



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년09월26일
(11) 등록번호 10-1781998
(24) 등록일자 2017년09월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03F 1/56 (2006.01) H03F 3/72 (2006.01)
H03H 7/40 (2006.01) H03J 5/24 (2006.01)
H04B 1/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H03F 1/565 (2013.01)
H03F 3/195 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7014769
(22) 출원일자(국제) 2014년10월14일
심사청구일자 2016년11월24일
(85) 번역문제출일자 2016년06월02일
(65) 공개번호 10-2016-0083901
(43) 공개일자 2016년07월12일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/060369
(87) 국제공개번호 WO 2015/069417
국제공개일자 2015년05월14일
(30) 우선권주장
14/074,612 2013년11월07일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20030156661 A1*
US20090115525 A1*
US20110273355 A1*
US07495515 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
퀄컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(72) 발명자
로비넷, 로버트 로이드
미국 92121-1714 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
모르세디, 알리
미국 92121-1714 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 21 항

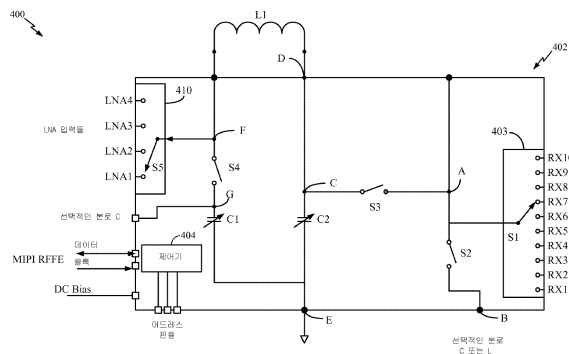
심사관 : 박정근

(54) 발명의 명칭 저잡음 증폭기 매칭

(57) 요약

예시적인 실시예들은 저잡음 증폭기(LNA) 매칭 디바이스(402)에 관련된다. 디바이스는 무선 신호를 수신하기 위한 안테나 및 적어도 하나의 LNA를 포함할 수 있다. 디바이스는 안테나와 적어도 하나의 LNA 사이에 커플링되고 복수의 주파수 대역들의 각각의 대역에 대한 최적의 LNA 매칭 설정을 제공하기 위한 하나 이상의 제어 신호들(S1, S2, S3, S4, S5)을 수신하도록 구성된 LNA 매칭 디바이스(402)를 더 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

H03F 3/72 (2013.01)

H03H 7/40 (2013.01)

H03J 5/246 (2013.01)

H04B 1/18 (2013.01)

H03F 2200/111 (2013.01)

H03F 2200/213 (2013.01)

H03F 2200/222 (2013.01)

H03F 2200/225 (2013.01)

H03F 2200/294 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

디바이스로서,

복수의 LNA(low-noise amplifier)들; 및

상기 복수의 LNA들에 커플링되는 LNA 매칭 디바이스

를 포함하고,

상기 LNA 매칭 디바이스는 하나 이상의 제어 신호들을 수신하고 그리고 복수의 주파수 대역들 중 선택된 대역에 대한 LNA 매칭 설정을 제공하도록 구성되고,

상기 LNA 매칭 디바이스는 제 1 노드에 스위칭 가능하게 커플링되는 제 1 단자(terminal) 및 제 2 노드에 커플링되는 제 2 단자를 갖는 제 1 가변 커패시터를 포함하고,

상기 LNA 매칭 디바이스는 제 3 노드에 커플링되는 제 1 단자 및 상기 제 2 노드에 커플링되는 제 2 단자를 갖는 제 2 가변 커패시터를 더 포함하고,

상기 제 1 노드 및 상기 제 3 노드 사이에 인덕터가 커플링되는,

디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 인덕터는 상기 LNA 매칭 디바이스의 외부에 있는,

디바이스.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 인덕터는 상기 LNA 매칭 디바이스의 입력 및 상기 LNA 매칭 디바이스의 출력 사이에 커플링되는 복수의 인덕터들 중 하나이고,

상기 복수의 인덕터들은 상기 LNA 매칭 디바이스의 외부에 있는,

디바이스.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 가변 커패시터 및 상기 제 2 가변 커패시터는 디지털적으로 제어되는 커패시터 뱅크(bank)를 포함하는,

디바이스.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

프로세서를 더 포함하고,

상기 프로세서는,

무선 신호의 잡음 수치(noise figure)를 측정하고;

상기 잡음 수치가 타겟 잡음 수치에 수렴하는 경우 상기 LNA 매칭 디바이스의 컴포넌트(component)와 연관된 값을 결정하고; 그리고

상기 하나 이상의 제어 신호들을 상기 LNA 매칭 디바이스의 제어기로 전달하도록 구성되고,

상기 하나 이상의 제어 신호들은 상기 값을 표시하는,

디바이스.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 LNA 매칭 디바이스는,

제 1 구성에서, 상기 LNA 매칭 디바이스를 복수의 수신 경로들 중 제 1 수신 경로에 커플링시키고, 그리고 제 2 구성에서, 상기 LNA 매칭 디바이스를 상기 복수의 수신 경로들 중 제 2 수신 경로에 커플링시키도록 구성되는 입력; 및

상기 복수의 LNA들에 커플링되도록 구성되는 출력을 포함하는,

디바이스.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 LNA 매칭 디바이스는,

복수의 수신 경로들 중 하나에 커플링되도록 구성되는 입력; 및

제 1 구성에서, 상기 LNA 매칭 디바이스를 상기 복수의 LNA들 중 제 1 LNA에 커플링시키고, 그리고 제 2 구성에서, 상기 LNA 매칭 디바이스를 상기 복수의 LNA들 중 제 2 LNA에 커플링시키도록 구성되는 출력을 포함하는,

디바이스.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 LNA 매칭 디바이스는 상기 LNA 매칭 디바이스를 튜닝(tuning)하기 위한 복수의 스위치들을 포함하는,

디바이스.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 제어 신호들은 디지털 워드(word)를 포함하는,

디바이스.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 LNA 매칭 디바이스는 상기 선택된 대역에 기초하는 임피던스를 갖는,

디바이스.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 LNA 매칭 디바이스는,

상기 제 3 노드 및 제 4 노드 사이에 커플링되는 제 1 스위치 - 상기 제 4 노드는 상기 LNA 매칭 디바이스의

입력에 커플링됨 -; 및

상기 제 1 가변 커패시터를 상기 제 1 노드에 선택적으로 커플링시키도록 구성되는 제 2 스위치를 포함하는.
디바이스.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 LNA 매칭 디바이스는 제 1 개수의 수신 경로들에 커플링되고, 상기 복수의 LNA들은 제 2 개수의 LNA들을 포함하고, 상기 제 1 개수는 상기 제 2 개수보다 더 큰,
디바이스.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 LNA 매칭 디바이스는, 상기 복수의 LNA들 중 하나에 의해 출력되는 무선 신호의 잡음 수치가 타겟 잡음 수치를 초과하는 경우, 테스트 모드 동안 상기 LNA 매칭 설정을 조정하도록 구성되는 제어기를 더 포함하는,
디바이스.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 노드는 접지에 커플링되는,
디바이스.

청구항 15

방법으로서,

LNA(low-noise amplifier) 매칭 디바이스에서 무선 신호를 수신하는 단계 - 상기 LNA 매칭 디바이스는 제 1 노드에 스위칭 가능하게 커플링되는 제 1 단자 및 제 2 노드에 커플링되는 제 2 단자를 갖는 제 1 가변 커패시터를 포함하고, 상기 LNA 매칭 디바이스는 제 3 노드에 커플링되는 제 1 단자 및 상기 제 2 노드에 커플링되는 제 2 단자를 갖는 제 2 가변 커패시터를 더 포함하고, 상기 제 1 노드 및 상기 제 3 노드 사이에 인덕터가 커플링됨 -;

제 1 구성에서, 상기 LNA 매칭 디바이스의 출력을 복수의 LNA들 중 제 1 LNA에 커플링시키고 그리고 상기 무선 신호를 상기 LNA 매칭 디바이스로부터 상기 제 1 LNA에 전달하는 단계;

제 2 구성에서, 상기 LNA 매칭 디바이스의 상기 출력을 상기 복수의 LNA들 중 제 2 LNA에 커플링시키고 그리고 상기 무선 신호를 상기 LNA 매칭 디바이스로부터 상기 제 2 LNA에 전달하는 단계;

상기 무선 신호의 잡음 수치를 측정하는 단계; 및

상기 잡음 수치에 기초하여 LNA 매칭 디바이스 설정들의 세트를 결정하는 단계를 포함하고,

상기 LNA 매칭 디바이스 설정들의 세트는 상기 LNA의 동작 주파수 대역과 연관되는,

방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 LNA 매칭 디바이스 설정들의 세트는, 상기 LNA 매칭 디바이스의 상기 제 1 가변 커패시터 및 상기 제 2 가변 커패시터의 하나 이상의 커패시턴스들 및 상기 LNA 매칭 디바이스의 하나 이상의 스위치들의 하나 이상의 상태를 포함하는,

방법.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 LNA 매칭 디바이스의 튜닝을 위해, 디지털 워드 및 아날로그 제어 신호 중 하나를 포함하는 하나 이상의 제어 신호들을 상기 LNA 매칭 디바이스에 전달하는 단계를 더 포함하는,

방법.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 LNA 매칭 디바이스 설정들의 세트를 결정하는 단계는, 상기 LNA 매칭 디바이스 설정들을 반복적으로 조정하는 단계 및 잡음 수치가 타겟 잡음 수치를 초과하지 않을 때까지 상기 잡음 수치를 재-측정하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 19

제 15 항에 있어서,

상기 LNA 매칭 디바이스 설정들의 세트 및 상기 동작 주파수 대역을 룩업(lookup) 테이블에 저장하는 단계를 더 포함하는,

방법.

청구항 20

디바이스로서,

LNA(low-noise amplifier) 매칭 디바이스에서 무선 신호를 수신하기 위한 수단 - 상기 LNA 매칭 디바이스는 제 1 노드에 스위칭 가능하게 커플링되는 제 1 단자 및 제 2 노드에 커플링되는 제 2 단자를 갖는 제 1 가변 커패시터를 포함하고, 상기 LNA 매칭 디바이스는 제 3 노드에 커플링되는 제 1 단자 및 상기 제 2 노드에 커플링되는 제 2 단자를 갖는 제 2 가변 커패시터를 더 포함하고, 상기 제 1 노드 및 상기 제 3 노드 사이에 인덕터가 커플링됨 -;

상기 무선 신호를 상기 LNA 매칭 디바이스로부터 LNA에 전달하기 위한 수단;

상기 무선 신호의 잡음 수치를 측정하기 위한 수단; 및

상기 잡음 수치에 기초하여 LNA 매칭 디바이스 설정들의 세트를 결정하기 위한 수단을 포함하고,

상기 LNA 매칭 디바이스 설정들의 세트는 상기 LNA의 동작 주파수 대역과 연관되는,

디바이스.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 LNA 매칭 디바이스는 하나 이상의 스위치들을 더 포함하는,

디바이스.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

[0001] 본 출원은 2013년 11월 7일에 출원된 공동으로 소유된 미국 정식 특허 출원 제 14/074,612 호로부터 우선권을 주장하고, 상기 특허 출원의 전체 내용들은 인용에 의해 본원에 명백히 통합된다.

[0002] 본 발명은 일반적으로 저잡음 증폭기 매칭 디바이스들에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 다중-모드, 다중-표준 무선 통신 디바이스들은 보통 하나 이상의 고성능 라디오 수신기들을 요구하고, 이것은 최대 감도 성능을 달성하기 위해 약한 신호들에 대한 적절한 SNR(signal-to-noise) 성능을 제공해야 한다. 부가적으로, 다중-모드 수신기는 최소 왜곡으로 넓은 동적 범위에 걸쳐 신호 및 간섭 레벨들을 선형으로 취급해야 한다. 즉, 높은 선형성 성능이 필요로 된다. 수신기 내의 왜곡은, 예를 들면, 상호 변조(intermodulation) 및 게인 압축에 의해 발생될 수 있다. 더 높은 선형성은 감소된 상호 변조 레벨들 및 게인 압축을 발생시킨다. 결과적으로, 저잡음, 높은 게인 성능이 또한 필요로 된다. 전형적으로, 높은 선형성 및 저잡음 둘 모두를 동시에 제공하는 수신기 설계 기술들은 달성하기 어렵고, 설계 타협들에 영향을 받는다.

[0004] 고성능 수신기의 하나의 중요한 구성성분은 저잡음 증폭기(LNA)이다. LNA는 수신기의 전체 잡음 성능의 주요한 결정요인일 수 있다. 다시 말해서, 높은 선형성 및 저잡음과 같이 LNA의 특성들은 전체 수신기 성능을 지배할 수 있다. 일반적으로, LNA는 안테나와 LNA 사이의 라디오 주파수(RF) 손실들을 최소화하기 위해 수신 안테나 인터페이스 근처에 수신기의 프론트-엔드에 배치된다. LNA는 LNA 입력에서 나타나는 잡음을 넘어 최소의 초과량의 잡음에 기여하면서 높은 게인을 제공하도록 설계된다. 이러한 속성은 저잡음 수치(figure)로 알려져 있다. 높은 선형성 특성을 달성하기 위해, LNA는 또한 높은 IIP3(third-order input intercept point)을 가져야 하고, 이것은 3차 상호 변조 프로덕트 레벨과 외삽된 선형의 요구된 출력 레벨과 동일한 입력 레벨이다. 일반적으로, IIP3의 높은 값은 높은 선형성 성능을 나타낸다.

[0005] 트랜시버 디바이스들은, 더 많은 주파수 대역들 및 더 많은 모드들을 커버하기 위해 더 많은 LNA들을 부가하면서, 크기가 줄어들고 있다. 종래의 RF 트랜시버 주문형 집적 회로들(ASIC들)은 낮은 대역들(600MHz 내지 960MHz), 중간 대역들(1400 내지 2100 MHz) 및 높은 대역들(2200MHz 내지 2700MHz)을 커버하기 위해 적어도 20 개의 LNA들을 포함할 수 있다. 적어도 20 개의 LNA들을 포함하는 디바이스 패키지들은 약 3.8 밀리미터 × 3.8 밀리미터일 수 있고, 그렇지만 각각의 LNA에 대한 수동 매칭 컴포넌트들은 트랜시버 디바이스의 크기의 세 배의 영역을 차지한다. 또한, 각각의 LNA는 최상의 잡음 수치 및 게인을 위해 수동으로 임피던스 매칭되어야 하고, 따라서 부가적인 시간을 소비한다. 따라서, 수신기 LNA 매칭은 많은 양의 영역을 차지하고, 각각의 부분을 변경하기 위해 상당한 노력을 요구한다. 전형적인 LNA는 2 개의 수동 매칭 컴포넌트들을 가질 수 있고, 20 개의 1차 수신기 LNA들 및 20 개의 다이버시티 수신기 LNA들을 가정하면, 수신기는 약 80 개의 수동 매칭 컴포넌트들을 포함할 수 있다.

[0006] 개선된 무선 통신 디바이스에 대한 필요성이 존재한다. 더 구체적으로, 프로그래밍 가능한 LNA 매칭 디바이스를 포함하는 무선 통신 디바이스에 관련된 실시예들에 대한 필요성이 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

(특허문헌 0001) US 20030076194 A1

(특허문헌 0002) US 20090115525 A1

(특허문헌 0003) US 20110273355 A1

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른, 트랜시버 주문형 집적 회로를 포함하는 디바이스를 예시한다.

[0008] 도 2는 무선 통신 디바이스를 도시한다.

[0009] 도 2a-2c는 도 2의 무선 통신 디바이스의 개별적인 부분들을 예시한다.

[0010] 도 3은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 전자 디바이스의 블록도이다.

[0011] 도 4는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른, 복수의 매칭 디바이스들에 커플링된 트랜시버 모듈을 포함하

는 디바이스를 예시한다.

[0012] 도 5는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른, 복수의 매칭 디바이스들에 커플링된 트랜시버 모듈을 포함하는 다른 디바이스를 예시한다.

[0013] 도 6은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 매칭 디바이스를 예시한다.

[0014] 도 7은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 다른 매칭 디바이스를 예시한다.

[0015] 도 8은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 또 다른 매칭 디바이스를 예시한다.

[0016] 도 9는 인덕터 값의 예시적인 선택을 예시한 스미스 차트이다.

[0017] 도 10은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른, 트랜시버 모듈에 커플링된 복수의 매칭 디바이스들을 포함하는 디바이스를 도시한다.

[0018] 도 11은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른, 매칭 디바이스 및 저잡음 증폭기를 포함하는 시스템을 도시한다.

[0019] 도 12는 잡음 수치 측정 유닛의 출력을 예시한 플롯이다.

[0020] 도 13은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 방법을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] [0021] 첨부된 도면들과 함께 아래에서 기술되는 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시예들의 설명으로서 의도되며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시예들을 표현하는 것으로 의도되진 않는다. 본 설명 전체에 걸쳐서 이용되는 "예시적인"이란 용어는 "예, 보기 또는 예시로서 기능하는 것"을 의미하며, 반드시 다른 예시적인 실시예들보다 선호되거나 유리한 것으로서 해석되어선 안 된다. 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시예들의 완전한 이해를 제공하기 위해 특정한 세부사항들을 포함한다. 본 발명의 예시적인 실시예들은 이들 특정한 세부사항들 없이 실시될 수 있다는 것이 당업자들에게 자명하게 될 것이다. 몇몇 상황에서, 잘 알려진 구조들 및 디바이스들은 본 명세서에서 제시되는 예시적인 실시예들의 신규성을 모호하게 하는 것을 방지하도록 블록도 형태로 도시된다.

[0009] [0022] 무선 통신 디바이스들의 종래의 트랜시버들은 글로벌 대역 및 모드 커버리지에 대해 설계되고, 단일 모바일 핸드셋에서 20 주파수 대역들을 초과할 수 있다. 또한, 아래의 도 1 및 도 2에 예시된 바와 같이, 종래의 트랜시버들은 각각의 수신 신호 경로에 대한 대역 선택 필터들을 갖는 다수의 LNA들을 요구할 수 있다. 트랜시버는 적절한 필터들을 갖는 각각의 수신 신호 경로를 선택하는 스위치, LNA 매치 및 선택된 수신기 경로들에 대한 첨부된 LNA를 포함할 수 있다. 또한, 트랜시버들은 안테나 스위치 모듈(ACM) 다음에 하나 이상의 필터들, 및 많은 경우들에서 LNA들의 수 또는 캐리어 어그리게이션에 의존하여 다른 스위치를 사용할 수 있다. 트랜시버 내의 각각의 LNA는 2 개 또는 3 개의 수동 매칭 컴포넌트들을 포함할 수 있고, 수동 매칭 컴포넌트 영역은 몇 배만큼 트랜시버 ASIC 영역을 초과할 수 있다. 시작하는 LNA 매치 값들을 예측하는 수신기 및 LNA 시뮬레이션에도 불구하고, PCB(printed circuit board) 기생 및 비이상적인 수동 컴포넌트들로 인해 수동의 경험적인 매칭이 여전히 필요로 된다. 또한, LNA 수동 컴포넌트들이 더 많다는 것은 매칭에 전념되는 상당히 더 많은 시간과 동일시된다.

[0010] [0023] 도 1은 LNA들(103)을 포함하는 트랜시버 ASIC(102)을 포함하는 디바이스(100)를 예시한다. 디바이스(100)는 1차 수신기 LNA 매칭 회로(104) 및 다이버시티 수신기 LNA 매칭 회로(106)를 더 포함한다. 도 1에 예시된 바와 같이, 각각의 LNA(103)는 전용 매칭 컴포넌트들에 커플링되고, 이것은 증가된 매칭 컴포넌트 영역을 발생시킨다.

[0011] [0024] 도 2는 도 2a에 상세히 예시된 부분(202), 도 2b에 상세히 예시된 부분(204) 및 도 2c에 상세히 예시된 부분(206)을 포함하는 무선 통신 디바이스(200)를 예시한다. 도 2a를 참조하면, 통신 디바이스(200)는 제 1 안테나 모듈(210)에 커플링된 1차 안테나(208) 및 제 2 안테나 모듈(214)에 커플링된 다이버시티 안테나(212)를 포함한다. 제 1 안테나 모듈(210)은 듀플렉서들(220A-220C)에 커플링된 스위치(216)를 포함한다. 또한, 제 2 안테나 모듈(214)은 제 2 안테나 모듈(214) 및 다이버시티 안테나(212)와 연관된 LNA 매칭 회로들(224A-224D)을 포함하는 복수의 LNA 경로들에 커플링된 스위치(222)를 포함한다. 디바이스(200)가 제 2 안테나 모듈(214) 및 다이버시티 안테나(212)와 연관된 부가적인 LNA 수신 경로들(예를 들면, 20-30 개의 LNA 수신 경로들)을 포함할

수 있다는 것이 주목된다.

- [0012] [0025] 도 2b에 예시된 부분(204)을 참조하면, 디바이스(200)는 제 1 안테나 모듈(210) 및 1차 안테나(208)와 연관된 LNA 수신 경로들 내에 부가적인 LNA 매칭 회로들(224E-224G)을 더 포함한다. 디바이스(200)가 제 1 안테나 모듈(210) 및 1차 안테나(208)와 연관된 부가적인 LNA 수신 경로들(예를 들면, 20 개의 LNA 수신 경로들)을 포함할 수 있다는 것이 주목된다. 부분(204)을 계속해서 참조하면, 디바이스(200)는 또한 복수의 LNA들을 포함하는 트랜시버 집적 회로(IC)(226)를 포함하고, 여기서 각각의 LNA는 전용 LNA 경로와 연관된다. 도 2c에 예시된 부분(206)을 참조하면, 디바이스(200)는 또한 트랜시버 IC(226)(도 2b 참조)에 커플링된 모바일 스테이션 모델 ID(230)를 포함할 수 있다. 당업자에게 인지될 바와 같이, 종래의 트랜시버를 포함하는 디바이스(200)는 각각의 수신 신호 경로에 대한 대역 선택 필터들을 갖는 다수의 LNA들을 요구한다.
- [0013] [0026] 예시적인 실시예들은, 본원에 설명된 바와 같이, 프로그래밍 가능 LNA 매칭에 관련된 디바이스들 및 방법들에 관한 것이다. 본 발명의 다양한 예시적인 실시예에 따라, 최소 수신기 잡음 수치를 위한 자동화된 잡음 매칭을 허용하는 프로그래밍 가능 매칭 디바이스는 무선 통신 디바이스 내의 상당한 수의 LNA 매칭 컴포넌트들을 크게 감소시킬 수 있다. 프로그래밍 가능 LNA 매칭 디바이스는 듀플렉서들을 포함하는 많은 대역 선택 필터들로부터의 LNA 입력들을 다중화하기 위해 하나 이상의 내장된 광대역 스위치들을 포함할 수 있다. 따라서, 하나의 광대역 LNA 또는 작은 수의 LNA들은, 프로세서가 설정 룩업 테이블을 사용하여 각각의 대역에 대한 최적의 LNA 매치 설정을 설정할 수 있도록 많은 수의 주파수 대역들을 서비스할 수 있다. 프로그래밍 가능 LNA는 더 높은 Q를 실현하기 위해 다양한 실시예들에 대해 하나 이상의 외부 인덕터들을 요구할 수 있다. 유리 또는 사파이어 기판들을 포함하는 다른 실시예들은 패키지에서 완전히 통합된 솔루션을 위해 하이 Q 인덕터를 사용할 수 있다. 또한, 실시예들은 매우 콤팩트한 소프트웨어 제어 튜닝 가능 디바이스에 대한 디바이스 다이들 따라 유리 상에 통합된 수동 디바이스들을 포함할 수 있다. 부가적으로, 실시예들은 프로그래밍 가능 LNA 매칭을 트랜시버 ASIC에 통합할 수 있어서, 대부분의 LNA 매칭을 제거한다.
- [0014] [0027] 더 구체적으로, 하나의 예시적인 실시예에 따라, 디바이스는 적어도 하나의 LNA 및 적어도 하나의 LNA에 커플링되고 복수의 주파수 대역들 중 선택된 대역에 대한 최적의 LNA 매치 설정을 제공하기 위한 하나 이상의 제어 신호들을 수신하도록 구성된 LNA 매칭 디바이스를 포함할 수 있다. 본 발명의 다른 예시적인 실시예는 LNA 매칭 디바이스를 동작시키기 위한 방법들을 포함한다. 그러한 방법의 다양한 실시예들은 LNA 매칭 디바이스에서 무선 신호를 수신하는 것 및 무선 신호를 LNA 매칭 디바이스로부터 LNA로 전달하는 것을 포함할 수 있다. 상기 방법은 또한 무선 신호의 잡음 수치를 측정하는 것 및 복수의 주파수 대역들 중 선택된 대역에 대한 잡음 수치를 최소화하기 위해 LNA 매칭 디바이스를 튜닝하는 것을 포함할 수 있다.
- [0015] [0028] 본 발명의 다른 양상들뿐만 아니라 다양한 양상들의 특징들 및 이점들은 다음의 설명, 첨부된 도면들 및 첨부된 청구항들을 고려를 통해 당업자들에게 명백해질 것이다.
- [0016] [0029] 도 3은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 전자 디바이스(300)의 블록도이다. 일 예에 따라, 디바이스(300)는 모바일 텔레폰과 같은 휴대용 전자 디바이스를 포함할 수 있다. 디바이스(300)는 디지털 모듈(302), RF 모듈(304) 및 전력 관리 모듈(306)과 같은 다양한 모듈들을 포함할 수 있다. 디지털 모듈(302)은 메모리 및 하나 이상의 프로세서들을 포함할 수 있다. RF 회로를 포함할 수 있는 RF 모듈(304)은 송신기(307) 및 수신기(309)를 포함하는 트랜시버(305)를 포함할 수 있고, 안테나(308)를 통한 양방향 무선 통신을 위해 구성될 수 있다. 일반적으로, 무선 통신 디바이스(300)는 임의의 수의 통신 시스템들, 임의의 수의 주파수 대역들 및 임의의 수의 안테나들에 대한 임의의 수의 송신기들 및 임의의 수의 수신기들을 포함할 수 있다. 본 발명의 예시적인 실시예에 따라, 수신기(309)는 아래에 설명되는 예시적인 실시예들 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0017] [0030] 도 4는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 디바이스(350)를 예시한다. 디바이스(350)는 복수의 LNA 입력들(353)을 갖는 트랜시버 모듈(352)(예를 들면, 트랜시버 ASIC)을 포함한다. 또한, 디바이스(350)는, 본원에서 프로그래밍 가능 LNA 매칭 디바이스로 각각 지칭될 수 있는 디바이스들(360A-360D)을 포함한다. 각각의 디바이스(360A-360D)는, 예를 들면, 듀플렉서(도 4에 도시되지 않음)로부터 복수의 입력들을 수신하고, 출력을 전달하도록 구성되고, 출력은 트랜시버 모듈(352)의 복수의 LNA들 중 하나에 의해 수신될 수 있다. 예시된 바와 같이, 각각의 디바이스(360A-360D)는 이에 커플링된 외부 인덕터(Lx)를 가질 수 있다. 예로서, 디바이스(360A)는 하나 이상의 듀플렉서 필터 बैं크들로부터 1차 저대역(LB)(예를 들면, 600MHz 내지 960 MHz) 및/또는 중간 대역(MB)(예를 들면, 1400 내지 2100MHz) 입력들을 수신하도록 구성될 수 있고, 디바이스(360B)는 하나 이상의 듀플렉서 필터 बैं크들로부터 1차 고대역(HB)(예를 들면, 2200MHz 내지 2700MHz) 입력들을 수신하도록 구성될 수 있다. 또한, 디바이스(360C)는 하나 이상의 듀플렉서 필터 बैं크들로부터 다이버시티 HB 입력들을 수신하도록

구성될 수 있고, 디바이스(360D)는 하나 이상의 듀플렉서 필터 뱅크들로부터 다이버시티 LB 및/또는 MB 입력들을 수신하도록 구성될 수 있다. 예로서, 각각의 디바이스(360A-360D)는 4 내지 10 개의 입력들 및 4 개의 출력들을 포함할 수 있다.

[0018] [0031] 도 5는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 다른 디바이스(380)를 예시한다. 디바이스(380)는 복수의 LNA 입력들(353)을 갖는 트랜시버 모듈(382)(예를 들면, 트랜시버 ASIC)을 포함한다. 또한, 디바이스(380)는 본원에서 프로그래밍 가능 LNA 매칭 디바이스로 또한 각각 지칭될 수 있는 디바이스들(380A-380D)을 포함한다. 각각의 디바이스(380A-380D)는 예를 들면, 듀플렉서(도 5에 도시되지 않음)로부터 복수의 입력들을 수신하고, 출력을 전달하도록 구성되고, 출력은 트랜시버 모듈(382)의 LNA에 의해 수신될 수 있다. 예시된 바와 같이, 각각의 디바이스(380A-380D)는 그에 커플링된 외부 인덕터(Lx)를 가질 수 있다. 예로서, 디바이스(380A)는 하나 이상의 듀플렉서 필터 뱅크들로부터 1차 LB 및/또는 중간 대역(MB) 입력들을 수신하도록 구성될 수 있고, 디바이스(380B)는 하나 이상의 듀플렉서 필터 뱅크들로부터 1차 HB 입력들을 수신하도록 구성될 수 있다. 또한, 디바이스(380C)는 하나 이상의 듀플렉서 필터 뱅크들로부터 다이버시티 HB 입력들을 수신하도록 구성될 수 있고, 디바이스(380D)는 하나 이상의 듀플렉서 필터 뱅크들로부터 다이버시티 LB 및/또는 MB 입력들을 수신하도록 구성될 수 있다.

[0019] [0032] 예로서, 각각의 디바이스(380A-380D)는 대역들의 수 또는 패키지 크기에 의해 영향을 받는 타겟 영역 절감들에 의존하여 2 내지 10 개의 입력들을 포함할 수 있다. 또한, 각각의 디바이스(380A-380D)는, 예를 들면, 하나의 출력을 포함할 수 있다. 아래에 더 상세히 설명될 바와 같이, LNA 매칭 디바이스는 선택된 LNA에 대한 최적의 매칭을 제공하기 위한 자동화된 매칭 알고리즘에 따라 기능할 수 있다. 입력 멀티플렉서 스위치, 디바이스 다이 및 외부 인덕터(Lx)를 포함하는 수동 디바이스들이 높게 통합된 콤팩트 디바이스 솔루션을 위해 유리 또는 사파이어 기판 상에 통합될 수 있다는 것이 주목된다.

[0020] [0033] 또한, 다른 실시예들에 따라, 하나 이상의 LNA들은 단지 하나의 출력을 갖는 디바이스(380)에 통합될 수 있다.

[0021] [0034] 도 6은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 디바이스(400)를 예시한다. 디바이스(400)는, 복수의 수신 경로들(RX1-RX10) 중 하나에 선택적으로 커플링하기 위한 스위치(S1)를 포함하는 입력 유닛(403)을 포함하는 LNA 매칭 디바이스(402)를 포함한다. 스위치(S1)가 10 개의 가능한 수신 경로들 중 하나에 선택적으로 커플링하도록 구성되는 것으로 예시되지만, 본 발명이 이에 제한되지 않는다. 오히려, 스위치(S1)는 임의의 수의 수신 경로들 중 하나에 선택적으로 커플링하도록 구성될 수 있다. LNA 매칭 디바이스(402)는 스위치들(S2-S4) 및 가변 커패시터들(C1 및 C2)을 더 포함한다. 예로서, 가변 커패시터들(C1 및 C2)은 디지털 스텝핑 커패시터들 뱅크들, 아날로그 튜닝 커패시터들 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0022] [0035] 예시된 바와 같이, 스위치(S2)는 노드 A와 노드 B 사이에 커플링된다. 노드 B는 또한, 필요한 경우, 분로 커패시터 또는 분로 인덕터에 커플링될 수 있다. 분로 커패시터 또는 분로 인덕터가 노드 B에 커플링되어야 하는지에 관한 결정은 최상의 잡음 수치에 대한 LNA 최적의 소스 임피던스에 기초할 수 있다. 또한, 스위치(S3)는 노드 A와 노드 C 사이에 커플링되고, 또한 노드 C는 노드 D에 커플링된다. 가변 커패시터(C2)는 노드 C와 노드 E 사이에 커플링되고, 노드 E는 또한 접지 전압에 커플링된다. 가변 커패시터(C1)는 노드 E와 노드 G 사이에 커플링되고, 또한 노드 G는 필요한 경우, 분로 커패시터에 커플링될 수 있다. 또한, 스위치(S4)는 노드 G와 노드 F 사이에 커플링된다. 노드 F는 또한 출력 유닛(410)에 커플링되고, 출력 유닛(410)은 복수의 LNA 입력들(즉, LNA 입력들(LNA1-LNA4)) 중 하나에 선택적으로 커플링하기 위한 스위치(S5)를 포함한다.

[0023] [0036] 디바이스(400)는, LNA 매칭 디바이스(402) 외부에 있고 노드들(F 및 D) 사이에 커플링된 인덕터(L1)를 더 포함한다. 또한, LNA 매칭 디바이스(402)는 제어기(404)를 포함할 수 있고, 제어기(404)는 다른 외부의 제어기와 인터페이싱하고 스위치들(S1-S5) 및 가변 커패시터들(C1 및 C2)의 동작을 제어하도록 구성될 수 있다.

[0024] [0037] 하나의 예시적인 실시예에 따라, 제어기(404)는 동작 대역에 의존하여 스위치들(S5 및 S1)의 구성들을 선택할 수 있다. 또한, 제어기(404)는, 필요한 경우, 인덕터(L1) 및 선택적인 분로(C 또는 L)와 결합된 커패시터들(C1 및 C2)에 대한 값들의 선택을 허용하도록 필요할 때 스위치들(S3, S4 및 S2)을 구성할 수 있다. LNA가 수신기의 특성 임피던스(예를 들면, 대부분의 라디오 시스템들에서 50 ohms) 근처의 최적의 잡음 수치에 대해 설계되면, 도 6에 도시된 예시적인 실시예의 토폴로지는 충분하다. (예를 들면, 스미스 차트 상의) LNA 최소의 잡음 수치의 위치에 의존하여, 소스 임피던스가 변환되어, 최적화 알고리즘이 최상의 잡음 수치 위치에 가장 가까운 값들을 선택할 수 있다. 스위치(S5)에 의해 도입된 기생들이 인덕터(L1)의 값 및 커패시터들(C1 및 C2)에

대한 커패시터 범위들의 적절한 선택을 통해 디바이스(400)의 설계에 의해 보상될 수 있다는 것이 주목된다.

- [0025] [0038] 도 7은 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 따른 디바이스(450)를 예시한다. 디바이스(450)는 수신 경로에 커플링된 입력(453)을 포함하는 LNA 매칭 디바이스(452)를 포함한다. LNA 매칭 디바이스(452)는 스위치들(S2-S4) 및 가변 커패시터들(C1 및 C2)을 더 포함한다. LNA 매칭 디바이스(402)(도 6 참조)와 마찬가지로, 스위치(S2)는 노드 A와 노드 B 사이에 커플링된다. 노드 B는 또한, 필요한 경우, 분로 커패시터 또는 분로 인덕터에 커플링될 수 있다. 또한, 스위치(S3)는 노드 A와 노드 C 사이에 커플링되고, 노드 C는 또한 노드 D에 커플링된다. 가변 커패시터(C2)는 노드 C와 노드 E 사이에 커플링되고, 노드 E는 또한 접지 전압에 커플링될 수 있다. 가변 커패시터(C1)는 노드 E와 노드 G 사이에 커플링되고, 노드 G는 또한 필요한 경우 분로 커패시터에 커플링될 수 있다. 또한, 스위치(S4)는 노드 G와 노드 H 사이에 커플링된다. 노드 H는 출력(460)에 또한 커플링되고, 출력(460)은 LNA의 입력에 커플링될 수 있다.
- [0026] [0039] 디바이스(450)는 또한 인덕터(L1)를 포함하고, 인덕터(L1)는 LNA 매칭 디바이스(452) 외부에 있고, 노드들(H 및 D) 사이에 커플링된다. 또한, LNA 매칭 디바이스(452)는 제어기(404)를 포함할 수 있고, 제어기(404)는 다른 외부의 제어기와 인터페이스하고 스위치들(S2-S4) 및 가변 커패시터들(C1 및 C2)의 동작을 제어하도록 구성될 수 있다. 도 6의 디바이스(400)와 달리, 디바이스(450)는 멀티플렉스 스위치들을 포함하지 않고, 따라서 연관된 삽입 손실들과 기생의 합을 포함하지 않는다. 디바이스(450)의 동작은 디바이스(400)와 동일할 수 있고, 여기서 노드 B는, LNA 최적의 임피던스가 최상의 게인 및 잡음 수치에 대해 필요로 되는 곳에 의존하여 선택적인 분로(C) 또는 분로(L)를 가질 수 있다.
- [0027] [0040] 도 8은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 디바이스(500)를 예시한다. 디바이스(500)는 LNA 매칭 디바이스(502)를 포함하고, LNA 매칭 디바이스(502)는, 예를 들면, 프론트 엔드 듀플렉서 뱅크로부터의 복수의 저주파수 입력들 중 하나에 선택적으로 커플링하기 위한 스위치(S1)를 포함하는 입력 유닛(503)을 포함한다. 스위치(S1)가 10 개의 수신 경로들 중 하나에 선택적으로 커플링하도록 구성되는 것으로 예시되지만, 본 발명이 이에 제한되지 않는다. 오히려, 스위치(S1)는 임의의 수의 수신 경로들 중 하나에 선택적으로 커플링하도록 구성될 수 있다. LNA 매칭 디바이스(502)는 스위치들(S2-S4) 및 가변 커패시터들(C1 및 C2)을 더 포함한다. LNA 매칭 디바이스(402)(도 6 참조)와 마찬가지로, 스위치(S2)는 노드 A와 노드 B 사이에 커플링되고, 노드 B는 또한 필요한 경우 분로 커패시터 또는 분로 인덕터에 커플링될 수 있다. 또한, 스위치(S3)는 노드 A와 노드 C 사이에 커플링되고, 노드 C는 또한 노드 D에 커플링된다. 가변 커패시터(C2)는 노드 C와 노드 E 사이에 커플링되고, 노드 E는 또한 접지 전압에 커플링될 수 있다. 가변 커패시터(C1)는 노드 E와 노드 G 사이에 커플링되고, 노드 G는 필요한 경우 분로 커패시터에 또한 커플링될 수 있다. 또한, 스위치(S4)는 노드 G와 노드 H 사이에 커플링된다. 노드 H는 또한 출력(461)에 커플링되고, 출력(461)은 LNA의 입력에 커플링될 수 있다.
- [0028] [0041] 당업자에 의해 인지될 바와 같이, 800 MHz 미만의 라디오 주파수는 하이 Q를 갖는 물리적으로 더 크고, 더 높은 값 매칭 인덕터들을 요구할 수 있다. 또한, 보드 영역을 절약하기 위해, 2 개의 직렬 접속된 작은 하이 Q 인덕터들은 물리적으로 큰 하이 Q 인덕터 대신에 사용될 수 있다. 따라서, 도 8에 예시된 바와 같이, 디바이스(500)는 또한 인덕터(L1)를 포함하고, 인덕터(L1)는 LNA 매칭 디바이스(502) 외부에 있고, 노드들(H 및 D) 사이에 커플링된다. LNA 매칭 디바이스(502) 외부에 또한 있는 부가적인 인덕터(L2)는 노드 D와 노드 J 사이에 커플링된다.
- [0029] [0042] LNA 매칭 디바이스(502)는, 다른 외부 제어기와 인터페이스하고 스위치들(S1-S4) 및 가변 커패시터들(C1 및 C2)의 동작을 제어하도록 구성될 수 있는 제어기(404)를 더 포함할 수 있다. 디바이스(500)의 동작은, 디바이스(500)가 스위치(S5)를 포함하지 않고 스위치(S3)가 개방되어, 신호로 하여금 인덕터(L2)를 통과하게 하는 것을 제외하고 디바이스(400)와 동일할 수 있다. 디바이스(500)는 저주파수 LNA와 매칭하기 위해 분로 커패시터(C3)와 인덕터(L2), 커패시터(C2), 인덕터(L1) 및 아마도 커패시터(C1)를 사용할 수 있다.
- [0030] [0043] 트랜시버 모듈(382) 및 LNA 입력들(353)(도 5 참조)과 같은 다양한 수신기 컴포넌트들은, 디바이스(500) 내의 스위치(S1)를 통해 선택된 주파수 대역에 의존하여 제조될 수 있는 프로그래밍 가능 LNA 매치로서 본 발명의 예시적인 실시예들을 사용하는 광대역 LNA를 사용할 수 있다. 또한, 디바이스(500)는, 저대역들이 2 개의 직렬 인덕터들을 필요로 할 수 있고, 반면에 중간 대역들(전형적으로, 1400 MHz 내지 2100 MHz)이 단지 하나의 인덕터를 필요로 할 수 있고, 고대역들(전형적으로 2200 MHz 내지 2700 MHz 또는 그 초과)이 상이한 값들의 단지 하나의 인덕터를 필요로 할 수 있는 임의의 대역 세그멘테이션에 사용될 수 있다. 디바이스(예를 들면, 도 5에 예시된 디바이스(380))의 복수의 LNA 입력들 및 연관된 매칭 컴포넌트들은 디바이스(500)를 구현함으로써, 예를 들면, 4 개의 패키징된 부분들 및 4 개의 인덕터들로 감소될 수 있고, 따라서 영역 절약들, 수동의 수동적

인 컴포넌트 매칭을 위한 감소된 시간 및 소프트웨어 재구성 가능 매칭을 발생시킨다. 또한, 디바이스(500)는 LNA를 수동으로 재매칭하지 않고서 새로운 또는 상이한 주파수 대역들에 대한 프론트-엔드 설계의 용이한 수정을 가능하게 할 수 있다. 또한, 소프트웨어 록업 테이블은, 예를 들면, 새로운 대역에 대한 커패시터들(C1, C2 및 C3)에 대한 값들을 재선택할 수 있어서, 시간 및 돈을 절약하고 다수의 마켓 영역들에 대한 다수의 물건들을 지원한다.

[0031] [0044] 당업자에 의해 인지될 바와 같이, 관심있는 대역들에 대한 송신-수신 안테나 라디오-주파수 스위치 및 듀플렉서 필터들을 포함할 수 있는 트랜시버 프론트-엔드는 본 발명의 다양한 실시예들을 수행하도록 설계될 수 있다. 인쇄 회로 보드 설계, 컴포넌트 선택 및 시뮬레이션에 의해, 당업자는, 예를 들면, 도 7에 예시된 디바이스(450)의 입력(453)에서 보여지는 바와 같이 관심 대역에 걸쳐 소스 임피던스(Z_s)를 결정할 수 있다. 부가적으로, 관심있는 각각의 주파수 대역 내의 특정 주파수에서 최상의 잡음 수치 및 게인을 위해 LNA에 의해 요구되는 임피던스는 시뮬레이션 또는 다른 테스트를 통해 예측될 수 있다. 또한, LNA 잡음 수치 및 게인 서클들의 지식은 도움이 되지만 항상 필요하지는 않다. 주파수 대역에 걸쳐 동일한 시간에 최상의 잡음 수치 및 최상의 게인을 갖는 것이 어려울 수 있다는 것을 주목하라. 소스 임피던스 이외에, 최상의 잡음 수치가 예측되는 포인트들의 궤적(locus) 및 동작 범위가 결정될 수 있다. 따라서, 인덕터(L1)의 값은, C1 및 C2의 커패시터 값들이 최상의 잡음 수치를 위한 포인트들의 궤적을 커버하고 게인의 범위(게인 서클들)를 커버할 수 있어서, 소스 임피던스가 LNA가 최상의 시스템 출력 SNR을 위한 잡음 수치 및 게인의 최상의 조합에서 동작하는 것을 가능하게 하도록 선택될 수 있다.

[0032] [0045] 도 9는 LNA 매칭 디바이스에 대한 인덕터 값을 선택하기 위한 예를 예시한 스미스 차트를 도시한다. 이러한 예에서, 디바이스(450)(도 7 참조)의 인덕터(L1)에 대한 인덕터 값이 선택되고, 여기서 스위치(S2)는 개방되고, 스위치(S3)는 폐쇄되고, 노드 B는 분로 커패시터 또는 분로 인덕터에 커플링되지 않는다. 또한, 소스 임피던스는 860 MHz 내지 960 MHz 범위 내의 890 MHz에서 $40-j12\ \text{ohms}$ 와 동일하다(예를 들면, B5 및 B8 다운 링크). 당업자에 의해 이해될 바와 같이, 최적의 LNA 잡음 수치는 $Z_{opt} = 63+j8\ \text{ohms}$ 일 수 있지만, 최적의 게인은 이로부터 약간 벗어날 수 있고, 대역에 걸쳐 변할 수 있다. 인덕터(L1)의 값은, 최적화 알고리즘(예를 들면, 도 11의 최적화 알고리즘(630))이 시스템 게인 및 캐스캐이딩된 잡음 수치의 최상의 조합을 제공하는 C1 및 C2의 최적의 값들을 탐색할 때, 커패시터들(C1 및 C2)의 범위가 Z_{opt} 둘레의 포인트들의 궤적을 생성하도록 선택된다. 최적화 알고리즘이 임피던스에 관한 어떠한 것도 알지 못할 수 있고, 이것이 커패시터들(C1 및 C2)에 대한 값들을 선택하고, 측정된 잡음 수치 또는 출력 SNR에 기초하여 최적화할 수 있다는 것이 주목된다. 프리스(Friis)의 공식에 의해, LNA 잡음 지수 및 게인은 시스템 캐스캐이딩 잡음 지수를 지배한다. 아래의 도면에서, L1은 고정값이고, 반면에 C1 및 C2는 값에서 랜덤하게 변동된다. 디바이스 기생 분로 커패시터스가 커패시터들(C1 및 C2)에 포함된다고 이러한 예가 가정한다는 것을 주목하라. 구체적으로 도 9를 참조하면, 참조 번호(532)는 관심있는 주파수 대역에 걸쳐 인덕터(L1)의 선택된 값을 갖는 커패시터(C1 및 C2) 스텝들의 다양한 값들을 나타낸다. 또한, 참조 번호(534)는 커패시터(C1 및 C2)에 대한 다양한 값들이 최적의 임피던스(예를 들면, 최상의 시스템 출력 SNR)에 대한 포인트들의 궤적(536)을 커버하도록 허용하기 위한 인덕터(L1)의 고정값의 선택을 나타낸다.

[0033] [0046] 당업자는, 시스템 출력 SNR이 연속적인 웨이브 기준 톤으로 측정될 때 최대이도록, 디바이스가 매칭 최적화 알고리즘과 함께 C1 및 C2의 최적의 값들을 선택할 수 있도록 관심있는 주파수 대역에 대한 고정 인덕터(L1)를 선택한다. 이러한 기준 톤은 시스템 잡음 수치(NF)의 더 정확한 측정을 위해 알려진 입력 SNR에 대한 외부 신호 생성기 세트(최적화 알고리즘이 C1 및 C2에 대한 설정들에 대해 빠르게 수렴할 출력 SNR 타겟 또는 최적의 NF 타겟을 가짐)일 수 있거나, 이것은 일부 불확실성을 갖는 내부 기준 톤 레벨 세트일 수 있어서, 시스템이 최상의 경우 출력 SNR에 대해 최적화한다. 예시적인 실시예들 중 임의의 실시예에서 L1의 적절한 선택은 수동 컴포넌트들을 수동으로 변경하지 않고서 또는 수동 컴포넌트들을 갖는 외부 RF 스위치들을 사용하여 가능하지 않을 수 있는 넓은 동작 대역폭에 걸쳐 최적화를 매칭시킨다. 마지막으로, 일부 설계들은 직렬 인덕턴스를 필요로 하지 않을 수 있다. L1 대신에 짧은 송신 라인 접속이 필요로 되는 모든 것일 수 있다.

[0034] [0047] 도 10은 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 따른 디바이스(550)를 도시한다. 디바이스(550)는 1차 트랜시버(552) 및 다이버시티 트랜시버(554)를 포함한다. 디바이스(550)는 1차 트랜시버(552)에 커플링된 디바이스들(556 및 558), 및 다이버시티 트랜시버(554)에 커플링된 디바이스들(560 및 562)을 더 포함한다. 디바이스들(556, 558, 560 및 562) 각각은 디바이스(400)(도 6 참조), 디바이스(450)(도 7 참조), 디바이스(500)(도 8 참조) 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 도 10에 예시된 바와 같이, 각각의 디바이스(556, 558, 560 및 562)는 복수의 LNA들 중 하나에 선택적으로 커플링하도록 구성된다. 하나의 예시적인 실시예에 따라, 디바

이스들(556 및 558)은 LNA 매칭 디바이스들(224E, 224F, 224G) 등(도 2b 참조)을 대체할 수 있고, 더 적은 부분들을 발생시킨다. 마찬가지로, 디바이스들(560 및 562)은 LNA 매칭 디바이스들(224A, 224B, 224C, 224D) 등(도 2a 참조)을 대체할 수 있고, 더 적은 부분들을 발생시킨다.

[0035] [0048] 도 11은 본 발명의 또 다른 예시적인 실시예에 따른 시스템(600)의 도면이다. 당업자에 의해 인지될 바와 같이, 시스템(600)은, LNA의 알려진 입력 SNR이 주어지면, LNA의 최적의 출력에 대한 커패시터들(C1 및 C2)에 대한 값들을 선택하도록 구성될 수 있다. 시스템(600)은 프로그래밍 가능 LNA 매칭 디바이스(610)의 입력에 커플링된 신호 생성기(602)를 포함한다. 프로그래밍 가능 LNA 매칭 디바이스(610)가 본원에 설명된 LNA 매칭 디바이스들(즉, LNA 매칭 디바이스(402), LNA 매칭 디바이스(452) 또는 LNA 매칭 디바이스(502)) 중 하나를 포함할 수 있다는 것이 주목된다. 또한, 시스템(600)은 LNA 매칭 디바이스(610) 외부에 있고 이에 커플링되는 인덕터(L)를 포함한다. LNA 매칭 디바이스(610)의 출력은 특정 실시예에 의존하여 트랜시버 모듈(609)의 LNA 포트 또는 LNA 포트들에 접속할 수 있다. 예로서, 트랜시버 모듈(609)은 트랜시버 ASIC를 포함할 수 있다. 트랜시버 모듈(609)은 LNA(622) 및 다운-변환기 및 저대역 통과 필터(LPF)(624)를 포함한다. 트랜시버 모듈(609) 내에서, LNA RF 출력 신호는 다운-변환기 및 LPF(624)를 통해 다운-변환되어, 모뎀 프로세서(611)로 전달된다. 모뎀 프로세서(611)는 ADC(analog-to-digital converter)(640) 및 샘플 서버(642)를 포함한다. 알려진 샘플링 레이트로 구성될 수 있는 ADC(640)는 다운-변환기 및 LPF(624)의 출력을 수신할 수 있고, 최적화 알고리즘에 의한 프로세싱을 위해 판독될 N 개의 샘플들을 저장하는 메모리 또는 샘플 서버(642)에 커플링될 수 있다. 샘플 서버(642)는 USB를 통해 외부 PC로 또는 몇몇의 다른 버스를 통해 애플리케이션 프로세서로 데이터를 출력할 수 있다.

[0036] [0049] 소프트웨어 또는 알고리즘 모듈을 포함할 수 있는 모듈(620)은 잡음 수치 계산 유닛(624), 수렴 유닛(626), 최적화 알고리즘(630) 및 메모리(634)를 포함한다. 잡음 수치 계산 유닛(624)은 출력 SNR로부터 잡음 수치를 계산하고, 결과를 수렴 유닛(626)으로 출력하도록 구성될 수 있다. 시스템(600)이 계산된 잡음 수치 대신에 출력 SNR을 사용할 수 있다는 것이 주목된다. 수렴 유닛(626)은 타겟 잡음 수치 또는 타겟 출력 SNR을 수신할 수 있거나, 이를 통해 프로그래밍될 수 있다. 또한, 수렴 유닛(626)은 이전에 측정된 잡음 수치들을 추적하거나, SNR들을 출력하고, 하나 이상의 측정들과 현재 측정을 비교할 수 있다. 어떠한 추가의 개선도 현재 측정에서 발견되지 않을 때, 시스템(600)은 디바이스(610)에 의해 지원되는 각각의 동작 주파수 대역에 대한 설정들의 테이블을 구축하기 위해 최적의 임피던스(Z_{opt})를 메모리(634)에 저장할 수 있다. 모듈(620)은 외부 PC(예를 들면, 상에서 실행됨)의 부분, 모뎀 프로세서(611)의 디지털 신호 프로세서, 애플리케이션 프로세서 또는 이들의 임의의 적절한 조합일 수 있다.

[0037] [0050] 시스템(600)이 최대의 출력 SNR(즉, 최소 또는 최상의 잡음 수치를 추론함)을 결정하도록 구성될 수 있다는 것이 주목된다. 입력 SNR을 아는 것은 모듈(620)이 캐스케이딩된 잡음 수치(즉, 잡음 수치(dB) = $SNR_{in}(dB) - SNR_{out}(dB)$)를 계산하도록 허용한다. 적절히 설계된 수신기 시스템에서, LNA 게인 및 잡음 수치는 시스템 캐스케이딩 잡음 수치를 지배할 수 있다. 불충분한 LNA 게인이 높은 잡음 수치를 갖는 수신기의 후속 부분들이 시스템 잡음에 더 많이 기여하여 캐스케이딩 잡음에서 빠른 상승을 생성하도록 허용한다는 것을 당업자들은 이해할 것이다. 시스템 출력 SNR을 최대화하는 것은 최적의 LNA 신호 게인 및 최저의 시스템 잡음 플로어를 나타낸다. 이전에 결정될 수 있는 타겟 잡음 수치 또는 출력 SNR(즉, 연속적인 웨이브(CW) SNR 및 최소 검출될 변조된 신호 SNR이 아님)은 측정된 잡음 수치(또는 출력 SNR)와의 비교를 위해 (즉, 수렴 유닛(626)에 의해) 사용될 수 있다.

[0038] [0051] 수렴 유닛(626)의 출력은 타겟이 충족되지 않는 경우 커패시터들(C1 및 C2)에 대한 새로운 세트의 값들을 트리거하거나, 커패시터들(C1 & C2)에 대한 최적의 값들을 보존하기 위해 메모리(634)로 출력된다. 또한, 최적화 알고리즘 유닛(630)은 메모리(634)로부터 저장된 최적화 데이터를 수신하도록 구성될 수 있고, 최적의 결과(즉, 메모리(634)에 저장된 설정과 비교됨)를 생성하기 위해 최적의 설정을 계속해서 탐색할 수 있다. 반복들의 수는 스텝 크기 또는 커패시터(C1 및 C2) 스텝의 양자화에 의해 결정될 수 있다.

[0039] [0052] 시스템(600)의 고려되는 동작 동안에, LNA 매칭 디바이스(610)는 알려진 진폭의 신호 생성기(602)로부터 CW 기준 톤을 수신하고, 출력을 LNA(622)로 전달할 수 있다. 또한, 잡음 수치 측정 유닛(624)은 LNA(622)의 출력의 잡음 수치를 측정할 수 있다. 또한, 수렴 유닛(626)의 출력은 최적화 알고리즘 유닛(630)에 의해 수신되고, 최적화 알고리즘 유닛(630)은 LNA(622)의 출력의 하나 이상의 파라미터들에 기초하여 LNA 매칭 디바이스(610)의 최적의 구성 및/또는 설정들을 결정하도록 구성될 수 있다. 더 구체적으로, 최적화 알고리즘 유닛(630)은, 수렴 유닛(626)으로부터 수신된 신호에 기초하여, LNA(622)의 잡음 수치를 최소화하기 위한 LNA 매칭 디바이스(610)의 하나 이상의 가변 커패시터들에 대한 최적의 설정 및 LNA 매칭 디바이스(610)의 하나 이상의

스위치들의 최적의 구성을 결정하도록 구성될 수 있다. 최적화 알고리즘 유닛(630) 및 메모리(634)가 도 3에 예시된 디지털 모듈(302)과 같은 디지털 모듈의 부분일 수 있다는 것이 주목된다. 또한, 최적화 알고리즘 유닛(630)의 기능은 (예를 들면, 디지털 모듈 내의) 하나 이상의 프로세서들에 의해 수행될 수 있다.

[0040] [0053] 시스템(600)은, 수렴이 충족될 때 종결되는 피드백 루프로서 기능할 수 있다. 디바이스(610) 내의 변수들의 최적의 값들(예를 들면, 커패시터들(C1 및 C2)의 값들)은 최적화 알고리즘 유닛(630)에 의해 결정되고, 제어기(404)에 의해 설정될 수 있다. 이들 변수들은 최대 출력 SNR(또는 최소 잡음 수치)을 감마 선택하기 위해 LNA를 매칭시키는 역할을 수행한다. 변수들이 최적화 알고리즘 유닛(630)을 통해 제어기(404)에 의해 설정된 후에, 시스템(600)의 동작이 시작될 수 있고, 기준 톤이 신호 생성기(602)에 의해 디바이스(610)로 송신된다.

[0041] [0054] 예시적인 실시예에 따라, CW 기준 톤은 내부적으로 생성될 수 있고, 최적화 알고리즘 유닛(630)은 최상의 가능한 CW SNR에 대한 커패시터들(C1 및 C2)의 값들을 선택할 수 있다. 또한, 자체 생성된 톤에서 에러를 결정하기 위한 비교를 위해 외부 기준이 사용될 수 있고, 후속으로, 잡음 수치가 측정 및 최적화될 수 있다. 이러한 예시적인 실시예는 모뎀 프로세서 또는 애플리케이션 프로세서 상에서 실행되는 최적화 알고리즘을 요구할 수 있다. 이해될 바와 같이, 이러한 예시적인 실시예는 시스템이 자체 매칭하고, 자체 테스트하고, 심지어 트랜시버 프론트 엔드 듀플렉서 내의 변화에 따라 새로운 주파수들 및 새로운 대역들에 적응하도록 허용한다. 또한, 이것은 OEM(original equipment manufacturer)이 듀플렉서를 간단히 변경하고, 자체-매치 또는 자체-튜닝 최적화 알고리즘을 실행하는 것을 가능하게 할 수 있다.

[0042] [0055] 도 12는 알려진 입력 CW SNR 및 출력 SNR로부터 계산된 잡음 수치 계산(624)(도 11 참조)의 출력을 예시한 플롯(680)이다. 도 11을 다시 참조하면, 원하는 출력 SNR(또는 잡음 수치)과 비교될 때, 타겟 매치(즉, 수렴)가 충족되지 않는다면, 새로운 세트의 입력 값들(즉, 커패시터들(C1 및 C2)에 대한 값들)이 다시 최적화 알고리즘 유닛(630)에 의해 결정되고, 제어기(404)에 의해 설정될 수 있다. 이러한 프로세스는 수렴이 충족될 때까지 계속될 수 있다. 최적화 알고리즘 유닛(630)은, 커패시터들(C1 및 C2)의 최적의 설정들을 찾을 수 있는 수학적으로 정의된 최적화 알고리즘(예를 들면, 넬더-미드(Nelder-Mead))를 포함할 수 있다.

[0043] [0056] 도 13은 하나 이상의 예시적인 실시예들에 따른 방법(700)을 예시한 흐름도이다. 방법(700)은 저잡음 증폭기(LNA) 매칭 디바이스에서 무선 신호를 수신하는 것을 포함할 수 있다(번호(702)로 도시됨). 또한, 방법(700)은 또한 무선 신호를 LNA 매칭 디바이스로부터 LNA로 전달하는 것을 포함할 수 있다(번호(704)로 도시됨). 방법(700)은 또한 무선 신호의 잡음 수치를 측정하는 것을 포함할 수 있다(번호(706)로 도시됨). 또한, 방법(700)은 복수의 주파수 대역들 중 선택된 대역에 대한 잡음 수치를 최소화하기 위해 LNA 매칭 디바이스를 튜닝하는 것을 포함할 수 있다(번호(708)로 도시됨).

[0044] [0057] 본원에 설명된 바와 같이, 본 발명은 LNA가 다수의(예를 들면, 최대 10 개의) 수신 경로들을 지원하는 것을 가능하기 위해 (예를 들면, 온 칩 소프트웨어를 통해) 자동화된 LNA 튜닝을 제공하고, 따라서 무선 통신 디바이스 내의 컴포넌트들 및 연관된 비용들을 감소시킨다. 또한, 다양한 실시예들은, 내부 RF(radio-frequency) 기준 소스가 이용 가능하면, 적응형 LNA 매칭 또는 패시브 루프 LNA 매칭을 포함할 수 있다. 따라서, 시스템은 잡음 수치를 알지 않거나 입력 SNR에 대해 거의 알지 못해도 최대 출력 SNR을 튜닝 또는 매칭시킬 수 있다. 또한, 다양한 실시예들은 전자적으로 튜닝 가능한 사전 선택 수신기 필터들에 대한 다양한 주파수들을 제공하기 위해 전자적으로 튜닝 가능한 필터들을 포함할 수 있다.

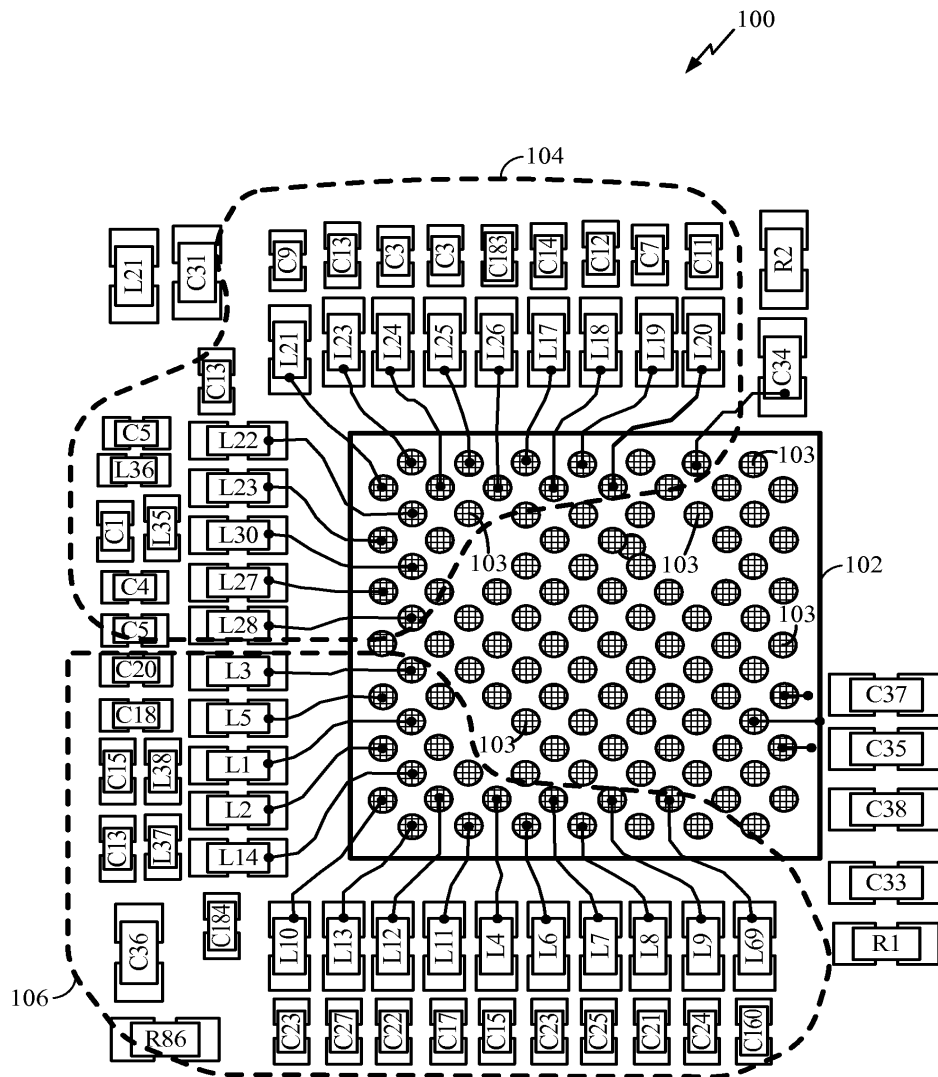
[0045] [0058] 당업자는 정보 및 신호들이 다양한 상이한 기술들 및 기법들 중 임의의 것을 이용하여 표현될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 예를 들어, 위의 설명 전체에 걸쳐서 참조될 수 있는 데이터, 명령들, 커맨드들, 정보, 신호들, 비트들, 심볼들 및 칩들은 전압들, 전류들, 전자기파들, 자기장들 또는 미립자들, 광학 펄스들 또는 미립자들 또는 이들의 임의의 결합에 의해 표현될 수 있다.

[0046] [0059] 당업자들은 본 명세서에 개시되는 예시적인 실시예들과 관련하여 설명되는 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들, 회로들 및 알고리즘 단계들이 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어 또는 이들 둘의 결합으로서 구현될 수 있다는 것을 추가로 인지할 것이다. 하드웨어 및 소프트웨어의 이러한 상호교환 가능성을 명백하게 예시하기 위해서, 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들 및 단계들이 일반적으로 그들의 기능과 관련하여 위에서 설명되었다. 이러한 기능이 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되는지 여부는 특정 애플리케이션, 및 전체 시스템에 부과되는 설계 제약들에 의존한다. 당업자들은 각각의 특정 애플리케이션에 대하여 다양한 방식으로, 설명된 기능을 구현할 수 있지만, 이러한 구현 결정들이 본 발명의 예시적인 실시예들의 범위로부터 이탈을 야기하게 하는 것으로 해석되어서는 안 된다.

- [0047] [0060] 본 명세서에 개시되는 예시적인 실시예들과 관련하여 설명되는 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들 및 회로들은 범용 프로세서, DSP(digital signal processor), ASIC(Application Specific Integrated Circuit), FPGA(Field Programmable Gate Array) 또는 다른 프로그래밍 가능한 로직 디바이스, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들, 또는 본 명세서에 설명되는 기능들을 수행하도록 설계되는 이들의 임의의 결합으로 구현 또는 수행될 수 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서일 수 있지만 대안적으로, 프로세서는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기 또는 상태 머신일 수 있다. 프로세서는 또한 컴퓨팅 디바이스들의 결합, 예를 들어, DSP 및 마이크로프로세서의 결합, 복수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 결합한 하나 이상의 마이크로프로세서들, 또는 임의의 다른 이러한 구성으로 구현될 수 있다.
- [0048] [0061] 하나 이상의 예시적인 실시예들에서, 설명된 기능들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 결합으로 구현될 수 있다. 소프트웨어로 구현되는 경우, 기능들은 컴퓨터-판독 가능한 매체 상에 하나 이상의 명령들 또는 코드로서 저장되거나, 또는 이를 통해 전송될 수 있다. 컴퓨터-판독 가능한 매체들은 한 장소에서 다른 장소로 컴퓨터 프로그램의 이동을 용이하게 하는 임의의 매체를 포함하는 통신 매체들 및 컴퓨터 저장 매체들 둘 다를 포함한다. 저장 매체들은 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용 가능한 매체들일 수 있다. 제한이 아닌 예로서, 이러한 컴퓨터-판독 가능한 매체들은 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장소, 자기 디스크 저장 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있고 데이터 구조 또는 명령들의 형태로 원하는 프로그램 코드를 저장하거나 전달하는데 이용될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 또한, 임의의 접속수단이 컴퓨터-판독 가능한 매체로서 적절히 칭해진다. 예를 들어, 소프트웨어가 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선, 디지털 가입자 라인(DSL), 또는 적외선, 라디오 및 마이크로파와 같은 무선 기술들을 이용하여 웹사이트, 서버 또는 다른 원격 소스로부터 전송되는 경우, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선, DSL, 또는 적외선, 라디오 및 마이크로파와 같은 무선 기술들이 매체의 정의에 포함된다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같은 디스크(disk) 및 디스크(disc)는 콤팩트 디스크(disc)(CD), 레이저 디스크(disc), 광 디스크(disc), 디지털 다기능 디스크(disc)(DVD), 플로피 디스크(disk), 및 블루-레이 디스크(disc)를 포함하며, 여기서 디스크(disk)들은 데이터를 보통 자기적으로 재생하지만, 디스크(disc)들은 레이저를 이용하여 광학적으로 데이터를 재생한다. 상기한 것들의 결합들 역시 컴퓨터 판독가능 매체들의 범위 내에 포함되어야 한다.
- [0049] [0062] 개시된 예시적인 실시예들의 이전의 설명은 임의의 당업자가 본 발명을 제조 또는 이용하는 것을 가능하게 하기 위해 제공된다. 이들 예시적인 실시예들에 대한 다양한 수정들이 당업자들에게 쉽게 자명하게 될 것이고 여기서 정의된 포괄적인 원리들이 본 발명의 사상 또는 범위로 부터 벗어남 없이 다른 예시적인 실시예들에 적용될 수 있다. 따라서, 본 발명은 여기서 도시된 예시적인 실시예들로 제한되도록 의도되는 것이 아니라 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들에 부합하는 최광의 범위로 하여진다.

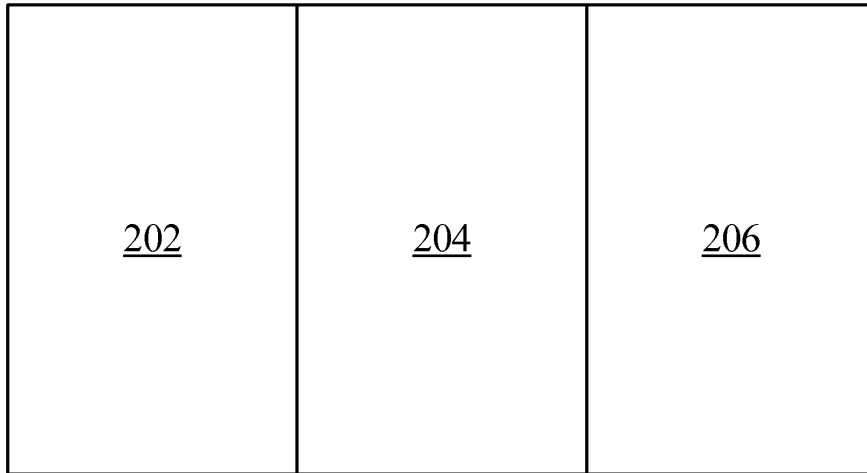
도면

도면1

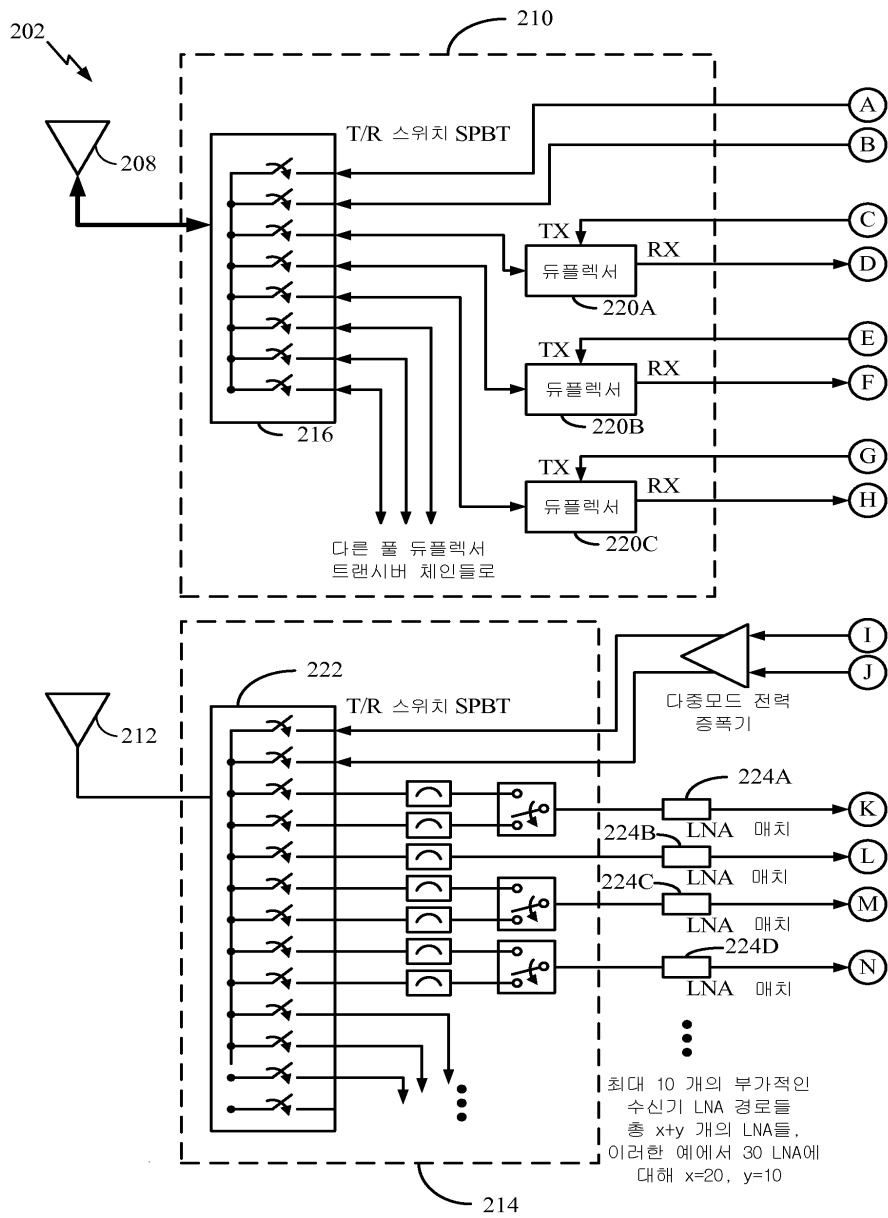


도면2

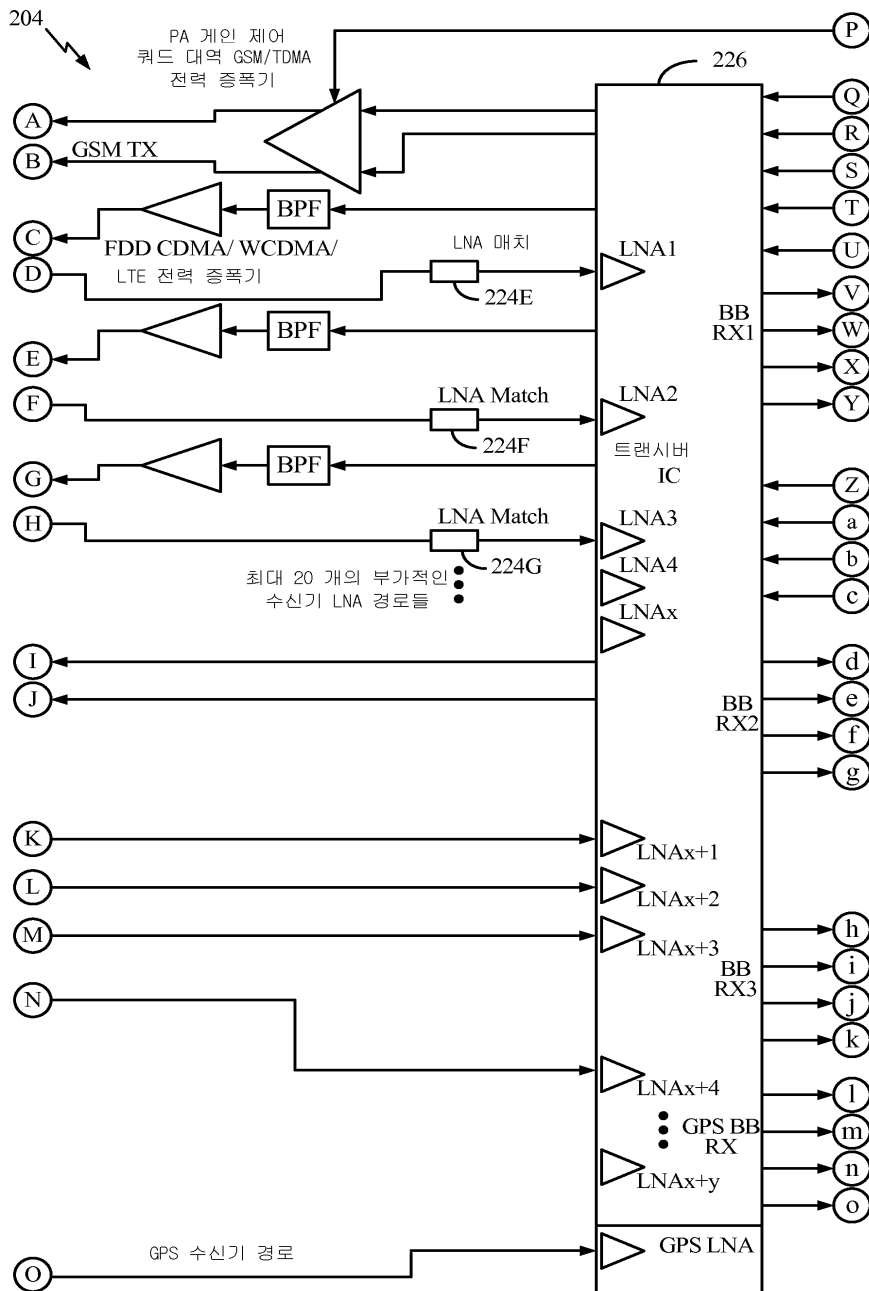
200
↙



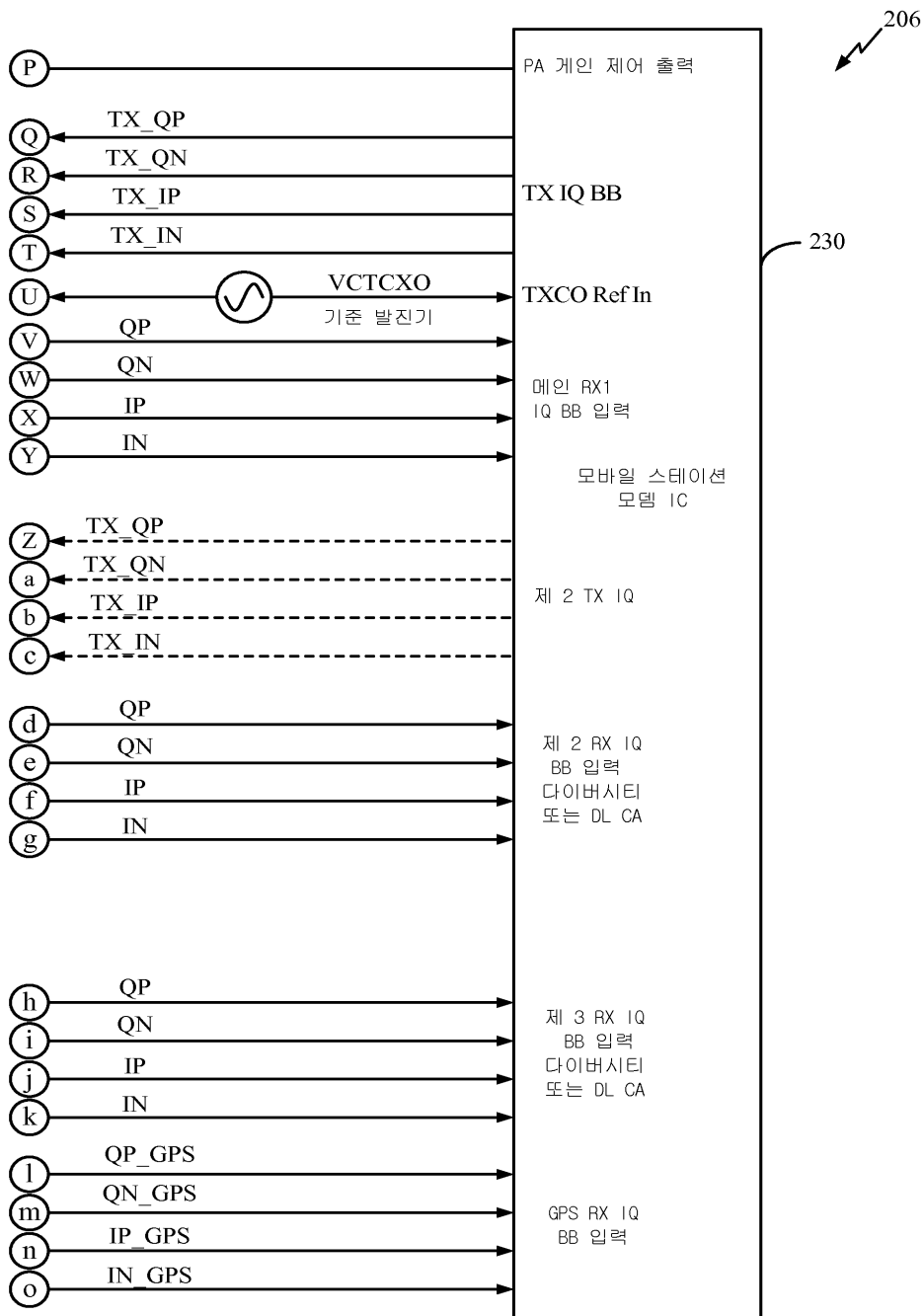
도면2a



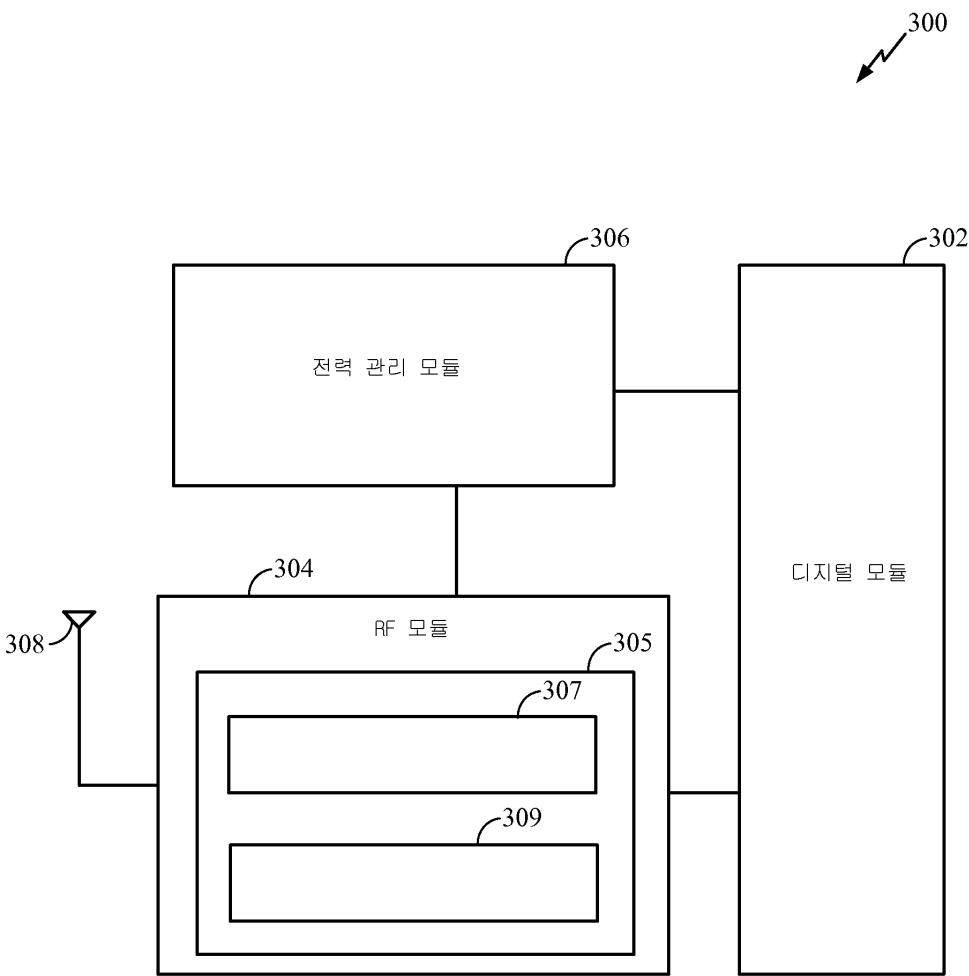
도면2b



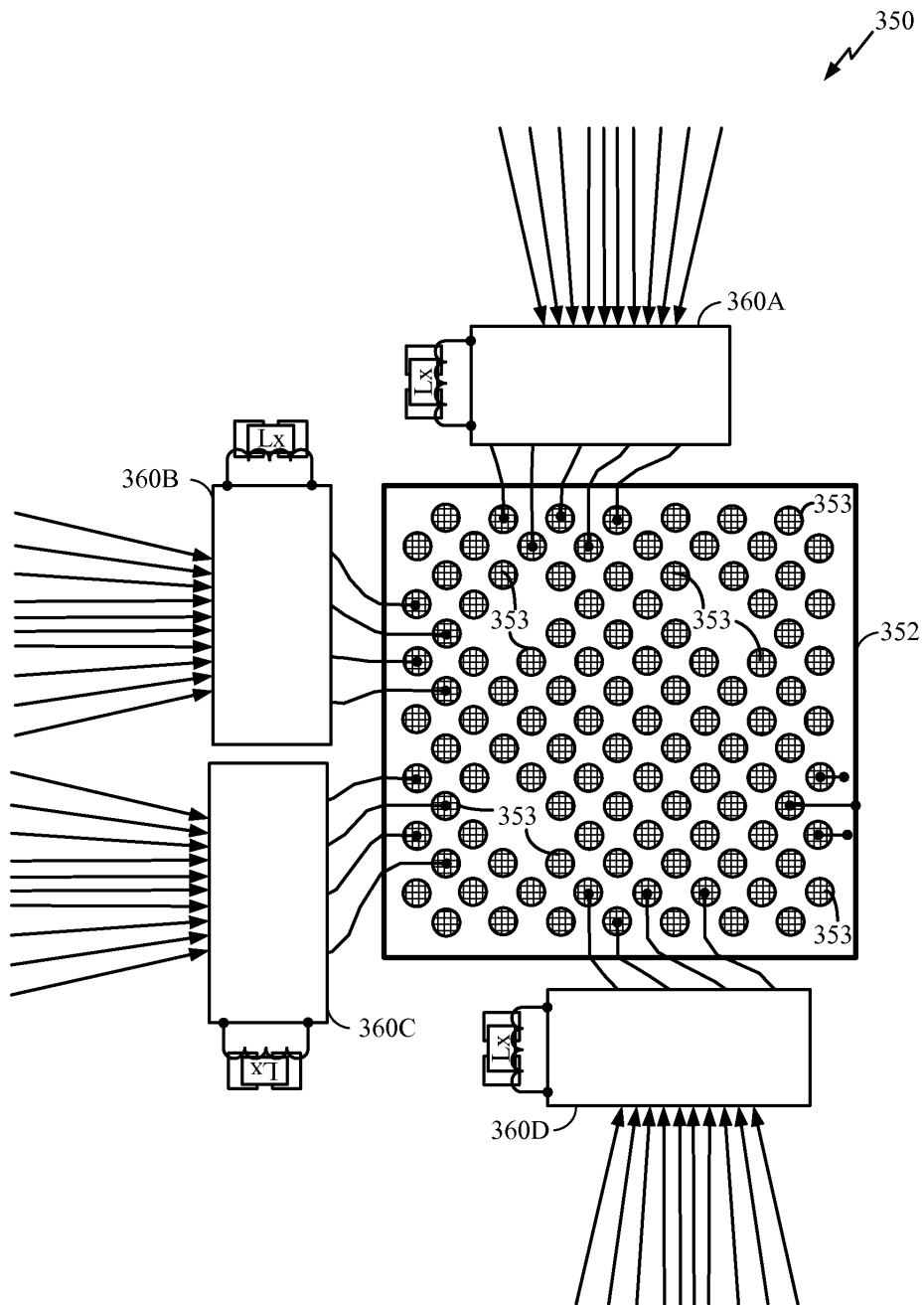
도면2c



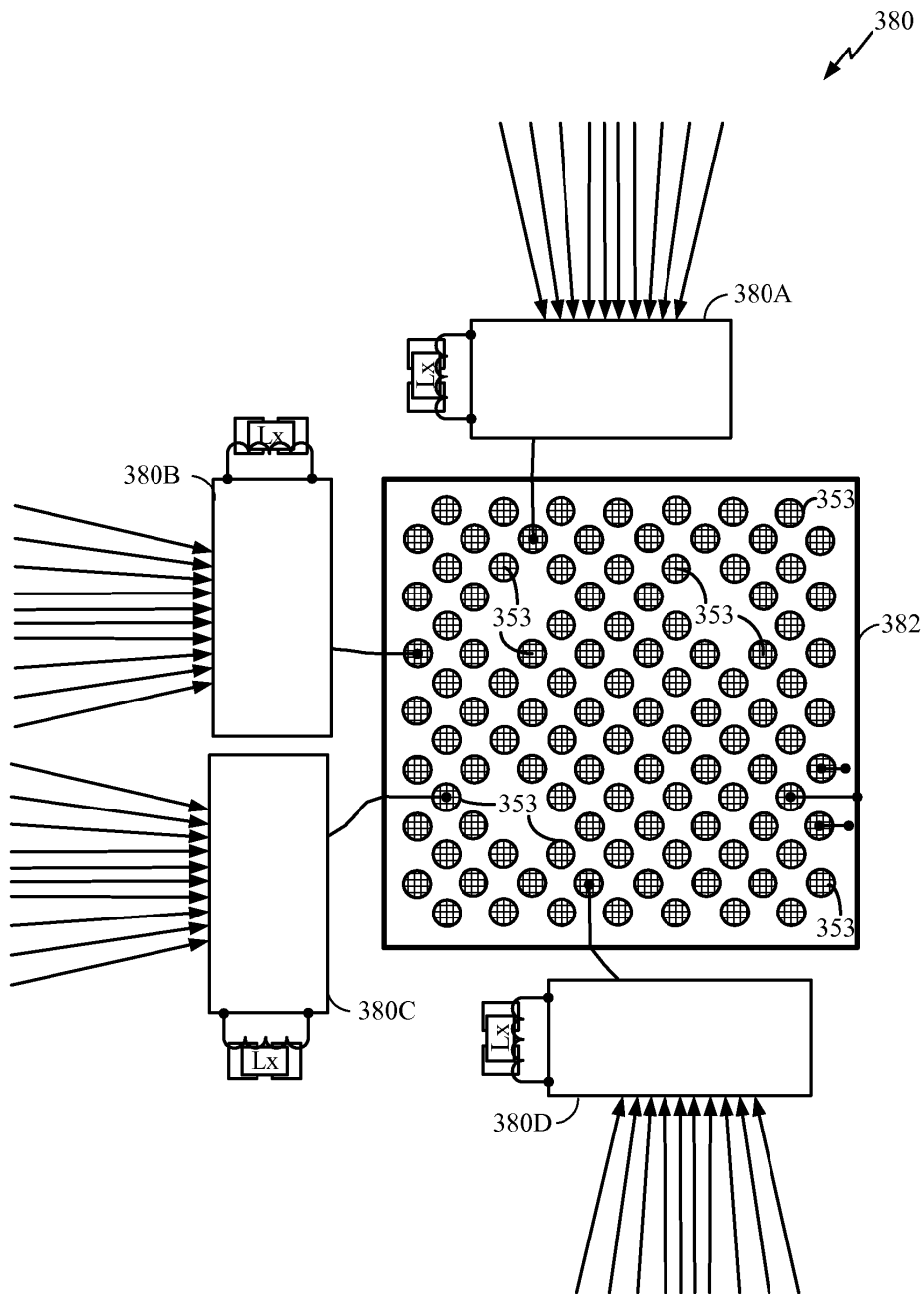
도면3



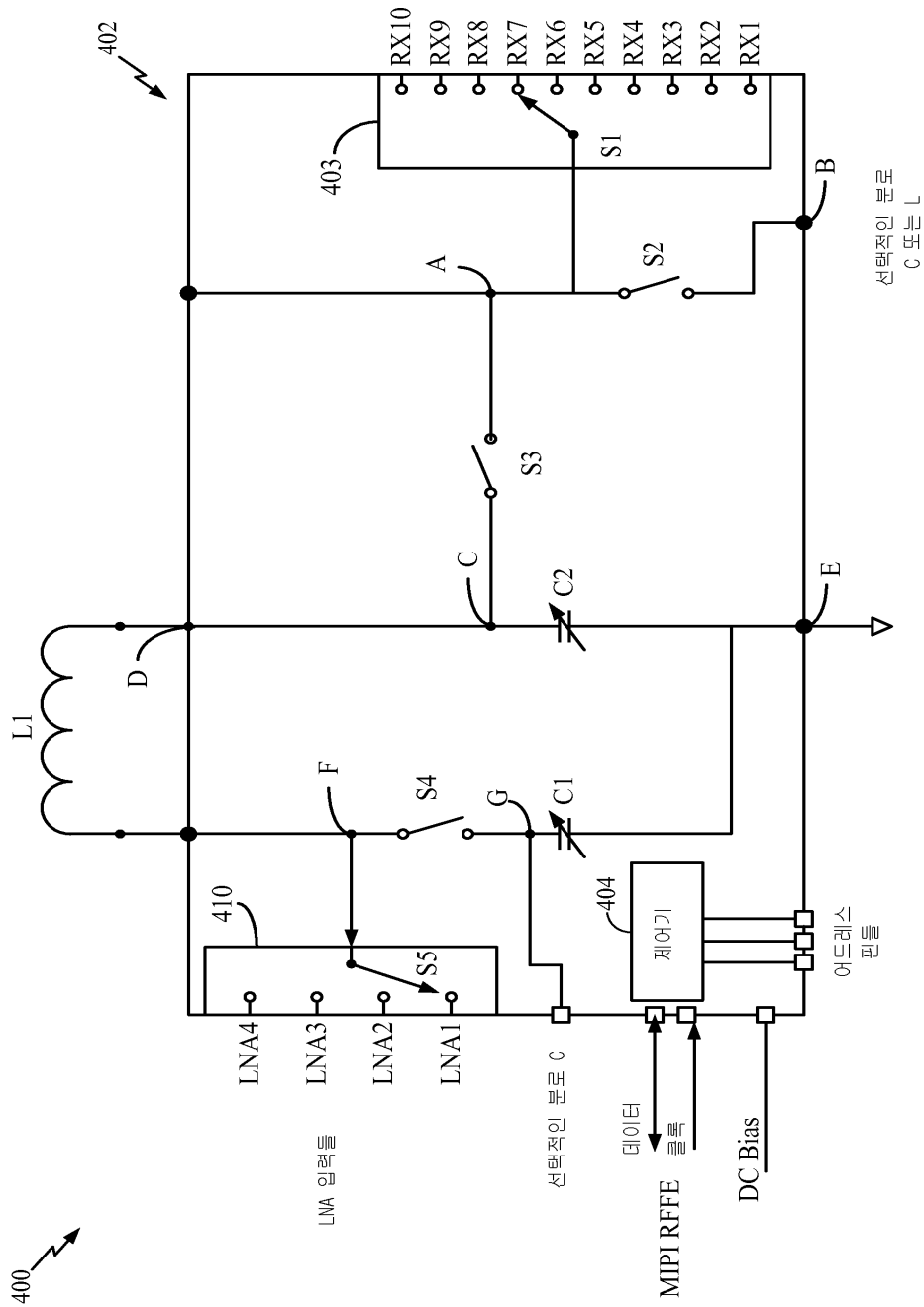
도면4



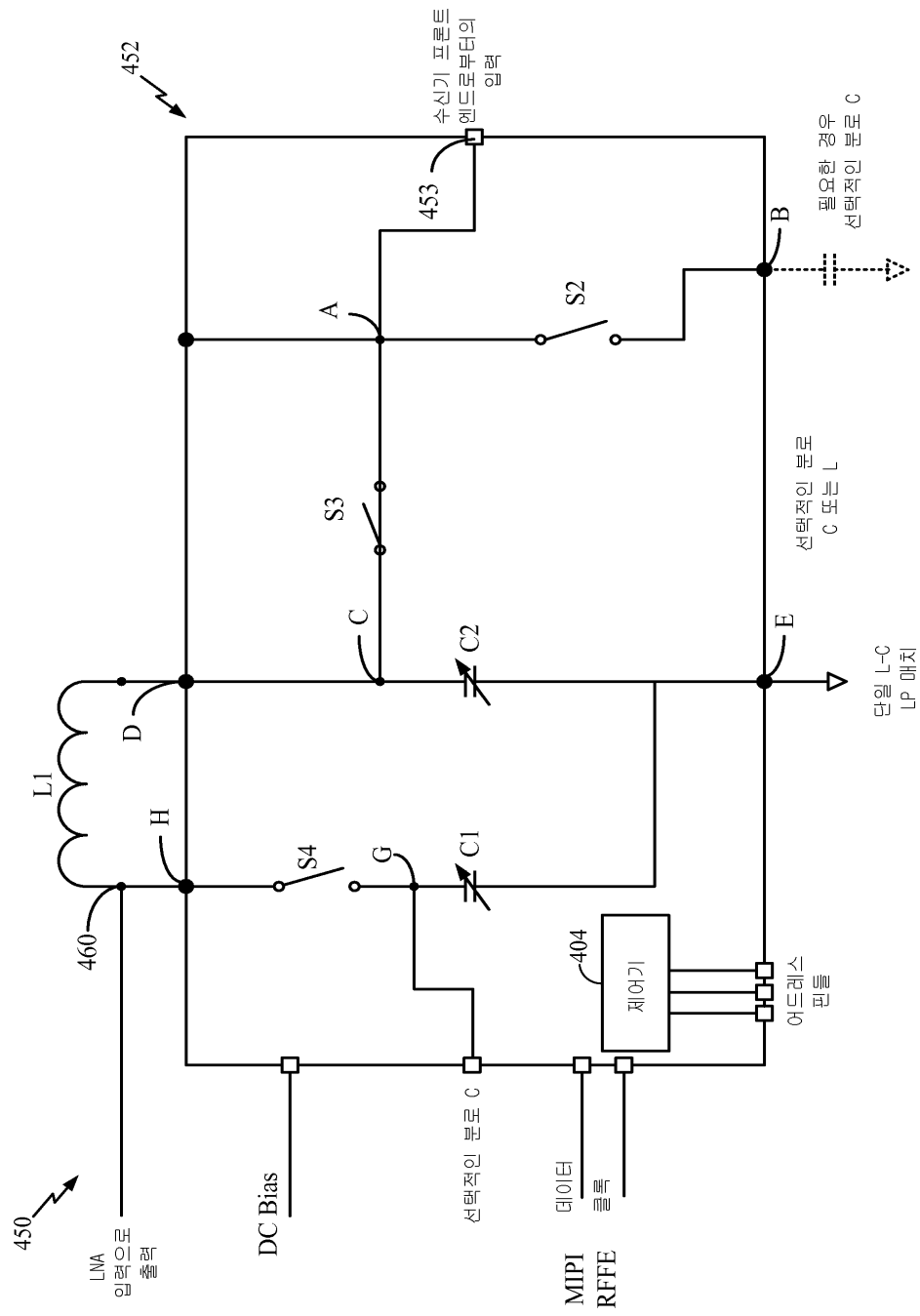
도면5



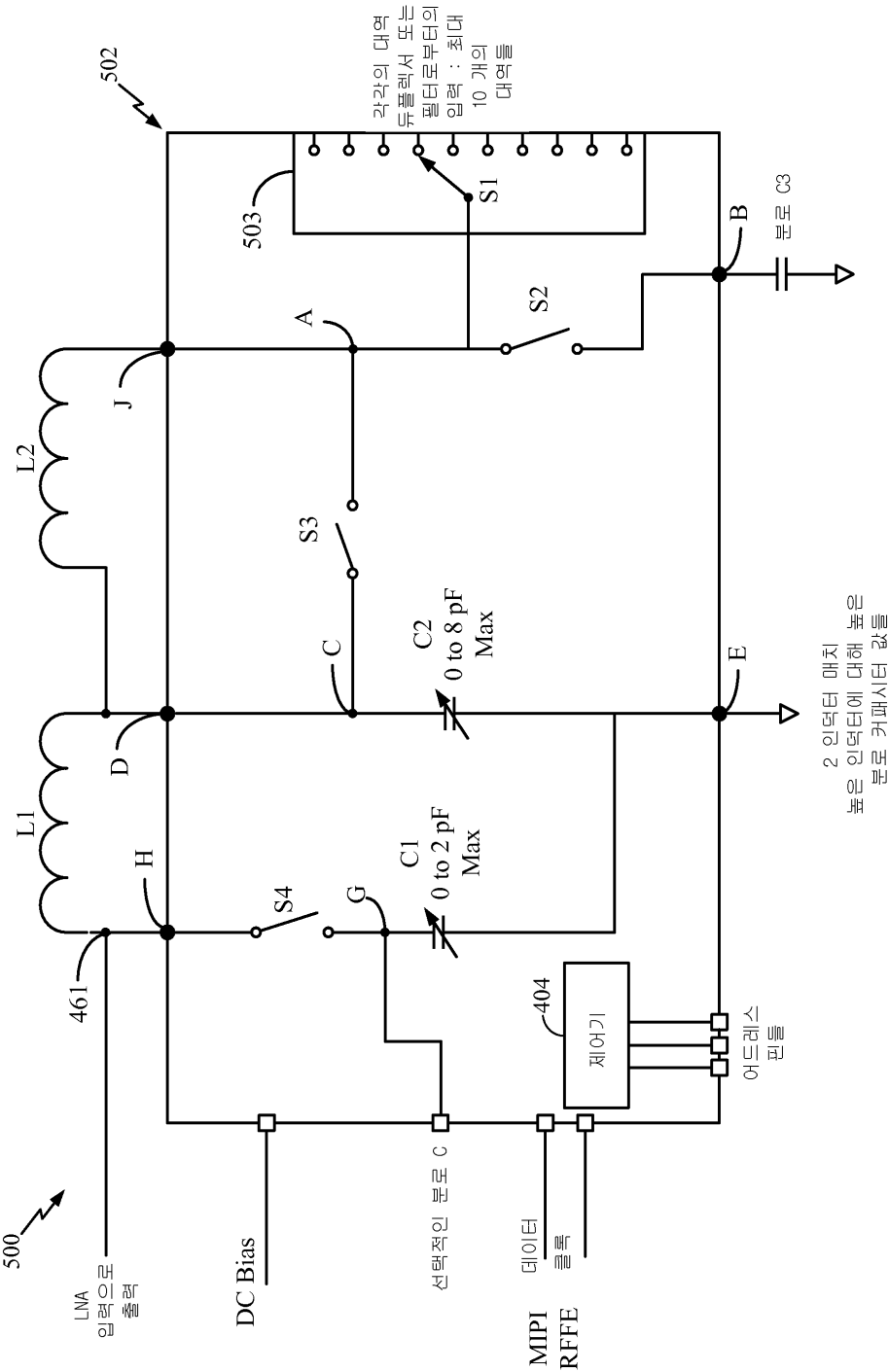
도면6



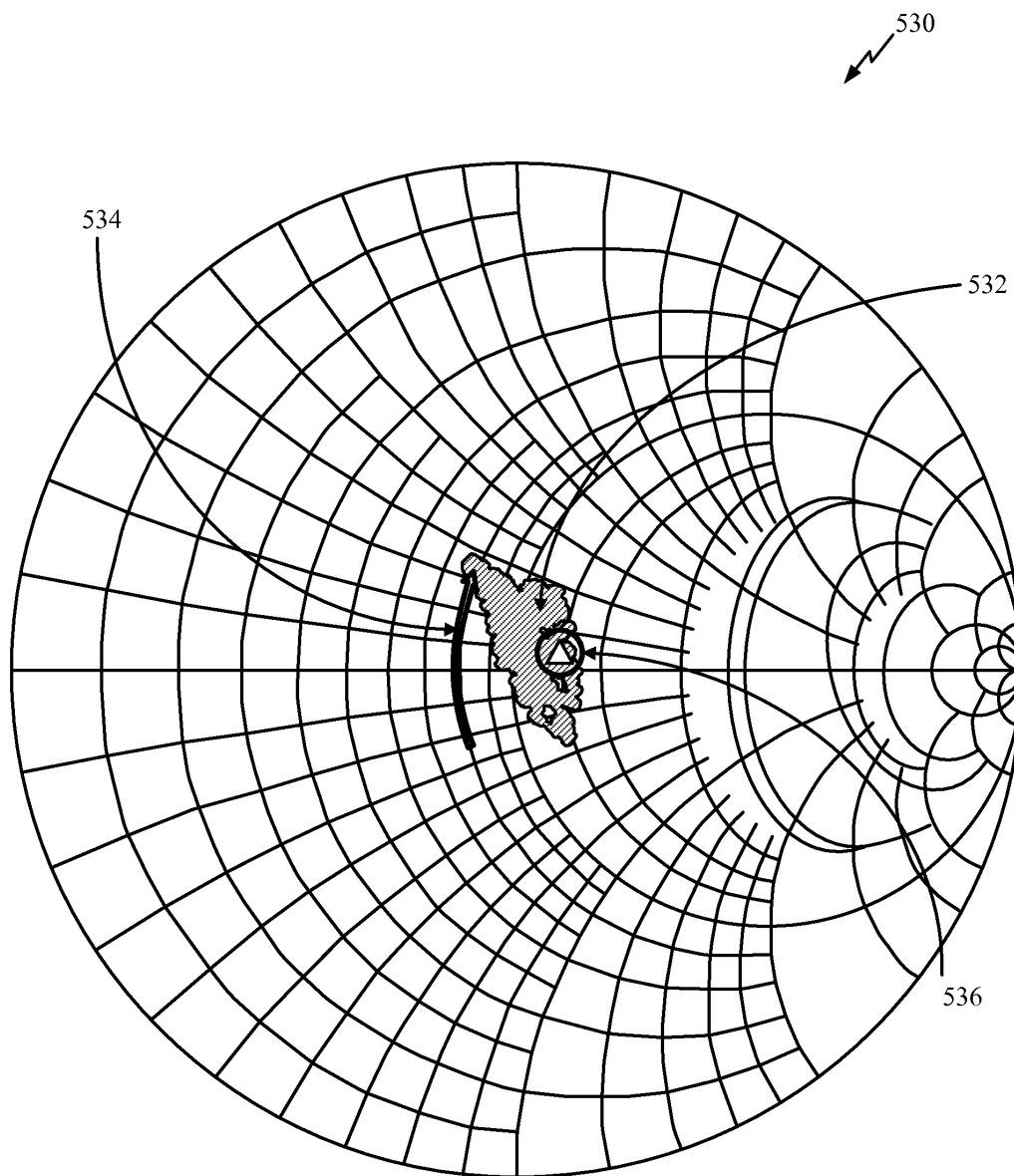
도면7



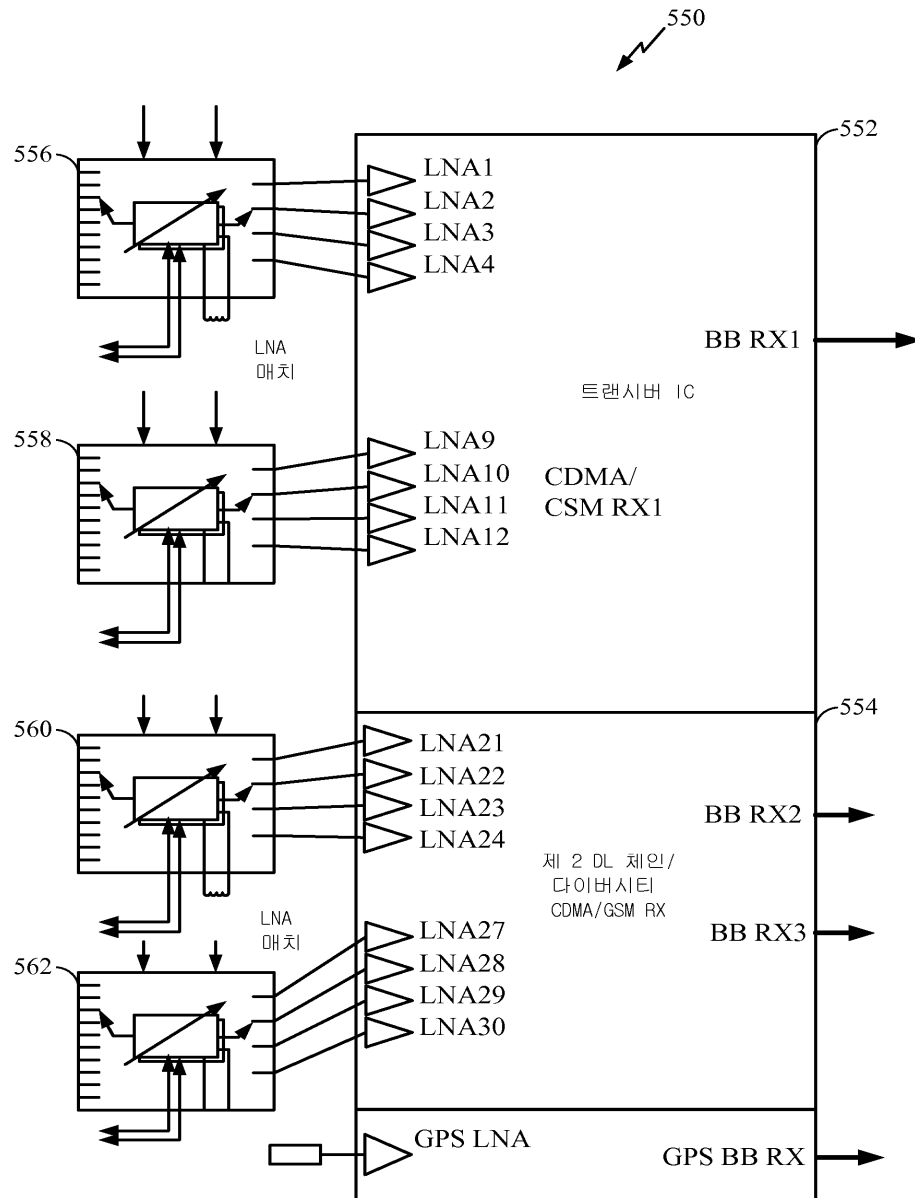
도면8



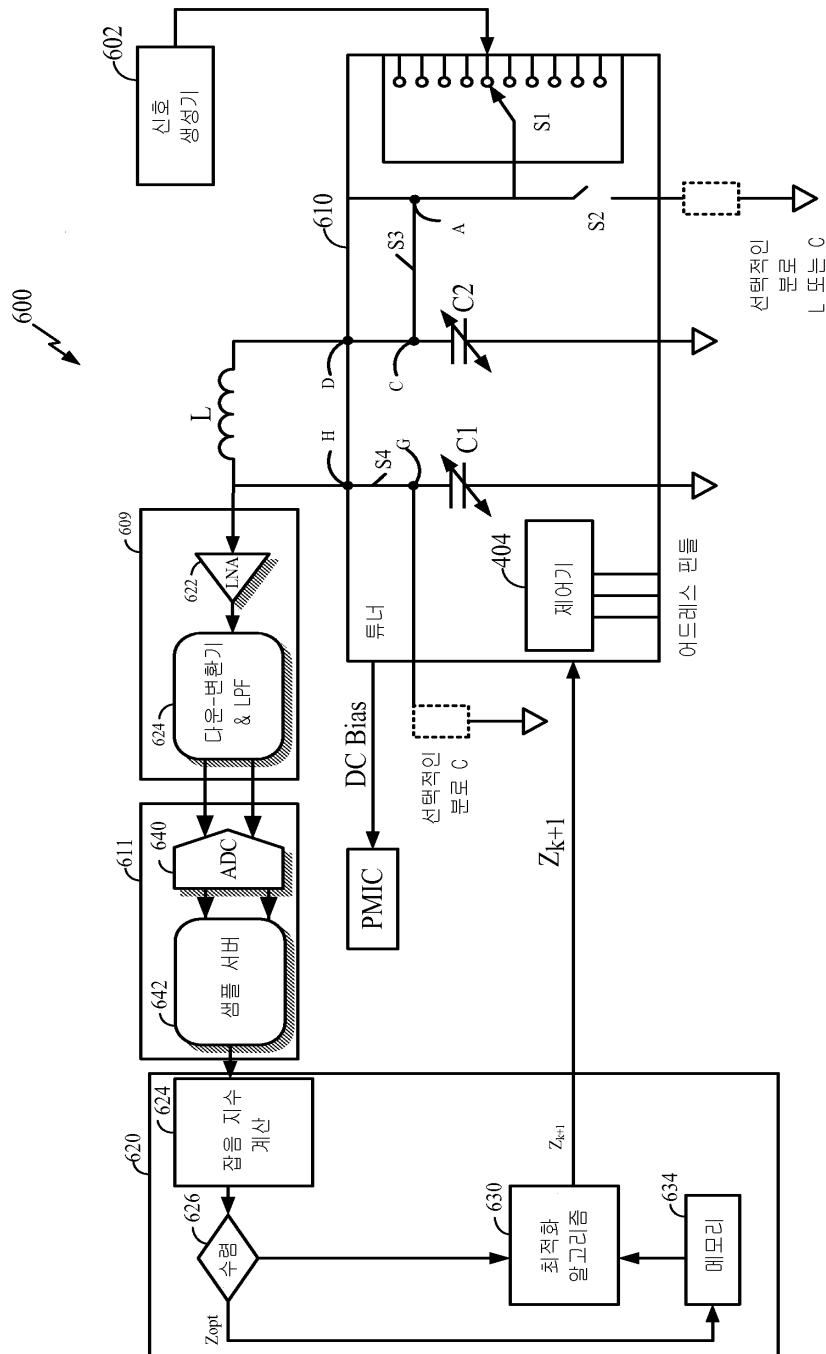
도면9



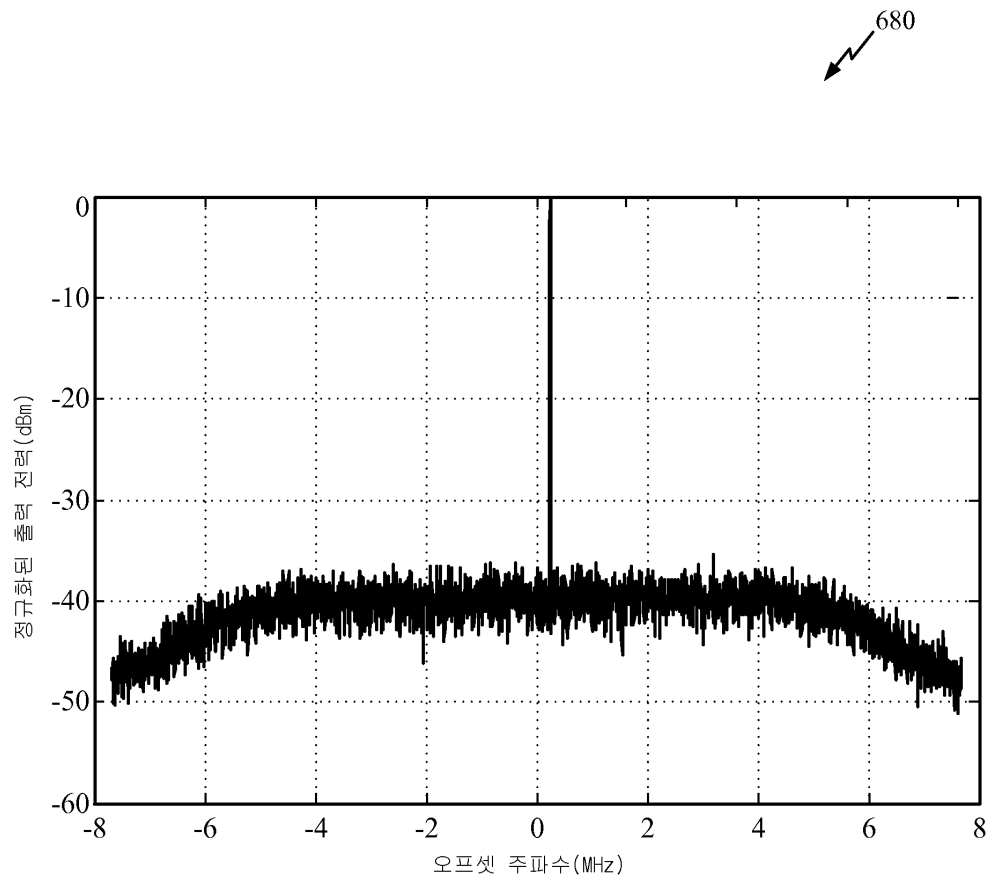
도면10



도면11



도면12



도면13

