



## (19) 대한민국특허청(KR)

## (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년03월13일

(11) 등록번호 10-1715866

(24) 등록일자 2017년03월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 72/10 (2009.01) H04W 24/10 (2009.01)

H04W 72/04 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2011-0009653

(22) 출원일자 2011년01월31일

심사청구일자 2016년01월25일

(65) 공개번호 10-2012-0020038

(43) 공개일자 2012년03월07일

(30) 우선권주장

61/377,265 2010년08월26일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

KR1020100074803 A

KR1020100088511 A

KR1020100064424 A

3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #60, R1-101175,  
2010.02.16.

(73) 특허권자

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

(72) 발명자

클릭스 브루노

서울특별시 서초구 효령로53길 45, 920호 (서초동, 서초 이오빌)

이흔철

경기도 화성시 영통로26번길 24, 반달마을푸르지  
오아파트 305동 806호 (반월동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 13 항

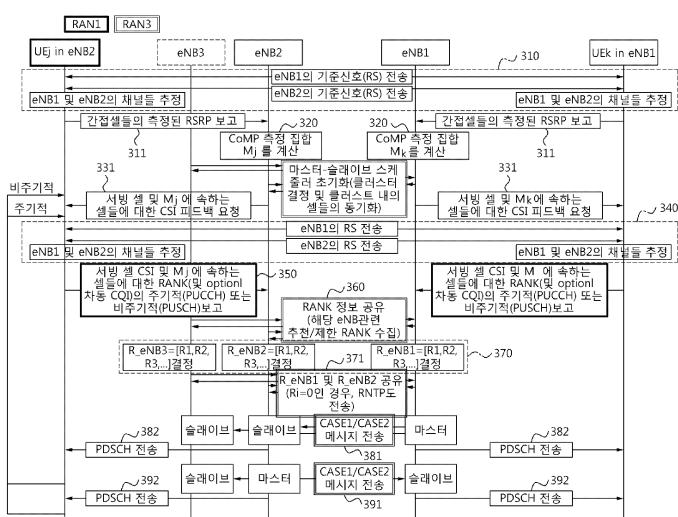
심사관 : 최종화

(54) 발명의 명칭 멀티셀 통신 시스템에서 협력 랭크에 기초하여 적응적으로 스케줄링을 수행하는 방법 및 장치

## (57) 요약

멀티셀 통신 시스템에서 협력 랭크에 기초하여 적응적으로 스케줄링을 수행하는 방법 및 장치가 제공된다. 마스터 기지국은 선호 랭크가 전송 랭크와 동일한 마스터 단말들을 우선적으로 스케줄링하고, 스케줄링된 마스터 단말의 그룹에 대한 정보를 슬레이브 기지국으로 전송한다. 슬레이브 기지국은 슬레이브 기지국의 전송 랭크가 마스터 기지국을 위한 협력 랭크와 동일한지 여부에 따라 슬레이브 단말들의 우선순위를 나누어 스케줄링한다.

## 대 표 도



(72) 발명자

**홍영준**

서울특별시 서초구 신반포로 9, 88동 202호 (반포동)

김기일

경기도 용인시 기흥구 새천년로 13, 102동 1506호  
(신갈동, 녹원마을새천년그린빌)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

마스터(master) 기지국 및 적어도 하나의 슬레이브(slave) 기지국을 포함하는 클러스터(cluster)에서, 상기 마스터 기지국의 통신 방법에 있어서,

마스터 기지국에 대응하는 적어도 하나의 마스터 단말로부터 선호 랭크(preferred rank)에 대한 정보를 수신하는 단계;

상기 적어도 하나의 슬레이브 기지국에 대응하는 적어도 하나의 슬레이브 단말로부터 수신된 상기 마스터 기지국에 대한 협력 랭크에 대한 정보를 이용하여 전송 랭크를 결정하는 단계;

선호 랭크가 전송 랭크(transmission rank)와 동일한 마스터 단말의 집합으로 정의되는 제1 마스터 그룹에 마스터 단말이 존재하는 경우, 상기 제1 마스터 그룹에 속하는 마스터 단말을 스케줄링하고, 상기 제1 마스터 그룹에 속하는 단말이 존재하지 않는 경우, 선호 랭크가 전송 랭크와 동일하지 않은 마스터 단말의 집합으로 정의되는 제2 마스터 그룹에 속하는 마스터 단말을 스케줄링하는 단계; 및

상기 스케줄링된 마스터 단말이 속하는 그룹에 대한 정보 및 상기 전송 랭크에 대한 정보를 상기 적어도 하나의 슬레이브 기지국으로 전송하는 단계

를 포함하는 마스터 기지국의 통신 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전송 랭크를 결정하는 단계는

상기 적어도 하나의 슬레이브 기지국으로부터 상기 마스터 기지국에 대한 협력 랭크에 대한 정보를 수신하는 단계; 및

상기 마스터 기지국에 대한 협력 랭크에 대한 정보를 기초로 상기 전송 랭크를 결정하는 단계

를 포함하는 마스터 기지국의 통신 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 스케줄링하는 단계는

주파수 도메인에서 비례 공평(Proportional Fair; PF) 스케줄링에 기초하여 스케줄링하는 단계

를 포함하는 마스터 기지국의 통신 방법.

#### 청구항 4

마스터 기지국 및 적어도 하나의 슬레이브 기지국을 포함하는 클러스터에서, 슬레이브 기지국의 통신 방법에 있어서,

상기 마스터 기지국에 의해 스케줄링된 마스터 단말의 그룹에 대한 정보 및 상기 마스터 기지국의 전송 랭크에 대한 정보를 수신하는 단계; 및

슬레이브 단말의 상기 마스터 기지국에 대한 협력 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한지 여부 및 상기 마스터 기지국에 의해 스케줄링된 마스터 단말의 그룹에 기초하여 적어도 하나의 슬레이브 단말을 적응적으로 스케줄링하는 단계

를 포함하는 슬레이브 기지국의 통신 방법.

## 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 마스터 기지국에 의해 스케줄링된 마스터 단말의 그룹이 선호 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 마스터 단말의 집합으로 정의되는 제1 마스터 그룹인 경우,

상기 적어도 하나의 슬레이브 단말을 적응적으로 스케줄링하는 단계는

협력 랭크가 상기 마스터 기지국에 대한 추천(recommended) 랭크인 경우, 상기 마스터 기지국과 협력을 수행하고 협력 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 슬레이브 단말을 우선적으로 스케줄링하고, 협력 랭크가 상기 마스터 기지국에 대한 제한(restricted) 랭크인 경우, 상기 마스터 기지국과 협력을 수행하고 협력 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일하지 않은 슬레이브 단말을 우선적으로 스케줄링하는 단계

를 포함하는 슬레이브 기지국의 통신 방법.

## 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 마스터 기지국에 의해 스케줄링된 마스터 단말의 그룹이 선호 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 마스터 단말의 집합으로 정의되는 제1 마스터 그룹이고, 협력 랭크가 마스터 기지국에 대한 추천 랭크인 경우,

상기 적어도 하나의 슬레이브 단말을 적응적으로 스케줄링하는 단계는

상기 마스터 기지국과 협력을 수행하면서 협력 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 슬레이브 단말이 존재하지 않는 경우, 협력을 수행하지 않는 슬레이브 단말을 스케줄링하는 단계

를 포함하는 슬레이브 기지국의 통신 방법.

## 청구항 7

제4항에 있어서,

상기 마스터 기지국에 의해 스케줄링된 마스터 단말의 그룹이 선호 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 마스터 단말의 집합으로 정의되는 제1 마스터 그룹이고, 협력 랭크가 마스터 기지국에 대한 추천 랭크인 경우,

상기 적어도 하나의 슬레이브 단말을 적응적으로 스케줄링하는 단계는

상기 마스터 기지국과 협력을 수행하면서 협력 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 슬레이브 단말 및 협력을 수행하지 않는 슬레이브 단말이 존재하지 않는 경우, 상기 마스터 기지국과 협력을 수행하지만 협력 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일하지 않거나 상기 마스터 기지국과 구별되는 다른 기지국과 협력을 수행하는 슬레이브 단말을 스케줄링하는 단계

를 포함하는 슬레이브 기지국의 통신 방법.

## 청구항 8

제4항에 있어서,

상기 마스터 기지국에 의해 스케줄링된 마스터 단말의 그룹이 선호 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일하지 않은 마스터 단말의 집합으로 정의되는 제2 마스터 그룹인 경우,

상기 적어도 하나의 슬레이브 단말을 적응적으로 스케줄링하는 단계는

상기 적어도 하나의 슬레이브 단말을 동등한 우선순위를 가지고 스케줄링하는 단계

를 포함하는 슬레이브 기지국의 통신 방법.

## 청구항 9

대상 클러스터-상기 대상 클러스터는 대상 마스터 기지국 및 적어도 하나의 대상 슬레이브 기지국을 포함함-및

적어도 하나의 이웃 클러스터-상기 이웃 클러스터는 이웃 마스터 기지국 및 적어도 하나의 이웃 슬레이브 기지국을 포함함-를 포함하는 수퍼 클러스터에서, 상기 대상 클러스터에 포함되는 대상 슬레이브 기지국의 통신 방법에 있어서,

상기 대상 마스터 기지국 및 상기 적어도 하나의 이웃 마스터 기지국 각각의 전송 랭크들에 대한 정보를 수신하는 단계; 및

협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한지 여부에 기초하여 상기 대상 슬레이브 기지국에 대응하는 적어도 하나의 대상 슬레이브 단말을 스케줄링하는 단계

를 포함하는 대상 슬레이브 기지국의 통신 방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 적어도 하나의 대상 슬레이브 단말을 스케줄링하는 단계는

협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국에 대한 추천 랭크인 경우, 협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 대상 슬레이브 단말을 우선적으로 스케줄링하고, 협력 랭크가 마스터 기지국에 대한 제한 랭크인 경우, 협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일하지 않은 대상 슬레이브 단말을 우선적으로 스케줄링하는 단계

를 포함하는 대상 슬레이브 기지국의 통신 방법.

#### 청구항 11

제9항에 있어서,

상기 적어도 하나의 대상 슬레이브 단말을 스케줄링하는 단계는

협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국에 대한 추천 랭크이고 협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 대상 슬레이브 단말이 존재하지 않는 경우, 협력을 수행하지 않는 대상 슬레이브 단말을 스케줄링하는 단계

를 포함하는 대상 슬레이브 기지국의 통신 방법.

#### 청구항 12

제9항에 있어서,

상기 적어도 하나의 대상 슬레이브 단말을 스케줄링하는 단계는

협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국에 대한 추천 랭크이고 협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 대상 슬레이브 단말 및 협력을 수행하지 않는 대상 슬레이브 단말이 존재하지 않는 경우, 협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일하지 않거나 마스터 기지국과 구별되는 다른 기지국과 협력을 수행하는 대상 슬레이브 단말을 스케줄링하는 단계

를 포함하는 대상 슬레이브 기지국의 통신 방법.

#### 청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항의 방법을 수행하기 위한 프로그램이 기록되어 있는 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 멀티셀 통신 시스템에서 협력 랭크에 기초하여 적응적으로 스케줄링을 수행하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002]

멀티셀 통신 시스템에서 단말은 기지국으로부터의 채널을 측정할 수 있다. 그리고 단말은 측정된 채널 정보를 기지국으로 피드백할 수 있다. 기지국은 단말로부터 피드백 받은 정보를 기초로 프리코딩을 수행할 수 있다. 하지만 셀간 협력이 없는 경우, 멀티셀 통신 시스템에서 셀의 가장자리에 있는 단말은 이웃 셀의 기지국으로부터 간섭을 받을 수 있다.

## 발명의 내용

### 과제의 해결 수단

[0003]

본 발명의 일 실시예에 따른 마스터(master) 기지국 및 적어도 하나의 슬레이브(slave) 기지국을 포함하는 클러스터(cluster)에서, 상기 마스터 기지국의 통신 방법은 마스터 기지국에 대응하는 적어도 하나의 마스터 단말로부터 선호 랭크(preferred rank)에 대한 정보를 수신하는 단계; 선호 랭크가 전송 랭크(transmission rank)와 동일한 마스터 단말의 집합으로 정의되는 제1 마스터 그룹에 마스터 단말이 존재하는 경우, 상기 제1 마스터 그룹에 속하는 마스터 단말을 스케줄링하고, 상기 제1 마스터 그룹에 속하는 단말이 존재하지 않는 경우, 선호 랭크가 전송 랭크와 동일하지 않은 마스터 단말의 집합으로 정의되는 제2 마스터 그룹에 속하는 마스터 단말을 스케줄링하는 단계; 및 상기 스케줄링된 마스터 단말이 속하는 그룹에 대한 정보 및 상기 전송 랭크에 대한 정보를 상기 적어도 하나의 슬레이브 기지국으로 전송하는 단계를 포함한다.

[0004]

상기 마스터 기지국의 통신 방법은 적어도 하나의 슬레이브 기지국으로부터 마스터 기지국에 대한 협력 랭크에 대한 정보를 수신하는 단계; 및 상기 협력 랭크에 대한 정보를 기초로 상기 전송 랭크를 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0005]

상기 스케줄링하는 단계는 주파수 도메인에서 비례 공평(Proportional Fair; PF) 스케줄링에 기초하여 스케줄링하는 단계를 포함할 수 있다.

[0006]

본 발명의 일 실시예에 따른 마스터 기지국 및 적어도 하나의 슬레이브 기지국을 포함하는 클러스터에서, 슬레이브 기지국의 통신 방법은 상기 마스터 기지국에 의해 스케줄링된 마스터 단말이 속하는 그룹에 대한 정보 및 상기 마스터 기지국의 전송 랭크에 대한 정보를 수신하는 단계; 및 슬레이브 단말의 상기 마스터 기지국에 대한 협력 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한지 여부 및 상기 마스터 기지국에 의해 스케줄링된 마스터 단말의 그룹에 기초하여 적어도 하나의 슬레이브 단말을 적응적으로 스케줄링하는 단계를 포함한다.

[0007]

상기 마스터 기지국에 의해 스케줄링된 마스터 단말의 그룹이 선호 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 마스터 단말의 집합으로 정의되는 제1 마스터 그룹인 경우, 상기 적어도 하나의 슬레이브 단말을 적응적으로 스케줄링하는 단계는 협력 랭크가 상기 마스터 기지국에 대한 추천(recommended) 랭크인 경우, 상기 마스터 기지국과 협력을 수행하고 협력 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 슬레이브 단말을 우선적으로 스케줄링하고, 협력 랭크가 상기 마스터 기지국에 대한 제한(restricted) 랭크인 경우, 상기 마스터 기지국과 협력을 수행하고 협력 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일하지 않은 슬레이브 단말을 우선적으로 스케줄링하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008]

상기 마스터 기지국에 의해 스케줄링된 마스터 단말의 그룹이 선호 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 마스터 단말의 집합으로 정의되는 제1 마스터 그룹이고, 협력 랭크가 마스터 기지국에 대한 추천 랭크인 경우, 상기 적어도 하나의 슬레이브 단말을 적응적으로 스케줄링하는 단계는 상기 마스터 기지국과 협력을 수행하면서 협력 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 슬레이브 단말이 존재하지 않는 경우, 협력을 수행하지 않는 슬레이브 단말을 스케줄링하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009]

상기 마스터 기지국에 의해 스케줄링된 마스터 단말의 그룹이 선호 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 마스터 단말의 집합으로 정의되는 제1 마스터 그룹이고, 협력 랭크가 마스터 기지국에 대한 추천 랭크인 경우, 상기 적어도 하나의 슬레이브 단말을 적응적으로 스케줄링하는 단계는 상기 마스터 기지국과 협력을 수행하면서 협력 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 슬레이브 단말 및 협력을 수행하지 않는 슬레이브 단말이 존재하지 않는 경우, 상기 마스터 기지국과 협력을 수행하지만 협력 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일하지 않거나 상기 마스터 기지국과 구별되는 다른 기지국과 협력을 수행하는 슬레이브 단말을 스케줄링하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010]

상기 마스터 기지국에 의해 스케줄링된 마스터 단말의 그룹이 선호 랭크가 상기 마스터 기지국의 전송 랭크와

동일하지 않은 마스터 단말의 집합으로 정의되는 제2 마스터 그룹인 경우, 상기 적어도 하나의 슬레이브 단말을 적응적으로 스케줄링하는 단계는 상기 적어도 하나의 슬레이브 단말을 동등한 우선순위를 가지고 스케줄링하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 대상 클러스터-상기 대상 클러스터는 대상 마스터 기지국 및 적어도 하나의 대상 슬레이브 기지국을 포함함-및 적어도 하나의 이웃 클러스터-상기 이웃 클러스터는 이웃 마스터 기지국 및 적어도 하나의 이웃 슬레이브 기지국을 포함함-를 포함하는 수퍼 클러스터에서, 상기 대상 클러스터에 포함되는 대상 슬레이브 기지국의 통신 방법은 상기 대상 마스터 기지국 및 상기 적어도 하나의 이웃 마스터 기지국 각각의 전송 랭크들에 대한 정보를 수신하는 단계; 및 협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한지 여부에 기초하여 상기 대상 슬레이브 기지국에 대응하는 적어도 하나의 대상 슬레이브 단말을 스케줄링하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 적어도 하나의 대상 슬레이브 단말을 스케줄링하는 단계는 협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국에 대한 추천 랭크인 경우, 협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 대상 슬레이브 단말을 우선적으로 스케줄링하고, 협력 랭크가 마스터 기지국에 대한 제한 랭크인 경우, 협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일하지 않은 대상 슬레이브 단말을 우선적으로 스케줄링하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 적어도 하나의 대상 슬레이브 단말을 스케줄링하는 단계는 협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국에 대한 추천 랭크이고 협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 대상 슬레이브 단말이 존재하지 않는 경우, 협력을 수행하지 않는 대상 슬레이브 단말을 스케줄링하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 적어도 하나의 대상 슬레이브 단말을 스케줄링하는 단계는 협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국에 대한 추천 랭크이고 협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일한 대상 슬레이브 단말 및 협력을 수행하지 않는 대상 슬레이브 단말이 존재하지 않는 경우, 협력 랭크가 해당 협력 마스터 기지국의 전송 랭크와 동일하지 않거나 마스터 기지국과 구별되는 다른 기지국과 협력을 수행하는 대상 슬레이브 단말을 스케줄링하는 단계를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 마스터 기지국은 선호 랭크가 전송 랭크와 동일한 마스터 단말들을 우선적으로 스케줄링함으로써 마스터 셀의 전송 효율을 향상할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 마스터 기지국은 스케줄링된 마스터 단말들의 그룹에 대한 정보를 슬레이브 기지국들로 전송함으로써 슬레이브 기지국이 스케줄링할 슬레이브 단말들의 우선순위를 정할 수 있다. 즉, 마스터 기지국의 스케줄링 상황에 따라 적응적으로 슬레이브 기지국이 스케줄링을 수행함으로써 보다 효율적으로 CoMP 전송(Coordinated Multipoint Transmission)이 수행될 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 슬레이브 기지국은 슬레이브 기지국의 전송 랭크가 마스터 기지국을 위한 협력 랭크와 동일한지 여부에 따라 슬레이브 단말들의 우선순위를 나누어 스케줄링함으로써 보다 효율적으로 셀간 간섭을 줄일 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0018] 도 1 및 도 2는 각각 본 발명의 일 실시예에 따른 인트라-사이트 클러스터링 및 인터-사이트 클러스터링의 예를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 클러스터 기반 스케줄링 방법을 도시한 플로우차트이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 클러스터 기반 스케줄링을 수행하는 마스터 기지국의 동작 방법을 나타낸 플로우차트이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 클러스터 기반 스케줄링을 수행하는 슬레이브 기지국의 동작 방법을 나타낸 플로우차트이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 네트워크 기반 스케줄링에서 eNB들의 그룹을 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 랭크 추천/제한의 수행에 필요한 새로운 메시지들이 반영된 스케줄링에 대한 플로우차트이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0020] 본 발명의 실시예를 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0021] 서빙 기지국(3GPP LTE에서 흔히 eNB로 표현될 수 있음)에 대응하는 단말은 서빙 기지국(즉, 서빙 eNB)으로 단말의 선호 랭크 인디케이터(preferred rank indicator)(이하에서, RI로 표시)를 몇몇 PMI와 함께 전송할 수 있다. 여기서, 선호 랭크는 서빙 기지국으로부터 단말로의 다운링크 채널 용량(Throughput)이 최대가 되도록 하는 랭크일 수 있다.
- [0022] 또한 단말은 성능을 최대화 시키거나 최소화시키는 간접 기지국으로부터의 간접 신호의 랭크, 즉 협력 랭크(Coordinated rank)(이하에서, RANK로 표시)를 서빙 기지국으로 전송할 수 있다. i) 만약 RANK가 단말의 성능을 최소화시키는 경우, 단말은 간접 기지국(즉, 간접 eNB)에게 해당 RANK를 전송 랭크로 사용하는 것을 제한할 것을 요청할 수 있다. 이 경우의 RANK를 제한(restricted) RANK라 한다. ii) 만약 RANK가 단말의 성능을 최대화시키는 경우, 단말은 간접 기지국에게 해당 RANK를 전송 랭크로 사용하도록 추천할 수 있다. 즉, 단말은 RANK에 대응하는 레이어들의 수에 기초하여 전송이 수행되도록 추천할 수 있다. 이 경우의 RANK를 추천(recommended) RANK라 한다.
- [0023] RANK는 단말에 의해 결정될 수 있다. 제한 RANK 및 추천 RANK는 많은 파라미터들(예를 들면, 단말의 수신기 탑입, CQI(Channel Quality Information) 계산 방법, DM-RS의 존재 여부, 인접 셀 (또는 간접 셀)의 DM-RS 측정 여부, 서빙 기지국의 RI 또는 단말의 안테나 수)의 함수일 수 있다.
- [0024] 기지국은 복수의 단말로부터의 RANK에 대한 보고에 기초하여, 모든 단말들로부터의 추천 RANK 또는 제한 RANK에 대한 협력을 수행하기 위하여 이웃 기지국들과 수집된 RANK에 대한 정보를 교환할 수 있다.
- [0025] 전송 단계에서, 협력 기반 스케줄러의 도움으로, 기지국들은 협력 단말(즉, CoMP 단말)들의 RANK와 관련된 요청을 가능한 많이 수용할 수 있도록 각 기지국들에 대응하는 단말들을 스케줄링할 수 있다. 예를 들어, 제1 기지국, 단말11 및 단말12가 제1 셀에 포함되고, 제2 기지국, 단말21 및 단말22가 제2 셀에 포함되며, 단말11이 간접 기지국인 제2 기지국을 위한 추천 RANK를 제1 기지국에 보고하는 것으로 가정한다. 그러면, 스케줄러는 제1 셀의 단말11의 추천 RANK가 제2 셀의 단말22의 RI와 일치하는 경우, 단말 21이 아닌 단말22를 스케줄링할 수 있다. 이를 통해 단말11은 서빙 기지국인 제1 기지국으로부터 신호를 수신하고, 제2 기지국으로부터는 추천 RANK에 해당하는 간접을 수신할 수 있다.
- [0026] 이러한 방법은 간접의 플래시라이트 효과를 감소시킴으로써 치명적인 간접 상황을 피할 수 있고, 적는 양의 피드백 오버헤드를 발생시키면서도 정확한 링크 적응(link adaptation)의 이익을 얻을 수 있다. 게다가 추천 RANK의 보고에 따라 셀 가장자리 단말 또한 높은 전송 랭크를 얻을 수 있다. RANK의 적절한 선택은 단말이 선호 랭크를 증가시키는 것을 가능하게 할 수 있다. 본 발명의 일 실시예는 RANK 정보를 이용하여 시스템의 자유도(degrees of freedom)를 조절함으로써 다중 수신 안테나에 기반한 수신기 간접 억제 기술(receiver interference suppression techniques)이 최대 효과를 얻을 수 있게 한다. 게다가, 랭크의 광대역 특성에 따르면, RANK의 보고는 피드백 및 백홀 딜레이 및 채널 추정 에러에 대한 민감도가 낮다.
- [0027] 본 발명의 실시예들은 랭크 추천/제한에 기초하여 크게 아래 네 가지 기술들을 제공한다.
- [0028] 첫째로, 본 발명의 일 실시예는 랭크 추천/제한에 기초하여 CQI를 계산하는 구체적인 방법을 제공한다.
- [0029] 둘째로, 본 발명의 일 실시예는 랭크 추천/제한을 이용하는 스케줄링 방법 및 스케줄러 구조를 제공한다.
- [0030] 셋째로, 본 발명의 일 실시예는 LTE-Advanced와 같은 실무적 환경에서 랭크 추천/제한의 사용이 가능하도록

PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 및 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)상에서의 업링크 컨트롤 시그널링(uplink control signaling) 방법 및 프레임 구조를 제공한다.

[0031] 넷째로, 본 발명의 일 실시예는 상위 레이어 시그널링에 대해 다룬다. 구체적으로 기지국들(즉, eNB들)간 통신을 가능케 하는 X2 인터페이스를 통한 메시지 교환 및 시그널링 방법이 정의될 수 있다.

#### [0032] RANK 피드백 및 CQI 계산 방법

[0033] 앞에서 설명한 바와 같이, RANK 정보는 단말로부터 서빙 eNB로 보고된다. 추가적으로, 랭크 추천/제한 요청이 간접 셀에서 받아들여지는 경우의 링크 적응(link adaptation)을 돋기 위해 몇몇 CQI 또한 보고될 수 있다. 이 하에서는 다양한 RANK 피드백 방법 및 CQI 계산 방법을 설명한다.

##### [0034] 1. RANK와 RI의 분리 선택(separate selection)

[0035] 예를 들어, 단말은 우선 셀간 간섭을 단위 행렬(identity matrix)라 가정하고 광대역(wideband) 채널 용량(throughput)/CQI를 최대화하도록 RI를 선택하고, RI의 선택 이후, 간섭 셀들의 랜덤 프리코더들을 가정하고 광대역 CQI에 기초하여 RANK를 선택할 수 있다. RI 및 RANK에 대한 선택 이후, 피드백되는 CQI(s)는 아래와 같이 계산될 수 있다.

[0036] - 옵션 1: RI에만 기초하여 하나의 광대역 또는 부대역(subband) CQI를 계산하는 방법이 가능하다. 이러한 방법은 협력에 의존하지 않는 시스템(예를 들면, 간섭 셀 프리코더가 단위 행렬임을 가정하는 경우)에 적용될 수 있다.

[0037] - 옵션 2: RI 및 RANK에 기초하여 하나의 광대역 또는 부대역 CQI를 계산하는 방법이 가능하다.

[0038] - 옵션 3: 하나의 광대역 또는 부대역 CQI 및 하나의 광대역 또는 부대역 차동(differential) CQI를 계산하는 방법이 가능하다. 여기서, 광대역 또는 부대역 CQI는 협력에 의존하지 않는 시스템(예를 들면, 간섭 셀 프리코더가 단위 행렬임을 가정하는 경우)에서 RI에만 기초하여 계산될 수 있다. 그리고, 광대역 또는 부대역 차동 CQI는 RI 및 RANK에 기초하여 계산될 수 있다.

##### [0039] 2. RI 및 RANK의 합동 선택(joint selection)

[0040] 예를 들어, 단말은 간섭 셀들의 랜덤 프리코더를 가정하고 광대역 CQI가 최대가 되도록 RI 및 RANK 함께 선택할 수 있다. RI 및 RANK의 합동적 선택 이후, 피드백되는 CQI(s)는 아래와 같이 계산될 수 있다.

[0041] - 옵션 1: RI에만 기초하여 하나의 광대역 또는 부대역(subband) CQI를 계산하는 방법이 가능하다. 이러한 방법은 협력에 의존하지 않는 시스템(예를 들면, 간섭 셀 프리코더가 단위 행렬임을 가정하는 경우)에 적용될 수 있다.

[0042] - 옵션 2: RI 및 RANK에 기초하여 하나의 광대역 또는 부대역 CQI를 계산하는 방법이 가능하다.

[0043] - 옵션 3: 하나의 광대역 또는 부대역 CQI 및 하나의 광대역 또는 부대역 차동(differential) CQI를 계산하는 방법이 가능하다. 여기서, 광대역 또는 부대역 CQI는 협력에 의존하지 않는 시스템(예를 들면, 간섭 셀 프리코더가 단위 행렬임을 가정하는 경우)에서 RI에만 기초하여 계산될 수 있다. 그리고, 광대역 또는 부대역 차동 CQI는 RI 및 RANK에 기초하여 계산될 수 있다.

#### [0044] 스케줄러 아키텍처(Scheduler Architecture)

[0045] 랭크 제한/추천으로부터 어떠한 이득을 얻기 위해서는, 스케줄러는 아래 이슈들을 다룰 필요가 있다.

[0046] 주어진 eNB A의 스케줄러가 주파수  $f$  및 시간  $t$ 에서 이웃 셀들로부터의 추천/제한 랭크의 요청을 수락하는 경우, 추천/제한 랭크를 eNB A로 보고한 이웃 셀들의 단말들은 주파수  $f$  및 시간  $t$ 에서 스케줄링되어야 한다.

그렇지 않으면, 랭크 제한/추천으로부터의 이득을 기대할 수 없다.

[0047] 즉, eNB들 사이에 협력 또는 동기화에 대한 특정한 방식(form)이 필요하다.

[0048] 1) 강한 협력(strong coordination)의 경우, 이전의 이터레이션(iteration)에서 이웃 셀들에 의해 보고된 정보에 기초하여 스케줄링된 단말들, 스케줄링된 단말들의 프리코더 및 랭크를 연속적으로(successive) 업데이트하는 이터레이티브 스트럭처(iterative structure)가 필요하다.

[0049] 2) 약한 협력(weak coordination)의 경우, eNB들은 따라야 할 특정 규약을 갖는다. 특정 규약은 추천/제한 랭크의 보고로부터 상호 이익을 얻기 위한 eNB들의 행동 강령(code of conduct)이라 할 수 있다. 이러한 행동 강령은 동적 방식(dynamic fashion)에서의 스케줄러의 어떠한 이터레이티브 스트럭처를 지원하기엔 다소 간단할 수 있다. 본 발명에서는 몇몇 가능한 행동 강령들을 제공한다.

#### 마스터(Master)-슬레이브(Slave) 아키텍처

[0050] 본 발명의 일 실시예에 따른 스케줄링 방법은 마스터(Master)-슬레이브(Slave) 아키텍처에 기반한다. 마스터(Master)-슬레이브(Slave) 아키텍처에서, 각 타임 인스턴트(time instant)에서 하나의 eNB가 마스터로 행동하고, 나머지 eNB들이 슬레이브로 행동한다.

[0051] 1) 마스터 eNB의 동작

[0052] 마스터 eNB는, 보고된 추천/제한 랭크에 기초하여 특정한 전송 랭크 R을 결정하고, 전송 랭크 R을 기초로 스케줄링된 단말들 중 가능한 많은 단말들의 전송 랭크가 RI이 되도록 스케줄링을 수행한다.

[0053] - CoMP 단말들 및 non-CoMP 단말들이 마스터 eNB에 의해 스케줄링될 수 있다.

[0054] - 마스터 eNB에게 있어서, 스케줄러는 랭크 R 단말들이 가능한 많도록 스케줄링하는 것에 우선권을 갖는 단일 셀 스케줄러이다. 스케줄링은 전체 대역폭에서 FDMA 방식(예를 들어, 복수의 단말들이 대역폭을 공유하고, 단말들은 보고된 정보에 기초하여 단말들의 선호되는 주파수 자원들을 할당받는다.)으로 수행된다. 스케줄러는 단말들이 보고하는 RI에 따라 단말들을 복수개의 그룹으로 나눌 수 있다. RI=R인 그룹이 가장 높은 우선권을 가지고 스케줄링될 수 있다.

[0055] 2) 슬레이브 eNB의 동작

[0056] 마스터 eNB가 특정한 추천/제한 랭크를 수락할 것임을 아는 슬레이브 eNB는 슬레이브 eNB에게 랭크 제한/추천을 요청한 CoMP 단말들을 가장 우선적으로 스케줄링한다.

[0057] - 슬레이브 eNB에 있어서, 스케줄러는 공격자(aggressor)가 마스터 eNB인 CoMP 단말들을 우선적으로 스케줄링하는 단일 셀 스케줄러이다. 스케줄링은 전체 대역폭에서 FDMA 방식으로 수행된다. 마스터 eNB는 단말들을 복수개의 그룹으로 나눌 수 있다. 즉, 단말들은 공격자가 마스터 eNB인 CoMP 단말들의 그룹과 다른 모든 단말들(즉, 공격자가 마스터 eNB가 아닌 CoMP 단말들 및 non-CoMP 단말들)의 그룹으로 나눌 수 있다. 공격자가 마스터 eNB인 CoMP 단말들에 대응하는 그룹이 가장 높은 우선순위를 가지고 스케줄링될 수 있다.

[0058] 다음 타임 인스턴트에서, 마스터 eNB는 슬레이브 eNB가 되고 슬레이브 eNB는 마스터 eNB가 될 수 있다.

[0059] 아래에서 구체적인 예시를 통하여 마스터-슬레이브 아키텍처를 설명한다.

[0060] eNB1은 추천/제한 랭크에 대한 수락의 우선도를 2,1,3,4의 순서로 갖는다. 즉, eNB1은 랭크 2을 이용하여 전송 또는 전송하지 말 것에 대해 더 많은 요청을 받았다. 추천 랭크의 경우, eNB1은 랭크 2를 시작으로 랭크 1, 랭크3, 랭크 4의 순으로 순환되도록 전송 랭크를 결정할 수 있다. 랭크 2의 우선도가 높으므로, 전송 랭크 R=2인 경우가 다른 경우보다 많을 수 있다. 그런 경우에, eNB1은 예를 들어 2,1,2,1,3과 같이 전송 랭크 R이 순환되도록 전송할 것을 결정할 수 있다.

[0061] eNB2는 추천/제한 랭크에 대한 수락의 우선도를 1,2,3,4의 순서로 갖는다. 즉, eNB2는 랭크 1을 이용하여 전송 할 것에 대해 더 많은 요청을 받았다. 추천 랭크의 경우, eNB2는 예를 들면 랭크 1,2,3,4의 순으로 순환되도록 전송 랭크를 정할 수 있다.

[0063] eNB3은 추천/제한 랭크에 대한 수락의 우선도를 3,1,4,2의 순서로 갖는다. 즉, eNB3는 랭크 3을 이용하여 전송할 것에 대해 더 많은 요청을 받았다. 추천 랭크의 경우, eNB3는 예를 들면 랭크 3,1,4,2의 순으로 순환되도록 전송 랭크를 정할 수 있다.

[0064] eNB1은 시간 1(예를 들면 서브프레임 1) 및 4에서 마스터 eNB이고, eNB2는 시간 2 및 5에서, eNB3는 시간 3 및 6에서 마스터 eNB이다.

[0065] 이러한 경우에 대한 랭크 추천/제한을 이용하는 마스터-슬레이브 아키텍처의 예가 [표 1]에 도시되어 있다.

### 표 1

시간 eNB	1	2	3	4	5	6
eNB1	<b>마스터, R=2</b>	슬레이브	슬레이브	<b>마스터, R=1</b>	슬레이브	슬레이브
eNB2	슬레이브	<b>마스터, R=1</b>	슬레이브	슬레이브	<b>마스터, R=2</b>	슬레이브
eNB3	슬레이브	슬레이브	<b>마스터, R=3</b>	슬레이브	슬레이브	<b>마스터, R=1</b>

[0066]

[0067] 이러한 마스터 슬레이브 아키텍처에 따르면, 크게 두 종류의 스케줄러(클러스터 기반 스케줄러 및 네트워크 기반 스케줄러)이 존재할 수 있다.

#### 클러스터(Cluster) 기반 스케줄러

[0069] 클러스터 기반 스케줄러에서, 네트워크는 미리 정의된 클러스터들로 분할된다. 인트라-사이트(intra-site) 클러스터링 및 인터-사이트(inter-site) 클러스터링의 예가 도 1 및 도 2에 도시되어 있다.

[0070] 도 1 및 도 2는 각각 본 발명의 일 실시예에 따른 인트라-사이트 클러스터링 및 인터-사이트 클러스터링의 예를 도시한 도면이다.

[0071] 도 1 및 도 2를 참조하면, 각각의 육각형은 하나의 사이트를 나타낸다. 하나의 사이트에는 3개의 eNB들이 포함된다. 예를 들어 제1 사이트(110)는 eNB1, eNB2 및 eNB3을 포함한다. 육각형 내부의 숫자는 eNB의 번호를 나타낸다.

[0072] 도 1의 인트라-사이트 클러스터링은 하나의 사이트가 하나의 클러스터에 대응되는 경우이다. 예를 들어, eNB1, eNB2 및 eNB3이 하나의 클러스터를 형성하고, eNB4, eNB5 및 eNB6이 또 다른 클러스터를 형성할 수 있다.

[0073] 도 2의 인터-사이트 클러스터링은 서로 다른 사이트에 속하는 eNB들이 하나의 클러스터에 포함되는 경우이다. 예를 들어, 서로 다른 사이트에 속하는 eNB1, eNB6 및 eNB20이 하나의 클러스터를 형성하고, eNB2, eNB9 및 eNB10이 또 다른 클러스터를 형성할 수 있다.

[0074] 마스터-슬레이브 아키텍처를 따르고 도 1 및 도 2처럼 클러스터가 3개의 eNB로 만들어진다고 가정할 때, 랭크 추천에 따른 클러스터 기반 스케줄러는 아래와 같이 동작할 수 있다. 랭크 추천의 경우와 같은 원리로 랭크 제한에 따른 클러스터 기반 스케줄러도 가능함은 물론이다.

[0075] 주어진 타임 인스턴트에서, 하나의 마스터 eNB(이하, M으로 표현) 및 두 개의 슬레이브 eNB (이하, S1 및 S2로 표현)가 존재한다.

[0076] - RI는 M에 대응하는 단말(마스터 단말)들에 의해 서빙 기지국 M으로 전송되는 랭크 인디케이터를 나타낸다.

- [0077] - RANK는 S1 및 S2에 대응하는 단말들에 의해 간접 기지국 M으로 추천되는 간접 랭크를 나타낸다. 오직 클러스터에 속하는 간접 셀들에 대응하는 RANK만 보고되는 것으로 가정한다.
- [0078] - [R1,R2,R3,R4]는 RANK들에 대한 우선도를 나타낸다. 이 우선도는 클러스터 내부의 인접 eNB들에 의해 공유되는 RANK 정보의 집합에 기초하여 얻어진다. 예를 들어, [R1,R2,R3,R4] =[2,1,3,4]이면 랭크 2가 추천 RANK로 가장 많이 보고된 것이다.
- [0079] - R은 마스터 eNB M에 의해 결정되는 전송 랭크이다. R의 값은 예를 들면 시간의 경과에 따라, [R1,R2,R1,R2,R3]과 같이 변할 수 있다. 즉, eNB M은 R1을 첫 번째로, 그 다음 R2, 그 다음 다시 R1, 그 다음 다시 R2, 그리고 R3가 마지막이 되도록 전송 랭크를 결정할 수 있다.
- [0080] <마스터 eNB M의 동작>
- [0081] 마스터 eNB M은 마스터 단말들을 아래와 같이 두 그룹으로 나눈다.
- [0082] - UE(M) 1: RI가 현재의 R과 같은 단말들의 집합
- [0083] - UE(M) 2: 나머지 단말들의 집합
- [0084] 그리고 마스터 eNB M은 마스터 단말들을 아래와 같이 스케줄링할 수 있다.
- [0085] - CASE 1: UE(M) 1이 비어있지 않은 경우, UE(M) 1에 속하는 단말들만 스케줄링한다. 예를 들어, 스케줄링은 모든 주파수 자원이 할당될 때까지 주파수 도메인에서 비례 공평(Proportional Fair; PF)에 기초하여 수행될 수 있다. 이때 스케줄링될 수 있는 단말은 오직 UE(M) 1에 속하는 단말들이다.
- [0086] - CASE 2: UE(M) 1이 비어있는 경우, UE(M) 2에 속하는 단말들만 스케줄링한다. 예를 들어, 스케줄링은 모든 주파수 자원이 할당될 때까지 주파수 도메인에서의 PF에 기초하여 수행될 수 있다. 이때 스케줄링될 수 있는 단말은 오직 UE(M) 2에 속하는 단말들이다.
- [0087] <슬레이브 eNB Si(i=1,2)의 동작>
- [0088] 슬레이브 eNB Si(i=1,2)는 각각의 슬레이브 단말들을 아래와 같이 그룹화할 수 있다.
- [0089] - CoMP\_UE(i) 1: R이이고 마스터 eNB M과 연결된 CoMP 단말들의 집합
- [0090] - CoMP\_UE(i) 2: 모든 다른 CoMP 단말들(예를 들어, CoMP 단말들 중에, eNB M에 연결되지 않은 단말들 또는 eNB M에 연결되었지만 RANK가 R이 아닌 단말들)
- [0091] - NonCoMP\_UE(i): 모든 non-CoMP 단말들의 집합
- [0092] 슬레이브 eNB Si는 Si에 속하는 단말들을 아래와 같이 스케줄링할 수 있다.
- [0093] 1) 마스터 eNB M에서 CASE 1이 수행된 경우: 슬레이브 eNB Si는 CoMP 단말(i) 1, NonCoMP\_단말(i) 그리고 CoMP\_단말(i) 2의 순서에 따른 우선 순위로 스케줄링 수행할 수 있다. 즉, CoMP 단말(i) 1에 단말이 존재하는 경우, CoMP 단말(i) 1에 속하는 단말들로만 스케줄링이 수행되고, CoMP 단말(i) 1에 단말이 존재하지 않는 경우, 차순위 그룹인 NonCoMP\_단말(i)에 속하는 단말들이 스케줄링의 대상이 될 수 있다.
- [0094] 2) 마스터 eNB M에서 CASE 2가 수행된 경우: 슬레이브 eNB Si는 어떠한 우선 순위 없이 모든 단말들을 스케줄링한다.
- [0095] 결과적으로, eNB M의 R은 S1 및 S2에 의해 추천된 RANK와 같아질 수 있다.
- [0096] 지금까지 설명한 스케줄링 방법에 대한 플로우차트가 도 3에 도시되어 있다.
- [0097] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 클러스터 기반 스케줄링 방법을 도시한 플로우차트이다.
- [0098] 도 3을 참조하면, eNB1 및 eNB1에 대응하는 단말인 UEk, eNB2 및 eNB2에 대응하는 단말인 UEj가 존재한다.
- [0099] 우선 각 eNB들은 기준 신호(Reference Signal; RS)를 전송하고, 단말들(UEj 및 UEk)은 eNB들로부터의 채널들을 추정한다(310).
- [0100] 단말들은 간접 셀들에 대해 측정된 RSRP(Reference Signal Received Power)를 서빙 eNB로 보고한다(311). 그리

고 eNB들은 CoMP 측정 집합( $M_j$  및  $M_k$ )를 계산한다(320).

[0101] 그리고 마스터-슬래이브 스케줄러의 초기화가 수행된다. 즉, 클러스터가 결정되고 클러스터 내의 셀들의 동기화가 수행된다(330).

[0102] eNB1은 서빙 셀 및  $M_j$ 에 속하는 셀들에 대한 CSI 패드백을 UEj에 요청하고, eNB2는 서빙 셀 및  $M_k$ 에 속하는 셀들에 대한 CSI 패드백을 UEk에 요청한다(331).

[0103] 이후, eNB들이 RS를 전송하고 단말들이 채널들을 추정한다(340).

[0104] UEj는 서빙 셀 CSI 및  $M_j$ 에 속하는 셀들에 대한 RANK(선택적으로 차동 CQI)를 PUCCH를 이용하여 주기적으로 eNB2에 보고하거나 PUSCH를 통하여 비주기적으로 eNB2에 보고할 수 있다(선택적으로 차동 CQI 또한 보고될 수 있다)(350). UEk도 마찬가지 방법으로 eNB1에 RANK를 보고할 수 있다.

[0105] eNB들은 RANK 정보를 공유한다. 구체적으로 eNB들은 해당 eNB에 대한 추천/제한 RANK 정보를 수집할 수 있다(360).

[0106] eNB들은 전송 랭크의 순서를 결정한다(370). 그리고 각 eNB의 전송 랭크의 순서에 대한 정보를 공유한다. 이때  $R_i=0$ 인 경우, RNTP 또한 전송될 수 있다(371).

[0107] eNB1이 마스터 eNB인 경우, eNB1의 스케줄링이 CASE1인지 CASE2인지를 나타내는 메시지를 슬래이브 eNB인 eNB2 및 eNB3로 전송한다(381). 그러면 eNB2 및 eNB3는 eNB1로부터의 메시지에 기초하여 각각 스케줄링을 수행할 수 있다.

[0108] 다음 타임 인스턴트에서, 마스터 eNB와 슬래이브 eNB가 변경될 수 있다. eNB2가 마스터 eNB인 경우, eNB2의 스케줄링이 CASE1인지 CASE2인지를 나타내는 메시지를 슬래이브 eNB인 eNB2 및 eNB3로 전송한다(391). 그러면 eNB1 및 eNB3는 eNB2로부터의 메시지에 기초하여 각각 스케줄링을 수행할 수 있다.

[0109] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 클러스터 기반 스케줄링을 수행하는 마스터 기지국의 동작 방법을 나타낸 플로우차트이다.

[0110] 도 4를 참조하면, 마스터 기지국은 마스터 기지국에 대응하는 적어도 하나의 마스터 단말로부터 선호 랭크에 대한 정보(RI)를 수신한다(410).

[0111] 마스터 기지국은 적어도 하나의 슬래이브 기지국으로부터 마스터 기지국에 대한 협력 랭크(RANK)에 대한 정보를 수신한다(420).

[0112] 그리고 마스터 기지국은 전송 랭크(R)를 결정한다(430). 이때, 마스터 기지국은 RANK에 대한 정보 및 RI를 기초로 전송 랭크를 결정할 수 있다.

[0113] 마스터 기지국은  $RI=R$ 인 단말(즉, UE(M)1에 속하는 단말)의 존재 여부를 판단한다(440).

[0114] UE(M)1에 속하는 단말이 존재하는 경우, 마스터 기지국은 UE(M)1에 속하는 단말들을 스케줄링한다(450).

[0115] UE(M)1에 속하는 단말이 존재하지 않는 경우, 마스터 기지국은 나머지 단말(즉, UE(M)2에 속하는 단말)을 스케줄링한다(460).

[0116] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 클러스터 기반 스케줄링을 수행하는 슬래이브 기지국의 동작 방법을 나타낸 플로우차트이다.

[0117] 도 5를 참조하면, 슬래이브 기지국은 마스터 기지국에 의해 스케줄링된 마스터 단말의 그룹에 대한 정보 및 마스터 기지국의 전송 랭크(R)에 대한 정보를 마스터 기지국으로부터 수신한다(510).

[0118] 슬래이브 기지국은 마스터 단말의 그룹이 선호 랭크가 마스터 기지국의 전송 랭크(R)와 동일한 마스터 단말의 집합인지 여부를 판단한다(520).

[0119] 마스터 단말의 그룹이 선호 랭크가 마스터 기지국의 전송 랭크(R)와 동일한 마스터 단말의 집합인 경우의 슬래이브 기지국의 동작은 아래와 같다.

[0120] 슬래이브 기지국은 협력 랭크(RANK)=전송 랭크(R)인 슬래이브 단말의 존재 여부를 판단한다(530).  $RANK=R$ 인 슬

레이브 단말이 존재하는 경우, 슬레이브 기지국은 해당 단말들에 대해 스케줄링을 수행한다(531).

[0121] RANK=R인 슬레이브 단말이 존재하지 않는 경우, 슬레이브 기지국은 non-CoMP 슬레이브 단말(즉, 협력을 수행하지 않는 슬레이브 단말)의 존재 여부를 판단한다(540). non-CoMP 슬레이브 단말이 존재하는 경우, 슬레이브 기지국은 해당 슬레이브 단말들에 대해 스케줄링을 수행한다(541).

[0122] non-CoMP 슬레이브 단말 또한 존재하는 경우, 슬레이브 기지국은 나머지 단말들(마스터 기지국과 협력을 수행하지만 RANK가 R과 다른 슬레이브 단말 및 마스터 기지국과 구별되는 다른 기지국과 협력을 수행하는 슬레이브 단말)에 대해 스케줄링을 수행한다(551).

[0123] 마스터 단말의 그룹이 선호 랭크가 마스터 기지국의 전송 랭크(R)와 동일하지 않은 마스터 단말의 집합인 경우, 슬레이브 기지국은 슬레이브 단말들의 우선순위 없이 스케줄링을 수행할 수 있다(561).

[0124] 많은 시나리오에서, RANK=1인 시간 구간이 가장 많을 수 있다. 이는 단말이 RANK에 대한 보고를 수행하지 않고, RANK=1임을 전제로 RI를 계산할 수도 있음을 시사한다. eNB는 RANK=1이 모든 CoMP 단말들이 선호하는 RANK라는 정보를 이용할 수 있다. RANK 보고가 없더라도, 모든 eNB들이 해당 eNB에 대응하는 단말들의 공격자 셀들 및 해당 셀에 대응하는 CoMP 단말들의 수를 알고 있다고 가정하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 스케줄러는 CoMP 단말들이 RANK=1을 보고한다는 가정하에 잘 동작할 수 있다.

[0125] 본 발명의 일 실시예에 따른 스케줄러는 아래 사항들을 다룰 필요가 있다.

[0126] - 실질적인 스케줄링의 시작 전에 클러스터가 결정되어야 한다. 그리고 마스터 eNB 및 슬레이브 eNB 사이의 동기화 및 마스터 eNB 및 슬레이브 eNB의 변경에 대한 동기화가 eNB들 사이에서 필요하다.

[0127] - 단말은 RANK 정보 및 몇몇 선택적인(optional) 차동 CQI를 주기적 또는 비주기적으로 해당 eNB에 보고한다.

[0128] - 단말로부터 서빙 eNB로 보고된 RANK는 클러스터 내의 eNB들에게 공유되어야 한다. 구체적으로, eNB A는 eNB A에 대한 모든 추천/제한 RANK 정보를 수집해야 한다.

[0129] - 마스터 eNB에서 사용되는 전송 랭크 R은 클러스터 내의 eNB들에게 공유되어야 한다. 즉, S1 및 S2는 [R1, R2, R1, R2, R3]와 같은 마스터 eNB의 전송 랭크에 관한 정보를 확보해야 한다. 만약 R=0(즉, 사일런싱)인 경우, 사일런싱이 수행되는 자원에 대한 정보를 알리기 위해 RNTP 메시지와 같은 추가적인 정보가 eNB들에게 전송되어야 한다. R이 공유되는 주파수가 정해져야 한다.

[0130] - 마스터 eNB M의 스케줄링이 CASE1에 해당하는지 CASE2에 해당하는지를 S1 및 S2에게 알리기 위한 1-bit 인터페이스가 필요할 수 있다.

[0131] - 단말이 기본적인 방법과 다르게 RI를 계산해야 하는 경우를 나타내기 위해 상위 레이어 시그널링이 요구될 수도 있다. 이러한 경우는 예를 들면 RI 및 RANK의 합동 선택(joint selection)이 수행될 때 필요할 수 있다.

[0132] PUCCH 또는 PUSCH를 통한 RANK 정보 및 선택적인(optional) 차동 CQI의 보고는 업링크 컨트롤 시그널링 파트에서 자세히 서술한다. eNB들 사이의 통신을 위한 메시지 및 RANK, [R1, R2, R1, R2, R3]와 같은 전송 랭크, CASE1/CASE2 여부 등의 공유 정보는 상위 레이어 시그널링 파트에서 자세히 설명한다.

[0133] 예를 들어, 3GPP LTE Rel-8의 경우, 추천 RANK에 대한 정보를 전달하는 데에 2 bit의 추가적인 오버헤드가 필요하다. 이 정도의 오버헤드는 셀 가장자리 단말들일지라도 PUCCH를 통해 충분히 감당할 수 있다.

#### 네트워크(Network) 기반 스케줄러

[0135] 상기 클러스터 기반 스케줄링 방법은 랭크 추천/제한 기법을 각 클러스터들에 다른 클러스터들과 독립적으로 적용된다. 이러한 방법은 클러스터간 간섭을 반영하지 못할 수 있다. 이하에서는 클러스터 기반 스케줄링 방법이 전체 네트워크로 확장된 경우인 네트워크 기반 스케줄링 방법을 설명한다. 네트워크 기반 스케줄링 방법에서는

클러스터 기반 스케줄링 방법과 유사하게 마스터-슬레이브 아키텍처가 이용되지만, 구역(sector) 기반 스케줄링과 달리, 모든 eNB들이 미리 정해진 그룹들에 속한다. 예를 들면 도 6과 같이 모든 eNB들은 3개의 그룹으로 나눌 수 있다.

[0136] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 네트워크 기반 스케줄링에서 eNB들의 그룹을 도시한 도면이다.

[0137] 도 6을 참조하면, 각각의 육각형은 하나의 사이트를 나타낸다. 각 사이트는 3개의 eNB들을 포함한다. 그리고 육각형 내부의 숫자는 eNB들의 번호를 나타낸다.

[0138] eNB 1, eNB 4, eNB 7 및 eNB 10 등은 그룹 1에 포함되고, eNB 2, eNB 5, eNB 8 및 eNB 11 등은 그룹 2에 포함되며, eNB 3, eNB 6, eNB 9, eNB 12 등은 그룹 3에 포함된다.

[0139] 각각의 타임 인스턴트에서, 한 그룹(즉, 마스터 그룹)의 eNB들은 마스터 eNB로 동작하고, 나머지 그룹(슬레이브 그룹)들의 eNB들은 슬레이브 eNB로 동작한다. 아래에서 본 발명의 일 실시예에 따른 랭크 추천/제한을 이용하기 위한 eNB들의 행동 강령의 예시를 설명한다.

[0140] 마스터-슬레이브 아키텍처에 따라 랭크 추천에 따른 네트워크 기반 스케줄러는 아래와 같이 동작할 수 있다. 랭크 추천의 경우와 같은 원리로 랭크 제한에 따른 클러스터 기반 스케줄러도 가능함은 당연하다.

[0141] 주어진 타임 인스턴트에서, 하나의 마스터 그룹과 두 개의 슬레이브 그룹이 존재한다.

[0142] - 단말들은 클러스터 기반 스케줄링의 경우와 같은 방법으로 RI 및 RANK를 결정한다.

[0143] - eNB들은 RI 및 RANK에 대한 정보를 서로 교환한다.

[0144] - 각 마스터 eNB는, 인접한 슬레이브 eNB들로부터의 RANK 정보에 기초하여, [R1, R2, R3, R4]로 표현되는 간접 랭크의 우선도를 결정한다. 그리고 각 마스터 eNB는 간접 랭크의 우선도에 기초하여 [R1, R2, R3, R4]이 순환되도록 전송 랭크 R을 결정할 수 있다. 예를 들어 [R1, R2, R3, R4]=[2, 1, 3, 4]인 경우는 보고된 추천 RANK가 2인 경우가 가장 많음을 나타낸다.

[0145] - 현재의 R은 인접한 슬레이브 eNB들과 공유된다.

[0146] <eNB에 대응하는 단말들의 서브셋들에 대한 정의>

[0147] 마스터 eNB m에 대응하는 단말들은 두 종류의 서브셋으로 나눌 수 있다.

[0148] - UE(m) 1: RI가 현재의 R과 같은 단말들의 집합

[0149] - UE(m) 2: 나머지 단말들의 집합

[0150] 슬레이브 eNB s에 대응하는 단말들은 아래와 같이 세 종류의 서브셋으로 나눌 수 있다. 여기서, 마스터 eNB들에 대한 서브셋이 먼저 정의되어야 한다. 주어진 단말 k에 대해, Master\_eNB(k)는 단말 k가 CoMP 단말로서 연결된 마스터 eNB들의 서브셋이다. 즉, Master\_eNB(k)는 마스터 eNB들의 집합과 단말 k와 CoMP를 수행하는 eNB들의 집합의 교집합이다.

[0151] - CoMP\_UE(s) 1: Master\_eNB(k)에 속하는 마스터 단말들의 현재 R과 해당 마스터 eNB에 대한 단말 k의 RANK가 동일한 CoMP 단말 k들의 집합

[0152] - CoMP\_UE(s) 2: 모든 나머지 CoMP 단말들(즉, CoMP 단말 중에, i)Master\_eNB(k)에 속하는 어떠한 마스터 eNB 와도 연결되지 않은 단말 또는 ii) Master\_eNB(k)에 속하는 마스터 eNB와 연결되었으나 해당 마스터 eNB의 R과 해당 마스터 eNB에 대한 단말의 RANK가 동일하지 않은 단말)

[0153] - NonCoMP\_UE(s): 모든 non-CoMP 단말들

[0154] <마스터 eNB m의 스케줄링 동작>

- UE(m) 1에 속하는 단말이 존재하는 경우, 마스터 eNB m은 UE(m) 1에 속하는 마스터 단말들 만에 대해 스케줄링을 수행한다. 스케줄링은 모든 주파수 차원이 할당될 때까지 주파수 도메인에서의 PF에 기초하여 수행될 수 있다. 이때 스케줄링될 수 있는 단말은 오직 UE(m) 1에 속하는 단말들이다.

[0156] - UE(m) 1에 속하는 단말이 존재하지 않는 경우, 마스터 eNB m은 UE(m) 2에 속하는 마스터 단말들에 대해 스케줄링을 수행한다.

[0157] <슬레이브 eNB s의 스케줄링 동작>

[0158] 슬레이브 eNB s는 CoMP\_UE(s) 1, Non\_CoMP\_UE(s) 및 CoMP\_UE(s) 2의 순서의 우선 순위로 스케줄링을 수행한다. 다시 말해, i) CoMP\_UE(s) 1에 속하는 단말이 존재하는 경우, 슬레이브 eNB는 CoMP\_UE(s) 1에 속하는 단말들만을 스케줄링한다. ii) CoMP\_UE(s) 1에 속하는 단말이 존재하는 경우, 슬레이브 eNB는 Non\_CoMP\_UE(s)에 속하는 단말들만을 스케줄링한다. iii) CoMP\_UE(s) 1 또는 Non\_CoMP\_UE(s)에 속하는 단말이 없는 경우, 슬레이브 eNB s는 CoMP\_UE(s) 2에 속하는 단말들을 스케줄링한다.

[0159] 결과적으로, eNB m의 R은 인접한 슬레이브 eNB들에 의해 추천된 RANK와 같아질 수 있다.

[0160] 위에서 설명한 본 발명의 일 실시예를 간단하게 하기 위하여, UE(m) 1에 속하는 단말이 존재하지 않는 경우는 설명하지 않았다. 인접 마스터 eNB의 UE(m) 1에 속하는 단말이 존재하지 않는 경우(즉, 마스터 eNB가 랭크 추천 / 제한 기법을 이용하지 않는 종래의 스케줄링을 수행하는 경우), 슬레이브 eNB들에서의 스케줄링을 적절히 수정하면 네트워크 시스템 용량이 더 향상될 수 있다.

[0161] 네트워크 기반 스케줄링은 도 3에서 설명한 클러스터 기반 스케줄링과 유사한 절차를 따른다. 유의할 점은, 클러스터 기반 스케줄링에서 마스터 eNB는 클러스터 내의 인접한 슬레이브 eNB들로부터의 간섭들을 완화할 수 있는 반면, 네트워크 기반 스케줄링에서의 마스터 eNB는 클러스터와 무관하게 모든 인접한 슬레이브 eNB들에 의해 발생되는 간섭들을 완화할 수 있다는 점이다.

[0162] 업링크 컨트롤 시그널링(Uplink Control Signaling)

[0163] 앞에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 스케줄러는 RANK 정보의 보고에 기초한다. 그리고 단말들은 RANK 정보 및 몇몇 선택적인(optional) 차동 CQI를 PUCCH를 이용하여 주기적으로 또는 PUSCH를 이용하여 비주기적으로 해당 서빙 eNB로 보고할 수 있음 또한 서명한 바 있다. 본 섹션에서는 PUCCH 및 PUSCH를 통해 정보들이 서빙 eNB로 어떻게 보고되는지를 구체적으로 설명한다.

[0164] PUSCH를 이용한 비주기적 CQI/PMI/RI 보고

[0165] 3GPP LTE Rel-8에서, 단말은 TS 6.213에 기초한 [표 2]에 개시된 피드백 모드들 중 하나를 이용하여 CQI, PMI 및 해당 RI를 동일한 PUSCH를 통해 피드백하도록 상위 레이어들에 의해 반-정적으로(semi-statically) 구성되어 있다.

표 2

	PMI Feedback Type		
	No PMI	Single PMI	Multiple PMI
PUSCH CQI Feedback Type	Wideband (wideband CQI)		Mode 1-2
	UE Selected (subband CQI)	Mode 2-0	Mode 2-2
	Higher Layer-configured (subband CQI)	Mode 3-0	Mode 3-1

[0166]

[0167] 랭크 추천/제한을 이용하는 CoMP에서, 단말은 CQI, PMI 및 해당 RI를 동일한 PUSCH를 통해 피드백한다. RI 및 RANK는 조인트 인코딩(joint encoding)되거나 개별적으로 인코딩(separate encoding)될 수 있다.

[0168]

[0168] 두 매트릭스들 W1 및 W2에 기반한 피드백 프레임워크가 가능할 수 있다. 이와 같은 피드백 프레임워크에서, RANK 정보의 피드백은 RI, RANK 및 W1의 조인트 인코딩 또는 RI, RANK 및 W1의 개별적 인코딩에 의해 수행될 수 있다. 조인트 인코딩의 예들은 PUCCH 섹션에서 설명한다.

[0169]

#### PUCCH를 이용한 주기적 CQI/PMI/RI 보고

[0170]

[0170] 3GPP LTE Rel-8에서, 단말은 TS 6.213에 기초한 [표 3]에 개시된 피드백 모드들을 이용하여 차동 CQI, PMI 및 해당 RI를 동일한 PUCCH를 통해 주기적으로 피드백하도록 상위 레이어들에 의해 반-정적으로(semi-statically) 구성되어 있다.

표 3

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

[0171]

[0172] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 랭크 추천/제한을 지원하기 위한 PUCCH상의 전체 후보 보고 모드들에 대해 설명한다. 그리고 RANK와 관련된 추가 정보(이하, 'RANK report only'라 함)만 보고되는 시나리오와 RANK 및 몇몇 추가적인 차동 또는 델타(delta) CQI(이하, 'RANK+differential CQI report'라 함)가 보고되는 시나리오를 구분하여 설명한다.

[0173]

[0173] quantity RANK는 하나 또는 복수의 간접 셀들을 위한 추천/제한 랭크를 포함할 수 있다. 즉, 보다 일반적으로 말하면, RANK는 RANK\_cell11, RANK\_cell12, ...의 집합의 개념일 수 있다. 여기서 cell11 및 cell12는 추천/제한 랭크가 보고되는 간접 셀들이다. 모든 간접 셀들에 동일한 RANK 값이 적용되는 경우, RANK는 하나의 엔트리가 될 수 있다.

- [0174] RANK를 RI와 동일한 서브프레임을 이용하여 피드백하거나 다른 서브프레임을 이용하여 피드백하는 것은 효율적일 수 있다.
- [0175] 본 발명의 일 실시예에 따른 랭크 추천/제한 기법은 No PMI 피드백 타입(Mode 1-0 및 Mode 2-0) 및 PMI 피드백 타입(Mode 1-1 및 Mode 2-1)을 포함하는 모든 PMI 피드백 타입에 대해 적용될 수 있다. 따라서 No PMI 케이스와 PMI 피드백 케이스를 구분하여 설명한다. 두 케이스 모두에 대해 RANK report only가 수행되는 경우 및 RANK+differential CQI report이 수행되는 경우를 다룬다.
- [0176] OL-MIMO 케이스(즉, No PMI 케이스)에서, 전송 다이버시티 기법(transmission diversity scheme)이 알라무티(Alamouti) 프리코딩이라 하더라도 랭크 추천/ 제한 기법은 여전히 잘 동작할 수 있다. 단말은 알라무티가 LTE 표준에서 랭크 1 전송으로 정의되어 있다 하더라도, 알라무티 프리코딩을 랭크 2 전송(즉, 2 레이어 전송)으로 인지할 수 있다. 따라서, RI 및 RANK 정의가 다를 수 있다. RANK는 전송 레이어들의 수로 이해되어야 한다.
- [0177] 설명의 간소화를 위해, RI에 기초하여 서빙 셀에 의해 보고되는 전송 랭크는 이웃 셀들의 단말들이 동일한 신호로 인지하는 수신 랭크 RANK와 동일한 것으로 가정한다.
- [0178] 예를 들어, 이웃 셀들의 단말들은 LTE 표준에 따라 알라무티를 랭크 1 전송으로 보는 서빙 셀의 관점에서 불구하고 알라무티 프리코딩을 랭크 2 전송으로 인지할 수 있다. 따라서, 서빙 셀 및 이웃 셀들에 의해 인지되는 전송 랭크는 서로 다를 수 있다. 그렇다 하더라도 본 발명의 일 실시예에서 제안되는 기법은 여전히 적절하게 동작할 수 있다. 예를 들어, 알라무티 전송의 경우에, 본 발명의 일 실시예에 의해 제안된 기법은 알라무티 코드의 두 데이터 스트림들이 서로 독립적인 한 올바르게 동작할 수 있다.
- [0179] 1. No PMI 피드백
- [0180] [표 4]는 No PMI 케이스를 위한 가능한 후보 보고 모드들을 나타낸다. 'no subband report'는 Mode 1-0과 비슷한 접근 방법에 해당하고, 'subband report'는 Mode 2-0과 비슷한 접근 방법에 해당한다. 그리고 이하에서, 광대역 CQI는 CQI\_w로, 부대역 CQI는 CQI\_s로, 광대역 차동 CQI는 CQI\_wd로, 부대역 차동 CQI는 CQI\_sd로 나타낸다.

표 4

PMI feedback Type (No PMI, PMI)	rank recommendation/restriction feedback information	subband /no subband report	W1/W2 in same or separate subframes	W2_s/W2_w	RI and RANK in same or separate subframes	reporting modes
No PMI	rank report only	No subband report	NA	NA	RI and RANK in separate subframes	CQI_w: wideband CQI CQI_s: subband CQI CQI_wd: wideband diff. CQI for RANK rec./restr. CQI_sd: subband diff. CQI for RANK rec./restr.
					RI and RANK in same subframe	RI    RANK    CQI_w
		subband report (CQI)	NA	NA	RI and RANK in separate subframes	RI,RANK    CQI_w
					RI and RANK in same subframe	RI    RANK    CQI_w    CQI_s
					RI and RANK in separate subframes	RI    RANK    CQI_w, CQI_wd
	rank + differential CQI report	No subband report	NA	NA	RI and RANK in same subframe	RI    RANK    CQI_w    CQI_wd RI,RANK    CQI_w, CQI_wd
					RI and RANK in separate subframes	RI,RANK    CQI_w    CQI_wd    CQI_s
					RI and RANK in same subframe	RI    RANK    CQI_w, CQI_wd    CQI_s    CQI_sd
					RI and RANK in separate subframes	RI    RANK    CQI_w    CQI_wd    CQI_s
					RI and RANK in same subframe	RI    RANK    CQI_w    CQI_wd    CQI_s    CQI_sd
		subband report (CQI)	NA	NA	RI and RANK in separate subframes	RI,RANK    CQI_w, CQI_wd    CQI_s    CQI_sd
					RI and RANK in same subframe	RI,RANK    CQI_w    CQI_wd    CQI_s    CQI_sd
					RI and RANK in separate subframes	RI,RANK    CQI_w    CQI_wd    CQI_s    CQI_sd
					RI and RANK in same subframe	RI,RANK    CQI_w    CQI_wd    CQI_s    CQI_sd
					RI and RANK in separate subframes	RI,RANK    CQI_w    CQI_wd    CQI_s    CQI_sd

[0181]

[표 4]에서 음영표시로 강조된 부분은 보다 강력한 후보들을 나타낸다. [표 4]에 나타난 몇 가지 경우를 예를 들어 설명하면 아래와 같다.

[0182]

<No subband report의 경우>

[0183]

1) reporting mode RI,RANK || CQI\_w

[0184]

- RI 및 RANK는 동일한 서브프레임에서 보고된다. RI 및 RANK는 조인트 인코딩되거나 개별적으로 인코딩될 수 있다.

[0185]

- RI 및 RANK에 대한 정보와 CQI\_w에 대한 정보는 서로 다른 두 서브프레임들에서 보고된다.

[0186]

1-1) reporting mode RI || RANK || CQI\_w

[0187]

- RI, RANK 및 CQI\_w는 서로 다른 3개의 서브프레임들에서 보고된다.

[0188]

<subband report의 경우>

[0189]

2) Reporting mode RI,RANK || CQI\_w || CQI\_s

- [0191] - RI 및 RANK는 동일한 서브프레임에서 보고된다. RI 및 RANK는 조인트 인코딩되거나 개별적으로 인코딩될 수 있다.
- [0192] - RI 및 RANK에 대한 정보와 CQI\_w에 대한 정보와 CQI\_s에 대한 정보는 서로 다른 세 서브프레임들에서 보고된다.
- [0193] 2-1) Reporting mode RI || RANK || CQI\_w || CQI\_s
- [0194] - RI, RANK, CQI\_w 및 CQI\_s는 서로 다른 네 프레임들에서 보고된다.

## [0195] 2. PMI 피드백

- [0196] 부대역 또는 짧은(short term) 정보에 관한 매트릭스 W1과 광대역 또는 롱텀(long term) 정보에 관한 매트릭스 W2가 이용된다. 본 섹션에서는 가능한 모든 후보 모드들이 설명된다.
- [0197] 본 발명의 일 실시예에서는 1) 'no subband'/'subband' report 2) 'W1 및 W2의 서브프레임이 서로 다른 경우'/'W1 및 W2의 서브프레임이 동일한 경우'를 분류한다. 또한 W2를 광대역 정보로 이용할지 부대역 정보로 이용할지 여부에 따라 추가적인 카테고리가 얻어질 수 있다. 만약 W2가 광대역 정보로 이용된 경우, W2를 W2\_w로 표시한다. 그리고 W2가 부대역 정보로 이용되는 경우, W2를 W2\_s로 표시한다. 그리고 정보 A와 정보 B가 서로 다른 서브프레임을 통해 보고된다는 것을 'A || B'라고 표시한다.
- [0198] 'no subband report'는 Mode 1-1과 비슷한 접근 방법에 해당하고, 'subband report'는 Mode 2-1과 비슷한 접근 방법에 해당한다.
- [0199] [표 5]는 PMI 케이스를 위한 가능한 후보 보고 모드들을 나타낸다.

## 표 5

PMI feedback Type (No PMI, PMI)	rank recommendation/restriction feedback information	subband/no subband report	W1/W2 in same or separate subframes	W2_s/ W2_w	RI and RANK in same or separate subframes	reporting modes
PMI	rank report only	No subband report	W1 and W2 in separate subframes	W2_w	RI and RANK in separate subframes	CQI_w: wideband CQI CQI_s: subband CQI CQI_wd: wideband diff. CQI for RANK rec./restr. CQI_sd: subband diff. CQI for RANK rec./restr.
					RI and RANK in same subframe	RI,W1 RANK W2_w,CQI_w
					RI and RANK in separate subframes	RI RANK W1 W2_w,CQI_w
					RI and RANK in same subframe	RI,RANK,W1 W2_w,CQI_w
					RI and RANK in separate subframes	RI RANK W1,W2_w,CQI_w
					RI and RANK in same subframe	RI,RANK W1,W2_w,CQI_w
		subband report (CQI and/or W2)	W1 and W2 in separate subframes	W2_w	RI and RANK in separate subframes	RI,W1 RANK W2_w,CQI_w  CQI_s
					RI and RANK in same subframe	RI RANK W1 W2_w,CQI_w  CQI_s
					RI and RANK in separate subframes	RI RANK W1,CQI_w W2_w,CQI_s
			W1 and W2 in same subframe	W2_s	RI and RANK in same subframe	RI,RANK,W1 W2_w,CQI_w  CQI_s
					RI and RANK in separate subframes	RI,RANK W1 W2_w,CQI_w  W2_s,CQI_s
					RI and RANK in same subframe	RI RANK W1,CQI_w W2_s,CQI_s
	rank + differential CQI report	No subband report	W1 and W2 in separate subframes	W2_w	RI and RANK in separate subframes	RI RANK W1,W2_w,CQI_w  CQI_s
					RI and RANK in same subframe	RI RANK W1,W2_w,CQI_w  CQI_s
					RI and RANK in separate subframes	RI,W1,W2_w RANK CQI_w  CQI_s
			W1 and W2 in same subframe	W2_w	RI and RANK in same subframe	RI,RANK W1,W2_w,CQI_w  CQI_s
					RI and RANK in separate subframes	RI,RANK W1,W2_w,CQI_w  CQI_s
					RI and RANK in same subframe	RI,RANK W1,W2_w,CQI_w  CQI_s
		W1 and W2 in separate subframes	W2_w	RI and RANK in same subframe	RI,W1 RANK W2_w,CQI_w,CQI_wd	
				RI and RANK in same subframe	RI,W1 RANK W2_w,CQI_w  CQI_wd	
				RI and RANK in same subframe	RI RANK W1 W2_w,CQI_w,CQI_wd	
			W1 and W2 in same subframe	W2_w	RI and RANK in same subframe	RI RANK W1 W2_w,CQI_w  CQI_wd
					RI and RANK in same subframe	RI,RANK,W1 W2_w,CQI_w,CQI_wd
					RI and RANK in same subframe	RI,RANK W1 W2_w,CQI_w  CQI_wd

			in same subframe	RI,RANK    W1,W2_w  CQI_w  CQI_wd RIRANK    W1,W2_w,CQI_w,CQI_wd RIRANK    W1,W2_w,CQI_w  CQI_wd RIRANK,W1,W2_w  CQI_w,CQI_wd RIRANK,W1,W2_w  CQI_w  CQI_wd
			RI and RANK in separate subframes	RI,W1    RANK    W2_w,CQI_w,CQI_wd  CQI_s RI,W1    RANK    W2_w,CQI_w,CQI_wd    CQI_s,CQI_sd RI,W1    RANK    W2_w,CQI_w,CQI_wd    CQI_s    CQI_sd RI,W1    RANK    W2_w,CQI_w  CQI_wd  CQI_s RI,W1    RANK    W2_w,CQI_w    CQI_wd    CQI_s,CQI_sd RI,W1    RANK    W2_w,CQI_w    CQI_wd    CQI_s    CQI_sd RI    RANK    W1    W2_w,CQI_w,CQI_wd  CQI_s RI    RANK    W1    W2_w,CQI_w,CQI_wd    CQI_s,CQI_sd RI    RANK    W1    W2_w,CQI_w  CQI_wd  CQI_s    CQI_sd RI    RANK    W1    W2_w,CQI_w  CQI_wd  CQI_s    CQI_sd RI    RANK    W1,CQI_w,CQI_wd  W2_w,CQI_s RI    RANK    W1,CQI_w,CQI_wd    W2_w,CQI_s,CQI_sd RI    RANK    W1,CQI_w,CQI_wd    W2_w,CQI_s    CQI_sd RI    RANK    W1,CQI_w    CQI_wd    W2_w,CQI_s RI    RANK    W1,CQI_w    CQI_wd    W2_w,CQI_s    CQI_sd
		subband report (CQI and/or W2)	W1 and W2 in separate subframes	W2_w
			RI and RANK in same subframe	RIRANK,W1    W2_w,CQI_w,CQI_wd  CQI_s RIRANK,W1    W2_w,CQI_w,CQI_wd  CQI_s,CQI_sd RIRANK,W1    W2_w,CQI_w,CQI_wd    CQI_s    CQI_sd RIRANK,W1    W2_w,CQI_w  CQI_wd  CQI_s RIRANK,W1    W2_w,CQI_w    CQI_wd    CQI_sd RIRANK,W1    W2_w,CQI_w    CQI_wd    CQI_s    CQI_sd RIRANK    W1    W2_w,CQI_w,CQI_wd  CQI_s RIRANK    W1    W2_w,CQI_w,CQI_wd    CQI_s,CQI_sd RIRANK    W1    W2_w,CQI_w  CQI_wd  CQI_s    CQI_sd RIRANK    W1    W2_w,CQI_w    CQI_wd    CQI_s    CQI_sd RIRANK    W1,CQI_w,CQI_wd  W2_w,CQI_s RIRANK    W1,CQI_w,CQI_wd    W2_w,CQI_s,CQI_sd

[0201]

			R1,RANK    W1,CQI_w,CQI_wd    W2_w,CQI_s    CQI_sd R1,RANK    W1,CQI_w    CQI_wd    W2_w,CQI_s R1,RANK    W1,CQI_w    CQI_wd    W2_w,CQI_s,CQI_sd R1,RANK    W1,CQI_w    CQI_wd    W2_w,CQI_s    CQI_sd
			R1,W1   RANK    W2_w,CQI_w,CQI_wd    W2_s,CQI_s R1,W1   RANK    W2_w,CQI_w,CQI_wd    W2_s,CQI_s,CQI_sd R1,W1   RANK    W2_w,CQI_w,CQI_wd    W2_s,CQI_s    CQI_sd R1,W1   RANK    W2_w,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s R1,W1   RANK    W2_w,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s,CQI_sd R1,W1   RANK    W2_w,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s    CQI_sd R1    RANK    W1    W2_w,CQI_w,CQI_wd    W2_s,CQI_s R1    RANK    W1    W2_w,CQI_w,CQI_wd    W2_s,CQI_s,CQI_sd R1    RANK    W1    W2_w,CQI_w,CQI_wd    W2_s,CQI_s    CQI_sd R1    RANK    W1    W2_w,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s R1    RANK    W1    W2_w,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s,CQI_sd R1    RANK    W1    W2_w,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s    CQI_sd R1    RANK    W1    W2_w,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s,CQI_sd R1    RANK    W1,W2_w,CQI_w,CQI_wd    W2_s,CQI_s R1    RANK    W1,W2_w,CQI_w,CQI_wd    W2_s,CQI_s,CQI_sd R1    RANK    W1,W2_w,CQI_w,CQI_wd    W2_s,CQI_s    CQI_sd R1    RANK    W1,W2_w,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s R1    RANK    W1,W2_w,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s,CQI_sd R1    RANK    W1,W2_w,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s    CQI_sd R1    RANK    W1,CQI_w,CQI_wd    W2_s,CQI_s R1    RANK    W1,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s R1    RANK    W1,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s    CQI_sd
		W2_s	RI and RANK in separate subframes
			R1    RANK    W1    W2_w,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s,CQI_sd R1    RANK    W1    W2_w,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s    CQI_sd R1    RANK    W1,W2_w,CQI_w,CQI_wd    W2_s,CQI_s R1    RANK    W1,W2_w,CQI_w,CQI_wd    W2_s,CQI_s,CQI_sd R1    RANK    W1,W2_w,CQI_w,CQI_wd    W2_s,CQI_s    CQI_sd R1    RANK    W1,W2_w,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s,CQI_sd R1    RANK    W1,W2_w,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s,CQI_sd R1    RANK    W1,W2_w,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s    CQI_sd R1    RANK    W1,CQI_w,CQI_wd    W2_s,CQI_s R1    RANK    W1,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s R1    RANK    W1,CQI_w    CQI_wd    W2_s,CQI_s    CQI_sd
			RI and RANK in same subframe
			R1,RANK,W1    W2_w,CQI_w,CQI_wd    W2_s,CQI_s R1,RANK,W1    W2_w,CQI_w,CQI_wd    W2_s,CQI_s,CQI_sd R1,RANK,W1    W2_w,CQI_w,CQI_wd    W2_s,CQI_s    CQI_sd

			RI,RANK,W1  W2_w,CQI_w  CQI_wd  W2_s,CQI_s RI,RANK,W1  W2_w,CQI_w  CQI_wd  W2_s,CQI_sd RI,RANK,W1  W2_w,CQI_w  CQI_wd  W2_s,CQI_s   CQI_sd RI,RANK  W1  W2_w,CQI_w,CQI_wd  W2_s,CQI_s W2_s,CQI_s,CQI_sd RI,RANK  W1  W2_w,CQI_w,CQI_wd  W2_s,CQI_s CQI_sd RI,RANK  W1  W2_w,CQI_w  CQI_wd  W2_s,CQI_s RI,RANK  W1  W2_w,CQI_w  CQI_wd  W2_s,CQI_sd RI,RANK  W1  W2_w,CQI_w  CQI_wd  W2_s,CQI_sd RI,RANK  W1,W2_w,CQI_w,CQI_wd  W2_s,CQI_s RI,RANK  W1,W2_w,CQI_w,CQI_wd  W2_s,CQI_sd RI,RANK  W1,W2_w,CQI_w,CQI_wd  W2_s,CQI_s CQI_sd RI,RANK  W1,W2_w,CQI_w  CQI_wd  W2_s,CQI_s CQI_sd RI,RANK  W1,CQI_w,CQI_wd  W2_s,CQI_s RI,RANK  W1,CQI_w,CQI_wd  W2_s,CQI_s,CQI_sd RI,RANK  W1,CQI_w,CQI_wd  W2_s,CQI_s CQI_sd RI,RANK  W1,CQI_w  CQI_wd  W2_s,CQI_s RI,RANK  W1,CQI_w  CQI_wd  W2_s,CQI_sd RI,RANK  W1,CQI_w  CQI_wd  W2_s,CQI_s CQI_sd
W1 and W2 in same subframe	W2_w	RI and RANK in separate subframes	RI  RANK  W1,W2_w  CQI_w,CQI_wd  CQI_s RI  RANK  W1,W2_w  CQI_w,CQI_wd  CQI_s,CQI_sd RI  RANK  W1,W2_w  CQI_w,CQI_wd  CQI_s  CQI_sd RI  RANK  W1,W2_w  CQI_w  CQI_wd  CQI_s RI  RANK  W1,W2_w  CQI_w  CQI_wd  CQI_s,CQI_sd RI  RANK  W1,W2_w  CQI_w  CQI_wd  CQI_s  CQI_sd RI  RANK  W1,W2_w  CQI_w  CQI_wd  CQI_s,CQI_sd RI  RANK  W1,W2_w  CQI_w,CQI_wd  CQI_s RI  RANK  W1,W2_w,CQI_w,CQI_wd  CQI_s RI  RANK  W1,W2_w,CQI_w,CQI_wd  CQI_s,CQI_sd RI  RANK  W1,W2_w,CQI_w,CQI_wd  CQI_s  CQI_sd RI  RANK  W1,W2_w,CQI_w  CQI_wd  CQI_s RI  RANK  W1,W2_w,CQI_w  CQI_wd  CQI_s,CQI_sd RI  RANK  W1,W2_w,CQI_w  CQI_wd  CQI_s  CQI_sd RI  W1,W2_w  RANK  CQI_w,CQI_wd  CQI_s

[0203]

				RI,W1,W2_w    RANK    CQI_w,CQI_wd    CQI_s,CQI_sd
				RI,W1,W2_w    RANK    CQI_w,CQI_wd    CQI_s    CQI_sd
				RI,W1,W2_w    RANK    CQI_w    CQI_wd    CQI_s
				RI,W1,W2_w    RANK    CQI_w    CQI_wd    CQI_s,CQI_sd
				RI,W1,W2_w    RANK    CQI_w    CQI_wd    CQI_s    CQI_sd
[0204] RI and RANK in same subframe				RI,RANK    W1,W2_w    CQI_w,CQI_wd    CQI_s
				RI,RANK    W1,W2_w    CQI_w,CQI_wd    CQI_s,CQI_sd
				RI,RANK    W1,W2_w    CQI_w,CQI_wd    CQI_s    CQI_sd
				RI,RANK    W1,W2_w    CQI_w,CQI_wd    CQI_s
				RI,RANK    W1,W2_w    CQI_w,CQI_wd    CQI_s,CQI_sd
				RI,RANK    W1,W2_w    CQI_w,CQI_wd    CQI_s    CQI_sd
				RI,RANK    W1,W2_w    CQI_w    CQI_wd    CQI_s
				RI,RANK    W1,W2_w    CQI_w    CQI_wd    CQI_s,CQI_sd
				RI,RANK    W1,W2_w    CQI_w    CQI_wd    CQI_s    CQI_sd
				RI,RANK,W1,W2_w    CQI_w,CQI_wd    CQI_s
				RI,RANK,W1,W2_w    CQI_w,CQI_wd    CQI_s,CQI_sd
				RI,RANK,W1,W2_w    CQI_w,CQI_wd    CQI_s    CQI_sd
				RI,RANK,W1,W2_w    CQI_w    CQI_wd    CQI_s
				RI,RANK,W1,W2_w    CQI_w    CQI_wd    CQI_s,CQI_sd
				RI,RANK,W1,W2_w    CQI_w    CQI_wd    CQI_s    CQI_sd

[0205] [표 5]에서 음영표시로 강조된 부분은 보다 강력한 후보들을 나타낸다. 아래에서 [표 5]에 나타난 몇 가지 모드들을 예로서 설명하면 아래와 같다.

[0206] <No subband report - W1 and W2 in separate subframes - W2\_w의 경우>

[0207] 예시1) Reporting mode RI,RANK,W1 || W2\_w,CQI\_w

[0208] - RI, RANK 및 W1이 동일한 서브프레임에서 보고된다. RI, RANK 및 W1은 조인트 인코딩되거나 개별적으로 인코딩될 수 있다. W1은 코드북 C1 또는 C1의 코드북 서브셋에서 선택될 수 있다.

[0209] - W2\_w는 전체 대역에 대해 코드북 C2 또는 C2의 코드북 서브셋에서 선택된 W2이다. 만약 C2의 코드북 서브셋이 오직 하나의 코드워드를 포함하는 경우, W1과 W2\_w는 일대일로 매핑된다. 이러한 경우, W2\_w는 명시적으로 시그널링되지 않을 수 있다.

[0210] - CQI\_w는 프리코더가 보고된 W1 및 W2\_w 모두에 대한 함수라는 가정 하에 계산된다. W2\_w 및 CQI\_w는 조인트 인코딩되고 동일한 서브프레임에서 보고된다.

[0211] - RI, RANK 및 W1에 대한 정보와 W2\_w 및 CQI\_w에 대한 정보는 서로 다른 두 서브프레임들에서 보고된다.

[0212] 예시2) Reporting mode RI,RANK || W1 || W2\_w,CQI\_w

[0213] - RI 및 RANK는 동일한 서브프레임에서 보고된다. RI 및 RANK는 조인트 인코딩되거나 개별적으로 인코딩될 수 있다.

[0214] - RI 및 W1은 서로 다른 서브프레임에서 보고된다. W1은 코드북 C1 또는 C1의 코드북 서브셋에서 선택될 수 있다.

[0215] - W2\_w는 전체 대역에 대해 코드북 C2 또는 C2의 코드북 서브셋에서 선택된 W2이다. 만약 C2의 코드북 서브셋이 오직 하나의 코드워드를 포함하는 경우, W1과 W2\_w는 일대일로 매핑된다. 이러한 경우, W2\_w는 명시적으로 시그널링되지 않을 수 있다.

- [0216] - CQI\_w는 프리코더가 보고된 W1 및 W2\_w 모두에 대한 함수라는 가정 하에 계산된다. W2\_w 및 CQI\_w는 조인트 인코딩되고 동일한 서브프레임에서 보고된다.
- [0217] - RI, RANK에 대한 정보와 W1에 대한 정보와 W2\_w 및 CQI\_w에 대한 정보는 서로 다른 세 서브프레임들에서 보고된다.
- [0218] < No subband report - W1 and W2 in the same subframe - W2\_w의 경우>
- [0219] 예시) Reporting mode RI, RANK || W1, W2\_w || CQI\_w
- [0220] - RI 및 RANK는 동일한 서브프레임에서 보고된다. RI 및 RANK는 조인트 인코딩되거나 개별적으로 인코딩될 수 있다.
- [0221] - RI 및 W1은 서로 다른 서브프레임에서 보고된다. W1은 코드북 C1 또는 C1의 코드북 서브셋에서 선택될 수 있다.
- [0222] - W2\_w는 전체 대역에 대해 코드북 C2 또는 C2의 코드북 서브셋에서 선택된 W2이다. W1 및 W2\_w는 조인트 인코딩되고 동일한 서브프레임에서 보고된다. 만약 C2의 코드북 서브셋이 오직 하나의 코드워드를 포함하는 경우, W1과 W2\_w는 일대일로 매핑된다. 이러한 경우, W2\_w는 명시적으로 시그널링되지 않을 수 있다.
- [0223] - CQI\_w는 프리코더가 보고된 W1 및 W2\_w 모두에 대한 함수라는 가정 하에 계산된다.
- [0224] - RI 및 RANK에 대한 정보, W1 및 W2\_w에 대한 정보 및 CQI\_w에 대한 정보는 서로 다른 세 서브프레임들에서 보고된다.
- [0225] <subband report (CQI and/or W2) - W1 and W2 in separate subframes - W2\_w의 경우>
- [0226] 예시) Reporting mode RI, RANK, W1 || W2\_w, CQI\_w || CQI\_s
- [0227] - RI, RANK 및 W1은 동일한 서브프레임에서 보고된다. RI, RANK 및 W1은 조인트 인코딩되거나 개별적으로 인코딩될 수 있다. W1은 코드북 C1 또는 C1의 코드북 서브셋에서 선택될 수 있다.
- [0228] - W2\_w는 전체 대역에 대해 코드북 C2 또는 C2의 코드북 서브셋에서 선택된 W2이다. 만약 C2의 코드북 서브셋이 오직 하나의 코드워드를 포함하는 경우, W1과 W2\_w는 일대일로 매핑된다. 이러한 경우, W2\_w는 명시적으로 시그널링되지 않을 수 있다.
- [0229] - CQI\_w는 프리코더가 보고된 W1 및 W2\_w 모두에 대한 함수라는 가정 하에 계산된다. W2\_w 및 CQI\_w는 조인트 인코딩되고 동일한 서브프레임에서 보고된다.
- [0230] - CQI\_s는 하나의 선택된 부대역에서 획득되는 부대역 CQI를 나타낸다. 그리고 CQI\_s는 프리코더가 해당 부대역에서의 보고된 W1 및 W2\_w 모두에 대한 함수라는 가정 하에 계산된다.
- [0231] - RI, RANK 및 W1에 대한 정보, W2\_w 및 CQI\_w에 대한 정보 및 CQI\_s에 대한 정보는 서로 다른 세 서브프레임들에서 보고된다.
- [0232] < subband report (CQI and/or W2) - W1 and W2 in separate subframes - W2\_s의 경우>
- [0233] 예시) Reporting mode RI, RANK, W1 || W2\_w, CQI\_w || W2\_s, CQI\_s
- [0234] - RI, RANK 및 W1은 동일한 서브프레임에서 보고된다. RI, RANK 및 W1은 조인트 인코딩되거나 개별적으로 인코딩될 수 있다. W1은 코드북 C1 또는 C1의 코드북 서브셋에서 선택될 수 있다.
- [0235] - W2\_w는 전체 대역에 대해 코드북 C2 또는 C2의 코드북 서브셋에서 선택된 W2이다. 만약 C2의 코드북 서브셋이 오직 하나의 코드워드를 포함하는 경우, W1과 W2\_w는 일대일로 매핑된다. 이러한 경우, W2\_w는 명시적으로 시그널링되지 않을 수 있다.
- [0236] - W2\_s는 부대역에 대해 코드북 C2 또는 C2의 코드북 서브셋에서 선택된 W2이다.
- [0237] - CQI\_w는 프리코더가 보고된 W1 및 W2\_w 모두에 대한 함수라는 가정 하에 계산된다. W2\_w 및 CQI\_w는 조인트 인코딩되고 동일한 서브프레임에서 보고된다.

- [0238] - CQI\_s는 하나의 선택된 부대역에서 획득되는 부대역 CQI를 나타낸다. 그리고 CQI\_s는 프리코더가 보고된 W1 및 W2\_s 모두에 대한 함수라는 가정 하에 계산된다. W2\_s 및 CQI\_s는 조인트 인코딩되고 동일한 서브프레임에서 보고된다.
- [0239] - RI, RANK 및 W1에 대한 정보와 W2\_w 및 CQI\_w에 대한 정보와 W2\_s 및 CQI\_s에 대한 정보는 서로 다른 세 서브프레임들에서 보고된다.
- [0240] <subband report (CQI and/or W2) - W1 and W2 in the same subframe - W2\_w의 경우>
- [0241] 예시) Reporting mode RI, RANK || W1, W2\_w || CQI\_w || CQI\_s
- [0242] - RI 및 RANK는 동일한 서브프레임에서 보고된다. RI 및 RANK는 조인트 인코딩되거나 개별적으로 인코딩될 수 있다.
- [0243] - RI 및 W1은 서로 다른 서브프레임에서 보고된다. W1은 코드북 C1 또는 C1의 코드북 서브셋에서 선택될 수 있다.
- [0244] - W2\_w는 전체 대역에 대해 코드북 C2 또는 C2의 코드북 서브셋에서 선택된 W2이다. W1 및 W2\_w는 조인트 인코딩되고 동일한 서브프레임에서 보고된다. 만약 C2의 코드북 서브셋이 오직 하나의 코드워드를 포함하는 경우, W1과 W2\_w는 일대일로 매핑된다. 이러한 경우, W2\_w는 명시적으로 시그널링되지 않을 수 있다.
- [0245] - CQI\_w는 프리코더가 보고된 W1 및 W2\_w 모두에 대한 함수라는 가정 하에 계산된다.
- [0246] - CQI\_s는 하나의 선택된 부대역에서 획득되는 부대역 CQI를 나타낸다. 그리고 CQI\_s는 프리코더가 보고된 W1 및 W2\_s 모두에 대한 함수라는 가정 하에 계산된다.
- [0247] - RI, RANK 및 W1에 대한 정보와 W1 및 W2\_w에 대한 정보와 CQI\_w에 대한 정보와 CQI\_s에 대한 정보는 서로 다른 네 서브프레임들에서 보고된다.
- [0248] < reporting mode들에 대한 보다 구체적인 설명>
- [0249] 지금까지 랭크 추천/제한과 관련하여 단말이 보고하는 CoMP 정보들에 대한 잠재적인 보고 모드들의 리스트들에 대해 설명하였다. 이하에서 몇몇 보고 모드들에 대해 보다 구체적으로 설명한다. 모든 후보 보고 모드들에 대한 구체적인 설명을 기재하지는 않지만, 유사한 방법으로 다른 후보 모드들에 설명들이 적용될 수 있다.
- [0250] 특히, 아래 보고 모드들에 대해 구체적으로 설명하겠다.
- [0251] - Reporting mode RI, RANK || W1, W2\_w, CQI\_w
- [0252] - Reporting mode RI, RANK || W1, CQI\_w || W2\_s, CQI\_s
- [0253] 우선, LTE Rel-8의 보고 모드들을 설명하고, 본 발명의 일 실시예에 따라 제안되는 후보 보고 모드들에 대해 LTE Rel-8이 어떻게 확장될 수 있는지 설명한다.
- [0254] <Reporting Types>
- [0255] LTE Rel-8 및 Rel-9에서, TS 36.213에 기초한 [표 6]과 같이 각각의 PUCCH 보고 모드에 대해 각 주기 별 4가지 CQI/PMI 및 RI 보고 타입들과 오프셋들이 지원된다.
- [0256] - 타입 1 보고(type 1 report)는 단말의 선택된 부대역들에 대한 CQI 피드백을 지원한다.
- [0257] - 타입 2 보고는 광대역 CQI 및 PMI 피드백을 지원한다.
- [0258] - 타입 3 보고는 RI 피드백을 지원한다.
- [0259] - 타입 4 보고는 광대역 CQI를 지원한다.

표 6

PUCCH Report Type	Reported	Mode State	PUCCH Reporting Modes			
			Mode 1-1 (bits/BP)	Mode 2-1 (bits/BP)	Mode 1-0 (bits/BP)	Mode 2-0 (bits/BP)
1	Sub-band CQI	RI = 1	NA	4+L	NA	4+L
		RI > 1	NA	7+L	NA	4+L
2	Wideband CQI/PMI	2 TX Antennas RI = 1	6	6	NA	NA
		4 TX Antennas RI = 1	8	8	NA	NA
		2 TX Antennas RI > 1	8	8	NA	NA
		4 TX Antennas RI > 1	11	11	NA	NA
3	RI	2-layer spatial multiplexing	1	1	1	1
		4-layer spatial multiplexing	2	2	2	2
4	Wideband CQI	RI = 1 or RI > 1	NA	NA	4	4

[0260]

[0261] NA는 not assigned 또는 not available을 의미하며, 여기서는 해당 보고 모드 또는 보고 타입이 이용되지 않음을 나타낸다.

[0262] 앞으로는 각각의 PUCCH 보고 모드에 대해 더 많은 각 주기 별 CQI/PMI 및 RI 보고 타입들과 오프셋들의 지원이 필요할 것이다. 이에 따라 본 발명의 일 실시예는 [표 7]과 같이 MODE 2-2를 예로서 제안한다. MODE 2-2는 RI || W1,CQI\_w || W2\_s,CQI\_s로 표시될 수 있다. 그리고 해로운 피드백 타입 5가 제안된다. 그러면 아래와 같은 피드백 타입들이 결과적으로 요구된다.

[0263]

- 타입 1 보고(type 1 report)는 단말의 선택된 부대역들에 대한 CQI 피드백을 지원한다.

[0264] - 타입 2 보고는 광대역 CQI 및 PMI 피드백을 지원한다.

[0265] - 타입 3 보고는 RI 피드백을 지원한다.

[0266] - 타입 4 보고는 광대역 CQI를 지원한다.

[0267] - 타입 5 보고는 단말의 선택된 부대역들에 대한 CQI 및 PMI 피드백을 지원한다.

[0268] 타입 5 보고는 부대역 차동 PMI(예를 들어 W2와 같은) 및 부대역 CQI의 보고를 가능하게 한다.

표 7

PUCCH Report Type	Reported	Mode State	PUCCH Reporting Modes				
			Mode 1-1 (bits/BP)	Mode 2-1 (bits/BP)	Mode 1-0 (bits/BP)	Mode 2-0 (bits/BP)	Mode 2-2 (bits/BP)
1	Sub-band CQI	RI = 1	NA	4+L	NA	4+L	NA
		RI > 1	NA	7+L	NA	4+L	NA
2	Wideband CQI/PMI	2 TX Antennas RI = 1	6	6	NA	NA	6
		4 TX Antennas RI = 1	8	8	NA	NA	8
		8 TX Antennas RI = 1	8	8	NA	NA	8
		2 TX Antennas RI > 1	8	8	NA	NA	8
		4 TX Antennas RI > 1	11	11	NA	NA	11
		8 TX Antennas RI > 1	11	11	NA	NA	11
3	RI	2-layer spatial multiplexing	1	1	1	1	1
		4-layer spatial multiplexing	2	2	2	2	2
		8-layer spatial multiplexing	3	3	3	3	3
4	Wideband CQI	RI = 1 or RI > 1	NA	NA	4	4	NA
5	Sub-band CQI/subband PMI	2 TX Antennas RI = 1	NA	NA	NA	NA	NA
		4 TX Antennas RI = 1	NA	NA	NA	NA	4+L+2
		8 TX Antennas RI = 1	NA	NA	NA	NA	4+L+2
		2 TX Antennas RI = 2	NA	NA	NA	NA	NA
		4 TX Antennas RI = 2	NA	NA	NA	NA	7+L+2
		8 TX Antennas RI = 2	NA	NA	NA	NA	7+L+2
		2 TX Antennas RI > 2	NA	NA	NA	NA	NA
		4 TX Antennas RI > 2	NA	NA	NA	NA	7+L
		8 TX Antennas RI > 2	NA	NA	NA	NA	7+L

[0269]

[0270] 광대역 CQI/PMI를 위한 타입 2에서, 8Tx 절차와 관련된 세 줄이 추가되었다. 4-bit per rank 코드북은 페이로드 (payload) 사이즈를 11비트(4Tx를 위해) 이내로 유지하기 위한 광대역 PMI 보고로 가정된다. 8Tx 안테나는 잠재적으로 8개의 레이어들을 다룰 수 있으며 보고 타입 3에서 3-bit 피드백을 요구한다.

[0271]

Mode 2-2에서, 보고 타입 5는 RI가 1일 때와 RI가 1보다 큰 경우에 RI가 7+L+2 비트일 때 4+L+2 비트의 피드백을 요구한다. L은 TS 36.213에 이미 정의되어 있고 대역폭 부분에서 최고의 부대역을 보고하기 위해 요구되는 비트들의 수에 관한 것이다. 4 및 7비트들 각각은 하나 또는 두 개의 코드워드들의 CQI(s)를 보고하는 데에 각각 요구된다. L이 1 또는 2일 때, Mode 2-2에서 타입 5최대의 페이로드 사이즈는 11비트이다. 11비트는 Rel-8 표준에 의한 PUCCH에서 지원 가능한 가장 큰 페이로드 사이즈이다.

[0272]

또한 PUCCH 보고 타입 5 및 보고 모드 2-2는 4Tx 및 8Tx로, 그리고 RI=1 및 2로 제한될 수 있다. 이러한 제한은 MU-MIMO가 보다 높은 피드백 정확성을 요구하고 단말이 RI=1 또는 2를 보고하는 것이 MU-MIMO에서 스케줄링될 기회를 가질 수 있는 것에 기인한다. (RI>2인 경우는 대부분 SU-MIMO에서 스케줄링될 수 있다.) 이러한 경우에, Mode 2-2는 RI>2에 대한 부대역 PMI가 보고될 필요가 없는 경우에 이용될 수 있다. RI>2에 대해 부대역 PMI의 전송에 필요한 페이로드 사이즈는 0이다. 이러한 사항들은 [표 7]에 나타나 있다.

[0273]

RI, RANK || W1, W2\_w, CQI\_w ([표 8]에서 NEW1으로 표시) 및 RI, RANK || W1, CQI\_w || W2\_s, CQI\_s ([표 8]에서 NEW2로 표시)와 같은 보고 모드들에서 RANK를 보고하기 위해서, RI 및 RANK를 동일한 서브프레임에서 보고하는 것을 가능하게 하는 추가적인 피드백 타입이 필요하다. 따라서 피드백 타입 6(feedback type 6)으로 표시되는 추가적인 피드백 타입이 요구된다. 그러면 피드백 타입들은 아래와 같이 정리될 수 있다.

[0274]

- 타입 1 보고는 단말의 선택된 부대역들에 대한 CQI 피드백을 지원한다.

- [0275] - 타입 2 보고는 광대역 CQI 및 PMI 피드백을 지원한다.
- [0276] - 타입 3 보고는 RI 피드백을 지원한다.
- [0277] - 타입 4 보고는 광대역 CQI를 지원한다.
- [0278] - 타입 5 보고는 단말의 선택된 부대역들에 대한 CQI 및 PMI 피드백을 지원한다.
- [0279] - 타입 6 보고는 RI 및 RANK 피드백을 지원한다.

- [0280] [표 8]에 보고 모드들에 대한 한가지 예가 구체적으로 설명되어 있다.

### 표 8

PUCCH Report Type	Reported	Mode State	PUCCH Reporting Modes							
			Mode 1-1 (bits/BP)	Mode 2-1 (bits/BP)	Mode 1-0 (bits/BP)	Mode 2-0 (bits/BP)	Mode 2-2 (bits/BP)	New 1 (bits/BP)	New 2 (bits/BP)	
1	Sub-band CQI	RI = 1	NA	4+L	NA	4+L	NA	NA	NA	
		RI > 1	NA	7+L	NA	4+L	NA	NA	NA	
2	Wideband CQI/PMI	2 TX Antennas RI = 1	6	6	NA	NA	6	6	6	
		4 TX Antennas RI = 1	8	8	NA	NA	8	8	8	
		8 TX Antennas RI = 1	8	8	NA	NA	8	8	8	
		2 TX Antennas RI > 1	8	8	NA	NA	8	8	8	
		4 TX Antennas RI > 1	11	11	NA	NA	11	11	11	
		8 TX Antennas RI > 1	11	11	NA	NA	11	11	11	
3	RI	2-layer spatial multiplexing	1	1	1	1	1	NA	NA	
		4-layer spatial multiplexing	2	2	2	2	2	NA	NA	
		8-layer spatial multiplexing	3	3	3	3	3	NA	NA	
4	Wideband CQI	RI = 1 or RI > 1	NA	NA	4	4	NA	NA	NA	
5	Sub-band CQI/subband PMI	2 TX Antennas RI = 1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
		4 TX Antennas RI = 1	NA	NA	NA	NA	4+L+2	NA	4+L+2	
		8 TX Antennas RI = 1	NA	NA	NA	NA	4+L+2	NA	4+L+2	
		2 TX Antennas RI = 2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
		4 TX Antennas RI = 2	NA	NA	NA	NA	7+L+2	NA	7+L+2	
		8 TX Antennas RI = 2	NA	NA	NA	NA	7+L+2	NA	7+L+2	
		2 TX Antennas RI > 2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
		4 TX Antennas RI > 2	NA	NA	NA	NA	7+L	NA	7+L	
		8 TX Antennas RI > 2	NA	NA	NA	NA	7+L	NA	7+L	
6	RI/RANK	2-layer spatial multiplexing	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
		4-layer spatial multiplexing	NA	NA	NA	NA	NA	3	3	
		8-layer spatial multiplexing	NA	NA	NA	NA	NA	4	4	

[0281]

[0282] 앞에서 RI 및 RANK가 동일한 서브프레임에서 보고될 때, RI 및 RANK는 조인트 인코딩되거나 개별적으로 인코딩될 수 있음을 설명한 바 있다. 이하에서, RI 및 RANK의 조인트 인코딩의 몇 가지 예를 제안한다.

[0283]

아래의 예시들에서, 전송 안테나가 4개 및 8개인 경우들에 대해 조인트 RI/RANK 인코딩을 설명한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 조인트 RI/RANK 인코딩은 일반적인 랭크 인디케이터들에 대해서도 적용될 수 있다. 우선, RANK를 하나의 간접 셀에 대한 추천 랭크라고 가정한다.

표 9

		RANK					
		No RANK	0	1	2	3	4
RI	1	X	X	X	NA	NA	NA
	2	X	X	X	NA	NA	NA
	3	X	NA	NA	NA	NA	NA
	4	X	NA	NA	NA	NA	NA

[0284]

표 10

		RANK									
		No Rank	0	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	1	X	X	X	X	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	2	X	X	X	X	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	3	X	X	X	NA						
	4	X	NA								
	5	X	NA								
	6	X	NA								
	7	X	NA								
	8	X	NA								

[0285]

[표 9]는 4개의 전송 안테나에 대한 RI 및 RANK의 조인트 인코딩의 예를, [표 10]은 8개의 전송 안테나에 대한 RI 및 RANK의 조인트 인코딩의 예를 나타낸다.

[0287]

[표 9] 및 [표 10]에서, X는 RI 및 RANK의 조합이 가능한 경우를 나타내고, NA는 RI 및 RANK의 조합이 지원되지 않는 경우를 나타낸다.

[0288]

[표 9]에서 RANK는 6개의 구별되는 값들을 가질 수 있다(No RANK, 0,1,2,3,4). No RANK는 단말이 간접 셀의 추천/제한 랭크에 대한 어떠한 정보도 구체적으로 보고하지 않는 것을 의미한다. 따라서 RI와 No RANK의 조합은 Rel-8에서의 RI와 같다. RANK=0은 간접 셀이 사일런싱을 수행하는 것을 추천하는 것을 의미한다. 이 예시에서, 0 또는 1에 해당하는 RANK가 잠재적으로 보고된다. 더 높은 RANK 값들은 보고되지 않는데, 이는 단말들이 2 이상의 RANK들을 선택할 확률이 낮기 때문이다. 게다가 0 또는 1에 해당하는 RANK는 RI가 1 또는 2인 경우에만 보고될 수 있다. 이는 일반적으로 CoMP 단말들이 랭크 추천/제한의 도움을 받는다 하더라도 3 또는 4와 같은 큰 RI를 가질 수 없음에 기인한다. 총 8개의 X가 존재하므로 8개의 조합이 가능하다. 따라서 3비트의 피드백이 필요하다. 따라서 Rel-8과 같이 2비트를 이용하여 RI만을 보고하기보다는, [표 9]의 예와 같이 3비트를 이용하여 RI 및 RANK의 조인트 정보를 보고하는 것이 더 효율적이다.

[0289]

마찬가지 방법으로 [표 10]에서는 총 16가지의 조합이 가능하므로, RI 및 RANK의 조인트 정보의 피드백에 4비트가 필요하다.

[0290]

그런데 단말은 RANK를 보고할 수도 있고 보고하지 않을 수도 있다. 단말은  $R_i$ 에 의존하여 RANK를 보고하지 않거나 0, 1 또는 2에 해당하는 RANK를 보고할 수 있다. 그러나 eNB는 단말에게 RANK를 보고할 것을 요구할 수 있다. 이러한 경우, No RANK의 경우는 제외될 수 있다. 그러면, [표 9] 및 [표 10]은 [표 11] 및 [표 12]로 대체될 수 있다. [표 11] 및 [표 12]에 의하면, RI/RANK 보고는 전송 안테나가 4개일 때는 2를, 전송 안테나가 8개일 때는 3비트를 필요로 할 뿐이다.

표 11

		RANK				
		0	1	2	3	4
RI	1	X	X	NA	NA	NA
	2	X	X	NA	NA	NA
	3	NA	NA	NA	NA	NA
	4	NA	NA	NA	NA	NA

[0291]

표 12

		RANK								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	1	X	X	X	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	2	X	X	X	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	3	X	X	NA						
	4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

[0292]

[0293]

만약, 단말이 두 개의 구별되는 셀들에 대한 두 개의 구별되는 추천 RANK를 보고하는 경우,  $RANK=\{RANK1, RANK2\}$ 로 표현될 수 있다.  $RANK1$ 은 셀 1을 위한 추천/제한 랭크이고,  $RANK 2$ 는 셀 2를 위한 추천/제한 랭크이다. [표 9] 및 [표 10]과 유사한 접근 방법을 이용하여 RI,  $RANK1$  및  $RANK2$ 의 인코딩이 가능하다.

[0294]

만약 단말이 두 셀에 대한 RANK를 보고하더라도, 두 셀에 대한 RANK가 동일하도록 제한되는 경우,  $RANK=RANK1=RANK2$ 으로 RANK는 하나의 값을 가진다. 이 경우는 [표 9] 및 [표 10]의 경우가 그대로 적용될 수 있다.

[0295]

지금까지 RI 및 RANK의 조인트 인코딩에 대해 설명하였다. 그러나 몇몇 보고 모드들은 RI, RANK 및 W1을 동일한 서브프레임에서 보고하기를 요구한다. 이 경우, RI, RANK 및 W1의 조인트 인코딩이 유용할 수 있다. 본 발명의 일 실시예는 [표 9] 또는 [표 10]에 대해 W1에 대한 차원을 확장한 [표 13]과 같은 3차원 테이블을 제공한다. [표 13]에서 W1은 A와 B의 두 종류일 수 있다. [표 13]에서 RI, RANK 및 W1을 조인트 인코딩 하는 데에 4비트가 필요하다. 즉, 3개의 변수들에 대한 16개의 조합(X로 표시된)이 가능하다.

표 13

W1=A		RANK					
		No RANK	0	1	2	3	4
RI	1	X	X	X	X	NA	NA
	2	X	X	X	X	NA	NA
	3	X	NA	NA	NA	NA	NA
	4	X	NA	NA	NA	NA	NA

W1=B		RANK					
		No RANK	0	1	2	3	4
RI	1	X	X	X	NA	NA	NA
	2	X	NA	NA	NA	NA	NA
	3	X	NA	NA	NA	NA	NA
	4	X	NA	NA	NA	NA	NA

[0296]

Rel-8의 코드북 서브셋 제한은 간접 셀들에 대한 랭크 제한/추천을 수행하는 데에 적용될 수 있다. 그리고 eNB들은 단말들이 평가하고 보고하는 프리코더/RI의 집합을 제한 할 수 있고, 이는 Rel-8에서 코드북 서브셋 제한으로 알려져 있다. 특히, 오픈-루프 공간 멀티플렉싱(open-loop spatial multiplexing)의 경우에, 이러한 코드북 서브셋 제한은 단말이 보고하는 랭크에 대한 제한이 된다. 따라서, 코드북 서브셋 제한에 따라서 본 발명의 일 실시예에 따라 제안된 랭크 제한 및 추천을 이용하는 경우, 코드북 서브셋 제한을 적용하는 eNB들로부터의 단말들은 RI 및 RANK의 합동 선택을 RI가 코드북 서브셋 제한에 의한 랭크와 동일하다고 가정할 때에 대한 광대역 CQI를 최대화하는 RANK를 선택하는 것으로 대체할 수 있다. 마찬가지로 코드북 서브셋 제한은 보고될 수 있는 RI 및 RANK의 합동(joint) 집합을 합동적으로(jointly) 제한하는 데에 이용될 수 있다. 또는 코드북 서브셋 제한은 보고될 수 있는 RANK의 서브셋만을 제한할 수도 있다.

[0298]

<보고 모드 NEW 1(RI, RANK || W1, W2\_w, CQI\_w) 및 NEW 2(RI, RANK || W1, CQI\_w || W2\_s, CQI\_s)에 대한 설명>

- [0299] 1. 광대역 피드백의 Mode New 1
- [0300] 1) RI/RANK가 보고되는 서브프레임
- [0301] - 단말은 집합 S 부대역들에서의 전송을 가정하고 RI/RANK를 결정한다.
- [0302] - 단말은 하나의 RI/RANK로 구성된 타입 6 보고를 보고한다.
- [0303] 2) CQI/PMI가 보고되는 서브프레임
- [0304] - 집합 S 부대역들에서의 전송을 가정하고 코드북 C1 또는 C1의 코드북 서브셋으로부터 하나의 프리코딩 매트릭스가 선택된다. C1에서의 프리코딩 매트릭스의 선택은 C1에서 매트릭스에 대한 선택이 수행될 때 W2가 미리 정의되는 것을 가정할 수 있다. 이 경우, W2는 보고되지 않는다. 또한 C1에서의 선택 이외에 집합 S 부대역들에서의 전송을 가정하고(즉, 광대역 전송) 코드북 C2 또는 C2의 코드북 서브셋에서 또 다른 매트릭스가 선택되는 것도 가능하다. 이 경우, W2는 W1과 함께 보고된다.
- [0305] - 단말은 각각에 대응하는 다음과 같은 순차적인 보고 기회에 타입 2 보고를 보고한다. i)집합 S 부대역들에서의 전송 및 모든 부대역들에서 단일 프리코딩 매트릭스의 이용을 가정하여 계산되는 단일 광대역 CQI 값. ii)선택된 단일 프리코딩 매트릭스 인디케이터(광대역 PMI). iii)RI>1일 때, 3비트의 광대역 공간 차동 CQI(TS 36.213의 table 7.2-2에 도시됨)
- [0306] - Rel-10 전송 모드 및 전송 모드 8에서, PMI 및 CQI는 마지막으로 보고된 주기적 RI/RANK에 기초하여 계산된다.
- [0307] 2. 단말의 선택된 부대역 피드백의 Mode New 2
- [0308] 1) RI/RANK가 보고되는 서브프레임
- [0309] - 단말은 집합 S 부대역들에서의 전송을 가정하고 RI/RANK를 결정한다. 집합 S 부대역들은 TS 36.213에 정의되어 있다.
- [0310] - 단말은 하나의 RI로 구성된 타입 6 보고를 보고한다.
- [0311] 2) 광대역 CQI/PMI가 보고되는 서브프레임
- [0312] - 집합 S 부대역들에서의 전송을 가정하고 코드북 C1으로부터 하나의 프리코딩 매트릭스 W1이 선택된다.
- [0313] - 단말은 각각에 대응하는 다음과 같은 순차적인 보고 기회에 타입 2 보고를 보고한다. i)집합 S 부대역들에서의 전송 및 모든 부대역들에서 단일 프리코딩 매트릭스의 이용을 가정하여 계산되는 광대역 CQI 값(for 코드워드 0). ii)선택된 단일 프리코딩 매트릭스 W1 인디케이터(광대역 PMI). iii)RI>1일 때, 추가적인 3비트의 광대역 공간 차동 CQI(for 코드워드 1)[광대역 코드워드 1 오프셋 레벨 = 코드워드 0에 대한 광대역 CQI 인덱스 - 코드워드 1에 대한 광대역 CQI 인덱스] (TS 36.213의 table 7.2-2에 도시됨).
- [0314] - Rel-10 전송 모드 및 전송 모드 8에서, PMI 및 CQI는 마지막으로 보고된 주기적 RI/RANK에 기초하여 계산된다. 다른 전송 모드들에서, PMI 및 CQI는 전송 랭크 1에 기초하여 계산된다.
- [0315] 3)선택된 부대역들에 대한 CQI/PMI가 보고되는 서브 프레임
- [0316] - 단말은 J 대역폭 부분 각각의  $N_j$  부대역 집합 이내에서 선호하는 부대역을 선택한다. J는 TS 36.213의 table 7.2.2-2에 주어져 있다.
- [0317] - 단일 매트릭스 W2는, 선택된 W1 및 W2의 함수인 프리코더 W에 기초하고 이전 단계에서 결정된 대역폭 부분의 선택된 부대역에서의 전송을 가정할 때, 코드북 서브셋 C2로부터 선택된다. 코드북 서브셋 C2는 다음 섹션에서 정의한다.
- [0318] - 단말은 대역폭 부분 별 타입 5 보고를 다음과 같은 순차적인 보고 기회에 보고한다. i)해당 선호 부대역 L-bit 라벨(label1)에 따라 이전 단계에서 결정된 대역폭 부분의 선택된 부대역에 대한 전송을 반영하는 코드워드 0에 대한 CQI 값. L-bit 라벨은 TS 36.213에서 정의된다. ii)선택된 단일 매트릭스 W2 인디케이터(부대역 PMI) iii)RI>1인 경우, 코드워드 1 오프셋 레벨에 대한 추가적인 3-bit 부대역 공간 차동 CQI 값. [코드워드 1 오프셋 레벨 = 코드워드 0에 대한 부대역 CQI 인덱스 - 코드워드 1에 대한 부대역 CQI 인덱스]. 이때, 이전 단계에

서 결정된 대역폭 부분의 선택된 부대역에 대해 선택된 단일 매트릭스  $W_2$  및 가장 최근에 보고된 단일 프리코딩 매트릭스  $W_1$ 에 관한 함수로 얻어지는 프리코더  $W$ 의 사용을 가정한다. iv) 3-bit 부대역 공간 차동 CQI 값으로부터 오프셋 레벨로의 매핑은 TS 36.213의 table 7.2-2에 나타나 있다.

[0319] - Rel-10 전송 모드 및 전송 모드 8에서, 부대역 선택 및 CQI 값은 마지막으로 보고된 주기적 광대역 PMI  $W_1$  및 선택된 부대역 매트릭스  $W_2$  인디케이터 및 RI/RANK에 기초하는 프리코더  $W$ 에 기초하여 계산된다.

#### RI 및 RANK의 보고 시점(reporting instant)

올바른 타임 인스턴트에서 보고 모드들을 동작하지 위해서, TS 36.213은 보고 타임 인스턴트들을 정의한다. RI 및 RANK가 다른 서브프레임들에서 보고되는 경우, RI 및 RANK는 동일한 주기성을 갖거나 RI 및 RANK는 서로 다른 주기성을 가질 수 있다. RI 및 RANK가 동일한 서브프레임에서 조인트 인코딩 또는 개별적 인코딩을 통해 함께 보고되는 경우, RI 및 RANK는 동일한 주기성을 가질 수 있다.

#### 상위 레이어 시그널링(Higher Layer Signaling)

[0323] 앞서 설명한 도 3으로부터 상위 레이어에서 공유될 필요가 있는 잠재적인 메시지들이 아래와 같이 정리될 수 있다.

[0324] - 실질적인 스케줄링의 시작 전에 클러스터가 결정되어야 한다. 그리고 마스터 eNB 및 슬레이브 eNB 사이의 동기화 및 마스터 eNB 및 슬레이브 eNB의 변경에 대한 동기화가 eNB들 사이에서 필요하다.

[0325] - 단말은 RANK 정보 및 몇몇 선택적인(optional) 차동 CQI를 주기적 또는 비주기적으로 해당 eNB에 보고한다.

[0326] - 단말로부터 서빙 eNB로 보고된 RANK는 클러스터 내의 eNB들에게 공유되어야 한다. 구체적으로, eNB A는 eNB A에 대한 모든 추천/제한 RANK 정보를 수집해야 한다.

[0327] - 마스터 eNB에서 사용되는 전송 랭크 R은 클러스터 내의 eNB들에게 공유되어야 한다. 즉, S1 및 S2는 [R1, R2, R1, R2, R3]와 같은 마스터 eNB의 전송 랭크에 관한 정보를 확보해야 한다. 만약 R=0(즉, 사일런싱)인 경우, 사일런싱이 수행되는 자원에 대한 정보를 알리기 위해 RNTP 메시지와 같은 추가적인 정보가 eNB들에게 전송되어야 한다. R이 공유되는 주파수가 정해져야 한다.

[0328] - 마스터 eNB M의 스케줄링이 CASE1에 해당하는지 CASE2에 해당하는지를 S1 및 S2에게 알리기 위한 1-bit 인디케이터가 필요할 수 있다.

[0329] - 단말이 기본적인 방법과 다르게 RI를 계산해야 하는 경우를 나타내기 위해 상위 레이어 시그널링이 요구될 수도 있다. 이러한 경우는 예를 들면 RI 및 RANK의 합동 선택(joint selection)이 수행될 때 필요할 수 있다.

[0330] 이하에서는 랭크 추천/제한의 수행에 필요한 새로운 절차 및 메시지들을 설명한다. eNB들 사이에 공유되어야 하는 정보는 아래와 같다.

#### [0331]

##### 1. *Rank Request Indication message*

[0333] 주어진 단말에 의해 해당 서빙 셀로 보고되는 RANK는 eNB들 사이에 공유될 필요가 있다. 주어진 eNB는 전송 랭크의 우선도 [R1, R2, R3, ...]를 계산하기 위해 해당 eNB에 대한 모든 RANK 요청을 수집할 필요가 있다. 특정 eNB는 RANK 값 별 총 요청 단말의 수에 대한 정보만을 필요로 할 수도 있다.

[0334] <예시: eNB1, eNB2 및 eNB3로 구성되는 클러스터.>

[0335] - eNB1은 eNB2에게 RANK=1을 요청하는 3개의 단말, eNB2에게 RANK=2를 요청하는 1개의 단말 및 eNB3에게 RANK=1을 요청하는 2개의 단말을 가진다.

[0336] - eNB3은 eNB2에게 RANK=1을 요청하는 2개의 단말, eNB2에게 RANK=0을 요청하는 1개의 단말 및 eNB2에게

RANK=2을 요청하는 2개의 단말을 가진다.

[0337] - eNB2는 eNB1에게 RANK=1을 요청하는 1개의 단말 및 eNB3에게 RANK=1을 요청하는 1개의 단말을 가진다.

[0338] 이러한 정보에 기초하여, eNB1은 1개의 단말이 RANK=1을 요청하였음을 계산할 수 있고, eNB2는 5개의 단말이 RANK=1을, 1개의 단말이 RANK=0을, 2개의 단말이 RANK=2를 요청하였음을 계산할 수 있다. eNB3는 3개의 단말이 RANK=1을 요청하였음을 계산할 수 있다.

[0339] 아래의 [표 14]에 RANK 값에 따른 요청의 수가 정리되어 있다. 단말은 RANK=0, 1, 2, 3 또는 4만을 보고할 수 있다. 그러면 RANK 값 별 요청의 수(number of request per RANK value)는 [#RANK=0, #RANK=1, #RANK=2, #RANK=3, #RANK=4]와 같이 나타낼 수 있다. (#RANK=0은 RANK가 0인 요청의 수)

표 14

Sending eNB \\ Target eNB	eNB1	eNB2	eNB3
eNB1	NA	[0,3,1,0,0]	[0,2,0,0,0]
eNB2	[0,1,0,0,0]	NA	[0,1,0,0,0]
eNB3	No request	[1,2,1,0,0]	NA
summation	[0,1,0,0,0]	[1,5,2,0,0]	[0,3,0,0,0]
priority	R1=2	R1=2, R2=2, R3=0	R1=1

[0340]

[0341] 많은 시나리오에서, RANK=1인 시간 구간이 가장 많을 수 있다. 이는 단말이 RANK에 대한 보고를 수행하지 않고, RANK=1임을 전제로 RI를 계산할 수도 있음을 시사한다. eNB는 RANK=1이 모든 CoMP 단말들이 선호하는 RANK라는 정보를 이용할 수 있다. RANK가 보고되지 않는 경우라도, eNB는 모든 CoMP 단말이 RANK=1을 선호한다는 가정 하에 [표 14]와 유사한 표를 계산할 수 있다. eNB1이 공격자가 eNB2인 4개의 CoMP 단말들 및 공격자가 eNB3인 2개의 CoMP 단말들을 가지는 경우에, eNB는 단말들의 RANK=1이 선호되는 것으로 가정할 수 있다. eNB2 및 eNB3도 마찬가지이다. RANK 보고가 없더라도, 모든 eNB들이 해당 eNB에 대응하는 단말들의 공격자 셀들 및 해당 셀에 대응하는 CoMP 단말들의 수를 알고 있다고 가정하면, [표 14]는 아래의 [표 15]와 같이 계산될 수 있다.

표 15

Sending eNB \\ Target eNB	eNB1	eNB2	eNB3
eNB1	NA	[0,4,0,0,0]	[0,2,0,0,0]
eNB2	[0,1,0,0,0]	NA	[0,1,0,0,0]
eNB3	No request	[0,4,0,0,0]	NA
summation	[0,1,0,0,0]	[0,8,0,0,0]	[0,3,0,0,0]
priority	R1=2	R1=8	R1=1

[0342]

[0343] 이러한 접근 방법은 주어진 eNB가 다른 eNB와 공유하는 정보를 RANK 값 별 요청의 수를 나타내는 벡터의 형태로 표시할 수 있다. 즉, 벡터는 a,b,c,d 및 e에 해당하는 RANK 값들에 대해 [#RANK=a, #RANK=b, #RANK=c, #RANK=d, #RANK=e]와 같이 표현될 수 있다. (#RANK=a는 RANK가 a인 요청의 수). 만약 RANK가 보고되지 않고 RANK=1이 가정되는 경우, #RANK=1은 충분히 공유될 수 있다.

[0344] 따라서 본 발명의 일 실시예에서는 Rank Request Indication으로 표현되는 새로운 메시지를 제안한다. Rank Request Indication은 수신되는 Rank Request Indication을 수신하는 eNB에 대한 RANK 별 랭크 추천/제한 요청

의 수를 나타낸다. Rank Request Indication을 수신하는 eNB는 추천/제한 RANK와 동일한 전송 랭크 R로 단말들을 스케줄링하는 것을 시도해야 할 것이다. Rank Request Indication 메시지 내에서 수신되는 *Target Cell ID*는 해당 Rank Request Indication이 의미하는 셀을 가리킨다. Rank Request Indication을 수신하는 eNB는 새로운 Rank Request Indication가 수신될 때까지 Rank Request Indication 메시지를 유효하게 유지해야 한다.

[0345] Rank Request Indication 메시지는 RANK 값 별 요청의 수를 전달한다. 요청의 수는 예를 들어 비트맵, 정수, 열거(enumerate) 또는 비트 스트링 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 표현될 수 있다.

## 2. *Transmission Rank Indication message*

[0346] 마스터 eNB에서 사용되는 R의 값은 클러스터 내의 eNB들에게 공유될 필요가 있다. 즉, S1 및 S2는 예를 들면  $R_{eNB1}=[R1, R2, R1, R2, R3]$ 과 같은 정보를 획득해야 한다. 다시 말해, 이러한 정보는 eNB1에서 가장 높은 우선도를 가지고 사용될 순차적인 전송 랭크를 나타낸다. R의 값을 공유하기 위한 주파수 자원이 특정될 수 있다.

[0347] 이러한 전송 랭크에 대한 정보를 다른 eNB로 전달하기 위해서, 본 발명의 일 실시예는 Transmission Rank Indication로 표현되는 새로운 메시지를 제안한다. *Transmission Rank Indication*은 서브프레임 등의 시간 단위 별로 Transmission Rank Indication 메시지를 방송한 셀에서 가장 높은 우선도로 사용되는 전송 랭크를 나타낸다. Transmission Rank Indication를 수신하는 eNB는, 예를 들어, 마스터-슬레이브 스케줄링과 같이 추천 RANK가 전송 랭크와 동일한 CoMP 단말을 스케줄링하는 등 Transmission Rank Indication 정보를 스케줄링에 이용할 수 있다. 그리고 Transmission Rank Indication를 수신하는 eNB는 새로운 Transmission Rank Indication를 수신할 때까지 Transmission Rank Indication의 값을 유효하게 유지할 수 있다.

[0348] 유의할 점은 Transmission Rank Indication은 Rank Request Indication과 달리 *Target Cell ID*를 포함하지 않는다는 점이다. 물론 Transmission Rank Indication가 *Target Cell ID* 정보를 포함하도록 함으로써 Transmission Rank Indication이 클러스터 내의 다른 eNB들에 대한 정보임을 명시할 수 있다. 하지만 이는 스케줄러의 동작에 있어서 강제적인 사항은 아니다.

[0349] Transmission Rank Indication 메시지는 단위 시간(예를 들면 서브 프레임과 같은) 별로 우선순위가 매겨진 전송 랭크에 대한 정보를 제공한다. 예를 들어 5개의 서브프레임을 가정할 때, Transmission Rank Indication 메시지는 5개의 서브프레임들에 대한 전송 랭크에 관한 정보를 제공한다. 5개의 서브프레임들을 넘어서, 전송 랭크들이 순환되는 경우도 가능하다. 예를 들어,  $t_i = \text{mod}(t, 5)$ 이고 mod가 모듈로(modulo) 연산자일 때  $R_{ti}$ 는 시간 t에서의 전송 랭크를 나타낼 수 있다. 그러면 R1, R2 및 R3가 서로 다른 전송 랭크일 때  $[R_{t1}, R_{t2}, R_{t3}, R_{t4}, R_{t5}] = [R1, R2, R1, R2, R3]$ 일 수 있다.

[0350] 전송 랭크들은 예를 들어 비트맵, 정수, 열거(enumerate) 또는 비트 스트링 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 표현될 수 있다. 5개의 단위 시간이 순환되고 전송 랭크들 0, 1, 2, 3, 4를 가정할 때 Transmission Rank Indication 메시지는 각 타임 인스턴트에 대해 우선순위가 매겨진 전송 랭크들을 나타낼 수 있다.

[0351] 동일한 정보를 나타내는 또 다른 방법으로 가능한 전송 랭크들의 목록들을 리스트업하고 해당 전송 랭크들의 전송에 사용될 타임 인스턴트를 가리키는 방법도 가능하다.

[0352] 앞에서 설명한 바와 같이 전송 랭크 R=0인 경우(즉, 사일런싱), 사일런싱이 수행되는 자원을 알리기 위해 RNTP와 같은 추가적인 정보가 eNB들 사이에 공유될 수 있다. 이 경우, 전송 랭크 0이 사용되는 경우를 위한 RNTP와 같은 메시지들은 몇몇 서브프레임에서 보고될 수 있다.

## 3. *Empty Set Indication message*

[0353] 마스터-슬레이브 스케줄링에서 eNB M의 스케줄링이 CASE1인지 CASE2인지에 대한 정보를 슬레이브 단말들 eNB S1 및 eNB S2에게 알리기 위한 1-bit 정보가 요구된다.

[0354] 이러한 정보를 다른 eNB들(특히, 슬레이브 eNB들)에게 알리기 위해서, 본 발명의 일 실시예는 Empty Set Indication 메시지로 표현되는 새로운 메시지를 제안한다.

[0355] *Empty Set Indication*은, Empty Set Indication을 방송하는 eNB에 의해 가장 높은 우선도로 사용되어야 하는 전송 랭크와 동일한 RI를 보고한 단말들의 집합이 비어있어서, Empty Set Indication을 방송하는 eNB에서 해당

전송 랭크가 사용되지 않았음을 나타낸다. Empty Set Indication 메시지를 수신하는 eNB는, 예를 들어, 협력 스케줄러로부터의 어떠한 제한도 없이 스케줄링을 수행할지 여부의 결정 등에 Empty Set Indication 정보를 이용할 수 있다. 그리고 Empty Set Indication 메시지 수신하는 eNB는 미리 정해진 전송 랭크가 가장 높은 우선도로 사용되어야 하는 기간 동안 Empty Set Indication의 값을 유효하게 유지할 수 있다.

[0358] Empty Set Indication 메시지는 앞의 두 메시지보다 더 빠른 백홀을 요구한다.

[0359] 유의할 점은 Empty Set Indication은 Rank Request Indication과 달리 *Target Cell ID*를 포함하지 않는다는 점이다. 물론 Empty Set Indication가 *Target Cell ID* 정보를 포함하도록 함으로써 Empty Set Indication이 클러스터 내의 다른 eNB들에 대한 정보임을 명시할 수 있다. 하지만 이는 스케줄러의 동작에 있어서 강제적인 사항은 아니다.

[0360] 만약 Empty Set Indication가 시그널링되지 않는 경우, 마스터 eNB의 스케줄링이 CASE1이라고 가정할 수 있다.

[0361] 본 발명의 일 실시예에서 제안한 세가지 메시지들은 해당 메시지가 올바르게 수신되고 동작하는지를 확실하게 하기 위하여 수신 노드로부터 ACK를 요구할 수 있다.

[0362] 본 발명의 일 실시예에서 제안한 세가지 메시지들이 반영된 스케줄링 방법에 대한 플로우차트가 도 7에 도시되어 있다.

[0363] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 랭크 추천/제한의 수행에 필요한 새로운 메시지들이 반영된 스케줄링에 대한 플로우차트이다.

[0364] 도 7은 기본적으로 도 3과 유사하며, 몇 가지 부분에서 차이를 보인다. 도 3에서 RANK를 보고하는 단계가 피드백 타입 6를 이용한 PUCCH에서의 보고 단계로 변경되었다(810).

[0365] 그리고 eNB들이 RANK 정보를 공유하는 단계가 Rank Request Indication IE 단계로 변경되었고(820), 전송 랭크를 공유하는 단계가 Transmission Rank Indication IE로 변경되었다(830). 그리고 CASE1/CASE2 메시지를 전송하는 단계가 Empty Set Indication IE로 변경되었다(840, 850).

[0366] 지금까지 본 발명에 따른 i)CQI 계산 방법, ii)랭크 추천/제한을 이용한 스케줄링 방법, iii)업링크 컨트롤 시 그날링 방법 및 iv)상위 레이어 시그날링 방법에 대해 설명하였다. 본 방법들은 앞서 도 1 내지 도 7과 관련한 다양한 실시예를 통하여 상술한 내용이 그대로 적용될 수 있으므로, 더 이상의 상세한 설명은 생략하도록 한다.

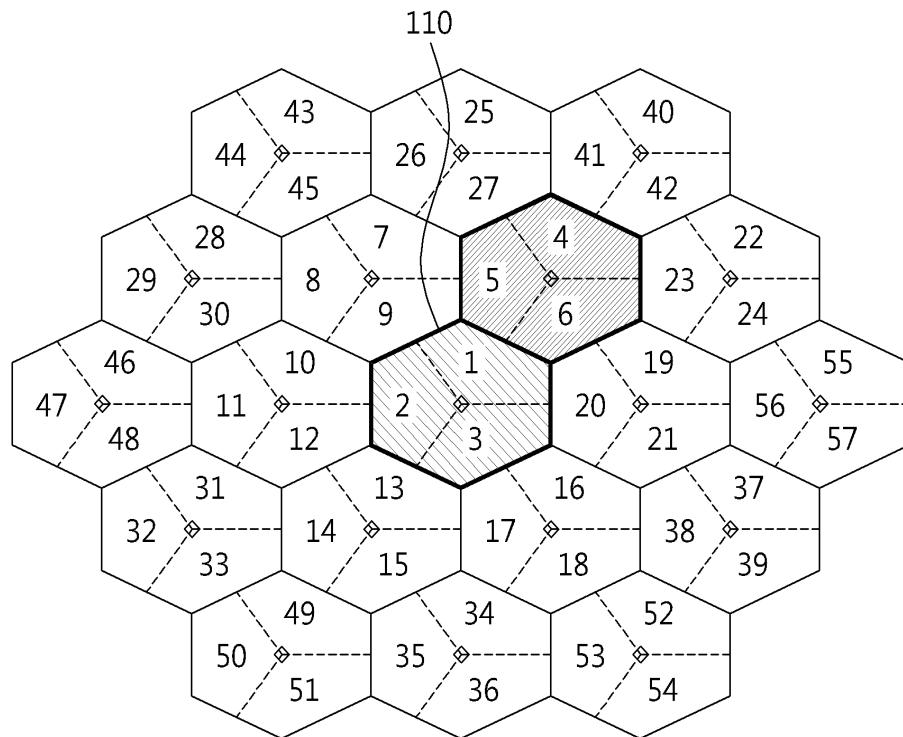
[0367] 본 발명의 실시 예에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴퓨터에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 위해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0368] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

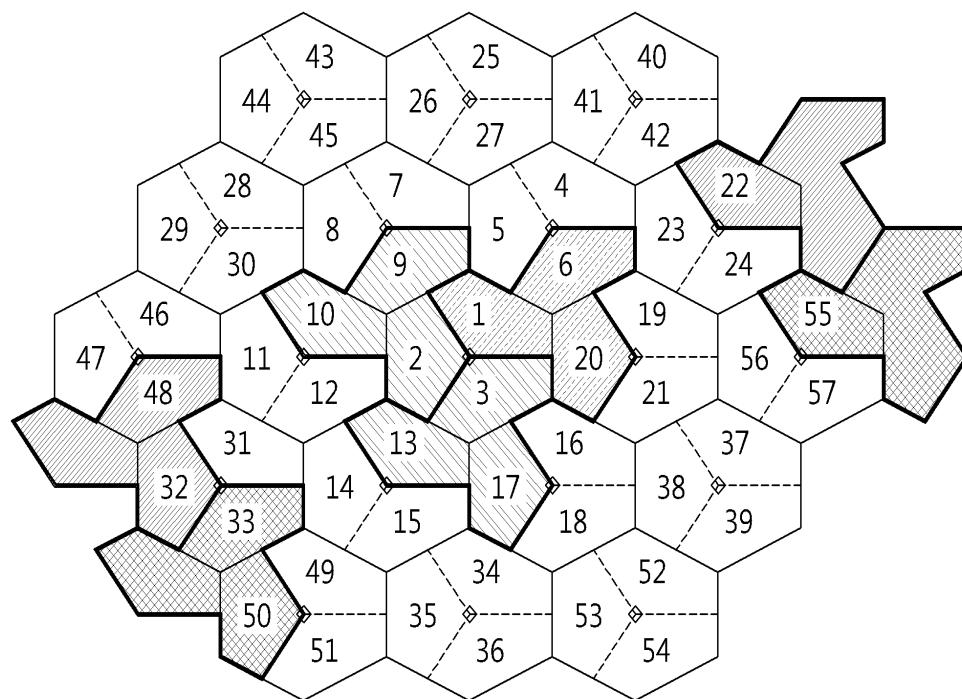
[0369] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

## 도면

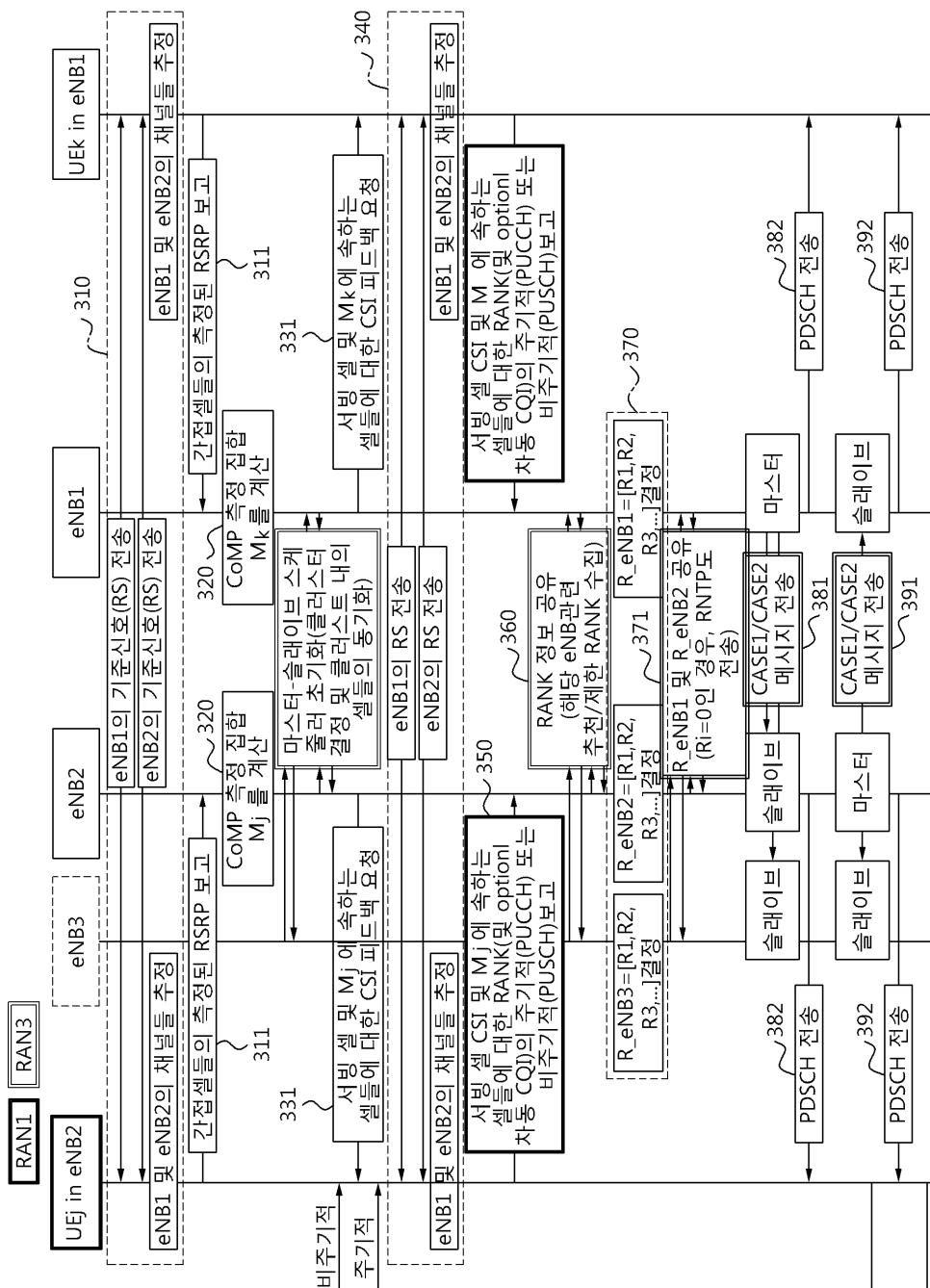
## 도면1



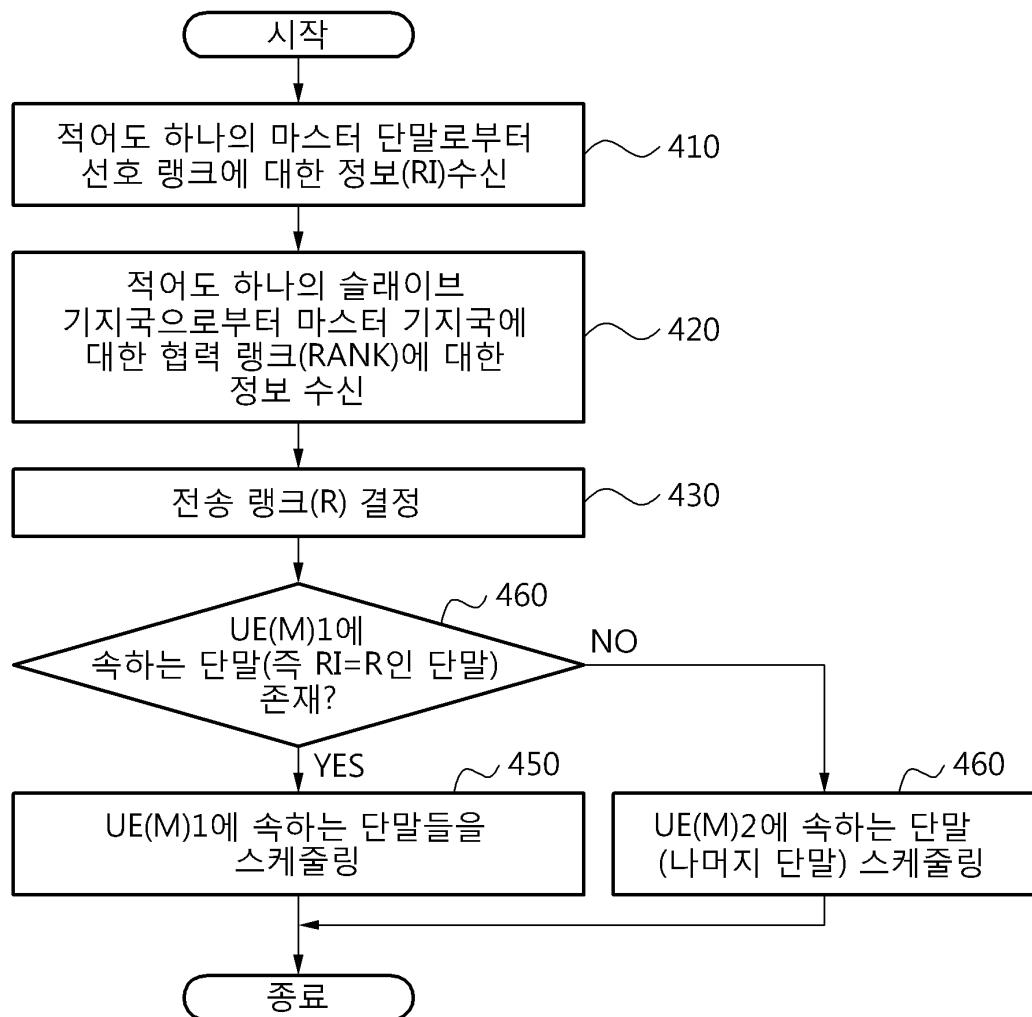
## 도면2



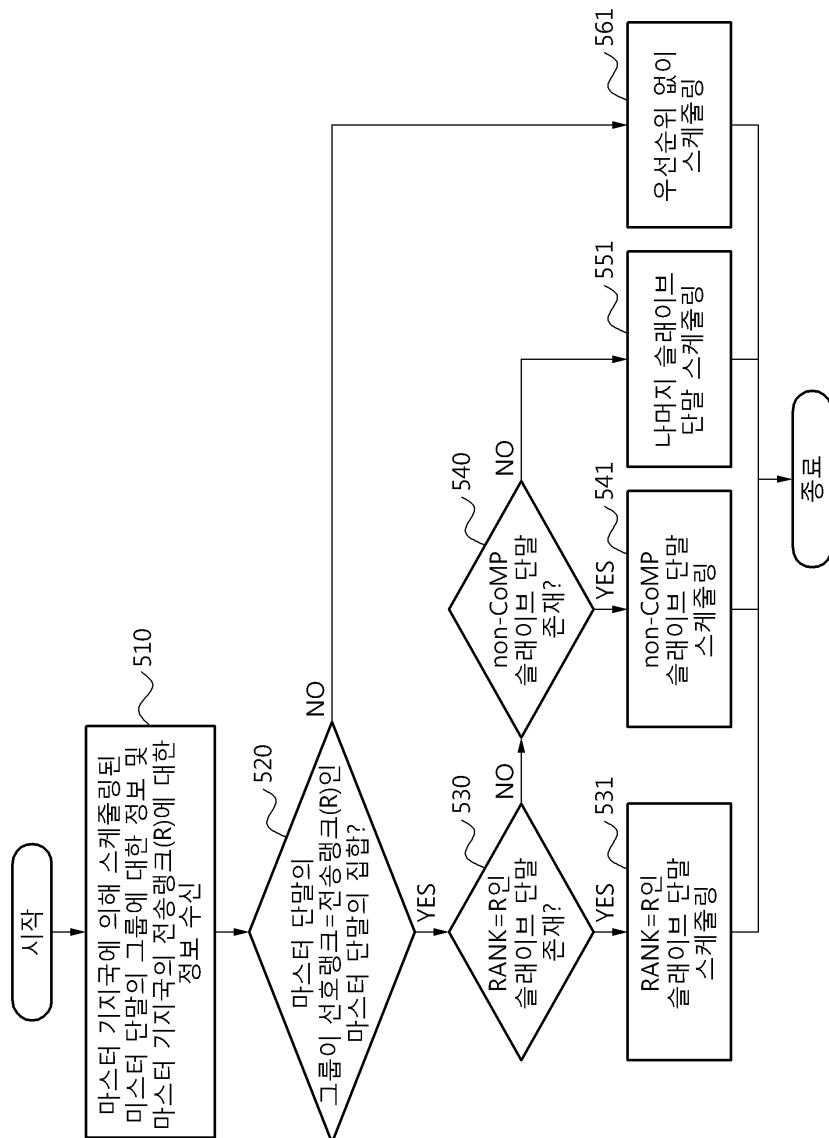
## 도면3



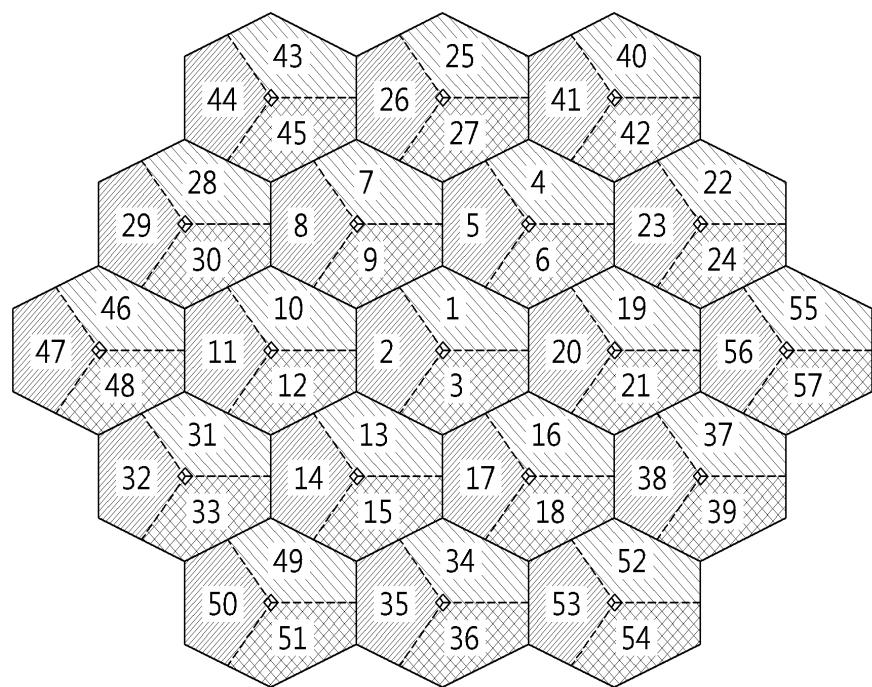
## 도면4



## 도면5



도면6



## 도면7

