(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년01월15일
(11) 등록번호 10-2755976
(24) 등록일자 2025년01월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/185 (2006.01) *H04B 7/01* (2006.01)
H04B 7/0408 (2017.01) *H04B 7/0413* (2017.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/18534 (2013.01)
H04B 7/01 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7005456
(22) 출원일자(국제) 2020년07월28일
심사청구일자 2023년07월14일
(85) 번역문제출일자 2022년02월17일
(65) 공개번호 10-2022-0064954
(43) 공개일자 2022년05월19일
(86) 국제출원번호 PCT/US2020/043896
(87) 국제공개번호 WO 2021/030046
국제공개일자 2021년02월18일
(30) 우선권주장
62/884,951 2019년08월09일 미국(US)
62/936,955 2019년11월18일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2006148482 A*
JP2005295096 A*
JP2007529964 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
에이에스티 앤 사이언스, 엘엘씨
미국, 플로리다 33131, 마이애미 스위트 3500, 사우스 이스트 2번가 100
(72) 발명자
야오, 후이원
미국, 메릴랜드 주 20854, 포토맥, 그린브라이어 브랜치 드라이브 12329
아벨란, 아벨
미국, 플로리다 33143, 코럴 게이블스, 로스 피노스 써클 8065
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인정특

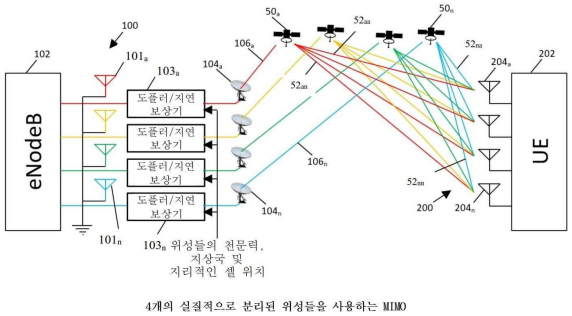
전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 신상길

(54) 발명의 명칭 **위성 MIMO 시스템**

(57) 요 약

복수의 단말국 안테나들을 갖는 단말국과의 통신을 위한 기지국. 이러한 기지국은 복수의 지향성 안테나들을 가지며, 복수의 지향성 안테나들의 각각은 시야의 위성들과 통신한다. 기지국은 또한, 복수의 기지국 안테나 신호들의 각각을 복수의 단말국 안테나들로의 재송신을 위해 복수의 지향성 안테나들의 각각을 통해 단말국이 보는 위성들로 및/또는 동일한 위성의 빔들로 송신하기 위한 처리 디바이스(예: cNodeB)를 갖는다.

대 표 도



4개의 실질적으로 분리된 위성들을 사용하는 MIMO

(52) CPC특허분류
H04B 7/0408 (2013.01)
H04B 7/0413 (2013.01)
H04B 7/18521 (2013.01)
H04B 7/18539 (2013.01)
(72) 발명자
자야심하, 스리람
영국, 엘이35디티, 레스터 136, 멀린 워프 아파트
유,지충
영국, 1이유 알이6 리딩, 얼리, 하이 트리 드라이브 36

명 세 서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

복수의 단말국 안테나들을 갖는 단말국과 통신하기 위한 기지국으로서:

제 1 위성과 통신하도록 구성된 제 1 지향성 안테나;

제 2 위성과 통신하도록 구성된 제 2 지향성 안테나; 및

상기 제 1 지향성 안테나를 통해 상기 제 1 위성으로 및/또는 상기 제 1 위성으로부터 제 1 데이터를 갖는 제 1 신호를, 및 상기 제 2 지향성 안테나를 통해 상기 제 2 위성으로 및/또는 상기 제 2 위성으로부터 제 2 데이터를 갖는 제 2 신호를 송신 및/또는 수신하도록 구성된 처리 디바이스로서, 상기 제 1 및 제 2 위성들은 상기 제 1 및 제 2 신호들을 동일한 주파수를 통해 상기 복수의 단말국 안테나들로 중계하는, 처리 디바이스를 포함하고,

상기 처리 디바이스는, 상기 단말국에 할당된 물리적 자원 블록들(PRB들)에 대한 타이밍 어드밴스들을 상기 제1 위성과 상기 제2 위성에 적용하여, 상기 제1 위성으로부터의 상기 제1 신호와 상기 제2 위성으로부터의 상기 제2 신호가 동시에 상기 단말국에 도달하도록, 구성되는, 기지국.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 처리 디바이스는, 제 1 데이터를 갖는 상기 제 1 신호를 상기 제 1 지향성 안테나를 통해 위성의 제 1 빔으로 및/또는 제 1 빔으로부터, 및 제 2 데이터를 갖는 상기 제 2 신호를 상기 제 1 지향성 안테나를 통해 동일한 위성의 제 2 빔으로 및/또는 제 2 빔으로부터 송신하도록 구성되고, 상기 제 1 및 제 2 위성 빔들은 동일한 주파수를 통해 상기 복수의 단말국 안테나들로 및/또는 상기 복수의 단말국 안테나들로부터 상기 제 1 및 상기 제 2 신호를 중계하는, 기지국.

청구항 6

제 4 항에 있어서, 상기 제 1 지향성 안테나를 통해 송신 및 수신된 상기 제1 신호에 도플러 및/또는 지연 보상을 제공하기 위해 상기 처리 디바이스와 상기 제 1 지향성 안테나 사이에 연결된 제 1 도플러 및/또는 지연 보상기, 및

상기 제 2 지향성 안테나를 통해 송신 및 수신된 상기 제2 신호에 도플러 및/또는 지연 보상을 제공하기 위해 상기 처리 디바이스와 상기 제 2 지향성 안테나 사이에 연결된 제 2 도플러 및/또는 지연 보상기를 더 포함하는, 기지국.

청구항 7

제 4 항에 있어서, 상기 단말국은 제1 사용자 장비를 포함하고,

상기 처리 디바이스는 제2 사용자 장비에 할당된 물리적 자원 블록들(PRB들)에 대한 타이밍 어드밴스들을 상기 제1 위성 및 상기 제2 위성들에 적용하도록 구성된, 기지국.

청구항 8

제 4 항에 있어서, 상기 처리 디바이스는, 상이한 RF 포트들 상의 다중 입력 다중 출력(MIMO) 동작에서 상기 단말국에 대한 다운링크 타이밍 어드밴스들을 통해 PRB들을 스케줄링하고, 타이밍 조정시 충돌을 회피하도록 구성된, 기지국.

청구항 9

제 4 항에 있어서, 상기 처리 디바이스는 링크 성능을 개선하기 위한 다이버시티 모드 및/또는 다중 입력 다중 출력(MIMO) 기능을 활용하여 처리량을 향상시키기 위한 공간 다중화 모드에서 동작하도록 구성된, 기지국.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 기지국은 핸드-오프를 위한 추가 지향성 안테나를 갖는, 기지국.

청구항 11

제 4 항에 있어서, 상기 처리 디바이스는, 다수의 기지국 안테나 신호들을 복수의 단말국 안테나들에 재송신을 위해 상기 제1 지향성 안테나와 상기 제2 지향성 안테나 각각을 통해 각각의 위성으로 전송하도록 구성된, 기지국.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 2019년 8월 9일에 출원된 미국가특허출원 제62/884,951호 및 2019년 11월 18일에 출원된 미국가특허출원 제62/936,955호를 우선권으로 주장하며, 그 내용 전체가 본 명세서에 참조로 포함되었다.

[0002] 본 발명은 원격통신 시스템들에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 위성 시스템을 포함하는 다중 입력 다중 출력(MIMO)의 사용에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 현재 지상파 기반 통신 시스템이 도 1에 도시되었다. 통신 시스템은 기지국(10) 및 사용자 장비(UE)(20)를 갖는다. 기지국(10)은 eNodeB(12) 및 다수의 안테나(14a...14n)와 같은 처리 디바이스를 포함한다. UE(20)는 사용자 단말들, 단말 디바이스들 또는 사용자 디바이스들로 또한 언급되는 하나 이상의 처리 디바이스들 또는 UE 단말들(22)을 가지며, 예를 들어 모바일 디바이스(예를 들어, 스마트폰)를 포함한다. UE(20)는 또한 하나 이상의 안테나(24a..24n)를 포함하고, 도시된 실시예에서 UE는 동일한 주파수에서 동작하는 4개의 안테나들(24)을 갖는다. 안테나들(24)은 설계에 따라 파장의 약 1/2 이상으로 이격되어 있다.

[0004] 추가로 도시된 바와 같이, 기지국(10)과 UE 단말들(20) 사이에 통신이 발생한다. 데이터는 각각의 기지국 안테나들(14a-14n) 및 UE 안테나들(24a..24n)을 통해 eNodeB로부터 UE 단말들(20)로/로부터 송신/수신된다. 보다 구체적으로, 데이터는 상이한 각각의 주파수들에서 다중 기지국 안테나들(14a...14n)의 각각으로부터 송신된다. 예를 들어, 모두 동일한 주파수에서, 제 1 신호(16a)는 제 1 기지국 안테나(14a)로부터 전송되고, 제 2 신호(16b)는 제 2 기지국 안테나(14b)로부터 전송되고, n번째 신호는 n번째 기지국 안테나(14n)로부터 전송된다. 제 1, 제 2 및 제 n 신호들(16a...16n)은 높은 데이터 속도에서 동일한 데이터 스트림으로 또는 각각 더 낮은 데이터 속도에서 4개의 병렬 데이터 스트림들로 보일 수 있다.

[0005] UE 안테나(24a-24n)는 각각 기지국 안테나(14)로부터 제 1 내지 제 n 신호들(16a...16n)을 수신한다. 그러면 UE 단말(24)은, 제 1 내지 제 n 신호들(16a..16n)이 동일한 데이터 스트림을 포함하는 경우, 수신 신호 품질을 개선하기 위해 이들 제 1 내지 제 n 신호들(16a..16n) 중 가강 강한/최상의 데이터 스트림을 선택하거나 최대 속도 결합(MRC)을 사용하고, 또는 제 1 내지 제 n 신호들(16a..16n)이 상이한 데이터 스트림들을 포함하는 경우, 수신 데이터 속도를 높이기 위하여 공간 다중화(SM)를 사용할 수 있다.

[0006] UE(20)로부터 지상 범위에 기지국(10)이 없을 때 UE가 MIMO를 활용하여 통신할 수 있도록, 기지국 안테나 신호들을 위성 성상도 상의 다중 안테나들로 확장하는 방법을 설명한다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 종래 기술에 따른 지상파 통신 시스템을 도시한 도면.

도 2는 본 발명의 일 예에 따른 위성 중계 시스템을 도시한 도면.

도 3은 본 발명의 일 예에 따른 위성 중계 시스템의 다른 실시예를 도시한 도면.

도 4는 UE가 자신의 셀 가장자리에서 보는 최악의 차동 지연을 도시하는 도면(지연 및 도플러가 셀의 중심에서 보상된다고 가정).

도 5a 및 도 5b는 각 위성 관점에서 차동 지연 대역을 처리하는 eNodeB를 도시하는 도면(도 3 및 도 4에서 설명한 경우를 가정).

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 도면들에 도시된 본 발명의 예시적이고 비-제한적인 실시예들을 설명함에 있어서, 명료함을 위해 특정 용어가 사용될 것이다. 그러나, 본 발명은 그렇게 선택된 특정 용어로 제한되도록 의도되지 않으며, 각각의 특정 용어는 유사한 목적을 달성하기 위해 유사한 방식으로 동작하는 모든 기술적 등가물들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명의 몇몇 실시예들은 예시 목적들로 설명되며, 본 발명은 도면들에 구체적으로 도시되지 않은 다른 형태들로 구현될 수 있음을 이해해야 한다.

[0009] 도면들을 참조하면, 도 2는 본 발명의 하나의 비-제한적인 예에 따른 위성 중계 통신 시스템을 도시한다. 통신 시스템은 기지국(100) 및 사용자 장비(UE)(200)를 포함한다. 시스템은 또한 지상의 작은 영역(셀)을 커버하는 다수의 빔들을 생성하는 위성들(50a...50n)과 같은 하나 이상의 중계 디바이스를 사용하여, 기지국(100)과 커버리지 영역(셀) 중 하나에 위치한 UE(200) 사이의 양방향 통신을 수행한다.

[0010] 기지국(100)은 eNodeB(102)와 같은 처리 디바이스, 및 다수의 지향성 위성 안테나들(104a...104n)을 포함한다. 도시된 바와 같이, 표준 기지국 안테나들(101a...101n)은 또한 기지국(100)에 위치할 수 있다. 위성의 위도에 관계없이 각 빔의 중심에서 도플러/지연을 일정한 값들로 보상하는 도플러/지연 보상기(103a...103n)는 도시된 바와 같이 eNodeB(102)와 각각의 지향성 안테나(104a...104n) 사이에 제공될 수 있다.

[0011] 각각의 UE(200)는 모바일 디바이스(예를 들어, 스마트폰)와 같은 하나 이상의 처리 디바이스들 또는 UE 단말들(202), 및 하나 이상의 안테나(204a..204n)를 갖는다. 도시된 실시예에서, 단일 UE 단말(202)은 4개의 안테나들(204)을 갖지만, UE는 바람직하게는 적어도 2개의 안테나(204)를 갖지만, 더 많거나 더 적은 안테나들(204)을 가질 수 있다.

[0012] 도 2에 추가로 예시된 바와 같이, 기지국(100)은 여기에서 위성들(50a...50n)로 도시된 하나 이상의 중계 디바이스들을 통해 UE들(200)과 통신한다. 위성들(50)은 LEO, MEO 또는 GEO일 수 있다. 본 발명은 더 많거나 더 적은 수의 위성들(50)로 동작할 수 있지만, 각각의 지상국/UE는 4개의 위성(50a...50n) 중 하나로부터 각각 4개의 빔에 의해 (통신하여) 커버될 수 있다.

[0013] eNodeB(102)는 (지상국 위치, UE가 위치한 셀의 관점 및 중심에서 각 위성의 천문력에 의존하는 도플러/지연 보상기(103)에 의한 지연 및 도플러 보상 후) 지향성 안테나(104a...104n) 각각으로/로부터 신호(들)를 라우팅한다. 각각의 지향성 안테나(104)는 하나의 각 위성(50a...50n)을 가리키고 이와 통신한다. 따라서, 제 1 지향성 안테나(104a)는 제 1 위성(50a)으로 제 1 신호(106a)를 송신하고, 제 n 지향성 안테나(104a)는 제 n 위성(50n)으로 제 n 신호(106n)를 송신하며, 여기서 신호들(106a...106n) 각각은 동일하거나 상이한 주파수들의 동일한 데이터 스트림 또는 상이한 데이터 스트림들을 포함한다. 위성들(50a…50n)은 업링크 상에서 각 신호들(106a...106n)을 수신하고, 다운링크 상에서 이들 신호들을 순방향 링크 경로에서 UE들(200)의 각각에 대해 UE

안테나들(204) 각각에 52aa...52nn으로 재송신 또는 방송한다. 리턴 링크 흐름은 역전된다.

[0014] 즉, 각 UE 안테나(204a...204n)는 모든 위성들(50a...50n)로부터 모든 다운링크 신호들(52aa...52nn)을 수신한다. 따라서, 제 1 UE 안테나(204a)는 제 1 내지 제 n 위성들(50a...50n)로부터 제 1 내지 제 n 다운링크 신호들(52aa...52na)을 수신하고, 제 2 UE 안테나(204b)는 제 1 내지 제 n 위성들(50a...50n)로부터 제 1 내지 제 n 다운링크 신호들(52ab...52nb)을 수신하고, 제 n UE 안테나(204n)는 제 1 내지 제 n 위성들(50a...50n)로부터 제 1 내지 제 n 다운링크 신호들(52an...52nn)을 수신한다. 예를 들어, 제 1 위성(50a)은 제 1 다운링크 신호(52aa)를 제 1 UE 안테나(204a)로 전송하고, 제 n 다운링크 신호(52an)를 제 n UE 안테나(204n)로 전송하고, 제 n 위성(50n)은 제 n 다운링크 신호(52na)를 제 1 UE 안테나(204a)로 전송하고, 제 n 다운링크 신호(52nn)를 제 n UE 안테나(204n)로 전송한다. 그런 다음 UE 단말들(202)은, 52aa...52nn이 동일한 데이터 스트림을 포함하는 경우, 수신된 다운링크 신호들(52aa...52nn) 중에서 가장 강한/최상의 신호를 선택하거나 최대 비율 결합(MRC)을 사용하여 수신 신호 품질을 개선할 수 있다, 또는 52a...52n이 상이한 데이터 스트림들을 포함한 경우, 공간 다중화(SM)를 사용하여 수신 데이터 속도를 증가시킬 수 있다.

[0015] 또한, 통신은 리턴 링크에서 UE들(200)로부터 기지국(100)으로 발생한다는 점이 주목된다. 즉, UE 단말들(202)은 각각의 안테나들(204a...204n)을 통해 모든 위성들(50a...50n)로 신호들을 송신한다. 위성들(50a...50n)은 이러한 신호들을 각각의 지향성 안테나들(104a...104n)로 재송신한다. 제 1 위성(50a)은 각 안테나(204a...204n)로부터 신호들을 수신하고, 집계된 데이터를 제 1 지향성 안테나(104a)로 재송신하고, 제 2 위성(50b)은 각 안테나(204a...204n)로부터 신호들을 수신하고 집계된 데이터를 제 2 지향성 안테나(104b)로 재송신하고, 제 n 위성(50n)은 각 안테나(204a...204n)로부터 신호들을 수신하고, 집계된 데이터를 제 n 지향성 안테나(104n)로 재송신한다.

[0016] 도플러/지연 보상기(103)는 각각의 지향성 안테나(104a...104n)로부터 집계된 데이터를 수신한다. 전체 내용이 참고로 본 명세서에 포함된 미국특허 제9,973,266호 및/또는 미국특허공개공보 제2019/0238216호에서와 같이, 보상기는 지연 및 도플러에 대한 각 안테나 신호를 UE 셀에 서비스를 제공하는 eNodeB(102)에 전송하기 전에 (UE의 셀 중심, 위성들의 천문력 및 지상국 위치에 기초하여) 보상한다. eNodeB(102)는, 204a..204n이 동일한 데이터 스트림을 포함하는 경우, 수신된 다운링크 신호들(104a...104n) 중에서 가장 강한/최상의 신호를 선택하거나 최대 속도 결합(MRC)을 사용하여 수신 신호 품질을 개선한다, 또는 204a..204n이 상이한 데이터 스트림을 포함하는 경우, 공간 다중화(SM)를 사용하여 수신 데이터 속도를 증가시킨다.

[0017] 이제 도 3을 참조하면, 본 발명의 다른 예시적인 실시예가 도시되어 있다. 기지국(100)은 여기에서 위성(50i)(i는 a 내지 n일 수 있음)으로 도시된 중계 디바이스들 중 하나를 통해 UE들(200)과 통신한다. 각각의 지상 셀은 상이한 분극, 상이한 위상 중심들 및/또는 임의의 조합들을 갖는 동일한 위성(50i)으로부터의 다수의 빔들(60a...60m)에 의해 커버될 수 있다. 상이한 위상 중심들을 갖는 빔들은 상이한 물리적 안테나들에 의해 생성될 수 있거나, 도 3에 도시되고, 미국특허 제9,973,266호 및/또는 미국특허공개공보 제2019/0238216호에서 기술된 바와 같이 동일한 위상 어레이 안테나의 상이한 부분들에 의해 형성될 수 있다. 따라서, 위성(50)은 큰 개구를 갖고, 각 안테나(204)는 도시된 동일한 셀을 커버하는 대응하는 하위-개구로부터의 모든 빔들과 통신한다.

[0018] UE 안테나들(204a..204n)과 함께 동일한 위성(50i)으로부터의 다수의 빔들(60a..60n)은 MIMO 기능에 대한 다른 접근법을 제공한다. 순방향 링크에서 도플러/지연 보상된 신호들은 모두 동일한 지향성 안테나(104)를 통해 위성(50)으로 전송된다. 도플러들은 (도 1에서와 달리, 위성 천체력이 모든 안테나 신호들에 동일하다 할지라도) 위성 링크에 대해 지상국에서 사용된 상이한 송신 주파수들에 기초하여 상이하다. 위성 천체력이 모든 신호들에 대해 동일하다 할지라도, 업링크되는 주파수들은 상이하다; 따라서, 도플러 보상기는 각 신호에 대해 제공된다. 지연은 동일하다(도 1과 다름).

[0019] 역방향 링크에서, 위성(50)으로부터의 집계된 신호들은 지향성 안테나(104)에서 수신되고, 각각의 도플러/지연 보상기들에 대해 (상이한 분극 또는 위상 중심들의 상이한 빔들에 대한 다운링크 주파수에 의해) 분리된다.

[0020] 위성 시스템은 다이버시티와 공간 다중화(SM)의 두 가지 MIMO 모드들에서 동작할 수 있다. 다이버시티 모드는 오로지 단일 안테나만을 갖는 UE 단말들에 특히 적합하다, 즉 링크 연결이 처리량보다 더 중요하다. 다이버시티 모드에서, 도 2에 도시된 다수의 기지국 안테나들 및/또는 도 3(104)에 표시된 단일 기지국 안테나는, 순방향 링크에서 동일한 정보를 위성들(50)로 전송하고, UE(200)는 위성들/빔들로부터 수신된 가장 강한/최상의 신호를 사용하거나 최대 비율 결합(MRC)을 사용하여 수신 신호 품질을 개선한다. 리턴 링크에서, 다수의 UE 안테나들(204)은 동일한 정보를 위성들(50)에 전송하고, eNodeB(102)는 기지국 안테나들(104)로부터 수신된 가장 강한/최상의 신호를 사용하거나 최대 비율 결합(MRC)을 사용하여 수신 신호 품질을 개선한다. 여기에서 링크 신뢰성

과 링크 가용성이 향상된다.

[0021] SM 모드는 도 2 및/또는 도 3에 도시된 바와 같이 다수의 안테나들을 갖는 UE 단말들이 처리량을 향상시키는데 특히 적합하다. 순방향 링크 SM 모드에서, 상이한 데이터 스트림들은 UE 또는 UE들이 동일한 주파수 대역에서 위성 네트워크에 연결된 동일한 셀로 다운링크된다. UE 단말(202)은 이후 수신된 신호들(52 및/또는 60)에 대해 공간 다중화를 수행하여, 데이터 스트림들을 함께 집계한다. 리턴 링크 SM 모드에서, 상이한 데이터 스트림들은 동일한 주파수 대역에서 UE의 다수의 안테나(204)를 통해 상이한 빔들(60)을 사용하여 상이한 위성들(50) 및/또는 동일한 위성으로 업링크된다. eNodeB(102)는 이후 상이한 기지국 안테나들/빔들(104)로부터 수신된 신호들에 대해 공간 다중화를 수행하여, 데이터 스트림들을 함께 집계한다. SM 모드에서, 대역폭 요구사항들을 늘리지 않고도 최대 약 n배 용량으로 처리량이 향상된다.

[0022] 도 2 또는 도 3의 성상도 구성을 선택할 때의 다른 고려사항은 MIMO 시스템이 견딜 수 있는 최대 차동 지연이다. 예를 들어, 48km 빔 직경에 대한 최악의 차동 지연(즉, 도 4에 도시된 140° 분리 MIMO 위성 구성에 대해)은 2개의 LTE 심볼들보다 큰 최대 140㎲일 수 있고, 이는 2개의 위성 경로들에서 오는 MIMO 신호들에 대해 문제가 될 수 있다. 결과적으로, MIMO 시스템은 (도 2의 위성 성상도 구성을 활용하기 위해) 안테나들 간의 실질적인 차동 지연들에 적응하거나, (도 3에서와 같이) "뭉쳐진" 위성 구성 성상도를 사용하도록 적응될 필요가 있다.

[0023] 도 2의 경우, 서빙 eNodeB(102)는 위성들 중 하나(예: 50a)의 다운링크(DL) 도달 시간을 다른 위성들(예: 50b, 50c 및 50d)에 대한 기준으로 결정할 수 있고(4×4 MIMO에 대해), 특정 MIMO UE에 대한 물리적 자원 블록들(PRB)의 송신 시간(Tx)을 적절하게 조정할 수 있어서, 4개의 위성들로부터의 모든 4개의 MIMO 신호들은 UE에 대해 시간 정렬될 수 있다. 다운링크 도달 시간들은 셀의 중심에 있는 모든 위성들에 대해 동일하지만, 셀 내의 다른 위치들(일반적인 경우)에 대해서는 상이하다. eNodeB는, 모든 위성들로부터의 MIMO 신호들이 MIMO 동작을 위해 동시에 사용자 장비 단말에 도착하도록, MIMO 동작에서 각 사용자 장비 단말에 할당된 PRB들에 대해 각 위성에 타이밍 어드밴스들을 적용한다. eNodeB 처리 디바이스는 또한 상이한 RF 포트들에 대한 MIMO 동작에서 특정 UE들에 대한 DL 타이밍 어드밴스들을 통해 eNodeB PRB들을 스케줄링하고, 타이밍 조정시 충돌을 방지한다. 예를 들어, LTE용 MIMO에서, 송신(Tx) 신호 요구사항들은 eNodeB들에서 조정되어, 필요한 타이밍 범위(예: 60ns) 내에서 UE 안테나들에 도달하게 된다. 그러나 각 UE는 (동일한 셀에서) 다른 UE와 상이한 물리적 자원 블록들(PRB들)을 사용한다. 따라서 사용되는 PRB들은 UE 위치에 따라 시간 조정되어, MIMO 처리가 UE에서 적용될 수 있다.

[0024] 도 5a 및 도 5b는 2개의 위성들의 MIMO 동작이 UE들에 관한 DL 신호 도달 시간 정렬을 처리하는 eNodeB를 필요로 함을 도시한다. 2×2 MIMO의 경우: 2개의 위성들이 중첩하는 셀에서 UE는, 셀에 서비스를 제공하는 2개의 위성들의 빔들을 통해 2개의 RF 포트들을 갖는 eNodeB가 2개의 RF 경로들에 대해 2개의 타이밍 어드밴스(TA)들을 만들어낼 기회를 제공하는, UL 활동을 갖는다. 2×2 MIMO 동작에서, 델타 TA를 찾을 수 있고, 도 5는 셀 중심에 대한 TA 대역들을 도시하고, 상부의 TA 대역 번호들은 좌측의 위성을 언급하고, 하부의 번호들은 우측 위성을 언급한다. TA 대역들은 TA 값들을 언급하며, 설명을 위해 TA 대역 레이블들이 사용된다. eNodeB는 관련 RF 포트의 PRB들(관심 대상의 UE에 할당)에 델타 TA의 절반을 배치하여, 두 위성들의 모든 심볼들이 동시에 UE에 도착하도록 한다. 마찬가지로 4×4 MIMO에도 동일하게 적용된다.

[0025] 다른 예시적인 실시예에서, 지향성 안테나들(게이트웨이 안테나들)(104)과 위성들(50) 사이의 통신은 Ka-대역, Q-대역/V-대역 및/또는 광학적일 수 있고, 위성들(50)과 UE 단말 안테나들(204)사이의 통신은 임의의 3GPP 및 5G 대역 또는 대역들일 수 있다. 게이트웨이에서, 셀룰러 트래픽은 디지털화되어 커스텀 eNodeB(102)로/로부터 전송된다. 본 발명은 로컬 셀 타워에 연결하는 것처럼 위성 빔들에 연결하는 UE 단말들(202)에 대한 어떠한 수정도 요구하지 않는다. eNodeB(102)는 수정되지 않은 지상-기반 디바이스들에 표준 호환 인터페이스를 제공하여, MIMO 동작을 포함하여 표준 UE 기대치들을 충족하기 위해 비-표준 추가 기능을 조정하면서 로컬 타워에 연결하는 것처럼 디바이스들이 연결되도록 허용하고; 과도한 지연들 및 도플러 시프트와 같은 위성 통신 시스템의 영향을 보상한다.

[0026] 언급된 바와 같이, (UE로부터) 관점에서 위성들의 수는 n보다 작을 수 있다. UE의 관점에서 3개의 위성들의 경우, 및 UE가 4개의 안테나들을 갖는다고 가정하면, 2×2 MIMO 또는 4×4MIMO를 처리할 수 있는 시스템에 대해, 시스템은 위성들 중 하나로부터 동일한 UE(셀)를 커버하는 2개의 빔들을 생성할 것이므로, 시스템은 UE로부터 4개의 안테나들과 위성들로부터 4개의 빔들(2개의 위성들로부터 각각 1개의 빔, 제 3 위성으로부터 2개의 빔들)을 볼 수 있다. eNodeB와 UE는 채널 상태 표시(CSI) 행렬을 추정할 것이다. 이 매트릭스의 순위가 4이면, 시스

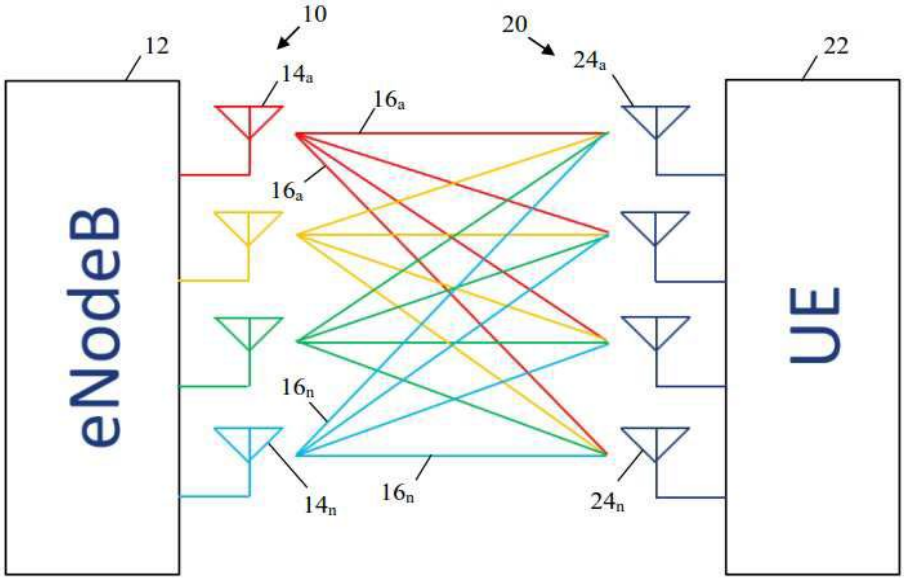
템은 4×4 MIMO의 이점을 얻을 수 있을 것이고, 순위가 낮으면 이점들은 그에 따라 감소된다. UE가 2개의 위성들 또는 하나만을 볼 수 있을 때, 유사한 상황이 발생한다.

[0027] 본 발명의 시스템 및 방법은 전자 정보 소스로부터 데이터에 액세스하는 컴퓨터 소프트웨어에 의해 표준 UE를 사용하여 구현될 수 있다. 본 발명에 따른 소프트웨어 및 정보는 위성 또는 eNodeB와 같은 단일 처리 디바이스 내에 있을 수 있거나, 다른 컴퓨터들 또는 기타 전자 디바이스들의 그룹에 네트워크로 연결된 중앙 처리 상태에 있을 수 있다. 소프트웨어 및 정보는 메모리 또는 데이터 저장 디바이스와 같은 매체에 저장될 수 있다. 전체 프로세스는 임의의 수동 상호작용 없이 프로세서에 의해 자동으로 수행된다. 매체는 저장되는 것으로 기술된 콘텐츠를 함께 저장하는 하나 이상의 비-일시적 물리적 매체를 또한 포함한다. 덧붙여, 달리 명시되지 않는 한 프로세스는 임의의 지연이나 수동 조치 없이 실질적으로 실시간으로 발생할 수 있다.

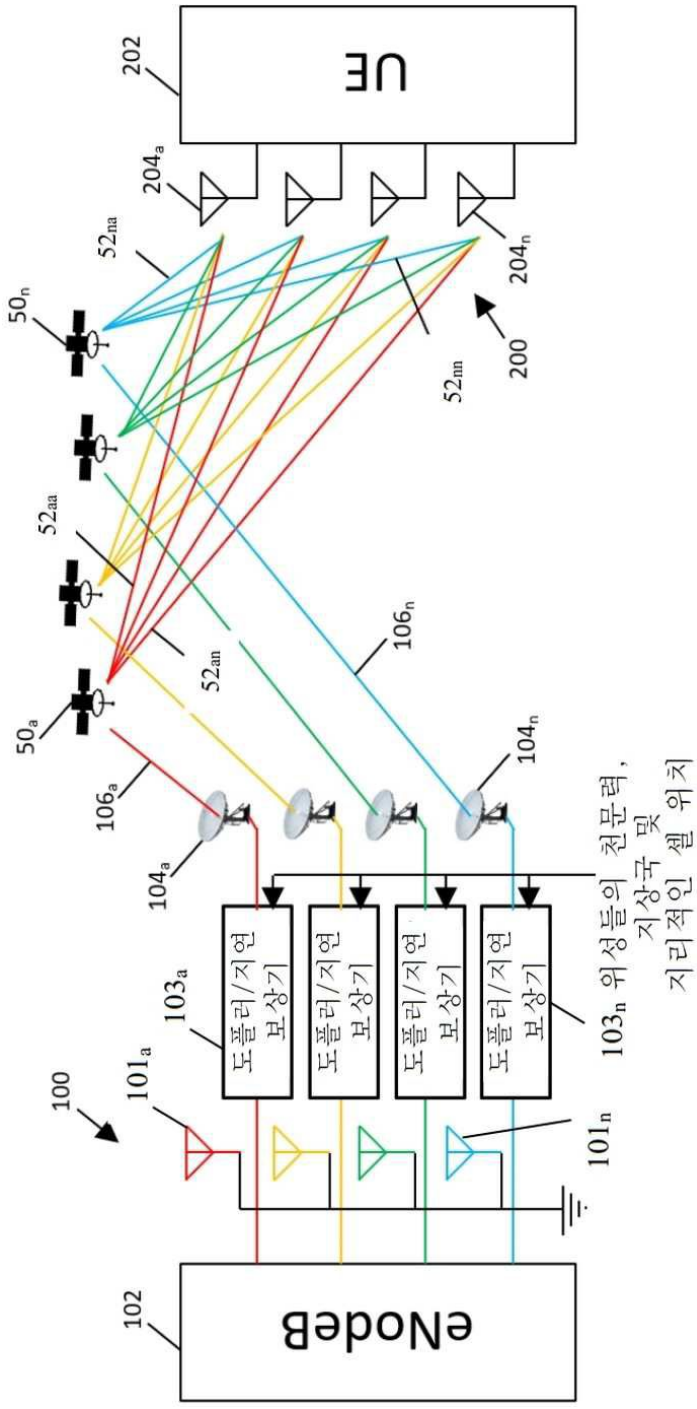
[0028] 전술한 설명 및 도면은 다양한 방식들로 구성될 수 있고, 본 명세서에 설명된 실시예에 의해 제한되는 것으로 의도되지 않는 본 개시사항의 원리들만을 예시하는 것으로 간주되어야 한다. 본 개시사항의 다수의 적용들은 당업자들에게 용이하게 발생할 것이다. 따라서, 본 개시사항을 개시되는 특정 예들 또는 도시되고 설명된 정확한 구성 및 동작으로 제한하는 것은 바람직하지 않다. 오히려, 모든 적절한 수정들 및 등가물들이 본 개시사항의 범위 내에 속하는 것으로 주장될 수 있다.

도면

도면1

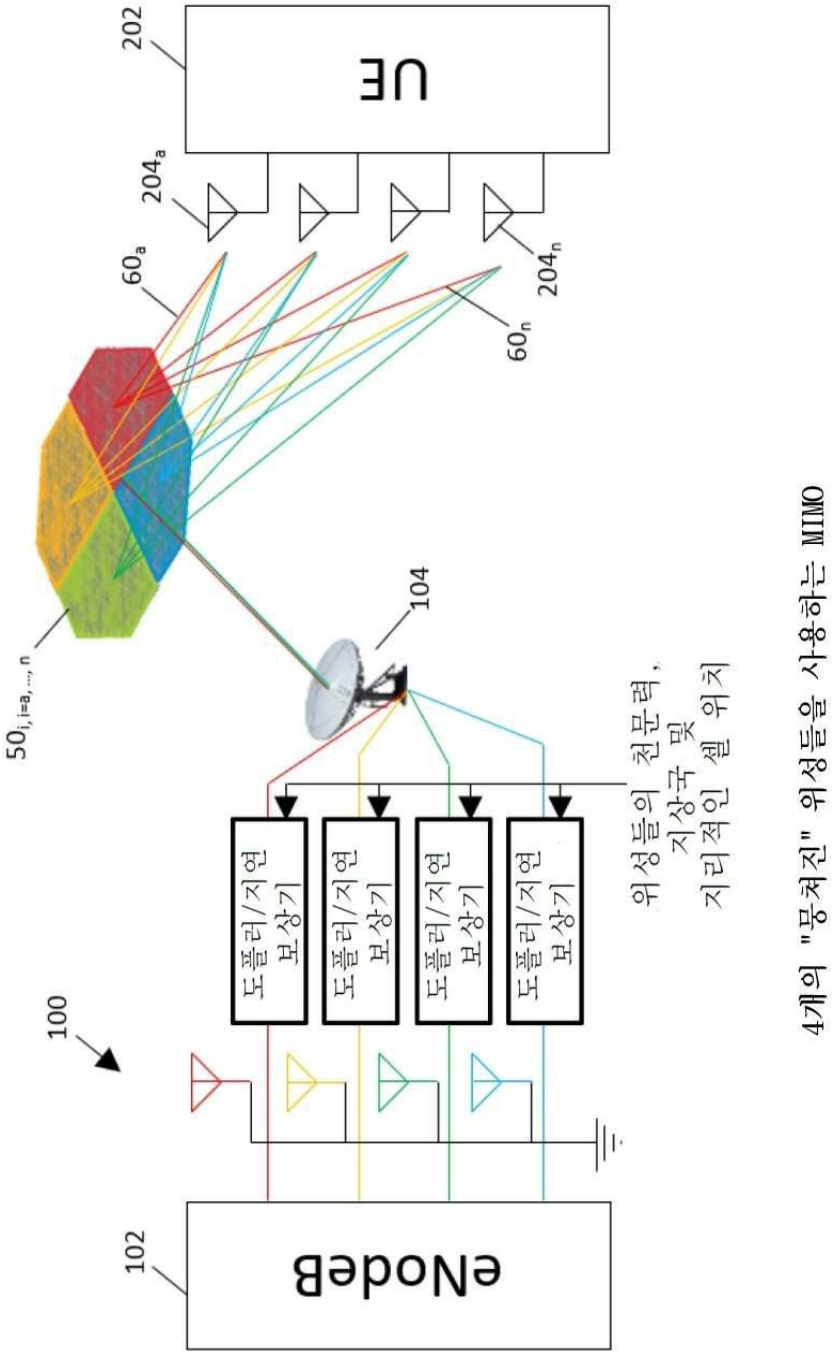


도면2

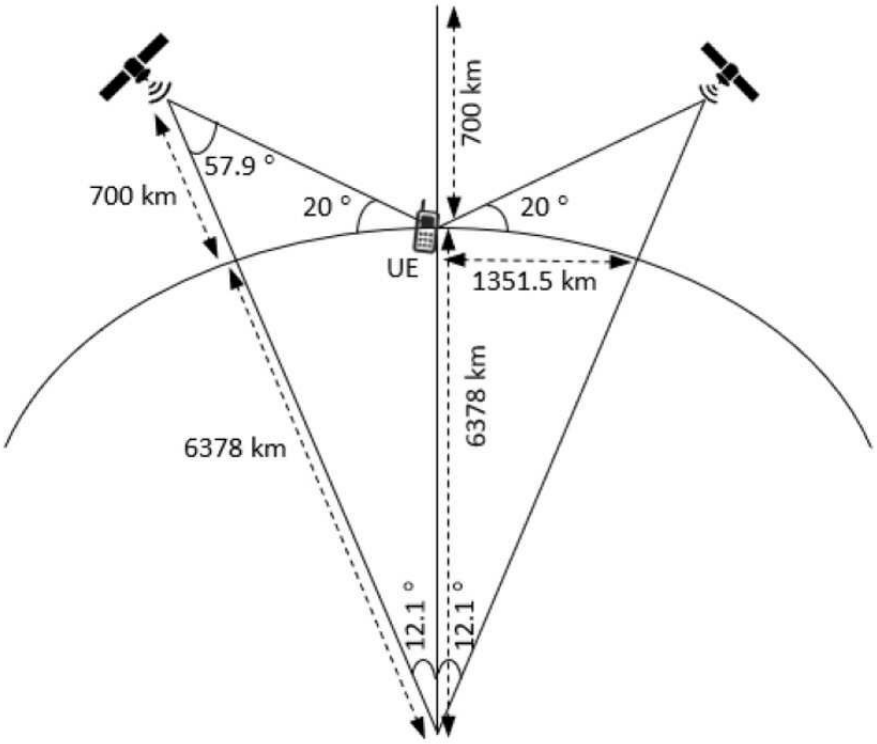


4개의 실질적으로 분리된 위성들을 사용하는 MIMO

도면3

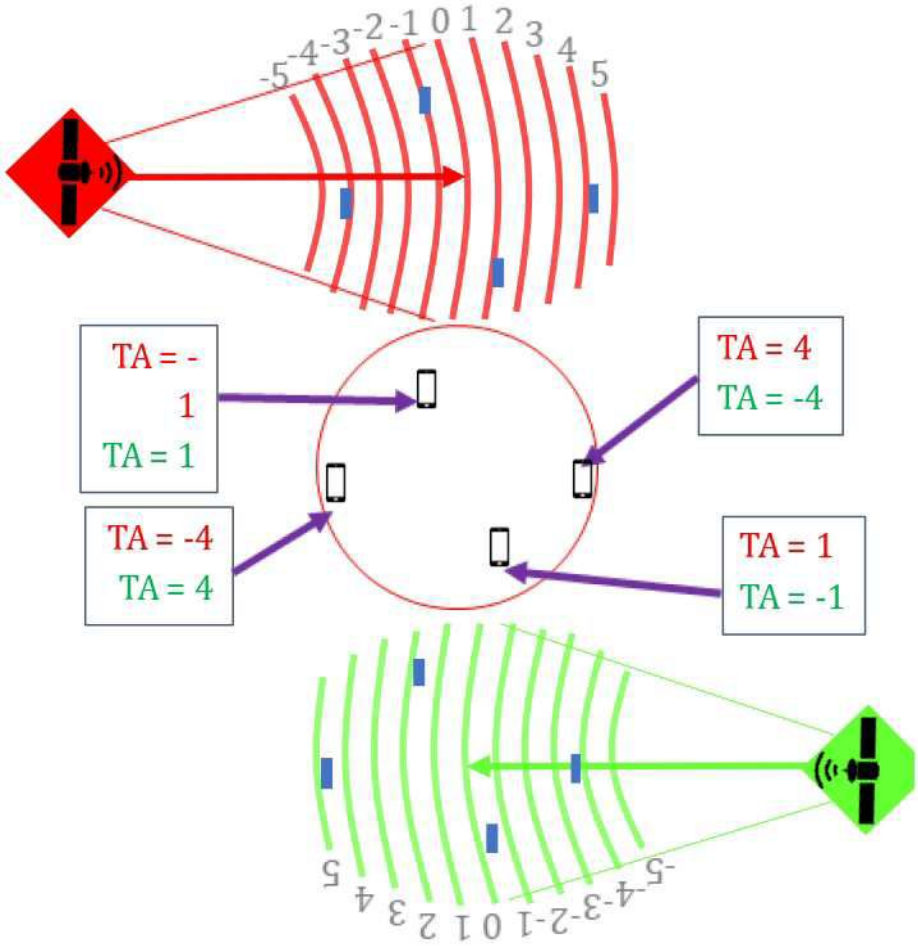

UE
202
204_a
204_n
60_a
60_n
$50_{j, j=a, ..., n}$
104
도플러/지연 보상기
도플러/지연 보상기
도플러/지연 보상기
도플러/지연 보상기
위성들의 천문력,
지상국 및
지리적인 셀 위치
100
eNodeB
102
4개의 "뭉쳐진" 위성들을 사용하는 MIMO

도면4

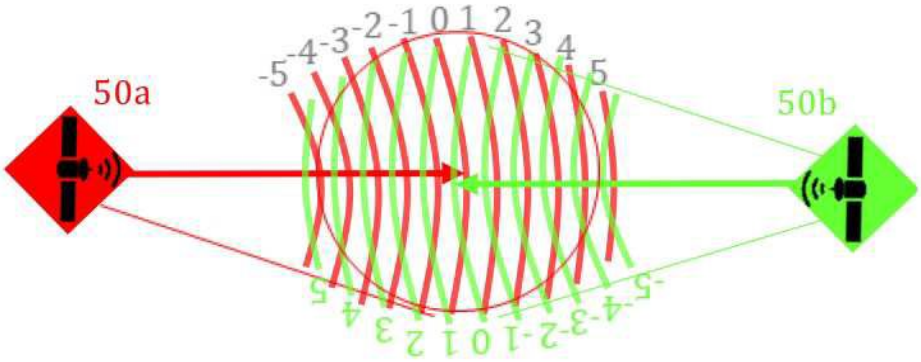


48km 셀의 가장자리에서 UE에 대해 최악의 차동 지연을 산출하는 UE 및 MIMO 위성들의 위치 지정

도면5a


-5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5
TA = -1
TA = 1
TA = 4
TA = -4
TA = -4
TA = 4
TA = 1
TA = -1
5 4 3 2 1 0 -1 -2 -3 -4 -5

도면5b


50a
-5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5
50b
5 4 3 2 1 0 -1 -2 -3 -4 -5