
S-DMB 수신용 마이크로스트립 안테나의 연구

박용욱*

Study on the Microstrip Antenna for Satellite DMB

Yong-wook Park*

요 약

본 연구에서는 S-DMB(2.63~2.65GHz)용 마이크로스트립 안테나를 연구하였다. 설계된 안테나는 마이크로스트립 패치 중앙에 대각선 슬롯을 가지는 형태로 HFSS 으로 최적화한 후 비유전율이 4.4인 FR4_epoxy (기판두께 = 1.6mm, Metal두께 = 17 μ m, 0.5 oz. copper)을 사용하여 제작하고 특성을 평가 분석하였다.

ABSTRACT

In this paper, we have studied on the microstrip antenna for satellite DMB from 2.63 to 2.65 GHz. Microstrip patch antenna was designed using HFSS simulation program and fabricated by FR4 substrate that has substrate thickness of 1.6mm, metal thickness of 17 μ m, and dielectric constant of 4.4, respectively.

키워드

Microstrip, Antenna, S-DMB, HFSS, LHCP

1. 서 론

최근 국내외에서 연구되고 있는 위성 DMB (S-DMB : Satellite Digital Multimedia Broadcasting)는 차량용 DMB, PMP, 노트북, 휴대폰과 같은 소형 단말기를 이용하여 고품질의 대용량 콘텐츠를 언제 어디서나 제공받을 수 있는 휴대용 멀티미디어 방송서비스이다. 위성 DMB의 경우 서비스 커버리지는 크게 위성 직접 수신 지역과 음영 지역으로 나눌 수 있다. 위성은 정지위성으로 남남동 방향의 45도 상공에 위치하고 있어 위성이 직접 보이는 지역은 전국 어디서나 수신 가능하며, 도심 및 지하 등 음영 지역은 별도의 갭필러(Gap filler)를 이용한 중계로 수신 가능하다.

우리나라 위성 DMB 주파수는 일본과 함께 S-밴드에서 2.630~2.655GHz 주파수 대역을 사용하고 있으며 전송방식은 CDM(Code Division Multiplexing) 방식을 채택하고 있다[1][2][3][4][5].

이러한 위성 DMB 서비스를 수신하기 위한 안테나는 편파 특성(LHCP: Left Hand Circular Polarization)과 이동통신 시 장착 등의 문제가 고려되고 있으며, 현재 마이크로스트립 안테나를 이용한 위성 DMB 안테나의 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 마이크로스트립 안테나는 1953년에 Deschamps에 의해 제안되었고, 1974년 Munson에 의해 실제 미사일에 장착할 수 있는 안테나가 제작된 이래 지금까지 그것에 대한 관심이 다양한 방법으로 연구되어 왔다. 원형편파 마이

* 남서울대학교 전자공학과
심사완료일자 : 2009. 04. 22

접수일자 : 2009. 03. 27

크로스 스트립 패치 안테나를 얻는 방법으로 정사각형 패치의 모서리를 잘라 내거나(Corner Truncated), 대각선으로 Slot을 두는 방법, 원형 패치에 교차슬롯을 두는 방법 등이 있다.

한편 마이크로스트립 안테나를 설계하는 방법은 회로의 요구조건을 결정하고 설계한 후 시뮬레이션 결과를 통해 적합성 여부를 결정한다. 하지만, 설계 값이 요구사항에 맞지 않으면 가장 적절한 결과 값이 얻어질 때까지 튜닝을 해서 설계한다. 급전부는 임피던스 정합을 통해 손실을 최소화하여 전력이 최대로 전달될 수 있도록 하는 것이 최대 목적이다. 급전방식은 방사소자에 마이크로스트립 선로를 직접 결합하는 직접급전방식, 기판의 뒷면에서 동축 선로를 직접 연결하는 프루브 급전, 접지 면의 개구를 통해 결합하는 개구결합 급전방식 등이 있다.

본 연구에서는 Ansoft사의 HFSS(High Frequency Structural Simulator)를 사용하여 S-DMB 수신용 안테나특성을 시뮬레이션 한 후, 직접급전방식을 이용하여 중심주파수 2.64GHz로 하는 중앙 대각선에 슬롯을 갖는 패치 형태로 설계하여 실제 제작한 안테나의 특성을 비교, 검토 및 분석하였다.

II. 마이크로스트립 안테나

그림 1에서 볼 수 있듯이 마이크로스트립 안테나는 접지면 위에 자유공간위에 파장보다 상당히 작은 ($0.003\lambda < h < 0.005\lambda$) 기판의 두께를 가지고 또 그 기판의 두께보다 상당히 작은 두께의 금속 패치로 이루어져 있다.

패치의 수직인 방향으로 최대 복사패턴을 얻기 위해서는 패치가 급전되는 Excitation wave의 모드가 중요한데, 이는 마이크로 스트립 안테나의 설계 시 신중히 검토하고 선택할 사항이다.

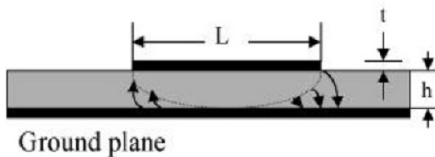


그림 1. 마이크로 스트립 안테나
Fig. 1 Microstrip antenna

직사각형 마이크로 스트립 안테나의 경우, 안테나 패턴 소자의 길이(L)은 통상적으로 $\lambda/3 < L < \lambda/2$ 이고, 패치라고 일컬어지는 스트립과 그라운드판의 유전기판(Substrate)으로 분리되어 보편화되어있는 기판의 유전상수는 $2.2 \leq \epsilon_r \leq 12$ 의 영역의 것이 사용된다.

마이크로스트립 안테나의 급전방식에는 여러 가지가 사용되고 있다. 가장 보편적으로 사용되는 4가지의 급전방식은 마이크로스트립라인 급전방식, 동축케이블 급전방식(Coaxial probe), 개구면 커플링 급전방식 등이 있다.

마이크로스트립라인 급전방식은 도체 스트립으로 급전되는 방식으로서 패치에 비해서 폭이 적고 제작이 간단하여 고정된 위치의 조정으로 정합이 간단한 장점이 있는 반면 기판의 크기가 커짐에 따라 표면파의 증가와 스퓨리어스(spurious) 불요파의 증가가 있다. 또한 대역폭을 2-5%로 제한시키는 단점도 가지고 있다.

III. S-DMB용 안테나 설계

마이크로스트립 안테나 설계에 사용되는 기판 유전율 값은 보통 2.2~12이며, 일반적으로 유전체의 높이가 두껍고 유전율이 낮을수록 방사효율이 더 좋고 대역폭이 넓어진다. 안테나를 설계할 때 첫 번째 단계는 적당한 기판을 선택하는 것인데, 기판의 물질에는 구리, 알루미늄, 금 등 다양한 종류가 있다.

본 논문에서 사용된 기판의 규격은 표 1과 같다.

표 1. 기판의 제원
Table. 1 Spec of substrate

FR4_epoxy 기판	제원
메탈 두께	17 μ m (0.5 oz copper)
기판 두께	1.6 mm
유전율	4.4
Loss tangent	0.0004

위성DMB용 안테나의 경우 2.63GHz에서 2.65 GHz까지가 사용 주파수 범위이다. 주파수 대역에서 모두 동작하기 위해서는 최소 50MHz의 주파수 대역폭을 확보하여야 하며 이러한 주파수 범위에서 안테나의 최소 요구치인 VSWR 2이하 특성을 만족하여야 한다. 따라서 본 연구에서 설계하고자 하는 안테나의 설계 목표는 표 2와 같다.

표 2. 설계 목표
Table. 2 Design plan

구 분	규 격
중심주파수	2.64 GHz
반사손실 (Return loss)	-10dB 이하
대역폭	150 MHz
VSWR	2
편 파	좌원편파(LHCP)
임피던스	50Ω

그림 2는 설계된 안테나 모양으로, 마이크로스트립 패치 형태로 중앙에 대각선 슬롯을 갖는다. 패치 가운데에 대각선으로 슬롯을 만듦으로써 전계의 방향을 바꾸어 좌원편파(LHCP)를 발생하며 급전방식은 마이크로스트립 급전으로 패치 하단부에 연결되어 있다. 안테나의 특성에 영향을 미치는 파라미터는 안테나의 패치 폭, 길이, 슬롯의 폭, 길이, 메탈두께, 기판두께, 급전선의 폭, 길이 등 많은 파라미터를 가지고 있다. 본 연구에서는 각각의 파라미터 중 피드라인의 폭을 3mm로 고정하고 구조 최적 프로그램인 HFSS를 사용하여 패치의 크기(W=L), 폭(W), 길이(L), 슬롯의 폭(d), 슬롯의 길이(c), 급전선의 길이(F)를 시뮬레이션을 통해 조정해가며 최적의 특성을 갖는 안테나를 설계 하였다.

시뮬레이션에 사용한 기판은 FR4_epoxy를 사용하였으며, 비유전율은 4.4, 크기는 가로 45mm, 세로 48mm, 기판두께는 1.6mm이고 메탈두께는 17μm(0.5 oz. Copper)로 사용하였다.

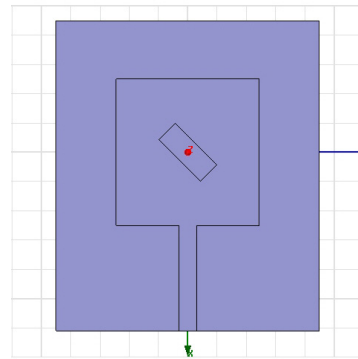
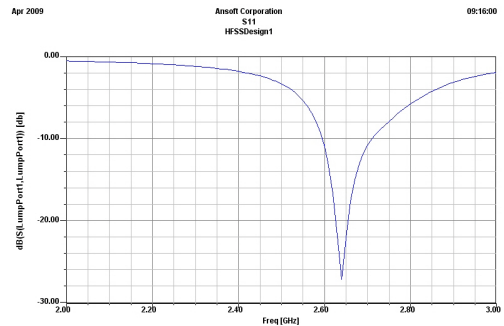
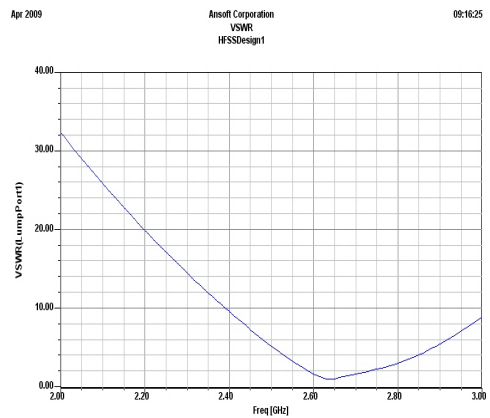


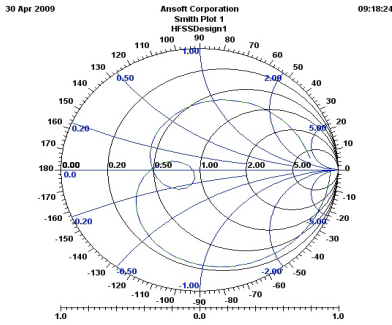
그림 2. 설계된 안테나 구조
Fig. 2 Structure of antenna



(a)



(b)



(c)

그림 3. 시뮬레이션 결과

a)S11, b)VSWR, c) Smith chart
Fig. 3 Results of simulation by HFSS
a) S11, b) VSWR, c) Smith chart

패치의 폭(W)=24.5mm, 패치의 길이(L)=24.5mm, 슬롯의 길이(c)=10mm, 슬롯의 폭(d)=3.5mm, 피드라인 길이(F)=16mm, 피드라인 폭(F)=3mm에서 중심주파수 2.64GHz, 최소반사손실 -27.25dB, -10dB 대역폭 120 MHz, VSWR은 1.03로 대역폭을 제외하고 설계 목표값을 만족하는 최적의 특성을 갖는, 결과를 얻을 수 있었고 시뮬레이션 결과는 그림 3에 나타내었다.

IV. 결론

최적화하여 시뮬레이션한 결과와 설계목표를 토대로 S-DMB용 마이크로스트립 안테나를 제작하였다. 제작된 안테나는 그림 4에 나타내었다.

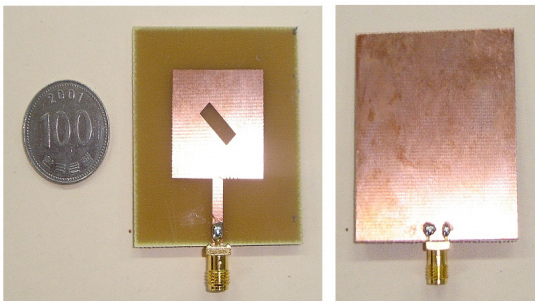
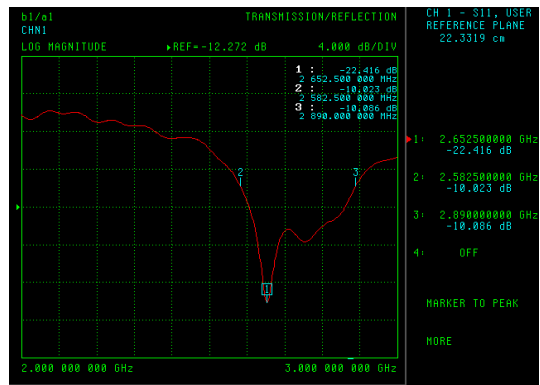
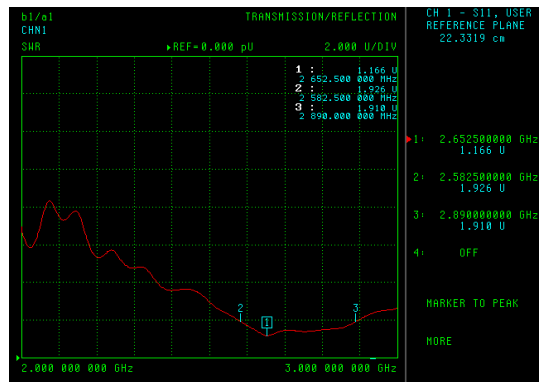


그림 4. 제작된 안테나 사진
Fig. 4 Picture of fabricated Antenna

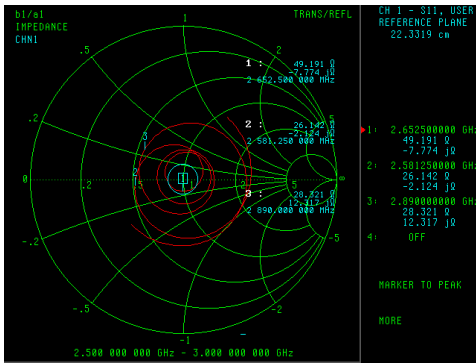
제작한 안테나를 회로망 분석기(Network Analyzer, Anritsu MS4623B)로 측정된 결과를 그림 4에 표시하였다. 측정 결과, 중심주파수는 2.65GHz으로 목표 설계값에 근접한 값을 얻었다. 중심주파수 이동과 반사손실값의 증가는 제작 시 발생하는 여러 오차 때문인 것으로 해석된다. 최소반사손실은 -22.41dB이고 제작한 안테나의 대역폭은 308MHz로 설계목표인 150 MHz보다 광대역으로 측정되었다. VSWR은 1.16로 원하는 목표값 이상을 얻었으며, 임피던스 매칭은 50Ω에 근접한 49.19Ω을 얻었다.



(a)



(b)



(c)

그림5. 안테나의 측정결과
a)S₁₁, b)VSWR, c) Smith chart
Fig. 5 Measuring results of antenna
a) S₁₁, b) VSWR, c) Smith chart

V. 결 론

본 연구에서는 마이크로스트립라인 급전방식을 이용한 S-DMB (2.63~2.65GHz) 수신용 마이크로스트립 안테나를 HFSS을 이용하여 최적화 설계를 수행한 후 제작한 안테나의 측정을 비교 분석하였다.

제작된 안테나는 중심주파수 2.65GHz이고 최소 반사손실은 -22.41dB이다. 대역폭은 308MHz를 얻었으며 목표VSWR은 1.16로 원하는 목표 설계값을 만족하였으며, 임피던스 또한 49.19Ω으로 목표 임피던스 값과 근접치를 얻었다.

참고 문헌

[1] 김영상, 노승진, 김남수, 고진현, 하재권, “위성 DMB와 ITS서비스 수신을 위한 단일급전 이중대역 원형 패치 안테나 설계”, 한국전자과학기술학회 논문지, Vol. 17, No. 9, pp.866-973, 2006.
[2] 이원희, 최경식, 허정, “PCS 대역과 IMT-2000 대역 겸용 마이크로스트립 패치 안테나의 설계 및 제작”, 전자과학기술학회논문지, Vol. 39, No. 2, pp.50-57, 2002.
[3] 이원규, 김성민, 양운근, “GPS와 DMB신호 수신을 위한 단일급전 이중대역 원형편파 삼각 패치 안테나 설계 및 구현”, 한국전자과학기술학회논문지

, Vol. 16, No. 9, pp.893-902, 2005.

[4] 이태훈, 김명석, 김영두, 이흥민, “원형편파를 갖는 원형 링 마이크로스트립 슬롯 안테나”, 한국전자과학기술학회논문지, Vol. 14 No. 1, pp75-80, Jan. 2003.
[5] 이현진, 임영석, “이중 T자 구조의 마이크로스트립 안테나 설계”, 전자과학기술학회논문지, Vol. 42, No. 1, pp.119-123, 2005.

저자 소개



박용욱(Yong-wook Park)

1989년 2월 : 연세대학교 공대 전기공학과 졸업
1991년 8월 : 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사)
1999년 2월 : 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사)
2000년 9월 ~ 현재 : 남서울대학교 전자공학과 부교수