

기생소자 효과를 이용한 이동 단말기용 광대역 헬리컬 안테나 연구

A Study on a Wideband Helical Antenna for Mobile Handset using Parasitic Element Effect

성원모 · 양묘근* · 전용승* · 이치우* · 박진희* · 최학근

Won-Mo Seong · Myo-Geun Yang* · Young-Seung Jun* · Chi-Woo Lee* ·
Jin-Hee Park* · Hak-Keun Choi

요 약

본 논문에서는 기생소자 효과를 이용한 이동단말기용 광대역 안테나를 연구하였다. 기생소자에 관한 효과를 관찰하기 위해 기생소자는 급전이 되지 않는 원통형 도체를 사용하였다. 원통 도체의 외경이 증가함에 따라 두 번째, 세 번째 공진 주파수 특성이 급격히 변함을 알 수 있었다. 4.5 mm의 외경을 가지는 원통형 도체 기생소자가 삽입된 경우 normal mode 헬리컬 안테나는 반사손실 -5 dB를 기준으로 900 MHz의 밴드폭을 얻었다.

Abstract

In this paper, a wide band helical antenna for mobile handset using parasitic element effect has been investigated. To obtain the effect of parasitic element, we utilized the cylindrical conductor which is not feed. As thickness of cylindrical conductor is increasing, second and third resonance frequency become abruptly variable. In case of that 4.5 mm diameter parasitic element cylindrical conductor is inserted, normal mode helical antenna obtained bandwidth of around 900 MHz on the limit of R. L., -5 dB.

Key words : Antenna, Wide Band Antenna, Parasitic Element, Normal Mode Helical Antenna, Handset

I. 서 론

최근 이동 통신 및 회로 기술의 발달로 단말기의 크기가 크게 줄어들고 복수의 서비스를 제공하는 멀티밴드 이동 시스템이 적용되어 단말기 또한 복수의 서비스 지원을 기본으로 하는 국가들이 늘어나고 있다. 따라서 안테나 또한 기존의 소형화 추세에 복수 밴드를 사용하는 기능까지 추가되고 있다. 지금까지 제안된 단말기용 소형 안테나 종류로는 횡 안테나, 헬리컬 안테나, 또는 두 안테나의 조합형태가 대부분이며 최근에는 단말기 내부에 들어가는 안테나 형

태 등이 있다.

기존의 대부분의 단말기 안테나로 사용되는 헬리컬 안테나는 설계하기 용이하고 양산기술의 보편화로 지금까지 상당부분 많은 단말기 안테나로서 적용되고 있다. 그러나 복수 서비스밴드가 요청되는 현재 이동 통신 단말기는 헬리컬 안테나의 협소한 밴드 특성으로 다양한 복수서비스 밴드를 만족하기엔 어려움이 있다.

따라서 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 주파수 조정이 용이하고 대량생산이 가능한 기생소자를 사용한 헬리컬 안테나 구조를 적용하고자

단국대학교 전자컴퓨터학부(Dept. of Electronic Engineering, Dankook University)

*(주)이엠파블유안테나(E.M.W. Antenna Co. Ltd.)

· 논문 번호 : 20030524-01S

· 수정완료일자 : 2003년 7월 15일

한다. 기존의 normal mode 헬리컬 안테나에 관한 광대역 특성 구현에 관한 연구로 기생소자(parasitic element)를 이용한 연구가 있었다^[1]. 이 연구는 기생소자로서 급전이 되지 않는 원통 도체를 사용하고 헬리컬 안테나 내부에 삽입하는 구조로서 듀얼 공진을 발생시켜 광대역 특성을 구현하였다. 그러나 이 논문은 실제 이동 단말기에 적용하기 어려운 크기의 안테나(길이=6 cm) 및 기생소자(원통도체길이= 14 cm)구조를 가지고 있다.

따라서 본 논문은 실제 이동 통신 단말기에 장착 가능한 크기의 normal mode 헬리컬 안테나와 기생소자를 사용하였으며 특히 원통도체의 굽기에 따른 normal mode 헬리컬 안테나와 기생소자의 커플링 효과에 관해 연구하였다.

II 장에서는 normal-mode 헬리컬 안테나에 원통도체를 사용한 경우 안테나의 공진 특성을 살펴보고 III 장에서는 원통 도체의 길이와 굽기에 따른 안테나의 전기적 특성변화에 대하여 나타내었다. IV 장에서는 결론을 기술하였다.

II. Normal Mode 헬리컬 안테나 구조 및 측정환경

단말기 안테나에서 사용하는 normal mode 헬리컬 안테나는 PCB(Printed Circuit Board)상의 마이크로 스트립라인으로 급전되는 모노폴 안테나로서 일반적으로 약 7%의 밴드 폭을 가진다. 최근에 일반적으로 이동 통신 단말기에서 요구되는 900 MHz나 1800 MHz 대역의 9~10%, GSM(Global System for Mobile) 1900 MHz 서비스 대역을 포함하면 16%의 밴드 폭이 요구된다. 따라서 기존의 normal mode 헬리컬 안테나는 멀티밴드용 단말기안테나로서 적합하지 않다. 실제 단말기 안테나에 관한 연구는 지난 10년 동안 밴드폭 확장에 관해 이루어져 왔다. 대표적인 방법으로 헬리컬 안테나의 피치간격을 넓히거나 기생소자를 사용하여 Q(Quality factor)값을 떨어뜨리는 방법이 연구되었다^{[2],[3]}. 그러나 아직도 보편화되어 있는 기술은 L, C를 이용한 강제 매칭방법으로 안테나 다음 단계 강제 정합 회로 단을 구성하여 임피던스 매칭을 하는 것이다. 그러나 일반적으로 L, C 매칭은 안테나 고유의 밴드폭을 확장시키는 기술

은 아니며 안테나 다음 단계의 duplexer와 임피던스 매칭으로 입출력단과의 삽입손실을 줄이는데 목적이 있다. 따라서 본 논문은 제작이 쉽고 용이한 급전이 되지 않는 원통도체를 사용한 단말기 안테나의 특성을 연구한다.

그림 1에서 나타나는 단말기 안테나는 930 MHz 공진 특성을 가지는 단말기 안테나이다. 또한 그림 2는 normal mode 헬리컬 안테나 측정환경이다. 표 1에 안테나의 제원을 나타내었다. 이 안테나 제원은

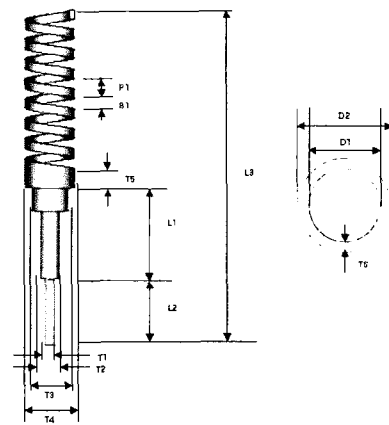


그림 1. 안테나 구조
Fig. 1. The geometry of the antenna.

표 1. 안테나 설계 변수(단위 : mm)
Table 1. The antenna design parameter(Unit : mm).

P1	2.0 mm	T1	1.26 mm
S1	1.0 mm	T2	2.36 mm
L1	10.5 mm	T3	4.60 mm
L2	6.0 mm	T4	6.05 mm
L3	34.0 mm	T5	2.96 mm
D1	4.75 mm	T6	0.65 mm
D2	6.05 mm		



그림 2. Normal mode 헬리컬 안테나 측정환경
Fig. 2. The measured condition of normal mode helical antenna.

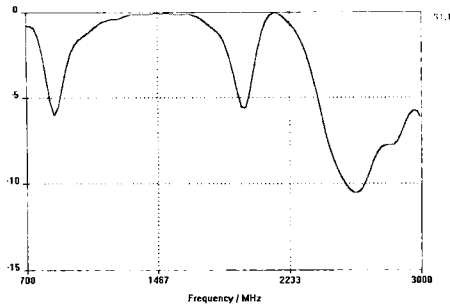


그림 3. Normal mode 헬리컬 안테나의 S_{11}
Fig. 3. S_{11} of normal mode helical antenna.

일반적으로 셀룰러 서비스를 위해 적용된다.

또한 안테나 손실 S_{11} 은 무한한 그라운드를 고려하여 60 cm^2 의 도체판 위에 중심부에 손실이 적은 판넬용 동축 커넥터를 연결하여 측정하였다.

그림 3에서 normal mode 헬리컬 안테나는 700 MHz에서 3 GHz 사이에 세 개의 공진이 발생하는데 각각의 공진 주파수는 864 MHz, 1963 MHz, 2619 MHz이다. 첫 번째 공진과 두 번째 공진은 대역폭이 6.3 %, 3 %로 협소하며 세 번째 공진은 23.4 %로 대역폭이 상당히 넓음을 알 수 있다. 그러므로 각각의 공진 주파수 사이의 이격 거리를 기생소자로서 조정 가능하다면 광대역 듀얼 공진을 만들 수 있다.

III. 원통형 기생소자를 이용한 Normal Mode 헬리컬 안테나 특성

본 논문에서는 공진 주파수 조정 기생소자로서 원통 도체를 사용한다. 여기서 원통 도체를 inner bar 라고 한다. Inner bar의 헬리컬 내부의 삽입 길이에 관한 광대역 구현 연구는 선행되어서 여기서는 굵기에 대한 실험을 하도록 한다^[1]. 먼저 inner bar의 굵기에 관한 헬리컬 안테나의 공진 특성을 Microwave Studio 상용프로그램으로 계산하였다.

그림 4는 inner bar가 삽입된 안테나 구조이며, 그림 5는 inner bar 굵기 변화에 따른 수치해석 결과이다.



그림 4. Inner bar가 삽입된 normal mode 헬리컬 안테나
Fig. 4. Normal mode helical antenna with inner bar.

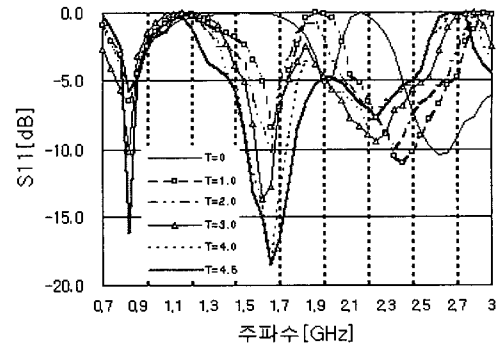


그림 5. Inner bar 외경(T) 변화에 따른 안테나 S_{11} 계산 값
Fig. 5. The computed S_{11} by inner bar diameter(T).

그림 4에서 헬리컬에 여기된 전류와의 커플링 효과를 최대로 하기 위해 삽입된 inner bar의 길이는 17.5 mm이며 inner bar의 끝단은 밀면에 헬리컬이 감기는 시작점과 같은 높이에 있다.

그림 5에서 800 MHz 대역의 공진 주파수 변화는 둔감하지만 1.5 GHz 이상에 존재하는 두 개의 공진 주파수 이동과 밴드 폭은 상당히 민감하게 움직이며 inner bar 굵기가 커짐에 따라 두 번째, 세 번째 공진 주파수가 낮은 주파수 쪽으로 이동한다. 또한 밴드 폭은 두 번째 공진 주파수의 밴드 폭은 상당히 증가하며 세 번째 공진 주파수 밴드 폭은 감소한다. 따라서 inner bar의 굵기가 4.5 mm일 때 1.5 GHz 이상에서 넓은 광대역 특성이 나타난다.

그림 6과 그림 7은 실제 제작된 안테나의 inner bar 굵기에 따른 공진 주파수와 밴드폭의 변화 값을 나타냈다. 그림 7에서 나타나듯이 두 번째 공진 주파수의 밴드 폭이 급격히 증가되어 세 번째 공진 주

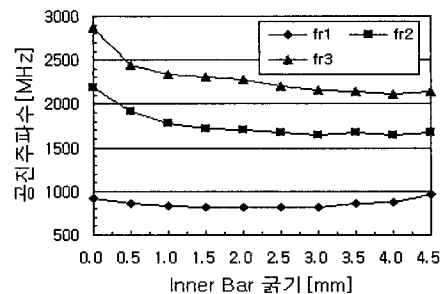


그림 6. Inner bar 굵기에 따른 공진 주파수(fr) 특성
Fig. 6. The resonance frequency(fr) characteristics by inner bar diameter.

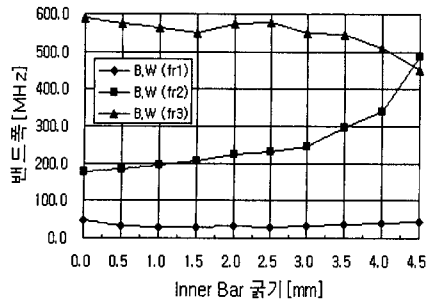


그림 7. Inner bar 굵기에 따른 밴드폭(B.W) 특성
Fig. 7. The bandwidth(B.W) characteristics by inner bar diameter.

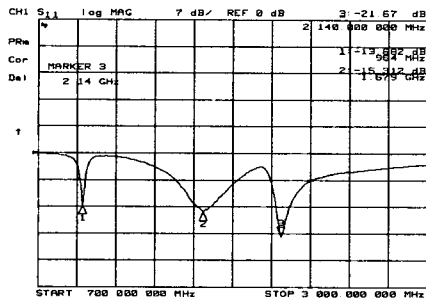


그림 8. 외경이 4.5 mm inner bar를 normal mode 헬리컬 안테나에 삽입한 경우 측정된 S_{11}
Fig. 8. The measured S_{11} of normal mode helical antenna with inner bar diameter 4.5 mm.

파수의 밴드폭과 합성되어 1.7 GHz 이상에서 광대역 특성이 나타남을 알 수 있다. 이는 최근의 단말기 안테나에 요구되는 멀티 서비스 밴드에 사용될 수 있음을 보여주고 있다.

그림 8은 외경이 4.5 mm인 inner bar를 normal mode

헬리컬 안테나에 삽입했을 때 측정된 S_{11} 값이다.

IV. 결 론

본 논문에서는 기생소자 효과를 이용한 이동 단말기용 광대역 normal mode 헬리컬 안테나에 관해 연구하였다. 특히 기생소자로서 두극전 원통도체인 inner bar를 사용하였으며 특히 inner bar 굵기에 따른 주파수 특성을 연구하였다. 시뮬레이션과 실험결과 값으로 inner bar의 도체 외경에 따른 1.5 GHz 이상의 두 개의 공진 주파수 이동 및 밴드폭의 확장으로 1.7 GHz 이상에서 안테나의 광대역 특성을 확인하였다. 따라서 적절한 설계 값을 가지는 inner bar를 이용한 단말기 안테나는 실제 복수개의 서비스를 이용한 단말기 안테나에 유용하게 쓸 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Hisamatsu Nakano, Noriaki Ikeda, "Realization of Dual-Frequency and Wide-Band VSWR Performances Using Normal-Mode Helical and Inverted-F Antennas", *IEEE Trans. Antennas and Propagat.*, vol. 46, pp. 788-793, Jun. 1998.
- [2] John D. Kraus, *Antennas*, McGraw-Hill Book Company.
- [3] Hisamatsu Nakano, *Helical and Spiral Antennas*, John Wiley & Sons INC.
- [4] K. Fujimoto, J. R. James, *Mobile Antenna Systems Handbook*, Boston; Artech House Inc., 1994.

성 원 모



1995년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학사)
1997년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학석사)
2000년 8월: 단국대학교 전자공학과 박사과정 수료
1998년 6월~현재: (주)EMW Antenna 연구소장

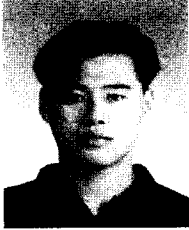
[주 관심분야] 안테나 설계 및 해석

양 묘 근



1995년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학사)
1997년 8월: 단국대학교 전자공학과 (공학석사)
2000년 2월~현재: (주)EMW Antenna 선임연구원
[주 관심분야] 소형안테나

전 용 승



1999년 2월: 목포해양대학교 전자공학과 (공학사)
2001년 2월: 목포해양대학교 전자공학과 (공학석사)
2002년 4월~현재: (주)EMW Antenna 주임연구원
[주 관심분야] 안테나 및 Internal 안테나

테나

박 진 희



2000년 2월: 목포해양대학교 전자공학과 (공학사)
2003년 3월~현재: (주)EMW Antenna 연구관리 팀장
[주 관심분야] SAR

이 치 우



2001년 2월: 경문대학 정보통신과 (준학사)
2000년 11월~현재: (주)EMW Antenna 주임연구원
[주 관심분야] 소형안테나

최 학 근



1979년 2월: 고려대학교 전자공학과 (공학사)
1981년 2월: 고려대학교 전자공학과 (공학석사)
1988년 8월: 고려대학교 전자공학과 (공학박사)
1991년 3월~현재: 단국대학교 전자

자컴퓨터학부 교수
[주 관심분야] 안테나 및 전파전파 및 마이크로파