



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2014-0071948  
 (43) 공개일자 2014년06월12일

- |   |  |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/> <i>H04L 27/26</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2013-7012686</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2011년11월17일<br/>             심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2013년05월16일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/KR2011/008807</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2012/067448<br/>             국제공개일자 2012년05월24일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>             61/414,885 2010년11월17일 미국(US)<br/>             61/442,282 2011년02월13일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인<br/> <b>엘지전자 주식회사</b><br/>             서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)</p> <p>(72) 발명자<br/> <b>김학성</b><br/>             경기 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, 엘지전자<br/>             특허센터 (호계동)</p> <p><b>서한별</b><br/>             경기 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, 엘지전자<br/>             특허센터 (호계동)</p> <p><b>김기준</b><br/>             경기 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, 엘지전자<br/>             특허센터 (호계동)</p> <p>(74) 대리인<br/> <b>박영복, 김용인</b></p> |
|---|--|

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **무선 통신 시스템에서 하향링크제어채널을 송수신하는 방법 및 장치**

**(57) 요약**

본 발명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 상세하게는 하향링크제어채널을 송수신하는 방법 및 장치가 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템의 수신기에서 송신기로부터 하향링크 제어 채널을 수신하는 방법은, 하향링크 서브프레임의 데이터 영역에서 전송되는 참조신호의 오버헤드를 가정(assume)하는 단계; 및 상기 참조신호의 오버헤드에 대한 가정(assumption)에 기초하여, 상기 데이터 영역에서 상기 송신기에 의해 전송되는 상기 하향링크 제어 채널을 디코딩하는 단계를 포함하고, 상기 참조신호의 오버헤드에 대한 가정은 적어도 상기 수신기의 수신 안테나 개수에 기초하여 결정될 수 있다.

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

무선 통신 시스템의 수신기에서 송신기로부터 하향링크 제어 채널을 수신하는 방법으로서,  
 하향링크 서브프레임의 데이터 영역에서 전송되는 참조신호의 오버헤드를 가정(assume)하는 단계; 및  
 상기 참조신호의 오버헤드에 대한 가정(assumption)에 기초하여, 상기 데이터 영역에서 상기 송신기에 의해 전송되는 상기 하향링크 제어 채널을 디코딩하는 단계를 포함하고,  
 상기 참조신호의 오버헤드에 대한 가정은 적어도 상기 수신기의 수신 안테나 개수에 기초하여 결정되는, 하향링크 제어 채널 수신 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,  
 상기 수신기의 수신 안테나 개수가  $N$  이하인 경우에 상기 참조신호 오버헤드는 6 자원요소/자원블록/슬롯(REs/RB/slot)인 것으로 가정하고,  
 상기 수신기의 수신 안테나 개수가  $N$  초과인 경우에 상기 참조신호 오버헤드는 12 REs/RB/slot인 것으로 가정하는, 하향링크 제어 채널 수신 방법.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,  
 상기 참조신호의 오버헤드에 대한 가정은 상기 송신기의 송신 안테나 개수 및 상기 수신기의 수신 안테나 개수 중 작은 값에 기초하여 결정되는, 하향링크 제어 채널 수신 방법.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서,  
 상기 송신기의 송신 안테나 개수 및 상기 수신기의 수신 안테나 개수 중 작은 값이  $N$  이하인 경우에 상기 참조신호 오버헤드는 6 REs/RB/slot인 것으로 가정하고,  
 상기 송신기의 송신 안테나 개수 및 상기 수신기의 수신 안테나 개수 중 작은 값이  $N$  초과인 경우에 상기 참조신호 오버헤드는 12 REs/RB/slot인 것으로 가정하는, 하향링크 제어 채널 수신 방법.

### 청구항 5

제 3 항에 있어서,  
 상기 송신기의 송신 안테나 개수는 상기 수신기가 UE(User Equipment) 모드로 동작하는 중에 상기 송신기로부터의 시스템 정보 블록(SIB)을 통하여 획득되는, 하향링크 제어 채널 수신 방법.

### 청구항 6

제 3 항에 있어서,  
 상기 송신기의 송신 안테나 개수에 대한 정보는 상기 수신기가 RN(Relay Node) 모드로 동작하는 중에 상기 송신기로부터의 상위 계층 시그널링을 통하여 획득되는, 하향링크 제어 채널 수신 방법.

### 청구항 7

제 6 항에 있어서,  
 상기 상위 계층 시그널링은 코드북서브셋제한(codebookSubsetRestriction) 필드를 포함하고,  
 상기 수신기는 상기 코드북서브셋제한 필드로부터 상기 송신기의 송신 안테나 개수에 대한 정보를 획득하는, 하향링크 제어 채널 수신 방법.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,

상기 코드북서브셋제한 필드에서 정의하는 복수개의 비트 필드 중에서 특정 비트 필드가 디폴트 비트 필드로서 정의되고,

상기 수신기는 상기 디폴트 비트 필드의 비트 값으로부터 상기 송신기의 송신 안테나 개수에 대한 정보를 획득하며,

상기 디폴트 비트 필드는 채널상태정보-참조신호(CSI-RS) 설정에 무관하게 상기 상위 계층 시그널링에 포함되는, 하향링크 제어 채널 수신 방법.

**청구항 9**

제 6 항에 있어서,

상기 수신기에게 상기 수신기-특정의 페이크 CSI-RS 가 설정되는, 하향링크 제어 채널 수신 방법.

**청구항 10**

제 1 항에 있어서,

상기 수신기의 수신 안테나 개수는 미리 정해진 값으로 가정되는, 하향링크 제어 채널 수신 방법.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,

상기 미리 정해진 값은 2 이고,

상기 참조신호 오버헤드는 6 REs/RB/slot인 것으로 가정되는, 하향링크 제어 채널 수신 방법.

**청구항 12**

제 1 항에 있어서,

상기 수신기의 수신 안테나 개수에 대한 정보를, 상기 수신기가 UE(User Equipment) 모드로 동작하는 중에 상기 송신기로 보고하는 단계를 더 포함하는, 하향링크 제어 채널 수신 방법.

**청구항 13**

제 1 항에 있어서,

상기 참조신호는 복조참조신호(DMRS)이고,

상기 하향링크 제어 채널은 R-PDCCH(Relay-Physical Downlink Control Channel) 또는 E-PDCCH(Extended-Physical Downlink Control Channel)인, 하향링크 제어 채널 수신 방법.

**청구항 14**

제 1 항에 있어서,

상기 수신기는 중계기(Relay)이고, 상기 송신기는 도너 기지국(Donor eNodeB)인, 하향링크 제어 채널 수신 방법.

**청구항 15**

무선 통신 시스템의 송신기로부터 하향링크 제어 채널을 수신하는 수신기로서,

상기 송신기로부터의 하향링크 신호를 수신하는 수신 모듈;

상기 송신기로 상향링크 신호를 전송하는 전송 모듈; 및

상기 수신 모듈 및 상기 전송 모듈을 포함하는 상기 수신기를 제어하는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

하향링크 서브프레임의 데이터 영역에서 전송되는 참조신호의 오버헤드를 가정(assume)하고;

상기 참조신호의 오버헤드에 대한 가정(assumption)에 기초하여, 상기 데이터 영역에서 상기 송신기에 의해 전송되는 상기 하향링크 제어 채널을 디코딩하도록 구성되며,

상기 참조신호의 오버헤드에 대한 가정은 적어도 상기 수신기의 수신 안테나 개수에 기초하여 결정되는, 하향링크 제어 채널 수신기.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 이하의 설명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 상세하게는 무선 통신 시스템에서 하향링크제어채널을 송수신하는 방법 및 장치에 대한 것이다.

### 배경기술

[0002] 도 1은 무선 통신 시스템(100)에서 하나의 기지국(eNodeB; eNB, 110) 영역 내에 존재하는 중계기(Relay Node; RN, 120) 및 단말(User Equipment; UE, 131 및 132)들을 도시한다. 중계기(120)는 기지국(110)으로부터 수신한 데이터를 중계기 영역 내의 단말(132)에게 전달하고, 중계기 영역 내의 단말(132)로부터 수신한 데이터를 기지국(110)에게 전달할 수 있다. 이러한 기지국(110)을 도너-기지국(donor-eNB)라고 표현할 수도 있다. 또한, 중계기(120)는 고속 데이터 레이트 영역을 확장하고, 셀 경계(edge)에서의 통신 품질을 높이고, 건물 내부 또는 기지국 서비스 영역을 초과하는 영역에 통신을 제공하는 것을 지원할 수 있다. 도 1에서는 단말(131)과 같이 기지국으로부터 직접 서비스를 받는 단말(이하, 매크로-단말(Macro-UE) 또는 M-UE 라 함)과, 단말(132)과 같이 중계기(120)로부터 서비스를 받는 단말(이하, 중계기-단말(Relay-UE) 또는 R-UE 라 함)이 존재하는 것을 도시한다.

[0003] 기지국과 중계기 사이의 무선 링크를 백홀 링크(Backhaul Link)라 칭할 수 있다. 기지국으로부터 중계기로의 링크를 백홀 하향링크라고 칭하고, 중계기로부터 기지국으로의 링크를 백홀 상향링크라고 칭할 수 있다. 또한, 중계기와 단말 사이의 무선 링크를 액세스 링크(Access Link)라 칭할 수 있다. 중계기로부터 단말로의 링크를 액세스 하향링크라고 칭하고, 단말로부터 중계기로의 링크를 액세스 상향링크라고 칭할 수 있다.

[0004] 한편, 다중 입출력 (Multiple Input Multiple Output; MIMO) 시스템에서는 각각의 송신 안테나마다 독립된 데이터 채널을 가진다. MIMO 수신단에서는 MIMO 전송단의 송신 안테나에 각각에 대하여 채널을 추정하여 각각의 송신 안테나로부터 송신된 데이터를 수신할 수 있다. 채널 추정(channel estimation)은 페이딩(fading)에 의하여 생기는 신호의 왜곡을 보상함으로써 수신된 신호를 복원하는 과정을 말한다. 여기서 페이딩이란 무선통신 시스템 환경에서 다중경로(multi path)-시간지연(time delay)으로 인하여 신호의 강도가 급격히 변동되는 현상을 말한다. 채널추정을 위해서 송신 주체와 수신 주체가 모두 알고 있는 참조신호(reference signal)가 필요하다. 참조 신호는 간단히 RS(Reference Signal) 또는 파일럿(Pilot)으로 지칭될 수도 있다. 또한, 수신 주체는 수신된 참조신호의 측정(measurement)에 기반하여 채널 정보를 결정하고 송신 주체로 피드백할 수 있다.

[0005] 하향링크 참조신호(downlink reference signal)는 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel), PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PHICH(Physical Hybrid Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel) 등의 코히어런트(coherent) 복조를 위한 파일럿 신호이다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 하향링크 참조신호 중 PDSCH 복조를 위한 참조신호(DeModulation Reference Signal; DMRS)는 채널 랭크에 따라 무선 자원 상에 할당되는 자원요소(Resource Element; RE)의 개수(즉, DMRS 오버헤드)가 변경될 수 있다.

[0007] 한편, 발전된 무선 통신 시스템에서는 기존의 하향링크 서브프레임의 데이터 영역에서 제어 채널(예를 들어, PDCCH)가 전송되는 것을 고려하고 있다. 대표적인 예로, 기지국으로부터 중계기로의 백홀 하향링크 서브프레임에서 기존의 제어 영역에서는 중계기가 액세스 하향링크를 통해 R-UE에 대한 PDCCH를 전송하는 것이 요구되므로, 백홀 하향링크 서브프레임에서 중계기에 대한 PDCCH(R-PDCCH)는 기존의 하향링크 데이터 영역을 통해서 전송될 수 있다. 그 외에도 기존의 하향링크 서브프레임의 데이터 영역에서 전송되는 제어 채널(예를

들어, E-PDCCH)들이 논의되고 있다.

- [0008] 하향링크 서브프레임의 데이터 영역에서 전송되는 DMRS 가 매핑되는 RE를 피해서, 하향링크 서브프레임의 데이터 영역에서 전송되는 제어 채널(R-PDCCH 또는 E-PDCCH)이 매핑되는 RE 가 결정되어야 하는데, 전송한 바와 같이 DMRS 오버헤드는 전송 랭크에 따라 달라지게 된다. 따라서, 수신단의 입장에서 DMRS 오버헤드를 명확하게 결정하지 못하면, 하향링크 서브프레임의 데이터 영역에서 전송되는 제어 채널(R-PDCCH 또는 E-PDCCH)을 올바르게 디코딩하지 못하게 된다.
- [0009] 본 발명은 DMRS 오버헤드를 고려하여 하향링크 서브프레임의 데이터 영역에서 전송되는 하향링크 제어 채널을 송수신하는 동작을 효율적이고 정확하게 수행할 수 있는 방안을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.
- [0010] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0011] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템의 수신기에서 송신기로부터 하향링크 제어 채널을 수신하는 방법은, 하향링크 서브프레임의 데이터 영역에서 전송되는 참조신호의 오버헤드를 가정(assume)하는 단계; 및 상기 참조신호의 오버헤드에 대한 가정(assumption)에 기초하여, 상기 데이터 영역에서 상기 송신기에 의해 전송되는 상기 하향링크 제어 채널을 디코딩하는 단계를 포함할 수 있다. 여기서, 상기 참조신호의 오버헤드에 대한 가정은 적어도 상기 수신기의 수신 안테나 개수에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0012] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 무선 통신 시스템의 송신기로부터 하향링크 제어 채널을 수신하는 수신기는, 상기 송신기로부터의 하향링크 신호를 수신하는 수신 모듈; 상기 송신기로 상향링크 신호를 전송하는 전송 모듈; 및 상기 수신 모듈 및 상기 전송 모듈을 포함하는 상기 수신기를 제어하는 프로세서를 포함할 수 있다. 여기서, 상기 프로세서는, 하향링크 서브프레임의 데이터 영역에서 전송되는 참조신호의 오버헤드를 가정(assume)하고; 상기 참조신호의 오버헤드에 대한 가정(assumption)에 기초하여, 상기 데이터 영역에서 상기 송신기에 의해 전송되는 상기 하향링크 제어 채널을 디코딩하도록 구성될 수 있다. 여기서, 상기 참조신호의 오버헤드에 대한 가정은 적어도 상기 수신기의 수신 안테나 개수에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0013] 상기 본 발명에 따른 실시예들에 있어서 이하의 사항이 공통으로 적용될 수 있다.
- [0014] 상기 수신기의 수신 안테나 개수가 N 이하인 경우에 상기 참조신호 오버헤드는 6 자원요소/자원블록/슬롯(REs/RB/slot)인 것으로 가정하고, 상기 수신기의 수신 안테나 개수가 N 초과인 경우에 상기 참조신호 오버헤드는 12 REs/RB/slot인 것으로 가정할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 참조신호의 오버헤드에 대한 가정은 상기 송신기의 송신 안테나 개수 및 상기 수신기의 수신 안테나 개수 중 작은 값에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0016] 여기서, 상기 송신기의 송신 안테나 개수 및 상기 수신기의 수신 안테나 개수 중 작은 값이 N 이하인 경우에 상기 참조신호 오버헤드는 6 REs/RB/slot인 것으로 가정하고, 상기 송신기의 송신 안테나 개수 및 상기 수신기의 수신 안테나 개수 중 작은 값이 N 초과인 경우에 상기 참조신호 오버헤드는 12 REs/RB/slot인 것으로 가정할 수 있다.
- [0017] 상기 송신기의 송신 안테나 개수는 상기 수신기가 UE(User Equipment) 모드로 동작하는 중에 상기 송신기로부터의 시스템 정보 블록(SIB)을 통하여 획득될 수 있다.
- [0018] 상기 송신기의 송신 안테나 개수에 대한 정보는 상기 수신기가 RN(Relay Node) 모드로 동작하는 중에 상기 송신기로부터의 상위 계층 시그널링을 통하여 획득될 수 있다.
- [0019] 여기서, 상기 상위 계층 시그널링은 코드북서브셋제한(codebookSubsetRestriction) 필드를 포함하고, 상기 수신기는 상기 코드북서브셋제한 필드로부터 상기 송신기의 송신 안테나 개수에 대한 정보를 획득할 수 있다.
- [0020] 상기 코드북서브셋제한 필드에서 정의하는 복수개의 비트 필드 중에서 특정 비트 필드가 디폴트 비트 필드로서 정의되고, 상기 수신기는 상기 디폴트 비트 필드의 비트 값으로부터 상기 송신기의 송신 안테나 개수에 대한 정보를 획득하며, 상기 디폴트 비트 필드는 채널상태정보-참조신호(CSI-RS) 설정에 무관하게 상기 상위 계층 시그

널링에 포함될 수 있다.

- [0021] 상기 수신기에 상기 수신기-특정의 페이크 CSI-RS 가 설정될 수 있다.
- [0022] 상기 수신기의 수신 안테나 개수는 미리 정해진 값으로 가정될 수 있다. 상기 미리 정해진 값은 2 이고, 상기 참조신호 오버헤드는 6 REs/RB/slot인 것으로 가정될 수 있다.
- [0023] 상기 수신기의 수신 안테나 개수에 대한 정보는, 상기 수신기가 UE(User Equipment) 모드로 동작하는 중에 상기 송신기로 보고될 수 있다.
- [0024] 상기 참조신호는 복조참조신호(DMRS)이고, 상기 하향링크 제어 채널은 R-PDCCH(Relay-Physical Downlink Control Channel) 또는 E-PDCCH(Extended-Physical Downlink Control Channel)일 수 있다.
- [0025] 상기 수신기는 중계기(Relay)이고, 상기 송신기는 도너 기지국(Donor eNodeB)일 수 있다.
- [0026] 본 발명에 대하여 전술한 일반적인 설명과 후술하는 상세한 설명은 예시적인 것이며, 청구항 기재 발명에 대한 추가적인 설명을 위한 것이다.

**발명의 효과**

- [0027] 본 발명에 따르면, DMRS 오버헤드를 고려하여 하향링크 서브프레임의 데이터 영역에서 전송되는 하향링크 제어 채널을 송수신하는 동작을 효율적이고 정확하게 수행할 수 있는 방안이 제공될 수 있다.
- [0028] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0029] 본 명세서에 첨부되는 도면은 본 발명에 대한 이해를 제공하기 위한 것으로서 본 발명의 다양한 실시형태들을 나타내고 명세서의 기재와 함께 본 발명의 원리를 설명하기 위한 것이다.
  - 도 1은 기지국, 중계기 및 단말을 포함하는 무선 통신 시스템을 도시하는 도면이다.
  - 도 2는 3GPP LTE 시스템에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
  - 도 3은 하향링크 슬롯에서의 자원 그리드(resource grid)를 나타내는 도면이다.
  - 도 4는 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
  - 도 5는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
  - 도 6은 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.
  - 도 7은 하향링크 참조신호 패턴을 나타내는 도면이다.
  - 도 8은 DMRS 패턴을 설명하기 위한 도면이다.
  - 도 9는 상향링크 서브프레임에서 참조신호 전송을 설명하기 위한 도면이다.
  - 도 10은 FDD 모드 중계기의 송수신부 기능 구현의 예시를 나타내는 도면이다.
  - 도 11은 중계기 자원 분할의 예시를 나타내는 도면이다.
  - 도 12는 중계기의 UE 모드 동작의 예시를 설명하기 위한 도면이다.
  - 도 13은 중계기의 RN 모드 동작의 예시를 설명하기 위한 도면이다.
  - 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 하향링크 제어 채널 수신 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.
  - 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템의 바람직한 실시예의 구성을 도시한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0030] 이하의 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들을 소정 형태로 결합한 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려될 수 있다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특

징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성할 수도 있다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다.

[0031] 본 명세서에서 본 발명의 실시예들을 기지국과 단말 간의 데이터 송신 및 수신에의 관계를 중심으로 설명한다. 여기서, 기지국은 단말과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미를 갖는다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다.

[0032] 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음은 자명하다. '기지국(BS: Base Station)'은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 액세스 포인트(AP: Access Point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 중계기는 Relay Node(RN), Relay Station(RS) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, '단말(Terminal)'은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), MSS(Mobile Subscriber Station), SS(Subscriber Station) 등의 용어로 대체될 수 있다.

[0033] 이하의 설명에서 사용되는 특정 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.

[0034] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.

[0035] 본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802 시스템, 3GPP 시스템, 3GPP LTE 및 LTE-A(LTE-Advanced)시스템 및 3GPP2 시스템 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 본 발명의 기술적 사상을 명확히 드러내기 위해 설명하지 않은 단계들 또는 부분들은 상기 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.

[0036] 이하의 기술은 CDMA(Code Division Multiple Access), FDMA(Frequency Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access), OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access), SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 사용될 수 있다. CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)는 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화이다. WiMAX는 IEEE 802.16e 규격(WirelessMAN-OFDMA Reference System) 및 발전된 IEEE 802.16m 규격(WirelessMAN-OFDMA Advanced system)에 의하여 설명될 수 있다. 명확성을 위하여 이하에서는 3GPP LTE 및 3GPP LTE-A 시스템을 위주로 설명하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0037] 도 2는 3GPP LTE 시스템에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 하나의 무선 프레임은 10 개의 서브프레임을 포함하고, 하나의 서브프레임은 시간 영역에서 2 개의 슬롯을 포함한다. 하나의 서브프레임을 전송하는 시간은 전송시간간격(Transmission Time Interval; TTI)으로 정의된다. 예를 들어, 하나의 서브프레임은 1ms의 길이를 가질 수 있고, 하나의 슬롯은 0.5ms의 길이를 가질 수 있다. 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수개의 OFDM 심볼들을 포함할 수 있다. 3GPP LTE 시스템은 하향링크에서 OFDMA 방식을 이용하므로, 상기 OFDM 심볼은 하나의 심볼 길이(period)를 나타낸다. 하나의 심볼은 상향링크에서 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 길이로 칭하여질 수 있다. 자원블록(Resource Block; RB)은 자원 할당 단위로서, 하나의 슬롯에서 복수개의 연속하는 부반송파를 포함한다. 위와 같은 무선 프레임의 구조는 단지 예시적인 것이다. 따라서, 하나의 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 개수, 하나의 서브프레임에 포함되는 슬롯의 개수, 또는 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 개수는 다양한 방식으로 변경될 수도 있다.

[0038] 도 3은 하향링크 슬롯에서의 자원 그리드(resource grid)를 나타내는 도면이다. 하나의 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 7 개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원블록(RB)은 주파수 영역에서 12 개의 부반송파를 포함하는 것으로 도시되어 있지만, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 일반 CP(Cyclic Prefix)의 경우에는 하나의 슬롯이 7 OFDM 심볼을 포함하지만, 확장된 CP(extended-CP)의 경우에는 하나의 슬롯이 6 OFDM 심볼을 포함할 수 있다. 자원 그리드 상의 각각의 요소는 자원 요소(resource element)라 한다. 하나의 자원블록은 12 × 7 자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원블록들의  $N^{DL}$ 의 개수는 하향링크 전송 대역폭에 따른다. 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.

[0039] 도 4는 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 하나의 서브프레임 내에서 첫 번째 슬롯의 앞 부분의 최대 3 개의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어 영역에 해당한다. 나머지 OFDM 심볼들은 물리하향링크공유채널(Physical Downlink Shared Channel; PDSCH)이 할당되는 데이터 영역에 해당한다. 3GPP LTE 시스템에서 사용되는 하향링크 제어 채널들에는, 예를 들어, 물리제어포맷지시자채널(Physical Control Format Indicator Channel; PCFICH), 물리하향링크제어채널(Physical Downlink Control Channel; PDCCH), 물리HARQ지시자채널(Physical Hybrid automatic repeat request Indicator Channel; PHICH) 등이 있다. PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고 서브프레임 내의 제어 채널 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 대한 정보를 포함한다. PHICH는 상향링크 전송의 응답으로서 HARQ ACK/NACK 신호를 포함한다. PDCCH를 통하여 전송되는 제어 정보를 하향링크제어정보(Downlink Control Information; DCI)라 한다. DCI는 상향링크 또는 하향링크 스케줄링 정보를 포함하거나 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송 전력 제어 명령을 포함한다. PDCCH는 하향링크공유채널(DL-SCH)의 자원 할당 및 전송 포맷, 상향링크공유채널(UL-SCH)의 자원 할당 정보, 페이징채널(PCH)의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상으로 전송되는 임의접속응답(Random Access Response)과 같은 상위계층 제어 메시지의 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내의 개별 단말에 대한 전송 전력 제어 명령의 세트, 전송 전력 제어 정보, VoIP(Voice over IP)의 활성화 등을 포함할 수 있다. 복수의 PDCCH가 제어 영역 내에서 전송될 수 있다. 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링할 수 있다. PDCCH는 하나 이상의 연속하는 제어채널요소(Control Channel Element; CCE)의 조합으로 전송된다. CCE는 무선 채널의 상태에 기초한 코딩 레이트로 PDCCH를 제공하기 위해 사용되는 논리 할당 단위이다. CCE는 복수개의 자원 요소 그룹에 대응한다. PDCCH의 포맷과 이용가능한 비트 수는 CCE의 개수와 CCE에 의해 제공되는 코딩 레이트 간의 상관관계에 따라서 결정된다. 기지국은 단말에게 전송되는 DCI에 따라서 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 순환잉여검사(Cyclic Redundancy Check; CRC)를 부가한다. CRC는 PDCCH의 소유자 또는 용도에 따라 무선 네트워크 임시 식별자(Radio Network Temporary Identifier; RNTI)라 하는 식별자로 마스킹된다. PDCCH가 특정 단말에 대한 것이라면, 단말의 cell-RNTI(C-RNTI) 식별자가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는, PDCCH가 페이징 메시지에 대한 것이라면, 페이징 지시자 식별자(Paging Indicator Identifier; P-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. PDCCH가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(SIB))에 대한 것이라면, 시스템 정보 식별자 및 시스템 정보 RNTI(SI-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 임의 접속 프리앰블의 전송에 대한 응답인 임의접속응답을 나타내기 위해, 임의접속-RNTI(RA-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

[0040] 도 5는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 분할될 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 포함하는 물리상향링크제어채널(Physical Uplink Control Channel; PUCCH)이 할당된다. 데이터 영역에는 사용자 데이터를 포함하는 물리상향링크공유채널(Physical uplink shared channel; PUSCH)이 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해서, 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH를 동시에 전송하지 않는다. 하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원블록 쌍(RB pair)에 할당된다. 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들은 2 슬롯에 대하여 상이한 부반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당되는 자원블록 쌍이 슬롯 경계에서 주파수-호핑(frequency-hopped)된다고 한다.

[0041] 시스템 정보

[0042] 시스템 정보는 마스터정보블록(Master InformationBlock; MIB) 및 소정의 개수의 시스템정보블록들(System InformationBlocks; SIBs)로 구분될 수 있다.

[0043] MIB는 셀의 가장 필수적인 물리 계층 정보(예를 들어, 추가적인 시스템 정보를 수신하기 위해서 요구되는 정보)를 정의한다.

[0044] SIB 타입 1 은 단말이 셀에 액세스하는 것이 허용되는지를 평가(evaluate)하는 경우에 관련된 정보를 포함하고, 다른 시스템정보블록들의 스케줄링을 정의한다. SIB 타입 2 는 공통(common) 및 공용(shared) 채널 정보를 포함한다. SIB 타입 3 은 셀 재-선택(re-selection) 정보를 포함하고, 이는 주로 서빙 셀에 관련된 것이다. SIB 타

입 4 는 셀 재-선택에 관련된 셀 주파수 및 주파수-내(intra-frequency) 주변 셀들에 대한 정보(셀-특정 재-선택 파라미터 뿐만 아니라 주파수에 공통되는 셀 재-선택 파라미터를 포함하는 정보)를 포함한다. SIB 타입 5 는 셀 재-선택에 관련된 다른 E-UTRA 주파수들 및 주파수-간(inter-frequency) 주변 셀들에 대한 정보(셀-특정 재-선택 파라미터 뿐만 아니라 주파수에 공통되는 셀 재-선택 파라미터를 포함하는 정보)를 포함한다. SIB 타입 6 은 셀 재-선택에 관련된 UTRA 주파수들 및 UTRA 주변 셀들에 대한 정보(셀-특정 재-선택 파라미터 뿐만 아니라 주파수에 공통되는 셀 재-선택 파라미터를 포함하는 정보)를 포함한다. SIB 타입 7 은 셀 재-선택에 관련된 GERAN 주파수들에 대한 정보(각각의 주파수에 대한 셀 재-선택 파라미터들을 포함하는 정보)를 포함한다. SIB 타입 8 은 셀 재-선택에 관련된 CDMA2000 주파수들 및 CDMA 2000 주변 셀들에 대한 정보(셀-특정 재-선택 파라미터 뿐만 아니라 주파수에 공통되는 셀 재-선택 파라미터를 포함하는 정보)를 포함한다. SIB 타입 9 는 홈 eNB 식별자(HNBIID)를 포함한다. SIB 타입 10 은 ETWS(Earthquake and Tsunami Warning service) 주 통지(primary notification)를 포함한다. SIB 타입 11 은 ETWS 부 통지(secondary notification)를 포함한다. SIB 타입 12 는 CMAS(Commercial Mobile Alert System) 경고 통지(warning notification)를 포함한다. SIB 타입 13 은 MBMS(Multimedia Broadcast Multicast Service)에 관련된 정보를 포함한다.

[0045] MIB 는 BCCH(Broadcast Control Channel) 상에 매핑되고 BCH(Broadcast Channel) 상에서 전송된다. 한편, 다른 모든 SI 메시지들은 BCCH 상에 매핑되고 하향링크-공유채널(DL-SCH) 상에서 동적으로 전송되며 SI-RNTI 를 통해서 식별될 수 있다. MIB 및 SIB 타입 1 은 각각 40 및 80ms 의 주기를 가지고, 모두 고정된 스케줄링을 이용한다 (예를 들어, MIB는 4 개의 무선 프레임마다 한 번씩 서브프레임 #0 에서 전송되고, SIB 타입 1 은 8 개의 무선 프레임 마다 한 번씩 서브프레임 #5 에서 전송되는 것으로 고정될 수 있음). 한편, 다른 SI 메시지들의 스케줄링은 플렉서블(flexible)하고 SIB 타입 1 에 의해서 지시된다.

[0046] 기지국은 BCCH 이외의 논리 채널에 관한 DL-SCH 전송을 BCCH를 위해서 사용되는 서브프레임과 동일한 서브프레임에서 스케줄링할 수 있다. DL-SCH에 매핑되는 BCCH는 최소 단말 캐퍼빌리티(capability) (예를 들어, 최대 레이트 등)에 의해서 제한될 수 있다.

[0047] RRC(Radio Resource Control)\_IDLE 상태에 있는 단말들 및 RRC\_CONNECTED 상태에 있는 단말들에게 시스템 정보 변경을 알려주기 위해서는 페이징 메시지가 사용된다.

[0048] 경우에 따라 (예를 들어, 핸드 오버 시), 전용 시그널링을 통해서 단말에게 시스템 정보가 제공될 수도 있다.

[0049] 다중안테나(MIMO) 시스템의 모델링

[0050] 도 6은 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.

[0051] 도 6(a)에 도시된 바와 같이 송신 안테나의 수를  $N_T$  개로, 수신 안테나의 수를  $N_R$  개로 늘리면, 송신기나 수신기에서만 다수의 안테나를 사용하게 되는 경우와 달리 안테나 수에 비례하여 이론적인 채널 전송 용량이 증가한다. 따라서, 전송 레이트를 향상시키고 주파수 효율을 획기적으로 향상시킬 수 있다. 채널 전송 용량이 증가함에 따라, 전송 레이트는 이론적으로 단일 안테나 이용시의 최대 전송 레이트( $R_0$ )에 레이트 증가율( $R_i$ )이 곱해진 만큼 증가할 수 있다.

**수학식 1**

[0052] 
$$R_i = \min(N_T, N_R)$$

[0053] 예를 들어, 4개의 송신 안테나와 4개의 수신 안테나를 이용하는 MIMO 통신 시스템에서는 단일 안테나 시스템에 비해 이론상 4배의 전송 레이트를 획득할 수 있다. 다중안테나 시스템의 이론적 용량 증가가 90 년대 중반에 증명된 이후 이를 실질적인 데이터 전송률 향상으로 이끌어 내기 위한 다양한 기술들이 현재까지 활발히 연구되고 있다. 또한, 몇몇 기술들은 이미 3 세대 이동 통신과 차세대 무선랜 등의 다양한 무선 통신의 표준에 반영되고 있다.

[0054] 현재까지의 다중안테나 관련 연구 동향을 살펴보면 다양한 채널 환경 및 다중접속 환경에서의 다중안테나 통신 용량 계산 등과 관련된 정보 이론 측면 연구, 다중안테나 시스템의 무선 채널 측정 및 모형 도출 연구, 전송 신뢰도 향상 및 전송률 향상을 위한 시공간 신호 처리 기술 연구 등 다양한 관점에서 활발히 연구가 진행되고 있다.

[0055] 다중안테나 시스템에서의 통신 방법을 수학적 모델링을 이용하여 보다 구체적으로 설명한다. 상기 시스템에는  $M$ 개의 송신 안테나와  $N$ 개의 수신 안테나가 존재한다고 가정한다.

[0056] 송신 신호를 살펴보면,  $M$ 개의 송신 안테나가 있는 경우 전송 가능한 최대 정보는  $M$ 개이다. 전송 정보는 다음과 같이 표현될 수 있다.

**수학식 2**

[0057] 
$$\mathbf{s} = [s_1, s_2, \dots, s_{N_T}]^T$$

[0058] 각각의 전송 정보  $s_1, s_2, \dots, s_{N_T}$  는 전송 전력이 다를 수 있다. 각각의 전송 전력을  $P_1, P_2, \dots, P_{N_T}$  라고 하면, 전송 전력이 조정된 전송 정보는 다음과 같이 표현될 수 있다.

**수학식 3**

[0059] 
$$\hat{\mathbf{s}} = [\hat{s}_1, \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_{N_T}]^T = [P_1 s_1, P_2 s_2, \dots, P_{N_T} s_{N_T}]^T$$

[0060] 또한,  $\hat{\mathbf{s}}$  는 전송 전력의 대각행렬  $\mathbf{P}$  를 이용해 다음과 같이 표현될 수 있다.

**수학식 4**

[0061] 
$$\hat{\mathbf{s}} = \begin{bmatrix} P_1 & & & 0 \\ & P_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & P_{N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{P}\mathbf{s}$$

[0062] 전송전력이 조정된 정보 벡터  $\hat{\mathbf{s}}$  에 가중치 행렬  $\mathbf{W}$  가 적용되어 실제 전송되는  $M$ 개의 송신신호  $x_1, x_2, \dots, x_{N_T}$  가 구성되는 경우를 고려해 보자. 가중치 행렬  $\mathbf{W}$  는 전송 정보를 전송 채널 상황 등에 따라 각 안테나에 적절히 분배해 주는 역할을 한다.  $x_1, x_2, \dots, x_{N_T}$  는 벡터  $\mathbf{x}$  를 이용하여 다음과 같이 표현될 수 있다.

**수학식 5**

[0063] 
$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{i1} & w_{i2} & \dots & w_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{N_T1} & w_{N_T2} & \dots & w_{N_TN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{W}\mathbf{P}\mathbf{s}$$

[0064] 여기에서,  $w_{ij}$  는  $i$  번째 송신 안테나와  $j$  번째 정보간의 가중치를 의미한다.  $\mathbf{w}$  는 프리코딩 행렬이라고도 불린다.

[0065] 수신신호는  $N_r$  개의 수신 안테나가 있는 경우 각 안테나의 수신신호  $y_1, y_2, \dots, y_{N_r}$  은 벡터로 다음과 같이 표현될 수 있다.

**수학식 6**

[0066] 
$$\mathbf{y} = [y_1, y_2, \dots, y_{N_r}]^T$$

[0067] 다중안테나 무선 통신 시스템에서 채널을 모델링하는 경우, 채널은 송수신 안테나 인덱스에 따라 구분될 수 있다. 송신 안테나  $j$ 로부터 수신 안테나  $i$ 를 거치는 채널을  $h_{ij}$ 로 표시하기로 한다.  $h_{ij}$ 에서, 인덱스의 순서가 수신 안테나 인덱스가 먼저, 송신 안테나의 인덱스가 나중에 유의한다.

[0068] 한편, 도 6(b)은  $N_t$  개의 송신 안테나에서 수신 안테나  $i$ 로의 채널을 도시한 도면이다. 상기 채널을 묶어서 벡터 및 행렬 형태로 표시할 수 있다. 도 6(b)에서, 총  $N_t$  개의 송신 안테나로부터 수신 안테나  $i$ 로 도착하는 채널은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

**수학식 7**

[0069] 
$$\mathbf{h}_i^T = [h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iN_t}]$$

[0070] 따라서,  $N_t$  개의 송신 안테나로부터  $N_r$  개의 수신 안테나로 도착하는 모든 채널은 다음과 같이 표현될 수 있다.

**수학식 8**

[0071] 
$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^T \\ \mathbf{h}_2^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_i^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_{N_r}^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N_t} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N_t} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \dots & h_{iN_t} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_r1} & h_{N_r2} & \dots & h_{N_rN_t} \end{bmatrix}$$

[0072] 실제 채널에는 채널 행렬  $\mathbf{H}$  를 거친 후에 백색잡음(AWGN; Additive White Gaussian Noise)이 더해진다.  $N_r$  개의 수신 안테나 각각에 더해지는 백색잡음  $n_1, n_2, \dots, n_{N_r}$  은 다음과 같이 표현될 수 있다.

**수학식 9**

[0073] 
$$\mathbf{n} = [n_1, n_2, \dots, n_{N_r}]^T$$

[0074] 상술한 수식 모델링을 통해 수신신호는 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 10

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_{N_R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \cdots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \cdots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_j \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_i \\ \vdots \\ n_{N_R} \end{bmatrix} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n}$$

[0075]

[0076] 한편, 채널 상태를 나타내는 채널 행렬  $\mathbf{H}$ 의 행과 열의 수는 송수신 안테나의 수에 의해 결정된다. 채널 행렬  $\mathbf{H}$ 에서 행의 수는 수신 안테나의 수  $N_R$ 과 같고, 열의 수는 송신 안테나의 수  $N_T$ 와 같다. 즉, 채널 행렬  $\mathbf{H}$ 는 행렬이  $N_R \times N_T$ 된다.

[0077] 행렬의 랭크(rank)는 서로 독립인(independent) 행 또는 열의 개수 중에서 최소 개수로 정의된다. 따라서, 행렬의 랭크는 행 또는 열의 개수 보다 클 수 없다. 채널 행렬  $\mathbf{H}$ 의 랭크( $rank(\mathbf{H})$ )는 다음과 같이 제한된다.

수학식 11

$$rank(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

[0078]

[0079] 랭크의 다른 정의는 행렬을 고유치 분해(Eigen value decomposition) 하였을 때, 0이 아닌 고유치들의 개수로 정의할 수 있다. 유사하게, 랭크의 또 다른 정의는 특이치 분해(singular value decomposition) 하였을 때, 0이 아닌 특이치들의 개수로 정의할 수 있다. 따라서, 채널 행렬에서 랭크의 물리적인 의미는 주어진 채널에서 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수라고 할 수 있다.

[0080] 참조 신호 (Reference Signal; RS)

[0081] 다중안테나를 사용하여 데이터를 송수신하는 경우에는 각각의 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 채널 상황을 알아야 올바른 신호를 수신할 수 있다. 따라서, 각각의 송신 안테나 별로 별도의 참조 신호가 존재하여야 한다. 하향링크 참조신호(CRS 및/또는 DMRS)에 의해 채널 추정 및 복조를 위한 정보가 제공될 수 있다.

[0082] CRS는 물리 안테나단의 채널을 추정하기 위해 사용되며, 셀 내에 있는 모든 단말(UE)들이 공통적으로 수신할 수 있는 참조신호로서, 전대역에 걸쳐 분포한다. CRS는 채널 상태 정보 (Channel State Information; CSI) 획득 및 데이터 복조의 목적으로 사용될 수 있다.

[0083] DMRS(또는 단말-특정 참조신호)는 데이터 복조를 위해 사용되는 참조신호로, 다중안테나 전송을 할 때 특정 단말에 사용되는 프리코딩 가중치를 참조신호에도 그대로 사용함으로써 단말이 참조신호를 수신했을 때에 각각의 송신안테나에서 전송되는 프리코딩 가중치와 전송 채널이 결합된 균등 채널(equivalent channel)을 추정할 수 있도록 한다. 기존의 3GPP LTE 시스템 (예를 들어, 릴리즈-8)은 최대 4 송신 안테나 전송을 지원하고, 랭크 1 빔포밍을 위한 DMRS가 정의되어 있다. 랭크 1 빔포밍을 위한 DMRS는 안테나 포트 인덱스 5에 대한 참조신호로 표시되기도 한다.

[0084] 도 7은 하향링크 CRS 및 DMRS가 하향링크 자원블록 상에 매핑되는 패턴을 나타내는 도면이다. 참조신호가 매핑되는 단위로서의 하향링크 자원블록은 시간 상으로 하나의 서브프레임  $\times$  주파수 상으로 12 부반송파의 단위로 표현될 수 있다. 즉, 하나의 자원블록은 시간 상으로 일반 CP의 경우에는 14 개의 OFDM 심볼 길이, 확장된 CP의 경우에는 12 개의 OFDM 심볼 길이를 가진다. 도 7에서는 일반 CP의 경우의 하향링크 자원블록을 나타낸다.

[0085] 도 7에서 'R0', 'R1', 'R2' 및 'R3'로 표시된 자원 요소(RE)는, 각각 안테나 포트 인덱스 0, 1, 2 및 3에 대한 CRS의 위치를 나타낸다. 한편, 도 7에서 'R5'로 표시된 자원 요소는 기존 LTE 시스템(예를 들어, LTE 릴리즈-8)에서 정의되는 DMRS의 위치를 나타낸다.

- [0086] 한편, 3GPP LTE의 진화인 LTE-A 시스템에서는 확장된 안테나 구성, 높은 차수(order)의 MIMO, 다중-셀 전송, 발전된 MU-MIMO 등이 고려되고 있으며, 효율적인 참조신호의 운용과 발전된 전송 방식을 지원하기 위하여 DMRS 기반의 데이터 복조를 고려하고 있다. 즉, 기존의 3GPP LTE (예를 들어, 3GPP LTE 릴리즈-8) 에서 정의하는 랭크 1 빔포밍을 위한 DMRS (R5)와는 별도로, 추가된 안테나를 통한 데이터 전송을 지원하기 위하여 2 이상의 레이어에 대한 DMRS를 정의할 수 있다. 이러한 DMRS는 기지국에 의해 하향링크 전송이 스케줄링된 자원블록 및 레이어에만 존재하도록 설정하는 것이 바람직하다. DMRS에 연관된 안테나 포트의 개수는 1 내지 8 개일 수 있고, 안테나 포트 7 내지 14 로 인덱스될 수 있다.
- [0087] 도 7 및 8을 참조하여 LTE 릴리즈-9 또는 LTE-A (LTE 릴리즈-10 또는 이후의 LTE 릴리즈)에서 새롭게 도입되는 DMRS 패턴의 일례에 대하여 설명한다. LTE 릴리즈-9/10 DMRS 패턴에서 낮은 랭크의 경우에 사용되는 DMRS는 하나의 자원블록 내에서 모두 12 개의 RE 상에 배치될 수 있고, 높은 랭크의 경우에는 하나의 자원블록 내에서 DMRS가 모두 24 개의 RE 상에 배치될 수 있다. 즉, 도 7 에서 도시하는 DMRS 패턴은 랭크 1 내지 4 의 경우에 대한 DMRS 패턴을 예시하는 것이며, 랭크 5 내지 8 에 대한 DMRS 패턴은 도 7 과 동일한 패턴을 갖지만 각각의 CDM 그룹이 4개의 레이어를 포함하도록 할 수 있다.
- [0088] 최대 랭크 8 전송을 지원하기 위한 LTE 릴리즈-9/10 DMRS를 무선 자원 상에 배치함에 있어서 각각의 레이어에 대한 DMRS를 다중화하여 배치할 수 있다. 시간분할다중화(Time Division Multiplexing; TDM)는, 2 이상의 레이어에 대한 DMRS를 상이한 시간 자원 (예를 들어, OFDM 심볼) 상에 배치하는 것을 의미한다. 주파수분할다중화(Frequency Division Multiplexing; FDM)는, 2 이상의 레이어에 대한 DMRS를 상이한 주파수 자원 (예를 들어, 부반송파) 상에 배치하는 것을 의미한다. 코드분할다중화(Code Division Multiplexing; CDM)는, 동일한 무선 자원 상에 배치된 2 이상의 레이어에 대한 DMRS를 해당 RS 자원요소들에 대한 OFDM 심볼들 간 또는 주파수 부반송파들 간의 직교 시퀀스(또는, 직교 커버링)을 사용하여 다중화하는 것을 의미한다. 특히 DMRS가 위치하는 OFDM 심볼들 상의 RS 자원요소들에 대하여 CDM 방식 다중화를 적용하는데 이용되는 직교 커버 코드(Orthogonal Cover Code)를 줄여서 OCC라 할 수 있다. 예를 들어, 월시 코드(Walsh code), DFT(Discrete Fourier Transform) 행렬 등이 OCC 로 사용될 수 있다.
- [0089] 도 7 의 DMRS 패턴은 CDM 과 FDM 이 혼합된 형태를 나타낸다. 예를 들어, CDM 그룹 1은 포트(port) 7, 8, 11, 12 에 매핑되고, CDM 그룹 2는 포트 9, 10, 13, 14 에 매핑될 수 있다. 이러한 매핑관계에 따라 채널 랭크 별로 DMRS가 차지하는 자원요소(RE)의 개수가 변하게 되며, CDM+FDM 방식의 경우 랭크 1 및 2 에서는 12 REs/RB/port의 RE 를 사용하고(도 8(a)), 랭크 3 내지 8에서는 24 REs/RB/port의 RE를 사용할 수 있다(도 8(b)). 또는, CDM 과 FDM 혼합 방식 외에 완전한(full) CDM 방식을 고려할 수도 있다. 완전한 CDM 방식에 따른 DMRS 패턴은 도 7 과 동일하지만, 포트 매핑시에 CDM 그룹 1은 포트 7, 8, 9, 10에 매핑하고, CDM 그룹 2는 포트 11, 12, 13, 14 에 매핑할 수 있다. 따라서, 랭크 1 내지 4에서 12 REs/RB/port의 RE를 사용하고, 랭크 5 내지 8에서는 24 REs/RB/port의 RE를 사용할 수 있다. 그러나, 이에 제한되는 것은 아니고 전송 랭크에 따라 적절한 DMRS 패턴이 사용될 수 있다.
- [0090] 이러한 두 가지 방식 모두 랭크에 따라 DMRS가 차지하는 RE의 개수가 변할 수 있으며, 24 REs/RB/port의 경우 낮은 랭크의 경우보다 2배의 오버헤드(또는 DMRS가 할당되는 RE의 개수)를 갖게 된다.
- [0091] 한편, LTE-A 시스템은 기존의 3GPP LTE 시스템보다 높은 스펙트럼 효율성(Spectral Efficiency)를 지원하기 위하여, 확장된 안테나 구성을 가질 수 있다. 확장된 안테나 구성은, 예를 들어, 8개의 전송 안테나 구성일 수 있다. 이러한 확장된 안테나 구성을 갖는 시스템에서 기존의 안테나 구성에서 동작하는 단말들을 지원, 즉, 역방향 호환성(backward compatibility)을 지원할 필요가 있다. 따라서, 기존의 안테나 구성에 따른 참조신호 패턴을 지원하고, 추가적인 안테나 구성에 대한 새로운 참조신호 패턴을 설계할 필요가 있다. 여기서, 기존의 안테나 구성을 가진 시스템에 새로운 안테나 포트를 위한 CRS를 추가하게 되면 참조신호 오버헤드가 급격하게 증가하여 데이터 전송률을 떨어뜨리는 단점이 있다. 위와 같은 사항을 고려하여 새로운 안테나 포트를 위한 채널 상태 정보(CSI) 측정을 위한 새로운 참조신호 (CSI-RS)를 설계하는 것의 논의되고 있다. CSI-RS는 모든 서브프레임에서 전송되는 신호는 아니므로, 도 7 및 8 에서 설명의 명확성을 위하여 CSI-RS 패턴에 대해서는 도시하지 않는다.
- [0092] 협력형 다중-포인트 (Cooperative Multi-Point; CoMP)
- [0093] 3GPP LTE-A 시스템의 개선된 시스템 성능 요구조건에 따라서, CoMP 송수신 기술 (co-MIMO, 공동(collaborative) MIMO 또는 네트워크 MIMO 등으로 표현되기도 함)이 제안되고 있다. CoMP 기술은 셀-경계

(cell-edge)에 위치한 단말의 성능을 증가시키고 평균 섹터 수율(throughput)을 증가시킬 수 있다.

- [0094] 일반적으로, 주파수 재사용 인자(frequency reuse factor)가 1 인 다중-셀 환경에서, 셀-간 간섭(Inter-Cell Interference; ICI)으로 인하여 셀-경계에 위치한 단말의 성능과 평균 섹터 수율이 감소될 수 있다. 이러한 ICI를 저감하기 위하여, 기존의 LTE 시스템에서는 단말 특정 전력 제어를 통한 부분 주파수 재사용(fractional frequency reuse; FFR)과 같은 단순한 수동적인 기법을 이용하여 간섭에 의해 제한을 받은 환경에서 셀-경계에 위치한 단말이 적절한 수율 성능을 가지도록 하는 방법이 적용되었다. 그러나, 셀 당 주파수 자원 사용을 낮추기보다는, ICI를 저감하거나 ICI를 단말이 원하는 신호로 재사용하는 것이 보다 바람직할 수 있다. 위와 같은 목적을 달성하기 위하여, CoMP 전송 기법이 적용될 수 있다.
- [0095] 하향링크의 경우에 적용될 수 있는 CoMP 기법은 크게 조인트-프로세싱(joint processing; JP) 기법 및 조정 스케줄링/빔포밍 (coordinated scheduling/beamforming; CS/CB) 기법으로 분류할 수 있다.
- [0096] JP 기법은 CoMP 협력 단위의 각각의 포인트(기지국)에서 데이터를 이용할 수 있다. CoMP 협력 단위는 협력 전송 기법에 이용되는 기지국들의 집합을 의미한다. JP 기법은 조인트 전송(Joint Transmission) 기법과 동적 셀 선택(Dynamic cell selection) 기법으로 분류할 수 있다.
- [0097] 조인트 전송 기법은, PDSCH 가 한번에 복수개의 포인트(CoMP 협력 단위의 일부 또는 전부)로부터 전송되는 기법을 말한다. 즉, 단일 단말로 전송되는 데이터는 복수개의 전송 포인트로부터 동시에 전송될 수 있다. 조인트 전송 기법에 의하면, 코히어런트하게(coherently) 또는 넌-코히어런트하게(non-coherently) 수신 신호의 품질이 향상될 수 있고, 또한, 다른 단말에 대한 간섭을 능동적으로 소거할 수도 있다.
- [0098] 동적 셀 선택 기법은, PDSCH가 한번에 (CoMP 협력 단위의) 하나의 포인트로부터 전송되는 기법을 말한다. 즉, 특정 시점에서 단일 단말로 전송되는 데이터는 하나의 포인트로부터 전송되고, 그 시점에 협력 단위 내의 다른 포인트는 해당 단말에 대하여 데이터 전송을 하지 않으며, 해당 단말로 데이터를 전송하는 포인트는 동적으로 선택될 수 있다.
- [0099] 한편, CS/CB 기법에 의하면 CoMP 협력 단위들이 단일 단말에 대한 데이터 전송의 빔포밍을 협력적으로 수행할 수 있다. 여기서, 데이터는 서빙 셀에서만 전송되지만, 사용자 스케줄링/빔포밍은 해당 CoMP 협력 단위의 셀들의 조정에 의하여 결정될 수 있다.
- [0100] 한편, 상향링크의 경우에, 조정(coordinated) 다중-포인트 수신은 지리적으로 떨어진 복수개의 포인트들의 조정에 의해서 전송된 신호를 수신하는 것을 의미한다. 상향링크의 경우에 적용될 수 있는 CoMP 기법은 조인트 수신 (Joint Reception; JR) 및 조정 스케줄링/빔포밍(coordinated scheduling/beamforming; CS/CB)으로 분류할 수 있다.
- [0101] JR 기법은 PUSCH 를 통해 전송된 신호가 복수개의 수신 포인트에서 수신되는 것을 의미하고, CS/CB 기법은 PUSCH 가 하나의 포인트에서만 수신되지만 사용자 스케줄링/빔포밍은 CoMP 협력 단위의 셀들의 조정에 의해 결정되는 것을 의미한다.
- [0102] 사운드링 참조 신호(SRS)
- [0103] 사운드링 참조 신호(Sounding Reference Signal; SRS)는 주로 기지국이 채널 품질 측정을 하여 상향링크 상에서 주파수-선택적(frequency-selective) 스케줄링을 위해 사용되며, 상향링크 데이터 및/또는 제어 정보 전송과 연관되지는 않는다. 그러나, 이에 제한되는 것은 아니고, SRS는 향상된 전력 제어의 목적 또는 최근에 스케줄링되지 않은 단말들의 다양한 시작 기능(start-up function)을 지원하는 목적으로 사용될 수도 있다. 시작 기능은, 예를 들어, 초기 변조및코딩 기법(Modulation and Coding Scheme; MCS), 데이터 전송을 위한 초기 전력 제어, 타이밍 정렬(timing advance) 및 주파수 반-선택적 스케줄링 (서브프레임의 첫 번째 슬롯에서는 주파수 자원이 선택적으로 할당되고 두 번째 슬롯에서는 다른 주파수로 유사-무작위(pseudo-random)적으로 호핑되는 스케줄링) 등을 포함할 수 있다.
- [0104] 또한, SRS 는 무선 채널이 상향링크와 하향링크 간에 상호적인(reciprocal)이라는 가정하에 하향링크 채널 품질 측정을 위해 사용될 수도 있다. 이러한 가정은, 상향링크와 하향링크가 동일한 주파수 대역을 공유하고 시간 영역에서 구별되는 시분할듀플렉스(time division duplex; TDD) 시스템에서 특히 유효하다.
- [0105] 셀 내의 임의의 단말에 의하여 SRS가 전송되는 서브프레임은 셀-특정 브로드캐스트 시그널링에 의하여 지시된다. 4-비트의 셀-특정 'srsSubframeConfiguration' 파라미터는 각각의 무선 프레임 내에서 SRS가 전송될 수 있는 서브프레임의 15 가지 가능한 구성들을 나타낸다. 이러한 구성에 의해 네트워크 배치 시나리오에 따라

SRS 오버헤드를 조정할 수 있는 유연성이 제공될 수 있다. 상기 파라미터의 나머지 하나(16 번째)의 구성은 셀 내의 SRS 전송을 완전히 끄는(switch-off) 것으로, 예를 들어, 주로 고속의 단말들을 서빙하는 셀에 적절할 수 있다.

[0106] 도 9에서 도시하는 바와 같이, SRS는 항상 구성된 서브프레임의 마지막 SC-FDMA 심볼 상에서 전송된다. 따라서, SRS와 복조용 참조신호(DeModulation Reference Signal; DMRS)는 상이한 SC-FDMA 심볼 상에 위치된다. PUSCH 데이터 전송은 SRS 전송을 위해 지정된 SC-FDMA 심볼 상에서 허용되지 않으며, 이에 따라 사운딩 오버헤드가 가장 높은 경우 (즉, 모든 서브프레임에서 SRS 전송 심볼이 존재하는 경우)에도 대략 7% 를 넘지 않는다.

[0107] 각각의 SRS 심볼은 주어진 시간 단위 및 주파수 대역에 대하여 기본 시퀀스(랜덤 시퀀스 또는 ZC(Zadoff-Chu)-기반 시퀀스 집합)에 의하여 생성되고, 셀 내의 모든 단말은 동일한 기본 시퀀스를 사용한다. 이때, 동일한 시간 단위 및 동일한 주파수 대역에서 셀 내의 복수개의 단말로부터의 SRS 전송은, 해당 복수개의 단말들에게 할당되는 기본 시퀀스의 상이한 순환 시프트(cyclic shifts)에 의하여 직교적으로(orthogonally) 구별된다. 상이한 셀의 SRS 시퀀스는 셀 마다 상이한 기본 시퀀스를 할당함으로써 구별될 수 있지만, 상이한 기본 시퀀스들 간에 직교성은 보장되지 않는다.

[0108] 중계기

[0109] 중계기는, 예를 들어, 고속 데이터 레이트 커버리지의 확대, 그룹 이동성의 향상, 임시 네트워크 배치, 셀 경계 수율의 향상 및/또는 새로운 영역에 네트워크 커버리지를 제공하기 위하여 고려될 수 있다. 중계기는 고정된 장소에 위치하는 고정 중계기일 수도 있고, 그 위치가 이동하는 이동 중계기일 수도 있다.

[0110] 도 1을 다시 참조하면, 중계기(120)는 기지국(110)과 단말(131) 사이의 송수신을 전달(forwarding)하는 역할을 하며, 각각의 반송파 주파수 대역에 속성이 상이한 두 종류의 링크(백홀 링크 및 액세스 링크)가 적용된다. 기지국(110)은 도너 셀(donor cell)을 포함할 수 있다. 중계기(120)는 도너 셀(110)을 통하여 무선-액세스 네트워크와 무선으로 접속된다.

[0111] 기지국(110)과 중계기(120) 간의 백홀 링크가 하향링크 주파수 대역 또는 하향링크 서브프레임 자원을 이용하는 경우에는 백홀 하향링크로 표현하고, 상향링크 주파수 대역 또는 상향링크 서브프레임 자원을 이용하는 경우에는 백홀 상향링크로 표현할 수 있다. 여기서, 주파수 대역은 FDD(Frequency Division Duplex) 모드에서 할당되는 자원이고, 서브프레임은 TDD(Time Division Duplex) 모드에서 할당되는 자원이다. 유사하게, 중계기(120)와 단말(들) (131) 간의 액세스 링크가 하향링크 주파수 대역 또는 하향링크 서브프레임 자원을 이용하는 경우에는 액세스 하향링크로 표현하고, 상향링크 주파수 대역 또는 상향링크 서브프레임 자원을 이용하는 경우에는 액세스 상향링크로 표현할 수 있다. 도 1은 FDD 모드 중계기의 백홀 상향링크/하향링크 및 액세스 상향링크/하향링크의 설정을 도시하고 있다.

[0112] 기지국에는 상향링크 수신 및 하향링크 전송의 기능이 요구되고, 단말에게는 상향링크 전송 및 하향링크 수신 기능이 요구된다. 한편, 중계기에는 기지국으로의 백홀 상향링크 전송, 단말로부터의 액세스 상향링크 수신, 기지국으로부터의 백홀 하향링크 수신 및 단말로의 액세스 하향링크 전송의 기능이 모두 요구된다.

[0113] 도 10은 FDD 모드 중계기의 송수신부 기능 구현의 일례를 나타내는 도면이다. 중계기의 수신 기능을 개념적으로 설명하면 다음과 같다. 기지국으로부터의 하향링크 수신 신호는 듀플렉서(911)를 거쳐 FFT(Fast Fourier Transform) 모듈(912)로 전달되고 OFDMA 기저대역(Baseband) 수신 프로세스(913)가 수행된다. 단말로부터의 상향링크 수신 신호는 듀플렉서(921)를 거쳐 FFT 모듈(922)로 전달되고 DFT-s-OFDMA(Discrete Fourier Transform-spread-OFDMA) 기저대역 수신 프로세스(923)가 수행된다. 기지국으로부터의 하향링크 신호 수신 프로세스와 단말로부터의 상향링크 신호 수신 프로세스는 동시에 병렬적으로 수행될 수 있다. 한편, 중계기의 전송 기능을 개념적으로 설명하면 다음과 같다. 기지국으로의 상향링크 전송 신호는 DFT-s-OFDMA 기저대역 전송 프로세스(933), IFFT(Inverse FFT) 모듈(932) 및 듀플렉서(931)를 통해 전송된다. 단말로의 하향링크 전송 신호는 OFDM 기저대역 전송 프로세스(943), IFFT 모듈(942) 및 듀플렉서(941)를 통해 전송된다. 기지국으로의 상향링크 신호 전송 프로세스와 단말로의 하향링크 신호 전송 프로세스는 동시에 병렬적으로 수행될 수 있다. 또한, 일방향으로 도시된 듀플렉서들은 하나의 양방향 듀플렉서에 의해 구현될 수 있다. 예를 들어, 듀플렉서(911)와 듀플렉서(931)는 하나의 양방향 듀플렉서로 구현될 수 있고, 듀플렉서(921)와 듀플렉서(941)는 하나의 양방향 듀플렉서로 구현될 수 있다. 양방향 듀플렉서인 경우에, 하나의 양방향 듀플렉서에서 특정 반송파 주파수 대역 상의 송수신에 연관되는 IFFT 모듈 및 기저대역 프로세스 모듈 라인이 분기되는 것으로 구현될 수도 있다.

[0114] 한편, 중계기의 대역(또는 스펙트럼) 사용과 관련하여, 백홀 링크가 액세스 링크와 동일한 주파수 대역에서 동

작하는 경우를 '인-밴드(in-band)'라고 하고, 백홀 링크와 액세스 링크가 상이한 주파수 대역에서 동작하는 경우를 '아웃-밴드(out-band)'라고 한다. 인-밴드 및 아웃-밴드 경우 모두에서 기존의 LTE 시스템(예를 들어, 릴리즈-8)에 따라 동작하는 단말(이하, 레거시(legacy) 단말이라 함)이 도너 셀에 접속할 수 있어야 한다.

- [0115] 단말에서 중계기를 인식하는지 여부에 따라 중계기는 트랜스패런트(transparent) 중계기 또는 넌-트랜스패런트(non-transparent) 중계기로 분류될 수 있다. 트랜스패런트는 단말이 중계기를 통하여 네트워크와 통신하는지 여부를 인지하지 못하는 경우를 의미하고, 넌-트랜스패런트는 단말이 중계기를 통하여 네트워크와 통신하는지 여부를 인지하는 경우를 의미한다.
- [0116] 중계기의 제어와 관련하여, 도너 셀의 일부로 구성되는 중계기 또는 스스로 셀을 제어하는 중계기로 구분될 수 있다.
- [0117] 도너 셀의 일부로서 구성되는 중계기는 중계기 식별자(ID)를 가질 수는 있지만, 중계기 자신의 셀 아이덴티티(identity)를 가지지 않는다. 도너 셀이 속하는 기지국에 의하여 RRM(Radio Resource Management)의 적어도 일부가 제어되면 (RRM의 나머지 부분들은 중계기에 위치하더라도), 도너 셀의 일부로서 구성되는 중계기라 한다. 바람직하게는, 이러한 중계기는 레거시 단말을 지원할 수 있다. 예를 들어, 스마트 리피터(Smart repeaters), 디코드-앤-포워드 중계기(decode-and-forward relays), L2(제2계층) 중계기들의 다양한 종류들 및 타입-2 중계기가 이러한 중계기에 해당한다.
- [0118] 스스로 셀을 제어하는 중계기의 경우에, 중계기는 하나 또는 여러개의 셀들을 제어하고, 중계기에 의해 제어되는 셀들 각각에 고유의 물리계층 셀 아이덴티티가 제공되며, 동일한 RRM 메커니즘을 이용할 수 있다. 단말 관점에서는 중계기에 의하여 제어되는 셀에 액세스하는 것과 일반 기지국에 의해 제어되는 셀에 액세스하는 것에 차이점이 없다. 바람직하게는, 이러한 중계기에 의해 제어되는 셀은 레거시 단말을 지원할 수 있다. 예를 들어, 셀프-백홀링(Self-backhauling) 중계기, L3(제3계층) 중계기, 타입-1 중계기 및 타입-1a 중계기가 이러한 중계기에 해당한다.
- [0119] 타입-1 중계기는 인-밴드 중계기로서 복수개의 셀들을 제어하고, 이들 복수개의 셀들의 각각은 단말 입장에서 도너 셀과 구별되는 별개의 셀로 보인다. 또한, 복수개의 셀들은 각자의 물리 셀 ID(LTE 릴리즈-8에서 정의함)를 가지고, 중계기는 자신의 동기화 채널, 참조신호 등을 전송할 수 있다. 단일-셀 동작의 경우에, 단말은 중계기로부터 직접 스케줄링 정보 및 HARQ 피드백을 수신하고 중계기로 자신의 제어 채널(스케줄링 요청(SR), CQI, ACK/NACK 등)을 전송할 수 있다. 또한, 레거시 단말(LTE 릴리즈-8 시스템에 따라 동작하는 단말)들에게 타입-1 중계기는 레거시 기지국(LTE 릴리즈-8 시스템에 따라 동작하는 기지국)으로 보인다. 즉, 역방향 호환성(backward compatibility)을 가진다. 한편, LTE-A 시스템에 따라 동작하는 단말들에게는, 타입-1 중계기는 레거시 기지국과 다른 기지국으로 보여, 성능 향상을 제공할 수 있다.
- [0120] 타입-1a 중계기는 아웃-밴드로 동작하는 것 외에 진술한 타입-1 중계기와 동일한 특징들을 가진다. 타입-1a 중계기의 동작은 L1(제1계층) 동작에 대한 영향이 최소화 또는 없도록 구성될 수 있다.
- [0121] 타입-2 중계기는 인-밴드 중계기로서, 별도의 물리 셀 ID를 가지지 않으며, 이에 따라 새로운 셀을 형성하지 않는다. 타입-2 중계기는 레거시 단말에 대해 트랜스패런트하고, 레거시 단말은 타입-2 중계기의 존재를 인지하지 못한다. 타입-2 중계기는 PDSCH를 전송할 수 있지만, 적어도 CRS 및 PDCCH는 전송하지 않는다.
- [0122] 한편, 중계기가 인-밴드로 동작하도록 하기 위하여, 시간-주파수 공간에서의 일부 자원이 백홀 링크를 위해 예비되어야 하고 이 자원은 액세스 링크를 위해서 사용되지 않도록 설정할 수 있다. 이를 자원 분할(resource partitioning)이라 한다.
- [0123] 중계기에서의 자원 분할에 있어서의 일반적인 원리는 다음과 같이 설명할 수 있다. 백홀 하향링크 및 액세스 하향링크가 하나의 반송파 주파수 상에서 시간분할다중화(Time Division Multiplexing; TDM) 방식으로 다중화될 수 있다 (즉, 특정 시간에서 백홀 하향링크 또는 액세스 하향링크 중 하나만이 활성화된다). 유사하게, 백홀 상향링크 및 액세스 상향링크는 하나의 반송파 주파수 상에서 TDM 방식으로 다중화될 수 있다 (즉, 특정 시간에서 백홀 상향링크 또는 액세스 상향링크 중 하나만이 활성화된다).
- [0124] FDD 에서의 백홀 링크 다중화는, 백홀 하향링크 전송은 하향링크 주파수 대역에서 수행되고, 백홀 상향링크 전송은 상향링크 주파수 대역에서 수행되는 것으로 설명할 수 있다. TDD 에서의 백홀 링크 다중화는, 백홀 하향링크 전송은 기지국과 중계기의 하향링크 서브프레임에서 수행되고, 백홀 상향링크 전송은 기지국과 중계기의 상향링크 서브프레임에서 수행되는 것으로 설명할 수 있다.

- [0125] 인-밴드 중계기의 경우에, 예를 들어, 소정의 주파수 대역에서 기지국으로부터의 백홀 하향링크 수신과 단말로의 액세스 하향링크 전송이 동시에 이루어지면, 중계기의 송신단으로부터 전송되는 신호가 중계기의 수신단에서 수신될 수 있고, 이에 따라 중계기의 RF 전단(front-end)에서 신호 간섭 또는 RF 재밍(jamming)이 발생할 수 있다. 유사하게, 소정의 주파수 대역에서 단말로부터의 액세스 상향링크의 수신과 기지국으로의 백홀 상향링크의 전송이 동시에 이루어지면, 중계기의 RF 전단에서 신호 간섭이 발생할 수 있다. 따라서, 중계기에서 하나의 주파수 대역에서의 동시 송수신은 수신 신호와 송신 신호간에 충분한 분리(예를 들어, 송신 안테나와 수신 안테나를 지리적으로 충분히 이격시켜(예를 들어, 지상/지하에) 설치함)가 제공되지 않으면 구현하기 어렵다.
- [0126] 이와 같은 신호 간섭의 문제를 해결하는 한 가지 방안은, 중계기가 도너 셀로부터 신호를 수신하는 동안에 단말로 신호를 전송하지 않도록 동작하게 하는 것이다. 즉, 중계기로부터 단말로의 전송에 갭(gap)을 생성하고, 이 갭 동안에는 단말(레거시 단말 포함)이 중계기로부터의 어떠한 전송도 기대하지 않도록 설정할 수 있다. 이러한 갭은 MBSFN (Multicast Broadcast Single Frequency Network) 서브프레임을 구성함으로써 설정할 수 있다 (도 11 참조). 도 11에서는 제 1 서브프레임(1010)은 일반 서브프레임으로서 중계기로부터 단말로 하향링크 (즉, 액세스 하향링크) 제어신호 및 데이터가 전송되고, 제 2 서브프레임(1020)은 MBSFN 서브프레임으로서 하향링크 서브프레임의 제어 영역(1021)에서는 중계기로부터 단말로 제어 신호가 전송되지만 하향링크 서브프레임의 나머지 영역(1022)에서는 중계기로부터 단말로 아무런 전송이 수행되지 않는다. 여기서, 레거시 단말의 경우에는 모든 하향링크 서브프레임에서 물리하향링크제어채널(PDCCH)의 전송을 기대하게 되므로 (다시 말하자면, 중계기는 자신의 영역 내의 레거시 단말들이 매 서브프레임에서 PDCCH를 수신하여 측정 기능을 수행하도록 지원할 필요가 있으므로), 레거시 단말의 올바른 동작을 위해서는 모든 하향링크 서브프레임에서 PDCCH를 전송할 필요가 있다. 따라서, 기지국으로부터 중계기로의 하향링크 (즉, 백홀 하향링크) 전송을 위해 설정된 서브프레임 (제 2 서브프레임(1020))상에서도, 서브프레임의 처음 N (N=1, 2 또는 3) 개의 OFDM 심볼구간에서 중계기는 백홀 하향링크를 수신하는 것이 아니라 액세스 하향링크 전송을 해야 할 필요가 있다. 이에 대하여, 제 2 서브프레임의 제어 영역(1021)에서 PDCCH가 중계기로부터 단말로 전송되므로 중계기에서 서빙하는 레거시 단말에 대한 역방향 호환성이 제공될 수 있다. 제 2 서브프레임의 나머지 영역(1022)에서는 중계기로부터 단말로 아무런 전송이 수행되지 않는 동안에 중계기는 기지국으로부터의 전송을 수신할 수 있다. 따라서, 이러한 자원 분할 방식을 통해서, 인-밴드 중계기에서 액세스 하향링크 전송과 백홀 하향링크 수신이 동시에 수행되지 않도록 할 수 있다.
- [0127] MBSFN 서브프레임을 이용하는 제 2 서브프레임(1022)에 대하여 구체적으로 설명한다. 제 2 서브프레임의 제어 영역(1021)은 중계기 비-청취(non-hearing) 구간이라고 할 수 있다. 중계기 비-청취 구간은 중계기가 백홀 하향링크 신호를 수신하지 않고 액세스 하향링크 신호를 전송하는 구간을 의미한다. 이 구간은 전술한 바와 같이 1, 2 또는 3 OFDM 길이로 설정될 수 있다. 중계기 비-청취 구간(1021)에서 중계기는 단말로의 액세스 하향링크 전송을 수행하고 나머지 영역(1022)에서는 기지국으로부터 백홀 하향링크를 수신할 수 있다. 이 때, 중계기는 동일한 주파수 대역에서 동시에 송수신을 수행할 수 없으므로, 중계기가 송신 모드에서 수신 모드로 전환하는 데에 시간이 소요된다. 따라서, 백홀 하향링크 수신 영역(1022)의 처음 일부 구간에서 중계기가 송신/수신 모드 스위칭을 하도록 가드 시간(GT)이 설정될 필요가 있다. 유사하게 중계기가 기지국으로부터의 백홀 하향링크를 수신하고 단말로의 액세스 하향링크를 전송하도록 동작하는 경우에도, 중계기의 수신/송신 모드 스위칭을 위한 가드 시간(GT)이 설정될 수 있다. 이러한 가드 시간의 길이는 시간 영역의 값으로 주어질 수 있고, 예를 들어, k ( $k \geq 1$ ) 개의 시간 샘플(time sample,  $T_s$ ) 값으로 주어질 수 있고, 또는 하나 이상의 OFDM 심볼 길이로 설정될 수도 있다. 또는, 중계기 백홀 하향링크 서브프레임이 연속으로 설정되어 있는 경우에 또는 소정의 서브프레임 타이밍 정렬(timing alignment) 관계에 따라서, 서브프레임의 마지막 부분의 가드시간은 정의되거나 설정되지 않을 수 있다. 이러한 가드 시간은 역방향 호환성을 유지하기 위하여, 백홀 하향링크 서브프레임 전송을 위해 설정되어 있는 주파수 영역에서만 정의될 수 있다 (액세스 하향링크 구간에서 가드 시간이 설정되는 경우에는 레거시 단말을 지원할 수 없다). 가드 시간을 제외한 백홀 하향링크 수신 구간 (1022) 에서 중계기는 기지국으로부터 PDCCH 및 PDSCH를 수신할 수 있다. 이를 중계기 전용 물리 채널이라는 의미에서 R-PDCCH (Relay-PDCCH) 및 R-PDSCH (Relay-PDSCH)로 표현할 수도 있다.
- [0128] 도 12 및 도 13을 참조하여 중계기 동작 모드에 대하여 설명한다.
- [0129] 도 12 및 13 에서 RN 은 중계기를, DeNB는 도너 기지국(Donor eNB)을, MME는 이동성 관리 개체(Mobility Management Entity)를, OAM은 동작 관리 및 유지(Operation Administration and Maintenance) 개체를 나타낸다. 중계기(RN) 지원 무선 통신 시스템에서는 중계기를 서빙하는 기지국(즉, DeNB)에 중계기가 무선으로 연결(connect)하는 것을 지원한다. DeNB는 RN 과 다른 네트워크 노드들(예를 들어, MME) 사이의 통신을 전달(passing)하는 기능을 포함할 수 있다. OAM은 네트워크 결합 표시, 성능 정보, 데이터 및 진단 기능을 제공하는

네트워크 관리 기능의 집합을 의미할 수 있다.

- [0130] 도 12 는 중계기의 UE 모드 동작의 예시를 설명하기 위한 도면이다. 도 12 의 예시에서는 RN 시동(startup) 과정 중에서 제 1 단계(또는 Phase I)에 대하여 나타낸다. Phase I 은 RN 전설정(preconfiguration)을 위한 부착(attach) 단계라고 할 수 있다.
- [0131] RN에 전원이 켜지면(power on), RN은 UE로서 DeNB에 액세스하게 되고, RRC\_connected 상태가 된다. 또한, RN 은 UE로서 MME에 부착하게 되고, UE 부착 과정을 수행하게 된다. MME는 일반적인 UE로서의 RN를 위한 서빙-게이트웨이(S-GW) 및 패킷데이터네트워크-게이트웨이(PDN-GW 또는 P-GW) 선택을 수행할 수 있다. 또한, RN 은 OAM으로부터 초기 RN 설정에 대한 정보(예를 들어, DeNB 셀 리스트 등)를 내려받을 수 있다. 즉, 도 12 의 과정을 통해서 RN 은 시동시에 네트워크에 UE로서 부착하고 RN OAM으로부터 초기 설정 파라미터들을 추출하게 된다. 도 12 의 과정이 마친 후에, RN 은 UE로서는 네트워크로부터 떨어지고(detach), 도 13 과 같은 제 2 단계(또는 Phase II)가 트리거링될 수 있다.
- [0132] 도 13은 중계기의 RN 모드 동작의 예시를 설명하기 위한 도면이다. 도 13 의 예시에서는 RN 시동과정 중에서 제 2 단계(또는 Phase II)에 대하여 나타낸다. Phase II 는 RN 동작을 위한 부착(attach) 단계라고 할 수 있다.
- [0133] RN 은 Phase I 동안에 획득한 DeNB 셀 리스트로부터 선택된 DeNB에 연결하고 중계기 동작을 시작할 수 있다. 여기서 RN 은 중계기로서 하나의 DeNB에 액세스하고, 자신이 RN 임을 나타낼 수 있다. 필요한 경우에, RN은 선택된 DeNB에게 하향링크 서브프레임 할당이 필요함을 나타낼 수 있다. 또한, RN 은 중계기로서 MME에 부착하게 된다. 또한, RN은 선택된 DeNB 특성의 RN 설정 정보를 OAM으로부터 내려받을 수 있고, 이에 따라 OAM에서의 RN 설정이 완료될 수 있다. 또한, DeNB는 RN에게 RRC 재설정 정보를 제공하고, 하향링크 서브프레임 할당 정보를 제공할 수 있다. 이러한 과정이 완료되면, RN은 중계기로서의 동작을 시작할 수 있다.
- [0134] 데이터 영역에서 전송되는 PDCCH 디코딩 방안
- [0135] 기존의 PDCCH는 하향링크 서브프레임의 제어 영역(도 4 참조)에서 전송되지만, 중계기에 대한 PDCCH(즉, R-PDCCH)는 기존의 PDCCH 영역에서 전송될 수 없고(도 11 참조), 하향링크 서브프레임의 데이터 영역(예를 들어, 도 11의 1022 영역)에서 전송되도록 설정될 수 있다. 또한, 중계기에 대한 R-PDCCH 이외에도, 하향링크 서브프레임의 제어 영역에서 전송되는 기존의 PDCCH와 달리, 하향링크 서브프레임의 데이터 영역에서 전송되는 새로운 PDCCH(이를 Extended-PDCCH(E-PDCCH)라 칭할 수 있음)가 추가적으로 정의될 수 있다. 이하에서는 하향링크 서브프레임의 데이터 영역에서 전송되는 PDCCH (예를 들어, R-PDCCH, E-PDCCH 등)의 디코딩 방안에 대해서 설명한다. 이하에서는 설명의 편의를 위하여 R-PDCCH의 디코딩 방안을 예시적으로 설명하지만, 이에 제한되는 것이 아니라 E-PDCCH와 같이 하향링크 서브프레임의 데이터 영역에서 전송되는 PDCCH의 디코딩 방안에 대해서도 본 발명의 원리가 적용될 수 있음을 밝힌다.
- [0136] 도너 셀로부터 중계기로의 인터페이스(Un 인터페이스)를 통해서 전송되는 R-PDCCH를 중계기가 올바르게 디코딩하기 위해서, R-PDCCH가 매핑되는 RE의 개수 및 위치(시간-주파수 상의 위치)를 중계기가 정확하게 알고 있어야 한다. 즉, R-PDCCH가 매핑되는 영역 중에서 일부 RE가 다른 용도(예를 들어, RS 전송)로 사용되는 경우에, 기지국은 RS 전송용 RE를 제외한 RE에 R-PDCCH를 매핑하고, RN는 R-PDCCH가 실제로 매핑된 RE에 대해서 디코딩을 수행해야 한다.
- [0137] 따라서, 중계기가 R-PDCCH를 올바르게 디코딩하기 위해서는, R-PDCCH가 매핑될 수 있는 영역에서 다른 용도의 RE의 개수 및 위치에 대한 사전 정보가 필요하다. 이와 관련하여, 전송에 이용되는 RE 의 개수 및 위치가 전송 랭크에 따라 상이한 DMRS 전송이 수행되는 경우에, R-PDCCH의 디코딩에 미치는 영향을 고려할 필요가 있다.
- [0138] 전술한 도 7 및 8 에서 설명한 바와 같이, DMRS 오버헤드는 자원블록 쌍(일반 CP의 경우에 시간 영역에서 하나의 서브프레임 × 주파수 영역에서 12 부반송파)에서 12 또는 24 RE 이다. 예를 들어, 전송 랭크(DMRS 안테나 포트의 개수)가 2 이하인 경우에는 12 REs/RB/subframe 이고, 2 초과인 경우에는 24 REs/RB/subframe 로 설정될 수 있다. 또는, R-PDCCH가 매핑될 수 있는 첫 번째 슬롯에서의 관점에서 DMRS 오버헤드는, DMRS 안테나 포트 개수가 2 이하인 경우에는 6 REs/RB/slot 이고, DMRS 안테나 포트 개수가 2 초과인 경우에는 12 REs/RB/slot 일 수 있다.
- [0139] RN에서 DMRS 오버헤드를 결정할 수 있는 방안의 일례로서, RRC 정보 요소(Information Element; IE) 중에서 안테나정보(AntennaInfo) IE 에서 정의하는 코드북서브셋제한(codebook subset restriction) 필드를 이용할 수 있다. 즉, 코드북서브셋제한 필드로부터 DMRS 오버헤드를 유추/가정할 수 있다. 코드북서브셋제한 필드는 하향링크 수신 주체에서 CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Indicator), RI(Rank Indicator)

등의 채널상태정보(Channel State Information; CSI)를 결정/계산하는 데에 관련된 정보이며, 코드북서브셋제한 필드의 비트맵 파라미터에 의해 특정되는 프리코더 코드북의 서브셋 내에서 CSI를 결정/계산하도록 알려주는 상위-계층 시그널링에 해당한다. 이에 따라, 코드북서브셋제한 필드는 PMI/RI 보고가 설정되는 경우에만 적용가능한 것으로 정의하고 있다. 즉, 코드북서브셋제한 필드는 PMI/RI 보고가 설정되는 경우에만 유의미한 정보를 가지게 된다.

[0140] 예를 들어, 각각의 전송모드(transmission mode)에 적용될 수 있는 코드북서브셋제한 비트맵의 비트 개수( $A_c$ )는 다음의 표 1 과 같이 정의될 수 있다.

표 1

	Number of bits $A_c$	
	2 antenna ports	4 antenna ports
<b>Transmission mode 3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Transmission mode 4</b>	<b>6</b>	<b>64</b>
<b>Transmission mode 5</b>	<b>4</b>	<b>16</b>
<b>Transmission mode 6</b>	<b>4</b>	<b>16</b>
<b>Transmission mode 8</b>	<b>6</b>	<b>32</b>

[0141]

[0142] 예를 들어, 전송 모드 8 에서 코드북서브셋제한 비트맵의 크기가 6 인 경우에 안테나 포트 개수는 2 이므로 DMRS 오버헤드는 첫 번째 슬롯에서 6 RE 인 것으로 유추할 수 있고, 전송 모드 8 에서 코드북서브셋제한 비트맵의 크기가 32 인 경우에 안테나 포트 개수는 4 이므로 DMRS 오버헤드는 첫 번째 슬롯에서 12 RE 인 것으로 유추할 수 있다.

[0143] 그러나, PMI/RI 가 설정되지 않는 경우에는 코드북서브셋제한 시그널링은 의미가 없는 정보이므로, RN이 DMRS 오버헤드를 유추할 수 없는 경우가 발생한다. 또는, CSI-RS 가 설정되지 않는 경우에는 코드북서브셋제한 시그널링 자체가 존재하지 않으므로, RN이 DMRS 오버헤드를 유추할 수 없는 경우가 발생한다. 즉, 기존의 방식에 따라서 DMRS 오버헤드를 유추하는 동작에 있어서, 경우에 따라서는 RN이 DMRS 오버헤드를 알 수 없을 수 있다. 이와 같이 RN 이 DMRS 오버헤드를 알 수 없는 경우가 발생하게 되면, R-PDCCH 디코딩이 올바르게 수행되지 않을 수 있다.

[0144] DMRS가 매핑되는 RE의 개수를 RN이 정확하게 알고 있지 못하면, R-PDCCH의 디코딩에 실패할 수 있다. 예를 들어, 실제로 기지국에서 첫 번째 슬롯에서 12 개의 RE에서 DMRS를 매핑 및 전송하고 이에 따라 DMRS가 매핑된 RE를 제외한 RE에 R-PDCCH를 매핑 및 전송하는데, RN 에서는 첫 번째 슬롯에서 DMRS 전송 RE 의 개수가 6 인 것으로 알고 R-PDCCH 가 매핑되는 RE를 결정하여 R-PDCCH 디코딩을 수행하는 경우에는, R-PDCCH의 디코딩이 올바르게 수행될 수 없다. 이와 같이, RN 이 DMRS 전송 RE 개수를 정확하게 알고 있지 못하면, R-PDCCH가 매핑되는 RE 를 특정할 수 없고, R-PDCCH 디코딩이 올바로 수행될 수 없다.

[0145] DMRS 오버헤드는 전송 랭크 값에 따라 달라질 수 있고, 전송 랭크는 송신 안테나 개수 및/또는 수신 안테나 개수와 연관된다. 따라서, RN에서 DMRS 오버헤드를 유추/가정하기 위해서는 송신 안테나 개수 및/또는 수신 안테나 개수를 결정하는 것이 선행될 필요가 있다. 이하의 설명에서 안테나 개수는 안테나 포트(antenna port)의 개수를 의미한다. 안테나 포트는 물리적 안테나가 아니며, 논리적으로 구분되는 안테나를 의미한다. 예를 들어, 안테나 포트 각각에는 구분되는 참조신호가 연관된다. 하나의 안테나 포트는 하나의 물리적 안테나로 구현될 수

도 있고, 복수개의 물리적 안테나의 조합으로 구현될 수도 있다. 안테나 포트의 개수는 물리적 안테나(physical antenna)의 개수와 동일하거나 상이할 수 있다.

[0146] 이하에서는, DMRS 오버헤드를 정확하게 결정할 수 있는 본 발명의 다양한 실시예들에 대하여 설명한다.

[0147] 실시예 1

[0148] 본 실시예는 DeNB의 송신 안테나의 개수와 RN의 수신 안테나의 개수를 고려하여 DMRS 오버헤드를 결정하는 방법에 대한 것이다. 본 실시예에서는 RN 이 DeNB의 송신 안테나의 개수와 RN의 수신 안테나의 개수를 알고 있는 것을 가정한다.

[0149] 구체적으로, DeNB의 송신 안테나의 개수와 RN의 수신 안테나의 개수 중에서 작은 값이, N (예를 들어, N=2) 이하인 경우에는 DMRS 오버헤드가 6 REs/RB/slot 인 것으로 가정하고, N 초과인 경우에는 DMRS 오버헤드가 12 REs/RB/slot 인 것으로 가정하는 것을 정의할 수 있다. 이러한 규칙에 기초하여 DeNB는 R-PDCCH를 매핑 및 전송하고 RN 은 R-PDCCH의 디코딩을 올바르게 수행할 수 있다.

[0150] 본 실시예에 따라 동작하기 위해서 RN 이 사전에 DeNB 의 송신 안테나 개수에 대한 정보를 알 필요가 있는데, 이 정보는 도 12 를 참조하여 설명한 RN의 UE 모드 동작(Phase I)에서 RN이 DeNB에 액세스할 때에 획득할 수 있다. 예를 들어, PBCH의 CRC 마스킹되는 비트 값은 안테나 포트의 개수에 따라서 상이한 값을 가지므로, PBCH의 CRC 마스킹을 통해서 DeNB의 전송 안테나 개수의 정보를 획득할 수 있다. 추가적으로, PBCH의 CRC 마스킹 값으로부터 가정할 수 있는 전송 안테나 개수를 확실하게 하기 위해서, 기지국의 전송 안테나 개수에 대한 추가적인 정보가 SIB를 통해서 제공될 수 있다. 예를 들어 UE 모드에서 RN 이 DeNB로부터 SIB 신호를 수신함으로써 DeNB의 송신 안테나 개수 정보를 알 수 있다.

[0151] 또한, RN이 UE 모드에서 DeNB에 액세스할 때에, RN은 자신의 수신 안테나 개수를 RN 캐퍼빌리티 파라미터 중의 하나에 포함시켜서 DeNB에게 전달할 수 있다. 이에 따라, DeNB는 자신의 송신 안테나 개수 및 RN으로부터 전달된 RN의 수신 안테나 개수에 기초하여 DMRS 오버헤드가 6 REs/RB/slot 또는 12 REs/RB/slot 중 하나인 것으로 결정하고, R-PDCCH를 매핑 및 전송할 수 있다.

[0152] RN 측에서도 DeNB로부터 획득한 DeNB의 송신 안테나 개수와 자신의 수신 안테나 개수에 기초하여 DMRS 오버헤드를 가정하고, 이에 따라 R-PDCCH 디코딩을 수행할 수 있다.

[0153] 실시예 2

[0154] RN이 RN 모드(도 13 참조)로 동작하는 도중에는 DeNB의 안테나 개수에 대한 정보를 알 수 없다. RN 모드에서는 RN이 DeNB로부터 정보를 수신하는 서브프레임은 MBSFN 서브프레임으로 설정되는 것이 요구되는데 (도 11 의 제 2 서브프레임(1020) 참조), 서브프레임 #0, #4, #5 등은 MBSFN 서브프레임으로 설정되지 못하는 제약이 존재한다. 여기서, MIB를 나르는 PBCH는 서브프레임 #0 에서 전송되므로, RN 모드로 동작하는 중에 RN 은 PBCH를 수신할 수 없게 된다. 또한, SIB 타입 1은 서브프레임 #5 에서 전송되는 것으로 설정되므로, RN 모드로 동작하는 중에 RN은 SIB 타입 1 을 수신할 수 없게 된다. MIB는 추가적인 시스템 정보를 수신하기 위해서 요구되는 정보를 정의하고, SIB 타입 1 은 다른 시스템정보블록들의 스케줄링을 정의하므로, RN 모드로 동작하는 중에 RN은 MIB, SIB 타입 1 은 물론 다른 SIB 타입들도 수신할 수 없게 된다. 이에 따라, RN 모드로 동작하는 중에 RN은 DeNB로부터 SIB들을 수신할 수 없고, SIB에 포함되는 DeNB의 송신 안테나 개수 또한 획득할 수 없다.

[0155] 따라서, RN 모드로 동작하는 도중에 안테나 개수가 변경되는 경우에는, RN은 다시 UE 모드로 전환해야만 변경된 안테나 정보를 알 수 있다. UE 모드에서 변경된 안테나 정보를 획득한 후에 다시 RN 모드로 돌아와서, 획득한 안테나 정보에 기초하여 DMRS 오버헤드를 가정하고, 이를 바탕으로 R-PDCCH 디코딩 동작을 수행할 수 있다.

[0156] RN이 RN 모드에서 동작하다가 UE 모드로 전환되는 경우에, RN의 셀에 부착(attach)되어 있는 UE(즉, R-UE)들에 대한 서비스를 잠시 중단하거나 서비스를 해지하여야 한다. 이에 따라, R-UE들은 RN이 RN 모드로 돌아온 후에 RN 에 다시 부착하거나 새롭게 셀 탐색 등을 수행해야 하므로 네트워크 전체의 성능이 저하될 수 있다.

[0157] 본 발명에서는 DeNB의 송신 안테나 개수를 포함하는 SIB를 PDSCH가 아닌 RN-특정 상위 계층 시그널링을 통하여 전달하는 것을 제안한다. 즉, RN 모드로 동작 중인 RN에게 상위 계층 시그널링(예를 들어, RRC 시그널링)을 통해서 DeNB의 송신 안테나 개수 정보를 포함하는 SIB를 전송할 수 있으면, RN이 UE 모드로 전환함으로써 발생하는 문제를 방지할 수 있게 된다. 이를 위하여, SIB 전달을 위한 새로운 RRC 시그널링을 정의 및 이용할 수 있다. 또는, 기존에 정의되어 있는 RRC 시그널링에서 일부 필드를 새롭게 추가/정의할 수도 있다. 또는, 기존에 정의되어 있는 RRC 시그널링에서 일부 필드를 DeNB의 송신 안테나 개수에 대한 정보를 전달하는 용도로 재사용

하는 방안을 고려할 수도 있다.

[0158] 실시예 2-1

[0159] 상기 실시예 2 에서 설명하는 바와 같이 SIB 신호를 RN-특정으로 전송하는 방법의 일례에 대하여 설명한다. RN 모드에서 동작하는 RN 에서는 PBCH와 SIB를 수신할 수 없기 때문에, RN 모드에서 동작하는 RN이 수신할 수 있는 RRC 시그널링을 통해서 기지국(예를 들어, DeNB)의 안테나 정보 또는 DMRS 오버헤드를 유추/가정할 수 있는 정보를 전송하는 것을 고려할 수 있다.

[0160] 예를 들어, PBCH 정보만을 RN-특정 신호를 통해서 전송할 수 있다. 다른 예시로서, DeNB의 안테나 정보를 포함하는 SIB 정보만을 RN-특정 신호를 통해서 전송할 수 있다. 또 다른 예시로서, PBCH 및 DeNB의 안테나 정보를 포함하는 SIB 정보를 함께 RN-특정 신호를 통해서 전송할 수 있다.

[0161] 또한, RN 모드에서 동작하는 RN 에게는 PBCH 및 SIB에 있는 모든 정보가 필요한 것은 아니므로, RN에 유효한 정보만으로 구성된 새로운 RN-특정 SIB 정보를 정의하고, 이와 같이 최적화된 RN-특정 SIB 정보를 RRC 시그널링을 통하여 RN 에게 전송할 수 있다. RN에 유효한 정보에는 DMRS 오버헤드를 유추/가정할 수 있는 정보가 반드시 포함될 수 있다.

[0162] 실시예 2-2

[0163] 전술한 바와 같이, PMI/RI 보고가 설정되지 않은 경우에는 코드북서브셋제한(codebookSubsetRestriction) 필드가 존재하더라도 그 내용은 의미가 없다. 코드북서브셋제한 필드의 값을 유의미한 다른 내용으로 대체하여 사용할 수 있다면 (즉, 코드북서브셋제한 필드의 값을 조건 별로 명확하게 정의하면), PMI/RI 보고가 설정되지 않은 경우에도 RN 에서의 DMRS 오버헤드의 결정에 코드북서브셋제한 필드의 내용을 이용할 수 있다.

[0164] 또한, 전술한 바와 같이, CSI-RS 가 설정되지 않은 경우에는 코드북서브셋제한 시그널 자체가 존재하지 않는다. 이러한 경우에 DeNB의 안테나 정보를 코드북서브셋제한 시그널에만 의존하여 획득하는 경우에, CSI-RS 가 설정되지 않으면 RN은 DMRS 오버헤드에 대한 정확한 정보를 얻을 수 없고, R-PDCCH 를 올바르게 디코딩할 수 없게 될 수 있다.

[0165] 위와 같은 이유로 기존의 코드북서브셋제한 정보의 시그널링만으로는 RN이 DMRS 오버헤드를 가정하기에 충분하지 않기 때문에, 본 발명에서는 코드북서브셋제한 시그널링을 보완 또는 재구성하는 방안을 제안한다. 본 실시예에서는 코드북서브셋제한 필드가 적용가능한 경우는 물론 적용가능하지 않은 경우에도 이용될 수 있는 비트 필드를 정의하는 방안에 대하여 제안한다.

[0166] 아래의 표 2 는 코드북서브셋제한 필드에 포함되는 다양한 비트 필드들의 일례를 나타낸다. 표 2 에서 codebookSubsetRestriction-r10 은 릴리즈-10 에서 적용될 수 있는 codebookSubsetRestriction 임을 나타낸다. 또한, n2TxAntenna는 전송 안테나의 개수가 2 이고, n4TxAntenna 는 전송 안테나의 개수가 4 이고, n8TxAntenna 는 전송 안테나의 개수가 8 임을 나타낸다. 또한, tm은 전송모드를 의미한다. 예를 들어, n2TxAntenna-tm3 는 전송 안테나의 개수가 2 개이고 전송모드 3 인 경우를 나타내며, 이 경우에 비트열(BIT STRING)의 크기는 2 비트로 주어짐을 나타낸다.

표 2

codebookSubsetRestriction-r10	CHOICE {	
n2TxAntenna-tm3		BIT STRING (SIZE (2)).
n4TxAntenna-tm3		BIT STRING (SIZE (4)).
n2TxAntenna-tm4		BIT STRING (SIZE (6)).
n4TxAntenna-tm4		BIT STRING (SIZE (64)).
n2TxAntenna-tm5		BIT STRING (SIZE (4)).
n4TxAntenna-tm5		BIT STRING (SIZE (16)).
n2TxAntenna-tm6		BIT STRING (SIZE (4)).
n4TxAntenna-tm6		BIT STRING (SIZE (16)).
n2TxAntenna-tm8-r9		BIT STRING (SIZE (6)).
n4TxAntenna-tm8-r9		BIT STRING (SIZE (32)).
n2TxAntenna-tm9-r10		BIT STRING (SIZE (6)).
n4TxAntenna-tm9-r10		BIT STRING (SIZE (64)).
n8TxAntenna-tm9-r10		BIT STRING (SIZE (1)).
...		-- Size bit string FFS
}		-- Cond TMX
	OPTIONAL.	

[0167]

[0168] 예를 들어, 상기 표 2 와 같이 코드북서브셋제한 필드에 포함되는 다양한 비트 필드들 중에서 일부를 디폴트 크기로 고정하고, 디폴트 크기로 고정된 비트 필드를 이용하여 중계기의 DMRS 오버헤드 가정에 이용하도록 설계할

수 있다. 이러한 디폴트 비트 필드는 PMI/RI 보고가 설정되지 않아도 적용가능하다. 또한, 이러한 디폴트 비트 필드는 CSI-RS 설정에 무관하게 항상 RN에게 전송될 수 있다. 이와 같이 디폴트 비트 필드를 이용하면, PMI/RI 보고가 설정되지 않은 경우 또는 CSI-RS가 설정되지 않은 경우에도, RN이 DMRS 오버헤드를 명확하게 가정할 수 있는 정보가 제공될 수 있다.

[0169] 여기서, 디폴트 비트 필드는 하나만이 설정될 수도 있고, 조건에 따라서 복수개가 존재할 수도 있다. 하나의 비트 필드만이 설정되는 경우에는, 전송 모드나 전송 안테나의 개수에 무관하게 코드북서브셋제한 필드 중에서 하나의 필드만을 디폴트 비트 필드로 설정해 두고, 이 필드에서 특정 값을 실어 보내서 DMRS 오버헤드를 유추할 수 있도록 설계될 수 있다. 복수개의 비트 필드가 설정되는 경우에는, 전송 모드 별로 하나씩의 디폴트 비트 필드를 설정할 수 있다. 예를 들어, 하나의 전송 모드에 대해서 전송 안테나의 개수 별로 복수개의 크기를 가지는 비트 필드가 존재하는 경우에, 그 중의 하나의 비트 필드를 디폴트 필드로 설정할 수 있고, 이 필드에서 특정 값을 실어 보내서 DMRS 오버헤드를 유추할 수 있도록 설계될 수 있다.

[0170] 예를 들어, 상기 표 2 에서 전송모드9(tm9)인 경우에 코드북서브셋제한 필드의 크기는 2Tx, 4Tx 및 8Tx 에 대해서 각각 6비트, 64비트 및 1비트이다. 여기서, 아래의 표 3 에서 나타내는 바와 같이, 4Tx 에 해당하는 64비트 크기의 비트 필드를 디폴트 비트 필드로 설정할 수 있고, 이 비트 필드를 이용하여 RN에게 DMRS 오버헤드를 지시(indicate)해 줄 수 있다.

**표 3**

	<b>n2TxAntenna-tm9-r10</b>	<b>BIT STRING (SIZE (6)) ,</b>
<b>default :</b>	<b>n4TxAntenna-tm9-r10</b>	<b>BIT STRING (SIZE (64)) ,</b>
	<b>n8TxAntenna-tm9-r10</b>	<b>BIT STRING (SIZE (1)) ,</b>

[0171]

[0172] 상기 표 3 의 예시 이외에도 전송모드 별로 구체적인 비트 필드의 구성을 다양하게 설정할 수 있다.

[0173] 전술한 예시에서는 코드북서브셋제한 필드가 적용될 수 없는 경우(예를 들어, PMI/RI 보고가 설정되지 않거나 CSI-RS가 설정되지 않는 경우)에 코드북서브셋제한 필드의 특정 비트 필드를 이용하여 RN에게 DMRS 오버헤드를 알려주는 시그널링 방안에 대해서 설명하였지만, 코드북서브셋제한 필드를 적용가능한 경우에도 전술한 디폴트 비트 필드가 이용될 수 있다.

[0174] 예를 들어, PMI/RI 보고가 설정되거나 CSI-RS가 설정되는 경우와 같이 코드북서브셋제한 필드가 적용가능한 경우에도, 상기 표 3 과 같은 64 비트 크기의 비트 필드(n4TxAntenna-tm9-r10)를 통해서 RN은 DMRS 오버헤드를 유추할 수 있다.

[0175] 또한, RN 이 코드북서브셋제한 필드를 전술한 바와 같이 이용할 수 있도록, RN에 대해서 페이크 CSI-RS 설정을 할 수 있다. 페이크 CSI-RS 설정이란, 실제로는 RN에 대한 CSI-RS 전송이 존재하지 않는데도, RN이 CSI-RS 전송이 있는 것처럼 인식하도록 하는 것을 의미한다. CSI-RS 설정이 없는 경우 코드북서브셋제한 시그널 자체가 존재하지 않으므로, 페이크 CSI-RS 설정을 통해서 RN이 코드북서브셋제한 필드를 이용할 수 있도록 하는 것이다. 즉, CSI-RS 설정이 있는 경우 RN에 대해서 코드북서브셋제한 정보가 항상 전송되므로, 실제로는 CSI-RS 설정이 없는 경우에도 RN에 대한 코드북서브셋제한 정보 전송을 목적으로 페이크 CSI-RS 설정을 할 수 있다.

[0176] 이러한 페이크 CSI-RS 설정은 RN-특정 시그널링의 형태로 RN에게 제공될 수 있다. 즉, 본 실시예에서의 페이크 CSI-RS 설정은 특정 RN에 대해서 코드북서브셋제한 정보 전송을 목적으로 하는 것이기 때문에, 셀 내의 모든 중계기 및 단말에게 CSI-RS 설정을 하는 것이 아니라 해당 RN에 대해서만 RN-특정으로 CSI-RS 설정(즉, 페이크 CSI-RS 설정)을 시그널링한다.

[0177] 이에 따라, RN은 CSI-RS 설정 정보(특히 코드북서브셋제한 정보)를 DMRS 오버헤드 가정에 적절하게 사용할 수 있고, DMRS RE 개수 및 위치를 고려하여 R-PDCCH 디코딩을 올바르게 수행할 수 있다.

[0178] 실시예 3

[0179] 본 실시예는 RN의 수신 안테나 개수 만을 고려하여 DMRS 오버헤드를 결정하는 방안에 대한 것이다.

[0180] 예를 들어, RN의 수신 안테나 개수가 N (예를 들어, N=2) 이하인 경우에는 6 REs/RB/slot 인 것으로 가정하고, RN의 수신 안테나 개수가 N 초과인 경우에는 12 REs/RB/slot인 것으로 가정할 수 있다. 예를 들어, RN 의 수신

안테나 포트 개수가 2 인 경우(즉, 안테나 포트 7 및 8 이 사용되는 경우)에는, DMRS 오버헤드가 6 REs/RB/slot 인 것으로 가정하고, RN 의 수신 안테나 포트 개수가 4 인 경우(즉, 안테나 포트 7, 8, 9 및 10 이 사용되는 경우)에는, DMRS 오버헤드가 12 REs/RB/slot 인 것으로 가정할 수 있다.

[0181] RN의 수신 안테나 개수에 기초하여 DMRS 오버헤드가 결정되는 경우에, 실제로 그러한 DMRS 오버헤드에 따라 DeNB에서 DMRS 매핑/전송을 수행하기 위해서는, RN의 수신 안테나 개수에 대한 정보가 DeNB에게 보고될 필요가 있다.

[0182] RN이 수신 안테나 개수를 DeNB에게 알려주는 것은, RN이 UE 모드(도 11 참조)로 동작하는 중에만 가능하다. 그러나 본 실시예 3 에 따른 동작(RN의 수신 안테나 개수에 기초하여 DMRS 오버헤드를 가정)을 위해서 UE 모드로 전환하는 빈도는, 전술한 실시예 1 의 동작(DeNB의 송신 안테나의 개수 및 RN의 수신 안테나의 개수 중 작은 값에 기초하여 DMRS 오버헤드를 결정)을 위하여 UE 모드로 전환하는 빈도에 비하여 낮다. 즉, 본 실시예 3 에 따르는 경우 RN의 모드 전환의 빈도를 낮게 유지하면서 DMRS 오버헤드를 결정할 수 있는 장점이 있다.

[0183] 구체적으로, RN이 자신이 수신 안테나 개수에 따라서 DMRS 오버헤드를 가정하는 경우에는, DeNB의 송신 안테나의 개수(또는 개수의 변경)를 알 필요가 없다. DeNB의 송신 안테나의 개수는 SIB 를 통하여 RN 에게 제공되고, SIB 정보는 RN 모드로 동작하는 중에는 RN이 수신할 수 없다. 따라서, 전술한 실시예 1 에 따른 동작에서는 DeNB의 송신 안테나의 개수를 확인하기 위해서 RN이 반드시 UE 모드로 전환할 필요가 발생하지만, 본 실시예 3 에 따른 동작에서는 RN 모드로 동작하는 중에도 RN이 자신의 수신 안테나 개수만에 기초하여 DMRS 오버헤드를 가정하기 때문에 DeNB의 송신 안테나 개수에 대한 정보를 확인하는 동작이 생략된다. 다만, RN 의 수신 안테나 개수가 변경되는 경우에는 RN이 UE 모드로 전환할 필요가 있다.

[0184] 요컨대, 본 실시예 3 에서는 UE 모드로의 전환이 요구되는 하나의 파라미터(RN의 수신 안테나 개수)에 기초하여 DMRS 오버헤드를 가정하는 반면, 전술한 실시예 1 에서는 UE 모드로의 전환이 요구되는 2 개의 파라미터(DeNB의 송신 안테나 개수 및 RN의 수신 안테나 개수)에 기초하여 DMRS 오버헤드를 가정하기 때문에, 본 실시예 3 의 동작이 실시예 1 의 동작에 비하여 UE 모드로의 전환 빈도가 더욱 낮다.

[0185] 한편, 전술한 실시예 2, 2-1, 2-2 등에서 제안한 바와 같이 UE 모드로의 전환 없이 DeNB 의 송신 안테나 개수 정보를 RN이 획득할 수 있는 경우에는, 본 실시예 3 과 마찬가지로 UE 모드로의 전환 빈도를 최소화하면서 RN이 DMRS 오버헤드를 가정하여 R-PDCCH 를 올바르게 디코딩할 수 있다.

[0186] 또한, 본 실시예 3 은 전술한 실시예 1 의 동작의 기초가 되는 동작 모드로서 정의될 수도 있다. 즉, DeNB의 송신 안테나 개수 정보를 획득하기 용이하지 않은 환경에서는 RN의 수신 안테나 개수에 기초하여 DMRS 오버헤드를 가정할 수 있다. 그리고, UE 모드로의 전환하여 또는 RN 모드 중에 고 DeNB의 송신 안테나의 개수 정보를 획득할 수 있는 경우에는, 전술한 실시예 1 에 따라 DeNB의 송신 안테나 개수와 RN의 수신 안테나 개수 중 작은 값에 기초하여 DMRS 오버헤드를 가정할 수 있다.

[0187] 실시예 4

[0188] 본 실시예에는 DMRS 오버헤드를 미리 정해진 값으로 가정하는 방안에 대한 것이다. 예를 들어, 미리 정해진 값은 6 REs/RB/slot 으로 정할 수 있다. 동일한 의미를 달리 표현하자면, RN의 수신 안테나의 개수가 미리 정해진 값으로 고정하는 방안이라고 할 수 있다. 예를 들어, 안테나 포트 7 및 8 만이 사용되는 것으로 가정할 수 있다.

[0189] 이러한 경우, DMRS 오버헤드가 6 REs/RB/slot 인 것을 가정하였기 때문에 (또는 RN의 수신 안테나의 개수가 2 인 것으로 가정하였기 때문에) 최대 랭크 2 전송까지만 가능하다. 구체적으로, 첫 번째 슬롯뿐만 아니라 두 번째 슬롯에서도 랭크 2 전송까지만 가능하다. 즉, 두 번째 슬롯에서 데이터 전송이 수행되는 경우에 랭크 2 이상의 다중 레이어 전송(예를 들어, 4 레이어 PDSCH 전송)은 지원되지 않는다. 따라서, 만약 4 레이어 PDSCH 전송을 수행하기 위해서는 다른 PRB 쌍(즉, 미리 정해진 값인 DMRS 오버헤드가 적용되지 않는 PRB 쌍)을 이용해야 한다.

[0190] 본 실시예에 따르면, 미리 정해진 값에 따라서 DMRS 오버헤드가 정해지기 때문에, DMRS 오버헤드를 가정함에 있어서 아무런 파라미터에 기초하지 않는다는 점에서 유리하다. 구체적으로, DeNB의 송신 안테나 개수 정보를 획득하기 위해 SIB 또는 다른 시그널링을 수신할 필요가 없고, RN 의 수신 안테나 개수 정보를 DeNB에게 알려줄 필요도 없다. 물론, RN의 초기 액세스(즉, RN의 시동시의 UE 모드 동작)에서는 미리 정해진 DMRS 오버헤드 값이 무엇인지를 DeNB와 RN 간에 주고 받을 필요가 있지만, 이후에 RN 이 RN 모드로 동작 중에는 항상 고정된 값의 DMRS 오버헤드를 사용하므로 UE 모드와 RN 모드 간의 전환이 최소화된다.

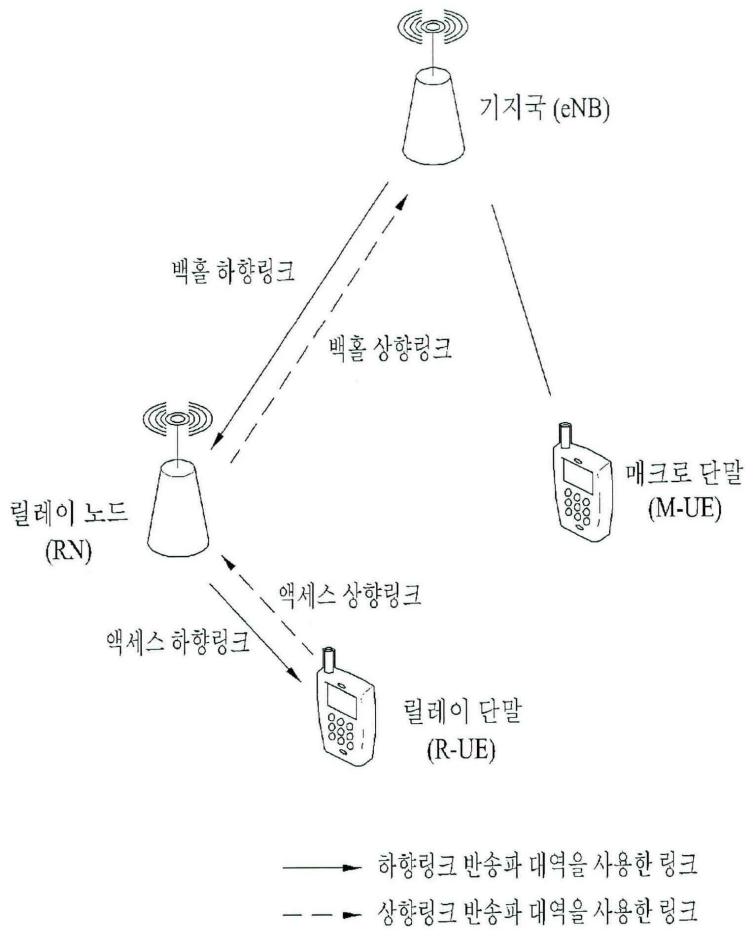
- [0191]     전술한 설명에서는 미리 정해진 DMRS 오버헤드 값이 6 REs/RB/slot 인 예시를 들었지만, 미리 정해진 DMRS 오버헤드 값이 12 REs/RB/slot 인 경우에도 전술한 바와 동일한 원리가 적용될 수 있다.
- [0192]     또한, 본 실시예 4 는 전술한 실시예들의 기초가 되는 동작 모드 또는 DeNB와 RN간 통신에 큰 문제가 있는 경우의 동작 모드로서 정의될 수도 있다. 즉, DMRS 오버헤드 가정을 위한 파라미터들(DeNB의 송신 안테나 개수 및/또는 RN의 수신 안테나 개수)의 송수신이 어려운 특별한 상황에서는 본 실시예 4 에 따라 미리 약속된 특정 DMRS 오버헤드를 가정하여 동작함으로써 문제를 해결할 수 있다. 이에 따라, DMRS 오버헤드 가정을 위한 파라미터들의 송수신이 가능한 경우에는 필요에 따라 전술한 실시예 1 내지 3 중 적절한 동작을 적용할 수 있다.
- [0193]     도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 하향링크 제어 채널 수신 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0194]     단계 S1410에서 수신기는 하향링크 서브프레임의 데이터 영역(도 4 참조)에서 송신기로부터 전송되는 참조신호(예를 들어, DMRS)의 오버헤드를 가정할 수 있다. DMRS 오버헤드에 대한 가정은 수신기의 수신 안테나의 개수에 적어도 기초하여 결정될 수 있다. 적어도 기초한다는 의미는 그 외의 파라미터를 고려할 수도 있지만, 반드시 수신 안테나의 개수에는 기초한다는 의미이다. 예컨대, DMRS 오버헤드에 대한 가정은 송신기의 송신 안테나 개수 및 수신기의 수신 안테나 개수에 기초하여 결정될 수도 있다.
- [0195]     만약 수신기의 수신 안테나 개수에만 기초하여 DMRS 오버헤드를 결정하는 경우에, 예를 들어, 수신 안테나 개수가 2 이하이면 6 REs/RB/slot 인 것으로 가정하고, 2 초과이면 12 REs/RB/slot 인 것으로 가정할 수 있다. 수신기는 UE 모드로 동작 중에 자신의 수신 안테나 개수를 송신기에게 보고할 수 있다. 또한, 수신기의 수신 안테나 개수가 미리 정해진 값(예를 들어, 2)이고, 이에 따라 DMRS 오버헤드 역시 미리 결정된 값(예를 들어, 6 REs/RB/slot)이 적용되는 것으로 동작할 수도 있다.
- [0196]     만약 송신기의 송신 안테나 개수 및 수신기의 수신 안테나 개수 중 작은 값에 기초하여 DMRS 오버헤드를 결정하는 경우에, 작은 값이 2 이하이면 6 REs/RB/slot 인 것으로 가정하고, 2 초과이면 12 REs/RB/slot 인 것으로 가정할 수 있다. 이 경우, 수신기는 자신의 수신 안테나의 개수를 알고 있지만, 송신기의 송신 안테나 개수에 대한 정보는 송신기로부터 획득해야 한다. 송신기의 송신 안테나 개수에 대한 정보는, 수신기의 UE 모드 동작 중에 SIB를 통하여 획득되거나, 수신기의 RN 모드 동작 중에 상위계층(예를 들어, RRC) 시그널링을 통하여 획득될 수도 있다. 상위 계층 시그널링에는 코드북서브셋제한 필드가 포함될 수 있고, 이로부터 송신 안테나의 개수가 유추될 수 있다. 코드북서브셋제한 필드는 항상 전송되는 디폴트 비트 필드를 포함하도록 설계될 수도 있고, 또는 페이크 CSI-RS 설정을 통하여 수신기에게 코드북서브셋제한 필드가 항상 전송되도록 설정할 수도 있다.
- [0197]     단계 S1420 에서 수신기는 위와 같은 참조신호(예를 들어, DMRS) 오버헤드의 가정에 기초하여, 하향링크 서브프레임의 데이터 영역(도 4 참조)에서 송신기로부터 전송되는 하향링크 제어 채널(예를 들어, R-PDCCH 또는 E-PDCCH)을 디코딩할 수 있다.
- [0198]     도 14 를 참조하여 설명한 하향링크 제어 채널 송수신 동작에 있어서, 전술한 본 발명들의 다양한 실시예들에서 설명한 사항들이 독립적으로 적용되거나 또는 2 이상의 실시예가 동시에 적용되도록 구현될 수 있으며, 중복되는 내용은 명확성을 위하여 설명을 생략한다.
- [0199]     또한, 도 14 에 대한 설명에 있어서 R-PDCCH의 디코딩과 관련된 내용에 있어서 송신기는 도너 기지국이고 수신기는 하향링크 수신 주체로서의 중계기일 수 있다. 다만, E-PDCCH의 디코딩과 관련되는 내용에 있어서는, 송신기는 기지국이고 수신기는 단말일 수 있고, 또는 송신기가 하향링크 전송 주체로서의 중계기이고 수신기는 단말일 수도 있다.
- [0200]     도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템의 바람직한 실시예의 구성을 도시한 도면이다. 도 15를 참조하여 송수신 장치(1510)는 제 1 노드(1520) 및 제 2 노드(1530)와 무선으로 연결될 수 있다. 도 15를 참조하여 송수신 장치(1510)의 세부적인 구성에 대하여 설명한다.
- [0201]     송수신 장치(1510)는 제 1 노드(1520)와의 무선 링크(eNB-RN 링크 또는 백홀 링크)를 통하여 제어 정보 및/또는 데이터의 송수신을 수행할 수 있다. 또한, 송수신 장치(1510)는 제 2 노드(1530)와 무선 링크(RN-UE 링크 액세스 링크)를 통하여 제어 정보 및/또는 데이터의 송수신을 수행할 수 있다.
- [0202]     송수신 장치(1510)는, 수신모듈(1511), 전송모듈(1512), 프로세서(1513), 메모리(1514) 및 복수개의 안테나(1515)를 포함할 수 있다. 수신 모듈(1511)은 제 1 노드(1520)으로부터의 하향링크 신호를 수신하는 제 1 수신 모듈 및 제 2 노드(1530)로부터의 상향링크 신호를 수신하는 제 2 수신 모듈로 구현될 수 있다. 제 1 및 제 2 수신 모듈은 하나의 모듈 또는 별도의 모듈로서 구현될 수도 있다. 전송모듈(1512)은 제 1 노드(1520)로의 상향

링크 신호를 전송하는 제 1 전송 모듈 및 제 2 노드(1530)로의 하향링크 신호를 전송하는 제 2 수신 모듈로 구현될 수 있다. 제 1 및 제 2 수신 모듈은 하나의 모듈 또는 별도의 모듈로서 구현될 수도 있다. 프로세서(1513)는 송수신 장치(1510) 전반의 동작을 제어할 수 있다. 특히, 프로세서(1513)는 수신모듈(1511) 및 전송모듈(1512)을 통한 각종 신호, 데이터 및 정보의 송수신을 제어할 수 있다. 복수개의 안테나는 다중입력다중출력(MIMO) 기법을 지원하는 송수신 장치를 의미한다.

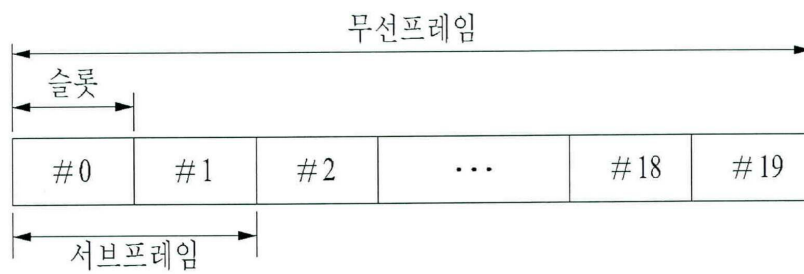
- [0203] 본 발명의 일 실시예에 따른 송수신 장치(1510)는 제 1 노드(1510)로부터 하향링크 제어 채널을 수신하도록 구성될 수 있다. 송수신 장치(1510)의 프로세서(1513)는, 하향링크 서브프레임의 데이터 영역에서 전송되는 참조신호의 오버헤드를 가정하도록 구성될 수 있다. 또한, 프로세서(1513)는, 상기 참조신호의 오버헤드에 대한 가정에 기초하여, 상기 데이터 영역에서 상기 송신기에 의해 전송되는 상기 하향링크 제어 채널을 디코딩하도록 구성될 수 있다. 여기서, 상기 참조신호의 오버헤드에 대한 가정은 적어도 상기 수신기의 수신 안테나 개수에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0204] 도 15 를 참조하여 설명한 송수신 장치의 구성에 있어서, 전술한 본 발명들의 다양한 실시예들에서 설명한 사항들이 독립적으로 적용되거나 또는 2 이상의 실시예가 동시에 적용되도록 구현될 수 있으며, 중복되는 내용은 명확성을 위하여 설명을 생략한다.
- [0205] 또한, 도 15 에 대한 설명에 있어서 송수신 장치(1510)는 중계기이고 제 1 노드(1520)는 도너-기지국(donor-eNB)일 수 있다. 또는, 송수신 장치(1510)는 단말이고 제 1 노드(1520)는 기지국(eNB)일 수 있다.
- [0206] 상술한 본 발명의 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.
- [0207] 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 하나 또는 그 이상의 ASICs(Application Specific Integrated Circuits), DSPs(Digital Signal Processors), DSPDs(Digital Signal Processing Devices), PLDs(Programmable Logic Devices), FPGAs(Field Programmable Gate Arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.
- [0208] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.
- [0209] 상술한 바와 같이 개시된 본 발명의 바람직한 실시예들에 대한 상세한 설명은 당업자가 본 발명을 구현하고 실시할 수 있도록 제공되었다. 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 본 발명의 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 당업자는 상술한 실시예들에 기재된 각 구성을 서로 조합하는 방식으로 이용할 수 있다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.
- [0210] 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다. 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다. 또한, 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함할 수 있다.
- [0211] **산업상 이용가능성**
- [0212] 상술한 바와 같은 본 발명의 실시형태들은 다양한 이동통신 시스템에 적용될 수 있다.

도면

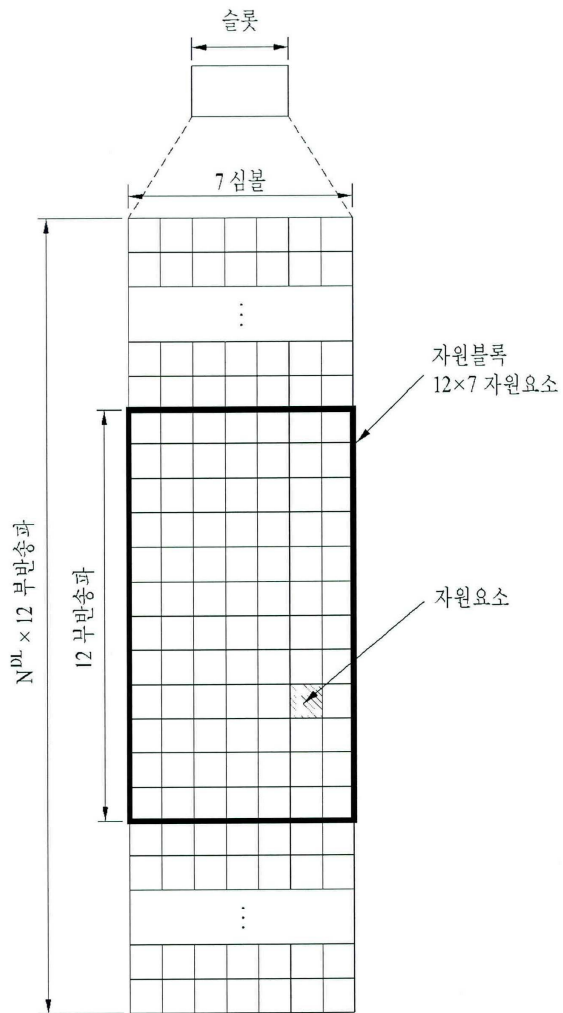
도면1



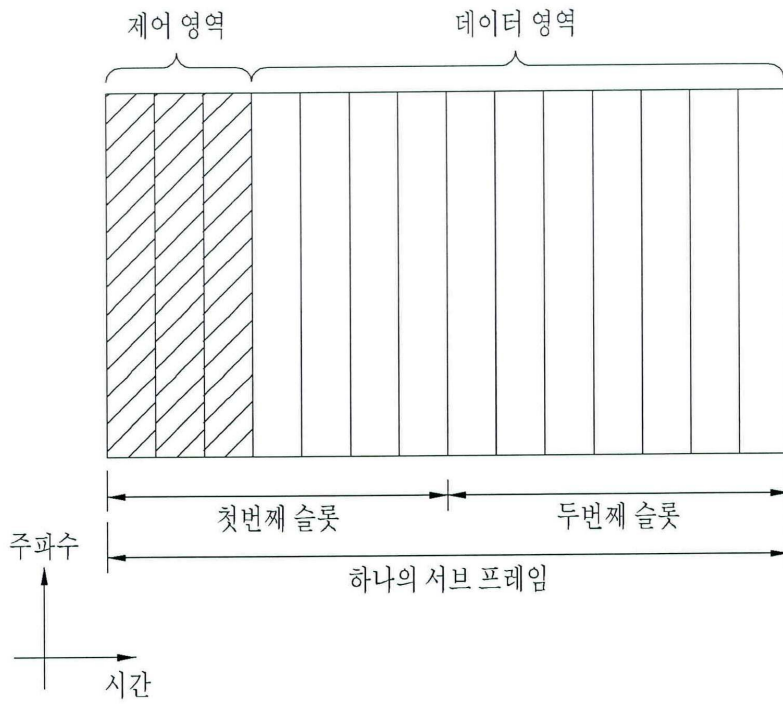
도면2



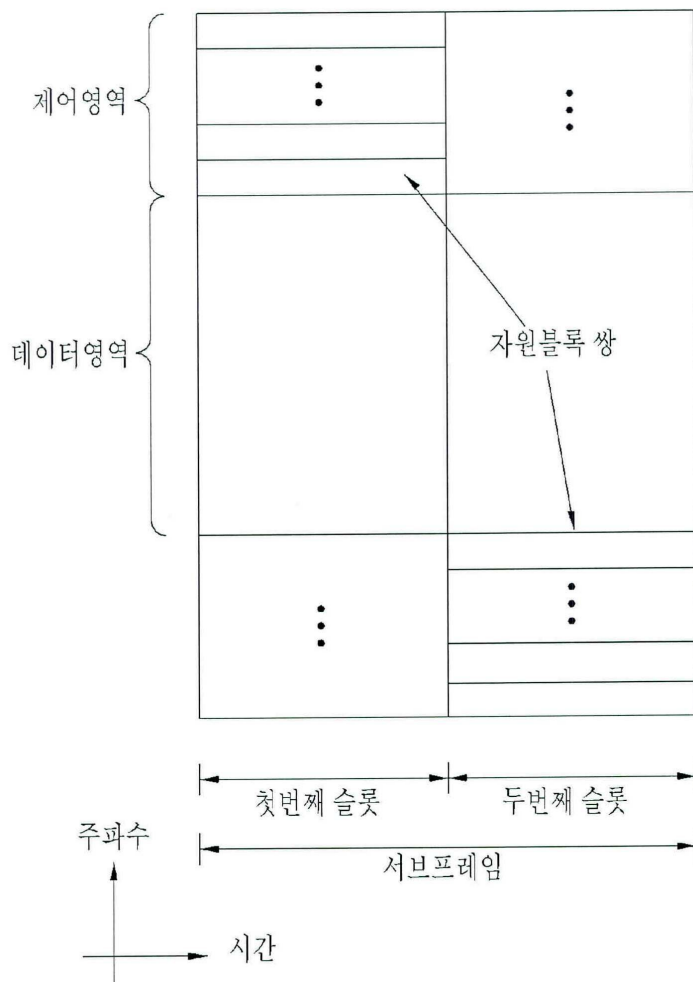
도면3



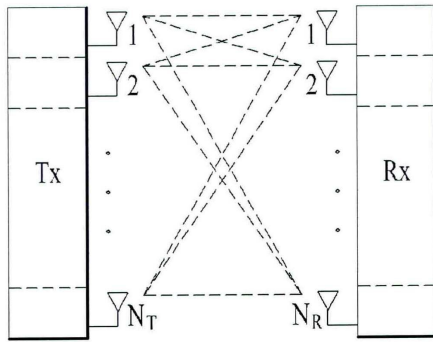
도면4



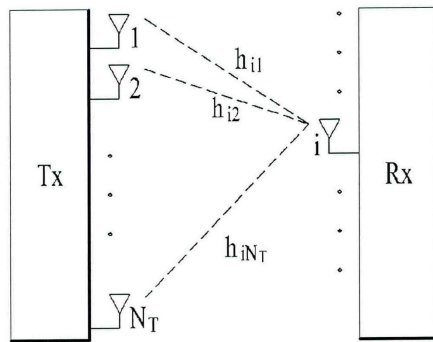
도면5



도면6

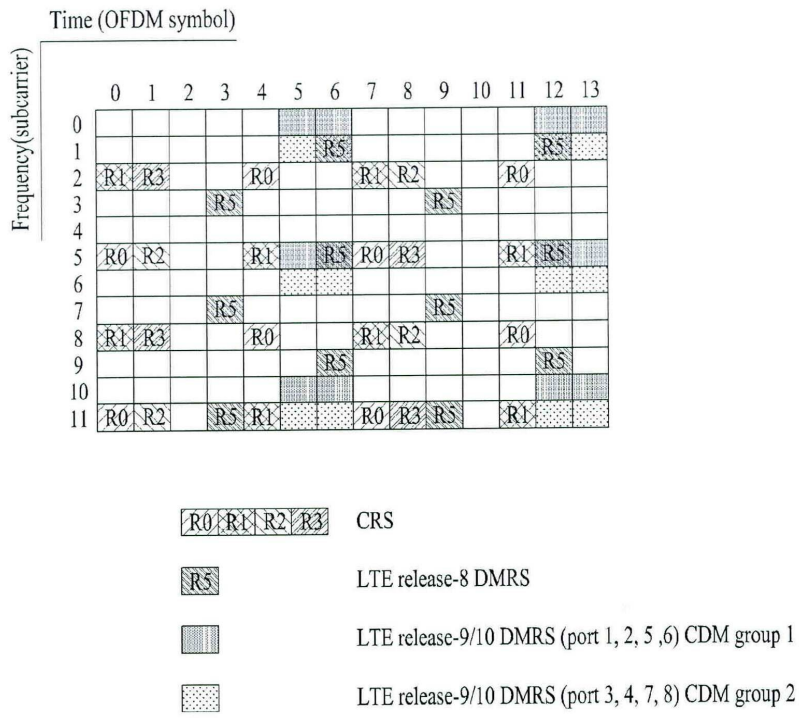


(a)

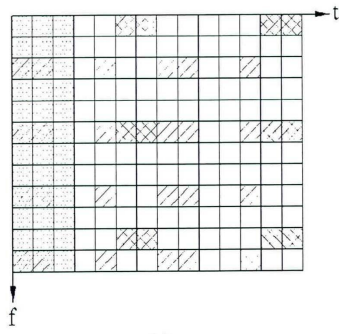


(b)

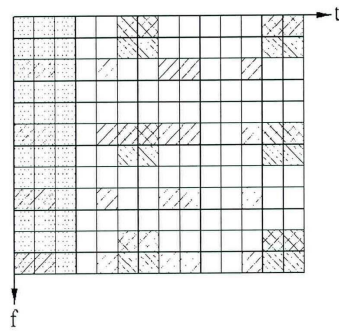
도면7



도면8



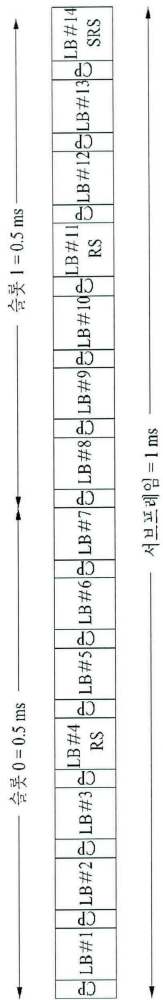
(a)



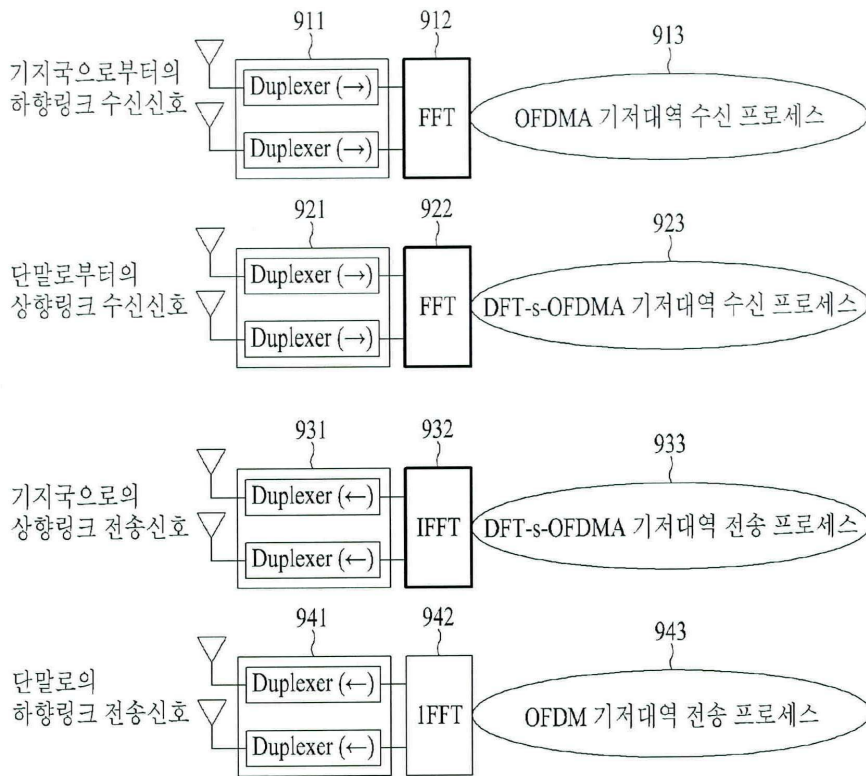
(b)

-  : Control Channel region
-  : DMRS (CDM group 1)
-  : DMRS (CDM group 2)
-  : CRS
-  : Data region

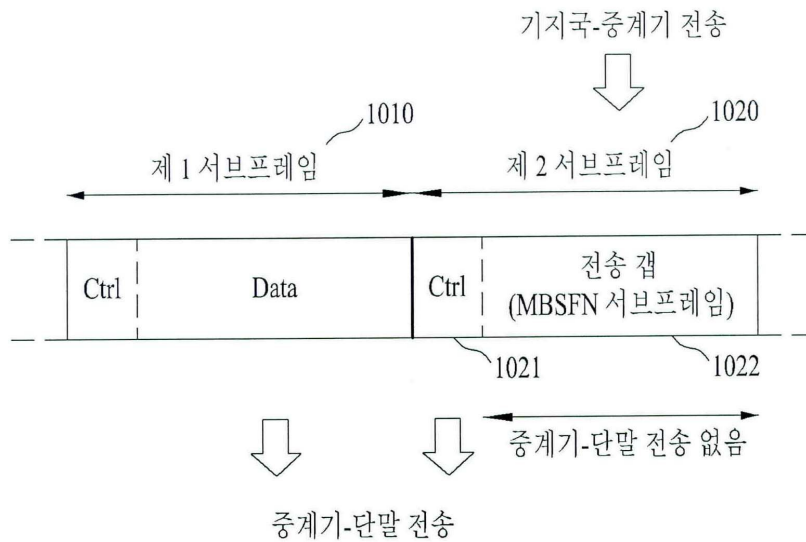
도면9



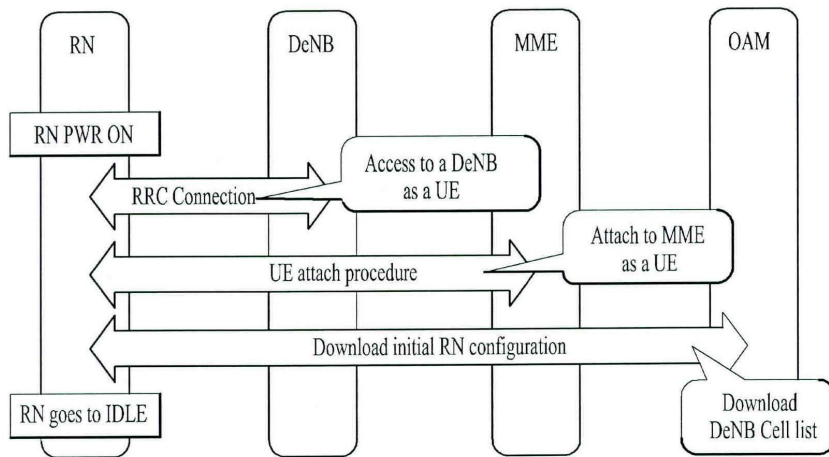
도면10



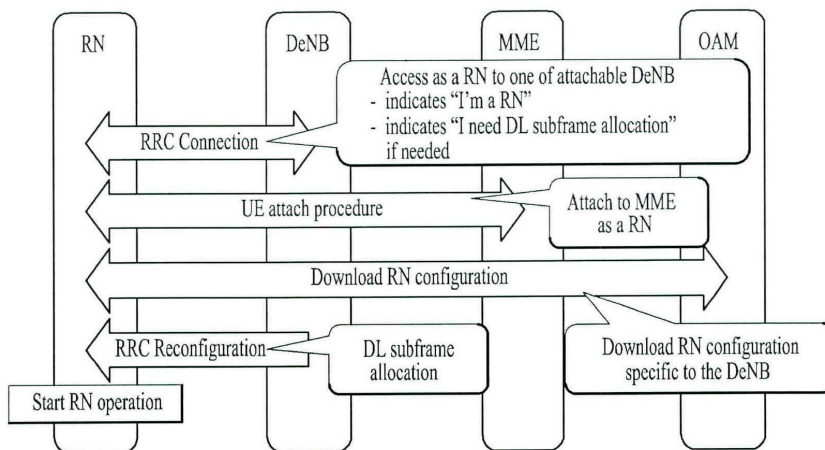
도면11



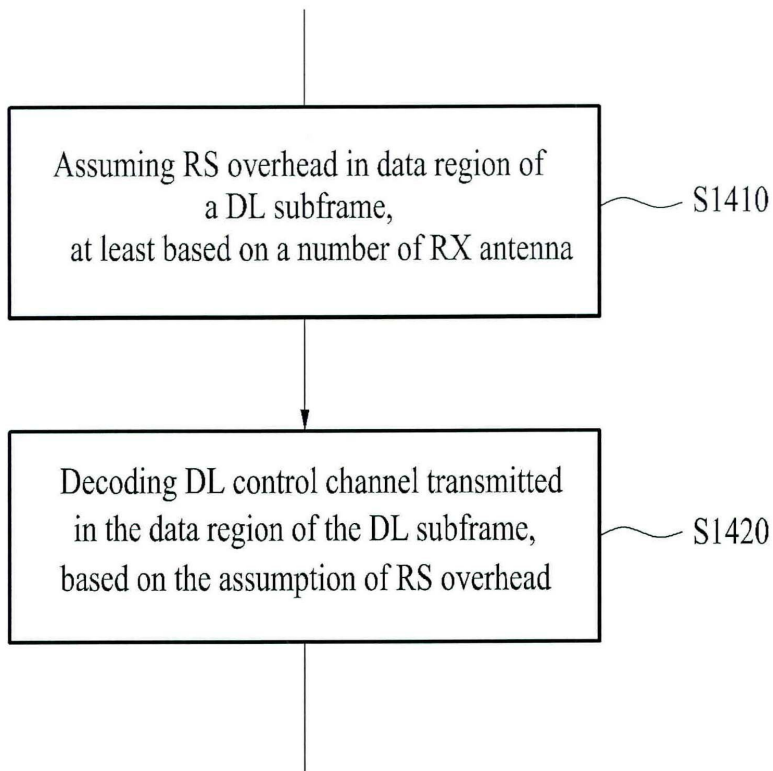
도면12



도면13



도면14



도면15

