

공통의 DGS를 이용한 비대칭 전력 분배기

이준*, 이재훈*, 임중식*, 한상민*, 안달*
순천향대학교*

An Unequal Power Divider using Common Defected Ground Structure

Jun Lee*, Jaehoon Lee*, Jongsik Lim*, Sang-Min Han* and Dal Ahn*
Soonchunhyang University*

Abstract - 본 논문에서는 공통의 결함접지면구조(Defected ground structure, DGS)를 이용한 1:2 비대칭 전력 분배기를 설계하였다. 기본적인 비대칭 전력분배기를 설계하고 DGS를 삽입하여 크기를 줄이고 반으로 접은 구조로 회로의 크기를 대폭 줄일 수 있는 구조이다. 사용한 기판으로는 Rogers5880 31mils(0.7874mm)를 사용하여 1GHz 주파수대의 1:2 비대칭 전력 분배기를 설계 및 제작하여 우수한 특성을 확인 할 수 있었다.

1. 서론

정보의 중요성이 커지고 빠른 정보를 얻기 위한 많은 방법들 연구하면서 회로의 크기를 줄여 휴대성을 높이는 연구가 많이 진행되고 있다. 회로 소형화 방법으로는 그라운드 면에 DGS를 삽입하여 회로의 크기를 줄이는 방법이 기존의 논문에서 제안되었다. DGS는 같은 물리적인 길이에 DGS를 삽입함으로써 전기적인 길이는 더 길어지는 특성을 이용하여 회로의 크기를 줄인다 [1]~[3].

기판 줄이는 방법 중 하나로 회로를 반으로 접어서 signal via를 사용하여 회로의 크기를 줄이고 신호의 흐름이 원활한지를 실험을 통해서 검증된 방법이 기존의 논문에서 제시되었다[4].

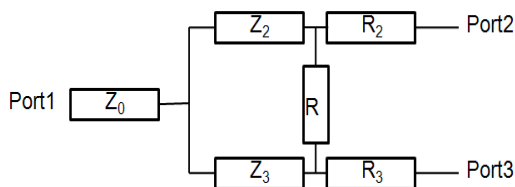
기본적인 패시브 회로인 전력 분배기는 간단하면서도 효율적인 구조이기 때문에 많은 구조의 회로에 사용되고 연구도 진행되고 있다[5].

본 논문에서는 기본적인 1:2 비대칭 전력 분배기를 설계하고 덤벨형 DGS를 이용하여 회로를 축소시킨 비대칭 전력 분배기를 설계 한다. 그 다음으로 제안하는 공통의 DGS를 이용한 비대칭 전력 분배기를 설계하여 회로의 크기를 비교하고 또한 실제 제작 및 측정을 통해서 성능을 검증하였다. 제작시 사용된 기판으로는 Rosers 5880 31mil(0.7874mm)를 사용하였다.

2. 본론

2.1 비대칭 전력 분배기 설계

그림 1은 비대칭 전력 분배기의 block diagram이다. 일반적으로 많이 사용되는 것은 전력이 반으로 분배되는 1:1의 회로설계가 많이 되고 있다. 다른 비율 P₂:P₃의 분배비로 전력을 분배하기 위해서는 다음 식(1)~(5)을 이용하여 설계할 수 있다.



<그림 1> 전력 분배기의 block diagram

$$\frac{P_3}{P_2} = K^2 \tag{1}$$

$$Z_2 = Z_0 \sqrt{K + (1 + K^2)} \tag{2}$$

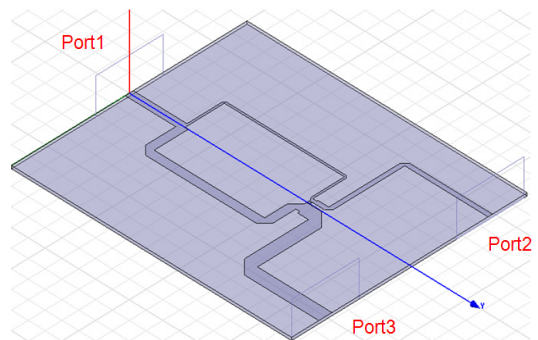
$$Z_3 = Z_0 \sqrt{\frac{(1 + K^2)}{K^3}} \tag{3}$$

$$R = Z_0 \left(K + \frac{1}{K} \right) \tag{4}$$

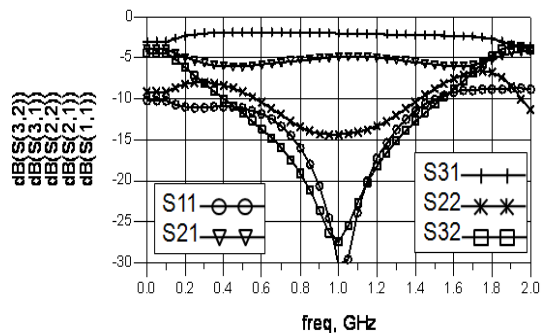
$$R_2 = Z_0 K, \quad R_3 = \frac{Z_0}{K} \tag{5}$$

본 논문에서는 전력 분배 비율 P₂:P₃가 1:2일 경우를 설계하였다. 1:2일 경우 K²=2의 값을 갖게 되고 식(2),(3)을 이용하여 Z₂=103Ω, Z₃=51.5Ω의 값을 갖는다. 저항 R은 식 (4)에 K값을 대입하여 106Ω의 저항 값을 얻을 수 있다. R₂와 R₃의 저항 값은 식(5)를 이용하여 각각 70.7Ω과 35.35Ω의 저항 값을 구할 수 있다.

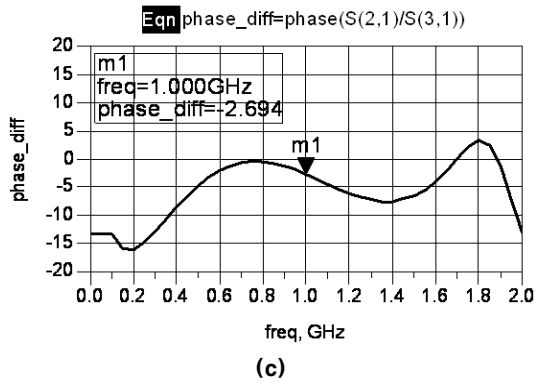
그림 2는 HFSS EM 시뮬레이션 툴을 이용하여 나타낸 레이아웃과 시뮬레이션 결과이다. 그림 2(b)의 S-parameter 특성에서와 같이 S(2,1)의 값은 -4.906dB의 값이 S(3,1)의 값은 -1.990dB의 값을 확인 하여 약 3dB 차이의 1:2 전력 분배를 확인 했다. 그림 2(c)의 S(2,1)과 S(3,1)의 위상차도 약 0dB 근처의 위상값을 확인 할 수 있다. 기본적인 회로 구성이기 때문에 좋은 시뮬레이션 결과를 확인 할 수 있다.



(a)



(b)



〈그림 2〉 HFSS 프로그램을 이용한 비대칭 전력 분배기 (a) 레이아웃 (b) S-parameter (c) S(2,1)과 S(3,1)의 위상차

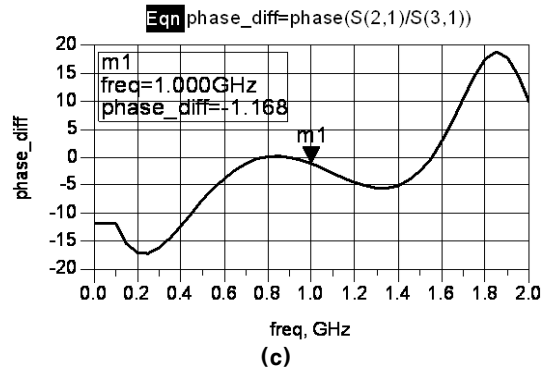
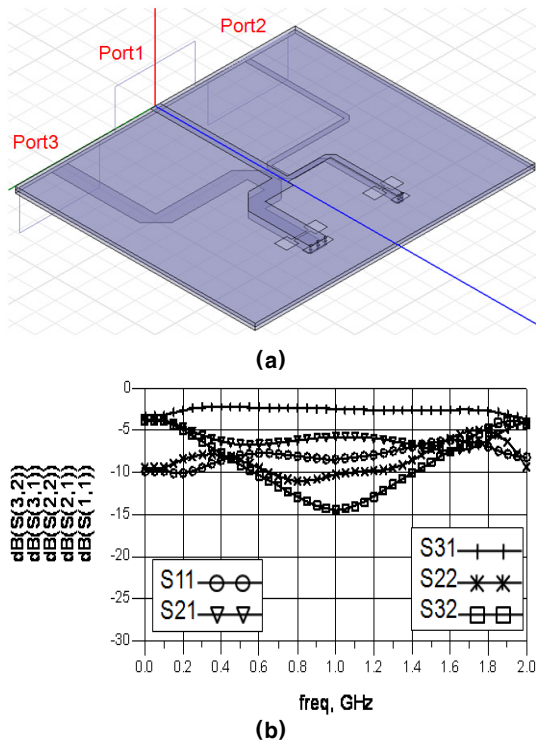
2.2 공통의 DGS를 이용한 비대칭 전력 분배기 설계

기본적인 비대칭 전력 분배기에 DGS를 삽입하여 크기를 줄이고 본 논문에서 제안하는 공통의 DGS를 이용한 비대칭 전력 분배기를 설계하였다.

그림 3(a)와 같이 DGS를 이용한 구조에서 덤벨형 DGS가 들어가는 Z_2 와 Z_3 부분을 접어 기판을 두 개 사용하여 위쪽 기판에서 입력 신호가 들어가고 아래쪽 기판으로 출력이 나오는 구조이다. 기판은 3층으로 되어 있고 위쪽부터 마이크로스트립, 그라운드, 마이크로스트립의 구조를 가지고 있고 DGS는 그라운드 부분인 가운데 부분에 삽입했다. 저항은 두 출력 신호가 나오는 아래쪽 기판에 달아 주었고 접은 부분의 신호 흐름은 두 기판 사이에 지름 0.5mm의 signal via를 뚫어 신호의 흐름을 원활히 하였다. Signal via가 그라운드 면을 지나가는 부분에서는 신호가 그라운드 면으로 새어나가지 않도록 window를 뚫어 주었다. 덤벨형 DGS의 위치는 선로의 끝에서 3mm 떨어진 위치에 삽입했다.

그림 3(b)의 S-parameter 특성을 확인 하면 S(2,1)에서 -5.799dB와 S(3,1)에서 -2.519dB의 약 3dB 특성을 확인 할 수 있다. 1GHz에서 원활이 1:2 전력 분배가 이루어지는 것을 볼 수 있다.

그림 3(c)은 S(2,1)와 S(3,1)의 위상차로 약 0dB의 기본적인 비대칭 분배기와 같은 특성을 확인 할 수 있다.



〈그림 3〉 공통의 DGS를 이용한 비대칭 전력 분배기 (a) 레이아웃 (b) S-parameter (c) S(2,1)과 S(3,1)의 위상차

3. 결 론

본 논문에서는 기본적인 1:2 비대칭 분배기를 설계하고 DGS를 삽입하여 크기를 줄이는데서 나아가 공통의 DGS를 이용한 1:2 비대칭 분배기를 설계 및 제작하였다. 기판의 크기는 Z_2 와 Z_3 부분의 둘레를 보았을 때 기본적인 구조가 104.65mm이고 공통의 DGS를 이용한 경우가 48mm로 약 45.87%의 크기로 감소된 것을 확인 할 수 있다.

본 논문에서 제안하는 공통의 DGS를 이용한 방법을 사용하여 많은 패시브 및 액티브 회로 제작시 간단한 구조로 회로의 크기를 대폭 줄일 수 있는 것이 가능 하다. 또한 여러 회로에 적용하는 방법을 연구 중에 있다.

감사의 글

본 논문은 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (2011-0005172 및 KRF-2009-220-D00074)

[참 고 문 헌]

- [1] 임종식, 차현원, 정용채, 박용희, 안달, “접지 접촉 문제가 없는 새로운 DGS 비대칭 브랜치라인 하이브리드 결합기”, 대한전기학회논문지, 제 57권 제8호, pp. 1416-1421, 2008.8.
- [2] Jong-Sik Lim, Chul-Soo Kim, Young-Taek Lee, Dal Ahn and Sangwook Nam “Design of lowpass filters using defected ground structure and compensated microstrip line” Electronics Letters vol. 38, no. 22, pp.1357-1358, Oct 2002.
- [3] 임종식, 구자경, 한상민, 정용채, 안달, “DGS 전송선로의 등가회로와 전파지연계수에 대한 재고찰”, 전기학회논문지, 제57권 제11호, pp. 2041-2046, 2008.11.
- [4] Francisco P., Cornelius Viereck, Carlos Camacho-penalosa, and Christohe Caloz, “Vertical Microstrip Transition for Multilayer Microwave Circuits With Decoupled Passive and Active Layers”, IEEE, vol. 16, no. 7, pp. 401-403, Jul. 2006.
- [5] 임종식, 구재진, 오성민, 정용채, 안달, “이중 기판 결합 접지 구조를 이용한 비대칭 윌킨슨 전력 분배기”, 한국전자과학회 논문지, 제18권 제11호, pp. 1291-1298, 2007.11.