

DGS 구조의 4-port 등가회로 및 파라미터에 대한 추출 방법에 대한 연구

손창신, 정명섭, 최승완, 박준석, 임재봉, 조홍구
국민대학교

A study for the extraction of DGS 4-port equivalent circuit and it's parameters

Chang-Sin Son, Myung Sub Jeong, Wan Seoung Choi, Jun-Seok Park, Jae-Bong Lim, Hong-Goo Cho
School of Electrical Engineering, Kookmin Univ.

2. 본 론

Abstract - This thesis complemented the weak points that the existing theses did not represented a phase characteristic as the equivalent circuit by applying 4-port simulation to DGS (Defected Ground Structure) characteristic and an equivalent circuit, which are the transmission line structure that has the defect made in the ground surface. We used a distribute device and a lumped device, obtained the equivalent circuit by applying the structure of balun to a discontinuous part. An indicated DGS (Defected Ground structure) is a dumbbells-shaped single defect, we indicated satisfying a magnitude and phase characteristics by applying this equivalent circuit.

1. 서 론

본 논문에서는 전송선로의 접지면에 식각된 패턴을 갖는 DGS(Defected Ground Structure)에 대한 새로운 4-port 해석방법을 제시하였다. DGS는 접지면에 식각된 디펙트를 주기적으로 배열한 구조를 갖는 PBG 구조와도 유사하다. 최근 DGS 구조를 이용하여 안테나의 이득 향상과 복사패턴 개선, 전력증폭기에서의 하모닉 제거 등 다양한 분야에서 연구가 활발히 진행되고 있다. 이와 같은 다양한 무선통신 부품들에 대한 DGS의 효과적인 활용을 위해서는 정확한 DGS 구조에 대한 모델링이 이루어져야 한다. 기존 논문에서는 DGS 구조에 대한 모델링을 집중소자를 통해 이루어져 DGS 구조의 기본적인 차단주파수 특성 감쇠극의 위치, 손실 특성 등에 대해서는 어느정도 일치하였으나 위상 특성에 대해서는 한계를 나타내었다.

본 논문에서는 기존의 DGS 구조에 대한 위상 특성에 대한 한계를 개선하고자 노력하였다. 단지 하나의 디펙트를 갖는 구조를 해석하였으며 4-port 해석을 통해 각각의 분산소자의 값을 구하였고 또한 집중소자 값은 ADS 최적화를 이용해 값을 추출하였다. Defected 된 구조에 의해 3부분으로 나누어 EM-simulation 한 후 값을 각각 계산하였고 ADS tool을 사용해 EM-simulation 값과의 비교하여 모델링의 타당성을 제시하였다.

2.1 DGS를 갖는 전송선로

그림 1과 같이 전송선로의 접지면에 식각된 패턴을 갖는 DGS를 해석하였다. 시뮬레이션은 유전율 9.2, H=0.671mm t=0.018mm를 갖는 기판을 사용하였고 DGS 셀의 각 파라미터는 a=5mm, b=3mm, g=0.5mm이다. 전송선로의 폭은 특성임피던스 50Ω인 0.67mm로 하였다.

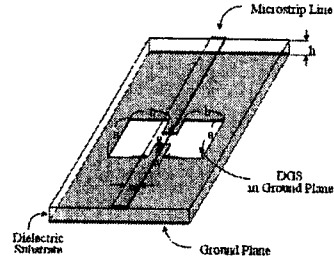


그림 1. DGS를 갖는 전송선로

2.1.1 DGS의 집중소자를 이용한 등가회로

전에 제시된 DGS 등가회로는 다음 그림2와 같이 집중소자로 이루어져 있다. 이 회로를 이용하여 magnitude 정보는 알 수 있지만 DGS의 backside에 관한정보 및 위상정보에 대해서는 알 수 없었다.

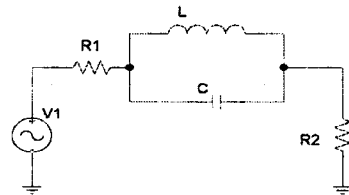


그림2. DGS의 등가회로

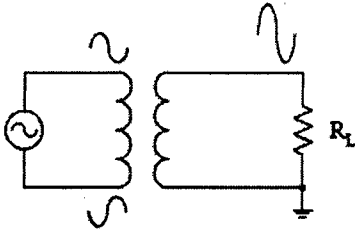
$$R1 = R2 = Z_0$$

$$C = \frac{u_c}{Z_0 g_1} \cdot \frac{1}{u_0^2 - u_c^2} \tag{1}$$

$$L = \frac{1}{u_0^2 \cdot C} \tag{2}$$

(여기서 w_0 는 LC 공진주파수이며 w_c 는 3db 차단주파수이다.)

그래서 위상정보를 같이 모델링하기 위해 발룬 구조를 이용하여 집중소자와 분산소자를 같이 사용하여 등가회로를 구성하였다. 발룬구조는 그림 3과 같다.



Transformer Balun

그림 3. Balanced and unbalanced Circuit

여기서 발룬이란 두개의 금속을 통하여 신호를 전달하는 전송선로(Transmission Line)에서, 두개의 금속에 함께 같은 magnitude로 진행되는 신호(Balanced Signal)를 한쪽 금속선을 GND로 만들고 나머지 금속선에 신호정보를 몰아서 담은(Unbalanced Signal)으로 역할을 하는 것이다.

2.1.2 DGS의 새로운 제시된 등가회로

그림1의 DGS를 다음과 같은 등가회로로 표현하였다.

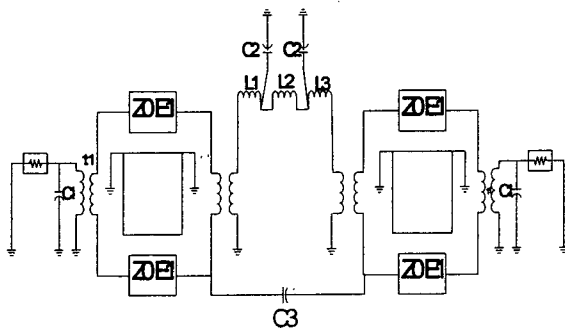


그림 4. DGS의 새로운 4-port 등가회로

트랜스포머의 비는 1:1로 하였으며, 분산소자의 값은 DGS를 3part로 나누어 특성임피던스와 전기적 길이를 EM 시뮬레이션을 통해 다음과 같이 구하였다.

$$360^\circ : \lambda = E_0 : l \quad (3)$$

그림 5는 part1 즉 세 part 중 양 가장자리의 대칭부분을 해석할 때 사용한 그림이다.

$$Z_0 = 71.56\Omega \quad E_1 = 18.92^\circ$$

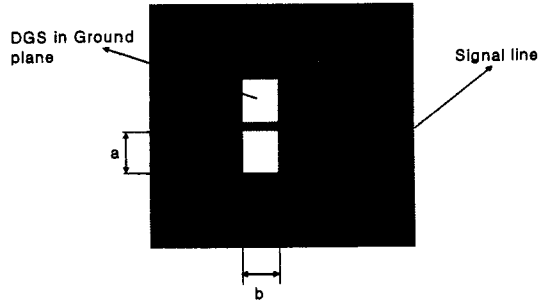


그림 5. part의 예 <a/b(2.25/3)mm>

HFSS를 이용하였다.)

또한 각각의 집중소자들의 값은 분산소자 값을 식(3)을 이용해 계산한후 분산소자 값을 고정시켜 놓은 채 ADS를 이용한 최적화 방법에 의해 추출했다

여기서 λ 는 EM 시뮬레이션을 통해 l은 각 파트의 실제 길이를 사용하였다. (EM 시뮬레이션은 Ansoft사의 HFSS를 이용하였다.)

ADS를 이용해 추출한 소자값

(L1=0.06nH, L2=0.17nH, C1=0.33pF, C2=0.006pF, C3=0.31pF)

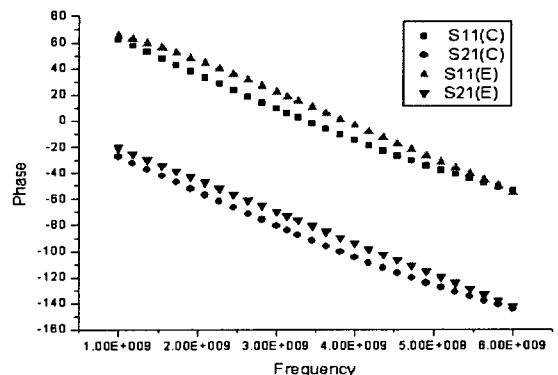
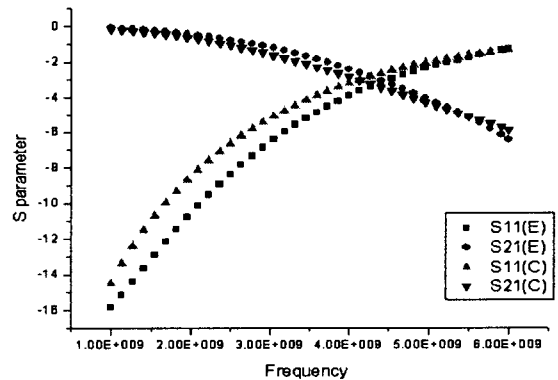


그림 6. EM 시뮬레이션과 등가회로 시뮬레이션의 비교 값 (a)magnitude (b)위상

2.2 4-port 등가회로의 특성

그림 6. (a),(b)는 EM 시뮬레이션 결과값과 등가회로 시뮬레이션 결과값을 magnitude와 위상으로 나누어 표현한 값이다.

그림 6.(a)(b)는 주파수 영역에서 본 결과값이고 1Ghz에서 6Ghz까지를 시뮬레이션 했다.

그림에서 ex4로 표기된 것이 EM 시뮬레이션 데이터이고 표기되지 않은 것이 등가회로 시뮬레이션 데이터이다.

결과값을 비교해 보았을 때 magnitude는 최대 2dB 차이를 보였고 phase는 최대 8° 차이를 보였다. 결과적으로 제시된 등가회로는 DGS의 magnitude와 위상에 대해 해석이 가능하다는 것이 입증되었다.

3. 결 론

본 논문에서는 접지면이 식각된 단일 패턴을 갖는 DGS(defected ground structure)의 새로운 등가회로를 소개하였고 또한 4-port 시뮬레이션을 통해 위상특성까지 모델링에 의해 알아낼 수 있었다. DGS의 분산소자 값을 EM 시뮬레이션을 통해 계산하였고 분산소자 값을 고정해 놓은 상태에서 집중소자 값을 최적화에 의해 알아내었다.

위상특성까지 시뮬레이션을 통해 확인함으로써 오실레이터, 믹서, 스위치, 위상변환기 능동 수동 SMD(surface mounted device,표면실장부품)에 널리 응용될 수 있으리라 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] David M. Pozar, "Microwave Engineering", New York:Wiley, second edition, 1988
- [2] Terry Edwards, "Foundations for Microstrip Circuit Design", second edition, pp 275-277 2001
- [3] Ian Timmins and Ke-Li Wu, "An Efficient Systematic Approach to Model Extraction for Passive Microwave Circuits," IEEE Transactions on Microwave Theory Tech., vol. 48, pp. 1565-1573, Sept. 2000.
- [4] Y. Qian, F. R. Yang and T. Itoh, "characteristics of microstrip lines on a uniplannar compact PBG ground plane," APMC'98 Dig pp.589-592, Dec, 1998
- [5] 김철수, 성정현, 김준범, 김상혁, 김호섭, 박준석, 안달 "Defected Ground Structure를 갖는 전송선로의 특성과 집중소자에 의한 특성", 한국전자과학기술논문집, 제11권 2000