

UHF 대역용 마이크로 스트립 안테나 특성

Characteristics of UHF Antenna with microstrip structure

박 용 옥(Yong-Wook Park)¹⁾

요 약

본 논문에서는 UHF 대역용 마이크로 스트립 구조의 안테나 특성을 연구하였다. HFSS 시뮬레이터를 이용하여 설계된 안테나는 마이크로스트립 구조의 접지(ground)에 슬롯(slot)을 이용한 구조로 비유전율이 4.4인 FR4_epoxy 기판(두께 = 1.6mm)을 사용하여 안테나를 제작한 후 그 특성 등을 비교, 분석하였다.

Abstract

The characteristics of UHF antenna with microstrip structure was studied. Design parameters as center frequency, band width, and VSWR by slot length, stub was analyzed by HFSS simulator. UHF antenna with microstrip structure was fabricated using FR4 _ epoxy substrate of 4.4 dielectric constant.

논문 접수 : 2008. 12. 5.

심사 완료 : 2008. 12. 16.

1) 정회원 : 남서울대학교 전자공학과

1. 서론

일반적인 UHF TV용(Yagi, Parabolic etc.) 안테나는 그 크기가 매우 크므로, 옥상이나 지붕의 많은 체적을 차지하는 등의 문제점을 갖고 있다. 이에 비해 본 논문에서 적용하고자 하는 마이크로스트립 안테나는 평면상의 기판에 복사계와 급전계를 동시에 구성할 수 있으며, 얇고, 가볍고, 소형화가 가능할 뿐만 아니라, 인쇄 회로의 기법을 이용하여 손쉽게 제작할 수 있어 제작비용을 저렴하게 할 수 있는 등 여러 가지 장점이 있다.

마이크로스트립 안테나가 널리 사용되어지면서 마이크로스트립 안테나를 해석하는 연구들이 많이 진행되고 있다. 현재 널리 알려진 Method of Moments (MoM), Finite-Difference Time-Domain (FDTD) Method, Finite Element Method (FEM) 등의 full wave 해석법은 정확한 해석을 할 수 있지만 계산 시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 반면에 Munson이 제안한 전송선로 모델(TLM)은 다른 해석방법에 비해 계산량이 적고 간단한 식으로 표현할 수 있는 장점이 있으며 비교적 정확한 결과를 제공하므로 안테나 초기설계에 유용하다[1-7].

따라서 본 논문에서는 슬롯 중심에 급전선을 두어 커플링 시키는 방식을 채택하여 HFSS(High Frequency Structural Simulator) 시뮬레이터를 사용하여 최적화된 설계를 수행한 후 UHF 대역의 방송 수신을 위한 안테나를 설계 제작하여 특성을 고찰하였다.

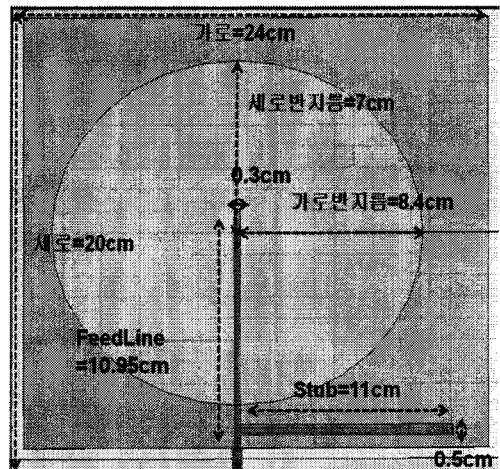
2. 설계 및 제작

본 논문에서는 마이크로스트립 슬롯 안테나의 대역폭 증가에 초점을 맞추고, UHF대역을 만족하는 표 1과 같은 설계목표로 안테나를 설계하였다. 이와 같이 UHF의 넓은 대역에서 모두 동작해야 하므로 최소 250MHz의 동작 주파수 대역을 확보해야 한다. 이러한 동작 주파수 범위는 VSWR 4 이하로 Ansoft사의

HFSS(High Frequency Structural Simulator)를 사용하여 시뮬레이션 하였다. 제작하려는 안테나는 슬롯의 반지름, 슬롯의 가로대 세로 반지름의 비율, 스텝의 길이 등 많은 설계 파라미터를 가지고 있다. 그래서 각 파라미터의 변화에 따른 안테나의 특성이 어떻게 변하는지 분석하여 최적의 안테나 구조를 설계하였다. 시뮬레이션에서의 중심 주파수는 600MHz로 설정하였고, 대역폭은 250MHz로 설정하였다.

표 1. 안테나의 설계 목표

구분	규격
중심주파수	600MHz
대역폭	250MHz
VSWR	4
입력반사계수	-5dB 이하
임피던스	50Ω



[그림 1] 안테나의 구조 및 설계 특성

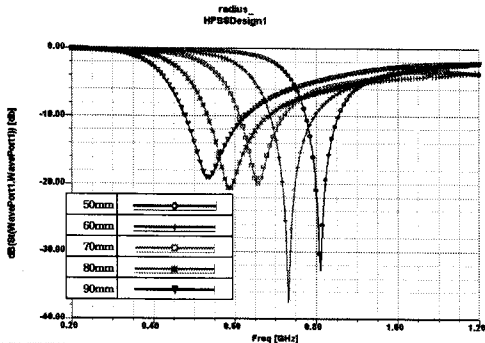
실제 제작된 안테나의 주파수 특성을 측정하기 위해 유전율은 4.4이고, 기판 두께는 1.6mm인 FR4 에폭시(epoxy) 기판을 사용하여 안테나를 제작하였으며 최적의 주파수 특성을 갖도록 제

작성 안테나의 기본 구조는 그림 1과 같다.

3. 모의 실험 및 결과

슬롯의 반지름이 변하게 되면 공진주파수가 변하게 된다. 슬롯의 가로대 세로의 반지름 비율은 1.2로 고정한 채 (타원형), 슬롯의 반지름을 마이크로스트립 라인의 굽전 점을 중심으로 반지름을 50mm, 60mm, 70mm, 80mm, 90mm로 변화시키며 시뮬레이션 하였다.

그림 2에 슬롯의 반지름 변화에 따른 안테나의 특성 변화를 나타내었으며, 슬롯의 반지름이 길어질수록 리액턴스 성분이 증가하며 주파수가 낮은 주파수 쪽으로 내려가는 경향을 보이는 것을 볼 수 있다.

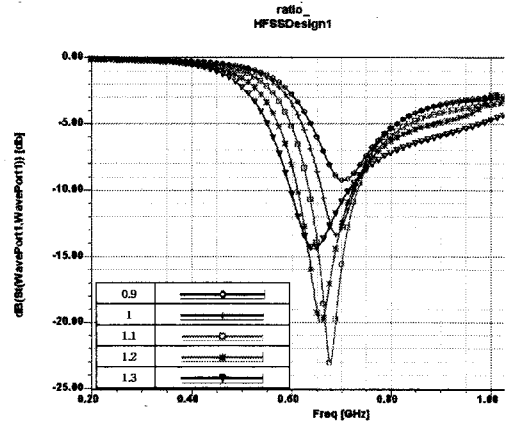


[그림 2] 슬롯의 반지름 변화에 따른 반사계수 특성

슬롯 반지름의 변화에 따른 영향을 살펴본 결과, 가장 좋은 정재파비가 형성되고, 본 논문에서 원하는 중심 주파수에 가까운 값인 70mm로 슬롯의 반지름을 고정한 채, 슬롯의 중심으로 부터의 가로대 세로 반지름의 비율을 조절함으로써 시뮬레이션을 하였다. 슬롯의 가로대 세로 반지름의 비율은 0.9, 1, 1.1, 1.2, 1.3으로 변화시키며 시뮬레이션 하였다. 이 비율은 1을 기준으로 커지거나 작아질수록 타원형의 슬롯 형태가 된다.

그림 3에 슬롯의 가로대 세로 반지름 비율 변화에 따른 안테나의 특성 변화를 나타내었

다. 특성을 살펴보게 되면 슬롯의 가로대 세로 반지름의 비율이 증가할수록 최대 입력 반사계수의 크기가 증가하였다가 1.1 비율을 벗어나게 되면 다시 감소하고, 대역폭은 비율이 커질수록 넓어지는 것을 확인 할 수 있다.

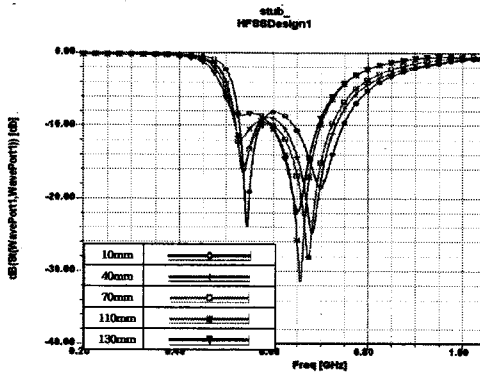


[그림 3] 슬롯의 반지름 비율 변화에 따른 반사계수 특성

위 과정에서 제시한 시뮬레이션 과정에서는 마이크로스트립슬롯 안테나가 가지고 있는 협대역의 한계와 임피던스 매칭을 극복할 수 있는 대안이 제시되지 못하였다. 때문에 스텝이라는 파라미터를 추가하여 인덕턴스를 증가시켜 보다 정교한 임피던스 매칭을 유도하고 이중 공진 주파수를 확보하기 위한 시뮬레이션을 수행하였다. 스텝의 길이 변화는 10mm, 40mm, 70mm, 110mm, 130mm으로 시뮬레이션 하였다. 이 때, 중심 주파수에 가장 가까운 슬롯의 반지름 70mm와 슬롯 가로대 세로의 반지름 비율은 1.2(가로 84mm, 세로 70mm의 타원형)로 고정 시켰다. 그림 4에서 스텝의 길이가 길어짐에 따라서 공진주파수가 하나 더 생기는 것을 확인 할 수 있으며, 일정 길이 (110mm)까지 중심 주파수의 이동 및 입력 반사계수가 증가하지만 스텝의 길이가 증가할수록 중심 주파수 및 반사계수가 다시 낮아지는 현상을 볼 수 있는데 이것은 임피던스 매칭에 있어서 인덕턴스가 불필요하게 증가하므로 임피던스 매

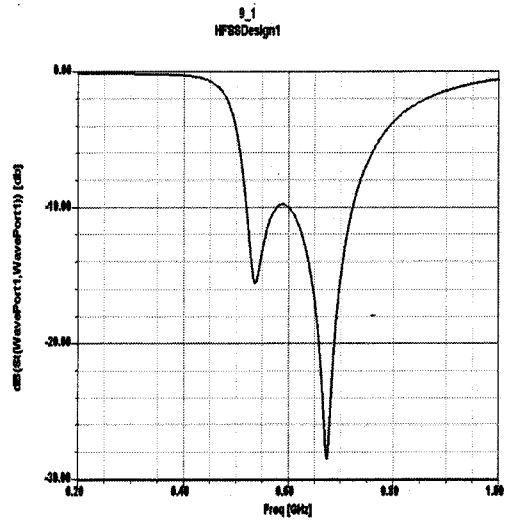
칭이 되지 않아 발생하는 것으로 사료된다.

이와 같이 시뮬레이션을 수행한 결과 반지름 크기가 특정 범위 (70mm)를 벗어나게 되면 600MHz이하의 공진 주파수의 반사계수가 낮아지는 것을 볼 수 있고, 가로 세로의 비율이 커지게 되면 중심 주파수 및 반사계수의 변화와 이중 공진 주파수의 확보로 보다 넓은 대역을 확보할 수 있음을 확인 할 수 있었다.



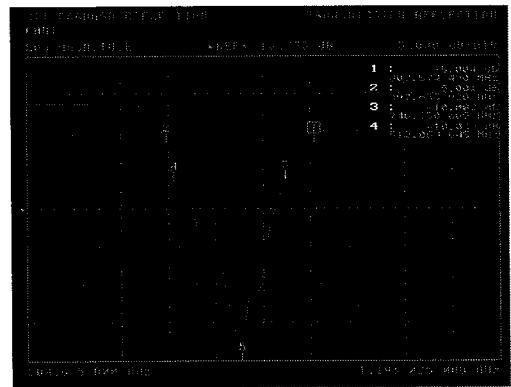
[그림 4] 스트립의 길이에 따른 반사계수 특성

위에서 수행한 시뮬레이션 결과를 바탕으로, 설계 변수의 최적화된 상태를 조합하여 최종 시뮬레이션을 해보았다. 최종적으로 설계된 안테나의 모양을 그림 1에 나타내었다. 시뮬레이션에 사용한 기판은 비유전율 4.4, 두께 1.6mm이며 크기는 가로 240mm, 세로 200mm를 갖는다. 또한 슬롯의 반지름은 70mm, 슬롯의 가로대 세로 반지름의 비율은 1.2로써 타원형 슬롯 안테나가 최종 설계되었다. 안테나의 시뮬레이션 결과는 그림 5에 나타내었으며, 그림에서 볼 수 있는 것과 같이, -10dB 대역폭 (VSWR<2)은 250MHz정도로서 중심주파수와 대역폭에서 UHF 대역을 수신할 수 있는 주파수 특성을 보였다.



[그림 5] 설계된 안테나 주파수 특성

최적화된 설계를 수행하여 얻은 결과를 사용하여 PCB 제작과 마찬가지로 FR4 유전체 기판을 사용하여 포도 에칭 방법으로 안테나를 제작을 하였다. 그림 6은 제작된 안테나의 주파수 특성을 Network Analyzer를 사용하여 측정



[그림 6] 제작된 안테나의 주파수 특성

한 결과이다. 이 결과는 시뮬레이션 결과와 비교 할 때 중심 주파수는 약 500MHz, 안테나의 -10dB 대역폭 (VSWR<2)은 234MHz의 대역폭을 특성을 보여 설계치 보다 중심주파수는 약 100MHz, -10dB 대역폭 특성은 약 20MHz 정도의 오차를 보이는데 이는 안테나를 제작하는

과정에서 에칭시 동판의 원하지 않는 부위에 부식이 되는 현상과 SMA 웨이브 포트 연결시에 납으로 인한 입력 반사계수에 대한 손실, 안테나 구조상 피드 라인(feed line)에서 슬롯으로 커플링 되는 부분과 슬롯 양단에서 공진이 되는 부분의 제작 오차로 사료된다.

4. 결론

본 논문에서는 시뮬레이션 결과를 토대로 UHF 대역에서 동작할 수 있는 안테나를 제작하고 측정하였다. 설계한 안테나의 설계에는 Ansoft사의 HFSS v10.0을 사용하였고 제작된 안테나의 주파수 특성 측정에는 Network Analyzer를 사용 하였다. 제작된 안테나의 주파수 특성은 UHF 대역을 수신할 수 있는 특성을 보였지만 시뮬레이션 결과와 비교 할 때 중심 주파수는 약 500MHz, 안테나의 -10dB 대역폭(VSWR<2)은 234MHz의 대역폭을 특성을 보여 설계치 보다 중심주파수는 약 100 MHz, -10dB 대역폭 특성은 약 20MHz 정도의 오차를 보였다. 이는 안테나를 제작할 때 발생하는 오차와 약간의 설계 오차가 존재하는 것으로 생각되어 설계 파라미터의 수정과 구조 보완 연구를 계속 진행하여야 할 것으로 사료된다.

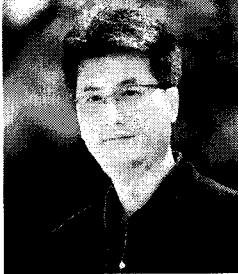
Network Synthesis", Stanford Research Inst Menlo Park CA, FEB 1972.

- [4] D. M. Pozar, "Microwave Engineering", third edition, John Wiley & Sons, 2004.
- [5] K. L. Wong, "Compact broadband circularly polarized square microstrip antenna", John Wiley & Sons, vol 21, Issue 5, pp.423-425, MAY 1999.
- [6] C. A. Balanis, "Antenna Theory Analysis and Design", John Wiley & Sons, 1997.
- [7] R. Garg, P. Bhartia, I. Bahl, A. Ittipiboon, Microstrip Antenna Design Handbook, Artech House.

참고문헌

- [1] R. E. Munson, "Conformal Microstrip Antennas and Microstrip Phased Arrays", IEEE Transactions on Antennas and Propagation pp, 74-78
- [2] A. Axelrod, M. Kisliuk and J. Maoz, "Broadband Microstrip-fed Slot Radiator", Microwave Journal, vol 32, pp.81-84, JUNE 1982.
- [3] D. Chambers, S. B. Cohn, E. G. Cristal, and F. Young, "Microwave Active

박용욱



1999년 연세대학교 전기공학과 (공학박사)

2000년 ~ 현재 남서울대학교

전자공학과 부교수

주관심 분야 : RF 소자, 센서, 압전소자