

LTE용 이중 T 안테나 연구

박용욱*

Dual T type antenna study for LTE communication

Yong-Wook Park*

요약

본 논문에서는 LTE 통신을 위한 1.8 GHz 대역의 이중 T 구조 안테나를 연구하였다. 선로 방식으로는 마이크로 스트립 방식과 CPWG 방식을 채택하였고 특성 평가를 위해 안테나 제작 및 특성을 측정하였다. 각 선로방식의 안테나를 주파수와 반사손실에 관한 파라미터 특성을 HFSS(High Frequency Structure Simulator)를 통해 분석하고 이것을 이용하여 안테나를 설계하였다. 실제 제작한 1.8 GHz 대역의 이중 T 구조 안테나가 보여준 특성은 중심주파수 1.79 GHz 에서 입력반사손실 -23.26 dB, 대역폭 23 MHz의 결과를 보여 주었다.

ABSTRACT

In this paper, we studied the design and fabrication of dual T type antenna to be used in LTE communication systems operating at around 1.8 GHz band. In order to improve of frequency properties of antenna, single feed microstrip patch antenna and CPWG antenna was simulated by HFSS(High Frequency Structure Simulator). The fabricated dual T type antennat showed that the measured center frequency, the minimum return loss and -10dB bandwidth were 1.79 GHz, -23.26 dB and 23 MHz, respectively.

키워드

Dual T Microstrip Antenna, CPWG, Rectangular Patch, Transmission Line
이중 T 마이크로스트립 안테나, 대지 코플레너 도파관, 직사각형 패치, 전송 선로

1. 서론

최근 스마트폰 사용자수가 3,000만명에 이르러 대용량 트래픽을 유발하는 모바일 기기의 보급이 급속도로 확산되고 있다. 비약적으로 늘어난 모바일 트래픽의 급격한 증가를 수용하기 위해 LTE 보급이 시작되었다. LTE란 long term evolution의 약자로 요약하자면 HSDPA(고속하향패킷접속)보다 12배 이상 빠른 고속 무선데이터 패킷통신 규격을 가리키며 3G와 4G

의 중간에 해당하는 기술이라 하여 3.9G라고도 한다. 현재 전 세계 LTE 사업자 중 40%이상이 사용하고 있는 주파수 대역은 1.8 GHz 대역이다. 따라서 본 논문에서는 LTE 통신에 사용될 수 있는 1.8 GHz 대역의 이중 T 구조 안테나를 선택하였다. 전송선로 형태로는 협대역 특성을 가진 마이크로스트립 안테나와 고주파 대역에서 효율이 좋고 복사 손실이 적은 CPWG(Coplanar Waveguide with Ground)을 선택하여 이중 T 구조 안테나를 설계하여 고 지향성을 추

* 교신저자(corresponding author) : 남서울대학교 전자공학과(pyw@nsu.ac.kr)
접수일자 : 2014. 10. 25

심사(수정)일자 : 2014. 12. 15

게재 확정일자 : 2015. 01. 12

구할 수 안테나의 특성을 연구하였다[1-4].

II. 이 론

일반적으로 가장 많이 사용되는 안테나는 마이크로 스트립 안테나이다. 마이크로스트립 안테나는 윗면이 개방되어 있는 마이크로스트립 선로의 개방면을 통해 고주파를 반사하는 원리를 이용하여 제작된 소형 평면 안테나이다. 유전체 기판의 한 면은 접지판으로, 다른 면은 스트립선로나 슬롯선로로 회로를 구성하는 것으로 제작이 쉽고 대량 생산에 적합한 구조를 갖고 있다. 또한 협대역 특성을 가지며 같은 기판 위에 다른 마이크로 대역의 직접 회로 소자들을 쉽게 결합할 수 있고 밀리미터 대역의 낮은 주파수에서 전송특성이 좋은 장점이 있다[5].

이와 같은 마이크로스트립 안테나의 구조에는 도선을 원형 또는 직사각형, 정사각형 등의 구조를 갖는 페 루프 안테나, 수직 안테나의 꼭대기에서 수평으로 1개 혹은 여러개의 도선을 설치하여 실효도 높이고 공진도 시키는 방식인 역 L형 안테나 등 여러 종류의 안테나가 있다[6-8]. 본 논문에서는 스테브와 선로 사이의 간격을 조절하여 주파수 대역의 변화를 쉽게 제어할 수 있는 장점을 가지는 이중 T 구조를 채택하여 안테나 특성 연구를 수행하였다.

III. 실 험

3.1 안테나 설계 목표

본 논문에서는 LTE 규격에 사용할 수 있는 안테나를 연구하기 위해 표 1과 같은 규격의 마이크로스트립 및 CPWG 안테나를 설계하였다. 중심주파수는 1.8 GHz, 입력반사손실은 -25 dB 이하로 설정하였고 -10 dB 이하 대역폭은 마이크로 스트립과 전력분배기는 LTE 통신 규격 기준인 20 MHz, CPWG는 광대역 특성을 고려하여 50 MHz로 설정하였다. 정제파비(VSWR)는 입력파에 대한 반사파가 어느 정도 인지 나타내는 수치로 반사량이 많을수록 정제파비는 커진다.

표 1. 안테나 설계규격
Table 1. Design spec of antenna

	LTE	Microstrip	CPWG
Center Frequency	1.8 GHz	1.8 GHz	1.8 GHz
Input Return Loss	Less of -25 dB	Less of -25 dB	Less of -25 dB
Bandwidth of -10 dB	1.4-20 MHz	20 MHz	50 MHz
VSWR	1.3-1.7 U	1.5 U	1.5 U
Impedance	50 Ω	50 Ω	50 Ω

이런 이유로 균일성을 측정할 수 있으며 반사량이 적을수록 임피던스 매칭이 잘 이루어졌다고 할 수 있다. 하지만 1은 이상적인 값이므로 목표값을 획득하기 불가능하기 때문에 1에 가까울수록 좋다. 본 연구에서는 안테나로서의 역할을 할 수 있도록 목표값을 1.5 U로 설정하였다. 마지막으로 임피던스는 상용화 되고 있는 기기와의 정합을 이루기 위해서 50Ω 으로 설정하였다.

3.2 안테나 실험 방법

안테나 연구는 이론을 바탕으로 각 설계 목표 값을 달성하기 위해 그림 1과 같은 과정으로 실험을 진행하였다. 실험은 HFSS(High Frequency Structure Simulator)를 활용, 안테나를 설계 및 시뮬레이션을 통해 3차원적으로 안테나 구조를 해석하였다. 설계된 안테나는 Negative PR을 이용한 포토리소그래피 방법을 사용하여 안테나를 제작하였다. 최종적으로 제작된 안테나의 주파수 특성을 회로망 분석기(Network Analyzer, Anritsu MS4623B)를 통해 평가 및 분석하였다. 시뮬레이션 결과 값을 통해 실제 제작한 결과 값이 설계 목표 값을 달성하였을 경우에는 가정과 일치하므로 연구를 마치게 된다. 만약, 달성하지 못했을 경우에는 앞에 열거한 순서를 반복하여 목표한 수치를 이끌어 내었다.

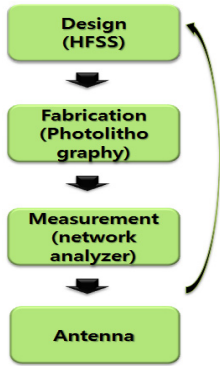


그림 1. 안테나 제작 과정
Fig. 1 Flow chart of antenna fabrication

3.3 마이크로 스트립 단일 안테나 설계

그림 2와 같은 단일 안테나 구조의 마이크로스트립 안테나를 설계하고, 주파수 특성에 영향을 미치는 6가지의 파라미터를 이용하여 안테나 특성을 연구하였다. L1, L2, G1, W1, W2 는 안테나의 중심주파수를 결정하는 패치의 폭과 길이, 패치 사이의 간격 파라미터이며, Lq는 입력반사손실을 영향을 미치는 설계 상수이다.

단일 안테나 파라미터 특성 실험을 HFSS 프로그램을 이용하여 특성 분석을 수행한 후 표 2와 같은 최적의 안테나 파라미터 값을 결정하였다. 설계 파라미터를 결정하기 위해서 기존에 알려진 마이크로 스트립 안테나 이론의 수식들을 참조하였다.

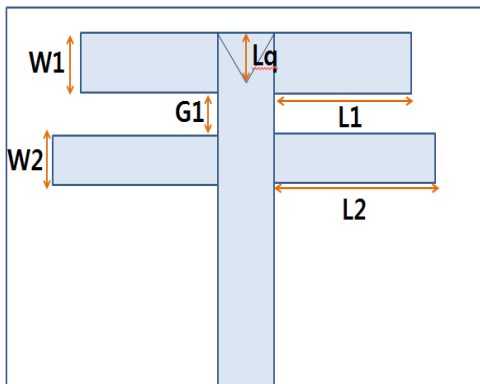


그림 2. 설계된 안테나 구조 및 파라미터
Fig. 2 Structure of designed antenna and parameters

표 2. 최적화된 안테나의 파라미터
Table 2. Optimized parameters of antenna

W1	W2	L1	L2	G1	Lq
6	6	13	19	2	1.5

IV. 결과 및 고찰

HFSS를 이용하여 표 2의 설계 파라미터를 바탕으로 각 파라미터의 크기를 mm 단위로 변화시키며 안테나의 주파수 특성을 시뮬레이션 하였다. 그림 3은 스테브의 길이(L1)을 변화시켜 주파수 특성변화를 확인한 결과이다.

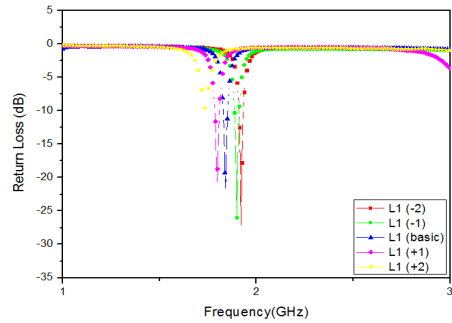


그림 3. L1 변화에 따른 시뮬레이션 결과
Fig. 3 Simulation result of L1 lengths

스테브의 길이(L1)를 13 mm 기준으로 스테브의 길이(L1)를 1 mm 단위로 증가 시킬 때마다 그림 3

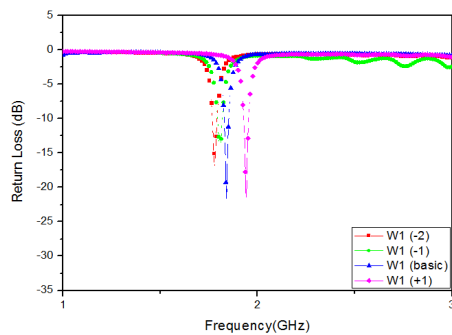


그림 4. W1 변화에 따른 시뮬레이션 결과
Fig. 4 Simulation result of W1 widths

과 같이 중심주파수가 일정하게 감소하는 경향을 보였다. 이는 L1의 길이와 중심주파수의 관계가 반비례한다는 것을 알 수 있다.

그림 4는 설계 파라미터 중 스테르브의 폭(W1)을 변화시키며 안테나의 특성을 확인한 실험결과이다. 스테르브의 폭(W1)을 6 mm 기준으로 스테르브의 폭(W1)을 1 mm 단위로 증가 시킬 때마다 그림 4와 같이 중심주파수가 일정하게 증가하는 경향을 보였다. 이는 W1의 폭이 안테나의 중심주파수 변화에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

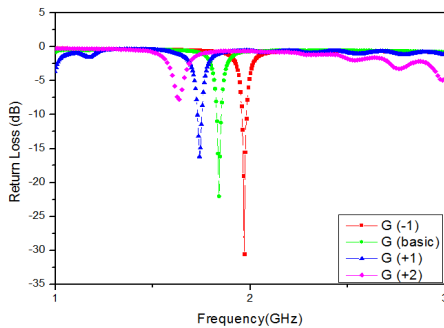


그림 5. G1 변화에 따른 시뮬레이션 결과
Fig. 5 Simulation result of G1 distance

이와 같은 시뮬레이션 결과를 바탕으로 다른 설계 변수인 스테르브의 간격 변화가 안테나의 주파수 특성에 영향을 미치는 영향을 확인하기 위해 스테르브(G1)의 변화에 따른 특성을 확인하였다. 스테르브의 사이의 간격(G1)을 2 mm 기준으로 간격(G1)을 1 mm 단위로 증가 시킬 때마다 그림 5와 같이 중심주파수가 규칙성을 가지고 감소하는 경향을 보였다. 이는 G1의 길이와 중심주파수의 관계가 서로 반비례한다는 것을 확인 할 수 있었다.

이와 같은 스테르브의 길이(L1), 스테르브의 폭(W1) 및 스테르브의 간격 (G1)등의 설계함수들이 안테나의 주파수 특성에 미치는 특성을 확인하여 최적의 설계 변수를 확정된 후 설계된 안테나의 시뮬레이션 결과는 그림 6과 같다.

그림 6의 결과에서 알 수 있듯이 시뮬레이션을 수행한 결과 값은 중심 주파수 1.84 GHz를 기준으로, 입력반사손실 -20.84 dB, 대역폭 36 MHz, 임피던스 41.81Ω의 결과 값을 가졌다. 이와 같은 결과는 우리

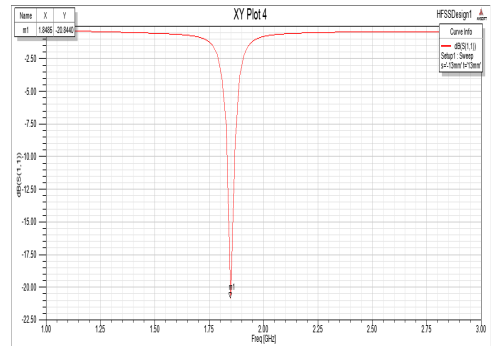
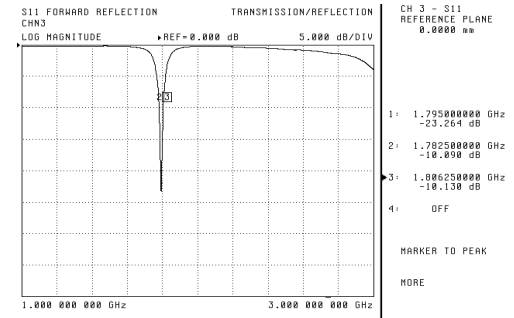
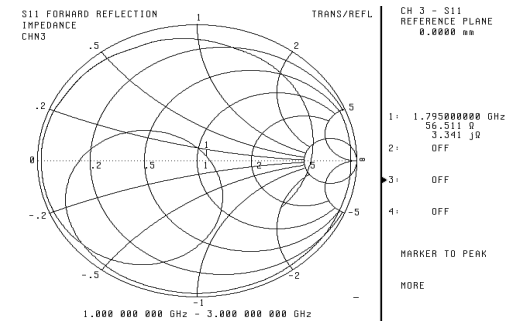


그림 6. 안테나의 시뮬레이션 결과
Fig. 6 Simulation result of antenna

가 목표로 한 설계목표와 비교하였을 때 거의 일치하는 결과를 가지는 것을 확인할 수 있다. 따라서 우리가 설계한 표 2와 같은 특성을 갖는 마이크로 스트립 안테나를 포토리소그래피법으로 안테나를 제작하여 회로망 분석기로 안테나 특성을 분석하였다.



(a)



(b)

그림 7. 제작된 안테나 특성 (a) S₁₁, (b) 임피던스
Fig. 7 Measuring result of fabricated antenna
(a) S₁₁, (b) impedance

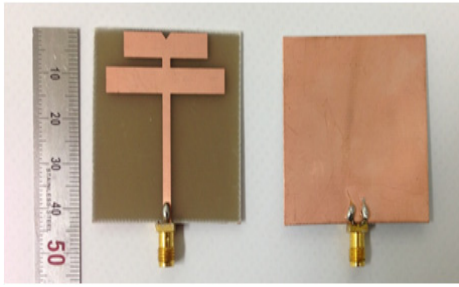


그림 8. 실제 제작된 안테나 사진
Fig. 8 Photos of fabricated antenna

실제 제작한 결과 값은 그림 7과 같다. 중심주파수 1.79 GHz에서 입력반사손실 -23.26 dB, 대역폭 23 MHz, 임피던스 56.5Ω 의 결과 값을 보였다. 설계목표치와 결과 값이 근접한 수치를 보였지만 입력반사손실특성은 좀 더 개선이 필요한 것을 확인할 수 있었다. 실제 제작된 단일 안테나의 사진은 그림 8에 보였다.

V. 결론

본 논문에서는 LTE 통신을 위한 1.8GHz 대역의 이중 T 구조 안테나를 연구하였다. 선로 방식으로는 마이크로 스트립 방식과 CPWG 방식을 채택하였고 특성 평가를 위해 안테나도 함께 제작 및 특성을 측정하였다. 각 선로방식의 안테나를 주파수와 반사손실에 관한 파라미터 특성 실험을 하였고 이를 통해 최적화된 설계 값을 얻었다.

실제 제작한 1.8GHz 대역의 이중 T 구조 안테나의 보여준 특성은 중심주파수 1.79 GHz에서 입력반사손실 -23.26 dB, 대역폭 23 MHz, 임피던스 56.5Ω 의 결과 값을 보였다.

References

- [1] P. S. Hall and C. M. Hall, "Coplanar corporate feed effects in microstrip patch array design," *IEEE proc.*, vol. 135, 1988, pp. 180-186.
- [2] C. L. Tang and K. L. Wong, "Single-feed slotted equilateral-triangular microstrip antenna

- for circular polarization," *IEEE Trans. Antennas propagat.*, vol. 47, 1999, pp. 1174-1178.
- [3] J. W. Howell, "Microstrip antennas," *IEEE Trans. Antennas propagat.*, vol. AP-23, no. 1, 1975, pp. 90-93.
- [4] J. Yoon and Y. Rhee, "Design and Fabrication of Dual-Ring Monopole Antenna for Wideband Characteristics," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 9, 2013, pp. 1285-1291.
- [5] C. L. Mak, K. Lee, and Y. Chow, "Experimental study of a Microstrip Patch Antenna with an L-shaped Probe," *IEEE Trans. Antenna and Propagation*, vol. 48, no. 5, 2000, pp. 777-783.
- [6] O. Kim, "Design of Dual-band Microstrip Antenna for Wireless Communication Applications," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 7, no. 6, 2012, pp. 1275-1279.
- [7] G. Kim, "Design of slotted waveguide antenna with slot depth variation," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 4, 2013, pp. 535-540.
- [8] M. M. Nikolić, A. R. Djordjević, and A. Nehorai, "Microstrip Antennas With Suppressed Radiation in Horizontal Directions and Reduced Coupling," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 53, no. 11, 2005, pp. 3469-3476.

저자 소개



박용욱(Yong-Wook Park)

1989년 2월 연세대학교 전기공학과 졸업(공학사)

1991년 8월 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)

1999년 2월 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사)

2000년 9월~현재 남서울대학교 전자공학과 부교수

※ 관심분야 : RF 디바이스, 안테나, 센서

