



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년06월15일
 (11) 등록번호 10-1868251
 (24) 등록일자 2018년06월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H04L 12/911 (2013.01) H04L 1/06 (2006.01)
 H04L 5/00 (2006.01) H04W 24/08 (2009.01)
 H04W 24/10 (2009.01) H04W 36/00 (2009.01)
 H04W 48/16 (2009.01) H04W 84/04 (2009.01)
- (52) CPC특허분류
 H04L 47/822 (2013.01)
 H04L 1/0693 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7018823
- (22) 출원일자(국제) 2015년04월15일
 심사청구일자 2016년07월13일
- (85) 번역문제출일자 2016년07월13일
- (65) 공개번호 10-2016-0099626
- (43) 공개일자 2016년08월22일
- (86) 국제출원번호 PCT/KR2015/003759
- (87) 국제공개번호 WO 2015/163634
 국제공개일자 2015년10월29일
- (30) 우선권주장
 61/984,017 2014년04월24일 미국(US)
 (뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
 W02013141544 A1
 KR1020120032414 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 엘지전자 주식회사
 서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
- (72) 발명자
 유향선
 서울특별시 서초구 양재대로11길 19, 엘지전자 서
 초R&D캠퍼스 (양재동)
- 이윤정
 서울특별시 서초구 양재대로11길 19, 엘지전자 서
 초R&D캠퍼스 (양재동)
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 인비전 특허법인

전체 청구항 수 : 총 14 항

심사관 : 김대성

(54) 발명의 명칭 측정 수행 방법 및 단말

(57) 요약

본 명세서의 일 개시는 사용자 장치(UE)에서 측정을 수행하는 방법을 제공한다. 상기 방법은 이웃 셀에 대한 측정 서브프레임 패턴과 탐색 신호에 대한 측정 타이밍 설정을 수신하는 단계와; 상기 측정 서브프레임 패턴과 상기 측정 타이밍 설정에 기초하여 측정을 수행할 하나 이상의 서브프레임을 선택하는 단계와; 상기 선택된 서브프레임 상에서 상기 이웃 셀의 탐색 신호를 이용하여 측정을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

H04L 5/0007 (2013.01)

H04W 24/08 (2013.01)

H04W 24/10 (2013.01)

H04W 36/0088 (2013.01)

H04W 48/16 (2013.01)

H04W 84/045 (2013.01)

(72) 발명자

김기준

서울특별시 서초구 양재대로11길 19, 엘지전자 서
초R&D캠퍼스 (양재동)

박중현

서울특별시 서초구 양재대로11길 19, 엘지전자 서
초R&D캠퍼스 (양재동)

(30) 우선권주장

61/989,518 2014년05월06일 미국(US)

61/993,286 2014년05월15일 미국(US)

62/009,866 2014년06월09일 미국(US)

62/034,797 2014년08월08일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

사용자 장치(UE)에서 측정을 수행하는 방법으로서,

이웃 셀에 대한 측정 서브프레임 패턴과 탐색 신호 기반의 측정을 위한 측정 타이밍 설정을 수신하는 단계와,
상기 측정 서브프레임 패턴은 상기 이웃 셀에 대한 측정을 수행하는데 제한이 적용되는 서브프레임을 나타내고;

상기 측정 서브프레임 패턴과 상기 측정 타이밍 설정 모두를 적용하는 단계와;

측정을 수행할 하나 이상의 서브프레임을 선택하는 단계와;

상기 선택된 하나 이상의 서브프레임 상에서 상기 이웃 셀의 탐색 신호를 이용하여 측정을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 측정 수행 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 측정이 수행되는 서브프레임은 상기 측정 서브프레임 패턴과 상기 측정 타이밍 설정 간에 적어도 하나 이상의 중복되는 서브프레임에 해당하는 것을 특징으로 하는 측정 수행 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 선택하는 단계는:

상기 측정 서브프레임 패턴에 기초하여 특정한 서브프레임을 선택하는 단계와;

상기 선택된 특정한 서브프레임 중에서 상기 측정 타이밍 설정에 기초하여 상기 하나 이상의 서브프레임을 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 측정 수행 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 측정 타이밍 설정은 반송파 주파수 별로 설정되는 것을 특징으로 하는 측정 수행 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 이웃 셀이 비활성 상태에 있는 경우, 상기 측정 수행을 위해서 CRS(Cell-specific Reference Signal) 대신 상기 탐색 신호를 이용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 측정 수행 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 탐색 신호는

CRS(cell-specific reference signal), CSI-RS(channel-state information reference signal), PSS(primary synchronization signal) 및 SSS(secondary synchronization signal) 중 하나 이상에 기초한 신호인 것을 특징으로 하는 측정 수행 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 측정이 RSSI(received signal strength indicator)를 측정하기 위한 경우라면, 상기 측정은 서브프레임의 전체 OFDM 심볼 상에서 수행되는 것을 특징으로 하는 측정 수행 방법.

청구항 8

측정을 수행하는 사용자 장치(UE)로서,

이웃 셀에 대한 측정 서브프레임 패턴과 탐색 신호 기반의 측정을 위한 측정 타이밍 설정을 수신하는 송수신부

와, 상기 측정 서브프레임 패턴은 상기 이웃 셀에 대한 측정을 수행하는데 제한이 적용되는 서브프레임을 나타내고,

상기 측정 서브프레임 패턴과 상기 측정 타이밍 설정 모두를 적용하고, 측정을 수행할 하나 이상의 서브프레임을 선택하고, 상기 선택된 하나 이상의 서브프레임 상에서 상기 이웃 셀의 탐색 신호를 이용하여 측정을 수행하는 프로세서를 포함하는 것을 특징으로 하는 사용자 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 측정이 수행되는 서브프레임은 상기 측정 서브프레임 패턴과 상기 측정 타이밍 설정 간에 적어도 하나 이상의 중복되는 서브프레임에 해당하는 것을 특징으로 하는 사용자 장치.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 프로세서는

상기 측정 서브프레임 패턴에 기초하여 특정한 서브프레임을 선택한 뒤, 상기 선택된 특정한 서브프레임 중에서 상기 측정 타이밍 설정에 기초하여 상기 하나 이상의 서브프레임을 선택하는 것을 특징으로 하는 사용자 장치.

청구항 11

제8항에 있어서, 상기 측정 타이밍 설정은 반송파 주파수 별로 설정되는 것을 특징으로 하는 사용자 장치.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 이웃 셀이 비활성 상태에 있는 경우, 상기 측정 수행을 위해서 CRS(Cell-specific Reference Signal) 대신 상기 탐색 신호를 이용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 사용자 장치.

청구항 13

제8항에 있어서, 상기 탐색 신호는

CRS(cell-specific reference signal), CSI-RS(channel-state information reference signal), PSS(primary synchronization signal) 및 SSS(secondary synchronization signal) 중 하나 이상에 기초한 신호인 것을 특징으로 하는 사용자 장치.

청구항 14

제8항에 있어서, 상기 측정이 RSSI(received signal strength indicator)를 측정하기 위한 경우라면, 상기 측정은 서브프레임의 전체 OFDM 심볼 상에서 수행되는 것을 특징으로 하는 사용자 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이동통신에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 향상인 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)는 3GPP 릴리즈(release) 8로 소개되고 있다. 3GPP LTE는 하향링크에서 OFDMA(orthogonal frequency division multiple access)를 사용하고, 상향링크에서 SC-FDMA(Single Carrier-frequency division multiple access)를 사용한다. 최대 4개의 안테나를 갖는 MIMO(multiple input multiple output)를 채용한다. 최근에는 3GPP LTE의 진화인 3GPP LTE-A(LTE-Advanced)에 대한 논의가 진행 중이다.

[0003] 3GPP TS 36.211 V10.4.0 (2011-12) "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 10)"에 개시된 바와 같이, LTE에서 물리채널은 하향링크 채널인

PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)와 PDCCH(Physical Downlink Control Channel), 상향링크 채널인 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)와 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)로 나눌 수 있다.

[0004] 한편, 차세대 이동 통신 시스템에서는 셀 커버리지 반경이 작은 소규모 셀(small cell)이 기존 셀의 커버리지 내에 추가될 것으로 예상되고, 소규모 셀은 보다 많은 트래픽을 처리할 것으로 예상된다.

[0005] 그러나, 매크로 셀의 커버리지 내에 소규모 셀이 과밀하게 배치되게 되면, UE가 상기 소규모 셀들을 빠른 시간 내에 검출하는데 어려움이 있을 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 따라서, 본 명세서의 개시는 기술한 문제점을 해결하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 기술한 목적을 달성하기 위하여, 본 명세서의 일 개시는 사용자 장치(UE)에서 측정을 수행하는 방법을 제공한다. 상기 방법은 이웃 셀에 대한 측정 서브프레임 패턴과 탐색 신호에 대한 측정 타이밍 설정을 수신하는 단계와; 상기 측정 서브프레임 패턴과 상기 측정 타이밍 설정에 기초하여 측정을 수행할 하나 이상의 서브프레임을 선택하는 단계와; 상기 선택된 서브프레임 상에서 상기 이웃 셀의 탐색 신호를 이용하여 측정을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 측정이 수행되는 서브프레임은 상기 측정 서브프레임 패턴과 상기 측정 타이밍 설정 간에 적어도 하나 이상의 중복되는 서브프레임에 해당할 수 있다.

[0009] 상기 선택하는 단계는: 상기 측정 서브프레임 패턴에 기초하여 특정한 서브프레임을 선택하는 단계와; 상기 선택된 특정한 서브프레임 중에서 상기 측정 타이밍 설정에 기초하여 상기 하나 이상의 서브프레임을 선택하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 측정 타이밍 설정은 반송파 주파수 별로 설정될 수 있다.

[0011] 상기 방법은 상기 이웃 셀이 비활성 상태에 있는 경우, 상기 측정 수행을 위해서 CRS(Cell-specific Reference Signal) 대신 상기 탐색 신호를 이용하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] 상기 탐색 신호는 CRS(cell-specific reference signal), CSI-RS(channel-state information reference signal), PSS(primary synchronization signal) 및 SSS(secondary synchronization signal) 중 하나 이상에 기초한 신호일 수 있다.

[0013] 상기 측정이 RSSI(received signal strength indicator)를 측정하기 위한 경우라면, 상기 측정은 서브프레임의 전체 OFDM 심볼 상에서 수행될 수 있다.

[0014] 기술한 목적을 달성하기 위하여, 본 명세서의 일 개시는 측정을 수행하는 사용자 장치(UE)를 제공할 수 있다. 상기 사용자 장치는 이웃 셀에 대한 측정 서브프레임 패턴과 탐색 신호에 대한 측정 타이밍 설정을 수신하는 송수신부와; 상기 측정 서브프레임 패턴과 상기 측정 타이밍 설정에 기초하여 측정을 수행할 하나 이상의 서브프레임을 선택하고, 상기 선택된 서브프레임 상에서 상기 이웃 셀의 탐색 신호를 이용하여 측정을 수행하는 프로세서를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 명세서의 개시에 의하면, 기술한 종래 기술의 문제점이 해결되게 된다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 무선 통신 시스템이다.

도 2는 3GPP LTE에서 FDD에 따른 무선 프레임(radio frame)의 구조를 나타낸다.

도 3은 3GPP LTE에서 TDD에 따른 하향링크 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

도 4는 3GPP LTE에서 하나의 상향링크 또는 하향링크슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 나타낸 예시도

이다.

도 5는 하향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.

도 6은 3GPP LTE에서 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.

도 7은 FDD 프레임 내에서 동기화 신호 전송을 위한 프레임 구조를 나타낸다.

도 8은 TDD 프레임에서 동기화 신호를 전송하는 프레임 구조의 예를 나타낸다.

도 9는 기지국이 하나의 안테나 포트를 사용하는 경우, CRS가 RB에 맵핑되는 패턴의 일 예를 나타낸다.

도 10은 측정 및 측정 보고 절차를 나타낸다.

도 11은 참조 신호들 중 CSI-RS가 맵핑되는 RB의 일 예를 나타낸다.

도 12은 차세대 무선 통신 시스템으로 될 가능성이 있는 매크로 셀과 소규모 셀의 혼합된 이중 네트워크의 환경을 도시한 도면이다.

도 13은 기지국 간 간섭을 해결하기 위한 eICIC(enhanced Inter-Cell Interference Coordination)를 나타낸 예시도이다.

도 14는 소규모 셀이 과밀하게 배치된 상황을 나타낸 예시도이다.

도 15는 본 명세서의 일 개시에 따라 소규모 셀이 탐색 신호를 전송하는 예를 나타낸다.

도 16은 클러스터 내의 다수의 전송 포인트(TP)(혹은 소규모 셀)이 동일한 물리적 셀 식별자(PCID)를 사용하는 예를 나타낸다.

도 17a은 CRS와 탐색 신호(DS) 중 어느 것을 이용하여 측정을 수행할지에 대한 첫 번째 해결 방안을 나타낸 예시도이다.

도 17b은 CRS와 탐색 신호(DS) 중 어느 것을 이용하여 측정을 수행할지에 대한 첫 번째 해결 방안을 보다 상세하게 나타낸 예시도이다.

도 18은 측정 서브프레임 패턴과 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)를 모두 수신하는 경우, UE가 측정을 수행할 서브프레임을 결정하는 과정을 나타낸다.

도 19a 및 19b는 측정 서브프레임 패턴과 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC) 모두에 기초해 측정을 수행할 서브프레임을 결정하는 예를 나타낸다.

도 20은 셀들 간에 탐색 신호의 전송 타이밍이 다른 예를 나타낸다.

도 21은 본 명세서의 개시가 구현되는 무선통신 시스템을 나타낸 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하에서는 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 3GPP LTE(long term evolution) 또는 3GPP LTE-A(LTE-Advanced)를 기반으로 본 발명이 적용되는 것을 기술한다. 이는 예시에 불과하고, 본 발명은 다양한 무선 통신 시스템에 적용될 수 있다. 이하에서, LTE라 함은 LTE 및/또는 LTE-A를 포함한다.

[0018] 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아님을 유의해야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적 용어는 본 명세서에서 특별히 다른 의미로 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 의미로 해석되어야 하며, 과도하게 포괄적인 의미로 해석되거나, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 기술적인 용어가 본 발명의 사상을 정확하게 표현하지 못하는 잘못된 기술적 용어일 때에는, 당업자가 올바르게 이해할 수 있는 기술적 용어로 대체되어 이해되어야 할 것이다. 또한, 본 발명에서 사용되는 일반적인 용어는 사전에 정의되어 있는 바에 따라, 또는 전후 문맥상에 따라 해석되어야 하며, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다.

[0019] 또한, 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "구성된다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은

포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.

- [0020] 또한, 본 명세서에서 사용되는 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.
- [0021] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다. 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 발명의 사상을 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일뿐, 첨부된 도면에 의해 본 발명의 사상이 제한되는 것으로 해석되어서는 아니됨을 유의해야 한다. 본 발명의 사상은 첨부된 도면외에 모든 변경, 균등물 내지 대체물에 까지도 확장되는 것으로 해석되어야 한다.
- [0023] 이하에서 사용되는 용어인 기지국은, 일반적으로 무선기기와 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, eNodeB(evolved-NodeB), eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.
- [0024] 그리고 이하, 사용되는 용어인 UE(User Equipment)는, 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, 기기(Device), 무선기기(Wireless Device), 단말(Terminal), MS(mobile station), UT(user terminal), SS(subscriber station), MT(mobile terminal) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.
- [0025] 도 1은 무선 통신 시스템이다.
- [0026] 도 1을 참조하여 알 수 있는 바와 같이, 무선 통신 시스템은 적어도 하나의 기지국(base station: BS)(20)을 포함한다. 각 기지국(20)은 특정한 지리적 영역(일반적으로 셀이라고 함)(20a, 20b, 20c)에 대해 통신 서비스를 제공한다. 셀은 다시 다수의 영역(섹터라고 함)으로 나누어질 수 있다..
- [0027] UE은 통상적으로 하나의 셀에 속하는데, UE이 속한 셀을 서빙 셀(serving cell)이라 한다. 서빙 셀에 대해 통신 서비스를 제공하는 기지국을 서빙 기지국(serving BS)이라 한다. 무선 통신 시스템은 셀룰러 시스템(cellular system)이므로, 서빙 셀에 인접하는 다른 셀이 존재한다. 서빙 셀에 인접하는 다른 셀을 인접 셀(neighbor cell)이라 한다. 인접 셀에 대해 통신 서비스를 제공하는 기지국을 인접 기지국(neighbor BS)이라 한다. 서빙 셀 및 인접 셀은 UE을 기준으로 상대적으로 결정된다.
- [0028] 이하에서, 하향링크는 기지국(20)에서 UE(10)로의 통신을 의미하며, 상향링크는 UE(10)에서 기지국(20)으로의 통신을 의미한다. 하향링크에서 송신기는 기지국(20)의 일부분이고, 수신기는 UE(10)의 일부분일 수 있다. 상향링크에서 송신기는 UE(10)의 일부분이고, 수신기는 기지국(20)의 일부분일 수 있다.
- [0029] 한편, 무선 통신 시스템은 크게 FDD(frequency division duplex) 방식과 TDD(time division duplex) 방식으로 나눌 수 있다. FDD 방식에 의하면 상향링크 전송과 하향링크 전송이 서로 다른 주파수 대역을 차지하면서 이루어진다. TDD 방식에 의하면 상향링크 전송과 하향링크 전송이 같은 주파수 대역을 차지하면서 서로 다른 시간에 이루어진다. TDD 방식의 채널 응답은 실질적으로 상호적(reciprocal)이다. 이는 주어진 주파수 영역에서 하향링크 채널 응답과 상향링크 채널 응답이 거의 동일하다는 것이다. 따라서, TDD에 기반한 무선통신 시스템에서 하향링크 채널 응답은 상향링크 채널 응답으로부터 얻어질 수 있는 장점이 있다. TDD 방식은 전체 주파수 대역을 상향링크 전송과 하향링크 전송이 시분할되므로 기지국에 의한 하향링크 전송과 UE에 의한 상향링크 전송이 동시에 수행될 수 없다. 상향링크 전송과 하향링크 전송이 서브프레임 단위로 구분되는 TDD 시스템에서, 상향링크 전송과 하향링크 전송은 서로 다른 서브프레임에서 수행된다.
- [0030] 이하에서는, LTE 시스템에 대해서 보다 상세하게 알아보기로 한다.
- [0031] 도 2는 3GPP LTE에서 FDD에 따른 무선 프레임(radio frame)의 구조를 나타낸다.

- [0032] 도 2에 도시된 무선 프레임은 3GPP TS 36.211 V10.4.0 (2011-12) "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 10)"의 5절을 참조할 수 있다.
- [0033] 도 2를 참조하면, 무선 프레임은 10개의 서브프레임(subframe)을 포함하고, 하나의 서브프레임은 2개의 슬롯(slot)을 포함한다. 무선 프레임 내 슬롯은 0부터 19까지 슬롯 번호가 매겨진다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 전송시간구간(Transmission Time interval: TTI)라 한다. TTI는 데이터 전송을 위한 스케줄링 단위라 할 수 있다. 예를 들어, 하나의 무선 프레임의 길이는 10ms이고, 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다.
- [0034] 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수 등은 다양하게 변경될 수 있다.
- [0035] 한편, 하나의 슬롯은 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심볼을 포함할 수 있다. 하나의 슬롯에 몇개의 OFDM 심볼이 포함되는지는 순환전치(cyclic prefix: CP)에 따라 달라질 수 있다. 노멀(normal) CP에서 1 슬롯은 7 OFDM 심볼을 포함하고, 확장(extended) CP에서 1 슬롯은 6 OFDM 심볼을 포함한다. 여기서, OFDM 심볼은 3GPP LTE가 하향링크(downlink, DL)에서 OFDMA(orthogonal frequency division multiple access)를 사용하므로, 시간 영역에서 하나의 심볼 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것에 불과할 뿐, 다중 접속 방식이나 명칭에 제한을 두는 것은 아니다. 예를 들어, OFDM 심볼은 SC-FDMA(single carrier-frequency division multiple access) 심볼, 심볼 구간 등 다른 명칭으로 불릴 수 있다.
- [0036] 도 3은 3GPP LTE에서 TDD에 따른 하향링크 무선 프레임의 구조를 나타낸다.
- [0037] 이는 3GPP TS 36.211 V10.4.0 (2011-12) "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 10)"의 4절을 참조할 수 있으며, TDD(Time Division Duplex)를 위한 것이다.
- [0038] 인덱스 #1과 인덱스 #6을 갖는 서브프레임은 스페셜 서브프레임이라고 하며, DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), GP(Guard Period) 및 UpPTS(Uplink Pilot Time Slot)을 포함한다. DwPTS는 UE에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다. UpPTS는 기지국에서의 채널 추정과 UE의 상향 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. GP은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다.
- [0039] TDD에서는 하나의 무선 프레임에 DL(downlink) 서브프레임과 UL(Uplink) 서브프레임이 공존한다. 표 1은 무선 프레임의 설정(configuration)의 일 예를 나타낸다.

표 1

UL-DL 설정	스위치 포인트 주기 (Switch-point periodicity)	서브프레임 인덱스									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

[0041] 'D'는 DL 서브프레임, 'U'는 UL 서브프레임, 'S'는 스페셜 서브프레임을 나타낸다. 기지국으로부터 UL-DL 설정을 수신하면, UE은 무선 프레임의 설정에 따라 어느 서브프레임이 DL 서브프레임 또는 UL 서브프레임인지를 알 수 있다.

표 2

스페셜 서브프레임 설정	하향링크에서 노멀 CP				하향링크에서 확장 CP		
	DwPTS		UpPTS		DwPTS		DwPTS
			상향링크에서 노멀 CP	상향링크에서 확장 CP			상향링크에서 확장 CP

0	6592* T_s	2192* T_s	2560* T_s	7680* T_s	2192* T_s	2560* T_s
1	19760* T_s			20480* T_s		
2	21952* T_s			23040* T_s		
3	24144* T_s			25600* T_s		
4	26336* T_s			7680* T_s	4384* T_s	5120* T_s
5	6592* T_s	4384* T_s	5120* T_s	20480* T_s		
6	19760* T_s			23040* T_s		
7	21952* T_s			-		
8	24144* T_s			-		

- [0043] 도 4는 3GPP LTE에서 하나의 상향링크 또는 하향링크슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 나타낸 예시도이다.
- [0044] 도 4를 참조하면, 슬롯은 시간 영역(time domain)에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심벌을 포함하고, 주파수 영역(frequency domain)에서 NRB 개의 자원블록(RB)을 포함한다. 예를 들어, LTE 시스템에서 자원블록(RB)의 개수, 즉 NRB은 6 내지 110 중 어느 하나일 수 있다.
- [0045] 자원블록(resource block: RB)은 자원 할당 단위로, 하나의 슬롯에서 복수의 부반송파를 포함한다. 예를 들어, 하나의 슬롯이 시간 영역에서 7개의 OFDM 심벌을 포함하고, 자원블록은 주파수 영역에서 12개의 부반송파를 포함한다면, 하나의 자원블록은 7×12개의 자원요소(resource element: RE)를 포함할 수 있다.
- [0046] 한편, 하나의 OFDM 심벌에서 부반송파의 수는 128, 256, 512, 1024, 1536 및 2048 중 하나를 선정하여 사용할 수 있다.
- [0047] 도 4의 3GPP LTE에서 하나의 상향링크 슬롯에 대한 자원 그리드는 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드에도 적용될 수 있다.
- [0048] 도 5는 하향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [0049] 도 5에서는 노멀 CP를 가정하여 예시적으로 하나의 슬롯 내에 7 OFDM 심벌이 포함하는 것으로 도시하였다.
- [0050] DL(downlink) 서브프레임은 시간 영역에서 제어영역(control region)과 데이터영역(data region)으로 나누어진다. 제어영역은 서브프레임내의 첫 번째 슬롯의 앞선 최대 3개의 OFDM 심벌을 포함하나, 제어영역에 포함되는 OFDM 심벌의 개수는 바뀔 수 있다. 제어영역에는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel) 및 다른 제어채널이 할당되고, 데이터영역에는 PDSCH가 할당된다.
- [0051] 3GPP LTE에서 물리채널은 데이터 채널인 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)와 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel) 및 제어채널인 PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 및 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)로 나눌 수 있다.
- [0052] 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심벌에서 전송되는 PCFICH는 서브프레임내에서 제어채널들의 전송에 사용되는 OFDM 심벌의 수(즉, 제어영역의 크기)에 관한 CFI(control format indicator)를 나른다. 무선기기는 먼저 PCFICH 상으로 CFI를 수신한 후, PDCCH를 모니터링한다.
- [0053] PDCCH와 달리, PCFICH는 블라인드 복호를 사용하지 않고, 서브프레임의 고정된 PCFICH 자원을 통해 전송된다.
- [0054] PHICH는 UL HARQ(hybrid automatic repeat request)를 위한 ACK(positive-acknowledgement)/NACK(negative-acknowledgement) 신호를 나른다. 무선기기에 의해 전송되는 PUSCH 상의 UL(uplink) 데이터에 대한 ACK/NACK 신호는 PHICH 상으로 전송된다.
- [0055] PBCH(Physical Broadcast Channel)은 무선 프레임의 첫 번째 서브프레임의 두 번째 슬롯의 앞선 4개의 OFDM 심벌에서 전송된다. PBCH는 무선기기가 기지국과 통신하는데 필수적인 시스템 정보를 나르며, PBCH를 통해 전송되는 시스템 정보를 MIB(master information block)라 한다. 이와 비교하여, PDCCH에 의해 지시되는 PDSCH 상으

로 전송되는 시스템 정보를 SIB(system information block)라 한다.

[0056] PDCCH는 DL-SCH(downlink-shared channel)의 자원 할당 및 전송 포맷, UL-SCH(uplink shared channel)의 자원 할당 정보, PCH 상의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상으로 전송되는 랜덤 액세스 응답과 같은 상위 계층 제어 메시지의 자원 할당, 임의의 UE 그룹 내 개별 UE들에 대한 전송 파워 제어 명령의 집합 및 VoIP(voice over internet protocol)의 활성화 등을 나눌 수 있다. 복수의 PDCCH가 제어 영역 내에서 전송될 수 있으며, UE은 복수의 PDCCH를 모니터링 할 수 있다. PDCCH는 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE(control channel elements)의 집합(aggregation) 상으로 전송된다. CCE는 무선채널의 상태에 따른 부호화율을 PDCCH에게 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 단위이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group)에 대응된다. CCE의 수와 CCE들에 의해 제공되는 부호화율의 연관 관계에 따라 PDCCH의 포맷 및 가능한 PDCCH의 비트수가 결정된다.

[0057] PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(downlink control information: DCI)라고 한다. DCI는 PDSCH의 자원 할당(이를 DL 그랜트(downlink grant)라고도 한다), PUSCH의 자원 할당(이를 UL 그랜트(uplink grant)라고도 한다), 임의의 UE 그룹내 개별 UE들에 대한 전송 파워 제어 명령의 집합 및/또는 VoIP(Voice over Internet Protocol)의 활성화를 포함할 수 있다.

[0058] 기지국은 UE에게 보내려는 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 CRC(cyclic redundancy check)를 붙인다. CRC에는 PDCCH의 소유자(owner)나 용도에 따라 고유한 식별자(radio network temporary identifier: RNTI)가 마스킹된다. 특정 UE을 위한 PDCCH라면 UE의 고유 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 블록(system information block: SIB)을 위한 PDCCH라면 시스템 정보 식별자, SI-RNTI(system information-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. UE의 랜덤 액세스 프리앰블의 전송에 대한 응답인 랜덤 액세스 응답을 지시하기 위해 RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

[0059] 3GPP LTE에서는 PDCCH의 검출을 위해 블라인드 복호를 사용한다. 블라인드 복호는 수신되는 PDCCH(이를 후보(candidate) PDCCH라 함)의 CRC(Cyclic Redundancy Check)에 원하는 식별자를 디마스킹하고, CRC 오류를 체크하여 해당 PDCCH가 자신의 제어채널인지 아닌지를 확인하는 방식이다. 기지국은 무선기기에 보내려는 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정한 후 DCI에 CRC를 붙이고, PDCCH의 소유자(owner)나 용도에 따라 고유한 식별자(RNTI)를 CRC에 마스킹한다.

[0060] 한편, 단말이 C-RNTI를 기반으로 PDCCH를 모니터링할 때, PDSCH의 전송 모드(transmission mode: TM)에 따라 모니터링할 DCI 포맷과 검색 공간이 결정된다. 다음 표는 C-RNTI가 설정된 PDCCH 모니터링의 예를 나타낸다.

표 3

전송모드	DCI 포맷	검색 공간	PDCCH에 따른 PDSCH의 전송모드
전송 모드 1	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	단일 안테나 포트, 포트 0
	DCI 포맷 1	단말 특정	단일 안테나 포트, 포트 0
전송 모드 2	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티(transmit diversity)
	DCI 포맷 1	단말 특정	전송 다이버시티
전송 모드 3	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티
	DCI 포맷 2A	단말 특정	CDD(Cyclic Delay Diversity) 또는 전송 다이버시티
전송 모드 4	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티
	DCI 포맷 2	단말 특정	폐루프 공간 다중화(closed-loop spatial multiplexing)
전송 모드 5	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티
	DCI 포맷 1D	단말 특정	MU-MIMO(Multi-user Multiple Input Multiple Output)
모드 6	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티
	DCI 포맷 1B	단말 특정	폐루프 공간 다중화
전송 모드 7	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	PBCH 전송 포트의 수가 1이면, 싱글 안테나 포트, 포트 0, 아니면, 전송 다이버시티
	DCI 포맷 1	단말 특정	단일 안테나 포트, 포트 5

전송 모드 8	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	PBCH 전송 포트의 수가 1이면, 싱글 안테나 포트, 포트 0, 아니면, 전송 다이버시티
	DCI 포맷 2B	단말 특정	이중 계층(dual layer) 전송(포트 7 또는 8), 또는 싱글 안테나 포트, 포트 7 또는 8
전송 모드 9	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	비-MBSFN 서브프레임: PBCH 안테나 포트의 개수가 1이면, 단독의 안테나 포트로서 포트 0이 사용되고, 그렇지 않으면, 전송 다이버시티(Transmit Diversity)MBSFN 서브프레임: 단독의 안테나 포트로서, 포트 7
	DCI 포맷 2C	단말 특정	8개까지의 전송 레이어, 포트7-14가 사용됨 또는 단독의 안테나 포트로서 포트 7 또는 포트 8이 사용됨
전송 모드 10	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	비-MBSFN 서브프레임: PBCH 안테나 포트의 개수가 1이면, 단독의 안테나 포트로서 포트 0이 사용되고, 그렇지 않으면, 전송 다이버시티(Transmit Diversity)MBSFN 서브프레임: 단독의 안테나 포트로서, 포트 7
	DCI 포맷 2D	단말 특정	8개까지의 전송 레이어, 포트7-14가 사용됨 또는 단독의 안테나 포트로서 포트 7 또는 포트 8이 사용됨

[0062] DCI 포맷의 용도는 다음 표와 같이 구분된다.

표 4

DCI 포맷	내용
DCI 포맷 0	PUSCH 스케줄링에 사용
DCI 포맷 1	하나의 PDSCH 코드워드(codeword)의 스케줄링에 사용
DCI 포맷 1A	하나의 PDSCH 코드워드의 간단(compact) 스케줄링 및 랜덤 액세스 과정에 사용
DCI 포맷 1B	프리카딩 정보를 가진 하나의 PDSCH 코드워드의 간단 스케줄링에 사용
DCI 포맷 1C	하나의 PDSCH 코드워드(codeword)의 매우 간단(very compact) 스케줄링에 사용
DCI 포맷 1D	프리카딩 및 전력 오프셋(power offset) 정보를 가진 하나의 PDSCH 코드워드의 간단 스케줄링에 사용
DCI 포맷 2	페루프 공간 다중화 모드로 설정된 단말들의 PDSCH 스케줄링에 사용
DCI 포맷 2A	개루프(open-loop) 공간 다중화 모드로 설정된 단말들의 PDSCH 스케줄링에 사용
DCI 포맷 2B	DCI 포맷 2B는 PDSCH의 듀얼 레이어(dual-layer) 빔포밍을 위한 자원 할당을 위해 사용된다.
DCI 포맷 2C	DCI 포맷 2C는 8개 레이어(layer)까지의 페-루프 SU-MIMO 또는 MU-MIMO 동작을 위한 자원 할당을 위해서 사용된다.
DCI 포맷 2D	DCI 포맷 2C는 8개 레이어까지의 자원 할당을 위해서 사용된다.
DCI 포맷 3	2비트 전력 조정(power adjustments)을 가진 PUCCH 및 PUSCH의 전송 포인트(TP)C 명령의 전송에 사용
DCI 포맷 3A	1비트 전력 조정을 가진 PUCCH 및 PUSCH의 전송 포인트(TP)C 명령의 전송에 사용
DCI 포맷 4	다중 안테나 포트 전송 모드로 동작하는 상향링크(UL) 셀의 PUSCH 스케줄링에 사용

[0064] 도 6은 3GPP LTE에서 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.

[0065] 도 6을 참조하면, 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 나눌 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보가 전송되기 위한 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)가 할당된다. 데이터 영역은 데이터(경우에 따라 제어 정보도 함께 전송될 수 있다)가 전송되기 위한 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)가 할당된다.

[0066] 하나의 UE에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원블록 쌍(RB pair)으로 할당된다. 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들은 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각에서 서로 다른 부반송파를 차지한다. PUCCH에 할당되는 자원블록 쌍에 속하는 자원블록이 차지하는 주파수는 슬롯 경계(slot boundary)를 기준으로 변경된다. 이를 PUCCH에 할당되는 RB 쌍이 슬롯 경계에서 주파수가 홉핑(frequency-hopped)되었다고 한다.

[0067] UE이 상향링크 제어 정보를 시간에 따라 서로 다른 부반송파를 통해 전송함으로써, 주파수 다이버시티(frequency diversity) 이득을 얻을 수 있다. m은 서브프레임 내에서 PUCCH에 할당된 자원블록 쌍의 논리적인

주파수 영역 위치를 나타내는 위치 인덱스이다.

- [0068] PUCCH 상으로 전송되는 상향링크 제어정보에는 HARQ(hybrid automatic repeat request) ACK(acknowledgement)/NACK(non-acknowledgement), 하향링크 채널 상태를 나타내는 CQI(channel quality indicator), 상향링크 무선 자원 할당 요청인 SR(scheduling request) 등이 있다.
- [0069] PUSCH는 전송 채널(transport channel)인 UL-SCH에 맵핑된다. PUSCH 상으로 전송되는 상향링크 데이터는 전송 시간구간(TTI) 동안 전송되는 UL-SCH를 위한 데이터 블록인 전송 블록(transport block)일 수 있다. 상기 전송 블록은 사용자 정보일 수 있다. 또는, 상향링크 데이터는 다중화된(multiplexed) 데이터일 수 있다. 다중화된 데이터는 UL-SCH를 위한 전송 블록과 제어정보가 다중화된 것일 수 있다. 예를 들어, 데이터에 다중화되는 제어 정보에는 CQI, PMI(precoding matrix indicator), HARQ, RI (rank indicator) 등이 있을 수 있다. 또는 상향링크 데이터는 제어정보만으로 구성될 수도 있다.
- [0070] <반송파 집성>
- [0071] 이제 반송파 집성(carrier aggregation: CA) 시스템에 대해 설명한다.
- [0072] 반송파 집성 시스템은 다수의 요소 반송파(component carrier: CC)를 집성하는 것을 의미한다. 이러한 반송파 집성에 의해서, 기존의 셀의 의미가 변경되었다. 반송파 집성에 의하면, 셀이라 함은 하향링크 요소 반송파와 상향링크 요소 반송파의 조합, 또는 단독의 하향링크 요소 반송파를 의미할 수 있다.
- [0073] 또한, 반송파 집성에서 셀은 프라이머리 셀(primary cell)과 세컨더리 셀(secondary cell), 서빙 셀(serving cell)로 구분될 수 있다. 프라이머리 셀은 프라이머리 주파수에서 동작하는 셀을 의미하며, UE이 기지국과의 최초 연결 확립 과정(initial connection establishment procedure) 또는 연결 재확립 과정을 수행하는 셀, 또는 핸드오버 과정에서 프라이머리 셀로 지시된 셀을 의미한다. 세컨더리 셀은 세컨더리 주파수에서 동작하는 셀을 의미하며, 일단 RRC 연결이 확립되면 설정되고 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용된다.
- [0074] 상술한 바와 같이 반송파 집성 시스템에서는 단일 반송파 시스템과 달리 복수의 요소 반송파(CC), 즉, 복수의 서빙 셀을 지원할 수 있다.
- [0075] 이러한 반송파 집성 시스템은 교차 반송파 스케줄링을 지원할 수 있다. 교차 반송파 스케줄링(cross-carrier scheduling)은 특정 요소 반송파를 통해 전송되는 PDCCH를 통해 다른 요소 반송파를 통해 전송되는 PDSCH의 자원 할당 및/또는 상기 특정 요소 반송파와 기본적으로 링크되어 있는 요소 반송파 이외의 다른 요소 반송파를 통해 전송되는 PUSCH의 자원 할당을 할 수 있는 스케줄링 방법이다.
- [0076] <동기 신호>
- [0077] 한편, LTE/LTE-A 시스템에서는 셀 탐색 과정(Cell Search Procedure)에서 동기 신호(SS: Synchronization Signal)를 통해 셀과의 동기가 획득되게 된다.
- [0078] 이하 도면을 참조하여 동기 신호에 대해 자세히 살펴본다.
- [0079] 도 7은 FDD 프레임 내에서 동기화 신호 전송을 위한 프레임 구조를 나타낸다.
- [0080] 슬롯 번호 및 서브프레임 번호는 0부터 시작된다. UE은 기지국으로부터 수신되는 동기화 신호(synchronization signal)를 기반으로 시간 및 주파수 동기를 맞출 수 있다. 3GPP LTE-A의 동기화 신호는 셀 탐색을 수행할 때 사용되며 1차 동기화 신호(PSS; primary synchronization signal) 및 2차 동기화 신호(SSS; secondary synchronization signal)로 구분될 수 있다. 3GPP LTE-A의 동기화 신호는 3GPP TS V10.2.0 (2011-06)의 6.11절을 참조할 수 있다.
- [0081] PSS는 OFDM 심벌 동기 또는 슬롯 동기를 얻기 위해 사용되고, 물리 계층 셀 ID(PCI; physical-layer cell identity)와 연관되어 있다. 그리고, SSS는 프레임 동기를 얻기 위해 사용된다. 또한, SSS는 CP 길이 검출, 물리 계층 셀 그룹 ID를 획득하게 위해서 사용된다.
- [0082] 동기화 신호는 RAT(radio access technology)간의 측정(inter-RAT measurement)의 용이함을 위해 GSM(global system for mobile communication) 프레임 길이인 4.6ms를 고려하여 서브프레임 0번과 서브프레임 5번에서 각각 전송될 수 있으며, 프레임에 대한 경계는 SSS를 통해 검출 가능하다. 보다 구체적으로, FDD 시스템에서는 PSS는 0번째 슬롯, 10번째 슬롯의 맨 마지막 OFDM 심벌에서 전송되고, SSS는 PSS 바로 앞 OFDM 심벌에서 전송된다.

- [0083] 동기화 신호는 3개의 PSS와 168개의 SSS의 조합을 통해 총 504개의 물리계층 셀 식별자(physical cell ID) 중 어느 하나를 전송할 수가 있다. PBCH(physical broadcast channel)는 1번째 슬롯의 최초 4개의 OFDM 심벌에서 전송된다. 동기화 신호 및 PBCH는 시스템 대역폭 내의 가운데 6 RB 내에서 전송되어, 전송 대역폭에 관계없이 UE이 검출 혹은 복호할 수 있도록 한다. PSS가 전송되는 물리 채널을 P-SCH, SSS가 전송되는 물리 채널을 S-SCH라 칭한다.
- [0084] 도 8은 TDD 프레임에서 동기화 신호를 전송하는 프레임 구조의 예를 나타낸다.
- [0085] TDD 프레임에서는 PSS가 세 번째 슬롯 및 13번째 슬롯의 세 번째 OFDM 심벌에서 전송된다. SSS는 PSS가 전송되는 OFDM 심벌에서 3개의 OFDM 심벌 전에 전송된다. PBCH는 첫 번째 서브프레임의 두 번째 슬롯의 최초 4 OFDM 심벌에서 전송된다.
- [0086] <참조 신호>
- [0087] 한편, 이하 참조 신호(reference signal, RS)에 대해서 설명하기로 한다.
- [0088] 일반적으로 전송 정보 예컨대, 데이터는 무선채널을 통해 전송되는 동안 쉽게 왜곡, 변경된다. 따라서, 이러한 전송 정보를 오류없이 복조하기 위해서는 참조신호가 필요하다. 참조신호는 전송기와 수신기 사이에 미리 알고 있는 신호로 전송 정보와 함께 전송된다. 전송기로부터 전송되는 전송 정보는 각 전송 안테나마다 또는 레이어마다 대응하는 채널을 겪기 때문에, 참조신호는 각 전송 안테나별 또는 레이어별로 할당될 수 있다. 각 전송 안테나별 또는 레이어별 참조신호는 시간, 주파수, 코드 등의 자원을 이용하여 구별될 수 있다. 참조신호는 2가지 목적 즉, 전송 정보의 복조(demodulation)와 채널 추정을 위해 사용될 수 있다.
- [0089] 하향링크 참조 신호는 셀 특정 참조 신호(cell-specific RS, CRS), MBSFN(multimedia broadcast and multicast single frequency network) 참조 신호, 단말 특정 참조 신호(UE-specific RS, URS), 포지셔닝 참조 신호(positioning RS, PRS) 및 CSI 참조 신호(CSI-RS)로 구분될 수 있다. CRS는 셀 내 모든 UE에게 전송되는 참조 신호로서 공통 참조 신호(Common Reference Signal)로 불리기도 한다, CRS는 CQI 피드백에 대한 채널 측정과 PDSCH에 대한 채널 추정에 사용될 수 있다. MBSFN 참조 신호는 MBSFN 전송을 위해 할당된 서브프레임에서 전송될 수 있다. URS는 셀 내 특정 UE 또는 특정 UE 그룹이 수신하는 참조 신호로, 복조 참조 신호(demodulation RS, DM-RS)로 불릴 수 있다. DM-RS는 특정 UE 또는 특정 UE 그룹이 데이터 복조에 주로 사용된다. PRS는 UE의 위치 추정에 사용될 수 있다. CSI-RS는 LTE-A UE의 PDSCH에 대한 채널 추정에 사용된다. CSI-RS는 주파수 영역 또는 시간 영역에서 비교적 드물게(sparse) 배치되며, 일반 서브프레임 또는 MBSFN 서브프레임의 데이터 영역에서 생략(punctured)될 수 있다.
- [0090] 도 9는 기지국이 하나의 안테나 포트를 사용하는 경우, CRS가 RB에 맵핑되는 패턴의 일 예를 나타낸다.
- [0091] 도 9를 참조하면, R0은 기지국의 안테나 포트 번호 0에 의해 전송되는 CRS가 맵핑되는 RE를 나타낸다.
- [0092] CRS는 PDSCH 전송을 지원하는 셀 내의 모든 하향링크 서브프레임에서 전송된다. CRS는 안테나 포트 0 내지 3 상으로 전송될 수 있으며, CRS는 $\Delta f=15\text{kHz}$ 에 대해서만 정의될 수 있다. 셀 ID(identity)를 기반으로 하는 시드(seed) 값에서 생성된 유사 랜덤 시퀀스(pseudo-random sequence) $r_{1,n_s}(m)$ 을 복수 값 변조 심벌(complex-valued modulation symbol) $a_{k,1}^{(p)}$ 로 자원 맵핑한다. 여기서, n_s 는 하나의 무선 프레임 내의 슬롯 번호이고, p 는 안테나 포트이며, ℓ 은 슬롯 내의 OFDM 심벌 번호이다. k 는 부반송파 인덱스이다. ℓ, k 는 다음 식과 같이 표현된다.

수학식 1

$$k = 6m + (v + v_{\text{shift}}) \bmod 6$$

$$l = \begin{cases} 0, N_{\text{symb}}^{\text{DL}} - 3 & \text{if } p \in \{0,1\} \\ 1 & \text{if } p \in \{2,3\} \end{cases}$$

$$v_{\text{shift}} = N_{\text{ID}}^{\text{cell}} \bmod 6$$

[0093]

$$v = \begin{cases} 0 & \text{if } p = 0 \text{ and } l = 0 \\ 3 & \text{if } p = 0 \text{ and } l \neq 0 \\ 3 & \text{if } p = 1 \text{ and } l = 0 \\ 0 & \text{if } p = 1 \text{ and } l \neq 0 \\ 3(n_s \bmod 2) & \text{if } p = 2 \\ 3 + 3(n_s \bmod 2) & \text{if } p = 3 \end{cases}$$

[0094]

[0095] 위 수학적식에서 p는 안테나 포트를 나타내고, n_s는 슬롯 번호 0 또는 1을 나타낸다.

[0096] k는 셀 ID(N^{Cell ID})에 따라 6개의 쉬프트된 인덱스를 가진다. 따라서, 6의 배수인 0, 6, 12의 셀 ID를 갖는 셀들은 서로 동일한 부반송파 위치 k에서 CRS를 전송한다.

[0097] 위 수학적식에 나타난 l은 안테나 포트 p에 따라 결정되는데, 가능한 l의 값은 0, 4, 7, 11이다. 따라서, CRS는 0, 4, 7, 11 심볼 상에서 전송된다.

[0098] 하나의 안테나 포트의 CRS에 할당된 자원 요소(RE)는 다른 안테나 포트의 전송에 사용될 수 없고, 영(zero)로 설정되어야 한다. 또한, MBSFN(multicast-broadcast single frequency network) 서브프레임에서 CRS는 non-MBSFN 영역에서만 전송된다.

[0099] 도 10은 측정 및 측정 보고 절차를 나타낸다.

[0100] 이동 통신 시스템에서 UE(100)의 이동성(mobility) 지원은 필수적이다. 따라서, UE(100)은 현재 서비스를 제공하는 서빙 셀(serving cell)에 대한 품질 및 이웃셀에 대한 품질을 지속적으로 측정한다. UE(100)은 측정 결과를 적절한 시간에 네트워크에게 보고하고, 네트워크는 핸드오버 등을 통해 UE에게 최적의 이동성을 제공한다. 흔히 이러한 목적의 측정을 무선 자원 관리 측정(radio resource management: RRM)라고 일컫는다.

[0101] 한편, UE(100)은 CRS에 기반하여 프라이머리 셀(Pcell)의 하향링크 품질을 모니터링 한다. 이를 RLM(Radio Link Monitoring)이라고 한다. RLM을 위해서, UE(100)은 하향링크 품질을 추정하고, 상기 추정된 하향링크 품질을 임계값들, 예컨대 Q_{out} 및 Q_{in}와 비교한다. 상기 임계값 Q_{out}은 하향링크가 안정적으로 수신될 수 없는 레벨로 정의되며, 이는 PCFICH 에러를 고려하여 PDCCH 전송의 10% 에러에 해당한다. 상기 임계값 Q_{in}은 하향링크가 Q_{out}에 비해 너무 현저하게 신뢰할 만한 수준으로 정의되고, 이는 PCFICH 에러를 고려하여 PDCCH 전송의 2% 에러에 해당한다.

[0102] 도 8a을 참조하여 알 수 있는 바와 같이, UE(100)로 상기 서빙셀(200a) 및 이웃셀(200b)이 각기 CRS(Cell-specific Reference Signal)를 전송하면, 상기 UE(100)은 상기 CRS를 통하여, 측정을 수행하고, 그 측정 결과를 포함하는 RRC 측정 보고 메시지를 서빙셀(200a)로 전송한다.

[0103] 이때, UE(100)은 다음 3가지 방법으로 측정을 수행할 수 있다.

[0104] 1) RSRP(reference signal received power): 전 대역에 걸쳐 전송되는 CRS를 운반하는 모든 RE의 평균 수신 전력을 나타낸다. 이때 CRS 대신 CSI RS를 운반하는 모든 RE의 평균 수신 전력을 측정할 수도 있다.

[0105] 2) RSSI(received signal strength indicator): 전체 대역에서 측정된 수신 전력을 나타낸다. RSSI는 신호, 간섭(interference), 열 잡음(thermal noise)을 모두 포함한다.

[0106] 3) RSRQ(reference signal received quality): CQI를 나타내며, 측정 대역폭(bandwidth) 또는 서브밴드에 따른 RSRP/RSSI로 결정될 수 있다. 즉, RSRQ는 신호 대 잡음 간섭 비(SINR: signal-to-noise interference ratio)를 의미한다. RSRP는 충분한 이동성(mobility) 정보를 제공하지 못하므로, 핸드오버 또는 셀 재선택(cell reselection) 과정에서는 RSRP 대신 RSRQ가 대신 사용될 수 있다.

[0107] RSRQ = RSSI/RSSP로 산출될 수 있다.

[0108] 한편, UE(100)는 상기 측정을 위해 상기 서빙셀(100a)로부터 측정 설정(measurement configuration; 이하 ‘measconfing’ 라고도 함) 정보 엘리먼트(IE: Information Element)를 수신한다. 측정 설정 정보 엘리먼트(IE)를 포함하는 메시지를 측정 설정 메시지라 한다. 여기서 상기 측정 설정 정보 엘리먼트(IE)는 RRC 연결 재설정 메시지를 통해서 수신될 수도 있다. UE은 측정 결과가 측정 설정 정보 내의 보고 조건을 만족하면, 측정 결과를 기지국에게 보고한다. 측정 결과를 포함하는 메시지를 측정 보고 메시지라 한다.

[0109] 상기 측정 설정 IE는 측정 오브젝트(Measurement object) 정보를 포함할 수 있다. 상기 측정 오브젝트 정보는 UE가 측정을 수행할 오브젝트에 관한 정보이다. 측정 오브젝트는 셀내 측정의 대상인 intra-frequency 측정 대상, 셀간 측정의 대상인 inter-frequency 측정 대상, 및 inter-RAT 측정의 대상인 inter-RAT 측정 대상 중 적어도 어느 하나를 포함한다. 예를 들어, intra-frequency 측정 대상은 서빙 셀과 동일한 주파수 밴드를 갖는 주변 셀을 지시하고, inter-frequency 측정 대상은 서빙 셀과 다른 주파수 밴드를 갖는 주변 셀을 지시하고, inter-RAT 측정 대상은 서빙 셀의 RAT와 다른 RAT의 주변 셀을 지시할 수 있다.

[0110] 구체적으로, 상기 측정 설정 IE는 아래의 표와 같은 IE(정보 엘리먼트)를 포함한다.

표 5

[0111]

MeasConfig ::= -- Measurement objects measObjectToRemoveList measObjectToAddModList

[0112] 상기 Measurement objects IE 내에는 제거될 measObject의 리스트를 나타내는 measObjectToRemoveList와 새로이 추가되거나 수정될 리스트를 나타내는 measObjectToAddModList가 포함된다.

[0113] measObject에는 통신 기술에 따라 MeasObjectCDMA2000, MeasObjectEUTRA, MeasObjectGERAN 등이 포함된다.

[0114] 한편, MeasObjectEUTRA IE는 E-UTRA셀 측정에 대한 인트라 프리퀀시(intra-frequency) 또는 인터 프리퀀시(inter-frequency)를 위해 적용되는 정보를 포함한다. MeasObjectEUTRA IE를 표로 나타내면 아래와 같다.

표 6

[0115]

1) MeasObjectEUTRA- MeasSubframePatternConfigNeigh-r10	neighCellConfig- measSubframePatternNeigh-r10	measSubframePatternConfigNeigh-r102) measSubframeCellList-r10
---	--	--

[0116] MeasObjectEUTRA IE를 보다 구체적으로 나타내면 아래와 같다.

표 7

[0117]

MeasObjectEUTRA 필드 설명
carrierFreq이 구성이 유효한 E-UTRA 캐리어 주파수를 식별한다.
neighCellConfig이웃 셀의 구성 정보를 나타낸다.
measCycleSCell 파라미터: T _{measure_scc} 이 파라미터는 세컨더리 셀(SCell)이 measObject에 지시되는 주파수로 동작하고, 비활성화된 상태일 때 사용된다.
measSubframeCellListmeasSubframePatternNeigh이 적용되는 셀들의 리스트이다. 만약 포함되어 있지 않으면, UE는 모든 이웃 셀에 대해서 시간 도메인 측정 리소스 제한 패턴이 적용되는 것으로 한다.
measSubframePatternNeigh상기 carrierFreq에서 지시되는 캐리어 주파수 상의 이웃 셀에 대해 RSRP 및 RSRO를 측정하는데 적용되는 시간 도메인 측정 리소스 제한 패턴

[0118] 이상과 같이, MeasObjectEUTRA IE는 이웃셀의 설정 정보(즉, NeighCellConfig)와, 이웃 셀에 대한 측정을 수행하는데 적용되는 시간 도메인 측정 리소스 제한 패턴(Time domain measurement resource restriction pattern)(즉, 이웃셀의 측정 서브프레임 패턴 또는 measSubframePatternNeigh)과 그 패턴이 적용되는 셀 리스트(즉 measSubframeCellList)를 포함한다.

[0119] 한편, UE(100)는 도시된 바와 같이 무선 자원 설정(Radio Resource Configuration) 정보 엘리먼트(IE)도 수신한다.

[0120] 상기 무선 자원 설정(Radio Resource Configuration Dedicated) 정보 엘리먼트(IE: Information Element)는 무선 베어러(Radio Bearer)를 설정/수정/해제하거나, MAC 구성을 수정하는 등을 위해서 사용된다. 상기 무선 자원

설정 IE는 서브프레임 패턴 정보를 포함한다. 상기 서브프레임 패턴 정보는 서빙 셀(예컨대 프라이머리 셀)에 대한 RSRP, RSRQ를 측정하는 데에 대한 시간 도메인 상의 측정 자원 제한 패턴에 대한 정보이다.

[0121] 상기 무선 자원 설정(Radio Resource Configuration) IE는 아래의 표와 같은 필드들을 포함한다.

표 8

- RadioResourceConfigDedicated- measSubframePatternPCell-r10
--

[0122]

[0123] 상기 RadioResourceConfigDedicated 필드는 아래와 같은 인자들을 포함한다.

표 9

RadioResourceConfigDedicated 필드 설명
logicalChannelConfigSRB들을 위해 논리 채널 구성이 명백하게 시그널링되는지 또는 SRB1을 위한 디폴트 논리 채널 구성으로 설정되는지를 나타내기 위한 선택으로 사용된다.
logicalChannelIdentity업링크(UL) 및 다운링크(DL) 모두를 식별하기 위한 논리 채널 식별자
mac-MainConfigmac-MainConfig가 명백하게 시그널링되는지 혹은 디폴트 MAC main 구성으로 설정되는지를 나타내기 위해서 사용되는 선택이다.
measSubframePatternPCell프라이머리 셀(PCell)(즉, 1차 셀)(또는 서빙셀)에 대한 측정(RSRP, RSRQ)를 수행하는데에 대한 시간 도메인 측정 자원 제한 패턴

[0124]

[0125] 이상에서 설명한 바와 같이, RadioResourceConfigDedicated 필드 내에는 프라이머리 셀(PCell)(또는 서빙셀)에 대한 측정(RSRP, RSRQ)를 수행하는 데에 적용되는 시간 도메인 측정 자원 제한 패턴(즉, 서빙셀의 측정 서브프레임 패턴)을 나타내는 measSubframePatternPCell 또는 measSubframePattern-Serv이 포함되어 있다.

[0126] 도 11은 참조 신호들 중 CSI-RS가 맵핑되는 RB의 일 예를 나타낸다.

[0127] CSI-RS는 LTE-A 단말의 PDSCH에 대한 채널 추정, 채널 정보 생성을 위한 채널 측정에 사용된다. CSI-RS는 주파수 영역 또는 시간 영역에서 비교적 드물게(sparse) 배치되며, 일반 서브프레임 또는 MBSFN 서브프레임의 데이터 영역에서는 생략(punctured)될 수 있다. CSI의 추정을 통해 필요한 경우에 CQI, PMI 및 RI 등이 단말로부터 보고될 수 있다.

[0128] CSI-RS는 1개, 2개, 4개 또는 8개의 안테나 포트를 통하여 전송된다. 이때 사용되는 안테나 포트는 각각 p=15, p=15, 16, p=15, ..., 18 및 p=15, ..., 22이다. 즉, CSI-RS는 1, 2, 4, 8개의 안테나 포트를 통해 전송될 수 있다. CSI-RS는 부반송파 간격 $\Delta f=15\text{kHz}$ 에 대해서만 정의될 수 있다. CSI-RS는 3GPP(3rd Generation Partnership Project) TS 36.211 V10.1.0 (2011-03) "Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation (Release 8)"의 6.10.5절을 참조할 수 있다.

[0129] CSI-RS의 전송에 있어서, 이종 네트워크(HetNet; heterogeneous network) 환경을 포함하여 멀티 셀 환경에서 셀간 간섭(ICI; inter-cell interference)을 줄이기 위하여 최대 32개의 서로 다른 구성(configuration)이 제안될 수 있다. CSI-RS 구성은 셀 내의 안테나 포트의 개수 및 CP에 따라 서로 다르며, 인접한 셀은 최대한 다른 구성을 가질 수 있다. 또한, CSI-RS 구성은 프레임 구조에 따라 FDD 프레임과 TDD 프레임에 모두 적용하는 경우와 TDD 프레임에만 적용하는 경우로 나뉘질 수 있다. 하나의 셀에서 복수의 CSI-RS 구성이 사용될 수 있다. 비영 전력(non-zero power) CSI-RS를 가정하는 단말에 대하여 0개 또는 1개의 CSI-RS 구성이, 영전력(zero power) CSI-RS를 가정하는 단말에 대하여 0개 또는 여러 개의 CSI-RS 구성이 사용될 수 있다.

[0130] CSI-RS 구성은 상위 계층에 의해 지시될 수 있다. 예를 들어, 상위 계층을 통해 전송되는 CSI-RS-Config IE(information element)가 CSI-RS 구성을 지시할 수 있다. 아래의 표는 CSI-RS-Config IE의 일 예를 나타낸다.

표 10

[0131]	<pre> CSI-RS-Config-r10 ::= SEQUENCE { csi-RS-r10 CHOICE { NULL, setup SEQUENCE { antennaPortsCount-r10 ENUMERATED {an1, an2, an4, an8}, resourceConfig-r10 INTEGER(0..31), subframeConfig-r10 INTEGER(8..15), p-C-r10 OPTIONAL, -- Need ON zeroTxPowerCSI-RS-r10 CHOICE { release NULL, setup SEQUENCE { r10 BIT STRING (SIZE (16)), zeroTxPowerSubframeConfig-r10 INTEGER(0..154) } } } } -- Need ON}-- ASN1STOP </pre>
--------	---

[0132] 위 표를 참조하면, ‘antennaPortsCount’ 필드는 CSI-RS의 전송을 위하여 사용되는 안테나 포트들의 개수를 지시한다. ‘resourceConfig’ 필드는 CSI-RS 구성을 지시한다. ‘SubframeConfig’ 필드 및 ‘zeroTxPowerSubframeConfig’ 필드는 CSI-RS가 전송되는 서브프레임 구성을 지시한다.

[0133] ‘zeroTxPowerResourceConfigList’ 필드는 영전력 CSI-RS의 구성을 지시한다. ‘zeroTxPowerResourceConfigList’ 필드를 구성하는 16비트의 비트맵(bitmap)에서 1로 설정된 비트에 대응되는 CSI-RS 구성이 영전력 CSI-RS로 설정될 수 있다.

[0134] CSI-RS에 대한 시퀀스 $r_{l,ns}(m)$ 은 다음 식과 같이 생성될 수 있다.

수학식 2

$$r_{l,ns}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m+1)), \quad m = 0, \dots, N_{RB}^{max,DL} - 1$$

where, $c_{init} = 2^{10} \cdot (7 \cdot (n_s + 1) + l + 1) \cdot (2 \cdot N_{ID}^{cell} + 1) + 2 \cdot N_{ID}^{cell} + N_{CP}$

$$N_{CP} = \begin{cases} 1 & \text{for normal CP} \\ 0 & \text{for extended CP} \end{cases}$$

[0135]

[0136] 상기 식에서 n_s 는 무선 프레임 내에서 슬롯 넘버이고, l 은 슬롯 내에서의 OFDM 심벌 넘버이다. $c(i)$ 는 의사 랜덤 시퀀스(pseudo random sequence)이며 식 1에 표시된 c_{init} 로 각 OFDM 심벌에서 시작된다. N_{ID}^{cell} 은 물리적 셀 ID를 의미한다.

[0137] CSI-RS를 전송하도록 설정된 서브프레임들에서, 참조 신호 시퀀스 $r_{l,ns}(m)$ 은 안테나 포트 p 에 대한 참조 심벌로 사용되는 복소값 변조 심벌 $a_{k,l}^{(p)}$ 에 맵핑된다.

[0138] $r_{l,ns}(m)$ 와 $a_{k,l}^{(p)}$ 의 관계는 다음 식과 같다.

수학식 3

$$a_{k,l}^{(p)} = w_{l^m} \cdot r(m)$$

여기서,

$$k = k' + 12m + \begin{cases} -0 & \text{for } p \in \{5,16\}, \text{ normal cyclic prefix} \\ -6 & \text{for } p \in \{7,18\}, \text{ normal cyclic prefix} \\ -1 & \text{for } p \in \{9,20\}, \text{ normal cyclic prefix} \\ -7 & \text{for } p \in \{21,22\}, \text{ normal cyclic prefix} \\ -0 & \text{for } p \in \{5,16\}, \text{ extended cyclic prefix} \\ -3 & \text{for } p \in \{7,18\}, \text{ extended cyclic prefix} \\ -6 & \text{for } p \in \{9,20\}, \text{ extended cyclic prefix} \\ -9 & \text{for } p \in \{21,22\}, \text{ extended cyclic prefix} \end{cases}$$

$$l = l' + \begin{cases} l^m & \text{CSI reference signal configurations 0-19, normal cyclic prefix} \\ 2l^m & \text{CSI reference signal configurations 20-31, normal cyclic prefix} \\ l^m & \text{CSI reference signal configurations 0-27, extended cyclic prefix} \end{cases}$$

$$w_{l^m} = \begin{cases} 1 & p \in \{5,17,19,21\} \\ (-1)^m & p \in \{6,18,20,22\} \end{cases}$$

$$l^m = 0,1$$

$$m = 0,1,\dots,N_{RB}^{DL} - 1$$

$$m' = m + \left\lfloor \frac{N_{RB}^{max,DL} - N_{RB}^{DL}}{2} \right\rfloor$$

[0139]

[0140]

상기 수학식에서 (k', l')과 n_s는 후술하는 표 5 및 표 6에서 주어진다. CSI-RS는 (n_s mod 2)가 후술하는 표 5 및 표 6의 조건을 만족하는 하향링크 슬롯에서 전송될 수 있다(여기서, mod는 모듈러 연산을 의미한다. 즉, (n_s mod 2)는 2로 n_s를 나눈 나머지를 의미한다).

[0141]

아래의 표는 노멀 CP에서의 CSI-RS의 구성을 나타낸다.

표 11

[0142]

		구성되는 CSI-RS의 개수					
		1 or 2		4		8	
CSI-RS 구성 인덱스		(k', l')	n _s mod 2	(k', l')	n _s mod 2	(k', l')	n _s mod 2
TDD 및 FDD 프레임	0	(9,5)	0	(9,5)	0	(9,5)	0
	1	(11,2)	1	(11,2)	1	(11,2)	1
	2	(9,2)	1	(9,2)	1	(9,2)	1
	3	(7,2)	1	(7,2)	1	(7,2)	1
	4	(9,5)	1	(9,5)	1	(9,5)	1
	5	(8,5)	0	(8,5)	0		
	6	(10,2)	1	(10,2)	1		
	7	(8,2)	1	(8,2)	1		
	8	(6,2)	1	(6,2)	1		
	9	(8,5)	1	(8,5)	1		
	10	(3,5)	0				
	11	(2,5)	0				
	12	(5,2)	1				
	13	(4,2)	1				
	14	(3,2)	1				
	15	(2,2)	1				
	16	(1,2)	1				
	17	(0,2)	1				
	18	(3,5)	1				
19	(2,5)	1					

TDD프레임	20	(11,1)	1	(11,1)	1	(11,1)	1
	21	(9,1)	1	(9,1)	1	(9,1)	1
	22	(7,1)	1	(7,1)	1	(7,1)	1
	23	(10,1)	1	(10,1)	1		
	24	(8,1)	1	(8,1)	1		
	25	(6,1)	1	(6,1)	1		
	26	(5,1)	1				
	27	(4,1)	1				
	28	(3,1)	1				
	29	(2,1)	1				
	30	(1,1)	1				
	31	(0,1)	1				

[0143] 아래의 표는 확장 CP에서의 CSI-RS의 구성을 나타낸다.

표 12

[0144]

	CSI-RS 구성 인덱스	구성되는 CSI-RS의 개수					
		1 or 2		4		8	
		(k', l')	n _s mod 2	(k', l')	n _s mod 2	(k', l')	n _s mod 2
TDD 및 FDD 프레임	0	(11,4)	0	(11,4)	0	(11,4)	0
	1	(9,4)	0	(9,4)	0	(9,4)	0
	2	(10,4)	1	(10,4)	1	(10,4)	1
	3	(9,4)	1	(9,4)	1	(9,4)	1
	4	(5,4)	0	(5,4)	0		
	5	(3,4)	0	(3,4)	0		
	6	(4,4)	1	(4,4)	1		
	7	(3,4)	1	(3,4)	1		
	8	(8,4)	0				
	9	(6,4)	0				
	10	(2,4)	0				
	11	(0,4)	0				
	12	(7,4)	1				
	13	(6,4)	1				
	14	(1,4)	1				
15	(0,4)	1					
TDD 프레임	16	(11,1)	1	(11,1)	1	(11,1)	1
	17	(10,1)	1	(10,1)	1	(10,1)	1
	18	(9,1)	1	(9,1)	1	(9,1)	1
	19	(5,1)	1	(5,1)	1		
	20	(4,1)	1	(4,1)	1		
	21	(3,1)	1	(3,1)	1		
	22	(8,1)	1				
	23	(7,1)	1				
	24	(6,1)	1				
	25	(2,1)	1				
	26	(1,1)	1				
	27	(0,1)	1				

[0145] 단말은 위 두 표에서 n_s mod 2의 조건을 만족하는 하향링크 슬롯에서만 CSI-RS를 전송할 수 있다. 또한, 단말은 TDD 프레임의 특수 서브프레임(special subframe), CSI-RS의 전송이 동기화 신호(synchronization signal), PBCH(physical broadcast channel), 시스템 정보 블록 타입 1(SystemInformationBlockType1)과 충돌하는 서브프레임 또는 페이징 메시지가 전송되는 서브프레임에서는 CSI-RS를 전송하지 않는다. 또한, S={15}, S={15, 16}, S={17, 18}, S={19, 20} 또는 S={21, 22}인 집합 S에서, 하나의 안테나 포트의 CSI-RS가 전송되는 자원

요소는 PDSCH나 다른 안테나 포트의 CSI-RS의 전송에 사용되지 않는다.

[0146] 아래의 표는 CSI-RS가 전송되는 서브프레임 구성의 일 예를 나타낸다.

표 13

CSI-RS-SubframeConfig _{CSI-RS}	CSI-RS 주기 T_{CSI-RS} (서브프레임)	CSI-RS 서브프레임 오프셋 Δ_{CSI-RS} (subframes)
0 - 4	5	ICSI-RS
5 - 14	10	ICSI-RS-5
15 - 34	20	ICSI-RS-15
35 - 74	40	ICSI-RS-35
75 - 154	80	ICSI-RS-75

[0148] 위 표를 참조하면, CSI-RS 서브프레임 구성(I_{CSI-RS})에 따라 CSI-RS가 전송되는 서브프레임의 주기(T_{CSI-RS}) 및 오프셋(Δ_{CSI-RS})가 결정될 수 있다. 위 표의 CSI-RS 서브프레임 구성은 위 표의 CSI-RS-Config IE의 ‘SubframeConfig’ 필드 또는 ‘ZeroTxPowerSubframeConfig’ 필드 중 어느 하나일 수 있다. CSI-RS 서브프레임 구성은 비영 전력 CSI-RS 및 영전력 CSI-RS에 대하여 분리되어(separately) 구성될 수 있다.

[0149] 한편, 도면은 노멀 CP 구조에서 CSI-RS 구성 인덱스가 0일 때, CSI-RS를 위하여 사용되는 자원 요소들을 나타낸다. R_p 는 안테나 포트 p 상의 CSI-RS 전송에 사용되는 자원 요소를 나타낸다. 도면을 참조하면, 안테나 포트 15 및 16에 대한 CSI-RS는 제1 슬롯의 6번째 및 7번째 OFDM 심벌(OFDM 심벌 인덱스 5, 6)의 3번째 부반송파(부반송파 인덱스 2)에 해당하는 자원 요소를 통해 전송된다. 안테나 포트 17 및 18에 대한 CSI-RS는 제1 슬롯의 6번째 및 7번째 OFDM 심벌(OFDM 심벌 인덱스 5, 6)의 9번째 부반송파(부반송파 인덱스 8)에 해당하는 자원 요소를 통해 전송된다. 안테나 포트 19 및 20에 대한 CSI-RS는 안테나 포트 15 및 16에 대한 CSI-RS가 전송되는 동일한 자원 요소를 통해, 안테나 포트 21 및 22에 대한 CSI-RS는 안테나 포트 17 및 18에 대한 CSI-RS가 전송되는 동일한 자원 요소를 통해 전송된다.

[0150] 만약, 단말에게 8개의 안테나 포트를 통한 CSI-RS가 전송된다면, 단말은 R15 내지 R22가 맵핑된 RB를 수신하게 될 것이다. 즉, 특정 패턴을 가지는 CSI-RS를 수신하게 될 것이다.

[0151] 한편, 이하 소규모 셀에 대해서 설명하기로 한다.

[0152] <소규모 셀(small cell)의 도입>

[0153] 한편, 차세대 이동 통신 시스템에서는 셀 커버리지 반경이 작은 소규모 셀(small cell)이 기존 셀의 커버리지 내에 추가될 것으로 예상되고, 소규모 셀은 보다 많은 트래픽을 처리할 것으로 예상된다. 상기 기존 셀은 상기 소규모 셀에 비해 커버리지가 크므로, 매크로 셀(Macro cell)이라고 칭하기도 한다. 이하 도 7를 참조하여 설명하기로 한다.

[0154] 도 12는 차세대 무선 통신 시스템으로 될 가능성이 있는 매크로 셀과 소규모 셀의 혼합된 이중 네트워크의 환경을 도시한 도면이다.

[0155] 도 12를 참조하면, 기존 기지국(200)에 의한 매크로 셀은 하나 이상의 소규모 기지국(300a, 300b, 300c, 300d)에 의한 소규모 셀과 중첩된 이중 네트워크 환경이 나타나 있다. 상기 기존 기지국은 상기 소규모 기지국에 비해 큰 커버리지를 제공하므로, 매크로 기지국(Macro eNodeB, MeNB)라고도 불린다. 본 명세서에서 매크로 셀과 매크로 기지국이라는 용어를 혼용하여 사용하기로 한다. 매크로 셀(200)에 접속된 UE은 매크로 UE(Macro UE)로 지칭될 수 있다. 매크로 UE은 매크로 기지국으로부터 하향링크 신호를 수신하고, 매크로 기지국에게 상향링크 신호를 전송한다.

[0156] 이와 같은 이중 네트워크에서는 상기 매크로 셀을 프라이머리 셀(Pcell)로 설정하고, 상기 소규모 셀을 세컨더리 셀(Scell)로 설정함으로써, 매크로셀의 커버리지 빈틈을 메꿀 수 있다. 또한, 상기 소규모 셀을 프라이머리 셀(Pcell)로 설정하고, 상기 매크로 셀을 세컨더리 셀(Scell)로 설정함으로써, 전체적인 성능을 향상(boosting)시킬 수 있다.

- [0157] 그런데, 이러한 소규모 셀의 도입으로 인하여, 셀 간의 간섭(Inter-cell Interference)은 더 가중될 수 있다.
- [0158] 이러한 간섭 문제를 해결하는 가장 근본적인 방법은 셀들 간에 주파수를 서로 다르게 사용하는 것이다. 그러나, 주파수는 희소하고 값비싼 자원이기 때문에 사업자에게는 주파수 분할을 통한 해결 방법이 그다지 환영받지 못하였다.
- [0159] 따라서, 3GPP에서는 이러한 셀 간의 간섭(inter-cell interference) 문제를 시간분할을 통해 해결하고자 하였다.
- [0160] 이에 따라 최근 3GPP 에서는 간섭 협력 방법의 하나로써 eICIC(enhanced inter-cell interference coordination) 에 대한 활발한 연구가 수행되고 있다.
- [0161] <eICIC 의 도입>
- [0162] LTE Release-10에 도입된 시간분할 방식은 기존의 주파수 분할 방식에 대비하여 진화했다는 의미로 enhanced ICIC(Enhanced inter-cell interference Coordination)라고 불리는데, 간섭을 일으키는 셀을 공격자 셀(Aggressor cell) 또는 프라이머리 셀(Primary Cell)이라고 하고, 간섭을 받는 셀을 희생 셀(Victim cell) 또는 세컨더리 셀(Secondary Cell)로 정의하고, 특정 서브프레임에서는 공격자 셀(Aggressor cell) 또는 프라이머리 셀이 데이터 전송을 중지하여, UE가 해당 서브프레임에서 희생 셀(Victim cell) 또는 세컨더리 셀과 접속을 유지할 수 있게 하는 방법이다. 즉, 이 방법은 이종의 셀이 서로 공존할 경우, 어느 영역에서 상당히 높은 간섭을 받는 UE에 대해서 한쪽 셀이 신호의 전송을 잠시 중단함으로써 간섭 신호를 거의 보내지 않게 한다.
- [0163] 한편, 상기 데이터 전송이 중지되는 특정 서브프레임을 ABS(Almost Blank Subframe)라고 하며, 상기 ABS에 해당하는 서브프레임에서는 꼭 필요한 제어 정보 외에는 어떠한 데이터도 전송도 되지 않는다. 상기 꼭 필요한 제어 정보는 예를 들어, CRS이다. 따라서, ABS가 적용된 서브프레임 상에서는 데이터는 전송되지 않고, 0, 4, 7, 11 번 심볼 상에서 CRS 신호만이 전송되게 된다.
- [0164] 도 13은 기지국 간 간섭을 해결하기 위한 eICIC(enhanced Inter-Cell Interference Coordination)를 나타낸 예시도이다.
- [0165] 도 13을 참조하면, 매크로 셀의 기지국(200)은 도시된 서브프레임의 데이터 영역에서 데이터 전송을 수행한다.
- [0166] 이때, 소규모 셀의 기지국(300)은 간섭을 해결하기 위하여, eICIC를 적용한다. 즉, 상기 eICIC가 적용되면, 해당 서브프레임은 ABS에 따라 운용되어, 데이터 영역에서는 아무런 데이터도 전송되지 않을 수 있다.
- [0167] 다만, ABS에 따라 운용되는 서브프레임에서는 0, 4, 7, 11 번 심볼 상에서 CRS만이 전송될 수 있다.
- [0168] 다른 한편, 이와 같이 소규모 셀이 배치됨으로써, 셀 간 간섭 문제가 더욱더 심화될 수 있다. 이를 해결하기 위해서, 도시된 바와 같이, 상기 소규모 셀의 커버리지 크기는 상황에 따라서 축소될 수 있다. 혹은 상기 소규모 셀은 상황에 따라서 off되었다가 다시 on될 수 있다.
- [0169] 도 14은 소규모 셀이 과밀하게 배치된 상황을 나타낸 예시도이다.
- [0170] 도 14를 참조하면, 매크로 셀의 커버리지 내에 소규모 셀이 과밀하게 배치된 상황이 나타나 있다. 이러한 상황에서는 UE(100)가 상기 소규모 셀들을 빠른 시간 내에 검출하는데 어려움이 있을 수 있다. 특히, 앞서 설명한 바와 같이 셀 검출은 PSS/SSS의 수신을 통해 수행된다. 그런데, 수 많은 소규모 셀들이 PSS/SSS를 동일한 타이밍, 즉 0번 및 5번 서브프레임 상에서 전송하게 되면, UE(100)가 한꺼번에 이를 모두 수신하는데 어려움이 있을 수 있다. 더구나, 소규모 셀들이 PSS/SSS를 0번 및 5번 서브프레임 상에서 동시에 전송하면 서로 간섭을 일으켜, UE(100)가 올바르게 수신하는데 어려움이 발생할 수 있다.
- [0171] <본 명세서의 개시들>
- [0172] 따라서, 본 명세서의 일 개시는 이러한 문제점을 해결하는 방안을 제시하는 것을 목적으로 한다.
- [0173] 도 15은 본 명세서의 일 개시에 따라 소규모 셀이 탐색 신호를 전송하는 예를 나타낸다.
- [0174] 진술한 문제점을 해결하기 위해, 도 15를 참조하여 알 수 있는 바와 같이, 본 명세서의 일 개시는 UE가 소규모 셀들을 효율적으로 검출할 수 있도록 하기 위해, 소규모 셀이 기존의 PSS/SSS 외에 새로운 탐색 신호(discovery signal: DS)를 전송하는 것을 제안한다. 상기 탐색 신호(DS)는 탐색 참조 신호(Discovery Reference Signal: DRS)로 불릴 수도 있다 이에 따라, UE는 기존의 PSS/SSS 외에 탐색 신호(DS)를 이용한 셀 탐색 과정(Cell

Search Procedure) 또는 셀 검출 과정을 수행하여야 한다.

- [0175] 여기서, 상기 탐색 신호(DS)는 긴 주기를 가지고 주기적으로 전송되는 신호를 의미하는 것일 수 있다.
- [0176] 이러한 탐색 신호(DS)는 소규모 셀 뿐만 아니라, RRH(remote radio head), 전송 포인트(TP)(transmission point), 등에 의해서도 전송될 수 있다.
- [0177] 상기 탐색 신호(DS)는 다음과 같은 특징을 가질 수 있다.
- [0178] - 기존 PSS/SSS 그리고 CRS에 비하여 더 많은 셀을 검출할 수 있게 함
- [0179] - 짧은 시간, 예컨대 하나의 서브프레임 동안에 더 많은 셀을 검출할 수 있게 함
- [0180] - 짧은 시간, 예컨대 하나의 서브프레임 동안에 측정을 수행할 수 있게 함
- [0181] - on/off 동작을 수행하는 소규모 셀에 대한 측정을 지원함. 다시 말해서 소규모 셀이 Off 상태일 때에도, 상기 소규모 셀은 탐색 신호(DS)를 전송함으로써, UE가 상기 탐색 신호에 기반하여 측정을 수행할 수 있게 함.
- [0182] 상기 탐색 신호(DS)는 다음과 같은 신호로 구현될 수 있다.
- [0183] (a) PSS/SSS/CSI-RS/CRS 또는 PSS/SSS/설정가능한 CRS
- [0184] (b) PSS/SSS/CRS
- [0185] (c) PSS/SSS/CSI-RS
- [0186] (d) PSS/SSS/CSI-RS/CRS 또는 PSS/SSS/설정가능한 CSI-RS
- [0187] 이러한 탐색 신호(DS)는 대략적인(coarse) 시간/주파수 트래킹(tracking), 측정을 위해서 사용될 수 있다.
- [0188] 한편, 탐색 신호(DS)는 아래의 요구 사항을 충족해야 한다.
- [0189] - 탐색 신호(DS)는 매우 높은 초기 타이밍 에러(예컨대, $\pm 2.5\text{ms}$)를 가정할 때, 대략적인(coarse) 시간 동기를 지원해야 함
- [0190] - 탐색 신호(DS)는 매우 높은 초기 주파수 에러(예컨대, 20Khz)를 가정할 때, 대략적인 주파수 동기를 지원해야 함
- [0191] - 탐색 신호(DS)는 적어도 3개 이상의 셀을 검출할 수 있도록 지원해야 함
- [0192] 한편, 탐색 신호(DS)의 주기는 다음의 제약을 고려하여 결정된다.
- [0193] - 여러 측정 갭 구간(measurement gap period): 40msec, 80msec, 160msec 또는 320msec
- [0194] - DRX 사이클과 정렬(alignment): 10, 20, 32, 40, 64, 80, 128, 160, 256, 320, 512, 640, 1024, 1280, 2048, 2560
- [0195] - 탐색 신호의 일부로서 PSS/SSS가 전송될 경우, 상기 탐색 신호의 주기는 5msec의 배수가 되어, on 상태에서 전송되는 일반적인 PSS/SSS는 상기 탐색 신호의 PSS/SSS에 의해 대체되어야 한다. 다만, 이러한 제약은 소규모 셀이 on 상태에서 탐색 신호를 전송하지 않을 경우에는 적용되지 않을 수 있다. 대안적으로 본 명세서의 개시에 따라 개선된 UE가 아닌 기존 UE의 영향을 최소화하기 위해서, 기존 PSS/SSS외에 탐색 신호를 위한 PSS/SSS가 별도로 전송될 수도 있다. 이와 같이 기존 PSS/SSS외에 탐색 신호를 위해 별도로 전송되는 PSS/SSS를 DS-PSS(혹은 DRS-PSS)/DS-SSS(혹은 DRS-SSS)라고 부를 수도 있다. 이 경우, DS-PSS(혹은 DRS-PSS)/DS-SSS(혹은 DRS-SSS)의 기반의 되는 셀 ID와 PSS/SSS의 기반의 되는 셀 ID는 서로 다를 수 있다.
- [0196] 다른 한편, 기존 CRS 외에 탐색 신호를 위해 별도로 CRS와 CSI-RS 중 하나 이상이 전송된다면, 이러한 CRS와 CSI-RS를 DS-CRS(혹은 DRS-CRS)와 DS-CSI-RS(혹은 DRS-CSI-RS)라고 각기 부를 수 있다. 또한, 기존 PRS 외에 탐색 신호를 위해 별도로 PRS가 전송된다면, 이러한 PRS를 DS-PRS(혹은 DRS-PRS)라고 부를 수도 있다.
- [0197] 또한, 본 명세서에서 DRS-PSS, DRS-SSS, DRS-CRS, DRS-CSI-RS, 및 DRS-PRS는 각각 탐색 신호(DS)에 포함되는 PSS, SSS, CRS, CSI-RS, 및 PRS를 의미한다.
- [0198] 한편, 특정 셀이 긴 주기로 전송하는 DRS가 앞에서 언급한 (a)-(d)의 형태 중 어느 하나의 형태라면, 우선 DRS-PSS, DRS-SSS, DRS-CRS 및 DRS-CSI-RS의 시퀀스 및 자원은 기존의 PSS, SSS, CRS, CSI-RS와 최대한 유사한 형태로 전송될 수 있도록 하되 다른 스크램블링 초기 파라미터 그리고/또는 자원 위치(예컨대, 다른 주파수/시간

자원) 상에서 전송되는 형태로 종래의 PSS, SSS, CRS, CSI-RS와 차이를 가질 수 있다. 보다 구체적으로, DRS-CSI-RS는 기존 CSI-RS의 자원 패턴을 사용하되 전송 서브프레임 및 주기 혹은 스크램블링 ID는 다를 수 있다. 즉, 특정한 셀이 전송하는 DRS-CSI-RS와 CSI-RS의 스크램블링 ID, 안테나 포트의 개수, 전송 주기/오프셋 등은 다를 수 있다.

- [0199] 도 16은 클러스터 내의 다수의 전송 포인트(TP)(혹은 소규모 셀)이 동일한 물리적 셀 식별자(PCID)를 사용하는 예를 나타낸다.
- [0200] 도 16을 참조하여 알 수 있는 바와 같이, 다수의 전송 포인트(TP)(혹은 소규모 셀)들이 클러스터(cluster)단위로 그룹화 되고, 각 클러스터 내의 전송 포인트(TP)(혹은 소규모 셀)들은 자신의 매크로 기지국과 동일한 물리적 셀 식별자(Physical Cell ID; PCID)를 사용할 수 있다. 이러한 환경을 공유 셀-ID 시나리오라고 부를 수 있다. 이때 PCID는 현재 LTE 기술에서와 같이 PSS/SSS 및 CRS 전송을 위해 사용되는 셀 고유한 ID를 의미하거나, 혹은 특정 클러스터 내에서 공통적으로 사용하는 별도의 클러스터 ID일 수도 있다.
- [0201] 이러한 환경에서, 클러스터 내의 다수의 전송 포인트(TP)들간에 추가적인 셀 분산 이득(cell-splitting gain) 등을 얻기 위하여 각 전송 포인트(TP)별로 고유의 식별 정보가 부여될 수 있다. 이와 같이 전송 포인트(TP) 별 고유한 식별 정보를 전송 포인트(TP)ID라고 칭할 수 있다. 대표적인 실시 예로서 각 전송 포인트(TP)ID는 해당 전송 포인트(TP)에서 전송하는 CSI-RS 혹은 탐색 신호(DS) 중 어느 하나의 시퀀스 스크램블링 초기 파라미터(예컨대, scramblingIdentity)로서 사용될 수 있으며, 그 밖의 다른 전송 포인트(TP) 별 고유한 참조신호(RS)의 전송에 사용될 수도 있다.
- [0202] 본 명세서에서는 각 전송 포인트(TP)가 고유의 전송 포인트(TP) 별로 고유한 탐색 참조 신호(DRS)를 전송하는 상황을 고려한다. DRS는 여러 개의 참조 신호(RS)로 구성될 수 있는데, 각 전송 포인트(TP)는 여러 개의 참조 신호(RS)를 전송하는 것을 가정하지는 않는다. 예를 들어, DRS가 DRS-PSS/DRS-SSS/DRS-CSI-RS/DRS-CRS로 구성되어 있다고 가정할 경우, DRS-PSS/DRS-SSS/DRS-CRS는 각 전송 포인트(TP)에서 전송될 수도 있고 대표적인 전송 포인트(TP)들에서 전송될 수도 있다.
- [0203] 한편, UE들이 탐색 신호(DS)을 통해 수행하는 역할 중 하나는 앞서 설명한 바와 같이 RSRP/RSRQ 측정이다. 기존 시스템에서 UE는 RSRP 측정 및 RSRQ 측정을 CRS를 통해 수행하였다. 이는, 소규모 셀에 대한 측정에 대해서도 마찬가지였다. 다만, 탐색 신호를 전송하는 소규모 셀에 대해서는 UE는 상기 탐색 신호를 통해 측정을 수행할 수도 있다. 그런데 CRS와 DRS는 서로 다른 시퀀스, RE 위치, RE 밀도(density)를 가질 수 있기 때문에, 동일 소규모 셀에 대해 CRS를 통해 측정한 RSRP, RSRQ의 값과 탐색 신호(DS)를 통해 측정한 RSRP, RSRQ 값은 서로 다를 수 있다. 이하, 설명의 편의상 기준에서 CRS를 이용해 측정한 RSRP, RSRQ의 값을 각각 C-RSRP, C-RSRQ라 칭하고, 기준과 달리 탐색 신호(DS)를 이용해 측정한 RSRP, RSRQ를 각각 D-RSRP, D-RSRQ라 칭한다.
- [0204] 다른 한편, UE는 기지국으로부터 DRS 기반 측정을 위한 타이밍(timing) 정보인 DRS 측정 타이밍 설정(DRS Measurement Timing Configuration: DMTC)을 수신할 있다. 상기 DMTC는 측정 설정(measconfig) 내의 measobject 내에 포함되어 수신될 수 있다. 이러한 DMTC는 주기, 오프셋 값을 포함할 수 있으며, 추가적으로 구간(duration)의 값도 포함할 수 있다.
- [0205] 다른 한편, 셀 간 간섭을 줄이기 위해 ABS가 운용되는 경우, UE는 어느 서브프레임이 ABS로 설정되어 있는지를 알지 못한다. 예를 들어, 공격자 셀이 ABS를 설정한 경우, 간섭 수준은 서브프레임 별로 크게 변동한다. 따라서, 일부 UE들은 특정 서브프레임들 상에서 자원 할당을 받지 못할 수도 있다. UE가 ABS가 설정된 서브프레임과 ABS가 설정되지 않은 서브프레임을 구별하지 못할 경우, UE는 서브프레임 별로 심하게 변동한 간섭 수준을 단순히 평균을 취한 후 보고해야 한다. 따라서, 부정확한 측정 결과가 보고된다.
- [0206] 이를 위해 해결하기 위해 앞서 설명한 시간 도메인 측정 리소스 제한 패턴(Time domain measurement resource restriction pattern), 즉 측정 서브프레임 패턴이 사용될 수 있다. 이와 같은 측정 서브프레임 패턴에 대한 정보를 UE에게 전달함으로써, UE는 특정 패턴의 서브프레임 상에서만 측정을 수행할 수 있다.
- [0207] 한편, 이웃 소규모 셀이 On/Off 동작을 수행하여, UE가 기존의 CRS를 이용해서는 상기 이웃 소규모 셀에 대한 측정을 수행하기 어려운 경우, 상기 UE는 상기 이웃 소규모 셀로부터의 탐색 신호(DS)를 이용하여 측정을 수행할 수 있다. 하지만 UE의 서빙 셀로서 on 상태로 동작하는 소규모 셀에 대해서는 UE가 CRS와 탐색 신호(DS) 중 어느 것을 이용하여 측정을 수행해야 하는지가 불분명해서 문제가 될 수 있다.
- [0208] 다른 한편, 소규모 셀이 탐색 신호(DS)를 PSS/SSS/CRS(즉, DRS-PSS/DRS-SSS/DRS-CRS) 혹은 PSS/SSS/CSI-RS(즉, DRS-PSS/DRS-SSS/DRS-CSI-RS)의 조합으로 생성하고, 복수의 서브프레임(예컨대, 6개 또는 10개의 서브프레임)

상에서 전송하되, 일부 서브프레임은 ABS로 설정하는 경우, UE가 탐색 신호(DS)에 대해서도 측정 서브프레임 패턴에 의해서 지시된 제한된 서브프레임 상에서만 측정을 수행해야 하는지가 불분명하여 문제가 될 수 있다.

- [0209] 또 다른 한편, 기존 정의에 따르면 RSSI는 CRS가 포함된 특정한 OFDM 심볼 상에서의 측정 결과를 기초로 산출된다. 그런데, 이러한 기존 정의를 탐색 신호(DS)에 대해서 바로 적용하면 문제가 될 수 있다. 왜 문제가 되는지를 설명하면 다음과 같다. 먼저, 기존 정의를 탐색 신호에도 적용하면, 탐색 신호에 대한 RSSI는 탐색 신호가 포함되는 OFDM 심볼 상에서만 측정 결과를 기초로 산출된다. 그런데, 이웃 소규모 셀이 OFF 상태에서 탐색 신호를 전송하는 경우를 가정해보자. 이때에는, 하향링크 서브프레임 상에서 아무런 데이터가 전송되지 않기 때문에, 측정된 RSSI는 부정확하고, 그로 인해 RSRQ의 산출도 부정확해지는 문제점이 있다.
- [0210] 언급한 문제점들을 각기 해결하기 위한 방안들에 대해서 이하 설명하기로 한다.
- [0211] I. 서빙 셀에 대한 RSRP/RSRQ 측정을 위한 참조 신호
- [0212] 먼저, UE의 서빙 셀들 중에서 탐색 신호(DS)를 전송할 수 있는 서빙셀에 대해서 UE가 CRS와 탐색 신호(DS) 중 어느 것을 이용하여 RSRP/RSRQ 측정 수행해야 하는지에 대해서 설명하기로 한다. 다만, 아래의 예에서 특별한 언급이 없다면 UE의 서빙셀은 프라이머리 셀(PCell)을 가르키는 것으로 이해하여도 좋다.
- [0213] 먼저 UE는 각 서빙 셀에 대한 탐색 신호 측정 타이밍 설정(Discovery signal Measurement Timing Configuration: DMTC)을 수신하지 않았을 경우, CRS 기반의 RSRP/RSRQ 측정을 수행할 수 있다. 이때, 탐색 신호 측정 타이밍 설정 (DMTC)란, UE가 측정을 수행할 수 있는 서브프레임을 서빙 셀에 UE에게 설정 해주는 것을 의미한다. 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)은 서브프레임 주기(subframeperiod), 서브프레임 오프셋, 및/또는 서브프레임 구간(subframe duration)을 포함할 수 있다.
- [0214] UE가 각 서빙 셀에 대한 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)을 수신하였을 경우, UE는 다음과 같은 방안들 중 어느 하나의 방안에 따라 동작할 수 있다.
- [0215] 첫 번째 방안으로서, UE가 서빙 셀과 연결(connection)을 맺고 있는 동안은 상기 서빙 셀은 항상 ON 상태에 있게 된다. 따라서 UE는 자신의 서빙 셀에 대해서는 항상 CRS 기반의 RSRP/RSRQ measurement를 수행할 수 있다. 즉, 상기 UE의 서빙 셀이 탐색 신호(DS)를 전송할지라도, 상기 UE는 탐색 신호(DS)가 아닌 CRS에 기반하여 RSRP/RSRQ 측정을 수행한다. 다시 말해서, UE는 자신의 서빙 셀에 대한 RSRP/RSRQ 보고를 수행할 시, C-RSRP, C-RSRQ 값만을 보고할 수 있다. 반면, 상기 UE는 이웃 셀에 대한 측정을 하려고 할 때에만 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP/RSRQ 측정을 수행할 수 있다. 이러한 첫 번째 방안에 대해서 도면을 참조하여 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0216] 도 17a은 CRS와 탐색 신호(DS) 중 어느 것을 이용하여 측정을 수행할지에 대한 첫 번째 해결 방안을 나타낸 예시도이다.
- [0217] 도 17a를 참조하여 알 수 있는 바와 같이, UE가 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)을 수신하는 경우, 상기 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)을 적용하여 제2 셀에 대한 측정을 수행할 수 있다. 반면, 제1 셀에 대해서는 상기 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)을 적용하지 않고, CRS 기반의 측정을 수행할 수 있다.
- [0218] 여기서, 상기 제1 셀이라 함은 UE의 서빙 셀 중 프라이머리 셀(Pcell)을 의미한다. 그리고 상기 제2 셀이라 함은 프라이머리 셀이 아닌 셀을 의미하는 것으로서, 예컨대 세컨더리 셀(Scell) 혹은 이웃 셀을 포함한다.
- [0219] 한편, 상기 제1 셀이 프라이머리 셀(Pcell)일 경우, 상기 UE는 프라이머리 셀(Pcell)에 대한 측정 서브프레임 패턴(예컨대, measSubframePatternPCell)을 수신할 수 있다. 이 경우, 상기 UE는 상기 측정 서브프레임 패턴을 적용하여 상기 프라이머리 셀(Pcell)에 대해 CRS 기반의 측정을 수행할 수 있다. 다시 말해서, 상기 UE는 상기 프라이머리 셀(Pcell)에 대한 측정 서브프레임 패턴에 의해 지시된 서브프레임 상에서 CRS 기반의 측정을 수행할 수 있다.
- [0220] 도 17b은 CRS와 탐색 신호(DS) 중 어느 것을 이용하여 측정을 수행할지에 대한 첫 번째 해결 방안을 보다 상세하게 나타낸 예시도이다.
- [0221] 도 17b를 참조하면, UE는 측정 서브프레임 패턴을 수신한다. 여기서 상기 수신은 프라이머리 셀(Pcell)에 대한 측정 서브프레임 패턴을 수신하는 것과 이웃 셀에 대한 측정 서브프레임 패턴을 수신하는 것을 모두 포함한다.
- [0222] 그러면, 상기 UE는 제1 셀, 예컨대 프라이머리 셀(Pcell)에 대해서는 상기 측정 서브프레임 패턴을 적용하여 CRS 기반의 측정을 수행한다. 즉, 상기 UE는 상기 측정 서브프레임 패턴에서 지시된 서브프레임 상에서 상기 제

1 셀, 예컨대 프라이머리 셀(Pcell)로부터 수신되는 CRS를 이용하여 측정을 수행한다.

- [0223] 한편, UE가 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)을 수신하는 경우에는, 상기 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)을 적용하여 제2 셀에 대한 측정을 수행하지만, 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)을 수신하지 못하는 경우에는 상기 측정 서브프레임 패턴을 적용하여 CRS 기반의 측정을 수행한다. 구체적으로, 상기 UE가 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)을 수신하지 못하는 경우에는, 상기 측정 서브프레임 패턴에서 지시된 서브프레임 상에서 상기 제2 셀로부터 수신되는 CRS를 이용하여 측정을 수행한다.
- [0224] 이제 두 번째 해결 방안 및 세 번째 해결 방안에 대해서 설명하기로 한다.
- [0225] 두 번째 방안에 따르면, UE는 서빙 셀에 대해 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP/RSRQ 측정을 수행할 수 있다. 이 경우, UE는 서빙 셀과 이웃 셀을 구별하지 않고 특정 셀에 대한 탐색 신호(DS) 측정 타이밍 설정(DMTC)을 수신하면, 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP/RSRQ 측정을 수행할 수 있다. 이 경우, UE는 자신의 서빙 셀에 대한 RSRP/RSRQ 측정 결과를 보고할 시, D-RSRP, D-RSRQ 값을 보고할 수 있다.
- [0226] 세 번째 방안에 따르면, UE는 CRS 기반의 RSRP/RSRQ 측정을 수행하거나 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP/RSRQ 측정을 수행할 수 있다. 즉, UE는 특정 참조 신호(RS)를 기반으로 측정을 수행하도록 제한되지 않고, CRS 또는 탐색 신호(DS) 기반의 측정을 수행하거나 CRS 기반의 측정과 탐색 신호(DS) 기반의 측정을 모두 수행할 수 있다. 이 경우, UE는 C-RSRP/C-RSRQ 및/또는 D-RSRP/D-RSRQ 값을 eNodeB에게 보고할 수 있다. 이 경우, UE는 RSRP/RSRQ 값을 eNodeB에게 보고하고, 해당 RSRP/RSRQ 값이 CRS 기반의 측정 값인지 탐색 신호(DS) 기반의 측정 값인지의 여부를 함께 report 할 수 있다.
- [0227] 위 경우에 UE가 eNodeB에게 RSRP/RSRQ 값을 보고할 시, 해당 RSRP/RSRQ 값이 CRS 기반의 측정 값인지 탐색 신호(DS) 기반의 측정 값인지의 여부에 대한 정보를 함께 전달할 수 있다.
- [0228] UE가 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP/RSRQ 측정을 수행할 경우, 탐색 신호(DS)에 DS-CRS와 DS-CSI-RS가 모두 포함되어 있을 수 있다. 이 경우, UE는 RSRP/RSRQ 측정을 위해 DS-CRS를 이용하거나 DS-CSI-RS를 이용할 수 있다. 또는 UE는 DS-CRS와 DS-CSI-RS를 모두 이용할 수도 있다.
- [0229] 셀 ID(Cell ID) 운영 방식(즉, 공유 셀 ID 운영 방식 또는 비공유 셀 ID 운영 방식)에 따라 UE는 특정 전송 포인트(TP)의 RSRP/RSRQ 측정을 DS-CRS로 수행해야 하는지 DS-CSI-RS로 수행해야 하는지의 여부가 달라질 수 있다. 비 공유 셀 ID 운영 방식에서는 전송 포인트(TP)마다 다른 (구분되는) DS-CRS (및 DS-CSI-RS)를 전송하게 되지만 공유 셀 ID 운영 방식에서는 전송 포인트(TP)간에 동일한 (구분되지 않는) DS-CRS를 전송하고 DS-CSI-RS만을 다르게 (구분되도록) 전송할 수 있기 때문이다. 이 경우, UE는 특정 셀 혹은 전송 포인트(TP)가 공유 셀 ID 운영 방식으로 동작하는지 아니면 비 공유 셀 ID 운영 방식으로 동작하는지를 알 수 없기 때문에, 어떠한 참조 신호(RS)를 이용하여 RSRP/RSRQ 측정을 수행해야 하는지 판단할 수 없을 수 있다.
- [0230] 이를 위해 eNodeB는 UE에게 상위 계층 시그널링을 통해 RSRP/RSRQ 측정을 DS-CRS(또는 CRS)로 수행할지 또는 DS-CSI-RS(또는 CSI-RS)로 수행할 지를 알려줄 수 있다. UE가 eNodeB로부터 상위 계층 시그널링을 통해 RSRP/RSRQ 측정을 DS-CRS로 수행 할 것을 설정받은 경우, UE는 DS-CRS로 RSRP/RSRQ 측정을 수행하고, 이를 eNodeB에게 보고할 수 있다. 또는 UE가 eNodeB로부터 상위 계층 시그널링을 통해 RSRP/RSRQ 측정을 DS-CSI-RS로 수행 할 것을 설정받은 경우, UE는 DS-CSI-RS로 RSRP/RSRQ 측정을 수행하고, 이를 eNodeB에게 보고할 수 있다
- [0231] II. Measurement subframe을 설정 받을 시, RSRP/RSRQ 측정
- [0232] 한편, 앞서 설명한 바와 같이 UE가 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)을 수신하고 또한 측정 서브프레임 패턴도 수신하는 경우, 어느 서브프레임 상에서 측정을 수행해야 하는지가 불분명한 문제가 있다. 구체적으로 설명하면, UE가 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)을 수신한 경우, 상기 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)에 지시된 서브프레임 상에서 측정을 수행해야 한다. 아울러, 상기 UE가 측정 서브프레임 패턴을 수신하는 경우, 상기 UE는 상기 측정 서브프레임 패턴에 의해서 지시된 서브프레임 상에서 측정을 수행해야 한다. 그런데, 상기 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)에 의해서 지시된 서브프레임과 상기 측정 서브프레임 패턴에 의해서 지시된 서브프레임들이 서로 완전히 동일하지 않은 경우, 상기 UE는 어느 서브프레임 상에서 측정을 수행해야 하는지를 헷갈릴 수 다.
- [0233] 이에 대한 해결 방안들에 대해서 설명하기로 한다.
- [0234] 먼저, 아래의 해결 방안들은 UE의 서빙 셀과 이웃 셀간에 서로 타이밍이 맞지 않는 상황 (asynchronous case)를

고려하여, UE가 이웃 셀의 SFN, 서브프레임 인덱스를 모르더라도 제한된(restricted) 측정을 수행할 수 있도록 측정 서브프레임 패턴은 서빙 셀의 타이밍을 기준으로 하여 설정되는 것을 전제로 할 수 있다. 이때, 서빙 셀이라 함은 CA나 이중 연결(dual connectivity)와 같은 환경을 고려할 때, UE의 프라이머리 셀(PCell)이거나 세컨더리 셀 그룹(SCG)의 sPCell이거나, 특정 세컨더리 셀(Scell), 또는 지원 정보(assistance information)를 보내주는 셀 일 수 있다.

[0235] 첫 번째 해결 방안은 탐색 신호(DS)가 PSS/SSS/CSI-RS를 포함하거나 PSS/SSS/CRS/CSI-RS를 포함하는 예에 대한 것이다. 이와 같이 탐색 신호(DS)가 PSS/SSS/CSI-RS 또는 PSS/SSS/CRS/CSI-RS를 포함하는 경우, UE는 해당 CSI-RS (즉, DS-CSI-RS)를 통해 RSRP/RSRQ 측정을 수행할 수 있다. 이러한 경우, 간섭을 줄이기 위해 DS-CSI-RS는 인접한 셀 혹은 전송 포인트(TP) 간에 서로 다른 스크램블링 인덱스 및/또는 RE 위치를 사용하여 서로 직교(orthogonal)되도록 전송될 수 있다. 따라서 이러한 경우, UE는 eNodeB로부터 수신된 측정 서브프레임 패턴에 지시된 서브프레임 상에서 제한된 측정을 수행할 필요가 없어지게 된다. 따라서 첫 번째 해결 방안은 UE가 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP/RSRQ 측정을 수행할 경우(D-RSRP, D-RSRQ를 측정하는 경우), UE가 측정 서브프레임 패턴을 수신하더라도, 해당 측정 서브프레임 패턴을 무시하고 측정을 수행할 것을 제안한다. 이 경우, UE는 측정 서브프레임 패턴, 즉 measSubframePatternPCell, measSubframePatternNeigh는 CRS로 RSRP/RSRQ 측정을 수행하는 경우에만 적용할 수 있다.

[0236] 두 번째 해결 방안은 탐색 신호가 PSS/SSS/CRS를 포함하거나, PSS/SSS/CRS/CSI-RS를 포함하는 예에 대한 것이다.

[0237] 탐색 신호(DS)가 PSS/SSS/CRS를 포함하는 경우, UE는 해당 CRS(즉, DS-CRS)를 통해 RSRP/RSRQ 측정을 수행할 수 있다. 또는 탐색 신호(DS)가 PSS/SSS/CRS/CSI-RS를 포함하는 경우, UE는 DS-CRS 및/또는 DS-CSI-RS를 이용하여 RSRP/RSRQ 측정을 수행할 수 있다. 이와 같은 상황에서 UE가 측정 서브프레임 패턴을 수신하고 설정한 경우, UE는 아래와 같이 RSRP/RSRQ 측정을 수행할 수 있다. 아래의 내용은 탐색 신호(DS)에 DS-CRS가 포함된 경우에 대해 설명하지만, 탐색 신호(DS)에 DS-CRS가 포함되지 않고 DS-CSI-RS만이 포함된 경우에도(즉, 탐색 신호(DS)는 PSS/SSS/CSI-RS를 포함하는 경우) 적용될 수 있다.

[0238] 두 번째 해결 방안의 첫 번째 실시예로서, UE는 측정 서브프레임 패턴에 의해서 지시된 서브프레임들 중에서 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)에 의해서 지시된 서브프레임과 중첩되는 서브프레임 상에서 탐색 신호 기반의 측정을 수행할 수 있다. 즉, UE가 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)에 따라 탐색 신호(DS)를 통해 RSRP/RSRQ를 측정하는 경우에도 상기 UE는 측정 서브프레임 패턴에 의해서 지시된 제한된 서브프레임 상에서만 측정을 수행해야 할 수 있다. 다시 말해서, UE가 CRS 뿐 아니라 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)에 따라 탐색 신호(DS)를 통해 RSRP/RSRQ 측정을 수행하는 경우에도 측정 서브프레임 패턴, 즉 measSubframePatternPCell, measSubframePatternNeigh가 적용될 수 있다. 구체적인 흐름을 도를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0239] 도 18은 측정 서브프레임 패턴과 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)을 모두 수신하는 경우, UE가 측정을 수행할 서브프레임을 결정하는 과정을 나타낸다.

[0240] 도 18을 참조하여 알 수 있는 바와 같이, UE는 측정 서브프레임 패턴을 수신한다. 그리고 상기 UE가 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)도 수신하는 경우, 상기 UE는 상기 측정 서브프레임 패턴과 상기 탐색 신호 측정 타이밍 설정에 모두 기초하여, 측정을 수행할 서브프레임을 선택하고, 상기 선택된 서브프레임 상에서 측정을 수행한다. 구체적으로, 상기 UE는 측정 서브프레임 패턴에 의해서 지시된 서브프레임들 중에서 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)에 의해서 지시된 서브프레임과 중첩되는 서브프레임을 선택한다. 이에 대해서 도면을 참조하여 예시적으로 설명하면 다음과 같다.

[0241] 도 19a 및 19b는 측정 서브프레임 패턴과 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC) 모두에 기초해 측정을 수행할 서브프레임을 결정하는 예를 나타낸다.

[0242] 도 19a에 도시된 바와 같이, 탐색 신호 측정 설정 타이밍(DMTC)에 따르면 탐색 신호(DS)가 복수의 서브프레임(예컨대 6개의 서브프레임) 상에서 수신될 수 있다. 이 때, DS-PSS, DS-SSS는 상기 서브프레임들 중 일부(예컨대, 1개의 서브프레임) 또는 전체 서브프레임 상에서 수신될 수 있으나, DS-CSI-RS는 전체 서브프레임 상에서 수신될 수 있다.

[0243] 도 19b를 참조하면, 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)에 의해 지시된 서브프레임들 중에서 측정 서브프레임 패턴에 의해서 지시된 서브프레임과 중첩되는 서브프레임 상에서만 UE는 측정을 수행할 수 있다.

[0244] 두 번째 해결 방안의 두 번째 실시예로서, 탐색 신호(DS)가 예를 들어 한 개 서브프레임과 같이 적은 수의 서브

프레임으로 통해 전송될 것을 고려하면, 탐색 신호(DS)에 DS-CRS가 포함되더라도 측정 서브프레임 패턴에 의해서 지시된 제한된 서브프레임 상에서만 측정을 수행하는 것이 무의미 할 수 있다. 따라서 UE는 탐색 신호(DS)로 RSRP/RSRQ 측정을 수행할 경우(즉, D-RSRP, D-RSRQ를 측정하는 경우), 측정 서브프레임 패턴을 수신하였다더라도, 해당 측정 서브프레임 패턴을 무시하고 측정을 수행할 수 있다. 이 경우, 측정 서브프레임 패턴, 즉 measSubframePatternPCell, measSubframePatternNeigh는 UE가 CRS로 RSRP/RSRQ 측정을 수행하는 경우에만 적용될 수 있다. 보다 구체적으로, measSubframePatternNeigh가 설정되면, UE는 상기 measSubframePatternNeigh가 포함되어 있는 measurement object(또는 이웃 셀 리스트)에 속하는 셀의 경우, CRS를 전송한다고 가정하고 CRS 기반의 측정을 수행할 수 있다. 다시 말하면 측정 서브프레임 패턴을 수신하면, 상기 UE는 해당 셀들이 항상 ON되어 있다고 가정할 수 있다. 또는 기지국은 해당 셀들의 ON/OFF상태를 알려주어, 해당 셀이 ON인 경우에는 상기 UE가 상기 측정 서브프레임 패턴에 의해서 지시된 제한된 서브프레임 상에서 CRS를 사용하여 측정을 수행하도록 할 수 있다. 반면, OFF인 경우에는 상기 UE는 측정 서브프레임 패턴을 무시하고, 즉 상기 측정 서브프레임 패턴에 의한 서브프레임의 제한을 받지 않고 탐색 신호(DS)를 사용하여 측정을 수행할 수 있다. UE가 해당 셀의 탐색 신호(DS)를 검출하거나 탐색 신호(DS)로 측정을 수행하도록 설정받았을 경우는, 상기 측정 서브프레임 패턴을 무시하고 탐색 신호(DS) 기반의 측정을 수행한다. 다만, UE는 CRS 기반의 측정 보고와 탐색 신호 기반의 측정을 모두 보고할 수 있다.

[0245] 한편, 탐색 신호(DS) 기반으로 RSRP/RSRQ 측정을 수행할 경우 탐색 신호(DS)의 형태 및 전송 서브프레임 영역에 따라, 측정 서브프레임 패턴의 적용 여부가 달라질 수 있다.

[0246] 따라서 본 명세서는 UE가 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP/RSRQ 측정 시, 상기 첫 번째 실시예와 상기 두 번째 실시예 중 어떠한 기법을 사용할지(즉, 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP/RSRQ 측정 시, 측정 서브프레임 패턴에 지시된 제한된 서브프레임의 적용 여부)를 eNodeB가 UE에게 상위 계층 시그널링을 통해 알려줄 것을 제안한다. 구체적으로, 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP/RSRQ 측정 시, 첫 번째 실시예의 기법과 상기 두 번째 실시예의 기법 중 어떠한 기법을 사용할지는 주파수 별로 또는 Measurement object 별로 각각 설정될 수 있다. 이러한 설정은 measSubframePatternPCell와 measSubframePatternNeigh가 각각이 또는 전체가 CRS 기반의 RSRP/RSRQ 측정의 경우에만 적용되는지, CRS 뿐 아니라 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP/RSRQ 측정을 수행하는 경우에도 적용이 되는지의 여부를 알려주는 방식으로 설정될 수도 있다. 구체적으로, 특정 measSubframePatternNeigh가 CRS 기반의 RSRP/RSRQ 측정의 경우에만 적용되는지, CRS 뿐 아니라 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP/RSRQ 측정을 수행하는 경우에도 적용이 되는지의 여부는 Measurement object 별로 설정될 수 있다. measSubframePatternNeigh는 Measurement object 별로 존재하므로, Measurement object에 CRS 뿐 아니라 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP/RSRQ 측정을 수행하는 경우에도 적용이 되는지의 여부를 지시 해주는 정보를 포함할 수 있다. 이는 네트워크에 유연성을 제공할 수 있다는 장점이 있다.

[0247] III. RSSI 정의에 대한 개선

[0248] 앞서 설명한 바와 같이, 기존 정의에 따르면 RSSI는 CRS가 포함된 특정한 OFDM 심볼 상에서의 측정 결과를 기초로 산출된다. 그런데, 이러한 기존 정의를 탐색 신호(DS)에 대해서 바로 적용하면 다음과 같이 문제가 될 수 있다. 이웃 소규모 셀이 OFF 상태에서 탐색 신호를 전송하는 경우를 가정해보자. 이때에는, 하향링크 서브프레임 상에서 아무런 데이터가 전송되지 않기 때문에, 측정된 RSSI는 부정확하고, 그로 인해 RSRQ의 산출도 부정확해지는 문제점이 있다.

[0249] 이에 대한 해결 방안으로 다음과 같이 RSSI의 정의를 개선할 수 있다.

[0250] 개선 방안의 첫 번째 예시(Option A)로서, RSSI 측정은 전체 OFDM 심볼 상에서 수행되도록 개선될 수 있다.

[0251] 개선 방안의 두 번째 예시(Option B)로서, RSSI 측정은 탐색 신호(DS)가 전송되지 않는 심볼(non-DS-transmitting symbol) 상에서 수행되도록 개선될 수 있다.

[0252] 개선 방안의 세 번째 예시(Option C)로서, RSSI 측정은 탐색 신호(DS)가 전송되지 않는 서브프레임(non-DS-transmitting subframe) 상에서 수행되도록 개선될 수 있다.

[0253] 위 첫 번째 예시(Option A)에 대해서 상세하게 설명하면 다음과 같다. RSSI에 의해서 지시되는 간섭을 정확하게 반영하기 위해서 탐색 신호(DS)가 검출되는 서브프레임 상의 전체 OFDM 심볼 상에서 RSSI가 측정되도록 할 수 있다. 이는, 측정 서브프레임 패턴을 적용할 때 아주 효과적일 수 있다. 이는, 측정 서브프레임 패턴이 ABS를 고려하여 결정되기 때문이다.

[0254] 위 두 번째 예시(Option B)에 대해서 상세하게 설명하면 다음과 같다. 탐색 신호(DS)가 전송되지 않는 심볼

(non-DS-transmitting symbol) 상에서 RSSI 측정이 수행되도록 하는 것은 다음과 같이 다양하게 나뉠 수 있다. 먼저, 탐색 신호(DS)가 전송되지 않는 OFDM 심볼들을 사용하여 RSSI 측정을 수행할 수 있다(Option B-1). 다음으로, 탐색 신호(DS) 전송을 위해 사용될 수 없는 OFDM 심볼들을 사용하여 RSSI 측정을 수행할 수 있다(Option B-2). 마지막으로, eNodeB에 의해서 설정된 또는 미리 정의된 OFDM 심볼들을 사용하여 RSSI 측정을 수행할 수 있다(Option B-3).

- [0255] 아래에서 DS-PSS/DS-SSS는 OFDM 심볼 #5, #6가 아닌 새로운 OFDM 심볼 영역을 통해 전송될 수도 있으나, 설명의 편의를 위해 OFDM symbol #5, #6을 통해 전송된다고 가정하겠다.
- [0256] Option B-1를 보다 구체적으로 설명하자면 다음과 같다. UE는 RSSI 측정을 수행하는 대상 셀 혹은 전송 포인트(TP)의 탐색 신호(DS)가 전송되지 않는 OFDM 심볼들을 사용하여 RSSI measurement를 사용할 수 있다. 예를 들어 특정 셀 혹은 전송 포인트(TP)의 탐색 신호(DS)가 DS-PSS/DS-SSS(OFDM 심볼 #5, #6 상에서 전송됨), DS-CRS(OFDM 심볼 #0, #4, #7, #11상에서 전송됨)를 포함하는 경우, UE는 탐색 신호(DS)가 전송되지 않는 OFDM 심볼 #1, #2, #3, #8, #9, #10, #12, #13을 사용하여 RSSI 측정을 수행할 수 있다.
- [0257] 또 다른 예로 특정 셀 혹은 전송 포인트(TP)의 탐색 신호(DS)가 DS-PSS/DS-SSS(OFDM 심볼 #5, #6상에서 전송됨), DS-CSI-RS (OFDM 심볼 #9, #10상에서 전송됨)를 포함하는 경우, UE는 탐색 신호(DS)가 전송되지 않는 OFDM 심볼 #0, #1, #2, #3, #4, #7, #8, #11, #12, #13 상에서 RSSI 측정을 수행하게 된다.
- [0258] 또한 탐색 신호(DS)가 DS-PSS/DS-SSS/DS-CRS/DS-CSI-RS를 포함하는 경우, 측정을 수행하는 셀 혹은 전송 포인트(TP)에서 각각의 RS들이 모두 전송되지 않는 OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행하게 된다. 또는 공유 셀 ID 운영 환경을 고려하여, DS-CSI-RS가 전송되지 않는 OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행할 수도 있다.
- [0259] 이러한 기법에서 UE는 RSSI 측정을 수행하는 대상 셀 혹은 전송 포인트(TP)의 탐색 신호(DS) 중 측정 수행을 위한 RS(DS-CRS 및/또는 DS-CSI-RS)가 전송되지 않는 OFDM 심볼 상에서 RSSI 측정을 수행할 수 있다.
- [0260] Option B-2를 보다 구체적으로 설명하자면 다음과 같다. 먼저 탐색 신호(DS)가 DS-PSS/DS-SSS/DS-CRS를 포함하는 경우, UE는 DS-PSS/DS-SSS/DS-CRS가 전송될 수 있는 후보(candidate) OFDM 심볼 영역들을 제외 한 나머지 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행할 수 있다. 이러한 기법에서 UE는 측정 수행을 위한 RS (DS-CRS 및/또는 DS-CSI-RS)가 전송될 수 있는 후보(candidate) OFDM 심볼들을 제외 한 나머지 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행할 수 있다. 즉, 이러한 경우에는 아래 예제들에서 언급한 RSSI 측정을 위한 OFDM 심볼의 영역 중에서 측정에 사용되는 RS가 전송되지 않는 심볼 영역은 제외된다. DS-PSS, DS-SSS만이 전송되는 OFDM 심볼 영역은 DS-PSS, DS-SSS가 전송되는 OFDM 심볼 영역도 RSSI 측정에서 제외하는 경우를 생각해 보면, 예를 들어 FDD를 기준으로 설명하면 DS-CRS가 전송되는 OFDM 심볼 영역이 특정 셀에서는 OFDM 심볼 #0, #4, #7, #11과 같고, 다른 셀에서는 OFDM 심볼 #0, #1, #4, #5, #7, #8, #11, #12와 같을 수 있다. 이 경우, UE는 OFDM 심볼 #0, #1, #4, #5, #6, #7, #8, #11, #12 를 제외 한 나머지 OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행할 수 있다. 이러한 RSSI 측정을 위한 OFDM 심볼 영역은 DS-CRS가 전송되는 안테나 포트의 개수에 따라 달라질 수 있다. 안테나 포트 0, 1를 통해서는 DS-CRS가 OFDM 심볼 #0, #4, #7, #11 사에서는 전송되나, 안테나 포트 2, 3를 통해서는 DS-CRS가 OFDM 심볼 #0, #1, #4, #5, #7, #8, #11, #12 상에서 전송된다. 따라서 DS-CRS가 지닐 수 있는 안테나 포트의 개수에 따라 RSSI 측정을 수행하는 OFDM 심볼 영역이 달라질 수 있다. 즉, DS-CRS가 지닐 수 있는 안테나 포트의 개수가 1 및/또는 2이라면 UE는 OFDM 심볼 #0, #4, #5, #6, #7, #11를 제외 한 나머지 OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행할 수 있다. 하지만 DS-CRS가 지닐 수 있는 안테나 포트의 개수가 1~4라면, UE는 OFDM 심볼 #0, #1, #4, #5, #6, #7, #8, #11, #12를 제외 한 나머지 OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행할 수 있다. 이러한 DS-CRS가 지닐 수 있는 안테나 포트의 개수는 주파수 마다 다를 수 있으며, 이러한 경우 UE는 주파수 마다 설정받은 DS-CRS의 안테나 포트의 개수를 사용하여 다른 OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행해야 할 수 있다.
- [0261] 탐색 신호(DS)가 DS-PSS/DS-SSS/DS-CSI-RS를 포함하는 경우, UE는 DS-PSS/DS-SSS/DS-CSI-RS가 전송될 수 있는 후보 (candidate) OFDM 심볼 영역들을 제외 한 나머지 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행할 수 있다. 예를 들어 FDD 기준으로 설명하면, DS-CSI-RS가 모든 CSI-RS RE 설정을 가질 수 있다고 할 때, DS-CSI-RS는 OFDM 심볼 #5, #6, #9, #10, #12, #13상에서 전송될 수 있다. 이 경우, UE는 OFDM 심볼 #5, #6, #9, #10, #12, #13를 제외 한 나머지 OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행할 수 있다. 특히 ZP(zero-power) CSI-RS 설정을 통해 다른 셀 혹은 전송 포인트(TP)의 DS-CSI-RS가 전송 될 수 있는 RE 영역 상에 데이터를 뮤팅(muting) 시켜주는 것을 가정할 때, UE는 ZP CSI-RS로 설정 되지 않은 OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행할 수 있다. DS-

CSI-RS가 전송될 수 있는 OFDM 심볼 영역은 FDD와 TDD의 경우에 서로 다르므로, UE가 RSSI 측정을 수행하는 OFDM 심볼 영역은 UE가 measurement를 수행하는 frequency의 FDD/TDD type에 따라 달라질 수 있다.

[0262] 탐색 신호(DS)가 DS-PSS/DS-SSS/DS-CRS/DS-CSI-RS를 포함하는 경우, UE는 (측정을 수행하는 주파수에서) 각각의 RS들이 모두 전송될 수 없는 OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행하게 된다. 또는 공유 셀 ID 운영 환경을 고려하여, DS-CSI-RS가 전송될 수 없는 OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행할 수도 있다. 이러한 Option B-2를 사용하는 것은 이웃 셀들이 지닐 수 있는 모든 탐색 신호(DS)가 RSSI 측정에 영향을 미치는 것을 방지하기 위함이다.

[0263] Option B-3에서는 UE는 미리 정의된 OFDM 심볼 영역 또는 eNodeB로부터 설정받은 OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행한다. eNodeB로부터 RSSI 측정을 위한 OFDM 심볼 영역을 설정받을 경우, 이러한 RSSI 측정을 위한 OFDM 심볼 영역은 주파수 별로 설정될 수 있다.

[0264] 이때 UE가 미리 정의된 OFDM 심볼 영역에서 RSSI 측정을 수행하는 경우, RSSI 측정을 위한 OFDM 심볼 영역은 제 1 슬롯 내의 OFDM 심볼 #0, #1, #2, #3 in 으로 정해질 수 있다. 이러한 영역은 DS-PSS, DS-SSS, DS-CSI-RS 등의 위치를 최대한 배제한 위치이면서도, DS-CRS를 일부 포함하여 RSSI 값이 거의 영(zero) 값이 되는 것을 막을 수 있다. 또한 DS-CRS가 탐색 신호(DS)에 포함되지 않은 경우, ON 상태에서 전송되는 CRS를 RSSI 측정에 포함시킴으로써, 보다 정확한 RSSI 값을 측정하게 해준다. 또는 RSSI 측정을 위한 OFDM 심볼 영역은 제1 슬롯의 OFDM 심볼 #1, #2, #3으로 정해질 수 있다. 이러한 영역은 DS-PSS, DS-SSS, DS-CSI-RS, DS-CRS 등의 위치를 최대한 배제한 위치이다.

[0265] 한편, 공유 셀 ID 운영 환경을 가정하면 DS-PSS/DS-SSS(/DS-CRS)로 PCID를 검출하고 DS-CSI-RS로 전송 포인트의 ID(TPID)를 검출할 수 있다. 이때 TPID DS-CSI-RS의 RE 설정 인덱스 또는 스크램블링 인덱스 (또는 RE 설정 인덱스와 스크램블링 인덱스를 통해 설정되는 인덱스)를 의미할 수 있다. 이 경우, 특정 PCID에 대한 셀(클러스터)의 RSRP/RSRQ 측정은 DS-CRS를 사용하여 수행하고, 동일한 PCID를 사용하는 각 전송 포인트(TP)(즉, 클러스터 내의 각 전송 포인트(TP))에 대한 RSRP/RSRQ 측정은 DS-CSI-RS를 사용하여 수행할 수 있다. 이 때, DS-CRS를 사용하여 특정 PCID에 대한 셀(클러스터)의 RSSI 측정을 수행하는 OFDM 심볼 영역과 DS-CSI-RS를 사용하여 전송 포인트(TP)에 대한 RSSI 측정을 수행하는 OFDM 심볼 영역이 서로 다를 수 있다. 예를 들어, DS-CRS를 사용하여 특정 PCID에 대한 셀(혹은 클러스터)의 RSSI 측정을 수행하는 OFDM 심볼 영역이 DS-CRS가 전송되는 전체 또는 일부 OFDM 심볼 영역을 포함할 때, DS-CSI-RS를 사용하여 전송 포인트(TP)에 대한 RSSI 측정을 수행하는 경우에는, DS-CRS가 전송되는 OFDM 심볼 영역을 측정을 위한 심볼 영역에서 제외할 수 있다. 예를 들어 DS-CRS를 사용하여 셀(혹은 클러스터)의 RSRP/RSRQ를 측정할 때, RSSI 측정을 수행하는 OFDM 심볼 영역은 OFDM 심볼 제1 슬롯의 #0, #1, #2, #3과 같을 수 있다. 하지만 DS-CSI-RS를 사용하여 전송 포인트(TP)의 RSRP/RSRQ를 측정할 때, RSSI 측정을 수행하는 OFDM 심볼 영역은 DS-CRS가 전송되는 OFDM 심볼 영역을 제외하여 제1 슬롯의 OFDM 심볼 #1, #2, #3과 같을 수 있다.

[0266] 위 세 번째 예시(Option C)(즉, 탐색 신호(DS)가 전송되지 않는 서브프레임 상에서의 RSSI 측정)에 대해서 상세하게 설명하면 다음과 같다. 앞선 두 번째 예시(Option B)는 UE가 탐색 신호(DS)가 전송되지 않는 OFDM 심볼(non-DS-transmitted OFDM 심볼) 상에서 RSSI를 측정하도록 하는데, 이때 탐색 신호(DS)가 차지하는 OFDM 심볼의 양이 많은 경우 RSSI 측정을 수행할 OFDM 심볼의 양이 충분하지 않을 수 있다. 이를 해결하기 위해 세 번째 예시(Option C)는 UE가 RSSI 측정을 탐색 신호(DS)가 전송되지 않는 서브프레임 상에서 수행하도록 할 수 있다. 이 경우, eNodeB가 UE에게 RSSI 측정을 수행할 서브프레임 위치를 알려줄 수도 있지만, 시그널링 오버헤드 등을 줄이기 위해 또는 설정이 필요하지 않은 상황을 고려하여 UE가 묵시적(implicit)으로 RSSI 측정을 수행할 서브프레임의 위치를 알도록 할 수 있다. UE는 eNodeB로부터 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)을 받을 수 있다. 이러한 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)은 주기 및 오프셋 값을 포함할 수 있으며, 추가적으로 구간(duration)의 값도 포함할 수 있다. 따라서, 여기서는 UE가 측정을 수행할 셀 혹은 전송 포인트(TP)의 PCID(TPID)를 검출한 서브프레임의 다음(next) 서브프레임에서 RSSI 측정을 수행할 것을 제안한다. 또는 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)내에 주기 및 오프셋 값이 포함된 경우, UE는 해당 설정이 가리키는 서브프레임 위치(즉, n번째 서브프레임)의 하나 전 서브프레임(즉, n-1번째 서브프레임) 또는 다음 서브프레임에서(즉, n+1번째 서브프레임)상에서 RSSI 측정을 수행하도록 할 것을 제안한다. 또는 해당 설정이 가리키는 서브프레임 위치(즉, n번째 서브프레임)의 하나 전 서브프레임(즉, n-1번째 서브프레임) 또는 다음 서브프레임(즉, n+1번째 서브프레임)을 포함하는 서브프레임 상에서 UE가 RSSI 측정을 수행하도록 할 것을 제안한다. 또는 해당 설정이 가리키는 서브프레임 위치 외의 서브프레임 상에서 UE가 RSSI 측정을 수행하도록 할 것을 제안한다. 이러한 옵션들은 모든 셀 또는 전송 포인트(TP)들이 동일한 서브프레임에서 탐색 신호(DS)를 전송하고 탐색 신호(DS)는 1개

의 서브프레임을 포함하는 경우에 유용할 수 있다.

- [0267] 앞서 설명한 바와 같이 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)은 주기 및 오프셋 값과 추가적으로 구간(duration)의 값도 포함할 수 있다. 이 경우, UE는 eNodeB로부터 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)을 받았을 때, 수신한 타이밍 구간 외의 서브프레임 상에서 RSSI 측정을 수행할 수 있다. 이때, UE는 상기 설정 내에 지시된 타이밍 구간이 끝나고 다음 서브프레임 상에서 RSSI 측정을 수행할 수 있다.
- [0268] UE가 탐색 신호(DS)가 전송되지 않는 서브프레임 상에서 RSSI 측정을 수행하는 또 다른 방법으로, 특정 구간 동안의 서브프레임 상에서 UE가 RSSI 측정을 수행하도록 할 것을 제안한다. 이때, 실제 탐색 신호(DS)는 해당 구간의 일부 서브프레임 상에서만 수신될 수도 있다. 이러한 측정 방법의 일례로 UE는 실제 탐색 신호(DS)가 전송되는 서브프레임의 위치를 고려하지 않고, 특정 구간 동안의 각 서브프레임 상에서 RSSI를 측정하여, 얻은 RSSI 값들 평균함으로써 RSSI 측정을 보고할 수 있다. 이때, 해당 구간의 값은 상기 탐색 신호 측정 타이밍 설정(DMTC)에 포함될 수 있다. 또는 해당 구간의 값은 탐색 신호(DS)가 전송될 것으로 기대되는 구간 값 외에 별도로 eNodeB로부터 설정받은 RSSI 측정을 위한 구간 값일 수 있다. 또는 UE는 RSSI 측정을 위한 별도의 타이밍 설정(주기, 오프셋 및/또는 구간)을 설정받고, 해당 구간 동안의 서브프레임들을 상에서 RSSI 측정을 수행하고, 상기 해당 구간 동안 측정된 RSSI 값을 평균내어 보고할 수도 있다.
- [0269] 다른 한편, eNodeB는 위에서 설명한 Option A의 기법과 Option B의 기법 중 어떠한 기법을 사용하여 RSSI 측정을 수행할 것인지를 UE에게 설정해 줄 수 있다. 구체적으로, 이런 설정은 주파수 별로 이루어질 수 있다. 즉, UE가 탐색 신호(DS)를 사용한 RSSI 측정을 수행할 경우에, eNodeB는 UE가 (Option A에서와 같이) 탐색 신호(DS)가 수신되는 서브프레임 상의 전 OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행해야 할 지, (Option B에서와 같이) 탐색 신호(DS)가 수신되지 않는 혹은 수신될 수 없는 (일부) OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행해야 할 지 여부를 UE에게 설정해줄 수 있다.
- [0270] 만약, 상위 계층이 RSSI를 모든 OFDM 심볼 상에서 수행하라고 지시할 경우, UE는 측정을 위한 서브프레임 내의 모든 심볼 상에서 RSSI를 측정할 수 있다. 다만, eNodeB는 UE에게 (특정 주파수에 대해) Option B 기법을 사용하여 탐색 신호(DS) 기반의 RSSI 측정을 수행하라고 설정하면서도, 한편으로는 UE에게 모든 OFDM 심볼 상에서 RSSI 측정을 수행하라고 설정할 수도 있다. 이러한 경우, UE는 탐색 신호(DS) 기반의 측정을 수행해야 하는 셀 혹은 전송 포인트(TP)에 대해서는 Option B의 기법을 통해 측정을 수행하고, 기존 기법대로 측정을 해야 하는 셀 혹은 전송 포인트(TP)에 대해서는 상위 계층 시그널에 따라 모든 OFDM 심볼 상에서 RSSI 측정을 수행할 수 있다. 이를 일반화 시키면 UE는 기존 기법으로 측정을 수행하는 셀 혹은 전송 포인트(TP)에 대해서는 기존 기법에 따른 측정을 수행하고, 탐색 신호(DS) 기반의 측정을 수행하는 셀 혹은 전송 포인트(TP)에 대해서는 탐색 신호(DS) 관련 설정에 따라 측정을 수행할 수 있다.
- [0271] 대안적으로, UE는 모든 OFDM 심볼 상에서 RSSI 측정을 수행하라는 상위 계층 시그널링을 무시하고, Option B의 기법을 통해 측정을 수행할 수 있다. 이를 일반화 시키면 UE는 기존 기법으로 측정을 수행하는 셀 혹은 전송 포인트(TP)와 탐색 신호(DS) 기반의 측정을 수행하는 셀 혹은 전송 포인트(TP) 모두에 대해 탐색 신호(DS) 관련 설정이 가장 우선한다고 가정하고, 모든 셀 혹은 전송 포인트(TP)에 대해 탐색 신호(DS) 설정을 따를 수 있다.
- [0272] 다른 한편, 상위 계층이 RSSI 측정을 모든 OFDM 심볼 상에서 수행하라고 지시할 경우, 이러한 상위 계층의 지시는 탐색 신호(DS)를 사용한 RSSI 측정에도 적용될 수 있다.
- [0273] 이때, 이러한 상위 계층 시그널은 UE가 RSSI 측정을 위해 사용할 OFDM 심볼 영역을 설정하는데 우선 순위를 지닐 것을 제안한다. 구체적으로, UE는 기본적으로 (Option B에서와 같이) 탐색 신호(DS)가 수신되지 않는 혹은 수신될 수 없는 (일부) OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행할 것을 가정하지만, eNodeB로부터 전 OFDM 심볼 영역을 사용하여 RSSI 측정을 수행하라는 상위 계층 시그널을 받으면, (Option A에서와 같이) 탐색 신호(DS)가 전송되는 서브프레임에서 전 OFDM 심볼 영역을 사용하여 RSSI 측정을 수행할 수 있다.
- [0274] 또는 OFF 상태에 있는 셀의 탐색 신호(DS)로 인해 RSSI가 과대 측정(over-estimation)되는 현상을 방지하기 위해, UE는 전 OFDM 심볼로 RSSI를 측정하라는 상위 계층 시그널을 수신하더라도 해당 시그널을 무시할 수 있다. 예를 들어 UE는 (Option B에서와 같이) 탐색 신호(DS)가 수신되지 않는 혹은 수신될 수 없는 (일부) OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행하며, eNodeB로부터 전 OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행하라는 상위 계층 시그널을 받더라도 이를 무시하고 (Option B에서와 같이) 탐색 신호(DS)가 수신되지 않는 혹은 수신될 수 없는 (일부) OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행할 수 있다.
- [0275] UE가 eNodeB로부터 제한된 서브프레임 상에서 측정을 수행하라는 측정 서브프레임 패턴을 수신하는 경우, UE는

상기 제한된 서브프레임 내의 전 OFDM 심볼 상에서 RSSI 측정을 수행하게 된다.

- [0276] 이때, 구체적으로, UE는 기본적으로 (Option B에서와 같이) 탐색 신호(DS)가 수신되지 않는 혹은 수신될 수 없는 (일부) OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행할 것을 가정하지만, UE가 eNodeB로부터 측정 서브프레임 패턴을 수신할 경우, 상기 제한된 서브프레임들 중 탐색 신호(DS)가 수신되는 서브프레임 내의 전 OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행할 수 있다.
- [0277] 또는 OFF 상태에 있는 셀의 탐색 신호(DS)로 인해 RSSI가 과대 측정(over-estimation)되는 현상을 방지하기 위해, UE는 eNodeB로부터 측정 서브프레임 패턴을 수신할 경우, 제한된 서브프레임에서 (Option B에서와 같이) 탐색 신호(DS)가 수신되지 않는 혹은 수신될 수 없는 (일부) OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행할 수 있다.
- [0278] 또는 OFF 상태에 있는 셀의 탐색 신호(DS)로 인해 RSSI가 과대 측정(over-estimation)되는 현상을 방지하기 위해, UE는 eNodeB로부터 측정 서브프레임 패턴을 수신할 경우, 상기 측정 서브프레임 패턴의 설정을 무시할 수 있다.
- [0279] 다른 한편, 탐색 신호(DS)가 PSS/SSS/CRS/CSI-RS를 포함하는 경우(구체적으로 탐색 신호가 DS-CSI-RS를 포함하는 경우), UE는 전 OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행하라는 지시를 받더라도 상관없이 (Option B에서와 같이) 탐색 신호(DS)가 수신되지 않는 혹은 수신될 수 없는 (일부) OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행할 수 있다. 반면 탐색 신호(DS)가 PSS/SSS/CRS를 포함하는 경우 (즉, 탐색 신호가 DS-CSI-RS를 포함하지 않는 경우), UE는 전 OFDM 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행하라는 지시를 받으면 상기 UE는 해당 지시에 따라 전 OFDM 심볼 상에서 RSSI 측정을 수행하고, 해당 지시를 수신하지 않으면 기존 RSSI 측정과 같이 CRS(DS-CRS)가 수신되는 OFDM 심볼 상에서만 RSSI 측정을 수행할 수 있다. 이는 DS-CSI-RS가 설정된 경우에는 UE가 새로운 RSSI 측정 방식을 따르고, DS-CSI-RS가 설정되지 않은 경우에는 UE가 기존의 기법대로 RSSI 측정을 수행하도록 하는 방법이다.
- [0280] 구체적으로, DS-PSS/DS-SSS가 수신되는 OFDM 심볼들 상에서 RSSI 측정을 수행하는 경우, DS-PSS/DS-SSS가 수신되는 대역폭(예컨대, 중심 6개의 PRB) 영역에서는 DS-PSS/DS-SSS가 수신되는 OFDM 심볼 영역 상에서 또는 전 심볼 영역 상에서 RSSI 측정을 수행하지 않을 수 있다. 또는 구체적으로, 탐색 신호(DS)가 수신되는 서브프레임에서 RSSI 측정을 수행할 때, 중심 6개의 PRB를 제외한 영역 상에서는 RSSI 측정을 수행하지 않을 수 있다. 이는 중심 6개의 PRB 내에서 탐색 신호(DS)가 차지하는 자원의 양이 많아서 탐색 신호(DS)에 편향(bias된 RSSI 측정 결과가 나타나는 것을 방지하기 위함이다. 또는 탐색 신호(DS)가 수신되지 않는 심볼 영역에 상에서만 RSSI 측정을 수행할 때, 탐색 신호(DS)가 수신되는 OFDM 심볼 영역이 많아서 중심 6개의 PRB 내에서는 RSSI 측정을 수행할 심볼 자원이 충분하지 않을 때 RSSI 측정을 수행하기 위함이다.
- [0281] IV. CSI/CQI 측정
- [0282] 먼저, 앞서 설명한 바와 같이 RSSI를 어떻게 측정할 수 있는지는 여러 방안이 존재할 수 있는데, 이와 같이 RSSI 측정 방안이 다양화에 따라 CQI도 영향을 받을 수 있다. 따라서 이하에서는 다음을 제안한다.
- [0283] CQI 간섭 측정을 위해서, UE는 탐색 신호가 포함되는 OFDM 심볼(또는 주어진 서브프레임에서 탐색 신호가 포함되는 OFDM 심볼 상에서는 간섭을 측정하지 않을 수 있다. 예를 들어, CRS가 탐색 신호에 포함되는 경우, 탐색 신호 타이밍 설정에 따라 탐색 신호가 수신되되 CRS가 포함되는 OFDM 심볼 상에서는 간섭이 측정되지 않을 수 있다.
- [0284] CQI 간섭 측정을 위해서 탐색 신호가 수신되는 서브프레임과 다른 서브프레임 상에서 탐색 신호(DS) 기반의 RSSI가 측정되는 경우, CQI 간섭을 계산할 때에는 탐색 신호가 수신되는 서브프레임은 제외되어야 한다. 따라서 UE는 CQI 측정의 간섭 측정에 대해서는 DS가 수신되는 서브프레임은 사용하지 않는다. 다시 말해서, CQI 간섭 측정은 RSSI 정의를 따른다.
- [0285] 비주기적인 CQI 측정을 위해서, 비주기적인 CSI 요청에 의해서 지시된 하향링크 서브프레임이 탐색 신호 설정에 따라 탐색 신호가 수신되는 서브프레임일 경우, UE는 상기 서브프레임을 유효한 하향링크 서브프레임이라고 간주하지 않는다. 대안적용, 이러한 서브프레임은 네트워크 스케줄링에 의해서 제외될 수 있다. 이에 따르면 상기 서브프레임 상에 대해 비주기적인 CSI 요청이 존재하면, UE는 탐색 신호가 수신되는 서브프레임은 여전히 유효한 서브프레임이라고 간주할 수 있다.
- [0286] 비주기적인 CQI 요청에 대해서 만약 비주기적인 CSI 요청에 의해서 지시된 하향링크 서브프레임이 DMTC에 의해서 지시된 서브프레임 내에 포함된다면, 해당 서브프레임은 유효한 하향링크 서브프레임이 아니라고 고려될 수

있다. 대안적으로, 이러한 서브프레임은 네트워크 스케줄링에 의해서 제외될 수 있다. 이에 의하면, 상기 서브프레임 상에 대해 비주기적인 CSI 요청이 존재하면, UE는 탐색 신호가 수신되는 서브프레임은 여전히 유효한 서브프레임이라고 간주할 수 있다.

- [0287] V. RSSI 측정 서브프레임
- [0288] 소규모 셀 환경에서 소규모 셀들 간에 타이밍이 동기되어 있지 않다면, 셀들 간에 동일한 탐색 신호(DS) 전송 타이밍을 지니더라도 각 셀들이 실제 탐색 신호(DS)를 전송하는 타이밍은 서로 다를 수 있다. 예를 들어 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0289] 도 20은 셀들 간에 탐색 신호의 전송 타이밍이 다른 예를 나타낸다.
- [0290] 도 20을 참조하여 알 수 있는 바와 같이 셀#1, 셀#2, ..., 셀#5의 탐색 신호(DS)가 모두 동일하게 서브프레임 #n, #n+1, ..., #n+4에서 전송되더라도, 각 셀 간에 서브프레임 타이밍이 일치하지 않으면, 각 셀이 탐색 신호(DS)를 전송하는 시점은 서로 다를 수 있다.
- [0291] 이와 같은 상황에서, 특정 UE의 서빙 셀을 셀#1이라 할 때, UE가 탐색 신호(DS) 기반 RSSI(혹은 DSSI라고 함) 측정을 수행하고자 하는 경우, 셀들의 타이밍 동기가 맞지 않는 문제 때문에 측정을 수행하는 서브프레임의 위치의 구성에 따라 측정되는 DSSI 값이 달라지는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 이하에서는 이러한 문제의 해결을 위해 다음과 같은 서브프레임 구간에서 탐색 DSSI를 측정할 것을 제안한다.
- [0292] 첫 번째 방안은, UE는 DSSI의 측정을 위해 DMTC에 따라 탐색 신호(DS)를 전송하는 이웃 셀들이 공통적으로 탐색 신호(DS)를 전송하는 서브프레임 구간을 파악하여, 해당 서브프레임 구간만을 사용하여 DSSI를 측정할 것을 제안한다. 예를 들어 도 20에 도시된 바와 같이 UE가 서빙 셀인 셀#1과 이웃 셀인 셀#2, 셀#3, 셀# 4, 셀#5의 탐색 신호(DS) 전송 타이밍을 알 경우, 셀#1, ..., 셀#5가 공통적으로 탐색 신호(DS)를 전송하는 서브프레임 영역인 서브프레임#n+1, #n+2, #n+3만을 DSSI 측정에 사용할 수 있다. 좀 더 나아가 TDD의 경우 이러한 문제가 없으므로, 이러한 설정은 FDD인 경우에 한정한다고 할 수 있다. 더불어 탐색 신호(DS) 기반 RSRP와 RSSI가 측정되는 서브프레임의 정렬을 맞추기 위해, DSSI에 측정에 사용되는 구간에서만 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP 측정을 수행한다고 가정할 수 있다.
- [0293] 두 번째 방안은, eNodeB가 UE에게 DSSI의 측정을 위해 사용할 서브프레임들의 위치를 설정해 줄 것을 제안한다. 예를 들어 DSSI 측정을 위한 서브프레임 위치는 DMTC 내에 포함되어 설정될 수 있으며, DSSI 측정을 위한 서브프레임 위치를 표현하기 위해 다음과 같은 값이 설정될 수 있다.
- [0294] - DSSI 측정을 위한 서브프레임들의 시작점을 나타내기 위한, DMTC 구간 시작점으로부터의 오프셋 값
- [0295] - DSSI 측정을 위한 서브프레임의 구간 값
- [0296] 이 경우 UE는 DMTC 구간 내에서 설정받은 ‘DSSI 측정을 위한 서브프레임들’ 만을 DSSI의 측정에 사용할 수 있다. 더불어 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP와 RSSI가 측정되는 서브프레임의 정렬을 맞추기 위해, DSSI에 측정에 사용되는 구간에서만 탐색 신호(DS) 기반 RSRP 측정을 수행한다고 가정할 수 있다.
- [0297] 세 번째 방안은, UE가 DSSI의 측정을 위해 실제 탐색 신호(DS)가 전송되는 서브프레임 위치에 상관없이 DMTC 구간 전체를 DSSI 측정에 사용할 것을 제안한다. 예를 들어 서브프레임 #n ~ #n+4가 DMTC로 설정되고 서브프레임 #n~#n+2에서만 서빙 셀의 탐색 신호(DS)가 전송된다고 하더라도, UE는 DMTC 구간인 서브프레임 #n ~ #n+4에서 DSSI를 측정할 수 있다. 더불어 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP와 RSSI가 측정되는 서브프레임의 정렬을 맞추기 위해, DSSI에 측정에 사용되는 구간에서만 탐색 신호(DS) based RSRP 측정을 수행한다고 가정할 수 있다.
- [0298] 네 번째 방안은, UE는 DMTC를 통해 지시한 구간동안 탐색 신호(DS)가 수신될 수 있게끔 네트워크가 조정한다고 가정한다 그러나, 이러한 경우에도 셀간 동기가 맞아 있지 않으면 서브프레임 경계가 틀려질 수 있으므로, 최대 셀간 한 서브프레임의 차이가 있을 수 있다. 따라서 이러한 경우, DMTC의 시작점과 끝점에서 간섭의 변동이 생길 수 있다 (예를 들어, 몇 개의 셀만 탐색 신호(DS)를 전송할 수 있다). 따라서 단말은 DMTC가 수신되면 앞/뒤 1msec를 제외한 구간에서만 DSSI를 측정할 수 있다고 가정할 수 있다. 이러한 설정은 네트워크의 동기를 알거나 모르거나 적용할 수 있으며, 구체적으로 DMTC 구간에서 앞/뒤 1msec씩 DSSI 측정으로 사용되지 않는다고 가정할 수 있다. 좀 더 나아가 TDD의 경우 이러한 문제가 없으므로, 이러한 설정은 FDD인 경우에 한정한다고 할 수 있다. 더불어 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP와 RSSI가 측정되는 서브프레임의 정렬을 맞추기 위해, 제안하는 방법에 의해 DSSI 측정에 사용되는 서브프레임 구간에서 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP 측정을 수행한다고 가정할 수 있다. 즉, DMTC의 구간이 5msec인 경우, 중간 3msec에서만 탐색 신호(DS) 기반의 RSRP/RSRQ 측정을 수행할 수

있다.

[0299] 지금까지 설명한, 본 발명의 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 구체적으로는 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

[0300] 도 21은 본 명세서의 개시가 구현되는 무선통신 시스템을 나타낸 블록도이다.

[0301] 기지국(200)은 프로세서(processor, 201), 메모리(memory, 202) 및 RF부(RF(radio 주파수) unit, 203)을 포함한다. 메모리(202)는 프로세서(201)와 연결되어, 프로세서(201)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(203)는 프로세서(201)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다. 프로세서(201)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 전술한 실시 예에서 기지국의 동작은 프로세서(201)에 의해 구현될 수 있다.

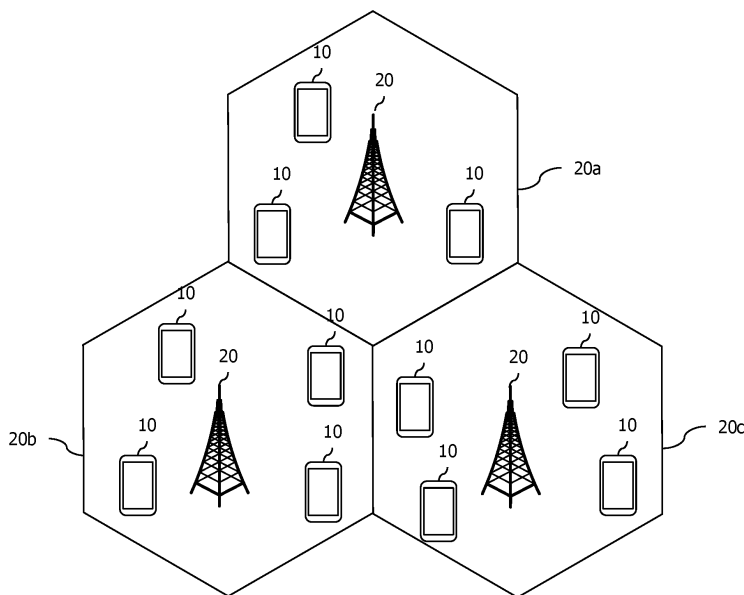
[0302] UE(100)는 프로세서(101), 메모리(102) 및 RF부(103)을 포함한다. 메모리(102)는 프로세서(101)와 연결되어, 프로세서(101)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(103)는 프로세서(101)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다. 프로세서(101)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다.

[0303] 프로세서는 ASIC(application-specific integrated circuit), 다른 칩셋, 논리 회로 및/또는 데이터 처리 장치를 포함할 수 있다. 메모리는 ROM(read-only memory), RAM(random access memory), 플래쉬 메모리, 메모리 카드, 저장 매체 및/또는 다른 저장 장치를 포함할 수 있다. RF부는 무선 신호를 처리하기 위한 베이스밴드 회로를 포함할 수 있다. 실시예가 소프트웨어로 구현될 때, 상술한 기법은 상술한 기능을 수행하는 모듈(과정, 기능 등)로 구현될 수 있다. 모듈은 메모리에 저장되고, 프로세서에 의해 실행될 수 있다. 메모리는 프로세서 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서와 연결될 수 있다.

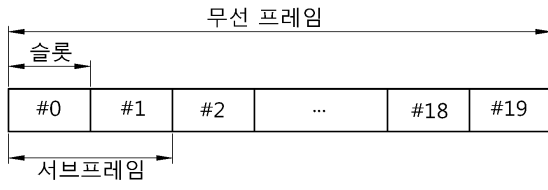
[0304] 상술한 예시적인 시스템에서, 방법들은 일련의 단계 또는 블록으로써 순서도를 기초로 설명되고 있지만, 본 발명은 단계들의 순서에 한정되는 것은 아니며, 어떤 단계는 상술한 바와 다른 단계와 다른 순서로 또는 동시에 발생할 수 있다. 또한, 당업자라면 순서도에 나타난 단계들이 배타적이지 않고, 다른 단계가 포함되거나 순서도의 하나 또는 그 이상의 단계가 본 발명의 범위에 영향을 미치지 않고 삭제될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

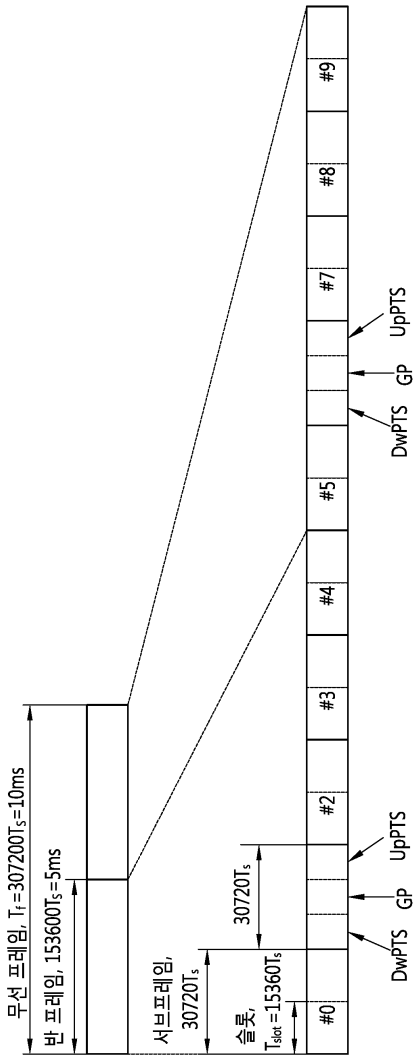
도면1



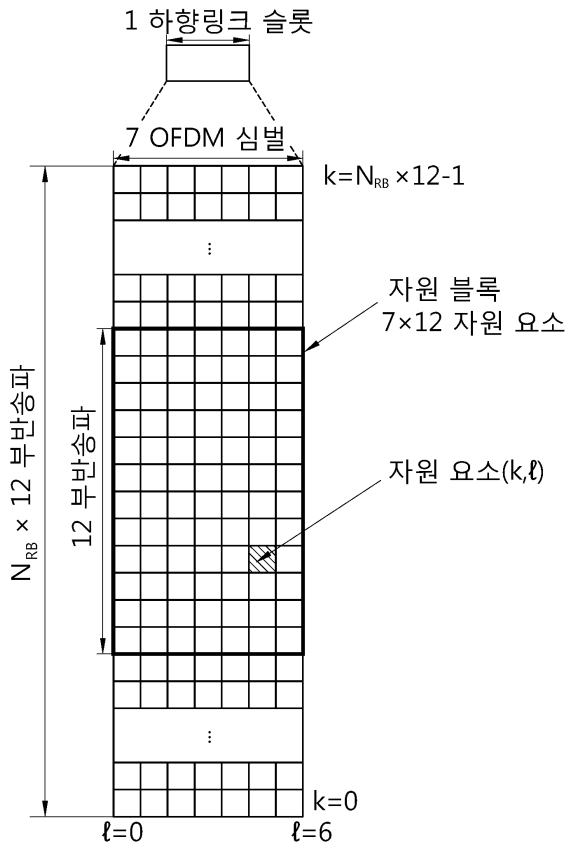
도면2



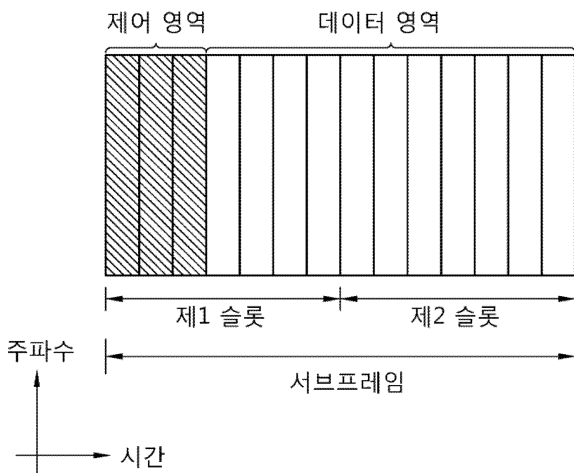
도면3



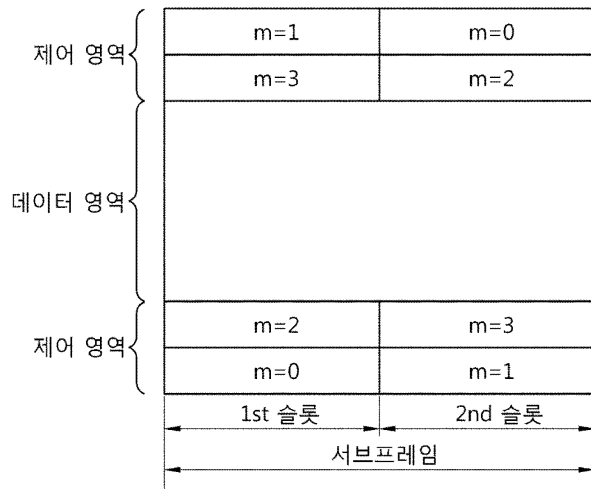
도면4



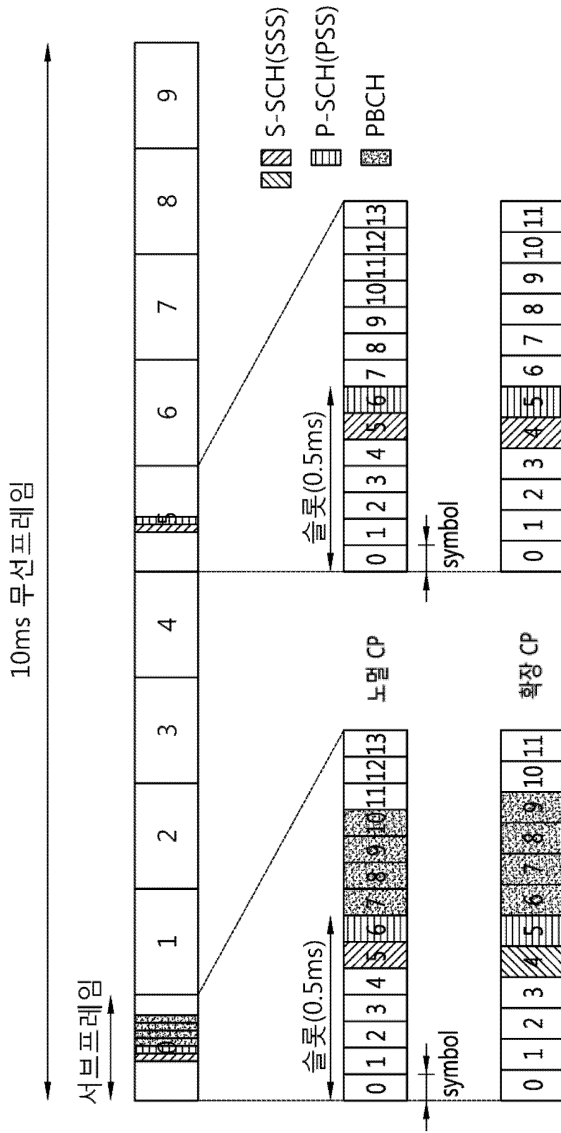
도면5



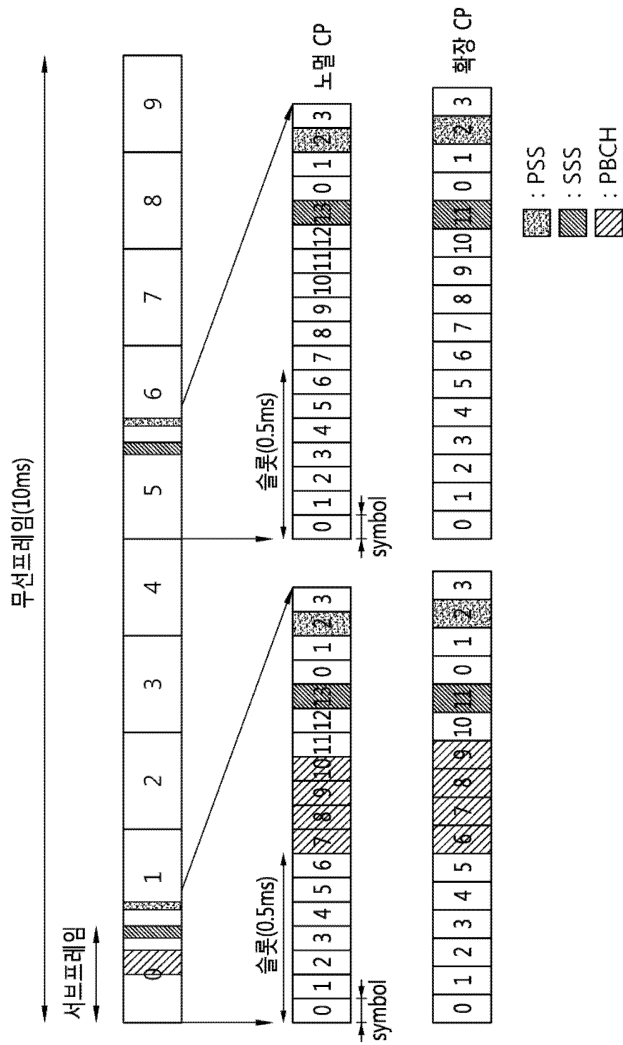
도면6



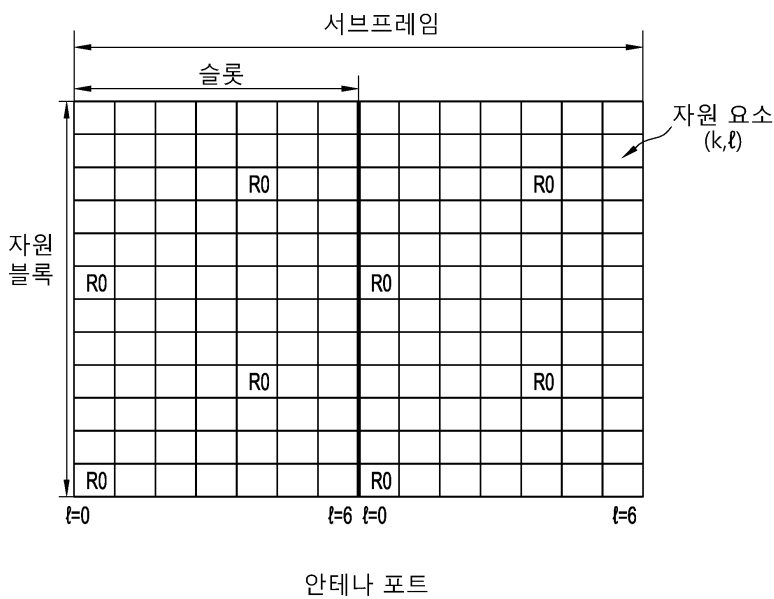
도면7



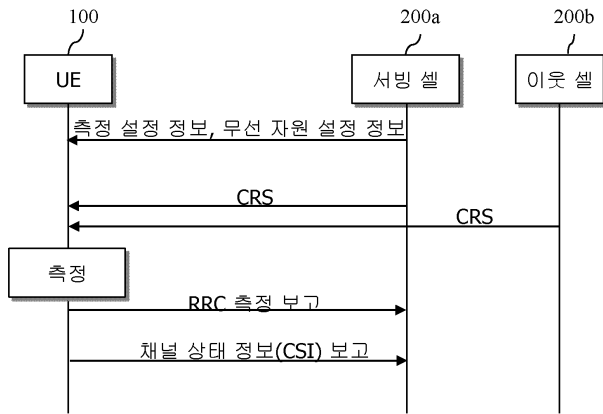
도면8



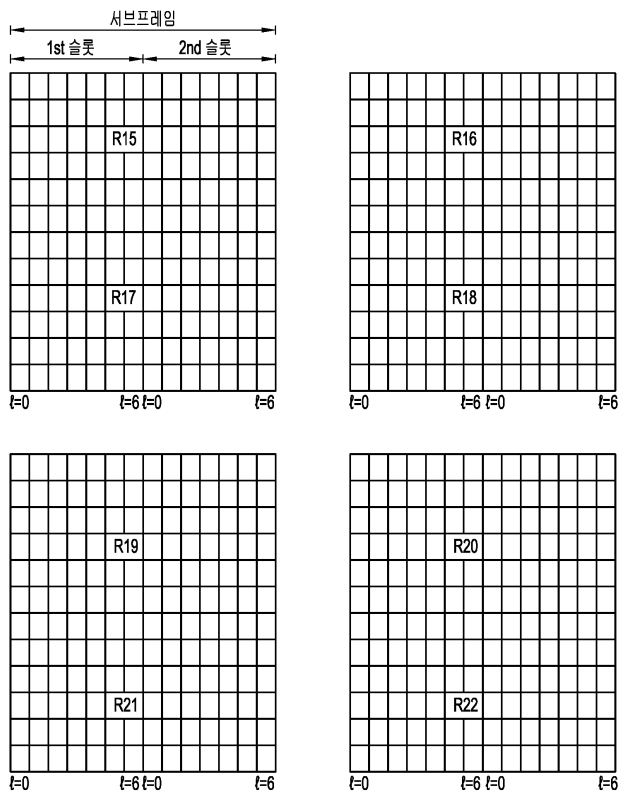
도면9



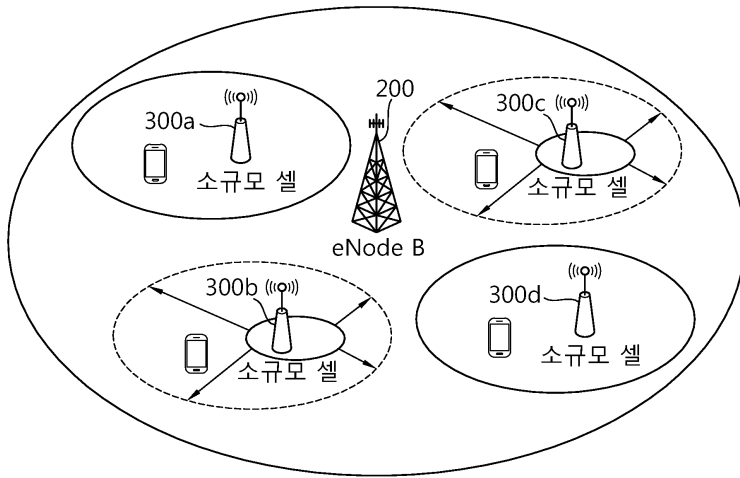
도면10



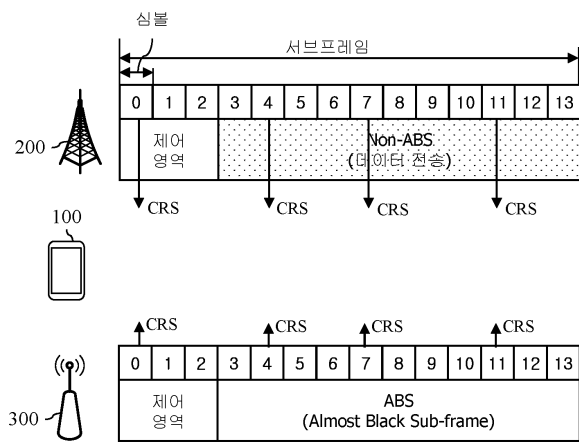
도면11



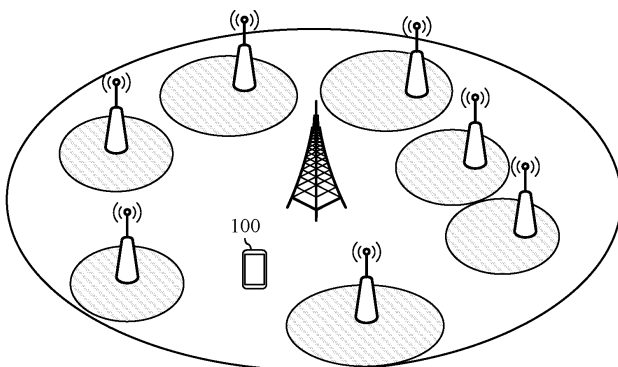
도면12



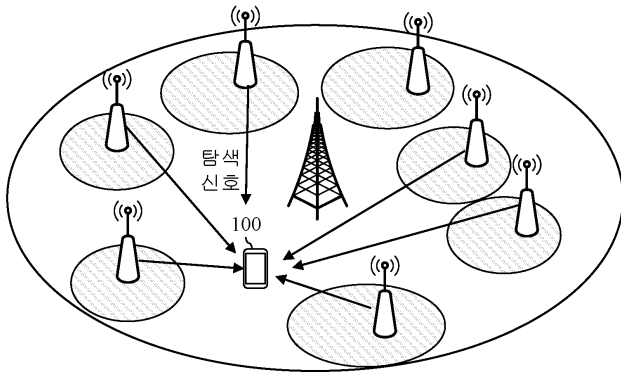
도면13



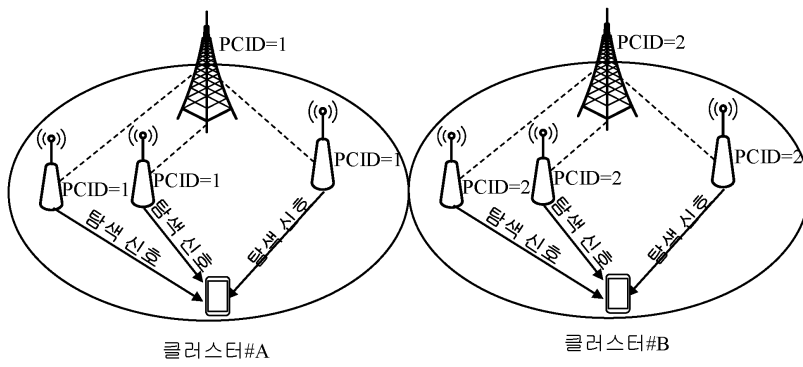
도면14



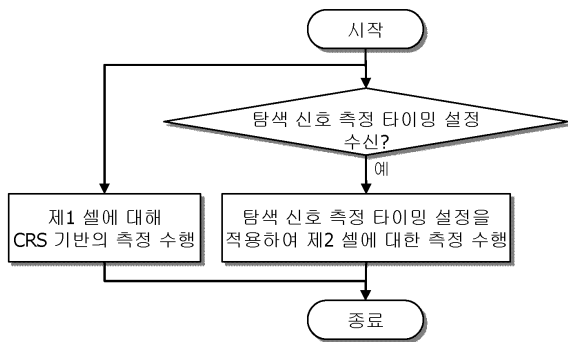
도면15



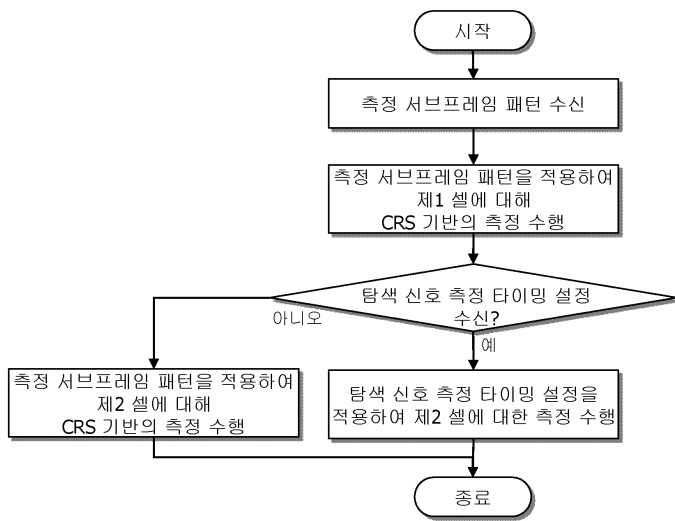
도면16



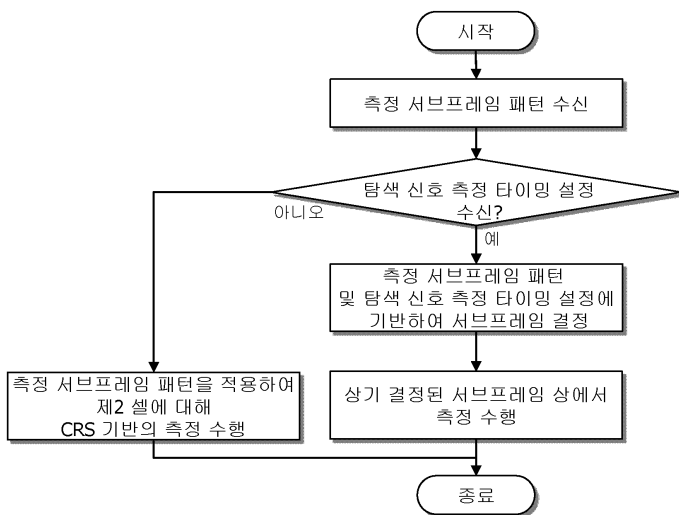
도면17a



도면17b



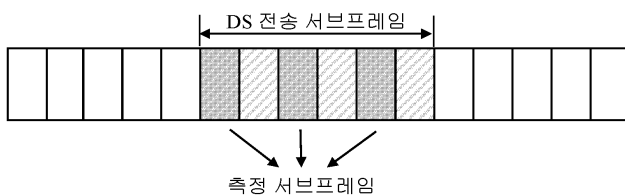
도면18



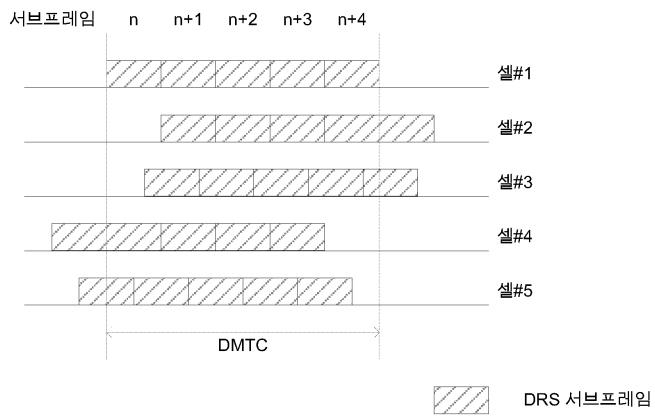
도면19a



도면19b



도면20



도면21

