



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년05월18일
(11) 등록번호 10-1737231
(24) 등록일자 2017년05월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 1/10 (2006.01) H04B 1/16 (2006.01)
H04B 1/18 (2006.01) H04B 7/08 (2017.01)
(52) CPC특허분류
H04B 1/1081 (2013.01)
H04B 1/1638 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0150375
(22) 출원일자 2015년10월28일
심사청구일자 2015년11월25일
(65) 공개번호 10-2016-0051636
(43) 공개일자 2016년05월11일
(30) 우선권주장
62/073,039 2014년10월31일 미국(US)
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
스카이워크스 솔루션즈, 인코포레이티드
미국 01801 메사추세츠주 워번 실반 로드 20
(72) 발명자
록지시악, 스테판느 리샤르 마리
미국 92604 캘리포니아주 어바인 화이트 버치 6
(74) 대리인
양영준, 백만기, 정은진

(56) 선행기술조사문헌
KR2020090005039 U*
KR1020120077695 A*
KR1020040100056 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 17 항

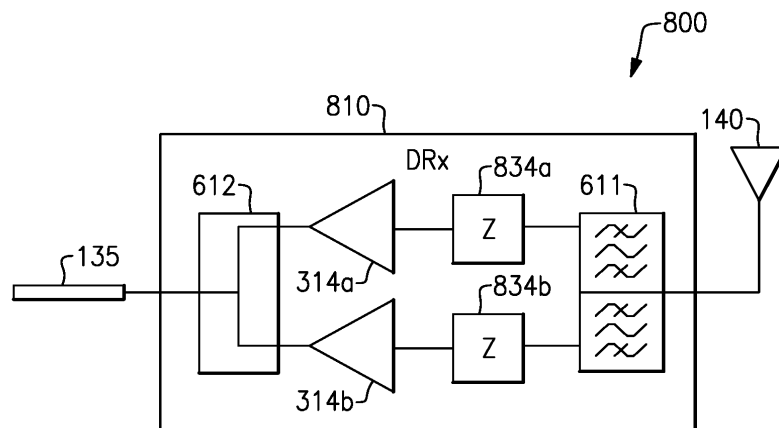
심사관 : 구영희

(54) 발명의 명칭 임피던스 매칭 컴포넌트들을 갖는 다이버시티 수신기 프론트 엔드 시스템

(57) 요약

임피던스 매칭 컴포넌트들을 갖는 다이버시티 수신기 프론트 엔드 시스템이 개시된다. 수신 시스템은 수신 시스템의 입력과 수신 시스템의 출력 사이의 복수의 경로 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된 제어기를 포함할 수 있다. 수신 시스템은 복수의 증폭기를 더 포함할 수 있다. 복수의 증폭기의 각각은 복수의 경로 중 대응하는 것을 따라 배치되고 증폭기에서 수신된 신호를 증폭하도록 구성될 수 있다. 수신 시스템은 복수의 임피던스 매칭 컴포넌트를 더 포함할 수 있다. 복수의 임피던스 매칭 컴포넌트의 각각은 복수의 경로 중 대응하는 것을 따라 배치되고 복수의 경로 중 하나의 대역외 잡음 지수 또는 대역외 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 구성될 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

H04B 1/18 (2013.01)
H04B 7/0871 (2013.01)

(30) 우선권주장

62/073,040	2014년10월31일	미국(US)
62/073,043	2014년10월31일	미국(US)
14/727,739	2015년06월01일	미국(US)
14/734,759	2015년06월09일	미국(US)
14/734,775	2015년06월09일	미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

수신 시스템으로서,

상기 수신 시스템의 입력과 상기 수신 시스템의 출력 사이에 제1 주파수 대역에 대응하는 제1 경로를 따라 배치된 제1 증폭기;

상기 수신 시스템의 입력과 상기 수신 시스템의 출력 사이에 제2 주파수 대역에 대응하는 제2 경로를 따라 배치된 제2 증폭기; 및

상기 제1 경로에 따라 배치되고, 상기 제2 주파수 대역에 대한 상기 제1 경로의 잡음 지수 또는 상기 제2 주파수 대역에 대한 상기 제1 경로의 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 상기 제2 주파수 대역에 기초하여 선택된 임피던스를 갖는 제1 임피던스 매칭 컴포넌트

를 포함하는 수신 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제2 경로를 따라 배치되고, 상기 제1 주파수 대역에 대한 상기 제2 경로의 잡음 지수 또는 상기 제1 주파수 대역에 대한 상기 제2 경로의 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 상기 제1 주파수 대역에 기초하여 선택된 임피던스를 갖는 제2 임피던스 매칭 컴포넌트를 더 포함하는 수신 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1 임피던스 매칭 컴포넌트의 상기 임피던스는, 제3 주파수 대역에 대한 상기 제1 경로의 잡음 지수 또는 상기 제3 주파수 대역에 대한 상기 제1 경로의 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 상기 제3 주파수 대역에 기초하여 더 선택되는, 수신 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제1 임피던스 매칭 컴포넌트의 상기 임피던스는, 상기 제1 주파수 대역에 대한 상기 제1 경로의 잡음 지수를 감소시키거나 상기 제1 주파수 대역에 대한 상기 제1 경로의 이득을 증가시키도록 상기 제1 주파수 대역에 기초하여 더 선택되는, 수신 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제1 임피던스 매칭 컴포넌트의 상기 임피던스는 상기 제1 주파수 대역에 대한 상기 제1 경로의 잡음 지수 마이너스 상기 제1 주파수 대역에 대한 상기 제1 경로의 이득(the noise figure of the first path for the first frequency band minus the gain of the first path for the first frequency band)이라는 대역내 메트릭(in-band metric)을 대역내 메트릭 최소화라는 임계량 이내로 감소시키도록 선택되는, 수신 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 제1 임피던스 매칭 컴포넌트의 상기 임피던스는 상기 상기 제2 주파수 대역에 대한 상기 제1 경로의 잡음 지수 플러스 상기 제2 주파수 대역에 대한 상기 제1 경로의 이득(the noise figure of the first path for the second frequency band plus the gain of the first path for the second frequency band)이라는 대역외 메트릭(out-of-band metric)을 대역내 제약된 대역외 최소화(in-band-constrained out-of-band minimum)로 감소시키도록 선택되는, 수신 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 수신 시스템의 상기 입력에서 수신된 입력 신호를 적어도 상기 제1 경로를 따라 전파된 상기 제1 주파수 대역에서의 제1 신호와 상기 제2 경로를 따라 전파된 상기 제2 주파수 대역에서의 제2 신호로 분할하도록 구성된 멀티플렉서를 더 포함하는 수신 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 제1 임피던스 매칭 컴포넌트는 상기 멀티플렉서와 상기 제1 증폭기 사이에 배치되는, 수신 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서, 적어도 상기 제1 경로를 따라 전파하는 제1 신호와 상기 제2 경로를 따라 전파하는 제2 신호를 결합하도록 구성된 신호 결합기를 더 포함하는 수신 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 제1 임피던스 매칭 컴포넌트는 수동 회로인, 수신 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 제1 임피던스 매칭 컴포넌트는 RLC 회로인, 수신 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 제1 임피던스 매칭 컴포넌트는 제어기로부터 수신된 임피던스 튜닝 신호에 의해 선택된 임피던스를 갖는 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트인, 수신 시스템.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 제1 임피던스 매칭 컴포넌트는, 상기 제1 임피던스 매칭 컴포넌트를 통과하는 신호의 제2 주파수 대역을 위상-시프트시켜, 상기 제2 경로를 따라 전파된 초기 신호와 상기 제1 경로를 따라 전파된 반사된 신호가 적어도 부분적으로 동상(in-phase)이 되게 하도록 구성되는, 수신 시스템.

청구항 15

무선 주파수(RF) 모듈로서,

복수의 컴포넌트를 수용하도록 구성된 패키징 기관; 및

상기 패키징 기관 상에 구현된 수신 시스템

을 포함하고,

상기 수신 시스템은,

상기 수신 시스템의 입력과 상기 수신 시스템의 출력 사이에 제1 주파수 대역에 대응하는 제1 경로를 따라 배치된 제1 증폭기; 상기 수신 시스템의 입력과 상기 수신 시스템의 출력 사이에 제2 주파수 대역에 대응하는 제2 경로를 따라 배치된 제2 증폭기; 및 상기 제1 경로에 따라 배치되고, 상기 제2 주파수 대역에 대한 상기 제1 경로의 잡음 지수 또는 상기 제2 주파수 대역에 대한 상기 제1 경로의 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 상기 제2 주파수 대역에 기초하여 선택된 임피던스를 갖는 제1 임피던스 매칭 컴포넌트를 포함하는, 무선 주파수(RF) 모듈.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 RF 모듈은 다이버시티 수신기 프론트-엔드 모듈(FEM; front-end module)인, 무선 주파수(RF) 모듈.

청구항 17

삭제

청구항 18

무선 디바이스로서,

제1 무선-주파수(RF) 신호를 수신하도록 구성된 제1 안테나;

상기 제1 안테나와 통신하는 제1 프론트-엔드 모듈(FEM) - 상기 제1 FEM은 복수의 컴포넌트를 수용하도록 구성된 패키징 기판을 포함하고, 상기 제1 FEM은 상기 패키징 기판 상에 구현된 수신 시스템을 더 포함하고, 상기 수신 시스템은, 상기 수신 시스템의 입력과 상기 수신 시스템의 출력 사이에 제1 주파수 대역에 대응하는 제1 경로를 따라 배치된 제1 증폭기; 상기 수신 시스템의 입력과 상기 수신 시스템의 출력 사이에 제2 주파수 대역에 대응하는 제2 경로를 따라 배치된 제2 증폭기; 및 상기 제1 경로에 따라 배치되고, 상기 제2 주파수 대역에 대한 상기 제1 경로의 잡음 지수 또는 상기 제2 주파수 대역에 대한 상기 제1 경로의 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 상기 제2 주파수 대역에 기초하여 선택된 임피던스를 갖는 제1 임피던스 매칭 컴포넌트를 포함함 - ; 및

전송 라인을 통해 상기 제1 FEM의 출력으로부터 상기 제1 RF 신호의 처리된 버전을 수신하고 상기 제1 RF 신호의 처리된 버전에 기초하여 데이터 비트를 생성하도록 구성된 트랜시버

를 포함하는 무선 디바이스.

청구항 19

제18항에 있어서, 제2 무선-주파수(RF) 신호를 수신하도록 구성된 제2 안테나 및 상기 제2 안테나와 통신하는 제2 FEM을 더 포함하고, 상기 트랜시버는, 상기 제2 FEM의 출력으로부터 상기 제2 RF 신호의 처리된 버전을 수신하고 상기 제2 RF 신호의 처리된 버전에 기초하여 데이터 비트를 생성하도록 구성되는, 무선 디바이스.

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호참조.

[0002] 본 출원은, 참조에 의해 각각의 개시내용 전체가 본 명세서에 명시적으로 포함되는, 발명의 명칭이 "DIVERSITY RECEIVER FRONT END SYSTEM"인 2014년 10월 31일 출원된 미국 가출원 제62/073,043호, 발명의 명칭이 "CARRIER AGGREGATION USING POST-LNA PHASE MATCHING"인 2014년 10월 31일 출원된 미국 가출원 제62/073,040호, 발명의 명칭이 "PRE-LNA OUT OF BAND IMPEDANCE MATCHING FOR CARRIER AGGREGATION OPERATION"인 2014년 10월 31일 출원된 미국 가출원 제62/073,039호, 발명의 명칭이 "DIVERSITY RECEIVER FRONT END SYSTEM WITH IMPEDANCE MATCHING COMPONENTS"인, 2015년 6월 9일 출원된 미국 특허출원 제14/734,775호, 발명의 명칭이 "DIVERSITY RECEIVER FRONT END SYSTEM WITH PHASE-SHIFTING COMPONENTS"인 2015년 6월 9일 출원된 미국 특허출원 제 14/734,759호, 및 발명의 명칭이 "DIVERSITY FRONT END SYSTEM WITH VARIABLE-GAIN AMPLIFIERS"인 2015년 6월 1일 출원된 미국 특허출원 제14/727,739호의 우선권을 주장한다.

[0003] 발명의 분야

[0004] 본 개시내용은 대체로 하나 이상의 다이버시티 수신 안테나(diversity receiving antennas)를 갖는 무선 통신 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 무선 통신 응용에서, 크기, 비용, 및 성능은 주어진 제품에 대해 중요할 수 있는 요인들의 예이다. 예를 들어, 성능을 증가시키기 위해, 다이버시티 수신 안테나 및 연관된 회로 등의 무선 컴포넌트들은 더욱 인기가 높아지고 있다.

[0006] 많은 무선-주파수(RF) 응용에서, 다이버시티 수신 안테나는 주 안테나로부터 물리적으로 멀리 위치한다. 일단

양쪽 안테나가 사용되면, 트랜시버는 데이터 처리량을 증가시키기 위하여 양쪽 안테나로부터의 신호를 처리할 수 있다.

발명의 내용

- [0007] 일부 구현에 따르면, 본 개시내용은 수신 시스템의 입력과 수신 시스템의 출력 사이의 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된 제어기를 포함하는 수신 시스템에 관한 것이다. 수신 시스템은 복수의 증폭기를 더 포함한다. 복수의 증폭기들 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 증폭기에서 수신된 신호를 증폭하도록 구성된다. 수신 시스템은 복수의 임피던스 매칭 컴포넌트를 더 포함한다. 복수의 임피던스 매칭 컴포넌트들 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 복수의 경로들 중 상기 대응하는 것의 대역외 잡음 지수(out-of-band noise figure) 또는 대역외 이득(out-of-band gain) 중 적어도 하나를 감소시키도록 구성된다.
- [0008] 일부 실시예에서, 제1 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로들 중 제1 경로를 따라 배치된 복수의 임피던스 매칭 컴포넌트들 중 제1 임피던스 매칭 컴포넌트는 복수의 경로들 중 제2 경로에 대응하는 제2 주파수 대역에 대한 대역외 잡음 지수 또는 대역외 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 구성될 수 있다.
- [0009] 일부 실시예에서, 제2 경로를 따라 배치된 복수의 임피던스 매칭 컴포넌트들 중 제2 임피던스 매칭 컴포넌트는 제1 주파수 대역에 대한 대역외 잡음 지수 또는 대역외 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 임피던스 매칭 컴포넌트는 또한, 복수의 경로들 중 제3 경로에 대응하는 제3 주파수 대역에 대한 대역외 잡음 지수 또는 대역외 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 구성될 수 있다.
- [0010] 일부 실시예에서, 제1 임피던스 매칭 컴포넌트는 또한, 제1 주파수 대역에 대한 대역내 잡음 지수(in-band noise figure) 중 적어도 하나를 감소시키거나 대역내 이득(in-band gain)을 증가시키도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 임피던스 매칭 컴포넌트는 대역내 잡음 지수 - 대역내 이득(in-band noise figure minus the in-band gain)이라는 대역내 메트릭(in-band metric)을 대역내 메트릭 최소치라는 임계치 내로 감소시키도록 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 임피던스 매칭 컴포넌트는 대역외 잡음 지수 + 대역외 이득(out-of-band noise figure plus the out-of-band gain)이라는 대역외 메트릭을 대역내 제한된 대역외 최소치(in-band-constrained out-of-band minimum)로 감소시키도록 구성될 수 있다.
- [0011] 일부 실시예에서, 수신 시스템은, 입력에서 수신된 입력 신호를 복수의 경로를 따라 전파된 각각의 복수의 주파수 대역에서의 복수의 신호로 분할하도록 구성된 멀티플렉서를 더 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 복수의 임피던스 매칭 컴포넌트들 중 각각의 것은 멀티플렉서와 복수의 증폭기들 중 각각의 것 사이에 배치될 수 있다. 일부 실시예에서, 수신 시스템은 복수의 경로를 따라 전파하는 신호들을 결합하도록 구성된 신호 결합기를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 일부 실시예에서, 복수의 임피던스 매칭 컴포넌트들 중 적어도 하나는 수동 회로일 수 있다. 일부 실시예에서, 복수의 임피던스 매칭 컴포넌트들 중 적어도 하나는 RLC 회로일 수 있다.
- [0013] 일부 실시예에서, 복수의 임피던스 매칭 컴포넌트들 중 적어도 하나는 제어기로부터 수신된 임피던스 튜닝 신호에 의해 제어되는 임피던스를 나타내도록 구성된 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트를 포함할 수 있다.
- [0014] 일부 실시예에서, 제1 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로들 중 제1 경로를 따라 배치된 제1 임피던스 매칭 컴포넌트는 또한, 제1 임피던스 매칭 컴포넌트를 통과하는 신호의 제2 주파수 대역을 위상-시프트시켜, 제2 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로들 중 제2 경로를 따라 전파된 초기 신호와 제1 경로를 따라 전파된 반사된 신호가 적어도 부분적으로 동상(in-phase)이 되게 하도록 구성될 수 있다.
- [0015] 일부 구현에서, 본 개시내용은 복수의 컴포넌트를 수용하도록 구성된 패키징 기판을 포함하는 무선-주파수(RF) 모듈에 관한 것이다. RF 모듈은 패키징 기판 상에 구현된 수신 시스템을 더 포함한다. 수신 시스템은 수신 시스템의 입력과 수신 시스템의 출력 사이의 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된 제어기를 포함한다. 수신 시스템은 복수의 증폭기를 더 포함한다. 복수의 증폭기들 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 증폭기에서 수신된 신호를 증폭하도록 구성된다. 수신 시스템은 복수의 임피던스 매칭 컴포넌트를 더 포함한다. 복수의 임피던스 매칭 컴포넌트들 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 복수의 경로들 중 상기 대응하는 것의 대역외 잡음 지수 또는 대역외 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 구성된다. 일부 실시예에서, RF 모듈은 다이버시티 수신기 프론트-엔드 모듈(FEM)일 수 있다.

- [0016] 일부 실시예에서, 제1 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로들 중 제1 경로를 따라 배치된 복수의 임피던스 매칭 컴포넌트들 중 제1 임피던스 매칭 컴포넌트는 복수의 경로들 중 제2 경로에 대응하는 제2 주파수 대역에 대한 대역외 잡음 지수 또는 대역외 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 구성될 수 있다.
- [0017] 일부 교시에 따르면, 본 개시내용은 제1 무선-주파수(RF) 신호를 수신하도록 구성된 제1 안테나를 포함하는 무선 디바이스에 관한 것이다. 무선 디바이스는 제1 안테나와 통신하는 제1 프론트-엔드 모듈(FEM)을 더 포함한다. 제1 FEM은 복수의 컴포넌트를 수용하도록 구성된 패키징 기판을 포함한다. 제1 FEM은 패키징 기판 상에 구현된 수신 시스템을 더 포함한다. 수신 시스템은 수신 시스템의 입력 수신 시스템의 출력 사이의 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된 제어기를 포함한다. 수신 시스템은 복수의 증폭기를 더 포함한다. 복수의 증폭기들 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 증폭기에서 수신된 신호를 증폭하도록 구성된다. 수신 시스템은 복수의 임피던스 매칭 컴포넌트들 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 복수의 경로들 중 상기 대응하는 것의 대역외 잡음 지수 또는 대역외 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 구성된다. 무선 디바이스는, 전송 라인을 통해 출력으로부터 제1 RF 신호의 처리된 버전을 수신하고 제1 RF 신호의 처리된 버전에 기초하여 데이터 비트를 생성하도록 구성된 트랜시버를 더 포함한다.
- [0018] 일부 실시예에서, 무선 디바이스는 제2 무선-주파수(RF) 신호를 수신하도록 구성된 제2 안테나 및 제1 안테나와 통신하는 제2 FEM을 더 포함할 수 있다. 트랜시버는 제2 FEM의 출력으로부터 제2 RF 신호의 처리된 버전을 수신하고 제2 RF 신호의 처리된 버전에 기초하여 데이터 비트를 생성하도록 구성될 수 있다.
- [0019] 일부 실시예에서, 제1 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로들 중 제1 경로를 따라 배치된 복수의 임피던스 매칭 컴포넌트들 중 제1 임피던스 매칭 컴포넌트는 복수의 경로들 중 제2 경로에 대응하는 제2 주파수 대역에 대한 대역외 잡음 지수 또는 대역외 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 구성된다.
- [0020] 일부 구현에 따르면, 본 개시내용은 수신 시스템의 입력과 수신 시스템의 출력 사이의 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된 제어기를 포함하는 수신 시스템에 관한 것이다. 수신 시스템은 복수의 증폭기를 더 포함한다. 복수의 증폭기들 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 증폭기에서 수신된 신호를 증폭하도록 구성된다. 수신 시스템은 복수의 위상-시프트 컴포넌트를 더 포함한다. 복수의 위상-시프트 컴포넌트들 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 위상-시프트 컴포넌트를 통과하는 신호를 위상-시프트하도록 구성된다.
- [0021] 일부 실시예에서, 제1 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로들 중 제1 경로를 따라 배치된 복수의 위상-시프트 컴포넌트들 중 제1 위상-시프트 컴포넌트는 또한, 제1 위상-시프트 컴포넌트를 통과하는 신호의 제2 주파수 대역을 위상-시프트시켜, 제2 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로들 중 제2 경로를 따라 전파된 제2 초기 신호와 제1 경로를 따라 전파된 제2 반사된 신호가 적어도 부분적으로 동상이 되게 하도록 구성될 수 있다.
- [0022] 일부 실시예에서, 제2 경로를 따라 배치된 복수의 위상-시프트 컴포넌트들 중 제2 위상-시프트 컴포넌트는, 제2 위상-시프트 컴포넌트를 통과하는 신호의 제1 주파수 대역을 위상-시프트시켜, 제1 경로를 따라 전파된 제1 초기 신호와 제2 경로를 따라 전파된 제1 반사된 신호가 적어도 부분적으로 동상이 되게 하도록 구성될 수 있다.
- [0023] 일부 실시예에서, 제1 위상-시프트 컴포넌트는 또한, 제1 위상-시프트 컴포넌트를 통과하는 신호의 제3 주파수 대역을 위상-시프트시켜, 제3 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로들 중 제3 경로를 따라 전파된 제3 초기 신호와 제1 경로를 따라 전파된 제3 반사된 신호가 적어도 부분적으로 동상이 되게 하도록 구성될 수 있다.
- [0024] 일부 실시예에서, 제1 위상-시프트 컴포넌트는, 제1 위상-시프트 컴포넌트를 통과하는 신호의 제2 주파수 대역을 위상-시프트시켜, 제2 초기 신호와 제2 반사된 신호가 360도의 정수배의 위상차를 갖게 하도록 구성될 수 있다.
- [0025] 일부 실시예에서, 수신 시스템은, 입력에서 수신된 입력 신호를 복수의 경로를 따라 전파된 각각의 복수의 주파수 대역에서의 복수의 신호로 분할하도록 구성된 멀티플렉서를 더 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 수신 시스템은 복수의 경로를 따라 전파하는 신호들을 결합하도록 구성된 신호 결합기를 더 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 수신 시스템은 신호 결합기와 출력 사이에 배치된 후치-결합기 증폭기(post-combiner amplifier)를 더 포함할 수 있고, 후치-결합기 증폭기는 후치-결합기 증폭기에서 수신된 신호를 증폭하도록 구성된다. 일부 실시예에서, 복수의 위상-시프트 컴포넌트들 중 각각의 것은 신호 결합기와 복수의 증폭기들 중 각각의 것 사이에 배치될 수 있다. 일부 실시예에서, 복수의 증폭기들 중 적어도 하나는 듀얼-스테이지 증폭기(dual-stage amplifier)를 포함할 수 있다.

- [0026] 일부 실시예에서, 복수의 위상-시프트 컴포넌트들 중 적어도 하나는 수동 회로일 수 있다. 일부 실시예에서, 복수의 위상-시프트 컴포넌트들 중 적어도 하나는 LC 회로일 수 있다.
- [0027] 일부 실시예에서, 복수의 위상-시프트 컴포넌트들 중 적어도 하나는, 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트를 통과하는 신호를 제어기로부터 수신된 위상-시프트 튜닝 신호에 의해 제어되는 양만큼 위상-시프트시키도록 구성된 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트를 포함할 수 있다.
- [0028] 일부 실시예에서, 수신 시스템은 복수의 임피던스 매칭 컴포넌트를 더 포함할 수 있고, 임피던스 매칭 컴포넌트들 각각의 것은, 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 복수의 경로들 중 상기 대응하는 것의 대역외 잡음 지수 또는 대역외 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 구성된다.
- [0029] 일부 구현에서, 본 개시내용은 복수의 컴포넌트를 수용하도록 구성된 패키징 기판을 포함하는 무선-주파수(RF) 모듈에 관한 것이다. RF 모듈은 패키징 기판 상에 구현된 수신 시스템을 더 포함한다. 수신 시스템은 수신 시스템의 입력과 수신 시스템의 출력 사이의 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된 제어기를 포함한다. 수신 시스템은 복수의 증폭기를 더 포함한다. 복수의 증폭기들 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 증폭기에서 수신된 신호를 증폭하도록 구성된다. 수신 시스템은 복수의 위상-시프트 컴포넌트를 더 포함한다. 복수의 위상-시프트 컴포넌트들 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 위상-시프트 컴포넌트를 통과하는 신호를 위상-시프트하도록 구성된다.
- [0030] 일부 실시예에서, RF 모듈은 다이버시티 수신기 프론트-엔드 모듈(FEM)일 수 있다.
- [0031] 일부 실시예에서, 제1 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로들 중 제1 경로를 따라 배치된 복수의 위상-시프트 컴포넌트들 중 제1 위상-시프트 컴포넌트는 또한, 제1 위상-시프트 컴포넌트를 통과하는 신호의 제2 주파수 대역을 위상-시프트시켜, 제2 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로들 중 제2 경로를 따라 전파된 제2 초기 신호와 제1 경로를 따라 전파된 제2 반사된 신호가 적어도 부분적으로 동상이 되게 하도록 구성된다.
- [0032] 일부 교시에 따르면, 본 개시내용은 제1 무선-주파수(RF) 신호를 수신하도록 구성된 제1 안테나를 포함하는 무선 디바이스에 관한 것이다. 무선 디바이스는 제1 안테나와 통신하는 제1 프론트-엔드 모듈(FEM)을 더 포함한다. 제1 FEM은 복수의 컴포넌트를 수용하도록 구성된 패키징 기판을 포함한다. 제1 FEM은 패키징 기판 상에 구현된 수신 시스템을 더 포함한다. 수신 시스템은 수신 시스템의 입력 수신 시스템의 출력 사이의 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된 제어기를 포함한다. 수신 시스템은 복수의 증폭기를 더 포함한다. 복수의 증폭기들 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 증폭기에서 수신된 신호를 증폭하도록 구성된다. 수신 시스템은 복수의 위상-시프트 컴포넌트를 더 포함한다. 복수의 위상-시프트 컴포넌트들 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 위상-시프트 컴포넌트를 통과하는 신호를 위상-시프트하도록 구성된다. 무선 디바이스는, 전송 라인을 통해 출력으로부터 제1 RF 신호의 처리된 버전을 수신하고 제1 RF 신호의 처리된 버전에 기초하여 데이터 비트를 생성하도록 구성된 트랜시버를 더 포함한다.
- [0033] 일부 실시예에서, 무선 디바이스는 제2 무선-주파수(RF) 신호를 수신하도록 구성된 제2 안테나 및 제1 안테나와 통신하는 제2 FEM을 더 포함할 수 있다. 트랜시버는 제2 FEM의 출력으로부터 제2 RF 신호의 처리된 버전을 수신하고 제2 RF 신호의 처리된 버전에 기초하여 데이터 비트를 생성하도록 구성될 수 있다.
- [0034] 일부 실시예에서, 제1 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로들 중 제1 경로를 따라 배치된 복수의 위상-시프트 컴포넌트들 중 제1 위상-시프트 컴포넌트는 또한, 제1 위상-시프트 컴포넌트를 통과하는 신호의 제2 주파수 대역을 위상-시프트시켜, 제2 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로들 중 제2 경로를 따라 전파된 제2 초기 신호와 제1 경로를 따라 전파된 제2 반사된 신호가 적어도 부분적으로 동상이 되게 하도록 구성된다.
- [0035] 본 개시를 요약하기 위한 목적을 위해, 본 발명의 소정의 양태, 이점 및 신규한 피처들이 본원에서 설명되었다. 반드시 이러한 이점들 모두가 본 발명의 임의의 특정 실시예에 따라 달성될 필요는 없다는 것을 이해해야 한다. 따라서, 본 발명은 본원에서 교시된 하나의 이점 또는 한 그룹의 이점들을, 본원에서 교시되거나 암시된 다른 이점들을 반드시 달성할 필요없이 달성하거나 최적화하는 방식으로 구현되거나 실행될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 주 안테나와 다이버시티 안테나에 결합된 통신 모듈을 갖는 무선 디바이스를 도시한다.
- 도 2는 DRx 프론트-엔드 모듈(FEM)을 포함하는 다이버시티 수신기(DRx) 구성을 도시한다.

도 3은, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기(DRx) 구성이 복수의 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로를 갖는 DRx 모듈을 포함할 수 있다는 것을 도시한다.

도 4는, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성이 다이버시티 수신기(DRx) 모듈보다 적은 수의 증폭기를 갖는 다이버시티 RF 모듈을 포함할 수 있다는 것을 도시한다.

도 5는, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성이 오프-모듈(off-module) 필터에 결합된 DRx 모듈을 포함할 수 있다는 것을 도시한다.

도 6a는, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성이 하나 이상의 위상 매칭 컴포넌트를 갖는 DRx 모듈을 포함할 수 있다는 것을 도시한다.

도 6b는, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성이 하나 이상의 위상 매칭 컴포넌트와 듀얼-스테이지 증폭기를 갖는 DRx 모듈을 포함할 수 있다는 것을 도시한다.

도 6c는, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성이 하나 이상의 위상 매칭 컴포넌트와 후치-결합기 증폭기를 갖는 DRx 모듈을 포함할 수 있다는 것을 도시한다.

도 7은, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성이 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트를 갖는 DRx 모듈을 포함할 수 있다는 것을 도시한다.

도 8은, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성이 하나 이상의 임피던스 매칭 컴포넌트를 갖는 DRx 모듈을 포함할 수 있다는 것을 도시한다.

도 9는, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성이 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트를 갖는 DRx 모듈을 포함할 수 있다는 것을 도시한다.

도 10은, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성이 입력과 출력에 배치된 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트를 갖는 DRx 모듈을 포함할 수 있다는 것을 도시한다.

도 11은, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성이 복수의 튜닝가능한 컴포넌트를 갖는 DRx 모듈을 포함할 수 있다는 것을 도시한다.

도 12는, RF 신호를 처리하는 방법의 흐름도 표현의 실시예를 도시한다.

도 13은 본원에서 설명된 하나 이상의 피처를 갖는 모듈을 도시한다.

도 14는 본원에서 설명된 하나 이상의 피처를 갖는 무선 디바이스를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 본원에서 제공된 서두는, 만약 있다면, 단지 편의를 위한 것이며, 반드시 청구된 발명의 범위 또는 의미에 영향을 미치는 것은 아니다.

[0038] 도 1은 주 안테나(130)와 다이버시티 안테나(140)에 결합된 통신 모듈(110)을 갖는 무선 디바이스(100)를 도시한다. 통신 모듈(110)(및 그 구성 컴포넌트(constituent components))는 제어기(120)에 의해 제어될 수 있다. 통신 모듈(110)은 아날로그 무선-주파수(RF) 신호와 디지털 데이터 신호 사이에서 변환하도록 구성된 트랜시버(112)를 포함한다. 그 목적을 위해, 트랜시버(112)는, 디지털-대-아날로그 변환기, 아날로그-대-디지털 변환기, 기저대역 아날로그 신호를 캐리어 주파수로 변조하거나 캐리어 주파수로부터 기저대역 아날로그 신호를 복조하기 위한 로컬 오실레이터, 디지털 샘플과 데이터 비트(예를 들어, 음성 또는 기타 유형의 데이터) 사이에서 변환하는 기저대역 프로세서, 또는 기타의 컴포넌트를 포함할 수 있다.

[0039] 통신 모듈(110)은 주 안테나(130)와 트랜시버(112) 사이에 결합된 RF 모듈(114)을 더 포함한다. RF 모듈(114)은 주 안테나(130)에 물리적으로 근접하여 케이블 손실에 기인한 감쇠를 줄일 수 있기 때문에, RF 모듈(114)은 프론트-엔드 모듈(FEM; front-end module)이라 부를 수 있다. RF 모듈(114)은 주 안테나(130)를 통한 전송을 위해 트랜시버(112)로부터 수신되거나 트랜시버(112)를 위해 주 안테나(130)로부터 수신된 아날로그 신호에 관한 처리를 수행할 수 있다. 이 목적을 위해, RF 모듈(114)은, 필터, 전력 증폭기, 대역 선택 스위치, 매칭 회로, 및 기타의 컴포넌트를 포함할 수 있다. 유사하게, 통신 모듈(110)은, 유사한 처리를 수행하는 트랜시버(112)와 다이버시티 안테나(140) 사이에 결합된 다이버시티 RF 모듈(116)을 포함한다.

[0040] 신호가 무선 디바이스에 전송될 때, 신호는 주 안테나(130)와 다이버시티 안테나(140) 양쪽 모두에서 수신될 수

있다. 주 안테나(130)와 다이버시티 안테나(140)는 물리적으로 이격되어, 주 안테나(130)와 다이버시티 안테나(140)에서의 신호는 상이한 특성으로 수신된다. 예를 들어, 한 실시예에서, 주 안테나(130)와 다이버시티 안테나(140)는, 상이한 감쇠, 잡음, 주파수 응답, 또는 위상 시프트를 갖는 신호를 수신할 수 있다. 트랜시버(112)는, 신호에 대응하는 데이터 비트를 판정하기 위해 상이한 특성들을 갖는 신호들 양쪽 모두를 이용할 수 있다. 일부 구현에서, 트랜시버(112)는 가장 높은 신호-대-잡음비를 갖는 안테나를 선택하는 것과 같이, 특성에 기초하여, 주 안테나(130)와 다이버시티 안테나(140) 중에서 선택한다. 일부 구현에서, 트랜시버(112)는 주 안테나(130)와 다이버시티 안테나(140)로부터의 신호들을 결합하여 결합된 신호의 신호-대-잡음비를 증가시킨다. 일부 구현에서, 트랜시버(112)는 다중-입력/다중-출력(MIMO) 통신을 수행하기 위해 신호들을 처리한다.

[0041] 다이버시티 안테나(140)는 주 안테나(130)로부터 물리적으로 이격되어 있기 때문에, 다이버시티 안테나(140)는, 케이블 또는 인쇄 회로 기판(PCB) 트레이스 등의, 전송 라인(135)에 의해 통신 모듈(110)에 결합된다. 일부 구현에서, 전송 라인(135)은 손실이 있고 다이버시티 안테나(140)에서 수신된 신호를 그것이 통신 모듈(110)에 도달하기 이전에 감쇠시킨다. 따라서, 일부 구현에서, 후술되는 바와 같이, 다이버시티 안테나(140)에서 수신된 신호에 이득이 적용된다. 이득(및 필터링 등의, 기타의 아날로그 처리)은 다이버시티 수신기 모듈에 의해 적용될 수 있다. 이러한 다이버시티 수신기 모듈은 다이버시티 안테나(140)에 물리적으로 근접하게 위치할 수 있으므로, 다이버시티 수신기 프론트-엔드 모듈이라 부를 수 있다.

[0042] 도 2는 DRx 프론트-엔드 모듈(FEM)(210)을 포함하는 다이버시티 수신기(DRx) 구성(200)을 도시한다. DRx 구성(200)은, 다이버시티 신호를 수신하고 다이버시티 신호를 DRx FEM(210)에 제공하도록 구성된 다이버시티 안테나(140)를 포함한다. DRx FEM(210)은 다이버시티 안테나(140)로부터 수신된 다이버시티 신호에 관한 처리를 수행하도록 구성된다. 예를 들어, DRx FEM(210)은, 예를 들어, 제어기(120)에 의해 표시된 바와 같이, 다이버시티 신호를 하나 이상의 활성 주파수 대역으로 필터링하도록 구성될 수 있다. 또 다른 예로서, DRx FEM(210)은 다이버시티 신호를 증폭하도록 구성될 수 있다. 이 목적을 위해, DRx FEM(210)은, 필터, 저잡음 증폭기(low-noise amplifiers), 대역 선택 스위치, 매칭 회로, 및 기타의 컴포넌트를 포함할 수 있다.

[0043] DRx FEM(210)은, 트랜시버(112)에 추가의 처리된 다이버시티 신호를 제공하는 다이버시티 RF(D-RF) 모듈(116) 등의 다운스트림 모듈에, 처리된 다이버시티 신호를 전송 라인(135)을 통해 전송한다. 다이버시티 RF 모듈(116)(및, 일부 구현에서는, 트랜시버)은 제어기(120)에 의해 제어된다. 일부 구현에서, 제어기(120)는 트랜시버(112) 내에서 구현될 수 있다.

[0044] 도 3은, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기(DRx) 구성(300)이 복수의 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로를 갖는 DRx 모듈(310)을 포함할 수 있다는 것을 도시한다. DRx 구성(300)은 다이버시티 신호를 수신하도록 구성된 다이버시티 안테나(140)를 포함한다. 일부 구현에서, 다이버시티 신호는 단일의 주파수 대역으로 변조된 데이터를 포함하는 단일-대역 신호일 수 있다. 일부 구현에서, 다이버시티 신호는 복수의 주파수 대역으로 변조된 데이터를 포함하는 (대역간 캐리어 집성 신호(inter-band carrier aggregation signal)라고도 하는) 다중-대역 신호일 수도 있다.

[0045] DRx 모듈(310)은 다이버시티 안테나(140)로부터 다이버시티 신호를 수신하는 입력과 처리된 다이버시티 신호를 (전송 라인(135)과 다이버시티 RF 모듈(320)을 통해) 트랜시버(330)에 제공하는 출력을 가진다. DRx 모듈(310) 입력은 제1 멀티플렉서(MUX)(311)의 입력으로 제공된다. 제1 멀티플렉서(311)는 복수의 멀티플렉서 출력을 포함하고, 출력들 각각은 입력과 DRx 모듈(310)의 출력 사이의 경로에 대응한다. 경로들 각각은 각각의 주파수 대역에 대응할 수 있다. DRx 모듈(310) 출력은 제2 멀티플렉서(312)의 출력에 의해 제공된다. 제2 멀티플렉서(312)는 복수의 멀티플렉서 입력을 포함하고, 입력들 각각은 입력과 DRx 모듈(310)의 출력 사이의 경로들 중 하나에 대응한다.

[0046] 주파수 대역들은, UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) 주파수 대역들 등의, 셀룰러 주파수 대역들일 수 있다. 예를 들어, 제1 주파수 대역은, 1930 메가헤르츠(MHz)와 1990 MHz 사이의 UMTS 다운링크 또는 "Rx" 대역 2일 수 있고, 제2 주파수 대역은 869 MHz와 894 MHz 사이의 UMTS 다운링크 또는 "Rx" 대역 5일 수 있다. 아래의 표 1에서 기술되는 것들 또는 기타의 비-UMTS 주파수 대역들과 같은, 다른 다운링크 주파수 대역이 이용될 수도 있다.

[0047] 일부 구현에서, DRx 모듈(310)은 (통신 제어기라고도 하는) 제어기(120)로부터 신호를 수신하는 DRx 제어기(302)를 포함하고, 수신된 신호에 기초하여, 입력과 출력 사이의 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화한다. 일부 구현에서, DRx 모듈(310)은 DRx 제어기(302)를 포함하지 않고 제어기(120)가 직접 복수의 경로

들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화한다.

- [0048] 앞서 언급된 바와 같이, 일부 구현에서, 다이버시티 신호는 단일-대역 신호이다. 따라서, 일부 구현에서, 제1 멀티플렉서(311)는, DRx 제어기(302)로부터 수신된 신호에 기초하여 단일-대역 신호의 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로들 중 하나에 다이버시티 신호를 라우팅하는 단일-폴/다중-쓰로우(single-pole/multiple-throw)(SPMT) 스위치이다. DRx 제어기(302)는 통신 제어기(120)로부터 DRx 제어기(302)에 의해 수신된 대역 선택 신호에 기초하여 신호를 생성할 수 있다. 유사하게, 일부 구현에서, 제2 멀티플렉서(312)는, DRx 제어기(302)로부터 수신된 신호에 기초하여 단일-대역 신호의 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로들 중 상기 대응하는 것으로부터의 신호를 라우팅하는 SPMT 스위치이다.
- [0049] 앞서 언급된 바와 같이, 일부 구현에서, 다이버시티 신호는 다중-대역 신호이다. 따라서, 일부 구현에서, 제1 멀티플렉서(311)는, DRx 제어기(302)로부터 수신된 스플리터 제어 신호에 기초하여 다중-대역 신호의 2개 이상의 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로들 중 2개 이상에 다이버시티 신호를 라우팅하는 신호 스플리터이다. 신호 스플리터의 기능은, SPMT 스위치, 다이플렉서 필터, 또는 이들의 일부 조합으로서 구현될 수 있다. 유사하게, 일부 구현에서, 제2 멀티플렉서(312)는, DRx 제어기(302)로부터 수신된 결합기 제어 신호에 기초하여 다중-대역 신호의 2개 이상의 주파수 대역에 대응하는 복수의 경로들 중 2개 이상으로부터의 신호를 결합하는 신호 결합기이다. 신호 결합기의 기능은, SPMT 스위치, 다이플렉서 필터, 또는 이들의 일부 조합으로서 구현될 수 있다. DRx 제어기(302)는 통신 제어기(120)로부터 DRx 제어기(302)에 의해 수신된 대역 선택 신호에 기초하여 스플리터 제어 신호와 결합기 제어 신호를 생성할 수 있다.
- [0050] 따라서, 일부 구현에서, DRx 제어기(302)는 (예를 들어, 통신 제어기(120)로부터) DRx 제어기(302)에 의해 수신된 대역 선택 신호에 기초하여 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된다. 일부 구현에서, DRx 제어기(302)는 신호 스플리터에 스플리터 제어 신호를 전송하고 신호 결합기에 결합기 제어 신호를 전송함으로써 복수의 경로들 중 하나 이상의 선택적으로 활성화하도록 구성된다.
- [0051] DRx 모듈(310)은 복수의 대역통과 필터(313a-313d)를 포함한다. 대역통과 필터들(313a-313d) 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 대역통과 필터에서 수신된 신호를 복수의 경로들 중 상기 대응하는 것의 각자의 주파수 대역으로 필터링하도록 구성된다. 일부 구현에서, 대역통과 필터들(313a-313d)은 또한, 대역통과 필터에서 수신된 신호를 복수의 경로들 중 상기 대응하는 것의 각자의 주파수 대역의 다운링크 주파수 부대역(sub-band)으로 필터링하도록 구성된다. DRx 모듈(310)은 복수의 증폭기(314a-314d)를 포함한다. 증폭기들(314a-314d) 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 증폭기에서 수신된 신호를 증폭하도록 구성된다.
- [0052] 일부 구현에서, 증폭기들(314a-314d)은 증폭기가 배치된 경로의 각자의 주파수 대역 내의 신호를 증폭하도록 구성된 협대역 증폭기이다. 일부 구현에서, 증폭기들(314a-314d)은 DRx 제어기(302)에 의해 제어가능하다. 예를 들어, 일부 구현에서, 증폭기들(314a-314d) 각각은 인에이블/디스에이블 입력을 포함하고 수신된 증폭기 인에이블 신호와 인에이블/디스에이블 입력에 기초하여 인에이블(또는 디스에이블)된다. 증폭기 인에이블 신호는 DRx 제어기(302)에 의해 전송될 수 있다. 따라서, 일부 구현에서, DRx 제어기(302)는 복수의 경로들 중 하나 이상을 따라 각각 배치된 증폭기들(314a-314d) 중 하나 이상에 증폭기 인에이블 신호를 전송함으로써 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된다. 이러한 구현에서, DRx 제어기(302)에 의해 제어되는 것이 아니라, 제1 멀티플렉서(311)는 복수의 경로들 각각에 다이버시티 신호를 라우팅하는 신호 스플리터일 수 있고 제2 멀티플렉서(312)는 복수의 경로들 각각으로부터의 신호를 결합하는 신호 결합기일 수 있다. 그러나, DRx 제어기(302)가 제1 멀티플렉서(311)와 제2 멀티플렉서(312)를 제어하는 구현에서, DRx 제어기(302)는 또한, 예를 들어, 배터리를 절약하기 위해 특정한 증폭기(314a-314d)를 인에이블(또는 디스에이블)할 수 있다.
- [0053] 일부 구현에서, 증폭기들(314a-314d)은 가변-이득 증폭기(VGA; variable-gain amplifier)이다. 따라서, 일부 구현에서, DRx 모듈(310)은 복수의 가변-이득 증폭기(VGA)를 포함하고, VGA들 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 VGA에서 수신된 신호를 DRx 제어기(302)로부터 수신된 증폭기 제어 신호에 의해 제어되는 이득으로 증폭하도록 구성된다.
- [0054] VGA의 이득은, 바이패스가능(bypassable)하거나, 단계-가변적(step-variable)이거나, 연속-가변적(continuously-variable)일 수 있다. 일부 구현에서, VGA들 중 적어도 하나는 고정-이득 증폭기와 증폭기 제어 신호에 의해 제어가능한 바이패스 스위치를 포함한다. 바이패스 스위치는 (제1 위치에서) 고정-이득 증폭기의 입력에서 고정-이득 증폭기의 출력까지의 라인을 닫아, 신호가 고정-이득 증폭기를 바이패스하는 것을 허용한다. 바이패스 스위치는 (제2 위치에서) 입력과 출력 사이의 라인을 개방하여, 신호를 고정-이득 증폭기

에 통과시킨다. 일부 구현에서, 바이패스 스위치가 제1 위치에 있을 때, 고정-이득 증폭기는 디스에이블되거나 바이패스 모드를 수용하도록 기타의 방식으로 재구성된다.

- [0055] 일부 구현에서, VGA들 중 적어도 하나는 VGA에서 수신된 신호를 증폭기 제어 신호에 의해 표시된 복수의 구성된 양 중 하나의 이득으로 증폭하도록 구성된 단계-가변 이득 증폭기를 포함한다. 일부 구현에서, VGA들 중 적어도 하나는 VGA에서 수신된 신호를 증폭기 제어 신호에 비례하는 이득으로 증폭하도록 구성된 연속-가변 이득 증폭기를 포함한다.
- [0056] 일부 구현에서, 증폭기들(314a-314d)은 가변-전류 증폭기(VCA; variable-current amplifier)이다. VCA에 의해 인출되는 전류는, 바이패스가능하거나, 단계-가변적이거나, 연속-가변적일 수 있다. 일부 구현에서, VCA들 중 적어도 하나는 고정-전류 증폭기와 증폭기 제어 신호에 의해 제어가능한 바이패스 스위치를 포함한다. 바이패스 스위치는 (제1 위치에서) 고정-전류 증폭기의 입력과 고정-전류 증폭기의 출력 사이의 라인을 단아, 신호가 고정-전류 증폭기를 바이패스하는 것을 허용한다. 바이패스 스위치는 (제2 위치에서) 입력과 출력 사이의 라인을 개방하여, 신호를 고정-전류 증폭기에 통과시킨다. 일부 구현에서, 바이패스 스위치가 제1 위치에 있을 때, 고정-전류 증폭기는 디스에이블되거나 바이패스 모드를 수용하도록 기타의 방식으로 재구성된다.
- [0057] 일부 구현에서, VCA들 중 적어도 하나는 증폭기 제어 신호에 의해 표시된 복수의 구성된 양 중 하나의 전류를 인출함으로써 VCA에서 수신된 신호를 증폭하도록 구성된 단계-가변 전류 증폭기를 포함한다. 일부 구현에서, VCA들 중 적어도 하나는 증폭기 제어 신호에 비례하는 전류를 인출함으로써 VCA에서 수신된 신호를 증폭하도록 구성된 연속-가변 전류 증폭기를 포함한다.
- [0058] 일부 구현에서, 증폭기들(314a-314d)은 고정-이득, 고정-전류 증폭기이다. 일부 구현에서, 증폭기들(314a-314d)은 고정-이득, 가변-전류 증폭기이다. 일부 구현에서, 증폭기들(314a-314d)은 가변-이득, 고정-전류 증폭기이다. 일부 구현에서, 증폭기들(314a-314d)은 가변-이득, 가변-전류 증폭기이다.
- [0059] 일부 구현에서, DRx 제어기(302)는 입력에서 수신된 입력 신호의 서비스 품질(quality of service) 메트릭에 기초하여 증폭기 제어 신호(들)을 생성한다. 일부 구현에서, DRx 제어기(302)는, 결국 수신된 신호의 서비스 품질(QoS; quality of service) 메트릭에 기초할 수 있는, 통신 제어기(120)로부터 수신된 신호에 기초하여 증폭기 제어 신호(들)을 생성한다. 수신된 신호의 QoS 메트릭은, 적어도 부분적으로, 다이버시티 안테나(140)에서 수신된 다이버시티 신호(예를 들어, 입력에서 수신된 입력 신호)에 기초할 수 있다. 수신된 신호의 QoS 메트릭은 주 안테나에서 수신된 신호에도 더 기초할 수 있다. 일부 구현에서, DRx 제어기(302)는, 통신 제어기(120)로부터 신호를 수신하지 않고 다이버시티 신호의 QoS 메트릭에 기초하여 증폭기 제어 신호(들)을 생성한다.
- [0060] 일부 구현에서, QoS 메트릭은 신호 강도를 포함한다. 또 다른 예로서, QoS 메트릭은, 비트 에러율, 데이터 처리량, 전송 지연, 또는 기타 임의의 QoS 메트릭을 포함할 수 있다.
- [0061] 앞서 언급된 바와 같이, DRx 모듈(310)은 다이버시티 안테나(140)로부터 다이버시티 신호를 수신하는 입력과 처리된 다이버시티 신호를 (전송 라인(135)과 다이버시티 RF 모듈(320)을 통해) 트랜시버(330)에 제공하는 출력을 가진다. 다이버시티 RF 모듈(320)은 처리된 다이버시티 신호를 전송 라인(135)을 통해 수신하고 추가 처리를 수행한다. 특히, 처리된 다이버시티 신호는, 다이버시티 RF 멀티플렉서(321)에 의해, 분할되거나 또는, 분할 또는 라우팅된 신호가 대응하는 대역통과 필터(323a-323d)에 의해 필터링되고 대응하는 증폭기들(324a-324d)에 의해 증폭되는 하나 이상의 경로에 라우팅된다. 증폭기들(324a-324d) 각각의 출력은 트랜시버(330)에 제공된다.
- [0062] 다이버시티 RF 멀티플렉서(321)는 경로를 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 제어기(120)에 의해 (직접 또는 온-칩 다이버시티 RF 제어기를 통해) 제어될 수 있다. 유사하게, 증폭기들(324a-324d)은 제어기(120)에 의해 제어될 수 있다. 예를 들어, 일부 구현에서, 증폭기들(324a-324d) 각각은 인에이블/디스에이블 입력을 포함하고 증폭기 인에이블 신호에 기초하여 인에이블(또는 디스에이블)된다. 일부 구현에서, 증폭기들(324a-324d)은 VGA에서 수신된 신호를 제어기(120)(또는 제어기(120)에 의해 제어되는 온-칩 다이버시티 RF 제어기)로부터 수신된 증폭기 제어 신호에 의해 제어되는 이득으로 증폭하는 가변-이득 증폭기(VGA)이다. 일부 구현에서, 증폭기들(324a-324d)은 가변-전류 증폭기(VCA)이다.
- [0063] 다이버시티 RF 모듈(320)을 이미 포함하는 수신기 체인에 추가되는 DRx 모듈(310)에 의해, DRx 구성(300)의 대역통과 필터들의 수는 2배가 된다. 따라서, 일부 구현에서, 대역통과 필터들(323a-323d)은 다이버시티 RF 모듈(320)에 포함되지 않는다. 오히려, DRx 모듈(310)의 대역통과 필터들(313a-313d)이 대역외 블록커(blocker)들의 강도를 감소시키는데 이용된다. 또한, 다이버시티 RF 모듈(320)의 자동 이득 제어(AGC; automatic gain

control) 테이블은, 다이버시티 RF 모듈(320)의 증폭기들(324a-324d)에 의해 제공되는 이득의 양을, DRx 모듈(310)의 증폭기들(314a-314d)에 의해 제공되는 이득의 양만큼 감소시키도록 시프트될 수 있다.

[0064] 예를 들어, DRx 모듈 이득이 15 dB이고 수신기 감도가 -100 dBm이면, 다이버시티 RF 모듈(320)은 -85 dBm의 감도를 볼 것이다. 다이버시티 RF 모듈(320)의 페루프 AGC가 활성화되면, 그 이득은 15 dB만큼 자동으로 강해질 것이다. 그러나, 신호 성분들과 대역외 블록커들 양쪽 모두는 15 dB만큼 증폭되어 수신된다. 따라서, 다이버시티 RF 모듈(320)의 15 dB 이득 강하는 또한, 그 선형성에 있어서 15 dB 증가를 동반할 수 있다. 특히, 다이버시티 RF 모듈(320)의 증폭기들(324a-324d)은, 증폭기들의 선형성이 이득 감소(또는 전류 증가)에 따라 증가되도록 설계될 수 있다.

[0065] 일부 구현에서, 제어기(120)는 DRx 모듈(310)의 증폭기들(314a-314d)와 다이버시티 RF 모듈(320)의 증폭기들(324a-324d)의 이득(및/또는 전류)을 제어한다. 상기 예에서와 같이, 제어기(120)는 DRx 모듈(310)의 증폭기들(314a-314d)에 의해 제공되는 이득량을 증가시키는 것에 응답하여 다이버시티 RF 모듈(320)의 증폭기들(324a-324d)에 의해 제공되는 이득량을 감소시킬 수 있다. 따라서, 일부 구현에서, 제어기(120)는 (DRx 모듈(310)의 증폭기들(314a-314d)에 대한) 증폭기 제어 신호에 기초하여 (다이버시티 RF 모듈(320)의 증폭기들(324a-324d)을 위해) 다운스트림 증폭기 제어 신호를 생성해 전송 라인(135)을 통해 (DRx 모듈(310)의) 출력에 결합된 하나 이상의 다운스트림 증폭기들(324a-324d)의 이득을 제어하도록 구성된다. 일부 구현에서, 제어기(120)는 또한, 증폭기 제어 신호에 기초하여, 프론트-엔드 모듈(FEM) 내의 증폭기 등의, 무선 디바이스의 다른 컴포넌트들의 이득을 제어한다.

[0066] 앞서 언급된 바와 같이, 일부 구현에서, 대역통과 필터(323a-323d)는 포함되지 않는다. 따라서, 일부 구현에서, 다운스트림 증폭기들(324a-324d) 중 적어도 하나는 다운스트림 대역통과 필터를 통과하지 않고 전송 라인(135)을 통해 (DRx 모듈(310)의) 출력에 결합된다.

[0067] 도 4는, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성(400)이 다이버시티 수신기(DRx) 모듈(310) 보다 적은 수의 증폭기를 갖는 다이버시티 RF 모듈(420)을 포함할 수 있다는 것을 도시한다. 다이버시티 수신기 구성(400)은 도 3에 관하여 전술된 바와 같은 다이버시티 안테나(140)와 DRx 모듈(310)을 포함한다. DRx 모듈(310)의 출력은, 도 4의 다이버시티 RF 모듈(420)은 DRx 모듈(310)보다 적은 수의 증폭기를 포함한다는 점에서 도 3의 다이버시티 RF 모듈(320)과는 상이한 다이버시티 RF 모듈(420)에 전송 라인(135)을 통해 전달된다.

[0068] 앞서 언급된 바와 같이, 일부 구현에서, 다이버시티 RF 모듈(420)은 대역통과 필터를 포함하지 않는다. 따라서, 일부 구현에서, 다이버시티 RF 모듈(420)의 하나 이상의 증폭기(424)는 대역-특정적인 필요가 없다. 특히, 다이버시티 RF 모듈(420)은 하나 이상의 경로를 포함할 수 있고, 각 경로는 DRx 모듈(310)의 경로들과 1-대-1 맵핑되지 않는 증폭기(424)를 포함한다. 경로들의 이러한 맵핑(또는 대응하는 증폭기)은 제어기(120)에 저장될 수 있다.

[0069] 따라서, DRx 모듈(310)은 다수의 경로를 포함하고, 각 경로는 주파수 대역에 대응하는 반면, 다이버시티 RF 모듈(420)은 단일의 주파수 대역에 대응하지 않는 하나 이상의 경로를 포함할 수 있다.

[0070] (도 4에 도시된) 일부 구현에서, 다이버시티 RF 모듈(420)은 전송 라인(135)으로부터 수신된 신호를 증폭하는 단일의 광대역 또는 튜닝가능한 증폭기(424)를 포함하고 증폭된 신호를 멀티플렉서(421)에 출력한다. 멀티플렉서(421)는 복수의 멀티플렉서 출력을 포함하고, 각각의 출력은 각자의 주파수 대역에 대응한다. 일부 구현에서, 다이버시티 RF 모듈(420)은 어떠한 증폭기도 포함하지 않는다.

[0071] 일부 구현에서, 다이버시티 신호는 단일-대역 신호이다. 따라서, 일부 구현에서, 멀티플렉서(421)는, 제어기(120)로부터 수신된 신호에 기초하여 단일-대역 신호의 주파수 대역에 대응하는 복수의 출력들 중 하나에 다이버시티 신호를 라우팅하는 SPMT 스위치이다. 일부 구현에서, 다이버시티 신호는 다중-대역 신호이다. 따라서, 일부 구현에서, 멀티플렉서(421)는, 제어기(120)로부터 수신된 스플리터 제어 신호에 기초하여 다중-대역 신호의 2개 이상의 주파수 대역에 대응하는 복수의 출력들 중 2개 이상에 다이버시티 신호를 라우팅하는 신호 스플리터이다. 일부 구현에서, 다이버시티 RF 모듈(420)은 단일 모듈로서 트랜시버(330)와 결합될 수 있다.

[0072] 일부 구현에서, 다이버시티 RF 모듈(420)은 복수의 증폭기를 포함하고, 각각의 증폭기는 한 세트의 주파수 대역에 대응한다. 전송 라인(135)으로부터의 신호는 제1 경로를 따라 고주파 증폭기에 고주파를 출력하고 제2 경로를 따라 저주파 증폭기에 저주파를 출력하는 대역 스플리터 내에 전달될 수 있다. 증폭기들 각각의 출력은 트랜시버(330)의 대응하는 입력에 신호를 라우팅하도록 구성된 멀티플렉서(421)에 제공될 수 있다.

[0073] 도 5는, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성(500)이 오프-모듈 필터(513)에 결합된 DRx 모듈(510)을 포함

할 수 있다는 것을 도시한다. DRx 모듈(510)은 복수의 컴포넌트를 수용하도록 구성된 패키징 기관(501)과 패키징 기관(501) 상에 구현된 수신 시스템을 포함할 수 있다. DRx 모듈(510)은 DRx 모듈(510)로부터 라우팅되고 임의의 원하는 대역에 대한 필터를 지원하기 위해 시스템 통합자, 설계자, 또는 제조자에게 이용가능하게 되는 하나 이상의 신호 경로를 포함할 수 있다.

[0074] DRx 모듈(510)은 DRx 모듈(510)의 입력과 출력 사이에 다수의 경로를 포함한다. DRx 모듈(510)은 DRx 제어기(502)에 의해 제어되는 바이패스 스위치(519)에 의해 활성화되는 입력과 출력 사이의 바이패스 경로를 포함한다. 도 5는 단일의 바이패스 스위치(519)를 나타내고 있지만, 일부 구현에서는, 바이패스 스위치(519)는 복수의 스위치(예를 들어, 입력에 물리적으로 근접 배치된 제1 스위치와 출력에 물리적으로 근접 배치된 제2 스위치)를 포함할 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 바이패스 경로는 필터 또는 증폭기를 포함하지 않는다.

[0075] DRx 모듈(510)은 제1 멀티플렉서(511)와 제2 멀티플렉서(512)를 포함하는 다수의 멀티플렉서 경로를 포함한다. 멀티플렉서 경로는, 제1 멀티플렉서(511), 패키징 기관(501) 상에 구현된 대역통과 필터(313a-313d), 패키징 기관(501) 상에 구현된 증폭기(314a-314d), 및 제2 멀티플렉서(512)를 포함하는 다수의 온-모듈(on-module) 경로를 포함한다. 멀티플렉서 경로는, 제1 멀티플렉서(511), 패키징 기관(501)과는 분리되어 구현된 대역통과 필터(513), 증폭기(514), 및 제2 멀티플렉서(512)를 포함하는 하나 이상의 오프-모듈 경로를 포함한다. 증폭기(514)는 패키징 기관(501) 상에 구현된 광대역 증폭기일 수 있거나, 패키징 기관(501)과는 분리되어 구현될 수도 있다. 전술된 바와 같이, 증폭기들(314a-314d, 514)은 가변-이득 증폭기 및/또는 가변-전류 증폭기일 수 있다.

[0076] DRx 제어기(502)는 입력과 출력 사이의 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된다. 일부 구현에서, DRx 제어기(502)는 (예를 들어, 통신 제어기로부터) DRx 제어기(502)에 의해 수신된 대역 선택 신호에 기초하여 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된다. DRx 제어기(502)는, 예를 들어, 바이패스 스위치(519)를 개방 또는 닫거나, 증폭기들(314a-314d, 514)을 인에이블 또는 디스에이블하거나, 멀티플렉서(511, 512)를 제어하거나, 기타의 메커니즘을 통해 경로를 선택적으로 활성화할 수 있다. 예를 들어, DRx 제어기(502)는 (예를 들어, 필터들(313a-313d, 513)과 증폭기들(314a-314d, 514) 사이의) 경로를 따라 또는 증폭기들(314a-314d, 514)의 이득을 실질적으로 0으로 설정함으로써 스위치들을 개방하거나 닫을 수 있다.

[0077] 도 6a는, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성(600)이 하나 이상의 위상 매칭 컴포넌트(624a-624b)를 갖는 DRx 모듈(610)을 포함할 수 있다는 것을 도시한다. DRx 모듈(610)은 안테나(140)에 결합된 DRx 모듈(610)의 입력으로부터의 2개의 경로와 전송 라인(135)에 결합된 DRx 모듈(610)의 출력을 포함한다.

[0078] 도 6a의 DRx 모듈(610)에서, 신호 스플리터 및 대역통과 필터들은 다이플렉서(611)로서 구현된다. 다이플렉서(611)는, 안테나(140)에 결합된 입력, 제1 증폭기(314a)에 결합된 제1 출력, 및 제2 증폭기(314b)에 결합된 제2 출력을 포함한다. 제1 출력에서, 다이플렉서(611)는 제1 주파수 대역으로 필터링된 (예를 들어, 안테나(140)로부터) 입력에서 수신된 신호를 출력한다. 제2 출력에서, 다이플렉서(611)는 제2 주파수 대역으로 필터링된 입력에서 수신된 신호를 출력한다. 일부 구현에서, 다이플렉서(611)는, 트리플렉서, 쿼드플렉서, 또는 DRx 모듈(610)의 입력에서 수신된 입력 신호를 복수의 경로를 따라 전파된 각각의 복수의 주파수 대역들에서의 복수의 신호들로 분할하도록 구성된 기타 임의의 멀티플렉서로 교체될 수 있다.

[0079] 전술된 바와 같이, 증폭기들(314a-314b) 중 각각의 것은 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 증폭기에서 수신된 신호를 증폭하도록 구성된다. 증폭기들(314a-314b)의 출력은 신호 결합기(612)에 의해 결합되기 전에 대응하는 위상-시프트 컴포넌트(624a-624b)를 통해 전달된다.

[0080] 신호 결합기(612)는, 제1 위상-시프트 컴포넌트(624a)에 결합된 제1 입력, 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)에 결합된 제2 입력, 및 DRx 모듈(610)의 출력에 결합된 출력을 포함한다. 신호 결합기의 출력에서의 신호는 제1 입력과 제2 입력에서의 신호들의 합계이다. 따라서, 신호 결합기는 복수의 경로를 따라 전파된 신호들을 결합하도록 구성된다.

[0081] 신호가 안테나(140)에 의해 수신될 때, 그 신호는 다이플렉서(611)에 의해 제1 주파수 대역으로 필터링되고 제1 증폭기(314a)를 통해 제1 경로를 따라 전파된다. 필터링되고 증폭된 신호는 제1 위상-시프트 컴포넌트(624a)에 의해 위상-시프트되고 신호 결합기(612)의 제1 입력에 전달된다. 일부 구현에서, 신호 결합기(612) 또는 제2 증폭기(314b)는 신호가 제2 경로를 따라 역방향으로 신호 결합기(612)를 통해 계속되는 것을 방지하지 않는다. 따라서, 신호는 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)를 통해 및 제2 증폭기(314b)를 통해 전파하고, 그 곳에서 다이

플렉서(611)로부터 반사된다. 반사된 신호는 제2 증폭기(314b)와 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)를 통해 전파하여 신호 결합기(612)의 제2 입력에 도달한다.

[0082] (신호 결합기(612)의 제1 입력에서의) 초기 신호와 (신호 결합기(612)의 제2 입력에서의) 반사된 신호가 위상이 어긋나면, 신호 결합기(612)에 의해 수행된 합산은 신호 결합기(612)의 출력에서의 신호의 약화를 초래한다. 유사하게, 초기 신호와 반사된 신호가 동상이면, 신호 결합기(612)에 의해 수행된 합산은 신호 결합기(612)의 출력에서의 신호의 강화를 초래한다. 따라서, 일부 구현에서, 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)는 초기 신호와 반사된 신호가 적어도 부분적으로 동상이 되도록 (적어도 제1 주파수 대역의) 신호를 위상-시프트시키도록 구성된다. 특히, 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)는, 초기 신호와 반사된 신호의 합산의 진폭이 초기 신호의 진폭보다 크도록 (적어도 제1 주파수 대역의) 신호를 위상-시프트시키도록 구성된다.

[0083] 예를 들어, 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)는, 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)를 통과하는 신호를, 제2 증폭기(314b)를 통한 역방향 전파, 다이플렉서(611)로부터의 반사, 및 제2 증폭기(314b)를 통한 순방향 전파에 의해 도입되는 위상-시프트의 $-1/2$ 배만큼 위상-시프트시키도록 구성될 수 있다. 또 다른 예로서, 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)는, 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)를 통과하는 신호를, 360도와, 제2 증폭기(314b)를 통한 역방향 전파, 다이플렉서(611)로부터의 반사, 및 제2 증폭기(314b)를 통한 순방향 전파에 의해 도입되는 위상-시프트 사이의 차이의 절반만큼 위상-시프트시키도록 구성될 수 있다. 일반적으로, 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)는, 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)를 통과하는 신호를, 초기 신호와 반사된 신호가 360도의 (0을 포함) 정수배의 위상차를 갖게끔 위상-시프트시키도록 구성될 수 있다.

[0084] 예로서, 초기 신호는 0도(또는 기타 임의의 기준 위상)에 있을 수 있고, 제2 증폭기(314b)를 통한 역방향 전파, 다이플렉서(611)로부터의 반사, 및 제2 증폭기(314b)를 통한 순방향 전파는 140도의 위상 시프트를 도입할 수 있다. 따라서, 일부 구현에서, 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)는 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)를 통과하는 신호를 -70 도만큼 위상-시프트시키도록 구성된다. 따라서, 초기 신호는 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)에 의해 -70 도로 위상-시프트되고, 제2 증폭기(314b)를 통한 역방향 전파, 다이플렉서(611)로부터의 반사, 및 제2 증폭기(314b)를 통한 순방향 전파에 의해 70도로 위상-시프트되고, 다시 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)에 의해 0도로 돌아간다.

[0085] 일부 구현에서, 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)는 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)를 통과하는 신호를 110도만큼 위상-시프트시키도록 구성된다. 따라서, 초기 신호는 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)에 의해 110도로 위상-시프트되고, 제2 증폭기(314b)를 통한 역방향 전파, 다이플렉서(611)로부터의 반사, 및 제2 증폭기(314b)를 통한 순방향 전파에 의해 250도로 위상-시프트되고, 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)에 의해 360도로 위상-시프트된다.

[0086] 동시에, 안테나(140)에 의해 수신된 신호는 다이플렉서(611)에 의해 제2 주파수 대역으로 필터링되고 제2 증폭기(314b)를 통해 제2 경로를 따라 전파된다. 필터링되고 증폭된 신호는 제2 위상-시프트 컴포넌트(624b)에 의해 위상-시프트되고 신호 결합기(612)의 제2 입력에 전달된다. 일부 구현에서, 신호 결합기(612) 또는 제1 증폭기(314a)는 신호가 제1 경로를 따라 역방향으로 신호 결합기(612)를 통해 계속되는 것을 방지하지 않는다. 따라서, 신호는 제1 위상-시프트 컴포넌트(624a)를 통해 및 제2 증폭기(314a)를 통해 전파하고, 그 곳에서 다이플렉서(611)로부터 반사된다. 반사된 신호는 제1 증폭기(314a)와 제1 위상-시프트 컴포넌트(624a)를 통해 전파하여 신호 결합기(612)의 제1 입력에 도달한다.

[0087] (신호 결합기(612)의 제2 입력에서의) 초기 신호와 (신호 결합기(612)의 제1 입력에서의) 반사된 신호가 위상이 어긋날 때, 신호 결합기(612)에 의해 수행된 합산은 신호 결합기(612)의 출력에서의 신호의 약화를 초래하고 초기 신호와 반사된 신호가 동사일 때, 신호 결합기(612)에 의해 수행된 합산은 신호 결합기(612)의 출력에서의 신호의 강화를 초래한다. 따라서, 일부 구현에서, 제1 위상-시프트 컴포넌트(624a)는 초기 신호와 반사된 신호가 적어도 부분적으로 동상이 되도록 (적어도 제2 주파수 대역의) 신호를 위상-시프트시키도록 구성된다.

[0088] 예를 들어, 제1 위상-시프트 컴포넌트(624a)는, 제1 위상-시프트 컴포넌트(624a)를 통과하는 신호를, 제1 증폭기(314a)를 통한 역방향 전파, 다이플렉서(611)로부터의 반사, 및 제1 증폭기(314a)를 통한 순방향 전파에 의해 도입되는 위상-시프트의 $-1/2$ 배만큼 위상-시프트시키도록 구성될 수 있다. 또 다른 예로서, 제1 위상-시프트 컴포넌트(624a)는, 제1 위상-시프트 컴포넌트(624a)를 통과하는 신호를, 360도와, 제1 증폭기(314a)를 통한 역방향 전파, 다이플렉서(611)로부터의 반사, 및 제1 증폭기(314a)를 통한 순방향 전파에 의해 도입되는 위상-시프트 사이의 차이의 절반만큼 위상-시프트시키도록 구성될 수 있다. 일반적으로, 제1 위상-시프트 컴포넌트(624a)는, 제1 위상-시프트 컴포넌트(624a)를 통과하는 신호를, 초기 신호와 반사된 신호가 360도의 (0을 포함)

한) 정수배의 위상차를 갖게끔 위상-시프트시키도록 구성될 수 있다.

- [0089] 위상-시프트 컴포넌트들(624a-624b)은 수동 회로로서 구현될 수 있다. 특히, 위상-시프트 컴포넌트들(624a-624b)은 LC 회로로서 구현될 수 있고 인덕터 및/또는 커패시터 등의 하나 이상의 수동 컴포넌트를 포함할 수 있다. 수동 컴포넌트는 병렬 및/또는 직렬로 접속될 수 있고 증폭기들(314a-314b)의 출력과 신호 결합기(612)의 입력 사이에 접속되거나 증폭기들(314a-314b)의 출력과 접지 전압 사이에 접속될 수 있다. 일부 구현에서, 위상-시프트 컴포넌트들(624a-624b)은 증폭기들(314a-314b)과 동일한 다이 내에 또는 동일한 패키지 상에 통합된다.
- [0090] (예를 들어, 도 6a에 도시된 바와 같은) 일부 구현에서, 위상-시프트 컴포넌트들(624a-624b)은 증폭기들(314a-314b) 이후의 경로를 따라 배치된다. 따라서, 위상-시프트 컴포넌트들(624a-624b)에 의해 야기되는 임의의 신호 감쇠는 모듈(610)의 성능, 예를 들어, 출력 신호의 신호-대-잡음비에 영향을 주지 않는다. 그러나, 일부 구현에서, 위상-시프트 컴포넌트들(624a-624b)은 증폭기들(314a-314b) 이전의 경로를 따라 배치된다. 예를 들어, 위상-시프트 컴포넌트들(624a-624b)은 다이플렉서(611)와 증폭기들(314a-314b) 사이에 배치된 임피던스 매칭 컴포넌트 내에 통합될 수 있다.
- [0091] 도 6b는, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성(640)이 하나 이상의 위상 매칭 컴포넌트(624a-624b)와 듀얼-스테이지 증폭기(614a-614b)를 갖는 DRx 모듈(641)을 포함할 수 있다는 것을 도시한다. 도 6b의 DRx 모듈(641)은, 도 6a의 DRx 모듈(610)의 증폭기들(314a-314b)이 도 6b의 DRx 모듈(641)에서 듀얼-스테이지 증폭기들(614a-614b)로 대체된다는 점을 제외하고는, 도 6a의 DRx 모듈(610)과 실질적으로 유사하다.
- [0092] 도 6c는, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성(680)이 하나 이상의 위상 매칭 컴포넌트(624a-624b)와 후치-결합기 증폭기(615)를 갖는 DRx 모듈(681)을 포함할 수 있다는 것을 도시한다. 도 6c의 DRx 모듈(681)은, 도 6c의 DRx 모듈(681)이 신호 결합기(612)의 출력과 DRx 모듈(681)의 출력 사이에 배치된 후치-결합기 증폭기(615)를 포함한다는 점을 제외하고는, 도 6a의 DRx 모듈(610)과 실질적으로 유사하다. 증폭기들(314a-314b)과 유사하게, 후치-결합기 증폭기(615)는 (도시되지 않은) DRx 제어기에 의해 제어되는 가변-이득 증폭기(VGA) 및/또는 가변-전류 증폭기일 수 있다.
- [0093] 도 7은, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성(700)이 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트(724a-724d)를 갖는 DRx 모듈(710)을 포함할 수 있다는 것을 도시한다. 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트들(724a-724d) 각각은 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트를 통과하는 신호를 DRx 제어기(702)로부터 수신된 위상-시프트 튜닝 신호에 의해 제어되는 양만큼 위상-시프트시키도록 구성될 수 있다.
- [0094] 다이버시티 수신기 구성(700)은, 안테나(140)에 결합된 입력과 전송 라인(135)에 결합된 출력을 갖는 DRx 모듈(710)을 포함한다. DRx 모듈(710)은 DRx 모듈(710)의 입력과 출력 사이에 다수의 경로를 포함한다. 일부 구현에서, DRx 모듈(710)은 DRx 제어기(702)에 의해 제어되는 하나 이상의 바이패스 스위치에 의해 활성화되는 입력과 출력 사이의 하나 이상의 바이패스 경로(미도시)를 포함한다.
- [0095] DRx 모듈(710)은 입력 멀티플렉서(311)와 출력 멀티플렉서(312)를 포함하는 다수의 멀티플렉서 경로를 포함한다. 멀티플렉서 경로는 입력 멀티플렉서(311), 대역통과 필터(313a-313d), 증폭기(314a-314d), 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트(724a-724d), 출력 멀티플렉서(312), 및 후치-결합기 증폭기(615)를 포함하는 (도시된) 다수의 온-모듈 경로를 포함한다. 멀티플렉서 경로는 전송된 바와 같이 하나 이상의 오프-모듈 경로(미도시)를 포함할 수 있다. 역시 전송된 바와 같이, (후치-이득 증폭기(615)를 포함한) 증폭기들(314a-314d)은 가변-이득 증폭기 및/또는 가변-전류 증폭기일 수 있다.
- [0096] 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트들(724a-724d)은 인덕터 및 커패시터 등의 하나 이상의 가변 컴포넌트를 포함할 수 있다. 가변 컴포넌트는 병렬 및/또는 직렬로 접속될 수 있고 증폭기들(314a-314d)의 출력과 출력 멀티플렉서(312)의 입력 사이에 접속되거나 증폭기들(314a-314d)의 출력과 접지 전압 사이에 접속될 수 있다.
- [0097] DRx 제어기(702)는 입력과 출력 사이의 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된다. 일부 구현에서, DRx 제어기(702)는 (예를 들어, 통신 제어기로부터) DRx 제어기(702)에 의해 수신된 대역 선택 신호에 기초하여 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된다. DRx 제어기(702)는, 예를 들어, 증폭기들(314a-314d)을 인에이블 또는 디스에이블하거나, 멀티플렉서(311, 312)를 제어하거나, 전송된 바와 같은 기타의 메커니즘을 통해 경로를 선택적으로 활성화할 수 있다.
- [0098] 일부 구현에서, DRx 제어기(702)는 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트(724a-724d)를 튜닝하도록 구성된다. 일부 구현에서, DRx 제어기(702)는 대역 선택 신호에 기초하여 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트(724a-724d)를 튜닝

한다. 예를 들어, DRx 제어기(702)는 대역 선택 신호에 의해 표시된 주파수 대역(또는 주파수 대역 세트)를 튜닝 파라미터와 연관시키는 룩업 테이블에 기초하여 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트(724a-724d)를 튜닝할 수 있다. 따라서, 대역 선택 신호에 응답하여, DRx 제어기(702)는 위상-시프트 튜닝 신호를 각각의 활성 경로의 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트(724a-724d)에 전송하여 튜닝 파라미터에 따라 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트(또는 그 가변 컴포넌트)를 튜닝할 수 있다.

[0099] DRx 제어기(702)는, 대역외 반사된 신호들이 대역외 초기 신호들과 출력 멀티플렉서(312)에서 동상이 되도록 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트(724a-724d)를 튜닝하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 대역 선택 신호가 제1 주파수 대역에 대응하는 (제1 증폭기(314a)를 통한) 제1 경로, 제2 주파수 대역에 대응하는 (제2 증폭기(314b)를 통한) 제2 경로, 및 (제3 증폭기(314c)를 통한) 제3 경로가 활성화되어야 함을 나타낸다면, DRx 제어기(702)는, (1) (제2 주파수 대역에서의) 제2 경로를 따라 전파하는 신호에 대해, 초기 신호가, 제1 경로를 따라 역방향 전파하고, 대역통과 필터(313a)로부터 반사되고, 제1 경로를 통해 순방향 전파하는 반사된 신호와 동상이 되도록, 및 (2) (제3 주파수 대역에서의) 제3 경로를 따라 전파하는 신호에 대해, 초기 신호가, 제1 경로를 따라 역방향 전파하고, 대역통과 필터(313a)로부터 반사되고, 제1 경로를 통해 순방향 전파하는 반사된 신호와 동상이 되도록, 제1 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트(724a)를 튜닝할 수 있다.

[0100] DRx 제어기(702)는, 제2 주파수 대역이 제3 주파수 대역과는 상이한 양만큼 위상-시프트되도록, 제1 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트(724a)를 튜닝할 수 있다. 예를 들어, 제1 증폭기(314a)를 통한 역방향 전파, 대역통과 필터(313a)로부터의 반사, 및 제1 증폭기(314b)를 통한 순방향 전파에 의해 신호의 제2 주파수 대역이 140도만큼 위상-시프트되고 제3 주파수 대역이 130도만큼 위상-시프트된다면, DRx 제어기(702)는 제1 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트(724a)를 튜닝하여 제2 주파수 대역을 -70도(또는 110도)만큼 위상-시프트시키고 제3 주파수 대역을 -65도(또는 115도)만큼 위상-시프트시킬 수 있다.

[0101] DRx 제어기(702)는 제2 위상-시프트 컴포넌트(724b)와 제3 위상-시프트 컴포넌트(724c)를 유사하게 튜닝할 수 있다.

[0102] 또 다른 예로서, 대역 선택 신호가 제1 경로, 제2 경로, 및 (제4 증폭기(314d)를 통한) 제4 경로가 활성화되어야 함을 나타낸다면, DRx 제어기(702)는, (1) (제2 주파수 대역에서의) 제2 경로를 따라 전파하는 신호에 대해, 초기 신호가, 제1 경로를 따라 역방향 전파하고, 대역통과 필터(313a)로부터 반사되고, 제1 경로를 통해 순방향 전파하는 반사된 신호와 동상이 되도록, 및 (2) (제4 주파수 대역에서의) 제4 경로를 따라 전파하는 신호에 대해, 초기 신호가, 제1 경로를 따라 역방향 전파하고, 대역통과 필터(313a)로부터 반사되고, 제1 경로를 통해 순방향 전파하는 반사된 신호와 동상이 되도록, 제1 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트(724a)를 튜닝할 수 있다.

[0103] DRx 제어기(702)는 상이한 세트의 주파수 대역들에 대해 상이한 값들을 갖도록 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트들(724a-724d)의 가변 컴포넌트들을 튜닝할 수 있다.

[0104] 일부 구현에서, 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트들(724a-724d)은 DRx 제어기(702)에 의해 튜닝 또는 제어가능하지 않은 고정된 위상-시프트 컴포넌트들로 대체된다. 하나의 주파수 대역에 대응하는 경로들 중 대응하는 하나를 따라 배치된 위상-시프트 컴포넌트들 중 각각의 것은, 대응하는 다른 경로를 따른 초기 신호가 경로들 중 상기 하나를 따라 역방향 전파하고, 대응하는 대역통과 필터로부터 반사되고, 경로들 중 상기 하나를 통해 순방향 전파하는 반사된 신호와 동상이 되게끔 다른 주파수 대역들 각각을 위상-시프트시키도록 구성될 수 있다.

[0105] 예를 들어, 제3 위상-시프트 컴포넌트(724c)는 고정될 수 있고, (1) (제1 경로를 따라 전파하는) 제1 주파수에서의 초기 신호가, 제3 경로를 따라 역방향 전파하고, 제3 대역통과 필터(313c)로부터 반사하고, 제3 경로를 통해 순방향 전파하는 반사된 신호와 동상이 되도록 제1 주파수 대역을 위상-시프트시키고, (2) (제2 경로를 따라 전파하는) 제2 주파수에서의 초기 신호가, 제3 경로를 따라 역방향 전파하고, 제3 대역통과 필터(313c)로부터 반사하고, 제3 경로를 통해 순방향 전파하는 반사된 신호와 동상이 되도록 제2 주파수 대역을 위상-시프트시키고, (3) (제4 경로를 따라 전파하는) 제4 주파수에서의 초기 신호가, 제3 경로를 따라 역방향 전파하고, 제3 대역통과 필터(313c)로부터 반사하고, 제3 경로를 통해 순방향 전파하는 반사된 신호와 동상이 되도록 제4 주파수 대역을 위상-시프트시키도록 구성될 수 있다. 다른 위상-시프트 컴포넌트들은 유사하게 고정되고 구성될 수 있다.

[0106] 따라서, DRx 모듈(710)은, DRx 모듈(710)의 입력과 DRx 모듈(710)의 출력 사이의 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된 DRx 제어기(702)를 포함한다. DRx 모듈(710)은 복수의 증폭기들(314a-314d)을 더 포함하고, 복수의 증폭기들(314a-314d) 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 증폭

기에서 수신된 신호를 증폭하도록 구성된다. DRx 모듈은 복수의 위상-시프트 컴포넌트들(724a-724d)을 더 포함하고, 복수의 위상-시프트 컴포넌트(724a-724d) 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 위상-시프트 컴포넌트를 통과하는 신호를 위상-시프트시키도록 구성된다.

[0107] 일부 구현에서, 제1 위상-시프트 컴포넌트(724a)는 제1 주파수 대역(예를 들어, 제1 대역통과 필터(313a)의 주파수 대역)에 대응하는 제1 경로를 따라 배치되고, 제2 주파수 대역에 대응하는 제2 경로를 따라 전파된 초기 신호와 제1 경로를 따라 전파된 반사된 신호가 적어도 부분적으로 동상이 되도록, 제1 위상-시프트 컴포넌트(724a)를 통과하는 신호의 제2 주파수 대역(예를 들어, 제2 대역통과 필터(313b)의 주파수 대역)을 위상-시프트시키도록 구성된다.

[0108] 일부 구현에서, 제1 위상-시프트 컴포넌트(724a)는 또한, 제3 주파수 대역에 대응하는 제3 경로를 따라 전파된 초기 신호와 제1 경로를 따라 전파된 반사된 신호가 적어도 부분적으로 동상이 되도록, 제1 위상-시프트 컴포넌트(724a)를 통과하는 신호의 제3 주파수 대역(예를 들어, 제3 대역통과 필터(313c)의 주파수 대역)을 위상-시프트시키도록 구성된다.

[0109] 유사하게, 일부 구현에서, 제2 경로를 따라 배치된 제2 위상-시프트 컴포넌트(724b)는, 제2 위상-시프트 컴포넌트(724b)를 통과하는 신호의 제1 주파수 대역을 위상-시프트시켜, 제1 경로를 따라 전파된 초기 신호와 제2 경로를 따라 전파된 반사된 신호가 적어도 부분적으로 동상이 되게 하도록 구성된다.

[0110] 도 8은, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성(800)이 하나 이상의 임피던스 매칭 컴포넌트(834a-834b)를 갖는 DRx 모듈(810)을 포함할 수 있다는 것을 도시한다. DRx 모듈(810)은 안테나(140)에 결합된 DRx 모듈(810)의 입력으로부터의 2개의 경로와 전송 라인(135)에 결합된 DRx 모듈(810)의 출력을 포함한다.

[0111] (도 6a의 DRx 모듈(610)에서와 같이) 도 8의 DRx 모듈(810)에서, 신호 스플리터 및 대역통과 필터들은 다이플렉서(611)로서 구현된다. 다이플렉서(611)는, 안테나에 결합된 입력, 제1 임피던스 매칭 컴포넌트(834a)에 결합된 제1 출력, 및 제2 임피던스 매칭 컴포넌트(834b)에 결합된 제2 출력을 포함한다. 제1 출력에서, 다이플렉서(611)는 제1 주파수 대역으로 필터링된 (예를 들어, 안테나(140)로부터) 입력에서 수신된 신호를 출력한다. 제2 출력에서, 다이플렉서(611)는 제2 주파수 대역으로 필터링된 입력에서 수신된 신호를 출력한다.

[0112] 임피던스 매칭 컴포넌트들(834a-834d) 각각은 다이플렉서(611)와 증폭기(314a-314b) 사이에 배치된다. 전술된 바와 같이, 증폭기들(314a-314b) 중 각각의 것은 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 증폭기에서 수신된 신호를 증폭하도록 구성된다. 증폭기들(314a-314b)의 출력은 신호 결합기(612)에 전달된다.

[0113] 신호 결합기(612)는, 제1 증폭기(314a)에 결합된 제1 입력, 제2 증폭기(314b)에 결합된 제2 입력, 및 DRx 모듈(610)의 출력에 결합된 출력을 포함한다. 신호 결합기의 출력에서의 신호는 제1 입력과 제2 입력에서의 신호들의 합계이다.

[0114] 신호가 안테나(140)에 의해 수신될 때, 그 신호는 다이플렉서(611)에 의해 제1 주파수 대역으로 필터링되고 제1 증폭기(314a)를 통해 제1 경로를 따라 전파된다. 유사하게, 신호는 다이플렉서(611)에 의해 제2 주파수 대역으로 필터링되고 제2 증폭기(314b)를 통해 제2 경로를 따라 전파된다.

[0115] 경로들 각각은 잡음 지수와 이득에 의해 특성화될 수 있다. 각각의 경로의 잡음 지수는 경로를 따라 배치된 증폭기와 임피던스 매칭 컴포넌트에 의해 야기되는 신호-대-잡음비(SNR)의 열화의 표현이다. 특히, 각각의 경로의 잡음 지수는 임피던스 매칭 컴포넌트(834a-834b)의 입력에서의 SNR과 증폭기(314a-314b)의 출력에서의 SNR 사이의 데시벨(dB) 차이이다. 따라서, 잡음 지수는 증폭기의 잡음 출력과, 동일한 이득을 갖는 (잡음을 생성하지 않는) "이상적" 증폭기의 잡음 출력 사이의 차이의 측정이다. 유사하게, 각각의 경로에 대한 이득은 경로를 따라 배치된 증폭기와 임피던스 매칭 컴포넌트에 의해 야기되는 이득의 표현이다.

[0116] 각 경로에 대한 잡음 지수와 이득은 주파수 대역마다 상이할 수 있다. 예를 들어, 제1 경로는, 제1 주파수 대역에 대한 대역내 잡음 지수 및 대역내 이득과, 제2 주파수 대역에 대한 대역외 잡음 지수 및 대역외 이득을 가질 수 있다. 유사하게, 제2 경로는 제2 주파수 대역에 대한 대역내 잡음 지수 및 대역내 이득과, 제1 주파수 대역에 대한 대역외 잡음 지수 및 대역외 이득을 가질 수 있다.

[0117] DRx 모듈(810)은 또한, 주파수 대역마다 상이할 수 있는 잡음 지수 및 이득에 의해 특성화될 수 있다. 특히, DRx 모듈(810)의 잡음 지수는 DRx 모듈(810)의 입력에서의 SNR과 DRx 모듈(810)의 출력에서의 SNR 사이의 데시벨(dB) 차이이다.

[0118] (각각의 주파수 대역에서의) 각 경로에 대한 잡음 지수 및 이득은, 적어도 부분적으로, 임피던스 매칭 컴포넌트

(834a-834b)의 (각각의 주파수 대역에서의) 임피던스에 의존할 수 있다. 따라서, 임피던스 매칭 컴포넌트(834a-834b)의 임피던스가 각각의 경로의 대역내 잡음 지수가 최소화되고 및/또는 각각의 경로의 대역내 이득이 최대화되게 하는 것이 유익할 수 있다. 따라서, 일부 구현에서, 임피던스 매칭 컴포넌트들(834a-834b) 각각은 (이러한 임피던스 매칭 컴포넌트(834a-834b)가 없는 DRx 모듈에 비해) 그의 각자의 경로의 대역내 잡음 지수를 감소시키거나 및/또는 그의 각자의 경로의 대역내 이득을 증가시키도록 구성된다.

[0119] 2개의 경로를 따라 전파하는 신호가 신호 결합기(612)에 의해 결합되기 때문에, 증폭기에 의해 생성되거나 증폭되는 대역외 잡음은 결합된 신호에 부정적으로 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 제1 증폭기(314a)에 의해 생성되거나 증폭된 대역외 잡음은 제2 주파수에서 DRx 모듈(810)의 잡음 지수를 증가시킬 수 있다. 따라서, 임피던스 매칭 컴포넌트(834a-834b)의 임피던스가 각각의 경로의 대역외 잡음 지수가 최소화되고 및/또는 각각의 경로의 대역외 이득이 최소화되게 하는 것이 유익할 수 있다. 따라서, 일부 구현에서, 임피던스 매칭 컴포넌트들(834a-834b) 각각은 (이러한 임피던스 매칭 컴포넌트(834a-834b)가 없는 DRx 모듈에 비해) 그 각각의 경로의 대역외 잡음 지수를 감소시키거나 및/또는 그 각각의 경로의 대역외 이득을 감소시키도록 구성된다.

[0120] 임피던스 매칭 컴포넌트들(834a-834b)은 수동 회로로서 구현될 수 있다. 특히, 임피던스 매칭 컴포넌트들(834a-834b)은 RLC 회로로서 구현될 수 있고 저항, 인덕터 및/또는 커패시터 등의 하나 이상의 수동 컴포넌트를 포함할 수 있다. 수동 컴포넌트는 병렬 및/또는 직렬로 접속될 수 있고 다이플렉서(611)의 출력과 증폭기들(314a-314b)의 입력 사이에 접속되거나 다이플렉서(611)의 출력과 접지 전압 사이에 접속될 수 있다. 일부 구현에서, 임피던스 매칭 컴포넌트들(834a-834b)은 증폭기들(314a-314b)과 동일한 다이 내에 또는 동일한 패키지 상에 통합된다.

[0121] 앞서 언급된 바와 같이, 특정한 경로에 대해, 임피던스 매칭 컴포넌트들(834a-834b)의 임피던스는 대역내 잡음 지수가 최소화되고, 대역내 이득이 최대화되며, 대역외 잡음 지수가 최소화되고, 대역외 이득이 최소화되도록 하는 것이 유익할 수 있다. 단 2개의 자유도(예를 들어, 제1 주파수 대역에서의 임피던스 및 제2 주파수 대역에서의 임피던스) 또는 다른 다양한 제약(예를 들어, 컴포넌트 수, 비용, 다이 공간을)을 갖고 이들 4개 목적 모두를 달성하도록 임피던스 매칭 컴포넌트들(834a-834b)을 설계하는 것은 해결과제가 될 수 있다. 따라서, 일부 구현에서, 대역내 잡음 지수 - 대역내 이득이라는 대역내 메트릭은 최소화되고 대역외 잡음 지수 + 대역외 이득이라는 대역외 메트릭은 최소화된다. 다양한 제약을 갖고 이들 목적 양쪽 모두를 달성하도록 임피던스 매칭 컴포넌트들(834a-834b)을 설계하는 것도 여전히 해결과제가 될 수 있다. 따라서, 일부 구현에서, 대역내 메트릭은 제약 세트를 조건으로 하여 최소화되고 대역외 메트릭은 이 제약 세트와 대역내 메트릭이 임계량(예를 들어, 0.1 dB, 0.2 dB, 0.5 dB, 또는 기타 임의의 값)보다 크게 증가되지 않아야 한다는 추가 제약을 조건으로 하여 최소화된다. 따라서, 임피던스 매칭 컴포넌트는, 대역내 잡음 지수 - 대역내 이득이라는 대역내 메트릭을, 대역내 메트릭 최소치의 임계량, 예를 들어, 임의의 제약을 조건으로 한 최소의 가능한 대역내 메트릭 이내까지 감소시키도록 구성된다. 임피던스 매칭 컴포넌트는 또한, 대역외 잡음 지수 + 대역외 이득이라는 대역외 메트릭을, 대역내 제약된 대역외 최소치, 예를 들어, 대역내 메트릭이 임계량보다 크게 증가되지 않아야 한다는 추가 제약을 조건으로 한 최소의 가능한 대역외 메트릭으로 감소시키도록 구성된다. 일부 구현에서, (대역내 인자에 의해 가중치부여된) 대역내 메트릭 + (대역외 인자에 의해 가중치부여된) 대역외 메트릭이라는 복합 메트릭은 임의의 제약을 조건으로 최소화된다.

[0122] 따라서, 일부 구현에서, 임피던스 매칭 컴포넌트들(834a-834b) 각각은 그의 각자의 경로의 대역내 메트릭(대역내 잡음 지수 - 대역내 이득)을 (예를 들어, 대역내 잡음 지수를 감소시키거나, 대역내 이득을 증가시키거나, 양쪽 모두에 의해) 감소시키도록 구성된다. 일부 구현에서, 임피던스 매칭 컴포넌트들(834a-834b) 각각은 그의 각자의 경로의 대역외 메트릭(대역외 잡음 지수 + 대역외 이득)을 (예를 들어, 대역내 잡음 지수를 감소시키거나, 대역외 이득을 감소시키거나, 양쪽 모두에 의해) 감소시키도록 구성된다.

[0123] 일부 구현에서, 대역외 메트릭을 감소시킴으로써, 임피던스 매칭 컴포넌트들(834a-834b)은 다른 주파수 대역에서의 잡음 지수를 실질적으로 증가시키지 않고 주파수 대역들 중 하나 이상에서 DRx 모듈(810)의 잡음 지수를 감소시킨다.

[0124] 도 9는, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성(900)이 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트들(934a-934d)을 갖는 DRx 모듈(910)을 포함할 수 있다는 것을 도시한다. 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트들(934a-934d) 각각은 DRx 제어기(902)로부터 수신된 임피던스 튜닝 신호에 의해 제어되는 임피던스를 나타내도록 구성될 수 있다.

[0125] 다이버시티 수신기 구성(900)은, 안테나(140)에 결합된 입력과 전송 라인(135)에 결합된 출력을 갖는 DRx 모듈

(910)을 포함한다. DRx 모듈(910)은 DRx 모듈(910)의 입력과 출력 사이에 다수의 경로를 포함한다. 일부 구현에서, DRx 모듈(910)은 DRx 제어기(902)에 의해 제어되는 하나 이상의 바이패스 스위치에 의해 활성화되는 입력과 출력 사이의 하나 이상의 바이패스 경로(미도시)를 포함한다.

[0126] DRx 모듈(910)은 입력 멀티플렉서(311)와 출력 멀티플렉서(312)를 포함하는 다수의 멀티플렉서 경로를 포함한다. 멀티플렉서 경로는, 입력 멀티플렉서(311), 대역통과 필터(313a-313d), 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트(934a-934d), 증폭기(314a-314d), 및 출력 멀티플렉서(312)를 포함하는 (도시된) 다수의 온-모듈 경로를 포함한다. 멀티플렉서 경로는 전술된 바와 같이 하나 이상의 오프-모듈 경로(미도시)를 포함할 수 있다. 역시 전술된 바와 같이, 증폭기들(314a-314d)은 가변-이득 증폭기 및/또는 가변-전류 증폭기일 수 있다.

[0127] 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트들(934a-934d)은, 튜닝가능한 T-회로, 튜닝가능한 PI-회로, 또는 기타 임의의 튜닝가능한 매칭 회로일 수 있다. 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트들(934a-934d)은, 저항, 인덕터 및 커패시터 등의, 하나 이상의 가변 컴포넌트를 포함할 수 있다. 가변 컴포넌트는 병렬 및/또는 직렬로 접속될 수 있고 다이플렉서(311)의 출력과 증폭기들(314a-314d)의 입력 사이에 접속되거나 입력 멀티플렉서(311)의 출력과 접지 전압 사이에 접속될 수 있다.

[0128] DRx 제어기(902)는 입력과 출력 사이의 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된다. 일부 구현에서, DRx 제어기(902)는 (예를 들어, 통신 제어기로부터) DRx 제어기(902)에 의해 수신된 대역 선택 신호에 기초하여 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된다. DRx 제어기(902)는, 예를 들어, 증폭기들(314a-314d)을 인에이블 또는 디스에이블하거나, 멀티플렉서(311, 312)를 제어하거나, 전술된 바와 같은 기타의 메커니즘을 통해 경로를 선택적으로 활성화할 수 있다.

[0129] 일부 구현에서, DRx 제어기(902)는 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트들(934a-934d)을 튜닝하도록 구성된다. 일부 구현에서, DRx 제어기(902)는 대역 선택 신호에 기초하여 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트들(934a-934d)을 튜닝한다. 예를 들어, DRx 제어기(902)는 대역 선택 신호에 의해 표시된 주파수 대역(또는 주파수 대역 세트)를 튜닝 파라미터와 연관시키는 룩업 테이블에 기초하여 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트들(934a-934d)을 튜닝할 수 있다. 따라서, 대역 선택 신호에 응답하여, DRx 제어기(902)는 임피던스 튜닝 신호를 각각의 활성 경로의 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트들(934a-934d)에 전송하여 튜닝 파라미터에 따라 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트(또는 그의 가변 컴포넌트)를 튜닝할 수 있다.

[0130] 일부 구현에서, DRx 제어기(902)는, 증폭기들(314a-314d)의 이득 및/또는 전류를 제어하기 위해 전송된 증폭기 제어 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트(934a-934d)를 튜닝한다.

[0131] 일부 구현에서, DRx 제어기(902)는, 대역내 잡음 지수가 최소화(또는 감소)되고, 대역내 이득이 최대화(또는 증가)되고, 각각의 다른 활성 경로에 대한 대역외 잡음 지수가 최소화(또는 감소)되고, 및/또는 각각의 다른 활성 경로에 대한 대역외 이득이 최소화(또는 감소)되도록, 각각의 활성 경로의 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트(934a-934d)를 튜닝하도록 구성된다.

[0132] 일부 구현에서, DRx 제어기(902)는, 대역내 메트릭(대역내 잡음 지수 - 대역내 이득)이 최소화(또는 감소)되고, 각각의 다른 활성 경로에 대한 대역외 메트릭(대역외 잡음 지수 + 대역외 이득)이 최소화(또는 감소)되도록, 각각의 활성 경로의 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트들(934a-934d)을 튜닝하도록 구성된다.

[0133] 일부 구현에서, DRx 제어기(902)는, 대역내 메트릭이 제약 세트를 조건으로 하여 최소화(감소)되고, 다른 활성 경로들 각각에 대한 대역외 메트릭이 상기 제약 세트와 대역내 메트릭이 임계량(예를 들어, 0.1 dB, 0.2 dB, 0.5 dB 또는 기타 임의의 값)보다 크게 증가되지 않아야 한다는 추가 제약을 조건으로 하여 최소화(또는 감소)되도록, 각각의 활성 경로의 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트들(934a-934d)을 튜닝하도록 구성된다.

[0134] 따라서, 일부 구현에서, DRx 제어기(902)는, 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트가 대역내 잡음 지수 - 대역내 이득이라는 대역내 메트릭을 대역내 메트릭 최소치의 임계량, 예를 들어, 임의의 제약을 조건으로 한 최소의 가능한 대역내 메트릭 이내로 감소시키도록, 각각의 활성 경로의 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트(934a-934d)를 튜닝하도록 구성된다. DRx 제어기(902)는 또한, 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트가 대역외 잡음 지수 + 대역외 이득이라는 대역외 메트릭을, 대역내 제약된 대역외 최소치, 예를 들어, 대역내 메트릭이 임계량보다 크게 증가되지 않아야 한다는 추가 제약을 조건으로 한 최소의 가능한 대역외 메트릭으로 감소시키도록, 각각의 활성 경로의 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트(934a-934d)를 튜닝하도록 구성될 수 있다.

[0135] 일부 구현에서, DRx 제어기(902)는, (대역내 인자에 의해 가중치부여된) 대역내 메트릭 + (다른 활성 경로들 각각에 대한 대역외 인자에 의해 가중치부여된) 다른 활성 경로들 각각에 대한 대역외 메트릭이 임의의 제약을 조

건으로 하여 최소화(감소)되도록, 각각의 활성 경로의 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트(934a-934d)를 튜닝하도록 구성된다.

- [0136] DRx 제어기(902)는 상이한 세트의 주파수 대역들에 대해 상이한 값들을 갖도록 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트들(934a-934d)의 가변 컴포넌트들을 튜닝할 수 있다.
- [0137] 일부 구현에서, 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트들(934a-934d)은 DRx 제어기(902)에 의해 튜닝 또는 제어가능하지 않은 고정된 임피던스 매칭 컴포넌트들로 대체된다. 하나의 주파수 대역에 대응하는 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치된 임피던스 매칭 컴포넌트들 각각의 것은, 그 하나의 주파수에 대한 대역내 메트릭을 감소(또는 최소화)하고 다른 주파수 대역들 중 하나 이상(예를 들어, 다른 주파수 대역들 각각)에 대한 대역외 메트릭을 감소(또는 최소화)하도록 구성될 수 있다.
- [0138] 예를 들어, 제3 임피던스 매칭 컴포넌트(934c)는 고정될 수 있고 (1) 제3 주파수 대역에 대한 대역내 메트릭을 감소시키고, (2) 제1 주파수 대역에 대한 대역외 메트릭을 감소시키며, (3) 제2 주파수 대역에 대한 대역외 메트릭을 감소시키고, 및/또는 (4) 제4 주파수 대역의 대역외 메트릭을 감소시키도록 구성될 수 있다. 다른 임피던스 매칭 컴포넌트들은 유사하게 고정되고 구성될 수 있다.
- [0139] 따라서, DRx 모듈(910)은, DRx 모듈(910)의 입력과 DRx 모듈(910)의 출력 사이의 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된 DRx 제어기(902)를 포함한다. DRx 모듈(910)은 복수의 증폭기들(314a-314d)을 더 포함하고, 복수의 증폭기들(314a-314d) 중 각각의 것은 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 증폭기에서 수신된 신호를 증폭하도록 구성된다. DRx 모듈은 복수의 임피던스 매칭 컴포넌트(934a-934d)를 더 포함하고, 위상-시프트 컴포넌트들(934a-934d) 중 각각의 것은, 복수의 경로들 중 대응하는 것을 따라 배치되고 복수의 경로들 중 상기 대응하는 것의 대역외 잡음 지수 또는 대역외 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 구성된다.
- [0140] 일부 구현에서, 제1 임피던스 매칭 컴포넌트(934a)는 제1 주파수 대역(예를 들어, 제1 대역통과 필터(313a)의 주파수 대역)에 대응하는 제1 경로를 따라 배치되고 제2 경로에 대응하는 제2 주파수 대역(예를 들어, 제2 대역통과 필터(313b)의 주파수 대역)에 대한 대역외 잡음 지수 또는 대역외 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 구성된다.
- [0141] 일부 구현에서, 제1 임피던스 매칭 컴포넌트(934a)는, 제3 경로에 대응하는 제3 주파수 대역(예를 들어, 제3 대역통과 필터(313c)의 주파수 대역)에 대한 대역외 잡음 지수 또는 대역외 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 더 구성된다.
- [0142] 유사하게, 일부 구현에서, 제2 경로를 따라 배치된 제2 임피던스 매칭 컴포넌트(934b)는 제1 주파수 대역에 대한 대역외 잡음 지수 또는 대역외 이득 중 적어도 하나를 감소시키도록 구성된다.
- [0143] 도 10은, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성(1000)이 입력과 출력에 배치된 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트를 갖는 DRx 모듈(1010)을 포함할 수 있다는 것을 도시한다. DRx 모듈(1010)은 DRx 모듈(1010)의 입력과 출력 중 하나 이상에 배치된 하나 이상의 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트를 포함할 수 있다. 특히, DRx 모듈(1010)은, DRx 모듈(1010)의 입력에 배치된 입력 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트(1016), DRx 모듈(1010)의 출력에 배치된 출력 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트(1017), 또는 양쪽 모두를 포함할 수 있다.
- [0144] 동일한 다이버시티 안테나(140) 상에서 수신된 복수의 주파수 대역들은 모두가 이상적인 임피던스 매칭을 볼 가능성은 적다. 컴팩트한 매칭 회로를 이용하여 각각의 주파수 대역을 매칭하기 위해, 튜닝가능한 입력 임피던스 매칭 컴포넌트(1016)가 DRx 모듈(1010)의 입력에서 구현될 수 있고 (예를 들어, 통신 제어기로부터의 대역 선택 신호에 기초하여) DRx 제어기(1002)에 의해 제어될 수 있다. 예를 들어, DRx 제어기(1002)는 대역 선택 신호에 의해 표시된 주파수 대역(또는 주파수 대역 세트)을 튜닝 파라미터와 연관시키는 룩업 테이블에 기초하여 튜닝가능한 입력 임피던스 매칭 컴포넌트(1016)를 튜닝할 수 있다. 따라서, 대역 선택 신호에 응답하여, DRx 제어기(1002)는 입력 임피던스 튜닝 신호를 튜닝가능한 입력 임피던스 매칭 컴포넌트(1016)에 전송하여 튜닝 파라미터에 따라 튜닝가능한 입력 임피던스 매칭 컴포넌트(또는 그의 가변 컴포넌트)를 튜닝할 수 있다.
- [0145] 튜닝가능한 입력 임피던스 매칭 컴포넌트(1016)는, 튜닝가능한 T-회로, 튜닝가능한 PI-회로, 또는 기타 임의의 튜닝가능한 매칭 회로일 수 있다. 특히, 튜닝가능한 입력 임피던스 매칭 컴포넌트(1016)는, 저항, 인덕터 및 커패시터 등의, 하나 이상의 가변 컴포넌트를 포함할 수 있다. 가변 컴포넌트는 병렬 및/또는 직렬로 접속될 수 있고 DRx 모듈(1010)의 입력과 제1 멀티플렉서(311)의 입력 사이에 접속되거나 DRx 모듈(1010)의 입력과 접

지 전압 사이에 접속될 수 있다.

- [0146] 유사하게, 많은 주파수 대역의 신호들을 운반하는 단 하나의 전송 라인(135)(또는 적어도, 소수의 전송 라인)에 의해, 복수의 주파수 대역들이 모두 이상적인 임피던스 매칭을 볼 가능성은 거의 없다. 컴팩트한 매칭 회로를 이용하여 각각의 주파수 대역을 매칭하기 위해, 튜닝가능한 출력 임피던스 매칭 컴포넌트(1017)가 DRx 모듈(1010)의 출력에서 구현될 수 있고 (예를 들어, 통신 제어기로부터의 대역 선택 신호에 기초하여) DRx 제어기(1002)에 의해 제어될 수 있다. 예를 들어, DRx 제어기(1002)는 대역 선택 신호에 의해 표시된 주파수 대역(또는 주파수 대역 세트)을 튜닝 파라미터와 연관시키는 룩업 테이블에 기초하여 튜닝가능한 출력 임피던스 매칭 컴포넌트(1017)를 튜닝할 수 있다. 따라서, 대역 선택 신호에 응답하여, DRx 제어기(1002)는 출력 임피던스 튜닝 신호를 튜닝가능한 출력 임피던스 매칭 컴포넌트(1017)에 전송하여 튜닝 파라미터에 따라 튜닝가능한 출력 임피던스 매칭 컴포넌트(또는 그의 가변 컴포넌트)를 튜닝할 수 있다.
- [0147] 튜닝가능한 출력 임피던스 매칭 컴포넌트(1017)는, 튜닝가능한 T-회로, 튜닝가능한 PI-회로, 또는 기타 임의의 튜닝가능한 매칭 회로일 수 있다. 특히, 튜닝가능한 출력 임피던스 매칭 컴포넌트(1017)는, 저항, 인덕터 및 커패시터 등의, 하나 이상의 가변 컴포넌트를 포함할 수 있다. 가변 컴포넌트는 병렬 및/또는 직렬로 접속될 수 있고 제2 멀티플렉서(312)의 출력과 DRx 모듈(1010)의 출력 사이에 접속되거나 제2 멀티플렉서(312)의 출력과 접지 전압 사이에 접속될 수 있다.
- [0148] 도 11은, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성(1100)이 복수의 튜닝가능한 컴포넌트를 갖는 DRx 모듈(1110)을 포함할 수 있다는 것을 도시한다. 다이버시티 수신기 구성(1100)은, 안테나(140)에 결합된 입력과 전송 라인(135)에 결합된 출력을 갖는 DRx 모듈(1110)을 포함한다. DRx 모듈(1110)은 DRx 모듈(1110)의 입력과 출력 사이에 다수의 경로를 포함한다. 일부 구현에서, DRx 모듈(1110)은 DRx 제어기(1102)에 의해 제어되는 하나 이상의 바이패스 스위치에 의해 활성화되는 입력과 출력 사이의 하나 이상의 바이패스 경로(미도시)를 포함한다.
- [0149] DRx 모듈(1110)은 입력 멀티플렉서(311)와 출력 멀티플렉서(312)를 포함하는 다수의 멀티플렉서 경로를 포함한다. 멀티플렉서 경로는, 튜닝가능한 입력 임피던스 매칭 컴포넌트(1016), 입력 멀티플렉서(311), 대역통과 필터(313a-313d), 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트(934a-934d), 증폭기(314a-314d), 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트(724a-724d), 출력 멀티플렉서(312), 및 튜닝가능한 출력 임피던스 매칭 컴포넌트(1017)를 포함하는 (도시된) 다수의 온-모듈 경로를 포함한다. 멀티플렉서 경로는 전송된 바와 같이 하나 이상의 오프-모듈 경로(미도시)를 포함할 수 있다. 역시 전송된 바와 같이, 증폭기들(314a-314d)은 가변-이득 증폭기 및/또는 가변-전류 증폭기일 수 있다.
- [0150] DRx 제어기(1102)는 입력과 출력 사이의 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된다. 일부 구현에서, DRx 제어기(1102)는 (예를 들어, 통신 제어기로부터) DRx 제어기(1102)에 의해 수신된 대역 선택 신호에 기초하여 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화하도록 구성된다. DRx 제어기(902)는, 예를 들어, 증폭기들(314a-314d)을 인에이블 또는 디스에이블하거나, 멀티플렉서(311, 312)를 제어하거나, 전송된 바와 같은 기타의 메커니즘을 통해 경로를 선택적으로 활성화할 수 있다. 일부 구현에서, DRx 제어기(1102)는 하나 이상의 활성화된 경로를 따라 각각 배치된 하나 이상의 증폭기(314a-314d)에 증폭기 제어 신호를 전송하도록 구성된다. 증폭기 제어 신호는 이 신호가 전송되는 증폭기의 이득(또는 전류)을 제어한다.
- [0151] DRx 제어기(1102)는, 튜닝가능한 입력 임피던스 매칭 컴포넌트(1016), 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트(934a-934d), 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트(724a-724d), 및 튜닝가능한 출력 임피던스 매칭 컴포넌트(1017) 중 하나 이상을 튜닝하도록 구성된다. 예를 들어, DRx 제어기(1102)는 대역 선택 신호에 의해 표시된 주파수 대역(또는 주파수 대역 세트)을 튜닝 파라미터와 연관시키는 룩업 테이블에 기초하여 튜닝가능한 컴포넌트들을 튜닝할 수 있다. 따라서, 대역 선택 신호에 응답하여, DRx 제어기(1101)는 튜닝 신호를 (활성 경로의) 튜닝가능한 컴포넌트에 전송하여 튜닝 파라미터에 따라 튜닝가능한 컴포넌트(또는 그의 가변 컴포넌트)를 튜닝할 수 있다. 일부 구현에서, DRx 제어기(1102)는, 증폭기들(314a-314d)의 이득 및/또는 전류를 제어하기 위해 전송된 증폭기 제어 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 튜닝가능한 컴포넌트를 튜닝한다. 다양한 구현에서, 튜닝가능한 컴포넌트들 중 하나 이상은 DRx 제어기(1102)에 의해 제어되지 않는 고정된 컴포넌트로 대체될 수 있다.
- [0152] 튜닝가능한 컴포넌트들의 튜닝은 다른 튜닝가능한 컴포넌트의 튜닝에 영향을 미칠 수 있다는 점을 이해해야 한다. 따라서, 제1 튜닝가능한 컴포넌트에 대한 룩업 테이블 내의 튜닝 파라미터는 제2 튜닝가능한 컴포넌트에 대한 튜닝 파라미터에 기초할 수 있다. 예를 들어, 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트들(724a-724d)에 대한 튜닝 파라미터는, 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트들(934a-934d)에 대한 튜닝 파라미터에 기초할 수 있다. 또

다른 예로서, 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트들(934a-934d)에 대한 튜닝 파라미터는, 튜닝가능한 입력 임피던스 매칭 컴포넌트(1016)에 대한 튜닝 파라미터에 기초할 수 있다.

[0153] 도 12는, RF 신호를 처리하는 방법의 흐름도 표현의 실시예를 도시한다. 일부 구현들에서(및 이하에서 예로서 설명되는 바와 같이), 방법(1200)은, 도 11의 DRx 제어기(1102) 등의, 제어기에 의해 수행된다. 일부 구현에서, 방법(1200)은, 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어, 또는 이들의 조합을 포함한, 처리 로직에 의해 수행된다. 일부 구현에서, 방법(1200)은, 비일시적 컴퓨터-판독가능한 매체(예를 들어, 메모리)에 저장된 코드를 실행하는 프로세서에 의해 수행된다. 요약하면, 방법(1200)은 대역 선택 신호를 수신하고 수신된 RF 신호를 처리하기 위해 수신된 RF 신호를 하나 이상의 튜닝된 경로를 따라 라우팅하는 단계를 포함한다.

[0154] 방법(1200)은, 블록(1210)에서, 제어기가 대역 선택 신호를 수신하는 단계에서 시작한다. 제어기는 또 다른 제어기로부터 대역 선택 신호를 수신하거나 셀룰러 기지국 또는 기타의 외부 소스로부터 대역 선택 신호를 수신할 수도 있다. 대역 선택 신호는, 무선 디바이스가 RF 신호를 전송 및 수신하는 하나 이상의 주파수 대역을 나타낼 수 있다. 일부 구현에서, 대역 선택 신호는 캐리어 집성 통신(carrier aggregation communication)에 대한 주파수 대역 세트를 나타낸다.

[0155] 블록(1220)에서, 제어기는 대역 선택 신호에 기초하여 다이버시티 수신기(DRx) 모듈의 하나 이상의 경로를 선택적으로 활성화한다. 전송된 바와 같이, DRx 모듈은, DRx 모듈의 (하나 이상의 안테나에 결합된) 하나 이상의 입력들과 (하나 이상의 전송 라인에 결합된) 하나 이상의 출력들 사이의 다수의 경로를 포함할 수 있다. 경로들은 바이패스 경로와 멀티플렉서 경로를 포함할 수 있다. 멀티플렉서 경로들은 온-모듈 경로와 오프-모듈 경로를 포함할 수 있다.

[0156] 제어기는, 예를 들어, 하나 이상의 바이패스 스위치를 개방하거나 닫음으로써, 증폭기 인에이블 신호를 통해 경로를 따라 배치된 증폭기를 인에이블하거나 디스에이블함으로써, 스플리터 제어 신호 및/또는 결합기 제어 신호를 통해 하나 이상의 멀티플렉서를 제어함으로써, 또는 기타의 메커니즘을 통해, 복수의 경로들 중 하나 이상을 선택적으로 활성화할 수 있다. 예를 들어, 제어기는, 경로들을 따라 배치된 스위치들을 개방 또는 닫을 수 있고, 또는 경로들을 따라 배치된 증폭기들의 이득을 실질적으로 0으로 설정할 수 있다.

[0157] 블록(1230)에서, 제어기는 하나 이상의 활성화된 경로를 따라 배치된 하나 이상의 튜닝가능한 컴포넌트에 튜닝 신호를 전송한다. 튜닝가능한 컴포넌트들은, DRx 모듈의 입력에 배치된 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트, 복수의 경로를 따라 각각 배치된 복수의 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트, 복수의 경로를 따라 각각 배치된 복수의 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트, 또는 DRx 모듈의 출력에 배치된 튜닝가능한 출력 임피던스 매칭 컴포넌트 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0158] 제어기는 대역 선택 신호에 의해 표시된 주파수 대역(또는 주파수 대역 세트)을 튜닝 파라미터와 연관시키는 룩업 테이블에 기초하여 튜닝가능한 컴포넌트들을 튜닝할 수 있다. 따라서, 대역 선택 신호에 응답하여, DRx 제어기는 튜닝 신호를 (활성 경로의) 튜닝가능한 컴포넌트에 전송하여 튜닝 파라미터에 따라 튜닝가능한 컴포넌트(또는 그의 가변 컴포넌트)를 튜닝할 수 있다. 일부 구현에서, 제어기는, 하나 이상의 활성화된 경로를 따라 각각 배치된 하나 이상의 증폭기의 이득 및/또는 전류를 제어하기 위해 전송된 증폭기 제어 신호에 적어도 부분적으로 기초하여 튜닝가능한 컴포넌트를 튜닝한다.

[0159] 도 13은, 일부 실시예에서, 다이버시티 수신기 구성들(예를 들어, 도 3 내지 도 11에 도시된 것들) 중 일부 또는 전부가, 전체적으로 또는 부분적으로, 모듈로 구현될 수 있다는 것을 도시한다. 이러한 모듈은, 예를 들어, 프론트-엔드 모듈(FEM)일 수 있다. 이러한 모듈은, 예를 들어, 다이버시티 수신기(DRx) FEM일 수 있다. 도 13의 예에서, 모듈(1300)은 패키징 기관(1302)을 포함할 수 있고, 다수의 컴포넌트가 이러한 패키징 기관(1302) 상에 탑재될 수 있다. 예를 들어, (프론트-엔드 전력 관리 집적 회로[FE-PIMC]를 포함할 수 있는) 제어기(1304), (하나 이상의 가변-이득 증폭기를 포함할 수 있는) 저잡음 증폭기 어셈블리(1306), (하나 이상의 고정된 또는 튜닝가능한 위상-시프트 컴포넌트(1331)과 하나 이상의 고정된 또는 튜닝가능한 임피던스 매칭 컴포넌트(1332)를 포함할 수 있는) 매칭 컴포넌트(1308), 멀티플렉서 어셈블리(1310) 및 (하나 이상의 대역통과 필터를 포함할 수 있는) 필터 뱅크(1312)가 패키징 기관(1302) 상에 및/또는 그 내부에 탑재 및/또는 구현될 수 있다. 다수의 SMT 디바이스(1314) 등의, 다른 컴포넌트들도 역시 패키징 기관(1302) 상에 탑재될 수 있다. 다양한 컴포넌트들 모두가 패키징 기관(1302) 상에 레이아웃되는 것으로 도시되어 있지만, 일부 컴포넌트(들)은 다른 컴포넌트(들) 위에 구현될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0160] 일부 구현에서, 본원에서 설명된 하나 이상의 피처를 갖는 디바이스 및/또는 회로는 무선 디바이스 등의 RF 전

자 디바이스에 포함될 수 있다. 이러한 디바이스 및/또는 회로는, 본원에서 설명된 바와 같은 모듈식 형태로, 또는 이들의 일부 조합으로, 무선 디바이스에서 직접 구현될 수 있다. 일부 실시예에서, 이러한 무선 디바이스는, 예를 들어, 셀룰러 전화, 스마트폰, 전화 기능을 갖추거나 갖추지 않은 핸드헬드 무선 디바이스, 무선 태블릿 등을 포함할 수 있다.

[0161] 도 14는 본원에서 설명된 하나 이상의 유익한 피처를 갖는 예시의 무선 디바이스(1400)를 도시한다. 본원에서 설명된 하나 이상의 피처를 갖는 하나 이상의 모듈의 맥락에서, 이러한 모듈들은 일반적으로 (예를 들어, 프런트-엔드 모듈로서 구현될 수 있는) 점선 박스(1401), (예를 들어, 다운스트림 모듈로서 구현될 수 있는) 다이버시티 RF 모듈(1411), 및 (예를 들어, 프런트-엔드 모듈로서 구현될 수 있는) 다이버시티 수신기(DRx) 모듈(1300)로 도시될 수 있다.

[0162] 도 14를 참조하면, 전력 증폭기들(PA들)(1420)은, 증폭되고 전송될 RF 신호를 생성하기 위해 알려진 방식으로 구성되고 동작될 수 있는 트랜시버(1410)로부터 그들 각각의 RF 신호를 수신하고, 수신된 신호를 처리할 수 있다. 트랜시버(1410)는 사용자에게 적합한 데이터 및/또는 음성 신호와 트랜시버(1410)에 적합한 RF 신호 사이의 변환을 제공하도록 구성된 기저대역 서브시스템(1408)과 상호작용하는 것으로 도시되어 있다. 트랜시버(1410)는 또한, 무선 디바이스(1400)의 동작을 위한 전력을 관리하도록 구성된 전력 관리 컴포넌트(1406)와 통신할 수 있다. 이러한 전력 관리는 또한, 기저대역 서브시스템(1408)과 모듈들(1401, 1411 및 1300)의 동작을 제어할 수 있다.

[0163] 기저대역 서브시스템(1408)은 사용자에게 제공되거나 사용자로부터 수신된 음성 및/또는 데이터의 다양한 입력 및 출력을 용이하게 하기 위해 사용자 인터페이스(1402)에 접속되는 것으로 도시되어 있다. 기저대역 서브시스템(1408)은 또한, 무선 디바이스의 동작을 용이하게 하는 데이터 및/또는 명령어를 저장하고 및/또는 사용자에게 정보의 저장을 제공하도록 구성된 메모리(1404)에 접속될 수 있다.

[0164] 예시의 무선 디바이스(1400)에서, PA들(1420)의 출력은 (각각의 매칭 회로(1422)를 통해) 매칭되고 그들 각각의 듀플렉서(1424)에 라우팅되는 것으로 도시되어 있다. 이러한 증폭되고 필터링된 신호들은 전송을 위해 안테나 스위치(1414)를 통해 주 안테나(1416)에 라우팅될 수 있다. 일부 실시예에서, 듀플렉서(1424)는 송신 및 수신 동작이 공통 안테나(예를 들어, 주 안테나(1416))를 이용하여 동시에 수행되는 것을 허용할 수 있다. 도 14에서, 수신된 신호는, 예를 들어, 저잡음 증폭기(LNA)를 포함할 수 있는, "Rx" 경로에 라우팅되는 것으로 도시되어 있다.

[0165] 무선 디바이스는 또한, 다이버시티 안테나(1426)와 다이버시티 안테나(1426)로부터 신호를 수신하는 다이버시티 수신기 모듈(1300)을 포함한다. 다이버시티 수신기 모듈(1300)은, 수신된 신호를 처리하고, 처리된 신호를, 트랜시버(1410)에 전달하기 이전에 신호를 더 처리하는 다이버시티 RF 모듈(1411)에 전송 라인(1435)을 통해 전송한다.

[0166] 본 개시의 하나 이상의 피처는 본원에서 설명된 다양한 셀룰러 주파수 대역에서 구현될 수 있다. 이러한 대역의 예가 표 1에 열거되어 있다. 대역들 중 적어도 일부가 부-대역들로 분할될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 본 개시내용의 하나 이상의 피처들은 표 1의 예와 같은 지정을 갖지 않는 주파수 범위에서 구현될 수 있다는 것을 역시 이해할 것이다.

표 1

대역	모드	Tx 주파수 범위(MHz)	Rx 주파수 범위 (MHz)
B1	FDD	1,920 – 1,980	2,110 – 2,170
B2	FDD	1,850 – 1,910	1,930 – 1,990
B3	FDD	1,710 – 1,785	1,805 – 1,880
B4	FDD	1,710 – 1,755	2,110 – 2,155
B5	FDD	824 – 849	869 – 894
B6	FDD	830 – 840	875 – 885
B7	FDD	2,500 – 2,570	2,620 – 2,690
B8	FDD	880 – 915	925 – 960
B9	FDD	1,749.9 – 1,784.9	1,844.9 – 1,879.9
B10	FDD	1,710 – 1,770	2,110 – 2,170
B11	FDD	1,427.9 – 1,447.9	1,475.9 – 1,495.9
B12	FDD	699 – 716	729 – 746
B13	FDD	777 – 787	746 – 756
B14	FDD	788 – 798	758 – 768
B15	FDD	1,900 – 1,920	2,600 – 2,620
B16	FDD	2,010 – 2,025	2,585 – 2,600
B17	FDD	704 – 716	734 – 746
B18	FDD	815 – 830	860 – 875
B19	FDD	830 – 845	875 – 890
B20	FDD	832 – 862	791 – 821
B21	FDD	1,447.9 – 1,462.9	1,495.9 – 1,510.9
B22	FDD	3,410 – 3,490	3,510 – 3,590
B23	FDD	2,000 – 2,020	2,180 – 2,200
B24	FDD	1,626.5 – 1,660.5	1,525 – 1,559
B25	FDD	1,850 – 1,915	1,930 – 1,995
B26	FDD	814 – 849	859 – 894
B27	FDD	807 – 824	852 – 869
B28	FDD	703 – 748	758 – 803
B29	FDD	N/A	716 – 728
B30	FDD	2,305 – 2,315	2,350 – 2,360
B31	FDD	452.5 – 457.5	462.5 – 467.5
B33	TDD	1,900 – 1,920	1,900 – 1,920
B34	TDD	2,010 – 2,025	2,010 – 2,025
B35	TDD	1,850 – 1,910	1,850 – 1,910
B36	TDD	1,930 – 1,990	1,930 – 1,990
B37	TDD	1,910 – 1,930	1,910 – 1,930
B38	TDD	2,570 – 2,620	2,570 – 2,620
B39	TDD	1,880 – 1,920	1,880 – 1,920
B40	TDD	2,300 – 2,400	2,300 – 2,400
B41	TDD	2,496 – 2,690	2,496 – 2,690
B42	TDD	3,400 – 3,600	3,400 – 3,600
B43	TDD	3,600 – 3,800	3,600 – 3,800
B44	TDD	703 – 803	703 – 803

[0167]

[0168]

상세한 설명 및 청구항을 통틀어 문맥상 명확하게 달리 요구하지 않는 한, 단어 "포함한다", "포함하는" 등은 배타적(exclusive) 또는 남김없이 철저히 드러낸(exhaustive)의 의미가 아니라 포함적 의미로 해석되어야 한다; 즉, "포함하지만, 이들로 제한되는 것은 아니다"라는 의미이다. 단어 "결합된(coupled)"이란, 일반적으로 본원에서 사용될 때, 직접 접속되거나, 하나 이상의 중간 요소를 통해 접속될 수 있는 2개 이상의 요소를 말한다. 추가로, 단어 "본원에서", "전술된", "후술된", 및 유사한 의미의 단어들은, 본 출원에서 사용될 때, 본 출원의 임의의 특정한 부분이 아니라 전체로서의 본 출원을 말한다. 문맥상 허용된다면, 단수 또는 복수를 이용한 상기 설명의 단어들은 또한, 각각 복수 또는 단수를 포함할 수 있다. 2개 이상의 항목들의 목록의 참조시에 단어 "또는"은, 다음과 같은 해석들 모두를 포괄한다: 목록 내의 항목들 중 임의의 것, 목록 내의 항목들 모두, 및 목록 내의 항목들의 임의의 조합.

[0169]

본 발명의 실시예들의 위의 상세한 설명은 모든 것을 망라하거나, 또는 위에 개시된 바로 그 형태로 본 발명을 제한하는 것으로 의도되지는 않는다. 본 발명의 특정 실시예들 및 예들은 예시의 목적으로 위에 설명되었지만, 관련 기술분야의 통상의 기술자가 인식하는 바와 같이, 본 발명의 범위 내에서 다양한 등가의 수정들이 가능하다. 예를 들어, 프로세스들 또는 블록들은 주어진 순서로 제시되어 있지만, 대안적인 실시예들은 상이한 순서로 단계들을 갖는 루틴들을 수행하거나 블록들을 갖는 시스템들을 이용할 수 있고, 일부 프로세스들 또는 블록

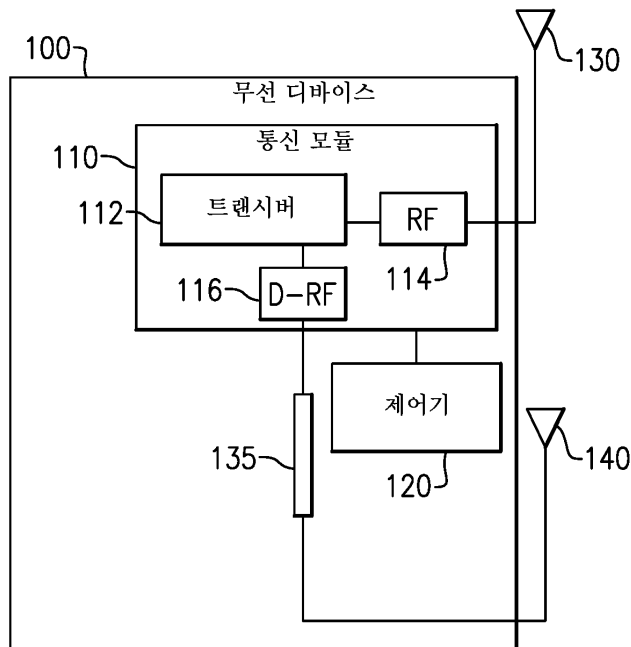
들은 삭제, 이동, 부가, 세분, 결합 및/또는 수정될 수 있다. 이들 프로세스들 또는 블록들 각각은 다양한 상이한 방식으로 구현될 수 있다. 또한, 프로세스들 또는 블록들이 때로는 연속적으로 수행되는 것으로 도시되어 있지만, 이들 프로세스들 또는 블록들은 그 대신에 병행하여 수행될 수 있거나, 또는 상이한 시간에 수행될 수 있다.

[0170] 본 명세서에 제공된 본 발명의 교시들은 반드시 위에 설명된 시스템이 아니라 다른 시스템들에도 적용될 수 있다. 위에 설명된 다양한 실시예들의 요소들 및 동작들은 추가 실시예들을 제공하도록 결합될 수 있다.

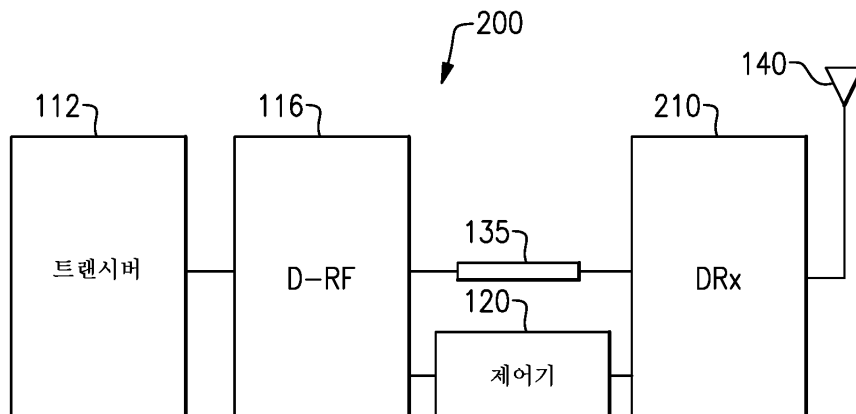
[0171] 본 발명의 일부 실시예가 설명되었지만, 이들 실시예들은 단지 예로서 제시되었으며, 본 개시내용의 범위를 제한하도록 의도되지는 않는다. 실제로, 본 명세서에 설명된 신규 방법들 및 시스템들은 각종의 다른 형태들로 구현될 수 있고; 또한, 본 개시내용의 사상으로부터 벗어나지 않고 본 명세서에 설명된 방법들 및 시스템들의 형태에서의 다양한 생략, 치환 및 변경이 행해질 수 있다. 첨부된 청구항들 및 그 등가물들은 본 개시내용의 범위 및 사상 내에 있는 이러한 형태들 또는 수정들을 커버하는 것으로 의도된다.

도면

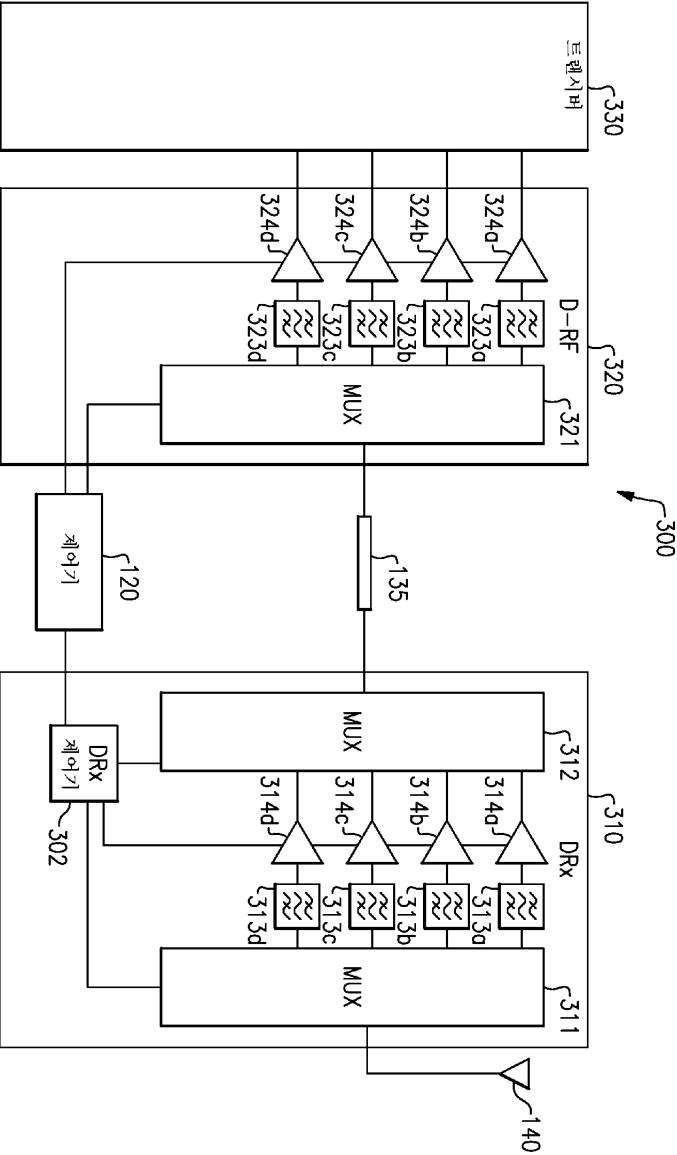
도면1



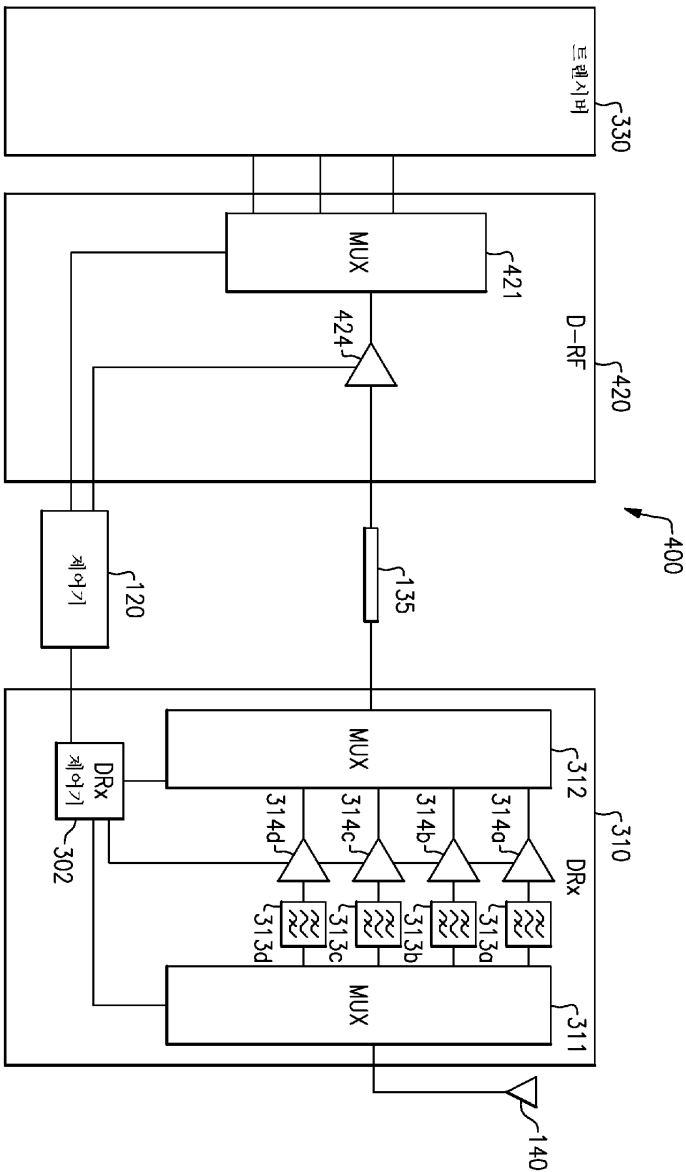
도면2



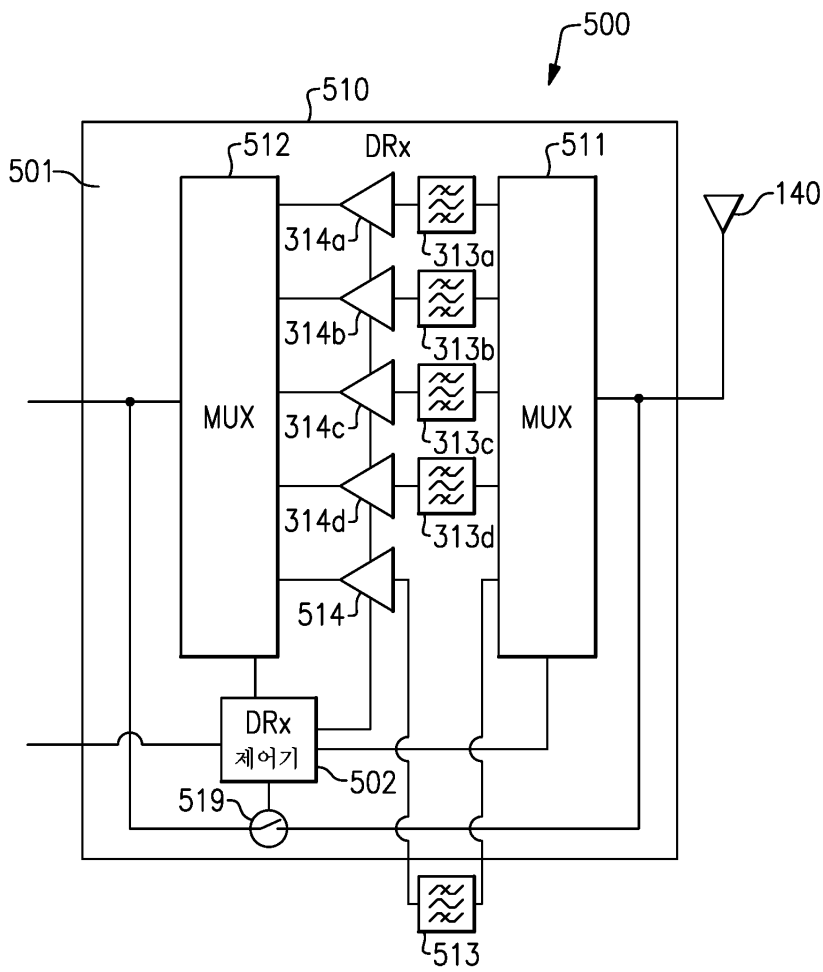
도면3



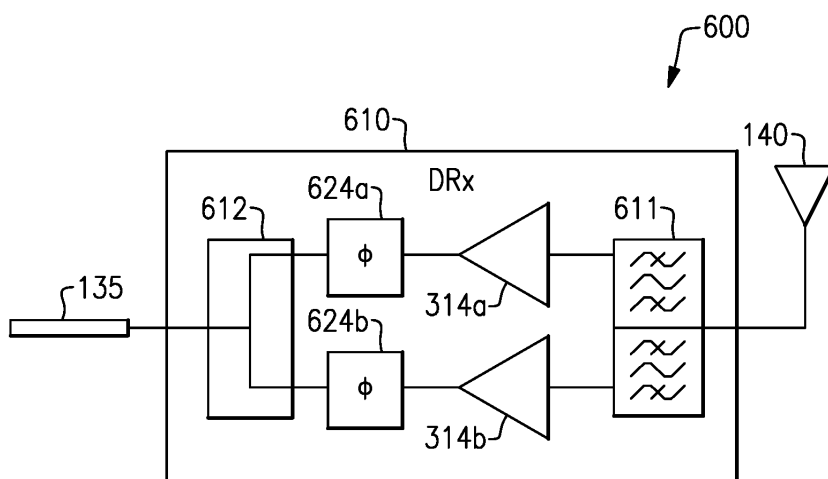
도면4



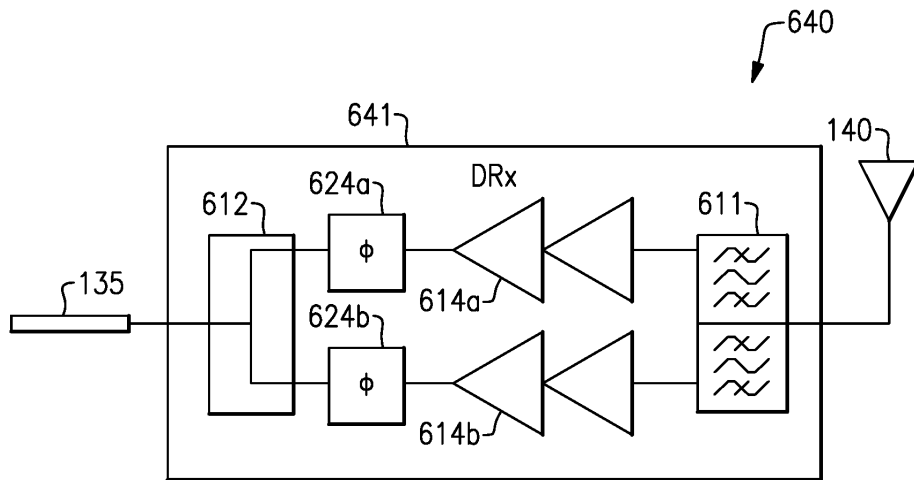
도면5



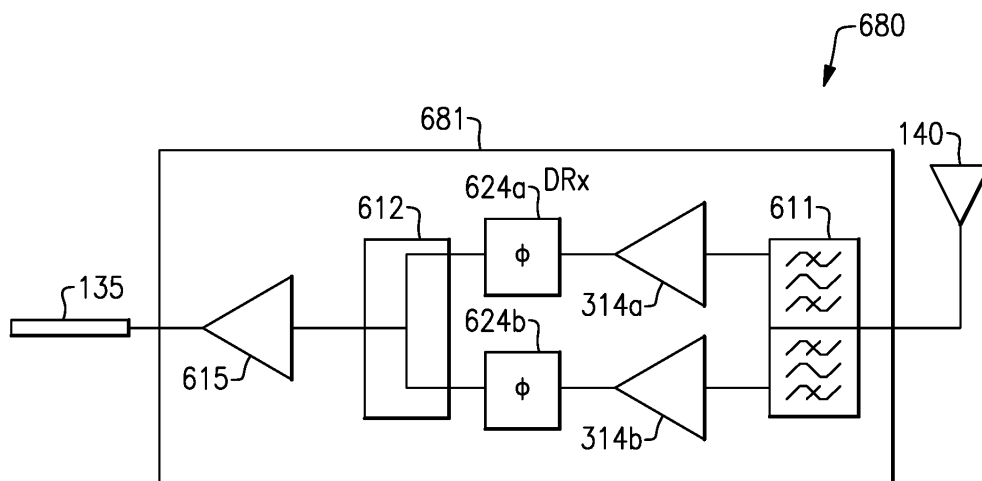
도면6a



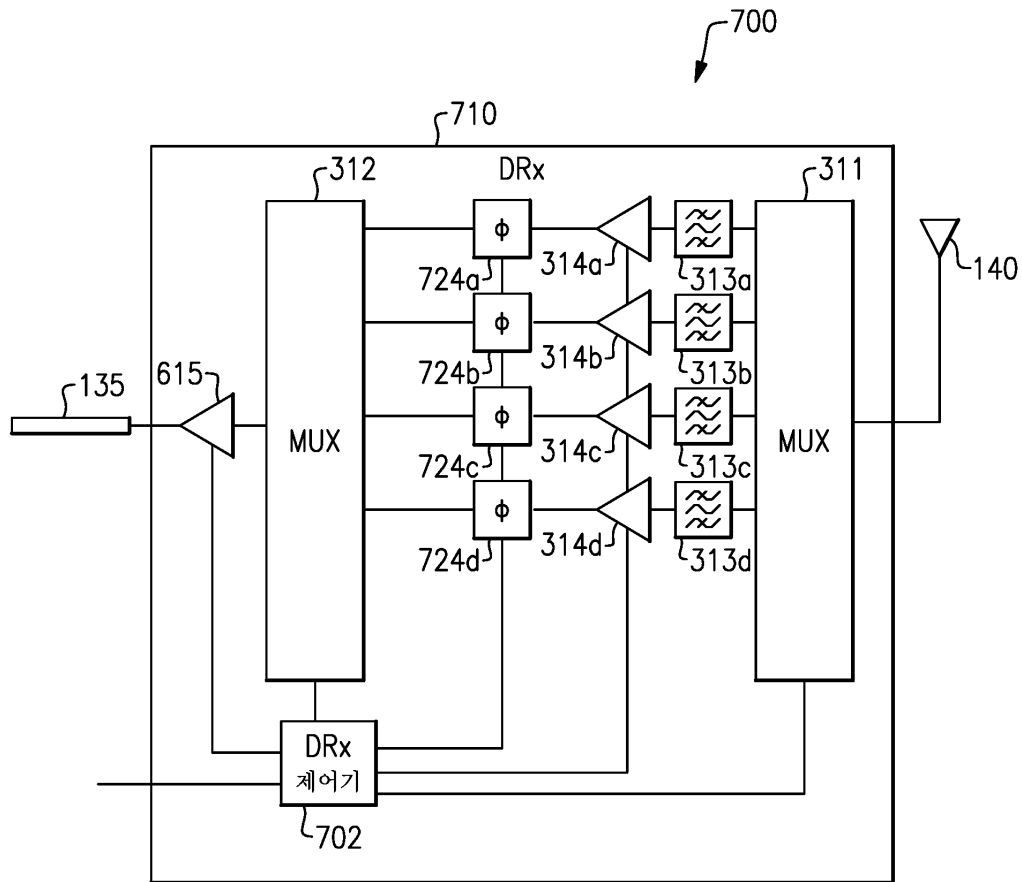
도면6b



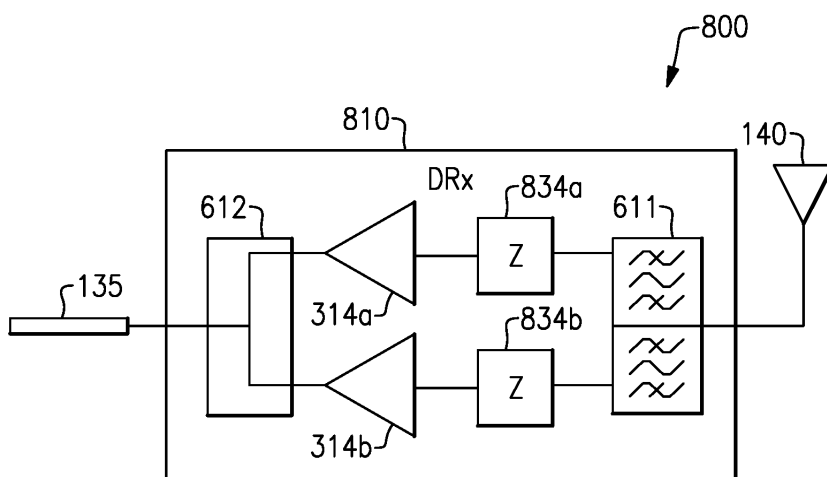
도면6c



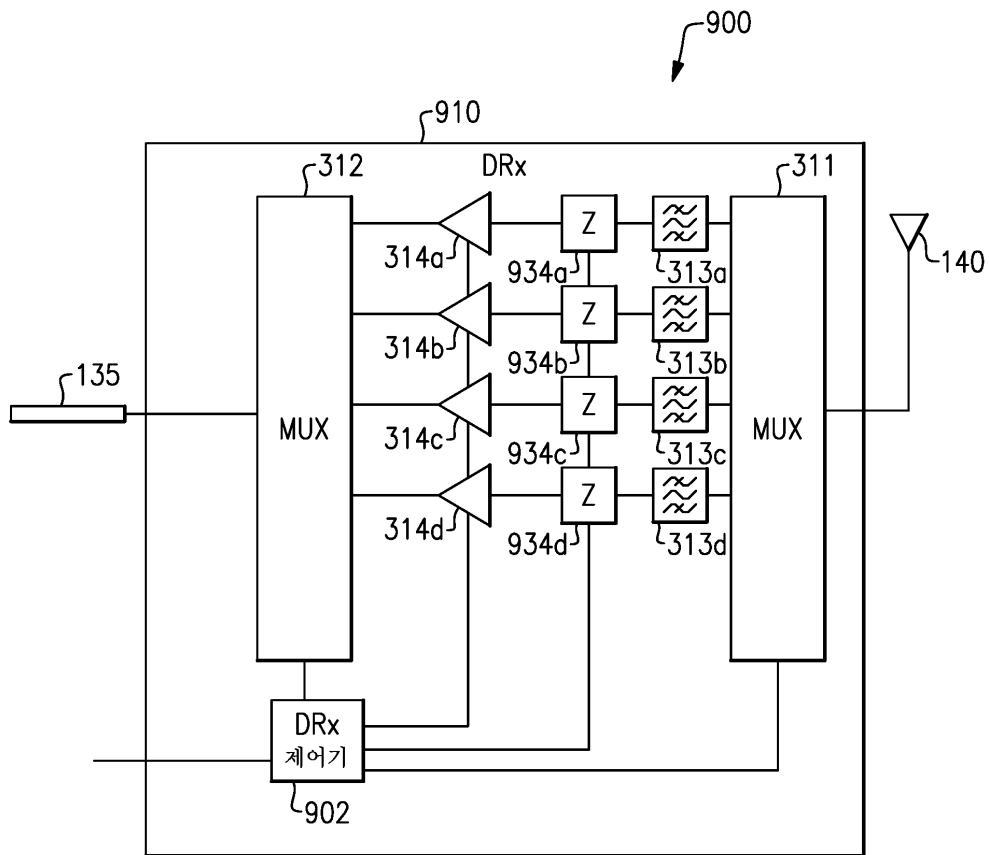
도면7



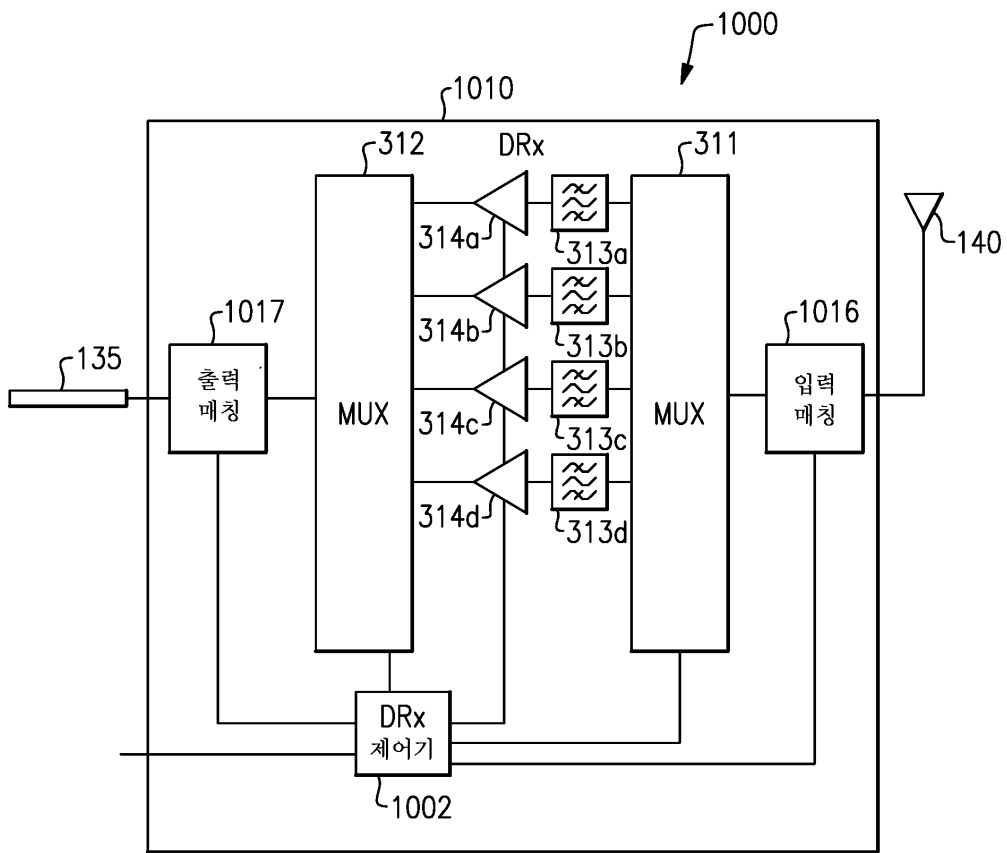
도면8



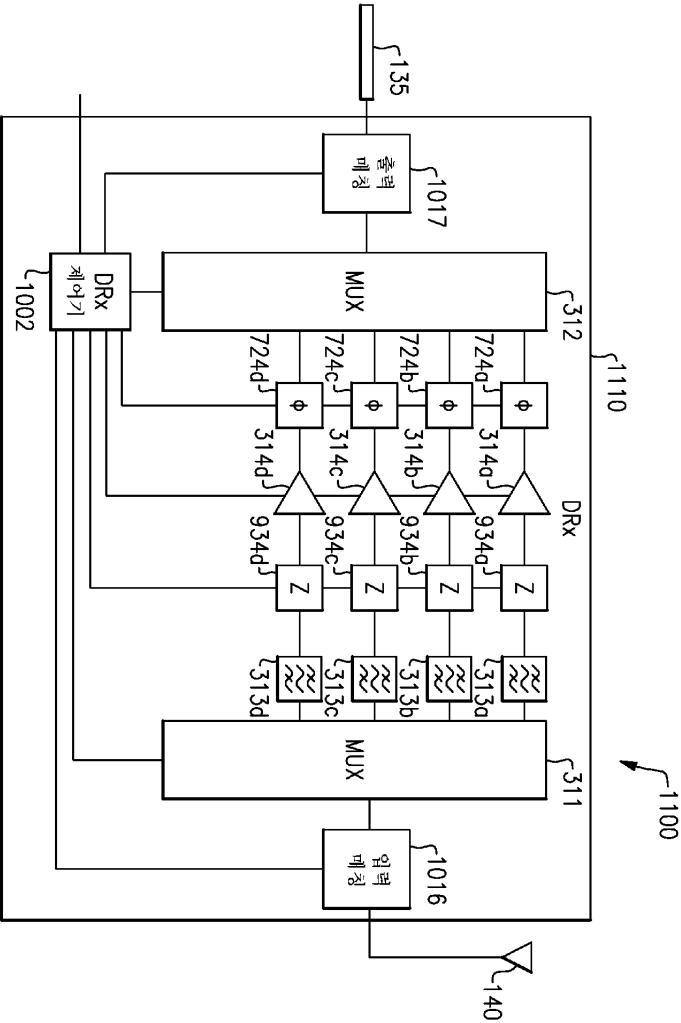
도면9



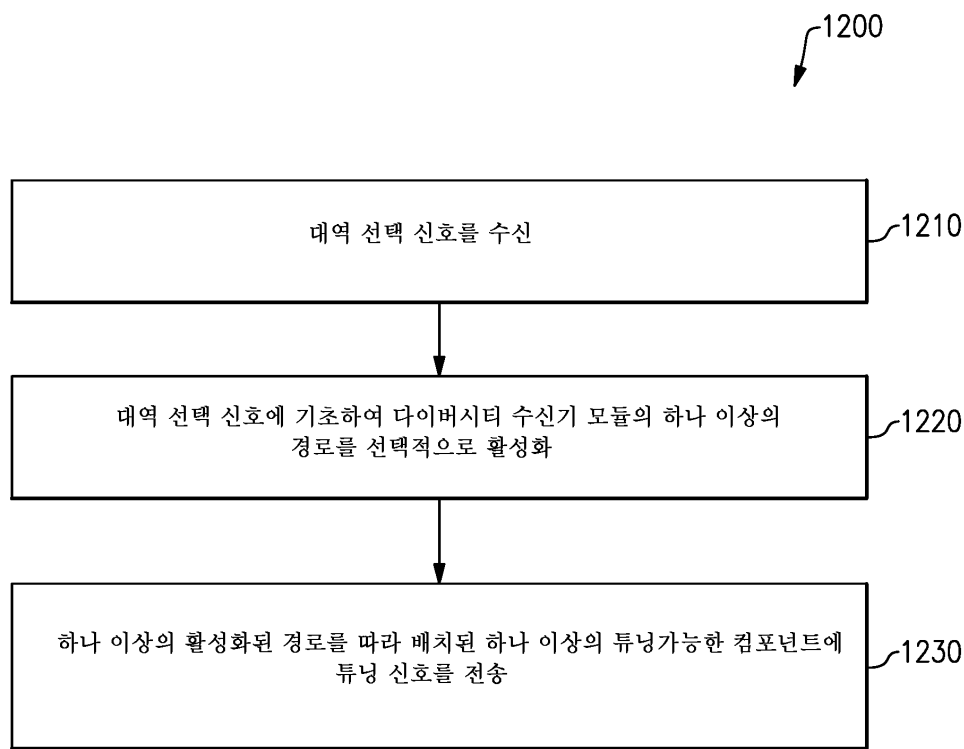
도면10



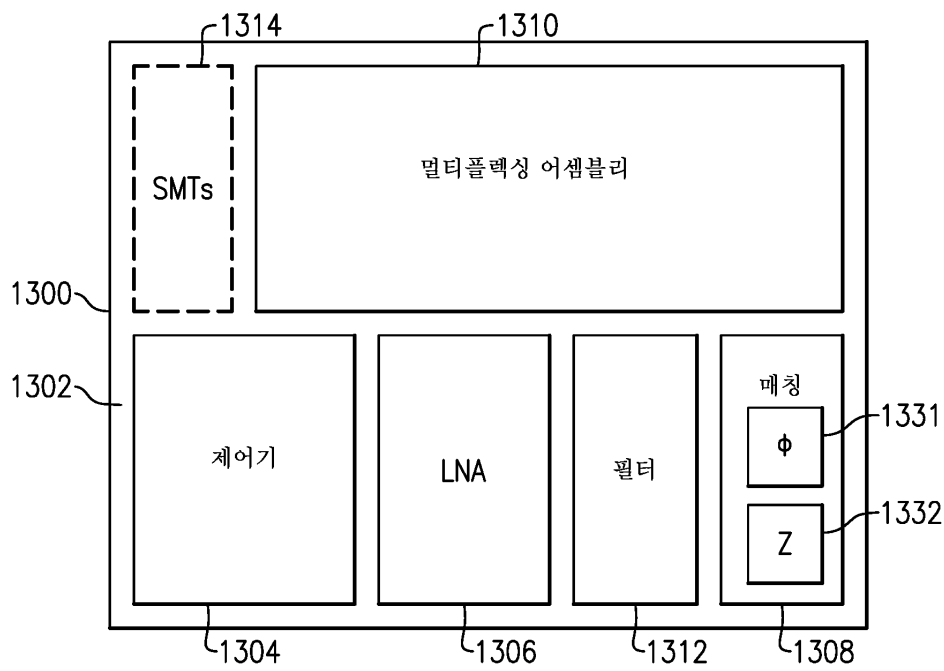
도면11



도면12



도면13



도면14

