



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년12월27일

(11) 등록번호 10-2482432

(24) 등록일자 2022년12월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04J 11/00 (2006.01) H04L 27/26 (2006.01)
H04W 56/00 (2009.01)

(52) CPC특허분류
H04J 11/0069 (2013.01)
H04L 27/266 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-7009410(분할)

(22) 출원일자(국제) 2016년08월26일

심사청구일자 2021년08월12일

(85) 번역문제출일자 2020년03월31일

(65) 공개번호 10-2020-0037454

(43) 공개일자 2020년04월08일

(62) 원출원 특허 10-2018-7012241

원출원일자(국제) 2016년08월26일

심사청구일자 2019년05월13일

(86) 국제출원번호 PCT/US2016/048973

(87) 국제공개번호 WO 2017/058427

국제공개일자 2017년04월06일

(30) 우선권주장

62/234,554 2015년09월29일 미국(US)

15/247,355 2016년08월25일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

3GPP RP-151397*

KR1020110122839 A*

WO2012027880 A1*

Eric M.Silva C. et al, "Cell Search in Long Term Evolution Systems: Primary and Secondary Synchronization", 2012 IEEE 3rd Latin American Symposium on Circuits and Systems, 29 Feb. 2012 (2012.02.29.)*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

퀄컴 인코포레이티드

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

(72) 발명자

레이, 정

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

가알, 피터

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 21 항

심사관 : 이미현

(54) 발명의 명칭 협대역 동작을 위한 동기화 신호들의 설계

(57) 요약

본 개시내용의 양상들은, 독립형/대역-내/가드-대역 배치에 대해 사용될 수 있는 협대역 동작을 위한 동기화 신호들의 설계를 위한 기법들을 제공한다. 기지국(BS)에 의해 수행될 수 있는 동작들에 대한 예시적인 방법이 제공된다. 예시적인 방법은 일반적으로, 제1 코드 시퀀스 및 하나 또는 그 초과 프레임들 내의 제1 수의 심

(뒷면에 계속)

대표도



볼들에 걸친 상기 제1 코드 시퀀스에 적용된 커버 코드를 이용하여 1차 동기화 신호(PSS)를 생성하는 단계, 하나 또는 그 초과와 서브프레임들 내의 제2 수의 심볼들에 걸친 제2 코드 시퀀스에 기반하여 2차 동기화 신호(SSS)를 생성하는 단계, 및 더 넓은 시스템 대역폭의 하나 또는 그 초과와 협대역 구역들 상에서 통신하는 제1 타입의 사용자 장비(UE)에 제1 및 제2 서브프레임들에서 PSS 및 SSS를 송신하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류

H04L 27/2663 (2013.01)

H04W 56/0015 (2013.01)

H04J 2211/005 (2013.01)

(72) 발명자

수, 하오

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

첸, 완시

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

웨이, 용빈

미국 92121 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

왕, 시아오펑

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

왕, 렌쑤우

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

파쿠리안, 세예드 알리 아크바르

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

마자페얌, 마드하반 스리니바산

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

리코 알바리노, 알베르토

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

몬토조, 주안

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

명세서

청구범위

청구항 1

제1 타입의 사용자 장비(UE)에 의한 무선 통신들을 위한 방법으로서,

하나 이상의 협대역 구역들 내에서, 하나 이상의 서브프레임들 내의 제1 수의 심볼들에 걸쳐 제1 코드 시퀀스 및 상기 제1 코드 시퀀스에 적용되는 커버 코드(cover code)를 이용하여 생성되는 1차 동기화 신호(PSS)를 검출하는 단계 - 상기 커버 코드는 컴퓨터 생성된 이진 시퀀스를 포함함 -;

상기 PSS에 기초하여, 시간 오프셋 추정 및 주파수 오프셋 추정을 수행하는 단계 - 상기 시간 오프셋은 상기 주파수 오프셋과 상관되지 않음 -;

상기 PSS에 기초하여 초기 시간 동기화 및 주파수 동기화를 수행하는 단계;

상기 하나 이상의 협대역 구역들 내에서, 상기 하나 이상의 서브프레임들 내의 제2 수의 심볼들에 걸쳐 제2 코드 시퀀스에 기초하여 생성되는 2차 동기화 신호(SSS)를 검출하는 단계; 및

상기 초기 시간 및 주파수 동기화를 개량(refine)하기 위해, 상기 SSS에 기초하여 정밀(fine) 시간 동기화를 수행하는 단계를 포함하며,

상기 정밀 시간 동기화를 수행하는 것은:

상기 커버 코드의 패턴에 따라 모든 동위상(co-phased) 심볼 쌍들을 코히런트하게(coherently) 결합함으로써 최대 우도(ML) 추정에 기반하여 타이밍 오프셋 정정을 수행하는 단계 - 상기 결합의 범위는 상기 하나 이상의 서브프레임들에 걸쳐 있음 -; 및

신호 대 잡음비(SNR) 레벨들에 대한 감도를 감소시키기 위해 PSS 시퀀스의 거듭제곱(power)에 의해 비용 함수를 정규화시키는 단계를 포함하는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 시간 오프셋 추정 및 상기 주파수 오프셋 추정을 수행하는 것은, 상기 PSS에 기초하여 최대-우도(maximum-likelihood) 시간 및 주파수 오프셋 추정들을 수행하는 것을 포함하는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 시간 오프셋 추정 및 상기 주파수 오프셋 추정을 수행하는 것은, 분수(fractional) 부분 및 정수(integer) 부분을 갖는 정규화된 주파수 오프셋의 최대-우도 주파수 오프셋 추정을 수행하는 것을 포함하는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 주파수 오프셋 추정을 수행하는 것은, 주파수 도메인에서 수신되고 송신되는 PSS 파일럿들의 교차 상관(cross correlation)에 의해 상기 정수 부분을 추정하는 것을 포함하는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 주파수 오프셋 추정을 수행하는 것은, 상기 시간 오프셋 추정에 기초하여 상기 분수 부분을 추정하는 것을 포함하는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 시간 오프셋 추정을 수행하는 것은, 상기 시간 오프셋의 피크(peak) 탐색을 정규화하고 수행하는 것을 포함하고; 그리고

상기 주파수 오프셋 추정을 수행하는 것은:

상기 PSS의 심볼 경계들을 정렬하는 것;

위상 구별(differentiation)에 의해 상기 분수 부분을 정정하는 것; 및

상기 정정된 분수 부분 및 심볼 경계들에 기초하여 주파수 도메인 상관에 의해 상기 정수 부분을 정정하는 것

을 포함하는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 주파수 동기화를 수행하는 것은:

상기 시간 동기화된 PSS의 시간 도메인에서의 자기상관(autocorrelation)에 기초하여 또는 다수의 가설 테스트 및 주파수 비닝(binning)에 기초하여, 상기 PSS로부터, 분수 주파수 오프셋 정정을 수행하는 것; 및

상기 PSS와 수신된 신호의 로컬 복제물 사이의 주파수 도메인에서의 교차 상관에 기초하여, 상기 PSS로부터, 정수 주파수 오프셋 정정을 수행하는 것을 포함하는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서,

동위상(co-phased) 심볼 쌍들을 결합하는 것은:

상기 PSS의 지연된 샘플들 사이에서 자기상관을 수행하는 것을 포함하고,

상기 지연된 샘플들의 래그(lag) 사이즈는 PSS 시간 도메인 리소스 할당에 기초하는 구성가능한 파라미터인, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 커버 코드의 패턴은 상기 타이밍 오프셋의 ML 추정을 원하는 형태로 형상화하도록 선택되는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 이진 시퀀스는 컴퓨터 생성된 이진 시퀀스인, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

PSS 및 SSS는 비-중첩 리소스들에서 검출되는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

PSS 및 SSS는 별개의 서브프레임들에서 검출되는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 정밀 시간 동기화를 수행하는 것은, SSS에 대해 시간 도메인에서 교차 상관을 수행하는 것을 포함하는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 제1 수의 심볼들은, 더 넓은 시스템 대역폭 상에서 통신하는 제2 타입의 UE와 통신하기 위해 사용되는 리소스 엘리먼트들과 동일한 서브캐리어 간격을 갖는 리소스 엘리먼트들에 맵핑되는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 PSS 및 SSS는 상기 제2 타입의 UE와 통신하는데 사용되지 않는 리소스 엘리먼트들을 사용하여 송신되는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 제1 수의 심볼들은 제1 서브프레임 내에 있고; 그리고

제2 수의 심볼들은 제2 서브프레임 내에 있는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 제1 코드 시퀀스는, 생성된 시퀀스(CGS), 감소된 알파벳을 갖는 수정된 자도프-추(Zadoff-Chu) 시퀀스, 왈시 코드(Walsh code), 마커 코드(Barker code), 또는 절단된(truncated) 자도프-추 시퀀스 중 적어도 하나를 사용하여 생성되는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 20

제1항에 있어서,

제2 코드 시퀀스는, 자도프-추 시퀀스, 컴퓨터 생성된 다위상(polyphase) 시퀀스, 또는 절단된 자도프-추 시퀀스를 포함하는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 21

제1항에 있어서,

SSS로부터, 셀 식별(셀 ID) 및 부가적인 시스템 정보를 결정하는 단계를 더 포함하는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 부가적인 시스템 정보는 적어도 서브프레임 ID를 포함하는, 무선 통신들을 위한 방법.

청구항 23

무선 통신들을 위한 장치로서,

적어도 하나의 프로세서를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는:

하나 이상의 협대역 구역들 내에서, 하나 이상의 서브프레임들 내의 제1 수의 심볼들에 걸쳐 제1 코드 시퀀스 및 상기 제1 코드 시퀀스에 적용되는 커버 코드를 이용하여 생성되는 1차 동기화 신호(PSS)를 검출하고 — 상기 커버 코드는 컴퓨터 생성된 이진 시퀀스를 포함함 —,

상기 PSS에 기초하여, 시간 오프셋 추정 및 주파수 오프셋 추정을 수행하고 — 상기 시간 오프셋은 상기 주파수 오프셋과 상관되지 않음 —,

상기 PSS에 기초하여 초기 시간 동기화 및 주파수 동기화를 수행하고,

상기 하나 이상의 협대역 구역들 내에서, 상기 하나 이상의 서브프레임들 내의 제2 수의 심볼들에 걸쳐 제2 코드 시퀀스에 기초하여 생성되는 2차 동기화 신호(SSS)를 검출하고, 그리고

상기 초기 시간 및 주파수 동기화를 개량(refine)하기 위해, 상기 SSS에 기초하여 정밀(fine) 시간 동기화를 수행하도록

구성되며,

상기 정밀 시간 동기화를 수행하는 것은:

상기 커버 코드의 패턴에 따라 모든 동위상(co-phased) 심볼 쌍들을 코히런트하게(coherently) 결합함으로써 최대 우도(ML) 추정에 기반하여 타이밍 오프셋 정정을 수행하는 것 — 상기 결합의 범위는 상기 하나 이상의 서브프레임들에 걸쳐 있음 —; 및

신호 대 잡음비(SNR) 레벨들에 대한 감도를 감소시키기 위해 PSS 시퀀스의 거듭제곱(power)에 의해 비용 함수를 정규화시키는 것을 포함하는, 무선 통신들을 위한 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은, 2015년 9월 29일자로 출원된 미국 가특허출원 시리얼 넘버 62/234,554호를 우선권으로 주장하는, 2016년 8월 25일자로 출원된 미국 출원 제 15/247,355호를 우선권으로 주장하며, 둘 모두는, 본 출원의 양수인에게 양도되고, 그에 의해 본 명세서에 인용에 의해 명백히 포함된다.

[0002] 본 개시내용의 특정한 양상들은 일반적으로 무선 통신들에 관한 것으로, 더 상세하게는 협대역 동작을 위한 동기화 신호들의 설계에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 무선 통신 시스템들은 음성, 데이터 등과 같은 다양한 타입들의 통신 콘텐츠를 제공하도록 광범위하게 배치되어 있다. 이들 시스템들은 이용가능한 시스템 리소스들(예컨대, 대역폭, 송신 전력)을 공유함으로써 다수의 사용자들과의 통신을 지원할 수 있는 다중-액세스 시스템들일 수 있다. 그러한 다중-액세스 시스템들의 예들은, 코드 분할 다중 액세스(CDMA) 시스템들, 시분할 다중 액세스(TDMA) 시스템들, 주파수 분할 다중 액세스(FDMA) 시스템들, 3세대 파트너십 프로젝트(3GPP) 롱텀 에볼루션(LTE)/LTE-어드밴스드 시스템들, 및 직교 주파수 분할 다중 액세스(OFDMA) 시스템들을 포함한다.

[0004] 일반적으로, 무선 다중-액세스 통신 시스템은, 다수의 무선 단말들에 대한 통신을 동시에 지원할 수 있다. 각각의 단말은 순방향 및 역방향 링크들 상에서의 송신들을 통해 하나 또는 그 초과 기지국들과 통신한다. 순방향 링크(또는 다운링크)는 기지국들로부터 단말들로의 통신 링크를 지칭하고, 역방향 링크(또는 업링크)는 단말들로부터 기지국들로의 통신 링크를 지칭한다. 이러한 통신 링크는 단일-입력-단일-출력, 다중-입력-단일-출력, 또는 다중-입력-다중-출력(MIMO) 시스템을 통해 설정될 수 있다.

[0005] 무선 통신 네트워크는, 다수의 무선 디바이스들에 대한 통신을 지원할 수 있는 다수의 기지국들을 포함

할 수 있다. 무선 디바이스들은 사용자 장비(UE)들을 포함할 수 있다. UE들의 몇몇 예들은, 셀룰러 폰들, 스마트 폰들, 개인 휴대 정보 단말(PDA)들, 무선 모뎀들, 핸드헬드 디바이스들, 태블릿들, 랩톱 컴퓨터들, 넷북들, 스마트북들, 울트라북들 등을 포함할 수 있다. 몇몇 UE들은, 기지국, 다른 원격 디바이스, 또는 몇몇 다른 엔티티와 통신할 수 있는 센서들, 계량기들, 위치 태그들 등과 같은 원격 디바이스들을 포함할 수 있는 머신-타입 통신(MTC) UE들로 고려될 수 있다. 머신 타입 통신(MTC)들은, 적어도 하나의 통신 말단 상에서 적어도 하나의 원격 디바이스를 수반하는 통신을 지칭할 수 있으며, 사람의 상호작용을 반드시 필요로 하지는 않거나 또는 그 초과 엔티티들을 수반하는 데이터 통신의 형태들을 포함할 수 있다. MTC UE들은, 예컨대, 공용 지상 모바일 네트워크(PLMN)들을 통해 MTC 서버들 및/또는 다른 MTC 디바이스들과의 MTC 통신들을 가능하게 하는 UE들을 포함할 수 있다.

발명의 내용

[0006] 본 개시내용의 특정한 양상들은 기지국에 의한 무선 통신들을 위한 방법을 제공한다. 방법은 일반적으로, 제1 코드 시퀀스 및 하나 또는 그 초과 서브프레임들 내의 제1 수의 심볼들에 걸친 상기 제1 코드 시퀀스에 적용된 커버 코드를 이용하여 1차 동기화 신호(PSS)를 생성하는 단계, 하나 또는 그 초과 서브프레임들 내의 제2 수의 심볼들에 걸친 제2 코드 시퀀스에 기반하여 2차 동기화 신호(SSS)를 생성하는 단계, 및 더 넓은 시스템 대역폭의 하나 또는 그 초과 협대역 구역들 상에서 통신하는 제1 타입의 사용자 장비(UE)에 PSS 및 SSS를 송신하는 단계를 포함한다.

[0007] 본 개시내용의 특정한 양상들은 사용자 장비에 의한 무선 통신들을 위한 방법을 제공한다. 방법은 일반적으로, 더 넓은 시스템 대역폭의 하나 또는 그 초과 협대역 구역들 내에서, 제1 코드 시퀀스 및 하나 또는 그 초과 서브프레임들 내의 제1 수의 심볼들에 걸친 상기 제1 코드 시퀀스에 적용된 커버 코드를 이용하여 생성된 1차 동기화 신호(PSS)를 검출하는 단계, PSS에 기반하여 최대-우도 시간 오프셋 추정을 수행하는 단계 — 시간 오프셋은 주파수 오프셋과 상관되지 않음 —, PSS에 기반하여 초기 시간 동기화 및 주파수 동기화를 수행하는 단계, 하나 또는 그 초과 협대역 구역들 내에서, 하나 또는 그 초과 서브프레임들 내의 제2 수의 심볼들에 걸친 제2 코드 시퀀스에 기반하여 생성된 2차 동기화 신호(SSS)를 검출하는 단계, 및 초기 시간 및 주파수 동기화를 개량하기 위해, SSS에 기반하여 정밀 시간 동기화 또는 정밀 주파수 동기화 중 적어도 하나를 수행하는 단계를 포함한다.

[0008] 방법들, 장치, 시스템들, 컴퓨터 프로그램 제품들, 및 프로세싱 시스템들을 포함하는 다수의 다른 양상들이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, 무선 통신 네트워크의 일 예를 개념적으로 예시한 블록 다이어그램이다.

[0010] 도 2는 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, 무선 통신 네트워크에서 사용자 장비(UE)와 통신하는 기지국의 일 예를 개념적으로 예시한 블록 다이어그램을 도시한다.

[0011] 도 3은 롱텀 에볼루션(LTE)에서의 주파수 분할 듀플렉싱(FDD)에 대한 예시적인 프레임 구조를 도시한다.

[0012] 도 4는 정규 사이클릭 프리픽스를 갖는 2개의 예시적인 서브프레임 포맷들을 도시한다.

[0013] 도 5는 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, 기지국(BS)에 의해 수행될 수 있는 예시적인 동작들을 예시한다.

[0014] 도 6은 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, 사용자 장비(UE)에 의해 수행될 수 있는 예시적인 동작들을 예시한다.

[0015] 도 7은 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, 협대역 사물 인터넷(NB-IoT) 동기화를 위한 예시적인 동작들의 블록 다이어그램을 예시한다.

[0016] 도 8은 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, 듀얼 계층 PSS 시퀀스 구조의 일 예를 예시한다.

[0017] 도 9는 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, 감소된 알파벳 사이즈를 갖는 수정된 자도프-추(Zadoff-Chu) 시퀀스들의 일 예를 예시한다.

[0018] 도 10은 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, PSS 파형을 생성하도록 기지국에 의해 수행될 수 있는 예

시적인 동작들의 블록 다이어그램을 예시한다.

[0019] 도 11은 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, NB-IoT 및 레거시 LTE의 충돌-없는(collision-free) 리소스 맵핑을 예시한 시간-주파수 리소스들의 도면이다.

[0020] 도 12는 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, 최대-우도 추정(MLE)의 예시적인 타이밍 오프셋들을 예시한다.

[0021] 도 13은 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른 송신된 및 수신된 PSS 파일럿들의 주파수 위치들을 예시한다.

[0022] 도 13a는 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, 정규화된 상관에 기반한 정규화된 주파수 오프셋 추정을 예시한 그래프이다.

[0023] 도 14는 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, 타이밍 및 주파수 포착을 위한 예시적인 동작들의 블록 다이어그램을 예시한다.

[0024] 도 15는 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, SSS 파형을 생성하도록 기지국에 의해 수행될 수 있는 예시적인 동작들을 예시한다.

[0025] 도 16은 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, 일 길이의 컴퓨터 생성된 시퀀스에 대응하는 PSS 시퀀스의 성상도를 예시한 그래프이다.

[0026] 도 16a는 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, 길이 12의 수정된 자도프-추 시퀀스에 대응하는 PSS 시퀀스의 성상도를 예시한 그래프이다.

[0027] 도 17은 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, 타이밍 오프셋 추정에 대한 커버 코드 최적화의 영향들을 도시한 타이밍 추정 및 타이밍 메트릭의 그래프이다.

[0028] 도 17a는 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, 이진 커버 코드 패턴들의 선택에 대한 타이밍 오프셋 추정기의 의존성을 나타내는 타이밍 추정 및 타이밍 메트릭의 그래프이다.

[0029] 도 18은 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, SSS 시퀀스로부터 셀 ID로의 맵핑 및 시스템 정보를 도시한 표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010]

[0030] 본 개시내용의 특정한 양상들은 일반적으로 협대역 동작을 위한 동기화 신호들의 설계에 관한 것이다. 본 명세서에서 제시된 설계들은, (더 넓은 동작 대역폭 내의)대역-내 및 독립형 배치들 둘 모두와 같은 다양한 협대역 배치 시나리오들에 적합할 수 있다. 본 명세서에 설명될 바와 같이, 몇몇 경우들에서, "2-계층화" PSS 신호는, 예컨대 양호한 상관 및 런(run) 길이 속성들을 갖는 듀얼-계층 랜덤 코드들을 사용하여 구성될 수 있다.

[0011]

[0031] 본 명세서에 설명되는 기법들은 CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA 및 다른 네트워크들과 같은 다양한 무선 통신 네트워크들에 사용될 수 있다. 용어들 "네트워크" 및 "시스템"은 종종 상호교환가능하게 사용된다. CDMA 네트워크는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access), cdma2000 등과 같은 라디오 기술을 구현할 수 있다. UTRA는 광대역 CDMA(WCDMA), 시분할 동기식 CDMA(TD-SCDMA), 및 CDMA의 다른 변형들을 포함한다. cdma2000은, IS-2000, IS-95 및 IS-856 표준들을 커버한다. TDMA 네트워크는 GSM(global system for mobile communications)과 같은 라디오 기술을 구현할 수 있다. OFDMA 네트워크는, 이벌브드 UTRA(E-UTRA), UMB(ultra mobile broadband), IEEE 802.11(Wi-Fi), IEEE 802.16(WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM® 등과 같은 라디오 기술을 구현할 수 있다. UTRA 및 E-UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunication System)의 일부이다. 3GPP 롱텀 에볼루션(LTE) 및 LTE 어드밴스드(LTE-A)는, 주파수 분할 듀플렉스(FDD) 및 시분할 듀플렉스(TDD) 둘 모두에서, 다운링크 상에서는 OFDMA를 이용하고 업링크 상에서는 SC-FDMA를 이용하는 E-UTRA를 사용하는 UMTS의 새로운 릴리스들이다. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A 및 GSM은 "3세대 파트너쉽 프로젝트(3GPP)"로 명칭된 조직으로부터의 문헌들에 설명되어 있다. cdma2000 및 UMB는 "3세대 파트너쉽 프로젝트 2(3GPP2)"로 명칭된 조직으로부터의 문헌들에 설명되어 있다. 본 명세서에 설명되는 기법들은 위에서 언급된 무선 네트워크들 및 라디오 기술들 뿐만 아니라 다른 무선 네트워크들 및 라디오 기술들에 대해 사용될 수 있다. 명확화를 위해, 기법들의 특정한 양상들은 LTE/LTE-어드밴스드에 대해 아래에서 설명되며, LTE/LTE-어드

밴드라는 용어가 아래의 설명의 대부분에서 사용된다. LTE 및 LTE-A는 일반적으로 LTE로 지칭된다.

- [0012] 예시적인 무선 통신 시스템
- [0013] [0032] 도 1은, 본 개시내용의 양상들이 실시될 수 있는 예시적인 무선 통신 네트워크(100)를 예시한다. 예컨대, 본 명세서에서 제시되는 기법들은, 도 1에 도시된 UE들 및 BS들이 협대역(예컨대, 6-PRB) 기반 탐색 공간을 사용하여 머신 타입 물리 다운링크 제어 채널(mPDCCH) 상에서 통신하는 것을 돕기 위해 사용될 수 있다.
- [0014] [0033] 네트워크(100)는, LTE 네트워크 또는 몇몇 다른 무선 네트워크일 수 있다. 무선 네트워크(100)는 다수의 이벌브드 노드 B들(eNB들)(110) 및 다른 네트워크 엔티티들을 포함할 수 있다. eNB는 사용자 장비(UE)들과 통신하는 엔티티이며, 또한 기지국, 노드 B, 액세스 포인트 등으로 지칭될 수 있다. 각각의 eNB는 특정한 지리적 영역에 대한 통신 커버리지를 제공할 수 있다. 3GPP에서, 용어 "셀"은, 그 용어가 사용되는 맥락에 따라, eNB의 커버리지 영역 및/또는 이러한 커버리지 영역을 서빙하는 eNB 서브시스템을 지칭할 수 있다.
- [0015] [0034] eNB는 매크로 셀, 피코 셀, 펌토 셀, 및/또는 다른 타입들의 셀에 대한 통신 커버리지를 제공할 수 있다. 매크로 셀은, 비교적 큰 지리적 영역(예컨대, 반경이 수 킬로미터)을 커버할 수 있으며, 서비스 가입된 UE들에 의한 제약되지 않은 액세스를 허용할 수 있다. 피코 셀은 비교적 작은 지리적 영역을 커버할 수 있으며, 서비스 가입된 UE들에 의한 제약되지 않은 액세스를 허용할 수 있다. 펌토 셀은 비교적 작은 지리적 영역(예컨대, 홈(home))을 커버할 수 있으며, 펌토 셀과의 연관(association)을 갖는 UE들(예컨대, 폐쇄형 가입자 그룹(CSG) 내의 UE들)에 의한 제약된 액세스를 허용할 수 있다. 매크로 셀에 대한 eNB는 매크로 eNB로 지칭될 수 있다. 피코 셀에 대한 eNB는 피코 eNB로 지칭될 수 있다. 펌토 셀에 대한 eNB는 펌토 eNB 또는 홈 eNB(HeNB)로 지칭될 수 있다. 도 1에 도시된 예에서, eNB(110a)는 매크로 셀(102a)에 대한 매크로 eNB일 수 있고, eNB(110b)는 피코 셀(102b)에 대한 피코 eNB일 수 있으며, eNB(110c)는 펌토 셀(102c)에 대한 펌토 eNB일 수 있다. eNB는 하나 또는 다수개(예컨대, 3개)의 셀들을 지원할 수 있다. 용어들 "eNB", "기지국" 및 "셀"은 본 명세서에서 상호교환가능하게 사용될 수 있다.
- [0016] [0035] 무선 네트워크(100)는 또한 중계국들을 포함할 수 있다. 중계국은, 업스트림 스테이션(예컨대, eNB 또는 UE)으로부터 데이터의 송신을 수신할 수 있고 다운스트림 스테이션(예컨대, UE 또는 eNB)으로 데이터의 송신을 전송할 수 있는 엔티티이다. 또한, 중계국은 다른 UE들에 대한 송신들을 중계할 수 있는 UE일 수 있다. 도 1에 도시된 예에서, 중계국(110d)은 eNB(110a)와 UE(120d) 사이의 통신을 용이하게 하기 위해 매크로 eNB(110a) 및 UE(120d)와 통신할 수 있다. 중계국은 또한 중계 eNB, 중계 기지국, 중계기 등으로 지칭될 수 있다.
- [0017] [0036] 무선 네트워크(100)는, 상이한 타입들의 eNB들, 예컨대, 매크로 eNB들, 피코 eNB들, 펌토 eNB들, 중계 eNB들 등을 포함하는 이중 네트워크일 수 있다. 이들 상이한 타입들의 eNB들은 무선 네트워크(100)에서 상이한 송신 전력 레벨들, 상이한 커버리지 영역들, 및 간섭에 대한 상이한 영향을 가질 수 있다. 예컨대, 매크로 eNB들은 높은 송신 전력 레벨(예컨대, 5 내지 40 와트)을 가질 수 있는 반면, 피코 eNB들, 펌토 eNB들, 및 중계 eNB들은 더 낮은 송신 전력 레벨들(예컨대, 0.1 내지 2 와트)을 가질 수 있다.
- [0018] [0037] 네트워크 제어기(130)는 eNB들의 세트에 커풀링할 수 있고, 이들 eNB들에 대한 조정 및 제어를 제공할 수 있다. 네트워크 제어기(130)는 백홀을 통해 eNB들과 통신할 수 있다. eNB들은 또한, 예컨대, 무선 또는 유선 백홀을 통해 간접적으로 또는 직접적으로 서로 통신할 수 있다.
- [0019] [0038] UE들(120)(예컨대, 120a, 120b, 120c)은 무선 네트워크(100) 전반에 걸쳐 산재될 수 있고, 각각의 UE는 고정형 또는 이동형일 수 있다. UE는 또한, 액세스 단말, 단말, 모바일 스테이션, 가입자 유닛, 스테이션 등으로 지칭될 수 있다. UE는 셀룰러 폰, 개인 휴대 정보 단말(PDA), 무선 모뎀, 무선 통신 디바이스, 핸드헬드 디바이스, 랩톱 컴퓨터, 코드리스 전화기, 무선 로컬 루프(WLL) 스테이션, 태블릿, 스마트폰, 넷북, 스마트북, 울트라북 등일 수 있다. 도 1에서, 양방향 화살표들을 갖는 실선은, 다운링크 및/또는 업링크 상에서 UE를 서빙하도록 지정된 eNB인 서빙 eNB와 UE 사이의 원하는 송신들을 표시한다. 양방향 화살표들을 갖는 파선은 UE와 eNB 사이의 잠재적으로 간섭하는 송신들을 표시한다.
- [0020] [0039] 무선 통신 네트워크(100)(예컨대, LTE 네트워크) 내의 하나 또는 그 초과 UE들(120)은 또한 협대역 대역폭 UE일 수 있다. 이들 UE들은 LTE 네트워크에서 레거시 및/또는 진보된 UE들(예컨대, 더 넓은 대역폭 상에서 동작할 수 있음)과 공존할 수 있으며, 무선 네트워크 내의 다른 UE들과 비교할 경우 제한된 하나 또는 그 초과 능력들을 가질 수 있다. 예컨대, LTE Rel-12에서, LTE 네트워크 내의 레거시 및/또는 진보된 UE들과 비교할 경우, 협대역 UE들은 다음 중 하나 또는 그 초과를 가지면서 동작할 수 있다: (레거시 UE들에 비해) 최대 대

역폭의 감소, 단일 수신 라디오 주파수(RF) 체인, 피크 레이트의 감소(예컨대, 전송 블록 사이즈(TBS)에 대해 최대 1000 비트들이 지원될 수 있음), 송신 전력의 감소, 랭크 1 송신, 하프 듀플렉스 동작 등. 몇몇 경우들에서, 하프 듀플렉스 동작이 지원되면, 협대역 UE들은 송신 동작으로부터 수신 동작으로의 (또는 수신 동작으로부터 송신 동작으로의) 완료된 스위칭 시간을 가질 수 있다. 예컨대, 하나의 경우에서, 레거시 및/또는 진보된 UE들에 대한 20마이크로초(us)의 스위칭 타이밍과 비교될 때, 협대역 UE들은 1밀리초(ms)의 완료된 스위칭 타이밍을 가질 수 있다.

[0021] [0040] 몇몇 경우들에서, (예컨대, LTE Rel-12의) 협대역 UE들은 또한, LTE 네트워크 내의 레거시 및/또는 진보된 UE들이 다운링크(DL) 제어 채널들을 모니터링하는 것과 동일한 방식으로 DL 제어 채널들을 모니터링할 수 있다. 릴리즈 12 협대역 UE들은 정규 UE들과 동일한 방식으로 다운링크(DL) 제어 채널들을 여전히 모니터링할 수 있으며, 예컨대, 첫번째 몇몇 심볼들에서 광대역 제어 채널들(예컨대, 물리 다운링크 제어 채널(PDCCH)) 뿐만 아니라 비교적 협대역을 점유하지만 일 길이의 서브프레임에 걸쳐있는(span) 협대역 제어 채널들(예컨대, 향상된 PDCCH(ePDCCH))을 모니터링한다.

[0022] [0041] 특정한 양상들에 따르면, 협대역 UE들은, (예컨대, 1.4/3/5/10/15/20MHz의) 더 넓은 시스템 대역폭 내에서 공존하면서 (이용가능한 시스템 대역폭으로부터 파티셔닝된) 6개의 리소스 블록(RB)들 또는 1.4MHz의 특정한 협대역 할당으로 제한될 수 있다. 부가적으로, 협대역 UE들은 또한, 하나 또는 그 초과와 커버리지 동작 모드들을 지원할 수 있다. 예컨대, 협대역 UE는 15dB까지 커버리지 향상들을 지원할 수 있다.

[0023] [0042] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 제한된 통신 리소스들, 예컨대, 더 작은 대역폭을 갖는 디바이스들은 일반적으로 협대역 UE들로 지칭될 수 있다. 유사하게, (예컨대, LTE에서) 레거시 및/또는 진보된 UE들과 같은 레거시 디바이스들은 일반적으로 광대역 UE들로 지칭될 수 있다. 일반적으로, 광대역 UE들은 협대역 UE들보다 더 많은 양의 대역폭 상에서 동작할 수 있다.

[0024] [0043] 몇몇 경우들에서, UE(예컨대, 협대역 UE 또는 광대역 UE)는 네트워크에서 통신하기 전에 셀 탐색 및 포착 절차를 수행할 수 있다. 하나의 경우에서, 도 1에 일 예로서 예시된 LTE 네트워크를 참조하면, 셀 탐색 및 포착 절차는, UE가 LTE 셀에 연결되지 않고 LTE 네트워크에 액세스하기를 원하는 경우 수행될 수 있다. 이 경우들에서, UE는 지금 막, 파워 온되었거나, LTE 셀로의 연결을 일시적으로 손실한 이후 연결을 복원하는 동일 수 있다.

[0025] [0044] 다른 경우들에서, 셀 탐색 및 포착 절차는, UE가 LTE 셀에 이미 연결된 경우 수행될 수 있다. 예컨대, UE는 새로운 LTE 셀을 검출할 수 있고, 새로운 셀로의 핸드오버를 준비할 수 있다. 다른 예로서, UE는 하나 또는 그 초과와 저전력 상태에서 동작하고 있을 수 있고(예컨대, 불연속 수신(DRX)을 지원할 수 있고), 하나 또는 그 초과와 저전력 상태들을 빠져나올 시에, (UE가 여전히 연결 모드에 있더라도) 셀 탐색 및 포착 절차를 수행해야 할 수 있다.

[0026] [0045] 도 2는, 도 1의 기지국들/eNB들 중 하나 및 UE들 중 하나일 수 있는, 기지국/eNB(110) 및 UE(120)의 일 설계의 블록 다이어그램을 도시한다. 기지국(110)에는 T개의 안테나들(234a 내지 234t)이 장착될 수 있고, UE(120)에는 R개의 안테나들(252a 내지 252r)이 장착될 수 있으며, 여기서, 일반적으로, $T \geq 1$ 및 $R \geq 1$ 이다.

[0027] [0046] 기지국(110)에서, 송신 프로세서(220)는 데이터 소스(212)로부터 하나 또는 그 초과와 UE들에 대한 데이터를 수신하고, UE로부터 수신된 CQI들에 기반하여 각각의 UE에 대해 하나 또는 그 초과와 변조 및 코딩 방식들(MCS)을 선택하고, UE에 대해 선택된 MCS(들)에 기반하여 각각의 UE에 대한 데이터를 프로세싱(예컨대, 인코딩 및 변조)하며, 모든 UE들에 대한 데이터 심볼들을 제공할 수 있다. 송신 프로세서(220)는 또한, (예컨대, SRPI 등에 대한) 시스템 정보 및 제어 정보(예컨대, CQI 요청들, 그랜트(grant)들, 상위 계층 시그널링 등)를 프로세싱하고, 오버헤드 심볼들 및 제어 심볼들을 제공할 수 있다. 프로세서(220)는 또한, 기준 신호들(예컨대, CRS) 및 동기화 신호들(예컨대, PSS 및 SSS)에 대한 기준 심볼들을 생성할 수 있다. 송신(TX) 다중-입력 다중-출력(MIMO) 프로세서(230)는, 적용가능하다면, 데이터 심볼들, 제어 심볼들, 오버헤드 심볼들, 및/또는 기준 심볼들에 대해 공간 프로세싱(예컨대, 프리코딩)을 수행할 수 있고, T개의 출력 심볼 스트림들을 T개의 변조기들(MOD들)(232a 내지 232t)에 제공할 수 있다. 각각의 변조기(232)는 각각의 출력 심볼 스트림을 (예컨대, OFDM 등을 위해) 프로세싱하여, 출력 샘플 스트림을 획득할 수 있다. 각각의 변조기(232)는 출력 샘플 스트림을 추가적으로 프로세싱(예컨대, 아날로그로 변환, 증폭, 필터링 및 상향변환)하여, 다운링크 신호를 획득할 수 있다. 변조기들(232a 내지 232t)로부터의 T개의 다운링크 신호들은 T개의 안테나들(234a 내지 234t)을 통해 각각 송신될 수 있다.

- [0028] [0047] UE(120)에서, 안테나들(252a 내지 252r)은 기지국(110) 및/또는 다른 기지국들로부터 다운링크 신호들을 수신할 수 있고, 수신된 신호들을 복조기(DEMOD)들(254a 내지 254r)에 각각 제공할 수 있다. 각각의 복조기(254)는 그의 수신된 신호를 컨디셔닝(예컨대, 필터링, 증폭, 하향변환, 및 디지털화)하여, 입력 샘플들을 획득할 수 있다. 각각의 복조기(254)는 입력 샘플들을 (예컨대, OFDM 등을 위해) 추가적으로 프로세싱하여, 수신된 심볼들을 획득할 수 있다. MIMO 검출기(256)는 모든 R개의 복조기들(254a 내지 254r)로부터의 수신된 심볼들을 획득하고, 적용가능하다면 수신된 심볼들에 대해 MIMO 검출을 수행하고, 검출된 심볼들을 제공할 수 있다. 수신 프로세서(258)는 검출된 심볼들을 프로세싱(예컨대, 복조 및 디코딩)하고, UE(120)에 대한 디코딩된 데이터를 데이터 싱크(260)에 제공하고, 디코딩된 제어 정보 및 시스템 정보를 제어기/프로세서(280)에 제공할 수 있다. 채널 프로세서는 RSRP, RSSI, RSRQ, CQI 등을 결정할 수 있다.
- [0029] [0048] 업링크 상에서, UE(120)에서, 송신 프로세서(264)는 데이터 소스(262)로부터의 데이터 및 제어기/프로세서(280)로부터의 (예컨대, RSRP, RSSI, RSRQ, CQI 등을 포함하는 리포트들에 대한) 제어 정보를 수신 및 프로세싱할 수 있다. 프로세서(264)는 또한 하나 또는 그 초과에 대한 기준 신호들에 대한 기준 심볼들을 생성할 수 있다. 송신 프로세서(264)로부터의 심볼들은 적용가능하다면 TX MIMO 프로세서(266)에 의해 프리코딩되고, 변조기들(254a 내지 254r)에 의해 (예컨대, SC-FDM, OFDM 등을 위해) 추가적으로 프로세싱되며, 기지국(110)에 송신될 수 있다. 기지국(110)에서, UE(120) 및 다른 UE들로부터의 업링크 신호들은 안테나들(234)에 의해 수신되고, 복조기들(232)에 의해 프로세싱되고, 적용가능하다면 MIMO 검출기(236)에 의해 검출되며, 수신 프로세서(238)에 의해 추가적으로 프로세싱되어, UE(120)에 의해 전송된 디코딩된 데이터 및 제어 정보를 획득할 수 있다. 프로세서(238)는 디코딩된 데이터를 데이터 싱크(239)에 제공할 수 있고, 디코딩된 제어 정보를 제어기/프로세서(240)에 제공할 수 있다. 기지국(110)은, 통신 유닛(244)을 포함하고, 통신 유닛(244)을 통해 네트워크 제어기(130)에 통신할 수 있다. 네트워크 제어기(130)는, 통신 유닛(294), 제어기/프로세서(290), 및 메모리(292)를 포함할 수 있다.
- [0030] [0049] 제어기들/프로세서들(240 및 280)은 기지국(110) 및 UE(120)에서의 동작을 각각 지시(direct)할 수 있다. 예컨대, UE(120)의 프로세서(280) 및/또는 다른 프로세서들 및 모듈들은, 도 6에 도시된 동작들(600)을 수행 또는 지시할 수 있다. 메모리들(242 및 282)은 기지국(110) 및 UE(120)에 대한 데이터 및 프로그램 코드들을 각각 저장할 수 있다. 스케줄러(246)는 다운링크 및/또는 업링크 상에서의 데이터 송신을 위해 UE들을 스케줄링할 수 있다.
- [0031] [0050] 도 3은 LTE에서의 FDD에 대한 예시적인 프레임 구조(300)를 도시한다. 다운링크 및 업링크 각각에 대한 송신 시간라인은 라디오 프레임들의 단위들로 분할될 수 있다. 각각의 라디오 프레임은 미리 결정된 지속기간(예컨대, 10 밀리초(ms))을 가질 수 있으며, 0 내지 9의 인덱스들을 갖는 10개의 서브프레임들로 분할될 수 있다. 각각의 서브프레임은 2개의 슬롯들을 포함할 수 있다. 따라서, 각각의 라디오 프레임은 0 내지 19의 인덱스들을 갖는 20개의 슬롯들을 포함할 수 있다. 각각의 슬롯은 L개의 심볼 기간들, 예컨대, (도 3에 도시된 바와 같이) 정규 사이클릭 프리픽스의 경우 7개의 심볼 기간들 또는 확장된 사이클릭 프리픽스의 경우 6개의 심볼 기간들을 포함할 수 있다. 각각의 서브프레임 내의 2L개의 심볼 기간들은 0 내지 2L-1의 인덱스들을 할당받을 수 있다.
- [0032] [0051] LTE에서, eNB는 eNB에 의해 지원되는 각각의 셀에 대해 시스템 대역폭의 중심에서 다운링크 상에서 1차 동기화 신호(PSS) 및 2차 동기화 신호(SSS)를 송신할 수 있다. PSS 및 SSS는 도 3에 도시된 바와 같이, 정규 사이클릭 프리픽스를 갖는 각각의 라디오 프레임의 서브프레임들 0 및 5 각각 내의 심볼 기간들 6 및 5에서 송신될 수 있다. PSS 및 SSS는 셀 탐색 및 포착을 위하여 UE들에 의해 사용될 수 있으며, 다른 정보들 중에서, 듀플렉싱 모드의 표시와 함께 (예컨대, 셀 ID를 결정할 시에 사용되는 PSS 및 SSS와 함께) 셀 ID를 포함할 수 있다. 듀플렉싱 모드의 표시는, 셀이 시분할 듀플렉싱(TDD) 프레임 구조를 이용하든지 또는 주파수 분할 듀플렉싱(FDD) 프레임 구조를 이용하든지 표시할 수 있다. eNB는 eNB에 의해 지원되는 각각의 셀에 대하여 시스템 대역폭에 걸쳐 셀-특정 기준 신호(CRS)를 송신할 수 있다. CRS는, 각각의 서브프레임의 특정한 심볼 기간들에서 송신될 수 있으며, 채널 추정, 채널 품질 측정, 및/또는 다른 기능들을 수행하도록 UE들에 의해 사용될 수 있다. eNB는 또한, 특정한 라디오 프레임들의 슬롯 1 내의 심볼 기간들 0 내지 3에서 물리 브로드캐스트 채널(PBCH)을 송신할 수 있다. PBCH는 몇몇 시스템 정보를 반송할 수 있다. eNB는, 특정한 서브프레임들에서 물리 다운링크 공유 채널(PDSCH) 상에서 시스템 정보 블록(SIB)들과 같은 다른 시스템 정보를 송신할 수 있다. eNB는 서브프레임의 처음의 B 심볼 기간들에서 물리 다운링크 제어 채널(PDCCH) 상에서 제어 정보/데이터를 송신할 수 있으며, 여기서, B는 각각의 서브프레임에 대해 구성가능할 수 있다. eNB는 각각의 서브프레임의 나머지 심볼 기간들에서 PDSCH 상에서 트래픽 데이터 및/또는 다른 데이터를 송신할 수 있다.

- [0033] [0052] 채널 품질 측정들은, UE의 DRX 사이클에 기반한 것과 같은 정의된 스케줄에 따라 UE에 의해 수행될 수 있다. 예컨대, UE는 모든 각각의 DRX 사이클에서 서빙 셀에 대한 측정들을 수행하려고 시도할 수 있다. UE는 또한, 비-서빙 이웃한 셀들에 대한 측정들을 수행하려고 시도할 수 있다. 비-서빙 이웃 셀들에 대한 측정들은 서빙 셀들에 대한 것과는 상이한 스케줄에 기반하여 행해질 수 있으며, UE는, UE가 연결 모드에 있는 경우 비-서빙 셀들을 측정하기 위해 서빙 셀로부터 튜너 어웨이(tune away)될 필요가 있을 수 있다.
- [0034] [0053] 채널 품질 측정들을 용이하게 하기 위해, eNB는 특정한 서브프레임들 상에서 셀 특정 기준 신호(CRS)를 송신할 수 있다. 예컨대, eNB는 주어진 프레임에 대한 서브프레임들 0 및 5에 걸쳐 CRS를 송신할 수 있다. 협대역 UE는 이러한 신호를 수신하고, 수신된 신호의 평균 전력 또는 RSRP를 측정할 수 있다. 협대역 UE는 또한, 모든 소스들로부터의 총 수신 신호 전력에 기반하여 수신 신호 강도 표시자(RSSI)를 계산할 수 있다. RSRQ는 또한, RSRP 및 RSSI에 기반하여 계산될 수 있다.
- [0035] [0054] 측정들을 용이하게 하기 위해, eNB는 자신의 커버리지 영역 내의 UE들에 측정 구성을 제공할 수 있다. 측정 구성은 측정 리포팅을 위한 이벤트 트리거들을 정의할 수 있으며, 각각의 이벤트 트리거는 연관된 파라미터들을 가질 수 있다. UE가 구성된 측정 이벤트를 검출하는 경우, UE는 연관된 측정 오브젝트들에 관한 정보를 이용하여 측정 리포트를 eNB에 전송함으로써 응답할 수 있다. 구성된 측정 이벤트는, 예컨대, 임계치를 충족하는 측정된 기준 신호 수신 전력(RSRP) 또는 측정된 기준 신호 수신 품질(RSRQ)일 수 있다. TTT(time-to-trigger) 파라미터는, UE가 자신의 측정 리포트를 전송하기 전에 측정 이벤트를 얼마나 길게 지속해야 하는지를 정의하는데 사용될 수 있다. 이러한 방식으로, UE는 자신의 라디오 조건들의 변화들을 네트워크에 시그널링할 수 있다.
- [0036] [0055] 도 4는 정규 사이클릭 프리픽스를 갖는 2개의 예시적인 서브프레임 포맷들(410 및 420)을 도시한다. 이 용가능한 시간 주파수 리소스들은 리소스 블록들로 분할될 수 있다. 각각의 리소스 블록은 하나의 슬롯에서 12개의 서브캐리어들을 커버할 수 있으며, 다수의 리소스 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 각각의 리소스 엘리먼트는, 하나의 심볼 기간에서 하나의 서브캐리어를 커버할 수 있으며, 실수 또는 복소수 값일 수 있는 하나의 변조 심볼을 전송하는데 사용될 수 있다.
- [0037] [0056] 서브프레임 포맷(410)은 2개의 안테나들에 대해 사용될 수 있다. CRS는 심볼 기간들 0, 4, 7 및 11에서 안테나들 0 및 1로부터 송신될 수 있다. 기준 신호는 송신기 및 수신기에 의해 사전에 알려진 신호이며, 또한 파일럿으로 지칭될 수 있다. CRS는 셀에 대해 특정한, 예컨대, 셀 아이덴티티(ID 또는 식별)에 기반하여 생성된 기준 신호이다. 도 4에서, 라벨 Ra를 갖는 주어진 리소스 엘리먼트에 대해, 변조 심볼은 안테나 a로부터 그 리소스 엘리먼트 상에서 송신될 수 있으며, 어떠한 변조 심볼들도 다른 안테나들로부터 그 리소스 엘리먼트 상에서 송신되지 않을 수 있다. 서브프레임 포맷(420)은 4개의 안테나들에 대해 사용될 수 있다. CRS는 심볼 기간들 0, 4, 7 및 11에서 안테나들 0 및 1로부터 그리고 심볼 기간들 1 및 8에서 안테나들 2 및 3으로부터 송신될 수 있다. 서브프레임 포맷들(410 및 420) 둘 모두에 대해, CRS는, 셀 ID에 기반하여 결정될 수 있는 균등하게 이격된 서브캐리어들 상에서 송신될 수 있다. CRS들은, 그들의 셀 ID들에 의존하여, 동일하거나 상이한 서브캐리어들 상에서 송신될 수 있다. 서브프레임 포맷들(410 및 420) 둘 모두에 대해, CRS에 대해 사용되지 않은 리소스 엘리먼트들은 데이터(예컨대, 트래픽 데이터, 제어 데이터, 및/또는 다른 데이터)를 송신하는데 사용될 수 있다.
- [0038] [0057] LTE의 PSS, SSS, CRS 및 PBCH는, 명칭이 "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation"인 3GPP TS 36.211에 설명되어 있으며, 이는 공개적으로 이용가능하다.
- [0039] [0058] 인터레이스 구조는 LTE에서의 FDD에 대한 다운링크 및 업링크 각각에 대해 사용될 수 있다. 예컨대, 0 내지 Q-1의 인덱스들을 갖는 Q개의 인터레이스들이 정의될 수 있으며, 여기서, Q는 4, 6, 8, 10, 또는 몇몇 다른 값과 동일할 수 있다. 각각의 인터레이스는 Q개의 프레임들만큼 이격된 서브프레임들을 포함할 수 있다. 특히, 인터레이스 q는 서브프레임들 q, q+Q, q+2Q 등을 포함할 수 있으며, 여기서, $q \in \{0, \dots, Q-1\}$ 이다.
- [0040] [0059] 무선 네트워크는 다운링크 및 업링크 상에서의 데이터 송신을 위해 하이브리드 자동 재송신 요청(HARQ)을 지원할 수 있다. HARQ에 대해, 송신기(예컨대, eNB)는, 패킷이 수신기(예컨대, UE)에 의해 정확히 디코딩되거나 몇몇 다른 종료 조건에 직면할 때까지, 패킷의 하나 또는 그 초과 송신들을 전송할 수 있다. 동기식 HARQ에 대해, 패킷의 모든 송신들은 단일 인터레이스의 서브프레임들에서 전송될 수 있다. 비동기식 HARQ에 대해, 패킷의 각각의 송신은 임의의 서브프레임에서 전송될 수 있다.
- [0041] [0060] UE는 다수의 eNB들의 커버리지 내에 로케이팅될 수 있다. 이들 eNB들 중 하나는 UE를 서빙하기 위해 선

택될 수 있다. 서빙 eNB는 수신 신호 강도, 수신 신호 품질, 경로손실 등과 같은 다양한 기준들에 기반하여 선택될 수 있다. 수신 신호 품질은, 신호-대-잡음-및-간섭비(SINR), 또는 기준 신호 수신 품질(RSRQ), 또는 몇몇 다른 메트릭에 의해 정량화될 수 있다. UE는, UE가 하나 또는 그 초과와 간섭 eNB들로부터 높은 간섭을 관측할 수 있는 주요한 간섭 시나리오로 동작할 수 있다.

[0042] [0061] 종래의 LTE 설계의 포커스는 스펙트럼 효율, 유비쿼터스 커버리지, 및 향상된 서비스 품질(QoS) 지원의 개선에 있다. 현재의 LTE 시스템 다운링크(DL) 및 업링크(UL) 링크 버짓(budget)들은, 최신 스마트폰들 및 태블릿들과 같은 고사양 디바이스들의 커버리지에 대해 설계되며, 이는 비교적 큰 DL 및 UL 링크 버짓을 지원할 수 있다.

[0043] [0062] 따라서, 위에서 설명된 바와 같이, 무선 통신 네트워크(예컨대, 무선 통신 네트워크(100)) 내의 하나 또는 그 초과와 UE들은, 무선 통신 네트워크 내의 다른 (광대역) 디바이스들과 비교할 때, 제한된 통신 리소스들을 갖는 디바이스들, 이를테면 협대역 UE들일 수 있다. 협대역 UE들에 대해, 오직 제한된 양의 정보만이 교환될 필요가 있을 수 있으므로, 다양한 요건들이 완화될 수 있다. 예컨대, 최대 대역폭이 (광대역 UE들에 비해) 감소될 수 있고, 단일 수신 라디오 주파수(RF) 체인이 사용될 수 있고, 피크 레이트가 감소될 수 있고(예컨대, 전송 블록 사이즈에 대해 최대 100비트들), 송신 전력이 감소될 수 있고, 랭크 1 송신이 사용될 수 있으며, 하프 듀플렉스 동작이 수행될 수 있다.

[0044] [0063] 몇몇 경우들에서, 하프-듀플렉스 동작이 수행되면, 협대역 UE들은 송신하는 것으로부터 수신하는 것(또는 수신하는 것으로부터 송신하는 것)으로 트랜지션하기 위한 완화된 스위칭 시간을 가질 수 있다. 예컨대, 스위칭 시간은 정규 UE들에 대한 $20\mu s$ 로부터 협대역 UE들에 대한 $1ms$ 로 완화될 수 있다. 릴리즈 12 협대역 UE들은 정규 UE들과 동일한 방식으로 다운링크(DL) 제어 채널들을 여전히 모니터링할 수 있으며, 예컨대, 첫번째 몇몇 심볼들에서 광대역 제어 채널들(예컨대, PDCCH) 뿐만 아니라 비교적 협대역을 점유하지만 일 길이의 서브프레임에 걸쳐있는(span) 협대역 제어 채널들(예컨대, ePDCCH)을 모니터링한다.

[0045] [0064] 몇몇 시스템들, 예컨대 LTE Rel-13에서, 협대역은 이용가능한 시스템 대역폭 내의 (예컨대, 6개를 초과하지 않는 리소스 블록(RB)들의) 특정한 협대역 할당으로 제한될 수 있다. 그러나, 협대역은, 예컨대, LTE 시스템 내에서 공존하기 위해 LTE 시스템의 이용가능한 시스템 대역폭 내의 상이한 협대역 구역들로 리튜닝(예컨대, 동작 및/또는 캠핑(camp))될 수 있다.

[0046] [0065] LTE 시스템 내의 공존의 다른 예로서, 협대역 UE들은, 레거시 물리 브로드캐스트 채널(PBCH)(예컨대, 일반적으로, 셀에 대한 초기 액세스를 위해 사용될 수 있는 파라미터들을 반송하는 LTE 물리 채널)를 (반복적으로) 수신하며, 하나 또는 그 초과와 레거시 물리 랜덤 액세스 채널(PRACH) 포맷들을 지원할 수 있다. 예컨대, 협대역 UE들은 다수의 서브프레임들에 걸쳐 PBCH의 하나 또는 그 초과와 부가적인 반복들과 함께 레거시 PBCH를 수신할 수 있다. 다른 예로서, 협대역 UE들은 (예컨대, 지원되는 하나 또는 그 초과와 PRACH 포맷들을 갖는) PRACH의 하나 또는 그 초과와 반복들을 LTE 시스템 내의 eNB에 송신할 수 있다. PRACH는 협대역 UE를 식별하는데 사용될 수 있다. 또한, 반복된 PRACH 시도들의 수는 eNB에 의해 구성될 수 있다.

[0047] [0066] 협대역 UE는 또한, 링크 버짓 제한된 디바이스일 수 있으며, 그의 링크 버짓 제한에 기반하여 (예컨대, 협대역 UE로 송신된 상이한 양들의 반복된 메시지들을 포함하는) 상이한 동작 모드들에서 동작할 수 있다. 예컨대, 몇몇 경우들에서, 협대역 UE는, 반복이 거의 없거나 전혀없는 일반적인 커버리지 모드에서 동작할 수 있다(즉, UE가 메시지를 성공적으로 수신하기 위해 필요한 반복의 양은 낮을 수 있거나 또는 반복이 심지어 필요하지 않을 수 있음). 대안적으로, 몇몇 경우들에서, 협대역 UE는, 많은 양들의 반복이 존재할 수 있는 커버리지 향상(CE) 모드에서 동작할 수 있다. 예컨대, 328비트 페이로드에 대해, CE 모드의 협대역 UE는 페이로드를 성공적으로 수신하기 위해 페이로드의 150 또는 그 초과와 반복들을 필요로 할 수 있다.

[0048] [0067] 몇몇 경우들에서, 예컨대, LTE-Rel-13에 대해, 협대역 UE는 브로드캐스트 및 유니캐스트 송신들의 자신의 수신에 대해 제한된 능력들을 가질 수 있다. 예컨대, 협대역 UE에 의해 수신된 브로드캐스트 송신에 대한 최대 전송 블록(TB) 사이즈는 1000비트들로 제한될 수 있다. 부가적으로, 몇몇 경우들에서, 협대역 UE는 서브프레임에서 1개 초과와 유니캐스트 TB를 수신하지 못할 수 있다. (예컨대, 위에서 설명된 CE 모드 및 정규 모드 둘 모두에 대한) 몇몇 경우들에서, 협대역 UE는 서브프레임에서 1개 초과와 브로드캐스트 TB를 수신할 수 없다. 추가로, 몇몇 경우들에서, 협대역 UE는 서브프레임에서 유니캐스트 TB 및 브로드캐스트 TB 둘 모두를 수신하지 못할 수 있다.

[0049] [0068] LTE 시스템에서 공존하는 협대역 UE들은 또한, 페이징, 랜덤 액세스 절차 등과 같은 특정한 절차들에 대

한 새로운 메시지들을 (예컨대, 이들 절차들에 대해 LTE에서 사용되는 종래의 메시지들과는 대조적으로) 지원할 수 있다. 즉, 페이징, 랜덤 액세스 절차 등에 대한 이들 새로운 메시지들은 비-협대역 UE들과 연관된 유사한 절차들에 대해 사용되는 메시지들과는 별개일 수 있다. 예컨대, LTE에서 사용되는 종래의 페이징 메시지들과 비교할 때, 협대역 UE들은, 비-협대역 UE들이 모니터링 및/또는 수신할 수 없는 페이징 메시지들을 모니터링 및/또는 수신할 수 있다. 유사하게, 종래의 랜덤 액세스 절차에서 사용된 종래의 랜덤 액세스 응답(RAR) 메시지들과 비교할 때, 협대역 UE들은 비-협대역 UE들에 의해 또한 수신될 수 없는 RAR 메시지들을 수신할 수 있다. 협대역 UE들과 연관된 새로운 페이징 및 RAR 메시지들은 또한, 하나 또는 그 초과 횟수로 반복(예컨대, 번들링)될 수 있다. 부가적으로, 새로운 메시지들에 대한 상이한 수들의 반복들(예컨대, 상이한 번들링 사이즈들)이 지원될 수 있다.

[0050] [0069] 특정한 양상들에 따르면, 다수의 협대역 구역들(각각의 협대역 구역은 총 6개의 RB들보다 더 크지 않은 대역폭에 걸쳐있음)이 협대역 UE 및/또는 협대역 동작에 의해 지원될 수 있다. 몇몇 경우들에서, 협대역 동작의 각각의 협대역 UE는 한번에 하나의 협대역 구역 내에서 (예컨대, 1.4MHz 또는 6개의 RB들에서) 동작할 수 있다. 그러나, 협대역 동작의 협대역 UE들은 임의의 주어진 시간에서, 더 넓은 시스템 대역폭의 다른 협대역 구역들로 리튜닝할 수 있다. 몇몇 예들에서, 다수의 협대역 UE들은 동일한 협대역 구역에 의해 서빙될 수 있다. 다른 예들에서, 다수의 협대역 UE들은 상이한 협대역 구역들(예컨대, 각각의 협대역 구역은 6개의 RB들에 걸쳐있음)에 의해 서빙될 수 있다. 또 다른 예들에서, 협대역 UE들의 상이한 결합들은 하나 또는 그 초과 횟수의 동일한 협대역 구역들 및/또는 하나 또는 그 초과 횟수의 상이한 협대역 구역들에 의해 서빙될 수 있다.

[0051] [0070] 예컨대, LTE Rel-13의 몇몇 시스템들은 협대역 UE들 뿐만 아니라 다른 UE들에 대한 커버리지 향상들 및 지원을 도입한다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 커버리지 향상은 일반적으로, 네트워크 내의 (협대역 디바이스와 같은) 디바이스의 커버리지 범위를 확장시키는 임의의 타입의 메커니즘을 지칭한다. 커버리지 향상(CE)에 대한 하나의 접근법은, 동일한 데이터를 다수회들로 (예컨대, 다수의 서브프레임들을 통해 또는, 아래에 더 상세히 설명될 바와 같이, 동일한 서브프레임 내의 다수의 심볼들을 통해) 송신하는 것을 지칭하는 번들링이다.

[0052] [0071] 특정한 시스템들에서, 협대역 UE들은 더 넓은 시스템 대역폭에서 동작하면서 협대역 동작을 지원할 수 있다. 예컨대, 협대역 UE는 시스템 대역폭의 협대역 구역에서 송신 및 수신할 수 있다. 위에서 언급된 바와 같이, 협대역 구역은 6개의 리소스 블록(RB)들에 걸쳐 있을 수 있다.

[0053] [0072] 특정한 시스템들은 15dB까지의 커버리지 향상들을 협대역 UE들에 제공할 수 있으며, 이는 UE와 eNB 사이의 155.7dB의 최대 커플링 손실에 맵핑된다. 따라서, 협대역 UE들 및 eNB는 낮은 SNR들(예컨대, -15dB 내지 -20dB)로 측정들을 수행할 수 있다. 몇몇 시스템들에서, 커버리지 향상들은 채널 번들링을 포함할 수 있으며, 여기서, 협대역 UE들과 연관된 메시지들은 하나 또는 그 초과 횟수로 반복(예컨대, 번들링)될 수 있다.

[0054] [0073] 특정한 디바이스들은 레거시 타입 통신들 및 비-레거시 타입 통신들 둘 모두를 이용하여 통신할 수 있다. 예컨대, 몇몇 디바이스들은 (전체 시스템 대역폭의) 협대역 구역들 뿐만 아니라 더 넓은 대역 구역들 둘 모두에서 통신할 수 있다. 위의 예들이 협대역 구역들을 통해 통신하는 저비용 또는 MTC 디바이스들을 참조하지만, 다른 (비-저비용/비-MTC) 타입들의 디바이스들이 또한 협대역 구역들을 통해 통신하여, 예컨대, 주파수 선택도 및 지향성 송신들을 이용할 수 있다.

[0055] 협대역 동작을 위한 동기화 신호들의 예시적인 설계

[0056] [0074] 본 개시내용의 특정한 양상들은, 시스템 대역폭의 비교적 협대역 구역들을 사용하여 통신하는 디바이스들, 이를테면 협대역 사물 인터넷(NB-IoT) 디바이스들에 의해 검출될 수 있는 동기화 신호들의 설계를 제공한다. 위에서 언급된 바와 같이, 본 명세서에서 제시된 설계들은, 대역-내 및 독립형 배치들 둘 모두에 적합할 수 있는 양호한 상관 및 런 길이 속성들을 갖는 PSS 신호를 생성하기 위해 2-계층화 접근법을 이용할 수 있다.

[0057] [0075] 그러한 동기화 신호들은 주파수 및 타이밍 동기화를 위해 사용되는 PSS 및 시스템 정보를 운반하기 위한 SSS를 포함할 수 있다. 본 개시내용의 특정한 양상들에 따르면, 협대역 사물 인터넷(NB-IoT) 동작들의 동기화 신호들은 협소한 채널 대역폭들을 점유하며, 동일한 주파수 대역에 배치된 레거시 GSM/WCDMA/LTE 시스템(들)과 공존할 수 있다. 본 개시내용의 일 양상에서, NB-IoT 동기화 신호들은 하나의 물리 리소스 블록(PRB)만을 이용한다.

[0058] [0076] 본 개시내용의 특정한 양상들에 따르면, 협대역 디바이스들은 저가형(low-end) 머신 타입 통신들(MTC)

마켓에서 매우 낮은 스루풋의 머신 투 머신(M2M) 통신들을 지원할 수 있으며, 그것은 전력 효율성을 제공할 수 있다. 예컨대, 몇몇 디바이스들에 대한 배터리 수명은 (예컨대, 5와트-시간의 배터리 용량에 대해) 10년까지의 타겟을 가질 수 있다. 많은 수의 NB-IoT 디바이스들이 배치될 수 있고, 레거시 GPRS에 비해 20dB까지의 커버리지 확장의 신뢰가능한 내부 커버리지를 제공할 수 있다는 것이 인지가능하다. 그러한 디바이스들은 또한, 1층 및 지하 배치와 같은 까다로운 배치들에서 동작할 수 있다. 그러한 디바이스들은, 그들이 회선 교환 서비스들을 지원할 필요가 없을 수 있고 라디오간 액세스 기술(IRAT) 모빌리티를 지원할 필요가 없을 수 있으므로 감소된 복잡도(및 비용)를 가질 수 있다.

[0059] [0077] 본 개시내용의 특정한 양상들에 따르면, NB-IoT 디바이스들의 대역내 배치들은 (호환가능한 톤 간격 및 대역폭에서와 같이) 레거시 LTE 수비학(numerology)에 따를 수 있다. 아래에 더 상세히 설명될 바와 같이, 리소스 할당은 NB-IoT 및 레거시 LTE DL 물리 신호들, 이를테면 셀 특정 기준 신호들(CRS), 동기화 신호들, 및 제어 채널 사이에서 충돌이 없을 수 있다.

[0060] [0078] 특정한 양상들에 따르면, 본 명세서에서 제시된 PSS/SSS 방식은, 초기 DL 동기화에 대해 20ppm까지의 주파수 오프셋을 갖는 배치들(예컨대, 대략 18kHz 내지 900MHz의 GSM(Global System for Mobile))에서도 UE들이 분수(fractional) 및 정수 캐리어 주파수 오프셋들 둘 모두를 수행하게 허용할 수 있다. 18kHz가 15kHz(NB-IoT 서브캐리어 간격)보다 크기 때문에, NB-IoT 디바이스들은 1 서브캐리어-간격보다 큰 주파수 오프셋을 핸들링하도록 요구된다.

[0061] [0079] (예컨대, 배치된 IoT 디바이스들의 수가 계속 증가하고 UL 트래픽이 지배적인) 몇몇 경우들에서, 동기화 신호들은, 종래의 동기화 신호들(예컨대, 레거시 LTE 디바이스들의 PSS/SSS)에 비해 더 많은 셀 ID들과 같은 더 많은 시스템 정보를 반송하도록 요구된다. 큰 스케일의 배치들에서, NB 동기화 신호들은, 예컨대, 서브프레임 인덱스 표시를 시그널링하기 위해 레거시 LTE보다 시스템 정보의 시그널링을 위해 할당된 더 많은 비트들, 대역-내/독립형/가드-대역 배치 모드, 및 주파수-분할 듀플렉싱(FDD)/시분할 듀플렉싱(TDD) 멀티플렉싱 코드를 사용할 수 있다.

[0062] [0080] 본 명세서에서 제시된 PSS/SSS 설계들은 독립형/대역-내/가드-대역 배치들에 적합할 수 있으며, 설계는 1개 초과 물리 리소스 블록(PRB)을 사용하는 다른 LTE-기반 MTC 배치들로 확장될 수 있다. 예컨대, 동기화 신호 서브캐리어 간격은 15kHz일 수 있으며, 레거시 LTE의 OFDM 심볼 경계들과 완전히 정렬될 수 있다. 몇몇 경우들에서, NB-IoT 동기화 신호들은 레거시 LTE DL 물리 신호들 및 제어 채널들에 의해 점유되지 않은 리소스 엘리먼트들을 이용할 수 있으며, 점유되지 않은 리소스 엘리먼트들의 이용은 리소스 세그먼트화 및 간섭 문제들을 해결할 수 있다. 그러한 신호 설계는 레거시 LTE 동작 내의 협대역 및 광대역 LTE 시스템들의 공존을 허용할 수 있다.

[0063] [0081] 극단적인 커버리지 상황들의 몇몇 경우들에 대해, 164dB의 최소 커플링 손실(MLC)이 필요할 수 있다. 설계는 높은 전력 효율을 갖고, 많은 수의 디바이스들을 지원하며, 저비용으로 구현될 수 있다. 몇몇 경우들에서, 180kHz 채널 대역폭이 협대역 UE들에 의한 통신들을 위해 사용될 수 있다.

[0064] [0082] 도 5는 본 개시내용의 양상들에 따른, 동기화 시그널링에 따라 기지국(BS)에 의해 수행될 수 있는 예시적인 동작들(500)을 예시한다.

[0065] [0083] 동작들(500)은 502에서, 제1 코드 시퀀스 및 하나 또는 그 초과 서브프레임들 내의 제1 수의 심볼들에 걸친 상기 제1 코드 시퀀스에 적용된 커버 코드를 이용하여 1차 동기화 신호(PSS)를 생성함으로써 시작한다. 504에서, 기지국은, 하나 또는 그 초과 서브프레임들 내의 제2 수의 심볼들에 걸친 제2 코드 시퀀스에 기반하여 2차 동기화 신호(SSS)를 생성한다. 이들 2개의 동작들(502 및 504)은 위에서 설명된 PSS를 생성하기 위한 2-계층화 접근법에 대응할 수 있다.

[0066] [0084] 506에서, 기지국은, 더 넓은 시스템 대역폭의 하나 또는 그 초과 협대역 구역들 상에서 통신하는 제1 타입의 사용자 장비(UE)에 제1 및 제2 서브프레임들에서 PSS 및 SSS를 송신한다. PSS 및 SSS는, 예컨대 비-중첩 리소스들을 사용하여 임의의 적합한 방식으로 송신될 수 있다. 몇몇 경우들에서, (예컨대, 동일한 서브프레임 내의 상이한 심볼들을 사용하여 또는 상이한 서브프레임들에서) PSS가 먼저 전송되고 SSS가 이후에 전송될 수 있다.

[0067] [0085] 도 6은 본 명세서에서 제시되는 양상들에 따른, PSS/SSS 시그널링을 검출하도록 사용자 장비(UE)에 의해 수행될 수 있는 예시적인 동작들(600)을 예시한다. 즉, 동작들은 위에서 설명된 도 5의 동작들(500)에 따라 기지국에 의해 송신된 PSS/SSS 시그널링을 검출하기 위해 수행될 수 있다.

- [0068] [0086] 동작들(600)은 602에서, 더 넓은 시스템 대역폭의 하나 또는 그 초과와 협대역 구역들 내에서, 제1 코드 시퀀스 및 하나 또는 그 초과와 서브프레임들 내의 제1 수의 심볼들에 걸친 상기 제1 코드 시퀀스에 적용된 커버 코드를 이용하여 생성된 1차 동기화 신호(PSS)를 검출함으로써 시작한다.
- [0069] [0087] 604에서, UE는, PSS에 기반하여 최대-우도 시간 오프셋 추정을 수행하며, 여기서 시간 오프셋은 주파수 오프셋과 상관되지 않는다. 606에서, UE는 PSS에 기반하여 초기 시간 동기화 및 주파수 동기화를 수행한다.
- [0070] [0088] 608에서, UE는 하나 또는 그 초과와 협대역 구역들 내에서, 하나 또는 그 초과와 서브프레임들 내의 제2 수의 심볼들에 걸친 제2 코드 시퀀스에 기반하여 생성된 2차 동기화 신호(SSS)를 검출한다. 610에서, UE는, 초기 시간 및 주파수 동기화를 개량하기 위해, SSS에 기반하여 정밀 시간 동기화 또는 정밀 주파수 동기화 중 적어도 하나를 수행한다.
- [0071] [0089] 도 7은 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, NB-IoT 동기화를 위한 예시적인 동작들(700)을 예시하는 흐름도이다. 도 7에 도시된 동작들은, 예컨대, 위에서 설명된 동작들의 더 특정한 예들을 표현할 수 있다.
- [0072] [0090] 702에서, NB-IoT DL 동기화는 PSS에 의해 초기 시간 동기화(시간 도메인에서의 자기 상관)으로 시작한다. 704에서, 분수 주파수 오프셋 정정은 PSS에 기반하여 수행될 수 있다(커버 코드의 패턴에 따른 동기화 상 및 시간 동기화된 심볼들, 또는 주파수 비닝(binning)에 기반한 다수의 가설들 사이의 자기 상관). 706에서, PSS는 (예컨대, PSS와 수신 신호의 로컬/지연 복제물 사이의 주파수 도메인에서의 교차 상관에 기반하여) 정수 주파수 오프셋 정정을 수행하는데 사용될 수 있다.
- [0073] [0091] 708에서, 정밀 타이밍 오프셋 튜닝이 SSS(시간 도메인에서의 교차 상관)에 기반하여 수행될 수 있다. 예시된 바와 같이, SSS는 셀 ID(710) 뿐만 아니라 부가적인 정보, 이를테면 서브프레임 ID(712), 및/또는 다른 시스템 정보(714)를 디코딩하는데 사용될 수 있다. 몇몇 경우들에서, 커버 코드의 패턴은 타이밍 오프셋의 ML 추정을 원하는 형태로 형상화하도록 선택될 수 있다.
- [0074] [0092] 본 개시내용의 특정한 양상들에 따르면, PSS는 L개의 직교 주파수-분할 멀티플렉싱(OFDM) 심볼들로 설계될 수 있으며, 여기서, L은 구성가능한 정수이고, L개의 PSS 심볼들은 로컬화된 및/또는 분산된 리소스 엘리먼트들에 맵핑될 수 있다. 몇몇 경우들에서, 모든 L개의 PSS 심볼들은 하나의 고속 푸리에 역변환(IFFT)에 의해 서만 생성될 수 있다. 위에서 언급된 바와 같이, 서브캐리어 간격은 15kHz일 수 있고, 대역폭은 180kHz일 수 있다. 몇몇 경우들에서, PSS는, (계층 I에 대한) "기본 코드" 및 (계층 II에 대한) "코드 커버"를 사용하여 듀얼-계층 시퀀스 설계 방식에 따라 생성될 수 있다.
- [0075] [0093] 본 개시내용의 특정한 양상들에 따르면, "기본 코드"의 성상도는 이진 위상 시프트 키잉(BPSK) 또는 직교 위상 시프트 키잉(QPSK), 또는 작은 알파벳 사이즈 및 비교적 큰 유클리드 거리를 이용한 펄스형된 MPSK 변조들일 수 있다. 기본 코드 시퀀스는 주파수 도메인에서 양호한 자기-상관 속성들을 소유하도록 요구되며, 이는, 정수 주파수 오프셋의 신뢰가능한 검출을 가능하게 한다.
- [0076] [0094] 예컨대, PSS "기본 코드"는 컴퓨터 생성된 시퀀스(CGS), 수정된 자도프-추 시퀀스, 펄스형된 자도프-추 시퀀스, m-시퀀스, 직교 왈시 코드, PN 시퀀스 또는 바커 코드를 사용할 수 있다. PSS 시퀀스는 타이밍 포착의 정확도를 개선시키기 위해 PSS 기본 코드의 최상부 상에서 이진 코드 커버를 이용함으로써 구성될 수 있다.
- [0077] [0095] 본 개시내용의 다른 양상들에서, "코드 커버"는 (1들과 -1들에 대한) 비대칭적인 런 길이를 갖는 이진 랜덤 코드 "커버"일 수 있으며, 2와 동일하거나 그보다 큰 런 길이는 위상 연속성을 보존하는데 사용될 수 있고, 오버-사이즈 고속 푸리에 변환(FFT)에 대해 확장된 시간 윈도우를 제공하며, 이는 주파수 오프셋 분해능(resolution)을 개선시킬 수 있다. 일 양상에서, "코드 커버" 극성 반전 비대칭은 타이밍 모호성을 해결하는 것을 도울 수 있다. 몇몇 경우들에서, 코드 커버는 바커 코드, 왈시 코드 등을 포함할 수 있다. 코드 커버 최적화는 주어진 PSS 시퀀스 길이에 대한 컴퓨터 탐색에 의해 달성될 수 있다. 몇몇 경우들에서, (LTE와 같은) 레거시 시스템들에서 사용된 PSS 시퀀스의 절단된 버전들이 또한, NB-IoT PSS 시퀀스들에 대해 사용될 수 있다.
- [0078] [0096] 도 8은 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, 듀얼 계층 PSS 시퀀스 구조(800)의 일 예를 예시한다. 예시된 바와 같이, 듀얼 계층은 하나의 LTE 물리 리소스 블록(PRB) 내의 $L \times K$ 개의 로컬화된 또는 분산된 리소스 엘리먼트들을 맵핑하는 것에 대응하며, 대역-내 배치에 대해, NB-IoT 할당은 레거시 LTE의 "예비된" RE들을 피할 수 있다.
- [0079] [0097] 도 9는 감소된 알파벳 사이즈를 갖는 수정된 자도프-추 시퀀스들(900)의 일 예를 예시한다. 예는, 수정된 ZC 시퀀스들이 위상 및 주파수 에러들을 감소시키고 자도프-추 시퀀스의 자기상관 속성들을 유지하기 위해

이용될 수 있다는 것을 나타낸다. 예시된 예는, K=12에 대해 PSS 시퀀스의 기본 코드가 C(k)로서 정의될 수 있다는 것을 나타내며, 여기서, k=1, 2, ..., K이다.

[0080] [0098] 도 10은 본 개시내용의 양상들에 따른, PSS 파형을 생성하기 위한 예시적인 로직 블록들(1000)을 예시한다. 블록들(1000)은 임의의 적합한 회로로 구현될 수 있다.

[0081] [0099] 예시된 바와 같이, 블록들(1000)은, PSS 기본 코드를 제로(들)로 패딩(pad)하기 위한 블록(1104)을 포함할 수 있으며, 이는 2의 거듭제곱(power)과 동일한 값으로 IFFT 입력의 길이를 만들도록 요구될 수 있다. 고속 푸리에 역변환(IFFT) 블록(1006)은 패딩된 PSS 기본 코드를 취할 수 있으며, 그의 출력은 블록(1008)에서 병렬 투 직렬 변환을 경험할 수 있다. 블록(1010)에서, 사이클릭 프리픽스(CP)가 삽입될 수 있으며, 블록(1012)에서, 코드 커버가 (예컨대, 이진 의사 잡음(PN) 코드 커버를 사용하여) 적용될 수 있다. 블록(1014)에서, 신호는 디지털 투 아날로그 변환기(DAC)를 통해 아날로그 신호로 변환되고 필터링되며, 그 후 송신될 수 있다.

[0082] [0100] 일 예에서, 레거시 LTE와 완전히 정렬된 단일 경계 NB-IoT를 예시하기 위해, 128 IFFT 사이즈가 선택될 수 있고, 샘플링 주파수(Fs)가 1.92MHz로 셋팅될 수 있으며, 서브캐리어 간격이 15kHz로 셋팅될 수 있다(하지만, 이들 파라미터들은 변할 수 있음). NB-IoT와 레거시 LTE 사이의 심볼 경계 정렬은, 그렇지 않으면 정렬 없이 발생할 수 있는 간섭을 방지하는 것을 도울 수 있다. 본 개시내용의 특정한 양상들에서, PSS 기본 코드 및 커버 코드는 본 출원에서 언급된 기법들에 의해 생성될 수 있으며, PSS 심볼들은 레거시 LTE 할당에 직교하는 리소스 엘리먼트들을 점유할 수 있다.

[0083] [0101] 도 11은 NB-IoT 및 레거시 LTE의 충돌-없는 리소스 맵핑의 예시적인 표현(리소스 맵(1100))을 예시하며, 여기서, 맵핑은 NB-IoT의 대역-내 및 독립형 배치 둘 모두에 적합할 수 있다. 예는, 시간 도메인에서 서브프레임들 n 및 n+1을 나타낸다.

[0084] [0102] 예는, 서브프레임 n이 레거시 LTE에 의해 점유되지 않은 심볼 엘리먼트들을 이용하는 NB-IoT PSS를 가질 수 있고, 서브프레임 n+1이 레거시 LTE에 의해 점유되지 않은 심볼 엘리먼트들을 이용하는 NB-IoT SSS를 가질 수 있다는 것을 추가로 나타낸다. 예는 또한, NB-IoT 동기화 신호들(대역-내 및 독립형 배치들 둘 모두의 PSS/SSS)이 레거시 LTE OFDM 심볼 경계와 완전히 정렬될 수 있다는 것을 나타내며, 심볼들이 완전히 정렬될 수 있기 때문에, 어떠한 충돌(상충) 및 어떠한 간섭도 NB-IoT와 레거시 LTE 사이에서 발생하지 않는다. 더 일반화된 경우에 대해, PSS 시퀀스 및 SSS 시퀀스는 중첩 없이 동일한 서브프레임에서 시간 멀티플렉싱될 수 있다. 다수의 서브프레임들에 걸친 PSS 시퀀스 및 SSS 시퀀스들의 반복이 또한 커버리지 확장을 위해 지원된다.

[0085] [0103] 도 12는 시간 도메인 프로세싱의 일부로서 타이밍 오프셋의 디커플링된 최대-우도 추정(MLE)을 예시한 예시적인 표(1200)를 예시한다. 예시된 바와 같이, PSS 샘플들은 잡음 w , 타이밍 오프셋 τ , 및 주파수 오프셋 ν 로 수신될 수 있다.

$$r(n; \tau, \nu) = \sum_k b_{l,k} \exp\left(\frac{j\pi(k + \nu)}{64}(n - \tau)\right) + w(n)$$

[0086] $(l - 1)N + lN_g < n \leq l(N + N_g), \quad l \in \{1, 2, \dots, L\}, \quad 1 \leq k \leq K \leq 12$

[0087] 여기서, N 및 N_g 는 각각, OFDM 심볼 및 그의 CP의 샘플 사이즈를 나타낸다. 예시는, PSS 심볼들의 경계가 타이밍 오프셋 τ 의 함수일 수 있고; 그리고 타이밍 오프셋 τ 에 대한 주어진 가설에 대해, γ_l , 즉 심볼 i에 대응하는 PSS 샘플들의 N 서브-벡터에 의한 사이즈 1이 또한 타이밍 오프셋 τ 의 함수일 수 있다는 것을 추가로 나타낸다. 또한 예시된 바와 같이, 디커플링된 타이밍 오프셋 추정에 대한 메트릭은 PSS 샘플들의 정규화되고 코히런트하게 결합된 서브-벡터들로부터 형성될 수 있고; 그리고 메트릭은 주파수 오프셋과는 독립적이며, 그 주파수 오프셋은 (예컨대, SNR에 대한 감도를 감소시키기 위해) 타이밍 오프셋에 대한 비용 함수로서 기능하고 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\lambda(\tau) \triangleq \sum_{D=1}^{(L-1)} \left| \sum_{l=1}^{L-D} s(l)s(l+D)\gamma_l\gamma_{l+D}^H \right|$$

[0088]

[0089] 여기서, D 는 2개의 서브-벡터들(그들의 위상 차이는 $DN\mathbf{v}$ 에 비례함) 사이의 심볼 거리를 나타내고, $s(l)s(l+D)$ 의 곱은 동위상 항들(그들의 위상은 $DN\mathbf{v}$ 에 비례함)에 대한 코히런트 결합을 강제하기 위해 이용된다. 몇몇 경우들에서, 결합의 범위는 다수의 서브프레임들에 걸쳐 있다. 몇몇 경우들에서, 지연된 샘플들의 래그(lag) 사이즈는 PSS 시간 도메인 리소스 할당에 기반한 구성가능한 파라미터일 수 있다. 예시는, 타이밍 오프셋의 최대-우도 추정(MLE)이 주파수 오프셋 ν 으로부터 디커플링된다는 것을 나타낸다. 따라서, 타이밍 오프셋 추정은 $\hat{\tau}=\arg\max_{\tau} \lambda(\tau)$ 에 의해 획득될 수 있다. 본 개시내용의 일 양상에서, 분수 주파수의 MLE는 타이밍 오프셋의 디커플링된 MLE에 적어도 부분적으로 기반하여 도출될 수 있다.

[0090] [0104] 대안적으로, 분수 주파수 오프셋의 MLE는 도 12로부터의 타이밍 오프셋의 MLE에 적어도 부분적으로 기반할 수 있다. 일 예에서, 정규화된 주파수 오프셋은 1.2일 수 있다. 예시된 바와 같이, 정규화된 캐리어 주파수 오프셋(CFO)은 분수 부분 및 정수 부분으로 분할될 수 있다.

[0091] $\nu = \nu_F + \nu_I$, 여기서, $\nu_I \in \mathbb{Z}$ 및 $-0.5 \leq \nu_F \leq 0.5$

[0092] 위의 수학적식에서 예시된 바와 같이, ν 는 정규화된 캐리어 주파수 오프셋(CFO)을 표현하고, ν_F 는 정규화된 CFO의 분수 부분을 표현하며, ν_I 는 정규화된 CFO의 정수 부분을 표현한다. 따라서, 주파수 오프셋의 추정은 2개의 부분들, 즉 분수 주파수 오프셋 추정(1.2의 정규화된 주파수 오프셋의 0.2, 또는 $\nu_F=0.2$), 및 정수 주파수 오프셋 추정(1.2의 정규화된 주파수 오프셋의 1, 또는 $\nu_I=1$)로 분리될 수 있다.

[0093] [0105] 예시된 바와 같이, PSS 심볼 쌍들 $\{\mathbf{y}_2, \mathbf{y}_3\}$ 및 $\{\mathbf{y}_4, \mathbf{y}_5\}$ 의 제2 심볼의 샘플들은 CFO의 분수 부분에 비례하는 일정한 위상 시프트만큼 그들의 전임자들과는 상이하다. 따라서, 다음과 같다.

$\mathbf{y}_l \triangleq [r(l,1) \ r(l,2) \ r(l,3) \ \dots \ r(l,N)]$ 를 가정하면,

이어서, $\mathbf{y}_{l+1} = e^{j2\pi\nu} \times \mathbf{y}_l = e^{j2\pi\nu_F} [r(l,1) \ r(l,2) \ r(l,3) \ \dots \ r(l,N)]$

$$\Rightarrow \hat{\nu}_F(l) = \frac{1}{2\pi} \arg(\mathbf{y}_{l+1} \mathbf{y}_l^H)$$

$$= \frac{1}{2\pi N} \sum_{n=1}^N \arg\{s(l)s(l+1)r(l+1,n)r^*(l+n)\}, \quad l = 2, 4$$

[0094]

[0095] 일 실시예에서, 심볼 \mathbf{y}_3 의 샘플들은 CFO의 분수 부분에 비례하는 일정한 위상 시프트만큼 \mathbf{y}_2 의 샘플들과는 상이하다($j2\pi\nu_F$ 는 ν_F 에만 비례하는 일정한 위상 회전을 표현함). 몇몇 경우들에서, 상이한 PSS 심볼들에 대해, $\hat{\nu}_F(l)$ 는 더 평활한 추정을 획득하기 위해 평균될 수 있다.

[0096] [0106] 본 개시내용의 일 양상에서, 정규화된 CFO의 정수 부분, 즉, ν_I 는, ν_I 이 파일럿들의 본래의 위치들로부터 주파수 도메인에서의 PSS 파일럿들의 시프트들을 유도하기 때문에, 주파수 도메인에서의 수신된 및 송신된 PSS 파일럿들의 교차 상관에 의해 추정될 수 있다.

[0097] [0107] 도 13 및 도 13a의 도면들(1302 및 1304)에 예시된 바와 같이, 송신된 PSS 파일럿들의 본래의 위치들은 주파수 도메인에서 ν_I 만큼 시프팅될 수 있고, 시프팅된 위치들은 수신된 PSS 파일럿들에 반영될 수 있다. 이러한 예시에서, 정규화된 상관의 피크 위치(여기서, $\hat{\nu}_I=1$ 는 정규화된 정수 주파수 오프셋 추정에 상관된다.

[0098] [0108] 본 개시내용의 특정한 양상들에서, 이산 푸리에 변환(DFT) 윈도우의 경계들은 MLE 타이밍 오프셋을 이용하여 설정될 수 있고, 분수 CFO의 사이드 로브(side lobe)들로부터의 누설은 CFO의 분수 오프셋의 정정 이후 최소화될 수 있으며, 정수 CFO MLE의 신뢰도는 교차-상관의 다수의 관측들을 평균하는 것을 통해 획득될 수 있다. 도 13a의 도면(1300A)에 예시된 바와 같이, 대역-내 NB-IoT PSS에 대한 타이밍 및 주파수 포착의 일 구현은 시

간 도메인 프로세싱 및 주파수 도메인 프로세싱을 통해 이루어진다.

- [0099] [0109] 본 개시내용의 일 양상에서, NB-IoT SSS는 M개의 OFDM 심볼들로 설계될 수 있으며, 여기서, M은 (예컨대, 6보다 크거나 또는 그와 동일한) 구성가능한 정수이고, M개의 SSS 심볼들은 로컬화된 및/또는 분산된 리소스 엘리먼트들에 맵핑될 수 있다. 본 개시내용의 다른 양상에서, NB-IoT SSS에 대한 서브캐리어 간격은 15kHz일 수 있고, 대역폭은 180kHz일 수 있다. 몇몇 경우들에서, SSS 시퀀스 설계는 m번째 SSS 심볼에 대한 루트 $u(m)$ 를 갖는 길이-K의 자도프-추 시퀀스에 의해 생성될 수 있으며, 여기서, 루트 $u(m) \in \{1, 2, \dots, K\}$ 및 $\gcd(u(m), K)=1$ 이고, 컴퓨터 생성된 시퀀스(CGS) 또는 수정된 자도프-추 시퀀스들은 SSS 시퀀스에 대해 사용될 수 있다. 게다가, 본 개시내용의 다른 양상에서, 절단된 LTE SSS 시퀀스들은 NB-IoT SSS 시퀀스들에 대해 사용될 수 있다. 본 개시내용의 특정한 양상들에서, 셀 ID 맵핑은 십진법으로부터 M-엘리먼트 어레이로의 1대1 맵핑에 의해 달성될 수 있다. 예시된 바와 같이, 루트들의 수는 NB-IoT SSS 심볼 위치에 대한 잠재적인 후보들의 수와 동등할 수 있고, NB-IoT SSS는 셀 ID, 서브프레임 ID에 대한 정보, 및 다른 시스템 정보의 13비트 또는 그 초과를 반송할 수 있다.
- [0100] [0110] 도 14는 본 개시내용의 특정한 양상들에 따른, 타이밍 및 주파수 동기화를 위한 PSS/SSS 프로세싱에 대한 예시적인 블록 다이어그램(1400)을 예시한다. 예시된 바와 같이, PSS의 시간 도메인 샘플들을 취한 이후, 상관 동작들이 타이밍 오프셋 검출, 심볼 경계 정렬 및 (예컨대, 위상 구별(differentiation)에 의한) 분수 CFO 정정을 위해 (예컨대, 피크 탐색을 정규화하고 수행하는 것을 통해) 수행될 수 있다. 결과들은 (예컨대, 주파수 도메인 상관에 의한) 정수 CFO 정정을 수행하기 위해 사용될 수 있고, 대응하는 출력은 SSS 프로세싱을 위해 사용될 수 있다.
- [0101] [0111] 도 15는 본 개시내용의 양상들에 따른, SSS 파형을 생성하기 위한 예시적인 블록 다이어그램(1500)을 예시한다. 예시된 바와 같이, NB-IoT SSS 파형 생성 프로세스는 (예컨대, 적용된 코드 커버가 존재하지 않을 수 있다는 점에서) NB-IoT PSS 파형 생성 프로세스와는 상이할 수 있다.
- [0102] [0112] 예시된 바와 같이, SSS 시퀀스는 제로들로 패딩되고, 후속하여 IFFT되고, 병렬 투 직렬 변환되며, 후속하여 사이클릭 프리픽스(CP) 삽입될 수 있다. 예에서, 레거시 LTE와 완전히 정렬된 단일 경계 NB-IoT를 예시하기 위해, 128 IFFT 사이즈가 선택되었고, 샘플링 주파수(F_s)가 1.92MHz로 셋팅될 수 있으며(다른 예시들에서는 변할 수 있음), 서브캐리어 간격이 15kHz로 셋팅될 수 있다(다른 예시들에서는 변할 수 있음). NB-IoT와 레거시 LTE 사이의 심볼 경계 정렬은, 그렇지 않으면 정렬 없이 발생할 수 있는 간섭을 방지한다.
- [0103] [0113] 예는 또한, SSS 시퀀스가 디지털 투 아날로그 변환기(DAC)를 통해 아날로그 신호로 변환될 수 있고, 신호가 필터링 및 송신(TX)된다는 것을 나타낸다. 본 개시내용의 특정한 양상들에서, SSS 시퀀스는 본 출원에서 언급된 기법들에 의해 생성될 수 있으며, SSS 심볼들은 레거시 LTE 할당마다 리소스 엘리먼트(RE)들에 직교하는 RE들을 점유할 수 있다.
- [0104] [0114] 도 16은 길이 12의 컴퓨터 생성된 시퀀스(CGS)에 대응하는 PSS 시퀀스 정상도(1600)의 그래픽 예를 예시한다. "기본 코드"의 정상도는 이진 위상 시프트 키잉(BPSK) 또는 직교 위상 시프트 키잉(QPSK), 또는 작은 알파벳 사이즈 및 비교적 큰 유클리드 거리를 이용한 평처링된 MPSK 변조들일 수 있다. 기본 코드 시퀀스는 주파수 도메인에서 적합한 자기-상관 속성들을 소유할 수 있으며, 이는, 정수 주파수 오프셋의 신뢰가능한 검출을 가능하게 한다. 예컨대, PSS "기본 코드"는 컴퓨터 생성된 시퀀스(CGS), 수정된 자도프-추 시퀀스, 평처링된 자도프-추 시퀀스, m-시퀀스, 직교 왈시 코드, PN 시퀀스 또는 마커 코드를 사용할 수 있다. CGS는 길이-K의 자도프-추(ZC) 시퀀스와 유사하게 시간 도메인에서 적합한 자기-상관 속성들을 가질 수 있으며, 확대된 유클리드 거리를 갖는 감소된-사이즈의 알파벳을 사용하여 구성될 수 있다. 본 개시내용의 일 양상에서, K=12인 경우, CGS는 QPSK이다.
- [0105] [0115] 도 16a는 길이 12의 수정된 자도프-추(ZC) 시퀀스에 대응하는 PSS 시퀀스 정상도(1600A)의 그래픽 예를 예시한다. ZC 시퀀스는 CGS와 유사하게 시간 도메인에서 적합한 자기-상관 속성들을 가질 수 있다. 수정된 ZC 시퀀스는 최소 수의 알파벳들을 갖는 처프(chirp)형 다위상 시퀀스들의 세트일 수 있다. 본 개시내용의 일 양상에서, K=12인 경우, 수정된 ZC 시퀀스는 6-PSK의 6개의 정상도 포인트들 중 5개만을 사용할 수 있으며, 정상도는 6-PSK 정상도를 평처링함으로써 생성될 수 있다. 도 17의 도면(1700)은 타이밍 오프셋 추정에 대한 커버 코드 최적화의 영향들의 일 예를 예시한다. 예는, PSS 시퀀스 지속기간이 11개의 심볼들과 동일한 경우, 이진 커버 코드 패턴들의 선택에 대한 타이밍 오프셋 추정기의 의존성을 추가로 나타낸다.
- [0106] [0116] 도 17a의 도면(1700A)은, PSS 시퀀스 지속기간이 4개의 심볼들과 동일한 경우, 이진 커버 코드 패턴들의

선택에 대한 타이밍 오프셋 추정기의 의존성의 일 예를 예시한다.

- [0107] [0117] 도 18은 SSS 시퀀스로부터 셀 ID로의 맵핑, 서브프레임 넘버, 및 다른 시스템 정보의 일 예를 예시한다. 예는, 각각의 SSS 시퀀스가 M개의 SSS 심볼들의 세트를 포함할 수 있고, k번째 SSS 시퀀스의 m번째 심볼이 루트 $\mu(k, m)$ 의 자도프-추 시퀀스에 의해 구성될 수 있다는 것을 나타낸다. 본 개시내용의 일 양상에서, k번째 SSS 시퀀스는 자신의 루트 어레이먼트에 의해 고유하게 식별될 수 있다.
- [0108] [0118] 당업자들은, 정보 및 신호들이 다양한 상이한 기법들 및 기술들 중 임의의 기법 및 기술을 사용하여 표현될 수 있음을 이해할 것이다. 예컨대, 상기 설명 전반에 걸쳐 참조될 수 있는 데이터, 명령들, 커맨드들, 정보, 신호들, 비트들, 심볼들, 및 칩들은 전압들, 전류들, 전자기파들, 자기장들 또는 자기 입자들, 광학 필드들 또는 광학 입자들, 또는 이들의 결합들에 의해 표현될 수 있다.
- [0109] [0119] 당업자들은, 본 명세서에서의 발명과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 로직 블록들, 모듈들, 회로들, 및 알고리즘 단계들이 전자 하드웨어, 소프트웨어/펌웨어, 또는 이들의 결합들로서 구현될 수 있음을 추가적으로 인식할 것이다. 하드웨어와 소프트웨어/펌웨어의 이러한 상호교환가능성을 명확히 예시하기 위해, 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들, 및 단계들은 그들의 기능 관점에서 일반적으로 상술되었다. 그러한 기능이 하드웨어로 구현되는지 또는 소프트웨어/펌웨어로 구현되는지 여부는 특정 애플리케이션, 및 전체 시스템에 부가된 설계 제약들에 의존한다. 당업자들은 설명된 기능을 각각의 특정 애플리케이션에 대해 다양한 방식으로 구현할 수 있지만, 그러한 구현 결정들이 본 개시내용의 범위를 벗어나게 하는 것으로서 해석되지는 않아야 한다.
- [0110] [0120] 본 명세서의 개시내용과 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 수 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서일 수 있지만, 대안적으로, 프로세서는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수 있다. 또한, 프로세서는 컴퓨팅 디바이스들의 결합, 예컨대 DSP와 마이크로프로세서의 결합, 복수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 결합된 하나 또는 그 초과 마이크로프로세서들, 또는 임의의 다른 그러한 구성으로서 구현될 수 있다.
- [0111] [0121] 본 명세서의 본 개시내용과 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 단계들은 직접 하드웨어로, 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어/펌웨어 모듈로, 또는 이들의 결합으로 구현될 수 있다. 소프트웨어/펌웨어 모듈은 RAM 메모리, 플래시 메모리, ROM 메모리, EPROM 메모리, EEPROM 메모리, 페이즈(phase) 변화 메모리, 레지스터들, 하드디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM, 또는 당업계에 알려진 임의의 다른 형태의 저장 매체에 상주할 수 있다. 예시적인 저장 매체는, 프로세서가 저장 매체로부터 정보를 판독하고, 저장 매체에 정보를 기입할 수 있도록 프로세서에 커플링된다. 대안적으로, 저장 매체는 프로세서에 통합될 수 있다. 프로세서 및 저장 매체는 ASIC에 상주할 수 있다. ASIC는 사용자 단말에 상주할 수 있다. 대안적으로, 프로세서 및 저장 매체는 사용자 단말에서 개별 컴포넌트들로서 상주할 수 있다.
- [0112] [0122] 하나 또는 그 초과 예시적인 설계들에서, 설명된 기능들은 하드웨어, 소프트웨어/펌웨어, 또는 이들의 결합들로 구현될 수 있다. 소프트웨어/펌웨어로 구현되면, 기능들은 컴퓨터 판독가능 매체 상에 하나 또는 그 초과 명령 또는 코드로서 저장되거나 이를 통해 송신될 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체들은, 일 장소에서 다른 장소로의 컴퓨터 프로그램의 전달을 용이하게 하는 임의의 매체를 포함한 통신 매체들 및 컴퓨터 저장 매체들 둘 모두를 포함한다. 저장 매체들은 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용가능한 매체들일 수 있다. 제한이 아닌 예로서, 그러한 컴퓨터-판독가능 매체들은 RAM, ROM, EEPROM, CD/DVD 또는 다른 광학 디스크 저장부, 자기 디스크 저장부 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 원하는 프로그램 코드 수단을 저장 또는 반송하는데 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. 또한, 임의의 연결수단(connection)이 컴퓨터-판독가능 매체로 적절히 지칭된다. 예컨대, 소프트웨어/펌웨어가 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선(twisted pair), 디지털 가입자 라인(DSL), 또는 (적외선(IR), 라디오, 및 마이크로파와 같은) 무선 기술들을 사용하여 웹사이트, 서버, 또는 다른 원격 소스로부터 송신되면, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선, DSL, 또는 (적외선, 라디오, 및 마이크로파와 같은) 무선 기술들이 매체의 정의에 포함된다. 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),

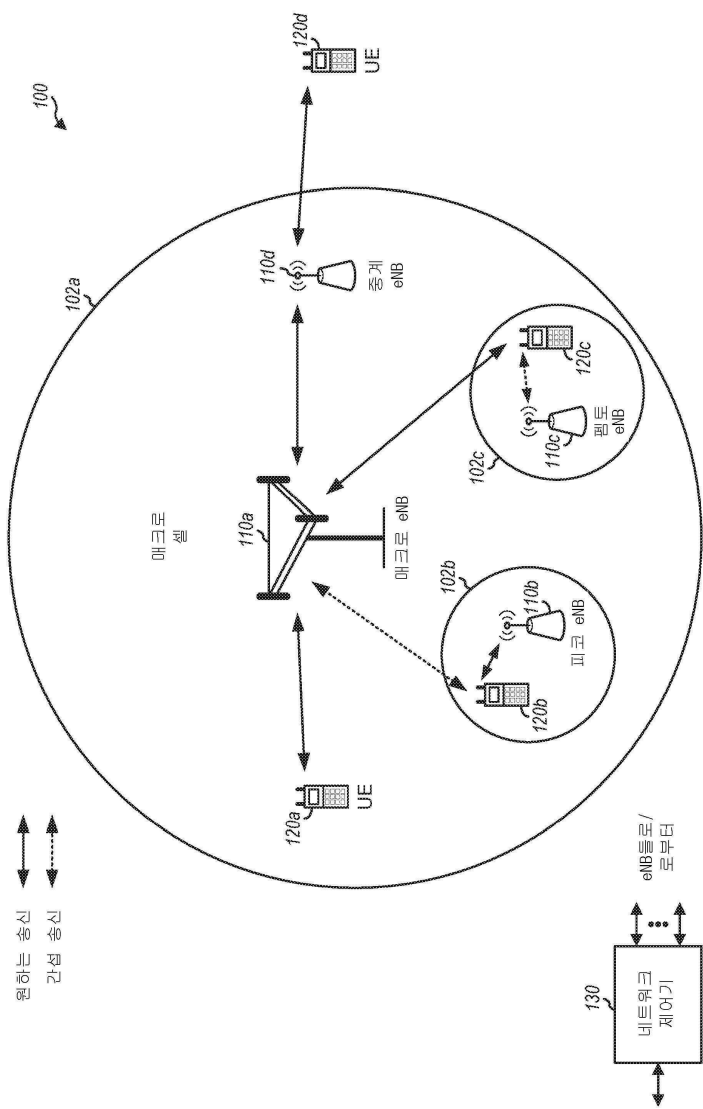
플로피 디스크(disk) 및 블루-레이 디스크(disc)를 포함하며, 여기서 디스크(disk)들은 일반적으로 데이터를 자기적으로 재생하지만, 디스크(disc)들은 레이저를 이용하여 광학적으로 데이터를 재생한다. 상기한 것들의 결합들이 또한 컴퓨터-판독가능 매체들의 범위 내에 포함되어야 한다.

[0113] [0123] 청구항들을 포함하여 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "및/또는"은, 2개 또는 그 초과항의 아이템들의 리스트에서 사용되는 경우, 리스팅된 아이템들 중 임의의 하나가 단독으로 이용될 수 있거나, 리스팅된 아이템들 중 2개 또는 그 초과항의 임의의 결합이 이용될 수 있다는 것을 의미한다. 예컨대, 구조가 컴포넌트들 A, B, 및/또는 C를 포함하는 것으로서 설명되면, 구조는, A만; B만; C만; A 및 B의 결합; A 및 C의 결합; B 및 C의 결합; 또는 A, B, 및 C의 결합을 포함할 수 있다. 또한, 청구항들을 포함하여 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 아이템들의 리스트(예컨대, "중 적어도 하나" 또는 "중 하나 또는 그 초과"와 같은 어구에 뒤따르는 아이템들의 리스트)에서 사용되는 바와 같은 "또는"은, 예컨대, "A, B, 또는 C 중 적어도 하나"의 리스트가 A 또는 B 또는 C 또는 AB 또는 AC 또는 BC 또는 ABC(즉, A 및 B 및 C)를 의미하도록 하는 분리적인(disjunctive) 리스트를 표시한다.

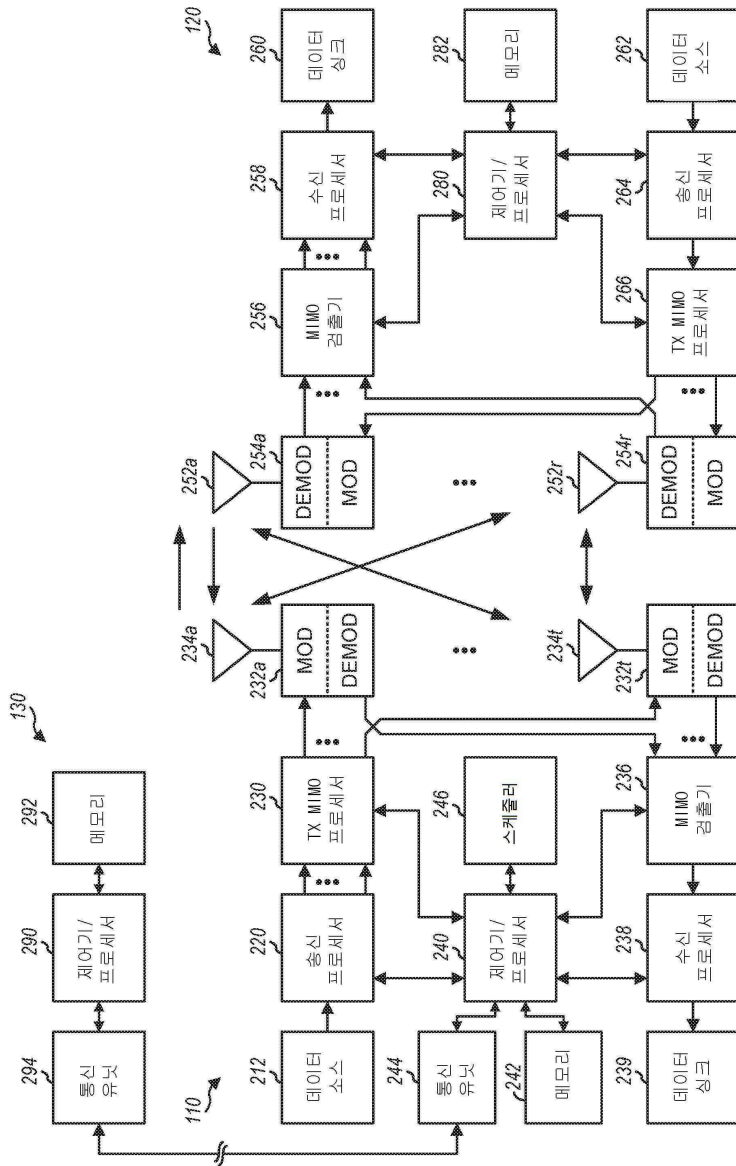
[0114] [0124] 개시내용의 이전 설명은 당업자가 개시내용을 사용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 개시내용에 대한 다양한 변형들은 당업자들에게 용이하게 명백할 것이며, 본 명세서에서 정의된 일반적인 원리들은 개시내용의 사상 또는 범위를 벗어나지 않으면서 다른 변형들에 적용될 수 있다. 따라서, 개시내용은 본 명세서에 설명된 예들 및 설계들로 제한되도록 의도되는 것이 아니라, 본 명세서에 개시된 원리들 및 신규한 특성들과 일치하는 가장 넓은 범위에 부합할 것이다.

도면

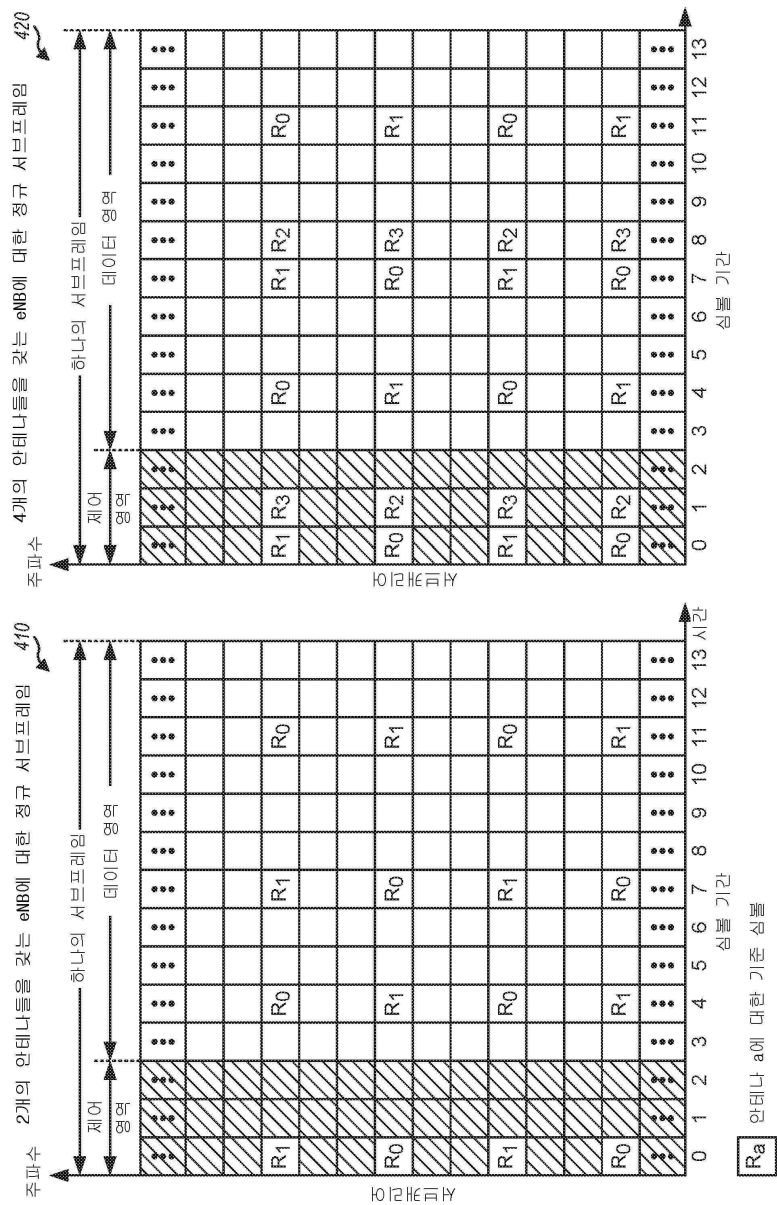
도면1



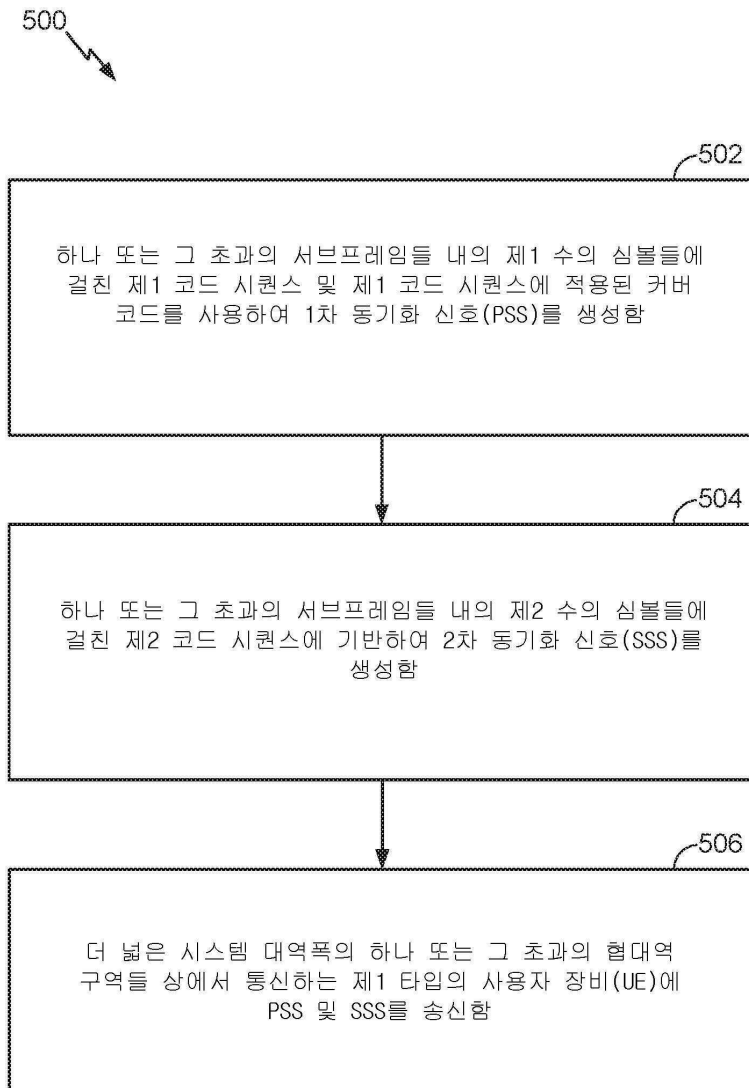
도면2



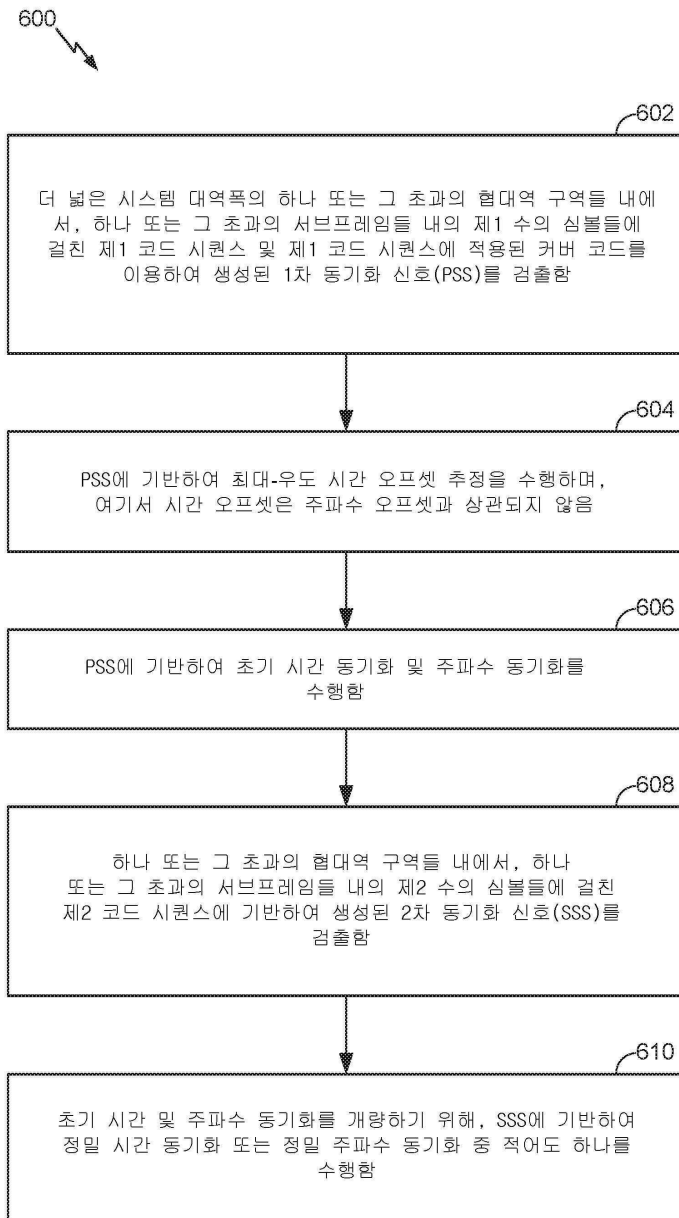
도면4



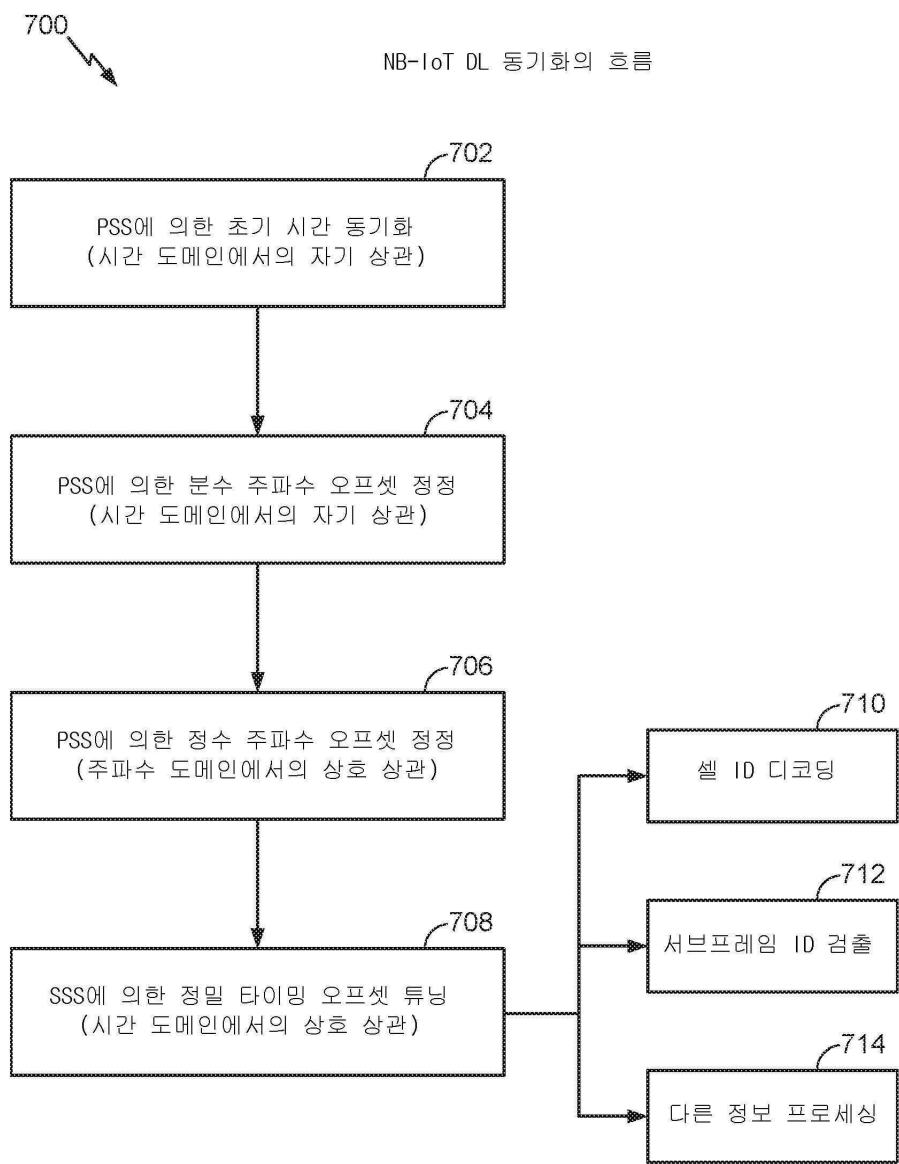
도면5



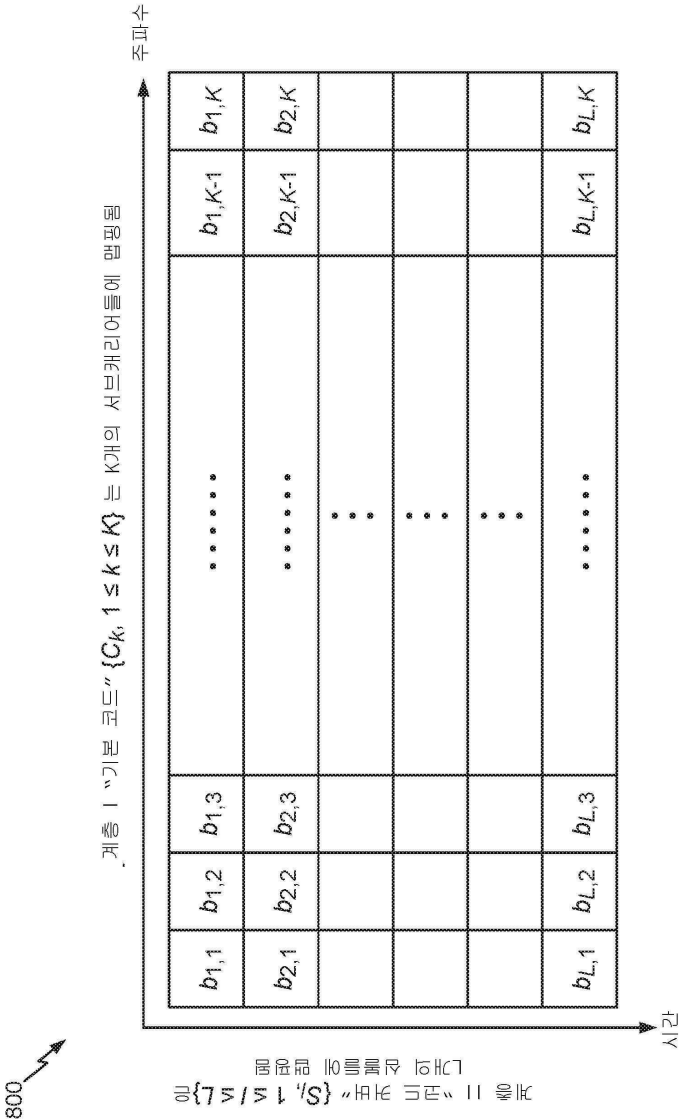
도면6



도면7



도면8



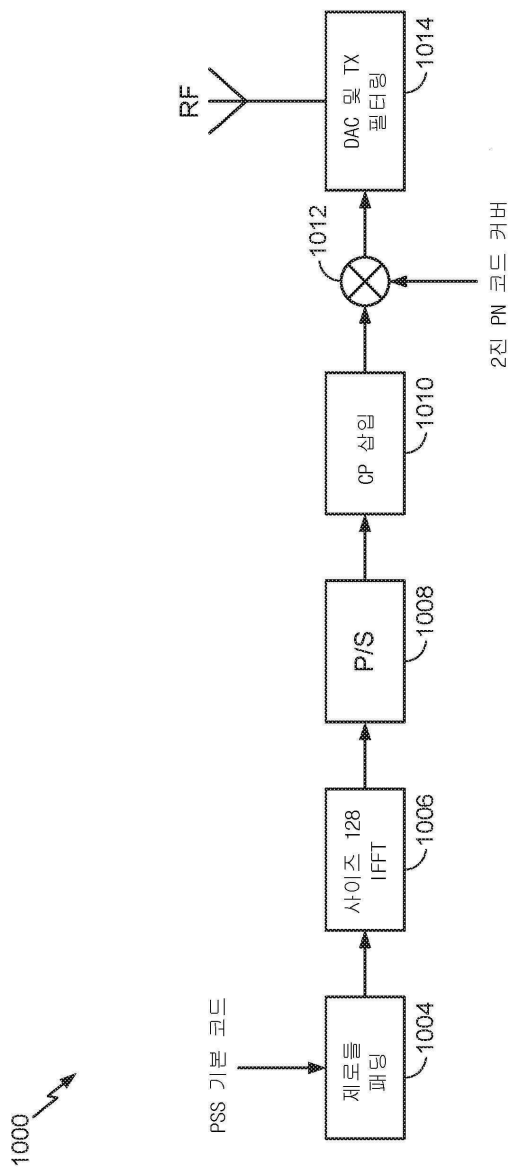
도면9

900 ↘

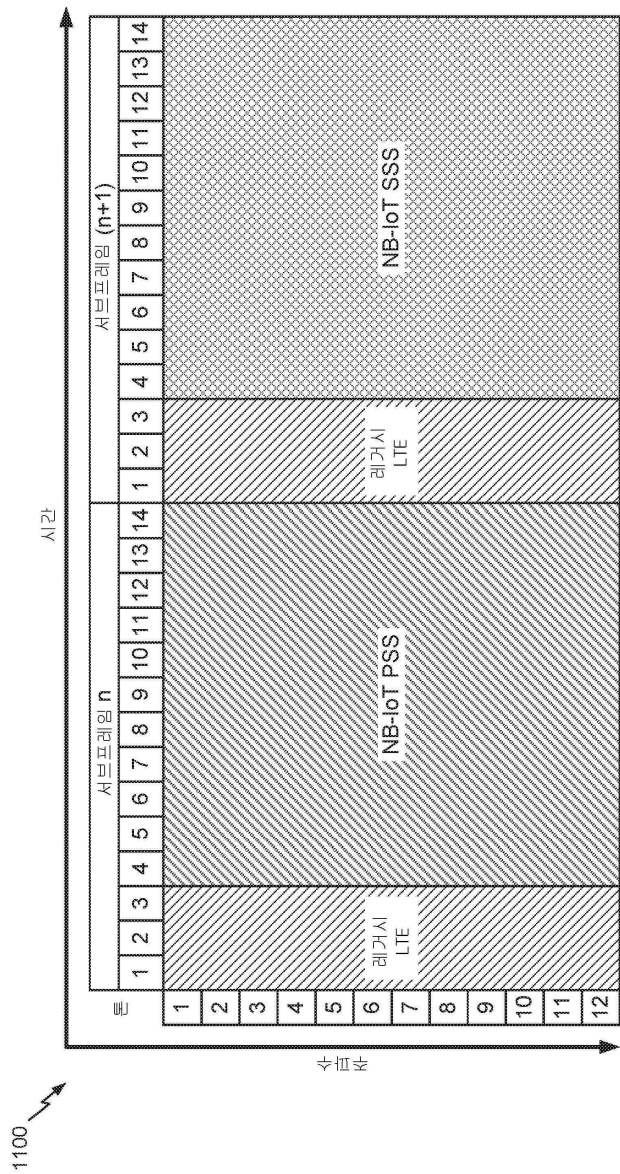
K=12에 대하여 $\{e^{j\pi\beta/6}\}$ 에 의해 제공된 감소된 알파벳

α	β					
1	0	2	4	6	8	--
5	0	2	4	6	10	--
7	0	2	3	6	7	8
1	0	1	4	5	6	10

도면10



도면11

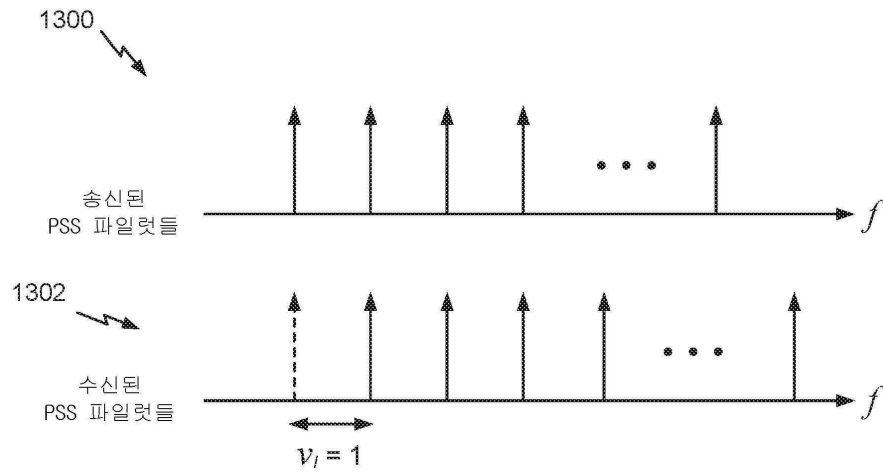


도면12

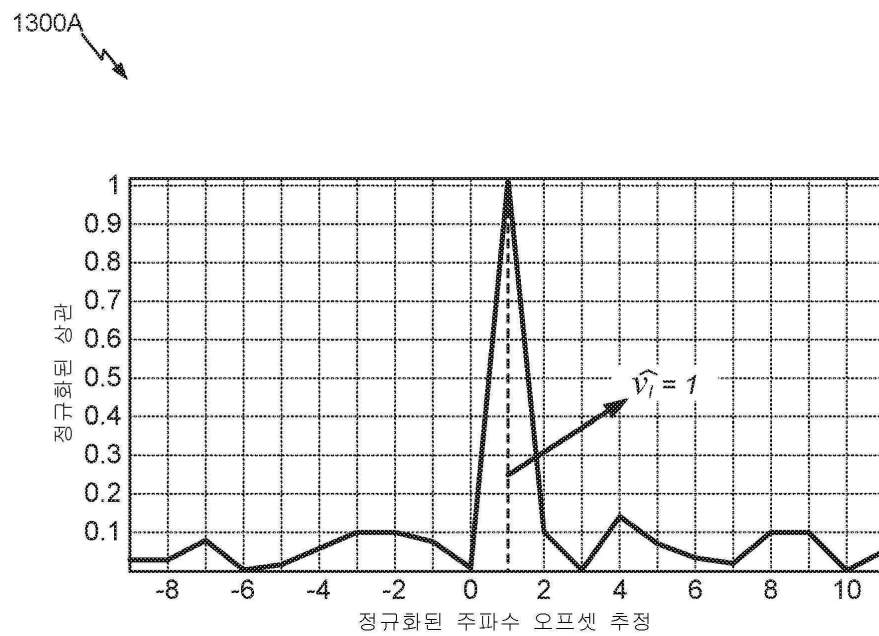
1200 ↗

신호 인덱스	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PN 커버				1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1
PSS 신호들의 서브-캐리어				γ_1	γ_2	γ_3	γ_4	γ_5	γ_6	γ_7	γ_8	γ_9	γ_{10}	γ_{11}	

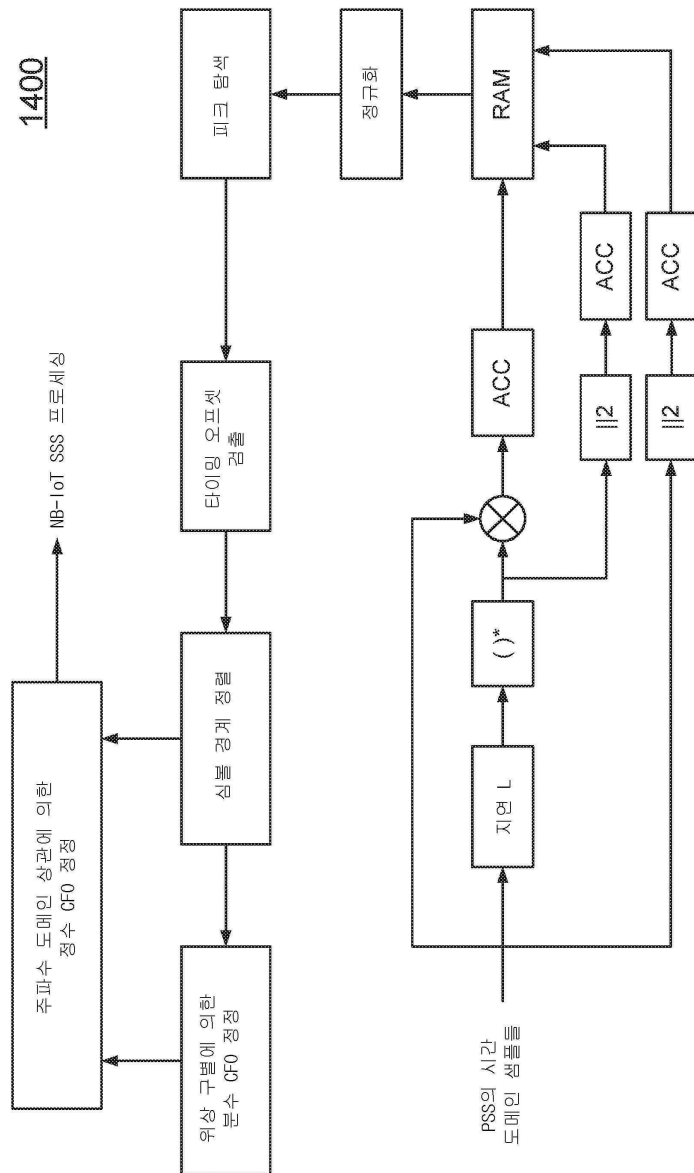
도면13



도면13a

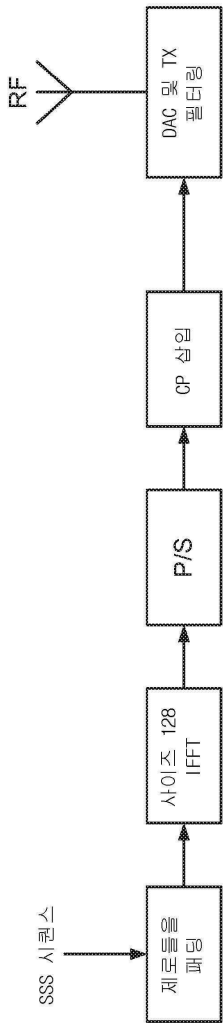


도면14

1400

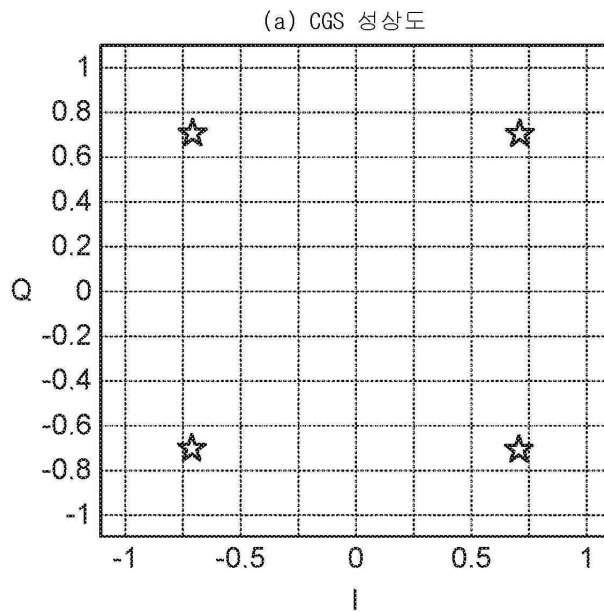
도면15

1500 ↗



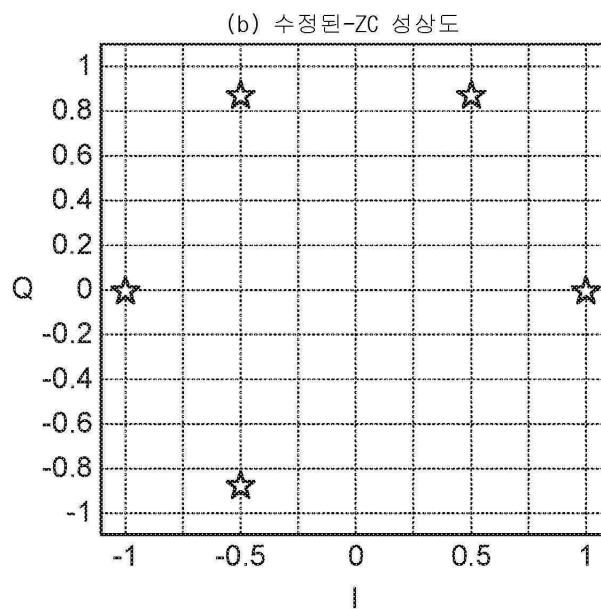
도면16

1600 ↘

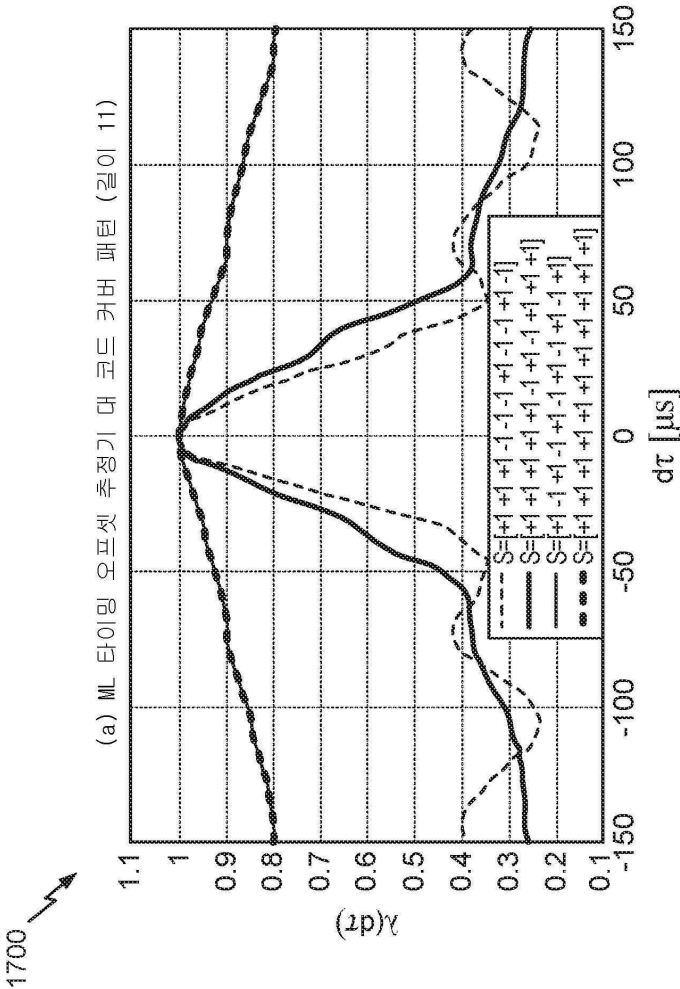


도면16a

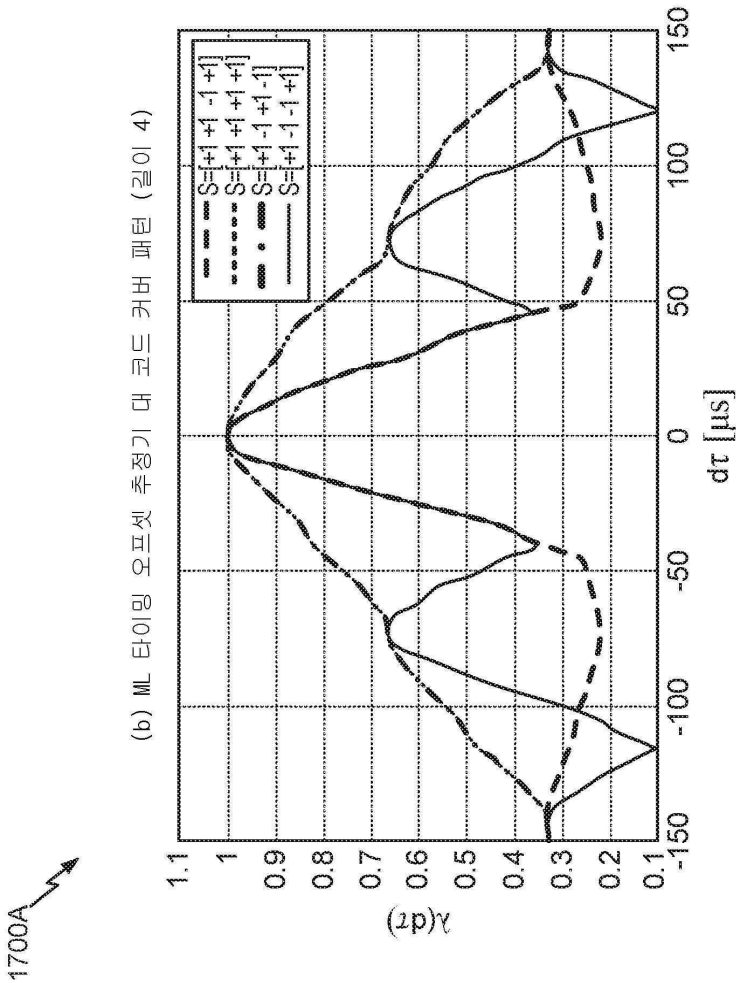
1600A ↘



도면17



도면17a



도면18

SSS 심볼 인덱스	1	2	3	...	M	페이지 ID
루트 어레이먼트 #1	$\mu(1,1)$	$\mu(1,2)$	$\mu(1,3)$...	$\mu(1,M)$	셀 ID
루트 어레이먼트 #2	$\mu(2,1)$	$\mu(2,2)$	$\mu(2,3)$...	$\mu(2,M)$	셀 ID
루트 어레이먼트 #3	$\mu(3,1)$	$\mu(3,2)$	$\mu(3,3)$...	$\mu(3,M)$	셀 ID
	•	•	•			서브프레임 번호
	•	•	•			시스템 정보

1800 ↗