



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년05월24일
(11) 등록번호 10-1146959
(24) 등록일자 2012년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 1/10 (2006.01) H04B 1/52 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7017125
(22) 출원일자(국제) 2008년12월23일
심사청구일자 2010년07월30일
(85) 번역문제출일자 2010년07월30일
(65) 공개번호 10-2010-0096272
(43) 공개일자 2010년09월01일
(86) 국제출원번호 PCT/US2008/088260
(87) 국제공개번호 WO 2009/088787
국제공개일자 2009년07월16일
(30) 우선권주장
12/330,798 2008년12월09일 미국(US)
61/018,572 2008년01월02일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20070104298 A1*
WO2002093807 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
켈컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(72) 발명자
컴나키스 크리스토스
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
펠리포비치 다니엘 에프
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 22 항

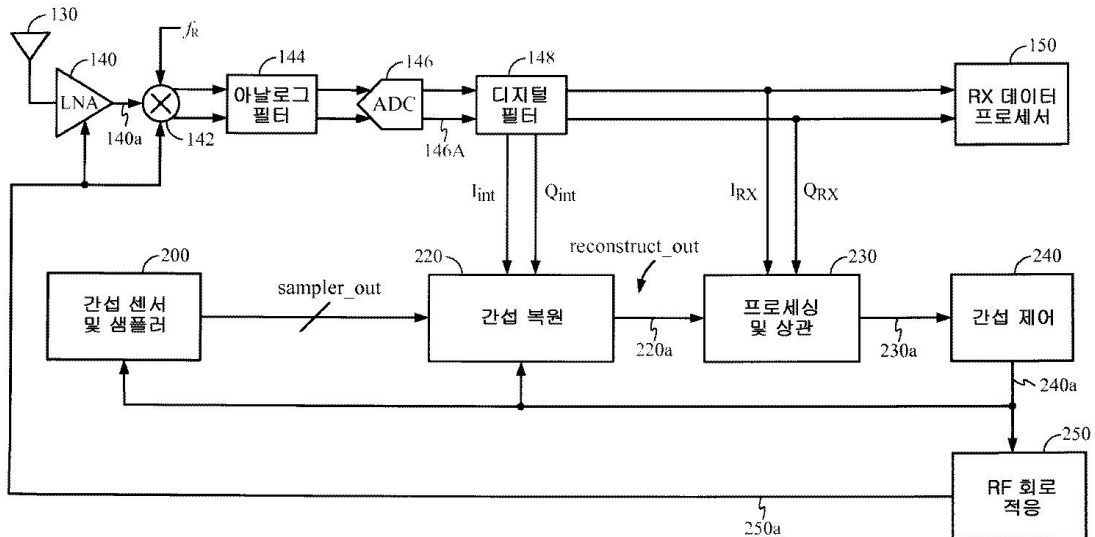
심사관 : 이선택

(54) 발명의 명칭 **간섭 검출 및 완화**

(57) 요약

간섭을 검출 및 완화하는 기술이 설명된다. 디바이스 (예를 들어, 셀룰러 폰) 는 간섭 레벨을 감지하고, 수신된 신호의 예상 간섭을 디지털적으로 복원한다. 이 디바이스는 복원된 간섭과 수신된 신호를 상관하고, 상관 결과에 기초하여 수신된 신호의 간섭을 결정할 수도 있다. 이 디바이스는 수신된 신호의 검출된 간섭에 기초하여 수신기에서의 하나 이상의 회로 블록 (예를 들어, 믹서, LNA 등) 의 동작을 조정할 수도 있다. 다른 방법으로 또는 추가적으로, 이 디바이스는 디지털 간섭을 조절하여, 수신된 신호의 간섭과 매칭하는 조절되고 복원된 간섭을 획득할 수도 있고, 이후 수신된 신호에서 조절된 간섭을 감산할 수도 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

수신된 신호를 프로세싱하여 정보를 복구하도록 구성된 간섭 완화 장치로서,
 제 1 간섭 신호를 감지 및 샘플링하여 제 1 서브신호를 발생시키는 간섭 센서 및 샘플러;
 회전 주파수만큼 상기 제 1 서브신호를 회전시켜 디지털-복원된 간섭 신호를 발생시키는 디지털 회전자;
 상기 디지털-복원된 간섭 신호를 상기 수신된 신호로부터 도출된 디지털 신호와 상관하는 상관기; 및
 상기 디지털-복원된 간섭 신호에 기초하여 저잡음 증폭기, 국부 발진기, 및 믹서 중 적어도 하나의 파라미터에 대한 조정을 제어하여 상기 수신된 신호의 간섭을 완화하는 간섭 제어 유닛을 포함하는, 간섭 완화 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 복수의 후보 회전 주파수만큼 상기 제 1 서브신호를 회전시키고;
 상기 회전된 제 1 서브신호 각각을 상기 수신된 신호로부터 도출된 디지털 신호와 상관하며;
 상기 디지털 회전자의 회전 주파수가, 상기 수신된 신호로부터 도출된 디지털 신호와 상기 회전된 제 1 서브신호 각각의 상관의 최대값과 연관된 후보 회전 주파수가 되게 설정하도록 구성되는 검색 유닛을 더 포함하는, 간섭 완화 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 회전 주파수는 RX 국부 발진기의 자극과 연관된 주파수와 RX 국부 발진기 신호 주파수 사이의 차이를 포함하는, 간섭 완화 장치.

청구항 4

수신된 신호의 간섭을 완화하는 방법으로서,
 상기 수신된 신호를 프로세싱하여 정보를 복구하는 단계;
 간섭 신호를 감지하는 단계;
 상기 감지된 간섭 신호를 샘플링하여 제 1 서브신호를 발생시키는 단계;
 회전 주파수만큼 상기 제 1 서브신호를 디지털적으로 회전시켜 디지털-복원된 간섭 신호를 발생시키는 단계;
 상기 디지털-복원된 간섭 신호를 상기 수신된 신호로부터 도출된 디지털 신호와 상관하는 단계; 및
 상기 디지털-복원된 간섭 신호에 기초하여 저잡음 증폭기, 국부 발진기, 및 믹서 중 적어도 하나의 파라미터를 조정하여 상기 수신된 신호의 간섭을 완화하는 단계를 포함하는, 간섭 완화 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
 상기 회전 주파수는 RX 국부 발진기의 자극과 연관된 주파수와 RX 국부 발진기 신호 주파수 사이의 차이를 포함하는, 간섭 완화 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서,
 복수의 후보 회전 주파수만큼 상기 제 1 서브신호를 회전시키는 단계;
 상기 회전된 제 1 서브신호 각각을 상기 수신된 신호로부터 도출된 디지털 신호와 상관하는 단계; 및

상기 디지털적으로 회전시키는 단계의 회전 주파수가, 상기 수신된 신호로부터 도출된 디지털 신호와 상기 회전된 제 1 서브신호 각각을 상관하는 단계의 최대 상관값과 연관된 후보 회전 주파수가 되게 설정하는 단계를 더 포함하는, 간섭 완화 방법.

청구항 7

수신된 신호를 프로세싱하여 정보를 복구하도록 구성된 간섭 완화 장치로서,
 상기 수신된 신호를 프로세싱하여 정보를 복구하는 수단;
 간섭 신호를 감지하는 수단;
 상기 감지된 간섭 신호를 샘플링하여 제 1 서브신호를 발생시키는 수단;
 회전 주파수만큼 상기 제 1 서브신호를 디지털적으로 회전시켜 디지털-복원된 간섭 신호를 발생시키는 수단;
 상기 디지털-복원된 간섭 신호를 상기 수신된 신호로부터 도출된 디지털 신호와 상관하는 수단; 및
 상기 디지털-복원된 간섭 신호에 기초하여 저잡음 증폭기, 국부 발진기, 및 믹서 중 적어도 하나의 파라미터를 조정하여 상기 수신된 신호의 간섭을 완화하는 수단을 포함하는, 간섭 완화 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,
 상기 회전 주파수는 RX 국부 발진기의 자극과 연관된 주파수와 RX 국부 발진기 신호 주파수 사이의 차이를 포함하는, 간섭 완화 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,
 복수의 후보 회전 주파수만큼 상기 제 1 서브신호를 회전시키는 수단;
 상기 수신된 신호로부터 도출된 디지털 신호와 상기 회전된 제 1 서브신호 각각을 상관하는 수단; 및
 상기 디지털적으로 회전시키는 것의 회전 주파수가, 상기 수신된 신호로부터 도출된 디지털 신호와 상기 회전된 제 1 서브신호 각각을 상관하는 것의 최대 상관값과 연관된 후보 회전 주파수가 되게 설정하는 수단을 더 포함하는, 간섭 완화 장치.

청구항 10

수신된 신호를 프로세싱하여 정보를 복구하도록 구성된 간섭 완화 장치로서,
 제 1 간섭 신호를 감지 및 샘플링하여 디지털-샘플링된 간섭 신호를 발생시키는 간섭 센서 및 샘플러;
 상기 디지털-샘플링된 간섭 신호에 기초하여 디지털-복원된 간섭 신호를 발생시키는 간섭 복원 유닛; 및
 상기 디지털-복원된 간섭 신호를 상기 수신된 신호로부터 도출된 디지털 신호와 상관하는 상관기; 및
 상기 상관기의 출력에 기초하여 저잡음 증폭기, 국부 발진기, 및 믹서 중 적어도 하나의 파라미터에 대한 조정을 제어하는 간섭 제어 유닛을 포함하는, 간섭 완화 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,
 상기 제 1 간섭 신호는 송신기에 의해 발생된 디지털 송신 신호를 포함하고,
 상기 디지털-샘플링된 간섭 신호는 상기 제 1 간섭 신호와 일치하는, 간섭 완화 장치.

청구항 12

제 10 항에 있어서,
 상기 간섭 제어 유닛은, 상기 수신된 신호와 국부 발진기 신호를 혼합하여 상기 상관기의 출력을 감소시키는

데 이용되는 믹서의 대칭을 제어하도록 구성되는, 간섭 완화 장치.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 간섭 복원 유닛은 상기 디지털-샘플링된 간섭 신호에 기초하여 2차 상호 변조 곱 (IM2) 을 복원하도록 구성되는, 간섭 완화 장치.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 간섭 제어 유닛은, 상기 수신된 신호를 프로세싱하여 상기 상관의 결과를 감소시키는데 이용되는 저잡음 증폭기의 선형성 모드를 조정하도록 구성되는, 간섭 완화 장치.

청구항 15

수신된 신호의 간섭을 완화하는 방법으로서,

상기 수신된 신호를 프로세싱하여 정보를 복구하는 단계;

간섭 신호를 감지하는 단계;

상기 감지된 간섭 신호를 샘플링하여 디지털-샘플링된 간섭 신호를 발생시키는 단계;

상기 디지털-샘플링된 간섭 신호에 기초하여 디지털-복원된 간섭 신호를 발생시키는 단계;

상기 디지털-복원된 간섭 신호를 상기 수신된 신호로부터 도출된 디지털 신호와 상관하는 단계; 및

상기 상관의 결과에 기초하여, 저잡음 증폭기, 국부 발진기, 및 믹서 중 적어도 하나의 파라미터를 조정하는 단계를 포함하는, 간섭 완화 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 간섭 신호를 감지하는 단계는 송신기에 의해 발생된 디지털 송신 신호를 감지하는 단계를 포함하고,

상기 감지된 간섭 신호를 샘플링하는 단계는 상기 디지털-샘플링된 간섭 신호로서 상기 감지된 간섭 신호를 제공하는 단계를 포함하는, 간섭 완화 방법.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 파라미터를 조정하는 단계는, 상기 수신된 신호와 국부 발진기 신호를 혼합하여 상기 상관의 결과를 감소시키는데 이용되는 믹서의 대칭을 조정하는 단계를 포함하는, 간섭 완화 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 디지털-복원된 간섭 신호를 발생시키는 단계는, 상기 디지털-샘플링된 간섭 신호에 기초하여 2차 상호 변조 곱 (IM2) 을 복원하는 단계를 포함하는, 간섭 완화 방법.

청구항 19

제 15 항에 있어서,

상기 파라미터를 조정하는 단계는, 상기 수신된 신호를 프로세싱하여 상기 상관의 결과를 감소시키는데 이용되는 저잡음 증폭기의 선형성 모드를 조정하는 단계를 포함하는, 간섭 완화 방법.

청구항 20

수신된 신호의 간섭을 완화하는 장치로서,

상기 수신된 신호를 프로세싱하여 정보를 복구하는 수단;

간섭 신호를 감지하는 수단;

상기 감지된 간섭 신호를 샘플링하여 디지털-샘플링된 간섭 신호를 발생시키는 수단;

상기 디지털-샘플링된 간섭 신호에 기초하여 디지털-복원된 간섭 신호를 발생시키는 수단;

상기 디지털-복원된 간섭 신호를 상기 수신된 신호로부터 도출된 디지털 신호와 상관하는 수단; 및

상기 상관의 결과에 기초하여, 저잡음 증폭기, 국부 발진기, 및 믹서 중 적어도 하나의 파라미터를 조정하는 수단을 포함하는, 간섭 완화 장치.

청구항 21

수신된 신호를 프로세싱하여 정보를 복구하도록 구성된 간섭 완화 장치로서,

제 1 간섭 신호를 감지 및 샘플링하여 제 1 서브신호를 발생시키는 제 1 간섭 센서 및 샘플러;

상기 제 1 서브신호에 기초하여 제 1 디지털-복원된 간섭 신호를 발생시키는 간섭 복원 유닛;

상기 제 1 디지털-복원된 간섭 신호에 기초하여 저잡음 증폭기, 국부 발진기, 및 믹서 중 적어도 하나의 파라미터에 대한 조정을 제어하여 상기 수신된 신호의 간섭을 완화하는 간섭 제어 유닛; 및

제 2 간섭 신호를 감지 및 샘플링하여 제 2 서브신호를 발생시키는 제 2 간섭 센서 및 샘플러를 포함하며,

상기 간섭 복원 유닛은 상기 제 2 서브신호에 기초하여 제 2 디지털 복원 간섭 신호를 발생시키도록 또한 구성되고;

상기 간섭 제어 유닛은, 간섭 선택 제어 신호에 응답하여, 상기 제 2 디지털-복원된 간섭 신호에 기초하여 저잡음 증폭기, 국부 발진기, 및 믹서 중 적어도 하나의 파라미터에 대한 조정을 제어하여 상기 수신된 신호의 간섭을 완화하도록 또한 구성되는, 간섭 완화 장치.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 제 1 디지털-복원된 간섭 신호 및 상기 제 2 디지털-복원된 간섭 신호를 상기 수신된 신호로부터 도출된 디지털 신호와 상관하는 상관기를 더 포함하며;

상기 파라미터에 대한 조정은 상기 상관기의 출력에 기초하는, 간섭 완화 장치.

청구항 23

삭제

명세서

기술분야

[0001] **우선권 주장**

[0002] 본 특허출원은 2008년 1월 2일에 출원되고 발명의 명칭이 "Interference Detection and Mitigation"인 미국 가출원 제 61/018,572호에 대해 우선권 주장하며, 본 발명의 양수인에게 양도되고, 그 개시물은 여기서 참조로서 명백히 포함된다.

배경기술

[0003] **I. 기술분야**

[0004] 본 개시물은 일반적으로 통신 수신기에 관한 것으로, 더 상세하게는 수신기에서 간섭 및/또는 왜곡을 완화하는 기술에 관한 것이다.

[0005] **II. 배경기술**

[0006] 통신 시스템에서, 송신기는 데이터를 프로세싱하여 변조된 신호를 발생시키고, 이 변조된 신호를 통신 채널을 통해 수신기로 송신한다. 이 수신기는 송신된 신호를 수신하고, 송신기에 의해 전송된 데이터를 복구하려는 시도를 한다. 이 신호는, 예를 들어, 수신기의 비선형 특징으로부터 생기는 인터-변조 프로덕트뿐만 아니라, 국부 발진기 (LO) 자극 및 다른 잡음 소스를 이용한 원하는 신호로의 대역외 재머의 선형 혼합을 포함하는 잡음, 왜곡 및 간섭에 의해 손상될 수도 있다.

[0007] 프로세싱 기술을 제공하여 이러한 신호 손상 효과를 제거하기 위해 노력하는 것이 바람직하다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0008] 본 개시물의 양태는 간섭 완화 장치를 제공하는데, 이 장치는 수신된 신호를 프로세싱하여 정보를 복구하도록 구성되며, 이 장치는 제 1 간섭 신호를 감지 및 샘플링하여 제 1 서브신호를 발생시키는 간섭 센서 및 샘플러; 회전 주파수만큼 제 1 서브신호를 회전시켜 디지털-복원된 간섭 신호를 발생시키는 디지털 회전자; 디지털-복원된 간섭 신호를 수신된 신호로부터 도출된 디지털 신호와 상관하는 상관기; 및 디지털-복원된 간섭 신호에 기초하여 수신된 신호의 프로세싱에 대한 조정을 제어하여 수신된 신호의 간섭을 완화하는 간섭 제어 유닛을 포함한다.

[0009] 본 개시물의 다른 양태는 간섭 완화 장치를 제공하는데, 이 장치는 수신된 신호를 프로세싱하여 정보를 복구하도록 구성되며, 이 장치는 제 1 간섭 신호를 감지 및 샘플링하여 디지털-샘플링된 간섭 신호를 발생시키는 간섭 센서 및 샘플러; 디지털-샘플링된 간섭 신호에 기초하여 디지털-복원된 간섭 신호를 발생시키는 간섭 복원 유닛; 디지털-복원된 간섭 신호를 수신된 신호로부터 도출된 디지털 신호와 상관하는 상관기; 및 상관기의 출력에 기초하여 수신된 신호를 프로세싱하는데 이용되는 무선-주파수 (RF) 회로 블록의 파라미터에 대한 조정을 제어하는 간섭 제어 유닛을 포함한다.

[0010] 본 개시물의 또 다른 양태는 간섭 완화 장치를 제공하는데, 이 장치는 수신된 신호를 프로세싱하여 정보를 복구하도록 구성되며, 이 장치는 제 1 간섭 신호를 감지 및 샘플링하여 제 1 서브신호를 발생시키는 제 1 간섭 센서 및 샘플러; 제 1 서브신호에 기초하여 제 1 디지털-복원된 간섭 신호를 발생시키는 간섭 복원 유닛; 제 1 디지털-복원된 간섭 신호에 기초하여 수신된 신호의 프로세싱에 대한 조정을 제어하여 수신된 신호의 간섭을 완화하는 간섭 제어 유닛; 및 제 2 간섭 신호를 감지 및 샘플링하여 제 2 서브신호를 발생시키는 제 2 간섭 센서 및 샘플러를 포함하고; 이 간섭 복원 유닛은 제 2 서브신호에 기초하여 제 2 디지털 복원 간섭 신호를 발생시키도록 또한 구성되고; 이 간섭 제어 유닛은, 간섭 선택 제어 신호에 응답하여, 제 2 디지털-복원된 간섭 신호에 기초하여 수신된 신호의 프로세싱에 대한 조정을 제어하여 수신된 신호의 간섭을 완화하도록 또한 구성된다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1 은 아날로그 섹션 (102) 및 디지털 섹션 (104) 을 포함하는 무선 디바이스 (100) 의 블록도를 도시한다.
- 도 2 는 본 개시물에 따른 일반화된 간섭 샘플링 및 프로세싱 방식의 예시적인 실시형태를 도시한다.
- 도 3a 는 수신 신호 경로로부터 신호 sampler_out 을 발생시키는 간섭 센서 및 샘플러 (200) 의 가능한 방식을 도시한다.
- 도 3b 는 송수신기의 송신기 체인의 테이블하는 연속적인 스테이지에 기초하여, 신호 sampler_out 을 발생시키는 간섭 센서 및 샘플러 (200) 의 다른 방식을 도시한다.
- 도 3c 는 다른 센서 (300, 300a, 310, 320) 의 출력에 기초하여, 신호 sampler_out 을 발생시키는 간섭 센서 및 샘플러 (200) 의 다른 방식을 도시한다.
- 도 3d 는 도 3a 내지 도 3c 에서 믹서 (152.d, 152.e, 152.i, 152.j, 152.k) 에 제공된 신호 x.d, x.e, x.i, x.j, x.k 에 대한 가능한 선택의 예시적인 실시형태를 도시한다.
- 도 4a 는 동일한 송수신기의 송신 체인에 의해 발생하는 수신 신호에서의 상호변조 왜곡 (IMD) 을 디지털적으로 복원하는 무선 디바이스 (300) 의 설계의 블록도를 도시한다.
- 도 4b 는 송신 신호의 다운컨버팅된 버전에 기초하여 디지털 IMD 복원 및 검출이 있는 무선 디바이스 (400)

의 설계의 블록도를 도시한다.

도 4c 는 도 3a 의 sampler_out 서브신호 (f) 에 기초하여 디지털 IMD 복원 및 검출을 수행하는 무선 디바이스 (402) 의 설계의 블록도를 도시한다.

도 4d 는 송신된 신호와 반드시 일치하지는 않는 간섭 신호의 다운컨버팅된 버전에 기초하여 디지털 IMD 복원 및 검출이 있는 무선 디바이스 (404) 의 설계의 블록도를 도시한다.

도 4e 는 ADC (146) 의 디지털 출력에 기초하여 디지털 IMD 복원 및 검출이 있는 무선 디바이스 (406) 의 설계의 블록도를 도시한다.

도 5a 는 2차 상호 변조 곱 (IM2) 을 발생시키는 간섭 복원 유닛의 예시적인 실시형태를 도시한다.

도 5b 는 도 3a 의 ADC (156.d) 로부터의 sampler_out 서브신호 (d) 에 기초하여 IM2 를 디지털적으로 복원하는 IM2 발생기 (162a) 의 설계의 블록도를 도시한다.

도 5c 는 도 3a 의 sampler_out 서브신호 (d) 로부터 도출되는 다운컨버팅된 I 및 Q 신호, I_{dtx} 및 Q_{dtx} 에 기초하여 IM2 를 디지털적으로 복원하는 IM2 발생기 (162b) 의 설계의 블록도를 도시한다.

도 5d 는 IM2 발생기 (164) 의 설계의 블록도를 도시한다.

도 5e 는 IM2 및 IM3 를 디지털적으로 복원하는 IMD 발생기 (166) 의 설계의 블록도를 도시한다.

도 6 은 도 2 로부터의 간섭 프로세싱 및 상관 유닛 (230) 의 예시적인 실시형태를 도시한다.

도 7 은 수신된 신호로부터 복원된 간섭을 소거하는 예시적인 실시형태를 도시한다.

도 8 은 도 7 에 도시된 바와 같은 간섭 소거 메커니즘의 특정 설계를 도시한다.

도 9a 는 IMD 조절 유닛 (900) 의 설계의 블록도를 도시한다.

도 9b 는 재머 복원 유닛 (930) 의 설계의 블록도를 도시한다.

도 10 은 디바이스, 예를 들어, 셀룰러 폰과 같은 무선 디바이스에 의해 간섭을 검출 및 완화하는 프로세스 (1000) 를 도시한다.

도 11a 는, 재머가 주파수 f_j 에 있고, 믹서 (142) 로의 입력에 주파수 f_{LO_spur} 의 LO 자극이 존재하는 시나리오를 도시한다.

도 11b 는, 주파수 f_{LO_spur} 이 선형적으로 알려져 있다고 가정하면, LO 자극과 재머의 혼합으로 인해 간섭을 디지털적으로 복원하는 본 개시물에 따른 예시적인 실시형태를 도시한다.

도 11c 는 f_j 에서의 재머로 인해 간섭을 디지털적으로 복원하는 본 개시물에 따른 예시적인 실시형태를 도시하며, 여기서 주파수 f_{LO_spur} 는 선형적으로 알려져 있지 않다.

도 12a 는, 주파수 f_j 에 재머가 존재하고, 기관 잡음이 믹서 (142) 의 LO 포트에 커플링되는 시나리오를 도시한다.

도 12b 는 f_j 에서의 재머가 기관 잡음과 혼합되는 것으로 인해 간섭을 디지털적으로 복원하는 본 개시물에 따른 예시적인 실시형태를 도시한다.

도 12c 는, 재머가 기관 잡음과 혼합되는 것으로 인해, sampler_out 이 간섭을 디지털적으로 복원하는 2 개의 서브신호 (d) 및 (1) 을 포함하는 본 개시물에 따른 예시적인 실시형태를 도시한다.

도 12d 는 주파수가 비교적 낮은 기관 잡음을 처리하는 예시적인 실시형태를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

첨부 도면과 관련하여 이하 개시되는 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태의 설명으로 의도되고, 본 발명이 실시될 수 있는 예시적인 실시형태만을 나타내는 것으로 의도되지 않는다. 이 설명 전체에 걸쳐 이용되는 용어 "예시적인"은 "실시예, 예, 또는 예시의 역할을 하는"을 의미하고, 다른 예시적인 실시형태보다 바람직하거나 유리하다고 해석되어서는 안 된다. 이 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태의 완

[0012]

전한 이해를 제공할 목적으로 특정 세부사항을 포함한다. 본 발명의 예시적인 실시형태가 이들 특정 세부사항 없이 실시될 수도 있다는 것이 당업자에게는 명백할 것이다. 몇몇 예에서, 공지된 구조 및 디바이스는 본 명세서에 제시된 예시적인 실시형태의 신규성을 모호하게 하는 것을 피하기 위해 블록도 형태로 도시된다.

[0013] 본 개시물에 따르면, 수신기에 의해 수신된 신호에 존재하는 다양한 형태의 간섭 및 왜곡을 검출 및/또는 제거하는 기술이 제공된다. 본 명세서에서 설명된 기술은 무선 디바이스, 기지국, 및 다른 전자 디바이스에 이용될 수도 있다. 무선 디바이스는 또한 이동국, 사용자 장비, 사용자 단말기, 가입국 등으로 지칭될 수도 있다. 무선 디바이스는 셀룰러 폰, 개인용 휴대 정보 단말기 (PDA), 무선 모뎀, 핸드헬드 디바이스, 핸드셋 등일 수도 있다. 이 기술은 또한 CDMA (Code Division Multiple Access) 시스템, TDMA (Time Division Multiple Access) 시스템, FDMA (Frequency Division Multiple Access) 시스템, OFDMA (Orthogonal FDMA) 시스템 등과 같은 다양한 통신 시스템에 이용될 수도 있다. 명확함을 위해, 이 기술은 CDMA 시스템의 무선 디바이스에 대해 후술된다.

[0014] 도 1 은 아날로그 섹션 (102) 및 디지털 섹션 (104) 을 포함하는 무선 디바이스 (100) 의 블록도를 도시한다. 아날로그 섹션 (102) 은 (a) 믹서 (124) 및 전력 증폭기 (PA; 126) 를 갖는 송신기 (110) 및 (b) 저잡음 증폭기 (LNA; 140), 믹서 (142), 및 아날로그 필터 (144) 를 갖는 수신기 (112) 를 포함한다.

[0015] 송신 경로 상에서, 송신 (TX) 데이터 프로세서 (120) 는 송신될 데이터를 프로세싱하여 디지털 동위상 (I) 신호, I_{TX} , 및 디지털 직교위상 (Q) 신호, Q_{TX} 를 제공한다. 디지털-아날로그 컨버터 (DAC; 122) 는 I_{TX} 및 Q_{TX} 를 아날로그 I 및 Q 신호로 컨버팅한다. 믹서 (124) 는 아날로그 I 및 Q 신호로 송신 국부 발진기 (LO) 신호를 변조하여, 변조된 신호를 제공한다. 송신 LO 신호는, 무선 디바이스 (100) 에 의한 데이터 송신에 이용되는 주파수 채널에 의해 결정되는 f_T 의 주파수에 있다. 전력 증폭기 (126) 는 변조된 신호를 증폭하여 송신 신호를 제공하며, 이는 듀플렉서 (128) 를 통해 라우팅되고 안테나 (130) 를 통해 송신된다.

[0016] 수신 경로 상에서, 안테나 (130) 는 기지국 및 다양한 간섭원 (interfering source) 에 의해 송신된 신호를 수신하여, 수신된 신호를 제공한다. 듀플렉서 (128) 는 안테나 (130) 로부터 LNA (140) 로 수신된 신호를 라우팅한다. LNA (140) 는 그 입력 신호를 증폭하여, 증폭된 신호를 제공한다. 믹서 (142) 는 수신 (RX) LO 신호로 증폭된 신호를 복조하고 기저대역 I 및 Q 신호를 제공한다. RX LO 신호는, 무선 디바이스 (100) 에 의해 수신되는 주파수 채널에 의해 결정되는 f_R 의 주파수에 있다. 아날로그 필터 (144) 는 기저대역 I 및 Q 신호를 필터링하여 잡음 및 다른 컴포넌트를 제거하고 필터링된 I 및 Q 신호를 제공한다. 필터 (144) 는 후속 디지털화 프로세스를 위해 안티-에일리어싱 (anti-alias) 필터링을 수행할 수도 있다. 아날로그-디지털 컨버터 (ADC; 146) 는 필터링된 I 및 Q 신호를 디지털화하여, 디지털 사전-디지털-필터링된 I 및 Q 신호, I_{RX} 및 Q_{RX} 를 제공한다. 디지털 필터 (148) 는 수신된 I 및 Q 신호를 필터링하고 디지털-수신된 I 및 Q 신호, I_{RX} 및 Q_{RX} 를 제공한다. 필터 (148) 는 디지털화 프로세스에 의해 발생된 잡음 및 다른 컴포넌트를 감쇠할 수도 있고, 원하는 대상인 신호를 통과시킬 수도 있다. 수신 (RX) 데이터 프로세서 (150) 는 수신된 I 및 Q 신호를 프로세싱하고 디코딩된 데이터를 제공한다.

[0017] 컨트롤러/프로세서 (190) 는 무선 디바이스 (100) 내에서 다양한 유닛의 동작을 지시한다. 메모리 (192) 는 무선 디바이스 (100) 를 위한 데이터 및 프로그램 코드를 저장한다.

[0018] 일반적으로, 수신기는, 예를 들어, 슈퍼헤테로다인 아키텍처 또는 다이렉트-투-베이스밴드 (direct-to-baseband) 아키텍처로 구현될 수도 있다. 슈퍼헤테로다인 아키텍처에서, 수신된 신호는 다수의 스테이지, 예를 들어, 일 스테이지에서 RF 로부터 중간 주파수 (IF) 로, 그리고 그 다음에 다른 스테이지에서 IF 로부터 기저대역으로 주파수-다운컨버팅된다. 다이렉트-투-베이스밴드 아키텍처에서, 도 1 에 도시된 바와 같이, 수신된 신호는 일 스테이지에서 RF 로부터 직접 기저대역으로 주파수-다운컨버팅된다. 슈퍼헤테로다인 및 다이렉트-투-베이스밴드 아키텍처는 상이한 회로 블록을 이용하고/하거나 상이한 요건을 가질 수도 있다. 송신기는 또한 (도 1 에 도시된 바와 같이) 슈퍼헤테로다인 아키텍처 또는 다이렉트-프롬-베이스밴드 (direct-from-baseband) 아키텍처로 구현될 수도 있다. 송신기는 또한 임의의 다른 적절한 아키텍처, 예를 들어, PLL 에 의한 반송파로의 기저대역 위상의 직접 변조, 이어서 반송파의 진폭 변조로 구현될 수도 있다. 명확함을 위해, 다음의 설명은 다이렉트-투-베이스밴드 아키텍처에 대한 것이다.

- [0019] 도 1 이 단순화된 송수신기 설계를 나타낸 것이라는 것을 주의한다. 통상적인 송수신기에서, 송신 및 수신 경로에서의 신호는 증폭기, 필터, 믹서 등의 하나 이상의 스테이지에 의해 조절될 수도 있다. 회로 블록은 또한 도 1 에 도시된 구성과 상이하게 배열될 수도 있다. 게다가, 도 1 에 도시되지 않은 다른 회로 블록은 또한 송신 및 수신 경로에서의 신호를 조절하는데 이용될 수도 있다. 예를 들어, 각 믹서 앞 및/또는 뒤에 필터들 및/또는 증폭기들이 추가될 수도 있다. 이러한 다른 예시적인 실시형태는 본 개시물의 범위 내에 있는 것으로 예기된다.
- [0020] 도 2 는 본 개시물에 따른 일반화된 간섭 샘플링 및 프로세싱 방식의 예시적인 실시형태를 도시한다. 도 2 에서, 간섭 센서 및 샘플러 (200) 는 원하는 RX 신호를 손상시킬 수도 있는 간섭 신호를 감지한다. 이들은, 예를 들어, LNA (140) 의 입력 또는 출력에 존재하는 대역외 제머, 칩 기관 상의 잡음, RX 또는 TX LO (국부 발진기) 신호에 존재하는 자극뿐만 아니라, 이러한 간섭 신호의 혼합된 곱을 포함할 수도 있다. 간섭 센서 및 샘플러 (200) 의 세부사항은 본 명세서에서 도 3a 내지 도 3c 를 참조하여 더욱 개시된다.
- [0021] 간섭 센서 및 샘플러 (200) 는 디지털 출력 sampler_out 을 간섭 복원 유닛 (220) 에 제공한다. sampler_out 은 간섭 센서 및 샘플러 (200) 에 의해 검출된 하나 이상의 타입의 간섭의 레벨을 나타내는 하나 이상의 서브신호를 포함할 수도 있다. 본 명세서 및 청구범위에서, 달리 기재되지 않으면, 용어 "감지 (sense)" 는 후속 프로세싱을 위해 간섭을 포함한 신호의 일부 또는 신호를 선택하는 행위를 나타내며, 용어 "샘플링" 은, 감지된 간섭 신호에 적용되어 이후 본 명세서에서 설명될 간섭 복원 유닛 (220) 에 대한 입력 신호로서 적절하게 만드는 프로세싱을 나타낸다는 것을 주의한다. 간섭 복원 유닛 (220) 이 편리하게 (HW 또는 SW 에서) 디지털이므로, 적절한 입력 신호는 시간 및 진폭 둘 다가 이산된 신호인 것이 바람직하다. 예시적인 실시형태에서, (예를 들어, 감지된 간섭 신호가 이미 디지털 형태인 경우) 이러한 이산화가 필요하지 않으면, "샘플링된" 신호는 "감지된" 신호와 일치할 수도 있다. 이러한 예시적인 실시형태는 본 개시물의 범위 내에 있는 것으로 예기된다.
- [0022] 간섭 센서 및 샘플러 (200) 로부터의 sampler_out 에 기초하여, 간섭 복원 유닛 (220) 은 신호 reconstruct_out, 또는 220a 를 발생시킨다. reconstruct_out 은 디지털 RX 신호 I_{RX} 및 Q_{RX} 에 존재할 것으로 예상되는 간섭 신호의 디지털 복원이다. 특히, reconstruct_out (220a) 은, 원하는 RX 신호와 동일한 스펙트럼을 공유할 수도 있어서 필터링만으로 제거될 수 없는 간섭 신호의 일부를 포함한다.
- [0023] I_{RX} 및 Q_{RX} 와 복원된 간섭 (220a) 을 상관하는 프로세싱 및 상관 유닛 (230) 에 reconstruct_out (220a) 이 제공될 수도 있다. 프로세싱 및 상관 유닛 (230) 은 디지털-복원된 간섭이 어느 정도로 실제로 수신된 RX 신호에 존재하는지를 결정한다. 수신된 I 및 Q 신호의 간섭이 감소되도록 검출된 간섭 레벨에 기초하여, 하나 이상의 신호 (미도시) 를 발생시켜 하나 이상의 회로 블록을 조정할 수도 있는 간섭 제어 유닛 (240) 에 프로세싱 및 상관 유닛 (230) 의 출력 (230a) 이 제공된다. 이러한 제어될 블록의 예는 LNA (140), RX LO 발생기, 및 믹서 (142) 를 포함하지만, 이에 제한되지 않는다. 도 7 및 도 8 을 참조하여 이하에 설명되는 다른 예시적인 실시형태에서, 디지털-복원된 간섭은 디지털 수신된 신호로부터 조절 및 소거될 수도 있다.
- [0024] 예시적인 실시형태에서, 간섭 제어 유닛 (240) 은, 예를 들어, 필터 특징 등과 같이, 간섭 복원 유닛 (220) 내에서 조정가능한 파라미터의 조정을 제어 및 가이드하기 위해 간섭 복원 유닛 (220) 으로 다시 공급되는 제어 신호 (240a) 를 발생시킬 수도 있다. 게다가, 신호 (240a) 는 검출된 간섭에 응답하여 RF 회로의 파라미터를 조정하기 위해 RF 회로 적응 유닛 (250) 에 제공될 수도 있다. 도시된 예시적인 실시형태에서, LNA (140) 및 믹서 (142) 의 파라미터를 조정하기 위해 RF 회로 적응 유닛 (250) 의 출력 신호 (250a) 가 제공된다. 당업자는 RF 회로 적응 유닛 (250) 의 예시적인 실시형태를 도출하여 도 2 에 도시되지 않은 다른 RF 회로를 조정할 수도 있고, 이러한 예시적인 실시형태는 본 개시물의 범위 내에 있는 것으로 예기된다. 당업자는 또한 RF 회로 적응 유닛 (250) 의 기능성이 몇몇 예시적인 실시형태에서 간섭 제어 유닛 (240) 에 통합될 수도 있다는 것을 알 것이다.
- [0025] 도 3a 는 수신 신호 경로로부터 감지된 신호로부터 신호 sampler_out 을 발생시키는 간섭 센서 및 샘플러 (200) 의 가능한 방식을 도시한다. 도 3a 에서, sampler_out 은 복수의 서브신호 (a)-(h) 를 포함하는 것으로 도시된다. 당업자는 특히 예시적인 실시형태에서, 간섭 센서 및 샘플러 (200) 가 도시된 서브신호의 임의의 서브세트 또는 전부를 포함하는 sampler_out 을 발생시킬 수도 있다는 것을 파악할 것이다. 이러한 예시적인 실시형태는 본 개시물의 범위 내에 있는 것으로 예기된다. 도 3a 에서, I 및 Q 컴포넌트 둘 다를 포함하는 신호는 설명의 용이성을 위해 단일 신호로 도시될 수도 있다는 것을 주의한다.
- [0026] 도 3a 에서, sampler_out 서브신호 (a) 내지 (f) 는 수신 (RX) 신호 프로세싱 체인의 연속적인 스테이지의 출

력으로부터 감지된다. 서브신호 (a) 는 ADC (146) 의 출력으로부터 직접 감지된다. 서브신호 (b) 는 ADC (146) 에 대한 입력으로부터 감지되고, 별개 ADC (156.b) 에 의해 디지털화된다. 서브신호 (c) 는 아날로그 필터 (144) 에 대한 입력으로부터 감지되고, 별개 아날로그 필터 (154.c) 에 의해 필터링되고 ADC (156.c) 에 의해 디지털화될 수도 있다. 서브신호 (d) 는 믹서 (142) 에 대한 입력으로부터 감지되고, 별개 믹서 (152.d) 에 의해 다운컨버팅될 수도 있다. 믹서 (152.d) 는 LNA 의 출력과 신호 x.d 를 혼합할 수도 있다. 예시적인 실시형태에서, 신호 x.d 는 도 3d 를 참조하여 본 명세서에서 이후 설명될 원리에 따라 선택될 수도 있다. 믹서 (152.d) 의 출력은 아날로그 필터 (154.d) 에 의해 필터링되고 ADC (156.d) 에 의해 디지털화된다. 서브신호 (e) 는 LNA (140) 에 대한 입력으로부터 감지되고, 별개 LNA (150.e), 믹서 (152.e), 아날로그 필터 (154.e) 및 ADC (156.e) 에 의해 프로세싱될 수도 있다. LNA (150.e) 는 감지된 신호를 증폭하고, 믹서 (152.e) 를 이용하여 이 신호와 신호 x.e 를 혼합할 수도 있다. 예시적인 실시형태에서, 신호 x.e 는 도 3d 를 참조하여 본 명세서에서 이후 설명될 원리에 따라 선택될 수도 있다. 믹서 (152.e) 의 출력은 아날로그 필터 (154.e) 에 의해 필터링되고 ADC (156.e) 에 의해 디지털화된다. 서브신호 (f) 는 또한 LNA (140) 에 대한 입력으로부터 감지되고, 이는 비선형 디바이스 (172) 로 공급된다. 비선형 디바이스 (172) 의 출력은 아날로그 필터 (154.f) 로 제공되고, ADC (156.f) 에 의해 디지털화된다.

[0027] 다른 예시적인 실시형태 (미도시) 에서, 서브신호 (f1) 는 LNA 의 출력 (140a) 으로부터 감지되고, 비선형 디바이스로 공급될 수도 있다. 비선형 디바이스의 출력은 아날로그 필터로 제공되고, ADC 에 의해 디지털화되어, 서브신호 (f1) 을 발생시킬 수도 있다.

[0028] 당업자는 다른 수신기 예시적인 실시형태가 자동 이득 제어 (AGC), 추가 필터 등과 같이, 도 3a 에 도시되지 않은 유닛을 채용할 수도 있다는 것을 파악할 것이다. 신호 sampler_out 은 적절한 변경으로, 도시되지 않은 이러한 스테이지의 입력 또는 출력으로부터 감지된 추가 서브신호를 포함할 수도 있다. 이러한 예시적인 실시형태는 본 개시물의 범위 내에 있는 것으로 예기된다.

[0029] 신호 sampler_out 은 또한 도 2 에 도시된 안테나 (130) 와 별개인 보조 안테나로부터 감지된 추가 서브신호 (미도시) 를 포함할 수도 있다. 예시적인 실시형태에서, 보조 안테나는 안테나 (130) 보다는 타깃인 간섭 소스에 물리적으로 더 가깝게 위치할 수도 있거나, 간섭 소스로 더 잘 튜닝된 주파수 전송 특징을 가질 수도 있다.

[0030] 도 3b 는 송수신기의 송신기 (TX) 신호 프로세싱 체인의 테이블하는 연속적인 스테이지에 기초하여, 신호 sampler_out 을 발생시키는 간섭 센서 및 샘플러 (200) 의 다른 방식을 도시한다. 예를 들어, 전 2중 (full-duplex) 동작 동안에 대역통과 필터의 불완전한 감쇠로 인해, 간섭 요인 (interferer) 이 RX 체인으로 누설되는 송수신기의 TX 신호인 경우에, 도 3b 에 도시된 바와 같이 송신기 체인으로부터 간섭 요소를 감지하는 것이 유리할 수도 있다. 도 3b 에서, 서브신호 (g) 는 TX 데이터 프로세서 (120) 의 출력으로부터 직접 감지된다. 서브신호 (h) 는 DAC (122) 의 출력으로부터 감지되고, 이는 ADC (156.h) 에 의해 디지털 형태로 재컨버팅된다. 서브신호 (i) 는 TX 믹서 (124) 의 출력으로부터 감지되고, 이는 필터링 및 디지털 형태로 컨버팅되기 전에 믹서 (152.g) 에 의해 다운컨버팅된다. 서브신호 (j) 는 전력 증폭기 (PA; 126) 의 출력으로부터 감지되고, 이는 필터링 및 디지털 형태로 컨버팅되기 전에 믹서 (152.j) 에 의해 다운컨버팅된다.

[0031] 당업자는 다른 송신기 예시적인 실시형태가 사전-증폭 스테이지, 추가 필터 등과 같이, 도 3b 에 도시되지 않은 유닛을 채용할 수도 있다는 것을 파악할 것이다. 신호 sampler_out 은 적절한 변경으로, 도시되지 않은 이러한 스테이지의 입력 또는 출력으로부터 감지된 추가 서브신호를 포함할 수도 있다. 이러한 예시적인 실시형태는 본 개시물의 범위 내에 있는 것으로 예기된다.

[0032] 도 3c 는 다른 센서 (300, 300a, 310, 320) 의 출력에 기초하여, 신호 sampler_out 을 발생시키는 간섭 센서 및 샘플러 (200) 의 다른 방식을 도시한다. 예시적인 실시형태에서, 임의의 다른 센서 (300, 300a, 310, 320) 는 도 3a 및 도 3b 에 도시된 서브신호 (a) 내지 (j) 를 발생시키는데 이용되는 신호 이외의 간섭 신호를 감지할 수도 있다. 예를 들어, 센서는 수신기 회로가 있는 기관에 존재하는 기관 잡음을 감지할 수도 있다.

[0033] 도 3c 에서, 서브신호 (m) 은 센서 (320) 의 출력으로부터 감지되고, 이는 ADC (156.m) 에 의해 디지털 형태로 컨버팅된다. 서브신호 (l) 은 센서 (310) 의 출력으로부터 감지되고, 이는 ADC (156.l) 에 의해 디지털 형태로 컨버팅되기 전에 아날로그 필터 (154.l) 에 의해 프로세싱된다. 서브신호 (k) 는 센서 (300) 의 출력으로부터 감지되고, 이는 필터링 및 디지털화되기 전에 믹서 (152.k) 에 의해 다운컨버팅된다. 서

브신호 (k1) 은 센서 (300a) 의 출력으로부터 감지되고, 증폭기 (151) 에 의해 증폭되고, 믹서 (152.k1) 에 의해 다운컨버팅된 후, 필터링 및 디지털화된다. 당업자는 도 3c 에 도시된 예시적인 실시형태에 다양한 추가 유닛이 추가될 수도 있다는 것을 알 것이고, 이러한 변경이 또한 본 개시물의 범위 내에 있는 것으로 예기된다.

- [0034] 예시적인 실시형태에서, 임의의 센서 (300-320) 는 칩 기관 상에 존재하는 잡음의 레벨을 감지할 수도 있다. 다른 예시적인 실시형태에서, 임의의 센서 (300-320) 는 또한 회로에 존재하는 잡음의 임의의 다른 레벨을 샘플링할 수도 있다.
- [0035] 예시적인 실시형태에서, 임의의 센서 (300-320) 는 도 1 에 도시된 것과 같은 안테나 (130) 보다는 타깃인 간섭 소스에 물리적으로 더 가깝게 위치하거나, 그렇지 않으면 간섭 소스로 더 잘 튜닝된 주파수 전송 특징을 가질 수도 있다.
- [0036] 도 3d 는 도 3a 내지 도 3c 에서 믹서 (152.d, 152.e, 152.i, 152.j, 152.k) 에 각각 제공된 신호 x.d, x.e, x.i, x.j, x.k 에 대한 가능한 선택의 예시적인 실시형태를 도시한다. 도 3d 에서, x 는 신호 x.d, x.e, x.i, x.j, x.k 중 임의의 하나를 나타낼 수도 있다. 예시적인 실시형태에서, x 는 예를 들어, 스위치 (S) 를 이용하여 도시된 선택 중 임의의 선택으로부터 정규 동작 중에 선택될 수도 있다. 다른 예시적인 실시형태에서, x 는 도시된 선택 중 임의의 하나의 선택으로 고정될 수도 있다.
- [0037] 신호 x 에 대한 제 1 선택은 도 1 의 송신 국부 발진기 (TX LO) 신호이다. 이 선택은, 도 4b 및 도 4c 에 관해 본 명세서에서 이후 설명되는 바와 같이, 복원되길 바라는 간섭이 송신기 자체에 의해 발생된 송신 신호로부터 발생하는 경우에 유리할 수도 있다.
- [0038] 신호 x 에 대한 제 2 선택은 도 1 의 수신 국부 발진기 (RX LO) 신호이다.
- [0039] 신호 x 에 대한 제 3 선택은 선택된 주파수를 갖는 임의의 다른 LO 이다. 예를 들어, 예시적인 실시형태에서, 이러한 다른 LO 는 도 11a 에 관해 본 명세서에서 이후 설명되는 바와 같이, RX 또는 TX LO 의 자극의 주파수를 갖는 것으로 선택될 수도 있다.
- [0040] 신호 x 에 대한 제 4 선택은 임의의 간섭 신호 센서의 아날로그 출력이다. 예를 들어, 예시적인 실시형태에서, 센서는 칩 기관 상에 존재하는 잡음을 검출하는 기관 잡음 센서일 수도 있다. 이 예시적인 실시형태의 추가 세부사항은 도 12a 및 도 12b 에 관해 본 명세서에서 설명된다.
- [0041] 본 개시물에 따르면, sampler_out 서브신호를 포함하는 신호 sampler_out 은 간섭 복원 유닛 (220) 에 제공되어, 상호 변조 곱, 또는 수신된 신호에 존재하는 것으로 예상되는 다른 간섭 항을 디지털적으로 복원할 수도 있다. 이러한 곱 및 간섭 항은 1차 선형 곱 (예를 들어, 제머의 직접 주파수 변환), 2차 상호 변조 곱 (IM2), 3차 상호 변조 곱 (IM3), 및/또는 더 높은 차수의 곱을 포함할 수도 있지만, 이에 제한되지 않는다.
- [0042] 몇몇 예시적인 실시형태에서, 신호 sampler_out 은 도 2 의 프로세싱 및 상관 모듈 (230) 로 집적 전달될 수도 있고, 즉, 간섭 복원 유닛 (220) 은 단순 통과 (pass-through) 유닛일 수도 있다. 이러한 예시적인 실시형태는 본 개시물의 범위 내에 있는 것으로 예기된다.
- [0043] 도 3a 내지 도 3c 가 각 타입의 sampler_out 서브신호의 단일 인스턴스를 나타내지만, 당업자는 신호 sampler_out 이 일반적으로 임의의 서브신호의 다중 인스턴스, 및/또는 임의의 서브신호와 임의의 다른 서브신호의 임의 조합을 포함할 수도 있다는 것을 파악할 것이라는 것을 주의한다. 예를 들어, sampler_out 은 제 1 서브신호 (d)(여기서 x.d 는 주파수 f1 을 가짐), 제 2 서브신호 (d)(여기서 x.d 는 주파수 f2 를 가짐) 를 포함하는 등의 복합 신호일 수도 있다. 이러한 예시적인 실시형태는 본 개시물의 범위 내에 있는 것으로 예기된다.
- [0044] 당업자는 그 플렉시빌리티로 인해, 도 3a 내지 도 3c 에 도시된 간섭 센서 및 샘플러 (200) 의 예시적인 실시형태가 신호 수신 조건에 따라 수신된 신호에서의 상이한 타입의 간섭을 처리하도록 동적으로 구성될 수도 있다는 것을 알 것이다. 예를 들어, 간섭 센서 및 샘플러 (200) 는 다른 방법으로는, 제 1 타입의 간섭이 검출되는 경우에 프로세싱을 위해 제 1 sampler_out 서브신호를 발생시키고, 제 2 타입의 간섭이 검출되는 경우에 프로세싱을 위해 제 2 sampler_out 서브신호를 발생시키도록 구성될 수도 있다. 예시적인 실시형태에서, 간섭 제어 유닛 (240) 에 의해 제공된 제어 신호 (240a) 는, 간섭 센서 및 샘플러 (200) 에 의해 어떤 서브신호가 발생되는지를 지정하는 간섭 선택 제어 신호를 더 포함할 수도 있다. 예시적인 실시형태에서, 간섭 선택 제어 신호는 검출된 간섭의 타입에 기초하여 수신된 신호에 존재하도록 구성될 수도 있다.

- [0045] 도 4a 내지 도 4e 는 수신된 신호에서의 특정 타입의 간섭의 효과를 완화하는 예시적인 실시형태에 대한 도 2 의 일반 아키텍처의 특정 적용을 도시한다. 도 4a 내지 도 4e 에 도시된 예시적인 실시형태는 예시의 역할만을 하는 것으로 의도되고, 도 2 의 일반 아키텍처의 범위를 도시된 임의의 특정 예시적인 실시형태로 제한하려고 의도되지 않는다.
- [0046] 도 4a 는 동일한 송수신기의 송신 체인으로부터 누설된 신호에 기인하는 수신 신호에서의 상호변조 왜곡 (IMD) 을 디지털적으로 복원하는 무선 디바이스 (300) 의 설계의 블록도를 도시한다. 도 4a 에서, 송신 신호의 일부가 듀플렉서 (128) 를 통해 LNA (140) 로 누설되는 것으로 도시된다. 따라서, LNA (140) 의 입력에서의 신호는 전력 증폭기 (126) 로부터의 송신 신호 누설뿐만 아니라, 안테나 (130) 로부터 수신된 신호를 포함한다. 이 특정 간섭 소스를 처리하기 위해, 이하에 더 설명되는 바와 같이, 수신기는 sampler_out 서브신호 (g) 에 기초하여 수신기 체인으로 누설된 송신 신호의 일부를 디지털적으로 복원할 수도 있다.
- [0047] 도 4a 에서, IMD 복원 및 검출은 도 3b 에 도시된 sampler_out 서브신호 (g) 에 기초한다. 서브신호 (g) 의 컴포넌트는 I_{TX} 및 Q_{TX} 로 지칭된다. 무선 디바이스 (300) 는 도 1 의 무선 디바이스 (100) 내에 유닛 들 (120 내지 150, 190 및 192) 을 포함한다. 무선 디바이스 (300) 는 IMD 발생기 (160), IMD 상관기 (170), 및 IMD 제어 유닛 (180) 을 더 포함하며, 이는 각각 도 2 의 간섭 복원 유닛 (220), 간섭 프로세싱/상관 유닛 (230), 및 간섭 제어 유닛 (240) 의 특정 예시적인 실시형태이다. 도 4a 의 예시적인 실시형태에서, 간섭 센서 및 샘플러 (200) 는 간섭 복원 유닛 (220) 과 TX 데이터 프로세서 (120) 의 신호 I_{TX} 및 Q_{TX} 사이의 단순한 접속일 수도 있다는 것을 주의한다. 다른 방법으로는, 간섭 센서 및 샘플러 (200) 는 도 3a 내지도 3c 에 도시된 바와 같이 구현될 수도 있으며, 이때 sampler_out 서브신호 (g) 는 복수의 서브신호 중에서 선택적으로 인에이블된다.
- [0048] 도 4a 에서, IMD 발생기 (160) 는 TX 데이터 프로세서 (120) 로부터 디지털 I 및 Q 신호, I_{TX} 및 Q_{TX} 를 수신한다. IMD 발생기 (160) 는 송신 신호로 인해 IMD 를 디지털적으로 복원할 수도 있다. IMD 상관기 (170) 는 복원된 IMD 및 수신된 I 및 Q 신호, I_{RX} 및 Q_{RX} 를 디지털 필터 (148) 로부터 수신하고, 디지털적으로 복원된 IMD 를 I_{RX} 및 Q_{RX} 와 상관한다. IMD 제어 유닛 (180) 은 상관 결과에 기초하여 수신된 I 및 Q 신호에서의 IMD 레벨을 결정한다. IMD 제어 유닛 (180) 은, 수신된 I 및 Q 신호에서의 IMD 가 감소되도록 검출된 IMD 레벨에 기초하여 하나 이상의 회로 블록을 조정하기 위해 하나 이상의 제어를 발생시킨다. 도 4a 에서, LNA (140) 및 믹서 (142) 의 특징은 IMD 제어 유닛에 의해 조정되는 것으로 도시되지만, 본 개시물은 LNA 및 믹서 블록만의 조정에 제한되지 않는다.
- [0049] (도 4a 에 도시되지 않은) 다른 예시적인 실시형태에서, 도 8 을 참조하여 본 명세서에서 이후 설명되는 바와 같이, IMD 발생기 (160) 는 또한 중간 I 및 Q 신호, I_{int} 및 Q_{int} 를 디지털 필터 (148) 로부터 수신할 수도 있다.
- [0050] 도 4a 의 예시적인 실시형태에서, 무선 디바이스 (300) 는 송신 신호의 디지털 버전에 기초하여 IMD 를 복원한다. 이는 IMD 를 복원하는 프로세싱이 여분의 아날로그 회로를 이용하지 않고 디지털적으로 수행되므로, 무선 디바이스 (300) 의 설계를 단순화하고 비용을 감소시킬 수도 있다.
- [0051] 도 4b 는 송신 신호의 다운컨버팅된 버전에 기초하여 디지털 IMD 복원 및 검출이 있는 무선 디바이스 (400) 의 설계의 블록도를 도시한다. 이 예시적인 실시형태에서, 도 3a 의 sampler_out 서브신호 (d) 는 추가 프로세싱을 위해 유효하게 선택된다. TX LO, 또는 TX LO 와 동일한 주파수를 갖는 신호는 믹서 (152.d) 에 적용된 신호 x.d 로서 이용되어 서브신호 (d) 를 발생시킬 수도 있다.
- [0052] 도 4b 에서, 무선 디바이스 (400) 는 도 1 의 무선 디바이스 (100) 내의 유닛 (120 내지 150, 190 및 192) 을 포함한다. 무선 디바이스 (400) 는 IMD 발생기 (162), IMD 상관기 (170), 및 IMD 제어 유닛 (180) 을 더 포함한다. IMD 발생기 (162), IMD 상관기 (170), 및 IMD 제어 유닛 (180) 은 각각 간섭 복원 유닛 (220), 간섭 프로세싱/상관 유닛 (230), 및 간섭 제어 유닛 (240) 의 특정 예시적인 실시형태이다.
- [0053] 도 4b 에서, 도 4a 에서와 같이, 송신 신호의 일부는 듀플렉서 (128) 를 통해 LNA (140) 로 누설되는 것으로 도시된다. 따라서, LNA (140) 의 입력에서의 신호는 전력 증폭기 (126) 로부터의 송신 누설 신호뿐만 아니라 안테나 (130) 로부터 수신된 신호를 포함한다. 이 특정 간섭 소스를 타깃으로 하기 위해, 도 3d 를 참조하여 일찍이 설명한 바와 같이, 서브신호 (d) 에 대응하는 발진기 신호 x.d 는 TX LO 신호로 설정될 수도

있다.

[0054] 믹서 (152.d) 는 x.d 를 이용하여 LNA (140) 로부터 증폭된 신호를 복조한다. 도시된 예시적인 실시형태에서, 동일한 송신 LO 신호는 간섭 샘플링 경로에서의 믹서 (152.d) 및 송신 경로에서의 믹서 (124) 둘 다에 제공된다. 아날로그 필터 (154.d) 는 기저대역 I 및 Q 신호를 필터링하여, 잡음 및 다른 컴포넌트를 제거하고, 필터링된 I 및 Q 신호를 제공한다. ADC (156.d) 는 필터링된 I 및 Q 신호를 디지털화하고, 도 4b 에서 I_{dtx} 및 Q_{dtx} 로 지칭된 sampler_out 서브신호 (d) 를 IMD 발생기 (162) 에 제공한다. 유닛 (152.d, 154.d, 156.d) 은 도 3a 에 도시된 간섭 센서 및 샘플러 (200) 의 예시적인 실시형태에서 sampler_output 서브신호 (d) 를 발생시키는 유닛에 대응한다.

[0055] 도 4b 에서, 도 8 을 참조하여 이후 설명되는 바와 같이, IMD 발생기 (162) 는 ADC (156.d) 로부터 I_{dtx} 및 Q_{dtx} 를 수신하고, 또한 중간 I 및 Q 신호, I_{int} 및 Q_{int} 를 디지털 필터 (148) 로부터 수신한다. IMD 발생기 (162) 는 송신 누설 신호로 인해 IMD 를 디지털적으로 복원한다. IMD 상관기 (170) 는 디지털 IMD 및 수신된 I 및 Q 신호, I_{rx} 및 Q_{rx} 를 디지털 필터 (148) 로부터 수신하고, 수신된 I 및 Q 신호와 디지털적으로 복원된 IMD 를 상관하며, 상관 결과를 제공한다. IMD 제어 유닛 (180) 은 상관 결과에 기초하여 수신된 I 및 Q 신호에서의 IMD 레벨을 결정하고, 하나 이상의 회로 블록에 대한 하나 이상의 제어를 발생시켜 검출된 IMD 레벨을 감소시킨다. 이전에 언급한 바와 같이, sampler_out 서브신호 (d) 가 송신 신호 누설의 효과를 포함하지만, 이는 또한 안테나 (130) 로부터 수신된 신호에서 원하는 RX 신호를 포함한다. 결과적으로, 서브신호 (d) 에 기초한 임의의 IMD 복원은 또한 원하는 RX 신호를 포함할 수도 있다. 그러나, 예시적인 실시형태에서, 원하는 RX 신호의 크기는 통상적으로 간섭 신호의 크기보다 훨씬 작다. 예를 들어, 간섭 신호는 원하는 신호보다 50-80 dB 높은 전력 레벨을 가질 수도 있다. 이러한 경우에, 간섭 복원/소거에 대한 원하는 신호의 효과는 무시해도 좋은 것으로 여겨질 수도 있다.

[0056] 신호 x.d 가 TX LO 와 동일한 주파수를 갖는 것으로 도 4b 의 예시적인 실시형태가 도시되었지만, 당업자는 신호 x.d 가 동일한 송신기의 TX LO 와 연관된 동일한 주파수를 가질 필요가 없다는 것을 파악할 것이다. 일반적으로, 도 4d 를 참조하여 더 설명되는 바와 같이, x.d 의 주파수는 원하는 신호로의 간섭을 야기하는 것으로 예상되는 임의의 제머로 튜닝될 수도 있다. 이러한 제머는 IEEE 802.11 표준, 다른 셀룰러 라디오 표준, 블루투스 프로토콜, 및/또는 FM 라디오 송신기에 따라 동작하는 근접 (예를 들어, 동일한 보드 또는 다이 상에, 또는 물리적으로 근접한 다른 독립적인 디바이스 상에 집적된) 송신기로부터의 간섭을 포함할 수도 있지만, 이에 제한되지 않는다. 이러한 예시적인 실시형태는 본 개시물의 범위 내에 있는 것으로 예기된다.

[0057] 도 4c 는 도 3a 의 sampler_out 서브신호 (f) 에 기초하여 디지털 IMD 복원 및 검출을 수행하는 무선 디바이스 (402) 의 설계의 블록도를 도시한다. 무선 디바이스 (402) 는 도 1 의 무선 디바이스 (100) 내에 유닛 (120 내지 150, 190 및 192) 을 포함한다. 무선 디바이스 (402) 는 IMD 발생기 (164), IMD 상관기 (170), 및 IMD 제어 유닛 (180) 을 더 포함한다. IMD 발생기 (164), IMD 상관기 (170), 및 IMD 제어 유닛 (180) 은 각각 간섭 복원 유닛 (220), 간섭 프로세싱/상관 유닛 (230), 및 간섭 제어 유닛 (240) 의 특정 예시적인 실시형태이다. 간섭 센서 및 샘플러 (200) 는 도 4c 에 도시된 바와 같이, 또는 도 3a 내지 도 3c 에 도시된 바와 같이, 구현될 수도 있는데, 즉, sampler_out 서브신호 (f) 가 복수의 sampler_out 서브신호 중에서 선택된다.

[0058] 도 4c 에서, 비선형 디바이스 (172) 는 LNA (14) 로부터 증폭된 신호를 수신하고, 비선형 전달 함수를 증폭된 신호에 적용한다. 비선형 전달 함수는 제곱함수, 지수 함수 등이고, 송신 신호 컴포넌트를 RF 주파수로부터 기저대역으로 다운컨버팅할 수도 있다. 아날로그 필터 (154.f) 는 디바이스 (172) 로부터 출력된 신호를 필터링하여 잡음 및 다른 컴포넌트를 제거하고, 필터링된 신호를 제공한다. ADC (156.f) 는 필터링된 신호를 디지털화하고, 도 4c 에서 D_{dtx} 로도 지칭되는 sampler_out 서브신호 (f) 를 IMD 발생기 (164) 에 제공한다. 유닛 (172, 154.f, 156.f) 은 도 3a 에 도시된 간섭 센서 및 샘플러 (200) 의 예시적인 실시형태에서 sampler_output 서브신호 (f) 를 발생시키는 유닛에 대응한다.

[0059] 도 4d 는 송신된 신호의 누설된 버전과 반드시 일치하지는 않는 간섭 신호의 다운컨버팅된 버전에 기초하여 디지털 IMD 복원 및 검출이 있는 무선 디바이스 (404) 의 설계의 블록도를 도시한다. 도 4d 에서, IMD 발생기 (168), 상관 유닛 (170), 및 제어 유닛 (180) 은 각각 간섭 복원 유닛 (220), 간섭 프로세싱/상관 유닛 (230), 및 간섭 제어 유닛 (240) 의 특정 예시적인 실시형태이다.

- [0060] 도 4d 에서, sampler_out 서브신호 (d) 는 도 3a 를 참조하여 논의된 바와 같이 발생될 수도 있는데, 이때 신호 x.d 는 RX LO 와 동일한 주파수를 갖는다. 서브신호 (d) 에서 하나 이상의 재머와 연관된 주파수를 결정할 수도 있는 간섭 주파수 검출기 (595) 에 서브신호 (d) 가 제공된다. 예시적인 실시형태 (미도시) 에서, 예를 들어, 간섭 주파수가 선형적으로 알려져 있는 경우, 간섭 주파수 검출기 (595) 는 옵션적일 수도 있다. 이의 예는 이 간섭이 19.2 MHz 수정 발진기와 같은 알려진 참조 주파수의 알려진 조화진동 (harmonic) 으로 인한 경우이다.
- [0061] 예시적인 실시형태에서, 간섭 주파수 검출기 (595) 는, 이산 주파수에서 서브신호 (d) 의 전력을 계산하여 재머가 이들 주파수에 존재할 가능성을 평가하는 고속 푸리에 변환 (FFT) 모듈을 이용하여 구현될 수도 있다. 간섭 주파수 검출기 (595) 는 2 개의 주파수 center_freq1 및 center_freq2 를 각각 대역통과 필터 BPF1 (590) 및 BPF2 (591) 로 출력할 수도 있다. BPF1 (590) 및 BPF2 (591) 는 각각 서브신호 (d) 를 필터링하여, 590a 및 591a 를 획득하는데, 이는 주파수 center_freq1 및 center_freq2 에서의 서브신호 (d) 에 존재하는 재머에 대응한다. 이후, 2 개의 재머의 상호 변조 곱을 계산할 수도 있는 IMD 발생기 (168) 에 신호 590a 및 591a 가 제공될 수도 있다. 예시적인 실시형태에서, IMD 발생기 (168) 는 본 명세서에서 도 5e 를 참조하여 이후 설명되는 IMD 발생기 (166) 로서 구현될 수도 있다. 다른 방법으로는, 본 개시물의 견지에서, IMD 발생기 (168) 는 당업자에 알려진 IMD 를 발생시키는 임의의 기술을 이용하여 구현될 수도 있다.
- [0062] 도 4e 는 ADC (146) 의 디지털 출력에 기초하여 디지털 IMD 복원 및 검출이 있는 무선 디바이스 (406) 의 설계의 블록도를 도시한다. IMD 발생기 (169), 상관 유닛 (170), 및 제어 유닛 (180) 은 각각 간섭 복원 유닛 (220), 간섭 프로세싱/상관 유닛 (230), 및 간섭 제어 유닛 (240) 의 특정 예시적인 실시형태이다.
- [0063] 도 4e 에서, 도 3a 를 참조하여 개시된 바와 같이 sampler_out 서브신호 (a) 는 ADC (146) 의 출력으로부터 감지된다. 서브신호 (a) 는 간섭 주파수 검출기 (595) 에 제공된다. 간섭 주파수 검출기 (595) 는 주파수 center_freq1 을 대역통과 필터 BPF (490) 로 출력할 수도 있다. 도시된 예시적인 실시형태에서, BPF (490) 는 주파수 center_freq1 에 기초하여 조정가능한 중심 주파수를 가진다. 예시적인 실시형태에서, 주파수 center_freq1 은 0 주파수일 수도 있으며, 이 경우에 BPF (490) 는 유효한 저역통과 필터이다.
- [0064] BPF (490) 는 서브신호 (a) 를 필터링하여 490a 를 획득하는데, 이는 주파수 center_freq1 에서의 서브신호 (a) 에 존재하는 재머의 추정치에 대응할 수도 있다. 이후, 다른 간섭 소스 (미도시) 와 재머의 상호변조 곱을 계산할 수도 있는 IMD 발생기 (169) 에 신호 490a 를 제공한다. 예시적인 실시형태에서, 다른 간섭 소스는, 별개로 검출되고 디지털화된 재머 (미도시) 일 수도 있거나, 송수신기에 의해 송신된 TX 신호로부터 발생된 서브신호 (g) 또는 (d) 에 대응할 수도 있다. 일반적으로, 간섭 주파수 검출기 (595) 는 임의의 수의 잠재적인 재머의 존재, 및 이러한 재머를 격리시키기 위해 제공된 대응하는 BPF 유닛 (미도시) 을 검출하도록 설계될 수도 있다는 것을 주의한다. 이후, 이러한 재머는 본 개시물의 기술에 따라 3차 또는 그 이상 차수의 IMD 를 디지털적으로 복원하는데 이용될 수도 있다. 이러한 예시적인 실시형태는 본 개시물의 범위 내에 있는 것으로 예기된다.
- [0065] 예시적인 실시형태에서, IMD 발생기 (169) 는 IMD 발생기 (166) 에 공급된 입력을 적절히 변경하여, 본 개시물의 도 5e 를 참조하여 설명된 IMD 발생기 (166) 로서 구현될 수도 있다. 다른 방법으로는, 본 개시물의 견지에서, IMD 발생기 (169) 는 당업자에 알려진 IMD 를 발생시키는 임의의 기술을 이용하여 구현될 수도 있다.
- [0066] 예시적인 실시형태에서, 도 4a 내지 도 4e 의 디지털 필터 (148) 는 다수의 필터 스테이지를 포함할 수도 있다. 제 1 필터 스테이지는 비교적 넓은 대역폭을 가질 수도 있고 ADC (146) 에 의한 디지털화로로부터 양자화 잡음 및 이미지를 감쇠할 수도 있다. 예를 들어, ADC (146) 가 잡음 형상화 (noise shaping) 로 시그마-델타 ADC 이면, 제 1 필터 스테이지는 ADC 로부터 고주파수 양자화 잡음을 감쇠할 수도 있다. 제 2 필터 스테이지는, 원하는 신호를 통과시키고 재머를 감쇠하는 좁은 대역폭을 가질 수도 있다. 제 2 필터 스테이지는 채널 선택, 재머 거절, 잡음 필터링, 다운 센싱 (down sensing) 등을 수행할 수도 있다.
- [0067] 도 4a 내지 도 4e 에 도시된 예시적인 실시형태 중 임의의 실시형태에 추가 프로세싱 유닛이 추가될 수도 있고, 도면에서 도시된 유닛들이 명시적으로 설명된 것 이상의 기능성을 가질 수도 있다는 것을 당업자는 파악할 것이라는 것을 주의한다. 예를 들어, 추가 필터가 신호 경로에 놓일 수도 있다. 예시적인 실시형태의 다른 변형은 본 개시물의 견지에서 당업자에 명백할 것이며, 본 개시물의 범위 내에 있는 것으로 예기된다.
- [0068] 도 5a 내지 도 5e 는 도 2 의 간섭 복원 유닛 (220) 의 특정 예시적인 실시형태를 도시한다. 예시적인 실

시형태는 예시만을 위해 도시되며, 본 개시물의 범위를 도시된 예시적인 실시형태로 제한하려고 의도되지 않는다는 것을 주의한다.

- [0069] 도 5a 는 2차 상호 변조 곱 (IM2) 을 발생시키는 간섭 복원 유닛의 예시적인 실시형태를 도시한다. 예시를 목적으로, 도 5a 의 IM2 발생기 (160a) 는 도 3b 에 도시된 sampler_out 서브신호 (g) 에 기초하여 IM2 를 디지털적으로 복원하는 것으로 도시된다. 그럼에도 불구하고, 당업자는 IM2 발생기 (160a) 를 참조하여 개시된 원리가 도 3a 내지 도 3c 를 참조하여 설명된 임의의 적절한 sampler_out 서브신호에 기초하여 IM2 를 복원하게 변경될 수도 있다는 것을 파악할 것이다.
- [0070] IM2 발생기 (160a) 는 도 2 의 간섭 복원 유닛 (220) 의 기능성의 적어도 일부를 제공할 수도 있다. IM2 발생기 (160a) 내에서, 룩업 테이블 (LUT; 510) 은 출력된 I 및 Q 신호를 수신하고, 보상된 I 및 Q 신호를 제공한다. 룩업 테이블 (510) 은 송신 경로에서의 다양한 회로 블록, 예를 들어, 전력 증폭기 (126), 믹서 (124) 등의 특징을 고려할 수도 있다. 지연 유닛 (512) 은 지연의 가변량만큼 룩업 테이블 (510) 의 I 및 Q 출력을 지연시킨다. 조정가능 필터 (514) 는 제 1 필터 응답으로 지연 유닛 (512) 의 I 및 Q 출력을 필터링한다. 예시적인 실시형태에서, 도 5a 의 160a 로의 입력은 도 3b 로부터의 sampler_out 서브신호 (i) 또는 (j) 인 경우, 조정가능 필터 (514) 는 sampler_out 서브신호 발생에 이용되는 컴포넌트, 예를 들어, 아날로그 필터 (154.i 또는 154.j) 의 특징을 등화 (equalize) 하고/하거나, ADC (156.i 또는 156.j) 로부터의 양자화 잡음을 필터링하도록 구성될 수도 있다. 160a 로의 입력이 도 3b 로부터의 sampler_out 서브신호 (g) 인 예시적인 실시형태에서, 조정가능 필터 (514) 는 필터링을 전혀 제공하지 않도록 구성될 수도 있다.
- [0071] 유닛 (516) 은 필터 (514) 로부터의 I 및 Q 출력의 제공 크기의 합계를 계산한다. 조정가능 필터 (518) 는 제 2 필터 응답으로 유닛 (516) 의 출력을 필터링한다.
- [0072] 예시적인 실시형태에서, IM2 발생기 (160a) 는, 듀플렉서 (128) 를 통한 수신 경로로의 송신 신호 누설로 인해 IM2 를 디지털적으로 복원한다. 복원된 IM2 는 수신된 IM2, 즉, 디지털 필터 (148) 의 출력에서 감지되는 것과 같은 수신된 I 및 Q 신호에 존재하는 IM2 와 매칭하도록 설계될 수도 있다. IM2 발생기 (160a) 는 수신된 IM2 에 복원된 IM2 를 매칭하도록 조정될 수도 있는 다양한 유닛을 포함한다. 예를 들어, 지연 유닛 (512) 은 수신된 IM2 와 복원된 IM2 를 시간-정렬하는데 이용될 수도 있다. 필터 (514 및 518) 는 수신된 IM2 의 주파수 응답과 복원된 IM2 의 주파수 응답을 매칭하는데 이용될 수도 있다.
- [0073] 예시적인 실시형태에서, 필터 (514) 는 DAC (122) 에서부터 믹서 (142) 까지의 송신 누설 신호에 적용되는 다양한 회로 블록의 주파수 응답을 고려하도록 설계될 수도 있다. 필터 (518) 는 믹서 (142) 뒤의 송신 누설 신호에 의해 관측되는 회로 블록의 주파수 응답을 고려할 수도 있다. 고정 필터 (520) 는 필터 (518) 의 출력을 필터링하여 잡음 및 대역외 컴포넌트를 제거하고, 디지털 IM2, I_{im2} 를 제공한다.
- [0074] 다른 예시적인 실시형태에서, 필터 (514, 518, 520) 는 임의의 원하는 주파수 응답을 복제하도록 설계될 수도 있다는 것을 주의한다.
- [0075] 예시적인 실시형태에서, 필터 (514 및 518) 는 각각 다음의 필터 주파수 (수학식 1):
- [0076]
$$z(n) = (c) \cdot x(n) + (1-c) \cdot x(n-1)$$
- [0077] 를 갖는 2-탭 FIR (finite impulse response) 필터로서 구현될 수도 있는데,
- [0078] 여기서, $x(n)$ 은 감지 주기 n 동안의 필터로의 입력 신호이고, $z(n)$ 은 감지 주기 n 동안의 필터로부터의 출력 신호이며, c 는 1 미만의 필터 계수이다.
- [0079] 예시적인 실시형태에서, 계수 c_1 은 필터 (514) 에 대한 c 로서 이용될 수도 있고, 계수 c_2 는 필터 (518) 에 대한 c 로서 이용될 수도 있다. 계수 c_1 및 c_2 는, 복원된 IM2 가 수신된 IM2 의 주파수 응답과 일치하는 주파수 응답 (예를 들어, 롤-오프 또는 드롭 (droop)) 을 가지도록 선택될 수도 있다. 필터 (514 및 518) 는 또한 더 높은 차수의 FIR 필터, IIR (infinite impulse response) 필터, 또는 다른 타입의 필터로서 구현될 수도 있다. 예시적인 실시형태에서, 각 계수 c_1 및 c_2 는 수신된 신호와 복원된 신호 사이의 상관을 최대로 하도록 적응되게 선택될 수도 있다.
- [0080] 도 5b 는 도 3a 의 ADC (156.d) 로부터의 sampler_out 서브신호 (d) 에 기초하여 IM2 를 디지털적으로 복원하는 IM2 발생기 (162a) 의 설계의 블록도를 도시한다. 도 5b 에서, 서브신호 (d) 는 2 개의 신호 I_{dtx} 및

Q_{dtx} 를 포함하는 것으로 도시된다. IM2 발생기 (162a) 는 도 2 의 간섭 복원 유닛 (220) 의 기능성의 적어도 일부를 제공할 수도 있다. IM2 발생기 (162a) 내에서, 지연 유닛 (530) 은 지연의 가변량만큼 다운 컨버팅된 I 및 Q 신호를 지연시킨다. 필터 (532) 는 지연 유닛 (530) 의 I 및 Q 출력을 필터링하여, 디지털화에 의해 발생된 잡음 및 다른 컴포넌트를 제거한다. 조정가능 필터 (534a 및 534b) 는 I 및 Q 에 대해 별개로 조정될 수도 있는 필터 응답으로 필터 (532) 의 I 및 Q 출력을 필터링한다. 이득 유닛 (536a 및 536b) 은, I 및 Q 에 대해 별개로 선택될 수도 있는 이득 g_{2i} 및 g_{2q} 로, 각각 필터 (534a 및 534b) 의 출력을 스케일링한다. 예시적인 실시형태에서, 필터 (534a 및 534b) 및 이득 유닛 (536a 및 536b) 은 I 와 Q 경로에서의 진폭 불균형을 오프셋하여, 합계 $I^2 + Q^2$ 을 계산하는데 이용될 수도 있다. 다운컨버팅된 I 및 Q 신호, I_{dtx} 및 Q_{dtx} 는 ADC (156.d) 등과 같은 회로 블록으로 인해 DC 오프셋을 가질 수도 있다. DC 루프 (538a 및 538b) 는 각각 이득 유닛 (536a 및 536b) 의 출력에서 DC 오프셋을 제거하려는 시도를 한다. DC 루프 (538a 및 538b) 는 또한 다른 위치에, 예를 들어, 필터 (532) 뒤에, 또는 필터 (534a 및 534b) 뒤에 놓일 수도 있다. 유닛 (540) 은 DC 루프 (538a 및 538b) 의 I 및 Q 출력의 제공 크기의 합계를 계산하고, 디지털 IM2, I_{im2} 를 제공한다. 도 5b 에 도시되지 않았지만, DC 루프는 유닛 (540) 뒤에 추가되고, 디지털 IM2 로부터 DC 컴포넌트를 제거하는데 이용될 수도 있다.

[0081] 예시적인 실시형태에서, 믹서 (152.d) 에 제공되어 sampler_out 서브신호 (d) 를 발생시키는 신호 x.d 는 TX LO 에 대응할 수도 있다. 다른 예시적인 실시형태에서, 신호 x.d 는 임의의 제머의 중심 주파수에 대응하는 주파수를 가질 수도 있다.

[0082] 도 5c 는 도 3a 의 sampler_out 서브신호 (d) 로부터, 다운컨버팅된 I 및 Q 신호, I_{dtx} 및 Q_{dtx} 에 기초하여 IM2 를 디지털적으로 복원하는 IM2 발생기 (162b) 의 설계의 블록도를 도시한다. IM2 발생기 (162b) 는 도 2 의 간섭 복원 유닛 (220) 의 기능성의 적어도 일부를 제공할 수도 있다. IM2 발생기 (162b) 내에서, 유닛 (550) 은 다운컨버팅된 I 및 Q 신호의 제공 크기를 계산한다. 지연 유닛 (552) 은 지연의 가변량만큼 유닛 (550) 의 출력을 지연시킨다. DC 루프 (554) 는 지연 유닛 (552) 의 출력에서 DC 오프셋을 제거하고, 디지털 IM2, I_{im2} 를 제공한다. 복원된 I_{im2} 신호가 수신된 I 및 Q 신호에서의 IMD 를 모방하려고 의도되므로, 그리고 수신된 I 및 Q 신호 (및 이들에 포함된 IMD) 가 아날로그 필터 (144) 에서 시작하여 디지털 필터 (148) 뒤에 끝나는 왜곡 없이 결합된 주파수 응답을 관측하므로, 발생된 IM2 는 수신된 IM2 의 주파수 응답과 밀접하게 매칭될 수도 있다. 따라서, 필터링은 IM2 발생기 (162b) 에서 생략될 수도 있다.

[0083] 도 5d 는 IM2 발생기 (164) 의 설계의 블록도를 도시한다. IM2 발생기 (164) 는, 디지털-다운컨버팅된 신호 D_{dtx} 로 표시되는 sampler_out 서브신호 (f) 를 수신하고, 디지털 IM2, I_{im2} 를 제공한다. sampler_out 서브신호 (f) 의 경우, IM2 의 실제 발생은 비선형 디바이스 (172) 에 의해 수행될 수도 있다. IM2 발생기 (164) 내에서, 지연 유닛 (562) 은 지연의 가변량만큼 ADC (156.f) 로부터 디지털-다운컨버팅된 신호, D_{dtx} 를 지연시킨다. DC 루프 (564) 는 지연 유닛 (562) 의 출력에서의 DC 오프셋을 제거하고, 디지털 IM2, I_{im2} 를 제공한다.

[0084] 도 5a 내지 도 5d 가 4 개의 특정 IM2 발생기 설계를 도시한 것을 주의한다. IM2 는 또한 다른 방식으로, 예를 들어, 다른 구성 및/또는 다른 유닛으로 복원될 수도 있다. 예를 들어, 도 5a 에서, 필터 (514 및 518) 는 하나의 필터로 결합될 수도 있고, 지연 유닛 (512) 은 유닛 (516) 뒤로 이동할 수도 있는 등이다. 다른 실시예로서, 도 5c 에서, 예를 들어, 지연 유닛 (552) 앞 또는 뒤에 필터가 제공될 수도 있다. 일반적으로, IM2 는 가변 이득, 가변 지연, 조정가능한 주파수 응답, DC 오프셋 제거 등, 또는 이들의 임의의 조합으로 복원될 수도 있다.

[0085] 도 5e 는 IM2 및 IM3 를 디지털적으로 복원하는 IMD 발생기 (166) 의 설계의 블록도를 도시한다. IMD 발생기 (166) 는 도 2 의 간섭 복원 유닛 (220) 의 기능성의 적어도 일부를 제공할 수도 있다.

[0086] IMD 발생기 (166) 는 IM2 발생기 (570) 및 IM3 발생기 (580) 를 포함한다. IM2 발생기 (570) 는, 예를 들어, sampler_out 서브신호 (g), 즉, I_{TX} 및 Q_{TX} 를 도 3b 의 TX 데이터 프로세서 (120) 로부터 수신하거나, sampler_out 서브신호 (d), 즉, I_{dtx} 및 Q_{dtx} 를 도 3a 의 ADC (156.d) 로부터 수신하거나, sampler_out 서브신호 (f), 즉 다운컨버팅된 신호 D_{dtx} 를 도 3a 의 ADC (156.f) 로부터 수신할 수도 있다. IM2 발생기 (570) 는 입력들에 기초하여 IM2 를 디지털적으로 복원하여, 디지털적으로 복원된 IM2, I_{im2} 를 제공한다. IM2

발생기 (570) 는 도 5a 의 IM2 발생기 (160a), 도 5b 의 IM2 발생기 (162), 도 5c 의 IM2 발생기 (162b), 도 5d 의 IM2 발생기 (164), 또는 도시되지 않은 몇몇 다른 설계를 이용하여 구현될 수도 있다. IM3 발생기 (580) 는, 제머가 감쇠되거나 약하게 감쇠되면, 중간 I 및 Q 신호, I_{int} 및 Q_{int} 를 (도 8 을 참조하여 본 명세서에서 이후 설명되는) 제 1 필터 스테이지로부터 수신한다. IM3 발생기 (580) 는 IM2 발생기 (570) 로부터 복원된 IM2 를 또한 수신하고, IM3 를 디지털적으로 복원한다. IM3 발생기 (580) 내에서, 조정가능 지연 유닛 (582) 은, 중간 I 및 Q 신호에서의 제머가 IM2 발생기 (570) 로부터 복원된 IM2 와 시간-정렬되도록 이들 신호를 지연시킨다. 예시적인 실시형태에서, 조정가능 지연 유닛 (582) 의 지연은 복원된 IM3 와 수신된 신호 사이의 상관을 최대로 하도록 동적으로 구성된다. 예시적인 실시형태에서, 조정가능 지연 유닛 (582) 의 지연의 일부는, IM2 발생기 (570) 와 연관된 디지털 지연 빼기 디지털 필터 (148) 의 제 1 스테이지의 지연을 고려함으로써 사전-계산될 수도 있다.

[0087] 필터 (예를 들어, 등화기)(584) 는 조절가능 지연 유닛 (582) 를 따를 수도 있고 (또는 앞설 수도 있고) 중간 I 및 Q 신호에 포함된 제머 신호를 복원할 수도 있다. 곱셈기 (586a 및 586b) 는 복원된 IM2 와, 제머를 포함하는 지연 및 필터링된 (예를 들어, 등화된) I 및 Q 신호를 각각 곱하여, 디지털 IM3, I_{im3} 및 Q_{im3} 를 제공한다.

[0088] 도 5e 는 특정 IM3 발생기 설계를 도시한다. 당업자는 IM3 가 또한 다른 방식으로, 예를 들어, 다른 구성 및/또는 다른 유닛으로 복원될 수도 있다는 것을 파악할 것이다. 예를 들어, 지연 유닛 (582) 은 중간 I 및 Q 신호 대신에 복원된 IM2 를 지연시킬 수도 있다. 다른 실시예로서, 필터는 지연 유닛 (582) 앞 또는 뒤, 곱셈기 (584a 및 584b) 뒤 등에 추가될 수도 있다. 일반적으로, IM3 는 가변 이득, 가변 지연, 조정 가능한 주파수 응답, 또는 이들의 임의의 조합으로 복원될 수도 있다.

[0089] 도 5e 에 도시된 IMD 발생기 (166) 에 또한, 도시된 것과 다른 I 및 Q 입력 신호가 제공될 수도 있다. 예를 들어, 도 4d 의 BPF (590) 의 출력으로부터의 (I 및 Q 신호를 포함할 수도 있는) 신호 (590a) 는 IM2 발생기 (570) 로의 I 및 Q 입력으로서 제공될 수도 있는 반면, 도 4d 의 BPF (591) 의 출력으로부터의 (I 및 Q 신호를 더 포함할 수도 있는) 신호 (591a) 는 IM3 발생기 (580) 로의 I 및 Q 입력으로서 제공될 수도 있다. 본 명세서에서 명시적으로 열거되지 않은 다른 신호를 IMD 발생기 (166) 에 제공하는 다른 예시적인 실시형태는 본 개시물의 범위 내에 있는 것으로 예기된다.

[0090] 당업자는 또한 IM3 보다 더 높은 차수의 IMD 곱이 도 3 을 참조하여 설명된 기술을 이용하여 디지털적으로 복원될 수도 있다는 것을 파악할 것이다. 이러한 예시적인 실시형태는 또한 본 개시물의 범위 내에 있는 것으로 예기된다.

[0091] 도 6 은 도 2 로부터의 간섭 프로세싱 및 상관 유닛 (230) 의 예시적인 실시형태를 도시한다. 간섭 프로세싱 및 상관 유닛 (230) 은 도 2 로부터의 신호 I_{RX} 및 Q_{RX} 에서 복원된 간섭 reconstruct_out 의 존재를 디지털적으로 검출한다. 도 6 에서, 2 개의 상관 유닛 (600 및 601) 은 I_{RX} 및 Q_{RX} 와 신호 reconstruct_out 을 상관한다. 상관의 출력은 정규화 유닛 (602 및 603) 에 의해 정규화되고, ρ_I 및 ρ_Q 로서 후속 스테이지에 제공된다. 단순함을 위해, 신호 reconstruct_out 은 도 6 에서 신호 라인 (실제 신호) 로 도시된다. 그러나, 다른 예시적인 실시형태에서, 이 신호는, 각각 신호 I_{RX} 및 Q_{RX} 와 별개로 상관되는 2 개의 신호 (I 및 Q) 를 포함할 수 있다.

[0092] 도 6a 는 수신된 I 및 Q 신호에서 IM2 를 디지털적으로 검출하는 IM2 상관기 (170a) 의 설계의 블록도를 도시한다. IM2 상관기 (170a) 는 도 2 의 간섭 프로세싱 및 상관 유닛 (230) 의 기능성의 적어도 일부를 제공할 수도 있다. IM2 상관기 (170a) 내에서, 곱셈기 (612a) 는 디지털 필터 (148) 로부터의 입력 I 신호, I_{RX} 와 복원된 IM2, I_{im2} 를 곱한다. 곱셈기 (612b) 는 디지털 필터 (148) 로부터의 입력 Q 신호, Q_{RX} 와 복원된 IM2 를 곱한다. 누산기 (614a 및 614b) 는 각각 곱셈기 (612a 및 612b) 의 출력을 누산한다. 유닛 (616a) 은 누산기 (614a) 의 출력의 제공 크기를 계산하고, 상관된 IM2 I 전력, C_{2I} 를 제공한다. 유닛 (616b) 은 누산기 (614b) 의 출력의 제공 크기를 계산하고, 상관된 IM2 Q 전력, C_{2Q} 를 제공한다. C_{2I} 및 C_{2Q} 는 복원된 IM2 와 수신된 IM2 사이의 상관량을 표시한다.

[0093] 유닛 (622a 및 622b) 은 수신된 I 및 Q 신호의 제공 크기를 각각 계산한다. 누산기 (624a) 는 유닛 (622a) 의 출력을 누산하고, 입력 I 신호 전력 P_I 를 제공한다. 누산기 (624b) 는 유닛 (622b) 의 출력을

누산하고, 입력 Q 신호 전력 P_Q 를 제공한다. 유닛 (622c) 은 복원된 IM2 의 제공 크기를 계산한다. 누산기 (624c) 는 유닛 (622c) 의 출력을 누산하고, 복원된 IM2 전력, P_{im2} 를 제공한다.

[0094] 유닛 (618a) 은 계산된 전력 P_I 및 P_{im2} 에 기초하여 상관된 IM2 I 전력, C_{2I} 를 정규화하고, I 신호에 대한 상관 결과 ρ_{2I} 를 제공한다. 유닛 (618b) 은 전력 P_Q 및 P_{im2} 에 기초하여 상관된 IM2 Q 전력 C_{2Q} 를 정규화하고, Q 신호에 대한 상관 결과 ρ_{2Q} 를 제공한다. IM2 에 대한 상관 결과는 (수학식 2):

[0095]
$$\rho_{2I} = \frac{1}{P_I P_{im2}} \cdot \left| \sum_n I_{im2}(n) I_{in}(n) \right|^2, \text{ 및}$$

[0096]
$$\rho_{2Q} = \frac{1}{P_Q P_{im2}} \cdot \left| \sum_n I_{im2}(n) Q_{in}(n) \right|^2$$

[0097] 로 표현될 수도 있으며, 여기서 $I_{RX}(n)$ 및 $Q_{RX}(n)$ 은 감지 주기 n 동안에 수신된 I 및 Q 신호이고, $I_{im2}(n)$ 은 감지 주기 n 동안에 복원된 IM2 이다.

[0098] 도 6b 는 수신된 I 및 Q 신호에서 IM3 를 디지털적으로 검출하는 IM3 상관기 (170b) 의 설계의 블록도를 도시한다. IM3 상관기 (170b) 는 도 2 의 간섭 프로세싱 및 상관 유닛 (230) 의 기능성의 적어도 일부를 제공할 수도 있다. IM3 상관기 (170b) 내에서, 곱셈기 (632a) 는 수신된 I 신호, I_{RX} , 와 복원된 IM3 I 컴포넌트, I_{im3} 를 곱한다. 곱셈기 (632b) 는 수신된 Q 신호, Q_{RX} 와 복원된 IM3 Q 컴포넌트, Q_{im3} 를 곱한다. 누산기 (634a 및 634b) 는 각각 곱셈기 (632a 및 632b) 의 출력을 누산한다. 유닛 (636b) 은 누산기 (634a) 의 출력의 제공 크기를 계산하고, 상관된 IM3 I 전력, C_{3I} 를 제공한다. 유닛 (636b) 은 누산기 (634b) 의 출력의 제공 크기를 계산하고, 상관된 IM3 Q 전력, C_{3Q} 를 제공한다. C_{3I} 및 C_{3Q} 는 복원된 IM3 와 수신된 IM3 사이의 상관량을 표시한다. 유닛 (642a 및 642b) 은 각각 복원된 IM3 I 및 Q 컴포넌트의 제공 크기를 계산한다. 누산기 (644a) 는 유닛 (642a) 의 출력을 누산하고, 복원된 IM3 I 전력, P_{im3I} 를 제공한다. 누산기 (644b) 는 유닛 (642b) 의 출력을 누산하고, 복원된 IM3 Q 전력, P_{im3Q} 를 제공한다. 유닛 (642c 및 642d) 은 각각 수신된 I 및 Q 신호의 제공 크기를 계산한다. 누산기 (644c) 는 유닛 (642c) 의 출력을 누산하고, 입력 I 신호 전력, P_I 를 제공한다. 누산기 (644d) 는 유닛 (642d) 의 출력을 누산하고, 입력 Q 신호 전력, P_Q 를 제공한다.

[0099] 유닛 (638a) 은 전력 P_I 및 P_{im3I} 에 기초하여 상관된 IM3 I 전력 C_{3I} 를 정규화하고, I 신호에 대한 상관 결과 ρ_{3I} 를 제공한다. 유닛 (638b) 은 전력 P_Q 및 P_{im3Q} 에 기초하여 상관된 IM3 Q 전력 C_{3Q} 를 정규화하고, Q 신호에 대한 상관 결과 ρ_{3Q} 를 제공한다. IM3 에 대한 상관 결과는 (수학식 3):

[0100]
$$\rho_{3I} = \frac{1}{P_I P_{im3I}} \cdot \left| \sum_n I_{im3}(n) I_{in}(n) \right|^2, \text{ 및}$$

[0101]
$$\rho_{3Q} = \frac{1}{P_Q P_{im3Q}} \cdot \left| \sum_n Q_{im3}(n) Q_{in}(n) \right|^2$$

[0102] 로 표현될 수도 있으며, 여기서 $I_{im3}(n)$ 은 감지 주기 n 동안에 복원된 IM3 I 컴포넌트이고, $Q_{im3}(n)$ 은 감지 주기 n 동안에 복원된 IM3 Q 컴포넌트이다.

[0103] 도 6c 는 수신된 I 및 Q 신호에서 IM2 및 IM3 를 디지털적으로 검출하는 IMD 상관기 (170c) 의 설계의 블록도를 도시한다. IMD 상관기 (170c) 는 도 2 의 간섭 프로세싱 및 상관 유닛 (230) 의 기능성의 적어도 일부를 제공할 수도 있다. IMD 상관기 (170c) 는 IM2 상관기 (170a) 및 IM3 상관기 (170b) 를 포함한다. 도 6a 에 대해 상술한 바와 같이, IM2 상관기 (170a) 는 디지털 IM2, I_{im2} , 및 수신된 I 및 Q 신호, I_{RX} 및 Q_{RX}

를 수신하고, IM2 에 대한 상관 결과 ρ_{21} 및 ρ_{20} 를 발생시킨다. 도 6b 에 대해 상술한 바와 같이, IM3 상관기 (170b) 는 디지털 IM3, I_{im3} 및 Q_{im3} , 및 수신된 I 및 Q 신호, I_{RX} 및 Q_{RX} 를 수신하고, IM3 에 대한 상관 결과 ρ_{31} 및 ρ_{30} 를 발생시킨다.

[0104] 도 6a, 도 6b 및 도 6c 는 특정 IMD 상관기 설계를 도시한다. 당업자는 다른 계산 동작이 도 6a 내지 도 6c 에 대해 설명된 것과 동일한 결과를 도출하도록 수행될 수도 있다는 것을 파악할 것이다. 당업자는 또한 논-IM 간섭의 검출이 유사하게 수행될 수도 있다는 것을 알 것이다.

[0105] 도 2 를 다시 참조하면, 간섭 제어 유닛 (240) 은 간섭 프로세싱 및 상관 유닛 (230) 으로부터 상관 결과를 수신한다. 간섭 제어 유닛 (240) 은 검출된 간섭 레벨에 기초하여, 도 2 의 조정 신호 (250a) 및 유닛 (250) 의 동작에 의해 설명되는 바와 같이, 하나 이상의 회로 블록의 동작을 조정할 수도 있다. 이 조정은 다양한 방식으로 수행될 수도 있다.

[0106] 예를 들어, IM2 의 경우, 간섭 제어 유닛 (240) 은 상관 결과 ρ_{21} 및 ρ_{20} 가 허용가능하도록 (예를 들어, 최소 임계값 미만이 되도록) 믹서 (142) 의 동작을 조정할 수도 있다. 믹서 (142) 는 I 경로에 대한 제 1 믹서 및 Q 경로에 대한 제 2 믹서를 포함할 수도 있다. 간섭 제어 유닛 (240) 은 상관 결과 ρ_{21} 가 감소하도록 제 1 믹서의 대칭을 조정할 수도 있고, 상관 결과 ρ_{20} 가 감소하도록 제 2 믹서의 대칭을 조정할 수도 있다. 간섭 제어 유닛 (240) 은 또한 LNA (140) 및/또는 다른 회로 블록의 동작을 조정하여, IM2 를 개선 (예를 들어, 감소) 할 수도 있다.

[0107] 일 설계에서, 페루프 방식으로 IM2 조정이 수행된다. 간섭 제어 유닛 (240) 은 (a) 각 조정 후에 상관 결과 ρ_{21} 및 ρ_{20} 를 모니터링하고, (b) 상관 결과가 개선 (예를 들어, 감소) 되면 동일한 방식으로 조정하는 것을 계속하며, (c) 상관 결과가 악화 (예를 들어, 증가) 되면 반대 방향으로 조정함으로써 페루프 방식으로 믹서 (142), LNA (140) 및/또는 다른 회로 블록의 동작을 조정할 수도 있다.

[0108] 다른 설계에서, 임계값에 기초하여 IM2 조정이 수행된다. 간섭 제어 유닛 (240) 은 임계값과 상관 결과 ρ_{21} 및 ρ_{20} 를 비교하고, 상관 결과가 그 임계값을 초과하면 강한 IM2 레벨을 선언할 수도 있다. 강한 IM2 레벨이 검출되면, 간섭 제어 유닛 (240) 은 믹서 (142), LNA (140), 및/또는 다른 회로 블록의 동작을 조정할 수도 있다.

[0109] IM3 의 경우, 간섭 제어 유닛 (240) 은 상관 결과 ρ_{31} 및 ρ_{30} 가 허용가능하도록 LNA (140), 믹서 (142), 및/또는 다른 회로의 동작을 조정할 수도 있다. 예를 들어, 상관 결과 ρ_{31} 및 ρ_{30} 는, LNA (140) 의 이득을 감소시킴으로써, LNA (140) 및/또는 믹서 (142) 에 대해 더 많은 바이어스 전류를 이용함으로써, LNA (140) 및/또는 믹서 (142) 에 대해 더 높은 공급 전압을 이용함으로써 (등등) 개선 (예를 들어, 감소) 될 수도 있다. 예를 들어, IM2 에 대해 상술한 바와 같이, 페루프 방식으로 IM3 조정이 수행될 수도 있다. 예를 들어, IM2 에 대해 또한 상술한 바와 같이, 임계값에 기초하여 IM3 조정이 또한 수행될 수도 있다.

[0110] 도 7 은 수신된 신호로부터 복원된 간섭을 소거하는 예시적인 실시형태를 도시한다. 도 7 에서, 디지털 필터/IMD 소거기 (251) 는 간섭 복원 유닛 (220) 으로부터 디지털적으로 복원된 간섭 reconstruct_out (220a) 을 수신하고, ADC (146) 로부터 디지털 RX 신호 (146a) 를 수신한다. 디지털 필터/IMD 소거기 (251) 는 수신된 I 및 Q 신호를 필터링하고, 디지털 간섭 신호를 조절하여, 수신된 I 및 Q 신호의 간섭과 매칭하는 신호를 발생시키고, 또한 수신된 I 및 Q 신호에서 조절된 간섭 신호를 감산 또는 소거한다. 디지털 필터/간섭 소거기 (251) 는 또한 간섭 소거 전후에 I 및 Q 신호를 필터링하고, 신호, I_{RX} 및 Q_{RX} 를 제공할 수도 있다.

[0111] 도 8 은 도 7 에 도시된 바와 같은 간섭 소거 메커니즘의 특정 설계를 도시한다. 도 8 에서, IMD 발생기 (166) 는 도 7 의 간섭 복원 유닛 (220) 의 기능성의 적어도 일부를 제공할 수도 있는 반면, IMD 소거기 (850) 는 디지털 필터/간섭 소거기 (251) 의 기능성의 적어도 일부를 제공할 수도 있다.

[0112] 도 8 에서, IMD 발생기 (166) 는 IM2 발생기 (832) 및 IM3 발생기 (834) 를 포함한다. IM2 발생기 (832) 는 sampler_out 서브신호 (d), 즉, 다운컨버팅된 I 및 Q 신호 I_{dtx} 및 Q_{dtx} 를 ADC (156.d) 로부터 수신하고, 디지털 IM2, I_{im2} 를 제공한다. IM2 발생기 (832) 는, 예를 들어, 도 5b 의 IM2 발생기 (162), 도 5c 의 IM2 발생기 (162b), 또는 몇몇 다른 IM2 발생기를 이용하여 구현될 수도 있다. IM2 조절 유닛 (842) 는

디지털 IM2 를 IM2 발생기 (832) 로부터 수신하고 조절된 IM2, I_{cim2} 및 Q_{cim2} 를 제공한다.

- [0113] IM3 발생기 (834) 는 복원된 디지털 IM3, I_{im3} 및 Q_{im3} 를 발생시킨다. IM3 발생기 (834) 는 복원된 디지털 IM2 를 IM2 발생기 (832) 로부터 수신하고, 복원된 재머 신호를 재머 복원 유닛 (836) 으로부터 수신한다. IM3 발생기 (834) 는 도 5e 의 IM3 발생기 (580), 또는 임의의 다른 IM3 발생기로 구현될 수도 있다. IM3 조절 유닛 (844) 은 디지털 IM3 를 IM3 발생기 (834) 로부터 수신하고, 조절된 IM3, I_{cim3} 및 Q_{cim3} 를 제공한다. 유닛 (842 및 844) 는 도 9a 를 참조하여 이후 설명되는 바와 같이 구현될 수도 있다.
- [0114] 재머 복원 유닛 (836) 은 중간 I 및 Q 신호, I_{int} 및 Q_{int} 를 디지털 필터/간섭 소거기 (850) 로부터 수신하고, 복원된 재머 신호, I_J 및 Q_J 를 IM3 발생기에 제공한다. 유닛 (836) 은 도 4d 및 도 4e 를 참조하여 앞서 설명한 바와 같이, 또는 도 9b 를 참조하여 이후 설명하는 바와 같이, 또는 본 명세서에서 명시적으로 설명되지 않은 다른 기술을 이용하여 구현될 수도 있다.
- [0115] 디지털 필터/IMD 소거기 (850) 는 지연 유닛 (812 및 818), 제 1 필터 스테이지 (814), 및 제 2 필터 스테이지 (822) 를 포함한다. 제 1 필터 스테이지 (814) 는 이미지 및 고주파수 양자화 잡음을 ADC (146) 로부터 감쇠할 수도 있다. 제 2 필터 스테이지 (822) 는 채널 선택, 재머 거절, 잡음 필터링, 다운 센싱 등을 수행할 수도 있다. 디지털 필터/IMD 소거기 (850) 는 수신된 신호에서 디지털적으로 복원된 간섭을 감산하는 합산기 (816 및 820) 를 더 포함한다. 지연 유닛 (812) 은 수신된 I 및 Q 신호, I_{rx} 및 Q_{rx} 를 지연시켜, IM2 발생기 (832) 및 IM2 조절 유닛 (842) 의 지연을 매칭시킨다. 합산기 (816a) 는 제 1 필터 스테이지 (814) 의 I 출력에서 조절된 IM2 I 컴포넌트, I_{cim2} 를 감산하고, 중간 I 신호, I_{int} 를 제공한다. 합산기 (816b) 는 제 1 필터 스테이지 (814) 의 Q 출력에서 조절된 IM2 Q 컴포넌트, Q_{cim2} 를 감산하고, 중간 Q 신호, Q_{int} 를 제공한다. 지연 유닛 (818) 은 중간 I 및 Q 신호를 지연시켜, IM3 발생기 (834) 와 IM3 조절 유닛 (844) 의 지연을 매칭시킨다. 합산기 (820a) 는 지연 유닛 (818) 의 I 출력에서 조절된 IM3 I 컴포넌트, I_{cim3} 를 감산한다. 합산기 (820b) 는 지연 유닛 (818) 의 Q 출력에서 조절된 IM3 Q 컴포넌트, Q_{cim3} 를 감산한다. 유닛 (842) 및 합산기 (816a 및 816b) 는 IM2 소거를 수행한다. 유닛 (844) 및 합산기 (820a 및 820b) 는 IM3 소거를 수행한다.
- [0116] 도 8 은 간섭 복원 유닛 (220) 및 디지털 필터/간섭 소거기 (251) 의 특정 설계를 도시한다. 다른 방식으로 간섭이 또한 소거될 수도 있다. 예를 들어, IM2 및 IM3 레벨이 검출될 수도 있고, IM2 레벨이 IM3 레벨보다 높으면 IM3 이전에 IM2 가 소거될 수도 있으며, IM3 레벨이 IM2 레벨보다 높으면 IM2 이전에 IM3 가 소거될 수도 있다. 당업자는 보다 일반화된 타입의 간섭에 대한 소거 아키텍처가 본 개시물의 견지에서 손쉽게 도출될 수도 있다는 것을 알 것이다.
- [0117] 도 9a 는 IMD 조절 유닛 (900) 의 설계의 블록도를 도시한다. 유닛 (900) 은 도 8 의 IM2 조절 유닛 (842) 의 기능성의 적어도 일부를 제공할 수도 있는데, 이 경우에 유닛 (900) 은 I 및 Q 입력에 대해 디지털 IM2, I_{im2} 및 Q_{im2} 를 수신하고, 조절된 IM2, I_{cim2} 및 Q_{cim2} 를 제공한다. 유닛 (900) 은 또한 IM3 조절 유닛 (844) 의 기능성의 적어도 일부를 제공할 수도 있는데, 이 경우에 유닛 (900) 은 I 및 Q 입력에 대해 디지털 IM3, I_{im3} 및 Q_{im3} 를 수신하고, 조절된 IM3, I_{cim3} 및 Q_{cim3} 를 제공한다.
- [0118] IMD 조절 유닛 (900) 내에서, 이득 유닛 (910a 및 910b) 은 각각 이득 g_I 및 g_Q 로 I 및 Q 입력을 스케일링한다. 필터 (912a 및 912b) 는 조절가능한 필터 응답으로, 각각, 이득 유닛 (910a 및 910b) 의 출력을 필터링한다. 지연 유닛 (914a 및 914b) 은 지연의 가변량만큼, 각각, 필터 (912a 및 912b) 의 출력을 지연시킨다. 필터 (916a 및 916b) 는 조정가능한 필터 응답으로, 각각, 지연 유닛 (914a 및 914b) 의 출력을 필터링하고 조절된 IM2 또는 IM3 를 제공한다.
- [0119] 예시적인 실시형태에서, 도 7 의 간섭 제어 유닛 (240) 은 복원된 간섭에 대한 상관 결과를 수신할 수도 있고, 조절된 IM2 및 IM3 가 각각 수신된 IM2 및 IM3 와 가능하면 긴밀하게 매칭하도록 IMD 조절 유닛 (900) 내의 다양한 유닛을 조정할 수도 있다. 이득 g_I 및 g_Q 는 조절된 IM2 또는 IM3 의 진폭이 수신된 IM2 또는 IM3 의 진폭과 매칭하도록 선택될 수도 있다. 필터 (912a, 912b, 916a 및 916b) 는 조절된 IM2 또는 IM3 의 주파수 응답이 수신된 IM2 또는 IM3 의 주파수 응답과 매칭하도록 조정될 수도 있다. 예를 들어, 필터 (912a 및 912b) 는 수신 경로에서의 다양한 회로 블록으로 인해 수신된 I 및 Q 신호에서 드롭을 매칭하기 위

해 조절된 IM2 또는 IM3 에서 롤-오프 또는 드롭을 제공할 수도 있다. 지연 유닛 (914a 및 914b) 은 조절된 IM2 또는 IM3 가 수신된 IM2 또는 IM3 와 시간-정렬되도록 조정될 수도 있다. 간섭 제어 유닛 (240) 은 모든 조정가능한 파라미터 (예를 들어, 이득, 지연, 주파수 응답 등) 를 통해 순환할 수도 있고, 한번에 하나의 파라미터를 조정할 수도 있다. 각 파라미터에 대해, 간섭 제어 유닛 (240) 은 상이한 값을 적용하고, 더 우수한 IMD 소거를 표시하는, 최저 상관 결과를 제공하는 값을 선택한다. 간섭 제어 유닛 (240) 은 또한 다수의 또는 모든 파라미터를 연결하여 조정할 수도 있다.

[0120] 다른 설계에서, IMD 조절 유닛은 상관 결과에 기초하여 조정될 수도 있는 계수를 갖는 적응 필터로 구현된다. 예를 들어, 적응 필터는 상관 결과 ρ_{31} 에 기초하여 조정될 수도 있는 계수 세트에 기초하여 I_{im3} 를 수신하고 I_{cim3} 를 발생시킬 수도 있다. 적응 필터는 또한 I_{cim2} , Q_{cim2} 및 Q_{cim3} 를 발생시키는데 이용될 수도 있다. 적응 필터에 대한 계수 조정은 LMS (least mean square), RLS (recursive least square), DMI (direct matrix inversion) 등과 같은 다양한 적응 알고리즘에 기초할 수도 있다. 예시적인 실시형태에서, 이러한 적응 알고리즘은 도 8 의 유닛 (170) 에 의해 제공된 상관 값에 기초하여 비용 함수를 최소화하려고 시도할 수도 있다. 다른 예시적인 실시형태에서, 비용 함수는 수신기 성능의 측정치, 예를 들어, 프레임 에러 레이트일 수도 있다.

[0121] 도 9b 는 재머 복원 유닛 (930) 의 설계의 블록도를 도시한다. 유닛 (930) 은 도 8 의 재머 복원 유닛 (836) 의 기능성의 적어도 일부를 제공할 수도 있다. 유닛 (930) 내에서, 이득 유닛 (920a 및 920b) 은 중간 I 신호, I_{int} 를 수신 및 스케일링한다. 이득 유닛 (920c 및 920d) 은 중간 Q 신호, Q_{int} 를 수신 및 스케일링한다. 이득 유닛 (920a 내지 920d) 은 재머의 I/Q 진폭 및 위상 불균형을 보정하는데 이용될 수도 있다. 합산기 (922) 는 유닛 (920a) 으로부터의 스케일링된 I_{int} 와 유닛 (920c) 으로부터의 스케일링된 Q_{int} 를 합산한다. 합산기 (922b) 는 유닛 (920b) 으로부터의 스케일링된 I_{int} 와 유닛 (920d) 으로부터의 스케일링된 Q_{int} 를 합산한다. 필터 (924a) 는 합산기 (922) 의 출력을 필터링하고, 재머 I 신호, I_r 를 제공한다. 필터 (924b) 는 합산기 (922b) 의 출력을 필터링하고, 재머 Q 신호, Q_r 를 제공한다. 필터 (924a 및 924b) 는 수신 경로의 주파수 응답에서 드롭을 보상하기 위해 복원된 재머 I 및 Q 신호를 "언드롭 (undrop)"(즉, 등화) 하도록 설계된 저역통과 또는 대역통과 필터일 수도 있다. 예시적인 실시형태에서, 필터 (924a 및 924b) 는 도시된 이득 유닛 (920a 내지 920d) 을 따르기보다는 앞설 수도 있다.

[0122] 간섭을 복원, 상관, 및/또는 소거하는 몇몇 기술이 IM2 및 IM3 에 대한 적용을 특별히 참조하여 설명되었지만, 당업자는 개시된 기술이 도 11 및 도 12 를 참조하여 이후 설명되는 것과 같은 다른 타입의 간섭에도 적용되도록 손쉽게 구성될 수도 있다는 것을 알 것이라는 것을 주의한다. 이러한 예시적인 실시형태는 본 개시물의 범위 내에 있는 것으로 예기된다.

[0123] 도 10 은 디바이스, 예를 들어, 셀룰러 폰과 같은 무선 디바이스에 의해 간섭을 검출 및 완화하는 프로세스 (1000) 를 도시한다. 이 디바이스는 간섭 소스를 샘플링하고, 샘플링된 간섭에 기초하여 간섭을 디지털적으로 복원하며 (단계 1012), 복원된 간섭에 기초하여 입력 신호의 간섭을 디지털적으로 결정한다 (단계 1014). 예를 들어, 이 디바이스는 디지털 IM2 를 획득하고, 디지털 IM2 에 기초하여 입력 신호의 IM2 를 결정할 수도 있다. 다른 방법으로 또는 추가적으로, 이 디바이스는 디지털 IM3 를 획득하고, 디지털 IM3 에 기초하여 입력 신호의 IM3 를 결정할 수도 있다. 도 3a 내지 도 3c 에 도시된 바와 같은 임의의 소스로부터 샘플링된 간섭이 감지될 수도 있다. 단계 1012 에서, 이 디바이스는 도 3a 내지 도 3c 에 도시된 sampler_out 서브신호들 중 임의의 것에 기초하여 간섭을 디지털적으로 복원할 수도 있다.

[0124] 단계 1014 에서, 이 디바이스는 디지털-복원된 간섭과 디지털-수신된 신호를 상관하고, 상관 결과에 기초하여 디지털-수신된 신호의 상관 레벨을 결정할 수도 있다. 예를 들어, IM2 의 경우, 이 디바이스는 디지털 IM2 와 수신된 I 및 Q 신호를 상관하여, 상관된 IM2 I 및 Q 전력을 획득하고, 디지털 IM2 의 전력을 결정하고, 수신된 I 및 Q 신호의 전력을 결정하며, 예를 들어, 도 6a 에 도시된 것과 같은 모든 전력에 기초하여 IM2 에 대한 상관 결과를 결정한다. IM3 의 경우, 이 디바이스는 디지털 IM3 I 컴포넌트와 입력 I 신호를 상관하여, 상관된 IM3 I 전력을 획득하고, 디지털 IM3 Q 컴포넌트와 입력 Q 신호를 상관하여, 상관된 IM3 Q 전력을 획득하고, 디지털 IM3 I 및 Q 컴포넌트의 전력을 결정하고, 수신된 I 및 Q 신호의 전력을 결정하며, 예를 들어, 도 6b 에 도시된 것과 같은 모든 전력에 기초하여 IM3 에 대한 상관 결과를 결정한다.

[0125] 단계 1015 에서, 이 디바이스는 간섭이 충분한 정도로 억제되는지 여부를 판정할 수도 있다. 예이면, 이 디바이스는 종료로 진행할 수도 있으며, 이에 의해 이 방법은 중지된다. 예시적인 실시형태에서, 이 방법

은 주기적으로 실행될 수도 있다. 아니오이면, 이 디바이스는 단계 1016 및 단계 1018-1020 에 의해 정의된 경로 중 하나 또는 둘 다를 따라 진행할 수도 있다.

[0126] 단계 1016 에서, 이 디바이스는 디지털-수신된 신호로부터 결정된 상관 간섭의 레벨에 기초하여 수신기의 적어도 하나의 회로 단계의 동작을 조정할 수도 있다. 이 조정은 상술한 바와 같이, 상관 결과에 기초할 수도 있다. 예를 들어, 이 디바이스는 결정된 IM2 에 기초하여 수신기의 믹서의 동작을 조정하고, 결정된 IM3 에 기초하여 수신기의 LNA 의 선형성 및/또는 이득을 조정할 수도 있고 등등이다. 이 디바이스는 임계값 등에 기초하여, 페루프 방식으로 조정을 수행할 수도 있다.

[0127] 다른 방법으로 또는 추가적으로, 이 디바이스는 디지털 간섭을 조절하여, 디지털-수신된 신호에 존재하는 간섭과 매칭하는 조절된 간섭을 획득할 수도 있고 (단계 1018), 수신된 신호에서 조절된 간섭을 감산 또는 소거할 수도 있다 (단계 1020). 예를 들어, 이 디바이스는 디지털적으로 복원된 IM2 에 기초하여 조절된 IM2 를 도출하고 입력 신호에서 조절된 IM2 를 감산할 수도 있다. 이 디바이스는 또한 디지털적으로 복원된 IM3 에 기초하여 조절된 IM3 를 도출하고, 입력 신호에서 조절된 IM3 를 감산할 수도 있다. 이 디바이스는 가변 이득, 가변 지연, 조정가능한 주파수 응답 등으로 조절된 IM2 및/또는 IM3 를 도출하여, IM2 및/또는 IM3 의 만족스런 소거를 달성할 수도 있다. 이 디바이스는 또한 도 3a 내지 도 3c 에 도시된 sampler_out 의 서브신호로부터 복원된 임의의 디지털 간섭에 기초하여 조절된 간섭을 도출할 수도 있다.

[0128] 따라서, 디지털 간섭은 (a) 단계 1016 에 도시된 바와 같이, 수신기의 적어도 하나의 회로 블록의 동작을 조정하고, (b) 단계 1018 및 1020 에 도시된 바와 같이, 조절된 간섭을 도출하고 수신된 신호에서 조절된 간섭을 소거하거나, (c) 적어도 하나의 회로 블록의 동작을 조정할 뿐만 아니라 조절된 간섭을 도출하고 수신된 신호에서 조절된 간섭을 소거하는데 이용될 수도 있다.

[0129] 단계 1016 및/또는 단계 1018-1020 의 종결 시에, 이 방법은 단계 1012 로 복귀하여, 간섭 소스를 다시 샘플링할 수도 있다. 다른 방법으로는, 예시적인 실시형태 (미도시) 에서, 이 방법은 단계 1012 및 1014 가 드러나지 않게 연속적으로 실행되는 동안 단계 1015 로 복귀할 수도 있다.

[0130] 도 11a 내지 도 11c 및 도 12a 내지 도 12c 는 수신된 신호에 존재하는 특정 간섭 소스를 소거하는 예시적인 실시형태에 대한 도 2 의 일반 아키텍처의 특정 적용을 또한 도시한다. 도시된 예시적인 실시형태는 예시의 역할만을 하는 것으로 의도되고, 도 2 의 일반 아키텍처의 범위를 개시된 임의의 특정 방식으로 제한하려고 의도되지 않는다.

[0131] 도 11a 는, 재머가 주파수 f_j 에 있고, 믹서 (142) 로의 입력에 주파수 f_{LO_spur} 의 LO 자극이 존재하는 시나리오를 도시한다. LO 자극은 RX LO 자체에 의해 발생된 자극일 수도 있거나, 기관 또는 다른 회로를 통해 커플링함으로써 믹서 (142) 의 입력으로 누설되는 TX LO 의 자극일 수도 있다. LO 자극은 재머를 기저대역 주파수 $|f_j - f_{LO_spur}|$ 로 다운컨버팅하며, 여기서 원하는 신호에 대한 간섭을 야기한다.

[0132] 도 11b 는, 주파수 f_{LO_spur} 이 선형적으로 알려져 있다고 가정하면, LO 자극과 재머의 혼합으로 인해 간섭을 디지털적으로 복원하는 본 개시물에 따른 예시적인 실시형태를 도시한다. 도 11b 에서, sampler_out 서브신호 (d) 에 대응하는 수신 체인은 기저대역으로의 LNA 출력 (140a) 을 혼합하는데 채용된다. 다운컨버팅된 재머가 RX LO 또는 TX LO 와 혼합되길 바라는지 여부에 따라, 주파수 f_{RX_LO} 또는 f_{TX_LO} 에서 LO 가 믹서 (152.d) 에 제공된다. 믹서 (152.d) 의 출력은 $(f_j - f_{RX_LO})$ 또는 $(f_j - f_{TX_LO})$ 의 새로운 중심 주파수로 시프팅된 f_j 주파수에서 중심에 있는 재머의 버전을 포함한다. ADC (156.d) 에 의한 디지털화 다음에, 도 2 의 간섭 복원 유닛 (220) 의 특정 예시적인 실시형태로 간주될 수 있는 디지털 주파수 회전자 (1110) 및 필터 (1100) 에 sampler_out 서브신호 (d) 가 제공된다.

[0133] 예시적인 실시형태에서, 디지털 필터 (1100) 는 아날로그 필터 (154.d) 의 특징을 보상하도록, 또는 ADC 출력 잡음 필터링을 제공하도록 설계된다. 다른 예시적인 실시형태는 디지털 필터 (1100) 를 통합할 필요가 없다는 것을 주의한다. 디지털 주파수 회전자 (1110) 는 주파수 $(f_{RX_LO} - f_{LO_spur})$ 또는 $(f_{TX_LO} - f_{LO_spur})$ 만큼 잔여 신호를 회전 또는 시프팅하도록 설계될 수도 있다. 주파수 회전은 LO 자극과 재머의 혼합에 의해 수신된 신호에 야기되는 간섭의 디지털 보전을 복원한다. 다른 예시적인 실시형태에서, 주파수 시프팅은 또한, 주파수 $(f_{RX_LO} - f_{LO_spur})$ 또는 $(f_{TX_LO} - f_{LO_spur})$ 에서의 LO 자극의 국부적으로 발생된 버전과, 이제 주파수 $(f_j - f_{RX_LO})$ 또는 $(f_j - f_{TX_LO})$ 에서의 디지털화된 재머를 곱함으로써 달성될 수도 있다. 디지털 주파수

회전의 기술은 당업계에 공지되어 있고, 본 명세서에 더 설명되지 않는다는 것을 주의한다.

- [0134] 디지털 주파수 회전자 (1110) 다음에, 필터 (1120) 가 적용되어, 상관 유닛 (230) 및 간섭 제어 유닛 (240) 에 간섭을 공급하기 전에 간섭을 격리할 수도 있는데, 이들의 동작은 본 명세서에서 이전에 설명한 바와 같을 수도 있다. 예시적인 실시형태에서, 필터 (1120) 는 예상 간섭 주파수에 중심을 둔 대역통과 필터일 수도 있다. 옵션으로, 간섭 제어 유닛 (240) 의 출력은, 이용가능하다면 LO 자극을 조정하는 교정 메커니즘 또는 간섭 소거 메커니즘에 제공될 수도 있다. 이러한 메커니즘은, 예를 들어, 자극을 감소시키기 위해 국부 발전기에 제공되는 바이어스 전류를 증가시키는 모듈일 수도 있다.
- [0135] 도 11c 는 f_j 에서의 재머로 인해 간섭을 디지털적으로 복원하는 본 개시물에 따른 예시적인 실시형태를 도시 하며, 여기서 주파수 f_{LO_spur} 는 선형적으로 알려져 있지 않다. 도 11c 에서, 추가 주파수 검색 유닛 (1150) 이 제공된다. 주파수 검색 유닛 (1150) 은 디지털 주파수 회전자 (1110) 에게 후보 주파수 (1150a) 만큼 신호를 회전하라고 지시하여, 후보 복원 간섭을 발생시키고, 후보 주파수 (1150a) 에 중심을 둔 대역통과 필터를 이용하여 회전된 신호를 필터링하며, 상관 유닛 (230) 에 의해 계산된 대응하는 상관 계수를 수집할 수도 있다. 따라서, 주파수 검색 유닛 (1150) 은 최대 상관을 발생시키는 최고 후보 주파수가 결정될 때까지 후보 주파수의 범위에 걸쳐 반복할 수도 있다. 최고 후보 주파수는 이후 본 명세서에 개시된 바와 같이, 간섭을 교정 또는 소거하는데 이용될 수도 있다. 예시적인 실시형태에서, 후보 주파수는 수신 기의 정규 동작 중에 연속적으로 모니터링 및 업데이트될 수도 있다.
- [0136] 당업자는 도 11b 및 도 11c 에 도시된 아키텍처의 추가 변형이 가능하다는 것을 파악할 것이다. 예를 들어, 도 11b 및 도 11c 에 도시된 서브신호 (d) 대신에 sampler_out 서브신호 (b) 및 (c) 가 제공될 수도 있다. 다른 방법으로는, sampler_out 서브신호 (a) 는 디지털적으로 필터링 (예를 들어, 대역통과-필터링) 되어, 재머를 격리시킨 후, 주파수 ($f_{LO_spur} - f_{RX_LO}$) 만큼 디지털적으로 회전되어, RX 신호 에 존재하는 것으로 예상되는 간섭을 획득할 수도 있다.
- [0137] 도 12a 는, RX LO 부근의 주파수 f_j 에 재머가 존재하고, 또한 RX LO 부근의 고주파수 기관 잡음이 믹서 (142) 의 LO 포트에 커플링되는 시나리오를 도시한다. 이 기관 잡음은 도시된 바와 같이 기저대역으로 재머를 다운컨버팅하며, 여기서 원하는 신호에 대한 간섭을 야기할 수도 있다.
- [0138] 도 12b 는 f_j 에서의 재머가 고주파수 기관 잡음과 혼합되는 것으로 인해 간섭을 디지털적으로 복원하는 본 개시물에 따른 예시적인 실시형태를 도시한다. 도 12b 에서, 고주파수 기관 잡음이 RX LO 로 커플링되고, 따라서 LNA 신호를 다운컨버팅한다고 가정된다. 이 효과를 완화하기 위해, sampler_out 서브신호 (d) 는 믹서 (152.d) 를 이용하여 아날로그 기관 잡음 센서 (1201) 의 출력과 LNA 출력을 혼합함으로써 발생되고, 즉, x.d 는, 예를 들어, 도 3d 에 따라 기관 잡음 센서 출력으로 설정된다. sampler_out 서브신호 (d) 는 디지털 필터 (1200) 에 의해 필터링되어 ADC 로부터 잡음을 제거한 후, 본 개시물에 따라 상관 유닛 (230) 및 간섭 제어 유닛 (240) 에 제공될 수도 있다.
- [0139] 당업자는 도 12b 가 수신된 신호를 기저대역으로 다운컨버팅하기 위해 믹서의 LO 포트에 커플링하는 고주파수 기관 잡음의 효과를 처리하는 기술을 도시하지만, 다른 예시적인 실시형태 (미도시) 에서, 본 기술은 믹서 (142) 의 RF 입력 (즉, 수신된 신호 입력) 에 직접 커플링하는 고주파수 기관 잡음에도 적용될 수도 있다는 것을 파악할 것이다. 이러한 예시적인 실시형태에서, 도 3c 의 신호 센서 (300) 는 기관 잡음을 감지하도록 구성될 수도 있다. 신호 센서 (300) 출력은 이후, 필터 (154.k) 에 의해 필터링되고 ADC (156.k) 에 의해 디지털화되기 전에, RX LO 를 이용하여 믹서 (152.k) 에 의해 다운컨버팅될 수도 있다. 이어서, 디지털화된 기관 잡음은 이미 설명된 기술을 이용하여, 수신된 신호와 상관되거나 이 수신된 신호로부터 소거될 수도 있다. 예시적인 실시형태에서, 필터 (154.k) 는 대역통과 필터일 수도 있고, ADC (156.k) 는 당업자에 알려진 대역통과 ADC 일 수도 있다.
- [0140] 도 12c 는, 재머가 기관 잡음과 혼합되는 것으로 인해, sampler_out 이 간섭을 디지털적으로 복원하는 2 개의 서브신호 (d) 및 (1) 을 포함하는 본 개시물에 따른 예시적인 실시형태를 도시한다. 도 12c 에서, sampler_out 서브신호 (d) 는 고주파수 국부 발전기 신호, 예를 들어, RX LO 에 의해 다운컨버팅된 LNA 출력 (130a) 의 디지털화된 버전이다. 다운컨버팅된 재머의 주파수로 튜닝되는 대역통과 필터 특징을 가질 수도 있는 디지털 필터 (1205) 에 sampler_out 서브신호 (d) 가 제공된다. 따라서, 필터 (1205) 는 재머를 격리시키는 기능을 할 수도 있다. 당업자는 도 11b 를 참조하여 앞서 설명된 디지털 주파수 회전 유닛 더하기 수반하는 필터와 같이, 디지털 필터 (1205) 이외의 다른 유닛이 도 12c 의 예시적인 실시형태에서 채용

될 수도 있다는 것을 파악할 것이다. 다른 예시적인 실시형태 (미도시) 에서, 재머의 주파수가 알려져 있지 않으면, 예를 들어, 도 11c 를 참조하여 설명된 것과 같은 재머 주파수 검색 기술이 채용될 수도 있다.

[0141] 또한, 기관 잡음 센서 (1201) 가 도 12c 에 도시된다. 본 명세서에서 더 설명될 바와 같이, 도 12c 의 예시적인 실시형태는 저주파수 성질 (예를 들어, LO 의 주파수보다 매우 적음) 과 고주파수 성질 (예를 들어, LO 의 주파수와 동등함) 둘 다의 기관 잡음으로 인해 간섭을 감지 및 복원하는데 이용될 수도 있다.

[0142] 기관 잡음이 비교적 높은 주파수로 이루어지면, 아날로그 필터 (154.1) 는 대역통과 아날로그 필터로서 구성될 수도 있고, ADC (156.1) 는 (대역통과 감지 및 디지털화를 수행할 수 있는) 대역통과 ADC 일 수도 있다. 기관 잡음이 비교적 낮은 주파수로 이루어지지만 (예를 들어, RX LO 의 주파수보다 매우 낮음), 기관 잡음이 수신된 신호와 혼합되도록 (예를 들어, RX LO 에 의해) 고주파수로 업컨버팅되면, 기관 잡음 센서 (1201) 는 저주파수 기관 잡음을 직접 샘플링할 수도 있다. 그 경우에, 아날로그 필터 (154.1) 는 저역통과 필터로서 구성될 수도 있고, ADC (156.1) 는 정규 ADC 일 수도 있다.

[0143] 고주파수 기관 잡음뿐만 아니라 업컨버팅된 저주파수 기관 잡음을 자연스럽게 처리하는 두 경우에서, 간섭 복원 유닛 (1255) 은, 예를 들어, 신호 sampler_out (1) 과 신호 (1205a) 를 디지털적으로 곱하고 임의의 필요한 주파수 시프트를 보정함으로써, 기관 잡음 및 재머로 인한 간섭을 디지털적으로 복원할 수도 있다.

[0144] 도 12a 내지 도 12c 는, 예를 들어, 도 12a 에 도시된 바와 같이 RX LO 에 가까운 주파수가 높거나, 주파수-업컨버팅된 기관 잡음을 도시하였지만, 당업자는 기관 잡음이 또한 상당히 낮은 주파수에 있거나, RX LO 가 원하는 신호와 재머 둘 다를 낮은 주파수로 다운컨버팅한 후에 수신된 신호와 상관할 수 있다는 것을 알 것이다. 예를 들어, 기관 잡음은, 직접 원하는 채널로의 아날로그 필터 (144) 뒤에, $(f_j - f_{RX,LO})$ 에 중심을 둔 재머를 이동시키는 작동을 하는 ADC (146) 의 클럭과 커플링될 수 있다.

[0145] 도 12d 는 주파수가 비교적 낮은 기관 잡음을 처리하는 예시적인 실시형태를 도시한다. 도 12d 에서, sampler_out 서브신호 (a) 는 ADC (146) 출력의 디지털화 및 필터링된 버전이다. 예시적인 실시형태에서, 필터 (1200) 는 수신된 신호에서 재머를 격리시킬 수도 있다. sampler_out 서브신호 (1) 은 기관 잡음 센서 (1201) 의 아날로그 출력의 디지털화된 버전이다. 따라서, 원하는 신호가 되는 간섭은 입력들을 간섭 복원 유닛 (1255) 에 곱함으로써 간섭 복원 유닛 (1255) 에서 디지털적으로 복원될 수도 있다. 다른 예시적인 실시형태 (미도시) 에서, 서브신호 (b) 는 서브신호 (a) 를 대체할 수도 있고, 적절한 변경으로, 서브신호 (k) 는 서브신호 (1) 을 대체할 수도 있다.

[0146] 도 12a 내지 도 12d 는 기관 잡음을 향하는 본 개시물의 예시적인 실시형태를 도시하지만, 당업자는 임의의 타입의 잡음 효과를 처리하기 위해 본 명세서에 개시된 기술이 적용될 수도 있다는 것을 파악할 것이라는 것을 주의한다. 특히, 포맷 및/또는 강도가 시변하는 잡음은 기관 잡음 센서 (1201) 와 같은 잡음 센서에 의해 동적으로 샘플링되고, 도 12b 내지 도 12d 의 예시적인 실시형태에 따라 프로세싱되어, 간섭을 디지털적으로 복원할 수도 있다.

[0147] 당업자는 개시된 간섭 완화 아키텍처의 플렉시빌리티로 인해, 간섭 센서 및 샘플러 (200), 간섭 복원 유닛 (220), 및 프로세싱 제어 유닛 (230) 의 전부 또는 일부가 신호 수신에 따라 수신된 신호에서 상이한 타입의 간섭을 처리하도록 동적으로 구성될 수도 있다는 것을 알 것이다. 예를 들어, 제 1 타입의 간섭이 검출되는 경우에 이러한 제 1 타입의 간섭 (예를 들어, 2 개의 강한 대역의 재머의 IM3 혼합, 그 중 하나는 디바이스 자체의 송신기일 수 있음) 을 완화하고, 제 2 타입의 간섭이 검출되는 경우에 프로세싱하기 위해 제 2 타입의 간섭 (예를 들어, IM2) 을 완화하도록 교호적으로 블록이 구성될 수도 있다. 예시적인 실시형태에서, 간섭 제어 유닛 (240) 에 의해 제공된 제어 신호 (240a) 는 어떤 타입의 간섭이 완화되는지를 지정할 수도 있다.

[0148] 본 명세서에 개시된 기술은 일정한 이점을 제공할 수도 있다. 먼저, 아날로그 회로 블록 (예를 들어, 믹서 (142)) 은, 예를 들어, 공장 교정을 수행하지 않음으로써 비용 절감을 초래할 수도 있는, 도 2 에 도시된 간섭 제어 유닛 (240) 을 이용하여, 실행중 (on-the-fly), 즉, 정규 동작 중에 교정될 수도 있다. 게다가, 실행중 교정은 온도, 전력 공급 등에 대한 변형을 고려가능할 수도 있다. 둘째로, 상술한 바와 같이, 개선된 성능은 IM2, IM3, 및/또는 다른 타입의 간섭 또는 왜곡을 완화함으로써 달성될 수도 있다. 셋째로, 이 기술은 (예를 들어, LNA (140) 뒤에) 수신기에서의 외부 아날로그 필터의 생략을 허용하고/하거나 덜 강제적인 상호 변조 규격으로 설계된 아날로그 회로 (예를 들어, 믹서 (142)) 의 이용을 허용할 수도 있는데, 이는 비용을 감소시키고 전력 소비가 더 낮아질 수도 있다.

- [0149] 당업자는 정보 및 신호가 갖가지 상이한 기술 및 테크닉 중 임의의 기술 및 테크닉을 이용하여 나타낼 수도 있다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 상기 설명 전체에 참조될 수도 있는 데이터, 명령, 커맨드, 정보, 신호, 비트, 심볼, 및 칩은 전압, 전류, 전자기파, 자기 또는 자기 입자, 광학계 또는 광학 입자, 또는 이들의 임의의 조합에 의해 나타낼 수도 있다.
- [0150] 당업자는 본 명세서에 개시된 예시적인 실시형태와 관련하여 설명된 여러 도시된 논리 블록, 모듈, 회로, 및 알고리즘 단계가 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 이 둘의 조합으로 구현될 수도 있다는 것을 또한 인식할 것이다. 이 하드웨어와 소프트웨어의 교환가능성을 명확하게 설명하기 위해, 여러 설명된 컴포넌트, 블록, 모듈, 회로, 및 단계가 일반적으로 그 기능성의 관점에서 상술되었다. 이러한 기능이 하드웨어로서 구현되는지 또는 소프트웨어로서 구현되는지는 전체 시스템에 부과된 특정 애플리케이션 및 설계 제약에 좌우된다. 당업자는 각각의 특정 애플리케이션에 대해 방식을 달리하면서 설명된 기능을 구현할 수도 있지만, 이러한 구현 결정은 본 발명의 예시적인 실시형태의 범위를 벗어나는 것으로 해석되어서는 안된다.
- [0151] 본 명세서에 개시된 예시적인 실시형태와 관련하여 설명된 여러 도시된 논리 블록, 모듈, 및 회로는 범용 프로세서, DSP (digital signal processor), ASIC (Application Specific Integrated Circuit), FPGA (Field Programmable Gate Array) 또는 다른 프로그램가능 논리 디바이스, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트, 또는 본 명세서에서 설명된 기능을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 조합으로 수행 또는 구현될 수도 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서일 수도 있지만, 다른 방법으로는, 이 프로세서는 임의의 종래의 프로세서, 컨트롤러, 마이크로컨트롤러, 또는 상태 머신일 수도 있다. 프로세서는 또한 컴퓨팅 디바이스의 조합, 예를 들어, DSP 와 마이크로프로세서의 조합, 복수의 마이크로프로세서, DSP 코어와 결합된 하나 이상의 마이크로프로세서, 또는 이러한 임의의 다른 구성으로 구현될 수도 있다.
- [0152] 본 명세서에 개시된 예시적인 실시형태와 관련하여 설명된 알고리즘 또는 방법의 단계는 직접 하드웨어로, 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈로, 또는 이 둘의 조합으로 구체화될 수도 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM (Random Access Memory), 플래시 메모리, ROM (Read Only Memory), EPROM (Electrically Programmable ROM), EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM), 레지스터, 하드 디스크, 착탈식 디스크, CD-ROM, 또는 당업계에 알려진 임의의 다른 형태의 저장 매체에 상주할 수도 있다. 프로세서가 예시적인 저장 매체로부터 정보를 판독하고 이 저장 매체에 정보를 기록할 수 있도록 이 저장 매체는 프로세서에 커플링된다. 다른 방법으로는, 저장 매체는 프로세서와 일체형일 수도 있다. 프로세서 및 저장 매체는 ASIC 에 상주할 수도 있다. ASIC 는 사용자 단말기에 상주할 수도 있다. 다른 방법으로는, 프로세서 및 저장 매체는 사용자 단말기에서 이산 컴포넌트로서 상주할 수도 있다.
- [0153] 하나 이상의 예시적인 실시형태에서, 설명된 기능은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 조합으로 구현될 수도 있다. 소프트웨어로 구현되면, 이 기능은 컴퓨터-판독가능 매체 상의 하나 이상의 명령 또는 코드로서 저장 또는 송신될 수도 있다. 컴퓨터-판독가능 매체는 한 곳에서 다른 곳으로의 컴퓨터 프로그램의 전송을 용이하게 하는 임의의 매체를 포함하는 통신 매체 및 컴퓨터 저장 매체 둘 다를 포함한다. 저장 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용가능한 매체일 수도 있다. 제한이 아닌, 예시로서, 이러한 컴퓨터-판독가능 매체는 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장 디바이스, 자기 디스크 저장 디바이스 또는 다른 자기 저장 디바이스, 또는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있으며 명령 또는 데이터 구조의 형태로 원하는 프로그램 코드를 저장 또는 전달하는데 이용될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 또한, 임의의 접속을 적당히 컴퓨터-판독가능 매체로 칭한다. 예를 들어, 소프트웨어가 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선 (twisted pair), DSL (digital subscriber line), 또는 적외선, 라디오, 및 마이크로파와 같은 무선 기술을 이용하여 웹사이트, 서버, 또는 다른 원격 소스로부터 송신되면, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선, DSL, 또는 적외선, 라디오, 및 마이크로파와 같은 무선 기술은 매체의 정의에 포함된다. 본 명세서에서 이용된 바와 같이, 디스크 (disk) 및 디스크 (disc) 는 콤팩트 디스크 (CD), 레이저 디스크, 광학 디스크, DVD (digital versatile disc), 플로피 디스크 및 블루-레이 디스크를 포함하는데, 여기서 디스크 (disk) 는 보통 자기적으로 데이터를 재생하는 반면, 디스크 (disc) 는 레이저를 사용하여 광학적으로 데이터를 재생한다. 상기의 조합은 또한 컴퓨터-판독가능 매체의 범위 내에 포함되어야 한다.
- [0154] 개시된 예시적인 실시형태의 이전 설명은 당업자가 본 발명을 제조 또는 이용할 수 있게 제공된다. 이들 예시적인 실시형태에 대한 각종의 변경은 당업자에게 매우 명백하고, 본 명세서에서 정의된 일반 원리는 본 발명의 범위 또는 사상을 벗어나지 않고 다른 예시적인 실시형태에 적용될 수도 있다. 따라서, 본 발명은 본 명세서에 도시된 예시적인 실시형태에 제한되려고 의도되지 않고, 본 명세서에 개시된 원리 및 신규한 특

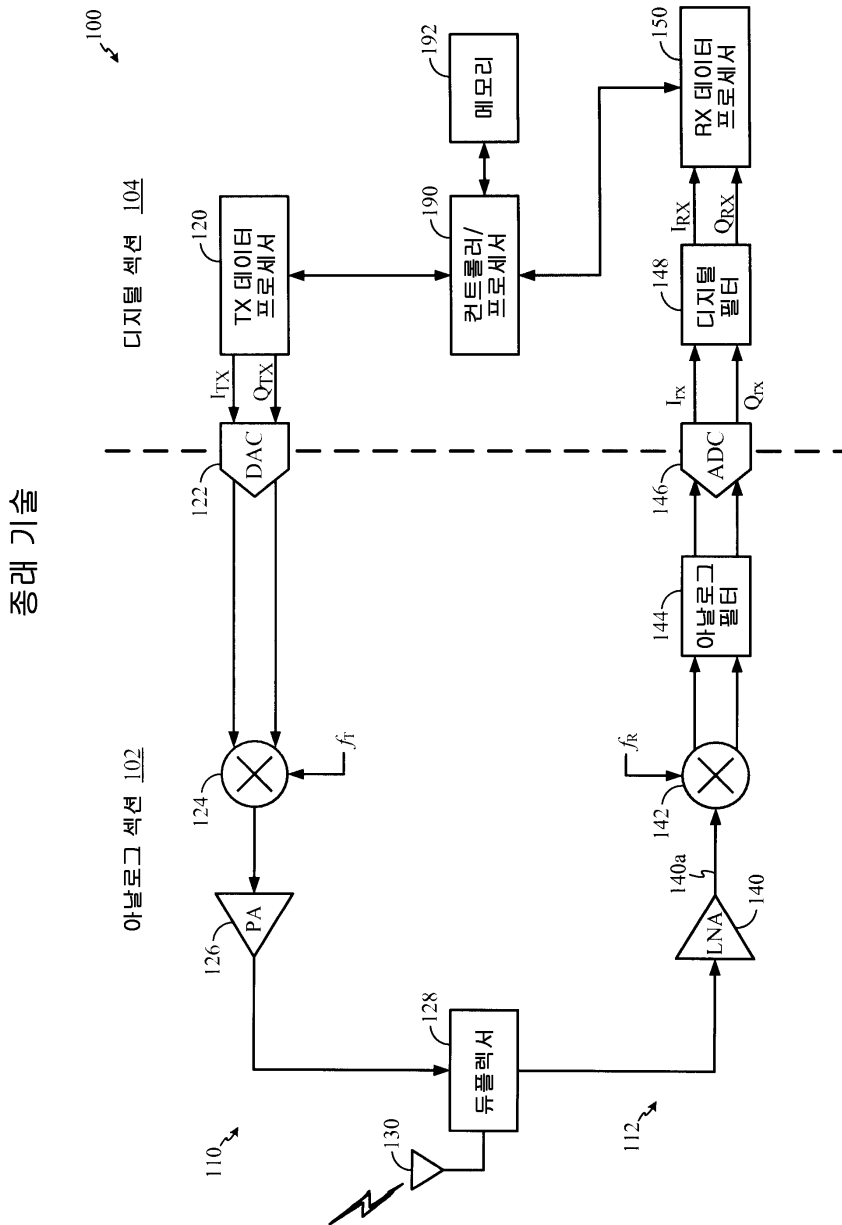
징에 부합하는 최광의 범위에 따르는 것으로 의도된다.

[0155]

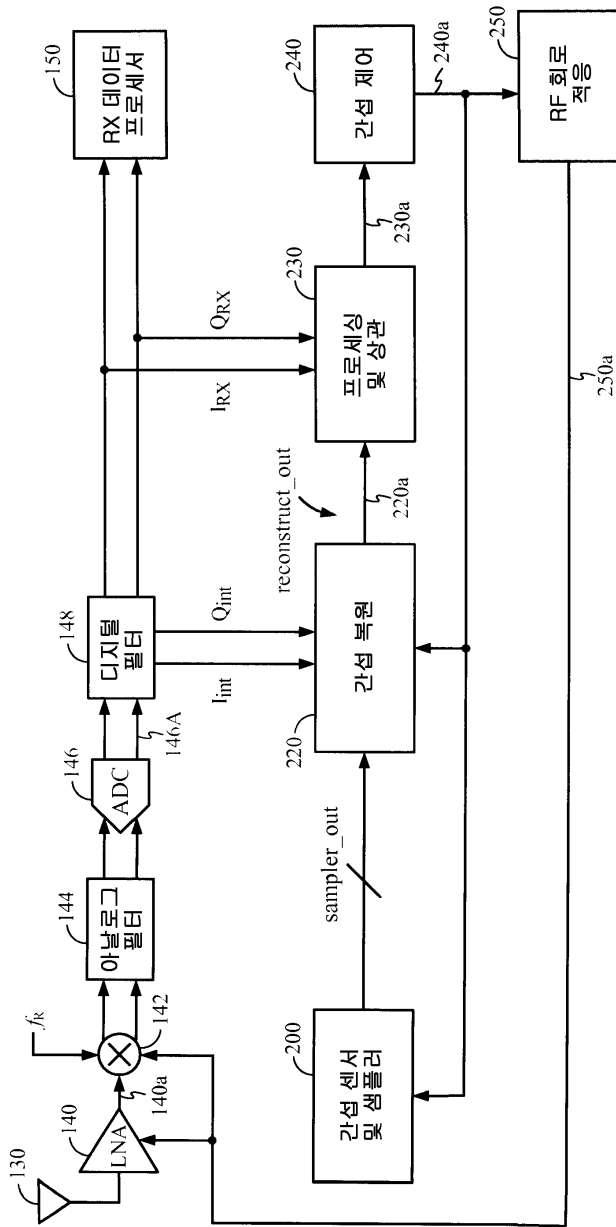
본 개시물의 이전 설명은 당업자가 본 개시물을 제조 또는 이용할 수 있게 제공된다. 이들 개시물에 대한 각종의 변경은 당업자에게 매우 명백하고, 본 명세서에서 정의된 일반 원리는 본 개시물의 범위 또는 사상을 벗어나지 않고 다른 변형예에 적용될 수도 있다. 따라서, 본 개시물은 본 명세서에서 설명된 실시예에 제한되려고 의도되지 않고, 본 명세서에서 개시된 원리 및 신규한 특징에 부합하는 최광의 범위에 따르는 것으로 의도된다.

도면

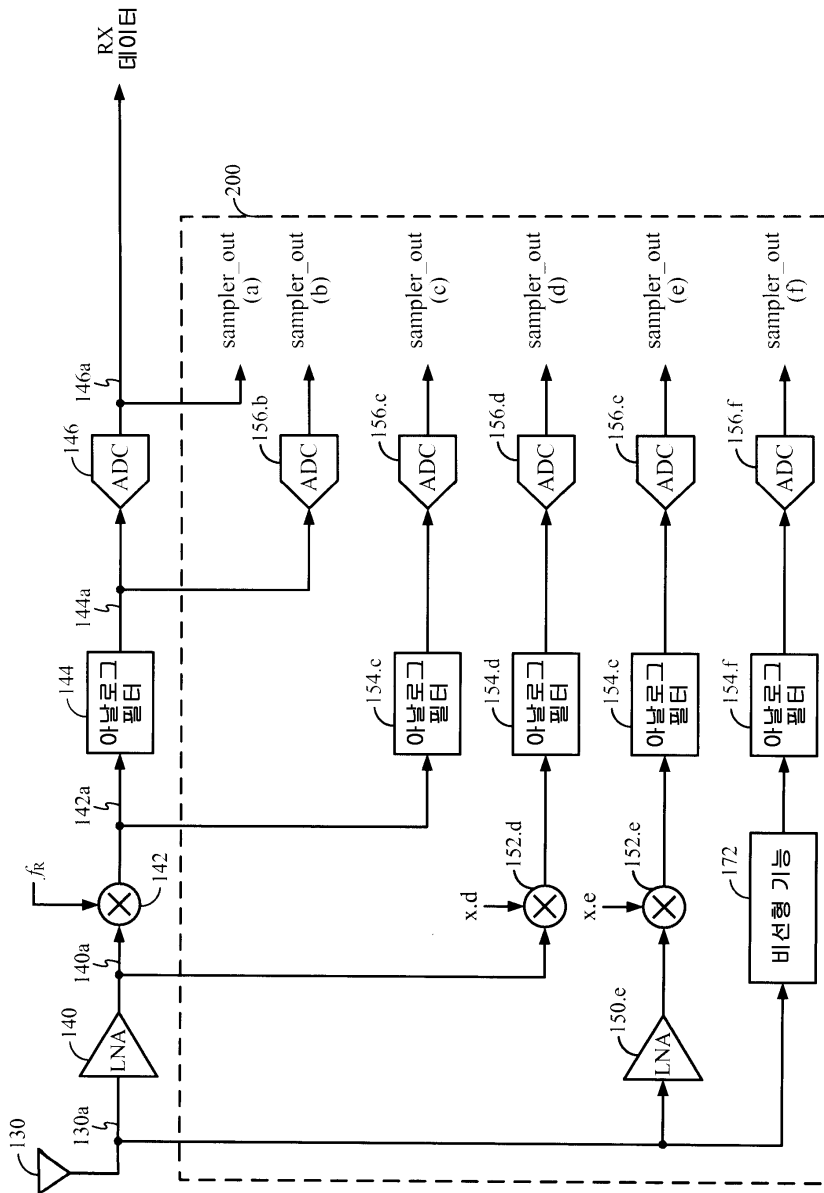
도면1



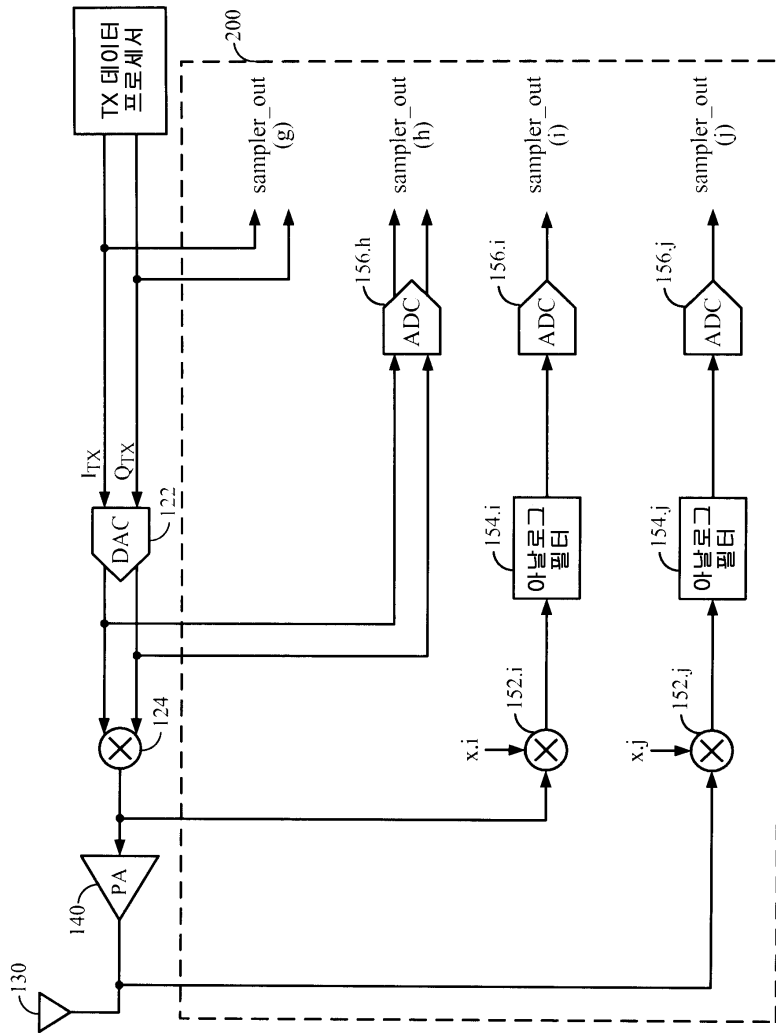
도면2



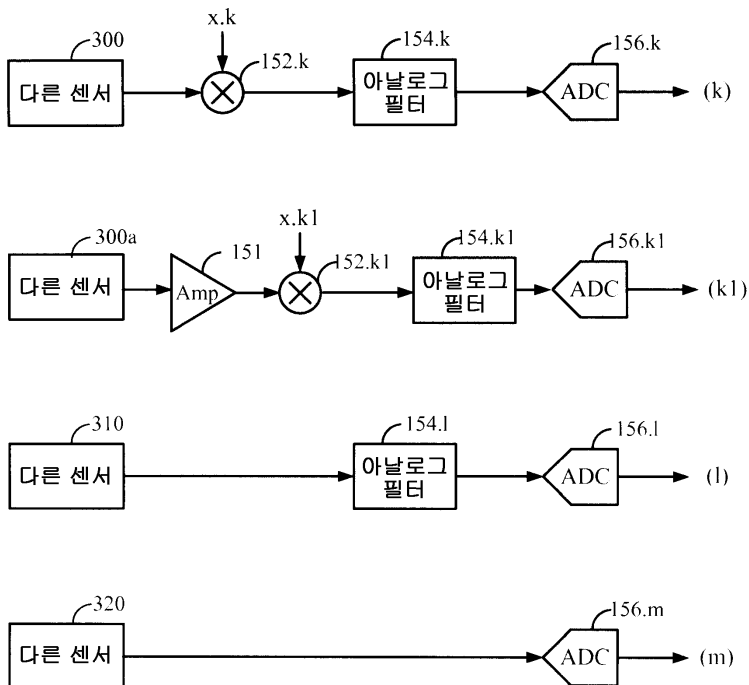
도면3a



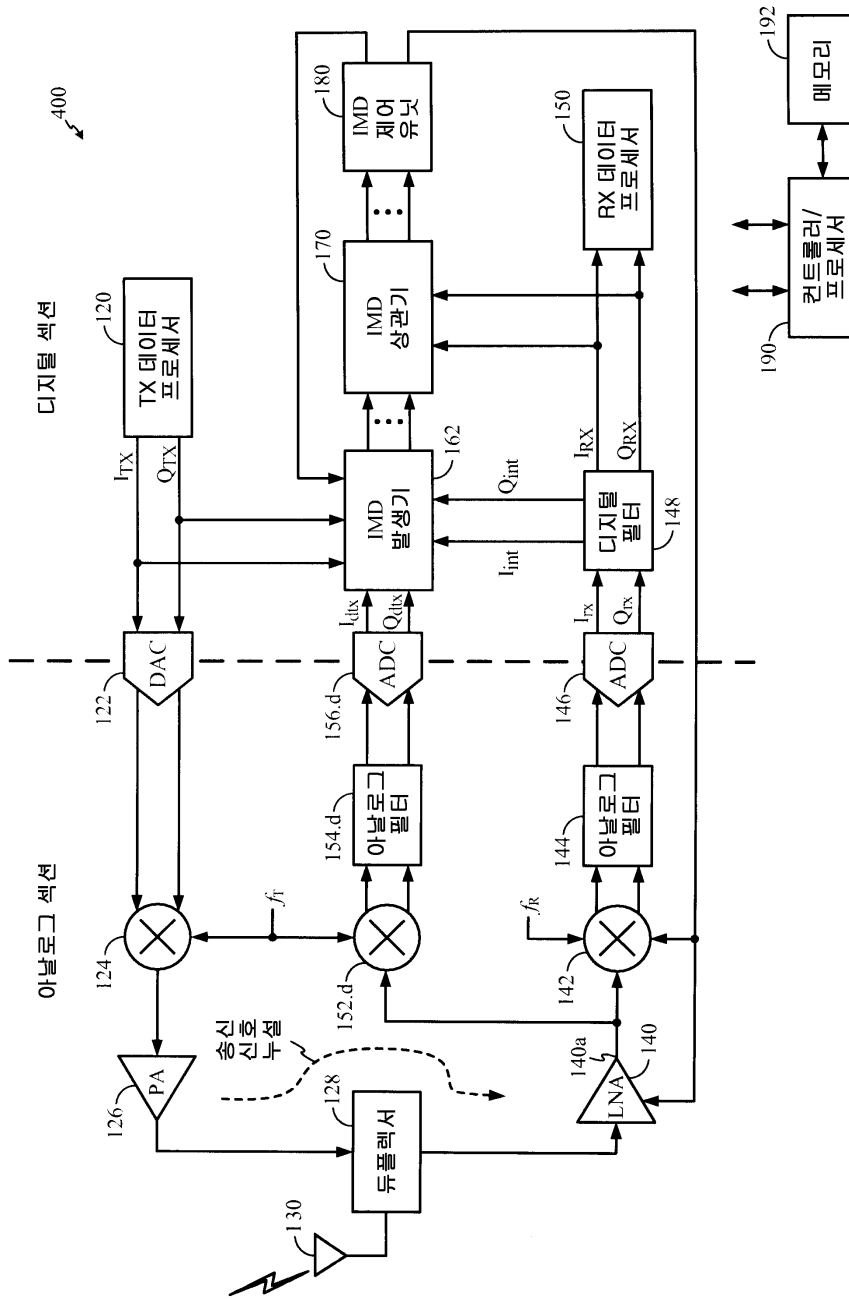
도면3b



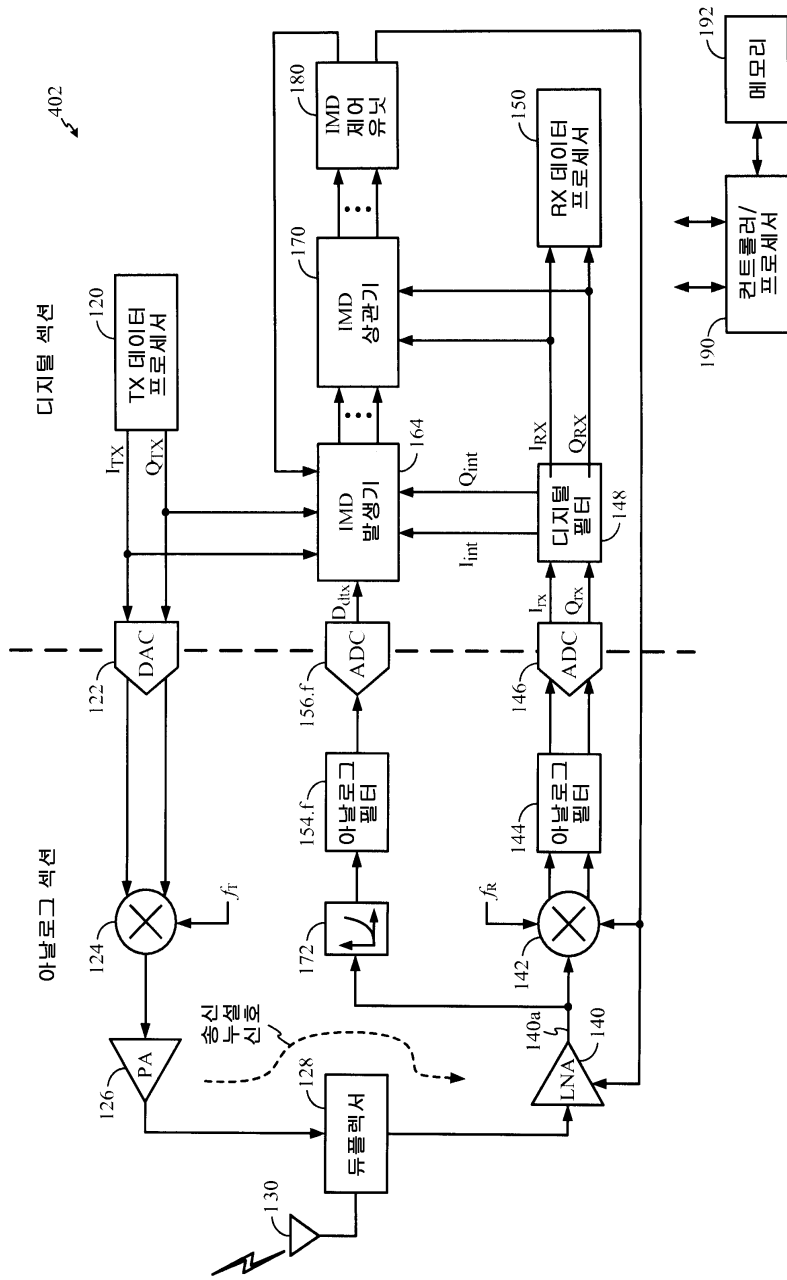
도면3c



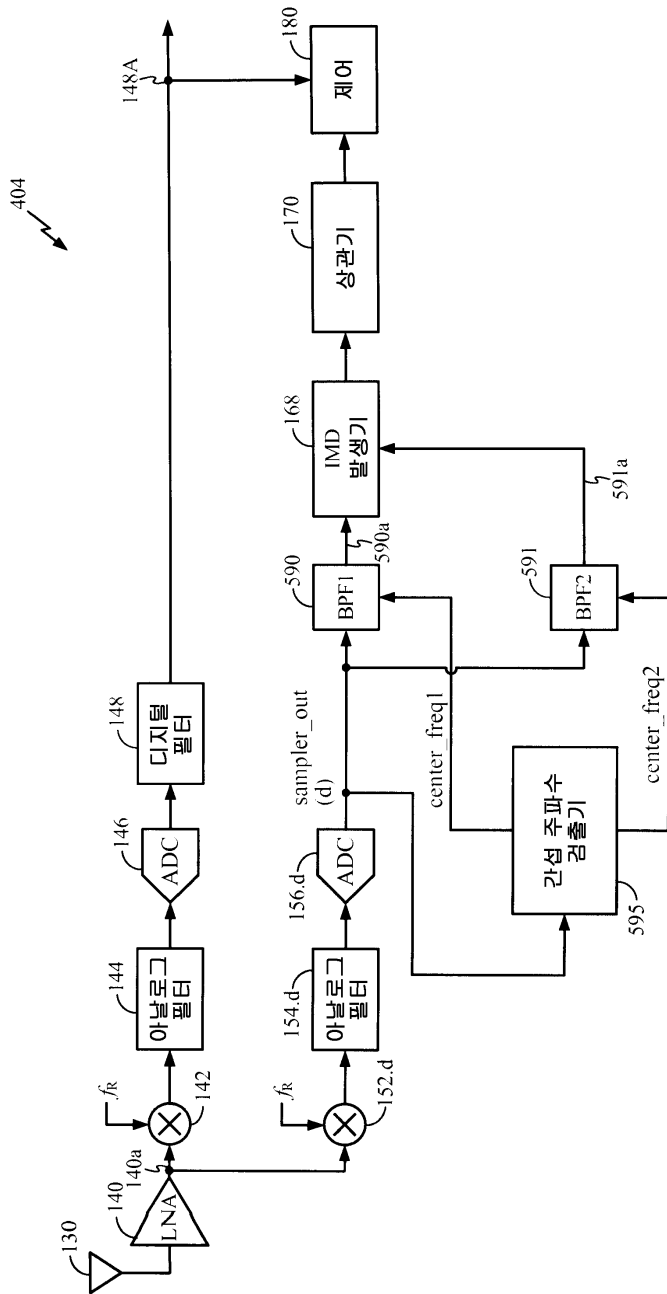
도면4b



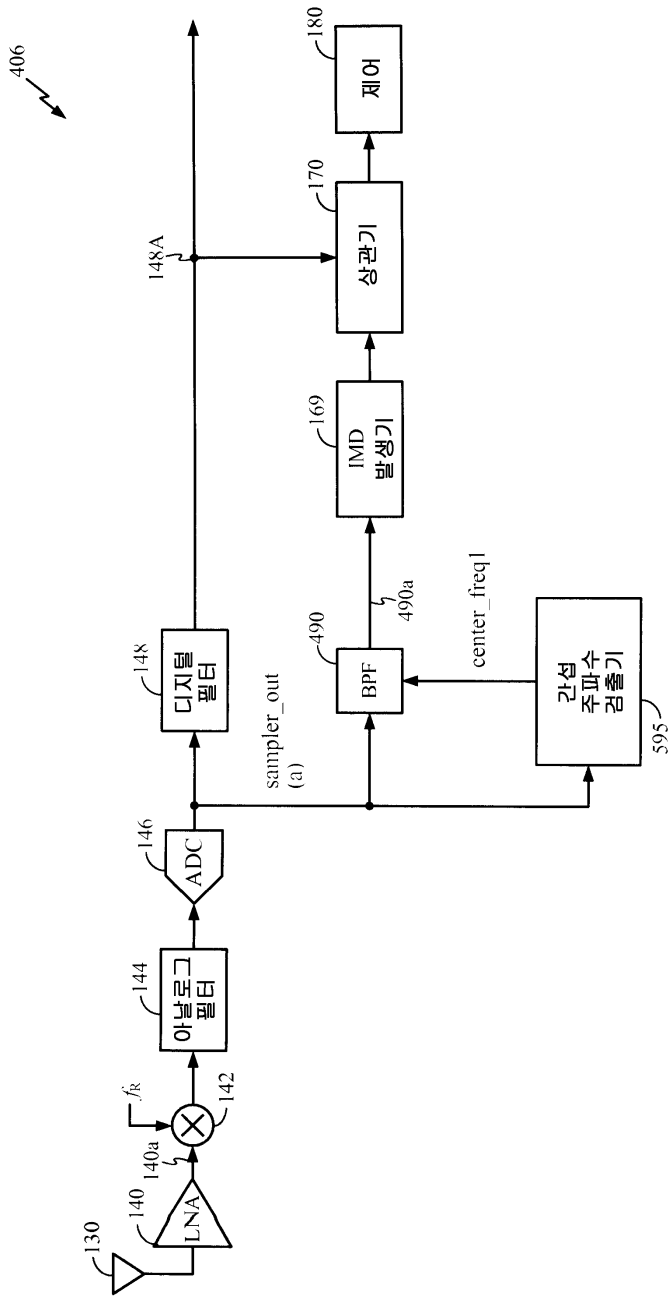
도면4c



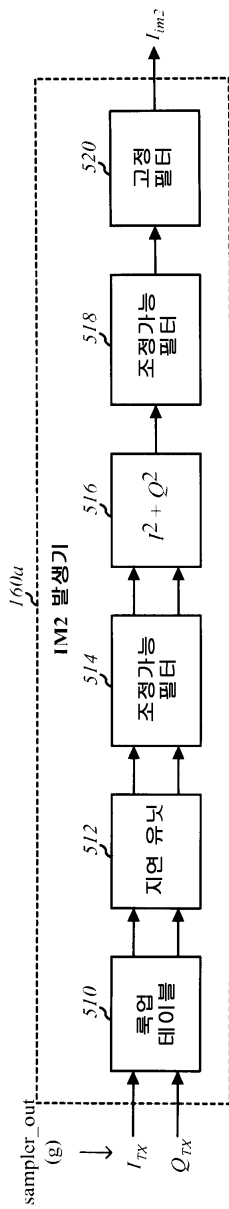
도면4d



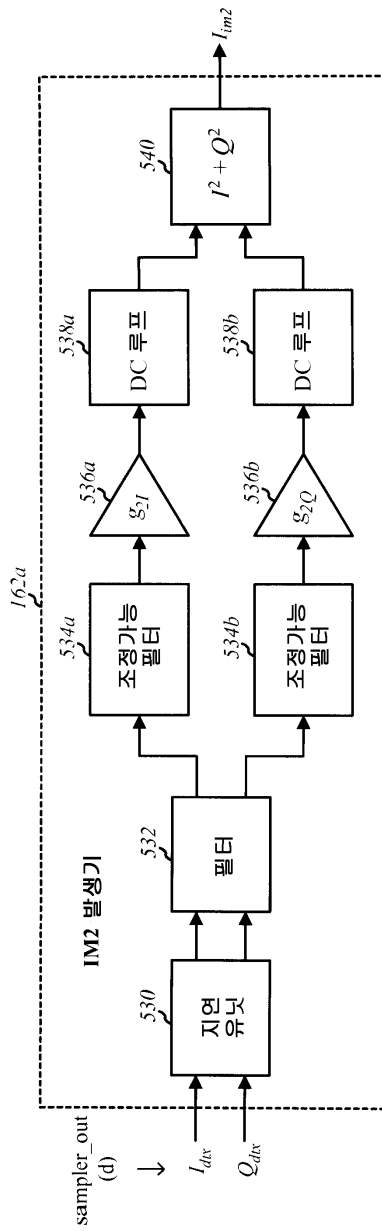
도면4e



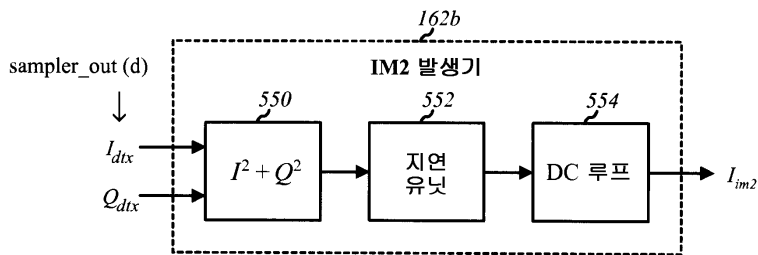
도면5a



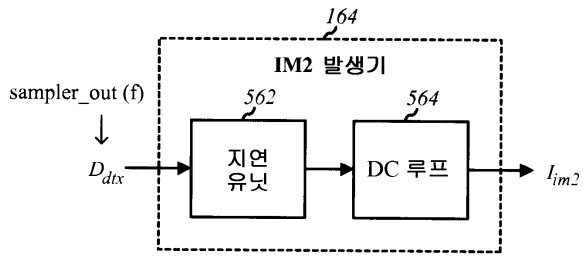
도면5b



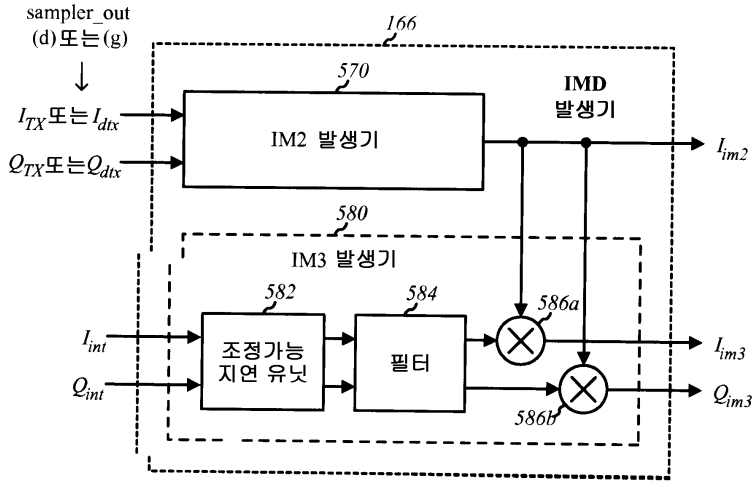
도면5c



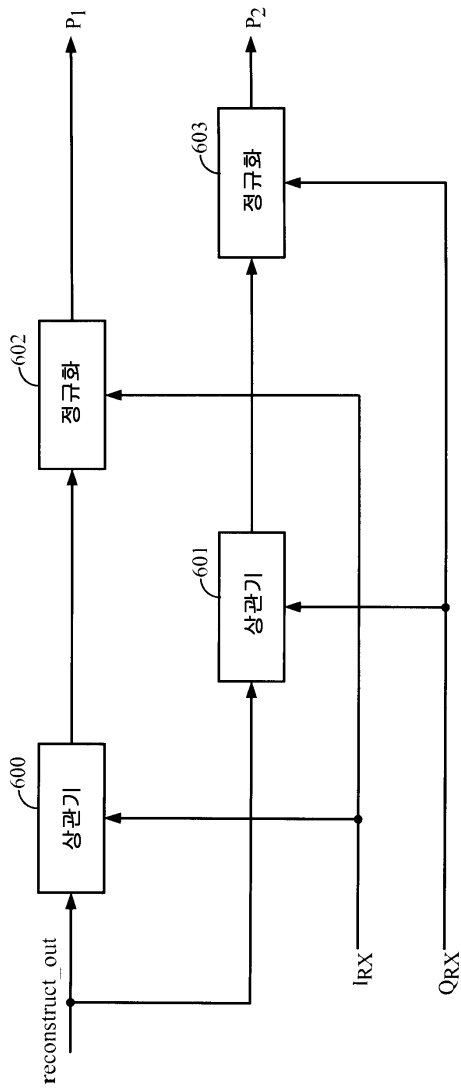
도면5d



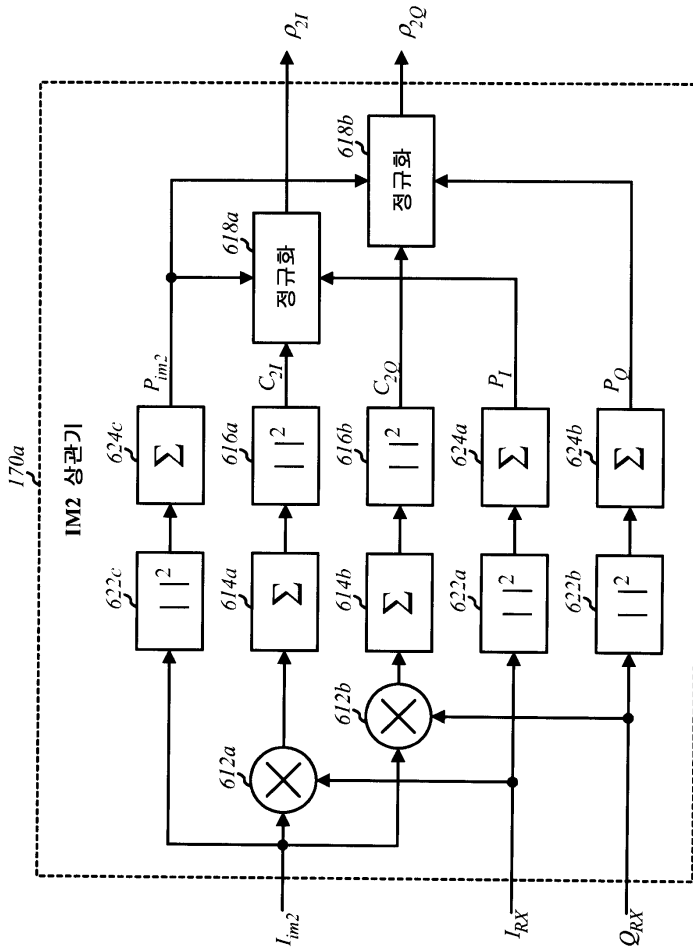
도면5e



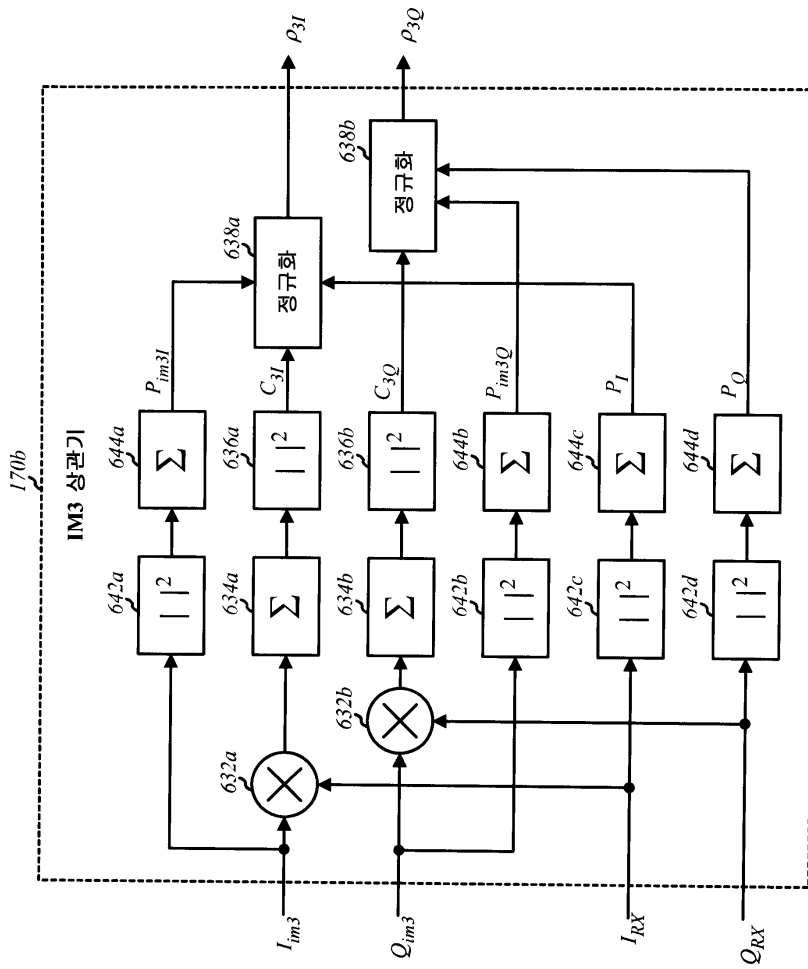
도면6



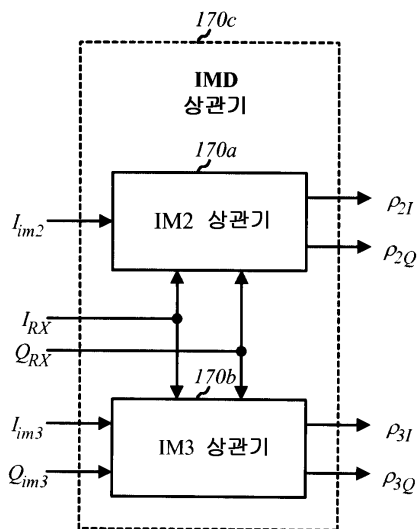
도면6a



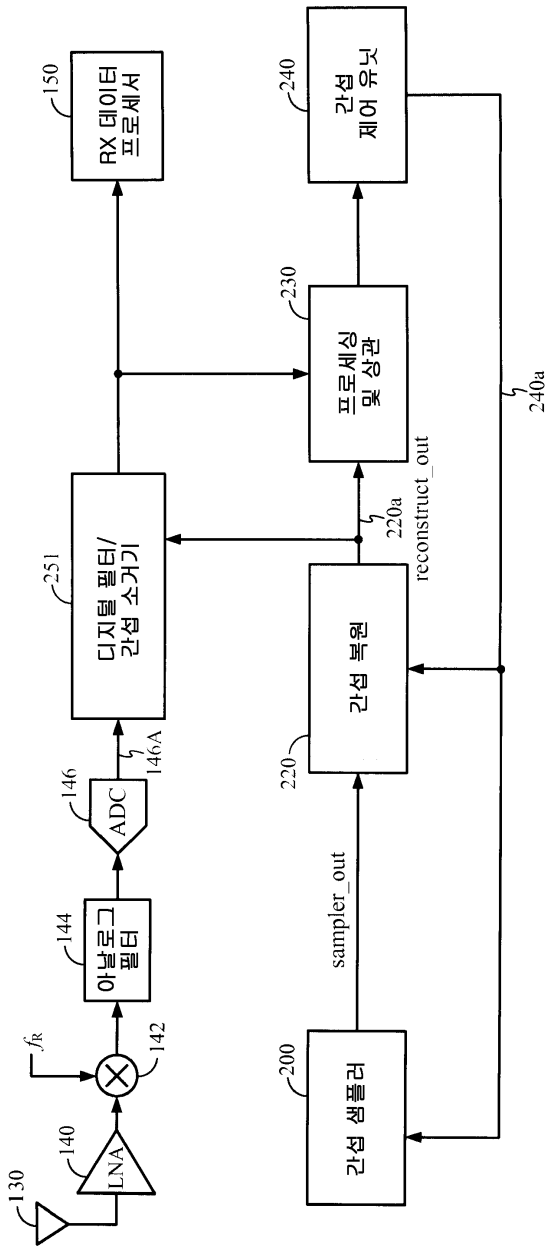
도면6b



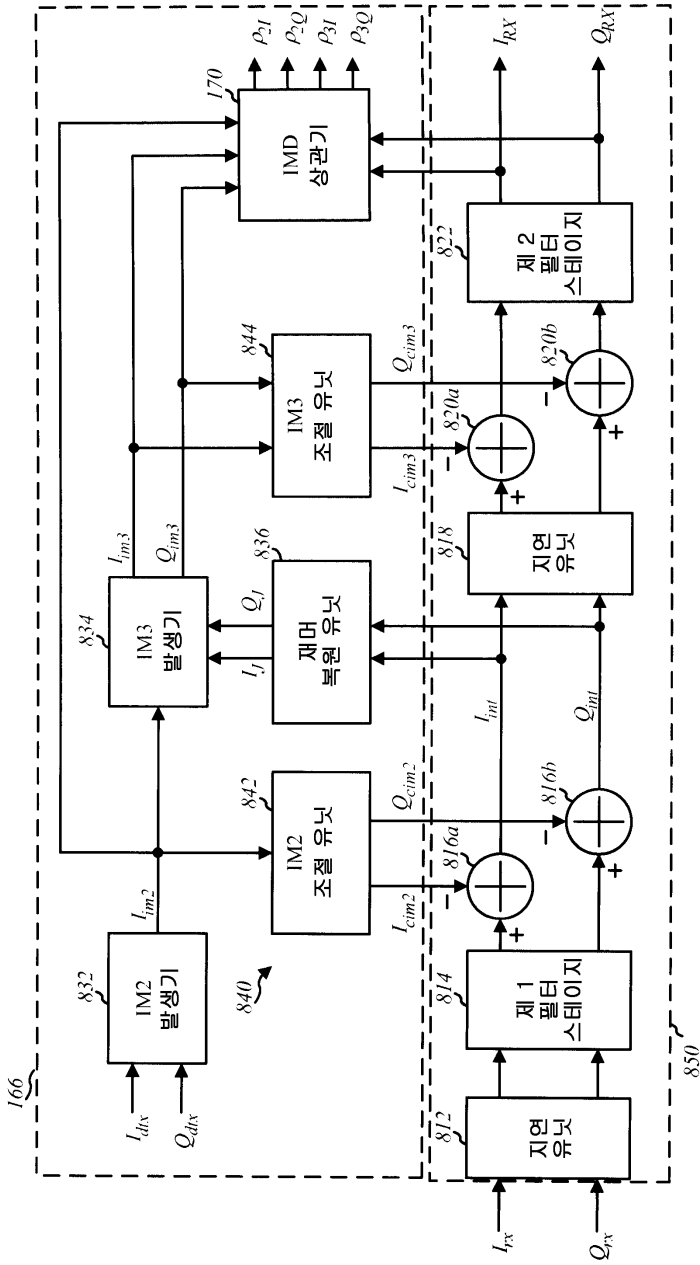
도면6c



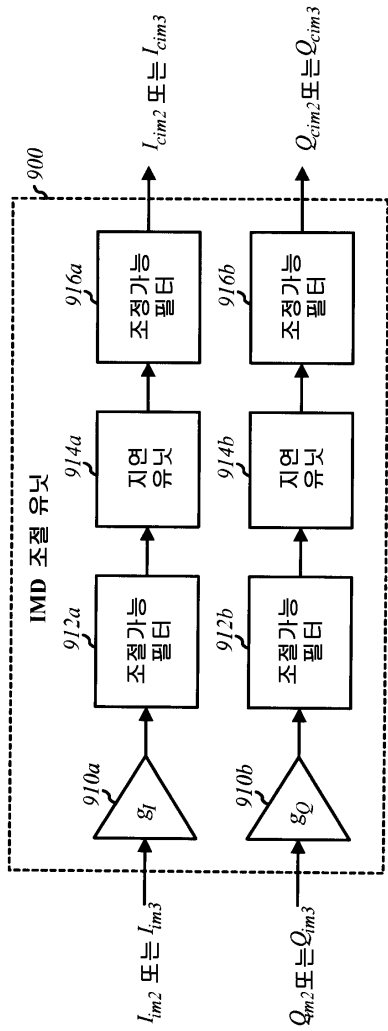
도면7



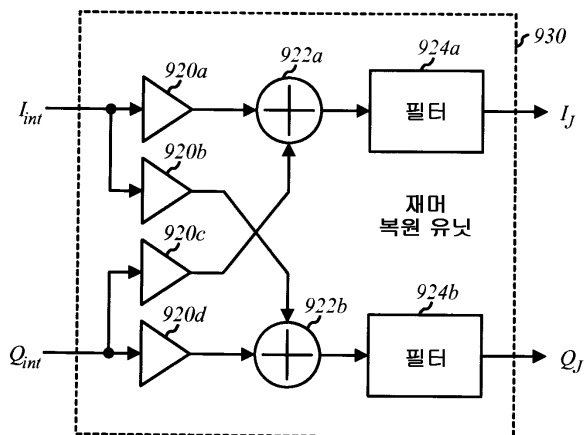
도면8



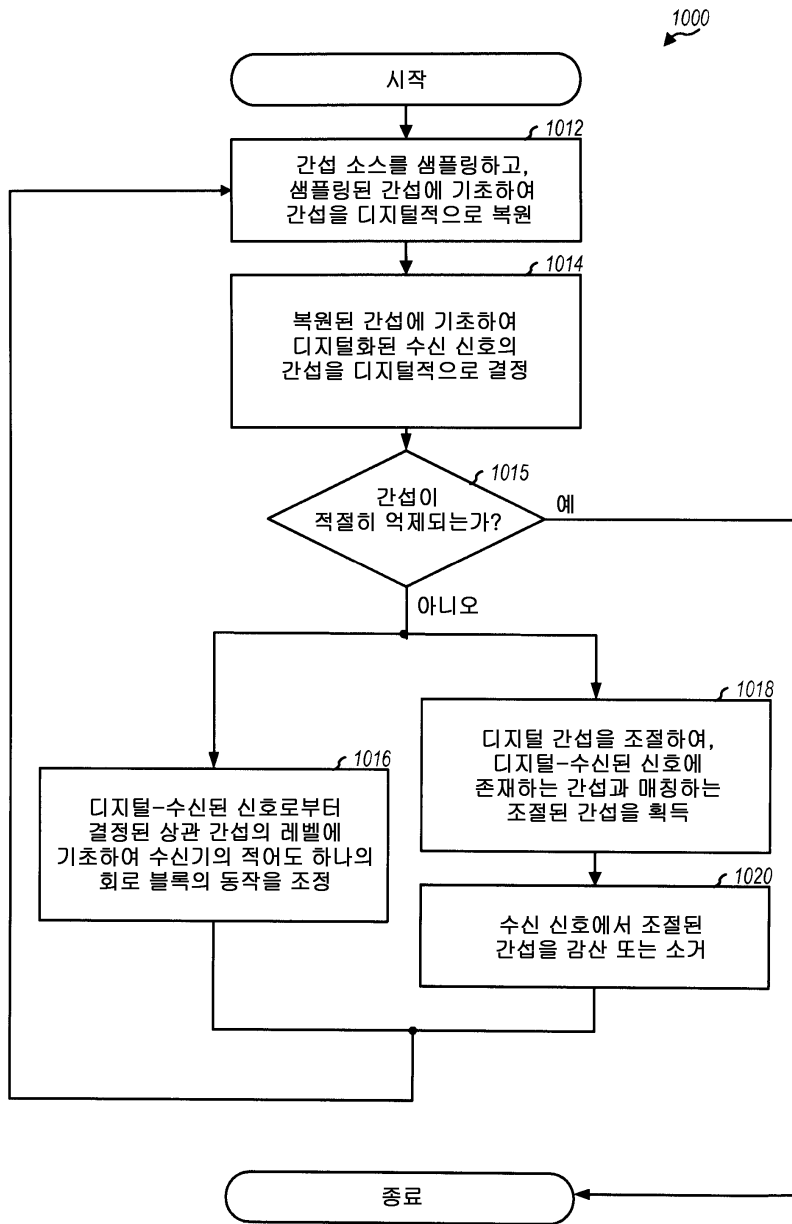
도면9a



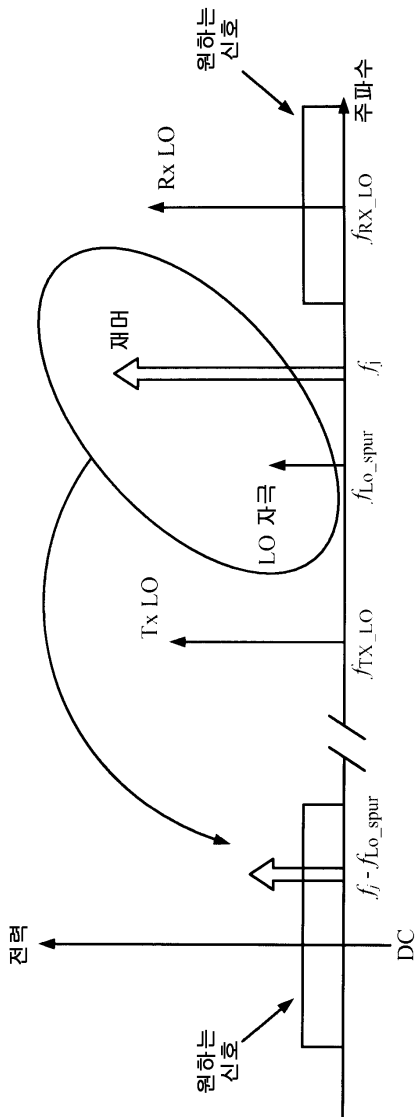
도면9b



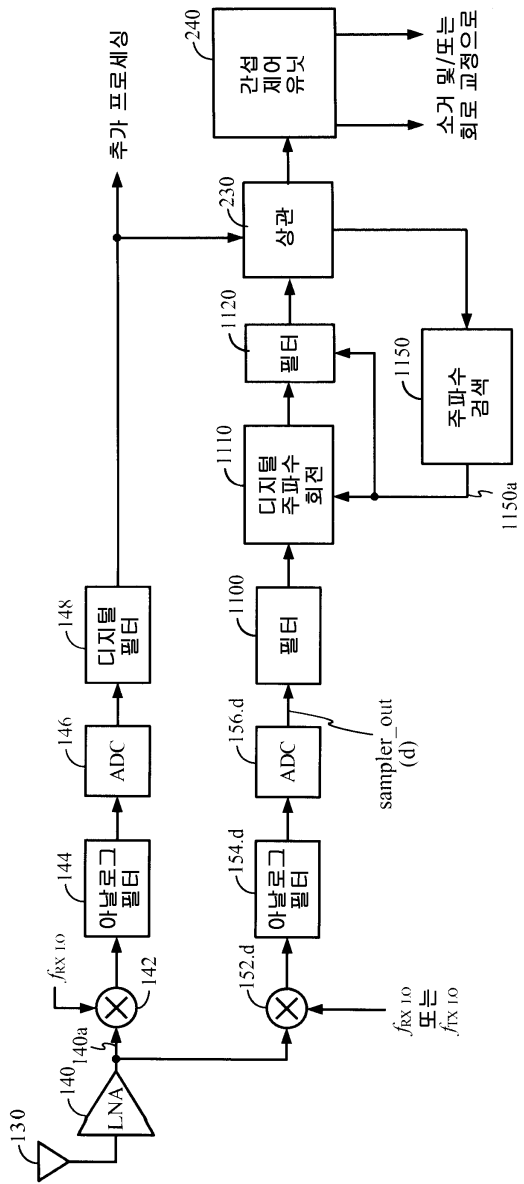
도면10



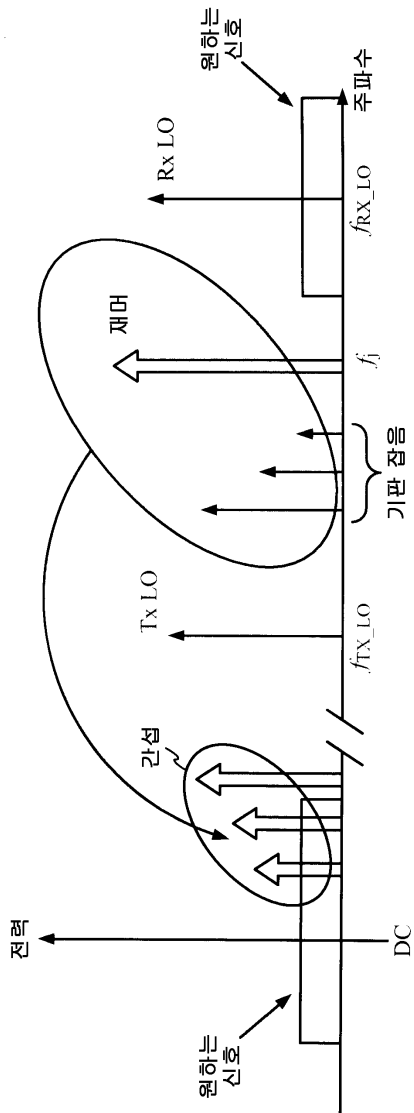
도면11a



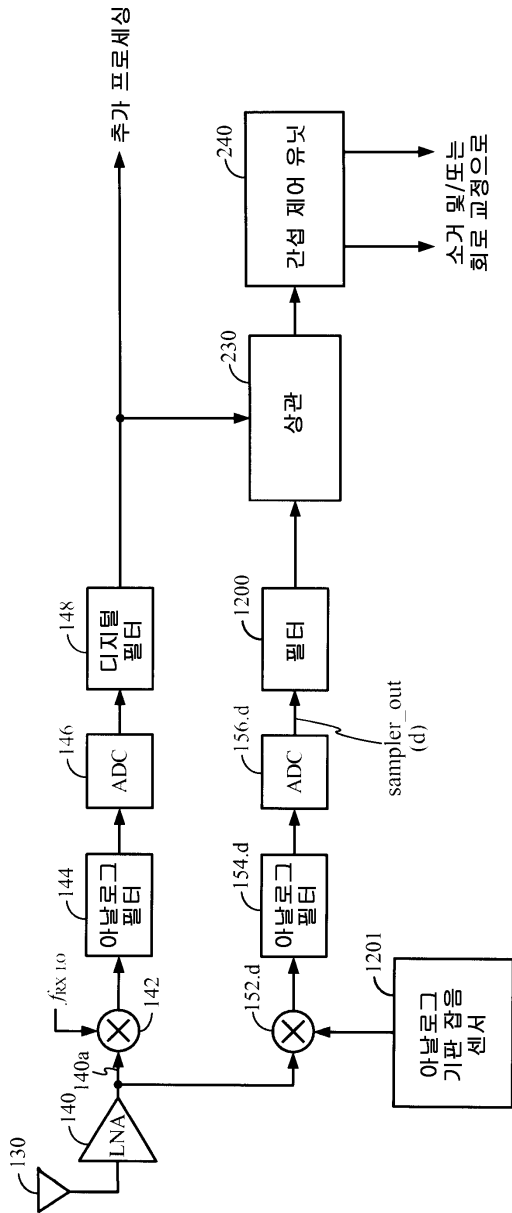
도면11c



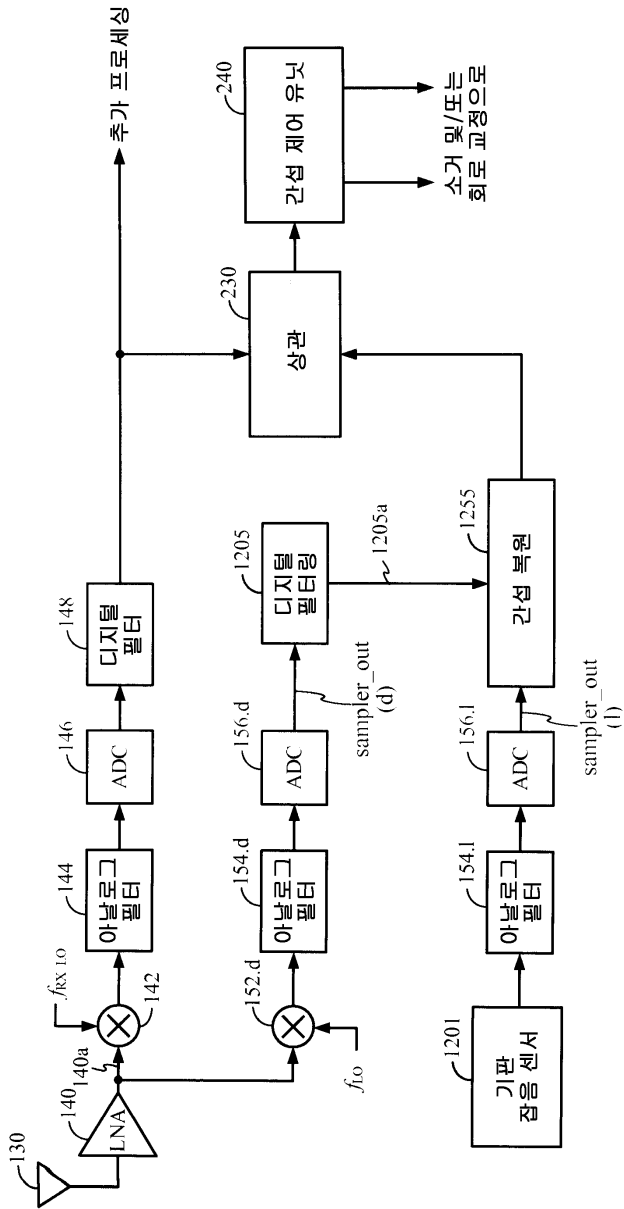
도면12a



도면12b



도면12c



도면12d

