

# 다중 도파기를 사용한 직렬 급전 다이폴 쌍 안테나 설계

여준호, 박진택\*, 이종익\*\*

대구대학교, \*창신대학교, \*\*동서대학교

## Design of Series-fed Dipole Pair Antenna Using Multiple Directors

Junho Yeo, Jin-Taek Park\*, and Jong-Ig Lee\*\*

Daegu University, \*Changshin University, \*\*Dongseo University

E-mail : jyeo@daegu.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 다중 도파기를 사용하여 직렬 급전 다이폴 쌍 안테나의 이득을 향상시키는 설계 방법에 대하여 연구하였다. 직렬 급전 다이폴 쌍 안테나의 두 번째 다이폴 위에 스트립 형태의 도파기가 위치하며 두 번째 다이폴의 길이와 도파기의 갯수에 따른 입력 전압 정재파비(VSWR; voltage standing wave) 대역폭과 이득의 변화를 분석하였다. 1.7~2.7 GHz 대역에서 8 dBi 이상의 이득을 갖도록 최적화하였으며, 3개의 도파기를 가진다. 최적화된 안테나는 FR4 기판 상에 86.2 mm × 152.3 mm 크기로 설계되었으며, VSWR < 2인 대역이 1.67~2.79 GHz이고 이득이 8 dBi 이상인 대역은 1.69~2.72 GHz이다.

### ABSTRACT

In this paper, a design method for enhancing the gain of a series-fed dipole pair (SDP) antenna using multiple directors is studied. Strip-type directors are located above the second dipole of the SDP antenna, and the variations of the input VSWR bandwidth and gain depending on the length of the second dipole and the number of directors are analyzed. The antenna is optimized to obtain gain > 8 dBi in the frequency range of 1.7~2.7 GHz, which has three directors in the optimum design. The optimized antenna is designed on an FR4 substrate with a dimension of 86.2 mm by 152.3 mm, and it has frequency bands of 1.67~2.79 GHz for a VSWR < 2 and 1.69~2.72 GHz for a gain > 8 dBi.

### 키워드

multiple directors, gain enhancement, series-fed dipole pair antenna

## 1. 서 론

최근 무선통신의 급속한 발달로 인해 가볍고 저가이며 인쇄기판을 이용하여 제작이 용이한 광대역 프린트 안테나에 대한 요구가 증가하고 있다[1]. 대역폭을 증가시키기 위해 평면 직렬 급전 다이폴 쌍(series-fed dipole pair; SDP) 안테나, 평면 준-야기(quasi-Yagi; QY) 안테나 등과 같이 인쇄형 다이폴 안테나를 변형한 여러 방법이 시도되었다[2]. 특히, SDP 안테나는 넓은 대역, 안정된 이득과 간단한 구조로 인해 기지국 안테나와 광대역 위상 배열 안테나 등과 같은 여러 이동통신 응용분야에 많이 사용되어 왔다[3].

QY 안테나는 접지면 가장자리를 반사기(reflector)로 사용하고 다이폴 투사기(driver)를

전송 선로로 급전하며, 적절한 거리에 도파기(director)를 둬으로써 지향성을 얻을 수 있다. 일반적으로 반사기와 투사기는 하나씩 사용하고 도파기는 원하는 지향성과 이득에 따라 하나 이상 사용한다. 투사기와 도파기 사이의 간격은 파장의 0.15~0.3배 정도이다[4]. SDP 안테나는 두 개의 길이가 다른 다이폴 안테나와 접지 반사기가 전송선로로 직렬 연결된다. QY 안테나의 경우 여러 개의 도파기를 사용한 이득 향상에 대한 연구가 많이 진행되었으나 SDP 안테나의 경우 두 개 이상의 도파기를 사용한 연구가 보고되지 않았다.

본 논문에서는 다중 도파기를 사용하여 직렬 급전 다이폴 쌍 안테나의 이득을 향상시키는 설

계 방법에 대하여 연구하였다. 1.7–2.7 GHz 대역에서 8 dBi 이상의 이득을 갖도록 최적의 설계 변수를 도출하기 위하여, 두 번째 다이폴의 길이와 도파기 개수의 변화에 따른 입력 VSWR과 이득 특성을 분석하였다.

## II. 안테나 구조 및 설계

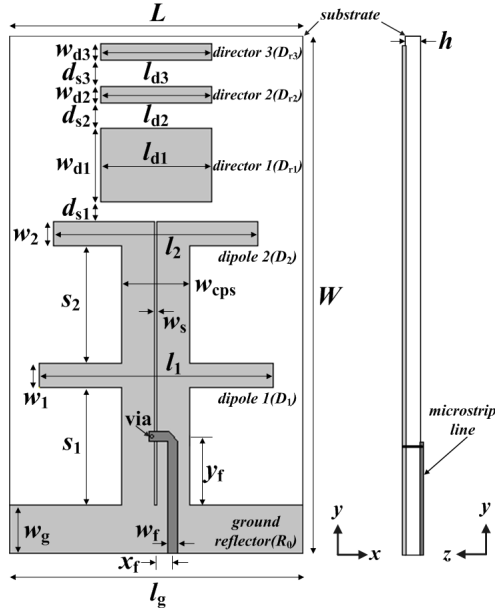


그림 1. 안테나구조

그림 1은 제안된 다중 도파기를 가진 SDP 안테나의 구조이다. 안테나가 인쇄된 기판의 전면에는 두 개의 길이가 다른 다이폴 안테나 ( $D_1$  및  $D_2$ ), 반사기 역할을 하는 접지면 ( $R_0$ ), 3개의 도파기 ( $D_{r1}$ ,  $D_{r2}$  및  $D_{r3}$ ), 그리고 이들을 연결하는 코플래너 스트립 (coplanar strip; CPS) 선로로 구성된다. 뒷면에는 마이크로스트립 (microstrip; MS) 선로가 있으며 끝부분을 단락시키기 위해 단락 편 (via)을 이용해 전면의 CPS의 한쪽과 연결된다. MS의 길이 즉 급전점의 위치를 조정하여 특성 임피던스 50Ω인 MS과 광대역 정합을 시킬 수 있다. 이 때 단락이 중단된 MS선로와 슬롯선로는 내장형 밸런을 구성한다. 안테나는 FR4 기판(비유전율 = 4.4, 두께 = 0.8 mm, loss tangent = 0.025)에 설계하였다.

일반적으로 QY 안테나나 SDP 안테나의 경우 도파기를 이용하여 주어진 대역 내의 고주파수 대역에서의 이득 값만 증가시킬 수 있다. 따라서 저주파수 대역에서의 이득 값을 증가시키기 위해서는 도파기를 제외한 설계 변수를 조정하여야 한다.

시뮬레이션 결과, SDP 안테나의 첫 번째와 두 번째 다이폴의 길이의 비가 클수록 저주파대역에서 이득을 증가시킬 수 있음을 확인하였다. 8 dBi

이상의 이득을 가지기 위해 첫 번째와 두 번째 다이폴의 길이의 비를 0.87로 정하였다. 또한, CPS 선로의 슬롯의 폭도 이득을 증가시키기 위해 최적화하였다.

다음으로 3개의 도파기를 추가하여 1.7–2.7 GHz 대역에서 8 dBi 이상의 이득을 갖도록 설계하였다. 두 번째 다이폴과 첫 번째 도파기 사이의 간격 및 도파기 사이의 간격은 주어진 대역에서 이득을 증가시키기 위해 최적화하였다. 그림 2에는 도파기가 없을 경우와 3개의 도파기가 추가된 경우의 입력 VSWR과 이득을 비교하였다.

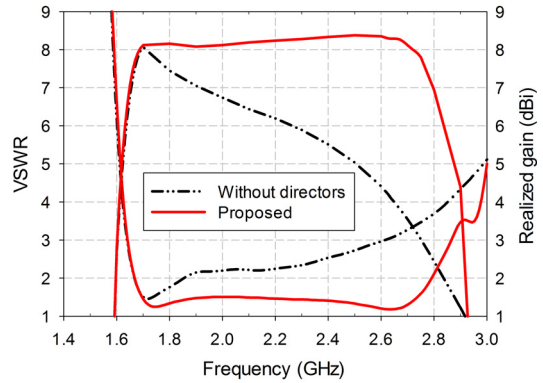


그림 2. 입력 VSWR 및 이득 비교

도파기가 없는 경우, VSWR < 2인 대역이 1.67–1.86 GHz이고 이득이 8 dBi 이상인 대역은 1.69–1.71 GHz이다. 3개의 도파기가 추가되었을 때, VSWR < 2인 대역이 1.67–2.79 GHz이고 이득이 8 dBi 이상인 대역은 1.69–2.72 GHz이다.

## 참고문헌

- [1] R. Waterhouse, *Printed Antennas for Wireless Communications*. Chichester, U.K.: Wiley, 2007.
- [2] N. Kaneda, W. R. Deal, Y. Qian, R. Waterhouse, and T. Itoh, "A broad-band planar quasi-Yagi antenna," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 50, no. 8, pp. 1158–1160, Aug. 2002.
- [3] F. Tefiku and C.A. Grimes, "Design of broad-band and dual-band antennas comprised of series-fed printed-strip dipole pairs," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 48, no. 6, pp. 895–900, Jun. 2000.
- [4] C. A. Balanis, *Antenna theory - Analysis and design*. 3rd ed., Hoboken, N.J.: Wiley, 2005.