CL-TRD 커플러를 이용한 광대역 발룬 설계

[1]하수연, [1]김민성, [1]홍의훈, [2]형나현, [1,2]한상민*

[1]순천향대학교 정보통신공학과, [2]순천향대학교 ICT융합학과

*smhan@sch.ac.kr

Design of the Wideband Balun Using Coupled-Line Trans-Directional Coupler

[1]Suyeon Ha, [1]Minseong Kim, [1]Ewihun Hong, [2]Nahyun Hyeong, and [1,2]Sang-Min Han

[1]Dept. Information and Communication Eng., Soonchunhyang Univ.,
[2]Dept. ICT Convergence, Soonchunhyang Univ.

요 약

본 논문은 CL-TRD(coupled-line trans-directional) 커플러를 이용한 광대역 발룬을 설계한다. 제안된 발룬은 2.4GHz의 중심주파수를 가지고 2.05GHz~2.66GHz에서 -10dB 이하의 return loss를 만족한다. 발룬의 3개의 포트 모두 50Ω의 임피던스로 매칭되었고 두 출력 포트의 위상차 경우 1.9GHz~2.68GHz 내에서 180°~189°의 위상차를 가진다.

Ⅰ. 서론

본 논문에서는 CL-TRD(coupled-line Trans-Directional) 커플러를 이용한 발룬 설계 방식을 소개한다. 이는 발룬의 광대역 특성을 가지는 설계 방식 중 marchand 발룬 설계에서 불균형 신호로 나가는 두 단자의 양 끝단에 비아 홀로 지면과 연결하지 않고 커플러 사이에 커패시터를 추가하는 기술이다. 이는 기존의 marchand 발룬의 좁은 결합 라인과 via hole의 기생 효과를 없애고 PCB 제조 공정의 복잡성을 줄인다는 장점이 있다. 본 논문에서는 marchand 발룬에서 실질적 선로 구현 시 위상 변화가 일어나기 때문에 연결 세그먼트를 이용하여 입력 일치와 출력 균형의 악화를 보상한다[1].

Ⅱ. CL-TRD 커플러를 이용한 광대역 발룬 설계

본 논문에서는 2.4GHz의 중심 주파수를 가지는 CL-TRD 커플러를 이용한 marchand 발룬의 설계를 목표로 한다. 기존의 커플러의 경우 단일 평면에서 설계 시 좁은 사이 간격과 접지에 연결된 via hole로 인해 설계 시 문제가 있었지만 CL-TRD 커플러의 경우 약한 결합을 가진 커플러 구조를 이용하여 보다 긴밀한 결합을 실현하고 외부 회로와 쉽게 연결할 수 있다. 그리고 접지면과 연결된 via hole을 사용하지 않고 입력과 출력 사이가 커패시터로 분리되어 있어 DC 차단 성분 또한 가지고 있다[2].

본 논문에서는 커플러 사이에 커패시터 삽입을 위해 사이 간격을 1mm로 하고 marchand 발룬을 설계했다. 기존의 커플러 구조의 경우 50Ω의 임피던스로 3dB 커플러를 설계할 때 높은 짝수 모드 임피던스와 낮은 홀수 모드 임피던스로 인한 좁은 사이 간격이 문제가 된다. CL-TRD 커플러의 경우 3dB 커플러와 동일한 짝수 모드 임피던스를 가지고 더 높은 값의 홀수 모드 임피던스를 가진 커플러를 설계한 후 커패시터를 연결해 홀수 모드 임피던스를 낮춰 50Ω의 임피던스를 가진 3dB 커플러를 설계한다. 이를 Ansys사의 HFSS 3D Modeling을 통해 시뮬레이션하였으며 결과적으로 2.4GHz의 중심 주파수에서 동작하는 발룬을 확인했다[3].

Ⅲ. 결론

본 논문은 기존의 단일 평면 marchand 발룬의 약한 결합으로 인한 좁은 간격과 via hole로 인한 상호 인덕턴스 문제를 보완한 CL-TRD 커플러를 이용한 marchand 발룬을 제안한다. 3D Model CL-TRD 커플러 기반 marchand 발룬은 2.05GHz~2.66GHz에서 -10dB 이하의 return loss를 만족한다. 두 출력 포트의 위상차 경우 1.9GHz~2.68GHz 내에서 180°~189°의 차이로 2.4GHz에서 610MHz의 대역폭으로 25.4%의 부분 대역폭을 가지는 발룬을 설계했다.

ACKNOWLEDGMENT

본 과제는 순천향대 교육혁신원의 학술공동체 사업 결과물입니다.

참 고 문 헌

[1] H. Liu, X. Jia, S. Fang, and Z. Wang, “Universal compensation method for trans-directional coupled-line based planar balun with connecting segment,” *Electromagnetics Research Letters*, vol. 83, pp. 91-97, April 2019.

[2] H. Liu, S. Fang, Z. Wang, T. Shao, “Coupled line trans-directional coupler with improved power distribution and phase performance,” in *Proc. IEEE International Workshop on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT)*, pp. 216-217, September 2017.

[3] C.-I. Shie, J.-C. Cheng, S.-C. Chou, Y.-C. Chiang, “Transdirectional coupled-line couplers implemented by periodical shunt capacitors,” *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 57, pp. 2981-2988, December 2009.