DMS 선로를 이용한 전력분배기 설계

전역환, 권경훈, 이재훈, 임종식, 한상민, 안달

순천향대학교

A Design of Power Divider Using Defected Microstrip Structure

Yuckhwan Jeon, Kyunghoon Kwon, Jaehoon Lee, Jongsik Lim, Sang-Min Han, and Dal Ahn

Soonchunhyang University

요 약

본 논문은 DMS (defected microstrip structure) 선로를 이용한 전력분배기 설계에 대하여 기술하고 있다. DMS 선로는 마이크로스트립 선로의 패턴에 변형을 가하여 설계되는데, 이 때 부가적으로 발생하는 인덕턴스와 커패시턴스 효과에 의하여 선로의 특성 임피던스가 변하고, 또한 종래 주기구조에서의 특징들을 보인다. 이를 이용하면 초고주파 전송선로 구조의 무선회로들을 소형화할 수 있는데, 그한 예로 본 논문에서는 윌킨슨 전력분배기를 소형화하는 설계에 대하여 기술한다. DMS 구조를 삽입하여 소형화된 전력분배기를 설계한 결과, 소형화된 분배기는 표준형 회로에 비하여 약 82%의 크기를 가지면서도 우수한 성능을 갖는다.

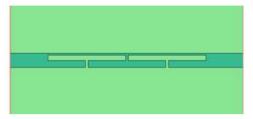
1. 서 론

최근에 마이크로스트립 전송선로용 주기구조로 널 리 사용되는 변형패턴으로 PBG(photonic bandgap), DGS(defected ground structure) 등이 있다. 이런 변 형 패턴들로 인하여 마이크로스트립 전송선로는 등가 의 부가적인 인덕턴스와 커패시턴스가 증가하여 지연 파 효과(slow wave effect)가 발생하고 특성 임피던스 가 증가하는 특징을 가져서 회로의 소형화에 요긴하 게 사용되었다[1-4]. 그러나 PBG는 접지면에 무한 주 기구조가 삽입되어야 하므로 단위 소자에 대한 정의 와 등가회로 모델링이 상대적으로 어려워서 무선회로 응용에 있어서 다소 제약점이 많았다. 또한 DGS는 접 지면에 구현한 패턴으로 인하여 등가회로 소자 모델 링이 상대적으로 용이하고 유한한 주기성 때문에 무 선회로에 대한 응용범위가 넓다는 장점이 있으나, 접 지면에 식각 제거된 패턴으로 인하여 신호의 누설 및 하우징 삽입시 문제점이 발생하는 단점이 있었다. 한 편 DGS의 단점을 해결한 새로운 변형 패턴인 DMS(defected microstrip structure)를 포함하는 마이 크로스트립 전송선로가 최근에 제안된 바가 있다. 이 DMS 전송선로는 기존의 PBG나 DGS의 장점을 그대로 포함하면서 단점을 제거한 패턴이어서 이에 대한 무선회로 응용연구에 대한 필요성이 제기되고 있다. 본 연구에서는 간단한 형태의 DMS 패턴의 적용예를 보이기 위하여 DMS를 이용하여 널리 쓰이는 무선회로 가운데 하나인 전력분배기 회로를 소형화 설계하는 것에 대하여 기술한다.

2. 본 론

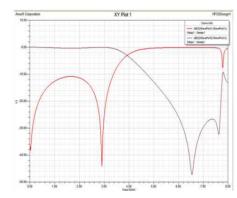
그림 1은 최근에 발표된 DMS 패턴의 예를 보여주고 있다[5,6].DMS 구조에서는 종래의 PBG나 DGS처럼 기판의 접지면에 변형을 가하는 것이 아니라, 마이크로스트립 전송선로의 패턴면에 얇은 슬롯형태의 변형을 가하게 된다. 따라서 접지면에 변형을 가했을 때 발생하는 신호의 누설 문제와 메탈 하우징(metal housing)에 삽입할 때 발생하는 유전체 층의 접지면 접촉문제를 해결할 수 있다.

삽입된 슬롯에 의하여 전자기파 신호의 전송경로가 길어지는 효과가 발생하므로 부가적인 인덕턴스가 증 가하며, 또한 슬롯에 의한 커플링으로 인하여 등가의 커패시턴스가 증가하는 효과를 갖는다. 이 때 인덕턴 스의 증가가 더 우세하므로 결과적으로는 전송선로의 특성 임피던스가 증가하게 된다. 따라서 표준형 마이 크로스트립 전송선로에 비하여 동일한 선폭에 대하여 더 증가한 특성 임피던스를 갖도록 하는 선로의 배치 가 가능하다.



[그림 1] 변형 마이크로스트립 구조의 예

잘 알려진 바와 같이 윌킨슨 전력 분배기는 두 출 력경로 선로의 특성 임피던스가 70.7Ω인데[7], 이를 50 요일 때와 동일한 선폭으로 구현할 수 있다. 설계의 한 예로, 본 연구에서는 유전체의 두께가 31mils이고 비 유전율이 2.2인 유전체 기판을 사용한다. 적당한 치수 의 DMS 패턴을 인가하면 그림 2와 같은 S-parameter 특성을 전자기적 시뮬레이션 과정을 통하여 얻을 수 있다. 종래에 알려진 분석 방법을 이용하면, S11으로 부터 이 선로의 특성 임피던스가 약 70.7Ω라는 것을 알 수 있는데[8],이는 바로 윌킨슨 전력분배기가 필요 로 하는 선로의 특성 임피던스가 된다.



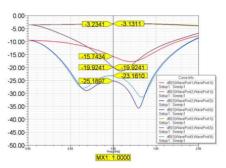
[그림 2] 변형 마이크로스트립 구조의 시뮬레이션 특성

따라서 그림 1과 같은 70.7Ω 선로를 잘 알려진 전력 분배기의 구조에 삽입하여 설계를 하면 그림 3과 같은 레이아웃을 얻을 수 있다. 본 논문에서는 자세하게 언급하지 않으나, 이 회로는 표준형 회로의 82%에 해당하는 크기를 갖는다. 또한 레이아웃을 보면 각 단자의 50Ω 선폭과 DMS에 의한 70.7Ω 선로의 폭이 같음을알 수 있다.

설계된 전력분배기 회로의 특성을 확인하기 위하여 전자기적 시뮬레이션을 실시하여 그림 4와 같은 S-parameter 특성을 얻었다. 그림 4에 의하면 두 출력 단자로 같은 크기로 입력전력이 나뉘어 전달되고 있 으며, 각 단자에서의 정합도와 두 출력단자 사이의 격 리도에 있어서 모두 우수한 특성을 보이고 있음을 알 수 있다.



[그림 3] 변형 마이크로스트립 구조를 이용한 전력분배기의 설계



[그림 4] 설계된 전력분배기의 특성

3. 결 론

본 연구에서는 변형된 마이크로스트립 구조를 이용한 전력분배기 회로의 소형화 설계에 대하여 간략히 언급하였다. DMS 구조에서는 마이크로스트립 전송선로면에 변형 패턴을 삽입하여 종래의 주기구조에서볼 수 있는 장점을 취하면서 동시에 단점을 제거하는 특징을 가지고 있다. 한 예로서 설계된 전력분배기 회로는 표준형 회로에 비하여 18%만큼 감소한 크기를 보였으며, 이 때 전력분배 특성, 정합특성, 격리 특성은 전력분배기에 요구되는 특성이 모두 우수함을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국 과학재단의 지원을 받아 수행된 연구결과임. (2012-0002905 및 KRF-2009-220-D00074)

참고문헌

- [1] V. Radisic, Y. Qian, R. Coccioli, and T. Itoh, "Novel 2-D Photonic Bandgap Structure for Microstrip Lines," IEEE Microwave Guide Wave Letters, vol. 8, no. 2, pp. 69-71, Feb. 1998.
- [2] I. Rumsey, M. Piket-May, and P. K. Kelly, "Photonic Bandgap Structures Used as Filters in Microstrip Circuits," IEEE Microwave Guide Wave Letters, vol. 8, no. 10, pp. 336–338, Oct. 1998.
- [3] C. S. Kim, J. S. Park, D. Ahn, and J. B. Lim, "A Novel 1-D Periodic Defected Ground Structure for Planar Circuits," IEEE Microwave Guide Wave Letters, vol. 10, no. 4, pp. 131-133, Apr. 2000.
- [4]J. S. Lim, C. S. Kim, Y. T. Lee, D. Ahn, and S. Nam, "Design of Low Pass Filters Using Defected Ground Structure and Compensated Microstrip Line," IEE Electronics Letters, vol. 38, no. 22, pp. 1357–1358, Oct. 2002.
- [5] J.A.T. Mendez, H.J. Aguilar, F.I. Sanchez, I.G. Ruiz, V.M. Lopez and R.A. Herrera, "A proposed Defected Microstrip Structure (DMS) behavior of for reduced Rectangular Antenna size," Microwave Optical Tech. Letters, vol.43, no.6, pp. 481–484, Dec. 2004.
- [6] G. Chaudhary, Y. Jeong, J. Lim, C. Kim, D. Kim, J. Kim, and J. Park, "DMS harmonic termination load network for high efficiency power amplifier applications," Proceedings of the 40th European Microwave Conference, Paris, Sep. 2010, pp. 946–949.
- [7] D. M. Pozar, Microwave Engineering, 3rd edition, John Wiely and Sons, Inc., New York, 2005.
- [8] J. S. Lim, C. S. Kim, J. S. Park, D. Ahn, and S. Nam, "Design of 10dB 90° branch line coupler using microstrip line with defected ground structure," IEE Electronics Letters, vol. 36, no. 21, pp. 1784–1785, Oct. 2000.