

I. 서 론

현대 정보통신 산업의 발전방향은 네트워크 개념이나 무선 인터페이스의 기술적인 분야를 개발하는 것뿐만 아니라 사용자의 자유나 안전, 신뢰성 및 다양한 정보획득의 매개체로 새로운 서비스를 요구하고 있다. 이러한 추세에 발맞추어 등장한 Bluetooth는 작고(0.5평방인치), 저렴한 가격(5달러), 적은 전력소모(100mW)로 휴대폰, PDA등과 같은 휴대장치, 네트워크 액세스 포인트, 기타 주변장치들 간 소구역(10m~100m)내의 무선 연결(Radio Link, 2.4GHz ISM Open Band)을 위한 하나의 무선 인터페이스 규격이다.

현재 이슈가 되고 있는 무선 통신 규격으로는 블루투스를 비롯하여 무선랜(IEEE 802.11), Home RF 및 IrDA 등이 있으나, 특히 블루투스가 주목을 받고 있는 이유를 보자면 다음 3가지를 들 수 있다.

- ① 대량 출하수량을 기대할 수 있다는 점
 - 에릭슨 및 노키아 등이 탑재 표명
- ② 전세계를 대상으로 판매 가능하다는 점
 - 비면허 대역인 ISM band를 사용
- ③ 저가(低價)로 제조할 수 있다는 점
 - one chip화가 용이

따라서 일반적인 인터페이스(UART, USB, PCM, PCMCIA 등)를 제공하고 ISM Open band로 연결시키는 블루투스가 전자분야 개발자들의 관심을 받는

것은 당연하다.

하지만 이러한 장점에도 불구하고 Bluetooth가 다른 무선인터페이스에 비해 고전하는 이유는 블루투스 규격상의 문제(주파수 간섭, speed 제한, 보안, network의 연결 제한, 통화품질, 소비전력)나 제도 또는 구조상의 문제(인증, profile release, frequency 기술기준, 형식승인 결정, SIG 구성 및 운영, 상호호환성) 등 해결해야 할 과제가 아직은 남아있기 때문이다.

위에서 간략하게 언급된 블루투스의 장·단점에 대해 기본적인 내용을 정리하고 이러한 무선 통신 규격에 사용되는 안테나에 대해 소개하고자 한다.

II. 본 론

Bluetooth용으로 가장 적합한 안테나는 과연 어떤 형태의 안테나일까?

결론적으로 말하면 블루투스용 안테나가 따로 존재하는 것은 아니다. 다만 ISM band (2.4 GHz帶)를 이용하고 일정한 주파수 대역폭(2.400~2.4835 GHz)을 확보하는 안테나라면 어떠한 형태라도 가능하다.

Bluetooth의 초창기 회원인 SIG에서는 안테나 부분에 대해 별다른 언급 없이 전방향성(Omni-directional) 특성을 나타내면 된다고 하였다. 이는 안테나 형태가 전계를 이용한 다이폴 및 그 파생안테나 혹은 자계를 이용하는 미소 루프안테나를 설정한 것과 같다. 따라서 블루투스용으로 가장 적합한 안테

나는 그 크기나 특성으로 볼 때 헬릭스와 $\lambda/4$ 모노폴이 가장 적당하다. 하지만 Bluetooth 초창기의 안테나 형태는 주로 외장형으로 마이크로스트립 안테나(MSA)가 주도하는 평판형 안테나와 모노폴, 헬리컬 등의 안테나가 주도하는 와이어 안테나, 유전체를 이용한 Ceramic whip 안테나 등이 등장했으며, 최근의 추세는 내장형으로 PCB상에 직접 pattern을 형성한 프린트형 안테나와 SMD형태의 칩 안테나가 주류를 이루고 있다.


블루투스에 사용되는 안테나는 여러 형태가 고려될 수 있으나, 소형 디지털 기기에 내장해야 할 필

요성을 감안할 때 세라믹 칩 안테나가 가장 유력한 대안으로 평가되고 있다. 블루투스용 칩 안테나에 요구되는 성능을 정리하면 다음과 같다.

- 광대역일 것: 안테나 성능으로서는 이득도 중요하지만 내장 안테나의 경우 실장 조건에 따라 중심 주파수가 변동되기 쉽기 때문에 블루투스에 사용되는 2.4~2.4835 GHz를 충분한 마진을 갖도록 커버할 필요가 있다. 이는 소형 안테나로서도 용이하지가 않다.
- 소형의 내장 안테나일 것: 극한까지 소형화 된 휴대전화와 노트북 PC 등 새로운 부품 탑재의


PLANAR INVERTED F ANTENNA (PIFA)

- MINIMAL FIXTURE AND USER EFFECTS
- FAVORABLE RADIATION PATTERN
- FAVORABLE GAIN IN ALL PLANES (3.7 dBi peak)
- LOW VSWR
- BROADBAND



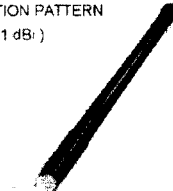
MICRO-STRIP PATCH ANTENNA

- LOW PROFILE
- MINIMAL FIXTURE AND USER EFFECTS
- HEMISPHERICAL RADIATION PATTERN
- LOW VSWR




1/2 WAVE COAXIAL DIPOLE ANTENNA

- GROUND INDEPENDENT DESIGN
- MINIMAL FIXTURE AND USER EFFECTS
- FAVORABLE RADIATION PATTERN
- FAVORABLE GAIN (1 dBi)
- LOW VSWR
- BROADBAND
- COST EFFECTIVE



1/4 WAVE STUBBY ANTENNA

- GROUND PLANE SENSITIVE
- OMNI DIRECTIONAL PATTERN
- BROADBAND
- ACCEPTABLE GAIN (0 dBi)
- COST EFFECTIVE



[그림 1] Bluetooth 초창기의 안테나 들

여지가 거의 없는 본체 내에 내장해야 한다는 점에서 지금까지 이상의 소형화가 요구된다.

- 가격이 저렴할 것: 블루투스의 보급이라는 관점에서 저렴한 가격은 필수적이다. 모듈 단가 목표가 5달러 정도이기 때문에 안테나 가격은 그에 비해 충분히 낮아야 할 것으로 인식되고 있다.

2-1 외국의 블루투스 대응 칩형 안테나

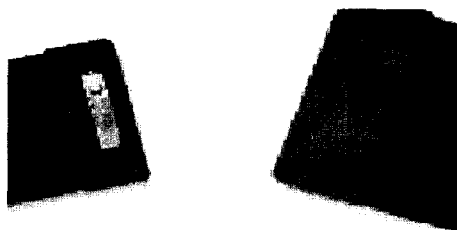
블루투스 초기의 칩형 안테나로는 일본의 무라타나 스웨덴의 기가안테나를 중심으로 주로 평판형 역F안테나(PIFA : Planar Inverted F Antenna)가 설계되었으나 크기나 성능이 좋지 못하여 시제품 발표 정도의 효과만을 누린 채 지금은 거의 사장되었다. 현재 유전체를 이용한 칩형 안테나는 무라타, 미쓰비시, 요코 등의 일본 기업들이 활발히 움직이고

있으며, PCB를 이용한 칩형 안테나로는 미국의 Rangestar가 가장 먼저 시장진입에 성공하면서 최근에는 TDK, 히타치, 필립스, 왈신, antekwireless 등 세계 각국의 여러 기업들이 다양한 형태의 안테나를 선보이고 있다.

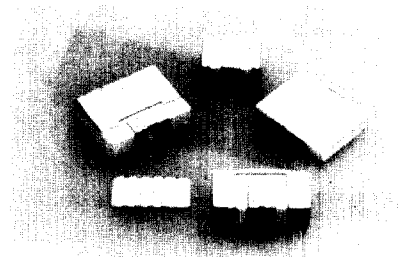
유전체를 이용한 안테나의 경우 제작방식의 차이에 따라서 다음과 같이 구분된다.

- ① 금형을 이용한 벌크형 안테나
- ② FR-4나 에폭시를 다층으로 적층한 형태
- ③ 알루미늄 기판 상에 인쇄기술과 레이저 홀(Hole)가공 기술을 이용한 형태
- ④ 세라믹 적층 기술을 이용한 안테나

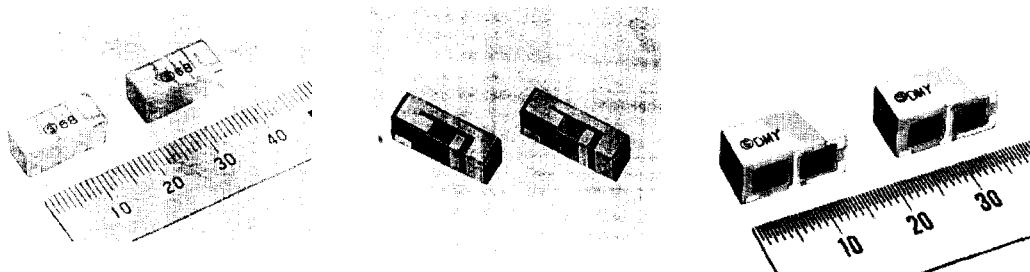
칩안테나의 선두주자라고 할 수 있는 무라타의 경우, US Patent에 가장 많은 특허(29개)를 등록한



(a) ARC



(b) Mitsubishi



(C) Murata

[그림 2] 최근의 Bluetooth용 안테나 들

상태이고 그 형태 또한 다양하다. 무라타가 특허로 등록한 안테나의 경우 기본 concept은 모노폴과 헬릭스 안테나이다. 왜냐하면 그 두 가지 안테나의 방사패턴이 전방향특성(omni-directional)을 나타낼 수 있는 구조로 가장 적합하기 때문이다.

그러나 무라타의 제품들은 특허와는 달리 PIFA의 변종을 주로 사용하였고, 제작방식에 있어서도 초기에 벌크형 안테나로 제작하다가 세라믹 적층형 안테나를 생산하였고, 최근의 G2는 벌크형으로 유전체 공진기를 이용한 안테나이다. 외국의 유명업체에서 나오는 거의 대부분의 안테나들이 안테나의 기본개념보다는 대역폭의 확대나 임피던스 매칭을 위해 일종의 스텔브나 무급전 소자를 이용하고 있는 실정이다. 이는 반사손실(S₁₁)이나 VSWR에서의 대역폭 확보에 급급한 나머지 안테나에 있어서 가장 중요한 특성인 방사패턴은 무시한 채 안테나의 소형, 경량화에만 의의를 두기 때문이다.

2-2 국내의 블루투스 대응 안테나 동향

최근 들어 국내에서도 여러 종류의 블루투스용 안테나들이 선보이고 있다.

국내 역시 초창기 안테나로는 stubby type, MSA, PIFA 등이 등장하였고 근래에는 칩형 안테나로 FR4 기판상에 인쇄하여 적층한 칩 형태나 PCB board상에 직접 인쇄한 형태의 안테나가 주로 사용되고 있다.

초기 블루투스 모듈의 국내 시장은 레인지스타의 적층형 에폭시 안테나가 석권하였으나 기본특성이나 그 크기의 한계로 말미암아 성장세가 둔화되고 있으며 요코나 미쓰비시 등의 세라믹 안테나도 상당수 기업에서 채택하고 있다. 그러나 외산 안테나의 경우 어셈블리나 납기기간이 오래 걸리며 기술적 지원을 받기도 매우 힘들 뿐만 아니라 칩 가격도 국내에 비해 고가이며 대부분 지향성을 갖는 기본

특성으로 말미암아 soft hand-off의 발생 가능성을 더욱 크게 한다.

세라믹 칩 안테나의 경우 고유전율에 따른 소형화로 성능(이득×대역폭∝체적)이 반드시 하락하지만 다음과 같은 이유로 선형 안테나가 가지고 있는 문제점들을 해결할 수 있는 유력한 대안으로 평가되고 있다.

- 소형, 저자세(low-profile)로 통신기기의 소형화에 기여한다.
- 내장형으로 기기 충격 시 파손의 위험이 적다.
- SMD type으로 자동 실장이 가능하다.

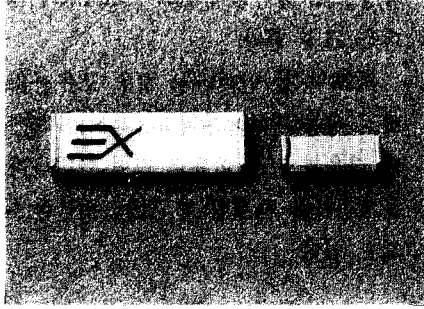
더욱이 크기나 성능면에서 세라믹 안테나가 충분한 성능을 발휘할 수 있는 범위는 수백 MHz~수 GHz 사이이므로 Wireless phone 이나 GSM, DCS, PCS, DECT 등 휴대전화로부터 5 GHz 대역의 ETC, RLAN까지 현재 주류를 이루고 있는 통신 시스템과 앞으로 수 년 이내에 주류를 형성할 것으로 기대되는 대부분의 시스템이 이 주파수 범위에 포함되어 있다. 이것이 세라믹 안테나가 주목을 받고 있는 이유이다.

현재 세라믹을 이용하여 Bluetooth 대응 안테나를 개발중인 국내 업체로는 익스팬전자를 비롯하여 삼성전기, 한국쌍신전기 등이 sample을 제공하고 있으며 후발주자로 쉐라스텍, 아모텍, 래트론 등도 개발 중에 있다.

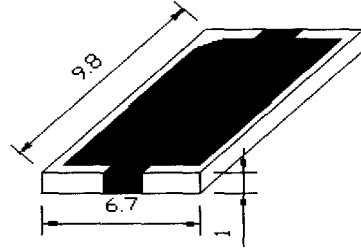
국내에서 제작되고 있는 세라믹 칩 안테나의 pattern 형태를 살펴보면 다음과 같다.

- ① Helix type antenna
- ② T-type antenna
- ③ Meander-line antenna
- ④ Loading type monopole antenna
- ⑤ Inverted L or F type antenna
- ⑥ Combine the two type antenna

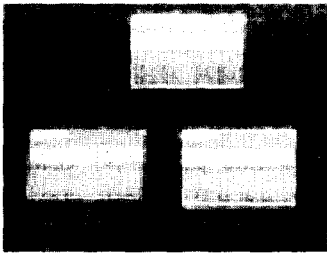
국내 업체들이 블루투스 대응 칩 안테나를 개발



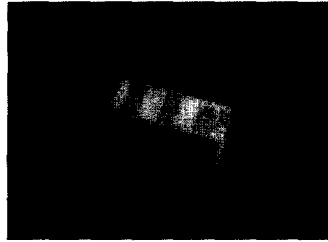
(a) EXPAN



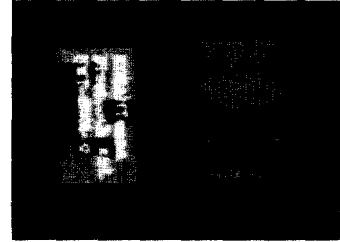
(b) Korea Ssangsin



(c) 아모텍



(d) 래트론



(e) 코산안테나

[그림 3] 국내 업체의 칩 안테나들

하기 위해서 필요한 것들은 다음과 같다.

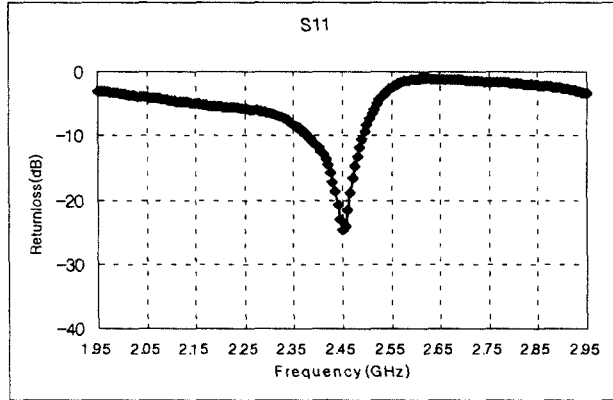
- 안테나의 기본개념이 확실할 것 : 대부분의 칩 안테나 개발자가 material engineer인 경우가 많다. 따라서 RF전공자들의 많은 연구가 필요하다.
- 자체기술로 개발하려는 의지를 가질 것 : 스스로 개발하기보다는 단순히 외국에서 나오는 model을 모방하려는 성향이 강하다. 이럴 경우 항상 뒤쳐질 수밖에 없고 특허소송 등 문제소지가 있으므로 스스로 개발하려는 의지가 적극 필요하다.
- 정보확보 및 공유의 필요성 : 국내기업 서로간의 기술이나 정보교환을 통해 외국기업에 대해 발빠른 대처가 필요하다.

지금까지 일반적인 블루투스용 안테나에 대해서 설

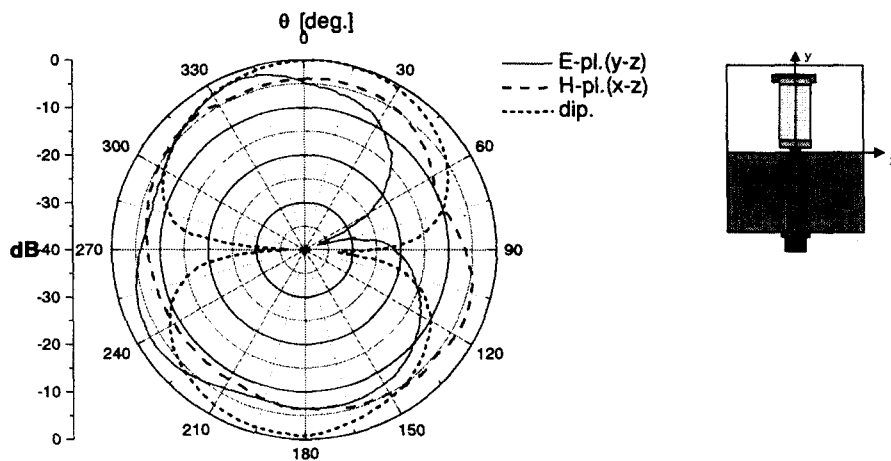
명하였으며, 익스팬전자의 ECAN 1305B2450을 중심으로 안테나의 특성을 살펴보고자 한다.

크기는 $13 \times 4.5 \times 1.2$ mm로 비교적 소형이며, $\epsilon_r = 5.8$ 인 알루미늄 계열의 powder를 사용하였으며 내부전극과 외부전극은 모두 Ag paste를 사용하였다. 타사 제품과 달리 세라믹 적층기술을 사용하여 제작하였으며, 세라믹 특성상 기계적 강도도 높고, 낙하나 열 충격에 강하다. Multilayer LTCC(Low Temperature Cofired Ceramic) 기술을 사용하여 모듈화하기에 용이하고 내부 전극을 사용함으로써 외부로부터의 전극손상을 막을 수 있다.

ECAN1305B2450의 반사손실 및 방사패턴을 그림 4에 도시하였다. 반사손실은 중심주파수(2.45 GHz)에서 26.2 dB이며 -10 dB 대역폭은 120 MHz(4.9%)로



(a) 반사손실



(b) 방사패턴

[그림 4] 반사손실 및 방사패턴(ECAN1305B2450)

비교적 광대역 특성을 나타내고 있다. 블루투스 대역의 상하에 각각 20 MHz 정도의 마진이 있어서 모듈 상에 장착 시 실장조건과 사용조건에 의한 주파수 변동에 비교적 강하며, 작은 test board(30×50 mm)와 GND size(30×30 mm)를 사용하여 어셈블리 상황에 보다 근접하도록 설계하였다.

방사패턴에 있어서 이득(gain) 비교를 위해 기준다

이폴 안테나를 동일평면에 도시하였으며, E-pl(y-z)의 경우 이득은 -2.0 dB이고 test jig의 ground 부근에서 null point가 형성되고 H-pl(x-z)의 경우 약간의 레벨차(5 dB max/min)는 있으나 거의 원형에 가까운 전방향(omni-directional) 특성을 나타내고 있다.

III. 결 론

이상으로 블루투스용으로 적합한 안테나와 새로이 각광 받고 있는 칩 안테나 기술에 대해 국내 및 외국의 사례를 예로 들어 설명하였다. 위에서 언급한 내용들을 요약·정리하면 다음과 같다.

Bluetooth용으로 사용 가능한 안테나로 가장 기본이 되는 안테나는 $\lambda/4$ monopole과 small loops(or Helix) antenna이다. 그런데 특성면에서 가장 좋은 이 두 가지 안테나가 블루투스 모듈 상에 내장되기 위해서는 소형, 경량, 저자세(low profile)이어야 한다. 또한 내장형 안테나로 좋은 특성을 나타내기 위해서는 표면실장이 가능하고 온도 및 주변환경(layout 상태, GND와의 거리, 다른 소자와의 상호 간섭 등)에 둔감한 특성을 갖는 재질을 선택해야 한다. 따라서 블루투스 모듈상에 내장 가능한 안테나로는 세라믹 재질

의 칩형 안테나가 가장 적합하다고 판단된다.

Ceramic material의 일반적 특성은 고유전율(high permittivity)이 되면 대역폭이 좁아지고, 소성온도가 높아지며 유전체의 특성제어가 어려워진다는 단점이 있다. 이러한 특성을 이용하여 적당한 Q(Quality factor)와 비유전율(ϵ_r)을 갖는 유전체의 선정이 가장 중요하며 이에 맞는 pattern 설계를 통해서 원하는 특성을 갖는 안테나를 설계하는 것이 가장 바람직하다고 생각된다.

국내의 칩 안테나 발전속도는 2000년도 후반 이후로 급속히 발전하고 있으며 산학연이 합동으로 더욱 연구에 매진하여 많은 기업체에서 품질향상과 high level의 안테나를 연구·개발했으면 하는 것이 필자의 바람이다.

≡ 필자소개 ≡

송 인 업

1985년 2월: 한양대학교 무기재료 (공학 석사)

1997년 2월~현재: 한양대학교 대학원 박사과정

1987년 2월~1993년 2월: 삼성종합 기술 팀

1993년 2월~1996년 1월: 삼성전기(주)

1996년 1월~1998년 12월: 이수세라믹(주)

1998년 12월~2000년 2월: (대만) Team Young R&D manager

2000년 2월~현재: 익스펜전자 Chip 사업본부장



한 성 민

2001년 2월: 충남대학교 전자공학 (공학 석사)

2001년 8월~현재: 아주대학교 전자공학과 대학원 박사과정

2001년 2월~현재: 익스펜전자 Chip 사업부 신제품팀 안테나 개발 담당



김 상 철

1988년 2월: 영남대학교 전자공학과

2000년 11월~현재: 익스펜전자 Chip 사업부 신제품 개발팀장

