



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0076597
(43) 공개일자 2013년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03F 3/60 (2006.01) H03F 3/45 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0145244
(22) 출원일자 2011년12월28일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전기주식회사
경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
한명우
경기도 화성시 병점동 안화동마을주공5단지
505-1103
이정언
경기도 수원시 영통구 영통1동 청명마을4단지아파트 409-804
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인씨엔에스

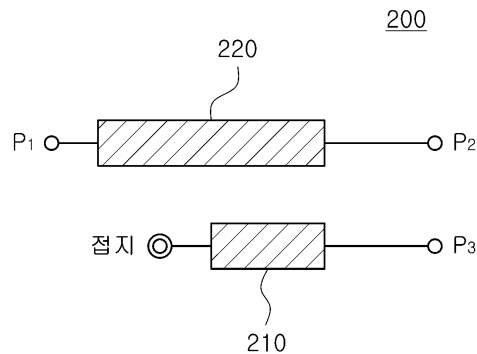
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 차동 모드 증폭기 구동회로

(57) 요약

본 발명은 차동 모드 증폭기 구동회로에 관한 것으로, 일단이 단일 신호에 연결되는 제1 포트; 일단이 차동 신호에 연결되는 제2 포트; 일단이 접지된 제1 전송선로; 및 일단이 상기 제1 전송선로에 연결되고, 타단이 차동 신호에 연결되는 제3 포트;를 포함한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

이국주

서울특별시 성북구 회기로5길 100, 102동 602호 (하월곡동, 상그레빌 아파트)

김문일

경기도 성남시 수정구 복정로106번길 5-10, 402호 (복정동)

특허청구의 범위

청구항 1

일단이 단일 신호에 연결되는 제1 포트;
 일단이 차동 신호에 연결되는 제2 포트;
 일단이 접지된 제1 전송선로; 및
 일단이 상기 제1 전송선로에 연결되고, 타단이 차동 신호에 연결되는 제3 포트;
 를 포함하는 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 2

제1항에 있어서,
 일단이 상기 제1 포트에 연결되고, 타단이 상기 제2 포트에 연결되는 제2 전송선로;
 를 더 포함하는 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 제1 전송선로 및 상기 제2 전송선로는 마이크로 스트립 선로인 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 제1 전송선로는,
 상기 제2 포트 및 상기 제3 포트에 연결되는 차동 모드 증폭기의 이득이 최대가 되도록 길이가 조절되는 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 5

일단으로 단일 입력 신호가 입력되는 입력 포트;
 일단으로 제1 차동 출력 신호가 출력되는 제1 출력 포트;
 일단이 접지된 제1 전송선로; 및
 일단이 상기 제1 전송선로에 연결되고, 타단으로 제2 차동 출력 신호가 출력되는 제2 출력 포트;
 를 포함하는 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 6

제5항에 있어서,
 일단이 상기 입력 포트에 연결되고, 타단이 상기 제1 출력 포트에 연결되는 제2 전송선로;

를 더 포함하는 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 전송선로 및 상기 제2 전송선로는 마이크로 스트립 선로인 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 제2 전송선로는 50옴 매칭이 되어있는 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 제1 전송선로는,

상기 제1 출력 포트 및 상기 제2 출력 포트에 연결되는 차동 모드 증폭기의 이득이 최대가 되도록 길이가 조절되는 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 10

제5항에 있어서,

상기 일단이 접지된 제1 전송선로에서 전반사 터미네이션(termination)이 일어나는 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 11

일단으로 입력 신호가 입력되는 제1 입력 포트;

일단으로 오드 모드(odd mode) 신호가 출력되는 오드 모드 포트;

일단이 접지된 제1 전송선로; 및

일단이 상기 제1 전송선로에 연결되고, 타단으로 이븐 모드(even mode) 신호가 출력되는 이븐 모드 포트;

를 포함하는 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 12

제11항에 있어서,

일단이 상기 제1 입력 포트에 연결되고, 타단이 상기 오드 모드 포트에 연결되는 제2 전송선로;

를 더 포함하는 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제2 전송선로는 50옴 매칭이 되어있는 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 제1 전송선로 및 상기 제2 전송선로는 마이크로 스트립 선로인 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 제1 전송선로는,

미리 설정된 주파수에서 상기 입력 신호가 상기 오드 모드 포트에 최대한 전달되도록 길이가 조절되는 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 16

제11항에 있어서,

상기 제1 전송선로는,

상기 오드 모드 포트 및 상기 이븐 모드 포트에 연결되는 차동 모드 증폭기의 이득이 최대가 되도록 길이가 조절되는 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 17

제11항에 있어서,

상기 일단이 접지된 제1 전송선로에서 전반사 터미네이션(termination)이 일어나는 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 18

제11항에 있어서,

상기 오드 모드 포트의 반사계수는 0인 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 19

제11항에 있어서,

상기 오드 모드 포트 및 상기 이븐 모드 포트에 연결되는 차동 모드 증폭기는 상기 오드 모드 포트에 임피던스 매칭된 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 20

제11항에 있어서,

입력신호가 입력되지 않는 제2 입력포트;

를 더 포함하고,

상기 제2 입력포트의 반사계수와 상기 이븐 모드 포트의 반사계수의 곱이 -1인 차동 모드 증폭기 구동회로.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 제2 입력포트의 반사계수의 절대값은 1이고, 상기 제2 입력포트의 반사계수와 상기 이븐 모드 포트의 반사계수의 위상차는 180도인 차동 모드 증폭기 구동회로.

명세서

기술분야

- [0001] 본 발명은 별론을 사용하지 않고 차동 모드 증폭기의 하나의 입력 단자에만 입력 신호를 인가하여 회로를 단순화하고 수동 소자에서 발생하는 손실을 감소시킬 수 있는 차동 모드 증폭기 구동회로에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 일반적으로, 밀리미터파 대역의 송수신 시스템용 IC 칩의 LNA(Low Noise Amplifier)와 PA(Power Amplifier) 등의 증폭기에서 차동 모드(differential mode)가 자주 사용되고 있다. 차동 모드를 사용해 증폭기를 설계할 경우 가상 접지(Virtual Ground)를 활용할 수 있다는 장점 및 단일 모드(single mode)와 비교할때 노이즈 특성을 개선할 수 있다는 장점을 가진다.
- [0003] 하지만, 차동 모드 증폭기를 단일 모드로 동작하는 다른 부품과 결합하여 사용하기 위해서는 단일 모드를 차동 모드 신호로 변환해주기 위한 별도의 별론(Balun) 회로가 필요하게 된다.
- [0004] 종래의 차동 모드 회로를 단일 모드, 즉 단일 입력으로 동작시키기 위해서는 마천드 발룬(Marchand Balun) 또는 랫 레이스(Rat Race) 등의 추가적인 회로가 필요하다. 마천드 발룬은 1/4 파장 길이의 두 전송선의 커플링을 사용하며, 랫 레이스 회로 역시 3/4 파장 길이의 긴 전송선을 사용해 구성된다. 이와 같은 회로들은 IC 칩 내부에서 큰 면적을 차지하며, 밀리미터파 또는 테라 헤르쯔 대역의 고주파에서 큰 손실을 발생시킬 수 있다는 문제가 있었다.
- [0005] 하기의 선행기술문헌에 기재된 특허문헌 1은 단일 밸런스드 믹서(single balanced mixer)로서 단일 RF(Radio Frequency) 및 차동 LO(Local Oscillator)가 입력단에 존재하므로 LO 입력단에 차동 입력이 필요하고, 이에 따라 LO 신호를 발생시키는 오실레이터의 출력이 단일 모드일 경우 LO 입력단에 별론 회로가 요구된다. 특허문헌 2 역시 별론 회로 없이 차동 모드 증폭기를 구동하는 구성은 개시되어 있지 않다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 미국등록특허 제7027792호
(특허문헌 0002) 한국등록특허 제2009-0104160호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명의 과제는 상기한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명은 별론을 사용하지 않고 차동 모드 증폭기의 하나의 입력 단자에만 입력 신호를 인가하여 차동 모드 증폭기를 구동하는 차동 모드 증폭기 구동회로를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제1 기술적인 측면으로서, 일단이 단일 신호에 연결되는 제1 포트; 일단이 차동 신호에 연결되는 제2 포트; 일단이 접지된 제1 전송선로; 및 일단이 상기 제1 전송선로에 연결되고, 타단이 차동 신호에 연결되는 제3 포트;를 포함하는 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0009] 본 발명의 제1 기술적인 측면에서, 일단이 상기 제1 포트에 연결되고, 타단이 상기 제2 포트에 연결되는 제2 전송선로;를 더 포함하는 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0010] 또한, 상기 제1 전송선로 및 상기 제2 전송선로는 마이크로 스트립 선로인 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0011] 또한, 상기 제1 전송선로는, 상기 제2 포트 및 상기 제3 포트에 연결되는 차동 모드 증폭기의 이득이 최대가 되도록 길이가 조절되는 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0012] 또한, 본 발명의 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제2 기술적인 측면으로서, 일단으로 단일 입력 신호가 입력되는 입력 포트; 일단으로 제1 차동 출력 신호가 출력되는 제1 출력 포트; 일단이 접지된 제1 전송선로; 및 일단이 상기 제1 전송선로에 연결되고, 타단으로 제2 차동 출력 신호가 출력되는 제2 출력 포트;를 포함하는 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0013] 본 발명의 제2 기술적인 측면에서, 일단이 상기 입력 포트에 연결되고, 타단이 상기 제1 출력 포트에 연결되는 제2 전송선로;를 더 포함하는 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0014] 또한, 상기 제1 전송선로 및 상기 제2 전송선로는 마이크로 스트립 선로인 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0015] 또한, 상기 제2 전송선로는 50옴 매칭이 되어있는 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0016] 또한, 상기 제1 전송선로는, 상기 제1 출력 포트 및 상기 제2 출력 포트에 연결되는 차동 모드 증폭기의 이득이 최대가 되도록 길이가 조절되는 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0017] 또한, 상기 일단이 접지된 제1 전송선로에서 전반사 터미네이션(termination)이 일어나는 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0018] 또한, 본 발명의 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제3 기술적인 측면으로서, 일단으로 입력 신호가 입력되는 제1 입력 포트; 일단으로 오드 모드(odd mode) 신호가 출력되는 오드 모드 포트; 일단이 접지된 제1 전송선로; 및 일단이 상기 제1 전송선로에 연결되고, 타단으로 이븐 모드(even mode) 신호가 출력되는 이븐 모드 포트;를 포함하는 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0019] 본 발명의 제3기술적인 측면에서, 일단이 상기 제1 입력 포트에 연결되고, 타단이 상기 오드 모드 포트에 연결되는 제2 전송선로;를 더 포함하는 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0020] 또한, 상기 제2 전송선로는 50옴 매칭이 되어있는 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0021] 또한, 상기 제1 전송선로 및 상기 제2 전송선로는 마이크로 스트립 선로인 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0022] 또한, 상기 제1 전송선로는, 미리 설정된 주파수에서 상기 입력 신호가 상기 오드 모드 포트로 최대한 전달되도록 길이가 조절되는 차동 모드 증폭기 구동회로 를 제안한다.
- [0023] 또한, 상기 제1 전송선로는, 상기 오드 모드 포트 및 상기 이븐 모드 포트에 연결되는 차동 모드 증폭기의 이득이 최대가 되도록 길이가 조절되는 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0024] 또한, 상기 일단이 접지된 제1 전송선로에서 전반사 터미네이션(termination)이 일어나는 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0025] 또한, 상기 오드 모드 포트의 반사계수는 0인 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0026] 또한, 상기 오드 모드 포트 및 상기 이븐 모드 포트에 연결되는 차동 모드 증폭기는 상기 오드 모드 포트에 임피던스 매칭된 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.

- [0027] 또한, 입력신호가 입력되지 않는 제2 입력포트;를 더 포함하고, 상기 제2 입력포트의 반사계수와 상기 이븐 모드 포트의 반사계수의 곱이 -1인 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.
- [0028] 또한, 상기 제2 입력포트의 반사계수의 절대값은 1이고, 상기 제2 입력포트의 반사계수와 상기 이븐 모드 포트의 반사계수의 위상차는 180도인 차동 모드 증폭기 구동회로를 제안한다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명에 따르면, 별론을 사용하지 않고 차동 모드 증폭기의 하나의 입력 단자에만 입력 신호를 인가하여 차동 모드 증폭기를 구동하는 차동 모드 증폭기 구동회로를 제공하여 회로를 단순화하고 수동 소자에서 발생하는 손실을 감소시키는 것이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 단일 신호로 차동 모드 증폭기를 구동하기 위한 별론 및 차동 모드 증폭기의 블록 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 차동 모드 증폭기 구동회로의 개략도이다.
- 도 3은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 차동 모드 증폭기 및 차동 모드 증폭기 구동회로의 개략도이다.
- 도 4는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 차동 모드 증폭기 구동회로 및 2개의 가상 포트를 포함한 짧은 길이의 전송선로에 대한 4개의 포트를 나타낸 개략도이다.
- 도 5는 본 발명의 하나의 실시예에 차동 모드 증폭기 구동회로를 사용한 경우 차동 모드 증폭기의 MAG 및 이득을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시형태를 보다 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명되는 실시형태로 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시형태는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 도면에 도시된 구성요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다.
- [0032] 도 1은 단일 신호로 차동 모드 증폭기를 구동하기 위한 별론 및 차동 모드 증폭기의 블록 구성도이다.
- [0033] 도 1에 도시된 바와 같이, 일반적으로 차동 모드 증폭기와 같은 차동 모드로 동작하는 소자를 단일 입력으로 동작시키기 위해서는 단일 신호를 차동 신호로 변환시키는 별론이 필요하다. 그러나, 이러한 별론은 IC 칩 내부에서 큰 면적을 차지하며, 고주파에서 큰 손실을 발생시킬 수 있다.
- [0034] 도 2는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 차동 모드 증폭기 구동회로의 개략도이다.
- [0035] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 하나의 실시예에 따른 차동 모드 증폭기 구동회로(200)는 제1 포트(P1), 제2 포트(P2), 제3 포트(P3), 제1 전송선로(210)를 포함할 수 있다.
- [0036] 여기서 상기 제1 포트(P1)는 일단이 단일 신호에 연결될 수 있고, 이때 단일 신호는 입력 신호일 수 있다. 이때 상기 제1 포트(P1)는 입력 포트가 된다. 상기 제2 포트(P2)는 일단이 차동 신호에 연결될 수 있다. 또는, 상기 제2 포트(P2)로부터 차동 출력 신호가 출력될 수 있다. 이때 상기 제2 포트(P2)는 제1 출력포트가 된다. 상기 제1 전송선로(210)는 일단이 접지되어 전반사 터미네이션(termination) 역할을 할 수 있다. 이때, 접지는 금속 비아를 통해 할 수 있다.
- [0037] 상기 제3 포트(P3)는 일단이 상기 제1 전송선로(210)에 연결되고, 타단이 차동 신호에 연결될 수 있다. 또한, 제3포트(P3)로부터 차동 출력 신호가 출력될 수 있다. 이때 상기 제3 포트(P3)는 제2 출력 포트가 된다.
- [0038] 상기 제1 전송선로(210)는 상기 제2 포트(P2) 및 상기 제3 포트(P3)에 연결되는 차동 모드 증폭기의 이득이 최대가 되도록 조절될 수 있으며, 구체적으로 길이를 조절하고 그에 따른 위상 값을 조절하여 차동 모드 증폭기의

이득이 최대가 되도록 할 수 있다.

- [0039] 여기서, 본 실시예에 따른 차동 모드 증폭기 구동회로(200)는 상기 제1 포트(P1) 및 상기 제2 포트(P2) 사이에 형성되는 제2 전송선로(220)를 포함할 수 있다.
- [0040] 상기 제2 전송선로(220)는 일단이 상기 제1 포트(P1)에 연결되고, 타단이 상기 제2 포트(P2)에 연결될 수 있다.
- [0041] 상기 제1 전송선로(210) 및 상기 제2 전송선로(220)는 모두 마이크로 스트립 선로로 구성되어 그 폭에 따라 임피던스를 조절할 수 있고, 그 길이에 따라 위상을 조절할 수 있다. 특히 상기 제2 전송선로(220)는 50옴 매칭이 되어 있을 수 있고, 이에 따라 통과하는 신호의 크기(magnitude)는 변화시키지 않으면서 위상만 변화시킬 수 있다.
- [0042] 상기 제3 포트(P3)는 상기 제1 전송선로(210)를 통해 접지될 수 있다. 이 때 접지는 금속 비아를 이용하여 접지할 수 있으며, 금속 비아에서 전반사 터미네이션이 일어난다.
- [0043] 도 3은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 차동 모드 증폭기 및 차동 모드 증폭기 구동회로의 개략도이다.
- [0044] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 하나의 실시예에 따른 차동 모드 증폭기(330) 및 차동 모드 증폭기 구동회로는 제1 포트(P1), 제2 포트(P2), 제3 포트(P3), 제4 포트(P4), 제5 포트(P5), 제6 포트(P6), 제1 전송선로(310), 제2 전송선로(320)를 포함할 수 있다.
- [0045] 단일 입력 신호가 제1 포트(P1)에 입력되고, 제2 포트(P2) 및 제3 포트(P3)는 차동 증폭기(330)에 연결된다. 제1 포트(P1)와 제2 포트(P2) 사이에 제2 전송선로(320)가 위치하고, 제3 포트(P3)는 접지된 제1 전송선로(310)와 연결된다. 차동 증폭기(330)에서 나온 신호는 제4 포트(P4), 제5 포트(P5), 제1 전송선로(310), 제2 전송선로(320)를 포함하는 차동 모드 증폭기 구동회로에 연결되어 다시 단일 신호로 변환될 수 있다.
- [0046] 도 4는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 차동 모드 증폭기 구동회로 및 2개의 가상 포트를 포함한 짧은 길이의 전송선로에 대한 4개의 포트를 나타낸 개략도이다.
- [0047] 도 4(a)는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 차동 모드 증폭기 구동회로를 나타낸 것이고, 도 4(b)는 이 중 점선 부분에 해당하는 짧은 길이의 전송선로에 대한 4개의 포트, 즉 제1 입력포트(P1'), 제2 입력포트(P2'), 제3 입력포트(P3'), 제4 입력포트(P4')를 나타낸 것이다.
- [0048] 도 4(c)는 실제 물리적 포트인 제3 입력포트(P3'), 제4 입력포트(P4') 대신, 오드 모드 포트(Po), 이븐 모드 포트(Pe)를 나타낸 것이다.
- [0049] 상기 제1 입력 포트(P1')는 일단으로 입력 신호가 입력되고, 상기 제2 입력 포트(P2')는 입력 신호가 입력되지 않는다.
- [0050] 상기 오드 모드 포트(Po)는 일단으로 오드 모드(odd mode) 신호가 출력되며, 상기 이븐 모드 포트(Pe)는 일단으로 이븐 모드(even mode) 신호가 출력된다. 상기 오드 모드 포트(Po)는 도 4(a)의 제2 포트(P2) 및 제3 포트(P3)에 발생하는 오드 모드 신호가 출력되는 가상의 포트이고, 상기 이븐 모드 포트(Pe) 역시 도 4(a)의 제2 포트(P2) 및 제3 포트(P3)에 발생하는 이븐 모드 신호가 출력되는 가상의 포트이다.
- [0051] 예를 들어, 도 4의 (a)의 제1 포트(P1)에 신호 1이 입력된다고 가정할 경우 도 4의 (a)의 제2 포트(P2)에는 1, 제3 포트(P3)에는 0이 출력될 것이다. 그러나, 1을 $1/2$ 과 $1/2$ 의 합으로 보고, 0을 $1/2$ 와 $-1/2$ 의 합으로 볼 수 있으므로 가상의 포트인 이븐 모드 포트(Pe)에서 $1/2$ 과 $1/2$ 신호가 출력되고, 가상의 포트인 오드 모드 포트(Po)에서 $1/2$ 와 $-1/2$ 신호가 출력되는 것으로 볼 수 있다. 즉, 이븐 모드 신호와 오드 모드 신호가 절반씩 발생하는 것으로 볼 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 전송선로(410)의 길이를 적절하게 조절하면 단일 입력 신호를 입력하여 최대한의 오드 모드 신호를 출력할 수 있게 된다.
- [0052] 이하, 제1 입력포트(P1')로부터 오드 모드 포트(Po)로 신호를 최대한으로 전달하기 위한 조건, 즉 제1 입력포트(P1')에 입력된 입력 신호 및 오드 모드 포트(Po)의 출력 신호의 전달 계수를 최대값으로 하기 위한 조건에 대

해 설명한다.

[0053] 도 4(b)와 같이 짧은 길이로 구성된 2개 라인에 대한 S-파라미터는 하기의 수학적 식 1과 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 1

$$S = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

[0054]

[0055] 이때, 도 4(c)와 같이 제3 입력포트(P3'), 제4 입력포트(P4') 대신 오드 모드 포트(Po), 이븐 모드 포트(Pe)를 정의할 경우 S-파라미터를 나타내는 행렬은 하기의 수학적 식 2에 주어진 모드 변환 행렬(mode conversion matrix) C에 의해 얻을 수 있다.

수학적 식 2

$$C = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

[0056]

[0057] 여기서, 상기 오드 모드 포트(Po)에 뒷단의 차동 모드 증폭기가 임피던스 매칭이 되었다고 가정하고, 이때 상기

오드 모드 포트(Po)의 반사계수는 0이 된다.

[0058] 이때 제1 입력포트(P1')에 의해 상기 오드 모드 포트(Po)로 전달되는 신호는 하기의 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$T_{odd} = C_{31} + \frac{C_{41}E_{11}C_{24}\Gamma_t C_{32}}{1 - E_{11}C_{24}\Gamma_t C_{42}}$$

[0059]

[0060] C_{31} , C_{41} , C_{24} , C_{32} , C_{42} 는 상기 수학식 2에 의해 정해지며, E_{11} 은 이븐 모드 포트(Pe)에서의 반사계수이며, 뒷단에 연결되는 증폭기에 의해 결정된다. 그리고 Γ_t 는 상기 제2 입력포트(P2')의 반사계수이다.

[0061] 뒷단에 연결되는 차동 모드 증폭기가 상기 오드 모드 포트(Po)에 임피던스 매칭된 경우 이븐 모드 포트(Pe)에서의 반사계수(E_{11})는 일반적으로 큰 값을 갖게 되고, 반사계수의 위상은 차동 모드 증폭기의 매칭회로 설계에 따라 달라진다.

[0062] 오드 모드 포트(Po)에서의 전달계수가 최대값을 가지기 위해서는 이븐 모드 포트(Pe)의 반사계수(E_{11})와 입력신호가 입력되지 않는 상기 제2 입력포트(P2')의 반사계수(Γ_t)의 곱이 -1이어야 한다. 이를 위해서 Γ_t 의 절댓값은 1이고, 이븐 모드 포트(Pe)의 반사계수(E_{11})와 상기 제2 입력포트(P2')의 반사계수(Γ_t)의 위상차는 180도여야 한다. 따라서 제1 전송선로(410)의 길이를 이와 같은 조건을 만족하도록 조절하면 오드 모드 신호를 최대한으로 전달할 수 있게 된다.

[0063] 도 5는 본 발명의 하나의 실시예에 차동 모드 증폭기 구동회로를 사용한 경우 차동 모드 증폭기의 MAG(Maximum Available Gain) 및 이득을 나타낸 그래프이다.

[0064] 도 5(a)에 차동 모드 증폭기에 차동 입력을 인가한 경우 및 단일 입력을 인가한 경우의 MAG를 나타내었다. 단일 입력을 인가한 경우는 제1 전송선로(410)의 길이를 변화시켜 위상을 조절해가며 MAG가 최대값을 나타낸 경우(MAG_max), 최소값을 나타낸 경우(MAG_min) 및 제1 전송선로를 단순히 단락(short)시킨 경우(MAG_short) 3가지로 나누어 나타내었다. 여기서 MAG가 최대값을 나타낸 경우는 상기의 조건을 만족하도록 제1 전송선로(410)의 길이를 조절한 경우이다. 도 5(a)에 의하면, MAG가 최대값을 나타낸 경우(MAG_max)의 MAG값은 차동 입력을 인가한 경우의 MAG 값과 큰 차이가 없음을 알 수 있다. 또한, 도 5(a)에 의하면, MAG가 최대값을 갖기 위해서는 제1

전송선로를 단순히 단락시키는 것만으로는 충분하지 않고, 상기한 조건인 Γ_t 의 절대값이 1이고, 이븐 모드 포트의 반사계수(E_{11})와 상기 제2 입력포트(P2')의 반사계수(Γ_t)의 위상차가 180도인 조건이 만족되어야 한다.

도 5(b)에는 실제로 차동 모드 증폭기에 매칭회로를 추가하여 측정된 이득이 나타나있다. 도 5(b)에 의하면, 차동 입력을 인가한 경우와 상기의 조건을 만족하도록 제1 전송선로(410)의 길이를 조절하여 단일 입력을 인가한 경우의 이득은 500GHz 이상의 주파수에서 큰 차이를 보이지 않음을 알 수 있다.

즉, 본 발명은 이와 같이 차동 모드 증폭기를 단일 입력 신호로 구동함에 있어 별도의 별론 없이도 전반사 터미네이션 역할을 하는 접지된 제1 전송선로(410)의 길이 조절에 의한 위상을 변화시켜 오드 모드 포트(Po)로 전달되는 신호를 최대한으로 할 수 있다.

이상에서 본 발명이 구체적인 구성요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나, 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명이 상기 실시예들에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형을 꾀할 수 있다.

따라서, 본 발명의 사상은 상기 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위 뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등하게 또는 등가적으로 변형된 모든 것들은 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

200: 본 발명의 하나의 실시예에 따른 차동 모드 증폭기 구동회로

210: 제1 전송선로 220: 제2 전송선로

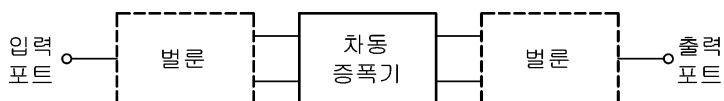
310: 제1 전송선로

330: 차동 증폭기 410: 제1 전송선로

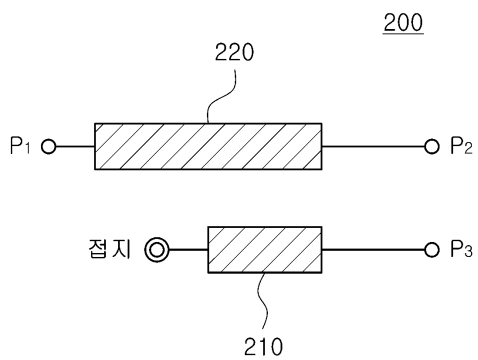
420: 제2 전송선로

도면

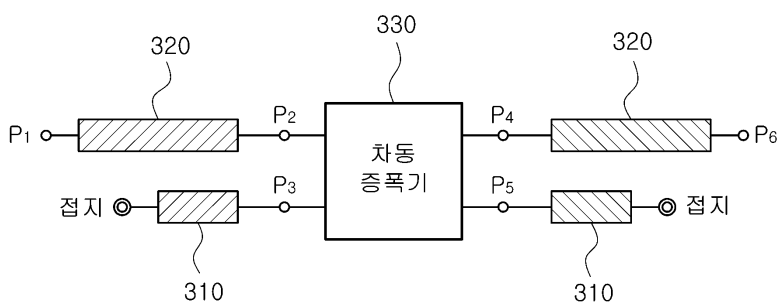
도면1



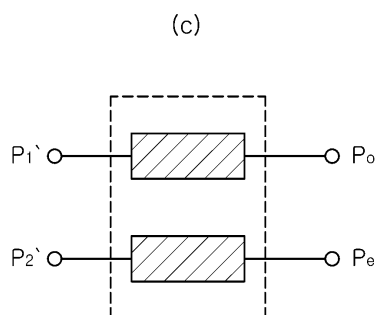
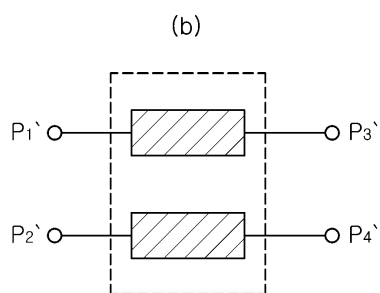
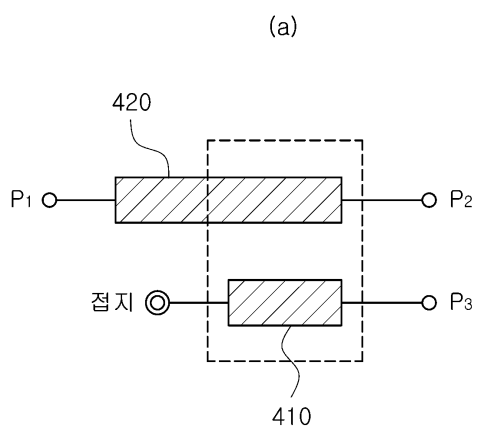
도면2



도면3



도면4



도면5

