

## 4중 대역용 이중 스파이럴 라인 로디드 모노폴 안테나

\*Truong Khang Nguyen, \*김병철, \*\*추호성, \*박익모  
\*아주대학교 전자공학부  
\*\*홍익대학교 전자전기공학부  
e-mail : ipark@ajou.ac.kr

### A Dual-Spiral Line Loaded Monopole Antenna for Quadband Applications

\*Truong Khang Nguyen, \*Byoungchul Kim, \*\*Hosung Choo, \*Ikmo Park  
\*School of Electrical and Computer Engineering, Ajou University  
\*\*School of Electronics and Electrical Engineering, Hongik University

#### Abstract

In this paper, we propose a quadband monopole antenna consisting of two spiral striplines that are constructed on the top side of the ground plane. Two open ended narrow slits are introduced in the ground plane to obtain a dual-frequency operation with a dual resonance mode in each frequency band. The antenna has bandwidths of approximately 16.4% and 23.5% in the first and second frequency bands, respectively, that can simultaneously cover Cellular, PCS, UMTS, and IMT-2000 bands. The return loss characteristics as well as the radiation patterns of the antenna are presented and discussed.

#### I. 서론

시장 경제 체제의 급속한 세계화로 인하여 모바일 사용자들은 다중 대역에서 동작하고, 다양한 통신 기능을 가진 소형 이동 통신기기를 요구하고 있으며, 이러한 요구를 만족시키기 위하여 많은 연구가 수행되어 왔다 [1, 2]. 최근에는 매우 근접하게 위치하는 두 개의 복사체를 전자기적으로 상호 결합하여 소형 안테나의 대역폭을 크게 개선하였고 [3], 접지면에 삽입된 open ended 슬릿을 이용하여 안테나 복사특성을 많이 향상시켰다 [4]. 본 논문에서는 이러한 기법이 적용된 소형 다중 대역 모노폴 안테나를 제안하였다. 제안된 안테

나는 이중 대역에서 동작하며 각각의 대역에서 두 개의 공진을 발생시키고, 모노폴 안테나와 유사한 복사 특성을 가진다. 동작 대역은 VSWR<2를 기준으로 0.775~0.913 GHz와 1.744~2.247 GHz로 각각 138 MHz와 503 MHz의 대역폭을 가지며 Cellular (0.824~0.894 GHz), PCS (1.750~1.870 GHz), UMTS (1.927~2.170 GHz) 그리고 IMT-2000(1.885~2.2 GHz)의 무선 통신 대역을 수용 할 수 있다.

#### II. 안테나의 구조

그림 1에 제안한 안테나 구조를 나타내었다. 안테나는 유사한 형태를 가진 두 개의 스파이럴 스트립 라인으로 구성되며, 비유전율이 3.38이고 두께가 0.203 mm인 RO4003 기판에 제작 하였다. 두 스파이럴 스트립 라인은 안테나의 소형화와 외관을 고려하여 적층 구조로 배치하였다. 상부 사각 스파이럴 스트립 라인은 기생 소자로서 접지면에 단락 핀으로 연결되어 있다. 하부 사각 스파이럴 라인은 안테나의 주요 복사 소자로서 접지면에 프로브 핀을 통하여 50-Ω 마이크로스트립 라인으로 연결되어 있다. 지름이 1.0 mm인 단락 핀과 프로브 핀 사이 간격은  $d$  이다. 두 open-ended 슬릿은 접지면의 위쪽 끝부분에 위치하며 단락 핀 끝부분으로부터 대칭이 되게 배치하였다. 안테나의 크기는  $38 \times 12 \times 7 \text{ mm}^3$  이고  $40 \times 92 \text{ mm}^2$  의 접지면에 설계 하였으며, 접지면의 기판은 비유전율이 3.38이고 두께가 0.508 mm 이다.

### III. 안테나 특성

소형 이중 스파이럴 스트립 라인 로디드 모노폴 안테나는 이중 공진으로 인하여 광대역 특성을 가진다는 것을 확인한 바 있다. [3]. 제안된 안테나는 다양한 주파수에 적용하기 위하여 소형이면서 여러 대역을 수용할 수 있게 설계 하였다. 각 대역에서의 임피던스 결합을 위하여 상부 스파이럴과 하부 스파이럴의 폭, 길이, 높이, 그리고 슬릿의 폭과 깊이를 조절하였다.

제안한 안테나는 CST사의 전자기와 상용 시뮬레이터인 MWS(Microwave Studio)를 사용하여 설계하였다. 그림 2(a)는 하부 사각 스파이럴 스트립 라인의 길이  $L$ 의 변화에 따른 반사손실 특성을 보여주고 있다. 길이를 93.8 mm에서 95.8 mm, 97.8 mm로 증가시키면 첫 번째 대역의 높은 쪽 공진주파수가 0.9 GHz에서 0.87 GHz, 0.84 GHz로, 두 번째 대역의 높은 쪽 공진주파수가 2.1 GHz에서 2.07 GHz, 2.04 GHz로 각각 감소한다. 그러나 첫 번째 대역의 낮은 쪽 공진주파수와 두 번째 대역의 낮은 쪽 공진주파수는 0.79 GHz와 1.78 GHz 근처에서 거의 변화가 없다. 그러므로 하부 스파이럴 스트립 라인의 길이는 첫 번째와 두 번째 대역에서 높은 쪽 공진 주파수를 결정함을 알 수 있다. 그림 2(b)는 상부 사각 스파이럴 스트립 라인의 간격  $g$ 의 변화에 따른 반사손실 특성을 보여 주고 있다. 간격을 1.0 mm에서 1.2 mm, 1.4 mm로 증가시키면, 단락핀을 포함한 상부 사각 스파이럴 스트립 라인의 전체 길이가 감소된다. 그림에서 보는 바와 같이 첫 번째 대역의 낮은 쪽 공진 주파수는 0.77 GHz에서 0.79 GHz, 0.8 GHz로 증가하고 두 번째 대역의 낮은 쪽 공진 주파수는 1.74 GHz에서 1.78 GHz, 1.83 GHz로 각각 증가한다. 반면에 첫 번째 대역과 두 번째 대역의 높은 쪽 공진주파수는 각각 0.87 GHz와 2.07 GHz에서 거의 변화가 없다. 그러므로 상부 스파이럴 스트립 라인의 길이는 첫 번째와 두 번째 대역에서 낮은 쪽 공진 주파수를 결정함을 알 수 있다. 그림 2(c)는 슬릿의 길이  $l_s$ 의 변화에 따른 반사손실 특성을 보여 주고 있다. 길이를 3 mm에서 6 mm, 9 mm로 증가시키면 두 번째 대역의 낮은 쪽 공진 주파수가 1.82 GHz에서 1.78 GHz, 1.73 GHz로 크게 감소하고 첫 번째 대역에서의 낮은 쪽 공진 주파수는 조금 감소한다. 반면 첫 번째 대역과 두 번째 대역의 높은 쪽 공진주파수는 거의 변화가 없다. 이러한 결과로부터 상부사각 스파이럴과 접지면의 슬릿은 첫 번째 대역과 두 번째 대역의 낮은 쪽 공진주파수를 결정함을 알 수 있다. 특히 슬릿은 두 번째 공진 주파수 대역의 낮은 쪽 공진주파수에 큰 영향을 준다.

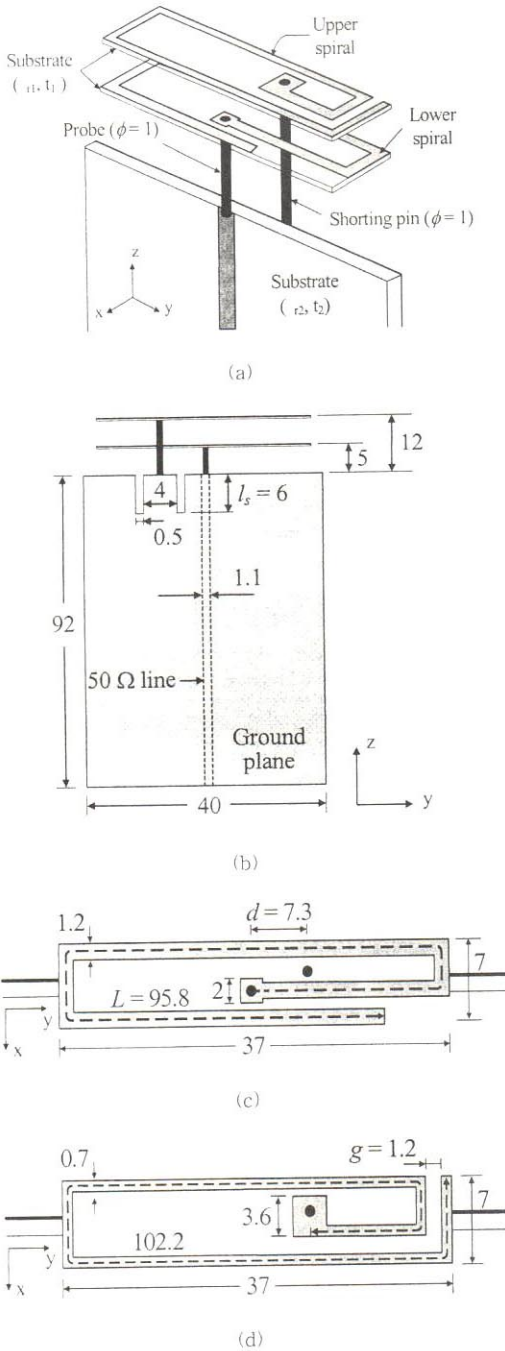
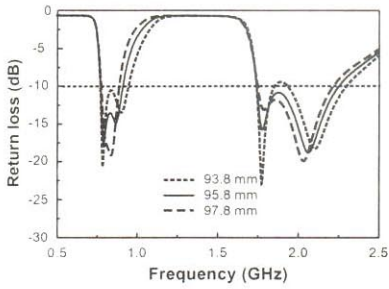
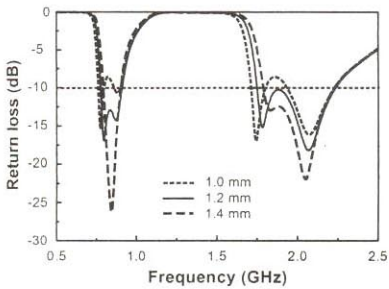


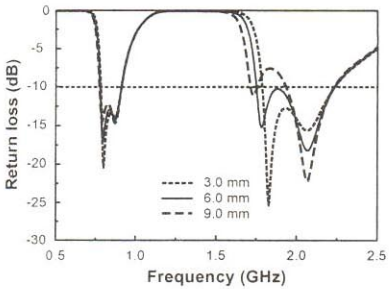
그림 1. 제안한 안테나 구조: (a) 입체도, (b) 측면도, (c) 하부 사각 스파이럴 정면도, (d) 상부 사각 스파이럴 정면도.



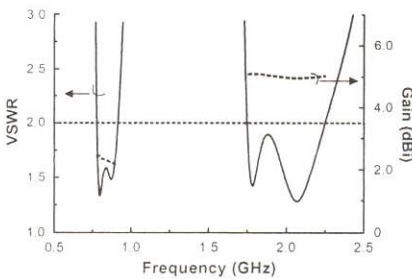
(a) 하부 스파이럴 라인의 길이 변화.



(b) 상부 스파이럴 라인 간격 변화.



(c) 슬릿 길이 변화.



(d) 최적화된 안테나의 VSWR과 이득

그림 2. 설계 변수에 따른 반사손실 변화 및 최적화된 안테나 특성.

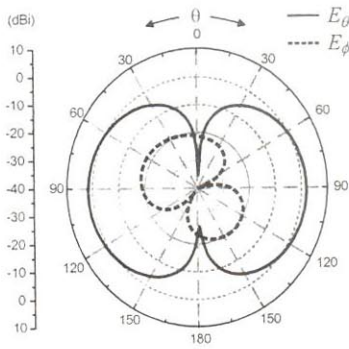
그림2(d)는 최적화된 안테나의 이득과 반사손실 특성을 시뮬레이션 한 결과이다. 안테나의 대역폭은  $VSWR < 2$ 를 기준으로 첫 번째 대역과 두 번째 대역에서 각각 0.775~0.913 GHz와 1.744~2.247 GHz 이다. 따라서 제안한 안테나는 중심 주파수인 0.844 GHz와 1.996 GHz에서 각각 16.4%와 23.5%의 부분대역폭을 가진다. 낮은 쪽 동작대역에서의 이득은 대략 2.5 dBi이며, 높은 쪽 동작대역에서는 대략 5 dBi 이다. 그림 3은 Cellular, PCS, UMTS와 IMT-2000 대역의 중심 주파수에서 제안한 안테나의 복사패턴을 보여준다. 안테나의 이득은 0.86 GHz, 1.81 GHz, 1.92 GHz, 그리고 2.04 GHz에서 각각 2.2 dBi, 4.8 dBi, 4.4 dBi, 그리고 3.9 dBi 이다.

#### IV. 결론

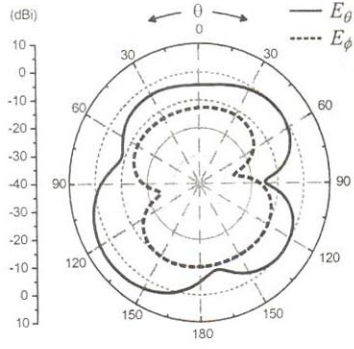
본 논문에서는 다중 대역에서 응용 할 수 있는 이중 스파이럴 스트립 라인 로디드 모노폴 안테나를 제안하였다. 안테나는  $37 \times 12 \times 7 \text{ mm}^3$ 의 크기를 가지며, Cellular, PCS, UMTS 그리고 IMT-2000 대역을 수용할 수 있다. 제안한 안테나는 작은 크기, 넓은 이중대역폭, 모노폴 안테나 형태의 복사패턴을 가지므로, 휴대폰 등 소형 이동통신기기에 응용이 가능할 것이다.

#### 참고문헌

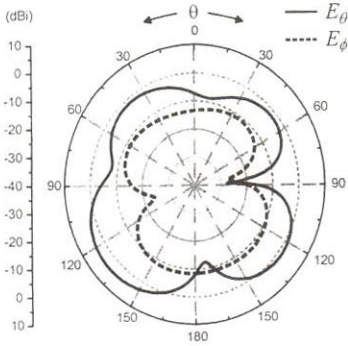
- [1] C. Lee, and S. Park, "A novel compact cable-fed antenna for a GSM/PCS handset", *Microwave Opt. Technol. Lett.*, vol. 46, pp. 469-471, Sept. 2005.
- [2] M. Martínez-Vázquez, O. Litschke, M. Geissler, D. Heberling, A. Martínez-González, and D. Sánchez-Hernández, "Antennas for personal communication handsets", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 54, no. 2, pp. 384-391, Feb. 2006.
- [3] T. K. Nguyen, I. Woo, H. Choo, and I. Park, "A compact dual spiral line loaded monopole antenna", *Proc. IEEE Antennas Propagat. Soc. Int. Symp.*, pp. 3561-3563, June 2007.
- [4] P. Kabacik, A. Byndas, R. Hossa, and M. Bialkowski, "An application of a narrow slot cut in the ground to improve multi-band operation of a small antenna", *IEEE Topical Conf. Wireless Comm. Tech.*, pp. 18-20, Oct. 2003.



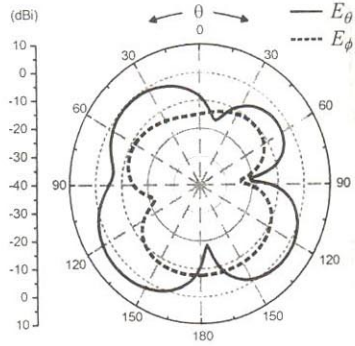
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 3. 제안한 안테나의 y-z 평면 복사패턴: (a) 0.86 GHz, (b) 1.81 GHz, (c) 1.92 GHz, (d) 2.04 GHz.