(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0066915
(43) 공개일자 2017년06월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03H 7/48 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H03H 7/48 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0173141
(22) 출원일자 2015년12월07일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
이정호
경기도 수원시 영통구 매탄로126번길 66 주공그린빌 2단지 202동 1406호
김철영
대전광역시 유성구 대학로 99 충남대학교
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이건주, 김정훈

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **상호 인덕턴스를 이용한 전력결합기/분배기**

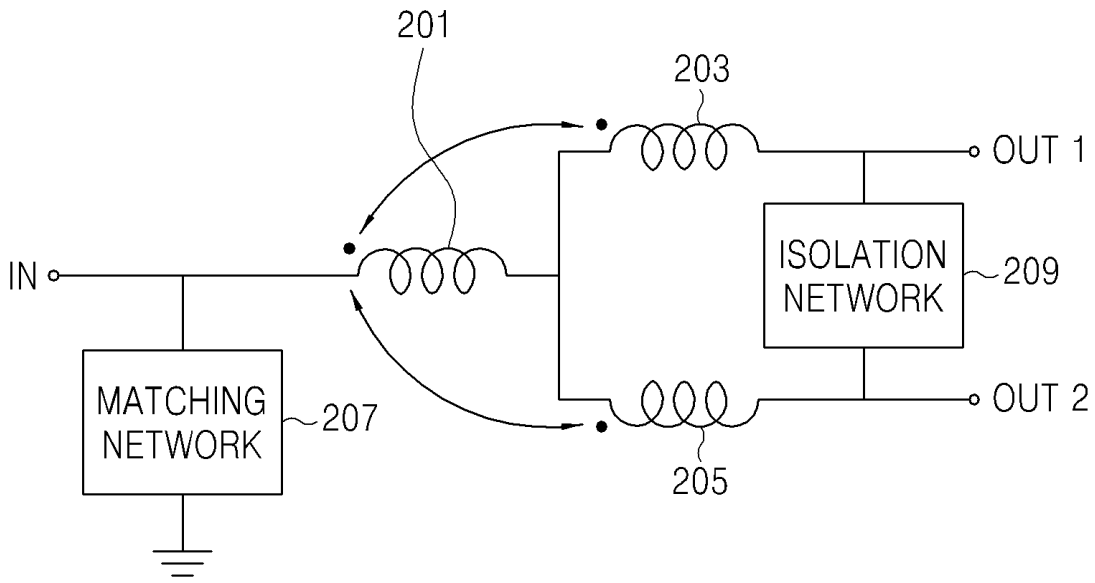
(57) 요 약

본 개시는 LTE와 같은 4G 통신 시스템 이후 보다 높은 데이터 전송률을 지원하기 위한 5G 또는 pre-5G 통신 시스템에 관련된 것이다.

본 개시는 상호 인덕턴스를 이용하는 전력 분배 회로에 있어서, 제1 출력 포트에 일단이 연결되고 타단이 제2 주

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



유도 소자에 연결되는 제1 주 유도 소자; 제2 출력 포트에 일단이 연결되고 타단이 상기 제1 주 유도 소자와 연결되며, 상기 제1 주 유도 소자에 자기적으로(magnetically) 상호 결합되는 상기 제2 주 유도 소자; 일단이 입력 포트에 연결되고, 타단이 상기 제1 주 유도 소자의 타단 및 상기 제2 주 유도 소자의 타단에 연결되는 부 유도 소자; 및 상기 제1 출력 포트와 상기 제2 출력 포트 사이에 연결되는 격리부를 포함하고, 상기 부 유도 소자는 상기 제1 주 유도 소자 및 상기 제2 주 유도 소자 각각과 자기적으로 상호 결합됨을 특징으로 하는 회로를 제안한다.

(72) 발명자

오현명

대전광역시 유성구 대학로 99 충남대학교

변철우

경기도 수원시 영통구 영통로 498 황골마을1단지아파트 158동 1301호

손주호

서울시 서초구 나루터로4길 49 신반포한신아파트 332동 905호

명 세 서

청구범위

청구항 1

상호 인덕턴스를 이용하는 전력 분배 회로에 있어서,

제1 출력 포트에 일단이 연결되고 타단이 제2 주 유도 소자에 연결되는 제1 주 유도 소자;

제2 출력 포트에 일단이 연결되고 타단이 상기 제1 주 유도 소자와 연결되며, 상기 제1 주 유도 소자에 자기적으로(magnetically) 상호 결합되는 상기 제2 주 유도 소자;

일단이 입력 포트에 연결되고, 타단이 상기 제1 주 유도 소자의 타단 및 상기 제2 주 유도 소자의 타단에 연결되는 부 유도 소자; 및

상기 제1 출력 포트와 상기 제2 출력 포트 사이에 연결되는 격리부를 포함하고,

상기 부 유도 소자는 상기 제1 주 유도 소자 및 상기 제2 주 유도 소자 각각과 자기적으로 상호 결합됨을 특징으로 하는 회로.

청구항 2

제1항에 있어서,

일단이 상기 입력 포트와 상기 부 유도 소자의 일단에 연결되고, 타단이 접지에 연결되는 입력 매칭부를 더 포함하는 회로.

청구항 3

제1항에 있어서,

일단이 제1 주 유도 소자의 타단 및 제2 주 유도 소자의 타단에 연결되고, 타단이 접지에 연결되는 광역부를 더 포함하는 회로.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 주 유도 소자, 상기 제2 주 유도 소자 및 상기 부 유도 소자는 인덕터 또는 트랜스미션 라인 중 어느 하나임을 특징으로 하는 회로.

청구항 5

제1항에 있어서,

제3 출력 포트에 일단이 연결되고, 타단이 상기 제1 주 유도 소자의 타단 및 상기 제2 주 유도 소자의 타단과 연결되며, 상기 제1 주 유도 소자 및 상기 제2 주 유도 소자에 자기적으로 상호 결합되는 제3 주 유도 소자를 더 포함하고,

상기 부 유도 소자는 상기 제3 주 유도 소자와도 자기적으로 상호 결합됨을 특징으로 하는 회로.

청구항 6

제1항에 있어서,

제3 출력 포트에 일단이 연결되고 타단이 제4 주 유도 소자에 연결되는 제3 주 유도 소자;

제4 출력 포트에 일단이 연결되고 타단이 상기 제3 주 유도 소자와 연결되며, 상기 제3 주 유도 소자에 자기적으로(magnetically) 상호 결합되는 상기 제4 주 유도 소자;

일단이 입력 포트에 연결되고, 타단이 상기 제3 주 유도 소자의 타단 및 상기 제2 주 유도 소자의 타단에 연결

되는 또 다른 부 유도 소자를 더 포함하고,

상기 또 다른 부 유도 소자는 상기 제3 주 유도 소자 및 상기 제4 주 유도 소자 각각과 자기적으로 상호 결합됨을 특징으로 하는 회로.

청구항 7

제6항에 있어서,

일단이 제2 유도 소자의 일단에 연결되고, 타단이 제3 유도 소자의 일단에 연결되는 또 다른 격리부를 더 포함하는 회로.

청구항 8

제1항에 있어서,

일단이 상기 입력 포트 및 상기 부 유도 소자의 일단에 연결되고, 타단이 접지에 연결되는 매칭부를 더 포함하는 회로.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 매칭부는 커패시터로 구성됨을 특징으로 하는 회로.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 격리부는 커패시터와 저항으로 구성됨을 특징으로 하는 회로.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전력결합기/분배기에 관한 것으로, 상호 인덕턴스를 이용한 전력분배기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 4G (4^{th}-Generation) 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 개선된 5G (5^{th}-Generation) 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템을 개발하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이러한 이유로, 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템은 4G 네트워크 이후 (beyond 4G network) 통신 시스템 또는 LTE 시스템 이후 (post LTE)의 시스템이라 불리고 있다.

[0003] 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 5G 통신 시스템은 초고주파 (mmWave) 대역 (예를 들어, 60기가 (60GHz) 대역과 같은)에서의 구현이 고려되고 있다. 초고주파 대역에서 전파의 경로 손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔포밍 (beamforming), 거대 배열 다중 입출력 (massive MIMO), 전차원 다중입출력 (full dimensional MIMO: FD-MIMO), 어레이 안테나 (array antenna), 아날로그 빔형성 (analog beam-forming), 및 대규모 안테나 (large scale antenna) 기술들이 논의되고 있다.

[0004] 또한 시스템의 네트워크 개선을 위해, 5G 통신 시스템에서는 진화된 소형 셀, 개선된 소형 셀 (advanced small cell), 클라우드 무선 액세스 네트워크 (cloud radio access network: cloud RAN), 초고밀도 네트워크 (ultra-dense network), 기기 간 통신 (device to device communication: D2D), 무선 백홀 (wireless backhaul), 이동 네트워크 (moving network), 협력 통신 (cooperative communication), CoMP (coordinated multi-points), 및 수신 간섭제거 (interference cancellation) 등의 기술 개발이 이루어지고 있다.

[0005] 이 밖에도, 5G 시스템에서는 진보된 코딩 변조 (advanced coding modulation: ACM) 방식인 FQAM (hybrid FSK and QAM modulation) 및 SWSC (sliding window superposition coding)과, 진보된 접속 기술인 FBMC (filter bank multi carrier), NOMA (non-orthogonal multiple access), 및 SCMA (sparse code multiple access) 등이

개발되고 있다.

[0006] 현재 4G LTE(4 generation long term evolution) 시스템의 경우 최대 100Mbps 이상의 속도로 고속 데이터 통신이 가능하다. 그러나, 무선 통신을 이용한 고속 데이터 전송에 대한 요구가 계속 증가하고 있다.

[0007] 상기 요구를 만족시키기 위한 방법 중 하나는 밀리미터파 대역의 주파수를 이용하는 것이다. 28 GHz 대역과 60 GHz 대역의 주파수를 사용하면, 800MHz 이상의 대역폭을 사용할 수 있다. 넓은 대역폭을 사용하는 경우 간단하고 쉬운 변조방식을 사용하더라도 1Gbps 이상의 속도로 통신이 가능하다. 하지만, 밀리미터파 대역의 신호는 직진성이 강하여 비가시선(Non-line-of-sight , NLOS) 환경에서는 사용하기 어렵다는 단점이 있다.

[0008] 상기 단점을 해결하기 위한 방법으로 빔 포밍(beamforming) 기술이 이용되고 있다. 즉, 4G LTE 시스템에서는 빔 포밍 기술을 이용하여 다수의 송수신기를 연결함으로써 여러 방향의 신호를 송수신할 수 있다. 이때 상기 다수의 송수신기 연결은 전력결합기/분배기에 의해 구현된다. 상기 전력결합기/분배기는 대개 큰 면적을 차지하기 때문에, 전체 빔포밍 회로를 구현한 칩의 크기가 커지는 단점을 갖게 한다. 또한, 상기 전력결합기/분배기 자체에서 발생하는 전력 손실이 크거나, 손실된 전력을 보상하려고 하는 경우에도 상기 전력결합기/분배기의 크기는 커진다.

[0009] 본 발명에서는 전력 손실을 최소화하면서도 작은 크기의 전력분배기/결합기를 제안한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 개시의 목적은 윌킨슨(Wilkinson) 전력결합기/분배기와 같은 성능을 가지면서도 크기를 줄인 윌킨슨 전력결합기/분배기를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 개시는 상호 인덕턴스를 이용하는 전력 분배 회로에 있어서, 제1 출력 포트에 일단이 연결되고 타단이 제2 주 유도 소자에 연결되는 제1 주 유도 소자; 제2 출력 포트에 일단이 연결되고 타단이 상기 제1 주 유도 소자와 연결되며, 상기 제1 주 유도 소자에 자기적으로(magnetically) 상호 결합되는 상기 제2 주 유도 소자; 일단이 입력 포트에 연결되고, 타단이 상기 제1 주 유도 소자의 타단 및 상기 제2 주 유도 소자의 타단에 연결되는 부 유도 소자; 및 상기 제1 출력 포트와 상기 제2 출력 포트 사이에 연결되는 격리부를 포함하고, 상기 부 유도 소자는 상기 제1 주 유도 소자 및 상기 제2 주 유도 소자 각각과 자기적으로 상호 결합됨을 특징으로 하는 회로를 제공한다.

발명의 효과

[0012] 본 개시에 따른 윌킨슨 전력결합기/분배기는 평면 구조에서 적어도 하나의 부 인덕터를 추가함으로써, 한 쌍의 주 인덕터에 대칭적으로 영향을 줄 수 있다. 따라서, 본 개시에 따른 윌킨슨 전력결합기/분배기는 부피가 줄어들면서도 요구되는 상호 인덕턴스를 제공할 수 있다.

[0013] 또한, 본 개시에 따른 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기는 출력 포트간에 격리도를 높일 수 있고, 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기 자체의 전력 손실도 줄일 수 있다.

[0014] 따라서, 본 개시에 따른 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기는 출력 포트간의 밸런스(balance) 성능을 향상시킨다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 윌킨슨 전력결합기/분배기의 구조,

도 2는 본 개시에 따른 윌킨슨 전력결합기/분배기의 구조,

도 3은 even 모드일 때 본 개시에 따른 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기의 등가회로,

도 4은 odd 모드일 때 본 개시에 따른 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기의 등가회로,

도 5는 본 개시의 일 실시 예에 따른 윌킨슨 전력결합기/분배기를 나타낸 도면,

도 6는 본 개시의 일 실시 예에 따른 또다른 윌킨슨 전력결합기/분배기를 나타낸 도면,

도 7는 본 개시의 일 실시 예에 따른 또다른 윌킨슨 전력결합기/분배기를 나타낸 도면,

도 8는 본 개시의 일 실시 예에 따른 또다른 윌킨슨 전력결합기/분배기를 나타낸 도면,

도 9는 본 개시의 일 실시 예에 따른 또다른 윌킨슨 전력결합기/분배기를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하 본 개시의 실시예를 첨부한 도면과 함께 상세히 설명한다. 또한 본 개시를 설명함에 있어서 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 개시의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 그리고 후술되는 용어들은 본 개시에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0017] 본 개시에서 유도 소자는 인덕터로 설명하나, 인덕턴스를 가지는 소자로 트랜스미션 라인, 인덕터 등이 포함될 수 있다.

[0018] 먼저, 전력결합기/분배기 중 무선 통신 기기에 많이 사용되는 윌킨슨 전력결합기/분배기에 대해 간략히 설명한다. 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기는 두 출력 포트(port)의 위상 차가 0도이며, 주로 전력을 균등하게 분배하는데 사용되는 수동 마이크로파 소자이다. 윌킨슨 전력결합기/분배기는 직교 RF(radio frequency) 신호들을 하나의 전송 신호로 결합/분배하여 안테나를 송신/수신되도록 하는데 사용될 수 있다. 이러한 윌킨슨 전력결합기/분배기는 상호 인덕턴스를 얻기 위해 이용되지만, 높은 인덕턴스를 얻기 위해서 구현에 있어 일정 공간을 필요로 한다.

[0019] 도 1은 윌킨슨 전력결합기/분배기의 구조를 나타낸다.

[0020] 윌킨슨 전력결합기/분배기는 한 쌍의 인덕터(101)를 포함할 수 있으며, 격리부(isolation network, 109)를 더 포함할 수 있다.

[0021] 상기 한 쌍의 인덕터(101)는 제1 주인덕터(105)와 제2 주인덕터(107)을 포함한다. 여기서, 상기 제1 주인덕터(105)의 인덕턴스는 L1(단위: H, 헨리), 상기 제2 주인덕터(107)의 인덕턴스는 L2(단위: H, 헨리)라고 가정한다. 상기 제1 주인덕터(105)와 상기 제2 주인덕터(107)는 자기적으로(magnetically) 상호 결합되어 있다. 상기 상호 결합된 상기 제1 주인덕터(105)와 상기 제2 주인덕터(107) 사이의 상호 인덕턴스는 M(단위: H, 헨리)이라고 가정한다.

[0022] 상기 제1 주인덕터(105)의 일단(an end)은 제1 출력 포트와 연결(connect)될 수 있고, 상기 제1 주인덕터(105)의 타단(other end)은 상기 제2 주인덕터(107)의 일단 및 입력 포트와 연결될 수 있다. 상기 제2 주인덕터(107)의 일단은 상기 제1 주인덕터(105)의 타단 및 상기 입력 포트와 연결될 수 있고, 상기 제2 주인덕터(107)의 타단은 제2 출력 포트와 연결될 수 있다. 상기 격리부(109)의 일단은 상기 제1 출력 포트와 연결될 수 있고, 상기 격리부(109)의 타단은 상기 제2 출력 포트와 연결될 수 있다.

[0023] 상기 한 쌍의 인덕터(105, 107)는 보다 간단히 구현하기 위하여 일반적으로 전송 라인과 저항으로 구현될 수 있다. 실제 인덕터 전자 소자를 사용하지 않고 전송 라인의 길이를 조절하는 방식으로 상기 인덕터가 구현될 수 있다. 이때, 상기 전송 라인의 길이는 $\lambda/4$가 된다. 여기서, λ는 파장이다.

[0024] 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기의 크기를 줄이기 위해 상기 한 쌍의 인덕터는 전자 소자로 구현될 수 있다. 더 나아가 상기 한 쌍의 인덕터의 상호 인덕턴스를 이용한다면, 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기의 크기는 더욱 줄어들 수 있다.

[0025] 그러나, 대칭적으로 배치되는 한 쌍의 인덕터를 적은 공간에서 구현하는 데에는 어려움이 있다.

[0026] 도 2는 본 개시에 따른 윌킨슨 전력결합기/분배기의 구조를 나타낸다.

[0027] 본 개시에서는 부 인덕터(201)를 추가한 윌킨슨 전력결합기/분배기를 제안한다. 본 개시에 따른 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기는 평면 구조에서 상기 부 인덕터(201)를 추가함으로써, 한 쌍의 주 인덕터에 대칭적으로 영향을 줄 수 있고, 상기 2 개의 주 인덕터(203, 205)에 상호 인덕턴스를 부가하는 효과가 발생한다. 따라서, 일정 인덕턴스를 얻기 위한 상기 2 개의 주 인덕터(203, 205)의 크기를 줄일 수 있게 된다.

[0028] 또한, 상기 부 인덕터(201)이 제공하는 대칭적 영향으로 인해 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기는 출력 포트간에 격리도를 높일 수 있다. 또한, 상기 2 개의 주 인덕터(203, 205)의 크기가 줄어두는 결과, 선로 저항이 감소하

고, 이는 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기 자체의 전력 손실도 줄이는 효과를 제공한다. 또한, 본 개시에 따른 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기는 출력 포트간의 밸런스(balance) 성능을 향상시킬 수 있다.

[0029] 본 개시에 따른 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기는 부 인덕터(201), 및 한 쌍의 주 인덕터(203, 205)를 포함할 수 있다. 또한, 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기는 매칭부(matching network, 207), 및 격리부(isolation network, 209) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.

[0030] 상기 매칭부(matching network, 207)는 입력 포트의 임피던스 매칭을 위한 회로이다.

[0031] 상기 부 인덕터(201)은 상기 한 쌍의 주 인덕터(203, 205) 각각과 자기적으로(magnetically) 상호 결합(mutually coupled)되어 있다.

[0032] 구체적으로, 도 2(a)는 상기 제1 주인덕터(203)의 일단은 제1 출력 포트 및 상기 격리부(209)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제1 주인덕터(203)의 타단은 상기 제2 주인덕터(205)의 일단 및 상기 부인덕터(201)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 제2 주인덕터(205)의 일단은 상기 제1 주인덕터(203)의 타단 및 상기 부인덕터(201)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제2 주인덕터(205)의 타단은 제2 출력 포트 및 상기 격리부(209)의 타단과 연결될 수 있다. 상기 격리부(209)의 일단은 상기 제1 주인덕터(203)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 격리부(209)의 타단은 상기 제2 주인덕터(205)의 타단과 연결될 수 있다. 상기 부인덕터(201)의 일단은 상기 제1 주인덕터(203)의 타단 및 상기 제2 주인덕터(205)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 부인덕터(201)의 타단은 입력 포트와 매칭부(matching network, 207)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 매칭부(207)의 일단은 상기 입력 포트와 상기 부인덕터(201)의 타단과 연결될 수 있고, 상기 매칭부(207)의 타단은 접지와 연결될 수 있다.

[0033] 도 2(b)는 일 예로, 도 2(a)에서 상기 제1 주인덕터, 상기 제2 주인덕터 및 상기 부인덕터 대신 제1 트랜스미션 라인, 제2 트랜스미션 라인 및 부 트랜스미션 라인으로 구성되고, 상기 제1 트랜스미션 라인과 제1 출력 포트 사이에 매칭부가 추가되고, 상기 제2 트랜스미션 라인과 제2 출력 포트 사이에 또 다른 매칭부가 추가된 윌킨슨 전력결합기/분배기를 나타낸 것이다.

[0034] 도 2(c)는 일 예로, 상기 매칭부는 커패시터 또는 인덕터로 구성되고, 상기 격리부는 커패시터와 저항으로 구성된 윌킨슨 전력결합기/분배기를 나타낸 것이다.

[0035] 본 개시에 따른 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기를 해석하기 위하여 even/odd 해석법을 이용한다.

[0036] 상기 even/odd 해석법은 커플링이 일어나는 선로에 대한 회로 해석법 중 하나이다. 예를 들어, 두 선로에 교류 전류가 흐르는 경우, 상기 두 선로에 흐르는 교류 전류의 방향이 같은지 또는 다른지를 알 수가 없다. 따라서, 먼저 상기 두 선로에 흐르는 교류 전류의 방향을 동일하다고 가정하여 수학적으로 회로를 해석하는 것이 even 모드 해석 방법이고, 상기 두 선로에 흐르는 교류 전류의 방향을 다르다고 가정하여 수학적으로 회로를 해석하는 것이 odd 모드 해석 방법이다.

[0037] 도 3은 even 모드일 때 본 개시에 따른 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기의 등가회로를 나타낸다.

[0038] even 모드일 때 본 개시에 따른 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기의 등가회로는 커패시터(305)와 두 개의 인덕터(301, 303)로 나타낼 수 있다.

[0039] 구체적으로 상기 커패시터(305)의 일단은 입력 포트와 상기 두 개의 인덕터 중 하나의 인덕터(301)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 커패시터(305)의 타단은 접지와 연결될 수 있다. 상기 두 개의 인덕터 중 하나의 인덕터(301)의 일단은 입력 포트와 상기 커패시터(305)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 두 개의 인덕터 중 하나의 인덕터(301)의 타단은 상기 두 개의 인덕터 중 다른 인덕터(303)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 두 개의 인덕터 중 다른 인덕터(303)의 일단은 상기 두 개의 인덕터 중 하나의 인덕터(301)의 타단과 연결될 수 있고, 상기 두 개의 인덕터 중 다른 인덕터(303)의 타단은 출력 포트와 연결될 수 있다.

[0040] 상기 두 개의 인덕터(301, 303)는 상기 한 쌍의 주 인덕터 중 한 개의 주 인덕터(205)와 상기 부 인덕터(201)에 해당한다. 이 때 상기 한 개의 주 인덕터(205)의 인덕턴스는 L2이고, 상기 부 인덕터(201)의 인덕턴스는 L1이라고 가정한다. 상기 한 개의 주 인덕터(205)와 상기 부 인덕터(201)는 자기적으로 상호 결합되어 있으며, 이 때 상호 인덕턴스는 M으로 가정한다. 상기 상호 인덕턴스를 고려하면, 상기 한 개의 주 인덕터의 인덕턴스는 L1`(L1+M)이 되고, 상기 부 인덕터(201)의 인덕턴스 L2`(L2+M)이 된다. 상기 상호 인덕턴스에 의해 상기 주 인덕터와 상기 부 인덕터의 인덕턴스 값이 커졌음을 알 수 있다. 즉, 상호 인덕턴스에 의해 작은 값의 인덕턴스를 가지는 인덕터로 큰 값의 인덕턴스를 갖는 인덕터의 효과를 가질 수 있다.

[0041] 여기서, 상기 커패시터(305)는 임피던스 매칭을 위해 추가되는 전자 소자이다. 상기 커패시터의 값은 이하의 수학식 1 과 수학식 2를 이용해 구할 수 있다.

수학식 1

$$L1' + L2' = \frac{Z_{Out}}{\omega_0}\sqrt{\frac{nZ_{In} - Z_{Out}}{Z_{Out}}}$$

[0042]

수학식 2

$$C1' = \frac{1}{nZ_{In}\omega_0}\sqrt{\frac{nZ_{In} - Z_{Out}}{Z_{Out}}}$$

[0043]

[0044] 여기서, Z_{in}은 입력 임피던스, Z_{Out}은 출력 임피던스이며, ω_0는 중심 주파수이다.

[0045] 도 4은 odd 모드일 때 본 개시에 따른 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기의 등가회로를 나타낸다.

[0046] odd 모드일 때 본 개시에 따른 상기 윌킨슨 전력결합기/분배기의 등가회로는 인덕터(401), 커패시터(403)와 저항(405)으로 나타낼 수 있다.

[0047] 구체적으로, 상기 인덕터(401)의 일단은 출력 포트와 상기 커패시터(403)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 인덕터(401)의 타단은 접지와 연결될 수 있다. 상기 커패시터(403)의 일단은 출력 포트와 상기 인덕터(401)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 커패시터(403)의 타단은 상기 저항(405)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 저항(405)의 일단은 상기 커패시터(403)의 타단과 연결될 수 있고, 상기 저항(405)의 타단은 접지와 연결될 수 있다.

[0048] 상기 인덕터(401)은 도 2의 상기 제2 주 인덕터에 해당하며, 상기 제2 주 인덕터의 인덕턴스는 L2라고 가정한다. even 모드일 때와 마찬가지로 상기 커패시터(403)와 상기 저항(405)은 임피던스 매칭을 위해 추가되어야 하는 전자 소자이다. 상기 커패시터(403)와 상기 저항(405)의 값은 이하의 수학식 3과 수학식 4를 이용해 구할 수 있다.

수학식 3

$$R' = \frac{\omega_0{}^2 L_2{}^2 Z_{Out}}{\omega_0{}^2 L_2{}^2 + Z_{Out}{}^2}$$

[0049]

수학식 4

$$C2' = \frac{\omega_0{}^2 L_2{}^3 + Z_{Out}{}^2 L_2}{\omega_0{}^2 L_2{}^2 Z_{Out}{}^2}$$

[0050]

[0051] 여기서, Z_{in}은 입력 임피던스, Z_{Out}은 출력 임피던스이며, ω_0는 중심 주파수이다.

[0052] 도 5는 본 개시의 일 실시 예에 따른 윌킨슨 전력결합기/분배기를 나타낸 도면이다.

[0053] 도 5는 도 2의 윌킨슨 전력결합기/분배기에 광대역에서 사용하기 위한 광대역부(509)를 더 포함할 수 있다. 상기 광대역부(509)는 제1 주 인덕터(501)의 일단, 제2 주 인덕터(503)의 일단, 및 상기 부 인덕터(505)의 일단에 연결될 수 있다.

[0054] 구체적으로, 상기 제1 주인덕터(501)의 일단은 제1 출력 포트 및 상기 격리부(511)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제1 주인덕터(501)의 타단은 상기 제2 주인덕터(503)의 일단, 상기 광역부(509)의 일단 및 상기 부인덕터(505)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 제2 주인덕터(503)의 일단은 상기 제1 주인덕터(501)의 타단, 상기 광역부(509)의 일단 및 상기 부인덕터(505)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제2 주인덕터(503)의 타단은 제2 출력 포트 및 상기 격리부(511)의 타단과 연결될 수 있다. 상기 격리부(511)의 일단은 상기 제1 주인덕터(501)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 격리부(511)의 타단은 상기 제2 주인덕터(503)의 타단과 연결될 수 있다. 상기 부인덕터(505)의 일단은 상기 제1 주인덕터(501)의 타단, 상기 광역부(509)의 일단 및 상기 제2 주인덕터(503)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 부인덕터(505)의 타단은 입력 포트와 매칭부(507)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 매칭부(507)의 일단은 상기 입력 포트와 상기 부인덕터(505)의 타단과 연결될 수 있고, 상기 매칭부(507)의 타단은 접지와 연결될 수 있다. 상기 광역부(509)의 일단은 상기 부인덕터(505)의 일단, 상기 제2 주인덕터(503)의 일단 및 상기 제1 주인덕터(501)의 타단과 연결될 수 있고, 상기 광역부(509)의 타단은 접지와 연결될 수 있다.

[0055] 도 6는 본 개시의 일 실시 예에 따른 또다른 윌킨슨 전력결합기/분배기를 나타낸 도면이다.

[0056] 도 2는 출력 포트가 2개로 제한되어 있으나, 도 6의 또다른 윌킨슨 전력결합기/분배기는 다수(n)의 주인덕터를 포함하여 다수(n)의 출력 포트를 지원할 수 있다.

[0057] 구체적으로, 상기 제1 주인덕터(601)의 일단은 제1 출력 포트 및 상기 격리부(611)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제1 주인덕터(601)의 타단은 상기 제2 주인덕터(603)의 일단, 제3 주인덕터(605)의 일단 및 상기 부인덕터(607)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 제2 주인덕터(603)의 일단은 상기 제1 주인덕터(601)의 타단, 상기 제3 주인덕터(605)의 일단 및 상기 부인덕터(607)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제2 주인덕터(603)의 타단은 제2 출력 포트 및 상기 격리부(611)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 격리부(611)의 일단은 상기 제1 주인덕터(601)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 격리부(611)의 타단은 상기 제2 주인덕터(603)의 타단과 연결될 수 있다. 상기 부인덕터(607)의 일단은 상기 제1 주인덕터(601)의 타단, 상기 제3 인덕터(605)의 일단 및 상기 제2 주인덕터(603)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 부인덕터(607)의 타단은 입력 포트와 매칭부(matching network, 609)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 매칭부(609)의 일단은 상기 입력 포트와 상기 부인덕터(607)의 타단과 연결될 수 있고, 상기 매칭부(609)의 타단은 접지와 연결될 수 있다.

[0058] 도 7는 본 개시의 일 실시 예에 따른 또다른 윌킨슨 전력결합기/분배기를 나타낸 도면이다.

[0059] 도 7은 도 2의 윌킨슨 전력결합기/분배기에 광대역에서 사용하기 위한 광역부(713, 715, 717)를 더 포함한다.

[0060] 구체적으로, 도 7(a)는 상기 제1 주인덕터(701)의 일단은 제2 광역부(713)의 일단 및 상기 격리부(711)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제1 주인덕터(701)의 타단은 상기 제2 주인덕터(703)의 일단, 제1 광역부(709)의 일단 및 상기 부인덕터(705)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 제2 주인덕터(703)의 일단은 상기 제1 주인덕터(701)의 타단, 상기 제1 광역부(709)의 일단 및 상기 부인덕터(705)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제2 주인덕터(703)의 타단은 제3 광역부(715)의 일단 및 상기 격리부(711)의 타단과 연결될 수 있다. 상기 격리부(711)의 일단은 상기 제1 주인덕터(701)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 격리부(711)의 타단은 상기 제2 주인덕터(703)의 타단과 연결될 수 있다. 상기 부인덕터(705)의 일단은 상기 제1 주인덕터(701)의 타단, 상기 제1 광역부(709)의 일단 및 상기 제2 주인덕터(703)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 부인덕터(705)의 타단은 입력 포트와 매칭부(707)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 매칭부(707)의 일단은 상기 입력 포트와 상기 부인덕터(705)의 타단과 연결될 수 있고, 상기 매칭부(507)의 타단은 접지와 연결될 수 있다. 상기 제1 광역부(709)의 일단은 상기 부인덕터(705)의 일단, 상기 제2 주인덕터(703)의 일단 및 상기 제1 주인덕터(701)의 타단과 연결될 수 있고, 상기 제1 광역부(709)의 타단은 접지와 연결될 수 있다. 상기 제2 광역부(713)의 일단은 상기 제1 주인덕터(701)의 일단 및 상기 격리부(711)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제1 광역부(713)의 타단은 제1 출력 포트 및 상기 제4 광역부(717)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 제3 광역부(715)의 일단은 상기 제2 주인덕터(701)의 타단 및 상기 격리부(711)의 타단과 연결될 수 있고, 상기 제1 광역부(713)의 타단은 제2 출력 포트 및 상기 제4 광역부(717)의 타단과 연결될 수 있다. 상기 제4 광역부(717)의 일단은 상기 제2 광역부(713)의 일단 및 상기 제1 출력 포트와 연결될 수 있고, 상기 제4 광역부(717)의 타단은 상기 제3 광역부(715)의 타단 및 상기 제2 출력 포트와

연결될 수 있다.

[0061] 도 7(b)는 일 예로, 상기 제2 광역부(713) 및 상기 제3 광역부(715)는 인덕터로, 상기 격리부(711) 및 상기 제4 광역부(717)은 커패시터 및 저항으로 구성된 윌킨슨 전력결합기/분배기를 나타낸 것이다.

[0062] 도 7(c)는 도 7(b) 에 따른 상기 제2 광역부(713) 및 상기 제3 광역부(715)의 인덕터가 상호 결합될 수 있음을 나타낸 것이다.

[0063] 도 8는 본 개시의 일 실시 예에 따른 또다른 윌킨슨 전력결합기/분배기를 나타낸 도면이다.

[0064] 도 6과는 다른 방법에 의해 다수의 출력 포트를 지원하는 윌킨슨 전력결합기/분배기를 나타낸다. 즉, 도 2에 따른 윌킨슨 전력결합기/분배기를 병렬로 연결한 형태이다.

[0065] 구체적으로, 도 8(a)는 상기 제1 주인덕터(801)의 일단은 제1 출력 포트 및 상기 격리부(815)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제1 주인덕터(801)의 타단은 상기 제2 주인덕터(803)의 일단 및 상기 제1 부인덕터(805)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 제2 주인덕터(803)의 일단은 상기 제1 주인덕터(801)의 타단 및 상기 제1 부인덕터(805)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제2 주인덕터(803)의 타단은 제2 출력 포트 및 상기 격리부(815)의 타단과 연결될 수 있다. 상기 격리부(815)의 일단은 상기 제1 주인덕터(801)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 격리부(815)의 타단은 상기 제2 주인덕터(803)의 타단과 연결될 수 있다. 상기 제1 부인덕터(805)의 일단은 상기 제1 주인덕터(801)의 타단 및 상기 제2 주인덕터(803)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제1 부인덕터(201)의 타단은 입력 포트, 제2 부인덕터(811)의 타단 및 매칭부(813)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 매칭부(813)의 일단은 상기 입력 포트, 상기 제1 부인덕터(805)의 타단 및 상기 제2 부인덕터(811)의 타단과 연결될 수 있고, 상기 매칭부(813)의 타단은 접지와 연결될 수 있다. 상기 제3 주인덕터(807)의 일단은 제2n-1 출력 포트 및 상기 격리부(815)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제3 주인덕터(807)의 타단은 상기 제4 주인덕터(809)의 일단 및 상기 제2 부인덕터(811)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 제4 주인덕터(809)의 일단은 상기 제3 주인덕터(807)의 타단 및 상기 제3 부인덕터(807)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제4 주인덕터(809)의 타단은 제2n 출력 포트 및 상기 격리부(815)의 타단과 연결될 수 있다. 상기 제2 부인덕터(811)의 일단은 상기 제3 주인덕터(807)의 타단 및 상기 제4 주인덕터(809)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제2 부인덕터(811)의 타단은 입력 포트, 제1 부인덕터(805)의 타단 및 매칭부(813)의 일단과 연결될 수 있다.

[0066] 도 8(b)는 일 예로, 상기 매칭부(813)은 커패시터로 구성되며, 상기 격리부(815)는 다수의 커패시터 및 저항으로 구성된 윌킨슨 전력결합기/분배기를 나타낸 것이다.

[0067] 도 9는 본 개시의 일 실시 예에 따른 또다른 윌킨슨 전력결합기/분배기를 나타낸 도면이다.

[0068] 도 8에 나타낸 실시 예와 유사하나, 도 9에 나타낸 윌킨슨 전력결합기/분배기는 격리부를 각각의 선로간에 따로 구현한 것이다.

[0069] 구체적으로, 도 9(a)는 상기 제1 주인덕터(901)의 일단은 제1 출력 포트 및 제1 격리부(915)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제1 주인덕터(901)의 타단은 상기 제2 주인덕터(903)의 일단 및 상기 제1 부인덕터(905)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 제2 주인덕터(903)의 일단은 상기 제1 주인덕터(901)의 타단 및 상기 제1 부인덕터(905)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제2 주인덕터(903)의 타단은 제2 출력 포트 및 상기 제1 격리부(915)의 타단과 연결될 수 있다. 상기 제1 격리부(915)의 일단은 상기 제1 주인덕터(901)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제1 격리부(915)의 타단은 상기 제2 주인덕터(903)의 타단과 연결될 수 있다. 상기 제1 부인덕터(905)의 일단은 상기 제1 주인덕터(901)의 타단 및 상기 제2 주인덕터(903)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제1 부인덕터(901)의 타단은 입력 포트, 제2 부인덕터(911)의 타단 및 매칭부(913)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 매칭부(913)의 일단은 상기 입력 포트, 상기 제1 부인덕터(905)의 타단 및 상기 제2 부인덕터(911)의 타단과 연결될 수 있고, 상기 매칭부(913)의 타단은 접지와 연결될 수 있다. 상기 제3 주인덕터(907)의 일단은 제2n-1 출력 포트 및 상기 제3 격리부(919)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제3 주인덕터(907)의 타단은 상기 제4 주인덕터(909)의 일단 및 상기 제2 부인덕터(911)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 제4 주인덕터(909)의 일단은 상기 제3 주인덕터(907)의 타단 및 상기 제3 부인덕터(907)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제4 주인덕터(909)의 타단은 제2n 출력 포트 및 상기 제3 격리부(919)의 타단과 연결될 수 있다. 상기 제2 부인덕터(911)의 일단은 상기 제3 주인덕터(907)의 타단 및 상기 제4 주인덕터(909)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제2 부인덕터(911)의 타단은 입력 포트, 제1 부인덕터(905)의 타단 및 매칭부(913)의 일단과 연결될 수 있다. 상기 제3 격리부(919)의 일단은 상기 제3 주인덕터(907)의 일단과 연결될 수 있고, 상기 제3 격리부(919)의 타단은 상기 제4 주인덕터(909)의 타단과 연결될 수 있다. 상기 제2 격리부(917)의 일단은 상기 제2 주인덕터(903)의 일단과 연결될 수 있고,

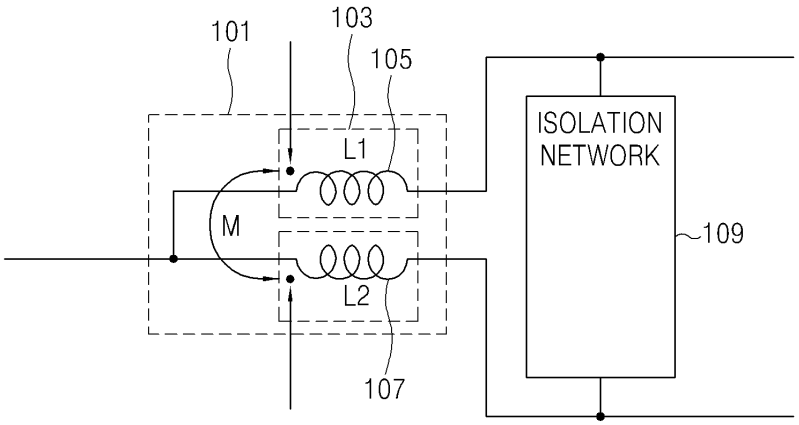
상기 제2 격리부(917)의 타단은 상기 제3 주인덕터(907)의 타단과 연결될 수 있다.

[0070] 도 9(b)는 일 예로, 상기 매칭부(913)은 커패시터로 구성되며, 상기 격리부들(915, 917, 919)는 커패시터 및 저항으로 구성된 윌킨슨 전력결합기/분배기를 나타낸 것이다.

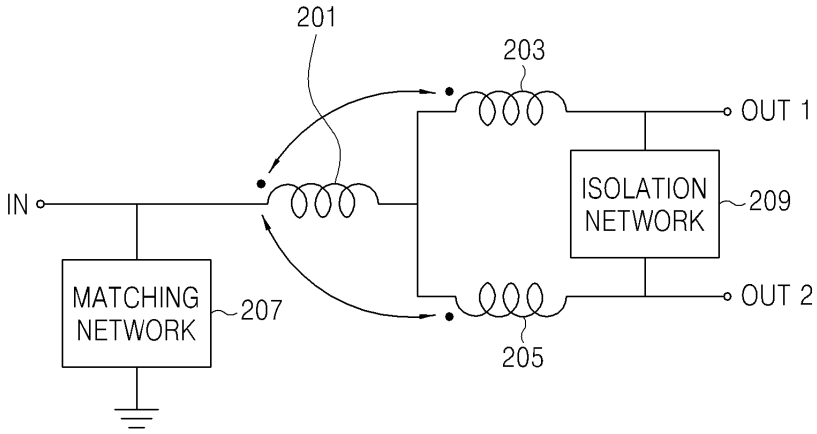
[0071] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시예들은 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 본 발명의 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 즉 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명의 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다. 또한 상기 각각의 실시 예는 필요에 따라 서로 조합되어 운용할 수 있다.

도면

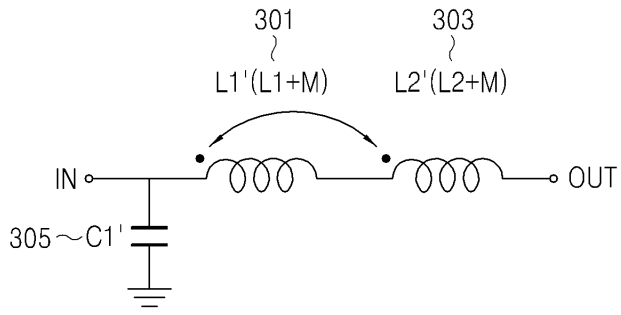
도면1



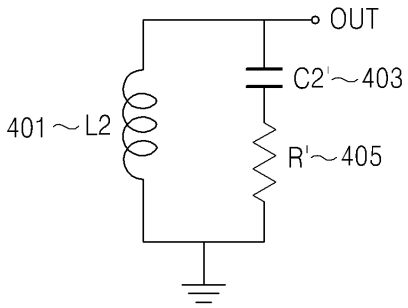
도면2



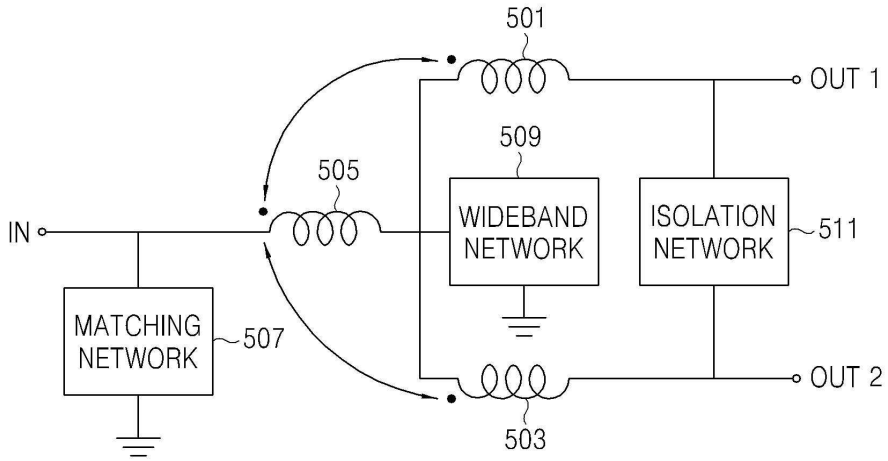
도면3


301
303
L1'(L1+M)
L2'(L2+M)
IN
OUT
305
C1'

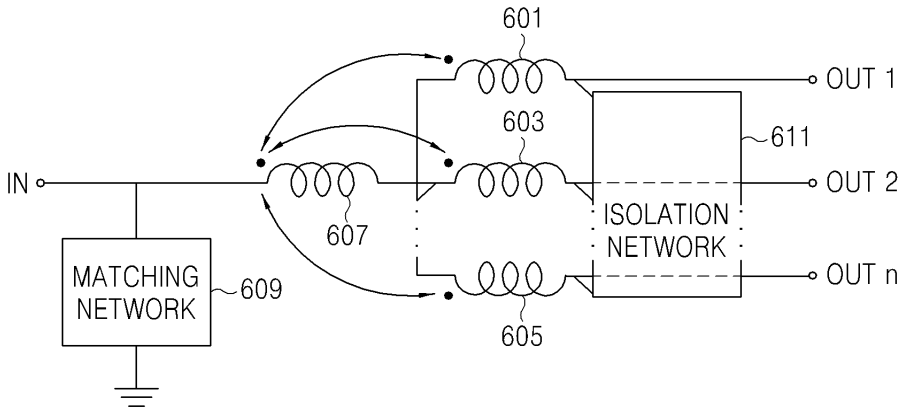
도면4


OUT
C2'
403
401
L2
R'
405

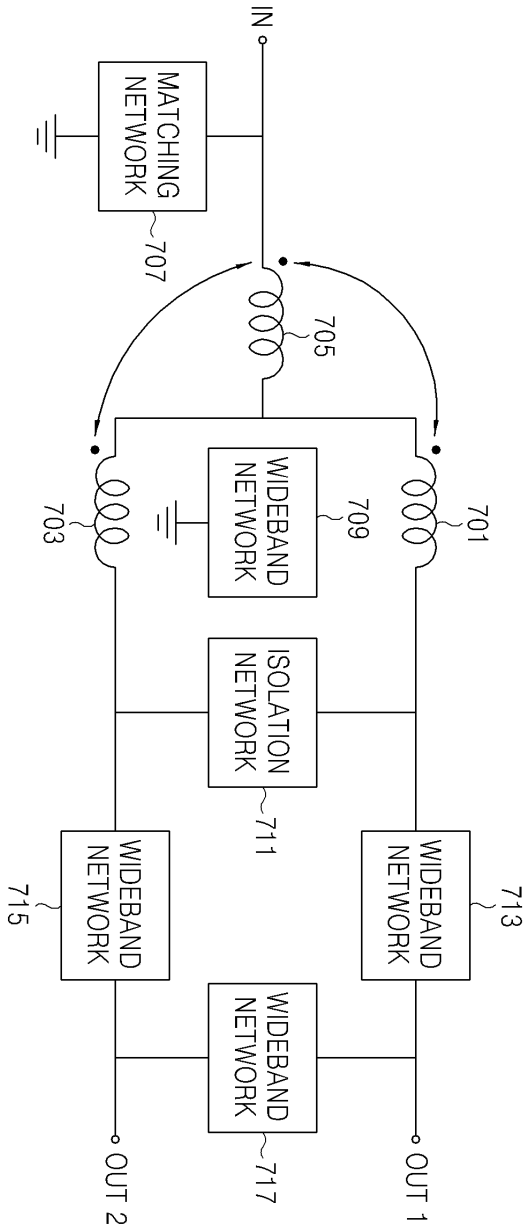
도면5


501
OUT 1
509
505
WIDEBAND NETWORK
ISOLATION NETWORK
511
IN
MATCHING NETWORK
507
OUT 2
503

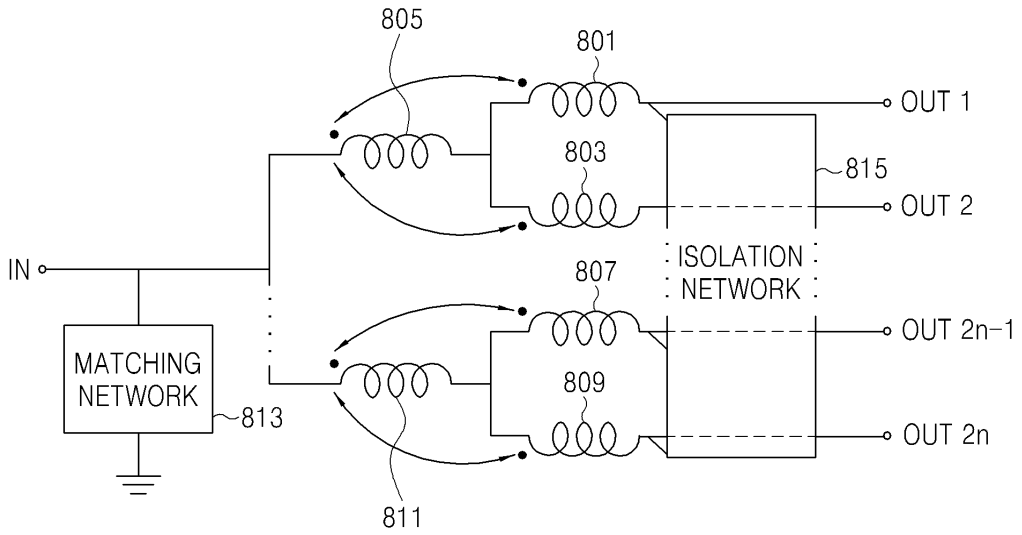
도면6


601
603
605
607
609
611
IN
OUT 1
OUT 2
OUT n
MATCHING NETWORK
ISOLATION NETWORK

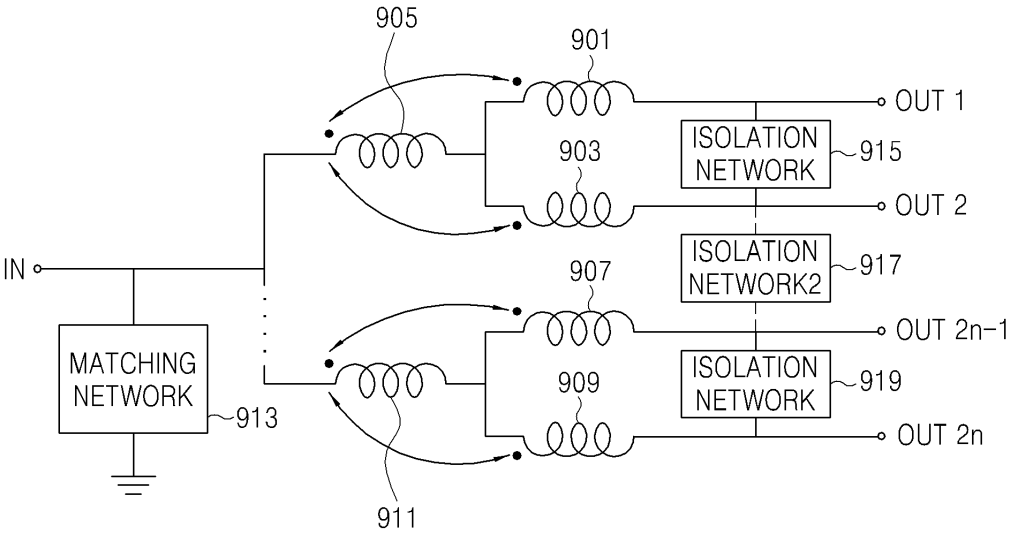
도면7


IN
MATCHING NETWORK
707
705
WIDEBAND NETWORK
709
703
701
ISOLATION NETWORK
711
WIDEBAND NETWORK
715
WIDEBAND NETWORK
713
WIDEBAND NETWORK
717
OUT 2
OUT 1

도면8


805
801
OUT 1
803
815
OUT 2
IN
ISOLATION
NETWORK
807
OUT 2n-1
MATCHING
NETWORK
813
809
OUT 2n
811

도면9


905
901
OUT 1
ISOLATION
NETWORK
915
903
OUT 2
IN
ISOLATION
NETWORK2
917
907
OUT 2n-1
MATCHING
NETWORK
913
ISOLATION
NETWORK
919
909
OUT 2n
911