



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년07월17일
(11) 등록번호 10-1165643
(24) 등록일자 2012년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 1/16 (2006.01) H04L 27/26 (2006.01)
H04B 7/26 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0029918
(22) 출원일자 2011년03월31일
심사청구일자 2011년03월31일
(65) 공개번호 10-2012-0069506
(43) 공개일자 2012년06월28일
(30) 우선권주장
61/424,673 2010년12월20일 미국(US)
61/442,274 2011년02월13일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20100303035 A1
KR1020100107393 A
KR1020090017408 A
US20100290418 A1
전체 청구항 수 : 총 20 항

(73) 특허권자
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
(72) 발명자
이현우
경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1연구단지 (호계동)
문성호
경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1연구단지 (호계동)
(74) 대리인
김용인, 박영복
(뒷면에 계속)

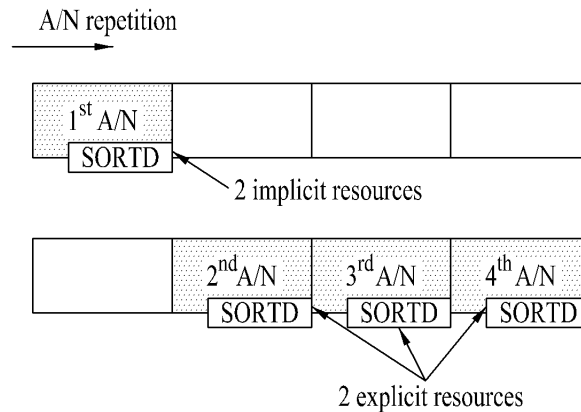
심사관 : 정은선

(54) 발명의 명칭 ACK/NACK 전송방법 및 사용자기기와, ACK/NACK 수신방법 및 기지국

(57) 요약

본 발명에 의하면, UE에서 ACK/NACK 반복과 2개 안테나 포트에 의한 SORTD(Spatial Orthogonal-Resource Transmit Diversity)가 구성된 경우, 상기 UE는 첫번째 ACK/NACK 전송은 연관된 PDCCH로부터 암묵적으로 결정된 2개의 PUCCH 자원을 이용하여 상기 2개 안테나 포트를 통해 수행하고, 두번째 전송부터는 상기 2개 안테나 포트 각각을 위해 명시적으로 할당된 2개의 PUCCH 자원을 이용하여 상기 2개 안테나 포트를 통해 수행한다.

대표도 - 도32



(72) 발명자

정재훈

경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1
연구단지 (호계동)

한승희

경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1
연구단지 (호계동)

특허청구의 범위

청구항 1

무선 통신 시스템에서 사용자기가 기지국으로 ACK/NACK (ACKnowledgement/NegativeACK) 정보를 전송함에 있어서,

상기 기지국으로부터 적어도 하나의 PDCCH(Physical Downlink Control CHannel)를 수신하는 단계; 및

상기 기지국으로부터 ACK/NACK 반복을 위한 PUCCH(Physical Uplink Control CHannel) 자원 정보를 수신하되, 상기 PUCCH 자원 정보는 제1안테나 포트를 위한 제1 PUCCH 자원과 제2안테나 포트를 위한 제2 PUCCH 자원을 지시하는 정보를 포함하는, 단계;

상기 PDCCH의 CCE(Control Channel Element) 인덱스들 중에서 가장 낮은 CCE 인덱스 n_{CCE} 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제1안테나 포트를 통해 상기 기지국에 전송하고, $n_{CCE}+1$ 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제2안테나 포트를 통해 상기 기지국에 전송하는, 초기 전송 단계;

상기 제1 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제1안테나 포트를 통해 상기 기지국에 반복하여 전송하고, 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제2안테나 포트를 통해 상기 기지국에 반복하여 전송하는, 반복 전송 단계를 포함하는,

ACK/NACK 정보 전송 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기지국으로부터 상기 ACK/NACK 반복의 횟수를 나타내는 정보를 수신하는 단계를 포함하며,

상기 반복 전송 단계는, 상기 제1 PUCCH 자원 및 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 상기 횟수 - 1회만큼 상기 ACK/NACK 정보를 전송하는,

ACK/NACK 정보 전송 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 ACK/NACK 반복의 횟수와 상기 PUCCH 자원 정보는 RRC(Radio Resource Control) 메시지를 통해 상기 기지국으로부터 수신되는 단계를 포함하는,

ACK/NACK 정보 전송 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 PDCCH가 특정 PDSCH를 지시하는 PDCCH이면, 상기 ACK/NACK 정보는 상기 PDSCH에 대한 것이고,

상기 PDCCH가 하향링크 반-지속적 스케줄링(Semi-Static Scheduling, SPS) 해제를 지시하는 PDCCH이면, 상기 ACK/NACK 정보는 상기 SPS 해제를 지시하는 상기 PDCCH에 대한 것인,

ACK/NACK 정보 전송 방법.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기지국으로부터 상기 2개 안테나 포트에 의한 ACK/NACK 정보의 전송을 지시하는 정보를 수신하는 단계를 포함하는,

ACK/NACK 정보 전송 방법.

청구항 6

무선 통신 시스템에서 기지국이 사용자기기로부터 ACK/NACK (ACKnowledgement/NegativeACK) 정보를 수신함에 있어서,

상기 사용자기기에 적어도 하나의 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 전송하는 단계; 및

상기 사용자기기에 ACK/NACK 반복을 위한 PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 자원 정보를 전송하되, 상기 PUCCH 자원 정보는 상기 사용자기기의 제1안테나 포트를 위한 제1 PUCCH 자원과 상기 사용자기기의 제2안테나 포트를 위한 제2 PUCCH 자원을 지시하는 정보를 포함하는, 단계;

상기 PDCCH의 CCE(Control Channel Element) 인덱스들 중에서 가장 낮은 CCE 인덱스 n_{CCE} 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 제1안테나 포트로부터 상기 ACK/NACK 정보를 수신하고, $n_{CCE}+1$ 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 제2안테나 포트로부터 상기 ACK/NACK 정보를 수신하는, 초기 수신 단계;

상기 제1 PUCCH 자원을 이용하여 상기 제1안테나 포트로부터 상기 ACK/NACK 정보를 반복하여 수신하고, 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 상기 제2안테나 포트로부터 상기 ACK/NACK 정보를 반복하여 수신하는, 반복 수신 단계를 포함하는,

ACK/NACK 정보 수신 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 사용자기기에 상기 ACK/NACK 반복의 횟수를 나타내는 정보를 전송하는 단계를 포함하며,

상기 반복 수신 단계는, 상기 제1 PUCCH 자원 및 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 상기 횟수 - 1회만큼 상기 ACK/NACK 정보를 수신하는,

ACK/NACK 정보 수신 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 ACK/NACK 반복의 횟수와 상기 PUCCH 자원 정보를 RRC(Radio Resource Control) 메시지를 통해 상기 사용자기기에 전송하는 단계를 포함하는,

ACK/NACK 정보 수신 방법.

청구항 9

제6항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 PDCCH가 특정 PDSCH를 지시하는 PDCCH이면, 상기 ACK/NACK 정보는 상기 PDSCH에 대한 것이고,

상기 PDCCH가 하향링크 반-지속적 스케줄링(Semi-Static Scheduling, SPS) 해제를 지시하는 PDCCH이면, 상기 ACK/NACK 정보는 상기 SPS 해제를 지시하는 상기 PDCCH에 대한 것인,

ACK/NACK 정보 수신 방법.

청구항 10

제6항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 2개 안테나 포트에 의한 ACK/NACK 정보의 전송을 지시하는 정보를 상기 사용자기기에 전송하는 단계를 포함하는,

ACK/NACK 정보 수신 방법.

청구항 11

무선 통신 시스템에서 사용자기가 기지국으로 ACK/NACK (ACKnowledgement/NegativeACK) 정보를 전송함에 있어서,

수신기; 및

송신기;

상기 수신기 및 상기 송신기를 제어하는 프로세서를 포함하되,

상기 수신기는, 상기 기지국으로부터 적어도 하나의 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 수신하고, 상기 기지국으로부터 ACK/NACK 반복을 위한 PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 자원 정보를 수신하도록 구성되되, 상기 PUCCH 자원 정보는 제1안테나 포트를 위한 제1 PUCCH 자원과 제2안테나 포트를 위한 제2 PUCCH 자원을 지시하는 정보를 포함하며;

상기 프로세서는, 상기 PDCCH의 CCE(Control Channel Element) 인덱스들 중에서 가장 낮은 CCE 인덱스 n_{cce} 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제1안테나 포트를 통해 상기 기지국에 전송하고 $n_{cce}+1$ 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제2안테나 포트를 통해 상기 기지국에 전송하는, 초기 전송을 수행하도록 상기 송신기를 제어하고; 상기 제1 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제1안테나 포트를 통해 상기 기지국에 반복하여 전송하고, 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제2안테나 포트를 통해 상기 기지국에 반복하여 전송하는, 반복 전송을 수행하도록 상기 송신기를 제어하는,

사용자기기.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 수신기는 상기 기지국으로부터 상기 ACK/NACK 반복의 횟수를 나타내는 정보를 수신하며,

상기 프로세서는, 상기 제1 PUCCH 자원 및 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 상기 횟수 - 1회만큼 상기 반복 전송을 수행하도록 상기 송신기를 제어하는,

사용자기기.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 수신기는, 상기 ACK/NACK 반복의 횟수와 상기 PUCCH 자원 정보를 RRC(Radio Resource Control) 메시지를 통해 상기 기지국으로부터 수신하는,

사용자기기.

청구항 14

제11항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 PDCCH가 특정 PDSCH를 지시하는 PDCCH이면, 상기 ACK/NACK 정보는 상기 PDSCH에 대한 것이고,

상기 PDCCH가 하향링크 반-지속적 스케줄링(Semi-Static Scheduling, SPS) 해제를 지시하는 PDCCH이면, 상기 ACK/NACK 정보는 상기 SPS 해제를 지시하는 상기 PDCCH에 대한 것인,

사용자기기.

청구항 15

제11항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 수신기는, 상기 기지국으로부터 상기 2개 안테나 포트에 의한 ACK/NACK 정보의 전송을 지시하는 정보를 수신하는,

사용자기기.

청구항 16

무선 통신 시스템에서 기지국이 사용자기기로부터 ACK/NACK (ACKnowledgement/NegativeACK) 정보를 수신함에 있어서,

수신기; 및

송신기;

상기 수신기 및 상기 송신기를 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서는, 상기 사용자기기에 적어도 하나의 PDCCH(Physical Downlink Control CHannel)를 전송하도록 상기 송신기를 제어하고, 상기 사용자기기에 ACK/NACK 반복을 위한 PUCCH(Physical Uplink Control CHannel) 자원 정보를 전송하도록 상기 송신기를 제어하되, 상기 PUCCH 자원 정보는 상기 사용자기기의 제1안테나 포트를 위한 제1 PUCCH 자원과 상기 사용자기기의 제2안테나 포트를 위한 제2 PUCCH 자원을 지시하는 정보를 포함하며; 상기 PDCCH의 CCE(Control Channel Element) 인덱스들 중에서 가장 낮은 CCE 인덱스 n_{CCE} 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 제1안테나 포트로부터 상기 ACK/NACK 정보를 수신하고 $n_{CCE}+1$ 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 제2안테나 포트로부터 상기 ACK/NACK 정보를 수신하는, 초기 수신을 수행하도록 상기 수신기를 제어하고; 상기 제1 PUCCH 자원을 이용하여 상기 제1안테나 포트로부터 상기 ACK/NACK 정보를 반복하여 수신하고 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 상기 제2안테나 포트로부터 상기 ACK/NACK 정보를 반복하여 수신하는, 반복 수신을 수행하도록 상기 수신기를 제어하는,

기지국.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 사용자기기에 상기 ACK/NACK 반복의 횟수를 나타내는 정보를 전송하도록 상기 송신기를 제어하며; 상기 제1 PUCCH 자원 및 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 상기 횟수 - 1회만큼 상기 반복 수신을 수행하도록 상기 수신기를 제어하는,

기지국.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 ACK/NACK 반복의 횟수와 상기 PUCCH 자원 정보를 RRC(Radio Resource Control) 메시지를 통해, 상기 사용자기기에 전송하도록 상기 송신기를 제어하는,

기지국.

청구항 19

제16항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 PDCCH가 특정 PDSCH를 지시하는 PDCCH이면, 상기 ACK/NACK 정보는 상기 PDSCH에 대한 것이고,

상기 PDCCH가 하향링크 반-지속적 스케줄링(Semi-Static Scheduling, SPS) 해제를 지시하는 PDCCH이면, 상기 ACK/NACK 정보는 상기 SPS 해제를 지시하는 상기 PDCCH에 대한 것인,

기지국.

청구항 20

제16항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 2개 안테나 포트에 의한 ACK/NACK 정보의 전송을 지시하는 정보를 상기 사용자기기에 전송하도록 상기 송신기를 제어하는,

기지국.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 상향링크 제어정보를 전송하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 무선 통신 시스템이 음성이나 데이터 등과 같은 다양한 종류의 통신 서비스를 제공하기 위해 광범위하게 전개되고 있다. 일반적으로 무선 통신 시스템은 가용한 시스템 자원(대역폭, 전송 파워 등)을 공유하여 다중 사용자와의 통신을 지원할 수 있는 다중 접속(multiple access) 시스템이다. 다중 접속 시스템의 예들로는 CDMA(code division multiple access) 시스템, FDMA(frequency division multiple access) 시스템, TDMA(time division multiple access) 시스템, OFDMA(orthogonal frequency division multiple access) 시스템, SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 시스템, MC-FDMA(multi carrier frequency division multiple access) 시스템 등이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 목적은 무선 통신 시스템에서 제어 정보를 효율적으로 전송하는 방법 및 이를 위한 장치를 제공하는 데 있다. 본 발명의 다른 목적은 제어 정보를 효율적으로 전송하기 위한 채널 포맷, 신호 처리, 및 이를 위한 장치를 제공하는 데 있다. 본 발명의 또 다른 목적은 제어 정보를 전송하기 위한 자원을 효율적으로 할당하는 방법 및 이를 위한 장치를 제공하는 데 있다.

[0004] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 이하의 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 양상으로, 무선 통신 시스템에서 사용자기가 기지국으로 ACK/NACK (ACKnowledgement/NegativeACK) 정보를 전송함에 있어서, 상기 기지국으로부터 적어도 하나의 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 수신하는 단계; 및 상기 기지국으로부터 ACK/NACK 반복을 위한 PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 자원 정보를 수신하되, 상기 PUCCH 자원 정보는 제1안테나 포트를 위한 제1 PUCCH 자원과 제2안테나 포트를 위한 제2 PUCCH 자원을 지시하는 정보를 포함하는, 단계; 상기 PDCCH의 CCE(Control Channel Element) 인덱스들 중에서 가장 낮은 CCE 인덱스 n_{CCE} 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제1안테나 포트를 통해 상기 기지국에 전송하고, $n_{CCE}+1$ 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제2안테나 포트를 통해 상기 기지국에 전송하는, 초기 전송 단계; 상기 제1 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제1안테나 포트를 통해 상기 기지국에 반복하여 전송하고, 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제2안테나 포트를 통해 상기 기지국에 반복하여 전송하는, 반복 전송 단계를 포함하는, ACK/NACK 정보 전송 방법이 제공된다.

[0006] 본 발명의 다른 양상으로, 무선 통신 시스템에서 기지국이 사용자기로부터 ACK/NACK (ACKnowledgement/NegativeACK) 정보를 수신함에 있어서, 상기 사용자기에 적어도 하나의 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 전송하는 단계; 및 상기 사용자기에 ACK/NACK 반복을 위한 PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 자원 정보를 전송하되, 상기 PUCCH 자원 정보는 상기 사용자기의 제1안테나 포트를 위한 제1 PUCCH 자원과 상기 사용자기의 제2안테나 포트를 위한 제2 PUCCH 자원을 지시하는 정보를 포함하는, 단계; 상기 PDCCH의 CCE(Control Channel Element) 인덱스들 중에서 가장 낮은 CCE 인덱스 n_{CCE} 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 제1안테나 포트로부터 상기 ACK/NACK 정보를 수신하고, $n_{CCE}+1$ 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 제2안테나 포트로부터 상기 ACK/NACK 정보를 수신하는, 초기 수신 단계; 상기 제1 PUCCH 자원을 이용하여 상기 제1안테나 포트로부터 상기 ACK/NACK 정보를 반복하여 수신하고, 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 상기 제2안테나 포트로부터 상기 ACK/NACK 정보를 반복하여 수신하는, 반복 수신 단계

를 포함하는, ACK/NACK 정보 수신 방법이 제공된다.

[0007] 본 발명의 또 다른 양상으로, 무선 통신 시스템에서 사용자기가 기지국으로 ACK/NACK (ACKnowledgement/NegativeACK) 정보를 전송함에 있어서, 수신기; 및 송신기; 상기 수신기 및 상기 송신기를 제어하는 프로세서를 포함하되, 상기 수신기는, 상기 기지국으로부터 적어도 하나의 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 수신하고, 상기 기지국으로부터 ACK/NACK 반복을 위한 PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 자원 정보를 수신하도록 구성되되, 상기 PUCCH 자원 정보는 제1안테나 포트를 위한 제1 PUCCH 자원과 제2안테나 포트를 위한 제2 PUCCH 자원을 지시하는 정보를 포함하며; 상기 프로세서는, 상기 PDCCH의 CCE(Control Channel Element) 인덱스들 중에서 가장 낮은 CCE 인덱스 n_{CCE} 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제1안테나 포트를 통해 상기 기지국에 전송하고 $n_{CCE}+1$ 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제2안테나 포트를 통해 상기 기지국에 전송하는, 초기 전송을 수행하도록 상기 송신기를 제어하고; 상기 제1 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제1안테나 포트를 통해 상기 기지국에 반복하여 전송하고, 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 상기 제2안테나 포트를 통해 상기 기지국에 반복하여 전송하는, 반복 전송을 수행하도록 상기 송신기를 제어하는, 사용자기가 제공된다.

[0008] 본 발명의 또 다른 양상으로, 무선 통신 시스템에서 기지국이 사용자기로부터 ACK/NACK (ACKnowledgement/NegativeACK) 정보를 수신함에 있어서, 수신기; 및 송신기; 상기 수신기 및 상기 송신기를 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는, 상기 사용자기에 적어도 하나의 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 전송하도록 상기 송신기를 제어하고, 상기 사용자기에 ACK/NACK 반복을 위한 PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 자원 정보를 전송하도록 상기 송신기를 제어하되, 상기 PUCCH 자원 정보는 상기 사용자기의 제1안테나 포트를 위한 제1 PUCCH 자원과 상기 사용자기의 제2안테나 포트를 위한 제2 PUCCH 자원을 지시하는 정보를 포함하며; 상기 PDCCH의 CCE(Control Channel Element) 인덱스들 중에서 가장 낮은 CCE 인덱스 n_{CCE} 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 제1안테나 포트로부터 상기 ACK/NACK 정보를 수신하고 $n_{CCE}+1$ 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 상기 제2안테나 포트로부터 상기 ACK/NACK 정보를 수신하는, 초기 수신을 수행하도록 상기 수신기를 제어하고; 상기 제1 PUCCH 자원을 이용하여 상기 제1안테나 포트로부터 상기 ACK/NACK 정보를 반복하여 수신하고 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 상기 제2안테나 포트로부터 상기 ACK/NACK 정보를 반복하여 수신하는, 반복 수신을 수행하도록 상기 수신기를 제어하는, 기지국이 제공된다.

[0009] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 기지국으로부터 상기 사용자기로, 상기 ACK/NACK 반복의 횟수를 나타내는 정보가 전송되며; 상기 사용자기로부터 상기 기지국으로, 상기 제1 PUCCH 자원 및 상기 제2 PUCCH 자원을 이용하여 상기 횟수 - 1회만큼 상기 반복 전송이 수행될 수 있다.

[0010] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 ACK/NACK 반복의 횟수와 상기 PUCCH 자원 정보를 RRC(Radio Resource Control) 메시지를 통해, 상기 기지국으로부터 상기 사용자기로 전송될 수 있다.

[0011] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 PDCCH가 특정 PDSCH를 지시하는 PDCCH이면, 상기 ACK/NACK 정보는 상기 PDSCH에 대한 것이고, 상기 PDCCH가 하향링크 반-지속적 스케줄링(Semi-Static Scheduling, SPS) 해제를 지시하는 PDCCH이면, 상기 ACK/NACK 정보는 상기 SPS 해제를 지시하는 상기 PDCCH에 대한 것일 수 있다.

[0012] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 2개 안테나 포트에 의한 ACK/NACK 정보의 전송을 지시하는 정보가 상기 기지국으로부터 상기 사용자기로 전송될 수 있다.

[0013] 상기 과제 해결방법들은 본 발명의 실시예들 중 일부에 불과하며, 본원 발명의 기술적 특징들이 반영된 다양한 실시예들이 당해 기술분야의 통상적인 지식을 가진 자에 의해 이하 상술할 본 발명의 상세한 설명을 기반으로 도출되고 이해될 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 의하면, 무선 통신 시스템에서 제어 정보를 효율적으로 전송할 수 있다. 또한, 제어 정보를 효율적으로 전송하기 위한 채널 포맷, 신호 처리 방법을 제공할 수 있다. 또한, 제어 정보 전송을 위한 자원을 효율적으로 할당할 수 있다.

[0015] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과는 이하의 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있

을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0016]

본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.

도 1은 본 발명을 수행하는 사용자기기(UE) 및 기지국(BS)의 구성요소를 나타내는 블록도이다.

도 2는 사용자기기 및 기지국 내 송신기 구조의 일 예를 도시한 것이다.

도 3은 단일 반송파 특성을 만족시키면서, 입력심볼을 주파수 도메인에서 부반송파에 맵핑하는 예들을 나타낸 것이다.

도 4는 클러스터드 DFT-s-OFDM에 의해 입력심볼이 단일 반송파에 맵핑되는 예들을 나타낸 것이다.

도 5와 도 6은 클러스터 SC-FDMA에서 DFT 프로세스 출력 샘플들이 다중 반송파(multi-carrier)에 맵핑되는 신호 처리 과정을 도시하는 도면이다.

도 7은 세그먼트(segmented) SC-FDMA의 신호 처리 과정을 도시하는 도면이다.

도 8은 무선 통신 시스템에서 사용되는 무선 프로임 구조의 예들을 나타낸다.

도 9는 무선 통신 시스템에서 DL/UL 슬롯 구조의 일례를 나타낸 것이다.

도 10은 무선 통신 시스템에서 하향링크 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.

도 11은 무선 통신 시스템에서 상향링크 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.

도 12는 ACK/NACK을 위한 PUCCH 자원을 결정하는 예를 나타낸다.

도 13은 PUCCH 자원 인덱스와 PUCCH 자원의 맵핑을 예시한다.

도 14는 단일 반송파 상황에서 통신을 수행하는 예를 나타낸다.

도 15는 다중 반송파 상황 하에서 통신을 수행하는 예를 나타낸다.

도 16은 기지국에서 하나의 MAC이 다중 반송파를 관리하는 개념을 설명한다.

도 17은 사용자기기에서 하나의 MAC이 다중 반송파를 관리하는 개념을 설명한다.

도 18은 기지국에서 복수의 MAC이 다중 반송파를 관리하는 개념을 설명한다.

도 19는 사용자기기에서 복수의 MAC이 다중 반송파를 관리하는 개념을 설명한다.

도 20은 기지국에서 복수의 MAC이 다중 반송파를 관리하는 다른 개념을 설명한다.

도 21은 사용자기기에서 복수의 MAC이 다중 반송파를 관리하는 다른 개념을 설명한다.

도 22 및 도 23은 PUCCH 포맷 1a 및 1b의 슬롯 레벨 구조를 예시한다.

도 24는 반송파 병합이 지원되는 무선 통신 시스템에서 상향링크 제어 정보(UCI)가 전송되는 시나리오를 예시한다.

도 25에서 도 28은 본 발명에서 사용될 수 있는 PUCCH 포맷 3의 구조 및 이를 위한 신호 처리 과정을 예시한다.

도 29는 TDD UL-DL 구성을 예시한다.

도 30 및 도 31은 채널 선택에 의한 ACK/NACK 전송을 예시한다.

도 32는 본 발명의 실시예1에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.

도 33은 본 발명의 실시예2에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.

도 34는 본 발명의 실시예3에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.

도 35는 본 발명의 실시예4에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.

도 36는 본 발명의 실시예5에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.
 도 37은 본 발명의 실시예6에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.
 도 38은 본 발명의 실시예7에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.
 도 39는 본 발명의 실시예8에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.
 도 40은 본 발명의 실시예9에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.
 도 41은 본 발명의 실시예10에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.
 도 42는 본 발명의 실시예11에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.
 도 43은 본 발명의 실시예12에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.
 도 44는 본 발명의 실시예13에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.
 도 45는 본 발명의 실시예14에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.
 도 46은 본 발명의 실시예15에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.
 도 47은 ACK/NACK 전송의 타이밍을 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 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. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다.
- [0018] 또한, 이하에서 설명되는 기법(technique) 및 장치, 시스템은 다양한 무선 다중 접속 시스템에 적용될 수 있다. 다중 접속 시스템의 예들로는 CDMA(code division multiple access) 시스템, FDMA(frequency division multiple access) 시스템, TDMA(time division multiple access) 시스템, OFDMA(orthogonal frequency division multiple access) 시스템, SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 시스템, MC-FDMA(multi carrier frequency division multiple access) 시스템 등이 있다. CDMA는 UTRA (Universal Terrestrial Radio Access) 또는 CDMA2000과 같은 무선 기술(technology)에서 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communication), GPRS(General Packet Radio Service), EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution) 등과 같은 무선 기술에서 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11(Wi-Fi), IEEE 802.16(WiMAX), IEEE802-20, E-UTRA(evolved-UTRA) 등과 같은 무선 기술에서 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunication System)의 일부이며, 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(Long Term Evolution)은 E-UTRA를 이용하는 E-UMTS의 일부이다. 3GPP LTE는 하향링크에서는 OFDMA를 채택하고, 상향링크에서는 SC-FDMA를 채택하고 있다. LTE-A(LTE-advanced)는 3GPP LTE의 진화된 형태이다. 설명의 편의를 위하여, 이하에서는 본 발명이 3GPP LTE/LTE-A에 적용되는 경우를 가정하여 설명한다. 그러나, 본 발명의 기술적 특징이 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 이하의 상세한 설명이 이동통신 시스템이 3GPP LTE/LTE-A 시스템에 대응하는 이동통신 시스템을 기초로 설명되더라도, 3GPP LTE/LTE-A에 특유한 사항을 제외하고는 다른 임의의 이동통신 시스템에도 적용 가능하다.
- [0019] 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.
- [0020] 본 발명에 있어서, 사용자기기(UE: User Equipment)는 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, 기지국과 통신하여 사용자데이터 및/또는 각종 제어정보를 송수신하는 각종 기기들이 이에 속한다. 사용자기기는 단말(Terminal Equipment), MS(Mobile Station), MT(Mobile Terminal), UT(User Terminal), SS(Subscribe Station), 무선기기(wireless device), PDA(Personal Digital Assistant), 무선 모뎀(wireless modem), 휴대기기(handheld device) 등으로 불릴 수 있다. 또한, 본 발명에 있어서, 기지국(Base Station, BS)은 일반적으로 사용자기기 및/또는 다른 기지국과 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, 사용자기기 및 타 기지국과 통신하여 각종 데이터 및 제어정보를 교환한다. 기지국은 eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver

System), 액세스 포인트(Access Point) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.

- [0021] 본 발명에서, 특정 신호가 프레임/서브프레임/슬롯/반송파/부반송파에 할당된다는 것은, 상기 특정 신호가 해당 프레임/서브프레임/슬롯/심볼의 기간/타이밍 동안 해당 반송파/부반송파를 통해 전송되는 것을 의미한다.
- [0022] 본 발명에서 랭크 혹은 전송랭크라 함은 일 OFDM 심볼 혹은 일 데이터 RE(Resource Element) 상에 다중화된/할당된 레이어의 개수를 의미한다.
- [0023] 본 발명에서 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)/PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel)/PHICH(Physical Hybrid automatic retransmit request Indicator Channel)/PDSCH(Physical Downlink Shared CHannel)은 각각 DCI(Downlink Control Information)/CFI(Control Format Indicator)/하향링크 ACK/NACK(ACKnowledgement/Negative ACK)/하향링크 데이터를 나르는 자원요소의 집합을 의미한다. 또한, PUCCH(Physical Uplink Control Channel)/PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)/PRACH(Physical Random Access CHannel)는 각각 UCI(Uplink Control Information)/상향링크 데이터/랜덤 액세스 신호를 나르는 자원요소의 집합을 의미한다. 본 발명에서는, 특히, PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH에 할당되거나 이에 속한 자원요소(Resource Element, RE)를 각각 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH RE 또는 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH 자원이라고 칭한다.
- [0024] 따라서, 본 발명에서 사용자기가 PUCCH/PUSCH/PRACH를 전송한다는 표현은, 각각, PUSCH/PUCCH/PRACH 상에서 상향링크 제어정보/상향링크 데이터/랜덤 액세스 신호를 전송한다는 것과 동일한 의미로 사용된다. 또한, 기지국이 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH를 전송한다는 표현은, 각각, PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH 상에서 하향링크 데이터/제어정보를 전송한다는 것과 동일한 의미로 사용된다.
- [0025] 한편, 본 발명에서, ACK/NACK 정보를 특정 성상 포인트에 맵핑한다는 것은 상기 ACK/NACK 정보를 특정 복소변조심볼로 맵핑한다는 것과 동일한 의미로 사용된다. 또한, ACK/NACK 정보를 특정 복소변조심볼로 맵핑한다는 것은 상기 ACK/NACK 정보를 특정 복소변조심볼로 변조한다는 것과 동일한 의미로 사용된다.
- [0026] 도 1은 본 발명을 수행하는 사용자기기(UE) 및 기지국(BS)의 구성요소를 나타내는 블록도이다.
- [0027] UE는 상향링크에서는 송신장치로 동작하고 하향링크에서는 수신장치로 동작한다. 이와 반대로, BS는 상향링크에서는 수신장치로 동작하고, 하향링크에서는 송신장치로 동작할 수 있다.
- [0028] UE 및 BS는 정보 및/또는 데이터, 신호, 메시지 등을 수신할 수 있는 안테나 (500a, 500b)와, 안테나를 제어하여 메시지를 전송하는 송신기(Transmitter; 100a, 100b), 안테나를 제어하여 메시지를 수신하는 수신기(Receiver; 300a, 300b), 무선통신 시스템 내 통신과 관련된 각종 정보를 저장하는 메모리(200a, 200b)를 포함한다. 또한, UE 및 BS는 UE 또는 BS에 포함된 송신기 및 수신기, 메모리 등의 구성요소와 동작적으로 연결되어, 상기 구성요소를 제어하여 본 발명을 수행하도록 구성된 프로세서(400a, 400b)를 각각 포함한다. 상기 UE 내 송신기(100a), 수신기(300a), 메모리(200a), 프로세서(400a)는 각각 별개의 칩(chip)에 의해 독립된 구성요소로서 구현될 수도 있고, 둘 이상이 하나의 칩(chip)에 의해 구현될 수도 있다. 마찬가지로, 상기 BS 내 송신기(100b), 수신기(300b), 메모리(200b), 프로세서(400b)는 각각 별개의 칩(chip)에 의해 독립된 구성요소로서 구현될 수도 있고, 둘 이상이 하나의 칩(chip)에 의해 구현될 수도 있다. 송신기와 수신기가 통합되어 UE 또는 BS 내에서 한 개의 송수신기(transceiver)로 구현될 수도 있다.
- [0029] 안테나(500a, 500b)는 송신기(100a, 100b)에서 생성된 신호를 외부로 전송하거나, 외부로부터 무선 신호를 수신하여 수신기(300a, 300b)로 전달하는 기능을 수행한다. 안테나(500a, 500b)는 안테나 포트도 불리기도 한다. 각 안테나 포트는 하나의 물리 안테나에 해당하거나 하나보다 많은 물리 안테나 요소(element)의 조합에 의해 구성될 수 있다. 각 안테나 포트로부터 전송된 신호는 UE 내 수신기(300a)에 의해 더 이상 분해될 수 없다. 해당 안테나 포트에 대응하여 전송된 참조신호는 UE의 관점에서 본 안테나 포트를 정의하며, 채널이 일 물리 안테나로부터의 단일(single) 무선 채널인지 혹은 상기 안테나 포트를 포함하는 복수의 물리 안테나 요소(element)들로부터의 합성(composite) 채널인지에 관계없이, 상기 UE로 하여금 상기 안테나 포트에 대한 채널 추정을 가능하게 한다. 즉, 안테나 포트는 상기 안테나 포트 상의 심볼을 전달하는 채널이 상기 동일 안테나 포트 상의 다른 심볼이 전달되는 상기 채널로부터 도출될 수 있도록 정의된다. 다수의 안테나를 이용하여 데이터를 송수신하는 다중 입출력(Multi-Input Multi-Output, MIMO) 기능을 지원하는 송수신기의 경우에는 2개 이상의 안테나와 연결될 수 있다.
- [0030] 프로세서(400a, 400b)는 통상적으로 UE 또는 BS 내 각종 모듈의 전반적인 동작을 제어한다. 특히, 프로세서(400a, 400b)는 본 발명을 수행하기 위한 각종 제어 기능, 서비스 특성 및 전파 환경에 따른 MAC(Medium

Access Control) 프레임 가변 제어 기능, 유희모드 동작을 제어하기 위한 전력절약모드 기능, 핸드오버(Handover) 기능, 인증 및 암호화 기능 등을 수행할 수 있다. 프로세서(400a, 400b)는 컨트롤러(controller), 마이크로 컨트롤러(microcontroller), 마이크로 프로세서(microprocessor), 마이크로 컴퓨터(microcomputer) 등으로도 불릴 수 있다. 한편, 프로세서(400a, 400b)는 하드웨어(hardware) 또는 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어를 이용하여 본 발명을 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(400a, 400b)에 구비될 수 있다. 한편, 펌웨어나 소프트웨어를 이용하여 본 발명을 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(400a, 400b) 내에 구비되거나 메모리(200a, 200b)에 저장되어 프로세서(400a, 400b)에 의해 구동될 수 있다.

[0031] 송신기(100a, 100b)는 프로세서(400a, 400b) 또는 상기 프로세서와 연결된 스케줄러로부터 스케줄링되어 외부로 전송될 신호 및/또는 데이터에 대하여 소정의 부호화(coding) 및 변조(modulation)를 수행한 후 안테나(500a, 500b)에 전달한다. 예를 들어, 송신기(100a, 100b)는 전송하고자 하는 데이터 열을 역다중화 및 채널 부호화, 변조과정 등을 거쳐 K개의 레이어로 변환한다. 상기 K개의 레이어는 송신기 내 송신처리를 거쳐 송신 안테나(500a, 500b)를 통해 전송된다. UE 및 BS의 송신기(100a, 100b) 및 수신기(300a, 300b)는 송신신호 및 수신신호를 처리하는 과정에 따라 다르게 구성될 수 있다.

[0032] 메모리(200a, 200b)는 프로세서(400a, 400b)의 처리 및 제어를 위한 프로그램을 저장할 수 있고, 입출력되는 정보를 임시 저장할 수 있다. 메모리(200a, 200b)가 비휘발성으로 활용될 수 있다. 메모리는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type) 또는 카드 타입의 메모리(예를 들어, SD 또는 XD 메모리 등), 램(Random Access Memory, RAM), SRAM(Static Random Access Memory), 롬(Read-Only Memory, ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 등을 이용하여 구현될 수 있다.

[0033] 도 2는 사용자기기 및 기지국 내 송신기 구조의 일 예를 도시한 것이다. 도 2를 참조하여 송신기(100a, 100b)의 동작을 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

[0034] 도 2를 참조하면, UE 또는 기지국 내 송신기(100a, 100b)는 스캐램블러(301) 및 변조맵퍼(302), 레이어맵퍼(303), 프리코더(304), 자원요소맵퍼(305), OFDM 신호생성기(306)를 포함할 수 있다.

[0035] 상기 송신기(100a, 100b)는 하나 이상의 코드워드(codeword)를 송신할 수 있다. 각 코드워드 내 부호화된 비트(coded bits)는 각각 상기 스캐램블러(301)에 의해 스캐램블링되어 물리채널 상에서 전송된다. 코드워드는 데이터열로 지칭되기도 하며, MAC 계층이 제공하는 데이터 블록과 동가이다. MAC 계층이 제공하는 데이터 블록은 전송 블록으로 지칭되기도 한다.

[0036] 스캐램블된 비트는 상기 변조맵퍼(302)에 의해 복소변조심볼(complex-valued modulation symbols)로 변조된다. 상기 변조맵퍼는 상기 스캐램블된 비트를 기결정된 변조 방식에 따라 변조하여 신호 성상(signal constellation) 상의 위치를 표현하는 복소변조심볼로 배치할 수 있다. 변조 방식(modulation scheme)에는 제한이 없으며, m-PSK(m-Phase Shift Keying) 또는 m-QAM(m-Quadrature Amplitude Modulation) 등이 상기 부호화된 데이터의 변조에 이용될 수 있다.

[0037] 상기 복소변조심볼은 상기 레이어맵퍼(303)에 의해 하나 이상의 전송 레이어로 맵핑된다.

[0038] 각 레이어 상의 복소변조심볼은 안테나 포트상에서의 전송을 위해 프리코더(304)에 의해 프리코딩된다. 구체적으로, 프리코더(304)는 상기 복소변조심볼을 다중 송신 안테나(500-1, ..., 500-N_t)에 따른 MIMO 방식으로 처리하여 안테나 특정 심볼들을 출력하고 상기 안테나 특정 심볼들을 해당 자원요소맵퍼(305)로 분배한다. 즉, 전송 레이어의 안테나 포트로의 매핑은 프리코더(304)에 의해 수행된다. 프리코더(304)는 레이어맵퍼(303)의 출력 x 를 $N_t \times M_t$ 의 프리코딩 행렬 W 와 곱해 $N_t \times M_f$ 의 행렬 z 로 출력할 수 있다.

[0039] 상기 자원요소맵퍼(305)는 각 안테나 포트에 대한 복소변조심볼을 적절한 자원요소(resource elements)에 맵핑/할당한다. 상기 자원요소맵퍼(305)는 상기 각 안테나 포트에 대한 복소변조심볼을 적절한 부반송파에 할당하고, 사용자에게 따라 다중화할 수 있다.

- [0040] OFDM 신호생성기(306)는 상기 각 안테나 포트에 대한 복소변조심볼, 즉, 안테나 특정 심볼을 OFDM 또는 SC-FDM 방식으로 변조하여, 복소시간도메인(complex-valued time domain) OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼 신호 또는 SC-FDM(Single Carrier Frequency Division Multiplexing) 심볼 신호를 생성한다. OFDM 신호생성기(306)는 안테나 특정 심볼에 대해 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)를 수행할 수 있으며, IFFT가 수행된 시간 도메인 심볼에는 CP(Cyclic Prefix)가 삽입될 수 있다. OFDM 심볼은 디지털-아날로그(digital-to-analog) 변환, 주파수 상향변환 등을 거쳐, 각 송신 안테나(500-1, ..., 500-N_t)를 통해 수신장치로 송신된다. OFDM 신호생성기(306)는 IFFT 모듈 및 CP 삽입기, DAC(Digital-to-Analog Converter), 주파수 상향 변환기(frequency uplink converter) 등을 포함할 수 있다.
- [0041] 한편, 상기 송신기(100a, 100b)가 코드워드의 송신에 SC-FDM 접속(SC-FDMA) 방식을 채택하는 경우, 상기 송신기(100a, 100b)는 이산푸리에변환기(Discrete Fourier Transform) 모듈(307)(혹은 고속푸리에변환기(Fast Fourier Transform) 모듈)를 포함할 수 있다. 상기 이산푸리에변환기는 상기 안테나 특정 심볼에 DFT(Discrete Fourier Transform) 혹은 FFT(Fast Fourier Transform)(이하, DFT/FFT)를 수행하고, 상기 DFT/FFT된 심볼을 상기 자원요소맵퍼(305)에 출력한다. SC-FDMA(Single Carrier FDMA), 전송신호의 PAPR(Peak-to-Average Power Ratio) 혹은 CM(Cubic Metric)을 낮게 하여 전송하는 방식이다. SC-FDMA에 의하면, 전송되는 신호가 전력증폭기(power amplifier)의 비선형(non-linear) 왜곡 구간을 피하여 전송될 수 있다. 따라서, 송신기가 기존의 OFDM 방식보다 낮은 전력으로 신호를 전송하더라도, 수신기가 일정 강도와 오류율을 만족하는 신호를 수신할 수 있게 된다. 즉, SC-FDMA에 의하면, 송신장치의 전력 소모를 줄일 수 있다.
- [0042] 기존 OFDM 신호 생성기에서는, 각 부반송파에 실려 있던 신호들이 IFFT를 통과하면서 다중반송파변조(Multi Carrier Modulation, MCM)에 의하여, 동시에 병렬로 전송됨에 따라 전력증폭기 효율이 떨어지는 문제가 있었다. 반면에, SC-FDMA에서는 부반송파에 신호를 맵핑하기 이전에 먼저 정보를 DFT/FFT한다. DFT/FFT 모듈(307)를 통과한 신호들은, DFT/FFT의 효과에 의하여, PAPR이 증가한다. DFT/FFT된 신호는 자원요소맵퍼(305)에 의해 부반송파에 맵핑된 후, 다시 IFFT되어 시간 도메인 신호로 변환된다. 즉, SC-FDMA 송신기는 OFDM 신호 생성기 이전에 DFT 혹은 FFT 연산을 더 수행함으로써, PAPR이 IFFT 입력단에서 증가했다가 다시 IFFT를 거치면서 최종 전송신호의 PAPR이 줄어들게 만든다. 이 형태는 기존의 OFDM 신호 생성기 앞에 DFT 모듈(혹은 FFT 모듈)(307)이 추가된 것과 같아서, SC-FDMA는 DFT-s-OFDM(DFT-spread OFDM)이라고도 불린다.
- [0043] SC-FDMA는 단일 반송파 성질을 만족해야 한다. 도 3은 단일 반송파 특성을 만족시키면서, 입력심볼을 주파수 도메인에서 부반송파에 맵핑하는 예들을 나타낸 것이다. 도 3(a) 및 도 3(b) 중에 하나에 따라, DFT된 심볼이 부반송파에 할당되면, 단일 반송파 성질을 만족하는 전송신호가 얻어질 수 있다. 도 3(a)는 국지적(localized) 맵핑 방법을 도 3(b)는 분산적(distributed) 맵핑 방법을 나타낸 것이다.
- [0044] 한편, 클러스터드(clustered) DFT-s-OFDM라는 방식이 송신기(100a, 100b)에 채택될 수도 있다. 클러스터드 DFT-s-OFDM는 기존의 SC-FDMA 방식의 변형으로서, DFT/FFT 모듈(307) 및 프리코더(304)를 거친 신호를, 몇 개의 서브블록으로 쪼갬 후, 부반송파에 불연속적으로 맵핑하는 방법이다. 도 4에서 도 6은 클러스터드 DFT-s-OFDM에 의해 입력심볼이 단일 반송파에 맵핑되는 예들을 나타낸 것이다.
- [0045] 도 4는 클러스터 SC-FDMA에서 DFT 프로세스 출력 샘플들이 단일 반송파에 맵핑되는 신호 처리 과정을 도시하는 도면이다. 도 5와 도 6은 클러스터 SC-FDMA에서 DFT 프로세스 출력 샘플들이 다중 반송파(multi-carrier)에 맵핑되는 신호 처리 과정을 도시하는 도면이다. 도 4는 인트라 반송파(intra-carrier) 클러스터 SC-FDMA를 적용하는 예이고, 도 5와 도 6은 인터 반송파(inter-carrier) 클러스터 SC-FDMA를 적용하는 예에 해당한다. 도 5는 주파수 도메인에서 연속적(contiguous)으로 컴포넌트 반송파(component carrier)가 할당된 상황에서 인접한 컴포넌트 반송파간의 부반송파 간격(spacing)이 정렬된 경우 단일 IFFT 블록을 통해 신호를 생성하는 경우를 나타낸다. 도 6은 주파수 도메인에서 비연속적(non-contiguous)으로 컴포넌트 반송파가 할당된 상황에서 복수의 IFFT 블록을 통해 신호를 생성하는 경우를 나타낸다.
- [0046] 도 7은 세그먼트(segmented) SC-FDMA의 신호 처리 과정을 도시하는 도면이다.
- [0047] 세그먼트 SC-FDMA는 임의 개수의 DFT와 같은 개수의 IFFT가 적용되면서 DFT와 IFFT간의 관계 구성이 일대일 관계를 가짐에 따라 단순히 기존 SC-FDMA의 DFT 확산과 IFFT의 주파수 부반송파 맵핑 구성을 확장한 것으로 NxSC-FDMA 또는 Nx DFT-s-OFDMA라고 표현되기도 한다. 본 명세서는 이들을 포괄하여 세그먼트 SC-FDMA라고 명명한다. 도 7을 참조하면, 세그먼트 SC-FDMA는 단일 반송파 특성 조건을 완화하기 위하여 전체 시간 도메인 변조 심볼들을 N(N은 1보다 큰 정수)개의 그룹으로 묶어 그룹 단위로 DFT 프로세스를 수행한다.

- [0048] 다시 도 2를 참조하면, 수신기(300a, 300b)의 신호 처리 과정은 송신기의 신호 처리 과정의 역으로 구성된다. 구체적으로, 수신기(300a, 300b)는 외부에서 안테나(500a, 500b)를 통하여 수신된 무선 신호에 대한 복호(decoding) 및 복조(demodulation)를 수행하여 해당 프로세서(400a, 400b)로 전달한다. 상기 수신기(300a, 300b)에 연결된 안테나(500a, 500b)는 N_r 개의 다중 수신 안테나를 포함할 수 있으며, 수신 안테나를 통해 수신된 신호 각각은 기저대역 신호로 복원된 후 다중화 및 MIMO 복조화를 거쳐 송신기(100a, 100b)가 본래 전송하고자 했던 데이터열로 복원된다. 수신기(300a, 300b)는 수신된 신호를 기저대역 신호로 복원하기 위한 신호 복원기, 수신 처리된 신호를 결합하여 다중화하는 다중화기, 다중화된 신호열을 해당 코드워드로 복조하는 채널복조기를 포함할 수 있다. 상기 신호복원기 및 다중화기, 채널복조기는 이들의 기능을 수행하는 통합된 하나의 모듈 또는 각각의 독립된 모듈로 구성될 수 있다. 조금 더 구체적으로, 상기 신호복원기는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 ADC(analog-to-digital converter), 상기 디지털 신호로부터 CP를 제거하는 CP 제거기, CP가 제거된 신호에 FFT(fast Fourier transform)를 적용하여 주파수 도메인 심볼을 출력하는 FFT 모듈, 상기 주파수 도메인 심볼을 안테나 특정 심볼로 복원하는 자원요소디맵퍼(resource element demapper)/등화기(equalizer)를 포함할 수 있다. 상기 안테나 특정 심볼은 다중화기에 의해 전송레이어로 복원되며, 상기 전송레이어는 채널복조기에 의해 송신장치가 전송하고자 했던 코드워드로 복원된다.
- [0049] 한편, 상기 수신기(300a, 300b)가 도 3 내지 도 7에서 설명한 SC-FDMA 방식에 의해 전송된 신호를 수신하는 경우, 상기 수신기는(300a, 300b)는 역이산푸리에변환(Inverse Discrete Fourier Transform, IDFT) 모듈(혹은 IFFT 모듈)을 추가로 포함한다. 상기 IDFT/IFFT 모듈은 자원요소디맵퍼에 의해 복원된 안테나 특정 심볼에 IDFT/IFFT를 수행하여, IDFT/IFFT된 심볼을 다중화기에 출력한다.
- [0050] 참고로, 도 1 내지 도 7에서 스크램블러(301) 및 변조맵퍼(302), 레이어맵퍼(303), 프리코더(304), 자원요소맵퍼(305), OFDM 신호생성기(306)가 송신기(100a, 100b)에 포함되는 것으로 설명하였으나, 송신장치의 프로세서(400a, 400b)가 스크램블러(301) 및 변조맵퍼(302), 레이어맵퍼(303), 프리코더(304), 자원요소맵퍼(305), OFDM 신호생성기(306)를 포함하도록 구성되는 것도 가능하다. 마찬가지로, 도 1 내지 도 7에서는 신호복원기 및 다중화기, 채널복조기가 수신기(300a, 300b)에 포함되는 것으로 설명하였으나, 수신장치의 프로세서(400a, 400b)가 상기 신호복원기 및 다중화기, 채널복조기를 포함하도록 구성되는 것도 가능하다. 이하에서는 설명의 편의를 위하여, 스크램블러(301) 및 변조맵퍼(302), 레이어맵퍼(303), 프리코더(304), 자원요소맵퍼(305), OFDM 신호생성기(306)가(SC-FDMA방식의 경우는 DFT 모듈(307)을 더 포함), 이들의 동작을 제어하는 프로세서(400a, 400b)와 분리된 송신기(100a, 100b)에 포함되고, 신호복원기 및 다중화기, 채널복조기가 이들의 동작을 제어하는 프로세서(400a, 400b)와는 분리된 수신기(300a, 300b)에 포함된 것으로 설명한다. 그러나, 스크램블러(301) 및 변조맵퍼(302), 레이어맵퍼(303), 프리코더(304), 자원요소맵퍼(305), OFDM 신호생성기(306)(307)가 프로세서(400a, 400b)에 포함된 경우 및 신호복원기 및 다중화기, 채널복조기가(SC-FDMA방식의 경우는 IFFT 모듈을 더 포함), 프로세서(400a, 400b)에 포함된 경우에도 본 발명의 실시예들이 동일하게 적용될 수 있다.
- [0051] 도 8은 무선 통신 시스템에서 사용되는 무선 프로임 구조의 예들을 나타낸다. 특히, 도 8(a)는 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 프레임 구조 타입 1(FS-1)에 따른 무선 프레임을 예시하며, 도 8(b)는 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 프레임 구조 타입 2(FS-2)에 따른 무선 프레임을 예시한다. 도 8(a)의 프레임 구조는 FDD(Frequency Division Duplex) 모드와, 반(half) FDD(H-FDD) 모드에 적용될 수 있다. 도 8(b)의 프레임 구조는 TDD(Time Division Duplex) 모드에서 적용될 수 있다.
- [0052] 도 8을 참조하면, 3GPP LTE/LTE-A에서 사용되는 무선프레임은 10ms(307200Ts)의 길이를 가지며, 10개의 균등한 크기의 서브프레임으로 구성된다. 일 무선프레임 내 10개의 서브프레임에는 각각 번호가 부여될 수 있다. 여기에서, T_s 는 샘플링 시간을 나타내고, $T_s=1/(2048 \times 15\text{kHz})$ 로 표시된다. 각각의 서브프레임은 1ms의 길이를 가지며 2개의 슬롯으로 구성된다. 일 무선프레임 내에서 20개의 슬롯들은 0부터 19까지 순차적으로 넘버링될 수 있다. 각각의 슬롯은 0.5ms의 길이를 가진다. 일 서브프레임을 전송하기 위한 시간은 전송시간간격(TTI: transmission time interval)로 정의된다. 시간 자원은 무선프레임 번호(혹은 무선 프레임 인덱스라고도 함)와 서브프레임 번호(혹은 서브프레임 번호라고도 함), 슬롯 번호(혹은 슬롯 인덱스) 등에 의해 구분될 수 있다.
- [0053] 무선 프레임은 듀플렉스(duplex) 모드에 따라 다르게 구성될 수 있다. 예를 들어, FDD 모드에서, 하향링크 전송 및 상향링크 전송은 주파수에 의해 구분되므로, 무선 프레임은 하향링크 서브프레임 또는 상향링크 서브프레임 중 하나만을 포함한다.

[0054] 반면, TDD 모드에서 하향링크 전송 및 상향링크 전송은 시간에 의해 구분되므로, 프레임 내의 서브프레임은 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임으로 구분된다. 표 1은 TDD 모드에서, UL-DL 구성을 예시한 것이다.

표 1

[0055]

Uplink-downlink configuration	Subframe number									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

[0056] 표 1에서, D는 하향링크 서브프레임을, U는 상향링크 서브프레임을, S는 특이(special) 서브프레임을 나타낸다. 특이 서브프레임은 DwPTS(Downlink Pilot TimeSlot), GP(Guard Period), UpPTS(Uplink Pilot TimeSlot)의 3개 필드를 포함한다. DwPTS는 하향링크 전송용으로 유보되는 시간 구간이며, UpPTS는 상향링크 전송용으로 유보되는 시간 구간이다.

[0057] 도 9는 무선 통신 시스템에서 DL/UL 슬롯 구조의 일례를 나타낸 것이다. 특히, 도 9는 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 자원격자(resource grid)의 구조를 나타낸다. 안테나 포트당 1개의 자원격자가 있다.

[0058] 도 9를 참조하면, 슬롯은 시간 도메인에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 도메인에서 다수의 자원블록(resource block, RB)을 포함한다. OFDM 심볼은 일 심볼 구간을 의미하기도 한다. 자원블록은 주파수 도메인에서 다수의 부반송파를 포함한다. OFDM 심볼은 다중 접속 방식에 따라 OFDM 심볼, SC-FDM 심볼 등으로 불릴 수 있다. 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 채널 대역폭, CP의 길이에 따라 다양하게 변경될 수 있다. 예를 들어, 정상(normal) CP의 경우에는 하나의 슬롯이 7개의 OFDM 심볼을 포함하나, 확장(extended) CP의 경우에는 하나의 슬롯이 6개의 OFDM 심볼을 포함한다. 도 8에서는 설명의 편의를 위하여 하나의 슬롯이 7 OFDM 심볼로 구성되는 서브프레임을 예시하였으나, 본 발명의 실시예들은 다른 개수의 OFDM 심볼을 갖는 서브프레임들에도 마찬가지로 적용될 수 있다. 참고로, 하나의 OFDM 심볼과 하나의 부반송파로 구성된 자원을 자원요소(resource element, RE) 혹은 톤(tone)이라고 한다.

[0059] 도 9를 참조하면, 각 슬롯에서 전송되는 신호는 $N_{RB}^{DL/UL} N_{sc}^{RB}$ 개의 부반송파(subcarrier)와 $N_{symb}^{DL/UL}$ 개의 OFDM 혹은 SC-FDM 심볼로 구성되는 자원격자(resource grid)로 표현될 수 있다. 여기서, N_{RB}^{DL} 은 하향링크 슬롯에서의 자원블록(resource block, RB)의 개수를 나타내고, N_{RB}^{UL} 은 상향링크 슬롯에서의 RB의 개수를 나타낸다. N_{RB}^{DL} 과 N_{RB}^{UL} 은 하향링크 전송 대역폭과 상향링크 전송 대역폭에 각각 의존한다. 각 OFDM 심볼은, 주파수 도메인에서, $N_{RB}^{DL/UL} N_{sc}^{RB}$ 개의 부반송파를 포함한다. 일 반송파에 대한 부반송파의 개수는 FFT(Fast Fourier Transform) 크기에 따라 결정된다. 부반송파의 유형은 데이터 전송을 위한 데이터 부반송파, 참조신호의 전송 위한 참조신호 부반송파, 가드 밴드(guard band) 및 DC 성분을 위한 널 부반송파로 나뉘 수 있다. DC 성분을 위한 널 부반송파는 미사용인채 남겨지는 부반송파로서, OFDM 신호 생성과정에서 반송파 주파수(carrier frequency, f_0)로 맵핑된다. 반송파 주파수는 중심 주파수(center frequency)라고도 한다. N_{symb}^{DL} 은 하향링크 슬롯 내 OFDM 혹은 SC-FDM 심볼의 개수를 나타내며, N_{symb}^{UL} 은 상향링크 슬롯 내 OFDM 혹은 SC-FDM 심볼의 개수를 나타낸다. N_{sc}^{RB} 는 하나의 RB를 구성하는 부반송파의 개수를 나타낸다.

[0060] 다시 말해, 물리자원블록(physical resource block, PRB)는 시간 도메인에서 $N_{symb}^{DL/UL}$ 개의 연속하는 OFDM 심볼 혹은 SC-FDM 심볼로서 정의되며, 주파수 도메인에서 N_{sc}^{RB} 개의 연속하는 부반송파에 의해 정의된다. 따라서,

하나의 PRB는 $N_{\text{symb}}^{\text{DL/UL}} \times N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ 개의 자원요소로 구성된다.

- [0061] 자원격자 내 각 자원요소는 일 슬롯 내 인덱스쌍 (k,1)에 의해 고유하게 정의될 수 있다. k는 주파수 도메인에서 0부터 $N_{\text{RB}}^{\text{DL/UL}} N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - 1$ 까지 부여되는 인덱스이며, 1은 시간 도메인에서 0부터 $N_{\text{symb}}^{\text{DL/UL}} - 1$ 까지 부여되는 인덱스이다.
- [0062] 도 10은 무선 통신 시스템에서 하향링크 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.
- [0063] 도 10을 참조하면, 각 서브프레임은 제어영역(control region)과 데이터영역(data region)으로 구분될 수 있다. 제어영역은 첫번째 OFDM 심볼로부터 시작하여 하나 이상의 OFDM 심볼을 포함한다. 서브프레임 내 제어영역으로 사용되는 OFDM 심볼의 개수는 서브프레임별로 독립적으로 설정될 수 있으며, 상기 OFDM 심볼의 개수는 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel)를 통해 전송된다. 기지국은 제어영역을 통해 각종 제어정보를 사용자기기(들)에 전송할 수 있다. 제어정보의 전송을 위하여, 상기 제어영역에는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PCFICH, PHICH(Physical Hybrid automatic retransmit request Indicator Channel) 등이 할당될 수 있다.
- [0064] 기지국은 전송 채널인 PCH(Paging channel) 및 DL-SCH(Downlink-shared channel)의 자원할당과 관련된 정보, 상향링크 스케줄링 그랜트(Uplink Scheduling Grant), HARQ 정보, DAI(Downlink Assignment Index), TPC(Transmitter Power Control) 커맨드 등을 PDCCH 상에서 각 사용자기기 또는 사용자기기 그룹에게 전송할 수 있다.
- [0065] 기지국은 데이터영역을 통해 사용자기기 혹은 사용자기기그룹을 위한 데이터를 전송할 수 있다. 상기 데이터영역을 통해 전송되는 데이터를 사용자데이터라 칭하기도 한다. 사용자데이터의 전송을 위해, 데이터영역에는 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)가 할당될 수 있다. PCH(Paging channel) 및 DL-SCH(Downlink-shared channel)는 PDSCH를 통해 전송된다. 사용자기기는 PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 복호하여 PDSCH를 통해 전송되는 데이터를 읽을 수 있다. PDSCH의 데이터가 어떤 사용자기기 혹은 사용자기기 그룹에게 전송되는지, 상기 사용자기기 혹은 사용자기기그룹이 어떻게 PDSCH 데이터를 수신하고 복호해야 하는지 등을 나타내는 정보가 PDCCH에 포함되어 전송된다. 예를 들어, 특정 PDCCH가 "A"라는 RNTI(Radio Network Temporary Identity)로 CRC 마스크(masking)되어 있고, "B"라는 무선자원(예, 주파수 위치) 및 "C"라는 전송형식정보(예, 전송 블록 사이즈, 변조 방식, 코딩 정보 등)를 이용해 전송되는 데이터에 관한 정보가 특정 서브프레임을 통해 전송된다고 가정한다. 해당 셀의 UE는 자신이 가지고 있는 RNTI 정보를 이용하여 PDCCH를 모니터링하고, "A" RNTI를 가지고 있는 UE는 PDCCH를 수신하고, 수신한 PDCCH의 정보를 통해 "B"와 "C"에 의해 지시되는 PDSCH를 수신한다.
- [0066] 복수의 PDCCH가 제어영역에서 전송될 수 있다. UE는 상기 복수의 PDCCH를 모니터링하여, 자신의 PDCCH를 검출할 수 있다. 일 PDCCH가 나르는 DCI는 PUCCH 포맷에 따라서 그 크기와 용도가 다르며, 부호화율에 따라 그 크기가 달라질 수 있다.
- [0067] DCI 포맷은 각 UE별로 독립적으로 적용되며, 일 서브프레임 안에 여러 UE의 PDCCH가 다중화될 수 있다. 각 UE의 PDCCH는 독립적으로 채널코딩되어 CRC(cyclic redundancy check)가 부가된다. CRC는 각 UE가 자신의 PDCCH를 수신할 수 있도록, 각 UE의 고유 식별자로 마스크(mask)된다. 그러나, 기본적으로 UE는 자신의 PDCCH가 전송되는 위치를 모르기 때문에, 매 서브프레임마다 해당 DCI 포맷의 모든 PDCCH를 자신의 식별자를 가진 PDCCH를 수신할 때까지 블라인드 검출(블라인드 복호(decoding)이라고도 함)을 수행한다.
- [0068] 도 11은 무선 통신 시스템에서 상향링크 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.
- [0069] 도 11을 참조하면, 상향링크 서브프레임은 주파수 도메인에서 제어영역과 데이터영역으로 구분될 수 있다. 하나 또는 여러 PUCCH(physical uplink control channel)가 UCI(uplink control information)을 나르기 위해, 상기 제어영역에 할당될 수 있다. 하나 또는 여러 PUSCH(physical uplink shared channel)가 사용자 데이터를 나르기 위해, 상기 데이터영역에 할당될 수 있다. UE가 상향링크 전송에 SC-FDMA 방식을 채택하는 경우, 단일 반송파 특성을 유지하기 위해, LTE 릴리즈 8 혹은 릴리즈 9(Relase 8/9) 시스템에서는 PUCCH와 PUSCH를 동시에 전송할 수 없다. LTE-A 릴리즈 10에서는 PUCCH와 PUSCH의 동시 전송 지원 여부를 상위 레이어에서 지시해줄 수 있다.
- [0070] 일 PUCCH가 나르는 UCI는 PUCCH 포맷에 따라서 그 크기와 용도가 다르며, 부호화율에 따라 그 크기가 달라질

수 있다. 예를 들어, 다음과 같은 PUCCH 포맷이 정의될 수 있다.

표 2

PUCCH format	Modulation scheme	Number of bits per subframe	Usage	Etc.
1	N/A	N/A (exist or absent)	SR (Scheduling Request)	
1a	BPSK	1	ACK/NACK or SR + ACK/NACK	One codeword
1b	QPSK	2	ACK/NACK or SR + ACK/NACK	Two codeword
2	QPSK	20	CQI/PMI/RI	Joint coding ACK/NACK (extended CP)
2a	QPSK+BPSK	21	CQI/PMI/RI + ACK/NACK	Normal CP only
2b	QPSK+QPSK	22	CQI/PMI/RI + ACK/NACK	Normal CP only
3	QPSK	48	ACK/NACK or SR + ACK/NACK or CQI/PMI/RI + ACK/NACK	

1-비트 혹은 2-비트의 전송 비트가 다음 표에 따라 복조변조심볼로 변조되어, 일 PUCCH 자원 상에서 전송될 수 있다.

표 3

Modulation	Binary bits	Modulation symbol
BPSK	0	1
	1	-1
QPSK	00	1
	01	-j
	10	j
	11	-1

상향링크 서브프레임에서는 DC(Direct Current) 부반송파를 기준으로 거리가 먼 부반송파들이 제어영역으로 활용된다. 다시 말해, 상향링크 전송 대역폭의 양쪽 끝부분에 위치하는 부반송파들이 상향링크 제어정보의 전송에 할당된다. DC 부반송파는 신호 전송에 사용되지 않고 남겨지는 성분으로, OFDM/SC-FDM 신호 생성기(306)에 의한 주파수 상향 변환 과정에서 반송파 주파수 f_0 로 맵핑된다.

일 UE에 대한 PUCCH는 일 서브프레임 내 RB 쌍에 할당되며, 상기 RB 쌍에 속한 RB들은 두 개의 슬롯에서 각각 다른 부반송파를 점유한다. 이와 같이 할당되는 PUCCH를, PUCCH에 할당된 RB쌍이 슬롯 경계에서 주파수 호핑된다고 표현한다. 다만, 주파수 호핑이 적용되지 않는 경우에는, RB 쌍이 동일한 부반송파를 점유한다. 주파수 호핑 여부와 관계없이, 일 UE에 대한 PUCCH는 일 서브프레임 내 RB 쌍에 할당되므로, 동일 PUCCH가 일 UL 서브프레임 내 각 슬롯에서 한 개의 RB를 통해 한 번씩, 두 번 전송되게 된다.

이하에서는, 일 서브프레임 내 각 PUCCH 전송에 이용되는 RB쌍을 PUCCH 영역(PUCCH region) 또는 PUCCH 자원(PUCCH resource)이라고 칭한다. 또한, 이하에서는 설명의 편의를 위하여, PUCCH 중 ACK/NACK을 나르는 PUCCH를 ACK/NACK PUCCH라고 칭하고, CQI/PMI/RI를 나르는 PUCCH를 CSI(Channel State Information) PUCCH라 칭하며, SR을 나르는 PUCCH를 SR PUCCH라고 칭한다.

UE는 상위(higher) 레이어 시그널링 혹은 명시적(explicit) 방식 혹은 암묵적(implicit) 방식에 의해 BS로부터 UCI의 전송을 위한 PUCCH 자원을 할당받는다.

ACK/NACK(ACKnowledgement/negative ACK), CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Indicator), RI(Rank Information), SR(Scheduling Request) 등의 상향링크 제어정보(UCI)가 상기 상향링크 서브프레임의 제어영역 상에서 전송될 수 있다.

- [0079] 무선 통신 시스템에서, BS와 UE는 데이터를 상호 전송/수신한다. BS/UE가 데이터를 UE/BS에 전송하면, 상기 UE/BS는 상기 수신한 데이터를 복호(decode)하고 상기 데이터 복호가 성공적이면 상기 BS/UE에 ACK을 전송하고, 상기 데이터 복호가 성공적이지 않으면 상기 BS/UE에 NACK을 전송한다. 기본적으로, 3GPP LTE 시스템에서, UE는 BS로부터 데이터 유닛(예를 들어, PDSCH)을 수신하고, 상기 데이터 유닛에 대한 스케줄링 정보를 나르는 PDCCH 자원에 의해 결정되는 암묵적 PUCCH 자원을 통해 각 데이터 유닛에 대한 ACK/NACK을 상기 BS에 전송한다.
- [0080] 도 12는 ACK/NACK을 위한 PUCCH 자원을 결정하는 예를 나타낸다.
- [0081] LTE 시스템에서 ACK/NACK을 위한 PUCCH 자원은 각 UE에 미리 할당되어 있지 않고, 복수의 PUCCH 자원을 셀 내의 복수의 UE들이 매 시점마다 나눠서 사용한다. 구체적으로, UE가 ACK/NACK을 전송하는 데 사용하는 PUCCH 자원은 해당 하향링크 데이터를 나르는 PDSCH에 대한 스케줄링 정보를 나르는 PDCCH를 기반으로 암묵적 방식으로 결정된다. 각각의 DL 서브프레임에서 PDCCH가 전송되는 전체 영역은 복수의 CCE(Control Channel Element)로 구성되고, UE에게 전송되는 PDCCH는 하나 이상의 CCE로 구성된다. CCE는 복수(예를 들어, 9개)의 REG(Resource Element Group)를 포함한다. 일 REG는 REG는 참조 신호(Reference Signal: RS)를 제외한 상태에서 이웃하는 네 개의 RE(Resource Element)로 구성된다. UE는 자신이 수신한 PDCCH를 구성하는 CCE들 중 특정 CCE 인덱스(예를 들어, 첫 번째 혹은 가장 낮은 CCE 인덱스)의 함수에 의해 유도 혹은 계산되는 암묵적 PUCCH 자원을 통해 ACK/NACK을 전송한다.
- [0082] 도 12를 참조하면, 각각의 PUCCH 자원 인덱스는 ACK/NACK을 위한 PUCCH 자원에 대응된다. 도 12에서와 같이, 4~6번 CCE로 구성된 PDCCH를 통해 PDSCH에 대한 스케줄링 정보가 UE에 전송된다고 가정할 경우, 상기 UE는 상기 PDCCH를 구성하는 최저 인덱스를 갖는 CCE인 4번 CCE에 대응하는 4번 PUCCH를 통해 ACK/NACK을 BS에 전송한다. 도 12는 DL에 최대 M'개의 CCE가 존재하고, UL에 최대 M개의 PUCCH가 존재하는 경우를 예시한다. M'=M일 수도 있으나, M'값과 M값이 다르게 설계되고, CCE와 PUCCH 자원의 맵핑이 겹치게 하는 것도 가능하다.
- [0083] 예를 들어, PUCCH 자원 인덱스는 CCE 인덱스로부터 다음과 같이 유도될 수 있다.

수학식 1

$$n_{PUCCH}^{(1)} = n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)}$$

- [0084]
- [0085] 여기서, $n_{PUCCH}^{(1)}$ 는 PUCCH 포맷 1/1a/1b를 위한 PUCCH 자원 인덱스를 나타내고, $N_{PUCCH}^{(1)}$ 는 상위 레이어로부터 전달받는 시그널링 값을 나타낸다. n_{CCE} 는 PDCCH 전송에 사용된 CCE 인덱스 중에서 가장 작은 값을 나타낼 수 있다.
- [0086] 도 13은 PUCCH 자원 인덱스와 PUCCH 자원의 맵핑을 예시한다.
- [0087] LTE 시스템에서는, 최대 M'개의 CCE가 DL 서브프레임에 존재할 수 있을 때, 최대 M개의 PUCCH 자원 인덱스가 정의될 수 있다. 각 PUCCH 자원 인덱스는 각 CCE 인덱스에 암묵적(implicitly)으로 링크될 수 있다. UE가 PDSCH 스케줄링 혹은 SPS 해제를 위한 PDCCH를 수신하고, 상기 PDCCH를 구성하는 CCE들 중 최저(lowest) CCE의 수(인덱스)를 이용하여 PUCCH 자원을 유도하고, 상기 유도된 PUCCH 자원 상에서 PUCCH 포맷에 따라서 ACK/NACK 등의 UCI를 전송할 수 있다. 여기서, PUCCH 자원이란 특정 PUCCH 포맷에서 사용되어지는 직교 코드(orthogonal sequence) 인덱스 혹은 그러한 코드와 연관된 순환 이동(cyclic shift) 뿐만 아니라 특정 슬롯(slot)에서 PUCCH 포맷을 물리 자원(physical resource)에 매핑할 때의 물리 자원 블록(physical resource block)을 포괄하여 의미할 수 있다. 다시 말해서, 특정 PUCCH 포맷에서 사용되어지는 직교 코드(orthogonal sequence) 인덱스 혹은 그러한 코드와 연관된 순환 이동(cyclic shift) 뿐만 아니라 특정 슬롯(slot)에서 PUCCH 포맷을 물리 자원(physical resource)에 매핑할 때의 물리 자원 블록(physical resource block)은 상기 PDCCH를 구성하는 CCE들 중 최저(lowest) CCE의 수(인덱스)로부터 암묵적(implicitly)으로 유도될 수 있다.
- [0088] PUCCH 자원 인덱스와 PUCCH 물리 자원의 맵핑에 이용되는 물리자원 변수 m은 사전에 미리 지정되거나, 기지국으로부터 시그널링 될 수 있다. 일 예로, 물리자원 변수 m은 PDCCH를 구성하는 CCE 인덱스(예, 가장 작은 CCE 인덱스)와 암묵적(implicitly)으로 링크될 수 있다. 또한, 물리자원 변수 m은 PDCCH 또는 RRC 시그널링을 통해 명시적으로 지정될 수 있다. 또한, 물리자원 변수 m은 PDCCH 또는 RRC 시그널링을 통해 지정된 값으

로부터 유추될 수 있다. 물리자원 변수 m 은 서브프레임 단위, 슬롯 단위, 복수의 SC-FDMA 심볼 단위로 독립적으로 주어질 수 있다. 바람직하게, 물리자원 변수 m 은 서브프레임 단위, 슬롯 단위, 복수의 SC-FDMA 심볼 단위로 변경될 수 있다. 즉, 물리자원 변수 m 은 일정한 시간 구간 단위로 호핑될 수 있다.

예를 들어, PUCCH 포맷 1/1a/1b 및 2/2a/2b, 3에 대해, 물리자원 변수 m 이, 수학적 2 내지 수학적 4와 같이 각각 정의될 수 있다. 수학적 2는 PUCCH 포맷 1/1a/1b에 대한 물리자원 변수 m 을 나타내며, 수학적 3은 PUCCH 포맷 2/2a/2b에 대한 물리자원 변수 m 을 나타내고, 수학적 4는 PUCCH 포맷 3에 대한 물리자원 변수 m 을 나타낸다.

수학적 2

$$m = \begin{cases} \left\lfloor \frac{N_{RB}^{(2)} - c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH}}{c \cdot N_{sc}^{RB} / \Delta_{shift}^{PUCCH}} \right\rfloor - N_{RB}^{(2)} - \left\lfloor \frac{N_{cs}^{(1)}}{8} \right\rfloor & \text{if } n_{PUCCH}^{(1)} < c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH} \\ \left\lfloor \frac{N_{RB}^{(2)} - c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH}}{c \cdot N_{sc}^{RB} / \Delta_{shift}^{PUCCH}} \right\rfloor - N_{RB}^{(2)} - \left\lfloor \frac{N_{cs}^{(1)}}{8} \right\rfloor & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$c = \begin{cases} 3 & \text{normal cyclic prefix} \\ 2 & \text{extended cyclic prefix} \end{cases}$$

수학적 3

$$m = \left\lfloor n_{PUCCH}^{(2)} / N_{sc}^{RB} \right\rfloor$$

수학적 4

$$m = \left\lfloor n_{PUCCH}^{(3)} / N_{SF,0}^{PUCCH} \right\rfloor$$

수학적 2에서, $N_{RB}^{(2)}$ 는 PUCCH 포맷 2/2a/2b에 의해 사용가능한 대역폭을 나타내며, N_{sc}^{RB} 의 정수배로 표현된다. $n_{PUCCH}^{(1)}$ 는 PUCCH 포맷 1/1a/1b을 위한 PUCCH 자원 인덱스로서, ACK/NACK PUCCH의 경우, 수학적 1에 따라, 해당 PDSCH의 스케줄링 정보를 나르는 PDCCH 혹은 SPS 해제를 위한 PDCCH의 최저 CCE 인덱스로부터 유도될 수 있는 값이다. 대응되는 PDCCH가 없는 PDSCH에 대한 응답을 위해서는 PUCCH 자원 인덱스가 상위 레이어 시그널링을 통해 지시될 수도 있다. $N_{cs}^{(1)}$ 는, PUCCH 포맷 1/1a/1b 및 2/2a/2b의 혼합과 함께, 일 자원블락에서 PUCCH 포맷 1/1a/1b에 사용된 순환쉬프트의 개수를 나타낸다. 수학적 3에서 $n_{PUCCH}^{(2)}$ 는 PUCCH 포맷 2/2a/2b을 위한 PUCCH 자원 인덱스로서, 상위 레이어 시그널링에 의해 BS로부터 UE에 전송되는 값이다. 수학적 4에서, $n_{PUCCH}^{(3)}$ 는 PUCCH 포맷 3을 위한 PUCCH 자원 인덱스로서, 해당 PDCCH의 첫번째 CCE 인덱스로부터 유도되거나, 상위 레이어 시그널링에 의해 BS로부터 UE에 전송되는 값이며, $N_{SF,0}^{PUCCH}$ 는 서브프레임 내 슬롯 0에 적용된 확산 인자로 적용된 직교 시퀀스의 길이를 나타낸다.

PUCCH 자원 인덱스 $n_{PUCCH}^{(1)}$, $n_{PUCCH}^{(2)}$, $n_{PUCCH}^{(3)}$ 에 의해 PUCCH 포맷 1/1a/1b, PUCCH 포맷 2/2a/2b, PUCCH 포맷 3의 전송에 사용되는 PUCCH 자원들이 각각 식별될 수 있다. 즉, PUCCH 자원 인덱스 $n_{PUCCH}^{(1)}$, $n_{PUCCH}^{(2)}$, $n_{PUCCH}^{(3)}$ 으로부터 각 PUCCH에 적용되는 직교 시퀀스 인덱스 값과, 순환 쉬프트 값, 물리자원인덱스 n_{PRB} 등이 결정된다.

예를 들어, UE는, PUCCH 자원 인덱스를 이용하여, 상기 UE는 수학적 2 내지 수학적 4 중 어느 하나에 따라 물리자원 변수 m 을 결정하고, 상기 물리자원 변수 m 을 이용하여 일 PUCCH 자원 인덱스를 실제 PUCCH 자원인 일

물리자원블록(Physical Resource Block, PRB)에 맵핑할 수 있다.

[0096] 슬롯 n_s 에서 PUCCH의 전송에 사용되는 물리자원블록(Physical Resource Block, PRB)은 다음과 같이 주어진다.

수학식 5

$$n_{\text{PRB}} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor & \text{if } (m + n_s \bmod 2) \bmod 2 = 0 \\ N_{\text{RB}}^{\text{UL}} - 1 - \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor & \text{if } (m + n_s \bmod 2) \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

[0097]

[0098] 여기서, $N_{\text{RB}}^{\text{UL}}$ 은 상향링크 슬롯에서의 RB의 개수를 나타낸다.

[0099] 도 14는 단일 반송파 상황에서 통신을 수행하는 예를 나타낸다. 도 14는 LTE 시스템에서의 통신 예에 대응할 수 있다.

[0100] 도 14를 참조하면, 일반적인 FDD 방식 무선 통신 시스템은 하나의 하향링크 대역과 이에 대응하는 하나의 상향링크 대역을 통해 데이터 송수신을 수행한다. BS와 UE는 서브프레임 단위로 스케줄링된 데이터 및/또는 제어 정보를 송수신한다. 데이터는 상/하향링크 서브프레임에 설정된 데이터 영역을 통해 송수신되고, 제어 정보는 상/하향링크 서브프레임에 설정된 제어 영역을 통해 송수신된다. 이를 위해, 상/하향링크 서브프레임은 다양한 물리 채널을 통해 신호를 나른다. 도 14는 편의상 FDD 방식을 위주로 설명했지만, 상술한 내용은 도 8의 무선 프레임의 시간 영역에서 상/하향링크 구분함으로써 TDD 방식에도 적용될 수 있다.

[0101] 도 15는 다중 반송파 상황 하에서 통신을 수행하는 예를 나타낸다.

[0102] LTE-A 시스템은 보다 넓은 주파수 대역을 사용하기 위하여 복수의 상/하향링크 주파수 블록을 모아 더 큰 상/하향링크 대역폭을 사용하는 반송파 병합(carrier aggregation 또는 bandwidth aggregation) 기술을 사용한다. 다중반송파 시스템 또는 반송파 병합(carrier aggregation, CA) 시스템은 광대역 지원을 위해 목표 대역(bandwidth)보다 작은 대역을 가지는 복수의 반송파를 집합하여 사용하는 시스템을 말한다. 목표 대역보다 작은 대역을 가지는 복수의 반송파를 집합할 때, 집합되는 반송파의 대역은 기존 시스템과의 호환(backward compatibility)을 위해 기존 시스템에서 사용하는 대역폭으로 제한될 수 있다. 예를 들어, 기존의 LTE 시스템은 1.4, 3, 5, 10, 15, 20MHz의 대역폭을 지원하며, LTE 시스템으로부터 개선된 LTE-A(LTE-Advanced) 시스템은 LTE에서 지원하는 대역폭들만을 이용하여 20MHz보다 큰 대역폭을 지원할 수 있다. 또는 기존 시스템에서 사용하는 대역폭과 상관없이 새로운 대역폭을 정의하여 반송파 병합을 지원할 수 있다. 다중 반송파는 반송파 병합 및 대역폭 집합과 혼용되어 사용될 수 있는 명칭이다. 또한, 반송파 병합은 인접한(contiguous) 반송파 병합과 인접하지 않은(non-contiguous) 반송파 병합을 모두 통칭한다. 참고로, TDD에서 1개의 컴퍼넌트 반송파(component carrier, CC)만이 통신에 사용되는 경우 혹은 FDD에서 1개의 UL CC와 1개의 DL CC만이 통신에 사용되는 경우, 도 13의 단일 반송파 상황(non-CA) 하에서의 통신에 해당한다. 여기서, UL CC 및 DL CC는 각각 UL 자원들(UL resources) 및 DL 자원들(DL resources)이라고도 불린다.

[0103] 예를 들어, 도 15를 참조하면, 상/하향링크에 각각 5개의 20MHz CC들이 모여서 100MHz 대역폭을 지원할 수 있다. 각각의 CC들은 주파수 영역에서 서로 인접하거나 비-인접할 수 있다. 도 15는 편의상 UL CC의 대역폭과 DL CC의 대역폭이 모두 동일하고 대칭인 경우를 도시하였다. 그러나, 각 CC의 대역폭은 독립적으로 정해질 수 있다. 일 예로, UL CC의 대역폭은 5MHz(UL CC0) + 20MHz(UL CC1) + 20MHz(UL CC2) + 20MHz(UL CC3) + 5MHz(UL CC4)와 같이 구성될 수 있다. 또한, UL CC의 개수와 DL CC의 개수가 다른 비대칭적 반송파 병합도 가능하다. 비대칭적 반송파 병합은 가용한 주파수 대역의 제한으로 인해 발생되거나 네트워크 설정에 의해 인위적으로 조성될 수 있다. 일 예로, BS가 X개의 DL CC를 관리하더라도, 특정 UE가 수신할 수 있는 주파수 대역은 Y(\leq X)개의 DL CC로 한정될 수 있다. 이 경우, UE는 상기 Y개의 CC를 통해 전송되는 DL 신호/데이터를 모니터링한다. 또한, BS가 L개의 UL CC를 관리하더라도, 특정 UE가 송신할 수 있는 주파수 대역은 M(\leq L)개의 UL CC로 한정될 수 있다. 이와 같이 특정 UE에게 한정된 DL 혹은 UL CC를 특정 UE에서의 설정된(configured) 서빙(serving) UL 혹은 DL CC라고 부를 수 있다. BS는 상기 BS가 관리하는 CC들 중 일부 또는 전부를 활성화

(activate)하거나, 일부 CC를 비활성화(deactivate)함으로써, 상기 UE에게 소정 개수의 CC를 할당할 수 있다. 상기 BS는 활성화/비활성화되는 CC를 변경할 수 있으며, 활성화/비활성화되는 CC의 개수를 변경할 수 있다. 한편, BS는 셀-특정적 혹은 UE-특정적으로 UE가 우선적으로 모니터/수신해야 하는 Z개의 DL CC(여기서, $1 \leq Z \leq Y \leq X$)를 주요(main) DL CC로서 구성할 수 있다. 또한, BS는 셀-특정적 혹은 UE-특정적으로 UE가 우선적으로 송신하는 N개의 UL CC(여기서, $1 \leq N \leq M \leq L$)를 주요(main) UL CC로서 구성할 수 있다. 이와 같이 특정 UE에게 한정된 주요 DL 혹은 UL CC를 특정 UE에서의 설정된 (configured) 서빙 (serving) UL 혹은 DL CC라고 부를 수 있다. 반송파 병합에 대한 다양한 파라미터는 셀-특정적(cell-specific), UE 그룹-특정적(UE group-specific) 또는 UE-특정적(UE-specific)으로 설정될 수 있다.

[0104]

일단 BS가 UE에 이용가능한 CC를 셀-특정적 혹은 UE-특정적으로 할당하면, 상기 UE에 대한 CC 할당이 전면적으로 재구성되거나 상기 UE가 핸드오버되지 않는 한, 일단 할당된 CC 중 적어도 하나는 비활성화되지 않는다. 이하에서는, UE에 대한 CC 할당의 전면적인 재구성이 아닌 한 비활성화되지 않는 CC를 PCC(Primary CC)라고 칭하고, BS가 자유롭게 활성화/비활성화할 수 있는 CC를 SCC(Secondary CC)라고 칭한다. 단일 반송파 통신은 1개의 PCC를 UE와 BS 사이의 통신에 이용하며, SCC는 통신에 이용하지 않는다. 한편, PCC와 SCC는 제어정보를 기준으로 구분될 수도 있다. 예를 들어, 특정 제어정보는 특정 CC를 통해서만 송수신되도록 설정될 수 있는데, 이러한 특정 CC를 PCC로 지칭하고, 나머지 CC(들)을 SCC(s)로 지칭할 수 있다. 예를 들어, PUCCH를 통해 전송되는 제어정보가 이러한 특정 제어정보에 해당할 수 있다. 이와 같이, PUCCH 상에서 전송되는 제어정보가 PCC를 통해서만 UE로부터 BS로 전송될 수 있는 경우, 상기 UE의 PUCCH가 존재하는 UL CC는 UL PCC로 지칭되고, 나머지 UL CC(들)은 UL SCC(s)로 지칭될 수 있다. 다른 예로, UE-특정적 CC가 사용될 경우, 특정 UE는 DL 동기 시그널(synchronization signal, SS)를 상기 특정 제어정보로서 BS로부터 수신할 수 있다. 이 경우, 상기 특정 UE가 상기 DL SS를 수신하여, 초기 DL 시간 동기를 맞춘 DL CC (다시 말해, 상기 BS의 네트워크에 접속을 시도하는데 이용한 DL CC)가 DL PCC로 지칭되고, 나머지 DL CC(들)이 DL SCC(s)로 지칭될 수 있다. LTE-A release-10에 따른 통신 시스템의 경우, 다중 반송파 통신은 각 UE 당 1개의 PCC와 0개 또는 1개 이상의 SCC(s)가 통신에 이용된다. 그러나, 이는 LTE-A 표준에 따른 정의이며, 추후 UE 당 다수의 PCC들을 통신에 이용하는 것이 허용될 수도 있다.. PCC는 주 CC(primary CC), 앵커 CC(anchor CC) 혹은 주 반송파(primary carrier)라고 불릴 수 있으며, SCC는 부 셀(secondary cell) 혹은 부 반송파(secondary CC)라고 불릴 수도 있다.

[0105]

LTE-A는 무선 자원을 관리하기 위해 셀(cell)의 개념을 사용한다. 셀은 하향링크 자원(DL resources)과 상향링크 자원(UL resources)의 조합, 즉, DL CC와 UL CC의 조합으로 정의되며, 상향링크 자원은 필수 요소는 아니다. 따라서, 셀은 하향링크 자원 단독, 또는 하향링크 자원과 상향링크 자원으로 구성될 수 있다. 그러나, 이는 현재 LTE-A 표준에서의 정의이며, 추후 셀이 상향링크 자원 단독으로도 구성되는 것이 허용될 수도 있다. 반송파 집성이 지원되는 경우, 하향링크 자원(또는, DL CC)의 반송파 주파수(carrier frequency)와 상향링크 자원(또는, UL CC)의 반송파 주파수(carrier frequency) 사이의 링크지(linkage)는 시스템 정보에 의해 지시될 수 있다. 예를 들어, 시스템 정보 블록 타입2(System Information Block Type2, SIB2) 링크지(linkage)에 의해서 DL 자원과 UL 자원의 조합이 지시될 수 있다. 여기서 반송파 주파수라 함은 각 셀 혹은 CC의 중심 주파수(center frequency)를 의미한다. 주 주파수(Primary frequency)(또는 PCC) 상에서 동작하는 셀을 주 셀(Primary Cell, PCell)로 지칭하고, 부 주파수(Secondary frequency)(또는 SCC) 상에서 동작하는 셀(들)을 부 셀(Secondary Cell, SCell)(들)로 지칭할 수 있다. 주 주파수(또는 PCC)라 함은 UE가 초기 연결 설정(initial connection establishment) 과정을 수행하거나 연결 재-설정(connection re-establishment) 과정을 시작하는 데 사용하는 주파수(또는 CC)를 의미한다. PCell은 핸드오버 과정에서 지시된 셀을 지칭할 수도 있다. 여기서, 부 주파수(또는 SCC)라 함은 RRC 연결이 설정이 이루어진 이후에 구성 가능하고 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용될 수 있는 주파수(또는 CC)를 의미한다. PCell과 SCell은 서빙 셀(serving cell)로 통칭될 수 있다. 따라서, RRC_CONNECTED 상태에 있지만 반송파 집성이 설정되지 않았거나 반송파 집성을 지원하지 않는 UE의 경우, PCell로만 구성된 서빙 셀이 단 하나 존재한다. 반면, RRC_CONNECTED 상태에 있고 반송파 집성이 설정된 UE의 경우, 하나 이상의 서빙 셀이 존재할 수 있고, 전체 서빙 셀에는 하나의 PCell과 하나 이상의 SCell이 포함될 수 있다. 다만, 추후 서빙 셀이 다수의 PCell들을 포함하는 것이 허용될 수도 있다. 반송파 집성을 위해, 네트워크는 초기 보안 활성화(initial security activation) 과정이 개시된 이후, 연결 설정 과정에서 초기에 구성되는 PCell에 부가하여 하나 이상의 SCell을 반송파 집성을 지원하는 UE를 위해 구성할 수 있다. 그러나, UE가 반송파 집성을 지원하지하더라도, 네트워크는 SCell을 부가하지 않고, PCell만을 상기 UE를 위해 구성할 수도 있다. PCell은 주 Cell(primary Cell), 앵커 Cell(anchor Cell) 혹은 주 반송파(primary carrier)라고 불릴 수도 있으며, SCell은 부 셀(secondary Cell) 혹은 부 반송파

(secondary carrier)라고 불릴 수도 있다.

- [0106] 다중 반송파 시스템에서, BS는 복수의 데이터 유닛을 주어진 셀 (혹은 CC)(들) 상에서 UE에 전송할 수 있으며, 상기 UE는 일 서브프레임에서 상기 복수의 데이터 유닛에 대한 ACK/NACK들을 전송할 수 있다. UE는 하향링크 데이터 수신을 위한 PDSCH를 수신하는 하나 또는 복수의 셀 (혹은 DL CC)를 할당받을 수 있다. 상기 UE를 위한 셀 (혹은 DL CC)(들)은 RRC 시그널링에 의해 반-정적(semi-static)으로 구성(configure) 혹은 재구성될 수 있다. 또한, 상기 UE를 위한 셀 (혹은 DL CC)(들)은 L1/L2(MAC) 제어 시그널링에 의해 동적으로 활성화/비활성화될 수 있다. 그러므로, UE가 전송할 ACK/NACK 비트의 최대 개수는 상기 UE가 이용가능한 셀 (혹은 DL CC)에 따라 변하게 된다. 즉, UE가 전송할 ACK/NACK 비트의 최대 개수는 RRC에 의해 구성/재구성되거나 L1/L2 시그널링에 의해 활성화된 DL CC(혹은 구성된 서빙 셀(들))에 따라 변하게 된다.
- [0107] 도 16은 기지국에서 하나의 MAC이 다중 반송파를 관리하는 개념을 설명한다. 도 17은 사용자기기에서 하나의 MAC이 다중 반송파를 관리하는 개념을 설명한다.
- [0108] 도 16 및 17을 참조하면, 하나의 MAC이 하나 이상의 주파수 반송파를 관리 및 운영하여 송수신을 수행한다. 하나의 MAC에서 관리되는 주파수 반송파들은 서로 인접(contiguous)할 필요가 없기 때문에 자원의 관리 측면에서 보다 유연 (flexible)하다는 장점이 있다. 도 16과 17에서 하나의 PHY는 편의상 하나의 컴포넌트 반송파를 의미하는 것으로 한다. 여기서, 하나의 PHY는 반드시 독립적인 RF(Radio Frequency) 디바이스를 의미하는 것은 아니다. 일반적으로 하나의 독립적인 RF 디바이스는 하나의 PHY를 의미하나, 반드시 이에 국한되는 것은 아니며, 하나의 RF 디바이스는 여러 개의 PHY를 포함할 수 있다.
- [0109] 도 18은 기지국에서 복수의 MAC이 다중 반송파를 관리하는 개념을 설명한다. 도 19는 사용자기기에서 복수의 MAC이 다중 반송파를 관리하는 개념을 설명한다. 도 20은 기지국에서 복수의 MAC이 다중 반송파를 관리하는 다른 개념을 설명한다. 도 21은 사용자기기에서 복수의 MAC이 다중 반송파를 관리하는 다른 개념을 설명한다.
- [0110] 도 16 및 도 17과 같은 구조 이외에, 도 18 내지 도 21과 같이 여러 개의 반송파를 하나의 MAC이 아닌 여러 개의 MAC이 제어할 수도 있다.
- [0111] 도 18 및 도 19와 같이 각각의 반송파를 각각의 MAC이 1:1로 제어할 수도 있고, 도 20 및 도 21과 같이 일부 반송파에 대해서는 각각의 반송파를 각각의 MAC이 1:1로 제어하고 나머지 1개 이상의 반송파를 하나의 MAC이 제어할 수 있다.
- [0112] 상기의 시스템은 1개부터 N개까지의 다수의 반송파를 포함하는 시스템이며 각 반송파는 인접하거나 또는 인접하지 않게(non-contiguous) 사용될 수 있다. 이는 상향/하향링크에 구분없이 적용될 수 있다. TDD 시스템은 각각의 반송파 안에 하향링크와 상향링크의 전송을 포함하는 N개의 다수 반송파를 운영하도록 구성되며, FDD 시스템은 다수의 반송파를 상향링크와 하향링크에 각각 사용하도록 구성된다. FDD 시스템의 경우, 상향링크와 하향링크에서 병합되는 반송파의 수 및/또는 반송파의 대역폭이 다른 비대칭적 반송파 병합도 지원할 수 있다.
- [0113] 상향링크와 하향링크에서 집합된 컴포넌트 반송파의 개수가 동일할 때, 모든 컴포넌트 반송파를 기존 시스템과 호환되도록 구성하는 것이 가능하다. 하지만, 호환성을 고려하지 않는 컴포넌트 반송파가 본 발명에서 제외되는 것은 아니다.
- [0114] 이하에서는 설명의 편의를 위하여 PDCCH가 하향링크 컴포넌트 반송파 #0으로 전송되었을 때, 해당 PDSCH는 하향링크 컴포넌트 반송파 #0으로 전송되는 것을 가정하여 설명하지만, 교차-반송파 스케줄링(cross-carrier scheduling)이 적용되어 해당 PDSCH가 다른 하향링크 컴포넌트 반송파를 통해 전송될 수 있음은 자명하다.
- [0115] 도 22 및 도 23은 ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH 포맷 1a 및 1b의 슬롯 레벨 구조를 예시한다.
- [0116] 도 22는 정상 CP 경우의 PUCCH 포맷 1a와 1b를 나타낸다. 도 23은 확장 CP인 경우의 PUCCH 포맷 1a와 1b를 나타낸다. PUCCH 포맷 1a와 1b는 동일한 내용의 제어 정보가 서브프레임 내에서 슬롯 단위로 반복된다. 각 사용자기기에서 ACK/NACK 신호는 CG-CAZAC(Computer-Generated Constant Amplitude Zero Auto Correlation) 시퀀스의 서로 다른 순환 쉬프트(cyclic shift: CS)(주파수 도메인 코드)와 직교 커버 코드(orthogonal cover or orthogonal cover code: OC or OCC)(시간 도메인 확산 코드)로 구성된 서로 다른 자원을 통해 전송된다. OC는 예를 들어 왈쉬(Walsh)/DFT 직교 코드를 포함한다. CS의 개수가 6개이고 OC의 개수가 3개이면, 단일 안테나를 기준으로 총 18개의 사용자기기가 동일한 PRB(Physical Resource Block) 안에서 다중화 될 수 있다. 직교 시퀀스 w_0, w_1, w_2, w_3 는 (FFT 변조 후에) 임의의 시간 도메인에서 또는 (FFT 변조 전에) 임의의 주파수 도메인에서 적용될 수 있다. SR(Scheduling Request) 전송을 위한 PUCCH 포맷 1의 슬롯 레벨 구조는 PUCCH 포맷 1a 및

1b와 동일하며 그 변조방법만이 다르다.

- [0117] SR 전송과 반-지속적 스케줄링(semi-persistent scheduling, SPS)에 대한 ACK/NACK 피드백을 위해, CS, OC 및 PRB(Physical Resource Block)로 구성된 PUCCH 자원이 RRC(Radio Resource Control) 시그널링 통해 사용자에게 할당될 수 있다. 도 12에서 설명한 바와 같이, 동적 ACK/NACK(혹은 비지속적 스케줄링(non-persistent scheduling)에 대한 ACK/NACK) 피드백과, SPS 해제를 지시하는 PDCCH에 대한 ACK/NACK 피드백을 위해, PUCCH 자원은 PDSCH에 대응하는 PDCCH 혹은 SPS release를 가리키는 PDCCH의 가장 작은(lowest or smallest) CCE 인덱스를 이용하여 암묵적으로(implicitly) 사용자에게 할당될 수 있다.
- [0118] 도 24는 반송과 병합이 지원되는 무선 통신 시스템에서 상향링크 제어 정보(Uplink Control Information: UCI)가 전송되는 시나리오를 예시한다. 편의상, 본 예는 UCI가 ACK/NACK (A/N)인 경우를 가정한다. 그러나, 이는 설명의 편의를 위한 것으로서, UCI는 채널 상태 정보(예, CQI, PMI, RI), 스케줄링 요청 정보(예, SR)와 같은 제어 정보를 제한 없이 포함할 수 있다.
- [0119] 도 24는 5개의 DL CC가 1개의 UL CC와 링크된 비대칭 반송과 병합을 예시한다. 예시한 비대칭 반송과 병합은 UCI 전송 관점에서 설정된 것일 수 있다. 즉, UCI를 위한 DL CC-UL CC 링크지와 데이터를 위한 DL CC-UL CC 링크지는 서로 다르게 설정될 수 있다. 편의상, 각 DL CC가 최대 두 개의 코드워드(codeword 혹은 transport block)를 나눌 수 있고, 각 CC에 대한 ACK/NACK 응답의 개수가 CC당 설정된 최대 코드워드의 개수에 의존한다고 가정하면(예를 들어, 특정 CC에서 기지국으로부터 설정된 최대 코드워드의 개수가 2인 경우, 상기 CC에서 특정 PDCCH가 코드워드 1개만을 사용하여도 이에 대한 ACK/NACK 응답은 CC에서의 최대 코드워드의 수인 2개로 이루어지게 됨), UL ACK/NACK 비트는 각 DL CC당 적어도 2비트가 필요하다. 이 경우, 5개의 DL CC를 통해 수신한 데이터에 대한 ACK/NACK을 하나의 UL CC를 통해 전송하기 위해서는 적어도 10비트의 ACK/NACK 비트가 필요하다. 만약, DL CC 별로 DTX(discontinuous transmission) 상태(state)도 별도로 구분되기 위해서는, ACK/NACK 전송을 위해 적어도 12비트($=5^2=3125=11.61\text{bits}$)가 필요하다. 기존의 PUCCH 포맷 1a/1b는 2비트까지 ACK/NACK을 보낼 수 있으므로, 이러한 구조는 늘어난 ACK/NACK 정보를 전송할 수 없다. 편의상, UCI 정보의 양이 늘어나는 원인으로 반송과 병합을 예시하였지만, 이런 상황은 안테나 개수가 증가, TDD 시스템, 릴레이 시스템에서 백홀 서브프레임의 존재 등으로 발생할 수 있다. ACK/NACK과 유사하게, 복수의 DL CC와 연관된 제어 정보를 하나의 UL CC를 통해 전송하는 경우에도 전송되어야 하는 제어 정보의 양이 늘어난다. 예를 들어, 복수의 DL CC에 대한 CQI/PMI/RI를 전송해야 하는 경우 UCI 페이로드가 증가할 수 있다.
- [0120] 도 24에서, UL 앵커 CC(UL PCC 혹은 UL 주(primary) CC라고도 함)는 PUCCH 혹은 UCI가 전송되는 CC로서 셀-특정적/UE-특정적으로 결정될 수 있다. 또한, DTX 상태는 명시적으로 피드백될 수도 있고, NACK과 동일한 상태를 공유하게 피드백될 수도 있다.
- [0121] 이하, 도면을 참조하여, 증대된 상향링크 제어 정보를 효율적으로 전송하기 위한 방안을 제안한다. 구체적으로, 증대된 상향링크 제어 정보를 전송하기 위한 새로운 PUCCH 포맷/신호처리 과정/자원 할당 방법 등을 제안한다. 설명을 위해, 본 발명에서 제안하는 새로운 PUCCH 포맷을 CA(Carrier Aggregation) PUCCH 포맷, 또는 기존 LTE 릴리즈 8/9에 PUCCH 포맷 2까지 정의되어 있는 점에 비추어 PUCCH 포맷 3라고 지칭한다. 본 발명에서 제안하는 PUCCH 포맷의 기술적 사상은 상향링크 제어 정보를 전송할 수 있는 임의의 물리 채널(예, PUSCH)에도 동일 또는 유사한 방식을 이용하여 용이하게 적용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예는 제어 정보를 주기적으로 전송하는 주기적 PUSCH 구조 또는 제어 정보를 비주기적으로 전송하는 비주기적 PUSCH 구조에 적용될 수 있다.
- [0122] 이하의 도면 및 실시예는 PUCCH 포맷 3에 적용되는 서브프레임/슬롯 레벨의 UCI/RS 심볼 구조로서 기존 LTE의 PUCCH 포맷 1/1a/1b(정상 CP)의 UCI/RS 심볼 구조를 이용하는 경우를 위주로 설명한다. 그러나, 도시된 PUCCH 포맷 3에서 서브프레임/슬롯 레벨의 UCI/RS 심볼 구조는 예시를 위해 편의상 정의된 것으로서 본 발명이 특정 구조로 제한되는 것은 아니다. 본 발명에 따른 PUCCH 포맷 3에서 UCI/RS 심볼의 개수, 위치 등은 시스템 설계에 맞춰 자유롭게 변형될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예에 따른 PUCCH 포맷 3는 기존 LTE의 PUCCH 포맷 2/2a/2b의 RS 심볼 구조를 이용하여 정의될 수 있다.
- [0123] 본 발명의 실시예에 따른 PUCCH 포맷 3는 임의 종류/사이즈의 상향링크 제어 정보를 전송하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예에 따른 PUCCH 포맷 3는 HARQ ACK/NACK, CQI, PMI, RI, SR 등의 정보를 전송할 수 있고, 이들 정보는 임의의 사이즈의 페이로드를 가질 수 있다. 설명의 편의상, 도면 및 실시예는 본 발명에 따른 PUCCH 포맷 3이 ACK/NACK 정보를 전송하는 경우를 위주로 설명한다.

- [0124] 도 25에서 도 28은 본 발명에서 사용될 수 있는 PUCCH 포맷 3의 구조 및 이를 위한 신호 처리 과정을 예시한다. 특히, 도 24에서 도 27은 DFT-기반의 PUCCH 포맷의 구조를 예시한다. DFT-기반 PUCCH 구조에 의하면, PUCCH는 DFT 프리코딩이 수행되고, SC-FDMA 레벨로 시간 도메인 OC(Orthogonal Cover)를 적용되어 전송된다. 이하에서는 DFT-기반 PUCCH 포맷을 PUCCH 포맷 3로 통칭한다.
- [0125] 도 25는 SF=4인 직교 코드(Orthogonal Code, OC)를 사용한 PUCCH 포맷 3의 구조를 예시한다. 도 25를 참조하면, 채널 코딩 블록(channel coding block)은 정보 비트 a_0, a_1, \dots, a_{M-1} (예, 다중 ACK/NACK 비트)를 채널 코딩하여 코딩 비트(encoded bit, coded bit or coding bit)(또는 코드워드) b_0, b_1, \dots, b_{N-1} 을 생성한다. M은 정보 비트의 사이즈를 나타내고, N은 코딩 비트의 사이즈를 나타낸다. 정보 비트는 상향링크 제어 정보(UCI), 예를 들어 복수의 DL CC를 통해 수신한 복수의 데이터(또는 PDSCH)에 대한 다중 ACK/NACK을 포함한다. 여기서, 정보 비트 a_0, a_1, \dots, a_{M-1} 는 정보 비트를 구성하는 UCI의 종류/개수/사이즈에 상관없이 조인트 코딩된다. 예를 들어, 정보 비트가 복수의 DL CC에 대한 다중 ACK/NACK을 포함하는 경우, 채널 코딩은 DL CC 별, 개별 ACK/NACK 비트 별로 수행되지 않고, 전체 비트 정보를 대상으로 수행되며, 이로부터 단일 코드워드가 생성된다. 채널 코딩은 이로 제한되는 것은 아니지만 단순 반복(repetition), 단순 코딩(simplex coding), RM(Reed Muller) 코딩, 펄스링된 RM 코딩, TBCC(Tail-biting convolutional coding), LDPC(low-density parity-check) 혹은 터보-코딩을 포함한다. 도시하지는 않았지만, 코딩 비트는 변조 차수와 자원 양을 고려하여 레이트-매칭(rate-matching) 될 수 있다. 레이트 매칭 기능은 채널 코딩 블록의 일부로 포함되거나 별도의 기능 블록을 통해 수행될 수 있다. 예를 들어, 채널 코딩 블록은 복수의 제어 정보에 대해 (32,0) RM 코딩을 수행하여 단일 코드워드를 얻고, 이에 대해 순환 버퍼 레이트-매칭을 수행할 수 있다.
- [0126] 변조기(modulator)는 코딩 비트 b_0, b_1, \dots, b_{N-1} 을 변조하여 변조 심볼 c_0, c_1, \dots, c_{L-1} 을 생성한다. L은 변조 심볼의 사이즈를 나타낸다. 변조 방법은 전송 신호의 크기와 위상을 변형함으로써 수행된다. 변조 방법은 예를 들어, n-PSK(Phase Shift Keying), n-QAM(Quadrature Amplitude Modulation)을 포함한다(n은 2 이상의 정수). 구체적으로, 변조 방법은 BPSK(Binary PSK), QPSK(Quadrature PSK), 8-PSK, QAM, 16-QAM, 64-QAM 등을 포함할 수 있다.
- [0127] 분주기(divider)는 변조 심볼 c_0, c_1, \dots, c_{L-1} 을 각 슬롯으로 분주한다. 변조 심볼을 각 슬롯으로 분주는 순서/패턴/방식은 특별히 제한되지 않는다. 예를 들어, 분주기는 변조 심볼을 앞에서부터 순서대로 각각의 슬롯에 분주할 수 있다(로컬형 방식). 이 경우, 도시한 바와 같이, 변조 심볼 $c_0, c_1, \dots, c_{L/2-1}$ 은 슬롯 0에 분주되고, 변조 심볼 $c_{L/2}, c_{L/2+1}, \dots, c_{L-1}$ 은 슬롯 1에 분주될 수 있다. 또한, 변조 심볼은 각각의 슬롯으로 분주 시에 인터리빙(또는 퍼뮤테이션) 될 수 있다. 예를 들어, 짝수 번째 변조 심볼은 슬롯 0에 분주되고 홀수 번째 변조 심볼은 슬롯 1에 분주될 수 있다. 변조 과정과 분주 과정은 순서가 서로 바뀔 수 있다.
- [0128] DFT 프리코더(precoder)는 단일 반송파 파형(single carrier waveform)을 생성하기 위해 각각의 슬롯으로 분주된 변조 심볼에 대해 DFT 프리코딩(예, 12-포인트 DFT)을 수행한다. 도면을 참조하면, 슬롯0에 분주된 변조 심볼 $c_0, c_1, \dots, c_{L/2-1}$ 은 DFT 심볼 $d_0, d_1, \dots, d_{L/2-1}$ 로 DFT 프리코딩 되고, 슬롯1에 분주된 변조 심볼 $c_{L/2}, c_{L/2+1}, \dots, c_{L-1}$ 은 DFT 심볼 $d_{L/2}, d_{L/2+1}, \dots, d_{L-1}$ 로 DFT 프리코딩 된다. DFT 프리코딩은 상응하는 다른 선형 연산(linear operation)(예, walsh precoding)으로 대체될 수 있다.
- [0129] 확산 블록(spreading block)은 DFT가 수행된 신호를 SC-FDMA 심볼 레벨에서(시간 도메인) 확산한다. SC-FDMA 심볼 레벨의 시간 도메인 확산은 확산 코드(시퀀스)를 이용하여 수행된다. 확산 코드는 준 직교 코드와 직교 코드를 포함한다. 준 직교 코드는 이로 제한되는 것은 아니지만, PN(Pseudo Noise) 코드를 포함한다. 직교 코드는 이로 제한되는 것은 아니지만, 왈쉬 코드, DFT 코드를 포함한다. 본 명세서는 설명의 용이성을 위해 확산 코드의 대표 예로 직교 코드를 위주로 설명하지만, 이는 예시로서 직교 코드는 준 직교 코드로 대체될 수 있다. 확산 코드 사이즈(또는 확산 인자(Spreading Factor: SF))의 최대 값은 제어 정보 전송에 사용되는 SC-FDMA 심볼의 개수에 의해 제한된다. 일 예로, 한 슬롯에서 4개의 SC-FDMA 심볼이 제어 정보 전송에 사용되는 경우, 슬롯 별로 길이 4의 직교 코드(w_0, w_1, w_2, w_3)가 사용될 수 있다. SF는 제어 정보의 확산도를 의미하며, 사용자기기의 다중화 차수(multiplexing order) 또는 안테나 다중화 차수와 관련될 수 있다. SF는 1, 2, 3, 4, ..., 등과 같이 시스템의 요구 조건에 따라 가변될 수 있으며, 기지국과 사용자기기간에 미리 정의되거나, DCI 혹은 RRC 시그널링을 통해 사용자기기에게 알려질 수 있다. 일 예로, SRS를 전송하기 위해 제어 정보용 SC-FDMA 심볼 중 하나를 펄스링 하는 경우 해당 슬롯의 제어 정보에는 SF가 축소된(예, SF=4 대신 SF=3)인 확산 코드를 적용할 수 있다.
- [0130] 위의 과정을 거쳐 생성된 신호는 PRB 내의 부반송파에 맵핑된 후 IFFT를 거쳐 시간 도메인 신호로 변환된다.

시간 도메인 신호에는 CP가 부가되고, 생성된 SC-FDMA 심볼은 RF단을 통해 전송된다.

[0131] 5개의 DL CC에 대한 ACK/NACK을 전송하는 경우를 가정하여 각 과정을 보다 구체적으로 예시한다. 각각의 DL CC가 2개의 PDSCH를 전송할 수 있는 경우, 이에 대한 ACK/NACK 비트는 DTX 상태를 포함하는 경우 12비트일 수 있다. QPSK 변조와 SF=4 시간 확산을 가정할 경우, (레이트 매칭 후의) 코딩 블록 사이즈는 48 비트일 수 있다. 코딩 비트는 24개의 QPSK 심볼로 변조되고, 생성된 QPSK 심볼은 12개씩 각 슬롯으로 분주된다. 각 슬롯에서 12개의 QPSK 심볼은 12-포인트 DFT 연산을 통해 12개의 DFT 심볼로 변환된다. 각 슬롯에서 12개의 DFT 심볼은 시간 도메인에서 SF=4 확산 코드를 이용하여 4개의 SC-FDMA 심볼로 확산되어 맵핑된다. 12개의 비트가 [2비트*12개의 부반송파*8개의 SC-FDMA 심볼]을 통해 전송되므로 코딩 레이트는 $0.0625(=12/192)$ 이다. 또한, SF=4인 경우, 1PRB 당 최대 4명의 사용자기기를 다중화할 수 있다.

[0132] 도 26은 SF=5인 직교 코드(Orthogonal Code, OC)를 사용한 PUCCH 포맷 3의 구조를 예시한다.

[0133] 기본적인 신호 처리 과정은 도 25를 참조하여 설명한 것과 동일하다. 다만, UCI SC-FDMA 심볼과 RS SC-FDMA 심볼의 개수/위치가 도 25와 비교하여 달라진다. 이때, 확산 블록(spreading block)은 DFT 프리코더 전단에서 미리 적용될 수도 있다.

[0134] 도 26에서, RS는 LTE 시스템의 구조를 승계할 수 있다. 예를 들어, 기본 시퀀스에 순환 쉬프트를 적용할 수 있다. 데이터 부분은 SF=5로 인하여, 다중화 용량(multiplexing capacity)이 5가 된다. 그러나, RS 부분은 순환 쉬프트 간격인 $\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}}$ 에 따라 다중화 용량이 결정된다. 예를 들어, 다중화 용량은 $12/\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}}$ 로 주어진다. 이 경우, $\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}}=1$, $\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}}=2$, $\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}}=3$ 인 경우에 대한 다중화 용량은 각각 12, 6, 4가 된다. 도 26에서, 데이터 부분의 다중화 용량은 SF=5로 인하여 5가 되는 반면에, RS의 다중화 용량은 $\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}}$ 인 경우에는 4가 되어 전체 다중화 용량이 둘 중 작은 값인 4로 제약될 수 있다.

[0135] 도 27은 슬롯 레벨에서 다중화 용량이 증가될 수 있는 PUCCH 포맷 3의 구조를 예시한다.

[0136] 도 25 및 도 26에서 설명한 SC-FDMA 심볼 레벨 확산을 RS에 적용하여 전체 다중화 용량을 증가시킬 수 있다. 도 27을 참조하면, 슬롯 내에서 왈쉬 커버(혹은 DFT 코드 커버)를 적용하면, 다중화 용량이 2배로 증가하게 된다. 이에 따라, $\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}}$ 인 경우에도 다중화 용량이 8이 되어 데이터 구간의 다중화 용량이 저하되지 않게 된다. 도 27에서, $[y_1 \ y_2]=[1 \ 1]$ 혹은 $[y_1 \ y_2]=[1 \ -1]$ 나, 이의 선형 변환 형태(예를 들어, $[j \ j] \ [j-j]$, $[1 \ j] \ [1-j]$, 등)들도 RS를 위한 직교 커버 코드로 사용될 수 있다.

[0137] 도 28은 서브프레임 레벨에서 다중화 용량이 증가될 수 있는 PUCCH 포맷 3의 구조를 예시한다.

[0138] 슬롯-레벨에서 주파수 호핑을 적용하지 않으면, 슬롯 단위로 왈쉬 커버를 적용함으로써, 다중화 용량을 다시 2배로 증가시킬 수 있다. 여기서, 앞서 언급한 바와 같이, 직교 커버 코드로는 $[x_1 \ x_2]=[1 \ 1]$ 또는 $[1 \ -1]$ 가 사용될 수 있으며, 이의 변형 형태 역시 사용될 수 있다.

[0139] 참고로, PUCCH 포맷 3의 처리과정은 도 25에서 도 28에 도시된 순서에 구애 받지 않는다.

[0140] 반송파 병합에서의 다중 반송파들은 PCell과 SCell(들)로 구분될 수 있다. UE는 PCell 및/또는 SCell(들)의 하향링크들로부터 수신된 하나 이상의 PDCCH 혹은 PDCCH가 없는 PDSCH에 대한 응답을 모아서 PCell의 상향링크를 이용하여 PUCCH 상에서 전송한다. 이와 같이, 해당 응답이 하나의 상향링크 PUCCH를 통해서 전송되는, 다수의 PUCCH들을 포함하는 서브프레임(들) 및/또는 CC들을 번들링 윈도우라고 칭한다. 본 발명의 설명에서 시간 도메인 혹은 CC 도메인 번들링이란 논리 AND 연산을 의미할 수 있으나, 정의하기에 따라 논리 OR 연산 등의 다른 방법을 통하여 수행될 수도 있다. 즉, 이하에서 시간 도메인 혹은 CC 도메인 번들링이란 단일 PUCCH 포맷을 사용한 ACK/NACK 응답에서 다수의 서브프레임 혹은 다수의 CC에 걸친 다수의 ACK/NACK을 적은 비트수로 표현하기 위한 방법을 통칭한다. 즉, X-비트의 ACK/NACK 정보들을 $X \geq Y$ 인 Y-비트로 표현하기 위한 임의의 방법을 통칭한다.

[0141] CA TDD에서 각 CC에 대한 다중 ACK/NACK 응답은 PUCCH 포맷 1a/1b를 사용하는 채널 선택, PUCCH 포맷 3, PUCCH 포맷 3를 사용하는 채널 선택 등에 의해 전송될 수 있다. 상기 PUCCH 포맷들에 대한 PUCCH 자원 인덱스는 암묵적(implicit) 맵핑이 사용될 수도 있고, 명시적(explicit) 맵핑이 사용될 수도 있고, 암묵적 맵핑과 명시적 맵핑이 복합적으로 사용될 수도 있다. 암묵적 맵핑에는, 예를 들어, 해당 PDCCH의 최저 CCE 인덱스를 기반으로 PUCCH 자원 인덱스를 유도하는 방법이 있다. 명시적 맵핑에는, 예를 들어, 해당 PDCCH 내

ARI(ACK/NACK Resource Indicator) 값에 의해서 해당 PUCCH 자원 인덱스를 RRC 구성 등에 의해 미리 정해진 세트 중에서 지시하거나 유도하는 방법이 있다.

[0142] DL에 대한 ACK/NACK 피드백이 서브프레임 n에서 필요한 경우는 다음과 같이 크게 3가지로 구분할 수 있다.

[0143] ● 케이스 1: 서브프레임(들) n-k에서 검출된 PDCCH(들)에 의해 지시되는 PDSCH(들)에 대해 ACK/NACK 피드백이 필요하다. 여기서, $k \in K$ 이고, K는 서브프레임 인덱스(n)와 UL-DL 구성에 따라 달라지며, M개의 원소(element)로 이루어진다($\{k_0, k_1, \dots, k_{M-1}\}$). 표 4은 K: $\{k_0, k_1, \dots, k_{M-1}\}$ 를 예시한다. 케이스 1은 일반적인 ACK/NACK 피드백이 필요한 PDSCH(들)에 관한 것이다. 이하의 설명에서는 케이스 1을 'PDSCH with PDCCH에 대한 ACK/NACK'이라고 칭한다.

[0144] ● 케이스 2: 서브프레임(들) n-k 내 하향링크 SPS(Semi-Persistent Scheduling) 해제(release)를 지시하는 PDCCH(들)에 대한 ACK/NACK 피드백이 필요하다. 여기서, $k \in K$ 이고, K는 케이스 1에서 설명한 것과 동일하다. 케이스 2의 ACK/NACK은 SPS 해제를 위한 PDCCH(들)에 대한 ACK/NACK 피드백을 의미한다. 한편, DL SPS 해제에 대한 ACK/NACK 피드백은 수행되지만, SPS 활성화(activation)를 지시하는 PDCCH(들)에 대한 ACK/NACK 피드백은 수행되지 않는다. 이하의 설명에서는 케이스 2를 'DL SPS 해제에 대한 ACK/NACK'이라고 칭한다.

[0145] ● 케이스 3: 서브프레임(들) n-k에서 검출된 대응 PDCCH(들)이 없는 PDSCH(들) 전송에 대한 ACK/NACK 피드백이 필요하다. 여기서, $k \in K$ 이고, K는 케이스 1에서 설명한 것과 동일하다. 케이스 3는 PDCCH(들)이 없는 PDSCH(들)에 관한 것으로서 SPS PDSCH(들)에 대한 ACK/NACK 피드백을 의미한다. 이하의 설명에서는 케이스 3를 'DL SPS에 대한 ACK/NACK'이라고 칭한다.

[0146] 이하에서는, 상기와 같은 ACK/NACK 피드백이 필요한, 대응되는 PDCCH가 있는 PDSCH(PDSCH with PDCCH), DL SPS 해제를 위한 PDSCH, 대응되는 PDCCH 없는 PDSCH를 모두 DL 할당 혹은 DL 전송이라고 통칭한다.

표 4

[0147]

Downlink association set index K: $\{k_0, k_1, \dots, k_{M-1}\}$ for TDD										
UL-DL Configuration	Subframe n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	-	6	-	4	-	-	6	-	4
1	-	-	7, 6	4	-	-	-	7, 6	4	-
2	-	-	8, 7, 4, 6	-	-	-	-	8, 7, 4, 6	-	-
3	-	-	7, 6, 11	6, 5	5, 4	-	-	-	-	-
4	-	-	12, 8, 7, 11	6, 5, 4, 7	-	-	-	-	-	-
5	-	-	13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 11, 6	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	7	7	5	-	-	7	7	-

[0148] FDD의 경우, M은 항상 1이며, K는 항상 $\{k_0\}=\{4\}$ 이다.

[0149] 도 29는 TDD UL-DL 구성을 예시한다. 특히, 도 29는 4개의 DL 전송에 대해 1개의 UL ACK/NACK 피드백을 수행하는 4DL:1UL 구성을 설명하기 도시된 것이다.

[0150] TDD UL-DL 구성 2인 경우, 도 29(a)을 참조하면, 서브프레임 n-8, n-7, n-4, n-6에서의 DL 전송에 대한 ACK/NACK(/DTX) 응답들이, 서브프레임 넘버가 2인 서브프레임 n에서, 일 ACK/NACK 피드백으로서 BS에 전송될 수 있다.

[0151] TDD UL-DL 구성 4인 경우, 도 29(b)를 참조하면, 서브프레임 n-6, n-5, n-4, n-7에서의 DL 전송에 대한 ACK/NACK(/DTX) 응답들이, 서브프레임 넘버가 3인 서브프레임 n에서, 일 ACK/NACK 피드백으로서 BS에 전송될 수 있다.

[0152] 도 30 및 도 31은 채널 선택에 의한 ACK/NACK 전송을 예시한다.

[0153] 도 30을 참조하면, 예를 들어, 2-비트 ACK/NACK 피드백을 위한 PUCCH 포맷 1b에 대해, 2개의 PUCCH 자원(PUCCH 자원 #0 및 #1)을 설정될 수 있다. 만약 3 비트의 ACK/NACK 정보를 전송하는 경우, 3 비트의 ACK/NACK 정보 중 2 비트는 PUCCH 포맷 1b를 통하여 표현될 수 있고, 나머지 1 비트는 2 개의 PUCCH 자원 중 어떤 자원

을 선택하느냐를 통하여 표현될 수 있다. 예를 들어, PUCCH 자원 #0을 이용하여 UCI가 전송되는 경우에는 '0'을 의미하고, PUCCH 자원 #1을 이용하여 상기 UCI가 전송되는 '1'을 의미하는 것으로 미리 정의될 수 있다. 이에 따라, 2 개의 PUCCH 자원 중 하나를 선택함으로써 1 비트(0 또는 1)를 표현할 수 있으므로, PUCCH 포맷 1b를 통해 표현되는 2 비트의 ACK/NACK 정보와 함께, 추가적인 1 비트의 ACK/NACK 정보가 표현될 수 있다.

[0154] 도 30을 참조하면, 예를 들어, 2-비트 ACK/NACK 피드백을 위한 PUCCH 포맷 1b에 대해, 4개의 PUCCH 자원 (PUCCH 자원 #0 내지 #4)가 설정될 수 있다. 만약 4-비트의 ACK/NACK 정보를 전송하는 경우, 4-비트의 ACK/NACK 정보 중 2-비트는 PUCCH 포맷 1b이 나르는 2-비트 정보를 통하여 표현될 수 있고, 나머지 2-비트는 4개의 PUCCH 자원 중 어떤 자원을 선택하느냐를 통하여 표현될 수 있다. 예를 들어, PUCCH 자원 #0을 이용하여 UCI가 전송되는 경우에는 '00'을 의미하고, PUCCH 자원 #1을 이용하여 상기 UCI가 전송되는 '01'을 의미하는 것으로 미리 정의될 수 있다. 이에 따라, 4개의 PUCCH 자원 중 하나를 선택함으로써 2-비트(00, 01, 10 또는 11)가 표현될 수 있으므로, PUCCH 포맷 1b를 통해 표현되는 2-비트의 ACK/NACK 정보와 함께, 추가적인 2-비트의 ACK/NACK 정보가 표현될 수 있다.

[0155] 다시 말해, 일 PUCCH 자원이 명시적으로 나르는 n 비트는 원래 최대 2^n 개의 ACK/NACK 상태를 표현할 수 있다. 이에 반해, 채널 선택에 사용되는 m개($m>1$)의 PUCCH 자원들 중 x개($m \geq 1 \geq x$)의 PUCCH 자원이 ACK/NACK 정보 전송을 위해 선택되는 경우, 표현될 수 있는 ACK/NACK 상태의 개수가 $(2^n) * ({}_m C_x)$ 개로 증가하게 된다. 예를 들어, 도 30을 참조하면, 최대 $(2^1) * ({}_2 C_1) = 4$ 개의 ACK/NACK 상태, 즉, 4-비트의 ACK/NACK 정보가 2-비트의 전송 비트를 나르는 PUCCH 포맷 1b를 이용한 채널 선택에 의해 표현될 수 있다. 다른 예로, 도 31을 참조하면, 최대 $(2^2) * ({}_4 C_1) = 16$ 개의 ACK/NACK 상태, 즉, 16-비트의 ACK/NACK 정보가 2-비트의 전송 비트를 나르는 PUCCH 포맷 1b를 이용한 채널 선택에 의해 표현될 수 있다.

[0156] 어떤 ACK/NACK 상태일 때 어떤 PUCCH 자원 상에서 어떤 비트가 전송되어야 하는지가 미리 정해질 수 있다. 즉, ACK/NACK 상태 대 PUCCH 자원 대 전송 비트(혹은 복소변조심볼)의 맵핑 관계가 미리 정의되어 BS와 UE에 미리 저장될 수 있다. 표 5 내지 표 10은 채널 선택을 위한 맵핑 테이블들을 예시한다. 특히, 표 5 내지 표 7은 다중 CC들에 대한 ACK/NACK 정보의 전송을 위한 맵핑 테이블이며, 표 8 내지 표 10은 다중 서브프레임들에 대한 ACK/NACK 정보의 전송을 위한 맵핑 테이블이다.

표 5

[0157]

Transmission of PUCCH Format 1b ACK/NACK channel selection for A=2			
HARQ-ACK(0)	HARQ-ACK(1)	$n_{\text{PUCCH}, i}^{(1)}$	b(0), b(1)
ACK	ACK	$n_{\text{PUCCH}, 1}^{(1)}$	1, 1
ACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH}, 0}^{(1)}$	1, 1
NACK/DTX	ACK	$n_{\text{PUCCH}, 1}^{(1)}$	0, 0
NACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH}, 0}^{(1)}$	0, 0
DTX	NACK/DTX	No transmission	

표 6

[0158]

Transmission of PUCCH Format 1b ACK/NACK channel selection for A=3				
HARQ-ACK(0)	HARQ-ACK(1)	HARQ-ACK(2)	$n_{\text{PUCCH}, i}^{(1)}$	b(0), b(1)
ACK	ACK	ACK	$n_{\text{PUCCH}, 1}^{(1)}$	1, 1
ACK	NACK/DTX	ACK	$n_{\text{PUCCH}, 1}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX	ACK	ACK	$n_{\text{PUCCH}, 1}^{(1)}$	0, 1

NACK/DTX	NACK/DTX	ACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1,1
ACK	ACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1,1
ACK	NACK/DTX	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1,0
NACK/DTX	ACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0,1
NACK/DTX	NACK/DTX	NACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0,0
NACK	NACK/DTX	DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0,0
NACK/DTX	NACK	DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0,0
DTX	DTX	DTX	No transmission	

표 7

[0159]

Transmission of PUCCH Format 1b ACK/NACK channel selection for A=4					
HARQ-ACK(0)	HARQ-ACK(1)	HARQ-ACK(2)	HARQ-ACK(3)	$n_{\text{PUCCH},i}^{(1)}$	b(0),b(1)
ACK	ACK	ACK	ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1,1
ACK	NACK/DTX	ACK	ACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0,1
NACK/DTX	ACK	ACK	ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0,1
NACK/DTX	NACK/DTX	ACK	ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1,1
ACK	ACK	ACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1,0
ACK	NACK/DTX	ACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0,0
NACK/DTX	ACK	ACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0,0
NACK/DTX	NACK/DTX	ACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1,0
ACK	ACK	NACK/DTX	ACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1,1
ACK	NACK/DTX	NACK/DTX	ACK	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1,0
NACK/DTX	ACK	NACK/DTX	ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0,1
NACK/DTX	NACK/DTX	NACK/DTX	ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0,0
ACK	ACK	NACK/DTX	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1,1
ACK	NACK/DTX	NACK/DTX	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1,0
NACK/DTX	ACK	NACK/DTX	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0,1
NACK/DTX	NACK	NACK/DTX	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0,0
NACK	NACK/DTX	NACK/DTX	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0,0
DTX	DTX	NACK/DTX	NACK/DTX	No transmission	

[0160]

표 5 내지 표 7에서, A는 채널 선택에 사용될 수 있는 PUCCH 자원들의 개수를 의미하며, $n_{\text{PUCCH},i}^{(1)}$ ($i=0,\dots,A-1$)는 채널 선택에 사용되는 A개의 PUCCH 자원들 중 i번째 PUCCH 자원의 인덱스를 의미한다. UE를 위해 구성된

A개의 CC들 중에서 HARQ-ACK(j)는 j번째 CC($i=0, \dots, A-1$)에 대한 ACK/NACK 응답을 의미한다. $b(b), b(1)$ 은 해당 PUCCH 자원 상에서 실제로 전송되는 비트 정보를 의미한다.

표 8

Transmission of ACK/NACK multiplexing for M=2			
HARQ-ACK(0)	HARQ-ACK(1)	$n_{\text{PUCCH}, i}^{(1)}$	$b(0), b(1)$
ACK	ACK	$n_{\text{PUCCH}, 1}^{(1)}$	1, 1
ACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH}, 0}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX	ACK	$n_{\text{PUCCH}, 1}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX	NACK	$n_{\text{PUCCH}, 1}^{(1)}$	1, 0
NACK	DTX	$n_{\text{PUCCH}, 0}^{(1)}$	1, 0
DTX	DTX	No transmission	

표 9

Transmission of ACK/NACK multiplexing for M=3				
HARQ-ACK(0)	HARQ-ACK(1)	HARQ-ACK(2)	$n_{\text{PUCCH}, i}^{(1)}$	$b(0), b(1)$
ACK	ACK	ACK	$n_{\text{PUCCH}, 2}^{(1)}$	1, 1
ACK	ACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH}, 1}^{(1)}$	1, 1
ACK	NACK/DTX	ACK	$n_{\text{PUCCH}, 0}^{(1)}$	1, 1
ACK	NACK/DTX	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH}, 0}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX	ACK	ACK	$n_{\text{PUCCH}, 2}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX	ACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH}, 1}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX	NACK/DTX	ACK	$n_{\text{PUCCH}, 2}^{(1)}$	0, 0
DTX	DTX	NACK	$n_{\text{PUCCH}, 2}^{(1)}$	0, 1
DTX	NACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH}, 1}^{(1)}$	1, 0
NACK	NACK/DTX	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH}, 0}^{(1)}$	1, 0
DTX	DTX	DTX	No transmission	

표 10

Transmission of ACK/NACK multiplexing for M=4					
HARQ-ACK(0)	HARQ-ACK(1)	HARQ-ACK(2)	HARQ-ACK(3)	$n_{\text{PUCCH}, i}^{(1)}$	$b(0), b(1)$
ACK	ACK	ACK	ACK	$n_{\text{PUCCH}, 1}^{(1)}$	1, 1
ACK	ACK	ACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH}, 1}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX	NACK/DTX	NACK/DTX	DTX	$n_{\text{PUCCH}, 2}^{(1)}$	1, 1

ACK	ACK	NACK	DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1,0
NACK	DTX	DTX	DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1,0
ACK	ACK	NACK/DTX	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1,0
ACK	NACK/DTX	ACK	ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0,1
NACK/DTX	NACK/DTX	NACK/DTX	NACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1,1
ACK	NACK/DTX	ACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0,1
ACK	NACK/DTX	NACK/DTX	ACK	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0,1
ACK	NACK/DTX	NACK/DTX	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1,1
NACK/DTX	ACK	ACK	ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0,1
NACK/DTX	NACK	DTX	DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0,0
NACK/DTX	ACK	ACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1,0
NACK/DTX	ACK	NACK/DTX	ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1,0
NACK/DTX	ACK	NACK/DTX	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0,1
NACK/DTX	NACK/DTX	ACK	ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0,1
NACK/DTX	NACK/DTX	ACK	NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0,0
NACK/DTX	NACK/DTX	NACK/DTX	ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0,0
DTX	DTX	DTX	DTX	No transmission	

[0164] 표 8 내지 표 10에서, M은 채널 선택에 사용될 수 있는 PUCCH 자원들의 개수를 의미하며, $n_{\text{PUCCH},i}^{(1)} (i=0, \dots, M-1)$ 는 채널 선택에 사용되는 A개의 PUCCH 자원들 중 i번째 PUCCH 자원의 인덱스를 의미한다. UE가 일 ACK/NACK 피드백의 대상이 되는 M개의 서브프레임들 내 DL 전송 중에서 HARQ-ACK(j)는 j번째 DL 전송($i=0, \dots, M-1$)에 대한 ACK/NACK 응답을 의미한다. $b(b), b(1)$ 은 해당 PUCCH 자원 상에서 실제로 전송되는 비트 정보를 의미한다.

[0165] 표 5 내지 표 10의 맵핑 테이블은 예시에 불과하며, 표 5 내지 표 10과 다른 형태의 맵핑 테이블이 정의되어 BS와 UE에 저장되는 것도 가능하다.

[0166] 이와 같이 복수 서브프레임에 대한 다중 ACK/NACK 응답들을 나타내는 ACK/NACK 정보가 및/또는 복수 CC에 대한 다중 ACK/NACK 응답들을 나타내는 ACK/NACK 정보가, PUCCH 포맷 1b 및 채널 선택, PUCCH 포맷 3, 혹은 PUCCH 포맷 3 및 채널 선택을 이용하여, 일 ACK/NACK 피드백 단계(instance)에서 BS에 피드백될 수 있다.

[0167] 이하에서는, 설명의 편의를 위하여, 다음과 같은 가정을 전제로 하여, 본 발명의 실시예들을 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시예들이 다음과 같은 가정 하에서만 실시될 수 있는 것은 아니다.

[0168] (1) 하나의 PCell과 하나 이상의 SCell(들)이 존재할 수 있다.

[0169] (2) 해당 PDCCH를 갖는 PDSCH(PDSCH with corresponding PDCCH)는 PCell 및 SCell(들)에 존재할 수 있다.

[0170] (3) DL SPS 해제를 지시하는 PDCCH는 PCell에만 존재할 수 있다.

[0171] (4) 해당 PDCCH가 없는 PDSCH(=SPS PDSCH)는 PCell에만 존재할 수 있다.

[0172] (5) PCell에서 SCell(들)로의 크로스-스케줄링은 지원될 수 있다.

[0173] (6) SCell(들)에서 PCell로의 크로스-스케줄링은 지원되지 않는다.

- [0174] (7) SCell(들)에서 다른 SCell(들)로의 크로스-스케줄링은 지원될 수 있다.
- [0175] LTE-A 시스템에서 PUCCH 포맷 1/1a/1b, 2, 3은 모두 독립적으로 SORTD(Spatial Orthogonal-Resource Transmit Diversity)를 지원할 수 있으며, 각 PUCCH 포맷이 지원하는 SORTD는 각 UE에게 RRC(Radio Resource Control) 시그널링을 통해서 각 UE에 대하여 독립적으로 구성될 수 있다. SORTD라 함은 동일한 정보를 복수개의 물리자원들(코드 및/또는 시간/주파수 영역(region) 등)을 이용하여 전송하는 전송 기법을 의미한다. UE가 1개의 전송 안테나 포트만을 지원하던 LTE 시스템과 달리, LTE-A 시스템에서 UE는 1개보다 많은 전송 안테나 포트도 지원할 수 있게 된다. 이에 따라, LTE-A 시스템에서는 PUCCH 전송을 위해 다수의 전송 안테나 포트까지 지원하는 SORTD가 사용될 수 있다.
- [0176] 기존의 LTE 시스템(예를 들어, LTE Release 8 시스템)에서는, UE가 1개의 전송 안테나 포트만을 지원하므로, 2개 이상의 전송 안테나 포트를 통하여 PUCCH를 전송하는 방법을 정의하고 있지 않다. 단 하나의 전송 안테나 포트를 전제로, PUCCH 전송이 정의되어 있으므로, 지금까지 작업된 LTE 표준으로는, 복수 안테나 포트에서는 SORTD를 사용할 수 없게 된다는 문제점이 있다. 한편, 기존의 LTE 시스템(LTE Release 8 시스템)은 PUCCH가 타 채널들(예를 들어, PRACH 등)과 동일 커버리지를 지원하도록 하기 위해, 일 ACK/NACK 피드백을 다수의 서브프레임들에 걸쳐 반복해서 전송하는 기법을 지원하였다. 이를 ACK/NACK 반복(이하, A/N 반복)이라고 한다. 기존의 LTE 시스템에서는, UE가 1개의 전송 안테나 포트만을 지원하므로, 2개 이상의 전송 안테나 포트를 통하여 PUCCH를 전송하는 방법을 정의하고 있지 않다. A/N 반복 전송의 경우에도, 2개 이상의 안테나 포트 상에서 어떻게 ACK/NACK 정보를 반복하여 전송해야 하는지가 정의되어 있지 않은 실정이다. 또한, SORTD 및/또는 A/N 반복을 지원하면서, PUCCH 포맷 1a/1b를 이용한 채널 선택에 의해 ACK/NACK 피드백을 수행하는 방법 및 PUCCH 포맷 3에 의해 ACK/NACK 피드백을 수행하는 방법도 구체적으로 정해진 바가 없다. 따라서, 이하에서는 SORTD와 A/N 반복 전송을 연관하여 운영하는 기법을 제시한다.
- [0177] 본 발명은 하나 이상의 반송파를 병합하여 통신 서비스를 제공하는 반송파 병합(Carrier Aggregation, CA) 환경에서, SORTD와 A/N 반복을 서로 연관하여 운영/수행하는 기법에 관한 것이다. 이하에서는 SORTD가 구성된 상태에서 A/N 반복이 구성되거나, SORTD와 A/N 반복이 동시에 구성되는 상황에서, SORTD와 A/N 반복을 지원할 수 있는 본 발명의 실시예들을 설명한다. 크게 다음과 같은 방법들에 대해 본 발명의 실시예들이 구체적으로 제안된다.
- [0178] ● PUCCH 포맷 1/1a/1b를 이용한 SORTD가 구성된 상태 (혹은 동시에) A/N 반복이 구성되는 경우,
- [0179] 1. PDCCH가 있는 PDSCH(PDSCH with PDCCH)(들) 혹은 SPS 해제에 대한 ACK/NACK 피드백의 경우, 즉, ACK/NACK 피드백의 대상이 되는 적어도 하나의 PDCCH가 검출된 경우,
- [0180] METHOD 1: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하는 방법
- [0181] METHOD 2: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하지 않는 방법
- [0182] METHOD 3: A/N 반복시, 첫번째 전송시에만 SORTD를 사용하는 방법
- [0183] 2. DL SPS만에 대한 ACK/NACK 피드백의 경우, 즉, 검출된 PDCCH는 없으나 ACK/NACK 피드백의 대상인 DL SPS가 검출된 경우,
- [0184] METHOD 1: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하는 방법
- [0185] METHOD 2: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하지 않는 방법
- [0186] METHOD 3: A/N 반복시, 첫번째 전송시에만 SORTD를 사용하는 방법
- [0187] ● PUCCH 포맷 3를 이용한 SORTD가 구성된 상태 (혹은 동시에) (혹은 동시에) A/N 반복이 구성되는 경우,
- [0188] 1. PDCCH가 있는 PDSCH(PDSCH with PDCCH)(들) 혹은 SPS 해제에 대한 ACK/NACK 피드백의 경우, 즉, ACK/NACK 피드백의 대상이 되는 적어도 하나의 PDCCH가 검출된 경우,
- [0189] METHOD 1: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하는 방법
- [0190] METHOD 2: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하지 않는 방법
- [0191] METHOD 3: A/N 반복시, 첫번째 전송시에만 SORTD를 사용하는 방법
- [0192] ● SORTD로 채널 선택(channel selection with SORTD)이 구성된 상태 (혹은 동시에) A/N 반복이 구성되는 경

우,

- [0193] 1. PDCCH가 있는 PDSCH(PDSCH with PDCCH)(들) 혹은 SPS 해제에 대한 ACK/NACK 피드백의 경우, 즉, ACK/NACK 피드백의 대상이 되는 적어도 하나의 PDCCH가 검출된 경우,
- [0194] METHOD 1: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하는 방법
- [0195] METHOD 2: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하지 않는 방법
- [0196] METHOD 3: A/N 반복시, 첫번째 전송시에만 SORTD를 사용하는 방법
- [0197] METHOD 4: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하는 방법 및 첫번째 전송에서만 채널 선택을 사용하는 방법
- [0198] METHOD 5: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하지 않는 방법 및 첫번째 전송에서만 채널 선택을 사용하는 방법
- [0199] METHOD 6: A/N 반복시, 첫번째 전송시에만 SORTD를 사용하는 방법 및 첫번째 전송에서만 채널 선택을 사용하는 방법
- [0200] ● SORTD와 A/N 반복의 동시사용을 금지하는 방법
- [0201] 이하에서는 각 경우별로 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명한다. 이하에서, 본 발명의 실시예들을 설명하기 위해 참조하는 도면들에서 'SORTD'가 표시된 A/N은 2개의 안테나 포트를 통해 ACK/NACK 정보를 전송함으로써 SORTD를 사용하는 것을 의미하며, 'SORTD'가 표시되지 않은 A/N은 SORTD를 사용하지 않는 단일 안테나 포트를 통한 ACK/NACK 정보의 전송을 의미한다.
- [0202] 본 발명의 실시예들에 있어서, PDCCH가 있는 PDSCH 및/또는 DL SPS 해제에 대한 ACK/NACK 피드백을 위한 PUCCH 자원 할당은 별도의 시그널링없이 암묵적 맵핑이 사용될 수 있다. 예를 들어, ACK/NACK 피드백의 대상이 되는, 가장 먼저 수신 혹은 검출된 PDCCH의 최저 CCE의 번호, 즉, 최저 CCE 인덱스 n_{CCE} 의 함수로써, PUCCH 자원 인덱스가 계산될 수 있다. 예를 들어, SORTD가 구성될 경우, 다시 말해, SORTD가 활성화(activate)될 경우, 제1 안테나 포트(이하, p_0)를 위한 PUCCH 자원 인덱스 $n_{PUCCH}^{(1,p_0)}$ 와 제2 안테나 포트(이하, p_1)를 위한 PUCCH 자원 인덱스 $n_{PUCCH}^{(1,p_1)}$ 가 수학적 식 7과 수학적 식 8에 의해 각각 결정될 수 있다.

수학적 식 7

$$n_{PUCCH}^{(1,p_0)} = n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)}$$

[0203]

수학적 식 8

$$n_{PUCCH}^{(1,p_1)} = n_{CCE} + 1 + N_{PUCCH}^{(1)}$$

[0204]

- [0205] $n_{PUCCH}^{(1,p)}$ 값이 달라지면 PUCCH 자원이 달라진다. 즉, PRB 인덱스(n_{PRB}), 직교 시퀀스 인덱스($n_{oc}^{(p)}(n_s)$), 순환 쉬프트 ($n_{oc}^{(p)}(n_s, 1)$)값 등 PUCCH 자원을 구성하는 값들 중 적어도 하나가 달라지게 된다. 여기서, n_s 는 무선 프레임 내 슬롯 인덱스이며, 1은 부반송파 인덱스이다.

- [0206] 참고로, 표 11 및 표 12는 PUCCH 포맷 1/1a/1b를 위한 직교 시퀀스를 예시한 것으로서, 특히, 표 11은 $N_{SF}^{PUCCH}=4$ 를 위한 직교 시퀀스를 예시하며, 표 12는 $N_{SF}^{PUCCH}=3$ 를 위한 직교 시퀀스를 예시한다.

표 11

Orthogonal sequences $[w(0) \dots w(N_{\text{SF}}^{\text{PUCCH}}-1)]$ for $N_{\text{SF}}^{\text{PUCCH}}=4$	
Sequence index $n_{\text{oc}}^{(p)}(n_s)$	Orthogonal sequences $[w(0) \dots w(N_{\text{SF}}^{\text{PUCCH}}-1)]$
0	$[+1 +1 +1 +1]$
1	$[+1 -1 +1 -1]$
2	$[+1 -1 -1 +1]$

표 12

Orthogonal sequences $[w(0) \dots w(N_{\text{SF}}^{\text{PUCCH}}-1)]$ for $N_{\text{SF}}^{\text{PUCCH}}=3$	
Sequence index $n_{\text{oc}}^{(p)}(n_s)$	Orthogonal sequences $[w(0) \dots w(N_{\text{SF}}^{\text{PUCCH}}-1)]$
0	$[+1 +1 +1]$
1	$[+1 +e^{j2\pi/3} +e^{j4\pi/3}]$
2	$[+1 +e^{j4\pi/3} +e^{j3\pi/3}]$

이하에서는, 이와 같이, PDCCH 있는 PDSCH 및/또는 DL SPS 해제에 대한 ACK/NACK 피드백과 관련된 실시예들에 서는, PDCCH 자원 인덱스가 최저 CCE 인덱스를 이용하여 유도되는 자원 할당 방법이 적용된다는 것을 전제로 본 발명을 설명한다.

한편, 본 발명의 실시예들에 있어서, A/N 반복은 RRC에 의해 구성(configure)될 수 있으며, RRC 메시지에 의 해 UE에 구성된 A/N 반복의 설정 혹은 해제가 통지될 수 있다. 상기 RRC 메시지는 반복 횟수 N_{ANRep} 를 지시하는 정보를 포함할 수 있다. 즉, BS는 UE에서의 A/N 반복을 구성 혹은 해제할 수 있으며, ACK/NACK이 반복되어 전 송되어야 하는 횟수 N_{ANRep} 를 나타내는 정보를 상기 UE에게 전송할 수 있다. 이하의 실시예들에서는 $N_{\text{ANRep}}=4$ 인 경우를 예로 하여, 본 발명의 실시예들이 설명되나, 다른 횟수의 N_{ANRep} 에도 본 발명의 실시예들이 그대로 적용 될 수 있음은 자명하다. 또한, A/N 반복의 구성 및/또는 SORTD의 활성화, 채널 선택의 구성은 상위 레이어, 예를 들어, RRC 메시지를 통해 BS로부터 UE에 전송될 수 있다.

● PUCCH format 1/1a/1b with SORTD vs. ACK/NACK repetition

PUCCH 포맷 1/1a/1b를 이용한 SORTD가 활성화된 상태에서 (혹은 동시에) A/N 반복이 구성되는 경우에 대한 본 발명의 실시예들 설명한다.

1. PDCCH가 있는 PDSCH(PDSCH with PDCCH)(들)에 대한 ACK/NACK 피드백, 혹은 DL SPS 해제에 대한 ACK/NACK 피드백의 경우, 즉, 암묵적 맵핑에 사용할 수 있는 PDCCH가 적어도 하나 검출된 경우: 실시예1) 내지 실시예 3)

실시예1) METHOD 1: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하는 방법

첫번째 ~ N{ANRep} 번째 전송: SORTD를 사용하여 PUCCH 포맷 1/1a/1b 전송(PUCCH format 1/1a/1b with SORTD)

A/N 반복은, 커버리지가 제한된 UE의 커버리지를 증가시키기 위한 목적으로 사용되는 것이 일반적이다. 즉, PRACH 등과 같은 타 채널과 비교하여, ACK/NACK 채널이 링크 버짓(link budget)상에서의 SNR(Signal-to-Noise Ratio) 마진이 부족한 경우, ACK/NACK 채널이 타 채널과 동일한 커버리지를 지원할 수 있도록, A/N 반복이 구 성될 수 있다. 따라서, A/N 반복이 구성되었다는 것은 해당 UE의 커버리지, 즉, 해당 UE에 의해 전송된 상황 링크 신호가 성공적으로 도달할 수 있는 범위가 작다는 것으로 해석할 수 있다. 이러한 상황에 비추어, 본 발 명의 실시예1은, A/N 반복이 구성시에 이미 SORTD가 구성되어 있거나, 혹은 A/N 반복이 SORTD와 동시에 구성 되는 경우, UE의 상황링크 신호가 BS에서 잘 검출될 수 있도록, UE는 SORTD를 계속 사용한다. UE는 A/N 반복 과 관계없이 SORTD를 사용하여 ACK/NACK 정보를 BS에 전송하도록 구성되고, 상기 BS는 A/N 반복과 관계없이 상기 UE가 SORTD를 사용하여 ACK/NACK 전송을 수행한다고 판단하도록 구성될 수 있다. 즉, A/N 반복시에 구성

된 SORTD가 있으면, SORTD와 A/N 반복을 함께 적용하도록 통신 시스템이 구성된다.

- [0217] 도 32는 본 발명의 실시예1에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.
- [0218] 2개의 안테나 포트를 이용하여 SORTD를 수행하는 UE는 다음과 같은 자원을 이용하여 ACK/NACK 반복을 수행할 수 있다.
- [0219] (1) 첫번째 전송: 최저 CCE 인덱스로부터 유도되는 PUCCH 자원 인덱스와, 최저 CCE 인덱스+1로부터 유도되는 PUCCH 자원 인덱스가 2개의 안테나 포트에 의한 SORTD를 위해 사용한다. 즉, UE는 ACK/NACK 정보의 첫번째 전송은 암묵적 맵핑에 의해 결정된 PUCCH 자원들을 이용하여 SORTD를 사용한다. 이때, 안테나 포트 p0에 대해서는 수학적 식 7에 따라 ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH 자원 인덱스가 결정되고, 안테나 포트 p1에 대해서는 수학적 식 8에 따라 첫번째 ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH 자원 인덱스가 결정될 수 있다.
- [0220] (2) 두번째 전송 ~ N_{ANRep} 번째 전송: 2개 안테나 포트를 위해 상위 레이어(예를 들어, RRC)에 의해 시그널링된 2개 PUCCH 자원 인덱스를 사용. 즉, 두번째 전송부터는 명시적 맵핑에 의해 결정된 PUCCH 자원들을 이용하여 SORTD를 지원한다. 다음과 같은 실시예들 중 하나가 명시적 맵핑을 위해 사용될 수 있다.
- [0221] (2-1) SORTD가 구성된 경우, 즉, 복수의 안테나 포트를 통한 UCI 전송이 구성된 경우, BS는 상위 레이어 시그널링에 의해 안테나 포트별로 사용될 PUCCH 자원 인덱스를 UE에 지시해준다. 예를 들어, 2개 안테나 포트를 통한 상향링크 전송이 UE에서 구성된 경우, BS는 각 안테나 포트가 반복 전송에 사용할 2개의 PUCCH 자원 인덱스를 구분하여 시그널링할 수 있다. 즉, p0가 두번째 전송부터 사용할 PUCCH 자원 인덱스 $n_{\text{PUCCH-AN-Rep}}^{(1,p0)}$ 와 p1이 두번째 전송부터 사용할 PUCCH 자원 인덱스 $n_{\text{PUCCH-AN-Rep}}^{(1,p1)}$ 가 상위 레이어 시그널링에 의해 BS로부터 UE에 전송될 수 있다.
- [0222] (2-2) 명시적 맵핑 실시예 (2-1)과 같이, p0가 사용할 PUCCH 자원 인덱스 $n_{\text{PUCCH-AN-Rep}}^{(1,p0)}$ 와 p1이 사용할 PUCCH 자원 인덱스 $n_{\text{PUCCH-AN-Rep}}^{(1,p1)}$ 가 둘 다 직접적으로 UE에 시그널링될 수도 있으나, 미리 정해진 다른 파라미터, 예를 들어, 명시적 맵핑에 사용되는 CCE 인덱스 혹은 명시적 맵핑에 의해 결정된 PUCCH 자원 인덱스에 대한 오프셋 값들이 $n_{\text{PUCCH-AN-Rep}}^{(1,p0)}$ 와 $n_{\text{PUCCH-AN-Rep}}^{(1,p1)}$ 를 지시하는 값으로서 UE에 시그널링될 수도 있다. 또는, $n_{\text{PUCCH-AN-Rep}}^{(1,p0)}$ 만이 직접적으로 UE에 시그널링되고 $n_{\text{PUCCH-AN-Rep}}^{(1,p1)}$ 는 $n_{\text{PUCCH-AN-Rep}}^{(1,p0)}$ 에 대한 오프셋 형태로 시그널링되거나, $n_{\text{PUCCH-AN-Rep}}^{(1,p0)}$ 으로부터 명시적 맵핑에 의해서 결정될 수도 있다.
- [0223] (2-3) $n_{\text{PUCCH-AN-Rep}}^{(1,p0)}$ 와 $n_{\text{PUCCH-AN-Rep}}^{(1,p1)}$ 가 될 수 있는 소정 개수의 PUCCH 자원 인덱스쌍이 미리 시그널링되고, A/N 반복이 구성될 때 상기 소정 개수의 PUCCH 자원 인덱스 쌍 중 하나가 지시됨으로써, A/N 반복 전송시 p0와 p1에 의해 사용될 PUCCH 자원 인덱스들이 특정되는 것도 가능하다.
- [0224] 실시예1에 대한 이상의 설명에 의하면, 첫번째 ACK/NACK 전송과 두번째 ACK/NACK 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송에서 PUCCH 자원 인덱스가 결정되는 방법이 달라진다. 즉, 첫번째 ACK/NACK 전송에서는 암묵적 맵핑에 의해 PUCCH 자원 인덱스가 결정됨에 반하여, 두번째 전송부터는 ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH 자원이 명시적으로 시그널링되는 명시적 맵핑에 의해 PUCCH 자원 인덱스가 결정된다. 이와 달리, 모든 전송(첫번째~ N_{ANRep} 번째 전송)에서 암묵적 맵핑과 명시적 맵핑 중 한가지 방법만을 사용하도록 UE와 BS가 구성되는 것도 가능하다.
- [0225] 실시예2) METHOD 2: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하지 않는 방법
- [0226] _첫번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: SORTD가 없는 PUCCH 포맷 1/1a/1b 전송(PUCCH format 1/1a/1b without SORTD)
- [0227] SORTD가 구현되기 위해서는 추가 PUCCH 자원들이 더 필요하게 된다. A/N 반복이 적용되면, A/N 반복 횟수와 SORTD에 참여하는 안테나 포트의 개수에 비례하여, ACK/NACK 피드백에 필요한 PUCCH 자원의 개수가 증가하게 된다. 예를 들어, 2개의 안테나 포트에 의한 SORTD 및 N_{ANRep} 번의 A/N 반복을 지원해야 하는 경우, UE는 일 ACK/NACK 피드백을 위해, SORTD 및 A/N 반복이 구성되지 않는 경우와 비교하여, 최대 $2*N_{\text{ANRep}}$ 배의 PUCCH 자원을 더 필요로 할 수 있다. 이는 ACK/NACK 피드백이 시스템에 큰 오버헤드를 발생시킬 수 있다. 이와 같은 큰 자원 오버헤드를 줄이기 위하여, A/N 반복이 구성된 경우, UE는 A/N 반복이 해제될 때까지 SORTD를 오프하도

록 구성될 수 있다. A/N 반복을 UE에 시그널링한 BS는 상기 UE가 1개의 안테나 포트를 통해서만 A/N 반복을 수행한다는 전제 하에 상기 UE로부터 ACK/NACK 정보를 수신하도록 구성될 수 있다. SORTD에 의해 확장된 PUCCH의 커버리지는 A/N 반복에 의해 유사한 범위로 유지될 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 실시예2는, A/N 반복시에는 SORTD를 오프하여 A/N 피드백을 UE에서 BS로 전송되는 것으로 통신 시스템을 구성함으로써, A/N 피드백에 의한 자원 오버헤드를 줄일 수 있다. 본 발명의 실시예2에 의하면, 첫번째 안테나 포트가 A/N 반복시 사용할 PUCCH 자원 인덱스만 UE에 시그널링되면 된다. 즉, 두번째 안테나 포트를 위한 PUCCH 자원 인덱스가 따로 UE에 시그널링되지 않아도 된다. 따라서, 본 발명의 실시예2에 의하면, 상향링크 자원 오버헤드 뿐만 아니라, 상위 레이어(예를 들어, RRC) 시그널링 오버헤드도 줄일 수 있다는 장점이 있다.

[0228] 도 33은 본 발명의 실시예2에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.

[0229] 2개 이상의 안테나 포트를 구비한 UE는 다음과 같은 자원을 이용하여 ACK/NACK 반복을 수행할 수 있다.

[0230] (1) 첫번째 전송: UE는 CCE 인덱스로부터 유도되는 PUCCH 자원 인덱스를 사용하여 1개의 안테나 포트를 통해 첫번째 ACK/NACK 전송을 수행할 수 있다. 상기 안테나 포트에 의해 사용되는 PUCCH 자원 인덱스는 수학적 식 7 (또는 수학적 식 1)에 따라 결정될 수 있다. SORTD는 사용하지 않으므로, UE는 다른 안테나 포트를 통해서도 ACK/NACK 정보를 전송하지 않는다.

[0231] (2) 두번째 전송 ~ N_{ANRep} 번째 전송: 두번째 전송부터는, A/N 반복을 위해 BS가 상위 레이어(예를 들어, RRC) 시그널링에 의해 UE에게 통지한 파라미터를 사용하여 A/N 반복을 위한 PUCCH 자원 인덱스가 결정될 수 있다. 즉, 두번째 전송부터는 명시적 맵핑에 의해 결정된 PUCCH 자원이 A/N 반복에 이용된다. UE는 두번째 전송부터는 상기 파라미터에 의해 결정된 PUCCH 자원 인덱스에 의해 지시되는 PUCCH 자원 상에서 일 안테나 포트를 통해 A/N 반복을 수행한다. 상위 레이어 시그널링에 의해, 두번째부터의 ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH 자원 인덱스가, BS로부터 UE에 직접적으로 지시될 수도 있다. 또는, 두번째부터의 ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH 자원 인덱스를, 특정 다른 파라미터, 예를 들어, 암묵적 맵핑에 사용되는 CCE 인덱스 혹은 암묵적 맵핑에 의해 결정된 PUCCH 자원 인덱스에 대한 오프셋에 의해 간접적으로 지시될 수도 있다.

[0232] 실시예2에 대한 이상의 설명에 의하면, 첫번째 ACK/NACK 전송에서는 암묵적 맵핑에 의해 PUCCH 자원 인덱스가 결정됨에 반하여, 두번째 전송부터는 ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH 자원이 명시적으로 시그널링되는 명시적 맵핑에 의해 PUCCH 자원 인덱스가 결정된다. 이와 달리, 모든 전송(첫번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송)에서 암묵적 맵핑과 명시적 맵핑 중 한가지 방법만을 사용하도록 UE와 BS가 구성되는 것도 가능하다.

[0233] 실시예3) METHOD 3: A/N 반복시, 첫번째 전송시에만 SORTD를 사용하는 방법

[0234] _첫번째 전송: SORTD를 지원하는 PUCCH 포맷 1/1a/1b 전송(PUCCH format 1/1a/1b with SORTD)

[0235] _2번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: SORTD가 없는 PUCCH 포맷 1/1a/1b 전송(PUCCH format 1/1a/1b without SORTD)

[0236] A/N 반복 중 첫번째 ACK/NACK 전송에서는, 두번째 안테나 포트에서 사용할 PUCCH 자원이 암묵적으로 정해질 수 있으므로, 추가 시그널링없이 SORTD가 지원될 수 있다. 특히, UE에 SORTD가 구성된 경우, BS는 상기 SORTD를 위한 두번째 안테나 포트를 위한 $n_{\text{CCE}}+1$ 의 함수에 의해 유도되는 PUCCH 자원을 다른 UE에 할당하지 않고 유보해둘 수 있다. 이 경우, A/N 반복시 첫번째 전송에서까지 SORTD가 사용되지 않으면, 상기 유보된 PUCCH 자원이 이용되지 못한 채 낭비되는 결과를 초래하게 된다. 이와 같은 문제점을 보완하기 위하여, 본 발명의 실시예3은 SORTD가 이미 구성되어 있거나 혹은 A/N 반복의 구성과 동시에 SORTD도 구성된 경우, 상기 A/N 반복 중 첫번째 전송에서만 SORTD를 지원하고, 나머지 전송(2번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송)에서는 SORTD를 오프한다. 실시예3에 의하면, SORTD가 모든 전송에서 오프되는 대신에, 암묵적 맵핑에 의해 PUCCH 자원들이 결정되는 첫번째 전송에서는 SORTD가 지원되므로 이미 유보된 자원이 미사용인 채로 버려지는 것을 방지할 수 있다. 또한, 두번째 전송부터는 SORTD없이 1개의 안테나 포트를 통해서만 A/N 반복이 수행되므로, UCI 전송을 위한 자원 오버헤드가 줄어들 뿐만 아니라, 두번째 안테나 포트에 사용될 PUCCH 자원이 별도로 시그널링될 필요가 없어 상위 레이어 시그널링 오버헤드도 줄어들게 된다.

[0237] 도 34는 본 발명의 실시예3에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.

[0238] 수학적 식 7 및 수학적 식 8에 의해 결정되는 2개 PUCCH 자원 인덱스를 사용하여 2개 안테나 포트를 통해 SORTD를 지원하던 UE에서, A/N 반복이 구성된 경우, 다음과 같은 PUCCH 자원 인덱스들을 사용하여 A/N 반복을 수행할 수 있다.

- [0239] (1) 첫번째 전송: CCE 인덱스로부터 유도되는 PUCCH 자원 인덱스와, CCE 인덱스+1로부터 유도되는 PUCCH 자원 인덱스가 2개의 안테나 포트에 의한 SORTD를 위해 사용한다. 즉, UE는 ACK/NACK 정보의 첫번째 전송은 암묵적 맵핑에 의해 결정된 PUCCH 자원들을 이용하여 SORTD를 지원한다. 이때, 안테나 포트 p0에 대해서는 수학적 7에 따라 ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH 자원 인덱스가 결정되고, 안테나 포트 p1에 대해서는 수학적 8에 따라 첫번째 ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH 자원 인덱스가 결정될 수 있다.
- [0240] (2) 두번째 전송 ~ N_{ANRep} 번째 전송: 두번째 전송부터는, A/N 반복을 위해 BS가 상위 레이어(예를 들어, RRC) 시그널링에 의해 UE에게 통지한 파라미터를 사용하여 A/N 반복을 위한 1개의 PUCCH 자원 인덱스가 결정될 수 있다. 즉, 두번째 전송부터는 명시적 맵핑에 의해 결정된 PUCCH 자원이 A/N 반복에 이용된다. UE는 두번째 전송부터는 상기 파라미터에 의해 결정된 PUCCH 자원 인덱스에 의해 지시되는 PUCCH 자원 상에서 일 안테나 포트를 통해 A/N 반복을 수행한다. 상위 레이어 시그널링에 의해, 두번째부터의 ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH 자원 인덱스가, BS로부터 UE에 직접적으로 지시될 수도 있다. 또는, 두번째부터의 ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH 자원 인덱스를, 특정 다른 파라미터, 예를 들어, 암묵적 맵핑에 사용되는 CCE 인덱스 혹은 암묵적 맵핑에 의해 결정된 PUCCH 자원 인덱스에 대한 오프셋에 의해 간접적으로 지시될 수도 있다.
- [0241] 실시예3에 대한 이상의 설명에 의하면, 첫번째 ACK/NACK 전송에서는 암묵적 맵핑에 의해 PUCCH 자원 인덱스가 결정됨에 반하여, 두번째 전송부터는 ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH 자원이 명시적으로 시그널링되는 명시적 맵핑에 의해 PUCCH 자원 인덱스가 결정된다. 이와 달리, 모든 전송(첫번째~ N_{ANRep} 번째 전송)에서 암묵적 맵핑과 명시적 맵핑 중 한가지 방법만을 사용하도록 UE와 BS가 구성되는 것도 가능하다.
- [0242] 2. DL SPS만에 대한 ACK/NACK 피드백의 경우, 즉, PDCCH는 검출되지 않았으나 DL SPS는 검출되어 ACK/NACK 피드백이 필요한 경우: 실시예4) 내지 실시예6)
- [0243] PUCCH 포맷 1/1a/1b를 이용하여 DL SPS만에 대한 ACK/NACK 피드백이 BS에 전송되어야 하는 경우, ACK/NACK 피드백을 위한 PUCCH 자원은 별도의 상위 레이어(예를 들어, RRC) 시그널링에 의해 할당된다. 상위 레이어 시그널링을 통해서 DL SPS를 위한 PUCCH 자원 후보 세트가 BS로부터 UE에 전송되며, SPS 활성화(activation)를 수행하는 PDCCH 내 TPC(Transmitter Power Control) 커맨드(2-비트)에 의해 상기 후보 세트 중 하나가 DL SPS를 위한 ACK/NACK 피드백에 사용되도록 UE에 지시된다. 상위 레이어 시그널링에 의해 지시되는 PUCCH 자원 세트는, SORTD가 사용되지 않을 경우에는 4개의 PUCCH 자원들을 포함하여 구성될 수 있으며, SORTD가 사용될 경우에는 8개(2개씩 짝을 이룬 4개의 PUCCH 자원 인덱스 쌍에 의해 8개가 구성됨)의 PUCCH 자원들을 포함하여 구성될 수 있다. 즉, DL SPS만에 대한 ACK/NACK 피드백에 대한 PUCCH 자원 할당은 모두 명시적 맵핑에 이루어진다.
- [0244] 실시예4) METHOD 1: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하는 방법
- [0245] 첫번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: SORTD를 지원하는 PUCCH 포맷 1/1a/1b 전송(PUCCH format 1/1a/1b with SORTD)
- [0246] A/N 반복은, 커버리지가 제한된 UE의 커버리지를 증가시키기 위한 목적으로 사용되는 것이 일반적이다. 즉, PRACH 등과 같은 타 채널과 비교하여, ACK/NACK 채널이 링크 버짓(link budget)상에서의 SNR(Signal-to-Noise Ratio) 마진이 부족한 경우, ACK/NACK 채널이 타 채널과 동일한 커버리지를 지원할 수 있도록, A/N 반복이 구성될 수 있다. 따라서, A/N 반복이 구성되었다는 것은 해당 UE의 커버리지, 즉, 해당 UE에 의해 전송된 상향 링크 신호가 성공적으로 도달할 수 있는 범위가 작다는 것으로 해석할 수 있다. 이러한 상황에 비추어, 본 발명의 실시예4는, A/N 반복이 구성시에 이미 SORTD가 구성되어 있거나, 혹은 A/N 반복이 SORTD와 동시에 구성되는 경우, UE의 상향링크 신호가 BS에서 잘 검출될 수 있도록, UE는 SORTD를 계속 사용한다. UE는 A/N 반복과 관계없이 SORTD를 사용하여 ACK/NACK 정보를 BS에 전송하도록 구성되고, 상기 BS는 A/N 반복과 관계없이 상기 UE가 SORTD를 사용하여 ACK/NACK 전송을 수행한다고 판단하도록 구성될 수 있다. 즉, A/N 반복시에 구성된 SORTD가 있으면, SORTD와 A/N 반복을 함께 적용하도록 통신 시스템이 구성된다.
- [0247] 도 35는 본 발명의 실시예4에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.
- [0248] 2개의 안테나 포트를 이용하여 SORTD를 수행하는 UE는 다음과 같은 자원을 이용하여 ACK/NACK 반복을 수행할 수 있다.
- [0249] (1) 첫번째 전송 ~ N_{ANRep} 번째 전송: 2개 안테나 포트에 의한 SORTD를 위해 시그널링된 PUCCH 자원 후보 세트 중에서, 해당 UE에게 SORTD를 위해 명시적으로 할당된 1쌍의 PUCCH 자원 인덱스들을 사용하여 2개 안테나 포트를 통해 ACK/NACK 정보를 N_{ANRep} 번 반복하여 전송한다. 즉, 첫번째 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송에서 각 안테나 포

트가 사용할 PUCCH 자원 인덱스가 명시적 맵핑에 의해 결정된다. UE는 안테나 포트 p0에서는 상기 할당된 PUCCH 자원 인덱스 쌍 중 하나를 이용하여 ACK/NACK 정보를 전송하고, 안테나 포트 p1에서는 상기 할당된 PUCCH 자원 인덱스 쌍 중 나머지 하나를 이용하여 ACK/NACK 정보를 전송할 수 있다.

[0250] 실시예5) METHOD 2: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하지 않는 방법

[0251] _첫번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: SORTD가 없는 PUCCH 포맷 1/1a/1b 전송(PUCCH format 1/1a/1b without SORTD)

[0252] 실시예4와 같이, SORTD가 구현되기 위해서는 추가 PUCCH 자원들이 더 필요하게 된다. A/N 반복이 적용되면, A/N 반복 횟수와 SORTD에 참여하는 안테나 포트의 개수에 비례하여, ACK/NACK 피드백에 필요한 PUCCH 자원의 개수가 증가하게 된다. 예를 들어, 2개의 안테나 포트에 의한 SORTD 및 N_{ANRep} 번의 A/N 반복을 지원해야 하는 경우, UE는 일 ACK/NACK 피드백을 위해, SORTD 및 A/N 반복이 구성되지 않는 경우와 비교하여, 최대 $2 \times N_{\text{ANRep}}$ 배의 PUCCH 자원을 더 필요로 할 수 있다. 이는 ACK/NACK 피드백이 시스템에 큰 오버헤드를 발생시킬 수 있다. 이와 같은 큰 자원 오버헤드를 줄이기 위하여, A/N 반복이 구성된 경우, UE는 A/N 반복이 해제될 때까지 SORTD를 오프하도록 구성될 수 있다. A/N 반복을 UE에 시그널링한 BS는 상기 UE가 1개의 안테나 포트를 통해서만 A/N 반복을 수행한다는 전제 하에 상기 UE로부터 ACK/NACK 정보를 수신하도록 구성될 수 있다. SORTD에 의해 확장된 PUCCH의 커버리지는 A/N 반복에 의해 유사한 범위로 유지될 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 실시예5는, A/N 반복시에는 SORTD를 오프하여 A/N 피드백을 UE에서 BS로 전송되는 것으로 통신 시스템을 구성함으로써, A/N 피드백에 의한 자원 오버헤드를 줄일 수 있다. 본 발명의 실시예5에 의하면, 첫번째 안테나 포트가 A/N 반복시 사용할 PUCCH 자원 인덱스만 UE에 시그널링되면 된다. 즉, 두번째 안테나 포트를 위한 PUCCH 자원 인덱스가 따로 UE에 시그널링되지 않아도 된다. 따라서, 본 발명의 실시예5에 의하면, 상향링크 자원 오버헤드뿐만 아니라, 상위 레이어(예를 들어, RRC) 시그널링 오버헤드도 줄일 수 있다는 장점이 있다.

[0253] 도 36은 본 발명의 실시예5에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.

[0254] 2개 이상의 안테나 포트를 구비한 UE는 다음과 같은 자원을 이용하여 ACK/NACK 반복을 수행할 수 있다.

[0255] (1) 첫번째 전송 ~ N_{ANRep} 번째 전송: 2개 안테나 포트에 의한 SORTD를 위해 시그널링된 PUCCH 자원 후보 세트 중에서, 해당 UE에게 SORTD를 위해 명시적으로 할당된 1쌍의 PUCCH 자원 인덱스들 중에서 미리 정해진 규칙(예를 들어, 작은 PUCCH 자원 인덱스 사용 등)에 의해 결정되는 1개의 PUCCH 자원 인덱스가 ACK/NACK 피드백에 사용된다. 즉, SORTD를 위해 할당된 2개의 PUCCH 자원 인덱스들 중 미리 정해진 규칙에 의해 결정된 1개의 PUCCH 자원을 사용하여, UE는 일 안테나 포트를 통해 ACK/NACK 정보를 N_{ANRep} 번 반복하여 전송한다. 즉, 첫번째 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송까지 명시적 맵핑에 의해 결정된 일 PUCCH 자원이 ACK/NACK 피드백에 이용된다.

[0256] 실시예6) METHOD 3: A/N 반복시, 첫번째 전송시에만 SORTD를 사용하는 방법

[0257] _첫번째 전송: SORTD를 지원하는 PUCCH 포맷 1/1a/1b 전송(PUCCH format 1/1a/1b with SORTD)

[0258] _2번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: SORTD가 없는 PUCCH 포맷 1/1a/1b 전송(PUCCH format 1/1a/1b without SORTD)

[0259] 실시예5에 의하면, A/N 반복이 구성되기 전에 SORTD가 이미 구성되어 있거나, A/N 반복과 함께 SORTD가 구성된 경우, BS는 SORTD를 위해 한 쌍의 PUCCH 자원들을 해당 UE를 위해 유보해둘 수 있다. 이 경우, A/N 반복시 첫번째 전송에서까지 SORTD가 사용되지 않으면, 상기 유보된 PUCCH 자원이 이용되지 못한 채 낭비되는 결과를 초래하게 된다. 이와 같은 문제점을 보완하기 위하여, 본 발명의 실시예6은 SORTD가 이미 구성되어 있거나 혹은 A/N 반복의 구성과 동시에 SORTD도 구성된 경우, 상기 A/N 반복 중 첫번째 전송에서만 SORTD를 지원하고, 나머지 전송(2번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송)에서는 SORTD를 오프한다. 실시예6에 의하면, SORTD가 모든 전송에서 오프되는 대신에, 암묵적 맵핑에 의해 PUCCH 자원들이 결정되는 첫번째 전송에서는 SORTD가 지원되므로 이미 유보된 자원이 미사용인 채로 버려지는 것을 방지할 수 있다. 또한, 두번째 전송부터는 SORTD없이 1개의 안테나 포트를 통해서만 A/N 반복이 수행되므로, UCI 전송을 위한 자원 오버헤드가 줄어들 뿐만 아니라, 두번째 안테나 포트에 사용될 PUCCH 자원이 별도로 시그널링될 필요가 없어 상위 레이어 시그널링 오버헤드도 줄어들게 된다.

[0260] 도 37은 본 발명의 실시예6에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.

[0261] 2개 이상의 안테나 포트를 구비한 UE는 다음과 같은 자원을 이용하여 ACK/NACK 반복을 수행할 수 있다.

[0262] (1) 첫번째 전송: SORTD를 위해 명시적으로 할당된 2개의 PUCCH 자원 인덱스들을 사용하여 2개 안테나 포트

각각에서 ACK/NACK 정보의 전송에 사용할 PUCCH 자원들이 결정된다. 즉, 명시적 맵핑에 의해 결정된 PUCCH 자원들을 이용하여 SORTD를 지원한다. 이때, 안테나 포트 p0에 대해서는 상기 2개의 PUCCH 자원 인덱스들 중 하나에 의해 ACK/NACK PUCCH 자원이 결정되고, 안테나 포트 p1에 대해서는 나머지 하나에 의해 ACK/NACK PUCCH 자원이 결정될 수 있다.

[0263] (2) 두번째 전송 ~ N_{ANRep} 번째 전송: 두번째 전송부터는, 해당 UE에게 SORTD를 위해 명시적으로 할당된 1쌍의 PUCCH 자원 인덱스들 중에서 미리 정해진 규칙(예를 들어, 작은 PUCCH 자원 인덱스 사용 등)에 의해 결정되는 1개의 PUCCH 자원 인덱스가 ACK/NACK 피드백에 사용된다. 즉, UE는 두번째 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송까지는, SORTD를 위해 할당된 2개의 PUCCH 자원 인덱스들 중 미리 정해진 규칙에 의해 결정된 1개의 PUCCH 자원을 사용하여 ACK/NACK 정보를 전송한다. 즉, 두번째 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송까지 명시적 맵핑에 의해 결정된 일 PUCCH 자원이 ACK/NACK 피드백에 이용된다.

[0264] 도 37에서, 첫번째 전송에서 표시된 2개의 PUCCH 자원 인덱스들과, 두번째 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송까지에서 표시된 2개의 PUCCH 자원 인덱스들은 모두 SPS 활성화시에 PDCCH의 TPC 커맨드 필드를 통해 지시되는 PUCCH 자원들과 동일한 자원들을 지시한다.

[0265] 전술한 본 발명의 실시예1 내지 실시예6에 있어서, PDCCH가 있는 PDSCH에 대한 ACK/NACK 피드백과 DL SPS 해제를 위한 PDCCH에 대한 ACK/NACK 피드백 모두에 '모두 SORTD를 사용하는 방법'(METHOD 1)이 적용될 수도 있고, 혹은 '모두 SORTD를 사용하지 않는 방법'(METHOD 2)이 적용될 수도 있고, 혹은 '첫번째 전송시에만 SORTD를 사용하는 방법'(METHOD 3)이 적용될 수도 있다. 아니면, METHOD 1, METHOD 2, METHOD 3과는 다른 방법이 PDCCH가 있는 PDSCH에 대한 ACK/NACK 피드백과 DL SPS 해제를 위한 PDCCH에 ACK/NACK 피드백에 적용될 수도 있다.

[0266] ● PUCCH format 3 with SORTD vs. ACK/NACK repetition

[0267] 1. PDCCH가 있는 PDSCH(PDSCH with PDCCH)(들)에 대한 ACK/NACK 피드백, 혹은 DL SPS 해제에 대한 ACK/NACK 피드백의 경우, 즉, PDCCH가 적어도 하나 검출된 경우: 실시예7) 내지 실시예9)

[0268] PDCCH가 있는 PDSCH 및/또는 DL SPS 해제에 대한 ACK/NACK 피드백을 위해 PUCCH 포맷 3가 사용되는 경우, PUCCH 포맷 3의 사용법 및 자원 할당은, UE를 위해 구성된 CC의 개수 및/또는 상황에 따라 달라질 수 있다. PUCCH 포맷 3를 이용하여 ACK/NACK 피드백을 수행하도록 구성된 UE에서 발생할 수 있는 상황들을 정리하면 다음과 같다.

[0269] (1) UE에 대해 구성된 DL CC의 개수가 1개인 경우

[0270] (2) UE에서 검출된, PDCCH 있는 모든 PDSCH 혹은 DL SPS 해제가 PCell에서만 존재할 경우, 즉, PCell에서만 PDCCH이 있는 PDSCH(들) 혹은 DL SPS 해제가 수신될 경우

[0271] (3) UE에서 검출된, PDCCH 있는 PDSCH 혹은 DL SPS 해제가 없고, DL SPS에 대한 ACK/NACK만이 필요한 경우

[0272] (4) UE에서 검출된, PDCCH 있는 모든 PDSCH 및/또는 DL SPS 해제 중 하나 이상이 SCell에서 존재하는 경우

[0273] 위와 같이, PUCCH 포맷 3를 이용하여 ACK/NACK 피드백을 수행하도록 구성된 UE가 처할 수 있는 상황들 중 (1)~(3)의 경우에 대해서는, UE가 단일 반송파를 이용하여 BS와 통신하는 단일 반송파 상황에 있다고 간주될 수 있다. 이와 같은 단일 반송파 상황하에서는, 상위 레이어에 의해 PUCCH 포맷 3를 사용하도록 구성되었다고 하더라도, PUCCH 포맷 1/1a/1b를 이용하여 (SORTD와 함께 혹은 없이) ACK/NACK 반복을 수행하는 전술한 실시예1 내지 실시예6가 상기 UE에 동일하게 적용될 수 있다.

[0274] 반면, UE가 처할 수 있는 상황들 중 (4)의 경우에는 다중 반송파 상황으로, SORTD 및/또는 ACK/NACK 반복에 명시적 맵핑이 사용될 수 있다. 이와 같은 다중 반송파 상황에서는, 상위 레이어에 의해 PUCCH 포맷 3를 사용하여 ACK/NACK 피드백을 수행하도록 구성된 경우, UE는 PUCCH 포맷 3를 이용하여 SORTD 및/또는 A/N 반복을 수행할 수 있다.

[0275] 이와 같이, 상위 레이어로부터 PUCCH 포맷 3가 UE에서 사용되도록 구성되었다고 하더라도, 실제로는 PUCCH 포맷 3가 사용되지 않을 수도 있다. 즉, (1) UE에 대해 구성된 DL CC의 개수가 1개인 경우, 혹은 (2) UE에서 검출된, PDCCH 있는 모든 PDSCH 혹은 DL SPS 해제가 PCell에서만 존재할 경우, 혹은 (3) UE에서 검출된, PDCCH

있는 PDSCH 혹은 DL SPS 해제가 없고, DL SPS에 대한 ACK/NACK만이 필요한 경우에는 PUCCH 포맷 3 대신 전술한 실시예1 내지 실시예6와 같이 PUCCH 포맷 1/1a/1b를 이용하여 ACK/NACK 피드백이 수행될 수도 있다. 이하에서는, UE가 BS로부터의 상위 레이어 시그널링을 통해 PUCCH 포맷 3를 이용하여 ACK/NACK 피드백을 수행하도록 구성되고, PUCCH 포맷 3가 실제로 사용되는 경우, SORTD 및/또는 A/N 반복을 수행하는 방법에 관한 본 발명의 실시예들을 설명한다.

[0276] PUCCH 포맷 3를 사용하는 경우, 별도의 시그널링(예를 들어, TPC 커맨드 필드)에 의한 명시적 맵핑이 ACK/NACK 피드백을 위한 PUCCH 자원 결정에 사용된다. 즉, PUCCH 포맷 3를 위한 PUCCH 자원은 별도의 상위 레이어(예를 들어, RRC) 시그널링에 의해 할당된다. 예를 들어, BS는 PUCCH 포맷 3를 위한 PUCCH 자원 후보 세트를 상위 레이어 시그널링을 통해 UE에 전송한다. 상기 BS는, SCell(들) 상의 ARI(ACK/NACK Resource Indicator)를 이용하여, 상기 PUCCH 자원 후보 세트에 속한 PUCCH 자원들 중 하나를 ACK/NACK 피드백에 사용하도록 상기 UE에게 지시할 수 있다. PDCCH 내 TPC 커맨드 필드가 상기 ARI로서 재사용될 수 있다. 즉, UE는 상기 UE를 위해 전송된 PDCCH(들)을 검출하고, 상기 검출된 PDCCH(들) 내 TPC 커맨드 필드를 기반으로, ACK/NACK 피드백에 사용할 PUCCH 자원을 결정할 수 있다. 예를 들어, SORTD가 사용되지 않을 경우, 상기 PUCCH 자원 후보 셋은 4개의 자원 인덱스로 구성될 수 있으며, SORTD가 사용될 경우, 4개의 자원 인덱스 쌍으로 구성되어 총 8개의 자원 인덱스로 구성될 수 있다.

[0277] PUCCH 포맷 3의 자원 할당과 관련된 상기의 설명에서는, PUCCH 포맷 3의 자원 할당이 모두 명시적 맵핑에 의해 수행되는 것으로 설명하였으나, 이는 편의상의 이유에 불과하며, 암묵적 맵핑이 PUCCH 포맷 3의 자원 할당에 이용될 수도 있다. 예를 들어, FDD에서는 명시적 맵핑에 의해 PUCCH 자원이 결정되고, TDD에서는 암묵적 맵핑이 전부 혹은 일부(예를 들어, PCell에서만 PDCCH가 수신되는 경우)에 사용되도록 통신 시스템이 구성될 수도 있다.

[0278] 실시예7) METHOD 1: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하는 방법

[0279] _첫번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: SORTD를 지원하는 PUCCH 포맷 3(PUCCH format 3 with SORTD)

[0280] A/N 반복은, 커버리지가 제한된 UE의 커버리지를 증가시키기 위한 목적으로 사용되는 것이 일반적이다. 즉, PRACH 등과 같은 타 채널과 비교하여, ACK/NACK 채널이 링크 버짓(link budget)상에서의 SNR(Signal-to-Noise Ratio) 마진이 부족한 경우, ACK/NACK 채널이 타 채널과 동일한 커버리지를 지원할 수 있도록, A/N 반복이 구성될 수 있다. 따라서, A/N 반복이 구성되었다는 것은 해당 UE의 커버리지, 즉, 해당 UE에 의해 전송된 상향 링크 신호가 성공적으로 도달할 수 있는 범위가 작다는 것으로 해석할 수 있다. 이러한 상황에 비추어, 본 발명의 실시예7은, A/N 반복이 구성시에 이미 SORTD가 구성되어 있거나, 혹은 A/N 반복이 SORTD와 동시에 구성되는 경우, UE의 상향링크 신호가 BS에서 잘 검출될 수 있도록, UE는 SORTD를 계속 사용한다. UE는 A/N 반복과 관계없이 SORTD를 사용하여 ACK/NACK 정보를 BS에 전송하도록 구성되고, 상기 BS는 A/N 반복과 관계없이 상기 UE가 SORTD를 사용하여 ACK/NACK 전송을 수행한다고 판단하도록 구성될 수 있다. 즉, A/N 반복시에 구성된 SORTD가 있으면, SORTD와 A/N 반복을 함께 적용하도록 통신 시스템이 구성된다.

[0281] 도 38은 본 발명의 실시예7에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.

[0282] 2개 안테나 포트를 이용하여 SORTD를 수행하도록 구성된 UE는, 상기 2개 안테나 포트를 위한 2개 PUCCH 자원 인덱스를 BS로부터 수신한 PDCCH를 통해 명시적으로 할당받는다. 상기 2개의 PDCCH 자원 인덱스가 쌍을 이뤄 ARI에 의해 UE에 할당될 수도 있고, 상기 2개의 PUCCH 자원 인덱스 중 1개만 ARI에 의해 상기 UE에 할당되고 나머지는 상기 ARI에 의해 할당된 PUCCH 자원 인덱스에 대한 오프셋 값으로 다른 방법, 예를 들어, 상위 레이어 시그널링에 의해 상기 UE에 할당될 수도 있다. 2개 안테나 포트를 위해 명시적으로 할당된 상기 2개의 PUCCH 자원 인덱스를 이용하여 SORTD를 수행하던 UE에 대해 A/N 반복이 구성된 경우, 상기 UE는 다음과 같은 방법으로 ACK/NACK 피드백을 수행할 수 있다.

[0283] (1) 첫번째 전송 ~ N_{ANRep} 번째 전송: UE에게 2개 안테나 포트를 이용한 SORTD를 위해 명시적으로 할당된 2개의 PUCCH 자원 인덱스들을 사용하여, 2개 안테나 포트 각각에서 사용될 PUCCH 자원이 결정된다. 즉, 첫번째 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송에서 각 안테나 포트가 사용할 PUCCH 자원 인덱스가 명시적 맵핑에 의해 결정된다. UE는 안테나 포트 p0에서는 상기 할당된 2개의 PUCCH 자원 인덱스 중 하나를 이용하여 ACK/NACK 정보를 전송하고, 안테나 포트 p1에서는 상기 할당된 2개의 PUCCH 자원 인덱스 중 나머지 하나를 이용하여 ACK/NACK 정보를 전송할 수 있다. 이 경우, 도 38에서 첫번째 전송에 표시된 2 PUCCH 자원 인덱스들과 두번째 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송에 표시된 2 PUCCH 자원 인덱스들은 모두 PDCCH(들)의 TPC 커맨드 필드를 통해 전송되는 ARI에 의해

지시되거나 상기 ARI로부터 유도된 PUCCH 자원들과 동일한 PUCCH 자원들을 의미할 수 있다.

[0284] 한편, 첫번째 전송에서만 SORTD를 위해 PDCCH를 통해 지시된 2개 PUCCH 자원 인덱스들이 PUCCH 자원들의 결정에 사용되고, 반복 전송(두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송)에 사용되는 PUCCH 자원들은 PDCCH가 아닌 상위 레이어 시그널링에 의해서 별도로 지정되는 것도 가능하다. 이 경우, 도 38에서 첫번째 전송에 표시된 2 PUCCH 자원 인덱스들은 PDCCH(들)의 TPC 커맨드 필드를 통해 전송되는 ARI에 의해 지시되거나 상기 ARI로부터 유도된 PUCCH 자원들을 의미하고, 두번째 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송에 표시된 2 PUCCH 자원 인덱스들은 A/N 반복이 구성될 때 BS가 UE에게 지시해주는 PUCCH 자원들을 의미할 수 있다.

[0285] 실시예8) METHOD 2: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하지 않는 방법

[0286] _첫번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: SORTD가 없는 PUCCH 포맷 3 전송(PUCCH format 3 without SORTD)

[0287] 실시예7과 같이, SORTD가 구현되기 위해서는 추가 PUCCH 자원들이 더 필요하게 된다. A/N 반복이 적용되면, A/N 반복 횟수와 SORTD에 참여하는 안테나 포트의 개수에 비례하여, ACK/NACK 피드백에 필요한 PUCCH 자원의 개수가 증가하게 된다. 예를 들어, 2개의 안테나 포트에 의한 SORTD 및 N_{ANRep} 번의 A/N 반복을 지원해야 하는 경우, UE는 일 ACK/NACK 피드백을 위해, SORTD 및 A/N 반복이 구성되지 않는 경우와 비교하여, 최대 $2 \times N_{\text{ANRep}}$ 배의 PUCCH 자원을 더 필요로 할 수 있다. 이는 ACK/NACK 피드백이 시스템에 큰 오버헤드를 발생시킬 수 있다. 이와 같은 큰 자원 오버헤드를 줄이기 위하여, A/N 반복이 구성된 경우, UE는 A/N 반복이 해제될 때까지 SORTD를 오프하도록 구성될 수 있다. A/N 반복을 UE에 시그널링한 BS는 상기 UE가 1개의 안테나 포트를 통해서만 A/N 반복을 수행한다는 전제 하에 상기 UE로부터 ACK/NACK 정보를 수신하도록 구성될 수 있다. SORTD에 의해 확장된 PUCCH의 커버리지는 A/N 반복에 의해 유사한 범위로 유지될 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 실시예8은, A/N 반복시에는 SORTD를 오프하여 A/N 피드백을 UE에서 BS로 전송되는 것으로 통신 시스템을 구성함으로써, A/N 피드백에 의한 자원 오버헤드를 줄일 수 있다. 본 발명의 실시예8에 의하면, 첫번째 안테나 포트가 A/N 반복시 사용할 PUCCH 자원 인덱스만 UE에 시그널링되면 된다. 즉, 두번째 안테나 포트를 위한 PUCCH 자원 인덱스가 따로 UE에 시그널링되지 않아도 된다. 따라서, 본 발명의 실시예8에 의하면, 상향링크 자원 오버헤드뿐만 아니라, 상위 레이어(예를 들어, RRC) 시그널링 오버헤드도 줄일 수 있다는 장점이 있다.

[0288] 도 39는 본 발명의 실시예8에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.

[0289] 2개 안테나 포트를 이용하여 SORTD를 수행하도록 구성된 UE는, 상기 2개 안테나 포트를 위한 2개 PUCCH 자원 인덱스를 BS로부터 수신한 PDCCH를 통해 명시적으로 할당받는다. 상기 2개의 PDCCH 자원 인덱스가 쌍을 이뤄 ARI에 의해 UE에 할당될 수도 있고, 상기 2개의 PUCCH 자원 인덱스 중 1개만 ARI에 의해 상기 UE에 할당되고 나머지는 상기 ARI에 의해 할당된 PUCCH 자원 인덱스에 대한 오프셋 값으로 다른 방법, 예를 들어, 상위 레이어 시그널링에 의해 상기 UE에 할당될 수도 있다. 2개 안테나 포트를 위해 명시적으로 할당된 상기 2개의 PUCCH 자원 인덱스를 이용하여 SORTD를 수행하던 UE에 대해 A/N 반복이 구성된 경우, 상기 UE는 다음과 같은 방법으로 ACK/NACK 피드백을 수행할 수 있다.

[0290] (1) 첫번째 전송 ~ N_{ANRep} 번째 전송: 상기 UE에게 SORTD를 위해 명시적으로 할당된 상기 2개의 PUCCH 자원 인덱스들 중에서 미리 정해진 규칙(예를 들어, 작은 PUCCH 자원 인덱스 사용 등)에 의해 결정되는 1개의 PUCCH 자원 인덱스가 ACK/NACK 피드백에 사용된다. 즉, 상기 UE는 일 안테나 포트 상에서, SORTD를 위해 할당된 2개의 PUCCH 자원 인덱스들 중 미리 정해진 규칙에 의해 결정된 1개의 PUCCH 자원을 사용하여, ACK/NACK 정보를 N_{ANRep} 번 반복하여 전송한다. 즉, 첫번째 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송까지 명시적 맵핑에 의해 결정된 일 PUCCH 자원이 ACK/NACK 피드백에 이용된다. 예를 들어, 상기 UE는 안테나 포트 p_0 상에서 상기 할당된 2개의 PUCCH 자원 인덱스 중 미리 정해진 규칙에 의해 결정된 PUCCH 자원 인덱스를 이용하여 ACK/NACK 정보 N_{ANRep} 번 반복하여 전송할 수 있다. 이 경우, 도 39에서 첫번째 전송에 표시된 1개 PUCCH 자원 인덱스와 두번째 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송에 표시된 1개 PUCCH 자원 인덱스는 모두 PDCCH(들)의 TPC 커맨드 필드를 통해 전송되는 ARI에 의해 지시되거나 상기 ARI로부터 유도된 PUCCH 자원과 동일한 PUCCH 자원을 의미할 수 있다.

[0291] 한편, 첫번째 전송에서만 SORTD를 위해 PDCCH를 통해 지시된 2개 PUCCH 자원 인덱스들 중 하나를 이용하여 PUCCH 자원이 결정되고, 반복 전송(두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송)에 사용되는 PUCCH 자원은 PDCCH가 아닌 상위 레이어 시그널링에 의해서 별도로 지정되는 것도 가능하다. 이 경우, 도 39에서 첫번째 전송에 표시된 1개 PUCCH 자원 인덱스는 PDCCH(들)의 TPC 커맨드 필드를 통해 전송되는 ARI에 의해 지시되거나 상기 ARI로부터

유도된 PUCCH 자원을 의미하고, 두번째 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송에 표시된 1개 PUCCH 자원 인덱스는 A/N 반복이 구성될 때 BS가 UE에게 지시해주는 PUCCH 자원을 의미할 수 있다.

[0292] 실시예9) METHOD 3: A/N 반복시, 첫번째 전송시에만 SORTD를 사용하는 방법

[0293] _첫번째 전송: SORTD를 지원하는 PUCCH 포맷 3 전송(PUCCH format 3 with SORTD)

[0294] _2번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: SORTD가 없는 PUCCH 포맷 3 전송(PUCCH format 3 without SORTD)

[0295] 실시예8에 의하면, A/N 반복이 구성되기 전에 SORTD가 이미 구성되어 있거나, A/N 반복과 함께 SORTD가 구성된 경우, BS는 SORTD를 위해 한 쌍의 PUCCH 자원들을 해당 UE를 위해 유보해둘 수 있다. 이 경우, A/N 반복시 첫번째 전송에서까지 SORTD가 사용되지 않으면, 상기 유보된 PUCCH 자원이 이용되지 못한 채 낭비되는 결과를 초래하게 된다. 이와 같은 문제점을 보완하기 위하여, 본 발명의 실시예9는 SORTD가 이미 구성되어 있거나 혹은 A/N 반복의 구성과 동시에 SORTD도 구성된 경우, 상기 A/N 반복 중 첫번째 전송에서만 SORTD를 지원하고, 나머지 전송(2번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송)에서는 SORTD를 오프한다. 실시예9에 의하면, SORTD가 모든 전송에서 오프되는 대신에, PDCCH의 TPC 커맨드에 의해 PUCCH 자원 후보 세트를 구성하는 PUCCH 자원들 중에서 해당 UE를 위한 PUCCH 자원들이 할당되는, 첫번째 전송에서는 SORTD가 지원되므로 이미 유보된 자원이 미사용인 채로 버려지는 것을 방지할 수 있다. 또한, 두번째 전송부터는 SORTD없이 1개의 안테나 포트를 통해서만 A/N 반복이 수행되므로, UCI 전송을 위한 자원 오버헤드가 줄어들게 된다. 또한, 두번째 안테나 포트에 사용될 PUCCH 자원이 별도로 시그널링될 필요가 없어, 상위 레이어 시그널링 오버헤드도 줄어들게 된다.

[0296] 도 40은 본 발명의 실시예6에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.

[0297] 2개 안테나 포트를 이용하여 SORTD를 수행하도록 구성된 UE는, 상기 2개 안테나 포트를 위한 2개 PUCCH 자원 인덱스를 BS로부터 수신한 PDCCH를 통해 명시적으로 할당받는다. 상기 2개의 PDCCH 자원 인덱스가 쌍을 이뤄 ARI에 의해 UE에 할당될 수도 있고, 상기 2개의 PUCCH 자원 인덱스 중 1개만 ARI에 의해 상기 UE에 할당되고 나머지는 상기 ARI에 의해 할당된 PUCCH 자원 인덱스에 대한 오프셋 값으로 다른 방법, 예를 들어, 상위 레이어 시그널링에 의해 상기 UE에 할당될 수도 있다. 2개 안테나 포트를 위해 명시적으로 할당된 상기 2개의 PUCCH 자원 인덱스를 이용하여 SORTD를 수행하던 UE에 대해 A/N 반복이 구성된 경우, 상기 UE는 다음과 같은 방법으로 ACK/NACK 피드백을 수행할 수 있다.

[0298] (1) 첫번째 전송: SORTD를 위해 명시적으로 할당된 상기 2개의 PUCCH 자원 인덱스들을 사용하여 2개 안테나 포트 각각에서 ACK/NACK 정보의 첫번째 전송에 사용할 PUCCH 자원들이 결정된다. 즉, 명시적 맵핑에 의해 결정된 PUCCH 자원들을 이용하여 SORTD를 지원한다. 이때, 안테나 포트 p0에 대해서는 상기 2개의 PUCCH 자원 인덱스들 중 하나에 의해 ACK/NACK PUCCH 자원이 결정되고, 안테나 포트 p1에 대해서는 나머지 하나에 의해 ACK/NACK PUCCH 자원이 결정될 수 있다.

[0299] (2) 두번째 전송 ~ N_{ANRep} 번째 전송: 두번째 전송부터는, 해당 UE에게 SORTD를 위해 명시적으로 할당된 상기 2개 PUCCH 자원 인덱스들 중에서 미리 정해진 규칙(예를 들어, 작은 PUCCH 자원 인덱스 사용 등)에 의해 결정되는 1개의 PUCCH 자원 인덱스가 ACK/NACK 피드백에 사용된다. 즉, 두번째 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송까지 명시적 맵핑에 의해 결정된 일 PUCCH 자원이 ACK/NACK 피드백에 이용된다. UE는 두번째 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송까지는, SORTD를 위해 할당된 2개의 PUCCH 자원 인덱스들 중 미리 정해진 규칙에 의해 결정된 1개의 PUCCH 자원을 사용하여 ACK/NACK 정보를 전송한다. 이 경우, 도 40에서 첫번째 전송에 표시된 2개 PUCCH 자원 인덱스와 두번째 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송에 표시된 1개 PUCCH 자원 인덱스는 모두 PDCCH(들)의 TPC 커맨드 필드를 통해 전송되는 ARI에 의해 지시되거나 상기 ARI로부터 유도된 PUCCH 자원과 동일한 PUCCH 자원(들)을 의미할 수 있다.

[0300] 한편, 첫번째 전송에서만 SORTD를 위해 PDCCH를 통해 지시된 2개 PUCCH 자원 인덱스들 중 하나를 이용하여 PUCCH 자원이 결정되고, 반복 전송(두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송)에 사용되는 PUCCH 자원은 PDCCH가 아닌 상위 레이어 시그널링에 의해서 별도로 지정되는 것도 가능하다. 이 경우, 도 40에서 첫번째 전송에 표시된 2개의 PUCCH 자원 인덱스들은 PDCCH(들)의 TPC 커맨드 필드를 통해 전송되는 ARI에 의해 지시되거나 상기 ARI로부터 유도된 PUCCH 자원들을 의미하고, 두번째 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송에 표시된 1개 PUCCH 자원 인덱스는 A/N 반복이 구성될 때 BS가 UE에게 지시해주는 PUCCH 자원을 의미할 수 있다.

- [0301] ● Channel selection with SORTD vs. ACK/NACK repetition
- [0302] 이하에서는 채널 선택 및 SORTD이 구성된 상태에서 혹은 동시에 A/N 반복이 구성되는 경우, A/N 반복을 수행하는 방법에 관한 본 발명의 실시예들을 설명한다. 이하의 실시예들은 채널 선택 및 SORTD의 상관관계를 고려하여 제안되는 것으로서, 채널 선택의 구체적인 방법은 본 발명의 실시예들을 구현하는 데 제약이 되지 않는다. 즉, 구체적인 채널 선택 방법이 다르더라도, 본 발명의 실시예들이 UE에 의한 ACK/NACK 피드백에 적용될 수 있다.
- [0303] 1. PDCCH가 있는 PDSCH(PDSCH with PDCCH)(들)에 대한 ACK/NACK 피드백, 혹은 DL SPS 해제에 대한 ACK/NACK 피드백의 경우, 즉, PDCCH가 적어도 하나 검출된 경우: 실시예10) 내지 실시예15)
- [0304] PDCCH가 있는 PDSCH 및/또는 DL SPS 해제에 대한 2-비트 혹은 3-비트 혹은 4-비트 ACK/NACK 정보가, PUCCH 포맷 1/1a/1b를 이용하는 채널 선택에 의해, UE로부터 BS에 전송될 수 있다. 이때, 2-비트, 3-비트, 4-비트 ACK/NACK 정보가 PUCCH 포맷 1/1a/1b에 의해 전송되기 위해서는, 채널 선택을 위해 각각 2개, 3개, 4개의 PUCCH 자원이 필요하다. 채널 선택을 위한 복수의 PUCCH 자원 인덱스들은 다음과 같은 방법들 중 적어도 하나에 의해 할당될 수 있다. 또한, TDD와 FDD에서 서로 다른 맵핑 테이블 및/또는 서로 다른 자원 할당 방법이 사용될 수도 있다. SORTD가 활성화된 경우, 채널 선택을 위해 각 안테나 포트 당 복수의 안테나 포트가 미리 할당되어야 한다. 채널 선택 및 SORTD를 이용하여 ACK/NACK 피드백을 수행하도록 구성된 UE에서 발생할 수 있는 상황들을 정리하면 다음과 같다.
- [0305] (1) UE에 대해 구성된 DL CC의 개수가 1개인 경우
- [0306] (2) UE에서 검출된, PDCCH 있는 PDSCH 혹은 DL SPS 해제가 없고, DL SPS에 대한 ACK/NACK만이 필요한 경우
- [0307] (3) UE에서 검출된, PDCCH 있는 모든 PDSCH 혹은 DL SPS 해제가 PCell에서만 존재할 경우, 즉, PCell에서만 PDCCH이 있는 PDSCH(들) 혹은 DL SPS 해제가 수신될 경우
- [0308] (4) UE에서 검출된, PDCCH 있는 모든 PDSCH 및/또는 DL SPS 해제 중 하나 이상이 SCell에서 존재하는 경우
- [0309] 위와 같이, SORTD 및 채널 선택을 이용하여 PUCCH 포맷 2에 의해 ACK/NACK 피드백을 수행하도록 구성된 UE가 처할 수 있는 상황들 중 (1) 혹은 (2)의 경우, 상기 UE가 단일 반송파를 이용하여 BS와 통신하는 단일 반송파 상황에 있다고 간주될 수 있다. 이와 같은 단일 반송파 상황하에서는, 상기 UE가 BS로부터 ACK/NACK 피드백에 채널 선택을 사용하도록 지시받았다고 하더라도, 채널 선택없이 PUCCH 포맷 1/1a/1b를 이용하여 (SORTD와 함께 혹은 없이) ACK/NACK 반복을 수행하는 전술한 실시예1 내지 실시예6가 상기 UE에서 동일하게 적용될 수 있다.
- [0310] 반면, 상기 상황들 중 (3) 혹은 (4)의 상황에 있는 UE를 위해서는, 채널 선택, SORTD, ACK/NACK 반복이 수행되는 방법이 정의되어야 한다. 참고로, (3)의 경우에는, ACK/NACK 피드백에 사용되는 PUCCH 자원 인덱스는 첫 번째로 검출된 PDCCH의 CCE 인덱스의 함수에 의해 결정될 있다. 이와 달리, BS로부터 UE에게 상위 레이어(예를 들어, RRC) 시그널링을 통해 PUCCH 자원 후보 세트가 미리 제공되고, 하나 이상의 PDCCH 내 ARI 값에 의해 상기 PUCCH 자원 후보 세트 중 어떤 자원이 ACK/NACK 피드백에 사용될 수 있는지가 지시될 수 있다. 상기 BS는 PDCCH 내 TPC 커맨드 필드 혹은 DAI 필드 등을 재사용하여 상기 ARI 값을 상기 UE에 전송할 수 있다. UE는 상기 UE를 위해 전송된 PDCCH(들)을 검출하고, 상기 검출된 PDCCH(들) 내 ARI 값을 기반으로, ACK/NACK 피드백에 사용할 PUCCH 자원을 결정할 수 있다. 예를 들어, SORTD가 사용되지 않을 경우, 상기 PUCCH 자원 후보 셋은 4개의 자원 인덱스로 구성될 수 있으며, SORTD가 사용될 경우, 4개의 자원 인덱스 쌍으로 구성되어 총 8개의 자원 인덱스로 구성될 수 있다. 한편, (4)의 경우에는, BS로부터 UE에게 상위 레이어(예를 들어, RRC) 시그널링을 통해 PUCCH 자원 후보 세트가 미리 제공되고, 하나 이상의 PDCCH 내 ARI 값에 의해 상기 PUCCH 자원 후보 세트 중 어떤 자원이 ACK/NACK 피드백에 사용될 수 있는지가 지시될 수 있다. 상기 BS는 PDCCH 내 TPC 커맨드 필드 혹은 DAI 필드 등의 재사용하여 상기 ARI 값을 상기 UE에 전송할 수 있다. UE는 상기 UE를 위해 전송된 PDCCH(들)을 검출하고, 상기 검출된 PDCCH(들) 내 ARI 값을 기반으로, ACK/NACK 피드백에 사용할 PUCCH 자원을 결정할 수 있다. 예를 들어, SORTD가 사용되지 않을 경우, 상기 PUCCH 자원 후보 셋은 4개의 자원 인덱스로 구성될 수 있으며, SORTD가 사용될 경우, 4개의 자원 인덱스 쌍으로 구성되어 총 8개의 자원 인덱스로 구성될 수 있다.
- [0311] 이와 같이, 상위 레이어로부터 ACK/NACK 피드백에 채널 선택을 이용하도록 구성되었다고 하더라도, 실제로는

UE에서 BS로의 ACK/NACK 피드백에 채널 선택이 사용되지 않을 수도 있다. 즉, (1) UE에 대해 구성된 DL CC의 개수가 1개인 경우, 혹은 (2) UE에서 검출된, PDCCH 있는 PDSCH 혹은 DL SPS 해제가 없고, DL SPS에 대한 ACK/NACK만이 필요한 경우에는, 전술한 실시예1 내지 실시예6과 같이, 채널 선택없이 PUCCH 포맷 1/1a/1b를 이용하여 ACK/NACK 피드백이 수행될 수도 있다. 이하에서는, UE가 BS로부터의 상위 레이어 시그널링을 통해 채널 선택을 이용하여 ACK/NACK 피드백을 수행하도록 구성되고, 채널 선택이 실제로 사용되는 경우, SORTD 및 /또는 A/N 반복을 수행하는 방법에 관한 본 발명의 실시예들을 설명한다.

[0312] 실시예10) METHOD 1: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하는 방법

[0313] _첫번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: SORTD를 지원하는 채널 선택(channel selection with SORTD)

[0314] A/N 반복은, 커버리지가 제한된 UE의 커버리지를 증가시키기 위한 목적으로 사용되는 것이 일반적이다. 즉, PRACH 등과 같은 타 채널과 비교하여, ACK/NACK 채널이 링크 버짓(link budget)상에서의 SNR(Signal-to-Noise Ratio) 마진이 부족한 경우, ACK/NACK 채널이 타 채널과 동일한 커버리지를 지원할 수 있도록, A/N 반복이 구성될 수 있다. 따라서, A/N 반복이 구성되었다는 것은 해당 UE의 커버리지, 즉, 해당 UE에 의해 전송된 상향 링크 신호가 성공적으로 도달할 수 있는 범위가 작다는 것으로 해석할 수 있다. 이러한 상황에 비추어, 본 발명의 실시예10은, A/N 반복이 구성시에 이미 SORTD가 구성되어 있거나, 혹은 A/N 반복이 SORTD와 동시에 구성되는 경우, UE의 상향링크 신호가 BS에서 잘 검출될 수 있도록, UE는 SORTD를 계속 사용한다. UE는 A/N 반복과 관계없이 SORTD를 사용하여 ACK/NACK 정보를 BS에 전송하도록 구성되고, 상기 BS는 A/N 반복과 관계없이 상기 UE가 SORTD를 사용하여 ACK/NACK 전송을 수행한다고 판단하도록 구성될 수 있다. 즉, A/N 반복시에 구성된 SORTD가 있으면, SORTD와 A/N 반복을 함께 적용하도록 통신 시스템이 구성된다.

[0315] 도 41은 본 발명의 실시예10에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.

[0316] 2개 안테나 포트를 이용하여 SORTD 및 채널 선택을 수행하도록 구성된 UE는, 상기 2개 안테나 포트를 위한 4~8개 PUCCH 자원 인덱스들(안테나 포트 당 2~4개 PUCCH 자원 인덱스들) 중 전송해야 하는 ACK/NACK 정보를 기반으로, 채널 선택용 맵핑 테이블에 의해 결정되는 2개 PUCCH 자원을 이용하여 상기 2개 안테나 포트 상에서 ACK/NACK 피드백을 전송할 수 있다. 이와 같이, SORTD를 수행하던 UE가 BS로부터 A/N 반복이 구성되었음을 지시하는 메시지를 수신하는 경우, 즉, 상기 UE에 대해 A/N 반복이 구성된 경우, 상기 UE는 다음과 같은 방법으로 ACK/NACK 피드백을 수행할 수 있다.

[0317] (1) 첫번째 전송: UE는 A/N 반복이 구성되지 않은 상태에서, 2개 안테나 포트 각각에서의 채널 선택을 위해 암묵적 및/또는 명시적으로 정의된 4~8개의 PUCCH 자원 인덱스(안테나 포트 당 2~4개의 자원 인덱스)들 중에서, 피드백될 ACK/NACK 정보를 기반으로 선택된 2개의 PUCCH 자원 인덱스를 사용하여, 상기 2개 안테나 포트 상에서 ACK/NACK 전송을 수행함으로써 SORTD를 수행할 수 있다. 예를 들어, 전송해야 하는 ACK/NACK 정보에 따라, 각 안테나 포트에서 사용되어야 하는 PUCCH 자원 인덱스 및 각 PUCCH 자원 상에서 전송되어야 하는 전송 비트(복소변조심볼)이 미리 맵핑 테이블의 형태로 정의될 수 있다. UE는 ACK/NACK 응답(들)을 검출하고, 해당 ACK/NACK 응답(들)과 맵핑된 2개의 PUCCH 자원 인덱스들을 이용하여 2개 안테나 포트들 각각에서 1-비트 혹은 2-비트의 해당 전송 비트(혹은 복소변조심볼)를 전송할 수 있다.

[0318] (2) 두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: BS는 A/N 반복을 구성하면서, 상위 레이어(예를 들어, RRC) 메시지를 통해 A/N 반복에 사용할 수 있는 2개 안테나 포트를 위한 4~8개의 PUCCH 자원 인덱스들을 UE에 시그널링할 수 있다. 예를 들어, SORTD가 활성화된 상태에서 A/N이 구성된 경우, BS는 상위 레이어 시그널링에 의해 4~8개(혹은 비-SORTD(non-SORTD)시 항상 4개, SORTD시 항상 8개)의 PUCCH 자원 인덱스들을 UE에게 전송할 수 있다. 여기서, 상기 PUCCH 자원 인덱스들은 상위 레이어 메시지에서 직접 지시될 수도 있고, 특정 다른 미리 정해진 파라미터(예를 들어, 명시적 맵핑에서 사용되는 CCE 인덱스 혹은 PUCCH 자원 인덱스 등)에 대한 오프셋의 형태로 간접적으로 지시될 수도 있다.

[0319] 실시예10에 대한 이상의 설명에 의하면, 첫번째 ACK/NACK 전송과 두번째 ACK/NACK 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송에서 채널 선택에 사용되는 PUCCH 자원 인덱스들이 달라진다. 즉, 첫번째 ACK/NACK 전송에서는, SORTD를 위하여 암묵적 및/또는 명시적으로 시그널링된 PUCCH 자원 인덱스들 중에서 ACK/NACK 전송을 위한 2개 PUCCH 자원 인덱스들이 선택됨에 반하여, 두번째 전송부터는 A/N 반복을 위하여 상위 레이어 시그널링에 의해 새로이 지시된 PUCCH 자원 인덱스들 중에서 ACK/NACK 전송을 위한 2개 PUCCH 자원 인덱스들이 선택된다. 이와 달리, 모든 전송(첫번째~ N_{ANRep} 번째 전송)에서 전자 혹은 후자 중 한가지 방법만을 사용하도록 UE와 BS가 구성되는 것도

가능하다.

[0320] 실시예11) METHOD 2: A/N 반복시, 모두 SORTD를 사용하지 않는 방법

[0321] _첫번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: SORTD가 없는 채널 선택(channel selection without SORTD)

[0322] 실시예10과 같이, 채널 선택과 SORTD가 구현되기 위해서는 추가 PUCCH 자원들이 더 필요하게 된다. A/N 반복이 적용되면, A/N 반복 횟수와 SORTD에 참여하는 안테나 포트의 개수에 비례하여, ACK/NACK 피드백에 필요한 PUCCH 자원의 개수가 증가하게 된다. 예를 들어, 2개의 안테나 포트에 의한 SORTD 및 N_{ANRep} 번의 A/N 반복을 지원해야 하는 경우, UE는 일 ACK/NACK 피드백을 위해, SORTD 및 A/N 반복이 구성되지 않는 경우와 비교하여, 최대 $2*N_{\text{ANRep}}$ 배의 PUCCH 자원을 더 필요로 할 수 있다. 또한, 채널 선택을 위해 각 안테나 포트 당 2개 혹은 3개 혹은 4개의 PUCCH 자원들이 해당 UE를 위해 유보되어야 한다. 이는 ACK/NACK 피드백이 시스템에 큰 오버헤드를 발생시킬 수 있다. 이와 같은 큰 자원 오버헤드를 줄이기 위하여, A/N 반복이 구성된 경우, UE는 A/N 반복이 해제될 때까지 SORTD를 오프하도록 구성될 수 있다. A/N 반복을 UE에 시그널링한 BS는 상기 UE가 1개의 안테나 포트를 통해서만 A/N 반복을 수행한다는 전제 하에 상기 UE로부터 ACK/NACK 정보를 수신하도록 구성될 수 있다. SORTD에 의해 확장된 PUCCH의 커버리지는 A/N 반복에 의해 유사한 범위로 유지될 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 실시예11은, A/N 반복시에는 SORTD를 오프하여 A/N 피드백을 UE에서 BS로 전송되는 것으로 통신 시스템을 구성함으로써, A/N 피드백에 의한 자원 오버헤드를 줄일 수 있다. 본 발명의 실시예11에 의하면, 첫번째 안테나 포트가 A/N 반복시 사용할 PUCCH 자원 인덱스만 UE에 시그널링되면 된다. 즉, 두번째 안테나 포트를 위한 PUCCH 자원 인덱스가 따로 UE에 시그널링되지 않아도 된다. 따라서, 본 발명의 실시예11에 의하면, 상향링크 자원 오버헤드뿐만 아니라, 상위 레이어(예를 들어, RRC) 시그널링 오버헤드도 줄일 수 있다는 장점이 있다.

[0323] 도 42는 본 발명의 실시예11에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.

[0324] 2개 안테나 포트를 이용하여 SORTD 및 채널 선택을 수행하도록 구성된 UE는, 상기 2개 안테나 포트를 위한 4~8개 PUCCH 자원 인덱스들(안테나 포트 당 2~4개 PUCCH 자원 인덱스들) 중 전송해야 하는 ACK/NACK 정보에 따라 채널 선택용 맵핑 테이블에 의해 결정되는 2개 PUCCH 자원을 이용하여 상기 2개 안테나 포트 상에서 ACK/NACK 피드백을 전송할 수 있다. 이와 같이, SORTD를 수행하던 UE가 BS로부터 A/N 반복이 구성되었음을 지시하는 메시지를 수신하는 경우, 즉, 상기 UE에 대해 A/N 반복이 구성된 경우, 상기 UE는 다음과 같은 방법으로 ACK/NACK 피드백을 수행할 수 있다.

[0325] (1) 첫번째 전송: A/N 반복과 무관하게, 2개 안테나 포트 상에서의 채널 선택을 위해 암묵적 및/또는 명시적으로 정의된 4~8개의 PUCCH 자원 인덱스들 중 일부(예를 들어, 첫번째 안테나 포트를 위한 PUCCH 자원 인덱스들)를 사용하여, UE에서 ACK/NACK 피드백에 수행될 수 있다. 즉, UE는 첫번째 전송에서 SORTD를 수행하지 않으며, 상기 UE가 구비한 안테나 포트들 중 일 안테나 포트 상에서만 ACK/NACK 전송을 수행한다.

[0326] (2) 두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: BS는 A/N 반복을 구성하면서, 상위 레이어(예를 들어, RRC) 메시지를 통해, 1개 안테나 포트 상에서의 채널 선택을 위한 2~4개의 PUCCH 자원 인덱스들을 상기 A/N 반복을 위해 UE에 시그널링할 수 있다. 예를 들어, SORTD가 활성화된 상태에서 A/N이 구성된 경우, BS는 상위 레이어 시그널링에 의해 2~4개(혹은 항상 4개)의 PUCCH 자원 인덱스들, 즉, PUCCH 자원 후보 세트를 UE에게 전송할 수 있다. 이때, 상기 PUCCH 자원 후보 세트에 포함된 PUCCH 자원 인덱스들의 개수는 SORTD가 구성되었는지 여부와는 관계없이 결정될 수 있다. 왜냐하면, 실시예11에 의하면, A/N 반복시 SORTD가 수행되지 않기 때문이다. 여기서, 상기 PUCCH 자원 인덱스들은 상위 레이어 메시지에서 직접 지시될 수도 있고, 특정 다른 미리 정해진 파라미터(예를 들어, 명시적 맵핑에서 사용되는 CCE 인덱스 혹은 PUCCH 자원 인덱스 등)에 대한 오프셋의 형태로 간접적으로 지시될 수도 있다.

[0327] 실시예11에 대한 이상의 설명에 의하면, 첫번째 ACK/NACK 전송과 두번째 ACK/NACK 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송에서 채널 선택에 사용되는 PUCCH 자원 인덱스들이 달라진다. 즉, 첫번째 ACK/NACK 전송에서는 SORTD를 위하여 암묵적 및/또는 명시적으로 시그널링된 PUCCH 자원 인덱스들 중 특정 안테나 포트를 위한 PUCCH 자원 인덱스들 중에서 ACK/NACK 전송을 위한 1개의 PUCCH 자원 인덱스가 선택됨에 반하여, 두번째 전송부터는 A/N 반복을 위하여 상위 레이어 시그널링에 의해 지시된 PUCCH 자원 인덱스들 중에서 ACK/NACK 전송을 위한 1개의 PUCCH 자원 인덱스가 선택된다. 이와 달리, 모든 전송(첫번째~ N_{ANRep} 번째 전송)에서 전자 혹은 후자 중 한가지 방법만을 사용하도록 UE와 BS가 구성되는 것도 가능하다.

- [0328] 실시예12) METHOD 3: A/N 반복시, 첫번째 전송시에만 SORTD를 사용하는 방법
- [0329] _첫번째 전송: SORTD를 지원하는 채널 선택(channel selection with SORTD)
- [0330] _2번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: SORTD가 없는 채널 선택(channel selection without SORTD)
- [0331] 실시예11에 의하면, A/N 반복이 구성되기 전에 SORTD가 이미 구성되어 있거나, A/N 반복과 함께 SORTD가 구성된 경우, BS는 SORTD를 위해 한 쌍의 PUCCH 자원들을 해당 UE를 위해 유보해둘 수 있다. 이 경우, A/N 반복시 첫번째 전송에서까지 SORTD가 사용되지 않으면, 상기 유보된 PUCCH 자원이 이용되지 못한 채 낭비되는 결과를 초래하게 된다. 이와 같은 문제점을 보완하기 위하여, 본 발명의 실시예12는 SORTD가 이미 구성되어 있거나 혹은 A/N 반복의 구성과 동시에 SORTD도 구성된 경우, 상기 A/N 반복 중 첫번째 전송에서만 SORTD를 지원하고, 나머지 전송(2번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송)에서는 SORTD를 오프한다. 실시예12에 의하면, SORTD가 모든 전송에서 오프되는 대신에, PDCCH의 TPC 커맨드에 의해 PUCCH 자원 후보 세트를 구성하는 PUCCH 자원들 중에서 해당 UE를 위한 PUCCH 자원들이 할당되는, 첫번째 전송에서는 SORTD가 지원되므로 이미 유보된 자원이 미사용인 채로 버려지는 것을 방지할 수 있다. 또한, 두번째 전송부터는 SORTD없이 1개의 안테나 포트를 통해서만 A/N 반복이 수행되므로, UCI 전송을 위한 자원 오버헤드가 줄어들게 된다. 또한, 두번째 안테나 포트에 사용될 PUCCH 자원이 별도로 시그널링될 필요가 없어, 상위 레이어 시그널링 오버헤드도 줄어들게 된다.
- [0332] 도 43은 본 발명의 실시예12에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.
- [0333] 2개 안테나 포트를 이용하여 SORTD 및 채널 선택을 수행하도록 구성된 UE는, 상기 2개 안테나 포트를 위한 4~8개 PUCCH 자원 인덱스들(안테나 포트 당 2~4개 PUCCH 자원 인덱스들) 중 전송해야 하는 ACK/NACK 정보에 따라 채널 선택용 맵핑 테이블에 의해 결정되는 2개 PUCCH 자원을 이용하여 상기 2개 안테나 포트 상에서 ACK/NACK 피드백을 전송할 수 있다. 이와 같이, SORTD를 수행하던 UE가 BS로부터 A/N 반복이 구성되었음을 지시하는 메시지를 수신하는 경우, 즉, 상기 UE에 대해 A/N 반복이 구성된 경우, 상기 UE는 다음과 같은 방법으로 ACK/NACK 피드백을 수행할 수 있다.
- [0334] (1) 첫번째 전송: UE는 A/N 반복이 구성되지 않은 상태에서, 2개 안테나 포트 각각에서의 채널 선택을 위해 암묵적 및/또는 명시적으로 정의된 4~8개의 PUCCH 자원 인덱스(안테나 포트 당 2~4개의 자원 인덱스)들 중에서, 피드백될 ACK/NACK 정보를 기반으로 선택된 2개의 PUCCH 자원 인덱스를 사용하여, 상기 2개 안테나 포트 상에서 ACK/NACK 전송을 수행함으로써 SORTD를 수행할 수 있다. 예를 들어, 전송해야 하는 ACK/NACK 정보에 따라, 각 안테나 포트에서 사용되어야 하는 PUCCH 자원 인덱스 및 각 PUCCH 자원 상에서 전송되어야 하는 전송 비트(복소변조심볼)이 미리 맵핑 테이블의 형태로 정의될 수 있다. UE는 ACK/NACK 응답(들)을 검출하고, 해당 ACK/NACK 응답(들)과 맵핑된 2개의 PUCCH 자원 인덱스들을 이용하여 2개 안테나 포트들 각각에서 1-비트 혹은 2-비트의 해당 전송 비트(혹은 복소변조심볼)를 전송할 수 있다.
- [0335] (2) 두번째 전송 ~ N_{ANRep} 번째 전송: BS는 A/N 반복을 구성하면서, 상위 레이어(예를 들어, RRC) 메시지를 통해 1개 안테나 포트 상에서의 채널 선택을 위한 2~4개의 PUCCH 자원 인덱스들을 상기 A/N 반복을 위해 UE에 시그널링할 수 있다. 예를 들어, SORTD가 활성화된 상태에서 A/N이 구성된 경우, BS는 상위 레이어 시그널링에 의해 2~4개(혹은 항상 4개)의 PUCCH 자원 인덱스들, 즉, PUCCH 자원 후보 세트를 UE에게 전송할 수 있다. 이때, 상기 PUCCH 자원 후보 세트에 포함된 PUCCH 자원 인덱스들의 개수는 SORTD가 구성되었는지 여부와는 관계없이 결정될 수 있다. 왜냐하면, 실시예12에 의하면, 두번째 ACK/NACK 전송부터는 SORTD가 수행되지 않기 때문이다. 여기서, 상기 PUCCH 자원 인덱스들은 상위 레이어 메시지에서 직접 지시될 수도 있고, 특정 다른 미리 정해진 파라미터(예를 들어, 명시적 맵핑에서 사용되는 CCE 인덱스 혹은 PUCCH 자원 인덱스 등)에 대한 오프셋의 형태로 간접적으로 지시될 수도 있다.
- [0336] 실시예12에 대한 이상의 설명에 의하면, 첫번째 ACK/NACK 전송과 두번째 ACK/NACK 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송에서 채널 선택에 사용되는 PUCCH 자원 인덱스들이 달라진다. 즉, 첫번째 ACK/NACK 전송에서는 SORTD시 2개 안테나 포트들에서의 채널 선택을 위해 암묵적 및/또는 명시적으로 시그널링된 PUCCH 자원 인덱스들 중에서 ACK/NACK 전송을 위한 2개의 PUCCH 자원이 선택됨에 반하여, 두번째 전송부터는 A/N 반복시 채널 선택을 위해 상위 레이어 시그널링에 의해 지시된 PUCCH 자원 인덱스들 중에서 ACK/NACK 전송을 위한 1개의 PUCCH 자원 인덱스가 선택된다. 이와 달리, 모든 전송(첫번째~ N_{ANRep} 번째 전송)에서 전자 혹은 후자 중 한가지 방법만을 사용하도록 UE와 BS가 구성되는 것도 가능하다.
- [0337] 전술한 실시예10 내지 실시예12는 A/N 반복시 계속 채널 선택을 수행하는 방법에 관한 것이다. 그러나, 이와

같이, A/N 반복이 수행될 때, 채널 선택도 함께 수행되면, 채널 선택을 위해 복수의 PUCCH 자원들이 계속 유보되어야 하므로, PUCCH 자원의 오버헤드가 발생하게 된다. 예를 들어, 매 A/N 전송시마다 일 UE를 위해 2~4개(SORTD 비지원시) 혹은 4~8개(SORTD 지원시)의 PUCCH 자원들이 유보되어야 한다. 따라서, 이하에서는 A/N 반복이 수행될 때, 첫번째 전송에서만 실제 채널 선택을 적용하고, 이후의 반복된 전송에서 채널 선택은 수행하지 않은 채, 첫번째 전송에 의해 선택된 PUCCH 자원에서 전송된 ACK/NACK 전송 비트(즉, 성상심볼(constellation))을, A/N 반복을 위해 할당된 PUCCH 자원(들) 상에서 단순 반복하여 전송하는 방법에 관한 실시예13 내지 실시예15를 제안한다. 실시예13 내지 실시예15에 의하면, A/N 반복이 수행되더라도 모든 ACK/NACK 전송(첫번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송)에서 실제로 전송되는 전송 비트 값은 서로 동일하게 된다.

[0338] 실시예13) METHOD 4: A/N 반복시, 모든 전송에서 SORTD를 수행하되 첫번째 전송에서만 채널 선택을 사용하는 방법

[0339] _첫번째 전송: SORTD를 지원하는 채널 선택(channel selection with SORTD)

[0340] _두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: 채널 선택없는 SORTD(no channel selection with SORTD)

[0341] A/N 반복은, 커버리지가 제한된 UE의 커버리지를 증가시키기 위한 목적으로 사용되는 것이 일반적이다. 즉, PRACH 등과 같은 타 채널과 비교하여, ACK/NACK 채널이 링크 버짓(link budget)상에서의 SNR(Signal-to-Noise Ratio) 마진이 부족한 경우, ACK/NACK 채널이 타 채널과 동일한 커버리지를 지원할 수 있도록, A/N 반복이 구성될 수 있다. 따라서, A/N 반복이 구성되었다는 것은 해당 UE의 커버리지, 즉, 해당 UE에 의해 전송된 상향 링크 신호가 성공적으로 도달할 수 있는 범위가 작다는 것으로 해석할 수 있다. 이러한 상황에 비추어, 본 발명의 실시예13은, A/N 반복이 구성시에 이미 SORTD가 구성되어 있거나, 혹은 A/N 반복이 SORTD와 동시에 구성되는 경우, UE의 상향링크 신호가 BS에서 잘 검출될 수 있도록, UE는 SORTD를 계속 사용한다. UE는 A/N 반복과 관계없이 SORTD를 사용하여 ACK/NACK 정보를 BS에 전송하도록 구성되고, 상기 BS는 A/N 반복과 관계없이 상기 UE가 SORTD를 사용하여 ACK/NACK 전송을 수행한다고 판단하도록 구성될 수 있다. 즉, A/N 반복시에 이미 혹은 동시에 구성된 SORTD가 있으면, SORTD와 A/N 반복을 함께 적용하도록 통신 시스템이 구성된다.

[0342] 도 44은 본 발명의 실시예13에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.

[0343] 2개 안테나 포트를 이용하여 SORTD 및 채널 선택을 수행하도록 구성된 UE는, 상기 2개 안테나 포트를 위한 4~8개 PUCCH 자원 인덱스들(안테나 포트 당 2~4개 PUCCH 자원 인덱스들) 중 전송해야 하는 ACK/NACK 정보에 따라 채널 선택용 맵핑 테이블에 의해 결정되는 2개 PUCCH 자원을 이용하여 상기 2개 안테나 포트 상에서 ACK/NACK 피드백을 전송할 수 있다. 이와 같이, SORTD를 수행하던 UE가 BS로부터 A/N 반복이 구성되었음을 지시하는 메시지를 수신하는 경우, 즉, 상기 UE에 대해 A/N 반복이 구성된 경우, 상기 UE는 다음과 같은 방법으로 ACK/NACK 피드백을 수행할 수 있다.

[0344] (1) 첫번째 전송: UE는 2개 안테나 포트 각각에서의 채널 선택을 위해, A/N 반복이 구성되기 전에, 암묵적 및/또는 명시적으로 정의된 4~8개의 PUCCH 자원 인덱스(안테나 포트 당 2~4개의 자원 인덱스)들 중에서, ACK/NACK 정보를 전송할 2개의 PUCCH 자원 인덱스를 선택한다. 상기 UE는 상기 선택된 2개 PUCCH 자원 인덱스들에 해당하는 PUCCH 자원들 상에서 상기 ACK/NACK 정보에 맵핑된 복소변조심볼(들)을 상기 2개의 안테나 포트들을 통해 BS에 전송함으로써 SORTD를 수행할 수 있다. 예를 들어, 전송해야 하는 ACK/NACK 정보에 따라, 각 안테나 포트에서 사용되어야 하는 PUCCH 자원 인덱스 및 각 PUCCH 자원 상에서 전송되어야 하는 전송 비트(복소변조심볼)가 미리 맵핑 테이블의 형태로 정의될 수 있다. UE는 ACK/NACK 응답(들)을 검출하고, 해당 ACK/NACK 응답(들)과 맵핑된 2개의 PUCCH 자원 인덱스들을 이용하여 2개 안테나 포트들 각각에서 1-비트 혹은 2-비트의 해당 전송 비트(혹은 복소변조심볼)를 전송할 수 있다. 즉, 첫번째 전송에서는 SORTD 및 채널 선택이 모두 수행된다.

[0345] (2) 두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: BS는 A/N 반복을 구성하면서 2개 안테나 포트가 A/N 반복시 사용할 2개 PUCCH 자원 인덱스를 상위 레이어(예를 들어, RRC) 시그널링에 의해 UE에 전송해 줄 수 있다. 여기서, BS는 SORTD가 활성화된 경우에는 상위 레이어 시그널링에 의해 2개의 PUCCH 자원 인덱스들을 2개의 안테나 포트를 위해 UE에 전송할 수 있고, SORTD가 활성화되지 않은 경우에는 상위 레이어 시그널링에 의해 1개의 PUCCH 자원 인덱스를 일 안테나 포트를 위해 상기 UE에 전송할 수 있다. 상기 PUCCH 자원 인덱스들은 상위 레이어 메시지에서 직접 지시될 수도 있고, 특정 다른 미리 정해진 파라미터(예를 들어, 명시적 맵핑에서 사용되는 CCE 인덱스 혹은 PUCCH 자원 인덱스 등)에 대한 오프셋의 형태로 간접적으로 지시될 수도 있다. UE는 두번째 전송부터는 첫번째 전송에서 각 안테나 포트가 전송했던 전송 비트(혹은 복소변조심볼)를 해당 안테나 포트에서 그대로

전송할 수 있다. 즉, 두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송에서는 채널 선택은 수행되지 않으나, SORTD는 수행된다.

[0346] 한편, 두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송에서도, 첫번째 전송에서 선택된 PUCCH 자원들과 각 PUCCH 자원 상에서 전송된 전송 비트(복소변조심볼)이 그대로 사용되는 것도 가능하다. 예를 들어, 첫번째 전송에서 안테나 포트 p0를 위한 PUCCH 자원들 중 $n_{\text{PUCCH1}}^{(1,p0)}$ 에 해당하는 PUCCH 자원이 선택되고, 안테나 포트 p1를 위한 PUCCH 자원들 중 $n_{\text{PUCCH0}}^{(1,p1)}$ 에 해당하는 PUCCH 자원이 선택되었다고 가정하자. 상기 UE는 두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송에서도, 첫번째 전송에서 사용된 $n_{\text{PUCCH1}}^{(1,p0)}$ 의 PUCCH 자원 상에서 해당 ACK/NACK 정보에 맵핑된 전송 비트(혹은 복소변조심볼)를 p0를 통해 BS로 전송하고, $n_{\text{PUCCH0}}^{(1,p1)}$ 의 PUCCH 자원 상에서 해당 ACK/NACK 정보에 맵핑된 전송 비트(혹은 복소변조심볼)를 p1를 통해 BS로 전송할 수 있다.

[0347] 실시예13에 대한 이상의 설명에 의하면, 첫번째 ACK/NACK 전송과 두번째 ACK/NACK 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송에서 채널 선택에 사용되는 PUCCH 자원 인덱스들이 달라진다. 즉, 첫번째 ACK/NACK 전송에서는, SORTD를 위하여 암묵적 및/또는 명시적으로 시그널링된 PUCCH 자원 인덱스들 중에서 ACK/NACK 전송을 위한 2개 PUCCH 자원 인덱스들이 선택됨에 반하여, 두번째 전송부터는 A/N 반복을 위하여 상위 레이어 시그널링에 의해 새로이 지시된 PUCCH 자원 인덱스들이 ACK/NACK 전송에 사용된다. 이와 달리, 모든 전송(첫번째~ N_{ANRep} 번째 전송)에서 전자 혹은 후자 중 한가지 방법만을 사용하도록 UE와 BS가 구성되는 것도 가능하다.

[0348] 실시예14) METHOD 5: A/N 반복시, 모든 전송에서 SORTD를 수행하지 않고, 첫번째 전송에서만 채널 선택을 사용하는 방법

[0349] _첫번째 전송: SORTD 없는 채널 선택(channel selection without SORTD)

[0350] _두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: SORTD 및 채널 선택 수행 안 함(no channel selection without SORTD)

[0351] 실시예13과 같이, 채널 선택과 SORTD가 함께 구현되기 위해서는 추가 PUCCH 자원들이 더 필요하게 된다. A/N 반복이 적용되면, A/N 반복 횟수와 SORTD에 참여하는 안테나 포트의 개수에 비례하여, ACK/NACK 피드백에 필요한 PUCCH 자원의 개수가 증가하게 된다. 예를 들어, 2개의 안테나 포트에 의한 SORTD 및 N_{ANRep} 번의 A/N 반복을 지원해야 하는 경우, UE는 일 ACK/NACK 피드백을 위해, SORTD 및 A/N 반복이 구성되지 않는 경우와 비교하여, 최대 $2*N_{\text{ANRep}}$ 배의 PUCCH 자원을 더 필요로 할 수 있다. 또한, 채널 선택을 위해 각 안테나 포트 당 2개 혹은 3개 혹은 4개의 PUCCH 자원들이 해당 UE를 위해 유보되어야 한다. 이는 ACK/NACK 피드백이 시스템에 큰 오버헤드를 발생시킬 수 있다. 이와 같은 큰 자원 오버헤드를 줄이기 위하여, A/N 반복이 구성된 경우, UE는 A/N 반복이 해제될 때까지 SORTD를 오프하도록 구성될 수 있다. A/N 반복을 UE에 시그널링한 BS는 상기 UE가 1개의 안테나 포트를 통해서만 A/N 반복을 수행한다는 전제 하에 상기 UE로부터 ACK/NACK 정보를 수신하도록 구성될 수 있다. SORTD에 의해 확장된 PUCCH의 커버리지는 A/N 반복에 의해 유사한 범위로 유지될 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 실시예14는, A/N 반복시에는 SORTD를 오프하여 A/N 피드백을 UE에서 BS로 전송되는 것으로 통신 시스템을 구성함으로써, A/N 피드백에 의한 자원 오버헤드를 줄일 수 있다. 본 발명의 실시예14에 의하면, 첫번째 안테나 포트가 A/N 반복시 사용할 PUCCH 자원 인덱스만 UE에 시그널링되면 된다. 즉, 두번째 안테나 포트를 위한 PUCCH 자원 인덱스가 따로 UE에 시그널링되지 않아도 된다. 따라서, 본 발명의 실시예14에 의하면, 상향링크 자원 오버헤드뿐만 아니라, 상위 레이어(예를 들어, RRC) 시그널링 오버헤드도 줄일 수 있다는 장점이 있다.

[0352] 도 45는 본 발명의 실시예14에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.

[0353] 2개 안테나 포트를 이용하여 SORTD를 수행하도록 구성된 UE는, 상기 2개 안테나 포트를 위한 4~8개 PUCCH 자원 인덱스들(안테나 포트 당 2~4개 PUCCH 자원 인덱스들) 중 전송해야 하는 ACK/NACK 정보에 따라 채널 선택용 맵핑 테이블에 의해 결정되는 2개 PUCCH 자원을 이용하여 상기 2개 안테나 포트 상에서 ACK/NACK 피드백을 전송할 수 있다. 이와 같이, SORTD를 수행하던 UE가 BS로부터 A/N 반복이 구성되었음을 지시하는 메시지를 수신하는 경우, 즉, 상기 UE에 대해 A/N 반복이 구성된 경우, 상기 UE는 다음과 같은 방법으로 ACK/NACK 피드백을 수행할 수 있다.

[0354] (1) 첫번째 전송: 2개 안테나 포트 상에서의 채널 선택을 위해, A/N 반복이 구성되기 전에, 암묵적 및/또는 명시적으로 정의된 4~8개의 PUCCH 자원 인덱스들 중 일부(예를 들어, 첫번째 안테나 포트를 위한 PUCCH 자원

인덱스들)만이, A/N 반복의 첫번째 전송에 이용된다. 예를 들어, UE는 상기 4~8개의 PUCCH 자원 인덱스들 중 미리 정해진 규칙에 따른 일부 PUCCH 자원 인덱스(예를 들어, 2~4개)들 중에서, 채널 선택용 맵핑 테이블에 따라, 해당 ACK/NACK 전송에 맵핑된 2개의 PUCCH 자원 인덱스를 선택할 수 있다. 상기 선택된 2개의 PUCCH 자원 인덱스는 SORTD를 위한 2개의 안테나 포트에 일대일로 대응된다. 상기 UE는 상기 2개의 안테나 포트를 통해 상기 2개의 PUCCH 자원 인덱스들에 의해 지시된 2개의 PUCCH 자원들 상에서 전송 비트(들)을 전송할 수 있다. 즉, 첫번째 전송에서는 SORTD는 수행되지 않으나 채널 선택은 수행된다.

[0355] (2) 두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: BS는 A/N 반복을 구성하면서 1개 안테나 포트가 A/N 반복시 사용할 1개 PUCCH 자원 인덱스를 상위 레이어(예를 들어, RRC) 시그널링에 의해 UE에 전송해 줄 수 있다. 여기서, BS는 SORTD가 활성화 여부와 관계없이 항상 1개의 PUCCH 자원 인덱스를 두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송을 위해 UE에 시그널링할 수 있다. 상위 레이어 시그널링에 의해 지시되는 상기 1개의 PUCCH 자원 인덱스는 상기 상위 레이어 메시지에서 직접 지시될 수도 있고, 특정 다른 미리 정해진 파라미터(예를 들어, 명시적 맵핑에서 사용되는 CCE 인덱스 혹은 PUCCH 자원 인덱스 등)에 대한 오프셋의 형태로 간접적으로 지시될 수도 있다. 상기 두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송에서는 SORTD와 채널 선택이 모두 수행되지 않는다.

[0356] 실시예14에 대한 이상의 설명에 의하면, 첫번째 ACK/NACK 전송과 두번째 ACK/NACK 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송에서 채널 선택에 사용되는 PUCCH 자원 인덱스들이 달라진다. 즉, 첫번째 ACK/NACK 전송에서는, SORTD를 위하여 암묵적 및/또는 명시적으로 시그널링된 PUCCH 자원 인덱스들 중에서 ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH 자원 인덱스들이 선택됨에 반하여, 두번째 전송부터는 A/N 반복을 위하여 상위 레이어 시그널링에 의해 새로이 지시된 PUCCH 자원 인덱스가 ACK/NACK 전송에 사용된다. 이와 달리, 모든 전송(첫번째~ N_{ANRep} 번째 전송)에서 전자 혹은 후자 중 한가지 방법만을 사용하도록 UE와 BS가 구성되는 것도 가능하다.

[0357] 실시예15) METHOD 6: A/N 반복시, 첫번째 전송시에만 SORTD 및 채널 선택을 사용하는 방법

[0358] _첫번째 전송: SORTD를 지원하는 채널 선택(channel selection with SORTD)

[0359] _2번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송: SORTD 및 채널 선택을 수행 안 함(no channel selection without SORTD)

[0360] 실시예14에 의하면, A/N 반복이 구성되기 전에 SORTD가 이미 구성되어 있거나, A/N 반복과 함께 SORTD가 구성된 경우, BS는 SORTD를 위해 한 쌍의 PUCCH 자원들을 해당 UE를 위해 유보해둘 수 있다. 이 경우, A/N 반복시 첫번째 전송에서까지 SORTD가 사용되지 않으면, 상기 유보된 PUCCH 자원이 이용되지 못한 채 낭비되는 결과를 초래하게 된다. 이와 같은 문제점을 보완하기 위하여, 본 발명의 실시예15는 SORTD가 이미 구성되어 있거나 혹은 A/N 반복의 구성과 동시에 SORTD도 구성된 경우, 상기 A/N 반복 중 첫번째 전송에서만 SORTD를 지원하고, 나머지 전송(2번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송)에서는 SORTD를 오프한다. 실시예15에 의하면, SORTD가 모든 전송에서 오프되는 대신에, PDCCH의 TPC 커맨드에 의해 PUCCH 자원 후보 세트를 구성하는 PUCCH 자원들 중에서 해당 UE를 위한 PUCCH 자원들이 할당되는, 첫번째 전송에서는 SORTD가 지원되므로 이미 유보된 자원이 미사용인 채로 버려지는 것을 방지할 수 있다. 또한, 두번째 전송부터는 SORTD없이 1개의 안테나 포트를 통해서만 A/N 반복이 수행되므로, UCI 전송을 위한 자원 오버헤드가 줄어들게 된다. 또한, 두번째 안테나 포트에 사용될 PUCCH 자원이 별도로 시그널링될 필요가 없어, 상위 레이어 시그널링 오버헤드도 줄어들게 된다.

[0361] 도 46은 본 발명의 실시예15에 따른 ACK/NACK 피드백을 예시한다.

[0362] 2개 안테나 포트를 이용하여 SORTD 및 채널 선택을 수행하도록 구성된 UE는, 상기 2개 안테나 포트를 위한 4~8개 PUCCH 자원 인덱스들(안테나 포트 당 2~4개 PUCCH 자원 인덱스들) 중 전송해야 하는 ACK/NACK 정보에 따라 채널 선택용 맵핑 테이블에 의해 결정되는 2개 PUCCH 자원을 이용하여 상기 2개 안테나 포트 상에서 ACK/NACK 피드백을 전송할 수 있다. 이와 같이, SORTD 및 채널 선택을 수행하던 UE가 BS로부터 A/N 반복이 구성되었음을 지시하는 메시지를 수신하는 경우, 즉, 상기 UE에 대해 A/N 반복이 구성된 경우, 상기 UE는 다음과 같은 방법으로 ACK/NACK 피드백을 수행할 수 있다.

[0363] (1) 첫번째 전송: UE는 2개 안테나 포트 각각에서의 채널 선택을 위해, A/N 반복이 구성되기 전에, 암묵적 및/또는 명시적으로 정의된 4~8개의 PUCCH 자원 인덱스(안테나 포트 당 2~4개의 자원 인덱스)들 중에서, ACK/NACK 정보를 전송할 2개의 PUCCH 자원 인덱스를 선택한다. 상기 UE는 상기 선택된 2개 PUCCH 자원 인덱스들에 해당하는 PUCCH 자원들 상에서 상기 ACK/NACK 정보에 맵핑된 복소변조심볼(들)을 상기 2개의 안테나 포트들을 통해 BS에 전송함으로써 SORTD를 수행할 수 있다. 예를 들어, 전송해야 하는 ACK/NACK 정보에 따라, 각 안테나 포트에서 사용되어야 하는 PUCCH 자원 인덱스 및 각 PUCCH 자원 상에서 전송되어야 하는 전송 비트

(복소변조심볼)가 미리 맵핑 테이블의 형태로 정의될 수 있다. UE는 ACK/NACK 응답(들)을 검출하고, 해당 ACK/NACK 응답(들)과 맵핑된 2개의 PUCCH 자원 인덱스들을 이용하여 2개 안테나 포트들 각각에서 1-비트 혹은 2-비트의 해당 전송 비트(혹은 복소변조심볼)를 전송할 수 있다. 즉, 첫번째 전송에서는 SORTD 및 채널 선택이 모두 수행된다.

[0364] (2) 두번째 전송 ~ N_{ANRep} 번째 전송: BS는 A/N 반복을 구성하면서 1개 안테나 포트가 A/N 반복시 사용할 1개 PUCCH 자원 인덱스를 상위 레이어(예를 들어, RRC) 시그널링에 의해 UE에 전송해 줄 수 있다. 여기서, BS는 SORTD가 활성화 여부와 관계없이 항상 1개의 PUCCH 자원 인덱스를 두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송을 위해 UE에 시그널링할 수 있다. 상위 레이어 시그널링에 의해 지시되는 상기 1개의 PUCCH 자원 인덱스는 상기 상위 레이어 메시지에서 직접 지시될 수도 있고, 특정 다른 미리 정해진 파라미터(예를 들어, 명시적 맵핑에서 사용되는 CCE 인덱스 혹은 PUCCH 자원 인덱스 등)에 대한 오프셋의 형태로 간접적으로 지시될 수도 있다. 상기 두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송에서는 SORTD와 채널 선택이 모두 수행되지 않는다.

[0365] 실시예15에 대한 이상의 설명에 의하면, 첫번째 ACK/NACK 전송과 두번째 ACK/NACK 전송부터 N_{ANRep} 번째 전송에서 채널 선택에 사용되는 PUCCH 자원 인덱스들이 달라진다. 즉, 첫번째 ACK/NACK 전송에서는 SORTD시 2개 안테나 포트들에서의 채널 선택을 위해 암묵적 및/또는 명시적으로 시그널링된 PUCCH 자원 인덱스들 중에서 ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH 자원이 선택됨에 반하여, 두번째 전송부터는 A/N 반복시 채널 선택을 위해 상위 레이어 시그널링에 의해 지시된 PUCCH 자원 인덱스들 중에서 ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH 자원 인덱스가 선택된다. 이와 달리, 모든 전송(첫번째~ N_{ANRep} 번째 전송)에서 전자 혹은 후자 중 한가지 방법만을 사용하도록 UE와 BS가 구성되는 것도 가능하다.

[0366] ● SORTD와 A/N 반복의 동시사용을 금지

[0367] A/N 반복은 타 채널(예를 들어, PRACH)와 비교하여 ACK/NACK 채널의 커버리지가 제한되는 상황을 극복하고자 도입된 방법이다. 그러므로, A/N 반복이 수행되면 SORTD가 수행되지 않더라도 이러한 커버리지 제한이 극복될 수 있다는 의미로 해석될 수 있다. 따라서, 통신 시스템의 구성을 단순화하기 위하여 SORTD와 A/N 반복이 동시에 사용되는 것이 금지되는 것이 가능하다. 구체적으로 다음과 같은 실시예가 제안될 수 있다.

[0368] 실시예16) A/N 반복시, SORTD를 무조건 오프

[0369] A/N 반복이 상위 레이어에 의해 구성되면, UE는 SORTD를 무조건 오프한다. 상기 SORTD가 BS에 의해 활성화되어 온(on) 상태에 있을 때, UE가 상기 SORTD를 오프한다는 것은 A/N 반복이 구성될 때만 잠재적으로 적용될 수 있다. 이 경우, A/N 반복이 해제되면, SORTD가 다시 온 상태로 활성화될 수 있다. 또는, A/N 반복이 구성될 때, BS가 SORTD를 비활성화(deactivate)함으로써 상기 UE에 대한 SORTD를 오프할 수도 있다. 이 경우, 상기 BS는 SORTD를 다시 구성하여 상기 UE에 시그널링함으로써 상기 UE에서 SORTD를 다시 활성화할 수 있다.

[0370] 실시예17) A/N 반복과 SORTD의 동시 구성 금지

[0371] 상위 레이어(예를 들어, MAC 레이어 혹은 RRC 레이어)에서 SORTD와 A/N 반복이 동시에 구성되는 것이 금지될 수도 있다. 예를 들어, MAC 레이어 혹은 RRC 레이어는 SORTD가 활성화되면 A/N 반복을 반드시 오프하거나 A/N 반복이 구성되면 SORTD가 오프되는 것으로 구성될 수 있다.

[0372] 전술한 실시예1 내지 실시예17에서, 첫번째 전송과 나머지 전송(두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송)을 구분한 것은 편의상의 이유이며, 이는 특정 양의 정수 k 를 기준으로 첫번째 ~ k 번째 전송과 $(k+1)$ 번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송으로 구분될 수도 있다. 한편, 도 32에서 도 34에는 N_{ANRep} 가 4인 경우를 예시하였으나, 횟수가 다르더라도 본 발명의 실시예들이 적용될 수 있음은 자명하다.

[0373] 전술한 실시예1 내지 실시예17은, PUCCH 포맷, SORTD의 수행여부, 채널 선택수행 여부 등에 따라 분류된 것이다. 이하에서는 실시예1 내지 실시예 17에서 설명한 암묵적 맵핑과 명시적 맵핑을 각각 암묵적 자원 할당과 명시적 자원 할당으로 칭하고, 본 발명에서 적용될 수 있는 암묵적 자원 할당과 명시적 자원 할당에 대해 구체적으로 설명한다. 설명의 편의를 위하여, 암묵적 자원 할당과 명시적 자원 할당은 다음과 같은 의미로 사용된다.

[0374] ● 암묵적 자원 할당 = 암묵적 맵핑

- [0375] 1. PDCCH의 (최저) CCE 인덱스와 연관되어 PUCCH 자원이 유추되는 방법을 의미한다. 암묵적 맵핑은 PUCCH 포맷 1a/1b 혹은 PUCCH 포맷 1b를 이용한 채널 선택에 적용될 수 있다.
- [0376] 2. 1개의 PDCCH로부터 1개 혹은 2개의 PUCCH 자원이 유추될 수 있다. 1개의 PUCCH 자원이 유추되는 경우, 수학적 식 7(혹은 수학적 식 1)에 따라 PUCCH 자원 인덱스가 결정될 수 있다. 2개의 PUCCH 자원이 유추되는 경우, 수학적 식 7에 따라 1개의 PUCCH 자원 인덱스가 결정되고, 수학적 식 8에 따라 나머지 1개의 PUCCH 자원 인덱스가 결정될 수 있다.
- [0377] ● 명시적 자원 할당 = 명시적 맵핑
- [0378] 1. 상위 레이어(예를 들어, RRC)로부터 PUCCH 자원을 할당받는 방법을 의미한다. 적어도 하나 이상의 PUCCH 자원을 상위 레이어로부터 할당받을 수 있다. UE는 BS로부터 상위 레이어 시그널링에 의해 여러 개의 PUCCH 자원들을 할당받고, ARI를 이용하여 상기 여러 개의 PUCCH 자원들 중 UE가 사용해야 할 자원을 상기 BS로부터 지시받을 수 있다. 참고로, DCI 내 TPC 커맨드 필드가 ARI로 재사용될 수 있다.
- [0379] 2. PUCCH 포맷 1b를 이용한 채널 선택의 경우 (4-비트 ACK/NACK 피드백, 4개의 PUCCH 자원이 필요)
- [0380] _Alt 1: 1개의 PUCCH 자원은 PCell 상의 PDCCH로부터 암묵적 자원 할당에 의해 유도(즉, 1개의 PUCCH 자원은 n_{CCE} 에 의해 유도)되고, 나머지 3개의 PUCCH 자원은 명시적 자원 할당에 의해 할당될 수 있다. 이때, 1개의 PUCCH 자원 후보 세트가 3개의 PUCCH 자원으로 구성되어 있다고 가정하면, UE는 총 4개의 PUCCH 자원 후보 세트를 상위 레이어(예를 들어, RRC)로부터 할당 받고, ARI에 의해 지시되는 값에 의해 ACK/NACK 반복시 사용할 수 있는 1개의 PUCCH 자원 후보 세트를 할당받을 수 있다. 상기 4개 PUCCH 자원 후보 세트는 모두 서로 다른 PUCCH 자원들로 구성될 수도 있고, 다른 PUCCH 자원 후보 세트와 일부 PUCCH 자원을 공유할 수도 있다.
- [0381] _Alt 2: 비-크로스-반송파-스케줄링(non-cross-carrier scheduling) 스케줄링을 위해, 2개의 명시적 자원과, PCell의 PDCCH로부터 유추된 2개의 암묵적 자원이 UE에게 할당될 수 있다. 크로스-반송파-스케줄링(cross-carrier scheduling)을 위해, PCell의 비-크로스-스케줄링을 위한 PDCCH(PCell의 PDSCH 할당을 위한 PDCCH)로부터 유추되는 2개의 암묵적 자원과 PCell의 크로스-스케줄링을 위한 PDCCH(SCell의 PDSCH 할당을 위한 PDCCH)로부터 유추되는 2개의 암묵적 자원이 UE에게 할당될 수도 있다. 이때, 1개의 PDCCH로부터 2개의 암묵적 자원을 유추하는 경우, 수학적 식 7 및 수학적 식 8이 각각 사용될 수 있다. 명시적 자원은 Alt의 경우와 동일한 방법에 의해 할당될 수 있다.
- [0382] 3. PUCCH 포맷 3의 경우
- [0383] _UE는 상위 레이어(예를 들어, RRC) 시그널링에 의해 4개의 PUCCH 자원을 BS로부터 할당받고, 상기 4개의 PUCCH 자원들 중에서 ACK/NACK 전송에 사용할 자원을 ARI에 의해 상기 BS로부터 지시받을 수 있다.
- [0384] _ARI는 SCell의 TPC 커맨드 필드를 이용하여 BS로부터 UE에 전송될 수 있으며, SCell들이 복수개 구성된 경우, 상기 SCell들은 같은 TPC(ARI) 값을 가질 수 있다.
- [0385] _PUCCH 포맷 3의 경우, 만약 UE가 PCell에서만 PDSCH를 수신하거나 SPS 해제를 위한 PDCCH를 수신한 경우, 상기 UE는 SCell에서 지시되는 ARI값을 알 수 없으므로, PUCCH 포맷 3의 자원을 알지 못한다. 이 경우, UE는 PUCCH 포맷 3를 이용하도록 구성되더라도, PUCCH 포맷 1a/1b를 이용하여 ACK/NACK을 전송할 수 있다.
- [0386] 이하에서는 전술한 반송파 병합 상황 하에서, A/N 반복이 사용되는 경우, 사용될 수 있는 자원 할당 방법 및 ACK/NACK 전송 방법에 관한 실시예들을 설명한다.
- [0387] 본 발명에서는, N_{ANRep} 번의 A/N 반복이 UE에서 수행되는 경우, 상기 UE는 첫번째 전송은 일반적인 ACK/NACK 피드백을 수행한다. 예를 들어, 상기 UE는 첫번째 전송에서는 암묵적 자원 할당에 의해 결정된 PUCCH 자원(들) 상에서 ACK/NACK 정보를 전송할 수 있다. 상기 UE는 나머지 전송(두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송)에서는 상기 첫번째 전송에서 암묵적으로 할당된 자원(들)을 대체하기 위해, BS로부터 적어도 상기 첫번째 전송에서 사용된 자원(들)만큼의 자원(들)을 상위 레이어(예를 들어, RRC) 시그널링에 의해 명시적으로 할당받아, 상기 암묵적으로 할당된 자원(들)을 상기 상위 레이어에 의해 명시적으로 할당된 자원(들)로 대체할 수 있다. 혹은, 암묵적 자원이 PCell로부터만 유추되는 경우, 상기 PCell로부터 유추되는 자원을 A/N 반복용으로 구성된 자원으로 대체할 수도 있다. 보다 구체적으로 크게 다음 세 가지 실시예A) 내지 실시예C)를 A/N 반복을 위한 자원 할당 방법으로 제시한다.
- [0388] 실시예A) 첫번째 전송에서 암묵적 자원 할당만을 사용하는 경우

- [0389] 상기 Alt 2의 크로스-반송과 스케줄링일 때, 암묵적으로 할당된 4개 PUCCH 자원이 PUCCH 포맷 1b를 이용한 채널 선택에 사용될 수 있다. 2개의 자원은 PCell을 위한 PCell의 PDCCH(비-크로스-반송과 스케줄링)로부터, 나머지 2개의 자원은 SCell을 위한 PCell의 PDCCH(크로스-반송과 스케줄링)로부터 유추될 수 있다. 이 경우, 암묵적 자원이 총 4개이므로, A/N 반복이 구성될 때, 반복을 위해 적어도 4개의 PUCCH 자원이 구성되어야 한다. 따라서, UE는 첫번째 전송에서는 암묵적으로 할당된 4개의 PUCCH 자원들을 이용하고, 나머지 두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송에서는 A/N 반복용으로 구성되어 BS로부터 시그널링 받은 4개의 PUCCH 자원을 채널 선택용 PUCCH 자원으로 사용한다.
- [0390] 실시예B) 첫번째 전송에서 명시적 자원 할당만을 사용하는 경우
- [0391] PUCCH 포맷 3의 자원들이 명시적 자원 할당만으로 결정될 수 있다. 이 경우, 암묵적 자원 할당은 없고, 명시적 자원 할당만이 존재하므로, A/N 반복을 위한 PUCCH 자원($n_{\text{PUCCH-ANRep}}^{(3)}$)이 따로 구성될 필요가 없으며, 첫번째 전송시에 ARI에 의해 지시된 PUCCH 자원(들)을 이용하여 나머지 반복을 수행할 수 있다. UE가 PCell에서만 PDCSH/PDCCH를 수신한 경우, BS는 PUCCH 포맷 3에 의한 A/N 반복용으로는 명시적 자원을 구성할 필요가 없으나, PUCCH 포맷 1a/1b에 의한 A/N 반복용으로는 명시적 자원을 구성하여, 상기 명시적 자원을 UE에 시그널링해 줄 수 있다. PUCCH 포맷 1a/1b를 이용한 A/N 반복의 경우, UE는 첫번째 전송에서는 암묵적 자원 할당에 의해 결정된 PUCCH 자원을 사용하고, 두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송까지는 상기 구성된 PUCCH 자원을 사용하여 A/N 반복을 수행할 수 있다.
- [0392] 실시예C) 첫번째 전송에서 암묵적 자원 할당과 명시적 자원 할당을 모두 사용하는 경우
- [0393] 상기 Alt 1일 때 혹은 Alt 2의 비-크로스-반송과 스케줄링일 때, 암묵적 자원 할당과 명시적 자원 할당이 모두 PUCCH 포맷 1b를 이용한 채널 선택에 사용될 수 있다.
- [0394] Alt 1인 경우, 암묵적 자원의 개수가 총 1개이므로, A/N 반복이 구성되면, BS는 상기 A/N 반복을 위해 적어도 1개의 PUCCH 자원을 구성하여 UE에 시그널링한다. 하지만, 재구성으로 인해 유보되어야 하는 PUCCH 자원이 바뀌는 경우를 대비하여 1개보다 많은 예를 들어, 4개의 PUCCH 자원이 A/N 반복을 위해 구성될 수 있다. 이 경우, UE는, 첫번째 전송에서는 암묵적 자원 1개와 명시적 자원 3개를 이용하여, ACK/NACK 정보를 전송하고, 나머지 전송(두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송)에서는 상기 암묵적 자원을 A/N 반복용으로 명시적으로 할당된 자원으로 대체하고, 채널 선택용 맵핑 테이블을 적용하여 채널 선택을 수행함으로써 상기 ACK/NACK 정보를 전송할 수 있다.
- [0395] Alt 2에서 비-크로스-반송과 스케줄링인 경우, 암묵적 자원의 개수가 총 2개이므로, A/N 반복이 구성되면, BS는 상기 A/N 반복을 위해 적어도 2개의 PUCCH 자원을 구성하여 UE에게 시그널링한다. 다만, 크로스-반송과 스케줄링시에 A/N 반복을 위해 시그널링되는 자원의 개수와 비-크로스-반송과 스케줄링을 위해 A/N 반복을 위해 시그널링되는 개수가, 예를 들어, 2개와 4개로 서로 다르므로, 둘 사이의 RRC 재구성 핸들링을 위하여, 2가지 값들 중 큰 값인 4개가 항상 RRC에서 구성될 수도 있다. 크로스-반송과 스케줄링인 경우, UE는, 첫번째 전송에서는 암묵적 자원 2개와 명시적 자원 2개를 이용하여, ACK/NACK 정보를 전송하고, 나머지 전송(두번째 ~ N_{ANRep} 번째 전송)에서는 상기 암묵적 자원들을 A/N 반복용으로 명시적으로 할당된 자원들로 대체하고 (즉, 모두 명시적 자원들을 이용하여), 채널 선택용 맵핑 테이블을 적용하여 채널 선택을 수행함으로써 상기 ACK/NACK 정보를 전송할 수 있다. 비-크로스-반송과 스케줄링인 경우, UE는, 암묵적 자원 4개를 이용하여, 채널 선택용 맵핑 테이블을 적용하여 채널 선택을 수행함으로써 상기 ACK/NACK 정보를 전송할 수 있다.
- [0396] 한편, BS는 상위 레이어 시그널링(예를 들어, RRC(Radio Resource Control) 시그널링)을 통해, UE를 위해 SR용으로 소정 서브프레임들에 PUCCH 자원을 유보한다. 예를 들어, 상위 레이어 시그널링에 의해, 특정 UE를 위해 SR용으로 소정 개수의 서브프레임마다 PUCCH 자원이 유보될 수 있다. 상기 UE는 상기 상위 레이어 시그널링을 바탕으로, 상기 UE에 SR용으로 유보된 PUCCH 자원, 즉, SR PUCCH 자원을 결정할 수 있다. 상기 UE가 상기 BS에 상향링크 스케줄링을 요청하고자 하는 경우, 상기 UE는 상기 SR PUCCH 자원을 이용하여, SR을 나타내는 변조심볼 1을 전송한다. 상기 UE가 상향링크 스케줄링 요청을 하지 않는 동안에는, 상기 UE는 상기 SR PUCCH를 통해 정보를 전송하지 않는다. 기본적으로, BS는 SR PUCCH 자원이 유보된 서브프레임에서 상기 SR PUCCH 자원을 통해 수신한 신호가 있으면, 상기 UE에 의한 상향링크 스케줄링 요청이 있는 것으로 판단한다. 반면, SR PUCCH 자원이 유보된 서브프레임에서 상기 SR PUCCH 자원을 통해 수신한 신호가 없으면, 상기 UE에 의한 상향링크 스케줄링 요청이 없는 것으로 판단한다.

- [0397] PDSCH 자원에 의해 동적으로 결정된 ACK/NACK PUCCH 자원이 SR PUCCH 자원과 동일한 서브프레임에 위치하는 경우가 발생할 수 있다. 일 서브프레임에서 다수의 UE가 동일한 PUCCH 자원을 이용하여 상향링크 제어정보를 전송하는 것이 가능하다고 하더라도, 일 UE의 입장에서는 일 서브프레임에서 오직 1개의 PUCCH 자원을 통해 상향링크 제어정보를 전송할 수 있다. 다시 말해, 현재 3GPP LTE 시스템에서는 일 UE가 상향링크 제어정보의 전송을 위해 다수의 PUCCH 자원을 사용하는 것이 허용되지 않는다. 따라서, 일 서브프레임에서 ACK/NACK 정보와 다른 제어정보(예를 들어, CQI/PMI/RI, SR 등)가 함께 전송되어야 하는 경우, UE는 ACK/NACK 정보를 다른 제어정보에 피기백(piggyback)하여, 상기 다른 제어정보의 전송을 위해 할당된 PUCCH 상에서 전송한다. 즉, UE가 ACK/NACK 정보를 전송해야 하는 서브프레임에, SR PUCCH 자원이 할당되어 있으면, 동적으로 결정된 ACK/NACK PUCCH 자원이 아니라, 상기 SR PUCCH 자원을 이용하여 상기 ACK/NACK 정보를 전송한다. 즉, UE는 파지티브 SR 전송과 ACK/NACK 전송이 동시에 일어나는 경우, ACK/NACK 정보를 변조하여 SR PUCCH 자원 상에서 BS에 전송한다. 예를 들어, 도 11을 참조하면, PUCCH (m=1)이 특정 UE의 SR용으로 유보된 서브프레임에서 PUCCH (m=3)가 ACK/NACK PUCCH 자원으로 결정되는 경우가 발생할 수 있다. 이 경우, 상기 특정 UE는 ACK/NACK 정보를 PUCCH (m=3)이 아닌 PUCCH (m=1) 상에서 전송한다. BS는 상기 특정 UE를 위해 유보된 상기 PUCCH (m=1) 상에서 수신한 신호가 있으므로, 상기 특정 UE에 의한 상향링크 스케줄링 요청이 있다고 판단한다. FDD의 경우, PUCCH 포맷 1a/1b에서 ACK/NACK 정보가 전송되는 정상(constellation) 그대로 SR PUCCH 자원을 통해 전송되고, TDD의 경우에는 ACK의 개수를 카운트하여 그 개수를 변조하여 SR PUCCH 자원 상에서 전송한다. PUCCH 포맷 3의 경우, UE는 SR PUCCH 자원이 유보된 서브프레임에서만 1비트만큼 페이로드를 증가시켜서, SR이 네거티브/파지티브일때 각각 0/1를 ACK/NACK 정보와 조인트 코딩하여 BS에 전송할 수 있다. 이하에서는 A/N 반복이 구성되었을 때, SR + ACK/NACK 전송을 처리하는 방법에 관한 실시예들을 설명한다.
- [0398] 실시예I) SR 서브프레임에서만 SR + ACK/NACK 전송을 지원
- [0399] SR 서브프레임들 중에서 파지티브 SR과 ACK/NACK 전송이 발생하는 서브프레임에서만 SR과 ACK/NACK을 함께 전송한다.
- [0400] PUCCH 포맷 1a/1b 혹은 PUCCH 포맷 1b를 이용한 채널 선택이 ACK/NACK 전송을 위해 사용되는 경우, UE는 SR이 네거티브이면 전술한 실시예1 내지 실시예C 중 어느 하나에 따라 결정된 PUCCH 자원(들)을 이용하여 A/N 반복을 수행한다. SR이 파지티브이면, 상기 UE는 SR 서브프레임에서만 SR PUCCH 자원에 ACK/NACK 정보를 실어서 전송한다. 예를 들어, 서브프레임#X, 서브프레임#X+1, 서브프레임#X+2, 서브프레임#X+3에서 A/N 반복이 수행되어야 한다고 가정하고, 서브프레임#X+1이 SR 서브프레임이라고 가정하자. 만약, SR이 파지티브이면, UE는 서브프레임#X+1에서만 SR PUCCH 자원 상에서 ACK/NACK 정보를 BS에 전송하고, 나머지 서브프레임#X, 서브프레임#X+2, 서브프레임#X+3에서는, 지정된 ACK/NACK PUCCH 자원(들) 상에서 상기 ACK/NACK 정보를 전송할 수 있다. 만약, SR이 네거티브이면, 상기 UE는 서브프레임#X, 서브프레임#X+1, 서브프레임#X+2, 서브프레임#X+3 모두에서 SR PUCCH 자원이 아닌, 지정된 ACK/NACK PUCCH 자원(들) 상에서 ACK/NACK 정보를 전송할 수 있다.
- [0401] PUCCH 포맷 3를 ACK/NACK 전송에 사용하는 경우, SR의 네거티브/파지티브 여부에 관계없이, 항상 1-비트가 추가되므로, UE는 SR 서브프레임마다 SR 비트를 추가되어 SR 및 ACK/NACK을 BS로 전송하는 것이 가능하다. 예를 들어, 서브프레임#X, 서브프레임#X+1, 서브프레임#X+2, 서브프레임#X+3에서 A/N 반복이 수행되어야 한다고 가정하고, 서브프레임#X+1이 SR 서브프레임이라고 가정하자. 만약, SR이 파지티브이면, UE는 서브프레임#X+1에서는 파지티브를 나타내는 SR 비트를 ACK/NACK 페이로드의 맨 처음 혹은 맨 마지막에 추가하여 SR 및 ACK/NACK을 함께 (명시적 혹은 암묵적으로) 지정된 ACK/NACK PUCCH 자원 상으로 전송한다. 나머지 서브프레임들(서브프레임#X, 서브프레임#X+2, 서브프레임#X+3)에서는 SR 비트를 추가하지 않고, ACK/NACK 정보만을 ACK/NACK PUCCH 자원 상에서 전송할 수 있다. 만약, SR이 네거티브이면, 상기 UE는 서브프레임#X+1에서는 네거티브를 나타내는 SR 비트를 ACK/NACK 페이로드의 맨 처음 혹은 맨 마지막에 추가하여 SR 및 ACK/NACK을 함께 ACK/NACK PUCCH 자원 상으로 전송한다. 나머지 서브프레임들(서브프레임#X, 서브프레임#X+2, 서브프레임#X+3)에서는 SR 비트를 추가하지 않고, ACK/NACK 정보만을 ACK/NACK PUCCH 자원 상에서 전송할 수 있다.
- [0402] 실시예II) 모든 A/N 반복 구간 동안 SR + ACK/NACK 전송을 지원
- [0403] PUCCH 포맷 1a/1b 혹은 PUCCH 포맷 1b를 이용한 채널 선택이 ACK/NACK 전송을 위해 사용되는 경우, UE는 모든 A/N 반복 구간 동안 SR과 ACK/NACK 정보를 함께 전송할 수 있다. 즉, 모든 A/N 반복 구간 동안 SR PUCCH 자원 상에서 ACK/NACK 정보를 전송할 수 있다. 예를 들어, 서브프레임#X, 서브프레임#X+1, 서브프레임#X+2, 서브프레임#X+3에서 A/N 반복이 수행되어야 한다고 가정하고, 서브프레임#X+1이 SR 서브프레임이라고 가정하자. 만약, SR이 파지티브이면, UE는 모든 서브프레임, 즉, 서브프레임#X, 서브프레임#X+1, 서브프레임#X+2, 서브프레임#X+3에서 SR PUCCH 자원 상으로 ACK/NACK 정보를 BS에 전송한다. 만약, SR이 네거티브이면, 상기 UE는

서브프레임#X, 서브프레임#X+1, 서브프레임#X+2, 서브프레임#X+3 모두에서 SR PUCCH 자원이 아닌, 지정된 ACK/NACK PUCCH 자원(들) 상으로 ACK/NACK 정보를 전송할 수 있다.

[0404] PUCCH 포맷 3를 ACK/NACK 전송에 사용되고 A/N 반복이 수행되는 서브프레임들 중 적어도 하나가 SR 서브프레임과 겹칠 경우, UE는 상기 A/N 반복이 수행되는 모든 서브프레임들에서 1비트의 SR 비트를 ACK/NACK 정보에 추가하여 전송할 수 있다. 예를 들어, 서브프레임#X, 서브프레임#X+1, 서브프레임#X+2, 서브프레임#X+3에서 A/N 반복이 수행되어야 한다고 가정하고, 서브프레임#X+1이 SR 서브프레임이라고 가정하자. 만약, SR이 파지티브이면, UE는 모든 서브프레임, 즉, 서브프레임#X, 서브프레임#X+1, 서브프레임#X+2, 서브프레임#X+3에서 파지티브를 나타내는 SR 비트를 ACK/NACK 페이로드의 맨 처음 혹은 맨 마지막에 추가하여 SR 및 ACK/NACK을 함께 (명시적 혹은 암묵적으로) 지정된 ACK/NACK PUCCH 자원 상으로 전송한다. 만약, SR이 네거티브이면, 상기 UE는 모든 서브프레임, 즉, 서브프레임#X, 서브프레임#X+1, 서브프레임#X+2, 서브프레임#X+3에서 네거티브를 나타내는 SR 비트를 ACK/NACK 페이로드의 맨 처음 혹은 맨 마지막에 추가하여 SR 및 ACK/NACK을 함께 ACK/NACK PUCCH 자원 상으로 전송할 수 있다.

[0405] 실시예III) A/N 반복시 SR 드랍

[0406] PUCCH 포맷 1a/1b 혹은 PUCCH 포맷 1b를 이용한 채널 선택이 ACK/NACK 전송을 위해 사용되고, SR이 네거티브이면, UE는 ACK/NACK PUCCH 자원 상으로 ACK/NACK 정보만을 전송한다. SR이 파지티브이면, UE는 상기 SR을 드랍하고, ACK/NACK PUCCH 자원 상으로 ACK/NACK 정보만을 전송한다.

[0407] PUCCH 포맷 3이 ACK/NACK 전송에 사용되는 경우, SR이 네거티브이면, UE는 SR 서브프레임에서 SR용으로 1-비트를 증가시키지 않고, ACK/NACK 정보만을 ACK/NACK PUCCH 자원 상에서 전송한다. SR이 파지티브인 경우에도, UE는 SR 서브프레임에서 1-비트를 증가시키지 않고, ACK/NACK 정보만을 ACK/NACK PUCCH 자원 상에서 전송할 수 있다.

[0408] 실시예I 내지 실시예III에 있어서, SR 전송과 ACK/NACK 전송이 동시에 발생하는 상황을 고려하여 A/N 반복과 (채널 선택을 포함하는) PUCCH 포맷 1a/1b를 위한 SORTD가 동시에 구성되지 않는 것으로 통신 시스템이 제약될 수 있다. 즉, A/N 반복이 구성된 경우, PUCCH 포맷 1/1a/1b에 대한 SORTD에는 디폴트로 단일 안테나 전송 방식이 적용되는 것으로 정해질 수 있다. 여기서, PUCCH 포맷 1과 PUCCH 포맷 1a/1b는 서로 다른 SORTD 구성을 갖기 때문에 별도로 A/N 반복 및/또는 SORTD가 별도로 지정될 수 있다. 혹은 A/N 반복과 SORTD가 함께 구성되어 있는 경우, UE는 SORTD를 무시하고, 단일 안테나 전송 방식을 적용하여 ACK/NACK 정보를 BS에 전송하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, A/N 반복과 SORTD가 동시에 구성되어 있는 경우, SORTD는 무시될 수 있다.

[0409] 전술한 실시예1 내지 실시예C는, 실시예I 내지 실시예 II에서 A/N 반복에 사용되는 ACK/NACK PUCCH 자원의 결정에 적용될 수 있다. 즉, 실시예I 내지 실시예III는 전술한 실시예1 내지 실시예C와 결합될 수 있다.

[0410] 도 47은 ACK/NACK 전송의 타이밍을 예시한다.

[0411] UE는 서브프레임 $n-k$ (여기서, k 는 양의 정수, 예를 들어, $k=4$)에서 대응 PDCCH가 있는 PDSCH(들) 및/또는 SPS 해제를 위한 PDCCH 및/또는 PDCCH 없는 PDSCH에 대한 ACK/NACK 응답(들)을 검출하고, 상기 ACK/NACK 응답(들)을 나타내는 ACK/NACK 정보를 서브프레임 n 에서 전송할 수 있다. BS가 상기 UE에 A/N 반복이 구성됨을 나타내는 A/N 반복 정보를 전송하면, 상기 UE는 상기 A/N 반복 정보에 의해 지시된 횟수 N_{ANRep} 만큼 상기 ACK/NACK 정보를 인접한 UL 서브프레임들에 걸쳐서 반복하여 전송할 수 있다. 전술한 본 발명의 실시예들 중 어느 하나에 따라 상기 UE는 상기 A/N 반복을 수행하여 ACK/NACK 정보를 BS에 전송할 수 있다. 상기 BS는 상기 UE가 각각의 전송에서 어떤 PUCCH 자원을 이용하여 ACK/NACK 정보를 전송할 것인지 알고 있다. 따라서, 상기 BS는 상기 UE에게 ACK/NACK 전송을 위해 암묵적 및/또는 명시적으로 할당된 PUCCH 자원(들)을 수신 혹은 검출함으로써 ACK/NACK 반복에 참여하는 서브프레임들에서 상기 UE가 전송한 ACK/NACK 정보를 수신할 수 있다.

[0412] 예를 들어, 실시예1을 참조하면, 2개의 안테나 포트 상에서 ACK/NACK 정보를 전송할 것을 BS로부터 지시받은 UE, 즉, SORTD가 활성화됨을 지시받은 UE가 A/N 반복을 수행해야 하는 경우, 상기 UE는 첫번째 전송에서는 BS로부터 수신한 PDCCH를 이용한 암묵적 자원 할당에 의해 결정된 2개의 PUCCH 자원들을 이용하여 ACK/NACK 전송을 수행하고, 두번째 전송부터는 명시적 자원 할당에 의해 결정된 2개의 PUCCH 자원들을 이용하여 상기 ACK/NACK 전송을 $N_{\text{ANRep}}-1$ 회 반복할 수 있다. 상기 UE는 A/N 반복의 구성 및/또는 SORTD의 활성화를 상위 레이어(예를 들어, RRC) 메시지를 통해 BS로부터 수신할 수 있다. 또한, 상기 UE는 상기 A/N 반복을 위한 반복 인

자 N_{ANRep} 도 상기 상위 레이어 메시지를 통해 상기 BS로부터 수신할 수 있다. 또한, 상기 UE는 상기 두번째 전송에서 $N_{\text{ANRep}}-1$ 번째 전송을 위한 2개의 PUCCH 자원을 나타내는 PUCCH 자원 정보를 상기 상위 레이어 메시지를 통해 상기 BS로부터 수신할 수 있다. 2개의 안테나 포트 (p_0 및 p_1)에 의한 SORTD가 구성된 경우, 상기 PUCCH 자원 정보는 안테나 포트 p_0 를 위한 PUCCH 자원을 지시하는 정보(예를 들어, $n_{\text{PUCCH-ANRep}}^{(1,p_0)}$)와 안테나 포트 p_1 을 위한 PUCCH 자원을 지시하는 정보(예를 들어, $n_{\text{PUCCH-ANRep}}^{(1,p_1)}$)을 따로따로 포함할 수 있다. 상기 BS는 상기 PDCCH의 n_{CCE} 를 알고 있으므로, 수학적 식 7과 수학적 식 8에 의해, 상기 안테나 포트 p_0 및 상기 안테나 포트 p_1 각각이 첫번째 전송에서 어떤 PUCCH 자원을 사용할지를 알고 있다. 또한, 상기 BS는 상기 반복 인자 N_{ANRep} 및 상기 PUCCH 자원 정보를 상기 UE에 전송했으므로, 상기 안테나 포트 p_0 및 상기 안테나 포트 p_1 각각이 두번째 전송부터 $N_{\text{ANRep}}-1$ 번째 전송까지 어떤 PUCCH 자원을 사용할지를 알고 있다. 따라서, 상기 BS는 상기 PDCCH의 n_{CCE} 및 $n_{\text{CCE}}+1$ 로부터 각각 유도된 2개의 PUCCH 자원들을 이용하여 상기 안테나 포트 p_0 및 상기 안테나 포트 p_1 로부터 각각 상기 UE의 첫번째 ACK/NACK 전송을 수신하고, 상기 PUCCH 자원 정보에 의해 각각 지시된 2개의 PUCCH 자원들을 이용하여 상기 안테나 포트 p_0 및 상기 안테나 포트 p_1 로부터 상기 ACK/NACK 전송을 반복하여 $N_{\text{ANRep}}-1$ 회만큼 더 수신할 수 있다.

[0413]

도 46을 참조하면, UE 프로세서(400a)는 UE 수신기(300a)를 제어하여 서브프레임 $n-k$ (여기서, k 는 양의 정수, 예를 들어, $k=4$)에서 PDCCH(들) 및/또는 PDCCH 없는 PDSCH에 대한 ACK/NACK 응답(들)을 검출할 수 있다. 상기 UE 프로세서(400a)는 상기 ACK/NACK 응답(들)을 나타내는 ACK/NACK 정보를 생성하여, 상기 ACK/NACK 정보를 서브프레임 n 에서 전송하도록 UE 송신기(100a)를 제어한다. 상기 UE 수신기(300a)는 A/N 반복의 구성 및/또는 SORTD의 활성화를 지시하는 정보를 BS로부터 수신할 수 있다. 또한, 상기 UE 수신기(300a)는 상기 BS로부터 상기 A/N 반복의 반복 인자 N_{ANRep} 를 나타내는 정보를 수신할 수 있다. 상기 UE 프로세서(400a)는 본 발명의 일 실시예에 따라 상기 A/N 반복을 수행하도록 상기 UE 송신기를 제어할 수 있다.

[0414]

예를 들어, 실시예1을 참조하면, 2개의 안테나 포트 상에서 ACK/NACK 정보를 전송할 것을 BS로부터 지시받은 UE가, 상기 BS로부터 A/N 반복을 수행하도록 지시받은 경우, 상기 UE 프로세서(400a)는 첫번째 전송에서는 BS로부터 수신한 PDCCH를 이용한 암묵적 자원 할당에 의해 결정된 2개의 PUCCH 자원들을 이용하여 ACK/NACK 전송을 수행하도록 상기 UE 송신기(100a)를 제어하고, 두번째 전송부터는 명시적 자원 할당에 의해 결정된 2개의 PUCCH 자원들을 이용하여 상기 ACK/NACK 전송을 $N_{\text{ANRep}}-1$ 회 반복하도록 상기 UE 송신기(100a)를 제어할 수 있다. 상기 UE 수신기(300a)는 A/N 반복의 구성 및/또는 SORTD의 활성화를 상위 레이어(예를 들어, RRC) 메시지를 통해 BS로부터 수신할 수 있다. 또한, 상기 UE 수신기(300a)는 상기 A/N 반복을 위한 반복 인자 N_{ANRep} 도 상기 상위 레이어 메시지를 통해 상기 BS로부터 수신할 수 있다. 또한, 상기 UE 수신기(300a)는 상기 두번째 전송에서 $N_{\text{ANRep}}-1$ 번째 전송을 위한 2개의 PUCCH 자원을 나타내는 PUCCH 자원 정보를 상기 상위 레이어 메시지를 통해 상기 BS로부터 수신할 수 있다. 2개의 안테나 포트 (p_0 및 p_1)에 의한 SORTD가 구성된 경우, 상기 PUCCH 자원 정보는 안테나 포트 p_0 를 위한 PUCCH 자원을 지시하는 정보(예를 들어, $n_{\text{PUCCH-ANRep}}^{(1,p_0)}$)와 안테나 포트 p_1 을 위한 PUCCH 자원을 지시하는 정보(예를 들어, $n_{\text{PUCCH-ANRep}}^{(1,p_1)}$)을 따로따로 포함할 수 있다. 상기 UE 프로세서(400a)는, 상기 BS로부터 수신한 PDCCH의 n_{CCE} 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 안테나 포트 p_0 를 통해 첫번째 ACK/NACK 전송을 수행하고, $n_{\text{CCE}}+1$ 로부터 유도된 PUCCH 자원을 이용하여 안테나 포트 p_1 을 통해 첫번째 ACK/NACK 전송을 수행하도록 상기 UE 송신기(100a)를 제어할 수 있다. 상기 UE 프로세서(400a)는 상기 안테나 포트 p_0 에서 상기 ACK/NACK 전송을 위해 처음으로 사용될 ACK/NACK PUCCH 자원은 수학적 식 7을 이용하여 결정하고, 상기 안테나 포트 p_1 에서 상기 ACK/NACK 전송을 위해 처음으로 사용될 ACK/NACK PUCCH 자원은 수학적 식 8을 이용하여 결정하도록 구성될 수 있다. 상기 UE 프로세서(400a)의 제어 하에, 상기 UE 송신기(100a)는 서브프레임 n 에서 상기 안테나 포트 p_0 및 상기 안테나 포트 p_1 을 통해 상기 n_{CCE} 및 상기 $n_{\text{CCE}}+1$ 로부터 각각 유도된 2개 PUCCH 자원을 이용하여 해당 ACK/NACK 정보의 초기 전송을 수행한다. 상기 해당 ACK/NACK 정보는 서브프레임 $n-k$ 에서 검출된 ACK/NACK 응답(들)을 나타낼 수 있다. 또한, 상기 UE 프로세서(400a)의 제어 하에, 상기 UE 송신기(100a)는 서브프레임 $n+1$ 부터 서브프레임 $n+N_{\text{ANRep}}-1$ 에서 상기 안테나 포트 p_0 및 상기 안테나 포트 p_1 을 통해 상기 PUCCH 자원 정보에 의해 지시된 2개의 PUCCH 자원들을 이용하여 두번째 전송부터

N_{ANRep} 번째 전송을 수행할 수 있다.

[0415] 상기 PDCCH와 상기 PUCCH 자원 정보는 BS 프로세서(400b)의 제어 하에 BS 송신기(100b)가 상기 UE로 전송한 것이다. 따라서, 상기 BS 프로세서(400b)는 상기 PDCCH의 n_{CCE} 를 알고 있다. 상기 BS 프로세서(400b)는, n_{CCE} 를 알고 있으므로, 상기 안테나 포트 p0 및 상기 안테나 포트 p1 각각이 첫번째 전송에서 어떤 PUCCH 자원을 사용할지도 알 수 있다. 또한, 상기 BS 송신기(100b)는, 상기 BS 프로세서(400a)의 제어 하에, 상기 반복 인자 N_{ANRep} 및 상기 PUCCH 자원 정보를 상기 UE에 전송했으므로, 상기 BS 프로세서(400b)는 상기 안테나 포트 p0 및 상기 안테나 포트 p1 각각이 두번째 전송부터 $N_{\text{ANRep}}-1$ 번째 전송까지 어떤 PUCCH 자원을 사용할지를 알고 있다. 따라서, 상기 BS 프로세서(400b)는 상기 PDCCH의 n_{CCE} 및 $n_{\text{CCE}}+1$ 로부터 각각 유도된 2개의 PUCCH 자원들을 이용하여 상기 안테나 포트 p0 및 상기 안테나 포트 p1로부터 각각 상기 UE의 첫번째 ACK/NACK 전송을 수신하고, 상기 PUCCH 자원 정보에 의해 각각 지시된 2개의 PUCCH 자원들을 이용하여 상기 안테나 포트 p0 및 상기 안테나 포트 p1로부터 상기 ACK/NACK 전송을 반복하여 $N_{\text{ANRep}}-1$ 회만큼 더 수신하도록 BS 수신기(300b)를 제어할 수 있다.

[0416] 상술한 바와 같이 개시된 본 발명의 바람직한 실시예들에 대한 상세한 설명은 당업자가 본 발명을 구현하고 실시할 수 있도록 제공되었다. 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.

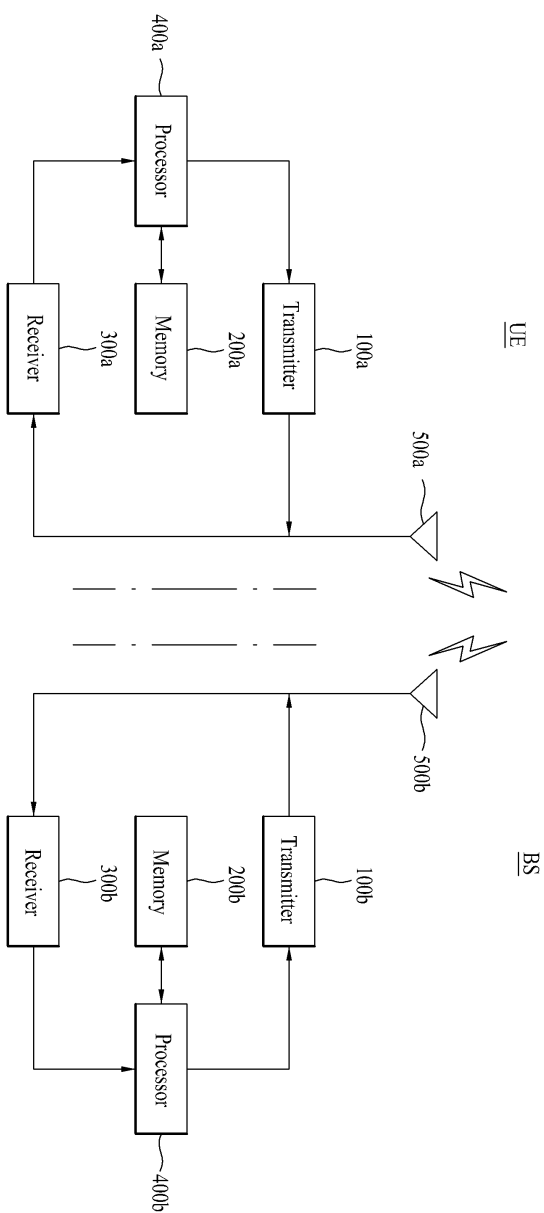
[0417] 본 발명의 실시예들은 무선 통신 시스템에서, 기지국 또는 사용자기기, 기타 다른 장비에 사용될 수 있다.

부호의 설명

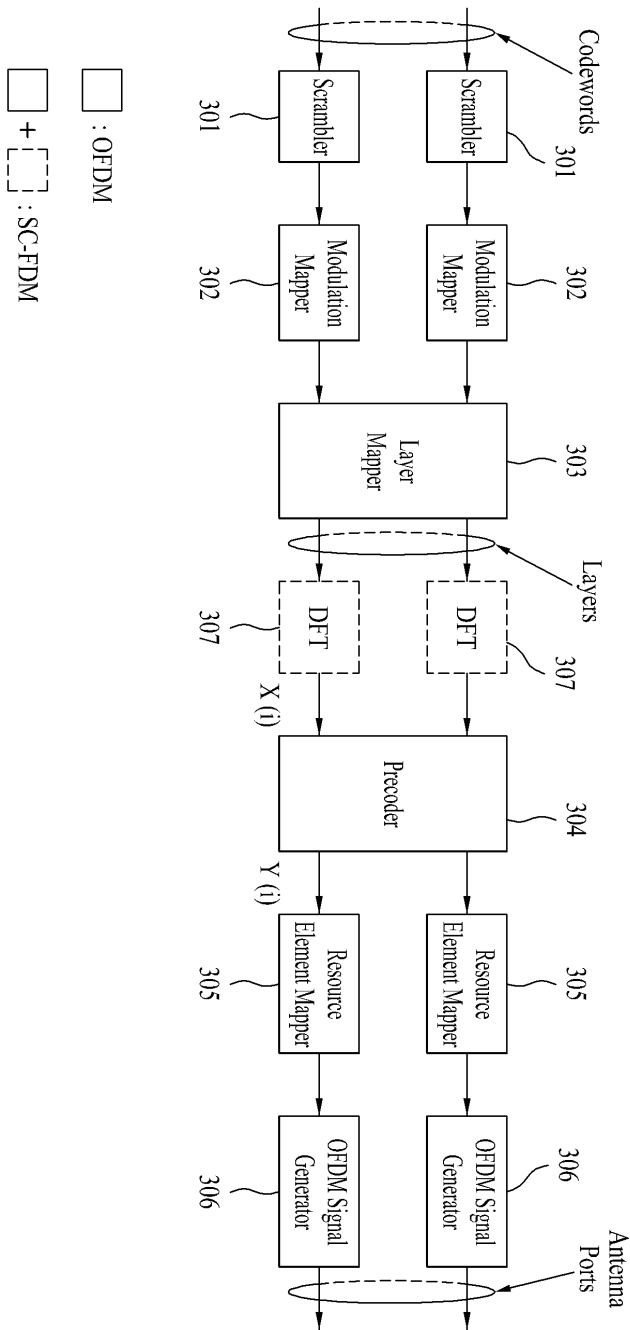
[0418]	100a, 100b: 송신기	200a, 200b: 메모리
	300a, 300b: 수신기	400a, 400b: 프로세서
	500a, 500b: 안테나	
	301: 스크램블러	302: 변조맵퍼
	303: 레이어맵퍼	304: 프리코더
	305: 자원요소맵퍼	306: OFDM/SC-FDM 신호 생성기
	307: DFT 모듈	

도면

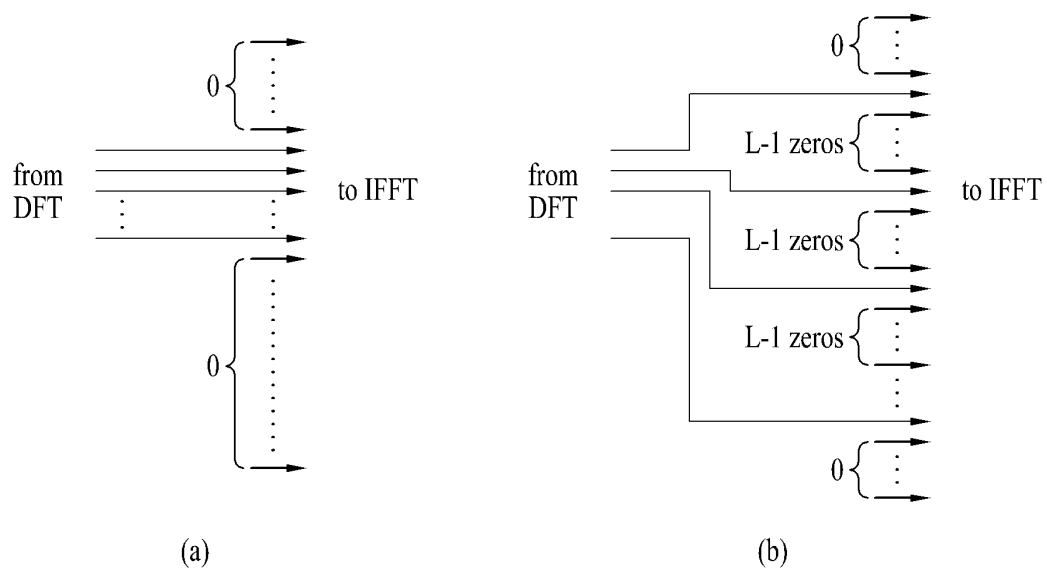
도면1



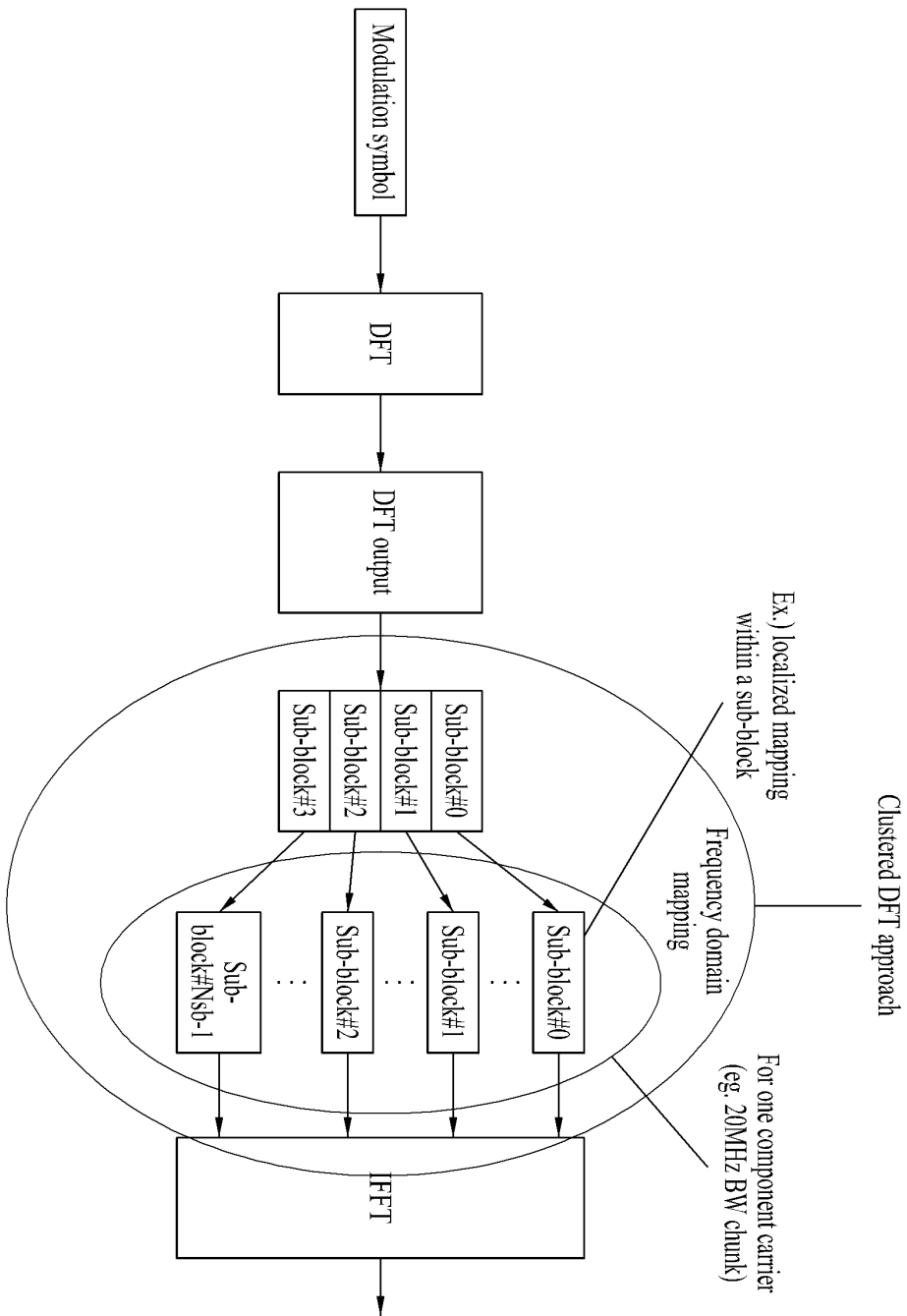
도면2



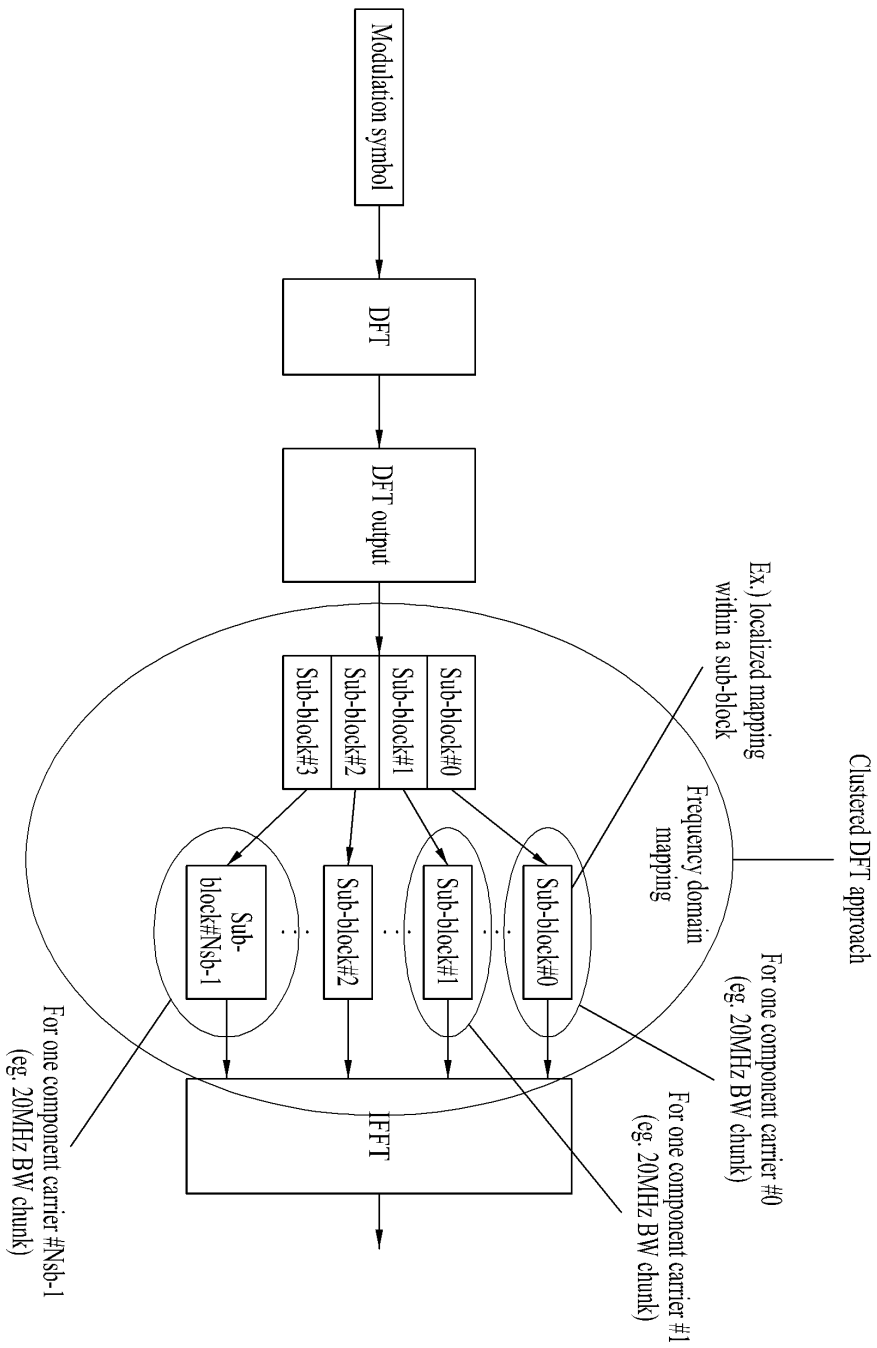
도면3



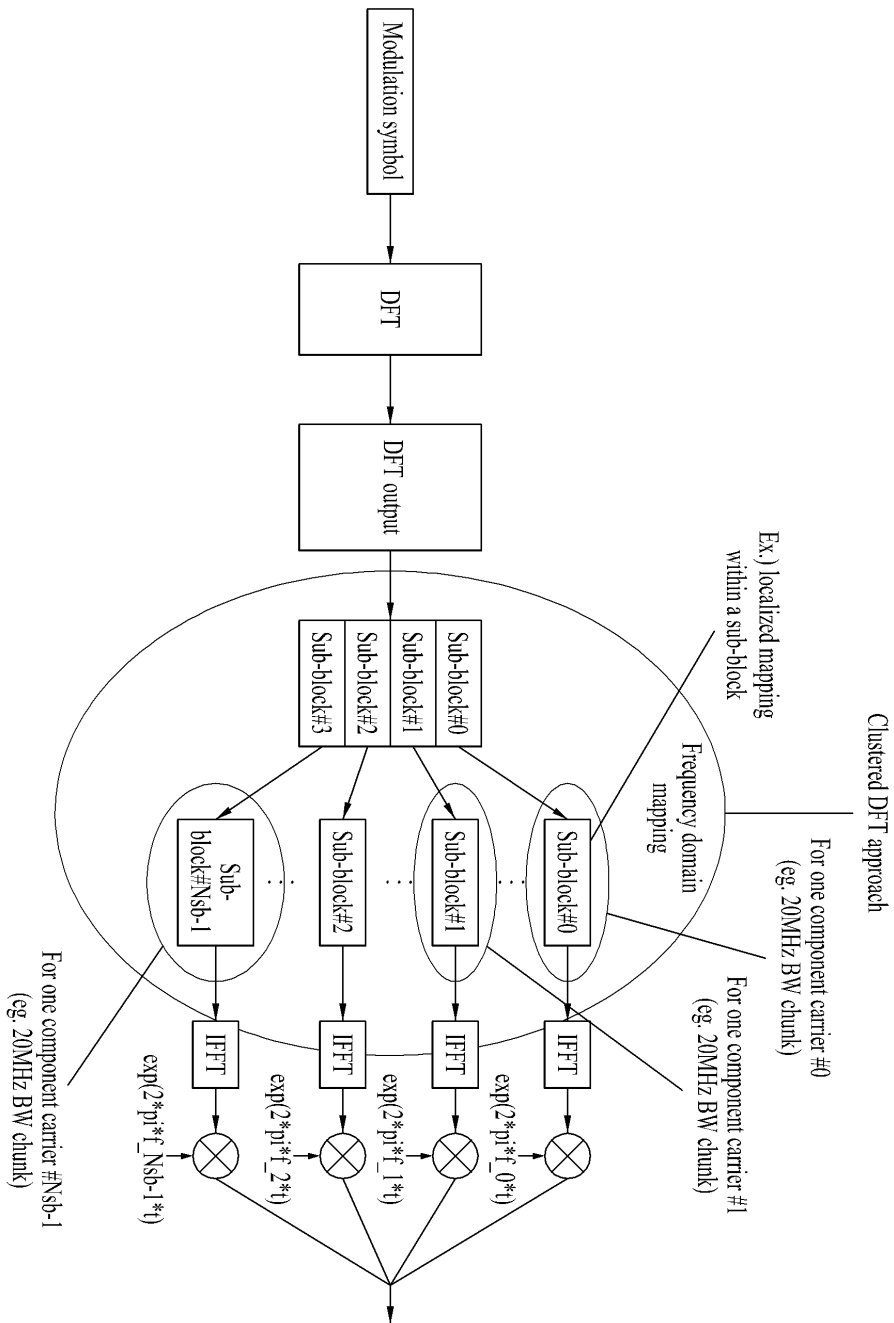
도면4



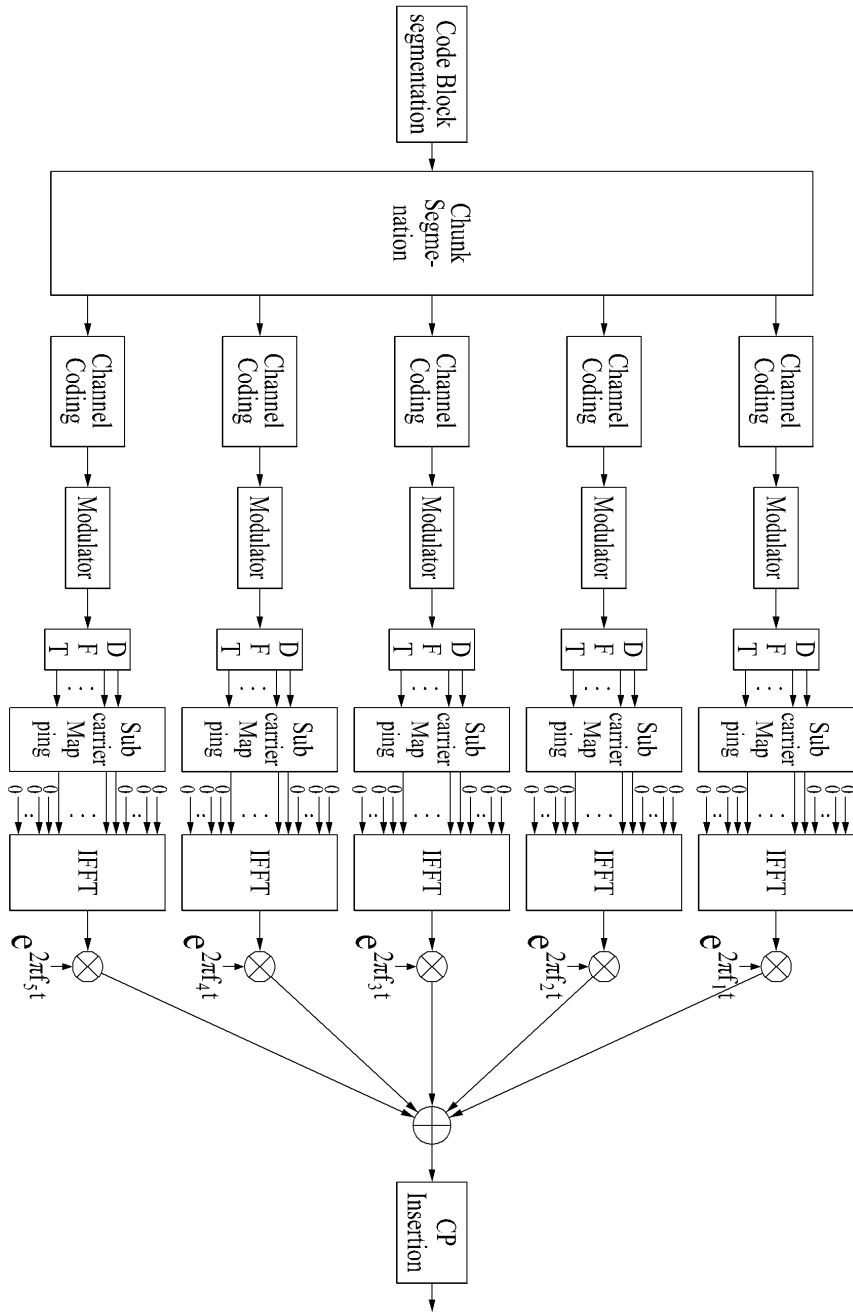
도면5



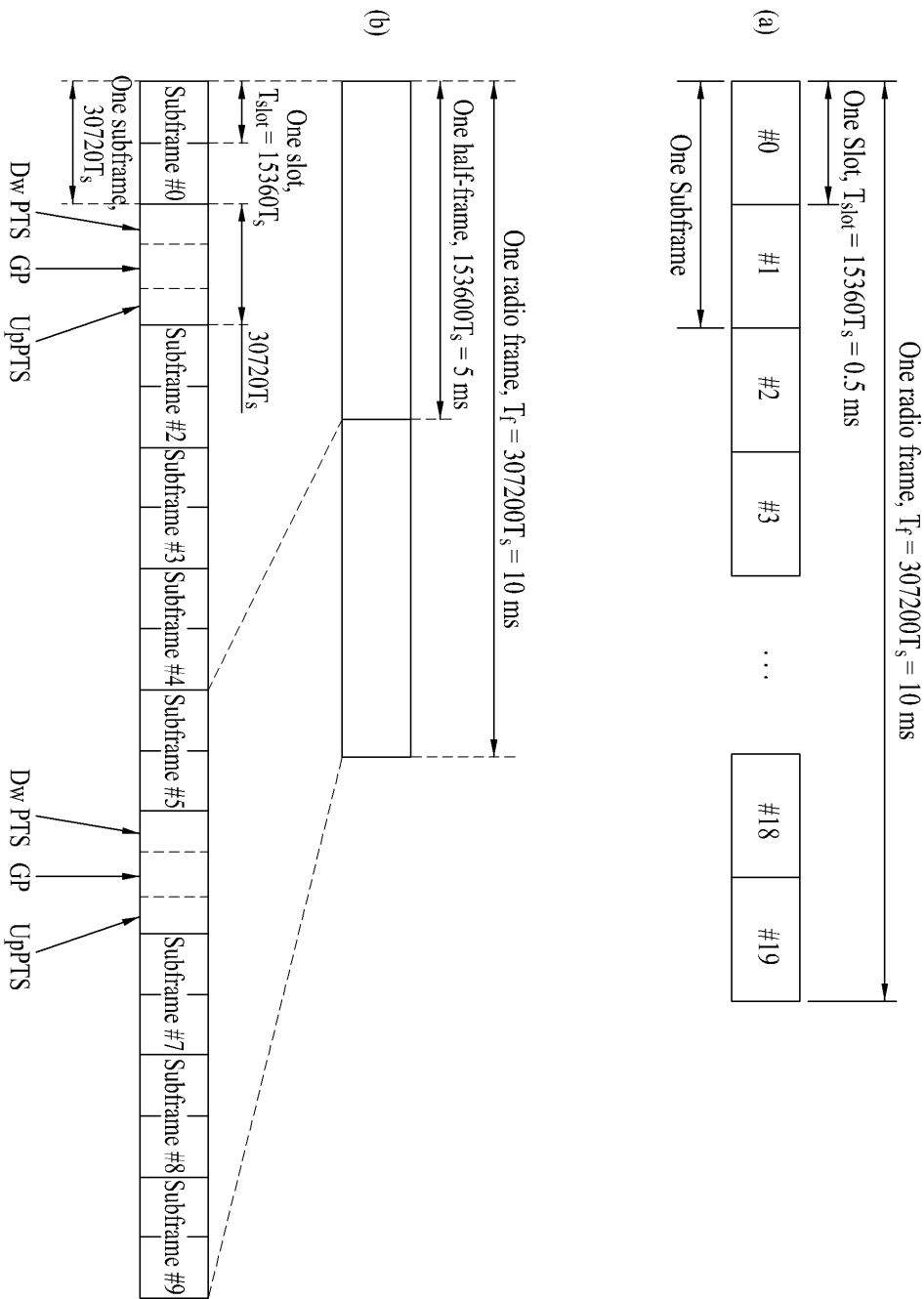
도면6



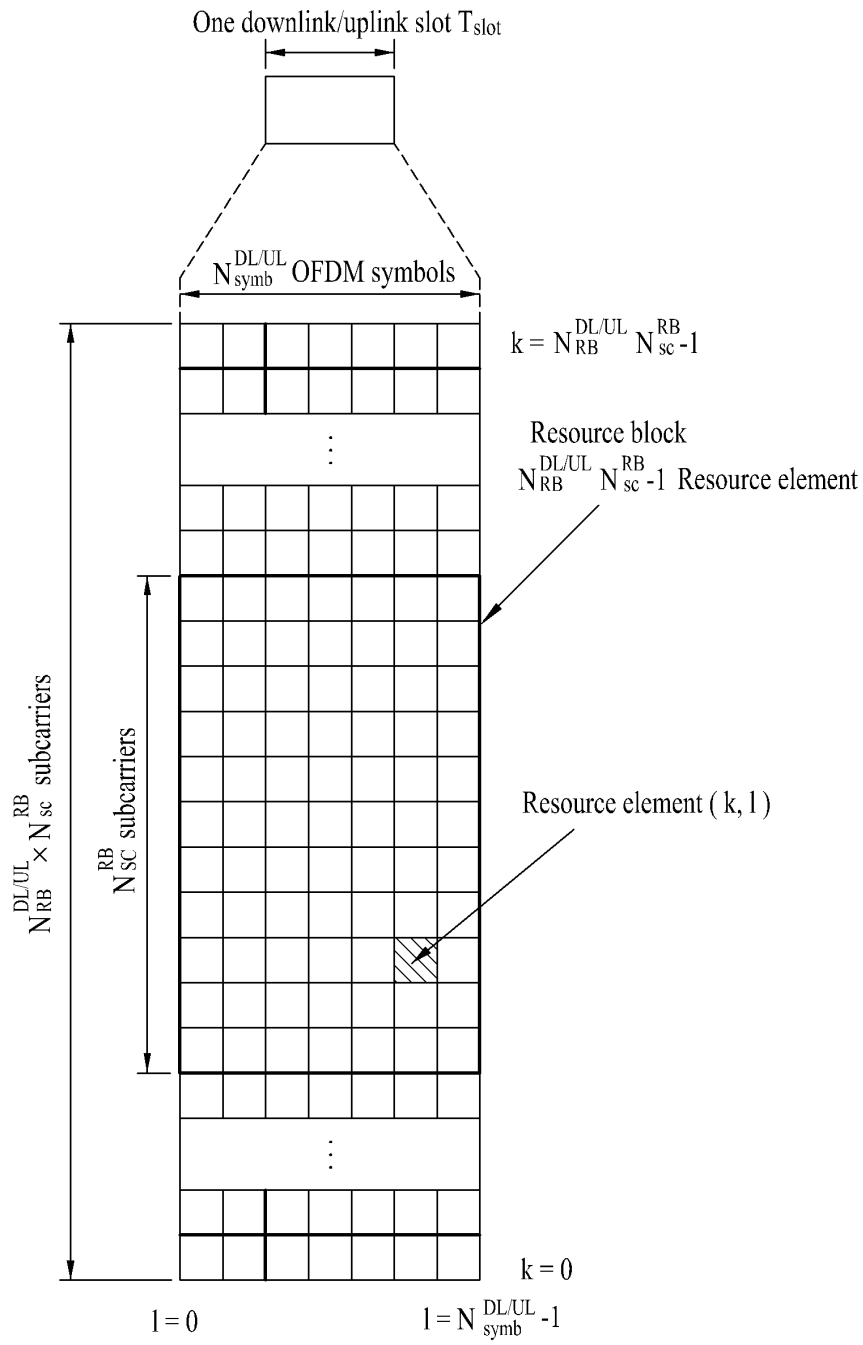
도면7



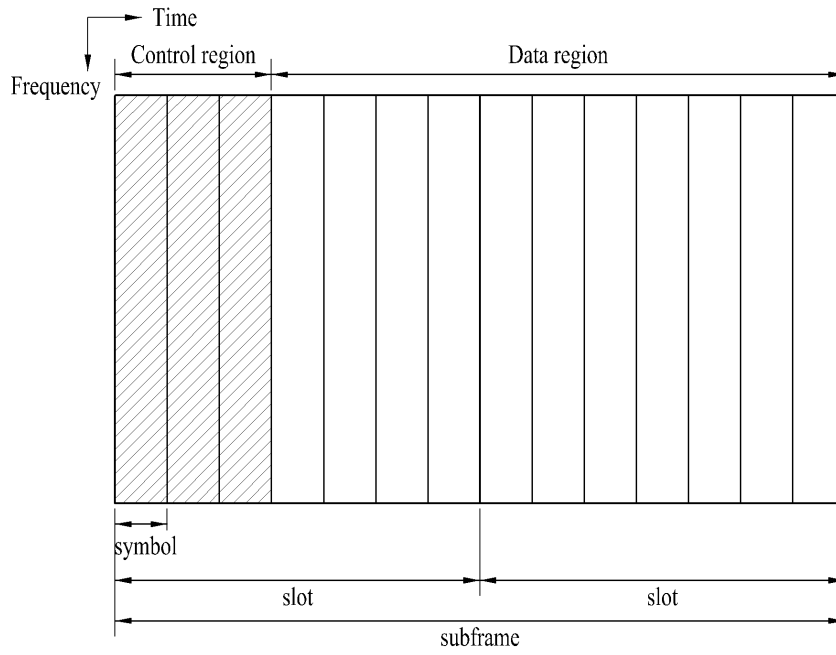
도면8



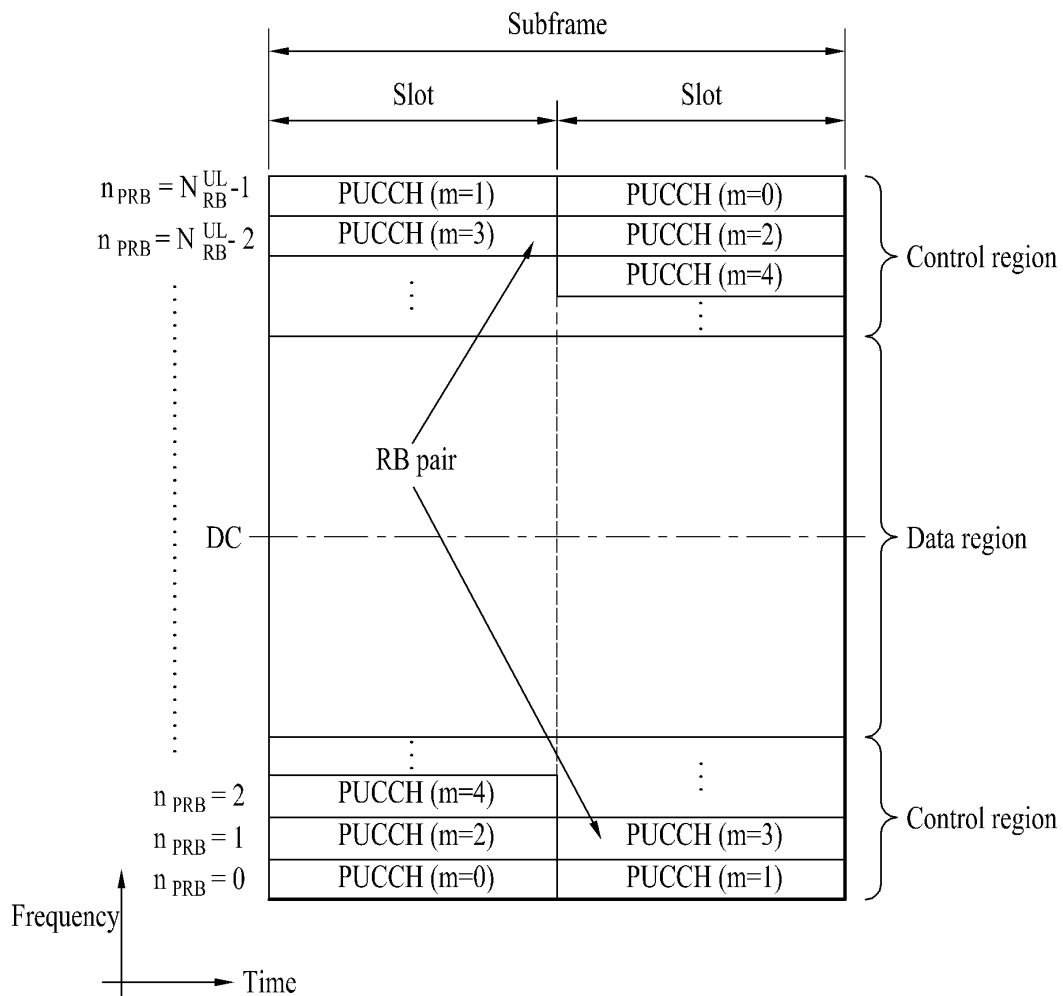
도면9



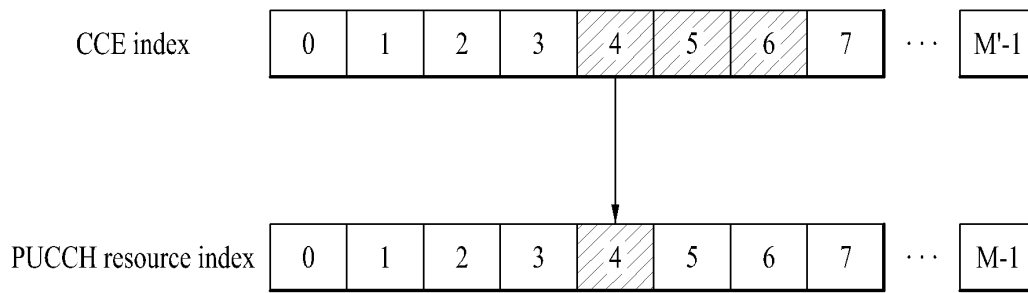
도면10



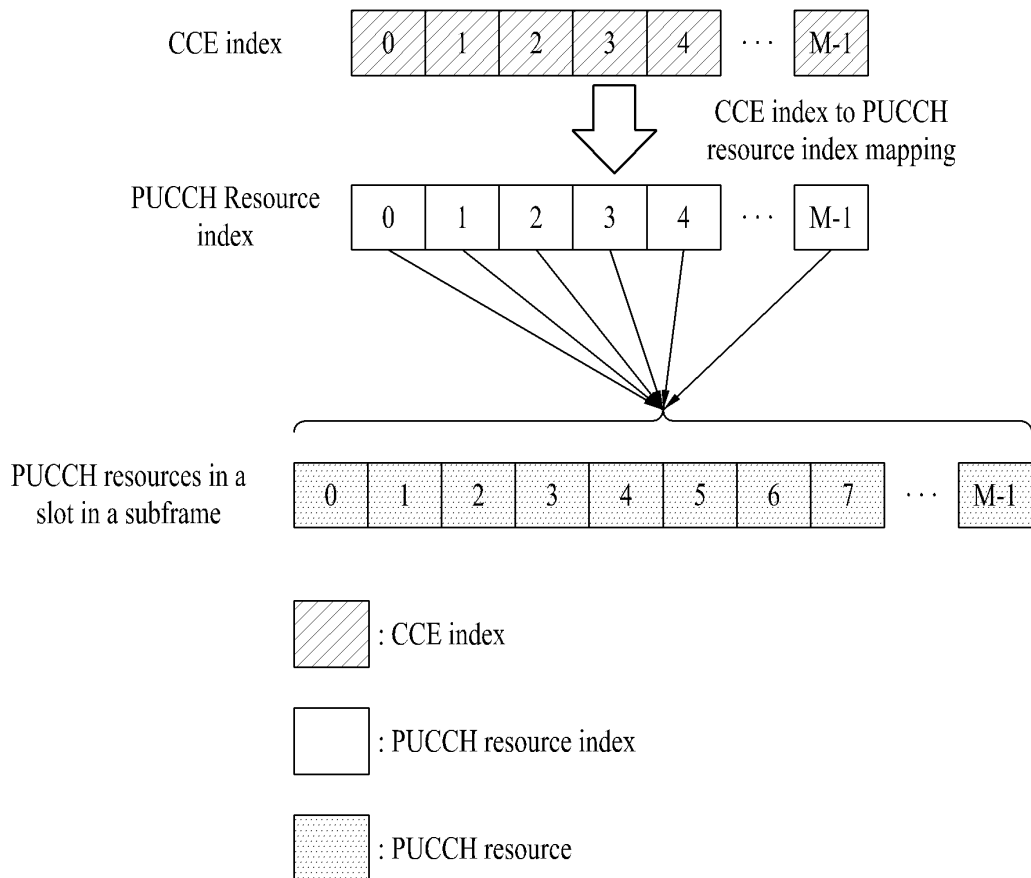
도면11



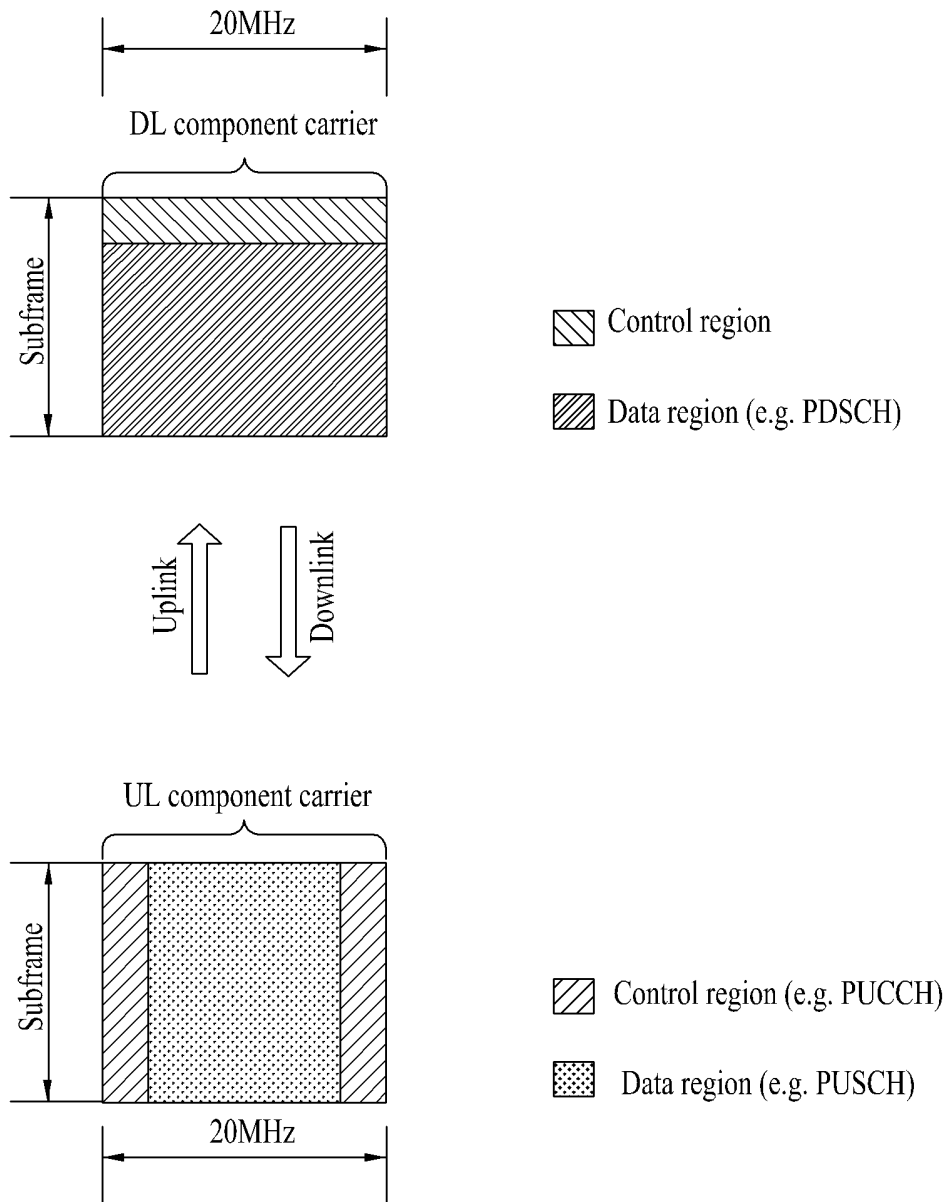
도면12



도면13

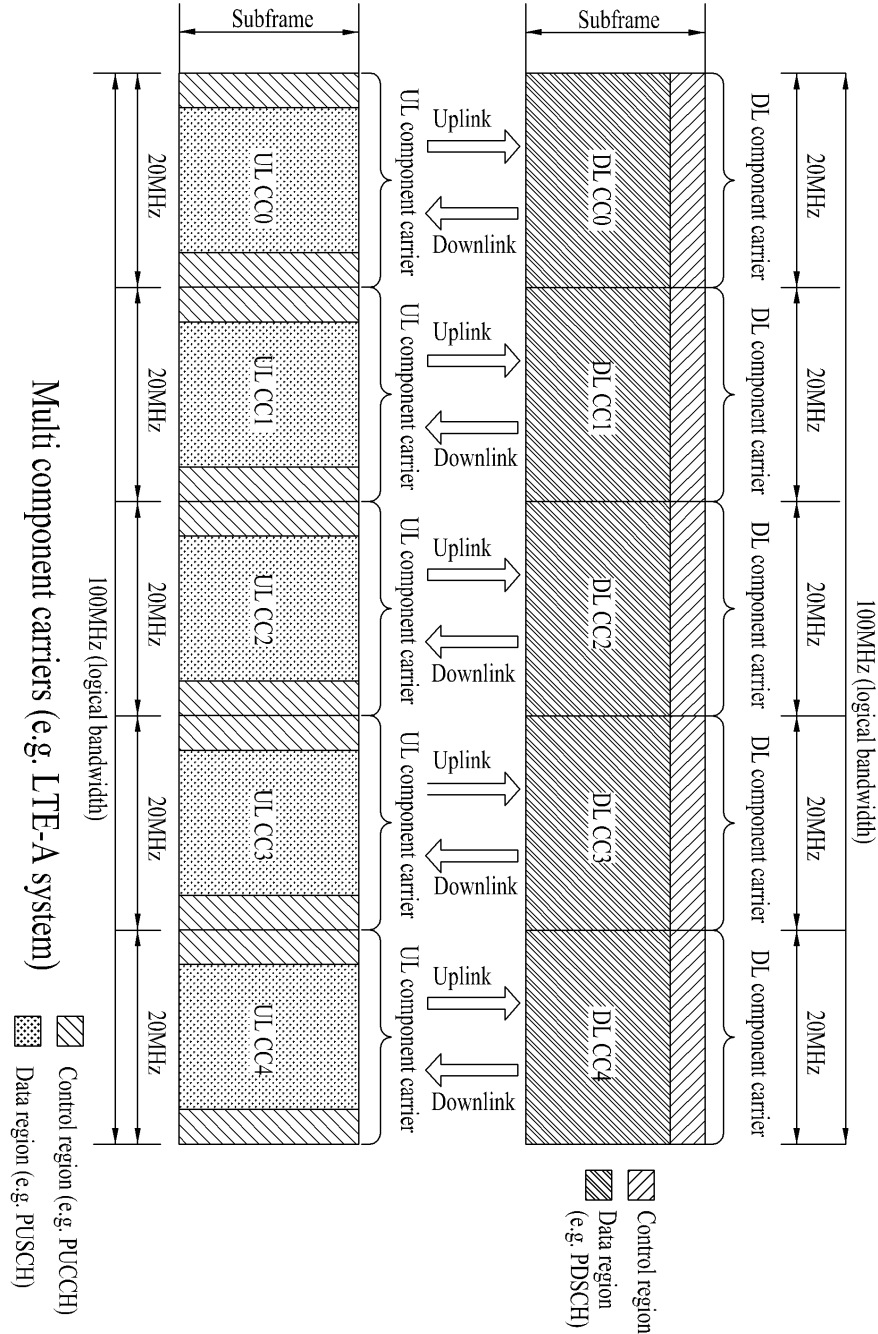


도면14

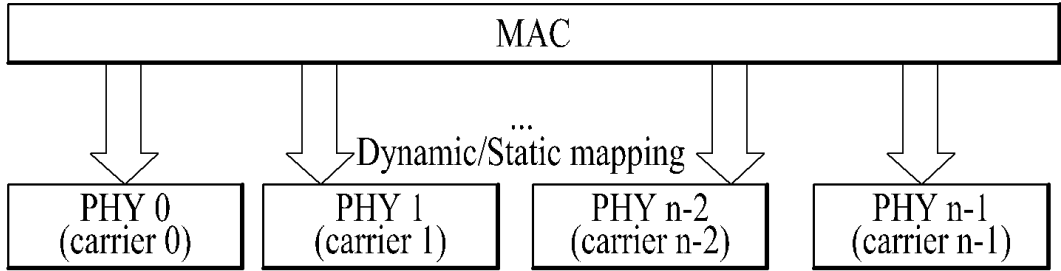


Single component carrier (e.g. LTE system)

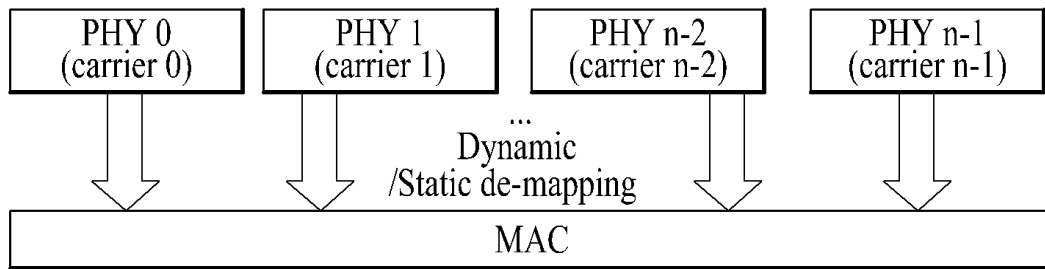
도면15



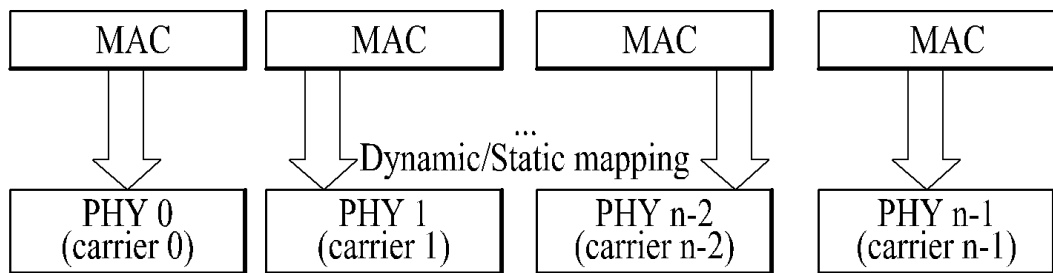
도면16



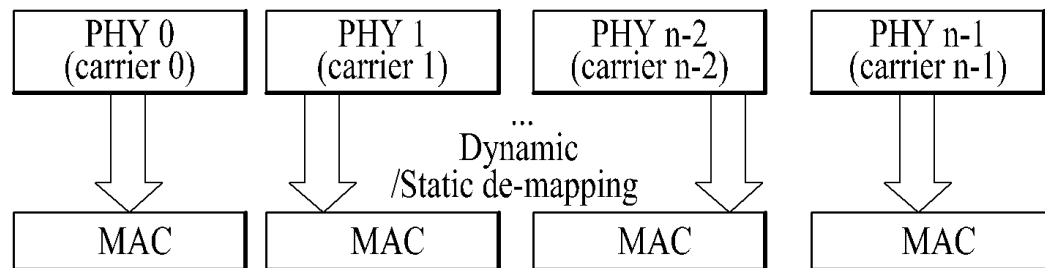
도면17



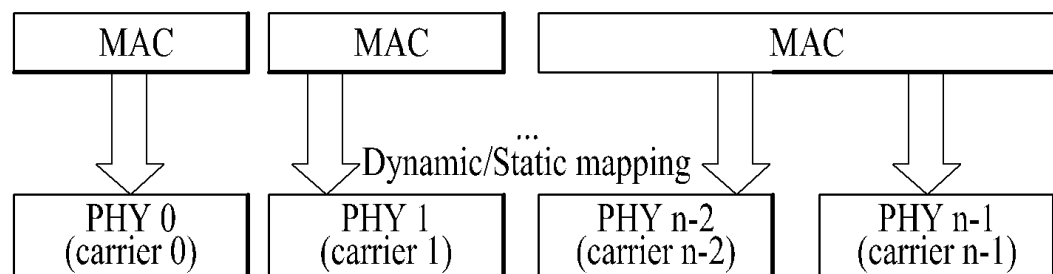
도면18



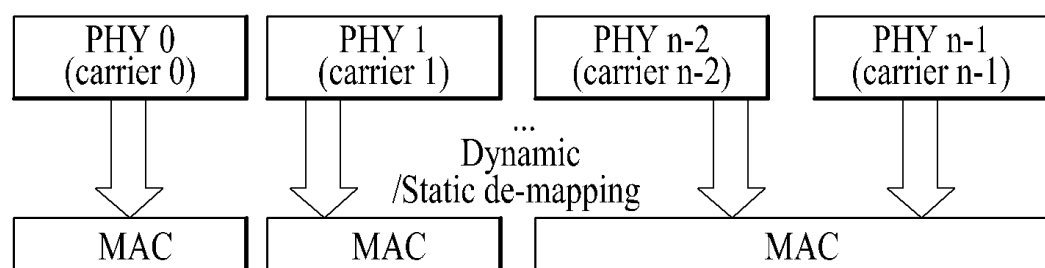
도면19



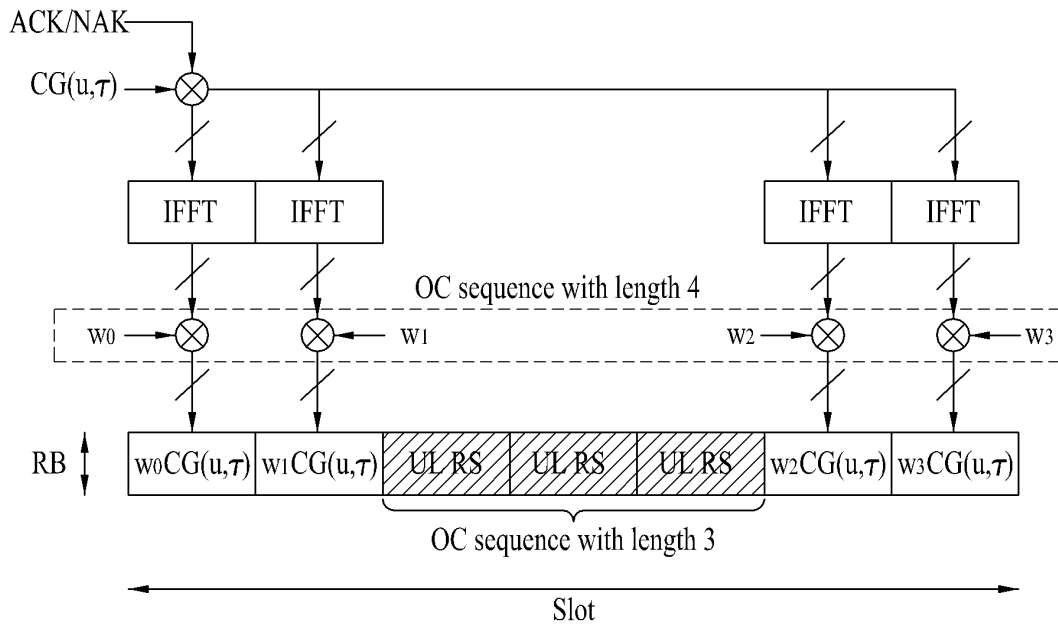
도면20



도면21

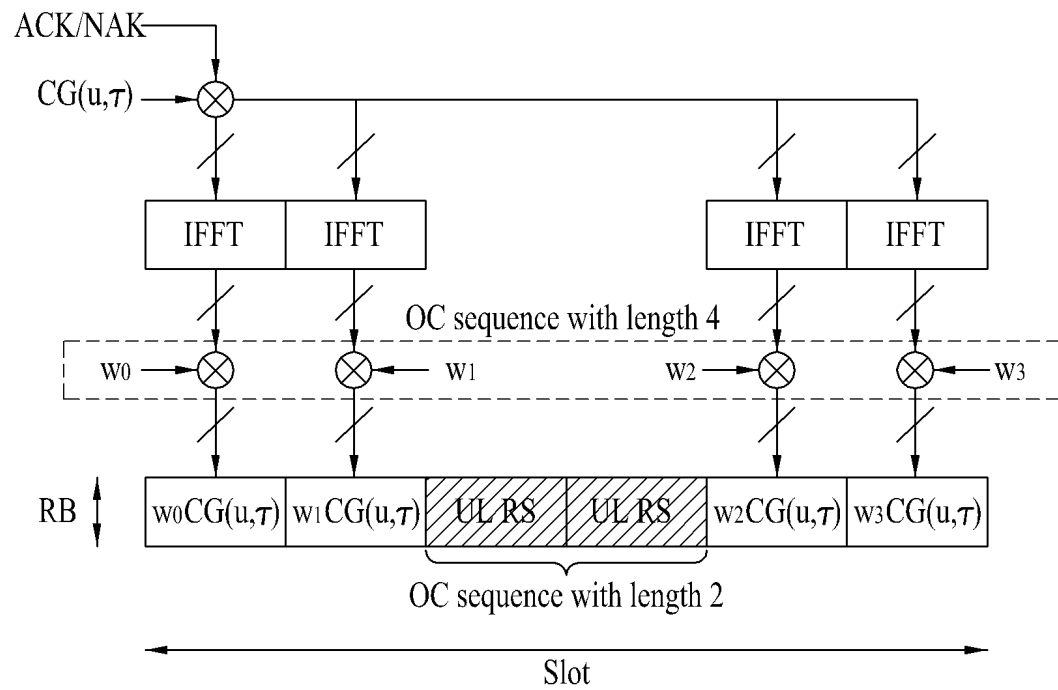


도면22



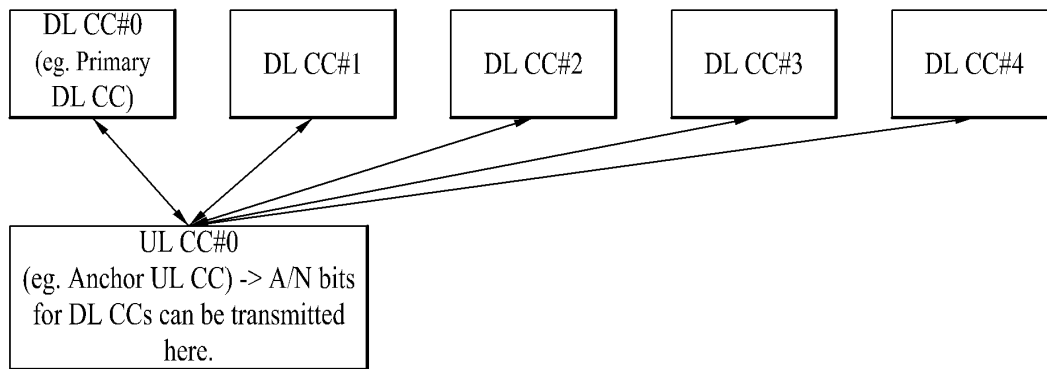
PUCCH format 1a and 1b structure (normal CP case)

도면23

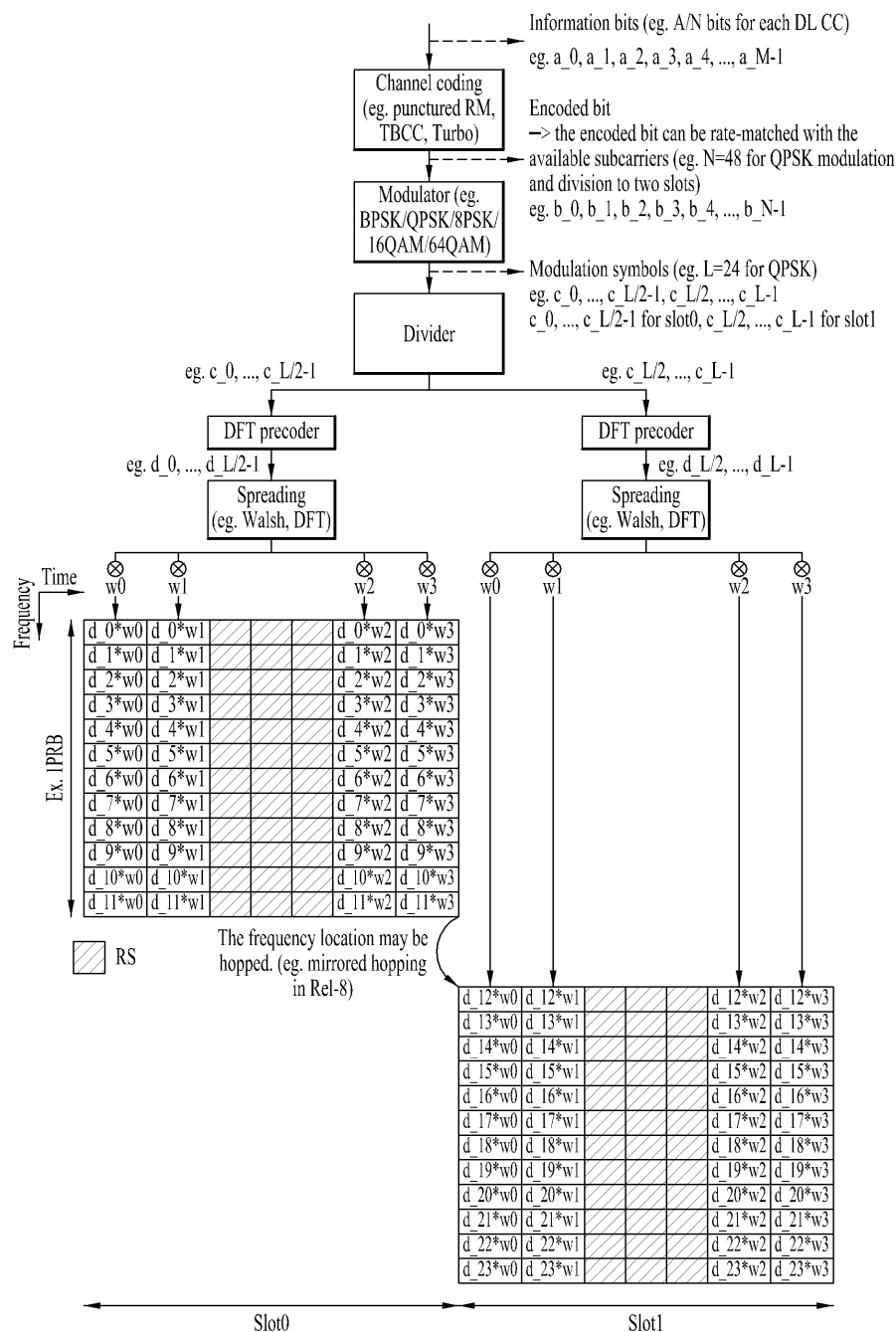


PUCCH format 1a and 1b structure (extended CP case)

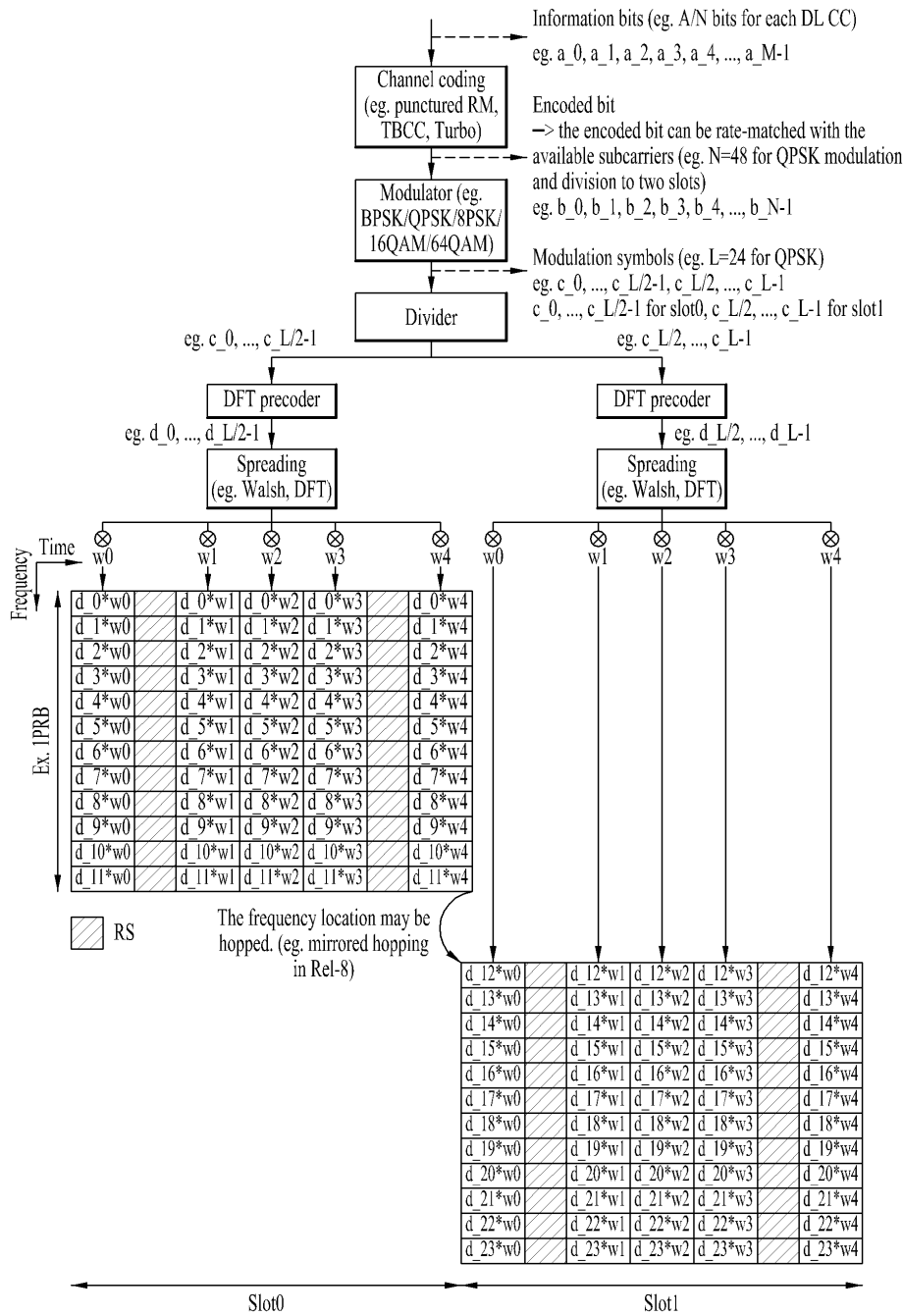
도면24



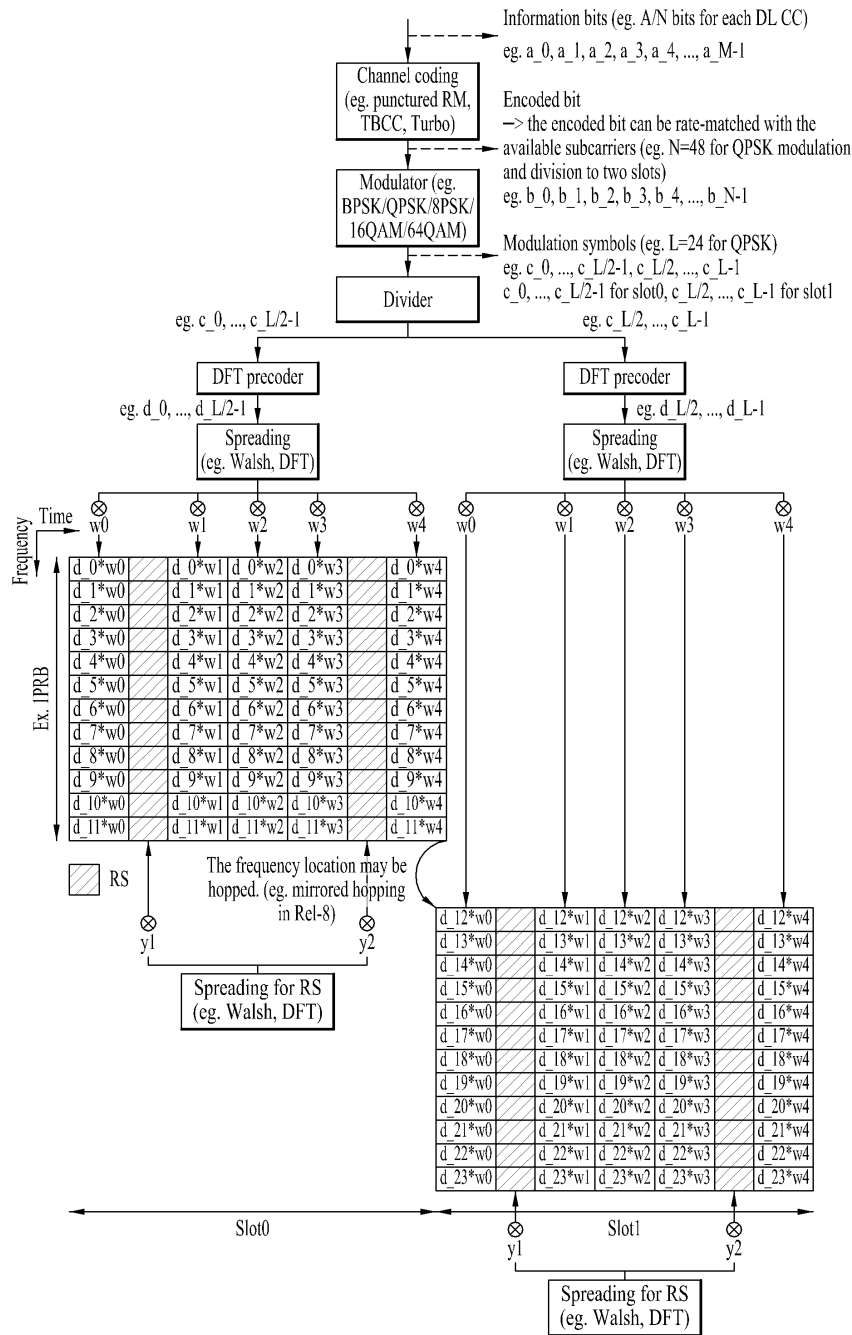
도면25



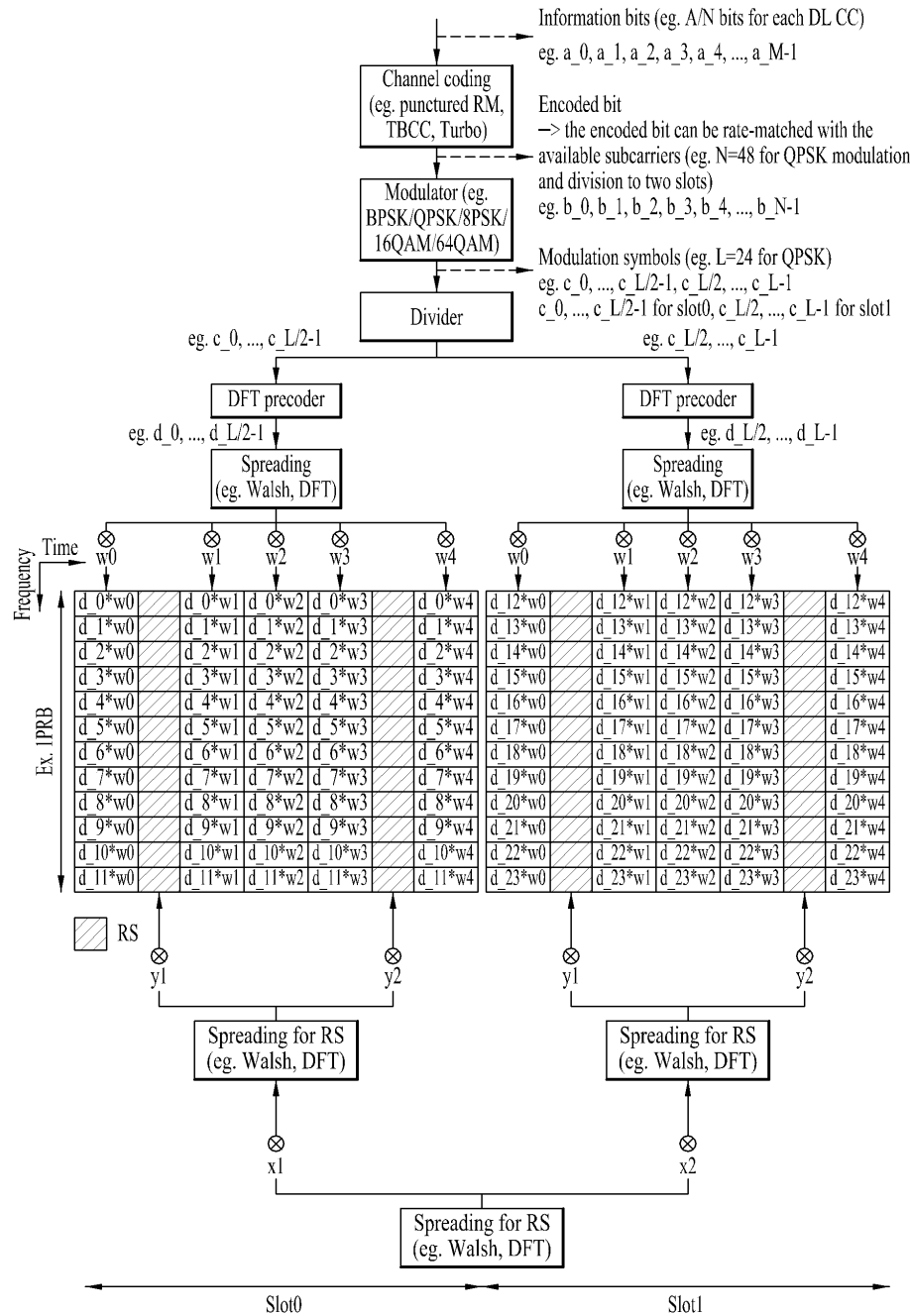
도면26



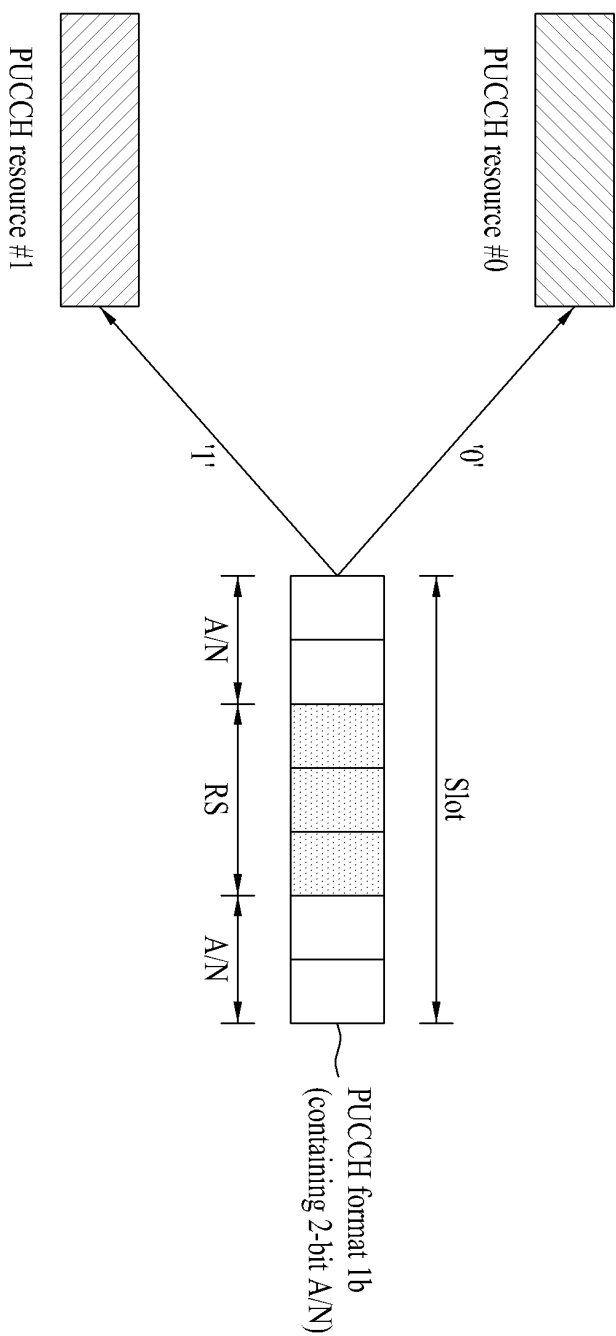
도면27



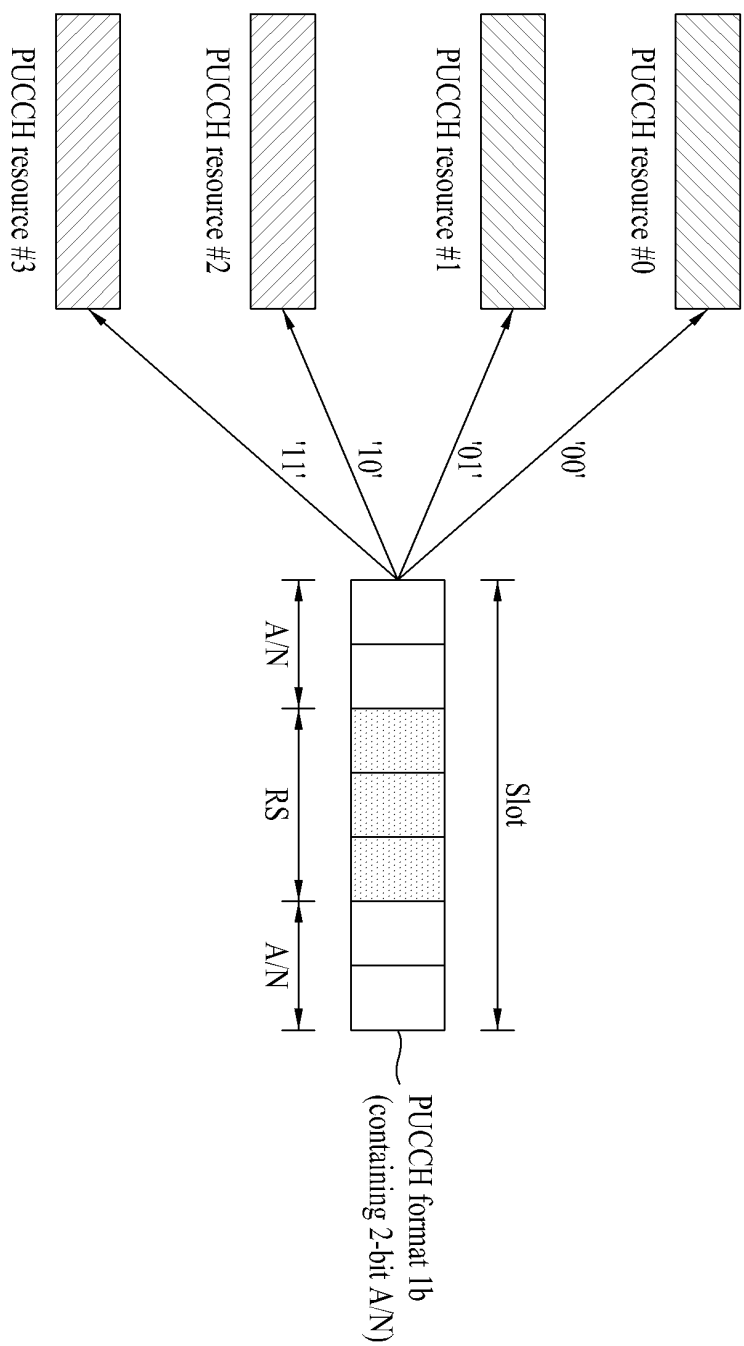
도면28



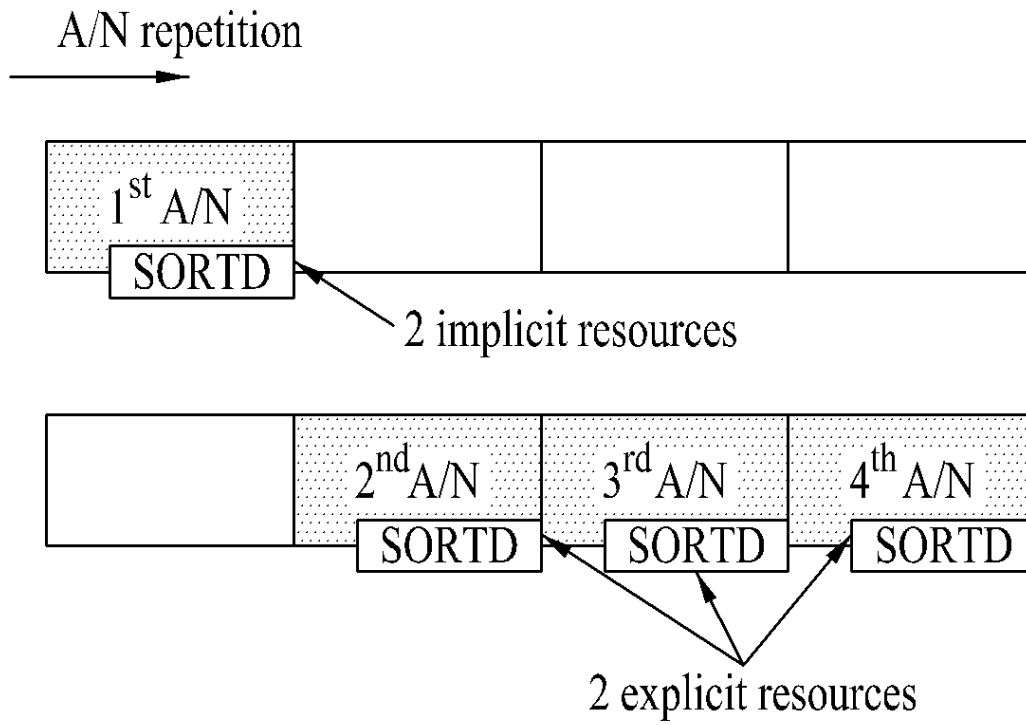
도면30



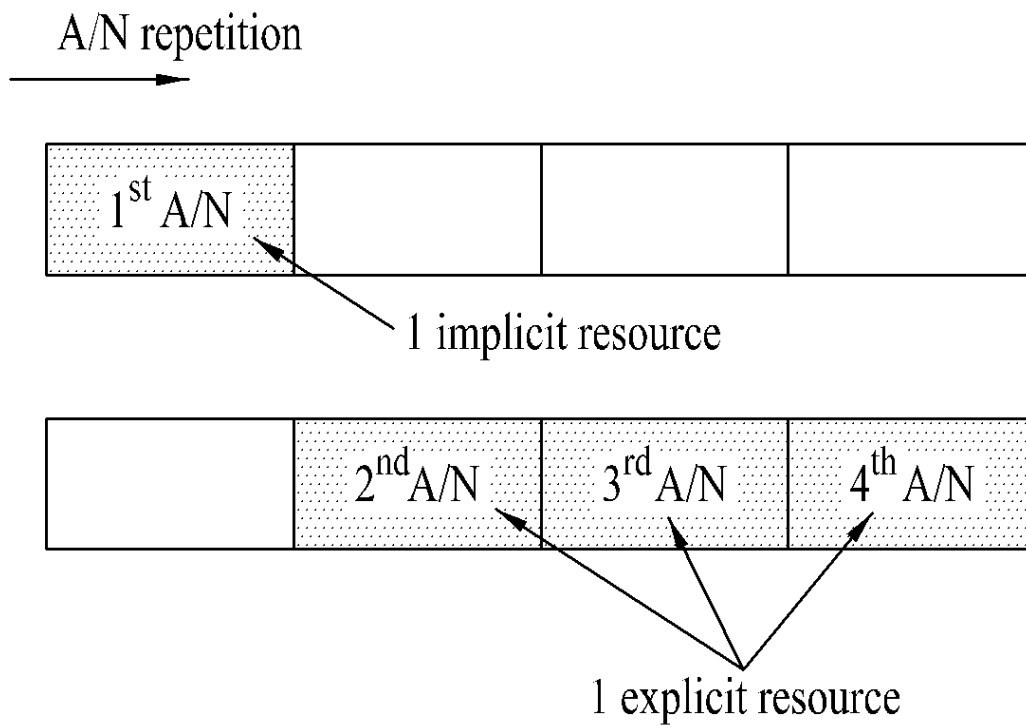
도면31



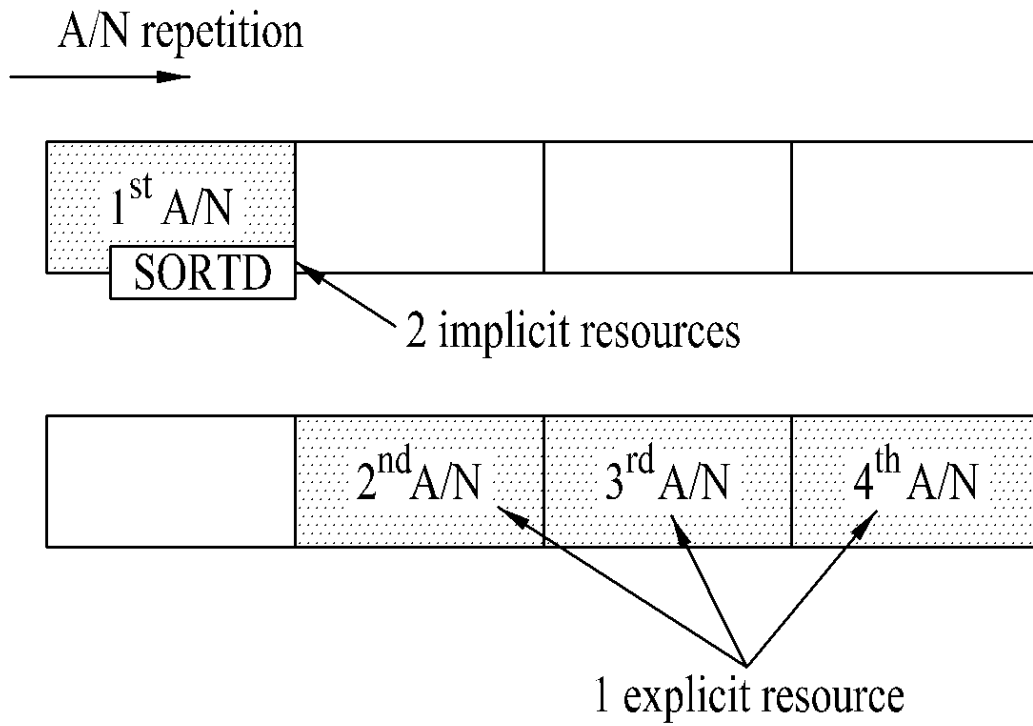
도면32



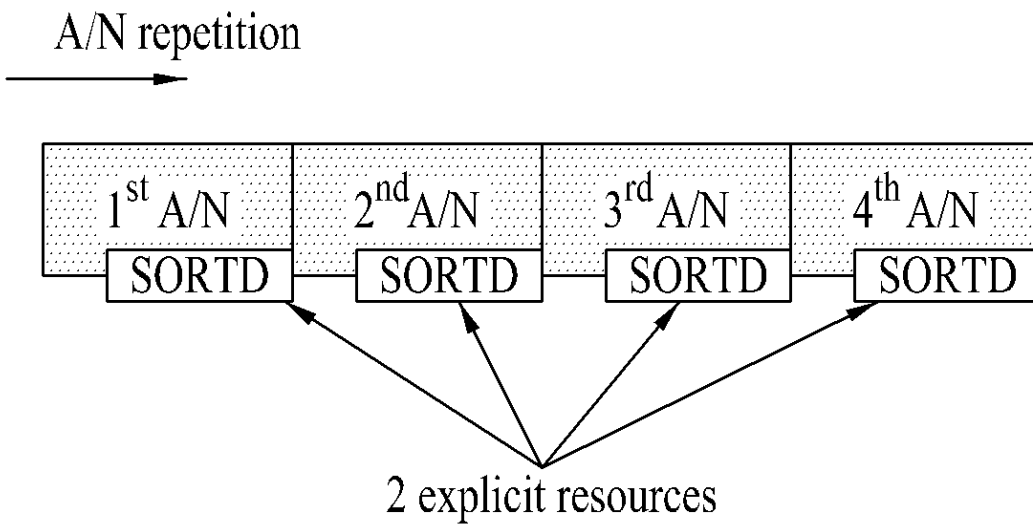
도면33



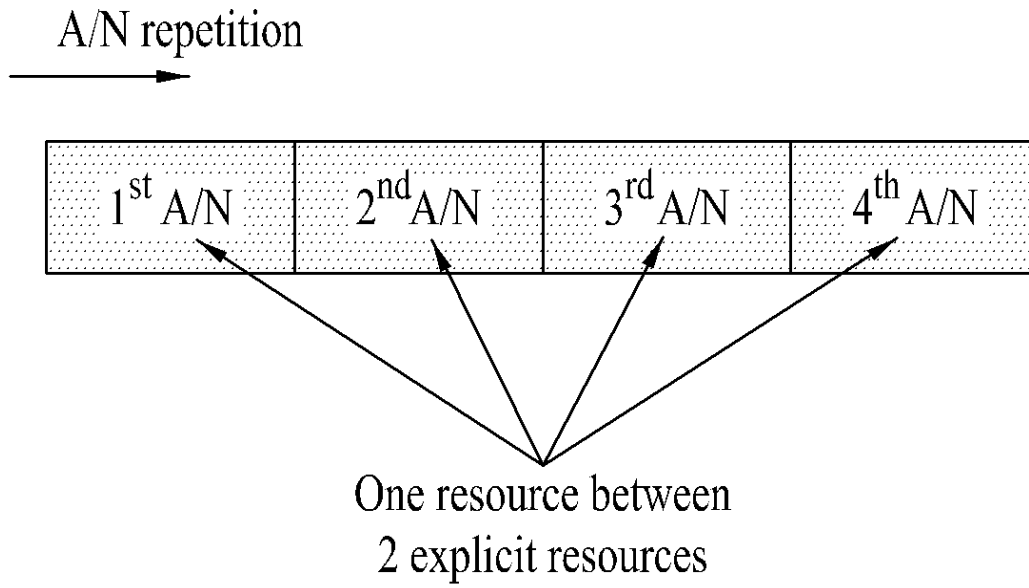
도면34



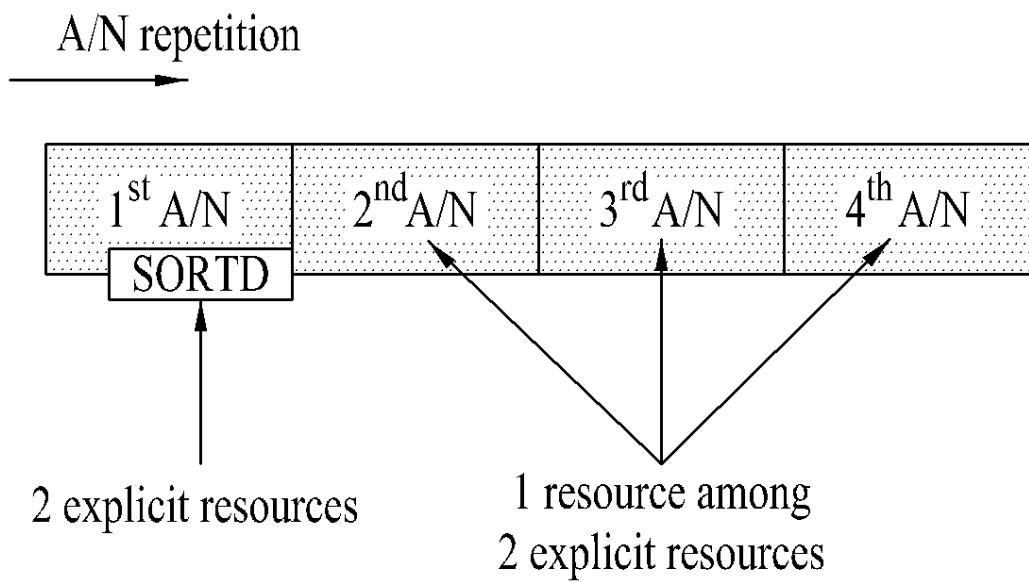
도면35



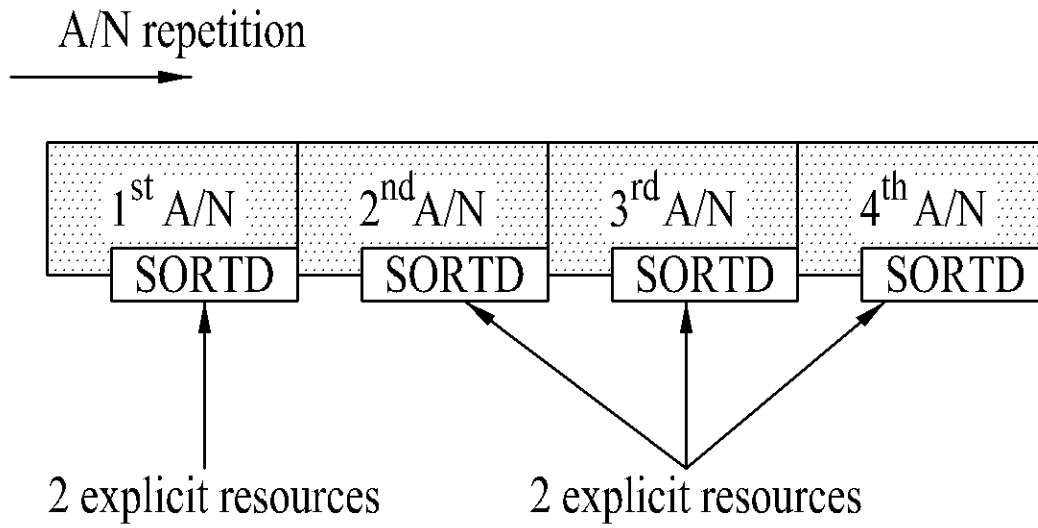
도면36



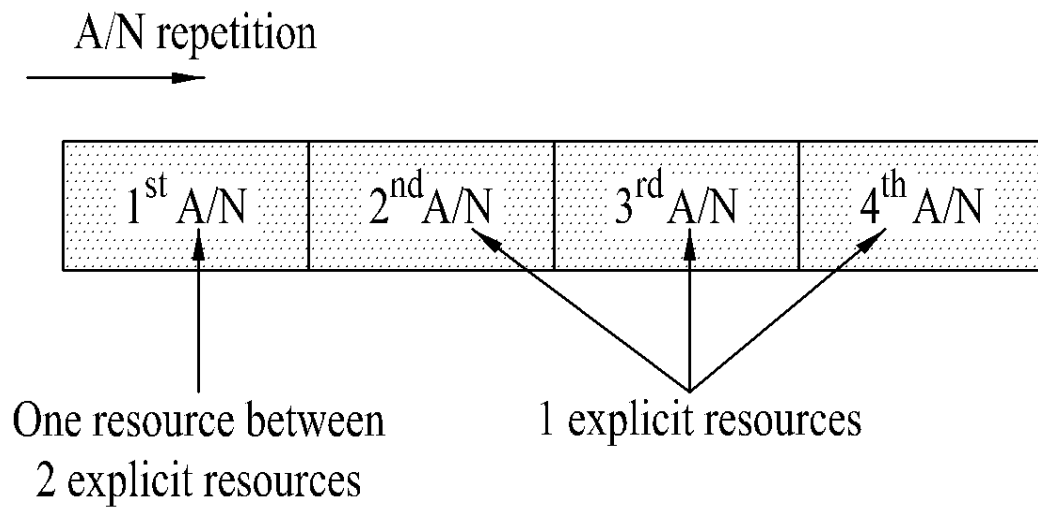
도면37



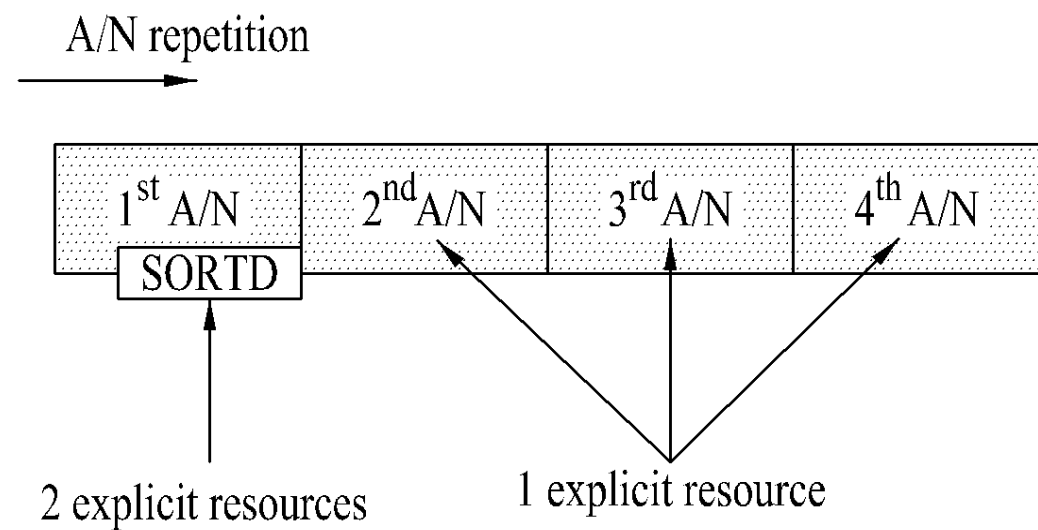
도면38



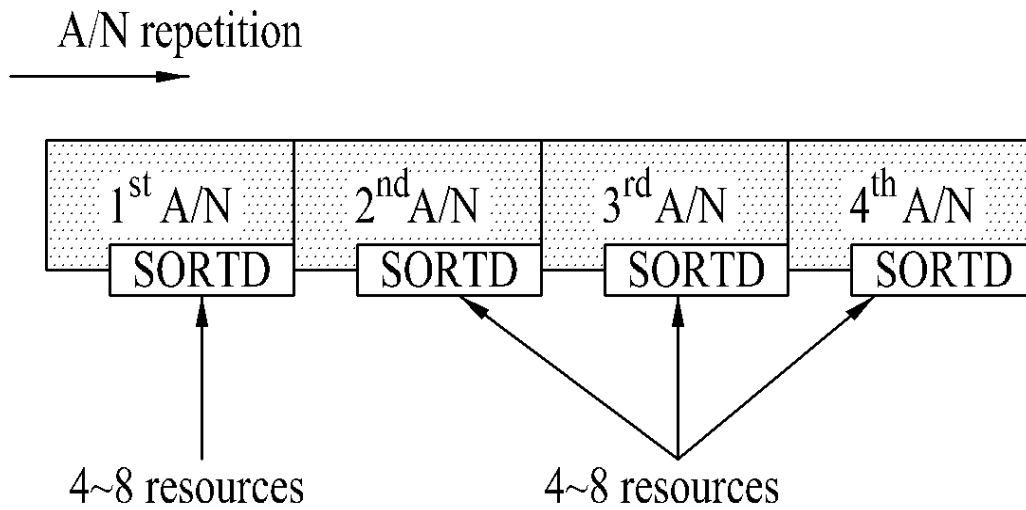
도면39



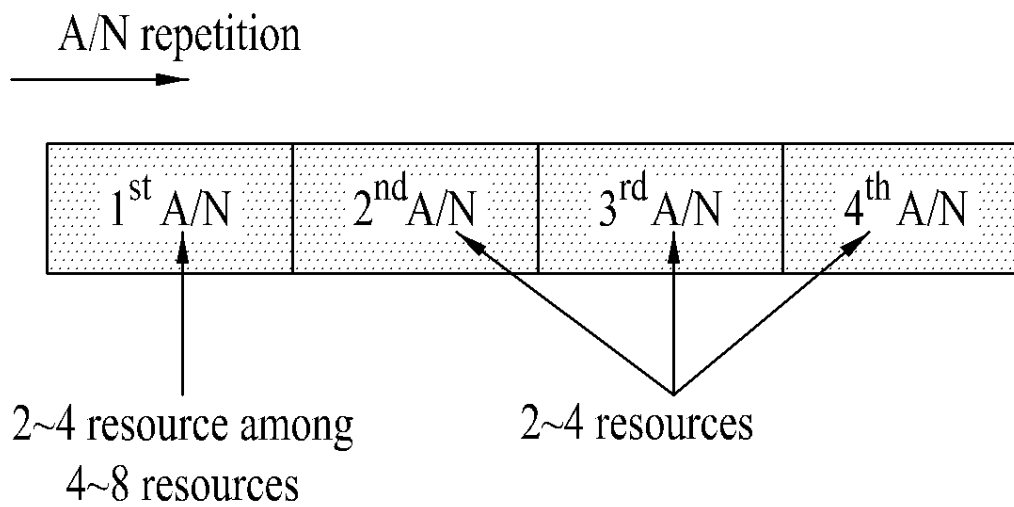
도면40



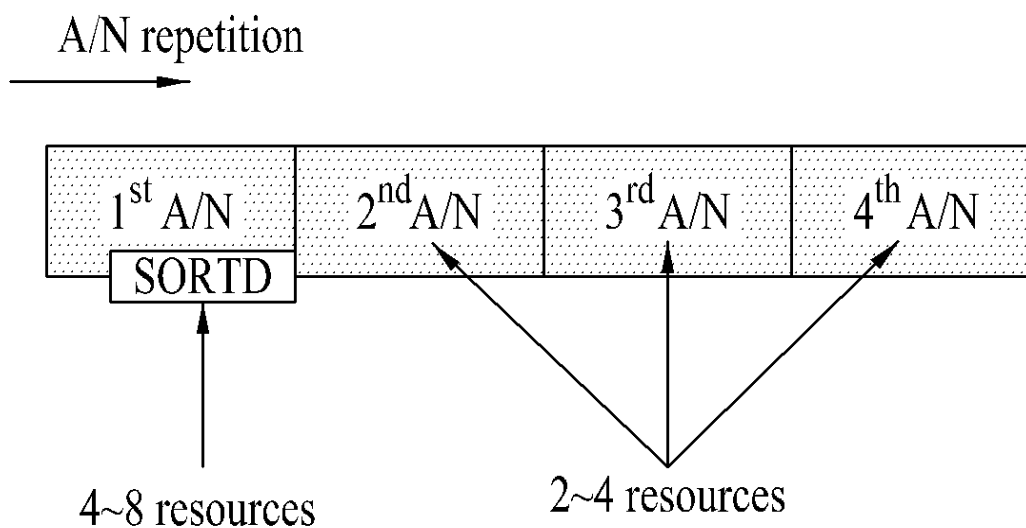
도면41



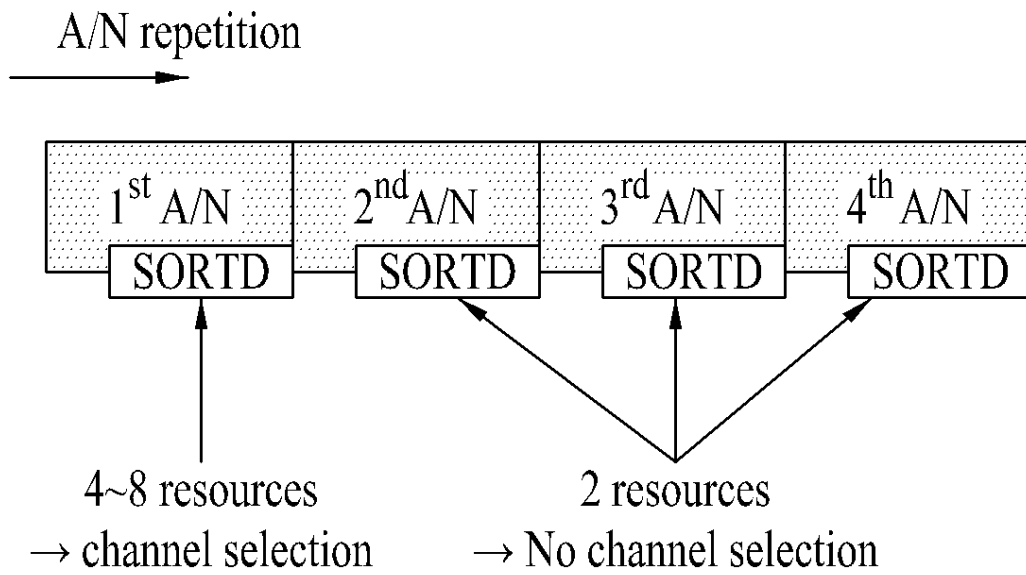
도면42



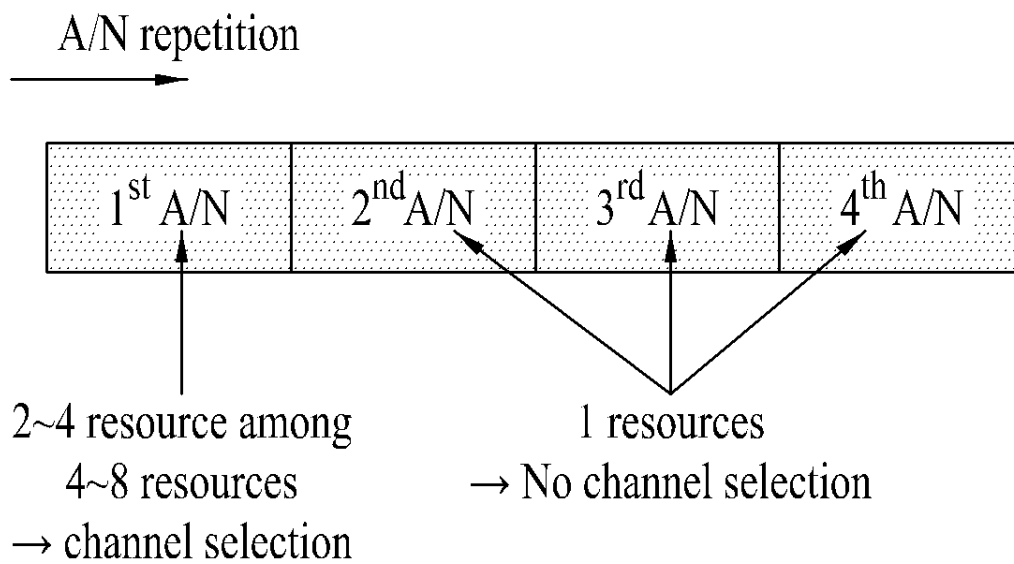
도면43



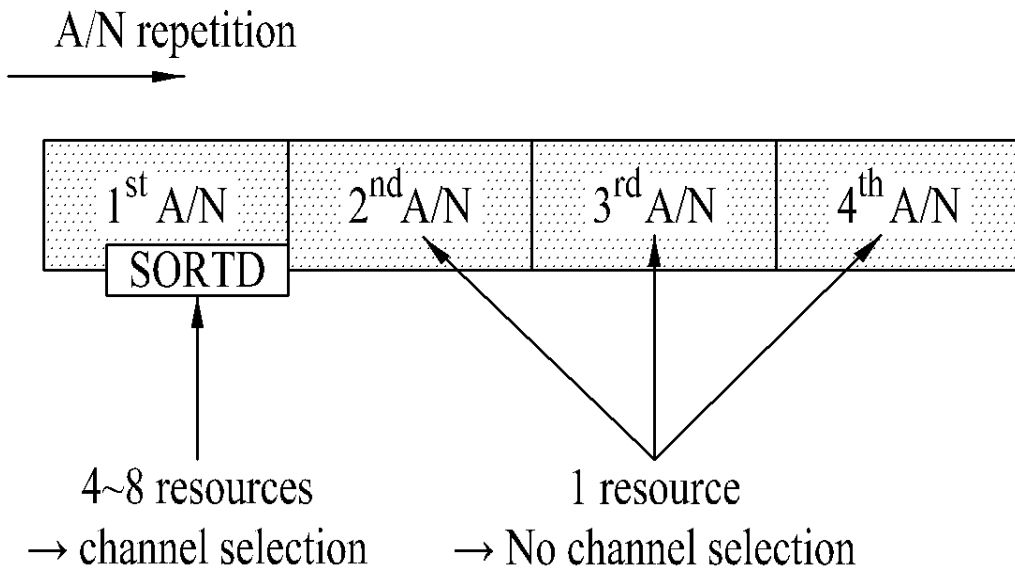
도면44



도면45



도면46



도면47

