

# 2.64GHz S-DMB용 패치 안테나 설계 (Design of patch antenna for 2.64GHz S-DMB applications)

박용욱 (Yong-Wook Park)<sup>1)</sup>

## 요 약

본 연구에서는 중심주파수 2.64GHz로 S-DMB에 사용 가능한 패치 안테나를 연구하였다. 패치 안테나의 특성은 Ansoft사의 HFSS(High Frequency Structural Simulator)을 사용하여 안테나의 특성을 분석하였고, 설계된 안테나는 사진 식각술을 이용하여 FR-4 기판으로 제작하였다. 최적의 동작특성을 갖는 안테나를 설계하기 위해 패치의 크기, 급전선의 길이 및 메탈두께 등의 설계변수를 변화시키며 안테나 특성을 분석하였다.

## Abstract

In this paper, the patch antenna for 2.64GHz S-DMB applications has been studied. The patch antenna was designed by HFSS (High Frequency Structural Simulator) program and the optimized antenna was fabricated using photolithography method on the FR-4 substrate. To find optimal conditions of microstrip patch antenna, design parameters with different patch size, length of feedline and metal thickness were analyzed.

논문접수 : 2009. 09. 15.  
심사완료 : 2009. 10. 08.

---

1) 정회원 : 남서울대학교 전자공학과

## 1. 서론

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. 우리나라 위성 DMB 주파수는 일본과 함께 S-밴드에서 2.630~2.655GHz 주파수 대역을 사용하고 있으며 전송방식은 CDM(Code Division Multiplexing) 방식을 채택하고 있다. 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[1-7].

본 논문에서는 S-DMB용 안테나를 직접 급전방식을 이용하여 중심주파수 2.64GHz이며 중앙 대각선에 슬롯을 갖는 패치 형태로 설계하였고 시뮬레이션은 Ansoft사의 HFSS(High Frequency Structural Simulator) V10.0을 사용하여 패치의 크기(W, L), 급전선의 길이(F) 및 메탈의 두께를 변화시키며 특성을 분석한 후, 실제 제작한 안테나의 특성을 비교, 검토 및 분석하였다.

## 2. 안테나의 구조 및 특성

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 메탈인 동의 두께가  $17\mu\text{m}$ , 기판의 두께 1.6 mm, 유전율

이 4.4인 FR-4 epoxy 기판을 사용하여 안테나를 제작하였다.

설계된 안테나는 마이크로스트립 패치 형태로 중앙에 대각선 슬롯을 갖는 구조로 설계하였고 급전방식은 마이크로스트립 급전으로 패치 하단부에 연결되어 있다. 또한 위성DMB용 안테나의 경우 2.63GHz에서 2.65 GHz까지가 사용 주파수 범위이므로 사용 주파수 대역에서 모두 동작하기 위해서는 최소 50MHz의 주파수 대역 폭을 확보해야 한다. 이러한 주파수 범위에서 상용 안테나로 사용하기 위해서는 VSWR 1.5 또는 1.3이하의 특성을 갖도록 Ansoft사의 HFSS을 사용하여 안테나를 설계 분석하였다. 본 논문에서는 설계 분석된 결과를 바탕으로 제작된 안테나를 회로망 분석기(Network Analyzer, Anritsu MS4623B)를 이용하여 제작한 안테나의 특성을 측정하고 설계값과 비교하여 분석을 분석하였다. 그림 1은 측정 시스템의 구성도이다. 측정 그래프는  $S_{11}$  파라미터, VSWR, 스미스차트 그래프가 있으며, 측정 주파수 범위는 2 ~3GHz이다.

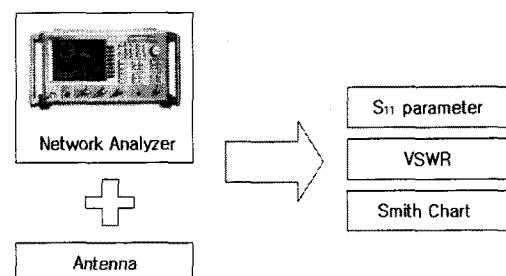


그림 1. 측정 시스템 구성도

## 3. 결과 및 고찰

안테나의 특성에 영향을 미치는 설계 파라미터는 패치의 폭, 길이, 슬롯의 폭, 길이, 메탈 두께, 기판두께, 급전선의 폭, 길이 등 많은 파라미터를 가지고 있다. 본 논문에서는 각각의

파라미터 중 패치의 크기( $W, L$ ), 급전선의 길이( $F$ ) 및 메탈의 두께를 시뮬레이션을 통해 조정해가며 제작한 안테나와 비교분석하였다.

그림 2는 설계한 안테나의 패치 크기 변화에 따른 시뮬레이션 결과를 나타내고 있다. 23.5mm ~ 26.5mm까지 0.5mm 간격으로 패치의 크기를 변경하였다. 패치의 크기 26.5mm에서 패치의 크기가 작아질수록 중심주파수가 높아지는 경향을 보여주고 있다. 이는 주파수대역이 높아질수록 파장이 짧아지므로 공진점이 올라가는 현상이다. 그림 3은 실제 제작한 측정값을 나타낸 것이다. 실제 제작한 안테나도 시뮬레이션 결과와 마찬가지로 패치의 크기가 작아질수록 중심주파수가 높아지고 있는 결과를 보여주고 있다.

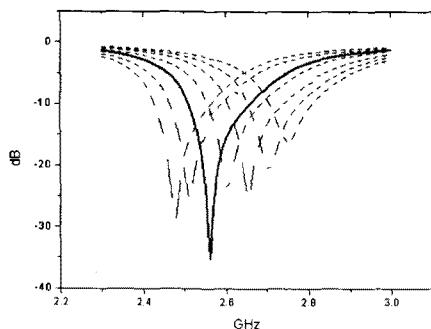


그림 2. 패치의 크기( $W, L$ )에 따른 시뮬레이션 결과

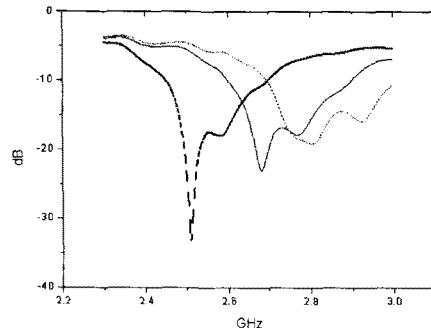


그림 3. 패치의 크기( $W, L$ )에 따른 측정 결과

또한 패치의 크기를 25mm로 고정하고 피드라인 길이 변화에 따른 시뮬레이션 특성을 분석하였다.

그림 4와 그림 5는 피드라인 길이에 따른 시뮬레이션 특성과 측정 특성의 결과를 나타낸 것이다. 피드라인을 16mm ~ 19mm로 변화시킨 시뮬레이션 결과 중 길이가 16mm일 때 가장 좋은 반사손실의 특성을 보여주고 있으나, 제작한 안테나의 측정 시엔 길이의 변화에 따라 큰 특성 폭을 나타내고 있지는 않다. 또  $F=19mm$ 일 때 시뮬레이션 결과는 상대적으로 가장 떨어진 최소반사손실 값을 보여주고 있지만, 실제측정 값은 일치하지 않았다.

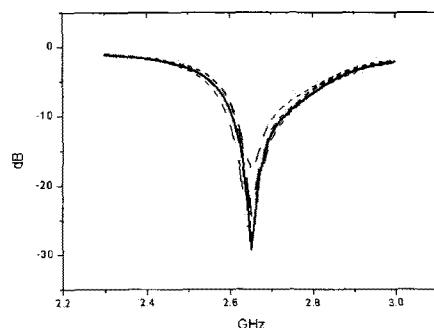


그림 4. 피드라인 길이( $F$ )에 따른 시뮬레이션 결과

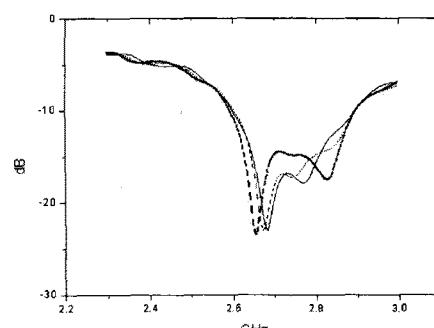


그림 5. 피드라인 길이( $F$ )에 따른 측정 결과

피드라인의 길이는 중심주파수 이동에 영향이 거의 없으며, 반사손실에도 거의 영향을 미치지 않는 것을 확인 할 수 있었다.

또한 본 논문에서 연구하는 안테나의 파라미터를 고정하고 메탈(copper)두께가  $17\mu\text{m}$ ,  $34\mu\text{m}$ 일 때 비교분석하였다. 그림 6, 그림 7은 메탈두께가  $17\mu\text{m}$ ,  $34\mu\text{m}$ 일 때 시뮬레이션과 회로망분석기로 측정한 결과 값을 나타낸 것이다. 시뮬레이션 결과, 메탈이 두꺼울수록 반사손실의 특성이 나빠지는 것을 알 수 있다. 제작된 안테나 역시 반사손실이 상대적으로 떨어졌으나, 큰 폭의 변화는 발생하지 않았다.

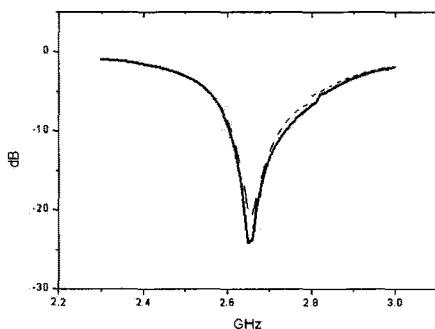


그림 6. 메탈두께에 따른 시뮬레이션 결과

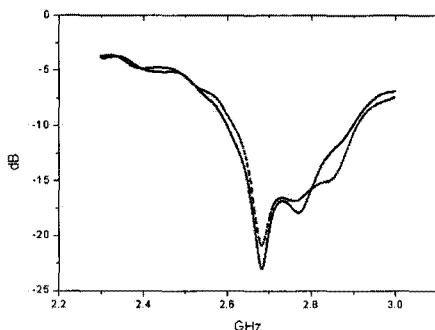


그림 7. 메탈두께에 따른 측정 결과

앞에서 수행한 시뮬레이션 결과를 바탕으로 제작한 안테나를 회로망 분석기

(Network Analyzer, Anritsu MS4623B)로 측정한 결과를 그림 8에 표시하였다. 측정 결과, 중심주파수는 2.65GHz으로 목표 설계 값에 근접한 값을 얻었다. 중심주파수 이동과 반사 손실값의 증가는 제작 시 발생하는 여러 오차 때문인 것으로 해석된다. 최소반사손실은 -22.41dB이고 제작한 안테나의 대역폭은 308MHz로 설계목표인 150MHz보다 광대역으로

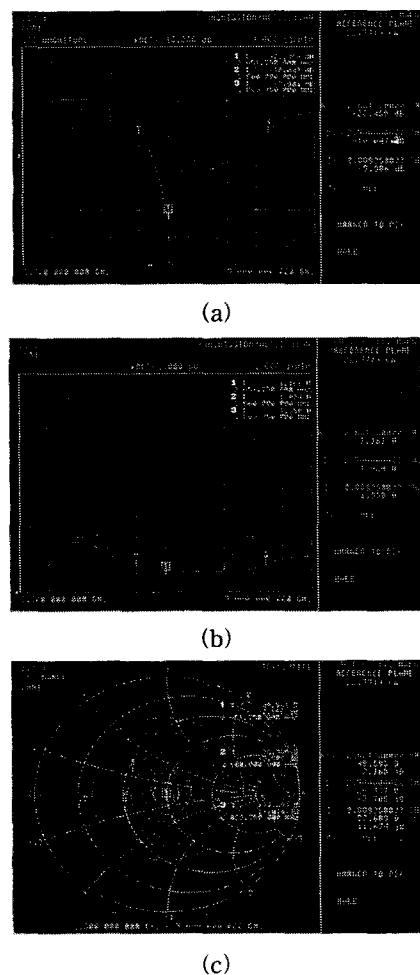


그림 8. 최적화된 안테나의 측정 결과

- (a)반사손실, (b)VSWR,
- (c)Smith chart

로 측정되었다. VSWR은 1.16로 원하는 목표값 이상을 얻었으며, 임피던스 매칭은 50Ω에 근접한 49.19Ω을 얻을 수 있었다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 S-DMB용(2.63~2.65GHz) 안테나를 직접급전방식을 이용하여 중앙 대각선에 슬롯을 갖는 패치 형태로 마이크로스트립 안테나를 설계하였고 HFSS을 이용하여 패치의 크기(W,L), 급전선의 길이(F) 및 배탈의 두께를 변화시키며 최적화 설계를 수행한 후 제작한 안테나의 측정을 비교 분석하였다.

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

#### 참 고 문 헌

- [1] 김기래, 안재성, “위성 DMB용 2.65GHz 안테나 설계 및 제작”, 신라대학교 논문집 제57집, 2007.
- [2] 김영상, 노승진, 김남수, 고진현, 하재권, “위성 DMB와 ITS서비스 수신을 위한 단일급전 이중대역 원형 패치 안테나 설계”, 한국전자과학회논문지 제 17권 9호, pp.866-973, 2006년 9월.
- [3] 이원희, 최경식, 혀정, “PCS 대역과 IMT-2000 대역 겸용 마이크로스트립 패치 안테나의 설계 및 제작”, 전자공학회논문지 제 39권 TC 2호, pp.50-57, 2002년 2월.
- [4] 이원규, 김성민, 양운근, “GPS와 DMB신호 수신을 위한 단일급전 이중대역 원형편파 삼각 패치 안테나 설계 및 구현”, 한국전자과학회논문지 제 16권 9호, pp.893-902, 2005년 9월.

- [5] 이태훈, 김명석, 김영두, 이홍민, “원형편파를 갖는 원형 링 마이크로스트립 슬롯 안테나”, 한국 전자과학회논문지 제 14권 1호, pp.75-80, 2003년 1월.
- [6] 이현진, 임영석, “이중 T자 구조의 마이크로스트립 안테나 설계”, 전자공학회논문지 제 42권 TC 1호, pp.119-123, 2005년 1월.
- [7] A. Derneryd, "Analysis of the microstrip antennas", IEEE Trans, Antennas Propagat. vol. 27, pp 660-664, 1979

**박용욱**

1999년 연세대학교 대학원 전기공학과 (공학박  
사)

2000년 ~ 현재 남서울대학교 전자공학과 부교  
수

주관심 분야 : RF 소자, 센서, 압전소자