



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년06월12일
 (11) 등록번호 10-1988285
 (24) 등록일자 2019년06월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H04B 7/04 (2017.01) H04L 1/06 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0105264
 (22) 출원일자 2012년09월21일
 심사청구일자 2017년09월07일
 (65) 공개번호 10-2014-0038274
 (43) 공개일자 2014년03월28일
 (30) 우선권주장
 1020120104790 2012년09월20일 대한민국(KR)
 (56) 선행기술조사문헌
 US20120176996 A1*
 WO2011100672 A1*
 WO2012112291 A1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 삼성전자 주식회사
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
 (72) 발명자
 김윤선
 경기 성남시 분당구 내정로 186, 103동 803호 (수내동, 파크타운대림아파트)
 이효진
 서울 강남구 도곡로3길 26, 409호 (역삼동, 역삼한스빌아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 윤동열

전체 청구항 수 : 총 8 항

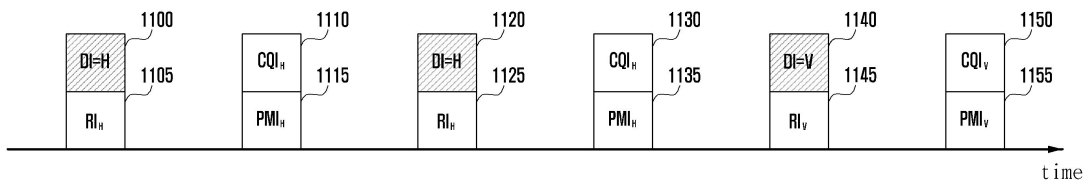
심사관 : 황철규

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서 채널 상태 정보 송수신 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 채널 상태 정보 송수신 방법 및 장치에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시 예에 따르는 단말의 채널 상태 정보 송신 방법은, 제1 채널 상태 정보 기준 신호(CSI-RS; Channel State Information Reference Signal) 및 제2 CSI-RS를 수신하는 단계, 상기 제1 CSI-RS 및 상기 제2 CSI-RS 중 어느 CSI-RS에 대한 채널 상태 정보를 송신하는지 지시하는 채널 상태 정보 지시자를 송신하는 단계 및 상기 채널 상태 정보 지시자를 송신한 시점 및 그 이후부터 새로운 채널 상태 정보 지시자를 송신하기 전까지 상기 채널 상태 정보 지시자에 상응하는 CSI-RS를 고려한 채널 상태 정보를 송신하는 단계를 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시 예에 따르면 많은 수의 안테나가 활용되는 경우 효율적으로 채널 상태 정보를 송수신할 수 있다.

대표도



(72) 발명자

지형주

서울 송파구 올림픽로 99, 107동 702호 (잠실동,
잠실엘스아파트)

이주호

경기 수원시 영통구 매영로 366, 728동 1701호 (영
통동, 살구골7단지아파트)

조준영

경기 수원시 영통구 봉영로1744번길 11, 224동 10
1호 (영통동, 황골마을2단지아파트)

최승훈

경기 수원시 영통구 중부대로448번길 28, 213동
1702호 (원천동, 주공2단지아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

단말의 채널 상태 정보 송신 방법에 있어서,

제1 채널 상태 정보 기준 신호(CSI-RS; Channel State Information Reference Signal) 및 제2 CSI-RS를 수신하는 단계;

상기 제1 CSI-RS 및 상기 제2 CSI-RS 중 어느 CSI-RS에 대한 채널 상태 정보를 송신하는지 지시하는 채널 상태 정보 지시자를 제 1 시점에 송신하는 단계; 및

상기 채널 상태 정보 지시자를 송신한 상기 제 1 시점과 다른 제 2 시점에, 상기 채널 상태 정보 지시자에 의해 지시된 CSI-RS에 기반하여 생성된 채널 품질 지시자(Channel Quality Indicator; CQI)를 송신하는 단계를 포함하고,

상기 채널 상태 정보 지시자의 보고 주기는, 상기 채널 상태 정보 지시자에 의해 지시된 CSI-RS에 기반하여 생성된 상기 CQI 및 프리코딩 매트릭스 지시자(PMI; Precoding Matrix Indicator) 중 적어도 하나의 보고 주기의 정수 배인 것을 특징으로 하는 채널 상태 정보 송신 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 채널 상태 정보 지시자는, 랭크 지시자와 함께 전송되는 것을 특징으로 하는 채널 상태 정보 송신 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

채널 상태 정보를 송신하는 단말에 있어서,

송수신부; 및

제1 채널 상태 정보 기준 신호(CSI-RS; Channel State Information Reference Signal) 및 제2 CSI-RS를 수신하도록 제어하고,

상기 제1 CSI-RS 및 상기 제2 CSI-RS 중 어느 CSI-RS에 대한 채널 상태 정보를 송신하는지 지시하는 채널 상태 정보 지시자를 제 1 시점에 송신하도록 제어하며,

상기 채널 상태 정보 지시자를 송신한 상기 제 1 시점과 다른 제 2 시점에, 상기 채널 상태 정보 지시자에 의해 지시된 CSI-RS에 기반하여 생성된 채널 품질 지시자(Channel Quality Indicator; CQI)를 송신하도록 제어하는 제어부를 포함하고,

상기 채널 상태 정보 지시자의 보고 주기는, 상기 채널 상태 정보 지시자에 의해 지시된 CSI-RS에 기반하여 생성된 상기 CQI 및 프리코딩 매트릭스 지시자(PMI; Precoding Matrix Indicator) 중 적어도 하나의 보고 주기의 정수 배인 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 채널 상태 정보 지시자는, 랭크 지시자와 함께 전송되는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 6

삭제

청구항 7

기지국의 채널 상태 정보 수신 방법에 있어서,

제1 채널 상태 정보 기준 신호(CSI-RS; Channel State Information Reference Signal) 및 제2 CSI-RS를 송신하는 단계;

상기 제1 CSI-RS 및 상기 제2 CSI-RS 중 어느 CSI-RS에 대한 채널 상태 정보를 송신하는지 지시하는 채널 상태 정보 지시자를 제 1 시점에 수신하는 단계; 및

상기 채널 상태 정보 지시자를 수신한 상기 제 1 시점과 다른 제 2 시점에, 상기 채널 상태 정보 지시자에 의해 지시된 CSI-RS에 기반하여 생성된 채널 품질 지시자(Channel Quality Indicator; CQI)를 수신하는 단계를 포함하고,

상기 채널 상태 정보 지시자의 보고 주기는, 상기 채널 상태 정보 지시자에 의해 지시된 CSI-RS에 기반하여 생성된 상기 CQI 및 프리코딩 매트릭스 지시자(PMI; Precoding Matrix Indicator) 중 적어도 하나의 보고 주기의 정수 배인 것을 특징으로 하는 채널 상태 정보 수신 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 채널 상태 정보 지시자는, 랭크 지시자와 함께 수신되는 것을 특징으로 하는 채널 상태 정보 수신 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

채널 상태 정보를 수신하는 기지국에 있어서,

송수신부; 및

제1 채널 상태 정보 기준 신호(CSI-RS; Channel State Information Reference Signal) 및 제2 CSI-RS를 송신하도록 제어하고,

상기 제1 CSI-RS 및 상기 제2 CSI-RS 중 어느 CSI-RS에 대한 채널 상태 정보를 송신하는지 지시하는 채널 상태 정보 지시자를 제 1 시점에 수신하도록 제어하며,

상기 채널 상태 정보 지시자를 수신한 상기 제 1 시점과 다른 제 2 시점에, 상기 채널 상태 정보 지시자에 의해 지시된 CSI-RS에 기반하여 생성된 채널 품질 지시자(Channel Quality Indicator; CQI)를 수신하도록 제어하는 제어부를 포함하고,

상기 채널 상태 정보 지시자의 보고 주기는, 상기 채널 상태 정보 지시자에 의해 지시된 CSI-RS에 기반하여 생성된 상기 CQI 및 프리코딩 매트릭스 지시자(PMI; Precoding Matrix Indicator) 중 적어도 하나의 보고 주기의 정수 배인 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 채널 상태 정보 지시자는, 랭크 지시자와 함께 수신되는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 12

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 채널 상태 정보 송수신 방법 및 장치에 관한 것으로, 특히 안테나 개수가 많은 경우의 채널 상태 정보 송수신 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기준 신호(Reference Signal; RS)는 무선 이동 통신 시스템에서 채널의 신호의 세기나 왜곡, 간섭의 세기, 가우시안 잡음(Gaussian noise)과 같은 기지국과 사용자들 간의 채널의 상태(또는 품질)를 측정하여 수신한 데이터 심볼(data symbol)의 복조(demodulation) 및 디코딩(decoding)을 돕기 위해 이용되는 신호다. 기준 신호의 또 하나의 용도는 무선 채널 상태의 측정이다. 수신기는 송신기가 약속된 전송전력으로 송신하는 기준 신호가 무선 채널을 거쳐 수신되는 수신세기를 측정함으로써 자신과 송신기 사이의 무선 채널의 상태를 판단할 수 있다. 이와 같이 판단된 무선 채널의 상태는 수신기가 송신기에 어떤 데이터율(data rate)을 요청할지 판단하는 데 이용된다.

[0003] 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(-A) (Long Term Evolution (-Advanced) 또는 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.16m 등과 같은 최근의 3세대 진화 무선 이동 통신 시스템 표준은 다중 접속(multiple access) 기법으로 OFDM(A) (orthogonal frequency division multiplexing (multiple access))와 같은 다중 부반송파(subcarrier)를 이용한 다중 접속 기법을 주로 채택하고 있다. 상기 다중 부반송파를 이용한 다중 접속 기법을 적용한 무선 이동 통신 시스템의 경우, 기준 신호를 시간 및 주파수상에서 몇 개의 시간 심볼(symbol) 및 부반송파에 위치하게 할 것인가에 따라 채널 추정(channel estimation) 및 측정(measurement) 성능에서 차이가 발생하게 된다. 뿐만 아니라, 채널 추정 및 측정 성능은 기준 신호에 얼마만큼의 전력이 할당되었는가에 의해서도 영향을 받는다. 따라서, 더 많은 시간, 주파수 및 전력 등의 무선자원을 기준 신호에 할당하게 되면 채널 추정 및 측정 성능이 향상되어 수신 데이터 심볼의 복조 및 디코딩 성능도 향상되며 채널 상태 측정의 정확도 역시 높아지게 된다.

[0004] 그러나, 일반적인 이동통신 시스템의 경우 신호를 전송할 수 있는 시간, 주파수 및 송신전력 등 무선자원이 한정되어 있기 때문에 기준 신호에 많은 무선자원을 할당할 경우 데이터 신호(data signal)에 할당할 수 있는 무선 자원이 상대적으로 감소한다. 이와 같은 이유로 기준 신호에 할당되는 무선 자원은 시스템 용량(system throughput)을 고려하여 적절하게 결정되어야 한다. 특히 복수의 안테나를 사용하여 송수신을 수행하는 MIMO (Multiple Input Multiple Output)를 적용할 경우 기준 신호를 할당하고 이를 측정하는 것이 매우 중요한 기술적 사항이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 효율적으로 채널 상태 정보를 송수신하는 방법 및 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

[0006] 특히 본 발명의 일 실시 예는 많은 수의 안테나가 활용되는 경우 효율적으로 채널 상태 정보를 송수신하는 방법 및 장치를 제공하는 데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상술한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시 예에 따르는 단말의 채널 상태 정보 송신 방법은, 제1 채널 상태 정보 기준 신호(CSI-RS; Channel State Information Reference Signal) 및 제2 CSI-RS를 수신하는 단계, 상기 제1 CSI-RS 및 상기 제2 CSI-RS 중 어느 CSI-RS에 대한 채널 상태 정보를 송신하는지 지시하는 채널 상태 정보 지시자를 송신하는 단계 및 상기 채널 상태 정보 지시자를 송신한 시점 및 그 이후부터 새로운 채널 상태 정보 지시자를 송신하기 전까지 상기 채널 상태 정보 지시자에 상응하는 CSI-RS를 고려한 채널 상태 정보를 송신하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 상술한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시 예에 따르는 채널 상태 정보를 송신하는 단말은, 제1 채널 상태 정보 기준 신호(CSI-RS; Channel State Information Reference Signal) 및 제2 CSI-RS를 수신하는 수신기 및 상기 제1 CSI-RS 및 상기 제2 CSI-RS 중 어느 CSI-RS에 대한 채널 상태 정보를 송신하는지 지시하는 채널

널 상태 정보 지시자를 송신하고, 상기 채널 상태 정보 지시자를 송신한 시점 및 그 이후부터 새로운 채널 상태 정보 지시자를 송신하기 전까지 상기 채널 상태 정보 지시자에 상응하는 CSI-RS를 고려한 채널 상태 정보를 송신하는 송신기를 포함할 수 있다.

[0009] 상술한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시 예에 따르는 기지국의 채널 상태 정보 수신 방법은, 제1 채널 상태 정보 기준 신호(CSI-RS; Channel State Information Reference Signal) 및 제2 CSI-RS를 송신하는 단계, 상기 제1 CSI-RS 및 상기 제2 CSI-RS 중 어느 CSI-RS에 대한 채널 상태 정보를 송신하는지 지시하는 채널 상태 정보 지시자를 수신하는 단계 및 상기 채널 상태 정보 지시자를 수신한 시점 및 그 이후부터 새로운 채널 상태 정보 지시자를 수신하기 전까지 상기 채널 상태 정보 지시자에 상응하는 CSI-RS를 고려한 채널 상태 정보를 수신하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 상술한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시 예에 따르는 채널 상태 정보를 수신하는 기지국은, 제1 채널 상태 정보 기준 신호(CSI-RS; Channel State Information Reference Signal) 및 제2 CSI-RS를 송신하는 송신기 및 상기 제1 CSI-RS 및 상기 제2 CSI-RS 중 어느 CSI-RS에 대한 채널 상태 정보를 송신하는지 지시하는 채널 상태 정보 지시자를 수신하고, 상기 채널 상태 정보 지시자를 수신한 시점 및 그 이후부터 새로운 채널 상태 정보 지시자를 수신하기 전까지 상기 채널 상태 정보 지시자에 상응하는 CSI-RS를 고려한 채널 상태 정보를 수신하는 수신기를 포함할 수 있다.

특히 본 발명의 일 실시 예의 채널 상태 정보 지시자의 보고 주기는, 상기 채널 상태 정보 지시자에 의해 지시된 CSI-RS에 기반하여 생성된 상기 CQI 및 프리코딩 매트릭스 지시자(PMI; Precoding Matrix Indicator) 중 적어도 하나의 보고 주기의 정수 배일 수 있다.

발명의 효과

[0011] 본 발명의 일 실시 예에 따르면 많은 수의 안테나가 활용되는 경우 효율적으로 채널 상태 정보를 송수신할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 FD-MIMO (Full Dimension MIMO) 시스템을 도시한 것이다.
- 도 2는 LTE/LTE-A 시스템에서 하향링크로 스케줄링 할 수 있는 최소 단위인 1 서브프레임 및 1 자원 블록(RB; Resource Block)의 무선자원을 도시한 것이다.
- 도 3은 FD-MIMO를 위한 CSI-RS의 전송을 도시한 것이다.
- 도 4는 단말이 두 개의 CSI-RS에 대한 RI, PMI, CQI를 전송하는 것을 도시한 것이다.
- 도 5는 본 발명의 제1 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 송신 과정을 도시한 것이다.
- 도 6은 본 발명의 제2 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 전송 과정을 도시한 것이다.
- 도 7은 본 발명의 제3 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 전송 과정을 도시한 것이다.
- 도 8은 본 발명의 제4 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 전송 과정을 도시한 것이다.
- 도 9는 본 발명의 제5 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 전송 과정을 도시한 것이다.
- 도 10은 본 발명의 제6 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 전송 과정을 도시한 것이다.
- 도 11은 본 발명의 제7 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 전송 과정을 도시한 것이다.
- 도 12는 본 발명의 제8 실시 예에 따르는 채널 상태 전송 과정을 도시한 것이다.
- 도 13은 본 발명의 제9 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 송신 과정을 도시한 것이다.
- 도 14는 본 발명의 제10 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 송신 과정을 도시한 것이다.
- 도 15는 본 발명의 제11 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 송신 과정을 도시한 것이다.
- 도 16은 본 발명의 일 실시 예에 따르는 채널 상태 수신 과정의 순서도이다.
- 도 17은 본 발명의 일 실시 예에 따르는 단말의 채널 상태 정보 송신 과정의 순서도이다.

도 18은 본 발명의 일 실시 예에 따르는 기지국의 블록구성도이다.

도 19는 본 발명의 일 실시 예에 따르는 단말의 블록구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하 본 발명의 실시 예를 첨부한 도면과 함께 상세히 설명한다. 또한 본 발명의 실시 예들을 설명함에 있어서 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0014] 또한, 본 발명의 실시 예들을 구체적으로 설명함에 있어서, OFDM 기반의 무선통신 시스템, 특히 3GPP EUTRA(Evolved Universal Terrestrial Radio Access) 표준을 주된 대상으로 할 것이지만, 본 발명의 주요한 요지는 유사한 기술적 배경 및 채널형태를 가지는 여타의 통신 시스템에도 본 발명의 범위를 크게 벗어나지 아니하는 범위에서 약간의 변형으로 적용 가능하며, 이는 본 발명의 기술분야에서 숙련된 기술적 지식을 가진 자의 판단으로 가능할 것이다.
- [0015] 본 발명은 일반적인 무선 이동 통신 시스템에 관한 것으로, 특히 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 등과 같은 다중 반송파(multi-carrier)를 이용하는 다중 접속 방식(multiple access scheme)을 적용한 무선 이동 통신 시스템에서 단말이 채널 품질(channel quality)을 측정하는 것을 돕기 위하여 단말이 기지국에게 통보하는 채널 상태 정보의 송수신 방법에 대한 것이다.
- [0016] 현재의 이동통신시스템은 초기의 음성 위주의 서비스를 제공하던 것에서 벗어나 데이터 서비스 및 멀티미디어 서비스 제공을 위해 고속, 고품질의 무선 패킷 데이터 통신시스템으로 발전하고 있다. 이를 위해 3GPP, 3GPP2, 그리고 IEEE 등의 여러 표준화 단체에서 다중 반송파를 이용한 다중 접속 방식을 적용한 3세대 진화 이동통신 시스템 표준을 진행하고 있다. 최근 3GPP의 Long Term Evolution (LTE), 3GPP2의 Ultra Mobile Broadband (UMB), 그리고 IEEE의 802.16m 등 다양한 이동통신 표준이 다중 반송파를 이용한 다중 접속 방식을 바탕으로 고속, 고품질의 무선 패킷 데이터 전송 서비스를 지원하기 위해 개발되었다.
- [0017] LTE, UMB, 802.16m 등의 현존하는 3세대 진화 이동통신 시스템은 다중 반송파 다중 접속 방식을 기반으로 하고 있다. 또한 3세대 진화 이동통신 시스템은 전송 효율을 개선하기 위해 다중 안테나(MIMO; Multiple Input Multiple Output)를 적용하고 빔포밍(beam-forming), 적응 변조 및 부호(AMC; Adaptive Modulation and Coding) 방법과 채널 감응(channel sensitive) 스케줄링 방법 등의 다양한 기술을 이용한다. 상기의 여러 가지 기술들은 채널 품질 등에 따라 여러 안테나로부터 송신하는 전송 전력을 집중하거나 전송하는 데이터 양을 조절하고, 채널 품질이 좋은 사용자에게 선택적으로 데이터를 전송하는 등의 방법을 통해 전송 효율을 개선하여 시스템 용량 성능을 개선시킨다. 이러한 기법들은 대부분이 기지국(eNB: evolved Node B 또는 BS: Base Station)과 단말(UE: User Equipment 또는 MS: Mobile Station) 사이의 채널 상태 정보를 바탕으로 동작하기 때문에, 기지국 또는 단말은 기지국과 단말 사이의 채널 상태를 측정할 필요가 있으며, 이때 이용되는 것이 채널 상태 정보 기준 신호(Channel Status Information reference signal; CSI-RS)다. 앞서 언급한 기지국은 일정한 장소에 위치한 다운링크(downlink) 송신 및 업링크(uplink) 수신 장치를 의미하며 한 개의 기지국은 복수 개의 셀에 대한 송수신을 수행한다. 한 개의 이동통신 시스템에서 복수 개의 기지국들이 지리적으로 분산되어 있으며 각각의 기지국은 복수의 셀에 대한 송수신을 수행한다.
- [0018] LTE/LTE-A 등 현존하는 3세대 및 4세대 이동통신 시스템은 데이터 전송을 및 시스템 용량의 확대를 위하여 복수의 송수신 안테나를 이용하여 전송하는 MIMO 기술을 활용한다. 상기 MIMO 기술은 복수의 송수신 안테나를 활용함으로써 복수의 정보 스트림(information stream)을 공간적으로 분리하여 전송한다. 이와 같이 복수의 정보 스트림을 공간적으로 분리하여 전송하는 것을 공간 다중화(spatial multiplexing)이라 한다. 일반적으로 몇 개의 정보 스트림에 대하여 공간 다중화를 적용할 수 있는지는 송신기와 수신기의 안테나 수에 따라 달라진다. 일반적으로 몇 개의 정보 스트림에 대하여 공간 다중화를 적용할 수 있는지를 해당 전송의 랭크(rank)라 한다. LTE/LTE-A 릴리즈(Release) 11까지의 표준에서 지원하는 MIMO 기술의 경우 송수신 안테나가 각각 8개 있는 경우에 대한 공간 다중화를 지원하며 랭크가 최대 8까지 지원된다.
- [0019] 반면 본 발명에서 제안하는 기술이 적용되는 FD-MIMO 시스템은 기존 LTE/LTE-A MIMO 기술이 진화되어 8개 보다 많은 32개 또는 그 이상의 송신안테나가 이용된다. 다만 본 발명의 적용 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0020] 도 1은 FD-MIMO 시스템을 도시한 것이다. FD-MIMO 시스템은 수십 개 또는 그 이상의 송신 안테나를 활용하여 데이터를 송신하는 무선통신 시스템을 일컫는다.
- [0021] 상기 도 1에서 기지국 송신 장비(100)는 예를 들어, 수십 개 또는 그 이상의 송신안테나를 통해 무선 신호(120, 130)를 전송한다. 복수의 송신안테나들(110)은 서로 최소거리를 유지하도록 배치된다. 상기 최소거리의 예를 들어 송신되는 무선신호의 파장길이의 절반($\lambda/2$)이 될 수 있다. 일반적으로 송신안테나 사이에 무선신호의 파장길이의 절반이 되는 거리가 유지되는 경우 각 송신안테나에서 전송되는 신호는 서로 상관도가 낮은 무선채널의 영향을 받게 된다. 예를 들어 전송하는 무선신호의 대역이 2GHz일 경우 이 거리는 7.5cm가 되며 대역이 2GHz보다 높아지면 이 거리는 더 짧아진다.
- [0022] 상기 도 1에서 기지국(100)에 배치된 수십 개 또는 그 이상의 송신안테나들(110)은 한 개 또는 복수의 단말에서 120과 같이 신호를 전송하는데 활용된다. 복수의 송신안테나에는 적절한 프리코딩(precoding)이 적용되어 복수의 단말들에게로 동시에 송신하도록 한다. 이때 한 개의 단말은 1개 또는 그 이상의 정보 스트림을 수신할 수 있다. 일반적으로 한 개의 단말이 수신할 수 있는 정보 스트림의 개수는 단말이 보유하고 있는 수신안테나 수, 채널상황 및 수신기 성능에 따라 결정된다.
- [0023] 상기 FD-MIMO 시스템을 효과적으로 구현하기 위해서는 단말이 채널상황 및 간섭의 크기를 정확하게 측정하고 이를 이용하여 효과적인 채널상태 정보를 기지국으로 전송하여야 한다. 상기 채널상태 정보를 수신한 기지국은 이를 이용하여 하향링크의 송신과 관련하여 어떤 단말들에게 송신을 수행할지, 어떤 데이터 전송속도로 송신을 수행할지, 어떤 프리코딩을 적용할지 등을 결정한다. FD-MIMO 시스템의 경우 송신안테나 개수가 많은 관계로 종래의 LTE/LTE-A 시스템의 채널 상태 정보의 송수신 방법을 적용할 경우 상향링크로 너무 많은 제어정보를 송신해야 하는 상향링크 오버헤드 문제가 발생한다.
- [0024] 이동통신 시스템에서 시간, 주파수, 그리고 전력 자원은 한정되어 있다. 그러므로 기존 신호에 더 많은 자원을 할당하게 되면 데이터 트래픽 채널(traffic channel) 전송에 할당할 수 있는 자원이 줄어들고 전송되는 데이터의 양이 줄어들 수 있다. 이와 같은 경우 채널 추정 및 측정의 성능은 개선되겠지만 전송되는 데이터의 절대량이 감소하므로 전체 시스템 용량 성능은 오히려 저하될 수 있다. 따라서, 전체 시스템 용량 측면에서 최적의 성능을 이끌어 낼 수 있도록 기존 신호를 위한 자원과 트래픽 채널 전송을 위한 신호의 자원 사이에 적절한 배분이 필요하다.
- [0025] 도 2는 LTE/LTE-A 시스템에서 하향링크로 스케줄링 할 수 있는 최소 단위인 1 서브프레임 및 1 자원 블록(RB; Resource Block)의 무선자원을 도시한 것이다.
- [0026] 상기 도 2에 도시된 무선자원은 시간 축상에서 한 개의 서브프레임으로 이루어지며 주파수축상에서 한 개의 RB로 이루어진다. 도 2의 무선자원은 주파수 영역에서 12개의 부반송파로 이루어지며 시간영역에서 14개의 OFDM 심볼로 이루어져서 총 168개의 고유 주파수 및 시간 위치 갖도록 한다. LTE/LTE-A에서는 상기 도 2의 각각의 고유 주파수 및 시간에 대응하는 위치를 자원 요소(RE; resource element)라 한다.
- [0027] 상기 도 2에 도시된 무선자원을 통해서 다음과 같은 복수의 서로 다른 종류의 신호가 전송될 수 있다.
- [0028] 1. CRS (Cell Specific Reference Signal): 한 개의 셀에 속한 모든 단말을 위하여 주기적으로 전송되는 기준 신호이며 복수의 단말들이 공통적으로 이용할 수 있다.
- [0029] 2. DMRS (Demodulation Reference Signal): 특정 단말을 위하여 전송되는 기준신호이다. DMRS는 총 8개의 DMRS 포트들로 이루어질 수 있다. LTE/LTE-A에서는 포트 7에서 포트 14까지 DMRS 포트에 해당하며 포트들은 코드 분할 다중화(CDM; Code Division Multiplexing) 또는 주파수 분할 다중화(FDM; Frequency Division Multiplexing)를 이용하여 서로 간섭을 발생시키지 않도록 직교성(orthogonality)를 유지한다.
- [0030] 3. PDSCH (Physical Downlink Shared Channel): 하향링크로 전송되는 데이터 채널로 기지국이 단말에게 트래픽을 전송하기 위하여 이용하며 상기 도 2의 데이터 영역에서 기준신호가 전송되지 않는 RE를 이용하여 전송됨
- [0031] 4. CSI-RS (Channel Status Information Reference Signal): 한 개의 셀에 속한 단말들을 위하여 전송되는 기준신호이며 채널상태를 측정하는데 이용됨. 한 개의 셀에서 복수의 CSI-RS가 전송될 수 있음.
- [0032] 5. 기타 제어채널 (PHICH, PCFICH, PDCCH): 단말이 PDSCH를 수신하는데 필요한 제어정보를 제공하거나 상향링크의 데이터 송신에 대한 HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)를 운용하기 위한 ACK/NACK 전송
- [0033] LTE-A 시스템에서는 상기 신호 외에 다른 기지국이 전송하는 CSI-RS가 해당 셀의 단말들에게 간섭 없이 수신될

수 있도록 뮤팅(muting)을 설정할 수 있다. 상기 뮤팅은 CSI-RS가 전송될 수 있는 위치에서 적용될 수 있으며 일반적으로 단말은 해당 무선 자원을 건너뛰어 트래픽 신호를 수신한다. LTE-A 시스템에서 뮤팅은 또 다른 용어로 제로-파워(zero-power) CSI-RS라고 불리기도 한다. 뮤팅의 특성상 CSI-RS의 위치에 적용되며 전송전력이 송신되지 않기 때문이다.

[0034] 상기 도 2에서 CSI-RS는 CSI-RS를 전송하는 안테나 수에 따라 A, B, C, D, E, E, F, G, H, I, J로 표시된 위치의 일부를 이용하여 전송될 수 있다. 이하 도 2에 대한 설명에서 한 알파벳으로 지시되는 위치는 하나의 패턴이라고 표현한다. 또한, 뮤팅도 A, B, C, D, E, E, F, G, H, I, J로 표시된 위치의 일부에 적용될 수 있다. 특히 CSI-RS는 전송하는 안테나포트 수에 따라서 2개, 4개, 8개의 RE를 통해 전송될 수 있다. 안테나 포트 수가 2개일 경우 상기 도 2에서 어느 한 알파벳으로 지시된 패턴의 절반을 통해 CSI-RS가 전송된다. 안테나 포트 수가 4개일 경우 어느 하나의 알파벳으로 지시된 패턴의 전체를 통해 CSI-RS가 전송된다. 안테나포트수가 8개일 경우 어느 두 개의 알파벳으로 지시된 패턴을 이용하여 CSI-RS가 전송된다. 반면 뮤팅의 경우 언제나 한 개의 패턴 단위로 이루어진다. 즉, 뮤팅은 복수의 패턴에 적용될 수는 있지만 CSI-RS와 위치가 겹치지 않는 경우 한 개의 패턴의 일부에만 적용될 수는 없다. 단, CSI-RS의 위치와 뮤팅의 위치가 겹칠 경우에 한해서 한 개의 패턴의 일부에만 적용될 수 있다.

[0035] 두 개의 안테나포트에 대한 CSI-RS가 전송될 경우 CSI-RS는 시간 축에서 연결된 두 개의 RE에서 각 안테나포트의 신호를 전송하며 각 안테나 포트의 신호는 직교코드로 구분된다. 또한 네 개의 안테나포트에 대한 CSI-RS가 전송될 경우 두 개의 안테나포트를 위한 CSI-RS에 추가로 두 개의 RE를 더 이용하여 동일한 방법으로 추가로 두 개의 안테나포트에 대한 신호를 전송한다. 8개의 안테나포트에 대한 CSI-RS가 전송될 경우도 마찬가지이다.

[0036] 셀룰러 시스템에서 하향링크 채널 상태를 측정하기 위하여 기준신호(reference signal)을 전송해야 한다. 3GPP의 LTE-A (Long Term Evolution Advanced) 시스템의 경우 기지국이 전송하는 CRS 또는 CSI-RS (Channel Status Information Reference Signal)를 이용하여 단말은 기지국과 그 단말 사이의 채널 상태를 측정한다. 상기 채널 상태는 하향링크에서의 간섭량 및 기타 몇 가지 요소를 포함한다. 상기 하향링크에서의 간섭량은 인접 기지국에 속한 안테나에 의하여 발생하는 간섭신호 및 열잡음 등을 포함한다. 하향링크에서의 간섭량은 단말이 하향링크의 채널 상황을 판단하는데 중요한 요소이다. 한 예로 송신 안테나가 한 개인 기지국에서 수신 안테나가 한 개의 단말로 전송할 경우 단말은 기지국으로부터 수신한 기준신호에서 하향링크로 수신할 수 있는 심볼당 에너지와 해당 심볼을 수신하는 구간에서 동시에 수신된 간섭량을 판단하여 Es/Io(energy per symbol to interference density ratio)를 결정해야 한다. 결정된 Es/Io는 데이터전송 속도 또는 그에 상응하는 값으로 변환되고, 기지국으로 채널 품질 지시자(CQI; Channel Quality Indicator)의 형태로 통보된다. 기지국은 전달받은 CQI를 기초로 하여 하향링크로 단말에게 어떤 데이터 전송속도로 전송을 수행할지를 판단할 수 있다.

[0037] LTE-A 시스템의 경우 단말은 하향링크의 채널상태에 대한 정보를 기지국에게 피드백한다. 기지국은 피드백받은 채널 상태 정보를 하향링크 스케줄링에 활용한다. 즉, 단말은 하향링크로 기지국이 전송하는 기준신호를 측정하고 여기에서 추출한 정보를 LTE/LTE-A 표준에서 정의하는 형태로 기지국으로 피드백한다. LTE/LTE-A에서 단말이 피드백하는 정보는 예를 들어 다음의 세 가지 정보를 포함할 수 있다.

[0038] 1. 랭크 지시자(RI; Rank Indicator): 단말이 현재의 채널상태에서 수신할 수 있는 공간 레이어(spatial layer)의 개수

[0039] 2. 프리코딩 매트릭스 지시자(PMI; Precoding Matrix Indicator): 단말이 현재의 채널상태에서 선호하는 프리코딩 매트릭스에 대한 지시자

[0040] 3. 채널 품질 지시자(CQI; Channel Quality Indicator): 단말이 현재의 채널상태에서 수신할 수 있는 최대 데이터 전송률(data rate). CQI는 최대 데이터 전송률과 유사하게 활용될 수 있는 신호 대 간섭잡음 비(SINR; Signal to Interference plus Noise Ratio), 최대의 오류정정 부호화율(code rate) 및 변조 방식, 주파수당 데이터 효율 등으로 대체될 수도 있음.

[0041] 상기 RI, PMI, CQI는 서로 연관되어 의미를 갖는다. 한 예로 LTE/LTE-A에서 지원하는 프리코딩 매트릭스는 랭크 별로 다르게 정의되어 있다. 때문에 RI가 1의 값을 가질 때 PMI 값 X와 RI가 2의 값을 가질 때 PMI 값 X는 다르게 해석이 된다. 또한 단말이 CQI를 결정할 때에도 자신이 기지국에 통보한 PMI와 RI가 기지국에서 적용되었다는 가정을 한다. 즉, 단말이 RI_X, PMI_Y, CQI_Z를 기지국에 통보한 것은 랭크를 RI_X로 하고 프리코딩 매트릭스를 PMI_Y로 할 때 CQI_Z에 해당하는 데이터 전송률로 해당 단말이 데이터를 수신할 수 있다고 통보하는 것과 같다. 이와 같이 단말은 CQI를 계산할 때에 기지국에 어떤 전송방식을 수행할 지를 가정하여 해당 전송방식으로

실제 전송을 수행하였을 때 최적화된 성능을 얻을 수 있도록 한다.

[0042] LTE/LTE-A에서는 상기 CQI, RI, PMI 등의 채널상태 정보를 단말에게 설정하는 수단으로 CSI 프로세스(Process)를 정의한다. 상기 CSI 프로세스는 채널을 측정하기 위한 한 개의 CSI-RS와 한 개의 간섭측정자원 (IMR: Interference Measurement Resource)로 이루어진다. 기지국은 단말마다 한 개 이상의 CSI 프로세스를 설정할 수 있으며 단말은 CSI 프로세스 내에 지정된 CSI-RS를 측정하여 채널을 통과한 수신신호의 수신세기를 측정하고 간섭측정자원을 측정하여 수신신호에 영향을 미치는 간섭의 세기를 측정한다. 상기 간섭측정자원은 기지국인 단말의 간섭측정을 위하여 별도로 설정하는 무선자원으로서 단말은 해당 무선자원에서 수신되는 모든 신호를 간섭이라고 가정한다. 또한 한 개의 간섭측정자원은 상기의 뮤팅(zero power CSI-RS)이 적용될 수 있는 상기 도 2의 A, ..., H 중 하나에 해당하는 무선자원에서 이루어진다. 한 예로 기지국이 상기 도 2의 B에 해당하는 무선자원을 간섭측정자원으로 설정할 경우 단말은 매 RB마다 B에 해당하는 무선자원에서 간섭측정을 수행한다.

[0043] 일반적으로 FD-MIMO과 같이 송신 안테나의 개수가 많은 경우 이에 비례하는 CSI-RS를 전송해야 한다. 일례로 LTE/LTE-A에서 8개의 송신 안테나를 이용할 경우 기지국은 8-포트에 해당하는 CSI-RS를 단말에게 전송하여 하향 링크의 채널상태를 측정하도록 한다. 이때 기지국에서 8-포트에 해당하는 CSI-RS를 전송하는데 한 개의 RB내에서 8개의 RE로 구성되는 무선자원을 이용해야 한다. 예를 들어 알파벳 A로 지시되는 RE들 및 알파벳 B로 지시되는 RE들로 구성되는 무선자원이 해당 기지국의 CSI-RS 전송을 위해 활용될 수 있다. 이와 같은 LTE/LTE-A 방식의 CSI-RS 전송을 FD-MIMO에 적용하는 경우 송신안테나 수에 비례하는 무선자원이 CSI-RS에 할당되어야 한다. 즉, 기지국의 송신안테나가 128개일 경우 기지국은 한 개의 RB내에서 총 128개의 RE를 이용하여 CSI-RS를 전송해야 한다. 이와 같은 CSI-RS 전송 방식은 과도한 무선자원을 필요로 하기 때문에 무선데이터 송수신에 필요한 무선자원을 감소시키는 역효과가 있다.

[0044] FD-MIMO와 같이 많은 수의 송신 안테나를 갖는 기지국에서 CSI-RS를 전송하는데 과도한 무선자원을 할당하는 것을 방지하면서 단말로 하여금 많은 수의 송신안테나에 대한 채널측정을 가능케 하는 방법으로 CSI-RS를 N개의 차원으로 분리하여 전송하는 방법을 고려할 수 있다. 한 예로 기지국의 송신안테나(110)가 상기 도 1과 같이 2차원으로 배열되어 있을 경우 CSI-RS를 2개의 차원으로 분리하여 전송할 수 있다. 한 개의 CSI-RS는 수평 방향의 채널 정보를 측정하는데 활용되는 수평(Horizontal) CSI-RS로 운영하고 또 하나의 CSI-RS는 수직 방향의 채널 정보를 측정하는데 활용되는 수직(Vertical) CSI-RS로 운영하는 것이다.

[0045] 도 3은 FD-MIMO를 위한 CSI-RS의 전송을 도시한 것이다.

[0046] 도 3을 참조하면 FD-MIMO를 운영하는 기지국은 총 32개의 안테나를 가진다. 도 3에서 32개의 안테나들(300)은 각각 A0, ..., A3, B0, ..., B3, C0, ..., C3, D0, ..., D3, E0, ..., E3, F0, ..., F3, G0, ..., G3, H0, ..., H3으로 지시된다. 상기 도 3의 32개의 안테나들(300)에 대하여 두 개의 CSI-RS가 전송된다. 수평 방향의 채널 상태를 측정하는데 활용되는 H-CSI-RS에 대한 안테나 포트는 다음의 8개 안테나 포트 구성된다.

[0047] 1. H-CSI-RS 포트 0: 안테나 A0, A1, A2, A3이 합쳐져서 이루어짐

[0048] 2. H-CSI-RS 포트 1: 안테나 B0, B1, B2, B3이 합쳐져서 이루어짐

[0049] 3. H-CSI-RS 포트 2: 안테나 C0, C1, C2, C3이 합쳐져서 이루어짐

[0050] 4. H-CSI-RS 포트 3: 안테나 D0, D1, D2, D3이 합쳐져서 이루어짐

[0051] 5. H-CSI-RS 포트 4: 안테나 E0, E1, E2, E3이 합쳐져서 이루어짐

[0052] 6. H-CSI-RS 포트 5: 안테나 F0, F1, F2, F3이 합쳐져서 이루어짐

[0053] 7. H-CSI-RS 포트 6: 안테나 G0, G1, G2, G3이 합쳐져서 이루어짐

[0054] 8. H-CSI-RS 포트 7: 안테나 H0, H1, H2, H3이 합쳐져서 이루어짐

[0055] 상기에서 복수의 안테나가 합쳐서 한 개의 CSI-RS 포트를 이룬다는 표현은 것은 안테나 가상화(antenna virtualization)를 의미한다. 안테나 가상화는 일반적으로 복수 안테나의 선형적 결합을 통하여 이루어진다. 또한 수직 방향의 채널 상태를 측정하는데 활용되는 V-CSI-RS에 대한 안테나 포트는 다음의 4개 안테나 포트 구성된다.

[0056] 1. V-CSI-RS 포트 0: 안테나 A0, B0, C0, D0, E0, F0, G0, H0이 합쳐져서 이루어짐

- [0057] 2. V-CSI-RS 포트 1: 안테나 A1, B1, C1, D1, E1, F1, G1, H1이 합쳐져서 이루어짐
- [0058] 3. V-CSI-RS 포트 2: 안테나 A2, B2, C2, D2, E2, F2, G2, H2가 합쳐져서 이루어짐
- [0059] 4. V-CSI-RS 포트 3: 안테나 A3, B3, C3, D3, E3, F3, G3, H3이 합쳐져서 이루어짐
- [0060] 상기와 같이 복수의 안테나가 이차원으로 배열됐다고 가정한다. 안테나는 수직 방향으로 M개의 행, 수평 방향으로 N개의 열을 가지는 직교 형태로 배열됐다고 가정한다. 이 경우 단말은 N개의 수평방향의 CSI-RS 포트와 M개의 수직방향의 CSI-RS 포트를 이용하여 FD-MIMO의 채널을 측정할 수 있다. 즉, 상술한 바와 같은 두 개의 CSI-RS를 이용할 경우 $M \times N$ 개의 송신안테나를 위하여 $M+N$ 개의 CSI-RS 포트를 활용하여 채널상태 정보를 파악할 수 있게 된다. 이와 같이 더 적은 수의 CSI-RS 포트수를 이용하여 더 많은 수의 송신안테나에 대한 정보를 파악하게 하는 것은 CSI-RS 오버헤드를 줄이는데 중요한 장점으로 작용한다. 상기에서는 두 개의 CSI-RS를 이용하여 FD-MIMO의 송신안테나에 대한 채널 정보를 파악하였으며 이와 같은 접근은 둘 이상의 CSI-RS를 이용하는 경우에도 동일하게 적용될 수 있다.
- [0061] 상기 도 3에서 32개의 송신안테나에 대한 RS는 8개의 H-CSI-RS 포트와 4개의 V-CSI-RS 포트로 할당되어 전송되고, 단말은 FD-MIMO 시스템의 이러한 CSI-RS를 통해 무선 채널을 측정한다. 상기에서 H-CSI-RS는 단말이 단말과 기지국 송신안테나 사이의 수평각에 대한 정보를 추측하는 데 활용될 수 있는 반면(310) V-CSI-RS는 단말이 단말과 기지국 송신안테나 사이의 수직각에 대한 정보를 추측하는 데 활용될 수 있다(320).
- [0062] 본 명세서에서 다음의 단축어들이 이용된다.
- [0063] ● RI_H : 수평방향의 CSI-RS (H-CSI-RS)를 측정하여 이를 기초로 단말이 기지국에 통보한 랭크 지시자(RI)
- [0064] ● RI_V : 수직방향의 CSI-RS (V-CSI-RS)를 측정하여 이를 기초로 단말이 기지국에 통보한 랭크 지시자(RI)
- [0065] ● RI_{HV} : 수평방향의 CSI-RS (H-CSI-RS)와 수직방향의 CSI-RS (V-CSI-RS)를 각각 측정하여 이를 기초로 단말이 기지국에 통보한 수평 및 수직 방향의 랭크 지시자(RI)
- [0066] ● PMI_H : 수평방향의 CSI-RS (H-CSI-RS)를 측정하여 이를 기초로 단말이 기지국에 통보한 프리코딩 매트릭스 지시자(PMI)
- [0067] ● PMI_V : 수직방향의 CSI-RS (V-CSI-RS)를 측정하여 이를 기초로 단말이 기지국에 통보한 프리코딩 매트릭스 지시자(PMI)
- [0068] ● CQI_H : 수평방향의 프리코딩 매트릭스만이 적용되었다는 가정하에 생성된 단말 지원가능 데이터 전송율
- [0069] ● CQI_V : 수직방향의 프리코딩 매트릭스만이 적용되었다는 가정하에 생성된 단말 지원가능 데이터 전송율
- [0070] ● CQI_{HV} : 수평방향의 프리코딩 매트릭스 및 수직방향의 프리코딩 매트릭스가 동시 적용되었다는 가정하에 생성된 단말 지원가능 데이터 전송율
- [0071] 이하 본 명세서에서는 수평방향의 채널 상태 정보 및 수평방향의 채널 상태 정보로 나누어 설명한다. 하지만 한 기지국이 둘 이상의 CSI-RS를 운용하는 경우 수평 방향의 채널 상태 정보 및 수직 방향의 채널 상태 정보 이외에 다른 종류의 채널 상태 정보에 대해서도 본 발명이 적용될 수 있다. 예를 들어 제1 관점에서 안테나 포트를 할당한 CSI-RS(제1 CSI-RS) 및 제2 관점에서 안테나 포트를 할당한 CSI-RS(제2 CSI-RS)가 운용되는 경우 단말은 두 CSI-RS를 활용하여 각 CSI-RS에 상응하는 채널 상태 정보(제1 채널 상태 정보 및 제2 채널정보)를 획득할 수 있고 두 CSI-RS 모두를 고려한 채널 상태 정보(제3 채널 상태 정보)도 획득할 수 있다. 이하의 실시 예에서 설명하는 구성은 모두 유사하게 적용될 수 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위해 수직 방향 CSI-RS(V-CSI-RS) 및 수평 방향 CSI-RS(H-CSI-RS)의 예를 들어 설명한다.
- [0072] 이하의 설명에서 수직 방향의 CSI-RS에 상응하는 채널 상태 정보는 수직 방향의 채널 상태 정보라고 표현한다. 수직 방향의 채널 상태 정보는 수직 방향의 CSI-RS를 기초로 획득한 RI, PMI 및 CQI 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0073] 또한 이하의 설명에서 수평 방향의 CSI-RS에 상응하는 채널 상태 정보는 수평 방향의 채널 상태 정보라고 표현한다. 수평 방향의 채널 상태 정보는 수평 방향의 CSI-RS를 기초로 획득한 RI, PMI 및 CQI 중 적어도 하나를 포

함한다.

- [0074] 기지국이 둘 이상의 CSI-RS를 단말에게 전송할 경우 단말은 각 CSI-RS에 상응하는 채널 상태 정보를 기지국에게 송신할 수 있다. 여기서 각 채널 상태 정보는 각 CSI-RS를 기초로 획득한 RI, PMI 및 CQI 중 적어도 하나를 포함한다. 다만 후술하는 실시 예와 같이 단말은 둘 이상의 CSI-RS를 기초로 채널 상태 정보를 획득할 수도 있다. 이러한 경우 명시적으로 어떠한 방식으로 채널 상태가 획득되는지 기재하였다.
- [0075] 도 4는 단말이 두 개의 CSI-RS에 대한 RI, PMI, CQI를 전송하는 것을 도시한 것이다. 복수의 CSI-RS에 대하여 단말은 각 CSI-RS에 상응하는 RI, PMI, CQI를 전송하여 FD-MIMO 시스템의 무선 채널 상태 정보를 기지국으로 통보한다.
- [0076] 도 4에서 화살표는 한 종류의 채널상태 정보가 다른 종류의 채널상태 정보를 해석하는데 어떻게 연관되어 있는지를 표시한다. 즉, $RI_V(400)$ 에서 시작한 화살표가 $PMI_V(410)$ 에서 종료하는 것은 $RI_V(400)$ 의 값에 따라 $PMI_V(410)$ 의 해석이 달라진다는 것을 의미한다. 즉, 해당 화살표는 단말이 $PMI_V(410)$ 를 해석하기 위해 $RI_V(400)$ 의 값을 이용함을 의미한다. 단말이 $CQI_V(420)$ 를 해석하기 위해 $PMI_V(410)$ 의 값이 활용된다. 마찬가지로 단말이 $PMI_H(440)$ 를 해석하기 위해 $RI_H(430)$ 의 값이 활용된다. 또한 단말이 $CQI_H(450)$ 를 해석하기 위해 $PMI_H(440)$ 의 값이 활용된다.
- [0077] 도 4에서 단말은 V-CSI-RS를 측정하여 피드백 1로 지시되는 방식으로 채널 상태 정보를 송신한다. 또한 단말은 H-CSI-RS를 측정하여 피드백 2로 지시되는 방식으로 채널 상태 정보를 송신한다. 상기에서 RI, PMI, CQI는 서로 연관성을 가지며 전송된다. 즉, 피드백 1의 경우 $RI_V(400)$ 는 이후 전송되는 $PMI_V(410)$ 가 어떤 랭크의 프리코딩 매트릭스를 가리키는지를 통보한다. 또한 $CQI_V(420)$ 는 기지국이 $RI_V(400)$ 가 지정하는 랭크로 기지국이 전송할 때 $PMI_V(410)$ 가 지정하는 해당 랭크의 프리코딩 매트릭스를 적용할 경우 단말이 수신 가능한 데이터 전송속도 또는 그에 상응하는 값에 해당한다. 피드백 2의 경우도 피드백 1과 마찬가지로 $RI_H(430)$, $PMI_H(440)$, $CQI_H(450)$ 가 서로 연관성을 가지며 전송된다.
- [0078] 상기 도 4와 같이 FD-MIMO 기지국의 복수의 송신 안테나를 위하여 복수의 피드백을 설정하여 단말이 채널 상태 정보를 기지국으로 보고하는 것은 FD-MIMO를 위한 한 가지의 채널 상태 정보 보고방법이 될 수 있다. 이와 같은 방법은 FD-MIMO를 위한 채널상태 정보를 단말에서 생성하고 보고하는데 추가적인 구현이 필요 없다는 장점이 존재한다.
- [0079] 반면 상기 도 4와 같은 방법의 채널 상태정보 보고 방법을 이용할 경우 FD-MIMO 시스템의 성능을 충분히 얻지 못하는 단점이 있다. 도 4를 참조하여 상술한 바와 같이 단말은 복수의 피드백을 설정하여 채널 상태 정보를 기지국으로 보고하지만, FD-MIMO가 적용되었을 경우의 프리코딩을 가정한 CQI를 단말이 송신하지 않기 때문이다.
- [0080] FD-MIMO 시스템에서 복수의 송신 안테나(110)가 상기 도 3에서와 같이 2차원으로 배열될 경우 단말에게 전송되는 신호에는 수직 방향의 프리코딩 매트릭스 및 수평 방향의 프리코딩 매트릭스가 모두 적용되어 전송된다. 즉, 단말은 상기 도 4의 $PMI_H(440)$ 및 $PMI_V(410)$ 에 해당하는 프리코딩 매트릭스 중 한가지만 적용된 신호를 수신하는 것이 아니라 $PMI_H(440)$ 및 $PMI_V(410)$ 에 해당하는 프리코딩 매트릭스가 동시에 적용된 신호를 수신한다.
- [0081] 상기 도 4에서 같이 $PMI_H(440)$, $PMI_V(410)$ 에 해당하는 프리코딩이 따로 적용된 경우의 $CQI_H(450)$, $CQI_V(430)$ 만을 기지국에 보고할 경우 기지국은 수직 방향의 프리코딩 매트릭스 및 수평 방향의 프리코딩 매트릭스가 모두 적용될 경우의 CQI를 단말로부터 수신하지 못하고 기지국이 자체적으로 판단해야 한다. 이와 같이 기지국이 수직 방향의 프리코딩 매트릭스 및 수평 방향의 프리코딩 매트릭스가 각각 적용된 경우의 CQI들을 기반으로 수직 및 수평 방향의 프리코딩이 모두 적용된 경우의 CQI를 임의로 판단하는 것은 시스템의 성능을 저하시키는 원인으로 작용할 수 있다.
- [0082] 상기에서 언급한 바와 같이 FD-MIMO 시스템에서 CSI-RS의 과도한 무선자원 사용을 절감하는 한 가지 방법은 많은 수의 송신안테나를 효과적으로 측정할 수 있는 복수의 CSI-RS를 단말에게 측정하게 하는 것이다. 각 CSI-RS는 한 개의 무선채널을 측정하기 위한 복수의 차원 중 한 개에 대한 채널상태를 단말이 측정하는데 활용될 수 있다. 이러한 방식은 송신 안테나마다 고유의 CSI-RS 포트를 할당하는 것과 비교하여 CSI-RS의 전송을 위해 상대적으로 적은 무선자원을 필요로 한다. 한 예로 직사각형으로 배치된 FD-MIMO 시스템의 송신안테나에 대해서

수직 및 수평 방향의 두 개의 CSI-RS를 운용하면 단말이 효과적으로 채널 상태를 측정할 수 있다. 본 명세서에서는 이와 같이 다수의 송신안테나를 갖는 FD-MIMO 시스템에서 무선채널상태 정보를 단말이 효과적으로 측정하도록 복수의 CSI-RS를 이용한 채널 상태 측정 방법 및 이를 기지국에 보고하는 방법에 대하여 새로운 기술 및 장치를 제안한다.

- [0083] 도 5는 본 발명의 제1 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 송신 과정을 도시한 것이다.
- [0084] 도 5에서 단말은 도 4를 참조하여 설명한 예와 마찬가지로 두 개의 CSI-RS를 기반으로 각 CSI-RS에 상응하는 채널 상태 정보를 보고한다. 이때 피드백 1로 지시되는 과정은 상기 도 4에서의 피드백 1로 지시되는 과정과 동일한 역할을 수행한다. 즉, 단말은 V-CSI-RS를 측정하여 기지국에게 이에 해당하는 $RI_V(500)$, $PMI_V(510)$, $CQI_V(520)$ 를 보고한다. 도 5의 실시 예와 도 4의 방식의 차이는 피드백 2로 지시되는 과정에 있다. 단말은 기지국에게 프리코딩이 수직 및 수평방향에서 모두 적용될 경우의 CQI인 $CQI_{HV}(550)$ 를 통보한다. 즉, 단말은 피드백 1로 지시되는 과정에서 생성한 가장 최근의 $PMI_V(510)$, 및 H-CSI-RS를 측정하여 최적으로 판단한 $PMI_H(540)$ 에 해당되는 프리코딩들이 동시에 적용되었을 경우에 해당하는 $CQI_{HV}(550)$ 를 생성하여 기지국에 통보한다.
- [0085] 도 5의 실시 예에서 단말은 V-CSI-RS를 측정하여 $RI_V(500)$ 를 생성한 후 기지국에 통보한다. 또한 해당 랭크(500)에 최적인 $PMI_V(510)$ 를 판단한 후 해당 $PMI_V(510)$ 가 지정하는 프리코딩이 적용되었을 경우의 $CQI_V(520)$ 를 기지국에 통보한다. 상기 $PMI_V(510)$ 는 또한 $CQI_{HV}(550)$ 를 생성하는데도 활용된다. 단말은 H-CSI-RS를 측정하여 $RI_H(530)$ 를 생성한 후 기지국에 통보한다. 또한 해당 랭크(530)에 최적인 $PMI_H(540)$ 를 판단한 후 해당 $PMI_H(540)$ 가 지정하는 프리코딩과 앞서 전송된 $PMI_V(510)$ 가 지정하는 프리코딩이 동시에 적용되었을 경우의 $CQI_{HV}(550)$ 를 기지국에 통보한다.
- [0086] 상기 도 5에서와 같이 $PMI_H(540)$ 가 지시하는 프리코딩 매트릭스 및 $PMI_V(510)$ 가 지시하는 프리코딩 매트릭스가 동시에 적용되었을 경우의 CQI 값을 단말이 기지국에 보고하기 위해서는 다음의 사항이 요구될 수도 있다.
- [0087] 첫째, 두 CQI 중 적어도 한 CQI를 두 PMI를 고려하여 결정하여야 하는지 여부를 설정하는 기능이 필요하다. 즉, 기지국은 상위 시그널링을 이용하여 단말에게 복수의 피드백을 설정하면서 각 피드백의 연결관계를 단말에게 통보하고 단말은 이를 기반으로 CQI를 생성할 수 있다. 상기 도 5의 경우에서는 제1 PMI, 즉 $PMI_V(510)$ 를 제2 PMI, 즉 $PMI_H(540)$ 와 함께 적용하여 제2 CQI, 즉 $CQI_{HV}(550)$ 를 계산하라는 제어 메시지가 기지국으로부터 단말에게로 통보되어야 한다.
- [0088] 둘째, 복수의 프리코딩이 적용된 경우의 CQI를 어떻게 결정할지에 대한 정의가 필요하다. 한 개의 프리코딩만이 적용되었을 경우의 CQI를 계산할 경우 단말은 자신이 통보한 RI와 PMI에 의하여 지정되는 프리코딩이 하향링크에 적용된다는 가정하에 CQI를 계산한다. 하지만 상기 $CQI_{HV}(550)$ 의 경우 단말은 두 개의 프리코딩이 동시에 하향링크에 적용된다는 가정하에 CQI를 계산한다. 이때 단말이 동시에 두 개의 프리코딩이 적용되는 것을 크로네커 곱(Kronecker product)로 해석할 수 있다. 크로네커 곱은 다음과 같이 두 개의 행렬에 대하여 정의된다.

수학식 1

$$A \otimes B = \begin{bmatrix} a_{11}B & \cdots & a_{1n}B \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1}B & \cdots & a_{mn}B \end{bmatrix}$$

- [0089]
- [0090] 수학식 1에서 A 및 B는 각각 행렬이고 a_{11} 내지 a_{mn} 은 행렬 A의 각 원소이다. a_{ij} 는 행렬 A의 i번째 행, j번째 열의 원소이다.
- [0091] 상기 수학식 1에서 단말은 A와 B를 각각 $PMI_H(540)$ 와 $PMI_V(510)$ 가 지시하는 프리코딩 매트릭스로 대체함으로써 두 개의 프리코딩 매트릭스가 동시에 적용되었을 경우의 프리코딩 매트릭스를 얻을 수 있다. 단말은 $CQI_{HV}(550)$

를 계산할 때 상기 수학적식 $PMI_H(540)$ 와 $PMI_V(510)$ 가 지정하는 프리코딩 매트릭스에 적용하여 얻어지는 프리코딩 매트릭스가 하향링크에 적용되었다고 가정하고 $CQI_{HV}(550)$ 를 계산한다.

[0092] 상기 수학적식 1의 크로네커 곱을 이용하여 두 개의 프리코딩 매트릭스가 동시 적용되었을 경우의 프리코딩 매트릭스를 얻기 위해서는 단말이 통보하는 랭크에 따라 다른 동작이 단말과 기지국에서 필요하다. 본 명세서에서는 이를 위하여 아래의 세 가지 방법을 제안한다.

[0093] 랭크 관련 실시 예 1:

[0094] 기지국은 $RI_V(500)$ 또는 $RI_H(530)$ 중 하나를 언제나 랭크 1으로 설정한다. 예를 들어 상기 도 5와 같이 $CQI_{HV}(550)$ 가 $RI_H(530)$ 와 함께 단말에게 통보될 경우 $RI_V(500)$ 는 언제나 1의 값을 갖도록 랭크가 제한(restriction)된다. 이와 같은 경우 단말이 두 개의 프리코딩 매트릭스가 동시 적용되었을 경우에 지원할 수 있는 랭크는 $RI_H(530)$ 에 따라 결정된다. 즉, $RI_H(530)$ 의 값이 1을 가리키면 단말은 랭크 1을 지원할 수 있는 것이고 $RI_H(530)$ 의 값이 2를 가리키면 단말은 랭크 2를 지원할 수 있다. 단말과 기지국은 이와 같은 가정하에 FD-MIMO 시스템을 운영한다. 여기서는 CSI-RS 가 두 개인 경우를 가정하였으나, CSI-RS 가 세 개 이상인 경우 하나의 CSI-RS에 대응되는 RI를 제외한 나머지 RI가 모두 1로 설정돼야 한다.

[0095] 랭크 관련 실시 예 2:

[0096] 기지국과 단말은 수직 방향의 프리코딩 매트릭스 및 수평 방향의 프리코딩 매트릭스가 동시 적용되었을 경우에 단말이 지원할 수 있는 랭크를 다음의 수학적식을 이용하여 결정한다.

수학적식 2

$$rank_{HV} = rank(RI_H) \times rank(RI_V)$$

[0097]

[0098] 즉, 단말과 기지국은 수직 방향의 프리코딩 매트릭스 및 수평 방향의 프리코딩 매트릭스가 동시 적용되었을 경우의 랭크는 각 방향에서 지원할 수 있는 랭크의 곱으로 가정하고 채널상태 정보를 송수신한다. 한 예로 단말이 RI_H 를 랭크 2로 설정하여 기지국에 통보하고 RI_V 를 랭크 3으로 설정하여 기지국에 통보할 경우 기지국과 단말은 프리코딩 매트릭스가 모두 적용된 경우의 랭크를 6으로 가정한다. 상기 $rank_{HV}$ 의 값은 별도의 시그널링을 이용하여 단말에서 기지국으로 통보되는 것이 아니며 상기 RI_V 와 RI_H 가 단말에서 기지국으로 통보되면 기지국이 상기 수학적식 2를 이용하여 판단하는 값이다.

[0099] LTE/LTE-A에서 단말이 랭크 2 이상의 값에 해당하는 RI를 기지국에 통보할 경우 동시에 두 개의 CQI 값을 기지국에 통보한다. 이는 랭크 2 이상의 경우 기지국이 단말에게 두 개의 코드워드를 하향링크로 전송하기 때문에 각각의 코드워드에 해당하는 CQI를 따로 보고해야 하기 때문이다.

[0100] 상기 도 5의 실시 예에 대해 상기 수학적식 2와 같은 방법을 적용할 경우 단말은 $RI_H(530)$ 의 값이 1이더라도 상기 수학적식 2에 의한 프리코딩이 모두 적용된 경우의 랭크가 2 이상일 경우 두 개의 CQI 값을 $CQI_{HV}(550)$ 에 전송한다. 또한 기지국은 피드백 2의 $RI_H(530)$ 의 값이 1이더라도 상기 수학적식 2에 의한 프리코딩이 모두 적용된 경우의 랭크가 2 이상일 경우 두 개의 CQI 값을 $CQI_{HV}(550)$ 에 전송될 것으로 가정하고 이를 수신한다.

[0101] 상기 도 4 또는 5와 같이 복수의 피드백을 설정하여 두 개의 CSI-RS에 대한 수평 방향의 채널 상태 정보 및 수직 방향의 채널상태 정보를 단말이 측정하여 기지국으로 통보하게 하는 방법에서는 피드백 1과 피드백 2가 어떻게 설정되느냐에 따라 충돌이 발생할 수도 있다. 여기서 충돌이라 함은 피드백 1과 피드백 2가 동일한 시간구간에 전송될 필요가 발생하는 상황을 의미한다. 이와 같은 충돌이 발생할 경우 단말은 피드백 1 또는 피드백 2의

채널상태 정보 중 한 가지만을 기지국에 통보하고 나머지는 전송하지 못한다. 따라서 상기 도 4 또는 도 5와 같이 복수의 피드백을 설정하여 FD-MIMO를 운영하는 경우 일부 채널상태 정보가 손실되는 문제점이 있을 수 있다.

[0102] 도 6은 본 발명의 제2 실시 예에 따르는 채널 상태 방법 전송 과정을 도시한 것이다.

[0103] 도 6을 참조하면 두 개의 CSI-RS에 대한 채널 상태정보를 단말이 기지국에 보고하지만 한 개의 피드백 과정 내에서 이루어진다는 점에서 상기 도 4와 차이가 있다. 도 6을 참조하면, 단말은 RI_{HV} (600)를 기지국에게 통보함으로써 수평방향 및 수직방향의 랭크를 통보한다. 표 1은 RI_{HV} (600) 값이 나타내는 수평 방향의 랭크(제1 랭크) 및 수직 방향의 랭크(제2 랭크)를 예시적으로 나타낸 것이다.

표 1

RI_{HV}	수평방향 랭크	수직방향 랭크
000	1	1
001	2	1
010	3	1
011	4	1
100	1	2
101	2	2
110	3	2
111	4	2

[0105] 기지국은 단말로부터 RI_{HV} (600)를 통보받음으로써 수평 및 수직방향의 랭크를 인지할 수 있다. 단말은 H-CSI-RS 및 V-CSI-RS, 즉 두 CSI-RS를 모두 참조하여 RI_{HV} (600)의 값을 판단한다. 또한 기지국은 RI_{HV} (600) 이후에 전송되는 수평 방향의 CSI-RS 및 수직 방향의 CSI-RS에 대응하는 PMI(610, 630), CQI(620, 640)를 통하여 수평 방향 및 수직 방향의 프리코딩 및 단말이 수신 가능한 데이터 전송속도에 대한 정보를 파악한다. 즉, 한 개의 피드백 과정 내에 수평 방향 및 수직 방향의 PMI, CQI가 번갈아 가며 전송됨으로써 상기 도 4 또는 도 5에서 발생할 수 있는 피드백 전송들 사이의 충돌을 사전에 방지할 수 있다. 상기 도 6에서 단말이 통보한 RI_{HV} (600)의 값에 따라 수평방향 및 수직방향의 랭크가 다른 값을 가지게 될 수 있다. 즉, RI_{HV} (600) 값에서 지정하는 수평방향의 랭크에 따라 PMI_H (610)가 지정하는 프리코딩 매트릭스가 결정된다. 또한 단말은 PMI_H (610)가 지정하는 프리코딩 매트릭스가 적용될 경우를 가정한 CQI값, 즉 CQI_H (620)를 전송한다. 상기 PMI_H (610) 및 CQI_H (620)를 판단하기 위해서 단말은 H-CSI-RS를 측정한다. 마찬가지로 RI_{HV} (600) 값에서 지정하는 수직방향의 랭크에 따라 PMI_V (630)가 지정하는 프리코딩 매트릭스가 결정된다. 또한 단말은 PMI_V (630)가 지정하는 프리코딩 매트릭스가 적용될 경우를 가정한 CQI값, 즉 CQI_V (640)를 전송한다. 상기 PMI_V (630) 및 CQI_V (640)를 판단하기 위해서 단말은 V-CSI-RS를 측정한다. PMI_H 와 PMI_V 가 지정하는 프리코딩은 RI_{HV} 가 통보하는 수평방향 랭크와 수직방향 랭크에 따라 다르게 해석된다. 즉, RI_{HV} 가 수평방향 랭크 1을 통보하는 경우 PMI_H 가 지정하는 프리코딩은 RI_{HV} 가 수평방향 랭크 2를 통보하는 경우 PMI_H 가 지정하는 프리코딩과 다르다.

[0106] 도 6을 참조하면 단말은 수평방향의 채널상태 정보(610, 620)와 수직방향의 채널상태 정보(630, 640)가 번갈아가면서 한번씩 전송되고 있다. 이와 같이 수평방향의 채널상태 정보와 수직방향의 채널상태 정보가 번갈아가면서 동일한 주기로 전송되는 것도 가능하다.

[0107] 하지만 실제 시스템에서는 이러한 방식이 적합하지 않을 수도 있다. 즉, 단말이 특정 방향의 채널상태 정보를 다른 방향의 채널 상태 정보보다 상대적으로 짧은 주기로 기지국으로 통보하는 것이 시스템 용량을 최적화하는데 유리할 수 있다. 단말이 복수의 CSI-RS에 대한 채널상태 정보를 다른 주기로 기지국에 보고하기 위해서는 기지국이 이에 대한 설정을 할 수 있는 것이 바람직하다. 즉, 상기 도 6과 같이 한 개의 피드백 과정 내에서 서로 다른 방향의 채널상태 정보를 단말이 기지국에게 통보할 경우 기지국은 이에 대한 설정을 위하여 다음과 같은 정보를 단말에게 통보할 수 있다.

[0108] ● 수평 방향 채널상태 정보 (CQI_H , PMI_H), 즉 제1 채널 상태 정보에 대한 주기 정보 및 서브프레임 오프셋 값

- [0109] ● 수직 방향 채널상태 정보 (CQI_V, PMI_V), 즉 제2 채널 상태 정보에 대한 주기 정보 및 서브프레임 오프셋 값
- [0110] 상기 서브프레임 오프셋 값은 주기 내에서 실제 전송을 수행하는 서브프레임의 위치를 결정하는 값이다. 한 예로 주기가 10밀리초(msec)이고 서브프레임 오프셋이 5일 경우 매 10밀리초의 주기 내에서 서브프레임 5에서 해당 신호의 전송을 수행하는 것이다.
- [0111] 상기 도 6에서 단말이 기지국에 통보하는 수평방향의 랭크와 수직방향의 랭크는 서로 다른 랭크 제한(restriction)에 따라 결정될 수 있다. 여기서 랭크 제한은 단말이 기준신호(RS)를 측정하여 랭크를 결정할 때 이에 대한 최대값을 기지국이 사전에 설정한 값으로 제한하는 것을 의미한다. 이동통신 시스템에서 단말의 랭크가 가질 수 있는 최대값을 기지국이 제한할 수 있도록 하는 것은 시스템을 기지국 입장에서 선호하는 방향으로 운영하기 위한 최적화 과정의 일부이다. 이와 같이 수평방향의 랭크와 수직방향의 랭크에 대해 각각 랭크 제한을 적용하기 위해서는 기지국이 단말에게 다음의 정보를 상위 시그널링을 이용하여, 또는 기타 방식으로 통보할 수 있다.
 - [0112] 1. 수평 방향 랭크의 최대값
 - [0113] 2. 수직 방향 랭크의 최대값
- [0114] 상기와 같은 수평 및 수직 방향의 랭크의 최대값을 따로 설정하는 것과 별도로 단말이 활용할 수 있는 프리코딩의 부분집합을 수평 및 수직 방향에 대하여 따로 설정할 수도 있다. 수평 및 수직 방향에 적용가능한 프리코딩의 전체집합이 각각 존재한다고 가정할 경우 기지국이 무선채널 환경을 고려하여 각각의 전체집합 중 부분집합을 결정하여 단말에게 통보하는 것이다. 이와 같은 경우 단말은 자신이 통보받은 프리코딩의 부분집합 내에서만 PMI_H 및 PMI_V를 선택하여 이를 기지국에게 통보한다.
- [0115] 도 7은 본 발명의 제3 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 전송 과정을 도시한 것이다. 도 7에서도 도 6과 마찬가지로 단말은 두 개의 CSI-RS에 대한 채널상태 정보를 하나의 피드백 과정을 통해 기지국에게로 보고하고 있다. 다만 상기 도 6과의 차이점은 수평방향의 랭크와 수직방향의 랭크가 상기 표 1을 참조하여 설명한 바와 같이 한 개의 RI_{HV}(600)에 의하여 통보되지 않고 각각 별도로 RI_H(700)와 RI_V(730)에 의하여 통보된다는 점이다.
- [0116] 도 7을 참조하면 RI_H(700)가 통보된 후 이를 기반으로 PMI_H(710)와 CQI_H(720)가 통보된다. 또한 RI_V(730)가 통보된 후 이를 기반으로 PMI_V(740)와 CQI_V(750)가 통보된다. 이와 같이 RI_H(700)와 RI_V(730)가 따로 통보되는 경우에도 상기 도 6에서와 마찬가지로 수평 채널상태 정보와 수직 채널상태 정보의 주기 및 랭크는 다르게 설정될 수 있다.
- [0117] 도 8은 본 발명의 제4 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 전송 과정을 도시한 것이다.
- [0118] 도 6 또는 7과 같이 한 개의 피드백 과정을 이용하여 복수의 CSI-RS에 대한 채널상태 정보를 단말이 기지국에게 보고하는 경우 앞서 언급한 바와 같이 수평 방향의 프리코딩 및 수직 방향의 프리코딩이 동시에 적용되었을 경우에 대한 CQI 값의 부재로 시스템 성능이 저하되는 문제점이 있다.
- [0119] 도 8을 참조하면 단말은 RI_{HV} (800)을 기지국에 송신한다. 이를 통해 기지국은 수평 방향 및 수직 방향의 랭크를 획득 또는 인지할 수 있다. 또한 단말은 PMI_H (810), CQI_H (820)를 포함하는 수평방향의 채널상태 정보를 송신한다. 또한 수평방향의 채널상태 정보로서 PMI_V (830)가 전송되고, 수평방향의 프리코딩과 수직방향의 프리코딩을 모두 고려한 CQI값인 CQI_{HV} (840)가 PMI_V (830)과 동일한 시간구간에서 전송된다. 상기 CQI_{HV} (840)는 수평방향의 프리코딩과 수직방향의 프리코딩이 모두 적용되었을 때의 CQI에 해당한다. 때문에 랭크도 수평방향 및 수직방향의 랭크의 함수로 결정된다. 여기서 단말은 CQI_{HV}(840)를 생성함에 있어서 랭크를 상기 수학식 2와 같이 수평방향 및 수직방향의 랭크들의 곱으로 가정한다. 또한 단말은 CQI_{HV} (840)를 생성함에 있어서 적용되는 프리코딩을 상기 수학식 1과 같이 두 개의 프리코딩 매트릭스의 크로네커 곱으로 가정한다.
- [0120] 상기 도 8과 같이 한 개의 피드백 과정을 이용하여 단말에서 기지국으로 수평 및 수직 방향의 채널상태 정보 및 CQI_{HV}(840)를 통보하는 것은 수평방향의 프리코딩과 수직방향의 프리코딩을 가정한 CQI_{HV}(840)값을 전송할 수 있게 한다. 다만 이러한 방식의 단점은 수평방향의 프리코딩만 적용되었다는 가정하에서 생성한 CQI_H (820)가 전

송되는데 실제로 이 정보는 활용도가 낮다는 점이다. 상기 도 8에서 CQI_H (820)가 전송되는 이유는 수평방향의 프리코딩과 수직방향의 프리코딩을 가정한 CQI 값을 전송하기 위해서는 PMI_H (810)와 PMI_V (830)에 대한 정보가 필요한데 CQI_H (820)가 전송되는 시점에서는 이 중 하나만이 통보 가능하기 때문이다.

[0121] 도 9는 본 발명의 제5 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 전송 과정을 도시한 것이다.

[0122] 도 9에서 제안하는 채널상태 정보의 전송에서는 상기 도 8에서와 달리 단말이 기지국에 보고하는 모든 CQI 값이 수평방향의 프리코딩과 수직방향의 프리코딩이 적용되었다는 가정하에서 생성된다. 상기 도 9에서 단말은 PMI_V (900) 및 PMI_H (920), 즉 수평 방향의 프리코딩 매트릭스 및 수직 방향의 프리코딩 매트릭스가 모두 적용되었다는 가정하에 CQI_{HV} (930)를 생성한다. 즉, PMI_H (920)과 함께 전송되는 CQI_{HV} (930)는 가장 최근에 전송된 수직 방향의 프리코딩 관련 정보인 PMI_V (900)이 지시하는 프리코딩 매트릭스 및 PMI_H (920)가 지시하는 프리코딩 매트릭스가 함께 적용된다는 가정하에 CQI_{HV} (930)를 생성한다. 마찬가지로 PMI_V (940)와 함께 전송되는 CQI_{HV} (950)는 가정 최근에 전송된 수평방향의 프리코딩 관련 정보인 PMI_H (920)가 지시하는 프리코딩 매트릭스 및 PMI_V (940)이 지시하는 프리코딩 매트릭스가 함께 적용된다는 가정하에 CQI_{HV} (950)를 생성한다. 이와 같이 이전에 전송된 PMI_H 또는 PMI_V 를 참조하는 것은 한 개의 시간 구간에서 복수의 PMI 를 전송하는 것을 회피하기 위함이다.

[0123] 상기 도 9에서와 같이 단말이 CQI 가 전송될 때마다 CQI_{HV} 를 전송하기 위해서는 특정 방향의 랭크에 제한이 있어야 한다. 동시에 수평 및 수직방향의 랭크를 바꾸기 위해서는 수평 및 수직 방향의 프리코딩들도 새로 바뀐 랭크 값들에 따라 새로 갱신되어야 하기 때문이다. 이와 같은 경우 CQI_{HV} 는 두 개의 프리코딩이 모두 갱신된 후에나 전송 가능하게 된다. 상기 도 9에서는 이를 감안하여 수직방향의 랭크를 언제나 1로 고정한 것을 가정하고 있다. 수직방향의 랭크가 언제나 1이기 때문에 수직방향의 랭크에는 변화가 없으며 단말은 언제나 이전에 전송한 PMI_V 가 지시하는 프리코딩 매트릭스 및 PMI_H 가 지시하는 프리코딩 매트릭스가 함께 적용된다는 가정을 할 수 있게 된다. 상기에서는 수직방향의 랭크를 1로 고정시켰지만 수평방향의 랭크를 1로 고정시켜도 같은 원리로 운영될 수 있다. 수평방향의 랭크를 1로 고정시킬 경우 단말은 RI_H 대신 RI_V 를 해당 전송구간에서 기지국에 통보한다.

[0124] 상기 도 9에서 RI , 수평방향의 채널상태 정보 (920, 930), 수직방향의 채널상태 정보 (940, 950)의 주기는 시스템 환경에 따라 각각 다르게 설정될 수도 있다.

[0125] 도 10은 본 발명의 제6 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 전송 과정을 도시한 것이다.

[0126] 도 10에서 단말은 상기 도 9에서와 마찬가지로 CQI 전송구간마다 수평 및 수직방향의 프리코딩이 적용되었다는 가정하에 발생한 CQI_{HV} 를 전송한다. 다만 상기 도 10의 실시 예에서는 RI_V (1000)가 추가적으로 전송되어 수직방향의 랭크를 조절할 수 있다. 즉, 단말은 RI_V (1000)를 이용하여 기지국에게 수직방향의 랭크를 통보하고 이를 기반으로 PMI_V (1010)를 통보한다. 상기 PMI_V (1010)와 함께 전송되는 CQI_H (1020)_V는 가장 최근에 전송된 RI_H 와 PMI_H 에 의하여 지정되는 프리코딩 매트릭스 및 PMI_V (1010)가 지시하는 프리코딩과 함께 적용된다는 가정하에서 생성된다. 또한 RI_H (1030)에서 수평방향의 랭크가 새로이 갱신될 경우 단말은 이를 기준으로 새로운 PMI_H (1040)를 갱신하며 동일한 시간구간에서 전송되는 CQI_{HV} (1050)는 PMI_V (1010)가 지시하는 프리코딩과 PMI_H (1040)가 지시하는 프리코딩이 동시에 적용된다는 가정하에 생성된다.

[0127] 상기 도 10에서 단말은 수평방향 및 수직방향의 랭크를 따로 갱신할 수 있다. 때문에 단말이 CQI_{HV} (1020, 1050)의 채널상태정보를 생성하는데 가정하는 랭크는 상기 수학식 2와 같이 구해진다. 즉, 단말은 CQI_{HV} (1050)를 생성하기 위해 적용되는 랭크를 RI_V (1000)와 RI_H (1030)이 각각 지정하는 랭크들의 곱으로 가정한다. 때문에 상기 CQI_{HV} (1050)를 전송하는 구간에서 RI_V (1000)와 RI_H (1030)이 각각 지정하는 랭크들의 곱이 1일 경우 한 개의 CQI 를 전송하지만 그 곱이 2 이상일 경우 두 개의 CQI 를 전송한다.

- [0128] 상기 도 5 내지 도 10에서 제안하는 방법에 따르면, 단말이 수평 방향 CSI-RS에 대한 채널 상태 정보 또는 수직 방향 CSI-RS에 대한 채널 상태 정보를 기지국이 사전에 설정한 주기에 맞춰서 전송한다. 즉 기지국이 미리 설정한 제1 타이밍에는 단말이 제1 CSI-RS에 상응하는 채널 상태 정보를 송신하고, 기지국이 미리 설정한 제2 타이밍에는 단말이 제2 CSI-RS에 상응하는 채널 상태 정보를 송신한다. 또한 기지국이 미리 설정한 제3 타이밍에는 단말이 두 CSI-RS 모두를 고려한 채널 상태 정보를 송신할 수 있다. 한 예로 상기 도 10을 참조한 실시 예에 따르면, 수평 방향 CSI-RS에 상응하는 채널 상태 정보 및 수직 방향의 CSI-RS에 상응하는 채널 상태 정보가 한번씩 번갈아가며(alternately) 기지국에 전달된다. 또한 상술한 실시 예에 따르면 수평 방향의 채널 상태 정보 및 수직 방향의 채널 상태 정보를 상위 시그널링을 이용하여 각각의 전송주기를 제어할 수 있다. 하지만 이와 같이 기지국이 단말의 수평 방향의 채널 상태 정보 및 수직 방향의 채널 상태 정보의 전송 주기를 다르게 하는 것은 상위 시그널링을 이용하여 이루어지기 때문에 기지국과 단말 사이의 무선 채널의 변화에 최적으로 대응하기 힘들다. 한 예로, 단말은 기본적으로 이동성을 갖고 있는데 그 이동성의 방향에 따라 무선채널의 변화가 수평 방향에서 이루어질 수도 있고 수직 방향에서 이루어질 수도 있다. 기지국은 단말이 어느 방향으로 이동하는지는 사전에 알 수 없기 때문에 기지국이 상위 시그널링으로 수평 및 수직 방향의 채널상태 정보의 통보를 설정하는 방식으로는 최적의 시스템 성능을 얻기 힘들다.
- [0129] 아래 실시 예에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 단말이 기지국에게 자신이 어느 CSI-RS에 상응하는 채널 상태 정보를 송신하는지를 지시하는 채널 상태 정보 지시자를 제안한다. 특히, 상술한 바와 같이 단말이 가로 방향의 CSI-RS 및 세로 방향의 CSI-RS를 수신하는 경우 채널 상태 정보 지시자는 단말이 어느 방향의 CSI-RS에 상응하는 채널상태 정보를 통보하는지를 가리킨다. 이 경우 채널 상태 정보 지시자를 차원 지시자(DI; Dimension Indicator)라고 표현할 수 있다. 이하에서는 DI의 경우를 설명하지만, 성질상 부적당한 경우를 제외하고는 일반적인 채널 상태 정보 지시자에 대해서도 아래의 DI에 관한 설명이 적용될 수 있다.
- [0130] DI는 단말이 기지국에게 통보하는 제어정보로서 채널상태 정보와 함께, 또는 별도로 전달되며, 단말이 전송하는 채널상태 정보가 어느 CSI-RS에 대한 것인지 기지국에게 통보하는 역할을 수행한다. 즉, 단말은 DI를 이용하여 특정 시간구간의 채널상태 정보가 수평방향의 CSI-RS에 대한 채널 상태 정보인지 아니면 수직방향의 CSI-RS에 대한 채널 상태 정보인지를 통보한다.
- [0131] 상술한 바와 같이 채널 상태 정보 지시자는 수평 또는 수직과 같은 방향관련 개념이 적용되지 않고 단순하게 복수의 CSI-RS가 존재하는 경우에도 적용 가능하다. 즉, 기지국이 FD-MIMO를 위하여 복수의 CSI-RS를 설정하고 단말로 하여금 이를 측정하여 채널상태 정보를 통보하게 할 때 단말은 채널 상태 정보 지시자를 이용하여 복수의 CSI-RS 중 어느 것에 대한 채널상태 정보를 전송하는지를 기지국에게 통보할 수 있다.
- [0132] 도 11은 본 발명의 제7 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 전송 과정을 도시한 것이다.
- [0133] 도 11을 참조하면, 단말은 DI(1100)을 이용하여 다음 DI(1120)이 전송되기 전까지 전송되는 채널 상태 정보가 수평방향 CSI-RS에 상응하는 채널상태 정보임을 기지국에게 통보한다. 즉, 단말이 DI의 값을 수평방향 CSI-RS에 상응하는 채널 상태 정보를 지시하는 '0'으로 하고 그 DI를 전송하면 새로운 DI가 전송되기 전까지 전송되는 RI, CQI, PMI 등은 수평방향 CSI-RS에 대한 채널상태 정보가 된다. 반면 단말이 DI의 값을 수직방향 CSI-RS에 상응하는 채널상태 정보를 지시하는 '1'으로 하여 그 DI를 전송하면 이후 새로운 DI가 전송되기 전까지 전송되는 RI, CQI, PMI 등은 수직방향의 CSI-RS에 대한 채널상태 정보가 된다. 상기에서는 수직 방향 및 수평방향을 이용하여 설명하였지만 이를 일반화하면 상기 DI는 FD-MIMO를 위한 복수의 CSI-RS중 어느 CSI-RS에 대한 채널상태 정보가 전송되는지를 통보하는 기능을 수행함을 알 수 있다.
- [0134] 도 11을 참조하면 단말은 RI(1105, 1125, 1145)가 전송되는 시간구간에서 DI(1100, 1120, 1140)를 전송한다. 이와 같이 RI가 전송되는 구간에서 DI를 전송하는 방식은 특정 구간에서 전송해야 하는 채널상태 정보의 정보량이 너무 커지는 것을 막으며 DI에 의한 추가적인 상황링크 오버헤드를 최소화하는 장점이 있다. 같은 맥락에서 DI의 전송은 RI가 전송되는 모든 시간구간에서 전송되지 않고 일부 시간구간에서만 전송되는 것도 가능하다. DI가 존재하지 않을 경우 새로운 DI가 전송되기 전까지 전송되는 채널 상태 정보는 가장 최근의 DI의 값에 따라 수평 방향 또는 수직 방향의 채널상태 정보인 것으로 단말과 기지국이 가정한다.
- [0135] 도 11의 실시 예는 상기 도 7의 실시 예에 DI를 적용한 것이다. 상기 도 7과 비교하여 상기 도 11과 같은 방식을 이용할 경우 단말은 채널상태 정보를 자신의 채널상황을 고려한 최적의 방식으로 기지국에게 전달할 수 있게 되며 이를 기반으로 한 성능개선을 얻을 수 있다.

- [0136] 도 12는 본 발명의 제8 실시 예에 따르는 채널 상태 전송 과정을 도시한 것이다.
- [0137] 도 12의 실시 예는 상기 도 6의 실시 예에 DI를 적용한 것이다. 도 12에서 RI_{HV} (1200)는 수평 및 수직방향의 랭크를 조합한 지시자이다. RI_{HV} 가 이용되는 경우 DI는 상기 도 11과 마찬가지로 RI_{HV} 와 함께 전송되어 다음 DI가 전송될 때까지 전송되는 PMI 및/또는 CQI가 어느 방향에 대한 것인지를 통보할 수도 있다. 또한 DI는 RI_{HV} 와 함께 전송되는 대신 PMI 및/또는 CQI와 함께 전송될 수도 있다. 이 경우 DI는 그 DI가 송신되는 시간 구간에 송신되는 PMI 및/또는 CQI가 어느 방향에 대한 것인지를 통보할 수도 있다. 도 12는 DI가 PMI 및/또는 CQI와 같은 시간구간에서 전송되는 경우를 도시한 것이다.
- [0138] 도 12를 참조하면 단말은 DI를 기지국에 전송함으로써 동일한 시간구간에서 전송되는 PMI 및 CQI가 어느 방향에 대한 것인지를 통보한다. 상기 도 12에서 DI(1205)는 해당 시간구간에 송신되는 채널 상태 정보가 수평방향 CSI-RS에 상응하는 채널 상태 정보임을 지시한다. 단말은 DI(1205)와 같은 시간구간에 수평 방향의 CSI-RS에 상응하는 PMI_H (1215) 및 CQI_H (1210)를 전송한다. 반면 DI(1220)은 해당 시간구간에 송신되는 채널 상태 정보가 수직방향 CSI-RS에 상응하는 채널 상태 정보임을 지시한다. 단말은 DI(1220)와 같은 시간구간에 수직 방향의 CSI-RS에 상응하는 PMI_V (1230) 및 CQI_V (1225)를 전송한다.
- [0139] 도 13은 본 발명의 제9 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 송신 과정을 도시한 것이다.
- [0140] 도 13의 실시 예는 도 10의 실시 예에 DI를 적용한 것이다. 단말은 DI (1300)를 기지국에게 전송하여 DI(1300)의 전송 시점 및 그 이후에 송신되는 채널 상태 정보가 어느 방향의 CSI-RS에 대한 채널상태 정보인지를 통보한다. 상기 DI가 지정하는 방향에 따라 해당 시간구간의 RI와 PMI는 수평 또는 수직방향에 대한 채널상태 정보가 된다. 한 예로 도 13에서 DI (1300)는 수평방향을 지시하고 있기 때문에 이에 따라 수평방향에 대한 RI_H (1305)와 PMI_H (1315)가 전송된다. 반면 DI가 수평방향을 가리키고 있어도 단말은 CQI값으로는 두 CSI-RS를 모두 고려한 CQI_{HV} (1310)를 전송하는 것을 알 수 있다. 이와 같이 CQI_{HV} 를 전송하는 것은 상기에서 언급한 바와 같이 수평방향의 프리코딩 및 수직방향의 프리코딩을 동시에 고려하는 CQI 값을 단말이 기지국에게 통보할 수 있기 때문에 효과적이다.
- [0141] DI가 존재할 경우의 CQI_{HV} (1310)는 DI가 존재하지 않을 경우와 비교하여 차이점을 갖는다. 앞서 언급한 바와 같이 CQI_{HV} 를 생성할 때 단말은 기지국이 수평방향의 프리코딩 매트릭스 및 수직방향의 프리코딩 매트릭스를 모두 적용한다는 가정에서 그 값을 결정한다. 즉, PMI_H 에 의하여 지정되는 프리코딩 매트릭스가 A이고 PMI_V 에 의하여 지정되는 프리코딩 매트릭스가 B일 경우 단말은 상기 수학적 1과 같은 프리코딩 매트릭스가 기지국에서 적용된다고 가정한다. 도 13을 참조하면 DI의 값에 따라 CQI_{HV} 를 생성하는 과정에서 가정하는 수평 또는 수직 방향의 프리코딩 매트릭스가 변경된다. 한 예로, DI(1300)과 같이 DI 값이 수평방향을 가리키면 단말은 CQI_{HV} (1310)를 생성하는데 $A \otimes B$ 를 고려한다. 단말은 A를 구하기 위해 DI (1300)에 이어 전송된 PMI_H (1315)에 의하여 지정되는 프리코딩 매트릭스를 이용한다. 단말은 B를 구하기 위해 가장 최근에 전송한 PMI_V 에 의하여 지정되는 프리코딩 매트릭스를 이용한다. 즉, CQI_{HV} 관점에서 볼 때 DI는 CQI값을 생성하는데 있어서 어떤 방향의 프리코딩 매트릭스를 새로이 업데이트할지를 지시한다. 단말은 DI가 가리키는 방향에 대해서는 새롭게 전송되는 PMI에 따른 프리코딩 매트릭스를 이용하고 다른 방향의 프리코딩은 해당 방향을 위하여 전송된 가장 최근의 PMI에 따른 프리코딩 매트릭스를 이용한다. 이러한 구성은 DI(1320), RI_H (1335), CQI_{HV} (1330)에도 마찬가지로 적용될 수 있다.
- [0142] 또 하나의 예로 DI(1340)과 같이 DI 값이 수직방향을 가리키면 단말은 CQI_{HV} (1350)를 생성하는데 $A \otimes B$ 를 이용한다. 단말은 B를 구하기 위해 DI(1340)에 이어서 전송된 PMI_V (1355)에 의하여 지정되는 프리코딩 매트릭스를 이용한다. 단말은 A를 구하기 위해 가장 최근에 전송한 PMI_H (1335)에 의하여 지정되는 프리코딩 매트릭스를

이용한다.

- [0143] 도 14는 본 발명의 제9 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 송신 과정을 도시한 것이다.
- [0144] 도 14의 실시 예는 도 9의 실시 예와 같은 방식으로 채널상태 정보가 전송되는 경우에 DI를 적용한 것이다. 도 14의 실시 예에서 수평방향의 RI와 수직 방향의 RI 중 수평방향의 $RI_H(1400, 1450)$ 만 전송된다. 즉, 수직방향의 경우 랭크가 언제나 1로 고정되어 있는 것이다. 변형 예에 따르면 수평방향의 랭크를 1로 고정하고 수직방향의 랭크만이 전송될 수도 있다. 도 14에서 단말은 DI를 PMI, CQI와 같은 시간구간에서 전송하며 단말이 전송하는 DI가 수평방향을 지정하는지 아니면 수직방향을 지정하는지 여부에 따라 전송되는 PMI가 PMI_H 또는 PMI_V 가 된다. CQI는 두 CSI-RS를 모두 고려한 CQI_{HV} 가 송신된다.
- [0145] 한 예로 DI(1405, 1420)가 수평방향을 가리키는 경우 단말이 전송하는 프리코딩 관련 정보인 $PMI_H(1415, 1430)$ 는 수평방향에 대한 채널상태 정보가 된다. 또한 $CQI_{HV}(1410, 1425)$ 을 계산하는 경우에도 단말은 DI가 가리키는 방향에 대해서는 새롭게 전송되는 $PMI_H(1415, 1430)$ 에 따른 프리코딩 매트릭스를 이용한다. 단말은 다른 방향의 프리코딩 매트릭스는 해당 방향을 위하여 전송된 가장 최근의 PMI_V 에 따른 프리코딩 매트릭스를 이용한다.
- [0146] 비슷한 방식이 DI(1435, 1455), $CQI_{HV}(1440, 1460)$ 및 $PMI_V(1445, 1465)$ 에 대해서 적용될 수 있다.
- [0147]
- [0148] 도 15는 본 발명의 제11 실시 예에 따르는 채널 상태 정보 송신 과정을 도시한 것이다.
- [0149] 도 15의 실시 예는 도 9의 실시 예와 같은 방식으로 채널상태 정보가 전송되는 경우에 DI를 적용한 것이다. 도 15와 도 14의 차이는 DI가 PMI, CQI가 전송되는 시간구간에서 전송되지 않고 RI가 전송되는 시간구간에서 전송된다는 점이다. 도 15를 참조하면 RI(1500, 1530)는 수평과 수직 방향 중 수평방향에 대해서만 전송된다. 즉, 수직방향의 경우 랭크가 언제나 1로 고정되어 있는 것이다. 이와 같이 수직 방향에 대해서는 랭크를 1로 고정시키는 것은 수직 방향에서는 빔포밍 이득(beamforming gain)만을 얻고 공간 다중화 이득(spatial multiplexing gain)은 수평 방향에서 얻을 경우 유리하다. 변형 예에 따르면 수평방향의 랭크를 1로 고정하고 수직방향의 랭크만이 전송될 수도 있다.
- [0150] 도 15에서 단말은 DI를 전송하고 이어서 그 DI에 상응하는 PMI, 즉 PMI_H 또는 PMI_V 를 전송한다. 기지국 또한 DI를 수신한 뒤 이후의 PMI는 해당 DI에 상응하는 PMI, 즉 PMI_H 또는 PMI_V 로 가정하여 처리한다.
- [0151] 한 예로 수평 방향을 지시하는 DI(1505)가 송신되는 경우 다른 DI(1535)가 송신되기 전까지는 수평방향의 프리코딩을 지시하는 $PMI_H(1510, 1520)$ 가 전송된다. 또한 $CQI_{HV}(1515, 1525)$ 를 계산하는 경우에도 단말은 DI가 가리키는 방향에 대해서는 새롭게 전송되는 $PMI_H(1510, 1520)$ 에 따른 프리코딩 매트릭스를 이용한다. 단말은 다른 방향의 프리코딩 매트릭스에 대해서는 해당 다른 방향을 위하여 전송된 가장 최근의 PMI에 따른 프리코딩 매트릭스를 이용한다.
- [0152] 도 15의 실시 예에서는 도 13의 실시 예와는 달리 DI와 동일한 시간구간에서 전송되는 RI는 DI와 무관하게 수직 방향 또는 수평 방향 중 어느 하나로 고정된다. 즉, DI의 값과 무관하게 RI는 언제나 수평방향에 대한 랭크를 지정하고 있다. 이와 같이 RI가 특정 방향에 대한 정보만을 제공하는 경우 DI가 동일한 방향이 아닐 때 문제가 생길 수 있다. 예를 들어 DI(1535)와 $RI_H(1530)$ 가 전송되는 경우 문제가 될 수 있다. 이 경우 단말은 $RI_H(1530)$ 를 이용하여 기지국에게 수평방향의 RI가 변경되었음을 통보한다. 하지만 DI(1535)가 수직방향을 가리키고 있기 때문에 수평방향에 대한 프리코딩 정보를 $PMI_V(1540)$ 를 통해 기지국으로 통보할 수 없다. 이와 같은 경우 두 가지 대처 방법이 적용 가능하다.
- [0153] 1. 방법1: 단말이 수평방향에 대한 RI만 전송하는 경우, 단말은 DI가 수직방향을 지정하면 해당 시간구간에서 전송되는 RI의 값을 바로 이전에 전송한 RI 값에서 변경하지 않는다. 즉, 도 15의 DI(1535)와 같이 DI가 수직방향을 가리킬 경우 해당 시간구간에서 전송되는 $RI_H(1530)$ 는 $RI_H(1500)$ 과 동일한 값으로 단말은 기지국에 통보

한다. 또한 CQI_{HV} (1545, 1555)를 결정하는 경우 단말은 PMI_V (1540, 1550)과 가장 최근에 전송한 PMI_H (1520)가 지정하는 프리코딩 매트릭스가 동시에 적용되었다는 가정을 한다.

[0154] 2. 방법2: 단말이 수평방향에 대한 RI만 전송하는 경우, 단말이 언제나 RI 바로 다음에 오는 PMI, CQI 전송구간에서 수평방향에 대한 PMI와 CQI를 전송하게 하는 것이다. 즉, 단말이 DI로 수직방향을 지정하는 경우에도 우선 수평방향에 대한 PMI와 CQI를 먼저 전송하고 나서 이후의 PMI와 CQI 전송구간에서 수직방향에 대한 PMI와 CQI를 전송하는 것이다. 이는 도 15의 $PMI_V(1540)$ 과 같이 PMI_V 가 RI 바로 다음에 전송되는 것을 막음으로써 문제를 방지하는 것이다.

[0155] 본 발명에서는 FD-MIMO와 같이 많은 수의 송신안테나가 설치되어 있는 기지국에 대한 채널상태정보를 단말에서 기지국으로 효율적으로 통보하는 방법을 제안하고 있다. 이와 같은 채널상태정보를 운영하기 위해서는 기지국이 단말에게 이를 설정하는 방법이 있어야 한다. 즉, 단말이 종래와 같은 방법으로 채널상태정보를 기지국에 통보할 지 아니면 상기도 8 또는 도 9 등의 새로운 방법을 활용하여 복수의 CSI-RS를 측정하고 CQI_{HV} 와 같이 종래에 지원되지 않는 정보를 통보할지를 판단할 수 있어야 한다. 단말이 이를 판단하는 한 가지 방법으로 본 발명에서 제안하는 것은 단말이 CSI 프로세스(Process)가 어떻게 설정되었는지를 기반으로 판단하는 것이다. 상기에서 언급한 바와 같이 종래 기술에서 CSI 프로세스는 한 개의 CSI-RS와 한 개의 간섭측정자원으로 이루어져 있다. 반면 상기도 8 또는 도 9와 같이 복수의 CSI-RS를 측정하여 채널상태정보를 생성하기 위해서는 CSI 프로세스가 복수의 CSI-RS와 한 개의 간섭측정자원으로 이루어져 있어야 한다. 이와 같이 새로운 채널상태정보 통보 방법을 위해서는 CSI 프로세스 별로 복수의 CSI-RS가 설정되어야 한다는 점을 활용하여 단말은 기지국에서 별도의 제어 정보 없이 CSI 프로세스를 이루고 있는 CSI-RS의 개수에 따라 새로운 채널상태정보 통보방법의 적용여부를 결정한다. 단말의 결정방법을 정리하면 다음과 같다.

[0156] 1. CSI 프로세스를 이루고 있는 CSI-RS의 개수가 두 개 이상일 경우 새로운 채널상태정보 통보방법 적용

[0157] 2. CSI 프로세스를 이루고 있는 CSI-RS의 개수가 한 개일 경우 기존의 채널상태정보 통보방법 적용

[0158] 상기와 같이 CSI 프로세스를 이루고 있는 CSI-RS의 개수에 따라 채널상태정보 통보방법을 다르게 적용하는 실시 예를 다음과 같이 정리할 수 있다. 단말은 설정된 CSI 프로세스를 이루고 있는 CSI-RS의 개수가 한 개일 경우 한 개의 CSI-RS를 측정하여 이에 해당하는 CQI를 생성하여 통보한다. 반면 단말은 설정된 CSI 프로세스를 이루고 있는 CSI-RS의 개수가 두 개일 경우 두 개의 CSI-RS를 측정하여 CQI_{HV} 를 생성하여 통보한다.

[0159] 도 16은 본 발명의 일 실시 예에 따르는 채널 상태 수신 과정의 순서도이다.

[0160] 도 16의 과정 1600에서 기지국은 해당 FD-MIMO 송신단의 송신 안테나 개수 및 2차원 배치 상태를 확인한다. 이를 기반으로 기지국은 FD-MIMO 채널상태 정보를 측정하기 위하여 기지국이 전송하는 수평방향의 $CSI-RS_H$ 와 수직방향의 $CSI-RS_V$ 를 어떻게 설정할지를 판단한다. $CSI-RS_H$ 및 $CSI-RS_V$ 가 설정되는 것은 본 발명의 일 실시 예이며, 변형 예에 따르면 다른 종류의 제1 CSI-RS 및 제2 CSI-RS가 설정될 수도 있다. 상기 $CSI-RS_H$ 와 $CSI-RS_V$ 에 대한 설정은 단말에게 상위 시그널링 또는 기타 방식을 이용하여 통보된다. 또한 기지국은 단말이 설정된 $CSI-RS_H$ 와 $CSI-RS_V$ 에 대한 채널상태 정보를 어떻게 기지국에게 보고해야 하는지를 통보한다. 이와 같은 설정은 기지국에서 단말에게 상위 시그널링을 보냄으로서 이루어진다. 변형 예에 따르면 다른 방식으로 상술한 통보가 이루어질 수도 있다.

[0161] 이에 따라 단말이 채널상태 정보를 전송하면 기지국은 과정 1610에서 DI가 수신되는 시간구간인지를 판단한다. 과정 1610에서 DI를 전송하는 시간구간이 아니라고 기지국이 판단할 경우 채널 상태 정보 수신 과정은 과정 1620으로 진행하고 기지국은 단말이 계속 이전에 지정된 동일한 방향에 대한 채널상태 정보를 전송하고 있다고 판단한다. 반면 과정 1610에서 DI를 전송하는 시간구간이라고 기지국이 판단할 경우 채널 상태 정보 수신 과정은 과정 1630으로 진행하여 기지국은 DI를 수신하여 DI가 수평방향의 CSI-RS를 가리키는지 아니면 수직방향의 CSI-RS를 가리키는지 판단한다. 과정 1630의 판단 결과 단말이 전송한 DI가 수평방향을 가리키는 경우 채널 상태 정보 수신 과정은 단계 1650으로 진행하여 기지국은 관련 채널상태 정보가 수평방향에 대한 것이라고 가정하여 해당 단말에 대한 스케줄링 기타 제어를 수행한다. 반면 과정 1630의 판단 결과 단말이 전송한 DI가 수직방

향을 가리키는 경우 채널 상태 정보 수신 과정은 1640으로 진행하여 기지국은 관련 채널상태 정보가 수직방향에 대한 것이라고 가정하여 해당 단말에 대한 스케줄링 기타 제어를 수행한다. 과정 1640 및 과정 1650의 채널 상태 정보 수신은 새로운 DI가 송신될 때까지 유지된다.

[0162] 도 17은 본 발명의 일 실시 예에 따르는 단말의 채널 상태 정보 송신 과정의 순서도이다.

[0163] 도 17의 과정 1700에서 단말은 기지국으로부터 FD-MIMO를 위한 복수의 CSI-RS를 측정하기 위한 제어정보를 수신한다. 즉, 단말은 기지국으로부터 수평방향의 CSI-RS_H와 수직방향의 CSI-RS_V를 어떻게 수신해야 하는지에 대한 정보를 통보받는다. CSI-RS_H 및 CSI-RS_V가 설정되는 것은 본 발명의 일 실시 예이며, 변형 예에 따르면 다른 종류의 제1 CSI-RS 및 제2 CSI-RS가 설정될 수도 있다. 또한 단말은 기지국으로부터 해당 복수의 CSI-RS를 측정하여 채널상태 정보를 어떻게 기지국에게 보고할지를 설정 받는다. 즉, 단말은 기지국으로부터 수평방향의 CSI-RS_H와 수직방향의 CSI-RS_V를 측정하여 어떻게 채널 상태정보를 구성하여 보고할지를 통보받는다. 이와 같은 설정은 기지국에서 단말에게 상위 시그널링을 보냄으로서 이루어진다. 변형 예에 따르면 상위 시그널링이 아닌 다른 방식으로 상술한 설정의 통보가 이루어질 수도 있다. 이에 따라 단말이 채널상태 정보를 전송한다.

[0164] 과정 1710에서 단말은 DI가 송신되는 시간구간인지를 판단한다. 과정 1710에서 DI를 전송하는 시간구간이 아니라고 단말이 판단할 경우 채널 상태 정보 송신 과정은 과정 1720으로 진행하여 단말은 계속 이전에 설정된 동일한 방향에 대한 채널상태 정보를 전송한다. 반면 과정 1710에서 DI를 전송하는 시간구간이라고 단말이 판단할 경우 채널 상태 정보 송신 과정은 과정 1730으로 진행한다. 과정 1730에서 단말은 수평 방향 또는 수직 방향의 CSI-RS에 상응하는 채널 상태 정보를 지시하는 DI를 송신한다. 단말은 예를 들어 단말의 이동 방향 또는 최근 채널 상태의 변화를 이용하여 어떤 CSI-RS에 상응하는 채널 상태 정보를 송신할지 결정하고 그에 상응하는 DI를 기지국에게 송신한다. 과정 1730에서 단말이 전송한 DI가 수평방향을 가리키는 경우 채널 상태 정보 송신 과정은 과정 1750으로 진행하여 단말은 수평 방향에 대한 채널상태 정보를 송신한다. 반면 과정 1730에서 단말이 전송한 DI가 수직방향을 가리키는 경우 채널 상태 정보 송신 과정은 과정 1740으로 진행하여 수직방향에 대한 채널상태 정보를 송신한다. 과정 1740 및 과정 1750의 채널 상태 정보 송신은 새로운 DI가 송신될 때까지 유지된다. 채널 상태 정보의 구체적인 생성 및 송신 방식은 도 5 내지 도 15를 참조하여 상술한 바와 같다.

[0165] 도 16 및 도 17의 실시 예에서 기지국이 명시적으로 CSI-RS 및 채널 상태 정보 전송에 관한 지시를 전송하는 것으로 가정하였으나, 변형 예에 따르면, 기지국은 기지국의 CSI-RS 송신 위치, CSI-RS의 수, 각 CSI-RS에 적용된 포트 수 중 적어도 일부만을 단말에게 지시하고, 단말은 이에 따라 미리 설정된 방식으로 채널 상태 정보를 생성하여 전송할 수도 있다. 기지국은 단말이 채널 상태 정보의 생성 및 전송 방식을 확정하는 데 필요한 정보만을 제공하면 족하다.

[0166] 도 18은 본 발명의 일 실시 예에 따르는 기지국의 블록구성도이다.

[0167] 도 18을 참조하면 기지국은 기지국 제어기(1800), 송신기(1810) 및 수신기(1820)를 포함할 수 있다. 기지국 제어기(1800)는 복수의 CSI-RS에 대하여 어떻게 설정할지를 판단한다. 기지국 제어기(1800)는 복수의 CSI-RS의 전송 방식 및 그에 상응하는 채널 상태 정보 생성 및 전송 방식을 판단할 수 있다. 송신기(1810)는 이와 같이 판단된 결과를 단말에게 송신한다. 송신기(1810)는 복수의 CSI-RS를 단말에게 송신한다. 수신기(1820)는 단말이 통보하는, CSI-RS에 상응하는 채널상태정보를 수신한다. 기지국의 채널 상태 정보 수신에의 구체적인 구성은 도 5 내지 도 17을 참조하여 상술한 바와 같다. 특히 기지국 제어기(1800)는 채널 상태 정보 지시자(예를 들어, DI) 수신 시점에 채널 상태 정보를 수신하고, 이후 새로운 채널 상태 정보 지시자를 수신할 때까지 수신하는 채널 상태 정보가 채널 상태 정보 지시자가 지시하는 CSI-RS에 상응하는 채널 상태 정보인 것으로 가정하여 수신하고 이를 스케줄링 등에 이용한다.

[0168] 도 19는 본 발명의 일 실시 예에 따르는 단말의 블록구성도이다.

[0169] 수신기(1920)는 기지국으로부터 복수의 CSI-RS에 대한 설정 정보 및 채널 상태정보의 생성 및 송신 방식에 대한 지시를 수신한다. 기지국에서 통보 받은 내용을 기반으로 단말제어기(1900)는 단말의 복수의 CSI-RS에 대한 수신을 제어한다. 이때 수신기(1920)는 복수의 CSI-RS를 수신한다. 또한 단말 제어기(1900)는 수신된 복수 CSI-RS를 기반으로 생성된 채널상태정보를 생성한다. 단말 제어기(1900)는 송신기(1910)를 제어하여 생성된 채널 상태 정보를 기지국에 송신하도록 한다. 단말의 채널 상태 정보 송신의 구체적인 구성은 도 5 내지 도 17을 참조하여

상술한 바와 같다. 특히 단말 제어기(1900)는 채널 상태 정보 지시자(예를 들어, DI) 송신 시점에 채널 상태 정보를 송신하고, 이후 새로운 채널 상태 정보 지시자를 송신할 때까지는 채널 상태 정보 지시자가 지시하는 CSI-RS에 상응하는 채널 상태 정보를 송신한다.

[0170] 이 때, 처리 흐름도 도면들의 각 블록과 흐름도 도면들의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[0171] 또한, 각 블록은 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실행 예들에서는 블록들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

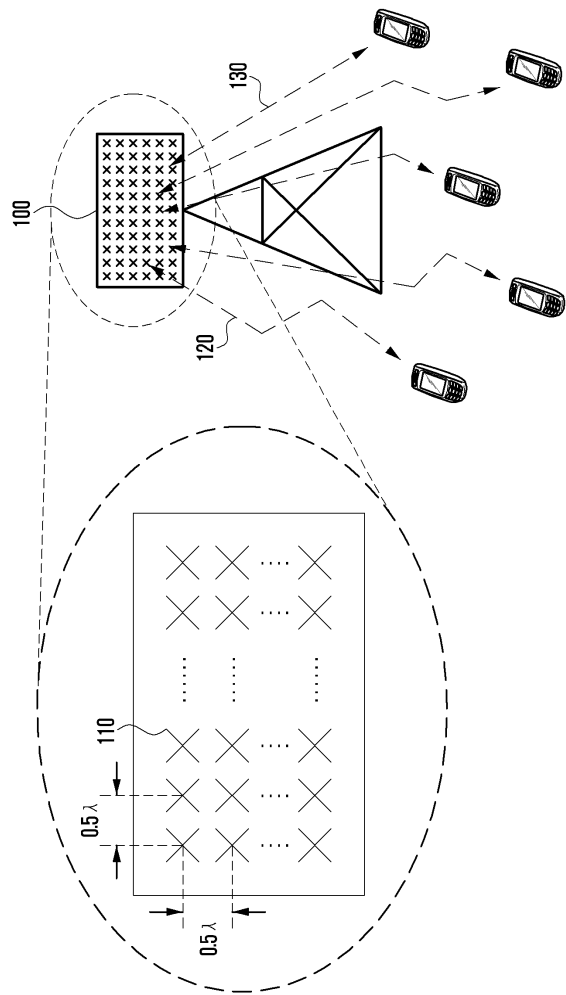
[0172] 이 때, 본 실시 예에서 사용되는 '~부'라는 용어는 소프트웨어 또는 FPGA또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '~부'는 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 '~부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '~부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 '~부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들, 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '~부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '~부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '~부'들로 더 분리될 수 있다. 뿐만 아니라, 구성요소들 및 '~부'들은 디바이스 또는 보안 멀티미디어카드 내의 하나 또는 그 이상의 CPU들을 재생시키도록 구현될 수도 있다.

[0173] 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구의 범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구의 범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

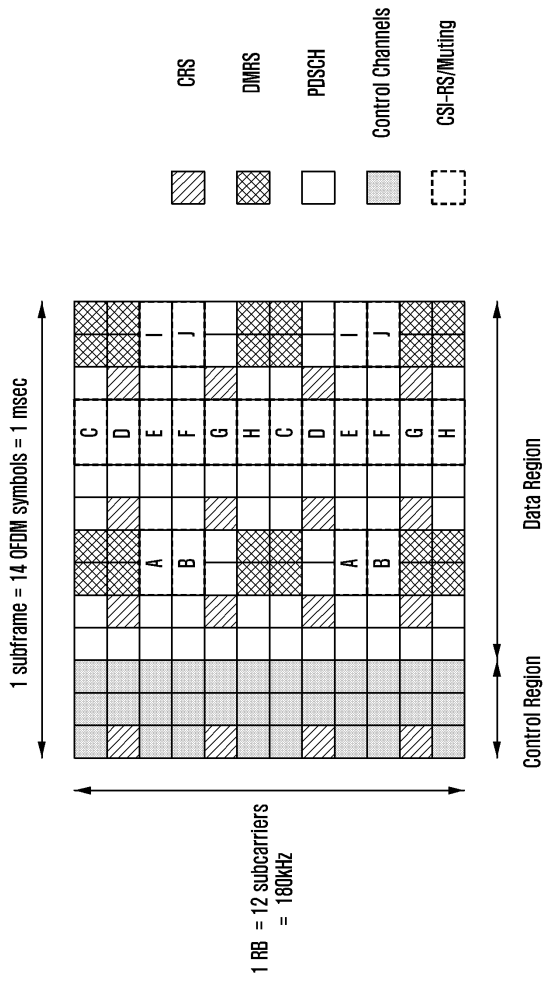
[0174] 한편, 본 명세서와 도면에는 본 발명의 바람직한 실시 예에 대하여 개시하였으며, 비록 특정 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 발명의 이해를 돕기 위한 일반적인 의미에서 사용된 것이지, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예 외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

도면

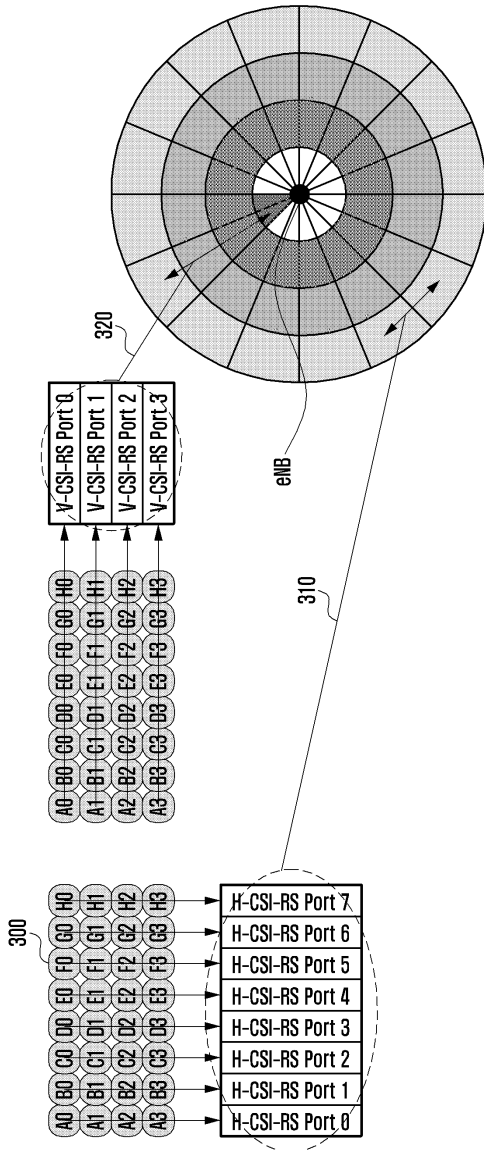
도면1



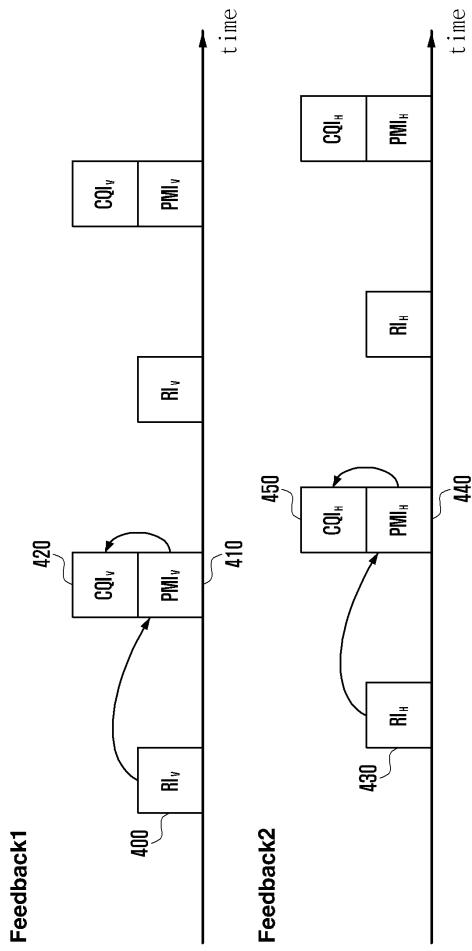
도면2



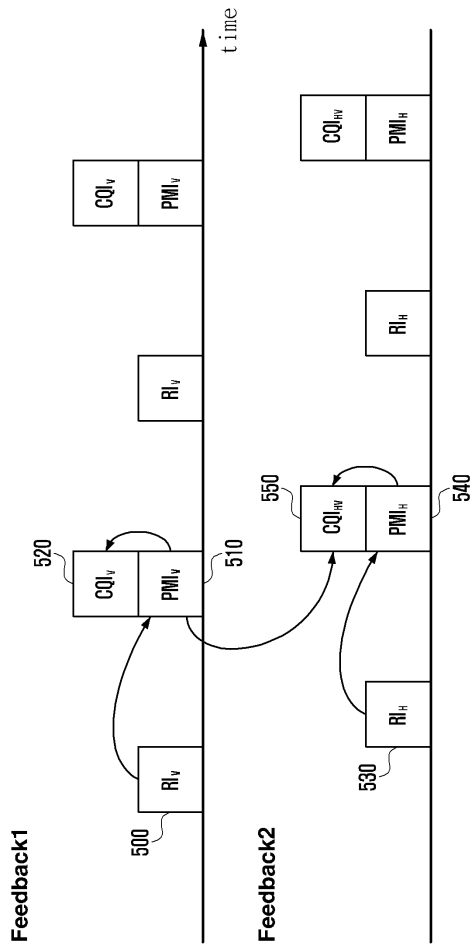
도면3



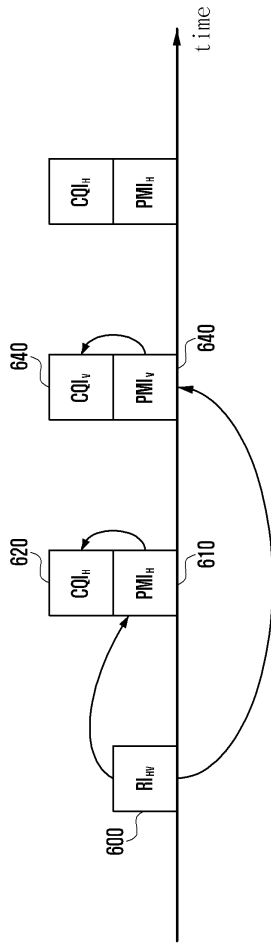
도면4



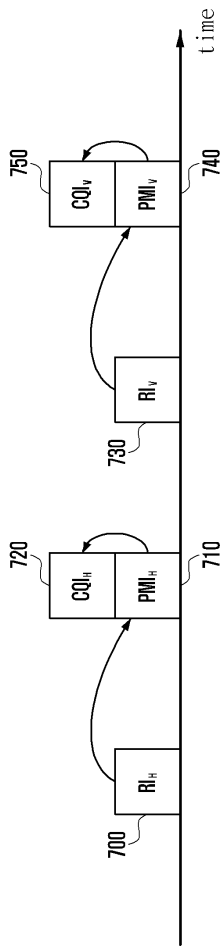
도면5



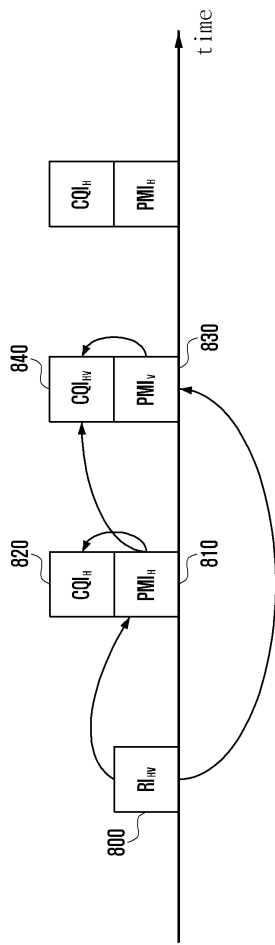
도면6



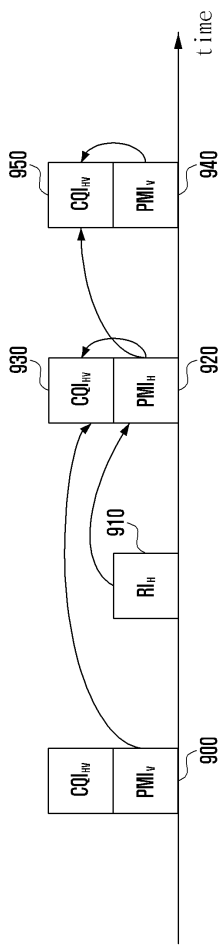
도면7



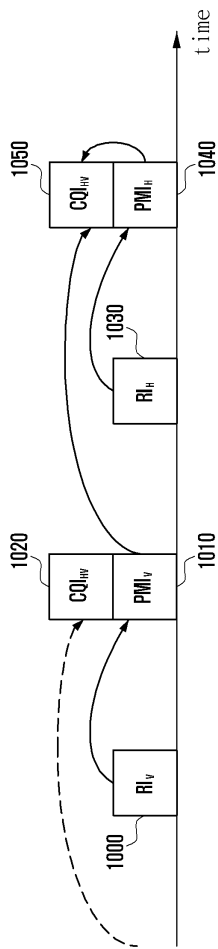
도면8



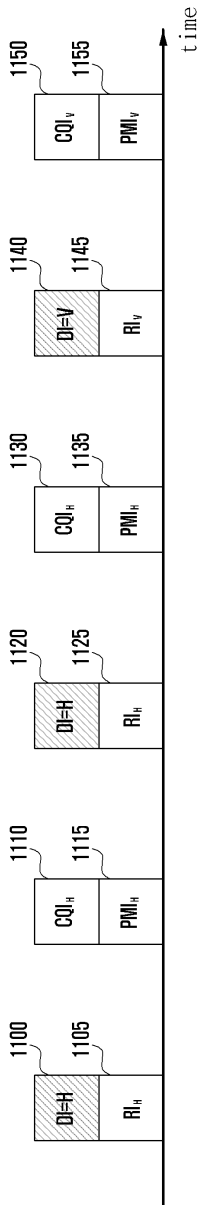
도면9



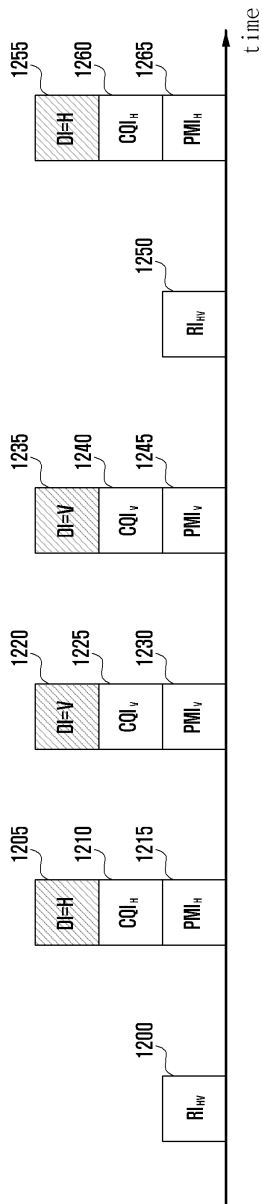
도면10



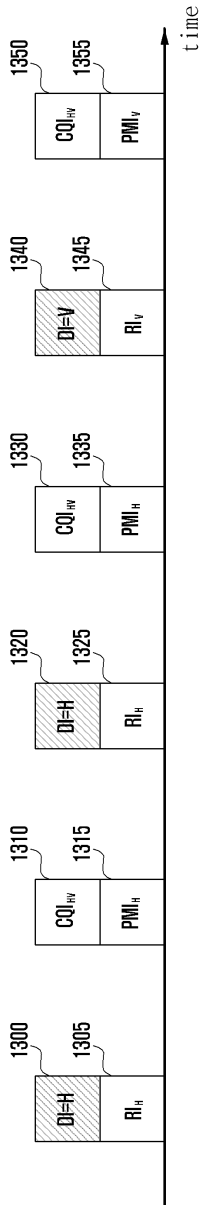
도면11



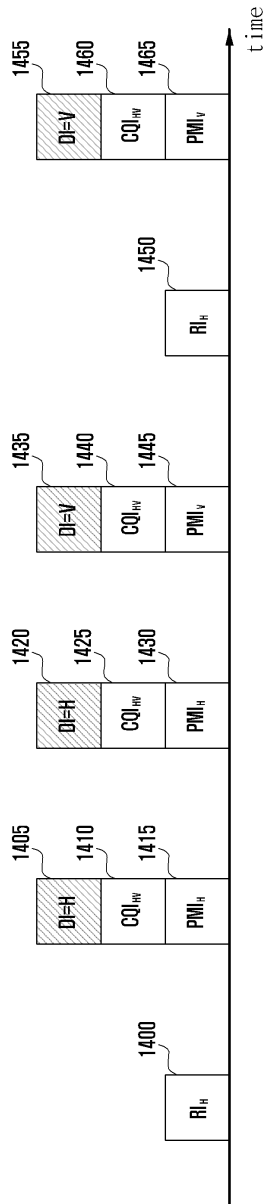
도면12



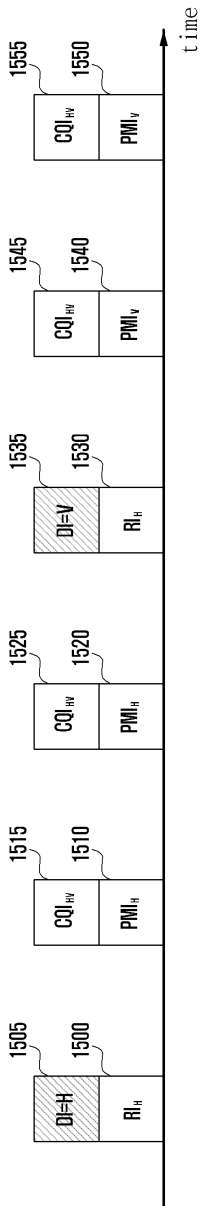
도면13



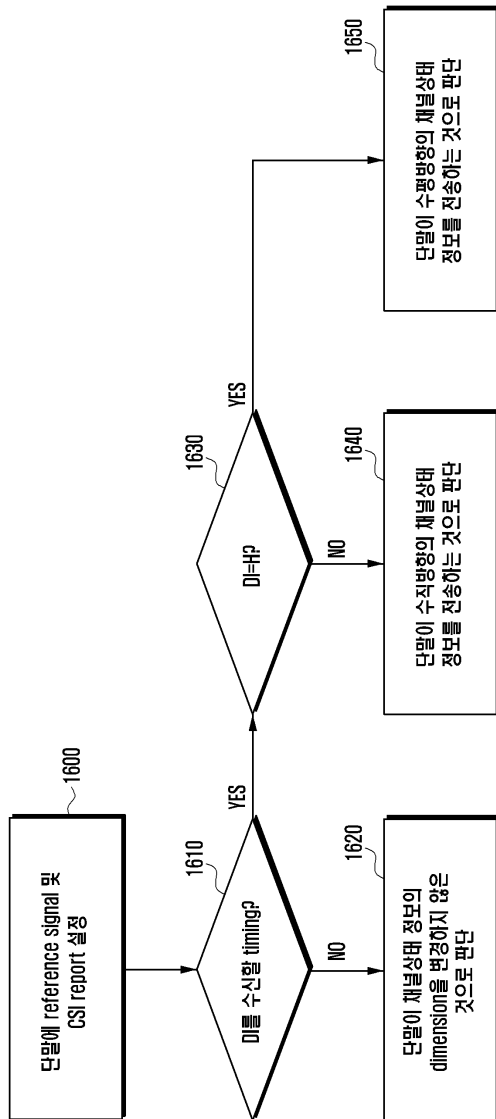
도면14



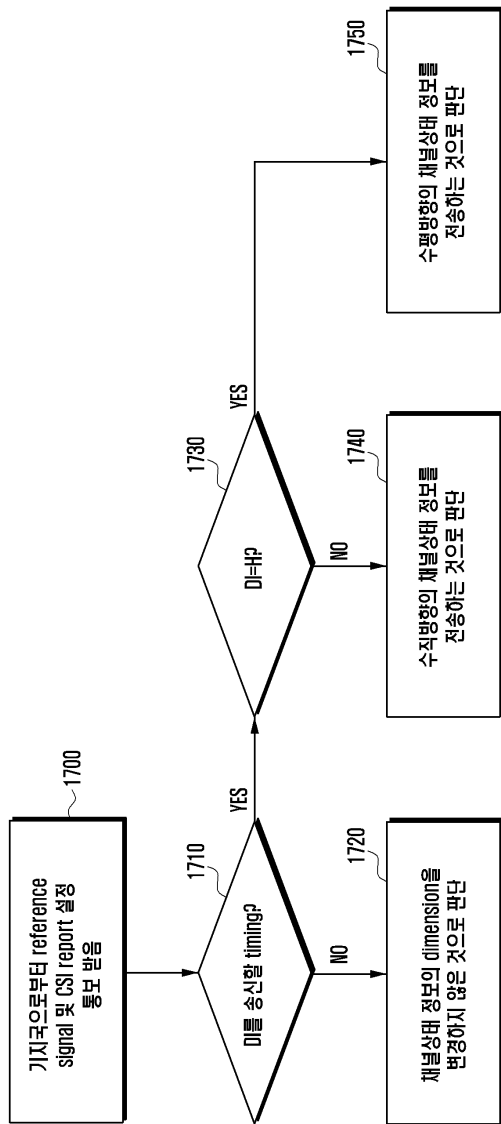
도면15



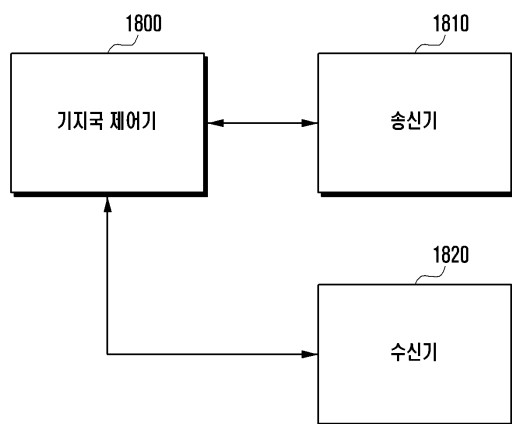
도면16



도면17



도면18



도면19

