



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년11월20일
(11) 등록번호 10-1791209
(24) 등록일자 2017년10월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/04 (2017.01) H04B 7/24 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H04B 7/0456 (2013.01)
H04B 7/0452 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0082442
- (22) 출원일자 2016년06월30일
심사청구일자 2016년06월30일
- (56) 선행기술조사문헌
Jens Bartelt, Gerhard Fettweis, "An improved decoder for cloud-based mobile networks under imperfect fronthaul" Globecom Workshops (2014.12.12.)*
Rakesh Taori, Arun Sridharan, "Point-to-multipoint in-band mmwave backhaul for 5G networks", IEEE Communications Magazine(2015.01.16.)*
이영주, 성원진, "60 GHz 밀리미터파 무선 링크 RRH를 활용하는 셀룰러 시스템의 전송 성능 평가", THE JOURNAL OF KOREAN INSTITUTE OF ELECTROMAGNETIC ENGINEERING AND SCIENCE.(2014.07.31.)*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
주식회사 케이엠더블유
경기도 화성시 영천로 183-19(영천동)
- (72) 발명자
성원진
서울특별시 서초구 잠원로4길 34-11, 101동 1508호 (잠원동, 녹원한신아파트)
홍대형
서울특별시 은평구 진관4로 48-50, 725동 402호 (진관동, 은평뉴타운상림마을)
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 13 항

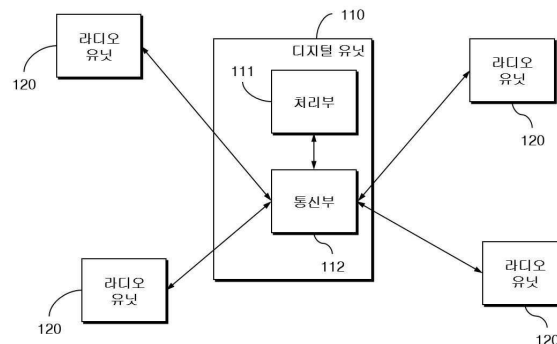
심사관 : 김성태

(54) 발명의 명칭 무선 전송 Ponit-to-Multipoint 프론트홀 시스템

(57) 요약

본 발명은 이동통신망 프론트홀 시스템에 관한 것으로서, 디지털 유닛은 이동통신망 프론트홀 시스템에 있어서, 밀리미터파를 이용하여 라디오 유닛과의 통신을 수행하는 통신부, 및 상기 라디오 유닛과의 신호 송수신을 통해 통신 방식을 제어하는 처리부를 포함하고, 상기 통신 방식은, 무선통신 여부, 안테나 어레이 형태, 연결되는 라디오 유닛의 수, 또는 RF 체인의 형태 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 함으로써, 디지털 유닛과 라디오 유닛이 밀리미터파 대역의 무선구간으로 연결되고, 코드북을 기반으로 한 대규모 안테나 어레이와 다중 사용자 MIMO 전송 기술을 통해 하나의 디지털 유닛당 다수의 라디오 유닛이 연결되어 프론트홀 시스템의 성능을 개선하는 구조를 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H04B 7/24 (2013.01)

(72) 발명자

이명식

경기도 수원시 영통구 영통로290번길 26, 842동
1102호 (영통동, 벽적골주공 휴먼시아8단지)

신성인

경기도 고양시 일산동구 하늘마을로 76, 602동
1002호 (중산동, 하늘마을6단지아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 201539026

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 ICT유망기술개발지원사업

연구과제명 소형셀 Radio unit과 Millimeter-wave를 이용한 무선 Link unit이 결합된 Fronthaul system 개발

기 여 율 1/1

주관기관 (주)케이엠더블유

연구기간 2015.07.01 ~ 2016.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

이동통신망 프론트홀 시스템에 있어서,

밀리미터파를 이용하여 라디오 유닛과의 통신을 수행하는 통신부; 및

상기 라디오 유닛과의 신호 송수신을 통해 통신 방식을 제어하는 처리부를 포함하고,

상기 통신 방식은,

무선통신 여부, 안테나 어레이 형태, 연결되는 라디오 유닛의 수, 또는 RF 체인의 형태 중 하나 이상을 포함하고,

상기 처리부는,

상기 라디오 유닛으로부터 기준신호를 통해 안테나 어레이에 대한 정보를 수신하고, 상기 안테나 어레이의 구조에 따라 해당하는 코드북을 저장부로부터 독출하며, 상기 독출된 코드북을 사용하여 전송신호에 대해 선처리한 후, 상기 안테나들을 통해 다수의 빔을 방사함으로써, 복수의 상기 라디오 유닛과 일대 다수로 연결된 프론트홀을 구현하며,

상기 코드북은 상기 안테나 어레이 별 빔포밍 벡터의 위상차를 이용하여 각 안테나 어레이 형상에 따라 설계된 것을 특징으로 하는 디지털 유닛.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 통신을 수행함에 있어서, 복수의 상기 안테나 어레이 형태로 제어되는 안테나 어레이부를 더 포함하는 디지털 유닛.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 안테나 어레이부는,

균일 원형 안테나 어레이, 균일 선형 안테나 어레이, 또는 균일 오목 안테나 어레이 중 하나로 제어되는 것을 특징으로 하는 디지털 유닛.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 통신부는,

상기 통신 방식에 따라 무선통신 또는 광케이블 연결을 통해 라디오 유닛과 통신을 수행하는 것을 특징으로 하는 디지털 유닛.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
복수의 안테나 및 하나 이상의 전력증폭기를 더 포함하고,
상기 처리부는,
상기 전력증폭기와 안테나의 RF 체인을 제어하는 것을 특징으로 하는 디지털 유닛.

청구항 8

이동통신 시스템에 있어서,
밀리미터파를 이용하여 단말기와 통신을 수행하는 통신부; 및
상기 단말기와의 신호 송수신을 통해 통신 방식을 제어하는 처리부를 포함하고,
상기 처리부는,
상기 단말기로부터 기준신호를 통해 안테나 어레이에 대한 정보를 수신하고, 상기 안테나 어레이의 구조에 따라 해당하는 코드북을 저장부로부터 독출하며, 상기 독출된 코드북을 사용하여 전송신호에 대해 선처리한 후, 상기 안테나들을 통해 다수의 빔을 방사함으로써, 복수의 상기 단말기와 일대 다수로 연결되며,
상기 코드북은 상기 안테나 어레이별 빔포밍 벡터의 위상차를 이용하여 각 안테나 어레이 형상에 따라 설계된 것을 특징으로 하는 디지털 유닛.

청구항 9

이동통신망 프론트홀 시스템에 있어서,
밀리미터파를 이용하여 디지털 유닛과 통신을 수행하는 통신부; 및
상기 디지털 유닛과의 신호 송수신을 통해 통신 방식을 제어하는 처리부를 포함하고,
상기 처리부는 기준신호를 통해 안테나 어레이에 대한 정보를 상기 디지털 유닛으로 전송하고,
상기 디지털 유닛은 상기 안테나 어레이의 구조에 따라 해당하는 코드북을 저장부로부터 독출하며, 상기 독출된 코드북을 사용하여 전송신호에 대해 선처리한 후, 상기 안테나들을 통해 다수의 빔을 방사함으로써, 상기 하나의 디지털 유닛과 일대 다수로 연결된 프론트홀을 구현하며, 상기 코드북은 상기 안테나 어레이별 빔포밍 벡터의 위상차를 이용하여 각 안테나 어레이 형상에 따라 설계된 것을 특징으로 하는 라디오 유닛.

청구항 10

제 9 항에 있어서,
균일 원형 안테나 어레이, 균일 선형 안테나 어레이, 또는 균일 오목 안테나 어레이 중 하나의 형태로 제어되는 안테나 어레이부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 라디오 유닛.

청구항 11

이동통신망에서 디지털 유닛의 통신 방법에 있어서,
라디오 유닛으로부터 라디오 유닛의 정보를 수신하는 단계;
상기 수신한 라디오 유닛의 정보를 이용하여, 통신 방식을 제어하는 단계; 및
밀리미터파를 이용하여 라디오 유닛과 통신을 수행하는 단계를 포함하고,
상기 통신 방식은,
무선통신 여부, 안테나 어레이 형태, 연결되는 라디오 유닛의 수, 또는 RF 체인의 형태 중 하나 이상을 포함하고,
상기 통신방식을 제어하는 단계는,
상기 라디오 유닛으로부터 기준신호를 통해 안테나 어레이에 대한 정보를 수신하는 단계; 및

상기 안테나 어레이의 구조에 따라 해당하는 코드북을 저장부로부터 독출하는 단계;를 포함하고,

상기 라디오 유닛과 통신을 수행하는 단계는,

상기 독출된 코드북을 사용하여 전송신호에 대해 선처리한 후, 상기 안테나들을 통해 다수의 빔을 방사함으로써, 복수의 상기 라디오 유닛과 일대 다수로 연결된 프론트홀을 구현하며, 상기 코드북은 상기 안테나 어레이 별 빔포밍 벡터의 위상차를 이용하여 각 안테나 어레이 형상에 따라 설계된 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 통신 방식을 제어하는 단계는,

균일 원형 안테나 어레이, 균일 선형 안테나 어레이, 또는 균일 오목 안테나 어레이 중 하나의 형태로 안테나 어레이의 형태를 제어하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 통신 방식을 제어하는 단계는,

상기 수신한 라디오 유닛의 정보에 따라 해당 라디오 유닛에 신호를 송신하는 안테나의 수를 제어하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 통신 방식을 제어하는 단계는,

복수의 안테나 및 하나 이상의 전력증폭기에 대해 상기 전력증폭기와 안테나의 RF 체인을 제어하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

제 11 항, 제 12 항, 제 14 항 및 제 15 항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 프론트홀 시스템의 디지털 유닛 및 라디오 유닛에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 밀리미터파를 이용하여 디지털 유닛과 라디오 유닛간 통신을 수행하는 디지털 유닛, 라디오 유닛, 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

기존의 이동통신망에서 기지국은 디지털 신호처리를 담당하는 디지털유닛 (Digital Unit; DU)과 전파의 송수신을 담당하는 라디오유닛 (Radio Unit, RU)이 함께 존재하는 형태로 각 셀마다 기지국을 하나씩 설치하여 단말기들에게 신호를 전송한다. 가상 현실, 클라우드 서비스, 풀 HD 및 울트라 HD 영상 등 멀티미디어 기술의 발전으로 인해 증가된 데이터 처리량이 요구되고, 데이터 전송 시 높은 품질을 보장하기 위해 새로운 기술들이 필요하게 되었다. 이와 관련된 기술로 매크로셀과 스몰셀이 동시에 존재하는 통신망이 등장하였고, 또한 DU와 RU가 분리된 형태의 기지국이 활용되기 시작하였다. DU와 RU를 연결하는 구간을 프론트홀 이라고 명명할 때, 기존의 프론트홀 구성은 DU와 RU가 광케이블로 연결되어 있는 형태가 일반적이다.

[0003] 멀티미디어 서비스의 급속한 발전을 고려할 때, LTE-Advanced와 같은 기존의 기술로는 데이터 트래픽의 폭발적인 증가에 효과적으로 대처하기 어려울 수 있다. 예를 들어, 사물 인터넷 등 다양한 서비스의 활성화로 데이터 트래픽이 폭증하게 될 것으로 예측되고 있다. 이동통신 시스템에서 높은 사용자 밀도로 인해 기지국이 트래픽을 감당 못하거나 구조물에 의해 급격히 저하된 품질의 신호를 받게 되는 경우 셀을 추가로 설치하는 경우가 발생한다. 새로운 셀이 형성되는 경우 추가적인 RU가 설치되어야 하고 이를 DU와 광케이블로 연결해야 한다. 광케이블 설치로 인한 발생하는 공간적 문제, 비용에 대한 부담과 광케이블 설치가 어려운 구간이 존재할 수 있다는 문제점이 있다. 또한 기존의 프론트홀 기술은 DU와 RU가 1:1 매칭되어 있는 시스템이라 효율이 떨어진다는 단점을 가지고 있고, 다양한 안테나 어레이의 형상은 고려되지 않아 DU와 RU의 구조가 제한된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 제10-2014-0039612호 "클라우드 셀 통신 시스템에서 무선 프론트 홀 링크 설정 시스템 및 방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 밀리미터파를 이용하여 라디오 유닛과 통신을 수행하는 디지털 유닛을 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 밀리미터파를 이용하여 디지털 유닛과 통신을 수행하는 라디오 유닛을 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 세 번째 과제는 밀리미터파를 이용하여 라디오 유닛과 통신을 수행하는 디지털 유닛의 통신 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위하여, 이동통신망 프론트홀 시스템에 있어서, 밀리미터파를 이용하여 라디오 유닛과의 통신을 수행하는 통신부; 및 상기 라디오 유닛과의 신호 송수신을 통해 통신 방식을 제어하는 처리부를 포함하고, 상기 통신 방식은, 무선통신 여부, 안테나 어레이 형태, 연결되는 라디오 유닛의 수, 또는 RF 체인의 형태 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 디지털 유닛을 제공한다.

[0009] 본 발명의 실시예에 의하면, 상기 통신을 수행함에 있어서, 복수의 안테나 어레이 형태로 제어되는 안테나 어레이부를 더 포함하는 디지털 유닛일 수 있다.

[0010] 본 발명의 실시예에 의하면, 상기 안테나 어레이부는, 균일 원형 안테나 어레이, 균일 선형 안테나 어레이, 또는 균일 옴프 안테나 어레이 중 하나로 제어되는 것을 특징으로 하는 디지털 유닛일 수 있다.

[0011] 본 발명의 실시예에 의하면, 상기 처리부는, 상기 안테나 어레이 형태에 따라 해당 코드북을 저장부에서 독출하여 송신하는 신호를 선처리하는 것을 특징으로 하는 디지털 유닛일 수 있다.

[0012] 본 발명의 실시예에 의하면, 상기 통신부는, 상기 통신 방식에 따라 무선통신 또는 광케이블 연결을 통해 라디오 유닛과 통신을 수행하는 것을 특징으로 하는 디지털 유닛일 수 있다.

[0013] 본 발명의 실시예에 의하면, 복수의 라디오 유닛과 연결되어 통신을 수행하는 것을 특징으로 하는 디지털 유닛일 수 있다.

[0014] 본 발명의 실시예에 의하면, 복수의 안테나 및 하나 이상의 전력증폭기를 더 포함하고, 처리부는, 상기 전력증폭기와 안테나의 RF 체인을 제어하는 것을 특징으로 하는 디지털 유닛일 수 있다.

[0015] 이동통신 시스템에 있어서, 밀리미터파를 이용하여 단말기와 통신을 수행하는 통신부; 및 상기 단말기와의 신호 송수신을 통해 통신 방식을 제어하는 처리부를 포함하고, 상기 통신 방식은, 무선통신 여부, 안테나 어레이 형태, 연결되는 단말기의 수, 또는 RF 체인의 형태 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 디지털 유닛을

제공한다.

- [0016] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 달성하기 위하여, 이동통신망 프론트홀 시스템에 있어서, 밀리미터파를 이용하여 디지털 유닛과 통신을 수행하는 통신부; 및 상기 디지털 유닛과의 신호 송수신을 통해 통신 방식을 제어하는 처리부를 포함하고, 무선통신 여부, 안테나 어레이 형태, 또는 연결되는 디지털 유닛 중 어느 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 라디오 유닛을 제공한다.
- [0017] 본 발명은 상기 세 번째 과제를 달성하기 위하여, 이동통신망에서 디지털 유닛의 통신 방법에 있어서, 라디오 유닛으로부터 라디오 유닛의 정보를 수신하는 단계; 상기 수신한 라디오 유닛의 정보를 이용하여, 통신 방식을 제어하는 단계; 및 밀리미터파를 이용하여 라디오 유닛과 통신을 수행하는 단계를 포함하고, 상기 통신 방식은, 무선통신 여부, 안테나 어레이 형태, 연결되는 라디오 유닛의 수, 또는 RF 체인의 형태 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법을 제공한다.
- [0018] 본 발명의 실시예에 의하면, 상기 통신 방식을 제어하는 단계는, 균일 원형 안테나 어레이, 균일 선형 안테나 어레이, 또는 균일 오폭 안테나 어레이 중 하나의 형태로 안테나 어레이의 형태를 제어하는 것을 특징으로 하는 라디오 유닛일 수 있다.
- [0019] 본 발명의 실시예에 의하면, 상기 통신 방식을 제어하는 단계는, 상기 수신한 라디오 유닛의 정보 중 안테나 어레이의 형태에 따라 해당 코드북을 독출하는 단계; 및 상기 독출된 코드북을 이용하여 송신하는 신호를 선처리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법일 수 있다.
- [0020] 본 발명의 실시예에 의하면, 상기 통신 방식을 제어하는 단계는, 상기 수신한 라디오 유닛의 정보에 따라 해당 라디오 유닛에 신호를 송신하는 안테나의 수를 제어하는 것을 특징으로 하는 방법일 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명에 따르면, DU와 RU가 밀리미터파 대역의 무선구간으로 연결되고, 코드북을 기반으로 한 대규모 안테나 어레이와 다중 사용자 MIMO 전송 기술을 통해 하나의 DU당 다수의 RU가 연결되어 프론트홀 시스템의 성능을 개선하는 구조를 제공할 수 있다. 또한 ULA, UCA, UCoA 구조에 따른 코드북을 사용하고, 기준신호를 통해 얻은 정보를 활용하여 각 상황에 맞는 코드북을 사용하게 하여 프론트홀 시스템의 구조적 특성을 효율적으로 이용하게 된다. 나아가, 본 발명에서 기술된 세부 내용은 P2MP 프론트홀 시스템뿐 아니라, 이동통신시스템 기지국과 단말기 사이의 통신에서 적용하는 것도 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 디지털 유닛의 블록도이다.
- 도 2 내지 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 디지털 유닛의 블록도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 라디오 유닛의 블록도이다.
- 도 5는 밀리미터파를 이용하는 무선링크를 통해 하나의 DU와 다수의 RU를 연결하는 시스템의 개념도이다.
- 도 6은 안테나 어레이의 형태에 따라 각 안테나 원소에 도달하는 빔의 위상 차이를 나타낸 것이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 디지털 유닛의 통신 방법의 흐름도이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 디지털 유닛의 통신 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명에 관한 구체적인 내용의 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안의 개요 혹은 기술적 사상의 핵심을 우선 제시한다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 디지털 유닛은 이동통신망 프론트홀 시스템에 있어서, 밀리미터파를 이용하여 라디오 유닛과의 통신을 수행하는 통신부, 및 상기 라디오 유닛과의 신호 송수신을 통해 통신 방식을 제어하는 처리부를 포함하고, 상기 통신 방식은, 무선통신 여부, 안테나 어레이 형태, 연결되는 라디오 유닛의 수, 또는 RF 체인의 형태 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있는 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것

으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.

[0026] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 도면의 구성요소들에 참조번호를 부여함에 있어서 동일 구성요소에 대해서는 비록 다른 도면상에 있더라도 동일 참조번호를 부여하였으며 당해 도면에 대한 설명시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다. 아울러 본 발명의 바람직한 실시예에 대한 동작 원리를 상세하게 설명함에 있어 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명 그리고 그 이외의 제반 사항이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 디지털 유닛의 블록도이다.

[0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 디지털 유닛(110)은 처리부(111) 및 통신부(112)로 구성되며, 안테나 어레이부(113) 또는 저장부(114)를 더 포함할 수 있다.

[0029] 기지국은 도 5와 같이, 디지털 유닛(Digital Unit; DU)과 라디오 유닛(Radio Unit; RU)으로 이루어져 있다. 디지털 유닛은 IP 네트워크로부터 데이터를 유선연결을 통해 수신하고, 수신한 데이터를 적절한 디지털 신호처리 과정을 적용한 뒤 프론트홀 구간을 통해 라디오 유닛으로 전송한다. 디지털 유닛으로부터 데이터를 수신한 각 라디오 유닛은, 소형 커버리지를 구성하여 각 단말기에게 무선링크를 통해 데이터를 제공한다.

[0030] 이러한, 이동통신망 프론트홀 시스템에 있어서, 디지털 유닛(110)은 밀리미터파를 이용하여 라디오 유닛(120)과의 통신을 수행하며, 라디오 유닛(120)과의 신호 송수신을 통해 통신 방식을 제어한다.

[0031] 통신부(112)는 밀리미터파를 이용하여 라디오 유닛(120)과의 통신을 수행한다.

[0032] 보다 구체적으로, 디지털 유닛(110)은 라디오 유닛(120)과 통신을 수행할 때, 밀리미터파를 이용한다. 프론트홀 구간을 기존 광케이블로 연결 시 발생하는 문제점들을 해결하기 위하여, 해당 구간을 무선 통신으로 대체하여 해당 문제점을 해결하며, 밀리미터파의 대역을 이용하여 통신을 수행함이 바람직하다.

[0033] 통신에 사용되는 무선 주파수 자원이 점점 고갈되는 전 세계적 상황에서, 60GHz 기반의 밀리미터파 대역(57~66GHz)이 우리나라를 비롯해 일본, 미국, 캐나다, 유럽에서 비허가(License-exempt) 대역으로 할당되면서 그 활용에 대한 관심이 집중되고 있다. 밀리미터파 대역은 다른 무선 통신 시스템과의 간섭 없이 전 세계 공통으로 사용할 수 있다는 장점 외에도, 7GHz정도의 연속된 주파수 대역을 사용함으로써 낮은 주파수 효율을 갖는 통신기술로도 손쉽게 기가급 무선 시스템을 구축할 수 있다. 따라서 디지털 유닛과 라디오 유닛을 위한 접속으로 사용되던 광케이블을 밀리미터파 대역의 무선 링크로 대체한 프론트홀 전송 허브를 구성하여, 셀 추가 시 필요한 라디오 유닛의 설치를 용이하게 한다.

[0034] 통신부(112)는 상기 통신 방식에 따라 무선통신 또는 광케이블 연결을 통해 라디오 유닛과 통신을 수행할 수 있다. 디지털 유닛과 라디오 유닛 사이에 매우 많은 장애물들이 있는 경우, 직진성이 강하고 감쇄정도가 큰 밀리미터파의 특성상 무선링크 상황이 매우 안 좋을 수 있다. 이러한 경우, 무선링크 상황의 향상을 위한 작업보다 광케이블을 설치하기가 용이하고 경제적으로도 부담이 되지 않는 지역은 유선으로 망을 구성하여 안정적인 통신이 가능하도록 한다. 또한, 국가 주요시설물 등 통신이 단절을 반드시 피해야 하는 구간에도 유선으로 예비망을 구축하여 운용할 수 있다.

[0035] 통신부(112)는 복수의 라디오 유닛과 연결되어 통신을 수행할 수 있다.

[0036] 디지털 유닛과 라디오 유닛이 1대1 연결되는 것이 아닌 1 개의 디지털 유닛에 복수의 라디오 유닛이 연결될 수 있다. 반도체 및 집적회로 등 하드웨어 관련 기술들이 발전하면서 디지털 신호처리를 수행하는 장비가 발전하고 있고 관련 장비인 디지털 유닛의 성능 또한 증가하고 있다. 디지털 유닛의 성능이 좋아짐에 따라, 가능한 디지털 신호처리량 또한 증가하고 있다. 하지만 기존 프론트홀 시스템은 디지털 유닛당 한 개의 라디오 유닛이 연결되어 있는 구조이기 때문에, 디지털 유닛의 성능이 증가하더라도, 라디오 유닛이 감당할 수 있는 정도 또는 전송에 사용하는 광케이블이 처리할 수 있는 양의 데이터만 보낼 수 있었다. 하지만 다중 레이어 전송까지 커버하는 다중입출력 전송방식과 밀리미터파의 넓은 대역폭을 사용하여 전송 데이터량을 증가시킬 수 있다. 이를 통해 디지털 유닛이 여러 라디오 유닛에게 보낼 신호처리작업을 수행하고, 밀리미터파를 활용한 다중 레이어 전송 방식을 통해 각 라디오 유닛들에게 데이터를 전송한다. 즉, 디지털 유닛과 라디오 유닛을 일 대 다수로 연결하는 point to multi point (P2MP) 구성을 사용하여, 디지털 유닛의 효율을 높일 수 있다.

- [0037] 처리부(111)는 라디오 유닛(120)과의 신호 송수신을 통해 통신 방식을 제어한다.
- [0038] 보다 구체적으로, 처리부(111)는 라디오 유닛(120)과의 신호 송수신을 통해 도출되는 통신 환경 정보에 따라 통신 방식을 제어할 수 있다. 상기 통신 방식은 무선통신 여부, 안테나 어레이 형태, 연결되는 라디오 유닛의 수, 또는 RF 체인의 형태 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0039] 무선통신 여부는 상기 설명한 바와 같이, 밀리미터파를 이용하여 무선통신을 수행하는 것을 기본으로 하나, 통신 환경에 따라 광케이블을 이용하여 통신을 수행할 수 있다.
- [0040] 라디오 유닛(120)과 통신을 수행함에 있어서, 복수의 안테나 어레이 형태로 제어되는 안테나 어레이부(113)를 더 포함할 수 있으며, 처리부(111)는 안테나 어레이부의 형태를 제어할 수 있다.
- [0041] 안테나 어레이부(113)는 균일 원형 안테나 어레이(Uniform Circular Antenna array, UCA), 균일 선형 안테나 어레이(Uniform Linear Antenna array, ULA), 또는 균일 오목 안테나 어레이(Uniform Concave Antenna array, UCoA) 중 하나로 제어될 수 있다.
- [0042] 늘어나는 데이터 처리량을 담당하기 위해 소형기지국을 통한 스몰셀 구성을 이용할 수 있다. 소형기지국은 새로운 공간을 할당하여 설치하기보다는 가로등 및 기존 시설물에 부착하여 네트워크를 제공할 수 있으며, 소형기지국의 형태는 균일 원형 안테나 어레이(Uniform Circular Antenna array, UCA), 균일 선형 안테나 어레이(Uniform Linear Antenna array, ULA), 또는 균일 오목 안테나 어레이(Uniform Concave Antenna array, UCoA) 중 하나로 구현할 수 있다. 다른 안테나 어레이를 이용할 수도 있다. 균일 원형 안테나 어레이는 균일 선형 안테나 어레이와 비교하여 간단한 구조, 상호 커플링에 대한 낮은 민감도, 방위각, 고도각에 대한 정보를 이용하기 쉽다는 점과 방위각 측면에서 360도를 커버 할 수 있다는 이점들이 있다. 그리고 균일 오목 안테나 어레이는 곡면형 디스플레이를 사용하는 제품에 적용될 수 있다. 따라서 디지털 유닛과 라디오 유닛이 ULA, UCA, UCoA 등 다양한 구조에 대한 전송기술을 보유하여 상황에 맞게 적응적으로 사용한다면, 디지털 유닛과 라디오 유닛의 구조의 다양성을 높일 수 있다.
- [0043] 처리부(111)는 상기 안테나 어레이 형태에 따라 해당 코드북을 저장부에서 독출하여 송신하는 신호를 선처리할 수 있다.
- [0044] 안테나 어레이의 형태에 따라 빔포밍이 달라지는바, 안테나 어레이부(113)의 안테나 어레이의 형태에 따라 해당 코드북을 저장부(114)가 저장하고 있을 수 있다. 처리부(111)는 해당 코드북을 저장부(114)에서 독출하여 송신하는 신호를 안테나 어레이의 형태에 적합하도록 선처리를 수행할 수 있다.
- [0045] 안테나 어레이를 형성하는 안테나를 배치할 때, 전력증폭기와 안테나의 RF 체인을 제어할 수 있다. 복수의 안테나 및 하나 이상의 전력증폭기를 포함하고, 처리부(111)는 상기 전력증폭기와 안테나의 RF 체인을 제어할 수 있다.
- [0046] 밀리미터파 대역의 전파 특성으로는 고주파수에 따른 높은 경로 손실과 산소 분자, 수증기, 대기가스 등에 의한 높은 전파 흡수 현상 및 높은 강우 감쇄를 대표적으로 들 수 있다. 이러한 요인들로 인해 밀리미터파 링크에서는 전력 유지 방안 또한 중요한 문제인데, 다수의 안테나를 활용한 빔포밍을 이용하여 해결할 수 있다. 밀리미터파의 파장이 매우 짧기 때문에 안테나의 크기 또한 작아지므로 적은 공간에 다수의 안테나를 배치할 수 있다. 이 때, 하나의 안테나 원소당 전력증폭기 하나를 할당하여 각각의 안테나가 독립적인 RF 체인을 형성하도록 하여 안테나의 성능을 높일 수 있다. 또한, 통신 방식에 따라 전력증폭기당 연결하는 안테나 원소 수를 조절하여 탄력적인 제어가 가능하다. 즉 디지털 유닛이 매우 많은 수의 안테나를 보유하고 있고, 거대 어레이를 활용한 빔포밍을 통해 유효 범위 안에 있는 라디오 유닛에게는 안정적인 데이터 전송이 가능하게 한다.
- [0047] 이 때, 빔포밍을 거친 수신신호는 다음 수학적 식 1과 같다.

수학적 식 1

$$y = H W s + n$$

- [0048]
- [0049] 여기서, y 는 수신신호, H 는 채널 행렬, W 는 빔포밍 행렬이며, s 는 송신신호이고 n 은 잡음이다.
- [0050] 디지털 유닛과 라디오 유닛의 환경에 따라 ULA, UCA, UCoA 등의 안테나 어레이를 이용할 수 있고, 안테나 어레이

이가 변경될 때마다 채널이 변하게 되고 그에 맞는 빔포밍 행렬 또한 달라진다. 여러 구조에 맞는 빔포밍 벡터를 구하기 위해 도 6을 참고하여 빔포밍 벡터의 위상을 계산할 수 있으며, 이에 대한 설명은 하기와 같이 자세히 설명하도록 한다.

[0051] 도 6(a), (b), (c)는 각각 ULA, UCA, UCoA 형상에서 각 안테나 원소에 도달하는 빔의 위상 차이를 나타내는 도면이고, 빔포밍 벡터 $\mathbf{W}$ 의 위상 $\text{Phase}\{\mathbf{W}\}$ 는 1번 안테나를 기준으로 계산한다. 각 안테나에 들어오는 빔은 평행하다고 가정하며 θ 는 들어오는 빔의 위상각, d_k 는 k 번째 안테나에 도달하는 빔의 이동거리, Φ_k 는 d_k 에 의한 위상차이라 정의한다. 이 때, Φ_k 와 d_k 의 관계는 다음 수학적 식 2와 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 2

[0052]
$$\Phi_k = 2\pi d_k / \lambda$$

[0053] 여기서, λ 는 파장을 의미한다.

[0054] 먼저, ULA에서 인접한 안테나에 들어오는 빔의 이동거리 차이는 $d\sin\theta$ 로 일정하다. 따라서 빔의 이동거리를 비교했을 때, 1번 안테나에 비해 2번 안테나는 $d\sin\theta$ 만큼, 3번 안테나는 $2d\sin\theta$ 만큼, 4번 안테나는 $3d\sin\theta$ 만큼 차이가 난다. 이를 이용한 빔포밍 벡터의 위상을 식으로 표현하면 다음 수학적 식 3과 같다.

수학적 식 3

[0055]
$$\text{Phase}\{\mathbf{W}\} = -2\pi d / \lambda [0, \sin\theta, 2\sin\theta, 3\sin\theta]^T$$

[0056] 그 다음, UCA에서 1번 안테나와 k 번째 안테나에 들어오는 빔의 이동거리 차이와, 이를 이용해 빔포밍 벡터의 위상을 식으로 표현하면 다음 수학적 식 4와 같다.

수학적 식 4

[0057]
$$\text{Phase}\{\mathbf{W}\} = [-\Phi_1 - \Phi_2 - \Phi_3 - \Phi_4]^T, \Phi_k = 2R\pi / \lambda (\cos(\theta - \alpha_1) - \cos(\theta - \alpha_k)), k=1...4$$

[0058] 여기서, R 은 반지름, α_k 는 k 번째 안테나의 위치각이다.

[0059] 마지막으로, UCoA에서 1번 안테나를 기준으로 빔포밍 벡터의 위상을 식으로 표현하면 다음 수학적 식 5와 같다.

수학적 식 5

[0060]
$$\text{Phase}\{\mathbf{W}\} = 2\pi d / \lambda [0 \quad \sin(\theta + \delta) \quad \sin(\theta + \delta) + \sin\theta \quad \sin(\theta + \delta) + \sin\theta + \sin(\theta - \delta)]^T$$

[0061] 여기서, δ 는 인접 안테나 사이의 각도 차이를 의미한다.

[0062] 수학적 식 3, 4, 5에서 정리한 안테나 어레이 별 빔포밍 벡터의 위상차를 이용하여 각 형상에 알맞은 코드북들을 설계하여 저장부(140)에 저장할 수 있다. 디지털 유닛과 라디오 유닛의 구조에 맞게 적응적으로 설계한 코드북들을 사용하며, 사용할 코드북의 선택 및 독출은 다음과 같은 과정들을 통해 이루어질 수 있다. 먼저 라디오 유닛이 디지털 유닛에게 라디오 유닛의 안테나 어레이에 대한 정보를 기준신호를 통해 디지털 유닛에게 전송한다. 안테나 어레이에 대한 정보를 수신한 디지털 유닛은 그 정보가 지칭하는 안테나 어레이에 대한 코드북을 저장부에서 독출한다. 독출한 코드북을 사용하여 전송신호에 대한 선처리를 진행한 후, 안테나들을 통해 정확한 방향으로 다수의 빔을 방사하여 높은 품질의 신호를 라디오 유닛에게 전송한다. 이 때, ULA구조를 위한 코드북으로 3GPP Release 10에서 제시한 코드북을 이용할 수 있고, 안테나 원소별 위상차를 계산한 후 Hadamard행렬과 곱하

여 UCA 구조를 위한 코드북을 구성할 수 있다.

- [0063] 본 발명의 일 실시예에 따른 디지털 유닛(110)은 도 3과 같이, 라디오 유닛이 아닌 단말기(310)와의 통신할 수 있다. 기지국뿐만 아니라, 통신 모듈이 장착되어있는 단말기의 형상 또한 다양해질 수 있고, 밀리미터파 대역 사용, P2MP 구성, 여러 안테나 어레이 형상에 따른 빔포밍 방식은 기지국과 단말기 사이의 통신에도 적용할 수 있다. 이동통신 시스템에 있어서 단말기(130)와 통신하는 디지털 유닛(110)은 밀리미터파를 이용하여 단말기와 통신을 수행하는 통신부(112), 상기 단말기와의 신호 송수신을 통해 통신 방식을 제어하는 처리부(111)를 포함하고, 상기 통신 방식은, 무선통신 여부, 안테나 어레이 형태, 연결되는 단말기의 수, 또는 RF 체인의 형태 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 한다. 단말기(130) 통신하는 디지털 유닛에 대한 상세한 설명은 도 1 내지 도 2의 라디오 유닛과 통신하는 디지털 유닛에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 중복된 설명은 생략하도록 한다.
- [0064] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 라디오 유닛의 블록도이다. 도 4의 라디오 유닛(120)은 도 1 내지 도 2의 디지털 유닛(110)과 신호를 송수신하는 유닛이다.
- [0065] 이동통신망 프론트홀 시스템에 있어서, 라디오 유닛(120)은 통신부(122) 및 처리부(121)로 구성되며, 안테나 어레이부(123)를 더 포함할 수 있다. 또한, 안테나 어레이에 따른 코드북을 저장하는 저장부를 더 포함할 수 있다.
- [0066] 통신부(122)는 밀리미터파를 이용하여 디지털 유닛과 통신을 수행한다.
- [0067] 처리부(121)는 디지털 유닛(110)과의 신호 송수신을 통해 통신 방식을 제어한다.
- [0068] 보다 구체적으로, 디지털 유닛과의 신호 송수신을 통해 무선통신 여부, 안테나 어레이 형태, 또는 연결되는 디지털 유닛을 제어한다. 균일 원형 안테나 어레이, 균일 선형 안테나 어레이, 또는 균일 오목 안테나 어레이 중 하나의 형태로 제어되는 안테나 어레이부를 더 포함할 수 있다. 라디오 유닛은 하나의 디지털 유닛과 연결되어 신호를 전달받는다.
- [0069] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 디지털 유닛의 통신 방법의 흐름도이고, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 디지털 유닛의 통신 방법의 흐름도이다. 도 7 내지 도 8에 대한 상세한 설명은 도 1 내지 도 6의 디지털 유닛에 대한 상세한 설명에 대응하는바, 중복되는 설명은 생략하도록 한다.
- [0070] 이동통신망에서 라디오 유닛과 통신하는 디지털 유닛의 통신 방법은 다음과 같다.
- [0071] 먼저, 710 단계에서 라디오 유닛으로부터 라디오 유닛의 정보를 수신한다. 현재, 어떤 통신 방식이 적합한지를 판단하기 위하여, 라디오 유닛으로부터 정보를 수신한다.
- [0072] 720 단계에서 710 단계에서 수신한 라디오 유닛의 정보를 이용하여, 통신 방식을 제어한다. 수신한 라디오 유닛의 정보를 이용하여 통신 환경을 판단하고, 그에 적합하도록 통신 방식을 제어한다. 상기 통신 방식은 무선통신 여부, 안테나 어레이 형태, 연결되는 라디오 유닛의 수, 또는 RF 체인의 형태 중 하나 이상을 포함한다.
- [0073] 상기 통신 방식을 제어하는 단계는, 균일 원형 안테나 어레이, 균일 선형 안테나 어레이, 또는 균일 오목 안테나 어레이 중 하나의 형태로 안테나 어레이의 형태를 제어할 수 있다. 안테나 어레이의 형태가 다를 수 있고, 그에 적합한 통신 방식을 제어를 위해, 810 단계에서 상기 수신한 라디오 유닛의 정보 중 안테나 어레이의 형태에 따라 해당 코드북을 독출하고, 820 단계에서 상기 독출된 코드북을 이용하여 송신하는 신호를 선처리한다.
- [0074] 상기 통신 방식을 제어하는 단계는 상기 수신한 라디오 유닛의 정보에 따라 해당 라디오 유닛에 신호를 송신하는 안테나의 수를 제어할 수 있다. 이를 통해, 디지털 유닛당 연결되는 라디오 유닛의 수를 제어할 수 있다.
- [0075] 상기 통신 방식을 제어하는 단계는 복수의 안테나 및 하나 이상의 전력증폭기에 대해 상기 전력증폭기와 안테나의 RF 체인을 제어할 수 있다. 이를 통해, 안테나의 성능을 높임과 동시에 탄력적으로 운용할 수 있다.
- [0076] 720 단계에서 통신 방식을 제어한 이후에 730 단계에서 밀리미터파를 이용하여 라디오 유닛과 통신을 수행한다.
- [0077] 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체 (magnetic media), CD-

ROM, DVD와 같은 광기록 매체 (optical media), 플롭티컬 디스크 (floptical disk)와 같은 자기-광 매체 (magneto-optical media), 및 롬 (ROM), 램 (RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0078] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

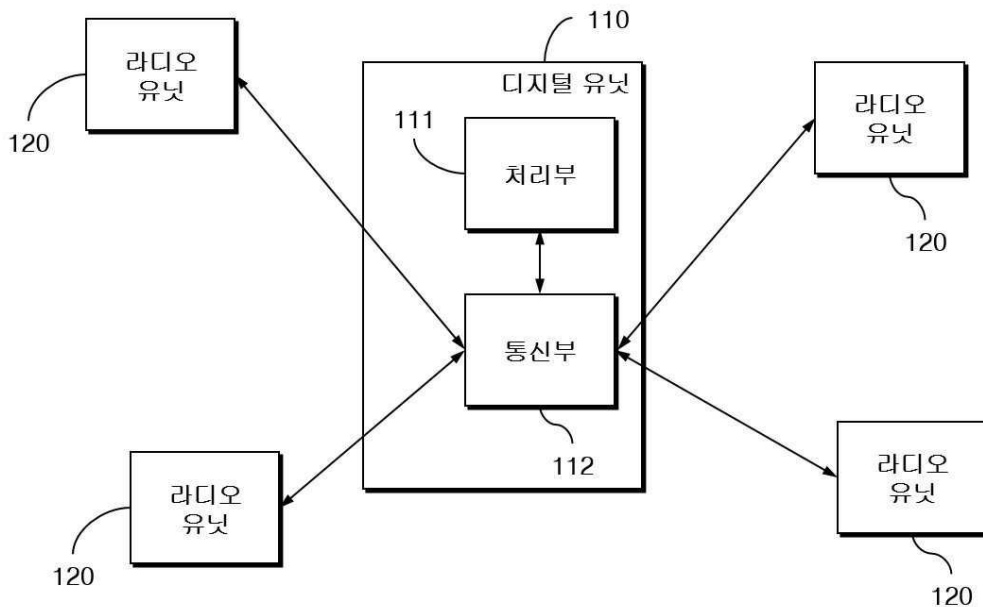
[0079] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

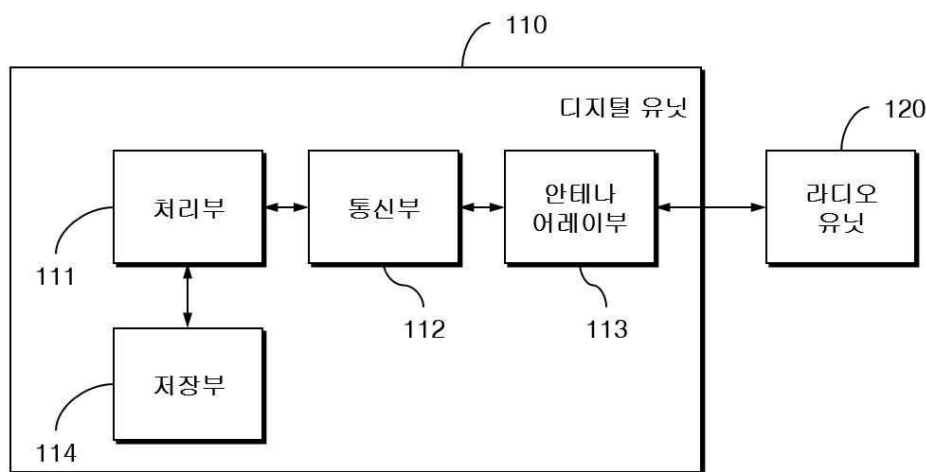
- [0080]
- 110: 디지털 유닛
 - 111: 처리부
 - 112: 통신부
 - 113: 안테나 어레이부
 - 114: 저장부
 - 120: 라디오 유닛

도면

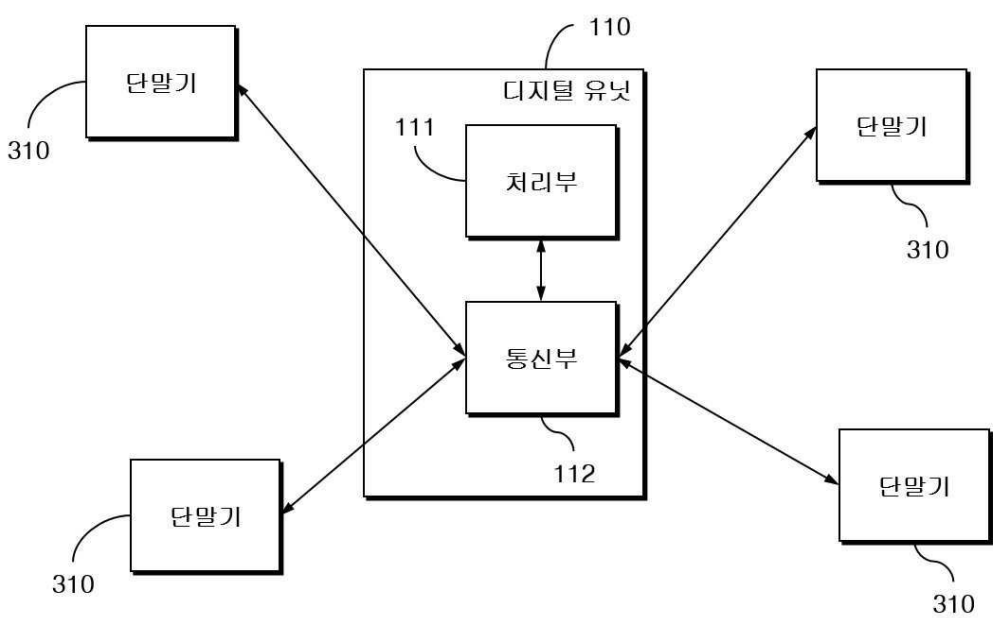
도면1



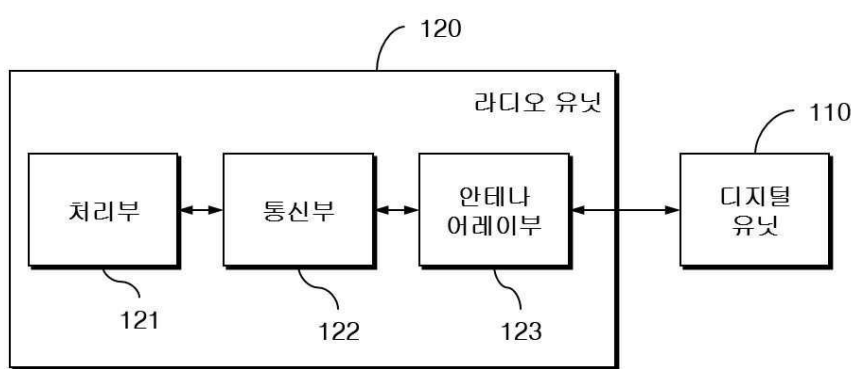
도면2



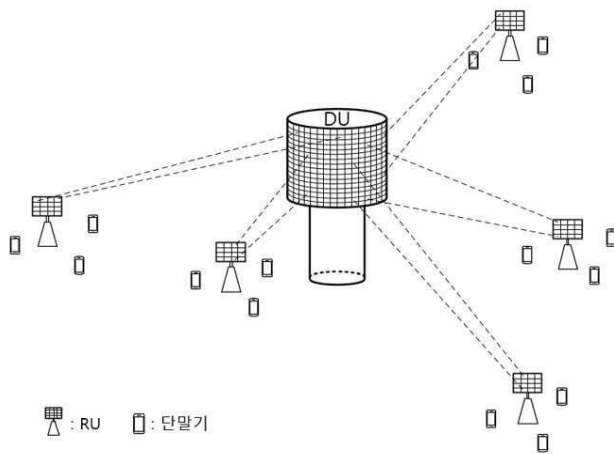
도면3



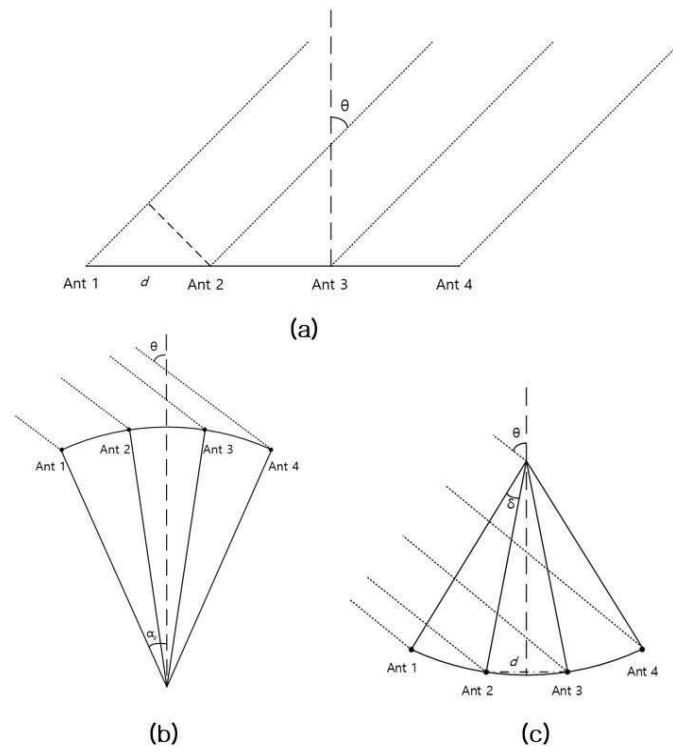
도면4



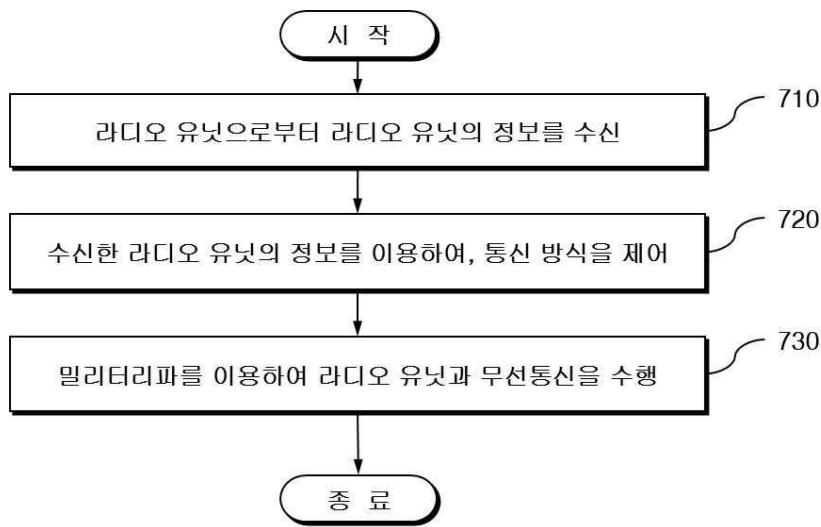
도면5



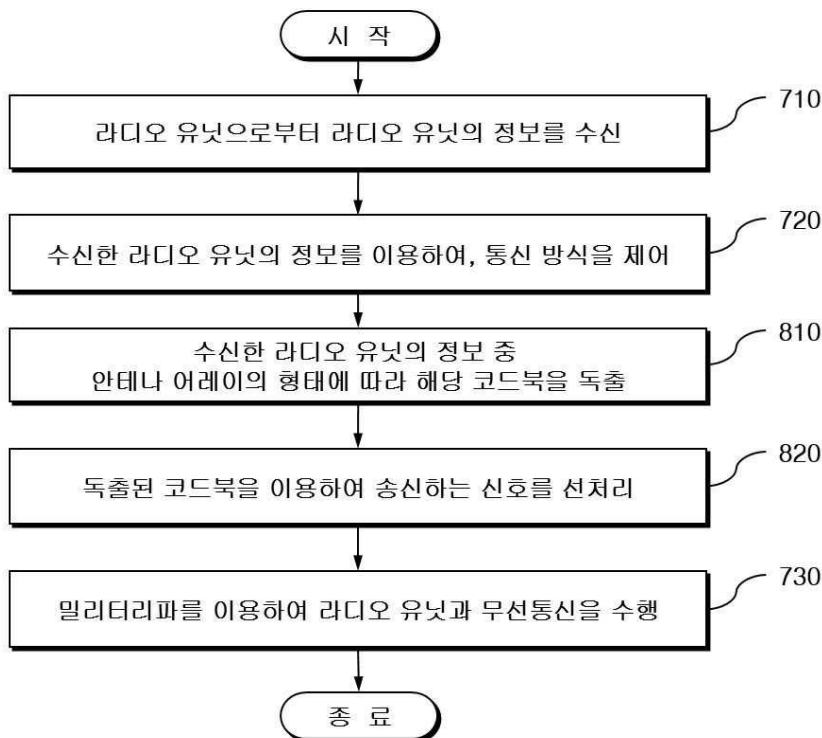
도면6



도면7



도면8



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 문서전체

【보정세부항목】 문서전체

【변경전】

밀리터리파

【변경후】

밀리미터파