

디지털방송 수신용 평면 준-야기 안테나의 소형화 설계

이종익, 한대희, 김수민, 김건균*, 여준호**

동서대학교 *블루웨이브텔 **대구대학교

Design of Compact Planar Quasi-Yagi Antenna for DTV Reception

Jong-Ig Lee, Dae-Hee Han, Soo-Min Kim, Gun-Kyun Kim*, and Junho Yeo**

Dongseo University, *Bulewavetel, **Daegu University

E-mail : leeji@dongseo.ac.kr

요 약

본 논문에서는 지상파 디지털방송 수신용 광대역 평면 야기 안테나의 설계방법에 대해 연구하였다. 다이폴을 급전하는 코플래너 스트립은 스트립에 내장된 마이크로스트립과 연결되고 종단은 단락되어 있다. 급전되는 다이폴에 근접한 영역에 폭이 넓은 스트립 도파기를 부가하여 광대역 임피던스 정합과 고주파 대역의 이득특성을 구현하였고 접지면 반사기를 추가하여 저주파 대역의 이득특성을 개선하였다. 안테나를 소형화하기 위해 다이폴과 반사기의 모양을 반 보우타(V)-형으로 변형하였으며, 여러 가지 파라미터들이 안테나 특성에 미치는 영향을 관찰하였다 제안된 구조의 안테나를 지상파 DTV 방송 주파수대역인 470-806 MHz 대역에서 동작하도록 설계하였다 최적화된 안테나를 FR4 기판 상에 제작한 후 특성 실험을 통하여 연구결과의 타당성을 검증하였다

ABSTRACT

In this paper, we introduce a design method for a broadband planar quasi-Yagi antenna (QYA) for terrestrial digital television (DTV) receiving. The coplanar strip line feeding the driver dipole is connected to a microstrip line and is terminated by short circuit. By appending a wide strip-type director at a location close to the driver dipole, a broadband impedance matching and a gain characteristics in a high frequency region are obtained. The gain characteristics in a low frequency region are improved by adding a reflector formed by a truncated ground plane. To reduce the antenna size, the strip-type dipole and reflector are modified to half bowtie (V)-shaped elements. The effects of various parameters on the antenna characteristics are examined. An antenna, as an design example for the proposed antenna, is designed for the operation in the frequency band of 470-806 MHz for terrestrial DTV. The optimized antenna is fabricated on an FR4 substrate and tested experimentally to verify the results of this study.

키워드

planar Yagi antenna, broadband antenna, DTV antenna

1. 서 론

평면 quasi-Yagi 안테나(QYA)는 코플래너 스트립(coplanar strip; CPS)으로 급전되는 다이폴 투사기(driver), 접지면 반사기(reflector), 그리고 스트립 도파기(director)로 구성될 수 있다[1-4].

QYA는 적절히 넓은 대역폭과 지향성을 갖고 있어서 RF통신용 트랜시버, 레이다 등에 응용되고 있다. 3소자 QYA에 대한 기존 연구결과[2]에 의하면 5 dBi 이상의 이득 특성을 갖는 QYA의 대역폭은 약 17% 정도이고, 대역폭이 약 45%의 광대역 특성을 갖기 위해서는 이득이 3-5 dBi 로

2 dB 정도 감소되어야 한다. 보다 넓은 대역폭과 적절하고 고른 이득을 갖도록 하기 위해서는 대수주기 안테나(Log-periodic antenna; LPA) [5]를 사용하는 것이 일반적이지만 LPA의 설계과정이 QYA에 비해 복잡하고 고이득 특성을 갖도록 배열안테나를 구성하는 것이 용이하지 않다

본 연구에서는 지상파 디지털 TV(DTV) 방송 수신용 안테나를 QYA로 설계하고 소형화하는 방법에 대해 연구하였다. DTV용 대역(470-806 MHz)내에서 $VSWR < 2$ 인 광대역 특성(대역폭이 약 53% 이상)을 만족하고, 대역내 이득이 최소 3 dBi 이상인 지향성 QYA를 설계하는 방법에 대해 연구하였다. QYA는 코플래너 스트립에 내장되고 종단이 단락된 마이크로 스트립으로 급전되며 평면다이폴과 그에 근접하는 직사각 패치 형태의 도파기, 그리고 접지면 반사기로 구성된다. 각 소자의 폭, 길이, 소자 사이 간격 등을 조절하여 광대역특성을 얻을 수 있다. 다이폴과 반사기의 한 측면을 보우타이 형태로 변형하여 안테나를 소형화하는 방법에 대해 소개한다

II. 안테나 구조 및 설계

그림 1은 제안된 안테나구조로서 유전체기판의 한 면에 코플래너 스트립으로 급전되는 다이폴(D_0), 접지면 반사기(R_0), 도파기(D_1)가 프린트된다. 급전 마이크로 스트립 선로는 코플래너 스트립에 내장되어 있어 밸런을 위한 별도의 공간을 줄일 수 있고, 종단은 단락되어 있다. 광대역 특성을 갖도록 도파기는 다이폴에 근접한 영역에 위치하고 소형화하기 위해 다이폴과 반사기는 V형으로 구성된다. DTV용 주파수 대역(470-806 MHz)의 동작에 적합하도록 대역 내에서 $VSWR < 2$ 및 이득 > 3 dBi 조건을 만족하는 안테나를 FR4 기판(비유전율 4.4, 두께 1.6 mm, 손실탄젠트 0.025)에 설계하는 과정을 소개한다

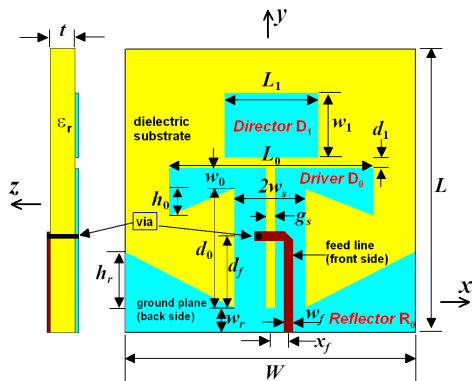


그림 1 안테나구조

마이크로스트립 선로는 DTV의 포트 임피던스인 75옴과 정합되도록 특성 임피던스가 75옴이

되도록 한다.

그림 2는 최적화된 안테나를 제작하고 VSWR 특성을 측정하여 시뮬레이션에 의한 이론치와 비교한 것이다(시뮬레이션은 CST사의 Microwave Studio를 이용하였다). $VSWR < 2$ 를 만족하는 대역은 이론치(455-829 MHz)와 실험결과(450-848 MHz)가 잘 일치하고 원하는 대역(470-806 MHz)을 포함하는 것을 알 수 있다.

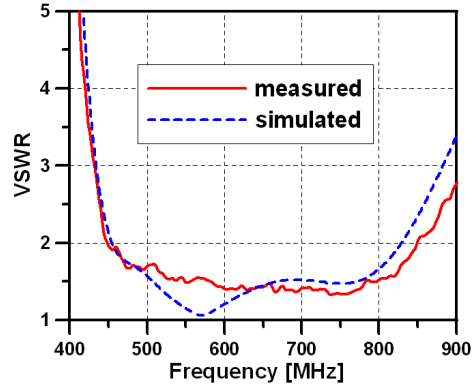
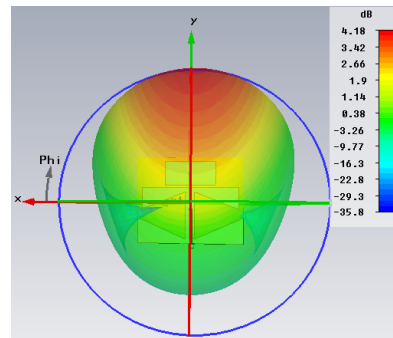
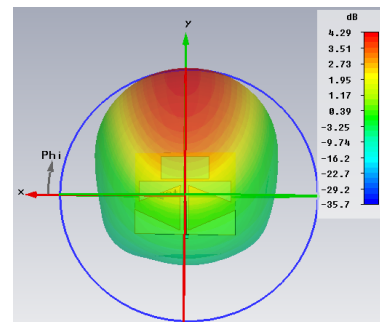


그림 2 최적화된 안테나의 VSWR 특성



a. f=500 MHz



b. f=800 MHz

그림 3 최적화된 안테나의 복사패턴(시뮬레이션)

그림 3은 최적화된 안테나의 복사패턴을 계산한 것으로 안테나의 축 방향(y축 방향)으로 지향

성을 갖고 전후방비(FBR; front-to-back ratio)가 10 dB 이상으로 유지된다.

그림 4는 안테나의 이득특성을 계산한 것으로서 대역 내에서 4 dBi 내외로 유지된다.

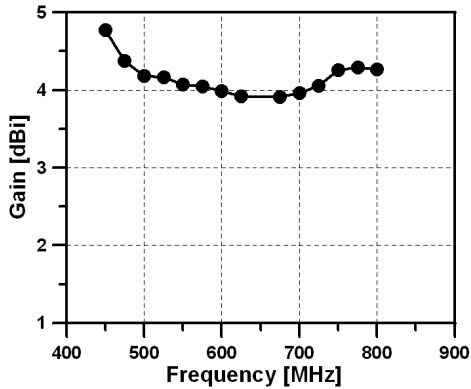


그림 4 최적화된 안테나의 이득(시뮬레이션)

III. 제작 및 실험결과

그림 5는 시뮬레이션을 통해 최적화된 파라미터값들을 이용하여 FR4 기판 상에 제작된 안테나의 사진이다. 안테나의 사이즈는 240 mm * 200 mm이다.

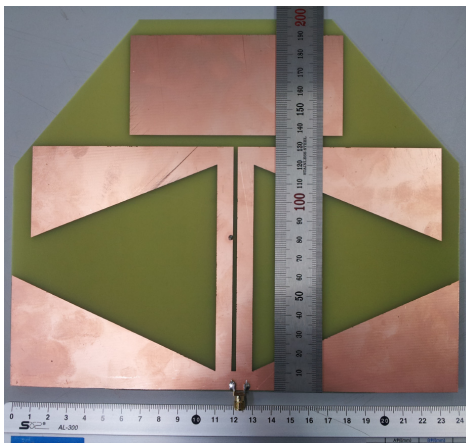


그림 5 제작된 안테나 사진

제작된 안테나의 75 옴을 기준 임피던스로 하는 DTV의 입력 포트와 정합특성을 직접적으로 측정가능한 장비가 없으므로 50 옴을 기준 임피던스로 하는 회로망분석기(N5230A, Agilent사)를 이용하여 반사계수(혹은 임피던스)를 측정할 후 75 옴을 기준으로 한 반사계수 값으로 변환하는 과정을 거친다. 그 결과 VSWR 특성은 그림 2와

같이 시뮬레이션과 잘 일치한다

안테나의 복사특성은 75 옴 특성 임피던스를 갖는 케이블에 연결된 상태에서 측정하여야 하므로 50 옴을 기준 임피던스로 하는 RF 전원과 스펙트럼 분석기를 직접 송수신 안테나에 연결하여 특성을 실험하는 방법은 적합하지 않고 임피던스 변환기를 추가로 연결하는 방법을 이용하는 것이 바람직하다. 최종적으로 안테나를 상용 DTV에 직접 연결하고 방송 수신 성능을 테스트 한 결과 수신상태가 양호한 것을 확인하였다

IV. 결론

본 논문에서는 광대역 정합특성을 갖고 이득이 3 dBi 이상인 3 소자 준-야기 안테나(QYA)를 DTV용으로 적합하도록 설계하고 소형화 하는 방법을 소개하였다. 스트립 다이폴 투사기에 비해 폭이 훨씬 넓은 직사각 패치형 도파기를 투사기에 근접하는 영역에 두어서 광대역 정합특성을 구현하고, 다이폴과 접지면 반사기를 반 보우타이 형태로 변형하여 소형화하였다. DTV 방송 수신용으로 최적화된 3소자 QYA를 240 mm * 200 mm 크기의 FR4 기판 상에 제작하여 실험한 결과, VSWR < 2 인 임피던스 대역은 450-848 MHz이었고 대역내 전후방비는 10 dB 이상이였다. 위와 같은 특성들을 볼 때, 제안된 소형 QYA 는 DTV용 안테나로 적합하며 본 연구의 설계방법을 이용하면 다른 주파수대역용 안테나로의 주파수 변환 설계가 용이하다

참고문헌

- [1] Y. Qian, W.R. Deal, N. Kaneda and T. Itoh, "Microstrip-fed quasi-Yagi antenna with broadband characteristics," Electron. Lett., vol. 34, no. 23, pp. 2194-2196, Nov. 1998.
- [2] N. Kaneda, W.R. Deal, Y. Qian, R. Waterhouse, and T. Itoh, "A broad-band quasi-Yagi antenna," IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. 50, no. 8, pp. 1158-1160, Aug. 2002.
- [3] G. Zheng, A.A. Kishk, A.W. Glisson, and A.B. Yakovlev, "Simplified feed for modified printed Yagi antenna," Electron. Lett., vol. 40, no. 8, pp. 464-466, Apr. 2004.
- [4] G. G. Zhang, H. Zhang, Z. L. Yuan, Z. M. Wang, and D. Wang, "A novel broadband E-plane omni-directional planar antenna," J. Electromagnetic Waves and Applications, vol. 24, pp. 663-670, Jan. 2010.
- [5] C.A. Balanis, Antenna theory: Analysis and design, 3rd ed., New York: Wiley, 2005.