

용량성 결합 마이크로스트립 배열 안테나에 대한 연구

이종익, 여준호*, 백운석**

동서대학교, *대구대학교, **동양대학교

A Study on a Capacitively Coupled Microstrip Array Antenna

Jong-Ig Lee, Junho Yeo*, and Woon-Seok Baek**

Dongseo University, *Daegu University, **Dongyang University

E-mail : leeji@dongseo.ac.kr

요 약

본 논문에서는 마이크로스트립 선로에 용량성으로 결합된 마이크로스트립 배열 안테나에 대해 연구하였다. 배열 안테나는 접지된 유전체 기판 상의 급전 마이크로스트립 선로 부근에 직사각형 마이크로스트립 패치를 일정 간격으로 배열한 것이다. 스트립의 폭과 길이, 스트립 간격, 스트립과 급전 선로 사이의 간격 등에 따른 안테나의 특성변화를 관찰하였다. 파라미터 값들을 조절하여 중심주파수 12.5 GHz 대역용 고이득 안테나에 적합하도록 설계하였다.

ABSTRACT

In this paper, a microstrip array antenna capacitively coupled to a microstrip line is studied. The array antenna consists of uniformly spaced rectangular microstrip patches arranged close to a feeding microstrip line on a grounded dielectric substrate. The effects of various parameters, such as strip width and length, distance between adjacent patches, gap between strip patches and microstrip feed line, on the antenna performance were examined. By properly adjusting geometrical parameters, the array suitable for a high gain antenna for use in a frequency band centered at 12.5 GHz was designed.

키워드

microstrip antenna, array antenna, capacitively coupled antenna

I. 서 론

마이크로스트립 안테나는 PCB 가공기술을 이용하여 복잡한 형상도 정밀하게 가공할 수 있으며, 대량 생산에 유리하므로 초고주파 대역 안테나 중에서 가장 활발히 연구되고 있다[1-2]. 고이득 안테나를 구현하기 위해서는 안테나를 배열시켜야 하고, 그에 따른 급전회로도 설계하여야 한다. 급전방법은 병렬급전, 직렬급전, 하이브리드(직렬+병렬) 급전이 일반적으로 잘 알려진 방법이다. 급전선로부터 일부 전력을 결합하여 요소 안테나들을 급전하는 결합 급전 방법에는 밀리미터파 대역 배열 안테나 급전방법으로 제안된 콤라인(combine)과 같은 직접 결합 방식과 전송선로 근접영역에 슬롯이나 스트립 배열을 장하는 방식이 있다[2].

본 논문에서는 마이크로스트립 선로와 용량성으로 결합된 마이크로스트립 배열로 구성된 안테나의 특성에 대해 연구하였다. 안테나는 테프론 기판(두께 0.78 mm, 비유전율=2.5, 손실탄젠트

=0.001)의 윗면의 50옴 마이크로스트립 선로와 결합된 직사각형 마이크로스트립 패치 배열이다. 스트립의 폭과 길이, 스트립 간 거리, 스트립 배열과 급전선로의 간격, 스트립의 개수 등이 미치는 영향을 시뮬레이션을 통해 점검하였다. 중심주파수 12.5 GHz 대역에 적합하도록 배열 안테나의 파라미터들을 조절하였으며, 고이득 직선편파 안테나 설계방법에 대해 연구하였다.

II. 안테나 구조 및 설계

그림 1은 본 연구에서 고려된 안테나 구조이다. 테프론 기판(두께 0.78 mm, 비유전율=2.5, 손실탄젠트=0.001)의 50옴 마이크로스트립 선로(폭 w_f)에 의해 급전되고, 직사각형 스트립 패치(폭 w_s , 길이 l_s)는 선로의 축 방향(z-방향)으로 일정간격(d_s)으로 놓여 있다. 상용 시뮬레이션 툴을 이용한 시뮬레이션 결과에 의하면, 스트립의

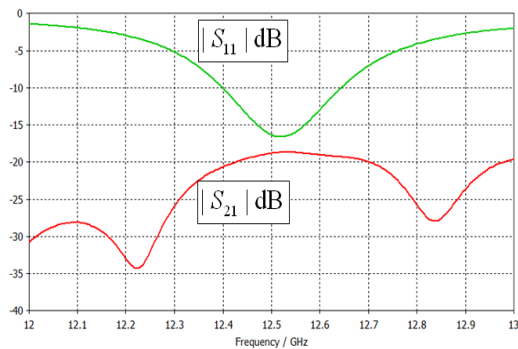
길이가 길어질수록 급전선로와 패치 간 결합이 최대가 되는 공진주파수가 낮아지고, 스트립의 폭이 증가됨에 따라 공진주파수는 낮아지는 것을 관찰할 수 있다.



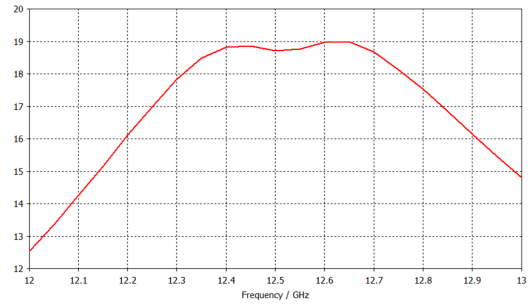
그림 1. 안테나구조

급전선로와 결합 패치 간 거리(g)가 감소할수록 강한 결합이 관찰되고 급전선로의 반사계수는 증가되는 것을 확인할 수 있었다. 공진주파수 인근 대역에서는 강한 결합에 의해 입사전력의 대부분이 소수의 스트립을 통해 자유공간으로 복사되어 배열 안테나의 이득이 낮아진다. 공진주파수를 벗어나면 각 스트립과 급전선로 간의 결합이 느슨하여 다수의 스트립으로 배열을 구성하여야 안테나의 복사효율을 개선할 수 있다.

그림 2(a)는 $N=16$ 인 배열 안테나의 반사계수 ($|S_{11}|_{dB}$)와 투과계수($|S_{21}|_{dB}$)를 계산한 것이며, 이때, $w_s=1.1$, $l_s=7.4$, $d_s=15$, $g=2$, $d_1=d_2=d_s$ 이다. 그림 2에서 보는 바와 같이 12.5 GHz 부근에서 마이크로스트립 패치의 공진이 일어나서 투과계수가 감소되고 스트립으로 결합된 전력이 자유공간으로 복사된다. 마이크로스트립의 특성상 공진 대역 폭은 넓지 않고 공진 시 반사계수는 최대가 된다. 그림 2(b)에서 보는 바와 같이 이득은 약 12.3-12.75 GHz(약3.6%) 대역 내에서 18 dBi 이상으로 유지된다.



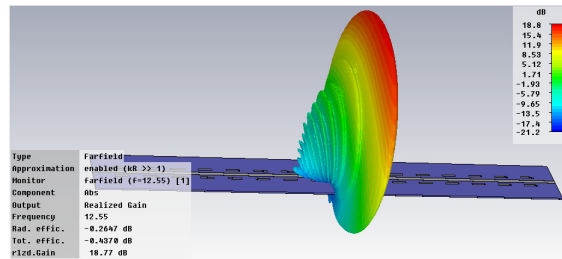
(a)



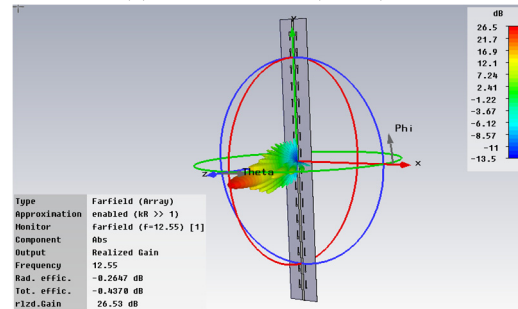
(b)

그림 2. 입력 반사계수 및 이득 비교

그림 3은 그림 2에서 언급된 안테나의 복사패턴이다. 주기적인 배열 구조에서 관찰되는 주파수에 따라 빔 방향이 변화되는 주파수 스캔 특성을 확인할 수 있었다. 그림 3(a)는 단일 배열 안테나($N_x=1$)의 복사패턴이고, 그림 3(b)는 x 방향으로 $N_x=8$ 개의 배열을 구성한 경우의 복사패턴을 계산한 것으로 26.5 dBi의 고 이득 배열 안테나를 설계할 수 있다.



(a) $f=12.55$ GHz ($N_x=1$)



(b) $f=12.55$ GHz ($N_x=8$)

그림 3. 복사패턴

참고문헌

- [1] R. Garg, et. al., *Microstrip antenna design handbook*. Boston, Artech House, 2001.
- [2] P. Bhartia, et. al., *Millimeter-wave microstrip and printed circuit antennas*. Artech House, 1991.