



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0059756
(43) 공개일자 2017년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01P 1/20 (2006.01) H01P 1/203 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01P 1/20 (2013.01)
H01P 1/203 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0164129
(22) 출원일자 2015년11월23일
심사청구일자 2015년11월23일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
윤상원
서울특별시 양천구 목동서로 70, 223동 101호 (목동, 목동신시가지아파트2단지)
임현서
경기도 수원시 권선구 권중로 158, 402동 1409호 (권선동, 벽산아파트)
권건안
인천광역시 계양구 당미1길 14 (동양동)
(74) 대리인
특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 14 항

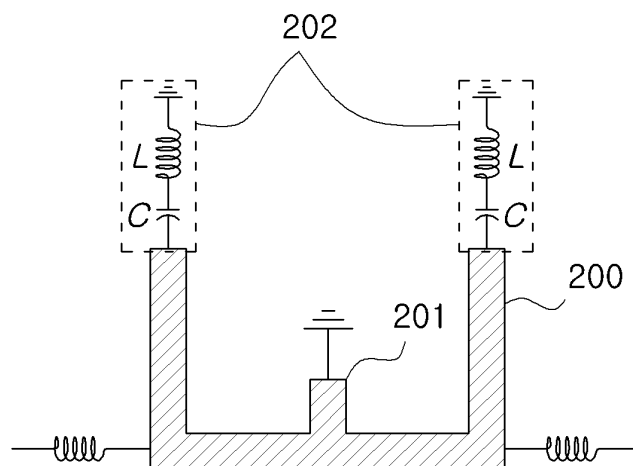
(54) 발명의 명칭 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기

(57) 요약

본 발명은 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 관한 것으로, 세 면이 막혀 있고 일 면이 개방된 사각형 모양의 개방루프 공진기와, 상기 개방루프 공진기의 막혀 있는 일 면의 중심부에 삽입되는 스테브 및 상기 개방루프 공진기의 양 끝단에 각각 추가되며 집중 소자로 구성된 직렬 공진기를 포함하되, 상기 개방루프 공진기는 상기 직렬 공진기가 추가되어 우수모드 두 개와 기수모드 두 개를 갖는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 의하면, 개방루프 공진기의 개방된 양 끝단에 한쪽이 접지된 직렬 공진기를 각각 추가하여 한 개씩이던 우수, 기수모드의 공진주파수를 각각 두 개씩 분화시키므로써, 두 개의 우수모드와 두 개의 기수모드를 갖는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기를 제공할 수 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 B0101-14-0171

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 글로벌전문기술개발사업

연구과제명 소형셀 Radio unit과 Millimeter-wave를 이용한 무선 Link unit이 결합된 Fronthaul system 개발

기 여 율 1/1

주관기관 (주)케이엠더블유

연구기간 2014.07.01 ~ 2016.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

세 면이 막혀 있고 일 면이 개방된 사각형 모양의 개방루프 공진기;

상기 개방루프 공진기의 막혀 있는 일 면의 중심부에 삽입되는 스퍼트; 및

상기 개방루프 공진기의 양 끝단에 각각 추가되며 집중 소자로 구성된 직렬 공진기;를 포함하되,

상기 개방루프 공진기는 상기 직렬 공진기가 추가되어 우수모드 두 개와 기수모드 두 개를 갖는 것을 특징으로 하는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 직렬 공진기는,

상기 집중 소자가 커패시터와 인덕터의 직렬 연결로 구성되는 것을 특징으로 하는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 개방루프 공진기는,

상기 우수모드의 직렬 공진기가 공진주파수보다 낮은 주파수에서는 커패시터로 동작하는 것을 특징으로 하는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 개방루프 공진기는,

상기 우수모드의 직렬 공진기가 공진주파수보다 높은 주파수에서는 인덕터로 동작하는 것을 특징으로 하는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 개방루프 공진기는,

상기 기수모드의 직렬 공진기가 공진주파수보다 낮은 주파수에서는 커패시터로 동작하는 것을 특징으로 하는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 개방루프 공진기는,

상기 기수모드의 직렬 공진기가 공진주파수보다 높은 주파수에서는 인덕터로 동작하는 것을 특징으로 하는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기.

청구항 7

제 3 항 내지 제 6 항에 있어서,

상기 직렬 공진기는,

상기 공진주파수에 따라 상기 직렬 공진기에 포함된 커패시터와 인덕터 값의 비율을 조정하는 것을 특징으로 하는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기.

청구항 8

세 면이 막혀있고 일 면이 개방된 사각형 모양의 개방루프 공진기;

상기 개방루프 공진기의 막혀있는 일 면의 중심부에 삽입되는 스테브; 및

상기 개방루프 공진기의 양 끝단에 각각 추가되며 마이크로스트립 선로 및 집중 소자로 구성된 직렬 공진기;를 포함하되,

상기 개방루프 공진기는 상기 직렬 공진기가 추가되어 우수모드 두 개와 기수모드 두 개를 갖는 것을 특징으로 하는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 직렬 공진기는,

인덕터 역할을 수행하는 상기 마이크로스트립 선로와 커패시터로 형성된 상기 집중 소자가 서로 직렬 연결로 구성되는 것을 특징으로 하는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 개방루프 공진기는,

상기 우수모드의 직렬 공진기가 공진주파수보다 낮은 주파수에서는 커패시터로 동작하는 것을 특징으로 하는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 개방루프 공진기는,

상기 우수모드의 직렬 공진기가 공진주파수보다 높은 주파수에서는 인덕터 역할을 수행하는 마이크로스트립 선로로 동작하는 것을 특징으로 하는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 개방루프 공진기는,

상기 기수모드의 직렬 공진기가 공진주파수보다 낮은 주파수에서는 커패시터로 동작하는 것을 특징으로 하는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기.

청구항 13

제 8 항에 있어서,

상기 개방루프 공진기는,

상기 기수모드의 직렬 공진기가 공진주파수보다 높은 주파수에서는 인덕터 역할을 수행하는 마이크로스트립 선로로 동작하는 것을 특징으로 하는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기.

청구항 14

제 10 항 내지 제 13 항에 있어서,

상기 직렬 공진기는,

상기 공진주파수에 따라 상기 직렬 공진기에 포함된 커패시터 값과 마이크로스트립 선로의 인덕터 값의 비율을 조정하는 것을 특징으로 하는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 개방루프 공진기의 공진모드를 두 개의 우수모드와 두 개의 기수모드로 구성하여 두 개의 서로 다른 대역에서 각각 이단 대역통과 여파기로 동작시키는 이중대역 여파기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 공진기(resonator)는 등가 회로적으로 인덕터(inductor, L)와 커패시터(capacitor, C)의 조합에 의해 특정한 주파수에서 공진하는 회로 소자이며, 이러한 공진기를 다단 결합하고, 결합된 공진기간 결합 계수를 조절하여 다양한 통과 대역폭을 가지는 여파기를 제작할 수 있다.

[0003] 즉, 커패시터의 커패시턴스 값과 인덕터의 인덕턴스 값의 조합에 의해 특정 주파수에서 공진하는 공진기를 구현할 수 있으며, 이러한 공진기를 1, 2, 3, 4 ..., N 단으로 결합하고, 공진기간의 결합 계수를 조정하여 저역/고역/대역 통과 여파기 및 듀플렉서 등을 제작할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-0354850호 (2002년 09월 17일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 개방루프 공진기의 개방된 양 끝단에 한쪽이 접지된 직렬 공진기를 각각 추가하여 한 개씩이던 우수, 기수모드의 공진주파수를 각각 두 개씩 분화시키므로써, 두 개의 우수모드와 두 개의 기수모드를 갖는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기를 제공하는 것에 그 목적이 있다.

[0006] 또한 본 발명은 개방루프 공진기의 개방된 양 끝단에 한쪽이 접지된 직렬 공진기를 각각 추가하여 두 개의 서로 다른 대역에서 각각 이단 대역통과 여파기가 되도록 설계함으로써, 두 대역 간의 저지대역에서 저지특성이 향상되는 이중대역 대역통과 여파기를 제공하는 것에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은 세 면이 막혀 있고 일 면이 개방된 사각형 모양의 개방루프 공진기와, 상기 개방루프 공진기의 막혀 있는 일 면의 중심부에 삽입되는 스테브 및 상기 개방루프 공진기의 양 끝단에 각각 추가되며 집중 소자로 구성된 직렬 공진기를 포함하되, 상기 개방루프 공진기는 상기 직렬 공진기가 추가되어 우수모드 두 개와 기수모드 두 개를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0008] 본 발명에 따른 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 있어서, 상기 직렬 공진기는 상기 집중 소자가 커패시터와 인덕터의 직렬 연결로 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명에 따른 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 있어서, 상기 개방루프 공진기는 상기 우수모드의 직렬 공진기가 공진주파수보다 낮은 주파수에서는 커패시터로 동작하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 본 발명에 따른 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 있어서, 상기 개방루프 공진기는 상기 우수모드의 직렬 공진기가 공진주파수보다 높은 주파수에서는 인덕터로 동작하는 것을 특징으로 한다.

- [0011] 본 발명에 따른 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 있어서, 상기 개방루프 공진기는 상기 기수모드의 직렬 공진기가 공진주파수보다 낮은 주파수에서는 커패시터로 동작하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 본 발명에 따른 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 있어서, 상기 개방루프 공진기는 상기 기수모드의 직렬 공진기가 공진주파수보다 높은 주파수에서는 인덕터로 동작하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 본 발명에 따른 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 있어서, 상기 직렬 공진기는 상기 공진 주파수에 따라 상기 직렬 공진기에 포함된 커패시터와 인덕터 값의 비율을 조정하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한 본 발명은 세 면이 막혀있고 일 면이 개방된 사각형 모양의 개방루프 공진기와, 상기 개방루프 공진기의 막혀있는 일 면의 중심부에 삽입되는 스테브 및 상기 개방루프 공진기의 양 끝단에 각각 추가되며 마이크로스트립 선로 및 집중 소자로 구성된 직렬 공진기를 포함하되, 상기 개방루프 공진기는 상기 직렬 공진기가 추가되어 우수모드 두 개와 기수모드 두 개를 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명에 따른 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 있어서, 상기 직렬 공진기는 인덕터 역할을 수행하는 상기 마이크로스트립 선로와 커패시터로 형성된 상기 집중 소자가 서로 직렬 연결로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 발명에 따른 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 있어서, 상기 개방루프 공진기는 상기 우수모드의 직렬 공진기가 공진주파수보다 낮은 주파수에서는 커패시터로 동작하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 본 발명에 따른 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 있어서, 상기 개방루프 공진기는 상기 우수모드의 직렬 공진기가 공진주파수보다 높은 주파수에서는 인덕터 역할을 수행하는 마이크로스트립 선로로 동작하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 발명에 따른 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 있어서, 상기 개방루프 공진기는 상기 기수모드의 직렬 공진기가 공진주파수보다 낮은 주파수에서는 커패시터로 동작하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 본 발명에 따른 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 있어서, 상기 개방루프 공진기는 상기 기수모드의 직렬 공진기가 공진주파수보다 높은 주파수에서는 인덕터 역할을 수행하는 마이크로스트립 선로로 동작하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 본 발명에 따른 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 있어서, 상기 직렬 공진기는 상기 공진 주파수에 따라 상기 직렬 공진기에 포함된 커패시터 값과 마이크로스트립 선로의 인덕터 값의 비율을 조정하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0021] 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 의하면, 개방루프 공진기의 개방된 양 끝단에 한쪽이 접지된 직렬 공진기를 각각 추가하여 한 개씩이던 우수, 기수모드의 공진주파수를 각각 두 개씩 분화시키므로써, 두 개의 우수모드와 두 개의 기수모드를 갖는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기를 제공할 수 있다.
- [0022] 또한 본 발명에 따른 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 의하면, 개방루프 공진기의 개방된 양 끝단에 한쪽이 접지된 직렬 공진기를 각각 추가하여 두 개의 서로 다른 대역에서 각각 이단 대역통과 여파기가 되도록 설계함으로써, 두 대역 간의 저지대역에서 저지특성이 향상되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 이단 대역통과 여파기의 개방루프 공진기를 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 집중 소자로 구성된 직렬 공진기가 추가된 개방루프 공진기를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 마이크로스트립 선로와 집중소자로 구성된 직렬 공진기가 추가된 개방루프 공진기를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 직렬 공진기가 추가된 개방루프 공진기의 우수모드를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 직렬 공진기가 추가된 개방루프 공진기의 기수모드를 나타내는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 직렬 공진기가 추가된 개방루프 공진기의 삽입 손실을 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 집중 소자로 구성된 직렬 공진기의 시뮬레이션 결과와 실제 제작된 회로의 측정 결과를 비교하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명은 다양한 변형 및 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0025] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예에 대해서 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 이단 대역통과 여파기의 개방루프 공진기를 나타내는 도면이다. 도 1을 참조하면, 세 면이 막혀 있고 일 면이 개방된 사각형 모양의 개방루프 공진기(100)에 스테브(110)를 추가하여 우수모드와 기수모드의 분화를 통하여 이단 여파기를 구현할 수 있는 구조이다.
- [0027] 즉, 마이크로스트립 선로로 구성된 개방루프 공진기(100) 중심에 삽입된 스테브(101)에 의해서 단지 하나의 중심주파수와 대역폭을 조절할 수 있다.
- [0028] 그러므로, 개방루프 공진기(100)가 하나의 통과대역만을 갖으므로, 최근의 연구 방향에 역행하고 있으며 통과대역 확장에 한계가 있다.
- [0029] 따라서 이를 극복하기 위한 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 대해서 도 2를 참조하여 설명하겠다.
- [0030] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 집중 소자로 구성된 직렬 공진기가 추가된 개방루프 공진기를 나타내는 도면이다. 도 2를 참조하면, 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기는 세 면이 막혀 있고 일 면이 개방된 사각형 모양의 개방루프 공진기(200)와, 개방루프 공진기(200)의 막혀 있는 일 면의 중심부에 삽입되는 스테브(201) 및 개방루프 공진기(100)의 양 끝단에 각각 추가되며 집중 소자로 구성된 직렬 공진기(202)를 포함하여 구성된다.
- [0031] 즉, 도 1에서 설명하고 있는 이단 대역통과 여파기의 개방루프 공진기와 다르게 이중대역 대역통과 여파기의 개방루프 공진기(200)는 마이크로스트립 선로로 구성된 개방루프 공진기(200)의 양 끝단에 집중 소자로 구성된 직렬 공진기(202)가 각각 추가된다.
- [0032] 이와 같은 직렬 공진기(202)의 집중 소자는 인덕터와 커패시터의 직렬 연결로 구성되어 있으며, 일 단은 개방루프 공진기(200)와 연결되고 다른 일 단은 접지되어 있다.
- [0033] 또한, 직렬 공진기(202)가 추가된 개방루프 공진기(200)는 우수모드 한 개와 기수모드 한 개인 도 1에서 설명하고 있는 이단 대역통과 여파기의 개방루프 공진기와 다르게 우수모드 두 개와 기수모드 두 개인 총 네 개의 공진주파수를 가지게 된다.
- [0034] 이로 인하여 통과대역이 이중대역으로 확장이 가능하여 각 대역마다 이단 대역통과 여파기로 작동되고, 두 개의 대역 사이의 전송영점도 발생하므로 두 대역 간의 저지대역에서 보다 나은 저지특성을 갖는다.
- [0035] 여기서 직렬 공진기(202)가 추가된 개방루프 공진기(200)의 두 개의 우수모드와 두 개의 기수모드에 대해서는 도 4와 도 5를 참조하여 보다 상세하게 설명하겠다.
- [0036] 먼저, 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 직렬 공진기가 추가된 개방루프 공진기의 우수모드를 나타내는 도면이며, 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 직렬 공진기가 추가된 개방루프 공진기의 기수모드를 나타내는 도면이다.
- [0037] 도 4와 도 5를 참조하면, 우수모드와 기수모드에서 마이크로스트립 선로로 구성된 개방루프 공진기가 반으로만 보이며, 일 단에는 인덕터와 커패시터로 구성된 직렬 공진기가 연결되어 있다.
- [0038] 구체적으로 도 4는 우수모드에서의 개방루프 공진기를 나타내는 것으로, 입력측에서 바라본 우수모드 등가회로는 도 2에서 설명하고 있는 개방루프 공진기의 양단에 같은 전압을 인가한 모드로 정확하게 중앙부분에서 개방이 된다. 즉, 중심부에 삽입된 스테브는 절반의 두께를 가지게 된다.

[0039] 이러한 개방루프 공진기의 입력 어드미턴스는 수학적 식 1을 통해 도출할 수 있다.

수학적 식 1

$$Z_{in} = Z_0 \frac{Z_L + j Z_0 \tan \beta l}{Z_0 + j Z_L \tan \beta l}, \quad Y_{in} = \frac{1}{Z_{in}}$$

[0041] 수학적 식 1은 개방회로 수식 풀이 방법과 단락회로 수식 풀이 방법을 나타내고 있으며 수학적 식 1을 이용하면 우수 모드에서의 개방루프 공진기의 입력 어드미턴스를 해석할 수 있다.

수학적 식 2

$$Y_{in, 우수} = -\frac{1}{j Z_0 \cot(\beta(0.125\lambda)) + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}} + \frac{\cot(\beta(0.125\lambda)) + \theta_p}{j Z_0} = 0$$

[0043] 수학적 식 2는 수학적 식 1을 이용하여 우수모드에서의 개방루프 공진기의 입력 어드미턴스를 해석한 값을 나타내고 있다.

[0044] 다음으로 도 5는 기수모드에서의 개방루프 공진기를 나타내는 것으로, 입력측에서 바라본 기수모드 등가회로는 도 2에서 설명하고 있는 개방루프 공진기의 양단에 같은 크기 다른 극성의 전압을 인가한 모드로 정확하게 중앙 부분에서 전기적인 가상 접지가 생긴다. 즉, 중심부에 삽입된 스테브는 보이지 않게 되며 그대로 접지가 된다.

[0045] 이러한 기수모드에서의 개방루프 공진기의 입력 어드미턴스는 수학적 식 1을 이용하여 해석하면 수학적 식 3과 같다.

수학적 식 3

$$Y_{in, 기수} = -\frac{1}{j Z_0 \cot(\beta(0.125\lambda)) + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}} + \frac{\cot(\beta(0.125\lambda))}{j Z_0} = 0$$

[0047] 이와 같이 우수모드와 기수모드를 비교하면, 우수모드 등가회로에서는 중심부에 스테브가 존재하고 기수모드에서는 중심부에 스테브가 존재하지 않게 된다. 즉, 기수모드 등가회로는 전기적인 길이가 짧아져 주파수가 증가하게 된다. 이러한 원리로 우수모드와 기수모드의 공진주파수는 2개로 나뉜다.

[0048] 이러한 개방루프 공진기에 직렬 공진기를 추가함에 따라 우수모드와 기수모드의 공진주파수를 각각 2개씩으로 나뉘어 준다.

[0049] 즉, 개방루프 공진기는 한쪽이 접지된 직렬 공진기의 공진주파수를 개방루프 공진기의 공진주파수와 일치시키면 개방루프 공진기의 공진주파수 보다 높은 주파수에서는 직렬 공진기가 인덕터로 동작하고, 반대로 낮은 주파수에서는 직렬 공진기가 커패시터로 동작한다.

[0050] 이와 같이 각각 2개씩 나뉜 우수모드 개방루프 공진기의 입력 어드미턴스 값은 수학적 식 4 내지 5와 같다.

수학식 4

$$Y_{even1} = -\frac{1}{jZ_0 \cot(\beta(0.125\lambda + \lambda_C))} + \frac{\cot(\beta(0.125\lambda)) + \theta_p}{jZ_0} = 0$$

수학식 5

$$Y_{even2} = -\frac{1}{jZ_0 \cot(\beta(0.125\lambda + \lambda_L))} + \frac{\cot(\beta(0.125\lambda)) + \theta_p}{jZ_0} = 0$$

다음으로 각각 2개씩 나뉜 기수모드 개방루프 공진기의 입력 어디미턴스 값은 수학식 6 내지 7과 같다.

수학식 6

$$Y_{odd1} = -\frac{1}{jZ_0 \cot(\beta(0.125\lambda + \lambda_C))} + \frac{\cot(\beta(0.125\lambda))}{jZ_0} = 0$$

수학식 7

$$Y_{odd2} = -\frac{1}{jZ_0 \cot(\beta(0.125\lambda + \lambda_L))} + \frac{\cot(\beta(0.125\lambda))}{jZ_0} = 0$$

또한, 이러한 직렬 공진기의 공진 주파수에 따라 직렬공진기에 포함된 커패시터와 인덕터 값의 비율을 수학식 8 과 같이 조정할 수 있다.

수학식 8

$$\Delta = \frac{L}{C}$$

이상으로 집중 소자로 구성된 직렬 공진기가 추가된 개방루프 공진기에 대해서 설명하였다. 다음으로는 도 3을 참조하여 마이크로스트립 선로와 집중 소자로 구성된 직렬 공진기가 추가된 개방루프 공진기에 대해서 설명하겠다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 마이크로스트립 선로와 집중소자로 구성된 직렬 공진기가 추가된 개방루프 공진기를 나타내는 도면이다.

도 3을 참조하면, 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기는 세 면이 막혀있고 일 면이 개방된 사각형 모양의 개방루프 공진기(300)와, 개방루프 공진기(300)의 막혀있는 일 면의 중심부에 삽입되는 스테브(301) 및 개방루프 공진기(300)의 양 끝단에 각각 추가되며 마이크로스트립 선로 및 집중 소자로 구성된 직렬 공진기(302)를 포함하여 구성된다.

- [0061] 즉, 도 3의 개방루프 공진기(300)는 도 2의 개방루프 공진기와 다르게 직렬 공진기(302)가 집중 소자로만 구성되지 않고, 마이크로스트립 선로와 집중 소자로 구성되어 있다.
- [0062] 보다 구체적으로 직렬 공진기(302)는 인덕터 역할을 수행하는 마이크로스트립 선로와 커패시터가 서로 직렬 연결로 구성된다. 여기서 직렬 공진기(302)는 초고주파 대역에서 집중 소자인 인덕터를 사용하지 못하므로, 이를 보완하기 위해 인덕터 역할을 수행하는 마이크로스트립 선로를 이용하여 직렬 공진기(302)를 구성하였다.
- [0063] 이와 같은 직렬 공진기(302)는 도 2의 직렬 공진기와 마찬가지로 두 개의 우수모드와 두 개의 기수모드를 갖는다. 여기서 각각의 동작은 서로 동일하다.
- [0064] 즉, 우수모드와 기수모드에서 직렬 공진기(302)는 개방루프 공진기(300)의 공진주파수 보다 높은 주파수에서는 인덕터로 동작하고, 반대로 낮은 주파수에서는 커패시터로 동작한다.
- [0065] 이러한 직렬 공진기(302)의 동작은 도 2의 직렬 공진기와 동일함으로 이에 대한 구체적인 설명은 생략하겠다.
- [0066] 이상으로 마이크로스트립 선로와 집중 소자로 구성된 직렬 공진기가 추가된 개방루프 공진기에 대해서 설명하였다. 다음으로는 도 6을 참조하여 집중 소자로 구성된 직렬 공진기와 마이크로스트립 선로와 집중 소자로 구성된 직렬 공진기가 추가된 개방루프 공진기 각각에 대한 시뮬레이션 결과를 설명하겠다.
- [0067] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 직렬 공진기가 추가된 개방루프 공진기의 삽입 손실을 나타내는 도면이다. 도 6을 참조하면, 수학식 8의 델타(Δ) 값의 따라서 두 개 대역의 인접도가 변경됨을 확인할 수 있다. 즉, 직렬 공진기의 커패시터와 인덕터의 비율에 따라 두 개 대역의 인접도가 변경되는데 델타 값이 증가할 경우 두 대역의 인접도는 가까워지고 반대로 감소할 경우에는 두 대역의 인접도는 멀어지게 된다.
- [0068] 따라서, 직렬 공진기의 커패시터와 인덕터의 값의 크기 비율로 두 개 통과대역의 근접도를 조절할 수 있다. 또한, 직렬 공진기는 주파수 대역에 따라 집중 소자인 인덕터로 구현하거나 인덕터 역할을 수행하는 마이크로스트립 선로로 구현할 수 있다.
- [0069] 다음으로는 도 7을 참조하여 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 필터의 시뮬레이션 및 측정 결과에 대해서 설명하겠다.
- [0070] 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 집중 소자로 구성된 직렬 공진기의 시뮬레이션 결과와 실제 제작된 회로의 측정 결과를 비교하는 도면이다.
- [0071] 도 7을 참조하면, 집중 소자로 구성된 직렬 공진기의 시뮬레이션 결과 이중대역 이단 대역통과 여파기로 동작하는 것을 확인할 수 있으며, 이를 실제 회로로 구현하여 측정한 결과에서도 동일하게 이중대역 이단 대역통과 여파기로 동작하고 있음을 확인할 수 있다.
- [0072] 또한 시뮬레이션 결과와 실제 측정 결과에서도 두 개 통과대역에서 각각 우수모드와 기수모드의 공진점이 2개씩 존재하는 것을 확인할 수 있으며, 두 개 대역 사이에 삽입 손실은 -40dB 이하로 정확한 대역저지가 이루어짐을 확인할 수 있다.
- [0073] 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 의하면, 개방루프 공진기의 개방된 양 끝단에 한쪽이 접지된 직렬 공진기를 각각 추가하여 한 개씩이던 우수, 기수모드의 공진주파수를 각각 두 개씩 분화시키므로써, 두 개의 우수모드와 두 개의 기수모드를 갖는 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기를 제공할 수 있다.
- [0074] 또한 본 발명에 따른 개방루프 공진기를 이용한 이중대역 대역통과 여파기에 의하면, 개방루프 공진기의 개방된 양 끝단에 한쪽이 접지된 직렬 공진기를 각각 추가하여 두 개의 서로 다른 대역에서 각각 이단 대역통과 여파기가 되도록 설계함으로써, 두 대역 간의 저지대역에서 저지특성이 향상되는 효과가 있다.
- [0075] 본 명세서에 기재된 본 발명의 실시 예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시 예에 관한 것이고, 발명의 기술적 사상을 모두 포괄하는 것은 아니므로, 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형 예들이 있을 수 있음을 이해해야 한다. 따라서 본 발명은 상술한 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 권리범위 내에 있게 된다.

부호의 설명

[0076]

100, 200, 300: 개방루프 공진기

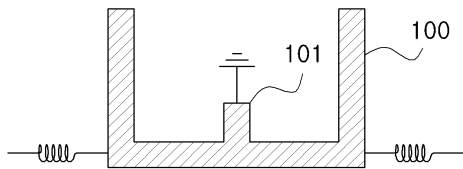
101, 201, 301: 구조물/스터브

202: 집중 소자로 구성된 직렬 공진기

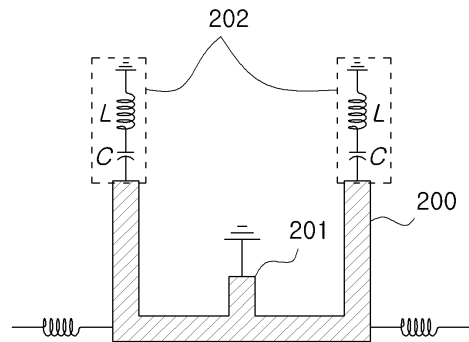
302: 마이크로스트립 선로와 집중 소자로 구성된 직렬 공진기

도면

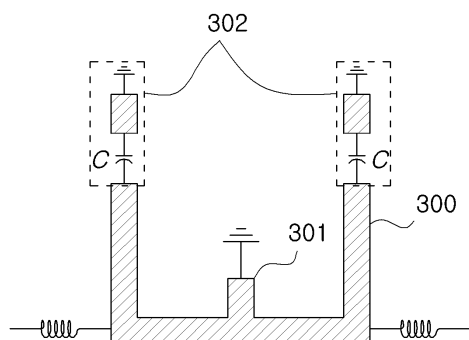
도면1



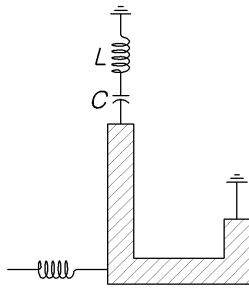
도면2



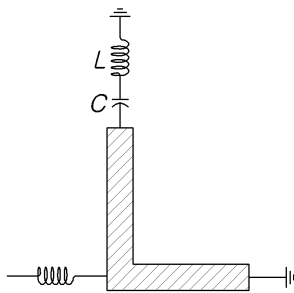
도면3



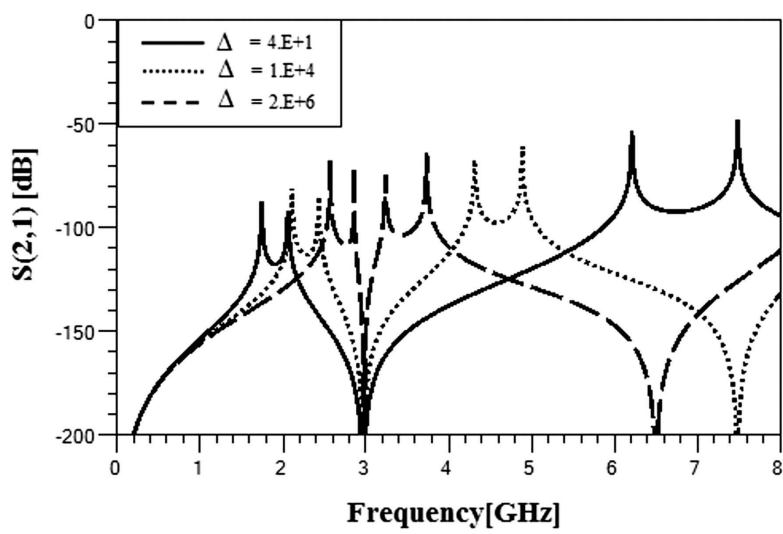
도면4



도면5



도면6



도면7

