



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년11월25일
(11) 등록번호 10-2471074
(24) 등록일자 2022년11월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 1/04 (2006.01) H04B 7/06 (2017.01)
(52) CPC특허분류
H04B 1/0475 (2013.01)
H04B 1/0466 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0011412
(22) 출원일자 2018년01월30일
심사청구일자 2021년01월12일
(65) 공개번호 10-2019-0092070
(43) 공개일자 2019년08월07일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020160078425 A*
US20130040582 A1*
WO2017052927 A1
KR1020100026360 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
다오 만 튜안
서울시 강남구 남부순환로365길 16 , 102동 408호(도곡동, 대림아파트)
김용훈
경기도 수원시 영통구 영통로200번길 156, 1002동 2202호(망포동, 방죽마을영통뜨란채)
아오키 유이치
경기도 수원시 영통구 봉영로1517번길 30, 601동 701호(영통동, 극동.풍림 아파트)
(74) 대리인
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 12 항

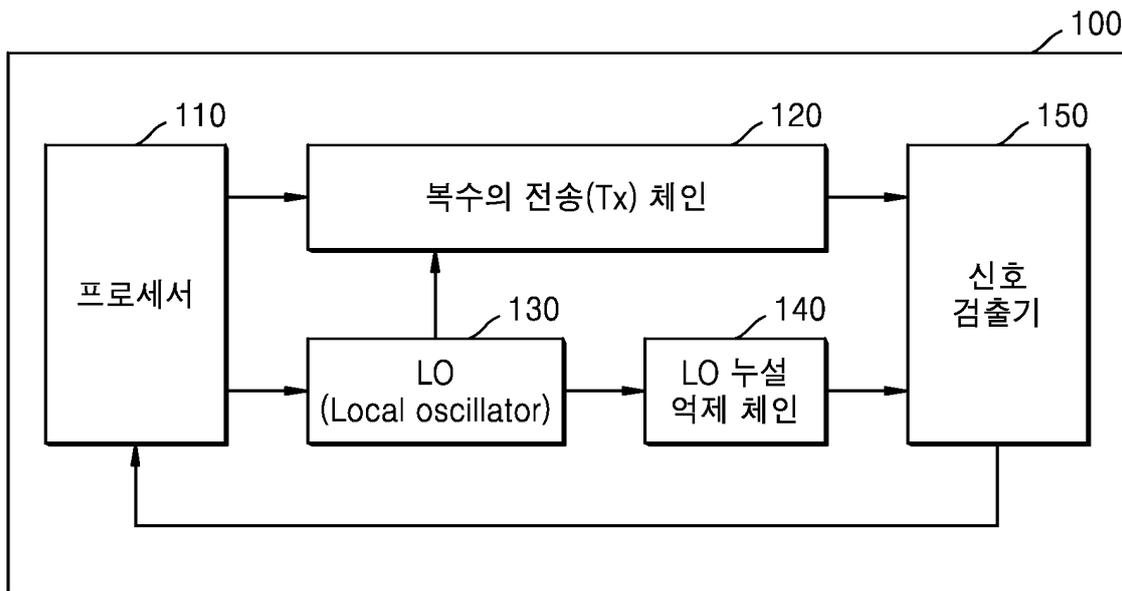
심사관 : 구영희

(54) 발명의 명칭 RF 신호 전송 장치 및 그의 제어 방법

(57) 요약

본 개시는 LO 누설 신호를 억제할 수 있는 RF 신호 전송 장치 및 RF 신호 전송 장치의 제어 방법에 관한 것이다. RF 신호 전송 장치는, 복수의 전송 체인에서 생성한 복수의 RF(Radio Frequency) 신호를 기초로 한 빔(beam) 형성을 위한 빔 포밍(beam forming)을 수행하고, 빔 포밍 수행에 따라 형성된 빔의 LO(Local Oscillator) 누설 신호의 크기를 측정하고, 측정된 LO 누설 신호의 크기를 기초로 LO 누설 억제 신호를 생성할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H04B 7/0617 (2013.01)

H04B 2001/0416 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 RF(Radio Frequency) 신호를 생성하는 복수의 전송(Tx) 체인;
 상기 복수의 RF 신호를 기초로 형성된 빔(beam)의 LO 누설(leakage) 신호의 크기를 측정하는 신호 검출기;
 LO(Local Oscillator);
 상기 LO에 연결되는 LO 누설 억제 체인; 및
 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는,
 상기 LO 누설 신호의 크기를 기초로 상기 LO 누설 억제 체인을 통해 LO 누설 억제 신호를 생성하고,
 상기 복수의 전송 체인에 대응되는 복수의 안테나를 통해, 상기 복수의 RF 신호를 전송하고,
 상기 복수의 안테나 중 하나를 통해, 상기 LO 누설 억제 신호를 전송하며,
 상기 LO 누설 억제 체인은, 상기 LO 누설 억제 신호의 크기를 조정하는 가변 이득 증폭기(variable gain amplifier) 및 상기 LO 누설 억제 신호의 위상을 조정하는 위상 천이기(phase-shifter)를 포함하는, RF 신호 전송 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는,
 상기 LO 누설 신호의 크기가 기 설정된 값보다 큰 경우, 상기 LO 누설 억제 체인을 통해 상기 LO 누설 억제 신호를 생성하는, RF 신호 전송 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 가변 이득 증폭기는,
 상기 LO 누설 억제 신호의 크기를 상기 LO 누설 신호의 크기에 따라 출력하는, RF 신호 전송 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 위상 천이기는,
 상기 LO 누설 억제 신호의 위상을 상기 LO 누설 신호의 위상과 180도 차이가 나도록 조정하는, RF 신호 전송 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는,
 상기 형성된 빔에 대응되는 LO 누설 억제 신호의 크기 및 위상에 관한 정보를 포함하는 LUT(Look Up Table)를 생성하는, RF 신호 전송 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 전송 체인은,
 각각 위상 천이기 및 전력 증폭기를 포함하고,
 상기 적어도 하나의 프로세서는,

상기 신호 검출기에서 측정된 상기 복수의 RF 신호의 크기를 기초로 상기 복수의 전송 체인에 포함된 상기 위상 천이기 및 전력 증폭기를 제어하여 상기 빔의 형성을 위한 빔 포밍(beam forming)을 수행하는, RF 신호 전송 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 복수의 전송 체인은,
 IF(Intermediate Frequency) 체인 및 RF(Radio Frequency) 체인을 각각 포함하고,
 상기 복수의 전송 체인에 포함된 상기 위상 천이기는,
 상기 IF 체인 또는 상기 RF 체인 중 적어도 하나에 포함되는, RF 신호 전송 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 전송 체인은,
 각각 전력 증폭기를 포함하고,
 상기 LO는, 복수의 LO 체인을 통해 상기 복수의 전송 체인에 연결되고,
 상기 복수의 LO 체인은, 각각 위상 천이기를 포함하며,
 상기 적어도 하나의 프로세서는,
 상기 신호 검출기에서 측정된 상기 복수의 RF 신호의 크기를 기초로 상기 복수의 전송 체인에 포함된 상기 위상 천이기 및 상기 전력 증폭기를 제어하여 상기 빔의 형성을 위한 빔 포밍을 수행하는, RF 신호 전송 장치.

청구항 11

복수의 전송 체인에서 생성한 복수의 RF(Radio Frequency) 신호를 기초로 한 빔(beam) 형성을 위한 빔 포밍(beam forming)을 수행하는 단계;
 상기 빔 포밍 수행에 따라 형성된 빔의 LO(Local Oscillator) 누설 신호의 크기를 측정하는 단계;
 상기 LO 누설 신호의 크기를 기초로 LO 누설 억제 체인을 통해 LO 누설 억제 신호를 생성하는 단계;
 상기 복수의 전송 체인에 대응되는 복수의 안테나를 통해, 상기 복수의 RF 신호를 전송하는 단계; 및
 상기 복수의 안테나 중 하나를 통해, 상기 LO 누설 억제 신호를 전송하는 단계를 포함하고,
 상기 LO 누설 억제 체인은, 상기 LO 누설 억제 신호의 크기를 조정하는 가변 이득 증폭기(variable gain amplifier) 및 상기 LO 누설 억제 신호의 위상을 조정하는 위상 천이기(phase-shifter)를 포함하는, RF 신호 전송 장치 제어 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 LO 누설 억제 신호를 생성하는 단계는,
 상기 LO 누설 억제 신호의 크기를 상기 LO 누설 신호의 크기로 설정하는 단계; 및
 상기 LO 누설 억제 신호의 위상을 상기 LO 누설 신호의 위상과 180도 차이가 나도록 설정하는 단계를 포함하는, RF 신호 전송 장치 제어 방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

제 11 항에 있어서, 상기 RF 신호 전송 장치 제어 방법은,

상기 형성된 빔에 대응되는 상기 LO 누설 억제 신호의 크기 및 위상에 관한 정보를 기초로 LUT(Look Up Table)를 생성하는 단계를 더 포함하는, RF 신호 전송 장치 제어 방법.

청구항 15

컴퓨터로 읽을 수 있는 저장 매체를 포함하는 컴퓨터 프로그램 제품에 있어서, 상기 저장 매체는, 제 11 항의 RF 신호 전송 장치 제어 방법을 수행하는 명령어들을 포함하는 컴퓨터 프로그램 제품.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 무선 통신 분야에 관한 것이다. 특히, 본 개시는 RF(Radio Frequency) 전송에서의 LO(Local Oscillator) 누설 신호 억제에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] RF 전송 시스템에서 LO 신호의 일부는 혼합기(Mixer)를 통해 출력 신호로 누설되어 안테나를 통해 스퓨리어스(Spurious) 신호로서 전송된다. 이와 같이 LO 신호의 일부가 누설되어 발생한 스퓨리어스 신호를 LO 누설 신호라고 한다. LO 누설 신호는 정보를 담지 않은 불필요한 신호로서 억제될 필요가 있다.

[0003] 스퓨리어스 신호의 레벨은 스펙트럼 마스크 요구(Spectrum Mask Requirement)를 충족해야 한다. 단일 RF 체인 시스템에서는 이러한 요구를 쉽게 충족할 수 있다. 하지만, 위상 배열 시스템(phased-array system)과 같이 복수의 RF 체인을 포함하는 시스템에서는 빔 포밍(beam forming)에 따라 각각의 RF 체인에서 발생한 스퓨리어스 신호가 합산되어 스펙트럼 마스크 요구를 충족하기 어렵다. 따라서, 위상 배열 시스템에서의 스퓨리어스 신호의 억제가 문제 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 개시된 실시예에 따르면, LO 누설 신호를 억제할 수 있는 RF 신호 전송 장치 및 RF 신호 전송 장치의 제어 방법이 제공된다.

[0005] 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들로 한정되지 않으며, 이하의 실시예들로부터 또 다른 기술적 과제들이 유추될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 개시의 제1 측면은 복수의 RF(Radio Frequency) 신호를 생성하는 복수의 전송(Tx) 체인, 상기 복수의 RF 신호를 기초로 형성된 빔(beam)의 LO 누설(leakage) 신호의 크기를 측정하는 신호 검출기, LO(Local Oscillator), 상기 LO에 연결되는 LO 누설 억제 체인, 및 상기 LO 누설 신호의 크기를 기초로 상기 LO 누설 억제 체인을 통해 LO 누설 억제 신호를 생성하는 적어도 하나의 프로세서를 포함하는, RF 신호 전송 장치. RF 신호 전송 장치를 제공할 수 있다.

[0007] 또한, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 LO 누설 신호의 크기가 기 설정된 값보다 큰 경우, 상기 LO 누설 억제 체인을 통해 상기 LO 누설 억제 신호를 생성하는, RF 신호 전송 장치를 제공할 수 있다.

[0008] 또한, 상기 LO 누설 억제 체인은, 상기 LO 누설 억제 신호의 크기를 조정하는 가변 이득 증폭기(variable gain amplifier), 상기 LO 누설 억제 신호의 위상을 조정하는 위상 천이기(phase-shifter), 및 상기 LO 누설 억제 신호를 전송하는 안테나를 포함하는, RF 신호 전송 장치를 제공할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 가변 이득 증폭기는, 상기 LO 누설 억제 신호의 크기를 상기 LO 누설 신호의 크기에 따라 출력하는, RF 신호 전송 장치를 제공할 수 있다.

- [0010] 또한, 상기 위상 천이기는, 상기 LO 누설 억제 신호의 위상을 상기 LO 누설 신호의 위상과 180도 차이가 나도록 조정하는, RF 신호 전송 장치를 제공할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 LO 누설 억제 신호는, 상기 복수의 전송 체인 중 하나의 전송 체인의 안테나를 통해 전송되는, RF 신호 전송 장치를 제공할 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 형성된 빔에 대응되는 LO 누설 억제 신호의 크기 및 위상에 관한 정보를 포함하는 LUT(Look Up Table)를 생성하는, RF 신호 전송 장치를 제공할 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 복수의 전송 체인은, 각각 위상 천이기 및 전력 증폭기를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 신호 검출기에서 측정된 상기 복수의 RF 신호의 크기를 기초로 상기 위상 천이기 및 전력 증폭기를 제어하여 상기 빔의 형성을 위한 빔 포밍을 수행하는, RF 신호 전송 장치를 제공할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 복수의 전송 체인은, IF(Intermediate Frequency) 체인 및 RF(Radio Frequency) 체인을 각각 포함하고, 상기 위상 천이기는, 상기 IF 체인 또는 상기 RF 체인 중 적어도 하나에 포함되는, RF 신호 전송 장치를 제공할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 복수의 전송 체인은, 각각 전력 증폭기를 포함하고, 상기 LO는, 복수의 LO 체인을 통해 상기 복수의 전송 체인에 연결되고, 상기 복수의 LO 체인은, 각각 위상 천이기를 포함하며, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 신호 검출기에서 측정된 상기 복수의 RF 신호의 크기를 기초로 상기 위상 천이기 및 상기 전력 증폭기를 조절하여 상기 빔의 형성을 위한 빔 포밍을 수행하는, RF 신호 전송 장치를 제공할 수 있다.
- [0016] 또한 본 개시의 2 측면은, 복수의 전송 체인에서 생성한 복수의 RF(Radio Frequency) 신호를 기초로 한 빔 (beam) 형성을 위한 빔 포밍 (beam forming)을 수행하는 단계, 상기 빔 포밍 수행에 따라 형성된 빔의 LO(Local Oscillator) 누설 신호의 크기를 측정하는 단계, 및 상기 LO 누설 신호의 크기를 기초로 LO 누설 억제 신호를 생성하는 단계를 포함하는, RF 신호 전송 장치 제어 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

본 발명은, 다음의 자세한 설명과 그에 수반되는 도면들의 결합으로 쉽게 이해될 수 있으며, 참조 번호들은 구조적 구성요소를 의미한다.

- 도 1은, 일 실시예에 따른 RF 신호 전송 장치를 도시한 블록도이다.
- 도 2는, 일 실시예에 따른 전송(Tx) 체인을 도시한 블록도이다.
- 도 3은, 일 실시예에 따른 LO 누설 억제 체인을 도시한 블록도이다.
- 도 4는, 일 실시예에 따른 RF 신호 전송 장치 제어 방법을 도시한 순서도이다.
- 도 5 내지 도 10은, 일 실시예에 따른 RF 신호 전송 장치의 LO 누설 신호 억제 과정을 보여주는 그래프를 도시한 도면이다.
- 도 11, 12는, 일 실시예에 따른 LO 누설 신호를 억제하기 위한 RF 신호 전송 장치의 제어 방법의 시뮬레이션 결과를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 개시의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 개시는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 또한, 도면에서 본 개시를 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0019] 본 개시의 일부 실시예는 기능적인 블록 구성들 및 다양한 처리 단계들로 나타내어질 수 있다. 이러한 기능 블록들의 일부 또는 전부는, 특정 기능들을 실행하는 다양한 개수의 하드웨어 및/또는 소프트웨어 구성들로 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 개시의 기능 블록들은 하나 이상의 마이크로프로세서들에 의해 구현되거나, 소정의 기능을 위한 회로 구성들에 의해 구현될 수 있다. 또한, 예를 들어, 본 개시의 기능 블록들은 다양한 프로그래밍 또는 스크립팅 언어로 구현될 수 있다. 기능 블록들은 하나 이상의 프로세서들에서 실행되는 알고리즘으로

구현될 수 있다. 또한, 본 개시는 전자적인 환경 설정, 신호 처리, 및/또는 데이터 처리 등을 위하여 종래 기술을 채용할 수 있다.

[0020] 또한, 도면에 도시된 구성 요소들 간의 연결 선 또는 연결 부재들은 기능적인 연결 및/또는 물리적 또는 회로적 연결들을 예시적으로 나타낸 것일 뿐이다. 실제 장치에서는 대체 가능하거나 추가된 다양한 기능적인 연결, 물리적인 연결, 또는 회로 연결들에 의해 구성 요소들 간의 연결이 나타내어질 수 있다.

[0021] 또한, 본 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다. "부", "모듈"은 어드레싱될 수 있는 저장 매체에 저장되며 프로세서에 의해 실행될 수 있는 프로그램에 의해 구현될 수도 있다.

[0022] 예를 들어, "부", "모듈"은 소프트웨어 구성 요소들, 객체 지향 소프트웨어 구성 요소들, 클래스 구성 요소들 및 태스크 구성 요소들과 같은 구성 요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들에 의해 구현될 수 있다.

[0023] 도 1은 일 실시예에 따른 RF 신호 전송 장치(100)의 구성을 도시한 블록도이다.

[0024] 도 1에 도시된 바와 같이, RF 신호 전송 장치(100)는 프로세서(110), 복수의 전송(Tx) 체인(120), LO(Local Oscillator)(130), LO 누설 억제 체인(140), 및 신호 검출기(150)를 포함한다. 다만, 일 실시예에 따른 RF 신호 전송 장치(100)의 구성 요소가 전술한 예에 한정되는 것은 아니다. 다른 실시예에 따라, RF 신호 전송 장치(100)는 전술한 구성 요소들 보다 더 많은 구성 요소를 포함하거나 더 적은 구성 요소를 포함할 수도 있다.

[0025] 프로세서(110)는, RF 신호 전송 장치(100)를 제어할 수 있다.

[0026] 일 실시예에서, 프로세서(110)는 복수의 전송 체인(120)에서 생성한 복수의 RF 신호를 기초로 빔(beam)을 형성하기 위한 제어를 수행할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(110)는 신호 검출기(150)에서 측정된 복수의 RF 신호의 크기를 기초로, 복수의 RF 신호의 원하는 방향으로의 빔 포밍(beam forming)을 위한, 복수의 RF 신호의 위상 및 크기에 대한 캘리브레이션(calibration)을 수행 할 수 있다. 여기에서 프로세서(110)는, RF 신호 전송 장치(100)에 포함된 위상 천이기(phase-shifter) 및 전력 증폭기(amplifier)를 제어하여 복수의 RF 신호의 위상 및 크기에 대한 캘리브레이션을 수행할 수 있다. 이와 같이 프로세서(110)는 복수의 전송 체인(120)에서 생성한 복수의 RF 신호의 위상 및 크기에 대한 캘리브레이션을 통해, 복수의 전송 체인(120)에서 생성한 복수의 RF 신호에 대한 빔 포밍을 수행할 수 있다.

[0027] 일 실시예에서, 프로세서(110)는 LO 누설 신호의 크기를 기초로 LO 누설 억제 체인(140)을 통해 LO 누설 신호를 억제하기 위한 LO 누설 억제신호를 생성한다. 여기에서, 일반적으로 LO 누설 신호는 LO에서 생성된 LO 신호의 일부가 출력 신호로 누설되어 발생한 스퓨리어스(Spurious) 신호를 의미한다. 다만 이하에서 별 다른 언급이 없는 경우, 본 개시에서의 LO 누설 신호는 복수의 전송 체인(120)에서 발생시킨 복수의 RF 신호에 대해 수행된 빔 포밍에 따라 복수의 RF 신호 각각에 포함된 LO 누설 신호가 합산된 신호를 지칭할 수 있다.

[0028] 일 실시예에 따르면, 프로세서(110)는 LO 누설 신호의 크기가 기 설정된 값보다 큰 경우, LO 누설 억제 체인(140)을 통해 LO 누설 억제 신호를 생성할 수 있다. 여기에서, 프로세서(110)가 LO 누설 억제 신호를 생성하는 기준이 되는 기 설정된 값은 FCC(Federal Communications Commission) 규격의 47 CFR 101.111에 규정된 스펙트럼 마스크 요구(Spectrum Mask Requirement)에 따른 것일 수 있다. 여기에서, 스펙트럼 마스크 요구는 전송하고자 하는 신호의 중심 주파수로부터 소정의 주파수만큼 떨어진 주파수 대역에서의 신호의 크기에 대한 제한 조건으로, 필요한 대역폭을 초과하는 주파수 대역에서의 주변 채널 간섭(adjacent-channel interference)을 제한하기 위한 요구 조건이라고 할 수 있다. 다만, 전술한 기준은 일 예일 뿐, LO 누설 억제 신호를 생성하는 기준이 되는 값은 사용자의 설정에 따라 변경될 수도 있다.

[0029] 일 실시예에서, 프로세서(110)는 LO 누설 억제 신호의 크기 및 위상에 관한 정보를 포함하는 LUT(Look Up Table)를 생성할 수 있다. LO 누설 억제 신호의 크기 및 위상은 복수의 RF 신호가 빔 포밍된 방향에 따라서 달라질 수 있다. 따라서, 프로세서(110)는 복수의 RF 신호가 빔 포밍된 방향에 대응되는 LO 누설 억제 신호의 크기 및 위상에 관한 정보를 LUT에 저장할 수 있다. 이때, 프로세서(110)는 LO 누설 억제 신호의 크기 및 위상과 함께 형성된 빔의 기초가 된 복수의 RF 신호의 위상 및 크기에 대한 정보도 함께 포함하여 LUT를 생성할 수 있다.

- [0030] 복수의 전송(Tx) 체인(120)은, RF 전송을 위한 복수의 RF 신호를 생성한다. 일 실시예에 따르면, 복수의 전송 체인(120)은 IF(Intermediate Frequency) 체인, 상향 변환 혼합기(up mixer), 및 RF(Radio Frequency) 체인을 각각 포함할 수 있다. 복수의 전송 체인(120)의 구성 및 각 구성의 기능에 관한 구체적인 내용은 도 2에 대한 설명에서 하도록 한다.
- [0031] LO(Local Oscillator)(130)는, 주파수 변환을 위한 신호를 생성하여 다른 구성에 전달할 수 있다. 예를 들어 LO(130)는, IF 신호를 RF 신호로 주파수 상향 변환하기 위해 상향 변환 혼합기에 특정 주파수의 신호를 제공할 수 있다. 또한 LO(130)는, LO 누설 억제 신호 생성의 기초가 되는 신호를 LO 누설 억제 체인(140)에 전달할 수 있다.
- [0032] LO(130)는 복수의 LO 체인을 통해 복수의 전송 체인(120)에 연결될 수 있다. 이때, 복수의 LO 체인은 복수의 전송 체인(120)에 각각 포함된 상향 변환 혼합기에 연결될 수 있다.
- [0033] LO(130)에 연결된 복수의 LO 체인은, 신호의 위상을 변환하는 위상 천이기를 각각 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 복수의 LO 체인 각각에 포함되는 위상 천이기는 전송 체인(120)에서 생성하는 RF 신호의 위상 캘리브레이션에 사용될 수 있다.
- [0034] LO 누설 억제 체인(140)은, 프로세서(110)의 제어에 따라 복수의 RF 신호를 기초로 형성된 빔의 LO 누설 신호를 억제하기 위한 LO 누설 억제 신호를 생성한다. LO 누설 억제 체인(140)은, LO(130)에 연결되어 LO(130)로부터 LO 누설 억제 신호 생성의 기초가 되는 신호를 전달 받을 수 있다. LO 누설 억제 체인(140)은, 프로세서(110)의 제어에 따라 LO(130)로부터 전달 받은 신호의 위상 및 크기를 캘리브레이션하여 LO 누설 억제 신호를 생성할 수 있다.
- [0035] 신호 검출기(150)는, 신호의 크기를 측정한다. 보다 구체적으로, 신호 검출기(150)는 복수의 RF 신호의 크기를 측정할 수 있다. 또한, 신호 검출기(150)는 복수의 RF 신호를 기초로 형성된 빔의 LO 누설 신호의 크기를 측정할 수 있다. 신호 검출기(150)는 신호의 크기의 측정 값을 프로세서(110)에 전송할 수 있다. 전송된 크기의 측정 값은 프로세서(110)의 빔 포밍 수행을 위해 사용될 수 있으며, 프로세서(110)가 LO 누설 억제 체인(140)을 통해 LO 누설 억제 신호를 생성하는데 사용될 수 있다.
- [0036] 도 2는, 일 실시예에 전송 체인(200)의 구성을 도시한 블록도이다. 전송 체인(200)은, 도 1의 복수의 전송 체인(120)을 구성하는 전송 체인에 대응될 수 있다.
- [0037] 도 2에 도시된 바와 같이, 전송 체인(200)은 IF(Intermediate Frequency) 체인(210), 상향 변환 혼합기(RF up mixer)(220), 및 RF(Radio Frequency) 체인(230)을 포함한다. 다만, 일 실시예에 따른 전송 체인(200)의 구성 요소가 전술한 예에 한정되는 것은 아니다. 다른 실시예에 따라, 전송 체인(200)은 전술한 구성 요소들 보다 더 많은 구성 요소를 포함하거나 더 적은 구성 요소를 포함할 수도 있다.
- [0038] IF 체인(210)은, 기저대역 신호(base band signal)를 처리하여 IF 대역의 신호로 변환할 수 있다. IF 체인(210)은, IF 증폭기(IF amplifier), 채널 선택 필터(channel select filter) 등을 포함할 수 있다. IF 증폭기(IF amplifier)는 기저대역 신호를 증폭할 수 있고, 채널 선택 필터는 다수의 채널들을 포함하는 신호에서 원하는 채널만을 대역통과 필터링하여 선택할 수 있다.
- [0039] 상향 변환 혼합기(220)는, IF 신호와 LO 신호를 혼합하여 IF 신호를 원하는 주파수의 RF 신호로 주파수 상향 변환할 수 있다. 일 실시예에서, 상향 변환 혼합기(220)는 IF 체인(210)으로부터 IF 신호를 전달 받고, LO(130)로부터 LO 신호를 전달 받아 주파수 상향 변환된 신호인 RF 신호로 혼합할 수 있다.
- [0040] RF 체인(230)은, RF 신호를 처리하여 전송할 수 있다. RF 체인(230)은 대역 선택 필터, 전력 증폭기(Power amplifier), 안테나 등을 포함할 수 있다. 대역 선택 필터는, LO 누설 신호와 같은 스퓨리어스 주파수 성분이 전력 증폭기에서 증폭되는 것을 방지하기 위해 원하는 채널대역들만 통과시킬 수 있다. 전력 증폭기는, 충분한 전력을 가진 신호를 전송하기 위해 신호를 증폭시킬 수 있다. 안테나는 RF 체인(230)에서 처리된 RF 신호를 공기 중에 전자기파로 복사(radiation)시킬 수 있다.
- [0041] 전송 체인(200)은, 전송 체인(200)에서의 신호의 위상을 조정하는 위상 천이기를 포함할 수 있다. 여기에서, 위상 천이기는 IF 체인(210) 또는 RF 체인(230) 중 적어도 하나에 포함될 수 있다. 일 실시예에서, 전송 체인(120)에 포함되는 위상 천이기는 전송 체인(120)에서 생성하는 RF 신호의 위상 캘리브레이션에 사용될 수 있다.
- [0042] 도 3은, 일 실시예에 따른 LO 누설 억제 체인(140)의 구성을 도시한 블록도이다.

- [0043] 도 3에 도시된 바와 같이, LO 누설 억제 체인(140)은 위상 천이기(310), 가변 이득 증폭기(320), 및 안테나(330)를 포함할 수 있다. 다만, 일 실시예에 따른 LO 누설 억제 체인(140)의 구성 요소가 전술한 예에 한정되는 것은 아니다. 다른 실시예에 따라, LO 누설 억제 체인(140)은 전술한 구성 요소들 보다 더 많은 구성 요소를 포함하거나 더 적은 구성 요소를 포함할 수도 있다.
- [0044] 도 3에 도시된 위상 천이기(310)와 가변 이득 증폭기(320)의 순서는 일 실시예에 따른 것일 뿐이며, 이에 한정되지 않는다. 다만, 아래에서는 설명의 편의를 위해 도 3에 도시된 순서에 따라 설명한다.
- [0045] LO 누설 억제 체인(140)은, LO(130)로부터 LO 누설 억제 신호 생성의 기초가 되는 신호를 전달 받고, 프로세서(110)의 제어에 따라 LO(130)로부터 전달 받은 신호의 위상 및 크기를 캘리브레이션하여 LO 누설 억제 신호를 생성할 수 있다.
- [0046] 위상 천이기(310)는, LO(130)로부터 입력 받은 신호의 위상을 조정할 수 있다. 일 실시예에서 위상 천이기(310)는, LO(130)로부터 전달 받은 신호의 위상을, 복수의 RF 신호를 기초로 형성된 빔의 LO 누설 신호의 위상과 180도 차이가 나도록 조정할 수 있다.
- [0047] 가변 이득 증폭기(320)는, LO(130)로부터 입력 받은 신호의 크기를 조정할 수 있다. 일 실시예에서 가변 이득 증폭기(320)는, LO(130)로부터 전달 받은 신호의 크기를 복수의 RF 신호를 기초로 형성된 빔의 LO 누설 신호의 크기와 동일하게 조정하여 출력할 수 있다.
- [0048] 이와 같이, LO 누설 억제 체인(140)은 프로세서(110)의 제어에 따라, 위상 천이기(310)와 가변 이득 증폭기(320)에서의 위상 및 크기의 조정을 통해 LO(130)로부터 전달 받은 신호의 위상 및 크기의 캘리브레이션을 수행할 수 있다. 이때 생성된 LO 누설 억제 신호는, LO 누설 신호의 위상과 위상이 180도 차이가 날 수 있고, LO 누설 신호의 크기와 크기가 동일할 수 있다.
- [0049] 안테나(330)는, 생성된 LO 누설 억제 신호를 공기 중에 전자기파로 복사시킬 수 있다. 일 실시예에서, 안테나(330)는 복수의 송신 체인(120)을 구성하는 송신 체인 중 하나의 송신 체인의 안테나와 동일하게 대응될 수 있다. 즉, LO 누설 억제 체인(140)은 복수의 송신 체인(120)을 구성하는 송신 체인 중 하나의 송신 체인의 안테나와 연결되어, 송신 체인의 안테나를 통해 LO 누설 억제 신호를 공기 중에 전자기파로 복사시킬 수 있다.
- [0050] 개시된 실시예에 따른 때, LO 누설 억제 체인(140)은, 프로세서(110)의 제어에 따라 LO 누설 억제 신호를 생성함으로써, 위상 배열 시스템(phased-array system)에서의 빔 포밍에 따라 합산된 LO 누설 신호를 상쇄할 수 있다는 장점이 있다. 또한, RF 전송 시스템이 일반적으로 포함하는 LO(130)를 이용하며, 위상 천이기(310), 가변 이득 증폭기(320), 및 안테나(330)를 각각 하나만 이용한다는 점에서 적은 비용으로 LO 누설 신호를 억제할 수 있는 장점이 있다. 또한, LO 누설 억제 체인(140)이 복수의 송신 체인(120) 중 하나의 송신 체인의 안테나를 사용하는 경우, 따로 안테나를 포함하는 경우에 비해 비용은 더욱 절감될 수 있다.
- [0051] 도 4는, 일 실시예에 따른 RF 신호 전송 장치(100)에서 수행되는 LO 누설 제거 신호를 생성하기 위한 RF 신호 전송 장치 제어 방법을 도시한 순서도이다.
- [0052] 본 개시의 LO 누설 제거 신호를 생성하는 방법은, RF 신호를 전송하는 다양한 종류의 RF 신호 전송 장치에 의해 수행될 수 있다. 본 개시에서는, 본 명세서에서 개시되는 RF 신호 전송 장치(100)에 의해 LO 누설 제거 신호를 생성하는 방법이 수행되는 실시예를 중심으로 설명하지만, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 개시에서 RF 신호 전송 장치(100)에 대해 개시된 실시예들은 RF 신호 전송 장치 제어 방법에도 적용될 수 있다.
- [0053] 단계 410에서, RF 신호 전송 장치(100)는 복수의 RF 신호를 기초로 한 빔 형성을 위한 빔 포밍을 수행한다.
- [0054] 일 실시예에서, RF 신호 전송 장치(100)는 복수의 RF 신호를 생성할 수 있다. RF 신호 전송 장치(100)는 생성된 복수의 RF 신호의 크기를 측정할 수 있다. RF 신호 전송 장치(100)는 생성된 복수의 RF 신호의 크기 측정 값을 기초로 원하는 방향으로의 빔 포밍을 위해 복수의 RF 신호의 위상 및 크기에 대한 캘리브레이션을 수행할 수 있다. RF 신호 전송 장치(100)에서의 빔 포밍 수행을 통해 RF 신호 전송 장치(100)에서 생성한 복수의 RF 신호를 기초로 한 빔이 형성될 수 있다.
- [0055] 단계 420에서, RF 신호 전송 장치(100)는 형성된 빔의 LO 누설 신호의 크기를 측정한다.
- [0056] 단계 430에서, RF 신호 전송 장치(100)는 측정된 LO 누설 신호의 크기를 기초로 LO 누설 억제 신호를 생성한다.
- [0057] 일 실시예에서, RF 신호 전송 장치(100)는 LO 누설 억제 신호의 크기를 LO 누설 신호의 크기와 동일하게 설정할

수 있다.

- [0058] 일 실시예에서, RF 신호 전송 장치(100)는 LO 누설 억제 신호의 위상이 LO 누설 신호의 위상과 180도 차이 나게 설정할 수 있다.
- [0059] 이와 같이 LO 누설 억제 신호의 크기를 LO 누설 신호의 크기와 동일하게 설정하고, LO 누설 억제 신호의 위상을 LO 누설 신호의 위상과 180도 차이 나도록 설정함으로써, RF 신호 전송 장치(100)는 LO 누설 신호 억제를 위한 LO 누설 억제 신호를 생성할 수 있다. 또한 도 4에는 도시되어 있지 않지만, RF 신호 전송 장치(100)는 생성된 LO 누설 억제 신호를 복사(radiate)하여 복수의 RF 신호를 기초로 형성된 빔의 LO 누설 신호를 상쇄시킬 수 있다.
- [0060] 도 4에는 단계 420과 단계 430이 구분되는 단계로 도시되어 있지만, 단계 420과 단계 430은 동시에 수행될 수 있다. 예를 들어, 단계 420의 LO 누설 신호의 크기를 측정하는 단계 및 단계 430의 LO 누설 억제 신호를 생성하는 단계는 동시에 수행될 수 있다.
- [0061] 일 실시예에서, RF 신호 전송 장치(100)는 복수의 RF 신호를 기초로 형성된 빔의 LO 누설 신호의 크기를 측정한다. RF 신호 전송 장치(100)는 LO 누설 억제 신호의 크기를 LO 누설 신호의 크기와 동일하게 설정할 수 있다. RF 신호 전송 장치(100)는, 크기가 LO 누설 신호와 동일하게 설정된 LO 누설 억제 신호의 위상을 단계적으로 캘리브레이션할 수 있다. 이때, RF 신호 전송 장치(100)는 LO 누설 억제 신호의 위상의 단계적 캘리브레이션에 따른 LO 누설 신호와 LO 누설 억제 신호를 합산한 신호의 크기의 변화를 모니터링 한다. RF 신호 전송 장치(100)는 LO 누설 신호와 LO 누설 억제 신호를 합산한 신호의 크기가 0이 될 때를 감지하여, LO 누설 억제 신호의 위상 캘리브레이션을 중단할 수 있다. 여기에서, 측정된 LO 누설 억제 신호의 위상 값은 LO 누설 신호의 위상과 180도 차이가 나는 위상 값일 수 있으며, LO 누설 억제 신호의 위상은 LO 누설 신호의 위상과 180도 차이가 나도록 설정된 것으로 볼 수 있다.
- [0062] 개시된 실시예에 따른 때, RF 신호 전송 장치(100)는 LO 누설 억제 신호를 생성함으로써, 위상 배열 시스템(phased-array system)에서의 빔 포밍에 따라 합산된 LO 누설 신호를 상쇄할 수 있고, 그에 따라 LO 누설 신호를 억제할 수 있다.
- [0063] 또한, RF 신호 전송 장치(100)에서의 LO 누설 억제 신호의 생성은 위상 배열 시스템에서의 빔 포밍(beam forming)을 위한 구성과 별도의 구성을 통해 이뤄질 수 있으므로, RF 신호 전송 장치(100)에서의 LO 누설 억제는 구성상 제약이 적다. 일례로, RF 신호 전송 장치(100)에서 복수의 RF 신호의 빔 포밍을 위한 위상 천이기는 전송 체인(120)의 IF 체인(210), RF 체인(230), 또는 LO(130)와 전송 체인(120)을 연결하는 LO 체인 중 어느 곳에 포함되어도 LO 누설 억제 체인(140)에 영향을 주지 않으므로, LO 누설 신호 억제에도 영향을 주지 않는다. 즉, 개시된 실시예에 따른 때 RF 신호 전송 장치(100)는 LO 누설 신호 억제를 하는데 있어, 빔 포밍 구조(Beam forming Architecture)의 종류에 영향을 받지 않는다고 할 수 있다.
- [0064] 도 5 내지 도 10은, 일 실시예에 따른 RF 신호 전송 장치(100)의 LO 누설 신호 억제 과정을 보여주는 도면이다. 도 5 내지 10에서는, 설명의 편의를 위해, 복수의 전송 체인(120)이 4개의 전송 체인으로 이루어진 경우로 한정하여 설명한다. 또한, 도 6 내지 도 9는 도 4의 단계 420 내지 430에 대응될 수 있다.
- [0065] 도 5는, 억제 전의 LO 누설 신호(510)를 나타내고 있다.
- [0066] 도 5의 2차 평면을 참조하면, LO 누설 신호(510)는 4개의 신호(502, 504, 506, 508)가 합산된 신호임을 확인할 수 있다. 이 때, 4개의 신호(502, 504, 506, 508)는 4개의 전송 체인(120)으로부터 생성된 RF 신호에 각각 포함된 LO 누설 신호이다. 도 5의 2차 평면에 도시된 바와 같이, 합산된 LO 누설 신호(510)는 전송 체인 각각의 LO 누설 신호에 비해 크기가 커질 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0067] 도 5의 주파수 스펙트럼은, 2차 평면에 도시된 합산된 LO 누설 신호(510)가 화살표로 표시되어 있다. 이때, LO 누설 신호는 스펙트럼 마스크 요구를 충족하지 못함을 확인할 수 있다.
- [0068] 도 6은, LO 누설 신호(510)의 크기를 측정한 결과를 나타내고 있다.
- [0069] 도 6의 주파수 스펙트럼을 참조하면, LO 누설 신호(510)의 크기 측정 결과는 a임을 확인할 수 있다.
- [0070]
- [0071] 도 7은, 크기가 캘리브레이션 된 LO 누설 억제 신호(710)를 나타내고 있다.

- [0072] 도 7의 L0 누설 억제 신호(710)는 L0 누설 신호(510)와 크기가 동일하게 설정되어 있다. 구체적으로 도 7의 주파수 스펙트럼을 참조하면, L0 누설 억제 신호(710)의 크기 b가, 도 6의 L0 누설 신호(510)의 크기인 a와 동일하게 설정된 것을 확인할 수 있다. 참고로 도 7의 2차 평면에는, L0 누설 억제 신호(710)의 위상이 0으로 나와 있지만, 이는 아직 L0 누설 억제 신호(710)의 위상이 조정되지 않은 것을 나타내기 위한 것일 뿐이며, 위상 조정 전의 L0 누설 억제 신호(710)의 위상은 이에 한정되지 않는다.
- [0073]
- [0074] 도 8은, 크기가 캘리브레이션 된 L0 누설 억제 신호(710)와 L0 누설 신호(510)가 합산된 신호인, 합산된 L0 누설 신호(810)를 나타내고 있다.
- [0075] 도 8의 2차 평면에는 L0 누설 신호(510)와 L0 누설 억제 신호(710)가 합산된 신호가, 합산된 L0 누설 신호(810)로서 도시되어 있다. 이때, L0 누설 억제 신호는 L0 누설 신호에 따라 크기만 조정되고 위상은 조정되지 않은 것으로 가정한다.
- [0076] 도 8의 실시예에서는 위상이 조정되지 않은 L0 누설 억제 신호를 L0 누설 신호와 합산하는 경우, L0 누설 신호가 증가되는 것을 확인할 수 있다. 이는, L0 누설 억제 신호의 위상이 캘리브레이션 되지 않은 상태에서 합산이 수행되었기 때문으로, 도 8의 실시예를 통해, L0 누설 신호의 억제를 위해서는 L0 누설 신호의 크기 및 위상을 고려하여 L0 누설 억제 신호를 생성해야 함을 확인할 수 있다.
- [0077] 도 9는, 크기 및 위상이 캘리브레이션 된 L0 누설 억제 신호(910)와 L0 누설 신호(510)가 합산된 신호인, 합산된 L0 누설 신호(920)를 나타내고 있다.
- [0078] 도 9의 2차 평면에는, L0 누설 신호(510)와 크기 및 위상이 캘리브레이션된 L0 누설 억제 신호(910)가 합산된 신호가, 합산된 L0 누설 신호(920)로서 도시되어 있다. 이때, 합산된 L0 누설 신호(920)의 크기는 도 9의 주파수 스펙트럼에 도시되어 있다. 도 9의 주파수 스펙트럼을 참조하면, 합산된 L0 누설 신호의 크기는 도 6의 L0 누설 신호에 비해 감소하였으며, 0에 가까운 값을 확인할 수 있다. 따라서, 도 9를 통해 L0 누설 신호가 L0 누설 억제 신호에 의해 억제되었음을 확인할 수 있다.
- [0079] 도 10은, L0 누설 억제 신호에 의해 억제된 후의 억제된 L0 누설 신호(1010)를 나타내고 있다. 여기에서, 도 10의 억제된 L0 누설 신호(1010)는 도 9의 합산된 L0 누설 신호(920)에 대응될 수 있다.
- [0080] 도 10의 2차 평면에는 L0 누설 신호(1010)가 L0 누설 억제 신호(1020)와 합산됨으로써 억제된 L0 누설 신호(1010)가 도시되어 있다.
- [0081] 도 10의 주파수 스펙트럼에는, 2차 평면에 도시된 억제된 L0 누설 신호(1010)가 화살표로 표시되어 있다. 이때, 억제된 L0 누설 신호(1010)는 스펙트럼 마스크 요구를 충족함을 확인할 수 있다.
- [0082] 개시된 실시예에 따른 때, 복수의 전송 체인을 가지는 배열 어레이 시스템에서 각각의 전송 체인의 L0 누설 신호는 합산되어 스펙트럼 마스크 요구를 충족하지 못하는 문제는, RF 신호 전송 장치(100)에서 생성되는 L0 누설 억제 신호에 의해서 해결될 수 있다는 것을 확인할 수 있다.
- [0083] 도 11 및 12는, 일 실시예에 따른 L0 누설 신호를 억제하기 위한 RF 신호 전송 장치(100)의 제어 방법의 시물레이션 결과를 도시한 도면이다.
- [0084] 도 11에는, 일 실시예에 따른 복수의 전송 체인(120)이 25개의 전송 체인으로 구성되고, 빔 포밍 방향이 기준 방향(bore sight)인 경우의 L0 누설 신호 억제 시물레이션 결과가 도시되어 있다. 도 11을 참조하면, 25개의 전송 체인을 나타내는 5x5 배열(array)(1110)에서 L0 누설 억제 체인(140)은 복수의 전송 체인(120) 중 하나(1115)와 안테나를 공유하고 있는 것을 알 수 있다. 도 11의 L0 누설 패턴을 나타내는 그래프(1120)를 참조하면, 위상이 0도(기준 방향)인 경우의 L0 누설 신호의 레벨이 L0 누설 억제 체인(140)이 L0 누설 억제 신호를 생성한 후에 억제된 것을 확인할 수 있다.
- [0085] 도 12에는, 일 실시예에 따른 복수의 전송 체인(120)이 48개의 전송 체인으로 구성되고, 빔 포밍 방향이 기준 방향(bore sight)인 경우의 L0 누설 신호 억제 시물레이션 결과를 도시하고 있다. 도 12를 참조하면, 48개의 전송 체인을 나타내는 6x8 배열(array)(1210)에서 L0 누설 억제 체인(140)은 복수의 전송 체인(120) 중 하나(1215)와 안테나를 공유하고 있는 것을 알 수 있다. 도 12의 L0 누설 패턴을 나타내는 그래프(1220)를 참조하면, 위상이 0도(기준 방향)인 경우의 L0 누설 신호의 레벨이 L0 누설 억제 체인(140)이 L0 누설 억제 신호를 생성한 후에 억제된 것을 확인할 수 있다.

[0086] 한편, 상술한 실시예는, 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성 가능하고, 컴퓨터에 의해 판독 가능한 매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다. 또한, 상술한 실시예에서 사용된 데이터의 구조는 컴퓨터 판독 가능 매체에 여러 수단을 통하여 기록될 수 있다. 또한, 상술한 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로 구현될 수 있다. 예를 들어, 소프트웨어 모듈 또는 알고리즘으로 구현되는 방법들은 컴퓨터가 읽고 실행할 수 있는 코드들 또는 프로그램 명령들로서 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체에 저장될 수 있다.

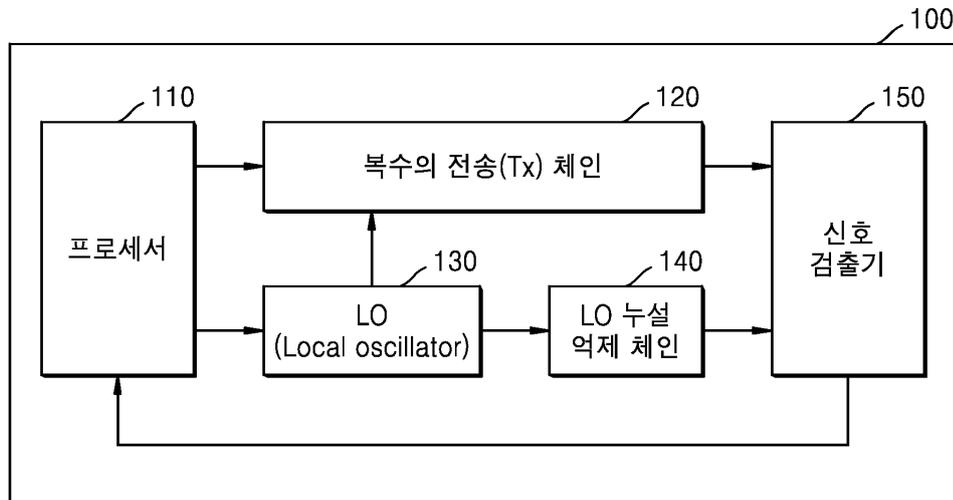
[0087] 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 기록 매체일 수 있고, 휘발성 및 비 휘발성 매체, 분리형 및 비 분리형 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 마그네틱 저장매체, 예를 들면, 롬, 플로피 디스크, 하드 디스크 등을 포함하고, 광학적 판독 매체, 예를 들면, 시디롬, DVD 등과 같은 저장 매체를 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 또한, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 포함할 수 있다.

[0088] 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 복수의 기록 매체가 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템들에 분산되어 있을 수 있으며, 분산된 기록 매체들에 저장된 데이터, 예를 들면 프로그램 명령어 및 코드가 적어도 하나의 컴퓨터에 의해 실행될 수 있다.

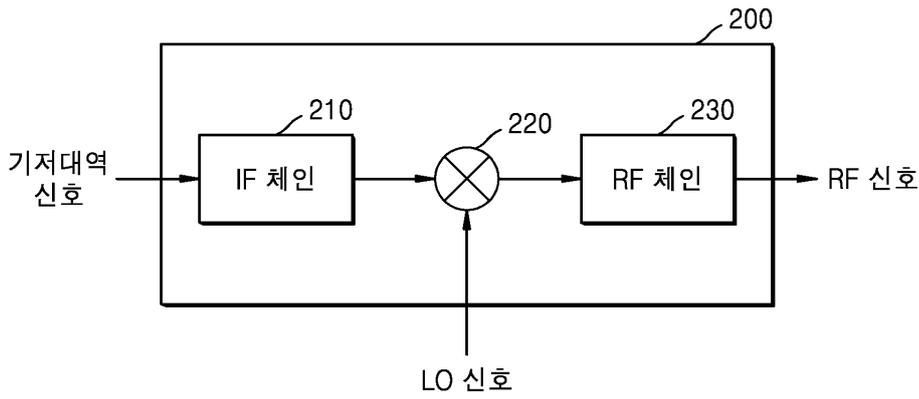
[0089] 이상과 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

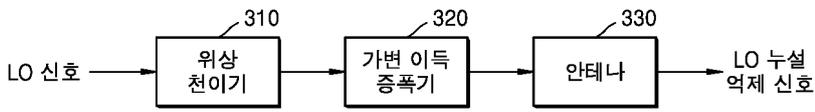
도면1



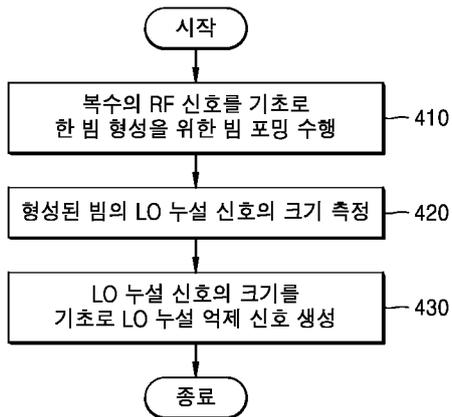
도면2



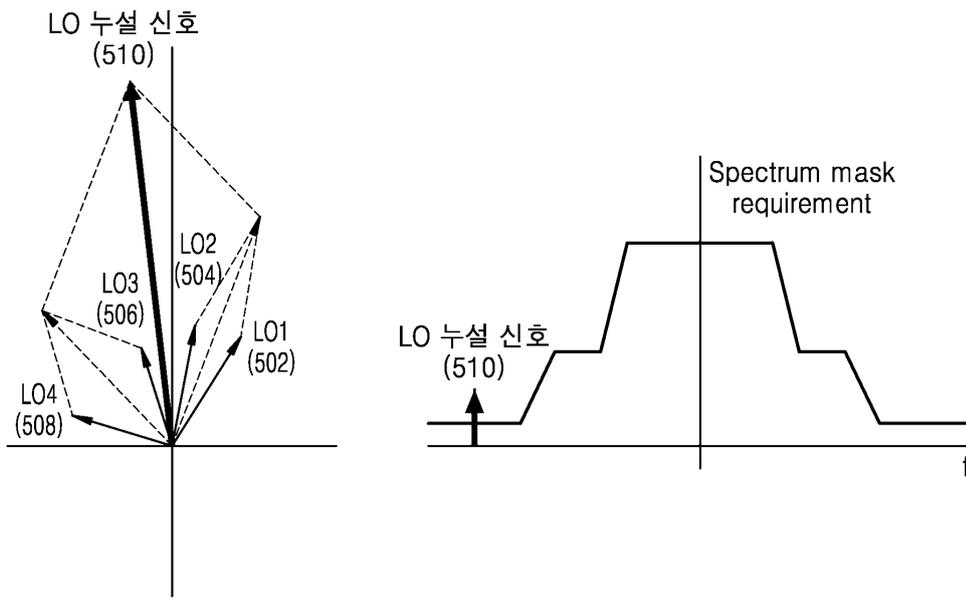
도면3



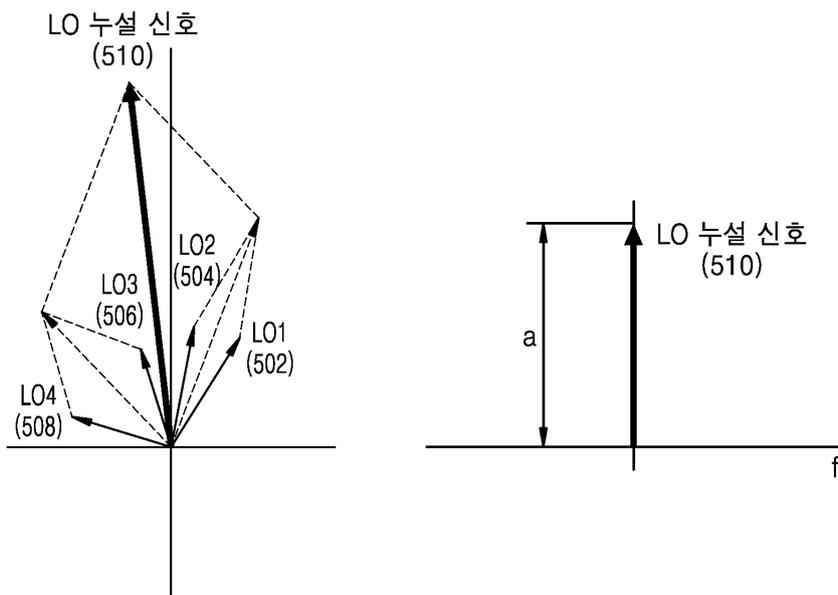
도면4



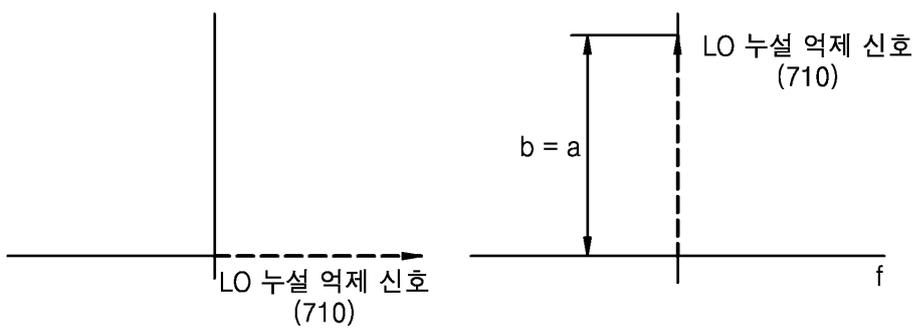
도면5



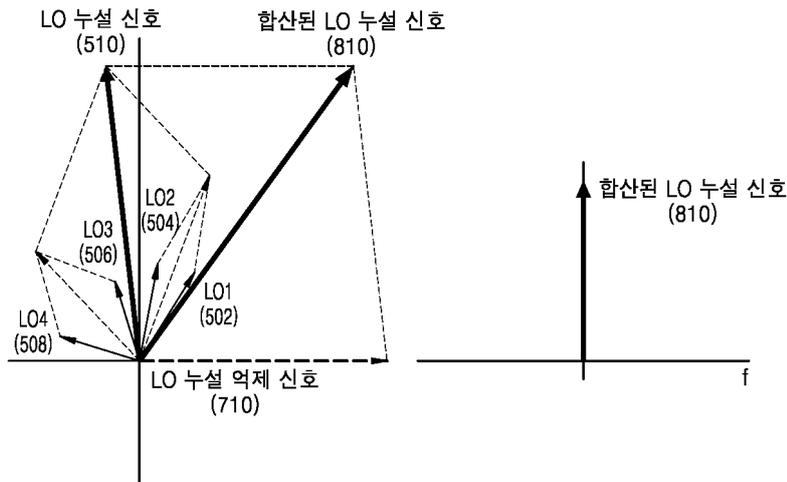
도면6



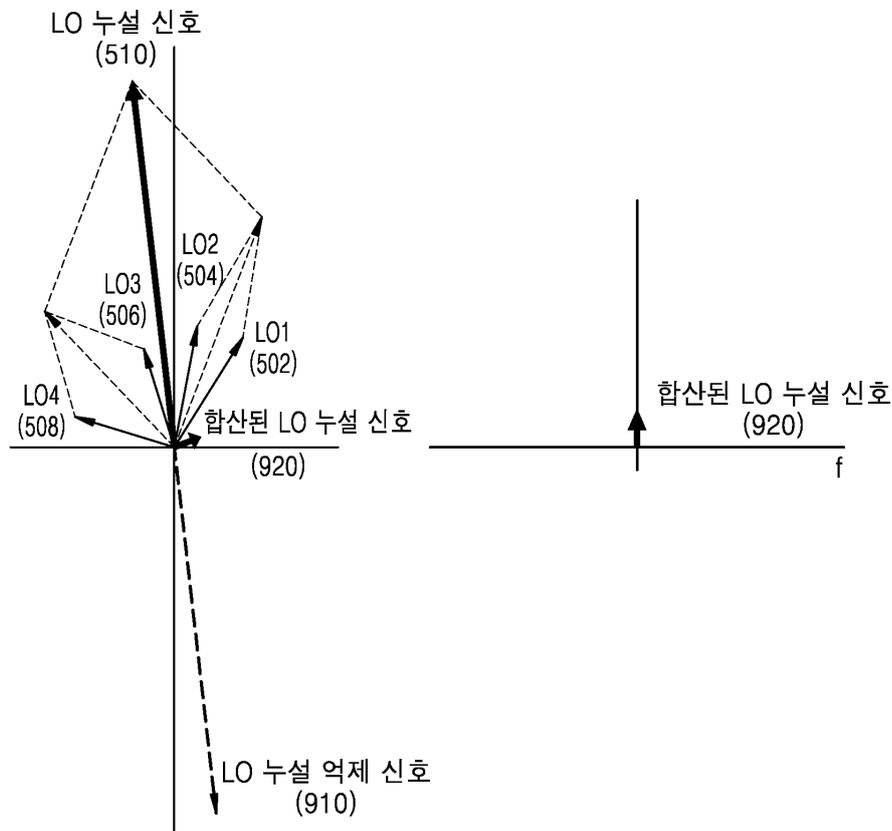
도면7



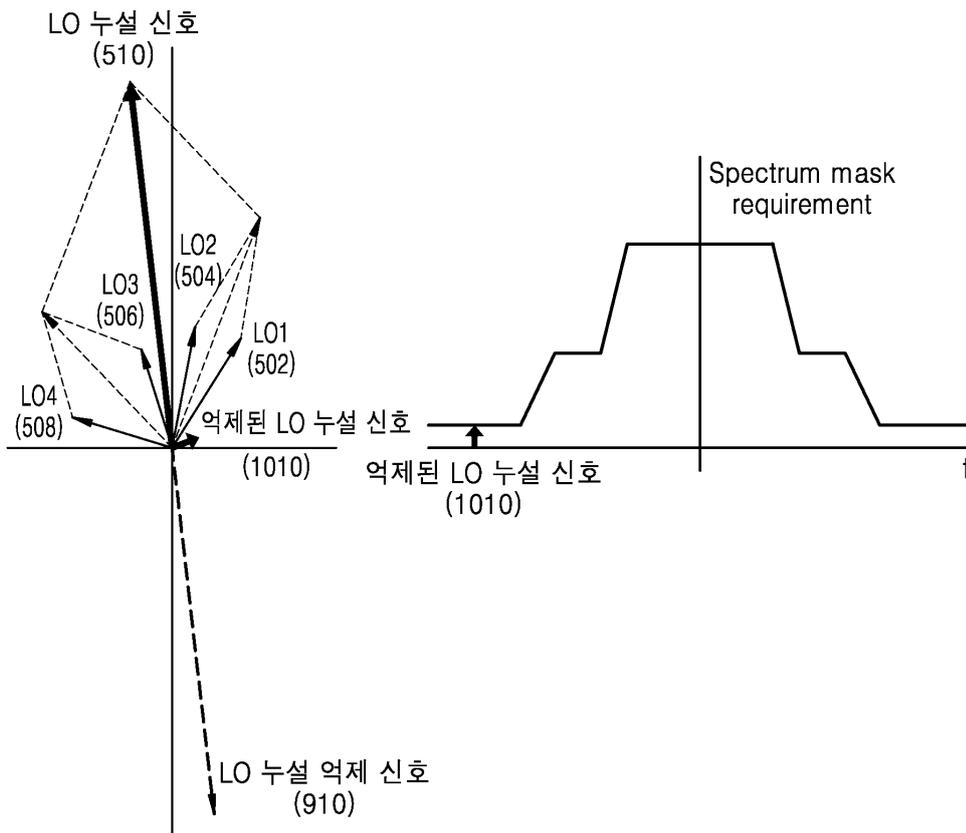
도면8



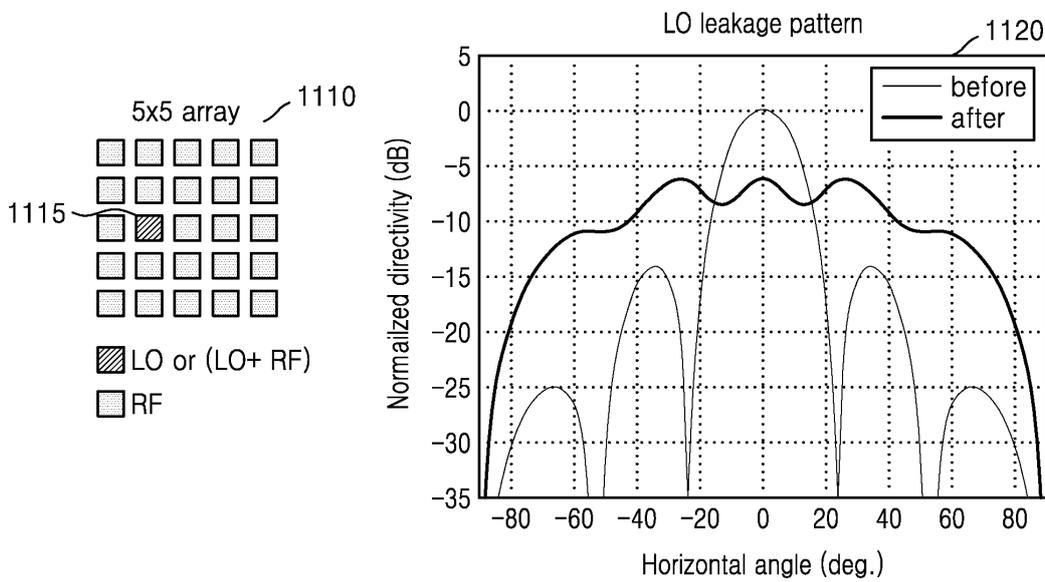
도면9



도면10



도면11



도면12

