광대역 평면야기안테나설계

이종익* · 여준호**

*동서대학교 · **대구대학교

Design of Broadband Planar Yagi Antenna

Jong-Ig Lee* · Junho Yeo**

*Dongseo University · **Daegu University

E-mail : leeji@dongseo.ac.kr, jyeo@daegu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 5-10GHz 광대역 운용에 적합한 quasi-Yagi안테나를 설계하는 방법에 대해 연구하였다. Yagi 안테나는 단락종단된 마이크로스트립선로로 급전되며, 내장된 Balun 회로에 의해 정합되도록 하였다. FR4기판(비유전율 4.4, 두께 0.8mm)상에 제작된 안테나의 특성을 실험한 결과 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 예상치와 잘 일치함을 관찰하였다.

ABSTRACT

In this paper, it is studied that the design method for the planar quasi-Yagi antenna suitable for the operation over 5-10GHz band. Yagi antenna is fed by a short-ended microstrip line and matched by a Balun circuit embedded within the antenna. The results for the characteristics of the Yagi antenna fabricated on the FR4 substrate($\epsilon_r = 4.4$, h=0.8mm) agreed well with those predicted by computer simulations.

키워드

Yagi antenna, broadband antenna, microstrip line, quasi-Yagi antenna

Ⅰ. 서 론

평면 기판상에 프린트 기법으로 제작된 Yagi 안테나는 접지면 가장자리를 reflector로 사용하고 코프래너 스트립선로(coplanar strip line ; CSL)로 다이폴 driver를 급전하며 적절한 거리에 director를 둠으로써 지향성을 얻을 수 있다. 평면야기안테나는 적절한 지향성을 갖고 소형이며 비교적 넓은 대역폭을 갖고 있어 레이더, 방향탐지안테나, RF송수신기용 안테나 등 다양한 분야에서 사용되고 있다.

급전선로인 마이크로스트립선로(microstrip line ; MSL) 혹은 코프래너도파관(CPW)와 CSL을 광대역 정합을 시키는 방법[1,2]이 있으나 정합회로에 의해 급전선로의 길이가 증가되어야 하는 단점이 있다. 최근 별도의 Balun 회로 없이 CPW-to-CS transition에 의해 야기 안테나를 급전한 경우에 대한 연구결과[3]가 보고 된 바 있다. 그러나 구조가 간단해지는 반면, 예상대로 복사패턴이 배열축에 대해 비대칭적인 경향을 보이는 단점이 있었다.

마이크로스트립선로(MSL)와 CSL 사이의 광대역 Balun을 동일면 상에 구성하는 방법이 제안[4]된 이후 이 방법을 이용한 X-band(8-12GHz)용 광대역(대역폭 : 약 48%) 야기안테나설계와 응용에 대한 많은 연구결과들이 발표되었다. 이 방법은 마이크로스트립선로상에 Balun을 구현하기 위한 별도의 공간이 필요하다. 최근에 동일한 구조를 L-band(1-2GHz)용으로 설계한 결과가 보고[5]되었는데 대역폭은 56%이었다.

다른 방법으로 MSL과 CPS 사이의 Balun을 CPS상에 제작함으로써 기판 상에 Balun을 위한 별도의 공간을 필요로 하지 않고 광대역 정합특성을 얻을 수 있는 방법[6]이 있다. 이 경우 MSL

은 단락종단된 CSL을 가로질러 급전하며, 급전점으로부터 약 사분파장 길이에서 개방종단된다.

본 논문에서는 참고문헌 [6]과 같이 MSL과 CSL 사이의 Balun을 CSL상에 구현하되 마이크로스트립종단을 개방시키는 참고문헌 [6]과는 달리 단락시키는 방법으로 Balun을 구현한다. 야기안테나를 급전하는 기존의 방법들과 대등한 혹은 어느 정도 개선된 광대역 급전이 가능한지 점검해 보고자 한다.

II. 안테나 구조 및 설계

그림 1은 본 논문에서 제안된 평면 야기 안테나 구조이다. 전면에는 MSL이 구성되고 접지면이 존재하는 후면에는 야기안테나와 이를 급전하는 CSL이 위치한다. MSL과 단락종단된 CSL 간의 정합은 급전점의 위치 y_f를 조절하여 얻을 수 있다. 접지면 가장자리(y=0)는 reflector로 동작하므로 폭(W)에 따라 복사패턴의 전후방비(Front-to-Back Ratio ; FBR)가 달라질 수 있다.

다이폴의 길이($2L_2$)는 중심주파수의 반 파장에 근접하고 거리 d_1은 사분파장에 근접한다. 기생소자의 길이(L_1)와 간격 d_2는 고주파대역의 특성을 개선하기 위해 적절히 작은 값으로 선택한다.

안테나의 특성은 상용시뮬레이션 툴인 CST사의 MWS를 이용하였으며, 5-10GHz 대역에서 S파라미터값이 -10dB이하를 유지하여 대역폭이 66.7%에 이르도록 파라미터값들을 최적화하였다.

FR4기판($\epsilon_r = 4.4$, 두께 h=0.8mm)상에 안테나를 구현하기 위해 얻은 최적화된 파라미터값들은 $W = 40$, $L_g = L_d = 20$, $d_1 = 12$, $d_2 = 1.5$, $w_{s1} = w_{s2} = 2.5$, $y_f = 9$, $g = 0.7$, $L_1 = 7.2$, $2L_2 + g = 24$, $w_f = 1.5$[mm]이다.

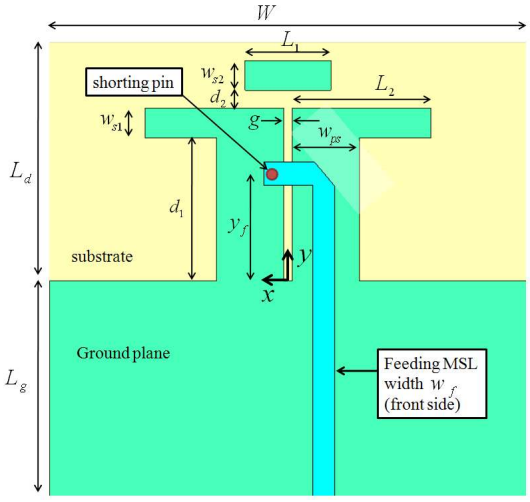
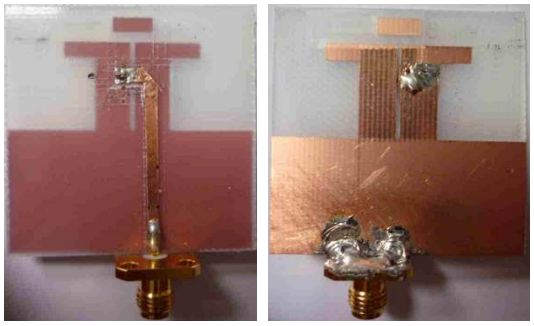


그림 1. 제안된 야기안테나 구조.

III. 제작 및 실험결과

시뮬레이션결과로부터 얻은 최적의 파라미터들로 FR4기판상에 그림 2와 같이 안테나를 구현하였다.



전면 후면

그림 2. 제작된 안테나.

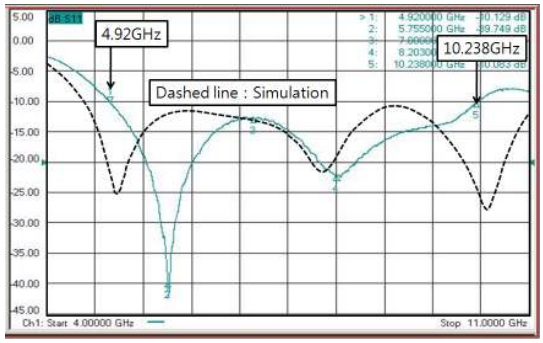


그림 3. 안테나특성실험결과.

그림 3은 제작된 안테나의 임피던스정합특성을 실험한 결과이다. S파라미터값이 -10dB이하인 대역이 4.92-10.24GHz로서 약 70.18%에 이른다. 시뮬레이션에 의한 결과와는 약간 차이가 있으나 대체로 변화패턴이 일치하고, 기존 연구결과들에서 대역폭이 대부분 50%를 전후했던 것에 비하면, 매우 우수한 광대역 정합특성을 관찰할 수 있다.

표 1은 최적화된 안테나의 이득과 전후방비를 계산한 것이다. 이득은 대역내에서 4±0.5dB 이내로 고른 분포를 보이나 전후방비는 다소 차이가 있다. 저주파 대역에서는 접지면의 전기적인 사이즈가 크지 않아서 후방으로의 복사가 관찰되고, 고주파 대역에서는 복사빔이 배열축 방향으로 집속되지 않고 퍼지는 것에 기인한다. 향후 기생소자를 추가하여 대역폭, 이득 및 전후방비를 개선하는 연구가 필요하다고 사료된다.

표 1. 이득(Gain) 및 전후방비(FBR) [이론치].

주파수 (GHz)	5	6	7	8	9	10
Gain	4.3	4.3	4.6	4.4	4.5	3.5
FBR	5.1	8.7	12.5	13.1	10.7	10.5

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 마이크로스트립으로 급전되는 Balun 일체형 Quasi-Yagi 안테나를 설계하였다. 기존 안테나들에 비해 광대역특성을 갖도록 시뮬레이션을 통해 설계하고 FR4 기판상에 안테나를 제작 후 급전선로와의 임피던스정합, 복사패턴, 이득 등에 대한 실험을 통해 타당성을 검증하였다. 제작된 안테나는 -10dB대역이 4.92-10.24 GHz(약 70.18%)인 우수한 광대역 특성을 보였다.

참고문헌

[1] 한경호, 박용배, 추호성, 박익모, "CPS 급전 방식의 광대역 Yagi-Uda 안테나," *한국전자파학회 논문지*, 제20권, 제7호, pp. 608-616, 2009년 7월.

[2] 우동식, 김영곤, 조영기, 김강욱, "초광대역 발룬을 이용한 Ku 대역 Quasi-Yagi 배열 안테나 설계," *한국전자파학회논문지*, 제19권, 제2호, pp. 207-213, 2008년 2월.

[3] H.K. Kan, R.B. Waterhouse, A.M. Abbosh, and M.E. Bialkowski, "Simple Broadband Planar CPW-Fed Quasi-Yagi Antenna," *IEEE Antennas Wireless Propagat. Lett.*, vol. 6, pp. 18-20, 2007.

[4] 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, 1998.

[5] G.S. Shiroma and W.A. Shiroma, "A Two-Element L-Band Quasi-Yagi Antenna Array With Omnidirectional Coverage," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 55, no. 12, pp. 3713-3716, Dec. 2007.

[6] B. Edward and D. Rees, "A broadband printed dipole with integrated balun," *Microwave J.*, pp. 339-344, 1987.