

논문 2008-3-9

유비쿼터스 환경에 적합한 소형 칩 안테나 구현

Implementation of Mini Chip Antenna suitable for Ubiquitous Environment

강정진*, 최종인**, 이영대***, 홍유식****

Jeong-Jin Kang*, Jong-In Choi**, Young-Dae Lee***, You-Sik Hong****

요약

정보통신 패러다임은 전파를 기반으로 하는 유비쿼터스 환경으로 급변하고 있으며, 무선 유비쿼터스 통신을 가능케 하는 안테나 기술은 눈부시게 발전하고 있다. 소형 칩 안테나는 외장형 AP(Access Point) 안테나와 달리 작은 카드에 내장된다. 수요·가격·특성의 문제 등 종합적으로 고려했을 때, 세라믹의 상대 유전율은 9.8, 두께는 3.5mm와 5mm를 사용하였다. 설계·제작된 WLAN(Wireless Local Area Network)용 안테나는 2.4~2.5GHz & 4.9~5.85GHz의 광대역 특성을 가지며, 안테나는 IEEE 802.11.a,g 그리고 b까지 트리플 모드로 사용할 수 있으며, 전 주파수 대역에서 비교적 일정한 성능을 갖는다.

Abstract

The paradigm of information & communication is rapidly changed into ubiquitous environment based electromagnetic wave, and antenna technology in the wireless ubiquitous communication is remarkably developed. Mini chip antenna has its within small card compared to the external AP antenna. Designed and Fabricated WLAN antenna has a broadband characteristics of 2.4~2.5GHz and 4.9~5.85GHz, and can be used triple mode of IEEE 802.11.a,g,b, and it has comparatively a constant performance in the dual frequency band.

Key Words : Ubiquitous, WLAN(Wireless Local Area Network), chip antenna, IEEE 802.11.a,g,b

1. 서론

전세계 정보통신 패러다임은 언제 어디서나 원하는 정보를 실시간으로 주고 받을 수 있는, 전파를 기반으로 하는 유비쿼터스 환경으로 급변하고 있

다. 새로운 통신시대를 꿈꾸며 살아가는 현대인은 거의 매일 무선통신을 이용하고 있으며, 그것을 가능케 하는 안테나 기술은 눈부시게 발전하고 있다. 그러나 무선통신 서비스가 다양해지고 전파 전파(Propagation of Electromagnetic Wave) 환경이 열악해지고 있는 상황에서 무선통신의 품질은 안테나 성능에 의해 좌우된다. 또한 통신방송융합서비스가 가시화되면서 더욱 성능이 우수한 안테나모

*동서울대 정보통신과

** (주)선우커뮤니케이션

***세명대학교 정보통신학과

****상지대학교 컴퓨터공학과

접수일자: 2008.05.10, 수정완료일자: 2008.06.05

델을 개발하기 위해 다양한 기술적 접근이 시도되고 있다.

현재 전 세계적으로 Bluetooth를 이용한 제품들에 대한 시장과 Notebook, Laptop, Palmtop 컴퓨터 및 주변기기, 근거리 무선 통신을 이용한 헤드셋, 지능형 교통시스템(ITS, Intelligent Traffic System), 무선인식(RFID, Radio Frequency Identification), 유비쿼터스(Ubiquitous) 분야 등 다양하게 적용하기 위한 소형의 칩 안테나 연구가 활발히 진행되고 있다. 최근 2.4GHz ISM 대역과 5GHz대역을 공유하는 WLAN 카드에 장착되는 안테나는 적은 비용과 유비쿼터스 이동 환경의 시스템에 장착되므로 안테나는 소형이어야 하며, 비교적 넓은 빔폭의 복사패턴을 가져야 한다.

본 안테나는 내부에 실장되는 형태로 또는 PCB 접지면에 인쇄된 형태로 구성되어 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 기판상의 접지면에 인쇄된 형태로 구현하면 비용 및 차지하는 공간을 대폭 줄일 수 있는 장점이 있다. 또한 기판상의 인덕티브 튜닝 스텐브(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 사용할 수 있도록 이중대역의 소형 칩 안테나를 설계하였다.

II. 소형 칩 안테나

1. 기본개념

소형화에 주로 사용되는 $\lambda/2$ 다이폴 안테나의 중앙은 급전 전류가 최대이고, 전압이 최소인 지점(Short 지점)을 이용하여, 다이폴의 한쪽을 그라운드와 연결하여 안테나의 길이를 줄이는 역 F안테나(Inverted F Antenna, IFA)와 같은 구조(그림 1)가 있으며, IFA 개념을 패치 구조에 적용한 평면형 역 F 안테나(Planar Inverted F Antenna, PIFA) 구조(그림 2)가 있다[1]. 그 외에도 방사소자의 최소 크기에서 최대한의 전기적 길이를 늘리기 위한 Meander 라인 구조(그림 3), 유전체 기판을 사용하는 고유전체 마이크로스트립 패치안테나(그림 4), 또는 유전체 자체를 공진기로 사용하는 유전체 공진기(Dielectric Resonator, DR) 안테나(그림 5) 등이 있다[1].

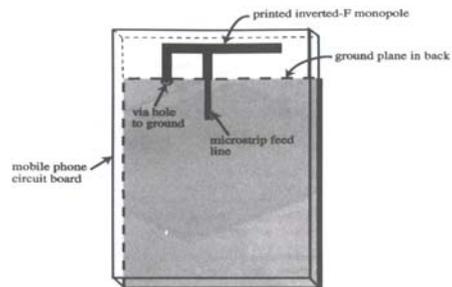


그림 1. IFA 안테나
Fig. 1 IFA antenna

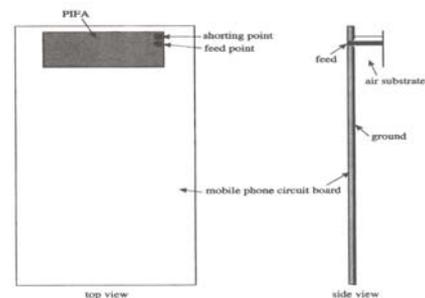


그림 2. PIFA 안테나
Fig. 2 PIFA antenna

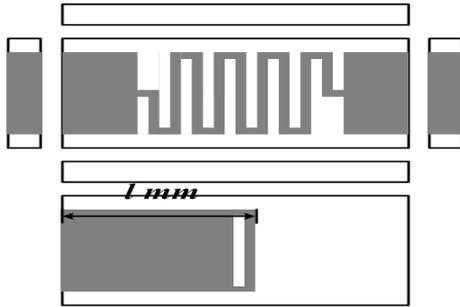


그림 3. Meander 라인 구조
Fig. 3 Meander line structure

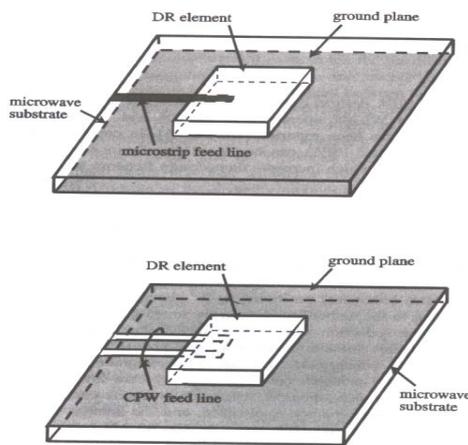


그림 4. 고유전체 마이크로스트립 패치 안테나
Fig. 4 High dielectrics microstrip patch antenna

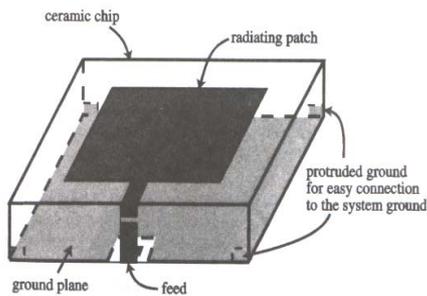


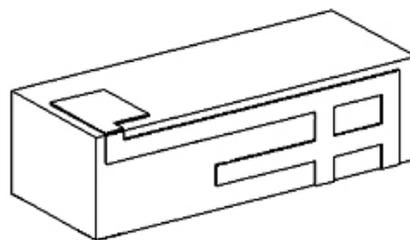
그림 5. 유전체 공진기(DR) 안테나
Fig. 5 Dielectrics Resonator antenna

칩(Chip)안테나는 LAN Card, USB, Bluetooth, RFID, Ubiquitous 등에 적용될 수 있으며, 대부분 기구물에 내장되어 사용된다. 따라서 안테나의 급

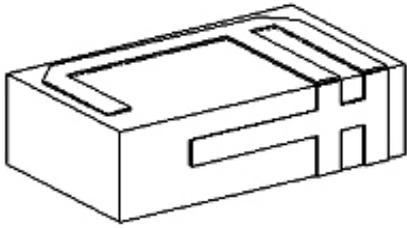
전점 주변 소자들의 배치 Radome(Case) 등에 의한 영향을 많이 받으며, 결국 칩 안테나는 안테나 자체의 특성을 맞추기보다는 칩 안테나가 적용될 주변환경의 영향을 고려하여 설계되어야 한다. 그러므로 일반 외장형 안테나와는 달리 초기 설계 단계에서부터 안테나를 사용할 장비 제조업체와 공동 개발이 되어야 하며, 그 과정 또한 고려할 사항이 많다.

2. 설계 및 제작

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



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



(b) 초소형(12×7×3.5 mm)

(b) minimum type(12×7×3.5 mm)

그림 6. 이중대역 WLAN 칩 안테나
Fig. 6 Dual band WLAN chip antenna

그림 7은 시뮬레이션 결과 정재파비(VSWR) 특성으로 이중대역 WLAN 전밴드에서 1: 1.5 이하의 특성을 만족하지는 못하였으나, 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.

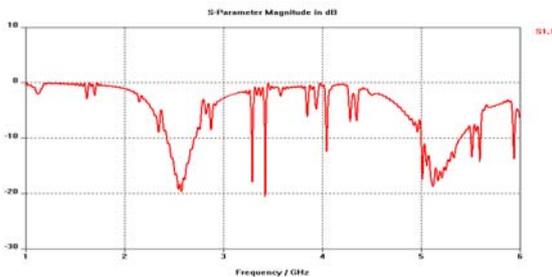


그림 7. 삼중 IFA의 시뮬레이션 결과
Fig. 7 Simulated result of triple IFA



그림 8. 삼중 IFA의 튜닝후 측정 결과
Fig. 8 Measured result after tuning of triple IFA

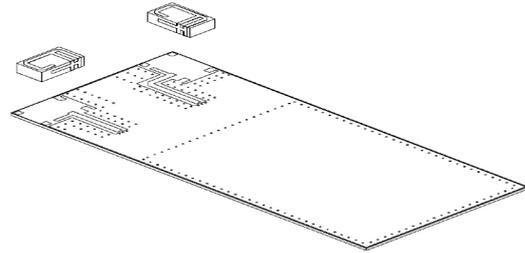


그림 9. WLAN 카드에 적용된 세라믹 안테나
Fig. 9 Ceramic antenna applied to WLAN card

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 고정될 수 있도록 하였다. 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. 직교한 두 안테나 간 Isolation(S21)
Fig. 10 Isolation of orthogonal two antenna

III. 기존의 세라믹 칩 안테나와 비교평가

세라믹 칩 안테나의 설계 기술은 기존의 고유전체 세라믹 파우더와 관련한 고유전체의 재료 기술이 앞서있는 일본에서 선도적으로 개발하고 있다. 본 연구를 통해 개발된 안테나를 일본의 대표적인 회사에서 개발된 WLAN 세라믹 칩 안테나와 비교 평가하였으며, 성능이 우수함을 보였다. 그림 11은 일본의 NTK(사)에서 개발된 무선랜 듀얼밴드 세라믹 안테나이다.[7]

그림 12는 NTK(사)의 정재파비와 방사패턴 특성을 나타낸 것으로, 저주파대역에서 정재파비는 1: 2.0 기준 대역폭은 100MHz, 고주파대역에서 70MHz의 밴드를 가졌으며, 패턴은 전방향에서 일정치 않은 특성을 보였다. 표1은 개발된 안테나와 타사제품의 특성을 간단히 비교한 것이다.

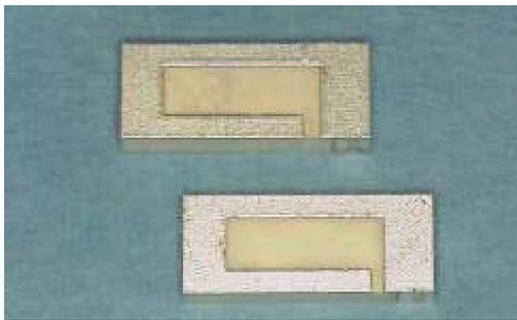
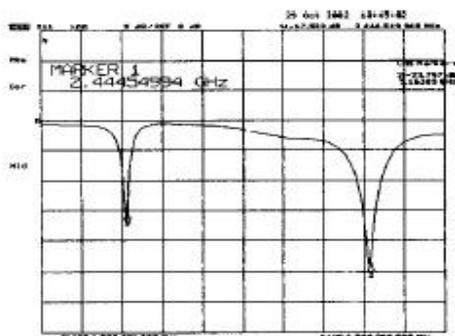
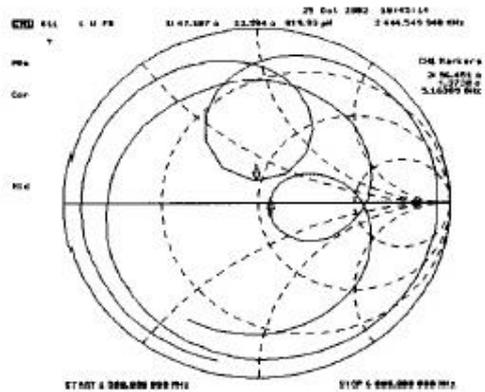


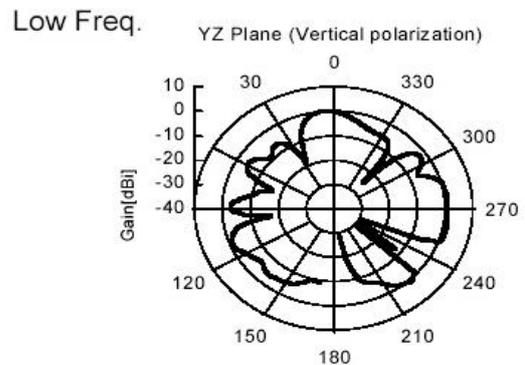
그림 11. NTK사의 MAF2450A5250ABA01
Fig. 11 MAF2450A5250ABA01 of NTK co.



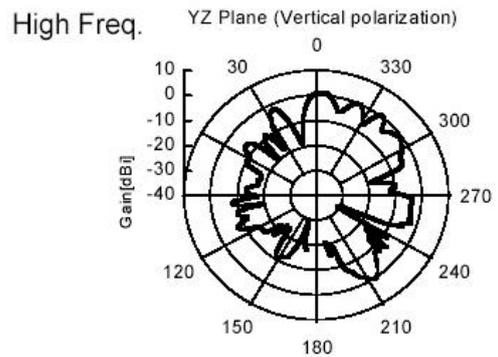
(a) 정재파비
(a) Standing Wave Ratio(SWR)



(b) 스미스 차트
(b) Smith chart



(c) 저주파 대역 패턴
(c) Low frequency pattern



(d) 고주파 대역 패턴
(d) High frequency pattern

그림 12. NTK사 모델의 전기적 특성
Fig. 12 Electrical characteristics of NTK co. model

표 1. 칩 안테나 특성 비교

Table 1 Comparison of chip antenna characteristics

전기적 특성		개발된 안테나	NTK
대역 폭	2.4GHz밴드	100MHz(1:2.0)	100MHz(1:2.0)
	5GHz밴드	950MHz(1:2.0)	70MHz(1:2.0)
이득	2.4GHz밴드	3 dBi(Max)	1.4 dBi
	5GHz밴드	-1 dBi(Max)	-
수평 패턴	2.4GHz밴드	전방향성	일그러짐
	5GHz밴드	전방향성	일그러짐
수직 패턴	2.4GHz밴드	8자 특성	일그러짐
	5GHz밴드	8자 특성	일그러짐

IV. 결론

본 논문은 이중대역(2.4~2.5GHz & 4.9~5.85GHz) WLAN 소형 칩(Chip) 안테나 개발에 관한 연구이며, 응용범위는 WLAN 카드 뿐만아니라 이중대역 WLAN AP, USB 카드, Bluetooth, RFID, Ubiquitous 환경 등에 적용 가능한 세라믹 칩 안테나이다. 목표로 했던 규격 이상의 특성들을 보였으며, 실제 삼성전기의 노트북 내장형 이중대역 WLAN 카드에 적용하여 기존의 안테나보다 우수한 성능을 확인할 수 있었다.

개발된 안테나는 IEEE 802.11.a,g 그리고 802.11.b등 triple mode의 안테나로 국내는 물론 해외 WLAN 주파수 대역까지 고려하여 개발되었으며, 향후 유비쿼터스 환경에 다양한 형태로 응용이 가

능할 것이다.

참고문헌

- [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
- [7] <http://www.ntktech.com>
- [8] 강정진, 최종인, "무선랜용 듀얼밴드 칩 안테나 개발," 정보통신부 정보통신개발사업 최종연구개발결과보고서, 2008
- [9] 강정진, 최종인, "노트북내장형 이중대역 WLAN 칩 안테나," (사)한국인터넷방송통신TV학회 춘계학술대회논문집, Vol.6, No.1, pp.65-68, May 31, 2008

— 저 자 소 개 —

강정진(중신회원)

• 제6권 제1호 참조
 • 1991년~2008년 현재:동서울대 정보통신과 교수
 <주관심분야 : RFID/USN용 안테나, 이동무선통신소자 및 전파전파, Ultrafast Microwave Photonics >

이영대(중신회원)

• 제8권 제2호 참조
 • 1999년~2008년 현재:세명대 정보통신학부 교수
 <주관심분야: 이동통신 자원관리, 임베디드 시스템, RFID/USN용 안테나 등>

최종인(정회원)

• 제6권 제3호 참조
 • 2008년 현재:(주)선우커뮤니케이션 연구소장
 <주관심분야 : 중계기, 기지국, 단말기용 안테나>

홍유식(중신회원)

• 제8권 제2호 참조
 • 1991년~2008년 현재:상지대학교 컴퓨터공학부 교수
 <주관심분야: 퍼지 시스템, 전문가시스템, 신경망, 교통제어, RFID/USN용 안테나 등>