



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년09월23일
(11) 등록번호 10-1443650
(24) 등록일자 2014년09월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 24/10 (2009.01) H04B 7/26

(2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0067776

(22) 출원일자 2013년06월13일

심사청구일자 2013년07월09일

(65) 공개번호 10-2013-0141382

(43) 공개일자 2013년12월26일

(30) 우선권주장

61/659,989 2012년06월15일 미국(US)

(뒷면에 계속)

(56) 선행기술조사문헌

US20110249578 A1

3GPP R1-121946

전체 청구항 수 : 총 15 항

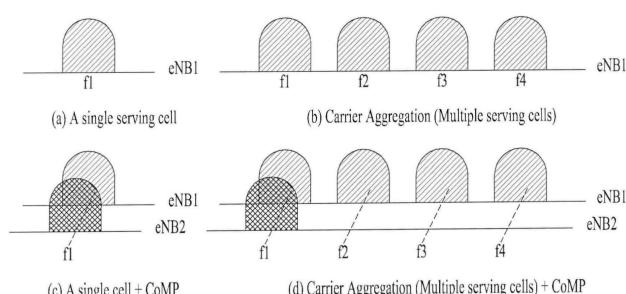
심사관 : 황유진

(54) 발명의 명칭 채널 상태 정보를 전송하는 방법 및 사용자기기와 채널 상태 정보를 수신하는 방법 및 기지국

(57) 요 약

본 발명은 채널 상태 정보(CSI)를 전송 혹은 수신하는 방법 및 장치를 제공한다. 본 발명에 따르면, 사용자기기가 서빙 셀 별로 하나 이상의 CSI 프로세스(process)들로 설정될 수 있는 경우, 특정 서빙 셀(serving cel 1)에 대한 하향링크 제어 정보에 포함되는 CSI 요청 필드는 상기 CSI 요청 필드에 의해 트리거되는 비주기적 CSI 보고가 상기 일 서빙 셀에 대한 CSI 프로세스(들) 중 상위 계층(higer layer)에 의해 설정된 일련(set)의 CSI 프로세스(들)에 대해 트리거(trigger)되는지 여부를 적어도 나타낸다.

대 표 도 - 도11



(72) 발명자

서동연경기 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1연
구단지 (호계동)**박종현**경기 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1연
구단지 (호계동)**손일수**경기 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1연
구단지 (호계동)**김기준**경기 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1연
구단지 (호계동)**양석철**경기 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1연
구단지 (호계동)

(30) 우선권주장

61/667,406	2012년07월02일	미국(US)
61/667,409	2012년07월02일	미국(US)
61/695,289	2012년08월30일	미국(US)
61/706,778	2012년09월28일	미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

사용자기기가 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 전송함에 있어서,

특정 서빙 반송파(carrier)에 대한 하향링크 제어 정보를 수신하되, 상기 하향링크 제어 정보는 CSI 요청 필드를 포함하고;

상기 특정 서빙 반송파의 물리 상향링크 공유 채널(physical uplink shared channel, PUSCH) 상에서 비주기적 CSI 보고(CSI report)를 수행하는 것을 포함하며,

상기 비주기적 CSI 보고는 상기 CSI 요청 필드에 의해 트리거되고,

상기 사용자기기가 적어도 하나의 서빙 반송파에 대해 하나 이상의 CSI 프로세스(process)들로 설정될 수 있는 모드로 설정된 경우, 상기 CSI 요청 필드는 '트리거(trigger)되는 비주기적 CSI 보고 없음', '상기 비주기적 CSI 보고가 상기 특정 서빙 반송파에 대한 CSI 프로세스(들) 중에서 상위 계층(highest layer)에 의해 설정된 제1 CSI 프로세스 모음(set)에 대해 트리거됨', '상기 비주기적 CSI 보고가 상기 상위 계층에 의해 설정된 제2 CSI 프로세스 모음에 대해 트리거됨'과 '상기 비주기적 CSI 보고가 상기 상위 계층에 의해 설정된 제3 CSI 프로세스 모음에 대해 트리거됨' 중 하나를 나타내는,

채널 상태 정보 전송 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 CSI 요청 필드는 2 비트인,

채널 상태 정보 전송 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 사용자기기는 상기 특정 서빙 반송파를 포함한 하나 이상의 서빙 반송파로 설정된,

채널 상태 정보 전송 방법.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1, 제2 및 제3 CSI 프로세스 모음 내 각 CSI 프로세스는 신호 측정을 위한 일 CSI 참조 자원(CSI reference resource) 및 간섭 측정을 위한 일 간섭 측정 자원(interference measurement resource)과 연관된,

채널 상태 정보 전송 방법.

청구항 5

기지국이 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 수신함에 있어서,

사용자기기에게 특정 서빙 반송파(carrier)에 대한 하향링크 제어 정보를 전송하되, 상기 하향링크 제어 정보는 CSI 요청 필드를 포함하고;

상기 특정 서빙 반송파의 물리 상향링크 공유 채널(physical uplink shared channel, PUSCH) 상에서 비주기적 CSI 보고(CSI report)를 수행하는 것을 포함하며,

상기 비주기적 CSI 보고는 상기 CSI 요청 필드에 의해 트리거되고,

상기 사용자기기가 적어도 하나의 서빙 반송파에 대해 하나 이상의 CSI 프로세스(process)들로 설정될 수 있는 모드로 설정된 경우, 상기 CSI 요청 필드는 '트리거(trigger)되는 비주기적 CSI 보고 없음', '상기 비주기

적 CSI 보고가 상기 특정 서빙 반송파에 대한 CSI 프로세스(들) 중에서 상위 계층(higer layer)에 의해 설정된 제1 CSI 프로세스 모음(set)에 대해 트리거됨', '상기 비주기적 CSI 보고가 상기 상위 계층에 의해 설정된 제2 CSI 프로세스 모음에 대해 트리거됨'과 '상기 비주기적 CSI 보고가 상기 상위 계층에 의해 설정된 제3 CSI 프로세스 모음에 대해 트리거됨' 중 하나를 나타내는,

채널 상태 정보 수신 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 CSI 요청 필드는 2 비트인,

채널 상태 정보 수신 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 사용자기기는 상기 특정 서빙 반송파를 포함한 하나 이상의 서빙 반송파로 설정된,

채널 상태 정보 수신 방법.

청구항 8

제 5 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1, 제2 및 제3 CSI 프로세스 모음 내 각 CSI 프로세스는 신호 측정을 위한 일 CSI 참조 자원(CSI reference resource) 및 간섭 측정을 위한 일 간섭 측정 자원(interference measurement resource)과 연관된,

채널 상태 정보 수신 방법.

청구항 9

사용자기기가 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 전송함에 있어서,

무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛 및 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서는 특정 서빙 반송파(carrier)에 대한 하향링크 제어 정보를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성되되, 상기 하향링크 제어 정보는 CSI 요청 필드를 포함하고; 상기 특정 서빙 반송파의 물리 상향링크 공유 채널(physical uplink shared channel, PUSCH) 상에서 비주기적 CSI 보고(CSI report)를 수행하도록 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성되며,

상기 비주기적 CSI 보고는 상기 CSI 요청 필드에 의해 트리거되고,

상기 사용자기기가 적어도 하나의 서빙 반송파에 대해 하나 이상의 CSI 프로세스(process)들로 설정될 수 있는 모드로 설정된 경우, 상기 CSI 요청 필드는 '트리거(trigger)되는 비주기적 CSI 보고 없음', '상기 비주기적 CSI 보고가 상기 특정 서빙 반송파에 대한 CSI 프로세스(들) 중에서 상위 계층(higer layer)에 의해 설정된 제1 CSI 프로세스 모음(set)에 대해 트리거됨', '상기 비주기적 CSI 보고가 상기 상위 계층에 의해 설정된 제2 CSI 프로세스 모음에 대해 트리거됨'과 '상기 비주기적 CSI 보고가 상기 상위 계층에 의해 설정된 제3 CSI 프로세스 모음에 대해 트리거됨' 중 하나를 나타내는,

사용자기기.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 CSI 요청 필드는 2 비트인,

사용자기기.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 사용자기기는 상기 특정 서빙 반송파를 포함한 하나 이상의 서빙 반송파로 구성되고,
사용자기기.

청구항 12

제 9 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1, 제2 및 제3 CSI 프로세스 모음 내 각 CSI 프로세스는 신호 측정을 위한 일 CSI 참조 자원(CSI reference resource) 및 간섭 측정을 위한 일 간섭 측정 자원(interference measurement resource)과 연관된,
사용자기기.

청구항 13

기지국이 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 수신함에 있어서,

무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛 및 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서는 사용자기기에게 특정 서빙 반송파(carrier)에 대한 하향링크 제어 정보를 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성되되, 상기 하향링크 제어 정보는 CSI 요청 필드를 포함하고; 상기 특정 서빙 반송파의 물리 상향링크 공유 채널(physical uplink shared channel, PUSCH) 상에서 비주기적 CSI 보고(CSI report)를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성되며,

상기 비주기적 CSI 보고는 상기 CSI 요청 필드에 의해 트리거되고,

상기 사용자기기가 적어도 하나의 서빙 반송파에 대해 하나 이상의 CSI 프로세스(process)들로 설정될 수 있는 모드로 설정된 경우, 상기 CSI 요청 필드는 '트리거(trigger)되는 비주기적 CSI 보고 없음', '상기 비주기적 CSI 보고가 상기 특정 서빙 반송파에 대한 CSI 프로세스(들) 중에서 상위 계층(highest layer)에 의해 설정된 제1 CSI 프로세스 모음(set)에 대해 트리거됨', '상기 비주기적 CSI 보고가 상기 상위 계층에 의해 설정된 제2 CSI 프로세스 모음에 대해 트리거됨'과 '상기 비주기적 CSI 보고가 상기 상위 계층에 의해 설정된 제3 CSI 프로세스 모음에 대해 트리거됨' 중 하나를 나타내는,

기지국.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 CSI 요청 필드는 2 비트인,

기지국.

청구항 15

제 13 항 또는 제 14 항에 있어서,

상기 제1, 제2 및 제3 CSI 프로세스 모음 내 각 CSI 프로세스는 신호 측정을 위한 일 CSI 참조 자원(CSI reference resource) 및 간섭 측정을 위한 일 간섭 측정 자원(interference measurement resource)과 연관된,
기지국.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로서 채널 상태 정보를 전송 혹은 수신하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 기기간(Machine-to-Machine, M2M) 통신과, 높은 데이터 전송량을 요구하는 스마트폰, 태블릿 PC 등의 다양한

장치 및 기술이 출현 및 보급되고 있다. 이에 따라, 셀룰러 망에서 처리될 것이 요구되는 데이터 양이 매우 빠르게 증가하고 있다. 이와 같이 빠르게 증가하는 데이터 처리 요구량을 만족시키기 위해, 더 많은 주파수 대역을 효율적으로 사용하기 위한 반송파 집성(carrier aggregation) 기술, 인지무선(cognitive radio) 기술 등과, 한정된 주파수 내에서 전송되는 데이터 용량을 높이기 위한 다중 안테나 기술, 다중 기지국 협력 기술 등이 발전하고 있다.

[0003] 일반적인 무선 통신 시스템은 하나의 하향링크(downlink, DL) 대역과 이에 대응하는 하나의 상향링크(uplink, UL) 대역을 통해 데이터 송/수신을 수행(주파수분할듀플렉스(frequency division duplex, FDD) 모드의 경우)하거나, 소정 무선 프레임(Radio Frame)을 시간 도메인(time domain)에서 상향링크 시간 유닛과 하향링크 시간 유닛으로 구분하고, 상/하향링크 시간 유닛을 통해 데이터 송/수신을 수행(시분할듀플렉스(time division duplex, TDD) 모드의 경우)한다. 기지국(base station, BS)과 사용자기기(user equipment, UE)는 소정 시간 유닛, 예를 들어, 서브프레임(subframe, SF) 단위로 스케줄링된 데이터 및/또는 제어 정보를 송수신한다. 데이터는 상/하향링크 서브프레임에 설정된 데이터 영역을 통해 송수신되고, 제어 정보는 상/하향링크 서브프레임에 설정된 제어 영역을 통해 송수신된다. 이를 위해, 무선 신호를 나르는 다양한 물리 채널이 상/하향링크 서브프레임에 설정된다. 이에 반해 반송파 집성 기술은 보다 넓은 주파수 대역을 사용하기 위하여 복수의 상/하향링크 주파수 블록들을 모아 더 큰 상/하향링크 대역폭을 사용함으로써 단일 반송파가 사용될 때에 비해 많은 양의 신호가 동시에 처리될 수 있다.

[0004] 한편, 사용자기기가 주변에서 엑세스할 수 있는 노드(node)의 밀도가 높아지는 방향으로 통신 환경이 진화하고 있다. 노드라 함은 하나 이상의 안테나를 구비하여 사용자기기와 무선 신호를 전송/수신할 수 있는 고정된 지점(point)을 말한다. 높은 밀도의 노드를 구비한 통신 시스템은 노드들 간의 협력에 의해 더 높은 성능의 통신 서비스를 사용자기기에게 제공할 수 있다.

[0005] 복수의 노드들에서 동일한 시간-주파수 자원을 이용하여 사용자기기와 통신을 수행하는 이러한 노드 협력 통신 방식은 각 노드가 독립적인 기지국으로 동작하여 상호 협력 없이 사용자기기와 통신을 수행하는 기존의 통신 방식보다 데이터 처리량에 있어서 훨씬 우수한 성능을 갖는다.

[0006] 다중 노드 시스템은 각 노드가, 기지국 혹은 엑세스 포인트, 안테나, 안테나 그룹, 무선 리모트 헤드(radio remote header, RRH), 무선 리모트 유닛(radio remote unit, RRU)로서 동작하는, 복수의 노드들을 사용하여 협력 통신을 수행할 수 있다. 또한 복수의 노드들이 동시에 신호 전송 혹은 신호 수신에 직접 참여하지 않는다고 하더라도, 상기 복수의 노드들이 서로에게 미치는 신호 간섭을 줄이면서 각각의 신호 전송/수신을 수행할 수 있으므로 전체 통신 시스템의 처리량을 높일 수도 있다.

[0007] 안테나들이 기지국에 집중되어 위치해 있는 기존의 중앙 집중형 안테나 시스템과 달리, 다중 노드 시스템에서 상기 복수의 노드들은 통상 일정 간격 이상으로 떨어져 위치한다. 상기 복수의 노드들은 각 노드의 동작을 제어하거나, 각 노드를 통해 송/수신될 데이터를 스케줄링하는 하나 이상의 기지국 혹은 기지국 컨트롤러(controller)에 의해 관리될 수 있다. 각 노드는 해당 노드를 관리하는 기지국 혹은 기지국 컨트롤러와 케이블 혹은 전용 회선(dedicated line)을 통해 연결된다.

[0008] 이러한 다중 노드 시스템은 분산된 노드들이 동시에 서로 다른 스트림을 송/수신하여 단일 또는 다수의 사용자기기와 통신할 수 있다는 점에서 일종의 MIMO(multiple input multiple output) 시스템으로 볼 수 있다. 다만, 다중 노드 시스템은 다양한 위치에 분산된 노드들을 이용하여 신호를 전송하므로, 기존의 중앙 집중형 안테나 시스템에 구비된 안테나들에 비해, 각 안테나가 커버해야 하는 전송 영역이 축소된다. 따라서, 중앙 집중형 안테나 시스템에서 MIMO 기술을 구현하던 기존 시스템에 비해, 다중 노드 시스템에서는 각 안테나가 신호를 전송하는 데 필요한 전송 전력이 감소될 수 있다. 또한, 안테나와 사용자기기 간의 전송 거리가 단축되므로 경로 손실이 감소되며, 데이터의 고속 전송이 가능하게 된다. 이에 따라, 셀룰러 시스템의 전송 용량 및 전력 효율이 높아질 수 있으며, 셀 내의 사용자기기의 위치에 상관없이 상대적으로 균일한 품질의 통신 성능이 만족될 수 있다. 또한, 다중 노드 시스템에서는, 복수의 노드들에 연결된 기지국(들) 혹은 기지국 컨트롤러(들)이 데이터 전송/수신에 협력하므로, 전송 과정에서 발생하는 신호 손실이 감소된다. 또한, 일정 거리 이상 떨어져 위치한 노드들이 사용자기기와 협력 통신을 수행하는 경우, 안테나들 사이의 상관도(correlation) 및 간섭이 줄어들게 된다. 따라서, 다중 노드 협력 통신 방식에 의하면, 높은 신호 대 잡음 비(signal to interference-plus-noise ratio, SINR)이 얻어질 수 있다.

[0009] 이와 같은 다중 노드 시스템의 장점 때문에, 차세대 이동 통신 시스템에서 기지국 중설 비용과 백홀(backhaul) 망의 유지 비용을 줄이는 동시에, 서비스 커버리지의 확대와 채널용량 및 SINR의 향상을 위해,

다중 노드 시스템이 기존의 중앙집중형 안테나 시스템과 병행 혹은 대체하여 셀룰러 통신의 새로운 기반으로 대두되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 현재까지의 통신은 주로 단일 노드와 사용자기기 사이에서 단일 반송파를 이용하여 이루어졌으므로 사용자기기가 채널 상태를 보고하는 방식 또한 단일 반송파 및 단일 노드를 기준으로 정립되었다. 복수의 반송파들이 사용자기기를 위한 통신에 사용되는 상황 및 또는 복수의 노드들이 협력하여 사용자기기에게 통신 서비스를 제공 혹은 협력하는 상황을 고려한 새로운 채널 상태 보고 방식이 요구된다.
- [0011] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 이하의 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 양상으로, 사용자기기가 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 전송함에 있어서, 특정 서빙 셀(serving cell)에 대한 하향링크 제어 정보를 수신하되, 상기 하향링크 제어 정보는 CSI 요청 필드를 포함하고; 상기 특정 서빙 셀의 물리 상향링크 공유 채널(physical uplink shared channel, PUSCH) 상에서 비주기적 CSI 보고(CSI report)를 수행하는 것을 포함하며, 상기 비주기적 CSI 보고는 상기 CSI 요청 필드에 의해 트리거되는, 채널 상태 전송 방법이 제공된다. 상기 사용자기기가 서빙 셀 별로 하나 이상의 CSI 프로세스(process)들로 설정될 수 있는 경우, 상기 CSI 요청 필드는 상기 비주기적 CSI 보고가 상기 일 서빙 셀에 대한 CSI 프로세스(들) 중 상위 계층(highest layer)에 의해 설정된 일련(set)의 CSI 프로세스(들)에 대해 트리거(trigger)되는지 여부를 나타낼 수 있다.
- [0013] 본 발명의 다른 양상으로, 기지국이 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 수신함에 있어서, 사용자기기에게 특정 서빙 셀(serving cell)에 대한 하향링크 제어 정보를 전송하되, 상기 하향링크 제어 정보는 CSI 요청 필드를 포함하고; 상기 특정 서빙 셀의 물리 상향링크 공유 채널(physical uplink shared channel, PUSCH) 상에서 비주기적 CSI 보고(CSI report)를 수신하는 것을 포함하며, 상기 비주기적 CSI 보고는 상기 CSI 요청 필드에 의해 트리거되는, 채널 상태 수신 방법이 제공된다.
- [0014] 본 발명의 또 다른 양상으로, 사용자기기가 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 전송함에 있어서, 무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛 및 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는 특정 서빙 셀(serving cell)에 대한 하향링크 제어 정보를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성되되, 상기 하향링크 제어 정보는 CSI 요청 필드를 포함하고; 상기 특정 서빙 셀의 물리 상향링크 공유 채널(physical uplink shared channel, PUSCH) 상에서 비주기적 CSI 보고(CSI report)를 수행하도록 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성되며, 상기 비주기적 CSI 보고는 상기 CSI 요청 필드에 의해 트리거되는, 사용자기기가 제공된다.
- [0015] 본 발명의 또 다른 양상으로, 기지국이 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 수신함에 있어서, 무선 주파수(radio frequency, RF) 유닛 및 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는 사용자기기에게 특정 서빙 셀(serving cell)에 대한 하향링크 제어 정보를 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성되되, 상기 하향링크 제어 정보는 CSI 요청 필드를 포함하고; 상기 특정 서빙 셀의 물리 상향링크 공유 채널(physical uplink shared channel, PUSCH) 상에서 비주기적 CSI 보고(CSI report)를 수신하도록 상기 RF 유닛을 제어하도록 구성되며, 상기 비주기적 CSI 보고는 상기 CSI 요청 필드에 의해 트리거되는, 기지국이 제공된다.
- [0016] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 CSI 요청 필드는 2 비트일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 사용자기기는 상기 특정 서빙 셀을 포함한 복수의 서빙 셀로 구성될 수 있다. 상기 사용자기기가 상기 복수의 서빙 셀 중 적어도 하나에 대해 복수의 CSI 프로세스가 구성될 수 있는 모드로 설정된 경우, 상기 CSI 요청 필드는 상기 비주기적 CSI 보고가 상기 일련(set)의 CSI 프로세스(들)에 대해 트리거(trigger)되는지 여부를 나타낼 수 있다.
- [0018] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 일련의 CSI 프로세스(들) 각각은 신호 측정을 위한 일 CSI 참조 자원(CSI

reference resource) 및 간섭 측정을 위한 일 간섭 측정 자원(interference measurement resource)과 연관될 수 있다.

[0019] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 사용자기기는 상기 CSI 요청 필드를 사용자기기 특정적 탐색 공간 내에서 수신할 수 있다.

[0020] 상기 과제 해결방법들은 본 발명의 실시예들 중 일부에 불과하며, 본원 발명의 기술적 특징들이 반영된 다양한 실시예들이 당해 기술분야의 통상적인 지식을 가진 자에 의해 이하 상술할 본 발명의 상세한 설명을 기반으로 도출되고 이해될 수 있다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 의하면 복수의 반송파들이 사용자기기에 설정되는 상황 및/또는 복수의 노드들이 사용자기기의 통신에 관여하는 상황 하에서 CSI 보고의 정확도가 강화될 수 있다.

[0022] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과는 이하의 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0023] 본 발명에 관한 이해를 돋기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.

도 1은 무선 통신 시스템에서 사용되는 무선 프레임 구조의 일 예를 나타낸 것이다.

도 2는 무선 통신 시스템에서 하향링크/상향링크(DL/UL) 슬롯 구조의 일례를 나타낸 것이다.

도 3은 동기 신호(synchronization signal, SS)의 전송을 위한 무선 프레임 구조를 예시한 것이다.

도 4는 2 차 동기 신호(secondary synchronization signal, SSS)의 생성 방식을 설명하기 위해 도시된 것이다.

도 5는 무선 통신 시스템에서 사용되는 하향링크 서브프레임(subframe) 구조를 예시한 것이다.

도 6은 셀 특정적 참조 신호(cell specific reference signal, CRS)를 예시한 것이다.

도 7은 채널 상태 정보 참조 신호(channel state information reference signal, CSI-RS) 설정(configuration)들을 예시한 것이다.

도 8은 무선 통신 시스템에 사용되는 상향링크(uplink, UL) 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.

도 9는 단일 반송파 통신과 다중 반송파 통신을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 반송파 집성(carrier aggregation)을 지원하는 시스템에서 셀(cell)들의 상태를 예시한 것이다.

도 11은 반송파 집성 및 CoMP(Coordinated Multi-Point transmission/reception) 환경에 따라 설정될 수 있는 링크들을 예시한 것이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

도 13은 본 발명의 다른 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

도 14는 본 발명을 수행하는 전송장치(10) 및 수신장치(20)의 구성요소를 나타내는 블록도이다.

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, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다.

[0025] 또한, 이하에서 설명되는 기법(technique) 및 장치, 시스템은 다양한 무선 다중 접속 시스템에 적용될 수 있

다. 다중 접속 시스템의 예들로는 CDMA(code division multiple access) 시스템, FDMA(frequency division multiple access) 시스템, TDMA(time division multiple access) 시스템, OFDMA(orthogonal frequency division multiple access) 시스템, SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 시스템, MC-FDMA(multi carrier frequency division multiple access) 시스템 등이 있다. CDMA 는 UTRA (Universal Terrestrial Radio Access) 또는 CDMA2000 과 같은 무선 기술(technology)에서 구현될 수 있다. TDMA 는 GSM(Global System for Mobile communication), GPRS(General Packet Radio Service), EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution) 등과 같은 무선 기술에서 구현될 수 있다. OFDMA 는 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11(Wi-Fi), IEEE 802.16(WiMAX), IEEE802-20, E-UTRA(evolved-UTRA) 등과 같은 무선 기술에서 구현될 수 있다. UTRA 는 UMTS(Universal Mobile Telecommunication System)의 일부이며, 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(Long Term Evolution)은 E-UTRA 를 이용하는 E-UMTS 의 일부이다. 3GPP LTE 는 하향링크(downlink, DL)에서는 OFDMA 를 채택하고, 상향링크(uplink, UL)에서는 SC-FDMA 를 채택하고 있다. LTE-A(LTE-advanced)는 3GPP LTE 의 진화된 형태이다. 설명의 편의를 위하여, 이하에서는 본 발명이 3GPP LTE/LTE-A 에 적용되는 경우를 가정하여 설명한다. 그러나, 본 발명의 기술적 특징이 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 이하의 상세한 설명이 이동통신 시스템이 3GPP LTE/LTE-A 시스템에 대응하는 이동통신 시스템을 기초로 설명되더라도, 3GPP LTE/LTE-A 에 특유한 사항을 제외하고는 다른 임의의 이동통신 시스템에도 적용 가능하다.

[0026] 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. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.

[0027] 본 발명에 있어서, 사용자기기(user equipment, UE)는 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, 기지국(base station, BS)과 통신하여 사용자데이터 및/또는 각종 제어정보를 송수신하는 각종 기기들이 이에 속한다. UE 는 단말(Terminal Equipment), MS(Mobile Station), MT(Mobile Terminal), UT(User Terminal), SS(Subscribe Station), 무선기기(wireless device), PDA(Personal Digital Assistant), 무선 모뎀(wireless modem), 휴대기기(handheld device) 등으로 불릴 수 있다. 또한, 본 발명에 있어서, BS 는 일반적으로 UE 및/또는 다른 BS 와 통신하는 고정국(fixed station)을 말하며, UE 및 타 BS 와 통신하여 각종 데이터 및 제어정보를 교환한다. BS 는 ABS(Advanced Base Station), NB(Node-B), eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point), PS(Processing Server) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 이하의 본 발명에 관한 설명에서는, BS 를 eNB 로 통칭한다.

[0028] 본 발명에서 노드(node)라 함은 UE 와 통신하여 무선 신호를 전송/수신할 수 있는 고정된 지점(point)을 말한다. 다양한 형태의 eNB 들이 그 명칭에 관계없이 노드로서 이용될 수 있다. 예를 들어, BS, NB, eNB, 피코-셀 eNB(PeNB), 홈 eNB(HeNB), 릴레이, 리피터 등이 노드가 될 수 있다. 또한, 노드는 eNB 가 아니어도 될 수 있다. 예를 들어, 무선 리모트 헤드(radio remote head, RRH), 무선 리모트 유닛(radio remote unit, RRU)가 될 수 있다. RRH, RRU 등은 일반적으로 eNB 의 전력 레벨(power level) 보다 낮은 전력 레벨을 갖는다. RRH 혹은 RRU(이하, RRH/RRU)는 일반적으로 광 케이블 등의 전용 회선(dedicated line)으로 eNB 에 연결되어 있기 때문에, 일반적으로 무선 회선으로 연결된 eNB 들에 의한 협력 통신에 비해, RRH/RRU 와 eNB 에 의한 협력 통신이 원활하게 수행될 수 있다. 일 노드에는 최소 하나의 안테나가 설치된다. 상기 안테나는 물리 안테나를 의미할 수도 있으며, 안테나 포트, 가상 안테나, 또는 안테나 그룹을 의미할 수도 있다. 노드는 포인트(point)라고 불리기도 한다. 다중 노드 시스템에서, 복수의 노드들로의/로부터의 통한 신호 전송/수신에는 동일한 셀 식별자(identity, ID)가 이용될 수도 있고 서로 다른 셀 ID 가 이용될 수도 있다. 복수의 노드들이 동일한 셀 ID 를 갖는 경우, 상기 복수의 노드 각각은 하나의 셀의 일부 안테나 집단처럼 동작한다. 다중 노드 시스템에서 노드들이 서로 다른 셀 ID 를 갖는다면, 이러한 다중 노드 시스템은 다중 셀(예를 들어, 매크로-셀/펩토-셀/피코-셀) 시스템이라고 볼 수 있다. 복수의 노드들 각각이 형성한 다중 셀들이 커버리지에 따라 오버레이(overlay)되는 형태로 구성되면, 상기 다중 셀들이 형성한 네트워크를 특히 다중-계층(multi-tier) 네트워크라 부른다. RRH/RRU 의 셀 ID 와 eNB 의 셀 ID 는 동일할 수도 있고 다를 수도 있다. RRH/RRU 가 eNB 가 서로 다른 셀 ID 를 사용하는 경우, RRH/RRU 와 eNB 는 모두 독립적인 기지국으로서 동작하게 된다.

[0029] 다중 노드 시스템에서, 복수의 노드와 연결된 하나 이상의 eNB 혹은 eNB 컨트롤러가 상기 복수의 노드 중 일부 또는 전부를 통해 UE 에 동시에 신호를 전송 혹은 수신하도록 상기 복수의 노드를 제어할 수 있다. 각 노드의 실체, 각 노드의 구현 형태 등에 따라 다중 노드 시스템들 사이에는 차이점이 존재하지만, 복수의 노드가 함께 소정 시간-주파수 자원 상에서 UE 에 통신 서비스를 제공하는 데 참여한다는 점에서, 이들 다중 노드 시스템들은 단일 노드 시스템(예를 들어, CAS, 종래의 MIMO 시스템, 종래의 중계 시스템, 종래의 리피터 시스

템 등)과 다르다. 따라서, 복수의 노드들 중 일부 또는 전부를 사용하여 데이터 협력 전송을 수행하는 방법에 관한 본 발명의 실시예들은 다양한 종류의 다중 노드 시스템에 적용될 수 있다. 예를 들어, 노드는 통상 타 노드와 일정 간격 이상으로 떨어져 위치한 안테나 그룹을 일컫지만, 후술하는 본 발명의 실시예들은 노드가 간격에 상관없이 임의의 안테나 그룹을 의미하는 경우에도 적용될 수 있다. 예를 들어, X-pol(Cross polarized) 안테나를 구비한 eNB 의 경우, 상기 eNB 가 H-pol 안테나로써 구성된(configured) 노드와 V-pol 안테나로 구성된 노드를 제어한다고 보고 본 발명의 실시예들이 적용될 수 있다.

[0030] 복수의 전송(Tx)/수신(Rx) 노드를 통해 신호를 전송/수신하거나, 복수의 전송/수신 노드들 중에서 선택된 적어도 하나의 노드를 통해 신호를 전송/수신하거나, 하향링크 신호를 전송하는 노드와 상향링크 신호를 수신하는 노드를 다르게 할 수 있는 통신 기법을 다중-eNB MIMO 또는 CoMP(Coordinated Multi-Point transmission/reception)라 한다. 이러한 노드 간 협력 통신 중 협력 전송 기법은 크게 JP(joint processing)과 스케줄링 협력(scheduling coordination)으로 구분될 수 있다. 전자는 JT(joint transmission)/JR(joint reception)과 DPS(dynamic point selection)으로 나뉘고 후자는 CS(coordinated scheduling)과 CB(coordinated beamforming)으로 나눌 수 있다. DPS 는 DCS(dynamic cell selection)으로 불리기도 한다. 다른 협력 통신 기법에 비해, 노드 간 협력 통신 기법들 중 JP 가 수행될 때, 보다 더 다양한 통신환경이 형성될 수 있다. JP 중 JT 는 복수의 노드들이 동일한 스트림을 UE 로 전송하는 통신 기법을 말하며, JR 은 복수의 노드들이 동일한 스트림을 UE로부터 수신하는 통신 기법을 말한다. 상기 UE/eNB 는 상기 복수의 노드들로부터 수신한 신호들을 합성하여 상기 스트림을 복원한다. JT/JR 의 경우, 동일한 스트림이 복수의 노드들로부터/에게 전송되므로 전송 다이버시티(diversity)에 의해 신호 전송의 신뢰도가 향상될 수 있다. JP 중 DPS 는 복수의 노드들 중 특정 규칙에 따라 선택된 일 노드를 통해 신호가 전송/수신되는 통신 기법을 말한다. DPS 의 경우, 통상적으로 UE 와 노드 사이의 채널 상태가 좋은 노드가 통신 노드로서 선택되게 될 것이므로, 신호 전송의 신뢰도가 향상될 수 있다.

[0031] 본 발명에서 셀(cell)이라 함은 하나 이상의 노드가 통신 서비스를 제공하는 일정 지리적 영역을 말한다. 따라서, 본 발명에서 특정 셀과 통신한다고 함은 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 eNB 혹은 노드와 통신하는 것을 의미할 수 있다. 또한, 특정 셀의 하향링크/상향링크 신호는 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 eNB 혹은 노드로부터의/로의 하향링크/상향링크 신호를 의미한다. UE 에게 상/하향링크 통신 서비스를 제공하는 노드를 서빙(serving) 노드라고 하며, 상기 서빙 노드에 의해 상/하향링크 통신 서비스가 제공되는 셀을 특히 서빙 셀(serving cell)이라고 한다. 또한, 특정 셀의 채널 상태/품질은 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 eNB 혹은 노드와 UE 사이에 형성된 채널 혹은 통신 링크의 채널 상태/품질을 의미한다. 또한, 간섭 셀(interfering cell)이라 함은 특정 셀에 간섭을 미치는 셀을 의미한다. 즉, 인접 셀의 신호가 특정 셀의 신호에 간섭을 미치는 경우, 상기 인접 셀은 상기 특정 셀에 대해 간섭 셀이 되며, 상기 특정 셀은 상기 인접 셀에 대해 피간섭 셀(victim cell)이 된다. 이와 같이, 인접하는 셀들이 서로 혹은 일방으로 간섭을 미치는 경우, 이러한 간섭을 셀간 간섭(Inter-Cell Interference, ICI)라고 칭한다. LTE/LTE-A 기반의 시스템에서, UE 는 특정 노드로부터의 하향링크 채널 상태를 상기 특정 노드의 안테나 포트(들)이 상기 특정 노드에 할당된 CRS(Cell-specific Reference Signal) 자원 상에서 전송되는 CRS(들) 및/또는 CSI-RS(Channel State Information Reference Signal) 자원 상에서 전송하는 CSI-RS(들)을 이용하여 측정할 수 있다. 한편, 3GPP LTE/LTE-A 시스템은 무선 자원을 관리하기 위해 셀(cell)의 개념을 사용하고 있는데, 무선 자원과 연관된 셀(cell)은 지리적 영역의 셀(cell)과 구분된다. 무선 자원과 연관된 셀은 도 9 및 도 10에서 후술된다.

[0032] 이하에서 셀(cell)이라는 용어는 지리적 영역의 셀이라고 특별히 언급되지 않는 한 무선 자원과 연관된 셀을 의미한다. 이에 따라 서빙 셀이라는 용어는 특별한 언급이 없는 한, 무선 자원으로서 UE 에게 설정된(configured) 셀을 의미한다. 다만 셀 특정적 참조신호(cell specific reference signal, CRS)의 "셀", 셀 식별자(cell identity)의 "셀", 물리 계층 셀 식별자(physical layer cell identity)의 "셀"은 무선 자원과 연관된 의미의 셀이 아니라 지리적 영역의 셀이라고 할 수 있다. 따라서, 서빙 셀의 CRS 라는 표현 및 서빙 셀의 (물리 계층) 셀 식별자라는 표현에서 서빙 셀은 무선 자원과 연관된 서빙 셀이라기 보다는 지리적 영역과 연관된 서빙 셀이라고 이해될 수 있다. 또한 "인접 셀" 및 "셀 간 간섭"이라는 표현 내 "셀"도 무선 자원이라기 보다는 지리적 영역이라고 이해될 수 있다.

[0033] 3GPP LTE/LTE-A 표준은 상위 계층으로부터 기원한 정보를 나르는 자원 요소들에 대응하는 하향링크 물리 채널들과, 물리 계층에 의해 사용되나 상위 계층으로부터 기원하는 정보를 나르지 않는 자원 요소들에 대응하는 하향링크 물리 신호들을 정의된다. 예를 들어, 물리 하향링크 공유 채널(physical downlink shared channel, PDSCH), 물리 브로드캐스트 채널(physical broadcast channel, PBCH), 물리 멀티캐스트 채널(physical multicast channel, PMCH), 물리 제어 포맷 지시자 채널(physical control format indicator channel,

PCFICH), 물리 하향링크 제어 채널(physical downlink control channel, PDCCH) 및 물리 하이브리드 ARQ 지시자 채널(physical hybrid ARQ indicator channel, PHICH)들이 하향링크 물리 채널들로서 정의되어 있으며, 참조 신호와 동기 신호가 하향링크 물리 신호들로서 정의되어 있다. 파일럿(pilot)이라고도 지칭되는 참조 신호(reference signal, RS)는 eNB 와 UE 가 서로 알고 있는 기정의된 특별한 파형의 신호를 의미하는데, 예를 들어, 셀 특정적 RS(cell specific RS, CRS), UE-특정적 RS(UE-specific RS, UE-RS), 포지셔닝 RS(positioning RS, PRS) 및 채널 상태 정보 RS(channel state information RS, CSI-RS)가 하향링크 참조 신호로서 정의된다. 한편, 3GPP LTE/LTE-A 표준은 상위 계층으로부터 기원한 정보를 나르는 자원 요소들에 대응하는 상향링크 물리 채널들과, 물리 계층에 의해 사용되나 상위 계층으로부터 기원하는 정보를 나르지 않는 자원 요소들에 대응하는 상향링크 물리 신호들을 정의하고 있다. 예를 들어, 물리 상향링크 공유 채널(physical uplink shared channel, PUSCH), 물리 상향링크 제어 채널(physical uplink control channel, PUCCH), 물리 임의 접속 채널(physical random access channel, PRACH)가 상향링크 물리 채널로서 정의되며, 상향링크 제어/데이터 신호를 위한 복조 참조 신호(demodulation reference signal, DM RS)와 상향링크 채널 측정에 사용되는 사운딩 참조 신호(sounding reference signal, SRS)가 정의된다.

[0034] 본 발명에서 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)/PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel)/PHICH((Physical Hybrid automatic retransmit request Indicator Channel)/PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)은 각각 DCI(Downlink Control Information)/CFI(Control Format Indicator)/하향링크 ACK/NACK(ACKnowledgement/Negative ACK)/하향링크 데이터를 나르는 시간-주파수 자원의 집합 혹은 자원요소의 집합을 의미한다. 또한, PUCCH(Physical Uplink Control Channel)/PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)/PRACH(Physical Random Access Channel)는 각각 UCI(Uplink Control Information)/상향링크 데이터/랜덤 액세스 신호를 나르는 시간-주파수 자원의 집합 혹은 자원요소의 집합을 의미한다. 본 발명에서는, 특히, PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH 에 할당되거나 이에 속한 시간-주파수 자원 혹은 자원요소(Resource Element, RE)를 각각 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH RE 또는 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH 자원이라고 칭한다. 이하에서 사용자기기가 PUCCH/PUSCH/PRACH 를 전송한다는 표현은, 각각, PUSCH/PUCCH/PRACH 상에서 혹은 통해서 상향링크 제어정보/상향링크 데이터/랜덤 액세스 신호를 전송한다는 것과 동일한 의미로 사용된다. 또한, eNB 가 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH 를 전송한다는 표현은, 각각, PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH 상에서 혹은 통해서 하향링크 데이터/제어정보를 전송한다는 것과 동일한 의미로 사용된다.

[0035] 본 발명에서 CRS 포트, UE-RS 포트, CSI-RS 포트라 함은 각각 CRS 를 전송하도록 설정된(configured) 안테나 포트, UE-RS 를 전송하도록 설정된 안테나 포트, UE-RS 를 전송하도록 설정된 안테나 포트를 의미한다. CRS 들을 전송하도록 설정된 안테나 포트들은 CRS 포트들에 따라 CRS 가 점유하는 RE 들의 위치에 의해 상호 구분될 수 있으며, UE-RS 들을 전송하도록 설정된(configured) 안테나 포트들은 UE-RS 포트들에 따라 UE-RS 가 점유하는 RE 들의 위치에 의해 상호 구분될 수 있으며, CSI-RS 들을 전송하도록 설정된 안테나 포트들은 CSI-RS 포트들에 따라 CSI-RS 가 점유하는 RE 들의 위치에 의해 상호 구분될 수 있다. 따라서 CRS/UE-RS/CSI-RS 포트라는 용어가 일정 자원 영역 내에서 CRS/UE-RS/CSI-RS 가 점유하는 RE 들의 패턴을 의미하는 용어로서 사용되기도 한다.

[0036] 도 1 은 무선 통신 시스템에서 사용되는 무선 프레임 구조의 일 예를 나타낸 것이다.

[0037] 특히, 도 1(a)는 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 주파수 분할 듀플렉스(frequency division duplex, FDD)용 프레임 구조를 나타낸 것이고, 도 1(b)는 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 시 분할 듀플렉스(time division duplex, TDD)용 프레임 구조를 나타낸 것이다. 이하, 도 1(a)의 프레임 구조를 프레임 구조 타입 1(frame structure type 1, FS1)이라 하고 도 1(b)의 프레임 구조를 프레임 구조 타입 2(frame structure type 2, FS2)라 칭한다.

[0038] 도 1 을 참조하면, 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 무선프레임은 $10ms(307200T_s)$ 의 길이를 가지며, 10 개의 균등한 크기의 서브프레임(subframe, SF)으로 구성된다(configured). 일 무선프레임 내 10 개의 서브프레임에는 각각 번호가 부여될 수 있다. 여기에서, T_s 는 샘플링 시간을 나타내고, $T_s=1/(2048*15kHz)$ 로 표시된다. 각각의 서브프레임은 $1ms$ 의 길이를 가지며 2 개의 슬롯으로 구성된다. 일 무선프레임 내에서 20 개의 슬롯들은 0 부터 19 까지 순차적으로 번호가 부여될 수 있다. 각각의 슬롯은 $0.5ms$ 의 길이를 가진다. 일 서브프레임을 전송하기 위한 시간은 전송 시간 간격(transmission time interval, TTI)로 정의된다. 시간 자원은 무선 프레임 번호(혹은 무선 프레임 인덱스라고도 함)와 서브프레임 번호(혹은 서브프레임 번호라고도 함),

슬롯 번호(혹은 슬롯 인덱스) 등에 의해 구분될 수 있다.

[0039] 무선 프레임은 듀플렉스(duplex) 기법에 따라 다르게 설정(configure)될 수 있다. 예를 들어, FDD에서, 하향링크 전송 및 상향링크 전송은 주파수에 의해 구분되므로, 무선 프레임은 특정 주파수 대역에 대해 하향링크 서브프레임 또는 상향링크 서브프레임 중 하나만을 포함한다. TDD에서 하향링크 전송 및 상향링크 전송은 시간에 의해 구분되므로, 특정 주파수 대역에 대해 무선 프레임은 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임을 모두 포함한다.

[0040] 표 1은 TDD에서, 무선 프레임 내 서브프레임들의 DL-UL 설정(configuration)을 예시한 것이다.

표 1

Uplink-downlink configuration	Downlink-to-Uplink Switch-point periodicity	Subframe number									
		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]

[0042] 표 1에서, D는 하향링크 서브프레임을, U는 상향링크 서브프레임을, S는 특별(special) 서브프레임을 나타낸다. 특별 서브프레임은 DwPTS(Downlink Pilot TimeSlot), GP(Guard Period), UpPTS(Uplink Pilot TimeSlot)의 3개 필드를 포함한다. DwPTS는 하향링크 전송용으로 유보되는 시간 구간이며, UpPTS는 상향링크 전송용으로 유보되는 시간 구간이다. 표 2는 특별 서브프레임의 설정(configuration)을 예시한 것이다.

표 2

Special subframe configuration	Normal cyclic prefix in downlink			Extended cyclic prefix in downlink		
	DwPTS	UpPTS	Normal cyclic prefix in uplink	DwPTS	UpPTS	Normal cyclic prefix in uplink
0	$6592 \cdot T_s$			$7680 \cdot T_s$		
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	$26336 \cdot T_s$			$7680 \cdot T_s$		
5	$6592 \cdot T_s$			$20480 \cdot T_s$		
6	$19760 \cdot T_s$			$23040 \cdot T_s$		
7	$21952 \cdot T_s$			-		-
8	$24144 \cdot T_s$			-		-

[0043]

- [0044] 도 2 는 무선 통신 시스템에서 하향링크/상향링크(DL/UL) 슬롯 구조의 일례를 나타낸 것이다. 특히, 도 2 는 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 자원격자(resource grid)의 구조를 나타낸다. 안테나 포트당 1 개의 자원격자가 있다.
- [0045] 도 2 를 참조하면, 슬롯은 시간 도메인(time domain)에서 복수의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼을 포함하고, 주파수 도메인(frequency domain)에서 복수의 자원 블록(resource block, RB)을 포함한다. OFDM 심볼은 일 심볼 구간을 의미하기도 한다. 도 2 를 참조하면, 각 슬롯에서 전송되는 신호는 $N_{\text{RB}}^{\text{DL/UL}} \times N_{\text{SC}}^{\text{RB}}$ 개의 부반송파(subcarrier)와 $N_{\text{symb}}^{\text{DL/UL}}$ 개의 OFDM 심볼로 구성되는 자원격자(resource grid)로 표현될 수 있다. 여기서, $N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$ 은 하향링크 슬롯에서의 자원 블록(resource block, RB)의 개수를 나타내고, $N_{\text{RB}}^{\text{UL}}$ 은 UL 슬롯에서의 RB 의 개수를 나타낸다. $N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$ 와 $N_{\text{RB}}^{\text{UL}}$ 은 DL 전송 대역폭과 UL 전송 대역폭에 각각 의존한다. $N_{\text{symb}}^{\text{DL}}$ 은 하향링크 슬롯 내 OFDM 심볼의 개수를 나타내며, $N_{\text{symb}}^{\text{UL}}$ 은 UL 슬롯 내 OFDM 심볼의 개수를 나타낸다. $N_{\text{SC}}^{\text{RB}}$ 는 하나의 RB 를 구성하는 부반송파의 개수를 나타낸다.
- [0046] OFDM 심볼은 다중 접속 방식에 따라 OFDM 심볼, SC-FDM(Single Carrier Frequency Division Multiplexing) 심볼 등으로 불릴 수 있다. 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 채널 대역폭, CP(cyclic prefix)의 길이에 따라 다양하게 변경될 수 있다. 예를 들어, 정규(normal) CP 의 경우에는 하나의 슬롯이 7 개의 OFDM 심볼을 포함하나, 확장(extended) CP 의 경우에는 하나의 슬롯이 6 개의 OFDM 심볼을 포함한다. 도 2 에서는 설명의 편의를 위하여 하나의 슬롯이 7 OFDM 심볼로 구성되는 서브프레임을 예시하였으나, 본 발명의 실시예들은 다른 개수의 OFDM 심볼을 갖는 서브프레임들에도 마찬가지의 방식으로 적용될 수 있다. 도 2 를 참조하면, 각 OFDM 심볼은, 주파수 도메인에서, $N_{\text{RB}}^{\text{DL/UL}} \times N_{\text{SC}}^{\text{RB}}$ 개의 부반송파를 포함한다. 부반송파의 유형은 데이터 전송을 위한 데이터 부반송파, 참조신호(reference signal)의 전송 위한 참조신호 부반송파, 보호 밴드(guard band) 또는 직류(Direct Current, DC) 성분을 위한 널(null) 부반송파로 나눌 수 있다. DC 성분은 OFDM 신호 생성 과정 혹은 주파수 상향변환 과정에서 반송파 주파수(carrier frequency, f_0)로 맵핑(mapping)된다. 반송파 주파수는 중심 주파수(center frequency, f_c)라고도 한다.
- [0047] 일 RB 는 시간 도메인에서 $N_{\text{symb}}^{\text{DL/UL}}$ 개(예를 들어, 7 개)의 연속하는 OFDM 심볼로서 정의되며, 주파수 도메인에서 $N_{\text{SC}}^{\text{RB}}$ 개(예를 들어, 12 개)의 연속하는 부반송파에 의해 정의된다. 참고로, 하나의 OFDM 심볼과 하나의 부반송파로 구성된 자원을 자원요소(resource element, RE) 혹은 톤(tone)이라고 한다. 따라서, 하나의 RB 는 $N_{\text{symb}}^{\text{DL/UL}} \times N_{\text{SC}}^{\text{RB}}$ 개의 자원요소로 구성된다. 자원격자 내 각 자원요소는 일 슬롯 내 인덱스 쌍 (k, l)에 의해 고유하게 정의될 수 있다. k 는 주파수 도메인에서 0 부터 $N_{\text{symb}}^{\text{DL/UL}} \times N_{\text{SC}}^{\text{RB}} - 1$ 까지 부여되는 인덱스이며, l 은 시간 도메인에서 0 부터 $N_{\text{symb}}^{\text{DL/UL}} - 1$ 까지 부여되는 인덱스이다.
- [0048] 한편, 일 RB는 일 물리 자원 블록(physical resource block, PRB)과 일 가상자원 블록(virtual resource block, VRB)에 각각 맵핑된다. PRB는 시간 도메인에서 $N_{\text{symb}}^{\text{DL/UL}}$ 개(예를 들어, 7개)의 연속하는 OFDM 심볼 혹은 SC-FDM 심볼로서 정의되며, 주파수 도메인에서 $N_{\text{SC}}^{\text{RB}}$ 개(예를 들어, 12개)의 연속하는 부반송파에 의해 정의된다. 따라서, 하나의 PRB는 $N_{\text{symb}}^{\text{DL/UL}} \times N_{\text{SC}}^{\text{RB}}$ 개의 자원요소로 구성된다. 일 서브프레임에서 $N_{\text{SC}}^{\text{RB}}$ 개의 연속하는 동일한 부반송파를 접유하면서, 상기 서브프레임의 2개의 슬롯 각각에 1개씩 위치하는 2개의 RB를 PRB 쌍이라고 한다. PRB 쌍을 구성하는 2개의 RB는 동일한 PRB 번호(혹은, PRB 인덱스라고도 함)를 갖는다.
- [0049] 도 3은 동기 신호(synchronization signal, SS)의 전송을 위한 무선 프레임 구조를 예시한 것이다. 특히, 도 3은 주파수 분할 듀플렉스(frequency division duplex, FDD)에서 동기 신호 및 PBCH의 전송을 위한 무선 프레임 구조를 예시한 것으로서, 도 3(a)는 정규 CP(normal cyclic prefix)로써 구성된 무선 프레임에서 SS 및 PBCH의 전송 위치를 도시한 것이고 도 3(b)는 확장 CP(extended CP)로써 구성된 무선 프레임에서 SS 및 PBCH

의 전송 위치를 도시한 것이다.

[0050] UE는 전원이 켜지거나 새로이 셀에 접속하고자 하는 경우 상기 셀과의 시간 및 주파수 동기를 획득하고 상기 셀의 물리 계층 셀 식별자(physical layer cell identity) $N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$ 를 검출(detect)하는 등의 셀 탐색(initial cell search) 과정(procedure)을 수행한다. 이를 위해, UE는 eNB로부터 동기신호, 예를 들어, 1차 동기신호(Primary Synchronization Signal, PSS) 및 2차 동기신호(Secondary Synchronization Signal, SSS)를 수신하여 eNB와 동기를 맞추고, 셀 식별자(identity, ID) 등의 정보를 획득할 수 있다.

[0051] 도 3을 참조하여, SS를 조금 더 구체적으로 설명하면 다음과 같다. SS는 PSS와 SSS로 구분된다. PSS는 OFDM 심볼 동기, 슬롯 동기 등의 시간 도메인 동기 및/또는 주파수 도메인 동기를 얻기 위해 사용되며, SSS는 프레임 동기, 셀 그룹 ID 및/또는 셀의 CP 설정(configuration)(즉, 일반 CP 또는 확장 CP의 사용 정보)을 얻기 위해 사용된다. 도 3을 참조하면, PSS와 SSS는 매 무선 프레임의 2개의 OFDM 심볼에서 각각 전송된다. 구체적으로 SS는 인터-RAT(inter radio access technology) 측정의 용이함을 위해 GSM(Global System for Mobile communication) 프레임 길이인 4.6 ms를 고려하여 서브프레임 0의 첫 번째 슬롯과 서브프레임 5의 첫 번째 슬롯에서 각각 전송된다. 특히 PSS는 서브프레임 0의 첫 번째 슬롯의 마지막 OFDM 심볼과 서브프레임 5의 첫 번째 슬롯의 마지막 OFDM 심볼에서 각각 전송되고, SSS는 서브프레임 0의 첫 번째 슬롯의 마지막에서 두 번째 OFDM 심볼과 서브프레임 5의 첫 번째 슬롯의 마지막에서 두 번째 OFDM 심볼에서 각각 전송된다. 해당 무선 프레임의 경계는 SSS를 통해 검출될 수 있다. PSS는 해당 슬롯의 맨 마지막 OFDM 심볼에서 전송되고 SSS는 PSS 바로 앞 OFDM 심볼에서 전송된다. SS의 전송 다이버시티(diversity) 방식은 단일 안테나 포트(single antenna port)만을 사용하며 표준에서는 따로 정의하고 있지 않다. 즉, 단일 안테나 포트 전송 혹은 UE에 투명한(transparent) 전송 방식(예, PVS(Precoding Vector Switching), TSTD(Time Switched Diversity), CDD(cyclic delay diversity))이 SS의 전송 다이버시티를 위해 사용될 수 있다.

[0052] SS는 3개의 PSS와 168개의 SS의 조합을 통해 총 504개의 고유한 물리 계층 셀 식별자(physical layer cell ID)를 나타낼 수 있다. 다시 말해, 상기 물리 계층 셀 ID들은 각 물리 계층 셀 ID가 오직 하나의 물리-계층 셀-식별자 그룹의 부분이 되도록 각 그룹이 3개의 고유한 식별자들을 포함하는 168개의 물리-계층 셀-식별자 그룹들로 그룹핑된다. 따라서, 물리 계층 셀 식별자 $N_{\text{ID}}^{\text{cell}} = 3N_{\text{ID}}^{(1)} + N_{\text{ID}}^{(2)}$ 는 물리-계층 셀-식별자 그룹을 나타내는 0부터 167까지의 범위 내 번호 $N_{\text{ID}}^{(1)}$ 와 상기 물리-계층 셀-식별자 그룹 내 상기 물리-계층 식별자들 중 하나를 알 수 있고, SSS를 검출하여 상기 물리-계층 식별자에 연관된 168개의 물리 계층 셀 ID들 중 하나를 식별할 수 있다. 길이 63의 ZC(Zadoff-Chu) 시퀀스가 주파수 도메인에서 정의되어 PSS로서 사용된다. 예를 들어, ZC 시퀀스는 다음의 수학식에 의해 정의될 수 있다.

수학식 1

$$d_u(n) = e^{-j \frac{\pi u n(n+1)}{N_{\text{ZC}}}}$$

[0053]

[0054] 여기서, $N_{\text{ZC}}=63$ 이며, DC 부반송파에 해당하는 시퀀스 요소(sequence element)인 $n=31$ 은 천공(puncturing)된다.

[0055] PSS는 중심 주파수에 가까운 6개 RB(= 72개 부반송파)에 맵핑된다. 상기 72개의 부반송파들 중 9개의 남는 부반송파는 항상 0의 값을 나르며, 이는 동기 수행을 위한 필터 설계가 용이해지는 요소로서 작용한다. 총 3개의 PSS가 정의되기 위해 수학식 1에서 $u=24, 29$ 및 34 가 사용된다. $u=24$ 및 $u=34$ 는 커플링(conjugate symmetry) 관계를 가지고 있기 때문에 2개의 상관(correlation)이 동시에 수행될 수 있다. 여기서 커플링이라 함은 다음의 수학식의 관계를 의미한다.

수학식 2

$$d_u(n) = (-1)^n \left(d_{N_{ZC}-u}(n) \right)^*, \text{ when } N_{ZC} \text{ is even number.}$$

$$d_u(n) = \left(d_{N_{ZC}-u}(n) \right)^*, \text{ when } N_{ZC} \text{ is odd number.}$$

[0056]

[0057] 결례대칭의 특성을 이용하면 $u=29$ 와 $u=34$ 에 대한 원샷 상관기(one-shot correlator)가 구현될 수 있으며, 결례대칭이 없는 경우에 비해, 전체적인 연산량이 약 33.3% 감소될 수 있다.

[0058] 조금 더 구체적으로는, PSS를 위해 사용되는 시퀀스 $d(n)$ 은 주파수 도메인 ZC 시퀀스로부터 다음 식에 따라 생성된다.

수학식 3

$$d_u(n) = \begin{cases} e^{-j\frac{\pi u n (n+1)}{63}} & n = 0, 1, \dots, 30 \\ e^{-j\frac{\pi u (n+1)(n+2)}{63}} & n = 31, 32, \dots, 61 \end{cases}$$

[0059]

[0060] 여기서, ZC 루트 시퀀스 인덱스 u 는 다음의 표에 의해 주어진다.

표 3

$N^{(2)}_{ID}$	Root index u
0	25
1	29
2	34

[0061]

[0062] 도 3을 참조하면, PSS는 5ms마다 전송되므로 UE는 PSS를 검출함으로써 해당 서브프레임이 서브프레임 0과 서브프레임 5 중 하나임을 알 수 있으나, 해당 서브프레임이 서브프레임 0과 서브프레임 5 중 구체적으로 무엇인지는 알 수 없다. 따라서, UE는 PSS만으로는 무선 프레임의 경계를 인지하지 못한다. 즉, PSS만으로는 프레임 동기가 획득될 수 없다. UE는 일 무선 프레임 내에서 두 번 전송되어 서로 다른 시퀀스로서 전송되는 SSS를 검출하여 무선 프레임의 경계를 검출한다.

[0063] 도 4는 2차 동기 신호(secondary synchronization signal, SSS)의 생성 방식을 설명하기 위해 도시된 것이다. 구체적으로, 도 4는 논리 도메인(logical domain)에서의 2개 시퀀스가 물리 도메인으로 맵핑되는 관계를 도시한 것이다.

[0064] SSS를 위해 사용되는 시퀀스는 2개의 길이 31의 m-시퀀스들의 인터리빙된 연결(interleaved concatenation)으로서, 상기 접합된 시퀀스는 PSS에 의해 주어지는 스크램블링 시퀀스에 의해 스크램블링된다. 여기서, m-시퀀스는 PN(Pseudo Noise) 시퀀스의 일종이다.

[0065] 도 4를 참조하면, SSS 부호 생성을 위해 사용되는 2개의 m-시퀀스를 각각 S1, S2라고 하면, S1과 S2는 PSS 기반의 서로 다른 2개의 시퀀스들이 SSS에 스크램블링된다. 이때, S1과 S2는 서로 다른 시퀀스에 의해 스크램블링된다. PSS 기반의 스크램블링 부호는 $x^5 + x^3 + 1$ 의 다항식으로부터 생성된 m-시퀀스를 순환 천이하여 얻어질 수 있는데, PSS 인덱스에 따라 6개의 시퀀스가 상기 m-시퀀스의 순환 천이에 의해 생성된다. 그 후 S2는 S1 기반의 스크램블링 부호에 의해 스크램블링된다. S1 기반의 스크램бл링 부호는 $x^5 + x^4 + x^2 + x^1 + 1$ 의 다항

식으로부터 생성된 m-시퀀스를 순환 천이하여 얻어질 수 있는데, S1의 인덱스에 따라 8개의 시퀀스가 상기 m-시퀀스의 순환 천이에 의해 생성된다. SSS의 부호는 5ms마다 교환(swap)되지만 PSS 기반의 스크램블링 부호는 교환되지 않는다. 예를 들어, 서브프레임 0의 SSS가 (S1, S2)의 조합으로 셀 그룹 식별자를 나른다고 가정하면, 서브프레임 5의 SSS는 (S2, S1)으로 교환(swap)된 시퀀스를 나른다. 이를 통해, 10ms의 무선 프레임 경계가 구분될 수 있다. 이 때 사용되는 SSS 부호는 $x^5 + x^2 + 1$ 의 다항식으로부터 생성되며, 길이 31의 m-시퀀스의 서로 다른 순환 천이(circular shift)를 통해 총 31개의 부호가 생성될 수 있다.

[0066] SSS를 정의하는 2개의 길이 31인 m-시퀀스들의 조합(combination)은 서브프레임 0과 서브프레임 5에서 다르며, 2개의 길이 31인 m-시퀀스들의 조합에 따라 총 168개의 셀 그룹 식별자(cell group ID)가 표현된다. SSS의 시퀀스로서 사용되는 m-시퀀스는 주파수 선택적 환경에서 강건하다는 특성이 있다. 또한, 고속 하다마드 변환(fast Hadarmard transform)을 이용한 고속 m-시퀀스 변환에 의해 변환될 수 있기 때문에 m-시퀀스가 SSS로서 활용되면, UE가 SSS를 해석하는 데 필요한 연산량을 줄일 수 있다. 또한 2개의 짧은 부호(short code)로서 SSS가 구성됨으로써 UE의 연산량이 감소될 수 있다.

[0067] 조금 더 구체적으로 SSS의 생성에 관해 설명하면, SSS를 위해 사용되는 시퀀스 $d(0), \dots, d(61)$ 은 2개의 길이-31의 이진(binary) 시퀀스들의 인터리빙된 연결이다. 상기 연결된 시퀀스는 PSS에 의해 주어지는 스크램블링 시퀀스로 스크램블링된다.

[0068] PSS를 정의하는 2개의 길이-31인 시퀀스들의 조합은 서브프레임 0과 서브프레임 5에서 다음에 따라 다르다.

수학식 4

$$d(2n) = \begin{cases} s_0^{(m_0)}(n)c_0(n) & \text{in subframe 0} \\ s_1^{(m_1)}(n)c_0(n) & \text{in subframe 5} \end{cases}$$

$$d(2n+1) = \begin{cases} s_1^{(m_1)}(n)c_1(n)z_1^{(m_0)}(n) & \text{in subframe 0} \\ s_0^{(m_0)}(n)c_1(n)z_1^{(m_1)}(n) & \text{in subframe 5} \end{cases}$$

[0069]

[0070] 여기서, $0 \leq n \leq 30$ 이다. 인덱스 m_0 및 m_1 은 물리-계층 셀-식별자 그룹 $N_{\text{ID}}^{(1)}$ 로부터 다음에 따라 유도된다.

수학식 5

$$m_0 = m' \bmod 31$$

$$m_1 = (m_0 + \lfloor m'/31 \rfloor + 1) \bmod 31$$

$$m' = N_{\text{ID}}^{(1)} + q(q+1)/2, \quad q = \left\lfloor \frac{N_{\text{ID}}^{(1)} + q'(q'+1)/2}{30} \right\rfloor, \quad q' = \left\lfloor N_{\text{ID}}^{(1)}/30 \right\rfloor$$

[0071]

[0072] 수학식 5의 출력(output)은 수학식 11 다음의 표 4에 리스트된다. 2개의 시퀀스들 $S_0^{(m_0)}(n)$ 및 $S_1^{(m_1)}(n)$ 는 다음에 따라 m-시퀀스 $s(n)$ 의 2개의 다른 순환 천이들로서 정의된다.

수학식 6

$$s_0^{(m_0)}(n) = s((n + m_0) \bmod 31)$$

$$s_1^{(m_1)}(n) = s((n + m_1) \bmod 31)$$

[0073]

[0074] 여기서, $s(i) = 1 - 2x(i)$ ($0 \leq i \leq 30$)는 초기 조건(initial conditions) $x(0)=0, x(1)=0, x(2)=0, x(3)=0$,

$x(4)=1$ 로 다음 식에 의해 정의된다.

수학식 7

$$[0075] \quad x(\bar{i} + 5) = (x(\bar{i} + 3) + x(\bar{i})) \bmod 2, \quad 0 \leq \bar{i} \leq 25$$

- [0076] 2개의 스크램블링 시퀀스들 $c_0(n)$ 및 $c_1(n)$ 은 PSS에 의존하며 m -시퀀스 $c(n)$ 의 2개의 다른 순환 천이들에 의해 다음 식에 따라 정의된다.

수학식 8

$$c_0(n) = c((n + N_{ID}^{(2)}) \bmod 31)$$

$$c_1(n) = c((n + N_{ID}^{(2)} + 3) \bmod 31)$$

- [0078] 여기서, $N_{ID}^{(2)} \in \{0, 1, 2\}$ 는 물리-계층 셀 식별자 그룹 $N_{ID}^{(1)}$ 내의 물리-계층 식별자이고 $c(i) = 1 - 2x(i)$ ($0 \leq i \leq 30$)는 초기 조건(initial conditions) $x(0)=0, x(1)=0, x(2), x(3)=0, x(4)=1$ 로 다음 식에 의해 정의된다.

수학식 9

$$[0079] \quad x(\bar{i} + 5) = (x(\bar{i} + 3) + x(\bar{i})) \bmod 2, \quad 0 \leq \bar{i} \leq 25$$

- [0080] 스크램블링 시퀀스 $Z_{-1}^{(m0)}(n)$ 및 $Z_{-1}^{(m1)}(i)$ 는 다음 식에 따라 m -시퀀스 $z(n)$ 의 순환 천이에 의해 정의된다.

수학식 10

$$z_1^{(m_0)}(n) = z((n + (m_0 \bmod 8)) \bmod 31)$$

$$z_1^{(m_1)}(n) = z((n + (m_1 \bmod 8)) \bmod 31)$$

- [0082] 여기서, m_0 및 m_1 은 수학식 11 다음에 기재된 표 4로부터 얻어지며 $z(i) = 1 - 2x(i)$ ($0 \leq i \leq 30$)는 초기 조건(initial conditions) $x(0)=0, x(1)=0, x(2), x(3)=0, x(4)=1$ 로 다음 식에 의해 정의된다.

수학식 11

$$[0083] \quad x(\bar{i} + 5) = (x(\bar{i} + 4) + x(\bar{i} + 2) + x(\bar{i} + 1) + x(\bar{i})) \bmod 2, \quad 0 \leq \bar{i} \leq 25$$

표 4

$N_{\text{ID}}^{(1)}$	m_0	m_1												
0	0	1	34	4	6	68	9	12	102	15	19	136	22	27
1	1	2	35	5	7	69	10	13	103	16	20	137	23	28
2	2	3	36	6	8	70	11	14	104	17	21	138	24	29
3	3	4	37	7	9	71	12	15	105	18	22	139	25	30
4	4	5	38	8	10	72	13	16	106	19	23	140	0	6
5	5	6	39	9	11	73	14	17	107	20	24	141	1	7
6	6	7	40	10	12	74	15	18	108	21	25	142	2	8
7	7	8	41	11	13	75	16	19	109	22	26	143	3	9
8	8	9	42	12	14	76	17	20	110	23	27	144	4	10
9	9	10	43	13	15	77	18	21	111	24	28	145	5	11
10	10	11	44	14	16	78	19	22	112	25	29	146	6	12
11	11	12	45	15	17	79	20	23	113	26	30	147	7	13
12	12	13	46	16	18	80	21	24	114	0	5	148	8	14
13	13	14	47	17	19	81	22	25	115	1	6	149	9	15
14	14	15	48	18	20	82	23	26	116	2	7	150	10	16
15	15	16	49	19	21	83	24	27	117	3	8	151	11	17
16	16	17	50	20	22	84	25	28	118	4	9	152	12	18
17	17	18	51	21	23	85	26	29	119	5	10	153	13	19
18	18	19	52	22	24	86	27	30	120	6	11	154	14	20
19	19	20	53	23	25	87	0	4	121	7	12	155	15	21
20	20	21	54	24	26	88	1	5	122	8	13	156	16	22
21	21	22	55	25	27	89	2	6	123	9	14	157	17	23
22	22	23	56	26	28	90	3	7	124	10	15	158	18	24

[0084]

23	23	24	57	27	29	91	4	8	125	11	16	159	19	25
24	24	25	58	28	30	92	5	9	126	12	17	160	20	26
25	25	26	59	0	3	93	6	10	127	13	18	161	21	27
26	26	27	60	1	4	94	7	11	128	14	19	162	22	28
27	27	28	61	2	5	95	8	12	129	15	20	163	23	29
28	28	29	62	3	6	96	9	13	130	16	21	164	24	30
29	29	30	63	4	7	97	10	14	131	17	22	165	0	7
30	0	2	64	5	8	98	11	15	132	18	23	166	1	8
31	1	3	65	6	9	99	12	16	133	19	24	167	2	9
32	2	4	66	7	10	100	13	17	134	20	25	-	-	-
33	3	5	67	8	11	101	14	18	135	21	26	-	-	-

[0085]

[0086] SSS을 이용한 셀(cell) 탐색 과정을 수행하여 DL 신호의 복조(demodulation) 및 UL 신호의 전송을 정확한 시점에 수행하는 데 필요한 시간 및 주파수 파라미터를 결정한 UE는 또한 상기 eNB로부터 상기 UE의 시스템 설

정(system configuration)에 필요한 시스템 정보를 획득해야 상기 eNB와 통신할 수 있다.

- [0087] 시스템 정보는 마스터정보블락(Master Information Block, MIB) 및 시스템정보블락(System Information Blocks, SIBs)에 의해 설정된다(configured). 각 시스템정보블락은 기능적으로 연관된 파라미터의 모음을 포함하며, 포함하는 파라미터에 따라 마스터정보블락(Master Information Block, MIB) 및 시스템정보블락타입1(System Information Block Type 1, SIB1), 시스템정보블락타입2(System Information Block Type 2, SIB2), SIB3~SIB8으로 구분된다. MIB는 UE가 eNB의 네트워크(network)에 초기 접속(initial access)하는 데 필수적인, 가장 자주 전송되는 파라미터들을 포함한다. SIB1은 다른 SIB들의 시간 도메인 스케줄링에 대한 정보뿐만 아니라, 특정 셀이 셀 선택에 적합한 셀인지를 판단하는 데 필요한 파라미터들을 포함한다.
- [0088] UE는 MIB를 브로드캐스트 채널(예, PBCH)을 통해 수신할 수 있다. MIB에는 하향링크 시스템 대역폭(dl-Bandwidth, DL BW), PHICH 설정(configuration), 시스템 프레임 넘버(SFN)가 포함된다. 따라서, UE는 PBCH를 수신함으로써 명시적(explicit)으로 DL BW, SFN, PHICH 설정에 대한 정보를 알 수 있다. 한편, PBCH를 수신을 통해 UE가 암묵적(implicit)으로 알 수 있는 정보로는 eNB의 전송 안테나 포트의 개수가 있다. eNB의 전송 안테나 개수에 대한 정보는 PBCH의 에러 검출에 사용되는 16-비트 CRC(Cyclic Redundancy Check)에 전송 안테나 개수에 대응되는 시퀀스를 마스킹(예, XOR 연산)하여 암묵적으로 시그널링된다.
- [0089] PBCH는 40ms 동안에 4개의 서브프레임에 맵핑된다. 40ms의 시간은 블라인드(blind) 검출되는 것으로서 40ms의 시간에 대한 명시적인 시그널링이 별도로 존재하지는 않는다. 시간 도메인에서, PBCH는 무선프레임 내 서브프레임 0 내 슬롯 1(서브프레임 0의 두 번째 슬롯)의 OFDM 심볼 0~3에서 전송된다.
- [0090] 주파수 도메인에서, PSS/SSS 및 PBCH는 실제 시스템 대역폭과 관계없이 해당 OFDM 심볼 내에서 DC 부반송파를 중심으로 좌우 3개씩 총 6개의 RB, 즉 총 72개의 부반송파들 내에서만 전송된다. 따라서, UE는 상기 UE에게 설정된(configured) 하향링크 전송 대역폭과 관계없이 SS 및 PBCH를 검출(detect) 혹은 복호(decode)할 수 있도록 설정된다(configured).
- [0091] 초기 셀 탐색을 마치고 eNB의 네트워크에 접속한 UE는 PDCCH 및 상기 PDCCH에 실린 정보에 따라 PDSCH를 수신함으로써 좀더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다. 상술한 바와 같은 절차를 수행한 UE는 이후 일반적인 상/하향링크 신호 전송 절차로서 PDCCH/PDSCH 수신 및 PUSCH/PUCCH 전송을 수행할 수 있다.
- [0092] 도 5는 무선 통신 시스템에서 사용되는 하향링크 서브프레임(subframe) 구조를 예시한 것이다.
- [0093] 도 5를 참조하면, DL 서브프레임은 시간 도메인에서 제어 영역(control region)과 데이터 영역(data region)으로 구분된다. 도 5를 참조하면, 서브프레임의 첫 번째 슬롯에서 앞부분에 위치한 최대 3(혹은 4)개의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어 영역(control region)에 대응한다. 이하, DL 서브프레임에서 PDCCH 전송에 이용가능한 자원 영역(resource region)을 PDCCH 영역이라 칭한다. 제어 영역으로 사용되는 OFDM 심볼(들)이 아닌 남은 OFDM 심볼들은 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)가 할당되는 데이터 영역(data region)에 해당한다. 이하, DL 서브프레임에서 PDSCH 전송에 이용가능한 자원 영역을 PDSCH 영역이라 칭한다. 3GPP LTE에서 사용되는 DL 제어 채널의 예는 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical hybrid ARQ indicator Channel) 등을 포함한다. PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고 서브프레임 내에서 제어 채널의 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 관한 정보를 나른다. PHICH는 UL 전송에 대한 응답으로서 HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request) ACK/NACK(acknowledgment/negative-acknowledgment) 신호를 나른다.
- [0094] PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보를 상향링크 제어 정보(downlink control information, DCI)라고 지칭한다. DCI는 UE 또는 UE 그룹을 위한 자원 할당 정보 및 다른 제어 정보를 포함한다. DL 공유 채널(downlink shared channel, DL-SCH)의 전송 포맷(Transmit Format) 및 자원 할당 정보는 DL 스케줄링 정보 혹은 DL 그랜트(DL grant)라고도 불리며, UL 공유 채널(uplink shared channel, UL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보는 UL 스케줄링 정보 혹은 UL 그랜트(UL grant)라고도 불린다. 일 PDCCH가 나르는 DCI는 DCI 포맷에 따라서 그 크기와 용도가 다르며, 코딩 레이트에 따라 그 크기가 달라질 수 있다. 현재 3GPP LTE 시스템에서는 상향링크용으로 포맷 0 및 4, 하향링크용으로 포맷 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2, 2A, 2B, 2C, 3, 3A 등의 다양한 포맷이 정의되어 있다. DCI 포맷 각각의 용도에 맞게, 호핑 플래그, RB 할당(RB allocation), MCS(modulation coding scheme), RV(redundancy version), NDI(new data indicator), TPC(transmit power control), 순환 천이 DMRS(cyclic shift demodulation reference signal), UL 인덱스, CQI(channel quality information) 요청, DL 할당 인덱스(DL assignment index), HARQ 프로세스 넘버, TPMI(transmitted precoding matrix indicator), PMI(precoding matrix indicator) 정보 등의 제어정보가 취사 선택된 조합이 하향링크 제어정보로서 UE에게 전송된다. 표 5

는 DCI 포맷의 예를 나타낸다.

표 5

DCI format	Description
0	Resource grants for the PUSCH transmissions (uplink)
1	Resource assignments for single codeword PDSCH transmissions
1A	Compact signaling of resource assignments for single codeword PDSCH
1B	Compact signaling of resource assignments for single codeword PDSCH
1C	Very compact resource assignments for PDSCH (e.g. paging/broadcast system information)
1D	Compact resource assignments for PDSCH using multi-user MIMO
2	Resource assignments for PDSCH for closed-loop MIMO operation
2A	Resource assignments for PDSCH for open-loop MIMO operation
2B	Resource assignments for PDSCH using up to 2 antenna ports with UE-specific reference signals
2C	Resource assignment for PDSCH using up to 8 antenna ports with UE-specific reference signals
3/3A	Power control commands for PUCCH and PUSCH with 2-bit/1-bit power adjustments
4	Scheduling of PUSCH in one UL Component Carrier with multi-antenna port transmission mode

[0095]

[0096] 복수의 PDCCH가 제어영역 내에서 전송될 수 있다. UE는 복수의 PDCCH를 모니터링 할 수 있다. eNB는 UE에게 전송될 DCI에 따라 DCI 포맷을 결정하고, DCI에 CRC(cyclic redundancy check)를 부가한다. CRC는 PDCCH의 소유자 또는 사용목적에 따라 식별자(예, RNTI(radio network temporary identifier))로 마스킹(또는 스크램블)된다. 예를 들어, PDCCH가 특정 UE를 위한 것일 경우, 해당 UE의 식별자(예, cell-RNTI (C-RNTI))가 CRC에 마스킹 될 수 있다. PDCCH가 페이징 메시지를 위한 것일 경우, 페이징 식별자(예, paging-RNTI (P-RNTI))가 CRC에 마스킹될 수 있다. PDCCH가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(system information block, SIB))를 위한 것일 경우, SI-RNTI(system information RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. PDCCH가 랜덤 접속 응답을 위한 것일 경우, RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. CRC 마스킹(또는 스크램블)은 예를 들어 비트 레벨에서 CRC와 RNTI를 XOR 연산하는 것을 포함한다.

[0097]

PDCCH는 하나 또는 복수의 연속된 제어 채널 요소(control channel element, CCE)들의 집성(aggregation) 상에서 전송된다. CCE는 PDCCH에 무선 채널 상태에 기초한 코딩 레이트를 제공하는데 사용되는 논리적 할당 유닛이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group, REG)에 대응한다. 예를 들어, 하나의 CCE는 9개의 REG에 대응되고 하나의 REG는 네 개의 RE에 대응한다. 4개의 QPSK 심볼이 각각의 REG에 맵핑된다. 참조 신호(RS)에 의해 점유된 자원요소(RE)는 REG에 포함되지 않는다. 따라서, 주어진 OFDM 심볼 내에서 REG의 개수는 RS의 존재 여부에 따라 달라진다. REG 개념은 다른 하향링크 제어채널(즉, PCFICH 및 PHICH)에도 사용된다. DCI 포맷 및 DCI 비트의 개수는 CCE의 개수에 따라 결정된다. CCE들은 번호가 매겨져 연속적으로 사용되고, 복호 과정을 간단히 하기 위해, n개 CCE들로 구성된 포맷을 가지는 PDCCH는 n의 배수에 해당하는 번호를 가지는 CCE에서만 시작될 수 있다. 특정 PDCCH의 전송에 사용되는 CCE의 개수는 채널 상태에 따라 네트워크 혹은 eNB에 의해 결정된다. 예를 들어, 좋은 하향링크 채널을 가지는 UE(예, eNB에 인접함)을 위한 PDCCH의 경우 하나의 CCE로도 충분할 수 있다. 그러나, 열악한 채널을 가지는 UE(예, 셀 경계에 근처에 존재)를 위한 PDCCH의 경우 충분한 강건성(robustness)을 얻기 위해서는 8개의 CCE가 요구될 수 있다. 또한, PDCCH의 파워 레벨은 채널 상태에 맞춰 조정될 수 있다.

[0098] 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 경우, 각각의 UE를 위해 PDCCH가 위치할 수 있는 CCE들의 모음(set)을 정의하였다. UE가 자신의 PDCCH를 발견할 수 있는 CCE들의 모음을 PDCCH 탐색 공간, 간단히 탐색 공간(Search Space, SS)라고 지칭한다. 탐색 공간 내에서 PDCCH가 전송될 수 있는 개별 자원을 PDCCH 후보(candidate)라고 지칭한다. UE가 모니터링(monitoring)할 PDCCH 후보들의 모음은 탐색 공간으로 정의된다. 탐색 공간은 다른 크기를 가질 수 있으며, 전용(dedicated) 탐색 공간과 공통(common) 탐색 공간이 정의되어 있다. 전용 탐색 공간은 UE 특정적 탐색 공간(UE-specific search space, UE SS)이며, 각각의 개별 UE를 위해 설정된다(configured). 공통 탐색 공간은 복수의 UE들을 위해 설정된다. 다음 표는 탐색 공간들을 정의하는 집성 레벨들을 나열한 것이다.

표 6

Type	Search space $S_k^{(L)}$	Aggregation level L	Size [in CCES]	Number of PDCCH candidates $M^{(L)}$
UE-specific	1	6	6	6
	2	12	6	6
	4	8	2	2
	8	16	2	4
Common	4	16	4	4
	8	16	2	2

[0099]

[0100] 공통 탐색 공간에 대해, Y_k 는 집성 레벨 $L=4$ 및 $L=8$ 에 대해 0으로 맞춰진다(set). 집성 레벨 L 에서 UE SS $S_k^{(L)}$ 에 대해, 변수 Y_k 는 다음 식에 의해 정의된다.

수학식 12

$$Y_k = (A \cdot Y_{k-1}) \bmod D$$

[0102] 여기서, $Y_{-1}=n_{\text{RNTI}}$, $A=39827$, $D=65537$, $k=\lfloor n_s/2 \rfloor$ 이고, n_s 는 무선 프레임 내 슬롯 번호이다. SI-RNTI, C-RNTI, P-RNTI, RA-RNTI 등이 n_{RNTI} 위한 사용되는 RNTI 값으로서 사용될 수 있다.

[0103] PDCCH가 모니터링되는 각 서빙 셀에 대해, 탐색 공간 $S_k^{(L)}$ 의 PDCCH 후보 m 에 대응하는 CCE들은 다음 식에 의해 주어진다.

수학식 13

$$L \left\{ (Y_k + m') \bmod \lfloor N_{\text{CCE},k} / L \rfloor \right\} + i$$

[0105] 여기서, Y_k 는 수학식 12에 의해 정해질 수 있으며, $i=0, \dots, L-1$ 이다. 공통 탐색 공간의 경우, $m'=m$ 이다. UE SS의 경우, PDCCH가 모니터링되는 서빙 셀에 대해, 모니터링하는 UE에 반송파 지시 필드가 설정되면, 예를 들어, UE에게 PDCCH에 반송파 지시 필드가 존재한다고 상위 계층에 의해 지시되면, $m' = m + M^{(L)} \cdot n_{\text{CI}}$ 이며 여기서 n_{CI} 는 반송파 지시 필드 값이다. 상기 반송파 지시 필드 값은 해당 서빙 셀의 서빙 셀 인덱스(ServCellIndex)와 동일하다. 서빙 셀 인덱스는 서빙 셀을 식별하기 위해 사용되는 짧은 식별자(short

identity)로서, 예를 들어, 0부터 'UE에게 한 번에 설정될 수 있는 반송파 주파수의 최대 개수 -1'까지의 정수 중 어느 하나가 서빙 셀 인덱스로서 일 서빙 셀에 할당될 수 있다. 즉 서빙 셀 인덱스는 전체 반송파 주파수들 중에서 특정 반송파 주파수를 식별하는 데 사용되는 물리 인덱스라기 보다는 UE에게 할당된 셀들 중에서만 특정 서빙 셀을 식별하는 데 사용되는 논리 인덱스라고 할 수 있다. 한편, UE에게 반송파 지시 필드(carrier indicator field, CIF)가 설정되지 않으면 $m' = m$ 이며, 여기서 $m = 0, \dots, M^{(L)} - 1$ 이다. $M^{(L)}$ 은 해당 탐색 공간에서 모니터할 PDCCH 후보의 개수이다. 참고로, CIF는 DCI에 포함되는 필드로서, 반송파 집성의 경우, CIF는 해당 DCI가 어떤 셀을 위한 스케줄링 정보를 나르는지를 지시하는 데 사용된다. eNB는 UE가 수신할 DCI가 CIF를 포함할 수 있는지 여부를 상위 계층 신호를 이용하여 상기 UE에게 알려줄 수 있다. 즉, UE는 상위 계층에 의해 CIF를 설정 받을 수 있다. 반송파 집성에 대해서는 도 9 및 도 10에서 좀 더 자세히 설명된다.

[0106] eNB는 탐색 공간 내의 임의의 PDCCH 후보 상에서 실제 PDCCH (DCI)를 전송하고, UE는 PDCCH (DCI)를 찾기 위해 탐색 공간을 모니터링한다. 여기서, 모니터링이라 함은 모든 모니터링되는 DCI 포맷들에 따라 해당 탐색 공간 내의 각 PDCCH의 복호(decoding)를 시도(attempt)하는 것을 의미한다. UE는 상기 복수의 PDCCH를 모니터링하여, 자신의 PDCCH를 검출할 수 있다. 기본적으로 UE는 자신의 PDCCH가 전송되는 위치를 모르기 때문에, 매 서브프레임마다 해당 DCI 포맷의 모든 PDCCH를 자신의 식별자를 가진 PDCCH를 검출할 때까지 PDCCH의 복호를 시도하는데, 이러한 과정을 블라인드 검출(blind detection)(블라인드 복호(blind decoding, BD))이라고 한다.

[0107] 예를 들어, 특정 PDCCH가 "A"라는 RNTI(Radio Network Temporary Identity)로 CRC(cyclic redundancy check) 마스킹(masking)되어 있고, "B"라는 무선자원(예, 주파수 위치) 및 "C"라는 전송형식정보(예, 전송 블록 사이즈, 변조 방식, 코딩 정보 등)를 이용해 전송되는 데이터에 관한 정보가 특정 DL 서브프레임을 통해 전송되고 상정(assume)한다. UE는 자신이 가지고 있는 RNTI 정보를 이용하여 PDCCH를 모니터링하고, "A"라는 RNTI를 가지고 있는 UE는 PDCCH를 검출하고, 수신한 PDCCH의 정보를 통해 "B"와 "C"에 의해 지시되는 PDSCH를 수신한다.

[0108] 일반적으로, UE에 설정된(configured) 전송 모드(transmission mode, TM)에 따라 상기 UE에게 전송될 수 있는 DCI 포맷이 달라진다. 다시 말해, 특정 전송 모드로 설정된 UE를 위해서는 모든 DCI 포맷이 사용될 수 있는 것이 아니라, 상기 특정 전송 모드에 대응하는 일정 DCI 포맷(들)만이 사용될 수 있다. 예를 들어, UE는 전송 모드 1부터 9 중 하나에 따라 PDCCH를 통해 시그널링된 PDSCH 데이터 전송을 수신하도록, 상위 계층 의해 준정적으로(semi-statically) 설정된다(configured). 블라인드 복호 시도에 따른 UE의 연산 부하를 일정 수준 이하로 유지하기 위해, 모든 DCI 포맷이 UE에 의해 동시에 탐색되지는 않는다. 표 7은 다중-안테나 기술을 설정하기(configure) 위한 전송 모드 및 해당 전송 모드에서 UE가 블라인드 복호를 수행하는 DCI 포맷을 예시한 것이다.

표 7

Transmission mode	DCI format	Search Space	Transmission scheme of PDSCH corresponding to PDCCH
Mode 1	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	Single-antenna port, port 0
	DCI format 1	UE specific by C-RNTI	Single-antenna port, port 0
Mode 2	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	Transmit diversity
	DCI format 1	UE specific by C-RNTI	Transmit diversity
Mode 3	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	Transmit diversity
	DCI format 2A	UE specific by C-RNTI	Large delay CDD or Transmit diversity

[0109]

Mode 4	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	Transmit diversity
	DCI format 2	UE specific by C-RNTI	Closed-loop spatial multiplexing or Transmit diversity
Mode 5	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	Transmit diversity
	DCI format 1D	UE specific by C-RNTI	Multi-user MIMO
Mode 6	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	Transmit diversity
	DCI format 1B	UE specific by C-RNTI	Closed-loop spatial multiplexing using a single transmission layer
Mode 7	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	If the number of PBCH antenna ports is one, Single-antenna port, port 0 is used, otherwise Transmit diversity
	DCI format 1	UE specific by C-RNTI	Single-antenna port, port 5
Mode 8	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	If the number of PBCH antenna ports is one, Single-antenna port, port 0 is used, otherwise Transmit diversity
	DCI format 2B	UE specific by C-RNTI	Dual layer transmission, port 7 and 8 or single-antenna port, port 7 or 8
Mode 9	DCI format 1A	Common and UE specific by C-RNTI	Non-MBSFN subframe: If the number of PBCH antenna ports is one, Single-antenna port, port 0 is used, otherwise Transmit diversity. MBSFN subframe: Single-antenna port, port 7
	DCI format 2C	UE specific by C-RNTI	Up to 8 layer transmission, ports 7-14

[0110]

[0111] 표 7에는 전송 모드 1~9이 나열되었으나 표 7에 정의된 전송 모드들 외에도 다른 전송 모드가 정의될 수 있다.

[0112] 특히, 표 7은 C-RNTI(Cell RNTI(Radio Network Temporary Identifier))에 의해 설정된(configured) PDCCH 및 PDSCH의 관계를 나타내며, 상위 계층에 의해 C-RNTI에 스크램블링된 CRC로 PDCCH를 복호하도록 설정된 UE는 상기 PDCCH를 복호하고 표 7에 정의된 각 조합에 따라 해당 PDSCH를 복호한다. 예를 들어, UE가 상위 계층 시그널링에 의해 전송 모드 1으로 설정되면, 상기 DCI 포맷 1A 및 1으로 PDCCH를 각각 복호하여, DCI 포맷 1A의 DCI와 DCI 포맷 1의 DCI 중 하나를 획득한다.

[0113] UE가 하향링크 신호를 복조 혹은 복호하기 위해서는 상기 UE와 상기 하향링크 신호를 전송한 노드 사이의 채널을 추정하기 위한 참조 신호를 필요로 한다. LTE 시스템에서 정의된 CRS는 복조 목적 및 측정 목적 둘 다에 이용될 수 있다. DRS는 특정 RS에게만 알려지며, CRS는 모든 UE들에게 알려진다. 3GPP LTE 시스템에서 정의된 CRS는 공통 RS의 일종으로 볼 수 있다. 참고로 복조는 복호 과정의 일부이므로, 본 발명에서는 복조라는 용어가 복호라는 용어와 혼용되어 사용된다.

- [0114] 도 6은 셀 특정적 참조 신호(cell specific reference signal, CRS)를 예시한 것이다. 특히 도 6은 최대 4개 안테나까지 지원하는 3GPP LTE 시스템을 위한 CRS 구조를 도시한 것이다.
- [0115] 기존 3GPP LTE 시스템에서 CRS는 복조 목적 및 측정 목적 둘 다에 이용되므로, CRS는 PDSCH 전송을 지원하는 셀(cell) 내 모든 하향링크 서브프레임에서 전체 하향링크 대역폭에 걸쳐 전송되며 eNB에 설정된(configured) 모든 안테나 포트에서 전송되었다. UE는 CRS를 이용하여 CSI를 측정할 수 있으며, CRS를 이용하여 상기 CRS를 포함하는 서브프레임에서 PDSCH를 통해 수신된 신호를 복조할 수도 있다. 즉 eNB는 모든 RB에서 각 RB 내 일정한 위치에 CRS를 전송하고 UE는 상기 CRS를 기준으로 채널 추정을 수행한 다음에 PDSCH를 검출하였다. 예를 들어, UE는 CRS RE에서 수신된 신호를 측정하고 상기 측정된 신호와, 상기 CRS RE별 수신 에너지의 PDSCH가 맵핑된 RE별 수신 에너지에 대한 비를 이용하여 PDSCH가 맵핑된 RE로부터 PDSCH 신호를 검출할 수 있다. 그러나 이렇게 CRS를 기반으로 PDSCH가 전송되는 경우에는 eNB가 모든 RB에 대해서 CRS를 전송해야 하므로 불필요한 RS 오버헤드가 발생하게 된다.
- [0116] 이러한 문제점을 해결하기 위하여 3GPP LTE-A 시스템에서는 CRS 외에 UE-특정적 RS(이하, UE-RS) 및 CSI-RS를 추가로 정의된다. UE-RS는 복조를 위해 CSI-RS는 채널 상태 정보의 얻어내기(derive) 위해 사용된다. UE-RS는 DRS의 일종으로 볼 수 있다. UE-RS는, PDSCH의 존재 유무와 관계없이 매 서브프레임마다 전송되도록 설정된 CRS와 달리, PDSCH가 스케줄링된 서브프레임에서 PDSCH가 맵핑된 RB(들)에서만 전송되도록 설정된다. 또한 UE-RS는, PDSCH의 레이어의 개수와 관계없이 모든 안테나 포트(들)을 통해 전송되는 CRS와 달리, PDSCH의 레이어(들)에 각각 대응하는 안테나 포트(들)을 통해서만 전송된다. 따라서 CRS에 비해 RS의 오버헤드가 감소될 수 있다. 한편 CSI-RS는 채널 측정을 위해 도입된 하향링크 RS로서, 3GPP LTE-A 시스템은 CSI-RS 전송을 위해 복수의 CSI-RS 설정들을 정의하고 있다. CSI-RS 전송이 설정된 서브프레임들에서 CSI-RS 시퀀스 $r_{l,n_s}(m)$ 는 안테나 포트 p 상의 참조 심볼들로서 사용되는 복소 변조 심볼들 $a_{k,l}^{(p)}$ 에 다음 식에 따라 맵핑된다.

수학식 14

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

- [0117] 여기서 W_l , k , l 은 다음 식에 의해 주어진다.

수학식 15

$$\begin{aligned}
 k = k' + 12m + & \left\{ \begin{array}{ll} -0 & \text{for } p \in \{15, 16\}, \text{normal cyclic prefix} \\ -6 & \text{for } p \in \{17, 18\}, \text{normal cyclic prefix} \\ -1 & \text{for } p \in \{19, 20\}, \text{normal cyclic prefix} \\ -7 & \text{for } p \in \{21, 22\}, \text{normal cyclic prefix} \\ -0 & \text{for } p \in \{15, 16\}, \text{extended cyclic prefix} \\ -3 & \text{for } p \in \{17, 18\}, \text{extended cyclic prefix} \\ -6 & \text{for } p \in \{19, 20\}, \text{extended cyclic prefix} \\ -9 & \text{for } p \in \{21, 22\}, \text{extended cyclic prefix} \end{array} \right. \\
 l = l' + & \left\{ \begin{array}{ll} l'' & \text{CSI reference signal configurations 0 - 19, normal cyclic prefix} \\ 2l'' & \text{CSI reference signal configurations 20 - 31, normal cyclic prefix} \\ l'' & \text{CSI reference signal configurations 0 - 27, extended cyclic prefix} \end{array} \right. \\
 w_{l''} = & \begin{cases} 1 & p \in \{15, 17, 19, 21\} \\ (-1)^{l''} & p \in \{16, 18, 20, 22\} \end{cases} \\
 l'' = & 0, 1 \\
 m = & 0, 1, \dots, N_{\text{RB}}^{\text{DL}} - 1 \\
 m' = m + & \left\lfloor \frac{N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} - N_{\text{RB}}^{\text{DL}}}{2} \right\rfloor
 \end{aligned}$$

[0119]

- [0120] 여기서 (k', l') 및 n_s 상의 필요한(necessary) 조건들은 정규 CP 및 확장 CP에 대해 각각 표 8 및 표 9에 의해 주어진다. 즉 표 8 및 표 9의 CSI RS 설정들은 RB 쌍 내에서 각 안테나 포트의 CSI-RS가 점유하는 RE들의 위치를 나타낸다.

표 8

CSI reference signal configuration	Number of CSI reference signals configured					
	1 or 2		4		8	
	(k', l')	$n_s \bmod 2$	(k', l')	$n_s \bmod 2$	(k', l')	$n_s \bmod 2$
FS1 and FS2	0	(9,5)	0	(9,5)	0	(9,5)
	1	(11,2)	1	(11,2)	1	(11,2)
	2	(9,2)	1	(9,2)	1	(9,2)
	3	(7,2)	1	(7,2)	1	(7,2)
	4	(9,5)	1	(9,5)	1	(9,5)
	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			
FS2 only	20	(11,1)	1	(11,1)	1	(11,1)
	21	(9,1)	1	(9,1)	1	(9,1)
	22	(7,1)	1	(7,1)	1	(7,1)
	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			

[0121]

29	(2,1)	1				
30	(1,1)	1				
31	(0,1)	1				

[0122]

표 9

CSI reference signal configuration	Number of CSI reference signals configured					
	1 or 2		4		8	
	(k', l')	$n_s \bmod 2$	(k', l')	$n_s \bmod 2$	(k', l')	$n_s \bmod 2$
FS1 and FS2	0	(11,4)	0	(11,4)	0	(11,4)
	1	(9,4)	0	(9,4)	0	(9,4)
	2	(10,4)	1	(10,4)	1	(10,4)
	3	(9,4)	1	(9,4)	1	(9,4)
	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			
FS2 only	16	(11,1)	1	(11,1)	1	(11,1)
	17	(10,1)	1	(10,1)	1	(10,1)
	18	(9,1)	1	(9,1)	1	(9,1)
	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			

[0123]

	26	(1,1)	1				
	27	(0,1)	1				

[0124]

[0125] 도 7은 채널 상태 정보 참조 신호(channel state information reference signal, CSI-RS) 설정(configuration)들을 예시한 것이다. 특히 도 7(a)는 표 8의 CSI-RS 설정들 중 2개의 CSI-RS 포트들에 의한 CSI-RS 전송에 이용 가능한 20가지 CSI-RS 설정 0~19를 나타낸 것이고, 도 7(b)는 표 8의 CSI-RS 설정들 중 4개의 CSI-RS 포트들에 의해 이용 가능한 10가지 CSI-RS 설정 0~9를 나타낸 것이며, 도 7(c)는 표 8의 CSI-RS 설정들 중 8개의 CSI-RS 포트들에 의해 이용 가능한 5가지 CSI-RS 설정 0~4를 나타낸 것이다. 여기서 CSI-RS 포트는 CSI-RS 전송을 위해 설정된 안테나 포트를 의미하는데, 예를 들어, 수학식 15에서 안테나 포트

15~22가 CSI-RS 포트들에 해당한다. CSI-RS 포트의 개수에 따라 CSI-RS 설정이 달라지므로 CSI-RS 설정 번호가 동일하다고 하더라도 CSI-RS 전송을 위해 설정된 안테나 포트의 개수가 다르면 다른 CSI-RS 설정이 된다.

[0126] 한편 CSI-RS는 매 서브프레임마다 전송되도록 설정된 CRS와 달리 다수의 서브프레임들에 해당하는 소정 전송 주기마다 전송되도록 설정된다. 따라서 CSI-RS 설정은 표 8 혹은 표 9에 따른, 자원 블록 쌍 내에서 CSI-RS가 점유하는 RE들의 위치뿐만 아니라 CSI-RS가 설정되는 서브프레임에 따라서도 달라진다. 표 8 혹은 표 9에서 CSI-RS 설정 번호가 동일하다고 하더라도 CSI-RS 전송을 위한 서브프레임이 다르면 CSI-RS 설정도 다르다고 볼 수 있다. 예를 들어, CSI-RS 전송 주기($T_{\text{CSI-RS}}$)가 다르거나 일 무선 프레임 내에서 CSI-RS 전송이 설정된 시작 서브프레임($\Delta_{\text{CSI-RS}}$)이 다르면 CSI-RS 설정이 다르다고 볼 수 있다. 이하에서는 표 8 혹은 표 9의 CSI-RS 설정 번호가 부여된 CSI-RS 설정과, 표 8 혹은 표 9의 CSI-RS 설정 번호, CSI-RS 포트의 개수 및/또는 CSI-RS가 설정된 서브프레임에 따라 달라지는 CSI-RS 설정을 구분하기 위하여 후자의 설정을 CSI-RS 자원 설정(CSI-RS resource configuration)이라고 칭한다.

[0127] eNB는 UE에게 CSI-RS 자원 설정을 알려줄 때 CSI-RS들의 전송을 위해 사용되는 안테나 포트의 개수, CSI-RS 패턴, CSI-RS 서브프레임 설정(CSI-RS subframe configuration) $I_{\text{CSI-RS}}$, CSI 피드백을 위한 참조 PDSCH 전송 전력에 관한 UE 상정(UE assumption on reference PDSCH transmitted power for CSI feedback) P_c , 제로 전력 CSI-RS 설정 리스트, 제로 전력 CSI-RS 서브프레임 설정 등에 관한 정보를 알려 줄 수 있다.

[0128] CSI-RS 서브프레임 설정 $I_{\text{CSI-RS}}$ 는 CSI-RS들의 존재(occurrence)에 대한 서브프레임 설정 주기 $T_{\text{CSI-RS}}$ 및 서브프레임 오프셋 $\Delta_{\text{CSI-RS}}$ 을 특정하는 정보이다. 다음 표는 $T_{\text{CSI-RS}}$ 및 $\Delta_{\text{CSI-RS}}$ 에 따른 CSI-RS 서브프레임 설정 $I_{\text{CSI-RS}}$ 을 예시한 것이다.

표 10

CSI-RS-SubframeConfig $I_{\text{CSI-RS}}$	CSI-RS periodicity $T_{\text{CSI-RS}}$ (subframes)	CSI-RS subframe offset $\Delta_{\text{CSI-RS}}$ (subframes)
0 ~ 4	5	$I_{\text{CSI-RS}}$
5 ~ 14	10	$I_{\text{CSI-RS}} - 5$
15 ~ 34	20	$I_{\text{CSI-RS}} - 15$
35 ~ 74	40	$I_{\text{CSI-RS}} - 35$
75 ~ 154	80	$I_{\text{CSI-RS}} - 75$

[0129]

다음 식을 만족하는 서브프레임들이 CSI-RS를 포함하는 서브프레임들이 된다.

수학식 16

$$(10n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - \Delta_{\text{CSI-RS}}) \bmod T_{\text{CSI-RS}} = 0$$

[0132] P_c 는 UE가 CSI 피드백을 위한 CSI를 얻어낼 때 상기 UE가 상정하는 CSI-RS EPRE에 대한 PDSCH EPRE의 비(ratio of PDSCH EPRE to CSI-RS EPRE)이다. EPRE는 RE별 에너지(energy per resource element)를 의미한다. CSI-RS EPRE는 CSI-RS가 점유하는 RE당 에너지를 의미하고, PDSCH EPRE는 PDSCH가 점유하는 RE당 에너지를 의미한다.

[0133] 제로 전력 CSI-RS 설정 리스트는 UE가 제로 전송 전력을 상정해야 하는 CSI-RS 패턴(들)을 나타낸다. 예를 들어, eNB는 제로 전력 CSI-RS 설정 리스트에서 제로 전송 전력이라고 지시된 CSI-RS 설정들에 포함된 RE들에서는 제로 전송 전력으로 신호가 전송될 것이므로, UE는 해당 RE들 상에서 수신된 신호를 간접으로 상정하거나, 해당 RE들 상에서 수신된 신호를 제외하고 하향링크 신호를 복호할 수 있다. 표 8 및 표 9를 참조하면, 제로 전력 CSI-RS 설정 리스트는 4개 안테나 포트에 대한 16개 CSI-RS 패턴들에 일대일로 대응하는 16-비트 비트맵

일 수 있다. 상기 16-비트 비트맵 중 최상위 비트(most significant bit)는 가장 낮은 CSI-RS 설정 번호(혹은 CSI-RS 설정 인덱스라고도 함)의 CSI-RS 설정에 대응하고 이어지는 비트들은 오름차순으로 CSI-RS 패턴들에 대응한다. UE는 상위 계층에 의해 설정된 16-비트의 제로 전력 CSI-RS 비트맵에서 '1'로 설정된 비트(들)에 대응하는 CSI-RS 패턴의 RE들에 대해 제로 전송 전력을 상정한다. 이하 UE가 제로 전송 전력을 상정해야 하는 CSI-RS 패턴을 제로 전력 CSI-RS 패턴이라 칭한다.

- [0134] 제로 전력 CSI-RS 서브프레임 설정은 제로 전력 CSI-RS 패턴을 포함하는 서브프레임들을 특정하는 정보이다. CSI-RS 서브프레임 설정과 마찬가지로, 표 10에 따른 I_{CSI-RS} 를 이용하여 제로 전력 CSI-RS의 존재를 포함하는 서브프레임이 UE에게 설정될 수 있다. UE는 수학식 16을 만족하는 서브프레임들이 제로 전력 CSI-RS 패턴을 포함한다고 상정할 수 있다. I_{CSI-RS} 는 UE가 RE들에 대해 비-제로(non-zero) 전송 전력을 상정해야 CSI-RS 패턴과 제로 전송 전력을 상정해야 하는 제로 전력 CSI-RS 패턴에 대해 따로따로 설정될 수 있다.
- [0135] 3GPP LTE-A 시스템에 따른 전송 모드(예를 들어, 전송 모드 9 혹은 그 외 새로이 정의되는 전송 모드)로 설정된 UE는 CSI-RS를 이용하여 채널 측정을 수행하고 UE-RS를 이용하여 PDSCH를 복조 혹은 복호할 수 있다.
- [0136] 도 8은 무선 통신 시스템에 사용되는 상향링크(uplink, UL) 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.
- [0137] 도 8을 참조하면, UL 서브프레임은 주파수 도메인에서 제어 영역과 데이터 영역으로 구분될 수 있다. 하나 또는 여러 PUCCH(physical uplink control channel)가 상향링크 제어 정보(uplink control information, UCI)를 나르기 위해, 상기 제어 영역에 할당될 수 있다. 하나 또는 여러 PUSCH(physical uplink shared channel)가 사용자 데이터를 나르기 위해, UL 서브프레임의 데이터 영역에 할당될 수 있다.
- [0138] UL 서브프레임에서는 DC(Direct Current) 부반송파를 기준으로 거리가 먼 부반송파들이 제어 영역으로 활용된다. 다시 말해, UL 전송 대역폭의 양쪽 끝부분에 위치하는 부반송파들이 상향링크 제어정보의 전송에 할당된다. DC 부반송파는 신호 전송에 사용되지 않고 남겨지는 성분으로서, 주파수 상향변환 과정에서 반송파 주파수 f_0 로 맵핑된다. 일 UE에 대한 PUCCH는 일 서브프레임에서, 일 반송파 주파수에서 동작하는 자원들에 속한 RB 쌍에 할당되며, 상기 RB 쌍에 속한 RB들은 두 개의 슬롯에서 각각 다른 부반송파를 점유한다. 이와 같이 할당되는 PUCCH를, PUCCH에 할당된 RB 쌍이 슬롯 경계에서 주파수 호핑한다고 표현한다. 다만, 주파수 호핑이 적용되지 않는 경우에는, RB 쌍이 동일한 부반송파를 점유한다.
- [0139] PUCCH는 다음의 제어 정보를 전송하는데 사용될 수 있다.
 - SR(Scheduling Request): 상향링크 UL-SCH 자원을 요청하는데 사용되는 정보이다. OOK(On-Off Keying) 방식을 이용하여 전송된다.
 - HARQ-ACK: PDCCH에 대한 응답 및/또는 PDSCH 상의 하향링크 데이터 패킷(예, 코드워드)에 대한 응답이다. PDCCH 혹은 PDSCH가 성공적으로 수신되었는지 여부를 나타낸다. 단일 하향링크 코드워드에 대한 응답으로 HARQ-ACK 1비트가 전송되고, 두 개의 하향링크 코드워드에 대한 응답으로 HARQ-ACK 2비트가 전송된다. HARQ-ACK 응답은 포지티브 ACK(간단히, ACK), 네거티브 ACK(이하, NACK), DTX(Discontinuous Transmission) 또는 NACK/DTX를 포함한다. 여기서, HARQ-ACK이라는 용어는 HARQ ACK/NACK, ACK/NACK과 혼용된다.
 - CSI(Channel State Information): 하향링크 채널에 대한 피드백 정보(feedback information)이다. CSI는 채널 품질 지시자(channel quality information, CQI), 프리코딩 행렬 지시자(precoding matrix indicator, PMI), 프리코딩 타입 지시자(precoding type indicator), 및/또는 랭크 지시(rank indication, RI)로 구성될 수 있다. 이들 중 MIMO(Multiple Input Multiple Output)-관련 피드백 정보는 RI 및 PMI를 포함한다. RI는 UE가 동일 시간-주파수 자원을 통해 수신할 수 있는 스트림의 개수 혹은 레이어(layer)의 개수를 의미한다. PMI는 채널의 공간(space) 특성을 반영한 값으로서, UE가 SINR 등의 메트릭(metric)을 기준으로 하향링크 신호 전송을 위해 선호하는 프리코딩 행렬의 인덱스를 나타낸다. CQI는 채널의 세기를 나타내는 값으로서 통상 eNB가 PMI를 이용했을 때 UE가 얻을 수 있는 수신 SINR을 나타낸다.
- [0143] 도 9는 단일 반송파 통신과 다중 반송파 통신을 설명하기 위한 도면이다. 특히, 도 9(a)는 단일 반송파의 서브프레임 구조를 도시한 것이고 도 8(b)는 다중 반송파의 서브프레임 구조를 도시한 것이다.
- [0144] 도 9(a)를 참조하면, 일반적인 무선 통신 시스템은 하나의 DL 대역과 이에 대응하는 하나의 UL 대역을 통해 데이터 전송 혹은 수신을 수행(주파수분할듀플렉스(frequency division duplex, FDD) 모드의 경우)하거나, 소정 무선 프레임(radio frame)을 시간 도메인(time domain)에서 상향링크 시간 유닛과 하향링크 시간 유닛으로 구분하고, 상/하향링크 시간 유닛을 통해 데이터 전송 혹은 수신을 수행(시분할듀플렉스(time division

duplex, TDD) 모드의 경우)한다. 그러나, 최근 무선 통신 시스템에서는 보다 넓은 주파수 대역을 사용하기 위하여 복수의 UL 및/또는 DL 주파수 블록을 모아 더 큰 UL/DL 대역폭을 사용하는 반송파 집성(carrier aggregation 또는 bandwidth aggregation) 기술의 도입이 논의되고 있다. 반송파 집성(carrier aggregation, CA)은 복수의 반송파 주파수를 사용하여 DL 혹은 UL 통신을 수행한다는 점에서, 복수의 직교하는 부반송파로 분할된 기본 주파수 대역을 하나의 반송파 주파수에 실어 DL 혹은 UL 통신을 수행하는 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 시스템과 구분된다. 이하, 반송파 집성에 의해 집성되는 반송파 각각을 컴포넌트 반송파(component carrier, CC)라 칭한다. 도 9(b)를 참조하면, UL 및 DL에 각각 3개의 20MHz CC들이 모여서 60MHz의 대역폭이 지원될 수 있다. 각각의 CC들은 주파수 도메인에서 서로 인접하거나 비-인접 할 수 있다. 도 9(b)는 편의상 UL CC의 대역폭과 DL CC의 대역폭이 모두 동일하고 대칭인 경우가 도시되었으나, 각 CC의 대역폭은 독립적으로 정해질 수 있다. 또한, UL CC의 개수와 DL CC의 개수가 다른 비대칭적 반송파 집성도 가능하다. 특정 UE에게 한정된 DL/UL CC를 특정 UE에서의 설정된(configured) 서빙(serving) UL/DL CC라고 부를 수 있다.

[0145] 한편, 3GPP LTE-A 표준은 무선 자원을 관리하기 위해 셀(cell)의 개념을 사용한다. 무선 자원과 연관된 "셀"이라 함은 하향링크 자원(DL resources)과 상향링크 자원(UL resources)의 조합, 즉, DL CC와 UL CC의 조합으로 정의된다. 셀은 DL 자원 단독, 또는 DL 자원과 UL 자원의 조합으로 설정될(configured) 수 있다. 반송파 집성이 지원되는 경우, DL 자원(또는, DL CC)의 반송파 주파수(carrier frequency)와 UL 자원(또는, UL CC)의 반송파 주파수(carrier frequency) 사이의 링키지(linkage)는 시스템 정보에 의해 지시될 수 있다. 예를 들어, 시스템 정보 블록 타입2(System Information Block Type2, SIB2) 링키지(linkage)에 의해서 DL 자원과 UL 자원의 조합이 지시될 수 있다. 여기서, 반송파 주파수라 함은 각 셀 혹은 CC의 중심 주파수(center frequency)를 의미한다. 이하에서는 1차 주파수(primary frequency) 상에서 동작하는 셀을 1차 셀(primary cell, Pcell) 혹은 PCC로 지칭하고, 2차 주파수(Secondary frequency)(또는 SCC) 상에서 동작하는 셀을 2차 셀(second cell, Scell) 혹은 SCC로 칭한다. 하향링크에서 Pcell에 대응하는 반송파는 하향링크 1차 CC(DL PCC)라고 하며, 상향링크에서 Pcell에 대응하는 반송파는 UL 1차 CC(DL PCC)라고 한다. Scell이라 함은 RRC(Radio Resource Control) 연결 개설(connection establishment)이 이루어진 이후에 설정 가능하고 추가적인 무선 자원을 제공을 위해 사용될 수 있는 셀을 의미한다. UE의 성능(capabilities)에 따라, Scell이 Pcell과 함께, 상기 UE를 위한 서빙 셀의 모음(set)을 형성할 수 있다. 하향링크에서 Scell에 대응하는 반송파는 DL 2차 CC(DL SCC)라 하며, 상향링크에서 상기 Scell에 대응하는 반송파는 UL 2차 CC(UL SCC)라 한다. RRC_CONNECTED 상태에 있지만 반송파 집성이 설정되지 않았거나 반송파 집성을 지원하지 않는 UE의 경우, Pcell로만 설정된 서빙 셀이 단 하나 존재한다.

[0146] eNB는 상기 UE에 설정된 서빙 셀들 중 일부 또는 전부를 활성화(activate)하거나, 일부를 비활성화(deactivate)함으로써, UE와의 통신에 사용할 수 있다. 상기 eNB는 활성화/비활성화되는 셀을 변경할 수 있으며, 활성화/비활성화되는 셀의 개수를 변경할 수 있다. eNB가 UE에 이용 가능한 셀을 셀-특정적 혹은 UE-특정적으로 할당하면, 상기 UE에 대한 셀 할당이 전면적으로 재설정(reconfigure)되거나 상기 UE가 핸드오버(handover)하지 않는 한, 일단 할당된 셀들 중 적어도 하나는 비활성화되지 않는다. UE에 대한 셀 할당의 전면적인 재설정이 아닌 한 비활성화되지 않는 셀이 Pcell이라고 할 수 있다. eNB가 자유롭게 활성화/비활성화 할 수 있는 셀이 Scell이라고 할 수 있다. Pcell과 Scell은 제어정보를 기준으로 구분될 수도 있다. 예를 들어, 특정 제어정보는 특정 셀을 통해서만 송수신되도록 설정될 수 있는데, 이러한 특정 셀이 Pcell이라 지칭되고, 나머지 셀(들)이 Scell로 지칭될 수 있다.

[0147] 도 10은 반송파 집성을 지원하는 시스템에서 셀들의 상태를 예시한 것이다.

[0148] 도 10에서, 설정된 셀(configured cell)이라 함은 eNB의 셀들 중에서 다른 eNB 혹은 UE로부터의 측정 보고를 근거로 UE를 위해 반송파 집성이 수행된 셀로서, UE별로 설정된다. UE에게 설정된 셀은 해당 UE의 관점에서는 서빙 셀이라고 할 수 있다. UE에 설정된 셀, 즉, 서빙 셀은 PDSCH 전송에 대한 ACK/NACK 전송을 위한 자원이 미리 예약된다. 활성화된 셀은 상기 UE에 설정된 셀들 중에서 실제로 PDSCH/PUSCH 전송에 이용되도록 설정된 셀로서, PDSCH/PUSCH 전송을 위한 CSI 보고와 SRS 전송이 활성화된 셀 상에서 수행된다. 비활성화된 셀은 eNB의 명령 혹은 타이머(timer)의 동작에 의해서 PDSCH/PUSCH 전송에 이용되지 않도록 설정된 셀로서, 해당 셀이 비활성화되면 CSI 보고 및 SRS 전송도 해당 셀에서 중단된다. 참고로 도 10에서 CI는 앞서 설명된 서빙 셀 인덱스를 의미하며, CI=0가 Pcell을 위해 적용된다.

[0149] 3GPP LTE/LTE-A 시스템에는 채널 정보의 피드백 없이 운용되는 개루프(open-loop) MIMO와 채널 정보의 피드백을 이용하는 폐루프(closed-loop MIMO) 두 가지 전송 방식이 존재한다. 폐루프 MIMO의 경우, 전송단과 수신단

은 각각 MIMO 안테나의 다중화 이득(multiplexing gain)을 얻기 위해 채널 정보, 즉, CSI를 바탕으로 빔포밍(beamforming)을 수행한다. CSI를 보고하기 위해 UE에 의해 사용될 수 있는 시간 및 주파수 차원들은 eNB에 의해 제어된다. 예를 들어 eNB는 하향링크 CSI를 얻기 위해 UE에게 PUCCH 또는 PUSCH를 할당하여 하향링크 CSI를 피드백하도록 명령한다.

- [0150] CSI 보고는 주기적 혹은 비주기적으로 설정된다. 주기적 CSI 보고는, 특별한 경우(예를 들어, UE가 동시적인(simultaneous) PUSCH 및 PUCCH 전송을 위해 설정되지 않고 PUCCH 전송 시점이 PUSCH 할당이 있는 서브프레임(subframe with PUSCH allocation)과 충돌하는 경우)가 아닌 한, PUCCH 상에서 UE에 의해 전송된다. CSI 중 RI는 장주기 페이딩(long term fading)에 의해 지배적(dominant)으로 결정되므로 PMI 및 CQI보다 통상 더 긴 주기로 UE에서 eNB로 피드백된다. 반면에 비주기적 CSI 보고는 PUSCH 상에서 전송된다. 비주기적 CSI 보고는 상향링크 데이터의 스케줄링을 위한 DCI(예를 들어, DCI 포맷 0 혹은 4의 DCI)(이하 상향링크 DCI 포맷)에 포함된 CSI 요청 필드(CSI request field)에 의해 트리거(trigger)된다. 서브프레임 n 에서 특정 서빙 셀(이하, 서빙 셀 c)을 위한 상향링크 상향링크 DCI 포맷 혹은 임의 접속 응답 그랜트(random access response grant)를 복호한 UE는, 해당 CSI 요청 필드가 CSI 보고를 트리거하도록 맞춰져 있고 해당 CSI 요청 필드가 유보된(reserved) 것이 아니면, 상기 서빙 셀 c 상의 서브프레임 $n+k$ 에서 PUSCH를 이용하여 비주기적 CSI 보고를 수행한다. 상기 PUSCH는 서브프레임 n 에서 복호된 상향링크 DCI 포맷에 따라 서브프레임 $n+k$ 에서 전송되는 PUSCH이다. FDD의 경우, $k=4$ 이다. TDD의 경우, k 는 다음 표에 의해 주어진다.

표 11

TDD UL/DL Configuration	subframe number n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4	6				4	6			
1		6			4		6			4
2				4					4	
3	4							4	4	
4								4	4	
5								4		
6	7	7				7	7			5

[0151]

- [0152] 예를 들어, TDD UL/DL 설정이 6인 UE가 서브프레임 9에서 서빙 셀 c 에 대한 상향링크 DCI 포맷을 검출하면, 상기 UE는 서브프레임 9+5, 즉, 상기 상향링크 DCI 포맷이 검출된 서브프레임 9을 포함하는 무선 프레임에 뒤따르는 무선 프레임의 서브프레임 4에서 상기 서빙 셀 c 의 PUSCH 상에서 상기 검출된 상향링크 DCI 포맷 내 CSI 요청 필드에 의해 트리거된 비주기적 CSI 보고를 수행한다.

- [0153] 현재 CSI 요청 필드의 길이는 1 비트 혹은 2 비트이다. CSI 요청 필드가 1 비트이면, '1'로 맞춰진 CSI 요청 필드는 서빙 셀 c 에 대한 비주기적 CSI 보고를 트리거한다. CSI 요청 필드가 2 비트이면, 다음 표의 값에 대응하는 비주기적 CSI 보고가 트리거된다. 즉 다음 표는 상향링크 DCI 포맷을 갖는(with) PDCCH에 대한 CSI 요청 필드를 나타낸다.

표 12

Value of CSI request field	Description
'00'	No aperiodic CSI report is triggered
'01'	Aperiodic CSI report is triggered for serving cell c
'10'	Aperiodic CSI report is triggered for a 1 st set of serving cells configured by higher layers
'11'	Aperiodic CSI report is triggered for a 2 nd set of serving cells configured by higher layers

[0154]

최근, LTE/LTE-A 시스템에 CoMP 기술을 적용하는 것이 고려되고 있다. CoMP 기술은 복수의 노드들을 수반(involve)한다. CoMP 기술이 LTE/LTE-A 시스템에 도입되면 CoMP 기술과 연관된 새로운 전송 모드가 정의될 수 있다. 복수의 노드들이 통신에 참여하는 방식에 따라 UE가 수신하는 CSI-RS들의 설정이 다양하게 존재할 수 있다. 이 때문에, 기존 LTE 시스템에서는 UE가 CSI-RS에 대해 비-제로 전력을 상정해야 하는 CSI-RS 설정 혹은 CSI-RS 자원 설정이 최대 1개 사용될 수 있었음에 반해, CoMP가 설정된 UE, 즉, CoMP 모드로 설정된 UE의 경우, 상기 UE를 위해 사용될 수 있는 CSI 자원 설정들의 최대 개수가 1개보다 많다. UE가 하나 이상(one or more)의 CSI-RS 자원 설정들로써 설정될 수 있는 모드로 설정된 경우, 즉, UE가 CoMP 모드로 설정된 경우, 상기 UE는 하나 이상의 CSI-RS 자원 설정들에 관한 정보를 포함하는 상위 계층 신호를 수신할 수 있다. CoMP뿐만 아니라 반송파 집성(이하 CA)도 UE에게 설정된 경우, 서빙 셀별로 하나 이상의 CSI-RS 자원 설정들이 사용될 수 있다.

[0156] 한편, 기존 LTE/LTE-A 시스템에서는 UE는 특정 서빙 셀 상에서는 하나의 노드에게/로부터 신호를 전송/수신하였다. 즉 기존 LTE/LTE-A 시스템에서는 하나의 서빙 셀 상에는 하나의 무선 링크만이 존재하므로, 하나의 서빙 셀에 대해 하나의 CSI만이 UE에 의해 계산될 수 있었다. 이에 반해 복수의 노드들이 수반되는 CoMP에서는 노드별 혹은 노드들의 조합별로 하향링크 채널 상태가 다를 수 있다. 노드 혹은 노드의 조합에 따라 CSI-RS 자원 설정이 달라질 수 있으므로 CSI는 CSI-RS 자원과 연관된다. 또한 CoMP에 참여하는 노드들 사이의 간섭 환경에 따라서도 채널 상태가 다를 수 있다. 다시 말해 CoMP가 설정되면 노드별 혹은 노드의 조합별로 UE에 의해 측정될 수 있고 간섭 환경별로 CSI가 존재할 수 있으므로 UE의 서빙 셀별로 계산될 수 있는 CSI의 최대 개수가 1보다 큰 정수일 수 있다. UE가 CSI를 얻어내기 위해서 UE가 어떤 CSI를 어떻게 보고해야 하는지가 상위 계층에 의해 설정될 수 있다. CoMP가 설정되면 UE에 의해 1개 CSI가 계산될 수 있을 뿐만 아니라 복수의 CSI들도 계산될 수 있다. 따라서 UE가 CoMP 모드로 설정되면, 주기적 혹은 비주기적 CSI 보고를 위해, 상기 UE의 서빙 셀별로 하나 이상의 CSI들에 대한 CSI 보고가 설정될 수 있다.

[0157] 한편 앞서 언급한 바와 같이 CoMP에서 CSI는 채널 측정에 사용되는 CSI-RS 자원과 간섭 측정에 사용되는 자원(이하 간섭 측정(interference measurement, IM) 자원)과 연관된다. 이하 신호 측정을 위한 하나의 CSI-RS 자원과 간섭 측정을 위한 하나의 IM 자원의 연관(association)을 CSI 프로세스(CSI process)라 칭한다. 즉 CSI 프로세스는 하나의 CSI-RS 자원 및 IM 자원(IM resource, IMR)과 연관될 수 있다.

[0158] UE가 연결된 eNB 혹은 상기 UE가 위치한 셀의 노드를 관리하는 eNB(이하 서빙 eNB)는 IM 자원 상에서는 아무런 신호를 전송하지 않는 것이 바람직하다. 따라서 IM 자원은 제로-전력 CSI-RS와 마찬가지의 방식으로 UE에게 설정될(configured) 수 있다. 예를 들어, eNB는 UE가 간섭 측정에 사용한 자원요소들을 앞서 설명한 제로 전력 CSI-RS 패턴을 지시하는 16-비트의 비트맵 및 CSI-RS 서브프레임 설정을 이용하여 UE에게 알려줄 수 있다. 이와 같이 IM 자원이 명시적으로 UE에게 설정되는 경우, UE는 상기 IM 자원에서 간섭을 측정하고 이 간섭이 CSI 측정의 기준이 되는 CSI 참조 자원에서의 간섭이라고 상정하고 CSI를 계산한다. 조금 더 구체적으로 UE는 CSI-RS 혹은 CRS를 바탕으로 채널 측정을 수행하고 IM 자원을 바탕으로 간섭 측정을 수행하여, 상기 채널 측정과 상기 간섭 측정을 기반으로 CSI를 얻어낼 수 있다.

[0159] 따라서 UE에 의해 보고되는 하나의 CSI는 하나의 CSI 프로세스에 대응할 수 있다. 각 CSI 프로세스는 독립적인 CSI 피드백 설정을 가질 수 있다. 독립적인 피드백 설정이라 함은 피드백 모드, 피드백 주기 및 피드백 오

프셋 등을 의미한다. 피드백 오프셋은 무선 프레임 내 서브프레임들 중 피드백이 있는 시작 서브프레임에 대응한다. 피드백 모드는 RI, CQI, PMI 및 TPMI 중 피드백되는 CSI가 포함하는 CQI가 광대역(wideband)에 대한 CQI인지, 서브밴드(subband)에 대한 CQI인지, UE에 의해 선택된 서브밴드에 CQI인지에 따라, 그리고 CSI가 PMI를 포함하는지 여부와 단일 PMI를 포함하는지 복수의 PMI들을 포함하는지에 따라 다르게 정의될 수 있다.

- [0160] 도 11은 반송파 집성 및 CoMP 환경에 따라 설정될 수 있는 링크들을 예시한 것이다. 도 11에서 f1, f2, f3 및 f4는 eNB1 및/또는 eNB 2가 UE와의 통신에 사용하는 셀이 동작하는 반송파 주파수에 해당한다.
- [0161] 도 11(a)에서와 같이 UE가 단일 서빙 셀을 지니면 eNB는 1 비트의 CSI 요청 필드를 DCI 포맷 0 또는 4(이하 DCI 포맷 0/4)를 통해 UE에게 전송한다. 도 11(b)에서와 UE가 CA 환경에서 여러 개의 서빙 셀을 지니면 eNB는 표 12에 따른 2 비트의 CSI 요청 필드를 DCI 포맷 0/4를 통해 UE에게 전송한다. 따라서 UE는 하나의 서빙 셀 만을 지니는 경우, DCI 포맷 0/4의 CSI 요청 필드를 1 비트라고 해석하고, CA 환경에서 여러 개의 서빙 셀을 지니는 경우에는 DCI 포맷 0/4의 CSI 요청 필드를 2 비트라고 해석하면 된다. 즉 CoMP 모드가 설정되지 않으면, 앞서 언급한 바와 같이, CA가 설정되는지에 따라, 1-비트 혹은 2-비트 CSI 요청 필드를 이용하여 비주기적 CSI 보고를 트리거될 수 있다.
- [0162] 그런데 앞서 설명한 바와 같이 CoMP 환경에서는 서빙 셀별로 복수의 CSI들, 즉, 복수의 CSI 프로세스들이 설정되는 것이 가능하다. 서빙 셀 c에 대해 하나 또는 복수의 CSI들이 설정될 수 있는 전송 모드(즉, CoMP 모드)에서 비주기적 CSI 보고를 트리거하는 방법이 문제된다.
- [0163] 도 11(c)에서와 같이 UE가 단일 셀을 지니고, 즉 UE에 하나의 서빙 셀만 설정되고 그 셀에 대해 CoMP를 위한 다중 CSI들이 설정된 경우, 또는 도시되지는 않았으나 UE가 단일 셀을 지니고 그 셀에 대해 CoMP를 위한 다중 CSI들, 즉, 다중 CSI 프로세스들이 설정된 경우, CSI 요청 필드를 어떻게 사용하고 해석할 것인지 정해질 필요가 있다.
- [0164] 또한 도 11(d)에서와 같이 UE가 CA 환경에서 여러 개의 서빙 셀을 지니고, 그 중 일부 또는 전체의 서빙 셀에 대해 CoMP를 위한 다중 CSI들, 즉, 다중 CSI 프로세스들이 설정된 경우, CSI 요청 필드를 어떻게 사용하고 해석할 것인지가 정해질 필요가 있다. 본 발명에서는 편의상 UE가 CA 환경에서 여러 개의 서빙 셀을 지니고, 그 중 일부 또는 전체의 서빙 셀을 위해 CoMP를 위한 다중 CSI들이 설정된 환경을 CA+CoMP 환경이라 칭한다. 즉 UE가 복수의 서빙 셀들로써 설정되고 상기 복수의 서빙 셀들 중 적어도 하나에 대해 하나 이상의 CSI 프로세스가 설정될 수 있는 전송 모드로 설정된 경우, UE가 CA+CoMP 환경 하에 있다고 본다. 또한 CA+CoMP 환경에서 CoMP와 CA에 모두 사용되는 서빙 셀을 CoMP 셀이라 칭하고 CoMP는 사용하지 않으며 CA에만 사용되는 셀을 비-CoMP(non-CoMP) 셀이라 칭한다. 이하 CA+CoMP 환경에서 CSI 요청 필드를 설정하고 해석하는 방법들에 대해 제안한다. 설명의 편의를 위하여 CA+CoMP가 설정된 경우를 예로 하여 본 발명의 실시예들이 설명되나, 본 발명의 실시예들은 CA가 설정되지 않고 CoMP만이 설정된 경우에도 마찬가지의 방식으로 적용될 수 있다. 즉 본 발명의 실시예들은 CoMP 모드로 설정된 UE에 대해 적용될 수 있다.
- [0165] A. CSI 요청 필드의 내용 (Contents of CSI request field)
- [0166] 본 발명의 실시예 A는 CA+CoMP 환경에서의 CSI 요청 필드를 제안한다. CSI 요청 필드는 2 비트 또는 그 이상의 비트들로 구성될 수 있다. 본 발명에서는 아래와 같은 설명(description)들 전체 혹은 일부에 대한 CSI 요청(들)이 CSI 요청 필드에 사용되는 것을 제안한다. 이 때, 비주기적 CSI는 표 11 및 표 12와 연관된 설명에서 설명된 바와 마찬가지로 서빙 셀 c의 PUSCH에 의해 보고된다고 가정한다.

 - [0167] - "No aperiodic CSI report is triggered"
 - [0168] - "periodic CSI report is triggered for all CSI processes for serving cell c"
 - [0169] - "Aperiodic CSI report is triggered for a CSI processes for serving cell c"
 - [0170] - "Aperiodic CSI report is triggered for a set of CSI processes for serving cell c"
 - [0171] - "Aperiodic CSI report is triggered for a set of CSIs for Pcell"
 - [0172] - "Aperiodic CSI report is triggered for all CSI processes for Pcell"
 - [0173] - "Aperiodic CSI report is triggered for a set of CSI processes for a serving cell configured by higher layers"
 - [0174] - "Aperiodic CSI report is triggered for a set of CSI processes for a set of serving cells configured

by higher layers"

- [0175] - "Aperiodic CSI report is triggered for a set of CSI processes for all serving cells"
- [0176] - "Aperiodic CSI report is triggered for the first CSI-RS (or CSI-RS resource + IM resource) set for Pcell"
- [0177] - "Aperiodic CSI report is triggered for the first CSI-RS (or CSI-RS resource + IM resource) set for a serving cell configured by higher layers"
- [0178] - "Aperiodic CSI report is triggered for the first CSI-RS (or CSI-RS resource + IM resource) set for a set of serving cells configured by higher layers"
- [0179] - "Aperiodic CSI report is triggered for the first CSI-RS (or CSI-RS resource + IM resource) set for all serving cells configured by higher layers"
- [0180] 여기서 "Aperiodic CSI report is triggered for a set of CSI processes for serving cell c"라 함은 서빙 셀 c의 CSI 프로세스(들) 중 상위 계층(예, RRC)에 의해 설정된 일부 또는 전체 CSI 프로세스(들)을 보고하는 것을 의미한다. UE가 CoMP 모드로 설정되면 서빙 셀 c에 하나 또는 그 이상의 CSI 프로세스들이 설정될 수 있는데, 상기 UE가 "Aperiodic CSI report is triggered for a set of CSI processes for serving cell c"에 대응하는 값으로 맞춰진 CSI 요청 필드를 수신하면 상기 UE는 상기 서빙 셀 c에 대해 설정된 CSI 프로세스(들) 중에서 상위 계층(예, RRC)에 의해 설정된 일련의 CSI 프로세스(들)(a set of CSI process(es))에 대한 비주기적 CSI 보고를 수행한다. 또한 "Aperiodic CSI report is triggered for a set of CSI processes for a set of serving cells configured by higher layers"라 함은 상위 계층(예, RRC)에 의해 설정된 일련의 서빙 셀들(a set of serving cells)의 전체 CSI 프로세스들 중 상위 계층에 의해 설정된 일부 또는 전체 CSI 프로세스(들)을 보고하는 것을 의미한다.
- [0181] 상위 계층에 의해 설정되고, 상기 설명(description)들 중 하나를 나타내도록 설정된 CSI 요청 필드에 의해 트리거되어 피드백되어야 하는 CSI(들)은 비주기적 CSI 보고를 낸다. PUSCH가 할당된 서빙 셀 c에 따라 달라질 수 있다.
- [0182] 본 발명은 CA+CoMP 환경에서의 CSI 요청 필드에 설정될 수 있는 값들의 예로서 표 13 및 표 14를 제안한다.

표 13

CSI request field for PDCCH with uplink DCI format in UE specific search space

Value of CSI request field	Description
'00'	No aperiodic CSI report is triggered
'01'	Aperiodic CSI report is triggered for a 1 st set of CSI processes of serving cell c by higher layers
'10'	Aperiodic CSI report is triggered for a 2 nd set of CSI processes for a 2 nd set of serving cells configured by higher layers
'11'	Aperiodic CSI report is triggered for a 3 rd set of CSI processes for a 3 rd set of serving cells configured by higher layers

[0183]

표 14

CSI request field for PDCCH with uplink DCI format in UE specific search space

Value of CSI request field	Description
'00'	No aperiodic CSI report is triggered
'01'	Aperiodic CSI report is triggered for all CSI processes of serving cell c by higher layers
'10'	Aperiodic CSI report is triggered for a 2 nd set of CSI processes for a 2 nd set of serving cells configured by higher layers
'11'	Aperiodic CSI report is triggered for a 3 rd set of CSI processes for a 3 rd set of serving cells configured by higher layers

[0184]

[0185] 서브프레임 n 에서 특정 서빙 셀을 위한 상향링크 DCI, 즉, 상향링크 DCI 포맷 내 CIF가 상기 특정 셀의 서빙 셀 인덱스에 맞춰진 상향링크 DCI 포맷을 수신한, CA+CoMP 환경 하의 UE는 표 13 또는 표 14에 따라 CSI 요청 필드에 의해 트리거된 비주기적 CSI 보고를 서브프레임 $n+k$ 에서 상기 특정 서빙 셀의 PUSCH 상에서 전송할 수 있다. 표 13을 참조하면, 예를 들어, UE가 CA+CoMP 환경에서 '00'으로 맞춰진 CSI 요청 필드를 수신하면 상기 특정 서빙 셀의 PUSCH 상에서 아무런 비주기적 CSI 보고를 수행하지 않는다. 다른 예로, UE가 CA+CoMP 환경에서 '01'으로 맞춰진 CSI 요청 필드를 수신하면 비주기적 CSI 보고가 상기 특정 서빙 셀의 CSI 프로세스(들) 중 상위 계층에 의해 설정된 일련의 CSI 프로세스(들)에 대해 트리거됨을 알 수 있으며, 상기 UE는 상기 특정 서빙 셀의 PUSCH 상에서 상기 일련의 CSI 프로세스(들)에 대한 비주기적 CSI 보고를 전송한다. 상기 비주기적 CSI 보고는 상기 CSI 프로세스(들)에 대한 CSI(들)을 포함할 수 있다. 또 다른 예로, CA+CoMP 환경에서 UE가 '10'으로 맞춰진 CSI 요청 필드를 수신하면 비주기적 CSI 보고가 상위 계층에 의해 설정된 일련의 서빙 셀(들)에 대한 전체 CSI 프로세스(들) 중 일련의 CSI 프로세스(들)에 대해 트리거되고, CA+CoMP 환경에서 UE가 '11'로 맞춰진 CSI 요청 필드를 수신하면 비주기적 CSI 보고가 상위 계층에 의해 설정된 다른 일련의 서빙 셀(들)에 대한 전체 CSI 프로세스(들) 중 일련의 CSI 프로세스(들)에 대해 트리거됨을 알 수 있다.

[0186] 본 발명의 실시예 A에 의하면 CoMP 환경에서도 CSI 요청 비트가 기존과 동일한 개수의 비트(들)로써 형성될 수 있다.

B. CSI 요청 필드의 구성(Composition of CSI request field)

[0187] eNB는 CA+CoMP 및/또는 CoMP 환경에 있는 UE에게 DCI 포맷 0/4를 UE SS를 통해 전송할 때, CSI 요청 필드를 위해 2 비트 또는 그 이상의 비트들을 사용할 수 있다. 따라서 CA+CoMP 및/또는 CoMP 환경에서 CSI 요청 필드는 여러가지 방식으로 구성될 수 있다. 예를 들어, CSI 요청 필드는 다음의 방식들 중 어느 하나에 따라 구성될 수 있다.

[0188] -CA+CoMP 및/또는 CoMP 환경에서 CSI 요청 필드를 사용할 경우, CSI 요청 필드의 비트들 중 1 비트는 CoMP/CA 지시를 위해 사용될 수 있다. 해당 비트는 CSI 요청 필드의 나머지 비트(들)이 CoMP 환경을 위한 CSI 요청 필드와 같이 해석되는지 아니면 CA 환경을 위한 CSI 요청 필드와 같이 해석되는지를 가리킨다. 따라서 UE는 수신한 DCI 포맷 0/4의 CSI 요청 필드를 해석할 경우, CSI 요청 필드의 특정 한 비트를 통해 나머지 비트(들)을 CoMP용 CSI 요청 필드로 해석할지 CA용 CSI 요청 필드로 해석할지를 결정한다. 예를 들어, CSI 요청 필드의 특정 비트가 '0'에 맞춰져 있으면, 상기 UE는 상기 CSI 요청 필드의 나머지 비트(들)을 바탕으로 표 11 및 표 12와 연관되어 설명된 것과 마찬가지 방식으로 비주기적 CSI 보고가 어떤 서빙 셀에 대해 트리거되는지를 판단할 수 있다. 반면에 CSI 요청 필드의 특정 비트가 '1'에 맞춰져 있으면, 상기 UE는 상기 CSI 요청 필드의 나머지 비트(들)을 본 발명의 실시예 A에서 설명된 방식에 따라 비주기적 CSI 보고가 어떤 CSI 프로세스들에 대해 트리거되는지를 판단할 수 있다.

[0189] -CA+CoMP 및/또는 CoMP 환경에서 CSI 요청 필드를 사용할 경우, CSI 요청 필드의 일부 값(들)은 특정 비주기

적 CSI 보고를 가리키도록 고정되고, 나머지 값(들)은 상위 계층(예, RRC)에 의해 설정된 일련의 CSI(들), 즉, 일련의 CSI 프로세스(들)을 가리키는 데 사용될 수 있다. 상기 일련의 CSI(들)은 각 비-CoMP 셀의 CSI와 각 CoMP 셀의 여러 CSI들의 조합으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 3-비트 CSI 요청 필드의 값이 000인 경우는 아무런 비주기적 CSI 보고도 트리거되지 않음(no aperiodic CSI report is triggered)을 의미하고, 나머지 CSI 요청 필드의 값들은 상위 계층(예, RRC)에 의해 설정된 일련의 CSI(들)을 가리킬 수 있다. 또 다른 예로 CSI 요청 필드의 값이 000인 경우는 아무런 비주기적 CSI 보고도 트리거되지 않음(no aperiodic CSI report is triggered)을 의미하고, CSI 요청 필드의 값이 001인 경우는 비주기적 CSI PUSCH 전송에 사용되는 셀에 대한 비주기적 CSI 보고를 의미하며, 나머지 CSI 요청 필드의 값(들)은 상위 계층(예, RRC)에 의해 설정된 일련의 CSI(들)을 의미할 수 있다.

- [0191] -CA+CoMP 및/또는 CoMP 환경에서 CSI 요청 필드를 사용할 경우, CSI 요청 필드는 본 발명의 실시예 A에서 제시된 내용들 중 어느 하나에 따라 설정될(configure) 수 있다. 즉 본 발명의 실시예 B에서 CoMP용 CSI 요청 필드는 본 발명의 실시예 A에 따라 주어질 수 있다. 본 발명의 실시예 B에서 CA용 CSI 요청 필드는 CA용 CSI 요청 필드는 표 11 및 표 12와 관련된 설명에 따라 주어질 수 있다. 예를 들어, CA용 CSI 요청 필드가 1 비트이면, '1'로 맞춰진 CSI 요청 필드는 서빙 셀 c에 대한 비주기적 CSI 보고를 트리거한다. CA용 CSI 요청 필드가 2 비트이면, 표 12의 값에 대응하는 비주기적 CSI 보고가 트리거된다.

[0192] C. 셀 혹은 셀 그룹마다 독립적으로 일련의 CSI(들)을 설정

- [0193] 본 발명의 실시예 C는 CoMP+CA 환경에서 서빙 셀들을 여러 개의 그룹으로 나누고 각 그룹마다 CSI 모음(CSI set)에 대한 RRC 설정을 독립적으로 수행할 것을 제안한다. 또는 CoMP+CA 환경에서 각 서빙 셀마다 CSI 모음에 대한 RRC 설정을 독립적으로 수행할 것을 제안한다. 즉, 본 발명의 실시예 C는 CoMP+CA 환경에서 비주기적 CSI PUSCH를 전송하는 서빙 셀들, 즉, 비주기적 CSI를 나르는 PUSCH가 할당되는 서빙 셀들을 여러 개의 그룹으로 나누고, CSI 요청 필드에 의해 트리거될 수 있는 CSI들의 모음(들), 즉, CSI 모음(들)을 서빙 셀 그룹별로 독립적으로 설정할 수 있다. 이 경우, CSI 요청 필드에 의해 트리거된 비주기적 CSI 보고를 나르는 PUSCH가 어떤 서빙 셀 그룹에 속한 서빙 셀의 PUSCH인지에 따라 동일한 CSI 요청 필드 값이 다른 CSI 모음을 트리거하는 것으로 해석될 수 있다. 또는 본 발명의 실시예 C는 CSI 요청 필드에 의해 트리거될 수 있는 CSI 모음(들)을 서빙 셀별로 독립적으로 설정할 수 있다.

- [0194] 각 셀 혹은 셀 그룹의 CSI 요청 필드에는 RRC에 의해 설정된 CSI들의 모음에 대한 비주기적 CSI 보고의 의미를 지닌 값들이 포함된다. 표 10을 참조하면 기준의 CA를 위한 RRC에 의해 설정된 서빙 셀들의 모음은 어떤 서빙 셀이 비주기적 CSI PUSCH를 전송하는지, 즉, 어떤 서빙 셀이 비주기적 CSI 보고를 나르는 PUSCH가 맵핑된 셀인지에 관계없이 모든 서빙 셀들에 대해서 동일하다. 그러나 본 발명의 실시예 C에 의하면, CSI 요청 필드를 위해 RRC에 의해 설정된 CSI들의 모음은 같은 그룹에 속한 서빙 셀들에게 비주기적 CSI PUSCH가 트리거되면 동일하지만, 모음이 다른 그룹에 속한 서빙 셀(들)에 비주기적 CSI PUSCH가 트리거되면 상기 다른 그룹에 속한 서빙 셀(들)에 대해서도 상기 CSI들의 모음이 반드시 동일하다고는 볼 수 없다. 또는 각 서빙 셀에 대해 CSI 요청 필드를 위한 CSI 모음(들)이 독립적으로 설정되므로 동일한 서빙 셀이 아닌 한 CSI 요청 필드의 값이 동일하다고 하더라도 비주기적 CSI PUSCH를 나르는 서빙 셀이 다르면 상기 CSI 요청 필드가 반드시 동일한 CSI 모음에 대한 보고를 트리거한 것으로 볼 수는 없다.

- [0195] 예를 들어 4개의 서빙 셀이 존재할 때 셀 1 및 셀 2를 그룹 1, 셀 3 및 셀 4를 그룹 2라고 하고, 그룹 1에게 비주기적 CSI PUSCH가 트리거될 경우, 즉, 그룹 1에 속한 서빙 셀의 PUSCH 상에서 비주기적 CSI 보고가 전송될 경우를 위해 RRC에 의해 설정된 2개의 CSI 모음은 {CSI 1, CSI 1 + CSI 2}이고, 그룹 2에게 비주기적 CSI PUSCH가 트리거될 경우를 위해 RRC에 의해 설정된 2개의 CSI 모음은 {CSI 1+ CSI 3, CSI 1 + CSI 2 + CSI 3}일 수 있다. 이 때, 셀 1 혹은 셀 2에게 비주기적 CSI PUSCH가 트리거되면 CSI 요청 필드에 의해 지시되는 CSI 모음은 {CSI 1, CSI 1 + CSI 2} 중 하나로 해석되고, 셀 3 혹은 셀 4에게 비주기적 CSI PUSCH가 트리거되면 CSI 요청 필드에 의해 지시되는 CSI 모음은 {CSI 1+ CSI 3, CSI 1 + CSI 2 + CSI 3} 중 하나로 해석될 수 있다.

- [0196] 본 발명의 실시예 C에서 CoMP가 설정된 UE는 CSI 요청 필드를 본 발명의 실시예 A에 따라 해석할 수 있다.

[0197] D. CoMP 셀과 비-CoMP 셀에 대해 다른 CSI 요청 필드 사용

- [0198] 본 발명의 실시예 D는 CoMP 셀에 비주기적 CSI PUSCH가 트리거되면, 즉, 상기 CoMP 셀의 PUSCH 상에서 비주기적 CSI 보고가 수행되어야 하는 경우에는 CSI 요청 필드를 CoMP용 CSI 요청 필드로 해석하고, 비-CoMP 셀에 비주기적 CSI PUSCH가 트리거되는 경우에는 CSI 요청 필드를 CA용 CSI 요청 필드로 해석할 것을 제안한다. 본

발명의 실시예 D에 의하면, 예를 들어, 도 11(d)의 상황에서 f1 셀에게 비주기적 CSI PUSCH가 트리거되는 경우, 즉, f1 셀에게 비주기적 CSI PUSCH가 할당되는 경우가 UE가 CSI 요청 필드를 CoMP용 CSI 요청 필드로 해석하지만, f2 셀, f3 셀, f4 셀에게 비주기적 CSI PUSCH가 트리거되는 경우에는 UE가 CSI 요청 필드를 CA용 CSI 요청 필드로 해석하게 된다.

[0199] 도 12는 본 발명의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

[0200] 또는 본 발명의 실시예 D는, CA+CoMP 환경에서의 CSI 요청 필드를 설정하는 방법으로, 본 발명에서는 한 CoMP 셀에게 비주기적 CSI PUSCH가 트리거되는 경우에는 CSI 요청 필드를 해당 셀에서의 CoMP용 CSI 요청 필드로 해석하고, 비-CoMP 셀에게 비주기적 CSI PUSCH가 되는 경우에는 CSI 요청 필드를 CA용 CSI 요청 필드로 해석할 것을 제안한다. 도 12를 참조하면, 도 12에서와 같이 1개 이상의 CoMP를 수행하는 셀, 즉, CoMP 모드가 설정된 셀이 존재할 때, f1 셀에게 비주기적 CSI PUSCH가 트리거되는 경우에는 CSI 요청 필드를 f1 셀의 CoMP 환경만을 고려하여 CSI 요청 필드를 CoMP용 CSI 요청 필드로서 해석하고, f2 셀에게 비주기적 CSI PUSCH가 트리거되는 경우에는 CSI 요청 필드를 f2 셀의 CoMP 환경만을 고려하여 CA용 CSI 요청 필드로서 해석하며, f3 셀에게 비주기적 CSI PUSCH가 트리거되는 경우에는 CSI 요청 필드를 CA용 CSI 요청 필드로 해석하는 것을 제안한다.

[0201] 본 발명의 실시예 D에서, CoMP용 CSI 요청 필드는 본 발명의 실시예 A에 따라 주어질 수 있다. 본 발명의 실시예 D에서 CA용 CSI 요청 필드는 CA용 CSI 요청 필드는 표 11 및 표 12와 관련된 설명에 따라 주어질 수 있다.

[0202] E. 서브프레임 위치(subframe location)를 이용

[0203] 본 발명의 실시예 D는 CA+CoMP 환경에서 CSI 요청 필드를 CoMP 환경 또는 CA 환경에 맞게 사용하되, 상기 CSI 요청 필드를 CoMP용으로 해석할지 CA용으로 해석할 지의 여부를 서브프레임의 위치에 따라 달리할 것을 제안한다.

[0204] 예를 들어, 본 발명의 실시예 D에 의하면, UE는 CSI 요청이 전송된 서브프레임이 홀수 번째 (혹은 짝수 번째) 서브프레임이면 상기 CSI 요청을 CoMP용 CSI 요청 필드인 것으로 해석하고, CSI 요청이 전송된 서브프레임이 짝수 번째 (혹은 홀수 번째) 서브프레임이 상기 CSI 요청을 CA용 CSI 요청 필드인 것으로 해석할 수 있다. 또 다른 예로, UE는 CSI 요청이 전송된 서브프레임이 무선 프레임 내 10개 서브프레임들 0~9 중 서브프레임 0~4(혹은 서브프레임 5~9)이면 상기 CSI 요청이 CoMP용 CSI 요청 필드인 것으로 해석하고, CSI 요청이 전송된 서브프레임이 서브프레임 5~9(혹은 서브프레임 0~4)이면 상기 CSI 요청이 CA용 CSI 요청 필드인 것으로 해석할 수 있다.

[0205] 본 발명의 실시예 E에서, CoMP용 CSI 요청 필드는 본 발명의 실시예 A에 따라 주어질 수 있다. 본 발명의 실시예 E에서 CA용 CSI 요청 필드는 CA용 CSI 요청 필드는 표 11 및 표 12와 관련된 설명에 따라 주어질 수 있다.

[0206] F. DCI 포맷 0/4 내 다른 필드를 이용

[0207] 본 발명의 실시예 F는 CA+CoMP 환경에서 CSI 요청 필드를 CoMP 환경 또는 CA 환경에 맞게 사용하되, 상기 CSI 요청 필드를 CoMP용으로 해석할지 CA용으로 해석할 지의 여부를 DCI 포맷 0/4 내 다른 필드를 사용하여 UE에게 알려줄 것을 제안한다. DCI 포맷 0은 하나의 UL 셀 내 PUSCH의 스케줄링을 위해 사용되고 DCI 포맷 4는 하나의 UL 셀에 PUSCH를 멀티-안테나 포트 전송 모드로 스케줄링하기 위해 사용된다. 표 15 및 표 16는 DCI 포맷 0과 DCI 포맷 4에 의해 전송될 수 있는 DCI들을 각각 예시한 것이다.

표 15

Field	Number of bits
Carrier indicator (CIF)	1 or 3
Flag for format 0/format 1A differentiation (0/1A)	1
Frequency hopping flag (FH)	1
Hopping resource allocation ($N_{\text{UL_hop}}$)	$N_{\text{UL_hop}}$
Resource block assignment (RA)	$\lceil \log_2(N_{\text{RB}}^{\text{UL}}(N_{\text{RB}}^{\text{UL}} + 1)/2) \rceil - N_{\text{UL_hop}}$
Modulation and coding scheme and redundancy version (MCS & RV)	5
New data indicator (NDI)	1
TPC command for scheduled PUSCH (TPC)	2
Cyclic shift for DM RS and OCC index (DM RS CS)	3
CSI request (CSI request)	1 or 2
SRS request (SRS)	0 or 1
Resource allocation type (RAT)	0 or 1

[0208]

표 16

Field	Number of bits
Carrier indicator (CIF)	1 or 3
Resource block assignment (RA)	$\max\left(\lceil \log_2(N_{\text{RB}}^{\text{UL}}(N_{\text{RB}}^{\text{UL}}+1)/2) \rceil, \left\lceil \log_2\left(\left\lceil \frac{N_{\text{RB}}^{\text{UL}}/P+1}{4} \right\rceil\right)\right\rceil\right)$
TPC command for scheduled PUSCH (TPC)	2
Cyclic shift for DM RS and OCC index (DM RS CS)	3
CSI request (CSI request)	1 or 2
SRS request (SRS)	2
Resource allocation type (RAT)	1
Modulation and coding scheme and redundancy version for transport block 1 (MCS & RV 1)	5
New data indicator for transport block 1 (NDI1)	1
Modulation and coding scheme and redundancy version for transport block 2 (MCS & RV 2)	5
New data indicator for transport block 2 (NDI2)	1
Precoding information and number of layers (Precoding information)	3 or 6

[0209]

- [0210] 다음과 같은 필드들 중 어느 하나의 필드의 비트가 CSI 요청 필드를 CoMP용으로 해석할지 CA용으로 해석할지의 여부를 알려주기 위해 사용될 수 있다.
- [0211] - "Cyclic shift for DM RS and OCC index field"
- [0212] DCI 포맷 0/4 내 필드들 중 "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드의 비트가 CSI 요청 필드를 CoMP용으로 해석할지 CA용으로 해석할지의 여부를 나타내기 위해 사용될 수 있다.
- [0213] CoMP+CA 환경에서 UE로부터의 비기적 CSI 보고가 요청되는 경우, eNB는 CSI 요청을 상기 UE에게 전송함과 동시에 "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드의 1개 비트를 이용하여 CSI 요청 필드를 CoMP용으로 해석할지 CA용으로 해석할지를 여부를 상기 UE에게 알려준다. UE는 CoMP+CA 환경에서 CSI 요청 필드를 통해 비주기적 CSI 보고가 요청되는 경우 상기 CSI 요청 필드를 포함하는 DCI 내 "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드의 정해진 1 비트를 이용하여 CSI 요청 필드를 CoMP용으로 해석할지 CA용으로 해석할지의 여부를 판단한다.
- [0214] CSI 요청 필드를 CoMP용으로 해석할지 CA용으로 해석할지의 여부를 알려주기 위해 DCI 포맷 0/4의 "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드를 이용하는 다른 방법으로 3 비트의 "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드가 지닐 수 있는 값에 따라 CSI 요청 필드를 CoMP용으로 해석할지 CA용으로 해석할지의 여부를 판단하는 방법이 제안된다. 예를 들어 "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드가 가질 수 있는 값은 다

음과 같다.

표 17

Cyclic Shift Field in uplink-related DCI format	$n_{\text{DMRS}, \lambda}^{(2)}$				$[w^{(\lambda)}(0) \quad w^{(\lambda)}(1)]$			
	$\lambda=0$	$\lambda=1$	$\lambda=2$	$\lambda=3$	$\lambda=0$	$\lambda=1$	$\lambda=2$	$\lambda=3$
000	0	6	3	9	[1 1]	[1 1]	[1 -1]	[1 -1]
001	6	0	9	3	[1 -1]	[1 -1]	[1 1]	[1 1]
010	3	9	6	0	[1 -1]	[1 -1]	[1 1]	[1 1]
011	4	10	7	1	[1 1]	[1 1]	[1 1]	[1 1]
100	2	8	5	11	[1 1]	[1 1]	[1 1]	[1 1]
101	8	2	11	5	[1 -1]	[1 -1]	[1 -1]	[1 -1]
110	10	4	1	7	[1 -1]	[1 -1]	[1 -1]	[1 -1]
111	9	3	0	6	[1 1]	[1 1]	[1 -1]	[1 -1]

[0215]

[0216] 표 17을 참조하면 "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드가 가질 수 있는 000에서 111까지의 8개의 값들 중에서 "Cyclic shift for DM RS and OCC index의 value" 필드가 특정 4개의 값들 중 하나를 가지면 UE는 CSI 요청 필드를 CoMP용으로 해석하고, "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드가 나머지 4개의 값들 중 하나를 가지면 UE는 CSI 요청 필드를 CA용으로 해석할 수 있다. 예를 들어 "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드의 값이 {000, 001, 010, 011} 중 하나가 되면 UE는 CSI 요청 필드를 CoMP용으로 해석하고, "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드의 값 {100, 101, 110, 111} 중 하나가 되면 UE는 CSI 요청 필드를 CA용으로 해석할 수 있다.

[0217] -"Resource block assignment and hopping resource allocation field / Resource block assignment field"

[0218] DCI 포맷 0의 "Resource block assignment and hopping resource allocation" 필드의 비트 및/또는 DCI 포맷 4의 "Resource block assignment" 필드의 비트가 CSI 요청 필드를 CoMP용으로 해석할지 CA용으로 해석할지의 여부를 알려주기 위한 비트로서 사용될 수 있다. CoMP+CA 환경에서 UE로부터의 비주기적 CSI 보고가 요구되는 경우, eNB는 CSI 요청을 상기 UE에게 전송함과 동시에 "Resource block assignment and hopping resource allocation field / Resource block assignment" 필드의 1개 비트를 이용하여 CSI 요청 필드를 CoMP용으로 해석할지 CA용으로 해석할지를 여부를 상기 UE에게 알려준다. UE는 CoMP+CA 환경에서 CSI 요청 필드를 통해 비주기적 CSI 보고가 요청되는 경우 상기 CSI 요청 필드를 포함하는 DCI 내 "Resource block assignment and hopping resource allocation field / Resource block assignment" 필드의 정해진 1개 비트를 이용하여 CSI 요청 필드를 CoMP용으로 해석할지 CA용으로 해석할지의 여부를 판단한다.

[0219] -Resource allocation type field

[0220] "Resource allocation type" 필드의 비트가 CSI 요청 필드를 CoMP용으로 해석할지 CA용으로 해석할지의 여부를 알려주기 위한 비트로서 사용될 수 있다. CoMP+CA 환경에서 UE로부터의 비주기적 CSI 보고가 요구되는 경우, eNB는 CSI 요청을 상기 UE에게 전송함과 동시에 "Resource allocation type" 필드의 비트를 이용하여 CSI 요청 필드를 CoMP용으로 해석할지 CA용으로 해석할지를 여부를 상기 UE에게 알려준다. UE는 CoMP+CA 환경에서 CSI 요청 필드를 통해 비주기적 CSI 보고가 요청되는 경우 상기 CSI 요청 필드를 포함하는 DCI 내 "Resource allocation type" 필드의 비트를 이용하여 CSI 요청 필드를 CoMP용으로 해석할지 CA용으로 해석할지의 여부를 판단한다. "Resource allocation type" 필드의 비트가 CSI 요청 필드를 CoMP용으로 해석할지 CA용으로 해석할지의 여부를 알려주기 위한 용도로 사용되는 경우, PUSCH의 자원 할당 타입은 사전에 약속된 디폴트 모드가 되거나 RRC에 의해 설정된 모드가 될 수 있다. 또는 이전 PUSCH 전송에서 사용된 자원 할당 타입이 상기 CSI 요청 필드에 의해 트리거된 비주기적 CSI 보고를 나르는 PUSCH의 자원 할당 타입으로서 그대로 사용될 수

도 있다.

- [0221] 본 발명의 실시예 F는 도 12에서와 같이 1개 이상의 CoMP를 수행하는 셀이 존재할 때, 2 비트의 CSI 요청 필드를 특정 셀의 CoMP를 위한 CSI 요청 필드로 해석할지 또는 CA 환경에서의 CSI 요청 필드로 해석할 것인지의 여부를 판단하기 위해, DCI 포맷 0/4 내 다른 필드의 비트(들)을 이용할 것을 제안한다. 특히 본 발명의 실시예 F는 "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드를 이용하여 CSI 요청 필드를 특정 셀의 CoMP를 위한 CSI 요청 필드로 해석할지 또는 CA에서의 CSI 요청 필드로 해석할 것인지의 여부를 판단할 것을 제안한다. UE는 3-비트의 "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드가 지니는 값에 따라 CSI 요청 필드를 특정 셀의 CoMP를 위한 CSI 요청 필드로 해석할지 또는 CA의 CSI 요청 필드로 해석할지 여부를 판단한다.
- [0222] 예를 들어, 도 12에서와 같이 CoMP를 수행되는 셀이 2개 이상 존재할 때, "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드에서 지닐 수 있는 000에서 111까지의 8개의 값들을 3개의 모음들로 나누어, "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드가 갖는 실제 값이 첫 번째 모음에 속하는 값(들) 중 하나이면 UE는 CSI 요청 필드를 f1 셀의 CoMP환경만을 고려하여 CSI 요청 필드로 해석하고, "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드가 갖는 실제 값이 두 번째 모음에 속하는 값(들) 중 하나이면 UE는 CSI 요청 필드를 f2 셀의 CoMP환경만을 고려한 CSI 요청 필드, 즉, CoMP용 CSI 요청 필드로 해석하며, "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드가 갖는 실제 값이 세 번째 모음에 속하는 값(들) 중 하나이면 UE는 CSI 요청 필드를 CA 환경만을 고려한 CSI 요청 필드, 즉, CA용 CSI 요청 필드로서 해석할 수 있다.
- [0223] 이를 확장하여, 1번째 셀부터 N번째 셀까지 상에서 CoMP가 수행되는 경우, "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드에서 지닐 수 있는 000에서 111까지의 8개의 값들을 ' $N+1$ '개의 모음들로 나누고, "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드의 값이 n ($1 \leq n \leq N$) 번째 모음에 속하는 값들 중 하나이면 UE는 CSI 요청 필드를 CoMP가 설정된 n번째 셀의 CoMP환경만을 고려한 CSI 요청 필드로 해석하고, "Cyclic shift for DM RS and OCC index" 필드의 값이 ' $N+1$ '번째 모음에 속하는 값들 중 하나이면 UE는 CSI 요청 필드를 CA환경만을 고려한 CSI 요청 필드로 해석할 수 있다.
- [0224] 본 발명의 실시예 F의 경우, CSI 요청 필드가 CSI 보고 없음(no CSI report) 및/또는 비주기적 CSI PUSCH를 나르는 셀에 대한 비주기적 CSI 보고가 지시되지 않는 경우에 한해 적용되는 것으로 제약될 수 있다.
- [0225] G. 이용 가능하지 않은 CSI 요청을 위한 CSI 피드백(CSI feedback for not available CSI request)
- [0226] 본 발명의 실시예 G는 특정 셀에게 존재하지 않는 CSI에 대한 비주기적 CSI 피드백, 즉, 비주기적 CSI 보고가 서빙 셀 c의 PUSCH를 통해 전송하도록 요청된 경우, UE의 동작을 제안한다.
- [0227] 서빙 셀 a에 대한 일련의 CoMP CSI들, 즉, 서빙 셀 a를 위한 일련의 CSI 프로세스(들)에 대한 CSI 피드백이 서빙 셀 c의 PUSCH를 통해 전송되도록 요청되면, 서빙 셀 a를 위한 상기 일련의 CoMP CSI들 중 전체 또는 일부에 대한 CSI가 유효하지 않아 피드백이 수행될 수 없는 경우가 발생할 수 있다. 이 경우, UE는 요청된 일련의 CoMP CSI들 전체에 대해 CSI 피드백을 수행하지 않거나, 유효하지 않은 일부 CSI(들)에 대한 피드백만을 수행하지 않을 수 있다. 또는 UE는 CoMP가 수행되지 않는 전송 모드, 예를 들어, 전송 모드 9을 상정하여 서빙 셀 a의 비주기적 CSI 보고(예를 들어 표 11의 '01'에 해당하는 비주기적 CSI)를 수행할 수도 있다. 또는 UE는 CoMP CSI가 유효한지 여부에 관계없이 서빙 셀 a의 모든 CoMP CSI를 피드백할 수 있다. 또는 상위 계층에 의해 설정된 특정 CSI를 피드백할 수 있다. 또는 UE는 서빙 셀 a에 대해 이전에 요청되었던 CSI를 피드백 할 수도 있다.
- [0228] 도 13은 본 발명의 다른 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0229] UE가 도 13에서와 같이 서빙 셀 c와 서빙 셀 a에 연결되어 있으며, 이 셀들은 전송 포인트(transmission point, TP) A를 통해서 전송된다고 하자. 서빙 셀 c는 여러 TP의 UL 반송파를 사용하여 UL CoMP를 지원하고, 서빙 셀 c의 UL CoMP에 참여하는 TP들 중 하나인 TP B의 UL 반송파와 링크된 DL 반송파는 해당 UE에게 설정되어 있지 않을 수 있다. 이 때, UE는 서빙 셀 c를 통해 비주기적 CSI 보고를 나를 PUSCH를 전송하라는 PUSCH 그랜트, 즉, UL 그랜트를 서빙 셀 c 혹은 서빙 셀 a를 통해 수신할 수 있다. 만약, UE가 자신의 PUSCH를 수신 할 TP를 반송파 지시(carrier indication, CI) 등을 이용하여 지정할 수 있다면, 상기 UE는 TP B를 지정하여 TP B에게 PUSCH를 전송할 수 있다. 이 때, 상기 PUSCH가 할당된 셀의 CSI를 전송하도록 비주기적 CSI 보고가 상기 UE에게 요청된 경우, 상기 UE는 TP B에게 PUSCH를 전송하기 때문에 TP B에게 TP B의 서빙 셀 c의 UL 반송파와 링크된 DL 반송파에 대한 CSI 보고를 전송하게 된다. 하지만 상기 UE는 서빙 셀 c 중 TP B의 DL 반송파는 사용하지 않기 때문에 해당 DL 반송파에 대한 CSI 정보를 피드백할 필요가 없다. 이 경우, 상기 UE는 해

당 CSI 요청을 무시하고 피드백을 아예 수행하지 않을 수 있다. 즉, 이 경우, 해당 CSI 요청에 대응한 비주기적 CSI 보고가 드랍될 수 있다. 또는 상기 UE는, 서빙 셀 c의 DL 반송파 중에서, PUSCH 그랜트를 전송한 TP인 TP A의 서빙 셀 c의 DL 반송파에 대한 CSI 보고를 수행할 수도 있다.

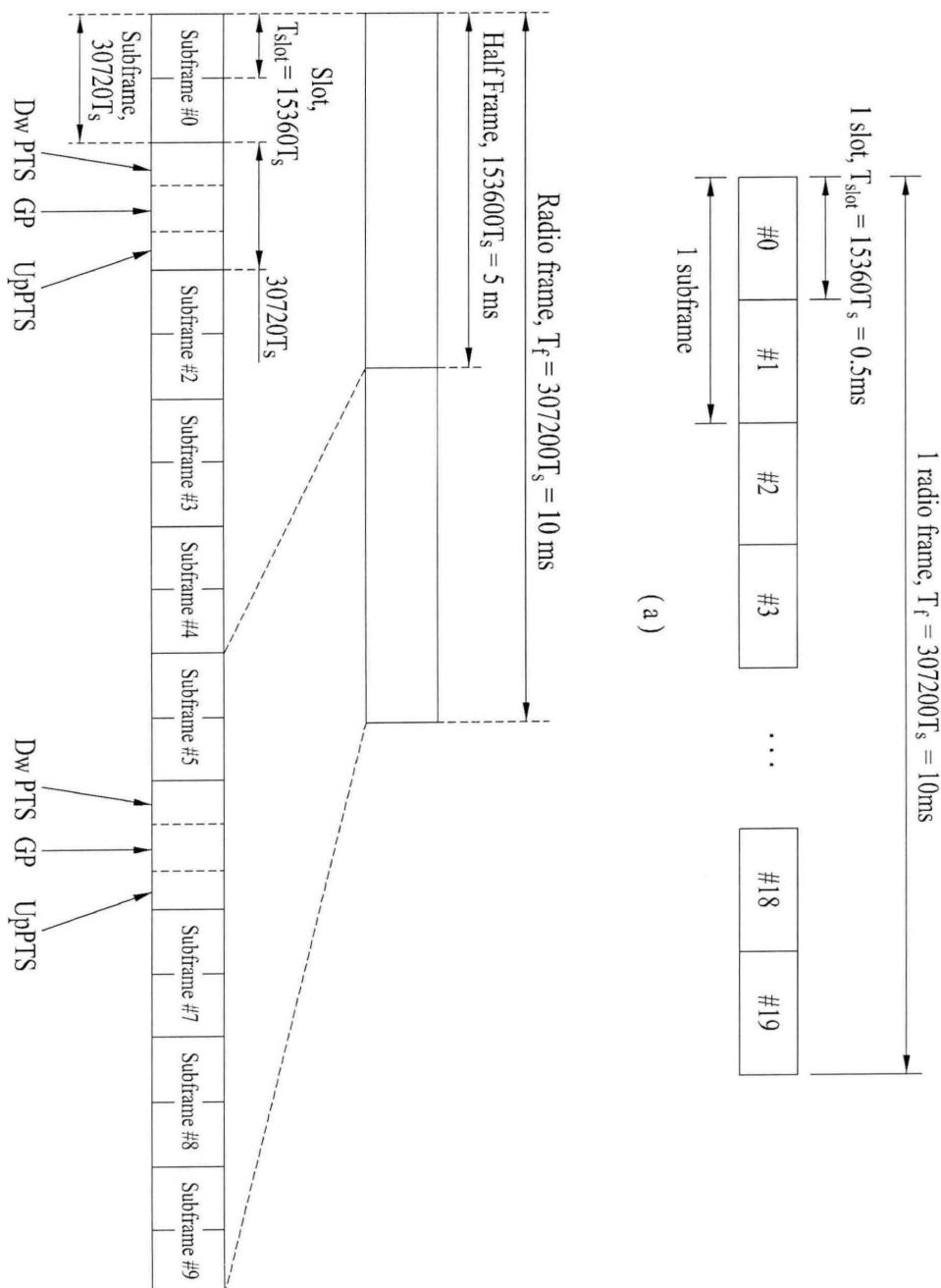
- [0230] 도 14는 본 발명을 수행하는 전송장치(10) 및 수신장치(20)의 구성요소를 나타내는 블록도이다.
- [0231] 전송장치(10) 및 수신장치(20)는 정보 및/또는 데이터, 신호, 메시지 등을 나르는 무선 신호를 전송 또는 수신할 수 있는 RF(Radio Frequency) 유닛(13, 23)과, 무선통신 시스템 내 통신과 관련된 각종 정보를 저장하는 메모리(12, 22), 상기 RF 유닛(13, 23) 및 메모리(12, 22)등의 구성요소와 동작적으로 연결되어, 상기 구성요소를 제어하여 해당 장치가 전술한 본 발명의 실시예들 중 적어도 하나를 수행하도록 메모리(12, 22) 및/또는 RF 유닛(13, 23)을 제어하도록 구성된 프로세서(11, 21)를 각각 포함한다.
- [0232] 메모리(12, 22)는 프로세서(11, 21)의 처리 및 제어를 위한 프로그램을 저장할 수 있고, 입/출력되는 정보를 임시 저장할 수 있다. 메모리(12, 22)가 버퍼로서 활용될 수 있다.
- [0233] 프로세서(11, 21)는 통상적으로 전송장치 또는 수신장치 내 각종 모듈의 전반적인 동작을 제어한다. 특히, 프로세서(11, 21)는 본 발명을 수행하기 위한 각종 제어 기능을 수행할 수 있다. 프로세서(11, 21)는 컨트롤러(controller), 마이크로 컨트롤러(microcontroller), 마이크로 프로세서(microprocessor), 마이크로 컴퓨터(microcomputer) 등으로도 불릴 수 있다. 프로세서(11, 21)는 하드웨어(hardware) 또는 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어를 이용하여 본 발명을 구현하는 경우에는, 본 발명을 수행하도록 구성된 ASICs(application specific integrated circuits) 또는 DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays) 등이 프로세서(400a, 400b)에 구비될 수 있다. 한편, 펌웨어나 소프트웨어를 이용하여 본 발명을 구현하는 경우에는 본 발명의 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등을 포함하도록 펌웨어나 소프트웨어가 구성될 수 있으며, 본 발명을 수행할 수 있도록 구성된 펌웨어 또는 소프트웨어는 프로세서(11, 21) 내에 구비되거나 메모리(12, 22)에 저장되어 프로세서(11, 21)에 의해 구동될 수 있다.
- [0234] 전송장치(10)의 프로세서(11)는 상기 프로세서(11) 또는 상기 프로세서(11)와 연결된 스케줄러로부터 스케줄링되어 외부로 전송될 신호 및/또는 데이터에 대하여 소정의 부호화(coding) 및 변조(modulation)를 수행한 후 RF 유닛(13)에 전송한다. 예를 들어, 프로세서(11)는 전송하고자 하는 데이터 열을 역다중화 및 채널 부호화, 스크램블링, 변조과정 등을 거쳐 K개의 레이어로 변환한다. 부호화된 데이터 열은 코드워드로 지칭되기도 하며, MAC 계층이 제공하는 데이터 블록인 전송 블록과 등가이다. 일 전송블록(transport block, TB)은 일 코드워드로 부호화되며, 각 코드워드는 하나 이상의 레이어의 형태로 수신장치에 전송되게 된다. 주파수 상향변환을 위해 RF 유닛(13)은 오실레이터(oscillator)를 포함할 수 있다. RF 유닛(13)은 N_t 개(N_t 는 1보다 이상의 양의 정수)의 전송 안테나를 포함할 수 있다.
- [0235] 수신장치(20)의 신호 처리 과정은 전송장치(10)의 신호 처리 과정의 역으로 구성된다. 프로세서(21)의 제어 하에, 수신장치(20)의 RF 유닛(23)은 전송장치(10)에 의해 전송된 무선 신호를 수신한다. 상기 RF 유닛(23)은 N_r 개의 수신 안테나를 포함할 수 있으며, 상기 RF 유닛(23)은 수신 안테나를 통해 수신된 신호 각각을 주파수 하향 변환하여(frequency down-convert) 기저대역 신호로 복원한다. RF 유닛(23)은 주파수 하향 변환을 위해 오실레이터를 포함할 수 있다. 상기 프로세서(21)는 수신 안테나를 통하여 수신된 무선 신호에 대한 복호(decoding) 및 복조(demodulation)를 수행하여, 전송장치(10)가 본래 전송하고자 했던 데이터를 복원할 수 있다.
- [0236] RF 유닛(13, 23)은 하나 이상의 안테나를 구비한다. 안테나는, 프로세서(11, 21)의 제어 하에 본 발명의 일 실시예에 따라, RF 유닛(13, 23)에 의해 처리된 신호를 외부로 전송하거나, 외부로부터 무선 신호를 수신하여 RF 유닛(13, 23)으로 전달하는 기능을 수행한다. 안테나는 안테나 포트로 불리기도 한다. 각 안테나는 하나의 물리 안테나에 해당하거나 하나보다 많은 물리 안테나 요소(element)의 조합에 의해 구성될(configured) 수 있다. 각 안테나로부터 전송된 신호는 수신장치(20)에 의해 더 이상 분해될 수 없다. 해당 안테나에 대응하여 전송된 참조신호(reference signal, RS)는 수신장치(20)의 관점에서 본 안테나를 정의하며, 채널이 일 물리 안테나로부터의 단일(single) 무선 채널인지 혹은 상기 안테나를 포함하는 복수의 물리 안테나 요소(element)들로부터의 합성(composite) 채널인지에 관계없이, 상기 수신장치(20)로 하여금 상기 안테나에 대한 채널 추정을 가능하게 한다. 즉, 안테나는 상기 안테나 상의 심볼을 전달하는 채널이 상기 동일 안테나 상의 다른 심볼이 전달되는 상기 채널로부터 도출될 수 있도록 정의된다. 복수의 안테나를 이용하여 데이터를 송수신하

는 다중 입출력(Multi-Input Multi-Output, MIMO) 기능을 지원하는 RF 유닛의 경우에는 2개 이상의 안테나와 연결될 수 있다.

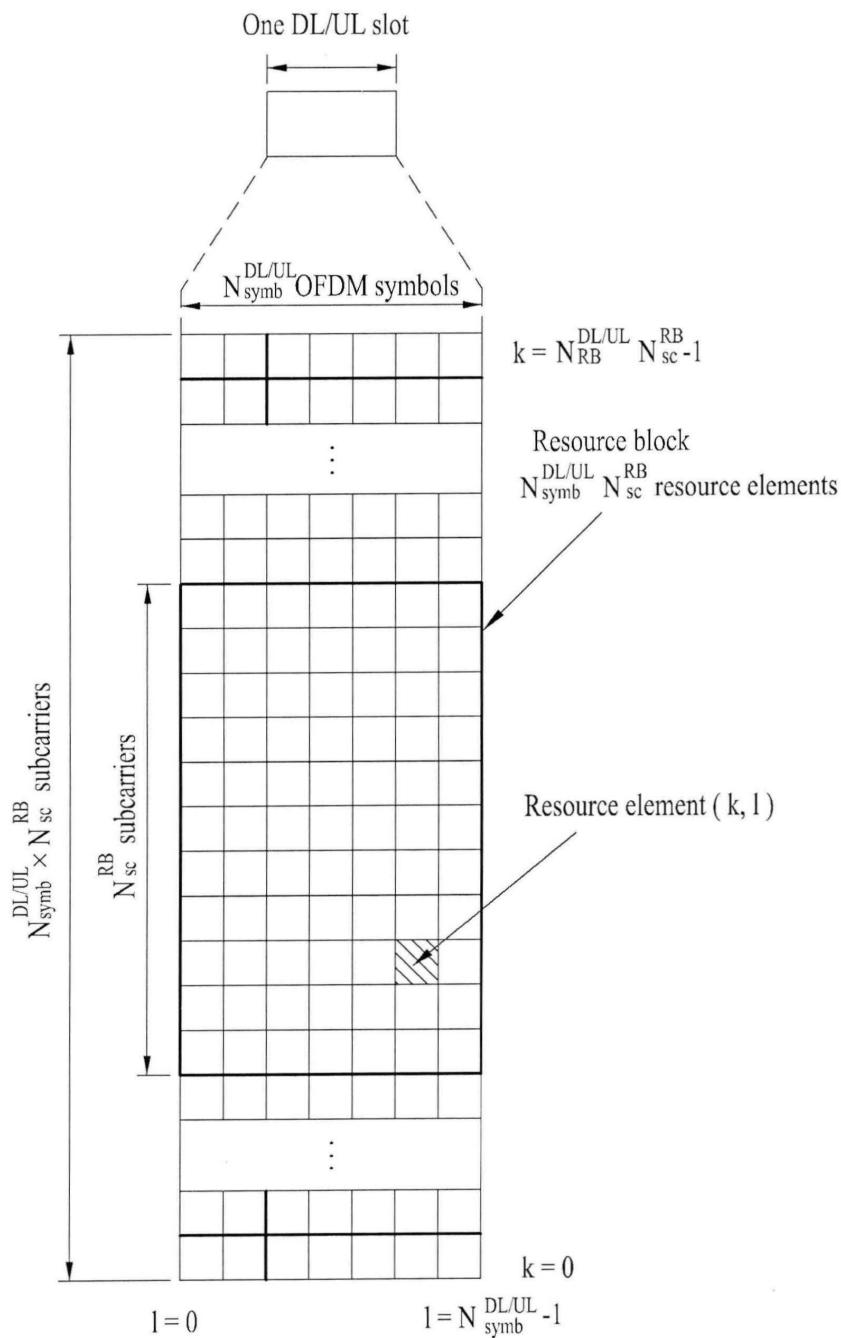
- [0237] 본 발명의 실시예들에 있어서, UE는 상향링크에서는 전송장치(10)로 동작하고, 하향링크에서는 수신장치(20)로 동작한다. 본 발명의 실시예들에 있어서, eNB는 상향링크에서는 수신장치(20)로 동작하고, 하향링크에서는 전송장치(10)로 동작한다. 이하, UE에 구비된 프로세서, RF 유닛 및 메모리를 UE 프로세서, UE RF 유닛 및 UE 메모리라 각각 칭하고, eNB에 구비된 프로세서, RF 유닛 및 메모리를 eNB 프로세서, eNB RF 유닛 및 eNB 메모리라 각각 칭한다.
- [0238] 본 발명의 실시예들에 따라, eNB 프로세서는 상위 계층 신호, PDCCH 및/또는 PDSCH를 생성하고, 상기 생성된 상위 계층 신호, PDCCH 및/또는 PDSCH를 전송하도록 eNB RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 특정 셀에서의 상향링크 전송을 위한 DCI 내의 CSI 요청 필드를 본 발명의 실시예들 중 어느 하나에 따라 설정(set)할 수 있다. 예를 들어 상기 DCI의 대상 UE가 CoMP 모드로 설정된 경우, 즉, 상기 UE가 서빙 셀별로 하나 또는 복수의 CSI 프로세스들로써 설정될 수 있는 경우, 본 발명의 실시예들 중 어느 하나에 따라 상기 DCI의 CSI 요청 필드를 설정(set)할 수 있다. 상기 eNB 프로세서는 상기 DCI를 PUCCH 상에서 전송하도록 eNB RF 유닛을 전송할 수 있다. UE 프로세서는 상위 계층 신호, PDCCH 및/또는 PDSCH를 수신하도록 UE RF 유닛을 제어한다. UE 프로세서는 PDCCH 상에서 특정 셀에 대한 DCI를 수신할 수 있다. 상기 DCI가 CSI 요청 필드를 포함하고, UE에 상기 상위 계층 신호에 의해 CoMP 모드가 설정된 경우, 즉, 상기 UE가 서빙 셀별로 하나 또는 복수의 CSI 프로세스들로써 설정될 수 있는 경우, 상기 UE 프로세서는 상기 CSI 요청 필드를 본 발명의 실시예들 중 어느 하나에 따라 판단한다. 예를 들어, 표 13을 참조하면, CoMP 모드로 설정된 UE의 RF 유닛이 수신한, 특정 서빙 셀에 관한 DCI에 포함된, CSI 요청 필드의 값이 '01' 이면 UE 프로세서는 상기 특정 서빙 셀에 대해 설정된 CSI 프로세스(들) 중에서 상위 계층(예, RRC)에 의해 설정된 일련의 CSI 프로세스(들)(a set of CSI process(es))에 대한 비주기적 CSI 보고를 전송하도록 상기 UE RF 유닛을 제어할 수 있다. 상기 UE 프로세서는 상기 DCI가 수신된 서브프레임이 서브프레임 n 이면 서브프레임 $n+k$ 에서 상기 특정 서빙 셀에 PUSCH 상에서 상기 비주기적 CSI 보고를 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어한다. FDD를 위한 $k=4$ 이며 TDD를 위한 k 는 표 11에 의해 주어질 수 있다. 상기 PUSCH는 상기 DCI에 따라 상기 특정 셀에 할당된 것이다. 상기 DCI를 나르는 PDCCH가 서빙 셀이 상기 비주기적 CSI 보고의 전송에 이용되는 상기 특정 서빙 셀과 다르더라도 본 발명의 실시예들이 적용될 수 있다.
- [0239] 상술한 바와 같이 개시된 본 발명의 바람직한 실시예들에 대한 상세한 설명은 당업자가 본 발명을 구현하고 실시할 수 있도록 제공되었다. 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.
- [0240] 본 발명의 실시예들은 무선 통신 시스템에서, 기지국 또는 사용자기기, 기타 다른 장비에 사용될 수 있다.

도면

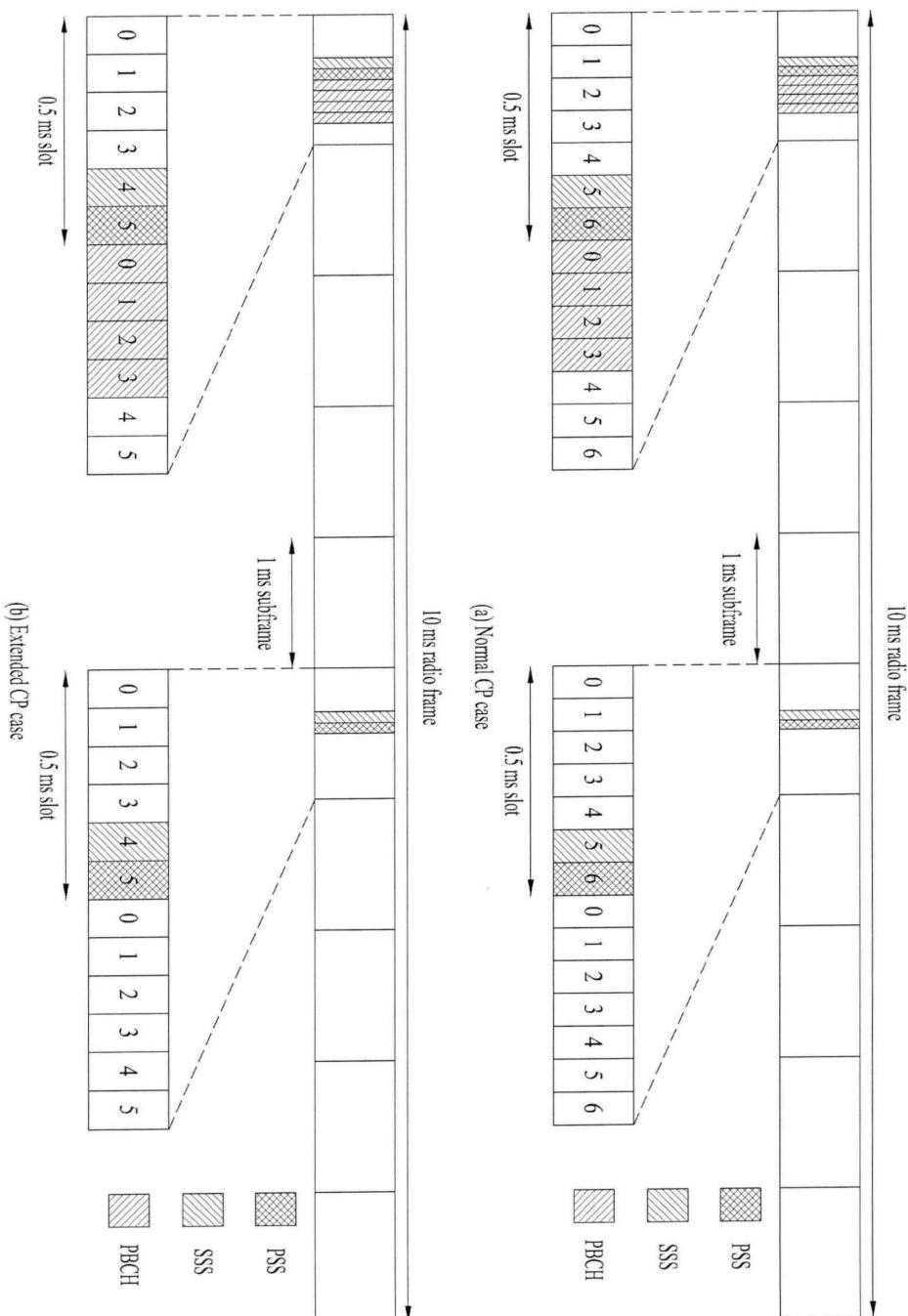
도면1



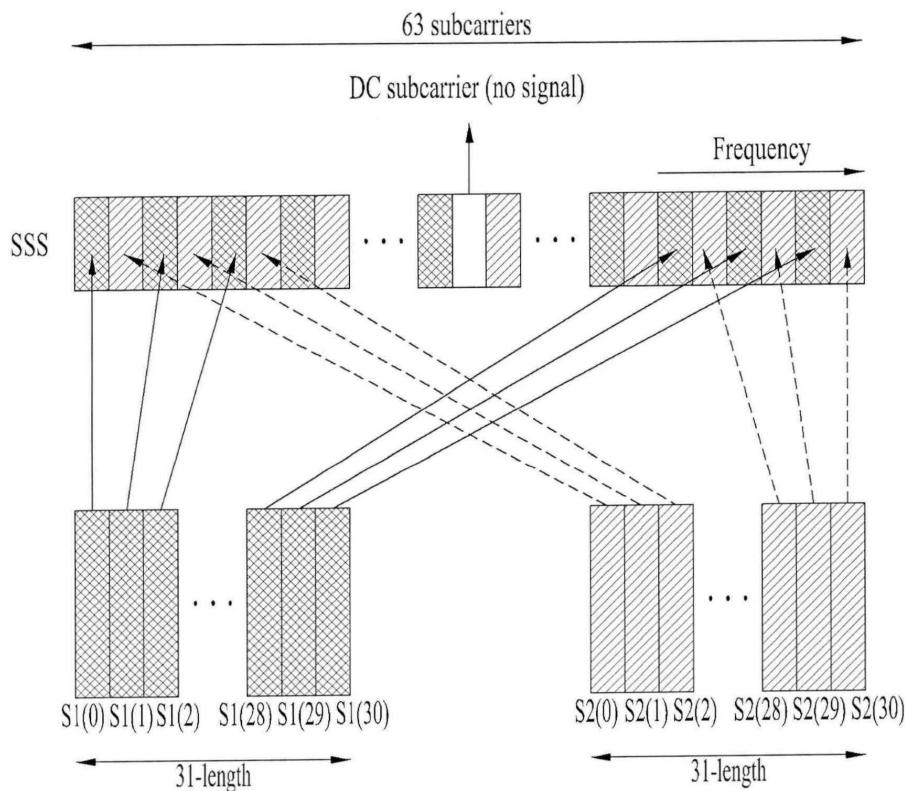
도면2



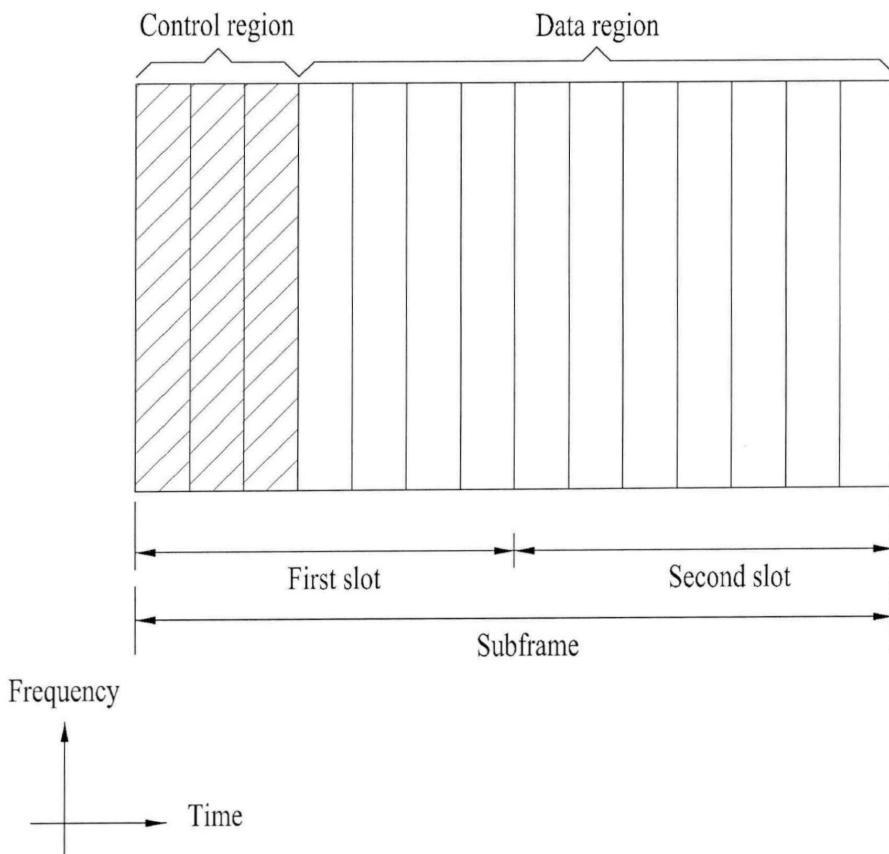
도면3



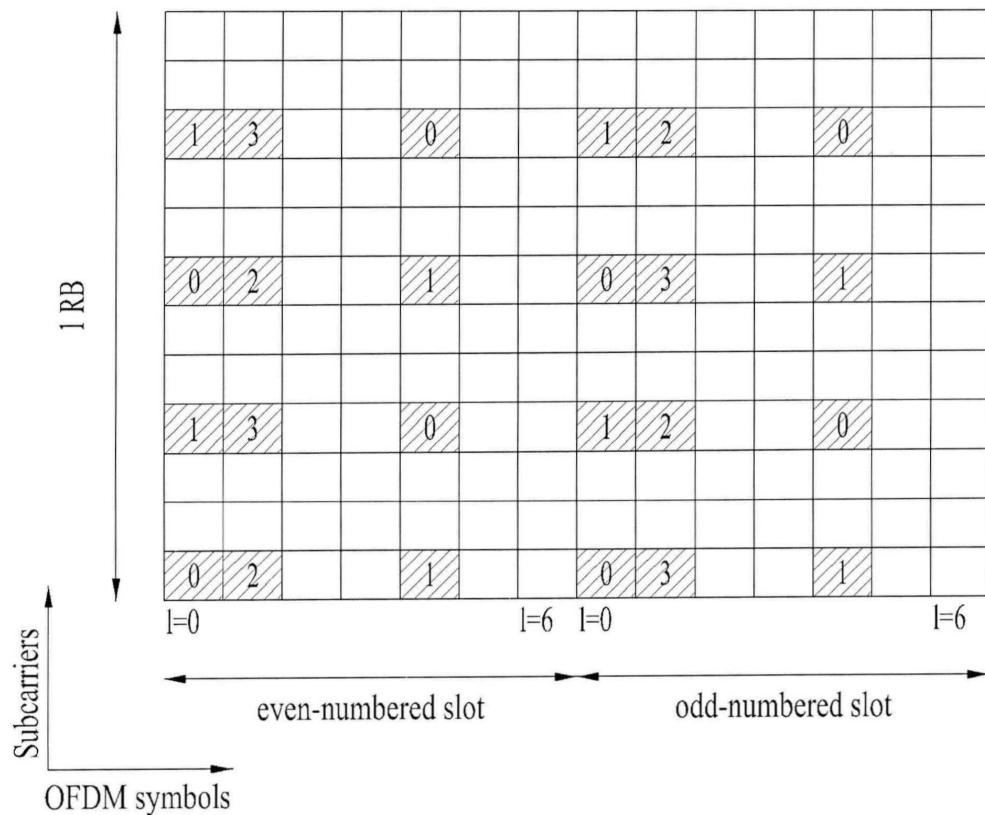
도면4



도면5

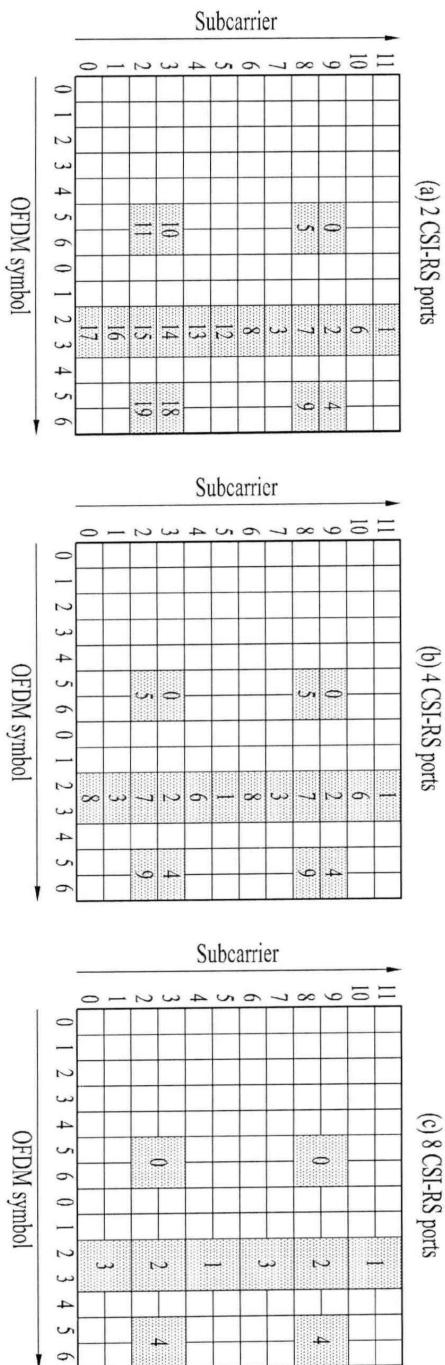


도면6



: CRS for antenna port p ($p \in 0, 1$ or $p \in 0, 1, 2, 3$)

도면7

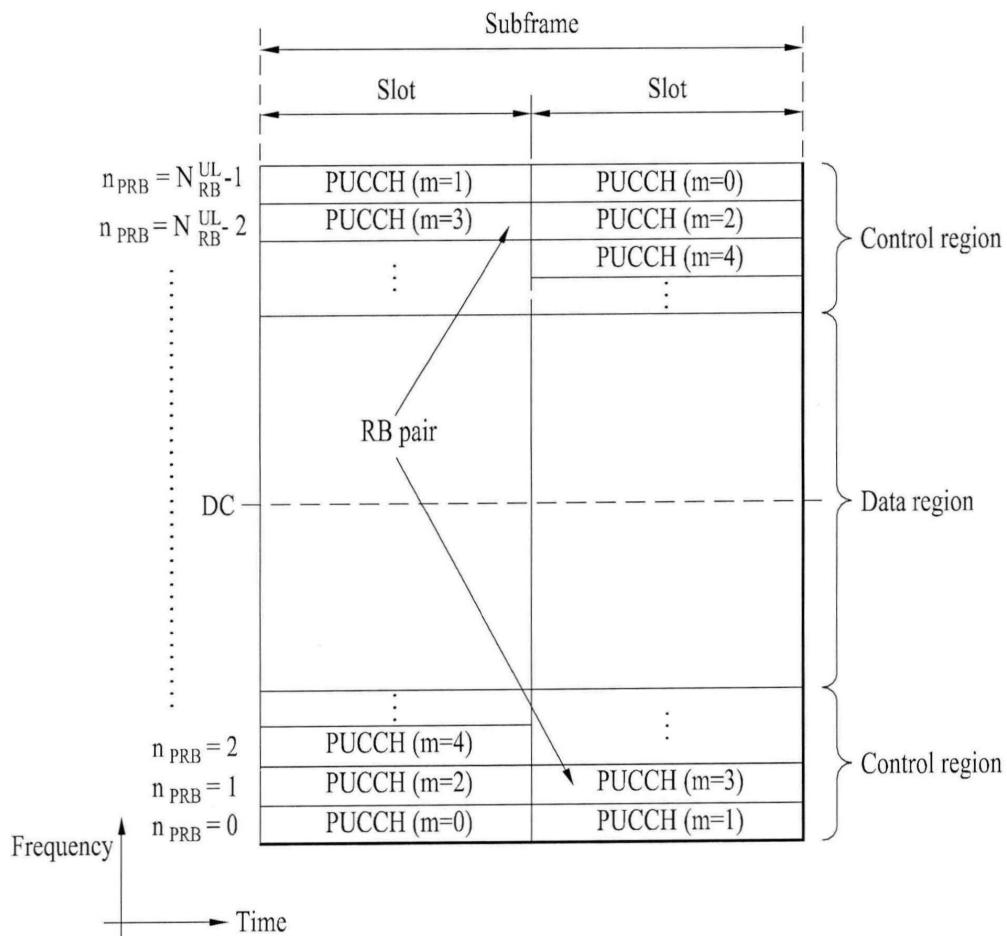


: CSI-RS configuration i available
for 2 CSI-RS ports

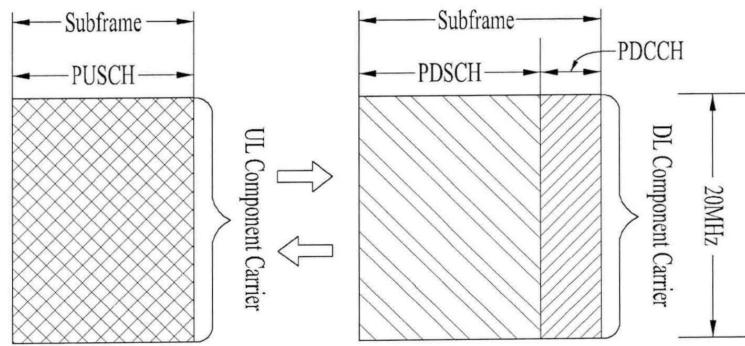
: CSI-RS configuration i available
for 8 CSI-RS ports

: CSI-RS configuration i available
for 8 CSI-RS ports

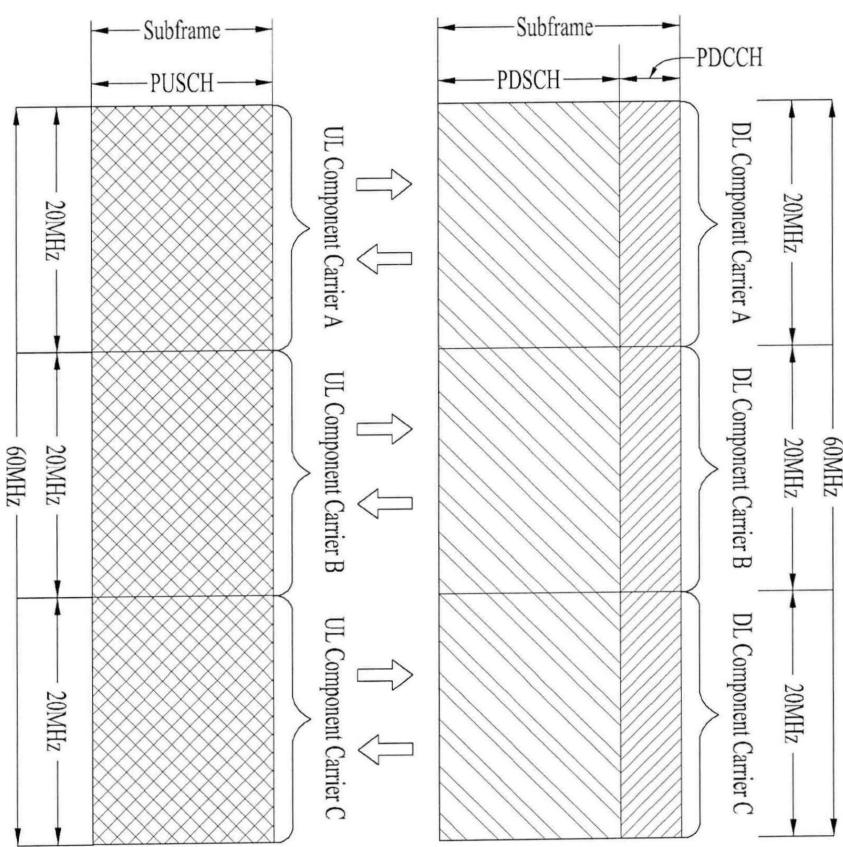
도면8



도면9

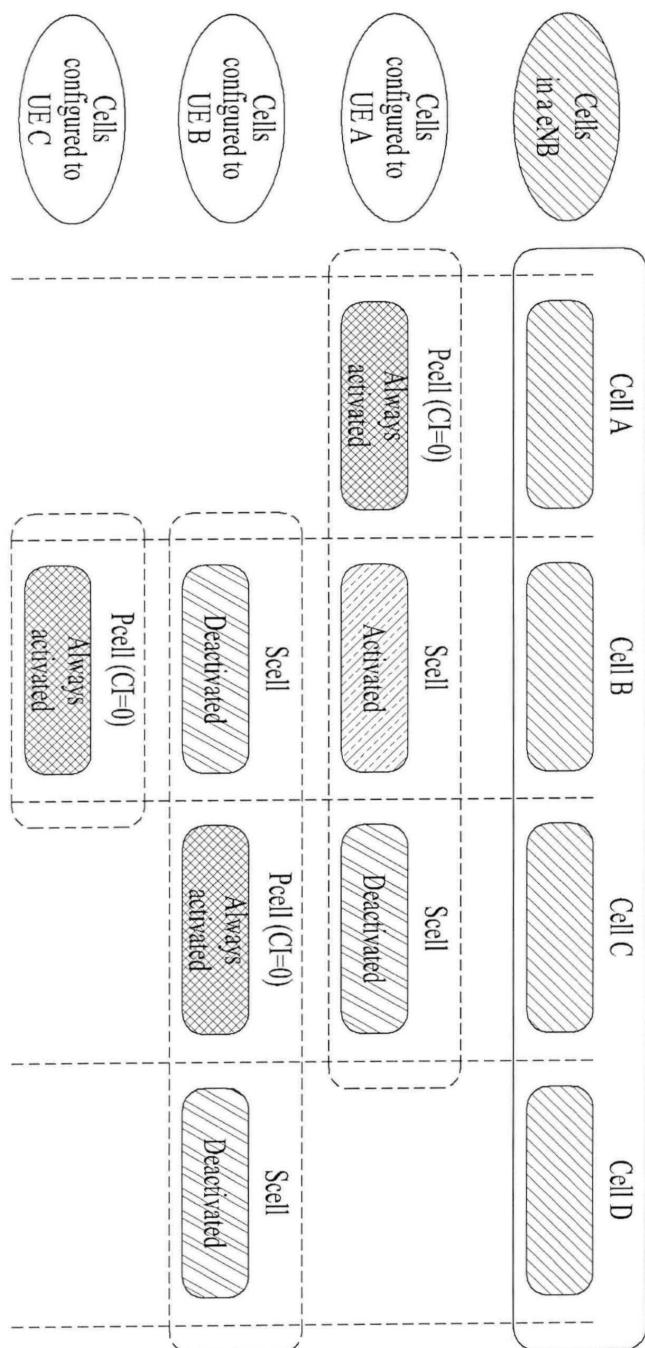


(a) Single CC

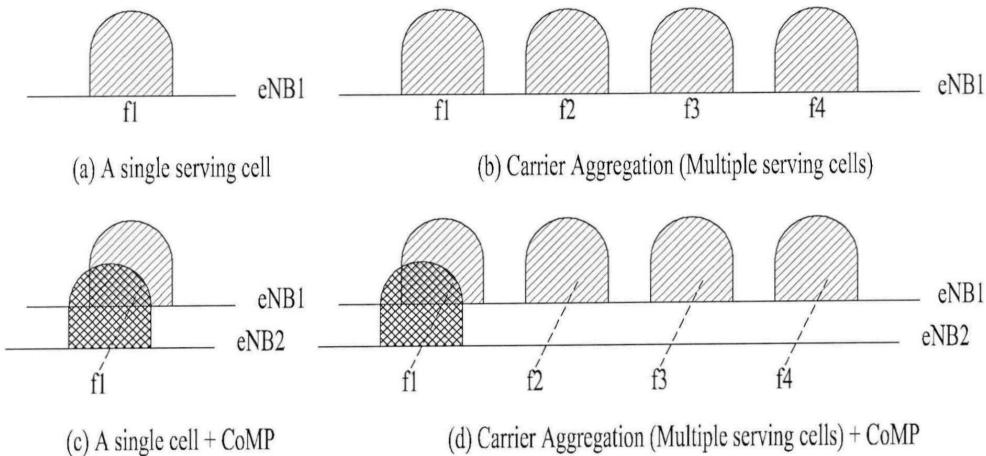


(b) Multiple CC

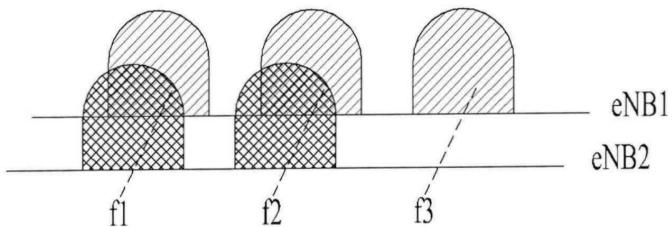
도면10



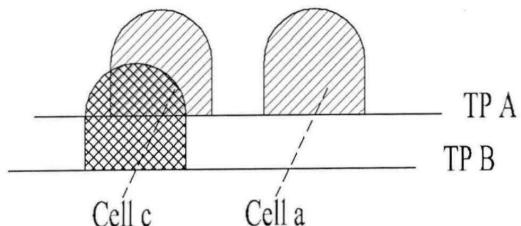
도면11



도면12



도면13



도면14

