

사이드밴드 억압비가 향상된 링 공진기형 대역통과 필터

*경운환, 김건덕, 이상신, 어윤성
광운대학교 전자공학과

e-mail : *kyoungunhoan@hanmail.net, slee@kw.ac.kr*

Ring Resonator Based Band-pass Filter with Enhanced Sideband Suppression

*Un-Hwan Kyoung, Gun-Duk Kim, Sang-Shin Lee, Yun-Seong Eo
Department of Electronic Engineering
Kwang-Woon University

Abstract

A ring resonator based band-pass filter enabling enhanced sideband suppression was proposed and demonstrated. It is composed of a single-ring based-pass section combined with a band-rejection section based on two different coupled rings. As for the achieved device performance, bandwidth was reduced from 98 MHz to 48 MHz by about 51% with no remarkable excessive insertion loss as expected. And the quality factor of the device was increased by about 105%.

I. 서론

지금까지 필터 소자는 스텐브(stub)형과 링(ring) 공진기형 등의 마이크로 스트립 선로를 이용하여 주로 구현되어 왔다. 스텐브형 선로 필터는 설계가 복잡하나 정밀한 응답특성 제어가 가능하다는 장점을 갖는다. 한편, 링 공진기형 필터는 설계가 비교적 용이하나 저지대역의 사이드밴드(sideband) 특성 조절이 어렵다. 기존에는 이러한 문제점을 해결하기 위해 대역통과 필터에 varactor, ground plane, photonic

bandgap 등의 소자를 추가하여 대역통과 신호의 하모닉(harmonic) 기생성분을 제거함으로써 사이드밴드 억압비를 향상시켰다 [1]. 그러나 이러한 대역통과 특성을 갖는 링 소자는 설계가 비교적 복잡할 뿐만 아니라, 삽입손실도 불가피하게 증가하게 된다.

본 논문에서는 기존의 단일 링 공진기 선로 기반 대역통과 필터의 출력단에 결합된 두 개의 링 공진기형 선로로 구성된 대역제거 필터부를 도입함으로써 사이드밴드 특성이 개선되고 대역폭 조절이 가능한 필터를 제안하고 구현하였다. 여기서 대역저지 필터를 구성하는 두 선로의 기능은 링 크기만을 조절하여 각각의 공진주파수를 통과대역의 양쪽에 위치시켜 사이드밴드 부분만을 선택적으로 제거하여 대역폭을 감소시킴으로써 Q값 (quality factor) 을 향상시키는 것이다. 이 때 추가되는 링으로 인한 삽입손실은 거의 없다.

II. 본론

제안된 사이드밴드 억압비가 향상된 링 공진기형 대역통과 필터의 구조가 그림 1에 도시되어 있다. 이 소자는 기본적으로 두 개의 직선 버스 선로 L1 및 L2와 링 선로 R1으로 이루어진 기존의 대역통과 필터부와, 링 선로 R2 및 R3와 직선 버스 선로 L3로 이루어진 대역저지 필터부로 이루어져 있다. 직선 선로 L1의 입

력 포트에 인가된 마이크로파 신호(P_0)의 일부가 링 선로 R1과의 결합영역 부분에서 링으로 결합된 후 반복적으로 링을 진행하면서 입력신호와 간섭을 일으키게 된다. 결과적으로 버스 선로 L2의 출력포트에서 얻어지는 신호(P_1)는 주기적인 대역통과 필터 특성을 갖게 된다. 한편, 대역통과 필터부의 출력 단에 연결된 대역제거 필터부의 경우에는 두 링 선로 각각의 경로 길이에 의해 결정되는 주파수 대역에서 주기적인 대역저지 공진 특성(P_2/P_1)이 얻어진다.

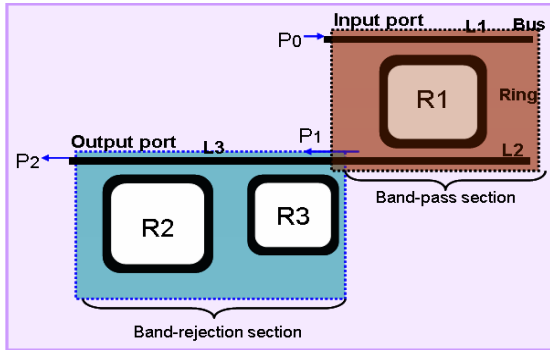


그림 1. 설계된 소자 응답 특성

III. 구현

제안된 소자는 마이크로스트립 선로 제조 공정 중의 하나인 급속 피막식각법을 통하여 제작되었다.

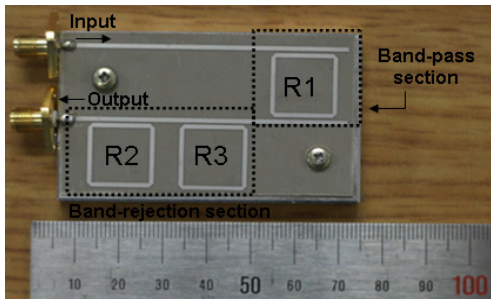


그림 2. 제작된 링 공진필터 소자

그림 3에는 기존의 단일 링 기반 소자에 대역저지 필터부가 도입됨으로써 얻어진 개선 효과를 구체적으로 알아보기 위하여 기존 필터와 제안된 필터의 전달 특성을 함께 도시하였다. 점선으로 표시된 기존 소자에 비해 대역저지 필터부를 도입함으로써 통과대역에 인접한 사이드밴드의 크기가 감소하여 전반적으로 roll-off 특성이 향상되었음을 알 수 있다. 이 때, 삽입 손실은 거의 변화가 없었다. 특히, 대역저지 필터부가 도입되어 3-dB 레벨에 대한 대역폭이 98 MHz에서 48 MHz로 약 51% 감소하였으며, 그리고 12-dB 레벨의 경

우에는 약 45% 감소하였다. 또한, 대역제거 공진주파수가 위치한 사이드밴드 대역에서의 억압비가 최대 약 8 dB만큼 향상됨을 확인하였다 [2]. 또 제안된 필터의 Q값은 대역제거 필터부의 도입으로 인하여 40에서 82로 기존소자에 비해 약 105% 향상되었다. 앞에서 언급된 실험 및 계산 결과를 토대로 기존의 단일 링 선로 기반 대역통과 필터에 대역제거 필터를 집적하여 선택적으로 사이드밴드를 제거함으로써 억압비가 향상되고 대역폭이 감소될 수 있음을 확인하였다.

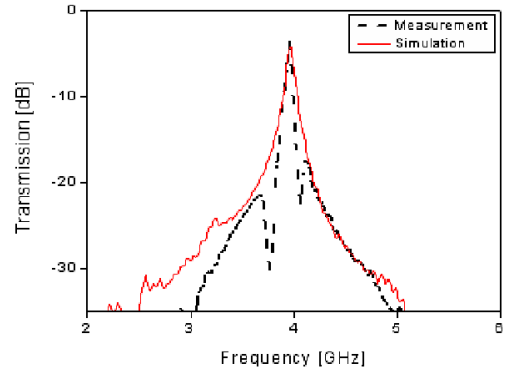


그림 3. 다중 링 기반 필터와 기존 단일 링 기반 필터의 특성 비교

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 단일 링 공진기형 대역통과 필터의 출력단에 두 개의 결합된 링 공진기로 구성된 대역제거 필터부를 집적하여 전달특성이 조절되는 대역통과 필터를 구현하였다. 기존의 단일 링 기반 소자에 비해 추가 삽입손실 없이 억압비는 향상되었고 대역폭은 감소되었다.

감사의 글

본 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2007-D00195-I01041).

참고문헌

- [1] J. Marti and A. Griol, "Harmonic suppressed microstrip multistage coupled ring band-pass filters," *Electron. Lett.*, vol. 34, no. 22, pp. 2140-2142, 1998.
- [2] 임철수, 이진상, 이종철, "Coupling이 향상된 microstrip square ring resonator를 이용한 대역통과 필터 설계", *한국통신학회 하계종합학술발표대회 논문초록집*, p. 320, July 2004.