

I. 서 론

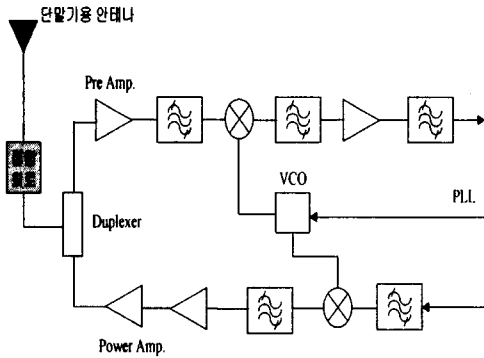
전자 산업의 급격한 발전과 정보화 시대의 고속화로 이동 통신 기기의 사용이 급증하고 있으며, 특히 휴대용 단말기가 상업적인 수요와 대중적인 면에 있어서 그 비중이 매우 크다고 할 수 있다. 휴대용 단말기는 휴대, 이동이라는 특수성으로 인해 단말기의 성능 향상 이외에도 소형화 및 경량화를 크게 요구하므로 가능한 한 모든 RF 부품을 소형화하기 위해 하나의 칩 형태로 제작하여야 한다. 특히, 시스템 마지막 단에서 신호를 송수신하는 안테나의 경우 이미 오래 전부터 많은 연구를 통하여 우수한 제품들이 생산되고 있는 상황이다. 안테나의 기능은 통신기기에서 인위적으로 만든 전기적인 신호를 전자기파로 변환하여 대기 중으로 송수신을 하는 것이다. 따라서 효율적인 송수신을 위해선 안테나의 감도, 대역폭, 방사패턴 등을 안테나의 기본적인 설계요소로 고려하는 것이 일반적이다. 그러나 최근에는 이동 통신 장치와 소자들의 소형화 추세에 맞추어 안테나 역시 소형화, 경량화라는 요소를 고려해야 함은 물론이거니와 RF 모듈들과 동일한 PCB상에서 장착이 가능하고 외부에 노출되지 않도록 내장형으로 모델링을 해야 하는 상황이다. 모듈과 필터 분야에서도 우리 제품이 미국 및 일본 제품과 경쟁에서 밀리지 않고 있어 수출이 큰 폭으로 성장할 것으로 기대하고 있다. 그 중에서도 단말기용 안테나 시장은 이동통신서비스 가입자 수요가 크게 급증하고 있고 향후 IMT-2000의 실현으로 인한 시장

을 고려한다면 그 수요는 지속적으로 확대될 전망이다. 본 논고에서는 이동통신 단말기용 안테나의 개요, 종류 등을 먼저 설명하고 이동통신 단말기용 안테나의 기술·동향 및 내장형 안테나에 대해 간략히 설명하도록 하겠다.

II. 단말기용 안테나 개요

2-1 단말기의 구성요소

이동통신 서비스에 사용되는 단말기의 기본 구조는 [그림 1]의 Block도와 같다. Block도에 표시된 것과 같이 안테나는 입·출력 신호를 서로 분리시켜 주는 Duplexer에 연결되어 있다. 보통 단말기의 최상단에 장착되어 있는 소형 안테나는 신호 출력 상태에서는 단말기의 최종단으로 사용되고 신호를 수신할 때는 시작단으로 사용되는 등 두 가지 역할을 동시에 하게 된다. 개인휴대 단말기용 안테나는 양방향 통신이 가능하고 휴대가 간편하여야 하는 등의 목적에 의해서 주로 수납가능형 안테나인 Retractable 안테나를 사용한다. 시판되고 있는 많은 단말기들의 안테나는 보통 신호대기 상태와 통화상태에 각각 적합한 두 가지의 안테나를 조합하여 사용하고 있다. 이러한 안테나는 단말기의 형태에 따라 장착했을 때 많은 성능 차이를 보이며 이것을 보상해 주기 위해서 안테나와 Duplexer 사이에 정합회로를 설치하는데 단말기에서는 안테나와 떨어진 별개의 회로가 아닌 안테나와 하나의 시스템으로 생각해야 한



[그림 1] CDMA 단말기 기본 Block Diagram

다. 이 회로는 안테나 자체가 가지고 있는 Reactance 성분을 상쇄시켜 주며 또한 임의의 모양의 단말기에 안테나가 부착될 때 임피던스 정합이 되지 않으므로 발생하는 성능 저하를 막기 위해 설치되며 π 나 T 형태를 기본으로 하며 Inductance와 Capacitor로 구성된다^{[1]-[3]}.

Ⅲ. 단말기용 안테나의 종류

3-1 Helical 및 Monopole 안테나 결합형

전 세계적으로 가장 많이 채택되고 있는 형태로서 기본형의 구조는 길이가 각각 $\lambda/4$ 의 변형인 헬리컬 안테나와 모노폴 형태의 휩 안테나로 구성된다. 주로 신호대기 상태 및 전파환경이 양호할 때는 헬리컬 안테나가 단독으로 동작하며 전파환경이 열악한 곳에서는 휩형 안테나가 신장된 상태에서 휩 단독 또는 두 개의 안테나가 동시에 동작된다. 헬리컬 안테나의 위치에 따라 크게 두 종류로 구분되며 신호급전 및 두 안테나의 결합방식에 따라 여러 가지 구조가 있다.

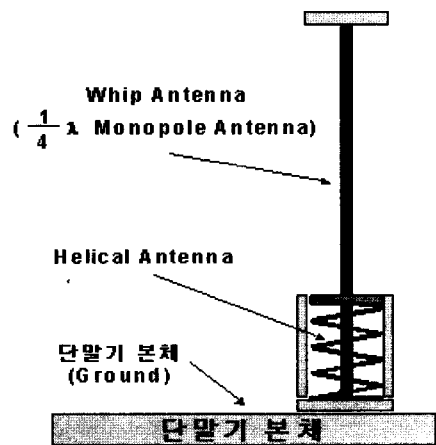
3-1-1 헬리컬 고정형 안테나

■ 구조적 특징

- $\lambda/4$ 길이를 가지는 헬리컬 안테나 상단에 신장 (Extend) 가능한 휩형 모노폴 안테나가 설치되어 있다.
- 주로 신호대기 및 전파강도가 높을 때 사용되어지는 수축(Retracted) 위치에서는 헬리컬 안테나가 단독으로 동작하며 통화 시나 전파강도가 약할 때에는 휩형 안테나부가 헬리컬 안테나부의 중심부를 관통하여 신장 위치로 올라가서 두 안테나가 동시에 동작한다.
- 헬리컬 안테나단과 휩 안테나가 전기적으로 직접 연결 또는 EM(Electromagnetic) 커플링에 의해 연결되어 있다. 이때 결합도는 전기적 도전체에 의한 직접 연결 방법을 채택할 때 더욱 크다.

3-1-2 신장된 위치에서 헬리컬 및 휩 결합형

구조는 수납된 위치에서 동작하는 전기적 길이가 $\lambda/4$ 인 헬리컬 안테나가 $\lambda/4$ 의 길이를 가지는 모노폴 형태의 휩 안테나 상단에 고정되어 있다. 신장 위치

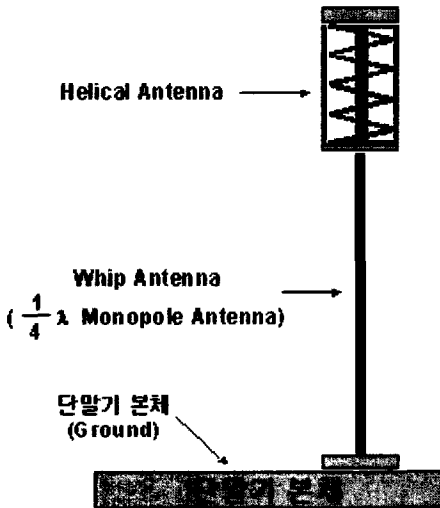


[그림 2] 헬리컬 고정 안테나의 기본구조

에서는 헬리컬 안테나가 외부로 돌출되는 휩 안테나의 상측에 형성되고 단말기와 분리된다. 이때 급전은 휩 안테나의 하측부분이 단말기의 신호원과 전기적 접촉이 이루어지므로서 가능해진다.

■ 구조적 특징

- 두 종류의 안테나가 항상 연결되어 있으며 수납 상태에서는 헬리컬 안테나부가 단말기 상단에 위치하고 상단에 위치하고 있으나 신장 상태에서는 단말기와 분리되어 외부로 돌출된 휩 안테나의 상부에 위치함.
- 수납 상태에서는 헬리컬 안테나부가 단말기의 신호 급전부와 EM 커플링에 의해 연결됨.
- 신장 상태에서는 휩 안테나의 하측부가 단말기의 신호 급전부와 전기적으로 접촉되어 신호의 급전이 이루어지며 휩 안테나의 상단부와 헬리컬부는 전기적 또는 EM 커플링에 의해 연결됨.



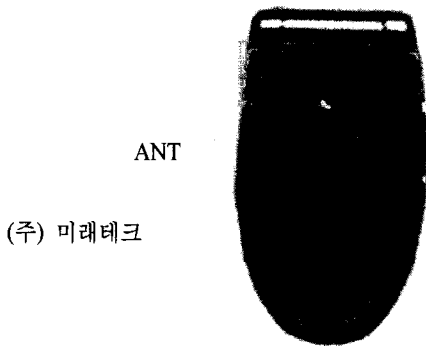
[그림 3] Extended 위치에서 헬리컬(상측) 및 Whip (하측) 결합형

3-2 단말기 내장형 안테나

디자인 측면에서 더 이상 차별화 할 요소를 찾기 어려운 최근 시장 상황에서 마지막 Hidden Card로서 내장형 안테나를 고려해 볼 수 있겠고, 종래에 주로 사용되던 휩(whip) 안테나가 휴대 전화 케이스로부터 돌출되어서 부러지기 쉽고, 불필요한 공간을 차지함에 따라 최근 내장 가능한 세라믹 칩 안테나 및 PIFA(Planar Inverted-F Antenna)에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 외부에 노출된 주파수 수신 안테나를 칩 형태로 단말기에 내장한 이른바 '인테나(Intena)'의 개발은 외장형 안테나의 장점인 고감도 수신율을 그대로 재현하면서 제품의 초소형화를 가능케 하며, 내장형 안테나가 단말기의 배터리 수명을 연장하고 부피를 최소화함으로써 단말기 제조업체의 소형화 및 고급화, 그리고 사용자의 이동 편리성 등의 요구를 적극 수용할 수 있기 때문이다. 또 단말기 제조업체 입장에서 안테나를 내장해 제품을 생산할 경우 수작업으로 하던 외장형 안테나 조립과정을 자동화함으로써 비용절감 효과도 얻을 수 있다.

그러나 단말기 내장형 안테나는 단말기 내부에 장착이 되는 안테나이기 때문에 여러 가지 제반 문제점을 지니고 있다. 소형이고 단말기 내부에 장착되기 때문에 안테나의 이득이 감소하게 되며, 단말기 내부의 소자들과 거리가 가깝고 주변의 금속성 재질은 안테나의 특성에 변화를 주게 되어 안테나에서 방사된 전자파가 단말기 내부에 무선 감도를 저하시키며, 칩 안테나의 최대 약점인 인체와 외부 환경 간섭에 의한 수신불량 문제로 사용자의 손에 의한 안테나 특성 변화로 사용자가 통화중 내장된 안테나의 주변을 잡을 경우 안테나의 특성에 변화가 올 수 있다. 소형화 문제로 단말기 내부에 장착하기 위해서 보다 소형화된 내장형 안테나가 요구되고 있으나, 소형화시키는 데에는 분명한 한계가

있으며, 소형화에 따른 안테나 특성 저하 문제도 함께 해결해야 한다. 국내 일부 안테나 제조업체 및 대학·연구소에서 단말기 내장형 안테나를 개발중에 있으며, 2002년 서비스 사업자들이 통화품질 저하 및 칩 안테나가 이동전화에 내장될 경우 신호간섭 현상을 일으켜 수신감도가 떨어져 소비자의 불만사례가 늘어나는 것을 우려해 단말기 내장형 안테나 개발 출시를 연기하기도 했지만, 조만간 출시 예정이다. 한편 미국 정부는 모든 신규 휴대폰에 GPS 기능을 내장하는 것을 법제화함으로써 제품의 소형화를 위한 단말기 제조업체들의 수요가 급증,



[그림 4] 해외(중국) 상용중인 내장형 안테나

이로 인하여 내장형 안테나 시장이 크게 활성화할 것으로 전망된다. [그림 4]에서는 현재 중국에서 사용되어지고 있는 내장형 안테나로서 대부분 PIFA 타입이다.

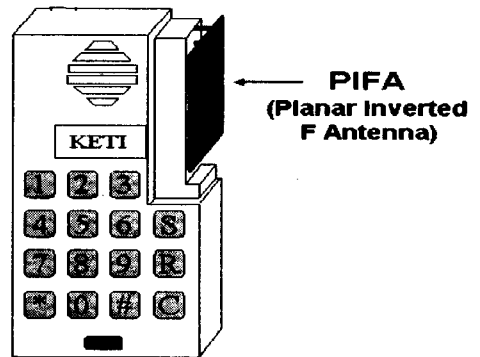
3-2-1 PIFA(Planar Inverted F Antenna) 및 평면 안테나

소형 평면 안테나를 단말기에 적용한 형태로서 설계 방법들에 따라 복사패턴의 형태가 달라지며 단말기들의 상단 또는 측면 내부에 부착시킴으로써 휴대성을 높인 구조이다. 그러나 단말기에 장착되었을 때 어느 정도의 지향성을 가지므로 전방향 통신이 기본조건인 이동통신 서비스에 적용하기 위해서는 많은 보완이 있어야 하리라 본다.

■ 구조적 특징

- PIFA는 얇은 평판형 안테나로서 단말기의 어느 부위에도 안테나 설치가 가능함.
- 두 개 이상을 설치하여 Diversity, Array 안테나 등으로 사용이 가능함.
- 단말기의 돌출부위를 완전히 제거하여 휴대할 시 편리성을 높일 수 있다.

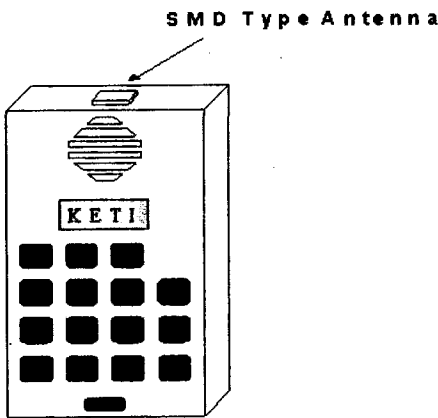
3-2-2 SMD 형태 안테나



[그림 5] PIFA 형태의 평면안테나

주로 세라믹 제조공법을 응용하여 적은 부피 내에 안테나를 형성시키는 방법으로 앞서 설명한 3가지 구조와는 다른 형태이다. 우선 초소형 SMD 형태로 구현된 것이기 때문에 [그림 6]과 같이 단말기의 어느 부분이라도 실장이 가능하며 양산성이 매우 우수하고 기존의 안테나들을 단말기에 부착할 때와는 달리 다른 SMD 부품들을 회로기판에 접착하는 방법을 그대로 사용할 수 있다. 또한 현재 상용화된 제품들이 단말기 외부로 돌출되는 부분이 있다는 단점을 완전히 극복할 수 있는 제품으로 판단되며 차세대 단말기 안테나로서 연구가 활발히 진행되고 있다. 차후 새로운 서비스가 시작될 때 각 기지국 및 중계기를 설치하는 방법이나 중계기 안테나의 특성, 송수신 전력 및 망 관리가 급속히 진전된다면 상용화도 가능하리라 본다.

- 구조적 특징
 - 세라믹 제조공법 및 마이크로스트립라인 기술을 응용한 패턴 설계 기법을 이용한 SMD 형태의 안테나.
 - 기존의 SMD 생산 기술을 응용하여 양산성을 크게 향상시킬 수 있음.



[그림 6] SMD 형태 안테나

3-3 휴대전화와 인체영향

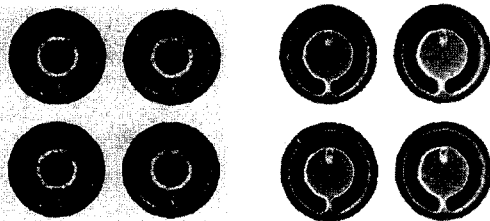
정보통신부는 휴대전화 이용자가 크게 늘면서 전자파 인체 유해 여부가 사회적 관심사항으로 떠오름에 따라 휴대전화 단말기에서 나오는 전자파 흡수율(SAR)이 허용 기준을 넘으면 시중에 팔 수 없게 된다. 발표된 기준은 방송국 송신소, 이동전화 기지국, 송전선, 전기·전자제품 등에서 나오는 전자파의 세기를 주파수 대역별(0 Hz~300 GHz)로 규정하고 있다. 특히 휴대폰의 경우 전자파 흡수율(SAR: Specific Absorption Rate)을 1.6 W/kg (1 g 평균)으로 규정하고 있다. SAR은 인체에 흡수되는 단위 질량당 전자파 량이다. 현재 유럽·일본은 2.0 W/kg(10 g 평균), 미국·호주·캐나다는 1.6 W/kg (1 g 평균)을 기준으로 적용하고 있다. 이러한 기준은 한국전자과학회, 한국전자통신연구원(ETRI) 등의 연구결과를 바탕으로 공청회를 실시하고, 관련부처·연구소·학계·이동통신사업자·제조업체 등의 의견을 수렴한 것이다. 그 결과로 정부는 ICNIRP (국제 비전리복사 방호위원회), 미국(IEEE/ANSI, FCC), 일본(우정성), 유럽(CENELEC) 기준 중에서 가장 엄격한 ICNIRP 기준을 채택했다.

정통부는 이를 위해 정보통신기기 인증규칙을 개정, 휴대전화 형식등록 때 전자파 인체보호기준을 심사하는 규정을 추가한 한편, 삼성전자연구소(수원), LG전자연구소(가산동), 현대교정인증기술원(이천) 등 3곳을 전자파 흡수율 지정시험기관으로 지정했다. 이에 따라 휴대전화 제조업체는 신규 제품 형식등록때 전자파 흡수율을 측정한 시험성적서를 함께 붙여 신청해야 하며 전자파 흡수율이 기준치를 넘으면 유통 판매할 수 없게 된다^[4].

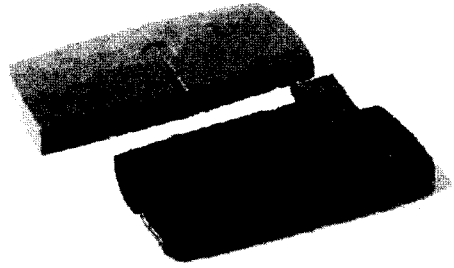
IV. 단말기용 안테나의 기술 및 시장동향

4-1 단말기용 안테나의 기술동향

이동통신의 초창기부터 현재까지 주파수 대역에 관계없이 단말기용 안테나로서는 주로 whip 형태의 모노폴 안테나가 사용되었다. 그리고 이와 동시에 이동체 단말기의 형태나 동작주파수에 따라 내장형 페라이트 안테나 또는 수직모드 헬리컬 안테나(NMHA: Normal Mode Helical Antenna)도 널리 사용되었다. 안테나의 소형화는 안테나와 관련 회로부를 단일기판에 직접시키는 집적안테나(Integrated Antenna)의 개념이 적용되는 안테나가 이미 제작 적용되어 왔으며 3세대 개인 휴대통신 시스템(IMT-2000)에 적용할 수 있는 소형 안테나 개발이 한창 진행되고 있는 중이다. 이러한 단말기용 소형 안테나는 사용자의 편의를 위하여 단말기의 몸체에 간편하게 장착되거나 단말기 몸체 내부에 내장될 수 있는 소형의 안테나 형태를 지녀야 하는데 이러한 요구조건을 충족시키기 위하여 짧은 whip, 수직모드 헬릭스(Normal-mode Helix)나 작은 루프 안테나 같은 형태들이 주로 사용되고 있다. 일본의 경우 휴대폰 안테나가 공간 다이버시티(Space Diversity)의 기능을 갖도록 모노폴 안테나와 평면형 역F형 안테나(PIFA: Planar Inverted F Antenna)를 하나의 단말기에 장착한 시스템이 개발되어 사용되고 있으며, 최근 유럽 선진 단말기 제조업체는 PIFA 만을 실장한 제품들이 출시되고 있다. 특히, 휴대전화의 전자파 흡수율(SAR)규제가 일부 국가에서 제정되면서 PIFA, SMD Type의 안테나의 출시를 앞당기려고 노력하고 있다^[5].



[그림 7] 적층형 구조 안테나



[그림 8] 단말기 내장 안테나

[그림 7]은 국내 업체에서 개발 중인 적층형 헬리컬 안테나로서, 현재 일부 단말기 모델에 적용시켜 출시 중이다.

[그림 8]은 선진기업체가 최근 출시한 역F형 안테나(PIFA)를 실장한 단말기이다.

V. 결 론

지금까지 단말기용 안테나를 중심으로 안테나의 종류 및 단말기용 안테나의 기술 동향에 대해 간략히 살펴보았다. 현대는 정보화 사회로써 많은 정보량이 기하급수적으로 증가하고 있다. 이러한 정보들을 정확하고 신속하게 전달하기 위한 방법이 바로 이동통신 시스템이다. 앞으로는 이동통신 시스템 기술의 전반적인 발전과 이동통신 가입자의 폭발적인 증가로 인해 IMT-2000 등 다기능의 통신 서비스가 실현될 전망이다. 국내 이동통신 안테나 관련 기술은 그 동안 선진국과의 기술격차를 줄이기 위하여 많은 노력을 해왔다. 특히 단말기용 소형 안테나 분야에서는 선진특허를 회피한 독자적인 특허를 출원하여 등록하였다. 그리하여 그 동안 전량 수입에 의존했던 단말기용 안테나를 일부 수입대체 단계에 이르게 되었다. 그러나 현재 외국 선진업체에서는 이 분야의 연구개발에 많은 투자를 지속적으로 하

고 있다. 우리도 현재의 기술 격차를 좀더 좁히기 위해서는 지금까지 해 왔던 것보다 훨씬 더 많은 노력과 투자를 해야할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

[1] K. Fujimoto, J. R. James, *Mobile Antenna Systems Hand Book*, Artech House.

[2] Joseph J. Carr, *Practical Antenna Hand Book*, McGraw-Hill.

[3] C. A. Balanis, *Antenna Theory and Design*, John Wiley.

[4] 전파진흥, 12(2), 2002년 4월.

[5] “휴대전화와 인체영향”, 한국전자과학회 논문지, 2001년 6월.

≡필자소개≡

이 호 준



1998년 2월: 서울산업대학교 전자공학과 (공학사)

2000년 8월: 광운대학교 전파공학과 (공학석사)

2000년 6월~현재: 전자부품연구원 무선통신연구센터 전임연구원

2003년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학박사수료)

[주 관심분야] 전자파 수치해석 및 안테나

김 종 규



1989년 2월: 건국대학교 전자공학과 (공학석사)

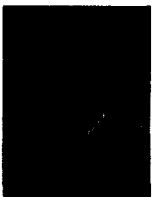
2002년 2월: 건국대학교 전자공학과 (공학박사)

1983년 11월~1990년 2월: 모토로라코리아

1992년 3월~현재: 전자부품연구원 무선통신 연구센터 센터장/수석연구원

[주 관심분야] Antenna, Coupler, VCO, Amp, RF Device.

이 재 영



1990년 2월: 아주대학교 전자공학과 (공학사)

1999년 2월: 한양대학교 전자공학과 (공학석사)

1990년 1월~1996년 2월: LG이노텍

1996년 8월~현재: 전자부품연구원 무선통신연구센터 선임연구원

[주 관심분야] 단말기용 내장형 안테나