



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년08월04일
(11) 등록번호 10-1763295
(24) 등록일자 2017년07월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 10/114 (2013.01) H04B 10/116 (2013.01)
(52) CPC특허분류
H04B 10/1149 (2013.01)
H04B 10/116 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7016851
(22) 출원일자(국제) 2013년11월27일
심사청구일자 2017년03월16일
(85) 번역문제출일자 2015년06월24일
(65) 공개번호 10-2015-0091488
(43) 공개일자 2015년08월11일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/072387
(87) 국제공개번호 WO 2014/085694
국제공개일자 2014년06월05일
(30) 우선권주장
13/691,753 2012년12월01일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
WO2011113385 A2
Michael B. Rahaim et al., "A Hybrid Radio
Frequency and Broadcast," 2nd IEEE Workshop
on Optical Wireless Communications,
2011.12.05

(73) 특허권자
켈컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하
우스 드라이브 5775
(72) 발명자
요비치치, 알렉산더
미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스
드라이브 5775
리, 준이
미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스
드라이브 5775
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 신상길

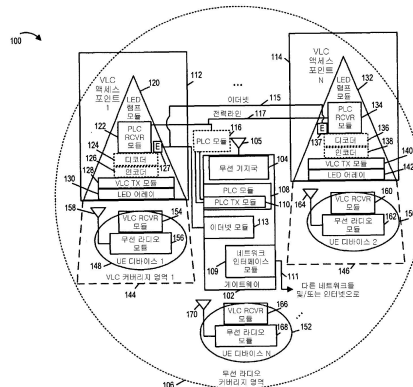
(54) 발명의 명칭 무선 라디오 시그널링과 결합하여 가시광 통신 시그널링을 사용하는 통신들을 위한 방법들 및 장치

(57) 요약

다양한 예시적인 방법들 및 장치는, 무선 라디오 다운링크/업링크 쌍과 결합하여, 다운링크, 예를 들면, 보충 다
운링크에서 가시광 통신(VLC)을 사용하는 것에 관한 것이다. 게이트웨이는, 유선 링크를 통해, VLC 액세스 포인
트에 연결된다. 일부 실시예들에서, 게이트웨이는 무선 라디오 기지국을 포함한다. 사용자 장비 디바이스는

(뒷면에 계속)

대표도



VLC 액세스 포인트로부터 가시광 신호를 검출하고, UE 디바이스가 VLC 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 라디오 신호를 통신 디바이스, 예를 들면, 기지국 또는 매크로 기지국을 포함하는 게이트웨이로 전송한다. 게이트웨이는, 다운링크 통신들을 지원하는 보충 무선 셀로서 역할을 하도록 VLC 액세스 포인트를 구성한다. 게이트웨이는 유선을 통해 트래픽 신호들을 VLC 액세스 포인트로 전송하고, 트래픽 신호들은 전송되는 VLC 신호들로 VLC 액세스 포인트에 의해 변환된다. UE 디바이스는 VLC 다운링크 트래픽 신호들을 수신하고, 업링크 라디오 채널을 통해 대응하는 확인 응답 신호를 전송한다.

(72) 발명자

리차드슨, 토마스 조셉

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드
라이브 5775

카사치아, 로렌조

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드
라이브 5775

명세서

청구범위

청구항 1

게이트웨이(102)를 동작시키는 방법(200)으로서,

사용자 장비(UE) 디바이스(148)가 가시광 통신(VLC) 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 신호를 상기 UE 디바이스(148)로부터 수신(204)하는 단계;

다운링크 통신들을 지원하는 보충 무선 셀로서, 상기 게이트웨이(102)에 의해 제어되는 가시광 통신 액세스 포인트(112)를 구성(206)하는 단계; 및

광 채널 및 라디오 채널 둘 모두 상의 전송 타임 슬롯들을 동기화하는데 사용되는 동기화 신호들을 상기 UE 디바이스(148)로 전송(208)하는 단계를 포함하는,

게이트웨이를 동작시키는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 가시광 통신 액세스 포인트는 전력라인 통신 링크에 의해 상기 게이트웨이에 연결된 LED 액세스 포인트이고,

다운링크 광 채널 타임 슬롯들은, 상기 전력라인 통신 링크를 통해 데이터를 상기 가시광 통신 액세스 포인트(112)에 공급하는데 사용된 전력라인 통신 타임 슬롯들과 동기화되는,

게이트웨이를 동작시키는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

다운링크 광 채널에 대응하는 확인 응답 신호들을 상기 UE 디바이스(148)로부터 수신(214)하는 단계를 더 포함하는,

게이트웨이를 동작시키는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 가시광 통신 액세스 포인트(112)에 대응하는 광 채널 상의 상기 UE 디바이스(148)로의 전송들을 스케줄링(210)하는 단계; 및

광 채널 전송 스케줄링 정보를 상기 사용자 장비 디바이스(148)로 전송하기 위해 무선 라디오 제어 채널을 사용(212)하는 단계를 더 포함하는,

게이트웨이를 동작시키는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

라디오 채널 전송 스케줄링 정보를 상기 사용자 장비 디바이스(148)로 전송하기 위해 무선 라디오 제어 채널을 사용하는 단계를 더 포함하는,

게이트웨이를 동작시키는 방법.

청구항 6

게이트웨이(300)로서,

사용자 장비(UE) 디바이스(148)가 가시광 통신(VLC) 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 신호를 상기 UE 디바이스(148)로부터 수신하기 위한 수단(404);

다운링크 통신들을 지원하는 보충 무선 셀로서, 상기 게이트웨이(300)에 의해 제어되는 가시광 통신 액세스 포인트(112)를 구성하기 위한 수단(406); 및

광 채널 및 라디오 채널 둘 모두 상의 전송 타임 슬롯들을 동기화하는데 사용되는 동기화 신호들을 상기 UE 디바이스(148)로 전송하기 위한 수단(408)을 포함하는,

게이트웨이.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 가시광 통신 액세스 포인트는 전력라인 통신 링크에 의해 상기 게이트웨이에 연결된 LED 액세스 포인트이고,

다운링크 광 채널 타임 슬롯들은, 상기 전력라인 통신 링크를 통해 데이터를 상기 가시광 통신 액세스 포인트(112)에 공급하는데 사용된 전력라인 통신 타임 슬롯들과 동기화되는,

게이트웨이.

청구항 8

사용자 장비(UE) 디바이스(148)를 동작시키는 방법으로서,

가시광 통신(VLC) 액세스 포인트(112)로부터 광 신호를 검출(504)하는 단계;

상기 UE 디바이스(148)가 가시광 통신(VLC) 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 라디오 신호를 통신 디바이스로 전송(506)하는 단계 — 상기 통신 디바이스는 게이트웨이(102) 또는 매크로 기지국 중 하나임 —; 및

다운링크 광 채널 및 라디오 채널 둘 모두 상의 전송 타임 슬롯들을 동기화하는데 사용되는 동기화 신호들을 수신(508)하는 단계를 포함하는,

사용자 장비(UE) 디바이스를 동작시키는 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 통신 디바이스는 게이트웨이(102)이고,

상기 가시광 통신 액세스 포인트(112)는 전력라인 통신 링크(117)에 의해 상기 게이트웨이(102)에 연결된 LED 액세스 포인트이고,

다운링크 광 채널 타임 슬롯들은, 상기 전력라인 통신 링크(117)를 통해 데이터를 상기 가시광 통신 액세스 포인트(112)에 공급하는데 사용되는 전력라인 통신 타임 슬롯들과 동기화되는,

사용자 장비(UE) 디바이스를 동작시키는 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 다운링크 광 채널에 대응하는 확인 응답 신호를 전송(514)하는 단계를 더 포함하는,

사용자 장비(UE) 디바이스를 동작시키는 방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 통신 디바이스는 게이트웨이(102)이고,

상기 방법은,

상기 가시광 통신 액세스 포인트(112)에 대응하는 다운링크 광 채널 상의 전송들을 스케줄링하는 할당 신호를 상기 게이트웨이(102)로부터 수신(510)하는 단계를 더 포함하고,

상기 가시광 통신 액세스 포인트에 대응하는 다운링크 광 채널 상의 전송을 스케줄링하는, 상기 게이트웨이로부터의 상기 수신된 할당 신호는 무선 라디오 제어 채널 상에서 수신되는,

사용자 장비(UE) 디바이스를 동작시키는 방법.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

무선 다운링크 라디오 채널 상의 전송을 스케줄링하는 할당 신호를 무선 라디오 제어 채널을 통해 상기 게이트웨이(102)로부터 수신하는 단계를 더 포함하는,

사용자 장비(UE) 디바이스를 동작시키는 방법.

청구항 13

사용자 장비(UE) 디바이스(600)로서,

가시광 통신(VLC) 액세스 포인트(112)로부터 광 신호를 검출하기 위한 수단(704);

상기 UE 디바이스(600)가 가시광 통신(VLC) 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 라디오 신호를 통신 디바이스(102)로 전송하기 위한 수단(706) - 상기 통신 디바이스는 게이트웨이 또는 매크로 기지국 중 하나임 -; 및

다운링크 광 채널 및 라디오 채널 둘 모두 상의 전송 타임 슬롯들을 동기화하는데 사용되는 동기화 신호들을 수신하기 위한 수단(708)을 포함하는,

사용자 장비(UE) 디바이스.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 통신 디바이스는 게이트웨이(102)이고,

상기 가시광 통신 액세스 포인트는 전력라인 통신 링크에 의해 상기 게이트웨이에 연결된 LED 액세스 포인트이고,

다운링크 광 채널 타임 슬롯들은, 상기 전력라인 통신 링크(117)를 통해 데이터를 상기 가시광 통신 액세스 포인트(112)에 공급하는데 사용되는 전력라인 통신 타임 슬롯들과 동기화되는,

사용자 장비(UE) 디바이스.

청구항 15

컴퓨터-판독가능 저장 매체로서,

실행되는 경우 적어도 하나의 컴퓨터로 하여금 제 1 항 내지 제 5 항 또는 제 8 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 수행하게 하기 위한 실행가능 명령들을 저장하는, 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

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] 본 출원은 통신들에 관한 것이며, 더 상세하게는, 무선 라디오 신호들과 결합하여 가시광 신호들을 사용하여 통신하기 위한 방법들 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 보충 다운로드의 개념이 LTE(Long Term Evolution) 릴리스 9에 도입되었고, 릴리스 10이 언페어드 스펙

트럼에서 최대 3 개의 추가적인 캐리어들을 포함하기 위해 확장되고 있다. 언페어드 스펙트럼은 다운링크에만 사용되고, 반면에 페어드 스펙트럼은 다운링크 및 업링크 둘 모두에 사용된다.

[0003] 통상적으로, 페어드 스펙트럼 및 언페어드 스펙트럼은 무선 라디오 신호들, 예를 들면, LTE 무선 라디오 신호들을 반송(carry)하는데 사용된다. 그러나, 이용 가능할 수 있는 언페어드 가용 스펙트럼에 대한 제한들이 존재한다.

[0004] 백색 광을 생성할 수 있는 발광 다이오드(LED들)은 미래에 상업용 및 주거용 섹터들에서 우세한 조명 소스가 되는 것으로 예상된다. 최근의 연구는, 그러한 LED들이 높은 대역폭에서 강도(intensity) 변조될 수 있다는 것을 입증하였다. 통상적인 실내 조명 조건들에서 높은 광 전력 강도들(수십 와트)과 결합될 때, 높은 변조 레이트는 수백 Mbps의 광대역 무선 데이터 통신에 대한 잠재력을 제안한다.

[0005] 앞선 논의에 기초하여, 가시광 통신(VLC)의 이러한 잠재적인 능력이 활용된다면 유리할 것이다. 예를 들면, 빌딩 내의 LED 조명이 VLC 전송 다운링크를 생성하도록 적응하기 위한 실행 가능한 수단인 것처럼 보이지만, 예를 들면, 하드웨어 고려사항들, 간섭 고려사항들, 배터리 전력 고려사항들, 비용 등으로 인해, 사용자 장비(UE) 디바이스들로부터 액세스 포인트로의 VLC 전송들을 포함하는 VLC 업링크를 생성하려고 시도하는 것은 상업적으로 실행 가능하지 않을 수 있다. 가시광 통신(VLC)을 활용하는 경우 핵심적인 도전과제들 중 하나는 VLC 다운링크에 대응하는 업링크, 예를 들면, 역방향 링크의 부재(absence)이다. 트래픽 데이터를 포함하는 다운링크를 효율적으로 관리하기 위해, 예를 들면, 확인 응답들을 포함하는 신호들을 통신하도록 업링크를 통한 피드백을 갖는 것이 유리하다.

[0006] 앞선 논의에 기초하여, 잠재적으로 이용 가능한 VLC 다운링크를 효율적인 방식으로 사용하기 위한 새로운 방법들 및 장치가 개발된다면 이로울 것이다.

발명의 내용

[0007] 다양한 예시적인 방법들 및 장치는, 무선 라디오 다운링크/무선 라디오 업링크 쌍과 결합하여, 다운링크, 예를 들면, 보충 다운링크에서 가시광 통신(VLC)을 사용하는 것에 관한 것이다. 다양한 실시예들은, LTE 페어드(paired) TDD 스펙트럼과 결합하여 보충 다운링크 대역으로서 가시광 스펙트럼을 사용하기에 아주 적합하다. 무선 라디오 기지국을 포함하는 게이트웨이는 유선, 예를 들면, 전력라인 링크를 통해 VLC 액세스 포인트에 연결된다. 게이트웨이는, 가시광 통신을 통해 다운링크 통신들을 지원하는 보충 무선 셀로서 역할을 하도록 VLC 액세스 포인트를 구성할 수 있고, 때때로 구성한다. 따라서, 게이트웨이는, 무선 라디오 다운링크 및 가시광 통신 다운링크를 사용하여 사용자 장비(UE) 디바이스들의 다운링크 데이터 및 정보의 통신을 지원할 수 있고, 때때로 지원한다.

[0008] 일부이지만 반드시 전부는 아닌 실시예들에서, 사용자 장비(UE) 디바이스는, 무선 라디오 수신기, 무선 라디오 전송기 및 VLC 수신기를 포함하는 모바일 무선 단말로서 구현된다. 적어도 일부 실시예들에서, UE 디바이스는, VLC 액세스 포인트에 의해 전송되는 가시광 신호, 예를 들면, 액세스 포인트 식별 정보를 제공하는 VLC 비콘 신호를 모니터링 및 검출한다. VLC 비콘 신호는 VLC 액세스 포인트의 SSID(Service Set Identifier) 또는 VLC 액세스 포인트에 의해 사용된 PSK(pre-shared key)를 포함할 수 있고, 일부 실시예들에서, 포함한다. VLC 액세스 포인트로부터 광 신호를 검출하는 것에 응답하여, UE 디바이스는, UE 디바이스가 VLC 액세스 포인트의 VLC 커버리지 영역 내에 위치된다는 것을 나타내는 라디오 신호를 게이트웨이로 전송하고, VLC 신호는 VLC 액세스 포인트로부터 수신된다. 전송된 라디오 신호는 VLC 비콘 신호로 수신된 VLC 액세스 포인트 식별 정보를 포함할 수 있고, 일부 실시예들에서, 포함한다.

[0009] 게이트웨이는, 게이트웨이와 식별된 VLC 액세스 포인트 사이의 유선 링크를 통해, 트래픽 신호들을 전송할 수 있고, 일부 실시예들에서, 전송한다. VLC 액세스 포인트는 유선 신호들을, VLC 액세스 포인트에 의해 UE 디바이스로 전송되는 VLC 신호들로 변환한다. UE 디바이스는 VLC 다운링크 트래픽 신호들을 수신하고, 이어서, UE 디바이스는 게이트웨이로 전송되는 라디오 신호들을 통해 확인 응답한다. 따라서, 일부 실시예들에서, UE 디바이스는 업링크 라디오 채널을 통해, VLC 다운링크 트래픽 신호들에 대응하여 확인 응답 신호를 게이트웨이로 전송한다. 라디오 채널을 통한 확인 응답 신호의 전송은 VLC 다운링크 광 채널 전송들과 동기화될 수 있고, 일부 실시예들에서, 동기화된다. 따라서, 적어도 일부이지만 반드시 전부는 아닌 실시예들에서, VLC 신호는 라디오 링크를 통해 확인 응답된다. 일부 실시예들에서, VLC 확인 응답 신호에 부가하여, VLC 다운링크에 대응하는 다른 업링크 신호들이 무선 라디오 업링크를 통해 통신된다.

[0010] 일부 실시예들에 따른, 게이트웨이를 동작시키는 예시적인 방법은, 사용자 장비(UE) 디바이스가 가시광

통신(VLC) 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 신호를 UE 디바이스로부터 수신하는 단계, 및 다운링크 통신들을 지원하는 보충 무선 셀로서, 상기 게이트웨이에 의해 제어되는 가시광 통신 액세스 포인트를 구성하는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에 따라, 게이트웨이는, 사용자 장비(UE) 디바이스가 가시광 통신(VLC) 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 신호를 UE 디바이스로부터 수신하고, 다운링크 통신들을 지원하는 보충 무선 셀로서, 상기 게이트웨이에 의해 제어되는 가시광 통신 액세스 포인트를 구성하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함한다. 게이트웨이는 또한 상기 적어도 하나의 프로세서에 연결된 메모리를 포함한다.

[0011] 일부 실시예들에 따른, 사용자 장비(UE) 디바이스를 동작시키는 예시적인 방법은 가시광 통신(VLC) 액세스 포인트로부터 광 신호를 검출하는 단계, 및 UE 디바이스가 가시광 통신(VLC) 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 라디오 신호를 통신 디바이스로 전송하는 단계를 포함하고, 상기 통신 디바이스는 게이트웨이 또는 매크로 기지국 중 하나이다. 일부 실시예들에 따른 예시적인 사용자 장비(UE) 디바이스는, 가시광 통신(VLC) 액세스 포인트로부터 광 신호를 검출하는 단계, 및 UE 디바이스가 가시광 통신(VLC) 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 라디오 신호를 통신 디바이스로 전송하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 통신 디바이스는 게이트웨이 또는 매크로 기지국 중 하나이다. 예시적인 UE 디바이스는 또한 상기 적어도 하나의 프로세서에 연결된 메모리를 포함한다.

[0012] 상기 발명의 내용에서는 다양한 실시예들이 논의되었지만, 반드시 모든 실시예들이 동일한 특징들을 포함하는 것은 아니며 위에서 설명한 특징들 중 일부는 필수적인 것이 아니라 일부 실시예들에서 바람직할 수 있다고 인식되어야 한다. 다음의 상세한 설명에서 다양한 실시예들의 다수의 추가 특징들, 실시예 및 이익들이 논의된다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 다양한 실시예들에 따른 예시적인 통신 시스템의 도면이다.

[0014] 도 2는 예시적인 실시예에 따른, 게이트웨이를 동작시키는 예시적인 방법의 흐름도이다.

[0015] 도 3은 예시적인 실시예에 따른 예시적인 게이트웨이의 도면이다.

[0016] 도 4는 예시적인 실시예에 따른, 도 3의 게이트웨이에 포함될 수 있는 모듈들의 어셈블리이다.

[0017] 도 5는 예시적인 실시예에 따른, 사용자 장비(UE) 디바이스들을 동작시키는 예시적인 방법의 흐름도이다.

[0018] 도 6은 예시적인 실시예에 따른 예시적인 사용자 장비(UE) 디바이스의 도면이다.

[0019] 도 7은, 도 6에 예시된 UE 디바이스들에서 사용될 수 있고, 일부 실시예들에서 사용되는 모듈들의 어셈블리이다.

[0020] 도 8은 예시적인 실시예에 따른, VLC 비콘 신호들을 그의 VLC 커버리지 영역으로 전송하는 예시적인 VLC 액세스 포인트를 예시한다.

[0021] 도 9는 예시적인 실시예에 따른, VLC 커버리지 영역에 위치되고, VLC 비콘 신호를 검출하고, 검출된 VLC 비콘 신호들에 응답하여 VLC 커버리지 영역 검출 표시 신호를 게이트웨이로 전송하는 예시적인 UE 디바이스, 및 보충 다운링크 통신 지원을 위해 VLC 액세스 포인트(AP)를 구성하기 위한 구성 정보를 전력라인 통신(PLC) 신호들을 통해 VLC AP로 전송하는 게이트웨이를 예시한다.

[0022] 도 10은 예시적인 실시예에 따른, UE 디바이스에 의해 수신되는 예시적인 라디오 다운링크 동기화 신호들 및 예시적인 VLC 다운링크 동기화 신호들을 예시한다.

[0023] 도 11은 예시적인 실시예에 따른, 라디오 신호들을 통한, 라디오 다운링크 트래픽 채널 전송 스케줄링 신호들 및 VLC 다운링크 트래픽 채널 전송 스케줄링 시그널링을 예시한다.

[0024] 도 12는 예시적인 실시예에 따른, VLC 신호들로 변환되는 PLC 신호들 및 라디오 신호들에 의한 게이트웨이로부터 UE 디바이스로의 트래픽 신호들의 통신을 예시한다.

[0025] 도 13은 예시적인 실시예에 따른, 무선 라디오 업링크를 통해 UE 디바이스로부터 게이트웨이로 전달되는 VLC 다운링크 트래픽 채널 신호들 및 라디오 다운링크 트래픽 채널 신호들 둘 모두에 대응하는 확인 응답 신호를 예시한다.

[0026] 도 14는 예시적인 실시예에 따른 보충 다운링크에 대한 가시광 스펙트럼의 사용을 예시한다.

[0027] 도 15는 무선 라디오 다운링크 및 무선 라디오 업링크에 부가하여 가시광 스펙트럼이 보충 다운링크에 사용되는 예시적인 시스템을 예시한다.

[0028] 도 16은 예시적인 실시예에 따른, 순환 비콘 시간 기간들에 대한 예시적인 AC 전력 라인 신호 및 관계를 예시한다.

[0029] 도 17은 다양한 실시예들에 따른 예시적인 통신 시스템의 도면이다.

[0030] 도 18은 예시적인 실시예에 따른, 사용자 장비(UE) 디바이스를 동작시키는 예시적인 방법의 흐름도이다.

[0031] 도 19는 도 6에 예시된 UE 디바이스에서 사용될 수 있고, 일부 실시예에서 사용되는 모듈들의 어셈블리이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] [0032] 도 1은 다양한 실시예들에 따른 예시적인 통신 시스템(100)의 도면이다. 예시적인 통신 시스템(100)은 게이트웨이(102) 및 복수의 가시광 통신(VLC) 액세스 포인트들(VLC 액세스 포인트 1(112),..., VLC 액세스 포인트 N(114))을 포함한다. 예시적인 통신 시스템(100)은 또한 복수의 사용자 장비(UE) 디바이스들(UE 디바이스 1(148), UE 디바이스 2(150),..., UE 디바이스 N(152))을 포함한다. UE 디바이스들(148, 150,..., 152) 중 적어도 일부는, 시스템(100) 전체에 걸쳐 이동할 수 있는 모바일 디바이스들이다.
- [0015] [0033] 게이트웨이(102)는, 대응하는 안테나(105), 및 전력라인 통신(PLC) 전송기 모듈(110)을 포함하는 PLC 모듈(108)을 갖는 무선 기지국(104)을 포함한다. 게이트웨이(102)는 PLC 모듈(116), 예를 들면, 전력라인 인터페이스 모듈을 통해 전력라인(117)에 연결된다. 일부 실시예들에서, PLC 모듈(116)이 포함되지 않고, PLC 모듈(108)이 전력라인(117)에 직접적으로 연결된다. VLC 액세스 포인트 1(112)은 발광 다이오드(LED) 램프 모듈(120)을 포함한다. LED 램프 모듈(120)은 PLC 수신기 모듈(122), VLC 전송기 모듈(128) 및 LED 어레이(130)를 포함한다. 일부 실시예들에서, LED 램프 모듈(120)은 디코더 모듈(124) 및 인코더 모듈(126)을 더 포함한다. VLC 액세스 포인트 1(112)은 대응하는 VLC 커버리지 영역 1(144)을 갖는다.
- [0016] [0034] 게이트웨이(102)는 또한, 게이트웨이(102)를 링크(111)를 통해 다른 네트워크들 및/또는 인터넷에 연결하는 네트워크 인터페이스 모듈(109)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 게이트웨이(102)는 링크(111) 및 네트워크 인터페이스 모듈(109)을 통해 다른 네트워크들 및/또는 인터넷으로부터 콘텐츠를 수신한다. 일부 그러한 실시예들에서, 이어서, 게이트웨이(102)는 수신된 콘텐츠 중 적어도 일부를 하나 이상의 VLC 액세스 포인트들, 예를 들면, VLC 액세스 포인트 1(112)로 포워딩한다. 이어서, VLC 액세스 포인트, 예를 들면, VLC 액세스 포인트 1(112)은 콘텐츠를 그의 VLC 커버리지 영역 내에 위치된 하나 이상의 UE 디바이스들, 예를 들면, UE 디바이스 1(148)로 전송한다.
- [0017] [0035] VLC 액세스 포인트 N(114)은 발광 다이오드(LED) 램프 모듈(132)을 포함한다. LED 램프 모듈(132)은 PLC 수신기 모듈(134), VLC 전송기 모듈(140) 및 LED 어레이(142)를 포함한다. 일부 실시예들에서, LED 램프 모듈(132)은 또한 디코더 모듈(136) 및 인코더 모듈(138)을 포함한다. VLC 액세스 포인트 N(114)은 대응하는 VLC 커버리지 영역 N(146)을 갖는다.
- [0018] [0036] UE 디바이스 1(148)은 VLC 수신기 모듈(154) 및 무선 라디오 모듈(156)을 포함한다. 무선 라디오 모듈(156)은 안테나(158)에 연결된다. UE 디바이스 2(150)는 VLC 수신기 모듈(160) 및 무선 라디오 모듈(162)을 포함한다. 무선 라디오 모듈(162)은 안테나(164)에 연결된다. UE 디바이스 N(152)은 VLC 수신기 모듈(166) 및 무선 라디오 모듈(168)을 포함한다. 무선 라디오 모듈(168)은 안테나(170)에 연결된다.
- [0019] [0037] 게이트웨이(102)의 PLC 전송기 모듈(110)은 PLC 모듈(116) 및 전력라인(117)을 통해 VLC 액세스 포인트 1(112)의 LED 램프 모듈(120)의 PLC 수신기 모듈(122)에 연결된다. 전력라인(117)은 통신 링크로서 기능하고, 따라서 전력라인 링크로 때때로 지칭된다. 게이트웨이(102)의 PLC 전송기 모듈(110)은 또한 PLC 모듈(116) 및 전력라인(117)을 통해 VLC 액세스 포인트 N(114)의 LED 램프 모듈(132)의 PLC 수신기 모듈(134)에 연결된다.
- [0020] [0038] 일부 실시예들에서, 적어도 일부 상이한 VLC 액세스 포인트들은 빌딩 내의 상이한 룸들에 대응한다. 일부 실시예들에서, 적어도 일부 상이한 VLC 액세스 포인트들은 빌딩 내의 동일한 룸의 상이한 부분들에 대응한다.

- [0021] [0039] 도 1의 예에서, UE 디바이스 1(148), UE 디바이스 2(150) 및 UE 디바이스 N(152)은 게이트웨이(102)의 무선 기지국(104)의 무선 라디오 커버리지 영역(106) 내에 있다. UE 디바이스들(148, 150, 152)은 무선 기지국(104)으로부터 다운링크 라디오 신호들을 수신하고, 무선 라디오 업링크 신호들을 무선 기지국(104)으로 전송할 수 있다. 계속해서 그 예에서, VLC 커버리지 영역 1(144) 내에 위치한 UE 디바이스 1(148)은 게이트웨이(102)로부터 정보를 통신하여 VLC 액세스 포인트(112)로부터 다운링크 VLC 신호들을 수신할 수 있다. 다운링크 VLC 신호들을 통해 전달된 정보는, UE 디바이스 1(148)로의 정보의 VLC 통신 전에, PLC 모듈(116) 및 전력라인(117)을 통해 게이트웨이(102)와 VLC 액세스 포인트 1(112) 사이에서 통신된다. 게이트웨이(102)와 VLC 액세스 포인트 1(112) 사이의 통신은 PLC 모듈(116) 및 전력라인(117)에 의한 것이다. 일부 실시예들, 예를 들면, 디코더(124) 및 인코더(126)가 포함되지 않은 일부 실시예들에서, 게이트웨이(102)는, VLC 통신 신호들을 생성하기 위해 LED 어레이(130) 출력을, 예를 들면, 직접적으로 제어하는 전력라인 통신 신호들을 전송한다. 일부 실시예들, 예를 들면, 디코더(124) 및 인코더(126)가 포함된 일부 실시예들에서, 게이트웨이(102)는, VLC 통신 신호들을 생성하기 위해 디코더 모듈(124)에 의해 디코딩되고 인코더 모듈(126)에 의해 인코딩되는 전력라인 통신 신호들을 전송한다.
- [0022] [0040] 계속해서 그 예에서, VLC 커버리지 영역 N(146) 내에 위치한 UE 디바이스 2(150)는 게이트웨이(102)로부터 정보를 통신하여 VLC 액세스 포인트 N(114)으로부터 다운링크 VLC 신호들을 수신할 수 있다. 다운링크 VLC 신호들을 통해 전달된 정보는, UE 디바이스 2(150)로의 정보의 VLC 통신 전에 PLC 모듈(116) 및 전력라인(117)을 통해 게이트웨이(102)와 VLC 액세스 포인트 N(114) 사이에서 통신된다. 게이트웨이(102)와 VLC 액세스 포인트 N(114) 사이의 통신은 PLC 모듈(116) 및 전력라인(117)에 의한 것이다. 일부 실시예들, 예를 들면, 디코더(136) 및 인코더(138)가 포함되지 않은 일부 실시예들에서, 게이트웨이(102)는, VLC 통신 신호들을 생성하기 위해 LED 어레이(142) 출력을, 예를 들면, 직접적으로 제어하는 전력라인 통신 신호들을 전송한다. 일부 실시예들, 예를 들면, 디코더(136) 및 인코더(138)가 포함된 일부 실시예들에서, 게이트웨이(102)는, VLC 통신 신호들을 생성하기 위해 디코더 모듈(136)에 의해 디코딩되고 인코더 모듈(138)에 의해 인코딩되는 전력라인 통신 신호들을 전송한다.
- [0023] [0041] VLC 액세스 포인트 1(112)에 의해 전송되고 UE 디바이스 1(148)의 VLC 수신기 모듈(154)에 의해 수신되는 예시적인 VLC 신호들은 광 비콘 신호, VLC 동기화 신호들 및 다운링크 VLC 트래픽 신호들을 포함한다. 다양한 실시예들에서, VLC 수신기 모듈(154)은 포토다이오드를 포함한다. 안테나(105)를 통해 무선 기지국(104)에 의해 전송되고 안테나(158)를 통해 UE 디바이스 1(148)의 무선 라디오 모듈(156)에 의해 수신되는 예시적인 다운링크 신호들은 동기화 신호들, 광 채널 전송 스케줄링 신호들, 라디오 채널 전송 스케줄링 신호들 및 다운링크 라디오 트래픽 신호들을 포함한다. 안테나(158)를 통해 UE 디바이스 1(148)의 무선 라디오 모듈(156)에 의해 전송되고 안테나(105)를 통해 무선 기지국(104)에 의해 수신되는 예시적인 업링크 신호들은 업링크 트래픽 신호들, 다운링크 광 채널 신호들에 대응하는 확인 응답 신호들 및 다운링크 라디오 채널 신호들에 대응하는 확인 응답 신호들을 포함한다.
- [0024] [0042] VLC 액세스 포인트 N(114)에 의해 전송되고, UE 디바이스 2(150)의 VLC 수신기 모듈(160)에 의해 수신되는 예시적인 VLC 신호들은 광 비콘 신호, VLC 동기화 신호들 및 다운링크 VLC 트래픽 신호들을 포함한다. 다양한 실시예들에서, VLC 수신기 모듈(160)은 포토다이오드를 포함한다. 안테나(105)를 통해 무선 기지국(104)에 의해 전송되고 안테나(164)를 통해 UE 디바이스 2(150)의 무선 라디오 모듈(162)에 의해 수신되는 예시적인 다운링크 신호들은 동기화 신호들, 광 채널 전송 스케줄링 신호들, 라디오 채널 전송 스케줄링 신호들 및 다운링크 라디오 트래픽 신호들을 포함한다. 안테나(164)를 통해 UE 디바이스 2(150)의 무선 라디오 모듈(162)에 의해 전송되고 안테나(105)를 통해 무선 기지국(104)에 의해 수신되는 예시적인 업링크 신호들은 업링크 트래픽 신호들, 다운링크 광 채널 신호들에 대응하는 확인 응답 신호들, 및 다운링크 라디오 채널 신호들에 대응하는 확인 응답 신호들을 포함한다.
- [0025] [0043] 일부 실시예들에서, VLC 다운링크는 라디오 FDD 다운링크 및 라디오 FDD 업링크 쌍에 대응하는 보충 다운링크이다. 다양한 실시예들에서, 다운링크 광 채널 타임 슬롯들은, 유선, 예를 들면, 전력라인, 통신 링크를 통해 데이터를 VLC 액세스 포인트에 제공하는데 사용되는 전력라인 통신 타임 슬롯들과 동기화된다.
- [0026] [0044] 일부 실시예들에서, 게이트웨이(102)는 이더넷 모듈(113)을 포함하고, VLC 액세스 포인트들(112, ..., 114)의 LED 램프 모듈들(120, ..., 132)은 또한 이더넷(115)을 통해 함께 연결되는 이더넷 모듈(127, ..., 137)을 각각 포함한다. 일부 그러한 실시예들에서, 이더넷(115)은 전력라인(117) 대신에 게이트웨이(102)와 VLC 액세스 포인트들(112, ..., 114) 사이의 통신들에 사용된다. 일부 그러한 실시예들에서, 전력라인(117)을 통해 통신되는 것으로 상술된 다양한 신호들은 대신에 이더넷(115)을 통해 통신된다. 따라서, 일부 실시예들에서, 다

운링크 VLC 신호들을 통해 전달되는 정보는, UE 디바이스 1(148)로의 정보의 VLC 통신 전에, 이더넷(115)을 통해 게이트웨이(102)와 VLC 액세스 포인트 1(112) 사이에서 통신된다. 따라서, 일부 실시예들에서, 게이트웨이(102)와 VLC 액세스 포인트 1(112) 사이의 통신은 이더넷(115)에 의한 것이다.

[0027] [0045] 일부 실시예들에서, VLC 액세스 포인트들(112,..., 114)의 제 1 부분은 전력라인(117)을 통해 게이트웨이(102)와 통신하고, VLC 액세스 포인트들(112,..., 114)의 제 2 부분은 이더넷(115)을 통해 게이트웨이(102)와 통신한다.

[0028] [0046] 도 2는 예시적인 실시예에 따른, 게이트웨이를 동작시키는 예시적인 방법의 흐름도(200)이다. 게이트웨이는, 예를 들면, 도 1의 시스템(100)의 게이트웨이(102)이다. 동작은, 게이트웨이가 파워 온되고 초기화되는 단계(202)에서 시작된다. 동작은 단계(202)로부터 단계(204)로 진행된다. 단계(204)에서, 게이트웨이는, UE 디바이스가 가시광 통신 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 신호(예를 들면, 라디오 신호)를 사용자 장비(UE) 디바이스로부터 수신한다. UE 디바이스는, 예를 들면, 모바일 무선 단말이다. 동작은 단계(204)로부터 단계(206)로 진행된다.

[0029] [0047] 단계(206)에서, 게이트웨이는, 다운로드 통신들(예를 들면, 가시광 통신들)을 지원하는 보충 무선 셀로서, 상기 게이트웨이에 의해 제어되는 가시광 통신 액세스 포인트, 예를 들면, 발광 다이오드(LED) 액세스 포인트를 구성한다. 일부 실시예들에서, 상기 가시광 통신 액세스 포인트를 구성하는 것은 상기 UE 디바이스를 광 채널에 할당하는 것을 포함한다. 일부 그러한 실시예들에서, 광 채널은 광 강도 변조 주파수 및 시간 자원들의 세트에 대응하고, 상기 시간 자원들은 상기 게이트웨이에 의해 사용된 무선 라디오 채널과 미리 결정된 관계를 갖는다. 광 채널 상의 자원들과 무선 라디오 채널 상의 자원들 사이의 타이밍 동기화는 무선 라디오 채널 및 광 채널을 통한 신호들의 전송의 조정을 허용한다. 예를 들면, 일부이지만 반드시 전부는 아닌 실시예들에서, 광 채널 상에서 수신된 신호들은, 무선 자원들의 시간이 광 신호 전송으로부터 오프셋된 특정 시간에 발생하는 광 채널 신호를 확인 응답하는데 사용되는 무선 라디오 채널을 통해 확인 응답될 수 있다. 일부 실시예들에서, 가시광 통신 액세스 포인트, 예를 들면, LED 액세스 포인트는 전력라인 통신 링크에 의해 게이트웨이에 연결된다. 일부 실시예들에서, 가시광 통신 액세스 포인트, 예를 들면, LED 액세스 포인트는 이더넷 통신 링크에 의해 게이트웨이에 연결된다. 일부 실시예들에서, 보충 무선 셀은 LTE SCell이다. 동작은 단계(206)로부터 단계(208)로 진행된다.

[0030] [0048] 단계(208)에서, 게이트웨이는, 광 채널 및 라디오 채널 둘 모두 상의 전송 타임 슬롯들을 동기화하는데 사용되는 동기화 신호들을 상기 UE 디바이스로 전송한다. 동작은 단계(208)로부터 단계(210) 및 단계(216)로 진행된다.

[0031] [0049] 단계(210)에서, 게이트웨이는 상기 가시광 통신 액세스 포인트, 예를 들면, LED 액세스 포인트에 대응하는 광 채널 상의 상기 UE 디바이스로의 전송을 스케줄링한다. 단계(210)는, 게이트웨이가 광 채널 전송 스케줄링 정보를 상기 UE 디바이스로 전송하기 위해 무선 라디오 제어 채널을 사용하는 단계(212)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 전송들이 스케줄링되는 광 채널은, UE 디바이스에 할당된 광 채널이다.

[0032] [0050] 동작은 단계(210)로부터 단계(213)로 진행된다. 단계(213)에서, 게이트웨이는 DL 광 채널 상에서 UE로 통신될 정보를 VLC 액세스 포인트로 전송한다. 일부 실시예들에서, 통신될 정보는 VLC 액세스 포인트의 다운로드 광 채널을 통해 UE로 통신될 트래픽 데이터이다. 일부 그러한 실시예들에서, 다운로드 광 채널을 통해 통신될 트래픽 데이터는 단계(210)의 스케줄링에 대응한다. 일부 실시예들에서, 단계(213)에서 액세스 포인트로의 정보의 전송은 PLC 신호들을 통한 것이다. 일부 실시예들에서, 단계(213)에서 액세스 포인트로의 정보의 전송은 이더넷 신호들을 통한 것이다. 동작은 단계(213)로부터 단계(214)로 진행된다.

[0033] [0051] 단계(214)에서, 게이트웨이는 다운로드 광 채널에 대응하는 확인 응답 신호들, 예를 들면, 스케줄링된 VLC 다운로드 광 채널을 통해 통신되는 트래픽 데이터에 대한 확인 응답을 상기 UE 디바이스로부터 수신한다. 다양한 실시예들에서, 단계(214)에서 수신된 확인 응답 신호들은 상기 다운로드 광 채널과 동기화된 라디오 업링크 채널 상에서 수신된다. 일부 그러한 실시예들에서, 다운로드 광 채널 타임 슬롯들은, 유선 통신 링크를 통해 데이터를 상기 가시광 통신 액세스 포인트, 예를 들면, LED 액세스 포인트에 제공하는데 사용되는 유선, 예를 들면, 전력 라인, 통신 타임 슬롯들과 동기화된다. 일부 그러한 실시예들에서, 유선은 전력라인이다. 일부 실시예들에서, 다운로드 광 채널 슬롯들은, 유선 통신 링크를 통해, 데이터를 상기 가시광 통신 액세스 포인트, 예를 들면, LED 액세스 포인트에 제공하는데 사용되는 유선, 예를 들면, 이더넷 통신 타임 슬롯들과 동기화된다. 일부 그러한 실시예들에서, 유선라인은 이더넷이다.

- [0034] [0052] 단계(216)로 복귀하면, 단계(216)에서, 게이트웨이는 상기 광 채널에 부가하여 다운링크 라디오 채널 상의 상기 UE 디바이스로의 전송들을 스케줄링한다. 단계(216)는, 게이트웨이가 라디오 채널 전송 스케줄링 정보를 상기 UE 디바이스로 전송하기 위해 무선 라디오 제어 채널을 사용하는 단계(218)를 포함한다. 동작은 단계(216)로부터 단계(219)로 진행된다. 단계(219)에서, 게이트웨이는 다운링크 라디오 채널을 통해 정보를 UE로 전송한다. 일부 실시예들에서, 통신될 정보는 UE로 통신될 트래픽 데이터이다. 일부 그러한 실시예들에서, 다운링크 라디오 채널을 통해 통신될 트래픽 데이터는 단계(216)의 스케줄링에 대응한다. 동작은 단계(219)로부터 단계(220)로 진행된다.
- [0035] [0053] 단계(220)에서, 게이트웨이는 상기 다운링크 라디오 채널에 대응하는 확인 응답 신호들을 상기 UE 디바이스로부터 수신한다. 동작은 단계(214 및 220)로부터 단계(208)로 진행된다.
- [0036] [0054] 도 3은 예시적인 실시예에 따른 예시적인 게이트웨이 디바이스(300)의 도면이다. 게이트웨이 디바이스(300)는, 예를 들면, 도 1의 시스템(100)의 게이트웨이(102)이다. 게이트웨이(300)는 도 2의 흐름도(200)에 따른 방법을 구현할 수 있고 때때로 구현한다. 게이트웨이(300)는, 다양한 엘리먼트들(302, 304)이 데이터 및 정보를 교환할 수 있는 버스(309)를 통해 함께 연결된 프로세서(302) 및 메모리(304)를 포함한다. 메모리(304)는 루틴들(311) 및 데이터/정보(313)를 포함한다. 게이트웨이(300)는 또한 전력라인 통신(PLC) 모듈(306) 및 무선 라디오 모듈(308), 예를 들면, 무선 라디오 기지국을 포함한다. PLC 모듈(306) 및 무선 라디오 모듈(308)은 버스(315)를 통해 프로세서(302)에 연결된다. PLC 모듈(306)은 PLC 신호들, 예를 들면, VLC 액세스 포인트들로 지향된 PLC 신호들을 전송하기 위한 PLC 전송기 모듈(307)을 포함한다. 일부 실시예들에서, PLC 모듈(306)은 전력 라인에 접속된다. 일부 다른 실시예들에서, PLC 모듈(306)은 전력 라인에 접속된 PLC 인터페이스 모듈에 접속된다. 다양한 실시예들에서, PLC 전송기 모듈(307)에 의해 전송되는 전송된 PLC 신호들은, 예를 들면, VLC 액세스 포인트에 대한 구성 정보 또는 UE 디바이스, 예를 들면, 모바일 무선 단말로 의도된 VLC 다운링크 채널 상에서 통신될 트래픽 데이터를 통신한다.
- [0037] [0055] 게이트웨이 디바이스(300) 또한, 버스(315)를 통해 프로세서(302)에 연결된 이더넷 모듈(350) 및 네트워크 인터페이스 모듈(352)을 포함한다. 이더넷 모듈(350)은 게이트웨이 디바이스(300)를 이더넷에 연결한다. 일부 실시예들에서, 이더넷 모듈(350)에 의해 전송되는, 이더넷을 통해 전송되는 신호들은, 예를 들면, VLC 액세스 포인트에 대한 구성 정보 또는 UE 디바이스, 예를 들면, 모바일 무선 단말로 의도된 VLC 다운링크 채널 상에서 통신될 트래픽 데이터를 통신한다. 네트워크 인터페이스 모듈(352)은 게이트웨이(300)를 다른 네트워크 노드들 및/또는 이더넷에 연결한다.
- [0038] [0056] 무선 라디오 모듈(308), 예를 들면, 기지국은 수신 안테나(321)에 연결된 무선 수신기 모듈(320), 예를 들면, LTE 수신기를 포함하고, 게이트웨이(300)는 안테나(321)를 통해 UE 디바이스들로부터 업링크 라디오 신호들을 수신한다. 업링크 라디오 신호들은, 예를 들면, 업링크 트래픽 데이터 신호들, VLC 액세스 포인트로부터 수신된 VLC 채널 다운링크 트래픽 신호들에 대한 확인 응답 신호들, 및 게이트웨이로부터 수신된 라디오 채널 다운링크 트래픽 신호들에 대한 확인 응답 신호들을 포함한다. 무선 라디오 모듈(308)은 또한 전송 안테나(323)에 연결된 무선 전송기 모듈(322), 예를 들면, LTE 전송기를 포함하고, 게이트웨이(300)는 안테나(323)를 통해 다운링크 라디오 신호들을 UE 디바이스들로 전송한다. 다운링크 라디오 신호들은, 예를 들면, 동기화 신호들, VLC 다운링크 채널에 대응하는 할당 신호들, 라디오 다운링크 채널에 대응하는 할당 신호들, 및 다운링크 트래픽 채널 데이터 신호들을 포함한다. 일부 실시예들에서, 다운링크 및 업링크에 대해 동일한 안테나가 사용된다.
- [0039] [0057] 다양한 실시예들에서, 프로세서(302)는, UE 디바이스가 가시광 통신(VLC) 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 신호를 (예를 들면, 무선 수신기 모듈(320)을 통해) 사용자 장비(UE) 디바이스, 예를 들면, 모바일 무선 단말로부터 수신하도록 구성된다. 일부 그러한 실시예들에서, 프로세서(302)는 또한, 예를 들면, UE 디바이스가 가시광 통신 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 신호를 UE 디바이스로부터 수신하는 것에 응답하여, 다운링크 통신들을 지원하는 보충 무선 셀로서, 상기 게이트웨이에 의해 제어되는 가시광 통신 액세스 포인트를 구성하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 다운링크 통신들을 지원하는 보충 무선 셀은 LTE SCell이다. 일부 실시예들에서, 가시광 통신 액세스 포인트는 전력라인 통신 링크에 의해 상기 게이트웨이에 연결된 LED 액세스 포인트이다. 일부 실시예들에서, 가시광 통신 액세스 포인트는 이더넷 통신 링크에 의해 상기 게이트웨이에 연결된 LED 액세스 포인트이다.
- [0040] [0058] 일부 실시예들에서, 프로세서(302)는, 상기 가시광 통신 액세스 포인트를 구성하도록 구성되는 것의 부분으로서, 상기 UE 디바이스를 광 채널에 할당하도록 구성된다. 일부 그러한 실시예들에서, 광 채널은 가시광

강도 변조 주파수 및 시간 자원들의 세트에 대응하고, 상기 시간 자원들은 상기 게이트웨이에 의해 사용된 무선 라디오 채널과 미리 결정된 관계를 갖는다.

- [0041] [0059] 일부 실시예들에서, 프로세서(302)는 상기 가시광 통신 액세스 포인트에 대응하는 상기 UE 디바이스로의 광 채널 상의 전송들을 스케줄링하도록 구성된다. 다양한 실시예들에서, 전송이 스케줄링되는 광 채널은, UE 디바이스가 할당된 광 채널이다. 일부 그러한 실시예들에서, 프로세서(302)는 또한, 광 채널 전송 스케줄링 정보를 상기 사용자 장비 디바이스로 전송하기 위해 무선 라디오 제어 채널을 사용하도록 구성된다.
- [0042] [0060] 일부 실시예들에서, 프로세서(302)는 라디오 채널 전송 스케줄링 정보를 상기 사용자 장비 디바이스로 전송하기 위해 무선 라디오 제어 채널을 사용하도록 구성된다. 다양한 실시예들에서, 프로세서(302)는, 상기 광 채널 및 라디오 채널 둘 모두 상의 전송 타임 슬롯들을 동기화하는데 사용된 동기화 신호들을 상기 사용자 장비 디바이스로 전송하도록 구성된다.
- [0043] [0061] 다양한 실시예들에서, 프로세서(302)는, 상기 광 채널에 부가하여, 다운링크 라디오 채널 상의 상기 UE 디바이스로의 전송을 스케줄링하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 프로세서(302)는 또한 상기 다운링크 광 채널에 대응하는 확인 응답 신호들을 상기 UE 디바이스로부터 수신하도록 구성된다. 일부 그러한 실시예들에서, 상기 확인 응답 신호들은, 상기 다운링크 광 채널과 동기화된 라디오 업링크 채널 상에서 수신된다. 다양한 실시예들에서, 다운링크 광 채널 타임 슬롯들은, 유선, 예를 들면, 전력라인, 통신 링크를 통해 데이터를 상기 가시광 통신 액세스 포인트에 공급하는데 사용된 유선, 예를 들면, 전력라인, 통신 타임 슬롯들과 동기화된다. 일부 실시예들에서, 다운링크 광 채널 타임 슬롯들은, 유선, 예를 들면, 이더넷, 통신 링크를 통해 데이터를 상기 가시광 통신 액세스 포인트에 공급하는데 사용된 유선, 예를 들면, 이더넷, 통신 타임 슬롯들과 동기화된다.
- [0044] [0062] 도 4는, 도 3에 예시된 게이트웨이(300)에 사용될 수 있고, 일부 실시예들에서, 사용되는 모듈들의 어셈블리(400)이다. 어셈블리(400) 내의 모듈들은, 예를 들면, 개별적인 회로들로서 프로세서(302) 내의 하드웨어에서 완전히 구현될 수 있고, 일부 실시예들에서, 구현된다. 다른 실시예들에서, 모듈들 중 일부는 프로세서(302) 내에서, 예를 들면, 회로들로서, 구현되고, 다른 모듈들은 프로세서 외부에 있고 프로세서에 연결된, 예를 들면, 회로들로서 구현된다. 일부 실시예들에서, 모듈들의 어셈블리(400)에 포함된 모듈들 중 일부는 PLC 모듈(306) 또는 무선 라디오 모듈(308) 중 하나 이상의 모듈 내에 포함된다. 다양한 실시예들에서, PLC 모듈(306) 또는 무선 라디오 모듈(308) 중 하나 이상의 모듈은 프로세서(302) 내에 포함된다. 인지되어야 하는 바와 같이, 프로세서 상의 모듈들 및/또는 프로세서 외부에 있는 일부 모듈들의 통합 레벨은 설계 선택 중 하나일 수 있다. 대안적으로, 회로들로서 구현되기보다는, 모듈들 중 일부 또는 전부는 소프트웨어로 구현되고, 도 3에 도시된 게이트웨이(300)의 메모리(304)에 저장될 수 있고, 모듈들이 프로세서, 예를 들면, 프로세서(302)에 의해 실행될 때, 모듈들은 모듈들에 대응하는 기능들을 구현하기 위해 게이트웨이(300)의 동작을 제어한다. 또 다른 실시예들에서, 다양한 모듈들은 하드웨어 및 소프트웨어의 조합으로 구현되고, 예를 들면, 프로세서(302) 외부에 있는 회로는 입력을 프로세서(302)에 제공하고, 이어서, 프로세서(302)는 소프트웨어 제어 하에서 모듈의 기능 중 일부를 수행하도록 동작한다.
- [0045] [0063] 도 3의 실시예에서 게이트웨이 디바이스(300) 내의 단일 프로세서(302), 예를 들면, 컴퓨터로서 도시되지만, 프로세서(302)가 하나 이상의 프로세서들, 예를 들면, 컴퓨터들로서 구현될 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 소프트웨어로 구현될 때, 모듈들은, 프로세서에 의해 실행될 때, 모듈에 대응하는 기능을 구현하도록 프로세서, 예를 들면, 컴퓨터를 구성하는 코드를 포함한다. 일부 실시예들에서, 프로세서(302)는 모듈들의 어셈블리(400) 중 모듈들 각각을 구현하도록 구성된다. 모듈들의 어셈블리(400)가 메모리(304)에 저장되고, 메모리(304)가 컴퓨터 프로그램 물건인 실시예들에서, 컴퓨터 프로그램 물건은, 적어도 하나의 컴퓨터, 예를 들면, 프로세서로 하여금, 모듈들에 대응하는 기능들을 구현하게 하기 위한 코드, 예를 들면, 각각의 모듈에 대한 개별적인 코드를 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체, 예를 들면, 비일시적인 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함한다.
- [0046] [0064] 완전히 하드웨어 기반의 또는 완전히 소프트웨어 기반의 모듈들이 사용될 수 있다. 그러나, 소프트웨어 및 하드웨어(예를 들어, 회로 구현) 모듈들의 임의의 결합이 기능들을 구현하는데 사용될 수 있다고 인식되어야 한다. 인식되어야 하는 바와 같이, 도 4에 예시된 모듈들은 도 2의 흐름도(200)의 방법에서 예시 및/또는 설명된 대응하는 단계들의 기능들을 수행하도록 프로세서(302)와 같은 그 내부의 엘리먼트들 또는 게이트웨이 디바이스(300)를 제어 및/또는 구성한다.
- [0047] [0065] 도 4는 다양한 예시적인 실시예들에 따른 모듈들의 어셈블리(400)이다. 모듈들의 어셈블리(400)는, UE 디바이스가 가시광 통신 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 신호를 사용자 장비(UE) 디바이스, 예를 들

면, 모바일 무선 단말로부터 수신하도록 구성된 모듈(404), 다운로드 통신들을 지원하는 보충 무선 셀, 예를 들면, LTE SCell로서, 상기 게이트웨이에 의해 제어되는 가시광 통신 액세스 포인트, 예를 들면, LED 액세스 포인트를 구성하도록 구성된 모듈(406), 및 광 채널 및 라디오 채널 둘 모두 상의 전송 타임 슬롯들을 동기화하는데 사용된 동기화 신호들을 상기 UE 디바이스로 전송하도록 구성된 모듈(408)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 모듈(406)은 상기 UE 디바이스를 광 채널에 할당하도록 구성된 모듈(407)을 포함한다. 일부 그러한 실시예들에서, 광 채널은 가시광 강도 변조 주파수 및 시간 자원들의 세트에 대응하고, 상기 시간 자원들은 상기 게이트웨이에 의해 사용된 무선 라디오 채널과 미리 결정된 타이밍 관계를 갖는다. 광 채널 상의 자원들과 무선 라디오 채널 상의 자원들 사이의 타이밍 동기화는 무선 라디오 채널 및 광 채널을 통한 신호들의 전송의 조정을 허용한다. 예를 들면, 일부이지만 반드시 전부는 아닌 실시예들에서, 광 채널 상에서 수신된 신호들은 무선 라디오 채널을 통해 확인 응답될 수 있고, 무선 자원들의 시간은 광 신호 전송으로부터 오프셋된 특정 시간에 발생하는 광 채널 신호를 확인 응답하는데 사용된다. 모듈들의 어셈블리(400)는 또한 상기 가시광 통신 액세스 포인트, 예를 들면, LED 액세스 포인트에 대응하는 상기 UE 디바이스로의 광 채널 상의 전송을 스케줄링하도록 구성된 모듈(410), 및 상기 광 채널에 부가하여 다운로드 라디오 채널 상의 상기 UE 디바이스로의 전송을 스케줄링하도록 구성된 모듈(416)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 전송들이 스케줄링된 광 채널은, UE 디바이스가 할당된 광 채널이다. 모듈(410)은, 광 채널 전송 스케줄링 정보를 상기 UE 디바이스로 전송하기 위해 무선 라디오 제어 채널을 사용하도록 구성된 모듈(412)을 포함하고, 모듈(416)은 라디오 채널 전송 스케줄링 정보를 상기 UE 디바이스로 전송하기 위해 무선 라디오 제어 채널을 사용하도록 구성된 모듈(418)을 포함한다. 모듈들의 어셈블리(400)는 또한 다운로드 광 채널 상에서 통신될 정보를 VLC 액세스 포인트로 전송하도록 구성된 모듈(413) 및 다운로드 라디오 채널을 통해 정보를 UE로 전송하도록 구성된 모듈(419)을 포함한다. 모듈들의 어셈블리(400)는 또한 상기 다운로드 광 채널에 대응하는 확인 응답 신호들을 상기 UE 디바이스로부터 수신하도록 구성된 모듈(414) 및 상기 다운로드 라디오 채널에 대응하는 확인 응답 신호들을 상기 UE 디바이스로부터 수신하도록 구성된 모듈(420)을 포함한다. 다양한 실시예들에서, 모듈(414)에 의해 수신된 확인 응답들은, 상기 다운로드 광 채널과 동기화된 라디오 업링크 채널 상에서 수신된다. 일부 실시예들에서, 다운로드 채널 타임 슬롯들은, 유선 통신 링크를 통해 데이터를 상기 가시광 통신 액세스 포인트에 공급하는데 사용된 유선, 예를 들면, 전력라인 통신 타임 슬롯들과 동기화된다.

[0048] [0066] 도 5는 예시적인 실시예에 따른, 사용자 장비(UE) 디바이스, 예를 들면, 모바일 무선 단말을 동작시키는 예시적인 방법의 흐름도(500)이다. 방법의 동작은, UE 디바이스가 파워 온되고 초기화되는 단계(502)에서 시작된다. 동작은 단계(502)로부터 단계(504)로 진행된다.

[0049] [0067] 단계(504)에서, UE 디바이스는, UE 디바이스가 가시광 통신 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는, 가시광 통신(VLC) 액세스 포인트로부터의 광 신호를 검출한다. 일부 실시예들에서, VLC 액세스 포인트는 전력라인 통신 링크에 의해 게이트웨이에 연결된 LED 액세스 포인트이다. 일부 실시예들에서, VLC 액세스 포인트는 이더넷 통신 링크에 의해 게이트웨이에 연결된 LED 액세스 포인트이다. 동작은 단계(504)로부터 단계(506)로 진행된다.

[0050] [0068] 단계(506)에서, UE 디바이스는, UE 디바이스가 VLC 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 라디오 신호를 게이트웨이로 전송한다. 동작은 단계(506)로부터 단계(508)로 진행된다.

[0051] [0069] 단계(508)에서, UE 디바이스는, 다운로드 광 채널 및 라디오 채널 둘 모두 상의 전송 타임 슬롯들을 동기화하는데 사용될 동기화 신호들을 수신한다. 동작은 단계(508)로부터 단계들(510 및 516)로 진행된다.

[0052] [0070] 단계(510)에서, UE 디바이스는, 상기 VLC 액세스 포인트에 대응하는 다운로드 광 채널 상의 전송을 스케줄링하는 할당 신호를 상기 게이트웨이로부터 수신한다. 일부 실시예들에서, 상기 VLC 액세스 포인트에 대응하는 다운로드 광 채널 상의 전송을 스케줄링하는, 게이트웨이로부터 수신된 할당 신호는 무선 라디오 제어 채널 상에서 수신된다. 동작은 단계(510)로부터 단계(512)로 진행된다. 단계(512)에서, UE 디바이스는, 수신된 할당 신호에 의해 식별된 상기 다운로드 광 채널의 자원들 상에서 트래픽 데이터를 통신하는 VLC 신호들을 수신한다. 동작은 단계(512)로부터 단계(514)로 진행되고, 단계(514)에서, UE 디바이스는 상기 다운로드 광 채널에 대응하는 확인 응답 신호를 상기 게이트웨이로 전송한다. 다양한 실시예들에서, 단계(514)에서 전송된 확인 응답 신호는, 상기 다운로드 광 채널과 동기화된 라디오 업링크 채널 상에서 전송된다. 일부 실시예들에서, 다운로드 광 채널 타임 슬롯들은, 유선 통신 링크를 통해 데이터를 상기 VLC 액세스 포인트에 공급하는데 사용된 유선, 예를 들면, 전력라인 통신 타임 슬롯들과 동기화된다. 일부 실시예들에서, 전력라인 통신 타임 슬롯, 대응하는 VLC 다운로드 타임 슬롯, 및 대응하는 무선 라디오 업링크 타임 슬롯 사이에 동기화가 존재한다.

- [0053] [0071] 단계(516)로 복귀하면, 단계(516)에서, UE 디바이스는, 상기 게이트웨이에 대응하는 무선 다운링크 라디오 채널 상의 전송을 스케줄링하는 할당 신호를 상기 게이트웨이로부터 수신한다. 일부 실시예들에서, 상기 게이트웨이에 대응하는 다운링크 라디오 채널 상의 전송을 스케줄링하는, 게이트웨이로부터 수신된 할당 신호는 무선 라디오 제어 채널 상에서 수신된다. 동작은 단계(516)로부터 단계(518)로 진행된다. 단계(518)에서, UE 디바이스는, 수신된 할당 신호에 의해 식별된 상기 다운링크 라디오 채널의 자원들 상에서 트래픽 데이터를 통신하는 라디오 신호들을 수신한다. 동작은 단계(518)로부터 단계(520)로 진행되고, 단계(520)에서, UE 디바이스는 상기 다운링크 라디오 채널에 대응하는 확인 응답 신호를 상기 게이트웨이로 전송한다.
- [0054] [0072] 동작은 단계들(514 및 520)로부터 단계(508)로 진행되고, 여기서 부가적인 동기화 신호가 검출된다.
- [0055] [0073] 도 6은 예시적인 실시예에 따른 예시적인 사용자 장비(UE) 디바이스(600), 예를 들면, 모바일 무선 단말의 도면이다. UE 디바이스(600)는, 예를 들면, 도 1의 시스템(100)의 UE 디바이스들(148, 150, 110, ..., 152) 중 하나이다. 일부 실시예들에서, UE 디바이스(600)는 도 5의 흐름도(500)에 따른 방법을 구현한다.
- [0056] [0074] UE 디바이스(600)는 도 5의 흐름도(500)에 따른 방법을 구현할 수 있고, 때때로 구현한다. UE 디바이스(600)는 버스(609)를 통해 함께 연결된 프로세서(602) 및 메모리(604)를 포함하고, 다양한 엘리먼트들(602, 604)은 버스(609)를 통해 데이터 및 정보를 상호 교환할 수 있다. 메모리(604)는 루틴들(611) 및 데이터/정보(613)를 포함한다. UE 디바이스(600)는 또한 가시광 통신(VLC) 수신기 모듈(606) 및 무선 라디오 모듈(608)을 포함한다. VLC 수신기 모듈(606) 및 무선 라디오 모듈(608)은 버스(624)를 통해 프로세서(602)에 연결된다.
- [0057] [0075] 광 수신기 모듈(606)은 포토다이오드(614), 증폭기(615), ADC(analog to digital converter)(617) 및 디지털 모듈(619)을 포함한다. 포토다이오드(614)에 의해 검출된 광 신호들은 증폭기(615)에 의해 증폭되고, 증폭된 아날로그 신호는 ADC(617)에 의해 프로세싱되어, 디지털 모듈(619)에 의해 수신 및 프로세싱되는 디지털 신호 통신 정보를 발생시킨다. 수신된 광 신호들은, 예를 들면, 특정 VLC 액세스 포인트를 식별하는 광 비콘 신호, VLC 액세스 포인트에 대응하는 식별자를 통신하는 광 비콘 신호, PSK(pre-shared key)를 통신하는 광 비콘 신호, VLC 액세스 포인트에 대응하는 위치 정보를 통신하는 광 비콘 신호, VLC 액세스 포인트에 대응하는 상태 정보를 통신하는 광 비콘 신호, VLC 액세스 포인트에 대응하는 이용 가능한 용량을 통신하는 광 비콘 신호, 및 다운링크 VLC 트래픽 채널 신호들을 포함한다. 일부 실시예들에서, 게이트웨이에 연결된 각각의 VLC 액세스 포인트는 고유한 할당된 식별자를 갖는다.
- [0058] [0076] 무선 라디오 모듈(608)은 수신 안테나(620)에 연결된 무선 수신기 모듈(616), 예를 들면, LTE 수신기를 포함하고, UE 디바이스(600)는 수신 안테나(620)를 통해 다운링크 라디오 신호들을 수신한다. 다운링크 라디오 신호들은, 예를 들면, 동기화 신호들, VLC 다운링크 채널에 대응하는 할당 신호들, 라디오 다운링크 채널에 대응하는 할당 신호들 및 다운링크 트래픽 채널 데이터 신호들을 포함한다. 무선 라디오 모듈(608)은 또한 전송 안테나(622)에 연결된 무선 전송기 모듈(618), 예를 들면, LTE 전송기를 포함하고, UE 디바이스(600)는 전송 안테나(622)를 통해 업링크 라디오 신호들을 전송한다. 일부 실시예들에서, 다운링크 및 업링크에 대해 동일한 안테나가 사용된다. 업링크 라디오 신호들은, 예를 들면, 업링크 트래픽 데이터 신호들, VLC 액세스 포인트로부터 수신된 VLC 채널 다운링크 트래픽 신호들에 대한 확인 응답 신호들, 및 게이트웨이로부터 수신된 라디오 채널 다운링크 트래픽 신호들에 대한 확인 응답 신호들을 포함한다.
- [0059] [0077] 다양한 실시예들에서, 프로세서(602)는 가시광 통신(VLC) 액세스 포인트로부터의 광 신호, 예를 들면, VLC 액세스 포인트 식별자를 통신하는 광 비콘 신호를 검출하고, 검출된 광 신호에 응답하여, UE 디바이스가 가시광 통신(VLC) 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 라디오 신호를 게이트웨이로 전송하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 가시광 통신 액세스 포인트는 전력라인 통신 링크에 의해 게이트웨이에 연결된 LED 액세스 포인트이다. 일부 실시예들에서, 가시광 통신 액세스 포인트는 이더넷 통신 링크에 의해 게이트웨이에 연결된 LED 액세스 포인트이다.
- [0060] [0078] 일부 실시예들에서, 프로세서(602)는, 상기 가시광 통신 액세스 포인트에 대응하는 다운링크 광 채널 상의 전송을 스케줄링하는 할당 신호를 상기 게이트웨이로부터 수신하도록 구성된다. 일부 그러한 실시예들에서, 상기 가시광 통신 액세스 포인트에 대응하는 다운링크 광 채널 상의 전송을 스케줄링하는, 상기 게이트웨이로부터의 상기 수신된 할당 신호는 (예를 들면, 무선 수신기 모듈(616)을 통해) 무선 라디오 제어 채널 상에서 수신된다.
- [0061] [0079] 다양한 실시예들에서, 프로세서(602)는 무선 라디오 제어 채널을 통해 무선 다운링크 라디오 채널 상의 전송을 스케줄링하는 할당 신호를 (예를 들면, 무선 수신기 모듈(616)을 통해) 상기 게이트웨이로부터 수신하도록

록 구성된다. 일부 그러한 실시예들에서, 프로세서(602)는 또한 상기 다운링크 광 채널 및 라디오 채널 둘 모두 상의 전송 타임 슬롯들을 동기화하는데 사용된 동기화 신호들을 수신하도록 구성된다.

[0062] [0080] 일부 실시예들에서, 프로세서(602)는 (예를 들면, VLC 수신기 모듈(606)을 통해) 수신된 할당 신호에 의해 식별된 상기 다운링크 광 채널의 자원들 상에서 트래픽 데이터를 통신하는 VLC 신호들을 수신하도록 구성된다. 일부 그러한 실시예들에서, 프로세서(602)는 또한 상기 다운링크 광 채널에 대응하는 확인 응답 신호를 상기 게이트웨이로 전송하도록 구성된다. 일부 그러한 실시예들에서, 프로세서(602)는 또한 라디오 업링크 채널 상에서 (예를 들면, 무선 전송기 모듈(618)을 통해) 상기 확인 응답 신호를 전송하도록 구성된다. 일부 그러한 실시예들에서, 라디오 업링크 채널은 상기 다운링크 광 채널과 동기화된다.

[0063] [0081] 다양한 실시예들에서, 다운링크 광 채널 타임 슬롯들은, 유선, 예를 들면, 전력라인 통신 링크를 통해 데이터를 상기 가시광 통신 액세스 포인트에 공급하는데 사용된 유선, 예를 들면, 전력라인, 통신 타임 슬롯들과 동기화된다.

[0064] [0082] 도 7은, 도 6에 예시된 UE 디바이스(600)에서 사용될 수 있고, 일부 실시예들에서, 사용되는 모듈들의 어셈블리(700)이다. 어셈블리(700) 내의 모듈들은, 예를 들면, 개별적인 회로들로서 프로세서(602) 내의 하드웨어에서 완전히 구현될 수 있고, 일부 실시예들에서, 구현된다. 다른 실시예들에서, 모듈들 중 일부는 프로세서(602) 내에서, 예를 들면, 회로들로서, 구현되고, 다른 모듈들은 프로세서 외부에 있고 프로세서에 연결된, 예를 들면, 회로들로서 구현된다. 일부 실시예들에서, 모듈들의 어셈블리(700)에 포함된 모듈들 중 일부는 VLC 수신기 모듈(606) 또는 무선 라디오 모듈(608) 중 하나 이상의 모듈 내에 포함된다. 다양한 실시예들에서, VLC 수신기 모듈(606) 또는 무선 라디오 모듈(608) 중 하나 이상의 모듈은 프로세서(602) 내에 포함된다. 인지되어야 하는 바와 같이, 프로세서 상의 모듈들 및/또는 프로세서 외부에 있는 일부 모듈들의 통합 레벨은 설계 선택 중 하나일 수 있다. 대안적으로, 회로들로서 구현되기보다는, 모듈들 중 일부 또는 전부는 소프트웨어로 구현되고, 도 6에 도시된 UE 디바이스(600)의 메모리(604)에 저장될 수 있고, 모듈들이 프로세서, 예를 들면, 프로세서(602)에 의해 실행될 때, 모듈들은 모듈들에 대응하는 기능들을 구현하기 위해 UE 디바이스(600)의 동작을 제어한다. 또 다른 실시예들에서, 다양한 모듈들은 하드웨어 및 소프트웨어의 조합으로 구현되고, 예를 들면, 프로세서(602) 외부에 있는 회로는 입력을 프로세서(602)에 제공하고, 이어서, 프로세서(602)는 소프트웨어 제어 하에서 모듈의 기능 중 일부를 수행하도록 동작한다.

[0065] [0083] 도 6의 실시예에서 디바이스(600) 내의 단일 프로세서(602), 예를 들면, 컴퓨터로서 도시되지만, 프로세서(602)가 하나 이상의 프로세서들, 예를 들면, 컴퓨터들로서 구현될 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 소프트웨어로 구현될 때, 모듈들은, 프로세서에 의해 실행될 때, 모듈에 대응하는 기능을 구현하도록 프로세서, 예를 들면, 컴퓨터를 구성하는 코드를 포함한다. 일부 실시예들에서, 프로세서(602)는 모듈들의 어셈블리(700) 중 모듈들 각각을 구현하도록 구성된다. 모듈들의 어셈블리(700)가 메모리(604)에 저장되고, 메모리(604)가 컴퓨터 프로그램 물건인 실시예들에서, 컴퓨터 프로그램 물건은, 적어도 하나의 컴퓨터, 예를 들면, 프로세서로 하여금, 모듈들에 대응하는 기능들을 구현하게 하기 위한 코드, 예를 들면, 각각의 모듈에 대한 개별적인 코드를 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체, 예를 들면, 비일시적인 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함한다.

[0066] [0084] 완전히 하드웨어 기반의 또는 완전히 소프트웨어 기반의 모듈들이 사용될 수 있다. 그러나, 소프트웨어 및 하드웨어(예를 들어, 회로 구현) 모듈들의 임의의 결합이 기능들을 구현하는데 사용될 수 있다고 인식되어야 한다. 인식되어야 하는 바와 같이, 도 7에 예시된 모듈들은 도 5의 흐름도(500)의 방법에서 예시 및/또는 설명된 대응하는 단계들의 기능들을 수행하도록 프로세서(602)와 같은 그 내부의 엘리먼트들 또는 디바이스(600)를 제어 및/또는 구성한다.

[0067] [0085] 도 7은 다양한 실시예들에 따른 예시적인 모듈들의 어셈블리(700)이다. 모듈들의 어셈블리(700)는, UE 디바이스가 가시광 통신 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는, 가시광 통신(VLC) 액세스 포인트로부터의 광 신호를 검출하도록 구성된 모듈(704), UE 디바이스가 VLC 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 라디오 신호를 게이트웨이로 전송하도록 구성된 모듈(706), 다운링크 광 채널 및 라디오 채널 둘 모두 상의 전송 타임 슬롯들을 동기화하는데 사용될 동기화 신호들을 수신하도록 구성된 모듈(708)을 포함한다. 다양한 실시예들에서, VLC 액세스 포인트는 전력라인 통신 링크에 의해 게이트웨이에 연결된 LED 액세스 포인트이다. 일부 실시예들에서, VLC 액세스 포인트는 이더넷 통신 링크에 의해 게이트웨이에 연결된 LED 액세스 포인트이다. 모듈들의 어셈블리(700)는 또한 VLC 액세스 포인트에 대응하는 다운링크 광 채널 상의 전송을 스케줄링하는 할당 신호를 상기 게이트웨이로부터 수신하도록 구성된 모듈(710), 할당 신호에 의해 식별된 상기 다운링크 광 채널의 자원들 상에서 트래픽 데이터를 통신하는 VLC 신호들을 수신하도록 구성된 모듈(712), 및 상기 다운링크 광 채널

에 대응하는 확인 응답 신호를 상기 게이트웨이로 전송하도록 구성된 모듈(714)을 포함한다. 모듈들의 어셈블리(700)는 또한 상기 게이트웨이에 대응하는 무선 다운링크 라디오 채널의 전송을 스케줄링하는 할당 신호를 상기 게이트웨이로부터 수신하도록 구성된 모듈(716), 수신된 할당 신호에 의해 식별된 상기 다운링크 라디오 채널의 자원들 상에서 트래픽 데이터를 통신하는 라디오 신호들을 수신하도록 구성된 모듈(718), 및 상기 다운링크 라디오 채널에 대응하는 확인 응답 신호를 상기 게이트웨이로 전송하도록 구성된 모듈(720)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 모듈(716)은 무선 라디오 제어 채널을 통해 할당 신호를 수신하도록 구성된다. 다양한 실시예들에서, 모듈(720)에 의해 전송된 확인 응답 신호는, 다운링크 광 채널과 동기화된 라디오 업링크 채널 상에서 전송된다. 다양한 실시예들에서, 다운링크 광 채널 타임 슬롯들은, 유선, 예를 들면, 전력 라인, 통신 링크를 통해 데이터를 상기 VLC 액세스 포인트에 공급하는데 사용된 유선, 예를 들면, 전력라인 통신 타임 슬롯들과 동기화된다.

[0068] [0086] 도 8 내지 도 13은, 게이트웨이 및 사용자 장비 디바이스가 예시적인 실시예에 따라 통신하는 예를 예시한다. 도 8의 도면(800)은 예시적인 게이트웨이(802), 예시적인 VLC 액세스 포인트(804) 및 예시적인 UE 디바이스(806)를 예시한다. 게이트웨이(802)는 PLC 모듈(810) 및 무선 라디오 모듈(812)을 포함한다. 게이트웨이(802)는 또한 무선 라디오 모듈(812)의 수신기, 예를 들면, LTE 수신기에 연결된 수신 안테나(814) 및 무선 라디오 모듈(812)의 송신기, 예를 들면, LTE 송신기에 연결된 송신 안테나(816)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 송신기 및 수신기에 대해 동일한 안테나가 사용된다. PLC 모듈(810)은 게이트웨이(802)를 VLC AP(804)에 접속된 전력라인(808)에 연결한다. VLC AP(804)는 대응하는 VLC 커버리지 영역(824)을 갖는다. VLC 커버리지 영역(824)이 게이트웨이(802)의 무선 라디오 통신 커버리지 영역 내에 있다는 것을 고려하라.

[0069] [0087] UE 디바이스(806)는 포토다이오드들을 포함하는 VLC 수신기 모듈(818), 및 수신기, 예를 들면, LTE 수신기 및 송신기, 예를 들면, LTE 송신기를 포함하는 무선 라디오 모듈(820)을 포함한다. 무선 라디오 모듈(820)은 안테나(822)에 연결된다.

[0070] [0088] 도 8의 예에서, UE 디바이스(806)가 게이트웨이(802)와 무선 라디오 접속을 이미 설정하였다는 것을 고려하라. VLC AP(804)는 VLC 비콘 신호들(826)을 전송하고 있다. 그러나, UE 디바이스(806)는 VLC 커버리지 영역(824) 내에 위치되지 않고, 따라서 UE 디바이스(806)는 VLC 비콘 신호들(826)을 검출하지 않는다.

[0071] [0089] 도 9는 도 8의 예의 연속이다. 도 9의 도면(900)은 예시적인 실시예에 따른, VLC 커버리지 영역(824)에 위치되고, VLC 비콘 신호(826)를 검출하고, 검출된 VLC 비콘 신호에 응답하여 VLC 커버리지 영역 검출 표시 신호(908)를 게이트웨이(802)로 전송하는 예시적인 UE 디바이스(806), 및 보충 다운링크 통신 지원을 위한 VLC AP(804)를 구성하기 위해 구성 정보(912)를 PLC 신호들을 통해 VLC AP(804)로 전송하는 게이트웨이(802)를 예시한다. UE 디바이스(806)가 이동하고 이제 VLC 커버리지 영역(824) 내에 위치된다는 것을 고려하라. UE 디바이스(806)는, 블록(902)에 표시된 바와 같이, 자신의 VLC 수신기 모듈(818)을 통해 비콘 신호들(826)을 수신 및 검출한다. UE 디바이스(806)는, 블록(904)에 표시된 바와 같이, UE 디바이스가 VLC 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 신호를 생성한다. UE 디바이스(806)는, 블록(906)에 표시된 바와 같이, UE 디바이스가 VLC 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 생성된 신호(908)를 전송한다. VLC 커버리지 영역 검출 표시 신호(908)는, 블록(908)에 표시된 바와 같이, 자신의 수신 안테나(816) 및 자신의 무선 라디오 모듈(812)의 무선 라디오 수신기를 통해 게이트웨이(802)에 의해 수신 및 복원된다. 게이트웨이는, 블록(910)에 표시된 바와 같이, 다운링크 통신들을 지원하는 보충 무선 셀로서 VLC 액세스 포인트를 구성한다. VLC 액세스 포인트(804)를 구성하는 것의 부분으로서, 게이트웨이는 PLC 신호들에 포함된 구성 정보(912)를 생성하고, 이를 자신의 PLC 모듈들(810)을 통해 게이트웨이(802)로 전송한다. VLC AP(804)는 구성 정보(912)를 수신하고, VLC 신호들을 통한 UE 디바이스(806)로의 다운링크 통신들을 지원하는 보충 무선 셀로서 역할을 하도록 구성한다.

[0072] [0090] 그 예에서 계속하여, 도 10의 도면(1000)에서, VLC AP(804)는 보충 다운링크를 위해 구성된다. 도 10은 예시적인 실시예에 따른, UE 디바이스(806)에 의해 수신되는 예시적인 라디오 다운링크 동기화 신호들 및 예시적인 VLC 다운링크 동기화 신호들을 예시한다.

[0073] [0091] 일부 실시예들에서, 게이트웨이(802)는 VLC 동기화 신호 정보를 통신하는 PLC 신호들(1004)을 생성하고, 이를 PLC 유선 링크(808)를 통해 VLC 액세스 포인트(804)로 전송한다. 일부 그러한 실시예들에서, VLC 액세스 포인트(804)는 VLC DL 동기화 신호들(1006)을 생성하기 위해 수신된 VLC 동기화 신호 정보(1004)를 사용하고, VLC AP(804)는 VLC DL 동기화 신호들(1006)을 자신의 VLC 커버리지 영역(824)으로 전송한다. 일부 실시예들에서, VLC AP(804)는, AC 전력 신호와 동기화된 타이밍 구조 내의 특정 시점에서 VLC 동기화 신호들(1006)을 생성 및 전송하고, 예를 들면, AC 전력 사이클의 시작과 비콘 시간 간격의 시작 사이에 미리 결정된 오프셋이 존재한

다. 다양한 실시예들에서, 비콘 시간 간격에서 정수(integer number)의 AC 전력 사이클들이 존재한다. VLC AP(804)는 VLC 다운링크 동기화 신호들(1006)을 생성하고, 이를 UE 디바이스(806)로 전송하고, VLC 다운링크 동기화 신호들(1006)은 VLC 통신들을 동기화하기 위해 UE 디바이스(806)에 의해 수신 및 사용된다.

[0074] [0092] 게이트웨이 디바이스(802)는 또한 라디오 다운링크 동기화 신호들(1002)을 생성하고, 이를 무선 라디오 모듈(812)의 무선 라디오 전송기 및 전송 안테나(814)를 통해 전송한다. 전송된 라디오 DL 동기화 신호들(1002)은 무선 라디오 모듈(820)의 무선 수신기 및 안테나(822)에 의해 수신된다. 복원된 라디오 다운링크 동기화 신호들(1002)은 라디오 통신들을 동기화하기 위해 UE 디바이스(806)에 의해 사용된다.

[0075] [0093] 도 11의 도면(1100)은 예시적인 실시예에 따른 예시적인 라디오 다운링크 트래픽 채널 전송 스케줄링 신호(1102) 및 VLC 다운링크 트래픽 채널 전송 스케줄링 신호(1104)를 예시하고, 이러한 신호들은 다운링크 제어 채널을 통해 게이트웨이(802)로부터 UE 디바이스(806)로 전송된다. 특히, 게이트웨이(802)는 UE 디바이스(806)로의 VLC 다운링크 트래픽 채널 자원들 및 무선 라디오 다운링크 트래픽 채널 자원을 스케줄링한다. UE 디바이스(806)는, 예를 들면, 게이트웨이(802)에 의해 스케줄링된 복수의 UE 디바이스들 중 하나이다. 일부 UE 디바이스들은 UE 디바이스(806)와 같이 VLC AP 커버리지 영역 내에 위치될 수 있고, 반면에 다른 디바이스들은 게이트웨이의 라디오 통신 커버리지 영역 내에 있지만 VLC 액세스 포인트 커버리지 영역 외부에 있을 수 있다. 이러한 예에서, 이때에, 게이트웨이(802)는 DL VLC 트래픽 채널 자원들 및 DL 라디오 트래픽 채널 자원들 둘 모두에 대해 UE 디바이스(806)를 스케줄링하기로 결정한다. 게이트웨이(802)는, 라디오 다운링크 트래픽 채널 자원의 할당을 전달하는 라디오 DL 트래픽 채널 전송 스케줄링 신호(1102)를 생성 및 전송하고, UE 디바이스(806)는 라디오 다운링크 트래픽 채널 자원으로 다운링크 트래픽 채널 신호들을 게이트웨이(802)로부터 수신한다. 게이트웨이(802)는 또한 VLC 트래픽 채널 자원들의 할당을 전달하는 VLC DL 트래픽 채널 전송 스케줄링 신호(1104)를 생성하고, VLC 트래픽 채널 자원들로 UE 디바이스(806)는 게이트웨이(802)로부터 다운링크 트래픽 채널 신호들을 전달하는 다운링크 VLC 트래픽 신호들을 VLC AP(804)로부터 수신한다. UE 디바이스(806)는, 무선 라디오 모듈(820) 내의 자신의 무선 수신기 모듈 및 안테나(822)를 통해, 할당 신호들(1102 및 1104)을 수신하고, 통신되는 할당 정보를 복원한다. 일부 실시예들에서, 다운링크 라디오 트래픽 채널 자원들 및 다운링크 VLC 트래픽 채널 자원들 둘 모두에 대한 할당은 동일한 할당 신호로 통신된다.

[0076] [0094] 도 12의 도면(1200)은, 라디오 다운링크 트래픽 채널 신호들(1202)에 의한 게이트웨이(802)로부터 UE 디바이스(806)로의 제 1 트래픽 신호 정보의 통신을 예시한다. 게이트웨이(802)는 라디오 다운링크 트래픽 채널 신호들(1202)을 생성하고, 이를 무선 라디오 모듈(812)의 자신의 무선 전송기 및 전송 안테나(814)를 통해 전송한다. 전송된 라디오 DL 트래픽 채널 신호들(1202)은 무선 라디오 모듈(820)의 무선 라디오 수신기 및 자신의 안테나(822)를 통해 UE 디바이스(806)에 의해 수신 및 복원된다. 도 12의 도면(1200)은 또한 PLC 신호들(1204) 및 VLC 신호들(1206)을 통한 게이트웨이(802)로부터 UE 디바이스(806)로의 제 2 트래픽 신호 정보의 통신을 예시한다. 게이트웨이(802)는 VLC DL 트래픽 채널 신호들에 의해 통신될 정보를 전달하는 PLC 신호들(1204)을 생성하고, 이를 PLC 모듈(810)을 통해, 전송한다. 전송된 PLC 신호들(1204)은 VLC AP(804)에 의해 수신 및 복원되고, VLC AP(804)는 VLC DL 트래픽 채널 신호들(1206)을 생성 및 전송한다. 전송된 VLC DL 트래픽 채널 신호들(1206)은 자신의 VLC 수신기 모듈의 포토다이오드를 통해 UE 디바이스(806)에 의해 수신 및 복원된다. 신호들(1202)이 전달되는 다운링크 라디오 트래픽 채널 자원들은 할당 신호(1102)를 통해 통신되는 정보에 의해 식별되고, 신호들(1206)이 전달되는 다운링크 VLC 트래픽 채널 자원들은 할당 신호(1104)를 통해 통신되는 정보에 의해 식별된다.

[0077] [0095] 도 13의 도면(1300)은 예시적인 실시예에 따른, 무선 라디오 업링크를 통해 UE 디바이스(806)로부터 게이트웨이(802)로 전달되는 라디오 다운링크 트래픽 채널 신호들 및 VLC 다운링크 트래픽 채널 신호들 둘 모두에 대응하는 확인 응답 신호들을 예시한다. 특히, UE 디바이스(806)는 다운링크 트래픽 라디오 신호들(1202)에 응답하여 ACK 신호(1302)를 생성 및 전송한다. UE 디바이스(806)는 다운링크 VLC 트래픽 신호들(1206)에 응답하여 ACK 신호(1304)를 생성 및 전송한다. 확인 응답 신호들(1302, 1304)은, 무선 라디오 모듈(812)에 포함된 수신기 모듈 및 자신의 수신 안테나(816)를 통해 게이트웨이(802)에 의해 수신 및 복원된다. 다양한 실시예들에서, 확인 응답 신호와 다운링크 트래픽 채널 자원과 미리 결정된 관계가 존재한다. 일부 그러한 실시예들에서, 식별 정보, 예를 들면, 디바이스 식별 정보를 확인 응답 신호들로 통신할 필요성이 없다. 일부 실시예들에서, 순환 VLC 다운링크 타이밍 구조는 업링크 무선 라디오 순환 타이밍 구조와 동기화된다.

[0078] [0096] 일부 실시예들의 다양한 양상들 및/또는 특징들이 또한 아래에 설명된다. 도 14의 도면(1400)은 보충 다운링크의 사용을 예시한다. 도 14의 예에서, FDD 다운링크 스펙트럼(1402), FDD 업링크 스펙트럼(1404) 및 보충 다운링크 스펙트럼(1406)이 존재하고, 보충 다운링크 스펙트럼(1406)은 가시광 스펙트럼(1406')을 포함하

여 3 개의 대안적인 스펙트럼들을 포함한다. FDD 다운링크(1402) 및 FDD 업링크(1404)는, 예를 들면, 페어드 2.1 GHz 스펙트럼이다. 보충 다운링크(1406)는, 예를 들면, 언페어드 스펙트럼 중 하나 이상이다. 이러한 예에서, 보충 다운링크는 가시광 스펙트럼(1406')이다. 일부 실시예들에서, 언페어드 스펙트럼은 다운링크에만 사용되고, 반면에 페어드 스펙트럼은 다운링크 및 업링크 둘 모두에 사용된다.

[0079] [0097] 도 14의 예에서, FDD 다운링크(1402) 상에서 통신되는 다운링크 신호들(1410)은, 예를 들면, 게이트웨이 디바이스로부터 UE 디바이스(1408)로 무선 라디오 신호들을 통해 통신되고, 다운링크 라디오 신호들(1410)은 무선 라디오 모듈(1418)에 의해 수신된다. 보충 다운링크(1406') 상에서 통신되는 다운링크 신호들(1412)은, 예를 들면, 전력라인 통신 링크를 통해 게이트웨이에 연결된 가시광 액세스 포인트로부터의 가시광 통신 신호들을 통해 통신된다. 다운링크 신호들(1412)은 VLC 수신기 모듈(1420)에 의해 수신된다. FDD 업링크(1404) 상에서 통신되는 업링크 신호들(1416)(무선 라디오 신호들)은 FDD 업링크(1404)를 사용하여 무선 라디오 모듈(1418)에 의해 게이트웨이로 전송된다.

[0080] [0098] 백색 광을 생성할 수 있는 발광 다이오드(LED들)은 미래에 상업용 또는 주거용 섹터들에서 우세한 조명 소스가 되는 것으로 예상된다. 최근의 연구는, 그러한 LED들이 높은 대역폭에서 강도 변조될 수 있다는 것을 입증하였다. 통상적인 실내 조명 조건들에서 높은 광 전력 강도들(수십 와트)과 결합될 때, 높은 변조 레이트는 수백 Mbps의 광대역 무선 데이터 통신에 대한 잠재력을 제안한다. 그러나, 가시광 통신(VLC)에서 핵심적인 도전과제들 중 하나는 역방향 링크(또는 업링크)의 부재이다. 다양한 방법 및 장치는, 예를 들면, LTE에서 보충 다운링크 개념과 결합하여 가시광 통신(VLC)을 사용하는 것에 관한 것이다.

[0081] [0099] 일부 실시예들에서, 가시광 스펙트럼(1406')은 보충 다운링크 캐리어로서 사용된다. 도 15는, 가시광 스펙트럼이 무선 라디오 다운링크 및 무선 라디오 업링크에 부가하여 보충 다운링크에서 사용되는 예시적인 시스템(1500)을 예시한다. 예시적인 시스템(1500)은 제 1 룸(1504), 예를 들면, 사무실, 및 제 2 룸(1506), 예를 들면, 거실(1506)을 포함하는 빌딩(1502)을 포함한다. 제 2 룸은 제 1 룸에 인접한다. 제 1 룸(1504)은 게이트웨이(1510), 예를 들면, 무선 통신들에 부가하여 전력라인 통신을 지원하는 LTE HeNB(예를 들면, 무선 기지국)을 포함하는 홈 게이트웨이를 포함한다. 게이트웨이(1510)는, 예를 들면, PLC 모듈(1512)을 경유하여 전력라인을 통해 데이터를 전송할 수 있고, 때때로 전송한다.

[0082] [0100] 제 2 룸(1506)은, 전력라인 유선링크(1514)를 통해 PLC 모듈(1512)에 연결된 VLC 액세스 포인트(1516)를 포함한다. VLC 액세스 포인트(1516)는 발광 다이오드(LED) 램프 모듈 내부에 임베딩된 전력라인 통신(PLC) 수신기를 포함한다. 가시광 통신(VLC) 전송기가 또한 LED 램프 모듈 내부에 임베딩된다. 보충 다운링크의 VLC 신호들(1524)은 VLC 액세스 포인트(1516)에 의해 전송된다.

[0083] [0101] VLC 액세스 포인트(1516)의 광 커버리지 영역에 위치한 UE 디바이스(1518)는 LTE 신호들(1520) 및 VLC 신호들(1524) 둘 모두를 수신 및 디코딩하고, LTE 업링크 스펙트럼 상에서 신호들(1522)을 전송할 수 있다.

[0084] [0102] 보충 다운링크(SDL) 동작은 게이트웨이(1510), 예를 들면, Hy-Fi 라우터에 통합된 HeNB에 의해 제어된다. 접속 설정을 위한 단계들은 다음과 같다. UE 디바이스(1518)는 라디오 시그널링, 예를 들면, 보안 활성화를 포함하는 LTE 시그널링을 통해 게이트웨이, 예를 들면, HeNB와 접속을 설정한다. 이러한 설정은 게이트웨이(1510)와 UE(1518) 사이에 라디오 자원 제어 채널(RRC)을 설정한다.

[0085] [0103] UE는 VLC 신호, 예를 들면, VLC AP(1516)로부터의 광 비콘 신호, 또는 VLC 신호들, 예를 들면, VLC AP(1516)으로부터의 VLC 다운링크 파일럿 신호들을 검출한다. UE 디바이스(1518)는, 자신이 VLC 다운링크 커버리지 하에 있다는 것을 게이트웨이(1510)로의 라디오 신호를 통해 LTE 시스템에 통지한다. UE는, 자신이 LED 액세스 포인트에 의해 전송된 VLC 광 비콘 신호 및/또는 VLC 다운링크 파일럿들을 리스닝(listening)하고 있기 때문에, 이것을 결정할 수 있다.

[0086] [0104] 일단 VLC 서비스가 UE 디바이스(1518)에 의해 발견되고, 게이트웨이(1510)에 통지되었다면, 게이트웨이(1510)는 LTE SCell로서 VLC 액세스 포인트(1516), 예를 들면, LED AP를 구성한다.

[0087] [0105] 일단 접속이 설정되면, 게이트웨이(1510), 예를 들면, HeNB는 VLC 캐리어 상의 다운링크 채널들을 스케줄링할 수 있고, 때때로 스케줄링한다. HS-PDSCH 채널에 부가하여, SDL 캐리어는 제어 채널 HS-SCCH 및 1차 공통 파일럿 채널(P-CPICH)을 반송(carry)한다. UE(1518)로부터 게이트웨이(1510)로의 업링크 트래픽은 LTE 업링크 대역을 통해 통신된다. 페어드 LTE 다운링크 대역은 여전히 PCCPCH 및 동기화 채널 SCH 오버헤드를 반송할 것이다.

[0088] [0106] VLC 다운링크 전송들이 LTE 업링크 채널들과 동기화되는 것이 이롭다. 본원의 핵심적인 이슈들 중 하나

는 업링크와 다운링크 채널들 사이의 동기화이다. 일부 실시예들에서, PLC(전력라인) 통신 프로토콜의 시간 분할 다중 액세스(TDMA) 특징을 사용하는 것이 동기화를 위해 사용된다. 게이트웨이(1510), 예를 들면, Hy-Fi 게이트웨이는, 일부 실시예들에서, 더 높은 QoS를 LTE SDL에 참여하는 UE들, 예를 들면, VLC SDL을 사용하는 UE들에 할당한다. 이것의 효과는, 그러한 UE들이 PLC 통신 프로토콜의 결정론적, 무경합(contention-free) 슬롯들을 사용할 수 있다는 것이다. 게이트웨이(1510), 예를 들면, Hy-Fi 라우터는, VLC SDL을 사용하여 SDL 모드에서 동작하는 UE들에 대한 TDMA 슬롯 할당 시간 인스턴트들을 결정하기 위해, 통합된 HeNB로부터 타이밍 신호들을 획득할 수 있다. PLC 프로토콜의 예시적인 타임라인이 도 16의 도면(1600)에 도시된다. 수평축(1601)은 시간을 나타낸다. 특정 애플리케이션에 의존하여 50 Hz 또는 60 Hz 중 어느 하나인 AC 라인 사이클(1604)을 갖는 예시적인 전력 라인 신호(1602)가 도시된다. AC 라인 사이클의 시작과 비콘 기간의 시작 사이에 시간 간격(1608)이 존재한다. 다양한 실시예들에서, 시간 간격(1608)은 고정되고, 미리 결정된다. 다양한 실시예들에서, 시간 간격(1608)은 라인 사이클 위상 시프트에 대응한다. 비콘 기간은, 예를 들면, 50 Hz AC 라인 사이클의 경우에 40 msec 또는 60 Hz AC 라인 사이클의 경우에 대략 33.3 msec이다. 비콘 기간의 2 개의 예시적인 반복들(1606, 1606')이 도시된다. 제 1 비콘 기간(1606)은 비콘 영역(1610), CSMA(Carrier Sense Multiple Access With Collision detection) 영역(1612) 및 무경합 TDMA(Time Division Multiple Access) 영역(1614)을 포함한다. 제 2 비콘 기간(1606')은 비콘 영역(1610'), CSMA 영역(1612') 및 무경합 TDMA 영역(1614')을 포함한다. 일부 실시예들에서, UE 디바이스에 다운링크 트래픽 채널 VLC 자원들이 할당될 때, UE에는 무경합 TDMA 영역 내의 무경합 자원들이 할당된다. 일부 실시예들에서, 무경합 TDMA 영역 내의 무경합 VLC 다운링크 자원들은 복수의 무경합 슬롯들을 포함한다. 다양한 실시예들에서, 확인 응답 신호를 통신하기 위한 무경합 무선 라디오 업링크 자원은, 예를 들면, 미리 결정된 맵핑에 따라 무경합 다운링크 VLC 다운링크 트래픽 채널 영역에 대응한다. 예를 들면, 특정 무경합 다운링크 트래픽 채널 VLC 슬롯은, 예를 들면, 미리 결정된 맵핑에 따라 무경합 무선 라디오 업링크 자원에 대응한다. 일부 그러한 실시예들에서, 다운링크 VLC 트래픽 신호에 대응하는 업링크 무선 라디오 확인 응답 신호는 식별자를 포함할 필요가 없고, 포함하지 않는다.

[0089] [0107] 도 17은 다양한 실시예들에 따른 예시적인 통신 시스템(1700)의 도면이다. 예시적인 통신 시스템(1700)은 게이트웨이(1702), 매크로 기지국(1704) 및 예시적인 가시광 통신(VLC) 액세스 포인트(1712)와 같은 하나 이상의 가시광 통신 액세스 포인트들을 포함한다. 예시적인 통신 시스템(1700)은 또한 예시적인 사용자 장비(UE) 디바이스(1748), 예를 들면, 시스템(1700) 전체에 걸쳐 이동할 수 있는 모바일 디바이스와 같은 복수의 사용자 장비 디바이스들을 포함한다.

[0090] [0108] 매크로 기지국(1704), 예를 들면, 셀룰러 기지국은, 무선 신호들을 UE 디바이스들로 전송 및 수신하기 위한 무선 전송기, 무선 수신기 및 하나 이상의 안테나들, 예를 들면, 대응하는 안테나(1705)를 포함한다. 매크로 기지국(1704)은 대응하는 무선 라디오 커버리지 영역(1706)을 갖는다. 매크로 기지국(1704)은 또한, 링크(1707)를 통해 매크로 기지국(1704)을 다른 네트워크들 및/또는 인터넷에 연결하는 네트워크 인터페이스 모듈을 포함한다. 게이트웨이(1702)는 PLC 전송기 모듈(1710)을 포함하는 전력라인 통신(PLC) 모듈(1708)을 포함한다. 게이트웨이(1702)는 PLC 모듈(1716), 예를 들면, 전력라인 인터페이스 모듈을 통해 전력라인(1717)에 연결된다. 일부 실시예들에서, PLC 모듈(1716)이 포함되지 않고, PLC 모듈(1708)이 전력라인(1717)에 직접적으로 연결된다. VLC 액세스 포인트(1712)는 발광 다이오드(LED) 램프 모듈(1720)을 포함한다. LED 램프 모듈(1720)은 PLC 수신기 모듈(1722), VLC 전송기 모듈(1728) 및 LED 어레이(1730)를 포함한다. 일부 실시예들에서, LED 램프 모듈(1720)은 또한 디코더 모듈(1724) 및 인코더 모듈(1726)을 포함한다. VLC 액세스 포인트(1712)는 대응하는 VLC 커버리지 영역(1744)을 갖는다. VLC 커버리지 영역(1744)은 무선 라디오 커버리지 영역(1706) 내에 위치된다.

[0091] [0109] 게이트웨이(1702)는 또한, 링크(1711)를 통해 게이트웨이(1702)를 다른 네트워크들 및/또는 인터넷에 연결하는 네트워크 인터페이스 모듈(1709)을 포함한다. 백홀 링크(1753)는 매크로 기지국(1704)의 네트워크 인터페이스를 게이트웨이(1702)의 네트워크 인터페이스에 연결한다. 일부 실시예들에서, 게이트웨이(1702)는 링크(1711) 및 네트워크 인터페이스 모듈(1709)을 통해 다른 네트워크들 및/또는 인터넷 및/또는 매크로 기지국(1704)으로부터 콘텐츠를 수신한다. 일부 그러한 실시예들에서, 이어서, 게이트웨이(1702)는 수신된 콘텐츠 중 적어도 일부를 VLC 액세스 포인트(1712)로 포워딩한다. 이어서, VLC 액세스 포인트(1712)는 콘텐츠를 하나 이상의 UE 디바이스들, 예를 들면, 자신의 VLC 커버리지 영역 내에 위치한 UE 디바이스(1748)로 전송한다.

[0092] [0110] UE 디바이스(1748)는 VLC 수신기 모듈(1754) 및 무선 라디오 모듈(1756)을 포함한다. 무선 라디오 모듈(1756)은 안테나(1758)에 연결된다.

[0093] [0111] 게이트웨이(1702)의 PLC 전송기 모듈(1710)은 PLC 모듈(1716) 및 전력라인(1717)을 통해 VLC 액세스 포

인트(1712)의 LED 램프 모듈(1720)의 PLC 수신기 모듈(1722)에 연결된다. 전력라인(1717)은 통신 링크로서 역할을 하고, 따라서 때때로 전력라인 링크로 지칭된다.

[0094] [0112] 일부 실시예들에서, 적어도 일부 상이한 VLC 액세스 포인트들은 빌딩 내의 상이한 룸들에 대응한다. 일부 실시예들에서, 적어도 일부 상이한 VLC 액세스 포인트들은 빌딩 내의 동일한 룸의 상이한 부분들에 대응한다.

[0095] [0113] 도 17의 예에서, UE 디바이스(1748)는 매크로 기지국(1704)의 무선 라디오 커버리지 영역(1706) 내에 있다. UE 디바이스(1748)는 매크로 무선 기지국(1704)으로부터 다운링크 라디오 신호들을 수신하고, 무선 라디오 업링크 신호들을 매크로 기지국(1704)으로 전송할 수 있다. 그 예에서 계속하면, VLC 커버리지 영역(1744) 내에 위치한 UE 디바이스(1748)는 게이트웨이(1702)로부터 정보를 통신하는 VLC 액세스 포인트(1712)로부터 다운링크 VLC 신호들을 수신할 수 있다. 일부 실시예들에서, 다운링크 VLC 신호들을 통해 전달된 정보는, UE 디바이스(1748)로의 정보의 VLC 통신 전에, PLC 모듈(1716) 및 전력라인(1717)을 통해 게이트웨이(1702)와 VLC 액세스 포인트(1712) 사이에서 통신되었다. 일부 실시예들에서, 게이트웨이(1702)와 VLC 액세스 포인트 1(1712) 사이의 통신은 PLC 모듈(1716) 및 전력라인(1717)에 의한 것이다. 일부 실시예들, 예를 들면, 디코더(1724) 및 인코더(1726)가 포함되지 않은 일부 실시예들에서, 게이트웨이(1702)는, VLC 통신 신호들을 생성하기 위해 LED 어레이(1730) 출력을, 예를 들면, 직접적으로 제어하는 전력라인 통신 신호들을 전송한다. 일부 실시예들, 예를 들면, 디코더(1724) 및 인코더(1726)가 포함된 일부 실시예들에서, 게이트웨이(1702)는, VLC 통신 신호들을 생성하기 위해 디코더 모듈(1724)에 의해 디코딩되고 인코더 모듈(1726)에 의해 인코딩되는 전력라인 통신 신호들을 전송한다.

[0096] [0114] VLC 액세스 포인트(1712)에 의해 전송되고, UE 디바이스(1748)의 VLC 수신기 모듈(1754)에 의해 수신되는 예시적인 VLC 신호들은 광 비콘 신호, VLC 동기화 신호들 및 다운링크 VLC 트래픽 신호들을 포함한다. 다양한 실시예들에서, VLC 수신기 모듈(1754)은 포토다이오드를 포함한다. 안테나(1705)를 통해 매크로 무선 기지국(1704)에 의해 전송되고 안테나(1758)를 통해 UE 디바이스(1748)의 무선 라디오 모듈(1756)에 의해 수신되는 예시적인 다운링크 신호들은 동기화 신호들, 광 채널 전송 스케줄링 신호들, 라디오 채널 전송 스케줄링 신호들 및 다운링크 라디오 트래픽 신호들을 포함한다. 안테나(1758)를 통해 UE 디바이스(1748)의 무선 라디오 모듈(1756)에 의해 전송되고 안테나(1705)를 통해 매크로 무선 기지국(1704)에 의해 수신되는 예시적인 업링크 신호들은 업링크 트래픽 신호들, 다운링크 광 채널 신호들에 대응하는 확인 응답 신호들, 및 다운링크 라디오 채널 신호들에 대응하는 확인 응답 신호들을 포함한다.

[0097] [0115] 일부 실시예들에서, VLC 다운링크는 라디오 FDD 다운링크 및 라디오 FDD 업링크 쌍에 대응하는 보충 다운링크이다. 다양한 실시예들에서, 다운링크 광 채널 타임 슬롯들은, 유선, 예를 들면, 전력라인, 통신 링크를 통해 데이터를 VLC 액세스 포인트에 공급하는데 사용되는 전력라인 통신 타임 슬롯들과 동기화된다.

[0098] [0116] 일부 실시예들에서, 게이트웨이(1702)는 이더넷 모듈(1713)을 포함하고, VLC 액세스 포인트(1712)의 LED 램프 모듈(1720)은 또한 이더넷(1715)을 통해 함께 연결되는 이더넷 모듈(1727)을 포함한다. 일부 그러한 실시예들에서, 이더넷(1715)은 전력라인(1717) 대신에 게이트웨이(1702)와 VLC 액세스 포인트들(1712) 사이의 통신들에 사용된다. 일부 그러한 실시예들에서, 전력라인(1717)을 통해 통신되는 것으로 상술된 다양한 신호들은 대신에 이더넷(1715)을 통해 통신된다. 따라서, 일부 실시예들에서, 다운링크 VLC 신호들을 통해 전달되는 정보는, UE 디바이스(1748)로의 정보의 VLC 통신 전에, 이더넷(1715)을 통해 게이트웨이(1702)와 VLC 액세스 포인트(1712) 사이에서 통신된다. 따라서, 일부 실시예들에서, 게이트웨이(1702)와 VLC 액세스 포인트(1712) 사이의 통신은 이더넷(1715)에 의한 것이다.

[0099] [0117] 일부 실시예들에서, 게이트웨이(1702)에 연결된 VLC 액세스 포인트들의 제 1 부분은 전력라인(1717)을 통해 게이트웨이(1702)와 통신하고, 게이트웨이(1702)에 연결된 VLC 액세스 포인트들의 제 2 부분은 이더넷(1715)을 통해 게이트웨이(1702)와 통신한다.

[0100] [0118] 도 18은 예시적인 실시예에 따른, 사용자 장비(UE) 디바이스, 예를 들면, 모바일 무선 단말을 동작시키는 예시적인 방법의 흐름도(1800)이다. 방법의 흐름도(1800)를 구현하는 UE 디바이스는, 예를 들면, 도 17의 시스템(1700)의 UE 디바이스(1748)이다. 방법의 동작은, UE 디바이스가 파워 온되고 초기화되는 단계(1802)에서 시작된다. 동작은 단계(1802)로부터 단계(1804)로 진행된다.

[0101] [0119] 단계(1804)에서, UE 디바이스는, UE 디바이스가 가시광 통신 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는, 가시광 통신(VLC) 액세스 포인트로부터의 광 신호를 검출한다. 일부 실시예들에서, VLC 액세스 포인트는 전력

라인 통신 링크에 의해 게이트웨이에 연결된 LED 액세스 포인트이다. 일부 실시예들에서, VLC 액세스 포인트는 이더넷 통신 링크에 의해 게이트웨이에 연결된 LED 액세스 포인트이다. 동작은 단계(1804)로부터 단계(1806)로 진행된다.

- [0102] [0120] 단계(1806)에서, UE 디바이스는, UE 디바이스가 VLC 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 라디오 신호를 매크로 기지국으로 전송한다. 동작은 단계(1806)로부터 단계(1808)로 진행된다.
- [0103] [0121] 단계(1808)에서, UE 디바이스는, 다운링크 광 채널 및 라디오 채널 둘 모두 상의 전송 타임 슬롯들을 동기화하는데 사용될 동기화 신호들을 수신한다. 동작은 단계(1808)로부터 단계들(1810 및 1816)로 진행된다.
- [0104] [0122] 단계(1810)에서, UE 디바이스는, 상기 VLC 액세스 포인트에 대응하는 다운링크 광 채널 상의 전송을 스케줄링하는 할당 신호를 매크로 기지국으로부터 수신한다. 일부 실시예들에서, 상기 VLC 액세스 포인트에 대응하는 다운링크 광 채널 상의 전송을 스케줄링하는, 매크로 기지국으로부터 수신된 할당 신호는 무선 라디오 제어 채널 상에서 수신된다. 동작은 단계(1810)로부터 단계(1812)로 진행된다. 단계(1812)에서, UE 디바이스는 수신된 할당 신호에 의해 식별된 상기 다운링크 광 채널의 자원들 상에서 트래픽 데이터를 통신하는 VLC 신호들을 수신한다. 동작은 단계(1812)로부터 단계(1814)로 진행되고, 여기서 UE 디바이스는 상기 다운링크 광 채널에 대응하는 확인 응답 신호를 상기 매크로 기지국으로 전송한다. 다양한 실시예들에서, 단계(1814)에서 전송된 확인 응답 신호는, 상기 다운링크 광 채널과 동기화된 라디오 업링크 채널 상에서 전송된다. 일부 실시예들에서, 다운링크 광 채널 타임 슬롯들은, 유선 통신 링크를 통해 데이터를 상기 VLC 액세스 포인트에 공급하는데 사용된 유선, 예를 들면, 전력라인, 통신 타임 슬롯들과 동기화된다. 일부 실시예들에서, 전력라인 통신 타임 슬롯, 대응하는 VLC 다운링크 타임 슬롯, 및 대응하는 무선 라디오 업링크 타임 슬롯 사이에 동기화가 존재한다.
- [0105] [0123] 단계(1816)로 복귀하면, 단계(1816)에서, UE 디바이스는 상기 매크로 기지국에 대응하는 무선 다운링크 라디오 채널 상의 전송을 스케줄링하는 할당 신호를 상기 매크로 기지국으로부터 수신한다. 일부 실시예들에서, 상기 매크로 기지국에 대응하는 다운링크 라디오 채널 상의 전송을 스케줄링하는, 매크로 기지국으로부터 수신된 할당 신호는 무선 라디오 제어 채널 상에서 수신된다. 동작은 단계(1816)로부터 단계(1818)로 진행된다. 단계(1818)에서, UE 디바이스는 수신된 할당 신호에 의해 식별된 상기 다운링크 라디오 채널의 자원들 상에서 트래픽 데이터를 통신하는 라디오 신호들을 수신한다. 동작은 단계(1818)로부터 단계(1820)로 진행되고, 여기서 UE 디바이스는 상기 다운링크 라디오 채널에 대응하는 확인 응답 신호를 상기 매크로 기지국으로 전송한다.
- [0106] [0124] 동작은 단계들(1814 및 1820)로부터 단계(1808)로 진행되고, 여기서 부가적인 동기화 신호가 검출된다.
- [0107] [0125] 도 6의 UE 디바이스(600)는, 예를 들면, 도 17의 시스템(1700)의 UE 디바이스(148)이다. 일부 실시예들에서, UE 디바이스(600)는 도 18의 흐름도(1800)에 따른 방법을 구현한다.
- [0108] [0126] 다양한 실시예들에서, UE 디바이스(600)의 프로세서(602)는 가시광 통신(VLC) 액세스 포인트로부터의 광 신호, 예를 들면, VLC 액세스 포인트 식별자를 통신하는 광 비콘 신호를 검출하고, 검출된 광 신호에 응답하여, UE 디바이스가 가시광 통신(VLC) 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 라디오 신호를 매크로 기지국으로 전송하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 가시광 통신 액세스 포인트는 전력라인 통신 링크에 의해 게이트웨이에 연결된 LED 액세스 포인트이다. 일부 실시예들에서, 가시광 통신 액세스 포인트는 이더넷 통신 링크에 의해 게이트웨이에 연결된 LED 액세스 포인트이다.
- [0109] [0127] 일부 실시예들에서, 프로세서(602)는, 상기 가시광 통신 액세스 포인트에 대응하는 다운링크 광 채널 상의 전송을 스케줄링하는 할당 신호를 상기 매크로 기지국으로부터 수신하도록 구성된다. 일부 그러한 실시예들에서, 상기 가시광 통신 액세스 포인트에 대응하는 다운링크 광 채널 상의 전송을 스케줄링하는, 상기 매크로 기지국으로부터의 상기 수신된 할당 신호는 (예를 들면, 무선 수신기 모듈(616)을 통해) 무선 라디오 제어 채널 상에서 수신된다.
- [0110] [0128] 다양한 실시예들에서, 프로세서(602)는 무선 라디오 제어 채널을 통해 무선 다운링크 라디오 채널 상의 전송을 스케줄링하는 할당 신호를 (예를 들면, 무선 수신기 모듈(616)을 통해) 상기 매크로 기지국으로부터 수신하도록 구성된다. 일부 그러한 실시예들에서, 프로세서(602)는 또한 상기 다운링크 광 채널 및 라디오 채널 둘 모두 상의 전송 타임 슬롯들을 동기화하는데 사용된 동기화 신호들을 수신하도록 구성된다.
- [0111] [0129] 일부 실시예들에서, 프로세서(602)는 (예를 들면, VLC 수신기 모듈(606)을 통해) 수신된 할당 신호에 의해 식별된 상기 다운링크 광 채널의 자원들 상에서 트래픽 데이터를 통신하는 VLC 신호들을 수신하도록 구성된다.

다. 일부 그러한 실시예들에서, 프로세서(602)는 또한 상기 다운링크 광 채널에 대응하는 확인 응답 신호를 상기 매크로 기지국으로 전송하도록 구성된다. 일부 그러한 실시예들에서, 프로세서(602)는 또한 라디오 업링크 채널 상에서 (예를 들면, 무선 전송기 모듈(618)을 통해) 상기 확인 응답 신호를 전송하도록 구성된다. 일부 그러한 실시예들에서, 라디오 업링크 채널은 상기 다운링크 광 채널과 동기화된다.

[0112] [0130] 다양한 실시예들에서, 다운링크 광 채널 타임 슬롯들은, 유선, 예를 들면, 전력라인 통신 링크를 통해 데이터를 상기 가시광 통신 액세스 포인트에 공급하는데 사용된 유선, 예를 들면, 전력라인, 통신 타임 슬롯들과 동기화된다.

[0113] [0131] 도 19는, 도 6에 예시된 UE 디바이스(600)에서 사용될 수 있고, 일부 실시예들에서, 사용되는 모듈들의 어셈블리(1900)이다. 어셈블리(1900) 내의 모듈들은, 예를 들면, 개별적인 회로들로서 프로세서(602) 내의 하드웨어에서 완전히 구현될 수 있고, 일부 실시예들에서, 구현된다. 다른 실시예들에서, 모듈들 중 일부는 프로세서(602) 내에서, 예를 들면, 회로들로서, 구현되고, 다른 모듈들은 프로세서 외부에 있고 프로세서에 연결된, 예를 들면, 회로들로서 구현된다. 일부 실시예들에서, 모듈들의 어셈블리(1900)에 포함된 모듈들 중 일부는 VLC 수신기 모듈(606) 또는 무선 라디오 모듈(608) 중 하나 이상의 모듈 내에 포함된다. 다양한 실시예들에서, VLC 수신기C 모듈(606) 또는 무선 라디오 모듈(608) 중 하나 이상의 모듈은 프로세서(602) 내에 포함된다. 인지되어야 하는 바와 같이, 프로세서 상의 모듈들 및/또는 프로세서 외부에 있는 일부 모듈들의 통합 레벨은 설계 선택 중 하나일 수 있다. 대안적으로, 회로들로서 구현되기보다는, 모듈들 중 일부 또는 전부는 소프트웨어로 구현되고, 도 6에 도시된 UE 디바이스(600)의 메모리(604)에 저장될 수 있고, 모듈들이 프로세서, 예를 들면, 프로세서(602)에 의해 실행될 때, 모듈들은 모듈들에 대응하는 기능들을 구현하기 위해 UE 디바이스(600)의 동작을 제어한다. 또 다른 실시예들에서, 다양한 모듈들은 하드웨어 및 소프트웨어의 조합으로 구현되고, 예를 들면, 프로세서(602) 외부에 있는 회로는 입력을 프로세서(602)에 제공하고, 이어서, 프로세서(602)는 소프트웨어 제어 하에서 모듈의 기능 중 일부를 수행하도록 동작한다.

[0114] [0132] 도 6의 실시예에서 디바이스(600) 내의 단일 프로세서(602), 예를 들면, 컴퓨터로서 도시되지만, 프로세서(602)가 하나 이상의 프로세서들, 예를 들면, 컴퓨터들로서 구현될 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 소프트웨어로 구현될 때, 모듈들은, 프로세서에 의해 실행될 때, 모듈에 대응하는 기능을 구현하도록 프로세서, 예를 들면, 컴퓨터를 구성하는 코드를 포함한다. 일부 실시예들에서, 프로세서(602)는 모듈들의 어셈블리(1900) 중 모듈들 각각을 구현하도록 구성된다. 모듈들의 어셈블리(1900)가 메모리(604)에 저장되고, 메모리(604)가 컴퓨터 프로그램 물건인 실시예들에서, 컴퓨터 프로그램 물건은, 적어도 하나의 컴퓨터, 예를 들면, 프로세서로 하여금, 모듈들에 대응하는 기능들을 구현하게 하기 위한 코드, 예를 들면, 각각의 모듈에 대한 개별적인 코드를 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체, 예를 들면, 비일시적인 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함한다.

[0115] [0133] 완전히 하드웨어 기반의 또는 완전히 소프트웨어 기반의 모듈들이 사용될 수 있다. 그러나, 소프트웨어 및 하드웨어(예를 들어, 회로 구현) 모듈들의 임의의 결합이 기능들을 구현하는데 사용될 수 있다고 인식되어야 한다. 인지되어야 하는 바와 같이, 도 19에 예시된 모듈들은 도 18의 흐름도(1800)의 방법에서 예시 및/또는 설명된 대응하는 단계들의 기능들을 수행하도록 프로세서(602)와 같은 그 내부의 엘리먼트들 또는 디바이스(600)를 제어 및/또는 구성한다.

[0116] [0134] 도 19는 다양한 실시예들에 따른 예시적인 모듈들의 어셈블리(1900)이다. 모듈들의 어셈블리(1900)는, UE 디바이스가 가시광 통신 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는, 가시광 통신(VLC) 액세스 포인트로부터의 광 신호를 검출하도록 구성된 모듈(1904), UE 디바이스가 VLC 커버리지 영역 내에 있다는 것을 나타내는 라디오 신호를 매크로 기지국으로 전송하도록 구성된 모듈(1906), 다운링크 광 채널 및 라디오 채널 둘 모두 상의 전송 타임 슬롯들을 동기화하는데 사용될 동기화 신호들을 수신하도록 구성된 모듈(1908)을 포함한다. 다양한 실시예들에서, VLC 액세스 포인트는 전력라인 통신 링크에 의해 게이트웨이에 연결된 LED 액세스 포인트이다. 일부 실시예들에서, VLC 액세스 포인트는 이더넷 통신 링크에 의해 게이트웨이에 연결된 LED 액세스 포인트이다. 모듈들의 어셈블리(1900)는 또한 VLC 액세스 포인트에 대응하는 다운링크 광 채널 상의 전송을 스케줄링하는 할당 신호를 상기 매크로 기지국으로부터 수신하도록 구성된 모듈(1910), 할당 신호에 의해 식별된 상기 다운링크 광 채널의 자원들 상에서 트래픽 데이터를 통신하는 VLC 신호들을 수신하도록 구성된 모듈(1912), 및 상기 다운링크 광 채널에 대응하는 확인 응답 신호를 상기 매크로 기지국으로 전송하도록 구성된 모듈(1914)을 포함한다. 모듈들의 어셈블리(1900)는 또한 상기 매크로 기지국에 대응하는 무선 다운링크 라디오 채널의 전송을 스케줄링하는 할당 신호를 상기 매크로 기지국으로부터 수신하도록 구성된 모듈(1916), 수신된 할당 신호에 의해 식별된 상기 다운링크 라디오 채널의 자원들 상에서 트래픽 데이터를 통신하는 라디오 신호들을 수신하도록 구성된 모듈(1918), 및 상기 다운링크 라디오 채널에 대응하는 확인 응답 신호를 상기 매크로 기

지국으로 전송하도록 구성된 모듈(1920)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 모듈(1916)은 무선 라디오 제어 채널을 통해 할당 신호를 수신하도록 구성된다. 다양한 실시예들에서, 모듈(1920)에 의해 전송된 확인 응답 신호는, 다운링크 광 채널과 동기화된 라디오 업링크 채널 상에서 전송된다. 다양한 실시예들에서, 다운링크 광 채널 타임 슬롯들은, 유선, 예를 들면, 전력 라인, 통신 링크를 통해 데이터를 상기 VLC 액세스 포인트에 공급하는데 사용된 유선, 예를 들면, 전력라인 통신 타임 슬롯들과 동기화된다.

[0117] [0135] 다양한 실시예들에서, 도면들 중 임의의 도면의 디바이스는 본 출원의 도면들 중 임의의 도면에 관해 설명된 그리고/또는 본 출원의 상세한 설명에서 설명된 개별 단계들 및/또는 동작들 각각에 대응하는 모듈을 포함한다. 일부 실시예들에서, 모듈들은 하드웨어로, 예를 들어 회로들의 형태로 구현된다. 따라서 적어도 일부 실시예들에서, 모듈들은 하드웨어로 구현될 수 있고, 때로는 하드웨어로 구현된다. 다른 실시예들에서, 모듈들은 통신 디바이스의 프로세서에 의해 실행될 때, 디바이스로 하여금 대응하는 단계 또는 동작을 구현하게 하는 프로세서 실행 가능 명령들을 포함하는 소프트웨어 모듈들로서 구현될 수도 있고 때로는 그와 같이 구현된다. 또 다른 실시예에서, 모듈들 중 일부 또는 전부는 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로서 구현된다.

[0118] [0136] 다양한 실시예들의 기술들은 소프트웨어, 하드웨어 및/또는 소프트웨어와 하드웨어의 결합을 사용하여 구현될 수 있다. 다양한 실시예들은 장치, 예를 들어, 기지국들, 예를 들면, LTE 기지국들을 포함하고 PLC 전송 능력을 포함하는 게이트웨이들, 무선 라디오 전송 및 수신 통신 능력 및 VLC 수신 능력을 지원하는 고정 또는 모바일 단말들과 같은 고정 노드들 및/또는 모바일 노드들과 같은 사용자 장비 디바이스들, LED 또는 LED들을 포함하는 VLC 액세스 포인트, 기지국들과 같은 액세스 포인트들, PLC 인터페이스 디바이스들 및/또는 통신 시스템들에 관한 것이다. 다양한 실시예들은 또한 방법들, 예를 들면, UE 고정 노드들, UE 모바일 노드들, 무선 기지국들 및 VLC 액세스 포인트들과 같은 액세스 포인트들, 게이트웨이들, 네트워크 노드들 및/또는 통신 시스템들, 예를 들면, 호스트들을 제어 및/또는 동작시키는 방법에 관한 것이다. 다양한 실시예들은 또한 기계, 예를 들어, 컴퓨터 판독 가능 매체, 예를 들어 ROM, RAM, CD들, 하드 디스크들 등에 관련되며, 이들은 방법의 하나 이상의 단계들을 구현하도록 기계를 제어하기 위한 기계 판독 가능 명령들을 포함한다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 예를 들어, 비-일시적 컴퓨터 판독 가능 매체이다.

[0119] [0137] 개시된 프로세스들의 단계들의 특정 순서 또는 계층 구조는 예시적인 접근 방식들의 일례인 것으로 이해된다. 설계 선호도를 기초로, 본 개시의 범위 내에 그대로 있으면서 프로세스들의 단계들의 특정 순서 또는 계층 구조가 재배열될 수 있다는 것이 이해된다. 첨부한 방법 청구항들은 다양한 단계들의 엘리먼트들을 예시적인 순서로 제시하며, 제시된 특정 순서 또는 계층 구조로 한정되는 것으로 여겨지는 것은 아니다.

[0120] [0138] 다양한 실시예들에서, 본원에서 설명된 노드들은 하나 이상의 모듈들을 사용하여 하나 이상의 방법들에 대응하는 단계들, 예를 들어 신호 처리, 신호 생성 및/또는 송신 단계들을 수행하도록 구현된다. 따라서, 일부 실시예들에서는, 다양한 특징들이 모듈들을 사용하여 구현된다. 이러한 모듈들은 소프트웨어, 하드웨어 또는 소프트웨어와 하드웨어의 결합을 사용하여 구현될 수 있다. 위에서 설명한 방법들 또는 방법 단계들 중 다수는 예를 들어, 하나 이상의 노드들에서 위에서 설명한 방법들의 전부 또는 부분들을 구현하도록 기계, 예를 들어 추가 하드웨어를 가진 또는 갖지 않는 범용 컴퓨터를 제어하기 위해 메모리 디바이스, 예를 들어 RAM, 플로피 디스크 등과 같은 기계 판독 가능 매체에 포함된, 소프트웨어와 같은 기계 실행 가능 명령들을 사용하여 구현될 수 있다. 따라서, 무엇보다도, 다양한 실시예들은 기계, 예를 들어 프로세서 및 연관된 하드웨어로 하여금 위에서 설명한 방법(들)의 단계들 중 하나 이상의 단계를 수행하게 하기 위한 기계 실행 가능 명령들을 포함하는 기계 판독 가능 매체, 예를 들어 비-일시적 컴퓨터 판독 가능 매체에 관련된다. 일부 실시예들은 본 발명의 하나 이상의 방법들의 단계들 중 하나, 다수 또는 전부를 구현하도록 구성된 프로세서를 포함하는 디바이스, 예를 들어 통신 노드에 관련된다.

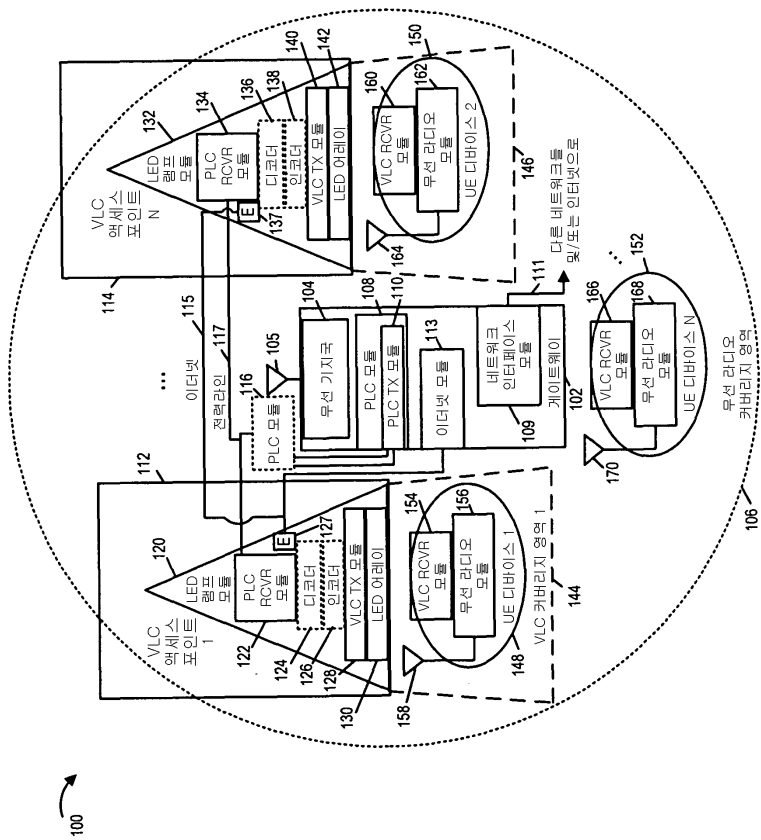
[0121] [0139] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 디바이스들, 예를 들어 무선 단말들, 네트워크 노드들 및/또는 액세스 노드들과 같은 통신 노드들의 프로세서 또는 프로세서들, 예를 들어 CPU들은 통신 노드들에 의해 수행되는 것으로 설명된 방법들의 단계들을 수행하도록 구성된다. 프로세서의 구성은 하나 이상의 모듈들, 예를 들어 소프트웨어 모듈들을 사용하여 프로세서 구성을 제어함으로써 그리고/또는 언급된 단계들 및/또는 제어 프로세서 구성을 수행하도록 프로세서에 하드웨어, 예를 들어 하드웨어 모듈들을 포함함으로써 달성될 수 있다. 따라서 모든 실시예들은 아닌 일부 실시예들은 프로세서가 포함된 디바이스에 의해 수행되는 다양한 설명된 방법들의 단계들 각각에 대응하는 모듈을 포함하는 프로세서를 갖는 디바이스, 예를 들어 통신 노드에 관련된다. 모든 실시예들은 아닌 일부 실시예들에서, 디바이스, 예를 들어 통신 노드는 프로세서가 포함된 디바이스에 의해 수행되는 다양한 설명된 방법들의 단계들 각각에 대응하는 모듈을 포함한다. 모듈들은 소프트웨어 및/또는 하드웨어를 사

용하여 구현될 수 있다.

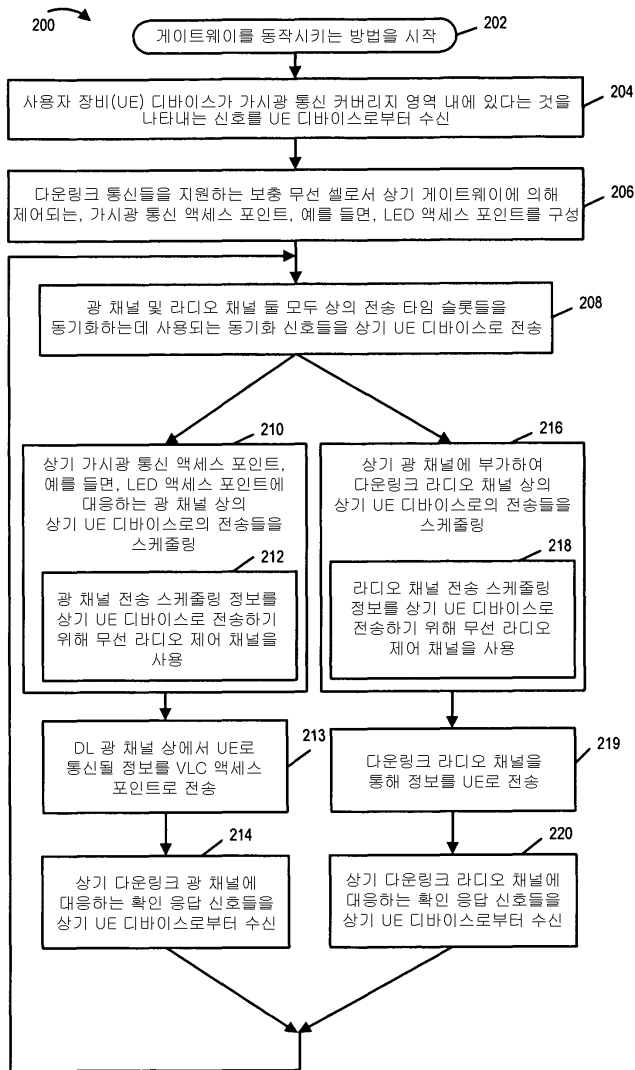
- [0122] [0140] 일부 실시예들은 컴퓨터 또는 다수의 컴퓨터들로 하여금 다양한 기능들, 단계들, 작용들 및/또는 동작들, 예를 들어 위에서 설명한 하나 이상의 단계들을 구현하게 하기 위한 코드를 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체, 예를 들어 비-일시적 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함하는 컴퓨터 프로그램 물건에 관련된다. 실시예에 따라, 컴퓨터 프로그램 물건은 수행될 각각의 단계에 대해 서로 다른 코드를 포함할 수 있으며 때로는 이를 포함한다. 따라서 컴퓨터 프로그램 물건은 방법, 예를 들어 통신 디바이스 또는 노드를 제어하는 방법의 각각의 개별 단계에 대한 코드를 포함할 수도 있고 때로는 이를 포함한다. 코드는 컴퓨터 판독 가능 매체, 예를 들어 랜덤 액세스 메모리(RAM: Random Access Memory), 판독 전용 메모리(ROM: Read Only Memory) 또는 다른 타입의 저장 디바이스와 같은 비-일시적 컴퓨터 판독 가능 매체 상에 저장된 기계 실행 가능 명령들, 예를 들어 컴퓨터 실행 가능 명령들의 형태일 수 있다. 컴퓨터 프로그램 물건에 관련되는 것 외에도, 일부 실시예들은 위에서 설명한 하나 이상의 방법들의 다양한 기능들, 단계들, 작용들 및/또는 동작들 중 하나 이상의 것을 구현하도록 구성된 프로세서에 관련된다. 따라서, 일부 실시예들은 본 명세서에서 설명한 방법들의 단계들 중 일부 또는 전부를 구현하도록 구성된 프로세서, 예를 들어 CPU에 관련된다. 프로세서는 예를 들어, 본 출원에서 설명한 통신 디바이스 또는 다른 디바이스에 사용하기 위한 것일 수 있다.
- [0123] [0141] 다양한 실시예들은 LTE 시그널링 프로토콜을 사용하는 통신 시스템들에 아주 적합하다. 일부 실시예들은 기지국들에 사용하기에 아주 적합하다. 일부 실시예들은 피어 투 피어 시그널링 프로토콜들에서 사용하기에 아주 적합하다. 일부 실시예들은 직교 주파수 분할 다중화(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 기반 무선 피어 투 피어 시그널링 프로토콜, 예를 들어, WiFi 시그널링 프로토콜 또는 다른 OFDM 기반 프로토콜을 사용한다. 다양한 실시예들은 실내 환경들에서의 통신들에 아주 적합하다.
- [0124] [0142] LTE 시스템과 관련하여 설명되었지만, 다양한 실시예들의 방법들과 장치 중 적어도 일부는 많은 비-LTE 및/또는 비-셀룰러 시스템들을 포함하는 광범위한 통신 시스템들에 적용 가능하다.
- [0125] [0143] 위에서 설명한 다양한 실시예들의 방법들 및 장치에 대한 다수의 추가 변형들이 상기 설명을 고려하여 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자들에게 명백할 것이다. 이러한 변형들은 범위 내에 있는 것으로 간주될 것이다. 방법들 및 장치는 LTE, 코드 분할 다중 액세스(CDMA: Code Division Multiple Access), OFDM, TDM 및/또는 통신 디바이스들 간에 무선 통신 링크들을 제공하는데 사용될 수 있는 다양한 다른 타입들의 통신 기술들에 사용될 수 있으며, 다양한 실시예들에서는 이러한 통신 기술들에 사용된다. 일부 실시예들에서, 하나 이상의 통신 디바이스들은 LTE, OFDM 및/또는 CDMA를 사용하여 모바일 노드들과의 통신 링크들을 설정하는 액세스 포인트들로서 구현되고 그리고/또는 유선 또는 무선 통신 링크를 통해 인터넷 또는 다른 네트워크에 대한 접속성을 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 방법을 구현하는 무선 통신 디바이스, 예를 들면, 모바일 노드는 차량에 임베딩된다. 다양한 실시예들에서, 모바일 노드들은 방법들을 구현하기 위해, 노트북 컴퓨터들, 개인용 데이터 보조기기(PDA: personal data assistant)들, 또는 수신기/송신기 회로들 및 로직 및/또는 루틴들을 포함하는 다른 휴대용 디바이스들로서 구현된다.

도면

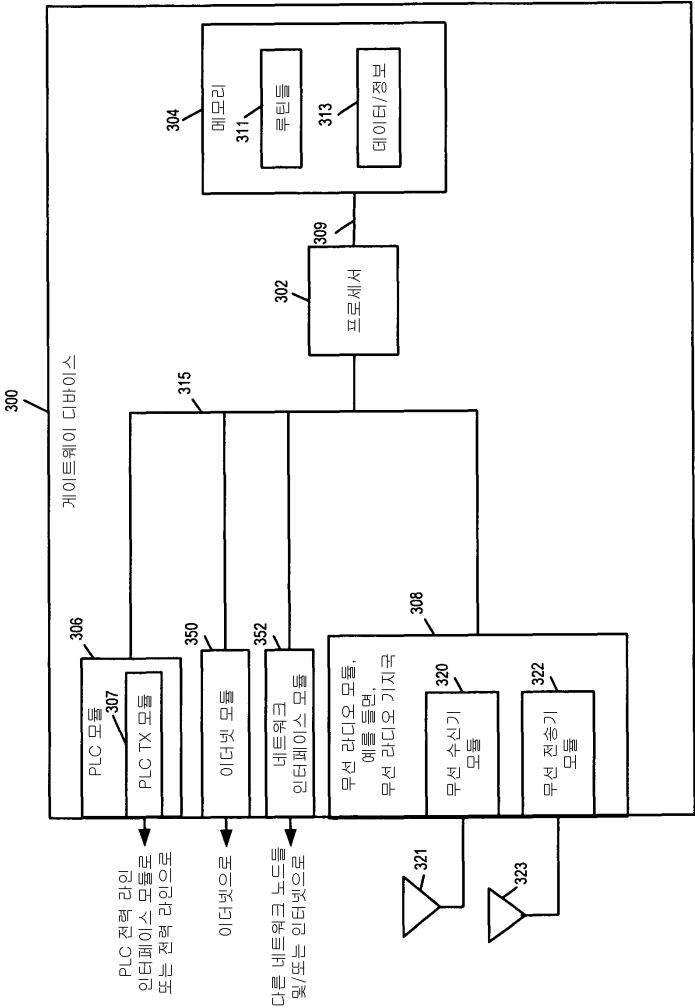
도면1



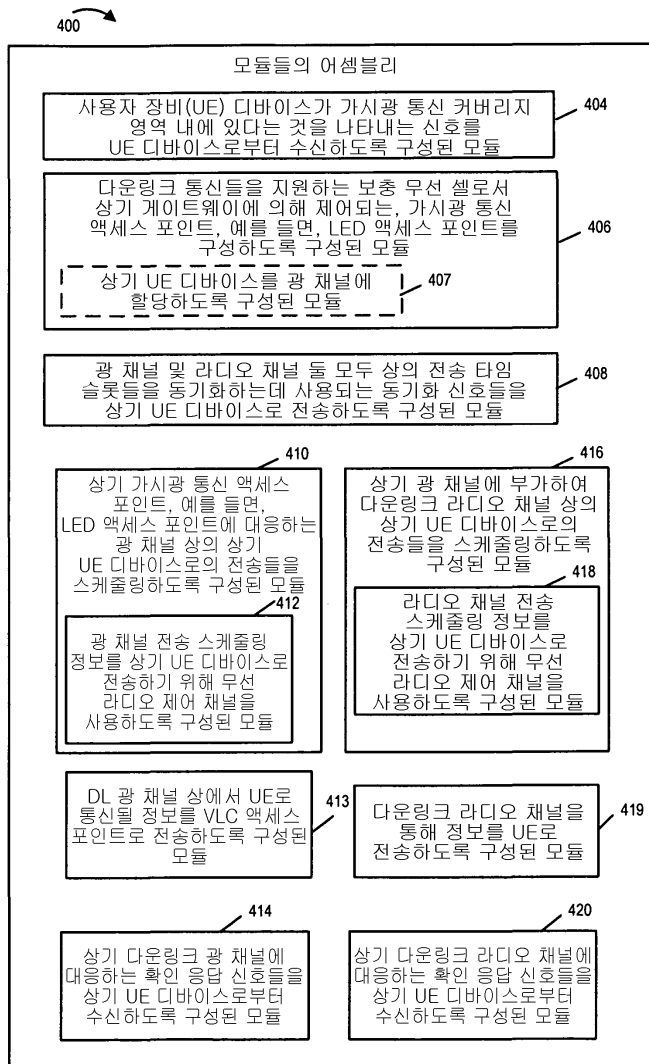
도면2



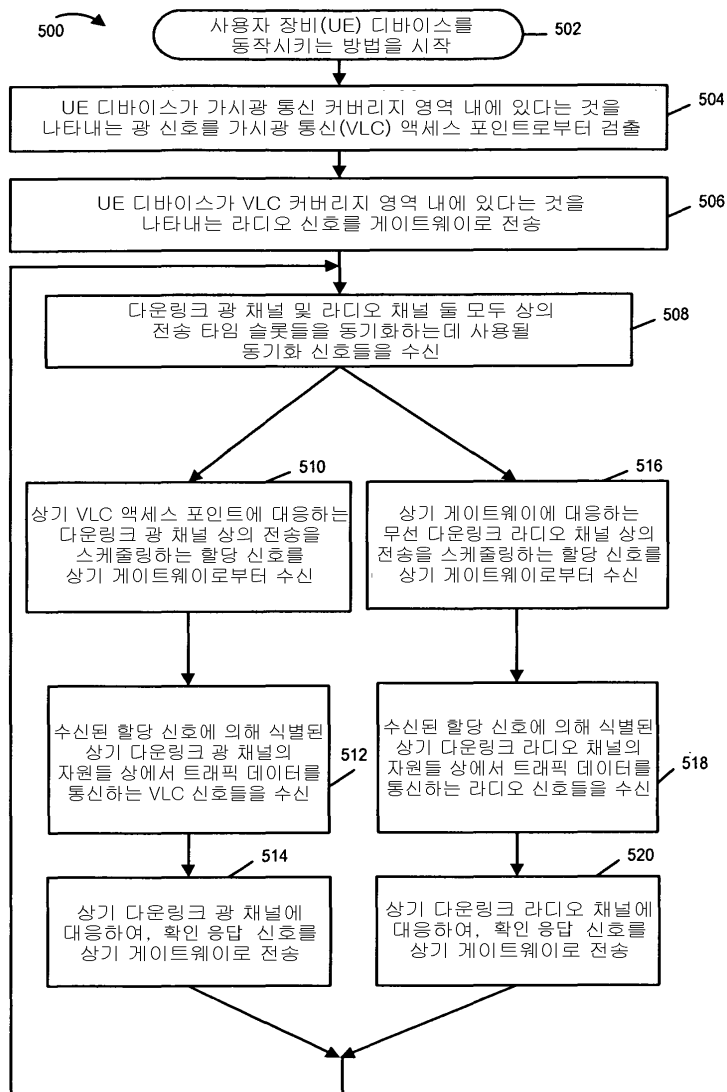
도면3



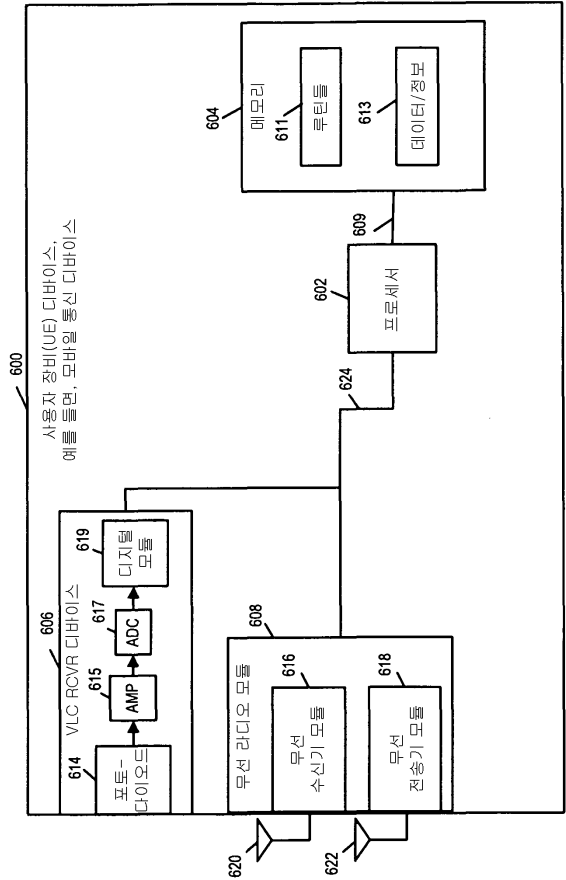
도면4



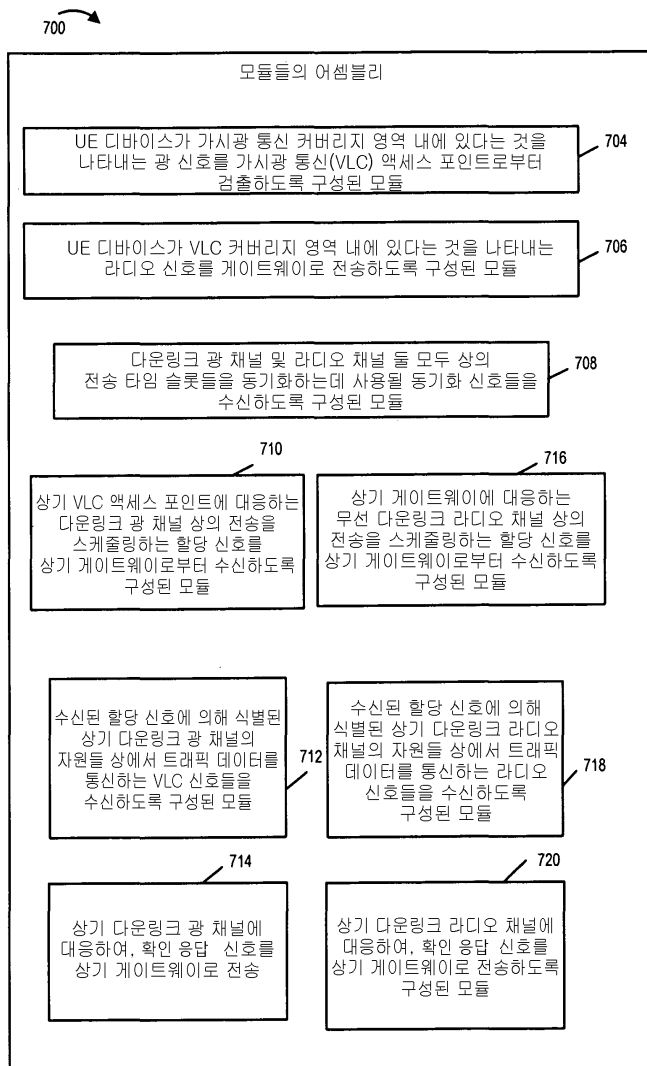
도면5



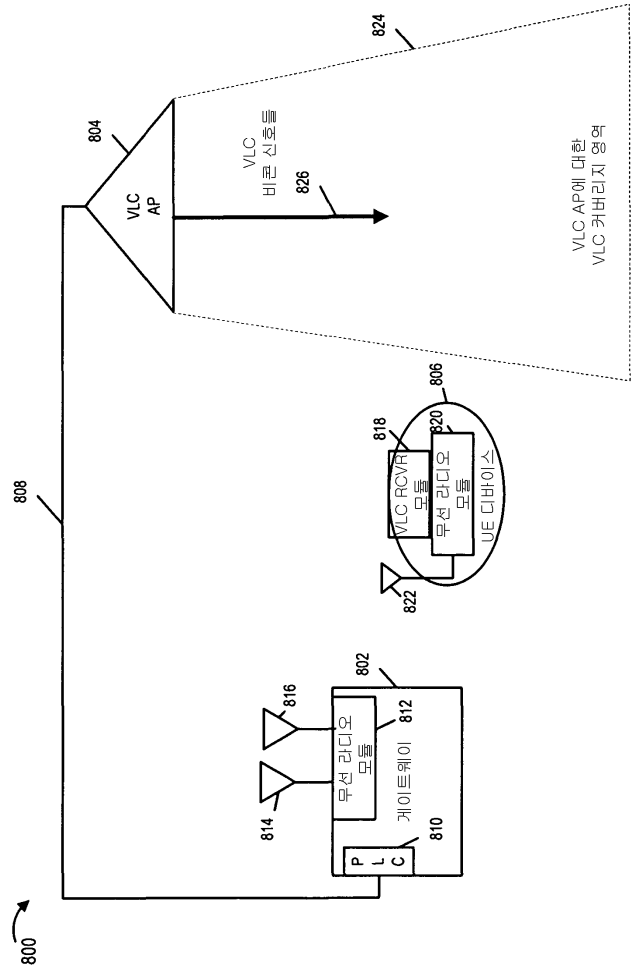
도면6



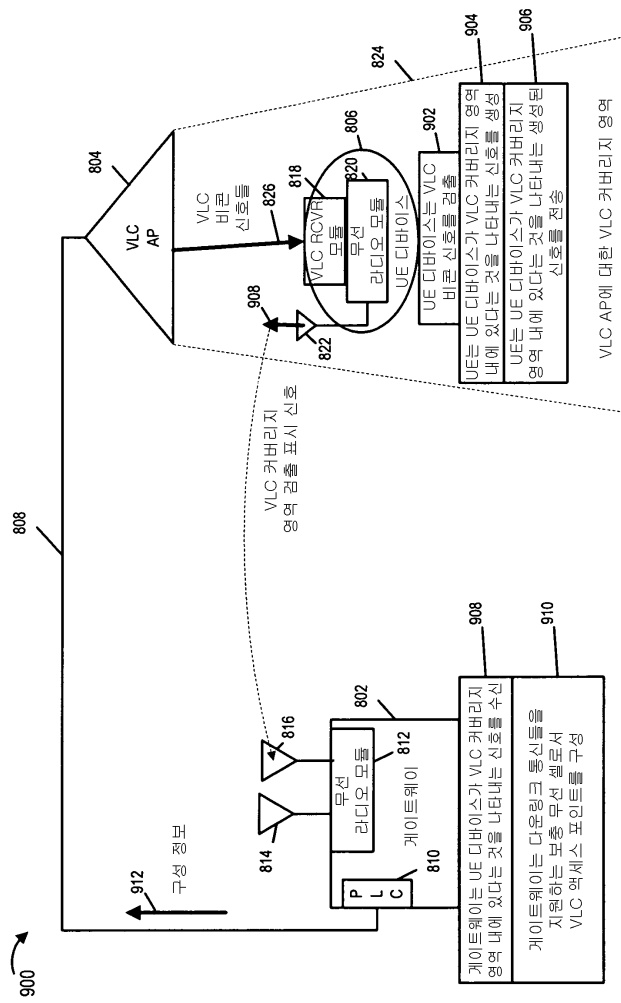
도면7



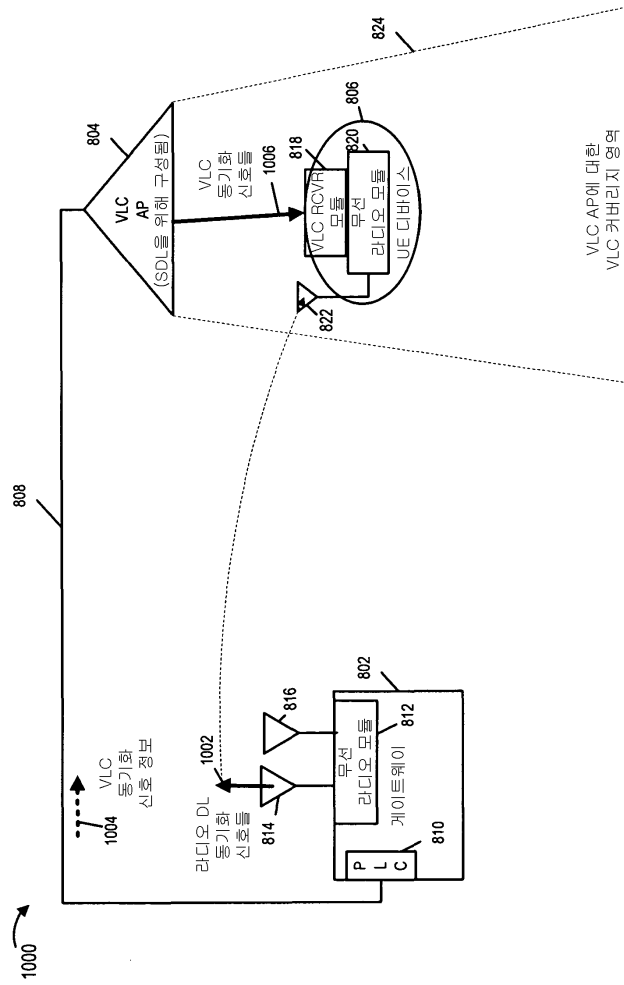
도면8



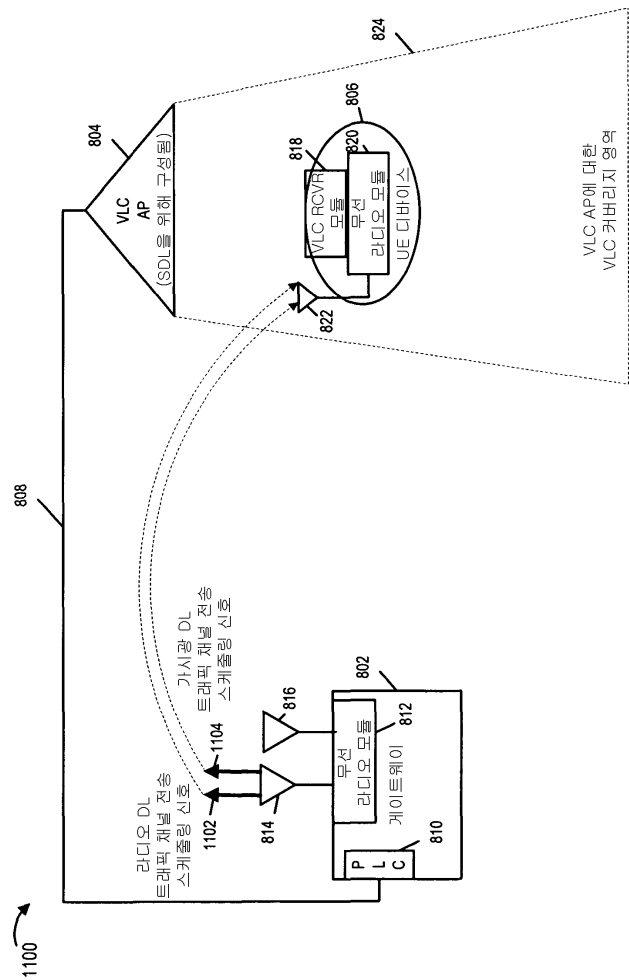
도면9



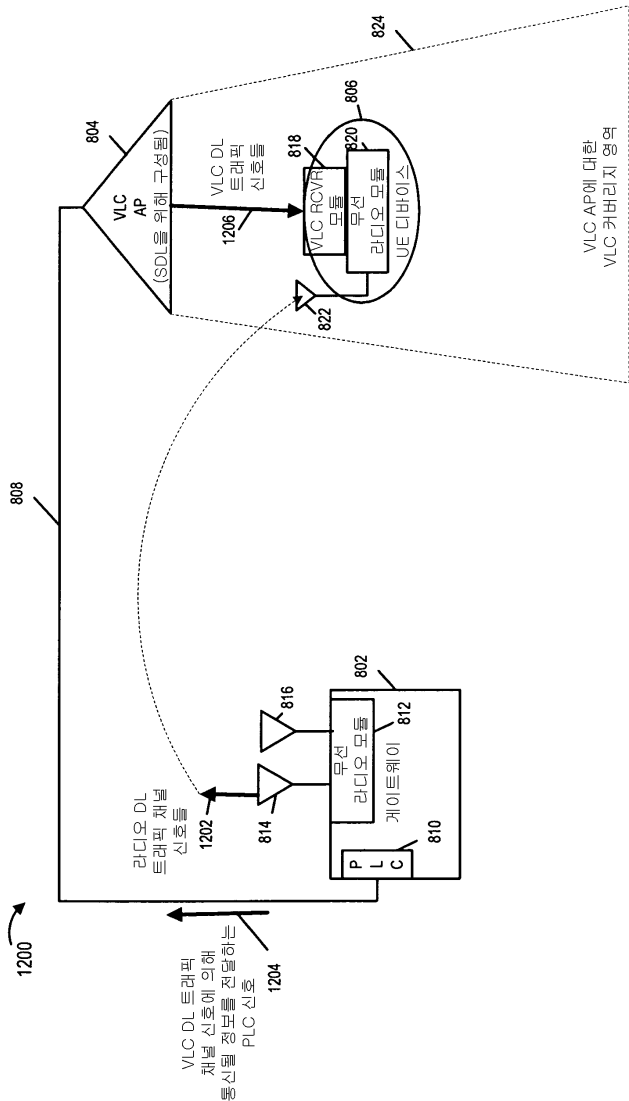
도면10



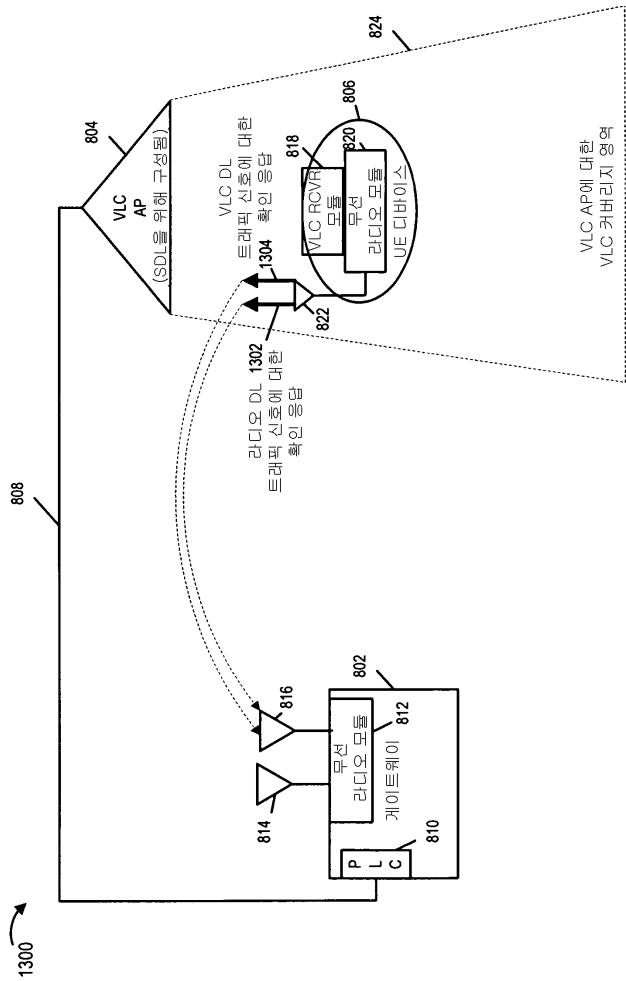
도면11



도면12

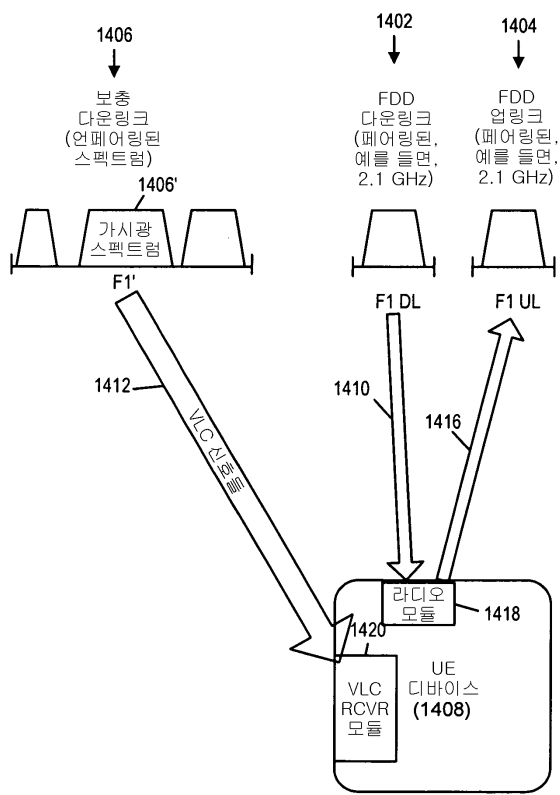


도면13

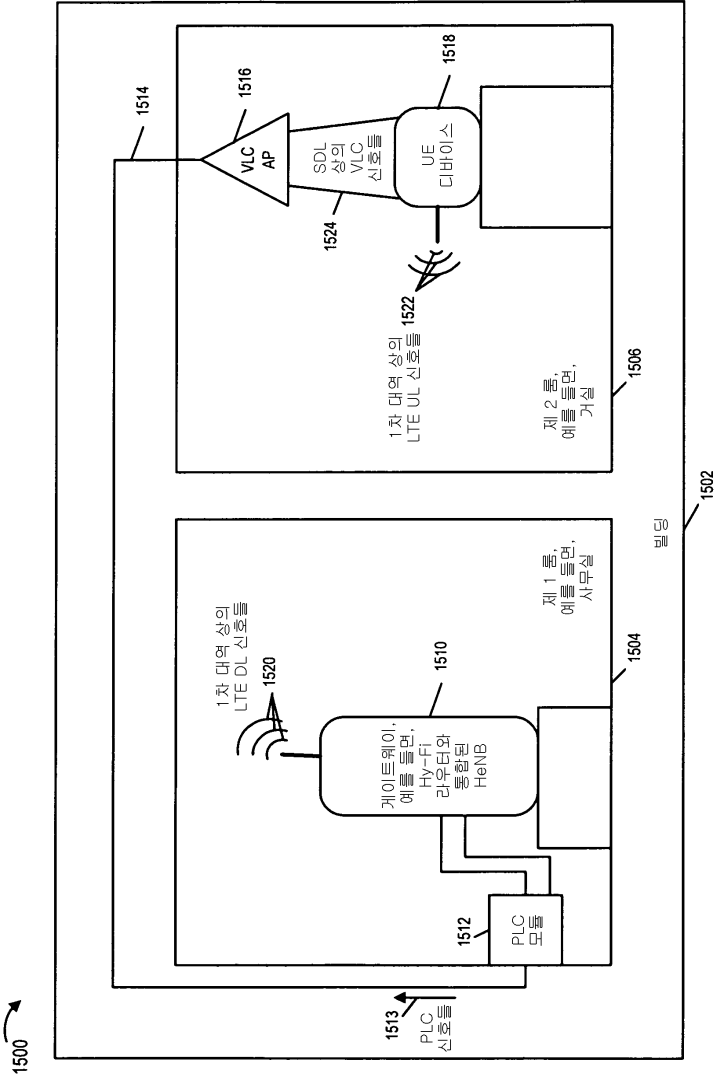


도면14

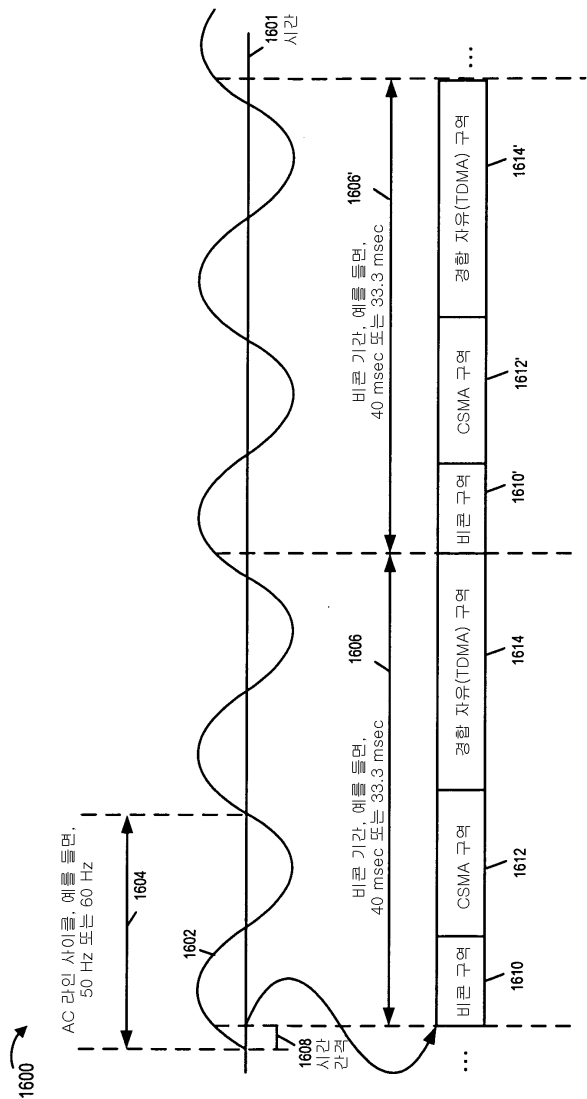
1400



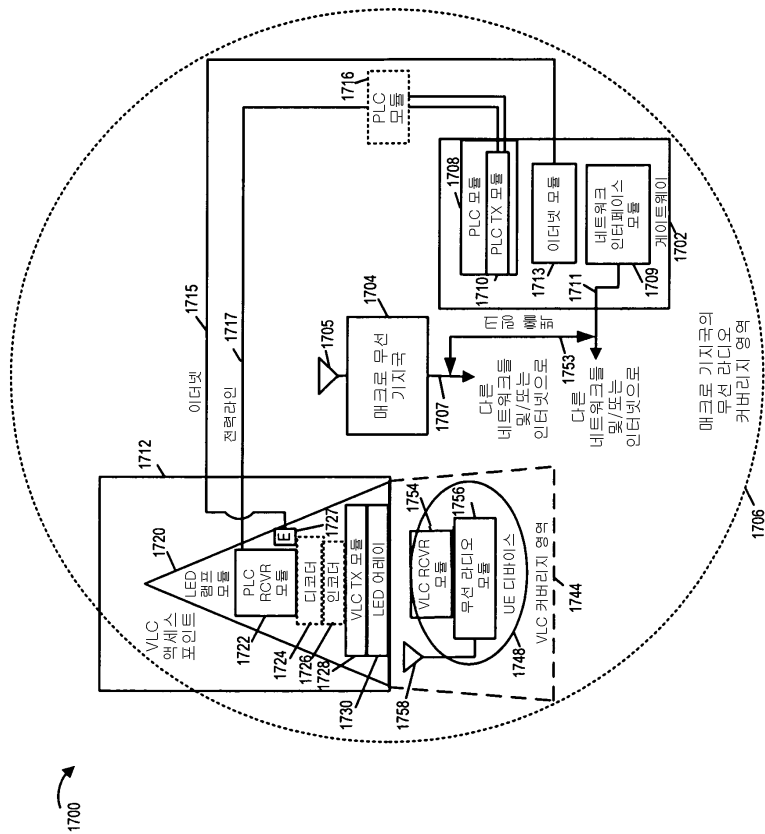
도면15



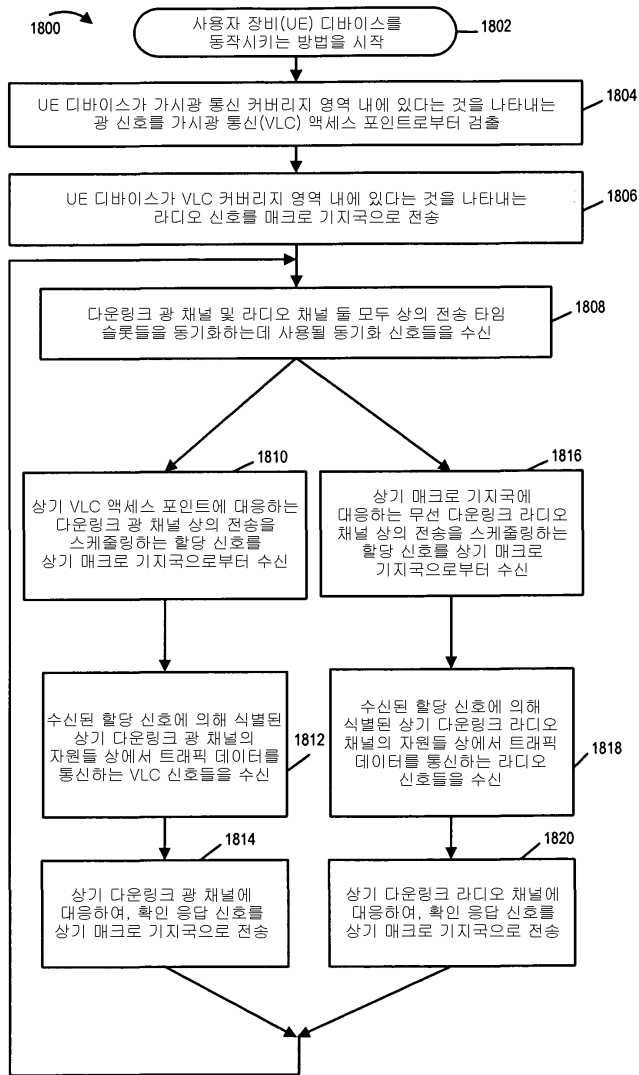
도면16



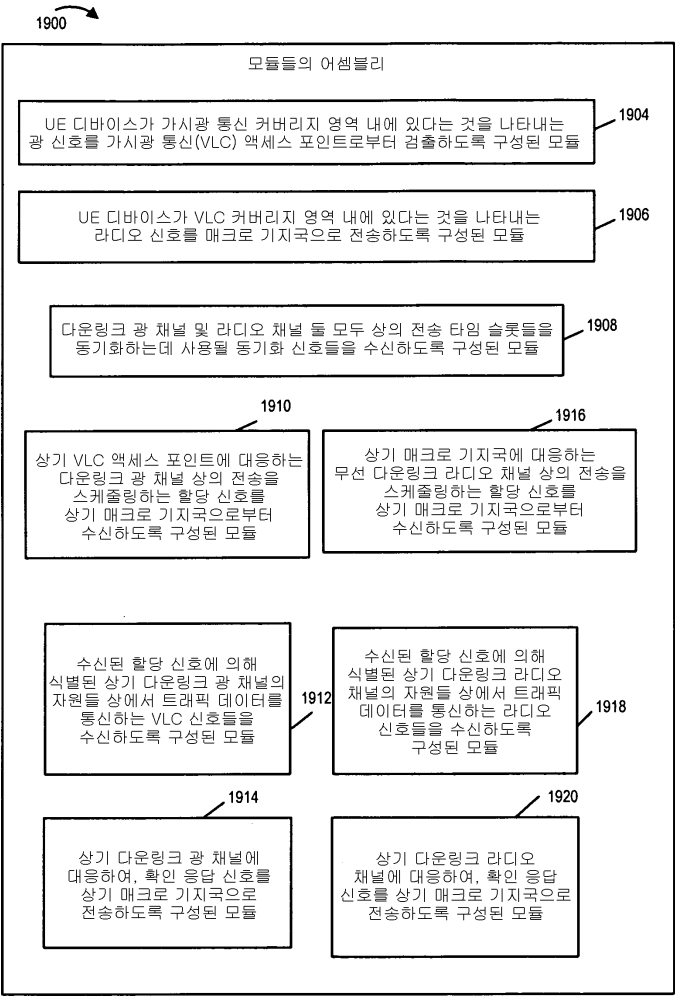
도면17



도면18



도면19



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항8

【변경전】

통신 디바이스(102)로

【변경후】

통신 디바이스로

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항14

【변경전】

동기화는

【변경후】

동기화되는

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항9

【변경전】

동기화는

【변경후】

동기화되는

【직권보정 4】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항8

【변경전】

게이트웨이

【변경후】

게이트웨이(102)