(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0079440
(43) 공개일자 2020년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01P 5/04 (2006.01) *H01P 5/18* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01P 5/04 (2013.01)
H01P 5/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0174325
(22) 출원일자 2019년12월24일
심사청구일자 2019년12월24일
(30) 우선권주장
1020180168764 2018년12월24일 대한민국(KR)

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
김철영
대전광역시 유성구 계룡로 55, 102동 2104호(봉명동, 유성자이)
최한웅
강원도 원주시 부론면 가루개길 70
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

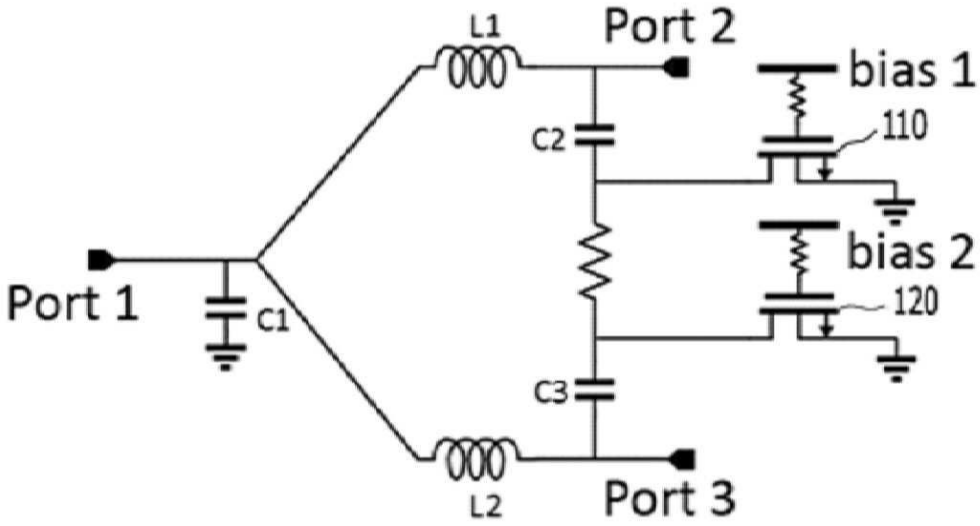
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **위상 천이가 가능한 전력 분배기/결합기**

(57) 요 약

본 발명은 위상 천이가 가능한 전력 분배기/결합기에 관한 것이다. 전력 결합/분배 회로에 있어서, 제1 포트에 일단이 연결되고 타단이 제2 포트에 연결되는 제1 유도 소자, 1 포트에 일단이 연결되고 타단이 제3 포트에 연결되는 제2 유도 소자, 제2 포트와 상기 제3 포트 사이에 연결되는 격리 저항, 그리고 격리 저항의 양단에 각각 연결된 모스펫 스위치의 동작에 의해 그라운드로의 연결을 형성하여, 출력되는 신호의 위상을 변화시키는 스위치부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

최선규

경기도 수원시 영통구 영통2동 902동 2001호

이경혁

대구광역시 달서구 문화회관2길 61, B동 301호(장기동, 청솔빌라)

송재혁

대전광역시 서구 월평중로14번길 44, 401호(월평동)

이은규

대전광역시 대덕구 신탄진로756번안길 452(용호동)

김상효

경기도 고양시 일산동구 일산로463번길 12, 201동 401호(정발산동, 밤가시건영빌라2단지)

임정택

대전광역시 대덕구 동서대로1754번길 39, A동 102호(비래동, 수정맨션)

구자현

충청남도 공주시 신금2길 17, 502동 303호(신관동, 현대힐스테이트아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	17-CM-MC-08
부처명	민군협력진흥원
연구관리전문기관	민군협력진흥원
연구사업명	민군겸용기술개발
연구과제명	주파수 활용 효율화를 위한 Low Beam Squint 송수신 빔포밍 기술 개발(2차년도)
기 여 율	1/1
주관기관	한국과학기술원
연구기간	2018.06.22 ~ 2021.06.21

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 포트에 일단이 연결되고 타단이 제2 포트에 연결되는 제1 유도 소자,

상기 제1 포트에 일단이 연결되고 타단이 제3 포트에 연결되는 제2 유도 소자,

상기 제2 포트와 상기 제3 포트 사이에 연결되는 격리 저항, 그리고

상기 격리 저항의 양단에 각각 연결된 모스펫 스위치의 동작에 의해 그라운드로의 연결을 형성하여, 출력되는 신호의 위상을 변화시키는 스위치 부

를 포함하는 회로.

청구항 2

제1항에서,

상기 스위치 부는,

상기 격리 저항의 일단과 제1 바이어스에 연결된 제1 모스펫 스위치,

상기 격리 저항의 타단과 제2 바이어스에 연결된 제2 모스펫 스위치 그리고

도출하고자 하는 위상 천이 값에 기초하여 상기 제1 모스펫 스위치 또는 상기 제2 모스펫 스위치의 스위칭 동작을 제어하는 제어기를 포함하는 회로.

청구항 3

제2항에서,

상기 격리 저항은 제2 커패시터 그리고 제3 커패시터와 직렬로 연결되고,

상기 제1 모스펫 스위치는 상기 격리 저항과 제2 커패시터 사이에 연결되고, 상기 제2 모스펫 스위치는 상기 격리 저항과 제3 커패시터 사이에 연결되는 회로.

청구항 4

제1항에서,

제1 포트에서 연결되는 선로에 일단이 연결되고 타단이 접지에 연결되는 제1 커패시터를 더 포함하는 회로.

청구항 5

제2항에서,

모스펫의 총 너비 값(total width)과 바이어스 값(gate bias)에 따라 상기 모스펫의 저항이 가변하여 출력 신호의 위상 차이를 생성하는 회로

청구항 6

제5항에서,

상기 제어기는,

동일하게 구현된 내부 구성을 가지는 상기 제1 모스펫 스위치와 상기 제2 모스펫 스위치에 동일한 크기의 바이어스를 인가하여 스위칭 동작을 제어하는 회로.

청구항 7

제5항에서,

상기 제어기는,

상기 제1 모스펫 스위치와 상기 제2 모스펫 스위치에 서로 상이한 바이어스를 인가하여 스위칭 동작을 제어하는 회로.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 위상 천이가 가능한 RF 전력 분배기/결합기가 제공된다.

배 경 기 술

[0003] 전력 결합기, 분배기 그리고 위상 천이기는 능동 위상 배열 안테나 시스템을 구성하기 위해 반드시 필요한 회로이다. 그러나 전력 합성 및 분배기와 위상 천이기는 별개의 회로로 각자 일정 이상의 면적을 차지한다.

[0004] 특히, 미세하게 위상을 천이시키기 위해서 하나의 집적회로에 다수의 위상 천이기가 요구되고, 상당한 면적이 요구되며 그에 따라 비용도 증가하게 된다.

[0005] 이에 수동 소자로 각 전력을 결합하거나 합성하는 기능의 목적으로만 사용되었던 기존의 전력 결합기 또는 분배기가 위상 천이 역할을 수행할 수 있도록 하는 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 하나의 실시예가 해결하려는 과제는 스위치를 통해 위상 천이가 가능한 RF 전력 결합기 또는 분배기를 제공하는 것이다.

[0008] 상기 과제 이외에도 구체적으로 언급되지 않은 다른 과제를 달성하는 데 사용될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 하나의 실시예에 따른 회로는 제1 포트에 일단이 연결되고 타단이 제2 포트에 연결되는 제1 유도 소자, 제1 포트에 일단이 연결되고 타단이 제3 포트에 연결되는 제2 유도 소자, 제2 포트와 상기 제3 포트 사이에 연결되는 격리 저항, 그리고 격리 저항의 양단에 각각 연결된 모스펫 스위치의 동작에 의해 그라운드로의 연결을 형성하여, 출력되는 신호의 위상을 변화시키는 스위치 부를 포함한다.

[0011] 스위치부는, 격리 저항의 일단과 제1 바이어스에 연결된 제1 모스펫 스위치, 격리 저항의 타단과 제2 바이어스에 연결된 제2 모스펫 스위치 그리고 도출하고자 하는 위상 천이 값에 기초하여 제1 모스펫 스위치 및 제2 모스펫 스위치의 스위칭 동작을 제어하는 제어기를 포함할 수 있다.

[0012] 격리 저항은 제2 커패시터 그리고 제3 커패시터와 직렬로 연결되고, 제1 모스펫 스위치는 격리 저항과 제2 커패

시터 사이에 연결되고, 제2 모스펫 스위치는 격리 저항과 제3 커패시터 사이에 연결될 수 있다.

[0013] 제1 포트에서 연결되는 선로에 일단이 연결되고 타단이 접지에 연결되는 제1 커패시터를 더 포함할 수 있다.

[0014] 모스펫의 총 너비 값(total width)과 바이어스 값(gate bias)에 따라 상기 모스펫의 저항이 가변하여 출력 신호의 위상 차이를 생성할 수 있다.

[0015] 제어기는, 동일하게 구현된 내부 구성을 가지는 제1 모스펫 스위치와 제2 모스펫 스위치에 동일한 크기의 바이어스를 인가하여 스위칭 동작을 제어할 수 있다.

[0016] 제어기는, 제1 모스펫 스위치와 제2 모스펫 스위치에 서로 상이한 바이어스를 인가하여 스위칭 동작을 제어할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 하나의 실시예는 위상 천이를 위한 위상 천이기를 별도로 구비하지 않으므로 구성 비용 및 면적을 최소화할 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 하나의 실시예는 RF 전력 분배기 또는 결합기의 스위치를 통해 미세하게 위상 천이를 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 전력 결합기/분배기의 구조를 나타낸 회로도이다.

도 2 및 도 3은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 전력 결합기의 스위치 동작에 따른 구조를 나타낸 회로도이다.

도 4는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 스위치의 동작에 따라 변화된 위상 차이를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대해 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 도면부호가 사용되었다. 또한 널리 알려져 있는 공지기술의 경우 그 구체적인 설명은 생략한다.

[0023] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0024] 명세서에 있어서 전력 결합기에 관한 설명은 전력 분배기의 설명과 유사한 내용으로 대등하게 적용될 수 있으며, 본 명세서에 포함된 발명의 권리범위는 전력 결합기와 전력 분배기에 동일하게 미칠 수 있음은 물론이라 할 것이다.

[0025] 또한, 모스펫(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, MOSFET)은 금속 산화막 반도체 전계효과 트랜지스터를 의미하며, 트랜지스터를 이루는 게이트에 전압을 걸어 전기장에 의해 게이트의 ON/OFF 동작을 수행하도록 함으로써, 스위칭이 가능하다.

[0026] 그러므로 명세서에서 모스펫 스위치는 전계효과(Field Effect) 트랜지스터를 포함한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 RF 전력 결합기/분배기의 구조를 나타낸 회로도이다.

[0028] 도 1에 도시한 바와 같이, 하나 이상의 스위칭 소자를 포함하는 전력 결합기/ 분배기를 제안한다.

[0029] 전력 결합기/분배기는 제1 포트(Port 1), 제2 포트(Port 2) 그리고 제3 포트(Port 3)를 구비하며, 결합기 또는 분배기로의 작동에 대응하여 각각 입력 포트 또는 출력 포트로 활용될 수 있다.

[0030] 상세하게 전력 결합기/ 분배기의 회로는 제1 유도 소자(L1), 제2 유도 소자(L2), 격리 저항(R) 그리고 스위치부로 구성된다.

[0031] 여기서, 제1 유도 소자(L1)과 제2 유도 소자(L2)는 이하에서 인덕터로 설명하지만, 반드시 한정하는 것은 아니며, 인덕턴스를 가지는 소자를 의미한다. 예를 들어, 유도 소자는 트랜스미션 라인, 인덕터 등으로 구현될 수 있다.

[0032] 제1 유도 소자(L1)의 일단은 제1 포트(Port 1)와 연결되고 타단은 제2 포트(Port 2)와 연결된다. 그리고 제2 유도 소자 (L2)의 일단은 제1 포트(Port 1)와 연결되고 타단은 제3 포트(Port 3)와 연결될 수 있다.

[0033] 다시 말해, 제1 포트(Port 1)를 통해 연결되는 전송 선로의 분기점으로부터 분리된 2개의 전송 선로의 일단에 각각 제2 포트(Port 2)와 제3 포트(Port 3)가 연결되며, 제1 유도 소자(L1)과 제2 유도 소자(L2)는 분기점으로부터 분리된 2개의 전송 선로 상에 각각 위치한다.

[0034] 이때, 제1 포트(Port 1)에서 전송 선로의 분기점 사이에 일단이 연결된 제1 커패시터를 포함할 수 있다. 여기서, 제1 커패시터의 타단은 접지에 연결되고, 제1 커패시터는 제1 포트(Port 1)의 임피던스 매칭을 위한 추가 소자를 의미할 수 있다.

[0035] 그리고 제2 포트(Port 2)와 제3 포트(Port 3)는 격리 저항(R)과 각각 연결된다. 이때, 격리 저항(R)은 제2 커패시터(C2) 그리고 제3 커패시터(C3)와 직렬로 연결된다.

[0036] 상세하게는 제2 포트((Port 2)와 제1 유도 소자(L1)사이에 연결되는 제2 커패시터(C2), 격리 저항(R) 그리고 제3 커패시터(C3)이 제3 포트((Port 3)과 제3 유도 소자(L2)의 사이에 연결된다.

[0037] 그리고 격리 저항의 양단에는 스위치 부가 연결된다.

[0038] 스위치 부는 제1 모스펫 스위치(110)와 제2 모스펫 스위치(120) 그리고 제어기(미도시함)를 포함하지만, 반드시 모스펫 스위치의 개수를 한정하는 것은 아니고 구현하고자 하는 회로의 구성에 대응하여 조절 가능하다.

[0039] 제1 모스펫 스위치(110)는 일단이 격리 저항(R)과 연결되고 타단이 독립적인 바이어스(bias)와 연결되어, ON/OFF 동작에 의해 그라운드로의 연결을 형성할 수 있다.

[0040] 이와 동일하게 제2 모스펫 스위치(120)도 일단이 격리 저항(R)과 연결되고, 타단이 독립적인 바이어스(bias)와 연결되어, ON/OFF 동작에 의해 그라운드로의 연결을 형성할 수 있다.

[0041] 여기서, 여기서, 바이어스(Bias)는 전자관이나 트랜지스터의 동작 기준점을 정하기 위하여 신호전극 등에 가하는 전압 또는 전류를 나타낸다. 또한 일반적으로 이와 같은 어떤 신호의 처리를 할 경우에 바람직한 결과를 얻기 위하여 그 신호에 직류분이나 일정한 신호를 부가할 때, 이 부가분을 의미한다.

[0042] 그리고 제1 모스펫 스위치(110)와 제2 모스펫 스위치(120)는 동일하게 또는 각각 개별적으로 ON/OFF 동작을 수행하며, 이를 통해 예를 들어 3-포트 결합기/분배기에서 3-포트 네트워크로 변환할 수 있다.

[0043] 그리고 제어기는 제1 모스펫 스위치(110)와 제2 모스펫 스위치(120)의 ON/OFF 동작을 위해 인가하는 바이어스를 제어한다. 이때 제어기는 도출하고자 하는 위상 천이 값에 기초하여 인가하는 바이어스를 제어할 수 있다.

[0044] 상세하게는 제1 모스펫 스위치(110)와 제2 모스펫 스위치(120)가 OFF 동작으로 바이어스를 인가하지 않을 때에는 일반적인 전력 결합기/분배기와 동일한 동작을 수행한다.

[0045] 그러나, 제1 모스펫 스위치(110) 또는 제2 모스펫 스위치(120)가 ON 동작으로 그라운드에 연결되면 3-port 결합기에서 3-port network로 변환된다.

[0046] 이처럼 변환된 3-port 네트워크에서 총 너비(total width) 및 게이트 바이어스(gate bias)에 따라 모스펫의 저항값이 달라지므로 위상차를 발생시킬 수 있다.

[0047] 도 2 및 도 3은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 전력 결합기의 스위치 동작에 따른 구조를 나타낸 회로도이다.

[0048] 또한, 도 2의 (a)는 전력 결합기에서 모스펫 스위치의 OFF 상태를 나타내는 등가회로이고 (b)는 전력 결합기에서 모스펫 스위치의 ON 상태를 나타내는 등가회로를 나타낸다.

[0049] 예를 들어, 다음 수학식 1을 이용하여 회로의 중심 주파수 산출하여 전력 결합기에 적용할 수 있다.

[0050] [수학식 1]

$$C_1 = \frac{\sin(\Delta\varphi)}{Z_0\omega_0}, \quad L_1 = \frac{Z_0 \tan(\Delta\varphi/2)}{\omega_0}$$

$$C_2 = \frac{2\tan(\Delta\varphi/2)}{Z_0\omega_0}$$

[0051]

[0052] 여기서, $\Delta\varphi$ 는 제어하고자 하는 위상 천이, W_0는 중심 주파수, Z_0는 종단 임피던스를 의미한다.

[0053] 이때, 전력 결합기/분배기의 C_2와 C_3는 동일한 유도 소자로 같은 수학식이 적용되며, L_1과 L_2도 동일한 수학식이 적용된다.

[0054] 도 2에 도시한 바와 같이, 제1 모스펫 스위치(110) 및 제2 모스펫 스위치(120)는 바이어스 인가 여부에 의해 ON/OFF 동작을 수행한다.

[0055] 이때, ON 동작을 수행하면, 그라운드로 연결을 형성하여 모스펫의 저항 값이 달라져 출력 신호의 위상 차이를 발생할 수 있다.

[0056] 다시 말해, 도 3에 도시한 바와 같이, 제1 모스펫 스위치(110)와 제2 모스펫 스위치(120)의 ON 동작을 통해 모스펫의 총 너비(total width)와 바이어스(gate bias)에 의해 모스펫의 저항이 가변됨을 알 수 있다.

[0057] 이때, 제어기는 동일하게 구현된 내부 구성을 가지는 제1 모스펫 스위치(110)와 제2 모스펫 스위치(120)에 동일한 크기의 바이어스를 인가하여 스위치 부를 동작시킬 수 있다. 또한, 제어기는 제1 모스펫 스위치(110)와 제2 모스펫 스위치(120)에 서로 상이한 바이어스를 인가하여 스위칭 동작을 제어할 수 있다.

[0058] 도 4는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 스위치의 동작에 따라 변화된 위상 차이를 나타내는 그래프이다.

[0059] 도 4는 12GHz의 주파수에서 각 스위치마다 모스펫을 평행하게 구성하여 동일한 바이어스 조건에서 원하는 모스펫 스위치만을 동작시켜 위상차이를 나타낸 그래프이다.

[0060] 도 4의 (a)는 모스펫 스위치를 OFF한 상태로 모스펫 스위치가 동작하지 않은 상태이고 (b)와 (c)는 모스펫을 평행하게 구성하여 동일한 바이어스 조건에서 모스펫 스위치만을 동작하여 위상을 변화시킨 그래프이다.

[0061] 상세하게는 도 4의 (a)는 모스펫 스위치가 동작하지 않은 상태인 일반적인 전력 결합기를 통해 결합된 주파수(freq, GHz)에 따른 위상 값(Phase)을 나타낸다.

[0062] 반면에 도 4의 (b)는 총 너비의 값은 1um 의 조건에서 제1 모스펫 스위치와 제2 모스펫 스위치를 ON 상태로 동작하여 출력 신호에 대해 제1 위상 차이를 나타낸 그래프로, (a)의 m21지점에 대응하여 약 2도만큼의 위상 차이가 발생한 것을 확인할 수 있다.

[0063] 여기서, m21 지점은 12GHz 주파수에서의 m16과 m17 지점의 전력 결합에 의해 발생되는 위상 차이를 값을 나타낸다.

[0064] 다시 말해, (b)는 아날로그 전압 제어(analog voltage control)를 통해 제1 및 제2 모스펫 스위치를 제어하였을 때, 각 포트간에 위상이 미세하게 제어된다. 이처럼 전력 결합기/분배기를 통해 미세한 위상 제어를 수행할 수 있음을 알 수 있다.

[0065] 또한, 도 4의 (c)는 총 너비의 값은 25um의 조건에서 제1 모스펫 스위치와 제2 모스펫 스위치를 ON 상태로 동작하여 출력신호에 대해 제2 위상 차이를 나타낸 그래프로, (a)의 m21지점에 대응하여 약 36.9도만큼의 위상 차이가 발생하였음을 알 수 있다.

[0066] 그러므로 도 4의 (b)와 (c)에서 제1 입력 신호(위상(S4,5), 파란색)와 제2 입력 신호 (위상(S(4,6), 빨간색)이 모스펫의 스위칭 동작에 따라 달라진 모스펫의 저항에 따라 변경된 위상이 그대로 적용됨을 알 수 있다.

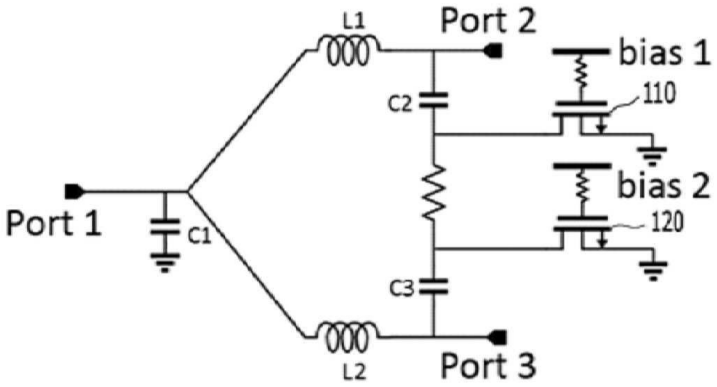
[0067] 이처럼, 별도의 위상 천이기를 구비하지 않고도 전력 분배기 또는 결합기의 MOSFET 스위치를 통해 미세하게 위상 천이를 수행할 수 있다.

[0068] 또한, 본 발명에서의 전력 결합기 또는 분배기는 스위칭 동작을 수행할 때도, 일반적인 전력 결합기 또는 분배기에서 제공하는 출력과 입력의 매칭, 그리고 격리도를 유지하면서 위상 천이 기능을 제공할 수 있다.

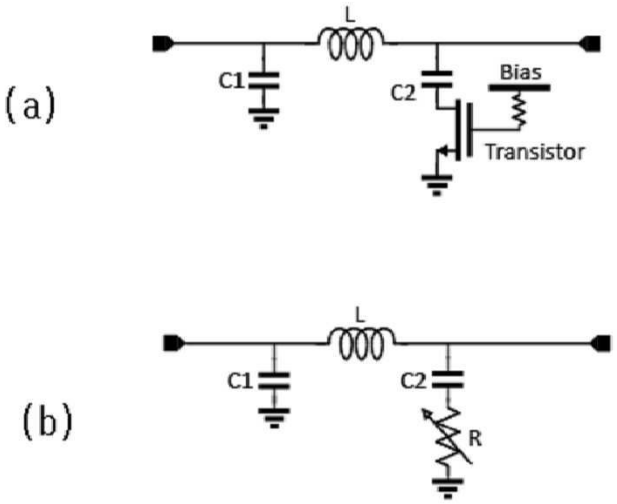
[0069] 이상에서 본 발명의 바람직한 하나의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

도면

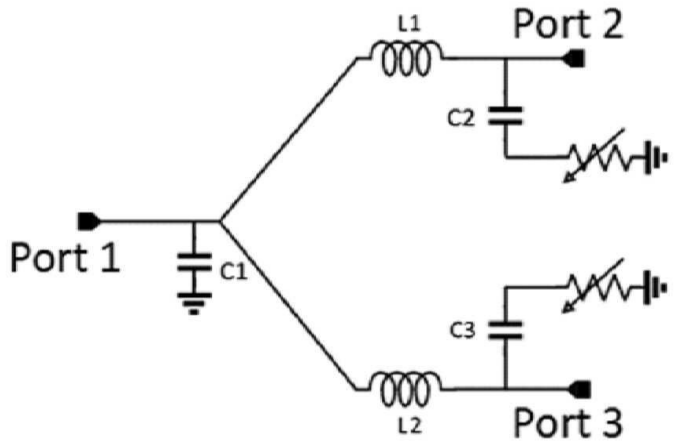
도면1



도면2

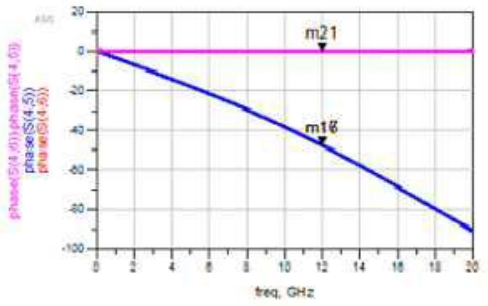


도면3



도면4

(a)

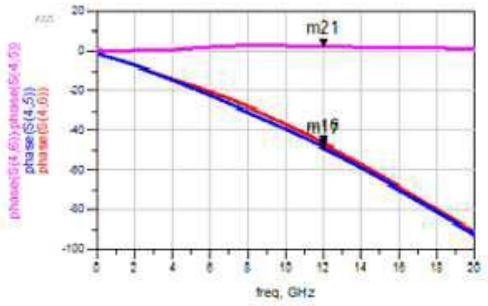


m21
freq=12.00GHz
phase(S(4,6))-phase(S(4,5))=-2.132E-14

m17
freq=12.00GHz
phase(S(4,5))=-47.574

m16
freq=12.00GHz
phase(S(4,6))=-47.574

(b)

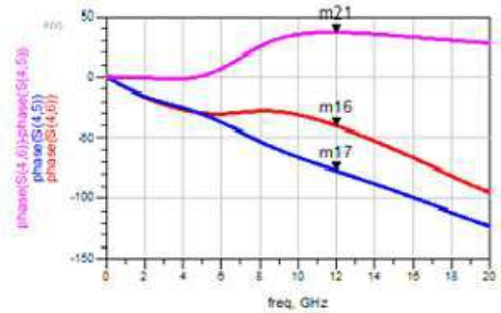


m21
freq=12.00GHz
phase(S(4,6))-phase(S(4,5))=2.160

m17
freq=12.00GHz
phase(S(4,5))=-48.778

m16
freq=12.00GHz
phase(S(4,6))=-46.618

(c)



m21
freq=12.00GHz
phase(S(4,6))-phase(S(4,5))=36.905

m17
freq=12.00GHz
phase(S(4,5))=-77.326

m16
freq=12.00GHz
phase(S(4,6))=-40.421