

이중급전 마이크로스트립 패치 안테나 설계

이종익, 여준호*, 김건균**, 이승엽**

동서대학교, *대구대학교, **전남대학교

Design of a Dual-fed Microstrip Patch Antenna

Jong-Ig Lee, Junho Yeo*, Gun-kyun Kim**, and Seung-Yeop Rhee**

Dongseo University, *Daegu University, Chonnam National University**

E-mail : leeji@dongseo.ac.kr

요 약

본 논문에서는 마이크로스트립 패치의 양측 복사에지로 이중급전되는 안테나의 설계방법에 대해 연구하였다. 안테나로부터 복사된 전자파의 교차편파 레벨이 저감되도록 두 개의 급전선로가 180도 위상차를 갖도록 한다. 제시된 안테나의 동작원리와 설계방법에 대해 등가회로를 이용하여 설명하였다. 제안된 방법의 등가회로로 계산된 반사계수와 상용 안테나 설계 툴을 이용한 시뮬레이션 결과를 비교하여 본 연구의 타당성을 검증하였다.

ABSTRACT

In this paper, we considered a design method for a microstrip patch antenna fed through two radiating edges by two feeding microstrip lines. Two feedlines are made to have a phase difference of 180 degree with each other in order to reduce cross-polarization level radiated from the antenna. The operation principle and design procedure for the considered antenna are explained using equivalent circuits. In order to check the validity of this study, the results for reflection coefficients of the antenna obtained by the proposed equivalent circuit method and the simulation using commercial antenna design tool are compared with each other.

키워드

microstrip patch antenna, dual fed antenna, low cross polarization

1. 서 론

평면 안테나는 PCB 기판 상에 인쇄기술에 의해 다소 복잡한 형상이라고 용이하게 제작할 수 있고 대량생산이 가능하며, 금속재질의 안테나들에 비해 부피가 작고 소형, 경량으로 제작할 수 있는 등 다양한 장점들이 있어서 가장 많이 사용되고 연구되고 있는 안테나 구조이다.

접지된 유전체 기판 위에 구성된 마이크로스트립 패치 안테나는 반 파장 길이의 직사각형(혹은 원형) 패치의 한 쪽 에지에 마이크로스트립 선로로 급전하거나 접지면 아래로부터 동축선로로 급전할 수 있다. 직사각형 패치 안테나의 복사필드

는 복사에지(radiating edges)로부터 복사되는 주 편파성분과 비복사에지(non-radiating edges)로부터 복사되는 교차편파성분으로 나눌 수 있으며, 패치면에 수직한 최대복사 방향을 벗어나면 교차편파 성분이 점차 증가하게 된다.

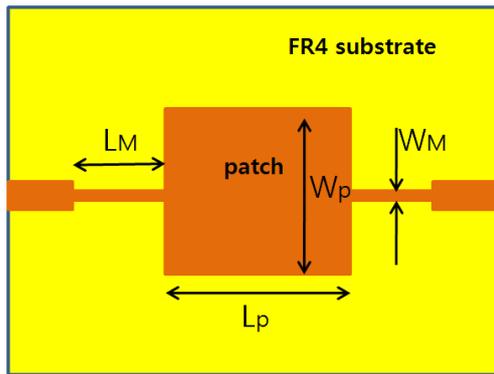
교차편파 레벨을 낮추는 방법으로는 배열 안테나를 구성하여 각 안테나에서 발생된 교차편파를 상쇄시키는 방법이 있다. 원편파 안테나의 축비를 개선시키기 위해 사용되는 순차배열 안테나(sequential array antenna)가 여기에 속한다. 최근 소수이지만 광대역 패치 안테나의 양측 복사에지에 180도 위상차를 갖는 이중급전을 함으로써 교차편파를 저감시키는 안테나를 설계한 연구들이

보고 된 바 있다. 그러나 체계적인 설계 방법과 등가회로를 이용한 원리설명 등을 제시한 연구사례가 드물어서 이에 대한 소개가 필요하다.

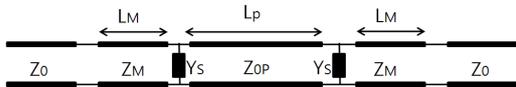
본 논문에서는 교차편파가 저감된 직사각형 마이크로스트립 패치 안테나의 동작원리와 설계절차를 소개하고자 한다. 등가회로를 이용하여 동작 원리와 설계방법을 설명하고 상용 안테나 설계틀을 이용한 시뮬레이션을 통해 얻은 결과들과 비교하여 연구결과들의 타당성을 검증하고자 한다.

II. 안테나 구조 및 설계

그림 1은 본 연구에서 고려된 이중급전 패치 안테나 구조와 등가회로이다. 기판의 두께는 h 이고 패치의 폭과 길이는 W_p, L_p 이고, 임피던스 변환기의 폭과 길이는 W_M, L_M 이다. 패치 안테나는 복사예지의 양측에서 이중 급전되며, 상호 180도 위상차를 갖도록 전력 분배회로가 추가되어야 한다. 그림 1(b)의 등가회로에서 슬롯 어드미턴스는 $Y_S = G_S + jB_S$ 이고 G_S 는 슬롯의 컨덕턴스이다.



(a) 직사각형 마이크로스트립 패치 안테나



(b) 등가회로

그림 1. 안테나구조

180도 위상차를 갖는 이중 급전의 경우 임피던스 정합이 되도록 하기 위해서는 그림 1(a)와 같은 2포트 회로망 구조에서는 어떠한 특성을 갖도록 설계해야 하는지 살펴 볼 필요가 있다. 포트 1으로 $1\angle 0^\circ$ 의 신호가 입력되면, 포트 2로는 $-1\angle 0^\circ$ 의 신호가 입력되므로 패치 가운데에서는 서로 상쇄가 되어 패치의 중앙은 가상의 단락회로로 간주될 수 있다. 따라서 각 포트에서 정합이 되려면 패치 중앙을 단락시킨 후 포트에서 바라본 임피던스가 포트 임피던스와 정합되도록 하면

된다. 사분파장에 근접하는 $L_p/2$ 길이의 단락선로는 Y_S 와 병렬로 연결되어 공진시 G_S 에 근접하게 되므로 포트에서 바라본 임피던스는 $G_S Z_M^2$ 이 된다. 즉, 정합조건은 $Z_{in} = G_S Z_M^2 = Z_0$ 가 된다.

별도의 분배회로가 추가되지 않고 좌우대칭인 그림 1(a)의 구조에서 S-파라미터를 S_{11}^e, S_{21}^e 라고 하면, 180도 위상차를 갖는 이중급전 상태에서 S-파라미터는 $S_{11} = S_{11}^e - S_{21}^e = S_{22}$ 이므로 정합이 되기 위해서는 $S_{11}^e = S_{21}^e$ 가 되어야 한다. 안테나가 공진시 포트 1에서 바라본 어드미턴스는

$$Y_{in} = \frac{Y_M^2}{2G_S + Y_M^2/Y_0}$$

이다. 앞서 패치 중앙이 단락된 경우에서의 정합조건과 같이 $Y_M = \sqrt{G_S Y_0}$ 이면 $Y_{in} = Y_0/3$ 이 되고 $|S_{11}^e| = 0.5$ 가 된다. 이 때,

$$|S_{21}^e|^2 = (1 - |S_{11}^e|^2)/3 = 0.25$$

이므로 $S_{11}^e = S_{21}^e = 0.5$ 이 되어 180도 위상차를 갖는 이중급전을 했을 때, 각 포트가 정합될 것을 예측할 수 있다. 실제의 경우 정확한 G_S 값을 얻기 어려우므로 상용 시뮬레이션 틀을 이용하여 그림 1(a)의 구조는 상용 안테나 설계용 틀을 이용하여 시뮬레이션 하되 임피던스 정합용 변환기의 폭을 변화시켜 가면서 $S_{11}^e = S_{21}^e = 0.5$ 가 되도록 한 후, 패치 급전선로에 180도 위상차 분배기 회로를 포함시키면 전체 안테나가 완성된다. 이상의 과정들을 거쳐서 본 연구에서 고려한 교차편파가 저감된 안테나 구조를 설계할 수 있다. 본 연구의 결과를 기반으로 향후 광대역 이중급전 안테나 구조 설계에 대한 연구로 확대 진행되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] W. H. Hsu and K. L. Wong, "A dual capacitively fed broadband patch antenna with reduced cross-polarization radiation," *Microw. Opt. Techn. Lett.*, vol. 26, pp. 169-171, Aug. 2000.
- [2] Z. N. Chen and M. Y. W. Chia, Member, "Experimental study on radiation performance of probe-fed suspended plate antennas," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 51, no. 8, pp. 1964-1971, Aug. 2003.