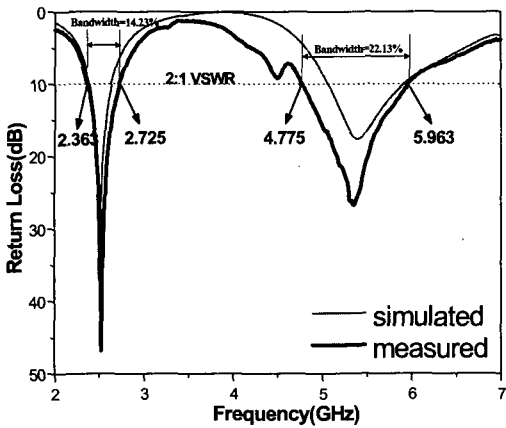
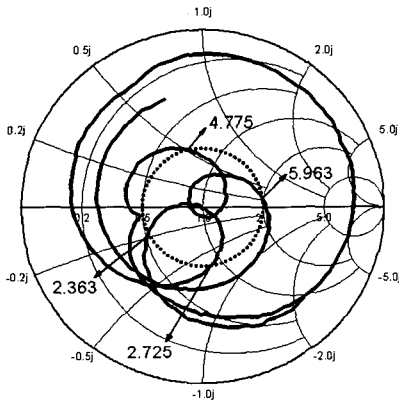


그림 2. 제안된 안테나의 급전 구조
Fig. 2. Feeding structure of the proposed antenna.



(a) 반사 손실
(a) Return loss



(b) 임피던스 궤적
(b) Impedance loci

그림 3. 설계 예 안테나의 전기적 특성
Fig. 3. Electrical characteristics of the design example.

표 2. 측정된 설계 예 안테나의 임피던스 대역폭 (VSWR ≤ 2)
Table 2. Measured impedance bandwidth of the design example (VSWR ≤ 2).

Low-band		High-band	
Bandwidth	Center frequency	Bandwidth	Center frequency
362 MHz	2.523 GHz	1188 MHz	5.354 GHz

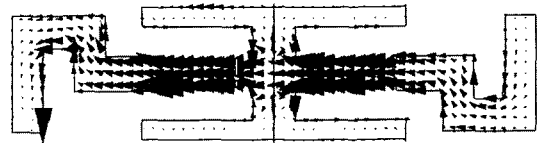
362 MHz(14.23 %)로 나타났다. 5 GHz 대역에서는 전산 모의 실험시 임피던스 대역폭(VSWR ≤ 2)은 877 MHz (15.44 %)이었으며, 측정 결과 1188 MHz(22.13 %)로 광대역 특성을 나타내었다. 측정 결과와 전산 모의 실험 결과를 비교하면 2 GHz 대역에서 VSWR ≤ 2를

만족하는 하단 주파수와 5 GHz 대역에서 VSWR ≤ 2를 만족하는 상단 주파수는 전산 모의 실험과 측정 결과가 거의 유사하나 측정 결과에서 중앙 대역 부분이 전체적으로 낮아져서 대역폭 면에서 실제 측정 결과가 양호하게 나타났다. 위와 같은 결과로 볼 때 각각의 반사 손실은 동작 주파수 대역에서 양호한 특성을 나타낸다고 할 수 있다. 그림 3(b)는 측정된 임피던스 궤적을 나타내고 있으며 2 GHz 대역과 5 GHz 대역에서 50 Ω 근처에서 잘 정합됨을 확인할 수 있다. 표 2는 입력 임피던스 대역폭(VSWR ≤ 2)의 측정 결과를 나타내었다.

3-2 전산 모의 실험

그림 4는 제안된 안테나의 낮은 대역과 높은 대역에서 표면 전류 벡터에 관한 전산 모의 실험 결과를 나타낸 것이다. 낮은 대역에서는 가운데 공진 소자에 전류 벡터가 밀집되어 있는 것을 확인할 수 있고 높은 대역에서는 양 옆의 길이가 상대적으로 짧은 공진 소자에 밀집되어 있는 것을 확인할 수 있다. 이것으로 가운데 공진 소자는 낮은 대역인 2 GHz 대역의 방사에 기여한다는 것과 양 옆의 공진 소자는 높은 대역인 5 GHz 대역의 방사에 기여한다는 것을 확인할 수 있다.

그림 5는 전류 벡터 분포가 가장 밀집된 곳의 파라미터 변화에 따른 제안된 설계 예 안테나의 반사



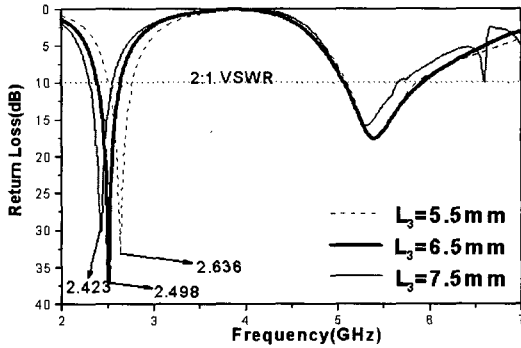
(a) 2.50 GHz에서 안테나의 전류 벡터
(a) Current vector of an antenna at 2.50 GHz



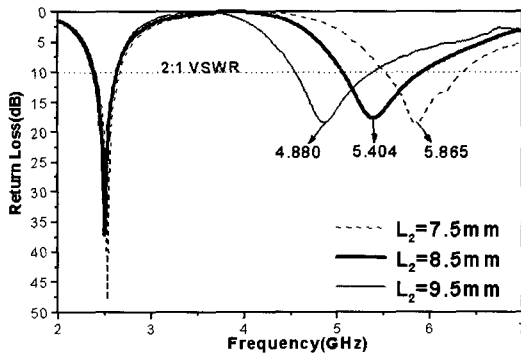
(b) 5.50 GHz에서 안테나의 전류 벡터
(b) Current vector of an antenna at 5.50 GHz

그림 4. 설계 예 안테나의 표면 전류 벡터
Fig. 4. Surface current vector of the design example.

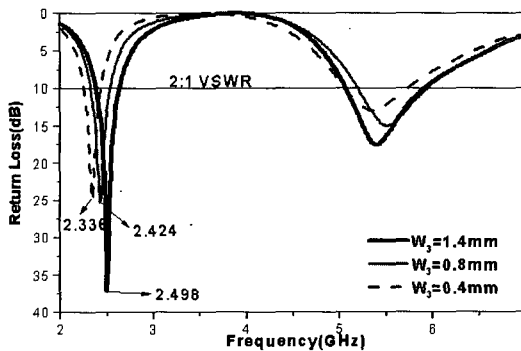
손실을 나타낸 것이다. 그림 5(a)는 낮은 대역에서 가운데 공진 소자의 파라미터 값 중 L_3 에 따른 반사 손실을 나타내었으며 L_3 값이 5.5 mm, 6.5 mm, 7.5 mm로 바뀌어감에 따라 낮은 대역의 중심 주파수가



(a) L_3 값에 따른 안테나의 반사 손실
(a) Return loss of the antenna vs L_3



(b) L_2 값에 따른 안테나의 반사 손실
(b) Return loss of the antenna vs L_2



(c) W_3 값에 따른 안테나의 반사 손실
(c) Return loss of the antenna vs W_3

그림 5. 파라미터 변화에 따른 설계 예 안테나의 반사 손실

Fig. 5. Return loss of the design example vs parameter variation.

2.636 GHz, 2.498 GHz, 2.423 GHz로 변화되는 것을 확인할 수 있다. 또한 높은 대역의 주파수는 거의 변화가 없는 것을 확인할 수 있다.

그림 5(b)는 높은 대역에서 가운데 양 옆 공진 소자의 파라미터 값 중 L_2 에 따른 반사 손실을 나타내었으며 L_2 값이 7.5 mm, 8.5 mm, 9.5 mm로 바뀌어감에 따라 높은 대역의 중심 주파수가 5.865 GHz, 5.404 GHz, 4.880 GHz로 변화되는 것을 확인할 수 있다. 또한 위와 마찬가지로 낮은 대역에서의 주파수 변화는 거의 없다. 이는 각각의 공진 소자들이 상호 영향 없이 각각의 파라미터 변화에 따라 주파수를 변화시킬 수 있는 것을 보여주는 것이다. 그림 5(c)는 2장에서 설명한 가운데 공진 소자의 중간 부분의 두께가 좁아질수록 직렬 인덕턴스의 효과를 내어 안테나 유효 길이가 작아지는 원리를 확인하기 위하여 W_3 에 따른 안테나의 반사 손실을 나타내었으며 W_3 값이 1.4 mm, 0.8 mm, 0.4 mm로 바뀌어감에 따라 낮은 대역의 중심 주파수가 2.498 GHz, 2.424 GHz, 2.336 GHz로 변화되는 것을 확인할 수 있다.

표 3. L_3 값에 따른 설계 예 안테나의 낮은 대역 중심 주파수 변화

Table 3. Low-band center frequency variations of the design example vs L_3 .

L_3	Low-band	
	Bandwidth	Center frequency
5.5 mm	263 MHz	2.636 GHz
6.5 mm	249 MHz	2.498 GHz
7.5 mm	249 MHz	2.423 GHz

표 4. L_2 값에 따른 설계 예 안테나의 높은 대역 중심 주파수 변화

Table 4. High-band center frequency variations of the design example vs L_2 .

L_2	High-band	
	Bandwidth	Center frequency
7.5 mm	848 MHz	5.865 GHz
8.5 mm	877 MHz	5.404 GHz
9.5 mm	836 MHz	4.880 GHz

표 5. W_3 값에 따른 설계 예 안테나의 낮은 대역 중심 주파수 변화

Table 5. Low-band center frequency variations of the design example vs W_3 .

W_3	Low-band	
	Bandwidth	Center frequency
1.4 mm	249 MHz	2.498 GHz
0.8 mm	212 MHz	2.424 GHz
0.4 mm	186 MHz	2.336 GHz

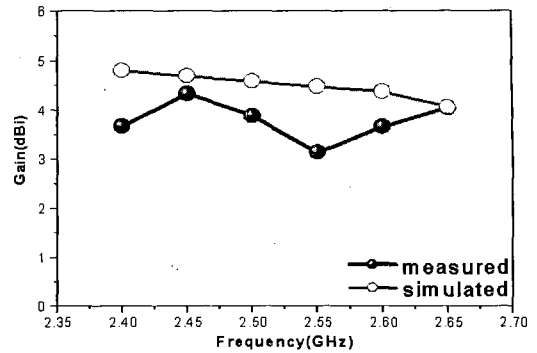
표 3~5는 L_3, L_2, W_3 값에 따라 변화되는 설계 예 안테나의 중심 주파수와 대역폭을 나타낸 것이다.

3-3 안테나의 이득 및 방사 패턴

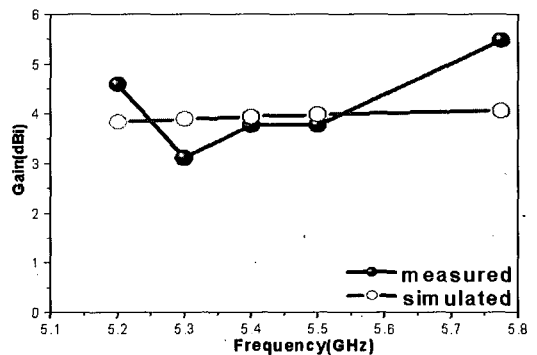
그림 6은 측정된 설계 예 안테나의 이득 특성을 나타낸 것이다. 그림 6(a)는 낮은 대역에서의 이득을 나타내고 있는 그림으로서 2.4 GHz에서 2.65 GHz까지의 측정된 최대 이득이 최소 3.14 dBi에서 최대 4.33 dBi까지이다. 그림 6(b)는 높은 대역에서의 이득을 나타내고 있는 그림으로서 5.2 GHz에서 5.775 GHz까지의 측정된 최대 이득이 최소 3.11 dBi에서 최대 5.48 dBi까지이다.

측정한 이득의 변화가 낮은 대역에서는 측정 대역폭 250 MHz에서 1.19 dB 정도이며 높은 대역에서는 측정 대역폭 575 MHz에서 변화가 2.37 dB 정도로 나타났다. 또한 낮은 대역에서는 전산 모의 실험 결과 값보다 대체적으로 낮게 나오는 모양을 보이고 높은 대역은 높거나 또는 낮게 측정됨을 보이고 있다. 측정 값들은 각 측정 주파수에서의 최대 이득 값을 나타내며 제작된 안테나의 크기가 소형임을 감안할 때 이는 측정시 나타나는 방사 패턴의 형태들과도 관련이 있을 것으로 추정된다. 이러한 점을 고려하면 효율이 평가 지표의 하나로 의미가 있을 것으로 생각된다.

그림 7~9는 측정된 설계 예 안테나의 방사 패턴을 나타낸 것이다. 그림 7은 낮은 대역 IEEE 802.11b의 2.4~2.4835 GHz 대역의 중심 주파수 2.44 GHz에서 각 평면에 따른 측정된 방사 패턴으로서 전형적인 다이폴 형태의 전방향성 방사 패턴을 보이고



(a) 낮은 대역에서의 이득
(a) Gain at low-band



(b) 높은 대역에서의 이득
(b) Gain at high-band

그림 6. 설계 예 안테나의 이득
Fig. 6. Antenna gain of the design example.

있다. 그림 8은 낮은 대역 S-DMB의 2.630~2.655 GHz 대역의 중심 주파수 2.642 GHz에서 각 평면에 따른 측정된 방사 패턴으로서 전형적인 다이폴 형태의 전방향성 방사 패턴을 보이고 있다. 그림 9 또한 높은 대역 IEEE의 802.11a에서 정의되는 대표적인 주파수 대역 5.15~5.25 GHz, 5.25~5.35 GHz, 5.725~5.825 GHz의 중심 주파수 5.50 GHz에서 각 평면에 따른 측정된 방사 패턴을 보이고 있다. 방사 패턴은 안테나 구현시의 오차, 측정시 급전과 장착상의 문제 등으로 패턴상에 일부 비대칭성을 보이는 것으로 생각된다. 5.5 GHz에서 측정된 패턴이 낮은 주파수 대역 패턴과 비교할 때 xy 평면상에서 co pol 값과 cross pol 값의 차이가 크지 않아 보이는 점은 가운데 공진 소자를 중심으로 양옆 수평으로 있는 공진 소자(표 1의 $L_2=8.5$ mm)와 가운데 공

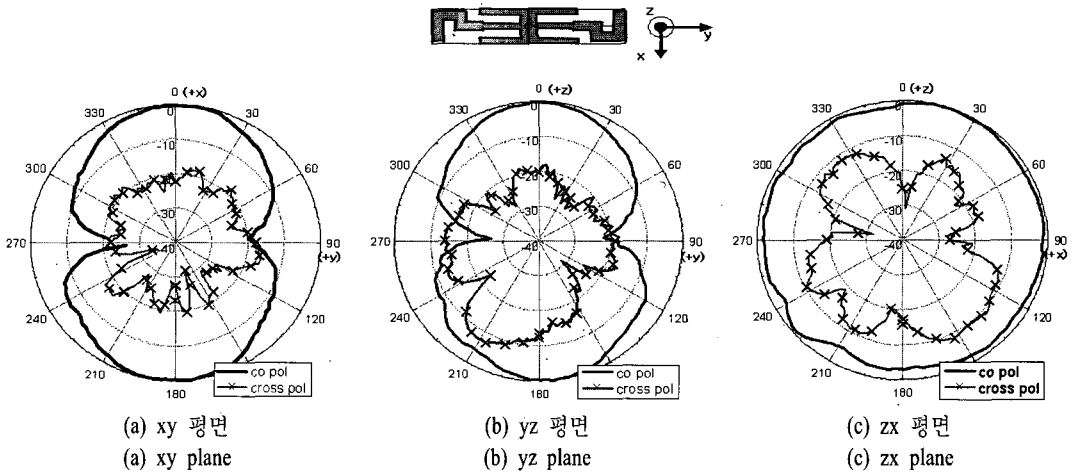


그림 7. 2.44 GHz에서 측정된 설계 예 안테나의 방사 패턴
Fig. 7. Measured radiation patterns of the design example at 2.44 GHz.

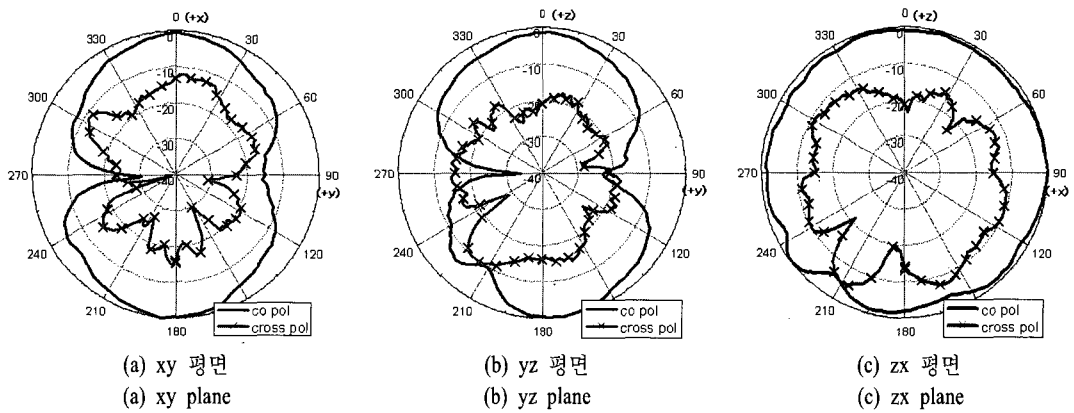


그림 8. 2.642 GHz에서 측정된 설계 예 안테나의 방사 패턴
Fig. 8. Measured radiation patterns of the design example at 2.642 GHz.

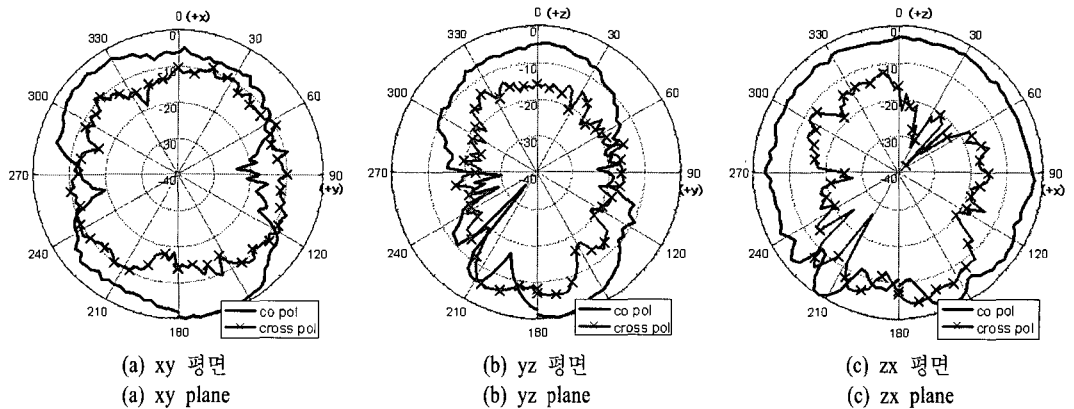


그림 9. 5.50 GHz에서 측정된 설계 예 안테나의 방사 패턴
Fig. 9. Measured radiation patterns of the design example at 5.50 GHz.

진 소자를 중심으로 수직으로 존재하는 공진 소자 (표 1의 $W_0=8$ mm)의 차이가 크게 나지 않으므로 수직 수평 편파를 둘 다 발생시킬 수 있는데서 이해할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 그림 4(b)에 나와 있는 전류 분포를 보아 가운데 공진 소자를 중심으로 수직으로 존재하는 공진 소자에 전류 분포가 밀집되어 cross pol의 값을 향상시키는 것으로 생각된다.

특정 방향을 지향하는 안테나는 이동성을 갖는 이동 통신 단말기의 위치 변화로 인해 수신 신호 세기의 감소로 데이터 전송 상태의 불안정을 초래할 것이다. 하지만 이러한 전방향성이면서도 이득이 개선된 안테나는 이동 통신 단말기의 위치 변화나 기지국 안테나의 송신 방향에 상관없이 효율적으로 신호를 수신할 수 있을 것이다.

IV. 결 론

본 논문에서는 S-DMB 및 무선 LAN의 2.4 GHz와 5 GHz 주파수 대역에 모두 적용 가능한 모바일용 이중 공진 안테나를 제안하였고, 전산 모의 실험으로 제안된 안테나의 공진 주파수 변화를 살펴보았으며, 제작된 안테나의 전기적 특성과 방사 패턴을 측정, 분석하였다.

측정된 안테나의 2 GHz 동작 주파수 대역과 5 GHz 동작 주파수 대역에서 입력 임피던스 대역폭 ($VSWR \leq 2$)이 낮은 주파수 대역에서 362 MHz(14.23%), 높은 주파수 대역에서 1188 MHz(22.13%)로 광대역 특성을 나타내었다. 측정된 최대 이득은 $8 \times 33.8 \times 1.68$ mm³ 크기에서 낮은 주파수 대역 2.4 GHz에서 2.65 GHz까지 3.14~4.33 dBi를 나타내었고 높은 주파수 대역 5.2 GHz에서 5.775 GHz까지의 측정된 이득이 3.11~5.48 dBi를 나타내었다.

참고문헌 [4]와 비교하면 이득 값은 2 GHz 대역에서 최대 2.44 dB, 5 GHz 대역에서 최대 2.69 dB 향상되었다. 또한 참고문헌 [5]와 비교하면 그 크기가 가로 2.2 mm, 세로 2 mm 만큼씩 소형화 되면서도 이득 값은 2 GHz 대역에서 최대 1.09 dB, 5 GHz 대역에서 최대 1.02 dB 개선되었다. 각 사용 대역의 중심 주파수인 2.44 GHz, 2.642 GHz, 5.50 GHz에서 측정

된 방사 패턴은 전형적인 다이폴 형태의 전방향성 방사 패턴을 보이고 있다. 이러한 전방향성 방사 패턴으로 하여 이동 통신 단말기의 위치 변화나 기지국 안테나의 송신 방향에 상관없이 효율적으로 신호를 수신할 수 있을 것으로 기대된다.

무선 LAN의 확대와 DMB 방송의 시작으로 인해 이동하면서 노트북이나 기타 모바일 단말기를 통하여 데이터 정보 전송 및 방송 시청이 가능해졌다. 이러한 정보 전송에 필요한 안테나에서는 소형화 및 고 이득, 전방향성, 다중 대역에서 동작하는 기능은 필수적이라 할 수 있겠다. 본 논문에서 제안된 안테나는 노트북이나 기타 모바일 단말기에 적용하여 활용하는데 유용할 것으로 기대된다.

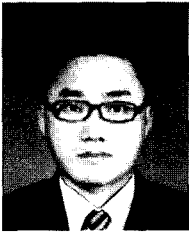
참 고 문 헌

- [1] 김창환, "위성 DMB 서비스 동향", 전자정보센터 IT 리포트, 2003년.
- [2] Jim Geier, *Wireless Lans*, Sams, 2002.
- [3] 김창일, 오종대, 양운근, 김성민, "무선 LAN 액세스 포인트용 2.4 GHz, 5 GHz 이중 공진 안테나의 설계", 한국전자파학회논문지, 14(3), pp. 304-311, 2003년 3월.
- [4] Y. J. Cho, S. H. Hwang, and S. O. Park, "Printed antenna with folded non-uniform meander line for 2.4/5 GHz WLAN bands", *Electron. Lett.*, 41(14), Jul. 2005.
- [5] Soon Ho Hwang, Young Jun Cho, and Seong Ook Park, "A printed multi-band antenna for 2.4/5GHz WLAN and satellite DMB applications", *International Symposium on Antennas and Propagation 2005*, pp. 117-120, Aug. 2005.
- [6] 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.
- [7] 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 KEEES*, vol. 12, no. 1, pp. 237-240, Nov. 2002.

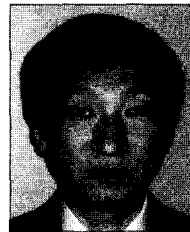
[8] Peter A. Rizzi, *Microwave Engineering Passive Circuits*, Prentice Hall, Inc., 1988.

김 성 민



2005년 2월: 인천대학교 전자공학과 (공학사)
2005년 3월~현재: 인천대학교 전자공학과 석사과정
[주 관심분야] 안테나, RF 수동소자, 통신이론

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 정보이론연구회 위원장
2001년 5월~2002년 2월: 한국전자통신연구원 무선방송연구소 초빙연구원
2002년 3월~현재: (주) JT 기술자문교수
2003~2005년도: 세계인명사전 마르퀴즈 "Who's Who in the World" 등재
2005년~2006년도: 세계인명사전 마르퀴즈 "Who's Who in Science and Engineering" 등재
[주 관심분야] 이동통신 단말기, 안테나, 전자파 비흡수율