

특허청구의 범위

청구항 1

두 개의 입력부;

상기 입력부 각각에 대한 출력부;

두 개의 제 1 병렬공진기를 직렬로 연결한 직렬부;

상기 직렬부와 병렬로 연결한 제 1 직렬공진기; 및

제 2 병렬공진기와 제 2 직렬공진기를 병렬로 연결한 병렬부를 포함하고,

상기 직렬부를 이용하여 상기 두 개의 입력부를 연결하는 것을 특징으로 하는 평형 듀얼밴드 대역통과필터.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 평형 듀얼밴드 대역통과필터는 차동신호 입력시 듀얼밴드 주파수 특성을 갖고, 공통신호 입력시 대역저지 주파수 특성을 갖는 것을 특징으로 하는 평형 듀얼밴드 대역통과필터.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 입력부와 상기 직렬부, 상기 직렬부와 상기 병렬부, 및 상기 병렬부와 상기 출력부는 커플링 소자를 이용하여 연결하는 것을 특징으로 하는 평형 듀얼밴드 대역통과필터.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 커플링소자에 의해 낮은 대역통과 대역폭이 결정되고, 상기 병렬부에 의해 높은 대역통과 대역폭이 결정되는 것을 특징으로 하는 평형 듀얼밴드 대역통과필터.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 커플링 소자는 인덕터 또는 커패시터로 구현되는 것을 특징으로 하는 평형 듀얼밴드 대역통과필터.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 커플링 소자는 커플드라인(coupled-line)에 의해 구현되는 것을 특징으로 하는 평형 듀얼밴드 대역통과필터.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 병렬공진기, 상기 제 1 직렬공진기, 상기 제 2 병렬공진기, 또는 상기 제 2 직렬공진기는 인덕터 및 커패시터로 구현되는 것을 특징으로 하는 평형 듀얼밴드 대역통과필터.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 병렬공진기, 상기 제 1 직렬공진기, 상기 제 2 병렬공진기, 또는 상기 제 2 직렬공진기는 비대칭 커플드라인으로 구현되는 것을 특징으로 하는 평형 듀얼밴드 대역통과필터.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 직렬부 및 상기 제 1 직렬공진기는 오픈 스텝(stub)으로 구현되고, 상기 병렬부는 오픈 스텝 및 쇼트 스텝으로 구현되는 것을 특징으로 하는 평형 듀얼밴드 대역통과필터.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항의 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 포함하는 RF 송수신 장치.

청구항 11

두 개의 입력부;

상기 입력부 각각에 대한 출력부; 및

다단의 공진부를 포함하고,

상기 다단의 공진부를 이용하여 상기 입력부와 출력부를 연결하며,

상기 각 공진부는,

두 개의 제 1 병렬공진기를 직렬로 연결한 직렬부;

상기 직렬부와 병렬로 연결한 제 1 직렬공진기; 및

제 2 병렬공진기와 제 2 직렬공진기를 병렬로 연결한 병렬부를 포함하는 것을 특징으로 하는 평형 멀티밴드 대역통과필터.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 평형 멀티밴드 대역통과필터는 차동신호 입력시 멀티밴드 주파수 특성을 갖고, 공통신호 입력시 대역저지 주파수 특성을 갖는 것을 특징으로 하는 평형 멀티밴드 대역통과필터.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 입력부와 상기 공진부, 및 상기 공진부와 상기 출력부는 커플링 소자를 이용하여 연결하는 것을 특징으로 하는 평형 멀티밴드 대역통과필터.

청구항 14

제 11 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항의 평형 멀티밴드 대역통과필터를 포함하는 RF 송수신 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 평형 듀얼밴드 대역통과필터에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 직렬공진기 및 병렬공진기를 이용하여 듀얼밴드 주파수 특성을 갖는 평형 듀얼밴드 대역통과필터에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 현재 통신 시스템은 주변 잡음에 대한 높은 면책 때문에 평형 RF 소자에 대한 필요성이 높아지고 있다. 따라서, 평형타입 회로에 듀얼밴드 대역통과필터를 이용하는 필요도 존재한다. 하지만, RF 소자에서의 이러한 트랜즈에도 불구하고, 평형 듀얼밴드 대역통과필터는 집중적인 개발이 이루어지지 않았다. 종래 기술로, 커플드 SIR을 이용하여 구현된 평형 듀얼밴드 대역통과필터가 있다. 상기 구조에서, 목표하는 차동신호는 SIR의 길이비율 및

저항을 제어함으로써, 쉽게 얻어질 수 있는 반면, 공통신호 억제 레벨은 커플드 대역저지 특성을 통해 실현된다. 하지만, 두 통과대역의 대역폭을 동시에 제어하는 것에 문제가 존재한다.

[0003] 본 발명에 대한 선행문헌으로는 "가변 대역 통과 필터를 이용한 다중 주파수 대역 송수신장치(공개번호: 특 2003-0058414)" 등이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 직렬공진기 및 병렬공진기를 이용하여 듀얼밴드 주파수 특성을 갖는 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 직렬공진기 및 병렬공진기를 이용하여 멀티밴드 주파수 특성을 갖는 평형 멀티밴드 대역통과필터를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은 첫 번째 과제를 해결하기 위하여, 두 개의 입력부; 상기 입력부 각각에 대한 출력부; 두 개의 제 1 병렬공진기를 직렬로 연결한 직렬부; 상기 직렬부와 병렬로 연결한 제 1 직렬공진기; 및 제 2 병렬공진기와 제 2 직렬공진기를 병렬로 연결한 병렬부를 포함하고, 상기 직렬부를 이용하여 상기 두 개의 입력부를 연결하는 것을 특징으로 하는 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 제공한다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 평형 듀얼밴드 대역통과필터는 차동신호 입력시 듀얼밴드 주파수 특성을 갖고, 공통신호 입력시 대역저지 주파수 특성을 갖는 것을 특징으로 하는 평형 듀얼밴드 대역통과필터일 수 있다.

[0008] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 입력부와 상기 직렬부, 상기 직렬부와 상기 병렬부, 및 상기 병렬부와 상기 출력부는 커플링 소자를 이용하여 연결할 수 있으며, 상기 커플링소자에 의해 낮은 대역통과 대역폭이 결정되고, 상기 병렬부에 의해 높은 대역통과 대역폭이 결정될 수 있고, 상기 커플링 소자는 인덕터 또는 커패시터로 구현되거나, 상기 커플링 소자는 커플드라인(coupled-line)에 의해 구현되는 것을 특징으로 하는 평형 듀얼밴드 대역통과필터일 수 있다.

[0009] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 제 1 병렬공진기, 제 1 직렬공진기, 제 2 병렬공진기, 또는 제 2 직렬공진기는 인덕터 및 커패시터로 구현될 수 있으며, 상기 직렬부 및 상기 직렬공진기는 오픈 스텝(stub)으로 구현되고, 상기 병렬부는 오픈 스텝 및 쇼트 스텝으로 구현되는 것을 특징으로 하는 평형 듀얼밴드 대역통과필터일 수 있다.

[0010] 또한, 상기 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 포함하는 RF 송수신 장치를 제공할 수 있다.

[0011] 본 발명은 두 번째 과제를 해결하기 위하여, 두 개의 입력부; 상기 입력부 각각에 대한 출력부; 및 다단의 공진부를 포함하고, 상기 다단의 공진부를 이용하여 상기 입력부와 출력부를 연결하며, 상기 각 공진부는, 두 개의 제 1 병렬공진기를 직렬로 연결한 직렬부; 상기 직렬부와 병렬로 연결한 제 1 직렬공진기; 및 제 2 병렬공진기와 제 2 직렬공진기를 병렬로 연결한 병렬부를 포함하는 것을 특징으로 하는 평형 멀티밴드 대역통과필터를 제공한다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 평형 멀티밴드 대역통과필터는 차동신호 입력시 멀티밴드 주파수 특성을 갖고, 공통신호 입력시 대역저지 주파수 특성을 갖는 것을 특징으로 하는 평형 멀티밴드 대역통과필터일 수 있다.

[0013] 또한, 상기 평형 멀티밴드 대역통과필터를 포함하는 RF 송수신 장치를 제공할 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 따르면, 듀얼밴드 통과대역 특성을 가지면서 차동 소자들과 연동하기 위한 평형형태 입출력 구조를 제공할 수 있다. 또한, 다중 대역 통신 시스템에 사용되어 시스템의 크기를 줄이고 다중 통신 시스템 구현을 용이하게 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 도시한 것이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 평형 멀티밴드 대역통과필터를 도시한 것이다.
 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 평형 멀티밴드의 공진부를 도시한 것이다.
 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 도시한 것이다.
 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 평형 멀티밴드 대역통과필터를 도시한 것이다.
 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 평형 멀티밴드에 차동신호가 입력되었을 때의 주파수 특성이다.
 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 평형 멀티밴드에 공통신호가 입력되었을 때의 주파수 특성이다.
 도 8은 비대칭 커플드라인(coupled-line)을 도시한 것이다.
 도 9는 비대칭 커플드라인에 따른 주파수 특성이다.
 도 10은 차동신호에 대한 듀얼밴드 대역통과필터를 도시한 것이다.
 도 11은 입력/출력 커플드라인(coupled-line)을 도시한 것이다.
 도 12는 스텝으로 구현된 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 본 발명에 관한 구체적인 내용의 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안의 개요 혹은 기술적 사상의 핵심을 우선 제시한다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 평형 듀얼밴드 대역통과필터는 두 개의 입력부, 상기 입력부 각각에 대한 출력부, 두 개의 제 1 병렬공진기를 직렬로 연결한 직렬부, 상기 직렬부와 병렬로 연결한 제 1 직렬공진기, 및 제 2 병렬공진기와 제 2 직렬공진기를 병렬로 연결한 병렬부를 포함하고, 상기 직렬부를 이용하여 상기 두 개의 입력부를 연결하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있는 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.
- [0019] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 당해 도면에 대한 설명시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다. 아울러 본 발명의 바람직한 실시예에 대한 동작 원리를 상세하게 설명함에 있어 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명 그리고 그 이외의 제반 사항이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 도시한 것이다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 평형 듀얼밴드 대역통과필터(100)는 입력부(110), 출력부(120), 직렬부(130), 제 1 직렬 공진기(140), 병렬부(150), 및 커플링 소자(160)로 구성되고, 직렬부(130)는 제 1 병렬공진기로 구성되며, 병렬부(150)는 제 2 병렬공진기(151) 및 제 2 직렬공진기(152)로 구성된다.
- [0022] 입력부(110)는 평형형태로 연결되는 두 개의 입력부(110)로 구성된다.
- [0023] 보다 구체적으로, 차동신호 및 공통신호를 구현하기 위하여, 두 개의 입력부(110)를 통해, 입력신호가 입력된다. 입력되는 신호에 따라 평형 듀얼밴드 대역통과필터(100)의 기능이 달라진다.
- [0024] 출력부(120)는 입력부(110)의 입력에 대한 신호가 출력된다.
- [0025] 보다 구체적으로, 입력부(110)를 통해 입력되는 신호에 따라 차동신호에 대한 출력 또는 공통신호에 대한 출력

이 출력된다.

- [0026] 직렬부(130)는 두 개의 제 1 병렬공진기(131)를 직렬로 연결하여 구현되고, 제 1 직렬공진기(140)는 직렬부(130)와 병렬로 연결된다, 병렬부(150)는 제 2 병렬공진기(151) 및 제 2 직렬공진기(152)를 병렬로 연결하여 구현된다.
- [0027] 보다 구체적으로, 병렬공진기와 직렬공진기의 연결 형태에 따라 직렬부(130)와 병렬부(150)로 나눌 수 있다. 직렬부(130)는 제 1 병렬공진기를 직렬로 연결함으로써, 두 개의 입력부(110)를 연결함과 동시에 공통신호가 입력될 때의 주파수 특성에 관련된다. 제 1 직렬공진기(140)는 직렬부(130)와 병렬로 연결된다. 병렬부(150)는 제 2 병렬공진기(151)와 제 2 직렬공진기(152)가 병렬로 연결되어 구현되며, 차동신호가 입력될 때의 주파수 특성에 관련된다. 즉, 입력부(110)는 직렬부(130)와 제 1 직렬공진기(140)의 병렬연결을 거쳐 병렬부와 연결된 후, 출력부로 이어지는 형태를 갖는다. 두 개의 입력부(110)는 평형형태로 직렬부(130)에 의해 연결된다. 제 1 병렬공진기(131), 제 1 직렬공진기(140), 제 2 병렬공진기(151), 및 제 2 직렬공진기(152)는 인덕터 및 커패시터로 구현될 수 있다. 인덕터와 커패시터를 병렬로 연결함으로써, 공진주파수를 갖는 병렬공진기를 구현할 수 있으며, 인덕터와 커패시터를 직렬로 연결함으로써, 공진주파수를 갖는 직렬공진기를 구현할 수 있다. 또는 다른 형태의 공진기를 이용하여 구현할 수도 있다.
- [0028] 커플링 소자(160)는 각 구성을 연결한다.
- [0029] 보다 구체적으로, 입력부(110)와 직렬부(130), 직렬부(130)와 병렬부(150), 및 병렬부(150)와 출력부(120)는 커플링 소자(160)를 통해 연결된다. 커플링 소자는 인덕터 또는 커패시터로 구현될 수 있으며, 커플드라인(coupled-line)에 의해 구현될 수도 있다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 평형 듀얼밴드 대역통과필터(100)는 상기 구성에 의해, 차동신호 입력시 듀얼밴드 주파수 특성을 갖고, 공통신호 입력시 대역저지 주파수 특성을 갖는다.
- [0031] 보다 구체적으로, 입력부(110)에 차동신호가 입력되면, 상기 구성들에 의해, 듀얼밴드 대역통과 주파수 특성을 갖는 출력이 출력되고, 입력부(110)에 공통신호가 입력되면, 상기 구성들에 의해, 대역저지 주파수 특성을 갖는 출력이 출력된다.
- [0032] 상기, 듀얼밴드 대역통과 차동신호 따른 주파수 특성을 결정하는 두 개의 대역통과 대역폭은 커플링 소자(160) 및 병렬부(150)에 의해 결정된다. 즉, 커플링 소자(160)에 의해 낮은 대역통과 대역폭이 결정되고, 병렬부(150)에 의해 높은 대역통과 대역폭이 결정된다.
- [0033] 상기 제 1 병렬공진기, 상기 제 1 직렬공진기, 상기 제 2 병렬공진기, 또는 상기 제 2 직렬공진기는 비대칭 커플드라인으로 구현될 수 있으며, 직렬부(130) 및 제 1 직렬공진기(152)는 오픈 스텝(stub)으로 구현되고, 병렬부(150)는 오픈 스텝 및 쇼트 스텝으로 구현될 수 있다. 비대칭 커플라인을 이용하는 구성에 대해서는 도 8 내지 도 11에서 자세히 다루도록 한다.
- [0034] 상기와 같이, 구성되는 평형 듀얼밴드 대역통과필터는 RF 송수신 장치로 이용할 수 있다. 통신시스템에서, 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 이용하는 경우, 다중 대역 통신이 가능한바, 시스템의 크기를 줄이고, 다중 통신 시스템의 구현이 용이하다. RF 송수신 장치뿐만 아니라, 다중 대역을 필요로 하는 통신장치에 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 이용할 수 있다.
- [0035] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 평형 멀티밴드 대역통과필터를 도시한 것이고, 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 평형 멀티밴드 대역통과필터의 공진부를 도시한 것이다.
- [0036] 본 발명의 일 실시예에 따른 평형 멀티밴드 대역통과필터(200)는 입력부(110), 출력부(120), 및 다단의 공진부(210)로 구성되고, 각 공진부(210)는 직렬부(130), 제 1 직렬공진기(140), 및 병렬부(150)로 구성되고, 직렬부

(130)는 제 1 병렬공진기(131)로 구성되며, 병렬부(150)는 제 2 병렬공진기(151) 및 제 2 직렬공진기(152)로 구성된다.

[0037] 공진부(210)를 다단으로 연결함으로써, 듀얼밴드 이상의 평형 멀티밴드 대역통과필터를 구현할 수 있다. 공진부(210)는 두 개의 제 1 병렬공진기(131)를 직렬로 연결한 직렬부(130), 직렬부(130)와 병렬로 연결한 제 1 직렬공진기(140), 및 제 2 병렬공진기(151)와 제 2 직렬공진기(152)를 병렬로 연결한 병렬부(150)로 구성된다.

[0038] 보다 구체적으로, 본 발명의 실시예에 따른 평형 멀티밴드 대역통과필터(200)의 구성은 공진부(210)를 다단으로 연결하는 것 이외에는, 도 3에서와 같이, 도 1의 평형 듀얼밴드 대역통과필터(100)의 형태에 대응한다. 따라서, 대응하는 구성에 대한 상세한 설명은 도 1의 평형 듀얼밴드 대역통과필터(100)의 상세한 설명으로 대신한다.

[0039] 본 발명의 실시예에 따른 평형 멀티밴드 대역통과필터(200)는 차동신호 입력시 멀티밴드 주파수 특성을 갖고, 공통신호 입력시 대역저지 주파수 특성을 갖을 수 있으며, 입력부(110)와 공진부(210), 및 공진부(210)와 출력부(120)는 커플링 소자를 이용하여 연결할 수 있다. 각 공진부(210)가 갖는 대역폭을 제어함으로써, 멀티밴드 대역통과 필터의 역할을 수행할 수 있다.

[0040] 상기와 같이, 구성되는 평형 멀티밴드 대역통과필터는 RF 송수신 장치로 이용할 수 있다. 통신시스템에서, 평형 멀티밴드 대역통과필터를 이용하는 경우, 다중 대역 통신이 가능한바, 시스템의 크기를 줄이고, 다중 통신 시스템의 구현이 용이하다. RF 송수신 장치뿐만 아니라, 다중 대역을 필요로 하는 통신장치에 평형 멀티밴드 대역통과필터를 이용할 수 있다.

[0041] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 도시한 것이다.

[0042] 도 4의 평형 듀얼밴드 대역통과필터는 도 1의 평형 듀얼밴드에 대응하는 것으로, 제 1 직렬공진기, 및 병렬부(150)의 제 2 병렬공진기(151) 제 2 직렬공진기(152)는 접지되어 있고, 직렬부(130)의 제 1 병렬공진기(131)는 접지되어 있지 않고, 직렬로 연결되어, 입력부(P₁, P'₁)을 연결하는 것을 볼 수 있다. 입력부를 직렬부(130)로 연결함으로써, 차동신호 및 공통신호에서 각 주파수 특성을 나타낼 수 있다.

[0043] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 평형 멀티밴드 대역통과필터를 도시한 것이다.

[0044] 도 5의 평형 멀티밴드 대역통과필터는 도 2의 평형 멀티밴드에 대응하는 것으로, 도 4의 평형 듀얼밴드의 공진부를 다단으로 연결하여 구현된다. 공진부를 다단으로 연결함으로써, 듀얼 이상의 멀티밴드 대역통과특성을 나타낸다.

[0045] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 평형 멀티밴드에 차동신호가 입력되었을 때의 주파수 특성이고, 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 평형 멀티밴드에 공통신호가 입력되었을 때의 주파수 특성이다.

[0046] 차동신호가 입력되었을 때는 도 6과 같이, 듀얼밴드 주파수 특성이 나타나며, 공통신호가 입력되면, 도 7과 같이, 대역저지 주파수 특성이 나타나는 것을 알 수 있다.

[0047] 도 8 내지 도 14에서는 비대칭 스텝을 이용한 평형 듀얼밴드 대역통과필터 구현에 대해 살펴보도록 한다. 강화된 공통신호 억제 레벨을 제공하기 위하여, 비대칭 커플드라인을 이용하여 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 구현할 수 있다. 비대칭 커플드라인은 고유의 대역저지 특성을 가지고 있는바, 향상된 공통신호 성능을 낼 수 있다. 그러므로, 추가적인 스텝이나, 집중정수소자 없이 공통신호 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 두 개의 통과대역을 갖는 비대칭 커플드라인은 차동신호에서 평형 필터의 듀얼밴드 응답을 구현하는데 이용할 수도 있다. 상기 비대칭 커플드라인을 이용하는 구성을 이하 자세히 다루도록 한다.

[0048] 도 8은 비대칭 커플드라인(asymmetrical coupled-line)을 도시한 것이다.

[0049] 비대칭 커플드라인을 이용하는 경우의 차동신호 및 공통신호 성능에 대해 설명하도록 한다.

[0050] 보다 구체적으로, 도 8(a)의 비대칭 커플드라인은 오픈스텝(a, open stub)와 쇼트 스텝(b, short stub)으로 구성되며, 도 8(a)의 비대칭 커플드라인의 어드미턴스(Y) 행렬은 다음 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{T11} & Y_{T12} \\ Y_{T21} & Y_{T22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

where,

$$Y_{T11} = j \frac{Y_{0o}^a + Y_{0s}^a}{2} \tan \theta$$

$$Y_{T12} = j \frac{Y_{0o}^a - Y_{0s}^a}{2} \tan \theta$$

$$Y_{T21} = j \frac{Y_{0o}^b - Y_{0s}^b}{2} \tan \theta$$

$$Y_{T22} = -j \frac{Y_{0o}^b + Y_{0s}^b}{2} \cot \theta + j \frac{(Y_{0o}^b - Y_{0s}^b)(Y_{0o}^a - Y_{0s}^a)}{Y_{0o}^a + Y_{0s}^a} \csc 2\theta$$

[0051]

[0052] 도 8(b)의 비대칭 커플드라인은 쇼트 스텝(a, b)으로 구성되며, 도 8(b)의 비대칭 커플드라인의 어드미턴스(Y) 행렬은 다음 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{P11} & Y_{P12} \\ Y_{P21} & Y_{P22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

where,

$$Y_{P11} = j \frac{-2(Z_{0s}^b + Z_{0o}^b)}{\Delta} \tan \theta$$

$$Y_{P12} = j \frac{2(Z_{0s}^a - Z_{0o}^a)}{\Delta} \tan \theta$$

$$Y_{P21} = j \frac{2(Z_{0s}^b - Z_{0o}^b)}{\Delta} \tan \theta$$

$$Y_{P22} = j \frac{-2(Z_{0s}^a + Z_{0o}^a)}{\Delta} \tan \theta$$

[0053]

where,

$$\Delta = (Z_{0e}^a + Z_{0o}^a)(Z_{0e}^b + Z_{0o}^b) - (Z_{0e}^a - Z_{0o}^a)(Z_{0e}^b - Z_{0o}^b)$$

[0054]

[0055]

도 8(c)와 도 8(d)는 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 위한 비대칭 커플드라인을 도시한 것이다. 도 8(c)의 비대칭 커플드라인은 두 개의 도 8(a)의 회로를 병렬로 연결함으로써 구현한 것이고, 도 8(c)의 비대칭 커플드라인은 도 8(a)와 도 8(b)의 회로를 병렬로 연결함으로써 구현한 것이다. 도 8(c)의 비대칭 커플드라인의 등가회로의 파라미터는 수학식 1에 기초하여 다음 수학식 3 내지 4와 같이 유도될 수 있다.

수학식 3

$$2Y_{T21} = j \frac{Y_{0o}^a - Y_{0e}^a + Y_{0o}^b - Y_{0e}^b}{2} \tan \theta = jY_{C1} \tan \theta$$

[0056]

수학식 4

$$Y_{T11} - Y_{T12} + Y_{T22} - Y_{T21} = -j \frac{Y_{0o}^b Y_{0e}^a + Y_{0e}^b Y_{0o}^a}{Y_{0o}^a + Y_{0e}^a} \cot \theta +$$

$$jY_{0e}^a \left(\frac{Y_{0o}^a + Y_{0e}^a - Y_{0o}^b + Y_{0e}^b}{Y_{0o}^a + Y_{0e}^a} \right) \tan \theta = -jY_S \cot \theta + jY_{C1} \tan \theta$$

[0057]

[0058]

수학식 3으로부터 직렬 오픈 스틱이 도출될 수 있고, 수학식 4로부터 분로(shunt) 오픈 스틱과 분로 쇼트 스틱 간의 병렬 연결이 도출할 수 있다. 그러므로, 도 8(c)의 비대칭 커플드라인의 등가회로는 도 8(d)와 같이 구현할 수 있다. 반면, 도 8(e)의 비대칭 커플드라인의 등가회로의 파라미터는 수학식 1 내지 2에 기초하여 다음 수학식 5 내지 7과 같이 유도될 수 있다.

수학식 5

$$Y_{T12} + Y_{P21} = j \left(\frac{Y_{0o}^a - Y_{0e}^a}{2} + \frac{2(Z_{0e}^b - Z_{0o}^b)}{\Delta} \right) \tan \theta = jY_{C2} \tan \theta$$

[0059]

수학식 6

$$Y_{T22} - Y_{T21} + Y_{P11} - Y_{P12} \\ = -j \frac{Y_{0o}^b Y_{0e}^a + Y_{0e}^b Y_{0o}^a}{Y_{0o}^a + Y_{0e}^a} \cot \theta - j \left(\frac{Y_{0e}^a (Y_{0o}^b - Y_{0e}^b)}{(Y_{0o}^a + Y_{0e}^a)} + \frac{2(Z_{0e}^b + Z_{0o}^b + Z_{0e}^a - Z_{0o}^a)}{\Delta} \right) \tan \theta = -jY_s \cot \theta + jY_{O2} \tan \theta$$

[0060]

수학식 7

$$Y_{T11} - Y_{T12} + Y_{P22} - Y_{P21} \\ = j \left(Y_{0e}^a - \frac{2(Z_{0e}^a + Z_{0o}^a + Z_{0e}^b - Z_{0o}^b)}{\Delta} \right) \tan \theta = jY_{O3} \tan \theta$$

[0061]

[0062]

수학식 5로부터 직렬 오픈 스텝이 도출될 수 있고, 수학식 6으로부터 분로 오픈 스텝과 분로 쇼트 스텝 간의 병렬 연결이 도출될 수 있으며, 수학식 7로부터 분로 오픈 스텝이 도출될 수 있다. 따라서, 도 8(e)의 비대칭 커플드라인의 등가회로는 도 8(f)와 같이 구현할 수 있다. 도 8(d)와 도 8(f)는 ADS(Advandec Design System in Agilent)를 이용하여 시뮬레이션할 수 있다. 도 9와 같이, 도 8(d)의 회로는 듀얼밴드 특성을 가지며, 도 8(f)의 회로는 대역저지 특성을 갖는다. 그러므로, 평형 듀얼밴드 대역통과필터는 차동신호 응답을 위한 회로는 도 8(c)의 비대칭 커플드라인을 이용하여 구현될 수 있으며, 공통신호 응답을 위한 회로는 도 8(e)의 비대칭 커플드라인을 이용하여 구현될 수 있음을 알 수 있다.

[0063]

도 10은 차동신호에 대한 듀얼밴드 대역통과필터를 도시한 것이다.

[0064]

비대칭 커플드라인을 이용하여 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 디자인하기는 어려운바, 이와 등가인 집중정수소자를 이용하여 차동신호 응답에 대한 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 디자인하는 방법을 설명하도록 한다.

[0065]

수학식 3 내지 7을 이용하여, 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 디자인할 수 있다. 하지만, 커플드라인의 수학식에 기초한 디자인과정은 매우 복잡하다. 따라서, 평형 듀얼밴드 대역통과필터의 차동신호 응답을 디자인하는데 커플드라인을 이용한 것과 등가이고, 집중정수소자를 이용하는 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 이용할 수 있다. 상기 집중정수소자를 이용한 회로는 도 10(a)와 같이, 커플링소자(C_{12}), 병렬공진기(C_p 및 L_p), 및 직렬공진기(C_s 및 L_s)로 구성된다. 도 8(d)의 직렬 오픈 스텝은 도 10(a)의 커플링 소자(C_{12})로 등가될 수 있다. 도 10(a)의 병렬공진기(C_p 및 L_p)와 직렬공진기(C_s 및 L_s)는 각각 도 8(d)의 분로 쇼트 스텝과 분로 오픈 스텝으로 표현될 수 있다. 그러므로, 도 8(d)의 커플드라인을 적용한 평형 듀얼밴드 대역통과필터의 차동신호에 대한 회로는 도 10(a)의 회로와 같이 디자인할 수 있다.

[0066]

도 10(a)의 커플링 소자들은 낮은 통과대역의 대역폭을 결정하는데 사용되고, 도 10(a)에서 보는 바와 같이, 높은 통과대역의 대역폭은 공진기의 파라미터들에 의해 제어되는바, 집중정수소자를 이용한 듀얼밴드 대역통과필터는 대역폭을 제어하기에 적합하다. 도 10(a)의 평형 듀얼밴드 대역통과필터의 파라미터들은 도 10(b)의 낮은 대역폭 및 높은 대역폭의 각 특징에 따른 싱글밴드 대역통과필터에 기초하여 유도된다. L_p, C_p, L_s, C_s , 및 C_{12} 는 다음 수학식 8 내지 13와 같다.

수학식 8

$$C_S = C_L \left(1 - \omega_L^2 \left/ \left(\omega_H^2 \frac{C_L L_H \omega_L^2 + 1}{\omega_H^2 C_L L_H + 1} \right) \right. \right)$$

[0067]

수학식 9

$$L_S = \frac{1}{\omega_S^2 C_S}$$

[0068]

수학식 10

$$L_P = L_L \left(1 - \omega_L^2 \left/ \left(\omega_H^2 \frac{C_H L_L \omega_L^2 + 1}{\omega_H^2 C_H L_L + 1} \right) \right. \right)$$

[0069]

수학식 11

$$C_P = \frac{1}{\omega_P^2 L_P}$$

[0070]

수학식 12

$$C_{12} = C_{L12}$$

[0071]

수학식 13

$$L_H = \frac{BW_H^2}{g_1 g_2 C_{L12}^2 \omega_U^6 L_H}$$

[0072]

[0073]

여기서,

[0074]

ω_L 및 ω_H 는 각각 낮은 통과대역 및 높은 통과대역의 중심주파수이다. g_1 및 g_2 는 저대역통과기준값이고, BW_H 는 높은 통과대역의 대역폭이다. 하지만, 입력/출력 커플링 커패시터를 대신하여 인덕터(L_{01})을 이용하기 때문에 도 10(b)의 L_{01} 를 도출하는 식이 필요하다. L_{01} 의 식은 다음 수학식 14 내지 15와 같이 유도된다.

수학식 14

$$L_{01} = L_{L01}$$

[0075]

수학식 15

$$C_H = \frac{Y_0 g_0 g_1}{BW_H (\omega_H^2 L_{L01}^2 Y_0^2 + 1)}$$

[0076]

[0077]

두 개의 듀얼밴드 통과대역필터는 수학식 8 내지 15에 기초하여 디자인할 수 있다. 필터는 0.01dB 리플 레벨을 갖는 이차 체비셰프(Chebyshev) 타입일 수 있다. 제 1 필터는 비대역폭(FBW, fractionla bandwidth) 7.5%의 중심주파수 2.4GHz, 비대역폭 5%의 중심주파수 3.57GHz를 갖도록 디자인될 수 있다. 제 2 필터는 비대역폭(FBW, fractionla bandwidth) 7.5%의 중심주파수 2.4GHz, 비대역폭 6.16%의 중심주파수 3.57GHz의 두 통과대역을 갖도록 디자인될 수 있다. 수학식 8 내지 15에 의해서 제 1 필터의 파라미터들은 $L_{01} = 0.408$ nH, $C_{12} = 1.37$ pF, $LP = 0.206$ nH, $CP = 15.7$ pF, $CS = 1.84$ pF, $LS = 1.36$ nH로 유도된다. 제 2 필터의 파라미터들은 $L_{01} = 0.408$ nH, $C_{12} = 1.37$ pF, $LP = 0.269$ nH, $CP = 10.7$ pF, $CS = 1.63$ pF, $LS = 1.67$ nH로 유도된다. 도 10(c)와 같이, 도 8(a)의 혼합공진기의 파라미터들을 변화시킴으로써 높은 통과대역의 대역폭은 조절될 수 있다. 반면에, 커플링 소자(L_{01} 및 C_{12})의 고정된 값에 의해서 낮은 통과대역의 대역폭은 고정되어 있다. 상기와 같은 이유로 대역폭 조절이 가능한 평형 듀얼밴드 통과대역필터는 구현될 수 있다.

[0078]

도 11은 입력/출력 커플드라인(coupled-line)을 도시한 것이다.

[0079]

입력부 및 출력부에 연결된 커플링 소자를 구현하는 입력/출력 커플드라인 구조에 대해 설명하도록 한다.

[0080]

도 11(a)와 같이, 도 10(a)의 커플드라인은 입력/출력 커플링소자(L_{01})를 구현하기 위하여 이용된다. 도 11(b)와 같이, 상기 커플드라인의 등가회로는 전송 선로(Z_{0i} 및 θ_i)와 인덕터(L_{01})로 구성된다. 도 11(b)의 전송 선로는 도 10(a)에서의 소스/로드 저항인 Y_0 의 특정 임피던스를 가진다. 따라서, 다음 수학식 16 내지 17을 만족한다.

수학식 16

$$j \frac{(Z_{oei} - Z_{ooi})^2}{2(Z_{oei} + Z_{ooi})} \tan \theta_i = j \omega L_{01}$$

[0081]

수학식 17

$$\frac{Z_{oei} Z_{ooi}}{(Z_{oei} + Z_{ooi})} = \frac{1}{Y_0}$$

[0082]

[0083]

Z_{oei} 및 Z_{ooi} 는 다음 수학식 18 내지 19와 같이 유도될 수 있다.

수학식 18

$$Z_{oei} = \left(\frac{1}{Y_0} + \frac{\omega L_{01}}{\tan \theta_i} \right) + \sqrt{\left(\frac{\omega L_{01}}{\tan \theta_i} \right) \left(\frac{\omega L_{01}}{\tan \theta_i} + \frac{1}{Y_0} \right)}$$

[0084]

수학식 19

$$Z_{ooi} = \frac{Z_{oei}}{\left(1 + \frac{2Y_0 \omega L_{01}}{\tan \theta_i} \right) + 2 \sqrt{\left(\frac{Y_0 \omega L_{01}}{\tan \theta_i} \right) \left(\frac{Y_0 \omega L_{01}}{\tan \theta_i} + 1 \right)}}$$

[0085]

[0086] 수학식 18 내지 19 및 3GHz에서 30도의 θ_i 와 제 2 필터에 의해 도출되는 0.408nH의 L_{01} 을 갖는 도 11(b)의 회로에 기초하여 디자인되는 도 11(a)의 커플드라인의 시뮬레이션 결과는 도 11(c)과 같다. 도 11(c)과 같이, 도 11의 두 회로의 시뮬레이션 결과는 매우 유사하다는 것을 알 수 있다. 따라서, 도 10(a)의 L_{01} 은 도 11(a)의 커플드라인을 이용하여 구현될 수 있다.

[0087] 도 12는 스텝으로 구현된 평형 듀얼밴드 대역통과필터를 도시한 것이다.

[0088] 본 발명의 다른 실시예에 따른 평형 듀얼밴드 통과대역필터는 도 12와 같이 구현할 수 있다.

[0089] 도 12는 평형 듀얼밴드 통과대역필터의 디자인도의 일부분이고, 도 12(b) 및 도 12(c)는 각각 차동신호에서 도 8(c)의 비대칭 커플드라인을 갖는 필터 및 공통신호에서 도 8(e)의 비대칭 커플드라인을 갖는 필터를 도시한 것이다. 도 12(a)의 커플드라인은 도 12(a)의 입력/출력 포트에 삽입된다. 그러므로, 이를 이용함으로써, 도 12(a)의 필터의 차동신호 응답은 도 10(a)의 집중정수소자를 이용한 듀얼밴드 통과대역필터에 기초하여 디자인될 수 있다.

[0090] 도 12(b)의 차동신호 등가회로의 파라미터들은 제 1 필터 및 제 2 필터의 파라미터에 기초하여 도출될 수 있다. 수학식 18 내지 19에 의해 도 10(a)의 L_{01} 은 도 12(a)의 커플드라인으로 대체될 수 있다. 따라서, 제 1 필터의 파라미터는 $Z1 = 8 \Omega$, $\theta 1 = 69.9^\circ$ at 2.4 GHz, $Z2 = 65.4 \Omega$, $\theta 2 = 64.6^\circ$ at 2.4 GHz, $Zoei = 92.36 \Omega$, $Zooi = 34.28 \Omega$, and $\theta 1 = 30^\circ$ at 3 GHz이고, 제 2 필터의 파라미터는 $Z1 = 5.6 \Omega$, $\theta 1 = 71^\circ$ at 2.4 GHz, $Z2 = 51.8 \Omega$, $\theta 2 = 61.6^\circ$ at 2.4 GHz, $Zoei = 92.36 \Omega$, $Zooi = 34.28 \Omega$, and $\theta 1 = 30^\circ$ at 3 GHz이다.

[0091] 도 12(b)는 도 1의 병렬부(150)에 대응하고, 도 12(c)는 제 1 직렬공진부(140)와 직렬부(130) 중 하나의 제 1 병렬공진부(131)에 대응한다. 도 12(c)의 회로를 두개를 병렬로 연결한 도 12(a)는 병렬부(150)가 도시되지 않은 본 발명의 실시예에 따른 평형 듀얼밴드 통과대역필터이다. 도 12(a)에 도 12(b)의 병렬부가 연결되면, 도 1의 평형 듀얼밴드 통과대역필터와 대응하는 필터가 구현된다.

[0092] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

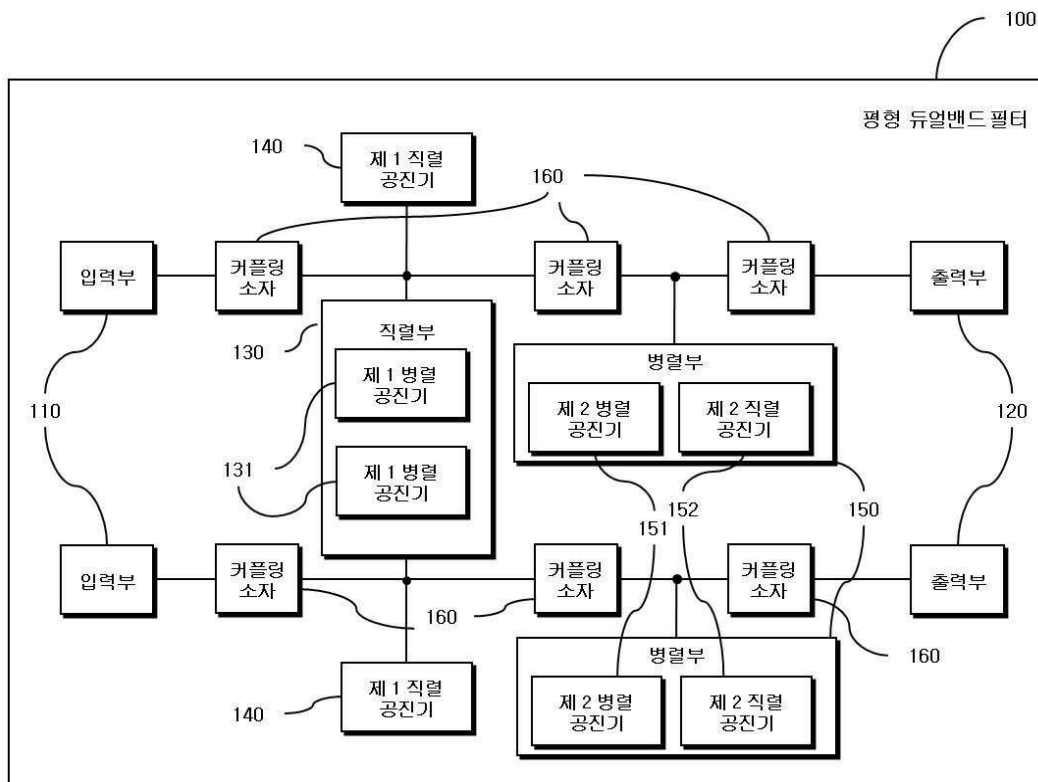
[0093] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

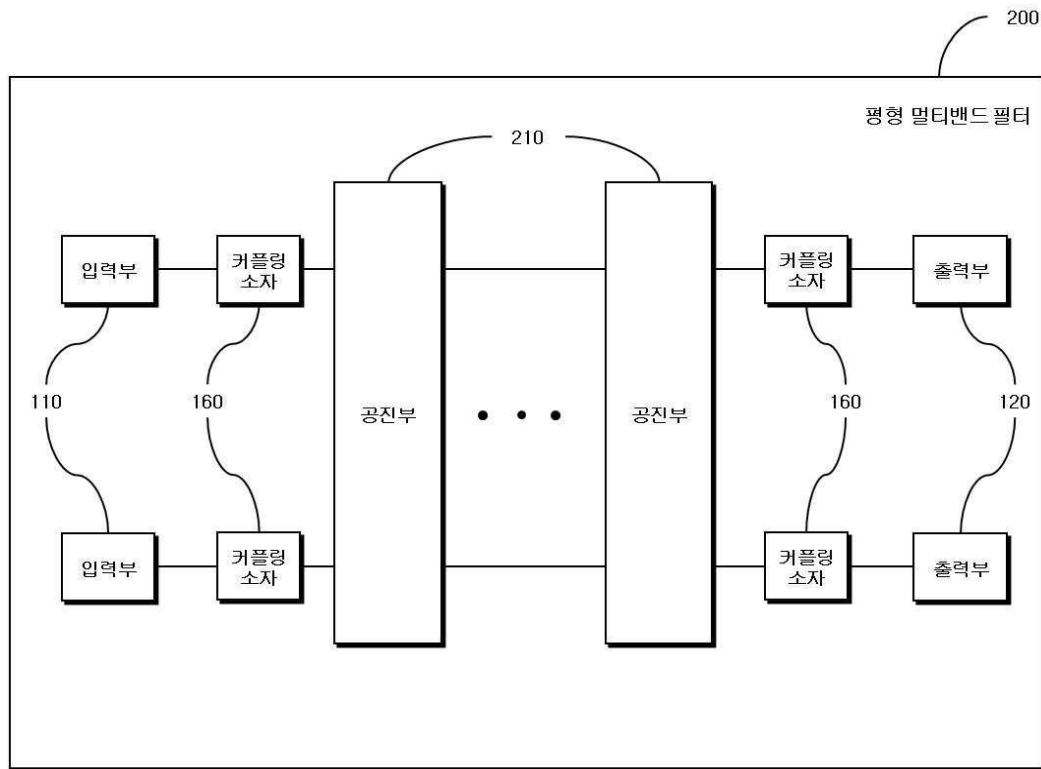
[0094] 100: 평형 듀얼밴드 대역통과필터
 110: 입력부
 120: 출력부
 130: 직렬부
 131: 제 1 병렬 공진기
 140: 제 1 직렬 공진기
 150: 병렬부
 151: 제 2 병렬공진기
 152: 제 2 직렬공진기
 160: 커플링 소자
 200: 평형 멀티밴드 대역통과필터
 210: 공진부

도면

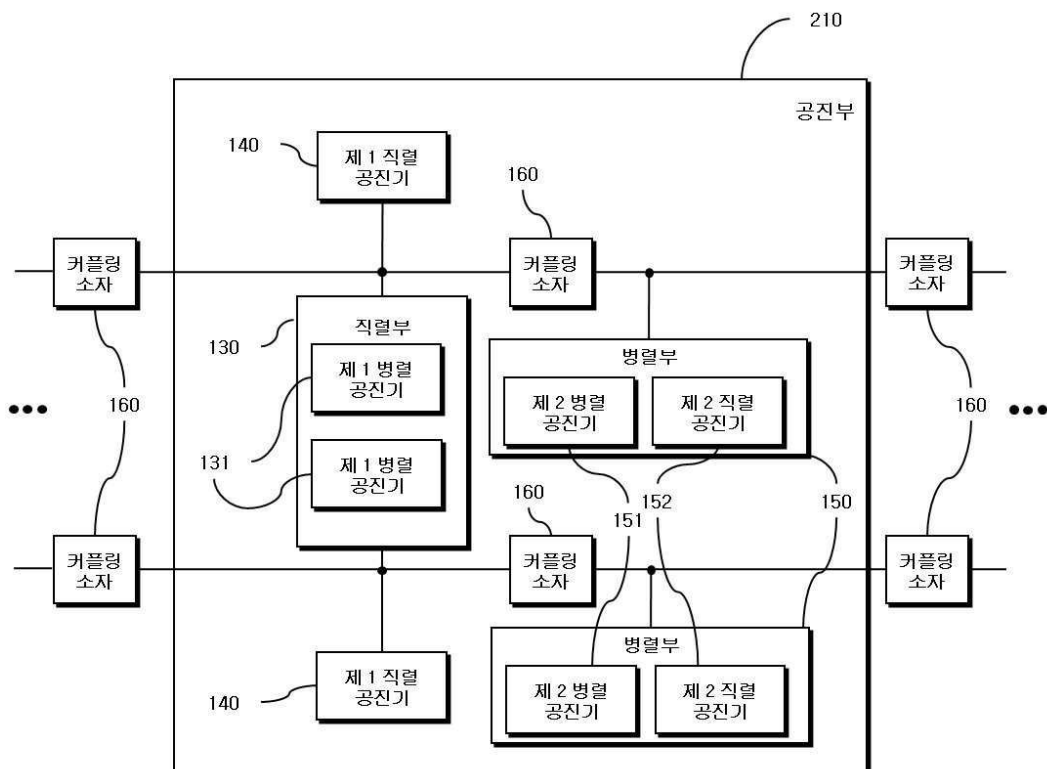
도면1



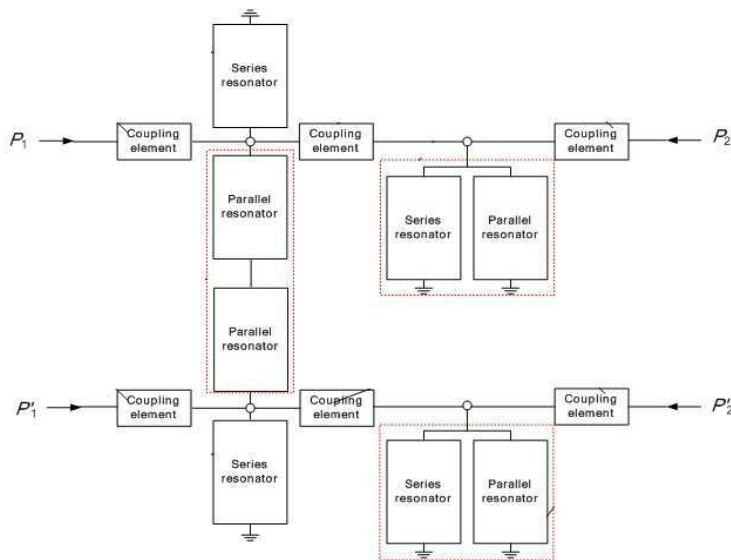
도면2



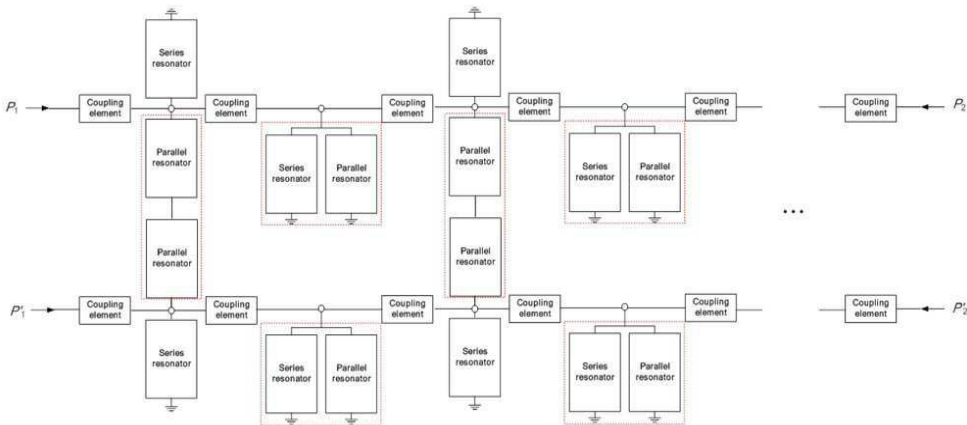
도면3



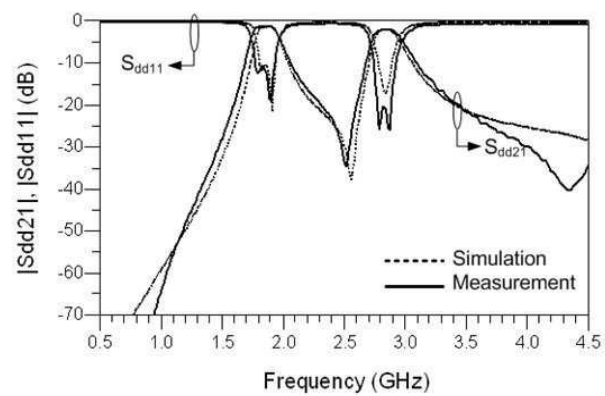
도면4



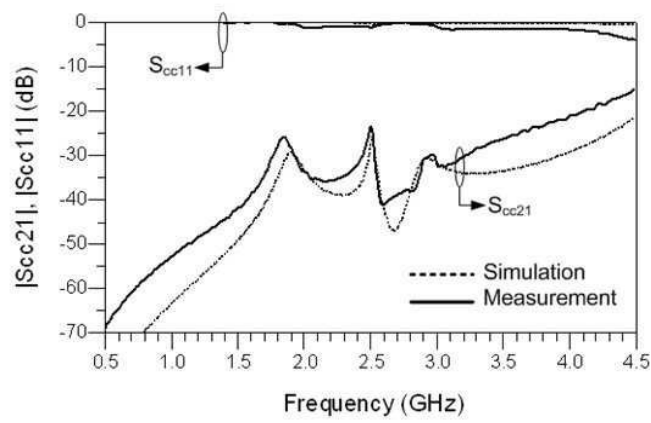
도면5



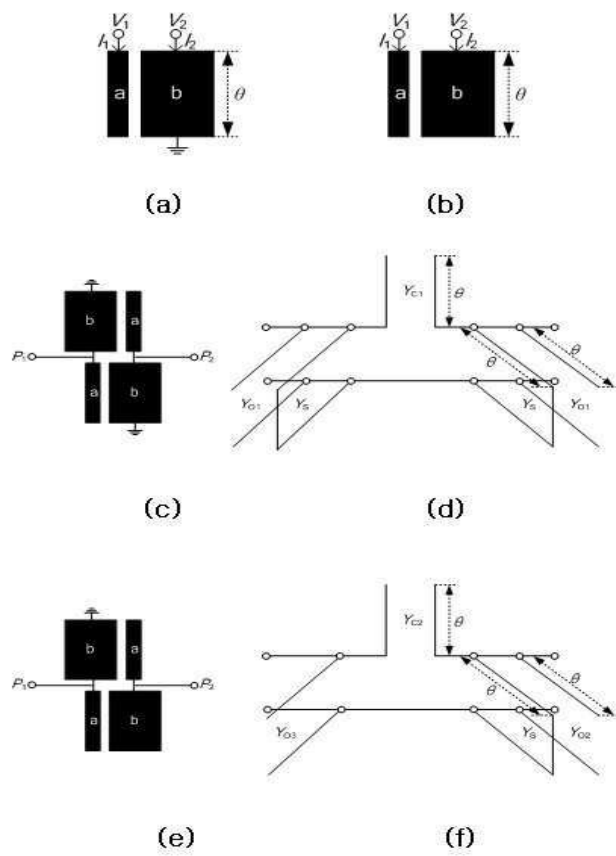
도면6



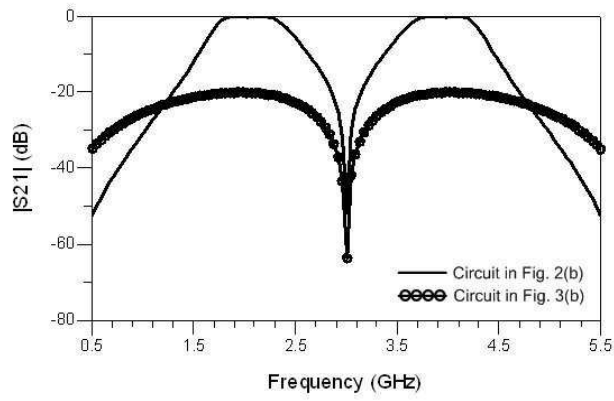
도면7



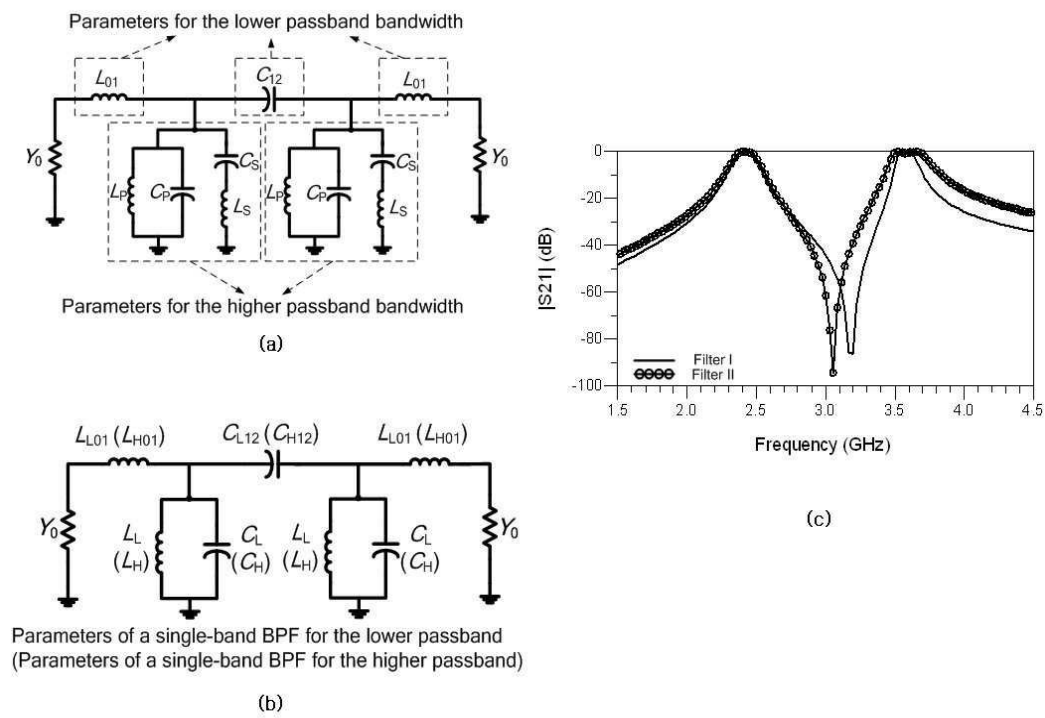
도면8



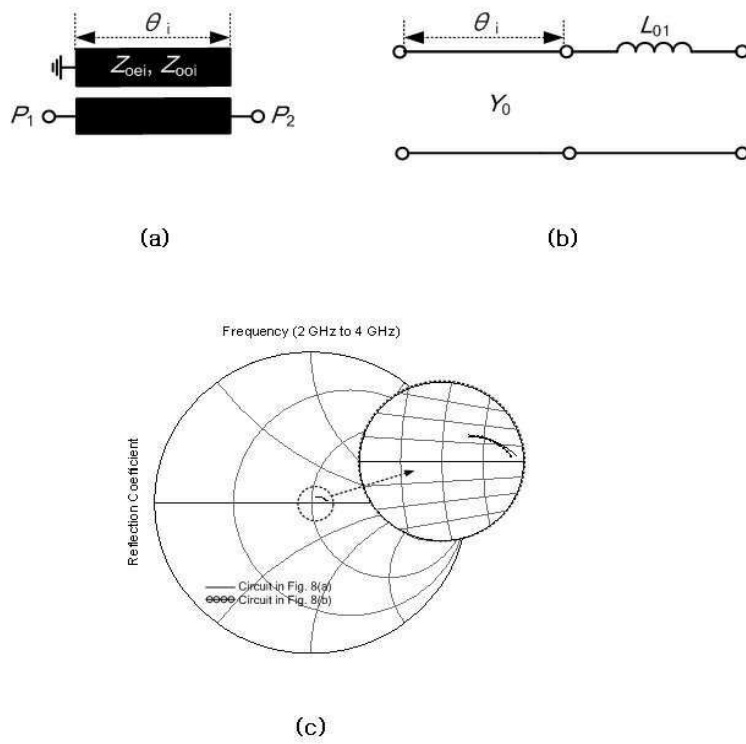
도면9



도면10



도면11



도면12

