



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0047891  
(43) 공개일자 2018년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04B 7/06 (2017.01) H04B 7/04 (2017.01)  
(52) CPC특허분류  
H04B 7/0626 (2013.01)  
H04B 7/0413 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2016-0144714  
(22) 출원일자 2016년11월01일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
(72) 발명자  
곽영우  
경기도 수원시 영통구 센트럴파크로 34, 6209동  
1402호  
노훈동  
경기도 수원시 영통구 영통로290번길 26, 834동  
503호  
(74) 대리인  
윤동열

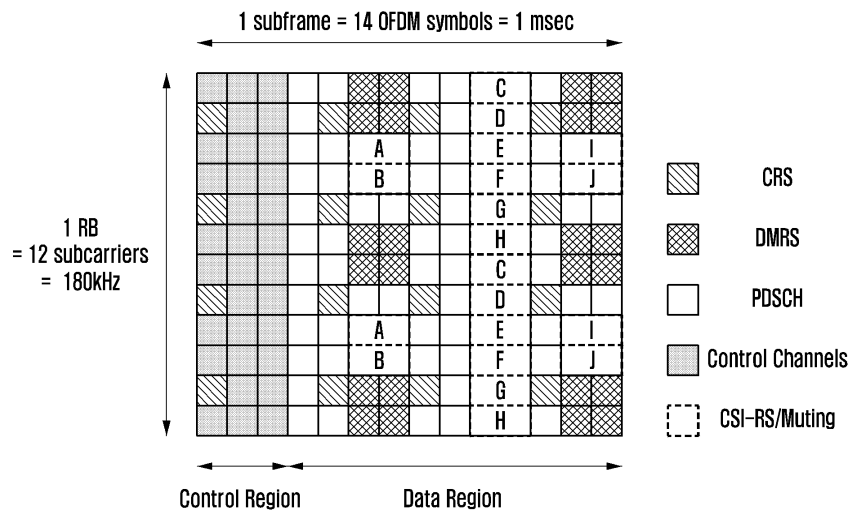
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 빔포밍 기반의 향상된 채널 상태 정보 보고 방법 및 장치

(57) 요약

본 개시는 4G 시스템 이후 보다 높은 데이터 전송률을 지원하기 위한 5G 통신 시스템을 IoT 기술과 융합하는 통신 기법 및 그 시스템에 관한 것이다. 본 개시는 5G 통신 기술 및 IoT 관련 기술을 기반으로 지능형 서비스 (예를 들어, 스마트 홈, 스마트 빌딩, 스마트 시티, 스마트 카 혹은 커넥티드 카, 헬스케어, 디지털 교육, 소매업, 보안 및 안전 관련 서비스 등)에 적용될 수 있다. 본 발명은 무선 통신 시스템에서 빔포밍 기반의 향상된 채널 상태 정보를 보고하는 방법을 개시한다.

대표도 - 도1



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

무선 통신 시스템에서 제어 신호 처리 방법에 있어서,

기지국으로부터 전송되는 제1 제어 신호를 수신하는 단계;

상기 수신된 제1 제어 신호를 처리하는 단계; 및

상기 처리에 기반하여 생성된 제2 제어 신호를 상기 기지국으로 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 제어 신호 처리 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 무선통신 시스템에 대한 것으로서, 보다 구체적으로 non-coded CSI-RS와 cell-specific beamformed CSI-RS 그리고 UE specific beamformed CSI-RS의 장점을 결합하고 단점을 보완하기 위하여 각각을 결합한 hybrid CSI-RS를 사용할 수 있다. 본 발명에서는 이러한 hybrid CSI-RS에서 비주기적 채널 상태 보고를 트리거 하기 위한 방법을 제안한다.

#### 배경 기술

[0002] 4G 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 개선된 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템을 개발하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이러한 이유로, 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템은 4G 네트워크 이후 (Beyond 4G Network) 통신 시스템 또는 LTE 시스템 이후 (Post LTE) 이후의 시스템이라 불리어지고 있다. 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 5G 통신 시스템은 초고주파(mmWave) 대역 (예를 들어, 60기가(60GHz) 대역과 같은)에서의 구현이 고려되고 있다. 초고주파 대역에서의 전파의 경로 손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔포밍(beamforming), 거대 배열 다중 입출력(massive MIMO), 전차원 다중입출력(Full Dimensional MIMO: FD-MIMO), 어레이 안테나(array antenna), 아날로그 빔형성(analog beam-forming), 및 대규모 안테나 (large scale antenna) 기술들이 논의되고 있다. 또한 시스템의 네트워크 개선을 위해, 5G 통신 시스템에서는 진화된 소형 셀, 개선된 소형 셀 (advanced small cell), 클라우드 무선 액세스 네트워크 (cloud radio access network: cloud RAN), 초고밀도 네트워크 (ultra-dense network), 기기 간 통신 (Device to Device communication: D2D), 무선 백홀 (wireless backhaul), 이동 네트워크 (moving network), 협력 통신 (cooperative communication), CoMP (Coordinated Multi-Points), 및 수신 간섭제거 (interference cancellation) 등의 기술 개발이 이루어지고 있다. 이 밖에도, 5G 시스템에서는 진보된 코딩 변조(Advanced Coding Modulation: ACM) 방식인 FQAM (Hybrid FSK and QAM Modulation) 및 SWSC (Sliding Window Superposition Coding)과, 진보된 접속 기술인 FBMC(Filter Bank Multi Carrier), NOMA(non orthogonal multiple access), 및SCMA(sparse code multiple access) 등이 개발되고 있다.

[0003] 한편, 인터넷은 인간이 정보를 생성하고 소비하는 인간 중심의 연결 망에서, 사물 등 분산된 구성 요소들 간에 정보를 주고 받아 처리하는 IoT(Internet of Things, 사물인터넷) 망으로 진화하고 있다. 클라우드 서버 등과의 연결을 통한 빅데이터(Big data) 처리 기술 등이 IoT 기술에 결합된 IoE (Internet of Everything) 기술도 대두되고 있다. IoT를 구현하기 위해서, 센싱 기술, 유무선 통신 및 네트워크 인프라, 서비스 인터페이스 기술, 및 보안 기술과 같은 기술 요소 들이 요구되어, 최근에는 사물간의 연결을 위한 센서 네트워크(sensor network), 사물 통신(Machine to Machine, M2M), MTC(Machine Type Communication)등의 기술이 연구되고 있다. IoT 환경에서는 연결된 사물들에서 생성된 데이터를 수집, 분석하여 인간의 삶에 새로운 가치를 창출하는 지능형 IT(Internet Technology) 서비스가 제공될 수 있다. IoT는 기존의 IT(information technology)기술과 다양한 산업 간의 융합 및 복합을 통하여 스마트홈, 스마트 빌딩, 스마트 시티, 스마트 카 혹은 커넥티드 카, 스마

트 그리드, 헬스 케어, 스마트 가전, 첨단의료서비스 등의 분야에 응용될 수 있다.

[0004] 이에, 5G 통신 시스템을 IoT 망에 적용하기 위한 다양한 시도들이 이루어지고 있다. 예를 들어, 센서 네트워크(sensor network), 사물 통신(Machine to Machine, M2M), MTC(Machine Type Communication)등의 기술이 5G 통신 기술이 빔 포밍, MIMO, 및 어레이 안테나 등의 기법에 의해 구현되고 있는 것이다. 앞서 설명한 빅데이터 처리 기술로써 클라우드 무선 액세스 네트워크(cloud RAN)가 적용되는 것도 5G 기술과 IoT 기술 융합의 일 예라고 할 수 있을 것이다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 기준 신호(Reference signal)는 무선 이동 통신 시스템에서 채널의 세기나 왜곡, 간섭의 세기, 가우시안잡음(Gaussian noise)과 같은 기지국과 사용자들 간의 채널의 상태를 측정하여 수신한 데이터 심볼(data symbol)의 복조(demodulation) 및 디코딩(decoding)을 돕기 위해 이용되는 신호다. 기준 신호의 또 하나의 용도는 무선 채널상태의 측정이다. 수신기는 송신기가 약속된 전송전력으로 송신하는 기준 신호가 무선 채널을 거쳐 수신되는 수신세기를 측정함으로써 자신과 송신기 사이의 무선채널의 상태를 판단할 수 있다. 이와 같이 판단된 무선채널의 상태는 수신기가 송신기에게 어떤 data rate을 요청할지 판단하는데 이용된다.

[0006] 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 무선자원이 상대적으로 감소한다. 이와 같은 이유로 기준 신호에 할당되는 무선자원은 시스템 용량(system throughput)을 고려하여 적절하게 결정되어야 한다. 특히 복수개의 안테나를 사용하여 송수신을 수행하는 MIMO(Multiple Input Multiple Output)를 적용할 경우 기준 신호를 할당하고 이를 측정하는 것이 매우 중요한 기술적 사항이다.

[0007] LTE의 Rel-13 FD-MIMO 및 Rel-14 eFD-MIMO에서는 32개까지의 안테나를 지원하기 위하여 non-precoded CSI-RS(class A)와 beamformed CSI-RS(class B)를 지원한다. Non-precoded CSI-RS의 경우 기존과 같이 넓은 빔을 기반으로 하여 각각의 측정된 안테나를 기반으로 단말이 기지국에게 RI/PMI/CQI 등을 보고하고 기지국은 이를 기반으로 데이터를 스케줄링 하는 기술이다. Beamformed CSI-RS의 경우 기지국이 단말이 한번에 측정해야 하는 CSI-RS port수를 줄이고 전체적인 CSI-RS를 위한 오버헤드를 줄이기 위하여 전체의 넓은 영역을 특정 빔으로 나누고 전송하고 단말이 이를 선택하게 함으로써 기준신호를 위한 오버헤드와 단말의 복잡도를 줄일 수 있다. 이러한 beamformed CSI-RS는 cell-specific CSI-RS와 UE-specific CSI-RS로 나눌 수 있다. 상기에서 언급한 바와 같이 셀 차원에서 분할된 빔을 선택하여 채널 상태 보고를 진행하는 cell-specific CSI-RS와 달리 UE-specific CSI-RS는 단말에게 최적화된 빔을 전송하여 단말이 이를 기반으로 채널 상태를 보고하도록 하며, 이에 따라 RS 오버헤드를 최소화 할 수 있다. 하지만, 이러한 방법은 SRS, non-precoded CSI-RS, cell-specific beamformed CSI-RS 등을 이용하여 사전 채널 상태 정보를 확보하여야 한다는 단점이 있다. 따라서, 이러한 각각의 장점을 결합하고 단점을 보완하기 위하여 각각을 결합한 hybrid CSI-RS를 사용할 수 있다. 본 발명에서는 이러한 hybrid CSI-RS에서 비주기적 채널 상태 보고를 트리거하기 위한 방법을 제안한다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명은 무선 통신 시스템에서 제어 신호 처리 방법에 있어서, 기지국으로부터 전송되는 제1 제어 신호를 수신하는 단계; 상기 수신된 제1 제어 신호를 처리하는 단계; 및 상기 처리에 기반하여 생성된 제2 제어 신호를 상기 기지국으로 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

## 발명의 효과

[0009] 상술한 바와 같이 본 발명은 non-precoded CSI-RS와 cell-specific beamformed CSI-RS 그리고 UE specific beamformed CSI-RS의 장점을 결합하고 단점을 보완하기 위하여 각각을 결합한 hybrid CSI-RS 에서 비주기적 채널 상태 보고를 트리거 하기 위한 방법을 제안한다.

## 도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 LTE 시스템의 무선 자원 구성을 도시한 도면이다.

도 2는 LTE 시스템의 2, 4, 8 antenna port CSI-RS 전송을 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명이 적용되는 통신 시스템을 도시한 도면이다.

도 4는 Non-precoded CSI-RS (class A)의 동작을 예시한 도면이다.

도 5는 UE-specific beamformed CSI-RS (class B with K=1)의 동작을 예시한 도면이다.

도 6은 Non-precoded CSI-RS (class A)와 UE-specific beamformed CSI-RS (class B with K=1)가 결합된 hybrid CSI 동작을 예시한 도면이다.

도 7는 본 발명에서 단말의 동작을 도시한 순서도이다.

도 8은 본 발명에서 기지국의 동작을 도시한 순서도이다.

도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 단말의 내부 구조를 도시하는 블록도이다

도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 기지국의 내부 구조를 도시하는 블록도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 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 기준 신호(Reference Signal)를 매핑하는 방법에 대한 것이다.

[0012] 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 multi-carrier를 이용한 multiple access 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 multi-carrier를 이용한 multiple access 방식을 바탕으로 고속, 고품질의 무선 패킷 데이터 전송 서비스를 지원하기 위해 개발되었다.

[0013] LTE, UMB, 802.16m 등의 현존하는 3세대 진화 이동통신 시스템은 multi-carrier multiple access 방식을 기반으로 하고 있으며, 전송 효율을 개선하기 위해 Multiple Input Multiple Output (MIMO, 다중 안테나)를 적용하고 beam-forming (빔포밍), Adaptive Modulation and Coding (AMC, 적응 변조 및 부호) 방법과 channel sensitive (채널 감응) scheduling 방법 등의 다양한 기술을 이용하는 특징을 갖고 있다. 상기의 여러 가지 기술들은 channel quality 등에 따라 여러 안테나로부터 송신하는 전송 전력을 집중하거나 전송하는 데이터 양을 조절하고, channel quality가 좋은 사용자에게 선택적으로 데이터를 전송하는 등의 방법을 통해 전송 효율을 개선하여 시스템 용량 성능을 개선시킨다. 이러한 기법들은 대부분이 기지국(eNB: evolved Node B, BS: Base Station)과 단말(UE: User Equipment, MS: Mobile Station) 사이의 채널 상태 정보를 바탕으로 동작하기 때문에, eNB 또는 UE는 기지국과 단말 사이의 채널 상태를 측정할 필요가 있으며, 이때 이용되는 것이 Channel Status Indication reference signal (CSI-RS)다. 앞서 언급한 eNB는 일정한 장소에 위치한 다운링크(downlink) 송신 및 업링크(uplink) 수신 장치를 의미하며 한 개의 eNB는 복수 개의 cell에 대한 송수신을 수행한다. 한 개의 이동통신 시스템에서 복수 개의 eNB들이 지리적으로 분산되어 있으며 각각의 eNB는 복수개의 cell에 대한 송수신을 수행한다.

[0014] LTE/LTE-A 등 현존하는 3세대 및 4세대 이동통신 시스템은 데이터 전송을 및 시스템 용량의 확대를 위하여 복수 개의 송수신 안테나를 이용하여 전송하는 MIMO 기술을 활용한다. 상기 MIMO 기술은 복수개의 송수신 안테나를 활용함으로써 복수개의 information stream을 공간적으로 분리하여 전송한다. 이와 같이 복수개의 information stream을 공간적으로 분리하여 전송하는 것을 spatial multiplexing이라 한다. 일반적으로 몇 개의 information stream에 대하여 spatial multiplexing을 적용할 수 있는지는 송신기와 수신기의 안테나 수에 따라 달라진다. 일반적으로 몇 개의 information stream에 대하여 spatial multiplexing을 적용할 수 있는지를 해당 전송의 rank라 한다. LTE/LTE-A Release 11까지의 표준에서 지원하는 MIMO 기술의 경우 송신 안테나의 경우 16개, 수신 안테나의 경우 8개 있는 경우에 대한 spatial multiplexing을 지원하며 rank가 최대 8까지 지원된다.

[0015] 현재 논의되고 있는 5세대 이동통신 시스템인 NR(New Radio access technology)의 경우, 상기에서 언급한 eMBB, mMTC, URLLC 등의 다양한 서비스를 지원할 수 있도록 하는 것이 시스템의 설계 목표이며 이러한 목표를

위해 항상 전송되는 기준 신호를 최소화 하고, 기준 신호 전송을 비주기적으로 전송할 수 있도록 함으로써 시간 및 주파수 자원을 유연하게 전송할 수 있도록 하고 있다.

[0016] 기준 신호(Reference signal)는 무선 이동 통신 시스템에서 채널의 세기나 왜곡, 간섭의 세기, 가우시안잡음(Gaussian noise)과 같은 기지국과 사용자들 간의 채널의 상태를 측정하여 수신한 데이터 심볼(data symbol)의 복조(demodulation) 및 디코딩(decoding)을 돕기 위해 이용되는 신호다. 기준 신호의 또 하나의 용도는 무선 채널상태의 측정이다. 수신기는 송신기가 약속된 전송전력으로 송신하는 기준 신호가 무선 채널을 거쳐 수신되는 수신세기를 측정함으로써 자신과 송신기 사이의 무선채널의 상태를 판단할 수 있다. 이와 같이 판단된 무선채널의 상태는 수신기가 송신기에게 어떤 data rate을 요청할지 판단하는데 이용된다.

[0017] 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 무선자원이 상대적으로 감소한다. 이와 같은 이유로 기준 신호에 할당되는 무선자원은 시스템 용량(system throughput)을 고려하여 적절하게 결정되어야 한다. 특히 복수개의 안테나를 사용하여 송수신을 수행하는 MIMO(Multiple Input Multiple Output)를 적용할 경우 기준 신호를 할당하고 이를 측정하는 것이 매우 중요한 기술적 사항이다.

[0018] LTE의 Rel-13 FD-MIMO 및 Rel-14 eFD-MIMO에서는 32개까지의 안테나를 지원하기 위하여 non-precoded CSI-RS(class A)와 beamformed CSI-RS(class B)를 지원한다. Non-precoded CSI-RS의 경우 기준과 같이 넓은 빔을 기반으로 하여 각각의 측정된 안테나를 기반으로 단말이 기지국에게 RI/PMI/CQI 등을 보고하고 기지국은 이를 기반으로 데이터를 스케줄링 하는 기술이다. Beamformed CSI-RS의 경우 기지국이 단말이 한번에 측정해야 하는 CSI-RS port수를 줄이고 전체적인 CSI-RS를 위한 오버헤드를 줄이기 위하여 전체의 넓은 영역을 특정 빔으로 나누고 전송하고 단말이 이를 선택하게 함으로써 기준신호를 위한 오버헤드와 단말의 복잡도를 줄일 수 있다. 이러한 beamformed CSI-RS는 cell-specific CSI-RS와 UE-specific CSI-RS로 나눌 수 있다. 상기에서 언급한 바와 같이 셀 차원에서 분할 된 빔을 선택하여 채널 상태 보고를 진행하는 cell-specific CSI-RS와 달리 UE-specific CSI-RS는 단말에게 최적화 된 빔을 전송하여 단말이 이를 기반으로 채널 상태를 보고하도록 하며, 이에 따라 RS 오버헤드를 최소화 할 수 있다. 하지만, 이러한 방법은 SRS, non-precoded CSI-RS, cell-specific beamformed CSI-RS 등을 이용하여 사전 채널 상태 정보를 확보하여야 한다는 단점이 있다. 따라서, 이러한 각각의 장점을 결합하고 단점을 보완하기 위하여 각각을 결합한 hybrid CSI-RS를 사용할 수 있다. 본 발명에서는 이러한 hybrid CSI-RS에서 비주기적 채널 상태 보고를 트리거하기 위한 방법을 제안한다.

[0019] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0020] 실시 예를 설명함에 있어서 본 발명이 속하는 기술 분야에 익히 알려져 있고 본 발명과 직접적으로 관련이 없는 기술 내용에 대해서는 설명을 생략한다. 이는 불필요한 설명을 생략함으로써 본 발명의 요지를 흐리지 않고 더욱 명확히 전달하기 위함이다.

[0021] 마찬가지로 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 개략적으로 도시되었다. 또한, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다. 각 도면에서 동일한 또는 대응하는 구성요소에는 동일한 참조 번호를 부여하였다.

[0022] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0023] 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 인스트



력선들은 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] 그리고, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략할 것이다. 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.

[0027] 이하 본 명세서에서는 NR 시스템 및 을 LTE(Long Term Evolution) 시스템과 LTE-A(LTE-Advanced) 시스템을 예로 들어 기술되었지만, 본 발명은 면허 대역 및 비 면허 대역을 사용하는 여타의 통신 시스템에 별다른 가감 없이 적용 가능하다.

[0028] 도 1은 LTE/LTE-A 시스템에서 하향링크로 스케줄링 할 수 있는 최소 단위인 1 subframe 및 1 RB의 무선자원을 도시한 것이다.

[0029] 상기 도 1에 도시된 무선자원은 시간축상에서 한 개의 subframe으로 이루어지며 주파수축상에서 한 개의 RB로 이루어진다. 이와 같은 무선자원은 주파수 영역에서 12개의 subcarrier로 이루어지며 시간영역에서 14개의 OFDM 심볼로 이루어져서 총 168개의 고유 주파수 및 시간 위치 갖도록 한다. LTE/LTE-A에서는 상기 도 1의 각각의 고유 주파수 및 시간 위치를 RE (resource element)라 한다.

[0030] 상기 도 1에 도시된 무선자원에는 다음과 같은 복수개의 서로 다른 종류의 신호가 전송될 수 있다.

[0031] 1. CRS (Cell Specific RS): 한 개의 cell에 속한 모든 단말을 위하여 주기적으로 전송되는 기준신호이며 복수개의 단말들이 공통적으로 이용할 수 있다.

[0032] 2. DMRS (Demodulation Reference Signal): 특정 단말을 위하여 전송되는 기준신호이며 해당 단말에게 데이터를 전송할 경우에만 전송된다. DMRS는 총 8개의 DMRS port들로 이루어질 수 있다. LTE/LTE-A에서는 port 7에서 port 14까지 DMRS port에 해당하며 port들은 CDM또는 FDM을 이용하여 서로 간섭을 발생시키지 않도록 orthogonality를 유지한다.

[0033] 3. PDSCH (Physical Downlink Shared Channel): 하향링크로 전송되는 데이터 채널로 기지국이 단말에게 트래픽을 전송하기 위하여 이용하며 상기 도 2의 data region에서 기준신호가 전송되지 않는 RE를 이용하여 전송됨

[0034] 4. CSI-RS (Channel Status Information Reference Signal): 한 개의 cell에 속한 단말들을 위하여 전송되는 기준신호를 채널상태를 측정하는데 이용됨. 한 개의 cell에는 복수개의 CSI-RS가 전송될 수 있음.

[0035] 5. 기타 제어채널 (PHICH, PCFICH, PDCCH): 단말이 PDSCH를 수신하는데 필요한 제어정보를 제공하거나 상향링크

의 데이터 송신에 대한 HARQ를 운용하기 위한 ACK/NACK 전송

[0036] 상기 신호 외에 LTE-A 시스템에서는 다른 기지국의 전송하는 CSI-RS가 해당 셀의 단말들에게 간섭없이 수신될 수 있도록 muting을 설정할 수 있다. 상기 muting은 CSI-RS가 전송될 수 있는 위치에서 적용될 수 있으며 일반적으로 단말은 해당 무선 자원을 건너뛰어 트래픽 신호를 수신한다. LTE-A 시스템에서 muting은 또 다른 용어로 zero-power CSI-RS라고 불리기도 한다. Muting의 특성상 CSI-RS의 위치에 적용되며 전송전력이 송신되지 않기 때문이다.

[0037] 상기 도 1에서 CSI-RS는 CSI-RS를 전송하는 안테나들 수에 따라 A, B, C, D, E, E, F, G, H, I, J로 표시된 위치의 일부를 이용하여 전송될 수 있다. 또한 muting도 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 RE로 전송될 수 있다. 안테나포트수가 2개일 경우 상기 도 1에서 특정 패턴의 절반에 CSI-RS가 전송되며 안테나포트수가 4개일 경우 특정 패턴의 전체에 CSI-RS가 전송되고 안테나포트수가 8개일 경우 두 개의 패턴을 이용하여 CSI-RS가 전송된다. 반면 muting의 경우 언제나 한 개의 패턴 단위로 이루어진다. 즉, muting은 복수개의 패턴에 적용될 수는 있지만 CSI-RS와 위치가 겹치지 않는 경우 한 개의 패턴의 일부에만 적용될 수는 없다. 단, CSI-RS의 위치와 muting의 위치가 겹칠 경우에 한해서 한 개의 패턴의 일부에만 적용될 수 있다. 두개의 안테나포트에 대한 CSI-RS가 전송될 경우 CSI-RS는 시간축에서 연결된 두개의 RE에서 각 안테나포트의 신호를 전송하며 각 안테나포트의 신호는 직교코드로 구분된다. 또한 네 개의 안테나포트에 대한 CSI-RS가 전송될 경우 두 개의 안테나포트를 위한 CSI-RS에 추가로 두개의 RE를 더 이용하여 동일한 방법으로 추가로 두개의 안테나포트에 대한 신호를 전송한다. 8개의 안테나포트에 대한 CSI-RS가 전송될 경우도 마찬가지이다. 12개와 16개의 안테나포트를 지원하는 CSI-RS의 경우 기존 4개의 안테나포트에 대한 CSI-RS 전송위치를 3개 결합하거나 8개 안테나포트에 대한 CSI-RS 전송위치를 2개 결합하여 이루어진다.

[0038] 또한, 단말은 CSI-RS와 함께 CSI-IM (혹은 IMR, interference measurement resources)을 할당 받을 수 있는데 CSI-IM의 자원은 4port를 지원하는 CSI-RS와 동일한 자원 구조와 위치를 가진다. CSI-IM은 하나 이상의 기지국으로부터 데이터 수신을 하는 단말이 인접한 기지국으로부터 간섭을 정확하게 측정하기 위한 자원이다. 가령, 인접 기지국이 데이터를 전송할 때의 간섭의 양과 전송하지 않을 때의 간섭의 양을 측정하고 싶은 경우 기지국은 CSI-RS와 두 개의 CSI-IM 자원을 구성하고 하나의 CSI-IM은 인접 기지국이 항상 신호를 전송하도록 하고 다른 하나의 CSI-IM은 인접 기지국이 항상 신호를 전송하지 않도록 하여 인접 기지국의 간섭 양을 효과적으로 측정할 수 있다.

[0039] 하기 표 1은 CSI-RS 설정을 구성하는 RRC 필드를 나타낸 것이다.

[0040] [표 1. CSI process 내의 주기적 CSI-RS를 지원하기 위한 RRC 설정]

CSI-RS config	CSI-IM config	CQI report config	Etc
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No. antenna ports</li> <li>• Resource config                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Time and frequency position in a subframe</li> </ul> </li> <li>• Subframe config                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodicity and subframe offset</li> </ul> </li> <li>• Qcl-CRS-info (QCL Type B)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• CRS information for CoMP</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resource config                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Time and frequency position in a subframe</li> </ul> </li> <li>• Subframe config                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodicity and subframe offset</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodic                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mode, resource, periodicity, offset...</li> </ul> </li> <li>• Aperiodic                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mode..</li> </ul> </li> <li>• PMI/RI report</li> <li>• RI reference CSI process</li> <li>• SubframePattern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>P_C</math></li> <li>• Codebook subset restriction</li> </ul>

[0041]

[0042] CSI process 내의 주기적 CSI-RS를 기반으로 채널 상태 보고를 하기 위한 설정은 표 1과 같이 4가지로 분류할 수 있다. CSI-RS config은 CSI-RS RE의 주파수 및 시간 위치를 설정하기 위한 것이다. 여기서, 안테나 수 설정을 통해 해당 CSI-RS가 몇 개의 포트를 갖는지를 설정한다. Resource config은 RB내의 RE 위치를 설정하며, Subframe config은 서브프레임의 주기 및 오프셋을 설정한다. 표 2는 현재 LTE에서 지원하는 Resource config과 Subframe config 설정을 위한 표이다.

[0043] [표 2. Resource config 및 Subframe config 설정]

(a) Resource config 설정

	CSI reference signal configuration	Number of CSI reference signals configured					
		1 or 2		4		8	
		$(k', l')$	$n_s \bmod 2$	$(k', l')$	$n_s \bmod 2$	$(k', l')$	$n_s \bmod 2$
Frame structure type 1 and 2	0	(9,5)	0	(9,5)	0	(9,5)	0
	1	(11,2)	1	(11,2)	1	(11,2)	1
	2	(9,2)	1	(9,2)	1	(9,2)	1
	3	(7,2)	1	(7,2)	1	(7,2)	1
	4	(9,5)	1	(9,5)	1	(9,5)	1
	5	(8,5)	0	(8,5)	0		
	6	(10,2)	1	(10,2)	1		
	7	(8,2)	1	(8,2)	1		
	8	(6,2)	1	(6,2)	1		
	9	(8,5)	1	(8,5)	1		
	10	(3,5)	0				
	11	(2,5)	0				
	12	(5,2)	1				
	13	(4,2)	1				
	14	(3,2)	1				
	15	(2,2)	1				
	16	(1,2)	1				
	17	(0,2)	1				
	18	(3,5)	1				
	19	(2,5)	1				
Frame structure type 2 only	20	(11,1)	1	(11,1)	1	(11,1)	1
	21	(9,1)	1	(9,1)	1	(9,1)	1
	22	(7,1)	1	(7,1)	1	(7,1)	1
	23	(10,1)	1	(10,1)	1		
	24	(8,1)	1	(8,1)	1		
	25	(6,1)	1	(6,1)	1		
	26	(5,1)	1				
	27	(4,1)	1				
	28	(3,1)	1				
	29	(2,1)	1				
	30	(1,1)	1				
	31	(0,1)	1				

[0044]

(b) Subframe config 설정

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

[0045]

[0046] 단말은 상기 표 2를 통해 주파수 및 시간 위치 그리고 주기 및 오프셋을 확인하는 것이 가능하다. Qcl-CRS-info는 CoMP를 위한 quasi co-location 정보를 설정하게 된다. CSI-IM config은 간섭을 측정하기 위한 CSI-IM의 주파수 및 시간 위치를 설정하기 위한 것이다. CSI-IM은 항상 4개의 포트를 기준으로 설정되기 때문에 안테나 포트 수의 설정은 필요없으며, Resource config과 Subframe config은 CSI-RS와 동일한 방식으로 설정된다. CQI report config은 해당 CSI process를 이용하여 채널 상태 보고를 어떻게 할 것인지에 대하여 설정하기 위해 존재하는 것이다. 해당 설정 안에는 주기적 채널 상태 보고 설정과 비주기적 채널 상태 보고 설정, PMI/RI 보고 설정, RI reference CSI process 설정, Subframe 패턴 설정 등이 있다. 이 외에도 단말이 채널 상태 보고를 생성하기 위해서 필요한 PDSCH와 CSI-RS RE 간의 파워비를 의미하는 PC 및 어떠한 코드북에 대해서 사용하도록 할 것인지를 설정하는 Codebook subset restriction 등이 있다.

[0047] 상기 설명한 바와 같이 FD-MIMO 기지국의 경우에는 8개 이상의 안테나의 채널을 측정하는 기준신호 자원을 구성하여 단말에 전송해야 하며 이 때 기준신호의 수는 기지국 안테나 configuration 및 측정 방법(measurement type)에 따라 상이할 수 있다. 일례로 LTE/LTE-A release 13에서는 {1, 2, 4, 8, 12, 16}-port CSI-RS를 full port mapping을 가정하여 설정하는 것이 가능하다. 여기서 full port mapping은 모든 TXRU가 채널 추정을 위한 dedicated CSI-RS port를 가지고 있다는 것을 의미한다.



- [0048] 한편 상기 설명한 바와 같이 LTE/LTE-A release 14 이후에서는 16개 이상의 TXRU가 도입 될 가능성이 높다. 또한 지원 가능한 안테나 배열의 형상도 release 13 대비 크게 증가하게 될 것이다. 이는 LTE/LTE-A release 14에서 다양한 수의 TXRU가 지원될 수 있어야 함을 의미한다. 표 3은 full port mapping 상황에서 CSI-RS port 수에 따른 이용 가능한 이차원 안테나 배열 구조 리스트이다. 표 3에서 {18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32}-port CSI-RS를 고려하였으며, 편파 안테나 구조에서 두 개의 서로 다른 편파 안테나가 같은 위치에 존재할 수 있음을 고려하면 {9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16}개의 서로 다른 AP 위치를 고려할 수 있다. 한편, 첫 번째 dimension (수직 또는 수평 방향) 에서 서로 다른 AP 위치의 가지 수  $N_1$  과 두 번째 dimension (수평 또는 수직 방향) 에서 서로 다른 AP 위치의 가지 수  $N_2$ 로 2차원 직사각형 또는 정사각형 안테나 배열의 형상을 나타낼 수 있으며 각각의 포트 수에서 가능한 조합은 표 3의 ( $N_1$ ,  $N_2$ )와 같다. 표 3은 CSI-RS 포트 수에 따라 다양한 경우의 안테나 어레이 형상이 존재할 수 있음을 의미한다.
- [0049] 셀룰러 시스템에서 기지국은 하향링크 채널 상태를 측정하기 위하여 기준신호 (reference signal)를 단말로 전송해야 한다. 3GPP의 LTE-A (Long Term Evolution Advanced) 시스템의 경우 단말은 기지국이 전송하는 CRS 또는 채널 상태 정보 기준 신호(Channel Status Information Reference Signal, CSI-RS)를 이용하여 기지국과 자신 사이의 채널 상태를 측정한다. 상기 채널 상태는 기본적으로 몇 가지 요소가 고려되어야 하며 여기에는 하향링크에서의 간섭량이 포함된다. 상기 하향링크에서의 간섭량은 인접 기지국에 속한 안테나 의하여 발생하는 간섭신호 및 열잡음 등이 포함되며, 단말이 하향링크의 채널 상황을 판단하는데 중요하다. 한 예로 송신안테나가 한 개인 기지국에서 수신안테나가 한 개인 단말로 신호를 전송할 경우, 단말은 기지국에서 수신된 기준신호를 이용하여 하향링크로 수신할 수 있는 심볼당 에너지 및 해당 심볼을 수신하는 구간에서 동시에 수신될 간섭량을 판단하고  $E_s/I_o$ 를 결정해야 한다. 결정된  $E_s/I_o$ 는 데이터전송 속도 또는 그에 상응하는 값으로 변환되고, 채널 품질 지시자(Channel Quality Indicator, CQI)의 형태로 기지국에 통보됨으로써, 기지국이 하향링크에서 어떤 데이터 전송속도로 단말에게 전송을 수행할지를 판단할 수 있게 한다.
- [0050] LTE-A 시스템의 경우 단말은 하향링크의 채널상태에 대한 정보를 기지국에게 피드백하여 기지국의 하향링크 스케줄링에 활용할 수 있도록 한다. 즉, 단말은 하향링크로 기지국이 전송하는 기준신호를 측정하고 여기에서 추출한 정보를 LTE/LTE-A 표준에서 정의하는 형태로 기지국으로 피드백한다. LTE/LTE-A에서 단말이 피드백하는 정보로는 크게 다음의 세 가지가 있다.
- [0051] 1. 랭크 지시자(Rank Indicator, RI): 단말이 현재의 채널상태에서 수신할 수 있는 spatial layer의 개수
- [0052] 2. 프리코더 매트릭스 지시자(Precoder Matrix Indicator, PMI): 단말이 현재의 채널상태에서 선호하는 precoding matrix에 대한 지시자
- [0053] 3. 채널 품질 지시자(Channel Quality Indicator, CQI): 단말이 현재의 채널상태에서 수신할 수 있는 최대 데이터 전송률 (data rate). CQI는 최대 데이터 전송률과 유사하게 활용될 수 있는 SINR, 최대의 오류정정 부호화율 (code rate) 및 변조 방식, 주파수당 데이터 효율 등으로 대체될 수 있다.
- [0054] 상기 RI, PMI, CQI는 서로 연관되어 의미를 갖는다. 한 예로 LTE/LTE-A에서 지원하는 precoding matrix는 rank 별로 다르게 정의되어 있다. 때문에 RI가 1의 값을 가질 때 PMI 값과, RI가 2의 값을 가질 때 PMI 값은 그 값이 동일하더라도 다르게 해석이 된다. 또한 단말이 CQI를 결정할 때에도 자신이 기지국에 통보한 rank 값과 PMI 값이 기지국에서 적용되었다고 가정한다. 즉, 단말이 RI\_X, PMI\_Y, CQI\_Z를 기지국에 통보한 경우, rank가 RI\_X이고 precoding이 PMI\_Y일 때, CQI\_Z에 해당하는 데이터 전송률을 단말이 수신할 수 있다는 것을 의미한다. 이와 같이 단말은 CQI를 계산할 때에 기지국에 어떤 전송방식을 수행할 지를 가정함으로써, 해당 전송방식으로 실제 전송을 수행하였을 때 최적화된 성능을 얻을 수 있도록 한다.
- [0055] 상기 채널정보 생성 및 보고를 수행하기 위하여 대규모 안테나를 보유하는 기지국의 경우에는 8개 이상의 안테나의 채널을 측정하는 기준신호 자원을 구성하여 단말에 전송해야 한다. 도 2에 도시된 바와 같이 가용한 CSI-RS 자원은 최대 48개의 RE를 사용할 수 있으나 현재 하나의 CSI process 당 8개까지의 CSI-RS를 설정하는 것이 가능하다. 따라서 8개 이상의 CSI-RS port들에 기반하여 동작할 수 있는 FD-MIMO 시스템을 지원하기 위하여 새로운 CSI-RS 설정 방법이 필요하게 된다. 일례로, LTE/LTE-A release 13에서는 하나의 CSI process에 1개, 2개, 4개, 8개, 12개 또는 16개의 CSI-RS port들이 설정될 수 있다. 구체적으로, {1, 2, 4, 8}-port CSI-RS의 경우 기존과 같은 mapping rule을 따르며, 12-port CSI-RS의 경우 3개의 4-port CSI-RS pattern의 조합으로 (aggregation) 구성되고, 16-port CSI-RS의 경우 2개의 8-port CSI-RS pattern의 조합으로 구성된다. 또한 LTE/LTE-A release 13에서는 12-/16-port CSI-RS에 대하여 길이 2 또는 4의 직교커버코드 (OCC, orthogonal cover code)를 이용하여 CDM(code division multiplexing)-2 또는 CDM-4를 지원한다. 상기 도 3의 설명은 CDM-

2를 기반으로 한 CSI-RS 파워 부스팅에 대한 것으로, 상기 설명에 따르면 CDM-2 기반 12-/16-port CSI-RS에 대한 full power utilization을 위하여 PDSCH 대비 최대 9dB의 power boosting이 필요하게 된다. 이는 CDM-2 기반 12-/16-port CSI-RS를 운영 시 full power utilization을 위하여 기존 대비 고성능의 hardware가 필요함을 의미한다. 상기 release 13에서는 이를 고려하여 CDM-4 기반의 12-/16-port CSI-RS를 도입하였으며 이 경우 기존과 같은 6dB power boosting을 통하여 full power utilization이 가능해지게 된다. 이에 더하여 release 14에서는 32-port까지의 CSI-RS를 위하여 CDM-8 기반의 CSI-RS를 도입하였다.

[0056] LTE의 Rel-13 FD-MIMO 및 Rel-14 eFD-MIMO에서는 32개까지의 안테나를 지원하기 위하여 non-precoded CSI-RS (class A)와 beamformed CSI-RS (class B)를 지원한다. 하기 표 3은 Rel-13 단말이 non-precoded CSI-RS와 beamformed CSI-RS를 지원하기 위하여 필요 자원을 위해 eMIMO-Type을 설정 받는 것을 나타내는 표이다.

[0057] [표 3. Non-precoded 및 beamformed CSI-RS를 위한 eMIMO-Type 설정]

[0058] (a) CSI-process 내의 eMIMO-Type 설정

[0059] -- ASN1START

[0060] CSI-Process-r11 ::= SEQUENCE {

[0061] csi-ProcessId-r11 CSI-ProcessId-r11,

[0062] csi-RS-ConfigNZPId-r11 CSI-RS-ConfigNZPId-r11,

[0063] csi-IM-ConfigId-r11 CSI-IM-ConfigId-r11,

[0064] p-C-AndCBSRList-r11 P-C-AndCBSR-Pair-r13a,

[0065] cqi-ReportBothProc-r11 CQI-ReportBothProc-r11 OPTIONAL, -- Need OR

[0066] cqi-ReportPeriodicProcId-r11 INTEGER (0..maxCQI-ProcExt-r11) OPTIONAL, -- Need OR

[0067] cqi-ReportAperiodicProc-r11 CQI-ReportAperiodicProc-r11 OPTIONAL, -- Need OR

[0068] ...,

[0069] [[ alternativeCodebookEnabledFor4TXProc-r12 ENUMERATED {true} OPTIONAL, -- Need ON

[0070] csi-IM-ConfigIdList-r12 CHOICE {

[0071] release NULL,

[0072] setup SEQUENCE (SIZE (1..2)) OF CSI-IM-ConfigId-r12

[0073] } OPTIONAL, -- Need ON

[0074] cqi-ReportAperiodicProc2-r12 CHOICE {

[0075] release NULL,

[0076] setup CQI-ReportAperiodicProc-r11

[0077] } OPTIONAL -- Need ON

[0078] ]],

[0079] [[ cqi-ReportAperiodicProc-v1310 CHOICE {

[0080] release NULL,

[0081] setup CQI-ReportAperiodicProc-v1310

[0082] } OPTIONAL, -- Need ON

[0083] cqi-ReportAperiodicProc2-v1310 CHOICE {

[0084] release NULL,

[0085] setup CQI-ReportAperiodicProc-v1310

[0086] } OPTIONAL, -- Need ON

[0087] eMIMO-Type-r13 CSI-RS-ConfigEMIMO-r13 OPTIONAL -- Need ON

[0088] ]]

[0089] }

[0090] -- ASN1STOP

[0091] (b) eMIMO-Type 설정 내의 위한 파라미터 설정

[0092] -- ASN1START

[0093] CSI-RS-ConfigEMIMO-r13 ::= CHOICE {

[0094] release NULL,

[0095] setup CHOICE {

[0096] nonPrecoded-r13 CSI-RS-ConfigNonPrecoded-r13,

[0097] beamformed-r13 CSI-RS-ConfigBeamformed-r13

[0098] }

[0099] }

[0100] CSI-RS-ConfigNonPrecoded-r13 ::= SEQUENCE {

[0101] p-C-AndCBSRList-r13 P-C-AndCBSR-Pair-r13 OPTIONAL, -- Need OR

[0102] codebookConfigN1-r13 ENUMERATED {n1, n2, n3, n4, n8},

[0103] codebookConfigN2-r13 ENUMERATED {n1, n2, n3, n4, n8},

[0104] codebookOverSamplingRateConfig-01-r13 ENUMERATED {n4, n8} OPTIONAL, -- Need OR

[0105] codebookOverSamplingRateConfig-02-r13 ENUMERATED {n4,n8} OPTIONAL, -- Need OR

[0106] codebookConfig-r13 INTEGER (1..4),

[0107] csi-IM-ConfigIdList-r13 SEQUENCE (SIZE (1..2)) OF CSI-IM-ConfigId-r13 OPTIONAL, -- Need OR

[0108] csi-RS-ConfigNZP-EMIMO-r13 CSI-RS-ConfigNZP-EMIMO-r13 OPTIONAL -- Need ON

[0109] }

[0110] CSI-RS-ConfigBeamformed-r13 ::= SEQUENCE {

[0111] csi-RS-ConfigNZPIdListExt-r13 SEQUENCE (SIZE (1..7)) OF CSI-RS-ConfigNZPId-r13 OPTIONAL, -- Need OR

[0112] csi-IM-ConfigIdList-r13 SEQUENCE (SIZE (1..8)) OF CSI-IM-ConfigId-r13 OPTIONAL, -- Need OR

[0113] p-C-AndCBSR-PerResourceConfigList-r13 SEQUENCE (SIZE (1..8)) OF P-C-AndCBSR-Pair-r13 OPTIONAL, -- Need OR

[0114] ace-For4Tx-PerResourceConfigList-r13 SEQUENCE (SIZE (1..7)) OF BOOLEAN OPTIONAL, -- Need OR

[0115] alternativeCodebookEnabledBeamformed-r13 ENUMERATED {true} OPTIONAL, -- Need OR

[0116] channelMeasRestriction-r13 ENUMERATED {on} OPTIONAL -- Need OR

[0117] }

[0118] -- ASN1STOP

[0119] 상기 표 3에 더하여 도 4 는 non-precoded CSI-RS의 동작을 예시한 도면이다.

[0120] Non-precoded CSI-RS의 경우 기존과 같이 넓은 빔을 기반으로 하여 각각의 측정된 안테나를 기반으로 단말이 기

기지국에게 RI/PMI/CQI 등을 보고하고 기지국은 이를 기반으로 데이터를 스케줄링 하는 기술이다. Beamformed CSI-RS의 경우 기지국이 단말이 한번에 측정해야 하는 CSI-RS port수를 줄이고 전체적인 CSI-RS를 위한 오버헤드를 줄이기 위하여 전체의 넓은 영역을 특정 빔으로 나누고 전송하고 단말이 이를 선택하게 함으로써 기준신호를 위한 오버헤드와 단말의 복잡도를 줄일 수 있다. 이러한 beamformed CSI-RS는 beamformed CSI-RS 전송을 위해서 기지국이 단말에게 설정한 CSI-RS 자원의 수 (K)에 따라 cell-specific CSI-RS와 UE-specific CSI-RS로 나눌 수 있다. 상기에서 언급한 바와 같이 셀 차원에서 분할 된 빔을 CRI(CSI-RS resource indicator)를 통해 선택하여 채널 상태 보고를 진행하는 cell-specific CSI-RS와 달리 UE-specific CSI-RS는 단말에게 최적화 된 빔을 전송하여 단말이 이를 기반으로 채널 상태를 보고하도록 하며, 이에 따라 RS 오버헤드를 최소화 할 수 있다. 따라서, cell-specific beamformed CSI-RS의 경우 복수 개의 CSI-RS 자원 ( $K>1$ )을 설정하여 단말이 비교할 수 있도록 하여야 하며, UE-specific beamformed CSI-RS의 경우 하나의 자원 ( $K=1$ )을 설정하여 단말에게 채널 상태 정보를 보고하도록 한다. 도 5는 UE-specific beamformed CSI-RS 동작을 예시한 도면이다.

[0121] UE-specific CSI-RS는 cell-specific CSI-RS와 비교하여 RS 오버헤드가 적지만 이 방법은 SRS, non-coded CSI-RS, cell-specific beamformed CSI-RS 등을 이용하여 사전 채널 상태 정보를 확보하여야 한다는 단점이 있다. 따라서, 이러한 각각의 장점을 결합하고 단점을 보완하기 위하여 각각을 결합한 hybrid CSI-RS 혹은 hybrid CSI를 사용할 수 있다. 하기 도 6은 이러한 hybrid CSI-RS 동작을 예시한 것이다.

[0122] 상기 도 6에서 도시한 바와 같이 hybrid CSI에서 단말은 두 개 이상의 CSI-RS 혹은 CSI 타입을 결합하여 동작한다. 따라서, 이러한 동작을 위해 두 개 이상의 eMIMO-Type을 설정 받아야 한다. 이 때, 이를 첫번째 eMIMO-Type과 두번째 eMIMO-Type이라 할 수 있다. 이 때, 첫번째 eMIMO-Type은 RI(1)과 i1(1) 만을 보고한다. 이 때, RI의 경우 기지국에게 단말이 지원 가능한 빔의 수에 대한 선택을 보고하기 위하여 두 개의 RI 만을 보고 할 수 있으며 해당 값은 1과 3일 수 있다. 상기 RI 보고에 더하여 첫번째 eMIMO-Type에 대하여 단말은 i1(1)을 보고 할 수 있으며, 이러한 i1(1)은 단말의 RI 보고에 따라 선택된 빔의 수에 더하여 빔그룹의 선택을 기지국에게 알리는 역할을 하게 된다. 기지국은 이러한 첫번째 eMIMO-Type의 채널 상태 보고에 기반하여 두번째 eMIMO-Type을 위한 CSI-RS를 전송할 수 있으며, 단말은 이러한 CSI-RS를 측정하여 i2(2)와, CQI, RI(2)를 보고하며 이러한 보고는 기존의 UE-specific CSI-RS (class B with  $K=1$ )과 같을 수 있다. 상기에 더하여 첫번째 eMIMO-Type이 class B with  $K>1$  일 경우, RI(1), i1(1)과 달리 CRI가 보고 될 수 있으며, 두번째 eMIMO-Type의 동작은 동일하다.

[0123] 상기 hybrid CSI 동작이 주기적인 채널 상태 보고를 이용하여 이루어 질 경우 해당 첫번째 eMIMO-Type과 두번째 eMIMO-Type 간에는 관련성을 최소화 하는 것이 바람직 할 수 있으며, 이 경우 단말이 전송한 첫번째 eMIMO-Type의 CSI-RS에 대한 채널 상태 보고가 정확히 수신 되지 않았다고 하더라도 기지국은 두번째 eMIMO-Type의 정보를 완벽히 사용할 수 있다. 또한, 이러한 첫번째 eMIMO-Type의 채널 상태 보고의 보고 시점의 보고 주기는 두번째 eMIMO-Type의 RI(2)의 보고 주기의 정수배일 수 있으며 해당 정수는 RRC를 통해 설정될 수 있다.

[0124] 표 4와 표 5는 LTE 에서 비주기적 채널 상태 보고 트리거를 나타낸 것이다.

[0125] [표 4. 두 비트 비주기적 피드백 지시자에 대한 비주기적 피드백 수행 방법]

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

[0126]

[0127] [표 5. 세 비트 비주기적 피드백 지시자에 대한 비주기적 피드백 수행 방법]

Value of CSI request field	Description
'000'	No aperiodic CSI report is triggered
'001'	Aperiodic CSI report is triggered for a set of CSI process(es) configured by higher layers for serving cell <i>c</i>
'010'	Aperiodic CSI report is triggered for a 1 <sup>st</sup> set of CSI process(es) configured by higher layers
'011'	Aperiodic CSI report is triggered for a 2 <sup>nd</sup> set of CSI process(es) configured by higher layers
'100'	Aperiodic CSI report is triggered for a 3 <sup>rd</sup> set of CSI process(es) configured by higher layers
'101'	Aperiodic CSI report is triggered for a 4 <sup>th</sup> set of CSI process(es) configured by higher layers
'110'	Aperiodic CSI report is triggered for a 5 <sup>th</sup> set of CSI process(es) configured by higher layers
'111'	Aperiodic CSI report is triggered for a 6 <sup>th</sup> set of CSI process(es) configured by higher layers

[0128]

[0129]

표 4에서 'serving cell *c*'의 의미는 비주기적 피드백 지시자가 한 비트인 경우와 달리 상향링크 스케줄링을 위한 DCI에 포함되는 CIF (carrier indication field)가 지시하는 상향링크 CC(Component Carrier)에 링크된 하향링크 CC를 의미한다. 즉 단말이 '01'로 설정된 비주기적 피드백 지시자를 수신하면 단말은 CIF가 지시하는 상향링크 CC에서 이와 링크된 하향링크 CC의 피드백 정보를 전송하게 된다. 반면에 단말이 '10' 또는 '11'로 설정된 비주기적 피드백 지시자를 수신하면 단말은 CIF가 지시하는 상향링크 CC에 대하여 상위로 설정된 하향링크 CC에 대한 피드백 정보를 전송하게 된다. 세 비트 비주기적 피드백 지시자 역시 두 비트 지시자와 마찬가지로 유사한 동작을 통해 동작하게 된다.

[0130]

상기에서 언급한 hybrid CSI 동작에 있어 비주기적 채널 상태 정보 보고를 트리거 하기 위해서는 두가지 방법이 가능하다. 첫번째는 두 개 중의 하나의 eMIMO-Type만을 보고하도록 하는 방법이고, 두번째는 두 개를 모두 보고하도록 하는 방법이다. 본 발명은 상기 비주기적 채널 상태 정보 보고 방법을 제안한다.

[0131]

<제 1 실시예>

[0132]

첫번째 방법은 두 개 중의 하나의 eMIMO-Type만을 보고하도록 하는 방법이다. 기지국은 단말에게 둘 중 하나의 eMIMO-Type을 보고하도록 하기 위하여 기지국의 지시를 이용하여 어느 eMIMO-Type이 보고될 것인지를 알릴 수 있다. 예를 들어, 0인 경우 첫번째 eMIMO-Type의 채널 상태 정보를 보고하고, 1인 경우 두번째 eMIMO-Type의 채널 상태 정보를 보고하도록 할 수 있다. 이러한 지시 방법은 하기와 같을 수 있다.

[0133]

● 비주기적 채널 상태 정보 보고를 위한 eMIMO-Type 지시 방법 1: RRC 설정을 통해 지시

[0134]

● 비주기적 채널 상태 정보 보고를 위한 eMIMO-Type 지시 방법 2: DCI를 통해 지시

[0135]

비주기적 채널 상태 정보 보고를 위한 eMIMO-Type 지시 방법 1은 RRC를 통해 지시하는 방법이다. 하기 표 6은 이러한 eMIMO-Type 보고 설정에 대한 RRC 필드를 예시한 것이다.



[0136] [표 6. eMIMO-Type 보고 설정에 대한 RRC 필드]

```

CQI-ReportAperiodicProc-r11 ::= SEQUENCE {
    cqi-ReportModeAperiodic-r11    CQI-ReportModeAperiodic,
    trigger01-r11                  BOOLEAN,
    trigger10-r11                  BOOLEAN,
    trigger11-r11                  BOOLEAN
}

CQI-ReportAperiodicProc-v1310 ::= SEQUENCE {
    trigger001-r13                 BOOLEAN,
    trigger010-r13                 BOOLEAN,
    trigger011-r13                 BOOLEAN,
    trigger100-r13                 BOOLEAN,
    trigger101-r13                 BOOLEAN,
    trigger110-r13                 BOOLEAN,
    trigger111-r13                 BOOLEAN
}

CQI-ReportAperiodic-v1410        CHOICE {
    release                        NULL,
    setup                          SEQUENCE {
        trigger1-eMIMO-TypeIndicator-r14  BIT STRING,
        trigger2-eMIMO-TypeIndicator-r14  BIT STRING,
        trigger3-eMIMO-TypeIndicator-r14  BIT STRING,
        trigger4-eMIMO-TypeIndicator-r14  BIT STRING,
        trigger5-eMIMO-TypeIndicator-r14  BIT STRING,
        trigger6-eMIMO-TypeIndicator-r14  BIT STRING,
        trigger7-eMIMO-TypeIndicator-r14  BIT STRING,
    }
}

```

[0137]

[0138] 상기 표의 CQI-ReportAperiodic-v1410에서 기지국은 trigger1-eMIMO-TypeIndicator-r14부터 trigger7-eMIMO-TypeIndicator-r14를 통해 각각의 eMIMO-Type이 어떻게 트리거 될지를 설정할 수 있다. 예를 들어, 해당 값이 0 일 경우 해당 트리거는 첫번째 eMIMO-Type을 보고하도록 하고, 1일 경우 두번째 eMIMO-Type을 보고하도록 하는 것이다. 이러한 RRC 설정을 통해 단말은 DCI 증가에 따른 커버리지 감소를 방지하며 하나의 eMIMO-Type에 대한 비주기적 채널 상태를 보고할 수 있으며, 이를 통해 단말의 구현 복잡도를 감소시킬 수 있다.

[0139] 이 때, 상기 표의 eMIMO-TypeIndicator의 bitmap의 크기는 해당 트리거에서 전체 설정 가능한 CSI process의 수와 같을 수 있다. 예를 들어, 비주기적 채널 상태 보고의 트리거 01 혹은 001의 경우 한 셀에 대한 보고로, 4 개까지의 CSI process 만을 트리거 가능하다. 이러한 경우 해당 트리거를 위한 trigger1-eMIMO-TypeIndicator-r14는 4 bit를 가질 수 있다. 또한, 01 혹은 001을 제외한 필드의 경우 (예를 들어 10, 010, 100, 110 등) 5개 까지의 CC 혹은 CSI process를 트리거 가능하므로 5 bit를 가질 수 있다.

[0140] 또 다른 방법으로는 해당 설정 비트가 hybrid CSI로 설정되어 두 개의 eMIMO-Type을 갖는 CC 혹은 CSI process의 수에 연동하는 방법이 있다. 예를 들어, 트리거 010에 CSI process 가 5개 설정되며, 그 중 3개의 CSI process가 두 개의 eMIMO-Type이 설정될 경우, 단말은 해당 트리거 010을 위한 trigger2-eMIMO-TypeIndicator-r14에 3 bit 설정을 받을 수 있다.

[0141] 또한, 상기의 두가지 방법을 혼용할 수 있다. 상기 트리거 01 혹은 001은 CIF 필드에 의해 지시된 serving cell에 대한 지시로 해당 cell에 hybrid CSI를 지원하는 CSI process의 수가 다를 수 있다. 따라서, 01 혹은 001 필드는 항상 4 bit의 설정을 사용하고, 나머지 트리거 필드를 위한 설정은 hybrid CSI 가 설정된 CSI process의 수에 연동할 수 있다.

[0142] 상기의 지시 및 설정 방법 들은 기지국이 단말에게 RRC 필드를 설정 할 때 설정 필드의 양을 최소화하며, 효율

적으로 단말에게 지시할 수 있다는 장점이 있다.

- [0143] 또 다른 방법은 CC의 수와 동일한 크기의 bit를 갖는 설정을 사용하는 방법이다. 이 경우, 해당 트리거가 5 bit 일 경우 eMIMO-Type 지시를 위한 트리거 필드 역시 동일한 크기를 갖게 되며, 32 bit 일 경우 마찬가지로 32 bit를 사용한다.
- [0144] 상기의 RRC 설정 방법에서 RRC 설정의 가장 좌측의 비트는 해당 트리거에 설정된 CC 혹은 CSI process 중 가장 낮은 serving cell index (예를 들어, ServCellIndex=0)를 갖는 가장 낮은 CSI process ID를 갖는 CC 혹은 CSI process 부터 가장 높은 serving cell index 및 CSI process ID를 갖는 CC 혹은 CSI process 순으로 지시될 수 있다.
- [0145] 비주기적 채널 상태 정보 보고를 위한 eMIMO-Type 지시 방법 1은 DCI를 통해 지시하는 방법이다. 상기에서 언급한 RRC 필드와 마찬가지로 DCI를 통해 지시된 해당 값이 0 일 경우 해당 비주기적 채널 상태 보고 트리거를 통해 트리거 된 CC 혹은 CSI process 는 첫번째 eMIMO-Type을 보고하도록 하고, 1일 경우 두번째 eMIMO-Type을 보고하도록 하는 것이다. 이러한 DCI 지시를 통해 오직 하나의 eMIMO-Type에 대한 비주기적 채널 상태를 보고할 수 있으며, 이를 통해 단말의 구현 복잡도를 감소시킬 수 있다. 이러한 DCI 지시는 비주기적 채널 상태 보고를 위한 상향 링크 DCI, 즉 DCI format 0나 4를 통해 전달 될 수 있으며, 혹은 전체 혹은 그룹의 단말들이 공유하는 공통된 DCI를 통해 지시되는 것도 가능하다.
- [0146] 단말이 상향링크 DCI를 통해 비주기적 CSI reporting을 위한 eMIMO-Type을 보고 받을 때, 단말은 정확한 PDCCH 복호를 위하여 단말이 전달 받는 DCI의 크기를 정확히 알아야 한다. 이러한 eMIMO-Type DCI bit의 존재 여부는 RRC를 통해 직접적 혹은 간접적으로 알려질 수 있다. 제 2 실시예의 경우 단말에게 설정 된 CC 혹은 CSI process 중 어느 하나의 CC 혹은 CSI process 라도 hybrid CSI를 지원하도록 설정 되거나 혹은 단말에게 비주기적 채널 상태 보고를 하도록 설정 된 CC 혹은 CSI process 중 어느 하나라도 hybrid CSI를 지원하도록 설정 된 경우 이러한 DCI 필드가 존재할 수 있다.
- [0147] 이 때, DCI 지시의 bitmap의 크기는 1 bit 일 수 있다. 이 때, 해당 DCI에 따라 지시된 eMIMO-Type은 해당 DCI를 통해 트리거 된 모든 hybrid CSI가 설정된 CSI process 혹은 CC에 적용되게 된다. 이 때, 트리거 된 CSI process나 CC 중 hybrid CSI가 설정되지 않은 CSI process나 CC가 존재할 경우 이러한 1 bit indication은 무시될 수 있다.
- [0148] 이 때, DCI 지시의 bitmap의 크기는 해당 설정 비트가 전체 비주기적 채널 상태 보고 트리거 필드에 설정된 최대 CC 혹은 CSI process의 수에 연동하는 방법이 있다. 예를 들어, 트리거 010에 CC 혹은 CSI process가 5개 설정되고, 트리거 001에 CSI process가 4 개 설정 된 경우, 가장 큰 비트인 5를 DCI로 지원하게 된다.
- [0149] 또 다른 방법으로는 해당 설정 비트가 전체 비주기적 채널 상태 보고 트리거 필드에서 hybrid CSI로 설정되어 두 개의 eMIMO-Type을 갖는 CC 혹은 CSI process가 의 수에 연동하는 방법이 있다. 예를 들어, 트리거 010에 hybrid CSI를 지원하는 CSI process가 5개 설정되며, 트리거 001에 hybrid CSI를 지원하는 CSI process가 3 개 설정 된 경우, 가장 큰 비트인 5를 DCI로 지원하게 된다.
- [0150] 상기의 지시 및 설정 방법 들은 기지국이 단말에게 RRC 필드를 설정 할 때 설정 필드의 양을 최소화하며, 효율적으로 단말에게 지시할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 상기의 DCI를 통한 지시방법에서 복수 개의 bit를 이용하여 지시 될 경우, 가장 좌측의 비트는 해당 지시에 설정된 CC 혹은 CSI process 중 가장 낮은 serving cell index (예를 들어, ServCellIndex=0)를 갖는 가장 낮은 CSI process ID를 갖는 CC 혹은 CSI process 부터 가장 높은 serving cell index 및 CSI process ID를 갖는 CC 혹은 CSI process 순으로 지시될 수 있다.
- [0151] <제 2 실시예>
- [0152] 제 2 실시예는 단말이 hybrid CSI 를 지원함에 있어 기지국이 트리거 한 CC 혹은 CSI process에 대하여 모든 eMIMO-Type을 다 보고하는 것에 관한 것이다. 이 때, 단말이 이러한 모든 채널 상태 정보를 업데이트 할 경우 단말의 복잡도가 증가하게 된다. 또한, 단말이 모든 채널 상태 정보를 업데이트 가능 할 경우, 기지국이 해당 단말이 모든 채널 상태 정보를 업데이트 하였는지, 혹은 하나의 채널 상태 정보 만을 업데이트 하였는지에 대해 확인하는 것이 필요하다. 따라서, 단말은 이러한 단말의 업데이트 능력을 UE capability로 기지국에게 보고할 수 있다. 하기 표 7은 이러한 단말의 업데이트 능력에 관한 capability를 예시한 것이다.

[0153] [표 7. eMIMO-Type 보고 설정에 대한 RRC 필드]

```

MIMO-UE-Parameters-r14 ::=          SEQUENCE {
    ...
    hybrid-CSI-nonPrecoded-r14        ENUMERATED {supported}      OPTIONAL,
    hybrid-CSI-beamformed-r14         ENUMERATED {supported}      OPTIONAL,
    simultaneousUpdate-eMIMOType-r14  ENUMERATED {supported}      OPTIONAL,
    ...
}

```

[0154]

[0155] 상기 hybrid-CSI-nonPrecoded는 단말이 non-precoded CSI-RS와 UE-specific beamformed CSI-RS를 기반으로 한 hybrid CSI를 지원함을 나타내기 위한 capability며, 상기 hybrid-CSI-beamformed는 단말이 cell-specific beamformed CSI-RS와 UE-specific beamformed CSI-RS를 기반으로 한 hybrid CSI를 지원함을 나타내기 위한 capability다. 단말이 이러한 capability를 나타내기 위해서는 단말이 각각 non-precoded CSI-RS와 beamformed CSI-RS를 지원하는 capability가 가능할 때 단말이 capability를 나타내도록 할 수 있다. 하기 표 8은 Rel-13의 non-precoded CSI-RS와 beamformed CSI-RS를 지원하는 capability가 가능할 때 단말이 기지국에게 지시하는 RRC 필드를 나타낸 것이다.

[0156] [표 8. Rel-13의 non-precoded CSI-RS와 beamformed CSI-RS의 capability 필드]

```

MIMO-UE-ParametersPerTM-r13 ::=      SEQUENCE {
    nonPrecoded-r13                    MIMO-NonPrecodedCapabilities-r13  OPTIONAL,
    beamformed-r13                     MIMO-UE-BeamformedCapabilities-r13  OPTIONAL,
    channelMeasRestriction-r13         ENUMERATED {supported}            OPTIONAL,
    dmrs-Enhancements-r13              ENUMERATED {supported}            OPTIONAL,
    csi-RS-EnhancementsTDD-r13         ENUMERATED {supported}            OPTIONAL
}

```

[0157]

[0158] 상기에서는 release 13 필드가 예시되었지만, 상기 capability에는 12/16 CSI-RS port 기반의 release 13 필드와 32 CSI-RS port 기반의 release 14 필드가 모두 고려될 수 있으며, 둘 중 하나만이 설정 되었을 때에도 hybrid CSI capability를 나타낼 수 있다. 예를 들어, release 14 capability에는 non-precoded CSI-RS가 불가능한 것으로 지시되었지만, release 13 capability가 non-precoded CSI-RS를 지원할 경우에는 hybrid CSI의 capability를 나타낼 수 있다.

[0159] 상기 UE capability는 단말 별로 하나 보고 될 수도 있으며, 혹은 단말이 TM별 혹은 BOBC(band of band combination) 별로 유연한 구현을 지원하기 위하여 TM 혹은 BOBC 별 혹은 TM과 BOBC를 동시에 나누어 보고 될 수 있다. 이 경우, 상기의 표의 MIMO-UE-Parameters-r14는 MIMO-UE-ParametersPerTM-r14, MIMO-UE-ParametersPerBoBC-r14, MIMO-UE-ParametersPerBoBCPerTM-r14 등으로 표기될 수도 있다.

[0160] 상기 표 7의 hybrid-CSI-nonPrecoded와 hybrid-CSI-beamformed 에 더하여 두 가지의 eMIMO-Type 모두에 대한 업데이트를 나타내는 simultaneousUpdate-eMIMOType은 상기에서 언급한 hybrid-CSI-nonPrecoded 혹은 hybrid-CSI-beamformed 중 하나가 단말을 통해 지시 되었을 때 단말이 지시할 수 있다.

[0161] 상기 UE capability 필드를 기반으로 하여 기지국과 단말은 hybrid CSI 설정에 있어 하나의 eMIMO-Type 만을 업데이트 할 것인지 혹은 모든 eMIMO-Type을 업데이트 할 것 인지를 약속할 수 있다. 첫번째 방법은 기지국이 이를 직접적으로 단말에게 설정하는 방법이다. 상기에서 언급한 단말의 업데이트 능력을 확인한 기지국은 단말에게 RRC 필드를 통해 설정함으로써 단말이 항상 모든 eMIMO-Type을 업데이트 하도록 지시하고, 단말은 이 지시에 따라 hybrid CSI로 설정된 모든 CC 혹은 CSI-process에 대하여 모든 eMIMO-Type을 업데이트 할 수 있다. 이러한 설정은 제 1 실시예에서 언급한 RRC 설정과 같이 하나의 비트 혹은 hybrid CSI 로 설정된 CC 혹은 CSI process 수에 따른 비트 혹은 해당 트리거가 지원하는 비트 혹은 전체 CSI process 및 CC가 고려된 비트를 통해 지시될 수 있다.

[0162] 두번째 방법은 UE capability에 따라 간접적으로 약속하는 것이다. 단말의 잦은 채널 상태 보고 업데이트는 기

기지국에게 항상 유익하므로 추가적인 기지국의 지시없이 단말의 UE capability 만으로도 모든 eMIMO-Type을 업데이트 하는 것으로 확인할 수 있으며, 이러한 방법은 기지국 및 단말의 시그널링 오버헤드를 최소화 할 수 있다는 장점이 있다.

[0163] <제 3 실시예>

[0164] 단말은 기지국에게 상기 제 1 실시예와 제 2 실시예에서 언급한 하나의 eMIMO-Type만을 보고하거나 두 가지의 eMIMO-Type을 모두 보고하는 방법에 대하여 RRC로 설정 받을 수 있다. 따라서, 이러한 필드가 단말에게 하나의 eMIMO-Type만을 보고하도록 하는 경우, 상기 제 1 실시예에서 언급한 RRC 필드 혹은 DCI 필드와 연동하여 어느 eMIMO-Type을 보고하여야 할지를 기지국으로부터 지시 받을 수 있으며, 두 개 모두의 eMIMO-Type을 보고하도록 하는 경우 항상 두 개의 eMIMO-Type을 모두 보고하도록 설정할 수 있다. 이는, 제 1 실시예는 단말의 계산 복잡도 및 상향링크 보고에 대한 오버헤드를 줄일 수 있는 장점이 있으며, 제 2 실시예는 기지국이 좀 더 정확한 채널 상태 정보를 확보할 수 있는 장점이 있기 때문에 이를 기지국에게 취사선택 할 수 있도록 하기 위함이다.

[0165] 단말이 상향링크 DCI를 통해 비주기적 CSI reporting을 위한 eMIMO-Type을 보고 받을 때, 단말은 정확한 PDCCH 복호를 위하여 단말이 전달 받는 DCI의 크기를 정확히 알아야 한다. 따라서, 제 3 실시예에 기반한 방법이 사용될 때 이러한 eMIMO-Type DCI bit의 존재 여부는 이러한 RRC 설정 필드를 통해 직접적 혹은 간접적으로 알려질 수 있다.

[0166] 본 발명에서 사용된 hybrid CSI-RS, hybrid CSI는 동일한 의미로 사용될 수 있으며, non-precoded와 class A 그리고 beamformed와 class B는 동일한 의미를 갖는다. 또한, 상기에서 언급된 eMIMO-Type은 CSI reporting type으로 대체 될 수 있다. 이에 더하여, 상기에서 언급된 RRC 및 DCI 필드의 명칭은 필요에 따라 달라질 수 있다. 또한, 상기에서는 주로 2가지의 eMIMO-Type이 존재하는 것을 가정하여 설명하였지만, 더 많은 수의 eMIMO-Type 또한 지원될 수 있다.

[0167] 이에 더하여 상기에서는 주로 비주기적 채널 상태 보고를 가정하였지만, 상기 발명은 주기적 채널 상태 보고에도 동일하게 적용될 수 있다.

[0168] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 단말의 동작 순서를 도시하는 순서도이다.

[0169] 도 7을 참조하면 단말은 710 단계에서 hybrid CSI-RS 구성에 대한 설정 정보를 수신한다. 이 때, eMIMO-Type이 non-precoded인 경우 단말은 수신된 설정 정보를 기초로, CSI-RS에 대한 포트의 개수, 차원별 안테나의 수인 N1과 N2, 차원별 oversampling factor인 O1, O2, 다수 개의 CSI-RS를 전송하기 위한 하나의 subframe config 및 위치를 설정하기 위한 복수 개의 resource config, codebook subset restriction 관련 정보, CSI 보고 관련 정보, CSI-process index, 그리고 전송전력 정보 중에서 적어도 하나를 확인할 수 있다. 이 때, eMIMO-Type이 beamformed인 경우 복수 개의 CSI-RS resource의 resource config subframe config 및 포트 수, 포트 선택을 지원하는 코드북 지원 여부, 전송전력 정보 중에서 적어도 하나를 확인할 수 있다. 이후에, 단말은 720 단계에서 복수 개의 eMIMO-Type을 지원하는 CSI-process에 대한 피드백 설정(feedback configuration) 정보를 구성한다. 해당 정보에는 PMI/CQI 주기 및 오프셋, RI 주기 및 오프셋, wideband/subband 여부, submode 등이 설정될 수 있다. 단말은 740단계에서 해당 정보를 기반으로 CSI-RS를 수신하면 이를 기반으로 하여 기지국 안테나와 단말의 수신안테나 사이의 채널을 추정한다. 단말은 740단계에서, 상기 추정한 채널을 기반으로, 수신한 피드백 설정을 이용하여 피드백 정보 CRI, rank, PMI 및 CQI 등을 생성한다. 이 때, 이러한 피드백 설정에는 본 발명에서 제안한 eMIMO-Type에 대한 설정 정보, 보고 하여야 하는 eMIMO-Type에 대한 설정 정보, eMIMO-Type 업데이트에 대한 설정 정보 등이 함께 포함될 수 있다. 이후 단말은 750 단계에서 기지국의 피드백 설정에 따라 정해진 피드백 타이밍에 상기 피드백 정보들을 기지국으로 전송하여, 이차원 배열을 고려한 채널 피드백 생성 및 보고 과정을 마친다.

[0170] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 기지국의 동작 순서를 도시하는 순서도이다.

[0171] 도 8을 참조하면 기지국은 810 단계에서, 채널을 측정하기 위한 CSI-RS에 대한 설정 정보를 단말로 전송한다. 상기 설정 정보는 이 때, eMIMO-Type이 non-precoded인 경우 CSI-RS에 대한 포트의 개수, 차원별 안테나의 수인 N1과 N2, 차원별 oversampling factor인 O1, O2, 다수 개의 CSI-RS를 전송하기 위한 하나의 subframe config 및 위치를 설정하기 위한 복수 개의 resource config, codebook subset restriction 관련 정보, CSI 보고 관련 정보, CSI-process index, 그리고 전송전력 정보 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이 때, eMIMO-Type이 beamformed인 경우 복수 개의 CSI-RS resource의 resource config subframe config 및 포트 수, 포트 선택을 지원하는 코드북 지원 여부, 전송전력 정보 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이후에, 기지국은 820 단계



에서 복수개의 eMIMO-Type에 해당하는 CSI-RS를 기반으로 하는 피드백 설정(feedback configuration) 정보를 단말로 전송한다. 해당 정보에는 PMI/CQI 주기 및 오프셋, RI 주기 및 오프셋, wideband/subband 여부, submode 등이 설정될 수 있다. 이 때, 이러한 피드백 설정에는 본 발명에서 제안한 eMIMO-Type에 대한 설정 정보, 보고 하여야 하는 eMIMO-Type에 대한 설정 정보, eMIMO-Type 업데이트에 대한 설정 정보 등이 함께 포함될 수 있다. 이후에 기지국은 구성된 CSI-RS를 단말로 전송한다. 단말은 안테나 port 별로 채널을 추정하고 이를 기반으로 가상의 자원에 대한 추가적인 채널을 추정한다. 단말은 피드백을 결정하고 기지국의 설정에 따라 업데이트 혹은 보고 하여야 하는 eMIMO-Type과 이에 해당하는 CRI, PMI, RI, CQI를 생성하여 기지국으로 전송한다. 이에 따라 기지국은 830 단계에서 정해진 타이밍에 단말로부터 피드백 정보를 수신하고, 단말과 기지국 간의 채널 상태를 판단하는데 활용한다.

[0172] 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 단말의 내부 구조를 도시하는 블록도이다.

[0173] 도 9를 참조하면, 단말은 통신부(910)와 제어부(920)를 포함한다. 통신부(910)는 외부(예를 들어, 기지국)로부터 데이터를 송신 또는 수신하는 기능을 수행한다. 여기서 통신부(910)는 제어부(920)의 제어하에 피드백 정보를 기지국으로 전송할 수 있다. 제어부(920)는 단말을 구성하는 모든 구성 요소들의 상태 및 동작을 제어한다. 구체적으로 제어부(920)는 기지국으로부터 할당 받은 정보에 따라 피드백 정보를 생성한다. 또한, 제어부(920)는 생성한 채널 정보를 기지국으로부터 할당 받은 타이밍 정보에 따라 기지국으로 피드백하도록 통신부(910)를 제어한다. 이를 위해 제어부(920)는 채널 추정부(930)를 포함할 수 있다. 채널 추정부(2130)는 기지국으로부터 수신되는 CSI-RS 및 피드백 할당 정보를 통해 필요한 피드백 정보를 판단하고, 상기 피드백 정보에 기초하여 수신된 CSI-RS를 사용하여 채널을 추정한다. 또한, 기지국이 전송한 DCI를 기반으로 하여 본 발명의 실시예에서 설명한 해당 PDSCH 전송에 해당 하는 PRG의 크기 및 rank, DMRS 포트에 프리코더를 적용한 기준신호 매핑을 적용하여 PDSCH를 복호한다. 도 9에서는 단말이 통신부(910)와 제어부(920)로 구성된 예를 설명하였으나, 이에 한정되지 않고 단말에서 수행되는 기능에 따라 다양한 구성들을 더 구비할 수 있다. 예를 들어 단말은 단말의 현 상태를 표시하는 표시부, 사용자로부터 기능 수행 등과 같은 신호가 입력되는 입력부, 단말에 생성된 데이터들을 저장하는 저장부 등을 더 포함할 수 있다. 또한, 상기에서는 채널 추정부(930)가 제어부(920)에 포함된 것으로 도시하였으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 제어부(920)는 적어도 하나 이상의 기준 신호 자원에 대한 설정 정보를 기지국으로부터 수신하도록 통신부(910)를 제어할 수 있다. 또한, 상기 제어부(920)는 상기 적어도 하나 이상의 기준 신호를 측정하고, 상기 측정 결과에 따른 피드백 정보를 생성하기 위한 피드백 설정 정보를 상기 기지국으로부터 수신하도록 통신부(910)를 제어할 수 있다.

[0174] 또한 제어부(920)는 상기 통신부(910)를 통하여 수신된 적어도 하나 이상의 기준 신호를 측정하고 상기 피드백 설정 정보에 따라 피드백 정보를 생성할 수 있다. 그리고 제어부(920)는 상기 생성된 피드백 정보를 상기 피드백 설정 정보에 따른 피드백 타이밍에서 상기 기지국으로 전송하도록 통신부(910)를 제어할 수 있다. 또한 제어부(920)는 기지국으로부터 CSI-RS(Channel Status Indication - Reference Signal)를 수신하고, 상기 수신한 CSI-RS에 기초하여 피드백 정보를 생성하고, 상기 생성한 피드백 정보를 상기 기지국에 전송할 수 있다. 이 때 제어부(920)는, 상기 기지국의 안테나 포트 그룹 별로 프리코딩 매트릭스(precoding matrix)를 각각 선택하고 상기 기지국의 안테나 포트 그룹 간의 관계에 기초하여 하나의 추가적(additional) 프리코딩 매트릭스를 더 선택할 수 있다.

[0175] 또한 제어부(920)는 기지국으로부터 CSI-RS를 수신하고, 상기 수신한 CSI-RS에 기초하여 피드백 정보를 생성하고, 상기 생성한 피드백 정보를 상기 기지국에 전송할 수 있다. 이 때 제어부(920)는, 상기 기지국의 모든 안테나 포트 그룹에 대한 하나의 프리코딩 매트릭스(precoding matrix)를 선택할 수 있다. 또한 제어부(920)는 기지국으로부터 피드백 설정 정보를 수신하고, 상기 기지국으로부터 CSI-RS를 수신하고, 상기 수신한 피드백 설정 정보 및 상기 수신한 CSI-RS에 기초하여 피드백 정보를 생성하고, 상기 생성한 피드백 정보를 상기 기지국에 전송할 수 있다. 이 때 제어부(920)는, 기지국의 각 안테나 포트 그룹에 대응되는 피드백 설정 정보 및 안테나 포트 그룹 간의 관계에 기초하는 추가적 피드백 설정 정보를 수신할 수 있다.

[0176] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 기지국의 내부 구조를 도시하는 블록도이다.

[0177] 도 10을 참조하면, 기지국은 제어부(1010)와 통신부(1020)를 포함한다. 제어부(1010)는 기지국을 구성하는 모든 구성의 상태 및 동작을 제어한다. 구체적으로, 제어부(1010)는 단말의 채널 추정을 위한 CSI-RS 자원을 단말에게 할당하고 피드백 자원 및 피드백 타이밍을 단말에게 할당한다. 이를 위해 제어부(1010)는 자원 할당부(1030)를 더 포함할 수 있다. 또한 여러 단말로부터의 피드백이 충돌하지 않도록 피드백 설정 및 피드백 타이밍을 할당하고 해당 타이밍에서 설정된 피드백 정보를 수신하고 해석한다. 통신부(1020)는 단말로 데이터, 기준 신호



및 피드백 정보를 송수신하는 기능을 수행한다. 여기서 통신부(1020)는 제어부(1010)의 제어하에 할당된 자원을 통해 비주기적 CSI-RS를 단말로 전송하고, 단말로부터 채널 정보에 대한 피드백을 수신한다. 상기에서는 자원 할당부(1030)가 제어부(1010)에 포함된 것으로 도시하였으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 제어부(1010)는 적어도 하나 이상의 기준 신호 각각에 대한 설정 정보를 단말에 전송하도록 통신부(1020)를 제어하거나, 상기 적어도 하나 이상의 기준 신호를 생성할 수 있다. 또한, 제어부(1010)는 상기 측정 결과에 따른 피드백 정보를 생성하기 위한 피드백 설정 정보를 상기 단말에 전송하도록 상기 통신부(1020)를 제어할 수 있다. 또한, 상기 제어부(1010)는 상기 적어도 하나 이상의 기준 신호를 상기 단말에 전송하고, 상기 피드백 설정 정보에 따른 피드백 타이밍에서 상기 단말로부터 전송되는 피드백 정보를 수신하도록 통신부(1020)를 제어할 수 있다. 또한, 제어부(1010)는 단말에 피드백 설정 정보를 전송하고, 상기 단말에 비주기적 CSI-RS를 전송하고, 상기 피드백 설정 정보 및 상기 CSI-RS에 기초하여 생성된 피드백 정보를 상기 단말로부터 수신할 수 있다. 이 때 제어부(1010)는 상기 기지국의 각 안테나 포트 그룹에 대응되는 피드백 설정 정보 및 안테나 포트 그룹 간의 관계에 기초하는 추가적 피드백 설정 정보를 전송할 수 있다. 또한, 제어부(1010)는 피드백 정보에 기초하여 빔포밍된 CSI-RS를 상기 단말에 전송하고, 상기 CSI-RS에 기초하여 생성된 피드백 정보를 상기 단말로부터 수신할 수 있다. 상술한 본 발명의 실시예에 따르면, 많은 수의 2차원 안테나 어레이 구조의 송신 안테나를 갖는 기지국에서 CSI-RS를 전송하는데 과도한 피드백 자원을 할당하는 것과 단말의 채널 추정 복잡도를 증가하는 것을 방지할 수 있으며, 단말은 효과적으로 많은 수의 송신 안테나에 대한 채널을 모두 측정하고 이를 피드백 정보로 구성하여 기지국에 통보할 수 있다.

### 부호의 설명

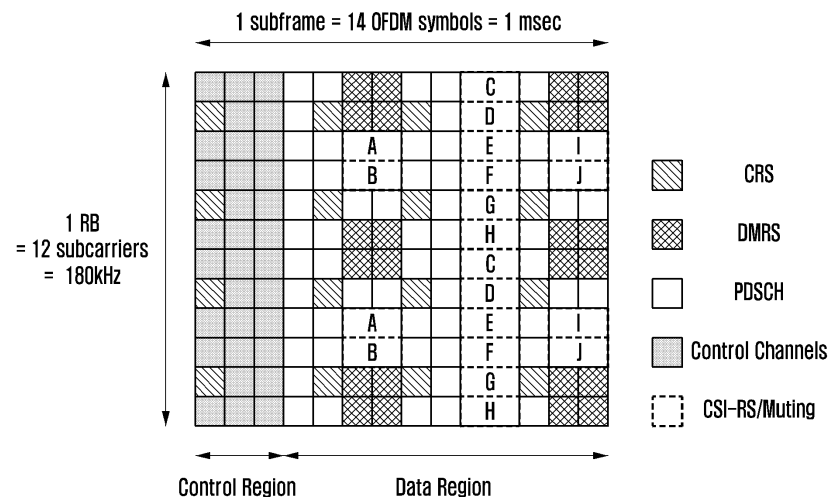
910, 1020: 통신부

920, 1010: 제어부

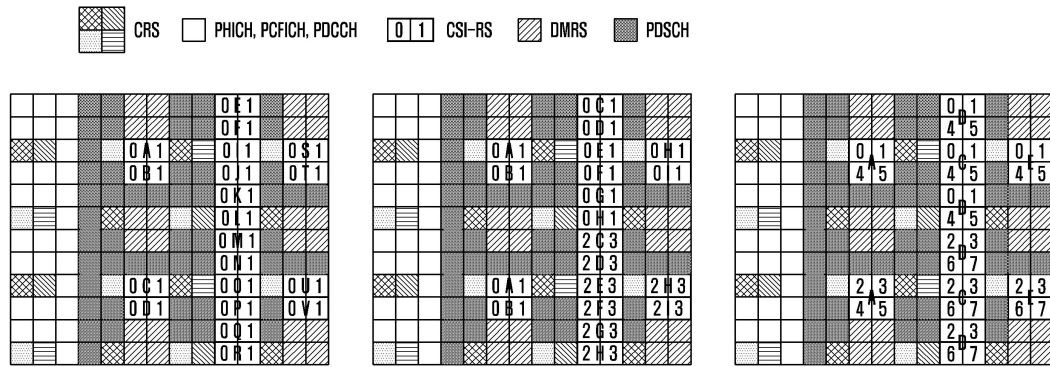
930, 1030: 채널추정부

### 도면

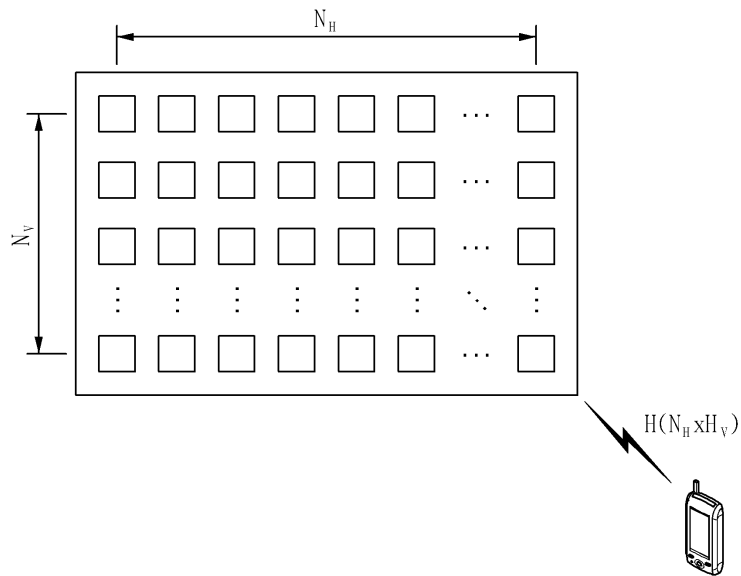
#### 도면1



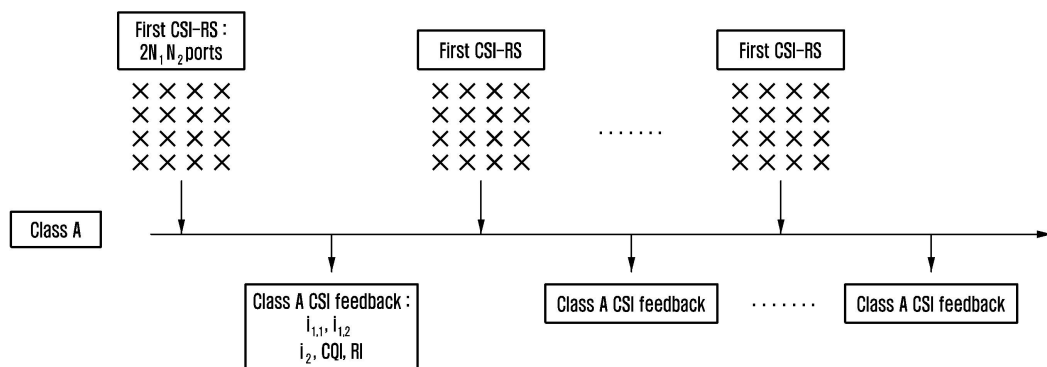
도면2



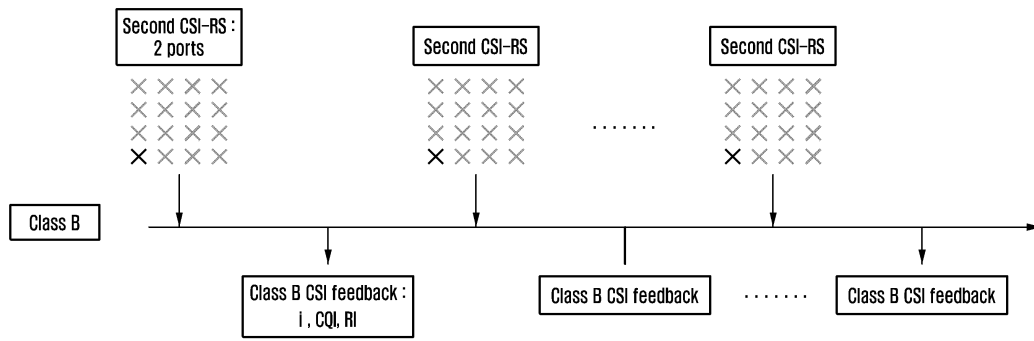
도면3



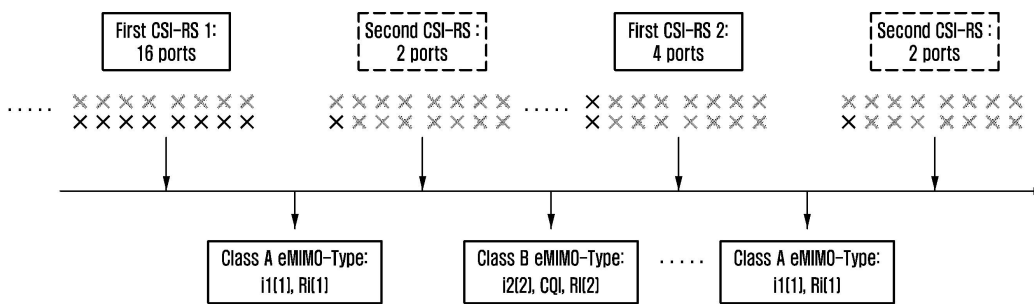
도면4



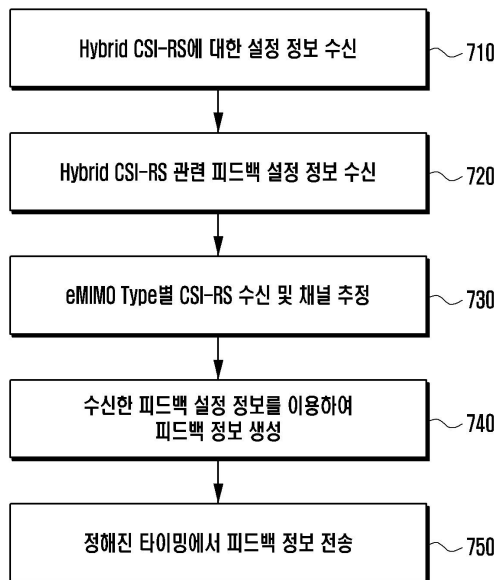
도면5



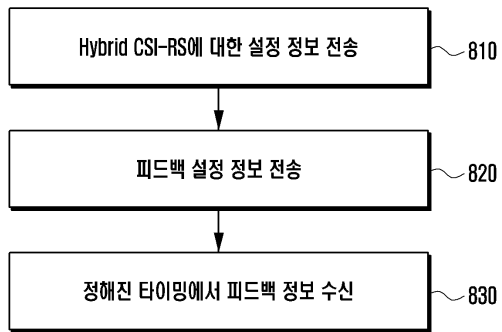
도면6



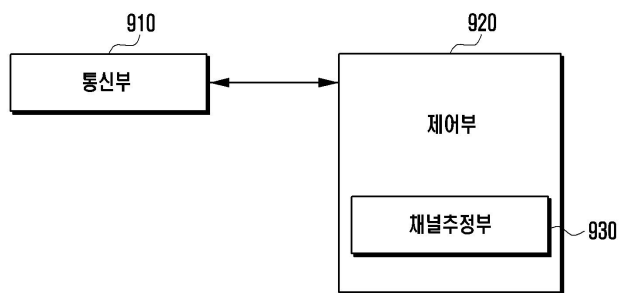
도면7



도면8



도면9



도면10

