



등록특허 10-2257623



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월28일
(11) 등록번호 10-2257623
(24) 등록일자 2021년05월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/06 (2017.01) *H04B 17/24* (2014.01)
H04B 7/04 (2017.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7033369
- (22) 출원일자(국제) 2013년07월02일
심사청구일자 2018년07월02일
- (85) 번역문제출일자 2014년11월27일
- (65) 공개번호 10-2015-0035555
- (43) 공개일자 2015년04월06일
- (86) 국제출원번호 PCT/KR2013/005854
- (87) 국제공개번호 WO 2014/007512
국제공개일자 2014년01월09일
- (30) 우선권주장
61/667,406 2012년07월02일 미국(US)
(뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
WO2011115421 A2*
3GPP R1-121946*
WO2012067442 A2*
KR1020110097623 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
- (72) 발명자
김기준
경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, 엘지전자 특허센터 (호계동)
박종현
경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, 엘지전자 특허센터 (호계동)
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인(유한)케이비케이

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 강희곡

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서 채널상태정보 보고 방법 및 장치

(57) 요 약

본 발명의 실시예는, 무선통신시스템에서 복수의 CSI(Channel State Information) 프로세스가 설정된 단말의 CSI 보고방법에 있어서, 상기 복수의 CSI 프로세스 중 하나의 CSI 프로세스에 관련된 CSI-RS(CSI-Reference Signal) 리소스에 기초해서 채널을 측정하는 단계; 상기 CSI 프로세스에 관련된 CSI-IM(CSI-Interference Measurement) 리소스에 기초해서 간섭을 측정하는 단계; 상기 측정된 채널 및 간섭에 기초해 CSI를 결정하는 단계; 및 상기 CSI를 상향링크 채널을 통해 보고하는 단계를 포함하며, 상기 CSI의 결정에 사용되는, CSI 보고를 위한 코드북은, 상기 복수의 CSI 프로세스 각각에 독립적으로 대응되는 둘 이상의 코드북 중 하나인, CSI 보고 방법이다.

(72) 발명자

서한별

경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, 엘지전자
특허센터 (호계동)

박한준

경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, 엘지전자
특허센터 (호계동)

(30) 우선권주장

61/730,032 2012년11월26일 미국(US)

61/757,641 2013년01월28일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

무선 통신 시스템에서 UE(User Equipment)가 CSI (channel state information)를 보고하는 방법에 있어서,

UE가 BS(Base Station)로부터 CSI-RS (CSI reference signal)를 수신하는 단계;

상기 UE가 시간 도메인-자원 유닛 N에서 CSI 요청을 BS로부터 수신하는 단계;

상기 CSI 요청에 대한 응답으로써, 상기 UE가 채널 측정에 기초한 CSI를 BS에 전송하는 단계를 포함하며,

시간 도메인에서의 제한된 채널 측정에 기초하여, 상기 채널 측정은 CSI 요청이 수신된 상기 시간 도메인-자원 유닛 N 이전의 CSI-RS 자원을 위한 시간 도메인-자원 유닛 중 가장 최근에 수신된 시간 도메인-자원 유닛에서만 수행되는, 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

간접 측정은 CSI 요청이 수신된 상기 시간 도메인-자원 유닛 N 이전의 CSI-IM (CSI Interference Measurement) 자원을 위한 시간 도메인-자원 유닛 중 가장 최근에 수신된 시간 도메인-자원 유닛에서만 수행되는, 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제한된 채널 측정은 상기 BS로부터 수신된 CSI-RS configuration에 의해 설정되는 것인, 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 CSI-RS configuration은 RRC (Radio resource control) 시그널링을 통해 상기 BS로부터 수신된 것인, 방법.

청구항 7

무선 통신 시스템에서 CSI (channel state information)를 보고하는 UE(User Equipment) 장치에 있어서,

메모리 및

상기 메모리에 연결되는 프로세서를 포함하며,

상기 프로세서는, BS(Base Station)로부터 CSI-RS (CSI reference signal)를 수신하고,

시간 도메인-자원 유닛 N에서 CSI 요청을 BS로부터 수신하고,

상기 CSI 요청에 대한 응답으로써, 상기 UE가 채널 측정에 기초한 CSI를 BS에 전송하며,

시간 도메인에서의 제한된 채널 측정에 기초하여, 상기 채널 측정은 CSI 요청이 수신된 상기 시간 도메인-자원 유닛 N 이전의 CSI-RS 자원을 위한 시간 도메인-자원 유닛 중 가장 최근에 수신된 시간 도메인-자원 유닛에서만 수행되는, UE 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

간접 측정은 CSI 요청이 수신된 상기 시간 도메인-자원 유닛 N 이전의 CSI-IM (CSI Interference Measurement) 자원을 위한 시간 도메인-자원 유닛 중 가장 최근에 수신된 시간 도메인-자원 유닛에서만 수행되는, UE 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제한된 채널 측정은 상기 BS로부터 수신된 CSI-RS configuration에 의해 설정되는 것인, UE 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 CSI-RS configuration은 RRC (Radio resource control) 시그널링을 통해 상기 BS로부터 수신된 것인, UE 장치.

청구항 11

무선 통신 시스템에서 CSI (channel state information)를 수신하는 BS(base station) 장치에 있어서,

메모리 및

상기 메모리에 연결되는 프로세서를 포함하며,

상기 프로세서는, UE(User Equipment)로 CSI-RS (CSI reference signal)를 전송하고,

상기 UE로 시간 도메인-자원 유닛 N에서 CSI 요청을 전송하고,

상기 CSI 요청에 대한 응답으로써, 상기 UE로부터 채널 측정에 기초한 CSI를 수신하며,

시간 도메인에서의 제한된 채널 측정에 기초하여, 상기 채널 측정은 CSI 요청이 수신된 상기 시간 도메인-자원 유닛 N 이전의 CSI-RS 자원을 위한 시간 도메인-자원 유닛 중 가장 최근에 수신된 시간 도메인-자원 유닛에서만 수행되는, BS 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

간접 측정은 CSI 요청이 수신된 상기 시간 도메인-자원 유닛 N 이전의 CSI-IM (CSI Interference Measurement) 자원을 위한 시간 도메인-자원 유닛 중 가장 최근에 수신된 시간 도메인-자원 유닛에서만 수행되는, BS 장치.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 제한된 채널 측정은 상기 BS로부터 수신된 CSI-RS configuration에 의해 설정되는 것인, BS 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 CSI-RS configuration은 RRC (Radio resource control) 시그널링을 통해 상기 BS로부터 수신된 것인, BS 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이하의 설명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 상세하게는 채널상태정보의 보고 방법 및 장치에 대한 것이다.

배경기술

[0002]

무선 통신 시스템이 음성이나 데이터 등과 같은 다양한 종류의 통신 서비스를 제공하기 위해 광범위하게 전개되고 있다. 일반적으로 무선 통신 시스템은 가능한 시스템 자원(대역폭, 전송 파워 등)을 공유하여 다중 사용자와의 통신을 지원할 수 있는 다중 접속(multiple access) 시스템이다. 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.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003]

본 발명에서는 참조신호 전송 오버헤드를 줄일 수 있는 비주기적 전송 방법 및 이에 관련된 채널상태정보의 보고 방법 및 장치를 제시하는 것을 기술적 과제로 한다.

[0004]

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

과제의 해결 수단

[0005]

본 발명의 제1 기술적인 측면은, 무선통신시스템에서 복수의 CSI(Channel State Information) 프로세스가 설정된 단말의 CSI 보고방법에 있어서, 상기 복수의 CSI 프로세스 중 하나의 CSI 프로세스에 관련된 CSI-RS(CSI-Reference Signal) 리소스에 기초해서 채널을 측정하는 단계; 상기 CSI 프로세스에 관련된 CSI-IM(CSI-Interference Measurement) 리소스에 기초해서 간섭을 측정하는 단계; 상기 측정된 채널 및 간섭에 기초해 CSI를 결정하는 단계; 및 상기 CSI를 상향링크 채널을 통해 보고하는 단계를 포함하며, 상기 CSI의 결정에 사용되는, CSI 보고를 위한 코드북은, 상기 복수의 CSI 프로세스 각각에 독립적으로 대응되는 둘 이상의 코드북 중 하나인, CSI 보고 방법이다.

[0006]

본 발명의 제2 기술적인 측면은, 무선통신시스템에서 복수의 CSI(Channel State Information) 프로세스가 설정된 단말 장치에 있어서, 수신 모듈; 및 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 복수의 CSI 프로세스 중 하나의 CSI 프로세스에 관련된 CSI-RS(CSI-Reference Signal) 리소스에 기초해서 채널을 측정하고, 상기 CSI 프로세스에 관련된 CSI-IM(CSI-Interference Measurement) 리소스에 기초해서 간섭을 측정하며, 상기 측정된 채널 및 간섭에 기초해 CSI를 결정하고, 상기 CSI를 상향링크 채널을 통해 보고하며, 상기 CSI의 결정에 사용되는, CSI 보고를 위한 코드북은, 상기 복수의 CSI 프로세스 각각에 독립적으로 대응되는 둘 이상의 코드북 중 하나인, 단말 장치이다.

[0007]

본 발명의 제1 내지 제2 기술적인 측면은 다음 사항들을 포함할 수 있다.

[0008]

상기 CSI의 결정은, 상기 CSI 프로세스에 대응되는 상기 CSI 보고를 위한 코드북에서 프리코딩 매트릭스를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009]

상기 둘 이상의 코드북은 서로 다른 빔포밍(beamfoming)에 종속되는 채널 환경을 반영하는 것일 수 있다.

[0010]

상기 CSI-IM 리소스는 동일한 간섭 특성을 갖는 서브프레임들로 이루어진 CSI-IM 리소스 설정 또는 상이한 간섭 특성을 갖는 서브프레임들로 이루어진 CSI-IM 리소스 설정 중 어느 하나에 의해 지시되는 것일 수 있다.

[0011]

상기 단말은, 상기 CSI-IM 리소스에 해당되는 서브프레임 복수개에서 측정된 간섭을 평균해도 되는지 여부에 관한 정보를 수신할 수 있다.

[0012]

상기 정보는 RRC(Radio Resource Control) 시그널링으로 전달될 수 있다.

[0013]

상기 CSI-IM 리소스에 해당되는 서브프레임 중 일부에는 상기 단말과 MU-MIMO(Multi User-Multi Input Multi Output) 페어링되는 단말을 위한 신호가 전송되는 것일 수 있다.

[0014]

상기 MU-MIMO 페어링되는 단말을 위한 신호는, 상기 MU-MIMO 페어링되는 단말에 대한 PDSCH 또는 상기 MU-MIMO

페어링되는 단말에 관련된 프리코딩 매트릭스를 적용한 더미 신호 중 하나일 수 있다.

[0015] 상기 CSI-RS 리소스는 동일한 채널 특성을 갖는 서브프레임들로 이루어진 CSI-RS 리소스 설정 또는 상이한 채널 특성을 갖는 서브프레임들로 이루어진 CSI-RS 리소스 설정 중 어느 하나에 의해 지시되는 것일 수 있다.

[0016] 상기 상이한 채널 특성은 상기 CSI-RS 리소스에 해당하는 CSI-RS를 전송시 사용되는 안테나 가상화 매트릭스 (antenna virtualization matrix)의 변경에 의한 것일 수 있다.

[0017] 상기 채널의 측정은 상기 CSI-RS 리소스 중 논-제로 파워 CSI-RS를 이용하며, 상기 간섭의 측정은 상기 CSI-IM 리소스 중 제로-파워 CSI-RS를 이용하는 것일 수 있다.

[0018] 상기 상향링크 채널은 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel), PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 중 어느 하나일 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따르면 오버헤드를 줄이며 보다 많은 수의 채널상태정보 참조신호(Channel State Information-Reference Signal, CSI-RS)를 전송할 수 있다. 또한, 단말은 이와 같은 채널상태정보 참조신호 전송에 관련된 채널상태보고를 효율적으로 수행할 수 있다.

[0020] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0021] 본 명세서에 첨부되는 도면은 본 발명에 대한 이해를 제공하기 위한 것으로서 본 발명의 다양한 실시형태들을 나타내고 명세서의 기재와 함께 본 발명의 원리를 설명하기 위한 것이다.

도 1은 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다.

도 2는 하향링크 슬롯에서의 자원 그리드(resource grid)를 나타내는 도면이다.

도 3은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.

도 4는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.

도 5는 참조신호를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 채널상태정보 참조신호를 설명하기 위한 도면이다.

도 7 내지 도 9는 채널상태정보 보고를 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 이종 네트워크 환경을 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 본 발명의 실시예가 적용될 수 있는 협력멀티포인트 클러스터의 예시를 나타내는 도면이다.

도 12는 본 발명의 실시예에 관련된 3D MIMO, 안테나 가상화 매트릭스를 설명하기 위한 도면이다.

도 13은 본 발명의 실시예에 의한 비주기적 CSI-RS 전송을 설명하기 위한 도면이다.

도 14는 본 발명의 실시예에 의한 셀 특정 CSI-RS 및 단말 특정 CSI-RS를 나타낸 도면이다.

도 15 내지 도 16은 본 발명의 실시예에 의한 채널 측정을 설명하기 위한 도면이다.

도 17 내지 도 18은 본 발명의 실시예에 의한 간섭 측정을 설명하기 위한 도면이다.

도 19는 본 발명의 실시예에 의한 코드북과 CSI 프로세스의 관계를 나타낸 도면이다.

도 20 본 발명의 실시예에 의한 서브밴드 선택적 CSI-RS 전송을 설명하기 위한 도면이다.

도 21은 본 발명의 실시예에 의한 서브프레임 세트와 IMR 설정을 나타낸 도면이다.

도 22는 송수신 장치의 구성을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하의 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들을 소정 형태로 결합한 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려될 수 있다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성할 수도 있다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다.
- [0023] 본 명세서에서 본 발명의 실시예들을 기지국과 단말 간의 데이터 송신 및 수신의 관계를 중심으로 설명한다. 여기서, 기지국은 단말과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미를 갖는다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다.
- [0024] 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음은 자명하다. '기지국(BS: Base Station)'은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 액세스 포인트(AP: Access Point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 중계기는 Relay Node(RN), Relay Station(RS) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, '단말(Terminal)'은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), MSS(Mobile Subscriber Station), SS(Subscriber Station) 등의 용어로 대체될 수 있다. 이하에서 기술되는 셀의 명칭은 기지국(base station, eNB), 섹트(sector), 리모트라디오헤드(remote radio head, RRH), 릴레이(relay) 등의 송수신 포인트에 적용되며, 또한 특정 송수신 포인트에서 구성 반송파(component carrier)를 구분하기 위한 포괄적인 용어로 사용되는 것일 수 있다.
- [0025] 이하의 설명에서 사용되는 특정 용어들은 본 발명의 이해를 돋기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [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 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802 시스템, 3GPP 시스템, 3GPP LTE 및 LTE-A(LTE-Advanced)시스템 및 3GPP2 시스템 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 본 발명의 기술적 사상을 명확히 드러내기 위해 설명하지 않은 단계들 또는 부분들은 상기 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.
- [0028] 이하의 기술은 CDMA(Code Division Multiple Access), FDMA(Frequency Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access), OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access), SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 사용될 수 있다. CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)는 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향 링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화이다. WiMAX는 IEEE 802.16e 규격(WirelessMAN-OFDMA Reference System) 및 발전된 IEEE 802.16m 규격(WirelessMAN-OFDMA Advanced system)에 의하여 설명될 수 있다. 명확성을 위하여 이하에서는 3GPP LTE 및 3GPP LTE-A 시스템을 위주로 설명하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0029] LTE/LTE-A 자원 구조/채널
- [0030] 도 1를 참조하여 무선 프레임의 구조에 대하여 설명한다.
- [0031] 셀룰라 OFDM 무선 패킷 통신 시스템에서, 상/하향링크 데이터 패킷 전송은 서브프레임(subframe) 단위로 이루어지며, 한 서브프레임은 다수의 OFDM 심볼을 포함하는 일정 시간 구간으로 정의된다. 3GPP LTE 표준에서는 FDD(Frequency Division Duplex)에 적용 가능한 타입 1 무선 프레임(radio frame) 구조와 TDD(Time Division

Duplex)에 적용 가능한 타입 2의 무선 프레임 구조를 지원한다.

[0032] 도 1(a)는 타입 1 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 하향링크 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 시간 영역(time domain)에서 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라 하고, 예를 들어 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다. 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원블록(Resource Block; RB)을 포함한다. 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서는 하향링크에서 OFDMA를 사용하므로, OFDM 심볼이 하나의 심볼 구간을 나타낸다. OFDM 심볼은 또한 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간으로 정하여질 수도 있다. 자원 블록(Resource Block; RB)은 자원 할당 단위이고, 하나의 블록에서 복수개의 연속적인 부반송파(subcarrier)를 포함할 수 있다.

[0033] 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 CP(Cyclic Prefix)의 구성(configuration)에 따라 달라질 수 있다. CP에는 확장된 CP(extended CP)와 일반 CP(normal CP)가 있다. 예를 들어, OFDM 심볼이 일반 CP에 의해 구성된 경우, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 7개일 수 있다. OFDM 심볼이 확장된 CP에 의해 구성된 경우, 한 OFDM 심볼의 길이가 늘어나므로, 한 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 일반 CP인 경우보다 적다. 확장된 CP의 경우에, 예를 들어, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 6개일 수 있다. 단말이 빠른 속도로 이동하는 등의 경우와 같이 채널상태가 불안정한 경우, 심볼간 간섭을 더욱 줄이기 위해 확장된 CP가 사용될 수 있다.

[0034] 일반 CP가 사용되는 경우 하나의 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하므로, 하나의 서브프레임은 14개의 OFDM 심볼을 포함한다. 이때, 각 서브프레임의 처음 2개 또는 3개의 OFDM 심볼은 PDCCH(physical downlink control channel)에 할당되고, 나머지 OFDM 심볼은 PDSCH(physical downlink shared channel)에 할당될 수 있다.

[0035] 도 1(b)는 타입 2 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 타입 2 무선 프레임은 2개의 해프 프레임(half frame)으로 구성되며, 각 해프 프레임은 5개의 서브프레임과 DwPTS (Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(Guard Period: GP), UpPTS (Uplink Pilot Time Slot)로 구성되며, 이 중 1개의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다. DwPTS는 단말에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다. UpPTS는 기지국에서의 채널 추정과 단말의 상향 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. 보호구간은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다. 한편, 무선 프레임의 타입에 관계 없이 1개의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다.

[0036] 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.

[0037] 도 2는 하향링크 슬롯에서의 자원 그리드(resource grid)를 나타내는 도면이다. 하나의 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 7 개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원블록(RB)은 주파수 영역에서 12 개의 부반송파를 포함하는 것으로 도시되어 있지만, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 일반 CP(Cyclic Prefix)의 경우에는 하나의 슬롯이 7 OFDM 심볼을 포함하지만, 확장된 CP(extended-CP)의 경우에는 하나의 슬롯이 6 OFDM 심볼을 포함할 수 있다. 자원 그리드 상의 각각의 요소는 자원 요소(resource element)라 한다. 하나의 자원블록은 12×7 자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원블록들의 개수(N^{DL})는 하향링크 전송 대역폭에 따른다. 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.

[0038] 도 3은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 하나의 서브프레임 내에서 첫 번째 슬롯의 앞 부분의 최대 3 개의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어 영역에 해당한다. 나머지 OFDM 심볼들은 물리하향링크공유 채널(Physical Downlink Shared Channel; PDSCH)이 할당되는 데이터 영역에 해당한다. 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 하향링크 제어 채널들에는, 예를 들어, 물리제어포맷지시자채널(Physical Control Format Indicator Channel; PCFICH), 물리하향링크제어채널(Physical Downlink Control Channel; PDCCH), 물리HARQ지시자채널(Physical Hybrid automatic repeat request Indicator Channel; PHICH) 등이 있다. PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고 서브프레임 내의 제어 채널 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 대한 정보를 포함한다. PHICH는 상향링크 전송의 응답으로서 HARQ ACK/NACK 신호를 포함한다. PDCCH를 통하여 전송되는 제어 정보를 하향링크제어정보(Downlink Control Information; DCI)라 한다. DCI는 상향링크 또는 하향링크 스케줄링 정보를 포함하거나 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송 전력 제어 명령을 포함한다. PDCCH는 하향링크공유채널(DL-SCH)의 자원 할당 및 전송 포맷, 상향링크공유채널(UL-SCH)의 자원 할당 정보, 페이징채널(PCH)의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상으로 전송되는 임의접속응답(Random Access Response)과 같은 상위계층 제어 메시지의 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내의 개별 단말에 대한 전송 전력 제어 명령의 세트, 전송 전력 제어 정보, VoIP(Voice over IP)의 활성화 등을 포함할 수 있다. 복수의 PDCCH가 제어

영역 내에서 전송될 수 있다. 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링할 수 있다. PDCCH는 하나 이상의 연속하는 제어 채널요소(Control Channel Element; CCE)의 조합(aggregation)으로 전송된다. CCE는 무선 채널의 상태에 기초한 코딩 레이트로 PDCCH를 제공하기 위해 사용되는 논리 할당 단위이다. CCE는 복수개의 자원 요소 그룹에 대응한다. PDCCH의 포맷과 이용 가능한 비트 수는 CCE의 개수와 CCE에 의해 제공되는 코딩 레이트 간의 상관관계에 따라서 결정된다. 기지국은 단말에게 전송되는 DCI에 따라서 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 순환잉여검사(Cyclic Redundancy Check; CRC)를 부가한다. CRC는 PDCCH의 소유자 또는 용도에 따라 무선 네트워크 임시 식별자(Radio Network Temporary Identifier; RNTI)라 하는 식별자로 마스킹된다. PDCCH가 특정 단말에 대한 것이라면, 단말의 cell-RNTI(C-RNTI) 식별자가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는, PDCCH가 페이징 메시지에 대한 것이라면, 페이징 지시자 식별자(Paging Indicator Identifier; P-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. PDCCH가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(SIB))에 대한 것이라면, 시스템 정보 식별자 및 시스템 정보 RNTI(SI-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 임의 접속 프리앰블의 전송에 대한 응답인 임의접속응답을 나타내기 위해, 임의접속-RNTI(RA-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

[0039] 도 4는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 분할될 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 포함하는 물리상향링크제어채널(Physical Uplink Control Channel; PUCCH)이 할당된다. 데이터 영역에는 사용자 데이터를 포함하는 물리상향링크공유채널(Physical Uplink Shared Channel; PUSCH)이 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해서, 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH를 동시에 전송하지 않는다. 하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원블록쌍(RB pair)에 할당된다. 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들은 2 슬롯에 대하여 상이한 부반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당되는 자원블록 쌍이 슬롯 경계에서 주파수-호핑(frequency-hopped)된다고 한다.

참조 신호 (Reference Signal; RS)

[0041] 무선 통신 시스템에서 패킷을 전송할 때, 전송되는 패킷은 무선 채널을 통해서 전송되기 때문에 전송과정에서 신호의 왜곡이 발생할 수 있다. 왜곡된 신호를 수신측에서 올바로 수신하기 위해서는 채널 정보를 이용하여 수신 신호에서 왜곡을 보정하여야 한다. 채널 정보를 알아내기 위해서, 송신측과 수신측에서 모두 알고 있는 신호를 전송하여, 상기 신호가 채널을 통해 수신될 때의 왜곡 정도를 가지고 채널 정보를 알아내는 방법을 주로 사용한다. 상기 신호를 파일럿 신호(Pilot Signal) 또는 참조신호(Reference Signal)라고 한다.

[0042] 다중안테나를 사용하여 데이터를 송수신하는 경우에는 각 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 채널 상황을 알아야 올바른 신호를 수신할 수 있다. 따라서, 각 송신 안테나 별로, 좀더 자세하게는 안테나 포트(port)별로 별도의 참조신호가 존재하여야 한다.

[0043] 참조신호는 상향링크 참조신호와 하향링크 참조신호로 구분될 수 있다. 현재 LTE/LTE-A 시스템에는 상향링크 참조신호로써,

[0044] i) PUSCH 및 PUCCH를 통해 전송된 정보의 코히런트(coherent)한 복조를 위한 채널 추정을 위한 복조 참조신호(DeModulation-Reference Signal, DM-RS)

[0045] ii) 기지국이, 네트워크가 다른 주파수에서의 상향링크 채널 품질을 측정하기 위한 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS)가 있다.

[0046] 한편, 하향링크 참조신호에는,

[0047] i) 셀 내의 모든 단말이 공유하는 셀-특정 참조신호(Cell-specific Reference Signal, CRS)

[0048] ii) 특정 단말만을 위한 단말-특정 참조신호(UE-specific Reference Signal)

[0049] iii) PDSCH가 전송되는 경우 코히런트한 복조를 위해 전송되는(DeModulation-Reference Signal, DM-RS)

[0050] iv) 하향링크 DMRS가 전송되는 경우 채널 상태 정보(Channel State Information; CSI)를 전달하기 위한 채널상태정보 참조신호(Channel State Information- Reference Signal, CSI-RS)

[0051] v) MBSFN(Multimedia Broadcast Single Frequency Network) 모드로 전송되는 신호에 대한 코히런트한 복조를 위해 전송되는 MBSFN 참조신호(MBSFN Reference Signal)

[0052] vi) 단말의 지리적 위치 정보를 추정하는데 사용되는 위치 참조신호(Positioning Reference Signal)가 있다.

[0053] 참조신호는 그 목적에 따라 크게 두 가지로 구분될 수 있다. 채널 정보 획득을 위한 목적의 참조신호와 데이터

복조를 위해 사용되는 참조신호가 있다. 전자는 UE가 하향 링크로의 채널 정보를 획득하는데 그 목적이 있으므로 광대역으로 전송되어야 하고, 특정 서브 프레임에서 하향 링크 데이터를 수신하지 않는 단말이라도 그 참조신호를 수신하여야 한다. 또한 이는 핸드오버 등의 상황에서도 사용된다. 후자는 기지국이 하향 링크를 보낼 때 해당 리소스에 함께 보내는 참조신호로서, 단말은 해당 참조신호를 수신함으로써 채널 측정을 하여 데이터를 복조할 수 있게 된다. 이 참조신호는 데이터가 전송되는 영역에 전송되어야 한다.

[0054] CRS는 채널 정보 획득 및 데이터 복조의 두 가지 목적으로 사용되며, 단말 특정 참조신호는 데이터 복조용으로만 사용된다. CRS는 광대역에 대해서 매 서브프레임마다 전송되며, 기지국의 전송 안테나 개수에 따라서 최대 4개의 안테나 포트에 대한 참조신호가 전송된다.

[0055] 예를 들어 기지국의 송신 안테나의 개수가 2개일 경우, 0번과 1번 안테나 포트에 대한 CRS가 전송되고, 4개인 경우 0~3번 안테나 포트에 대한 CRS가 각각 전송된다.

[0056] 도 5는 기존의 3GPP LTE/LTE-A 시스템 (예를 들어, 릴리즈-8)에서 정의하는 CRS 및 DRS가 하향 링크 자원블록 쌍 (RB pair) 상에 매핑되는 패턴을 나타내는 도면이다. 참조신호가 매핑되는 단위로서의 하향 링크 자원블록 쌍은 시간 상으로 하나의 서브프레임 × 주파수 상으로 12 부반송파의 단위로 표현될 수 있다. 즉, 하나의 자원블록 쌍은 시간 상으로 일반 CP의 경우(도 5(a))에는 14 개의 OFDM 심볼 길이, 확장된 CP의 경우(도 5(b))에는 12 개의 OFDM 심볼 길이를 가진다.

[0057] 도 5는 기지국이 4 개의 전송 안테나를 지원하는 시스템에서 참조신호의 자원블록 쌍 상에서의 위치를 나타낸다. 도 5에서 '0', '1', '2' 및 '3'으로 표시된 자원 요소(RE)는, 각각 안테나 포트 인덱스 0, 1, 2 및 3에 대한 CRS의 위치를 나타낸다. 한편, 도 5에서 'D'로 표시된 자원 요소는 DMRS의 위치를 나타낸다.

채널상태정보 참조신호 (Channel State Information-RS, CSI-RS)

[0059] CSI-RS는 하향 링크에서 최대 8개의 안테나 포트를 지원하는 LTE-A 시스템을 위한 것으로, 채널 측정 목적의 참조신호이다. 이점은 CRS가 채널 측정 및 데이터 복조를 위한 것과 상이하며, 따라서 CSI-RS는 CRS처럼 매 서브프레임마다 전송될 필요는 없다. CSI-RS는 전송모드 9에서 사용되며, 데이터 복조를 위해서는 DMRS가 전송된다.

[0060] CSI-RS에 대해 보다 상세히 알아보면, CSI-RS는 1, 2, 4, 8개의 안테나 포트를 통해 전송될 수 있으며, 1개의 안테나 포트의 경우 15, 2개의 안테나 포트의 경우 15, 16, 4개의 안테나 포트의 경우 15~18, 8개의 안테나 포트의 경우 15~22번 안테나 포트가 사용될 수 있다.

[0061] CSI-RS는 다음 수학식 1을 이용하여 생성될 수 있다.

[0062] [수학식 1]

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

[0063] 여기서, $r_{l,n_s}(m)$ 은 생성되는 CSI-RS, $c(i)$ 는 의사랜덤시퀀스, n_s 는 슬롯 넘버, l 은 OFDM 심볼, $N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}}$ 은 하향 링크 대역폭의 최대 RB 개수를 각각 의미한다.

[0065] 상기 수학식 1을 통해 생성되는 CSI-RS는 다음 수학식 2를 사용하여 각 안테나 포트별 RE에 매핑될 수 있다.

[0066]

[수학식 2]

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

$$k = k' + 12m + \begin{cases} -0 & \text{for } p \in \{15,16\}, \text{normal cyclic prefix} \\ -6 & \text{for } p \in \{17,18\}, \text{normal cyclic prefix} \\ -1 & \text{for } p \in \{19,20\}, \text{normal cyclic prefix} \\ -7 & \text{for } p \in \{21,22\}, \text{normal cyclic prefix} \\ -0 & \text{for } p \in \{15,16\}, \text{extended cyclic prefix} \\ -3 & \text{for } p \in \{17,18\}, \text{extended cyclic prefix} \\ -6 & \text{for } p \in \{19,20\}, \text{extended cyclic prefix} \\ -9 & \text{for } p \in \{21,22\}, \text{extended cyclic prefix} \end{cases}$$

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

$$w_{l''} = \begin{cases} 1 & p \in \{15,17,19,21\} \\ (-1)^{l''} & p \in \{16,18,20,22\} \end{cases}$$

$$l'' = 0,1$$

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

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

[0067]

[0068]

상기 수학식 2에서 k' , l' 는 다음 표 1과 같은 CSI-RS 설정(configuration)에 따라 결정될 수 있다.

표 1

Frame structure type 1 and 2	CSI reference signal configuration	Number of CSI reference signals configured					
		1 or 2		4		8	
		(k', r)	$n_s \bmod 2$	(k', r)	$n_s \bmod 2$	(k', r)	$n_s \bmod 2$
0	(9,5)	0	0	(9,5)	0	(9,5)	0
1	(11,2)	1	1	(11,2)	1	(11,2)	1
2	(9,2)	1	1	(9,2)	1	(9,2)	1
3	(7,2)	1	1	(7,2)	1	(7,2)	1
4	(9,5)	1	1	(9,5)	1	(9,5)	1
5	(8,5)	0	0	(8,5)	0		
6	(10,2)	1	1	(10,2)	1		
7	(8,2)	1	1	(8,2)	1		
8	(6,2)	1	1	(6,2)	1		
9	(8,5)	1	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					
20	(11,1)	1	1	(11,1)	1	(11,1)	1
21	(9,1)	1	1	(9,1)	1	(9,1)	1
22	(7,1)	1	1	(7,1)	1	(7,1)	1
23	(10,1)	1	1	(10,1)	1		
24	(8,1)	1	1	(8,1)	1		
25	(6,1)	1	1	(6,1)	1		
26	(5,1)	1					
27	(4,1)	1					
28	(3,1)	1					
29	(2,1)	1					
30	(1,1)	1					
31	(0,1)	1					

[0069]

[0070] 상기 수학식 2 및 표 1에 의해 특정 CSI-RS 설정에 있어서 각 안테나 포트별로 RE에 매핑된다. 도 6에서는 상기 내용에 따라 안테나 포트별로 CSI-RS가 매핑된 것을 나타낸다. 도 6에서 R0 내지 R3는 각 안테나 포트에 대한 CRS가 매핑된 것을 나타내며, 숫자 표시는 각 안테나 포트에 대한 CSI-RS가 매핑된 것을 나타낸다. 예를 들어, 숫자 0, 1로 표시된 RE들은 안테나 포트 0 또는 1에 해당하는 CSI-RS가 매핑된 것이다. 이러한 경우 동일 RE에 두 개의 안테나 포트에 해당하는 CSI-RS가 매핑되는데 이들은 서로 다른 직교 코드로 구분될 수 있다.

[0071]

계속해서, 앞서 언급된 바와 같이 CSI-RS는 매 서브프레임이 아닌 특정 서브프레임에서 전송될 수 있다. 구체적으로, CSI-RS는 다음 표 2와 같은 CSI-RS 서브프레임 설정(subframe configuration)을 참조하되, 다음 수학식 3을 만족하는 서브프레임에서 전송될 수 있다.

표 2

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

[0072]

[수학식 3]

[0074]

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

[0075]

상기 표 2에서 T_{CSI-RS} 는 CSI-RS가 전송되는 주기, Δ_{CSI-RS} 는 오프셋값, n_f 는 시스템 프레임 넘버, n_s 는 슬롯 넘버를 각각 의미한다.

[0076]

상술한 CSI-RS는 다음 표 3과 같은 CSI-RS config 정보 요소로써 단말에게 시그널링될 수 있다.

표 3

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

[0077]

상기 표 3에서 'antennaPortsCount'은 CSI-RS가 전송되는 안테나의 개수가 몇 개인지(1, 2, 4, 8개 중 선택), 'resourceConfig'는 시간-자원 주파수 상에서 하나의 RB내에 어떤 RE에 위치하는지, 'subframeConfig'는 어떤 서브 프레임에서 전송되는지와 더불어 PDSCH EPRE에 대한 CSI-RS EPRE 값이 전송된다. 추가적으로 eNB가 제로 파워(zero power) CSI-RS에 대한 정보도 함께 전달해 준다.

[0079]

CSI-RS Config에서의 'resourceConfig'은 CSI-RS가 전송되는 위치를 나타낸다. 이는 0~31까지의 숫자로서 표현되는 표 1의 CSI-RS 설정 번호에 따라서, 한 RB내에서의 정확한 심볼 및 반송파 위치를 지시한다.

[0080]

채널상태정보(Channel State Information, CSI) 피드백

[0081]

MIMO 방식은 개-루프(open-loop) 방식과 폐-루프(closed-loop) 방식으로 구분될 수 있다. 개-루프 MIMO 방식은 MIMO 수신단으로부터의 CSI의 피드백이 없이 송신단에서 MIMO 전송을 수행하는 것을 의미한다. 폐-루프 MIMO 방식은 MIMO 수신단으로부터의 CSI를 피드백 받아 송신단에서 MIMO 전송을 수행하는 것을 의미한다. 폐-루프 MIMO 방식에서는 MIMO 송신 안테나의 다중화 이득(multiplexing gain)을 얻기 위해서 송신단과 수신단의 각각이 채널 상태정보를 바탕으로 빔포밍을 수행할 수 있다. 수신단(예를 들어, 단말)이 CSI를 피드백할 수 있도록 송신단

(예를 들어, 기지국)은 수신단(예를 들어, 단말)에게 상향링크 제어 채널 또는 상향링크 공유 채널을 할당할 수 있다.

[0082] 피드백되는 CSI는 랭크 지시자(Rank Indicator, RI), 프리코딩 행렬 인덱스(Precoding Matrix Indicator, PMI) 및 채널품질지시자(Channel Quality Indicator, CQI)를 포함할 수 있다.

[0083] RI는 채널 랭크에 대한 정보이다. 채널의 랭크는 동일한 시간-주파수 자원을 통해서 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 레이어(또는 스트림)의 최대 개수를 의미한다. 랭크 값은 채널의 장기간(long term) 페이딩에 의해서 주로 결정되므로, PMI 및 CQI에 비하여 일반적으로 더 긴 주기에 따라 피드백될 수 있다.

[0084] PMI는 송신단으로부터의 전송에 이용되는 프리코딩 행렬에 대한 정보이며, 채널의 공간 특성을 반영하는 값이다. 프리코딩이란 전송 레이어를 송신 안테나에 매핑시키는 것을 의미하며, 프리코딩 행렬에 의해 레이어-안테나 매핑 관계가 결정될 수 있다. PMI는 신호대잡음및간섭비(Signal-to-Interference plus Noise Ratio; SINR) 등의 측정값(metric)을 기준으로 단말이 선호하는(preferred) 기지국의 프리코딩 행렬 인덱스에 해당한다. 프리코딩 정보의 피드백 오버헤드를 줄이기 위해서, 송신단과 수신단이 여러 가지 프리코딩 행렬을 포함하는 코드복을 미리 공유하고 있고, 해당 코드복에서 특정 프리코딩 행렬을 지시하는 인덱스만을 피드백하는 방식이 사용될 수 있다.

[0085] 확장된 안테나 구성을 지원하는 시스템(예를 들어, LTE-A 시스템)에서는 다중사용자-MIMO (Multi User-Multi Input Multi Output, MU-MIMO) 방식을 이용하여 추가적인 다중사용자 다이버시티를 획득하는 것을 고려하고 있다. MU-MIMO 방식에서는 안테나 영역(domain)에서 다중화되는 단말들 간의 간섭 채널이 존재하므로, 다중사용자 중 하나의 단말이 피드백하는 CSI를 기지국에서 이용하여 하향링크 전송을 수행하는 경우에 다른 단말에 대해서 간섭이 발생하지 않도록 하는 것이 필요하다. 따라서, MU-MIMO 동작이 올바르게 수행되기 위해서는 단일사용자-MIMO (SU-MIMO) 방식에 비하여 보다 높은 정확도의 CSI가 피드백되어야 한다.

[0086] 이와 같이 보다 정확한 CSI를 측정 및 보고할 수 있도록, 기준의 RI, PMI 및 CQI로 구성되는 CSI를 개선한 새로운 CSI 피드백 방안이 적용될 수 있다. 예를 들어, 수신단이 피드백하는 프리코딩 정보가 2 개의 PMI의 조합에 의해서 지시될 수 있다. 2 개의 PMI 중 하나(제1 PMI)는, 장기간 및/또는 광대역(long term and/or wideband)의 속성을 가지고, W1으로 지칭될 수 있다. 2 개의 PMI 중 다른 하나(제2 PMI)는, 단기간 및/또는 서브대역(short term and/or subband)의 속성을 가지고, W2으로 지칭될 수 있다. W1 및 W2의 조합(또는 합수)에 의해서 최종적인 PMI가 결정될 수 있다. 예를 들어, 최종 PMI를 W라 하면, $W=W1*W2$ 또는 $W=W2*W1$ 과 같이 정의될 수 있다.

[0087] CQI는 채널 품질 또는 채널 세기를 나타내는 정보이다. CQI는 미리 결정된 MCS 조합에 해당하는 인덱스로 표현될 수 있다. 즉, 피드백되는 CQI 인덱스는 해당하는 변조기법(modulation scheme) 및 코드 레이트(code rate)를 나타낸다. 일반적으로, CQI는 기지국이 PMI를 이용하여 공간 채널을 구성하는 경우에 얻을 수 있는 수신 SINR을 반영하는 값이 된다.

[0088] CSI 피드백 방식은 상향링크 제어 채널인 PUCCH를 통한 주기적 보고(periodic reporting)와, 기지국의 요청에 의해서 상향링크 데이터 채널 PUSCH를 통한 비주기적 보고(aperiodic reporting)로 나눠진다.

[0089] 비주기적 보고의 경우, 기지국의 상향링크 스케줄링 정보에 포함된 요청 비트(request bit)에 의해 각 단말에게 설정되며, 각 단말은 이 정보를 받으면 자신의 전송 모드를 고려한 채널정보를 PUSCH를 통해서 기지국에 전달한다. 주기적 보고의 경우, 상위계층 신호를 통해 채널정보가 전송되는 주기와 해당 주기에서의 오프셋 등이 서브프레임 단위로 각 단말에게 시그널링 되며, 정해진 주기에 따라 각 단말의 전송 모드를 고려한 채널정보가 PUCCH를 통해서 기지국에 전달된다. 만약, 그 정해진 주기에 따라 채널정보를 전송하는 서브프레임에 상향링크로 전송되는 데이터가 동시에 존재한다면, 해당 채널정보를 상향링크 제어 채널(PUCCH)이 아닌 데이터와 함께 상향링크 데이터 채널(PUSCH)를 통해서 전송할 수 있다.

[0090] 채널정보의 주기적 보고에 대해서 보다 구체적으로 살펴보면, CQI와 PMI 피드백 타입(PMI feedback type)에 따라 다음 표 4와 같이 4가지 리포팅 모드(reporting mode)로 나눠진다.

표 4

		PMI Feedback Type	
		No PMI	Single PMI
PUCCH CQI Feedback Type	Wideband (wideband CQI)	Mode 1-0	Mode 1-1
	UE Selected (subband CQI)	Mode 2-0	Mode 2-1

[0091]

CQI 피드백 탑입에 따라 WB(wideband) CQI와 SB(subband) CQI로 나뉘지며, PMI 전송 여부에 따라 No PMI와 single PMI로 나뉘진다. 각 단말은 전송 주기와 오프셋의 조합으로 이루어진 정보를 상위 계층에서 RRC 시그널링을 통해서 수신한다. 예를 들어 주기가 '5'이고 오프셋이 '1'을 나타내는 조합의 정보를 받은 경우에는 도 7에 도시된 바와 같이, 단말은 5개의 서브프레임 단위로 채널정보를 전송하되, 0번째 서브프레임을 기준으로 하여 서브프레임 인덱스가 증가하는 방향으로 하나의 서브프레임 오프셋을 두고 PUCCH를 통해 전송하게 된다. 이 때 서브프레임의 인덱스는 시스템 프레임 번호(system frame number, n_f)와 시스템 프레임 내의 20개의 슬롯 인덱스(n_s , 0~19)의 조합으로 이루어지며, 서브프레임의 인덱스는 $10*n_f + \text{floor}(n_s/2)$ 로 표현될 수 있다.

[0092]

CQI 피드백 탑입에 따라 WB CQI만을 전송하는 탑입과 WB CQI와 SB CQI 모두를 전송하는 탑입이 존재하는데, WB CQI만을 전송하는 탑입은 매 CQI 전송주기에 해당하는 서브프레임에서 전체 대역에 대한 WB CQI 정보를 전송하면 된다. 주기적 WB CQI의 전송주기는 {2, 5, 10, 16, 20, 32, 40, 64, 80, 160} [ms] 또는 전송하지 않음으로 설정될 수 있다. 이 때 표 4에서의 PMI 피드백 탑입에 따라 PMI도 전송해야 하는 경우에는 PMI 정보를 CQI 정보와 함께 전송한다. WB CQI와 SB CQI 모두를 전송하는 탑입의 경우, WB CQI와 SB CQI를 번갈아 가면 전송하게 되는데, 이에 대해 도 8을 참조하여 설명한다.

[0093]

도 8에는 16개의 RB로 구성된 시스템의 예시가 도시되어 있다. 16 RB의 시스템 대역폭은 두 개의 BP(Bandwidth Part)로 구성되어 있으며 (BP0, BP1), 각 BP는 각각 두 개의 SB(subband)로 구성되어 있다(SB0, SB1).

[0094]

WB CQI와 SB CQI 모두를 전송하는 탑입의 경우, CQI 전송 서브프레임에 WB CQI를 전송한 다음, 그 다음 전송 서브프레임에서는 BP0에서 SB0, SB1 중에서 채널 상태가 좋은 SB에 대한 CQI와 해당 SB의 인덱스를 전송하며, 그 다음 전송 서브프레임에서는 BP1에서의 SB0, SB1 중에서 채널 상태가 좋은 SB에 대한 CQI와 해당 SB의 인덱스를 전송하게 된다. 이렇게 WB CQI를 전송한 후, 각 BP에 대한 CQI 정보를 순차적으로 전송하게 되는데, 이 때 한번 전송한 WB CQI와 그 다음에 전송될 WB CQI 사이에 BP에 대한 CQI 정보를 순차적으로 1~4번까지 전송될 수 있다. 예를 들어 1번일 경우, WB CQI, BP0 CQI, BP1 CQI, WB CQI 순으로 전송되며, 두 WB CQI 사이에 BP에 대한 CQI 정보가 1번 순차적으로 전송된다. 다른 예로 4번일 경우에는 WB CQI, BP0 CQI, BP1 CQI 순으로 전송되며, 두 WB CQI 사이에 BP CQI가 4번 순차적으로 전송된다. 몇 번 순차적으로 전송될 것인가에 대한 정보는 상위 계층에서 시그널링되며, WB CQI인지 SB CQI인지에 상관없이 상위 계층에서 시그널링되는 주기와 오프셋 조합의 정보에 해당되는 서브프레임에서만 PUCCH를 통해서 전송한다. 도 8(b)에는 WB CQI와 SB CQI가 모두 전송되는 경우에, 주기가 '5'이고 오프셋이 '1'인 조합의 정보를 시그널링 받았을 때의 CQI 전송을 도시하고 있다. 도 8(c)에는 도 8(b)의 경우에 RI 전송을 함께 도시하고 있다. RI의 전송의 경우, RI는 WB CQI 전송 주기의 몇 배수로 전송되는지와 그 전송 주기에서의 오프셋의 조합으로 시그널링이 되는데, 오프셋은 CQI 전송 오프셋에 대한 상대적 오프셋이다. RI의 오프셋은 0과 음수인 값으로 정의된다. 예를 들어, RI의 전송 주기가 WB CQI 전송 주기의 1배이며, RI의 오프셋이 '-1'인 경우 도 8(c)에 도시된 서브프레임에서 RI가 전송되는 것이다. 만약, RI의 오프셋이 '-1'이 아닌 '0'이라면 WB CQI와 RI의 전송 서브프레임이 겹치게 되며, 이 경우에는 WB CQI를 드랍(dropping)하고 RI를 전송하게 된다.

[0095]

상기 표 4의 'Mode 2-1'의 경우, 1 비트 지시자인 PTI(Precoder Type Indication) 파라미터에 따라, 두 가지 형태로 세분화된 주기적 보고가 이루어질 수 있다. 이 때 W1과 W2는 상기에서 설명한 계층적 코드북(hierarchical codebook)을 나타내며, W1과 W2가 모두 정해져야 이들을 결합하여 완성된 형태의 프리코딩 행렬 W가 결정된다.

[0096]

보다 상세히, 주기적 보고 Mode 2-1의 경우, Report 1, Report 2, Report 3에 해당하는 서로 다른 내용의 보고

가 서로 다른 반복 주기에 따라 보고된다. 구체적으로, Report 1에서는 RI와 1 비트 PTI 값이 보고되고, Report 2에서는 WB W1(PTI=0일 때) 또는 WB W2 및 WB CQI(PTI=1일 때)가 보고되며, Report 3에서는 WB W2 및 WB CQI(PTI=0일 때) 또는 SB W2 및 SB CQI (PTI=1일 때)가 보고된다.

[0098] Report 2와 Report 3은 $(10*n_f + \text{floor}(n_s/2) - N_{\text{offset,CQI}}) \bmod (N_{\text{pd}}) = 0$ 을 만족하는 서브프레임 인덱스에 전송되며, 여기서 $N_{\text{offset,CQI}}$ 는 앞서 설명된 오프셋 값, N_{pd} 는 인접한 Report 2 또는 Report 3간의 서브프레임 간격을 나타낸다. 특별히 Report 2의 위치를 $(10*n_f + \text{floor}(n_s/2) - N_{\text{offset,CQI}}) \bmod (H \cdot N_{\text{pd}}) = 0$ 을 만족하는 서브프레임 인덱스로 지정할 수 있는데, 이 경우 $H \cdot N_{\text{pd}}$ 의 간격마다 Report 2가 전송되고, 인접한 Report 2 사이의 서브프레임들은 Report 3를 전송하게 된다. 여기서, PTI=1일 때는 $H = J \cdot K + 1$ 이고 PTI=0일 때는 $H = M$ 이다. J 는 BP의 개수이고, K, M 은 상위계층 시그널링에 의해 정해지는 값이다.

[0099] Report 1의 경우, $(10*n_f + \text{floor}(n_s/2) - N_{\text{offset,CQI}} - N_{\text{offset,RI}}) \bmod (M_{\text{RI}} \cdot (J \cdot K + 1) \cdot N_{\text{pd}}) = 0$ 을 만족하는 서브프레임 인덱스에 전송되며, M_{RI} 는 상위계층 시그널링에 의해 정해지는 값, $N_{\text{offset,RI}}$ 는 Report 1의 오프셋 값에 해당한다.

[0100] 도 9에는 상술한 PTI 파라미터에 따라 두 가지 형태로 세분화된 주기적 보고의 예시를 도시되어 있다. 구체적으로 도 9(a)는 PTI=1인 경우를, 도 9(b)는 PTI=0인 경우를 나타내고 있다. 도 9에서, $N_{\text{pd}} = 2$, $N_{\text{offset,CQI}} = 1$, $M = 2$, $J = 3$, $K = 1$ 을 전제하였다. 또한, $M_{\text{RI}} = 2$, $N_{\text{offset,RI}} = -1$ 값이 예시로서 전제되었는데, Report 1과 Report 2의 전송 시점이 서로 겹치지 않게 되어 PTI = 0인 경우 Report 1에 이어 Report 2 및 Report 3이 모두 보고된 시점에서 W1 및 W2를 모두 보고받게 되어 최종적인 W를 알 수 있게 된다.

이종 네트워크 환경(Heterogeneous deployments)

[0102] 도 10은 매크로(macro) 기지국(MeNB)과 마이크로(micro) 기지국(PeNB or FeNB)을 포함하는 이종 네트워크 무선 통신 시스템을 나타내는 도면이다. 본 문서에서 이종 네트워크(heterogeneous network, HetNet)라는 용어는, 동일한 RAT(Radio Access Technology)를 사용하더라도 매크로 기지국(MeNB)과 마이크로 기지국(PeNB or FeNB)이 공존하는 네트워크를 의미한다.

[0103] 매크로 기지국(MeNB)은 넓은 커버리지 및 높은 전송 전력을 가지고, 무선 통신 시스템의 일반적인 기지국을 의미한다. 매크로 기지국(MeNB)은 매크로 셀로 칭할 수도 있다.

[0104] 마이크로 기지국(PeNB or FeNB)은, 예를 들어, 마이크로 셀(cell), 피코 셀(pico cell), 펨토 셀(femto cell), 홈(home) eNB(HeNB), 중계기(relay) 등으로 칭하여질 수도 있다(예시된 마이크로 기지국 및 매크로 기지국은 전송 포인트(transmission point)로 통칭될 수도 있다). 마이크로 기지국(PeNB or FeNB)은 매크로 기지국(MeNB)의 소형 버전으로 매크로 기지국의 기능을 대부분 수행하면서 독립적으로 작동할 수 있으며, 매크로 기지국이 커버하는 영역 내에 설치(overlay)되거나 매크로 기지국이 커버하지 못하는 음영 지역에 설치 될 수 있는(non-overlay) 유형의 기지국이다. 마이크로 기지국(PeNB or FeNB)은 매크로 기지국(MeNB)에 비하여 좁은 커버리지 및 낮은 전송 전력을 가지고 보다 적은 개수의 단말을 수용할 수 있다.

[0105] 단말은 매크로 기지국(MeNB)으로부터 직접 서빙받을 수도 있고(이하 매크로-단말이라 함), 단말은 마이크로 기지국(PeNB or FeNB)로부터 서빙받을 수도 있다(이하, 마이크로-단말이라 함). 어떤 경우에는, 마이크로 기지국(MeNB)의 커버리지 내에 존재하는 단말(PUE)이 매크로 기지국(MeNB)으로부터 서빙받을 수도 있다.

[0106] 마이크로 기지국은 단말의 액세스 제한 여부에 따라 두 가지 타입으로 분류될 수 있다.

[0107] 첫 번째 타입은 OSG(Open access Subscriber Group) 또는 non-CSG(Closed access subscriber Group) 기지국으로써, 기존 매크로-단말 또는 다른 마이크로 기지국의 마이크로-단말의 액세스를 허용하는 셀이다. 기존 매크로-단말 등은 OSG 타입의 기지국으로 핸드오버가 가능하다.

[0108] 두 번째 타입은 CSG 기지국으로써 기존 매크로-단말 또는 다른 마이크로 기지국의 마이크로-단말의 액세스를 허용하지 않으며, 따라서 CSG 기지국으로의 핸드오버도 불가하다.

협력 멀티 포인트(Coordinated Multi-Point: CoMP)

[0109] 3GPP LTE-A 시스템의 개선된 시스템 성능 요구조건에 따라서, CoMP 송수신 기술 (co-MIMO, 공동(collaborative) MIMO 또는 네트워크 MIMO 등으로 표현되기도 함)이 제안되고 있다. CoMP 기술은 셀-경계(cell-edge)에 위치한 단말의 성능을 증가시키고 평균 섹터 수율(throughput)을 증가시킬 수 있다.

- [0111] 일반적으로, 주파수 재사용 인자(frequency reuse factor)가 1인 다중-셀 환경에서, 셀-간 간섭(Inter-Cell Interference; ICI)으로 인하여 셀-경계에 위치한 단말의 성능과 평균 섹터 수율이 감소될 수 있다. 이러한 ICI를 저감하기 위하여, 기존의 LTE/LTE-A 시스템에서는 단말 특정 전력 제어를 통한 부분 주파수 재사용(fractional frequency reuse; FFR)과 같은 단순한 수동적인 기법을 이용하여 간섭에 의해 제한을 받은 환경에서 셀-경계에 위치한 단말이 적절한 수율 성능을 가지도록 하는 방법이 적용되었다. 그러나, 셀 당 주파수 자원 사용을 낮추기보다는, ICI를 저감하거나 ICI를 단말이 원하는 신호로 재사용하는 것이 보다 바람직할 수 있다. 위와 같은 목적을 달성하기 위하여, CoMP 전송 기법이 적용될 수 있다.
- [0112] 하향링크의 경우에 적용될 수 있는 CoMP 기법은 크게 조인트-프로세싱(joint processing; JP) 기법 및 조정 스케줄링/빔포밍 (coordinated scheduling/beamforming; CS/CB) 기법으로 분류할 수 있다.
- [0113] JP 기법은 CoMP 협력 단위의 각각의 전송포인트(기지국)에서 데이터를 이용할 수 있다. CoMP 협력 단위는 협력 전송 기법에 이용되는 기지국들의 집합을 의미한다. JP 기법은 조인트 전송(Joint Transmission) 기법과 동적 셀 선택(Dynamic cell selection) 기법으로 분류할 수 있다.
- [0114] 조인트 전송 기법은, PDSCH 가 한번에 복수개의 전송포인트(CoMP 협력 단위의 일부 또는 전부)로부터 전송되는 기법을 말한다. 즉, 단일 단말로 전송되는 데이터는 복수개의 전송포인트로부터 동시에 전송될 수 있다. 조인트 전송 기법에 의하면, 코히어런트하게(coherently) 또는 넌-코히어런트하게 (non-coherently) 수신 신호의 품질이 향상될 수 있고, 또한, 다른 단말에 대한 간섭을 능동적으로 소거할 수도 있다.
- [0115] 동적 셀 선택 기법은, PDSCH가 한번에 (CoMP 협력 단위의) 하나의 전송포인트로부터 전송되는 기법을 말한다. 즉, 특정 시점에서 단일 단말로 전송되는 데이터는 하나의 전송포인트로부터 전송되고, 그 시점에 협력 단위 내의 다른 전송포인트는 해당 단말에 대하여 데이터 전송을 하지 않으며, 해당 단말로 데이터를 전송하는 전송포인트는 동적으로 선택될 수 있다.
- [0116] 한편, CS/CB 기법에 의하면 CoMP 협력 단위들이 단일 단말에 대한 데이터 전송의 빔포밍을 협력적으로 수행할 수 있다. 여기서, 데이터는 서빙 셀에서만 전송되지만, 사용자 스케줄링/빔포밍은 해당 CoMP 협력 단위의 셀들의 조정에 의하여 결정될 수 있다.
- [0117] 한편, 상향링크의 경우에, 조정(coordinated) 다중-전송포인트 수신은 지리적으로 떨어진 복수개의 전송포인트들의 조정에 의해서 전송된 신호를 수신하는 것을 의미한다. 상향링크의 경우에 적용될 수 있는 CoMP 기법은 조인트 수신(Joint Reception; JR) 및 조정 스케줄링/빔포밍(coordinated scheduling/beamforming; CS/CB)으로 분류할 수 있다.
- [0118] JR 기법은 PUSCH를 통해 전송된 신호가 복수개의 수신 전송포인트에서 수신되는 것을 의미하고, CS/CB 기법은 PUSCH 가 하나의 전송포인트에서만 수신되지만 사용자 스케줄링/빔포밍은 CoMP 협력 단위의 셀들의 조정에 의해 결정되는 것을 의미한다.
- [0119] 이러한 CoMP 시스템을 이용하면, 단말은 다중-셀 기지국(Multi-cell base station)으로부터 공동으로 데이터를 지원받을 수 있다. 또한, 각 기지국은 동일한 무선 주파수 자원(Same Radio Frequency Resource)을 이용하여 하나 이상의 단말에 동시에 지원함으로써 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 기지국은 기지국과 단말 간의 채널상태정보에 기초하여 공간 분할 다중접속(Space Division Multiple Access: SDMA) 방법을 수행할 수도 있다.
- [0120] CoMP 시스템에서 서빙 기지국 및 하나 이상의 협력 기지국들은 백본망(Backbone Network)을 통해 스케줄러(scheduler)에 연결된다. 스케줄러는 백본망을 통하여 각 기지국이 측정한 각 단말 및 협력 기지국 간의 채널 상태에 관한 채널 정보를 피드백 받아 동작할 수 있다. 예를 들어, 스케줄러는 서빙 기지국 및 하나 이상의 협력 기지국에 대하여 협력적 MIMO 동작을 위한 정보를 스케줄링할 수 있다. 즉, 스케줄러에서 각 기지국으로 협력적 MIMO 동작에 대한 지시를 직접 내릴 수 있다.
- [0121] 상술한 바와 같이 CoMP 시스템은 복수개의 셀들을 하나의 그룹으로 묶어 가상 MIMO 시스템으로 동작하는 것이라 할 수 있으며, 기본적으로는 다중 안테나를 사용하는 MIMO 시스템의 통신 기법이 적용될 수 있다.
- [0122] 도 11은 CoMP 클러스터(CoMP cluster)를 예시하고 있다. 여기서 CoMP 클러스터란 앞서 언급된 CoMP 협력 단위로써, 도 11(a)에서는 CoMP 클러스터 내 셀들이 서로 다른 물리 셀 ID(physical cell ID, PCID)를 사용하는 경우를, 도 11(b)에서는 CoMP 클러스터 내 셀들이 동일한 PCID를 사용하는 경우를 도시하고 있다. CoMP 클러스터 내 셀들이 동일한 PCID를 사용하더라도, 각각의 CoMP 클러스터(도 11(b)에서 CoMP cluster A, B)는 서로 다른

PCID를 사용하며, 단일 클러스터내의 셀들이 동일한 PCID를 공유하여 단일 기지국의 분산 안테나 또는 RRH의 형태로 구성될 수도 있다. 또한 이들의 변형된 형태로 단일 클러스터내의 셀들 중 일부 셀들끼리 동일한 PCID를 공유할 수 있다.

[0123] 셀들이 동일한 PCID를 공유하는 경우에, PSS(Primary synchronization signal)/ Secondary synchronization signal(SSS), CRS, PBCH, CRS 기반 PDCCH/PDSCH등의 공통 신호는 동일 PCID를 갖는 모든 셀들이 동일 시점에 함께 전송하여 수신 신호 품질 향상 및 음영 지역을 해소 할 수 있다. 또는, 동일 PCID를 갖는 셀들 중에서 높은 전송 파워를 갖는 일부 셀들이 공통 신호들을 전송하고, 나머지 셀들은 공통 신호를 전송하지 않을 수도 있다. 하지만 CSI-RS, 단말-특정 RS 그리고 단말-특정 RS 기반 PDSCH를 통한 유니캐스트 데이터 전송의 경우에는, 각 셀들에서 개별적 전송이 가능하며, 셀 분산 이득(cell splitting gain)을 가질 수 있다.

[0124] 이하에서는 상술한 설명들을 바탕으로, 본 발명에서 제안하는 CSI-RS 전송 방식 및 이에 따른 단말의 CSI 보고 방법들에 대해 살펴본다. 이하의 설명에서 단말에게는 서빙 셀당 하나 이상의 CSI 프로세스(CSI process)가 설정된 것일 수 있다. 즉, 단말에게는 채널 측정에 관련된 CSI-RS 리소스 설정(CSI-RS resource configuration)과 간섭 측정에 관련된 CSI-IM 리소스 설정(CSI-Interference Measurement resource configuration)에 관련된(associated) CSI 프로세스 복수개가 설정되어 있을 수 있다. 여기서, CSI-RS 리소스 설정은, 서브프레임의 측면에서 동일한 채널 특성을 갖는 경우와 상이한/가변적 채널 특성을 갖는 경우 중 어느 하나에 해당될 수 있다. 전자를 periodic CSI-RS, continuous CSI-RS, fixed beam CSI-RS라 칭하고, 후자를 aperiodic CSI-RS, instantaneous CSI-RS, adaptive beam CSI-RS라 칭할 수 있다. 또한, CSI-IM 리소스(또는 IMR, Interference Measurement Resource) 설정은, 서브프레임의 측면에서 동일한 채널 특성을 갖는 경우와 상이한/가변적 채널 특성을 갖는 경우 중 어느 하나에 해당될 수 있다. 전자를 periodic IMR, continuous IMR, fixed beam IMR 또는 fixed property IMR이라 칭하고, 후자를 aperiodic IMR, instantaneous IMR, adaptive beam IMR 또는 adaptive property IMR라 칭할 수 있다.

[0125] 잠시 언급된 바와 같이, periodic CSI-RS/IMR과 aperiodic CSI-RS/IMR은 서브프레임의 측면에서 동일한 채널/간섭 특성을 갖는지 아니면 상이한/가변적인 채널/간섭 특성을 갖는지 여부로써 구별될 수 있는데, 상이한/가변적인 채널/간섭 특성은 3D MIMO 또는 massive MIMO에서 안테나 가상화 매트릭스(antenna virtualization matrix)가 각 설정(configuration)에 해당되는 서브프레임에서 일정하게 유지되지 않는 것을 의미할 수 있다.

[0126] 본 발명의 실시예에 관련된 3D MIMO, 안테나 가상화 매트릭스에 대해 도 12를 참조하여 설명한다. 3D MIMO 등을 위해 전송 안테나의 개수가 16, 32, 64 포트 등으로 늘어나면, CSI 측정을 위한 CSI-RS 전송에 사용되는 RE가 크게 증가하여 오버헤드가 커질 수 있다. 예를 들어, 64 안테나 포트에서 CSI-RS를 전송하면 서브프레임의 168 개 RE 중 64개의 RE가 필요하므로 CSI-RS 전송에 38%의 자원이 필요한 것이다. CSI-RS가 매 서브프레임마다 전송되지 않음을 고려하더라도 이는 상당한 오버헤드이며, 또한 다중 셀간 협력 전송을 고려해 다수의 CSI-RS 설정(configuration)이 설정되거나 인접 셀의 CSI-RS가 전송되는 RE들간에 제로 파워 CSI-RS 설정 등을 사용하는 경우 CSI-RS에 관련된 오버헤드는 매우 커질 수 밖에 없다. 이와 같은 문제는 여러 개의 안테나 가상화 매트릭스에 의해 해결될 수 있다.

[0127] 보다 상세히, 하나의 CSI-RS 설정에 해당하는 자원에서 N개 포트의 CSI-RS를 셀-특정(cell-specific)하게 주기적으로 전송하는 것을 변형하여, N개 포트 중 M개 포트의 CSI-RS를 단말-특정(UE-specific)하게 비주기적으로 전송할 수 있다. (여기서, M은 N보다 작거나 같은 값으로 단말마다 다르게 설정될 수 있으며, M은 특정 단말에 대해 시간에 따라 가변될 수 있다) 즉, N개의 안테나 포트로 구성된 셀에서 공간(spatial) 도메인의 N 차원(dimension) 전체에 대한 CSI-RS를 전송하고 CSI를 피드백 받는 것이 아니라, 단말 전용 빔(dedicated beam) 방식으로 N 차원 중 M 차원만을 보여주고 이에 대한 CSI를 피드백하도록 하는 것이다. 이를 위해, N개의 안테나 포트 중 M개의 안테나 포트를 선택하여 사용할 수도 있고, 또는 N*M 차원의 트랜스폼 매트릭스 B를 이용하여 N개의 안테나 포트와 단말-특정 M 포트의 CSI-RS 간에 매핑 또는 안테나 가상화가 수행될 수도 있다.

[0128] 도 12에는 이러한 안테나 가상화가 개념적으로 도시되어 있다. 도 12에서 CSI-RS는 M개의 안테나 포트를 사용하고, CRS는 C개의 안테나 포트를 사용한다. 도시된 바와 같이 CSI-RS 전송을 위해 N by M의 안테나 가상화 매트릭스 B가 사용되는데, 이는 단말에 대해 각각 지정/설정되는 것일 수 있다. 이에 비해, CRS 전송에 사용되는 안테나 가상화 매트릭스 A는 모든 단말을 위한 것임이 바람직하다. CSI-RS 안테나 포트의 신호가 $X = diag(x_1 \ x_2 \ \dots \ x_M)$ 인 경우 안테나 가상화 이후 신호 $Z = [z_1 \ z_2 \ \dots \ z_N] = B \cdot X$ 로 표현될 수 있다. 여기서 z_i 는 i 번째 CSI-RS 안테나 포트를 위한 프리코딩 벡터를 의미한다. 그리고, CRS 안테나 포트의 신호가 $Y = diag(y_1 \ y_2 \ \dots \ y_C)$

y_c) 인 경우 안테나 가상화 이후 신호는 $V = [v_1 \ v_2 \ \cdots \ v_c]^T = A \cdot Y$ 이다. 여기서 v_i 는 i 번째 CRS 안테나 포트를 위한 프리코딩 벡터이다. 최종적으로 안테나의 전송신호는 주파수 선택적으로 안테나 가상화를 적용하기 위하여 다음 수학식 4와 같이 각각의 안테나의 전송 신호에 각각 다른 시간 지연(τ_N, τ_c)을 적용하여 전송될 수 있다.

[0129] [수학식 4]

$$\mathbf{Z} = [\mathbf{z}_1(t-\tau_1) \ \mathbf{z}_2(t-\tau_2) \ \cdots \ \mathbf{z}_N(t-\tau_N)]$$

$$\mathbf{V} = [\mathbf{v}_1(t-\tau_1) \ \mathbf{v}_2(t-\tau_2) \ \cdots \ \mathbf{v}_c(t-\tau_c)]$$

[0131] 안테나 가상화 매트릭스 B는 해당 단말에서 수신되는 신호의 에너지가 최대가 될 수 있도록 설정되는 것이 바람직하며, 단말의 위치 등에 따라 변할 수 있다. 이러한 안테나 가상화 매트릭스 B는 상향링크 SRS를 통해(하향링크와 상향링크 채널 가역성(reciprocity)에 기초해) 찾을 수 있으며, 단말의 위치 변경, 채널 환경 변화 등에 의한 최적의 안테나 가상화 매트릭스 B의 추적에는 SRS와 이전에 보고된 CSI 피드백 정보가 사용될 수 있다.

[0132] 안테나 가상화 매트릭스가 단말-특정인 경우 단말의 수가 많아지면 오버헤드가 커질 수 있다. 따라서, 안테나 가상화 매트릭스를 단말-그룹-특정으로 사용할 수 있다. 즉, 유사한 위치에 있는 단말의 그룹에 대해, 대표 안테나 가상화 매트릭스 B를 선정하고, 그룹의 단말에게 동시에 CSI-RS의 전송을 알리고 CSI를 피드백 하도록 할 수 있다.

[0133] 단말-그룹-특정의 예시로써, N개의 안테나 포트로 이루어진 셀에서 M개의 안테나 포트씩 그룹핑하여 K($K=N/M$ 또는 $K>N/M$)개의 안테나 그룹을 설정해 줄 수 있다. K개의 안테나 그룹들의 CSI-RS 전송 시점 및 주기는 해당 안테나 그룹에 지정된 액티브 단말의 수 및 해당 단말들의 채널 변화율에 따라 결정되도록 할 수 있다. 전송 오버헤드를 위해, 기지국은 해당 안테나 그룹에 액티브 단말이 없으면 해당 안테나 그룹의 CSI-RS를 전송하지 않을 수 있다. 여기서 그룹핑은 도시된 바와 같은 N by M 트랜스폼 매트릭스 B를 통해 이루어질 수 있다. 즉, 전체 N 개의 안테나 포트와 k번째 M 포트 안테나 그룹은 트랜스폼 매트릭스 B_k 를 통해 안테나 가상화될 수 있다. k1번째 M-포트 안테나 그룹을 위한 매트릭스 B_{k1} 과 k2번째 M-포트 안테나 그룹을 위한 매트릭스 B_{k2} 는 다음 수학식 4의 조건을 만족, 즉 직교하도록 설정되는 것이 바람직할 것이다.

[0134] [수학식 4]

$$\mathbf{B}_{k1}^T \cdot \mathbf{B}_{k2} = \mathbf{0}$$

[0135] [0136] 계속해서, 기지국은 특정 단말에게 몇 번째 안테나 포트 그룹을 할당하는 것이 좋을지 판단하기 위해 단말에게 각각의 안테나 포트 그룹에 대한 평균 수신 신호 레벨, 즉 RSRP를 보고하도록 할 수 있다. 즉, 기지국은 다수개의 주기적 CSI-RS 전송을 포함하는 CSI-RS 관리 세트(management set)를 설정하고, 세트 내의 각각의 CSI-RS가 안테나 포트 그룹을 대표하도록 하여 단말이 다수의 CSI-RS 설정에 대해 RSRP를 보고하도록 할 수 있다.

[0137] 정리하면, N개의 안테나 포트로 이루어진 셀에서, M개의 안테나 포트씩 그룹핑하여 K($K=N/M$ 또는 $K>N/M$)개의 안테나 그룹을 설정하고, 각 안테나 그룹에 하나의 CSI-RS 전송 자원을 할당한다. 또는 안테나 그룹별로 그룹내의 안테나 포트의 개수가 개별적으로 설정되도록 할 수 있다. 즉 기지국은 K개의 CSI-RS 전송 설정(configuration)을 설정하고 각 설정에 안테나 가상화 매트릭스 B_k 를 부여하여 해당 매트릭스를 통해 가상화된 CSI-RS를 전송하도록 한다. 기지국은 SRS 수신 상태 및 RSRP 보고 등에 근거하여 K개의 CSI-RS 전송 설정 중에서 해당 UE에게 효과적인 일부분의 CSI-RS 전송 설정만을 각각의 단말들에게는 알려줄 수 있다.

[0138] 다시, 앞서 설명된 periodic CSI-RS/IMR과 aperiodic CSI-RS/IMR를 고려하면, periodic CSI-RS/IMR은, 해당하는 CSI-RS/IMR 리소스 설정에 해당하는 서브프레임에서 상술한 안테나 가상화 매트릭스 B_k 가 변경되지 않는 것을 의미할 수 있다. 즉, 도 13(a)에 도시된 바와 같이, periodic CSI-RS 설정 1의 경우 CSI-RS 설정 1에 해당하는 서브프레임들에서 B_{k1} 은 변경되지 않으며, 마찬가지로 periodic CSI-RS 설정 2의 경우 CSI-RS 설정 2에 해당하는 서브프레임들에서 B_{k2} 는 변경되지 않는다. 그리고, aperiodic CSI-RS/IMR의 경우 도 13(b)에 도시된 바와 같이 리소스 설정에 해당하는 서브프레임에서 가상화 매트릭스 B_k 가 변경되는 것을 의미하는 것일 수 있다.

[0139] CSI-RS 설정 및 CSI-RS 리소스에서의 채널 측정

[0140] 이하에서는 본 발명의 실시예에 의한 CSI-RS 설정(configuration) 및 CSI-RS 리소스에서의 채널 측정에 대해 살펴본다. 특히, aperiodic (앞서 설명된 바와 같이, 안테나 가상화 매트릭스의 변동 등에 의한, CSI-RS 자원 설정에 해당하는 서브프레임들이 상이한/가변적인 채널 특성을 갖는 것) CSI-RS 설정을 위주로 설명된다.

[0141] 기지국은 셀 특정 CSI-RS 설정을 통해 CSI-RS가 전송 가능한 자원 영역을 지정할 수 있다. 이는 CSI-RS가 전송 가능한 자원 영역에서는 PDSCH가 전송되지 않음을 단말에게 알려주는 용도로 사용될 수 있다. 셀 특정 CSI-RS 설정을 통해 지정되는 자원 영역은, 분할되어, CSI 측정을 위한 논-제로 파워 CSI-RS 전송, 이웃 셀의 CSI-RS에 간섭을 주지 않기 위해 설정된 제로 파워 CSI-RS 및/또는 간섭 측정을 위한 IMR로 사용될 수도 있다. 셀 특정 CSI-RS 설정은 subframeConfig 파라미터와 ResourceConfigList 파라미터, zeroTxPowerResourceConfigList 파라미터, zeroTxPowerSubframeConfig 파라미터를 포함할 수 있다. subframeConfig 파라미터는 CSI-RS가 전송될 서브프레임 주기, 오프셋을 지시하고, ResourceConfigList 파라미터는 해당 서브프레임에서 x 포트 CSI-RS가 전송 가능한 k개의 자원 영역에 대해 셀 특정 CSI-RS 자원으로 설정되었는지 여부를 k 비트의 비트맵으로 나타낼 수 있다.

[0142] 또한, 기지국은 하나 이상의 단말 특정 aperiodic CSI-RS 설정을 통해, 단말에게 CSI-RS 전송 가능한 영역을 지정해 줄 수 있다. 여기서, 단말 특정 aperiodic CSI-RS 전송 자원은, 도 14에 도시된 바와 같이, 셀 특정 CSI-RS 자원의 서브셋일 수 있다. 이 경우, 단말은 단말 특정 aperiodic CSI-RS이 셀 특정 CSI-RS의 서브셋이 아닌 경우 RRC 시그널링 에러로 판단하고 단말 특정 aperiodic CSI-RS 설정을 무시하거나 또는 단말 특정 aperiodic CSI-RS 자원에도 PDSCH가 매핑되지 않는다고 가정할 수 있다. 단말 특정 aperiodic CSI-RS 설정은, antennaPortsCount, subframeConfig, resourceConfig, p-C 파라미터를 포함할 수 있다. antennaPortsCount는 해당 단말에게 설정된 안테나 포트 개수, subframeConfig는 CSI-RS가 전송될 subframe 주기 및 오프셋을 정의하고, resourceConfig는 서브프레임에서 CSI-RS 전송 RE의 위치를 나타내며, p-C 파라미터는 PDSCH와 CSI-RS 전송 파워의 비율을 나타낸다.

[0143] 위와 같은, 셀 특정/단말 특정 CSI-RS 설정에 따라 기지국이 CSI-RS를 전송하는 경우, 이에 대한 단말의 CSI 보고를 위한 채널 측정은 다음과 같이 수행될 수 있다.

[0144] 단말 특정 aperiodic CSI-RS 설정의 경우, CSI-RS가 전송 가능한 서브프레임을 통해 반드시 CSI-RS가 전송되는 것은 아니며 또한 연속된 서브프레임을 통해 CSI-RS가 전송되더라도 해당 단말을 위한 CSI-RS의 안테나 가상화 매트릭스는 다를 수 있으므로, 채널 추정 과정에서 연속된 CSI-RS 전송 서브프레임에 걸쳐 CSI-RS를 인터플레이션 하지 않는다. 즉, 단말 특정 aperiodic CSI-RS 설정의 경우, 채널 추정을 해당 CSI-RS 전송 서브프레임에 한정해서 수행하도록 할 수 있다. 도 15를 참조하여 설명하면, 셀 특정 CSI-RS 설정의 경우 도 15(a)와 같이 단말은 CSI 보고를 수행할 서브프레임 이전의 서브프레임에서의 CSI-RS를 채널 측정에 사용한다. 이와 달리, 단말 특정 aperiodic CSI-RS 설정의 경우 도 15(b)와 같이, 단말은 CSI 보고를 수행할 서브프레임 직전의 서브프레임에서의 CSI-RS만 채널 측정에 사용한다. 이를 위해 기지국은 CSI-RS 설정을 단말에게 전달해 줄 때, 해당 설정이 periodic인지 aperiodic인지 여부를 함께 알려줄 수 있다. 또는 기지국은 UE에게 CSI-RS 설정을 알려줄 때에 또는 CSI 보고 설정을 알려줄 때, CSI 생성을 위해 다수 개의 CSI-RS 전송 서브프레임으로부터의 채널 추정 결과를 결합해도 되는지 여부를 알려줄 수도 있다. 더 구체적으로 기지국은 단말에게 CSI 생성을 위해 과거 몇 개의 CSI-RS 전송 서브프레임으로부터의 채널 추정 결과를 결합해도 되는지를 알려줄 수도 있다. 여기서 CSI 생성을 위해 이용할 수 있는 CSI-RS 전송 서브프레임 개수를 CSI 측정 윈도(measurement window)라고 정의 할 수 있다. CSI 측정 윈도가 1인 경우 단말은 CSI 생성을 위해 단일 CSI-RS 전송 서브프레임으로부터 채널 추정 결과만 사용할 수 있다.

[0145] 정리하면, 단말은 periodic CSI-RS를 할당 받은 경우, 다수 개의 CSI-RS 전송 서브프레임으로부터의 채널 추정 결과를 결합하여 CSI를 생성하고, aperiodic CSI-RS를 할당 받은 경우, CSI 생성을 CSI-RS 전송 서브프레임마다 개별적으로 수행하도록 한다.

[0146] 단말의 CSI 보고를 위한 채널 측정의 또 다른 예시로써, 멀티-shot/M-shot aperiodic CSI-RS 전송을 고려할 수 있다. 여기서, M-shot은 aperiodic CSI-RS가 전송될 때 동일한 채널 특성을 갖는 CSI-RS가 전송되는 개수를 의미할 수 있다. 또는, M 개의 서브프레임동안 안테나 가상화 매트릭스가 유지되는 것을 의미하는 것일 수 있다. 예를 들어, 2-shot aperiodic CSI-RS 전송의 경우, 단말은 CSI 보고를 수행할 서브프레임 이전 두 개의 서브프레임에서 전송되는 CSI-RS를 이용하여 채널 측정을 수행할 수 있다. 여기서, 두 개의 서브프레임은 aperiodic CSI-RS 설정에 포함되는 것이어야 한다. M-shot aperiodic CSI-RS의 경우 채널 측정에 대해 도 16을 참조하여

설명한다. 도 16에는 2-shot aperiodic CSI-RS 의 예가 도시되어 있다. 구체적으로, 도 16(a)에서는 안테나 가상화 매트릭스가 유지되는 서브프레임이 일정 오프셋을 갖고 떨어져 있는 경우를, 도 16(b)에서는 인접해 있는 경우를 도시하고 있다. 도 16(b)에 비해 도 16(a)의 경우 기지국은 M의 값과 CSI-RS 그룹의 시작 위치 이외에 오프셋 값을 추가적으로 알려줄 필요가 있다. 도 16(a)에서, 단말은 28번째 서브프레임에 보고되는 CSI를 결정하기 위하여 24번째 서브프레임의 CSI-RS를 이용할 수 있다. 다만, CSI-RS 그룹3에 속하는 모든 CSI-RS를 보지는 못했으므로 CSI 추정의 정확도가 떨어지게 된다. 따라서, 단말이 28번째 서브프레임에 보고되는 CSI를 결정하기 위하여 CSI-RS 그룹 2에 속하는 14번째 서브프레임과 19번째 서브프레임의 CSI-RS를 이용하여 CSI를 추정하도록 할 수 있다. 즉, 단말은 n시점에 aperiodic CSI 보고를 PUSCH를 통해 피드백 할 때, 피드백 되는 CSI 정보는 $(n-k_2)$ 시점 또는 $(n-k_2)$ 시점 이전 중 최근 수신된 단말 특정 aperiodic CSI-RS 전송 서브프레임의 aperiodic CSI-RS 및 해당 CSI-RS가 속하는 CSI-RS 그룹내의 CSI-RS들에 기반한다. 다른 방식으로써, 단말은 n 시점에 aperiodic CSI 보고를 PUSCH를 통해 피드백 할 때, 피드백 되는 CSI 정보는 $(n-k_2)$ 시점 또는 $(n-k_2)$ 시점 이전 중 최근 수신이 완료된 CSI-RS 그룹내의 모든 aperiodic CSI-RS들에 기반할 수 있다. 기지국은 이러한 두 가지 방식 중 어떤 방식을 사용할지 지정해 줄 수 있다.

- [0147] 상술한 바와 같이 측정된 채널에 기초한 CSI는 PUCCH를 통한 주기적 보고 또는 PUSCH를 통한 비 주기적 보고 방식이 사용될 수 있다. 기지국은 단말에게, PUCCH를 통한 주기적 CSI 보고 방식을 위한 주기적 CSI-RS 전송 설정과, PUSCH를 통한 비주기적 CSI 보고 방식을 위한 비주기적 CSI-RS 전송 설정을 개별적으로 설정해 줄 수 있다. 이 경우에 주기적 CSI 보고를 위한 CSI는 결합된 채널(combined channel) 추정 방식에, 비주기적 CSI 보고를 위한 CSI는 특정 서브프레임에서 추정된 결과에 기반할 수 있다.
- [0148] 또는, PUCCH를 통한 주기적 CSI 보고 방식을 위한 채널 추정은 CRS에 기반하여 수행하고, PUSCH를 통한 비주기적 CSI 보고 방식을 위한 채널 추정은 비주기적으로 전송되는 CSI-RS에 기반할 수도 있다. 이러한 경우, PUCCH를 통한 주기적 CSI 보고를 통해 기지국은 단말에게 CRS 기반의 PDSCH/PDCCH의 MCS를 결정할 수 있다.
- [0149] 기지국은 다수개의 CSI-RS 전송 설정을 단말에게 알려주면서, 각각의 CSI-RS 전송 설정이 periodic인지, aperiodic인지를 알려 줄 수 있다. Periodic CSI-RS 전송 설정은 PUCCH를 통한 주기적 CSI 보고 방식과 PUSCH를 통한 비주기적 CSI 보고 방식 모두를 위해 사용될 수 있으며, aperiodic CSI-RS 전송 설정은 PUSCH를 통한 비주기적 CSI 보고 방식을 위해서만 사용될 수 있다. 즉, 기지국은 PUCCH를 통한 주기적 CSI 보고 방식을 설정함에 있어서 채널 측정을 위한 CSI-RS는 periodic CSI-RS 전송 설정이 되도록 보장한다.
- [0150] 기지국은 다수개의 CSI-RS 전송 설정을 단말에게 알려주면서, 각각의 CSI-RS 전송 설정 별로 CSI 측정 윈도를 지정해 줄 수 있다. CSI 측정 윈도가 1 보다 큰 CSI-RS 전송 설정은 PUCCH를 통한 주기적 CSI 보고 방식과 PUSCH를 통한 비주기적 CSI 보고 방식 모두를 위해 사용될 수 있으며, CSI 측정 윈도가 1인 CSI-RS 전송 설정은 PUSCH를 통한 비주기적 CSI 보고 방식을 위해서만 사용될 수 있다. 즉, 기지국은 PUCCH를 통한 주기적 CSI 보고 방식을 설정함에 있어서 채널 측정을 위한 CSI-RS는 CSI 측정 윈도가 1 보다 크도록 보장한다.
- [0151] 한편, 셀 특정 CSI-RS 설정으로 지정된 자원에는 PDSCH가 매핑되지 않으므로, 셀 특정 CSI-RS 자원 크기는 액티브 단말의 수, 그리고 단말들의 위치 및 분포, 그리고 채널 변동율에 따라 결정되는 CSI-RS 전송 횟수에 따라 가변적으로 운용될 수도 있다. 즉, 비주기적 CSI-RS 전송 횟수가 많아지면 셀 특정 CSI-RS 자원의 크기를 키우고, 비주기적 CSI-RS 전송 횟수가 적어지면 셀 특정 CSI-RS 자원의 크기를 줄일 수 있다. 셀 특정 CSI-RS 자원의 크기를 변동하기 위해서는 셀 특정 CSI-RS 설정을 재설정 해주어야 하는데, 이 경우 RRC 시그널링 오버헤드 및/또는 딜레이가 발생한다. 이를 보완하기 위해, 셀 특정 CSI-RS 설정을 통해 비주기적 CSI-RS가 전송될 수 있는 위치를 사전에 알려주고, 해당 위치에 CSI-RS가 전송되었는지 또는 PDSCH 가 전송되었는지를 PDCCH를 통해 다이나믹하게 지정해 줄 수 있다.
- [0152] 보다 구체적으로, 기지국은 단말에게 셀 특정 aperiodic CSI-RS 설정과 단말 특정 aperiodic CSI-RS 설정을 지정해서 알려줄 경우, 단말 특정 aperiodic CSI-RS 설정의 자원은 셀 특정 aperiodic CSI-RS 설정된 자원의 서브셋이 되도록 한다. 단말은 DCI의 'CSI-RS exist field'를 통해 해당 서브프레임에 CSI-RS가 PDSCH와 함께 전송되는지 여부를 알려준다. 즉, CSI-RS가 전송되는 경우에는 셀 특정 aperiodic CSI-RS 설정으로 지정된 RE에 PDSCH는 전송되지 않음을 알려주는 것이다. 셀 특정 aperiodic CSI-RS 설정을 통해 알려준 CSI-RS 전송 가능한 서브프레임 내에서 CSI-RS 전송 가능한 RE의 위치는 X개 단위로 Z 개까지만 지정해 줄 수 있도록 하고, DCI의 'CSI-RS exist field'에 Z 비트를 할당하여, X개 단위로 CSI-RS 전송에 사용되었는지, 아니면 PDSCH 전송에 사용되었는지를 알려줄 수 있다.

- [0153] 셀 특정 aperiodic CSI-RS 설정을 통해 알려준 CSI-RS 전송 가능한 서브프레임에서, DCI에는 'CSI-RS exist field'를 추가하고, CSI-RS 전송 가능하지 않은 서브프레임에서의 DCI에는 'CSI-RS exist field'를 생략할 수 있다. 즉 셀 특정 aperiodic CSI-RS 설정을 통해 알려준 CSI-RS 전송 가능한 서브프레임과 그렇지 않은 서브프레임에서 전송되는 DCI의 길이는 'CSI-RS exist field'의 존재 여부에 따라 달라질 수 있다.
- [0154] DCI가 ePDCCH를 통해 전송되는 경우, DCI는 CSI-RS 전송과 충돌될 가능성이 있다. 따라서, 셀 특정 aperiodic CSI-RS 설정을 통해 알려준 CSI-RS 전송 가능한 서브프레임에서 ePDCCH를 수신할 경우, CSI-RS 전송 가능 영역에는 항상 ePDCCH가 매핑되지 않는다고 가정/전제/설정할 수 있다. 그러나 ePDCCH를 통해 전달되는 DCI에 의해 PDSCH를 수신하는 경우에, 해당 DCI의 'CSI-RS exist field'를 통해 CSI-RS 전송 가능 영역에 PDSCH가 매핑되었는지 여부를 판단하도록 한다.
- [0155] 또 다른 예로써, 셀 특정 aperiodic CSI-RS 설정과 단말 특정 aperiodic CSI-RS 설정으로 구분하지 않고, 단말에게 aperiodic CSI-RS 설정만을 지정해 주는 방식을 사용할 수도 있다. 이는, 셀 특정 aperiodic CSI-RS 설정된 자원과 단말 특정 aperiodic CSI-RS 설정된 자원이 동일한 경우에 해당한다. 이 경우 단말은 aperiodic CSI-RS 설정만을 지정 받고, 해당 자원에 CSI-RS 전송 여부는 DCI와 상향링크 DCI 통해 판단하도록 한다. Aperiodic CSI-RS 설정을 통해 aperiodic CSI-RS가 전송되기로 지정된 서브프레임의 해당 자원에, CSI-RS가 전송될지 PDSCH가 전송될지는 DCI의 특정 지시자(indicator)를 통해 알려주며, 해당 자원에서 CSI-RS가 전송되는 경우에 CSI를 측정하여 보고할지 여부는 상향링크 DCI를 통해 알려주도록 한다.
- [0156] 상술한 설명에서, 단말에게 다수 개의 단말 특정 aperiodic CSI-RS 설정을 설정해 줄 수 있다. 이 때 다수개의 설정에서 안테나 포트의 개수는 각각 다르게 지정될 수 있다. 이는 단말이 비주기적 CSI 보고에 있어서 시간에 따라 안테나 포트의 개수를 달리하여 보고하기 위한 목적으로 사용하게 하기 위함이다. 안테나 가상화 매트릭스 B는 단말의 위치 및 주변 환경의 변동에 의해 적절히 변동되어야 한다. 즉, 단말의 위치가 정확히 확인된 경우에는 매트릭스 B의 열(column) 개수에 해당하는 단말 특정 CSI-RS의 포트 개수를 줄여서 오버헤드를 줄이도록 하지만, 단말의 위치가 정확하지 않는 경우 및 고차 랭크(high rank)를 지원하기 위한 경우에 단말 특정 CSI-RS의 포트 개수를 증가시며 CSI를 피드백 받는 것이 유리하다.
- [0157] 단말에게 할당되는 다수개의 CSI-RS 설정은 각각 periodic CSI-RS인지, aperiodic CSI-RS인지를 지정해 준다. 설정된 periodic CSI-RS들의 전송 자원은 고유 자원으로 다른 CSI-RS 전송 자원과 중복되지 않아야 한다. 그러나 aperiodic CSI-RS들의 전송 자원은 aperiodic CSI-RS들간에 공유될 수 있다. 예를 들어, 4-포트 aperiodic CSI-RS의 전송 자원이 8-포트 aperiodic CSI-RS 전송 자원의 일부분이 되도록 설정할 수 있다. 즉, 기지국은 해당 단말에게 8-포트 aperiodic CSI-RS 전송 자원 중에서 반을 사용하여 해당 단말에게 4-포트 aperiodic CSI-RS를 전송하게 된다.
- [0158] 다수개의 aperiodic CSI-RS 설정을 단말에게 할당할 때, 각 CSI-RS 설정에 있어서 CSI 보고 모드를 개별 지정할 수 있도록 한다. 여기서 CSI 보고 모드는 광대역 보고 모드, 서브 밴드 보고 모드, 단말-선택 보고 모드 등이 될 수 있다. 이는 단말이 비주기적 CSI 보고에 있어서 경우에 따라 광대역 보고 모드와 서브밴드 보고 모드를 번갈아 가며 사용하기 위해서이다. 기지국은 단말에게 광대역 CSI 보고를 요청하여 대략적인 빔 방향을 선택한 후, 해당 빔 방향으로 CSI-RS를 전송하고 서브밴드 CSI 보고를 요청할 수 있다.
- [0159] 앞서 언급된 바와 같이, 단말에게는 aperiodic CSI-RS 설정과 periodic CSI-RS 설정을 혼합하여 단말에게 다수 개 할당해 줄 수 있다. 또는 다수개의 CSI-RS 설정을 지정해 주면서 각각의 CSI-RS 설정이 주기적 CSI-RS 전송 용인지 비주기적 CSI-RS 전송용인지 알려 줄 수 있다. 다수개의 aperiodic CSI-RS 설정을 설정해 주는 방식에서 각 aperiodic CSI-RS 설정별로 antennaPortsCount, resourceConfig, 서브프레임Config, p-C 등의 설정 파라미터를 독립적으로 설정할 수 있다. 단말이 다수개의 aperiodic CSI-RS 설정을 할당 받은 경우, 비주기적 CSI 보고를 요청하는 상향링크 DCI에 포함된 'CSI request field'를 다수 비트로 구성하여 어떠한 CSI-RS 설정에 대한 CSI 보고를 요청하는지 지시하도록 할 수 있다. 또는 기지국이 다수개의 aperiodic CSI-RS 설정을 지정함에 있어서, 각각의 설정이 서로 다른 서브프레임을 CSI-RS 전송 가능 서브프레임으로 지정하도록 하고, 단말은 n 서브프레임 시점의 'CSI request'에 대해 n시점 또는 n시점 이전 중 최근 수신된 단말 특정 CSI-RS이 속하는 설정의 안테나 포트 개수를 따르도록 할 수 있다. 이를 지원하기 위한 또 다른 방법으로 단일(single) aperiodic CSI-RS 설정을 다수개의 서브프레임 세트로 분할하여 각 서브프레임 세트마다 안테나 포트 개수를 지정해 줄 수도 있다.
- [0160] IMR 설정 및 CSI-IM(IMR) 리소스에서의 간접 측정

- [0161] 앞서 설명된 CSI-RS 자원 설정과 함께 또는 독립적으로, 단말에게는 하나 이상의 IMR이 설정될 수 있고, 기지국은 IMR 리소스 설정/IMR 설정을 통해 단말에게 IMR을 알려 줄 수 있다. IMR의 경우에도 앞서 설명된 CSI-RS와 마찬가지로, periodic IMR과 aperiodic IMR이 있을 수 있다. 이하, IMR 설정의 구성에 대해 살펴본 후, 본 발명의 실시예에 의한 aperiodic IMR 설정 및 간섭 측정에 대해 살펴본다.
- [0162] IMR 설정은 subframeConfig, resourceConfig 파라미터를 포함할 수 있다. subframeConfig 파라미터는 간섭 측정 자원이 설정된 서브프레임의 주기 및 오프셋을 정의하며, resourceConfig은 서브프레임 상의 간섭 측정 RE의 위치를 나타낸다. 단말은 CSI 보고를 위해 IMR 설정을 할당 받는 경우, IMR 설정에 의해 지시되는 자원에서 수신된 신호는 간섭으로 간주하고 지정된 IMR만을 사용해 간섭 측정을 수행한다.
- [0163] Periodic IMR 설정은 IMR 설정에 의한 서브프레임들에서 간섭 환경이 일정한 것을 의미하며, aperiodic IMR 설정은 IMR 설정에 의한 서브프레임들이 서로 다른 간섭 환경의 특성을 갖는 것을 의미할 수 있다. 따라서, 단말은 periodic IMR 설정의 경우 연속된 IMR 설정 서브프레임에 걸쳐 간섭을 측정하고 결합/평균할 수 있다. Aperiodic IMR의 경우 서브프레임마다 간섭 특성이 다를 수 있으므로 CSI 보고를 수행할 서브프레임에 가장 가까운 서브프레임에서 측정된 간섭량을 CQI 보고에 사용할 수 있다.
- [0164] 또는, 기지국은 단말에게 IMR 설정을 전달해 줄 때, 간섭 추정을 위해 과거 다수 개의 IMR 전송 서브프레임으로부터 간섭 추정 결과를 결합해도 되는지, 아니면 최근 IMR 전송 서브프레임에서의 간섭 추정 결과만 사용하여야 하는지 여부를 직접적으로 알려 줄 수도 있다. 기지국은 단말에게 최근 몇 개의 IMR 전송 서브프레임에서의 간섭 추정 결과를 결합해도 되는지를 알려 줄 수도 있는데, 이 때 지시되는 서브프레임 개수를 간섭 측정 윈도 (interference measurement window)라고 할 수 있다.
- [0165] Aperiodic IMR은 MU-MIMO 스케줄링을 수행하는 기지국이 MU-MIMO 페어링된 단말들로부터 정확한 CSI를 보고 받기 위한 용도로 사용될 수 있다. 이하, 이에 대해 도 17을 참조하여 살펴본다. 설명에 앞서, 일반적으로 기지국은 periodic IMR을 단말들에게 설정해주고 단말들이 SU-MIMO 상태의 CSI를 보고하도록 한다. 기지국은 이렇게 피드백된 SU-MIMO CSI를 기반으로 MU-MIMO 페어링된 단말들을 결정하게 된다. 하지만 채널 디렉션을 나타내고 있는 피드백된 PMI는 피드백 오버헤드를 고려하여 한정된 코드북내에서 선택되므로, 채널 디렉션을 정확하게 표현하지 못하게 된다. 그러므로 MU-MIMO 스케줄링시 선택된 각 단말들의 전송 프리코딩 매트릭스 및/또는 전송 데이터의 AMC 선택이 최적화 되지 못한다. 이를 개선하기 위하여 기지국은 aperiodic IMR을 단말에게 설정하여 주고, 특정 서브프레임에서 해당 IMR에 MU-MIMO 페어링된 상대 단말들에게 전송될 신호를 전송하여 향후 MU-MIMO 스케줄링시 사용할 CQI 및 CSI를 보고하도록 한다.
- [0166] 예를 들어, 도 17을 참조하면, 기지국은 단말 1과 단말 2를 MU-MIMO 페어링하기로 결정하고 각 단말들에게 CSI를 보고 받을 수 있다. 이러한 경우, 기지국은 단말 1의 IMR인 3번째 서브프레임의 RE에 MU-MIMO 페어링되는 단말 2를 위한 신호를 전송할 수 있다. 여기서, 단말 2를 위한 신호라 함은, 단말 2를 위한 PDSCH 또는 단말 2에게 향후 전송시 사용할 PMI를 적용한 더미 데이터 신호일 수 있다. 단말 1은 3번째 서브프레임의 CSI-RS 및 IMR을 통해 각각 채널 및 간섭을 측정하고 이로부터 CSI를 계산한 후 8번째 서브프레임에서 CSI 보고를 수행할 수 있다. 마찬가지로 기지국은 단말 2를 위한 IMR(4번째 서브프레임)에 단말 1을 위한 신호를 전송하고, 이에 대한 CSI를 보고하도록 할 수 있다. 이러한 CSI 보고에 기초하여, 기지국은 단말 1과 단말 2의 MU-MIMO 스케줄링시 사용할 전송 AMC 및 PMI를 보정할 수 있다. 보정 후, 기지국은 도 17에 도시된 바와 같이 두 번째 라디오 프레임에서도 첫 번째 라디오 프레임에서와 마찬가지로 MU-MIMO를 위한 운용을 수행할 수 있다. 이러한 MU-MIMO 스케줄링시 정확한 전송 AMC 및 PMI 선택을 위해서, MU-MIMO 용도의 CSI 측정을 위한 IMR은 간섭 측정 윈도를 1로 설정하여 인터-서브프레임간 평균을 하지 않아야 한다. 위에 설명된 동작을 효과적으로 수정하기 위하여 단말은 periodic IMR과 aperiodic IMR을 각각 하나 이상씩 할당 받고, periodic IMR은 SU-MIMO 용도의 CSI를 보고 받는 용도로 사용하고 aperiodic IMR은 MU-MIMO 용도의 CSI를 보고 받는 용도로 사용한다.
- [0167] 도 18에는 MU-MIMO 페어링 되는 단말들이 동일 IMR 설정을 지정 받는 경우의 예시를 나타낸다. 도 18을 참조하면, 기지국은 3번째 서브프레임의 IMR에 단말 2를 위한 신호를 전송하고 단말 1에게 해당 IMR을 이용하여 8번째 서브프레임에서 CSI 보고하도록 할 수 있다. 그리고, 단말 1의 CSI 정보를 근거로 13번째 서브프레임에서 IMR에 단말 1을 위한 신호를 전송하며, 단말 2에게 해당 IMR을 이용하여 18번째 서브프레임에서 CSI 보고를 명령할 수 있다.
- [0168] 상술한 aperiodic IMR 방식은, CSI 피드백 방식으로 주기적 보고 방식보다는 비주기적 보고 방식이 더 적합할 수 있다. 그러므로 기지국은 특정 단말에게 aperiodic IMR을 설정해 주고, 해당 단말에게 PDCCH의 DCI 내의 'CSI request field'를 통해 CSI 피드백을 요청할 수 있다. 단말의 관점에서, n 서브프레임에 aperiodic CSI

request가 PDCCH를 통해 수신되면 단말은 $(n+k)$ 서브프레임에 aperiodic CSI 보고를 PUSCH를 통해 피드백 하는데, 이때 피드백 되는 CSI 정보는 n 서브프레임 시점 또는 n 서브프레임 시점 이전 중 최근의 서브프레임에 설정된 IMR에 기반하여 측정된 것이다. 또는 단말의 관점에서 $(n-k1)$ 서브프레임 시점에 aperiodic CSI request가 PDCCH를 통해 수신되면 단말은 n 시점에 aperiodic CSI 보고를 PUSCH를 통해 피드백하도록 하는데, 이때 피드백 되는 CSI 정보는 $(n-k2)$ 시점 또는 $(n-k2)$ 시점 이전 중 최근의 서브프레임에 설정된 IMR 기반하여 측정되도록 한다.

[0169] aperiodic IMR의 경우에도 aperiodic IMR과 마찬가지로 M-shot(multi-shot) aperiodic IMR을 고려할 수 있다. M-shot aperiodic IMR인 경우, 기지국은 연속된 M개의 IMR 설정 서브프레임에 걸쳐서 IMR들에 동일 간섭 신호를 전송하여 단말이 동일 간섭을 추정할 수 있도록 한다. 즉 M개의 연속된 IMR 설정 서브프레임들이 하나로 그룹핑되어 나타난다. M-shot aperiodic IMR 방식에 있어서 기지국은 M의 값과 IMR 그룹의 시작 위치의 오프셋값을 추가적으로 단말에게 알려주도록 한다.

[0170] Multi-shot aperiodic IMR 방식에 있어서 측정되어야 할 IMR을 지정하는 제 1방식으로 단말은 n 시점에 aperiodic CSI 보고를 PUSCH를 통해 피드백 할 때 피드백 되는 CSI 정보는 $(n-k2)$ 시점 또는 $(n-k2)$ 시점 이전 중 최근 IMR 설정 서브프레임의 IMR 및 해당 IMR가 속하는 IMR 그룹내의 IMR들에 기반하여 측정되도록 한다. 제 2방식으로 단말은 n 시점에 aperiodic CSI 보고를 PUSCH를 통해 피드백 할 때 피드백 되는 CSI 정보는 $(n-k2)$ 시점 또는 $(n-k2)$ 시점 이전 중 최근 수신이 완료된 IMR 그룹내의 모든 IMR들에 기반하여 측정되도록 한다. 기지국은 제 1방식과 제 2 방식 중에서 어떤 방식을 단말이 사용할지 지정해 줄 수 있다.

[0171] M-shot aperiodic IMR 방식에 있어서 하나의 IMR 그룹에 속하는 IMR들의 전송 서브프레임은 인접 서브프레임으로 정의할 수 있다. 이 경우에는 기지국은 IMR 그룹 설정 주기 값과 M의 값을 단말에게 알려주도록 한다.

CSI 프로세스

[0173] 단말에게는 복수개의 CSI 프로세스가 설정(configured)될 수 있고, 단말은 복수개의 CSI 프로세스 중 하나에 대한 CSI를 결정하고 보고할 수 있다. 여기서, CSI 프로세스는 채널 측정을 위한 CSI-RS 설정과 간섭 측정을 위한 CSI-IM 설정에 관련된 것(그 조합)일 수 있으며, CSI-RS 설정은 앞서 설명된 periodic CSI-RS 설정 또는 aperiodic CSI-RS 설정일 수 있으며, 또한 CSI-IM 설정도 앞서 설명된 periodic 또는 aperiodic CSI-RS 설정일 수 있다. 단말은, CSI 프로세스에 해당하는 CSI-RS 리소스에 기초해 채널을 측정하고, 또한 CSI 프로세스에 해당하는 CSI-IM 리소스에 기초해서 간섭을 측정한 후, 측정된 채널 및 간섭에 기초해 CSI(CQI, PMI, RI 중 적어도 하나 이상)을 계산/결정하여 상향링크 채널을 통해 보고할 수 있다. 여기서, CSI 결정에 사용되는, CSI 보고를 위한 코드북은, 단말에게 설정된 복수의 CSI 프로세스 각각에 독립적으로 대응되는 둘 이상의 코드북 중 하나일 수 있다. 예를 들어 도 19를 참조하면, 서로 다른 빔/안테나 특성을 반영하는 두 개의 코드북(codebook #1, #2)와 세개의 CSI 프로세스(CSI process #1, #2, #3)이 있는 경우, CSI 프로세스 별로 코드북이 개별적으로 지정될 수 있다. 보다 상세히 예를 들면, CSI 프로세스 #1에는 코드북 #1이, CSI 프로세스 #2에는 코드북 #2가, CSI 프로세스 #3에는 코드북 #3이 각각 개별적/독립적으로 지정/할당/매핑될 수 있다. 여기서, 코드북 #1, #2는 서로 다른 빔/안테나 특성을 위해 미리 설정되어 있는 것일 수 있다.

[0174] 그 예시로써, 코드북이 서로 다른 빔 특성을 갖는 경우에 대해 살펴본다. 매시브(massive) MIMO 시스템에서, 특정 단말에게 적합한 안테나 가상화 매트릭스를 찾기 위해서는, 초기에 광대역 빔(wide beam)의 CSI-RS를 전송하고 이를 통해 빔 방향성이 확인된 후 협대역 빔(narrow beam)의 CSI-RS를 전송해 줄 수 있다. 또는, 단말의 이동을 고려한 경우, 광대역 빔의 CSI-RS를 전송하여 CSI를 피드백하도록 할 수 있다. 여기서, 광대역 빔의 특징을 갖는 매트릭스에 의해 가상화된 CSI-RS의 전송 채널은 광대역 빔의 특징을 반영한 코드북에 의해 잘 표현될 것이며, 협대역 빔의 특징을 갖는 매트릭스에 의해 가상화된 CSI-RS 전송 채널은 협대역 빔의 특징을 반영한 코드북에 의해 잘 표현될 것이다. 따라서, 다수의 채널 환경을 각각 잘 표현할 수 있도록 다수개의 코드북을 사용하고 경우에 단말에게 설정되는 CSI 프로세스별로 사용할 코드북을 개별적으로 지정하도록 한다. 또는 단말에게 설정되는 다수개의 CSI-RS 설정별로 사용할 코드북을 개별적으로 지정하도록 한다. 일례로써, 기지국은 단말에게 두 개의 CSI-RS 설정을 할당하고 각 CSI-RS 설정을 위해 사용할 코드북을 다르게 지정해 준다. CSI-RS 설정1에는 광대역 빔의 특징을 반영한 코드북1을 연결해 주고 CSI-RS 설정2에는 협대역 빔의 특징을 반영한 코드북2을 연결해 주어 알려준다. 그리고 기지국은 단말에게 설정된 CSI-RS 설정1을 통해 광대역 빔의 CSI-RS를 전송하고 단말이 이를 측정하여 코드북1을 이용한 CSI를 보고하도록 한다. 이와 반대로 기지국은 단말에게 설정된 CSI-RS 설정2를 통해 협대역 빔의 CSI-RS를 전송하고 단말이 이를 측정하여 코드북2을 이용한 CSI를 보고하도록 한다.

- [0175] 계속해서, 기지국의 단말에 대한 CSI 프로세스 할당/설정과 관련하여 살펴본다.
- [0176] 기지국은 단말에게 다수의 CSI-RS 설정과 다수의 IMR 설정을 할당해 주고 각 설정이 주기적인지 비주기적인지 개별적으로 지정할 수 있다. 기지국은 단말에게 다수의 CSI-RS 설정과 다수의 IMR 설정을 할당해 주고 각 설정의 측정을 위한 윈도크기를 서브프레임의 단위로 알려줄 수 있다. 특정 CSI-RS 설정을 위해 지정된 CSI 측정 윈도가 1인 경우, 단말은 CSI 생성을 위해 단일 CSI-RS 전송 서브프레임으로부터 채널 추정 결과만 사용한다. 이와 마찬가지로 특정 IMR 설정을 위해 지정된 간섭 측정 윈도가 1인 경우 단말은 간섭량 (또는 간섭 방향, 간섭의 상관관계) 추정치 결정을 위해 단일 IMR 서브프레임으로부터 추정 결과만 사용한다.
- [0177] 수신 신호 측정을 위한 하나의 CSI-RS 설정과 간섭량 측정을 위한 하나의 IMR 설정을 지정하여 특정 CSI (보고) 프로세스를 생성한다. 이 때 연결되는 CSI-RS 설정과 IMR 설정은 모두 비주기적이거나, 주기적일 수 있다. 또는 비주기적 CSI-RS 설정과 주기적 IMR 설정이 연결되어 CSI 보고 프로세스를 생성할 수 있다. 이와 반대로 주기적 CSI-RS 설정과 비주기적 IMR 설정이 연결되어 CSI 보고 프로세스를 생성할 수 있다.
- [0178] 다음 표 5는 CSI-RS의 Periodic/Aperiodic 여부 그리고 IMR의 Periodic/Aperiodic 여부에 따라 4가지의 가능한 조합의 CSI 프로세스의 타입을 예시한다. 이 조합들 중에서 일부만이 가능한 조합으로 사전에 지정될 수 있다. 예를 들어, PP CSI 프로세스와 AA CSI 프로세스만이 지원될 수 있다. PP CSI 프로세스와 AA CSI 프로세스만이 지원될 경우에 기지국은 CSI 프로세스를 단말에게 알려줄 때, 해당 CSI 프로세스가 PP 타입인지 AA 타입인지 지정해 줄 수 있다. 또는 CSI 프로세스를 위한 측정 윈도를 서브프레임의 단위로 알려줄 수 있다. 이 경우에 측정 윈도는 CSI 측정 및 간섭 측정 모두에 같은 값이 사용된다.

표 5

	Periodic IMR (Continuous IMR)	Aperiodic IMR (Instantaneous IMR)
Periodic CSI-RS (Continuous CSI-RS)	PP CSI 프로세스	PA CSI 프로세스
Aperiodic CSI-RS (Instantaneous CSI-RS)	AP CSI 프로세스	AA CSI 프로세스

- [0179]
- [0180] AA CSI 프로세스의 경우에 aperiodic CSI-RS 설정에서 subframeConfig와 aperiodic IMR 설정에서 subframeConfig가 동일한 경우만 지원되도록 할 수 있다. 즉 AA CSI 프로세스의 경우에 CSI-RS 전송 서브프레임에 항상 IMR이 있도록 설정한다.
- [0181] AA CSI 프로세스의 경우, CSI 피드백 방식으로 주기적 보고 방식보다 비주기적 보고 방식이 더 적합하다. 그러므로 기지국은 특정 단말에게 aperiodic CSI-RS 전송 및 aperiodic IMR을 설정해 주고, 해당 단말에게 PDCCH의 DCI내의 'CSI request field'를 통해 CSI 피드백을 요청하도록 한다. 단말의 관점에서 n 서브프레임시점에 aperiodic CSI request가 PDCCH를 통해 수신되면 단말은 (n+k)시점에 aperiodic CSI 보고를 PUSCH를 통해 피드백하도록 하는데, 이때 피드백 되는 CSI정보는 n시점 또는 n시점 이전 중 최근 수신된 aperiodic CSI-RS와 최근 설정된 aperiodic IMR에만 기반하여 측정되도록 한다. 또는 단말의 관점에서 (n-k1) 서브프레임시점에 aperiodic CSI request가 PDCCH를 통해 수신되면 단말은 n시점에 aperiodic CSI 보고를 PUSCH를 통해 피드백하도록 하는데, 이때 피드백 되는 CSI정보는 (n-k2) 시점 또는 (n-k2)시점 이전 중 최근 수신된 aperiodic CSI-RS와 최근 설정된 aperiodic IMR에만 기반하여 측정되도록 한다.
- [0182] 다음 표 6에는 CSI 프로세스 타입과 CSI 보고 mode간의 가능한 조합을 나타내었다. 모든 조합들 중에서 일부만이 가능한 조합으로 사전에 지정될 수 있다. 대표적으로 AA CSI 프로세스는 aperiodic PUSCH CSI 보고 방식만 가능하도록 지정할 수 있다. PA CSI 프로세스와 AP CSI 프로세스도 aperiodic PUSCH CSI 보고 방식만 가능하도록 지정할 수 있다. 일부 CSI 보고 모드만이 지원 가능할 수도 있다. 대표적으로 AA CSI 프로세스, PA CSI 프로세스 또는 AP CSI 프로세스가 periodic PUCCH CSI 보고 모드중에서 광대역 보고 모드에서만 지원되고 서브밴드 보고 모드에서는 지원되지 않을 수 있다.

표 6

	Periodic PUCCH CSI 보고	Aperiodic PUSCH CSI 보고
PP CSI 프로세스	가능/불가능	가능/불가능
PA CSI 프로세스	가능/불가능	가능/불가능
AP CSI 프로세스	가능/불가능	가능/불가능
AA CSI 프로세스	가능/불가능	가능/불가능

[0183]

서브밴드 선택적 CSI-RS/CSI-IM

N 안테나 포트로 구성된 셀에서 M개의 안테나 포트씩 그룹핑하여 K ($=N/M$ or $>N/M$)개의 안테나 그룹을 설정하고 5ms 주기로 설정된 하나의 aperiodic CSI-RS 설정을 통해 K개의 안테나 그룹에 해당하는 CSI-RS를 모두 전송하기 위해서는 5K ms이 소요된다. 이는 특정 단말에게 적합한 안테나 그룹을 모든 안테나 그룹에 해당하는 CSI-RS를 한번씩 전송하는데 소요되는 시간이다.

64개의 안테나로 구성된 기지국에서 고유의 4-port CSI-RS를 전송할 수 있는 가지 수는 16개가 된다. 그러므로 단말에게서 최적의 4-port CSI-RS를 직접적으로 확인하기 위해서는 제 1방안으로 16개의 고정 빔 CSI-RS 설정을 할당하고 가장 최고 품질을 갖는 CSI-RS 설정을 선택하여 보고하도록 한다. 또는 제 2방안으로 하나의 적응적 (adaptive) 빔 CSI-RS 설정을 설정해 주고 16번의 서로 다른 4-port CSI-RS 전송을 통해 단말이 최적의 CSI-RS 전송 시간을 선택하여 보고하면 기지국은 해당 시간에 전송된 CSI-RS의 안테나 그룹을 확인하도록 한다. 이 경우에 CSI-RS의 최소 전송 주기인 5ms을 고려하더라도 16번 CSI-RS 전송을 위해서 80ms이 요구된다. 결론적으로 제 1방안은 너무 많은 CSI-RS 자원이 설정되어 낭비를 초래하며, 제 2방안은 너무 많은 시간이 소요되는 단점을 갖고 있다.

본 발명에서는 이를 개선하기 위하여 서브밴드별로 전송 안테나 그룹을 다르게 하는 방안을 제안한다. 즉, 서브밴드 선택적 CSI-RS 전송은 해당 CSI-RS 전송 서브프레임에 있어서 서브밴드별로 CSI-RS 전송을 위한 안테나 가상화 매트릭스를 다르게 사용한다. 도 20은 서브밴드별로 안테나 가상화 매트릭스를 다르게 적용하여 CSI-RS를 전송하는 일례를 나타낸다.

기지국은 단말에게 CSI-RS 설정을 지정해 주면서 해당 CSI-RS가 서브밴드 선택적 CSI-RS인지 아닌지 지정해 주도록 한다. 서브밴드의 크기는 사전에 정의되어 있거나 또는 기지국이 단말에게 지정해서 알려줄 수 있다. 설정된 CSI-RS가 서브밴드 선택적 CSI-RS인 경우에 단말은 CSI-RS를 통한 채널 추정시에 서로 다른 서브밴드간에 채널 인터폴레이션을 수행하지 않도록 한다. 즉 특정서브밴드의 채널 추정을 위하여 해당 서브밴드내에서 수신된 CSI-RS만을 사용하여 추정하도록 한다.

CSI-RS와 마찬가지로 IMR도 서브밴드 선택적 특징을 갖도록 설정할 수 있다. 서브밴드 선택적 IMR의 경우에 서브밴드별로 부여되는 간섭의 특징이 크게 차이가 있으므로 서로 다른 서브밴드에서 측정된 간섭을 평균 취하지 않고, 해당 서브밴드내에 속하는 IMR들만을 이용하여 간섭을 측정하도록 한다. 기지국은 단말에게 IMR 설정을 지정해 주면서 해당 IMR이 서브밴드 선택적 IMR인지 아닌지 지정해 주도록 한다. 서브밴드의 크기는 사전에 정의되어 있거나 또는 기지국이 단말에게 지정해서 알려줄 수 있다. 설정된 IMR이 서브밴드 선택적 IMR인 경우에 단말은 서브밴드내에 속하는 IMR들만을 이용하여 해당 서브밴드의 간섭을 측정하도록 한다.

CSI 프로세스를 위해 설정된 CSI-RS 또는 IMR이 서브밴드 선택적 특징을 가지고 있는 경우에 이러한 CSI 프로세스를 서브밴드 선택적 CSI 프로세스라고 명칭 하도록 한다. 서브밴드 선택적 CSI 프로세스를 위해 설정된 CSI-RS과 IMR 모두 서브밴드 선택적 특징을 가지고 있는 경우만 허용될 수도 있다. 서브밴드 선택적 CSI 프로세스를 위한 CSI 보고 모드로 서브밴드별로 CSI를 보고할 수 있는 서브밴드 CSI 보고 모드를 사용하도록 한다. 이는 서브밴드별로 다른 채널 특성과 간섭 특성을 가지고 있는 경우에 전 대역에 있어서 하나의 CSI만을 보고하는 광대역 CSI 보고 모드는 의미가 없기 때문이다. 서브밴드 선택적 CSI 프로세스를 위한 서브밴드 CSI 보고 모드는 서브밴드별로 RI를 독립으로 선택하고 보고할 수 있는 특징을 갖는다. 또한 PMI가 dual 코드북에 의해 long-term PMI와 short-term PMI로 구분되는 경우에도 서브밴드 선택적 CSI 프로세스를 위한 서브밴드 CSI 보고 모드는 서브밴드별로 long-term PMI와 short-term PMI 모두를 독립으로 선택하고 보고할 수 있는 특징을 갖는다.

- [0191] 서브밴드 CSI 보고 모드는 서브밴드별로 채널의 CSI 즉, RI, PMI, CQI를 독립적으로 선택하여 보고하게 되므로 피드백 오버헤드가 상당히 크게 된다. 그리고 도 20에서와 같이 각각의 서브밴드에서 사용된 안테나 가상화 매트릭스들의 일부는 해당 단말을 위한 채널 방향성과 다른 방향성을 갖고 있어 해당 단말에게는 의미 없는 CSI-RS 전송일 수 있다. 일부 서브밴드에서 사용된 안테나 가상화 매트릭스는 다른 단말의 채널 방향에 최적화 되어 있을 수 있다. 즉, 기지국은 특정 서브밴드 선택적 CSI-RS 전송 서브프레임에서 단말 1을 위한 채널 방향의 가상화 매트릭스들과 단말 2를 위한 채널 방향의 가상화 매트릭스들을 혼합하여 사용할 수 있다. 이러한 이유로 특정 단말이 모든 서브밴드에 대한 CSI를 다 보고하는 것은 효율적이지 못하다.
- [0192] 이러한 문제점을 개선하기 위하여 단말 선택적 서브밴드 CSI 보고 모드를 제안하도록 한다. 제안된 CSI 보고 모드에서는 단말이 전체 서브밴드들 중에서 수신 품질이 높은 일부 서브밴드를 선택하고 선택된 서브밴드에 대한 CSI 즉, RI, PMI, CQI를 독립적으로 선택하여 보고하도록 한다. 단말이 K 개의 서브밴드를 선택하여 보고하는 방식에서 K의 값은 미리 사전에 정의되어 있거나, 기지국이 CSI 보고 모드를 단말에게 지정해 주면서 K의 값을 지정해 주도록 한다. 여기서 단말은 선택된 서브밴드 이외의 서브밴드에 대한 채널 정보는 보고 하지 않으며, 선택된 서브밴드를 위해 보고할 CSI의 결정은 해당 서브밴드내에서 전송되는 CSI-RS으로만 측정된 채널 또는 해당 서브밴드내에서 설정된 IMR으로부터만 측정된 간접 정보에 기반한다.
- [0193] 제한된(restricted) CSI 측정이 설정된 CSI 프로세스
- [0194] 기지국의 전송 전력이 다른 매크로 셀과 피코 셀이 혼재되어 있는 이종 네트워크 환경에서 로드 밸런싱을 위하여 피코 셀의 셀 영역을 익스팬션하여 피코 셀로부터 전송된 신호의 수신 전력이 매크로 셀로부터 전송된 신호의 수신 전력보다 낮음에도 불구하고 해당 단말을 피코 셀로부터 서비스 받게 하여 전체 시스템 용량이 증가되도록 운영한다. 이러한 운영 방식에서 CRE(cell range Expansion) 영역은 피코 셀로부터 전송된 신호의 수신 전력이 매크로 셀로부터 전송된 신호의 수신 전력보다 낮음에도 불구하고 CRE 영역의 단말들을 피코 셀이 서비스하게 되므로 매크로 셀을 어그레서 셀이라고, 그리고 피코 셀을 빅팀 셀이라고 부르기도 한다.
- [0195] 이러한 경우에 간접 coordination의 한 방법으로 어그레서 셀이 일부 물리 채널의 전송 파워/액티비티를 줄이는 (제로 파워로 설정하는 동작까지 포함) 침묵(silent) 서브프레임(almost blank subframe, ABS)을 사용하고 빅팀 셀이 이를 고려하여 단말을 스케줄링하는 ICIC가 가능하다. 이 경우 빅팀 셀 단말의 입장에서는 간접 레벨이 서브프레임에 따라서 크게 변화하게 되는데, 이런 상황에서 각 서브프레임에서의 보다 정확한 무선링크모니터링 (radio link monitoring, RLM)이나 RSRP/RSRQ 등을 측정하는 무선자원관리(radio resource management, RRM) 동작을 수행하거나 링크 적응을 위해서 CSI를 측정하기 위해서, 상기 모니터링/측정은 균일한 간접 특성을 지니는 서브프레임의 세트들로 제한될 필요가 있다.
- [0196] CSI 보고 프로세스의 경우에 제한된 측정을 수행하기 위하여 기지국은 CSI 측정을 위한 서브프레임 세트 0와 세트 1을 단말에게 설정해 준다. 서브프레임 세트 0과 세트 1은 상호간에 디스조인트(disjoint)하며, 서브프레임 세트 0과 세트 1은 모든 서브프레임을 포함하지는 않는다. 이러한 제한된 측정이 설정된 경우에 단말은 서브프레임 세트 0에서 측정된 CSI0(RI, PMI, CQI)와 서브프레임 세트 1에서 측정된 CSI1(RI, PMI, CQI)를 지정된 순간에 선택하여 보고하게 된다.
- [0197] CSI 보고 프로세스가 수신 신호 측정을 위한 CSI-RS 설정과 간접량 측정을 위한 IMR 설정으로 구성되어 설정된 경우에, 제한된 CSI 측정을 수행하기 위하여, 단말은 CSI0는 서브프레임 세트 0에 속하는 IMR 서브프레임만을 사용하여 측정된 간접에 기반하여, CSI1는 서브프레임 세트 1에 속하는 IMR 서브프레임만을 사용하여 측정된 간접에 기반하여 보고할 CSI를 결정한다.
- [0198] 도 21의 예시에서와 같이 IMR이 5 서브프레임마다 설정된 경우에 CSI0는 3번째, 13번째, 그리고 23번째 서브프레임의 IMR을 사용하여 측정된 간접에 기반하며, CSI1는 8번째, 18번째, 그리고 28번째 서브프레임의 IMR을 사용하여 측정된 간접에 기반하여 보고할 CSI를 결정한다.
- [0199] 이종 네트워크 환경의 시간 도메인 ICIC 목적에서 있어서, 서브프레임 세트별로 간접의 특징이 바뀔 뿐, 측정하고자 하는 신호의 특성이 서브프레임 세트별로 변동하지는 않는다. 그러한 이유로 서브프레임 세트가 설정된 경우에도 측정할 수 있는 CSI-RS 전송 서브프레임들은 제약을 받지는 않는다. 즉, 도 21의 예시에서와 같이 CSI-RS가 5 서브프레임마다 설정된 경우에 CSI0와 CSI1는 모든 서브프레임의 CSI-RS를 사용하여 측정된 신호에 기반하여 보고할 CSI를 결정한다.
- [0200] 서브프레임 세트의 적용 분야를 확대하여 매시브 MIMO와 같은 응용분야에서 다양한 전송 범 방향을 보여주기 위하여, 기지국은 서브프레임 세트별로 CSI-RS의 범 방향을 다르게 설정하도록 한다. 이 경우에 단말기의 신호 측

정 역시 서브프레임 세트별로 구분되어 이루어져야 한다. 즉, 도 21의 예시에서와 같이 CSI-RS가 5 서브프레임마다 설정된 경우에 CSI0는 3번째, 13번째, 그리고 23번째 서브프레임의 CSI-RS를 사용하여 측정된 신호에 기반하며, CSI1는 8번째, 18번째, 그리고 28번째 서브프레임의 CSI-RS를 사용하여 측정된 신호에 기반하며 보고할 CSI를 결정한다.

- [0201] 서브프레임 세트의 설정의 목적이 다양해지므로, 기지국은 단말에게 서브프레임 세트간에 전송 신호의 특징이 동일한지/다른지 또는 간섭의 특징이 동일한지/다른지 지정해서 알려주도록 한다.
- [0202] 서브프레임 세트간에 전송 신호의 특징이 동일하다고 지정 받은 단말은 서브프레임 세트 구분 없이 설정된 CSI-RS 자원으로부터 전송 신호의 특징을 측정한다. 이와 달리 서브프레임 세트간에 전송 신호의 특징이 다르다고 지정 받은 단말은 특정 서브프레임 세트_x를 위해 보고되는 CSI_x를 결정하기 위하여 서브프레임 세트_x에 속하는 CSI-RS 전송 서브프레임만을 사용하여 전송 신호의 특징을 측정한다.
- [0203] 서브프레임 세트간에 간섭 신호의 특징이 동일하다고 지정 받은 단말은 서브프레임 세트 구분 없이 설정된 CSI-IM 자원으로부터 간섭 신호의 특징을 측정한다. 이와 달리 서브프레임 세트간에 간섭 신호의 특징이 다르다고 지정 받은 단말은 특정 서브프레임 세트_x를 위해 보고되는 CSI_x를 결정하기 위하여 서브프레임 세트_x에 속하는 CSI-IM 설정 서브프레임의 IMR만을 사용하여 간섭 신호의 특징을 측정한다.
- [0204] 서브프레임 세트가 설정된 상태에서 각각 설정되는 CSI-RS 설정과 CSI-IM 설정은 서브프레임 세트간에 특징이 동일한지 또는 독립적인지를 지정하도록 한다. 서브프레임 세트가 설정된 상태에서 각각 설정되는 CSI-RS 설정 또는 CSI-IM 설정이 서브프레임 세트간에 특징이 독립적이라고 지정된 경우에, 설정이 각각의 서브프레임 세트에서 주기적이지 비주기적인지 개별적으로 지정할 수 있도록 한다. 즉 서브프레임 세트가 설정된 상태에서 각각 설정되는 CSI-RS 설정 또는 CSI-IM 설정이 서브프레임 세트간에 특징이 독립적이라고 지정된 경우에, 각각의 서브프레임 세트에서 설정의 측정을 위한 윈도크기를 서브프레임의 단위로 알려주도록 한다.
- [0205] 도 21의 예시에서 서브프레임 세트 0에서 측정 윈도는 1로 지정되고 서브프레임 세트 1에서 측정 윈도는 <multi>로 지정된 경우에, 14번째 서브프레임에서 trigger되어 18번째 서브프레임에서 보고되는 aperiodic PUSCH 보고되는 CSI0의 경우에 13번째 서브프레임의 CSI-RS와 CSI-IM만을 사용하도록 하며, 19번째 서브프레임에서 trigger되어 23번째 서브프레임에서 보고되는 aperiodic PUSCH 보고되는 CSI1의 경우에 서브프레임 세트 1에 속하는 18번째, 그리고 8번째 서브프레임의 CSI-RS와 CSI-IM을 모두 사용하여 보고할 CSI1을 추정하도록 한다.
- [0206] 도 22는 본 발명의 실시 형태에 따른 기지국 장치 및 단말 장치의 구성을 도시한 도면이다.
- [0207] 도 22를 참조하여 본 발명에 따른 기지국 장치(2210)는, 수신모듈(2211), 전송모듈(2212), 프로세서(2213), 메모리(2214) 및 복수개의 안테나(2215)를 포함할 수 있다. 복수개의 안테나(2215)는 MIMO 송수신을 지원하는 기지국 장치를 의미한다. 수신모듈(2211)은 단말로부터의 상향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 수신할 수 있다. 전송모듈(2212)은 단말로의 하향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 전송할 수 있다. 프로세서(2213)는 기지국 장치(2210) 전반의 동작을 제어할 수 있다.
- [0208] 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국 장치(2210)의 프로세서(2213)는, 앞서 설명된 실시예들의 구현에 필요한 사항들을 처리할 수 있다.
- [0209] 기지국 장치(2210)의 프로세서(2213)는 그 외에도 기지국 장치(2210)가 수신한 정보, 외부로 전송할 정보 등을 연산 처리하는 기능을 수행하며, 메모리(2214)는 연산 처리된 정보 등을 소정시간 동안 저장할 수 있으며, 버퍼(미도시) 등의 구성요소로 대체될 수 있다.
- [0210] 계속해서 도 22를 참조하면 본 발명에 따른 단말 장치(2220)는, 수신모듈(2221), 전송모듈(2222), 프로세서(2223), 메모리(2224) 및 복수개의 안테나(2225)를 포함할 수 있다. 복수개의 안테나(2225)는 MIMO 송수신을 지원하는 단말 장치를 의미한다. 수신모듈(2221)은 기지국으로부터의 하향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 수신할 수 있다. 전송모듈(2222)은 기지국으로의 상향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 전송할 수 있다. 프로세서(2223)는 단말 장치(2220) 전반의 동작을 제어할 수 있다.
- [0211] 본 발명의 일 실시예에 따른 단말 장치(2220)의 프로세서(2223)는 앞서 설명된 실시예들의 구현에 필요한 사항들을 처리할 수 있다.
- [0212] 단말 장치(2220)의 프로세서(2223)는 그 외에도 단말 장치(2220)가 수신한 정보, 외부로 전송할 정보 등을 연산 처리하는 기능을 수행하며, 메모리(2224)는 연산 처리된 정보 등을 소정시간 동안 저장할 수 있으며, 버퍼(미도

시) 등의 구성요소로 대체될 수 있다.

[0213] 위와 같은 기지국 장치 및 단말 장치의 구체적인 구성은, 전술한 본 발명의 다양한 실시예에서 설명한 사항들이 독립적으로 적용되거나 또는 2 이상의 실시예가 동시에 적용되도록 구현될 수 있으며, 중복되는 내용은 명확성을 위하여 설명을 생략한다.

[0214] 또한, 도 22에 대한 설명에 있어서 기지국 장치(2210)에 대한 설명은 하향링크 전송 주체 또는 상향링크 수신 주체로서의 중계기 장치에 대해서도 동일하게 적용될 수 있고, 단말 장치(2220)에 대한 설명은 하향링크 수신 주체 또는 상향링크 전송 주체로서의 중계기 장치에 대해서도 동일하게 적용될 수 있다.

[0215] 상술한 본 발명의 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.

[0216] 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 하나 또는 그 이상의 ASICs(Application Specific Integrated Circuits), DSPs(Digital Signal Processors), DSPDs(Digital Signal Processing Devices), PLDs(Programmable Logic Devices), FPGAs(Field Programmable Gate Arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

[0217] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

[0218] 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 기술 분야의 숙련된 당업자는 본 발명의 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 당업자는 상술한 실시예들에 기재된 각 구성을 서로 조합하는 방식으로 이용할 수 있다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.

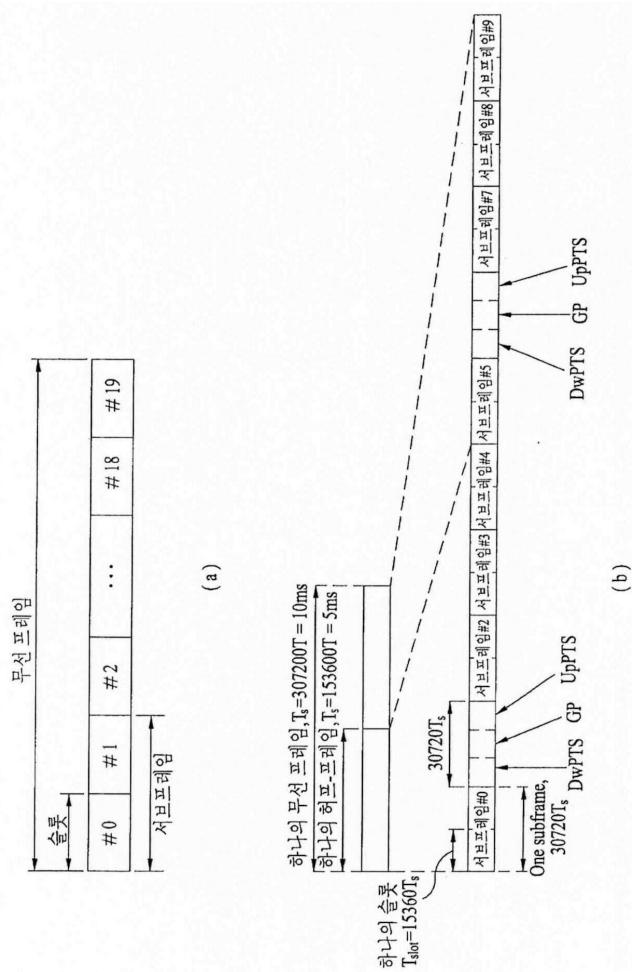
[0219] 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다. 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다. 또한, 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함할 수 있다.

산업상 이용가능성

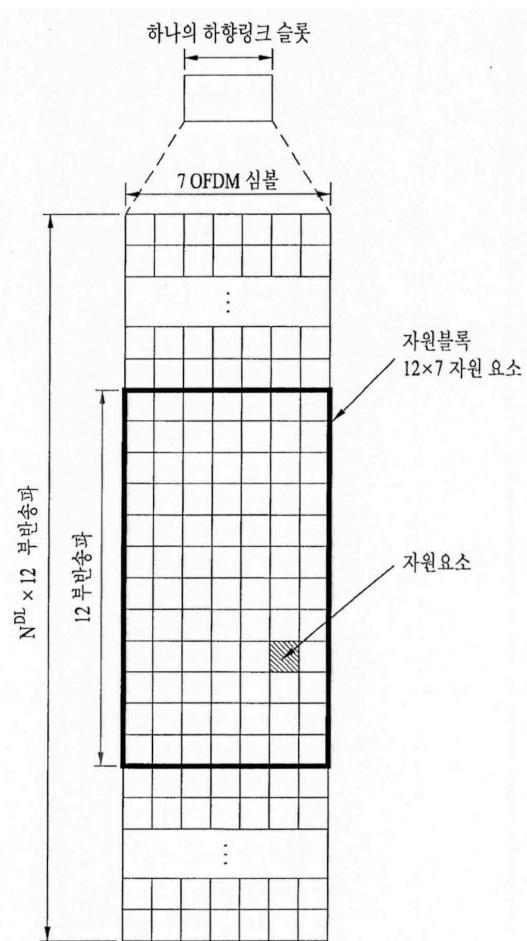
[0220] 상술한 바와 같은 본 발명의 실시형태들은 다양한 이동통신 시스템에 적용될 수 있다.

도면

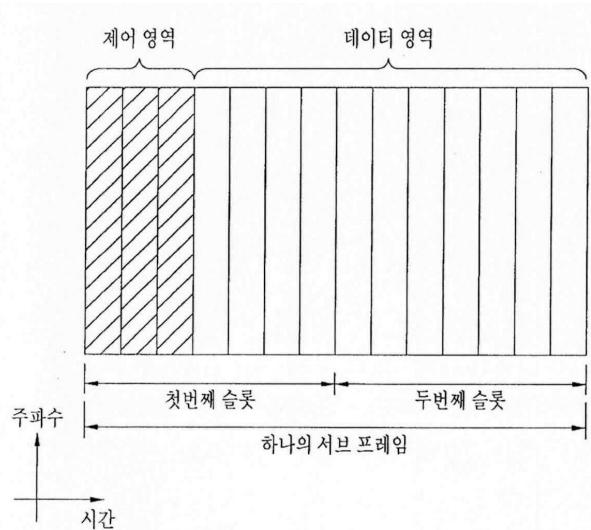
도면1



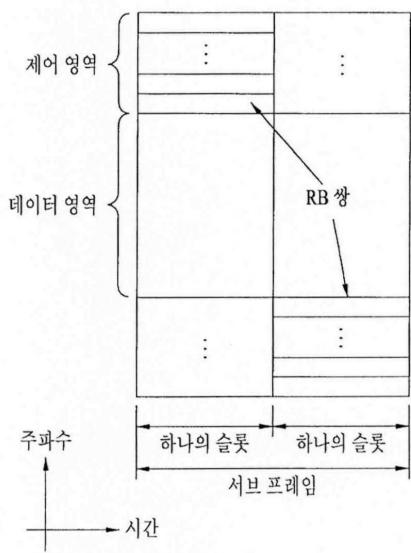
도면2



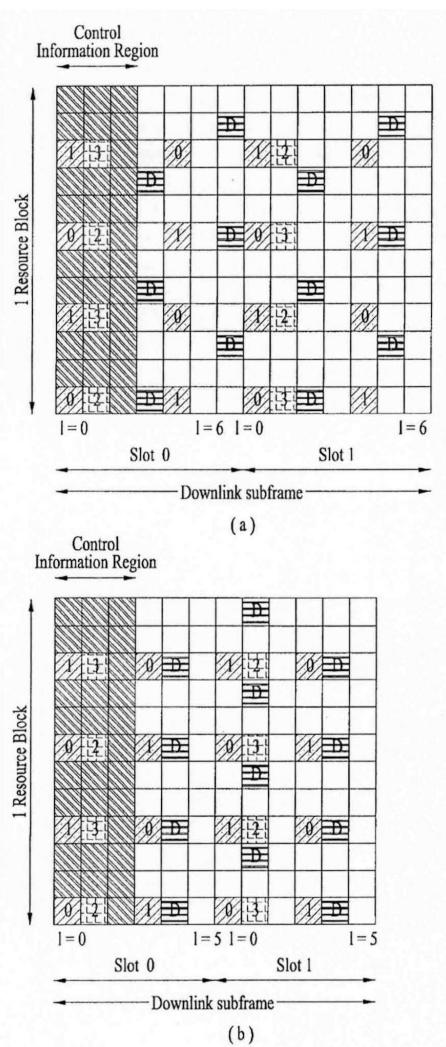
도면3



도면4



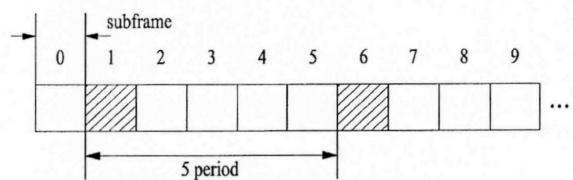
도면5



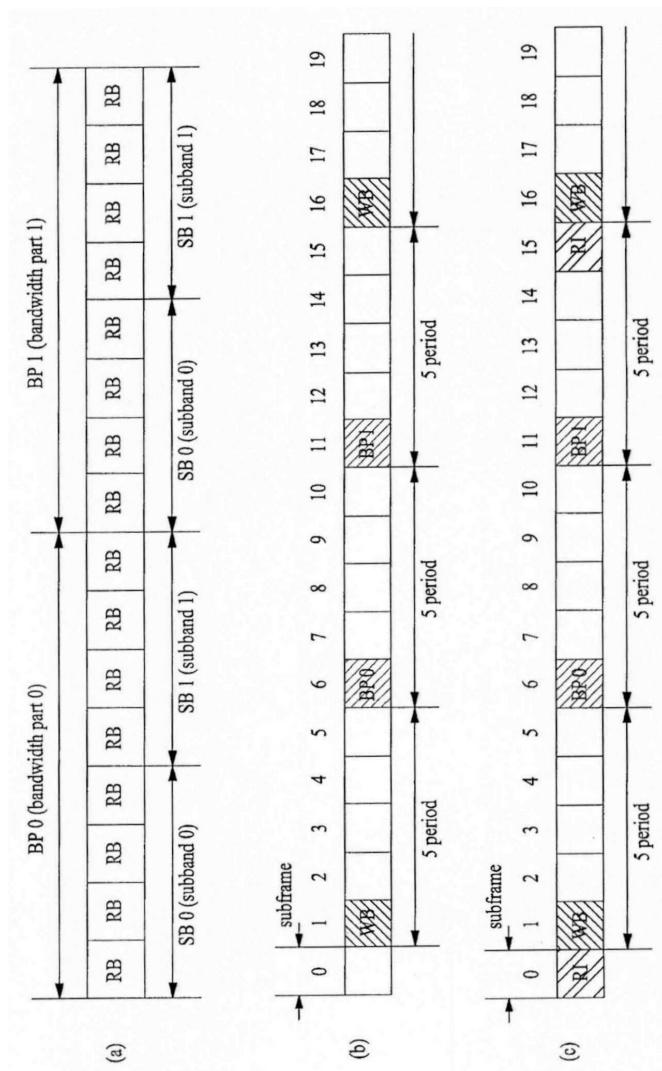
도면6

11							0	1						
10							4	5						
9	R1	R3		R0	0	1	R1	R2	0	1	R0	0		
8				4	5				4	5				
7							9	1						
6	R0	R2		R1			R0	R3	4	5	R1			
5							2	3						
4							6	7						
3	R1	R3		R0	2	3	R1	R2	2	3	R0	2		
2				6	7		6	7		6	7			
1							2	3						
k=0	R0	R2		R1			R0	R3	6	7	R1			
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

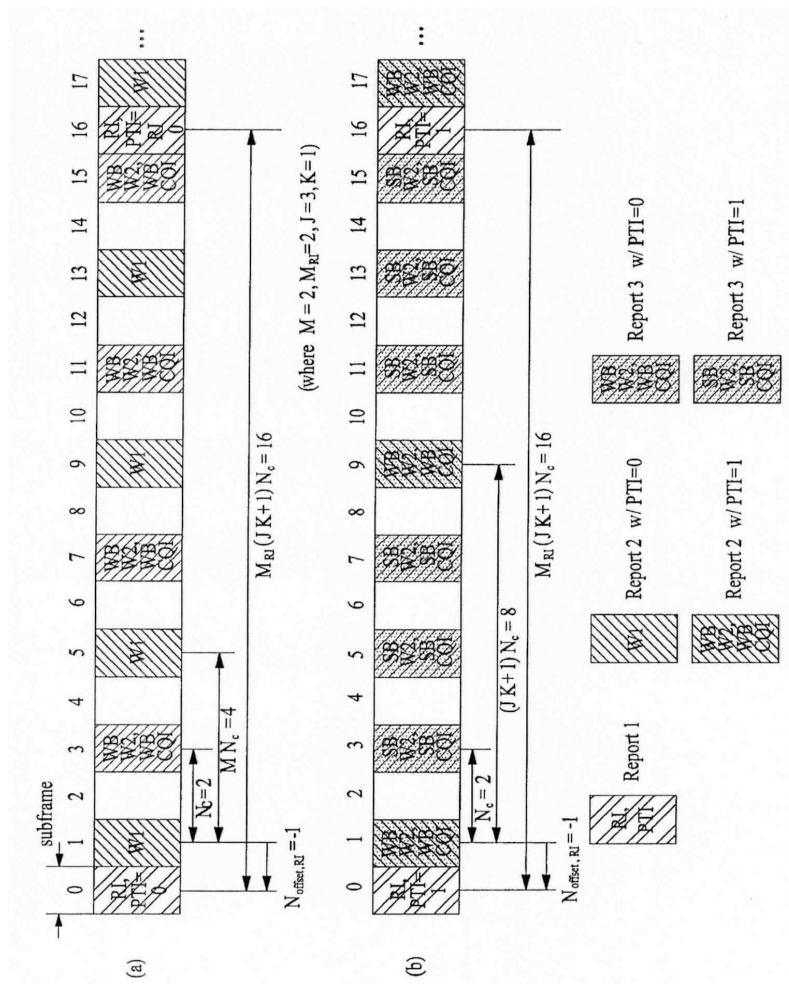
도면7



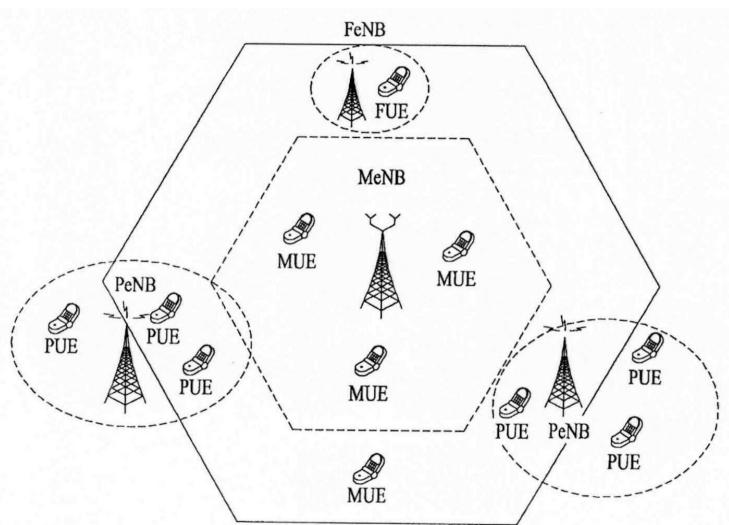
도면 8



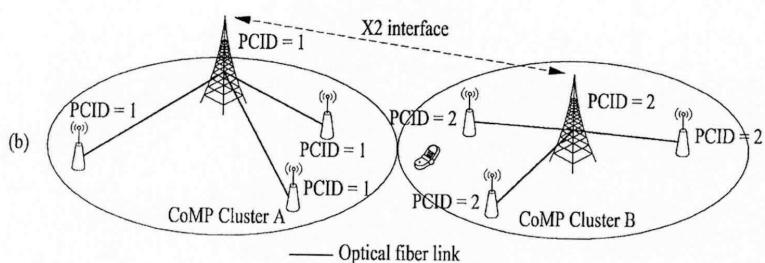
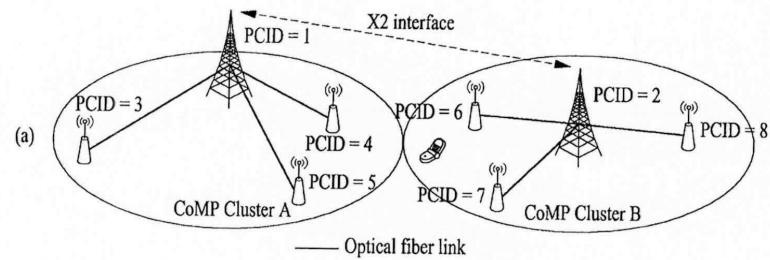
도면9



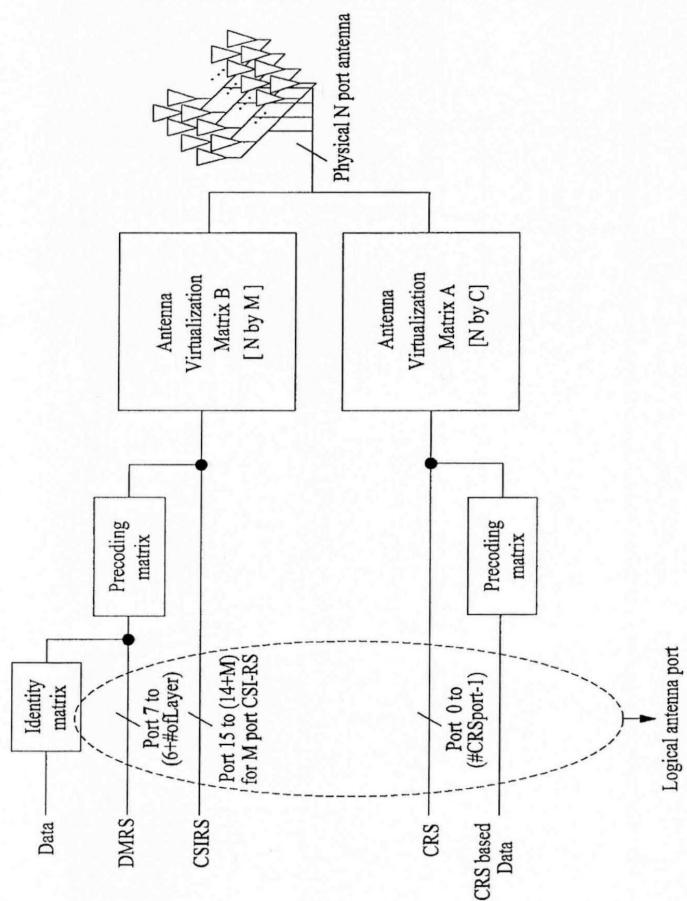
도면10



도면11



도면12



도면 13

(a)

	$B_{k1}X$	$B_{k2}X$	$B_{k3}X$	$B_{k4}X$	$B_{k5}X$	$B_{k6}X$	$B_{k7}X$	$B_{k8}X$	$B_{k9}X$
Contiguous CSI-RS configuration1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Contiguous CSI-RS configuration2	0	1	2	3	4	5	6	7	8

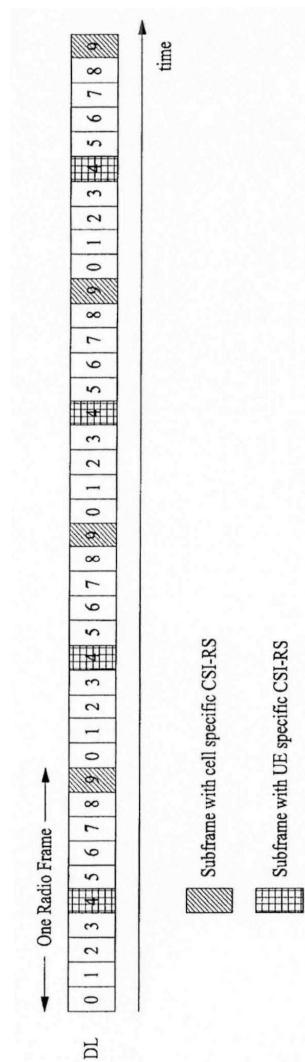
	$B_{i1}X$	$B_{i2}X$	$B_{i3}X$	$B_{i4}X$	$B_{i5}X$	$B_{i6}X$	$B_{i7}X$	$B_{i8}X$	$B_{i9}X$
Contiguous CSI-RS configuration1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Contiguous CSI-RS configuration2	0	1	2	3	4	5	6	7	8

	$B_{e1}X$	$B_{e2}X$	$B_{e3}X$	$B_{e4}X$	$B_{e5}X$	$B_{e6}X$	$B_{e7}X$	$B_{e8}X$	$B_{e9}X$
Contiguous CSI-RS configuration1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Contiguous CSI-RS configuration2	0	1	2	3	4	5	6	7	8

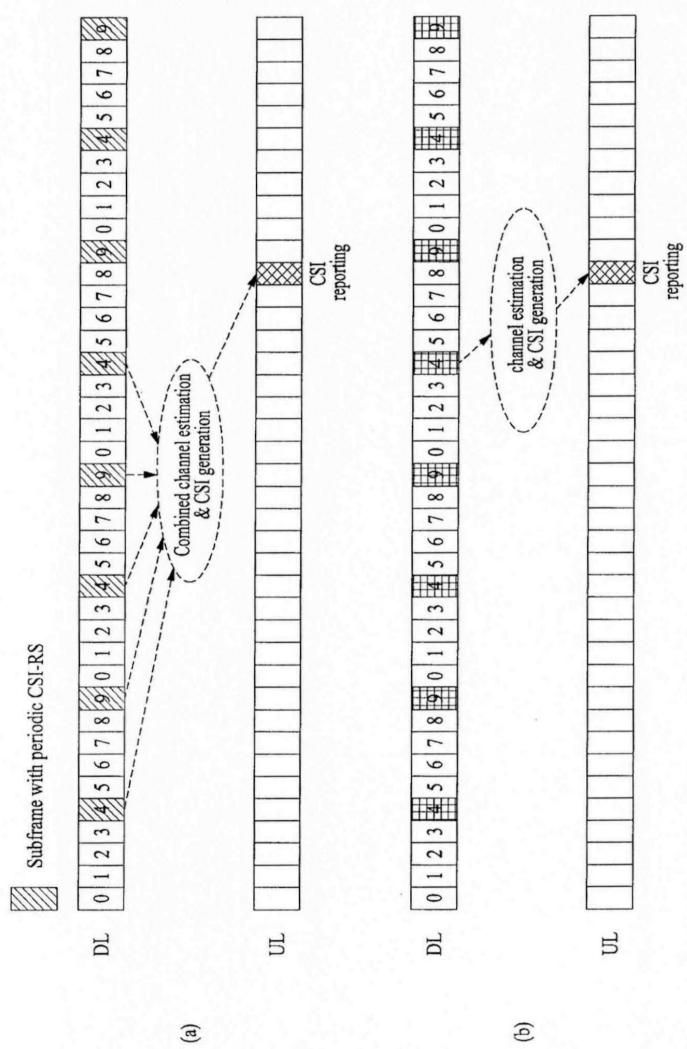
(b)

	$B_{k1}X$	$B_{k2}X$	$B_{k3}X$	$B_{k4}X$	$B_{k5}X$	$B_{k6}X$	$B_{k7}X$	$B_{k8}X$	$B_{k9}X$
Instantaneous CSI-RS configuration	0	1	2	3	4	5	6	7	8
RS configuration	0	1	2	3	4	5	6	7	8

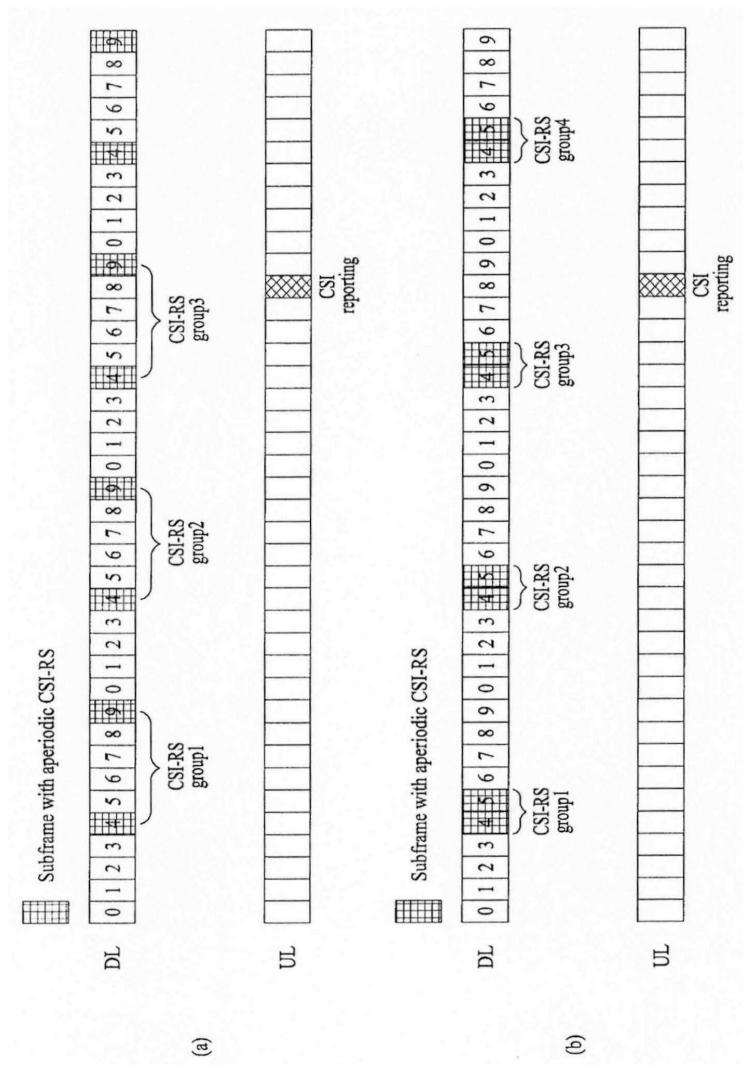
도면 14



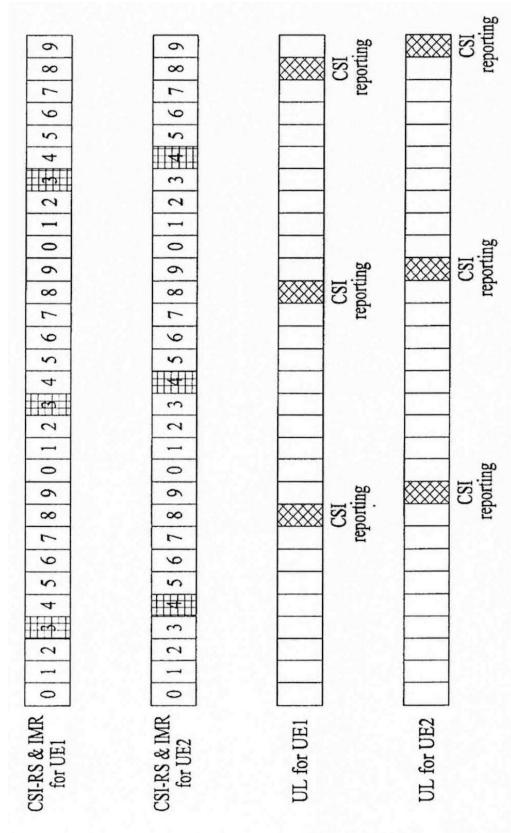
도면 15



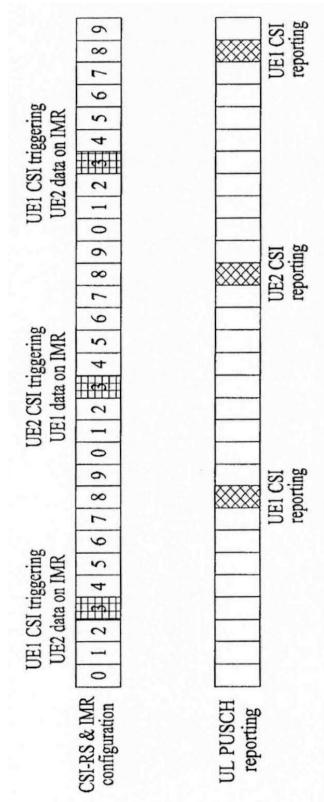
도면 16



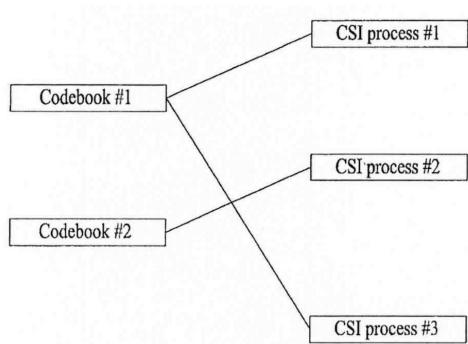
도면17



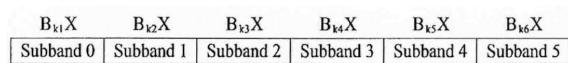
도면18



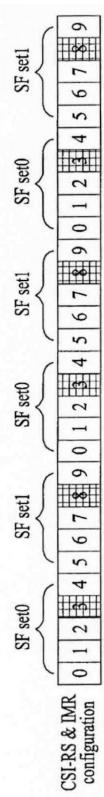
도면19



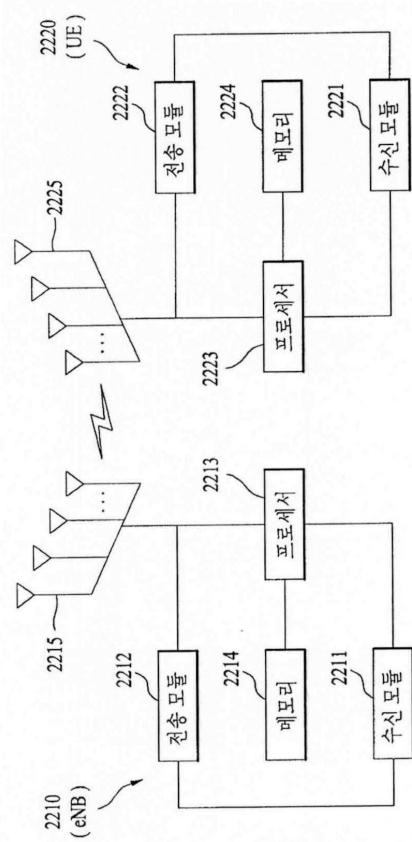
도면20



도면21



도면22



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 8

【변경전】

제7항에 있어서,

간섭 측정은 CSI 요청이 수신된 상기 시간 도메인-자원 유닛 N 이전의 CSI-IM (CSI Interference Measurement) 자원을 위한 시간 도메인-자원 유닛 중 가장 최근에 수신된 시간 도메인-자원 유닛에서만 수행되는, 장치.

【변경후】

제7항에 있어서,

간섭 측정은 CSI 요청이 수신된 상기 시간 도메인-자원 유닛 N 이전의 CSI-IM (CSI Interference Measurement) 자원을 위한 시간 도메인-자원 유닛 중 가장 최근에 수신된 시간 도메인-자원 유닛에서만 수행되는, UE 장치.

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9

【변경전】

제7항에 있어서,

상기 제한된 채널 측정은 상기 BS로부터 수신된 CSI-RS configuration에 의해 설정되는 것인, 장치.

【변경후】

제7항에 있어서,

상기 제한된 채널 측정은 상기 BS로부터 수신된 CSI-RS configuration에 의해 설정되는 것인, UE 장치.

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 10

【변경전】

제9항에 있어서,

상기 CSI-RS configuration은 RRC (Radio resource control) 시그널링을 통해 상기 BS로부터 수신된 것인, 장치.

【변경후】

제9항에 있어서,

상기 CSI-RS configuration은 RRC (Radio resource control) 시그널링을 통해 상기 BS로부터 수신된 것인, UE 장치.

【직권보정 4】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 12

【변경전】

제11항에 있어서,

간섭 측정은 CSI 요청이 수신된 상기 시간 도메인-자원 유닛 N 이전의 CSI-IM (CSI Interference Measurement) 차원을 위한 시간 도메인-자원 유닛 중 가장 최근에 수신된 시간 도메인-자원 유닛에서만 수행되는, 장치.

【변경후】

제11항에 있어서,

간섭 측정은 CSI 요청이 수신된 상기 시간 도메인-자원 유닛 N 이전의 CSI-IM (CSI Interference Measurement) 차원을 위한 시간 도메인-자원 유닛 중 가장 최근에 수신된 시간 도메인-자원 유닛에서만 수행되는, BS 장치.

【직권보정 5】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 13

【변경전】

제11항에 있어서,

상기 제한된 채널 측정은 상기 BS로부터 수신된 CSI-RS configuration에 의해 설정되는 것인, 장치.

【변경후】

제11항에 있어서,

상기 제한된 채널 측정은 상기 BS로부터 수신된 CSI-RS configuration에 의해 설정되는 것인, BS 장치.

【직권보정 6】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 14

【변경전】

제13항에 있어서,

상기 CSI-RS configuration은 RRC (Radio resource control) 시그널링을 통해 상기 BS로부터 수신된 것인, 장치.

【변경후】

제13항에 있어서,

상기 CSI-RS configuration은 RRC (Radio resource control) 시그널링을 통해 상기 BS로부터 수신된 것인, BS 장치.