

논문 2009-1-14

## WLAN용 이중대역 칩 안테나 구현

## Implementation of the Dual Band Chip Antenna for WLAN

강정진\*, 이영대\*\*, 노경택\*\*, 최종인\*\*\*

Jeong-Jin Kang, Young-Dae Lee, Kyung-Taeg Rho, Jong-In Choi

요 약 본 논문은 WLAN(Wireless Local Area Network)용 이중대역 칩 안테나를 설계·제작하였고, 외장형 AP(Access Point) 안테나와 달리 작은 LAN카드에 내장된다. 안테나의 사이즈에 제한이 있으므로 가능한 유전율이 높은 유전체를 이용하였으며, 수급의 문제, 가격의 문제, 특성의 문제 등을 종합적으로 고려했을 때, 세라믹의 상대 유전율은 9.8, 두께는 3.5mm와 5mm를 사용하였다. 설계·제작된 세라믹 안테나는 IEEE 802.11.a, g 그리고 b까지 트리플 모드로 사용할 수 있을 뿐 아니라 광대역에서 사용할 수 있다. 사용가능한 주파수 밴드는 2.4~2.5GHz & 4.9~5.85GHz의 광대역 특성을 가지며, 전 주파수 대역에서 비교적 일정한 성능을 갖는다.

**Abstract** In this paper, we designed and implemented a dual band chip antenna for WLAN, which contains within the small LAN card contrary to the external AP(Access Point) antenna. Limiting about the antenna size, we used dielectrics of high permittivity. Totally considering problems of demand-supply, price and characteristics, we used that relative dielectrics of ceramic is 9.8 and the thickness is 3.5mm and 5mm. Ceramic antenna can be used not only triple mode of IEEE 802.11.a, g and b but also broadband. The frequency bands have wideband characteristics of 2.4~2.5GHz and 4.9~5.85GHz and relatively constant performance.

**Key Word** : WLAN Dual band, Access Point, Microstrip array antenna, IEEE 802.11

## I. 서 론

안테나가 사용되기 시작된 이래 접지(Ground Plane, GP) 안테나, 다이폴(Dipole) 안테나, 그리고 배열(Array) 안테나가 주종이었으며, 1926년경 Yagi 안테나가 발명 이후 포물면(Parabola) 안테나, 대수주기(Log Periodic) 안테나 등 수없이 많은 종류의 안테나들이 용도 및 환경에 따라 개발 사용되고 있으며, 1970년 이래 Microstrip 안테나에 대한 개발이 활발히 이루어지고 있다. 그 연구결과들은 우주항공, 미사일, 로켓, 위성통신 및 그 밖의 많은 지상 무선 통신 등에 응용되고 있으며, 기존의 안테나들과 비교하여 가볍고, 제작의 용이성, 경제성 등의 이유

로 많은 분야에서 사용되고 있다. 또한 1998년 Bluetooth SIG발족이래 Bluetooth를 기반으로 하는 무선 근거리 통신이 급속히 발전되어 왔고, 현재 전 세계적으로 Bluetooth를 이용한 제품들에 대한 시장은 광범위하다고 할 수 있으며, Notebook, Laptop, Palmtop 컴퓨터 및 주변기기, 근거리 무선 통신을 이용한 헤드셋, 지능형 교통 시스템(ITS)등 분야도 다양하게 적용되게 하기 위한 소형의 칩 안테나들에 대한 개발이 활발히 이루어지고 있다.

최근 IEEE 802.11을 적용한 WLAN(WirelessLAN)의 수요가 늘면서, 현재 가장 수요가 많은 802.11b는 2.4~2.5GHz 대역을 사용하고, 802.11a는 5GHz대역을 사용하며, 국가별 할당 주파수가 약간씩 차이가 있다. 그러나 802.11a는 기존의 11b망과의 호환에 문제가 있어 단독적으로 사용하는데 많은 제한을 갖고 있다. 결국 두 밴드

\*종신회원, 동서울대학 정보통신과

\*\*종신회원, 세명대학교 정보통신학과

\*\*\*정회원, 을지대학교 의료산업학부(교신저자)

접수일자 2009.1.10, 수정완료일자 2009.2.6

를 동시에 사용할 수 있는 장비의 개발은 서로의 호환문제를 해결하는데 있어 필수적이라고 할 수 있다.

WLAN 카드에 장착되는 안테나는 적은 비용과 이동 환경의 시스템에 장착되므로 안테나는 소형이어야 하며, 비교적 넓은 빔폭의 복사패턴을 가져야 한다. 본 안테나는 내부에 실장되는 형태로 또는 PCB 접지면에 인쇄된 형태로 구성되고 있다[1-3]. 또한 WLAN 카드는 이동성이 강조되는 노트북에 주로 설치되고, 노트북의 구조적 특성상 평판형 인쇄 안테나가 널리 사용되는 추세이므로 PDA등의 접지면에 내장될 수 있는 이중대역 역 F형 안테나의 특성에 대해 해석하고 이를 개선하는 방안에 대하여 연구하였다. 역-F형 안테나는 내부에 장착이 가능하며, 특히 노트북용 WLAN 카드 등의 단말기 기관상의 접지면에 인쇄된 형태로 구현하면 비용 및 차지하는 공간을 대폭 줄일 수 있는 장점이 있다. 또한 기관상의 인덕티브 튜닝 스텐드(Inductive Tuning Stub)를 이용하여 안테나의 정합이 용이하게 된다. 또한 보드의 접지면을 이용함으로써 대역폭 및 이득을 보다 개선할 수 있게 된다[4-6].

본 논문에서는 우선 기존의 안테나에 대한 분석을 위해 FEM(Finite Element Method) 방식을 사용하는 필드 해석 프로그램인 Ansoft사의 HFSS(High Frequency Structure Simulation)를 이용하여 기존의 2.4GHz대역과 5.8GHz대역에서 동시에 같이 사용할 수 있도록 이중대역을 갖는 구조의 안테나를 설계하였고, WLAN의 두 주파수 대역(2.4~2.5GHz, 5.725~5.85GHz)에서 광범위하게 설계조건을 만족시켰다.

## II. 칩 안테나의 기본개념

우선 가장 기본이 되는 안테나는  $\lambda/4$  GP 안테나와  $\lambda/2$  다이폴 안테나라고 할 수 있으며,  $\lambda/4$  GP 안테나 또한 다이폴 안테나 개념으로부터 시작되며, 소형 칩 안테나 또한 이러한 기본 안테나로부터 출발한다. 그 접근 방법은 여러 가지가 있을 수 있으며, 우선 소형화에 가장 많이 사용되는 것은  $\lambda/2$  다이폴 안테나의 중앙 급전부분은 전류가 최대이고 전압이 최소지점이라는 것(Short 지점)을 이용하여 다이폴의 한쪽을 그라운드와 연결하여 안테나의 길이 줄이는 역 F안테나(Inverted F Antenna, IFA)와 같은 구조(그림 1)가 있으며, IFA 개념을 패치 구

조에 적용한 평면형 역 F 안테나(Planar Inverted F Antenna, PIFA) 구조(그림 2)가 있다[1].

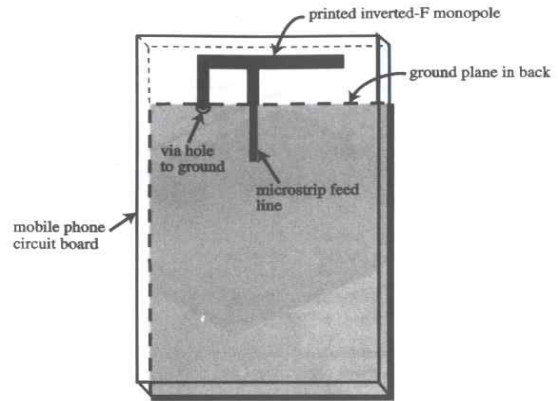


그림 1. IFA 안테나  
Fig.1 IFA Antenna

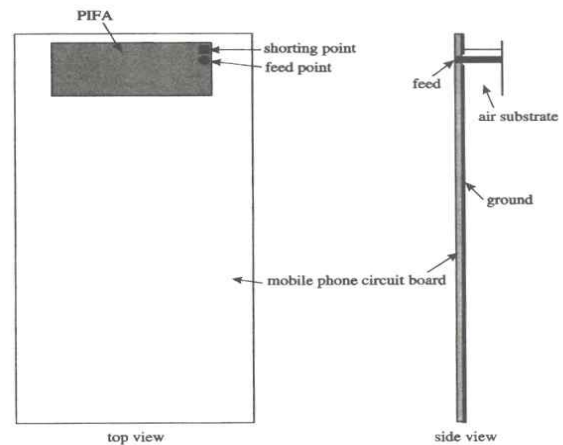


그림 2. PIFA 안테나  
Fig. 2 PIFA Antenna

그 외에도 방사소자의 최소 크기에서 최대한의 전기적 길이를 늘리기 위한 Meander 라인 구조(그림 3), 유전체 기판을 사용하는 고유전체 마이크로스트립 패치(그림 4), 또는 유전체 자체를 공진기로 사용하는 유전체 공진기(Dielectric Resonator, DR) 안테나(그림 5) 등이 있다[1].

칩(Chip)안테나는 LAN Card, USB, Bluetooth 등에 적용될 수 있으며 대부분 기구물에 내장되어 사용된다. 그러한 이유로 안테나의 급전설계 주변 소자들의 배치 Radome(Case) 등에 의한 영향을 크게 받으며, 결국 칩 안테나는 안테나 자체의 특성을 맞추기 보다는 칩 안테나가 적용될 주변 환경에 의한 영향을 고려하여 설계되어야 한다. 그러한 이유로 일반 외장형 안테나와는 달리 초기 설계 단계에서부터 안테나를 사용할 장비 제조업체

와의 공동 개발이 되어야 하며, 그 과정 또한 복잡하다고 할 수 있다.

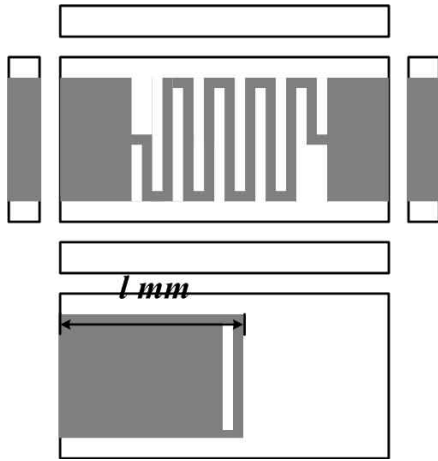


그림 3. Meander 라인 구조  
Fig. 3 Meander Line Structure

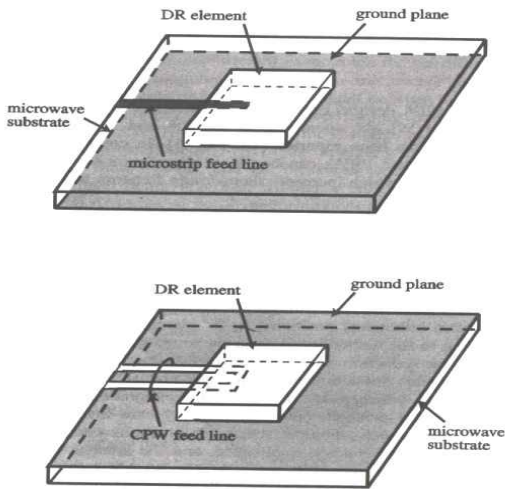


그림 4. 고유전체 마이크로스트립 패치  
Fig. 4 High Dielectrics Microstrip Patch

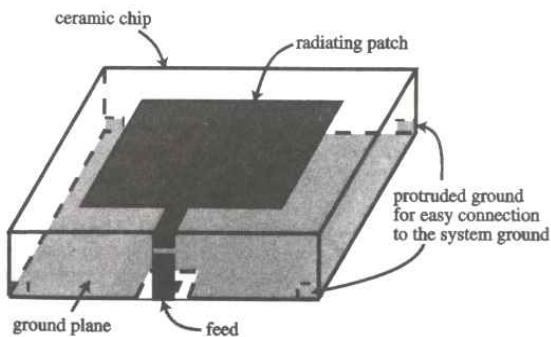
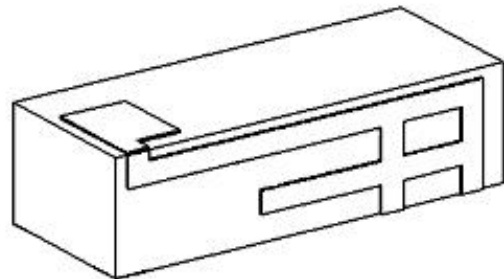


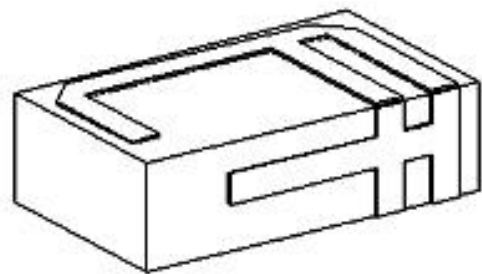
그림 5. 유전체 공진기(DR) 안테나  
Fig. 5 Dielectrics Resonator Antenna

### III. 이중대역 칩 안테나 구현

본 논문은 대역폭이 넓고, 손실을 최소화하였으며, 방사패턴을 LAN card, Notebook 등의 주변환경 및 실제 사용환경에 맞도록 그림 1과 같이 이중대역 WLAN 세라믹 칩(Chip) 안테나를 설계·제작하였다. 세라믹 안테나는 유전율 9.8의 알루미늄을 사용하였으며, 측면, 상면, 바닥면에 패턴이 인쇄되어 있다. 위 안테나는 기본적으로 IFA(Inverted F Antenna) 구조를 갖는다. 그림 6(a)는 소형의 사이즈이면서 무선랜 카드에 내장될 수 있는 최대의 사이즈(18×7×5 mm)로 제작된 것이며, 이중 IFA를 세라믹의 측면에 인쇄하였다. 상단의 긴 라인은 2.4GHz 밴드(2.4~2.5GHz)를 담당하며, 길이를 줄이기 위해 방사패턴을 고려하여 라인을 세라믹의 상단까지 연장시켰다. 중간에 짧은 선은 5GHz 밴드를 담당하는 방사소자로 중간부분에 인쇄되어 있다. 그림 6(b)는 초소형의 사이즈로 삼성전기의 이중대역 WLAN 카드에 내장이 가능하도록 제작된 것이다. (a)에 비해 길이가 짧고 두께가 얇으며, 작은 사이즈에서의 공간을 최대한 활용한 구조의 세라믹 안테나이다.



(a) 소형(18×7×5 mm)  
(a) Small type(18×7×5 mm)



(b) 초소형(12×7×3.5)  
(b) Minimum type(12×7×3.5)

그림 6. 이중대역 WLAN 칩 안테나  
Fig. 6 Dual band WLAN Chip Antenna

그림 7은 시뮬레이션 결과 정재파비(VSWR) 특성으로 무선랜 듀얼밴드 전밴드에서 1: 1.5 이하의 특성을 만족하지는 못하였다. 그러나 세라믹 안테나의 경우도 시뮬레이션은 안테나의 제작 방향을 결정하는 정도로서 사용하였다. 샘플 제작과정을 통해서 수정작업을 거쳤으며, 그림 8과 같이 실제 튜닝후 만족할 만한 특성의 이중대역 WLAN 칩 안테나를 제작하였다.

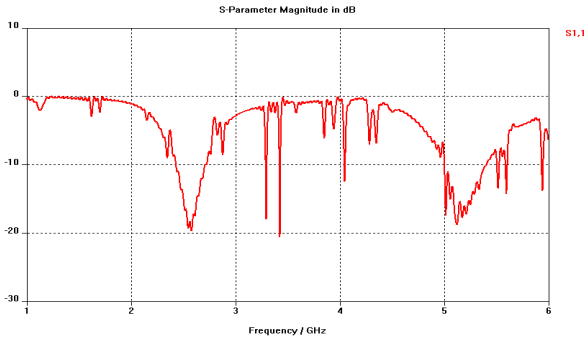


그림 7. 삼중 IFA의 시뮬레이션 결과  
Fig. 7 Simulation Result of Triple IFA



그림 8. 삼중 IFA의 튜닝후 측정 결과  
Fig. 8 Measurement Result after tuning of Triple IFA

앞서 설명된 것처럼 개발된 세라믹 칩 안테나는 안테나 자체만으로 특성이 이루어지지 않으며, 무선랜 카드와 연계되어 동작을 하게 된다. 그림 9는 WLAN 카드에 적용된 세라믹 안테나 구조를 나타낸 것으로, 세라믹의 상면과 측면 그리고 LAN 카드의 기판상에 구현된 삼중의 IFA 구조이다. 급전라인은 50Ω 라인으로 급전하였으며, 급전라인과 일정한 간격을 두고 접지(Ground)라인이 연결되어 있다. 바닥면에는 급전과 그라운드 라인을 제외한 3곳의 납땜부위를 인쇄하여 기판에 견고하게 고정

될 수 있도록 하였다.

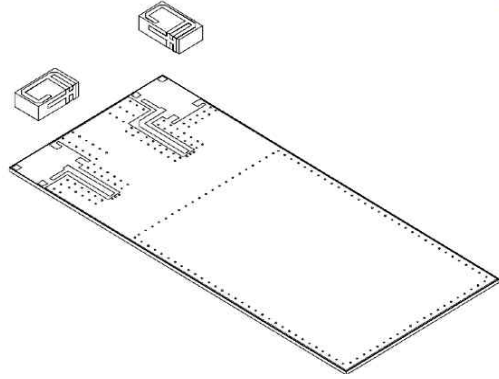


그림 9. WLAN 카드에 적용된 세라믹 안테나  
Fig. 9 Ceramic Antenna applicable to the WLAN card

위 안테나는 결국 WLAN용 이중대역(2.4~2.5GHz & 4.9~5.85GHz)을 동시에 사용할 수 있도록 광대역으로 설계되었다. 또한 상기 PCB보드 상에는 세라믹 안테나를 서로 수직(Orthogonal)하게 구성할 수 있도록 되어 있어, 다이버시티(Diversity) 기능을 향상시키는 역할을 하게 된다. 안테나간 Isolation 특성은 그림 10에 나타내었다.



그림 10. 서로 직교한 두 안테나 간 Isolation(S21)  
Fig. 10 Isolation between orthogonal two antennas

#### IV. 결 론

본 논문은 이중대역(2.4~2.5GHz & 5.725 ~ 5.825 GHz)의 WLAN용 칩 안테나 개발에 관한 연구이며, 적용범위는 WLAN 카드 뿐만 아니라 이중대역 WLAN AP, USB 카드, 기타 Bluetooth 등에도 적용 가능한 세라믹 칩 안테나이다. 목표로 했던 규격 이상의 특성들을 보였으며, 실

제 삼성전기의 이중대역 WLAN 카드에 적용하여 기존의 안테나보다 우수한 성능을 보임을 확인할 수 있었다. 개발된 안테나는 IEEE 802.11.a/g 그리고 802.11.b 등 triple mode의 안테나로 국내는 물론 해외의 WLAN 주파수 밴드까지 고려되어 개발되었으며, 현재 실제 제품으로 공급되고 있다.

### 참 고 문 헌

- [1] Kin-Lu Wong. "Planar Antennas for Wireless Communications", John Wiley & Sons, Inc., 2003
- [2] Jim Zyren, "Deployment Considerations for 5GHz WLAN Technology" Intersil Corporation, Wireless Networking
- [3] 김용균, "무선랜 기술 및 시장 동향", IT 기술시장 조사분석
- [4] L. C. Godara, "Handbook of antennas in wireless communications", CRC Press, 2001
- [5] Ramesh Garg and Prakash Bhartia, "Microstrip Antenna Design Handbook", AH 2001 pp.620-621
- [6] Warren L. Stutzman, Gary A. Thiele, "Antenna Theory and Design", Second edition, Wiley, 1998H 2001 pp.620-621 Wiley & Sons, Inc., 2nd edition., 1997
- [7] "무선랜 듀얼밴드 칩 안테나" 특허출원 제82446호, 2003.11
- [8] Hao-Chun Tung, et. al., "Printed Dual-Band Monopole Antenna for 2.4/5.2 GHz WLAN Access Point" Microwave and Optical Technology Letters, vol. 35, no. 4, pp. 286-288, Nov., 2002
- [9] Kin-Lu Wong, et. al., "Omnidirectional Planar Dipole Array Antenna for 2.4/5.2-GHz WLAN Access Point" Microwave and Optical Technology Letters, vol. 39, no. 1, pp. 33-36, Oct., 2003

※ 본 연구는 정보통신부 "정보통신산업기술개발사업"으로 수행된 연구결과의 일부를 게재한 것임.

### 저자 소개

#### 강 정 진(중신회원)

- Vol. 6 No. 1
  - 1991.3 ~ 2009 현재 : 동서대학교 정보통신과 교수
  - 2007.2 ~ 2009 현재 : 미시간주립대학교 전기컴퓨터공학과 교환교수
- <주관심분야 : RFID/USN 기술, 이동무선통신, 안테나 및 전파전파, 통방융합기술>

#### 이 영 대(중신회원)



- 1998년 서울대학교 전기컴퓨터공학부 박사
- 1998년 ~ 1999년 한국과학기술원 휴먼로봇센터
- 1999년 ~ 2009 현재 세명대학교 정보통신학과 교수

<주관심분야 : 임베디드 시스템, 로봇틱스, 이동통신 전력제어>

#### 노 경 택(정회원)



- 2009년 고려대학교 컴퓨터학과 이학박사
  - 1993 ~ 2009 현재 을지대학교 의료산업학부 교수
- <주관심분야 : 이동 IP, 인터넷 컴퓨팅, 무선통신>

#### 최 중 인(정회원)

- Vol. 5 No. 2
  - 1999 ~ 2009 현재 : (주)선우커뮤니케이션 연구소장
- <주관심분야 : 안테나 및 RF 디바이스 설계 제작>