



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월02일
 (11) 등록번호 10-2017238
 (24) 등록일자 2019년08월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H04J 11/00 (2006.01) H04J 13/00 (2011.01)
 (52) CPC특허분류
 H04J 11/0069 (2013.01)
 H04J 13/0062 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2018-0071660
 (22) 출원일자 2018년06월21일
 심사청구일자 2018년06월21일
 (65) 공개번호 10-2018-0138556
 (43) 공개일자 2018년12월31일
 (30) 우선권주장
 62/523,219 2017년06월21일 미국(US)
 (뒷면에 계속)
 (56) 선행기술조사문헌
 3gpp R1-157274*
 3gpp R1-160449*
 3gpp R1-165977*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 엘지전자 주식회사
 서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
 (72) 발명자
 신석민
 서울특별시 서초구 양재대로11길 19, LG전자 특허센터
 박창환
 서울특별시 서초구 양재대로11길 19, LG전자 특허센터
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 특허법인로알

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 이정수

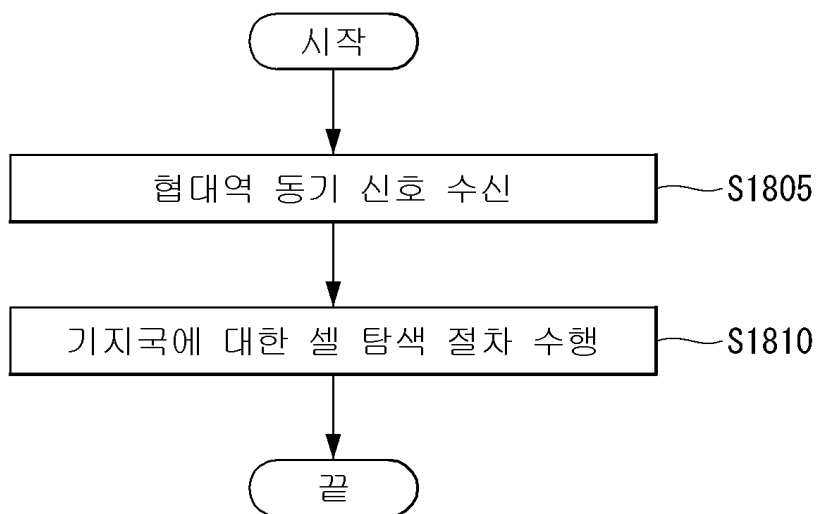
(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서 동기 신호를 송수신하는 방법 및 이를 위한 장치

(57) 요약

본 발명에서는 협대역 사물 인터넷(NarrowBand-Internet of Things, NB-IoT)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 동기 신호(synchronization signal)를 송수신하는 방법 및 이를 위한 장치가 개시된다.

구체적으로, 동기 신호를 송수신하는 방법에 있어서, 해당 방법은, 기지국으로부터, 협대역 동기 신호를 수신하 (뒷면에 계속)

대표도 - 도18



는 과정과, 상기 협대역 동기 신호에 기반하여, 상기 기지국에 대한 셀 탐색 절차(cell search procedure)를 수행하는 과정을 포함하되, 상기 협대역 동기 신호는, 협대역 프라이머리 동기 신호(narrowband primary synchronization signal) 및 협대역 세컨더리 동기 신호(narrowband secondary synchronization signal)를 포함하고, 상기 협대역 프라이머리 동기 신호와 상기 협대역 세컨더리 동기 신호는, 서로 다른 서브프레임에서 전송되며, 상기 협대역 세컨더리 동기 신호가 전송되는 서브프레임은, 무선 프레임 구조의 유형에 따라 서로 다르게 설정될 수 있다.

(52) CPC특허분류

H04J 2011/0096 (2013.01)

H04J 2211/005 (2013.01)

(30) 우선권주장

62/536,972 2017년07월25일 미국(US)

62/554,513 2017년09월05일 미국(US)

(72) 발명자

안준기

서울특별시 서초구 양재대로11길 19, LG전자 특허 센터

황승계

서울특별시 서초구 양재대로11길 19, LG전자 특허 센터

명세서

청구범위

청구항 1

협대역 사물 인터넷(NarrowBand-Internet of Things, NB-IoT)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 동기 신호(synchronization signal)를 송수신하는 방법에 있어서,

기지국으로부터, 협대역 동기 신호(narrowband synchronization signal)를 수신하는 과정과,

상기 협대역 동기 신호에 기반하여, 상기 기지국에 대한 셀 탐색 절차(cell search procedure)를 수행하는 과정과,

상기 기지국으로부터, 협대역 방송 채널(narrowband broadcast channel)을 수신하는 과정을 포함하되,

상기 협대역 동기 신호는, 협대역 프라이머리 동기 신호(narrowband primary synchronization signal) 및 협대역 세컨더리 동기 신호(narrowband secondary synchronization signal)를 포함하고,

상기 협대역 프라이머리 동기 신호는 매 무선 프레임의 #5 서브프레임에서 11개의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼들을 통해 전송되며,

FDD(Frequency Division Duplex)를 위한 무선 프레임 구조의 경우, 상기 협대역 세컨더리 동기 신호는 매 짝수 번째(even-numbered) 무선 프레임(radio frames)의 #9 서브프레임에서 11개의 OFDM 심볼들을 통해 전송되고, 상기 협대역 방송 채널은 상기 매 무선 프레임의 #0 서브프레임에서 전송되며,

TDD(Time Division Duplex)를 위한 무선 프레임 구조의 경우, 상기 협대역 세컨더리 동기 신호는 상기 매 짝수 번째 무선 프레임의 #0 서브프레임에서 11개의 OFDM 심볼들을 통해 전송되고, 상기 협대역 방송 채널은 상기 매 무선 프레임의 #9 서브프레임에서 전송되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 협대역 동기 신호는 자도프-추 시퀀스(Zadoff-Chu sequence)에 기반하여 생성되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 협대역 프라이머리 동기 신호가 전송되는 서브프레임과 상기 협대역 세컨더리 동기 신호가 전송되는 서브프레임 간의 간격(gap)를 이용하여, 상기 기지국이 제공하는 무선 프레임 구조를 결정하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

협대역 사물 인터넷(NarrowBand-Internet of Things, NB-IoT)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 동기 신호(synchronization signal)를 수신하는 단말에 있어서,

무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛과,

상기 RF 유닛과 기능적으로 연결되어 있는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

기지국으로부터, 협대역 동기 신호(narrowband synchronization signal)를 수신하고,

상기 협대역 동기 신호에 기반하여, 상기 기지국에 대한 셀 탐색 절차(cell search procedure)를 수행하며,

상기 기지국으로부터, 협대역 방송 채널(narrowband broadcast channel)을 수신하되,

상기 협대역 동기 신호는, 협대역 프라이머리 동기 신호(narrowband primary synchronization signal) 및 협대역 세컨더리 동기 신호(narrowband secondary synchronization signal)를 포함하고,

상기 협대역 프라이머리 동기 신호는 매 무선 프레임의 #5 서브프레임에서 11개의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼들을 통해 전송되며,

FDD(Frequency Division Duplex)를 위한 무선 프레임 구조의 경우, 상기 협대역 세컨더리 동기 신호는 매 짝수 번째(even-numbered) 무선 프레임(radio frames)의 #9 서브프레임에서 11개의 OFDM 심볼들을 통해 전송되고, 상기 협대역 방송 채널은 상기 매 무선 프레임의 #0 서브프레임에서 전송되며,

TDD(Time Division Duplex)를 위한 무선 프레임 구조의 경우, 상기 협대역 세컨더리 동기 신호는 상기 매 짝수 번째 무선 프레임의 #0 서브프레임에서 11개의 OFDM 심볼들을 통해 전송되고, 상기 협대역 방송 채널은 상기 매 무선 프레임의 #9 서브프레임에서 전송되는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에서 동기 신호(synchronization signal)를 송수신하는 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게 협대역 사물 인터넷(NarrowBand-Internet of Things, NB-IoT)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 동기 신호를 송수신하기 위한 방법 및 이를 지원하는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이동 통신 시스템은 사용자의 활동성을 보장하면서 음성 서비스를 제공하기 위해 개발되었다. 그러나 이동통신 시스템은 음성뿐 아니라 데이터 서비스까지 영역을 확장하였으며, 현재에는 폭발적인 트래픽의 증가로 인하여 자원의 부족 현상이 야기되고 사용자들이 보다 고속의 서비스에 대한 요구하므로, 보다 발전된 이동 통신 시스템이 요구되고 있다.

[0003] 차세대 이동 통신 시스템의 요구 조건은 크게 폭발적인 데이터 트래픽의 수용, 사용자 당 전송률의 획기적인 증가, 대폭 증가된 연결 디바이스 개수의 수용, 매우 낮은 단대단 지연(End-to-End Latency), 고에너지 효율을 지원할 수 있어야 한다. 이를 위하여 이중 연결성(Dual Connectivity), 대규모 다중 입출력(Massive MIMO: Massive Multiple Input Multiple Output), 전이중(In-band Full Duplex), 비직교 다중접속(NOMA: Non-Orthogonal Multiple Access), 초광대역(Super wideband) 지원, 단말 네트워킹(Device Networking) 등 다양한 기술들이 연구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 명세서는, 협대역 사물 인터넷(NarrowBand-Internet of Things, NB-IoT)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 동기 신호를 송수신하는 방법을 제안한다.

[0005] 구체적으로, 본 명세서는, 무선 프레임 구조의 유형의 구분을 위하여, NPSS, NSSS, 및/또는 NPBCH에 대한 설정을 다르게 설정하는 하는 방법을 제안한다.

[0006] 또한, 본 명세서는, 무선 프레임 구조의 유형에 따라 다르게 적용될 NPSS의 커버 코드(cover code)를 설정하는 방법을 제안한다.

[0007] 또한, 본 명세서는, NPSS의 주파수 오프셋을 고려하여, NPSS 시퀀스 생성 및 해당 시퀀스의 자원 매핑 방법을 제안한다.

[0008] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 실시 예에 따른 협대역 사물 인터넷(NarrowBand-Internet of Things, NB-IoT)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 동기 신호(synchronization signal)를 송수신하는 방법에 있어서, 상기 방법은, 기지국으로부터, 협대역 동기 신호(narrowband synchronization signal)를 수신하는 과정과, 상기 협대역 동기 신호에 기반하여, 상기 기지국에 대한 셀 탐색 절차(cell search procedure)를 수행하는 과정을 포함할 수 있다. 여기에서, 상기 협대역 동기 신호는, 협대역 프라이머리 동기 신호(narrowband primary synchronization signal) 및 협대역 세컨더리 동기 신호(narrowband secondary synchronization signal)를 포함하고, 상기 협대역 프라이머리 동기 신호와 상기 협대역 세컨더리 동기 신호는, 서로 다른 서브프레임(subframe)에서 전송되며, 상기 협대역 세컨더리 동기 신호가 전송되는 서브프레임은, 무선 프레임 구조(radio frame structure)의 유형(type)에 따라 서로 다르게 설정될 수 있다.

[0010] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 상기 방법에 있어서, FDD(Frequency Division Duplex)를 위한 무선 프레임 구조의 경우, 상기 협대역 세컨더리 동기 신호는 무선 프레임(radio frame)의 #9 서브프레임에서 전송되며, TDD(Time Division Duplex)를 위한 무선 프레임 구조의 경우, 상기 협대역 세컨더리 동기 신호는 무선 프레임의

#0 서브프레임에서 전송될 수 있다. 이 때, 상기 협대역 프라이머리 동기 신호는 무선 프레임의 #5 서브프레임에서 전송될 수 있다.

[0011] 이 경우, 상기 협대역 세컨더리 동기 신호의 전송 주기는 상기 협대역 프라이머리 동기 신호의 전송 주기의 두 배로 설정될 수 있다. 예를 들어, 상기 협대역 세컨더리 동기 신호는, 상기 무선 통신 시스템이 지원하는 다수의 무선 프레임들 중 짝수 번째(even-numbered) 무선 프레임들에서 전송될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 협대역 프라이머리 동기 신호 및 상기 협대역 세컨더리 동기 신호는, 각각 서브프레임의 11개의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼들을 통해 전송될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 방법은, 상기 기지국으로부터, 협대역 방송 채널(narrowband broadcast channel)을 수신하는 과정을 더 포함하며, 상기 협대역 방송 채널이 전송되는 서브프레임은, 상기 무선 프레임 구조의 유형에 따라 서로 다르게 설정될 수 있다. 구체적으로, FDD를 위한 무선 프레임 구조의 경우, 상기 협대역 방송 채널은 무선 프레임의 #0 서브프레임에서 전송되며, TDD를 위한 무선 프레임 구조의 경우, 상기 협대역 방송 채널은 무선 프레임의 #9 서브프레임에서 전송될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 협대역 동기 신호는 자도프-추 시퀀스(Zadoff-Chu sequence)에 기반하여 생성될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 방법은, 상기 협대역 프라이머리 동기 신호가 전송되는 서브프레임과 상기 협대역 세컨더리 동기 신호가 전송되는 서브프레임 간의 간격(gap)를 이용하여, 상기 기지국이 제공하는 무선 프레임 구조를 결정하는 과정을 더 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 실시 예에 따른 협대역 사물 인터넷(NarrowBand-Internet of Things, NB-IoT)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 동기 신호(synchronization signal)를 수신하는 단말에 있어서, 상기 단말은 무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛과 상기 RF 유닛과 기능적으로 연결되어 있는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 기지국으로부터, 협대역 동기 신호(narrowband synchronization signal)를 수신하고, 상기 협대역 동기 신호에 기반하여, 상기 기지국에 대한 셀 탐색 절차(cell search procedure)를 수행할 수 있다. 여기에서, 상기 협대역 동기 신호는, 협대역 프라이머리 동기 신호(narrowband primary synchronization signal) 및 협대역 세컨더리 동기 신호(narrowband secondary synchronization signal)를 포함하고, 상기 협대역 프라이머리 동기 신호와 상기 협대역 세컨더리 동기 신호는, 서로 다른 서브프레임(subframe)에서 전송되며, 상기 협대역 세컨더리 동기 신호가 전송되는 서브프레임은, 무선 프레임 구조(radio frame structure)의 유형(type)에 따라 서로 다르게 설정될 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 상기 단말에 있어서, FDD(Frequency Division Duplex)를 위한 무선 프레임 구조의 경우, 상기 협대역 세컨더리 동기 신호는 무선 프레임(radio frame)의 #9 서브프레임에서 전송되며, TDD(Time Division Duplex)를 위한 무선 프레임 구조의 경우, 상기 협대역 세컨더리 동기 신호는 무선 프레임의 #0 서브프레임에서 전송될 수 있다. 이 때, 상기 협대역 프라이머리 동기 신호는 무선 프레임의 #5 서브프레임에서 전송되는 것을 특징으로 하는 단말.

[0018] 또한, 상기 프로세서는, 상기 기지국으로부터, 협대역 방송 채널(narrowband broadcast channel)을 수신하며, 상기 협대역 방송 채널이 전송되는 서브프레임은, 상기 무선 프레임 구조의 유형에 따라 서로 다르게 설정될 수 있다. 구체적으로, FDD를 위한 무선 프레임 구조의 경우, 상기 협대역 방송 채널은 무선 프레임의 #0 서브프레임에서 전송되며, TDD를 위한 무선 프레임 구조의 경우, 상기 협대역 방송 채널은 무선 프레임의 #9 서브프레임에서 전송될 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명의 실시 예에 따르면, 단말이 셀에 대해 수행하는 초기 접속(initial access) 절차 단계에서 해당 셀이 지원 또는 제공하는 무선 프레임 구조의 유형을 파악할 수 있는 효과가 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 실시 예에 따르면, 단말이 신호에 대한 블라인드 검출(blind detection) 동작이 아닌, 시퀀스 검출(sequence detection)만으로도 해당 셀이 지원 또는 제공하는 무선 프레임 구조의 유형을 파악할 수 있는 효과가 있다.

[0021] 또한, 본 발명의 실시 예에 따르면, 중심 주파수가 높은 대역으로 설정되는 경우에도, NPSS의 전송 영역이 아날로그 필터(analog filter)의 대역을 벗어나지 않는 효과가 있다.

[0022] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은

아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0023]

본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시 예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 특징을 설명한다.

- 도 1은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다.
- 도 2는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.
- 도 4는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.
- 도 5는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 컴포넌트 캐리어 및 캐리어 병합의 일례를 나타낸다.
- 도 6은 캐리어 병합을 지원하는 시스템의 셀의 구분을 예시한 도면이다.
- 도 7은 커버 코드가 적용된 경우 NPSS 또는 aNPSS의 자기상관 특성을 나타낸다.
- 도 8은 순환 쉬프트 값에 따른 NSSF 또는 aNSSS의 상호상관 값들을 나타낸다.
- 도 9는 NSSF 또는 aNSSS를 위한 자원 매핑 방법의 예들을 나타낸다.
- 도 10은 자원 매핑 방식에 따른 레거시 NB-IoT 단말의 NSSF 상호상관 특성을 나타낸다.
- 도 11은 LTE 시스템의 무선 프레임 구조에 따른 동기 신호의 전송 위치를 나타낸다.
- 도 12는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 동기 신호 전송 방법의 일 예를 나타낸다.
- 도 13은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 동기 신호 전송 방법의 다른 예를 나타낸다.
- 도 14는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 동기 신호 전송 방법의 또 다른 예를 나타낸다.
- 도 15는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 동기 신호 전송 방법의 또 다른 예를 나타낸다.
- 도 16은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 동기 신호 전송 방법의 또 다른 예를 나타낸다.
- 도 17은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 동기 신호 전송 방법의 또 다른 예를 나타낸다.
- 도 18은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 단말이 동기 신호를 이용하여 셀 탐색 절차를 수행하는 동작 순서도를 나타낸다.
- 도 19는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 NPSS의 커버 코드 값들에 대한 상관 전력 그래프의 예를 나타낸다.
- 도 20은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 NPSS의 커버 코드 값들에 대한 상관 전력 그래프의 다른 예를 나타낸다.
- 도 21은 기존의 NB-IoT 시스템의 NPSS가 점유하는 자원 영역을 나타낸다.
- 도 22는 기존의 NB-IoT 시스템의 NPSS에 대한 주파수 오프셋의 일 예를 나타낸다.
- 도 23은 기존의 NB-IoT 시스템의 NPSS에 대한 주파수 오프셋의 다른 예를 나타낸다.
- 도 24는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 NPSS 시퀀스 매핑 방법의 일 예를 나타낸다.
- 도 25는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 NPSS 시퀀스 매핑 방법의 다른 예를 나타낸다.
- 도 26은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 NPSS에 대한 주파수 오프셋의 일 예를 나타낸다.
- 도 27은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 NPSS 시퀀스 매핑 방법의 또 다른 예를 나타낸다.
- 도 28은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 NPSS에 대한 주파수 오프셋의 다른 예를 나타낸다.

도 29는 본 명세서에서 제안하는 방법들이 적용될 수 있는 무선 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.

도 30는 본 발명의 일 실시 예에 따른 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 통상의 기술자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다.
- [0025] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다.
- [0026] 본 명세서에서 기지국은 단말과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미를 갖는다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다. 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음은 자명하다. '기지국(BS: Base Station)'은 고정국(fixed station), Node B, eNB(evolved-NodeB), BTS(base transceiver system), 액세스 포인트(AP: Access Point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, '단말(Terminal)'은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, UE(User Equipment), MS(Mobile Station), UT(user terminal), MSS(Mobile Subscriber Station), SS(Subscriber Station), AMS(Advanced Mobile Station), WT(Wireless terminal), MTC(Machine-Type Communication) 장치, M2M(Machine-to-Machine) 장치, D2D(Device-to-Device) 장치 등의 용어로 대체될 수 있다.
- [0027] 이하에서, 하향링크(DL: downlink)는 기지국에서 단말로의 통신을 의미하며, 상향링크(UL: uplink)는 단말에서 기지국으로의 통신을 의미한다. 하향링크에서 송신기는 기지국의 일부이고, 수신기는 단말의 일부일 수 있다. 상향링크에서 송신기는 단말의 일부이고, 수신기는 기지국의 일부일 수 있다.
- [0028] 이하의 설명에서 사용되는 특정 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [0029] 이하의 기술은 CDMA(code division multiple access), FDMA(frequency division multiple access), TDMA(time division multiple access), OFDMA(orthogonal frequency division multiple access), SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access), NOMA(non-orthogonal multiple access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 이용될 수 있다. CDMA는 UTRA(universal terrestrial radio access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(global system for mobile communications)/GPRS(general packet radio service)/EDGE(enhanced data rates for GSM evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(universal mobile telecommunications system)의 일부이다. 3GPP(3rd generation partnership project) LTE(long term evolution)은 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(advanced)는 3GPP LTE의 진화이다.
- [0030] 본 발명의 실시 예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802, 3GPP 및 3GPP2 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시 예들 중 본 발명의 기술적 사상을 명확히 드러내기 위해 설명하지 않은 단계들 또는 부분들은 상기 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.
- [0031] 설명을 명확하게 하기 위해, 3GPP LTE/LTE-A를 위주로 기술하지만 본 발명의 기술적 특징이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0033] **시스템 일반**
- [0034] 도 1은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다.
- [0035] 3GPP LTE/LTE-A에서는 FDD(Frequency Division Duplex)에 적용 가능한 타입 1 무선 프레임(radio frame) 구조

와 TDD(Time Division Duplex)에 적용 가능한 타입 2의 무선 프레임 구조를 지원한다.

[0036] 도 1에서 무선 프레임의 시간 영역에서의 크기는 $T_s=1/(15000*2048)$ 의 시간 단위의 배수로 표현된다. 하향링크 및 상향링크 전송은 $T_f=307200*T_s=10ms$ 의 구간을 가지는 무선 프레임으로 구성된다.

[0037] 도 1의 (a)는 타입 1 무선 프레임의 구조를 예시한다. 타입 1 무선 프레임은 전이중(full duplex) 및 반이중(half duplex) FDD에 모두 적용될 수 있다.

[0038] 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성된다. 하나의 무선 프레임은 $T_{slot}=15360*T_s=0.5ms$ 길이의 20개의 슬롯으로 구성되고, 각 슬롯은 0부터 19까지의 인덱스가 부여된다. 하나의 서브프레임은 시간 영역(time domain)에서 연속적인 2개의 슬롯(slot)으로 구성되고, 서브프레임 i 는 슬롯 $2i$ 및 슬롯 $2i+1$ 로 구성된다. 하나의 서브프레임을 전송하는데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라 한다. 예를 들어, 하나의 서브 프레임은 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms일 수 있다.

[0039] FDD에서 상향링크 전송 및 하향링크 전송은 주파수 도메인에서 구분된다. 전이중 FDD에 제한이 없는 반면, 반이중 FDD 동작에서 단말은 동시에 전송 및 수신을 할 수 없다.

[0040] 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원블록(RB: Resource Block)을 포함한다. 3GPP LTE는 하향링크에서 OFDMA를 사용하므로 OFDM 심볼은 하나의 심볼 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것이다. OFDM 심볼은 하나의 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간이라고 할 수 있다. 자원 블록(resource block)은 자원 할당 단위이고, 하나의 슬롯에서 복수의 연속적인 부 반송파(subcarrier)를 포함한다.

[0041] 도 1의 (b)는 타입 2 프레임 구조(frame structure type 2)를 나타낸다. 타입 2 무선 프레임은 각 $153600*T_s=5ms$ 의 길이의 2개의 하프 프레임(half frame)으로 구성된다. 각 하프 프레임은 $30720*T_s=1ms$ 길이의 5개의 서브프레임으로 구성된다.

[0042] TDD 시스템의 타입 2 프레임 구조에서 상향링크-하향링크 구성(uplink-downlink configuration)은 모든 서브프레임에 대하여 상향링크와 하향링크가 할당(또는 예약)되는지 나타내는 규칙이다. 표 1은 상향링크-하향링크 구성을 나타낸다.

표 1

Uplink-Downlink configuration	Downlink-to-Uplink Switch-point periodicity	Subframe number									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

[0043]

[0044] 표 1을 참조하면, 무선 프레임의 각 서브프레임 별로, 'D'는 하향링크 전송을 위한 서브프레임을 나타내고, 'U'는 상향링크 전송을 위한 서브프레임을 나타내며, 'S'는 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(GP: Guard Period), UpPTS(Uplink Pilot Time Slot) 3가지의 필드로 구성되는 스페셜 서브프레임(special subframe)을 나타낸다.

[0045] DwPTS는 단말에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다. UpPTS는 기지국에서의 채널 추정과 단말의 상향링크 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. GP는 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다.

[0046] 각 서브프레임 i 는 각 $T_{slot}=15360*T_s=0.5ms$ 길이의 슬롯 $2i$ 및 슬롯 $2i+1$ 로 구성된다.

- [0047] 상향링크-하향링크 구성은 7가지로 구분될 수 있으며, 각 구성 별로 하향링크 서브프레임, 스페셜 서브프레임, 상향링크 서브프레임의 위치 및/또는 개수가 다르다.
- [0048] 하향링크에서 상향링크로 변경되는 시점 또는 상향링크에서 하향링크로 전환되는 시점을 전환 시점(switching point)이라 한다. 전환 시점의 주기성(Switch-point periodicity)은 상향링크 서브프레임과 하향링크 서브프레임이 전환되는 양상이 동일하게 반복되는 주기를 의미하며, 5ms 또는 10ms가 모두 지원된다. 5ms 하향링크-상향링크 전환 시점의 주기를 가지는 경우에는 스페셜 서브프레임(S)은 하프-프레임 마다 존재하고, 5ms 하향링크-상향링크 전환 시점의 주기를 가지는 경우에는 첫번째 하프-프레임에만 존재한다.
- [0049] 모든 구성에 있어서, 0번, 5번 서브프레임 및 DwPTS는 하향링크 전송만을 위한 구간이다. UpPTS 및 서브프레임 서브프레임에 바로 이어지는 서브프레임은 항상 상향링크 전송을 위한 구간이다.
- [0050] 이러한, 상향링크-하향링크 구성은 시스템 정보로써 기지국과 단말이 모두 알고 있을 수 있다. 기지국은 상향링크-하향링크 구성 정보가 바뀔 때마다 구성 정보의 인덱스만을 전송함으로써 무선 프레임의 상향링크-하향링크 할당상태의 변경을 단말에 알려줄 수 있다. 또한, 구성 정보는 일종의 하향링크 제어정보로서 다른 스케줄링 정보와 마찬가지로 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 전송될 수 있으며, 방송 정보로서 브로드캐스트 채널(broadcast channel)을 통해 셀 내의 모든 단말에 공통으로 전송될 수도 있다.
- [0051] 표 2는 스페셜 서브프레임의 구성(DwPTS/GP/UpPTS의 길이)을 나타낸다.

표 2

Special subframe configuration	Normal cyclic prefix in downlink			Extended cyclic prefix in downlink		
	DwPTS	UpPTS		DwPTS	UpPTS	
		Normal cyclic prefix in uplink	Extended cyclic prefix in uplink		Normal cyclic prefix in uplink	Extended cyclic prefix in uplink
0	$6592 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$	$7680 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$
1	$19760 \cdot T_s$			$20480 \cdot T_s$		
2	$21952 \cdot T_s$			$23040 \cdot T_s$		
3	$24144 \cdot T_s$			$25600 \cdot T_s$		
4	$26336 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$	$7680 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$
5	$6592 \cdot T_s$			$20480 \cdot T_s$		
6	$19760 \cdot T_s$			$23040 \cdot T_s$		
7	$21952 \cdot T_s$			-	-	-
8	$24144 \cdot T_s$			-	-	-

- [0052]
- [0053] 도 1의 예시에 따른 무선 프레임의 구조는 하나의 예시에 불과하며, 무선 프레임에 포함되는 부 반송파의 수 또는 서브 프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.
- [0054] 도 2는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.
- [0055] 도 2를 참조하면, 하나의 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함한다. 여기서, 하나의 하향링크 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원 블록은 주파수 영역에서 12개의 부 반송파를 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0056] 자원 그리드 상에서 각 요소(element)를 자원 요소(resource element)하고, 하나의 자원 블록(RB: resource block)은 12×7 개의 자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원 블록들의 수 N^{DL} 은 하향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다.
- [0057] 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.
- [0058] 도 3은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

- [0059] 도 3을 참조하면, 서브 프레임내의 첫번째 슬롯에서 앞의 최대 3개의 OFDM 심볼들이 제어 채널들이 할당되는 제어 영역(control region)이고, 나머지 OFDM 심볼들은 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)이 할당되는 데이터 영역(data region)이다. 3GPP LTE에서 사용되는 하향링크 제어 채널의 일례로 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 등이 있다.
- [0060] PCFICH는 서브 프레임의 첫번째 OFDM 심볼에서 전송되고, 서브 프레임 내에 제어 채널들의 전송을 위하여 사용되는 OFDM 심볼들의 수(즉, 제어 영역의 크기)에 관한 정보를 나른다. PHICH는 상향 링크에 대한 응답 채널이고, HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)에 대한 ACK(Acknowledgement)/NACK(Not-Acknowledgement) 신호를 나른다. PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보를 하향링크 제어정보(DCI: downlink control information)라고 한다. 하향링크 제어정보는 상향링크 자원 할당 정보, 하향링크 자원 할당 정보 또는 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송(Tx) 파워 제어 명령을 포함한다.
- [0061] PDCCH는 DL-SCH(Downlink Shared Channel)의 자원 할당 및 전송 포맷(이를 하향링크 그랜트라고도 한다.), UL-SCH(Uplink Shared Channel)의 자원 할당 정보(이를 상향링크 그랜트라고도 한다.), PCH(Paging Channel)에서의 페이징(paging) 정보, DL-SCH에서의 시스템 정보, PDSCH에서 전송되는 랜덤 액세스 응답(random access response)과 같은 상위 레이어(upper-layer) 제어 메시지에 대한 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내 개별 단말들에 대한 전송 파워 제어 명령들의 집합, VoIP(Voice over IP)의 활성화 등을 나를 수 있다. 복수의 PDCCH들은 제어 영역 내에서 전송될 수 있으며, 단말은 복수의 PDCCH들을 모니터링할 수 있다. PDCCH는 하나 또는 복수의 연속적인 CCE(control channel elements)의 집합으로 구성된다. CCE는 무선 채널의 상태에 따른 부호화율(coding rate)을 PDCCH에 제공하기 위하여 사용되는 논리적 할당 단위이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group)들에 대응된다. PDCCH의 포맷 및 사용 가능한 PDCCH의 비트 수는 CCE들의 수와 CCE들에 의해 제공되는 부호화율 간의 연관 관계에 따라 결정된다.
- [0062] 기지국은 단말에게 전송하려는 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 붙인다. CRC에는 PDCCH의 소유자(owner)나 용도에 따라 고유한 식별자(이를 RNTI(Radio Network Temporary Identifier)라고 한다.)가 마스킹된다. 특정의 단말을 위한 PDCCH라면 단말의 고유한 식별자, 예를 들어 C-RNTI(Cell-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는 페이징 메시지를 위한 PDCCH라면 페이징 지시 식별자, 예를 들어 P-RNTI(Paging-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 시스템 정보, 더욱 구체적으로 시스템 정보 블록(SIB: system information block)을 위한 PDCCH라면 시스템 정보 식별자, SI-RNTI(system information RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 랜덤 액세스 프리앰블의 전송에 대한 응답인 랜덤 액세스 응답을 지시하기 위하여, RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.
- [0063] EPDCCH(enhanced PDCCH)는 단말 특정(UE-specific) 시그널링을 나른다. EPDCCH는 단말 특정하게 설정된 물리 자원 블록(PRB: physical resource block)에 위치한다. 다시 말해, 상술한 바와 같이 PDCCH는 서브 프레임내의 첫번째 슬롯에서 앞의 최대 3개의 OFDM 심볼들에서 전송될 수 있으나, EPDCCH는 PDCCH 이외의 자원 영역에서 전송될 수 있다. 서브프레임 내 EPDCCH가 시작되는 시점(즉, 심볼)은 상위 계층 시그널링(예를 들어, RRC 시그널링 등)을 통해 단말에 설정될 수 있다.
- [0064] EPDCCH는 DL-SCH와 관련된 전송 포맷, 자원 할당 및 HARQ 정보, UL-SCH와 관련된 전송 포맷, 자원 할당 및 HARQ 정보, SL-SCH(Sidelink Shared Channel) 및 PSCCH(Physical Sidelink Control Channel)과 관련된 자원 할당 정보 등을 나를 수 있다. 다중의 EPDCCH가 지원될 수 있으며, 단말은 EPCCH의 세트를 모니터링할 수 있다.
- [0065] EPDCCH는 하나 또는 그 이상의 연속된 진보된 CCE(ECCE: enhanced CCE)를 이용하여 전송될 수 있으며, 각 EPDCCH 포맷 별로 단일의 EPDCCH 당 ECCE의 개수가 정해질 수 있다.
- [0066] 각 ECCE는 복수의 자원 요소 그룹(EREG: enhanced resource element group)으로 구성될 수 있다. EREG는 ECCE의 RE에의 매핑을 정의하기 위하여 사용된다. PRB 쌍 별로 16개의 EREG가 존재한다. 각 PRB 쌍 내에서 DMRS를 나르는 RE를 제외하고, 모든 RE는 주파수가 증가하는 순서대로 그 다음 시간이 증가하는 순서대로 0 내지 15까지의 번호가 부여된다.
- [0067] 단말은 복수의 EPDCCH를 모니터링할 수 있다. 예를 들어, 단말이 EPDCCH 전송을 모니터링하는 하나의 PRB 쌍 내 하나 또는 두 개의 EPDCCH 세트가 설정될 수 있다.
- [0068] 서로 다른 개수의 ECCE가 병합됨으로써 EPCCH를 위한 서로 다른 부호화율(coding rate)이 실현될 수 있다. EPCCH는 지역적 전송(localized transmission) 또는 분산적 전송(distributed transmission)을 사용할 수 있다.

며, 이에 따라 PRB 내 RE에 ECCE의 매핑이 달라질 수 있다.

- [0070] 도 4는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.
- [0071] 도 4를 참조하면, 상향링크 서브 프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 나눌 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 나르는 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)이 할당된다. 데이터 영역은 사용자 데이터를 나르는 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)이 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH를 동시에 전송하지 않는다.
- [0072] 하나의 단말에 대한 PUCCH에는 서브 프레임 내에 자원 블록(RB: Resource Block) 쌍이 할당된다. RB 쌍에 속하는 RB들은 2개의 슬롯들의 각각에서 서로 다른 부 반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당된 RB 쌍은 슬롯 경계(slot boundary)에서 주파수 도약(frequency hopping)된다고 한다.
- [0074] **캐리어 병합 일반**
- [0075] 본 발명의 실시 예들에서 고려하는 통신 환경은 멀티 캐리어(Multi-carrier) 지원 환경을 모두 포함한다. 즉, 본 발명에서 사용되는 멀티 캐리어 시스템 또는 캐리어 병합(CA: Carrier Aggregation) 시스템이라 함은 광대역을 지원하기 위해서, 목표로 하는 광대역을 구성할 때 목표 대역보다 작은 대역폭(bandwidth)을 가지는 1개 이상의 컴포넌트 캐리어(CC: Component Carrier)를 병합(aggregation)하여 사용하는 시스템을 말한다.
- [0076] 본 발명에서 멀티 캐리어는 캐리어의 병합(또는, 반송파 집성)을 의미하며, 이때 캐리어의 병합은 인접한(contiguous) 캐리어 간의 병합뿐 아니라 비 인접한(non-contiguous) 캐리어 간의 병합을 모두 의미한다. 또한, 하향링크와 상향링크 간에 집성되는 컴포넌트 캐리어들의 수는 다르게 설정될 수 있다. 하향링크 컴포넌트 캐리어(이하, 'DL CC'라 한다.) 수와 상향링크 컴포넌트 캐리어(이하, 'UL CC'라 한다.) 수가 동일한 경우를 대칭적(symmetrical) 집성이라고 하고, 그 수가 다른 경우를 비대칭적(asymmetrical) 집성이라고 한다. 이와 같은 캐리어 병합은 반송파 집성, 대역폭 집성(bandwidth aggregation), 스펙트럼 집성(spectrum aggregation) 등과 같은 용어와 혼용되어 사용될 수 있다.
- [0077] 두 개 이상의 컴포넌트 캐리어가 결합되어 구성되는 캐리어 병합은 LTE-A 시스템에서는 100MHz 대역폭까지 지원하는 것을 목표로 한다. 목표 대역보다 작은 대역폭을 가지는 1개 이상의 캐리어를 결합할 때, 결합하는 캐리어의 대역폭은 기존 IMT 시스템과의 호환성(backward compatibility) 유지를 위해서 기존 시스템에서 사용하는 대역폭으로 제한할 수 있다. 예를 들어서 기존의 3GPP LTE 시스템에서는 {1.4, 3, 5, 10, 15, 20}MHz 대역폭을 지원하며, 3GPP LTE-advanced 시스템(즉, LTE-A)에서는 기존 시스템과의 호환을 위해 상기의 대역폭들만을 이용하여 20MHz보다 큰 대역폭을 지원하도록 할 수 있다. 또한, 본 발명에서 사용되는 캐리어 병합 시스템은 기존 시스템에서 사용하는 대역폭과 상관없이 새로운 대역폭을 정의하여 캐리어 병합을 지원하도록 할 수도 있다.
- [0078] LTE-A 시스템은 무선 자원을 관리하기 위해 셀(cell)의 개념을 사용한다.
- [0079] 상술한 캐리어 병합 환경은 다중 셀(multiple cells) 환경으로 일컬을 수 있다. 셀은 하향링크 자원(DL CC)과 상향링크 자원(UL CC) 한 쌍의 조합으로 정의되나, 상향링크 자원은 필수 요소는 아니다. 따라서, 셀은 하향링크 자원 단독, 또는 하향링크 자원과 상향링크 자원으로 구성될 수 있다. 특정 단말이 단 하나의 설정된 서빙 셀(configured serving cell)을 가지는 경우 1개의 DL CC와 1개의 UL CC를 가질 수 있으나, 특정 단말이 2개 이상의 설정된 서빙 셀을 가지는 경우에는 셀의 수만큼의 DL CC를 가지며 UL CC의 수는 그와 같거나 그보다 작을 수 있다.
- [0080] 또는, 그 반대로 DL CC와 UL CC가 구성될 수도 있다. 즉, 특정 단말이 다수의 설정된 서빙 셀을 가지는 경우 DL CC의 수보다 UL CC가 더 많은 캐리어 병합 환경도 지원될 수 있다. 즉, 캐리어 병합(carrier aggregation)은 각각 캐리어 주파수(셀의 중심 주파수)가 서로 다른 둘 이상의 셀들의 병합으로 이해될 수 있다. 여기서, 말하는 '셀(Cell)'은 일반적으로 사용되는 기지국이 커버하는 영역으로서의 '셀'과는 구분되어야 한다.
- [0081] LTE-A 시스템에서 사용되는 셀은 프라이머리 셀(PCell: Primary Cell) 및 세컨더리 셀(SCell: Secondary Cell)을 포함한다. P셀과 S셀은 서빙 셀(Serving Cell)로 사용될 수 있다. RRC_CONNECTED 상태에 있지만 캐리어 병합이 설정되지 않았거나 캐리어 병합을 지원하지 않는 단말의 경우, P셀로만 구성된 서빙 셀이 단 하나 존재한다. 반면, RRC_CONNECTED 상태에 있고 캐리어 병합이 설정된 단말의 경우 하나 이상의 서빙 셀이 존재할 수 있으며, 전체 서빙 셀에는 P셀과 하나 이상의 S셀이 포함된다.
- [0082] 서빙 셀(P셀과 S셀)은 RRC 파라미터를 통해 설정될 수 있다. PhysCellId는 셀의 물리 계층 식별자로 0부터 503까지의 정수값을 가진다. SCellIndex는 S셀을 식별하기 위하여 사용되는 간략한(short) 식별자로 1부터 7까지의

정수값을 가진다. ServCellIndex는 서빙 셀(P셀 또는 S셀)을 식별하기 위하여 사용되는 간략한(short) 식별자로 0부터 7까지의 정수값을 가진다. 0값은 P셀에 적용되며, SCellIndex는 S셀에 적용하기 위하여 미리 부여된다. 즉, ServCellIndex에서 가장 작은 셀 ID (또는 셀 인덱스)을 가지는 셀이 P셀이 된다.

- [0083] P셀은 프라이머리 주파수(또는, primary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미한다. 단말이 초기 연결 설정(initial connection establishment) 과정을 수행하거나 연결 재-설정 과정을 수행하는데 사용될 수 있으며, 핸드오버 과정에서 지시된 셀을 지칭할 수도 있다. 또한, P셀은 캐리어 병합 환경에서 설정된 서빙 셀 중 제어관련 통신의 중심이 되는 셀을 의미한다. 즉, 단말은 자신의 P셀에서만 PUCCH를 할당 받아 전송할 수 있으며, 시스템 정보를 획득하거나 모니터링 절차를 변경하는데 P셀만을 이용할 수 있다. E-UTRAN(Evolved Universal Terrestrial Radio Access)은 캐리어 병합 환경을 지원하는 단말에게 이동성 제어 정보(mobilityControlInfo)를 포함하는 상위 계층의 RRC 연결 재설정(RRCConnectionReconfigutaion) 메시지를 이용하여 핸드오버 절차를 위해 P셀만을 변경할 수도 있다.
- [0084] S셀은 세컨더리 주파수(또는, Secondary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미할 수 있다. 특정 단말에 P셀은 하나만 할당되며, S셀은 하나 이상 할당될 수 있다. S셀은 RRC 연결이 설정이 이루어진 이후에 구성 가능하고 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용될 수 있다. 캐리어 병합 환경에서 설정된 서빙 셀 중에서 P셀을 제외한 나머지 셀들, 즉 S셀에는 PUCCH가 존재하지 않는다. E-UTRAN은 S셀을 캐리어 병합 환경을 지원하는 단말에게 추가할 때, RRC_CONNECTED 상태에 있는 관련된 셀의 동작과 관련된 모든 시스템 정보를 특정 시그널(dedicated signal)을 통해 제공할 수 있다. 시스템 정보의 변경은 관련된 S셀의 해제 및 추가에 의하여 제어될 수 있으며, 이 때 상위 계층의 RRC 연결 재설정(RRCConnectionReconfigutaion) 메시지를 이용할 수 있다. E-UTRAN은 관련된 S셀 안에서 브로드캐스트하기 보다는 단말 별로 상이한 파라미터를 가지는 특정 시그널링(dedicated signaling) 할 수 있다.
- [0085] 초기 보안 활성화 과정이 시작된 이후에, E-UTRAN은 연결 설정 과정에서 초기에 구성되는 P셀에 부가하여 하나 이상의 S셀을 포함하는 네트워크를 구성할 수 있다. 캐리어 병합 환경에서 P셀 및 S셀은 각각의 컴포넌트 캐리어로서 동작할 수 있다. 이하의 실시 예에서는 프라이머리 컴포넌트 캐리어(PCC)는 P셀과 동일한 의미로 사용될 수 있으며, 세컨더리 컴포넌트 캐리어(SCC)는 S셀과 동일한 의미로 사용될 수 있다.
- [0086] 도 5는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 컴포넌트 캐리어 및 캐리어 병합의 일례를 나타낸다.
- [0087] 도 5의 (a)는 LTE 시스템에서 사용되는 단일 캐리어 구조를 나타낸다. 컴포넌트 캐리어에는 DL CC와 UL CC가 있다. 하나의 컴포넌트 캐리어는 20MHz의 주파수 범위를 가질 수 있다.
- [0088] 도 5의 (b)는 LTE_A 시스템에서 사용되는 캐리어 병합 구조를 나타낸다. 도 5의 (b)의 경우에 20MHz의 주파수 크기를 갖는 3개의 컴포넌트 캐리어가 결합된 경우를 나타낸다. DL CC와 UL CC가 각각 3 개씩 있으나, DL CC와 UL CC의 개수에 제한이 있는 것은 아니다. 캐리어 병합의 경우 단말은 3개의 CC를 동시에 모니터링할 수 있고, 하향링크 신호/데이터를 수신할 수 있고 상향링크 신호/데이터를 송신할 수 있다.
- [0089] 만약, 특정 셀에서 N개의 DL CC가 관리되는 경우에는, 네트워크는 단말에 M ($M \leq N$)개의 DL CC를 할당할 수 있다. 이때, 단말은 M 개의 제한된 DL CC 만을 모니터링하고 DL 신호를 수신할 수 있다. 또한, 네트워크는 L ($L \leq M \leq N$)개의 DL CC에 우선순위를 주어 주된 DL CC를 단말에 할당할 수 있으며, 이러한 경우 UE는 L 개의 DL CC는 반드시 모니터링해야 한다. 이러한 방식은 상향링크 전송에도 똑같이 적용될 수 있다.
- [0090] 하향링크 자원의 반송파 주파수(또는 DL CC)와 상향링크 자원의 반송파 주파수(또는, UL CC) 사이의 링크지(linkage)는 RRC 메시지와 같은 상위계층 메시지가 시스템 정보에 의해 지시될 수 있다. 예를 들어, SIB2(System Information Block Type2)에 의해서 정의되는 링크지에 의해서 DL 자원과 UL 자원의 조합이 구성될 수 있다. 구체적으로, 링크지는 UL 그랜트를 나르는 PDCCH가 전송되는 DL CC와 상기 UL 그랜트를 사용하는 UL CC간의 맵핑 관계를 의미할 수 있으며, HARQ를 위한 데이터가 전송되는 DL CC(또는 UL CC)와 HARQ ACK/NACK 신호가 전송되는 UL CC(또는 DL CC)간의 맵핑 관계를 의미할 수도 있다.
- [0091] 도 6은 캐리어 병합을 지원하는 시스템의 셀의 구분을 예시한 도면이다.
- [0092] 도 6을 참조하면, 설정된 셀(configured cell)은 도 5에서와 같이 기지국의 셀 중에서 측정 보고를 근거로 캐리어 병합할 수 있도록 한 셀로서 단말별로 설정될 수 있다. 설정된 셀은 PDSCH 전송에 대한 ack/nack 전송을 위한 자원을 미리 예약해 놓을 수 있다. 활성화된 셀(activated cell)은 설정된 셀 중에서 실제로 PDSCH/PUSCH를 전송하도록 설정된 셀로서 PDSCH/PUSCH 전송을 위한 CSI(Channel State Information) 보고와 SRS(Sounding Reference Signal) 전송을 수행하게 된다. 비활성화된 셀(de-activated cell)은 기지국의 명령 또는 타이머 등

작에 의해서 PDSCH/PUSCH 전송을 하지 않도록 하는 셀로서 CSI 보고 및 SRS 전송도 중단할 수 있다.

[0094] **NB-IoT를 위한 동기 신호(synchronization signal)**

[0095] NB-IoT 시스템에서 동기 신호는 NPSS(Narrowband Primary Synchronization Signal) 및 NSSS(Narrowband Secondary Synchronization Signal)로 분류될 수 있다. 이 때, 504 개의 고유 물리 계층 식별자들은 NSSS에 의해 지시될 수 있다.

[0097] 먼저, NPSS를 위해 이용되는 시퀀스 $d_1(n)$ 은 수학적 식 1에 따른 주파수 영역 상의 자도프-추 시퀀스(Zadoff-Chu sequence)로부터 생성될 수 있다.

수학적 식 1

[0099]
$$d_1(n) = S(l) \cdot e^{-j \frac{2\pi n(n+1)}{11}}, \quad n = 0, 1, \dots, 10$$

[0101] 수학적 식 1에서, 자도프-추 루트 시퀀스 인덱스(Zadoff-Chu root sequence index) u 는 5이며, 서로 다른 심볼 인덱스 l 에 대한 $S(l)$ 값은 표 3에 의해 주어질 수 있다. 표 3은 $S(l)$ 값의 정의를 나타낸다.

표 3

[0103]

Cyclic prefix length	$S(3), \dots, S(13)$										
Normal	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	1

[0105] NPSS를 위해 이용되는 시퀀스는 다음과 같은 방식을 통해 자원 요소(들)(resource element(s))에 매핑될 수 있다.

[0106] 구체적으로, 서브프레임 내의 NPSS의 모든 심볼들에 대해 동일한 안테나 포트가 이용될 필요가 있다. 단말은 NPSS가 임의의 하향링크 참조 신호와 동일한 안테나 포트를 통해 전송된다고 가정할 수 없다. 또한, 단말은 주어진 서브프레임에서의 NPSS 전송이 임의의 다른 서브프레임에서의 NPSS와 동일한 안테나 포트(들)를 이용한다고 가정할 수 없다.

[0107] 이 때, 시퀀스 $d_1(n)$ 은 매 무선 프레임(즉, 프레임)의 서브프레임 #5에서 자원 요소 (k, l) 에 매핑되며, 시퀀스 $d_1(n)$ 은 인덱스 k 가 증가하는 순서대로 매핑된 후, 인덱스 l 이 증가하는 순서대로 매핑될 수 있다. 셀 특정 참조 신호(cell-specific reference signal)가 전송되는 자원 요소와 중첩되는 자원 요소의 경우, 해당 시퀀스 요소 $d(n)$ 은 NPSS를 위해 이용되지는 않지만, 매핑 절차에서 카운팅될 수 있다.

[0109] 다음으로, NSSS를 위해 이용되는 시퀀스 $d(n)$ 은 수학적 식 2에 따른 주파수 영역 상의 자도프-추 시퀀스로부터 생성될 수 있다.

수학적 식 2

[0111]

$$d(n) = b_q(m) e^{-j 2\pi \theta_r n} e^{-j \frac{2\pi n(n+1)}{131}}$$

$n = 0, 1, \dots, 131$
 $n' = n \bmod 131$
 $m = n \bmod 128$
 $u = N_{ID}^{N_{cell}} \bmod 126 + 3$
 $q = \left\lfloor \frac{N_{ID}^{N_{cell}}}{126} \right\rfloor$

[0113] 수학적 식 2에서, 이진 시퀀스 $b_q(m)$ 은 표 4에 의해 주어지며, 프레임 번호 n_f 에서의 순환 쉬프트 θ_r 는 수학적 식 3에

표 5

Cyclic prefix length	$N_{\text{ssb}}^{\text{NSSS}}$
Normal	11

- [0123]
- [0125] 셀 특정 참조 신호가 전송되는 자원 요소와 중첩되는 자원 요소의 경우, 해당 시퀀스 요소 $d(n)$ 은 NSSS를 위해 이용되지는 않지만, 매핑 절차에서 카운팅될 수 있다.
- [0127] 또한, 상술한 NPSS 및 NSSS와 달리, 셀 탐색 향상을 위한 NB-IoT 채널 구조의 경우에 아래와 같은 'aN PSS' 및 'aNSSS'가 추가적으로 고려될 수도 있다. 여기에서, 'aN PSS'는 향상된 NPSS(advanced NPSS)를 의미하고, 'sNSSS'는 향상된 NSSS(advanced NSSS)를 의미할 수 있다. 이 때, 'aN PSS'는 NPSS의 유형 중 일부에 해당하거나, NPSS와는 별도로 정의될 수도 있다. 이와 유사하게, 'aNSSS'는 NSSS의 유형 중 일부에 해당하거나, NSSS와는 별도로 정의될 수도 있다.
- [0128] 먼저, 'aN PSS'의 구성에 대하여 구체적으로 살펴본다.
- [0129] 추가적으로 고려되는 aNPSS가 상술한 수학적 식 1에 의해 정의되는 기존의 NPSS와 동일한 신호로 구성된다면, NB-IoT 단말은 검출된 시퀀스가 NPSS 및 aNPSS를 모두 전송하는 기지국으로부터 수신된 것인지, 또는 서로 다른 전송 시간을 갖는 기지국들로부터 NPSS를 수신한 것인지를 구분하기 어려울 수 있다.
- [0130] 따라서, aNPSS는 기존의 NPSS와 다르게 구성될 필요가 있으며, 이는 NPSS의 PAPR 보다 높지 않으면서, NB-IoT 단말의 구현 및 연산 복잡도의 증가를 최소화하는 방법으로 설계될 필요가 있다. 이를 달성하기 위하여, 다음과 같이 자도프-추 시퀀스(Zadoff-Chu sequence)의 루트 인덱스(root index)와 커버 코드(cover code)를 변경할 수 있다.
- [0131] 1) aNPSS를 위한 자도프-추 시퀀스
- [0132] aNPSS는 상술한 수학적 식 1의 u 값으로 6을 이용하도록 설정될 수 있다.
- [0133] 일반적으로 길이 L 을 갖는 자도프-추 시퀀스의 루트(root)가 u 및 $L-u$ 인 경우, 두 시퀀스들은 서로 켈레 복소(complex conjugate) 관계이므로 매 샘플(sample)마다 한번의 복소 다중화(complex multiplication)로 상호상관을 구할 수 있는 장점이 있다. 또한, 이는 NPSS와 동일한 PAPR 특성을 가질 수 있으며, L 길이의 시퀀스 내에서 NPSS와의 상호상관 값이 낮은 값을 갖는 장점이 있다.
- [0134] 즉, 레거시(legacy)(즉, 기존의) NB-IoT 단말은 aNPSS를 검출하지 못할 확률이 높으며, aNPSS를 이용하는 NB-IoT 단말은 NPSS에 대한 상호상관 모듈(module)을 재활용할 수 있다. 이는, 초기 셀 탐색(cell search) 시에 해당 앵커 반송파(anchor carrier)의 기지국이 aNPSS를 전송하는지 여부를 알 수 없는 경우에, 복잡도 측면에서 특히 장점이 있다. 또한, 기존 시퀀스와 동일한 구조를 갖기 때문에, NPSS와 aNPSS에 대한 각각의 상호상관 값을 누적함에 있어, 동일한 가중치를 적용할 수 있는 장점이 있을 수 있다.
- [0135] 2) aNPSS를 위한 커버 코드
- [0136] NB-IoT 단말은 상술한 수학적 식 1에 정의된 커버 코드 $S(1)$ 의 특성을 이용하여, NPSS 검출을 위해 자기상관 특성 기반의 셀 탐색(cell search)을 수행할 수 있다. 이와 같은 단말의 구현을 고려하면, 상기 제안된 '루트 $u=6$ '은 NPSS의 '루트 $u=5$ '와 구분되지 않을 수도 있다.
- [0137] 따라서, NPSS의 커버 코드와 상호상관 특성이 낮은 새로운 커버 코드를 aNPSS에 적용할 필요가 있다.
- [0138] 도 7은 커버 코드가 적용된 경우 NPSS 또는 aNPSS의 자기상관 특성을 나타낸다.
- [0139] 특히, 도 7a는 NPSS의 커버 코드($S=[1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -1 \ 1]$)를 사용한 경우의 NPSS의 자기상관 특성을 나타낸다.
- [0140] 이와 달리, 도 7b 내지 7d는 aNPSS에 대해 기존의 NSSS의 커버 코드와 다른 커버 코드를 적용한 경우의 aNPSS의 자기상관 특성을 나타낸다. 구체적으로, 도 7b는 aNPSS에 커버 코드로 $S=[1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1]$ 를 이용한 경우의 자기상관 특성을 나타내고, 도 7c는 aNPSS에 커버 코드로 $S=[-1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ 1 \ 1]$ 를 이용한 경우의 자기상관 특성을 나타내고, 도 7d는 aNPSS에 커버 코드로 $S=[1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1]$ 를 이용한

경우의 자기상관 특성을 나타낸다.

- [0141] 도 7a 내지 7d까지의 그림에서 레거시 NB-IoT에 해당하는 그래프는 NB-IoT 단말이 기존의 NPSS의 커버 코드를 이용하여 자기상관을 추정할 경우이며, NR 시스템(예: Rel. 15)에서 고려되는 NB-IoT 그래프는 각 그림에서 새롭게 추가된 커버 코드를 적용하여 자기상관을 추정할 경우를 나타낸다.
- [0142] 도 7a에서 알 수 있듯이, NPSS의 커버 코드를 활용하는 경우에 자기상관 값은 정확한 timing인 특정 τ 에서 최대 값을 가지며, 해당 타이밍(timing)을 기준으로 좁은 영역에서 첨두(peak)(즉, 좁은 첨두)를 형성한다. 또한, 최대 값을 포함하는 첨두를 제외한 주변 첨두(side peak) 값은 상대적으로 낮은 값을 갖는다.
- [0143] 반면, 도 7b에 이용된 커버 코드는 주변 첨두 값을 거의 갖지 않지만, 정확한 타이밍 주위에서 넓은 영역으로 첨두(즉, 넓은 첨두)를 갖는 단점이 있다. 이는, 단말의 타이밍 추정 성능에 열화를 야기할 수 있다.
- [0144] 또한, 도 7c에 이용된 커버 코드는 정확한 timing 위치에서 narrow peak를 갖지만, 바로 인접한 영역에 걸쳐서 상대적으로 높은 주변 첨두 값을 갖는다.
- [0145] 또한, 도 7d에 이용된 커버 코드는 정확한 타이밍 위치에서 도 7a와 유사한 좁은 첨두를 가지며, 도 7c 보다는 낮은 주변 첨두를 갖는다. 또한, 도 7d를 참고하면, 레거시 NB-IoT 단말의 NPSS 검출에는 거의 영향을 주지 않을 수 있는 자기상관 특성을 갖는 것을 확인할 수 있다. 따라서, aNPSS의 커버 코드 S(1)로 [1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 -1 1]이 고려될 수 있다.
- [0146] 상술한 것과 같이 제안된 자도프-추 시퀀스의 루트(u=6)와 커버 코드(S=[1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 -1 1])는 aNPSS에 모두 적용되지 않고, 기존의 NPSS(u=5)와 제안한 S=[1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 -1 1]를 결합하여 적용되거나, 기존 NPSS의 커버 코드와 제안하는 (u=6)을 결합하여 구성하는 방법이 고려될 수도 있다.
- [0147] 다음으로, 'aNSSS'의 구성에 대하여 구체적으로 살펴본다.
- [0148] 상술한 NSSS의 시퀀스를 구성하는 정보(예: 수학식 2 및 3) 중 u와 θ_f 를 변형하여 aNSSS를 정의하는 경우, 레거시 단말의 NSSS 검출에 영향을 줄 수 있다. 이러한 점을 고려하여, 상술한 표 4에서 정의된 NSSS의 $b_q(m)$ 를 추가하는 방법 및 변형된 자원 매핑 방법을 이용하여 aNSSS가 구성될 수 있다. 추가적으로, θ_f 의 값을 추가하는 방법을 통해 aNSSS가 구성될 수도 있다.
- [0149] 1) aNSSS를 위한 $b_q(m)$
- [0150] NSSS의 자도프-추 시퀀스를 변경하지 않고, $b_q(m)$ 만 변경 또는 추가하여 aNSSS를 구성하는 경우, 레거시 NB-IoT 단말은 변경 또는 추가된 $b_q(m)$ 의 검출을 시도하지 않으며, aNSSS 검출을 시도하는 NB-IoT 단말은 NSSS 검출을 위해서 사용된 복소 곱셈(complex multiplication)의 결과를 재활용할 수 있는 장점이 있다. 따라서, aNSSS를 위해 이용되는 $b_q(m)$ 에는 기존의 NSSS의 $b_q(m)$ 에 이용된 128차 하다마드 행렬(Hadamard matrix)의 1, 32, 64, 128열을 제외한 값 16, 48, 80, 112 열을 추가로 이용할 수 있다.
- [0151] 2) aNSSS를 위한 θ_f 추가
- [0152] 수학식 3과 같이, θ_f 는 0, 33/132, 66/132, 99/132를 매 20msec마다 순환할 수 있다. 반면, aNSSS의 경우, θ_f 는 33/264, 99/264, 165/264, 231/264를 매 20msec 마다 순환하거나, 또는 4개의 값의 일부 집합으로 순환하거나, 또는 특정 값으로 고정될 수도 있다.
- [0153] 도 8은 순환 쉬프트 값(θ_f)에 따른 NSSS 또는 aNSSS의 상호상관 값들을 나타낸다.
- [0154] 구체적으로, 도 8은 NSSS를 사용하는 경우에 상호상관 값(예: Legacy NB-IoT w/NSSS), θ_f 를 33/264, 99/264, 165/264, 231/264 중에서 선택한 aNSSS를 수신한 경우에 aNSSS에 적용된 θ_f 값을 이용한 상호상관 값(예: Rel.15 NB-IoT w/aNSSS) 및 NSSS의 θ_f 를 사용한 상호상관 값(예: Rel.15 NB-IoT w/ NSSS)의 특성을 나타낸다.
- [0155] 도 8을 참고하면, 상호상관 값 분포로부터 알 수 있듯이, NSSS에서 사용된 $\theta_f=\{0,33/132,66/132,99/132\}$ 값 및 다른 $\theta_f =\{33/264,99/264,165/264, 231/264\}$ 값을 사용한 aNSSS의 상호상관 값은 서로 간섭이 크지 않은 것을

확인할 수 있다.

- [0156] 이와 같은 상호상관 값 관찰을 통하여 aNSSS의 θ_f 은 {0, 33/132, 66/132, 99/132}가 아닌 값의 집합으로 선택될 수 있지만 $\theta_f = \{33/264, 99/264, 165/264, 231/264\}$ 과 비교하여 NB-IoT 단말에서 시퀀스의 생성을 위해서 더 많은 메모리가 필요할 수 있는 단점이 있을 수 있다.
- [0157] 3) aNSSS를 위한 자원 매핑
- [0158] 주파수 선택적(Frequency selective) 환경에서는 NSSS의 시퀀스 상호상관 특성이 나빠질 수 있다. 이에 따라, NSSS와 aNSSS 간의 상호상관 특성을 자원 매핑 과정에서 랜덤화(randomization)하는 방법이 고려될 수 있다.
- [0159] 도 9는 NSSS 또는 aNSSS를 위한 자원 매핑 방법의 예들을 나타낸다.
- [0160] 도 9를 참고하면, 도 9a 내지 9d는 l_s 번째 OFDM 심볼의 k_s 번째 자원 요소(Resource Element, RE) 위치부터 주파수 우선 매핑(frequency first mapping) 방식으로 NSSS 또는 aNSSS를 할당하며, l_e 번째 OFDM 심볼의 k_e 번째 RE 위치까지 실선과 점선의 화살표를 따라서 순차적으로 매핑하는 자원 매핑 방식을 나타낸다.
- [0161] 구체적으로, 도 9a는 NSSS에 대한 자원 매핑 방식이고, 도 9b는 도 9a에서 자원 매핑 시작 OFDM 심볼 위치를 특정 값만큼 이동 시킨 방식이다. 또한, 도 9c는 도 9a 방식의 자원 매핑 순서를 반대로 수행하는 방식이며, 도 9d는 도 9a 방식과 동일한 시작 위치 및 종료 위치를 갖지만, 시간 우선 매핑(time first mapping) 방식을 적용하는 방식이다.
- [0162] 도 10은 자원 매핑 방식에 따른 레거시 NB-IoT 단말의 NSSS 상호상관 특성을 나타낸다. 도 10을 참고하면, 도 10a 내지 10d는 도 9a 내지 9d에서 설명된 각 자원 매핑 방식에 따른 레거시 NB-IoT 단말의 NSSS 자도프-추 시퀀스의 상호상관 특성을 나타낸다.
- [0163] 도 10a에서 확인할 수 있듯이, 레거시 NB-IoT 단말기의 NSSS 자도프-추 시퀀스 상호상관 특성은 u 와 u' 이 동일한 경우에 시퀀스 길이만큼의 값을 가지며, 그렇지 않은 경우에는 상대적으로 낮은 상호상관 특성을 갖는다. 반면, 도 10b 방식은 기존의 NSSS 자도프-추 시퀀스와 일부 u 와 u' 조합에서 약 50% 정도에 해당하는 값을 갖는 것을 확인할 수 있다. 또한, 도 10c 방식은 대부분의 u 와 u' 조합에서 기존의 NSSS 자도프-추 시퀀스와 낮은 상호상관 값을 보이나, 특정 u 와 u' 조합에서는 약 70% 이상의 상호상관 값을 갖는다. 반면, 도 10d 방식은 모든 u 와 u' 조합에서 기존의 자도프-추 시퀀스와 상대적으로 낮은 상호상관 값을 갖는 것을 확인할 수 있다.
- [0164] 이에 따라, aNSSS의 자원 매핑 방식으로 도 10d와 같은 시간 우선 매핑 방식을 고려하는 것이 바람직할 수 있으며, 자원 매핑의 시작 및 종료 RE 위치는 특정 값만큼 순환 이동(circular shift)될 수 있다.
- [0165] 이 때, 상술한 θ_f 를 추가하는 방법은 제안된 $b_q(m)$ 와 반드시 동시에 적용되어야 하는 것은 아니며, 제안된 자원 매핑 방식이 아닌 다른 방법의 자원 매핑 방식을 따르는 경우에 적용될 수도 있다. 또한, 상기 제안된 $b_q(m)$ 의 128 하다마드 행렬의 열 값은 제안된 도 10d에 나타난 자원 매핑 방식과 결합되어 동시에 적용될 수도 있다. 또한, 기존의 NSSS의 $b_q(m)$ 와 도 10d에 나타난 자원 매핑 방식을 결합하여 적용되거나, 또는 기존 NSSS의 자원 매핑 방식과 제안하는 $b_q(m)$ 의 128 하다마드 행렬의 열 값을 결합하여 구성될 수도 있다.
- [0167] 상술한 방법들과 관련하여, NPSS와 NSSS의 구조 및 전송 위치는 NPSS만 추가 전송되는 경우에 적용되거나, 또는 NSSS만 추가 전송되는 경우에도 독립적으로 적용될 수도 있다. 즉, 상술한 NPSS 및 NSSS가 아닌 새로운 시퀀스를 갖는 NPSS와 NSSS가 추가 전송되는 경우에도 해당 시퀀스가 추가 전송되는 서브프레임 및 무선 프레임 위치는 상술한 방식을 따를 수 있다.
- [0168] 또한, 상술한 aNPSS와 aNSSS가 검출되는 경우, NB-IoT 단말은 시스템 정보(예: MIB-NB, SIB1-NB)도 추가적인 전송이 있을 수 있다고 판단할 수 있다. 즉, NB-IoT 단말은 aNPSS와 aNSSS 검출 여부에 따라, 기존 MIB-NB 및 SIB1-NB 검출 시도와 함께 추가 전송되는 MIB-NB와 SIB1-NB에 대한 추가 검출을 시도할 수 있다. 반대의 경우로, NB-IoT 단말은 시스템 정보의 추가적인 정보 제공이 있는 셀이라고 판단되는 경우에, 해당 셀의 aNPSS와 aNSSS 전송 여부도 판단할 수 있다.
- [0170] 또한, 상술한 aNPSS와 aNSSS는 기지국에서 NPSS 및 NSSS와 함께 항상 주기적으로 전송되어야 하는 것은 아니며, 기지국의 필요에 따라서 특정 시간 동안 aNPSS와 aNSSS가 전송될 수도 있다. 또한, aNPSS와 aNSSS의 주기적 또는 비주기적 전송 여부는 상호 독립적으로 결정될 수도 있으며, NB-IoT 단말의 측정 등의 특정 동작을 위해서

aNPSS와 aNSSS 전송과 관련된 정보(예: 전송 주기 및 구간)를 기지국에서 설정할 수 있다. 이는 aNPSS와 aNSSS의 전송 여부를 NB-IoT 단말기에서 알 수 없는 경우에, aNPSS와 aNSSS를 블라인드 검출해야 하기 때문에, 특정한 조건을 만족하는 경우에 대해서 기지국이 aNPSS와 aNSSS의 전송을 시작하거나 중단할 수 있다. 다만, aNPSS와 aNSSS를 기반으로 측정을 수행하는 등의 단말의 안정적인 동작을 위하여, aNPSS와 aNSSS의 전송 시작과 중단을 셀 내의 일부 또는 전체 단말에게 알려 줄 수 있다.

[0172] 또한, 상술한 내용은 NB-IoT 시스템뿐만 아니라, LTE 시스템 대역폭의 일부를 활용하는 eMTC(enhanced Machine Type Communication)와 같은 시스템에도 동일하게 적용될 수 있다. 특히, 상술한 aNPSS 및/또는 aNSSS 개념과 같이, eMTC에서 셀 탐색과 시스템 정보의 획득을 위한 지연을 효율적으로 개선하기 위해서 새로운 동기 신호 또는 기존의 PSS 및/또는 SSS가 변형되어 전송되는 경우, 이는 시스템 정보와 관련된 정보(예: MIB 및/또는 SIB1-BR)도 해당 셀에서 추가로 전송되는 것을 지시할 수 있다. 반대의 경우도 마찬가지로 해당될 수 있다. 즉, 단말이 셀 탐색 과정에서 셀 탐색 향상을(cell search enhancement) 위한 동기 신호를 검출하지 못한 경우에도, 해당 단말은 후속 과정에서 향상된 시스템 정보가 추가 전송되면 해당 셀에서 향상된 동기 신호가 있을 것을 기대할 수 있다.

[0173] 특히, eMTC 단말이 셀 탐색 성능 향상을 위해서 NPSS 및/또는 NSSS를 추가적으로 수신하는 경우, 해당 셀에서 NB-IoT 서비스를 지원하는지 여부에 따라서 아래와 같이 두 가지 경우로 구분될 수 있다.

[0174] 첫째로, 해당 셀에서 eMTC와 NB-IoT 서비스를 동시에 지원하는 경우, eMTC 단말은 해당 셀에서 NB-IoT 서비스를 위해서 전송되는 NPSS 및/또는 NSSS를 추가적으로 수신하여 셀 탐색 성능 향상을 기대할 수 있다. 이 때, 일부 서브프레임(예: 5번 서브프레임의 위치에서는 LTE PSS/SSS와 NB-IoT NPSS가 기지국으로부터 동시에 전송)에서는 LTE의 셀 탐색을 위한 신호와 NB-IoT의 셀 탐색을 위한 신호가 동시에 전송될 수 있다. 따라서, eMTC 단말이 어떠한 신호를 선택적으로 수신할지 여부에 대해서는, 해당 단말이 직접 선택할 수도 있으며, 또는 기지국으로부터 지시 받은 동작을 수행할 수도 있다.

[0175] 둘째로, 해당 셀에서 eMTC 서비스는 지원하지만, NB-IoT 서비스는 지원하지 않는 경우, 기지국은 해당 셀에서 NB-IoT를 서비스 하지 않는다면, eMTC 단말의 셀 탐색 성능 향상을 위하여, 추가적으로 NPSS와 NSSS를 전송할 수 있다. 이 때, 다른 NB-IoT 단말이 해당 NPSS와 NSSS를 수신하여 해당 셀에서 NB-IoT를 서비스하는 것으로 오인하는 것을 방지하기 위하여, 기지국은 기존 NPSS 및 NSSS와 다른 신호를 전송할 필요가 있다.

[0176] 이 경우, 상술한 aNPSS와 aNSSS가 사용될 수 있다. 이 때, aNPSS와 aNSSS는 상술한 서브프레임 위치와 다른 곳에서 전송될 수 있으며, 앵커 반송파가 아닌 비-앵커 반송파 위치에서 전송될 수도 있다. 또한, LTE 셀 식별자(cell ID)와 상이한 NB-IoT 셀 식별자를 설정하여 전송될 수 있으며, 이와 같은 경우에는 LTE 셀 식별자와 NB-IoT 셀 식별자에 대한 매핑 방식이 정의될 수도 있다. 다만, 이와 같이 실제 NB-IoT 단말을 서비스 하기 위한 aNPSS와 aNSSS의 전송이 아닌 경우에는, NRS(Narrowband Reference Signal)를 포함하지 않고 전송될 수 있는 차이 점이 있을 수 있다.

[0178] 또한, 상기 제안된 aNPSS와 aNSSS는 NB-IoT 및 eMTC와 같은 협대역(narrow band) 시스템의 셀 탐색 성능 향상 등의 용도뿐만 아니라, 시스템 정보의 갱신 등과 같은 지시 신호로 활용될 수도 있다. 여기에서, 시스템 정보의 갱신은 단말이 셀로부터 기본적 또는 추가적으로 전달 받아야 하는 셀의 정보(예: MIB 및 SIB 등)를 의미할 수 있다. 해당 정보가 변경된 경우에는, 일반적으로 페이징 지시(paging indication) 또는 페이징 메시지(paging message) 등으로 기지국이 단말에게 시스템 정보를 갱신하라는 지시를 할 수 있다.

[0179] 일반적으로 레거시 시스템(예: LTE 시스템)에서는 특정 구간(paging occasion)에서 P-RNTI 등으로 스크램블링된 PDCCH, MPDCCH, 또는 NPDCCH로 시스템 정보의 갱신(또는 변경) 여부를 지시한다. 이는, NB-IoT 또는 eMTC와 같이 저 비용(low cost)와 긴 배터리 수명(long battery life)을 특징으로 하는 시스템에서는 전력 소모 관점에서 효과적이지 않을 수 있다. 이러한 점을 고려하여, 동기화를 위하여 설계된 NPSS, NSSS를 일부 변형하여 지시 신호로 활용할 수 있으며, 기존의 NPSS 및 NSSS와 구분하기 위하여 상술한 aNPSS 및/또는 aNSSS가 사용될 수 있다.

[0180] 이 때, 페이징 지시자 또는 시스템 정보의 갱신 여부에 대한 정보 검출의 false alarm을 줄이기 위하여, aNPSS 및/또는 aNSSS의 셀 식별자, 무선 프레임 번호 정보를 일부 정보로 제한하여 페이징 지시자로 활용될 수 있다. 이 때, aNPSS와 aNSSS의 전송 위치는 상술한 일부 서브프레임 위치로 항상 전송되어야 하는 것은 아니며, 페이징 기회 등과 연계하여 특정한 위치로 제한될 수 있으며, 주기적 또는 비주기적으로 전송될 수 있다. 뿐만 아니라, 페이징 지시자로 활용되는 경우에, 이를 검출한 단말의 동작은 시스템 정보의 갱신 또는 특정 구간 동안 시

시스템 정보의 갱신과 관련된 동작을 수행하지 않도록 정의될 수도 있다.

- [0181] 또한, 이와 같은 용도로 aNPSS와 aNSSS가 활용되는 경우에는, 동일한 기지국으로부터 전송되는 aNPSS와 aNSSS가 매번 동일한 신호 및/또는 시퀀스가 아닐 수도 있다. 즉, 셀 탐색 용도로 활용되는 경우에는 aNPSS와 aNSSS가 매 전송마다 동일한 정보(예: 셀 식별자, 무선 프레임 번호)를 전달할 필요가 있지만, 페이지 지시자와 같은 용도로 활용되는 경우에는 매 aNPSS 및/또는 aNSSS 전송마다 다른 정보를 전달할 수 있다.
- [0183] 또한, 상술한 aNPSS와 aNSSS는 TDD와 FDD의 이중 모드(duplex mode)를 구분하기 위해서 사용될 수도 있다. 이 경우, aNPSS 및 aNSSS는 상술한 서브프레임 위치와 상이한 위치에 전송될 수도 있다. 또한, TDD 시스템의 동기 신호로 사용되는 경우에는 UL-DL 설정(UL-DL configuration)을 구분하기 위해서 aNPSS의 루트 u 및/또는 커버 코드가 사용될 수 있다.
- [0184] 예를 들어, 커버 코드는 이중 모드를 구분하기 위하여 사용될 수 있으며, 루트 u는 UL-DL 설정을 구분하기 위해서 사용될 수 있다. 만약, UL-DL 설정을 모두 구분할 수 있는 루트 u 및/또는 커버 코드의 종류가 충분하지 않거나, 모든 UL-DL 설정을 구분할 수 있도록 루트 u 및/또는 커버 코드를 사용함에 따른 성능 열화가 예상되는 경우에는, UL-DL 설정 중 일부만을 구분할 수 있도록 루트 u 및/또는 커버 코드의 종류가 사용될 수 있다. 즉, UL-DL 설정에 따라 (a)NPSS 및 (a)NSSS의 상대적인 위치가 달라질 수 있는 경우, (a)NPSS는 (a)NSSS와의 상대적인 위치 관계에 대한 구분만 할 수 있는 정보를 전달할 수 있으면 충분하다. 이 경우, 단말은 (a)NPSS 및 (a)NSSS 검출 이후에 TDD용 MIB-NB 또는 SIB를 통해서 실제 UL-DL 설정을 획득할 수 있다.
- [0186] 앞서 살핀 것처럼, Narrowband (NB)-LTE는 LTE system의 1 PRB(Physical Resource Block)에 해당하는 시스템 대역폭(system BW)를 갖는 낮은 복잡도(complexity), 낮은 전력 소비(power consumption)을 지원하기 위한 시스템을 말한다.
- [0187] 즉, NB-LTE 시스템은 주로 machine-type communication (MTC) 단말 및/또는 IoT 단말과 같은 장치를 셀룰러 시스템(cellular system)에서 지원하기 위한 통신 방식으로 이용될 수도 있다. 즉, NB-LTE 시스템은 NB-IoT 시스템으로 지칭될 수도 있다.
- [0188] NB-IoT 시스템은 기존의 LTE 시스템에서 사용하는 서브캐리어 간격(subcarrier spacing) 등의 OFDM parameter 들을 LTE 시스템과 같은 것을 사용함으로써 NB-IoT 시스템을 위해 추가적인 band를 할당하지 않아도 된다. 이 경우, legacy LTE 시스템 band의 1 PRB를 NB-IoT 용으로 할당함으로써, 주파수를 효율적으로 사용할 수 있는 장점이 있다.
- [0189] 이 때, NB-IoT 시스템의 물리 채널은, 하향링크의 경우, N-PSS(N-Primary Synchronization Signal)/N-SSS(N-Secondary Synchronization Signal), N-PBCH(N-Physical Broadcast Channel), N-PDCCH/N-EPDCCH, N-PDSCH 등으로 정의될 수도 있다. 여기에서, 레거시 LTE와 구별하기 위해 'N-'이 이용될 수도 있다.
- [0190] 또한, 이하 설명되는 본 발명의 실시 예들은 기존의 LTE 시스템을 기준으로 설명되나, NR(New RAT) 시스템에도 동일 또는 유사하게 적용될 수 있음은 물론이다. 예를 들어, 본 명세서에서 설명되는 시퀀스 생성 및 자원 매핑 방법은, LTE 시스템에서의 전송 단위(예: 서브프레임)을 기준으로 설명되나, NR 시스템에서의 전송 단위(예: 짧은 전송 단위, 서브프레임, 슬롯(slot) 등)에도 동일 또는 유사하게 적용될 수 있다.
- [0191] 또한, NB-IoT 시스템의 경우 각 단말은 단일 PRB(single PRB)를 각각의 반송파(carrier)로 인식하므로, 본 명세서에서 언급되는 PRB는 반송파와 동일한 의미로 해석될 수도 있다.
- [0192] 또한, 본 명세서에서 언급되는 DCI 포맷 N0, DCI 포맷 N1, 및 DCI 포맷 N2는 앞서 설명된(예: 3GPP 표준에 정의된) DCI 포맷 N0, DCI 포맷 N1, 및 DCI 포맷 N2를 의미할 수도 있다.
- [0193] 또한, 앵커-유형 PRB(anchor-type PRB)(또는 앵커-유형 반송파(anchor-type carrier) 또는 앵커 반송파(anchor carrier))는 기지국 관점에서 초기 접속(initial access)을 위해 N-PSS, N-SSS, N-PBCH, 및/또는 시스템 정보 블록(N-SIB)를 위한 N-PDSCH 등을 전송하는 PRB를 의미할 수도 있다. 이 경우, 하나의 앵커-유형 PRB가 존재하거나, 또는 다수의 앵커-유형 PRB들이 존재할 수도 있다.
- [0194] 또한, 본 명세서에서, 상술한 바와 같이 하나 또는 다수의 앵커-유형 PRB들이 존재하는 경우에, 단말이 초기 접속을 통해 선택한 특정 앵커-유형 PRB는 앵커 PRB(anchor PRB) 또는 앵커 반송파(anchor carrier)로 지칭될 수도 있다. 또한, 본 명세서에서, 초기 접속 이후 하향링크 과정(또는 절차)를 수행하기 위하여 기지국으로부터 할당된 PRB는 추가 PRB(additional PRB)(또는 추가 반송파(additional carrier))로 지칭될 수도 있다.

- [0196] **NB-IoT 시스템의 동기 신호를 이용하여 무선 프레임 구조를 구분하는 방법**
- [0197] 기존의 LTE 시스템의 경우, 단말이 해당 셀이 제공하는 무선 프레임 구조의 유형을 초기 접속(initial access) 단계에서 알 수 있게 하기 위하여, 단말이 PSS와 SSS의 전송 위치 차이로 무선 프레임 구조를 구분할 수 있도록 설정되어 있다. 여기에서, 무선 프레임 구조는, FDD(Frequency Division Duplex)를 지원하는 제1 유형과 TDD(Time Division Duplex)를 지원하는 제2 유형으로 구분될 수 있다.
- [0198] 도 11은 LTE 시스템의 무선 프레임 구조에 따른 동기 신호의 전송 위치를 나타낸다.
- [0199] 도 11의 (a)을 참고하면, LTE 시스템에서 FDD의 경우, PSS는 #0 서브프레임의 #6 심볼에서 전송되고, SSS는 PSS 바로 앞의 심볼 즉, #0 서브프레임의 #5 심볼에서 전송될 수 있다.
- [0200] 이와 달리, 도 11의 (b)를 참고하면, LTE 시스템에서 TDD의 경우, PSS는 #1 서브프레임의 #2 심볼에서 전송되고, SSS는 PSS 보다 3 심볼 앞인 #0 서브프레임의 #13 심볼에서 전송될 수 있다.
- [0201] 본 명세서에서, '#n'은 'n번째'를 의미할 수 있다. 즉, #0 서브프레임은 무선 프레임의 0번째 서브프레임을 의미할 수 있다.
- [0202] 이와 같이 PSS 및 SSS가 전송되는 경우, 단말은 PSS와 SSS가 전송되는 위치의 차이로 해당 셀이 TDD를 제공하는지, 또는 FDD를 제공하는지를 구별할 수 있다. 일례로, 단말은 일반 CP(normal Cyclic Prefix) 및 확장 CP(extended CP)를 포함하는 4 가지의 후보들(즉, 일반 CP 경우 TDD, 일반 CP 경우 FDD, 확장 CP 경우 TDD, 및 확장 CP 경우 FDD) 중 하나를 선택할 수 있다.
- [0204] 유사하게, NR 시스템(또는 향상된(enhanced) LTE 시스템)의 NB-IoT에서 단말 및/또는 기지국의 TDD 동작(즉, 제2 유형의 무선 프레임 구조를 이용하는 동작)이 고려되는 경우에도, 상술한 이유와 같이 초기 접속 단계에서 무선 프레임 구조를 구분할 수 있도록 설정하는 방법이 고려될 필요가 있다.
- [0205] 따라서, 본 명세서는 NPSS(또는 상술한 aNPSS) 및 NSSS(또는 상술한 aNSSS)를 이용하여 초기 접속 단계에서 무선 프레임 구조의 유형을 구분할 수 있도록 설정하는 방법을 제안한다.
- [0206] 다만, 본 명세서에서 제안하는 실시 예들은 무선 프레임 구조의 유형을 구별하기 위한 것뿐만 아니라, 이외의 다른 정보를 구별하기 위해서도 이용될 수 있음은 물론이다. 예를 들어, 이하 설명되는 방법(들)은 동작 모드(operation mode), CP 길이, 동기 신호 주기(Synchronization Signal Periodicity) 등의 정보를 구별하기 위해 이용될 수도 있다. 구체적으로, 동작 모드를 구별함에 있어서, 기존의 방식에 따라 in-band 모드 및/또는 guard band 모드를 지시하고, 새로운 방식으로 standalone 모드를 지시할 수 있다.
- [0207] 또한, 본 명세서에서 제안하는 실시 예들을 확장하여, TDD 또는 FDD 이외의 무선 프레임 구조까지도 구분하도록 설정할 수도 있다. 여기에서, 추가적으로 고려되는 무선 프레임 구조는 LTE 시스템의 제3 유형의 무선 프레임 구조(frame structure type 3), 또는 새롭게 도입되는 무선 프레임 구조일 수도 있다.
- [0208] 이하 설명되는 본 명세서에서 제안하는 실시 예들은 설명의 편의를 위하여 구분된 것일 뿐, 어느 실시 예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시 예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시 예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수도 있다.
- [0210] (제1 실시 예)
- [0211] 먼저, NSSS 또는 NPSS의 밀도(density)를 변경하여 TDD 또는 FDD를 구분하도록 설정하는 방법이 고려될 수 있다. 여기에서, NSSS 또는 NPSS의 밀도는, NSSS 또는 NPSS가 전송되는 주기 즉, 전송 주기에 의해 설정될 수 있다.
- [0212] 즉, 해당 방법은, TDD에 해당하는 제2 유형의 무선 프레임 구조에서의 NSSS 또는 NPSS의 전송 주기(즉, 시퀀스 밀도(sequence density))를 FDD에 해당하는 제1 유형의 무선 프레임 구조에서의 NSSS 또는 NPSS의 전송 주기와 서로 다르게 설정하여, 무선 프레임 구조를 구별하는 방법이다. 이하, 설명의 편의를 위하여 NSSS의 경우로 한정하여 해당 방법을 설명하지만, 이는 NPSS의 경우에도 확장하여 적용될 수 있음은 물론이다.
- [0213] 기존의 NB-IoT 시스템(예: Rel. 13에서의 NB-IoT 시스템)에서, NSSS는 20ms 당 1 개의 서브프레임을 점유하여 전송하도록 설정된다. 구체적으로, NSSS는 20ms 마다 #9 서브프레임의 14 개의 심볼들 중 11 개의 심볼들을 통해 전송된다. 여기에서, 나머지 3 개의 심볼들은 하향링크 제어 채널의 전송을 위해 설정된 영역에 해당할 수도 있다.

[0214] 이 때, NSSS에 이용되는 시퀀스는 상술한 수학적 식 2와 같으며, 이진 시퀀스 $b_q(m)$ 은 상술한 표 4와 같다. 또한, 프레임 번호 n_f 에서의 순환 쉬프트 θ_f 는 수학적 식 3과 같다.

[0215] 이 경우, 프레임 번호에 따라 순환 쉬프트 값 θ_f 는 $\{0, 1/4, 1/2, 3/4\}$ 중 하나의 값일 수 있다. 이 때, NPSS에 대해 4 개의 서로 다른 시퀀스를 이용하는 것은, 20ms 마다 전송되는 NSSS를 이용하여 80ms의 경계(boundary)를 판단(또는 확인)하기 위함이다. 이 경우, 80ms 내에서 20ms 마다 4 가지의 다른 시퀀스가 이용될 수 있다.

[0217] 무선 프레임 구조의 구별을 위하여 TDD에 이용되는 NSSS의 밀도를 기존과 비교하여 절반으로 설정하는 경우, NSSS를 통해 80ms 경계를 구분하기 위해서는 상기 4 개의 순환 쉬프트 값들 중 두 개만 이용하도록 설정될 수 있다. 즉, NSSS가 40ms 마다 1 개의 서브프레임(예: #9 서브프레임)을 점유(예: 14 개의 심볼들 중 11 개의 심볼들만 점유)하는 경우, 순환 쉬프트 값 θ_f $\{0, 1/4, 1/2, 3/4\}$ 중 두 개만 이용될 수 있다.

[0218] 예를 들어, TDD에 이용되는 NSSS의 순환 쉬프트 값 θ_f 은 프레임 번호에 따라 $\{0, 1/2\}$ 중 하나로 설정될 수 있다. 이 경우, 순환 쉬프트 값 θ_f 는 상술한 수학적 식 3과 달리 아래의 수학적 식 4와 같이 정의될 수 있다.

수학적 식 4

[0219]
$$\theta_f = \frac{66}{132}(n_f/4) \bmod 2$$

[0220] 다른 예를 들어, TDD에 이용되는 NSSS의 순환 쉬프트 값 θ_f 은 프레임 번호에 따라 $\{1/4, 3/4\}$ 중 하나로 설정될 수도 있다. 이 경우, 순환 쉬프트 값 θ_f 는 상술한 수학적 식 3과 달리 아래의 수학적 식 5와 같이 정의될 수 있다.

수학적 식 5

[0221]
$$\theta_f = \frac{33}{132} + \frac{66}{132}(n_f/4) \bmod 2$$

[0222] 해당 방법을 이용하는 경우, NSSS의 밀도가 반으로 감소됨에 따라, TDD에서 부족한 하향링크 서브프레임(DL subframe)을 확보할 수 있는 장점이 있다. 다만, 순환 쉬프트 값이 FDD에서 이용되던 값의 부분 집합(subset)으로 지정됨에 따른 오류율 측면, 두 가지 NSSS의 밀도에 따라 블라인드 디코딩을 수행한 후 무선 프레임 구조를 결정함에 따른 단말의 부담 측면에서 바람직하지 않을 수도 있다.

[0223] 상술한 방법을 이용함에 따라, 단말은 수신되는 NSSS 또는 NPSS의 주기에 따라 자신이 속한 셀이 TDD 방식을 제공하는지 또는 FDD 방식을 제공하는지를 구분할 수 있다.

[0224] 또한, 상술한 방법 외에도, NPSS 및 NSSS 모두의 전송 주기(즉, 밀도)를 변경하여 FDD/TDD를 구별하는 방법, 및 /또는 특징적으로 NPSS 또는 NSSS의 전송 주기를 늘이는 것(즉, 밀도를 감소시키는 것)으로도 FDD/TDD를 구별하는 방법도 고려될 수 있다.

[0226] (제2 실시 예)

[0227] 다음으로, 상술한 제1 실시 예에서 설명된 NSSS 또는 NPSS의 밀도를 변경하는 것에, 추가적으로 시퀀스까지 변경하여 TDD 또는 FDD를 구분하도록 설정하는 방법도 고려될 수 있다. 해당 방법의 경우, 제1 실시 예의 방법에 따른 TDD를 위한 순환 쉬프트 값이 FDD에서 이용되던 값의 부분 집합(subset)으로 지정됨에 따른 오류율 측면을 해결할 수 있는 장점이 있다.

[0228] 즉, 해당 방법은, TDD에 해당하는 제2 유형의 무선 프레임 구조에서의 NSSS 또는 NPSS의 전송 주기 및 순환 쉬프트 값을 변경하여, 무선 프레임 구조를 구별하는 방법이다.

[0230] 무선 프레임 구조의 구별을 위하여 TDD에 이용되는 NSSS의 밀도를 기존과 비교하여 절반으로 설정하는 경우, 앞서 제1 실시 예에서 설명한 바와 같이 두 개의 순환 쉬프트 값이 결정될 필요가 있다. 즉, NSSS가 40ms 마다 1

개의 서브프레임(예: #9 서브프레임)을 점유(예: 14 개의 심볼들 중 11 개의 심볼들만 점유)하는 경우, 두 개의 순환 쉬프트 값들이 이용될 수 있다.

[0231] 이 때, FDD에서 이용되지 않는 순환 쉬프트 값 $\theta_f \{1/8, 3/8, 5/8, 7/8\}$ 중 두 개만 이용하도록 설정할 수 있다. 이 경우, 고려될 수 있는 여섯 가지 경우들은 아래의 수학적 식 6과 같을 수 있다.

수학적 식 6

$$\begin{aligned} \theta_{f1} &= \frac{16.5}{132} + \frac{33}{132} (n_f/4) \bmod 2 \rightarrow \{1/8, 3/8\} \\ \theta_{f2} &= \frac{16.5}{132} + \frac{66}{132} (n_f/4) \bmod 2 \rightarrow \{1/8, 5/8\} \\ \theta_{f3} &= \frac{16.5}{132} + \frac{99}{132} (n_f/4) \bmod 2 \rightarrow \{1/8, 7/8\} \\ \theta_{f4} &= \frac{49.5}{132} + \frac{33}{132} (n_f/4) \bmod 2 \rightarrow \{3/8, 5/8\} \\ \theta_{f5} &= \frac{49.5}{132} + \frac{66}{132} (n_f/4) \bmod 2 \rightarrow \{3/8, 7/8\} \\ \theta_{f6} &= \frac{82.5}{132} + \frac{33}{132} (n_f/4) \bmod 2 \rightarrow \{5/8, 7/8\} \end{aligned}$$

[0232]

[0233] 수학적 식 6은, TDD에서 이용되는 NSSS의 순환 쉬프트 값이 $\{1/8, 3/8\}$, $\{1/8, 5/8\}$, $\{1/8, 7/8\}$, $\{3/8, 5/8\}$, $\{3/8, 7/8\}$, 또는 $\{5/8, 7/8\}$ 로 설정되는 경우를 나타낸다.

[0234] 해당 방법을 이용하는 경우, NSSS의 밀도가 반으로 감소됨에 따라, TDD에서 부족한 하향링크 서브프레임(DL subframe)을 확보할 수 있는 장점이 있다. 또한, 단말이 두 가지 NSSS 밀도에 따른 블라인드 디코딩을 수행할 필요 없이, 시퀀스 검출만으로 TDD 또는 FDD를 구별할 수 있는 장점도 있다. 또한, 앞서 언급된 바와 같이, FDD를 위해 이용되는 기존의 NSSS와 상술한 NSSS(즉, TDD를 위해 설정 가능한 NSSS) 간의 명확한 구분이 상호상관 결과를 통해 판단될 수 있다. 이 경우, 단말의 NSSS 검출을 위한 추가적인 연산이 요구될 수도 있다.

[0235] 본 실시 예는 주로 NSSS를 기준으로 설명되었지만, 이는 NPSS의 경우에도 공통적으로 확장되어 적용될 수 있음은 물론이다. 즉, NSSS뿐만 아니라, NPSS의 시퀀스 및 주기(즉, 밀도)를 변경하는 방법도 고려될 수 있다. 상술한 바와 같이 NPSS의 커버 코드 및/또는 루트 인덱스의 변경 이외에, NPSS의 밀도 변경을 통해 TDD 또는 FDD가 구별될 수도 있다.

[0237] (제3 실시 예)

[0238] 다음으로, NPSS가 전송되는 서브프레임의 위치에 따라 TDD 또는 FDD를 구분하도록 설정하는 방법도 고려될 수 있다. 즉, 이는, 미리 약속된(또는 설정된, 정의된) 특정 구간 내에서 NPSS가 비주기적으로 전송되도록 설정하고, 해당 특정 구간은 주기적으로 반복되도록 설정하는 방법이다.

[0239] 특히, 해당 특정 구간 내에서, NPSS가 미리 약속된 패턴에 따라 비주기적으로 전송되도록 설정할 수도 있다. 예를 들어, 미리 약속된 특정 구간을 20ms로 설정하고, 20ms 구간이 주기적으로 반복될 수 있다. 이 때, 20ms 구간 내에 전송되는 NSSS는 매 20ms 마다(예: 짝수 번째 무선 프레임마다) 한번씩 #9 서브프레임에서 전송되도록 설정할 수 있으며, NPSS는 짝수 번째 무선 프레임에서는 #5 서브프레임에서, 홀수 번째 무선 프레임에서는 #9 서브프레임에서 전송되도록 설정할 수 있다.

[0241] 도 12는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 동기 신호 전송 방법의 일 예를 나타낸다. 도 12는 단지 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위를 제한하는 것이 아니다.

[0242] 도 12를 참고하면, FDD의 경우(즉, 제1 유형의 무선 프레임 구조), NPSS는 매 10ms 마다(즉, 매 무선 프레임마다) 한번씩 #5 서브프레임에서 전송되도록 설정되고, NSSS는 매 20ms 마다(예: 매 짝수 번째 무선 프레임마다) 한번씩 #9 서브프레임에서 전송되도록 설정될 수 있다.

[0243] 이와 달리 TDD의 경우(즉, 제2 유형의 무선 프레임 구조), 미리 약속된 특정 구간 내에서 NPSS는 비주기적으로 전송되도록 설정하고, 해당 특정 구간을 주기적으로 반복하도록 설정하는 방법이 고려될 수 있다. 이와 같은 방법을 통해 단말은 TDD 또는 FDD를 구분할 수 있다.

[0244] 예를 들어, 도 12와 같이, NSSS는 매 20ms 마다(예: 매 짝수 번째 무선 프레임마다) 한번씩 #9 서브프레임에서 전송되도록 설정되고, NPSS는 짝수 번째 무선 프레임에서는 #5 서브프레임에서 전송되고, 홀수 번째 무선 프레

임에서는 #9 서브프레임에서 전송되도록 설정할 수 있다. 이 경우, 상술한 NPSS의 전송과 관련된 미리 약속된 특정 구간은 20ms로 설정되는 경우가 가정된다. 이 때, NPSS의 구체적인 전송 위치는 도 12에 나타난 것과 다르게 설정될 수도 있다.

- [0245] 해당 방법을 이용하면, 단말은 NPSS의 위치(즉, 전송 서브프레임 위치)만을 통해 TDD 또는 FDD를 구분할 수 있으므로, 빠르게 무선 프레임 구조를 구분할 수 있는 장점이 있다. 다만, 이 경우, 단말은 NPSS의 검출을 위한 검출 윈도우(detection window)를 기존 보다 큰 범위로 설정할 필요가 있을 수 있다.
- [0247] 또한, 상술한 방법에 추가적으로, 미리 약속된 특정 구간 내에 전송되는 두 개 이상의 NPSS가 서로 다른 시퀀스를 갖도록 설정하는 방법도 고려될 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이, NPSS의 커버 코드 또는 루트 인덱스가 서로 다르게 설정된 NPSS들이 미리 약속된 특정 구간 내에서 전송되도록 설정할 수 있다.
- [0248] 예를 들어, 짝수 번째 무선 프레임의 #5 서브프레임에 전송되는 NPSS의 루트 인덱스는 5로 설정되고, 홀수 번째 무선 프레임의 #9 서브프레임에 전송되는 NPSS의 루트 인덱스는 5가 아닌 값(예: 6)으로 설정될 수 있다. 특히, 둘 중 하나의 NPSS의 루트 인덱스는 FDD에 이용되는 NPSS의 루트 인덱스 값과 동일하고, 다른 하나의 NPSS의 루트 인덱스는 FDD에 이용되는 NPSS의 루트 인덱스 값과 다르게 설정될 수 있다.
- [0250] (제4 실시 예)
- [0251] 본 실시 예에서는, 상술한 제3 실시 예와 같이, FDD의 경우에 NPSS는 매 10ms마다 한번씩 #5 서브프레임에서 전송되도록 설정되고, NSS는 매 20ms마다(예: 매 짝수 번째 무선 프레임마다) 한번씩 #9 서브프레임에서 전송되도록 설정되는 경우가 가정된다.
- [0252] 다만, 상술한 제3 실시 예와는 달리, 본 실시 예에서는 NPSS와 NSSS 간의 전송 서브프레임 간격 차이를 이용하여, TDD 또는 FDD를 구분할 수 있도록 설정하는 방법에 대해 살펴본다.
- [0253] 구체적으로, TDD 또는 FDD의 구분을 위하여, TDD 경우의 NPSS, NSSS, 및/또는 NPBCH의 전송 서브프레임 위치를 FDD와 다르게 설정하는 방법들이 고려될 수 있다. 즉, 무선 프레임의 유형에 따라, NPSS, NSSS, 및/또는 NPBCH는 서로 다른 위치(즉, 서브프레임)에 배치될 수 있다. 이하, 이에 대한 예시들을 방법 1) 및 방법 2)를 통해 구체적으로 살펴본다.
- [0254] 방법 1)
- [0255] 예를 들어, TDD의 경우, NPSS는 #9 서브프레임에서 전송되고, NSSS는 #5 서브프레임에서 전송되도록 설정될 수 있다. 즉, TDD 또는 FDD를 구분하기 위하여, TDD에서 NPSS는 매 10ms마다 한번씩 #9 서브프레임에서 전송되도록 설정하고, NSSS는 매 20ms마다(예: 매 짝수 번째 무선 프레임마다) 한번씩 #5 서브프레임에서 전송되도록 설정하는 방법이 고려될 수 있다. 이에 대한 구체적인 예시는 도 13과 같다.
- [0256] 도 13은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 동기 신호 전송 방법의 다른 예를 나타낸다. 도 13은 단지 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위를 제한하는 것이 아니다.
- [0257] 도 13을 참고하면, FDD 또는 TDD의 구분을 위하여, TDD에서의 NPSS 및 NSSS의 전송 서브프레임 위치가 FDD의 경우와 다르게 설정될 수 있다. 이에 따라, NPSS의 전송 완료 시점 이후에 가장 가까운 시점에 전송되는 NSSS까지의 거리는 FDD와 TDD의 경우에 서로 다르게 설정될 수 있다.
- [0258] 구체적으로, FDD의 경우, NPSS 전송이 종료된 시점부터 NSSS 전송이 시작되는 시점까지 3개의 서브프레임(즉, 3ms) 간격이 존재할 수 있다. 반면, TDD의 경우, NPSS 전송이 종료된 시점부터 NSSS 전송이 시작되는 시점까지 5개의 서브프레임(즉, 5ms) 간격이 존재할 수 있다. 이에 따라, 단말은 NPSS와 NSSS 간의 거리의 차를 이용하여 TDD 또는 FDD를 구분할 수 있다.
- [0259] 해당 방법을 이용하면, FDD의 경우, 홀수 번째 무선 프레임의 #9 서브프레임에서 NRS가 전송될 수 있기 때문에, 바로 후속하여 전송되는 NPBCH를 검출할 때 단말은 #9 서브프레임과 다음 무선 프레임의 #0 서브프레임 간에 크로스-서브프레임 채널 추정(cross-subframe channel estimation)을 수행할 수 있다. 반면, TDD의 경우 #9 서브프레임에 항상 NPSS가 전송되어 NRS는 전송되지 않으므로, 단말은 NPBCH의 검출을 위한 크로스-서브프레임 채널 추정을 수행할 수 없다.
- [0260] 여기에서, NRS는 협대역을 위한 참조 신호를 의미하며, 해당 서브프레임에서의 채널을 추정하기 위해 이용될 수 있다. NRS는 NPSS 또는 NSSS가 전송되는 서브프레임에서는 전송되지 않도록 설정된다. 또한, 크로스-서브프레임 채널 추정은, 서브프레임 간의 채널 추정을 수행하는 것을 의미할 수 있다.

- [0261] 다만, TDD의 UL-DL 설정에 따른 #1의 스페셜 서브프레임(special subframe)에 상술한 NRS가 디폴트(default)로 전송되도록 설정되는 경우에는, 단말은 #0 서브프레임과 #1 서브프레임 간에 크로스-서브프레임 채널 추정을 수행할 수 있다.
- [0262] 방법 2)
- [0263] 다른 예를 들어, TDD의 경우, NPBCH는 #9 서브프레임에서 전송되고, NSSS는 #0 서브프레임에서 전송되도록 설정될 수 있다. 이 경우, 상술한 방법 1)과 달리, NPBCH의 검출을 위한 크로스-서브프레임 채널 추정이 TDD의 경우에도 수행될 수 있다.
- [0264] 즉, TDD 또는 FDD를 구분하기 위하여, TDD에서 NPBCH는 매 10ms마다 한번씩 #9 서브프레임에서 전송되도록 설정하고, NSSS는 매 20ms마다(예: 매 짝수 번째 무선 프레임마다) 한번씩 #0 서브프레임에서 전송되도록 설정하는 방법이 고려될 수 있다. 이에 대한 구체적인 예시는 도 14와 같다.
- [0265] 도 14는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 동기 신호 전송 방법의 또 다른 예를 나타낸다. 도 14는 단지 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위를 제한하는 것이 아니다.
- [0266] 도 14를 참고하면, FDD 또는 TDD의 구분을 위하여, TDD에서의 NPBCH 및 NSSS의 전송 서브프레임 위치가 FDD의 경우와 다르게 설정될 수 있다. 이에 따라, NPSS의 전송 완료 시점 이후에 가장 가까운 시점에 전송되는 NSSS까지의 거리는 FDD와 TDD의 경우에 서로 다르게 설정될 수 있다.
- [0267] 구체적으로, FDD의 경우, NPSS 전송이 종료된 시점부터 NSSS 전송이 시작되는 시점까지 3개의 서브프레임(즉, 3ms) 간격이 존재할 수 있다. 반면, TDD의 경우, NPSS 전송이 종료된 시점부터 NSSS 전송이 시작되는 시점까지 4개의 서브프레임(즉, 4ms) 간격이 존재할 수 있다. 이에 따라, 단말은 NPSS와 NSSS 간의 거리의 차를 이용하여 TDD 또는 FDD를 구분할 수 있다.
- [0268] 해당 방법을 이용하면, TDD의 경우 홀수 번째 무선 프레임의 #0 서브프레임에 NRS를 전송하도록 설정할 수 있다. 이는, 해당 방법에서 #0 서브프레임이 NPSS 또는 NSSS에 의해 항상 점유되는 것이 아니기 때문이다. 따라서, 단말은 #0 서브프레임에서 전송되는 NRS를 이용하여, #9 서브프레임에서 전송되는 NPBCH의 검출을 위한 크로스-서브프레임 채널 추정을 수행할 수 있는 장점이 있다.
- [0270] (제5 실시 예)
- [0271] 또한, NPSS 또는 NSSS에 서브프레임 수준의 커버 코드(subframe level cover code)를 추가하여 TDD 또는 FDD를 구별할 수 있도록 설정하는 방법도 고려될 수 있다.
- [0272] 도 15는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 동기 신호 전송 방법의 또 다른 예를 나타낸다. 도 15는 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위를 제한하는 것이 아니다.
- [0273] 도 15를 참고하면, NB-IoT 시스템에서의 동기 신호에 서브프레임 수준의 커버 코드가 적용될 수 있다. 도 15의 (a)는 FDD 또는 TDD에 따른 커버 코드가 적용된 NPSS를 나타내고, 도 15의 (b)는 FDD 또는 TDD에 따른 커버 코드가 적용된 NSSS를 나타낸다. 여기에서, NPSS의 전송 주기는 10ms이고, NSSS의 전송 주기는 20ms인 경우가 가정된다.
- [0274] 이 때, FDD의 경우에 서브프레임 수준의 커버 코드로 [1, 1, 1, ...]이 이용되도록 설정하고, TDD의 경우에는 [1, 1, 1, ...]과 다르면서 검출 성능이 좋은 서브프레임 수준의 커버 코드가 이용되도록 설정할 수 있다. 예를 들어, 도 15와 같이, TDD의 경우, NPSS 및/또는 NSSS에 대해 서브프레임 수준의 커버 코드로 [1, -1, 1, -1, ...]이 이용되도록 설정할 수 있다.
- [0275] 해당 방법은 기지국 및 단말 모두에게 복잡도가 높지 않은 간단한 방법으로써, 단말이 커버 코드만 검출하여 TDD 또는 FDD를 판단할 수 있는 장점이 있다. 이 경우, 단말은 TDD 또는 FDD를 판단하기 위해 다수의 서브프레임들을 검출해야 할 수도 있다.
- [0277] (제6 실시 예)
- [0278] 또한, 상술한 제1 실시 예 내지 제5 실시 예들은 두 개 또는 두 개 이상의 조합으로써 TDD 또는 FDD를 구별하기 위해 이용될 수도 있다.
- [0279] 일례로, 상술한 제2 실시 예와 상술한 제4 실시 예의 방법 2)를 조합하여 TDD 또는 FDD를 구별하는 방법이 고려될 수 있다. 구체적으로, TDD에 이용되는 NSSS의 밀도(즉, 전송 주기)를 기준과 비교하여 절반으로 줄이는

경우, 상술한 제2 실시 예의 방법을 적용하여 순환 쉬프트 값 θ_f 을 결정할 수 있다. 즉, NSSS가 40ms 마다 1 개의 서브프레임(예: #9 서브프레임)을 점유(예: 14 개의 심볼들 중 11 개의 심볼들만 점유)하는 경우, 두 개의 순환 쉬프트 값들이 결정될 필요가 있다. 이 때, 추가적으로, 상술한 제4 실시 예의 방법과 같이, NPBCH는 #9 서브프레임에서 전송하고, NSSS는 #0 서브프레임에서 전송하도록 설정될 수 있다. 이에 대한 구체적인 예시는 도 16과 같다.

[0280] 도 16은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 동기 신호 전송 방법의 또 다른 예를 나타낸다. 도 16은 단지 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위를 제한하는 것이 아니다. 도 16을 참고하면, 상술한 제2 실시 예의 방법과 제4 실시 예의 방법 2)가 결합되어 적용되는 경우가 가정된다.

[0281] 도 16에 나타난 것과 같이, TDD의 경우(즉, 제2 유형의 무선 프레임 구조) NSSS는 4 개의 무선 프레임마다 한번씩 전송되며, NPSS의 전송이 종료된 시점부터 NSSS의 전송이 시작되는 시점까지의 간격이 FDD 또는 TDD에 따라 다르게 설정될 수 있다. 즉, 무선 프레임 구조의 유형을 구분하는데 있어, NPSS의 전송 서브프레임과 NSSS의 전송 서브프레임 간의 거리 차이뿐만 아니라, NSSS의 시퀀스 차이까지 고려될 수 있다.

[0282] 이와 같이, 상술한 실시 예들의 조합으로 이루어진 방법이 이용되는 경우, 단말 입장에서 오류 보정(error correction) 효과를 얻을 수 있는 장점이 있다.

[0284] 또한, NPSS 및 NSSS 모두의 전송 주기(즉, 밀도)를 변경하고, 특징적으로 주기를 늘리며(즉, 밀도를 줄이고), 각각의 시퀀스까지 변경하여 TDD 또는 FDD를 구별하는 방법도 고려될 수 있다.

[0285] 예를 들어, FDD의 경우, NPSS는 10ms마다 1개의 서브프레임을 점유(예: #5 서브프레임의 14개의 심볼들 중 11개의 심볼들만 점유)하도록 설정하고, NSSS는 20ms마다 1개의 서브프레임을 점유(예: #9 서브프레임의 14개의 심볼들 중 11개의 심볼들만 점유)하도록 설정하는 경우를 가정하자. 이 때, TDD의 경우, NPSS는 20ms마다 1개의 서브프레임을 점유(예: #5 서브프레임의 14개의 심볼들 중 11개의 심볼들만 점유)하도록 설정하고, NSSS는 40ms마다 1개의 서브프레임을 점유(예: #9 서브프레임의 14개의 심볼들 중 11개의 심볼들만 점유)하도록 설정할 수 있다. 이에 추가적으로, NPSS의 루트 인덱스 및/또는 커버 코드를 변경하도록 설정할 수 있으며, NSSS의 순환 쉬프트 값을 상술한 방법에 따라 변경하도록 설정할 수도 있다.

[0286] 이와 같이 다수의 방법들의 조합으로 무선 프레임 구조의 유형을 구별하는 경우, 단말의 오류 보정 효과를 얻을 수 있는 장점이 있다.

[0287] 다른 예를 들어, FDD의 경우, NPSS는 10ms마다 1개의 서브프레임을 점유(예: #5 서브프레임의 14개의 심볼들 중 11개의 심볼들만 점유)하도록 설정하고, NSSS는 20ms마다 1개의 서브프레임을 점유(예: #9 서브프레임의 14개의 심볼들 중 11개의 심볼들만 점유)하도록 설정하는 경우를 가정하자. 이 때, TDD의 경우, NPSS는 20ms마다 1개의 서브프레임을 점유(예: #5 서브프레임의 14개의 심볼들 중 11개의 심볼들만 점유)하도록 설정하고, NSSS는 40ms마다 1개의 서브프레임을 점유(예: #9 서브프레임의 14개의 심볼들 중 11개의 심볼들만 점유)하도록 설정할 수 있다. 이에 추가적으로, NPSS의 루트 인덱스 및/또는 커버 코드를 변경하도록 설정할 수 있으며, NSSS의 순환 쉬프트 값을 상술한 방법에 따라 변경하도록 설정할 수도 있다.

[0288] 해당 예시의 경우, TDD에서 NPSS와 NSSS가 점유하는 서브프레임의 위치가 동일하다. 이에 대한 구체적인 예시는 도 17과 같다.

[0289] 도 17은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 동기 신호 전송 방법의 또 다른 예를 나타낸다. 도 17은 단지 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위를 제한하는 것이 아니다.

[0290] 도 17을 참고하면, FDD의 경우에서 NPSS 및 NSSS를 전송하는 방식과 TDD의 경우에서 NPSS 및 NSSS를 전송하는 방식이 다르게 설정된다.

[0291] 이 때, TDD의 경우, NPSS와 NSSS는 모두 #5 서브프레임에서 전송될 수 있다. 다만, NPSS와 NSSS의 전송 주기가 서로 다르게 설정됨(NPSS는 20ms, NSSS는 40ms)에 따라, NPSS와 NSSS는 서로 중첩되지 않고 전송될 수 있다.

[0292] 이 경우, NPSS와 NSSS가 점유하는 서브프레임의 위치가 동일하므로 즉, 하나의 서브프레임만을 이용하여 NPSS와 NSSS가 전송될 수 있으므로, TDD 측면에서 하향링크 서브프레임을 확보할 수 있다는 장점이 있다. 이는, TDD의 경우 하향링크 서브프레임의 수가 제한되는 것을 고려할 때, 하향링크 전송을 보다 효율적으로 수행할 수 있는 것과 관련이 있다.

[0293] 또한, TDD를 위한 무선 프레임 구조의 매 #9 서브프레임에서 NRS가 전송될 수 있기 때문에, 단말이 #0 서브프레

입에서 전송되는 NPBCH를 검출하기 위한 크로스-서브프레임 채널 추정이 수행할 수 있는 장점이 있다. 또한, 앞서 언급한 바와 같이, 단말의 오류 보정 효과도 얻을 수 있다.

- [0295] 도 18은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 단말이 동기 신호를 이용하여 셀 탐색 절차를 수행하는 동작 순서도를 나타낸다. 도 18은 단지 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위를 제한하는 것이 아니다.
- [0296] 도 18을 참고하면, 협대역 동기 신호는 NB-IoT 시스템을 위해 설정된 동기 신호(예: 상술한 NPSS, NSSS 등)를 의미하며, 특히, 기지국 및/또는 단말은 상술한 실시 예들(특히, 제4 실시 예의 방법 2))에 따라 NPSS, NSSS, 및/또는 NPBCH를 송수신할 수 있다.
- [0297] 먼저, 단말은 기지국으로부터 협대역 동기 신호(narrowband synchronization signal)(예: NPSS, NSSS)를 수신할 수 있다(S1805 단계). 이 경우, 협대역 동기 신호는 상술한 방법에 따라 전송될 수 있다.
- [0298] 예를 들어, 단말은 NPSS 및 NSSS를 수신하며, 해당 NPSS 및 NSSS는 서로 다른 서브프레임에서 전송될 수 있다. 특히, NSSS가 전송되는 서브프레임은 무선 프레임 구조의 유형에 따라 서로 다르게 설정될 수 있다.
- [0299] 구체적으로, FDD를 위한 무선 프레임 구조(예: 상술한 제1 유형의 무선 프레임 구조)의 경우 NSSS는 무선 프레임의 #9 서브프레임에서 전송되며, TDD를 위한 무선 프레임 구조(예: 상술한 제2 유형의 무선 프레임 구조)의 경우 NSSS는 무선 프레임의 #0 서브프레임에서 전송될 수 있다(예: 도 14). 또한, NPSS는 무선 프레임의 #5 서브프레임에서 전송될 수 있다.
- [0300] 이 경우, NSSS의 전송 주기(예: 20ms)는 NPSS의 전송 주기(예: 10ms)의 두 배로 설정되며, NSSS는 무선 통신 시스템이 지원하는 다수의 무선 프레임들 중 짝수 번째 무선 프레임들에서 전송될 수 있다. 또한, 상술한 바와 같이, NPSS 및 NSSS 각각은, 서브프레임 내의 11개의 OFDM 심볼들을 통해 전송될 수 있다.
- [0301] 추가적으로, 단말은 협대역 방송 채널(narrowband broadcast channel)(예: NPBCH)을 수신할 수 있으며, 협대역 방송 채널이 전송되는 서브프레임도 무선 프레임 구조의 유형에 따라 서로 다르게 설정될 수 있다. 예를 들어, FDD를 위한 무선 프레임 구조의 경우, 협대역 방송 채널은 무선 프레임의 #0 서브프레임에서 전송되며, TDD를 위한 무선 프레임 구조의 경우, 협대역 방송 채널은 무선 프레임의 #9 서브프레임에서 전송될 수 있다(예: 도 14).
- [0302] 이 때, 해당 단말은, 상술한 방법과 같이, NPSS가 전송되는 서브프레임과 NSSS가 전송되는 서브프레임 간의 간격(gap)을 이용하여, 해당 기지국이 제공하는 무선 프레임 구조를 결정할 수 있다.
- [0303] 다음으로, 단말은, 수신된 협대역 동기 신호에 기반하여, 기지국에 대한 셀 탐색 절차(cell search procedure)를 수행할 수 있다. 여기에서, 셀 탐색 절차는 동기 신호를 이용하여 시간 및 주파수 동기를 획득하고, 해당 기지국의 셀 식별자(cell ID)를 획득하는 절차를 의미할 수 있다.
- [0304] 상술한 바와 같은 과정들을 통해, 단말은 초기 접속(initial access) 절차를 수행하면서 동기 신호(예: NPSS, NSSS, 및/또는 NPBCH)를 이용하여 자신이 제공 받을 무선 프레임 구조를 빠르게 판단 또는 확인할 수 있다.
- [0306] **NB-IoT 시스템의 무선 프레임 구조 구분을 위한 새로운 NPSS 커버 코드**
- [0307] 상술한 표 3을 참고하면, FDD를 위한 무선 프레임 구조(이하, 제1 유형의 무선 프레임 구조)에서 이용되는 NPSS의 길이 11 커버 코드는 [1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, 1]과 같을 수 있다.
- [0308] 상술한 것과 같은 NPSS를 이용하여 무선 프레임 구조의 유형을 구분하는 다수의 방법들뿐만 아니라, TDD를 위한 무선 프레임 구조(이하, 제2 유형의 무선 프레임 구조)에서 이용되는 NPSS의 커버 코드 값을 FDD의 경우와 다르게 설정하여 무선 프레임 구조의 유형을 구분하는 방법도 고려될 수 있다. 이 때, TDD를 위한 무선 프레임 구조에서 고려될 수 있는 커버 코드는 다음과 같은 세 가지 특성을 갖도록 설정될 수 있다.
- [0309] 1) 제1 유형의 무선 프레임 구조를 지원하는 기지국이 전송하는 NPSS 시퀀스는, 제2 유형의 무선 프레임 구조를 지원하는 기지국에 접속하기 원하는 단말에게 잘 검출되지 않아야 한다.
- [0310] 2) 제2 유형의 무선 프레임 구조를 지원하는 기지국이 전송하는 NPSS 시퀀스는, 제1 유형의 무선 프레임 구조를 지원하는 기지국에 접속하기 원하는 단말에게 잘 검출되지 않아야 한다.
- [0311] 3) 제2 유형의 무선 프레임 구조를 지원하는 기지국이 전송하는 NPSS 시퀀스는, 제2 유형의 무선 프레임 구조를 지원하는 기지국에 접속하기 원하는 단말에게 잘 검출되어야 한다. 이 때, 검출이 잘 된다는 것은, 제1 유형의

무선 프레임 구조를 지원하는 기지국이 전송하는 NPSS 시퀀스를, 제1 유형의 무선 프레임 구조를 지원하는 기지국에 접속하기 원하는 단말이 검출할 수 있는 수준과 비슷한 것을 의미할 수 있다.

[0312] 이와 같은 특성을 갖는 커버 코드는 이하 설명되는 두 가지 실험들을 통해 결정될 수 있다.

[0314] 먼저, 첫 번째 실험으로써, 기지국 단의 NPSS 커버 코드 값을 제1 유형의 무선 프레임 구조에서 이용되는 [1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, 1]로 설정하고, 단말이 수신 단계에서 2047개의 커버 코드들에 대해 산출된 상관 전력(correlation power) 값들을 비교하여, 첨두 전력(peak power) 값이 작게 설정되는 커버 코드를 찾는 방법이 고려될 수 있다.

[0315] 여기에서, 상기 2047 개의 커버 코드들은 길이 11의 모든 커버 코드들에서 제1 유형의 무선 프레임 구조에서 이용되는 커버 코드를 제외한 $2^{11}-1$ 개의 커버 코드들을 의미한다. 또한, 상기 상관 전력 값들은 여러 개의 OFDM 심볼 수준의 차등 알고리즘(several OFDM symbol level differential algorithm)을 통해 산출될 수 있다.

[0316] 해당 실험을 통해, 상기 첨두 전력 값들이 작은 순서대로 커버 코드들이 나열될 수 있으며, 이 중 상위 15개의 커버 코드들은 표 6과 같을 수 있다. 즉, 표 6은 첫 번째 실험의 결과로써 첨두 전력 값이 작은 상위 15개의 커버 코드의 인덱스들을 나타낸다.

표 6

순서	Cover code index
1	2007
2	2005
3	1792
4	2047
5	2026
6	1962
7	1960
8	1967
9	1744
10	1749
11	1984
12	1706
13	1687
14	1699
15	1696

[0317]

표 6에서, 커버 코드 인덱스는 커버 코드를 2 진수(이 때, -1은 0으로 간주)로 간주할 때 획득할 수 있는 값을 의미할 수 있다. 예를 들어, [-1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1]은 커버 코드 인덱스 0으로 표현되고, [1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]은 커버 코드 인덱스 2047로 표현될 수 있다. 이와 같은 방식을 따를 때, 표 6에서 밑줄 친 커버 코드 인덱스 1699는 [1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, -1, -1, 1, 1]를 의미할 수 있다.

[0320] 다음으로, 두 번째 실험으로써, 기지국 단의 NPSS 커버 코드 값을 2048개의 커버 코드 중 하나를 선택하도록 설정하고, 단말이 수신 단계에서 앞서 선택한 커버 코드를 이용하여 산출된 상관 전력 값들을 비교할 수 있다.

[0321] 이 때, 선택된 커버 코드를 이용하여 획득된 상관 전력의 두 번째 첨두(second peak power) 전력 대비 첨두 전력 값(이하, A 값)이, 제1 유형의 무선 프레임 구조에서 이용되는 커버 코드(예: [1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, 1])를 이용하여 획득된 상관 전력의 두 번째 첨두 전력 대비 첨두 전력 값(이하, B 값)보다 크거나 같은 커버 코드들이 존재할 수 있다.

[0322] 여기에서, 두 번째 첨두 전력 대비 첨두 전력 값은, 상관 전력 값들에 대한 주변 첨두(side peak) 대비 주 첨두(main peak) 값을 의미할 수 있다. 예를 들어, 첨두 전력(즉, 주 첨두)이 1이고, 두 번째 첨두 전력(즉, 주변

침두)이 0.5인 경우, 두 번째 침두 전력 대비 침두 전력 값은 2이다. 두 번째 침두 전력 대비 침두 전력 값이 크다는 것은, 해당 시퀀스의 상관 성능이 높다는 것을 의미할 수 있다.

[0323] 즉, A 값이 B보다 크거나 같은 조건을 만족하는 커버 코드들이 결정될 수 있으며, 이러한 커버 코드들 중 피크 전력 값이 큰 커버 코드가 제2 유형의 무선 프레임 구조의 NPSS에 대한 커버 코드로서 설정될 수 있다.

[0324] 해당 실험을 통해, A 값이 B보다 크거나 같은 조건을 만족하는 커버 코드들이 피크 전력 값이 큰 순서대로 나열될 수 있으며, 이 중 상위 15개의 커버 코드들은 표 7과 같을 수 있다. 즉, 표 7은 두 번째 실험의 결과로써 피크 전력 값이 큰 상위 15개의 커버 코드의 인덱스들을 나타낸다.

표 7

순서	Cover code index
1	562
2	178
3	309
4	634
5	109
6	663
7	711
8	1378
9	1850
10	782
11	1738
12	610
13	862
14	1699
15	299

[0325]

[0326] 표 7을 참고하면, 첫 번째 실험에서 상위 15개의 커버 코드에 포함된 커버 코드 인덱스 1699(즉, [1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, -1, -1, 1, 1])는 두 번째 실험에서도 상위 15개의 커버 코드에 포함된다.

[0327] 상술한 두 실험들의 결과를 고려할 때, 제2 유형의 무선 프레임 구조에 대해 적합한 커버 코드는, 커버 코드 인덱스 1699(즉, [1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, -1, -1, 1, 1])일 수 있다.

[0329] 추가적으로, 각 실험의 결과 중 최상위 커버 코드들(즉, 커버 코드 인덱스들 2007 및 562), 제2 유형의 무선 프레임 구조에 대해 적합한 것으로 판단된 커버 코드 인덱스 1699, 및 제1 유형의 무선 프레임 구조에 이용되는 커버 코드(즉, 커버 코드 인덱스 1949)를 이용하여, 첫 번째 실험 및 두 번째 실험에 대한 상관 전력 값들을 산출한 결과는 각각 도 19 및 도 20과 같을 수 있다.

[0330] 도 19는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 NPSS의 커버 코드 값들에 대한 상관 전력 그래프의 예를 나타낸다. 도 19는 단지 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위를 제한하는 것이 아니다.

[0331] 도 19를 참고하면, 제2 유형의 무선 프레임 구조와 관련된 커버 코드 인덱스들 2007, 562, 및 1699에 해당하는 커버 코드들과 제1 유형의 무선 프레임 구조에서 이용되는 커버 코드를 이용하여, 첫 번째 실험의 방식에 기반하여 여러 개의 OFDM 심볼 수준의 차등 알고리즘을 통해 상관 전력 값들이 산출될 수 있다.

[0332] 도 19의 그래프들을 분석하면, 커버 코드 인덱스들 1699 및 2007은 0에 가까운 값을 갖는 반면, 커버 코드 인덱스 562는 부정확한 시간 샘플 인덱스(time sample index)에서 0.1에 가까운 피크 값을 갖는다.

[0333] 따라서, 첫 번째 실험의 경우, 커버 코드 인덱스 562는 커버 코드 인덱스들 1699 및 2007에 비해 성능이 좋지 않은 것으로 판단될 수 있다. 즉, 도 19의 그래프들을 통해, 첫 번째 실험 결과의 상위 15개 커버 코드에 커버

코드 인덱스 562가 포함되지 않는 점이 유추될 수 있다.

- [0334] 도 20은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 NPSS의 커버 코드 값들에 대한 상관 전력 그래프의 다른 예를 나타낸다. 도 20은 단지 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위를 제한하는 것이 아니다.
- [0335] 도 20을 참고하면, 제2 유형의 무선 프레임 구조와 관련된 커버 코드 인덱스들 2007, 562, 및 1699에 해당하는 커버 코드들과 제1 유형의 무선 프레임 구조에서 이용되는 커버 코드를 이용하여, 두 번째 실험의 방식에 기반하여 여러 개의 OFDM 심볼 수준의 차등 알고리즘을 통해 상관 전력 값들이 산출될 수 있다.
- [0336] 도 20의 그래프들을 분석하면, 커버 코드 인덱스들 562 및 1699는 침예한 주 첨두(main peak)만 갖는 반면, 커버 코드 인덱스 2007은 주 첨두뿐만 아니라 양 쪽에 주변 첨두(side peak)들을 추가적으로 가질 수 있다.
- [0337] 따라서, 두 번째 실험의 경우, 커버 코드 인덱스 2007은 커버 코드 인덱스들 562 및 1699에 비해 성능이 좋지 않은 것으로 판단될 수 있다. 즉, 도 20의 그래프들을 통해, 두 번째 실험 결과의 상위 15개 커버 코드에 커버 코드 인덱스 2007이 포함되지 않는 점이 유추될 수 있다.
- [0338] 이 때, 주 첨두는 여러 개의 OFDM 심볼 수준의 차등 알고리즘을 통해 획득된 출력(즉, 상관 전력) 값이 가장 큰 값을 의미하며, 주변 첨두는 주 첨두에서 특정 범위를 벗어난 가장 큰 출력 값을 의미할 수 있다. 여기에서, 특정 범위는 피크 값 검출 이후에 수신 측에서 다음 동작을 수행함에 있어서 추가 연산에 이용되는 구간(즉, 피크 값으로부터 특정 범위 내의 샘플)을 의미할 수 있다. 일례로, 특정 구간은 $\pm 16T_s$ '로 설정될 수 있으며, 여기에서 T_s '는 240kHz 샘플링 주파수의 시간 단위(240kHz sampling frequency time unit)를 의미할 수 있다.
- [0340] 따라서, 상술한 결과들에 따라, 제2 유형의 무선 프레임 구조에서 NPSS에 적용될 커버 코드로 [1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, -1, -1, 1, 1](즉, 커버 코드 인덱스 1699)이 설정될 수 있다. FDD의 경우 NPSS에 이용될 커버 코드를 나타내는 표 3과 비교하여, TDD의 경우 NPSS에 이용될 커버 코드 S(1)은 표 8과 같이 표현될 수 있다.

표 8

Cyclic prefix length	S(3),...,S(13)										
Normal	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1

- [0341]
- [0343] 또한, 상술한 바와 같이 선택된 [1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, -1, -1, 1, 1]는 제2 유형의 무선 프레임 구조의 NPSS에 이용될 수 있는 것뿐만 아니라, 또 다른 무선 프레임 구조 유형(예: LTE 시스템의 제3 유형의 무선 프레임 구조, NR 시스템에서 새롭게 도입되는 무선 프레임 구조)의 NPSS에 이용되도록 설정될 수도 있다. 또한, 해당 커버 코드가 NPSS가 아닌 다른 신호(예: wake-up 신호, go-to-sleep 신호 등)에도 확장하여 적용될 수 있음은 물론이다.
- [0344] 이는, 기존의(즉, 레저시) NB-IoT 단말 중 제1 유형의 무선 프레임 구조만 지원하는 경우가 존재하기 때문에, 추가적인 신호가 표준에 반영되는 것을 고려할 때 기존의 단말에 미치는 영향이 적어야 함을 고려할 때, 앞서 설명된 방법들 따라 커버 코드를 선택하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0345] 또한, 제2 유형의 무선 프레임 구조에서 앞서 선택된 커버 코드(즉, 수학적 8의 커버 코드)가 이용될 때, 해당 NPSS의 시퀀스(예: ZC 시퀀스)의 루트 인덱스 값은 기존의 값(예: 5)이 적용되거나, 이와 다른 새로운 값(예: 6)이 적용될 수도 있다.
- [0346] 또한, 상술한 루트 인덱스 및 커버 코드를 설정하는 방법뿐만 아니라, 무선 프레임 구조의 유형에 따라 NPSS와 NSSS 간의 간격(즉, 서브프레임 간격(subframe gap))의 차이가 발생하도록 설정할 수도 있다. 예를 들어, NPSS의 전송이 종료된 시점과 NSSS의 전송이 시작되는 시점 간의 간격이 제1 유형의 무선 프레임 구조의 경우에 4개의 서브프레임들로 설정되는 반면, 제2 유형의 무선 프레임 구조의 경우에는 5개의 서브프레임들로 설정될 수도 있다. 즉, NPSS와 NSSS 간의 간격을 다르게 설정하기 위하여 NPSS 및 NSSS의 전송 서브프레임 위치를 변경하는 방법도, 제2 유형의 무선 프레임 구조의 NPSS 및 NSSS 설정에 적용될 수 있다.
- [0348] **NB-IoT 시스템의 새로운 NPSS 설계**
- [0349] 앞서 언급한 바와 같이, 기존의 NB-IoT 시스템(예: Rel.13 NB-IoT 시스템)의 NPSS는 11개의 OFDM 심볼들과 11개의 서브캐리어들을 점유하도록 설계된다.

- [0350] 도 21은 기존의 NB-IoT 시스템의 NPSS가 점유하는 자원 영역을 나타낸다.
- [0351] 도 21에 나타난 것과 같이, NPSS는 시간 영역상으로 #3 OFDM 심볼부터 #13 OFDM 심볼까지의 11개의 OFDM 심볼들을 점유하고, 주파수 영역상으로 #0 서브캐리어부터 #10 서브캐리어까지의 11개의 서브캐리어들을 점유하도록 설정된다.
- [0352] 이 때, 중심 주파수(center frequency)가 작은 대역(예: 900MHz)에서, 도 21과 같이 설계된 NPSS는, 오실레이터 오류(oscillator error)로 인한 주파수 오프셋(frequency offset)과 추가적인 래스터 오프셋을 고려하더라도 최대 $\pm 25.5\text{kHz}$ 만큼의 오차가 발생할 수 있다. 이에 대한 구체적인 예시는 도 22와 같다.
- [0353] 도 22는 기존의 NB-IoT 시스템의 NPSS에 대한 주파수 오프셋의 일 예를 나타낸다.
- [0354] 도 22를 참고하면, 중심 주파수의 대역폭이 작게 설정되며(예: 900MHz), NPSS는 11개의 서브캐리어들(즉, 165kHz)을 점유하는 경우가 가정된다. 이 때, 주파수 오프셋은 NB-IoT 단말의 경우 20ppm, 추가적인 래스터 오프셋은 $\pm 7.5\text{kHz}$ 일 수 있다.
- [0355] 이 경우, 주파수 오프셋 및 추가적인 래스터 오프셋을 고려하더라도 최대 $\pm 25.5\text{kHz}$ 만큼의 오차만 발생되므로, NPSS가 점유하는 자원 영역은 아날로그 필터 대역(예: 240kHz)을 벗어나지 않는다. 이는, 240kHz 대역의 아날로그 필터와 180kHz를 점유하는 NPSS 사이에 위아래로 각각 30kHz 만큼의 여유 공간(margin)이 존재하기 때문이다.
- [0356] 이와 달리, 중심 주파수가 높은 대역(예: 2.6GHz)에서, 도 21과 같이 설계된 NPSS는, 오실레이터 오류로 인한 주파수 오프셋과 추가적인 래스터 오프셋을 고려할 때 최대 $\pm 59.5\text{kHz}$ 만큼의 오차가 발생할 수 있다. 이에 대한 구체적인 예시는 도 23과 같다.
- [0357] 도 23은 기존의 NB-IoT 시스템의 NPSS에 대한 주파수 오프셋의 다른 예를 나타낸다.
- [0358] 도 23을 참고하면, 중심 주파수의 대역폭이 높게 설정되며(예: 2.6GHz), NPSS는 11개의 서브캐리어들(즉, 165kHz)을 점유하는 경우가 가정된다. 이 때, 주파수 오프셋은 NB-IoT 단말의 경우 20ppm, 추가적인 래스터 오프셋은 $\pm 7.5\text{kHz}$ 일 수 있다.
- [0359] 이 경우, 주파수 오프셋 및 추가적인 래스터 오프셋을 고려하면 최대 $\pm 59.5\text{kHz}$ 만큼의 오차가 발생되므로, NPSS가 점유하는 자원 영역이 아날로그 필터 대역(예: 240kHz)을 벗어나는 경우가 발생된다. 이는, 59.5kHz의 오차 값이 아날로그 필터의 대역과 NPSS의 점유 대역 간에 존재하는 여유 공간(예: 30kHz)보다 크기 때문이다.
- [0361] 따라서, 상술한 바와 같이 NPSS 자원 영역이 아날로그 필터 대역을 벗어나는 경우를 방지하기 위해, 본 명세서에서는, NPSS가 점유하는 서브캐리어의 수를 NB-IoT 시스템이 운용되는 중심 주파수 값에 따라 기존 11개에서 $11-(K_1+K_2)$ 개로 변경하여 이용하도록 설정하는 방법을 제안한다.
- [0362] 여기에서, K_1 및 K_2 는 $0 \leq K_1+K_2 < 11$, $0 \leq K_1 < 11$, $0 \leq K_2 < 11$ 를 만족하는 정수를 의미할 수 있다. 특히, K_1 은 낮은 주파수(low frequency) 쪽으로부터 제외될 수 있는 서브캐리어의 수를 나타내고, K_2 는 높은 주파수(high frequency) 쪽으로부터 제외될 수 있는 서브캐리어의 수를 나타낸다.
- [0363] 이 경우, 기지국은 기본적으로 중심 주파수에 대한 정보를 알고 있는 것이 가정되므로, 기지국은 중심 주파수 값에 따라 미리 약속된(또는 설정된, 정의된) K_1 및 K_2 값을 선택하여 NPSS를 전송하도록 설정될 수 있다. 또한, 단말은 현재 자신이 접속하기 원하는 셀(cell)이 배치된 대역(band)에 대한 정보를 알고 있는 것이 가정되므로, 해당 대역에 존재할 수 있는 중심 주파수 값에 따라 미리 약속된 K_1 및 K_2 값을 선택하여 NPSS를 검출하도록 설정될 수 있다.
- [0364] 표 9는 중심 주파수 값에 따른 최대 주파수 오프셋, 미리 약속된 K_1 및 K_2 값, 및 그에 따라 NPSS가 점유하는 서브캐리어 수의 예들을 나타낸다.

표 9

Center frequency (MHz)	Maximum frequency offset (kHz)	K_1	K_2	# of subcarrier for NPSS
900	25.5	0	0	11
1500	37.5	1	0 or 1	10 or 9
2000	47.5	2	1 or 2	8 or 7
2600	59.5	2	1 or 2	8 or 7
3500	77.5	4	3 or 4	4 or 3

[0365]

[0367]

[0368]

[0369]

[0370]

[0371]

[0372]

[0373]

[0374]

[0375]

[0376]

[0377]

상술한 바와 같이 NPSS가 점유할 수 있는 서브캐리어 수가 $11-(K_1+K_2)$ 로 결정되는 경우, NPSS 시퀀스(NPSS sequence)는 다음과 같은 방법들을 통해 매핑될 수 있다.

먼저, NPSS를 위해 설정된 기존의 길이 11 자도프-추 시퀀스(Length 11 Zadoff-Chu sequence, Length 11 ZC sequence)를 동일하게 이용하는 경우를 가정하자. 이 때, 길이 11 자도프-추 시퀀스를 낮은 주파수 쪽으로부터 K_1 개의 RE를 제외하고, 높은 주파수 쪽으로부터 K_2 개의 RE를 제외하여, 나머지 시퀀스를 $11-(K_1+K_2)$ 개의 RE에 매핑하는 방법이 고려될 수 있다. 여기에서, 나머지 시퀀스를 매핑한다는 것은, 제외된 RE에는 0을 매핑하고, 제외되지 않은 RE에는 기존의 시퀀스 값을 매핑하는 것을 의미할 수 있다. 이에 대한 예시는 도 24와 같을 수 있다.

도 24는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 NPSS 시퀀스 매핑 방법의 일 예를 나타낸다. 도 24는 단지 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위를 제한하는 것이 아니다.

도 24를 참고하면, 낮은 주파수 쪽에서 적용되는 K_1 이 2로 설정되고, 높은 주파수 쪽에서 적용되는 K_2 가 2로 설정되는 경우가 가정된다. 이 경우, NPSS 시퀀스의 길이는 7(즉, $11-4$)로 변경되며, 길이 7 시퀀스가 #2 서브캐리어부터 #8 서브캐리어까지의 7개의 서브캐리어들에 매핑될 수 있다. 이 때, 시퀀스가 매핑되지 않는 RE에는 기존의 시퀀스 값이 아닌 '0'이 매핑될 수 있다.

추가적으로, 기존의 길이 11 자도프-추 시퀀스에 대해, 낮은 주파수 또는 높은 주파수 중 어느 한쪽으로부터 K_1+K_2 개의 RE를 제외하고 나머지 시퀀스를 매핑하도록 설정할 수도 있다. 예를 들어, 나머지 시퀀스는, #0 서브프레임부터 #6 서브프레임까지 매핑되거나, #4 서브프레임부터 #10 서브프레임까지 매핑될 수도 있다.

해당 방법의 특징은, 최초에 자도프-추 시퀀스를 생성할 때에는 루트 인덱스 5를 사용하여 시퀀스를 생성하지만, 실제 자원에 매핑되는 시퀀스는 이 중 길이 $11-(K_1+K_2)$ 만큼의 시퀀스에 해당한다는 것이다.

다음으로, 기존의 길이 11 자도프-추 시퀀스 대신, NPSS를 위한 길이 $11-(K_1+K_2)$ 자도프추-시퀀스를 생성하여, NPSS가 점유할 수 있는 서브캐리어에 해당하는 RE에 매핑하는 방법이 고려될 수 있다. NPSS를 구성하는 자도프-추 시퀀스의 특성상, 홀수 길이의 시퀀스가 성능이 좋으며, 루트 인덱스는 시퀀스 길이의 중간 숫자로 선택하는 것이 바람직할 수 있다.

예를 들어, 중심 주파수가 2.6GHz인 경우, 최대 주파수 오프셋이 $\pm 59.5\text{kHz}$ 이므로, K_1 은 2로 설정되고, K_2 는 1 또는 2로 설정될 수 있다. 이에 대한 예시는 도 25와 같을 수 있다.

도 25는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 NPSS 시퀀스 매핑 방법의 다른 예를 나타낸다. 도 25는 단지 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위를 제한하는 것이 아니다.

도 25를 참고하면, 낮은 주파수 쪽에서 적용되는 K_1 이 2로 설정되고, 높은 주파수 쪽에서 적용되는 K_2 가 2로 설정되는 경우가 가정된다. 이 경우, NPSS를 위해 생성된 길이 7의 자도프-추 시퀀스가 이용되며, 해당 시퀀스는 #2 서브캐리어부터 #8 서브캐리어까지의 7개의 서브캐리어들에 매핑될 수 있다.

성능적인 측면을 고려할 때, 길이 11 자도프-추 시퀀스를 생성하여 양 쪽 또는 한 쪽 일부를 제외하고 이용하는 시퀀스의 성능보다, 더 짧은 길이의 자도프-추 시퀀스이지만 전체를 이용하는 시퀀스의 성능이 더 좋을 수 있다.

- [0378] 도 26은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 NPSS에 대한 주파수 오프셋의 일 예를 나타낸다. 도 26은 단지 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위를 제한하는 것이 아니다.
- [0379] 도 26을 참고하면, K_1 및 K_2 가 2로 선택된 경우, NPSS가 아날로그 필터 대역(즉, 240kHz)을 벗어나지 않는 것을 확인할 수 있다. 즉, K_1 및 K_2 가 2로 선택된 경우, 최대 오차(예: $\pm 59.5\text{kHz}$)를 고려하더라도 NPSS가 매핑된 서브캐리어는 240kHz 대역 내에 존재할 수 있다.
- [0381] 또한, 상술한 방법들을 통해 감소된 RE 수만큼(즉, K_1+K_2), NPSS 전송 시 파워 부스팅(power boosting)이 될 수 있다. 감소된 RE에 상응하는 파워 부스팅 효과가 기대될 수 있으며, 이는 NPSS에 적용될 수 있다.
- [0382] 또한, 상술한 방법과 같이 중심 주파수에 따라 NPSS가 점유하는 서브캐리어 수를 변경하는 것 대신, NPSS를 위한 서브캐리어 간격을 변경하는 방법이 고려될 수도 있다. 즉, 기존의 NPSS와 같이 15kHz 서브캐리어 간격을 이용하는 대신, 중심 주파수가 높은 경우(예: 2.6GHz) NPSS의 전송을 위한 시점(timing)(예: 1ms 내, 1 서브프레임 내)의 서브캐리어 간격을 줄여서 NPSS를 전송하도록 설정할 수 있다. 여기에서, 서브캐리어 간격을 줄이는 것은, 심볼 길이를 늘이는 것을 의미할 수 있다. 이에 대한 예시는 도 27과 같다.
- [0383] 도 27은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 NPSS 시퀀스 매핑 방법의 또 다른 예를 나타낸다. 도 27은 단지 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위를 제한하는 것이 아니다.
- [0384] 도 27을 참고하면, 서브캐리어 간격이 15kHz(즉, 기존의 LTE에서의 서브프레임 간격)에서 절반으로 줄인 7.5kHz를 이용하여 NPSS를 전송하는 경우가 가정된다. 서브캐리어 간격이 절반으로 줄어들어 따라, 심볼 길이는 2배 증가하게 된다. 이 때, 기존의 LTE 시스템의 제어 영역을 보장해 주기 위해 맨 앞 2개의 심볼들은 비우도록 설정될 수 있다.
- [0385] 또한, 기존의 NPSS 설계에서 길이 11 자도프-추 시퀀스 및 루트 인덱스 값은 그대로 유지할 수 있지만, 11개의 심볼들에 걸쳐 이용되는 커버 코드는 5개의 심볼들에 걸쳐 이용할 수 있도록 변경될 필요가 있다. 이 때, 변경 방법은 기존의 커버 코드(길이 11에 맞춰 설정된 커버 코드)를 앞에서 5개까지 끊어서 이용하거나, 길이 5에 해당하는 커버 코드를 새롭게 도입하여 이용하도록 설정할 수도 있다.
- [0386] 도 28은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 NPSS에 대한 주파수 오프셋의 다른 예를 나타낸다. 도 28은 단지 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위를 제한하는 것이 아니다.
- [0387] 도 28을 참고하면, 서브캐리어 간격이 절반으로 줄었을 때(즉, 7.5kHz 서브캐리어 간격), 중심 주파수가 2.6GHz인 대역에서, NPSS가 아날로그 필터 대역(즉, 240kHz)을 벗어나지 않는 것을 확인할 수 있다.
- [0389] 본 명세서에서 상술한 방법들은 LTE 시스템을 기준으로 설명되었지만, 이는 NR 시스템에서도 공통적으로 적용될 수 있음은 물론이다. 예를 들어, 상술한 방법들은 NR 시스템에서 한정된 대역폭(limited bandwidth)을 이용하는 시스템에 이용될 수 있다.
- [0391] 본 발명이 적용될 수 있는 장치 일반
- [0392] 도 29는 본 명세서에서 제안하는 방법들이 적용될 수 있는 무선 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.
- [0393] 도 29를 참조하면, 무선 통신 시스템은 기지국(2910)과 기지국(2910) 영역 내에 위치한 다수의 단말(2920)을 포함한다.
- [0394] 기지국(2910)은 프로세서(processor, 2911), 메모리(memory, 2912) 및 RF부(radio frequency unit, 2913)을 포함한다. 프로세서(2911)는 앞서 도 1 내지 도 28에서 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(2911)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(2912)는 프로세서(2911)와 연결되어, 프로세서(2911)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(2913)는 프로세서(2911)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.
- [0395] 단말(2920)은 프로세서(2921), 메모리(2922) 및 RF부(2923)을 포함한다.
- [0396] 프로세서(2921)는 앞서 도 1 내지 도 28에서 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(2921)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(2922)는 프로세서(2921)와 연결되어, 프로세서(2921)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(2923)는 프로세서(2921)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.

- [0397] 메모리(2912, 2922)는 프로세서(2911, 2921) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(2911, 2921)와 연결될 수 있다. 또한, 기지국(2910) 및/또는 단말(2920)은 한 개의 안테나(single antenna) 또는 다중 안테나(multiple antenna)를 가질 수 있다.
- [0399] 도 30는 본 발명의 일 실시 예에 따른 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.
- [0400] 특히, 도 30에서는 앞서 도 29의 단말을 보다 상세히 예시하는 도면이다.
- [0401] 도 30를 참조하면, 단말은 프로세서(또는 디지털 신호 프로세서(DSP: digital signal processor)(3010), RF 모듈(RF module)(또는 RF 유닛)(3035), 파워 관리 모듈(power management module)(3005), 안테나(antenna)(3040), 배터리(battery)(3055), 디스플레이(display)(3015), 키패드(keypad)(3020), 메모리(memory)(3030), 심카드(SIM(Subscriber Identification Module) card)(3025)(이 구성은 선택적임), 스피커(speaker)(3045) 및 마이크로폰(microphone)(3050)을 포함하여 구성될 수 있다. 단말은 또한 단일의 안테나 또는 다중의 안테나를 포함할 수 있다.
- [0402] 프로세서(3010)는 앞서 도 1 내지 도 28에서 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층은 프로세서(3010)에 의해 구현될 수 있다.
- [0403] 메모리(3030)는 프로세서(3010)와 연결되고, 프로세서(3010)의 동작과 관련된 정보를 저장한다. 메모리(3030)는 프로세서(3010) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(3010)와 연결될 수 있다.
- [0404] 사용자는 예를 들어, 키패드(3020)의 버튼을 누르거나(혹은 터치하거나) 또는 마이크로폰(3050)을 이용한 음성 구동(voice activation)에 의해 전화 번호 등과 같은 명령 정보를 입력한다. 프로세서(3010)는 이러한 명령 정보를 수신하고, 전화 번호로 전화를 거는 등 적절한 기능을 수행하도록 처리한다. 구동 상의 데이터(operational data)는 심카드(3025) 또는 메모리(3030)로부터 추출할 수 있다. 또한, 프로세서(3010)는 사용자가 인지하고 또한 편의를 위해 명령 정보 또는 구동 정보를 디스플레이(3015) 상에 디스플레이할 수 있다.
- [0405] RF 모듈(3035)는 프로세서(3010)에 연결되어, RF 신호를 송신 및/또는 수신한다. 프로세서(3010)는 통신을 개시하기 위하여 예를 들어, 음성 통신 데이터를 구성하는 무선 신호를 전송하도록 명령 정보를 RF 모듈(3035)에 전달한다. RF 모듈(3035)은 무선 신호를 수신 및 송신하기 위하여 수신기(receiver) 및 송신기(transmitter)로 구성된다. 안테나(3040)는 무선 신호를 송신 및 수신하는 기능을 한다. 무선 신호를 수신할 때, RF 모듈(3035)은 프로세서(3010)에 의해 처리하기 위하여 신호를 전달하고 기저 대역으로 신호를 변환할 수 있다. 처리된 신호는 스피커(3045)를 통해 출력되는 가청 또는 가독 정보로 변환될 수 있다.
- [0407] 이상에서 설명된 실시 예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시 예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시 예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시 예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시 예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시 예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시 예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.
- [0408] 본 발명에 따른 실시 예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시 예는 하나 또는 그 이상의 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 콘트롤러, 마이크로 콘트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.
- [0409] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시 예는 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리는 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단으로 인해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.
- [0410] 본 발명은 본 발명의 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 통상의 기술자에게 자명하다. 따라서, 상술한 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

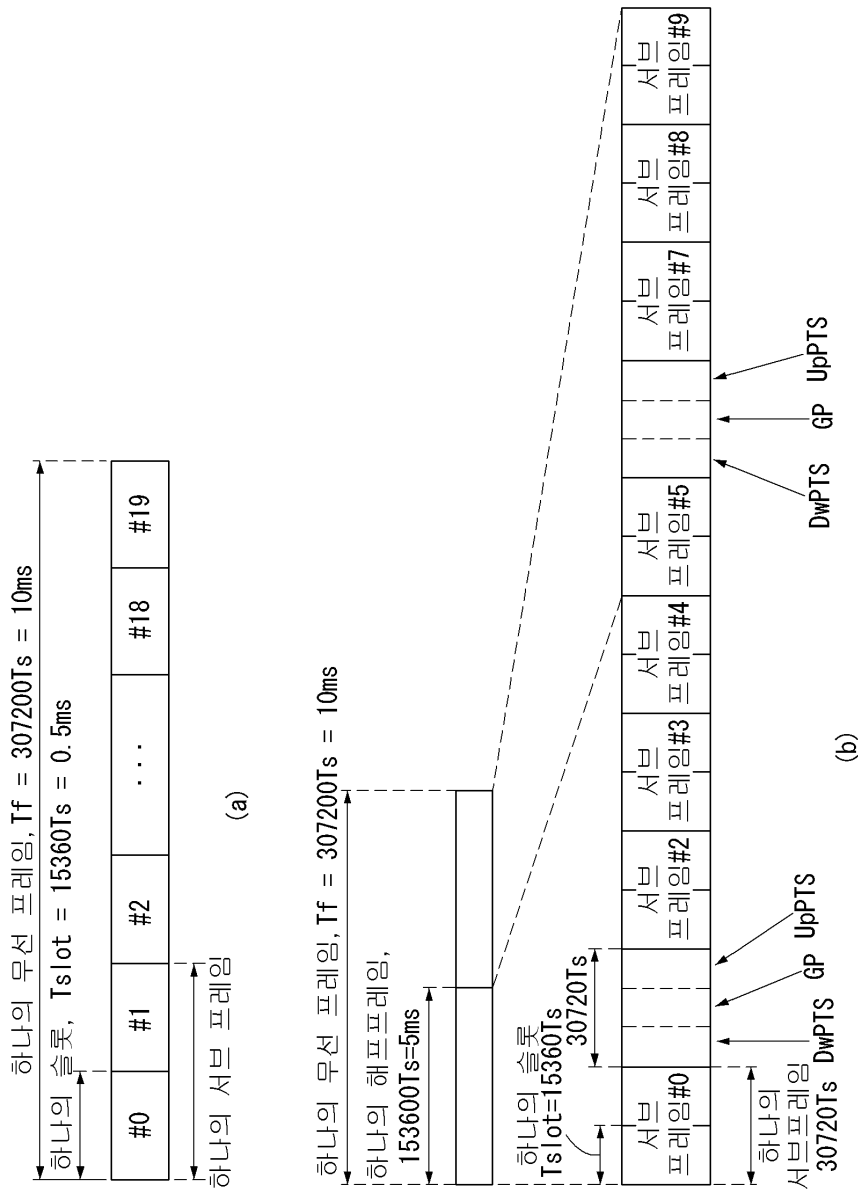
산업상 이용가능성

[0411]

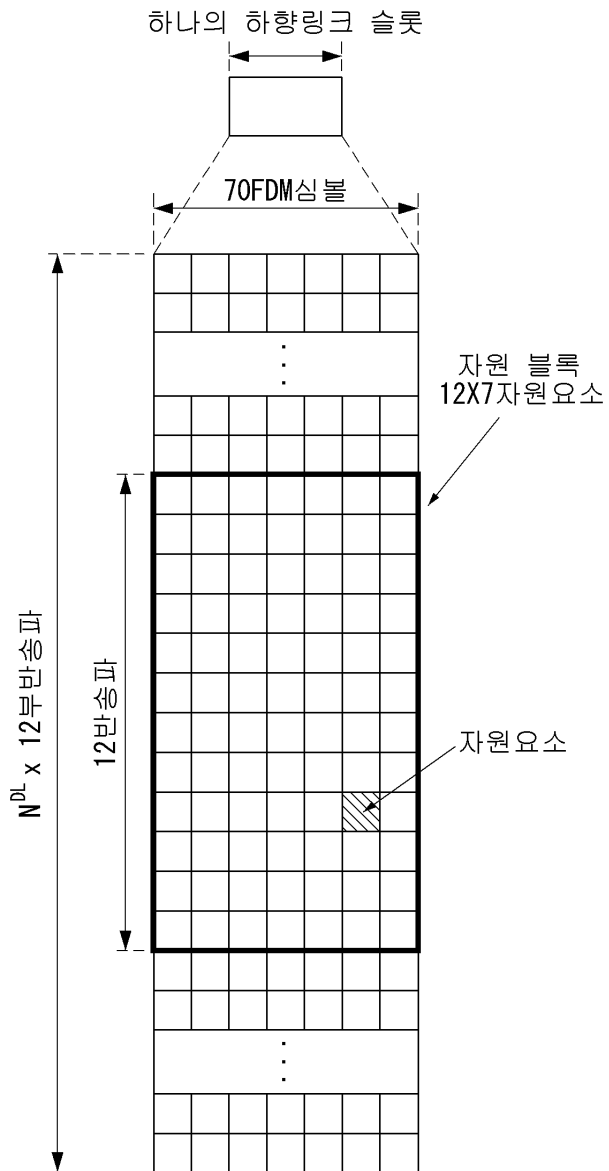
본 발명의 NB-IoT를 지원하는 무선 통신 시스템에서 신호를 송수신하는 방안은 3GPP LTE/LTE-A 시스템에 적용되는 예를 중심으로 설명하였으나, 3GPP LTE/LTE-A 시스템 이외에도 NR(New RAT) 시스템과 같은 다양한 무선 통신 시스템에 적용하는 것이 가능하다.

도면

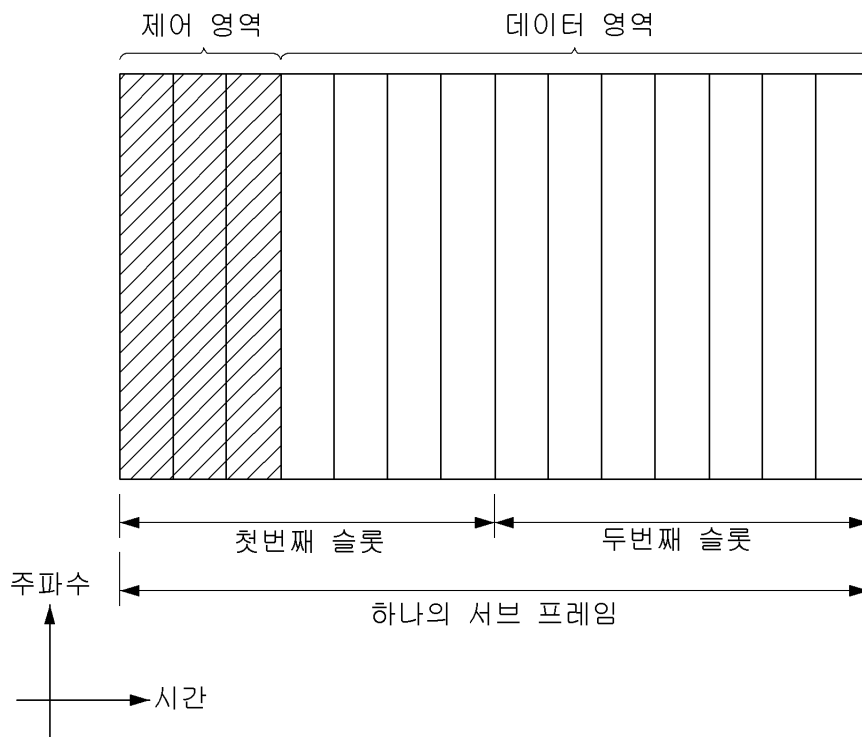
도면1



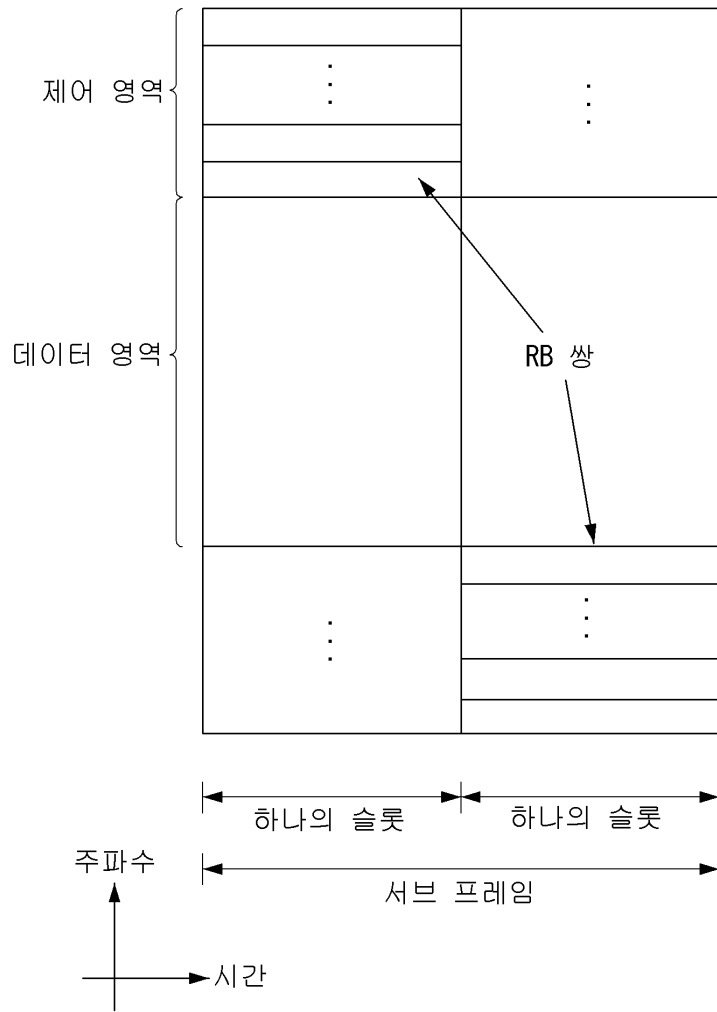
도면2



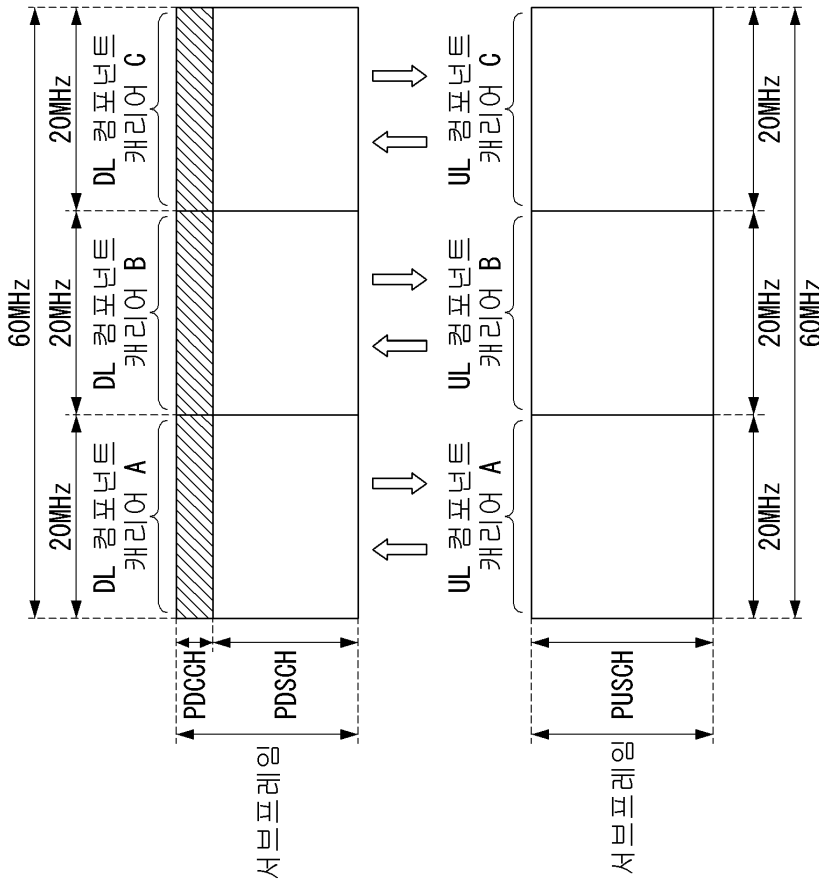
도면3



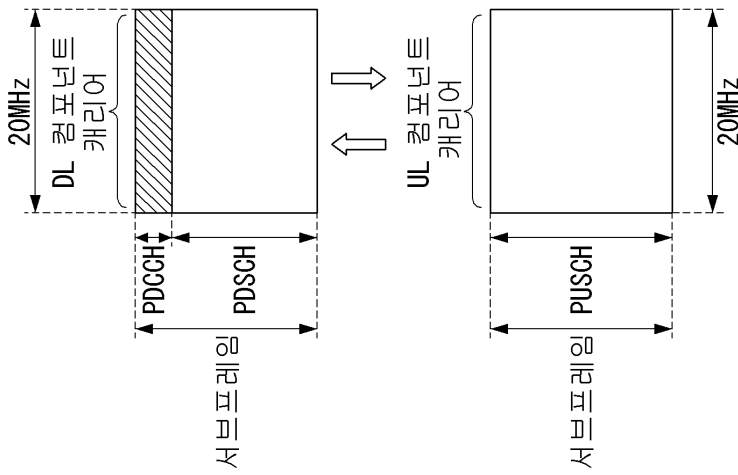
도면4



도면5

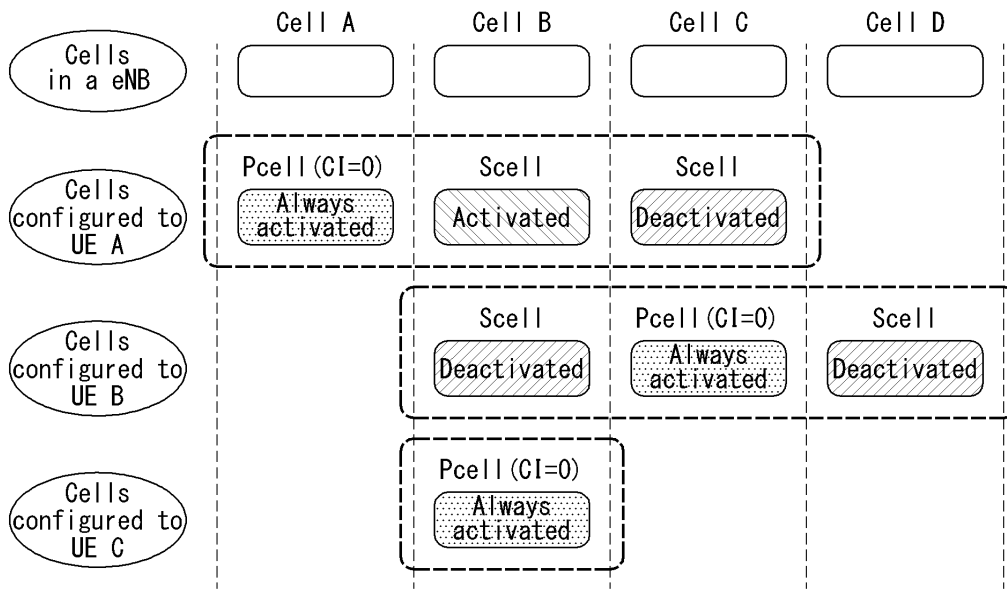


(b) 멀티플 CC



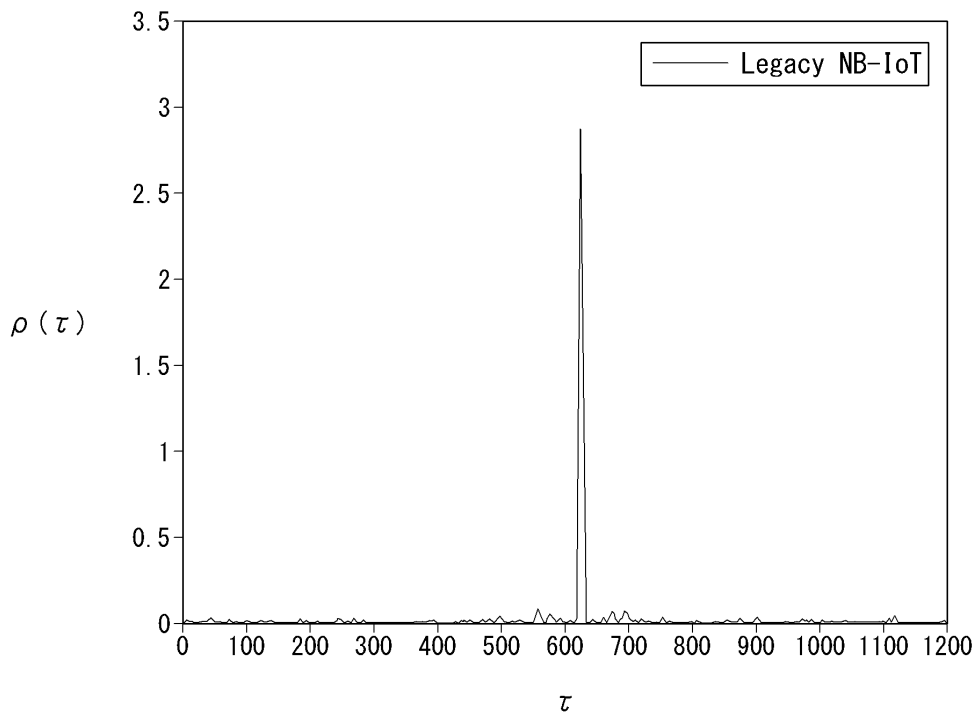
(a) 단일 CC

도면6



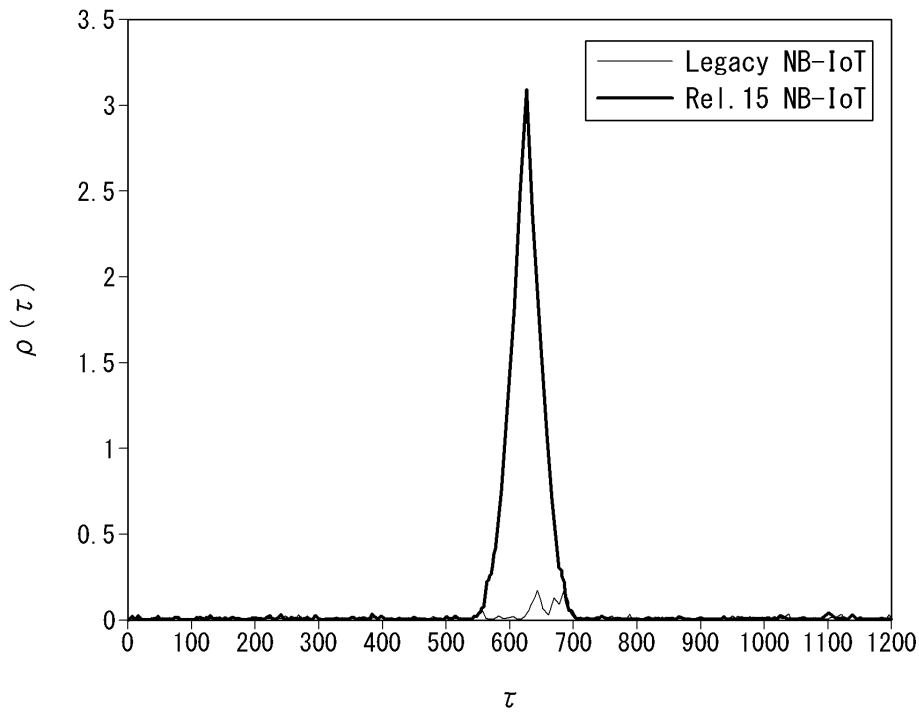
도면7a

$$S = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -1 \ 1]$$



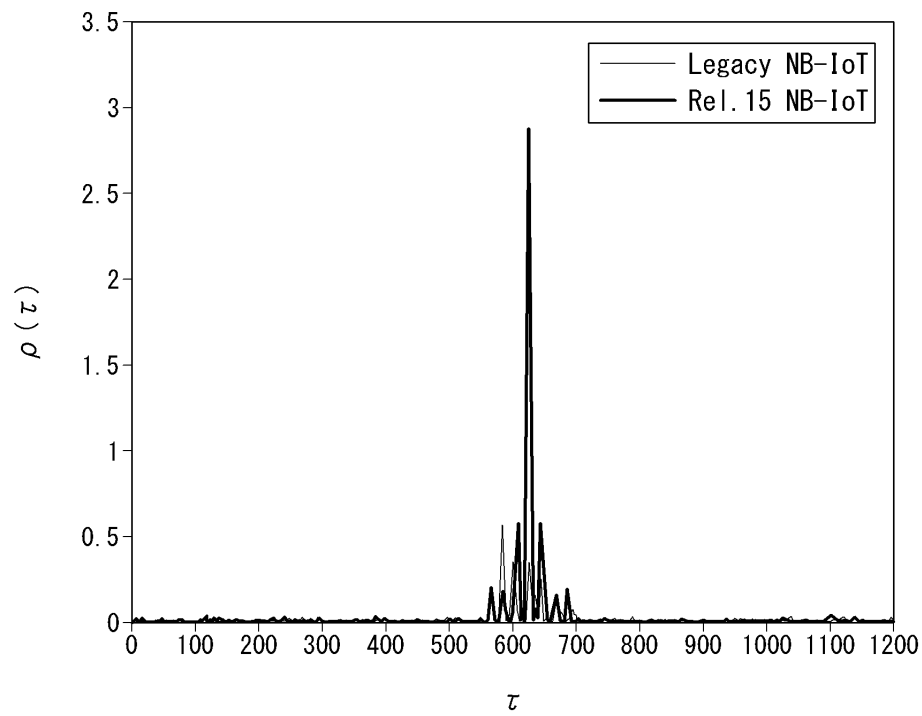
도면7b

$$S=[1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1]$$

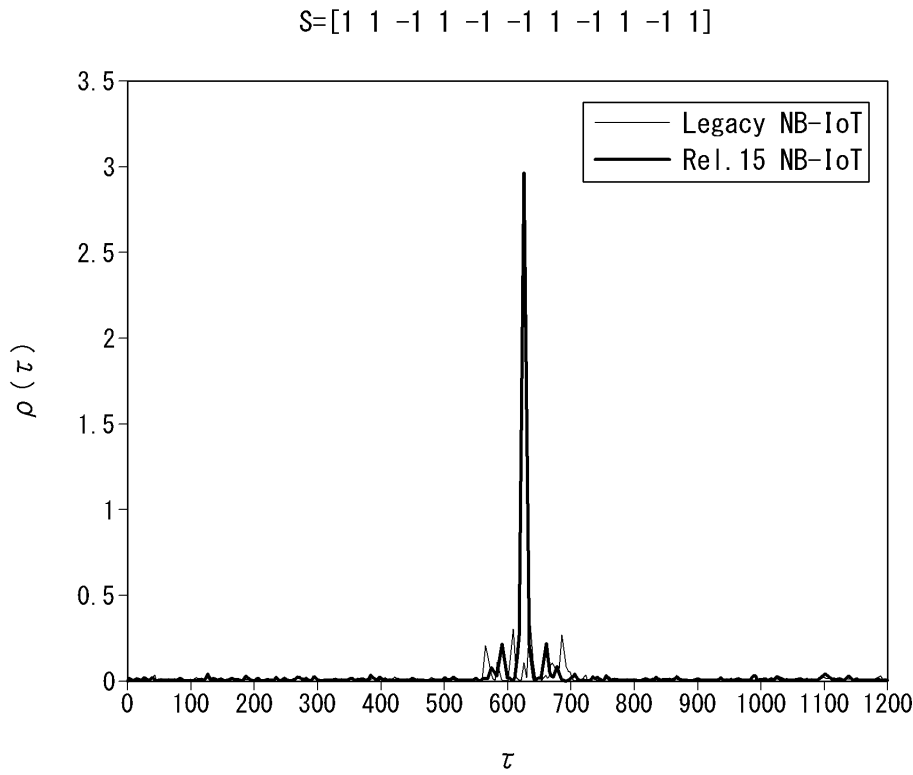


도면7c

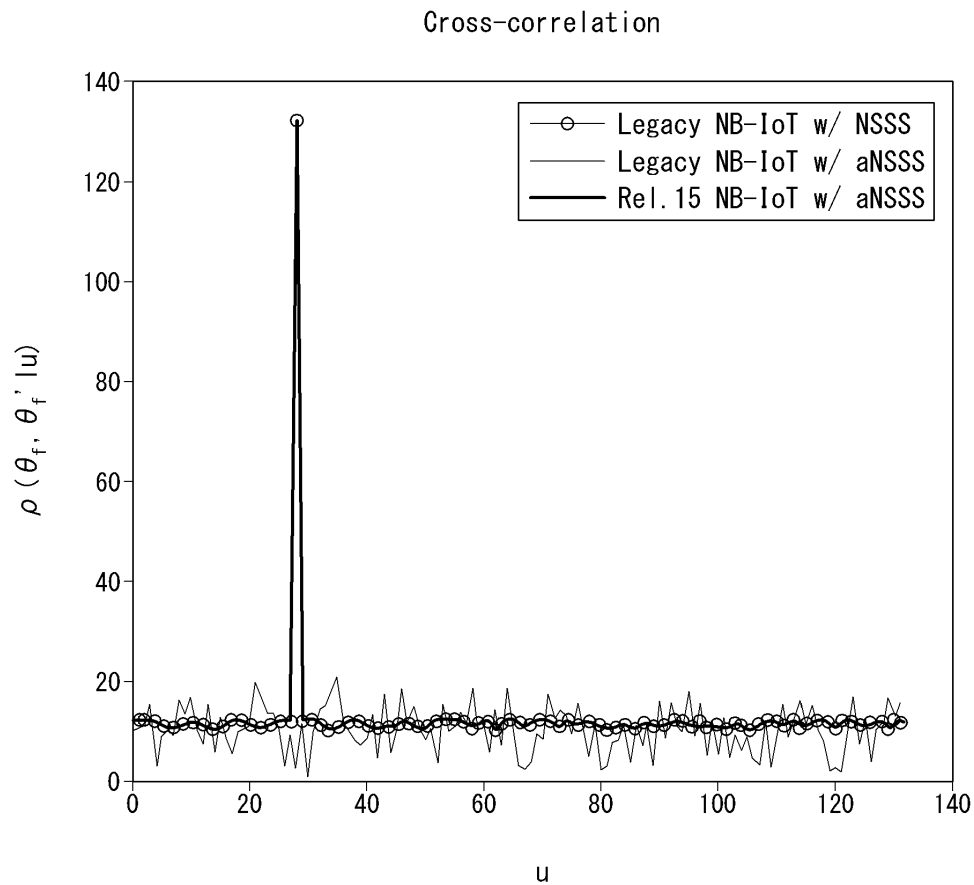
$$S=[-1 \ -1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ 1 \ 1]$$



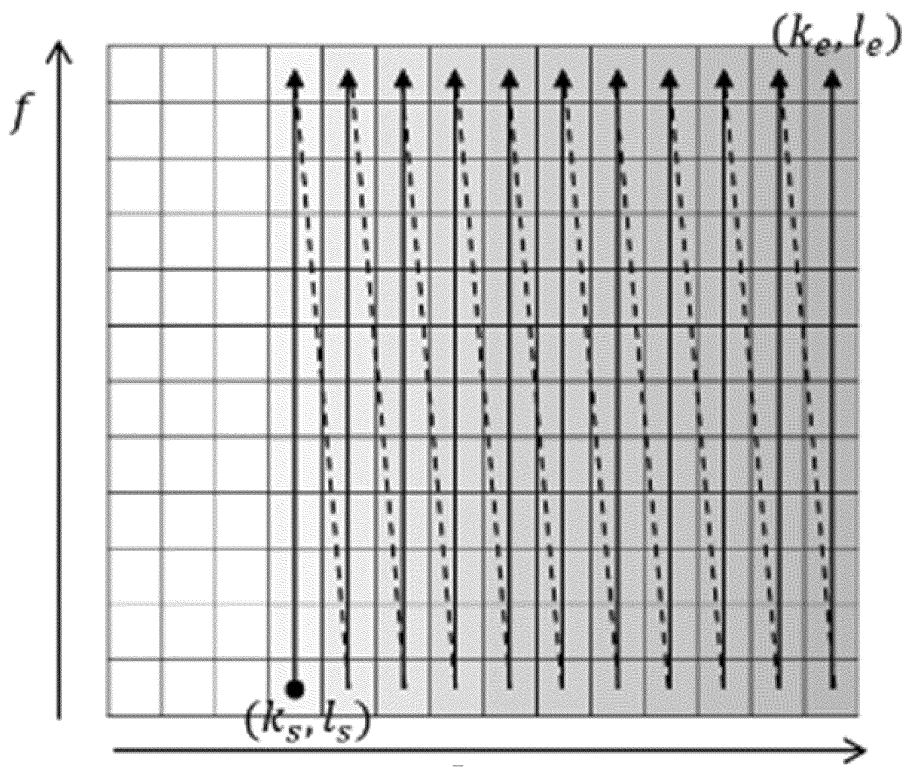
도면7d



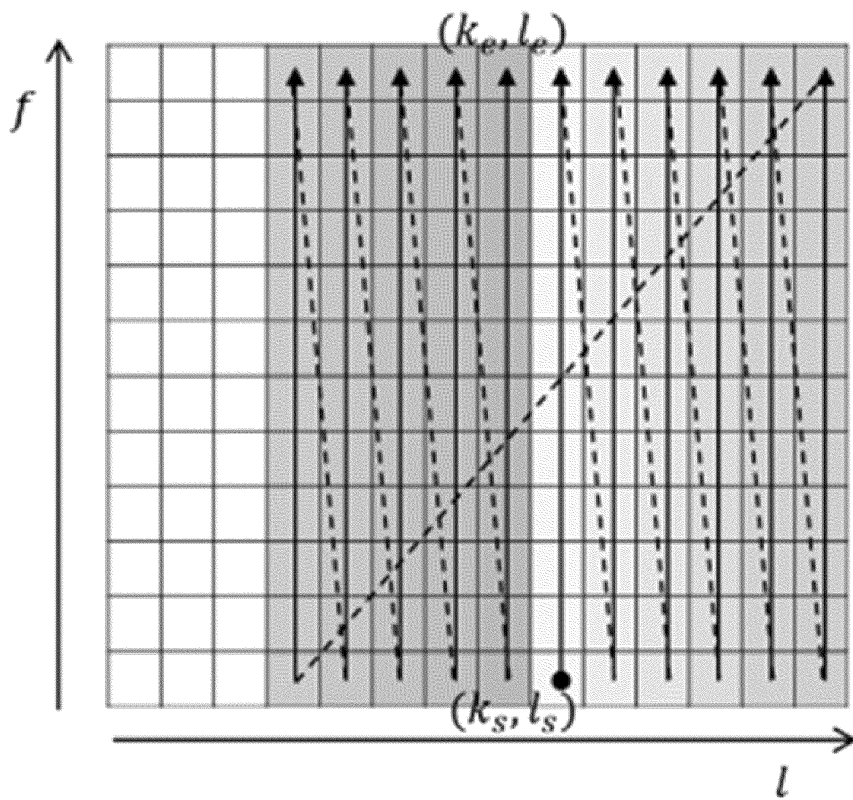
도면8



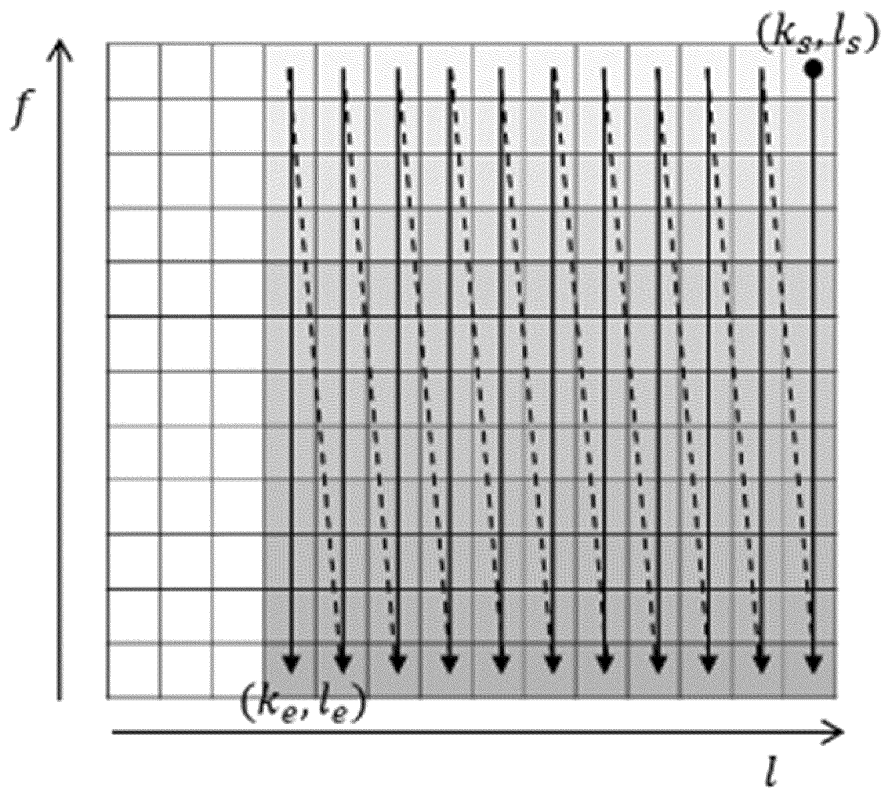
도면9a



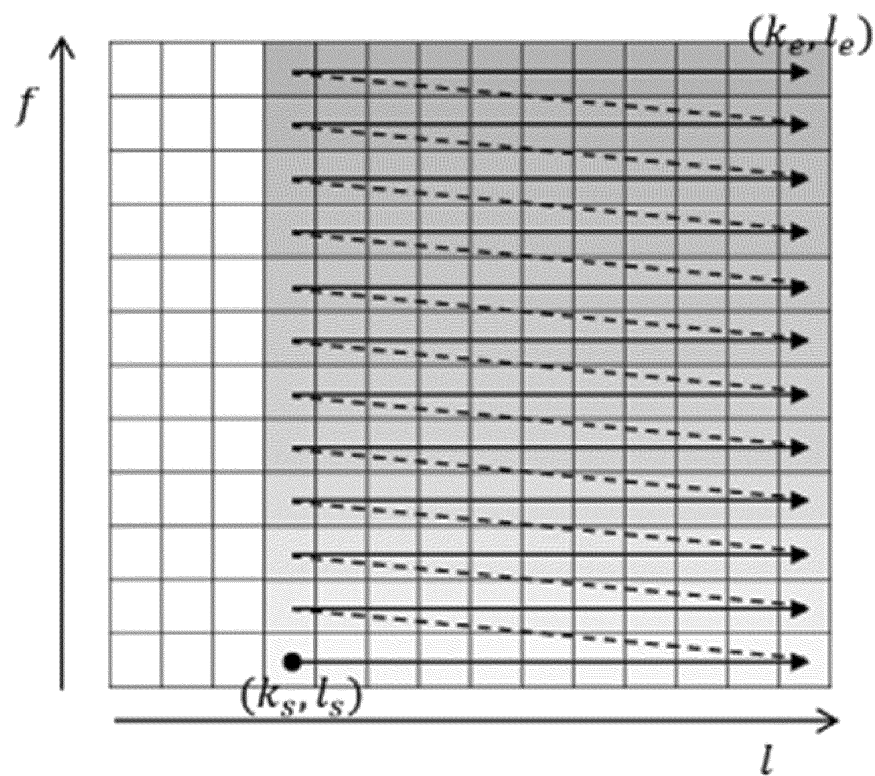
도면9b



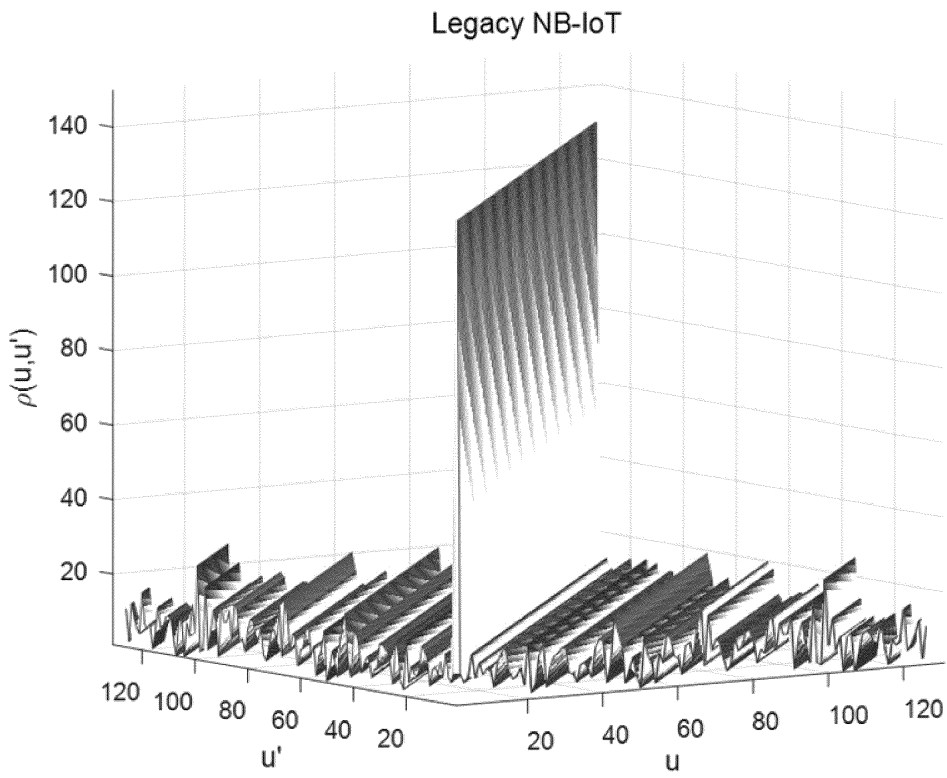
도면9c



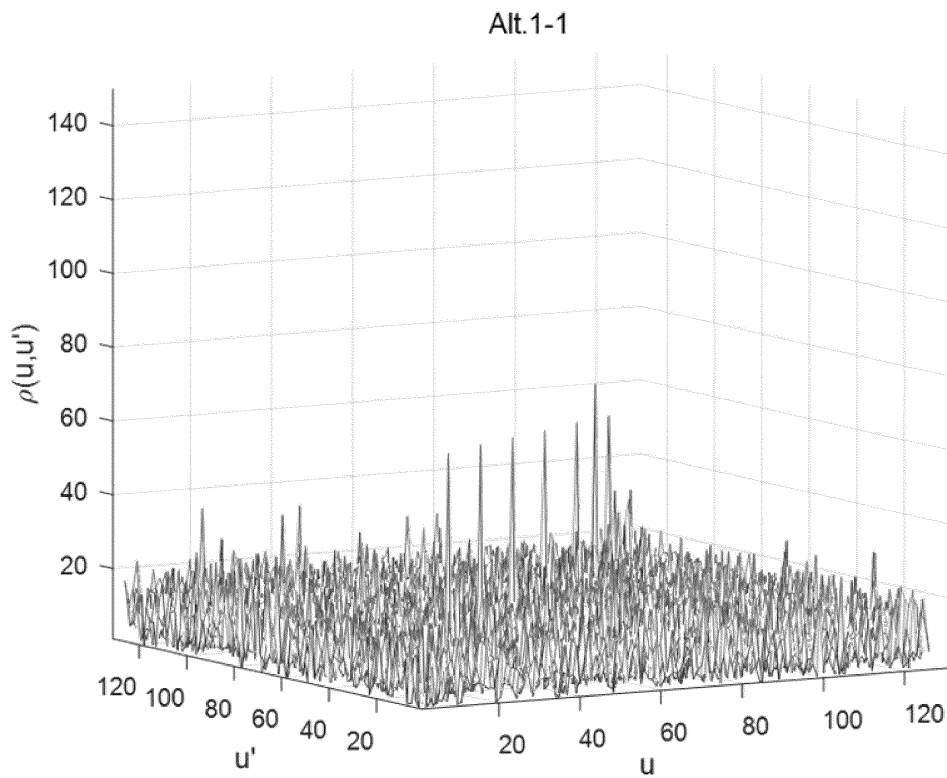
도면9d



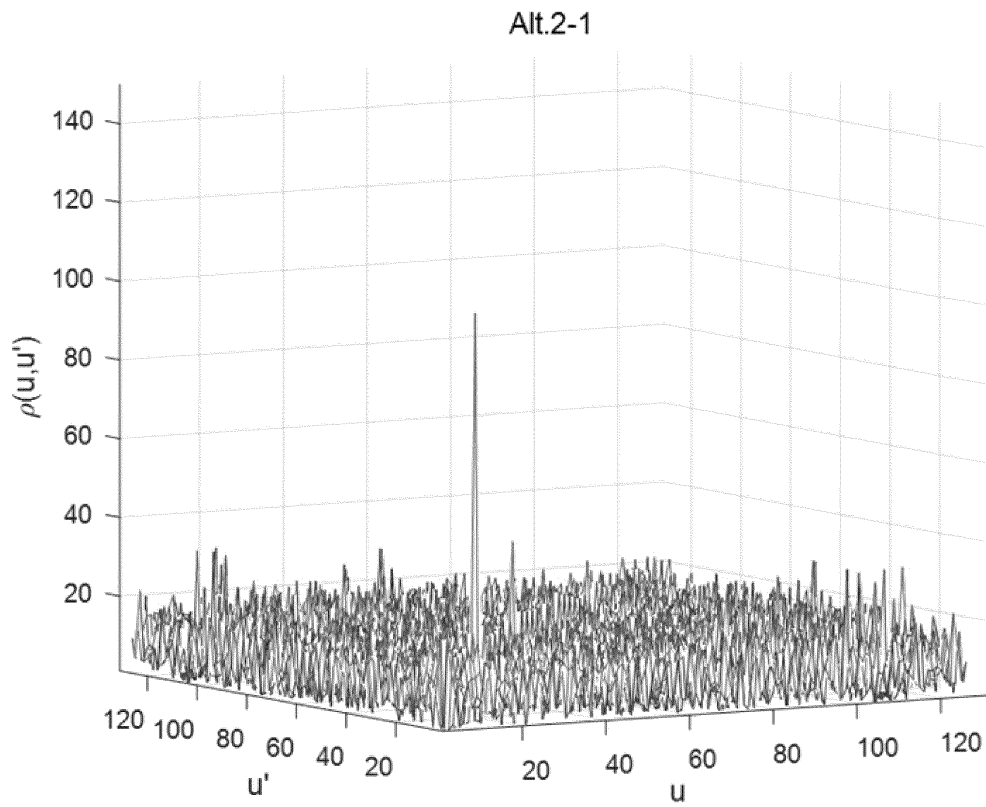
도면10a



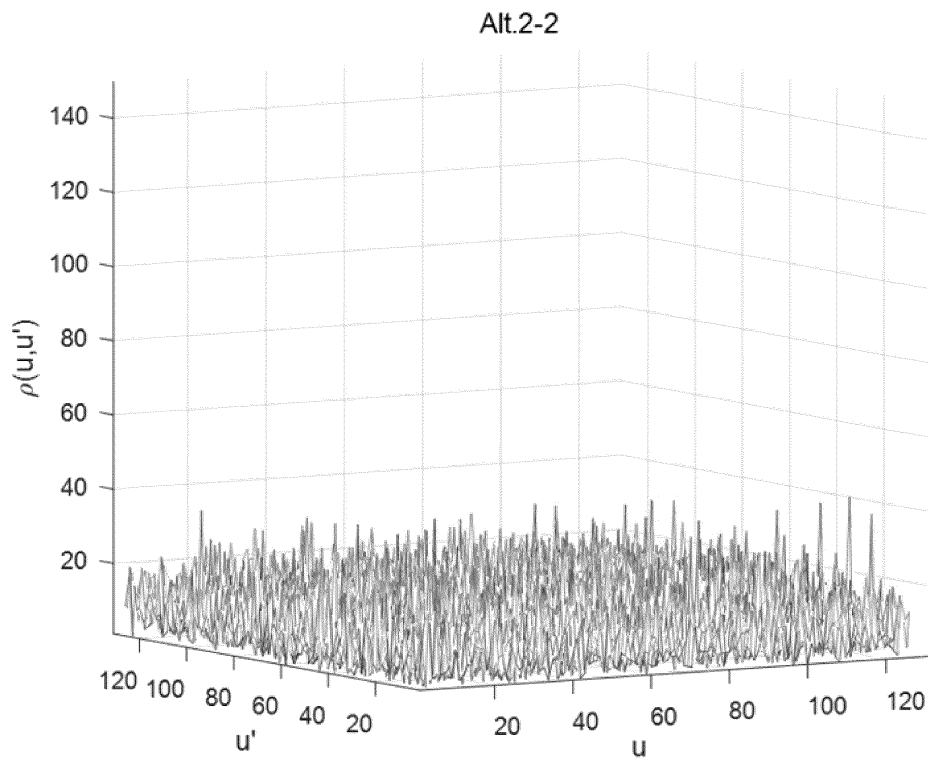
도면10b



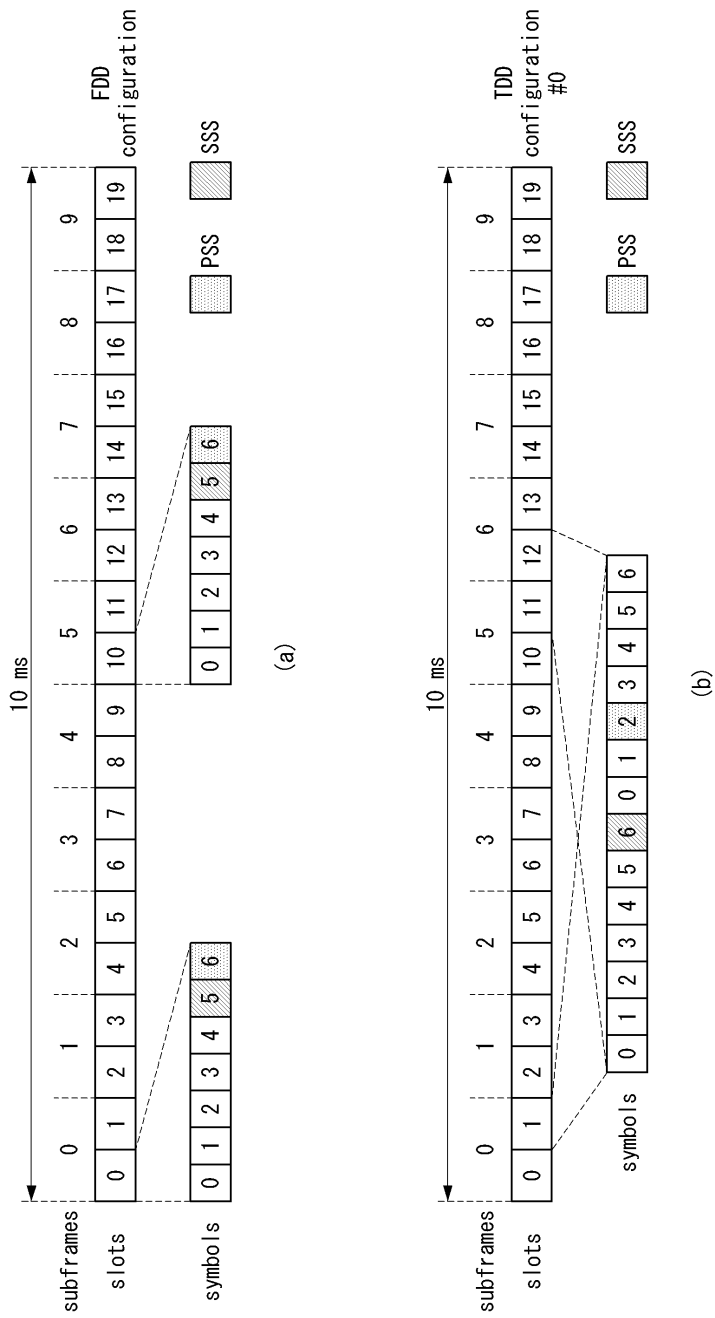
도면10c



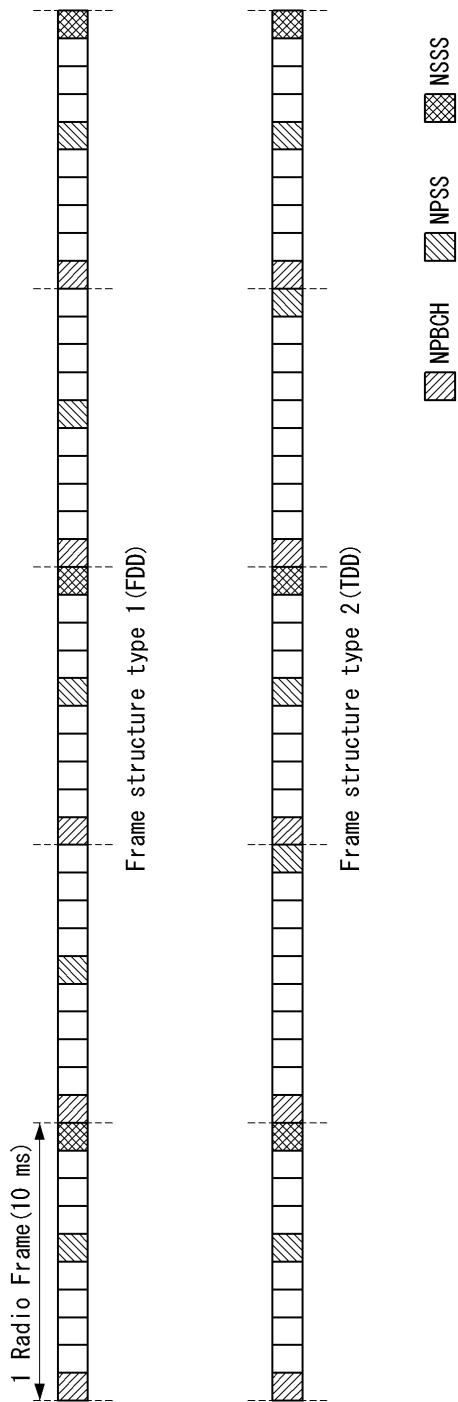
도면10d



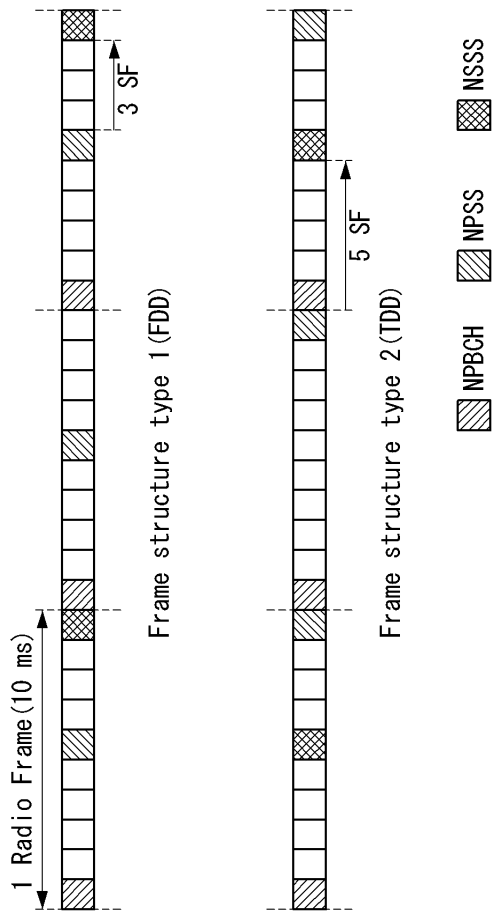
도면11



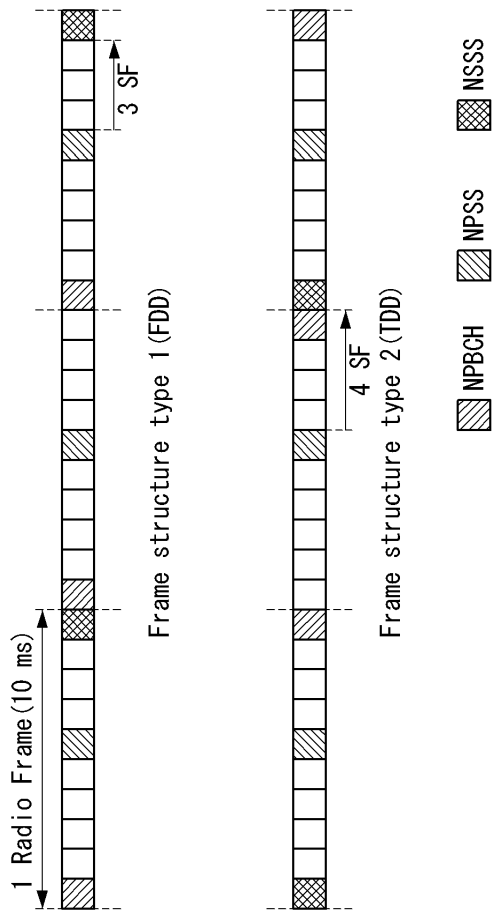
도면12



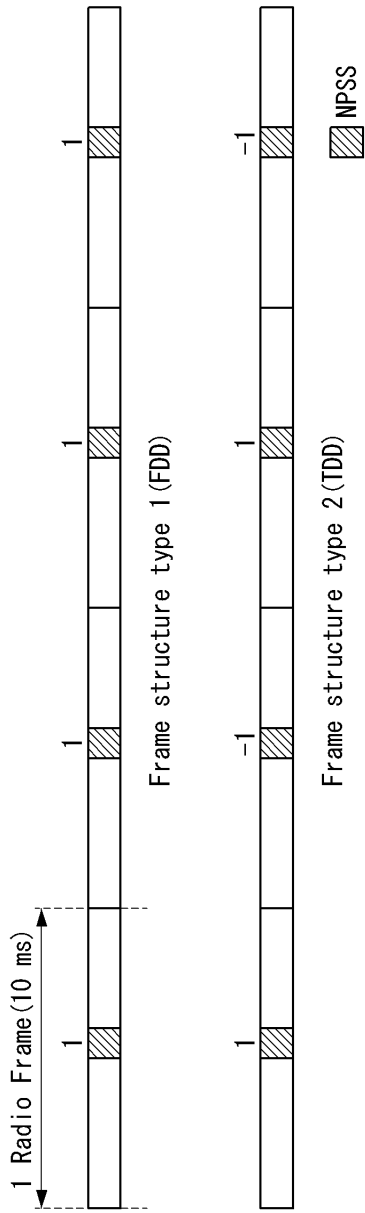
도면13



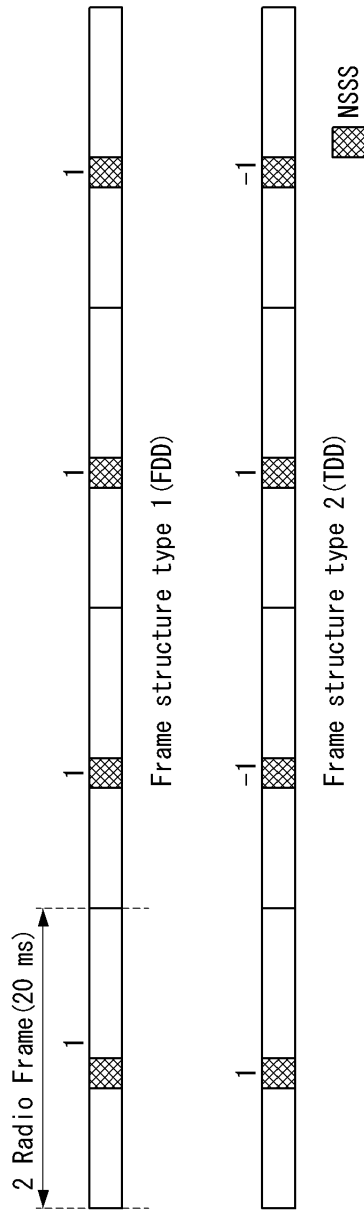
도면14



도면15

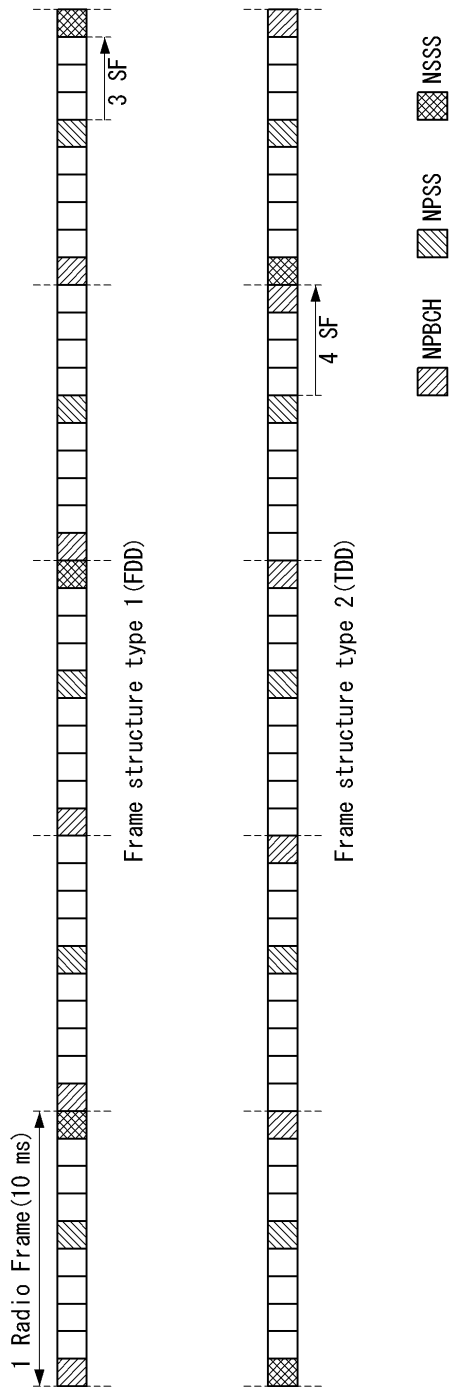


(a)

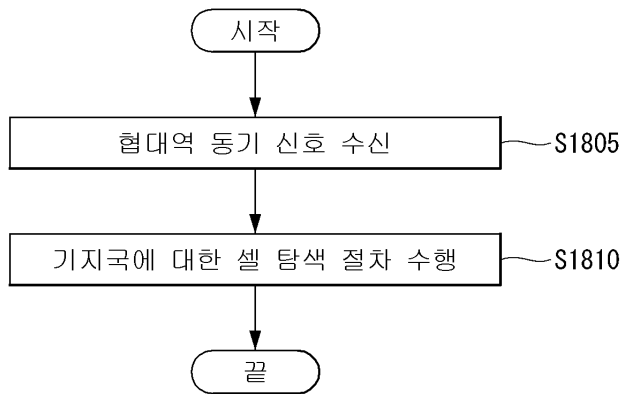


(b)

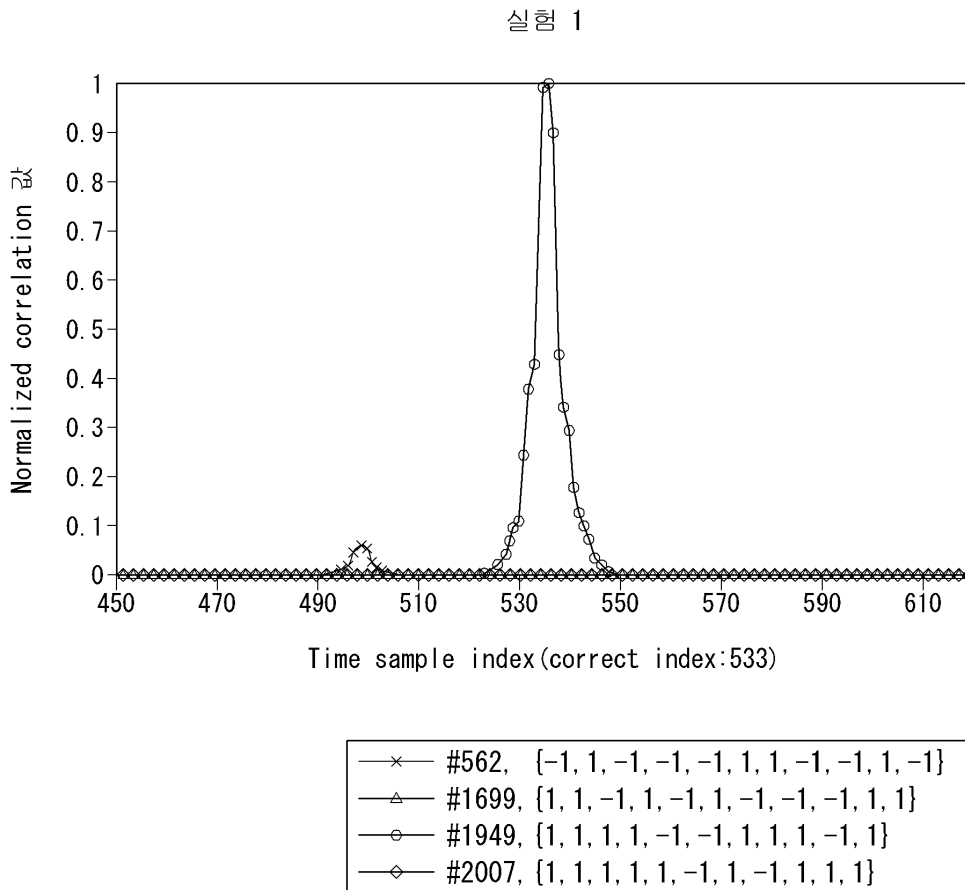
도면16



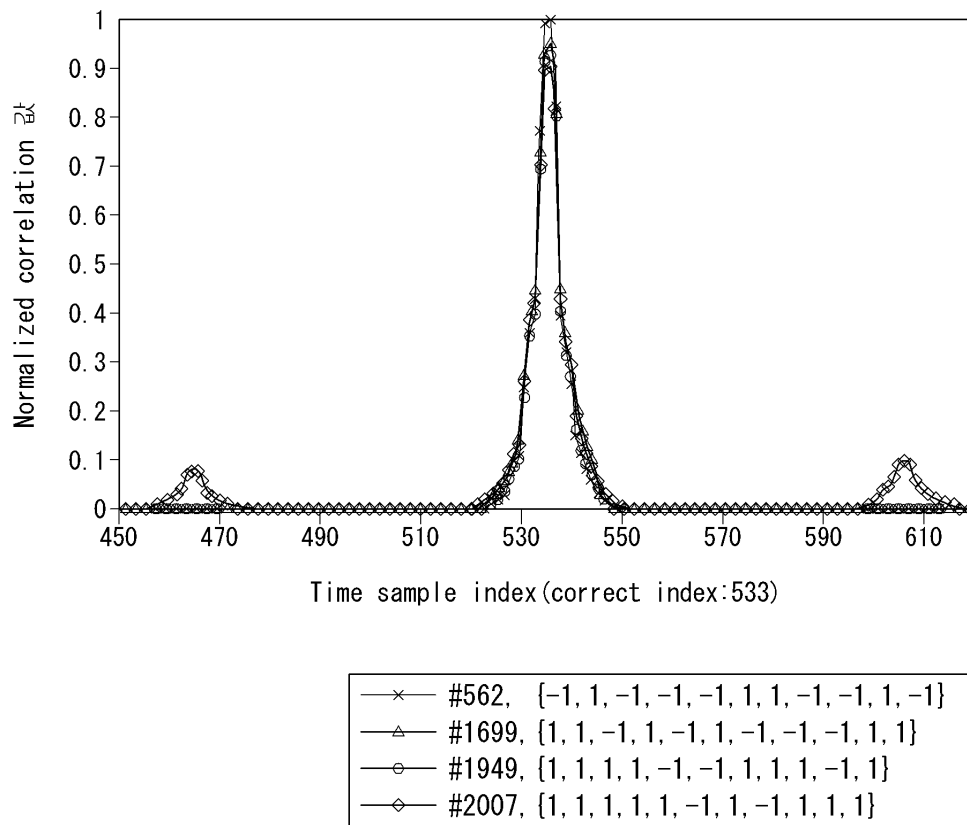
도면18



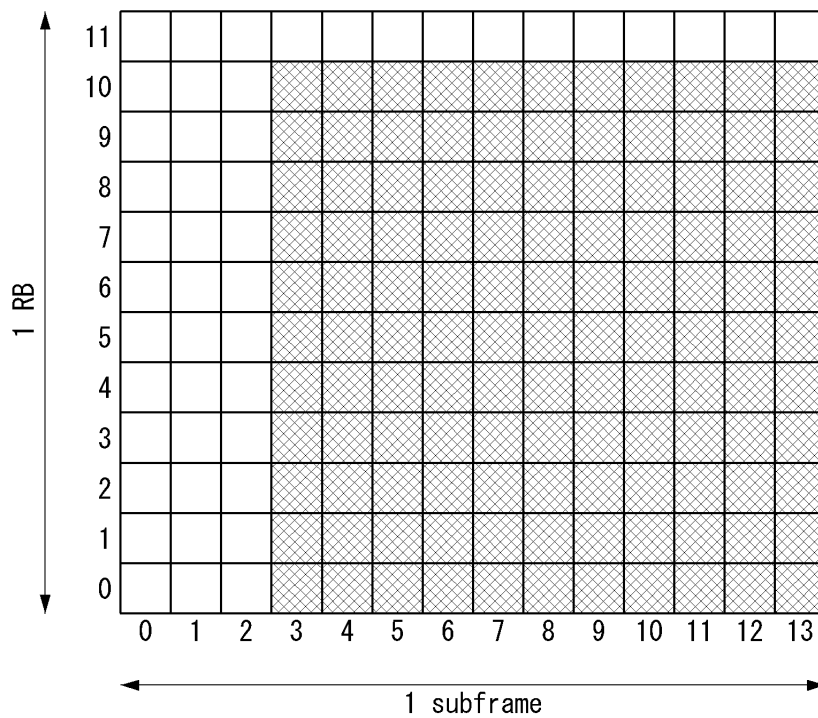
도면19



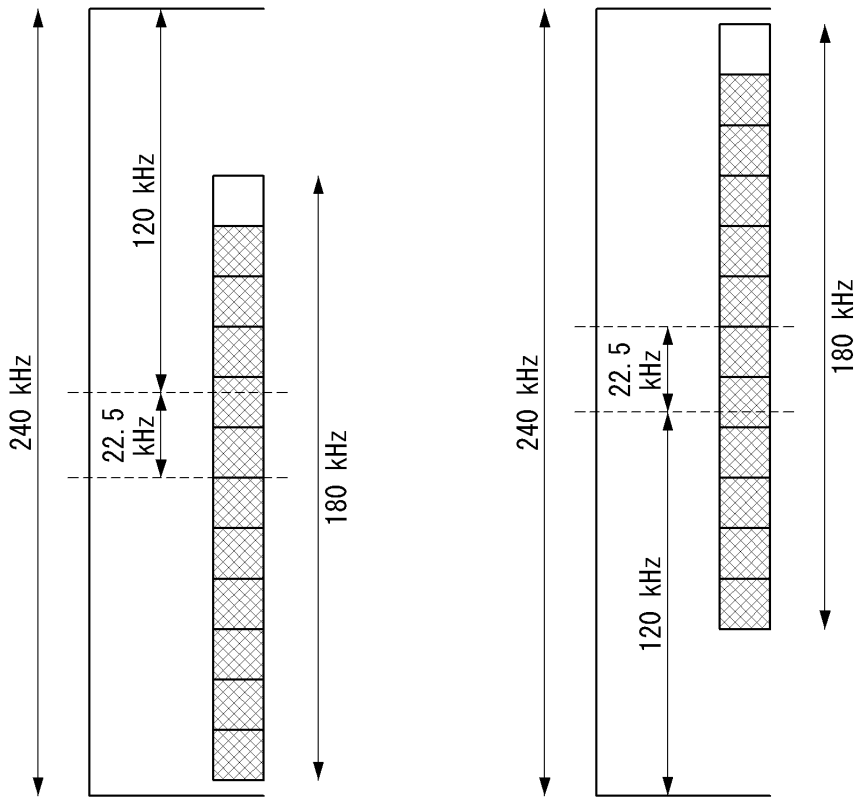
도면20



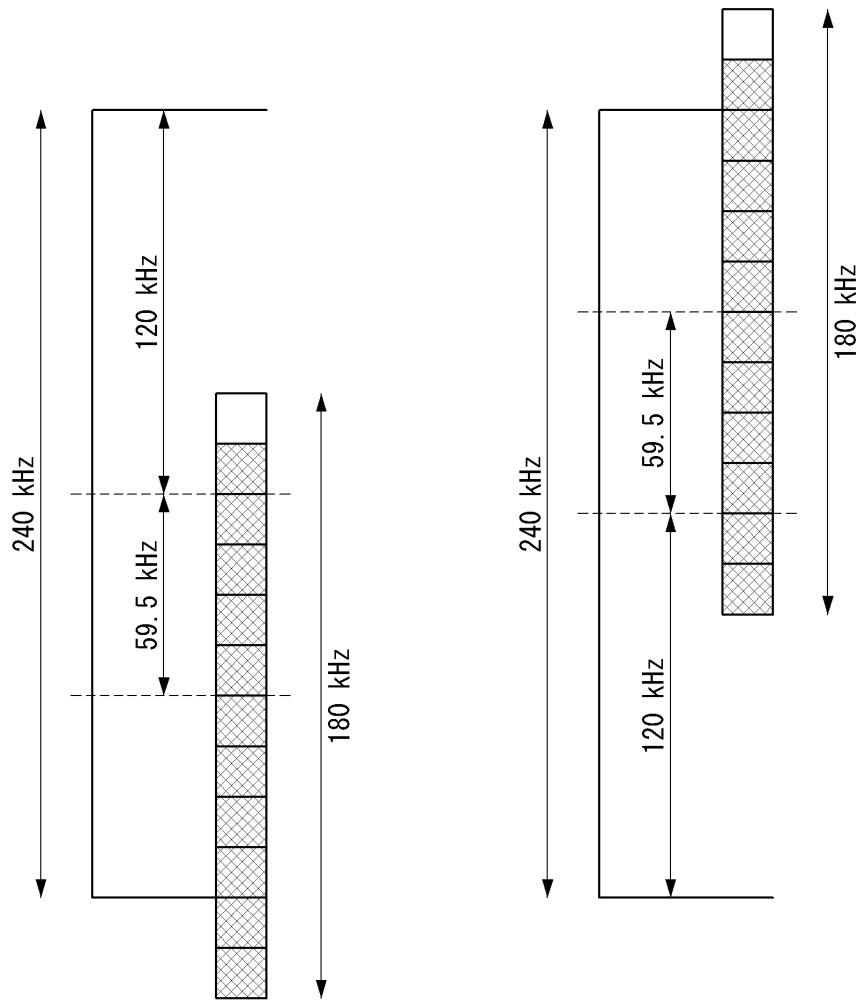
도면21



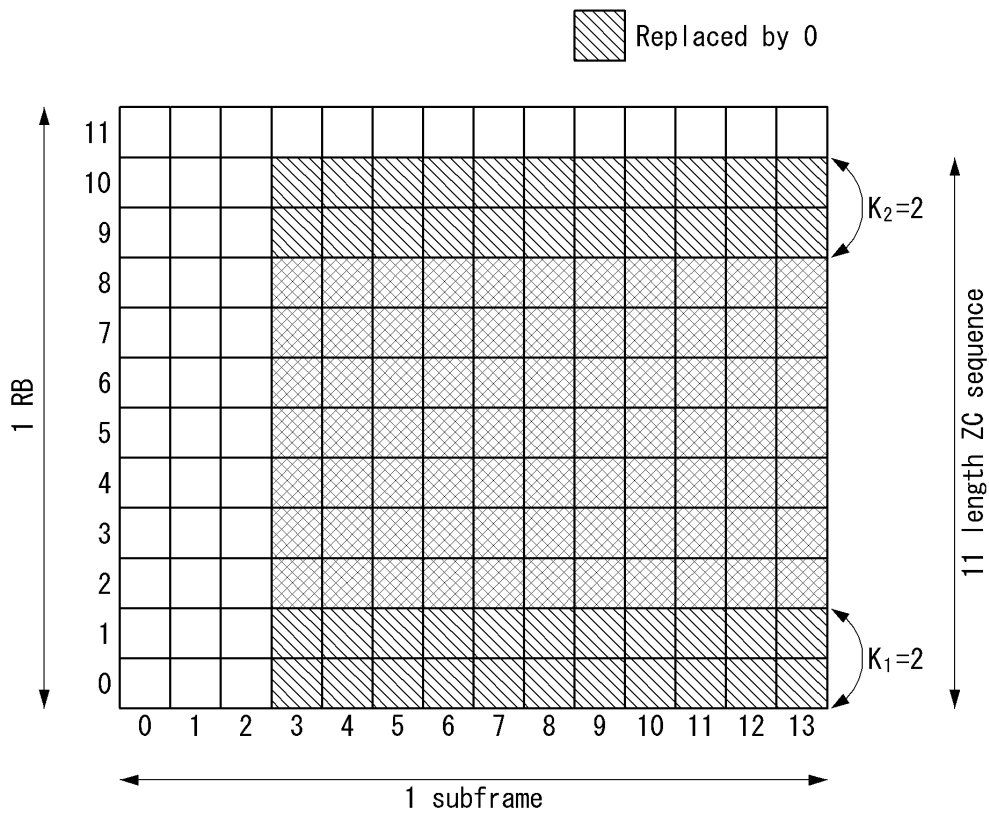
도면22



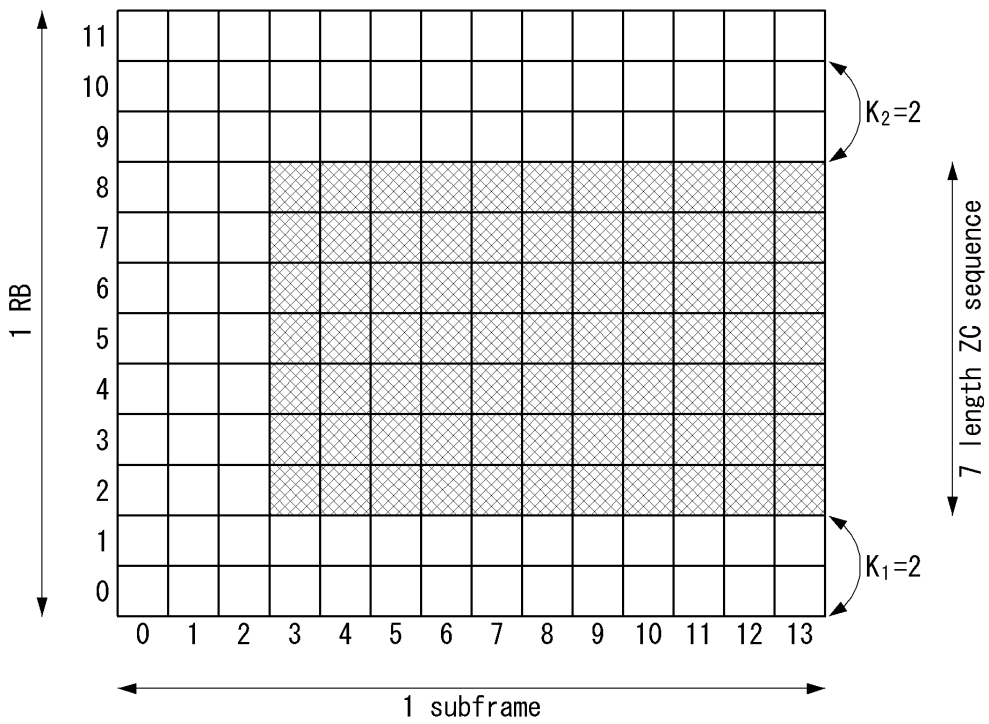
도면23



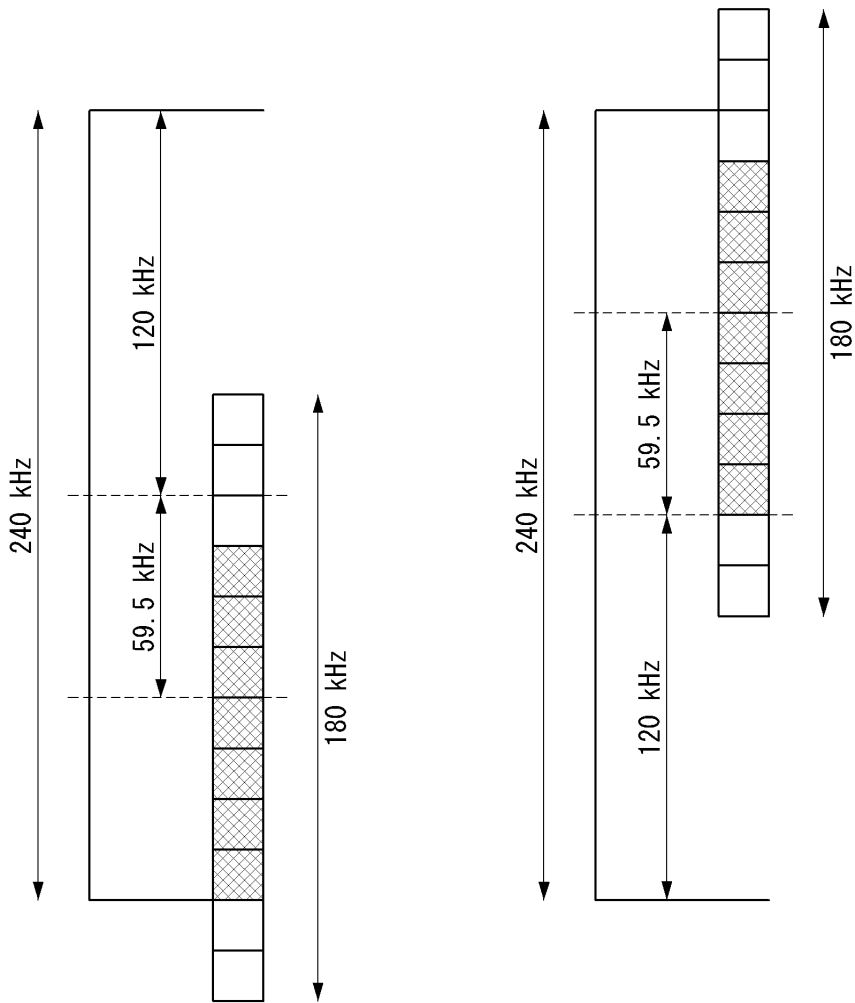
도면24



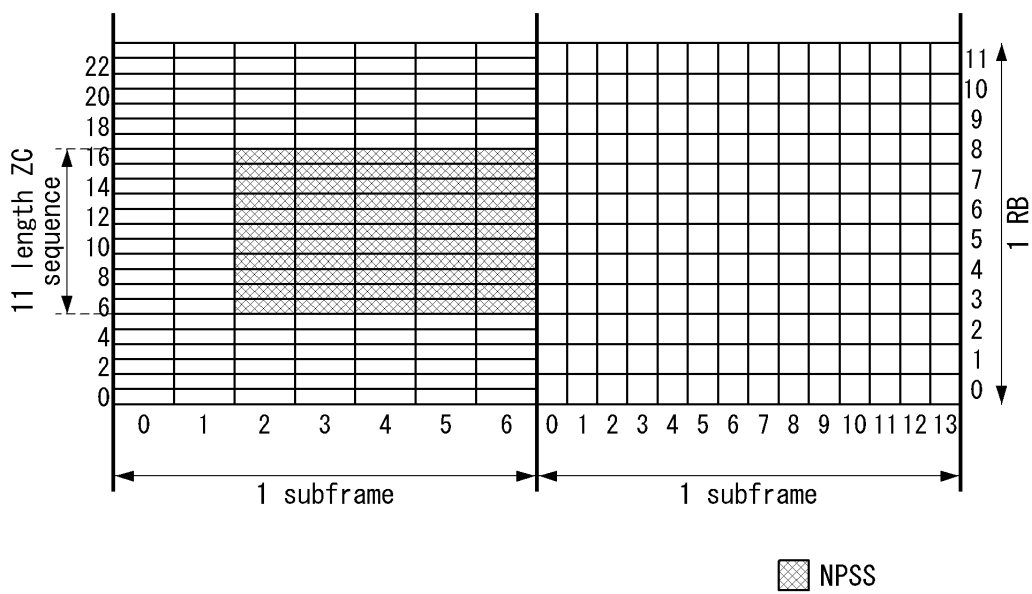
도면25



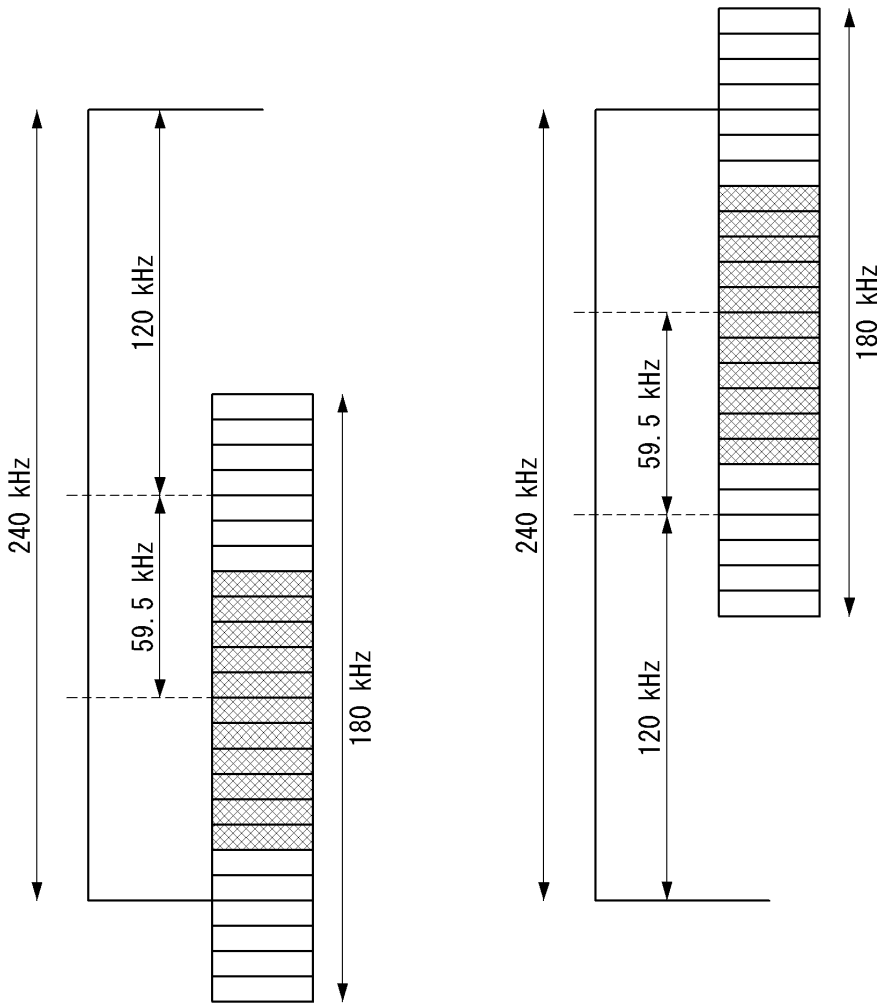
도면26



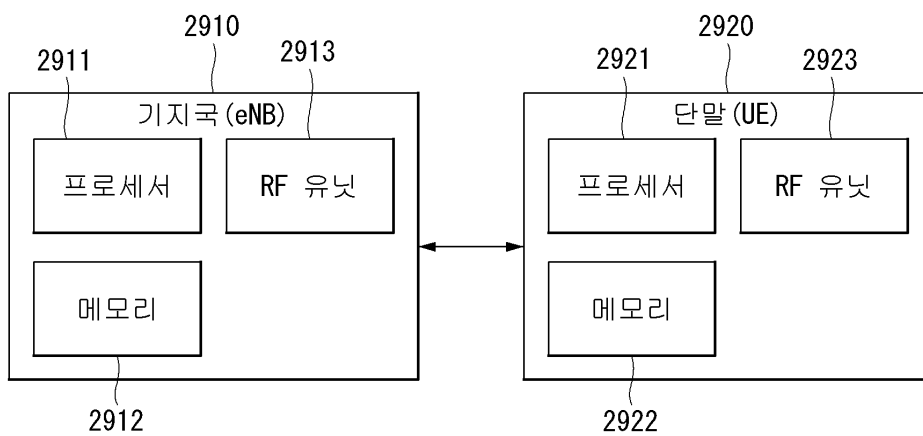
도면27



도면28



도면29



도면30

