



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0044548
(43) 공개일자 2021년04월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/0413 (2017.01) G01S 3/02 (2006.01)
G01S 3/38 (2018.01) H04B 7/08 (2017.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/0413 (2013.01)
G01S 3/023 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0127841
(22) 출원일자 2019년10월15일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김호일
경기도 용인시 수지구 풍덕천로 33, 615동 1502호(풍덕천동, 신정마을6단지아파트)
김광순
서울특별시 서대문구 연세로 50(신촌동, 연세대학교)
(74) 대리인
특허법인가산

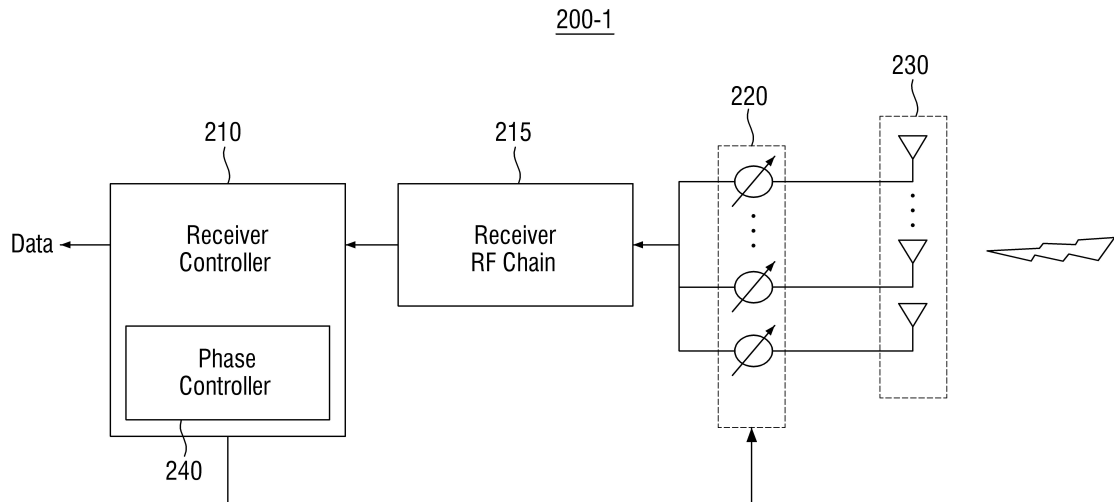
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 통신 장치 및 통신 장치의 데이터 수신 방법

(57) 요약

통신 장치 및 통신 장치의 데이터 수신 방법이 제공된다. 몇몇 실시예에 따른 통신 장치는, 데이터를 수신하는 수신 안테나, 제1 추정 방향 입사각을 기반으로 제1 합빔 및 제1 차이빔을 형성하는 수신 위상 천이기, 수신된 데이터의 제1 데이터 구간동안 형성된 제1 차이빔을 이용하여 제1 차이빔 출력을 생성하고, 수신된 데이터의 제1 데이터 구간과 다른 제2 데이터 구간동안 형성된 제1 합빔을 이용하여 제1 합빔 출력을 생성하는 수신 RF 체인, 및 제1 차이빔 출력과 제1 합빔 출력을 바탕으로 실제 방향 입사각과 제1 추정 방향 입사각 사이의 오차값을 생성하는 수신 컨트롤러를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G01S 3/38 (2018.01)
H04B 7/086 (2013.01)
H04B 7/0865 (2013.01)
H04B 7/088 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2016-0-00208
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기술진흥센터(NIPA산하)
연구사업명	정보통신방송연구개발사업
연구과제명	[이지바로] 차세대 5G V2X 서비스 실현을 위한 정밀 측위탐색 연계 고효율 다중안
테나 정보전송 및 네트워크	기술 연구 (창조씨앗형 2단계)(2/5)
기 여 율	1/2
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2018.01.01 ~ 2018.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018-0-00170
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기술진흥센터(NIPA산하)
연구사업명	정보통신방송연구개발사업
연구과제명	[이지바로][한-EU] 이동체간 가상현실을 위한 5G 이동통신 기술 연구 (1/3)
기 여 율	1/2
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2018.06.01 ~ 2019.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

데이터를 수신하는 수신 안테나;

제1 추정 방향 입사각을 기반으로 제1 합빔 및 제1 차이빔을 형성하는 수신 위상 천이;

상기 수신된 데이터의 제1 데이터 구간동안 상기 형성된 제1 차이빔을 이용하여 제1 차이빔 출력을 생성하고, 상기 수신된 데이터의 상기 제1 데이터 구간과 다른 제2 데이터 구간동안 상기 형성된 제1 합빔을 이용하여 제1 합빔 출력을 생성하는 수신 RF 체인; 및

상기 제1 차이빔 출력과 상기 제1 합빔 출력을 바탕으로 실제 방향 입사각과 상기 제1 추정 방향 입사각 사이의 오차값을 생성하는 수신 컨트롤러를 포함하는 통신 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 수신 컨트롤러는 위상 컨트롤러를 포함하며,

상기 위상 컨트롤러는 상기 오차값을 기반으로 상기 제1 추정 방향 입사각을 수정하여 제2 추정 방향 입사각을 생성하고, 상기 제2 추정 방향 입사각을 상기 수신 위상 천이기에 전송하여, 상기 수신 위상 천이기가 상기 제2 추정 방향 입사각을 기반으로 제2 합빔 및 제2 차이빔을 형성하도록하는 통신 장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 제1 데이터 구간은 CP 구간을 포함하고, 상기 제2 데이터 구간은 OFDM 데이터 구간을 포함하는 통신 장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 수신 안테나는 균일 선형 안테나로 배치되는 통신 장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 오차값은 상기 실제 방향 입사각과 상기 제1 추정 방향 입사각 사이의 모노 펄스비를 통해 계산되는 통신 장치.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 수신 안테나와 연결되는 제2 수신 위상 천이기를 더 포함하는 통신 장치.

청구항 7

수신 안테나를 통해, 데이터를 수신하고,

수신 위상 천이기를 통해, 제1 추정 방향 입사각을 기반으로 제1 합빔 및 제1 차이빔을 형성하고,

수신 RF 체인을 통해, 상기 수신된 데이터의 제1 데이터 구간동안 상기 형성된 제1 차이빔을 이용하여 제1 차이빔 출력을 생성하고, 상기 수신된 데이터의 상기 제1 데이터 구간과 다른 제2 데이터 구간동안 상기 형성된 제1 합빔을 이용하여 제1 합빔 출력을 생성하고,

수신 컨트롤러를 통해, 상기 제1 차이빔 출력과 상기 제1 합빔 출력을 바탕으로 실제 방향 입사각과 상기 제1 추정 방향 입사각 사이의 오차값을 생성하는 것을 포함하는 통신 장치의 데이터 수신 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

위상 컨트롤러를 통해,

상기 오차값을 기반으로 상기 제1 추정 방향 입사각을 수정하여 제2 추정 방향 입사각을 생성하고, 상기 제2 추정 방향 입사각을 상기 수신 위상 천이기에 전송하여, 상기 수신 위상 천이기가 상기 제2 추정 방향 입사각을 기반으로 제2 합빔 및 제2 차이빔을 형성하도록 하는 것을 더 포함하는 통신 장치의 데이터 수신 방법.

청구항 9

실제 방향 입사각으로 데이터를 수신하는 수신 안테나;

제1 추정 방향 입사각을 기반으로 제1 합빔 및 제1 차이빔을 형성하는 수신 위상 천이기;

상기 수신된 데이터의 제1 데이터 구간동안 상기 형성된 제1 차이빔을 이용하여 제1 차이빔 출력을 생성하고, 상기 수신된 데이터의 상기 제1 데이터 구간과 다른 제2 데이터 구간동안 상기 형성된 제1 합빔을 이용하여 제1 합빔 출력을 생성하는 수신 RF 체인;

상기 제1 차이빔 출력과 상기 제1 합빔 출력의 모노 펄스비를 바탕으로 실제 방향 입사각과 상기 제1 추정 방향 입사각 사이의 오차값을 생성하는 수신 컨트롤러; 및

상기 오차값을 기반으로 상기 제1 추정 방향 입사각을 수정하여 제2 추정 방향 입사각을 생성하고, 상기 제2 추정 방향 입사각을 상기 수신 위상 천이기에 전송하여, 상기 수신 위상 천이기가 상기 제2 추정 방향 입사각을 기반으로 제2 합빔 및 제2 차이빔을 형성하도록 하는 위상 컨트롤러를 포함하는 통신 장치.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 제1 데이터 구간은 CP 구간을 포함하고, 상기 제2 데이터 구간은 OFDM 데이터 구간을 포함하는 통신 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 통신 장치 및 통신 장치의 데이터 수신 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 4G(4th generation) 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 개선된 5G(5th generation) 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템을 개발하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이러한 이유로, 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템은 4G 네트워크 이후(Beyond 4G Network) 통신 시스템 또는 LTE(Long Term Evolution) 시스템 이후(Post LTE) 시스템이라 불리어지고 있다.

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

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

[0005] 이 밖에도, 5G 시스템에서는 진보된 코딩 변조(Advanced Coding Modulation, ACM) 방식인 FQAM(Hybrid Frequency Shift Keying and Quadrature Amplitude Modulation) 및 SWSC(Sliding Window Superposition Coding)과, 진보된 접속 기술인 FBMC(Filter Bank Multi Carrier), NOMA(Non Orthogonal Multiple Access), 및 SCMA(Sparse Code Multiple Access) 등이 개발되고 있다.

[0006] 5G CP(Cyclic Prefix) MIMO OFDM(Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) 시스템에서 기지국과의 원활한 통신을 위해, 단말기는 기지국으로부터 송신되는 신호의 방향 입사각(Direction Of Arrival, DOA)을 정확히 추정하는 것이 필수적이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 합빔과 차이빔을 이용하여, 방향 입사각 추정의 안정성과 정확성이 향상된 통신 장치를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는 합빔과 차이빔을 이용하여, 방향 입사각 추정의 안정성과 정확성이 향상된 통신 장치의 데이터 수신 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 통신 장치는, 데이터를 수신하는 수신 안테나, 제1 추정 방향 입사각을 기반으로 제1 합빔 및 제1 차이빔을 형성하는 수신 위상 천이기, 수신된 데이터의 제1 데이터 구간동안 형성된 제1 차이빔을 이용하여 제1 차이빔 출력을 생성하고, 수신된 데이터의 제1 데이터 구간과 다른 제2 데이터 구간동안 형성된 제1 합빔을 이용하여 제1 합빔 출력을 생성하는 수신 RF 체인, 및 제1 차이빔 출력과 제1 합빔 출력을 바탕으로 실제 방향 입사각과 제1 추정 방향 입사각 사이의 오차값을 생성하는 수신 컨트롤러를 포함한다.

[0011] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 통신 장치의 데이터 수신 방법은, 수신 안테나를 통해, 데이터를 수신하고, 수신 위상 천이기를 통해, 제1 추정 방향 입사각을 기반으로 제1 합빔 및 제1 차이빔을 형성하고, 수신 RF 체인을 통해, 수신된 데이터의 제1 데이터 구간동안 형성된 제1 차이빔을 이용하여 제1 차이빔 출력을 생성하고, 수신된 데이터의 제1 데이터 구간과 다른 제2 데이터 구간동안 형성된 제1 합빔을 이용하여 제1 합빔 출력을 생성하고, 수신 컨트롤러를 통해, 제1 차이빔 출력과 제1 합빔 출력을 바탕으로 실제 방향 입사각과 제1 추정 방향 입사각 사이의 오차값을 생성하는 것을 포함한다.

[0012] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 통신 장치는, 실제 방향 입사각으로 데이터를 수신하는 수신 안테나, 제1 추정 방향 입사각을 기반으로 제1 합빔 및 제1 차이빔을 형성하는 수신 위상 천이기, 수신된 데이터의 제1 데이터 구간동안 형성된 제1 차이빔을 이용하여 제1 차이빔 출력을 생성하고, 수신된 데이터의 제1 데이터 구간과 다른 제2 데이터 구간동안 형성된 제1 합빔을 이용하여 제1 합빔 출력을 생성하는 수신 RF 체인, 제1 차이빔 출력과 제1 합빔 출력의 모노 펄스비를 바탕으로 실제 방향 입사각과 제1 추정 방향 입사각 사이의 오차값을 생성하는 수신 컨트롤러, 및 오차값을 기반으로 제1 추정 방향 입사각을 수정하여 제2 추정 방향 입사각을 생성하고, 제2 추정 방향 입사각을 수신 위상 천이기에 전송하여, 수신 위상 천이기가 제2 추정 방향 입사각을 기반으로 제2 합빔 및 제2 차이빔을 형성하도록 하는 위상 컨트롤러를 포함한다.

[0013] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 몇몇 실시예에 따른 통신 시스템을 도시하는 예시적인 도면이다.

도 2는 몇몇 실시예에 따른 통신 시스템의 데이터를 전송하는 송신기를 도시하는 예시적인 블록도이다.

도 3은 몇몇 실시예에 따른 통신 시스템의 데이터를 수신하는 통신 장치를 도시하는 예시적인 블록도이다.

도 4는 몇몇 실시예에 따른 통신 장치가 데이터를 수신하는 방법을 도시하는 예시적인 흐름도이다.

도 5는 몇몇 실시예에 따른 CP 구간을 포함하는 OFDM 심볼을 도시하는 예시적인 도면이다.

도 6은 몇몇 실시예에 따른 추정 방향 입사각을 기반으로 형성된 차이빔을 도시하는 예시적인 도면이다.

도 7은 몇몇 실시예에 따른 추정 방향 입사각을 기반으로 형성된 합빔을 도시하는 예시적인 도면이다.

도 8은 몇몇 실시예에 따른 합빔 패턴과 차이빔 패턴을 도시한 예시적인 그래프이다.

도 9는 몇몇 실시예에 따른 합빔 출력과 차이빔 출력의 모노 펄스를 도시한 예시적인 그래프이다.

도 10 내지 도 12는 몇몇 실시예에 따른 통신 시스템의 데이터를 수신하는 통신 장치를 도시하는 예시적인 블록 도들이다.

도 13은 몇몇 실시예에 따른 통신 장치의 수신 위상 천이기와 수신 안테나를 도시하는 예시적인 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 도 1은 몇몇 실시예에 따른 통신 시스템을 도시하는 예시적인 도면이다.

[0016] 도 1을 참조하면, 몇몇 실시예에 따른 통신 시스템은 무선 채널을 이용하는 노드(node)들로서, 송신기(100), 제 1 통신 장치(200), 및 제2 통신 장치(300)를 예시적으로 포함한다. 몇몇 실시예에 따른 통신 시스템의 송신기 및 통신 장치들의 형태 및/또는 개수 등은 본 도면에 제한되지 않는다.

[0017] 송신기(100)는 통신 장치들(200, 및 300)에 무선 접속을 제공하는 네트워크 인프라스트럭처(infrastructure)가 될 수 있다. 송신기(100)는 신호를 송신할 수 있는 거리에 기초하여 일정한 지리적 영역으로 정의되는 커버리지(coverage)를 가질 수 있다. 송신기(100)는 기지국(base station), 액세스 포인트(access point, AP), 이노드비(eNodeB, eNB), 5G 노드(5th generation node), 무선 포인트(wireless point), 또는 이와 동등한 기술적 의미를 가질 수 있으며 다른 용어로 지칭될 수도 있다. 몇몇 실시예들에 따라, 송신기(100)는 하나 이상의 송수신 포인트(transmission/reception point, TRP)와 연결될 수 있다. 송신기(100)는 하나 이상의 TRP들을 통해, 제1 통신 장치(200) 또는 제2 통신 장치(300)에게 하향링크 신호를 전송하거나, 제1 통신 장치(200) 또는 제2 통신 장치(300)로부터 상향링크 신호를 수신할 수 있다.

[0018] 제1 통신 장치(200) 또는 제2 통신 장치(300) 각각은 사용자에게 의해 사용되는 장치로서, 송신기(100)와 무선 채널을 통해 통신을 수행할 수 있다. 경우에 따라, 제1 통신 장치(200) 또는 제2 통신 장치(300) 중 적어도 하나는 사용자의 관여 없이 운영될 수도 있다. 즉, 제1 통신 장치(200) 또는 제2 통신 장치(300) 중 적어도 하나는 기계 타입 통신(machine type communication, MTC)을 수행하는 장치로서, 사용자에게 의해 휴대되지 않을 수도 있다. 제1 통신 장치(200) 또는 제2 통신 장치(300) 각각은 단말(terminal), 수신단, 수신기 외 '사용자 장비(user equipment, UE)', '이동국(mobile station)', '가입자국(subscriber station)', '고객택내장치(customer premises equipment, CPE)', '원격 단말(remote terminal)', '무선 단말(wireless terminal)', '전자장치(electronic device)', 또는 '사용자 장치(user device)', 또는 이와 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어로 지칭될 수 있다.

[0019] 송신기(100), 제1 통신 장치(200), 및 제2 통신 장치(300)은 밀리미터 파(mmWave) 대역(예를 들어, 28GHz, 30GHz, 38GHz, 또는 60GHz)에서 무선 신호를 송신 및 수신할 수 있다. 여기서, 빔 형성은 송신 빔 형성 및 수신 빔 형성을 포함할 수 있다. 즉, 송신기(100), 제1 통신 장치(200) 또는 제2 통신 장치(300)는 송신 신호 또는 수신 신호에 방향성(directionality)을 부여할 수 있다. 이를 위해, 송신기(100), 제1 통신 장치(200) 및/또는 제2 통신 장치(300)는 빔 탐색(beam search) 또는 빔 관리(beam management) 절차를 통해 서빙(serving) 빔들(105, 107, 205, 및 305)을 선택할 수 있다. 서빙 빔들(105, 107, 205, 및 305)이 선택된 후, 이후 통신은 서빙 빔들(105, 107, 205, 및 305)을 송신한 자원과 QCL(Quasi co-located) 관계에 있는 자원을 통해 수행될 수 있다.

[0020] 제1 통신 장치(200) 또는 제2 통신 장치(300)는 송신기(100)로부터 시스템 정보를 포함한 신호(또는, 데이터라고도 칭할 수 있다)를 수신할 수 있다. 제1 통신 장치(200) 및/또는 제2 통신 장치(300)는 송신기(100)와 연결된(예를 들어, RRC(Radio Resource Control) IDLE), 시스템 정보를 수신할 수 있다. 또한, 제1 통신 장치(200) 또는 제2 통신 장치(300)는 송신기(100)와 연결된 이후(예를 들어, RRC CONNECTED)에도, 시스템 정보를 수신할 수 있다. 시스템 정보는 송신기(100)와의 연결(connection)을 생성 및 설정하기 위한 정보 또는 송신기(100)와의 통신 환경을 구성(configure) 및 제어하기 위한 정보를 포함할 수 있다.

[0021] 송신기(100)는 시스템 정보를 포함하는 신호(또는, 데이터라고도 칭할 수 있다)를 전송할 수 있다. 예를 들어,

송신기(100)는 시스템 정보를 포함하는 신호를 방송할 수 있다. 송신기(100)는 방송 채널(broadcast channel) (예를 들어, PBCH)을 통해, 신호를 전송할 수 있다. 다른 예를 들어, 송신기(100)는 공유 채널(예를 들어, PDSCH(Physical Downlink Shared Channel))을 통해 시스템 정보를 포함하는 신호를 방송할 수 있다. 송신기(100)는, 시스템 정보를 포함하는 신호를 주기적으로 반복하여 전송할 수 있다.

[0022] 송신기(100)는 시스템 정보를 전송하기 위해 빔 형성을 수행할 수 있다. 송신기(100)는 시스템 정보를 포함하는 신호들 각각을 다른 빔을 이용하여 전송할 수 있다. 송신기(100)는 빔 스위핑(beam sweeping)을 통해 신호들을 전송할 수 있다. 제1 통신 장치(200) 및/또는 제2 통신 장치(300)는 빔 형성을 이용하여 전송되는 신호들을 수신함으로써, 신호를 획득할 수 있다. 후술하는 바와 같이, 제1 통신 장치(200) 및/또는 제2 통신 장치(300)는 구체적으로, 차이빔과 합빔을 일정 데이터 구간에 형성함으로써 송신기(100)로부터의 방향 입사각을 보다 정확히 추정할 수 있다.

[0023] 도 2는 몇몇 실시예에 따른 통신 시스템의 데이터를 전송하는 송신기를 도시하는 예시적인 블록도이다.

[0024] 도 2를 참조하면, 송신기(100)는 송신 컨트롤러(110), 송신 RF 체인(115), 송신 위상 천이기(120), 및 송신 안테나(130)를 포함한다.

[0025] 송신 컨트롤러(110)는 송신기(100)의 전반적인 동작들을 제어할 수 있다. 예를 들어, 송신 컨트롤러(110)는 데이터를 수신하고, BPSK(Binary Phase Shift Keying) 또는 QAM(Qadrature Amplitude Modulation)을 통해 수신한 데이터를 변조할 수 있다. 또한, 송신 컨트롤러(110)는 저장부(도시되지 않음)에 데이터를 기록하거나 저장부로부터 데이터를 읽을 수 있다. 이밖에, 송신 컨트롤러(110)는 통신 규격에서 요구하는 프로토콜 스택(protocol stack)의 기능들을 수행할 수 있다. 이를 위해, 송신 컨트롤러(110)는 적어도 하나의 프로세서(도시되지 않음)를 포함할 수 있다. 송신 컨트롤러(110)의 기능은 이에 제한되지 않는다.

[0026] 송신 RF 체인(115)은 예를 들어, DAC(Digital to Analog Convertor)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 송신 RF 체인(115)은 송신 컨트롤러(110)로부터 수신한 디지털 정보를 아날로그 정보로 변환하여 송신 위상 천이기(120)로 전송할 수 있다. 송신 RF 체인(115)의 기능은 이에 제한되지 않는다.

[0027] 송신 위상 천이기(120)는 예를 들어, 믹서(mixer), 송신 필터, 및/또는 수신 필터 등을 포함할 수 있다. 송신 위상 천이기(120)는 기저대역 신호를 RF(Radio Frequency) 대역 신호로 상향변환한 후 송신 안테나(130)에 송신할 수 있다. 혹은 송신 안테나(130)로부터 수신되는 RF 대역 신호를 기저대역 신호로 하향변환시킬 수 있다. 또한, 송신 위상 천이기(120)는 예를 들어, 빔 형성을 수행할 수 있다. 즉, 송신 위상 천이기(120)는 송수신하고자 하는 신호에 대해, 송신 컨트롤러(110)가 설정해준 방향성을 부여하기 위해, 송수신하고자 하는 신호에 대해, 빔 형성 가중치를 적용할 수 있다. 송신 위상 천이기(120)는 형성되는 빔을 변경하면서 신호를 반복적으로 전송할 수 있다. 송신 위상 천이기(120)는 복수개의 위상 천이기로 이루어질 수 있다. 송신 위상 천이기(120)의 배치 및 기능은 본 도면에 제한되지 않는다.

[0028] 송신 안테나(130)는 송신 위상 천이기(120)로부터 수신한 신호를 송신할 수 있다. 송신 안테나(130)는 복수개의 안테나로 이루어질 수 있다.

[0029] 도 3은 몇몇 실시예에 따른 통신 시스템의 데이터를 수신하는 통신 장치를 도시하는 예시적인 블록도이다. 도 4는 몇몇 실시예에 따른 통신 장치가 데이터를 수신하는 방법을 도시하는 예시적인 흐름도이다. 도 5는 몇몇 실시예에 따른 CP 구간을 포함하는 OFDM 심볼을 도시하는 예시적인 도면이다. 도 6은 몇몇 실시예에 따른 추정 방향 입사각을 기반으로 형성된 차이빔을 도시하는 예시적인 도면이다. 도 7은 몇몇 실시예에 따른 추정 방향 입사각을 기반으로 형성된 합빔을 도시하는 예시적인 도면이다. 도 8은 몇몇 실시예에 따른 합빔 패턴과 차이빔 패턴을 도시한 예시적인 그래프이다. 도 9는 몇몇 실시예에 따른 합빔 출력과 차이빔 출력의 모노 펄스를 도시한 예시적인 그래프이다.

[0030] 이하에서, 제1 통신 장치(200)와 제2 통신 장치(300)에 대한 각각의 실시예들(도 3의 200-1, 도 10의 200-2, 도 11의 200-3, 및 도 12의 200-4)을 통신 장치로 칭한다.

[0031] 도 3을 참조하면, 몇몇 실시예에 따른 통신 장치(200-1)는 수신 컨트롤러(210), 수신 RF 체인(215), 수신 위상 천이기(220), 및 수신 안테나(230)를 포함한다. 수신 컨트롤러(210)는 위상 컨트롤러(240)를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에 따른 통신 장치(200-1)의 구성은 본 도면에 제한되지 않는다.

[0032] 이하에서 도 3의 구성을 도 4의 몇몇 실시예에 따른 통신 장치의 데이터 수신 방법 흐름도와 함께 참조하여, 방향 입사각을 추정하는 방법을 설명한다.

- [0033] 도 3 및 도 4를 참조하면, 먼저 수신 안테나(230)는 외부로부터 신호(혹은 데이터)를 수신할 수 있다.
- [0034] 수신 위상 천이기(220)는 수신 안테나(230)로부터 수신한 신호를 RF 대역 신호에서 기저대역 신호로 하향변환시킬 수 있다.
- [0035] 또한, 수신 위상 천이기(220)는 아날로그 빔 형성 벡터를 형성할 수 있다. 더 자세히는, 수신 위상 천이기(220)는 제1 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_r$)을 기반으로 제1 합빔 및 제1 차이빔을 형성할 수 있다(S100). 이때, 제1 합빔은 OFDM 데이터 구간에 적용될 수 있으며, 제1 차이빔은 CP 구간에 적용될 수 있다. 도 5를 통해 OFDM 심볼의 CP 구간에 대해 간략히 설명한다.
- [0036] 도 5를 참조하면, CP 구간은 OFDM 심볼의 부반송파 간의 직교성(Orthogonality)의 파괴를 방지하기 위해, OFDM 심볼의 마지막 구간의 신호를 복사하여 OFDM 심볼이 시작하는 시점의 앞에 붙여넣을 수 있다. 즉, OFDM 전체 심볼 구간은 CP 구간(CP)과 OFDM 데이터 구간(혹은 OFDM 유효 심볼 구간)(OFDM)의 합으로 볼 수 있다.
- [0037] CP 구간(CP)를 사용함으로써, 인접 심볼간의 간섭과 인접 반송파간의 간섭을 방지할 수 있다. 또한, 심볼의 끝부분을 반복함으로써, 수신 측에서 채널을 예측하거나 채널 등화 같은 주파수 영역의 처리가 용이해질 수 있다.
- [0038] 다시 도 3 및 도 4를 참조하여, 단계(S100)을 설명한다. 단계(S100)에서 사용하는 제1 차이빔은 도 6과 같이 예시적으로 도시될 수 있다. 또한, 단계(S100)에서 사용하는 제1 합빔은 도 7과 같이 예시적으로 도시될 수 있다.
- [0039] 도 6 내지 도 8을 참조하면, 제1 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_r$)을 기반으로 형성된 도 6의 제1 차이빔은 제1 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_r$) 방향으로는 빔 패턴 이득이 0이 됨을 도 8을 통해 알 수 있다.
- [0040] 제1 차이빔은 특정 방향으로부터 입사하는 신호(예를 들어, 제1 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_r$))의 이득을 0(null)로 만들기 위해, 수신기 안테나로 입사한 신호의 위상(예를 들어, 제1 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_r$))을 수신 위상 천이기(220)가 조절할 수 있다. 즉, 두 개의 빔을 결합하여 서로 상쇄 간섭이 일어나도록 만들 수 있다.
- [0041] 제1 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_r$)을 기반으로 형성된 도 7의 제1 합빔은 제1 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_r$) 방향으로는 빔 패턴 이득이 1이 됨을 도 8을 통해 알 수 있다(빔 패턴 이득 1은 정규화를 통해 도출된 값이다.).
- [0042] 제1 합빔은 특정 방향으로부터 입사하는 신호(예를 들어, 제1 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_r$))의 이득을 증가시키기 위하여, 수신기 안테나의 각 안테나로 입사하는 신호들 중에서 특정 방향으로부터 입사하는 신호의 위상을 동일하게 만들어 이득을 증가시킬 수 있다. 즉, 두 개의 빔을 결합하여 서로 보강 간섭이 일어나도록 만들 수 있다. 이를 수학식 1 및 2를 통해 자세히 살펴본다.
- [0043] 수신 위상 천이기(220)가 형성하는 제1 차이빔 w_d 는 수학식 1과 같다.
- [0044]
$$w_d = \frac{1}{\sqrt{N_r}} \left[-1, -e^{j\hat{\psi}_r}, \dots, -e^{j\left(\frac{N_r}{2}-1\right)\hat{\psi}_r}, e^{j\frac{N_r}{2}\hat{\psi}_r}, \dots, e^{j(N_r-1)\hat{\psi}_r} \right]^T$$
 수학식 1
- [0045] 수신 위상 천이기(220)가 형성하는 제1 합빔 w_s 는 수학식 2와 같다.
- [0046]
$$w_s = \frac{1}{\sqrt{N_r}} \left[1, e^{j\hat{\psi}_r}, \dots, e^{j(N_r-1)\hat{\psi}_r} \right]^T$$
 수학식 2
- [0047] 상기의 수학식 1과 수학식 2의 N_r 은 수신 안테나(230)의 안테나 개수이다. 이하에서, j 는 허수 $\sqrt{-1}$ 이다.
- [0048] 제1 차이빔은 제1 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_r$)을 기준으로 양 방향의 빔을 형성하는 도 6과 같은 벡터를 형성함을 알 수 있다. 제1 합빔은 제1 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_r$)을 기준으로 같은 방향의 빔을 형성하는 도 7과 같은 벡터를 형성함을 알 수 있다.
- [0049] 다시 도 3 내지 도 5를 참조하면, 수신 RF 체인(215)은 수신 RF 체인(215)에서 형성한 제1 합빔과 제1 차이빔 각각을 수신 안테나(230)를 통해 전송받은 데이터를 이용해, 제1 합빔 출력과 제1 차이빔 출력을 생성할 수 있다.

- [0050] 이때, 제1 데이터 구간(예를 들어, OFDM 데이터 구간(OFDM))의 수신 샘플을 이용하여 제1 합빔 출력을 생성하고, 제2 데이터 구간(예를 들어, CP 구간(CP)) 동안의 수신 샘플을 이용하여 제1 차이빔 출력을 생성할 수 있다.
- [0051] 제1 데이터 구간과 제2 데이터 구간 사이의 선후 관계는 이에 제한되지 않는다. 이하에서는 제1 데이터 구간을 OFDM 데이터 구간(OFDM)으로 설명하고, 제2 데이터 구간을 CP 구간(CP)으로 칭하여 설명한다.
- [0052] 이를, 하기의 수학적식들을 통해 자세히 살펴본다.
- [0053] OFDM 전체 심볼 구간에서의 수신 신호는 수학적식 3과 같이 나타낼 수 있다.
- [0054] $y(k) = \mathbf{w}^H \mathbf{H} f x(k) + \mathbf{w}^H \mathbf{n}(k)$ 수학적식 3
- [0055] 인덱스 k 는 0부터 N_b-1 의 범위를 가질 수 있다. 여기서 N_b 는 전체 심볼 구간의 길이를 나타내며, CP 구간(CP)의 길이와 OFDM 데이터 구간(OFDM)의 길이의 합일 수 있다.
- [0056] \mathbf{H} 는 채널 행렬로, 수학적식 4와 같이 나타낼 수 있다.
- [0057] $\mathbf{H} = \alpha \mathbf{a}_r(\psi_r) \mathbf{a}_t(\psi_t)^H$ 수학적식 4
- [0058] 채널 행렬(\mathbf{H})에서, $\alpha = \sqrt{N_t N_r} g$ 이며, 랜덤 변수 $g \sim \text{CN}(0, 1)$ 의 복소 정규 분포를 가질 수 있다. ψ_t 는 방향 출발각(Direction of Departure)이며, ψ_r 는 방향 입사각을 나타낼 수 있다. 균일 선형 안테나(uniform linear array)를 가정할 경우, 수신 배열 반응 벡터 $\mathbf{a}_r(\psi_r) = \frac{1}{\sqrt{N_r}} [1, e^{j\psi_r}, \dots, e^{j(N_r-1)\psi_r}]^T$, 송신 배열 반응 벡터 $\mathbf{a}_t(\psi_t) = \frac{1}{\sqrt{N_t}} [1, e^{j\psi_t}, \dots, e^{j(N_t-1)\psi_t}]^T$ 이다.
- [0059] \mathbf{f} 는 송신 아날로그 빔 형성 벡터이다.
- [0060] $x(k)$ 는 송신 FFT(Fast Fourier Transformation) 출력 샘플이며, $\mathbf{n}(k)$ 는 수신 안테나(230)의 잡음 벡터이다. 송신 FFT 출력 샘플의 평균 전력 $E[|x(k)|^2] = \sigma_s^2$ 를 가정하면, $\mathbf{n}(k) \sim \text{CN}(\mathbf{0}, \sigma_n^2 \mathbf{I}_{N_r})$ 으로 모델링될 수 있다.
- [0061] 이하에서는 설명의 편의를 위해 송신기(100)의 송신 아날로그 빔 형성 벡터 \mathbf{f} 를 $\mathbf{a}_t(\psi_t)$ 로 가정하면, 수학적식 3의 OFDM 전체 심볼 구간에서의 수신 신호를 수학적식 5와 같이 나타낼 수 있다.
- [0062] $y(k) = \alpha \mathbf{w}^H \mathbf{a}_r(\psi_r) x(k) + \mathbf{w}^H \mathbf{n}(k)$ 수학적식 5
- [0063] ψ_r 은 제1 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_r$)이 추정하고자하는 최종 방향 입사각(ψ_r)이다(최종 방향 입사각은 실제 방향 입사각(ψ_r)으로 불릴 수 있다.). 최초의 제1 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_r$)은 빔 스위핑(beam sweeping) 등의 사전 동작을 통해 획득될 수도 있다.
- [0064] 최종 방향 입사각(ψ_r)을 추정하기 위해, 먼저 추정 방향 입사각과 실제 방향 입사각 사이의 오차값(\mathbf{e}_{ψ_r})을 계산하여야 한다. 즉, 오차값(\mathbf{e}_{ψ_r})은 수학적식 6과 같이 실제 방향 입사각(ψ_r)에서 제1 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_r$)을 뺀 차이값일 수 있다.
- [0065] $\mathbf{e}_{\psi_r} = \psi_r - \hat{\psi}_r$ 수학적식 6
- [0066] 이때, 오차값(\mathbf{e}_{ψ_r})은 제1 합빔 출력($y_s(k)$)과 제1 차이빔 출력($y_d(k)$)의 모노 펄스비를 이용하여 구할 수 있다. 제1 합빔 출력($y_s(k)$)과 제1 차이빔 출력($y_d(k)$)은, 수학적식 5의 OFDM 전체 심볼 구간에서의 수신 신호를 CP 구간(CP)과 OFDM 데이터 구간(OFDM)으로 나누어 수학적식 7과 같이 나타낼 수 있다.

$$y(k) = \begin{cases} \alpha w_d^H a_r(\psi_r) x(k) + w_d^H n(k) & , k = 0, \dots, N_g - 1 \\ \alpha w_s^H a_r(\psi_r) x(k) + w_s^H n(k) & , k = N_g, \dots, N_b - 1 \end{cases} \quad \text{수학식 7}$$

상기의 수학식 7에 대해, CP 구간(CP) 동안의 수신 샘플에 대한 제1 차이빔 출력 $y_d(k)$, OFDM 데이터 구간(OFDM)의 끝부분(CP에 대응)을 제1 합빔 출력 $y_s(k)$ 로 재정의하면 각각 아래와 같이 수학식 8과 9로 나타낼 수 있다.

$$y_d(k) = y(k) = \alpha g_d(e_{\psi_r}) x(k) + n_d(k), k = 0, \dots, N_g - 1 \quad \text{수학식 8}$$

$$y_s(k) = y(k + N) = \alpha g_s(e_{\psi_r}) x(k) + n_s(k), k = 0, \dots, N_g - 1 \quad \text{수학식 9}$$

상기의 제1 차이빔 출력 $y_d(k)$ 와 제1 합빔 출력 $y_s(k)$ 에 대해, $g_d(e_{\psi_r}) = w_d^H a_r(\psi_r)$, $g_s(e_{\psi_r}) = w_s^H a_r(\psi_r)$ 의 관계를 가지며, $n_d(k) = w_d^H n(k)$, $n_s(k) = w_s^H n(k)$ 로 정의됨을 알 수 있다.

수신 RF 체인(215)은 제1 차이빔 출력 $y_d(k)$ 과 제1 합빔 출력 $y_s(k)$ 을 생성한 후, 수신 컨트롤러(210)에 제1 차이빔 출력 $y_d(k)$ 과 제1 합빔 출력 $y_s(k)$ 을 전송할 수 있다.

수신 컨트롤러(210)는 제1 차이빔 출력 $y_d(k)$ 과 제1 합빔 출력 $y_s(k)$ 을 바탕으로 오차값(e_{ψ_r})을 계산한다(S300). 도 9를 함께 참조하여 단계(S300)을 자세히 설명한다.

도 3 및 도 9를 참조하면, 제1 차이빔 출력 $y_d(k)$ 과 제1 합빔 출력 $y_s(k)$ 의 모노 펄스비를 이용하여 오차값(e_{ψ_r})을 계산할 수 있다. 이때, 모노 펄스비를 수학식 10과 같이 정의할 수 있다.

$$r(e_{\psi_r}) = \text{Im} \left[\frac{g_d(e_{\psi_r})}{g_s(e_{\psi_r})} \right] \quad \text{수학식 10}$$

수학식 10의 모노 펄스비를 정리하면, 수학식 11과 같이 나타낼 수 있다.

$$r(e_{\psi_r}) = \text{Im} \left[j \tan \left(\frac{N_r}{4} e_{\psi_r} \right) \right] = \tan \left(\frac{N_r}{4} e_{\psi_r} \right) \quad \text{수학식 11}$$

즉, 모노 펄스비는 오차값(e_{ψ_r})에 대한 정보를 포함함을 알 수 있다. 오차값(e_{ψ_r})을 추출하기 위해, 상술한 수학식 11의 모노 펄스비에 대한 최대 우도(maximum likelihood) 추정 R을 수학식 12와 같이 정의할 수 있다.

$$R = \frac{\text{Im} \left[\sum_{k=N_g}^{N_g+N_s} y_d(k) y_s^*(k) \right]}{\sum_{k=N_g}^{N_g+N_s} y_s(k) y_s^*(k)}, 0 \leq N_g < N_g + N_s \leq N_b - 1 \quad \text{수학식 12}$$

여기서, 채널의 지연 퍼짐(delay spread) 등과 같은 통신 장치(200)의 소자 특성을 고려하여, 시작 샘플 인덱스 N_g 와 종료 샘플 인덱스 $N_g + N_s$ 가 설정되었다고 가정할 수 있다. 오차값(e_{ψ_r})을 계산하기 위해, 수학식 12의 R에 역탄젠트 함수를 적용하여 아래와 같이, 오차값(e_{ψ_r})을 구할 수 있다.

$$e_{\psi_r} = \frac{4}{N_r} \tan^{-1}(R) \quad \text{수학식 13}$$

도 9의 그래프를 살펴보면, 가로축은 오차값(e_{ψ_r})에 대응되고 세로축은 모노 펄스비(value)에 대응되는 그래프를 볼 수 있다. 즉, 모노 펄스비를 따라 대응되는 오차값(e_{ψ_r})을 추정함으로써, 방향 입사각을 추정할 수 있다. 오차값(e_{ψ_r})을 계산하는 방법으로 모노 펄스비에 제한되는 것은 아니다.

다시 도 3 및 도 4를 참조하면, 위상 컨트롤러(240)는 수신 컨트롤러(210)에서 계산한 오차값(e_{ψ_r})이 일정 허용 범위 내인지 아닌지를 판단할 수 있다(S400). 즉, 위상 컨트롤러(240)는 수신 컨트롤러(210)에서 계산한 오차값

(e_{ψ_r})이 일정 허용 범위 내라고 판단된다면, 제1 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_r$)을 수정하지 않는다. 따라서, 수신 컨트롤러(210)는 수신 안테나(230)가 수신한 데이터가 올바른 실제 방향 입사각으로 수신한 데이터라고 판단해 데이터를 복조해 송신기(100)가 송신한 데이터를 사용자에게 제공할 수 있다.

[0084] 하지만, 위상 컨트롤러(240)는 수신 컨트롤러(210)에서 계산한 오차값(e_{ψ_r})이 일정 허용 범위 내가 아니라고 판단되면, 제1 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_r$)을 수정하고, 수정된 제2 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_{r,2}$) 정보를 수신 위상 천이기(220)에 전송할 수 있다(S500). 이를 수학적 식 14를 통해 자세히 설명한다.

[0085]
$$\hat{\psi}_{r,2} = \hat{\psi}_r + \beta \cdot e_{\psi_r}$$
 수학적 식 14

[0086] 상술한 수학적 식 14 는 일차 루프에 제한되지 않고 이차 또는 고차 루프를 사용할 수도 있다.

[0087] 즉, 위상 컨트롤러(240)는 제1 합빔 출력 및 제1 차이빔 출력을 이용해 계산된 오차값(e_{ψ_r})에 루프 이득(β)을 결합한 값을 제1 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_r$)에 반영하여 제2 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_{r,2}$)을 계산할 수 있다.

[0088] 위상 컨트롤러(240)는 제2 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_{r,2}$)을 다시 수신 위상 천이기(220)에 전달하고, 수신 위상 천이기(220)는 제2 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_{r,2}$)을 바탕으로 제2 차이빔($w_{d,2}$) 및 제2 합빔($w_{s,2}$)을 형성할 수 있다. 제2 차이빔($w_{d,2}$) 및 제2 합빔($w_{s,2}$)은 수학적 식 1 및 수학적 식 2의 제1 차이빔(w_d) 및 제1 합빔(w_s)의 제1 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_r$)이 제2 추정 방향 입사각($\hat{\psi}_{r,2}$)으로 수정된 값을 가질 수 있다.

[0089] 몇몇 실시예에 따른 통신 장치는 상술한 과정을 반복하여 도출된 실제 방향 입사각을 반영한 빔을 통해 데이터를 수신할 수 있다.

[0090] 수신 RF 체인(215)에서 합빔 출력 및 차이빔 출력을 계산한 후 CP 구간은 버려진다. 따라서, OFDM 데이터 구간에서 추가적인 빔 형성 값을 출력하지 않기 때문에, 몇몇 실시예에 따른 통신 장치의 데이터 수신 신뢰도를 저해하지 않으면서도 방향 입사각을 추정하는 정확도를 높일 수 있다. 또한, 수신 위상 컨트롤러(240)를 통해, 지속적으로 변하는 방향 입사각에 대한 추정 값을 반영하여 피드백 함으로써, 방향 입사각에 대한 추정값의 신뢰도를 높일 수 있다.

[0091] 이하의 몇몇 실시예들에 따른 통신 장치들(도 10의 200-2, 도 11의 200-3, 및 도 12의 200-4)의 동작은 앞서 설명한 몇몇 실시예에 따른 도 3의 통신 장치(200-1)와 유사하므로 차이점을 중심으로 설명한다.

[0092] 도 10 내지 도 12는 몇몇 실시예에 따른 통신 시스템의 데이터를 수신하는 통신 장치를 도시하는 예시적인 블록도들이다.

[0093] 도 10을 참조하면, 몇몇 실시예에 따른 통신 장치(200-2)는 도 3과는 달리, 복수의 수신 RF 체인(215, 및 215-2)을 포함하고, 복수의 수신 위상 천이기(220, 및 220-2)를 포함한다.

[0094] 수신 위상 천이기(220-2)는 수신 안테나(230)와 연결되며, 수신 안테나(230)에 대해 수신 위상 천이기(220)과 수신 위상 천이기(220-2)는 서로 병렬로 연결될 수 있다. 더 자세히는, 수송 위상 천이기(220)와 수신 RF 체인(215)이 연결되며, 수신 위상 천이기(220-2)와 수신 RF 체인(215-2)가 연결될 수 있다.

[0095] 수신 RF 체인(215)는 수신 위상 천이기(220)가 형성한 차이빔과 합빔을 바탕으로 차이빔 출력과 합빔 출력을 계산하고, 수신 컨트롤러(210)는 이를 바탕으로 오차값을 계산할 수 있다. 위상 컨트롤러(240)는 오차값을 바탕으로 수신 위상 천이기(220)의 추정 방향 입사각을 수정하거나, 수정을 멈출 수 있다. 수정을 멈추는 경우 수신 컨트롤러(210)는 수신 안테나(230)로부터 수신한 데이터를 복조하여 사용자에게 제공할 수 있다.

[0096] 마찬가지로, 수신 RF 체인(215-2)는 수신 위상 천이기(220-2)가 형성한 차이빔과 합빔을 바탕으로 차이빔 출력과 합빔 출력을 계산하고, 수신 컨트롤러(210)는 이를 바탕으로 오차값을 계산할 수 있다. 위상 컨트롤러(240)는 오차값을 바탕으로 수신 위상 천이기(220-2)의 추정 방향 입사각을 수정하거나, 수정을 멈출 수 있다. 수정을 멈추는 경우 수신 컨트롤러(210)는 수신 안테나(230)로부터 수신한 데이터를 복조하여 사용자에게 제공할 수 있다.

[0097] 도 11을 참조하면, 도 3과는 달리 몇몇 실시예에 따른 통신 장치(200-3)의 위상 컨트롤러(240)는 수신 컨트롤러

(210) 외부에 위치할 수 있다. 위상 컨트롤러(240)는 수신 컨트롤러(210)로부터 수신한 오차값을 바탕으로 수신 위상 천이기(220)의 추정 방향 입사각을 수정하거나 혹은 수정하지 않을 수 있다.

[0098] 도 12를 참조하면, 도 10과 달리 몇몇 실시예에 따른 통신 장치(200-4)는 복수의 위상 컨트롤러(240, 및 240-2)를 포함할 수 있다.

[0099] 위상 컨트롤러(240)는 수신 RF 체인(215)가 생성한 차이빔 출력과 합빔 출력을 통해 계산된 오차값을 바탕으로 수신 위상 천이기(220)의 추정 방향 입사각을 수정하거나 혹은 수정하지 않을 수 있다.

[0100] 위상 컨트롤러(240-2)는 수신 RF 체인(215-2)가 생성한 차이빔 출력과 합빔 출력을 통해 계산된 오차값을 바탕으로 수신 위상 천이기(220-2)의 추정 방향 입사각을 수정하거나 혹은 수정하지 않을 수 있다.

[0101] 도 13은 몇몇 실시예에 따른 통신 장치의 수신 위상 천이기와 수신 안테나를 도시하는 예시적인 도면이다.

[0102] 상술한 몇몇 실시예들에 따른 통신 장치들(200-1, 200-2, 200-3, 및 200-4)의 수신 안테나(230)는 도 13의 수신 안테나(230)와 같이 균일 평면 안테나일 수 있다. 이때, 도 13의 수신 안테나(230) 각각에 수신 위상 천이기(220)가 연결될 수 있다.

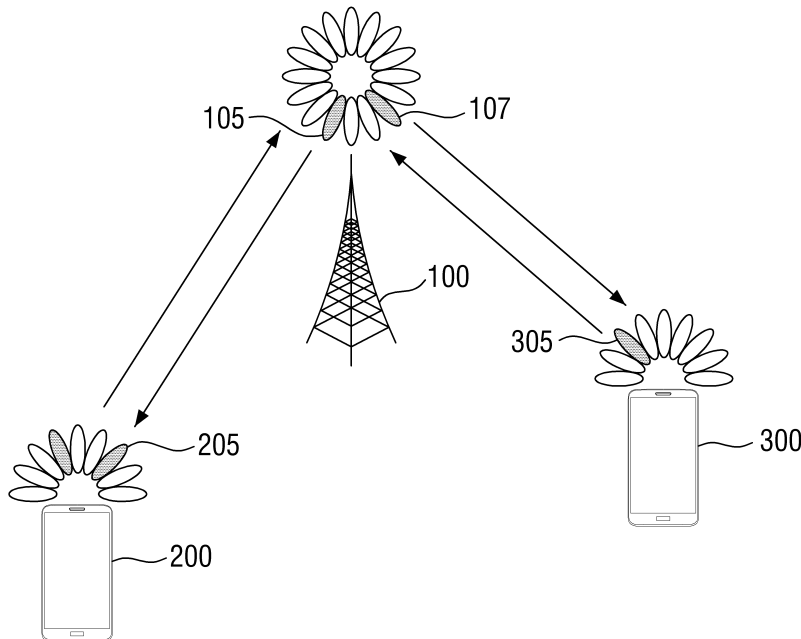
[0103] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 제조될 수 있으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

부호의 설명

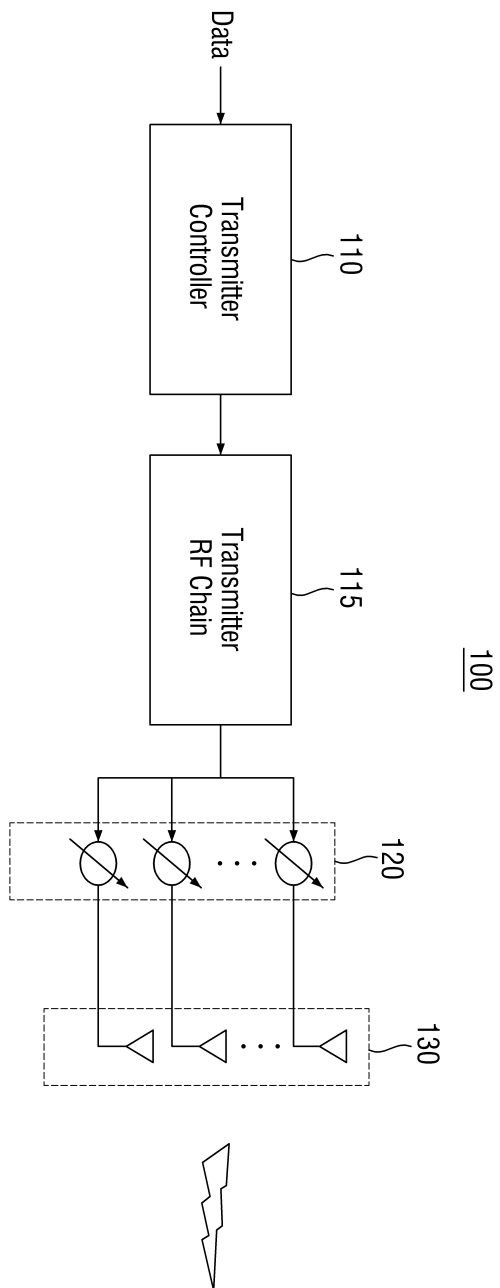
[0104] 100: 송신기 210: 수신 컨트롤러 215: 수신 RF 체인 220: 수신 위상 천이기 230: 수신 안테나
240: 위상 컨트롤러

도면

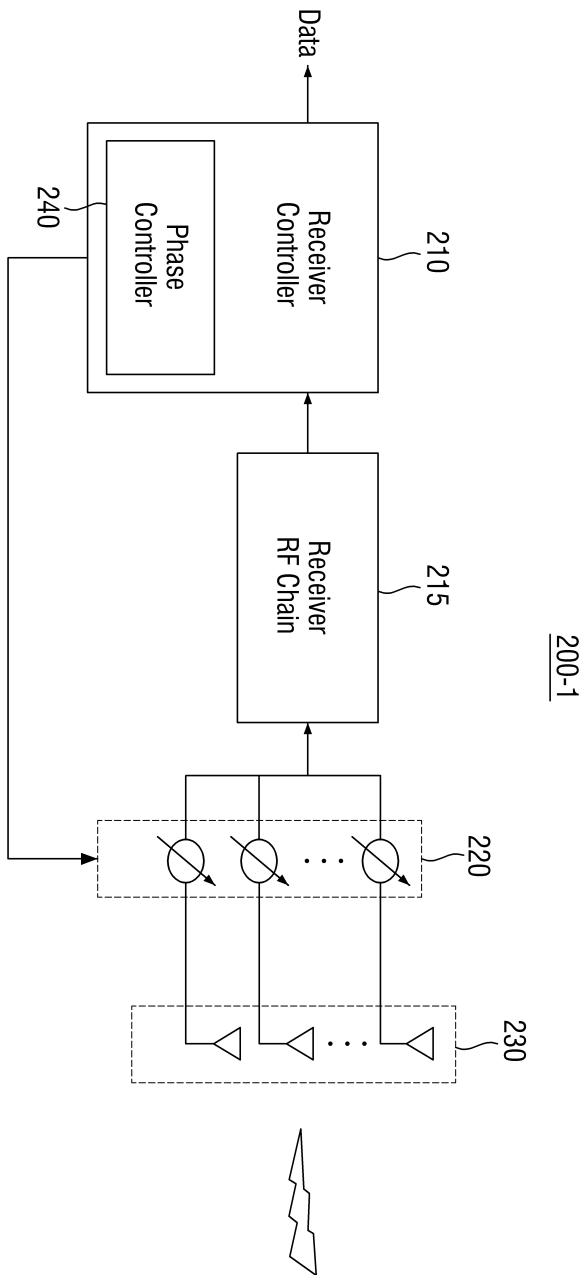
도면1



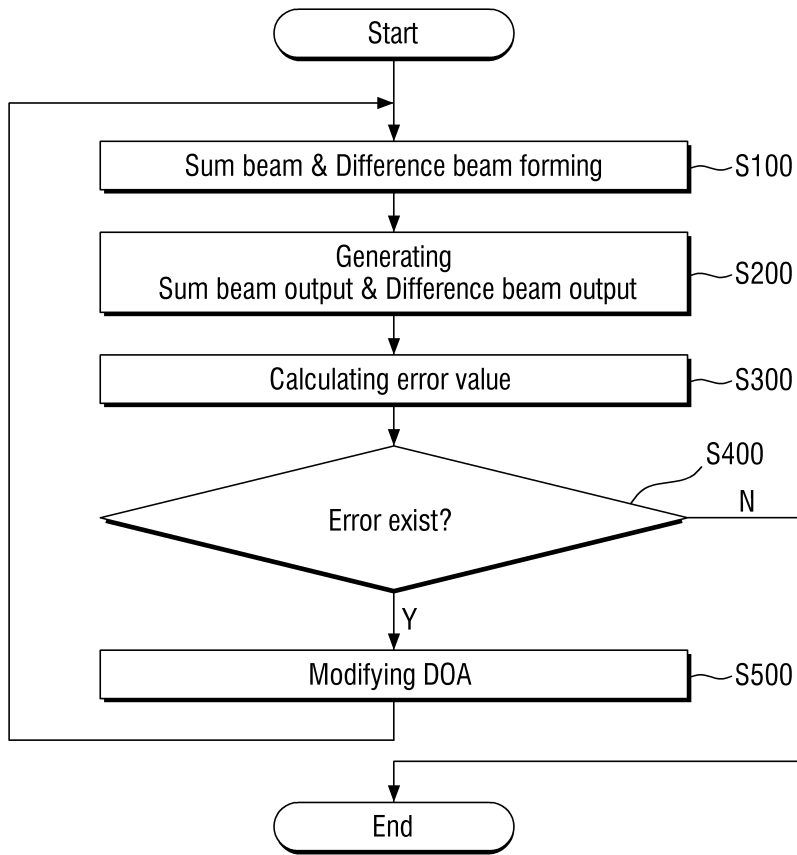
도면2



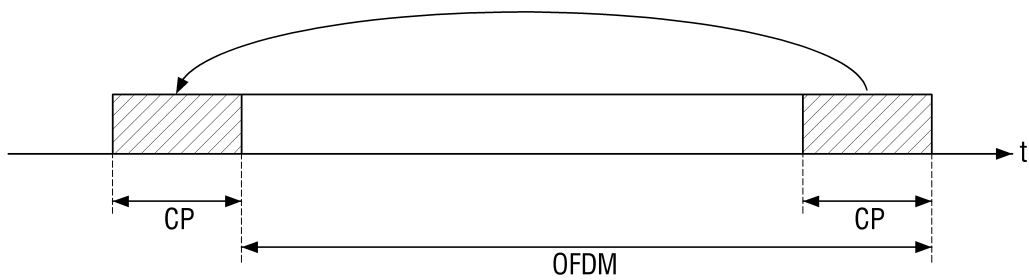
도면3



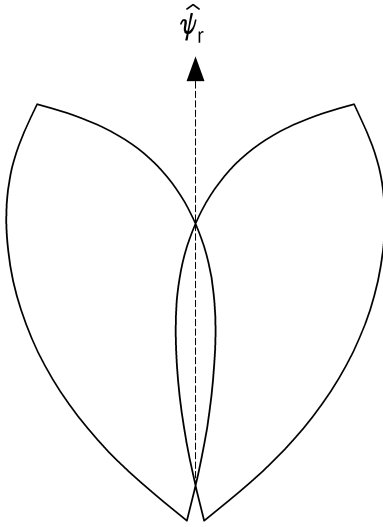
도면4



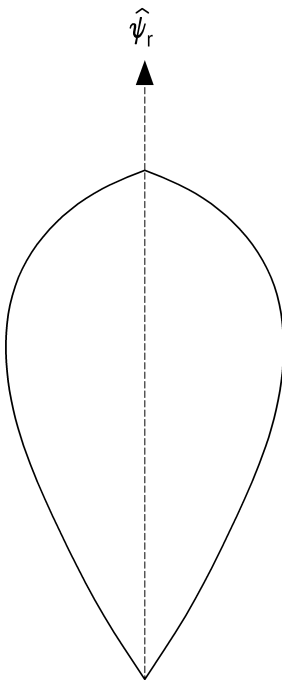
도면5



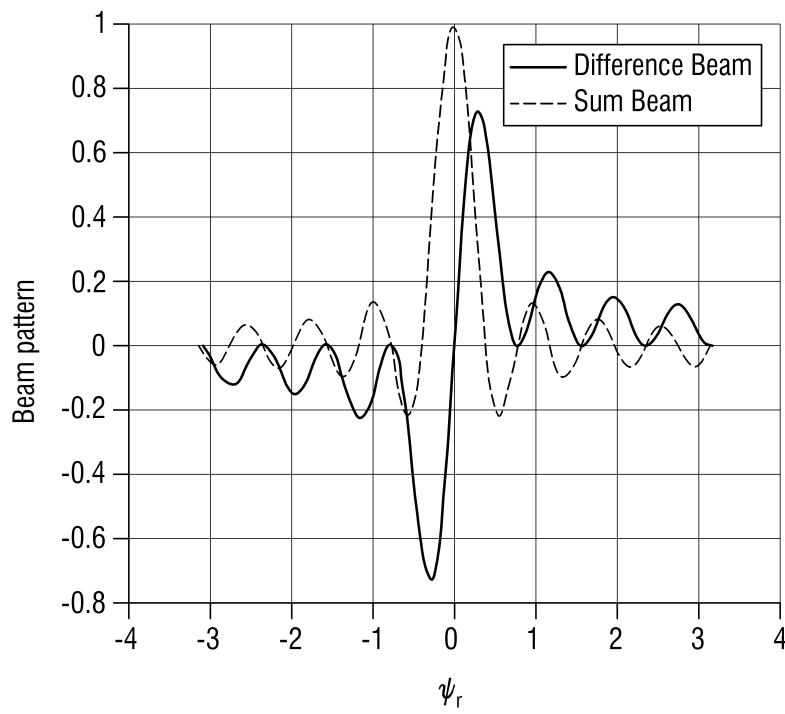
도면6



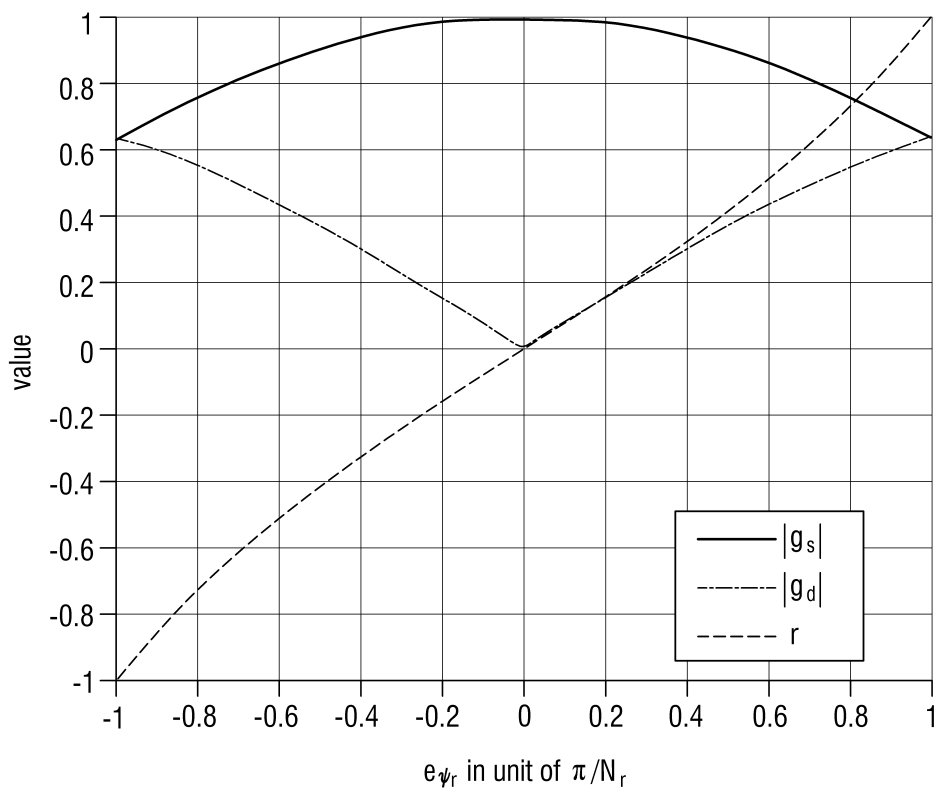
도면7



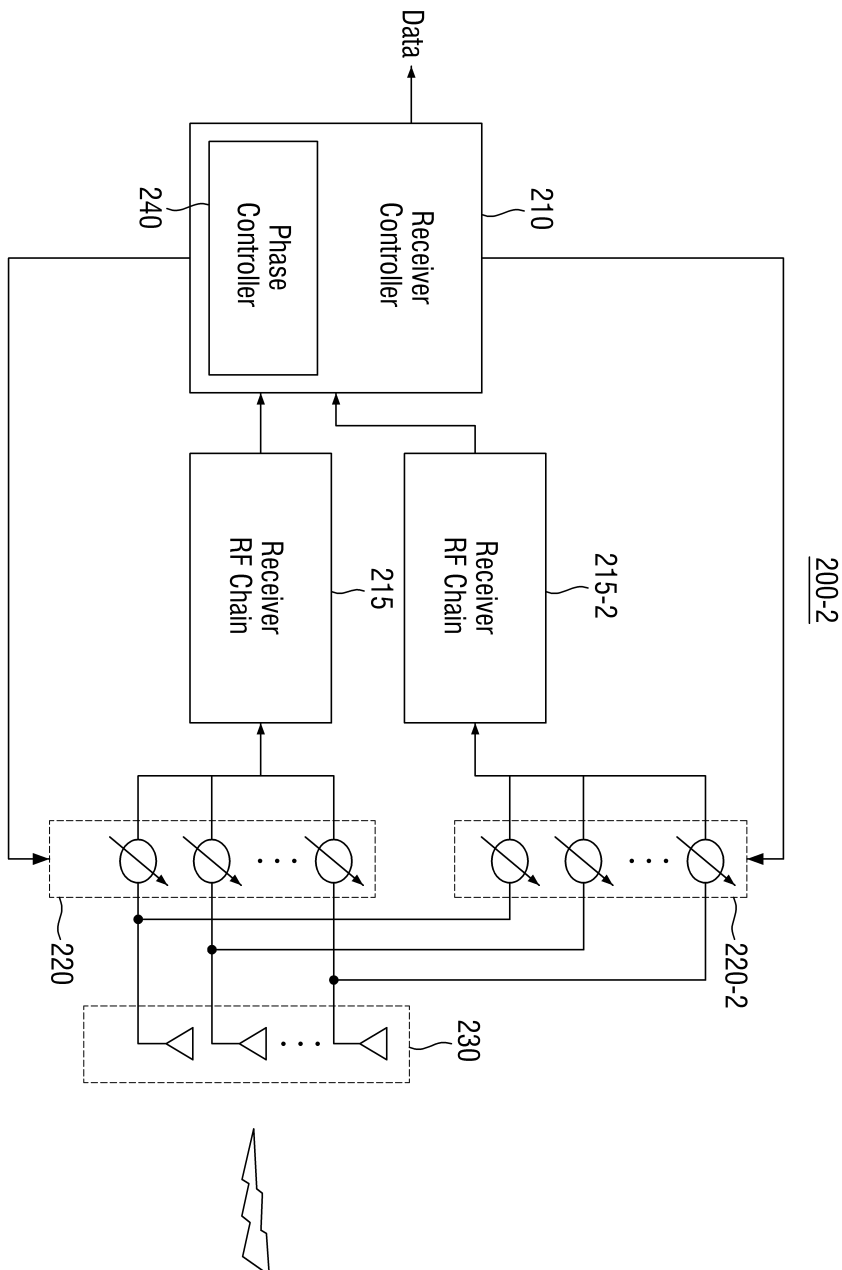
도면8



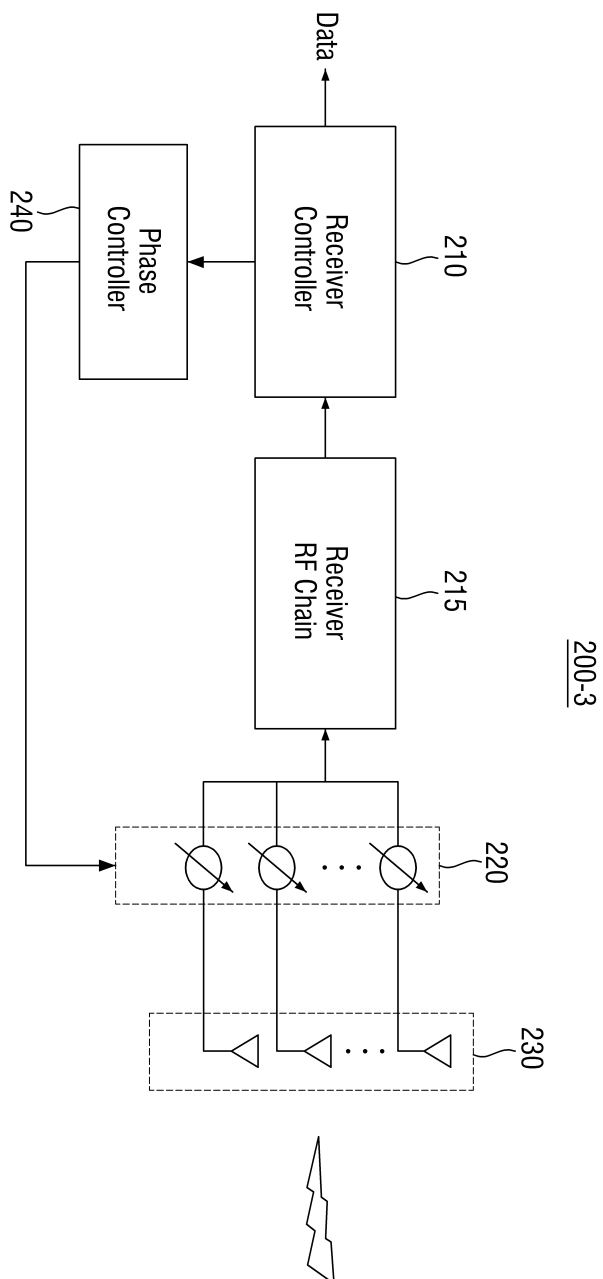
도면9



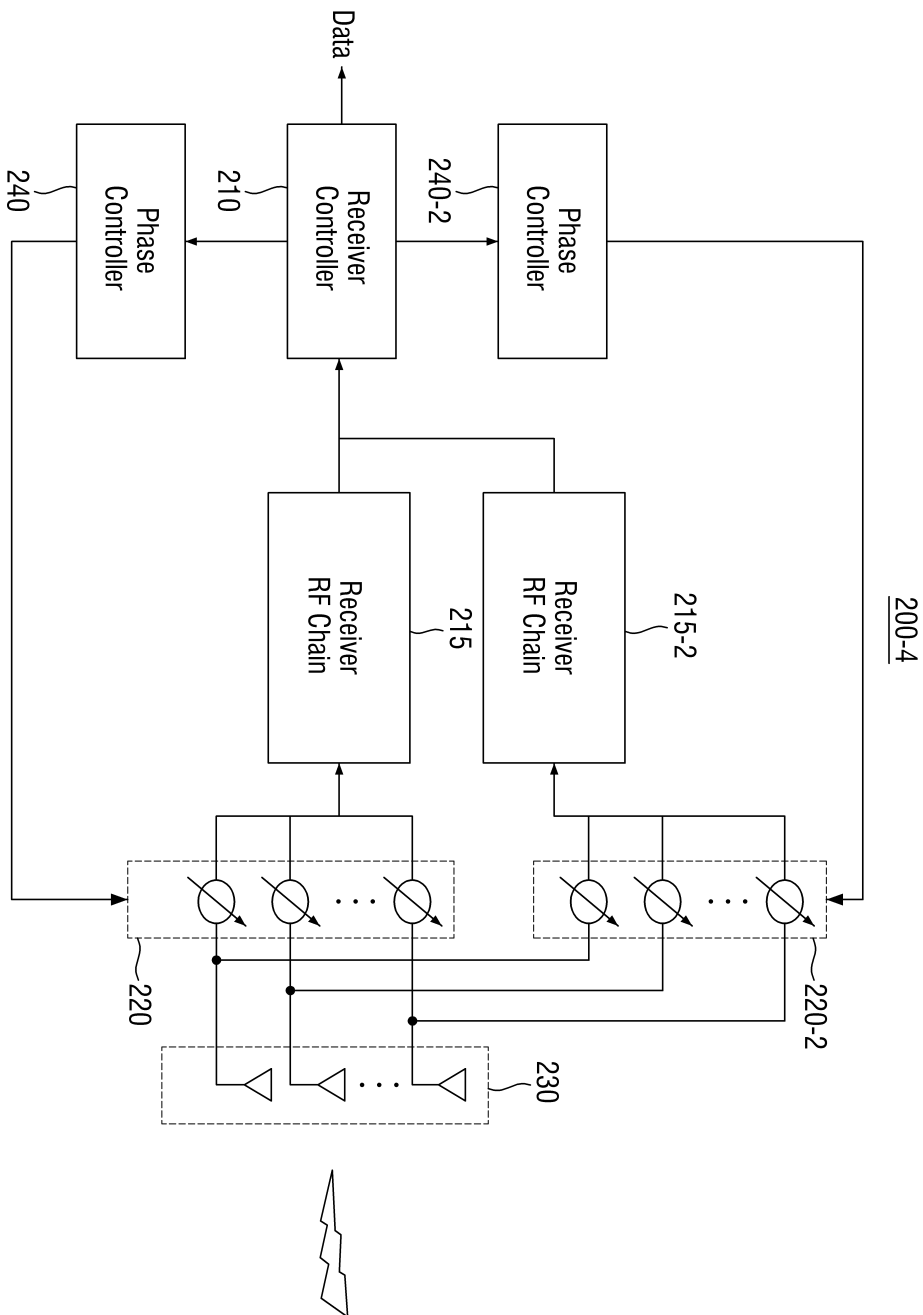
도면10



도면11



도면12



도면13

