



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년10월28일

(11) 등록번호 10-2037550

(24) 등록일자 2019년10월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04B 7/08 (2017.01) H04B 17/00 (2015.01)

(21) 출원번호 10-2014-7027751

(22) 출원일자(국제) 2013년02월28일

심사청구일자 2014년10월01일

(85) 번역문제출일자 2014년10월01일

(65) 공개번호 10-2014-0138831

(43) 공개일자 2014년12월04일

(86) 국제출원번호 PCT/US2013/028434

(87) 국제공개번호 WO 2013/130889

국제공개일자 2013년09월06일

(30) 우선권주장

13/779,661 2013년02월27일 미국(US)

61/606,311 2012년03월02일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

EP01914901 A2\*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 11 항

(73) 특허권자

애플 인크.

미국 캘리포니아 (우편번호 95014) 쿠퍼티노 원  
애플 파크 웨이

(72) 발명자

무즈타바, 세드, 아온

미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠/에스 302-  
2아이오에스 인피니트 루프 1

왕, 시아오웬

미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠/에스 302-  
2아이오에스 인피니트 루프 1

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이만금, 백만기, 양영준

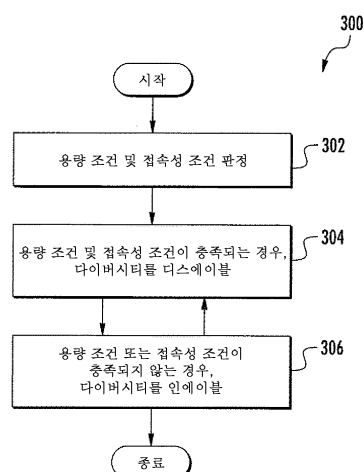
심사관 : 이정수

(54) 발명의 명칭 무선 네트워크에서 적응형 수신기 다이버시티를 위한 방법들 및 장치

## (57) 요약

예컨대 모바일 디바이스에서의 "지능형" 수신 다이버시티 관리를 구현하기 위한 장치 및 방법들. 일 구현에서, 모바일 디바이스는 LTE-인에이블형 UE를 포함하고, 지능형 다이버시티 관리는 (i) 용량 기준, 및 (ii) 접속성 기준을 비롯한 복수의 기준들을 충족시킬 시에 그 디바이스에서 수신 다이버시티(RxD)를 선택적으로 디스에이블하는 것을 포함한다. 일 변형예에서, 용량 기준은 단일 Rx(수신) 체인과 연관된 달성가능 데이터 속도가 RxD와의 것과 비교할 만함을 보장하는 것을 포함한다.

## 대표도 - 도3



(72) 발명자

**타벳, 타릭**

미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠/에스 302-2  
아이오에스 인피니트 루프 1

**송, 기봉**

미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠/에스 302-1  
엔에스 인피니트 루프 1

**김, 영재**

미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠/에스 302-2  
아이오에스 인피니트 루프 1

**김, 유철**

미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠/에스 302-2  
아이오에스 인피니트 루프 1

(56) 선행기술조사문헌

US20100210235 A1\*

US20100056157 A1\*

US20110110251 A1\*

US20040253955 A1\*

US20110149765 A1\*

US20100002801 A1\*

KR1020080072164 A\*

US20100093385 A1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

적응형 수신 다이버시티(adaptive receive diversity)를 구현하도록 구성된 모바일 장치로서,  
프로세서;

적어도 제1 다이버시티 모드 및 제2 다이버시티 모드에서 동작하도록 구성된 하나 이상의 무선 수신기들; 및  
상기 프로세서 및 하나 이상의 무선 수신기들과 데이터 통신하는 컴퓨터화된 로직을 포함하며, 상기 컴퓨터화된 로직은 상기 모바일 장치로 하여금:

데이터 속도(data rate)에 대응하는 적어도 하나의 용량 메트릭(metric)을 포함하는 용량 조건 및 제어 데이터(control data)에 대응하는 적어도 하나의 접속성 메트릭을 포함하는 접속성 조건을 평가하게 하고;

상기 용량 조건 및 상기 접속성 조건이 충족되는 경우, 상기 제1 다이버시티 모드에서 동작하게 하고;

상기 용량 조건 또는 상기 접속성 조건이 충족되지 않는 경우, 상기 제2 다이버시티 모드에서 동작하게 하도록 구성되고,

상기 제1 다이버시티 모드는 제1 데이터 용량을 지원하는 제1 다이버시티 인에이블 스킴(diversity-enabled scheme)을 사용하고, 상기 제2 다이버시티 모드는 제2 데이터 용량을 지원하는 제2 다이버시티 인에이블 스킴을 사용하고,

상기 제1 다이버시티 인에이블 스킴은 제1 다중 입력 다중 출력(multiple input multiple output: MIMO) 다이버시티 스킴을 포함하고, 상기 제2 다이버시티 인에이블 스킴은 상기 제1 MIMO 다이버시티 스킴보다 높은 차수의 제2 MIMO 다이버시티 스킴을 포함하는, 모바일 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 접속성 조건은 하나 이상의 연속 페이징 사이클들 동안 순환 중복 검사(cyclic redundancy check: CRC) 실패들의 결여(lack)를 포함하는, 모바일 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 용량 조건은 제1 임계치를 초과하는 참조 신호 대 간섭 및 잡음 비(reference signal to interference plus noise ratio: RS SINR)를 포함하는, 모바일 장치.

#### 청구항 4

제2항에 있어서, 상기 용량 조건은 상기 제1 다이버시티 모드와 연관된 제1 참조 신호 대 간섭 및 잡음 비(RS SINR), 및 상기 제2 다이버시티 모드와 연관된 제2 RS SINR에서의 차이를 포함하는, 모바일 장치.

#### 청구항 5

제2항에 있어서, 상기 용량 조건은 상기 제1 다이버시티 모드와 연관된 제1 채널 품질 지표(CQI), 및 상기 제2 다이버시티 모드와 연관된 제2 CQI에서의 차이를 포함하는, 모바일 장치.

#### 청구항 6

제2항에 있어서, 상기 용량 조건은 상기 제1 다이버시티 모드와 연관된 제1 스펙트럼 효율, 및 상기 제2 다이버시티 모드와 연관된 제2 스펙트럼 효율에서의 차이를 포함하는, 모바일 장치.

#### 청구항 7

적응형 수신 다이버시티를 지능형으로(intelligently) 수행하기 위한 방법으로서,

(i) 접속성 기준 및 (ii) 용량 기준을 결정하는 단계;

적어도 제1 다이버시티 인에이블 스킴 및 제2 다이버시티 인에이블 스킴으로 구성가능한 무선 수신기를 통해 통신하는 단계 - 상기 제1 다이버시티 인에이블 스킴은 상기 제2 다이버시티 인에이블 스킴보다 더 큰 데이터 용량을 지원할 수 있음 -;

현재 신호 품질 측정치를 용량 조건과 비교하는 단계 - 상기 용량 조건은 데이터 속도에 대응하는 적어도 하나의 용량 메트릭을 포함함 -;

현재 접속 품질을 접속성 조건과 비교하는 단계 - 상기 접속성 조건은 제어 데이터에 대응하는 적어도 하나의 접속성 메트릭을 포함함 -;

상기 제1 다이버시티 인에이블 스킴으로 동작할 때:

상기 현재 신호 품질 측정치가 상기 용량 조건을 충족하고 상기 현재 접속 품질이 상기 접속성 조건을 충족하는 경우, 상기 제2 다이버시티 인에이블 스킴으로 전이시키는 단계; 및

상기 제2 다이버시티 인에이블 스킴으로 동작할 때:

상기 현재 신호 품질 측정치가 상기 용량 조건을 충족하지 않거나 또는 상기 현재 접속 품질이 상기 접속성 조건을 충족하지 않는 경우, 상기 제1 다이버시티 인에이블 스킴으로 전이시키는 단계를 포함하고,

상기 제1 다이버시티 인에이블 스킴은 제1 다중 입력 다중 출력(multiple input multiple output: MIMO) 다이버시티 스킴을 포함하고, 상기 제2 다이버시티 인에이블 스킴은 상기 제1 MIMO 다이버시티 스킴보다 낮은 차수의 제2 MIMO 다이버시티 스킴을 포함하는, 방법.

## 청구항 8

삭제

## 청구항 9

삭제

## 청구항 10

삭제

## 청구항 11

제7항에 있어서, 상기 신호 품질 측정치는 신호 대 간섭 및 잡음 비(SINR)를 포함하는, 방법.

## 청구항 12

제7항에 있어서, 상기 신호 품질 측정치는 채널 품질 지표(CQI)를 포함하는, 방법.

## 청구항 13

제7항에 있어서, 상기 신호 품질 측정치는, 상기 제1 다이버시티 인에이블 스킴과 연관된 제1 신호 품질 측정치와 상기 제2 다이버시티 인에이블 스킴과 연관된 제2 신호 품질 측정치 사이의 차이를 포함하는, 방법.

## 청구항 14

제7항에 있어서, 상기 현재 접속 품질은 하나 이상의 제어 채널들의 하나 이상의 순환 중복 검사들 또는 임계치보다 더 큰 참조 신호 대 간섭 및 잡음 비(RS\_SINR)에 기초하는, 방법.

## 청구항 15

삭제

## 청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 우선권 출원들

[0002] 본 출원은, 2012년 3월 2일자로 출원되고 발명의 명칭이 동일한 미국 가특허 출원 제61/606,311호에 대한 우선권을 주장하는, 2013년 2월 27일자로 출원되고 발명의 명칭이 동일한 공동-소유의 공동-계류 중인 미국 특허 출원 제13/779,661호에 대한 우선권을 주장하며, 상기 출원들 각각은 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0003] 본 발명은 대체로 무선 통신, 및 데이터 네트워크들의 분야에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 예시적인 일 실시예에서, 다중-안테나 무선 디바이스 또는 시스템에서의 수신 동작들을 관리하기 위한 방법들 및 장치가 개시된다.

**배경 기술**

[0004] 전력 소비는 최신 모바일 디바이스 설계에서 (그리고 사실상 다른 유형들의 디바이스들에 대해서도) 중요한 인자이다. 모바일 디바이스들(이들테면, 셀 폰들, 스마트폰들, 태블릿들, 핸드헬드들 등)의 특정 상황에서, 전력 소비를 감소시키는 것은 (예컨대, 사용자에게 더 이용가능하고 보다 덜 빈번한 재충전을 요구하는 디바이스 등을 통한) 향상된 사용자 경험, 및 디바이스 및 그의 컴포넌트들의 증가된 수명 및 신뢰성을 제한 없이 포함하는 여러 가지 상이한 이득들을 제공할 수 있다.

[0005] 그러나, 최신 무선 인터페이스 기술들이 발달됨에 따라, 그들은, 예컨대 매우 높은 데이터 속도들, 고-대역폭 비디오 또는 다른 미디어의 스트리밍, 보다 복잡한/집약적인 애플리케이션 등을 지원하기 위해, 일반적으로 더 큰 전력 소비성 설계들로 나아가는 추세에 있다. 그러한 고급 무선 기술들의 일부에서, 다수의 안테나들이, 특히, 다른 디바이스(예컨대, 모바일 디바이스, 또는 기지국)로부터 송신되는 무선 신호들을 수신하는 데 사용된다. 송신 및 수신을 위한 다수의 안테나들의 사용은 통상 "안테나 다이버시티"로 지칭되고, 통상 "수신 다이버시티" 및 "송신 다이버시티"로 더 세분된다. 당업자는 다양한 다른 유형들의 다이버시티(예컨대, 시간 다이버시티, 주파수 다이버시티, 공간 다이버시티, 편파 다이버시티 등)가 존재하고 통상 사용된다는 것을 용이하게 인식할 것이다.

[0006] 롱 텀 에볼루션(Long Term Evolution, LTE)의 예시적인 상황에서, 기존 LTE 사용자 장비(UE)는 정적으로 구성되고 불변하는 안테나 다이버시티 스킴(antenna diversity scheme)을 이용한다. 보다 직접적으로, 사용에 이용가능한 안테나들의 수는 변하지 않는다(즉, "정적"이다). LTE 표준(및 그에 따라서 기지국과 같은 임의의 컴플라이언스 송신 디바이스)은 UE가 적어도 2개의 수신 "체인들"(이하에서 사용되는 바와 같이, 용어 "체인"은 하나 이상의 체인형 프로세싱 요소들 및/또는 로직을 지칭함)로 구성된다는 것을 상정한다. 다이버시티 구현예들이 보다 높은 데이터 속도를 제공할 수 있지만, 다이버시티는 또한 단일 수신 체인을 사용하는 것보다 더 많은 전력을 소비한다.

[0007] 불운하게도, 수신기 다이버시티는 소정 조건들 하에서, 이들테면, 예를 들어, (i) 상대적으로 낮은 데이터 속도 시그널링(예컨대, 무선 조건들이 양호할 때의 물리적 다운링크 제어 채널(physical downlink control channel: PDCCH) 또는 페이징 메시지(들))을 수신하는 경우, (ii) 소위 "랭크 1" 송신을 수신하는 경우 등에서 필수적인

지 않을 수 있다. 참고로, 용어 "랭크"는 공식적으로 송신 안테나들(컬럼들)과 수신 안테나들(로우들)의 각 쌍 사이의 통신 채널들(h)을 나타내는 채널 매트릭스의 수학적 랭크(즉, 선형 독립 고유-벡터들의 개수)를 지칭한다. 그러나, 통상의 용어에서 (예컨대, LTE 표준에서) 사용되는 바와 같이, "랭크"는 송신기로부터 송신된 공간 층들의 개수를 지칭한다. 예를 들어, 랭크 1 송신은 송신기들 각각이 본질적으로 동일한 데이터 또는 동일한 데이터의 선형 변환을 송신하고 있는 사용 시나리오를 나타낸다. LTE의 예시적인 경우에, 랭크 1 송신을 송신 중인 eNB는 단 하나의 정보 층을 전송하고 있다. 보다 일반적으로, 수신기 다이버시티는 다이버시티 동작에 의해 제공되는 데이터 속도의 증가 또는 신뢰성의 증가가 그의 "비용"(예컨대, 전력 소비, 프로세싱 복잡도 등)을 정당화하지 못하는 경우 어떠한 시나리오에서도 불필요하다.

[0008] 그러므로, 특히, 이상적으로는, 모바일 디바이스 성능(및 따라서 사용자 경험)을 손상시킴이 없이 모바일 디바이스에서의 전력 소비를 감소시키기 위해, 특히, (예시적인 LTE 네트워크들에서의 수신기 다이버시티 모드들과 같은) 더 큰 전력 소비성 동작 모드들을 선택형으로 또는 지능형으로 인에이블(enable)/디스에이블(disable)하는 "적응형(adaptive)" 메커니즘에 대한 필요성이 있다.

### 발명의 내용

[0009] 본 발명은, 특히, 무선 네트워크 내에서의 적응형 또는 "지능형(intelligent)" 수신기 다이버시티 동작을 위한 장치 및 방법들을 제공한다.

[0010] 적응형 또는 지능형 수신 다이버시티 동작을 제공하기 위한 방법이 개시된다. 일 실시예에서, 수신 다이버시티는, 예컨대 LTE-인에이블형 셀룰러 디바이스와 같은 모바일 디바이스에서 구현되며, 그 방법은 (i) 용량 기준, 및 (ii) 접속성 기준을 비롯한 복수의 기준들을 충족시킬 시에 그 디바이스에서 수신 다이버시티(RxD)를 선택적으로 디스에이블하는 것을 포함한다.

[0011] 일 변형예에서, 용량 기준은 단일 수신(RX) 체인과 연관된 달성가능 데이터 속도가 RxD와의 것과 비슷함을 보장하는 것을 포함한다.

[0012] 다른 실시예에서, 수신 다이버시티 디바이스는 LTE-인에이블형 모바일 디바이스를 포함하며, 그 방법은 (i) 접속성 기준, 또는 (ii) 용량 기준을 비롯한 적어도 2개의 기준들 중 어느 하나를 충족시킬 시의 비-다이버시티 상태(noRxD) 상태에서부터 수신 다이버시티(RxD)를 선택적으로 인에이블하는 것을 포함한다. 상기 방법의 일 변형예에서, noRxD 상태에서 동작할 때, RxD는 접속성 조건들 또는 용량 조건들 중 어느 한 쪽이 충족되는 경우에 인에이블된다.

[0013] 모바일 장치가 추가로 개시된다. 예시적인 일 실시예에서, 그 모바일 장치는 수신기; 수신기와 신호 통신하는 프로세서; 및 적응형 또는 지능형 수신 다이버시티 동작을 구현하도록 구성된 로직을 포함한다.

[0014] 무선 시스템이 또한 개시된다. 일 실시예에서, 그 시스템은 적어도 하나의 기지국 및 적어도 하나의 무선 모바일 디바이스를 포함한다. 기지국 및 무선 모바일 디바이스는, 특히, 모바일 디바이스 전력 소비를 감소시키기 위해 적응형 또는 지능형 다이버시티 수신 스킴을 구현하도록 추가로 구성된다.

[0015] 컴퓨터 판독가능 장치가 추가로 개시된다. 일 실시예에서, 그 장치는 컴퓨터 프로그램이 배치된 저장 매체를 포함하며, 프로그램은, 실행될 때, 모바일 디바이스 또는 UE와 같은 무선 디바이스에서 적응형 또는 지능형 수신 다이버시티 동작을 구현하도록 구성된다.

[0016] 시스템이 또한 개시된다. 일 실시예에서, 그 시스템은 하나 이상의 기지국들, 및 하나 이상의 지능형 수신 다이버시티-인에이블형 UE들을 포함한다.

[0017] 무선 시스템을 동작시키기 위한 방법이 추가로 개시된다.

[0018] 적응형 수신 다이버시티(adaptive receive diversity)를 구현하도록 구성된 모바일 장치가 또한 개시된다. 일 실시예에서, 그 모바일 장치는 프로세서; 적어도 제1 다이버시티 모드 및 제2 다이버시티 모드에서 동작하도록 구성된 하나 이상의 무선 수신기들; 및 프로세서 및 하나 이상의 무선 수신기들과 데이터 통신하는 컴퓨터화된 로직을 포함한다. 예시적인 일 실시예에서, 컴퓨터화된 로직은 용량 조건 및 접속성 조건을 평가하고; 용량 조건 및 접속성 조건이 충족되는 경우, 제1 다이버시티 모드에서 동작하고; 용량 조건 또는 접속성 조건이 충족되지 않는 경우, 제2 다이버시티 모드에서 동작하도록 구성된다.

[0019] 다른 실시예에서, 접속성 조건은 하나 이상의 연속 페이징 사이클들 동안 순환 중복 검사(cyclic redundancy check: CRC) 실패들의 결여(lack)를 포함한다. 일 기본 변형예에서, 용량 조건은 제1 임계치를 초과하는 참조

신호 대 간섭 및 잡음 비(reference signal to interference plus noise ratio: RS SINR)를 포함한다. 다른 변형예에서, 용량 조건은 제1 다이버시티 모드와 연관된 제1 RS SINR 및 제2 다이버시티 모드와 연관된 제2 RS SINR에서의 차이를 포함한다. 다른 변형예에서, 용량 조건은 제1 다이버시티 모드와 연관된 제1 채널 품질 지표(CQI) 및 제2 다이버시티 모드와 연관된 제2 CQI에서의 차이를 포함한다. 또 다른 변형예에서, 용량 조건은 제1 다이버시티 모드와 연관된 제1 스펙트럼 효율 및 제2 다이버시티 모드와 연관된 제2 스펙트럼 효율에서의 차이를 포함한다.

- [0020] 적응형 수신 다이버시티를 지능형으로 수행하기 위한 방법이 추가로 개시된다. 일 실시예에서, 그 방법은 (i) 접속성 기준 및 (ii) 용량 기준을 결정하는 단계; 적어도 제1 다이버시티 스킴 및 제2 다이버시티 스킴으로 구성가능한 무선 수신기를 통해 통신하는 단계 - 제1 다이버시티 스킴은 제2 다이버시티 스킴보다 더 큰 데이터 용량을 지원할 수 있음 -; 현재 신호 품질 측정치를 용량 조건과 비교하는 단계; 및 현재 접속 품질을 접속성 조건과 비교하는 단계를 포함한다.
- [0021] 다른 실시예에서, 제1 다이버시티 스킴으로 동작할 때, 그 방법은 현재 신호 품질 측정치가 용량 조건을 충족하고 현재 접속 품질이 접속성 조건을 충족하는 경우, 제2 다이버시티 스킴으로 전이시키는 단계를 추가로 포함한다. 제2 다이버시티 스킴으로 동작할 때, 그 방법은 현재 신호 품질 측정치가 용량 조건을 충족하지 않거나 또는 현재 접속 품질이 접속성 조건을 충족하지 않는 경우, 제1 다이버시티 스킴으로 전이시키는 단계를 추가로 포함한다.
- [0022] 일 변형예에서, 제1 다이버시티 스킴은 다중 입력 다중 출력(multiple input multiple output: MIMO) 다이버시티 스킴을 포함한다. 일부 경우들에서, 제2 다이버시티 스킴은 비-다이버시티 스킴을 포함한다. 다른 경우들에서, 제2 다이버시티 스킴은 보다 낮은 차수의 MIMO 다이버시티 스킴을 포함한다.
- [0023] 제2 변형예에서, 신호 품질 측정치는 신호 대 간섭 및 잡음 비(SINR)를 포함한다.
- [0024] 다른 그러한 변형예에서, 신호 품질 측정치는 채널 품질 지표(channel quality indication: CQI)를 포함한다.
- [0025] 또 다른 변형예들에서, 신호 품질 측정치는, 제1 다이버시티 스킴과 연관된 제1 신호 품질 측정치와 제2 다이버시티 스킴과 연관된 제2 신호 품질 측정치 사이의 차이를 포함한다.
- [0026] 또 다른 변형예에서, 현재 접속 품질은 하나 이상의 제어 채널들의 하나 이상의 순환 중복 검사들 또는 임계치보다 더 큰 참조 신호 대 간섭 및 잡음 비(RS SINR)에 기초한다.
- [0027] 랭크 명령어(rank instruction)를 동적으로 오버라이드(override)하기 위한 방법이 또한 개시된다. 일 실시예에서, 그 방법은 무선 송신기로부터 수신된 랭크 표시 신호 및 오버라이드 신호에 기초하여 적어도 제1 다이버시티 스킴 및 제2 다이버시티 스킴을 선택하도록 구성된 무선 수신기를 통해 통신하는 단계를 포함한다. 일 변형예에서, 제1 다이버시티 스킴은 제2 다이버시티 스킴보다 더 큰 데이터 용량을 지원할 수 있고, 그 방법은 현재 신호 품질 측정치를 용량 조건과 비교하는 단계; 현재 접속 품질을 접속성 조건과 비교하는 단계; 현재 신호 품질 측정치가 용량 조건을 충족하고 현재 접속 품질이 접속성 조건을 충족하는 경우, 오버라이드 신호가 제2 다이버시티 스킴을 선택하는 것을 인에이블하는 단계; 및 그렇지 않은 경우, 랭크 표시 신호에 의해 식별된 다이버시티 스킴을 선택하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0028] 일 변형예에서, 제1 다이버시티 스킴은 다중 입력 다중 출력(MIMO) 다이버시티 스킴을 포함한다. 하나의 예시적인 구성에서, 제2 다이버시티 스킴은 비-다이버시티 스킴을 포함한다. 일 변형예에서, 오버라이드 신호를 인에이블하는 것은 감소된 전력 소비를 가져온다.
- [0029] 랭크 명령어를 동적으로 오버라이드하도록 구성된 모바일 장치가 또한 개시된다. 일 실시예에서, 그 장치는 프로세서; 적어도 제1 다이버시티 모드 및 비-다이버시티 모드에서 동작하도록 구성된 하나 이상의 무선 수신기들; 및 프로세서 및 하나 이상의 무선 수신기들과 데이터 통신하는 컴퓨터화된 로직을 포함한다. 일 실시예에서, 모바일 장치는 용량 조건 및 접속성 조건을 평가하고; 용량 조건 및 접속성 조건이 충족되는 경우, 비-다이버시티 모드에서 동작하고; 그렇지 않은 경우, 무선 송신기로부터 수신된 랭크 표시 신호에 기초하여 적어도 제1 다이버시티 모드 및 비-다이버시티 모드로부터 선택하도록 구성된다.
- [0030] 그러한 일 변형예에서, 모바일 장치는 2×2 다중 입력 다중 출력(MIMO) 롱 텀 에볼루션(LTE) 사용자 장비(UE)를 포함한다.
- [0031] 본 발명의 다른 특징들 및 이점들이 이하에 제공되는 바와 같은 예시적인 실시예들의 상세한 설명 및 첨부된 도

면들을 참조하여 당업자들에 의해 즉시 이해될 것이다.

## 도면의 간단한 설명

[0032]

<도 1>

도 1은 본 명세서에 기술된 다양한 실시예들과 함께 유용한 하나의 예시적 롱 텀 에볼루션(LTE) 셀룰러 네트워크의 그래픽 도면이다.

<도 2>

도 2는 모바일 디바이스(예컨대, UE)에서 사용될 수 있는 것과 같은, 본 발명에 따른 LTE-기반 수신기 구성의 예시적인 실시예를 도시한 기능 블록 다이어그램이다.

<도 3>

도 3은 무선 네트워크 내에서의 적응형 또는 "지능형" 수신기 다이버시티 동작을 위한 일반화된 방법의 일 실시예의 로직 블록 다이어그램이다.

<도 4a>

도 4a는 본 발명에 따른, 접속성 조건들에 관하여 IDLE(아이들) 모드 적응형 수신기 다이버시티(adaptive receiver diversity: ARD)에 대한 스킴의 예시적인 일 실시예의 그래픽 도면이다.

<도 4b>

도 4b는 본 발명에 따른, 도 4a의 예시적인 스킴에 대한 유한 상태 기계(finite state machine: FSM)의 예시적인 일 실시예의 그래픽 도면이다.

<도 5a>

도 5a는 본 발명에 따른, 랭크 오버라이드 능력(rank override capability) 없이, 용량 조건으로서 참조 신호 대 간섭 및 잡음 비 측정치들( $\Delta RS\_SINR$ )을 사용하는 ARD에 대한 스킴의 예시적인 일 실시예의 그래픽 도면이다.

<도 5b>

도 5b는 본 발명에 따른, 도 5a의 예시적인 스킴에 대한 유한 상태 기계(FSM)의 예시적인 일 실시예의 그래픽 도면이다.

<도 6a>

도 6a는 본 발명에 따른, 랭크 오버라이드 능력 없이, 용량 조건으로서 채널 품질 지표( $\Delta CQI$ )를 사용하는 ARD에 대한 스킴의 예시적인 일 실시예의 그래픽 도면이다.

<도 6b>

도 6b는 본 발명에 따른, 도 6a의 예시적인 스킴에 대한 유한 상태 기계(FSM)의 예시적인 일 실시예의 그래픽 도면이다.

<도 7a>

도 7a는 본 발명에 따른, 랭크 오버라이드 능력 없이, 용량 조건으로서 랭크 표시( $\Delta R_1$ )를 사용하는 ARD에 대한 스킴의 예시적인 일 실시예의 그래픽 도면이다.

<도 7b>

도 7b는 본 발명에 따른, 도 7a의 예시적인 스킴에 대한 유한 상태 기계(FSM)의 예시적인 일 실시예의 그래픽 도면이다.

<도 8a>

도 8a는 본 발명에 따른, 동적 랭크 오버라이드 능력을 갖고, 용량 조건으로서 채널 품질 지표( $\Delta CQI$ )를 사용하는 ARD에 대한 스킴의 예시적인 일 실시예의 그래픽 도면이다.

<도 8b>

도 8b는 본 발명에 따른, 도 8a의 예시적인 스킴에 대한 용량 조건들의 의사결정 트리의 예시적인 일 실시예의 로직 도면이다.

<도 8c>

도 8c는 본 발명에 따른, 도 8a의 예시적인 스킴에 대한 유한 상태 기계(FSM)의 예시적인 일 실시예의 그래픽 도면이다.

<도 9a>

도 9a는 본 발명에 따른, 동적 랭크 오버라이드 능력을 갖고, 용량 조건으로서 랭크 표시들( $\Delta R1$ ,  $\Delta R2$ )을 사용하는 ARD에 대한 스킴의 예시적인 일 실시예의 그래픽 도면이다.

<도 9b>

도 9b는 본 발명에 따른, 도 9a의 예시적인 스킴에 대한 용량 조건들의 의사결정 트리의 예시적인 일 실시예의 로직 도면이다.

<도 9c>

도 9c는 본 발명에 따른, 도 9a의 예시적인 스킴에 대한 유한 상태 기계(FSM)의 예시적인 일 실시예의 그래픽 도면이다.

<도 10>

도 10은 본 발명에 따라 구성된 무선 송수신기 디바이스의 일 실시예의 로직 블록 다이어그램이다.

모든 도면들의 저작권© 2012-2013은 애플 인크.(Apple Inc.)에 있으며, 모든 도면들에 대한 복제를 불허한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이제 유사한 도면 부호들이 전체에 걸쳐 유사한 부분들을 나타내는 도면들을 참조한다.

[0034] 개요-

[0035] 특히, 수신기 다이버시티 관리를 위한 개선된 솔루션들이 개시된다. 일 실시예에서, 이들 솔루션들은, 예컨대 롱 텀 에볼루션(LTE) 인에이블형 사용자 장비(UE)와 같은 모바일 디바이스에서 "지능형" 수신 다이버시티 관리를 구현하기 위한 방법 및 장치를 포함한다. 일 구현예에서, 지능형 다이버시티 관리는 (i) 용량 기준, 및 (ii) 접속성 기준을 비롯한 복수의 기준들을 충족시킬 시에 디바이스에서 수신 다이버시티(RxD)를 선택적으로 디스에이블하는 것을 포함한다. 일 변형예에서, 접속성 조건들은 물리적 다운링크 제어 채널(PDCCH)이 양쪽 모두의 상태들에서 신뢰성 있게 디코딩될 수 있음을 보장하기 위해 LTE "IDLE(아이들)" 및 "CONNECTED(접속된)" 상태들 양쪽 모두에 적용가능하다. 다른 변형예에서, 용량 조건들은 CONNECTED 상태(물리적 다운링크 공유 채널(physical downlink shared channel: PDSCH) 데이터 속도가 가변적인 경우)에만 적용가능하다.

[0036] 예시적인 실시예들에 대한 설명

[0037] 본 개시 내용의 예시적인 실시예들이 이제 상세히 기술된다. 이들 실시예들이 주로 롱 텀 에볼루션(LTE) 및 LTE-A(어드밴스트) 무선 네트워크들을 제한 없이 포함하는 셀룰러 네트워크들의 상황에서 논의되지만, 본 발명이 그렇게 제한되지는 않음이 당업자에 의해 인식될 것이다. 사실상, 본 명세서에 기술되는 다양한 원리들은 본 명세서에 기술되는 바와 같이 수신기 또는 송수신기에서의 향상된 다이버시티 관리로부터 이득을 얻을 수 있는 임의의 무선 네트워크에 유용하고 그에 용이하게 적용된다.

[0038] 더욱이, 하기의 논의들이 안테나 다이버시티 스킴들의 상황에서 제공되지만, 당업자는 본 발명의 다양한 원리들이 다른 다이버시티 스킴들(예컨대, 시간 다이버시티, 주파수 다이버시티, 공간 다이버시티, 편파 다이버시티 등)에 용이하게 적용될 수 있다는 것을 용이하게 인식할 것이다.

[0039] 예시적인 네트워크 구성 -

[0040] 도 1은 다수의 기지국(BS)들(104)에 의해 제공되는 무선 액세스 네트워크(Radio Access Network: RAN)의 커버리지 내에서 동작하는, 사용자 장비(UE)들(102)을 갖는, 하나의 예시적인 롱 텀 에볼루션(LTE) 셀룰러 네트워크

(100)를 도시한다. LTE 기지국들은 통상 "인헨스드 NodeB"(eNB)들로 지칭된다. 무선 액세스 네트워크(RAN)는 eNB들의 집합체(collective body)이다. 사용자는 많은 전형적인 용례들에서 셀룰러 전화 또는 스마트폰인 UE를 통해 RAN에 인터페이스한다. 그러나, 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어들 "UE", "클라이언트 디바이스", 및 "사용자 디바이스"는 셀룰러 전화들, (예를 들어 본 발명의 출원인에 의해 제조된 아이폰(iPhone™과 같은) 스마트폰들, 개인용 컴퓨터(PC)들, 및 데스크톱이든, 랩톱이든, 다른 것이든, 미니컴퓨터들뿐만 아니라, 모바일 디바이스들, 예컨대, 핸드헬드 컴퓨터들 또는 태블릿들, 예컨대, 아이패드(iPad™, PDA들, 개인용 미디어 디바이스(PMD)들, 또는 상기의 것들의 임의의 조합들을 포함할 수 있지만 이들로 제한되지는 않는다.

[0041] eNB들(104) 각각은, 예컨대 광대역 액세스를 통해 코어 네트워크(106)에 직접적으로 연결된다. 또한, 일부 네트워크들에서, eNB들은 이차 액세스 채널들을 통해 (이를테면, 예컨대, 직접 피어-투-피어 네트워킹(peer-to-peer networking), 코어 네트워크, 등을 통해) 서로 조정될 수 있다. 코어 네트워크는 라우팅 능력 및 서비스 능력 양쪽 모두를 제공한다. 예를 들어, 제1 eNB에 접속된 제1 UE는, 코어 네트워크를 통한 라우팅을 거쳐, 제2 eNB에 접속된 제2 UE와 통신할 수 있다. 유사하게, UE는 코어 네트워크를 거쳐, 다른 유형들의 서비스들, 예컨대 인터넷에 액세스할 수 있다.

[0042] 예시적인 수신기 구성 -

[0043] 도 2는 본 발명의 방법들이 구현될 수 있는 모바일 디바이스(예컨대, 도 1의 UE(102))에 사용될 수 있는 것과 같은 LTE-기반 수신기 구성의 예시적인 실시예를 도시한다. 도시된 바와 같이, 수신기 장치(200)는 2개의 안테나들(202), RF 스위치(204), "다이버시티" 경로에 대한 RF 수신기(또는 송수신기)(206), 일차 경로에 대한 RF 송수신기(208), 적응형 수신 다이버시티(ARD) 로직(210), 기저대역 프로세서(212), 및 안테나 스위칭 로직(214)을 포함한다.

[0044] 동작 동안, 안테나(들)는 RF 대역 신호들을 수신하고, (스위치(204)에 의해 결정되는 바와 같이) 다이버시티 수신기/송수신기(206) 및/또는 일차 송수신기(208)에 연결된다. 예시적인 일 실시예에서, 2×2 RF 스위치(204)의 상태를 변경함으로써, 안테나 스위칭 로직은 RxD가 인에이블되는 경우 2개의 안테나들 중 (예컨대, 잡음, 간섭 등에 의해 결정되는 바와 같은) 보다 우수한 안테나가 일차 경로로서 선택된다는 것을 보장한다. ARD 로직(210)은 다만 다이버시티 경로를 인에이블/디스에이블할 필요만 있다.

[0045] 도 2가 예시적인 2-안테나/2×2 스위치 구성을 나타내지만, 본 명세서에 기술되는 원리들은 어떠한 방식으로든 그렇게 제한되지는 않으며, 사실상, 다른 개수의 안테나들, 다이버시티 수신 체인들 등으로 실시될 수 있음이 인식될 것이다. 더욱이, ARD(210), 기저대역 프로세서(212), 및 스위치 제어 로직(214)이 개별 컴포넌트들로서 도시되지만, 이들은 서로, 또는 무선 디바이스 내의 또 다른 컴포넌트들과 임의의 수의 상이한 방식으로 통합될 수 있다. 예를 들어, 일 변형예에서, 3개의 전술된 컴포넌트들은 공통의 집적 회로(IC) 내에 결합될 수 있다. 또 다른 변형예로서, 모듈의 무선 부분들(예컨대, 송수신기들)은 SoC 또는 "시스템 온 칩(system on chip)" 디바이스에 포함된다. 본 발명의 내용이 주어지면, 또 다른 스킴들 및 전술한 사항에 대한 변형예들이 당업자에 의해 인식될 것이다.

[0046] 더욱이, 전술한 로직의 적어도 일부분들은 UE가 통신하는 네트워크 디바이스를 비롯한 다른 디바이스에서 구현될 수 있음이 인식될 것이다. 예를 들어, 본 발명은 의사결정 로직 또는 "지능"은 실제로 기지국 또는 eNodeB와 같은 네트워크 디바이스에 배치될 수 있다는 것을 고려하며, 그러한 네트워크 디바이스는 이어서 본 명세서에 후속으로 기술되는 바와 같이 관련 UE(들)에게 RxD에 관련한 모드들을 스위칭하도록 신호를 보내거나 메시지를 보낼 수 있다. 그러한 스킴은 필요한 경우/필요에 따라 원격 "지능형" 엔티티가 그러한 분석을 수행하는 데 필요한 임의의 정보가 UE로부터, 이를테면 업스트림 RF 채널, 주기적 상태 메시지, 또는 다른 메커니즘을 통해 제공될 수 있음을 또한 고려한다.

[0047] 방법들 -

[0048] 이제 도 3을 참조하면, 무선 네트워크 내에서의 적응형 또는 "지능형" 수신기 다이버시티 동작을 위한 일반화된 방법(300)의 일 실시예가 개시된다. 방법(300)의 상황에서, 모바일 디바이스는 다이버시티 모드들의 세트로부터 다이버시티 동작 모드를 지능형으로 선택하도록(또는 인에이블하게 하는 승인을 요청하도록) 구성된다. 예를 들어, 2×2 다중 입력 다중 출력(MIMO) 디바이스에서, 디바이스는 다이버시티 동작(RxD)과 비-다이버시티 동작(noRxD) 사이에서 선택할 수 있는 능력만을 가질 수 있다. 보다 복잡한 수신기들(예컨대, 3×3 MIMO, 4×4 MIMO 등)에서, 수신기는 다이버시티 모드들을 인에이블/디스에이블하는 데 있어서(예컨대, 안테나들의 세트만을 인에이블하는 등에 있어서) 추가의 입도 레벨들을 가질 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예들은 디폴트 모드

(default mode)로 동작하도록 추가로 구성될 수 있으며; 예를 들어, 하나의 예시적인 수신기 디바이스는 디폴트 조건들 하에서 다이버시티 동작을 인에이블하도록 구성된다. 디폴트 동작은 다음의 조건들에 대한 지원이 (예컨대, 레거시 네트워크들 등으로) 결정되고/되거나 구현될 수 없는 경우에 트리거될 수 있다.

- [0049] 단계(302)에서, 용량 조건 및 접속성 조건이 판정된다. 일부 실시예들에서, 추가 조건들이 또한 고려된다. 다른 조건들의 통상의 예들은 예를 들어, 전력 소비 조건들(예컨대, 높은 전력 소비, 낮은 전력 소비 등), 프로세서 활성화도 조건들(예컨대, 높은 활성화도, 낮은 활성화도), 인접 기술 조건들(예컨대, 공존 모뎀 활성화도 등), 플랫폼 잡음 조건들, 소프트웨어 애플리케이션 조건들 등을 포함한다.
- [0050] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "용량"은 일반적으로 그리고 제한 없이 원하는 수신기 디바이스 기능에 대해 요구되는 데이터 트래픽의 양에 관련된다. 본 발명의 다양한 실시예들은 원하는 데이터 속도들이 감소된 다이버시티 모드 동작에 충족될 수 있음을 보장함으로써 용량 저하를 최소화하도록 구성된다.
- [0051] 용량 메트릭(metric)들의 통상의 예들은, 일차 안테나와 이차 안테나 사이의 참조 신호(RS) 신호 대 잡음 및 간섭 비(SINR)에서의 차이(예컨대,  $\Delta RS\_SINR = RS\_SINR_{RXD} - RS\_SINR_{NORXD}$ ), 다이버시티 동작과 비-다이버시티 동작 사이의 채널 품질 지표(CQI)에서의 차이(예컨대,  $\Delta CQI = CQI_{RXD} - CQI_{NORXD}$ ), 랭크 표시(RI), 다이버시티 동작과 비-다이버시티 동작 사이의 지원되는 처리율/스펙트럼 효율에서의 차이(예컨대,  $\Delta R = R_{RXD}/R_{NORXD} - 1$ ) 등을 제한 없이 포함한다.
- [0052] 다음의 예시적인 용량 조건을 고려한다: RI가 1이고  $\Delta RS\_SINR$ 이 임계 값( $TH_{\Delta RS\_SINR}$ )보다 더 작은 경우, 조건이 충족된다. 보다 직접적으로, 송신기가 채널 매트릭스의 최대 랭크보다 더 작은 랭크로 송신되고 있고(이것은 랭크 결함 조건(rank deficient condition)이라 칭해짐) 다이버시티 동작의 성능 이득이 비-다이버시티 동작을 현저히 개선하지 않는 경우, 용량 조건은 충족된다. 다른 변형예들은  $\Delta CQI$ 가 임계 값( $TH_{\Delta CQI}$ )보다 더 작은 경우,  $\Delta R$ 이 임계 값( $TH_{\Delta R}$ )보다 더 작은 경우 등과 같은 다른 기준들을 포함하고/하거나 대체할 수 있다.
- [0053] 간단한  $2 \times 2$  MIMO 시스템의 경우, 유일한 랭크 결함 조건은 랭크가 1인 경우임이 인식된다. 그러나, 보다 큰 차수의 MIMO 시스템들은 여전히 랭크 결함 MIMO 동작을 지원할 수 있다. 예를 들어,  $3 \times 3$  MIMO 시스템은 1 및 2의 랭크를 결함이 있는 것으로 간주할 수 있고; 유사하게,  $4 \times 4$  MIMO 시스템은 1, 2 또는 3의 양쪽 랭크를 결함이 있는 것으로 간주할 수 있다.
- [0054] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "접속성"은 일반적으로 접속을 유지하는 데 필요한 제어 데이터의 양에 관련된다. 본 발명의 다양한 실시예들은 접속성이 보다 낮은 다이버시티 동작으로 불안정해지지 않을 것임을 보장하도록 구성된다. 소정 환경들 하에서, 접속성이 (용량 고려사항이 아닌 경우에도) 문제가 될 수 있음이 인식된다.
- [0055] 접속성 메트릭들의 통상의 예들은 비-다이버시티 동작의 참조 신호(RS) 신호 대 잡음 및 간섭 비(SINR)( $RS\_SINR_{NORXD}$ ), 비-다이버시티 동작의 채널 품질 지표(CQI)( $CQI_{NORXD}$ ), 물리적 다운링크 공유 채널(PDSCH)에 대한 순환 중복 검사(CRC) 이력(실패율 등) 등을 제한 없이 포함한다.
- [0056] 다음의 예시적인 접속성 조건을 고려한다:  $RS\_SINR_{NORXD}$ 가 임계 값( $TH_{\Delta RS}$ )보다 큰 경우, 조건이 충족된다. 구체적으로, 임계치는 회귀(regression) 없이 보다 낮은 다이버시티 모드에서 제어 채널들(예컨대, 물리적 다운링크 제어 채널(PDCCH), 페이징 PDSCH, 및 시스템 정보 블록(SIB) PDSCH)이 디코딩될 수 있음을 보장하는 최소 수신 상태를 요구하도록 선택된다. 다른 변형예들이 CQI가 임계 값( $TH_{CQI}$ )보다 큰 경우, 또는 PDSCH 상에서의 CRC 실패들이 최소 개수의 프레임들에 대해 발생하지 않은 경우 등과 같은 다른 기준들을 포함하고/하거나 대체할 수 있다.
- [0057] 일반화된 방법(300)의 상황에서, 용량 조건들은 진행 중인 데이터 전송에 (예컨대, CONNECTED 무선 리소스 접속(radio resource connection: RRC) 상태 동안) 적용가능하며, 반대로, 접속성 조건들은 데이터 전송 동안뿐만 아니라 디바이스가 아이들 상태인 때의 둘 모두에서(예컨대, CONNECTED RRC 상태 및 IDLE RRC 상태의 둘 모두의 상태인 동안) 보존되어야 한다. 당업자는 IDLE RRC 상태에서 페이징 메시지가 상대적으로 제한된 세트의 데이터 속도들 내에서 전송되고; 따라서, 이들 최소 요건들을 충족시키는 접속성 조건들은 페이징 수신에 허용가능한 때를 판정하기 위해 평가될 수 있다는 것을 인식할 것이다.
- [0058] 소정 실시예들은 용량 조건들을 평가할 때 동적 랭크 송신을 고려하기 위해 요구될 수 있다. 참고로, 랭크 1

송신들은 주어진 리소스 요소에서 하나의 UE에 대해 단일 층만을 스케줄링하고 단일 수신기 체인을 사용하여 수신될 수 있다. 대조적으로, 랭크 2 송신들은 주어진 리소스 요소에서 2개의 층들이 UE에 대해 스케줄링되는 것을 가능하게 하지만 적어도 2개의 다이버시티 수신기 체인들을 요구한다. 랭크 1 및 랭크 2 송신들은 LTE eNB에 의해 동적으로 스케줄링될 수 있으며, UE에 의해 제공되는 랭크 표시(RI)에 기초한다. 그 결과, 다양한 구현예들이 "노 랭크 오버라이드(no rank override)" 또는 "동적 랭크 오버라이드" 스킴을 구현할 수 있다. "노 랭크 오버라이드" 변형예들은 단지 랭크 결함 조건들에서의 용량 조건들을 평가하며; 예를 들어, 2×2 MIMO 시스템에서, 용량 조건은 RI가 1인 경우에만 평가된다. "동적 랭크 오버라이드" 변형예들은 eNB로 전송될 랭크 표시자를 오버라이드할 수 있고, 다이버시티 동작을 디스에이블할 수 있다. 예를 들어, 2×2 MIMO 시스템에서의 수신기는 랭크 2 송신의 랭크 표시자를 랭크 1 송신으로 오버라이드할 수 있으며, 단일 수신기 체인만으로 동작할 수 있다. 용량을 최대화하기 위해 항상 최대의 가능한 송신 랭크를 찾고자 시도하는 종래 기술의 수신기들과는 달리, 예시적인 수신기는 전력 소비를 개선하기 위해 일부 용량 저하를 갖는 보다 낮은 랭크 동작을 선택할 수 있다.

[0059] 전술된 바와 같이, 접속성 조건들은 CONNECTED RRC 상태들 및 IDLE RRC 상태들 양쪽 모두에 적용가능하다. 구체적으로, 접속성 조건들은 제어 채널(예컨대, PDCCH)이 신뢰성 있게 디코딩될 수 있음을 보장해야 한다. 일반적으로, 접속성 조건들은 신호 수신, 신호 품질, 및/또는 이력 성능에 기초한다. 다이버시티를 디스에이블하기 위한 접속성 조건들의 통상의 예들은 최소 임계치( $TH_{RS\_SINR}$ )보다 큰 상태로 남아 있는  $RS\_SINR_{NORXD}$ , 최소 임계치( $TH_{RSRP}$ )보다 큰 상태로 남아 있는 참조 신호 수신 전력( $RSRP_{NORXD}$ ), 최소 임계치( $TH_{RSRP}$ )보다 큰 상태로 남아 있는 참조 신호 수신 품질( $RSRQ_{NORXD}$ ), 허용가능 CRC 성능, UE 비활성도(UE는, 예컨대 랜덤 액세스 시도들/응답들, 스케줄링 요청들, 시그널링 메시지들 등과 같은 메시지들을 전송/수신할 것으로 예상하지 않음)를 제한 없이 포함할 수 있다.

[0060] 단계(304)에서, 용량 조건 및 접속성 조건이 충족되는 경우, 다이버시티 동작이 디스에이블된다(또는 순서대로 감소된다). 일부 실시예들에서, 수신기는 그 자신의 다이버시티 동작을 송신기와의 조정 없이 제한한다. 대안적인 실시예들에서, 수신기는 송신기와의 적절한 다이버시티 동작을 요청하고/하거나 협상한다. 또 다른 경우들에서, 수신기는 송신기에 정보를 제공함이 없이 자신의 다이버시티 동작을 디스에이블할 수 있고 성능 면에서의 대응 손실을 허용할 수 있다.

[0061] 단계(306)에서, 용량 조건 또는 접속성 조건들이 충족되지 않는 경우, 다이버시티 동작이 인에이블된다(또는 순서대로 증가된다). 다이버시티를 디스에이블하는 것이 접속성 및 용량 조건들 양쪽 모두가 충족되는 것에 기초하는 반면, 다이버시티를 인에이블하는 것은 단 하나의 조건만이 충족되는 경우에 트리거될 수 있음이 추가로 주목되어야 한다. 이것은 접속성 및 용량 요건들을 유지하는 데 필요한 최소 성능이 항상 충족되는 것을 보장한다(이에 의해, 인지가능한 성능 아티팩트들의 가능성(likelihood)을 최소화함).

[0062] 일부 환경들에서, 다이버시티 동작을 인에이블하기 위한 조건들은 다이버시티 동작을 디스에이블하기 위한 조건들을 보완할 수 있다. 다른 구현예들에서, 현재의 감소된 다이버시티 스킴은 다이버시티가 증가되어야 하는지 여부를 판정하기 위한 조건들을 측정하지 못할 수 있다. 따라서, 일부 실시예들에서, 다이버시티 동작을 인에이블하기 위한 조건들은 감소된 다이버시티 스킴에 대해 조절될 수 있다.

[0063] 예를 들어, 용량 조건이 충족되는 경우를 판정하기 위해, 디바이스는, 예컨대 타이머들, CQI, 및/또는 PDSCH의 랭크 등을 모니터링할 수 있다. 하나의 그러한 예시적인 시나리오에서, 수신기는 타이머(TI)의 만료 시에 다이버시티를 인에이블할 수 있다. 다른 실시예들에서,  $CQI_{NORXD}$ 가 최소 임계치( $TH_{CQI}$ ) 미만으로 되었을 때, 수신기는 다이버시티를 인에이블한다. 또 다른 경우들에서, 데이터가 보다 높은 랭크로 송신될 때(예컨대, PDSCH가 랭크 2로 송신되는 경우 등), 수신기는 다이버시티 동작을 인에이블하도록 요구될 수 있다.

[0064] 유사하게, 접속성 조건이 충족되는 경우를 판정하기 위해, 디바이스는, 예컨대  $RS\_SINR_{NORXD}$ , CQI, 및/또는 PDSCH 등의 CRC 이력을 모니터링할 수 있다. 하나의 이러한 예시적인 시나리오에서, 수신기는  $RS\_SINR_{NORXD}$ 가 허용가능 임계치( $TH_{RS}$ ) 미만으로 되었을 때 다이버시티를 인에이블할 수 있다. 다른 실시예들에서,  $CQI_{NORXD}$ 가 최소 임계치( $TH_{CQI}$ ) 미만으로 되었을 때, 수신기는 다이버시티를 인에이블한다. 또 다른 경우들에서, 제어 채널이 허용불능 에러율들을 경험하기 시작하는 경우(예컨대, CRC 실패들이 PDSCH 상에서 발생하는 경우 등), 수신기는 다이버시티 동작을 인에이블하도록 요구될 수 있다. 또 다른 변형예들에서, 접속성 조건들은, 예컨대 참조 신호 수신 전력( $RSRP$ ), 참조 신호 수신 품질( $RSRQ$ ), 페이징 메시지 디코딩 이력, 및/또는 UE가 메시지를 전송/수신할 것으

로 예상하는 때를 포함할 수 있다.

[0065] 전술한 논의가 무선 네트워크 내에서의 적응형 또는 "지능형" 수신기 다이버시티 동작에 대한 일반화된 방법을 제공하였지만, 예시적인 시나리오들이 본 발명의 내용에 따라 가능하게 되는 다수의 구현예들을 추가로 예시하기 위해 이제 논의된다.

[0066] 예시적인 구현예들 -

[0067] 이제 표 1을 참조하면, 여러 적응형 수신기 다이버시티(ARD) 구현예들의 간단한 개요가 예시되며; 각각의 ARD 구현예는 상이한 용량 조건들을 이용한다. 구현예들은 복잡도 순으로 되어 있다. 다음의 표 1에서,  $RI_{SRD}$  (정적 수신기 다이버시티에 대한 랭크 표시)는 디바이스에 메시지가 보내지는 (그러나 오버라이드되지 않을 수 있는) 랭크 표시를 나타낸다.

표 1

| 알고리즘 유형                                                   | 수신 다이버시티를 디스에이블하기 위한 용량 조건                                                                      | 비고     |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 노 랭크 오버라이드 (ARD는 $RI=1$ 이고 $RI$ 이 오버라이드 되지 않는 경우에만 적용가능함) | 해당없음                                                                                            | 구현예 #1 |
|                                                           | $RI_{SRD}=1$ 및 $\Delta RS\_SINR < TH1$                                                          | 구현예 #2 |
|                                                           | $RI_{SRD}=1$ 및 $\Delta CQI < TH2$                                                               | 구현예 #3 |
|                                                           | $RI_{SRD}=1$ 및 $\Delta R < TH3$                                                                 | 구현예 #4 |
| 동적 랭크 오버라이드 (ARD는 전력을 절감하기 위해 $RI$ 을 오버라이드 할 수 있음)        | $(RI_{SRD}=1$ 및 $\Delta CQI < TH2)$ 또는 $(RI_{SRD}=2$ 및 $\Delta R_0 < TH4$ 및 $\Delta CQI < TH2)$ | 구현예 #5 |
|                                                           | $(RI_{SRD}=1$ 및 $\Delta R_1 < TH3)$ 또는 $(RI_{SRD}=2$ 및 $\Delta R_2 < TH5)$                      | 구현예 #6 |

[0068]

[0069] 구현예 #1 -

[0070] 이제 도 4a를 참조하면, 표 1의 구현예 #1에 따른, 무선 네트워크에서의 적응형 또는 "지능형" 수신기 다이버시티 동작에 대한 하나의 예시적인 방법(400)이 도시된다. 도시된 바와 같이, 수신기 다이버시티는 CONNECTED RRC 상태 동안 항상 인에이블된다. IDLE RRC 상태에서, 핵심적인 접속성 조건은  $RS\_SINR_{NORXD}$ 가 최소 임계치 ( $TH_{RS}$ )보다 큰 경우에 충족된다.

[0071] 도 4b는 도 4a의 스킴의 유한 상태 기계(FSM)(450) 도면의 로직 도면이다. 도시된 바와 같이, FSM은 수신기 다이버시티가 인에이블된 IDLE RRC 상태(RxD-ON-IDLE) 및 수신기 다이버시티가 인에이블된 CONNECTED RRC 상태(RxD-ON-CONNECTED)를 갖는다. UE는 전형적인 RRC 구현예들에 따라 (예컨대, 기존의 RACH 액세스 프로토콜들 및 RRC 접속/해제 프로토콜들에 기초하여) IDLE RRC 상태와 CONNECTED RRC 상태 사이에서 전이할 것이다.

[0072] 또한, 도 4b 내에 도시된 바와 같이, 수신기 다이버시티를 갖지 않는 추가 RRC 아이들 상태(RXD-OFF-IDLE)는 RXD-ON-IDLE 상태로/로부터 전이될 수 있다. 수신기 다이버시티를 디스에이블하기 위한 전이 기준들( $C1\_IDLE$ )은 접속성 조건들이 충족되는 경우, 즉,  $RS\_SINR_{NORXD}$ 가 최소 임계치( $TH_0$ )보다 더 크고 UE 비활성 및 다수의 연속 페이징 사이클들( $N1\_IDLE$ ) 동안 PDSCH 상에서 어떠한 CRC 실패들도 없는 경우이다. 최소 임계치는 PDCCH 및 PDSCH 디코딩 성능이 충족되는 것을 보장하도록 선택된다. 또한,  $N1\_IDLE$  카운터는 CRC 실패가 발생하는 경우

(예컨대, 수신기의 페이징 무선 네트워크 임시 아이덴티티(paging radio network temporary identity: P-RNTI)가 적절한 PDSCH 페이징 채널에서 성공적으로 디코딩될 수 없는 경우) 리셋됨이 인식되어야 한다.

[0073] 유사하게, 수신기 다이버시티를 인에이블하기 위한 전이 기준들(C2\_IDLE)은 접속성 조건이 충족되지 않는 경우 ( $RS\_SINR_{NORXD}$ 가 최소 임계치( $TH_1$ )보다 더 작거나 또는 임박한 UE 활성화 또는 다수의 연속 페이징 사이클들 ( $N1\_IDLE$ ) 동안 PDSCH 상에서의 하나 이상의 CRC 실패들)이다. 간략화된 실시예들은  $TH_0$  및  $TH_1$ 을 동일한 값 (즉, 동일한 임계치가 사용됨)으로 설정할 수 있고, 또는 대안적으로  $TH_0$  및  $TH_1$ 은 불필요한 스위칭("히스테리시스"로도 지칭됨)을 최소화하도록 차이를 가질 수 있음이 주목되어야 한다.  $TH_0$ 과  $TH_1$  사이의 보다 큰 차이들은 히스테리시스를 증가시킬 것이지만,  $RS\_SINR_{NORXD}$ 에서의 보다 큰 스윙들이 다이버시티를 리-인에이블하는 데 필요하기 때문에 성능을 감소시킬 수 있다.

[0074] 전술된 바와 같이,  $RS\_SINR$ 은 참조 신호들(RS)로부터 측정된 바와 같은 신호 대 간섭 및 잡음 비(SINR)이다. 직교 주파수 분할 다중(orthogonal frequency division multiplex: OFDM) 기술에 대해,  $RS\_SINR$ 은 수학적 식 1에 따라 계산될 수 있다.

[0075] [수학적 식 1]

$$[0076] \quad RS\_SINR_{r,t} = 10 \log_{10} \left[ \sum_{nt} (S_{r,nt}) / \sum_{nt} (I_{r,nt}) \right]$$

[0077] 여기서:

[0078]  $r$  = 수신기 체인 인덱스(2 안테나 수신기의 경우,  $r = 0, 1$ );

[0079]  $t$  = 송신기 포트 인덱스(4 안테나 송신기의 경우,  $t = 0, 1, 2, 3$ );

[0080]  $n_t$  = 송신기 포트 인덱스  $t$ 의 RS 심볼에 대한 서브캐리어 인덱스;

[0081]  $S_{r,nt}$  =  $r$ -번째 수신기 체인에서  $n$ -번째 서브캐리어에서의 RS 신호 전력; 및  $I_{r,nt}$  =  $r$ -번째 수신기 체인에서  $n$ -번째 서브캐리어에서의 잡음 및 간섭 전력.

[0082] 일부 변형예들에서, 하나 초과 송신기 포트가 사용될 때  $RS\_SINR$ 은 수학적 식 2에 나타난 바와 같이 수신기에서의 이득들을 결합하는 송신 다이버시티를 반영하기 위해 송신기 포트들에 걸쳐서 결합될 수 있다.

[0083] [수학적 식 2]

$$[0084] \quad RS\_SINR_{NORXD} = 10 \log_{10} (10^{0.1 \times RS\_SINR_{0,0}} + 10^{0.1 \times RS\_SINR_{0,1}})$$

[0085] 더욱이, 구체적인 예들이  $RS\_SINR$ 을 추정하기 위해 제공되지만, 당업자는 본 발명의 내용이 주어지면 상기의 계산들을 다른 기술들 및/또는 애플리케이션들에 용이하게 적응시키고/시키거나 대체할 수 있음이 인식되어야 한다.

[0086] 구현예 #2 -

[0087] 이제 도 5a를 참조하면, 표 1의 구현예 #2에 따른, 무선 네트워크 내에서의 적응형 또는 "지능형" 수신기 다이버시티 동작을 위한 방법(500)의 예시적인 일 실시예가 도시된다. 예 #2에서, 수신기 다이버시티는 랭크 2 상태의 송신들 동안 항상 인에이블되지만, 랭크 1의 송신들 동안 디스에이블될 수 있다. 랭크 1의 송신들의 경우, 핵심적인 용량 조건은  $RS\_SINR_{NORXD}$ 가 최소 임계치( $TH_{RS}$ )보다 더 크고  $\Delta RS\_SINR$ 이 최소 임계치( $TH_{\Delta RS\_SINR}$ )보다 더 큰 경우에 충족된다.

[0088] 도 5b는 도 5a의 스킴의 유한 상태 기계(FSM)(550) 도면의 실시예의 로직 도면이다. 도시된 바와 같이, FSM은 수신기 다이버시티가 인에이블된 IDLE RRC 상태(RxD-ON-IDLE), 수신기 다이버시티가 인에이블된 CONNECTED RRC 상태(RxD-ON-CONNECTED), 수신기 다이버시티가 디스에이블된 IDLE RRC 상태(RxD-OFF-IDLE), 및 수신기 다이버시티가 디스에이블된 CONNECTED RRC 상태(RxD-OFF-CONNECTED)를 갖는다.

[0089] 도시된 바와 같이, RxD-OFF-IDLE에 대한 전이 조건들은 구현예 #1에서 사용된 것들과 동일하다.

[0090] 도 5b 내에 도시된 바와 같이, RxD-OFF-CONNECTED 상태는 조건들 C1\_CONNECT 및 C2\_CONNECT의 이차 세트를 지원한다. 접속된 동안의 수신기 다이버시티를 디스에이블하기 위한 전이 기준들(C1\_CONNECT)은 (i) 접속성 조건

이 충족되고( $RS\_SINR_{NORXD}$ 가 최소 임계치( $TH_2$ )보다 더 크고), (ii) 용량 조건들이 충족되고(예컨대,  $\Delta RS\_SINR$ 이 최소 임계치( $TH_4$ )보다 더 작고 UE가 다수의 연속 서브프레임들에 대해 랭크 1의 일관된  $RI(N\_Rank1)$ 을 보고하고 있고, (iii) 랭크 2가 다수의 연속 서브프레임들에 대해 스케줄링된 어떠한 PDSCH도 없고( $N\_NoRank2$ ), (iv) 수신기가 최소 시간( $T2$ ) 동안 다이버시티 모드에서 신뢰성 있게 동작하고 있었고 UE가 SR 또는 RACH를 전송하고 있지 않는 경우이다.

[0091] 유사하게, 수신기 다이버시티를 인에이블하기 위한 전이 기준들( $C2\_CONNECT$ )은 (i) 접속성 조건이 충족되지 않고( $RS\_SINR_0$ 이 최소 임계치( $TH_3$ )보다 더 작고) 용량 조건들이 충족되지 않은 경우( $CQI_{NORXD}$ 가 최소 임계치보다 더 작거나, 랭크 2 PDSCH 송신이 스케줄링되거나, UE가 활성을 예상하거나, 또는 최대 타이머( $T1$ )가 만료한 경우)이다.

[0092] 구현예 #3 -

[0093] 이제 도 6a를 참조하면, 표 1의 구현예 #3에 따른, 무선 네트워크 내에서의 적응형 또는 "지능형" 수신기 다이버시티 동작을 위한 방법(600)의 예시적인 일 실시예가 도시된다. 예 #3에서(예 #2에서와 같이), 수신기 다이버시티는 랭크 2 상태의 송신들 동안 항상 인에이블되지만, 랭크 1의 송신들 동안 디스에이블될 수 있다. 랭크 1의 송신들의 경우, 핵심적인 용량 조건은  $CQI_{NORXD}$ 가 최소 임계치( $TH_{CQI}$ )보다 더 크고  $\Delta CQI$ 가 최소 임계치( $TH_{\Delta CQI}$ )보다 더 큰 경우에 충족된다.

[0094] 도 6b는 도 6a의 스킴의 유한 상태 기계(FSM)(650) 도면의 로직 도면이다. 도시된 바와 같이, FSM은 수신기 다이버시티가 인에이블된 IDLE RRC 상태(RxD-ON-IDLE), 수신기 다이버시티가 인에이블된 CONNECTED RRC 상태(RxD-ON-CONNECTED), 수신기 다이버시티가 디스에이블된 IDLE RRC 상태(RxD-OFF-IDLE), 및 수신기 다이버시티가 디스에이블된 CONNECTED RRC 상태(RxD-OFF-CONNECTED)를 갖는다.

[0095] 도시된 바와 같이, RxD-OFF-IDLE에 대한 전이 조건들은 예 #2의 구현과 동일하고, RxD-OFF-CONNECTED로의 전이는 구현예 #2에서 사용된 것들과 매우 유사하다. 그러나,  $\Delta RS\_SINR$ 을 사용하는 대신, 구현예 #3은  $CQI$  기반 측정치들( $CQI_{NORXD}$  및  $\Delta CQI$ )에 기초한 용량 조건을 사용한다.

[0096] 참고로, UE는 다운링크 채널 상태에 관한 피드백을 eNB에 주기적으로 전송한다. 피드백 메트릭들은 UE가 얼마나 많은 층들(즉, 독립적인 공간 스트림들/층들)을 동시에 디코딩할 수 있는지를 나타내는 랭크 표시자(RI), (UE가 각각의 층에 대해 신뢰성 있게 수신할 수 있는 코드워드 크기에 직접적으로 대응하는) 각각의 층에 대한 유효 신호 대 잡음 비를 나타내는  $CQI$ , 및 UE가 페루프 송신을 위해 어떤 프리코딩 매트릭스를 선호하는지를 나타내는 프리코딩 매트릭스 인덱스(precoding matrix index: PMI)를 포함한다.

[0097] 랭크 1 송신들 동안(또는 UE가 랭크 1을 리포트하고 있는 때),  $\Delta CQI$ 는 다이버시티 동작과 비-다이버시티 동작 사이의 성능 차이를 나타낸다.  $CQI$ 가, 예컨대  $RS\_SINR$ 보다 더 복잡한 계산이지만,  $CQI_{RxD}$  및  $CQI_{NORXD}$  양쪽 모두는 다이버시티가 인에이블될 때 계산될 수 있으며, 이는 비-다이버시티 동작으로의 스위칭이 진행 중인 통신들에 어떻게 영향을 미칠 것인지의 매우 정확한 표현을 제공한다.

[0098] 구현예 #4 -

[0099] 이제 도 7a를 참조하면, 표 1의 구현예 #4에 따른, 무선 네트워크 내에서의 적응형 또는 "지능형" 수신기 다이버시티 동작을 위한 방법(700)의 예시적인 일 실시예가 도시된다. 예 #4에서(예 #2 및 예 #3에서와 같이), 수신기 다이버시티는 랭크 2 상태의 송신들 동안 항상 인에이블되지만, 랭크 1의 송신들 동안 디스에이블될 수 있다. 랭크 1의 송신들의 경우, 핵심적인 용량 조건은  $R_{rank1, NORXD}$ 에 의해 표현되는 바와 같은 스펙트럼 효율이 최소 임계치( $TH_R$ )보다 더 크고  $\Delta RI$ 가 최소 임계치( $TH_{\Delta RI}$ )보다 큰 경우에 충족된다.

[0100] 도 7b는 도 7a의 스킴의 유한 상태 기계(FSM)(750) 도면의 실시예의 로직 도면이다. 도시된 바와 같이, FSM은 수신기 다이버시티가 인에이블된 IDLE RRC 상태(RxD-ON-IDLE), 수신기 다이버시티가 인에이블된 CONNECTED RRC 상태(RxD-ON-CONNECTED), 수신기 다이버시티가 디스에이블된 IDLE RRC 상태(RxD-OFF-IDLE), 및 수신기 다이버시티가 디스에이블된 CONNECTED RRC 상태(RxD-OFF-CONNECTED)를 갖는다.

[0101] 도시된 바와 같이, RxD-OFF-IDLE에 대한 전이 조건들은 예 #2의 구현과 동일하고, RxD-OFF-CONNECTED로의 전이는 구현예 #2에서 사용된 것들과 매우 유사하다. 그러나,  $\Delta RS\_SINR$ 을 사용하는 대신, 구현예 #4는 랭크 기반

측정치들( $R_{\text{Rank1}, \text{NORXD}}$  및  $\Delta R_1$ )에 기초하여 상태 전이들을 수행한다.

[0102] 랭크 표시자(RI) 계산의 일부로서, UE는 전형적으로 상이한 MIMO 동작 모드들에 대한 추정된 스펙트럼 효율(R)을 계산한다. R은 bps/Hz(대역폭에 대한 초당 비트 수)로 표현되고, R은 상정된 랭크 및 MIMO 등화기 유형에 기초하여 서브캐리어당 SINR로부터 계산될 수 있다(예컨대, 부록 참조). CQI 계산들의 경우와 같이, 랭크 계산들은, 예컨대 RS\_SINR보다 더 복잡한 계산들이지만, 랭크 계산들은 비-다이버시티 동작으로의 스위칭이 진행 중인 통신에 어떻게 영향을 미칠 것인지를 예측하기 위한 다른 합당한 메트릭을 제공할 수 있다.

[0103] 구현예 #5 -

[0104] 레저시 LTE UE들의 경우, UE에 의해 제공된 랭크 리포트는 랭크 1 송신들 이상으로 랭크 2 송신들의 용량 개선을 최대화하도록 eNB에 제공된다. 그러나, (구현예 #5 및 구현예 #6 양쪽 모두에서) 후술되는 바와 같이, 소정 구현예들은 적응형 수신기 다이버시티(ARD)가 랭크 할당들을 오버라이드하는 것을 가능하게 할 수 있으며; 이러한 오버라이드는 약간의 최소 용량 저하를 가져 오지만, 또한 상당한 전력을 절감한다.

[0105] 이제 도 8a를 참조하면, 표 1의 구현예 #5에 따른, 무선 네트워크 내에서의 적응형 또는 "지능형" 수신기 다이버시티 동작을 위한 방법(800)의 예시적인 일 실시예가 도시된다. 예 #5는 예 #3과 매우 유사하며, 추가로 수신기는  $CQI_{\text{NORXD}}$ 가 최소 임계치( $TH_{CQI}$ )보다 더 크고,  $\Delta CQI$ 가 최소 임계치( $TH_2$ )보다 더 작고,  $\Delta R_0$ 이 최소 임계치( $TH_4$ )보다 더 작은 경우에 랭크 2 표시를 오버라이드할 수 있으며, 여기서  $\Delta R_0$ 은 수학적 식 3에 의해 주어진다:

[0106] [수학적 식 3]

[0107] 
$$\Delta R_0 = (R_{\text{Rank2}, \text{RXD}}/R_{\text{Rank1}, \text{RXD}}) - 1$$

[0108]  $\Delta R_0$ 는 랭크 2 동작 대 랭크 1 동작의 스펙트럼 효율들의 비교를 나타내고; 따라서,  $\Delta R_0$ 가 최소 임계치보다 더 작은 경우(즉, 랭크 2와 랭크 1 사이의 차이가 무시될 수 있는 경우), 수신기는 랭크 2 표시를 동적으로 오버라이드할 수 있다. 보다 직접적으로, 수신기는 랭크 2 동작으로부터 발생한 이득들이 그것의 사용을 정당화하지 않는 경우에 랭크 2 표시를 오버라이드할 수 있다.

[0109] 도 8b는 용량 조건들의 의사결정 트리(830)의 예시적인 실시예의 로직 도면이다. 도시된 바와 같이, 정적 수신기 다이버시티(static receiver diversity: SRD) 랭크 평가 조건(예컨대, 수학적 식 3)에 기초하여, 수신기는 랭크 표시를 언제 오버라이드할 것인지를 결정할 수 있다. 구체적으로,  $RI_{\text{SRD}}$ 가 1로 설정되는 경우,  $\Delta CQI$ 의 용량 조건은 다이버시티 동작이 인에이블되어야 하는지 또는 디스에이블되어야 하는지 여부를 판정하는 데 이용된다. 그러나,  $RI_{\text{SRD}}$ 가 2로 설정되는 경우,  $\Delta CQI$  및  $\Delta R_0$ 의 용량 조건은 다이버시티 동작이  $RI_{\text{SRD}}$ 에 따라 인에이블되어야 하는지 또는 디스에이블되어야 하는지(이에 의해  $RI_{\text{SRD}}$ 를 오버라이드함)를 판정하는 데 이용된다.

[0110] 도 8c는 도 8a 및 도 8b 양쪽 모두를 포함하는 유한 상태 기계(FSM)(850)의 실시예의 로직 도면이다. 도시된 바와 같이, FSM은 수신기 다이버시티가 인에이블된 IDLE RRC 상태(RxD-ON-IDLE), 수신기 다이버시티가 인에이블된 CONNECTED RRC 상태(RxD-ON-CONNECTED), 수신기 다이버시티가 디스에이블된 IDLE RRC 상태(RxD-OFF-IDLE), 및 수신기 다이버시티가 디스에이블된 CONNECTED RRC 상태(RxD-OFF-CONNECTED)를 갖는다.

[0111] 도시된 바와 같이, RxD-OFF-IDLE 및 RxD-OFF-CONNECTED에 대한 전이 조건들은 구현예 #3에서 사용된 것들과 매우 유사하다. 그러나, C1\_CONNECT 전이를 구현하기 위한 로직은 도 8b의 의사결정 트리에 의해 표현되는 로직으로 추가로 대체되었다.

[0112] 구현예 #6 -

[0113] 이제 도 9a를 참조하면, 표 1의 구현예 #6에 따른, 무선 네트워크 내에서의 적응형 또는 "지능형" 수신기 다이버시티 동작을 위한 방법(900)의 예시적인 일 실시예가 도시된다. 예 #5가 랭크 메트릭들과 함께 CQI 기반 측정치들에 기초한 경우, 예 #6은 2개의 개별 랭크 메트릭들  $\Delta R_1$  및  $\Delta R_2$ 에 기초하여 다이버시티 동작을 인에이블한다:

[0114] [수학적 식 4]

[0115] 
$$\Delta R_1 = (R_{\text{Rank1}, \text{RXD}}/R_{\text{Rank1}, \text{NORXD}}) - 1$$

- [0116] [수학식 5]
- [0117]  $\Delta R_2 = (R_{\text{Rank2}, \text{RXD}} / R_{\text{Rank1}, \text{NORXD}}) - 1$
- [0118] 구체적으로, 수학식 4 및 수학식 5에 표현된 바와 같이,  $\Delta R_1$  및  $\Delta R_2$ 는 다이버시티를 갖지 않는 랭크 1의 함수 ( $R_{\text{Rank1}, \text{NORXD}}$ )로서 다이버시티를 갖는 랭크 1( $R_{\text{Rank1}, \text{RXD}}$ )을 사용하는 것과  $R_{\text{Rank1}, \text{RXD}}$ 의 함수로서 다이버시티를 갖는 랭크 2 ( $R_{\text{Rank1}, \text{RXD}}$ )를 사용하는 것 사이의 스펙트럼 차이를 각각 나타낸다. 구현예 #5의 전술된 실시예와 유사하게, 랭크의 평가는 수신기가 랭크 2 동작들로부터 발생한 이득들이 그것의 사용을 정당화하지 않는지 여부를 판정하도록 하게 한다.
- [0119] 도 9b는 용량 조건들의 의사결정 트리(930)의 로직 도면이다. 도시된 바와 같이, 정적 수신기 다이버시티(SRD) 랭크 평가 조건(예컨대, 수학식 3, 수학식 4, 및 수학식 5)에 기초하여, 수신기는 랭크 표시를 언제 오버라이드 할 것인지를 결정할 수 있다. 구체적으로,  $RI_{\text{SRD}}$ 가 1로 설정되는 경우,  $\Delta R_1$ 의 용량 조건은 다이버시티 동작이 인에이블되어야 하는지 또는 디스에이블되어야 하는지 여부를 판정하는 데 이용된다. 그러나,  $RI_{\text{SRD}}$ 가 2로 설정되는 경우,  $\Delta R_2$ 의 용량 조건은 다이버시티 동작이  $RI_{\text{SRD}}$ 에 따라 인에이블되어야 하는지 또는 디스에이블되어야 하는지(이에 의해  $RI_{\text{SRD}}$ 를 오버라이드함)를 판정하는 데 이용된다.
- [0120] 도 9c는 도 9a 및 도 9b 양쪽 모두를 포함하는 유한 상태 기계(FSM)(950)의 실시예의 로직 도면이다. 도시된 바와 같이, FSM은 수신기 다이버시티가 인에이블된 IDLE RRC 상태(RxD-ON-IDLE), 수신기 다이버시티가 인에이블된 CONNECTED RRC 상태(RxD-ON-CONNECTED), 수신기 다이버시티가 디스에이블된 IDLE RRC 상태(RxD-OFF-IDLE), 및 수신기 다이버시티가 디스에이블된 CONNECTED RRC 상태(RxD-OFF-CONNECTED)를 갖는다.
- [0121] 도시된 바와 같이, RxD-OFF-IDLE 및 RxD-OFF-CONNECTED에 대한 전이 조건들은 구현예 #4에서 사용된 것들과 매우 유사하다. 그러나, C1\_CONNECT 전이를 구현하기 위한 로직은 도 9b의 의사결정 트리에 의해 표현되는 로직으로 추가로 대체되었다.
- [0122] 전술한 예들이 본 명세서에 기술된 원리들에 부합하는 다수의 예시적인 실시예들을 제공하였지만, 또 다른 실시예들이 다양한 조건들을 포함, 증가, 및/또는 대체할 수 있음이 인식되어야 한다.
- [0123] 예를 들어, 수신기 다이버시티를 디스에이블하기 위해, 송수신기는 다음의 메트릭들 중 임의의 것을 제한 없이 포함할 수 있다: (i)  $\Delta RS\_SINR$ , (ii)  $\Delta CQI$ , (iii)  $\Delta R$ , (iv) 등화기 에너지 비율( $|w_1|^2 / |w_0|^2$ ), 여기서  $w_1$  및  $w_0$ 은 각각 제1 및 제2 수신기 채널들에 대한 등화기 탭 값들임) 등.
- [0124] 또 다른 실시예들에서, 용량 조건들은 소정 유형들의 이벤트들에 기초할 수 있다. 그러한 이벤트들의 예들은  $CQI_{\text{NORXD}}$ 가 높은 동안 다운링크에서의 낮은 스케줄링 비율들, CONNECTED 상태들 동안의 업링크에서의 높은 승인 비율들, UE가 K1 서브프레임들에 대해 랭크 1을 리포트하였고 랭크 2 송신들이 K2 서브프레임들에 대해 스케줄링되지 않은 경우 등을 제한 없이 포함한다. 더욱이, 소정 구현예들은 UE가 링크 품질을 정확하게 모니터링하고 다른 조건들을 신뢰성 있게 평가하기 위한 충분한 시간을 갖는다는 것을 보장하도록 다이버시티가 인에이블되는 최소 기간을 또한 요구할 수 있다.
- [0125] 유사하게, 리-인에이블 다이버시티 동작, 송수신기는, 예컨대 타이머 값들, CONNECTED 상태 동안의 PDSCH 디코딩 실패들, CONNECTED 상태들 동안의 전반적인 블록 에러율(block error rate: BLER), 보다 높은 순위의 랭크들을 요구하는 제어 채널 시그널링, 및/또는 업링크 승인이 상대적으로 작은 경우를 고려할 수 있다.
- [0126] 무선 장치 -
- [0127] 이제 도 10을 참조하면, 무선 네트워크들 내에서의 적응형 다이버시티 수신을 위해 구성된 송수신기 디바이스(1000)의 예시적인 실시예가 도시된다.
- [0128] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "송수신기 디바이스"는 셀룰러 전화들, (예를 들어, 아이폰™과 같은) 스마트폰들, (예를 들어, 아이패드™와 같은) 무선-인에이블형 태블릿 디바이스들, 또는 상기의 것들의 임의의 조합들을 포함하지만 이로 제한되지는 않는다. 또한, 다른 실시예들은, 예컨대 기지국들, 피어-투-피어 무선 네트워킹 디바이스들, 무선 서버들, 무선 액세스 포인트들(예컨대, AP들) 등을 포함할 수 있다. 본 명세서에 기술된 적응형 관리 방법들의 주 이득들이 (스마트폰들과 같은 모바일 디바이스들에 특히 유용한) 전력 보존이

지만, 본 발명에 기인한 다른 이득들이 랩톱 컴퓨터들, 기지국들, 또는 액세스 포인트들과 같은 다른 유형들의 디바이스들에 의해 실현될 수 있다.

- [0129] 하나의 구체적인 디바이스 구성 및 레이아웃이 본 명세서에 도시 및 논의되지만, 본 명세서가 주어지면 많은 다른 구성들이 당업자에 의해 용이하게 실현될 수 있음이 인식되며, 도 10의 장치(1000)는 본 명세서에 기술된 보다 넓은 원리들을 단지 예시한다.
- [0130] 도 10의 장치(1000)는 2개 이상의 무선 안테나들(1002), RF 스위치(1004)(예컨대, 도 2의 2×2 스위치(1004)), RF 프론트 엔드(1006), 송수신기(1008), 프로세서(1010), 비일시적 컴퓨터 판독가능 메모리(1012), 및 사용자 인터페이스/디스플레이 디바이스(1014)(예컨대, 소위 "멀티-터치" 또는 유사한 능력을 갖는 용량성 터치-스크린 디스플레이 디바이스)를 포함한다. 이들 컴포넌트들 중 관련 컴포넌트들이 본 명세서에서 도 2의 것들과 통합될 수 있거나(예컨대, 도 2의 수신기 장치(200)가 위에 열거된 관련 컴포넌트들을 대신할 수 있거나), 또는 송수신기 장치(1000)가 사실상 전체적으로 개별적인 수신기 체인들 및 무선 인터페이스들을 가질 수 있음에 주목한다.
- [0131] 프로세싱 서브시스템(1010)(도 2의 BB 프로세서(212)를 포함할 수 있거나 이로부터 분리된 것일 수 있음)은 마이크로프로세서, 디지털 신호 프로세서, 필드-프로그램머블 게이트 어레이, RISC 코어, 또는 하나 이상의 기관들 상에 실장되는 복수의 프로세싱 컴포넌트들과 같은 중앙 처리 장치(CPU)들 또는 디지털 프로세서들 중 하나 이상을 포함한다. 기저대역 프로세싱 서브시스템은, 예를 들어 SRAM, FLASH, SDRAM, 및/또는 HDD(하드 디스크 드라이브) 컴포넌트들을 포함할 수 있는 컴퓨터 판독가능 메모리(1012)에 연결된다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 용어 "메모리"는 ROM, PROM, EEPROM, DRAM, SDRAM, DDR/2 SDRAM, EDO/FPMs, RDRAM, SRAM, "플래시" 메모리(예컨대, NAND/NOR), 및 PSRAM을 제한 없이 포함하는, 디지털 데이터를 저장하도록 구성된 임의의 유형의 집적 회로 또는 다른 저장 디바이스를 포함한다.
- [0132] 프로세싱 서브시스템은 또한 전용 그래픽 가속도계, 네트워크 프로세서(NP), 또는 오디오/비디오 프로세서와 같은 추가의 코-프로세서들을 포함할 수 있다. 도시된 바와 같이, 프로세싱 서브시스템(1010)은 개별 컴포넌트들을 포함하지만; 일부 실시예들에서, 그것들이 SoC(시스템-온-칩) 구성으로 통합되거나 형성될 수 있음이 이해된다.
- [0133] 프로세싱 서브시스템(1010)은 RF 어셈블리(예컨대, 무선 안테나들(1002), RF 스위치(1004), RF 프론트 엔드(1006), 및 무선 송수신기(1008))로부터 데이터 스트림들을 수신하고/하거나 송신하도록 구성된다. RF 어셈블리는, 예컨대 앞서 논의된 롱 텀 에볼루션(LTE) 표준, 또는 다이버시티 능력을 채용할 수 있는 또 다른 무선 표준들과 같은 무선 표준에 따른 동작을 위해 구성된다.
- [0134] 소정 실시예들이 방법의 단계들의 특정 시퀀스에 대하여 기술되지만, 이들 설명들은 본 명세서에 기술된 보다 광범위한 방법들을 단지 예시하며, 특정 응용에 의해 요구된 바와 같이 수정될 수 있음이 이해될 것이다. 소정 단계들이 소정의 상황들 하에서 불필요하거나 선택적이게 될 수 있다. 또한, 소정 단계들 또는 기능은 개시된 실시예들, 또는 재배치된 둘 이상의 단계들의 성능의 순서에 부가될 수 있다. 모든 이러한 변형예들은 본 명세서에 개시되고 청구되는 원리 내에 포괄되는 것으로 간주된다.
- [0135] 상기 상세한 설명이 다양한 실시예들에 적용되는 바와 같이 신규한 특징들을 도시하고 기술하며 지적하였지만, 도시된 디바이스 또는 프로세스의 형태 및 상세사항들에서의 다양한 생략, 대체, 및 변화가 본 명세서에 기술된 원리로부터 벗어남이 없이 당업자들에 의해 이루어질 수 있다는 것이 이해될 것이다. 전술한 설명은 현재 고려된 최상의 모드이다. 이러한 설명은 결코 제한적인 것으로 의도되지 않으며, 오히려 본 명세서에 기술된 일반적인 원리를 예시하는 것으로서 취해져야 한다. 본 개시내용의 범주는 특허청구범위를 참조하여 결정되어야 한다.

## 부록

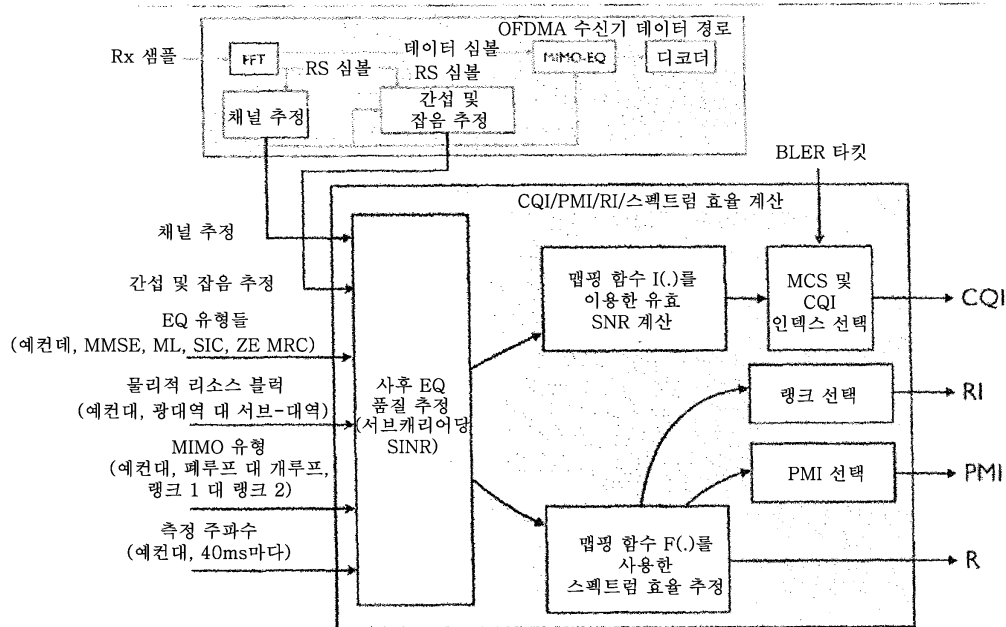
### LTE에서의 CQI 정의

UE는 다음의 조건을 만족하는 1과 15 사이의 최고의 CQI 인덱스를 도출해야 하거나, 또는 CQI 인덱스 1이 그 조건을 만족하지 않는 경우에는 CQI 인덱스 0을 도출해야 한다:

- CQI 인덱스에 대응하는 전송 블록 크기 및 변조 스킴의 조합을 갖고 CQI 참조 리소스로 칭해지는 다운링크 물리적 리소스 블록들의 그룹을 점유하는 단일 PDSCH 전송 블록이 0.1을 초과하지 않는 전송 블록 에러 확률로 수신될 수 있다.

[0136]

### CQI/PMI/RI 계산 및 스펙트럼 효율 추정 흐름



[0137]

## 사후 EQ 품질 추정

- ※ 각각의 서브캐리어에 대한 수신기의 출력에서의 SINR의 계산
  - 랭크 2 송신의 경우, SINR은 각각의 코드워드/공간적 스트림에 대해 계산되고, MIMO-EQ 유형(예컨대, MMSE 수신기 대 SIC 수신기)을 고려할 필요가 있음
  - 송신 다이버시티를 갖는 랭크 1 송신의 경우, SINR 계산은 송신 다이버시티 결합을 고려할 필요가 있음
  - (랭크 1 또는 랭크 2에 대한) 페루프 송신의 경우, SINR 계산은 프리코딩 매트릭스를 고려할 필요가 있음
    - 랭크 1 페루프 SINR 계산의 예시적인 계산이 이후의  $CQI_{Rx,D}$  및  $CQI_{NoRx,D}$  계산용 슬라이드들에 도시됨

[0138]

## 유효 SNR 계산

- ※ 다중-경로 무선 채널 환경에서, 서브캐리어당 SINR은 서브캐리어들에 따라 상당히 변화함
- ※ 유효 SNR은 서브캐리어들에 걸쳐서 상이한 SINR 값들을 갖는 동일한 성능의 주파수-선택형 채널을 산출하는 주파수-균일 채널 (즉, AWGN 채널)의 단일 SNR 값을 나타냄
- ※ 서브캐리어당 SINR들로부터 유효 SNR로의 맵핑은 하기에 정의된 바와 같은 참조 함수  $I(\cdot)$ 에 의해 이루어질 수 있음
  - $I(\cdot)$ 의 예들은 다음과 같음
    - MMIB(비트당 평균 상호 정보)
    - 겹-기반 AWGN 용량 ( $I(x) = \log_2(1+x/\Gamma)$ )
    - EESM(지수적 유효 SNR 맵핑)

$$SNR_{eff} = I^{-1} \left( \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} I(SINR_i) \right)$$

여기서

- $i$ : 서브캐리어 인덱스
- SINR: 서브캐리어  $i$ 의 SINR
- $N$ : CQI 계산을 위한 서브캐리어들의 개수

[0139]

## CQI 계산

※ 유효 SNR로부터, CQI는 다음의 방법들 중 하나를 이용하여 선택될 수 있음

- 소정 BLER을 보증하는 각각의 변조 코딩 스킴(MCS)의 유효 SINR의lookup 테이블에 기초한 맵핑
- 다음과 같은 선형 보간 및 정량화

$$CQI = \left\lfloor \frac{10 \log_{10} (SNR_{eff})}{a} + b \right\rfloor$$

여기서 a는 CQI-인덱스에 대한  $SNR_{eff}$  (dB)에서의 스케일을 나타내는 한편  
b는 맵핑에서의 바이어스를 나타냄

[0140]

## 랭크 1에서 $SINR_{RxD}$ 대 $SINR_{NoRxD}$

※ LTE에서 랭크 1 페루프 2x2 MIMO를 상정함(eNB는 2개의 Tx 안테나들을 갖고 UE는 2개의 Rx 안테나들을 가짐)

※ i-번째 서브캐리어에 대한 채널 매트릭스를 다음과 같이 나타냄

- $h_{tr}$ 은 t번째 Tx 안테나로부터 r-번째 Rx 안테나까지의 채널 이득을 나타냄
- 서브캐리어 인덱스 i는 채널 매트릭스에서 간소성을 위해 생략됨

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1 & \mathbf{h}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix}$$

※ 2 Tx eNB를 위한 랭크 1 송신에 대한 프리코딩 벡터는 다음에 의해 주어짐

$$\mathbf{w} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{bmatrix}$$

※  $No(i)$ 를 Rx 체인당 i-번째 서브캐리어에 대한 간섭 및 잡음 전력으로서 표기함

- 채널 매트릭스 및 수신된 샘플들은  $No(i)$ 가 각각의 Rx 체인에 대해 동일하도록 적절히 스케일될 수 있음에 주목

[0141]

## 랭크 1에서 $SINR_{Rx,D}$ 대 $SINR_{NoRx,D}$ (계속)

- \* 프리-코딩으로 인한 수신기에서의 등가 채널 벡터가 다음과 같이 계산될 수 있음

$$\mathbf{g}(i) = \begin{bmatrix} g_1(i) \\ g_2(i) \end{bmatrix} = \mathbf{H}\mathbf{w} = w_1\mathbf{h}_1 + w_2\mathbf{h}_2 = \begin{bmatrix} w_1h_{11} + w_2h_{12} \\ w_1h_{21} + w_2h_{22} \end{bmatrix}$$

- \* Rx,D를 갖는 i-번째 서브캐리어(i)에 대한 사후 수신기 SINR은 다음과 같이 계산될 수 있음:

$$SINR_{i,Rx,D} = \frac{\|\mathbf{g}(i)\|^2}{N_0(i)} = \frac{|g_1(i)|^2 + |g_2(i)|^2}{N_0(i)}$$

- \* Rx,D를 갖지 않는 수신기의 경우,  $\mathbf{g}(i)$ 는 단지  $g_1(i)$ 일 것임. 즉,

$$SINR_{i,NoRx,D} = \frac{|g_1(i)|^2}{N_0(i)}$$

- \* 따라서, Rx,D를 갖는 그리고 이를 갖지 않는 서브캐리어당 SINR은 다음과 같이 관계될 수 있음

$$SINR_{i,Rx,D} = SINR_{i,NoRx,D} + \frac{|g_2(i)|^2}{N_0(i)}$$

[0142]

## 스펙트럼 효율(= R) 추정

- \* 주어진 랭크 및 프리-코딩 매트릭스에 대해, 서브캐리어당 SINR이 계산될 수 있음.  $[SINR_i]$ 는 서브캐리어당  $SINR_i$  값들의  $N \times 1$  벡터를 나타냄
- \* 스펙트럼 효율은 맵핑 함수를 이용함으로써 계산될 수 있음

$$R_{Rank2} = \max_{W_1 \in \{W_1, \dots, W_L\}} F([SINR_i^{CW1}(W_1)] + F([SINR_i^{CW2}(W_2)]))$$

$$R_{Rank1} = \max_{W_1 \in \{W_1, \dots, W_L\}} F([SINR_i(W_1)])$$

여기서

- $F()$ 는 서브캐리어당 SINR 값들로부터 달성가능 스펙트럼 효율을 계산하는 맵핑 함수임
- $CW_k$ 는 랭크 2 송신에 대한 k번째 코드워드를 나타냄 ( $k = 1, 2$ )
- $W_i$ 는 i-번째 프리코딩 매트릭스를 나타냄
- $F(.)$ 의 한 가지 가능한 구현에는 다음과 같다

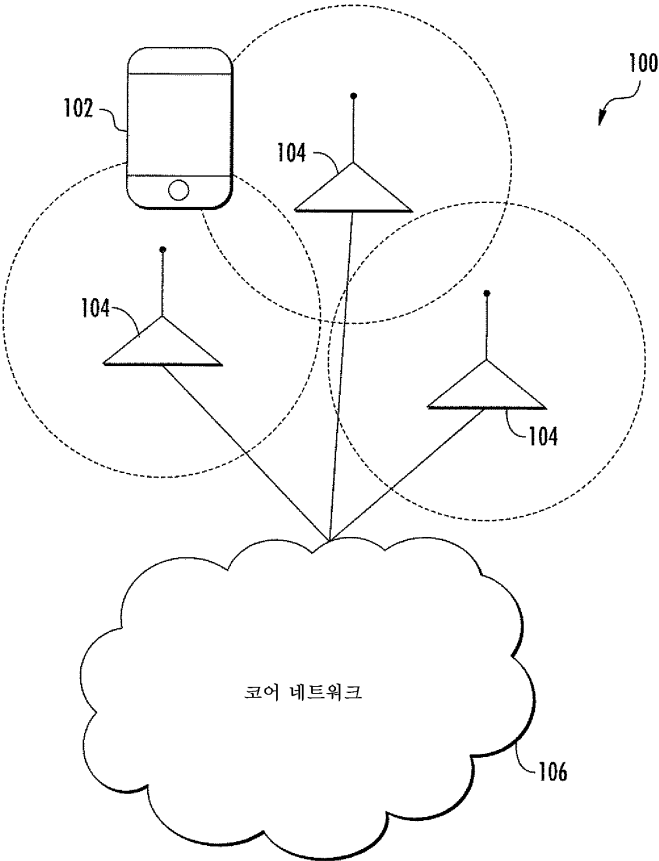
$$F([SINR_i]) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} \log_2(1 + SINR_i)$$

- 랭크 2는  $\Delta R_0 = (R_{Rank2}/R_{Rank1}) - 1 > \alpha$  경우에 리포트될 수 있다

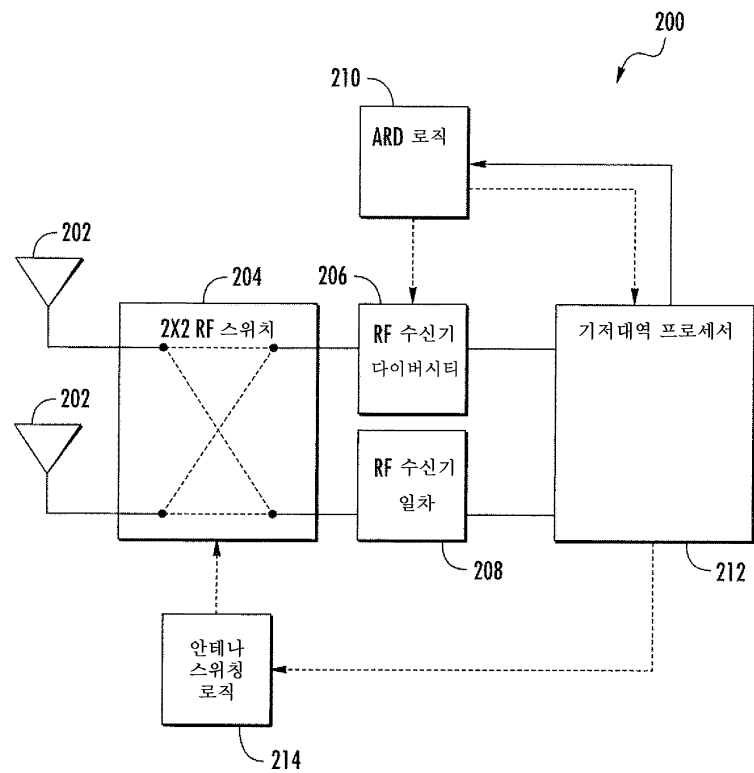
[0143]

도면

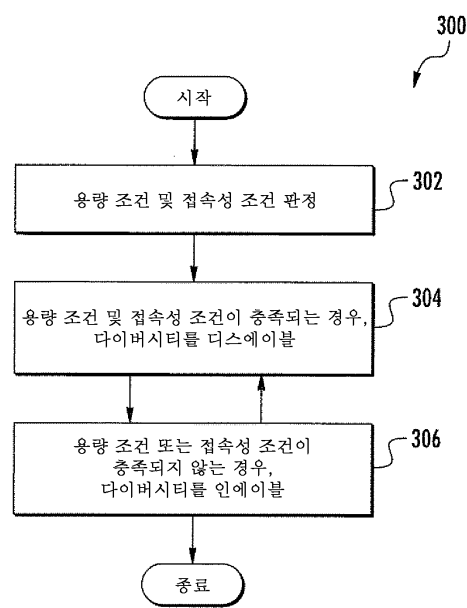
도면1



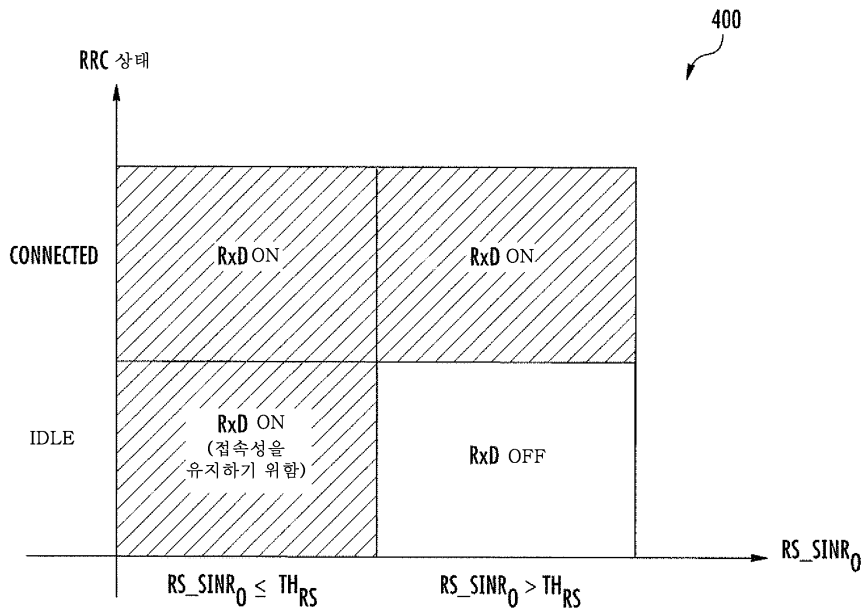
도면2



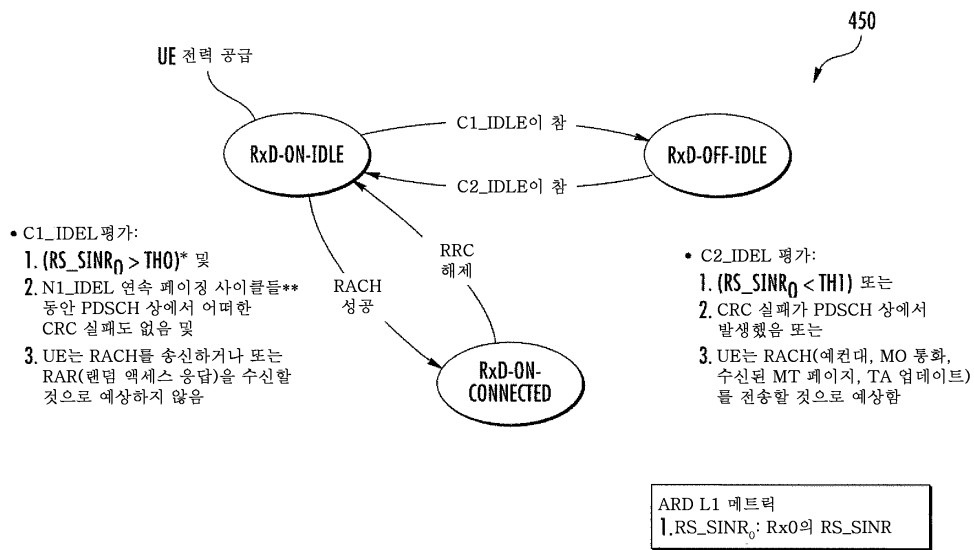
도면3



도면4a



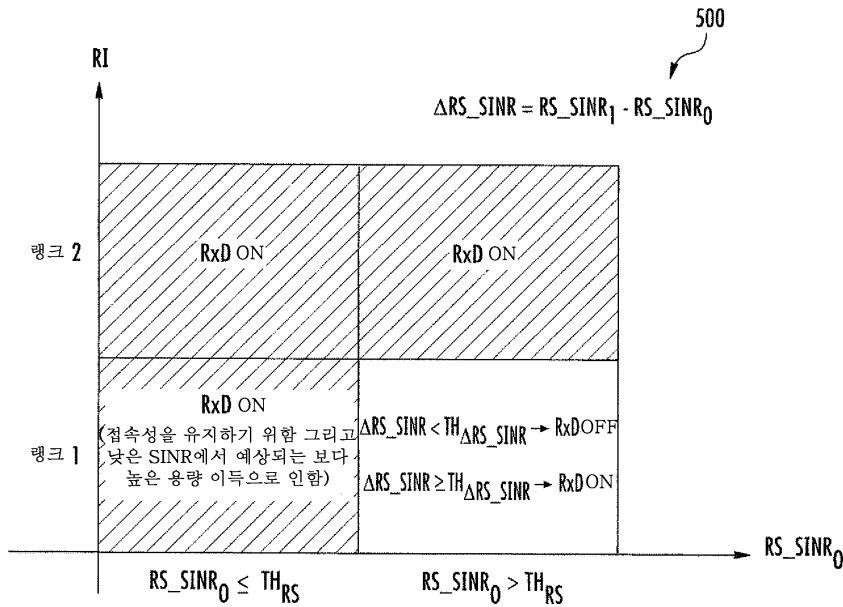
도면4b



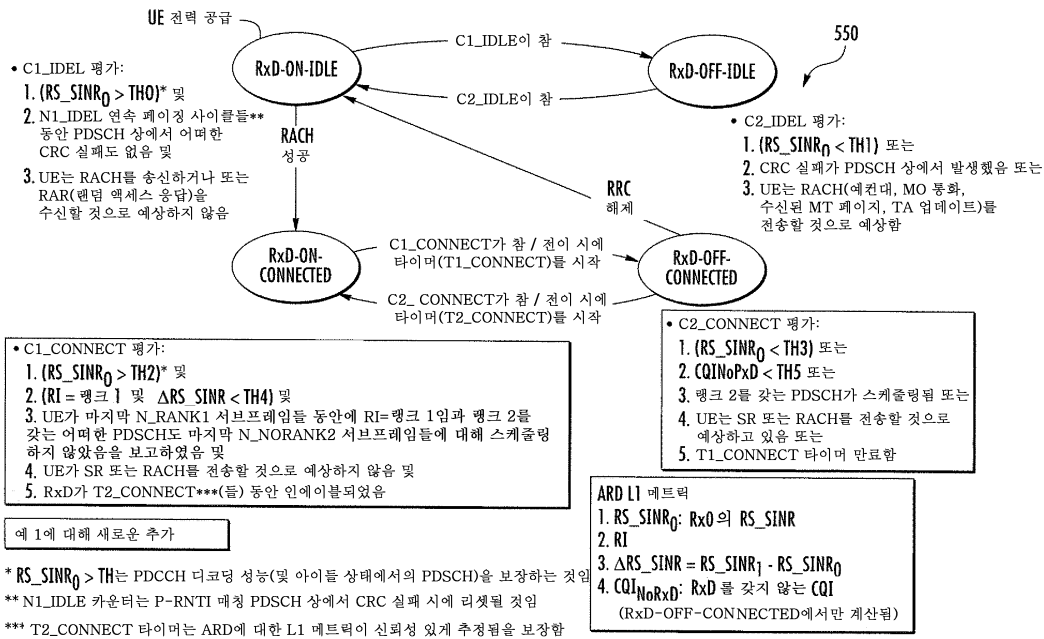
\*  $RS\_SINR_0 > TH$ 는 PDCCH 디코딩 성능(및 아이들 상태에서의 PDSCH)을 보장하는 것임

\*\* N1\_IDLE 카운터는 P-RNTI 매칭 PDSCH 상에서 CRC 실패 시에 리셋될 것임

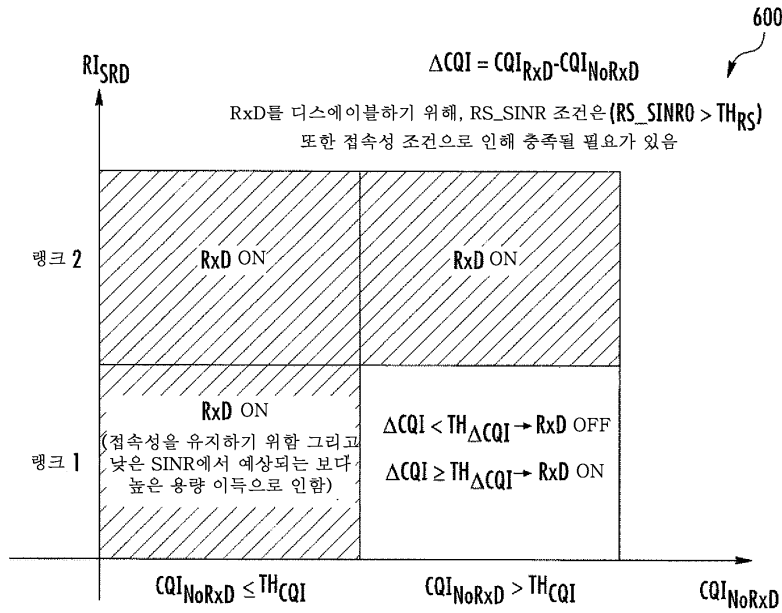
도면5a



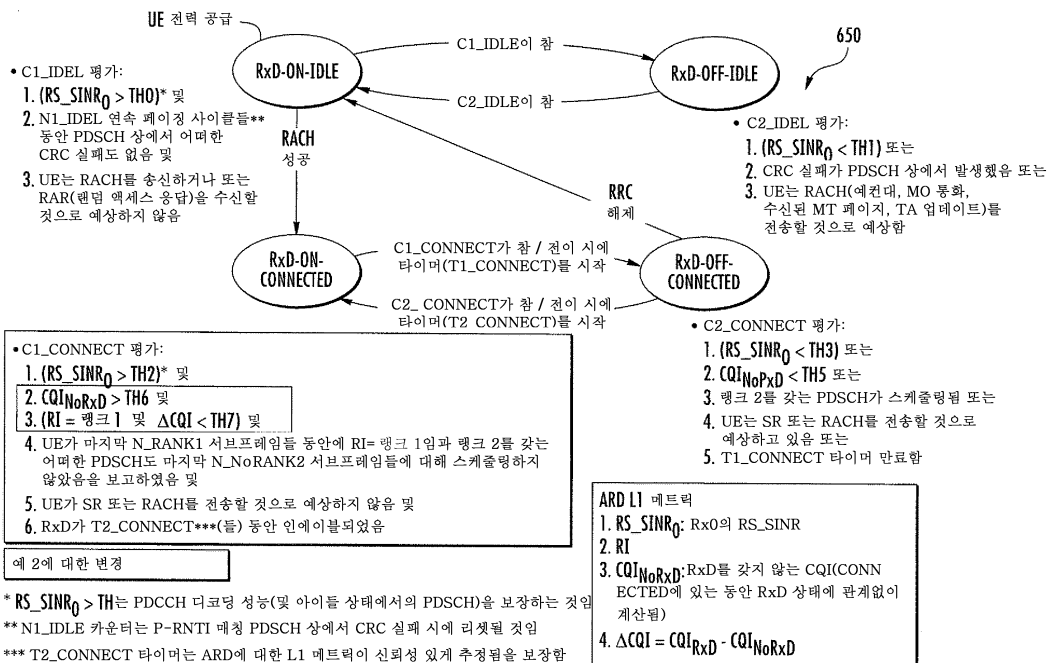
도면5b



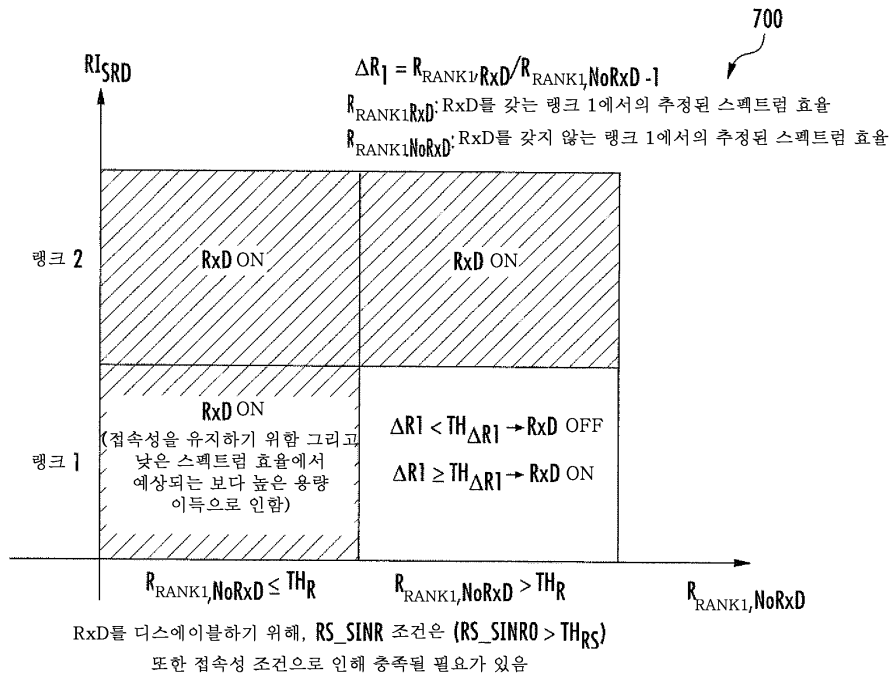
도면6a



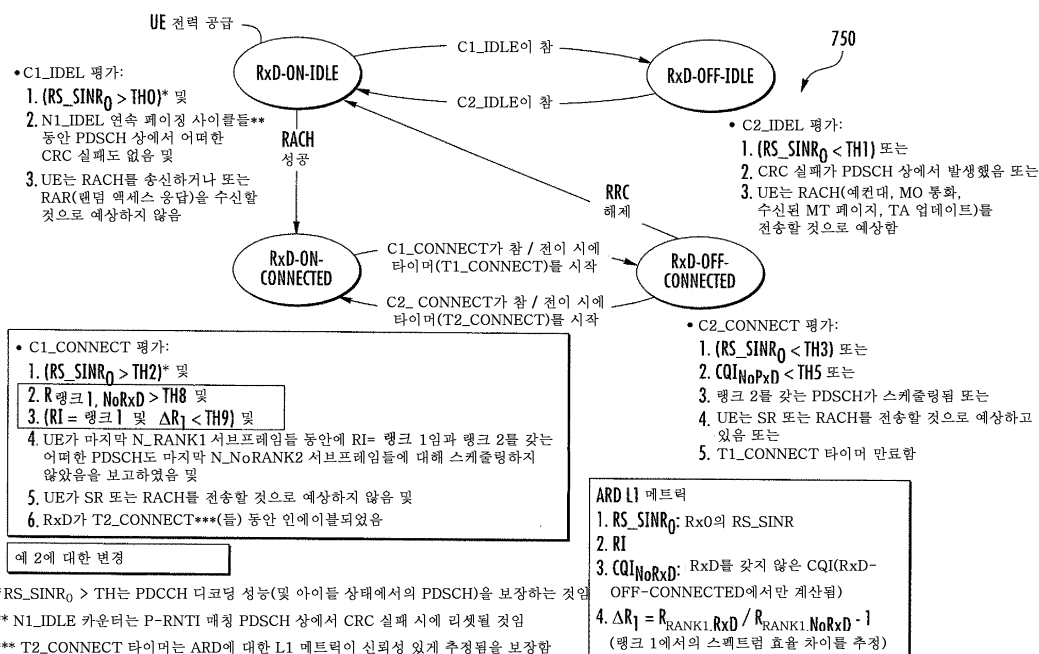
도면6b



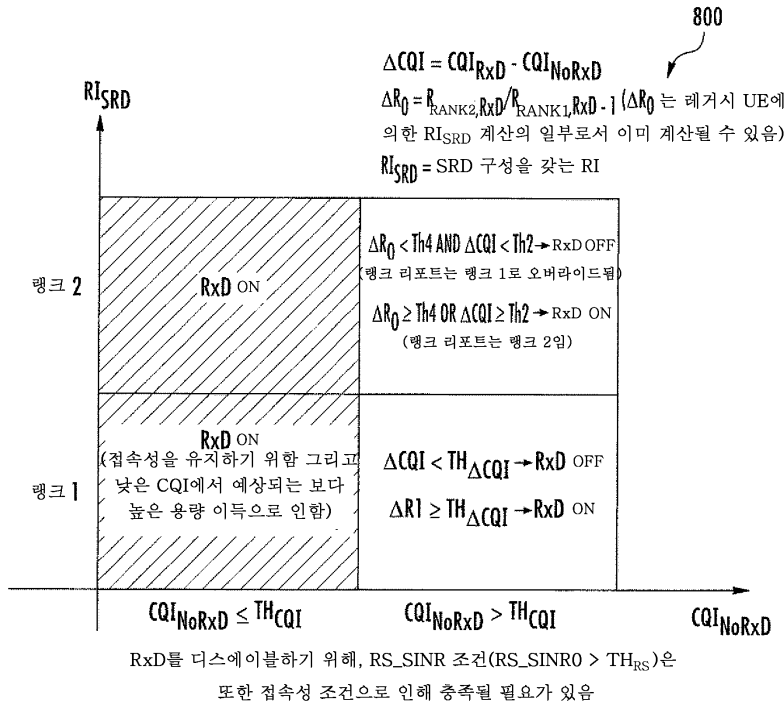
도면7a



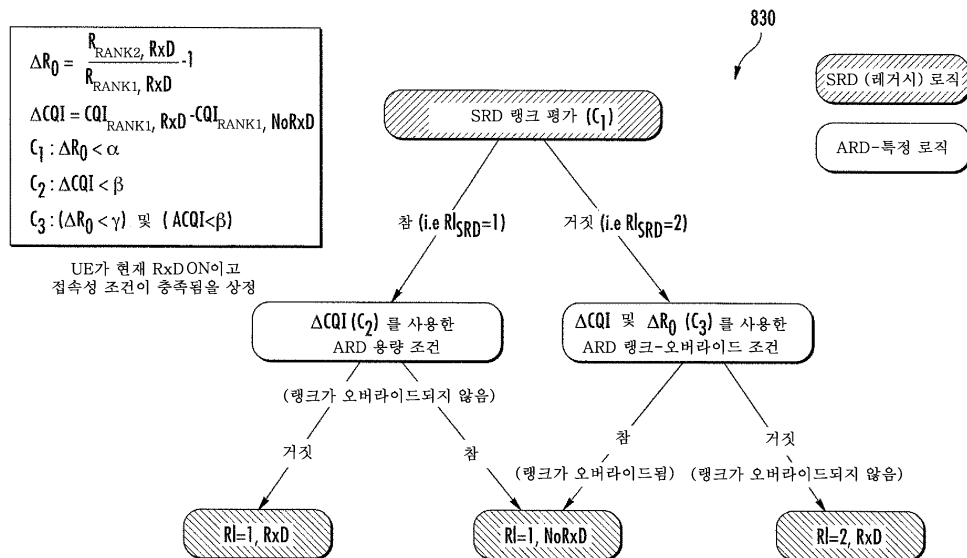
도면7b



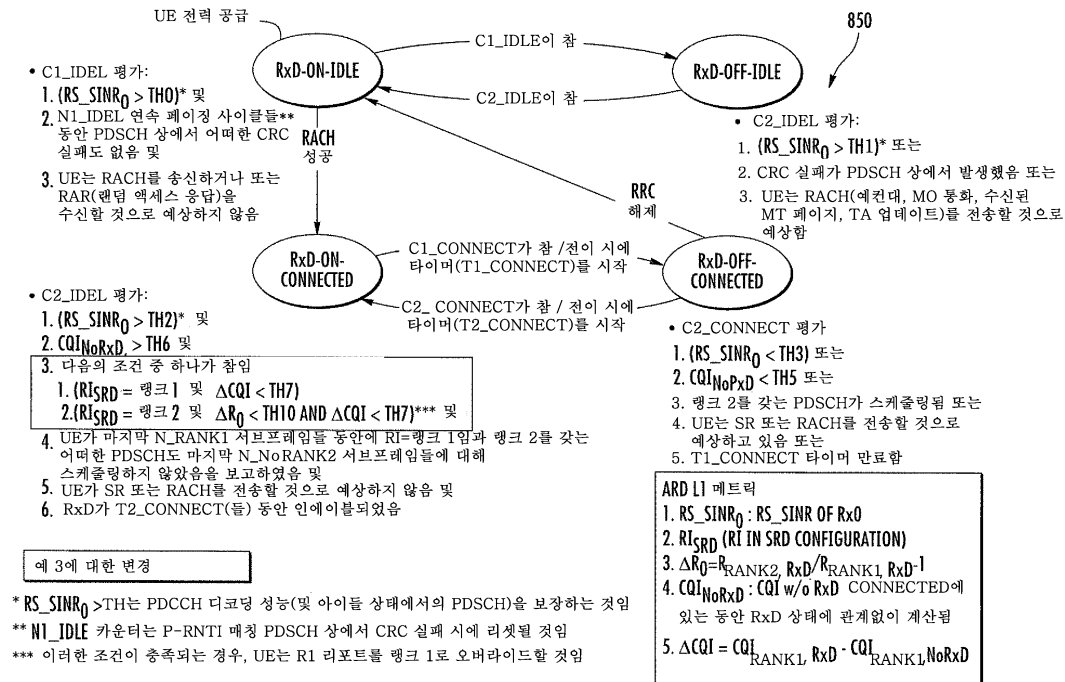
도면8a



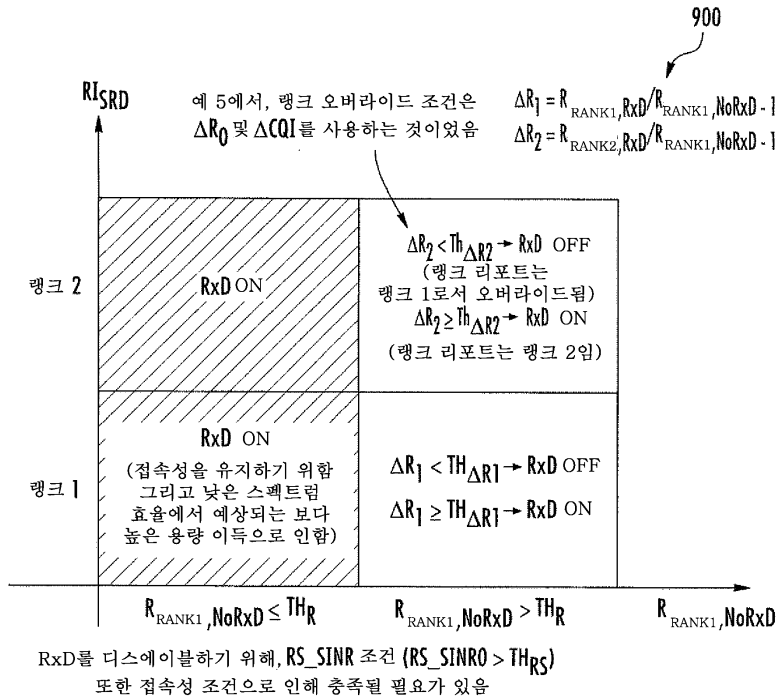
도면8b



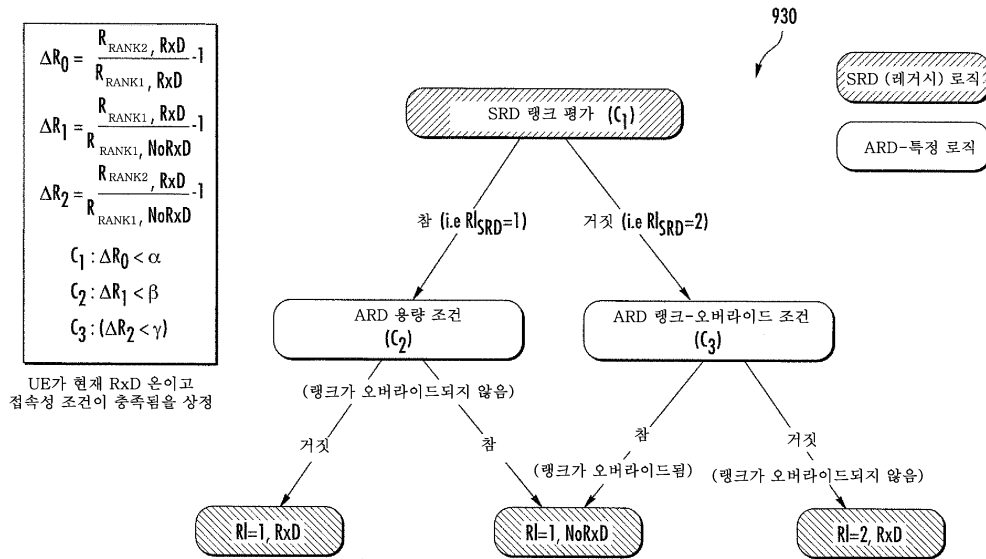
도면8c



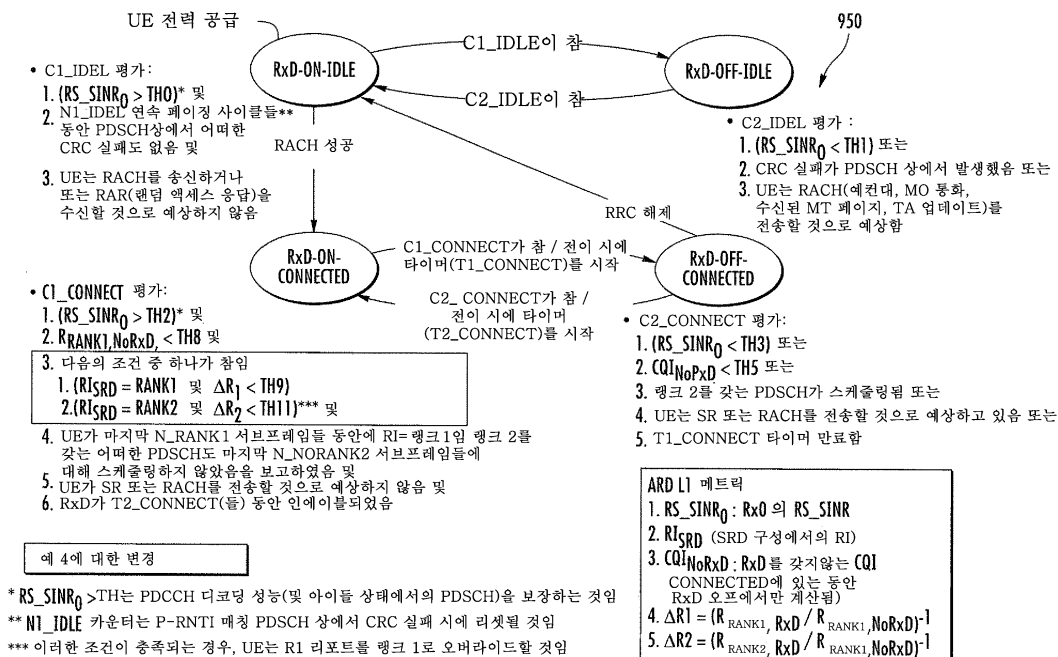
도면9a



도면9b



도면9c



도면10

