

## PCS 단말기용 적층형 헬리컬 안테나 설계 및 제작

박인식\*, 서호석\*, 김종규\*, 윤종섭\*\*, 허정\*\*  
 \*전자부품연구원, \*\*건국대학교 전자·정보통신공학과

### The Design and Fabrication of Multilayer Helical Antenna for PCS Cellular Phone

I. S. Park\*, H. S. Seo\*, J. K. Kim\*, J. S. Yun\*\*, J. Hur\*\*

\* Korea Electronics Technology Institute

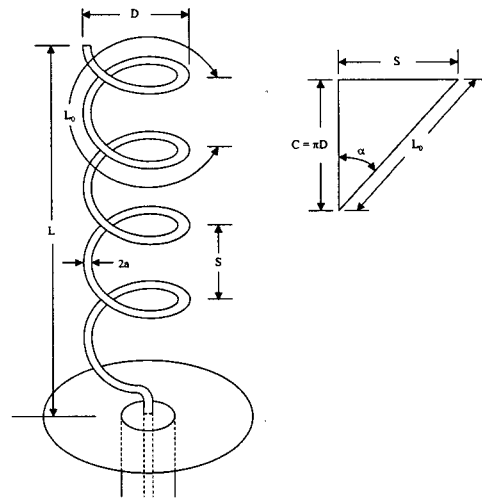
\*\* Dept. of Electronics information & communication Eng. of Konkuk University

#### Abstract

This paper describe the design and fabrication of a Multilayer helical antenna for PCS cellular phone. It has been designed for commercial PCS cellular phone by HP-HFSS and fabricated with diameter of 7.6mm and height of 9mm. As a result, the antenna was well-operated in the frequency ranges of 1.75~1.87GHz for the application of PCS system. We obtained omni-directional radiation pattern, gain of -0.9dBi and bandwidth of 180MHz.

#### 1. 서론

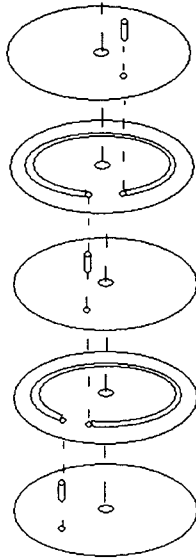
현재 사용되고 있는 이동통신 단말기용 안테나는 크게 모노폴 안테나부와 헬리컬 안테나부로 구성되어 있다. 헬리컬 안테나부는 주로 탄성이 큰 금속을 사용하여 전기적으로  $\lambda/4$ 의 길이를 가지며 그림 1과 같은 스프링 형태로 제작되어 모형의 변형, 파손 및 산화에 의한 성능의 저하를 방지하기 위해 외부에 플라스틱 계열의 비전도성 물질로 코팅한 후 사용되고 있다. 하지만 이 같이 제작하기 위해서 사용되는 탄성이 큰 금속은 일반 구리 등에 비해 가격이 비싸다. 또한 중앙 부위에 모노폴 안테나가 이동할 수 있도록 구멍이 형성되는데 이러한 부위 및 외곽 부위를 동시에 정밀하게 코팅하는 것은 어려운 작업이다. 이런 코팅 작업을 줄이기 위해 플라스틱 두경을 이용해 헬리컬 안테나부를 보호하는 형태도 사용되고 있으나 이같은 방법은 보호부 파손의 위험이 크며 안테나는 산화 방지가 되는 금속선을 사용하여야 한다.



<그림 1. 접지면을 가지는 Helical 안테나 구조>

본 논문에서는 이러한 단점들을 보완하고 보다 제조 공정을 단순하게 하기 위하여 기존 헬리컬 안테나 대체용으로 그림 2와 같은 구조를 제안한다. 그림 2는 다수의 수평패턴 유전체 시트를 가지고 있으며, 각각의 유전체 시트상에 2개의 개방 단부를 갖는 루프형태로 적층된 수평 금속성 패턴과 각각의 수평 금속성 패턴을 연결하는 다수의 수직 금속성 패턴(수직비아 유전체 시트)을 가지고 있다. 수평 금속성 패턴은 동일한 회전방향으로 패턴화되어 있으며 각각의 수평 금속성 패턴의 패턴 모양은 회전이 종료되는 개방단부의 위치에서 다음 유전체 시트의 회전 패턴이 회전방향을 따라 시작되는 방식으로 패턴화 되어 있다. 또한 유전체

시트들의 최상부에는 유전체 물질로 된 커버 시트가 배치된다. 이들 유전체 시트는 적층 공정을 통하여 고압 및 고온에서 일체화함으로써 헬리컬 안테나 몸체와 같은 구조로 형성되며, 헬리컬 안테나 높이는 사용주파수, 수평유전체 패턴 및 수직유전체층의 길이에 따라 변하며 이동통신 안테나에 사용 될 경우 대략 5 내지 15mm의 길이를 갖는다.



<그림 2. 적층형 헬리컬 안테나 단면도>

본 논문에서는 그림 2와 같은 적층형 헬리컬 안테나 제작에 앞서, 소량으로 쉽게 제작하여 측정해 볼 수 있는 등가적인 구조의 헬리컬 안테나를 먼저 구현하였다. 그 구조는 유전체 시트 대신 유전체봉을 사용하여 동일한 효과와 이동통신에 사용되는 모노폴 안테나의 이동을 고려하였고, 유전체봉 외각에 파여 있는 홈에 구리선을 감아 넣었다. 대체된 적층형 헬리컬 안테나에 대하여 설계 및 시뮬레이션을 수행하였으며, 실제 제작 후 VSWR 및 반사특성, 이득과 복사특성 등을 측정하여 가능성을 검증하였다.

## 2. 적층형 헬리컬 안테나의 구조 및 해석

헬리컬 안테나는 복사패턴의 형태에 따라 축에 수직인 방향으로 복사를 하는 노말 모드(normal mode)와 축방향으로 지향성을 가지는 축모드(axial mode)로 구분할 수 있다. 이동통신용 단말기에는 복사패턴이 안

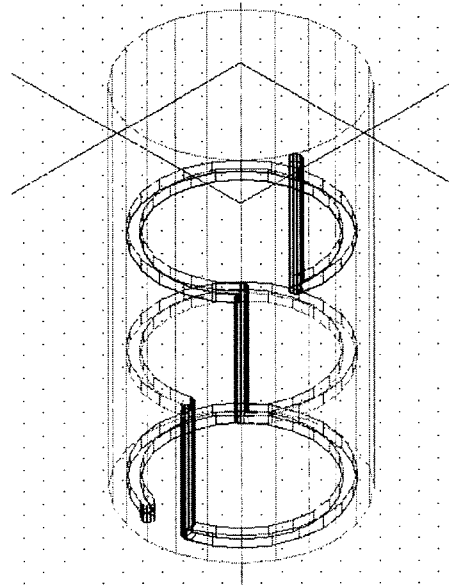
테나를 중심으로 도넛스 모양을 갖고, 수직절단면(elevation)으로는 나비모양, 수평절단면(azimuth)으로는 원 모양을 갖는 노말 모드가 사용된다.

노말 모드 헬리컬 안테나는 작은 루프 안테나와 소형 다이폴 안테나가 직렬로 연결된 것으로 생각할 수 있고, 복사되는 전체 필드는 루프와 다이폴 필드의 합으로 표현될 수 있으며, far-field에서의 전개는 식 1과 같이 구해진다.

$$E_{\theta} = j\eta \frac{kI_0 S e^{-jkr}}{4\pi r} \sin \theta$$

$$E_{\phi} = \eta \frac{k^2 (D/2)^2 I_0 e^{-jkr}}{4r} \sin \theta \quad (1)$$

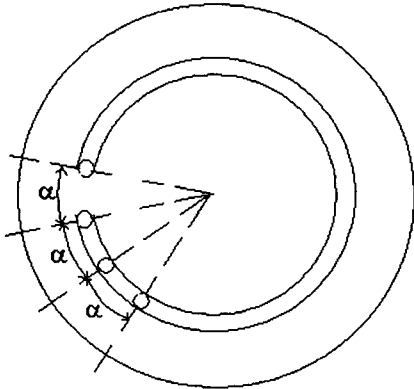
여기에서  $E_{\theta}$ 는 소형 다이폴의 특성을,  $E_{\phi}$ 는 작은 루프의 특성을 나타낸다. 식 1과 같이 헬리컬 안테나는  $90^{\circ}$ 의 위상차를 가지는 두 개의 전개성분을 가지게 되는데, 이는 단말기가 어떤 위치에 존재하더라도 신호를 수신할 수 있는 장점이 된다.



<그림 3. 적층형 헬리컬 안테나>

HP-HFSS를 사용하여 시뮬레이션에 사용된 적층형 헬리컬 안테나의 구조를 그림 3에 나타냈다. 그림 4는 그림 3의 수평 금속성 패턴을 따로 도시한 것이며 수평편파를 송수신하기 위하여  $360^{\circ}$ 의 원형에 가까울수

록 좋지만  $\alpha$ 를 약간 주어 개방시켰다.



<그림 4. 수평 금속선 패턴>

그림 3의 구조에서 알 수 있듯이 수평 금속선 패턴은 수평 방향으로 원형을 유지하여 통상의 헬리컬 안테나 구조를 가지는 한편, 수직 금속선 패턴은 수직 방향으로 통상의 모노폴 안테나 구조를 가지므로, 수평편파 및 수직편파를 동시에 송수신할 수 있는 무지향성 안테나 특성을 갖게 된다. 헬리컬 안테나 몸체에 형성된 금속패턴의 전체 길이는 동작 중심 주파수에서  $\lambda/4$ 이고, 유전체에 따라 그 길이는 조절된다.

### 3. 시뮬레이션 결과

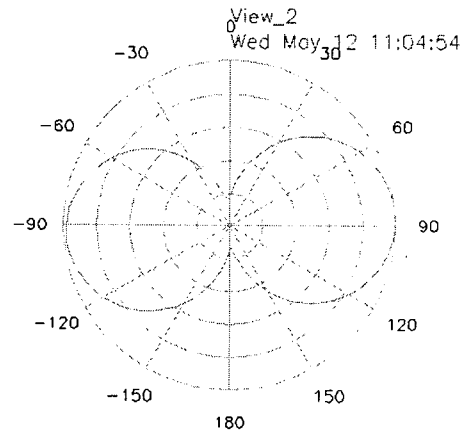
적층형 헬리컬 안테나에 대한 시뮬레이션은 3차원 시뮬레이션 툴인 HP社의 HFSS를 사용하였다. helix는 지름이 0.4mm인 구리선을 사용하였으며, 유전체봉의 두께 및 비유전율은 시뮬레이션을 통하여 최적화시켰다. 금속선 패턴의 총 길이는  $\lambda/4$ 로 설정하였고, 수평 금속선 패턴의 지름 및 개방된 각( $\alpha$ )과 수직 금속선 패턴의 길이는 계산에 의해 적절한 값을 주었다. 수평 금속선 패턴의 지름을 변화시킴에 따라 헬리컬을 감는 수와 총 헬리컬의 높이가 달라지는데 이 또한 여러 경우에 대하여 시뮬레이션을 통해 최적화시켰다. 이를 통해 설계된 적층형 헬리컬 안테나 구조에 대한 파라미터는 <표 1>과 같다.

<표 1. 적층형 헬리컬 안테나 파라미터>

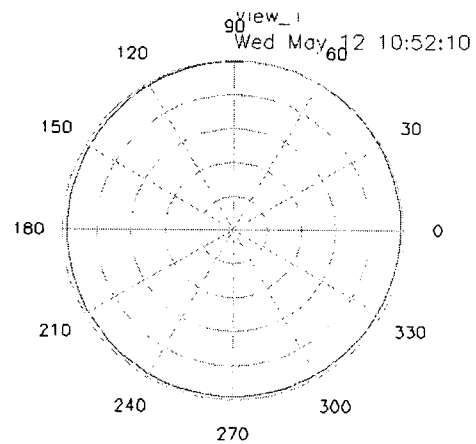
헬리컬	주파수	$\alpha$	반지름	d	감은수	높이
	1.8GHz	30°	3.1mm	3.9mm	3	9mm
유전체	비유전율		외경		내경	
	2.1		7.6mm		5.6mm	

· helix : 지름 0.4mm인 구리선  
 ·  $\alpha$  : 수평 금속선 패턴의 개방된 각  
 · d : 수직 금속선 패턴의 높이

비유전율이 1인 공기일때는 구리선을 4번 감아야 하지만 비유전율이 1보다 큰 유전체봉이 삽입되어 있으므로 감은수가 줄어들었으며, 이 구조에 대하여 시뮬레이션한 복사패턴 결과는 그림 5와 같다.



(a) Elevation Pattern



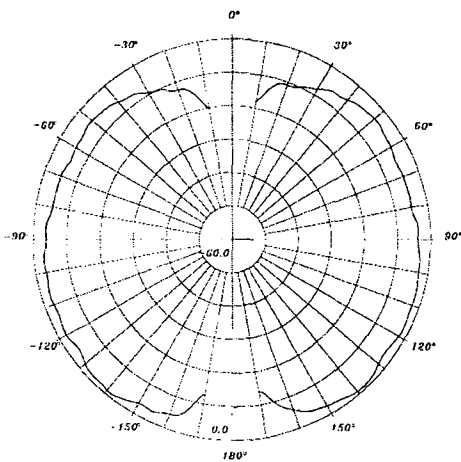
(b) Azimuth Pattern

<그림 5. 시뮬레이션에 의한 복사패턴 >

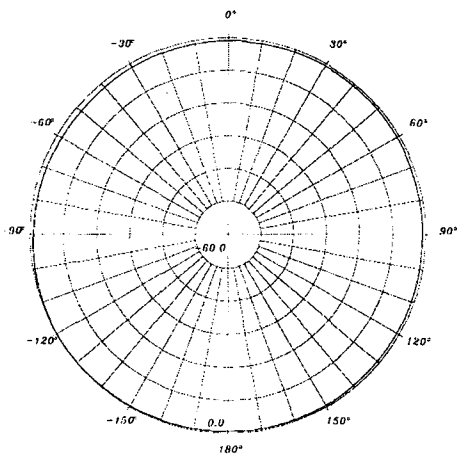
적층형 헬리컬 안테나를 시뮬레이션한 결과, 1.8GHz 에서 이득은 -0.12dBi를 나타내었으며, 복사패턴은 무지향성(Omnidirection) 특성을 잘 나타냄을 알 수 있었다.

#### 4. 측정 결과

설계 및 제작된 안테나를 전자파 무반사실에서 NSI社의 Near Field Measurement 시스템을 이용하여 측정한 결과는 그림 6과 같다.



(a) Elevation Pattern



(b) Azimuth Pattern

<그림 6. 측정에 의한 복사패턴 >

측정한 결과 중심주파수에서 VSWR = 1.24, 이득 -0.9dBi, 대역폭 180MHz(VSWR = 3)로 좋은 특성을

나타내었으며, 복사패턴은 수직절단면으로는 나비모양을 나타내고 수평절단면으로는 원 모양을 나타내는 무지향성(Omnidirection) 특성을 잘 나타냄을 확인하였다. 현재 상용되고 있는 헬리컬 안테나와 비교 측정한 결과는 <표 2>와 같다.

<표 2. 상용 안테나와 적층형 안테나의 특성 비교>

구 분	적층형 안테나	상용 안테나 (A사)	비 고
대역폭	180MHz	130MHz	VSWR = 3
이 득	-0.9dBi	-1dBi	f = 1.8GHz

#### 5. 결 론

본 논문에서는 현재 상용화되고 있는 PCS 단말기에 사용중인 헬리컬 안테나의 대체용으로 사용될 수 있는 적층형 헬리컬 안테나를 설계 및 시뮬레이션하고, 제작하여 특성을 측정하였다. 적층형 헬리컬 안테나는 수평 및 수직편파를 송수신할 수 있는 잇점을 가지고 있으며, 대량 제조시 제조단가를 줄일 수 있어서 양산성 및 수율이 향상되고 불량율을 감소시킬 수 있는 장점을 가지고 있다. 안테나 특성 또한 PCS대역에서 좋은 복사특성을 나타냄을 확인할 수 있었다.

본 연구를 바탕으로 다양한 유전체를 사용하여 향상된 적층형 헬리컬 안테나를 설계하고, cellular, IMT-2000 및 WLL용의 안테나를 제작한다면 현재 상용중인 이동통신용 단말기를 대체할 수 있는 경쟁력 있는 안테나로 사용될 수 있으리라 판단된다.

#### [ 참고문헌 ]

- [1] J. D. Kraus, Antennas 2nd Edition, McGraw-Hill, 1988
- [2] C. A. Balanis, Antenna Theory 2nd Edition, John Willy & Sons, 1982
- [3] W. L. Stutzman & G. A. Thiele, Antenna Theory and Design, John Willy & Sons, 1981

※ 본 연구는 정보통신부에서 시행하고 있는 이동통신 핵심부품개발 사업의 일환으로 이루어졌음