



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월22일

(11) 등록번호 10-2219153

(24) 등록일자 2021년02월17일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/06 (2017.01) **H04B 1/00** (2006.01)
H04L 5/00 (2006.01) **H04W 24/08** (2009.01)
H04W 76/10 (2018.01) **H04W 88/08** (2009.01)
- (52) CPC특허분류
H04B 7/0617 (2013.01)
H04B 1/005 (2013.01)
- (21) 출원번호 **10-2017-7037144(분할)**
- (22) 출원일자(국제) **2015년06월22일**
 심사청구일자 **2020년06월02일**
- (85) 번역문제출일자 **2017년12월22일**
- (65) 공개번호 **10-2018-0000751**
- (43) 공개일자 **2018년01월03일**
- (62) 원출원 특허 **10-2017-7000861**
 원출원일자(국제) **2015년06월22일**
 심사청구일자 **2017년01월11일**
- (86) 국제출원번호 **PCT/US2015/037002**
- (87) 국제공개번호 **WO 2016/010683**
 국제공개일자 **2016년01월21일**
- (30) 우선권주장
 14/333,449 2014년07월16일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 US20140148107 A1
 WO2001020942 A1
 WO2011011762 A1

- (73) 특허권자
퀄컴 인코포레이티드
 미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
- (72) 발명자
라가반 바산탄
 미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775 퀄컴 인코포레이티드 씨/오
- 수브라마니안 순다르**
 미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775 퀄컴 인코포레이티드 씨/오
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 구영희

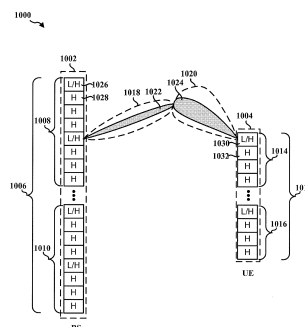
(54) 발명의 명칭 **MM-WAVE 액세스 시스템들에서의 빔형성, 타이밍 및 주파수 오프셋을 위한 저주파수 지원 방법**

(57) 요약

사용자 장비 (UE) 를 동작시키기 위한 방법, 장치, 및 컴퓨터 프로그램 제품이 제공된다. 장치는 제 1 네트워크에서 기지국 (BS) 과 통신하기 위한 제 1 세트의 빔형성 방향들을 결정하고, 결정된 제 1 세트의 빔형성 방향들에 기초하여 밀리미터 파 기지국 (mmW-BS) 과의 통신을 위해 제 2 세트의 빔형성 방향들에서 빔을 모니터링

(뒷면에 계속)

대표도 - 도10



하고, 그리고 제 2 세트의 빔형성 방향들에서의 빔형성 방향에 기초하여 mmW-BS와의 통신 링크를 확립하며, 제 2 세트의 빔형성 방향들은 제 1 세트의 빔형성 방향들을 포함하고, mmW-BS는 제 1 네트워크보다 높은 캐리어 주파수를 갖는 제 2 네트워크에 있다.

(52) CPC특허분류

H04L 5/0023 (2013.01)

H04L 5/006 (2013.01)

H04W 24/08 (2013.01)

H04W 76/10 (2018.02)

H04W 88/08 (2013.01)

(72) 발명자

삼파스 애시원

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775 쉼컴 인코포레이티드 씨/오

리 준이

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775 쉼컴 인코포레이티드 씨/오

명세서

청구범위

청구항 1

무선 통신 방법으로서,

제 1 네트워크에서 기지국 (BS) 과 통신하기 위한 제 1 세트의 빔형성 방향들을 결정하는 단계;

결정된 상기 제 1 세트의 빔형성 방향들에 기초하여 밀리미터 파 기지국 (mmW-BS) 과의 통신을 위해 제 2 세트의 빔형성 방향들에서 빔들을 모니터링하는 단계로서, 상기 제 2 세트의 빔형성 방향들은 상기 제 1 세트의 빔형성 방향들을 포함하고, 상기 mmW-BS는 상기 제 1 네트워크보다 높은 캐리어 주파수를 갖는 제 2 네트워크에 있는, 상기 모니터링하는 단계;

상기 제 2 세트의 빔형성 방향들에서의 빔형성 방향에 기초하여 상기 mmW-BS와의 통신 링크를 상기 제 2 네트워크를 통해 확립하는 단계; 및

확립된 상기 통신 링크의 품질에 기초하여 상기 제 1 네트워크를 통해 통신할 것을 요청하는 정보를 네트워크 제어기로 전송하는 단계를 포함하고,

상기 제 1 세트의 빔형성 방향들은 제 1 세트의 안테나들에 대응하고 상기 제 2 세트의 빔형성 방향들은 제 2 세트의 안테나들에 대응하며, 상기 제 1 세트의 안테나들은 상기 제 2 세트의 안테나들의 서브세트인, 무선 통신 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 통신 링크를 상기 제 2 네트워크를 통해 확립하는 단계 이후 상기 제 1 네트워크와의 통신 링크를 클로징하는 단계; 및

상기 확립된 통신 링크의 품질이 임계값 미만이라고 결정하는 단계를 더 포함하고,

상기 정보를 상기 네트워크 제어기로 전송하는 단계는 상기 확립된 통신 링크의 품질이 임계값 미만이라고 결정하는 단계에 기초하는, 무선 통신 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 네트워크의 캐리어 주파수 오프셋 또는 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나를 결정하는 단계; 및

상기 제 1 네트워크의 캐리어 주파수 오프셋 또는 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나에 기초하여 상기 제 2 네트워크에 대한 제 2 캐리어 주파수 오프셋 또는 제 2 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 더 포함하는, 무선 통신 방법.

청구항 4

무선 통신 장치로서,

제 1 네트워크에서 기지국 (BS) 과 통신하기 위한 제 1 세트의 빔형성 방향들을 결정하는 수단;

결정된 상기 제 1 세트의 빔형성 방향들에 기초하여 밀리미터 파 기지국 (mmW-BS) 과의 통신을 위해 제 2 세트의 빔형성 방향들에서 빔들을 모니터링하는 수단으로서, 상기 제 2 세트의 빔형성 방향들은 상기 제 1 세트의 빔형성 방향들을 포함하고, 상기 mmW-BS는 상기 제 1 네트워크보다 높은 캐리어 주파수를 갖는 제 2 네트워크에 있는, 상기 모니터링하는 수단;

상기 제 2 세트의 빔형성 방향들에서의 빔형성 방향에 기초하여 상기 mmW-BS와의 통신 링크를 확립하는 수단; 및

확립된 상기 통신 링크의 품질에 기초하여 상기 제 1 네트워크를 통해 통신할 것을 요청하는 정보를 네트워크 제어기로 전송하는 수단을 포함하고,

상기 제 1 세트의 빔형성 방향들은 제 1 세트의 안테나들에 대응하고 상기 제 2 세트의 빔형성 방향들은 제 2 세트의 안테나들에 대응하며, 상기 제 1 세트의 안테나들은 상기 제 2 세트의 안테나들의 서브세트인, 무선 통신 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 통신 링크를 상기 제 2 네트워크를 통해 확립한 이후 상기 제 1 네트워크와의 통신 링크를 클로징하는 수단; 및

상기 확립된 통신 링크의 품질이 임계값 미만이라고 결정하는 수단을 더 포함하고,

상기 정보를 상기 네트워크 제어기로 전송하는 수단은 상기 확립된 통신 링크의 품질이 임계값 미만이라고 결정하는 것에 기초하여 상기 정보를 전송하도록 구성되는, 무선 통신 장치.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 네트워크의 캐리어 주파수 오프셋 또는 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나를 결정하는 수단; 및

상기 제 1 네트워크의 캐리어 주파수 오프셋 또는 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나에 기초하여 상기 제 2 네트워크에 대한 제 2 캐리어 주파수 오프셋 또는 제 2 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나를 결정하는 수단을 더 포함하는, 무선 통신 장치.

청구항 7

무선 통신 장치로서,

메모리; 및

상기 메모리에 커플링된 적어도 하나의 프로세서를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는:

제 1 네트워크에서 기지국 (BS) 과 통신하기 위한 제 1 세트의 빔형성 방향들을 결정하고;

결정된 상기 제 1 세트의 빔형성 방향들에 기초하여 밀리미터 파 기지국 (mmW-BS) 과의 통신을 위해 제 2 세트의 빔형성 방향들에서 빔들을 모니터링하는 것으로서, 상기 제 2 세트의 빔형성 방향들은 상기 제 1 세트의 빔형성 방향들을 포함하고, 상기 mmW-BS는 상기 제 1 네트워크보다 높은 캐리어 주파수를 갖는 제 2 네트워크에 있는, 상기 모니터링하고;

상기 제 2 세트의 빔형성 방향들에서의 빔형성 방향에 기초하여 상기 mmW-BS와의 통신 링크를 확립하며; 그리고

확립된 상기 통신 링크의 품질에 기초하여 상기 제 1 네트워크를 통해 통신할 것을 요청하는 정보를 네트워크 제어기로 전송하도록 구성되고,

상기 제 1 세트의 빔형성 방향들은 제 1 세트의 안테나들에 대응하고 상기 제 2 세트의 빔형성 방향들은 제 2 세트의 안테나들에 대응하며, 상기 제 1 세트의 안테나들은 상기 제 2 세트의 안테나들의 서브세트인, 무선 통신 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는 또한:

상기 통신 링크를 상기 제 2 네트워크를 통해 확립한 이후 상기 제 1 네트워크와의 통신 링크를 클로징하며; 그리고

상기 확립된 통신 링크의 품질이 임계값 미만이라고 결정하도록 구성되고,

상기 정보는, 상기 확립된 통신 링크의 품질이 임계값 미만이라고 결정하는 것에 기초하여 상기 네트워크 제어기로 전송되는, 무선 통신 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는 또한:

상기 제 1 네트워크의 캐리어 주파수 오프셋 또는 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나를 결정하고; 그리고

상기 제 1 네트워크의 캐리어 주파수 오프셋 또는 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나에 기초하여 상기 제 2 네트워크에 대한 제 2 캐리어 주파수 오프셋 또는 제 2 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나를 결정하도록 구성되는, 무선 통신 장치.

청구항 10

무선 통신을 위한 컴퓨터 실행가능한 코드를 저장하는 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체로서,

제 1 네트워크에서 기지국 (BS) 과 통신하기 위한 제 1 세트의 빔형성 방향들을 결정하고;

결정된 상기 제 1 세트의 빔형성 방향들에 기초하여 밀리미터 파 기지국 (mmW-BS) 과의 통신을 위해 제 2 세트의 빔형성 방향들에서 빔들을 모니터링하는 것으로서, 상기 제 2 세트의 빔형성 방향들은 상기 제 1 세트의 빔형성 방향들을 포함하고, 상기 mmW-BS는 상기 제 1 네트워크보다 높은 캐리어 주파수를 갖는 제 2 네트워크에 있는, 상기 모니터링하고;

상기 제 2 세트의 빔형성 방향들에서의 빔형성 방향에 기초하여 상기 mmW-BS와의 통신 링크를 확립하며; 그리고

확립된 상기 통신 링크의 품질에 기초하여 상기 제 1 네트워크를 통해 통신할 것을 요청하는 정보를 네트워크 제어기로 전송하는 코드를 포함하고,

상기 제 1 세트의 빔형성 방향들은 제 1 세트의 안테나들에 대응하고 상기 제 2 세트의 빔형성 방향들은 제 2 세트의 안테나들에 대응하며, 상기 제 1 세트의 안테나들은 상기 제 2 세트의 안테나들의 서브세트인, 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 통신 링크를 상기 제 2 네트워크를 통해 확립한 이후 상기 제 1 네트워크와의 통신 링크를 클로징하며; 그리고

상기 확립된 통신 링크의 품질이 임계값 미만이라고 결정하는 코드를 더 포함하고,

상기 정보는, 상기 확립된 통신 링크의 품질이 임계값 미만이라고 결정하는 것에 기초하여 상기 네트워크 제어기로 전송되는, 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 네트워크의 캐리어 주파수 오프셋 또는 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나를 결정하며; 그리고

상기 제 1 네트워크의 캐리어 주파수 오프셋 또는 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나에 기초하여 상기 제 2 네트워크에 대한 제 2 캐리어 주파수 오프셋 또는 제 2 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나를 결정하는 코드를 더 포함하는, 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2014 년 7 월 16 일에 출원되고 발명의 명칭이 "LOW-FREQUENCY ASSISTED METHODS FOR BEAMFORMING, TIMING AND FREQUENCY OFFSET IN MM-WAVE ACCESS SYSTEMS"인 미국 특허출원 제 14/333,449 호의 혜택을 주장하며, 그 전체 내용이 참조로써 본원에 명확히 통합된다.

[0003] 분야

[0004] 본 개시물은 일반적으로 무선 통신에 관한 것으로서, 더 상세하게는, 밀리미터 파 (mmW) 액세스 시스템들에서의 빔형성, 및 타이밍 및 주파수 오프셋을 위한 저주파수 지원 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 무선 통신 시스템들은 각종 전기 통신 서비스들, 예컨대 전화, 비디오, 데이터, 메시징, 및 브로드캐스트들을 제공하기 위해 광범위하게 배치되어 있다. 통상적인 무선 통신 시스템들은 이용가능한 시스템 자원들 (예를 들어, 대역폭, 송신 전력) 을 공유함으로써, 다수의 사용자들과의 통신을 지원할 수 있는 다중-액세스 기술들을 채용할 수도 있다. 이러한 다중-액세스 기술들의 예들은, 코드 분할 다중 액세스 (CDMA) 시스템들, 시간 분할 다중 액세스 (TDMA) 시스템들, 주파수 분할 다중 액세스 (FDMA) 시스템들, 직교 주파수 분할 다중 액세스 (OFDMA) 시스템들, 단일-캐리어 주파수 분할 다중 액세스 (SC-FDMA) 시스템들, 및 시간 분할 동기 코드 분할 다중 액세스 (TD-SCDMA) 시스템들을 포함한다.

[0006] 이들 다중 액세스 기술들은, 상이한 무선 디바이스들이 도시 레벨, 국가 레벨, 지역 레벨, 및 심지어 글로벌 레벨 상에서 통신하는 것을 가능하게 하는 공통 프로토콜을 제공하기 위해 각종 전기통신 표준들에서 채택되어 왔다.

떠오르는 전기통신 표준의 예는 롱 텀 에볼루션 (Long Term Evolution; LTE) 이다. LTE는 제 3 세대 파트너십 프로젝트 (Third Generation Partnership Project; 3GPP) 에 의해 공표된 범용 모바일 전기통신 시스템 (Universal Mobile Telecommunications System; UMTS) 모바일 표준에 대한 개선 (enhancement) 들의 세트이다.

LTE는, 스펙트럼 효율을 향상시킴으로써, 비용을 낮춤으로써, 서비스들을 향상시킴으로써, 새로운 스펙트럼을 이용함으로써, 그리고 다운링크 (DL) 상에서 OFDMA, 업링크 (UL) 상에서 SC-FDMA, 및 다중 입력 다중 출력

(MIMO) 안테나 기술을 이용하여 다른 개방 표준들을 더 잘 통합함으로써, 모바일 광대역 인터넷 액세스를 더 잘 지원하도록 설계되어 있다. 그러나, 모바일 광대역 액세스에 대한 요구가 계속하여 증가되기 때문에, LTE 기술에서의 추가적인 향상들에 대한 필요성이 존재한다. 바람직하게는, 이들 향상들은 다른 다중-액세스 기술들 및 이들 기술들을 채용하는 전기통신 표준들에 적용가능하여야 한다.

발명의 내용

[0007] 본 개시물의 일 양태에서, 방법, 컴퓨터 프로그램 제품, 및 장치가 제공된다. 장치는 제 1 네트워크에서 기지국 (BS) 과 통신하기 위한 제 1 세트의 빔형성 방향들을 결정하고, 결정된 제 1 세트의 빔형성 방향들에 기초하여 mmW-BS와의 통신을 위해 제 2 세트의 빔형성 방향들에서 빔을 모니터링하고, 그리고 제 2 세트의 빔형성 방향들에서의 빔형성 방향에 기초하여 mmW-BS와의 통신 링크를 확립하며, 제 2 세트의 빔형성 방향들은 제 1 세트의 빔형성 방향들을 포함하고, mmW-BS는 제 1 네트워크보다 높은 캐리어 주파수를 갖는 제 2 네트워크에 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 네트워크 아키텍처 (network architecture) 의 예를 나타낸 다이어그램이다.
 도 2는 액세스 네트워크의 예를 나타낸 다이어그램이다.
 도 3은 LTE에서 DL 프레임 구조의 예를 나타낸 다이어그램이다.
 도 4는 LTE에서 UL 프레임 구조의 예를 나타낸 다이어그램이다.
 도 5는 사용자 평면과 제어 평면 (control plane) 을 위한 무선 프로토콜 아키텍처의 예를 나타낸 다이어그램이다.
 도 6은 액세스 네트워크에서의 진화형 (evolved) Node B 및 사용자 장비의 예를 나타낸 다이어그램이다.
 도 7은 디바이스-투-디바이스 통신 시스템의 다이어그램이다.
 도 8은 저주파수 무선 통신 시스템에서의 빔형성의 일례를 나타낸 다이어그램이다.
 도 9는 mmW 무선 통신 시스템에서의 빔형성의 일례를 나타낸 다이어그램이다.
 도 10은 무선 통신 시스템의 일례를 나타낸 다이어그램이다.
 도 11은 무선 통신의 방법의 흐름도이다.
 도 12는 예시적인 장치에서 상이한 모듈들/수단들/컴포넌트들 사이에서의 데이터 흐름을 나타낸 데이터 흐름도이다.
 도 13은 프로세싱 시스템을 채용하는 장치에 대한 하드웨어 구현의 일례를 나타낸 다이어그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 첨부된 도면들과 관련하여 이하에서 기재된 상세한 설명은 각종 구성들의 설명으로서 의도된 것이고, 본원에서 기술된 개념들이 실시될 수도 있는 유일한 구성들만을 나타내도록 의도된 것은 아니다. 상세한 설명은 발명의 각종 개념들의 철저한 이해를 제공하기 위한 구체적인 세부사항들을 포함한다. 그러나, 이들 개념들이 이들 구체적인 세부사항들 없이 실시될 수도 있다는 것은 본 기술분야의 기술자들에게 명백할 것이다. 몇몇 예시에서, 잘 알려진 구조들 및 컴포넌트들이 그러한 개념들을 불명료하게 하는 것을 회피하도록 블록도 형태로 나타난다.

[0010] 전기통신 시스템들의 몇몇 양태들이 각종 장치들 및 방법들을 참조하여 이제 제시될 것이다. 이들 장치 및 방법들은 이하의 상세한 설명에서 기술될 것이고 (엘리먼트로서 총칭되는) 각종 블록들, 모듈들, 컴포넌트들, 회로들, 단계들, 프로세스들, 알고리즘들 등에 의해 첨부된 도면들에서 도시될 것이다. 이들 엘리먼트들은 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 이들의 임의의 조합을 이용하여 구현될 수도 있다. 그러한 엘리먼트들이 하드웨어 또는 소프트웨어로서 구현되는지 여부는 특정 애플리케이션과, 전체 시스템에 부과된 설계 제약들에 의존한다.

[0011] 예로서, 엘리먼트, 또는 엘리먼트의 임의의 부분, 또는 엘리먼트들의 임의의 조합은 하나 이상의 프로세서들을

포함하는 "프로세싱 시스템"으로 구현될 수도 있다. 프로세서들의 예들은, 마이크로프로세서들, 마이크로제어기들, 디지털 신호 프로세서들 (DSP들), 필드 프로그래밍가능한 게이트 어레이 (Field Programmable Gate Array; FPGA), 프로그램가능한 로직 디바이스들 (PLD들), 상태 머신들 (state machines), 게이트 로직 (gated logic), 개별 하드웨어 회로들, 및 이 개시물 전반에 있어 기술된 각종 기능을 수행하도록 구성된 다른 적합한 하드웨어를 포함한다. 프로세싱 시스템에서의 하나 이상의 프로세서들은 소프트웨어를 실행할 수도 있다.

소프트웨어는, 소프트웨어, 펌웨어, 미들웨어, 마이크로코드, 하드웨어 기술 언어, 또는 다른 것으로서 지칭되는지 여부와 관계없이, 명령들, 명령들의 세트들, 코드, 코드 세그먼트들, 프로그램 코드, 프로그램들, 서브 프로그램들, 소프트웨어 모듈들, 애플리케이션들, 소프트웨어 애플리케이션들, 소프트웨어 패키지들, 루틴 (routine) 들, 서브루틴들, 오브젝트들, 실행가능한 것 (executable) 들, 실행 스레드들, 프로시저들, 기능들 등을 의미하는 하는 것으로 광범위하게 해석되어야 한다.

[0012] 이에 따라, 하나 이상의 예시적인 실시형태들에서, 기술된 기능들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 그것들의 임의의 조합으로 구현될 수도 있다. 소프트웨어로 구현될 경우, 기능들은 하나 이상의 명령들 또는 코드로서, 인코딩되거나, 컴퓨터-판독가능한 매체 상에 저장될 수도 있다. 컴퓨터-판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체를 포함한다. 저장 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용가능한 매체일 수도 있다.

비제한적인 예로서, 그러한 컴퓨터-판독가능 매체는 랜덤-액세스 메모리 (RAM), 판독-전용 메모리 (ROM), 전기적으로 소거가능한 프로그래밍가능 ROM (electrically erasable programmable ROM; EEPROM), 콤팩트 디스크 ROM (CD-ROM) 또는 다른 광 디스크 스토리지, 자기 디스크 스토리지 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있고 소망의 프로그램 코드를 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 저장 또는 운반하는데 사용될 수도 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 상기의 것들의 조합들은 컴퓨터-판독가능 매체의 범위 내에 또한 포함되어야 한다.

[0013] 도 1은 LTE 네트워크 아키텍처 (100) 를 도시하는 다이어그램이다. LTE 네트워크 아키텍처 (100) 는 진화형 패킷 시스템 (Evolved Packet System; EPS) (100) 으로서 지칭될 수도 있다. EPS (100) 는, 하나 이상의 사용자 장비 (UE) (102), 진화형 UMTS 지상 무선 액세스 네트워크 (Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network; E-UTRAN) (104), 진화형 패킷 코어 (Evolved Packet Core; EPC) (110), 및 운영자의 인터넷 프로토콜 (IP) 서비스들 (122) 을 포함할 수도 있다. EPS는 다른 액세스 네트워크들과 상호접속할 수 있으나 편의상 이들 엔티티들/인터페이스들은 나타내지 않는다. 나타낸 바와 같이, EPS는 패킷-스위칭형 (packet-switched) 서비스들을 제공하지만, 본 기술분야에서의 기술자들이 쉽게 이해할 수 있듯이, 이 개시물 전반에 있어 제시된 여러 개념들은 회로-스위칭형 (circuit-switched) 서비스들을 제공하는 네트워크들로 확장될 수도 있다.

[0014] E-UTRAN은 진화형 노드 B (evolved Node B; eNB) (106) 및 다른 eNB들 (108) 을 포함하며, 멀티캐스트 조정 엔티티 (Multicast Coordination Entity; MCE) (128) 를 포함할 수도 있다. eNB (106) 는 UE (102) 를 향해 사용자 평면 및 제어 평면 프로토콜 종단 (protocol termination) 들을 제공한다. eNB (106) 는 백홀 (backhaul) (예컨대, X2 인터페이스) 을 통해 다른 eNB 들 (108) 에 접속될 수도 있다. MCE (128) 는 진화형 멀티미디어 브로드캐스트 멀티캐스트 서비스 (Multimedia Broadcast Multicast Service; MBMS) (eMBMS) 를 위한 시간/주파수 무선 자원 (radio resource) 들을 할당하고, eMBMS 를 위한 무선 구성 (예컨대, 변조 및 코딩 방식 (modulation and coding scheme; MCS)) 을 결정한다. MCE (128) 는 별개의 엔티티일 수도 있거나, eNB (106) 의 일부일 수도 있다. eNB (106) 는 또한, 기지국, 노드 B, 액세스 포인트, 기지국 트랜시버 (base transceiver station), 무선 기지국, 무선 트랜시버, 트랜시버 기능, 기본 서비스 세트 (basic service set; BSS), 확장 서비스 세트 (extended service set; ESS), 또는 몇몇의 다른 적당한 용어로서 지칭될 수도 있다. eNB (106) 는 UE (102) 를 위해 EPC (110) 에 대한 액세스 포인트를 제공한다. UE들 (102) 의 예들은 셀룰러 전화, 스마트 폰, 세션 개시 프로토콜 (session initiation protocol; SIP) 전화, 랩톱, 개인 정보 단말 (personal digital assistant; PDA), 위성 라디오 (satellite radio), 글로벌 포지셔닝 시스템 (global positioning system), 멀티미디어 디바이스, 비디오 디바이스, 디지털 오디오 플레이어 (예컨대, MP3 플레이어), 카메라, 게임 콘솔, 태블릿, 또는 임의의 다른 유사한 기능 디바이스를 포함한다. UE (102) 는 또한, 본 기술분야의 당업자들에 의해, 이동국 (mobile station), 가입자국 (subscriber station), 모바일 유닛, 가입자 유닛, 무선 유닛, 원격 유닛, 모바일 디바이스, 무선 디바이스, 무선 통신 디바이스, 원격 디바이스, 모바일 가입자국, 액세스 단말, 모바일 단말, 무선 단말, 원격 단말, 핸드셋 (handset), 사용자 에이전트 (user agent), 모바일 클라이언트 (mobile client), 클라이언트, 또는 몇몇 다른 적당한 용어로서 지칭될 수도 있다.

- [0015] eNB (106) 는 EPC (110) 에 접속된다. EPC (110) 는 이동성 관리 엔티티 (Mobility Management Entity; MME) (112), 홈 가입자 서버 (Home Subscriber Server; HSS) (120), 다른 MME들 (114), 서빙 게이트웨이 (116), 멀티미디어 브로드캐스트 멀티캐스트 서비스 (MBMS) 게이트웨이 (124), 브로드캐스트 멀티캐스트 서비스 센터 (Broadcast Multicast Service Center; BM-SC) (126), 및 패킷 데이터 네트워크 (Packet Data Network; PDN) 게이트웨이 (118) 를 포함할 수도 있다. MME (112) 는 UE (102) 와 EPC (110) 사이의 시그널링을 프로세싱하는 제어 노드이다. 일반적으로, MME (112) 는 베어러 (bearer) 및 접속 관리를 제공한다. 모든 사용자 IP 패킷들은, 그 자체가 PDN 게이트웨이 (118) 에 접속되는 서빙 게이트웨이 (116) 를 통해 전송된다. PDN 게이트웨이 (118) 는 UE IP 어드레스 할당뿐만 아니라 다른 기능들도 제공한다. PDN 게이트웨이 (118) 및 BM-SC (126) 는 IP 서비스들 (122) 에 접속된다. IP 서비스들 (122) 은 인터넷, 인트라넷, IP 멀티미디어 서브시스템 (IP Multimedia Subsystem; IMS), PS 스트리밍 서비스 (PS Streaming Service; PSS), 및/또는 다른 IP 서비스들을 포함할 수도 있다. BM-SC (126) 는 MBMS 사용자 서비스 프로비저닝 (provisioning) 및 전달을 위한 기능들을 제공할 수도 있다. BM-SC (126) 는 콘텐츠 제공자 MBMS 송신을 위한 엔트리 포인트 (entry point) 로서 역할할 수도 있고, PLMN 내에서 MBMS 베어러 서비스들을 인가하고 개시하기 위하여 이용될 수도 있고, MBMS 송신들을 스케줄링하고 전달하기 위하여 이용될 수도 있다. MBMS 게이트웨이 (124) 는 MBMS 트래픽을, 특정한 서비스를 브로드캐스팅하는 멀티캐스트 브로드캐스트 단일 주파수 네트워크 (Multicast Broadcast Single Frequency Network; MBSFN) 구역에 속하는 eNB들 (예컨대, 106, 108) 에 분배하기 위하여 이용될 수도 있고, 세션 관리 (시작/정지) 와, eMBMS 관련 과금 정보를 수집하는 것을 담당할 수도 있다.
- [0016] 일 양태에서, UE (102) 는 LTE 네트워크 및 mmW 시스템을 통해 신호들을 통신하는 것이 가능하다. 이에 따라, UE (102) 는 LTE 링크를 통해 eNB (106) 및/또는 다른 eNB들 (108) 과 통신할 수도 있다. 부가하여, UE (102) 는 접속 포인트 (CP), (mmW 시스템 통신이 가능한) 기지국 (BS) (130), 또는 mmW 링크를 통해 밀리미터 파 기지국 (mmW-BS) (130) 과 통신할 수도 있다.
- [0017] 추가 양태에서, 다른 eNB들 (108) 중 적어도 하나는 LTE 네트워크 및 mmW 시스템을 통해 신호들을 통신하는 것이 가능할 수도 있다. 이로써, eNB (108) 는 LTE + mmW eNB로 지칭될 수도 있다. 또 다른 양태에서, CP/BS/mmW-BS (130) 는 LTE 네트워크 및 mmW 시스템을 통해 신호들을 통신하는 것이 가능할 수도 있다. 이로써, CP/BS/mmW-BS (130) 는 LTE + mmW CP/BS/mmW-BS로 지칭될 수도 있다. UE (102) 는 mmW 링크는 물론 LTE 링크를 통해 다른 eNB (108) 와 통신할 수도 있다.
- [0018] 또 다른 양태에서, 다른 eNB (108) 는 LTE 네트워크 및 mmW 시스템을 통해 신호들을 통신하는 것이 가능할 수도 있는 한편, CP/BS/mmW-BS (130) 는 mmW 시스템만을 통해 신호들을 통신하는 것이 가능하다. 이에 따라, LTE 네트워크를 통해 다른 eNB (108) 를 시그널링할 수 없는 CP/BS/mmW-BS (130) 는, mmW 백홀 링크를 통해 다른 eNB (108) 와 통신할 수도 있다.
- [0019] 도 2 는 LTE 네트워크 아키텍처에서의 액세스 네트워크 (200) 의 예를 도시하는 다이어그램이다. 이 예에서, 액세스 네트워크 (200) 는 다수의 셀룰러 영역들 (셀들) (202) 로 분할된다. 하나 이상의 더 낮은 전력 등급의 eNB들 (208) 은 셀들 (202) 중의 하나 이상과 중첩하는 셀룰러 영역들 (210) 을 가질 수도 있다. 더 낮은 전력 등급의 eNB (208) 는 펌토 셀 (femto cell) (예컨대, 홈 eNB (home eNB; HeNB)), 피코 셀 (pico cell), 마이크로 셀 (micro cell), 또는 원격 무선 헤드 (remote radio head; RRH) 일 수도 있다. 매크로 eNB들 (204) 은 개개의 셀 (202) 에 각각 할당되고, 셀들 (202) 에서의 모든 UE들 (206) 을 위한 EPC (110) 에 대한 액세스 포인트를 제공하도록 구성된다. 액세스 네트워크 (200) 의 이 예에서는 중앙집중식 제어기 (centralized controller) 가 없지만, 중앙집중식 제어기는 대안적인 구성들에서 이용될 수도 있다. eNB들 (204) 은 무선 베어러 제어 (radio bearer control), 수락 제어 (admission control), 이동성 제어, 스케줄링 (scheduling), 보안, 및 서빙 게이트웨이 (116) 에 대한 접속성을 포함하는 모든 무선 관련 기능들을 담당한다. eNB는 하나 또는 다수 (예컨대, 3 개) 의 셀들 (또한, 섹터들로서 지칭됨) 을 지원할 수도 있다. 용어 "셀" 은 특정한 커버리지 구역을 서비스하는 eNB 및/또는 eNB 서브시스템의 최소 커버리지 구역을 지칭할 수 있다. 또한, 용어들 "eNB", "기지국", 및 "셀" 은 본원에서 상호 교환가능하게 이용될 수도 있다.
- [0020] 일 양태에서, UE (206) 는 LTE 네트워크 및 mmW 시스템을 통해 신호들을 통신할 수도 있다. 이에 따라, UE (206) 는 LTE 링크를 통해 eNB (204) 와 통신할 수도 있고 mmW 링크를 통해 (mmW 시스템 통신이 가능한) CP 또는 BS (212) 과 통신할 수도 있다. 추가 양태에서, eNB (204) 및 CP/BS/mmW-BS (212) 는 LTE 네트워크 및 mmW 시스템을 통해 신호들을 통신할 수도 있다. 이로써, UE (206) 는 (eNB (204) 가 mmW 시스템 통신이 가능한 경우) LTE 링크 및 mmW 링크를 통해 eNB (204) 와 통신할 수도 있거나, 또는 (CP/BS/mmW-BS (212) 가 LTE

네트워크 통신이 가능한 경우) mmW 링크 및 LTE 링크를 통해 CP/BS/mmW-BS (212) 와 통신할 수도 있다. 또 다른 양태에서, eNB (204) 는 LTE 네트워크 및 mmW 시스템을 통해 신호들을 통신하는 한편, CP/BS/mmW-BS (212) 는 mmW 시스템만을 통해 신호들을 통신한다. 이에 따라, LTE 네트워크를 통해 eNB (204) 를 시그널링할 수 없는 CP/BS/mmW-BS (212) 는, mmW 백홀 링크를 통해 eNB (204) 와 통신할 수도 있다.

[0021] 액세스 네트워크 (200) 에 의해 채용된 변조 및 다중 액세스 방식은 배치되어 있는 특정한 전기통신 표준에 따라 변동될 수도 있다. LTE 애플리케이션들에서는, 주파수 분할 듀플렉스 (frequency division duplex; FDD) 및 시간 분할 듀플렉스 (time division duplex; TDD) 의 양자를 지원하기 위하여, OFDM 이 DL 상에서 이용되고 SC-FDMA 가 UL 상에서 이용된다. 본 기술분야의 기술자들이 이하의 상세한 설명으로부터 용이하게 인식하는 바와 같이, 본원에서 제시된 여러 개념들은 LTE 애플리케이션들에 대해 양호하게 적합하다. 그러나, 이 개념들은 다른 변조 및 다중 액세스 기법들을 채용하는 다른 전기통신 표준들로 용이하게 확장될 수도 있다. 예로서, 이 개념들은 진화-데이터 최적화 (Evolution-Data Optimized; EV-DO) 또는 울트라 모바일 광대역 (Ultra Mobile Broadband; UMB) 으로 확장될 수도 있다. EV-DO 및 UMB 는 표준들 중 CDMA2000 계열의 일부로서 3 세대 파트너십 프로젝트 2 (3rd Generation Partnership Project 2; 3GPP2) 에 의해 공표된 공중 인터페이스 (air interface) 표준들이고, 광대역 인터넷 액세스를 이동국들에 제공하기 위하여 CDMA 를 채용한다. 이 개념들은 또한, 광대역-CDMA (W-CDMA) 를 채용하는 범용 지상 무선 액세스 (Universal Terrestrial Radio Access; UTRA) 와, CDMA 의 다른 변형들, 예컨대, TD-SCDMA; TDMA 를 채용하는 모바일 통신을 위한 글로벌 시스템 (Global System for Mobile Communications; GSM); 및 OFDMA 를 채용하는 진화형 UTRA (E-UTRA), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, 및 플래시-OFDM (Flash-OFDM) 으로 확장될 수도 있다. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, 및 GSM 은 3GPP 기구로부터의 문서들에서 기술되어 있다. CDMA2000 및 UMB 는 3GPP2 기구로부터의 문서들에서 기술되어 있다. 채용된 실제적인 무선 통신 표준 및 다중 액세스 기술은 특정 애플리케이션과, 시스템에 부과된 전체적인 설계 제약들에 따라 결정될 것이다.

[0022] eNB들 (204) 은 MIMO 기술을 지원하는 다수의 안테나들을 가질 수도 있다. MIMO 기술의 이용은, eNB들 (204) 이 공간적 멀티플렉싱 (spatial multiplexing), 빔형성 (beamforming), 및 송신 다이버시티 (transmit diversity) 를 지원하기 위하여 공간적 도메인을 활용하는 것을 가능하게 한다. 공간적 멀티플렉싱은 동일한 주파수 상에서 데이터의 상이한 스트림들을 동시에 송신하기 위하여 이용될 수도 있다. 데이터 스트림들은 데이터 레이트를 증가시키기 위하여 단일 UE (206) 로, 또는 전체적인 시스템 용량을 증가시키기 위하여 다수의 UE들 (206) 로 송신될 수도 있다. 이것은 각각의 데이터 스트림을 공간적으로 프리코딩 (precoding) (즉, 진폭 및 위상의 스케일링 (scaling) 을 적용) 함으로써, 그 다음으로, DL 상에서 다수의 송신 안테나들을 통해 각각의 공간적으로 프리코딩된 스트림을 송신함으로써 달성된다. 공간적으로 프리코딩된 데이터 스트림들은 상이한 공간적 서명 (spatial signature) 들과 함께 UE(들) (206) 에 도달하고, 이것은 UE (들) (206) 의 각각이 그 UE (206) 로 향하는 (destined for) 하나 이상의 데이터 스트림들을 복원하는 것을 가능하게 한다. UL 상에서, 각각의 UE (206) 는 공간적으로 프리코딩된 데이터 스트림을 송신하고, 이것은 eNB (204) 가 각각의 공간적으로 프리코딩된 데이터 스트림의 소스를 식별하는 것을 가능하게 한다.

[0023] 공간적 멀티플렉싱은 채널 상태들이 양호할 때에 일반적으로 이용된다. 채널 상태들이 덜 양호한 경우에는, 하나 이상의 방향들로 송신 에너지를 포커싱 (focusing) 하기 위하여 빔형성이 이용될 수도 있다. 이것은 다수의 안테나들을 통한 송신을 위하여 데이터를 공간적으로 프리코딩함으로써 달성될 수도 있다. 셀의 에지 (edge) 들에서 양호한 커버리지를 달성하기 위하여, 단일 스트림 빔형성 송신은 송신 다이버시티와 조합하여 이용될 수도 있다.

[0024] 이하의 상세한 설명에서는, 액세스 네트워크의 여러 양태들이 DL 상에서 OFDM 을 지원하는 MIMO 시스템을 참조하여 기술될 것이다. OFDM 은 OFDM 심볼 내의 다수의 서브캐리어 (subcarrier) 들 상에서 데이터를 변조하는 기법이다. 서브캐리어들은 정확한 주파수들에서 떨어져서 이격되어 있다. 이격 (spacing) 은 수신기가 서브캐리어들로부터 데이터를 복원하는 것을 가능하게 하는 "직교성 (orthogonality)" 을 제공한다. 시간 도메인에서는, 인터-OFDM-심볼 간섭 (inter-OFDM-symbol interference) 을 방지하기 위하여, 보호 간격 (예컨대, 사이클릭 프리픽스 (cyclic prefix)) 이 각각의 OFDM 심볼에 추가될 수도 있다. UL은 높은 피크-대-평균 전력 비율 (peak-to-average power ratio; PAPR) 을 보상하기 위하여 DFT-확산 OFDM 신호의 형태로 SC-FDMA 를 이용할 수도 있다.

[0025] 도 3은 LTE에서 DL 프레임 구조의 예를 도시하는 다이어그램 (300) 이다. 프레임 (10 ms) 은 10 개의 동등한 사이즈의 서브프레임들로 분할될 수도 있다. 각각의 서브프레임은 2 개의 연속적인 타임 슬롯들을 포함할 수도 있다. 자원 그리드는, 각각의 타임 슬롯이 자원 블록을 포함하는 2 개의 타임 슬롯들을 표현하기

위하여 이용될 수도 있다. 자원 그리드는 다수의 자원 엘리먼트들로 분할된다. LTE 에서, 정상적인 사이클릭 프리픽스에 관해서는, 자원 블록은, 총 84 개의 자원 엘리먼트들을 위하여, 주파수 도메인에서 12 개의 연속적인 서브캐리어들과 시간 도메인에서 7 개의 연속적인 OFDM 심볼들을 포함한다. 확장된 사이클릭 프리픽스에 관해서는, 자원 블록은, 총 72 개의 자원 엘리먼트들을 위하여, 주파수 도메인에서 12 개의 연속적인 서브캐리어들과 시간 도메인에서 6 개의 연속적인 OFDM 심볼들을 포함한다. R (302, 304) 로서 지시된, 자원 엘리먼트들의 일부는 DL 기준 신호들 (DL reference signals; DL-RS) 을 포함한다. DL-RS는 셀-특유 RS (Cell-specific RS; CRS) (또한, 때때로 공통 RS 로 칭해짐) (302) 및 UE-특유 RS (UE-specific RS; UE-RS) (304) 를 포함한다. UE-RS (304) 는, 대응하는 물리적 DL 공유 채널 (physical DL shared channel; PDSCH) 이 맵핑되는 자원 블록들 상에서만 송신된다. 각각의 자원 엘리먼트에 의해 반송된 비트들의 수는 변조 방식에 의존한다. 따라서, UE 가 수신하는 자원 블록들이 더 많을수록 그리고 변조 방식이 더 높을수록, UE 에 대한 데이터 레이트가 더 높다.

[0026] 도 4 는 LTE 에서의 UL 프레임 구조의 예를 도시하는 다이어그램 (400) 이다. UL을 위한 이용가능한 자원 블록들은 데이터 섹션 및 제어 섹션으로 구획될 (partitioned) 수도 있다. 제어 섹션은 시스템 대역폭의 2 개의 예지들에서 형성될 수도 있고, 구성가능한 사이즈를 가질 수도 있다. 제어 섹션에서의 자원 블록들이 제어 정보의 송신을 위하여 UE들에 할당될 수도 있다. 데이터 섹션은 제어 섹션에 포함되지 않은 모든 자원 블록들을 포함할 수도 있다. UL 프레임 구조는 데이터 섹션이 인접 서브캐리어들을 포함하는 것으로 귀착되고, 이것은 단일 UE로 하여금 데이터 섹션에서의 인접 서브캐리어들의 전부가 단일 UE에게 할당되는 것을 가능하게 할 수도 있다.

[0027] UE에게는, 제어 정보를 eNB로 송신하기 위하여, 제어 섹션에서 자원 블록들 (410a, 410b) 이 할당될 수도 있다. UE에게는 또한, 데이터를 eNB로 송신하기 위하여, 데이터 섹션에서 자원 블록들 (420a, 420b) 이 할당될 수도 있다. UE는 제어 섹션에서의 할당된 자원 블록들 상의 물리적 UL 제어 채널 (physical UL control channel; PUCCH) 에서 제어 정보를 송신할 수도 있다. UE는 데이터 섹션에서의 할당된 자원 블록들 상의 물리적 UL 공유 채널 (physical UL shared channel; PUSCH) 에서 데이터만, 또는 데이터 및 제어 정보의 양자를 송신할 수도 있다. UL 송신은 서브프레임의 양쪽 슬롯들에 걸쳐 이어질 수도 있고, 주파수를 가로질러 홉핑 (hop) 할 수도 있다.

[0028] 자원 블록들의 세트는 초기 시스템 액세스를 수행하고 물리적 랜덤 액세스 채널 (physical random access channel; PRACH) (430) 에서 UL 동기화를 달성하기 위하여 이용될 수도 있다. PRACH (430) 는 랜덤 시퀀스를 반송하고, 임의의 UL 데이터/시그널링을 반송할 수 없다. 각각의 랜덤 액세스 프리앰블 (random access preamble) 은 6 개의 연속적인 자원 블록들에 대응하는 대역폭을 점유한다. 시작 주파수는 네트워크에 의해 지정된다. 즉, 랜덤 액세스 프리앰블의 송신은 어떤 시간 및 주파수 자원들로 제한된다. PRACH에 대한 주파수 홉핑은 없다. PRACH 시도 (attempt) 는 단일 서브프레임 (1 ms) 에서, 또는 몇몇 인접 서브프레임들의 시퀀스 (sequence) 에서 반송되고, UE는 프레임 (10 ms) 당 단일 PRACH 시도만을 행할 수 있다.

[0029] 도 5 는 LTE 에서의 사용자 및 제어 평면들을 위한 무선 프로토콜 아키텍처의 예를 도시하는 다이어그램 (500) 이다. UE 및 eNB를 위한 무선 프로토콜 아키텍처는 3 개의 계층들로 나타나 있다: 계층 1, 계층 2, 및 계층 3. 계층 1 (L1 계층) 은 최하위 계층이고, 각종 물리적 계층 신호 프로세싱 기능들을 구현한다. L1 계층은 본원에서 물리적 계층 (506) 으로서 지칭될 것이다. 계층 2 (L2 계층) (508) 는 물리적 계층 (506) 위에 있고, 물리적 계층 (506) 위에서 UE 와 eNB 사이의 링크를 담당한다.

[0030] 사용자 평면에서, L2 계층 (508) 은, 네트워크 측 상의 eNB에서 중단되는, 매체 액세스 제어 (media access control; MAC) 서브계층 (510), 무선 링크 제어 (radio link control; RLC) 서브계층 (512), 및 패킷 데이터 컨버전스 프로토콜 (packet data convergence protocol; PDCP) (514) 서브계층을 포함한다. 나타내지 않지만, UE는, 네트워크 측 상의 PDN 게이트웨이 (118) 에서 중단되는 네트워크 계층 (예컨대, IP 계층) 과, 접속의 다른 단부에서 중단되는 애플리케이션 계층 (예컨대, 원단 (far end) UE, 서버 등) 을 포함하는, L2 계층 (508) 위의 몇몇 상위 계층 (upper layer) 들을 가질 수도 있다.

[0031] PDCP 서브계층 (514) 은 상이한 무선 베어러들과 논리적 채널들 사이의 멀티플렉싱을 제공한다. PDCP 서브계층 (514) 은 또한, 무선 송신 오버헤드 (radio transmission overhead) 를 감소시키기 위한 상위 계층 데이터 패킷들에 대한 헤더 압축, 데이터 패킷들을 암호화하는 것에 의한 보안, 및 eNB들 사이의 UE들에 대한 핸드오버 지원을 제공한다. RLC 서브계층 (512) 은 상위 계층 데이터 패킷들의 세그먼트화 (segmentation) 및 재조립 (reassembly), 손실된 데이터 패킷들의 재송신, 및 하이브리드 자동 반복 요청 (hybrid automatic

repeat request; HARQ) 으로 인한 비순차적 (out-of-order) 수신을 보상하기 위한 데이터 패킷들의 재순서화를 제공한다. MAC 서브계층 (510) 은 논리적 채널과 전송 채널 사이의 멀티플렉싱을 제공한다. MAC 서브계층 (510) 은 또한, UE들 상호간에 하나의 셀에서 여러 무선 자원들 (예컨대, 자원 블록들) 을 할당하는 것을 담당한다. MAC 서브계층 (510) 은 또한, HARQ 동작들을 담당한다.

[0032] 제어 평면에서, UE 및 eNB를 위한 무선 프로토콜 아키텍처는, 제어 평면을 위한 헤더 압축 기능이 없다는 것을 제외하고는, 물리적 계층 (506) 및 L2 계층 (508) 에 대하여 실질적으로 동일하다. 제어 평면은 또한, 계층 3 (L3 계층) 에서의 무선 자원 제어 (radio resource control; RRC) 서브계층 (516) 을 포함한다. RRC 서브계층 (516) 은, 무선 자원들 (예컨대, 무선 베어러들) 을 획득하는 것과, eNB와 UE 사이의 RRC 시그널링을 이용하여 하위 계층 (lower layer) 들을 구성하는 것을 담당한다.

[0033] 도 6 은 액세스 네트워크에서 UE (650) 와 통신하는 기지국 (610) 의 블록도이다. 기지국 (610) 은 예를 들어, LTE 시스템의 eNB, mmW 시스템의 접속 포인트 (CP)/액세스 포인트/기지국, LTE 시스템 및 mmW 시스템을 통해 신호들을 통신할 수 있는 eNB, 또는 LTE 시스템 및 mmW 시스템을 통해 신호들을 통신할 수 있는 접속 포인트 (CP)/액세스 포인트/기지국일 수도 있다. UE (650) 는 LTE 시스템 및/또는 mmW 시스템을 통해 신호들을 통신할 수도 있다. DL 에서는, 코어 네트워크로부터의 상위 계층 패킷들이 제어기/프로세서 (675) 에 제공된다. 제어기/프로세서 (675) 는 L2 계층의 기능성을 구현한다. DL에서, 제어기/프로세서 (675) 는 헤더 압축, 암호화, 패킷 세그먼트화 및 재순서화, 논리적 및 전송 채널들 사이의 멀티플렉싱, 및 각종 우선순위 지표 (metric) 들에 기초한 UE (650) 에 대한 무선 자원 할당들을 제공한다. 제어기/프로세서 (675) 는 또한, HARQ 동작들, 손실된 패킷들의 재송신, 및 UE (650) 로의 시그널링을 담당한다.

[0034] 송신 (TX) 프로세서 (616) 는 L1 계층 (즉, 물리적 계층) 에 대한 각종 신호 프로세싱 기능들을 구현한다. 신호 프로세싱 기능들은, UE (650) 에서의 순방향 에러 정정 (forward error correction; FEC) 을 용이하게 하기 위한 코딩 및 인터리빙 (interleaving) 과, 각종 변조 방식들 (예컨대, 2진 위상-시프트 키잉 (binary phase-shift keying; BPSK), 직교 위상-시프트 키잉 (quadrature phase-shift keying; QPSK), M-위상-시프트 키잉 (M-phase-shift keying; M-PSK), M-직교 진폭 변조 (M-quadrature amplitude modulation; M-QAM)) 에 기초한 신호 성상도 (signal constellation) 들로의 맵핑을 포함한다. 다음으로, 코딩되고 변조된 심볼들은 병렬 스트림들로 분할된다. 다음으로, 각각의 스트림은 OFDM 서브캐리어에 맵핑되고, 시간 및/또는 주파수 도메인에서 기준 신호 (예컨대, 파일럿) 와 멀티플렉싱되고, 다음으로, 시간 도메인 OFDM 심볼 스트림을 반송 (carry) 하는 물리적 채널을 생성하기 위하여 고속 푸리에 역변환 (inverse Fast Fourier Transform; IFFT) 을 이용하여 함께 합성된다. OFDM 스트림은 다수의 공간적 스트림들을 생성하기 위하여 공간적으로 프리코딩된다. 채널 추정기 (674) 로부터의 채널 추정치들 (channel estimates) 은 코딩 및 변조 방식을 결정하기 위하여 뿐만 아니라, 공간적 프로세싱을 위하여 이용될 수도 있다. 채널 추정치는 UE (650) 에 의해 송신된 기준 신호 및/또는 채널 상태 피드백으로부터 유도될 수도 있다. 다음으로, 각각의 공간적 스트림은 별개의 송신기 (618TX) 를 통해 상이한 안테나 (620) 에 제공될 수도 있다. 각각의 송신기 (618TX) 는 송신을 위하여 개개의 공간적 스트림으로 RF 캐리어를 변조할 수도 있다.

[0035] UE (650) 에서는, 각각의 수신기 (654 RX) 가 그것의 개개의 안테나 (652) 를 통해 신호를 수신한다. 각각의 수신기 (654 RX) 는 RF 캐리어 상으로 변조된 정보를 복원하고, 정보를 수신 (RX) 프로세서 (656) 에 제공한다. RX 프로세서 (656) 는 L1 계층의 각종 신호 프로세싱 기능들을 구현한다. RX 프로세서 (656) 는 UE (650) 로 향하는 임의의 공간적 스트림들을 복원하기 위하여 정보에 대한 공간적 프로세싱을 수행할 수도 있다. 다수의 공간적 스트림들이 UE (650) 로 향하는 경우, 이들은 RX 프로세서 (656) 에 의해 단일 OFDM 심볼 스트림으로 합성될 수도 있다. 다음으로, RX 프로세서 (656) 는 고속 푸리에 변환 (Fast Fourier Transform; FFT) 을 이용하여 OFDM 심볼 스트림을 시간 도메인으로부터 주파수 도메인으로 변환한다. 주파수 도메인 신호는 OFDM 신호의 각각의 서브캐리어에 대한 별개의 OFDM 심볼 스트림을 포함한다. 각각의 서브캐리어 상의 심볼들 및 기준 신호는 기지국 (610) 에 의해 송신된 가장 가능성 있는 신호 성상도 포인트들을 결정함으로써 복원되고 복조된다. 이 연판정 (soft decision) 들은 채널 추정기 (658) 에 의해 연산 (compute) 된 채널 추정치들에 기초할 수도 있다. 다음으로, 연판정들은 물리적 채널 상에서 기지국 (610) 에 의해 원래 송신되었던 데이터 및 제어 신호들을 복원하기 위하여 디코딩되고 디인터리빙 (deinterleaving) 된다. 다음으로, 데이터 및 제어 신호들은 제어기/프로세서 (659) 에 제공된다.

[0036] 제어기/프로세서 (659) 는 L2 계층을 구현한다. 제어기/프로세서는 프로그램 코드들 및 데이터를 저장하는 메모리 (660) 와 연관될 수 있다. 메모리 (660) 는 컴퓨터-판독가능 매체로서 지칭될 수도 있다. DL에서, 제어기/프로세서 (659) 는 전송 채널들과 논리적 채널들 사이의 디멀티플렉싱 (demultiplexing), 패킷 재조

립(packet reassembly), 복호화(deciphering), 헤더 압축해제(header decompression), 제어 신호 프로세싱을 제공하여 코어 네트워크로부터의 상위 계층 패킷들을 복원하도록 한다. 다음으로, 상위 계층 패킷들은, L2 계층 위의 모든 프로토콜 계층들을 표현하는 데이터 싱크(data sink; 662)에 제공된다. 각종 제어 신호들이 또한, L3 프로세싱을 위하여 데이터 싱크(662)에 제공될 수도 있다. 제어기/프로세서(659)는 또한, HARQ 동작들을 지원하기 위하여 확인응답(acknowledgement; ACK) 및/또는 부정적 확인응답(negative acknowledgement; NACK) 프로토콜을 이용한 에러 검출을 담당한다.

[0037] UL에서, 데이터 소스(667)는 상위 계층 패킷들을 제어기/프로세서(659)에 제공하기 위하여 이용된다. 데이터 소스(667)는 L2 계층 위의 모든 프로토콜 계층들을 표현한다. 기지국(610)에 의한 DL 송신과 관련하여 기술된 기능성과 유사하게, 제어기/프로세서(659)는 기지국(610)에 의한 무선 자원 할당들에 기초하여 헤더 압축, 암호화, 패킷 세그먼트화 및 재순서화, 및 논리적 채널들과 전송 채널들 사이의 멀티플렉싱을 제공함으로써 사용자 평면 및 제어 평면에 대한 L2 계층을 구현한다. 제어기/프로세서(659)는 또한, HARQ 동작들, 손실된 패킷들의 재송신, 및 기지국(610)으로의 시그널링을 담당한다.

[0038] 기지국(610)에 의해 송신된 기준 신호 또는 피드백으로부터 채널 추정기(658)에 의해 유도된 채널 추정치들은, 적절한 코딩 및 변조 방식들을 선택하고 공간적 프로세싱을 용이하게 하기 위하여 TX 프로세서(668)에 의해 이용될 수도 있다. TX 프로세서(668)에 의해 생성된 공간적 스트림들은 별개의 송신기들(654TX)을 통해 상이한 안테나(652)에 제공될 수도 있다. 각각의 송신기(654TX)는, 송신을 위하여 개개의 공간적 스트림으로 RF 캐리어를 변조할 수도 있다.

[0039] UL 송신은 UE(650)에서의 수신기 기능과 관련하여 기술된 것과 유사한 방식으로 기지국(610)에서 프로세싱된다. 각각의 수신기(618 RX)는 그것의 개개의 안테나(620)를 통해 신호를 수신한다. 각각의 수신기(618 RX)는 RF 캐리어 상으로 변조된 정보를 복원하고, 정보를 RX 프로세서(670)에 제공한다. RX 프로세서(670)는 L1 계층을 구현할 수도 있다.

[0040] 제어기/프로세서(675)는 L2 계층을 구현한다. 제어기/프로세서(675)는 프로그램 코드들 및 데이터를 저장하는 메모리(676)와 연관될 수 있다. 메모리(676)는 컴퓨터-판독가능 매체로서 지칭될 수도 있다. UL에서, 제어기/프로세서(675)는 전송 채널들과 논리적 채널들 사이의 디멀티플렉싱, 패킷 재조립, 복호화, 헤더 압축해제, 제어 신호 프로세싱을 제공하여 UE(650)로부터의 상위 계층 패킷들을 복원한다. 제어기/프로세서(675)로부터의 상위 계층 패킷들은 코어 네트워크에 제공될 수도 있다. 제어기/프로세서(675)는 또한, HARQ 동작들을 지원하기 위하여 ACK 및/또는 NACK 프로토콜을 이용한 에러 검출을 담당한다.

[0041] 도 7은 디바이스-투-디바이스 통신 시스템의 다이어그램(700)이다. 디바이스-투-디바이스 통신 시스템(700)은 복수의 무선 디바이스들(704, 706, 708, 710)를 포함한다. 디바이스-투-디바이스 통신 시스템(700)은 셀룰러 통신 시스템, 예컨대 무선 광역 네트워크(wireless wide area network; WWAN)와 중첩될 수도 있다. 무선 디바이스들(704, 706, 708, 710)중 몇몇은 DL/UL WWAN 스펙트럼을 이용하여 디바이스-투-디바이스 통신 방식으로 함께 통신할 수도 있고, 몇몇은 기지국(702)과 통신할 수도 있으며, 그리고 몇몇은 양쪽 모두를 할 수도 있다. 예를 들어, 도 7에서 나타난 바와 같이, 무선 디바이스들(708, 710)은 디바이스-투-디바이스 통신 상태이고, 무선 디바이스들(704, 706)은 디바이스-투-디바이스 통신 상태이다. 무선 디바이스들(704, 706)는 또한 기지국(702)과 통신하고 있다.

[0042] 아래에서 논의되는 예시적인 방법들 및 장치들은, 각종 무선 디바이스-투-디바이스 통신 시스템들, 예컨대 IEEE 802.11 표준에 기초하는 와이-파이, 플래시링크(FlashLink), 와이미디어(WiMedia), 블루투스, 또는 지그비(ZigBee) 중의 임의 것에 적용가능하다. 논의의 단순화를 위해, 예시적인 방법들 및 장치들은 LTE 컨텍스트(context) 내에서 논의된다. 그러나, 본 기술분야의 통상의 기술자 중 한명은 예시적인 방법들 및 장치들이 여러 다른 무선 디바이스-투-디바이스 통신 시스템들에 더욱 일반적으로 적용가능하다는 것을 이해할 것이다.

[0043] 높은 데이터 레이트 시그널링을 구현하는 mmW 시스템은 높은 전파 및 침투 손실을 겪을 수 있다. 캐리어 파장이 고주파수에서 실질적으로 더 작기 때문에, 보다 많은 안테나들이 저주파 무선 통신 시스템(예를 들어, 6 GHz 미만의 주파수를 갖는 캐리어를 사용하는 LTE 네트워크)보다 고주파수 무선 통신 시스템(예를 들어, 주파수 범위가 10.0GHz ~ 300.0GHz 인 캐리어를 사용하는 mmW 무선 통신 시스템)에서 동일한 어퍼처/영역 내에서 패키징될 수 있다. mmW 시스템에서의 시그널링을 위한 하나의 접근법은 송신기 및 수신기 모두에서 물리적으로 동기화된 어레이 스티어링이며, 이것은 어레이의 이점/빔형성 이득을 얻음으로써 링크 마진의 개선을 허용한다. 물리적으로 동기화된 어레이 스티어링은 위상 어레이의 안테나 수가 증가함에 따라 어레이 스티어링 벡터의 반 전력 빔 폭이 감소하기 때문에 시그널링의 높은 지향성으로 인해 고주파수 재사용을 허용한다.

- [0044] mmW 시스템에서의 물리적으로 동기된 어레이 스티어링은, 빔형성 프로토콜이 무선 표준화 노력의 과거 세대뿐만 아니라 현재의 저주파수 캐리어 시스템을 위해 설계된 방식과 구별된다. 이러한 표준화 노력에서, 코드북 기반 또는 비코드북 기반의 프리 코딩 방식과 같은 접근법이 일반적으로 사용된다.
- [0045] 물리적으로 동기된 어레이 스티어링은 무선 채널에서 지배적인 다중경로의 각도 정보를 발견함으로써 달성될 수 있다. 예를 들어, 각도 정보는 방위각 및 고도의 이탈각 및/또는 방위각 및 고도의 도달각을 포함할 수 있다. 일 양태에서, mmW 시스템과 같은 고주파수 캐리어 시스템은 LTE 네트워크와 같은 저주파 캐리어 시스템과 공존할 수 있다. 이러한 양태에서, 저주파수 캐리어 시스템이 송신기와 수신기 사이의 통신 링크를 확립하는데 사용되지 않을 때, 저주파수 캐리어 시스템은 mmW 링크 확립 프로세스 쪽으로 레버리지될 수 있다.
- [0046] 도 8은 저주파수 무선 통신 시스템 (예를 들어, LTE) 에서의 빔형성의 일례를 나타낸 다이어그램 (800) 이다. 도 8은 안테나 어레이들 (802 및 804) 을 포함한다. 일 양태에서, 안테나 어레이 (802) 는 그리드 패턴 (예를 들어, 평면 어레이) 으로 배열된 다수의 안테나 소자들 (예를 들어, 안테나 소자 (812)) 를 포함할 수 있고, BS에 위치할 수 있다. 이러한 양태에서, 안테나 어레이 (804) 는 그리드 패턴으로 배열된 다수의 안테나 소자들 (예를 들어, 안테나 소자 (812)) 을 포함할 수 있고, UE에 위치할 수 있다. 도 8에 도시된 바와 같이, 안테나 어레이 (802) 는 빔 (806) 을 송신할 수 있고 안테나 어레이 (804) 는 빔 (808) 을 통해 수신할 수도 있다. 일 양태에서, 빔 (806 및 808) 은 영역 (810) 에 위치한 클러스터를 통해 반사, 산란 및/또는 회절할 수 있다.
- [0047] 도 9는 고주파수 무선 통신 시스템 (예를 들어, mmW 시스템) 에서의 빔형성을 나타낸 다이어그램 (900) 이다. 도 9는 안테나 어레이들 (902 및 904) 을 포함한다. 일 양태에서, 안테나 어레이 (902) 는 그리드 패턴으로 배열된 다수의 안테나 소자들 (예를 들어, 안테나 소자 (912)) 를 포함할 수 있고, mmW-BS에 위치할 수 있다. 이러한 양태에서, 안테나 어레이 (904) 는 그리드 패턴으로 배열된 다수의 안테나 소자들 (예를 들어, 안테나 소자 (914)) 을 포함할 수 있고, UE에 위치할 수 있다. 도 9에 도시된 바와 같이, 안테나 어레이 (902) 는 빔 (906) 을 송신할 수 있고 안테나 어레이 (904) 는 빔 (908) 을 통해 수신할 수도 있다. 일 양태에서, 빔들 (906 및 908) 은 영역 (910) 에 위치한 클러스터를 통해 반사, 산란 및/또는 회절할 수 있다.
- [0048] 도 9의 안테나 어레이 (902) 는 도 8의 안테나 어레이 (802) 보다 많은 수의 안테나 소자를 포함하고, 그리고 도 9의 안테나 어레이 (902) 는 도 8의 안테나 어레이 (804) 보다 많은 수의 안테나 소자를 포함함에 주목해야 한다. 앞의 시나리오 (후자에 비해) 에서 안테나의 수가 더 많은 것은, 동일한 어퍼처/면적 내에 더 많은 수의 안테나를 배치할 수 있는 더 작은 파장에 해당하는 더 큰 캐리어 주파수 때문이다. 안테나 어레이 (902 및 904) 의 안테나 소자의 수가 많을수록 빔 (906 및 908) 은 안테나 어레이 (802 및 804) 로부터의 빔 (806 및 808) 에 비해 높은 각도 분해능을 제공하는 좁은 반 전력 빔 폭을 가질 수 있다. 따라서, 저주파수 무선 통신 시스템에서 안테나 어레이 (802 및 804) 의 안테나 소자의 수가 작을수록, mmW 시스템에서 보다 양호한 링크 마진을 제공하면서 더 넓은 각도 분해능을 초래할 수 있다.
- [0049] 독립형 mmW 무선 통신 시스템에서, (침투, 회절, 반사 등으로 인한) 높은 링크 손실은 다중 경로의 각도 정보의 발견을 방지할 수 있다. 대조적으로, 저주파수 무선 통신 시스템은 독립형 mmW 무선 통신 시스템에서 링크 보다 고품질 (예를 들어, 더 높은 SNR을 갖는 링크) 을 갖는 링크를 제공할 수 있다. 저주파수 무선 통신 시스템의 이러한 더 높은 SNR 및 저주파와 독립형 mmW 무선 통신 시스템들의 공존은 빔형성 방식에 대한 각도 정보 및/또는 상대 경로 이득을 결정하기 위해 레버리지될 수 있다. 빔형성 방식에 대한 각도 정보 및/또는 상대 경로 이득은 송신기, 수신기 및 산란기의 상대적인 기하학적 구조에 의해서만 결정되기 때문에, 그러한 각도 정보 및/또는 상대 경로 이득은 일반적으로 독립형 mmW 및 저주파수 무선 통신 시스템의 양자에서 일반적으로 가변한다. 경로의 (지배력의) 랭킹이 (예를 들어, 상이한 주파수에서의 미분 산란 및/또는 흡수 손실로 인해) 변화하는 캐리어 주파수에 의해 변할 수 있는 시나리오가 있지만, 그러한 랭킹은 대부분의 경우 변하지 않을 수 있다.
- [0050] 일 양태에서, 높은 SNR에서 성공적인 빔의 도달각 및 이탈각을 학습하는 방법은 저주파수 무선 통신 시스템에서 빔의 도달각 및 이탈각을 학습하는데 사용될 수 있다. 이러한 방법은 MUSIC (Multiple Signal Classification), ESPRIT (Estimation of Signal Parameters via Rotation Invariant Techniques), SAGE (Space-Alternating Generalized Expectation-maximization) 알고리즘 등을 포함할 수 있다. 일부 시나리오에서, 저주파수 무선 통신 시스템에서의 저주파수 송신의 넓은 빔 폭은 각도 정밀도를 떨어뜨릴 수 있다. 하나의 양태에서, 저주파 무선 통신 시스템에 대해 학습된 각도는 mmW 무선 통신 시스템에서의 빔형성에 필요한 각도 (각도 정보로도 지칭됨) 에 대한 대략적인 추정치로서의 역할을 할 수 있다. mmW 무선 통신 시스템

에 대한 각도 정보의 정교한 추정치는 저주파수 무선 통신 시스템을 통해 얻은 대략적인 각도 추정치를 초기 값 (시드 값이라고도 함) 으로서 사용하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 세밀한 빔 튜닝 (fine-beam tuning) 또는 제한된 MUSIC과 같은 알고리즘을 사용하여 정교한 추정치가 결정될 수 있다.

[0051] 일 양태에서, 초기 발견 및 동기화 절차, 빔형성 프로세스, 및/또는 mmW 무선 통신 시스템에 대한 링크 확립과 관련된 레이턴시는 저주파수 무선 통신 시스템에서의 대략적인 각도 추정 및 그에 이은 mmW 무선 통신 시스템에서의 미세한 빔 튜닝의 반복된 조합을 이용하여 감소될 수 있다. 일 양태에서, 이러한 반복적인 프로세스는 다양한 양의 추정치의 품질을 향상시키기 위해 mmW 무선 통신 시스템이 뒤따르는 저주파 무선 통신 시스템의 반복된 사용을 포함할 수 있다.

[0052] 일 양태에서, mmW 무선 통신 시스템과 저주파 무선 통신 시스템 간의 비대칭 성능은 mmW 무선 통신 시스템 및 저주파수 무선 통신 시스템을 구현하는데 사용되는 알고리즘에서의 복잡성을 감소시키기 위해 레버리지될 수 있다. 예를 들어, 저주파수 무선 통신 시스템은 mmW 무선 통신 시스템보다 적은 수의 안테나를 사용할 수 있다. 안테나의 수에 있어서의 이러한 비대칭은 MUSIC, ESPRIT 및/또는 SAGE와 같은 알고리즘에서 가능한 신호 방향을 추정하는데 레버리지될 수 있다. 임의의 이러한 알고리즘 (예를 들어, MUSIC, ESPRIT 및/또는 SAGE) 으로 가능한 신호 방향을 추정하는 것은 신호 공분산 행렬의 정확한 추정을 얻는 것에 기초한다는 점에 주목해야 한다. 예를 들어, 신호 공분산 행렬의 정확한 추정치는, 보다 큰 차원 시스템보다 더 작은 안테나 시스템에 대해, 더 적은 수의 훈련 샘플 (또는 보다 짧은 공분산 행렬 획득 및 각도 학습 기간) 을 이용하여 보다 낮은 계산 비용 (더 적은 곱셈 및 가산, 및 더 작은 차원의 행렬 변환) 에 의해 달성될 수 있다.

[0053] 일 양태에서, mmW 무선 통신 시스템보다 저주파 무선 통신 시스템에서의 각도 결정을 위한 보다 많은 자원들을 비례적으로 할당하기 위해 송신기와 수신기 간의 비대칭 성능이 레버리지될 수 있다. 예를 들어, 비대칭 성능은 송신기 및 수신기에서 상이한 수의 안테나, 송신기와 수신기 사이의 상이한 빔형성 능력 (예를 들어, 디지털 빔형성 능력 또는 RF 빔형성 능력), 및/또는 수신기에서의 보다 낮은 전력을 포함할 수 있다.

[0054] 일 양태에서, 저주파수 무선 통신 시스템으로부터 획득된 셀 프레임 및 OFDM 심볼 타이밍 정보는 mmW 무선 통신 시스템을 사용하는 추가의 정교화 (refinement) 를 위한 초기 값으로서 사용될 수 있다. 이러한 양태에서, 저주파수 무선 통신 시스템은 일반적으로 mmW 무선 통신 시스템보다 우수한 SNR을 제공하기 때문에, 이들 양은 더 높은 주파수 (예를 들어, 10.0 GHz ~ 300.0 GHz) 에서보다 더 낮은 주파수 (예를 들어, 6.0 GHz 미만) 에서 보다 신뢰할만하게 평가될 수 있다. 일 양태에서, 셀 프레임 및/또는 OFDM 심볼 타이밍 정보는, UE가 셀과 동기화하는 동기 신호 (예를 들어, 1 차 동기 신호 (PSS) 및 2차 동기 신호 (SSS)), 예컨대 셀 프레임 타이밍, 캐리어 주파수 오프셋, OFDM 심볼 타이밍 및/또는 셀 ID (identification) 를 사용하여 결정될 수 있다.

[0055] 일 양태에서, 캐리어 주파수 오프셋은 저주파수 무선 통신 시스템에 의해 제공되는 추정치를 미세 튜닝한 후 mmW 무선 통신 시스템에 대해 추정될 수 있다. 예를 들어, 미세 튜닝은 보다 적은 수의 주파수 가설로 수행될 수 있다. 따라서, 저주파 어시스턴스는 레이턴시, 동일한 성능에 대한 낮은 SNR 요구사항 및/또는 낮은 계산 비용과 관련하여 mmW 프로토콜의 성능을 크게 향상시킬 수 있다.

[0056] 도 10은 통신 시스템 (1000) 의 일례를 나타낸 다이어그램이다. 일 양태에서, 통신 시스템 (1000) 은 저주파수 통신 시스템 (예를 들어, LTE와 같은 6.0 GHz 이하의 주파수에서 동작하는 통신 시스템) 및 고주파 통신 시스템 (예를 들어, 10.0GHz ~ 300.0GHz 사이의 mmW 주파수에서 작동하는 통신 시스템) 의 양자를 구현할 수도 있다. 도 10에 도시된 바와 같이, 통신 시스템 (1000) 은 기지국 (1002) 및 UE (1004) 를 포함한다. 일 양태에서, 기지국 (1002) 은 안테나 소자 (1026 및 1028) 와 같은 다수의 안테나 소자를 갖는 안테나 어레이 (1006) 를 포함한다. 일 양태에서, 안테나 어레이 (1006) 에서의 안테나 소자는 하나 이상의 안테나 서브어레이들, 예컨대 서브어레이들 (1008 및 1010) 을 형성하기 위해 그룹화될 수 있다. 일 양태에서, 안테나 어레이 (1006) 에서의 안테나 소자는 저주파수 캐리어 및/또는 고주파 캐리어를 사용하여 송신 및/또는 수신하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 안테나 소자 (1026) 는 저주파수 또는 고주파수 캐리어들 중 어느 하나 ("L/H"로 표시) 를 이용하여 송신 및/또는 수신하기 위해 기지국 (1002) 에 의해 구성될 수 있는 한편, 안테나 소자 (1028) 는 고주파수 캐리어들 ("H"로 표시) 을 이용하여 송신 및/또는 수신하도록 기지국 (1002) 에 의해 구성될 수 있다.

[0057] 일 양태에서, UE (1004) 는 다수의 안테나 소자, 예컨대 안테나 소자 (1030 및 1032) 를 갖는 안테나 어레이 (1012) 를 포함한다. 일 양태에서, 안테나 어레이 (1012) 에서의 안테나 소자는 하나 이상의 안테나 서브어레이들, 예컨대 안테나 서브어레이들 (1014 및 1016) 을 형성하기 위해 그룹화될 수 있다. 일 양태에서, 안테나 어레이 (1012) 에서의 안테나 소자는 저주파수 캐리어 및/또는 고주파 캐리어를 사용하여 송신 및/또는 수

신하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 안테나 소자 (1030) 는 저주파수 또는 고주파수 캐리어들 중 어느 하나 ("L/H"로 표시) 를 이용하여 송신 및/또는 수신하기 위해 UE (1004) 에 의해 구성될 수 있는 한편, 안테나 소자 (1032) 는 고주파수 캐리어들 ("H"로 표시) 을 이용하여 송신 및/또는 수신하도록 UE (1004) 에 의해 구성될 수 있다.

[0058] 일 양태에서, BS (1002) 및/또는 UE (1004) 는 저주파 캐리어들을 사용하여 형성된 빔들의 빔형성 방향을 결정할 수도 있다. 일 양태에서, 저주파수 캐리어들을 사용하여 형성된 빔들은 BS (1002) 와 UE (1004) 사이의 저주파수 통신 링크 (예를 들어, 6.0 GHz 이하의 주파수들에서 LTE 표준들을 사용하여 설정된 무선 통신 링크) 를 설정하기 위해 BS (1002) 및/또는 UE (1004) 에 의해 사용될 수 있다.

[0059] 일 양태에서, BS (1002) 및/또는 UE (1004) 는 저주파수 무선 통신 시스템에서 물리적으로 동기화된 안테나 어레이 스티어링을 사용하여 기지국 (1002) 과 UE (1004) 사이의 우세한 산란 경로의 모두 또는 서브세트의 도달 및 이탈 각도의 추정 및/또는 상대 이득을 결정할 수 있다. 예를 들어, 도 10을 참조하면, 기지국 (1002) 은 (도 10에서 점선으로 표시된) 저주파 캐리어 빔 (1018) 과 관련된 경로의 도달 및 이탈 각 및/또는 상대 이득을 결정할 수 있고, UE (1004) 는 저주파 캐리어 빔 (1020) 과 관련된 경로의 도달 및 이탈 각 및/또는 상대 이득 (도 10에서 점선으로 표시됨) 을 결정할 수 있다. 일 양태에서, 기지국 (1002) 및 UE (1004) 는 저주파 캐리어 빔들 (1018 및 1020) 과 관련된 경로의 도달 및 이탈 각 및/또는 상대 이득을 교환할 수 있다.

[0060] 일 양태에서, 기지국 (1002) 및/또는 UE (1004) 는, 고주파수 캐리어들 (예를 들어, 10.0GHz ~ 300.0GHz의 mmW 주파수 범위의 캐리어들) 을 사용하여 시그널링하기 위한 각도 및 경로 이득을 정교화하기 위해 초기 값 (시드 값이라고도 함) 으로서 저주파수 캐리어 빔들 (1018 및 1020) 의 추정된 값들을 사용할 수 있다. 예를 들어, 기지국 (1002) 은 추정된 값들 중 적어도 일부를 고주파수 캐리어 빔 (1022) (도 10에서 음영 영역으로 표시됨) 을 생성하는데 사용된 각도 및 경로 이득에 대한 초기 값으로서 사용할 수 있고 UE (1004) 는 추정된 값들 중 적어도 일부를 고주파 캐리어 빔 (1024) (도 10에서 음영 영역으로 표시됨) 을 생성하는데 사용된 각도 및 경로 이득에 대한 초기 값으로서 사용할 수 있다. 일 양태에서, 저주파수 캐리어 빔들 (1018 및 1020) 의 추정된 값들은 기지국 (1002) 및/또는 UE (1004) 에 의해 사용되어, 고주파수 캐리어를 사용하여 시그널링하기 위해 정교화될 수 있는 다중 빔을 생성할 수 있다. 일 양태에서, 저주파수 캐리어 빔들 (1018 및 1020) 의 추정된 값들은 기지국 (1002) 및/또는 UE (1004) 에 의해 사용되어 추정 알고리즘 (예를 들어, MUSIC, ESPRIT 또는 SAGE) 에서 계산 (곱셈 및 가산의 수) 을 간소화함으로써 각도 및 경로 이득을 추정할 수 있다.

[0061] 도 11은 무선 통신 방법의 흐름도 (1100) 이다. 이 방법은 UE (예를 들어, UE (1004), UE 장치 (1202/1202')) 에 의해 수행될 수 있다. 도 11에서 점선으로 표시된 단계는 선택적 단계들을 나타내는 것으로 이해해야 한다.

[0062] 단계 1102에서, UE는 제 1 네트워크에서 BS (예를 들어, BS (1002)) 와 통신하기 위한 제 1 세트의 빔형성 방향들을 결정한다. 일 양태에서, 제 1 네트워크는 6.0 GHz 이하의 주파수를 갖는 캐리어를 사용하는 LTE 네트워크일 수 있다. 예를 들어, 제 1 세트의 빔형성 방향은 빔들 (1018 및/또는 1020) 각각에 대한 방위각 및 고도의 이탈각 및/또는 방위각 및 고도의 도달각을 포함할 수 있다. 일 양태에서, UE는 MUSIC (Multiple Signal Classification), ESPRIT (Estimation of Signal Parameters via Rotation Invariant Techniques), 및 SAGE (Space-Alternating Generalized Expectation-maximization) 알고리즘과 같은 방법을 사용하여 제 1 세트의 빔형성 방향들을 결정할 수 있다.

[0063] 단계 1104에서, UE는 결정된 제 1 세트의 빔형성 방향들에 기초하여 mmW-BS와의 통신을 위해 제 2 세트의 빔형성 방향들에서 빔을 모니터링한다. 일 양태에서, 제 2 세트의 빔형성 방향들은 제 1 세트의 빔형성 방향들을 포함할 수 있고 mmW-BS는 제 1 네트워크보다 높은 캐리어 주파수를 갖는 제 2 네트워크에 있을 수 있다. 일 양태에서, 도 10을 참조하여, 제 1 네트워크의 BS 및 제 2 네트워크의 mmW-BS는 BS (1002) 와 같이 단일 기지국에서 수집될 수 있다. 예를 들어, 제 2 세트의 빔형성 방향들은 빔들 (1022 및/또는 1024) 과 연관된 방향들에 대응할 수도 있다.

[0064] 단계 1106에서, UE는 제 2 세트의 빔형성 방향들에서의 빔형성 방향에 기초하여 mmW-BS와의 통신 링크를 확립한다. 일 양태에서, 빔형성 방향의 제 1 세트는 안테나의 제 1 세트에 대응하고, 빔형성 방향의 제 2 세트는 안테나의 제 2 세트에 대응한다. 일 양태에서, 안테나의 제 1 세트는 안테나의 제 2 세트의 서브세트이다.

[0065] 단계 1108에서, UE는 제 1 네트워크의 캐리어 주파수 오프셋 또는 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나를 결정한다.

- [0066] 단계 1110에서, UE는 제 1 네트워크의 캐리어 주파수 오프셋 또는 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나에 기초하여 제 2 네트워크에 대한 제 2 캐리어 주파수 오프셋 또는 제 2 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나를 결정한다.
- [0067] 단계 1112에서, UE는 제 1 네트워크와의 통신 링크를 클로징한다.
- [0068] 단계 1114에서, UE는 확립된 통신 링크의 품질이 임계값 미만이라고 결정한다.
- [0069] 마지막으로, 단계 1116에서, UE는 제 1 네트워크를 통해 통신할 것을 요구하는 정보를 네트워크 제어기에 전송한다.
- [0070] 도 12는 예시적인 장치 (1202)에서의 상이한 모듈/수단/컴포넌트 간의 데이터 흐름을 도시한 데이터 흐름도 (1200)이다. 장치는 UE일 수도 있다. 장치는 하나 이상의 기지국 (예를 들어, 기지국 (1250))으로부터 빔을 수신하는 모듈 (1204), 제 1 네트워크에서 BS와 통신하기 위한 제 1 세트의 빔형성 방향들을 결정하는 모듈 (1206), 결정된 제 1 세트의 빔형성 방향들에 기초하여 mmW-BS와의 통신을 위해 제 2 세트의 빔형성 방향들에서 빔을 모니터링하는 모듈 (1208)로서, 제 2 세트의 빔형성 방향들은 제 1 세트의 빔형성 방향들을 포함하고, mmW-BS는 제 1 네트워크보다 높은 캐리어 주파수를 갖는 제 2 네트워크에 있는, 상기 모니터링하는 모듈, 제 2 세트의 빔형성 방향들에서의 빔형성 방향에 기초하여 mmW-BS와의 통신 링크를 확립하는 모듈 (1210), 제 1 네트워크와의 통신 링크를 클로징하는 모듈 (1212), 확립된 통신 링크의 품질이 임계값 아래라고 결정하는 모듈 (1214), 제 1 네트워크의 심볼 및 프레임 타이밍을 결정하는 모듈 (1216), 제 1 네트워크의 캐리어 주파수 오프셋을 결정하는 모듈 (1218), 및 제 1 네트워크를 통해 통신하기를 요청하는 정보를 네트워크 제어기로 전송하는 모듈 (1220)을 포함한다.
- [0071] 장치는 앞서 언급된 도 11의 흐름도에서의 알고리즘의 단계들 각각을 수행하는 추가적인 모듈들을 포함할 수도 있다. 이로써, 앞서 언급된 도 11의 흐름도에서의 각각의 단계가 모듈에 의해 수행될 수도 있고 장치는 하나 이상의 이들 모듈들을 포함할 수도 있다. 모듈들은, 언급된 프로세스들/알고리즘을 수행하도록 구체적으로 구성된 하나 이상의 하드웨어 컴포넌트들일 수도 있거나, 언급된 프로세스들/알고리즘을 수행하도록 구성된 프로세서에 의해 구현될 수도 있거나, 프로세서에 의한 구현을 위해 컴퓨터-판독가능 매체 내에 저장될 수도 있거나, 또는 이들의 몇몇 조합일 수도 있다.
- [0072] 도 13은 프로세싱 시스템 (1314)을 채용하는 장치 (1202')에 대한 하드웨어 구현의 일례를 나타낸 다이어그램 (1300)이다. 프로세싱 시스템 (1314)은, 일반적으로 버스 (1324)로 나타낸, 버스 아키텍처에 의해 구현될 수도 있다. 버스 (1324)는 프로세싱 시스템 (1314)의 특정 어플리케이션 및 전반적인 설계 제약들에 의존하여 임의의 수의 상호접속하는 버스들 및 브릿지들을 포함할 수도 있다. 버스 (1324)는, 프로세서 (1304), 모듈 (1204, 1206, 1208, 1210, 1212, 1214, 1216, 1218, 및 1220), 및 컴퓨터 판독가능 매체/메모리 (1306)로 나타낸, 하나 이상의 프로세서들 및/또는 하드웨어 모듈들을 포함하는 다양한 회로들을 함께 링크한다. 버스 (1324)는 또한, 업계에 주지되어 있어서 더 이상은 설명되지 않을, 타이밍 소스들, 주변 장치들, 전압 조절기들, 및 전력 관리 회로들과 같은 다양한 다른 회로들을 링크할 수도 있다.
- [0073] 프로세싱 시스템 (1314)은 트랜시버 (1310)에 커플링될 수도 있다. 트랜시버 (1310)는 하나 이상의 안테나들 (1320)에 커플링된다. 트랜시버 (1310)는 송신 매체를 통해 다양한 다른 장치와 통신하기 위한 수단을 제공한다. 트랜시버 (1310)는 하나 이상의 안테나들 (1320)로부터 신호를 수신하며, 수신된 신호로부터 정보를 추출하며, 그리고 프로세싱 시스템 (1314), 구체적으로 수신 모듈 (1204)에 추출된 정보를 제공한다. 추가적으로, 트랜시버 (1310)는 프로세싱 시스템 (1314), 구체적으로 송신 모듈 (1220)로부터 정보를 수신하며, 수신된 정보에 기초하여 하나 이상의 안테나들 (1320)에 인가될 신호를 생성한다. 프로세싱 시스템 (1314)은 컴퓨터-판독가능 매체/메모리 (1306)에 커플링되는 프로세서 (1304)를 포함한다. 프로세서 (1304)는 컴퓨터-판독가능 매체/메모리 (1306)상에 저장되는 소프트웨어의 실행을 포함한 일반적인 프로세싱을 담당한다. 프로세서 (1304)에 의해 실행되는 경우, 소프트웨어는 프로세싱 시스템 (1314)으로 하여금 임의의 특정 장치에 대해 위에서 기술된 각종 기능들을 수행하게 한다. 컴퓨터-판독가능 매체/메모리 (1306)는 또한, 소프트웨어를 실행하는 경우 프로세서 (1304)에 의해 조작되는 데이터를 저장하기 위해 사용될 수도 있다. 프로세싱 시스템은 모듈들 (1204, 1206, 1208, 1210, 1212, 1214, 1216, 1218, 및 1220) 중의 적어도 하나를 추가적으로 포함한다. 모듈들은, 프로세서 (1304)에서 작동하는 소프트웨어 모듈들일 수도 있거나, 컴퓨터 판독가능 매체/메모리 (1306)에 상주할/저장될 수도 있거나, 프로세서 (1304)에 커플링된 하나 이상의 하드웨어 모듈들일 수도 있거나, 이들의 몇몇 조합일 수도 있다. 프로세싱 시스템 (1314)은 UE (650)의 컴포넌트일 수도 있으며, TX 프로세서 (668), RX 프로세서 (656), 및 제어기/프로세서 (659)

중의 적어도 하나 및/또는 메모리 (660) 를 포함할 수도 있다.

[0074]

하나의 구성에서, 무선 통신을 위한 장치 (1202/1202') 는 제 1 네트워크에서 BS와 통신하기 위한 제 1 세트의 빔형성 방향들을 결정하는 수단, 결정된 제 1 세트의 빔형성 방향들에 기초하여 mmW-BS와의 통신을 위해 제 2 세트의 빔형성 방향들에서 빔을 모니터링하는 수단으로서, 제 2 세트의 빔형성 방향들은 제 1 세트의 빔형성 방향들을 포함하고, mmW-BS는 제 1 네트워크보다 높은 캐리어 주파수를 갖는 제 2 네트워크에 있는, 상기 모니터링하는 수단, 제 2 세트의 빔형성 방향들에서의 빔형성 방향에 기초하여 mmW-BS와의 통신 링크를 확립하는 수단, 제 1 네트워크와의 통신 링크를 클로징하는 수단, 확립된 통신 링크의 품질이 임계값 아래라고 결정하는 수단, 제 1 네트워크를 통해 통신하기를 요청하는 정보를 네트워크 제어기로 전송하는 수단, 제 1 네트워크의 캐리어 주파수 오프셋 또는 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나를 결정하는 수단, 제 1 네트워크의 캐리어 주파수 오프셋 또는 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나에 기초하여 제 2 네트워크에 대한 제 2 캐리어 주파수 오프셋 또는 제 2 심볼 및 프레임 타이밍 중 적어도 하나를 결정하는 수단을 포함한다. 앞서 언급된 수단은, 앞서 언급된 수단에 의해 열거된 기능들을 수행하도록 구성된 장치 (1202) 및/또는 장치 (1202') 의 프로세서 시스템 (1314) 의 앞서 언급된 모듈들 중의 하나 이상일 수도 있다. 위에서 기술된 바와 같이, 프로세서 시스템 (1314) 은 TX 프로세서 (668), RX 프로세서 (656), 및 제어기/프로세서 (659) 를 포함할 수도 있다. 이로써, 일 구성에서, 앞서 언급된 수단은, 앞서 언급된 수단에 의해 열거된 기능들을 수행하도록 구성된 TX 프로세서 (668), RX 프로세서 (656), 및 제어기/프로세서 (659) 일 수도 있다.

[0075]

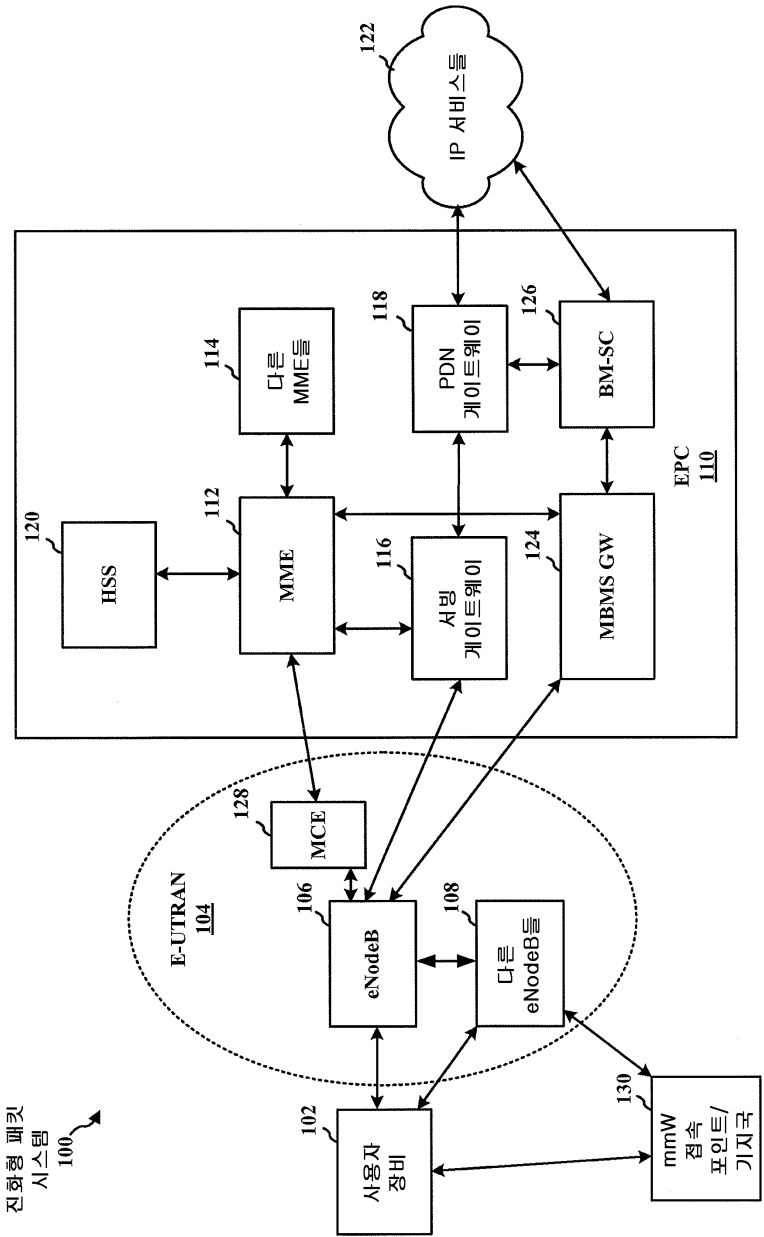
개시된 프로세스들/흐름도들에서의 단계들의 특정 순서 또는 계층구조는 예시적인 접근법들의 예시라는 것이 이해된다. 설계 선호도들에 기초하여, 프로세스들/흐름도들에서의 단계들의 특정 순서 또는 계층구조는 재배열될 수도 있다는 것이 이해된다. 또한, 몇몇 단계들은 조합되거나 생략될 수도 있다. 수반된 방법 청구항들은 표본적인 순서에서 여러 단계들의 엘리먼트들을 제시하고, 제시된 특정 순서 또는 계층구조로 한정되도록 의도된 것은 아니다.

[0076]

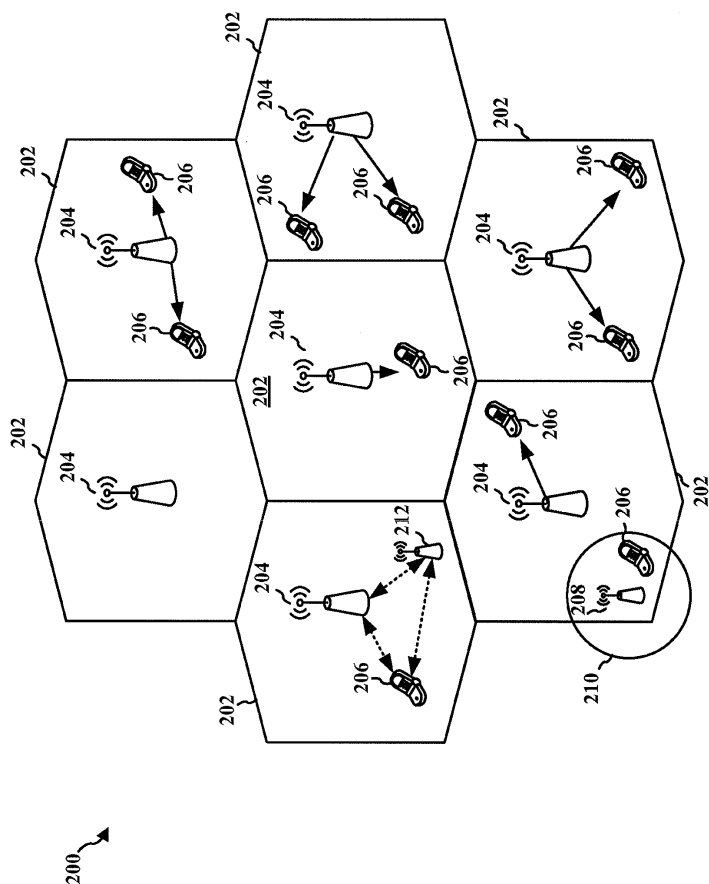
이전의 설명은 당해 기술분야의 임의의 당업자가 본원에서 기술된 각종 양태들을 실시하는 것을 가능하게 하도록 제공된다. 이 양태들에 대한 여러 변형들은 당해 기술분야의 당업자들에게 용이하게 명백할 것이고, 본원에서 정의된 일반적인 원리들은 다른 양태들에 적용될 수도 있다. 따라서, 청구항들은 본원에서 나타난 양태들로 한정되도록 의도된 것이 아니라, 문언적 청구항들과 일치하는 전체 범위를 따르도록 한 것이고, 단수인 엘리먼트에 대한 참조는 그렇게 구체적으로 기재되지 않으면 "하나 그리고 오직 하나" 를 의미하도록 의도된 것이 아니라, 오히려 "하나 이상" 을 의미하도록 의도된 것이다. 단어 "예시적" 은 "예, 사례, 또는 예시로서 역할함" 을 의미하기 위하여 본원에서 이용된다. "예시적" 으로서 본원에서 기술된 임의의 양태는 다른 양태들에 비해 바람직하거나 유익한 것으로 반드시 해석되어야 하는 것은 아니다. 이와 다르게 구체적으로 언급되지 않으면, 용어 "몇몇" 은 하나 이상을 지칭한다. "A, B, 또는 C 중의 적어도 하나", "A, B, 및 C 중의 적어도 하나", 및 "A, B, C, 또는 이들의 임의의 조합" 과 같은 조합들은 A, B, 및/또는 C 의 임의의 조합을 포함하고, A 의 다수, B 의 다수, 또는 C 의 다수를 포함할 수도 있다. 구체적으로, "A, B, 또는 C 중의 적어도 하나", "A, B, 및 C 중의 적어도 하나", 및 "A, B, C, 또는 이들의 임의의 조합" 과 같은 조합들은 A 단독, B 단독, C 단독, A 및 B, A 및 C, B 및 C, 또는 A 및 B 및 C 일 수도 있고, 여기서, 임의의 이러한 조합들은 A, B, 또는 C 의 하나 이상의 부재 (member) 또는 부재들을 포함할 수도 있다. 당해 기술분야의 당업자들에게 알려져 있거나 추후의 알려지게 되는 이 개시물의 전반에 걸쳐 기술된 각종 양태들의 엘리먼트들에 대한 모든 구조적 그리고 기능적 등가물들은 참조를 위해 본원에 분명하게 병합되고, 청구항들에 의해 망라되도록 의도된다. 또한, 본원에서 개시된 어떤 것도, 이러한 개시물이 청구항들에서 명시적으로 열거되는지 여부에 관계없이 공중에게 한정되도록 의도된 것은 아니다. 청구항 엘리먼트는 엘리먼트가 어구 "~ 위한 수단" 을 이용하여 분명하게 열거되지 않으면 수단 플러스 기능 (means plus function) 으로서 해석되지 않아야 한다.

도면

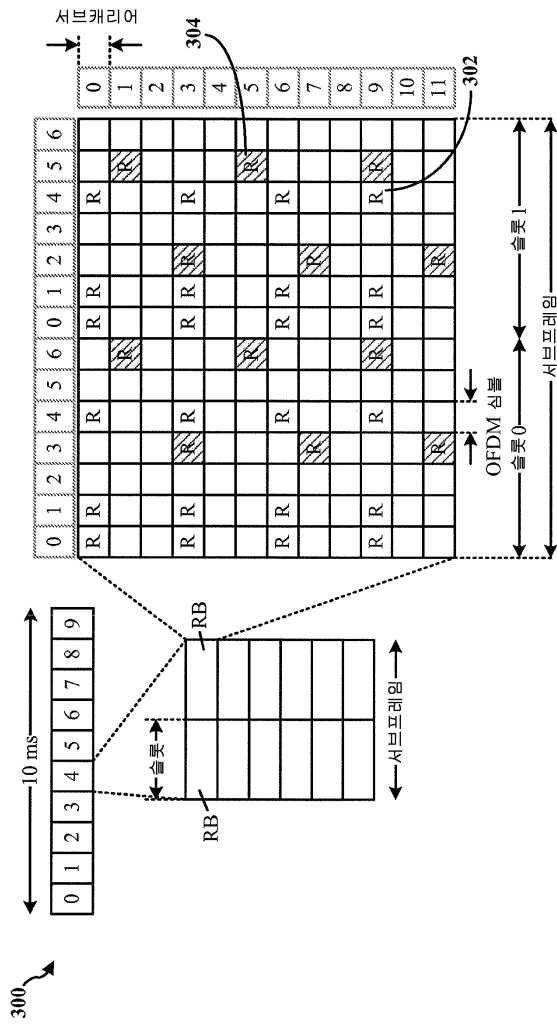
도면1



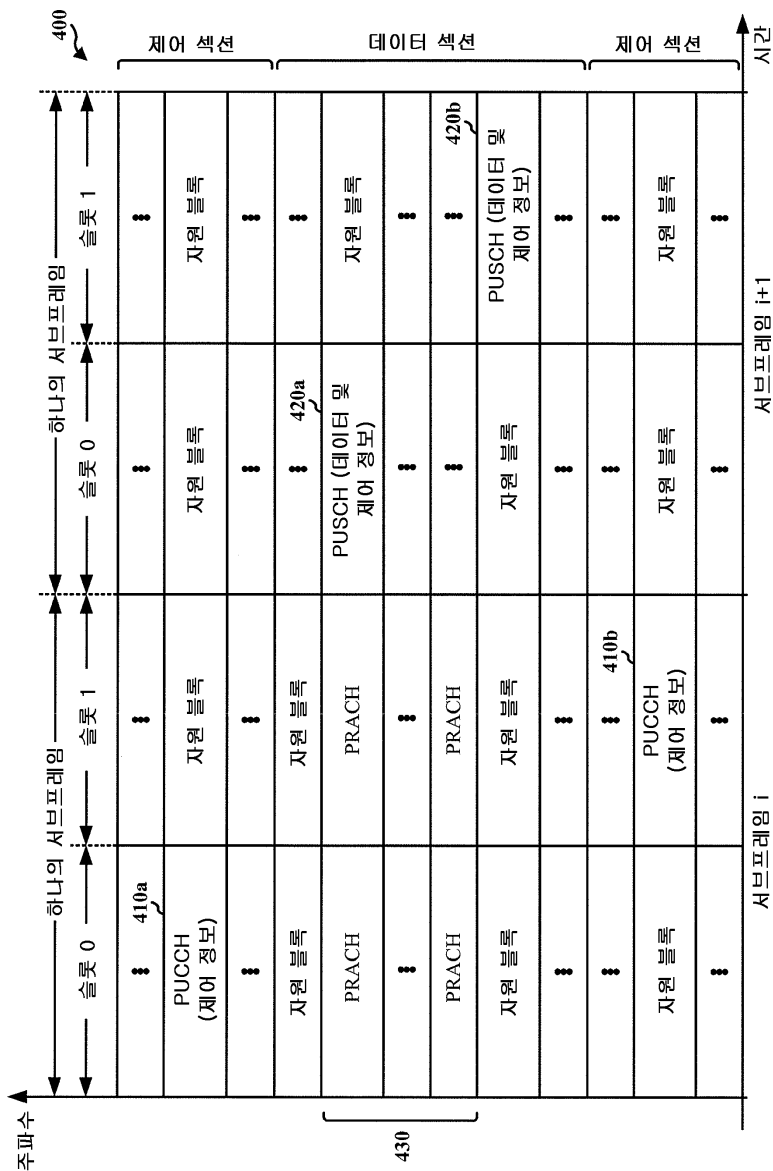
도면2



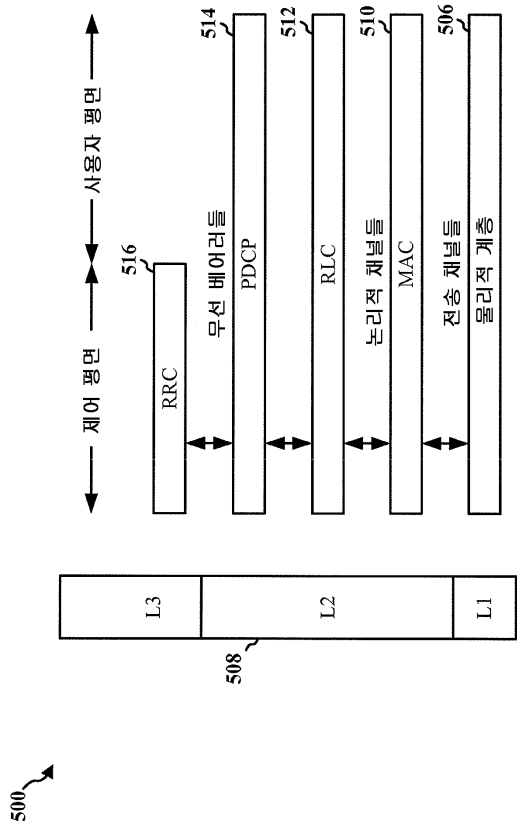
도면3



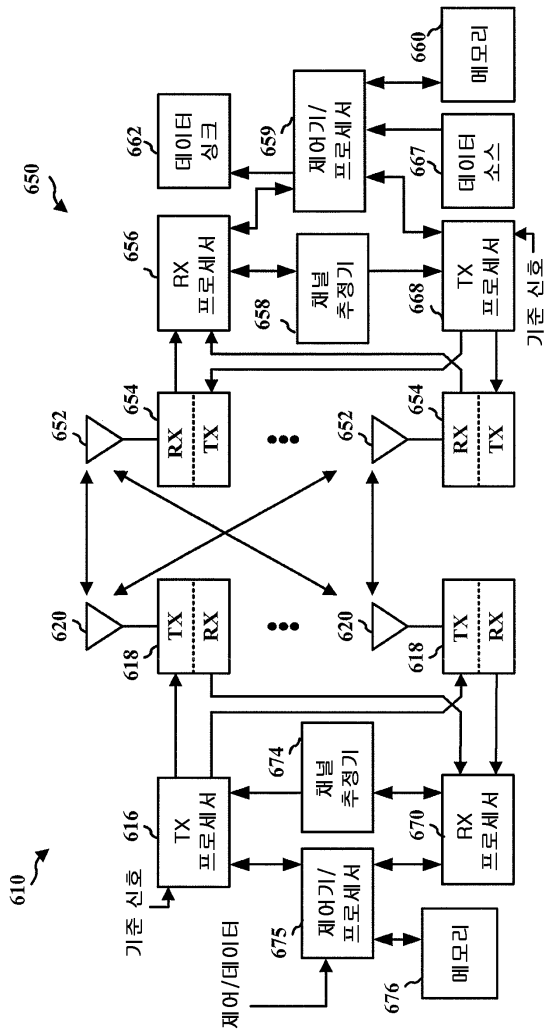
도면4



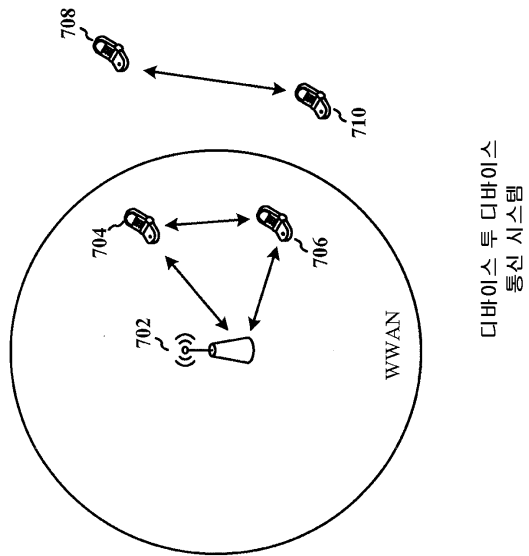
도면5



도면6

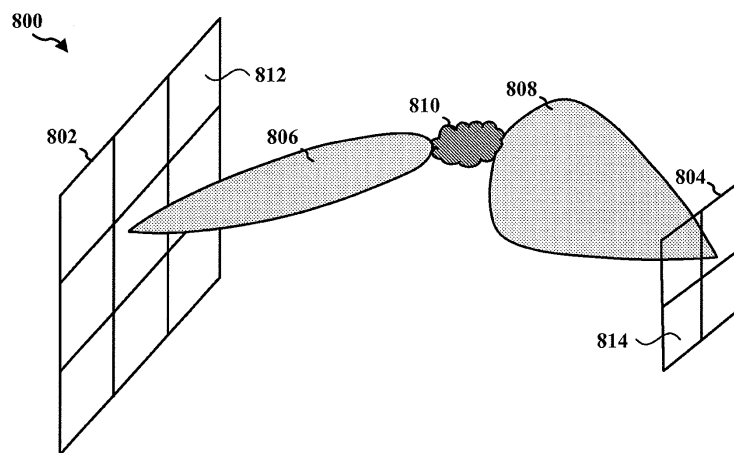


도면7

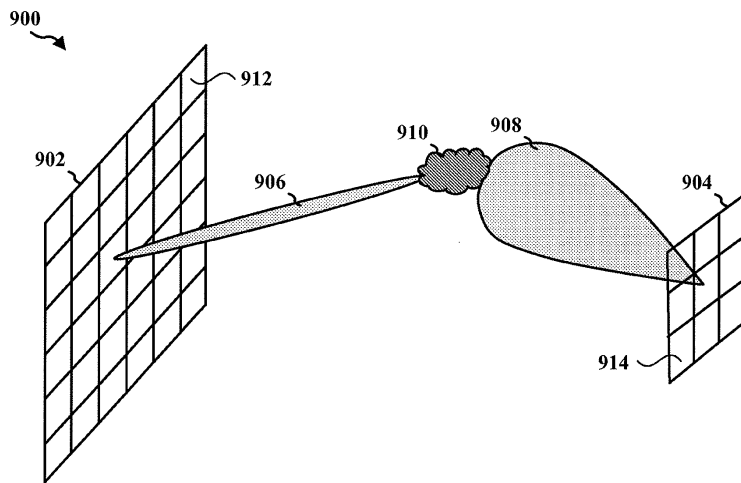


700 

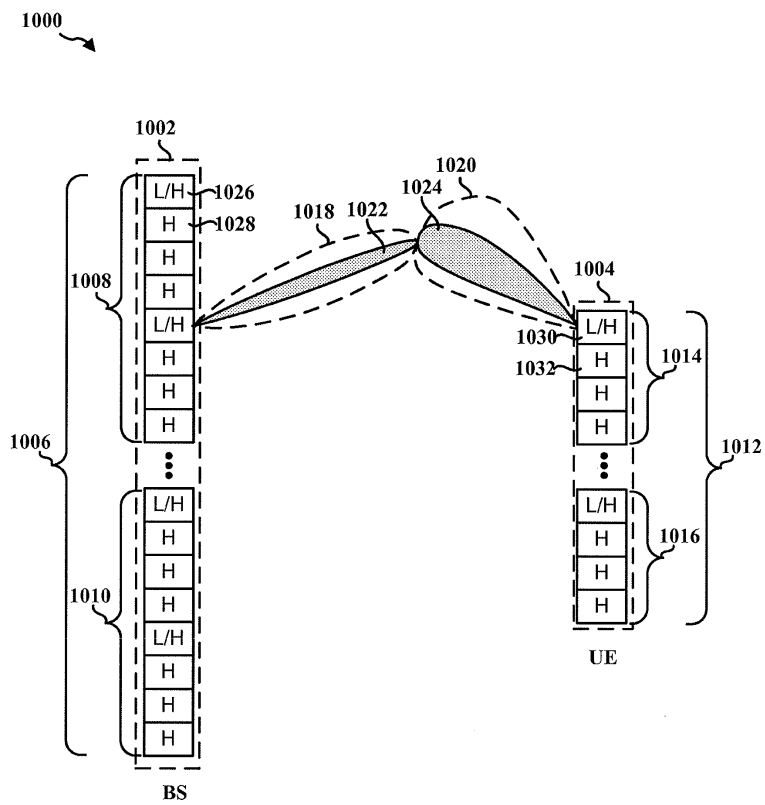
도면8



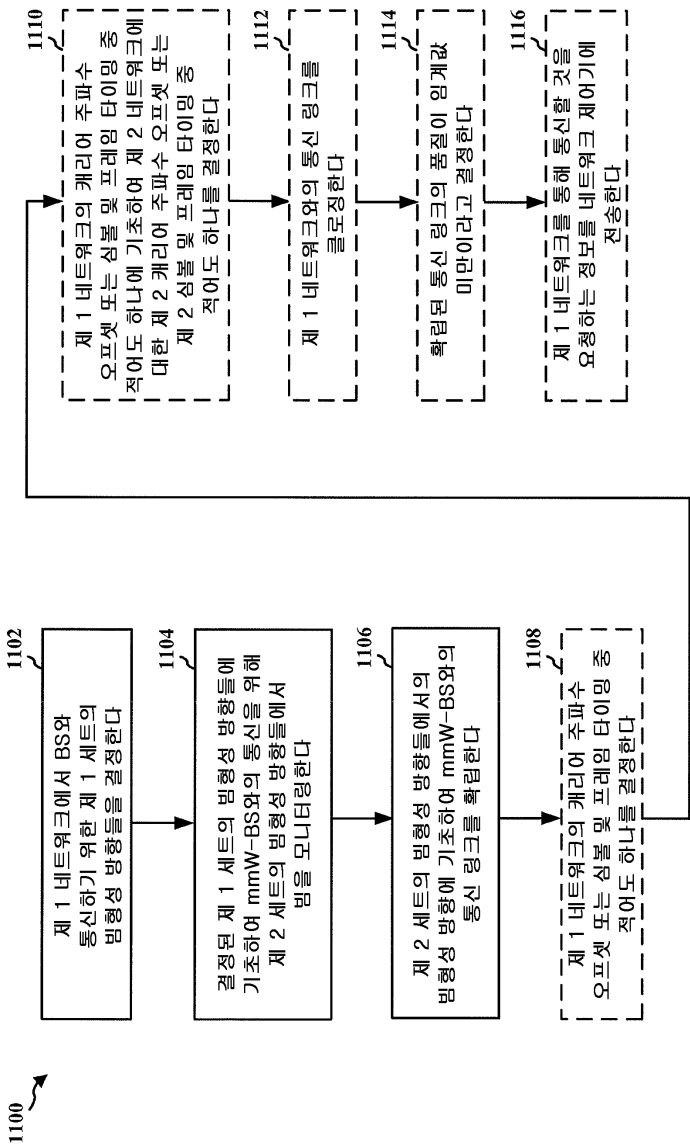
도면9



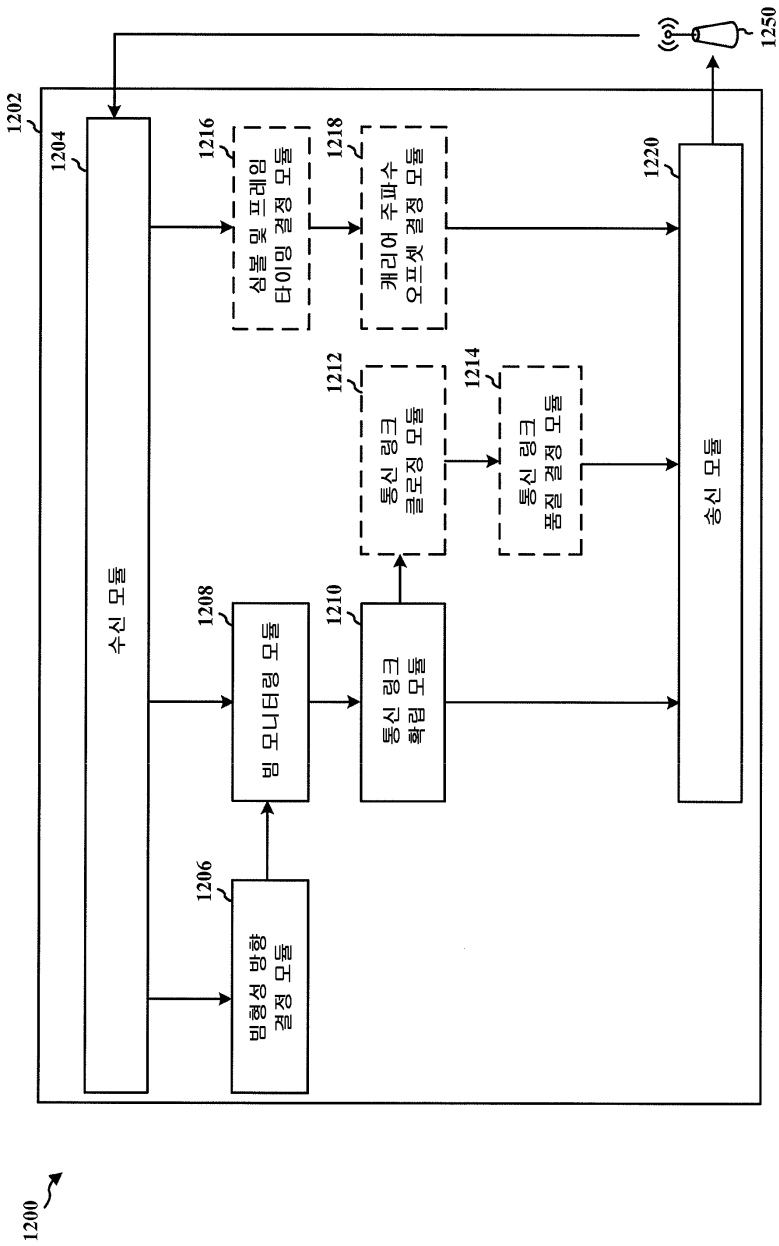
도면10



도면11



도면12



도면13

