

광의 전기기술을 선도하는
대한전기학회



www.kiee.or.kr

KIEE Summer Conference 2015

2015년도 제46회 대한전기학회 하계학술대회

일시: 2015년 7월 15일(수) ~ 17일(금)

장소: 무주 덕유산 리조트(전북 무주군)

- ◆ 주 최 : 대한전기학회
- ◆ 후 원 : 미래창조과학부, 산업통상자원부, 한국전력공사, 한국전기공사협회,
한국과학기술단체총연합회

양면형 가유전체 기판을 이용한 전송선로의 설계

*임종식, *권경훈, *한상민, *안 달, **정용채
*순천향대학교, **전북대학교

Design of a Transmission Line Using Both-Sided Artificial Dielectric Substrate

*Jongsik Lim, *Kyunghoon Kwon, *Sang-Min Han, *Dal Ahn, and **Yongchae Jeong
*Soonchunhyang University, **Chonbuk National University

Abstract - 양면형으로 구성된 가유전체 기판에 마이크로파 대역 전송선로를 설계하여 크기를 약 절반으로 줄이는 방법을 제안한다. 가유전체 기판의 특성에 의하여 표준형 전송선로보다 길이가 현저하게 줄어드는 효과에 대하여, 가유전체 기판을 양면형으로 구성함으로써 다시 물리적 크기가 약 절반으로 줄어드는 효과가 보인다. 양면 전송선로는 신호선 비어홀(via-hole)에 의하여 연결되어 상하 전송선로 간에 전달특성이 양호함이 제시된다.

1. 서 론

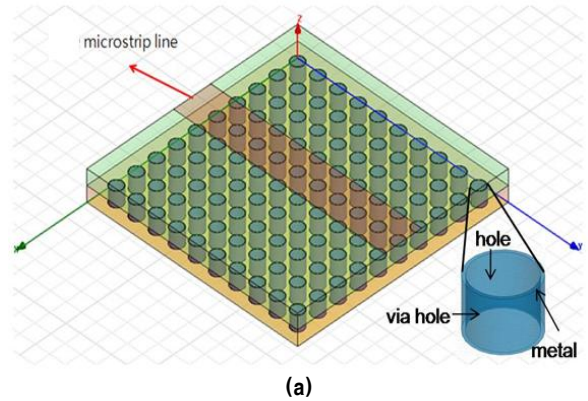
마이크로파 대역의 회로를 소형화하는 방법이 다양하게 연구되고 있는데, 최근에 가유전체 기판구조를 이용한 소형화에 대한 연구결과가 발표되고 있다[1-3]. 가유전체 기판구조는 전송선로의 단위 길이당 등가의 커패시턴스가 표준형 구조에 비하여 현저하게 증가된 구조여서, 동일한 선폭 대비 특성 임피던스가 낮아지는 동시에, 동일한 물리적 길이 대비 전기적 길이가 크게 증가한 구조를 갖는다. 전기적 길이의 관점에서 보면, 증가한 길이를 원래 필요한 길이로 줄여줘야 하므로 결과적으로 물리적 길이를 다시 줄여야 하며, 이로써 회로의 소형화 효과를 얻을 수 있는 것이다.

여기에 더해 만약에 기판 구조를 단면이 아니라 양면으로 구성할 경우 다시 약 절반의 크기로 줄어들므로 소형화 효과가 배가된다고 할 수 있다[4]. 본 연구에서는 양면형 가유전체 기판구조에 초고주파 대역 마이크로스트립 전송선로를 설계하여, 종래의 표준형 기판이나 단면형 가유전체 기판에 설계한 전송선로에 비하여 현저하게 크기를 줄이면서도 전달특성은 양호한 전송선로의 설계에 대하여 기술하고자 한다.

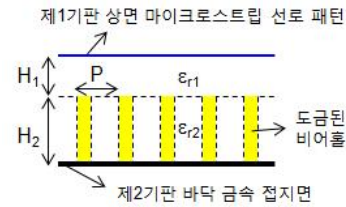
2. 본 론

가유전체 기판구조는 그림 1에 보인 것처럼 상면 제1기판(두께 H_1)에 마이크로스트립 전송선로가 구현되고, 하면 제2기판(두께 H_2)에 다수의 도금된 비어홀(via-holes)이 제작되는 형태를 갖는다. 일정한 간격(P)으로 2차원적 무한주기 분포하는 다수의 비어홀에 의하여 단위 길이당 전송선로의 등가 커패시턴스가 크게 부가된다. 따라서 주어진 어떤 물리적 길이에 대하여 전기적 길이가 크게 증가하게 된다. 모든 초고주파 대역의 무선회로를 설계함에 있어서 전기적 길이가 중요한 설계 파라미터이므로, 가유전체 기판구조를 삽입할 경우에 전기적 길이를 필요한 값으로 맞추기 위해서는 결국 물리적 길이를 줄여야 한다는 것을 의미하게 된다. 가유전체 구조가 없는 표준형에 비하여 가유전체 구조를 이용하는 경우 1차적인 회로의 소형화 효과가 다소 얻어진다.

그런데 그림 1에 보인 가유전체 기판상의 전송선로를 양면으로 접을 경우에는 이 길이는 절반으로 줄어들게 된다. 그림 2는 양면형 가유전체 기판구조와 그 위에 구현되는 마이크로스트립 선로 패턴, 그리고 양 선로를 연결하는 신호선 비어홀에 대한 이해를 돕기 위하여 확대된 측면도로 보여주고 있다. 단면일 때에 비하여 물리적 크기가 약 절반으로 줄어든다는 것을 쉽게 이해할 수 있다.



(a)



(b)

<그림 1> 가유전체 기판구조에서의 마이크로스트립 전송선로 (a)3차원적 구조 (b)기판과 비어홀



<그림 2> 양면형 가유전체 기판구조에서 신호선 비어홀을 통한 마이크로스트립 전송선로의 연결

그림 3(a)는 예를 들기 위하여 단면 가유전체 기판에서 설계한 50Ω 마이크로스트립 전송선로이다. 두 유전체 기판의 유전율($\epsilon_{r1}, \epsilon_{r2}$)은 모두 2.2이며, 유전체의 두께 H_1, H_2 는 각각 5mils, 31mils이다. 주기(P)는 1.3mm이고 비어홀의 지름은 0.8mm이다. 50Ω 선로의 선폭은 1.28mm였으며, 1GHz에서 $\lambda/4$ 는 40.5mm였다. 그림 3(b)는 전자기적 시뮬레이션을 통하여 확인한 전송특성이다. 50Ω 전송선로의 특징을 잘 보여주고 있다.

3. 결 론

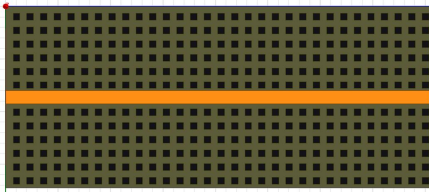
본 연구에서는 가유전체 기판구조를 양면으로 구성하고 여기에 마이크로스트립 전송선로를 각각 구현한 후, 이들을 신호선 비어홀로 연결하여 신호전송이 잘 이루어짐을 확인하였다. 이를 통하여 단면형 가유전체 기판에 구현된 전송선로를 절반 정도로 줄일 수 있어서 소형화에 매우 유리한 구조임을 확인하였다. 본 연구에서 언급된 양면형 가유전체 기판 구조와 여기에 구현된 전송선로는 마이크로파 대역 무선통신용 회로의 소형화 설계에 매우 유리하게 응용될 수 있을 것으로 기대된다.

[감사의 글]

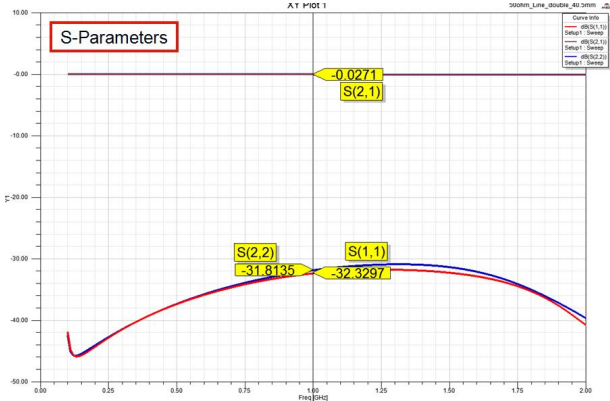
본 논문은 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구결과임.(2010-0009211)

[참 고 문 헌]

- [1] M. Coulombe, H. V. Nguyen, and C. Caloz, "Substrate Integrated Artificial Dielectric (SIAD) Structure for Miniaturized Microstrip Circuits", IEEE Antenna and Wireless Propagation Letters, Vol. 6, pp. 575-579, Dec. 2007.
- [2] K. Kwon and J. Lim, "Design of a Transmission Line using Defected Ground Structure and Artificial Dielectric Substrate", Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, vol. 14, no. 7, pp. 3474-3481, Jul 2013.
- [3] J. Lim, "Design of a Size-reduced Ring Hybrid Coupler Using an Artificial Dielectric Substrate", Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, vol. 15, no. 5, pp. 3139-3145, May 2014.
- [4] F. Casares-Miranda, C. Viereck, C. Camacho-Penalosa, and C. Caloz, "Vertical Microstrip Transition for Multilayer Microwave Circuits With Decoupled Passive and Active Layers", IEEE Microw. Wireless Compon. Lett., Vol. 16, No. 7, pp. 401-403, July 2006.



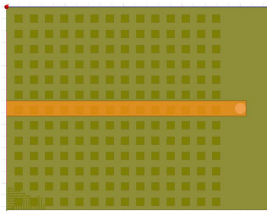
(a)



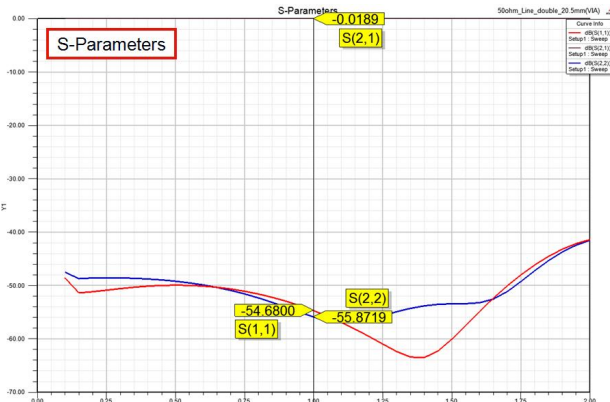
(b)

〈그림 3〉 단면형 가유전체 기판구조에 설계된 50Ω 마이크로스트립 선로 (a)레이아웃 (b)전송 특성

그림 4(a)는 위에서 보인 단면 가유전체 기판상의 마이크로스트립 전송선로를 반으로 접어서 양면형으로 설계한 것이다. 접혀졌으므로 한쪽에서 본 길이가 20.5mm인데, 1GHz에서 $\lambda/4$ 의 전기적 길이를 보여 주었다. 접혀진 다른 한 쪽은 정확하게 대칭으로 아랫면에 존재하기 때문이다. 이렇게 접혀져도 신호선 비어홀 때문에 신호의 전송은 효과적으로 잘 이루어지고 있음을 알 수 있다. 그림 3(a)나 그림 4(a) 모두 S21은 0dB 근처로 전달 손실이 극히 적으며, S11, S22는 모두 -30dB, -50dB 정도로 반사량도 극히 적음을 알 수 있다. 즉, 양면형으로 구성하기 이전과 이후의 특성이 거의 유사하므로 소형화의 이후에도 신호 전달상의 단점은 거의 없음을 알 수 있다.



(a)



(b)

〈그림 4〉 양면형 가유전체 기판구조에 설계된 50Ω 마이크로스트립 선로 (a)레이아웃 (b)전송 특성