



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년03월10일

(11) 등록번호 10-2226787

(24) 등록일자 2021년03월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**H04L 27/26** (2006.01) **H04L 1/18** (2006.01)  
**H04L 5/00** (2006.01) **H04W 72/00** (2009.01)

(52) CPC특허분류  
**H04L 27/2607** (2013.01)  
**H04L 1/1812** (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-7009167

(22) 출원일자(국제) 2014년09월10일

심사청구일자 2019년08월27일

(85) 번역문제출일자 2016년04월06일

(65) 공개번호 10-2016-0055848

(43) 공개일자 2016년05월18일

(86) 국제출원번호 PCT/US2014/054956

(87) 국제공개번호 WO 2015/038621

국제공개일자 2015년03월19일

(30) 우선권주장

61/877,864 2013년09월13일 미국(US)

(뒷면에 계속)

(56) 선행기술조사문헌

3GPP TS36.211 v11.3.0\*

US20090122771 A1

WO2013116237 A1

Shawn Taylor, "Changes to IEEE 802.16a/D3.  
 Method for determining the Cyclic Prefix used  
 by an AP", IEEE C802.16a-02/63, IEEE 802.16  
 Broadband Wireless Access Working Group  
 (2002.05.16. 공개)

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

**퀄컴 인코포레이티드**

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

(72) 발명자

**워커, 고든, 켄트**

미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775 퀄컴 인코포레이티드 (내)

**장, 자오지아**

미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775 퀄컴 인코포레이티드 (내)

**왕, 자오, 펑**

미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775 퀄컴 인코포레이티드 (내)

(74) 대리인

**특허법인 남앤남**

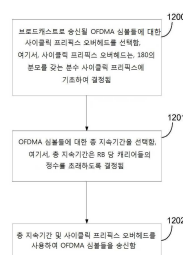
전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 광현선

(54) 발명의 명칭 **LTE 브로드캐스트를 위한 낮은 오버헤드를 갖는 확장된 지속기간 사이클릭 프리픽스****(57) 요약**

더 낮은 오버헤드를 갖는 확장된 지속기간 사이클릭 프리픽스들이 기재되며, 여기서, 공칭의 25개의 리소스 블록(RB)들 당 300 캐리어 정의를 초과하는 캐리어들의 정수배 시퀀스는, 기준의 20% 아래로 사이클릭 프리픽스 오버헤드를 감소시키도록 선택된다. 그 후, 지속기간들의 세트들은, 심볼 지속기간 및 확장된 지속기간 사이클릭 프리픽스

(뒷면에 계속)

**대표도** - 도12

리픽스의 결합된 지속기간이 각각의 RB에 대해 캐리어들의 정수를 초래하게 하는 캐리어들의 각각의 그러한 정수 배 시퀀스와 연관되어 제공된다.

(52) CPC특허분류

*H04L 5/0037* (2013.01)

*H04L 5/0069* (2013.01)

*H04W 72/005* (2013.01)

(30) 우선권주장

61/883,820 2013년09월27일 미국(US)

14/480,897 2014년09월09일 미국(US)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

무선 통신 디바이스에 의한 무선 통신 방법으로서,

브로드캐스트로 송신될 직교 분할 다중 액세스(OFDMA) 심볼들에 대한 사이클릭 프리픽스 오버헤드를 선택하는 단계 - 상기 사이클릭 프리픽스 오버헤드는 분모가 75 혹은 180인 단위 분수(unitary fraction)의 정수배인 3 개 이상의 분수 사이클릭 프리픽스들을 포함하는 일련의 분수 사이클릭 프리픽스들로부터 선택됨 -;

서브프레임에서 송신될 심볼에 대한 심볼 지속기간 및 사이클릭 프리픽스 지속기간을 포함하는 총 지속기간을 선택하는 단계 - 상기 사이클릭 프리픽스 지속기간은 상기 일련의 분수 사이클릭 프리픽스들에 기초하여 자원 블록(RB) 당 정수개의 캐리어들을 초래하도록 결정된 하나 또는 그 초과인 사이클릭 프리픽스 지속기간들로부터 선택됨 -; 및

상기 RB 당 정수개의 캐리어들을 사용하여 상기 OFDMA 심볼들을 송신하는 단계를 포함하는, 무선 통신 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 RB 당 정수개의 캐리어들은,

RB 당 캐리어들의 수 =  $180,000 \text{ Hz} \times \text{총 지속기간 (1-분수 사이클릭 프리픽스)}$  에 따라 결정되며,

180,000 Hz는 RB의 대역폭을 표현하고, 총 지속기간(초 단위)은 OFDMA 심볼 시간과 상기 사이클릭 프리픽스 지속기간의 합산을 표현하는, 무선 통신 방법.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 분모가 180이면, 상기 총 지속기간은 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 및 10ms를 포함하는, 무선 통신 방법.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 하나 또는 그 초과인 사이클릭 프리픽스 지속기간들 각각은 선택된 사이클릭 프리픽스 오버헤드를 유지하는, 무선 통신 방법.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 분모가 75이면, 상기 하나 또는 그 초과인 사이클릭 프리픽스 지속기간들은, 상기 RB 당 정수개의 캐리어들을 초래하는 2.5, 5, 및 10ms의 지속기간들을 포함하는, 무선 통신 방법.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 선택된 사이클릭 프리픽스 오버헤드는 20% 오버헤드보다 낮은, 무선 통신 방법.

#### 청구항 7

무선 통신을 위해 구성된 장치로서,

브로드캐스트로 송신될 직교 분할 다중 액세스(OFDMA) 심볼들에 대한 사이클릭 프리픽스 오버헤드를 선택하기 위한 수단 - 상기 사이클릭 프리픽스 오버헤드는 분모가 75 혹은 180인 단위 분수(unitary fraction)의 정수배

인 3개 이상의 분수 사이클릭 프리픽스들을 포함하는 일련의 분수 사이클릭 프리픽스들로부터 선택됨 -;

서브프레임에서 송신될 심볼에 대한 심볼 지속기간 및 사이클릭 프리픽스 지속기간을 포함하는 총 지속기간을 선택하기 위한 수단 - 상기 사이클릭 프리픽스 지속기간은 상기 일련의 분수 사이클릭 프리픽스들에 기초하여 자원 블록(RB) 당 정수개의 캐리어들을 초래하도록 결정된 하나 또는 그 초과인 사이클릭 프리픽스 지속기간들로부터 선택됨 -; 및

상기 RB 당 정수개의 캐리어들을 사용하여 상기 OFDMA 심볼들을 송신하기 위한 수단을 포함하는, 무선 통신을 위해 구성된 장치.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 RB 당 정수개의 캐리어들은,

RB 당 캐리어들의 수 =  $180,000 \text{ Hz} \times \text{총 지속기간(1-분수 사이클릭 프리픽스)}$  에 따라 결정되며,

180,000 Hz는 RB의 대역폭을 표현하고, 총 지속기간(초 단위)은 OFDMA 심볼 시간과 상기 사이클릭 프리픽스 지속기간의 합산을 표현하는, 무선 통신을 위해 구성된 장치.

#### 청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 분모가 180이면, 상기 총 지속기간은 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 및 10ms를 포함하는, 무선 통신을 위해 구성된 장치.

#### 청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 하나 또는 그 초과인 사이클릭 프리픽스 지속기간들 각각은 선택된 사이클릭 프리픽스 오버헤드를 유지하는, 무선 통신을 위해 구성된 장치.

#### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 분모가 75이면, 상기 하나 또는 그 초과인 사이클릭 프리픽스 지속기간들은, 상기 RB 당 정수개의 캐리어들을 초래하는 2.5, 5, 및 10ms의 지속기간들을 포함하는, 무선 통신을 위해 구성된 장치.

#### 청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 선택된 사이클릭 프리픽스 오버헤드는 20% 오버헤드보다 낮은, 무선 통신을 위해 구성된 장치.

#### 청구항 13

프로그램 코드가 기록된 컴퓨터 판독가능한 저장 매체로서,

상기 프로그램 코드는 컴퓨터에 의해 실행되는 경우, 상기 컴퓨터로 하여금 제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항의 방법을 수행하게끔 하는 프로그램 코드를 포함하는, 컴퓨터 판독가능한 저장 매체.

#### 청구항 14

삭제

#### 청구항 15

삭제

#### 청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 관련 출원들에 대한 상호-참조

[0002] [0001] 본 출원은, 발명의 명칭이 "EXTENDED DURATION CYCLIC PREFIX WITH LOW OVERHEAD FOR LTE BROADCAST"으로 2013년 9월 13일자로 출원된 미국 가특허출원 제 61/877,864호; 발명의 명칭이 "EXTENDED DURATION CYCLIC PREFIX WITH LOW OVERHEAD FOR LTE BROADCAST"으로 2013년 9월 27일자로 출원된 미국 가특허출원 제 61/883,820호, 및 발명의 명칭이 "EXTENDED DURATION CYCLIC PREFIX WITH LOW OVERHEAD FOR LTE BROADCAST"으로 2014년 9월 9일자로 출원된 미국 유틸리티 특허 출원 제 14/480,897호의 이점을 주장하며, 이들 가출원들 및 유틸리티 출원은 그들 전체가 본 명세서에 인용에 의해 명백히 포함된다.

[0003] [0001] 본 발명의 양상들은 일반적으로, 무선 통신 시스템들에 관한 것으로, 더 상세하게는 LTE 브로드캐스트를 위한 더 낮은 오버헤드를 갖는 확장된 지속기간 사이클릭 프리픽스에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0004] [0002] 무선 통신 시스템들은 텔레포니(telephony), 비디오, 데이터, 메시징, 및 브로드캐스트들과 같은 다양한 원격통신 서비스들을 제공하도록 광범위하게 배치되어 있다. 통상적인 무선 통신 시스템들은 이용가능한 시스템 리소스들(예를 들어, 대역폭, 송신 전력)을 공유함으로써 다수의 사용자들과의 통신을 지원할 수 있는 다중-액세스 기술들을 이용할 수도 있다. 그러한 다중-액세스 기술들의 예들은 코드 분할 다중 액세스(CDMA) 시스템들, 시분할 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 시분할 동기식 코드 분할 다중 액세스(TD-SCDMA) 시스템들을 포함한다.

[0005] [0003] 이들 다중 액세스 기술들은 상이한 무선 디바이스들이, 도시 레벨, 국가 레벨, 지역 레벨, 및 심지어 글로벌 레벨 상에서 통신할 수 있게 하는 공통 프로토콜을 제공하기 위해 다양한 원격통신 표준들에서 채택되어 왔다. 신생(emerging) 원격통신 표준의 일 예는 롱텀 에볼루션(LTE)이다. LTE는 3세대 파트너십 프로젝트(3GPP)에 의해 발표된 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) 모바일 표준에 대한 향상들의 세트이다. 그 LTE는, 스펙트럼 효율도를 개선시키고, 비용들을 낮추고, 서비스들을 개선시키고, 새로운 스펙트럼을 이용하며, 다운링크(DL) 상에서는 OFDMA, 업링크(UL) 상에서는 SC-FDMA, 그리고 다중-입력 다중-출력(MIMO) 안테나 기술을 사용하여 다른 개방형(open) 표준들과 더 양호하게 통합함으로써, 모바일 브로드밴드 인터넷 액세스를 더 양호하게 지원하도록 설계된다. 그러나, 모바일 브로드밴드 액세스에 대한 요구가 계속 증가함에 따라, LTE 기술에서의 추가적인 개선들에 대한 필요성이 존재한다. 바람직하게, 이들 개선들은 다른 다중-액세스 기술들 및 이들 기술들을 이용하는 원격통신 표준들에 적용가능해야 한다.

## 발명의 내용

[0006] [0004] 본 발명의 일 양상에서, 무선 통신 방법은, 브로드캐스트로 송신될 OFDMA 심볼들에 대한 사이클릭 프리픽스 오버헤드를 선택하는 단계 - 사이클릭 프리픽스 오버헤드는, 표준 캐리어들-투-리소스 블록(RB)들 정의(definition)의 정수배에 기초하여 결정됨 -, OFDMA 심볼들에 대한 사이클릭 프리픽스 지속기간을 선택하는 단계 - 사이클릭 프리픽스 지속기간은, 표준 캐리어들-투-RB들 정의의 정수배에 기초하여 RB 당 캐리어들의 정수를 초래하도록 결정됨 -, 및 사이클릭 프리픽스 지속기간 및 사이클릭 프리픽스 오버헤드를 사용하여 OFDMA 심볼들을 송신하는 단계를 포함한다.

[0007] [0005] 본 발명의 부가적인 양상에서, 무선 통신을 위해 구성된 장치는, 브로드캐스트로 송신될 OFDMA 심볼들에 대한 사이클릭 프리픽스 오버헤드를 선택하기 위한 수단 - 사이클릭 프리픽스 오버헤드는, 표준 캐리어들-투-RB들 정의의 정수배에 기초하여 결정됨 -, OFDMA 심볼들에 대한 사이클릭 프리픽스 지속기간을 선택하기 위한 수단 - 사이클릭 프리픽스 지속기간은, 표준 캐리어들-투-RB들 정의의 정수배에 기초하여 RB 당 캐리어들의 정수를 초래하도록 결정됨 -, 및 사이클릭 프리픽스 지속기간 및 사이클릭 프리픽스 오버헤드를 사용하여 OFDMA 심볼들을 송신하기 위한 수단을 포함한다.

[0008] [0006] 본 발명의 부가적인 양상에서, 프로그램 코드가 레코딩된 컴퓨터-판독가능 매체가 제공된다. 이러한 프로그램 코드는, 브로드캐스트로 송신될 OFDMA 심볼들에 대한 사이클릭 프리픽스 오버헤드를 선택하기 위한 코드 - 사이클릭 프리픽스 오버헤드는, 표준 캐리어들-투-RB들 정의의 정수배에 기초하여 결정됨 -, OFDMA 심볼들에 대한 사이클릭 프리픽스 지속기간을 선택하기 위한 코드 - 사이클릭 프리픽스 지속기간은, 표준 캐리어들-투-RB들 정의의 정수배에 기초하여 RB 당 캐리어들의 정수를 초래하도록 결정됨 -, 및 사이클릭 프리픽스 지속기간 및 사이클릭 프리픽스 오버헤드를 사용하여 OFDMA 심볼들을 송신하기 위한 코드를 포함한다.

[0009] [0007] 본 발명의 부가적인 양상에서, 장치는 적어도 하나의 프로세서 및 프로세서에 커플링된 메모리를 포함한다.

다. 프로세서는, 브로드캐스트로 송신될 OFDMA 심볼들에 대한 사이클릭 프리픽스 오버헤드를 선택하고 - 사이클릭 프리픽스 오버헤드는, 표준 캐리어들-투-RB들 정의의 정수배에 기초하여 결정됨 -, OFDMA 심볼들에 대한 사이클릭 프리픽스 지속기간을 선택하며 - 사이클릭 프리픽스 지속기간은, 표준 캐리어들-투-RB들 정의의 정수배에 기초하여 RB 당 캐리어들의 정수를 초래하도록 결정됨 -, 그리고 사이클릭 프리픽스 지속기간 및 사이클릭 프리픽스 오버헤드를 사용하여 OFDMA 심볼들을 송신하도록 구성된다.

[0010] [0008] 전술한 것은, 후속하는 상세한 설명이 더 양호하게 이해될 수도 있게 하기 위해, 본 출원의 특성들 및 기술적 이점들을 다소 광범위하게 약술하였다. 청구항들의 요지를 형성하는 부가적인 특성들 및 이점들이 후술될 것이다. 기재된 개념 및 특정한 양상이 본 출원의 동일한 목적들을 수행하기 위해 다른 구조들을 변경 또는 설계하기 위한 기반으로 용이하게 이용될 수도 있다는 것이 당업자들에 의해 인식되어야 한다. 또한, 그러한 등가 구성들이 본 출원 및 첨부된 청구항들의 사상 및 범위를 벗어나지 않는다는 것이 당업자들에 의해 인식되어야 한다. 추가적인 목적들 및 이점들과 함께, 본 발명의 구성 및 동작 방법 둘 모두에 대해 양상들의 특징인 것으로 믿어지는 신규한 특성들은, 첨부한 도면들과 관련하여 고려될 경우 다음의 설명으로부터 더 양호하게 이해될 것이다. 그러나, 도면들의 각각이 단지 예시 및 설명의 목적을 위해 제공되며, 본 청구항들의 제한들의 정의로서 의도되지 않는다는 것이 명백히 이해될 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0011] [0009] 도 1a는 네트워크 아키텍처의 일 예를 도시한 다이어그램이다.

[0010] 도 1b는 MBSFN 서비스를 제공 또는 지원하기 위한 무선 통신 시스템의 기능 엔티티들을 도시한다.

[0011] 도 2는 액세스 네트워크의 일 예를 도시한 다이어그램이다.

[0012] 도 3은 LTE에서의 DL 프레임 구조의 일 예를 도시한 다이어그램이다.

[0013] 도 4는 LTE에서의 UL 프레임 구조의 일 예를 도시한 다이어그램이다.

[0014] 도 5는 사용자 및 제어 평면들에 대한 라디오 프로토콜 아키텍처의 일 예를 도시한 다이어그램이다.

[0015] 도 6은 액세스 네트워크 내의 이벌브드 노드 B 및 사용자 장비의 일 예를 도시한 다이어그램이다.

[0016] 도 7은 단일 주파수 네트워크를 통한 멀티-미디어 브로드캐스트에서의 이벌브드 멀티캐스트 브로드캐스트 멀티미디어 서비스를 도시한 다이어그램이다.

[0017] 도 8은 전파 지연 확산을 도시한 다이어그램이다.

[0018] 도 9a 및 9b는, MBSFN 내의 다수의 eNB들에 대한 전파 지연 확산을 도시한 타이밍도들이다.

[0019] 도 10은 시간 및 주파수에 걸친 개념적인 통계 멀티플렉싱을 도시한 블록도이다.

[0020] 도 11은 본 발명의 일 양상을 구현하도록 실행되는 예시적인 블록들을 도시한 기능 블록도이다.

[0021] 도 12은 본 발명의 일 양상을 구현하도록 실행되는 예시적인 블록들을 도시한 기능 블록도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] [0022] 첨부된 도면들과 관련하여 아래에 기재된 상세한 설명은 다양한 구성들의 설명으로서 의도되며, 본 명세서에 설명된 개념들이 실시될 수도 있는 구성들만을 표현하도록 의도되지 않는다. 상세한 설명은 다양한 개념들의 완전한 이해를 제공하려는 목적을 위한 특정한 세부사항들을 포함한다. 그러나, 이들 개념들이 이들 특정한 세부사항들 없이도 실시될 수도 있다는 것은 당업자들에게는 명백할 것이다. 몇몇 예시들에서, 잘 알려진 구조들 및 컴포넌트들은 그러한 개념들을 불명료하게 하는 것을 회피하기 위해 블록도 형태로 도시된다.

[0013] [0023] 원격통신 시스템들의 수 개의 양상들은 이제 다양한 장치 및 방법들을 참조하여 제시될 것이다. 이들 장치 및 방법들은, 다양한 블록들, 모듈들, 컴포넌트들, 회로들, 단계들, 프로세스들, 알고리즘들 등(집합적으로, "엘리먼트들"로 지칭됨)에 의해 다음의 상세한 설명에서 설명되고 첨부한 도면들에서 도시될 것이다. 이들 엘리먼트들은 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 이들의 임의의 결합을 사용하여 구현될 수도 있다. 그러한 엘리먼트들이 하드웨어로서 구현될지 또는 소프트웨어로서 구현될지는 특정한 애플리케이션 및 전체 시스템에 부과된 설계 제약들에 의존한다.

[0014] [0024] 예로서, 엘리먼트, 또는 엘리먼트의 임의의 일부, 또는 엘리먼트들의 임의의 결합은, 하나 또는 그 초과



의 프로세서들을 포함하는 "프로세싱 시스템" 을 이용하여 구현될 수도 있다. 프로세서들의 예들은 마이크로프로세서들, 마이크로제어기들, 디지털 신호 프로세서(DSP)들, 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이(FPGA)들, 프로그래밍가능 로직 디바이스(PLD)들, 상태 머신들, 게이팅된 로직, 이산 하드웨어 회로들, 및 본 발명 전반에 걸쳐 설명된 다양한 기능을 수행하도록 구성된 다른 적절한 하드웨어를 포함한다. 프로세싱 시스템의 하나 또는 그 초과인 프로세서들은 소프트웨어를 실행할 수도 있다. 소프트웨어는, 소프트웨어, 펌웨어, 미들웨어, 마이크로코드, 하드웨어 디스크립션 언어, 또는 다른 용어로서 지칭되는지에 관계없이, 명령들, 명령 세트들, 코드, 코드 세그먼트들, 프로그램 코드, 프로그램들, 서브프로그램들, 소프트웨어 모듈들, 애플리케이션들, 소프트웨어 애플리케이션들, 소프트웨어 패키지들, 루틴들, 서브루틴들, 오브젝트들, 실행가능물들, 실행 스레드들, 절차들, 함수들 등을 의미하도록 광범위하게 해석되어야 한다.

[0015] [0025] 따라서, 하나 또는 그 초과인 예시적인 실시예들에서, 설명된 기능들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 결합으로 구현될 수도 있다. 소프트웨어로 구현되면, 기능들은 컴퓨터 판독가능 매체 상에 하나 또는 그 초과인 명령들 또는 코드로서 저장되거나 이들로서 인코딩될 수도 있다. 컴퓨터 판독가능 매체들은 컴퓨터 저장 매체들을 포함한다. 저장 매체들은 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용가능한 매체들일 수도 있다. 제한이 아닌 예로서, 그러한 컴퓨터-판독가능 매체들은 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장부, 자기 디스크 저장부 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 원하는 프로그램 코드를 저장하는데 사용될 수 있고, 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 디스크(disk) 및 디스크(disc)는 콤팩트 디스크(disc)(CD), 레이저 디스크(disc), 광학 디스크(disc), 디지털 다기능 디스크(digital versatile disc)(DVD), 및 플로피 디스크(disk)를 포함하며, 여기서 디스크(disk)들은 일반적으로 데이터를 자기적으로 재생하지만, 디스크(disc)들은 레이저를 이용하여 광학적으로 데이터를 재생한다. 상기한 것들의 결합들이 또한 컴퓨터-판독가능 매체들의 범위 내에 포함되어야 한다.

[0016] [0026] 도 1a는 LTE 네트워크 아키텍처(100)를 도시한 다이어그램이다. LTE 네트워크 아키텍처(100)는 이벌브드 패킷 시스템(EPS)(100)으로 지칭될 수도 있다. EPS(100)는 하나 또는 그 초과인 UE(102), E-UTRAN(Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network)(104), EPC(Evolved Packet Core)(110), HSS(Home Subscriber Server)(120), 및 오퍼레이터의 인터넷 프로토콜(IP) 서비스들(122)을 포함할 수도 있다. EPS는 다른 액세스 네트워크들과 상호접속할 수 있지만, 간략화를 위해, 그들 엔티티들/인터페이스들은 도시되지 않는다. 도시된 바와 같이, EPS는 패킷-교환 서비스들을 제공하지만, 당업자들이 용이하게 인식할 바와 같이, 본 발명 전반에 걸쳐 제시된 다양한 개념들은 회선-교환 서비스들을 제공하는 네트워크들로 확장될 수도 있다.

[0017] [0027] E-UTRAN은 eNB(106) 및 다른 eNB들(108)을 포함한다. eNB(106)는 UE(102)를 향한 사용자 및 제어 평면 프로토콜 종단(termination)들을 제공한다. eNB(106)는 백홀(예를 들어, X2 인터페이스)을 통해 다른 eNB들(108)에 접속될 수도 있다. eNB(106)는 또한, 기지국, 노드 B, 액세스 포인트, 베이스 트랜시버 스테이션, 라디오 기지국, 라디오 트랜시버, 트랜시버 기능, 기본 서비스 세트(BSS), 확장된 서비스 세트(ESS), 또는 몇몇 다른 적절한 용어로 지칭될 수도 있다. eNB(106)는 UE(102)에 대해 EPC(110)로의 액세스 포인트를 제공한다. UE들(102)들의 예들은 셀룰러 전화기, 스마트폰, 세션 개시 프로토콜(SIP) 전화기, 랩탑, 개인 휴대 정보 단말(PDA), 위성 라디오, 글로벌 포지셔닝 시스템, 멀티미디어 디바이스, 비디오 디바이스, 디지털 오디오 플레이어(예를 들어, MP3 플레이어), 카메라, 게임 콘솔, 태블릿, 또는 임의의 다른 유사한 기능 디바이스를 포함한다. UE(102)는 또한, 모바일 스테이션, 가입자 스테이션, 모바일 유닛, 가입자 유닛, 무선 유닛, 원격 유닛, 모바일 디바이스, 무선 디바이스, 무선 통신 디바이스, 원격 디바이스, 모바일 가입자 스테이션, 액세스 단말, 모바일 단말, 무선 단말, 원격 단말, 핸드셋, 사용자 에이전트, 모바일 클라이언트, 클라이언트, 또는 몇몇 다른 적절한 용어로 당업자들에 의해 지칭될 수도 있다.

[0018] [0028] eNB(106)는 EPC(110)에 접속된다. EPC(110)는 MME(Mobility Management Entity)(112), 다른 MME들(114), 서빙 게이트웨이(116), 및 패킷 데이터 네트워크(PDN) 게이트웨이(118)를 포함한다. 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 서빙 게이트웨이(116)를 통해 전달되며, 서빙 게이트웨이(116) 그 자체는 PDN 게이트웨이(118)에 접속된다. PDN 게이트웨이(118)는 UE IP 어드레스 할당 뿐만 아니라 다른 기능들을 제공한다. PDN 게이트웨이(118)는 오퍼레이터의 IP 서비스들(122)에 접속된다. 오퍼레이터의 IP 서비스들(122)은 인터넷, 인트라넷, IP 멀티미디어 서브시스템(IMS), 및 PS 스트리밍 서비스(PSS)를 포함할 수도 있다. MBMS 라디오 액세스 네트워크에서, 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 센터(BM-SC)(126)는, 콘텐츠 제공자들에 대한 포털 또는 진입(entry) 포인트로서 서빙할 수도 있으며, 특정한 인증 및 다른 서비스들을 제공



할 수도 있다. 브로드캐스트/멀티캐스트 관리 엔티티(BME)(124)는, 제어 시그널링을 수신, 프로세싱, 및/또는 포워딩하도록 구성될 수도 있으며, MBMS 제어 시그널링을 수신하기 위해 eNB(106 또는 108)를 선택하는데 사용될 수도 있다.

[0019] [0029] 도 1b는 MBSFN 서비스를 제공 또는 지원하기 위한 무선 통신 시스템(124)의 기능 엔티티들을 도시한다. 서비스 품질(QoS)에 대해, 시스템(124)은 보장된 비트 레이트(GBR) 타입 MBMS 베어를 사용하며, 여기서, 최대 비트 레이트(MBR)는 GBR과 동등하다. 이들 컴포넌트들은 예로서 도시 및 설명되고, 본 명세서에 설명된 발명 개념들을 제한하지 않으며, 그 개념들은 멀티캐스트 송신들을 전달 및 제어하기 위해 다른 아키텍처들 및 기능 분포들에 채택될 수도 있다.

[0020] [0030] 시스템(124)은, MBMS 게이트 웨이(MBMS GW)(140)를 포함할 수도 있다. MBMS GW(140)는, M1 인터페이스를 통한 MBMS 사용자 평면 데이터의 e노드B들(128)로의 인터넷 프로토콜(IP) 멀티캐스트 분배를 제어하며; 많은 가능한 eNB들 중 하나의 eNB(128)가 도시된다. 부가적으로, MBMS GW는, M1 인터페이스를 통한 MBMS 사용자 평면 데이터의 UTRAN 라디오 네트워크 제어기(RNC)들(144)로의 IP 멀티캐스트 분배를 제어하며, 많은 가능한 RNC들 중 하나의 UTRAN RNC(144)가 도시된다. M1 인터페이스는, MBMS 데이터(사용자 평면)에 연관되며, 데이터 패킷들의 전달을 위해 IP를 사용한다. eNB(128)는, E-UTRAN Uu 인터페이스를 통해 사용자 장비(UE)/모바일 엔티티(126)에 MBMS 콘텐츠를 제공할 수도 있다. RNC(144)는, Uu 인터페이스를 통해 UE 모바일 엔티티(146)에 MBMS 콘텐츠를 제공할 수도 있다. MBMS GW(140)는, 모빌리티 관리 엔티티(MME)(132) 및 Sm 인터페이스를 통해 MBMS 세션 제어 시그널링, 예를 들어, MBMS 세션 시작 및 세션 중지를 추가적으로 수행할 수도 있다. MBMS GW(140)는 추가적으로, SG-mb(사용자 평면) 기준 포인트를 통해 MBMS 베어러들을 사용하여 엔티티들에 대한 인터페이스를 제공하며, SGI-mb(제어 평면) 기준 포인트를 통해 MBMS 베어러들을 사용하여 엔티티들에 대한 인터페이스를 제공할 수도 있다. SG-mb 인터페이스는 MBMS 베어러 서비스 특정 시그널링을 반송한다. SGI-mb 인터페이스는, MBMS 데이터 전달을 위한 사용자 평면 인터페이스이다. MBMS 데이터 전달은, 디폴트 모드일 수도 있는 IP 유니캐스트 송신에 의해 또는 IP 멀티캐스팅에 의해 수행될 수도 있다. MBMS GW(140)는, 서빙 범용 패킷 라디오 서비스 지원 노드(SGSN)(142) 및 Sn/Iu 인터페이스들을 통해 UTRAN을 통한 MBMS에 대한 제어 평면 기능을 제공할 수도 있다.

[0021] [0031] 시스템(124)은 멀티캐스트 조정 엔티티(MCE)(130)를 더 포함할 수도 있다. MCE(130)는, MBMS 콘텐츠로부터의 허가 제어 기능을 수행하며, MBSFN 동작을 사용하는 멀티-셀 MBMS 송신들을 위하여 MBSFN 영역 내의 모든 eNB들에 의해 사용된 시간 및 주파수 라디오 리소스들을 할당할 수도 있다. MCE(130)는, 예를 들어, 변조 및 코딩 방식과 같은 MBSFN 영역에 대한 라디오 구성을 결정할 수도 있다. MCE(130)는, 어떤 서비스들이 어떤 멀티캐스트 채널(MCH)에서 멀티플렉싱될지를 결정함으로써, MBSN 콘텐츠의 사용자 평면 송신을 스케줄링 및 제어하고 eMBMS 서비스 멀티플렉싱을 관리할 수도 있다. MCE(130)는, M3 인터페이스를 통해 MME(132)와의 MBMS 세션 제어 시그널링에 참여할 수도 있으며, eNB(128)와의 제어 평면 인터페이스 M2를 제공할 수도 있다.

[0022] [0032] 시스템(124)은, 콘텐츠 제공자 서버(138)와 통신하는 브로드캐스트-멀티캐스트 서비스 센터(BM-SC)(136)를 더 포함할 수도 있다. BM-SC(136)는, 콘텐츠 제공자(138)와 같은 하나 또는 그 초과 소스들로부터의 멀티캐스트 콘텐츠의 수용을 핸들링하고, 후속되는 바와 같이 다른 고-레벨 관리 기능들을 제공할 수도 있다. 이들 기능들은, 예를 들어, 식별된 UE에 대한 MBMS 서비스들의 인증 및 개시를 포함하는 멤버십 기능을 포함할 수도 있다. BM-SC(136)는, MBMS 세션 및 송신 기능들, 라이브 브로드캐스트들의 스케줄링, 및 MBMS 및 연관된 전달 기능들을 포함하는 전달을 추가적으로 수행할 수도 있다. BM-SC(140)는, 멀티캐스트를 위해 이용가능한 광고 콘텐츠와 같은 서비스 광고 및 설명을 추가적으로 제공할 수도 있다. 별개의 패킷 데이터 프로토콜(PDP) 콘텍스트는 UE와 BM-SC 사이에서 제어 메시지들을 반송하는데 사용될 수도 있다. BM-SC는 추가적으로, 키 관리와 같은 보안 기능들을 제공하고, 데이터 볼륨 및 QoS와 같은 파라미터들에 따른 콘텐츠 제공자들의 과금을 관리하고, 브로드캐스트 모드를 위해 UTRAN 및 E-UTRAN에서 MBMS에 대한 콘텐츠 동기화를 제공하며, UTRAN에서 MBSFN 데이터에 대한 헤더 압축을 제공할 수도 있다. BM-SC(136)는, QoS 및 MBMS 서비스 영역과 같은 세션 속성들을 포함하는 MBMS-GW(140)에 세션 시작, 업데이트 및 중지를 표시할 수도 있다.

[0023] [0033] 시스템(124)은, MCE(130) 및 MBMS-GW(140)와 통신하는 멀티캐스트 관리 엔티티(MME)(132)를 더 포함할 수도 있다. MME(124)는, E-UTRAN을 통한 MBMS에 대한 제어 평면 기능을 제공할 수도 있다. 부가적으로, MME는, MBMS-GW(140)에 의해 정의된 멀티캐스트 관련 정보를 eNB(128, 144)에 제공할 수도 있다. MME(132)와 MBMS-GW(140) 사이의 Sm 인터페이스는 MBMS 제어 시그널링, 예를 들어, 세션 시작 및 중지 신호들을 반송하는데 사용될 수도 있다.

- [0024] [0034] 시스템(124)은, 종종 P-GW로 약칭되는 패킷 데이터 네트워크(PDN) 게이트 웨이(GW)(134)를 더 포함할 수도 있다. P-GW(134)는, 시그널링 및/또는 사용자 데이터에 대해 UE(126)와 BM-SC(136) 사이에 이벌브드 패킷 시스템(EPS) 베어러를 제공할 수도 있다. 그러므로, P-GW는, UE들에 할당된 IP 어드레스들과 연관된 UE들로부터 발신하는 URL(Uniform Resource Locator) 기반 요청들을 수신할 수도 있다. BM-SC(136)는 또한, IP 인터페이스를 통해 BM-SC(136)와 통신할 수도 있는 P-GW(134)를 통해 하나 또는 그 초과와 콘텐츠 제공자들에 링크될 수도 있다.
- [0025] [0035] 도 2는 LTE 네트워크 아키텍처 내의 액세스 네트워크(200)의 일 예를 도시한 다이어그램이다. 이러한 예에서, 액세스 네트워크(200)는 다수의 셀룰러 영역들(셀들)(202)로 분할된다. 하나 또는 그 초과와 더 낮은 전력 클래스 eNB들(208)은, 셀들(202) 중 하나 또는 그 초과와 중첩하는 셀룰러 영역들(210)을 가질 수도 있다. 더 낮은 전력 클래스 eNB(208)는 펌토 셀(예를 들어, 홈 eNB(HeNB)), 피코 셀, 마이크로 셀, 또는 원격 라디오 헤드(RRH)일 수도 있다. 매크로 eNB들(204)은 각각, 각각의 셀(202)에 할당되고, 셀들(202) 내의 모든 UE들(206)에 대해 EPC(110)로의 액세스 포인트를 제공하도록 구성된다. 이러한 예의 액세스 네트워크(200)에는 중앙화된 제어기가 존재하지 않지만, 대안적인 구성들에서는 중앙화된 제어기가 사용될 수도 있다. eNB들(204)은, 라디오 베어러 제어, 승인 제어, 모빌리티 제어, 스케줄링, 보안, 및 서빙 게이트웨이(116)로의 접속을 포함하는 모든 라디오 관련 기능들을 담당한다.
- [0026] [0036] 액세스 네트워크(200)에 의해 이용되는 변조 및 다중 액세스 방식은, 이용되고 있는 특정한 원격통신 표준에 의존하여 변할 수도 있다. LTE 애플리케이션들에서, 주파수 분할 듀플렉스(FDD) 및 시분할 듀플렉스(TDD) 둘 모두를 지원하기 위해, OFDM이 DL 상에서 사용되고, SC-FDMA가 UL 상에서 사용된다. 당업자들이 후속할 상세한 설명으로부터 용이하게 인식할 바와 같이, 본 명세서에 제시된 다양한 개념들은 LTE 애플리케이션들에 매우 적합하다. 그러나, 이들 개념들은 다른 변조 및 다중 액세스 기술들을 이용하는 다른 원격통신 표준들에 용이하게 확장될 수도 있다. 예로서, 이들 개념들은 EV-DO(Evolution-Data Optimized) 또는 UMB(Ultra Mobile Broadband)로 확장될 수도 있다. EV-DO 및 UMB는, CDMA2000 표준군의 일부로서 3세대 파트너십 프로젝트 2(3GPP2)에 의해 발표된 에어 인터페이스 표준들이며, 모바일 스테이션들에 브로드밴드 인터넷 액세스를 제공하도록 CDMA를 이용한다. 이들 개념들은 또한, 광대역-CDMA(W-CDMA) 및 TD-SCDMA와 같은 CDMA의 다른 변형들을 이용하는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access); TDMA를 이용하는 모바일 통신들을 위한 글로벌 시스템(GSM); 및 이벌브드 UTRA(E-UTRA), IEEE 802.11(Wi-Fi), IEEE 802.16(WiMAX), IEEE 802.20, 및 OFDMA를 이용하는 Flash-OFDM으로 확장될 수도 있다. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE 및 GSM은 3GPP 조직으로부터의 문헌들에 설명되어 있다. CDMA2000 및 UMB는 3GPP2 조직으로부터의 문헌들에 설명되어 있다. 이용되는 실제 무선 통신 표준 및 다중 액세스 기술은 특정한 애플리케이션 및 시스템에 부과된 전체 설계 제약들에 의존할 것이다.
- [0027] [0037] eNB들(204)은 MIMO 기술을 지원하는 다수의 안테나들을 가질 수도 있다. MIMO 기술의 사용은 eNB들(204)이 공간 멀티플렉싱, 빔포밍, 및 송신 다이버시티를 지원하도록 공간 도메인을 활용할 수 있게 한다. 공간 멀티플렉싱은, 동일한 주파수 상에서 동시에 데이터의 상이한 스트림들을 송신하는데 사용될 수도 있다. 데이터 스트림들은, 데이터 레이트를 증가시키도록 단일 UE(206)에 또는 전체 시스템 용량을 증가시키도록 다수의 UE들(206)에 송신될 수도 있다. 이것은, 각각의 데이터 스트림을 공간적으로 프리코딩(precode)(즉, 진폭 및 위상의 스케일링을 적용)하고, 그 후, DL 상에서 다수의 송신 안테나들을 통해 각각의 공간적으로 프리코딩된 스트림을 송신함으로써 달성된다. 공간적으로 프리코딩된 데이터 스트림들은, 상이한 공간 서명들을 이용하여 UE(들)(206)에 도달하며, 이는 UE(들)(206) 각각이 그 UE(206)에 대해 예정된 하나 또는 그 초과와 데이터 스트림들을 복원할 수 있게 한다. UL 상에서, 각각의 UE(206)는 공간적으로 프리코딩된 데이터 스트림을 송신하며, 이는 eNB(204)가 각각의 공간적으로 프리코딩된 데이터 스트림의 소스를 식별할 수 있게 한다.
- [0028] [0038] 채널 조건들이 양호할 경우, 공간 멀티플렉싱이 일반적으로 사용된다. 채널 조건들이 덜 바람직할 경우, 하나 또는 그 초과와 방향으로 송신 에너지를 포커싱하기 위해 빔포밍이 사용될 수도 있다. 이것은, 다수의 안테나들을 통한 송신을 위해 데이터를 공간적으로 프리코딩함으로써 달성될 수도 있다. 셀의 에지들에서 양호한 커버리지를 달성하기 위해, 단일 스트림 빔포밍 송신이 송신 다이버시티와 결합하여 사용될 수도 있다.
- [0029] [0039] 후속하는 상세한 설명에서, 액세스 네트워크의 다양한 양상들이, DL 상에서 OFDM을 지원하는 MIMO 시스템을 참조하여 설명될 것이다. OFDM은, OFDMA 심볼 내의 다수의 서브캐리어들을 통해 데이터를 변조하는 확산-스펙트럼 기술이다. 서브캐리어들은 정확한 주파수들로 이격된다. 간격은, 수신기가 서브캐리어들로부터 데이터를 복원할 수 있게 하는 "직교성(orthogonality)"을 제공한다. 시간 도메인에서, CP와 같은 가드 간격은 인터-OFDM-심볼 간섭에 대항하기 위해 각각의 OFDMA 심볼에 부가될 수도 있다. UL은, 높은 피크-투-평균 전력 비

(PAPR)를 보상하기 위해 DFT-확산 OFDM 신호의 형태로 SC-FDMA를 사용할 수도 있다.

- [0030] [0040] 도 3은 LTE에서의 DL 프레임 구조의 일 예를 도시한 다이어그램(300)이다. 프레임(10ms)은 10개의 동등하게 사이징(size)된 서브프레임들로 분할될 수도 있다. 각각의 서브프레임은 2개의 연속하는 시간 슬롯들을 포함할 수도 있다. 리소스 그리드는 2개의 시간 슬롯들을 표현하는데 사용될 수도 있으며, 각각의 시간 슬롯은 리소스 블록을 포함한다. 리소스 그리드는 다수의 리소스 엘리먼트들로 분할된다. LTE에서, 리소스 블록은, 주파수 도메인에서 12개의 연속하는 서브캐리어들, 그리고 각각의 OFDMA 심볼 내의 정규 CP에 대해, 시간 도메인에서 7개의 연속하는 OFDMA 심볼들, 또는 84개의 리소스 엘리먼트들을 포함한다. 확장된 CP에 대해, 리소스 블록은 시간 도메인에서 6개의 연속하는 OFDMA 심볼들을 포함하고, 72개의 리소스 엘리먼트들을 갖는다. R(302, 304)로서 표시된 바와 같은, 리소스 엘리먼트들 중 몇몇은 DL 기준 신호들(DL-RS)을 포함한다. DL-RS는 셀-특정 RS(CRS)(또한 종종 공통 RS로 지칭됨)(302) 및 UE-특정 RS(UE-RS)(304)를 포함한다. UE-RS(304)는, 대응하는 물리 DL 공유 채널(PDSCH)이 매핑되는 리소스 블록들 상에서만 송신된다. 각각의 리소스 엘리먼트에 의해 반송된 비트들의 수는 변조 방식에 의존한다. 따라서, UE가 수신하는 리소스 블록들이 많아지고 변조 방식이 고차가 될수록, UE에 대한 데이터 레이트가 더 높아진다.
- [0031] [0041] 도 4는 LTE에서의 UL 프레임 구조의 일 예를 도시한 다이어그램(400)이다. UL에 대한 이용가능한 리소스 블록들은 데이터 섹션 및 제어 섹션으로 분할될 수도 있다. 제어 섹션은 시스템 대역폭의 2개의 에지들에서 형성될 수도 있으며, 구성가능한 사이즈를 가질 수도 있다. 제어 섹션 내의 리소스 블록들은 제어 정보의 송신을 위해 UE들에 할당될 수도 있다. 데이터 섹션은 제어 섹션에 포함되지 않는 모든 리소스 블록들을 포함할 수도 있다. UL 프레임 구조는, 데이터 섹션이 인접한 서브캐리어들을 포함하는 것을 초래하며, 이는 단일 UE가 데이터 섹션에서 인접한 서브캐리어들 모두를 할당받게 할 수도 있다.
- [0032] [0042] UE는 eNB로 제어 정보를 송신하기 위해 제어 섹션에서 리소스 블록들(410a, 410b)을 할당받을 수도 있다. UE는 또한, eNB로 데이터를 송신하기 위해 데이터 섹션에서 리소스 블록들(420a, 420b)을 할당받을 수도 있다. UE는, 제어 섹션 내의 할당된 리소스 블록들 상의 물리 UL 제어 채널(PUCCH)에서 제어 정보를 송신할 수도 있다. UE는 데이터 섹션 내의 할당된 리소스 블록들 상의 물리 UL 공유 채널(PUSCH)에서 데이터만을 또는 데이터 및 제어 정보 둘 모두를 송신할 수도 있다. UL 송신은 서브프레임의 둘 모두의 슬롯들에 걸쳐 있을 수도 있으며, 주파수에 걸쳐 흩날릴 수도 있다.
- [0033] [0043] 리소스 블록들의 세트는, 초기 시스템 액세스를 수행하고, 물리 랜덤 액세스 채널(PRACH)(430)에서 UL 동기화를 달성하는데 사용될 수도 있다. PRACH(430)는 랜덤 시퀀스를 반송하고, 어떠한 UL 데이터/시그널링도 반송할 수 없다. 각각의 랜덤 액세스 프리앰블은 6개의 연속하는 리소스 블록들에 대응하는 대역폭을 점유한다. 시작 주파수는 네트워크에 의해 특정된다. 즉, 랜덤 액세스 프리앰블의 송신은 특정한 시간 및 주파수 리소스들로 제약된다. PRACH에 대한 어떠한 주파수 hopping도 존재하지 않는다. PRACH 시도는 단일 서브프레임(1ms) 또는 몇몇 인접한 서브프레임들의 시퀀스에서 반송되고, UE는 프레임(10ms) 당 단일 PRACH 시도만을 행할 수 있다.
- [0034] [0044] 도 5는 LTE에서의 사용자 및 제어 평면들에 대한 라디오 프로토콜 아키텍처의 일 예를 도시한 다이어그램(500)이다. UE 및 eNB에 대한 라디오 프로토콜 아키텍처는 3개의 계층들: 계층 1, 계층 2, 및 계층 3을 갖는 것으로 도시되어 있다. 계층 1(L1 계층)은 가장 낮은 계층이며, 다양한 물리 계층 신호 프로세싱 기능들을 구현한다. L1 계층은 물리 계층(506)으로 본 명세서에서 지칭될 것이다. 계층 2(L2 계층)(508)는 물리 계층(506) 위에 있으며, 물리 계층(506)을 통한 UE와 eNB 사이의 링크를 담당한다.
- [0035] [0045] 사용자 평면에서, L2 계층(508)은 매체 액세스 제어(MAC) 서브계층(510), 라디오 링크 제어(RLC) 서브계층(512), 및 패킷 데이터 수렴 프로토콜(PDCP)(514) 서브계층을 포함하며, 이들은 네트워크 측 상의 eNB에서 중단된다. 도시되지는 않았지만, UE는, 네트워크 측 상의 PDN 게이트웨이(118)에서 중단되는 네트워크 계층(예를 들어, IP 계층), 및 접속의 다른 단부(예를 들어, 원단(far end) UE, 서버 등)에서 중단되는 애플리케이션 계층을 포함하는 수 개의 상부 계층들을 L2 계층(508) 위에 가질 수도 있다.
- [0036] [0046] PDCP 서브계층(514)은 상이한 라디오 베어러들과 로직 채널들 사이에 멀티플렉싱을 제공한다. PDCP 서브계층(514)은 또한, 라디오 송신 오버헤드를 감소시키기 위해 상부 계층 데이터 패킷들에 대한 헤더 압축, 데이터 패킷들을 암호화함으로써 보안, 및 eNB들 사이의 UE들에 대한 핸드오버 지원을 제공한다. RLC 서브계층(512)은 상부 계층 데이터 패킷들의 세그먼트화 및 리어셈블리, 손실된 데이터 패킷들의 재송신, 및 데이터 패킷들의 재순서화를 제공하여, 하이브리드 자동 반복 요청(HARQ)으로 인한 비순차적(out-of-order) 수신을 보상한다. MAC 서브계층(510)은 로직 채널과 전송 채널 사이에 멀티플렉싱을 제공한다. MAC 서브계층(510)은



또한, 하나의 셀의 다양한 라디오 리소스들(예를 들어, 리소스 블록들)을 UE들 사이에 할당하는 것을 담당한다. MAC 서브계층(510)은 또한, HARQ 동작들을 담당한다.

- [0037] [0047] 제어 평면에서, UE 및 eNB에 대한 라디오 프로토콜 아키텍처는, 제어 평면에 대한 헤더 압축 기능이 존재하지 않는다는 것을 제외하고, 물리 계층(506) 및 L2 계층(508)에 대해 실질적으로 동일하다. 제어 평면은 또한, 계층 3(L3 계층)에 라디오 리소스 제어(RRC) 서브계층(516) 포함한다. RRC 서브계층(516)은 라디오 리소스들(즉, 라디오 베어러들)을 획득하는 것, 및 eNB와 UE 사이에서 RRC 시그널링을 사용하여 하부 계층들을 구성하는 것을 담당한다.
- [0038] [0048] 도 6은 액세스 네트워크에서 UE(650)와 통신하는 eNB(610)의 블록도이다. DL에서, 코어 네트워크로부터의 상부 계층 패킷들은 제어기/프로세서(675)에 제공된다. 제어기/프로세서(675)는 L2 계층의 기능을 구현한다. DL에서, 제어기/프로세서(675)는 헤더 압축, 암호화, 패킷 세그먼트화 및 재순서화, 로직 채널과 전송 채널 사이의 멀티플렉싱, 및 다양한 우선순위 메트릭들에 기초한 UE(650)로의 라디오 리소스 할당들을 제공한다. 제어기/프로세서(675)는 또한, HARQ 동작들, 손실된 패킷들의 재송신, 및 UE(650)로의 시그널링을 담당한다.
- [0039] [0049] 송신(TX) 프로세서(616)는 L1 계층(즉, 물리 계층)에 대한 다양한 신호 프로세싱 기능들을 구현한다. 신호 프로세싱 기능들은, UE(650)에서의 순방향 에러 정정(FEC)을 용이하게 하기 위한 코딩 및 인터리빙, 및 다양한 변조 방식들(예를 들어, 바이너리 위상-시프트 키잉(BPSK), 직교 위상-시프트 키잉(QPSK), M-위상-시프트 키잉(M-PSK), M-직교 진폭 변조(M-QAM))에 기초한 신호 성상도(constellation)들로의 매핑을 포함한다. 그 후, 코딩되고 변조된 심볼들은 병렬 스트림들로 분할된다. 그 후, 각각의 스트림은, OFDM 서브캐리어로 매핑되고, 시간 및/또는 주파수 도메인에서 기준 신호(예를 들어, 파일럿)와 멀티플렉싱되며, 그 후, 고속 푸리에 역변환(IFFT)을 사용하여 함께 결합되어, 시간 도메인 OFDMA 심볼 스트림을 반송하는 물리 채널을 생성한다. OFDM 스트림은 다수의 공간 스트림들을 생성하기 위해 공간적으로 프리코딩된다. 채널 추정기(674)로부터의 채널 추정치들은 코딩 및 변조 방식을 결정하기 위해 뿐만 아니라 공간 프로세싱을 위해 사용될 수도 있다. 채널 추정치는, 기준 신호 및/또는 UE(650)에 의해 송신된 채널 조건 피드백으로부터 도출될 수도 있다. 그 후, 각각의 공간 스트림은 별개의 송신기(618TX)를 통해 상이한 안테나(620)로 제공될 수도 있다. 각각의 송신기(618TX)는 송신을 위해 각각의 공간 스트림으로 RF 캐리어를 변조할 수도 있다.
- [0040] [0050] UE(650)에서, 각각의 수신기(654RX)는 자신의 각각의 안테나(652)를 통해 신호를 수신한다. 각각의 수신기(654RX)는 RF 캐리어 상으로 변조된 정보를 복원하고, 그 정보를 수신(RX) 프로세서(656)에 제공한다. RX 프로세서(656)는 L1 계층의 다양한 신호 프로세싱 기능들을 구현한다. RX 프로세서(656)는 UE(650)에 대해 예정된 임의의 공간 스트림들을 복원하도록 정보에 대해 공간 프로세싱을 수행할 수도 있다. 다수의 공간 스트림들이 UE(650)에 대해 예정되면, 그들은 RX 프로세서(656)에 의해 단일 OFDMA 심볼 스트림으로 결합될 수도 있다. 그 후, RX 프로세서(656)는 고속 푸리에 변환(FFT)을 사용하여 시간-도메인으로부터 주파수 도메인으로 OFDMA 심볼 스트림을 변환한다. 주파수 도메인 신호는, OFDMA 신호의 각각의 서브캐리어에 대한 별개의 OFDM 심볼 스트림을 포함한다. 각각의 서브캐리어 상의 심볼들, 및 기준 신호는 eNB(610)에 의해 송신된 가장 가능성이 있는 신호 성상도 포인트들을 결정함으로써 복원 및 복조된다. 이들 연관정들은, 채널 추정기(658)에 의해 컴퓨팅된 채널 추정치들에 기초할 수도 있다. 그 후, 연관정들은, 물리 채널 상에서 eNB(610)에 의해 본래 송신되었던 데이터 및 제어 신호들을 복원하기 위해 디코딩 및 디인터리빙된다. 그 후, 데이터 및 제어 신호들은 제어기/프로세서(659)에 제공된다.
- [0041] [0051] 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 매체로 지칭될 수도 있다. UL에서, 제어기/프로세서(659)는, 전송 채널과 로직 채널 사이의 디멀티플렉싱, 패킷 리어셈블리, 암호해독, 헤더 압축해제, 제어 신호 프로세싱을 제공하여, 코어 네트워크로부터의 상부 계층 패킷들을 복원한다. 그 후, 상부 계층 패킷들은, L2 계층 위의 모든 프로토콜 계층들을 표현하는 데이터 싱크(662)에 제공된다. 다양한 제어 신호들은 또한, L3 프로세싱을 위해 데이터 싱크(662)에 제공될 수도 있다. 제어기/프로세서(659)는 또한, HARQ 동작들을 지원하기 위해 확인응답(ACK) 및/또는 부정 확인응답(NACK) 프로토콜을 사용하여 에러 검출을 담당한다.
- [0042] [0052] UL에서, 데이터 소스(667)는 상부 계층 패킷들을 제어기/프로세서(659)에 제공하는데 사용된다. 데이터 소스(667)는, L2 계층 위의 모든 프로토콜 계층들을 나타낸다. eNB(610)에 의한 DL 송신과 관련하여 설명된 기능과 유사하게, 제어기/프로세서(659)는, 헤더 압축, 암호화, 패킷 세그먼트화 및 재순서화, 및 eNB(610)에 의한 라디오 리소스 할당들에 기초한 로직 채널과 전송 채널 사이의 멀티플렉싱을 제공함으로써 사용자 평면 및 제어 평면에 대해 L2 계층을 구현한다. 제어기/프로세서(659)는 또한, HARQ 동작들, 손실된 패킷들의 재송신,

및 eNB(610)로의 시그널링을 담당한다.

- [0043] [0053] 기준 신호 또는 eNB(610)에 의해 송신된 피드백으로부터 채널 추정기(658)에 의해 도출된 채널 추정치들은, 적절한 코딩 및 변조 방식들을 선택하고, 공간 프로세싱을 용이하게 하도록 TX 프로세서(668)에 의해 사용될 수도 있다. TX 프로세서(668)에 의해 생성된 공간 스트림들은 별개의 송신기들(654TX)을 통해 상이한 안테나(652)에 제공될 수도 있다. 각각의 송신기(654TX)는 송신을 위해 각각의 공간 스트림으로 RF 캐리어를 변조할 수도 있다.
- [0044] [0054] UL 송신은, UE(650)의 수신기 기능과 관련하여 설명된 것과 유사한 방식으로 eNB(610)에서 프로세싱된다. 각각의 수신기(618RX)는 자신의 각각의 안테나(620)를 통해 신호를 수신한다. 각각의 수신기(618RX)는 RF 캐리어 상으로 변조된 정보를 복원하고, 그 정보를 RX 프로세서(670)에 제공한다. RX 프로세서(670)는 L1 계층을 구현할 수도 있다.
- [0045] [0055] 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 매체로 지칭될 수도 있다. UL에서, 제어기/프로세서(675)는 전송 채널과 로직 채널 사이의 디멀티플렉싱, 패킷 리어셈블리, 암호해독, 헤더 압축해제, 제어 신호 프로세싱을 제공하여, UE(650)로부터의 상부 계층 패킷들을 복원한다. 제어기/프로세서(675)로부터의 상부 계층 패킷들은 코어 네트워크에 제공될 수도 있다. 제어기/프로세서(675)는 또한, HARQ 동작들을 지원하기 위해 ACK 및/또는 NACK 프로토콜을 사용하여 에러 검출을 담당한다.
- [0046] [0056] 도 7은 MBSFN에서의 이벌브드 멀티캐스트 브로드캐스트 멀티미디어 서비스(eMBMS)를 도시한 다이어그램(750)이다. 셀들(752') 내의 eNB들(752)은 제 1 MBSFN 영역을 형성할 수도 있고, 셀들(754') 내의 eNB들(754)은 제 2 MBSFN 영역을 형성할 수도 있다. eNB들(752, 754)은, 예를 들어, 총 8개의 MBSFN 영역들까지 다른 MBSFN 영역들과 연관될 수도 있다. MBSFN 영역 내의 셀은 예비된 셀로 지정될 수도 있다. 예비된 셀들은 멀티캐스트/브로드캐스트 콘텐츠를 제공하지 않지만, 셀들(752', 754')에 시간-동기화되며, MBSFN 영역들에 대한 간섭을 제한하기 위해 MBSFN 리소스들에 대한 제약된 전력을 갖는다. MBSFN 영역 내의 각각의 eNB는 동기식으로, 동일한 eMBMS 제어 정보 및 데이터를 동기화된 방식으로 송신한다. 각각의 영역은 브로드캐스트, 멀티캐스트, 및 유니캐스트 서비스들을 지원할 수도 있다. 유니캐스트 서비스는 특정한 사용자에게 대해 의도된 서비스, 예를 들어, 음성 호이다. 멀티캐스트 서비스는 사용자들의 그룹에 의해 수신될 수도 있는 서비스, 예를 들어, 가입 비디오 서비스이다. 브로드캐스트 서비스는 모든 사용자들에 의해 수신될 수도 있는 서비스, 예를 들어, 뉴스 브로드캐스트이다. 도 7을 참조하면, 제 1 MBSFN 영역은, 예컨대, 특정한 뉴스 브로드캐스트를 UE(770)에 제공함으로써 제 1 eMBMS 브로드캐스트 서비스를 지원할 수도 있다. 제 2 MBSFN 영역은, 예컨대, 상이한 뉴스 브로드캐스트를 UE(760)에 제공함으로써 제 2 eMBMS 브로드캐스트 서비스를 지원할 수도 있다. 각각의 MBSFN 영역은 복수의 물리 멀티캐스트 채널들(PMCH)(예를 들어, 15개의 PMCH들)을 지원한다. 각각의 PMCH는 멀티캐스트 채널(MCH)에 대응한다. 각각의 MCH는 복수(예를 들어, 29개)의 멀티캐스트 로직 채널들을 멀티플렉싱할 수 있다. 각각의 MBSFN 영역은 하나의 멀티캐스트 제어 채널(MCCH)을 가질 수도 있다. 그러므로, 하나의 MCH는 하나의 MCCH 및 복수의 멀티캐스트 트래픽 채널(MTCH)들을 멀티플렉싱할 수도 있고, 나머지 MCH들은 복수의 MTCH들을 멀티플렉싱할 수도 있다.
- [0047] [0057] CP는, 인터-OFDM-심볼 간섭을 억제하기 위한 가드 간격을 제공하고 서브캐리어들 사이에서 직교성을 유지하기 위해 OFDM 심볼들의 시작부에 추가된다. 예를 들어, eNB와 UE 사이의 채널 내에 다수의 통신 경로들의 존재에 의해 야기되는 시간-분산 채널 이슈들 때문에, 인터-심볼 간섭이 발생할 수도 있다. 도 8은, 인터-심볼 간섭을 발생시킬 수도 있는 예시적인 시나리오들(800 및 840)을 도시한 다이어그램이다. 도 8은 또한, UE(804)에서 관측된 바와 같이 전파 지연들의 효과를 도시한 타이밍 차트(820)를 포함한다. 예시적인 시나리오(800)는, UE(804)와 통신하는 단일 eNB(802)에 관련된다. eNB(802)로부터 UE(804)에서 수신된 심볼(822)은 직접 전파 경로(808)에 의해 이동하며, 심볼(822)의 지연된 버전은, 예를 들어, 빌딩일 수도 있는 오브젝트(806)에서의 반사에 의해 생성된 더 긴 간접(indirect) 전파 경로(810)로부터의 지연된 심볼(828)로서 도달한다. 심볼(822)의 도달 시간(832) 및 지연된 심볼(828)의 도달 시간(834)에서의 차이가 CP 지속기간보다 작으면, 어떠한 인터-심볼 간섭도 발생하지 않으며, 심볼들(822 및 828)은 UE(804)에서 결합될 수도 있다. 도시된 예에서, CP(824)의 지속기간은, 시간(830)에서 종료하는 지연된 심볼(828)과 다음의 심볼(826) 사이에서 인터-심볼 간섭을 방지하기에 충분히 길다. 간접 경로(808)를 통한 UE(804)에서의 심볼(822)의 도달 시간(832)과 UE(804)에서의 지연된 심볼(828)의 도달 시간(834) 사이의 차이는 시나리오(800)의 지연된 확산으로 지칭될 수도 있으며, 특히, 여기서, 간접 경로(810)는 eNB(802)와 UE(804) 사이에서 이용가능한 가장 긴 간접 전파 경로이다. 간접

경로는, eNB(802)와 UE(804)와 연관된 가장 긴 전파 경로 길이 및/또는 지연을 가질 수도 있다.

[0048]

[0058] 타이밍 차트(820)는 또한, eNB(842) 및 eNB(846)가 UE(844)로부터 상당히 상이한 거리들에 로케이팅될 수도 있거나 상당히 상이한 길이들을 갖는 하나 또는 그 초과와 전파 경로들을 따라 송신할 수도 있는 eMBMS 시나리오(840)를 표현할 수도 있다. 결과로서, eNB들(842 및 846) 각각에 의해 동기식 방식으로 송신되는 심볼(822) 및 지연된 심볼(828)은, UE(844)에서 상이한 시간들에 도달할 수도 있다. 타이밍 차트(820)에서 도시된 바와 같이, 지연된 심볼(828)의 종료가 UE(844)에서 수신된 다음의 심볼(826)의 CP(824)의 지속기간 동안 발생하면, 인터-심볼 간섭이 회피될 수도 있다. 심볼들(822 및 828) 사이의 지연 확산이 CP 지속기간보다 작으면, 상이한 전파 경로들에 의해 도달한 심볼들(822 및 828)은, UE(804)에서 결합될 수도 있다. 가장 짧은 전파 경로(여기서, 인접한 eNB(842))에 의한 UE(844)에서의 심볼(822)의 도달 시간(832)과 원거리 eNB(846)로부터 UE(844)에서의 심볼(828)의 도달 시간(834) 사이의 차이는 eMBMS 시나리오(840)의 지연 확산으로 지칭될 수도 있다. eMBMS 시나리오(840)에 대한 지연 확산은 통상적으로, 가장 가까운 eNB(842)로부터의 직접 경로(808)에 대응할 수도 있는 eNB(842 또는 846)와 UE(844) 사이의 가장 짧은 전파 경로 길이와 연관되는 도달 시간(832), 및 통상적으로 가장 원거리인 eNB(846)로부터 MBSFN 영역에서 가장 긴 간접 경로(810)에 대응할 수도 있는 eNB(842 또는 846)와 UE(844) 사이의 가장 긴 전파 경로 길이와 연관된 도달 시간(834)을 사용하여 계산된다. 가장 긴 전파 경로 길이는 또한, 더 긴 간접 전파 경로가 더 가까운 eNB(842)와 UE(844) 사이에 존재하는 경우, 더 원거리인 eNB(846)보다 더 가까운 eNB(846)와 연관될 수도 있다.

[0049]

[0059] 특히, MBSFN 영역이 대응적으로 큰 지연 확산을 생성하는 큰 셀들을 포함하는 경우, LTE는 정규 CP 대신 eMBMS에 대해 사용될 수도 있는 확장된 CP를 정의한다. 예를 들어, 확장된 CP의 지속기간은 LTE에 대해  $16.7\mu s$  일 수도 있는 반면, 정규 CP의 지속기간은  $4.7$  또는  $5.1\mu s$  일 수도 있다. eMBMS에서, CP(824)는, MBSFN에서 상이한 eNB들(842, 846)로부터 수신된 송신들의 타이밍 차이들을 커버하도록 요구될 수도 있다. MBSFN 내의 UE(844)는, 10 내지 40와트의 범위에 있는 송신 전력을 갖는 인접한 eNB(842)로부터, 그리고 더 높은 송신 전력, 예를 들어, 80kW 또는 그 초과를 갖고 비교적 긴 UE(842)에 대한 전파 경로 길이들(예를 들어, 20킬로미터(km)까지 및 그 초과의 길이들)을 갖는 원거리 eNB(846)로부터 신호들을 수신할 수도 있다. 더 긴 CP 지속기간은, eNB들(842 및 846) 둘 모두로부터의 신호들이 결합되게 하고 UE(844)와 높은 송신 전력을 갖는 원거리 eNB들(846) 사이에서 인터-심볼 간섭 관련 더 긴 전파 경로들을 회피하기 위해 사용될 수도 있다. 몇몇 실시예들에서, 확장된 CP 지속기간보다 적어도 2배 또는 3배 더 긴 CP 지속기간이 사용될 수도 있다. 심볼 및 CP를 송신하는데 요구되는 시간의 퍼센티지로서의 CP 지속기간은 CP 오버헤드로 지칭될 수도 있다. 몇몇 실시예들은, 증가된 CP 오버헤드를 포함할 수도 있는 증가된 CP 지속기간의 효과들을 보상하기 위해 심볼 지속기간을 증가시킬 수도 있다.

[0050]

[0060] eMBMS에서, 각각의 eNB와 UE 사이에 다수의 전파 경로들이 존재할 수도 있으며, MBSFN에서 상이한 eNB들은, 서로 상이하고 UE로부터 그들 각각의 거리들에 기인가능한 전파 지연들을 가질 수도 있다. 도 9a 및 도 9b는 MBSFN 영역에서의 지연 확산들을 더 상세히 도시한다. 도 9a 및 9b는, 3개의 eNB들이 시간  $t_0$ 에서 동기화된 방식으로 UE에 동일한 신호 정보를 송신하는 예시적인 MBSFN 영역에 관련된다. 타이밍 차트(900)에 도시된 바와 같이, 다수의 신호들은 eNB들 각각으로부터 UE에 의해 수신된다. 신호들의 제 1 그룹(902)은 제 1 eNB로부터 UE에서 수신되고, 그룹(902) 내의 제 1 신호는 시간  $t_1$ 에 도달하고, 신호들의 제 2 그룹(904)은 제 2 eNB로부터 UE에서 수신되고, 그룹(904) 내의 제 1 신호는 시간  $t_2$ 에 도달하며, 신호들의 제 3 그룹(906)은 제 3 eNB로부터 수신되고, 그룹(906) 내의 제 1 신호는 시간  $t_3$ 에 도달한다. 각각의 그룹(902, 904, 및 906) 내의 신호들은 상이한 시간들에서 UE에 도달할 수도 있으며,  $t_0$ 와 각각의 그룹(902, 904 및 906)의 제 1 신호의 도달, 즉  $t_1$ ,  $t_2$ , 및  $t_3$  각각 사이에서 경과된 시간은 그룹들(902, 904 및 906)에 대한 최소 전파 지연을 표현할 수도 있다. 최소 전파 지연은 eNB와 UE 사이의 가장 짧은 전파 경로에 대응할 수도 있다.

[0051]

[0061] 타이밍 차트(900)는, 각각의 eNB와 UE 사이의 전파 경로들의 길이들에서의 차이들 때문에, 각각의 eNB에 의해 송신된 신호가 UE에서 상이한 시간들에 도달할 수도 있다는 것을 추가적으로 도시한다. 신호 그룹(902)에 대해 도시된 바와 같이, 신호들의 지연된 버전들은 시간들  $t_{1+x}$ ,  $t_{1+y}$ , 및  $t_{1+z}$ 에 도달할 수도 있다.  $t_1$ 과  $t_{1+z}$  사이에서 경과된 시간은, 제 1 eNB와 연관된 지연 확산을 표현할 수도 있으며, 제 1 eNB와 UE 사이의 상이한 전파 경로들에 대응한다. eNB와 UE 사이의 각각의 전파 경로는, eNB와 UE 사이의 다른 전파 경로들과 동일하거나 상이한 감쇠를 가질 수도 있다.

[0052]

[0062] 도시된 바와 같이, 그룹(902)의 제 1 신호는 UE( $t_1$ )에 의해 수신된 제 1 신호이다. UE는, 하나 또는 그



초과의 eNB들로부터 수신된 하나 또는 그 초과의 신호들을 통합 또는 결합시킬 수도 있다. CP1의 지속기간의 길이 미만만큼 시간  $t_1$ 에 대해 지연된 신호들은 UE에서 결합될 수도 있다. CP1은 도 9a의 MBSFN에 대해 정의된 CP이다. CP1의 지속기간보다 긴 지속기간 동안 지연된 신호들은 인터-심볼 간섭을 야기할 수도 있다. 그룹(906) 내의 신호들은 채널 잡음 레벨에 가까운 레벨로 감쇠되는 것으로 도시되며, 이들 감쇠된 신호들은 상당한 인터-심볼 간섭을 야기하지 않거나 UE에 의해 관측된 바와 같이 MSFN 이득에 상당히 기여하지 않을 수도 있다. 따라서, CP1은, 그룹들(902 및 906) 사이의 상대적인 전파 지연(즉,  $t_3 - t_1$ )보다 작은 지속기간을 가질 수도 있으며, 따라서, 그룹(906)의 신호들은, 제 1 및 제 2 eNB들로부터 UE에서 수신된 신호들과 코히런트하게 결합되지 않을 수도 있다.

[0053] [0063] 통상적으로, 감쇠는 전파 경로 길이에 따라 증가한다. 도 9a에 도시된 바와 같이, 제 3 eNB로부터 수신된 그룹(906)의 신호들은, 도시된 MBSFN에서 가장 긴 전파 지연들을 가지며, 또한 가장 많이 감쇠된다. CP 길이는, UE에서 수신된 신호의 상대적인 전파 지연 미만이도록 구성될 수도 있으며, 여기서, 상대적인 전파 지연은, 신호의 감쇠가 상당한 인터-심볼 간섭을 야기하거나 UE에서 관측된 MSFN 채널 이득에 상당히 기여하도록 예상되지 않는 전파 경로 길이에 대응한다. 예를 들어, CP1이 사용되는 경우, 그룹(906) 내의 신호들은 상당히 감쇠되며, UE에서의 코히런트 결합으로부터 배제될 수 있다.

[0054] [0064] 도 9b는, 제 3 eNB로부터 수신된 신호들(그룹(906'))의 전력 레벨이 제 1 및 제 2 eNB들로부터 수신된 그룹들(902 및 904) 내의 적어도 몇몇 신호들의 전력 레벨들에 상당한 제 1, 제 2, 및 제 3 eNB들에 대한 지연 확산들 및 감쇠를 도시한다. 수신된 신호 전력의 이러한 패리티는, 제 1 및 제 2 eNB들의 전력 출력에 대해 제 3 eNB로부터 출력된 증가된 송신기 전력의 결과일 수도 있다. CP 길이가 그룹(906')의 상당한 신호들의 전파 지연들을 커버하기에 충분히 길지 않을 경우, 그룹(906') 내의 신호들의 증가된 전력은 상당한 인터-심볼 간섭을 야기할 수도 있다. 따라서, 더 긴 CP 지속기간은, MBSFN(CP2)이 제 3 eNB로부터 수신된 그룹(906') 내의 신호들의 전파 지연들을 커버하며, 그에 의해, 그룹(906')의 신호들이 UE에서 MBSFN 이득을 제공하기 위해 제 1 및 제 2 eNB들로부터 수신된 신호들과 코히런트하게 결합되게 하도록 구성될 수도 있다.

[0055] [0065] 진보된 텔레비전 시스템 위원회(ATSC)와 같은 다양한 지상 브로드캐스트 시스템들에서 특정한 브로드캐스트 사용 경우들은 LTE 브로드캐스트/eMBMS의 파생 형태에 의해 서빙될 수도 있다. 특정한 조건들에 의존하여, 이들 사용 경우들은, 정규 및 확장된 사이클릭 프리픽스들과 같은 기존의 LTE 규격에서 공칭적으로 이용가능한 것들보다 더 긴 사이클릭 프리픽스로부터 이득을 얻을 수도 있다.

[0056] [0066] 고려된 제 1 사용 경우는 낮은 전력, 낮은 타워 높이, 모바일, 단일 주파수 네트워크(SFN) 네트워크를 제공한다. 이러한 사용 경우는, 실내들, 실외들, 또는 차량인지에 관계없이 태블릿들 및 스마트폰들을 지원할 수도 있는 통상적인 LTE 브로드캐스트 애플리케이션을 정의한다. 낮은 전력은 통상적으로, 5MHz 당 2kW의 EIRP(effective isotropic radiated power)의 범위의 송신기 사이트들을 갖는 네트워크를 지칭한다. 낮은 타워는 통상적으로, 30m의 범위의 방사 높이를 지칭하며, 모바일은 통상적으로, 수신 안테나가 정지형이 아닌 서비스의 모든 클래스들을 지원하는 네트워크 타입을 지칭한다. 도플러 속도의 적용가능한 범위는 일반적으로 ATSC에 대해 3km/hr 내지 200km/hr이다. 현재 정의된 16.66 및 33.33 $\mu$ s의 사이클릭 프리픽스들은, 혼합된 및 전용 캐리어 모드들 둘 모두에서 충분해야 한다. 사이클릭 프리픽스들의 이러한 선택은 임의의 자립형 모드에서 복제될 수도 있다. 이러한 배치 스타일은 또한, 공칭적으로 고정된 수신기들에 의한 실내 수신에 적합할 수도 있다. 높은 도플러 레이트는 일반적으로, 이러한 사용 경우에 대해 요구되지 않지만, 낮은 속도 도플러가 유익할 수도 있다. 그러한 수신을 위한 적절한 채널 모델은 다중경로 레일리(Rayleigh) 페이딩 모델이다. 실내 수신은 시간 관점에서 인접 반사들에 의해 지배(dominate)될 가능성이 있다. 이러한 사용 경우가 레일리 페이딩 지배된 채널 모델들에 의해 지배되면, MIMO의 사용으로 인해 가능한 상당한 효율 이득이 존재할 수도 있다. 본 명세서에서, MIMO의 잠재적인 이득들은 네트워크의 배치 스타일에 의존한다.

[0057] [0067] 이러한 배치 스타일은 단일 주파수 네트워크(SFN)이다. 통상적으로, 그러한 배치들에서의 주파수 재사용은 100%이며, 배치의 bps(bits per second)/Hz는 2bps/Hz보다 작거나 그와 동일하지만, 변조 코딩 방식(MCS)의 선택은, 멀티캐스트 브로드캐스트 멀티미디어 서비스 SFN(MBSFN) 영역 내의 사이트 밀도 및 사이트들의 층수에 의해 결국 결정될 수도 있다. 네트워크 설계에서 고려되어야 하는 하나의 MBSFN으로부터 다른 것으로의 트랜지션에 대한 간섭 영역들이 존재한다.

[0058] [0068] 고려된 다른 사용 경우는 중간 전력 높은 타워, 모바일 SFN을 제공한다. 중간 전력은 통상적으로, 50kW ERP(effective radiated power)의 최대 방사 전력을 갖는 송신기를 지칭하고, 높은 타워는 통상적으로 200m 이상의 송신 방사 높이를 지칭한다. 이러한 배치 스타일은, 실내들, 실외들, 또는 차량 내에 있는지에 관계없이



태블릿들 및 스마트폰들을 지원할 수도 있는 잠재적인 ATSC/LTE 브로드캐스트 애플리케이션이다. 도플러 속도의 적용가능한 범위는 일반적으로, 3km/hr로부터 200km/hr 까지의 범위일 수도 있다. 이러한 배치 스타일은 또한, 공칭적으로 고정된 수신기들에 의한 실내 수신에 잠재적으로 적합하다. 낮은 전력, 낮은 타워 높이, 모바일 SFN에 대해, 높은 도플러 레이트는 일반적으로, 이러한 사용 경우에 대해 요구되지 않지만, 낮은 속도 도플러가 유익할 수도 있다. 그러한 수신을 위한 적절한 채널 모델은 또한 다중경로 레일리 페이딩 모델일 수도 있다.

[0059] [0069] 현재 정의된 바와 같이, LTE 브로드캐스트 물리 계층은, 기존의 사이클릭 프리픽스들이 긴 차등 지연들에 대해 적절히 방어하기에 충분히 길지 않을 수도 있으므로, 이러한 사용 경우로의 적용에 대한 제한들을 갖는다. 네트워크에서의 높은 송신 타워들의 존재는 그러한 긴 차등 지연들을 유도할 수도 있으며, 여기서, 90 $\mu$ s 초과인 사이클릭 프리픽스들이 유익할 수도 있다.

[0060] [0070] 고려된 다른 사용 경우는, 루프 탑(roop top) 수신을 이용하는 높은 전력, 높은 타워, 멀티-주파수 네트워크(MFN)를 제공한다. 루프 탑 수신은 일반적으로, 정지형이고 9와 10m 사이의 범위의 수신 높이에 있는 수신 안테나를 지칭한다. 이러한 타입의 배치 스타일은 또한, 공칭적으로 고정된 수신기들을 이용한 소비를 위해 루프 탑 수신을 지원하는 잠재적인 ATSC/LTE 브로드캐스트 애플리케이션이다. 현재 정의된 채널 모델은 가산 백색 가우시안 잡음(AWGN)-기반 모델이지만, 라이신(Ricean) 모델이 또한 이러한 사용 경우에서 적절한 채널을 정의하기에 유용함이 알려져 있다. 이러한 스타일의 배치에 대한 채널의 지속기간은 통상적으로, 제 99 퍼센타일(percentile) 수신 위치들에 대해 30 $\mu$ s 미만이다. 그러나, 100 $\mu$ s 까지의 경로들의 알려진 경우들이 존재한다. 이들 더 긴 경로들 때문에, 이러한 사용 경우를 지원하기 위해 100 $\mu$ s보다 큰 사이클릭 프리픽스 지속기간들에 대한 필요성이 존재할 수도 있다. 이러한 치수의 사이클릭 프리픽스는 또한, 높은 전력 풋프린트 내에서, 예를 들어, 지리적으로 음영진 영역들에서 중간 전력 SFN을 지원할 수도 있다.

[0061] [0071] ATSC 타겟 효율은, AWGN 채널들에 대해 15dB 캐리어-투-잡음(C/N)에서 4.2bps/Hz로 현재 정의된다. 이러한 레벨의 용량을 달성하기 위해, 모바일 프로파일과 비교하여 파일럿 오버헤드가 감소되어야 한다. 높은 Hz 당 bps 효율과 상대적으로 긴 사이클릭 프리픽스와의 이러한 결합은 또한, 더 큰 고속 푸리에 변환(FFT) 요건을 초래할 것이다.

[0062] [0072] 이러한 사용 경우에서의 시간 다이버시티의 부족이 사이클릭 지연 다이버시티(CDD) 또는 다른 관련 방법들, 예를 들어, 공간-주파수 블록 코드(SFBC)의 사용에 의해 처리될 수도 있지만, 이것은, 또한 더 많은 파일럿 에너지를 사용할 필요성이 있을 수도 있는 실내 수신을 위해 발생할 가능성이 더 높을 수도 있는 레일리 채널들에 가장 효율적임을 유의해야 한다. 따라서, 최대 루프 탑 수신 효율과 실내 수신 사이에 충돌이 있을 수도 있다.

[0063] [0073] 고려된 다른 사용 경우는, 낮은 전력, 낮은 타워, SFN 루프 탑 수신을 제공한다. 이러한 사용 경우는 ATSC의 콘텍스트 내에서 공칭적으로 요구되지는 않을 수도 있지만, 그것은, 그렇지 않으면 다른 사용 경우들을 지원할 수도 있는 사이클릭 프리픽스들의 범위 내에 있을 수도 있다. 이러한 사용 경우는 일반적으로, 적당히 밀집한 배치를 갖는 실내 및 차량 핸드헬드 수신, 및 먼거리의 더 희박한 지방(rural) 배치에서의 루프 탑 수신에 대한 도시/교외 커버리지에 기초한다. 시뮬레이션들은, 200 $\mu$ s까지의 사이클릭 프리픽스 지속기간들이 지방 수신 사용 경우에 대해 유익할 수도 있다는 것을 시연한다.

[0064] [0074] 스펙트럼 재사용이 100%에 도달할 수도 있는 SFN 배치 스타일로서, 정확한 스펙트럼 재사용은, 각각의 멀티캐스트-브로드캐스트 단일 주파수 네트워크(MBSFN)들의 지방의 더 넓은 영역들에서 충분한 전후비(front to back ratio)를 갖는 지향성 수신 안테나들의 사용에 의존한다. SFN의 내부 영역들은 무-지향성 안테나들을 이용할 수도 있다. 교외 영역들 내의 MBSFN 트랜지션은, 이전의 낮은 전력, 낮은 타워 사용 경우에서와 유사한 간섭 고려사항을 사용할 수도 있다.

[0065] [0075] 몇몇 방법들은, 그렇지 않으면 LTE의 일반적인 구조를 온전하게 유지하면서, 심볼의 총 지속기간을 늘리는 것을 요청한다. 이러한 프로세스는, 사이클릭 프리픽스 오버헤드가 총 지속기간의 20%를 유지하는 한, 합리적일 수도 있다. 그러나, 장래의 브로드캐스트 시스템들과 함께 사용될 송신 효율들을 달성하기 위해, 사이클릭 프리픽스 지속기간은, 오버헤드가 감소되면서 증가할 필요가 있을 수도 있다. 따라서, 본 발명의 그러한 양상들은, 시간 방향 및 주파수 방향들 둘 모두에서 수정된 수비학(numerology)을 이용할 수도 있다.

[0066] [0076] 확장된 지속기간 사이클릭 프리픽스들을 정의하기 위한 2개의 접근법들, 즉 심볼 당 할당된 시간의 총 지속기간을 증가시키고 사이클릭 프리픽스를 비례적으로 증가시키는 것; 또는 더 큰 비율의 시간 대 사이클릭

프리픽스를 수용(commit)하는 것이 일반적으로 존재한다. 각각의 접근법이 사이클릭 프리픽스들의 길이를 연장하는 동안, 더 큰 비율의 시간 대 사이클릭 프리픽스를 수용하는 것은 일반적으로, 최대 사이클릭 프리픽스 지속기간을 제한한다.

[0067] [0077] LTE의 송신 구조는 1ms 서브프레임들에 기초한다. 따라서, 심볼 플러스 사이클릭 프리픽스의 총 지속기간은 서브프레임 지속기간에 대해 조정될 수 있으며, 이는 가변 사이클릭 프리픽스 지속기간들을 허용하도록 조정될 수도 있다. 적용될 수도 있는 다수의 잠재적인 수비화들이 존재한다. 본 발명의 다양한 양상들은, 분수 관점에 있는지 또는 배수로서인지에 관계없이, 서브프레임에 대해 정수 관계에 있도록 총 송신 지속기간을 제한하도록 선택하며, 이것은 구현을 간략화시킨다.

[0068] [0078] 리소스 블록 구조, 예를 들어, 4.5MHz를 점유하는 25개의 RB들 내의 300개의 캐리어들이 변경되지 않게 유지되면, 리소스 블록 당 OFDM 캐리어들의 수는 지속기간에 비례할 것이다. 아래의 표 1을 참조한다. 표 1의 첫번째 2개의 행들은, 혼합된 또는 전용 캐리어 모드들에 대한 이미-요구된 구현을 나타낸다. 표 1에서, 새로운 포맷 서브프레임들이 모든 부가된 모드들에 대해 100% LTE 브로드캐스트임을 가정한다.

표 1

#	번호/ 서브프레임	총 지속 기간 (msec)	분수 CP (%)	CP 지속 기간 (usec)	캐리어 간격 (Hz)	5 MHz에 대한 FFT	6 MHz에 대한 FFT	20MHz 에 대한 FFT
1	12	0.08	20.0%	16.67	15000	512	512	2048
2	6	0.17	20.0%	33.33	7500	1024	1024	4096
3	3	0.33	20.0%	66.67	3750	2048	2048	8096
4	2	0.50	20.0%	100.00	2500	4096	4096	16384
5	1 1/2	0.67	20.0%	133.33	1875	4096	4096	16384
6	1	1.00	20.0%	200.00	1250	8192	8192	32468
7	1/2	2.00	20.0%	400.00	625	16384	16384	65536

[0069]

[0070] [0079] 표 1은 5, 6, 및 20MHz에 대한 FFT 사이즈들을 표시한다. 더 넓은, 예를 들어, 20MHz의 할당을 순차적인 방식으로 디코딩하는 것이 또한 가능하다. 이것은, FFT 사이즈 및 연관된 메모리를 최소화시킨다. 그러나, 그것은 또한, 피크 비트 레이트를 결합시키며, 주어진 어그리게이팅된 멀티플렉스 내의 다수의 서비스들에 걸친 디코딩의 동시실행(concurrency)을 제한할 수도 있다. 도 10은 시간 및 주파수에 걸친 개념적인 통계 멀티플렉싱(1000)을 도시한 블록도이다. N개의 디코딩된 서비스들은 시간 도메인에서 차단되지 않아야 한다. 예를 들어, 서비스 6a(1001)의 일부는 6b(1002)의 다른 부분과 시간에서 중첩하지 않을 것이다. 높은 대역폭 멀티플렉스들에 대한 이러한 충분한 디코딩 방법은, 그것이 중간 전력 모바일 및 잠재적으로는 낮은 전력, 낮은 타워 루프 탑 수신 사용 경우들을 가능하게 하면서 모바일 디바이스들에서 부가적인 복잡도를 제한하므로, 모바일 서비스들에 대해 바람직한 솔루션일 수도 있다.

[0071] [0080] 상기 확장된 사이클릭 프리픽스 모바일 모드들은 다음의 방식들로 복잡도에 영향을 준다. 지원된 총 지속기간은 증가되며, 몇몇 모드들은 서브프레임들에 대해 분수(fractional)이다. 이들 양상들은 시그널링에 포함되며, 최대 FFT는 증가된다. 이것은, 심볼 시간 플러스 사이클릭 프리픽스의 총 지속기간을 증가시킨 직접적인 결과이다. 각각의 새로운 총 지속기간에 대한 새롭게 정의된 파일럿 패턴들이 존재한다.

[0072] [0081] 모바일 애플리케이션들에 대해 지원되는 현재의 최대 bps/Hz는 3초과의 bps/Hz이다. 그러나, 가장 높게 가능한 bps/Hz 효율을 달성하는 것은 고정 프로파일의 사용을 명령하며, 이는, 상기 표 1과 비교된 바와 같이, 감소된 파일럿 오버헤드 및 총 지속기간에 대한 감소된 사이클릭 프리픽스 지속기간을 초래한다. 이들 높은 효율 고정된 모드들은, 큰 변형들로 인해 모바일 애플리케이션들에서 수신가능하지 않으며, 캐리어 간격을 협소하게 할 수도 있다. 협소한 캐리어 간격은, 인터 캐리어 간섭(ICI) 소거 없이, 지원가능한 최대 도플러 레이트를 상당히 제한한다. ICI는 디바이스 복잡도를 실질적으로 증가시킨다. 더 큰 변형들이 복잡도에 또한 영향을 준다. 모바일 요건들이 CIC 또는 더 큰 고정된 프로파일 변형들의 사용 없이 충족되는 것이 선호될 수도 있다.

[0073] [0082] 도 11은 본 발명의 일 양상을 구현하도록 실행되는 예시적인 블록들을 도시한 기능 블록도이다. 블록 (1100)에서, 사이클릭 프리픽스 오버헤드는 브로드캐스트로 송신될 OFDMA 심볼들에 대해 선택되며, 여기서, 사이클릭 프리픽스 오버헤드는 표준 캐리어들-투-RB들 정의의 정수배에 기초하여 결정된다. 브로드캐스트는, 예

를 들어, 멀티-미디어 브로드캐스트일 수도 있다. 정수배를 선택할 시에, 공칭의 300 캐리어-투-25 RB들 정의가 사용된다. 300 캐리어-투-25 RB들의 정수배들은, 300 캐리어-투-25 RB들 정의에 따라 기존의 시스템들에서의 기준의 20% 오버헤드보다 더 낮은 오버헤드로 가변 사이클릭 프리픽스 지속기간들을 허용한다. 예를 들어, 370 캐리어에서 시작하고 300 캐리어들로 5 캐리어들만큼 아래로 순차적으로 시퀀싱하는(sequence) 캐리어 패밀리(family)들의 특정한 결합들은,  $N \times 1.33\%$ 의 분수 레이트로 사이클릭 프리픽스 오버헤드 퍼센티지들의 선행 진행을 제공하며, 여기서, N은 선택된 결합의 비율, 예를 들어, 370 내지 기준 300 캐리어들의 정수배를 표현한다.

[0074] [0083] 블록(1101)에서, 사이클릭 프리픽스 지속기간은 OFDMA 심볼들에 대해 선택되며, 여기서, 사이클릭 프리픽스 지속기간은, 표준 캐리어들-투-RB들 정의의 정수배에 기초하여 RB 당 캐리어들의 정수를 초래하도록 결정된다. 일단 기준 300 캐리어들-투-25 RB들에 대한 캐리어들의 패밀리가 선택되면, 사이클릭 프리픽스 지속기간 및 심볼 지속기간의 총 지속기간을 고려하여 RB 당 캐리어들의 정수를 허용하는 사이클릭 프리픽스 지속기간들의 시퀀스가 제공될 수도 있다. 예를 들어, 370 내지 300 캐리어들의 패밀리의 선택을 이용하면, RB 당 캐리어들의 정수를 초래하는 2.5, 5, 및 10ms의 사이클릭 지속기간들이 제공될 수도 있다.

[0075] [0084] 블록(1102)에서, OFDMA 심볼들은 사이클릭 프리픽스 지속기간 및 사이클릭 프리픽스 오버헤드를 사용하여 송신된다.

[0076] [0085] 아래의 표 2는, 몇몇 마진으로  $100\mu s$ 보다 큰 지연 확산에 대한 특정한 지상 브로드캐스트 시스템 요건들을 충족시킬 수 있는 다수의 선택들을 도시한다. 낮은 비율의 사이클릭 프리픽스를 달성하기 위해, 공칭의 25 RB들 당 300 캐리어들에 대한 캐리어들의 수가 증가할 것이다. 고정된 모드들에 대한 복잡도 고려사항들은 모바일에 대해 덜 제한될 수도 있지만, 32K보다 작거나 그와 동일하게 FFT를 유지하는 것이 여전히 바람직할 수도 있다.

표 2

총 지속 기간 (msec)	분수 CP	CP 지속 기간 (usec)	캐리어 간격 (Hz)	RB에 대한 비율	FFT 5 MHz	FFT 6 MHz	FFT 10 MHz
2.50	1.33%	33.33	405.41	370/300	16384	16384	32468
5.00	1.33%	66.67	202.7	370/300	32468	65536	65536
10.00	1.33%	133.33	101.4	370/300	65536	65536	131072
2.50	2.67%	66.67	410.96	365/300	16384	16384	32468
5.00	2.67%	133.33	205.5	365/300	32468	32468	65536
10.00	2.67%	266.67	102.7	365/300	65536	65536	131072
2.50	4.00%	100.00	416.67	360/300	16384	16384	32468
5.00	4.00%	200.00	208.3	360/300	32468	32468	65536
10.00	4.00%	400.00	104.2	360/300	65536	65536	131072

[0077]

[0078] [0086] 이들 잠재적인 구성들 2.5, 5 및 10ms는 잠재적으로 관심있는 총 지속기간들인데, 이는, 수비학이 RB 당 캐리어들의 정수들이도록 작동할 수도 있기 때문이다. 아래의 표 3은, 상기 수비학이 리소스 블록 당 캐리어들의 정수배를 어떻게 초래하는지를 도시한다. RB 당 캐리어들의 수는 다음의 수학식에 따라 계산될 수도 있다.

[0079] RB 당 캐리어들의 수 =  $180 \text{ kHz} \times \text{총 지속기간} \times (1 - \text{분수 CP})$  (1)

[0080] [0087] 180kHz가 RB의 대역폭을 표현하는 경우, 총 지속기간은 초 단위의 심볼 시간 플러스 사이클릭 프리픽스 지속기간을 포함하는 총 지속기간을 표현하며, 분수 CP는, 다수의 다양한 총 지속기간들에 대해 RB 당 캐리어들의 정수를 초래하도록 선택되는 직관적으로(heuristically) 결정된 분수이다.

표 3

총 지속 기간 (msec)	캐리어들/RB	캐리어들/RB	캐리어들/RB
2.5	432	438	444
5	864	876	888
10	1728	1752	1776
캐리어들 대 공칭 20%의 CP 리소스 블록	360/300	365/300	370/300

[0081]

[0082]

표 3에서 식별된 솔루션들의 패밀리는, 일련의 분수들, 즉 N/75에 관련된 분수 CP로부터 초래하며, 여기서, N은 정수(N=1, 2, 3 등)이다.

[0083]

[0088] 더 높은 용량을 달성하는 것은 또한, 4.5MHz 당 25개의 리소스 블록들의 공칭 지원을 초과하여 스펙트럼 점유를 증가시키는 것을 포함할 수도 있다. 캐리어들 대 리소스 블록들의 정수 관계는 이러한 프로세스를 간략화시킨다. 각각의 RB가 5MHz의 3.6%이기 때문에, 총 27개의 RB들에 대해 2개의 부가적인 리소스 블록들을 부가함으로써 7.2% 내지 97.2%만큼 총 이용도를 증가시키는 것이 합리적인 수도 있다. 부가적으로, 새로운 고정된 프로파일 변조 코딩 방식(MCS)들이 4초파의 bps/Hz를 달성하기 위해 사용될 수도 있다. 표 3은, 용량 달성 코드를 가정하여, 지원된 bps/Hz 및 최소의 가산 백색 가우시안 잡음(AWGN) C/N을 도시한다.

[0084]

[0089] 2.5ms 동안 RB 당 평균 6개의 파일럿들을 할당함으로써, 1.37%의 총 파일럿 전력을 달성하는 것이 가능하다. 아래의 표 4는, 타겟 효율을 달성하기 위한 리소스들의 최종 할당을 도시하지만, 다른 결합들이 가능하다.

표 4

	27 RB	25 RB	27 RB	25 RB	27 RB	25 RB	C/N*	노트들
분수 CP	1.33%	1.33%	2.67%	2.67%	4.00%	4.00%		
파일럿	1.35%	1.35%	1.37%	1.37%	1.39%	1.39%		6 당 RB
이용된 대역폭	97.2%	90.0%	97.2%	90.0%	97.2%	90.0%		27또는 25개의 RB들
FEC	25%	20%	25%	20%	25%	20%		레이트 3/4 또는 4/5
데이터	71.0%	70.1%	70.0%	69.1%	69.0%	68.2%		
총 bps/Hz	6	6	6	6	6	6		64 QAM에 대한
달성된 bps Hz	4.26	4.20	4.20	4.15	4.14	4.09		

[0085]

[0086]

[0090] 표 4는 5MHz에서의 고정된 서비스에 대한 MCS 선택을 도시한다. 이들 고정된 프로파일 캐리어 특성들은 다음의 증분적인 방식들의 설계에 영향을 준다. 27RB 베이스밴드 대역폭을 허용하기 위한 수정된 베이스밴드 아암(arm) 필터들에 대한 필요성이 존재한다. 각각의 총 지속기간에 대한 새로운 파일럿 패턴들이 존재한다. 각각의 분수 사이클릭 프리픽스에 대한 수정된 수비학이 존재한다. 최대의 요구된 FFT는 상술된 모바일에 대한 향상들에 대해 추가적으로 증가되었다.

[0087]

[0091] 75의 분모에 기초한 분수 CP에 대한 솔루션들의 패밀리는 2.5, 5, 및 10ms의 총 지속기간들에 대해 정수의 RB 당 캐리어들을 달성한다. 그러나, 본 발명의 다양한 양상들은, 1과 10ms 사이의 총 지속기간에서 각각의 정수의 ms에 대해 정수의 RB 당 캐리어들을 달성할 수도 있다. 이러한 범위의 지속기간들에 걸친 정수의 캐리어들은 0.5555%의 스텝들로 변한다. 따라서, 패밀리보다 더 큰 유연성을 제공하는 것이 75 분모를 사용하여 생성되었다. 다양한 양상들은, 임의의 정수 N에 대해 180의 분모를 갖는 분수(N/180)에 기초하여 분수 CP를 변경시킴으로써 이러한 목적을 달성한다. 표 1에 대해 도시된 바와 같이, 예를 들어, 표 1의 16.66 $\mu$ s 및 33.33 $\mu$ s의 총 지속기간들에서 정의된 바와 같이, N=36을 선택하는 것은 공칭의 20% 분수 CP를 달성함을 유의해야 한다.

[0088]

[0092] 도 12는 본 발명의 일 양상을 구현하도록 실행되는 예시적인 블록들을 도시한 기능 블록도이다. 블록(1200)에서, 사이클릭 프리픽스 오버헤드는 브로드캐스트로 송신될 OFDMA 심볼들에 대해 선택되며, 여기서, 사이클릭 프리픽스 오버헤드는 180의 분모를 갖는 분수 사이클릭 프리픽스에 기초하여 결정된다. 사이클릭 프리



픽스 오버헤드를 결정하기 위한 분수 CP의 특정한 분수는, 단위 분수 1/180(0.5555%)의 적절한 정수 N배를 선택함으로써 선택될 수도 있다.

[0089] [0093] 블록(1201)에서, 총 지속기간은 OFDMA 심볼들에 대해 선택되며, 여기서, 총 지속기간은, RB 당 캐리어들의 정수를 초래하도록 결정된다. 총 지속기간은 심볼 지속기간 또는 시간 및 사이클릭 프리픽스 지속기간의 합을 표현한다. 1ms 서브프레임들에 기초한 LTE 송신 구조에 대해, 1ms - 10ms의 임의의 총 정수의 지속기간이 선택되며, 원하는 RB 당 캐리어들의 정수를 여전히 달성할 수도 있다.

[0090] [0094] 블록(1202)에서, OFDMA 심볼들은 총 지속기간 및 사이클릭 프리픽스 오버헤드를 사용하여 송신된다.

[0091] [0095] 브로드캐스트가 표준 시스템 브로드캐스트일 수도 있거나 또한 그것이 멀티-미디어 브로드캐스트에 의한 것일 수도 있음을 유의해야 한다. 본 발명은 사이클릭 프리픽스 오버헤드 송신을 위한 특정한 타입의 브로드캐스트로 제한되지 않는다.

[0092] [0096] 표 5는, 수학적 식 (1)에 따라 1/180 분수의 정수배에 의해 유도된 솔루션들의 패밀리를 이용하여 본 발명의 다양한 양상들로부터 초래하는 RB 당 캐리어 카운트를 도시한다.

표 5

총 지속 기간 (ms)	N	분수 CP	RB당 캐리어	총 지속 기간 (ms)	N	분수 CP	RB당 캐리어
1	1	0.56%	179	1	3	1.67%	177
2	1	0.56%	358	2	3	1.67%	354
3	1	0.56%	537	3	3	1.67%	531
4	1	0.56%	716	4	3	1.67%	708
5	1	0.56%	895	5	3	1.67%	885
6	1	0.56%	1074	6	3	1.67%	1062
7	1	0.56%	1253	7	3	1.67%	1239
8	1	0.56%	1432	8	3	1.67%	1416
9	1	0.56%	1611	9	3	1.67%	1593
10	1	0.56%	1790	10	3	1.67%	1770
1	2	1.11%	178	1	4	2.22%	176
2	2	1.11%	356	2	4	2.22%	352
3	2	1.11%	534	3	4	2.22%	528
4	2	1.11%	712	4	4	2.22%	704
5	2	1.11%	890	5	4	2.22%	880
6	2	1.11%	1068	6	4	2.22%	1056
7	2	1.11%	1246	7	4	2.22%	1232
8	2	1.11%	1424	8	4	2.22%	1408
9	2	1.11%	1602	9	4	2.22%	1584
10	2	1.11%	1780	10	4	2.22%	1760

[0093]

[0094] [0097] 선택된 양상들에서, 256 직교위상 진폭 변조(QAM)의 사용은 LTE에서의 유니캐스트 송신에 대해 채택될 수도 있다. 이것은, LTE 브로드캐스트 애플리케이션들에 대해 256QAM을 이용하기 위한 기회를 개방할 것이다. 그러나, 256QAM의 적용은, 15dB C/N에서 높은 bps/Hz 요건을 충족시키는 것에 대해 임의의 재료 이점을 제공하지는 않을 수도 있는데, 이는, 15dB가 충분히 이용되기에는 너무 낮을 수도 있기 때문이다. 그러나, LTE 디바이스 인프라구조에서의 256QAM의 도입은, 디바이스에서 이용되는 ADC들에 의해 부과된 신호 대 잡음 제한이 상

당히 개선되어야 할 수도 있다는 관점으로부터 유익할 수도 있다. LTE 브로드캐스트는, 256QAM 모드들이 LTE 브로드캐스트를 위해 채용되는지와는 독립적으로, 256QAM 유니캐스트의 존재로부터 이득을 얻을 것이다. 256QAM LTE 브로드캐스트 모드들에 대한 지원은, 64QAM에 대해 상술된 수비학에 기초하여 가능할 수도 있다.

[0095] [0098] 기존의 1차 동기화 신호(PSS)/2차 동기화 신호(SSS)/물리 브로드캐스트 채널(PBCH)/시스템 정보 블록(SIB) 송신 포맷은 부가된 물리 계층 특성들을 설명하기에 충분할 수도 있다. 오직 하나의 SIB만이 모든 그러한 정보를 반송하기 위해 필요할 수도 있다. 대역을 송신하도록 링크된 준-정적(semi-static) SIB 스케줄링이 적용될 수도 있다. 본 명세서에서 설명된 사용 경우들에서, 5 또는 6MHz 중 어느 하나가 적용되지만, 각각의 주파수 세그먼트는 멀티플렉스의 모든 주파수 세그먼트들에서 트래픽을 설명해야 한다. 상이한 MBSFB 영역들은 상이한 사이클릭 프리픽스 길이들을 지원할 수도 있으며, 그러한 정보는 SIB에서 표시된다. 상이한 서브프레임 구조는 각각의 상이한 사이클릭 프리픽스 길이에 대해 도입된다.

[0096] [0099] 당업자들은, 정보 및 신호들이 다양한 상이한 기법들 및 기술들 중 임의의 기법 및 기술을 사용하여 표현될 수도 있음을 이해할 것이다. 예를 들어, 상기 설명 전반에 걸쳐 참조될 수도 있는 데이터, 명령들, 커맨드들, 정보, 신호들, 비트들, 심볼들, 및 칩들은 전압들, 전류들, 전자기파들, 자기장들 또는 자기 입자들, 광학 필드들 또는 광학 입자들, 또는 이들의 임의의 결합에 의해 표현될 수도 있다.

[0097] [0100] 당업자들은, 본 명세서에서의 발명과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 로직 블록들, 모듈들, 회로들, 및 프로세스 단계들이 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 이 둘의 결합들로서 구현될 수도 있음을 추가적으로 인식할 것이다. 하드웨어와 소프트웨어의 이러한 상호교환가능성을 명확히 예시하기 위해, 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들, 및 단계들은 그들의 기능 관점들에서 일반적으로 상술되었다. 그러한 기능이 하드웨어로 구현되는지 또는 소프트웨어로 구현되는지 여부는 특정 애플리케이션, 및 전체 시스템에 부과된 설계 제약들에 의존한다. 당업자들은 설명된 기능을 각각의 특정 애플리케이션에 대해 다양한 방식으로 구현할 수도 있지만, 그러한 구현 결정들이 본 발명의 범위를 벗어나게 하는 것으로서 해석되지는 않아야 한다.

[0098] [0101] 본 명세서에서의 발명과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 로직 블록들, 모듈들, 및 회로들은 범용 프로세서, 디지털 신호 프로세서(DSP), 주문형 집적회로(ASIC), 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이(FPGA) 또는 다른 프로그래밍가능 로직 디바이스, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들, 또는 본 명세서에 설명된 기능들을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 결합으로 구현 또는 수행될 수도 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서일 수도 있지만, 대안적으로, 프로세서는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수도 있다. 또한, 프로세서는 컴퓨팅 디바이스들의 결합, 예를 들어 DSP와 마이크로프로세서의 결합, 복수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 결합된 하나 또는 그 초과 마이크로프로세서들, 또는 임의의 다른 그러한 구성으로서 구현될 수도 있다.

[0099] [0102] 본 명세서에서의 발명과 관련하여 설명된 방법 또는 프로세스의 단계들은 직접 하드웨어로, 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈로, 또는 이 둘의 결합으로 구현될 수도 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM 메모리, 플래시 메모리, ROM 메모리, EPROM 메모리, EEPROM 메모리, 레지스터들, 하드디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM, 또는 당업계에 알려진 임의의 다른 형태의 저장 매체에 상주할 수도 있다. 예시적인 저장 매체는, 프로세서가 저장 매체로부터 정보를 판독하고, 저장 매체에 정보를 기입할 수 있도록 프로세서에 커플링된다. 대안적으로, 저장 매체는 프로세서에 통합될 수도 있다. 프로세서 및 저장 매체는 ASIC에 상주할 수도 있다. ASIC는 사용자 단말에 상주할 수도 있다. 대안적으로, 프로세서 및 저장 매체는 사용자 단말에서 개별 컴포넌트들로서 상주할 수도 있다.

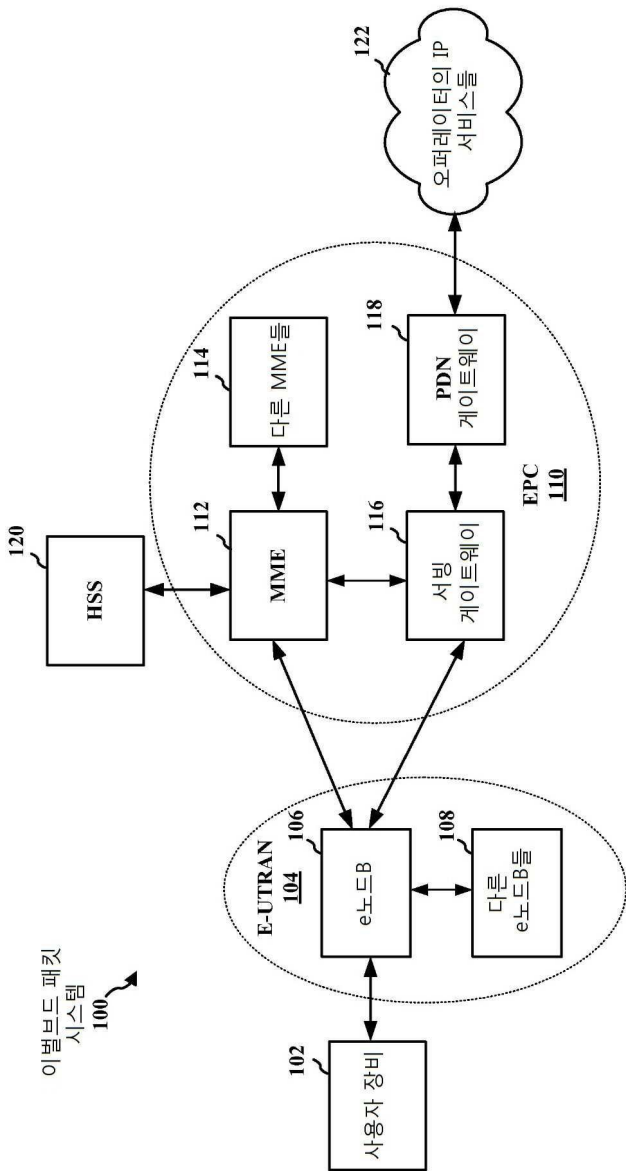
[0100] [0103] 하나 또는 그 초과 예시적인 설계들에서, 설명된 기능들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 결합으로 구현될 수도 있다. 소프트웨어로 구현되면, 기능들은 컴퓨터 판독가능 매체 상에 하나 또는 그 초과 명령들 또는 코드로서 저장될 수도 있다. 컴퓨터-판독가능 저장 매체는 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용가능한 매체들일 수도 있다. 제한이 아닌 예로서, 그러한 컴퓨터-판독가능 저장 매체들은 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장부, 자기 디스크 저장부 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 원하는 프로그램 코드 수단을 저장하는 데 사용될 수 있고, 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터, 또는 범용 프로세서 또는 특수 목적 프로세서에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 디스크(disk) 및 디스크(disc)는 콤팩트 디스크(disc)(CD), 레이저 디스크(disc), 광학 디스크(disc), 디지털 다기능 디스크(digital versatile disc)(DVD), 플로피 디스크(disk) 및 블루-레이 디스크(disc)를 포함하며, 여기서 디스크(disk)들은 일반적으로 데이터를 자기적으로 재생하지만, 디스크(disc)들은 레이저를 이용하여 광학적으로 데이

터를 재생한다. 상기한 것들의 결합들이 또한 컴퓨터-판독가능 매체들의 범위 내에 포함되어야 한다.

[0101] 본 발명의 이전 설명은 당업자가 본 발명을 사용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 본 발명에 대한 다양한 변형들은 당업자들에게 용이하게 명백할 것이며, 본 명세서에서 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 사상 또는 범위를 벗어나지 않으면서 다른 변형들에 적용될 수도 있다. 따라서, 본 발명은 본 명세서에 설명된 예들 및 설계들로 제한되도록 의도되는 것이 아니라, 본 명세서에 기재된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 가장 넓은 범위에 부합할 것이다.

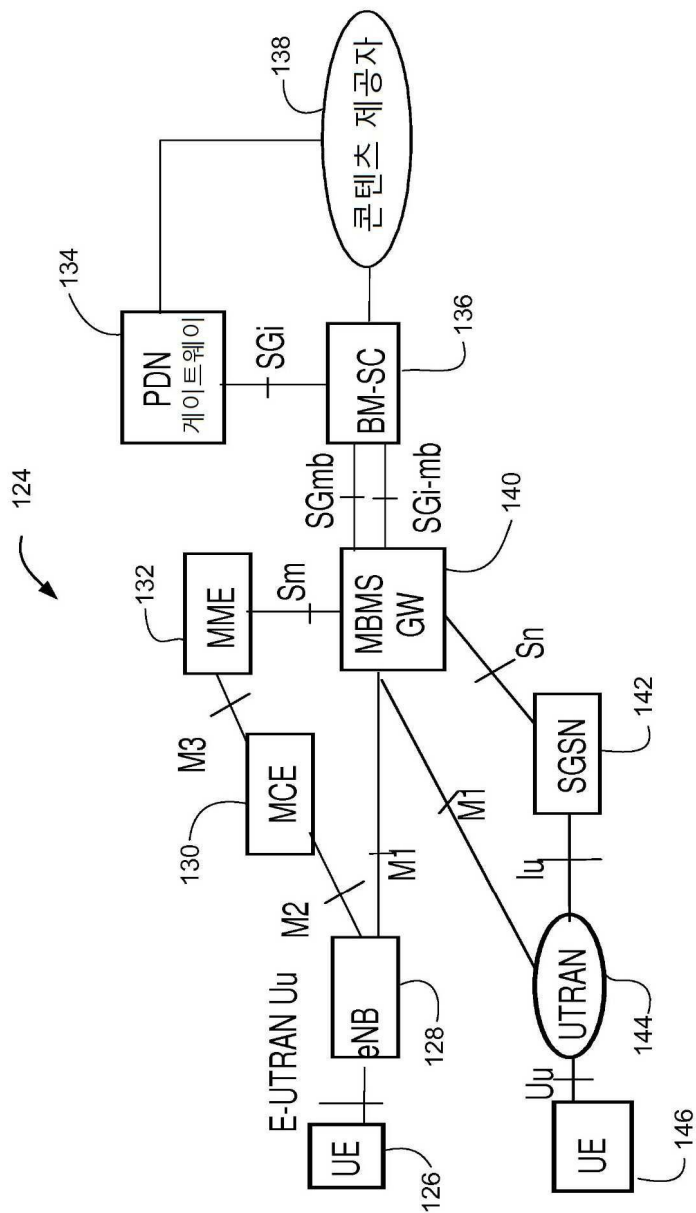
도면

도면1a

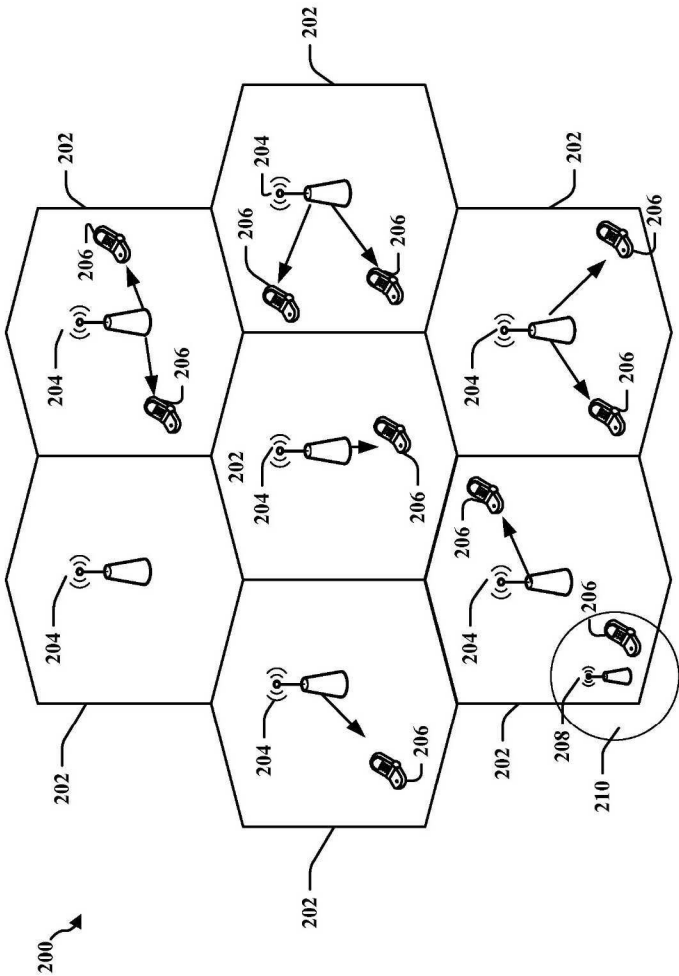




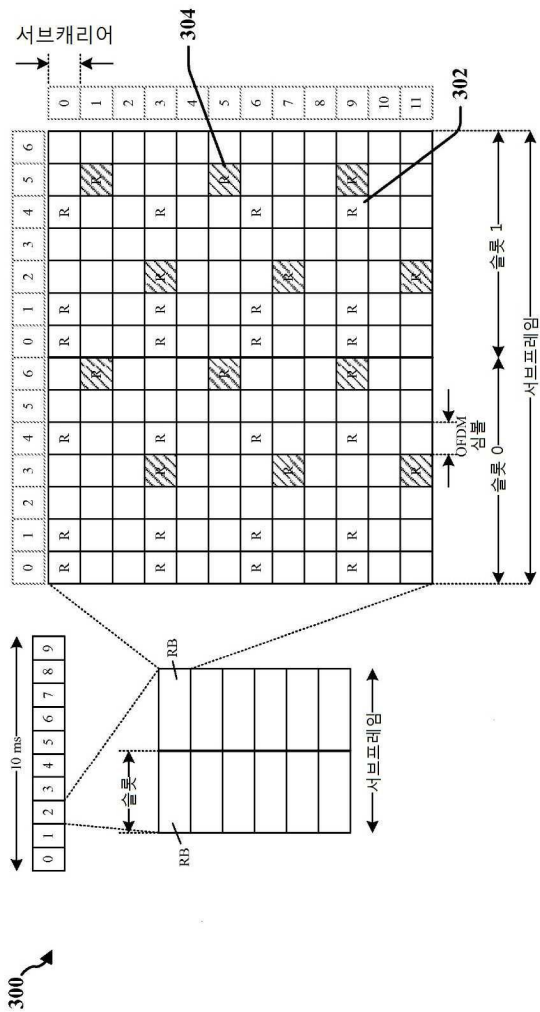
도면1b



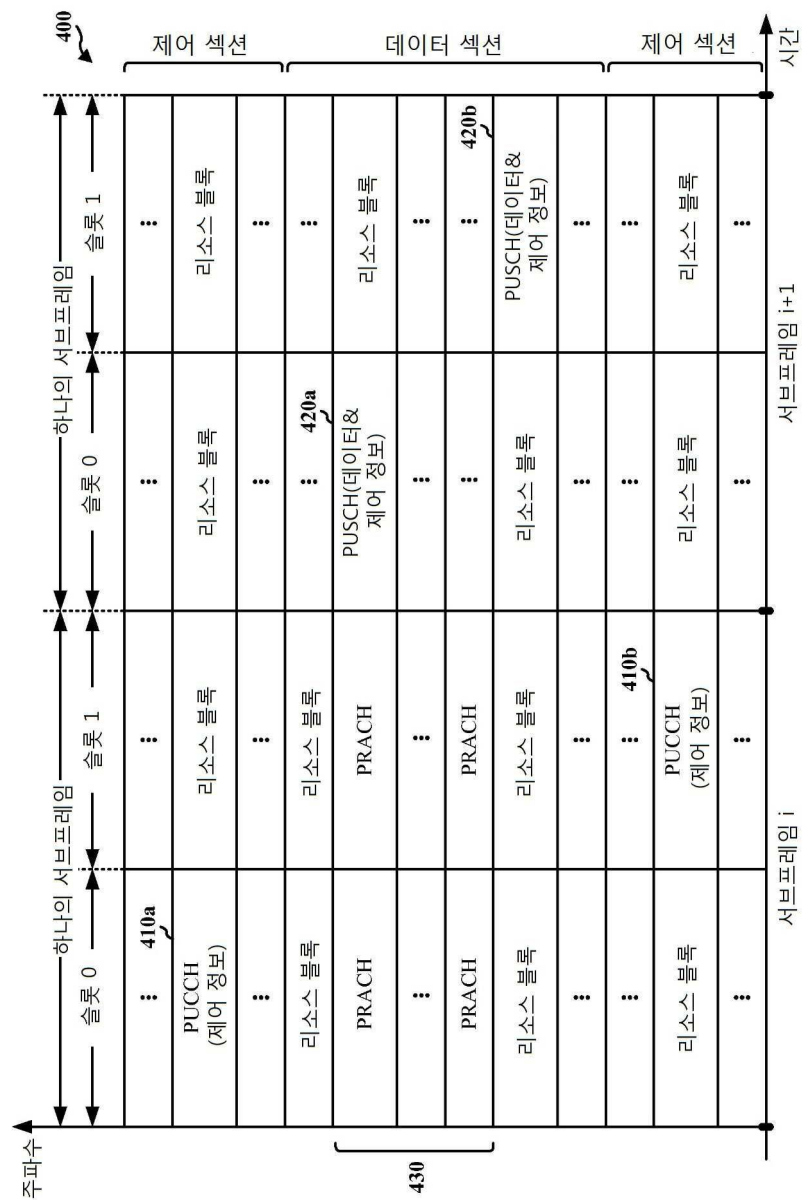
도면2



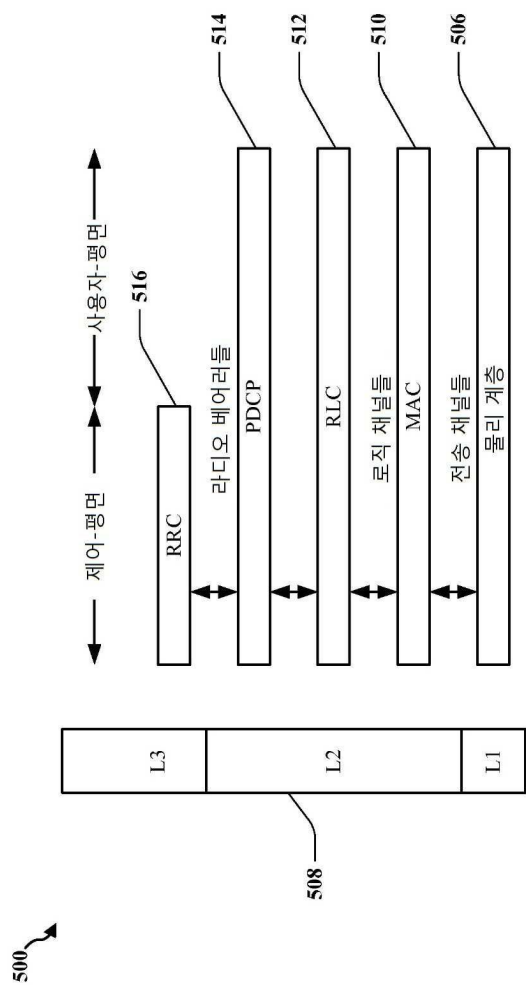
도면3



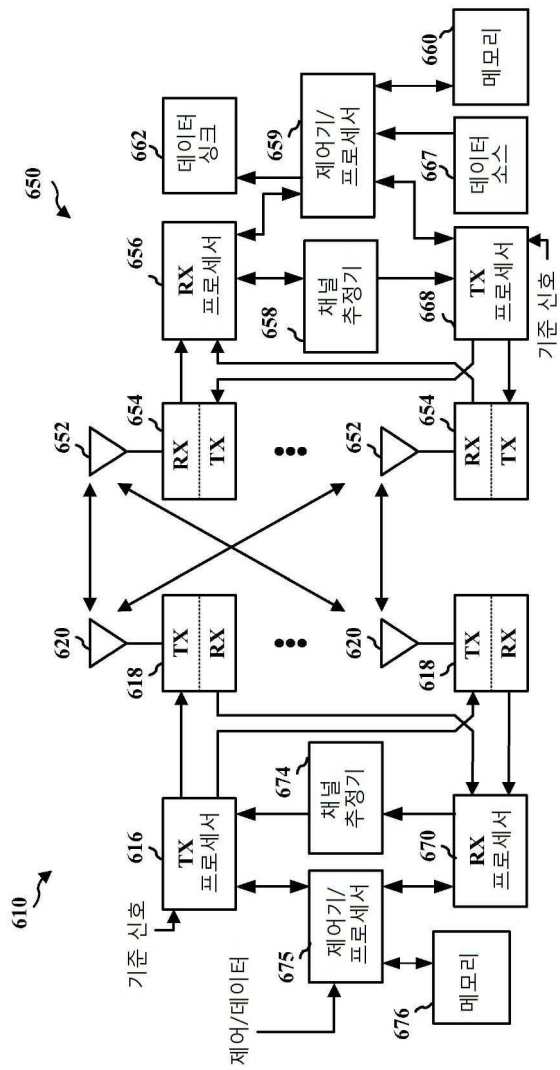
도면4



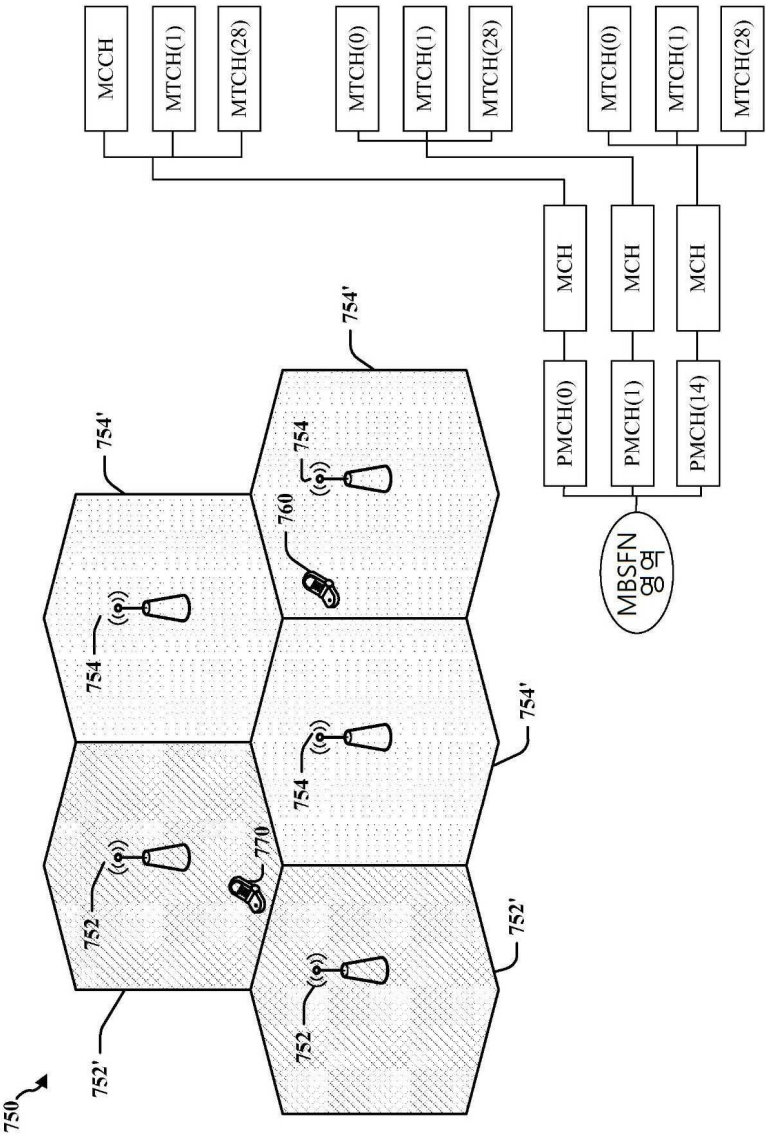
도면5



도면6

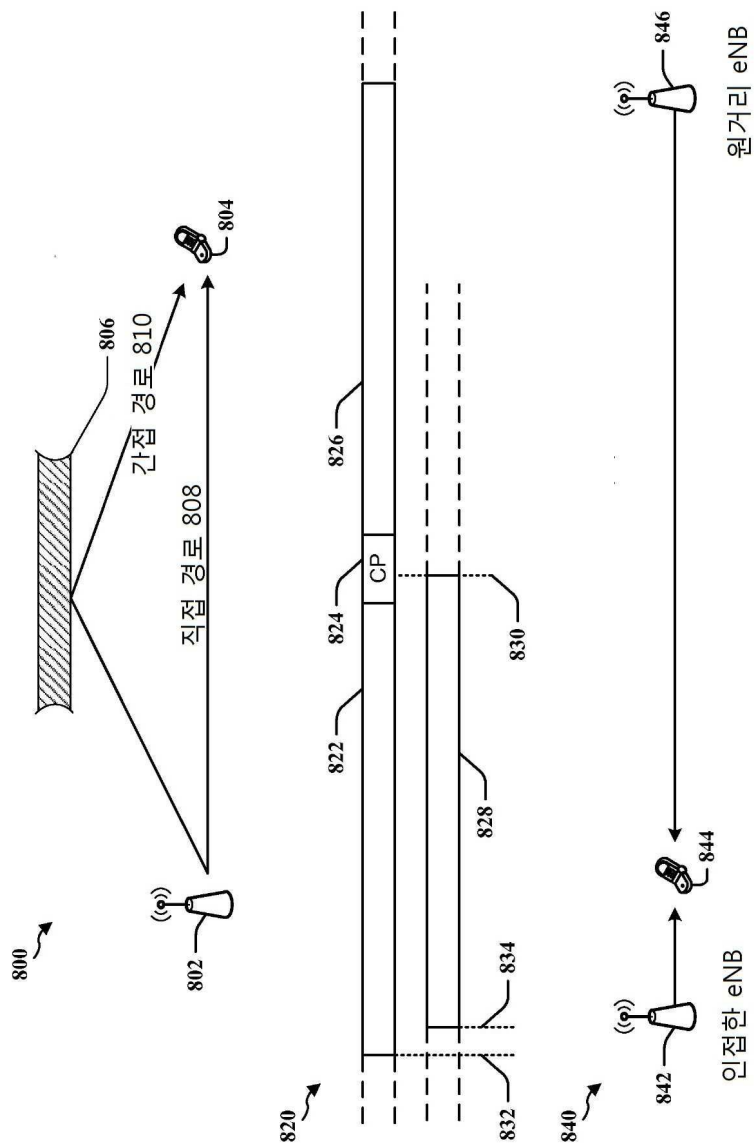


도면7

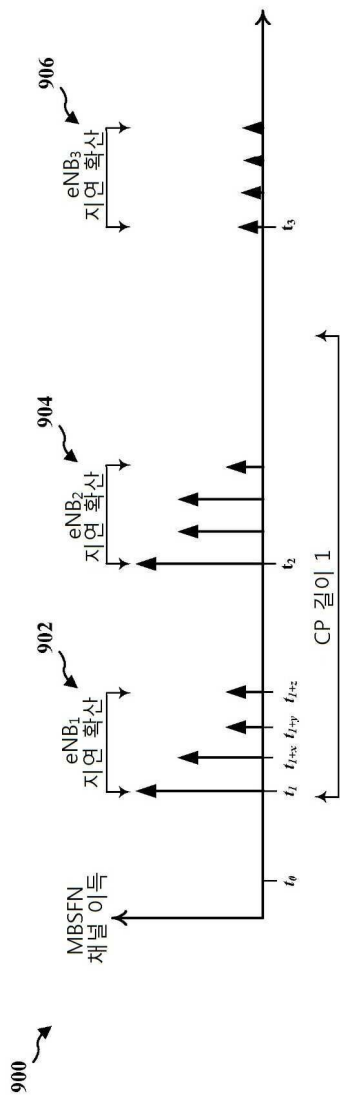




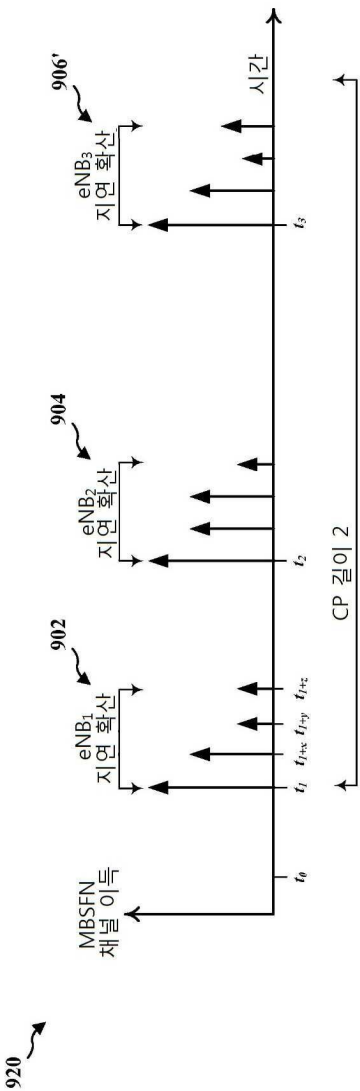
도면8



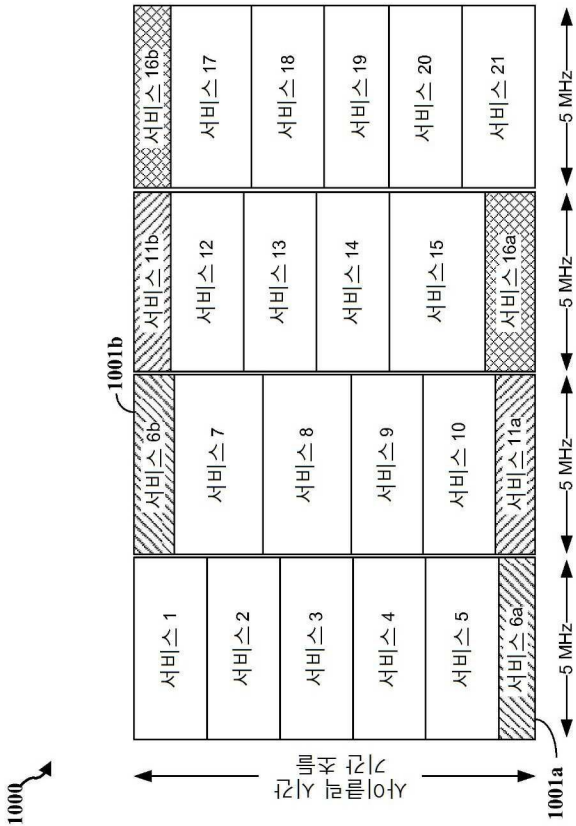
도면9a



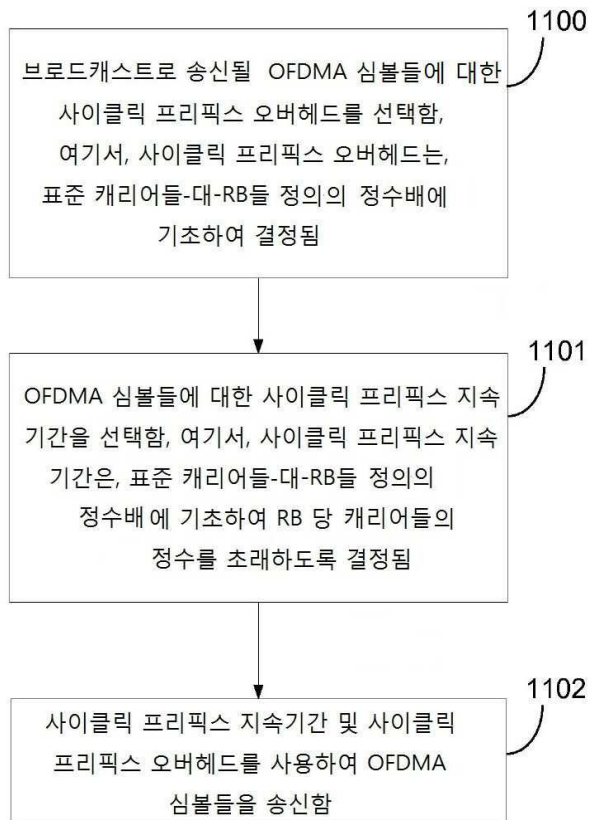
도면9b



도면10



도면11



도면12

