

주기적인 Stepped Stub 를 갖는 소형화된 마이크로스트립 전송 선로와 Branch-Line 결합기 설계

*이창언, *김원기, **김상태, *신철재
*아주대학교, **ITEP
c.o.lee@ieee.org

A compacted microstrip transmission line with stepped stubs and design of branch-line couplers as its application

*Chang On lee, *Won Ki Kim, **Sang Tae Kim, and *Chull-Chai Shin,
*Ajou University, **ITEP

요 약

본 논문에서는 전송선로에 주기적으로 stepped stub 를 부과하여 기존의 artificial transmission line(ATL)보다 효과적인 소형화된 전송선로를 구현하였다. 짧은 길이의 주기적인 stepped stub 는 병렬로 부과된 커패시터의 역할을 하여 전송선로를 소형화 시킴을 quasi-static analysis 와 전송선로 이론을 접합하여 증명하였다. 또한 이를 이용하여 branch-line 결합기를 설계하여 효과적으로 소자를 소형화할 수 있음을 보였다. 1.8 GHz 의 설계주파수에서 설계된 90° 전송선로당 3 개의 stepped stub 를 갖는 방향성 결합기는 677 mm²의 면적을 가지며, 이는 일반적인 설계방법에 의한 결합기에 비해 대략 62%의 면적이다.

I. 서론

물리적으로 소자를 소형화한다는 것은 통신시스템을 소형화할 수 있고, 저전력 시스템을 구현할 수 있을 뿐만 아니라, 비용도 절감할 수 있다는 이점이 있다. 따라서 RF/Microwave 회로 구현에서 소자의 소형화를 구현하기 위한 연구가 다양한 분야에서 연구되고 있다[1-5]. 초기의 소형화는 주로 전송선로를 굽히는 meander line (혹은 folded line)을 이용하여 소자를 소형화하는 방법이 제시되었다 [1-3]. 하지만, 이러한 방법은 물리적 길이를 줄이는 방법이 아니라 선로를 굽혀서 나타내는 방법이기 때문에 진정한 의미에서의 소형화 소자라 할 수 없으며[4], 굽혀진 인접 선로와의 결합과 같은 부가적인 효과를 고려해야 하는 단점이 존재한다 [5]. 또 다른 방법으로 전송선로에 집중소자를 이용하여 전송선로의 물리적 크기를 줄이고자 하는 노력이 있어왔다 [6]. 하지만 이러한 방법은 높은 주파수 대역에서 구현이 힘들다는 단점이 있으며, MMIC 와 같은 다층 구조로 구현되어야 할 경우 실제 구현에 있어 많은 어려움을 가지게 된다 [5]. 따라서 부가적인 집중소자의 적재 없이 전송선로의 특징을 이용하여 소형화하는 방법이 필요하다. 최근 주기적인 stub 를 비교적 짧은 간격으로 전송선로에 부과하여 병렬 커패시턴스로 동작하도록 하여 전송선로의 물리적 길이를 줄인 ATL 이 소개되어 성공적으로 소자를 소형화 시킴을 보였다[4,5]. 이러한 주기적인 stub 를 갖는 ATL 은 성공적인 물리적 길이의 감소에도 불구하고 마이크로스트립 선로상에서 구현될 때 몇 가지 단점이 존재한다. 첫째, stub 를 이용하여 부과되는 커패시턴스 양이 커질수록 전송선로의 압축률(소형화율)는 좋아지나 주 전송선로의 선로 폭이

좁아지게 되며, 이는 때때로 마이크로스트립상에서 구현을 어렵게 한다. 그리고 또 다른 문제로는 ATL 의 물리적 길이는 줄어들지만 ATL 폭은 stub 가 차지하는 공간으로 인하여 넓어지게 된다.

본 논문에서는 기존의 주기적인 stub 의 부가로 소형화된 전송선로인 ATL 의 stub 를 stepped stub 형으로 변화시켜 보다 효과적으로 소형화된 전송선로(compact transmission line:CTL)를 마이크로스트립상에서 구현하였다. 제안된 stepped stub 를 사용하는 ATL 의 경우 기존의 일반 stub 를 이용한 ATL[5]보다 효과적으로 전송선로를 만들 수 있음을 quasi-static analysis 와 전송선로 이론을 이용하여 확인하였다. 또한 1.8 GHz 의 설계주파수를 이용하여 branch-line 결합기를 설계하여 제안된 stepped stub 를 이용한 소형화된 전송선로가 효과적으로 소자들을 소형화 시킬 수 있음을 보였다. 특히 일반 stub 를 사용한 기존의 ATL 과 비교하기 위하여 동일한 물리적 길이를 가지는 stepped stub 를 이용한 ATL 로 branch-line 결합기를 구현하였다. 이 경우 기존의 일반 stub 를 이용한 ATL 로 구현된 branch-line 결합기가 20 개의 stub 를 가지는 반면 [5], 본 논문에서 제안된 구조는 12 개의 stepped stub 를 갖는다. 설계된 branch-line 결합기는 677 mm²의 면적을 가지며, 이는 기존의 일반적인 결합기에 비해 그 면적이 대략 60%정도이다. 또한 일반 stub 를 이용한 ATL 로 구현된 소형화된 branch-line 결합기와 동일한 물리적 길이를 가짐에도 불구하고 ATL 의 폭이 좁아짐으로 인해 면적이 조금 줄어드는 효과가 있다.

II. Stepped Stub 를 갖는 소형화된 전송선로