

RFID에 적용 가능한 433MHz, 2.45GHz 이중대역 안테나

*장세욱, 고재형, 최진규, 김형석
 중앙대학교 공과대학 전자전기공학부

Dual band antenna for RFID application of 433MHz and 2.45GHz

*Se-Wook Chang, Jae-Hyung Ko, Jin-Kyu Choi, Hyeong-Seok Kim
 School of Electrical and Electronics Engineering Chung Ang University

Abstract - In this paper, a dual band microstrip patch Antenna is designed for RFID Application. The antenna shows a good performance at the frequencys, 433MHz and 2.45GHz for the radiation characteristics and input impedance matching. as well. The reflection factor is lower than 15dB and a good directivity higher than 3dB is achieved for both frequency.

1. 서 론

RF 기술을 이용한 통신 방법은 음성 통신을 벗어나 문자 및 기호의 전송을 통하여 많은 분야에 적용되고 있다. 물류/유통, 의료, 홈 네트워크, 환경 등에 적용하기 위한 다양한 연구가 활발하게 진행되고 있다. RFID에서 송수신을 담당하는 안테나는 최근 이중 대역에서 사용 가능한 시스템 개발 중이고, 저주파 대역에서는 전체 사이즈 또는 안테나가 차지하는 면적이 넓어지기 때문에 이를 개선하기 위해 많은 연구가 진행 중이다. 패치 안테나는 작은 사이즈와 집적화가 쉽다는 장점 때문에 연구 및 응용 면에서 가장 많이 이루어지고 있다. 또한 안테나 설계 시에도 원하는 특성을 쉽게 얻을 수 있으며 사이즈는 다른 안테나에 비해 작게 만들 수 있기에 현재 안테나 기술에 많이 응용되고 있는 실정이다.

본 논문에서는 RFID 사용 주파수 인 433MHz 대역과 2.45GHz 대역의 이중대역 안테나를 설계 목적으로 하였으며, 두 대역에서 손실 없이 신호의 송수신이 이루어지며 최대한 먼 곳까지 신호를 전달할 수 있도록 이득은 3dBi, Return Loss는 -15dB인 정량적 목표치를 설정하였다. 또는 안테나 크기를 줄이기 위해 미앤더(Meander) 구조와 이중대역을 얻기 위해 H-슬롯(Slot)을 이용하여 기하학적 구조를 안테나 해석 이론에 근거하여 설계하였다.[1]

2. 본 론

2.1 이중대역 안테나

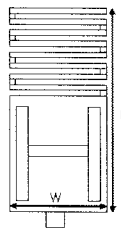


그림 1. 안테나 구조

그림 1은 본 논문에서 제시하는 미앤더 구조와 H-슬롯 형태의 안테나 구조를 보여주고 있다.[2] 안테나 기판은 유전율 4.4, 두께 1.6mm의 Epoxy 1.6T를 사용하였다. 안테나의 동작원리는 미앤더 라인으로 433MHz 공진 주파수를 만들었으며, 패치에 H-슬롯으로 2.45GHz 이중 공진 주파수를 만들어 설계 하였다. 안테나 설계 절차는 그림 2의 플로우 차트를 따른다.

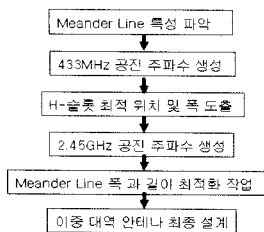


그림 2. 안테나 설계 절차

2.2 Meander 구조 분석

미앤더 라인의 길이는 일반적으로 안테나는 1/2람다의 길이를 가지는 반면, meander 안테나는 모서리 부분에서 가지는 손실과 평행한 각 선로간의 간섭 현상 때문에 대략 1람다의 길이를 가지게 된다. 정합은 주로 길이, 폭의 변화등을 조작 하여 얻었으며, 안테나의 방사패턴은 미앤더 상의 전류 분포도에 의해 결정된다. 미앤더 상에서 z 방향으로 흐르는 전류는 모두 같은 방향으로 흐르기 때문에, E-plane의 동일 편파방사에 기여한다. 그림 3은 미앤더 라인 길이와 폭을 변화 하여 433MHz 공진 주파수를 얻었으며 반사손실은 약 -18dB의 Return Loss 값을 얻었다.[3][4]

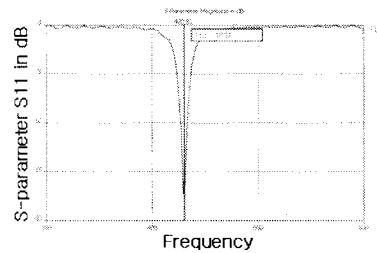


그림 3. 433MHz 공진 주파수

2.3 슬롯 분석

방사 모서리에 슬롯을 삽입 하게 되면 TM_{10} , TM_{30} 모드를 동일한 방사특성을 가지도록 하여 이중 공진을 발생시키는 구조이다. 두 모드의 전류 분포는 TM_{10} 에서는 전류가 최소인 부분에 슬롯이 놓이게 되어 그 영향이 매우 미약하지만 TM_{30} 에서는 전류의 흐름에 영향을 크게 받게 된다. 그림 47은 전체 슬롯의 폭, 가운데 슬롯 1mm 고정 후 슬롯 세로 폭 변화, 가운데 슬롯 위치 변화 및 가운데 슬롯을 고정 후 길이 변화를 나타낸다.[5][6]

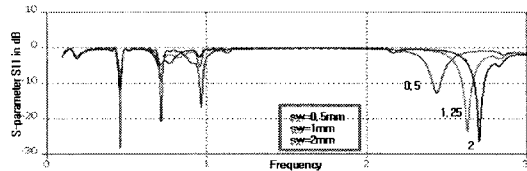


그림 4 .전체 슬롯의 폭 변화

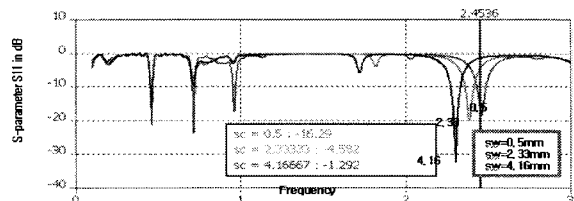


그림 5 . 슬롯 세로 폭 변화

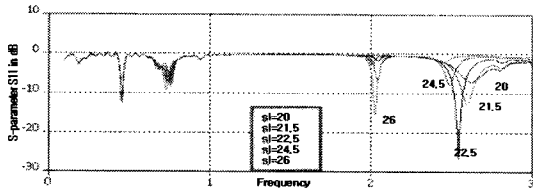


그림 6. 가운데 슬롯 위치 변화

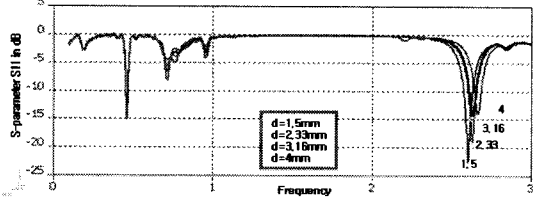


그림 7. 슬롯 세로 길이 변화

위의 결과로부터 슬롯 삽입으로 이중 공진 특성을 갖게 되고 또한 길이 및 폭, 위치 조절로써 원하는 주파수, Return Loss를 조절 할 수 있었다. 표 1은 앞서 소개한 파라미터들을 추출하여 최종적으로 설계된 안테나의 파라미터(Parameter) 값을 나타낸다.

표 1 이중 대역 안테나 파라미터

W	25mm
L	77.25mm
MEANDER 폭	0.63mm
MEANDER 간격	0.63mm
슬롯 세로 길이 및 폭	41.0mm & 4.5mm
슬롯 가로 길이 및 폭	11mm & 1mm

2.4 안테나 시뮬레이션

모의 실험을 통해 결과 예측 및 선행 분석은 CST Microwave Studio 로 수행하였다. 그림 8은 이중대역안테나의 반사계수를 나타낸다. 433MHz의 반사손실(S11)은 -22.52dB의 Return Loss의 값을 가지며 10dB의 Bandwidth는 약18MHz인 특성을 얻었다. 2.45GHz의 반사손실(S11)은 -23.71dB의 Return Loss의 값을 가지며 10dB의 Bandwidth는 약 70MHz인 특성을 얻었다.

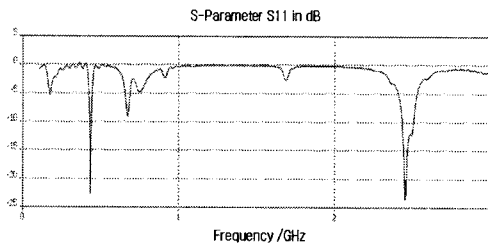
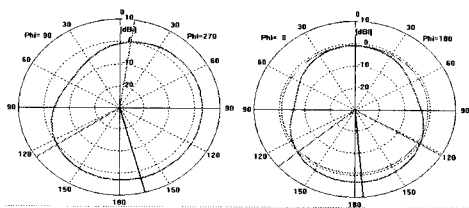


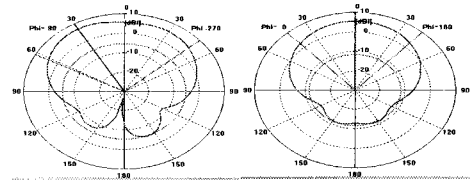
그림 8. 433MHz and 2.45GHz S-parameter 결과

그림 9은 433MHz 대역에서의 반전력 빔폭(HPBW: Half-Power Beamwidth)을 나타낸다. E-plane에서 165도, H-plane에서 175도의 값을 얻었으며 Gain은 3.1dBi 를 가진다.



(a) E-plane (b)H-plane
그림 9. 433MHz 방사패턴 결과

그림 10은 2450MHz 대역에서의 반전력 빔폭(HPBW: Half-Power Beamwidth)을 나타낸다. E-plane에서 30도, H-plane에서 0도의 값을 얻었으며 Gain은 7.1dBi 를 가진다.



(a) E-plane (b)H-plane
그림 10. 2.45GHz 방사패턴 결과

2.5 제작 및 측정

그림 11은 제안한 안테나의 제작된 모습을 보여준다. 안테나의 전체 크기는 60mm(W) × 85mm(L) × 1.675mm(T)이며, 방사체가 차지하는 면적은 25mm(W) × 77.25mm(L)이다.

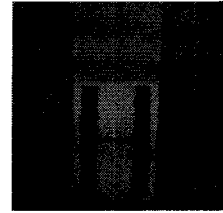


그림 11. 제작된 안테나

그림 12은 제작된 안테나 측정 결과이다. 430MHz의 반사손실(S11)은 -18dB의 Return Loss의 값을 가지며, 2.5GHz의 반사손실(S11)은 -16dB의 Return Loss의 값을 특성을 얻었다.

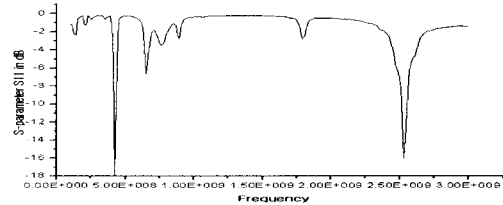


그림 12. 측정된 S-parameter 결과

3. 결 론

본 논문에서는 RFID 주파수 대역인 433MHz, 2.45GHz에서 동작하는 이중 대역 안테나를 설계 및 제작하였다. 미앤더 라인을 사용하여 안테나 크기를 줄일 수 있었으며 H-슬롯으로 이중 대역을 생성하였다. 이를 바탕으로 FR4 기판에 실제 제작하여 측정하였다. CST Microwave Studio 시뮬레이션 한 결과는 433MHz, 2.45GHz에서 각각 -22.52dB, -23.71dB의 Return Loss의 값을 특성을 얻으며, 실제 제작된 안테나는 430MHz, 2.5GHz에서 각각 -18dB, -16dB의 Return Loss의 값을 특성을 얻었다. 결과적으로 본 연구에서 설정한 정량적 목표치에 시뮬레이션 및 측정 결과를 통해 달성하였음을 확인하였다. 향후 진보된 연구와 보다 정교한 설계 및 제작과정을 통해 안테나 성능 향상과 실제 시스템에 적용 가능한 안테나 구현이 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구 보고서는 2007년도 산학연 공동기술개발컨소시엄 사업의 지원에 의하여 이루어진 연구임.

[참 고 문 헌]

- [1] 장세욱 외 "900MHz, 2.45GHz RFID 이중대역 마이크로스트립 패치 안테나" Proceeding of IT Facilities Engineering Conference, pp.432-435, August 24-25, 2007
- [2] Christopher T. Rodenbeck, Member "Planar Miniature RFID Antennas Suitable for Integration With Batteries" IEEE Transactions on and Propagation. Vol.54. NO.12, pp.3700-3706, December 2006
- [3] 염경환, 강명숙 "약 결합된 Meander Line의 단일 전송선 Parameter의 해석적 계산" 한국전자파 학술대회 pp.738-747, August, 2000
- [4] Hae Won Son, Gil Young Choi, and Cheol Sig Pyo "Open-Ended T w o-Strip Meander-Line Antenna for RFID Tags" ETRI Journal, Volume 2 8, Number 3, pp.383-385, June 2006
- [5] C. L. Tang, J. H. Lu, and K. L. Wong, "Circularly polarized equilateral-triangular microstrip antenna with truncated tip," Electron. Lett., Vol.3 4, No.13, pp.1277-1278, June 1998.
- [6] 박병우, 신혜정 "T형 Slot을 삽입한 삼각형 안테나" 한국콘텐츠학회논문지, Vol.7 No.7, pp. 24-30, 2007.7