(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년08월01일
(11) 등록번호 10-1425762
(24) 등록일자 2014년07월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 72/04 (2009.01) *H04B 7/14* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7014455
(22) 출원일자(국제) 2011년10월06일
심사청구일자 2013년06월05일
(85) 번역문제출일자 2013년06월05일
(65) 공개번호 10-2013-0099170
(43) 공개일자 2013년09월05일
(86) 국제출원번호 PCT/KR2011/007420
(87) 국제공개번호 WO 2012/074192
국제공개일자 2012년06월07일
(30) 우선권주장
61/419,233 2010년12월02일 미국(US)
61/440,874 2011년02월09일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100110731 A
US20090185521 A1
전체 청구항 수 : 총 15 항

(73) 특허권자
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
성균관대학교산학협력단
경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 성균관대학교 내 (천천동)
(72) 발명자
김학성
경기 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, (호계동)
신요안
서울 서초구 신반포로 9, 99동 412호 (반포동, 반포아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
에스앤아이피특허법인

심사관 : 이희봉

(54) 발명의 명칭 **무선 접속 시스템에서 인접 셀 간 간섭을 회피하기 방법**

(57) 요 약

본 명세서에서의 개시에 따르면, 무선 접속 시스템에서 인접 셀 간 간섭(Inter-Cell Interference:ICI)을 회피하기 위한 릴레이 노드(Relay Node:RN)의 동작 방법이 제공된다. 상기 방법은 n번째 서브 프레임에서 복수의 기지국이 각 기지국의 커버리지 내의 단말들로 전송하는 하향링크 신호를 엿듣는(overhear) 단계와,상기 복수의 기지국은 상기 릴레이 노드를 공유하며;n+1번째 서브프레임부터 n+3번째 서브 프레임까지 상기 엿들은 하향링크 신호를 복조(decoding)하는 단계와; n+4번째 서브 프레임에서 상기 단말들이 상기 각 기지국으로 전송하는 상기 하향링크 신호에 대한 응답을 엿듣는(overhear) 단계와, 상기 응답은 긍정 응답(ACK) 또는 부정 응답(NACK)이며; 상기 단말들이 전송하는 하향링크 신호에 대한 응답 중 적어도 하나의 부정 응답(NACK)이 포함되어 있는 경우, 상기 n번째 서브 프레임에서 상기 단말들에게 할당된 자원 영역(Resource Block)을 재할당하는 단계와; 상기 재할당된 자원 영역을 나타내는 제어 정보를 상기 각 기지국으로 전송하는 단계와; n+8번째 서브 프레임에서 상기 제어 정보에 기초하여, 상기 단말들에게 n번째 서브 프레임에서 전송된 하향링크 신호를 재전송하는 단계를 포함할 수 있다.

(72) 발명자

신오순

서울 금천구 금하로 793, 101동 1206호 (시흥동, 벽산1단지아파트)

양모찬

서울 양천구 지양로 50, 101호 (신월동, 동광주택)

유성철

인천 서구 고래울로 7, 110동 509호 (가좌동, 가좌주공아파트)

특허청구의 범위

청구항 1

무선 접속 시스템에서 인접 셀 간 간섭(Inter-Cell Interference:ICI)을 회피하기 위한 릴레이 노드(Relay Node:RN)의 동작 방법에 있어서,

n번째 서브 프레임에서 복수의 기지국이 각 기지국의 커버리지 내의 단말들로 전송하는 하향링크 신호를 엿듣는(overhear) 단계와,

상기 복수의 기지국은 상기 릴레이 노드를 공유하며;

n+1번째 서브프레임부터 n+3번째 서브 프레임까지 상기 엿들은 하향링크 신호를 복조(decoding)하는 단계;

n+4번째 서브 프레임에서 상기 단말들이 상기 각 기지국으로 전송하는 상기 하향링크 신호에 대한 응답을 엿듣는(overhear) 단계와, 상기 응답은 긍정 응답(ACK) 또는 부정 응답(NACK)이며;

상기 단말들이 전송하는 하향링크 신호에 대한 응답 중 적어도 하나의 부정 응답(NACK)이 포함되어 있는 경우, 상기 n번째 서브 프레임에서 상기 단말들에게 할당된 자원 영역을 재할당하는 단계;

상기 재할당된 자원 영역을 나타내는 제어 정보를 상기 각 기지국으로 전송하는 단계; 및

n+8번째 서브 프레임에서 상기 제어 정보에 기초하여, 상기 단말들에게 n번째 서브 프레임에서 전송된 하향링크 신호를 재전송하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 제어 정보를 상기 각 기지국으로 전송하는 단계는,

상기 하향링크 신호를 통해 상기 릴레이 노드 커버리지 내의 단말들에게 할당되는 자원 영역을 비교하여 충돌이 발생하는 자원 영역이 있는지를 확인하는 단계; 및

상기 확인 결과 충돌이 발생하는 자원 영역이 있는 경우, 상기 충돌이 발생하는 자원 영역에 대한 자원 재할당 과정을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 자원 재할당 과정을 수행하는 단계는,

상기 충돌이 발생하는 자원 영역을 상기 릴레이 노드 커버리지 밖의 단말들에게 할당되는 자원 영역과 교환하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서, 상기 자원 영역과 교환하는 단계는,

상기 충돌이 발생하는 자원 영역의 신호 대 간섭 및 잡음비(Signal-to-Interference plus Noise Ration:SINR) 값과 상기 릴레이 노드 커버리지 밖의 단말들에게 할당되는 자원 영역의 SINR 값을 각각 비교하는 단계; 및

상기 비교 결과, SINR 값의 차이가 가장 작은 자원 영역을 교환할 자원 영역으로 결정하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 복수의 기지국은 3개의 기지국으로 구성되며,

상기 릴레이 노드는,

상기 3개의 기지국에 의해 공유되는 공유 릴레이 노드(Shared Relay Node:SRN)인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 n번째 서브 프레임에서 전송되는 하향링크 신호는,

물리 하향링크 제어 채널(PDCCH) 및 물리 하향링크 공유 채널(PDSCH) 인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 단말들에게 재전송하는 n번째 서브 프레임의 하향링크 신호는,

물리 하향링크 공유 채널(PDSCH)인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제 1항에 있어서, 상기 릴레이 노드는 상기 복수의 기지국과 X2 시그널링을 이용하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

무선 접속 시스템에서 인접 셀 간 간섭(Inter-Cell Interference:ICI)을 회피하기 위한 기지국의 동작 방법에 있어서,

n번째 서브 프레임에서 상기 기지국의 커버리지 내의 단말로 하향링크 신호를 전송하는 단계;

n+4번째 서브 프레임에서 상기 단말로부터 상기 하향링크 신호에 대한 응답을 수신하는 단계와, 상기 응답은 긍정 응답(ACK) 또는 부정 응답(NACK)이며;

릴레이 노드(Relay Node:RN)로부터 상기 하향링크 신호에 대한 부정 응답(NACK)을 전송한 단말에 대해 자원 재할당 과정이 필요함을 지시하는 제어 정보를 수신하는 단계;

상기 수신된 제어 정보에 기초하여, 상기 하향링크 신호에 대한 부정 응답(NACK)을 전송한 단말에게 상기 n번째 서브프레임에서 할당된 자원 영역을 재할당하는 단계; 및

n+8번째 서브 프레임에서 상기 재할당된 자원 영역에 따라, 상기 부정 응답(NACK)을 송신한 단말에게 n번째 서브 프레임에서 전송한 하향링크 신호를 재전송하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서, 상기 n번째 서브프레임에서 할당된 자원 영역을 재할당하는 단계는,

상기 하향링크 신호를 통해 상기 릴레이 노드 커버리지 내의 단말들에게 할당되는 자원 영역을 비교하여 충돌이 발생하는 자원 영역이 있는지를 확인하는 단계; 및

상기 확인 결과 충돌이 발생하는 자원 영역이 있는 경우, 상기 충돌이 발생하는 자원 영역에 대한 자원 재할당 과정을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

제 10항에 있어서, 상기 자원 재할당 과정을 수행하는 단계는,

상기 충돌이 발생하는 자원 영역을 상기 릴레이 노드 커버리지 밖의 단말들에게 할당되는 자원 영역과 교환하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

제 11항에 있어서, 상기 자원 영역과 교환하는 단계는,

상기 충돌이 발생하는 자원 영역의 신호 대 간섭 및 잡음비(Signal-to-Interference plus Noise Ration:SINR) 값과 상기 릴레이 노드 커버리지 밖의 단말들에게 할당되는 자원 영역의 SINR 값을 각각 비교하는 단계; 및

상기 비교 결과, SINR 값의 차이가 가장 작은 자원 영역을 교환할 자원 영역으로 결정하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제 9항에 있어서, 상기 릴레이 노드는,

복수의 기지국에 의해 공유되는 공유 릴레이 노드(Shared Relay Node:SRN)인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제 9항에 있어서, 상기 n번째 서브프레임에서 전송되는 하향링크 신호는,

물리 하향링크 제어 채널(PDCCH) 및 물리 하향링크 공유 채널(PDSCH)인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제 9항에 있어서, 상기 단말들에게 재전송하는 n번째 서브 프레임의 하향링크 신호는,

물리 하향링크 공유 채널(PDSCH)인 것을 특징으로 하는 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 명세서는 무선 접속 시스템에 관한 것으로 특히, 하향링크에서 인접 셀 간 간섭(Inter-Cell Interference:ICI)을 회피하기 위한 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 차세대 이동통신 시스템 규격으로서 3GPP LTE (3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution)-Advanced는 음영지역 및 셀 경계지역에 릴레이 노드(Relay Node:RN)를 설치함으로써 셀 커버리지를 확장하고, 사용자들에게 고속 전송률을 제공할 수 있는 다중 홉 (Multi Hop) relay 전송 기술을 지원한다.

[0003] 또한, OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access) 기술은 무선채널에서의 다중경로 페이딩 현상을 극복하기 위한 변복조 방식으로서 다수의 부반송파들을 이용하여 다수의 사용자들에게 시간, 주파수, 전력 자원을 유연하게 할당할 수 있는 이점이 있다.

[0004] 단일 셀만을 고려할 때 OFDMA 방식을 이용한 RA (Resource Allocation)는 각 resource에 외부 간섭에 의한 제약이 없기 때문에 그 효율성이 높다. 하지만 실제 다중 셀에서는 인접 셀에서 동일한 주파수 자원을 사용하는 경우 간섭이 크게 작용하게 된다.

[0005] 이와 같은 문제점을 극복하기 위해서 셀과 셀 경계지역에서 주파수 재사용 패턴의 변화를 주는 방식이 제안되었지만, 각 셀을 여러 구역으로 구분하여 주파수를 정적으로 할당하기 때문에 주파수 사용 측면에서 효율성이 떨어지는 측면이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 명세서는 각 셀 별로 전체 동적 자원 할당(full dynamic RA) 방법을 구현하면서도 인접 셀 간 간섭(Inter-Cell Interference:ICI)을 회피하기 위해 릴레이 노드 커버리지 내에서 충돌이 발생하는 자원을 재할당하는 방법을 제공함에 목적이 있다. 또한 상기 방법을 통하여 하향링크에서 자동 복합 재전송 요청 과정(HARQ process)을 효과적으로 수행하는데에 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 명세서에서의 일 개시에 따르면 무선 접속 시스템에서 인접 셀 간 간섭(Inter-Cell Interference:ICI)을 회피하기 위한 릴레이 노드(Relay Node:RN)의 동작 방법이 제공된다. 상기 방법은 n번째 서브 프레임에서 복수의 기지국이 각 기지국의 커버리지 내의 단말들로 전송하는 하향링크 신호를 엿듣는(overhear) 단계와,상기 복수의 기지국은 상기 릴레이 노드를 공유하며;n+1번째 서브프레임부터 n+3번째 서브 프레임까지 상기 엿들은 하향링크 신호를 복조(decoding)하는 단계와; n+4번째 서브 프레임에서 상기 단말들이 상기 각 기지국으로 전송하는 상기 하향링크 신호에 대한 응답을 엿듣는(overhear) 단계와, 상기 응답은 긍정 응답(ACK) 또는 부정 응답(NACK)이며; 상기 단말들이 전송하는 하향링크 신호에 대한 응답 중 적어도 하나의 부정 응답(NACK)이 포함되어 있는 경우, 상기 n번째 서브 프레임에서 상기 단말들에게 할당된 자원 영역(Resource Block)을 재할당하는 단계와; 상기 재할당된 자원 영역을 나타내는 제어 정보를 상기 각 기지국으로

전송하는 단계와; n+8번째 서브 프레임에서 상기 제어 정보에 기초하여, 상기 단말들에게 n번째 서브 프레임에서 전송된 하향링크 신호를 재전송하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 제어 정보를 상기 각 기지국으로 전송하는 단계는,상기 하향링크 신호를 통해 상기 릴레이 노드 커버리지 내의 단말들에게 할당되는 자원 영역을 비교하여 충돌이 발생하는 자원 영역이 있는지를 확인하는 단계와; 상기 확인 결과 충돌이 발생하는 자원 영역이 있는 경우, 상기 충돌이 발생하는 자원 영역에 대한 자원 재할당 과정을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0009] 상기 자원 재할당 과정을 수행하는 단계는, 상기 충돌이 발생하는 자원 영역을 상기 릴레이 노드 커버리지 밖의 단말들에게 할당되는 자원 영역과 교환하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0010] 상기 복수의 기지국은 3개의 기지국으로 구성되며, 상기 릴레이 노드는, 상기 3개의 기지국에 의해 공유되는 공유 릴레이 노드(Shared Relay Node:SRN)인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0011] 상기 n번째 서브 프레임에서 전송되는 하향링크 신호는, 물리 하향링크 제어 채널(PDCCH) 및 물리 하향링크 공유 채널(PDSCH) 인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0012] 상기 단말들에게 재전송하는 n번째 서브 프레임의 하향링크 신호는, 물리 하향링크 공유 채널(PDSCH)인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0013] 상기 릴레이 노드는 상기 복수의 기지국과 X2 시그널링을 이용하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0014] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 명세서에서의 다른 개시에 따르면 무선 접속 시스템에서 인접 셀 간 간섭(Inter-Cell Interference:ICI)을 회피하기 위한 기지국의 동작 방법이 제공된다. 상기 방법은 n번째 서브 프레임에서 상기 기지국의 커버리지 내의 단말로 하향링크 신호를 전송하는 단계와; n+4번째 서브 프레임에서 상기 단말로부터 상기 하향링크 신호에 대한 응답을 수신하는 단계와, 상기 응답은 긍정 응답(ACK) 또는 부정 응답(NACK)이며; 릴레이 노드(Relay Node:RN)로부터 상기 하향링크 신호에 대한 부정 응답(NACK)을 전송한 단말에 대해 자원 재할당 과정이 필요함을 지시하는 제어 정보를 수신하는 단계와; 상기 수신된 제어 정보에 기초하여, 상기 하향링크 신호에 대한 부정 응답(NACK)을 전송한 단말에게 상기 n번째 서브프레임에서 할당된 자원 영역을 재할당하는 단계와; n+8번째 서브 프레임에서 상기 재할당된 자원 영역에 따라, 상기 부정 응답(NACK)을 송신한 단말에게 n번째 서브 프레임에서 전송한 하향링크 신호를 재전송하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 n번째 서브프레임에서 할당된 자원 영역을 재할당하는 단계는, 상기 하향링크 신호를 통해 상기 릴레이 노드 커버리지 내의 단말들에게 할당되는 자원 영역을 비교하여 충돌이 발생하는 자원 영역이 있는지를 확인하는 단계와; 상기 확인 결과 충돌이 발생하는 자원 영역이 있는 경우, 상기 충돌이 발생하는 자원 영역에 대한 자원 재할당 과정을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0016] 상기 자원 재할당 과정을 수행하는 단계는, 상기 충돌이 발생하는 자원 영역을 상기 릴레이 노드 커버리지 밖의 단말들에게 할당되는 자원 영역과 교환하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0017] 상기 자원 영역과 교환하는 단계는, 상기 충돌이 발생하는 자원 영역의 신호 대 간섭 및 잡음비(Signal-to-Interference plus Noise Ration:SINR) 값과 상기 릴레이 노드 커버리지 밖의 단말들에게 할당되는 자원 영역의 SINR 값을 각각 비교하는 단계; 상기 비교 결과, SINR 값의 차이가 가장 작은 자원 영역을 교환할 자원 영역으로 결정하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 상기 릴레이 노드는, 복수의 기지국에 의해 공유되는 공유 릴레이 노드(Shared Relay Node:SRN)인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 상기 n번째 서브프레임에서 전송되는 하향링크 신호는, 물리 하향링크 제어 채널(PDCCH) 및 물리 하향링크 공유 채널(PDSCH)인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0020] 상기 단말들에게 재전송하는 n번째 서브 프레임의 하향링크 신호는, 물리 하향링크 공유 채널(PDSCH)인 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0021] 본 명세서는 공유 릴레이 노드가 기지국에서 단말로 전송하는 하향링크 또는 상향링크 신호를 overhear하면서, 공유 릴레이 노드 내의 단말들에게 할당되는 자원 영역이 충돌하는 경우, 충돌된 자원 영역에 대해 자원을 재할당함으로써 인접 셀 간 간섭(Inter-Cell Interference:ICI)을 회피할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 명세서의 일 실시 예가 적용될 수 있는 무선 통신 시스템(100)에서 릴레이 백홀 링크 및 릴레이 액세스 링크의 구성을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 명세서의 일 실시 예가 적용될 수 있는 무선 통신 시스템(100)에서의 기지국(110) 및 중계기(120)의 내부 블록도이다.

도 3은 본 명세서의 일 실시 예가 적용될 수 있는 다중 셀 공유 릴레이(Multi-Cell Shared Relay) 구조를 나타낸 도이다.

도 4 (a) 내지 (c)는 공유 릴레이 노드 기반의 네트워크 구조에서 인접 셀 간 간섭이 발생하는 경우를 나타낸 도이다.

도 5는 본 명세서의 일 실시 예가 적용될 수 있는 공유 릴레이 노드(SRN) 기반의 동적 자원 할당(dynamic RA) 방법을 적용하기 위한 프레임 구조를 나타낸다.

도 6 (a) 및 (b)는 도 5의 공유 릴레이 노드(SRN) 중심의 각 시간 존(time zone)에서의 신호 전송 동작을 나타낸 도이다.

도 7은 본 명세서의 일 실시 예가 적용될 수 있는 공유 릴레이 노드(SRN) 구조에서 각 기지국의 동적 자원 할당 방법을 나타낸 도이다.

도 8 (a) 내지 (c)는 각각의 기지국이 동적 자원 할당 방법을 사용하는 경우, 셀 가장자리의 단말들에게 동일한 자원 블록(RB)이 할당되어 충돌이 발생하는 경우를 나타낸 도이다.

도 9 (a) 내지 (c)는 본 명세서의 제 1 실시 예에 따른 공유 릴레이 노드(SRN) 기반의 셀 구조에서 RB의 구분을 나타낸 도이다.

도 10은 본 명세서의 제 1 실시 예에 따른 공유 릴레이 노드(SRN) 기반의 셀 구조에서 충돌 자원 블록(RB)의 실제 경우를 나타낸 도이다.

도 11은 본 명세서의 제 1 실시 예에 따른 공유 릴레이 노드(SRN) 기반의 셀 구조에서 충돌 자원 블록(RB) 회피를 위한 자원 재할당 과정을 나타낸 도이다.

도 12는 본 명세서의 제 3 실시 예에 따른 ICI 회피를 위한 자원 재할당 방법을 나타낸 도이다.

도 13 (a) 내지 (c)는 본 명세서의 일 실시예에 따른 SRN의 HARQ 타이밍 과정을 나타낸 도이다.

도 14 (a) 및 (b)는 본 명세서의 다른 실시예에 따른 SRN의 HARQ 타이밍 과정을 나타낸 도이다.

도 15 (a) 및 (b)는 본 명세서의 또 다른 실시예에 따른 SRN의 HARQ 타이밍 과정을 나타낸 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다.

[0024] 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다. 예를 들어, 이하의 상세한 설명은 이동통신 시스템이 3GPP LTE 시스템인 경우를 가정하여 구체적으로 설명하나, 3GPP LTE의 특유한 사항을 제외하고는 다른 임의의 이동통신 시스템에도 적용 가능하다.

[0025] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.

[0026] 아울러, 이하의 설명에 있어서 단말은 사용자 기기(User Equipment, UE), 모바일 스테이션(Mobile Station, MS), AMS(Advanced Mobile Station) 등 이동 또는 고정형의 사용자단 기기를 통칭하는 것을 가정한다. 또한, 기지국은 Node B, eNode B, Base Station, AP(Access Point) 등 단말과 통신하는 네트워크 단의 임의의 노드를

통칭하는 것을 가정한다. 중계기는 릴레이 노드(Relay Node, RN), 릴레이 스테이션(Relay Station, RS), 릴레이 등으로 다양하게 호칭될 수 있다.

[0027] 이동 통신 시스템에서 단말(User Equipment), 중계기는 기지국으로부터 하향링크(Downlink)를 통해 정보를 수신할 수 있으며, 단말, 중계기는 또한 상향링크(Uplink)를 통해 정보를 전송할 수 있다. 단말, 중계기가 전송 또는 수신하는 정보로는 데이터 및 다양한 제어정보가 있으며, 단말, 중계기가 전송 또는 수신하는 정보의 종류 용도에 따라 다양한 물리 채널이 존재한다.

[0028] 도 1은 본 명세서의 일 실시 예가 적용될 수 있는 무선 통신 시스템(100)에서 릴레이 백홀 링크 및 릴레이 액세스 링크의 구성을 나타낸 도면이다.

[0029] 3GPP LTE-A(3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution-Advanced) 시스템에서 중계기(120)에 기지국(110)과 단말(130) 간의 링크 연결을 포워딩하는 역할을 도입하면서 각각의 상향링크 및 하향링크 캐리어 주파수 대역에 속성이 다른 두 가지 종류의 링크가 적용되게 된다. 기지국과 중계기의 링크 간에 설정되는 연결 링크 부분을 백홀 링크(backhaul link)라고 정의하여 표현한다. 하향링크 자원을 이용하여 FDD(Frequency Division Duplex) 혹은 TDD(Time Division Duplex) 방식으로 전송이 이루어지는 것을 백홀 하향링크(backhaul downlink)라고 하며, 상향링크 자원을 이용하여 FDD 또는 TDD 방식으로 전송이 이루어지는 것을 백홀 상향링크라고 표현할 수 있다.

[0030] 반면, 중계기와 단말들 간에 설정되는 연결 링크 부분을 릴레이 액세스 링크(relay access link)로서 정의하여 표현한다. 릴레이 액세스 링크가 하향링크 주파수 대역(FDD의 경우)이나 하향링크 서브프레임(TDD의 경우) 자원을 이용하여 전송이 이루어지는 경우 액세스 하향링크(access downlink)로 표현하고 상향링크 주파수 대역(FDD의 경우)이나 상향링크 서브프레임(TDD의 경우) 자원을 이용하여 전송이 이루어지는 경우 액세스 상향링크(access uplink)로 표현할 수 있다.

[0031] 중계기(RN)는 릴레이 백홀 하향링크(relay backhaul downlink)를 통해 기지국으로부터 정보를 수신할 수 있고, 릴레이 백홀 상향링크를 통해 기지국으로 정보를 전송할 수 있다. 또한, 중계기는 릴레이 액세스 하향링크를 통해 단말로 정보를 전송할 수 있고, 릴레이 액세스 상향링크를 통해 단말로부터 정보를 수신할 수 있다.

[0032] 중계기는 기지국과 동기를 맞추는 등의 초기 셀 탐색(Initial cell search) 작업을 수행할 수 있다. 이를 위해 중계기는 기지국으로부터 동기 채널을 수신하여 기지국과 동기를 맞추고, 셀 ID 등의 정보를 획득할 수 있다. 그 후, 중계기는 기지국으로부터 물리 방송 채널(Physical Broadcast Channel)를 수신하여 셀 내 방송 정보를 획득할 수 있다. 한편, 중계기는 초기 셀 탐색 단계에서 릴레이 백홀 하향링크 참조신호(Downlink Reference Signal)를 수신하여 릴레이 백홀 하향링크의 채널 상태를 확인할 수 있다. 중계기는 R-PDCCH(Relay-Physical Downlink Control CHannel) 및/또는 R-PDSCH(Relay-Physical Downlink Control CHannel)을 수신하여 좀더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다.

[0033] 한편, 기지국에 최초로 접속하거나 신호 전송을 위한 무선 자원이 없는 경우 중계기는 기지국에 임의 접속 과정(Random Access Procedure)을 수행할 수 있다. 이를 위해 중계기는 물리 임의접속 채널(Physical Random Access CHannel, PRACH) 등을 통해 프리앰블을 전송하고, R-PDCCH 및 이에 대응하는 R-PDSCH을 통해 상기 임의 접속에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다.

[0034] 핸드오버(Handover)의 경우를 제외한 경쟁 기반 임의접속의 경우 그 후 추가적인 물리 임의접속 채널의 전송 및 R-PDCCH/R-PDSCH 수신과 같은 충돌해결절차(Contention Resolution Procedure)를 수행할 수 있다.

[0035] 상술한 바와 같은 절차를 수행한 중계기는 이후 일반적인 상/하향링크 신호 전송 절차로서 R-PDCCH/R-PDSCH 및 릴레이-물리 상향링크 공유 채널(R-PUSCH: Relay-Physical Uplink Shared CHannel)/릴레이-물리 상향링크 제어 채널(R-PUCCH: Relay-Physical Uplink Control CHannel) 전송을 수행할 수 있다.

[0036] 이때 중계기가 상향링크를 통해 기지국에 전송하는 또는 기지국이 중계기로부터 수신하는 제어정보에는 ACK/NACK 신호, 채널품질정보(CQI: Channel Quality Indicator), 프리코딩 행렬 인덱스(Precoding Matrix Index, PMI), 랭크 지시자(Rank Indicator, RI) 등이 포함될 수 있다. 3GPP LTE(3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution) LTE-A 시스템의 경우, 중계기는 상술한 CQI, PMI, RI 등의 제어정보를 R-PUSCH/R-PUCCH을 통해 전송할 수 있다.

[0037] 도 2는 본 명세서의 일 실시 예가 적용될 수 있는 무선 통신 시스템(100)에서의 기지국(110) 및 중계기(120)의 내부 블록도이다.

[0038] 무선 통신 시스템(100)을 간략화하여 나타내기 위해 하나의 기지국(110)과 하나의 중계기(120)를 도시하였지만, 무선 통신 시스템(200)은 하나 이상의 기지국 및/또는 하나 이상의 중계기를 포함할 수 있다.

[0039] 도 2를 참조하면, 기지국(110)은 송신(Tx) 데이터 프로세서(111), 심볼 변조기(112), 송신기(113), 송수신 안테나(114), 프로세서(115), 메모리(116), 수신기(117), 심볼 복조기(118), 수신 데이터 프로세서(119)를 포함할 수 있다.

[0040] 여기서, 송신기(113) 및 수신기(117)는 무선(RF)통신부로 표현될 수도 있다.

[0041] 그리고, 중계기(120)는 송신(Tx) 데이터 프로세서(127), 심볼 변조기(128), 송신기(129), 송수신 안테나(121), 프로세서(125), 메모리(126), 수신기(122), 심볼 복조기(123), 수신 데이터 프로세서(124)를 포함할 수 있다. 안테나(114, 121)가 각각 기지국(110) 및 중계기(120)에서 하나로 도시되어 있지만, 기지국(110) 및 중계기(120)는 복수 개의 안테나를 구비하고 있다. 마찬가지로, 송신기(129) 및 수신기(122)는 무선(RF)통신부로 표현될 수도 있다.

[0042] 따라서, 본 발명에 따른 기지국(110) 및 중계기(120)는 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 시스템을 지원한다. 본 발명에 따른 기지국(110)은 SU-MIMO(Single User-MIMO) MU-MIMO(Multi User-MIMO) 방식 모두를 지원할 수 있다.

[0043] 하향링크 상에서, 송신 데이터 프로세서(111)는 트래픽 데이터를 수신하고, 수신한 트래픽 데이터를 포맷하여, 코딩하고, 코딩된 트래픽 데이터를 인터리빙하고 변조하여(또는 심볼 매핑하여), 변조 심볼들("데이터 심볼들")을 제공한다. 심볼 변조기(112)는 이 데이터 심볼들과 파일럿 심볼들을 수신 및 처리하여, 심볼들의 스트림을 제공한다.

[0044] 심볼 변조기(112)는, 데이터 및 파일럿 심볼들을 다중화하여 이를 송신기(113)로 전송한다. 이때, 각각의 송신 심볼은 데이터 심볼, 파일럿 심볼, 또는 널(null)의 신호 값일 수도 있다. 각각의 심볼 주기에서, 파일럿 심볼들이 연속적으로 송신될 수도 있다. 파일럿 심볼들은 주파수 분할 다중화(FDM), 직교 주파수 분할 다중화(Orthgonal Frequency Division Multiplexing, OFDM), 시분할 다중화(Time Division Multiplexing, TDM), 또는 코드 분할 다중화(Code Division Multiplexing, CDM) 심볼일 수 있다.

[0045] 송신기(113)는 심볼들의 스트림을 수신하여 이를 하나 이상의 아날로그 신호들로 변환하고, 또한, 이 아날로그 신호들을 추가적으로 조절하여(예를 들어, 증폭, 필터링, 및 주파수 업 컨버팅(upconverting) 하여, 무선 채널을 통한 송신에 적합한 하향링크 신호를 발생시킨다. 이어서, 하향링크 신호는 안테나(114)를 통해 중계기로 전송된다.

[0046] 중계기(120)의 구성에서, 안테나(121)는 기지국으로부터의 하향링크 신호를 수신하여 수신된 신호를 수신기(122)로 제공한다. 수신기(122)는 수신된 신호를 조정하고(예를 들어, 필터링, 증폭, 및 주파수 다운컨버팅(downconverting)), 조정된 신호를 디지털화하여 샘플들을 획득한다. 심볼 복조기(123)는 수신된 파일럿 심볼들을 복조하여 채널 추정을 위해 이를 프로세서(125)로 제공한다.

[0047] 또한, 심볼 복조기(123)는 프로세서(125)로부터 하향링크에 대한 주파수 응답 추정치를 수신하고, 수신된 데이터 심볼들에 대해 데이터 복조를 수행하여, (송신된 데이터 심볼들의 추정치들인) 데이터 심볼 추정치를 획득하고, 데이터 심볼 추정치들을 수신(Rx) 데이터 프로세서(124)로 제공한다. 수신 데이터 프로세서 (124)는 데이터 심볼 추정치들을 복조(즉, 심볼 디-매핑(demapping)) 하고, 디인터리빙(deinterleaving)하고, 디코딩하여, 전송된 트래픽 데이터를 복구한다.

[0048] 심볼 복조기(123) 및 수신 데이터 프로세서(124)에 의한 처리는 각각 기지국(110)에서의 심볼 변조기(112) 및 송신 데이터 프로세서(111)에 의한 처리에 대해 상보적이다.

[0049] 중계기(120)는 상향링크 상에서, 송신 데이터 프로세서(127)는 트래픽 데이터를 처리하여, 데이터 심볼들을 제공한다. 심볼 변조기(128)는 데이터 심볼들을 수신하여 다중화하고, 변조를 수행하여, 심볼들의 스트림을 송신기(129)로 제공할 수 있다. 송신기(129)는 심볼들의 스트림을 수신 및 처리하여, 상향링크 신호를 발생시키고, 이러한 상향링크 신호는 안테나(121)를 통해 기지국(110)으로 전송된다.

[0050] 기지국(110)에서, 중계기(120)로부터 상향링크 신호가 안테나(114)를 통해 를 수신되고, 수신기(117)는 수신한 상향링크 신호를 처리되어 샘플들을 획득한다. 이어서, 심볼 복조기(118)는 이 샘플들을 처리하여, 상향링크에 대해 수신된 파일럿 심볼들 및 데이터 심볼 추정치를 제공한다. 수신 데이터 프로세서(119)는 데이터 심볼 추정

치를 처리하여, 중계기(120)로부터 전송된 트래픽 데이터를 복구한다.

[0051] 중계기(120) 및 기지국(110) 각각의 프로세서(115, 125)는 각각 중계기(120) 및 기지국(110)에서의 동작을 지시(예를 들어, 제어, 조정, 관리 등)한다. 각각의 프로세서(115, 125)은 프로그램 코드들 및 데이터를 저장하는 메모리 유닛(116, 126)들과 연결될 수 있다. 메모리 유닛(116, 126)는 프로세서(115)에 연결되어 오퍼레이팅 시스템, 어플리케이션, 및 일반 파일(general files)들을 저장한다.

[0052] 프로세서(115, 125)는 컨트롤러(controller), 마이크로 컨트롤러(microcontroller), 마이크로 프로세서(microprocessor), 마이크로 컴퓨터(microcomputer) 등으로도 호칭될 수 있다. 한편, 프로세서(115, 125)는 하드웨어(hardware) 또는 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어를 이용하여 본 발명의 실시예를 구현하는 경우에는, 본 발명을 수행하도록 구성된 ASICs(application specific integrated circuits) 또는 DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays) 등이 프로세서(115, 125)에 구비될 수 있다.

[0053] 한편, 펌웨어나 소프트웨어를 이용하여 본 발명의 실시예들을 구현하는 경우에는 본 발명의 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등을 포함하도록 펌웨어나 소프트웨어가 구성될 수 있으며, 본 발명을 수행할 수 있도록 구성된 펌웨어 또는 소프트웨어는 프로세서(115, 125) 내에 구비되거나 메모리(116, 126)에 저장되어 프로세서(115, 125)에 의해 구동될 수 있다.

[0054] 중계기와 기지국이 무선 통신 시스템(네트워크) 사이의 무선 인터페이스 프로토콜의 레이어들은, 통신 시스템에서 잘 알려진 OSI(open system interconnection) 모델의 하위 3개 레이어를 기초로 제 1 레이어(L1), 제 2 레이어(L2), 및 제 3 레이어(L3)로 분류될 수 있다. 물리 레이어는 상기 제1 레이어에 속하며, 물리 채널을 통해 정보 전송 서비스를 제공한다. RRC(Radio Resource Control) 레이어는 상기 제 3 레이어에 속하며 UE와 네트워크 사이의 제어 무선 자원들을 제공한다. 중계기, 기지국은 무선 통신 네트워크와 RRC 레이어를 통해 RRC 메시지들을 교환할 수 있다.

[0055] 도 3은 본 명세서의 일 실시 예가 적용될 수 있는 다중 셀 공유 릴레이(Multi-Cell Shared Relay) 구조를 나타낸 도이다.

[0056] 본 명세서에서 제안하는 공유 릴레이 노드(Shared Relay Node:SRN) 기반의 인접 셀 간 간섭(Inter Cell Interference:ICI) 회피 방법은 도 3에 도시된 바와 같이, 3개의 기지국이(enhanced Node-B:eNB,110) 1개의 SRN(120)을 공유하는 SRN 기반의 네트워크 기본 구조를 가진다. 또한, SRN을 공유하는 3개의 기지국은 전체 주파수 재사용(Full Frequency Reuse:FFR)을 가정한다.

[0057] 도 3을 참조하면, SRN은 3개의 독립적인 셀의 중심에 위치하면서 기본적인 릴레이의 기능인 셀 경계지역의 throughput 향상을 위한 데이터 재전송 역할을 수행한다. 또한, SRN은 각 기지국으로부터 downlink 신호와 단말(130)의 uplink 신호를 overhear하면서, 셀 경계 지역에서의 성능 저하를 유발하는 단말들 간의 간섭을 회피할 수 있도록 제어하는 역할을 수행한다. 이에 대한 구체적인 방법은 후술하기로 한다.

[0058] 여기서, SRN은 기능적으로는 Type II RN과 유사하지만, control 신호의 공유 측면에서 Type II RN 보다 몇 가지 추가적인 기능을 더 지원한다. 즉, 본 명세서에서 언급하는 SRN은 하기 1 내지 12와 같은 특성을 가진다.

[0059] 1. SRN은 별도의 cell ID를 갖지 않으며, 또 다른 새로운 셀을 생성하지 않는다.

[0060] 2. SRN은 PDSCH를 전송할 수 있다.(Rel-8 UEs를 릴레이 하는 기능을 수행할 수 있다.)

[0061] 3. Rel-8 UEs는 SRN의 존재를 인식하지 못한다.

[0062] 4. SRN은 control (PDCCH, PUCCH 등) 정보를 X2 signalling을 통해 eNBs에게 전송할 수 있지만 UEs에게 전송하지는 못한다. (단, 비협력 모드(non-cooperative mode)의 경우에는 SRN이 PDCCH 신호를 간섭 없이 전송할 수 있다.)

[0063] 5. SRN은 control (PDCCH, PUCCH 등) 정보를 복원할 수 있다.

[0064] 6. SRN은 eNB와 control 정보 공유를 위한 X2 signalling을 새롭게 정의한다.

[0065] 7. SRN은 eNBs-UEs의 downlink 및 uplink 신호를 overhear하는 UEs에 대해서만 릴레이 기능을 수행한다.

[0066] 8. SRN은 셀 간 간섭의 조정을 위해 자신의 영역에 있는 UE를 판별하는 기능을 가진다.

[0067] : SRN은 UEs의 Uplink SRS (Sounding Reference Signal)를 overhear하여, 임의의 threshold를 기준으로 SRN의 영역 내의 UE로 판별하는 기능을 가진다.

[0068] 9. SRN은 Uplink SRS 신호를 overhear하여, 이 신호를 채널 측정하고 MCS Level을 변경할 수 있다.

[0069] 10. SRN은 다수의 eNBs->UEs DL 신호를 overhear하여 PDCCH, PDSCH 정보를 공유한다.

[0070] 11. SRN은 자신의 영역에 있는 UEs->eNBs UL 신호를 overhear하여 PUCCH, PUSCH 정보를 공유한다.

[0071] 12. SRN은 위 10, 11과 같은 방법에 의해 공유한 정보를 이용하여 셀과 셀 사이에 간섭 관리를 수행한다. 여기서, 셀과 셀사이에 간섭 관리는 위 10, 11에 의해 얻은 데이터를 이용한 모든 가능한 방법들을 의미한다.

[0072] 즉, 상기와 같은 SRN의 기능을 토대로 본 명세서는 eNBs가 아닌 SRN이 클러스터의 중심이 되어서 eNBs의 control 정보를 공유하고, 셀 경계에서 ICI가 발생하는 UEs을 판별하여 SRN이 직접 ICI 회피를 위한 resource를 재할당하는 방법을 제공한다.

[0073] 도 4 (a) 내지 (c)는 공유 릴레이 노드 기반의 네트워크 구조에서 인접 셀 간 간섭이 발생하는 경우를 나타낸 도이다.

[0074] 도 4a는 3 개의 기지국(110)-단말(130) 간의 직접 링크(eNB1-UE1, eNB2-UE2, eNB3-UE3) 각각에서 동일한 resource를 사용하여 ICI가 발생하는 경우를 나타낸다.

[0075] 도 4b는 2 개의 기지국-단말 간의 직접 링크(eNB1-UE1, eNB2-UE2의 direct links)에서 동일한 resource를 사용하여 ICI가 발생하는 경우를 나타낸다.

[0076] 도 4c는 SRN(120)이 신호를 재전송하는 과정에서 eNB1-UE1 direct link와 SRN-UE2 access link가 동일한 resource를 사용하는 경우에 SRN의 access link의 신호가 UE1에게 간섭원이 되어 ICI가 발생하는 경우를 나타낸다.

[0077] 도 5는 본 명세서의 일 실시 예가 적용될 수 있는 SRN 기반의 동적 자원 할당(dynamic RA) 방법을 적용하기 위한 프레임 구조를 나타낸다.

[0078] 즉, 도 5는 SRN 중심의 각 Time Zone에서의 프레임 구조를 나타낸다.

[0079] 도 5에 도시된 바와 같이, 1st time zone의 하향링크에서는 eNB가 UE_M에게 데이터 패킷을 전송하며, SRN은 동시에 eNB가 전송하는 패킷을 overhear 한다.

[0080] 2nd time zone에서도 eNB가 UE_M에게 데이터 패킷을 전송하며, SRN은 1st Time Zone에서 NACK가 발생한 UE_R에 대해서만 릴레이 전송을 한다.

[0081] 이때, SRN은 eNB-UE_M으로 할당된 자원을 동일하게 사용한다. 여기서, SRN 기반의 dynamic RA는 전체 RB (Resource Block)에 대해서 적용한다.

[0082] eNB는 eNB-UE_M 링크의 스케줄링을 구현하기 위해서 각 resource 영역에 부여된 해당 대역의 채널 품질 지시 (Channel Quality Indication:CQI) 정보를 획득하기 위해 UE_M에게 common RS를 전송한다. 또한, UE_M은 수신된 common RS로부터 CQI를 계산하여 해당 상향 링크가 열리는 시점을 통해 eNB에게 CQI를 전달한다.

[0083] 한편, SRN은 신호의 정확한 decode를 위하여 eNB-SRN, SRN-UE_R에서 소스 노드들은 (Source Node)들은 dedicated RS (Reference Signal)를 종착 노드 (Destination Node)들에게 전송하고, 각 링크의 종착 노드들은 수신된 dedicated RS로부터 CQI를 계산하여 각각의 상향 링크가 열리는 시점을 통해 소스 노드들에게 CQI를 전달할 수 있다.

[0084] 도 6 (a) 및 (b)는 도 5의 SRN 중심의 각 시간 존(time zone)에서의 신호 전송 동작을 나타낸 도이다.

[0085] 도 6a에 도시된 바와 같이, 1st time zone에서 eNB-UE_M 으로 resource가 할당되어 각 eNB는 eNB가 속하는 UE들에게 신호를 전송한다. 여기서, SRN은 고정되어 있고 전파경로가 우수한 것을 고려하기 때문에, SRN은 eNB에서 UE로 신호 전송을 완벽히 overhear한다.

[0086] 따라서, SRN은 1st time zone에서는 eNB-SRN 간의 링크가 없이도 overhear를 통해 SRN-UE로의 신호 전송이 가

능하기 때문에 eNB-SRN를 위한 자원할당은 하지 않는다.

[0087] 도 6b에 도시된 바와 같이, 2nd time zone에서 eNB에서 UE로의 신호 전송은 여전히 유효하며, SRN->UE로써의 신호 전송은 eNB->UE이 NACK이 발생했을 때만 유효하다.

[0088] 또한, SRN은 협력 모드(cooperative mode)와 비협력 모드(non-cooperative mode)를 구분해서 동작할 수 있다.

[0089] cooperative mode의 경우, eNB->UE으로 동일한 resource를 사용하게 되고, non-cooperative mode에서는 본래 eNB->UE으로 할당된 자원을 동일하게 쓰는 것을 가정한다. 즉, 도 5와 같은 기본적인 프레임 구조를 고려한다고 할 수 있다.

[0090] 도 7은 본 명세서의 일 실시 예가 적용될 수 있는 SRN 구조에서 각 eNB의 dynamic RA 방법을 나타낸 도이다.

[0091] 각 eNB는 전체 주파수 재사용(Full Frequency Reuse:FFR)을 기반으로 모든 RB들을 dynamic하게 할당하는 구조를 고려하고 있으며, 다양한 스케줄링 기법 (PF, Max CINR 등)들을 통해 UE들로 RB를 할당한다.

[0092] 도 7에 도시된 바와 같이, RB가 중첩이 되지 않는 방법을 비중첩(Non-overlap 또는, 비 협력(Non-cooperative))이라 한다. 상기 비중첩 방법에서, SRN은 eNB-UE로 신호 전송은 없고, 오직 SRN-UE 신호 전송만 고려한다.

[0093] 또한, 자원 중첩(Resource overlap 또는, 협력(Cooperative)) 방법은 eNB-UE와 SRN-UE로 동일한 RB를 이용하여 동일한 신호를 전송하게 되고 Diversity Gain을 기대할 수 있다.

[0094] 도 8 (a) 내지 (c)는 각각의 eNB가 Dynamic RA 방법을 사용하는 경우, 셀 가장자리의 UEs에게 동일한 RB가 할당되어 충돌이 발생하는 경우를 나타낸 도이다.

[0095] 도 8a 내지 도 8c에 도시된 바와 같이, 빗금 친 부분에 해당되는 영역(800)이 자원이 충돌되는 영역을 나타낸다. 즉, 다중 셀이 FFR 기반의 dynamic RA 방법을 고려하는 경우, 셀 가장자리의 UEs이 동일한 RB를 사용하여 충돌이 발생하는 경우이다.

[0096] 이하에서는, 다중 셀 FFR 기반의 동적 자원 할당 방법에서 ICI 회피를 위한 SRN 기반의 자원 재할당 방법에 대해 구체적으로 살펴보기로 한다.

[0097] 상기에서도 살핀 바와 같이, SRN의 기본적인 두 가지 장점을 이용함으로써, ICI 회피를 위한 SRN 기반의 자원 재할당 방법을 제공한다.

[0098] 첫번째, SRN은 지리적으로 주변 eNBs의 중심에 위치한다.

[0099] SRN이 위치하는 이 지역은 eNBs의 셀 경계지역으로 RB의 충돌이 빈번하게 발생하고 주변 eNBs로부터 ICI가 강하게 영향을 미치는 지역이다. 따라서, SRN은 여러 eNBs의 ICI가 강하게 작용하는 지역의 중심에서 ICI 발생을 관찰하기에 유리한 지리적인 이점을 가지고 있다.

[0100] 두번째, SRN은 모든 eNBs-UEs의 신호를 overhear 할 수 있는 특징이 있다.

[0101] SRN은 eNBs-UEs의 신호를 overhear하고, 이 신호 중에서 downlink, uplink control 신호를 이용하여 충돌이 발생하는 RB를 정확하게 찾아낼 수 있다.

[0102] **SRN 기반의 ICI 회피 방법**

[0103] 제 1 실시 예

[0104] 제 1 실시 예는 SRN이 eNB-UE 간의 제어 채널을 overhear하여, 충돌이 발생하는 자원 영역에 대해 직접 자원 영역을 재할당하는 방법을 제공한다.

[0105] 제 1 실시 예의 ICI 회피 방법을 위해 먼저, 하기와 같은 파라미터들을 정의한다.

[0106] 1. $UE_{a,b}$: eNB_a에 대한 UE_b

[0107] 2. $a \in \{1,\ldots,A\}$ 이며, a와 A는 각 eNB_s의 index와 총 개수

[0108] 3. $b \in \{1,\ldots,B\}$ 이며, b와 B는 각 eNB_a에 대한 UE의 index와 총 개수

[0109] 또한, SRN의 UEs을 하기와 같이 분류할 수 있다.

[0110] 1. $S_C \in \{UE_{a,b} \mid$ SRN의 커버리지 내에 있는 eNB_a에 대한 $UE_b\}$

[0111] 2. c∈{1,...,C}이며, c와 C는 SRN의 커버리지 내에 있는 UE의 index와 총 개수

[0112] 3. $S_d = (S_c)^c \in \{UE_{a,b} \mid$ SRN의 커버리지 밖에 있는 eNB_a에 대한 $UE_b\}$

[0113] 4. d∈{1,...,D}이며, d와 D는 SRN의 커버리지 밖에 있는 UE의 index와 총 개수

[0114] 또한, RB의 index는 하기와 같이 표현할 수 있다.

[0115] 1. RB(k): index k-th RB

[0116] 2. k∈{1,...,K}이며, k와 K는 RB의 index와 총 개수

[0117] 3. $RB_{S_1(l)}$:S_c의 UE에 대한 index l-th RB

[0118] 4. l∈{1,...,L}이며, l과 L은 S_C의 UE에 대한 RB의 index와 총 개수

[0119] 5. $RB_{S_d(m)}$:S_d의 UE에 대한 index m-th RB

[0120] 6. m∈{1,...,M}이며, m과 M은 S_d의 UE에 대한 RB의 index와 총 개수

[0121] 또한, 각 RB에 대한 SINR은 하기와 같이 표현할 수 있다.

[0122] $SINR_{RB(k)}$, $SINR_{RB(l)}$, $SINR_{RB(m)}$은 각각 k-th, l-th, m-th RB에 대한 SINR을 의미한다.

[0123] SRN은 상기 파라미터들을 이용하여, SRN의 영역에서 충돌(collision)이 발생하는 RB를 찾고, 상기 충돌된 RB에 대해 자원을 재할당한다. 즉, 본 명세서에서의 충돌 회피를 위한 자원 재할당 방법은 크게, 1) 충돌 RB를 찾는 과정, 2) 충돌 RB 회피를 위한 자원 재할당 과정으로 구분할 수 있다.

[0124] 이하에서, 1) 충돌 RB를 찾는 과정, 2) 충돌 RB 회피를 위한 자원 재할당 과정에 대해 구체적으로 살펴보기로 한다.

[0125] <u>충돌 RB를 찾는 과정</u>

[0126] 도 9 (a) 내지 (c)는 본 명세서의 제 1 실시 예에 따른 SRN 기반의 셀 구조에서 RB의 구분을 나타낸 도이다.

[0127] SRN은 SRN의 S_C 즉,SRN의 커버리지 내에 있는 UEs의 RB를 비교하여 충돌이 발생하는 RB를 찾는다. 도 9a 내지 9c에 도시된 바와 같이 RB를 SRN의 영역 내에 있는 UE에 대한 RB(920)와 SRN의 영역 밖에 있는 UE에 대한 RB(910)로 구분하여 나타낸다. 여기서, SRN의 영역 내에 있는 UE의 RB가 서로 같은 경우 충돌 RB(930)로 구분하여 나타낸다.

[0128] 충돌 RB를 찾는 과정은 하기와 같은 과정을 따른다.

[0129] ① Set $RB_{S_1(l)}$, $RB_{S_d(m)}$ at each eNB_a

[0130] ② Mapping $RB^a_{S_c(l)}$ into $RB^a_{S_c(k)}$ at each eNB_a

[0131] For i=1:(A-1)

[0132] ③ Find $RB^i_{S_c(k)} == RB^\alpha_{S_c(k)}$

[0133] ④ Store collision_k^i(q)∈{∀k | $RB^i_{S_c(k)} == RB^\alpha_{S_c(k)}$}

[0134] End

[0135] 여기서, q∈{1,...,Q}, q와 Q는 각각 충돌 RB의 index 및 총 개수를 나타낸다.

[0136] α는 $\alpha \in \{\forall a \mid \text{except current i}\}$을 만족하는 것으로, 현재 i를 제외한 모든 a를 의미한다.

[0137] 상기의 ① 내지 ④의 과정을 순차적으로 살펴보면, ①에서는 각각의 eNB_a에 대해서 $RB_{s_1}(l)$, $RB_{s_d}(m)$를 설정한다.

[0138] ②에서는 각각의 eNB_a에 대해서 RB Index를 l에서 k로 맵핑한다.

[0139] ③에서는 각각의 eNB_a에 대해서 SRN의 UE가 동일한 RB를 사용하는 모든 index 를 찾는다.

[0140] ④에서는 각 eNB_a에 대한 collision RB가 발생하는 index k를 $collision_k^i(q)$의 변수로 지정하여 벡터열로 저장한다.

[0141] 충돌 RB 회피를 위한 자원 재할당 과정

[0142] 상기 두번째 단계의 Collsion RB 회피를 위한 resource 재할당 과정에 대해서 설명한다.

[0143] 즉, 두 번째 단계에서는 첫 번째 단계에서 얻어진 collision RB index를 이용하여 셀 경계지역에서 eNBs 사이에 ICI 발생을 차단하는 방법을 제시한다. 특히, 본 단계에서는 collision이 발생한 RB와 SRN의 영역 밖에 있는 RB를 교환하는 방법이 주요 내용이 된다.

[0144] 두 번째 단계의 절차는 하기와 같은 과정을 따른다.

[0145] For a=1:A

[0146] For q=1:Q

[0147] For m=1:M

[0148] ① Mapping $RB^a_{s_d}(m)$ into $RB^a_{s_d}(k)$ at each eNB_a

[0149] ② $k' = Argmin \left| SINR_{collision\ k^a(q)} - SINR_{RB\ s_d^a(k)} \right|$

[0150] ③ Change collision_k-th RB into k'-th RB

[0151] ④ Update $RB^a_{s_d}(m) \in \{ RB^a_{s_d}(m) \mid \text{except ampped current } RB^a_{s_d}(k') \text{ to avoid RB collision} \}$

[0152] End

[0153] End

[0154] End

[0155] 상기 첫 번째 단계에서는 각 eNB_a에 대한 $collision_k^i(q)$를 구하였다.

[0156] 상기 첫 번째 단계에서의 결과를 이용하여, 두 번째 단계에서는 각 eNB_a에 대한 collision RB를 제거하는 방법을 제시한다.

[0157] 상기 두 번째 단계의 과정을 순차적을 살펴보면, 먼저 ①에서는 각각의 eNB_a에 대해서 $RB^a_{s_d}(m)$을 $RB^a_{s_d}(k)$로 index를 맵핑한다.

[0158] $\left| SINR_{collision\ k^a(q)} - SINR_{RB\ s_d^a(k)} \right|$ 을 만족하는 인수 k를 k'로 정의한다. 여기서, 상기 수식이 의미하는 것은 SRN의 Type과 연관이 있다.

[0159] SRN은 NACK을 인지한 후에 retransmission을 하기 때문에 S_d의 RB에서 더 높은 SINR을 찾을 필요는 없다. 즉, Retransmission에서 동일한 MCS level의 신호가 전송된다는 것을 고려하여 수식을 전개하였다.

[0160] ④에서는 RA의 바뀜을 당하는 RB를 SRN이 업데이트 하는 과정이다. 특히, S_d의 RB set은 S_C의 영역과 달리 ICI가 없는 지역임을 고려한다.

[0161] 이하에서는, 제 1 실시 예에 따른 SRN의 자원 재할당 방법을 예로 들어 설명하기로 한다.

[0162] 먼저, 하기와 같이 파라미터를 설정한다.

[0163] A=3($UE_{1,b}$, $UE_{2,b}$, $UE_{3,b}$),

[0164] B=20($UE_{1,1\text{-}20}$, $UE_{1,1\text{-}20}$, $UE_{1,1\text{-}20}$),

[0165] C=10($UE_{1,2}$, $UE_{1,8}$, $UE_{1,11}$, $UE_{1,17}$, $UE_{2,9}$, $UE_{2,13}$, $UE_{2,14}$, $UE_{3,1}$, $UE_{3,6}$, $UE_{3,9}$)

[0166] D=50(Except following these C=10)

[0167] K=50(RB total index),

[0168] $L^{(1)}=7$, $L^{(2)}=11$, $L^{(3)}=5$, $M^{(1)}=43$, $M^{(2)}=39$, $M^{(3)}=45$

[0169] 도 10은 본 명세서의 제 1 실시 예에 따른 SRN 기반의 셀 구조에서 충돌 RB의 실제 경우를 나타낸 도이다.

[0170] 도 10에 도시된 바와 같이, RB 충돌이 발생하였다고 가정하면, 상기 충돌 RB를 찾는 첫 번째 단계는 하기와 같이 나타낼 수 있다.

[0171] (1) Set $RB_{s_i}(l)$, $RB_{s_d}(m)$ at each eNB_a

[0172] : $RB^1_{s_c}(1)$, $RB^1_{s_c}(2)$, $RB^1_{s_c}(3)$, $RB^1_{s_c}(4)$, $RB^2_{s_c}(1)$, $RB^2_{s_c}(2)$, $RB^2_{s_c}(3)$, $RB^3_{s_c}(1)$, $RB^3_{s_c}(2)$, $RB^3_{s_c}(3)$

[0173] (2) Mapping $RB^a_{s_c}(l)$ into $RB^a_{s_c}(k)$ at each eNB_a

[0174] For i=1:(A-1)

[0175] : $RB^1_{s_c}(1) \rightarrow RB^1_{s_c}(7)$, $RB^1_{s_c}(2) \rightarrow RB^1_{s_c}(27)$, $RB^1_{s_c}(3) \rightarrow RB^1_{s_c}(30)$, $RB^1_{s_c}(4) \rightarrow RB^1_{s_c}(32)$, $RB^1_{s_c}(5) \rightarrow RB^1_{s_c}(33)$, $RB^1_{s_c}(6) \rightarrow RB^1_{s_c}(36)$, $RB^1_{s_c}(7) \rightarrow RB^1_{s_c}(42)$

[0176] : $RB^2_{s_c}(1) \rightarrow RB^2_{s_c}(26)$, $RB^2_{s_c}(2) \rightarrow RB^2_{s_c}(28)$, $RB^2_{s_c}(3) \rightarrow RB^2_{s_c}(29)$, $RB^2_{s_c}(4) \rightarrow RB^2_{s_c}(30)$, $RB^2_{s_c}(5) \rightarrow RB^2_{s_c}(31)$, $RB^2_{s_c}(6) \rightarrow RB^2_{s_c}(32)$, $RB^2_{s_c}(7) \rightarrow RB^2_{s_c}(38)$, $RB^2_{s_c}(8) \rightarrow RB^2_{s_c}(41)$, $RB^2_{s_c}(9) \rightarrow RB^2_{s_c}(44)$, $RB^2_{s_c}(10) \rightarrow RB^2_{s_c}(45)$, $RB^2_{s_c}(11) \rightarrow RB^2_{s_c}(49)$

[0177] : $RB^3_{s_c}(1) \rightarrow RB^3_{s_c}(3)$, $RB^3_{s_c}(2) \rightarrow RB^3_{s_c}(28)$, $RB^3_{s_c}(3) \rightarrow RB^3_{s_c}(32)$, $RB^3_{s_c}(4) \rightarrow RB^3_{s_c}(36)$, $RB^3_{s_c}(5) \rightarrow RB^3_{s_c}(37)$

[0178] For i=1:(A-1)

[0179] (3) Find $RB^{i}_{s_c}(k) == RB^{\alpha}_{s_c}(k)$

[0180] (4) Store collision_k^{i}(q)∈{∀k | $RB^{i}_{s_c}(k) == RB^{\alpha}_{s_c}(k)$ }

[0181] : $RB^{1}_{s_c}(30)$, $RB^{1}_{s_c}(32)$, $RB^{1}_{s_c}(36)$

[0182] : $RB^{2}_{s_c}(28)$, $RB^{2}_{s_c}(30)$, $RB^{2}_{s_c}(32)$

[0183] : $RB^{3}_{s_c}(28)$, $RB^{3}_{s_c}(32)$, $RB^{3}_{s_c}(36)$

[0184] End

[0185] 상기 첫 번째 단계에서의 충돌 RB를 찾은 것을 바탕으로 두 번째 과정을 통해 충돌 RB 회피를 통한 RB 재할당 과정을 살펴본다.

[0186] For a=1:A

[0187] For q=1:Q

[0188] For m=1:M

[0189] (1) Mapping $RB^{a}_{s_a}(m)$ into $RB^{a}_{s_a}(k)$ at each eNB_a

[0190] (2) $k'=Argmin\left| SINR_{collision\ k^a(q)} - SINR_{RB}{}^{a}_{s_a}(k) \right|$

[0191] : Collision_k^{1}(1)=30, Collision_k^{1}(2)=32, Collision_k^{1}(3)=36

[0192] : Collision_k^{2}(1)=28, Collision_k^{2}(2)=30, Collision_k^{2}(3)=32

[0193] : Collision_k^{3}(1)=28, Collision_k^{3}(2)=32, Collision_k^{3}(3)=36

[0194] : $RB^{1}_{s_a}(k)$ 은 7-th,27-th,30-th,32-th,33-th,36-th,42-th RB를 제외한 모든 RB

[0195] : $RB^{2}_{s_a}(k)$ 은 26-th,28-th,29-th,30-th,31-th,32-th,38-th,41-th,44-th,45-th,49-th RB를 제외한 모든 RB

[0196] : $RB^{3}_{s_a}(k)$ 은 3-th,28-th,32-th,36-th,37-th RB를 제외한 모든 RB

[0197] (3) Change collision_k-th RB into k'-th RB

[0198] (4) Update $RB^{a}_{s_a}(m)$ ∈{ $RB^{a}_{s_a}(m)$ | except ampped current $RB^{a}_{s_a}(k')$ to avoid RB collision}

[0199] End

[0200] End

[0201] End

[0202] 도 11은 본 명세서의 제 1 실시 예에 따른 SRN 기반의 셀 구조에서 충돌 RB 회피를 위한 자원 재할당 과정을 나

타낸 도이다.

[0203] 두 번째 단계에서는 도 11에 도시된 바와 같이, 각각의 eNB에 대하여 collision이 발생한 RB와 SRN의 지역에 없는 UE의 RB의 SINR을 비교하여 가장 차이가 적은 RB를 선택하여 서로의 RB를 교환한다. 검정 실선(1100)은 Collision RB와 교체가 가능한 RB를 나타낸다.

[0204] 제 2 실시 예

[0205] 제 2 실시 예는 SRN이 단말에게 할당되는 자원 영역의 충돌 방지를 위한 정보를 기지국에 전달함으로써, 충돌 자원을 재할당하는 방법을 제공한다.

[0206] SRN은 SRN 커버리지 내의 UEs에 대한 자원이 충돌하는 경우, 자원 충돌을 방지하기 위한 정보를 eNBs에게 전달하여 eNBs이 UEs에게 자원을 재할당하여 자원이 충돌하는 것을 방지할 수 있다.

[0207] 여기서, SRN이 eNBs에게 전달하는 정보는 하기 1 내지 2와 같다.

[0208] 1. SRN의 영역 내에 있는 UEs ID (Identification)

[0209] : 앞에서도 살핀 것처럼, SRN은 SRN의 커버리지 내에 있는 UEs을 파악할 수 있다. 따라서, SRN은 SRN 내의 UEs들을 파악한 후, 해당 UEs의 ID를 eNBs에게 전달한다.

[0210] 2. 자원 충돌이 발생한 UEs ID

[0211] : SRN은 기지국-단말 간 송수신되는 Downlink, Uplink 신호를 overhear하면서 NACK이 발생한(즉, 자원 충돌이 발생한) UEs에 대한 ID를 eNBs에게 전달한다.

[0212] 따라서, SRN으로부터 상기 두 가지 정보를 수신한 각 eNBs은 NACK이 발생한 UEs의 RB에 대해 교환함으로써, UEs에 대한 자원 충돌을 방지한다.

[0213] 여기서, 교환될 RB는 SRN의 영역내에 있는 UEs의 RB를 제외한 RB에서 수행된다.

[0214] 제 3 실시 예

[0215] 제 3 실시 예는 자원 충돌이 발생하는 경우, SRN 및 eNBs 가 함께 자원을 재할당하는 방법을 제공한다.

[0216] 즉, 제 3 실시 예는 ICI를 방지하기 위해 SRN이 부분적으로 자원 할당 회피 정보를 가공하고, 각 eNBs에게 가공된 정보를 전달하여 각 eNBs이 자원 재할당을 수행하는 방법을 제공한다. 제 3 실시 예에 의한 자원 재할당 방법의 구체적인 방법은 하기와 같이 수행될 수 있다.

[0217] 먼저, (1) SRN 내의 전체 UEs을 각각 해당 eNBs 별로 구분하여 분류한다.

[0218] (2) SRN은 각 eNBs이 서비스하는 UEs에 대한 SRN 내의 UEs의 개수를 비율적으로 계산한다.

[0219] (3) SRN은 (2)에서 계산된 비율 정보를 RB 비율로 적용하여 SRN UEs의 RBs 영역을 각 eNBs에게 전달한다.

[0220] 여기서, 상기 제 3 실시 예는 자원 충돌이 발생하는 경우 수행될 수 있을 뿐만 아니라, HARQ 타이밍 과정 없이 각 eNB가 자원 충돌이 발생하지 않도록 자원을 할당하는 방법에 적용함으로써, 기본적인 자원 할당이 충돌되는 것을 방지할 수 있다.

[0221] 즉, 하기와 같은 방법들을 통해 각 eNB는 UE에게 자원을 할당함으로써, 자원 할당이 충돌되는 것을 미리 방지할 수 있다.

[0222] (1) 각 eNB는 SRN으로부터 SRN 내의 각 UE에 해당하는 셀 ID를 수신하고, 이를 이용하여 UE들에게 자원 할당을 한다. 구체적으로,

[0223] 먼저, SRN은 자신의 Uplink SRS 신호를 엿듣고(overhear), 상기 SRN 내의 UE들을 판별한다. 이후, SRN은 SRN 내의 각 UE들에 대한 cell ID를 파악한 후, 해당 셀들로 각 UE들이 SRN 내의 UE들임을 알려준다.(여기서, 각 셀 별로 자원이 이미 정적으로 나누어져 있다고 가정한다.)

[0224] (2) SRN은 SRN 내의 UE들을 각 셀 ID로 구분하고, SRN 내의 UE를 해당 셀 별로 구분하여 각 셀 별 SRN 내의 UE 개수를 파악한 후, 비례적으로 전체 자원 영역에 적용하여, 해당 자원 비율을 각 셀 별로 알려준다. 이를 통해, 각 eNB는 UE들에게 자원 할당을 수행한다.(SRN 내의 UE 개수에 따라 자원을 동적으로 구분하는 방법)

[0225] 도 12는 본 명세서의 제 3 실시 예에 따른 ICI 회피를 위한 자원 재할당 방법을 나타낸 도이다.

[0226] 각 eNBs이 서비스하는 UEs의 비율이 eNB1: eNB2: eNB3 = 3: 4: 3일 경우, 도 12에 도시된 바와 같이 SRN 영역 내의 UEs을 위한 RB를 할당한다(1210,1220,1230).

[0227] 즉, 도 12에 도시된 바와 같이, SRN은 UEs을 위해 할당된 RB를 각 eNBs에게 전달하고, 각 eNBs은 해당 음영지역에서는 SRN UEs를 우선적으로 할당하고, 남은 RB에 대해서는 다른 모든 UEs을 dynamic하게 할당한다.

[0228] 이하에서는 상기에서 살펴본 SRN의 기능 및 ICI 회피 방법(제 1 실시 예 내지 제 3 실시 예)을 기초로 하여, SRN이 HARQ 타이밍 과정(HARQ timing process)을 수행하는 방법에 대해 구체적으로 살펴보기로 한다.

[0229] 1. SRN은 HARQ 타이밍 과정에서 ICI 회피 방법을 하기와 같이 적용할 수 있다.

[0230] (1) Centralized 방식

[0231] : SRN 혼자서 ICI 회피 방법을 수행하는 방식이다.

[0232] (2) Distributed 방식

[0233] : SRN과 기지국이 함께 ICI 회피 방법을 수행하는 방식이다.

[0234] (3) ACK 또는 NACK을 전송한 UE들을 대상

[0235] (4) NACK을 전송한 UE들만 대상

[0236] 상기 (1) 및 (2)의 경우는 ICI 회피를 위한 알고리즘을 수행하는 주체의 관점으로 분류한 것이며, 상기 (3) 및 (4)의 경우에는 ICI 회피를 위한 알고리즘 대상인 UE들의 관점에서 분류한 것이다.

[0237] 또한, 상기 (2)의 경우에는 1) SRN과 기지국이 ICI 회피 방법을 함께 수행하는 경우와, 2) SRN이 ICI 회피 방법을 수행하기 위해 필요한 정보만 기지국에 전송하고 기지국이 ICI 회피 방법을 수행하는 경우로 나눌 수 있다.

[0238] 2. SRN은 HARQ 타이밍 과정을 하기와 같이 수행할 수 있다.

[0239] (1) 협력적(cooperative) 모드

[0240] : 하향 링크 신호의 재전송을 기지국과 함께 하는 방식이다.

[0241] (2) 비협력적(non-cooperative) 모드

[0242] : 하향 링크 신호의 재전송을 SRN만 하는 방식이다.

[0243] 3. SRN은 HARQ 타이밍 과정을 하기와 같이 수행할 수 있다.

[0244] (1) FDD(frequency division duplex) 모드

[0245] 1) 전이중 통신방식(full-duplex)

[0246] 2) 반이중 통신방식(half-duplex)

[0247] (2) TDD(time division duplex) 모드

[0248] 이하에서는, 상기 1 내지 3의 경우를 통해, SRN이 ICI 회피 방법을 적용하여 HARQ 타이밍 과정을 수행하는 경우에 대해 도면을 참조하여 구체적으로 살펴보기로 한다.

[0249] SRN은 복수의(일 예로, 3개) eNB를 공유하기 때문에, 이하 HARQ타이밍 과정을 나타내는 각 도면에서는 각 eNB와 UE 사이에 송수신되는 ACK 또는 NACK을 구분해서 표시하기로 한다.

[0250] 도 13 (a) 내지 (c)는 본 명세서의 일 실시예에 따른 SRN의 HARQ 타이밍 과정을 나타낸 도이다.

[0251] 도 13a 내지 13c는 셀 경계지역에서 각 eNB에 대한 UE들이 모두 ICI가 발생한 경우 즉, eNB1-UE1, eNB2-UE2, eNB3-UE3가 동일한 자원을 이용함으로 인하여 ICI가 발생한 경우에 SRN이 상기의 ICI 회피 과정을 수행하여 eNB와 협력적으로 신호를 전송하는 방법을 나타낸다.

[0252] 먼저, 도 13a는 ICI 회피 과정을 SRN만 수행하고, eNB와 협력적으로 하향링크 신호를 재전송하는 HARQ 타이밍 과정을 나타낸다.

[0253] 도 13a를 참조하면, 각 기지국(eNB1, eNB2, eNB3)은 n번째 서브 프레임에서 상기 각 기지국의 커버리지에 있는 단말들에게 PDCCH 및 PDSCH를 전송한다(S1310). 즉, eNB1은 UE1으로, eNB2는 UE2로, eNB3은 UE3으로 각각 하향

링크 신호를 전송한다. 여기서, 각 기지국들은 1개의 클러스터를 구성한다. 상기 하향링크 신호는 PDCCH 및 PDSCH일 수 있으며, 이하에서는 PDCCH 및 PDSCH를 일 예로서 설명한다.

[0254] SRN은 상기 n번째 서브프레임에서 각 기지국이 단말로 전송하는 PDCCH 및 PDSCH를 엿듣는(overhear)다(S1320).

[0255] 이후, n+1번째 서브프레임에서 n+3번째 서브프레임 동안 SRN은 상기 엿들은 PDCCH 및 PDSCH를 복조(decoding)한다(S1330).

[0256] 여기서, SRN은 상기 복조된 정보(PDCCH 및 PDSCH)를 저장할 수 있다.

[0257] 이후, n+4번째 서브 프레임에서 각 UE는 상기 n번째 서브프레임에서 상기 각 기지국으로부터 수신된 PDSCH에 대한 응답(긍정 응답(ACK) 또는 부정 응답(NACK))을 각 eNB로 전송한다(S1340). 도 13a에서는 각 UE들(UE1, UE2, UE3) 모두 해당 기지국으로 NACK을 전송한 것을 볼 수 있다. 여기서, SRN은 상기 n+4번째 서브 프레임에서 각 UE가 전송하는 PDSCH에 대한 응답을 엿듣는다(S1350).

[0258] 또한, SRN은 상기 UE의 응답을 통해 어떤 UE로 송수신이 가능한지 즉, 어떤 UE가 셀의 경계지역에 있는 UE인지를 알 수 있으며, 이를 통해 셀 경계 지역에 있는 UE들을 분류할 수 있다.

[0259] 이후, n+5번째 서브 프레임에서 SRN은 각 UE의 PDSCH에 대한 응답을 기초로 하여, ICI 회피를 위한 동작을 수행한다(S1360). 상기 동작은 도면상에 "ICIA"로 나타내었으며, 도8 내지 도12에서 설명한 바와 같이 동작한다. 도 13a에서는 각 UE가 각 기지국으로 전송하는 응답이 모두 NACK이므로, SRN은 UE1, UE2, UE3에 대해 자원 재할당 과정 즉, ICI 회피 과정을 수행한다. 여기서, ICI 회피 과정(자원 재할당 과정)은 SRN이 각 UE에게 새로운 자원 할당 정보를 포함하는 PDCCH를 생성하는 것을 의미할 수 있다.

[0260] 이후, n+6번째 서브 프레임에서 SRN은 ICI 회피 과정 수행을 통해 업데이트된 PDCCH를 각 eNB에게 전송한다(S1370). 이때, X2 시그널링이 이용될 수 있다. 또한, SRN은 상기 업데이트된 PDCCH와 함께 각 기지국으로 상기 각 기지국이 각 UE로 전송한 PDCCH를 성공적으로 디코딩했음을 알리는 ACK 신호를 전송할 수도 있다. 이를 통해, 기지국은 SRN과 함께 각 단말로 PDSCH를 재전송함을 알 수 있게 된다.

[0261] 이후, n+8번째 서브 프레임에서 eNB은 상기 SRN으로부터 수신된 업데이트된 PDCCH를 각 UE에게 전송하고, 상기 업데이트된 PDCCH를 통해(상기 업데이트된 자원 영역을 통해) n번째 서브프레임에서 각 UE로 전송한 PDSCH 신호를 재전송한다(S1380). 여기서, SRN도 n+8 번째 서브프레임에서 eNB과 함께 협력적으로 n번째 서브프레임에서 각 UE로 전송된 PDSCH 신호를 상기 업데이트된 PDCCH를 통해 재전송한다. 재전송된 신호를 성공적으로 수신한 UE는 n+12번째 서브 프레임에서 ACK를 전송한다.

[0262] 도 13b는 ICI 회피 과정을 SRN과 eNB가 함께 수행하고, eNB와 협력적으로 하향링크 신호를 재전송하는 HARQ 타이밍 과정을 나타낸다.

[0263] S1310부터 S1350까지의 과정은 도 13a와 같다. 이후, n+5번째 서브 프레임에서 SRN은 각 UE의 PDSCH에 대한 응답을 기초로 하여, ICI 회피를 위한 동작을 수행한다(S1360'). 이때, SRN은 자원 영역의 충돌 방지를 위한 정보를 기지국에 전달하는 방법(제 2 실시예) 또는 SRN이 부분적으로 자원 할당 정보를 가공하고 각 기지국에게 가공된 정보를 전달하는 방법(제 3 실시예)을 택할 수 있다.

[0264] 이후, n+6번째 서브 프레임에서 SRN은 ICI 회피 과정 수행을 통해 업데이트된 PDCCH를 각 eNB에게 X2 시그널링을 이용하여 전송한다(S1370'). 이때, SRN은 단말에게 할당되는 자원 영역의 충돌 방지를 위한 정보를 기지국에 전달함으로써, 충돌 자원을 재할당하는 방법을 제공하거나 또는 ICI를 방지하기 위해 SRN이 부분적으로 자원 할당 회피 정보를 가공하고, 각 eNBs에게 가공된 정보를 전달하여 각 eNBs이 자원 재할당을 수행하는 방법을 제공한다. 즉, 상기의 제 2 실시예 또는 제 3 실시예로 동작하기 위한 정보를 각 eNB에게 전송한다.

[0265] n+7번째 서브 프레임에서 각 eNB는 ICI 회피 과정 수행을 통해 자원 영역을 재할당하고 PDCCH를 업데이트한다(S1375).

[0266] 이후, n+8번째 서브 프레임에서 각 eNB는 업데이트된 PDCCH를 각 UE에게 전송하고, 상기 업데이트된 PDCCH를 통해(상기 업데이트된 자원 영역을 통해) n번째 서브프레임에서 각 UE로 전송한 PDSCH 신호를 재전송한다(S1380). 여기서, SRN도 n+8 번째 서브프레임에서 eNB과 함께 협력적으로 n번째 서브프레임에서 각 UE로 전송된 PDSCH 신호를 상기 업데이트된 PDCCH를 통해 재전송한다.

[0267] n+8번째 서브 프레임에서 UE로 재전송되는 업데이트된 PDCCH 신호는 ICI를 제거 혹은 방지하는 신호로써 eNB에서 UE로의 하향링크 신호 품질을 증가시켜, SRN과의 협력전송에서 다이버시티(diversity) 이득을 더욱 향상시킬

수 있다. 전송된 신호를 성공적으로 수신한 UE는 n+12번째 서브 프레임에서 ACK를 전송한다.

[0268] 도 13c는 ICI 회피 과정을 SRN만 수행하고, 비협력적으로 하향링크 신호를 재전송하는 HARQ 타이밍 과정을 나타낸다.

[0269] S1310부터 S1370까지의 과정은 도 13a와 같다. 다만, 도 13a의 경우는 n+8번째 서브 프레임에서 eNB와 SRN이 n번째 서브 프레임의 신호를 함께 재전송하였으나, 도 13c의 경우는 SRN만 n번째 서브 프레임의 신호를 재전송한다(S1380'). 특히, 비협력적(non-cooperative) 전송의 경우에서 SRN은 PDSCH뿐만 아니라 업데이트된 PDCCH 신호도 같이 전송하게 된다. 이것은 SRN과 eNB가 동기가 정확하고, 각 eNB은 n+6번째 서브 프레임에서 SRN으로부터 ACK를 받은 UE에게는 PDCCH 및 PDSCH 신호를 전송하지 않기 때문이다. 결국, SRN이 UE에게 PDCCH 및 PDSCH를 전송하여도 PDCCH의 충돌은 없게 된다. 따라서, SRN은 비협력적(non-cooperative) 전송의 경우에서만 eNB의 PDCCH를 전송할 수 있으며, SRN은 PDCCH 전송에서 자신의 셀(cell) ID가 아닌 eNB의 셀 ID로 PDCCH를 전송하기 때문에 UE에게는 계속해서 투명(transparent)하다고 할 수 있다.

[0270] 도 14 (a) 및 (b)는 본 명세서의 다른 실시예에 따른 SRN의 HARQ 타이밍 과정을 나타낸 도이다.

[0271] 도 14a 및 도 14b는 셀 경계지역에서 두 개의 eNB-UE 링크간에 ICI가 발생한 경우 즉, eNB1-UE1, eNB2-UE2가 동일한 자원을 이용함으로 인하여 ICI가 발생한 경우에 SRN이 상기의 ICI 회피 과정을 수행하여 eNB와 협력적으로 신호를 전송하는 방법을 나타낸다.

[0272] 도 14a는 ICI 회피 과정을 SRN만 수행하고, eNB와 협력적으로 하향링크 신호를 재전송하는 HARQ 타이밍 과정을 나타낸다.

[0273] S1410부터 S1460까지의 과정은, 도 13a의 S1310부터 S1360까지의 과정과 동일하게 수행된다. 그러나, UE3가 ACK를 전송한 경우에, n+6번째 서브 프레임에서 SRN은 eNB3에게는 ACK 신호를 전송하지 않고, ICI 회피 과정 수행을 통해 업데이트된 PDCCH를 각 eNB에게 X2 시그널링을 이용하여 전송한다(S1470). 또한, SRN은 상기 업데이트된 PDCCH 및 eNB1과 eNB2로 상기 각 기지국이 각 UE로 전송한 PDCCH를 성공적으로 디코딩했음을 알리는 ACK 신호를 전송할 수도 있다. 이를 통해, 기지국은 SRN과 함께 각 단말로 PDSCH를 재전송함을 알 수 있게 된다.

[0274] 이 후, n+8번째 서브 프레임에서 eNB1과 eNB2는 상기 SRN으로부터 수신된 업데이트된 PDCCH를 각 UE에게 전송하고, 상기 업데이트된 PDCCH를 통해(상기 업데이트된 자원 영역을 통해) n번째 서브프레임에서 각 UE로 전송한 PDSCH 신호를 재전송한다(S1480). 여기서, SRN도 n+8 번째 서브프레임에서 eNB과 함께 협력적으로 n번째 서브프레임에서 각 UE로 전송된 PDSCH 신호를 상기 업데이트된 PDCCH를 통해 재전송한다.

[0275] 한편, n+8번째 서브 프레임에서 eNB3은, SRN으로부터 n번째 서브 프레임의 PDSCH 신호를 재전송 받지 않는 UE3에게 n+8번째 PDCCH 및 PDSCH 신호를 전송한다. 이때 SRN은 eNB3의 n+8번째 서브 프레임의 PDSCH 신호를 엿듣는(overhear)다. 이는 SRN이 full duplex로 동작하는 것을 고려하기 때문이다.

[0276] 재전송된 신호를 성공적으로 수신한 UE는 n+12번째 서브 프레임에서 ACK를 전송한다.

[0277] 도 14b는 ICI 회피 과정을 SRN만 수행하고, 비협력적으로 하향링크 신호를 재전송하는 HARQ 타이밍 과정을 나타낸다.

[0278] S1410부터 S1470까지의 과정은, 도 14a의 S1410부터 S1470까지의 과정과 동일하게 수행된다. 그러나, 도 14b의 경우는 도 14a의 과정과는 달리, eNB1과 eNB2는 n+8번째 서브 프레임에서 해당 UE에게 별도의 PDCCH 및 PDSCH 신호를 전송하지 않고, SRN만 해당 UE에게 n번째 PDSCH 신호 및 업데이트된 PDCCH 신호를 전송한다(S1480'). n+6 번째 서브 프레임에서 SRN으로부터 ACK를 받은 eNB3는 n+8번째 서브 프레임에서 업데이트된 PDCCH와 n+8번째 서브 프레임의 PDSCH 신호를 함께 전송하게 된다. 본 경우에서도 마찬가지로 SRN은 full duplex를 가정하고 있다.

[0279] 도 15 (a) 및 (b)는 본 명세서의 또 다른 실시예에 따른 SRN의 HARQ 타이밍 과정을 나타낸 도이다.

[0280] 도 15a 및 도 15b는 셀 경계지역에서 한 개의 eNB-UE 링크간에 ICI가 발생한 경우 즉, eNB1의 UE만 신호를 정상적으로 수신하지 못하여 1개의 NACK 신호가 발생한 경우에 SRN이 상기의 ICI 회피 과정을 수행하여 eNB와 협력적으로 신호를 전송하는 방법을 나타낸다.

[0281] 도 15a는 ICI 회피 과정을 SRN만 수행하고, eNB와 협력적으로 하향링크 신호를 재전송하는 HARQ 타이밍 과정을 나타낸다.

[0282] S1510부터 S1560까지의 과정은, 도 14a의 S1410부터 S1460까지의 과정과 동일하게 수행된다. 그러나, eNB2와 eNB3에 대한 UE들이 ACK를 전송한 경우에, n+6번째 서브 프레임에서 SRN은 eNB2와 eNB3에게는 ACK 신호를 전송하지 않고, ICI 회피 과정 수행을 통해 업데이트된 PDCCH를 각 eNB에게 X2 시그널링을 이용하여 전송한다(S1570). 또한, SRN은 상기 업데이트된 PDCCH와 함께 eNB1으로 상기 각 기지국이 각 UE로 전송한 PDCCH를 성공적으로 디코딩했음을 알리는 ACK 신호를 전송할 수도 있다. 이를 통해, 기지국은 SRN과 함께 각 단말로 PDSCH를 재전송함을 알 수 있게 된다.

[0283] 이 후, n+8번째 서브 프레임에서 eNB1은 상기 SRN으로부터 수신된 업데이트된 PDCCH를 UE1에게 전송하고, 상기 업데이트된 PDCCH를 통해(상기 업데이트된 자원 영역을 통해) n번째 서브프레임에서 UE1으로 전송한 PDSCH 신호를 재전송한다(S1580). 여기서, SRN도 n+8 번째 서브프레임에서 eNB1과 함께 협력적으로 n번째 서브프레임에서 UE1으로 전송된 PDSCH 신호를 상기 업데이트된 PDCCH를 통해 재전송한다.

[0284] 한편, n+8번째 서브 프레임에서 eNB2와 eNB3은, SRN으로부터 n번째 서브 프레임의 PDSCH 신호를 재전송 받지 않는 UE2와 UE3에게 n+8번째 PDCCH 및 PDSCH 신호를 전송한다. 이때 SRN은 eNB2와 eNB3의 n+8번째 서브 프레임의 PDSCH 신호를 엿듣는(overhear)다. 이는 SRN이 full duplex로 동작하는 것을 고려하기 때문이다.

[0285] 재전송된 신호를 성공적으로 수신한 UE는 n+12번째 서브 프레임에서 ACK를 전송한다.

[0286] 도 15b는 ICI 회피 과정을 SRN만 수행하고, 비협력적으로 하향링크 신호를 재전송하는 HARQ 타이밍 과정을 나타낸다.

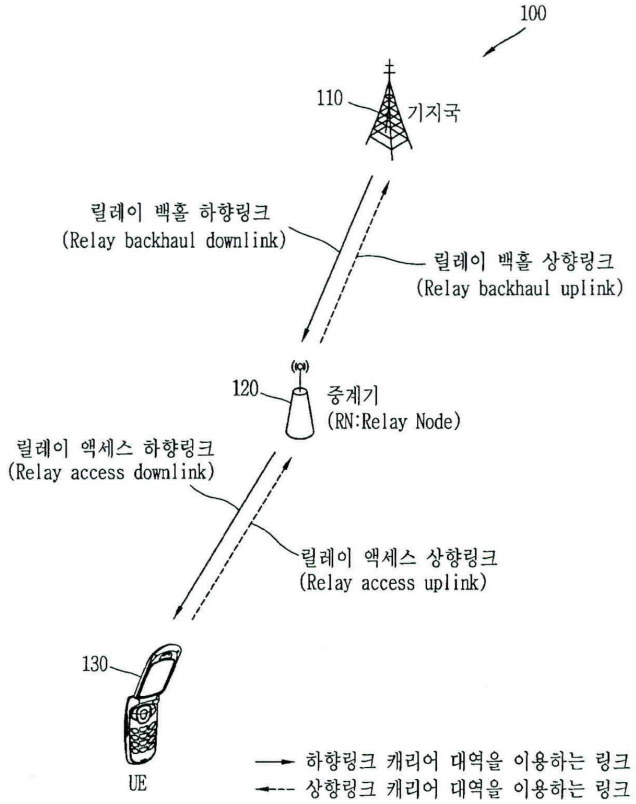
[0287] S1510부터 S1570까지의 과정은, 도 15a의 S1510부터 S1570까지의 과정과 동일하게 수행된다. 그러나, 도 15b의 경우는 도 15a의 과정과는 달리 eNB1이 n+8번째 서브 프레임에서 해당 UE에게 별도의 PDCCH 및 PDSCH 신호를 전송하지 않고, SRN만 해당 UE에게 n번째 PDSCH 신호와 업데이트된 PDCCH 신호를 전송한다(S1580'). n+6 번째 서브 프레임에서 SRN으로부터 ACK를 받은 eNB2와 eNB3는 n+8번째 서브 프레임에서 업데이트된 PDCCH와 n+8번째 서브 프레임의 PDSCH 신호를 함께 전송하게 된다.

[0288] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

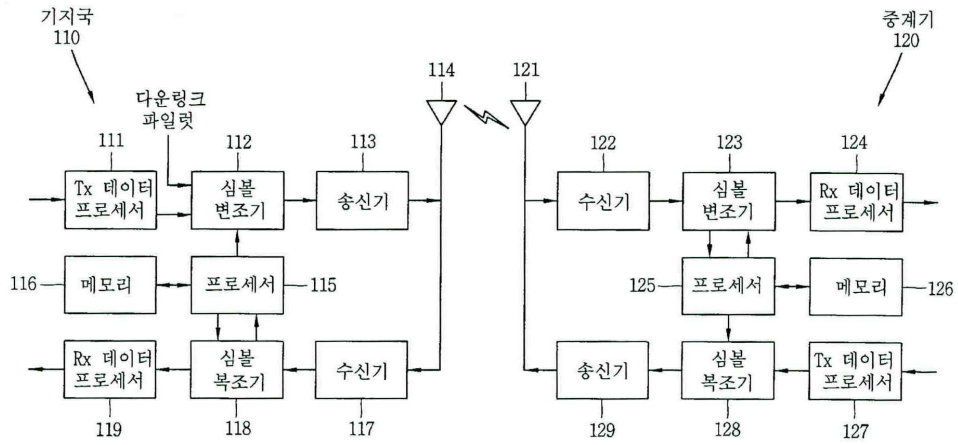
[0289] 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

도면

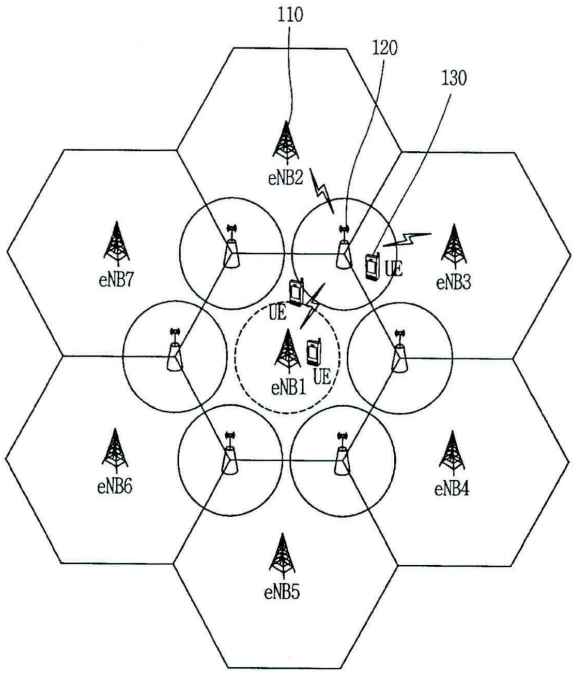
도면1


100
110
기지국
릴레이 백홀 하향링크
(Relay backhaul downlink)
릴레이 백홀 상향링크
(Relay backhaul uplink)
120
중계기
(RN:Relay Node)
릴레이 액세스 하향링크
(Relay access downlink)
릴레이 액세스 상향링크
(Relay access uplink)
130
UE
하향링크 캐리어 대역을 이용하는 링크
상향링크 캐리어 대역을 이용하는 링크

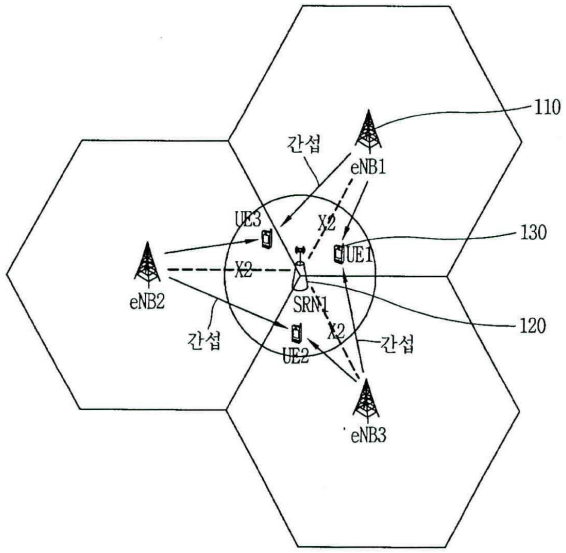
도면2


기지국
110
다운링크
파일럿
중계기
120
114
121
111
112
113
122
123
124
Tx 데이터
프로세서
심볼
변조기
송신기
수신기
심볼
변조기
Rx 데이터
프로세서
116
메모리
프로세서
115
125
프로세서
메모리
126
Rx 데이터
프로세서
심볼
복조기
수신기
송신기
심볼
복조기
Tx 데이터
프로세서
119
118
117
129
128
127

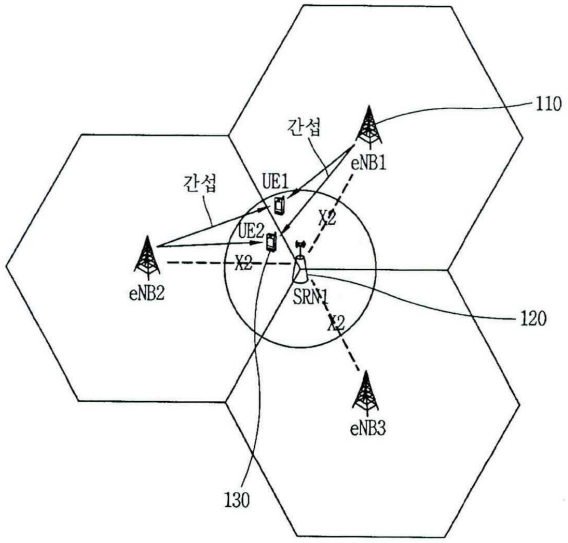
도면3


110
120
130
eNB2
eNB7
eNB3
UE
UE
eNB1
UE
eNB6
eNB4
eNB5

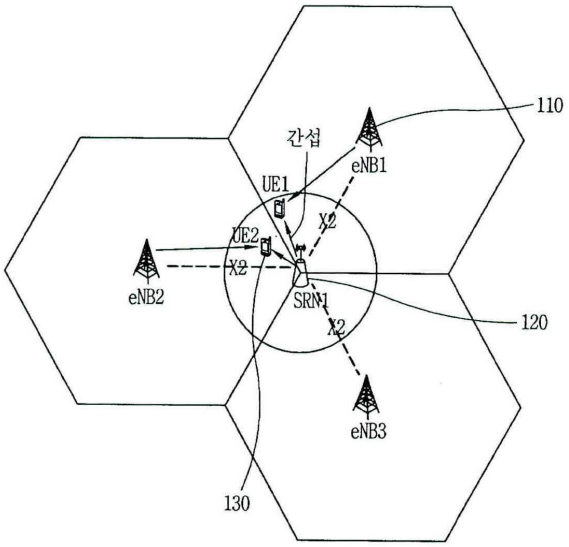
도면4a


110
간섭
eNB1
UE3
X2
130
UE1
X2
eNB2
SRN1
120
간섭
X2
간섭
UE2
eNB3

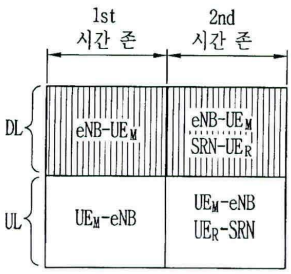
도면4b



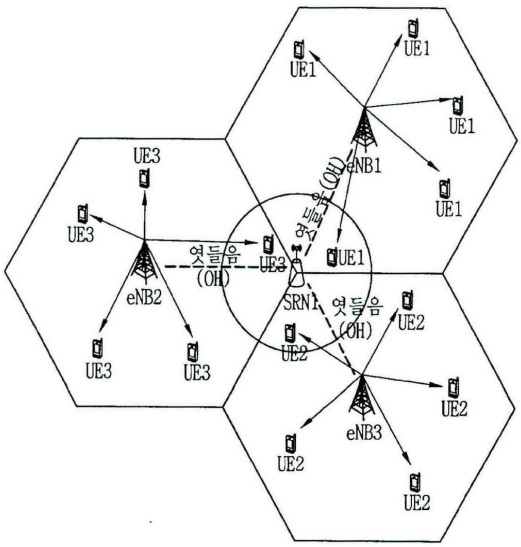
도면4c



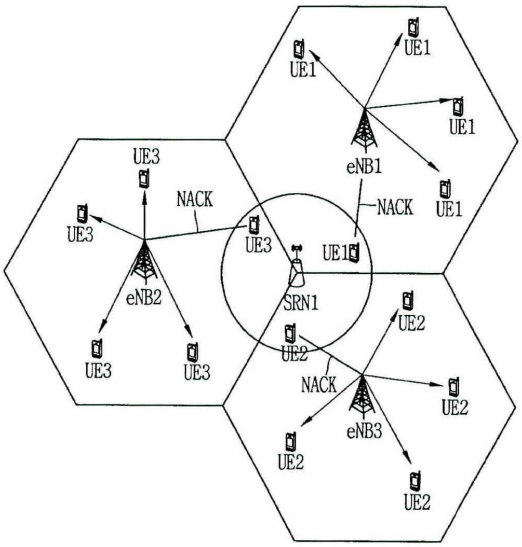
도면5



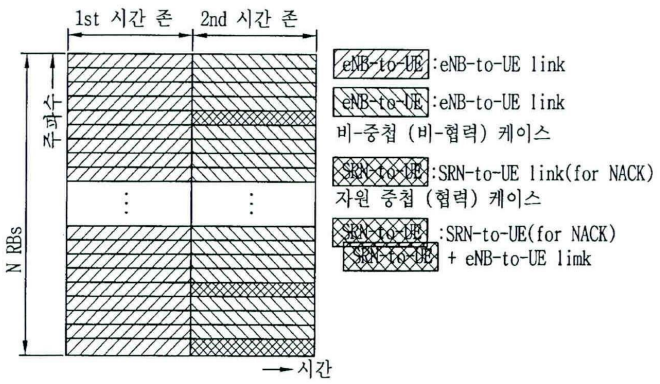
도면6a



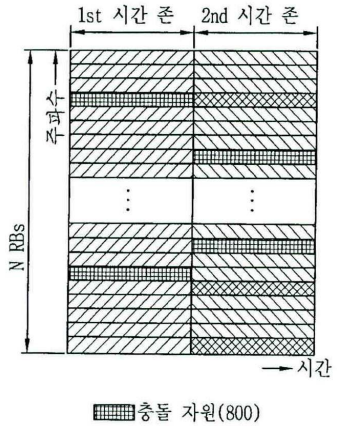
도면6b



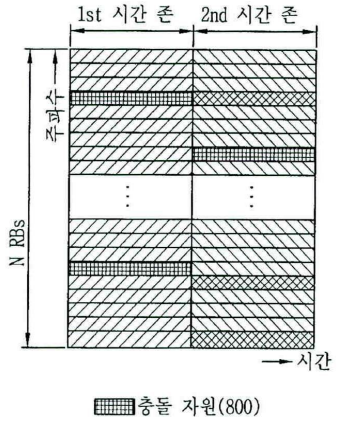
도면7



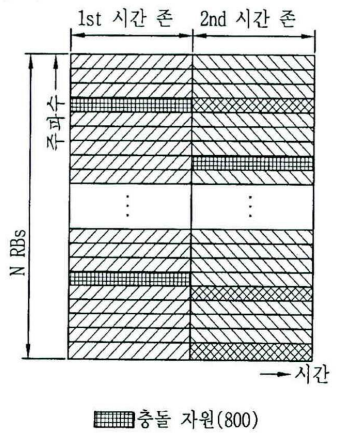
도면8a



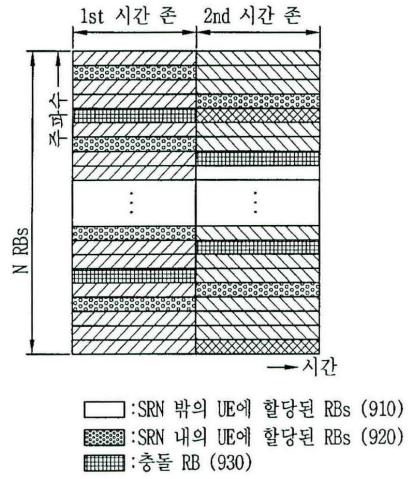
도면8b



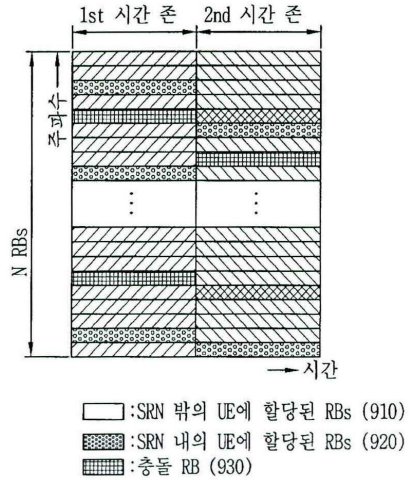
도면8c



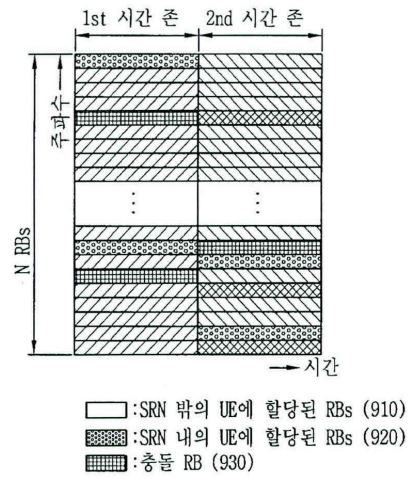
도면9a



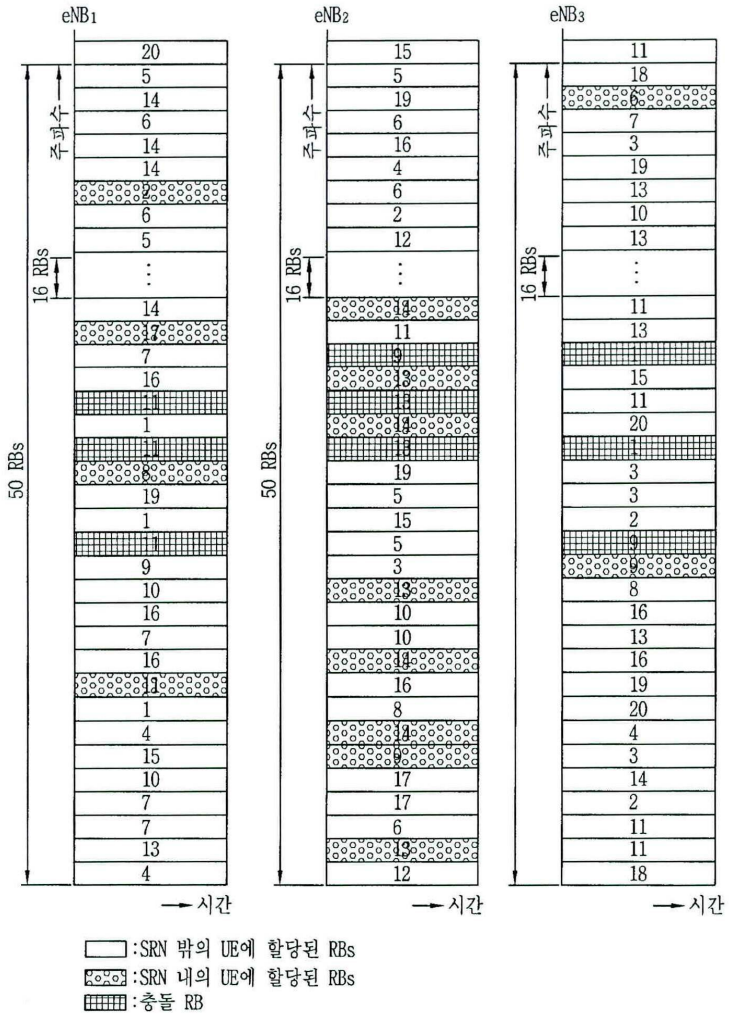
도면9b



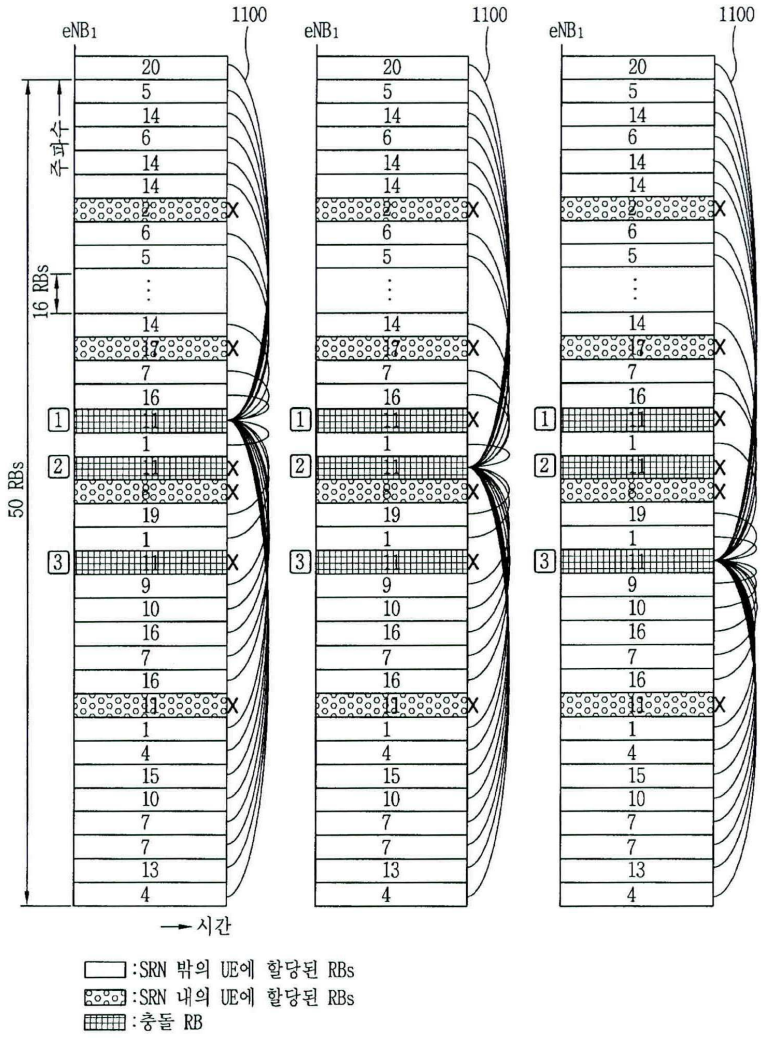
도면9c



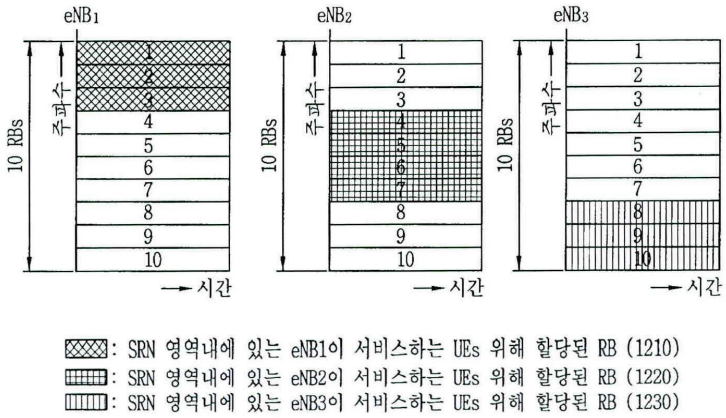
도면10


eNB1
eNB2
eNB3
주파수
16 RBs
50 RBs
시간
:SRN 밖의 UE에 할당된 RBs
:SRN 내의 UE에 할당된 RBs
:충돌 RB

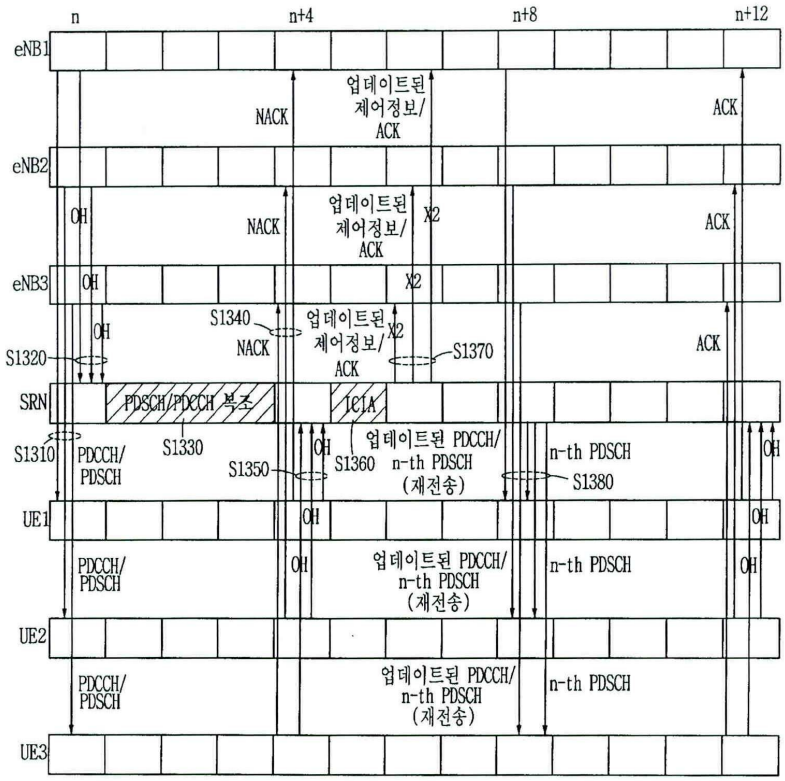
도면11


eNB1
1100
주파수
16 RBs
50 RBs
시간
:SRN 밖의 UE에 할당된 RBs
:SRN 내의 UE에 할당된 RBs
:충돌 RB

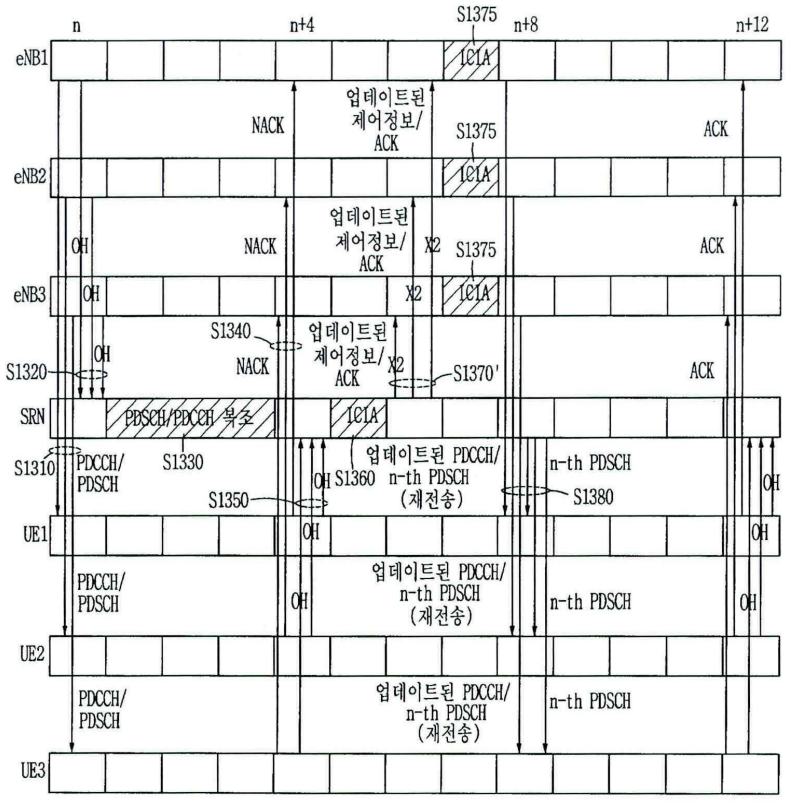
도면12


eNB1
eNB2
eNB3
주파수
10 RBs
시간
: SRN 영역내에 있는 eNB1이 서비스하는 UEs 위해 할당된 RB (1210)
: SRN 영역내에 있는 eNB2이 서비스하는 UEs 위해 할당된 RB (1220)
: SRN 영역내에 있는 eNB3이 서비스하는 UEs 위해 할당된 RB (1230)

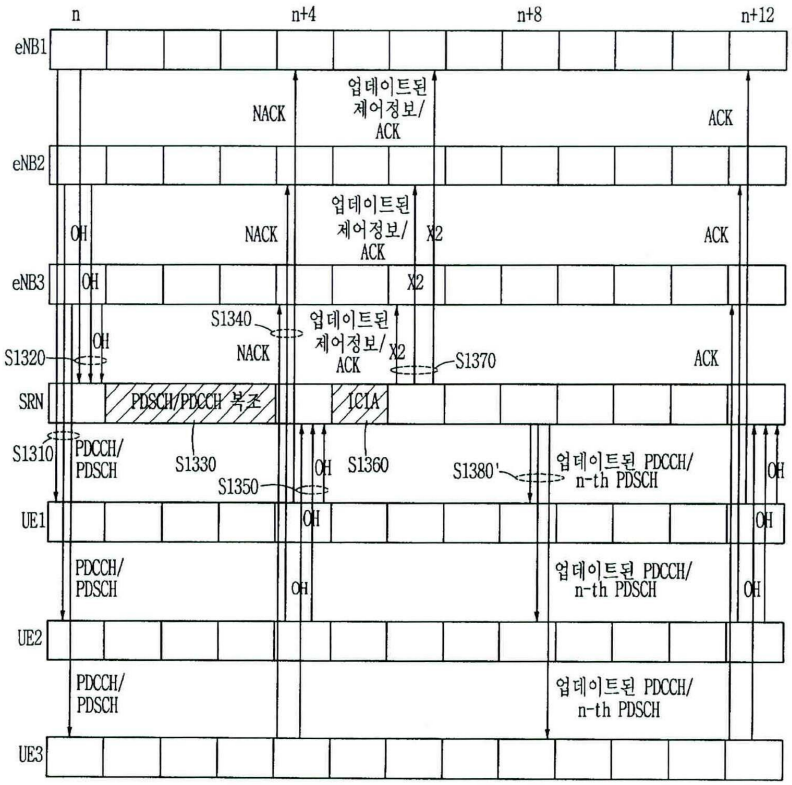
도면13a


n
n+4
n+8
n+12
eNB1
eNB2
eNB3
S1320
SRN
S1310
UE1
UE2
UE3
NACK
업데이트된 제어정보/ ACK
ACK
OH
X2
S1340
S1370
PDSCH/PDCCH 복조
1C1A
PDCCH/ PDSCH
S1330
S1350
S1360
업데이트된 PDCCH/ n-th PDSCH (재전송)
n-th PDSCH
S1380

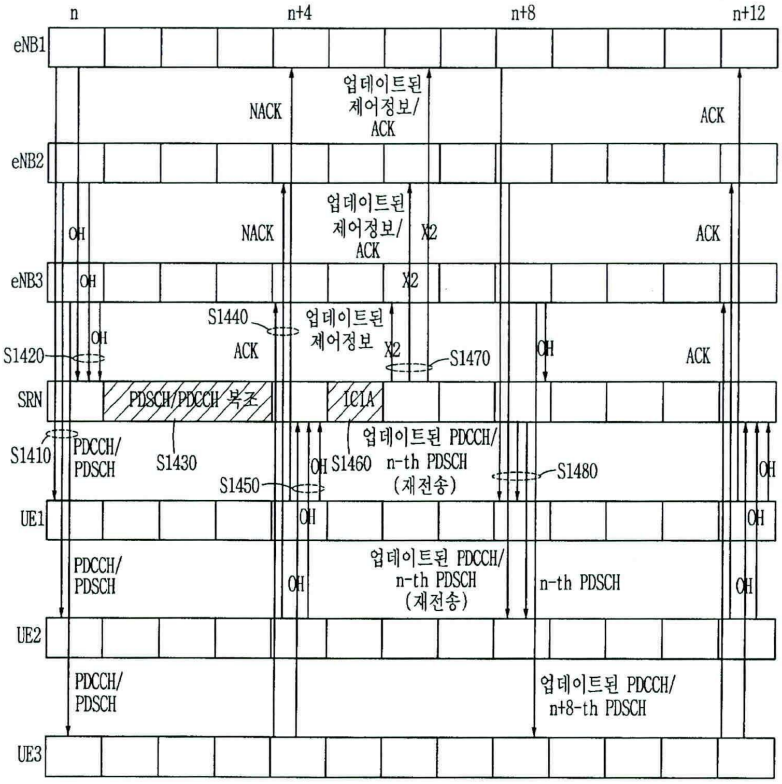
도면13b


n
n+4
S1375
n+8
n+12
eNB1
eNB2
eNB3
S1320
SRN
S1310
UE1
UE2
UE3
1C1A
NACK
업데이트된 제어정보/ ACK
ACK
OH
X2
S1340
S1370'
PDSCH/PDCCH 복조
PDCCH/ PDSCH
S1330
S1350
S1360
업데이트된 PDCCH/ n-th PDSCH (재전송)
n-th PDSCH
S1380

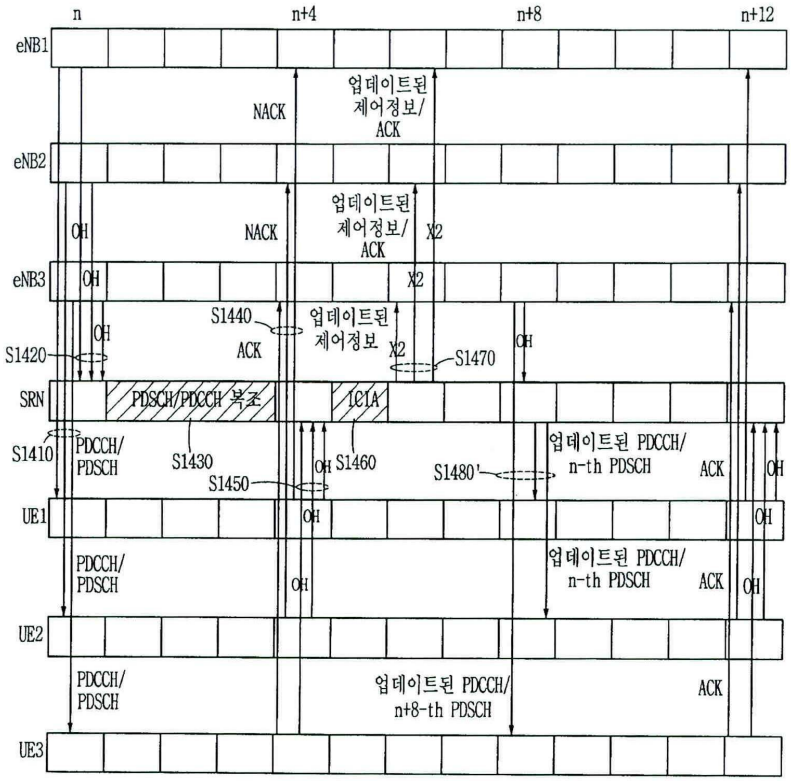
도면13c


n
n+4
n+8
n+12
eNB1
eNB2
eNB3
SRN
UE1
UE2
UE3
NACK
업데이트된 제어정보/ ACK
ACK
OH
X2
S1340
S1320
S1370
PDSCH/PDCCH 복조
1C1A
S1310
PDCCH/ PDSCH
S1330
S1350
S1360
S1380'
업데이트된 PDCCH/ n-th PDSCH

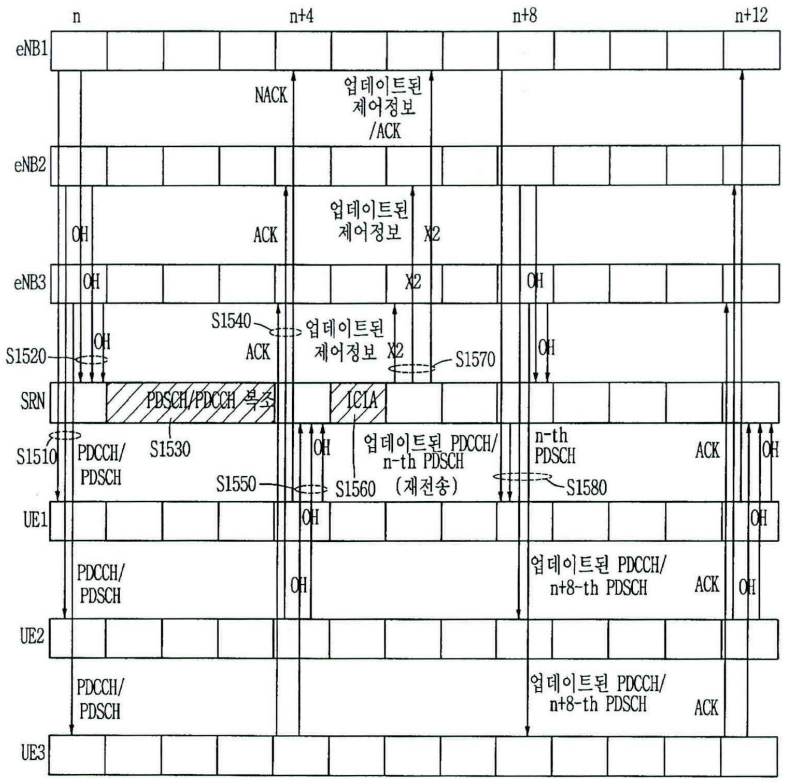
도면14a


n
n+4
n+8
n+12
eNB1
eNB2
eNB3
SRN
UE1
UE2
UE3
NACK
업데이트된 제어정보/ ACK
ACK
OH
X2
S1440
S1420
S1470
PDSCH/PDCCH 복조
1C1A
S1410
PDCCH/ PDSCH
S1430
S1450
S1460
업데이트된 PDCCH/ n-th PDSCH (재전송)
S1480
n-th PDSCH
업데이트된 PDCCH/ n+8-th PDSCH

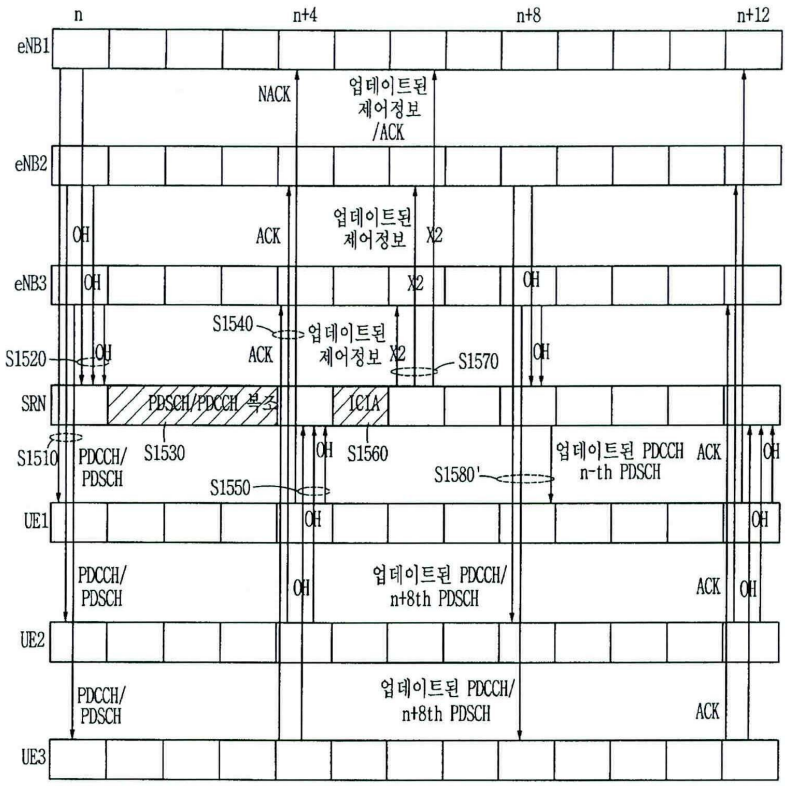
도면14b


n
n+4
n+8
n+12
eNB1
NACK
업데이트된 제어정보/ ACK
eNB2
OH
NACK
업데이트된 제어정보/ ACK
X2
eNB3
OH
X2
S1440
업데이트된 제어정보
X2
S1470
OH
S1420
OH
ACK
SRN
PDSCH/PDCCH 복조
ICIA
S1410
PDCCH/ PDSCH
S1430
S1450
OH
S1460
S1480'
업데이트된 PDCCH/ n-th PDSCH
ACK
OH
UE1
OH
OH
PDCCH/ PDSCH
OH
업데이트된 PDCCH/ n-th PDSCH
ACK
OH
UE2
PDCCH/ PDSCH
업데이트된 PDCCH/ n+8-th PDSCH
ACK
UE3

도면15a


n
n+4
n+8
n+12
eNB1
NACK
업데이트된 제어정보 /ACK
eNB2
OH
ACK
업데이트된 제어정보
X2
eNB3
OH
X2
OH
S1540
업데이트된 제어정보
X2
S1570
OH
S1520
OH
ACK
SRN
PDSCH/PDCCH 복조
ICIA
S1510
PDCCH/ PDSCH
S1530
S1550
OH
업데이트된 PDCCH/ n-th PDSCH
S1560
(재전송)
n-th PDSCH
S1580
ACK
OH
UE1
OH
OH
PDCCH/ PDSCH
OH
업데이트된 PDCCH/ n+8-th PDSCH
ACK
OH
UE2
PDCCH/ PDSCH
업데이트된 PDCCH/ n+8-th PDSCH
ACK
UE3

도면15b


n
n+4
n+8
n+12
eNB1
NACK
업데이트된 제어정보 /ACK
eNB2
OH
ACK
업데이트된 제어정보
X2
eNB3
OH
X2
OH
S1540
업데이트된 제어정보
X2
S1570
S1520
OH
ACK
OH
SRN
PDSCH/PDCCH 복조
IC1A
S1510
PDCCH/ PDSCH
S1530
OH
S1560
S1580'
업데이트된 PDCCH ACK n-th PDSCH
OH
S1550
UE1
OH
OH
PDCCH/ PDSCH
OH
업데이트된 PDCCH/ n+8th PDSCH
ACK
OH
UE2
PDCCH/ PDSCH
업데이트된 PDCCH/ n+8th PDSCH
ACK
UE3