

고조파 억압 특성을 가지는 미앤더 슬롯 안테나 설계

Design of a Meander Slot Antenna for Harmonic Suppression

전봉욱

남 희

윤기철

(광운대학교 석사과정) (광운대학교 박사과정) (광운대학교 박사과정)

김영우

전병국

이동기

이종철

(광운대학교 석사과정) (광운대학교 석사과정) (광운대학교 석사과정) (광운대학교 교수)

Key Words : Meander, harmonic suppression, active integrated antenna

목 차

1. 서 론
2. 안테나 설계
3. 측정 결과
4. 결 론
5. 참고문헌

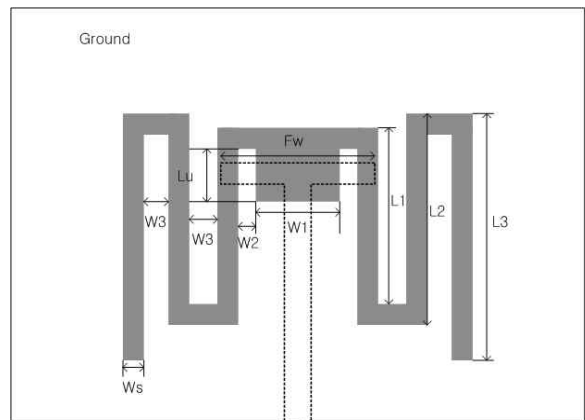
1. 서 론

마이크로스트립 안테나는 작은 크기와 경량성, 낮은 제작 비용의 이점으로 무선 통신 시스템의 여러 방면에 이용되며, 증폭기, 믹서, 오실레이터 등과 같은 능동 소자들과의 집적이 쉽다는 장점이 있어 많은 능동 집적 안테나의 연구가 진행되고 있다[1]~[2]. 반면에, 이러한 안테나는 능동 소자의 비선형성에 의해 고조파 재방사를 초래하며 신호의 왜곡과 간섭이 발생하여 전체 시스템의 효율을 저해한다는 문제점을 가지고 있다[3].

일반적으로 안테나와 능동 소자의 사이에 고조파 억압 여파기를 삽입하여 안테나를 통해 고조파 재방사를 막는 방법을 사용하지만 전체 회로 크기와 비용의 증가, 여파기를 통한 추가적인 삽입 손실이 발생하는 문제점을 가지고 있다. 따라서, 저역통과나 대역통과 여파기의 추가적인 삽입 없이 Photonic Bandgap(PBG)나 부채형 안테나 또는, Short pin 구조를 통해서 불요파의 재방사를 제거하는 방법들이 제시되고 있다 [4]~[6]. PBG은 주기적인 구조의 배열로 인해 크기가 커지고, 단락 핀 기술은 via를 사용함으로써 인한 공정상의 어려움과 비용이 증가한다는 문제를 가지고 있다. 또한, 일반적인 마이크로스트립 패치 안테나는 공진을 위해 $\lambda/2$ 를 이용하기 때문에 소형화하기에 어려움이 있다.

본 논문에서는 무선 전력 전송 시스템(Rectenna)에 이용하기 위한 양방향 지향성과 설계가 쉽고, 제작 비용이 낮은 슬롯 안테나를 사용하였으며, 전체 시스템의 소형화를 위해 안테나 소형화 기법 중 하나인 미앤더 형식으로 설계하였다. 또한, 능동 소자의 비선형성으로 인한 불요파의 재방사를 제거

하기 위하여 안테나의 고조파를 3차까지 억압하는 방법을 제시하였다.



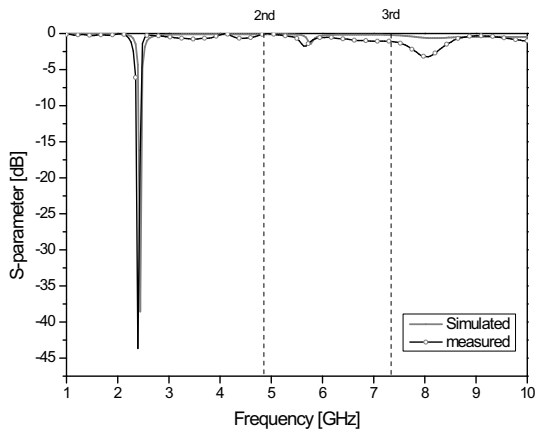
<그림 1> 제안한 안테나의 구조

<표 1> 제안한 안테나 설계 변수

Parameter	Value[mm]	Parameter	Value[mm]
W1	4.6	Lu	3
W2	0.9	L1	8
W3	1.2	L2	9.5
Fw	10	L3	11.5

II. 안테나 설계

<그림 1>은 제안된 안테나의 구조를 나타낸 그림이다. 기본 미앤더 슬롯 안테나의 구조를 변형 시킨 것으로써 접지면에 슬롯안테나를 미앤더 형태로 구현하여 안테나의 크기를 줄였



<그림 2> 제안된 안테나의 반사 손실

으며, 가운데 부분에 U 모양의 도체가 삽입된 형태를 만들어 3차 고조파까지 억압하는 결과를 이루었다. 이는 그라운드의 도체와 슬롯 선로 사이가 인덕터와 결합 캐패시턴스를 가지게 되어 병-직렬 LC 공진을 유도하여 2차와 3차의 고조파를 저지시키는 작용을 하였다[7].

<표 1>은 설계 안테나의 변수들을 나타낸 것이다. 일반적인 슬롯 안테나의 길이는 $\lambda_g/2$ 를 가지는데 반해, 미앤더 슬롯 안테나는 슬롯간의 상호 간섭(mutual coupling)과 가장자리 효과(coner effect)에 영향을 받아 전체의 길이는 증가하였다. 또한, W1과 W2 그리고 Lu의 길이를 조절을 통해 고조파 하모닉을 제거하였고, <표 1>의 변수는 최적화한 수치이다.

III. 측정 결과

제안된 안테나는 유전체 높이 0.54mm, 유전율 2.54의 구리 두께 0.018mm를 가지는 테프론 기판을 사용하여 제작하였으며, 모의 실험은 IE3D 소프트웨어를 사용하였다.

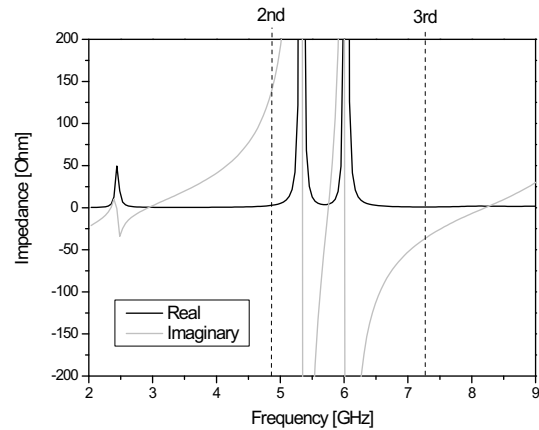
전체 안테나의 크기는 접지면 40 X 30 mm에 안테나의 크기 17.2 X 11.5mm 이다.

<그림 2>는 안테나의 모의 실험과 제작한 반사 손실 값을 나타낸 것으로 두 개의 결과 값이 유사함을 알 수 있다. 그림과 같이 중심 주파수는 2.4 GHz이고, 모의 실험 결과와 제작된 안테나의 결과에서 2차 고조파와 3차 고조파의 반사 손실은 -0.11dB와 -0.14dB, -0.18dB와 -1.06dB의 값을 가졌으며 대역폭은 100 MHz로 4%의 결과가 나왔다.

<그림 3>은 안테나의 임피던스 특성을 나타낸 것으로 2차와 3차 고조파의 임피던스 실수부가 0에 근접한 결과 값을 가지는데, 이는 설계된 안테나가 우수한 고조파 억압을 하는 것을 알 수 있고, 안테나의 패턴과 이득은 양방향 패턴 특성에 1.6 dBi의 모의 실험 결과 값을 가졌다.

IV. 결론

본 논문에서는 무선 전력 전송 시스템(Rectenna)에 이용하



<그림 3> 제안된 안테나의 입력 임피던스 특성

기 위한 고조파 억압 특성을 가지는 미앤더 구조의 소형 안테나를 설계 제작하였다. 안테나의 소형화를 위해 미앤더 구조를 이용하였지만, 안테나의 크기가 줄어들어 이득의 감소가 있었다. 하지만, 본 논문의 안테나는 안테나를 50 ohm 회로에 정확히 정합시켰고, 고조파를 3차까지 억압하였기 때문에 안테나, 매칭 회로, 또는 여파기, 정류회로 부분으로 이루어져 있는 렉테나에서의 매칭 회로와 여파기 부분을 추가 할 필요가 없다[8]. 따라서, 안테나와 정류회로만으로 효율으로 구현할 수 있기 때문에 렉테나의 소형화와 제작의간편성, 비용의 절감의 효과에 기여 할 것이다.

V. 참고문헌

1. R. Garg, P. Bahl, and A. Ittipiboon, *Microstrip Antenna Design Handbook*. Norwood, MA: Artech House, 1995.
2. K. Chang, R. A. York, P. S. Hall, and T. Itoh, "Active integrated antenna," *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol. 50, no. 3, pp. 937-944, March 2003.
3. S. Montusclat, F. Ganesello, and D. Gloria, "Silicon full integrated LNA, filter, and antenna system beyond 40 GHz for MMW wireless communication links in advanced CMOS technologies," *IEEE RFIC Symp.* San Francisco, CA, 2006.
4. Y. Horii and M. Tsutsumi, "Harmonic control by photonic bandgap on microstrip patch antenna," *IEEE Microwave & Guided wave Lett.*, vol. 9, no. 1, pp. 13-15, January 1999.
5. V. Radisic, Y. Qian, and T. Itoh, "Class F power amplifier integrated with circular sector microstrip antenna," *IEEE MTT-S International Microwave Symp.* vol. 2, pp. 687-690, June 1997.
6. S. K. Kwon, B. M. Lee, Y. J. Yoon, Y. S. Song and J.-G. Yook, "A Harmonic Suppression Antenna for an Active Integrated Antenna," *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, Vol.13, No.2, pp 1779-1803, Feb. 2003.
7. Y. H. Suh, K. Chang, "Coplanar Stripline Resonators Modeling and Applications to Filters," *IEEE Trans. Microwave Theory tech.*, vol. 50, pp.1289-1296, 2002.
8. J. Y. Park, S. M. Han, and T. Itoh, "A rectenna design with harmonic rejecting circular sector antenna," *IEEE Antennas and Wireless Proragation Lett.* vol. 3, no. 3, pp. 52-54, 2004.