

논문 2005-42TC-1-15

이중 T자 구조의 마이크로스트립 안테나 설계

(Design and Analysis of a Dual T type Microstrip Antennas)

이 현 진*, 임 영 석**

(Hyeon-Jin Lee and Yeong-Seog Lim)

요 약

본 논문에서는 이중 T자 모형의 공진 주파수 이동이 용이한 마이크로스트립 안테나의 새로운 구조를 제안하고 제작 하였다. 안테나 구조는 스테브 안테나구조를 응용한 광 대역 이중 T자형 마이크로스트립 안테나이며 CPW급전 방식을 사용하였다. 이중 스테브간의 거리를 조절하여 주파수 제어가 용이한 광 대역 소형 안테나의 특성을 해석 및 측정하였다. 새로운 안테나는 450MHz의 대역폭을 얻었으며, IMT2000(1.8~2.25GHz) 대역에 이용할 수 있는 안테나 이다. 안테나구조의 각각 파라미터를 FDTD 알고리즘을 이용하여 해석하였다.

Abstract

In this paper, it is proposed and fabricated that the new antenna of dual T type structure is shifted easily center frequency. This antenna consists of dual dipoles resemblance to dual T type, which are fed by a coplanar waveguide (CPW) on signal plane. The analyzed and measured characteristic of new antenna is controlled between distance of two dipoles for shifting center frequency. The proposed antenna is 450MHz bandwidth for using IMT2000 band. The characteristic parameters of the proposed antenna are analyzed by using a FDTD methods.

Keyword : dual T type Microstrip antenna, Frequency shift.

I. 서 론

빠른 속도로 변화하는 정보화 사회에서 무선 통신 기술과 무선 통신 산업이 나날이 발전하는 현실에서 통신 시스템의 효율적인 이동성의 확보를 위하여 소형 경량화 추세이며 신호를 송수신하기위해서 필수적인 안테나 역시 기존의 고 이득 특성을 만족하면서 소형 경량화가 요구되고 있다. 마이크로스트립 안테나와 같은 평판안테나는 경량 박형의 구조에 따른 다양한 응용역역과 인쇄회로 기판 제작 방법을 이용하여 대량생산에 의한 저렴한 제작비용 등의 장점 때문에 기존의 부피가 크고 무거운 안테나보다 널리 사용되고 있다^[1].

소형 마이크로스트립 안테나를 설계할 경우 일반적으로 파장의 $\lambda/2$ 길이를 기준으로 설계하는 경우가 많으나^[2,3], 실제로 이 길이를 변화 시켜 원하는 만큼 공진 주파수를 이동시키는 일은 쉽지가 않다. 따라서 본 연구에서는 이중 T자 구조의 두 스테브 간격을 조절하여 공진 주파수의 이동이 용이한 안테나를 설계 제작하였다. 또한 각 안테나 파라미터 값을 변화 시켜 그 특성을 해석하였다.

II. 안테나 설계

2-1 안테나 설계 및 제작

마이크로스트립 안테나의 스테브 구조에 대하여, 길이 L 은 보통 $\lambda_g/4 \leq L \leq \lambda_g/2$ 이다^[46]. 마이크로스트립 안테나에 사용되는 상대유전 상수는 보통 $2.2 \leq \epsilon_r \leq 12$ 이다. 안테나와 연결되어지는 초고주파 회로는 높은 유전상수와 얇은 기판이 필요하기 때문에 중

* 정회원, 동강대학 전자정보과
(Dept. of Electronics and Information, Dongkang College)

** 정회원, 전남대학교
(Dept. of Electronics Engineering, Chonnam national University)

접수일자: 2004년7월7일, 수정완료일: 2005년1월18일

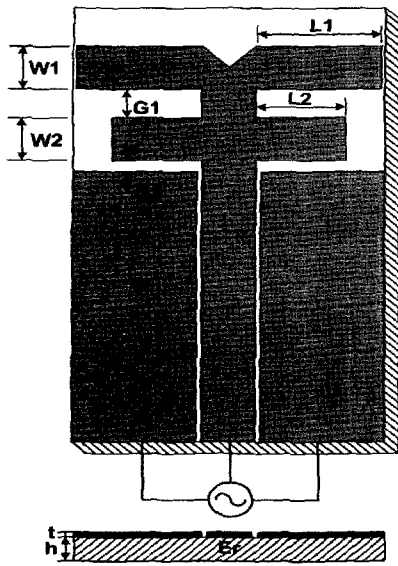


그림 1. 제안한 안테나의 설계모형
Fig. 1. Design model of proposed antenna.

은 안테나 성능과 소형구조 회로 설계에 사이에는 상호 배타적 특성이 있다^[7]. 안테나의 입력 임피던스 매칭은 급전 슬롯의 폭과 도파로의 갭을 변화시켜서 정합을 이루게 한다^[5] 테나의 설계 구조를 그림 1에서 나타내었 으며, 그림에 보는 것처럼 이중 T자형 형태이다. 전체 의 구조는 CPW급전부와 기판에 인쇄된 이중 T 자형의 이중 스텐브구조의 안테나를 설계하였다. 급전방법은 CPW급전방법인 50[Ω]의 마이크로 스트립 선로에 의한 도파로 급전방법을 이용하였다. 그림에서 h는 유전체 기판의 높이이고, t는 도체의 두께를 나타낸다.

2-2 안테나의 측정 및 검토

제안된 안테나에서 L1, L2 및 G1, G2값의 변화에 의 한 안테나 특성을 살펴보았다. 제안한 안테나의 설계에 사용한 기판은 비유전율 4.6 두께1.6[mm] RF-4 기판을 사용하였다. 안테나의 전체 크기는 가로 세로 각각 35 x 55.5 [mm]이다. 표 1은 제안한 안테나 구조의 설계 파라미터 값이다. 그림 2는 제안한 안테나의 시뮬레이션에 의한 전류 분포를 나타낸 그림이다. 전류 분포가 급전 부 및 이중 스텐브의 아랫단 스텐브와 위단 스텐브의 아래쪽에서는 강하게 나타나며(-2dB) 위단 스텐브의 위쪽 및 양끝 쪽에서는 약하게(-30dB) 나타남을 볼 수 있다. 그림3은 제안 한 안테나구조의 설계에 의 해 제작된 안테나의 사진이며 가로 세로의 길이가 각각 35 x 60[mm] 이다.

그림 4 은 그림 1의 L1값을 6에서 20[mm]까지 변화

표 1. 안테나설계 사양

Table 1. Parameter of designed antenna.

parameter	value [mm]	parameter	value [mm]
L1	14	G1	4
L2	10	G2	1.5
W1	6	W2	6

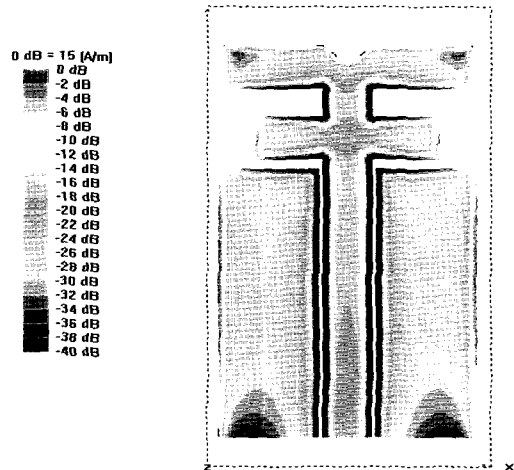


그림 2. 제안한 안테나의 시뮬레이션 전류 분포
Fig. 2. Current distribution of the proposed antenna.



그림 3. 제작한 안테나의 사진
Fig. 3. Photo of manufactured antenna.

하였을 때의 반사계수이다. 여기서 L2, G1과 , G2값은 10, 1.5 와 4[mm]로 고정하고 L1값만을 변화하였다. 그림에서 알 수 있듯이 중심 주파수는 L1의 길이 변화에 따라 18GHz에서 2.3GHz까지 변화함을 알 수 있다. 그림 4의 결과를 다시 나타내면 그림 5와 같다. 그림5는 L1의 변화에 따른 중심주파수와 대역폭을 나타낸 그림 으로 L1과 중심주파수는 반비례관계이며, 대역폭과의

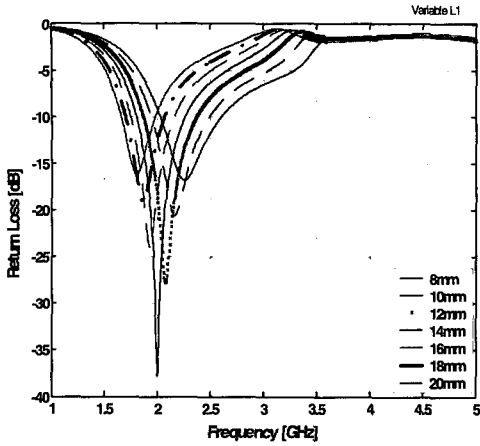


그림 4. L1 길이를 변화시켰을 때의 반사계수
Fig. 4. Return loss versus length of L1.

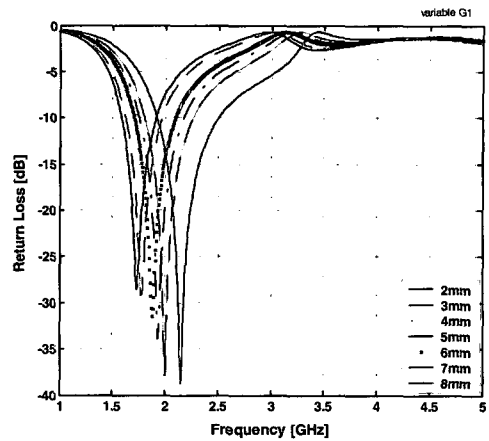


그림 7. 그림 5 G1 변화에 의한 반사계수
Fig. 7. Return loss versus length of G1.

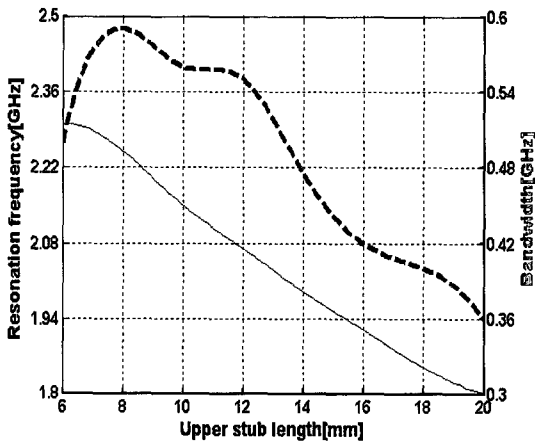


그림 5. L1 변화에 의한 공진 주파수와 대역폭의 변화 실선 : 중심 주파수 변화, 점선 : 대역폭
Fig. 5. Data of resonance frequency and band-width versus length of upper stub (solid line : center frequency, dot line : bandwidth).

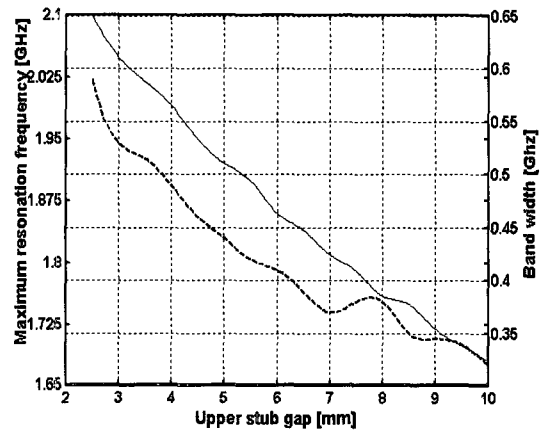


그림 8. G1 변화에 의한 공진 주파수와 대역폭 변화(실선:중심 주파수변화, 점선:대역폭)
Fig. 8. Data of resonance frequency and band-width versus length of G1 (solid line : center frequency, dot line : bandwidth).

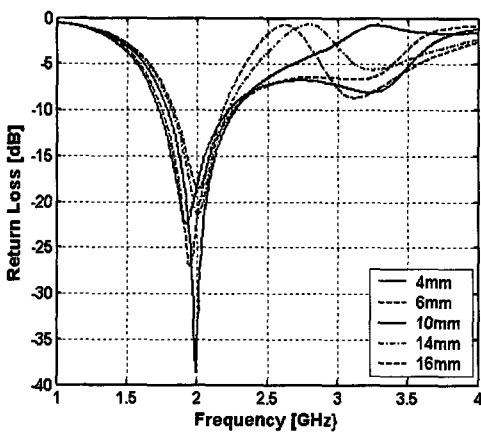


그림 6. L2 길이 변화에 의한 반사계수
Fig. 6. Return loss versus length of L1.

관계도 유사한 관계를 나타낸다. 길이가 8[mm]일때 최대 대역폭을 나타내지만 본 연구에서 IMT2000 대역에 이용을 목적으로 하여 L1의 길이를 14[mm]로 하였다. 중심주파수는 1.94[GHz]에서 2.5[GHz]까지 반사계수의 변화가 크지 않고 이동하였다. 그림 6은 L2의 변화에 의한 반사계수를 나타낸 그림으로 L2의 값을 4에서 16[mm]까지 변화하였다. 그림에서 알 수 있듯이 L2의 길기 변화하여도 중심주파수가 변화하지 않고 다만 반사계수의 변화함을 볼 수 있다. 이는 L2가 실제로 최종 방사부가 아닌 정합 스텐브(stub)의 역할을 하는 것으로 사려 된다. 그림 7은 그림 1의 G1값을 2에서 8[mm]까지 변화 하였을 때의 반사계수이다. 여기서 G2값은 1.5 와 9.5[mm]로 고정하고 G1값만을 변화하였다. 그림에서 알 수 있듯이 공진 대역은 크게 변화하지 않으나

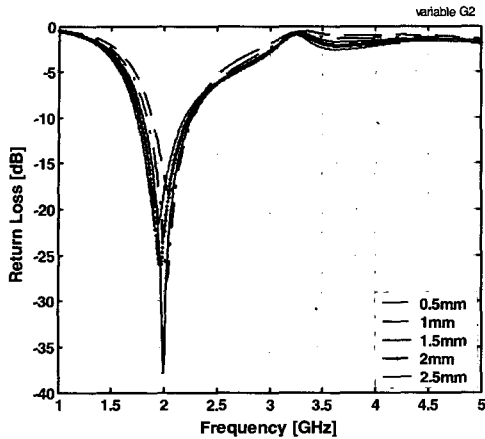


그림 9. G2변화에 의한 반사계수
Fig. 9. Return loss versus length of G1.

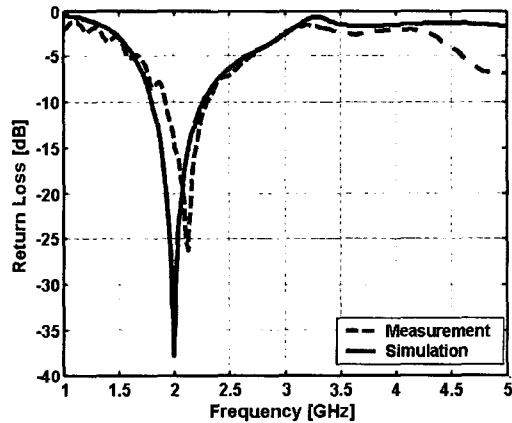
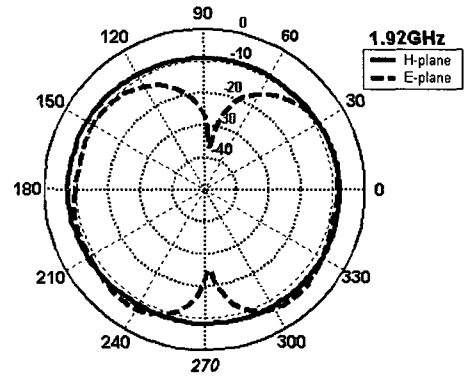
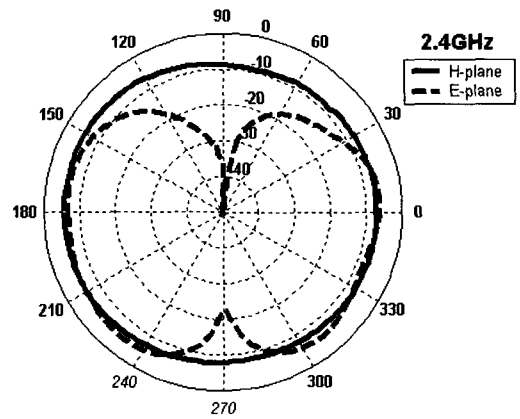


그림 10. 측정 및 시뮬레이션 반사계수
Fig. 10. Return Loss of measured and simulated.

공진 특성 및 최대 공진 주파수 값이 크게 변화함을 알 수 있다. 여기서 L1, L2, G2의 값의 변화에서 G1과 G2의 변화에는 반사계수와 공진 주파수의 영향이 나타남을 알 수 있는데 이는 G1, G2값에 의한 리액턴스 값의 변화에 의한 기생요소의 영향으로 예상된다. 이중 T자 구조의 스텐브 사이의 간격인 G1의 거리 조정에 의한 중심주파수의 이동을 그림 8에 나타냈다. 여기서 스텐브의 간격d 2.5[mm]에서 10[mm]까지 변화 할때 중심 주파수는 1.7[GHz]에서 2.025[GHz]까지 이동하는 것을 볼 수 있다. 급전부와 이중 스텐브 안테나사이의 거리인 G2 값을 0.5에서 2.5[mm]까지 변화 시켰을 때의 반사계수를 그림 9에 보이고 있다. G2의 변화는 급전부에서 방사부로 신호가 전달되는 부분으로 방사 스텐브와 급전부의 접지부사이의 거리에 따른 정전용량에 의한 반사계수의 변화가 일어남을 알 수 있다. 여기서 L1, L2 및 G1값은 14, 10, 4[mm]로 고정하고 G2값만을 변화하였다. 이 때 G1값의 변화에 따라 안테나의 공진 특



(a) 1.92 GHz에서의 방사패턴



(b) 2.4 GHz에서의 방사 패턴

그림 11. 제안된안테나의 측정 방사패턴
Fig. 11. Measured radiation patterns of the proposed antenna.

성이 크게 변화 하는 것을 볼 수 있다. 이들 값의 변화에 따라 대역폭에는 커다란 차이가 없으나 반사계수의 공진 특성에는 변화가 있음을 알 수 있다 먼저 0.5[mm]일 때는 공진 특성이 좋지 않으니 값이 증가 할 수 록 점점 좋아져서 1.5[mm]일 때 본 연구에서 요구하는 가장 좋은 공진 특성을 보이고, 2[mm] 때는 뚜렷한 이중 공진이 발생함을 볼 수 있으며, 그 이상으로 증가하면 다시 특성이 나빠지는 것을 알 수 있다. 그림 10은 시뮬레이션 결과와 측정결과의 반사계수를 나타내고 있다. 두 값이 주파수와 대역폭에서는 근사하고 있음을 볼 수 있으나 반사계수에서의 차는 도파로 급전방법에서 정밀한 제작으로 급전부의 두 도파로 간의 위상차가 일어나지 않도록 하여야 하는데 실험실에서 제작하는 과정에서 오차와 기생요소의 영향으로 간주된다. 그림 11은 각각의 주파수대에서 E plane 과 H plane 의 측정 반사 패턴으로 실선의 E-plane과 점선의 H-plane패턴에서

볼 수 있듯이 전형적인 무지향성의 방사 패턴을 보이고 있음을 알 수 있고 패턴특성 또한 양호함을 볼 수 있다.

III. 결 론

본 논문에서는 이중 T자 구조의 무지향 방사 패턴의 광대역 마이크로 스트립 안테나의 새로운 구조를 제안하여 설계 및 제작 그 특성을 해석 하였다. 안테나 구조는 스텐브 안테나구조를 응용한 광대역 이중 T자형 마이크로스트립 안테나이며 CPW급전 방식을 사용하였다. 파라미터 L1의 변화에 의해 1.8GHz~2.3GHz, G1의 변화에 의해 1.7GHz~2.1GHz 중심주파수의 이동이 가능하였다. 스텐브(stub)의 길이L1보다는 양 스텐브 사이의 G1을 변화시킬 경우의 더욱 현저한 이동이 일어남을 볼 수 있었다. 이는 이중 T자 사이의 거리와 위층 스텐브(stub) 길이를 조절하여 주파수 제어가 용이한 광 대역 소형 안테나를 설계 제작 할 수 있었다. 새로운 안테나는 450MHz의 대역폭을 얻었으며, IMT2000(1.8~2.25GHz) 대역에 이용할 수 있는 안테나 이다. 안테나구조의 각각 파라미터를 FDTD알고리즘을 이용하여 해석하였다.

참 고 문 헌

- [1] W. Menzel and W. Grabherr, "A microstrip patch antenna with coplanar feed line," *IEEE Microwave Wave lett.*, vol. 1, pp. 340-342, Nov. 1991.
- [2] Rainee N. Simons, " Coplanar Waveguide Circuits, Components, and Systems"
- [3] Peter L. Sullivan, "Analysis of an Aperture Coupled Microstrip Antenna" *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. AP-34, No. 8, August 1986.
- [4] Hua-Mig Chen, Yi-Feng Lin, Chin-Chun Kuo and Kuang-Chih Huang, "A Compact Dual-Band Microstrip-fed folded loop Antenna" *IEEE Antennas & Propagation Society International Symposium*, Vol
- [5] Hyeonjin lee, yeongseog Lim "A Design of Wide band Dual Folded Microstrip antennas" 대한전자 공학회논문집 제 41권 1월. 2004년
- [6] Kai Fong Lee, Wei Chen, "Advanced in Microstrip and Printed Antennas", Wiley Interscience, pp71-109, 1997.
- [7] K. D. Katsibas, C.A. Balanis, P. A. Tirkas, "Folded loop antenna for mobile communication system" *International IEEE Antenna and propagation Symposium Digest* . vol. 34, pp1582-1585, Jul. 1996.

저 자 소 개



이 현 진(정회원)
1982년 조선대학교 전기공학과
학사졸업.
1990년 원광대학교 전자공학과
석사 졸업.
1996년 전남대학교 전자공학과
박사 졸업.

1997년~1998년 펜실베이니아 주립대학 방문교수
1991년~현재 동강대학 디지털정보과 제직
<주관심분야: 소형안테나설계 및 해석, E/M해석>

임 영 석(정회원)
2004년 1월 대한전자공학회 논문
제 41 호 참조

