

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013년 11월 28일 (28.11.2013)



(10) 국제공개번호
WO 2013/176511 A1

- (51) 국제특허분류:
H04L 1/18 (2006.01) *H04J 11/00* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/004559
- (22) 국제출원일: 2013년 5월 24일 (24.05.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
61/651,029 2012년 5월 24일 (24.05.2012) US
61/678,631 2012년 8월 2일 (02.08.2012) US
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 150-721 서울 영등포구 여의도동 20, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김학성 (KIM, Hak Seong); 431-749 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 엘지연구개발연구소, Gyeonggi-do (KR). 서한별 (SEO, Han Byul); 431-749 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 엘지연구개발연구소, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 에스앤아이피 특허법인 (S&IP PATENT & LAW FIRM); 135-080 서울시 강남구 테헤란로 14길 5 (역삼동 삼호역삼빌딩 2층), Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO,

AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

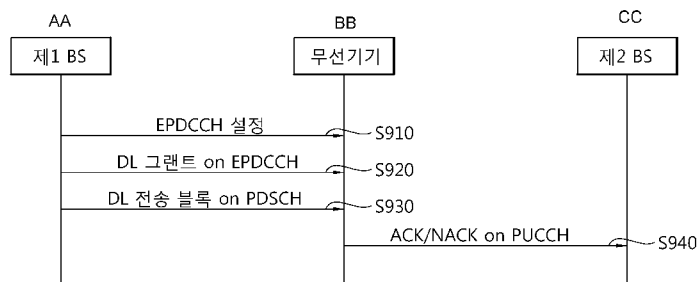
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

(54) Title: METHOD FOR TRANSMITTING HARQ ACK/NACK AND WIRELESS DEVICE USING SAME

(54) 발명의 명칭 : HARQ ACK/NACK 전송 방법 및 이를 이용한 무선기기



S910 ... Set EPDCCH
S920 ... DL grant on EPDCCH
S930 ... DL transmission block on PDSCH
S940 ... ACK/NACK on PUCCH
AA ... First BS
BB ... Wireless device
CC ... Second BS

(57) Abstract: Provided are a method for transmitting hybrid automatic repeat request (HARQ) positive-acknowledgement (ACK)/negative-acknowledgement (NACK) in a wireless communication system and a wireless device using the same. The wireless device receives downlink control information from a first base station on a downlink control channel and receives a downlink transmission block on a downlink shared channel according to the downlink control information received from the first base station. The wireless device transmits ACK/NACK to a second base station in response to the downlink transmission block on an uplink control channel. The downlink control information includes an indicator used to determine a wireless resource for the uplink control channel.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2013/176511 A1



무선 통신 시스템에서 HARQ(hybrid automatic repeat request) ACK(positive-acknowledgement)/NACK(negative-acknowledgement)을 전송하는 방법 및 이를 이용한 무선기기가 제공된다. 무선기기가 제 1 기지국으로부터 하향링크 제어 정보를 하향링크 제어 채널 상에서 수신하고, 상기 무선기기가 상기 제 1 기지국으로부터 상기 하향링크 제어 정보에 따라 하향링크 전송 블록을 하향링크 공유 채널 상에서 수신한다. 상기 무선기기가 제 2 기지국으로 상기 하향링크 전송 블록에 대한 ACK/NACK을 상향링크 제어채널 상으로 전송한다. 상기 하향링크 제어 정보는 상기 상향링크 제어채널을 위한 무선 자원을 결정하는데 사용되는 지시자를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: HARQ ACK/NACK 전송 방법 및 이를 이용한 무선기기

기술분야

- [1] 본 발명은 무선 통신에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 무선 통신 시스템에서 HARQ(hybrid automatic repeat request)를 위한 ACK(positive-acknowledgement)/NACK(negative-acknowledgement)을 전송하는 방법 및 이를 이용한 무선기기에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 3GPP(3rd Generation Partnership Project) TS(Technical Specification) 릴리즈(Release) 8을 기반으로 하는 LTE(long term evolution)는 유력한 차세대 이동통신 표준이다. 최근에는, 다중 반송파를 지원하는 3GPP TS 릴리즈 10을 기반으로 하는 LTA-A(LTE-advanced)의 표준화가 진행 중이다.
- [3] 3GPP TS 36.211 V10.2.0 (2011-06) "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 10)"에 개시된 바와 같이, 3GPP LTE/LTE-A에서 물리채널은 하향링크 채널인 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)와 PDCCH(Physical Downlink Control Channel), 상향링크 채널인 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)와 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)로 나눌 수 있다.
- [4] 최근에는, 제어채널의 보다 유연한 스케줄링을 위한 EPDCCH(enhanced PDCCH)가 도입되고 있다. EPDCCH는 PDSCH 영역에서의 검색 공간, 다중 안테나 전송 등 다양한 방식을 지원한다.
- [5] HARQ(hybrid automatic repeat request) 운영을 위해, 3GPP LTE/LTE-A에서는 PDCCH-PUCCH 자원 링크지가 설정된다. 단말은 PDCCH가 수신되면, 자원 링크지를 통해 해당 PDCCH에 대응되는 PUCCH를 통해 HARQ ACK/NACK을 보낸다. HARQ ACK/NACK이 어느 전송 블록에 관한 것인지를 묵시적으로(implicitly) 기지국과 단말간에 교환하기 위함이다.
- [6] EPDCCH는 CoMP(Coordinated Multi-Point)를 지원한다. CoMP 운용시, 단말이 EPDCCH를 제1 기지국으로부터 수신하지만, 대응하는 PUCCH를 제2 기지국으로 전송할 수 있다. 즉, 하향링크 기지국과 상향링크 기지국이 다른 경우이다. 기지국이 달라짐에 따라, 기존 PDCCH-PUCCH 자원 링크지를 수정할 필요가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명은 무선 통신 시스템에서 HARQ(hybrid automatic repeat request)를 위한 ACK(positive-acknowledgement)/NACK(negative-acknowledgement)을 전송하는

방법 및 이를 이용한 무선기기를 제공한다.

과제 해결 수단

- [8] 일 양태에서, 무선 통신 시스템에서 HARQ(hybrid automatic repeat request) ACK(positive-acknowledgement)/NACK(negative-acknowledgement)을 전송하는 방법이 제공된다. 상기 방법은 무선기기가 제1 기지국으로부터 하향링크 제어 정보를 하향링크 제어 채널 상에서 수신하는 단계, 상기 무선기기가 상기 제1 기지국으로부터 상기 하향링크 제어 정보에 따라 하향링크 전송 블록을 하향링크 공유 채널 상에서 수신하는 단계, 및 상기 무선기기가 제2 기지국으로 상기 하향링크 전송 블록에 대한 ACK/NACK을 상향링크 제어채널 상으로 전송하는 단계를 포함한다. 상기 제2 기지국에 대한 상기 상향링크 제어채널을 위한 셀 식별자에 관한 정보는 상기 제1 기지국으로부터 수신되고, 상기 하향링크 제어 정보는 상기 상향링크 제어채널을 위한 무선 자원을 결정하는데 사용되는 지시자를 포함한다.
- [9] 상기 방법은 상기 무선기기가 상기 제1 기지국으로부터 복수의 상향링크 채널 자원 후보에 관한 정보를 수신하는 단계를 더 포함하고, 상기 지시자는 상기 복수의 상향링크 채널 자원 후보 중 하나를 지시할 수 있다.
- [10] 상기 ACK/NACK을 상향링크 제어채널 상으로 전송하는 단계는 상기 ACK/NACK을 변조하여 변조 심벌을 생성하는 단계, 상기 변조 심벌을 순환 쉬프트 양만큼 순환 쉬프트된 시퀀스로 확산하는 단계, 및 상기 확산된 시퀀스를 전송하는 단계를 포함할 수 있다.
- [11] 상기 순환 쉬프트 양은 상기 셀 식별자를 기반으로 결정될 수 있다.
- [12] 다른 양태에서, 무선 통신 시스템에서 HARQ(hybrid automatic repeat request) ACK(positive-acknowledgement)/NACK(negative-acknowledgement)을 전송하는 무선기기는 무선 신호를 송신 및 수신하는 RF(radio frequency)부, 및 상기 RF부와 연결되는 프로세서를 포함한다. 상기 프로세서는 제1 기지국으로부터 하향링크 제어 정보를 하향링크 제어 채널 상에서 수신하고, 상기 제1 기지국으로부터 상기 하향링크 제어 정보에 따라 하향링크 전송 블록을 하향링크 공유 채널 상에서 수신하고, 및 제2 기지국으로 상기 하향링크 전송 블록에 대한 ACK/NACK을 상향링크 제어채널 상으로 전송한다. 상기 제2 기지국에 대한 상기 상향링크 제어채널을 위한 셀 식별자에 관한 정보는 상기 제1 기지국으로부터 수신되고, 상기 하향링크 제어 정보는 상기 상향링크 제어채널을 위한 무선 자원을 결정하는데 사용되는 지시자를 포함한다.

발명의 효과

- [13] EPDCCH의 자원에 링크되는 상향링크 제어 채널을 위한 무선 자원을 확보할 수 있다. 다양한 CoMP 환경에서 상향링크 제어 채널을 위한 무선 자원을 확보할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [14] 도 1은 3GPP LTE에서 하향링크 무선 프레임의 구조를 나타낸다.
- [15] 도 2는 3GPP LTE에서 UL 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [16] 도 3은 PDCCH의 구성을 나타낸 블록도이다.
- [17] 도 4는 PDCCH의 모니터링을 나타낸 예시도이다.
- [18] 도 5는 3GPP LTE의 DL 서브프레임에서 기준신호와 제어채널이 배치되는 예를 나타낸다.
- [19] 도 6은 EPDCCH를 갖는 서브프레임의 일 예이다.
- [20] 도 7은 PRB 쌍의 일 예를 나타낸다.
- [21] 도 8은 3GPP LTE에서 DL HARQ 동작을 나타낸다.
- [22] 도 9는 3GPP LTE에서 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 1b에서의 ACK/NACK 신호의 전송을 나타낸다.
- [23] 도 10은 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 3의 구조를 나타낸 예시도이다.
- [24] 도 11은 CoMP 시나리오의 일 예이다.
- [25] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 PUCCH 자원 할당을 나타낸다.
- [26] 도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 PUCCH 자원 할당을 나타낸다.
- [27] 도 14는 CoMP 시나리오의 다른 예이다.
- [28] 도 15는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 PUCCH 자원 할당을 나타낸다.
- [29] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 ACK/NACK 전송 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [30] 도 17은 본 발명의 실시예가 구현되는 무선통신 시스템을 나타낸 블록도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [31] 무선기기(wireless device)는 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, UE(User Equipment), MS(mobile station), MT(mobile terminal), UT(user terminal), SS(subscriber station), PDA(personal digital assistant), 무선 모뎀(wireless modem), 휴대기기(handheld device) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 또는, 무선기기는 MTC(Machine-Type Communication) 기기와 같이 데이터 통신만을 지원하는 기기일 수 있다.
- [32] 기지국(base station)은 일반적으로 무선기기와 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.
- [33] 이하에서는 3GPP(3rd Generation Partnership Project) TS(Technical Specification) 릴리즈(Release) 8을 기반으로 하는 3GPP LTE(long term evolution) 또는 3GPP TS 릴리즈 10을 기반으로 하는 3GPP LTE-A를 기반으로 본 발명이 적용되는 것을 기술한다. 이는 예시에 불과하고 본 발명은 다양한 무선 통신 네트워크에 적용될 수 있다. 이하에서, LTE라 함은 LTE 및/또는 LTE-A를 포함한다.
- [34] 무선기기는 복수의 서빙셀에 의해 서빙될 수 있다. 각 서빙셀은 DL(downlink) CC(component carrier) 또는 DL CC와 UL(uplink) CC의 쌍으로 정의될 수 있다.

- [35] 서빙 셀은 1차 셀(primary cell)과 2차 셀(secondary cell)로 구분될 수 있다. 1차 셀은 1차 주파수에서 동작하고, 초기 연결 확립 과정을 수행하거나, 연결 재확립 과정을 개시하거나, 핸드오버 과정에서 1차 셀로 지정된 셀이다. 1차 셀은 기준 셀(reference cell)이라고도 한다. 2차 셀은 2차 주파수에서 동작하고, RRC(Radio Resource Control) 연결이 확립된 후에 설정될 수 있으며, 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용될 수 있다. 항상 적어도 하나의 1차 셀이 설정되고, 2차 셀은 상위 계층 시그널링(예, RRC(radio resource control) 메시지)에 의해 추가/수정/해제될 수 있다.
- [36] 1차 셀의 CI(cell index)는 고정될 수 있다. 예를 들어, 가장 낮은 CI가 1차 셀의 CI로 지정될 수 있다. 이하에서는 1차 셀의 CI는 0이고, 2차 셀의 CI는 1부터 순차적으로 할당된다고 한다.
- [37] 도 1은 3GPP LTE에서 하향링크 무선 프레임의 구조를 나타낸다. 이는 3GPP TS 36.211 V10.2.0 (2011-06) "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 10)"의 6절을 참조할 수 있다.
- [38] 무선 프레임(radio frame)은 0~9의 인덱스가 매겨진 10개의 서브프레임을 포함한다. 하나의 서브프레임(subframe)은 2개의 연속적인 슬롯을 포함한다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라 하고, 예를 들어 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다.
- [39] 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심벌을 포함할 수 있다. OFDM 심벌은 3GPP LTE가 하향링크(downlink, DL)에서 OFDMA(orthogonal frequency division multiple access)를 사용하므로, 시간 영역에서 하나의 심벌 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것에 불과할 뿐, 다중 접속 방식이나 명칭에 제한을 두는 것은 아니다. 예를 들어, OFDM 심벌은 SC-FDMA(single carrier-frequency division multiple access) 심벌, 심벌 구간 등 다른 명칭으로 불릴 수 있다.
- [40] 하나의 슬롯은 7 OFDM 심벌을 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, CP(Cyclic Prefix)의 길이에 따라 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심벌의 수는 바뀔 수 있다. 3GPP TS 36.211 V10.2.0에 의하면, 정규 CP에서 1 슬롯은 7 OFDM 심벌을 포함하고, 확장(extended) CP에서 1 슬롯은 6 OFDM 심벌을 포함한다.
- [41] 자원블록(resource block, RB)은 자원 할당 단위로, 하나의 슬롯에서 복수의 부반송파를 포함한다. 예를 들어, 하나의 슬롯이 시간 영역에서 7개의 OFDM 심벌을 포함하고, 자원블록은 주파수 영역에서 12개의 부반송파를 포함한다면, 하나의 자원블록은 7×12개의 자원요소(resource element, RE)를 포함할 수 있다.
- [42] DL(downlink) 서브프레임은 시간 영역에서 제어영역(control region)과 데이터영역(data region)으로 나누어진다. 제어영역은 서브프레임내의 첫번째 슬롯의 앞선 최대 3개의 OFDM 심벌을 포함하나, 제어영역에 포함되는 OFDM 심벌의 개수는 바뀔 수 있다. 제어영역에는 PDCCH(Physical Downlink Control

- Channel) 및 다른 제어채널이 할당되고, 데이터영역에는 PDSCH가 할당된다.
- [43] 3GPP TS 36.211 V10.2.0에 개시된 바와 같이, 3GPP LTE/LTE-A에서 물리 제어채널은 PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel)가 있다.
- [44] 서브프레임의 첫번째 OFDM 심벌에서 전송되는 PCFICH는 서브프레임내에서 제어채널들의 전송에 사용되는 OFDM 심벌의 수(즉, 제어영역의 크기)에 관한 CFI(control format indicator)를 나른다. 무선기기는 먼저 PCFICH 상으로 CFI를 수신한 후, PDCCH를 모니터링한다.
- [45] PDCCH와 달리, PCFICH는 블라인드 디코딩을 사용하지 않고, 서브프레임의 고정된 PCFICH 자원을 통해 전송된다.
- [46] PHICH는 UL(uplink) HARQ(hybrid automatic repeat request)를 위한 ACK(positive-acknowledgement)/NACK(negative-acknowledgement) 신호를 나른다. 무선기기에 의해 전송되는 PUSCH 상의 UL 전송블록에 대한 ACK/NACK 신호는 PHICH 상으로 전송된다.
- [47] PBCH(Physical Broadcast Channel)은 무선 프레임의 첫번째 서브프레임의 두번째 슬롯의 앞선 4개의 OFDM 심벌에서 전송된다. PBCH는 무선기기가 기지국과 통신하는데 필수적인 시스템 정보를 나르며, PBCH를 통해 전송되는 시스템 정보를 MIB(master information block)라 한다. 이와 비교하여, PDCCH에 의해 지시되는 PDSCH 상으로 전송되는 시스템 정보를 SIB(system information block)라 한다.
- [48] 도 2는 3GPP LTE에서 UL 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [49] UL 서브 프레임은 주파수 영역에서 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)가 할당되는 제어영역(region)과 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)가 할당되는 데이터영역으로 나눌 수 있다.
- [50] PUCCH는 서브프레임에서 RB 쌍(pair)으로 할당된다. RB 쌍에 속하는 RB들은 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각에서 서로 다른 부반송파를 차지한다. m 은 서브프레임 내에서 PUCCH에 할당된 RB 쌍의 논리적인 주파수 영역 위치를 나타내는 위치 인덱스이다.
- [51] 동일한 m 값을 갖는 RB이 2개의 슬롯에서 서로 다른 부반송파를 차지하고 있음을 보이고 있다.
- [52] PUSCH는 PDCCH 상의 UL 그랜트에 의해 할당된다. 도면에는 나타나지 않았지만, 노멀 CP의 각 슬롯의 4번째 OFDM 심벌은 PUSCH를 위한 DM RS(Demodulation Reference Signal)의 전송에 사용된다.
- [53] UCI(uplink control information)는 HARQ ACK/NACK, CSI(Channel State Information) 및 SR(Scheduling Request) 중 적어도 어느 하나를 포함한다. 이하에서, CSI는 DL 채널의 상태를 나타내는 지표로, CQI(Channel Quality Indicator) 및 PMI(Precoding Matrix Indicator) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[54] 다양한 UCI를 PUCCH 상으로 전송하기 위해 UCI와 PUCCH 간의 조합을 다음 표와 같이 PUCCH 포맷으로 정의한다.

[55] 표 1

[Table 1]

PUCCH 포맷	전송되는 UCI
PUCCH 포맷 1	긍정적(positive) SR
PUCCH 포맷 1a/1b	1 비트 또는 2 비트 HARQ ACK/NACK
PUCCH 포맷 2	CSI 보고
PUCCH 포맷 2a/2b	CSI 보고 및 1 비트 또는 2 비트 HARQ ACK/NACK
PUCCH 포맷 3	HARQ ACK/NACK, SR, CSI

[56] PUCCH 포맷 1a/1b는 BPSK(Binary Phase Shift Keying) 변조 또는 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 변조를 이용하여 1 비트 또는 2 비트 HARQ ACK/NACK를 나르는데 사용된다.

[57] PUCCH 포맷 3는 48 비트의 인코딩된 UCI를 나르는데 사용된다. PUCCH 포맷 3는 복수의 서빙 셀에 대한 HARQ ACK/NACK 및 하나의 서빙 셀에 대한 CSI 보고를 나를 수 있다.

[58] 이제 PDCCH 및 기준신호의 전송에 대해 기술한다.

[59] PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(downlink control information, DCI)라고 한다. DCI는 PDSCH의 자원 할당(이를 DL 그랜트(downlink grant)라고도 한다), PUSCH의 자원 할당(이를 UL 그랜트(uplink grant)라고도 한다), 임의의 UE 그룹내 개별 UE들에 대한 전송 파워 제어 명령의 집합 및/또는 VoIP(Voice over Internet Protocol)의 활성화를 포함할 수 있다.

[60] 3GPP LTEA에서 DL 전송블록의 전송은 PDCCH와 PDSCH의 쌍으로 수행된다. UL 전송블록의 전송은 PDCCH와 PUSCH의 쌍으로 수행된다. 예를 들어, 무선기기는 PDCCH에 의해 지시되는 PDSCH 상으로 DL 전송블록을 수신한다. 무선기기는 DL 서브프레임에서 PDCCH를 모니터링하여, DL 자원 할당이 PDCCH 상으로 수신한다. 무선기기는 상기 DL 자원 할당이 가리키는 PDSCH 상으로 DL 전송 블록을 수신한다.

[61] 도 3은 PDCCH의 구성을 나타낸 블록도이다.

[62] 3GPP LTE/LTE-A에서는 PDCCH의 검출을 위해 블라인드 디코딩을 사용한다. 블라인드 디코딩은 수신되는 PDCCH(이를 후보(candidate) PDCCH라 함)의 CRC에 원하는 식별자를 디마스킹하고, CRC 오류를 체크하여 해당 PDCCH가 자신의 제어채널인지 아닌지를 확인하는 방식이다.

[63] 기지국은 무선기기에게 보내려는 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정한 후 DCI에 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 붙이고, PDCCH의 소유자(owner)나 용도에 따라 고유한 식별자(이를 RNTI(Radio Network Temporary Identifier)라고 한다)를

CRC에 마스킹한다(블록 210).

- [64] 특정 무선기기를 위한 PDCCH라면 무선기기의 고유 식별자, 예를 들어 C-RNTI(Cell-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는, 페이징 메시지를 위한 PDCCH라면 페이징 지시 식별자, 예를 들어 P-RNTI(Paging-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 시스템 정보를 위한 PDCCH라면 시스템 정보 식별자, SI-RNTI(system information-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 랜덤 액세스 프리앰블의 전송에 대한 응답인 랜덤 액세스 응답을 지시하기 위해 RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 복수의 무선기기에 대한 TPC(transmit power control) 명령을 지시하기 위해 TPC-RNTI가 CRC에 마스킹될 수 있다.
- [65] C-RNTI가 사용되면 PDCCH는 해당하는 특정 무선기기를 위한 제어정보(이를 단말 특정(UE-specific) 제어정보라 함)를 나르고, 다른 RNTI가 사용되면 PDCCH는 셀내 모든 또는 복수의 무선기기가 수신하는 공용(common) 제어정보를 나른다.
- [66] CRC가 부가된 DCI를 인코딩하여 부호화된 데이터(coded data)를 생성한다(블록 220). 인코딩은 채널 인코딩과 레이트 매칭(rate matching)을 포함한다.
- [67] 부호화된 데이터는 변조되어 변조 심벌들이 생성된다(블록 230).
- [68] 변조심벌들은 물리적인 RE(resource element)에 맵핑된다(블록 240). 변조심벌 각각은 RE에 맵핑된다.
- [69] 서브프레임내의 제어영역은 복수의 CCE(control channel element)를 포함한다. CCE는 무선채널의 상태에 따른 부호화율을 PDCCH에게 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 단위로, 복수의 REG(resource element group)에 대응된다. REG는 복수의 자원요소(resource element)를 포함한다. CCE의 수와 CCE들에 의해 제공되는 부호화율의 연관 관계에 따라 PDCCH의 포맷 및 가능한 PDCCH의 비트수가 결정된다.
- [70] 하나의 REG는 4개의 RE를 포함하고, 하나의 CCE는 9개의 REG를 포함한다. 하나의 PDCCH를 구성하기 위해 {1, 2, 4, 8}개의 CCE를 사용할 수 있으며, {1, 2, 4, 8} 각각의 요소를 CCE 집합 레벨(aggregation level)이라 한다.
- [71] PDCCH의 전송에 사용되는 CCE의 개수는 기지국이 채널 상태에 따라 결정한다. 예를 들어, 좋은 하향링크 채널 상태를 갖는 무선기기에게는 하나의 CCE를 PDCCH 전송에 사용할 수 있다. 나쁜(poor) 하향링크 채널 상태를 갖는 무선기기에게는 8개의 CCE를 PDCCH 전송에 사용할 수 있다.
- [72] 하나 또는 그 이상의 CCE로 구성된 제어채널은 REG 단위의 인터리빙을 수행하고, 셀 ID(identifier)에 기반한 순환 쉬프트(cyclic shift)가 수행된 후에 물리적 자원에 매핑된다.
- [73] 도 4는 PDCCH의 모니터링을 나타낸 예시도이다. 이는 3GPP TS 36.213 V10.2.0 (2011-06)의 9절을 참조할 수 있다.

- [74] 3GPP LTE에서는 PDCCH의 검출을 위해 블라인드 디코딩을 사용한다. 블라인드 디코딩은 수신되는 PDCCH(이를 PDCCH 후보(candidate)라 함)의 CRC에 원하는 식별자를 디마스킹하여, CRC 오류를 체크하여 해당 PDCCH가 자신의 제어채널인지 아닌지를 확인하는 방식이다. 무선기기는 자신의 PDCCH가 제어영역내에서 어느 위치에서 어떤 CCE 집합 레벨이나 DCI 포맷을 사용하여 전송되는지 알지 못한다.
- [75] 하나의 서브프레임내에서 복수의 PDCCH가 전송될 수 있다. 무선기기는 매 서브프레임마다 복수의 PDCCH들을 모니터링한다. 여기서, 모니터링이란 무선기기가 모니터링되는 PDCCH 포맷에 따라 PDCCH의 디코딩을 시도하는 것을 말한다.
- [76] 3GPP LTE에서는 블라인드 디코딩으로 인한 부담을 줄이기 위해, 검색 공간(search space)을 사용한다. 검색 공간은 PDCCH를 위한 CCE의 모니터링 집합(monitored set)이라 할 수 있다. 무선기기는 해당되는 검색 공간내에서 PDCCH를 모니터링한다.
- [77] 검색 공간은 공용 검색 공간(common search space)과 단말 특정 검색 공간(UE-specific search space)로 나뉜다. 공용 검색 공간은 공용 제어정보를 갖는 PDCCH를 검색하는 공간으로 CCE 인덱스 0~15까지 16개 CCE로 구성되고, {4, 8}의 CCE 집합 레벨을 갖는 PDCCH를 지원한다. 하지만 공용 검색 공간에도 단말 특정 정보를 나르는 PDCCH (DCI 포맷 0, 1A)가 전송될 수도 있다. 단말 특정 검색 공간은 {1, 2, 4, 8}의 CCE 집합 레벨을 갖는 PDCCH를 지원한다.
- [78] 다음 표 2는 무선기기에 의해 모니터링되는 PDCCH 후보의 개수를 나타낸다.
- [79] 표 2

[Table 2]

Search Space Type	Aggregation level L	Size [in CCEs]	Number of PDCCH candidates	DCI formats
UE-specific	1	6	6	0, 1, 1A, 1B, 1D, 2, 2A
	2	12	6	
	4	8	2	
	8	16	2	
Common	4	16	4	0, 1A, 1C, 3/3A
	8	16	2	

- [80] 검색 공간의 크기는 상기 표 2에 의해 정해지고, 검색 공간의 시작점은 공용 검색 공간과 단말 특정 검색 공간이 다르게 정의된다. 공용 검색 공간의 시작점은 서브프레임에 상관없이 고정되어 있지만, 단말 특정 검색 공간의 시작점은 단말 식별자(예를 들어, C-RNTI), CCE 집합 레벨 및/또는

무선프레임내의 슬롯 번호에 따라 서브프레임마다 달라질 수 있다. 단말 특정 검색 공간의 시작점이 공용 검색 공간 내에 있을 경우, 단말 특정 검색 공간과 공용 검색 공간은 중복될(overlap) 수 있다.

[81] 집합 레벨 $L \in \{1, 2, 4, 8\}$ 에서 검색 공간 $S^{(L)}_k$ 는 PDCCH 후보의 집합으로 정의된다. 검색 공간 $S^{(L)}_k$ 의 PDCCH 후보 m 에 대응하는 CCE는 다음과 같이 주어진다.

[82] 수학적식 1

$$L \cdot \{(Y_k + m) \bmod \lfloor N_{CCE,k}/L \rfloor\} + i$$

[83] 여기서, $i=0, 1, \dots, L-1$, $m=0, \dots, M^{(L)}-1$, $N_{CCE,k}$ 는 서브프레임 k 의 제어영역내에서 PDCCH의 전송에 사용할 수 있는 CCE의 전체 개수이다. 제어영역은 0부터 $N_{CCE,k}-1$ 로 넘버링된 CCE들의 집합을 포함한다. $M^{(L)}$ 은 주어진 검색 공간에서의 CCE 집합 레벨 L 에서 PDCCH 후보의 개수이다.

[84] 무선기기에게 CIF(carrier indicator field)가 설정되면, $m'=m+M^{(L)}n_{cif}$ 이다. n_{cif} 는 CIF의 값이다. 무선기기에게 CIF가 설정되지 않으면, $m'=m$ 이다.

[85] 공용 검색 공간에서, Y_k 는 2개의 집합 레벨, $L=4$ 및 $L=8$ 에 대해 0으로 셋팅된다.

[86] 집합 레벨 L 의 단말 특정 검색 공간에서, 변수 Y_k 는 다음과 같이 정의된다.

[87] 수학적식 2

$$Y_k = (A \cdot Y_{k-1}) \bmod D$$

[88] 여기서, $Y_{-1}=n_{RNTI} \neq 0$, $A=39827$, $D=65537$, $k=\text{floor}(n_s/2)$, n_s 는 무선 프레임내의 슬롯 번호(slot number)이다.

[89] 무선기기가 C-RNTI를 기반으로 PDCCH를 모니터링할 때, PDSCH의 전송 모드(transmission mode)에 따라 모니터링할 DCI 포맷과 검색 공간이 결정된다. 다음 표는 C-RNTI가 설정된 PDCCH 모니터링의 예를 나타낸다.

[90] 표 3

[Table 3]

전송모드	DCI 포맷	검색 공간	PDCCH에 따른 PDSCH의 전송모드
모드 1	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	싱글 안테나 포트, 포트 0
	DCI 포맷 1	단말 특정	싱글 안테나 포트, 포트 0
모드 2	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티(transmit diversity)
	DCI 포맷 1	단말 특정	전송 다이버시티
모드 3	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티
	DCI 포맷 2A	단말 특정	CDD(Cyclic Delay Diversity) 또는 전송 다이버시티
모드 4	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티
	DCI 포맷 2	단말 특정	폐루프 공간 다중화(closed-loop spatial multiplexing)
모드 5	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티
	DCI 포맷 1D	단말 특정	MU-MIMO(Multi-user Multiple Input Multiple Output)
모드 6	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티
	DCI 포맷 1B	단말 특정	폐루프 공간 다중화
모드 7	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	PBCH 전송 포트의 수가 1이면, 싱 글 안테나 포트, 포트 0, 아니면, 전송 다이버시티
	DCI 포맷 1	단말 특정	싱글 안테나 포트, 포트 5
모드 8	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	PBCH 전송 포트의 수가 1이면, 싱 글 안테나 포트, 포트 0, 아니면, 전송 다이버시티
	DCI 포맷 2B	단말 특정	이중 계층(dual layer) 전송(포트 7 또는 8), 또는 싱 글 안테나 포트, 포트 7 또는 8

- [91] 도 5는 3GPP LTE의 DL 서브프레임에서 기준신호와 제어채널이 배치되는 예를 나타낸다.
- [92] 제어 영역(또는 PDCCH 영역)은 앞선 3개의 OFDM 심벌을 포함하고, PDSCH가 전송되는 데이터 영역은 나머지 OFDM 심벌들을 포함한다.
- [93] 제어 영역내에서는 PCFICH, PHICH 및/또는 PDCCH가 전송된다. PCFICH의 CFI는 3개의 OFDM 심벌을 가리킨다. 제어 영역에서 PCFICH 및/또는 PHICH가 전송되는 자원을 제외한 영역이 PDCCH를 모니터링하는 PDCCH 영역이 된다.
- [94] 서브프레임에는 또한 다양한 기준신호(reference signal)가 전송된다.
- [95] CRS(cell-specific reference signal)은 셀 내 모든 무선기기가 수신할 수 있고, 전 하향링크 대역에 걸쳐서 전송된다. 도면에서, 'R0'는 제1 안테나 포트에 대한 CRS가 전송되는 RE(resource element), 'R1'는 제2 안테나 포트에 대한 CRS가 전송되는 RE, 'R2'는 제3 안테나 포트에 대한 CRS가 전송되는 RE, 'R3'는 제4 안테나 포트에 대한 CRS가 전송되는 RE를 가리킨다.
- [96] CRS를 위한 RS 시퀀스 $r_{l,ns}(m)$ 은 다음과 같이 정의된다.
- [97] 수학적식 3
- $$r_{l,ns}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}} (1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}} (1 - 2 \cdot c(2m+1))$$
- [98] 여기서, $m=0,1,\dots,2N_{\max RB}-1$, $N_{\max RB}$ 는 RB의 최대 개수, ns는 무선 프레임내 슬롯 번호, l은 슬롯내 OFDM 심벌 번호이다.
- [99] 의사 난수 시퀀스(pseudo-random sequence) c(i)는 다음과 같은 길이 31의 골드(Gold) 시퀀스에 의해 정의된다.
- [100] 수학적식 4
- $$\begin{aligned} c(n) &= (x_1(n+Nc) + x_2(n+Nc)) \bmod 2 \\ x_1(n+31) &= (x_1(n+3) + x_1(n)) \bmod 2 \\ x_2(n+31) &= (x_2(n+3) + x_2(n+2) + x_2(n+1) + x_2(n)) \bmod 2 \end{aligned}$$
- [101] 여기서, $Nc=1600$, 첫번째 m-시퀀스는 $x_1(0)=1$, $x_1(n)=0$, $m=1,2,\dots,30$ 으로 초기화된다.
- [102] 두번째 m-시퀀스는 각 OFDM 심벌의 시작에서 $c_{init}=2^{10}(7(ns+1)+l+1)(2N_{\max RB}^{cell_ID}+1)+2N_{\max RB}^{cell_ID}+N_{CP}$ 로 초기화된다. $N_{\max RB}^{cell_ID}$ 는 셀의 PCI(physical cell identity)이고, 정규 CP에서 $N_{CP}=1$, 확장 CP에서 $N_{CP}=0$ 이다.
- [103] 서브프레임에는 URS(UE-specific Reference Signal)이 전송된다. CRS가 서브프레임의 전 영역에서 전송되지만, URS는 서브프레임의 데이터 영역 내에서 전송되고, 대응하는 PDSCH의 복조에 사용된다. 도면에서, 'R5'는 URS가 전송되는 RE를 가리킨다. URS는 DRS(dedicated Reference Signal) 또는 DM-RS(Demodulation Reference Signal)이라고도 한다.
- [104] URS는 대응하는 PDSCH가 맵핑되는 RB에서만 전송된다. 도면에는 PDSCH가 전송되는 영역외에도 R5가 표시되어 있지만, 이는 URS가 맵핑되는 RE의 위치를 나타내기 위한 것이다.
- [105] URS는 대응하는 PDSCH를 수신하는 무선기기만이 사용한다. US를 위한 RS

시퀀스 $r_{ns}(m)$ 은 수학적 식 3과 동일하다. 이때, $m=0,1,\dots,12N_{\text{PDSCH, RB}}-1$ 이고, $N_{\text{PDSCH, RB}}$ 는 대응하는 PDSCH 전송의 RB 개수이다. 의사 난수 시퀀스 생성기는 각 서브프레임의 시작에서 $c_{\text{init}}=(\text{floor}(ns/2)+1)(2N_{\text{cell, ID}}+1)2^{16}+n_{\text{RNTI}}$ 로 초기화된다. n_{RNTI} 는 무선기기의 식별자이다.

[106] 상기는 URS가 싱글 안테나를 통해 전송되는 경우이고, URS가 다중 안테나를 통해 전송될 때, 의사 난수 시퀀스 생성기는 각 서브프레임의 시작에서 $c_{\text{init}}=(\text{floor}(ns/2)+1)(2N_{\text{cell, ID}}+1)2^{16}+n_{\text{SCID}}$ 로 초기화된다. n_{SCID} 는 PDSCH 전송과 관련된 DL 그랜트(예를 들어, DCI 포맷 2B 또는 2C)로부터 얻어지는 파라미터이다.

[107] 한편, PDCCH는 서브프레임내의 제어영역이라는 한정된 영역에서 모니터링되고, 또한 PDCCH의 복조를 위해서는 전 대역에서 전송되는 CRS가 사용된다. 제어 정보의 종류가 다양해지고, 제어정보의 양이 증가함에 따라 기존 PDCCH 만으로는 스케줄링의 유연성이 떨어진다. 또한, CRS 전송으로 인한 부담을 줄이기 위해, EPDCCH(enhanced PDCCH)의 도입되고 있다.

[108] 도 6은 EPDCCH를 갖는 서브프레임의 일 예이다.

[109] 서브프레임은 영 또는 하나의 PDCCH 영역(410) 및 영 또는 그 이상의 EPDCCH 영역(420, 430)을 포함할 수 있다.

[110] EPDCCH 영역(420, 430)은 무선기기가 EPDCCH를 모니터링하는 영역이다. PDCCH 영역(410)은 서브프레임의 앞선 최대 4개의 OFDM 심벌내에서 위치하지만, EPDCCH 영역(420, 430)은 PDCCH 영역(410) 이후의 OFDM 심벌에서 유연하게 스케줄링될 수 있다.

[111] 무선기기에 하나 이상의 EPDCCH 영역(420, 430)이 지정되고, 무선기기는 지정된 EPDCCH 영역(420, 430)에서 EPDCCH를 모니터링할 수 있다.

[112] EPDCCH 영역(420, 430)의 개수/위치/크기 및/또는 EPDCCH를 모니터링할 서브프레임에 관한 정보는 기지국이 무선기기에 RRC 메시지 등을 통해 알려줄 수 있다.

[113] PDCCH 영역(410)에서는 CRS를 기반으로 PDCCH를 복조할 수 있다. EPDCCH 영역(420, 430)에서는 EPDCCH의 복조를 위해 CRS가 아닌 DM(demodulation) RS를 정의할 수 있다. 연관된 DM RS는 대응하는 EPDCCH 영역(420, 430)에서 전송될 수 있다.

[114] 연관된 DM RS를 위한 RS 시퀀스 $r_{ns}(m)$ 은 수학적 식 3과 동일하다. 이때, $m=0,1,\dots,12N_{\text{RB}}-1$ 이고, N_{RB} 는 최대 RB의 개수이다. 의사 난수 시퀀스 생성기는 각 서브프레임의 시작에서 $c_{\text{init}}=(\text{floor}(ns/2)+1)(2N_{\text{EPDCCH, ID}}+1)2^{16}+n_{\text{EPDCCH, SCID}}$ 로 초기화될 수 있다. ns 는 무선 프레임내 슬롯 번호, $N_{\text{EPDCCH, ID}}$ 는 EPDCCH 집합에 연관되는 값으로 상위 계층 시그널링으로부터 주어지고, $n_{\text{EPDCCH, SCID}}$ 는 특정값으로 주어질 수 있다.

[115] 각 EPDCCH 영역(420, 430)은 서로 다른 셀을 위한 스케줄링에 사용될 수 있다. 예를 들어, EPDCCH 영역(420)내의 EPDCCH는 1차셀을 위한 스케줄링 정보를 나르고, EPDCCH 영역(430)내의 EPDCCH는 2차셀을 위한 스케줄링 정보를 나를

수 있다.

- [116] EPDCCH 영역(420, 430)에서 EPDCCH가 다중 안테나를 통해 전송될 때, EPDCCH 영역(420, 430)내의 DM RS는 EPDCCH와 동일한 프리코딩이 적용될 수 있다.
- [117] PDCCH가 전송 자원 단위로 CCE를 사용하는 것과 비교하여, EPCCH를 위한 전송 자원 단위를 ECCE(Enhanced Control Channel Element)라 한다. 집합 레벨(aggregation level)은 EPDCCH를 모니터링하는 자원 단위로 정의될 수 있다. 예를 들어, 1 ECCE가 EPDCCH를 위한 최소 자원이라고 할 때, 집합 레벨 $L=\{1, 2, 4, 8, 16\}$ 과 같이 정의될 수 있다.
- [118] 이하에서 EPDCCH 검색 공간(search space)은 EPDCCH 영역에 대응될 수 있다. EPDCCH 검색 공간에서는 하나 또는 그 이상의 집합 레벨 마다 하나 또는 그 이상의 EPDCCH 후보가 모니터링될 수 있다.
- [119] 이제 EPDCCH를 위한 자원 할당에 대해 기술한다.
- [120] EPDCCH는 하나 또는 그 이상의 ECCE를 이용하여 전송된다. ECCE는 복수의 EREG(Enhanced Resource Element Group)을 포함한다. TDD(Time Division Duplex) DL-UL 설정에 따른 서브프레임 타입과 CP에 따라 ECCE는 4 EREG 또는 8 EREG를 포함할 수 있다. 예를 들어, 정규 CP에서 ECCE는 4 EREG를 포함하고, 확장 CP에서 ECCE는 8 EREG를 포함할 수 있다.
- [121] PRB(Physical Resource Block) 쌍(pair)는 하나의 서브프레임에서 동일한 RB 번호를 갖는 2개의 PRB를 말한다. PRB 쌍은 동일한 주파수 영역에서 첫번째 슬롯의 제1 PRB와 두번째 슬롯의 제2 PRB를 말한다. 정규 CP에서, PRB 쌍은 12 부반송파와 14 OFDM 심벌을 포함하고, 따라서 168 RE(resource element)를 포함한다.
- [122] 도 7은 PRB 쌍의 일 예를 나타낸다. 이하에서, 서브프레임은 2 슬롯을 포함하고, 하나의 슬롯에서 PRB 쌍은 7 OFDM 심벌과 12 부반송파를 포함한다고 하지만, OFDM 심벌의 개수와 부반송파의 개수는 예시에 불과하다.
- [123] 하나의 서브프레임에서, PRB 쌍은 모두 168 RE가 있다. DM RS를 위한 24 RE를 제외한, 144 RE로부터 16 EREG를 구성한다. 따라서, 1 EREG는 9 RE를 포함할 수 있다. 다만, 하나의 PRB 쌍에 DM RS 외에 CSI-RS 또는 CRS가 배치될 수 있다. 이 경우 가용한 RE의 수가 줄어들고, 1 EREG에 포함되는 RE의 개수는 줄어들 수 있다. EREG에 포함되는 RE의 개수는 바뀔 수 있지만, 하나의 PRB 쌍에 포함되는 EREG의 수, 16은 바뀌지 않는다.
- [124] 이 때, 도 7에 나타난 바와 같이, 첫번째 OFDM 심벌($l=0$)의 첫번째 부반송파부터 순차적으로 RE 인덱스를 매길 수 있다. 16 EREG에 0 부터 15 까지 인덱스를 매긴다고 하자. 이때, RE 인덱스 0을 가지는 9 RE를 EREG 0에 할당한다. 마찬가지로, RE 인덱스 $k(k=0, \dots, 15)$ 에 해당하는 9 RE를 EREG k 에 할당한다.
- [125] 복수의 EREG를 묶어, EREG 그룹을 정의한다. 예를 들어, 4개의 EREG를 갖는 EREG 그룹을 정의한다면, EREG 그룹 #0={EREG 0, EREG 4, EREG 8, EREG 12},

REG 그룹 #1={REG 1, REG 5, REG 9, REG 3}, REG 그룹 #2={REG 2, REG 6, REG 10, REG 14}, REG 그룹 #3={REG 3, REG 7, REG 11, REG 15}과 같이 정의할 수 있다. 8개의 REG를 갖는 REG 그룹을 정의한다면, REG 그룹 #0={REG 0, REG 2, REG 4, REG 6, REG 8, REG 10, REG 12, REG 14}, REG 그룹 #1={REG 1, REG 3, REG 5, REG 7, REG 9, REG 11, REG 13, REG 15}과 같이 정의할 수 있다.

- [126] 전술한 바와 같이, ECCE는 4 REG를 포함하고, 확장 CP에서 ECCE는 8 REG를 포함할 수 있다. ECCE는 ERGE 그룹에 의해 정의된다. 예를 들어, 도 6은, ECCE #0이 REG 그룹 #0을 포함하고, ECCE #1이 REG 그룹 #1을 포함하고, ECCE #2이 REG 그룹 #2을 포함하고, ECCE #3이 REG 그룹 #3을 포함하는 것을 예시한다.
- [127] ECCE-to-REG 맵핑에는 로컬 전송(localized transmission)과 분산 전송(distributed transmission)의 2가지가 있다. 로컬 전송에서 하나의 ECCE를 구성하는 REG 그룹은 하나의 PRB 쌍내의 REG에서 선택된다. 분산 전송에서 하나의 ECCE를 구성하는 REG 그룹은 서로 다른 PRB 쌍의 REG에서 선택된다.
- [128] 이제 DL HARQ 동작 및 PUCCH 구조에 대해 기술한다.
- [129] 도 8은 3GPP LTE에서 DL HARQ 동작을 나타낸다.
- [130] 무선기기는 PDCCH를 모니터링하여, n 번째 DL 서브프레임에서 PDCCH(501)(또는 EPDCCH) 상으로 DL 자원 할당을 포함하는 DL 그랜트를 수신한다. 무선기기는 DL 자원 할당에 의해 지시되는 PDSCH(502)를 통해 DL 전송 블록(transport block)을 수신한다.
- [131] 무선기기는 n+4번째 UL 서브프레임에서 PUCCH(511) 상으로 상기 DL 전송 블록에 대한 ACK/NACK 신호를 전송한다. ACK/NACK 신호는 상기 DL 전송 블록이 성공적으로 디코딩되면 ACK 신호가 되고, 상기 DL 전송 블록의 디코딩에 실패하면 NACK 신호가 된다. 기지국은 NACK 신호가 수신되면, ACK 신호가 수신되거나 최대 재전송 횟수까지 상기 DL 전송 블록의 재전송을 수행할 수 있다.
- [132] 3GPP LTE에서 HARQ를 위한 수신 확인(reception acknowledgement)인 ACK/NACK 신호를 나르기 위해 PUCCH 포맷 1a/1b/3 가 사용된다.
- [133] 모든 PUCCH 포맷은 각 OFDM 심벌에서 시퀀스의 순환 쉬프트(cyclic shift, CS)를 사용한다. 순환 쉬프트된 시퀀스는 기본 시퀀스(base sequence)를 특정 CS 양(cyclic shift amount) 만큼 순환 쉬프트시켜 생성된다. 특정 CS 양은 순환 쉬프트 인덱스(CS index)에 의해 지시된다.
- [134] 기본 시퀀스 $r_u(n)$ 를 정의한 일 예는 다음 식과 같다.
- [135] 수학적식 5

$$r_u(n) = e^{jb(n)\pi/4}$$

- [136] 여기서, u 는 원시 인덱스(root index), n 은 요소 인덱스로 $0 \leq n \leq N-1$, N 은 기본 시퀀스의 길이이다. $b(n)$ 은 3GPP TS 36.211 V10.2.0의 5.5절에서 정의되고 있다.
- [137] 시퀀스의 길이는 시퀀스에 포함되는 요소(element)의 수와 같다. u 는 셀 ID(identifier), 무선 프레임 내 슬롯 번호 등에 의해 정해질 수 있다. 기본시퀀스가 주파수 영역에서 하나의 자원 블록에 맵핑(mapping)된다고 할 때, 하나의 자원 블록이 12 부반송파를 포함하므로 기본 시퀀스의 길이 N 은 12가 된다. 다른 원시 인덱스에 따라 다른 기본 시퀀스가 정의된다.
- [138] 기본 시퀀스 $r(n)$ 을 다음 수학적식과 같이 순환 쉬프트시켜 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 을 생성할 수 있다.
- [139] 수학적식 6
- $$r(n, I_{cs}) = r(n) \cdot \exp\left(\frac{j2\pi I_{cs}n}{N}\right), \quad 0 \leq I_{cs} \leq N-1$$
- [140] 여기서, I_{cs} 는 CS 양을 나타내는 순환 쉬프트 인덱스이다($0 \leq I_{cs} \leq N-1$).
- [141] 기본 시퀀스의 가용(available) 순환 쉬프트 인덱스는 CS 간격(CS interval)에 따라 기본 시퀀스로부터 얻을 수(derive) 있는 순환 쉬프트 인덱스를 말한다. 예를 들어, 기본 시퀀스의 길이가 12이고, CS 간격이 1이라면, 기본 시퀀스의 가용 순환 쉬프트 인덱스의 총 개수는 12가 된다. 또는, 기본 시퀀스의 길이가 12이고, CS 간격이 2이라면, 기본 시퀀스의 가용 순환 쉬프트 인덱스의 총 수는 6이 된다.
- [142] 도 9는 3GPP LTE에서 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 1b에서의 ACK/NACK 신호의 전송을 나타낸다.
- [143] 하나의 슬롯은 7개의 OFDM 심벌을 포함하고, 3개의 OFDM 심벌은 기준신호를 위한 RS(Reference Signal) OFDM 심벌이 되고, 4개의 OFDM 심벌은 ACK/NACK 신호를 위한 데이터 OFDM 심벌이 된다.
- [144] PUCCH 포맷 1b에서는 인코딩된 2비트 ACK/NACK 신호를 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 변조하여 변조 심벌 $d(0)$ 가 생성된다.
- [145] 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} 는 무선 프레임 내 슬롯 번호(n_s) 및/또는 슬롯 내 심벌 인덱스(l)에 따라 달라질 수 있다.
- [146] 노멀 CP에서 하나의 슬롯에 ACK/NACK 신호의 전송을 위해 4개의 데이터 OFDM 심벌이 있으므로, 각 데이터 OFDM 심벌에서 대응하는 순환 쉬프트 인덱스를 $I_{cs0}, I_{cs1}, I_{cs2}, I_{cs3}$ 라 하자.
- [147] 변조 심벌 $d(0)$ 은 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs})$ 로 확산된다. 슬롯에서 $(i+1)$ 번째 OFDM 심벌에 대응하는 일차원 확산된 시퀀스를 $m(i)$ 라 할 때,
- [148] $\{m(0), m(1), m(2), m(3)\} = \{d(0)r(n, I_{cs0}), d(0)r(n, I_{cs1}), d(0)r(n, I_{cs2}), d(0)r(n, I_{cs3})\}$
- [149] 로 나타낼 수 있다.
- [150] 단말 용량을 증가시키기 위해, 일차원 확산된 시퀀스는 직교 시퀀스를 이용하여 확산될 수 있다. 확산 계수(spreading factor) K 에 따른 직교 시퀀스 $w_i(k)$ (i 는 시퀀스 인덱스, $0 \leq k \leq K-1$)는 다음과 같다.
- [151] 표 4

[Table 4]

Index (i)	K=4	K=3
	[$w_i(0), w_i(1), w_i(2), w_i(3)$]	[$w_i(0), w_i(1), w_i(2)$]
0	[+1, +1, +1, +1]	[+1, +1, +1]
1	[+1, -1, +1, -1]	[+1, $e^{j2\pi/3}$, $e^{j4\pi/3}$]
2	[+1, -1, -1, +1]	[+1, $e^{j4\pi/3}$, $e^{j2\pi/3}$]

- [152] 슬롯마다 다른 확산 계수를 사용할 수 있다.
- [153] 따라서, 임의의 직교 시퀀스 인덱스 i 가 주어질 때, 2차원 확산된 시퀀스 $\{s(0), s(1), s(2), s(3)\}$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.
- [154] $\{s(0), s(1), s(2), s(3)\} = \{w_i(0)m(0), w_i(1)m(1), w_i(2)m(2), w_i(3)m(3)\}$
- [155] 2차원 확산된 시퀀스들 $\{s(0), s(1), s(2), s(3)\}$ 는 IFFT가 수행된 후, 대응하는 OFDM 심벌에서 전송된다. 이로써, ACK/NACK 신호가 PUCCH 상으로 전송되는 것이다.
- [156] PUCCH 포맷 1b의 기준신호도 기본 시퀀스 $r(n)$ 을 순환 쉬프트시킨 후 직교 시퀀스로 확산시켜 전송된다. 3개의 RS OFDM 심벌에 대응하는 순환 쉬프트 인덱스를 $I_{cs4}, I_{cs5}, I_{cs6}$ 이라 할 때, 3개의 순환 쉬프트된 시퀀스 $r(n, I_{cs4}), r(n, I_{cs5}), r(n, I_{cs6})$ 를 얻을 수 있다. 이 3개의 순환 쉬프트된 시퀀스는 $K=3$ 인 직교 시퀀스 $w^{RS}_i(k)$ 로 확산된다.
- [157] 직교 시퀀스 인덱스 i , 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} 및 자원 블록 인덱스 m 은 PUCCH를 구성하기 위해 필요한 파라미터이자, PUCCH(또는 단말)을 구분하는데 사용되는 자원이다. 가용 순환 쉬프트의 개수가 12이고, 가용한 직교 시퀀스 인덱스의 개수가 3이라면, 총 36개의 단말에 대한 PUCCH가 하나의 자원블록에 다중화될 수 있다.
- [158] 3GPP LTE에서는 단말이 PUCCH를 구성하기 위한 상기 3개의 파라미터를 획득하기 위해, 자원 인덱스 $n^{(1)}_{PUCCH}$ 가 정의된다. 자원 인덱스 $n^{(1)}_{PUCCH} = n_{CCE} + N^{(1)}_{PUCCH}$ 로 정의되는 데, n_{CCE} 는 대응하는 DCI(즉, ACK/NACK 신호에 대응하는 하향링크 데이터의 수신에 사용된 하향링크 자원 할당)의 전송에 사용되는 첫번째 CCE의 번호이고, $N^{(1)}_{PUCCH}$ 는 기지국이 단말에게 상위계층 메시지로 알려주는 파라미터이다.
- [159] PUCCH를 위한 자원 인덱스를 설정하기 위해, 단말은 PDCCH의 자원 할당을 이용한다. 즉, PDCCH의 전송에 사용되는 가장 낮은 CCE 인덱스(또는 첫번째 CCE의 인덱스)가 n_{CCE} 가 되고, $n^{(1)}_{PUCCH} = n_{CCE} + N^{(1)}_{PUCCH}$ 와 같이 자원 인덱스를 결정하는 것이다.
- [160] ACK/NACK 신호의 전송에 사용되는 시간, 주파수, 코드 자원을 ACK/NACK 자원 또는 PUCCH 자원이라 한다. 전송한 바와 같이, ACK/NACK 신호를 PUCCH 상으로 전송하기 위해 필요한 ACK/NACK 자원의 인덱스(ACK/NACK 자원

인덱스 또는 PUCCH 인덱스라 함)는 직교 시퀀스 인덱스 i , 순환 쉬프트 인덱스 I_{cs} , 자원 블록 인덱스 m 및 상기 3개의 인덱스를 구하기 위한 인덱스 중 적어도 어느 하나로 표현될 수 있다. ACK/NACK 자원은 직교 시퀀스, 순환 쉬프트, 자원 블록 및 이들의 조합 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[161] 도 10은 노멀 CP에서 PUCCH 포맷 3의 구조를 나타낸 예시도이다.

[162] 하나의 슬롯은 7 OFDM 심벌을 포함하고, l 은 슬롯 내의 OFDM 심벌 번호로 0~6의 값을 갖는다. $l=1, 5$ 인 2개의 OFDM 심벌은 기준신호를 위한 RS OFDM 심벌이 되고, 나머지 OFDM 심벌들은 UCI 신호를 위한 데이터 OFDM 심벌이 된다.

[163] 48비트의 인코딩된(encoded) UCI(예, 인코딩된 ACK/NACK)는 QPSK(quadrature phase-shift keying) 변조하여, 심벌 시퀀스 $d=\{d(0), d(1), \dots, d(23)\}$ 를 생성한다. $d(n)(n=0,1,\dots,23)$ 는 복소(complex-valued) 변조 심벌이다. 심벌 시퀀스 d 는 변조 심벌들의 집합이라 할 수 있다. UCI의 비트 수나 변조 방식은 예시에 불과하고 제한이 아니다.

[164] 하나의 PUCCH는 1 RB를 사용하고, 한 서브프레임은 제1 슬롯과 제2 슬롯을 포함한다. 심벌 시퀀스 $d=\{d(0), d(1), \dots, d(23)\}$ 는 길이 12의 2개의 시퀀스 $d_1=\{d(0), \dots, d(11)\}$ 과 $d_2=\{d(12), \dots, d(23)\}$ 으로 나누어지고, 제1 시퀀스 d_1 은 제1 슬롯에서 전송되고, 제2 시퀀스 d_2 는 제2 슬롯에서 전송된다. 도 3는 제1 시퀀스 d_1 가 제1 슬롯에서 전송되는 것을 보이고 있다.

[165] 심벌 시퀀스는 직교 시퀀스 w_i 로 확산된다. 심벌 시퀀스는 각 데이터 OFDM 심벌에 대응하고, 직교 시퀀스는 데이터 OFDM 심벌들에 걸쳐서 심벌 시퀀스를 확산시켜 PUCCH(또는 무선기기)을 구분하는 데 사용된다.

[166] 확산 계수(spreading factor) K 에 따른 직교 시퀀스 $w_i(k)$ (i 는 시퀀스 인덱스, $0 \leq k \leq K-1$)는 다음과 같다.

[167] 표 5

[Table 5]

Index(i)	K=5	K=4
	$[w_i(0), w_i(1), w_i(2), w_i(3), w_i(4)]$	$[w_i(0), w_i(1), w_i(2), w_i(3)]$
0	$[+1, +1, +1, +1, +1]$	$[+1, +1, +1, +1]$
1	$[+1, e^{j2\pi/5}, e^{j4\pi/5}, e^{j6\pi/5}, e^{j8\pi/5}]$	$[+1, -1, +1, -1]$
2	$[+1, e^{j4\pi/5}, e^{j8\pi/5}, e^{j2\pi/5}, e^{j6\pi/5}]$	$[+1, +1, -1, -1]$
3	$[+1, e^{j6\pi/5}, e^{j2\pi/5}, e^{j8\pi/5}, e^{j4\pi/5}]$	$[+1, -1, -1, +1]$
4	$[+1, e^{j8\pi/5}, e^{j6\pi/5}, e^{j4\pi/5}, e^{j2\pi/5}]$	-

[168] 2개의 RS OFDM 심벌에는 UCI의 복조에 사용되는 기준신호 시퀀스가 맵핑되어 전송된다.

- [169] PUCCH 포맷 3에서는 무선기기를 구분하기 위해 단지 직교 시퀀스가 사용된다. PUCCH 포맷 3을 위한 직교 시퀀스를 할당하기 위해, PUCCH 포맷 1과 마찬가지로 자원 인덱스가 정의될 수 있다. 기지국은 무선기기에 RRC 메시지를 통해 PUCCH 포맷 3을 위한 자원 인덱스 집합을 미리 할당한다. 그리고, DL 그랜트에서 자원 인덱스 집합내에서 사용할 자원 인덱스를 직접 지시한다.
- [170] 이제 본 발명의 실시예에 따른 다중 셀에서의 PUCCH 자원 할당에 대해 기술한다.
- [171] CoMP(Coordinated Multi-Point)는 무선기기가 여러 기지국으로부터 신호를 수신하거나, 여러 기지국으로 신호를 송신하는 기술로, 주로 서빙 기지국에서의 경계에서 데이터 수율(throughput)을 높이기 위해 사용된다.
- [172] 먼저 다음과 같은 용어를 정의한다.
- [173] M-BS(macro base station): M-WD(macro-wireless device)의 서빙 셀이 속하는 BS. 서빙 기지국이라고도 한다.
- [174] P-BS(pico BS): M-BS와 커버리지가 일부 또는 전부 중복되는 BS. M-WD도 P-BS의 커버리지에 속한다고 한다. P-BS의 커버리지는 M-BS의 커버리지 보다 작으나 이에 제한되는 것은 아니다. P-BS는 femto-BS, Home eNB, CSG(closed subscriber group) 셀, RP(reception point), TP(transmission point) 등 다양한 용어로 불릴 수 있다.
- [175] PCID(Physical cell identity) : 해당 BS를 식별하는 물리적 식별자이다. 무선기기가 해당 BS의 동기신호(예, PSS(primary synchronization signal)과 SSS(secondary synchronization signal))을 수신하여 직접 획득할 수 있다.
- [176] VCID(virtual cell identity) : 현재 서빙 BS로부터 할당받는 식별자. M-WD는 M-BS가 서빙 기지국이므로, P-BS의 커버리지에 속한다고 하더라도 P-BS의 PCID를 획득할 필요가 없다. M-WD가 P-BS로 전송을 하기 위해서는 P-BS의 셀 식별자가 필요할 수 있는데, P-BS의 셀 식별자로 사용될 식별자를 M-BS가 알려주는데, 이를 VCID라 한다.
- [177] 도 11은 CoMP 시나리오의 일 예이다.
- [178] M-BS로부터 서비스를 제공받는 M-WD1과 M-WD2가 있다. M-WD1은 P-BS1의 커버리지에 속하고, M-WD2은 P-BS2의 커버리지에 속한다고 한다. M-BS의 PCID는 PCID0이고, P-BS1의 PCID는 PCID1이고, P-BS2의 PCID는 PCID2이다. 즉, 모든 기지국의 PCID가 모두 다른 경우이다.
- [179] M-WD1은 M-BS로부터 EPDCCH/PDSCH를 수신한다. 그리고, M-WD1은 PDSCH에 대응하는 ACK/NACK을 PUCCH 상으로 'P-BS1'으로 전송한다. M-WD2은 M-BS로부터 EPDCCH/PDSCH를 수신한다. 그리고, M-WD2은 PDSCH에 대응하는 ACK/NACK을 PUCCH 상으로 'P-BS2'으로 전송한다.
- [180] EPDCCH를 전송하는 기지국과 PUCCH를 수신하는 기지국이 서로 다르므로 기존 PDCCH-PUCCH 자원 링크지를 그대로 이용하기 어려울 수 있다. 왜냐하면,

PDCCH로부터 획득되는 PUCCH 자원이 다른 기지국에 의해 사용될 수 있기 때문이다.

- [181] EPDCCH에 링크되는 PUCCH 자원 영역은 PDCCH와 링크되는 PUCCH 자원 영역과 분리할 수 있다. 그리고, EPDCCH에 링크되는 PUCCH 자원 영역에서는 PCID 대신 VCID가 사용될 수 있다. PUCCH 자원 영역은 해당 PUCCH를 위한 할당가능한 PUCCH 자원의 집합을 의미한다.
- [182] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 PUCCH 자원 할당을 나타낸다.
- [183] PDCCH에 링크되는 PUCCH 자원 영역은 M-BS, P-BS1, P-BS2 모두 분리된다. 즉, M-BS를 위한 PDCCH에 링크되는 PUCCH 자원 영역과 P-BS1 및 P-BS2를 위한 PDCCH-PUCCH 자원 영역은 서로 다르다. 이는 M-BS와 P-BS1/P-BS2 간 높은 간섭이 예상되는 경우이다.
- [184] EPDCCH에 링크되는 PUCCH 자원 영역은 M-BS, P-BS1, P-BS2 모두 공유한다. 즉, EPDCCH에 링크되는 PUCCH 자원 영역(이를 공유 PUCCH 자원 영역이라 함)은 M-BS, P-BS1, P-BS2 모두 동일하다. 공유 PUCCH 자원 영역과 PDCCH에 링크되는 PUCCH 자원 영역을 구분하기 위해 VCID가 사용된다.
- [185] 공유 PUCCH 자원 영역에서, PCID 대신 VICD가 PUCCH를 설정하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 수학식 6의 I_{cs} 는 CS 양을 나타내는 순환 쉬프트 인덱스이다. I_{cs} 는 임의의 랜덤(pseudo-random) 시퀀스로에 의해 정의되는데, 임의의 랜덤 시퀀스 생성자는 VICD를 기반으로 초기화될 수 있다.
- [186] 도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 PUCCH 자원 할당을 나타낸다.
- [187] PDCCH에 링크되는 PUCCH 자원 영역은 M-BS, P-BS1, P-BS2 모두 동일하다. M-BS를 위한 PDCCH에 링크되는 PUCCH 자원 영역, P-BS1를 위한 PDCCH-PUCCH 자원 영역, P-BS2를 위한 PDCCH-PUCCH 자원 영역은 서로 다르다. 이는 M-BS, P-BS1, P-BS2 들 간 낮은 간섭이 예상되는 경우이다.
- [188] EPDCCH에 링크되는 PUCCH 자원 영역은 M-BS, P-BS1, P-BS2 모두 공유한다. EPDCCH에 링크되는 PUCCH 자원 영역은 M-BS, P-BS1, P-BS2 모두 동일하다. 공유 PUCCH 자원 영역과 PDCCH에 링크되는 PUCCH 자원 영역을 구분하기 위해 VCID가 사용된다.
- [189] 도 14는 CoMP 시나리오의 다른 예이다.
- [190] 도 11의 예와 비교하여, M-BS의 PCID, P-BS1의 PCID P-BS2의 PCID가 PCID0으로 모두 동일한 경우이다. P-BS1과 P-BS2에 속하는 무선기기들은 모두 VCID를 기반으로 EPDCCH에 의해 스케줄링될 수 있다.
- [191] 도 15는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 PUCCH 자원 할당을 나타낸다.
- [192] PDCCH는 M-BS에 의해서만 사용되므로, M-BS를 위한 PDCCH에 링크되는 PUCCH 자원 영역만 존재한다.
- [193] EPDCCH에 링크되는 PUCCH 자원 영역은 M-BS, P-BS1, P-BS2 모두 공유한다. EPDCCH에 링크되는 PUCCH 자원 영역은 M-BS, P-BS1, P-BS2 모두 동일하다. 공유 PUCCH 자원 영역과 PDCCH에 링크되는 PUCCH 자원 영역을 구분하기

위해 VCID가 사용된다.

- [194] CoMP 환경에서 EPDCCH/PDSCH를 수신하는 기지국과 PUCCH를 전송하는 기지국이 다를 경우, PUCCH 전송 파워의 차이로 인해서 동일한 UL 서브프레임에서 다중화되는 PUCCH 자원간에 직교성이 훼손될 수 있다. 따라서, CoMP를 위한 PUCCH 자원과 비-CoMP를 위한 PUCCH 자원을 분리한다.
- [195] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 ACK/NACK 전송 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [196] 단계 S910에서, 무선기기는 제1 기지국으로부터 EPDCCH 설정을 수신한다. 제1 기지국은 M-BS 일 수 있다.
- [197] EPDCCH 설정은 하나 또는 그 이상의 EPDCCH 집합(set)에 관한 정보를 포함할 수 있다. EPDCCH 집합은 EPDCCH가 모니터링되는 하나의 검색 공간에 대응되고, 하나 또는 그 이상의 PRB 쌍(또는 PRB)를 포함할 수 있다. 예를 들어, EPDCCH 집합은 다음과 같은 필드들 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [198] 표 6

[Table 6]

필드	내용
식별자	EPDCCH 집합의 식별자(또는 EPDCCH 집합 인덱스라고도 함)
전송 타입	분산 전송 또는 로컬 전송을 가리킴.
RB 할당	EPDCCH 집합을 위한 PRB 쌍
PUCCH 오프셋	PUCCH 자원을 위한 오프셋
RS 스크램블 식별자	EPDCCH를 위한 DM RS의 스크램블링 시퀀스 초기화 파라미터

- [199] EPDCCH 설정과 함께 또는 독립적으로 VCID에 관한 정보가 제1 기지국으로부터 무선기기에게 전송될 수 있다.
- [200] 단계 S920에서, 무선기기는 설정된 EPDCCH 집합을 모니터링하고, DL 그랜트를 EPDCCH 상으로 수신한다.
- [201] 단계 S930에서, 무선기기는 상기 DL 그랜트에 의해 지시된 PDSCH 상으로 DL 전송 블록을 수신한다.
- [202] 단계 S940에서, 무선기기는 PUCCH 자원을 기반으로 PUCCH 상으로 DL 전송 블록에 대한 ACK/NACK을 제2 기지국으로 전송한다. 제2 기지국은 P-BS 일 수 있다. PUCCH는 PUCCH 자원과 VCID를 기반으로 설정될 수 있다.
- [203] EPDCCH에 의해 스케줄되는 PDSCH에 대한 PUCCH 자원을 다음과 같이 결정할 수 있다.
- [204] 제1 실시예에서, PUCCH를 위한 자원 인덱스에 추가적인 오프셋이 정의될 수 있다.

[205] 일 예로, 자원 인덱스 $n^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 는 다음과 같이 정의될 수 있다.

[206] 수학적식 7

$$n^{(1)}_{\text{PUCCH}} = n_{\text{ECCE},q} + N^{(1)}_{\text{PUCCH},q} + N_o$$

[207] 여기서, $n_{\text{ECCE},q}$ 는 EPDCCH 집합 q에서 해당 EPDCCH가 검출된 첫번째 ECCE의 번호, $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ 는 EPDCCH 집합 q를 위해 상위 계층에서 알려주는 값, N_o 는 CoMP로 인해 추가되는 오프셋으로, 상위 계층 메시지 또는 대응하는 EPDCCH 상으로 알려줄 수 있다.

[208] 제2 실시예에서, EPDCCH를 위한 PUCCH 자원 영역의 위치(예, 시작점)에 관한 정보를 기지국이 알려줄 수 있다. 상기 정보는 셀 특정적 또는 무선기기에 특정적 또는 무선기기 그룹에 특정적 일 수 있다.

[209] 제3 실시예에서, EPDCCH 상의 DL 그랜트는 PUCCH 자원 할당 정보를 포함할 수 있다.

[210] 일 예로, DL 그랜트는 PUCCH 자원을 결정하는데 사용되는 기준값에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[211] 다른 예로, 기지국이 미리 복수의 PUCCH 자원 후보에 관한 정보를 RRC 메시지 등을 통해 무선기기에 알려준다. 그리고, DL 그랜트는 복수의 PUCCH 자원 후보 중 사용될 PUCCH 자원에 관한 지시자를 포함할 수 있다.

[212] 예를 들어, 지시자가 2비트일 때, 다음과 같이 나타낼 수 있다.

[213] 표 7

[Table 7]

비트	내용
'00'	첫번째 PUCCH 자원
'01'	두번째 PUCCH 자원
'10'	세번째 PUCCH 자원
'11'	네번째 PUCCH 자원

[214] 표 8

[Table 8]

비트	내용
'00'	기존 PDCCH-PUCCH 링크지 사용
'01'	첫번째 PUCCH 자원
'10'	두번째 PUCCH 자원
'11'	세번째 PUCCH 자원

[215] 기준값이 RRC 메시지에 의해 설정되고, 지시자는 기준값으로부터의 오프셋을 지시할 수 있다.

[216] 표 9

[Table 9]

비트	내용
'00'	오프셋 0
'01'	오프셋 -1
'10'	오프셋 -2
'11'	오프셋 -3

[217] 상기 표 7 내지 표 9에서 지시자의 비트 수, 해당 값의 내용은 예시에 불과하다.

[218] 제4 실시예에서, 무선기기는 PDCCH를 위한 제어 영역의 크기에 따라 EPDCCH를 위한 PUCCH 자원 영역을 결정할 수 있다. 예를 들어, 자원 인덱스 $n_{PUCH}^{(1)}$ 는 다음과 같이 정의될 수 있다.

[219] 수학적식 8

$$n_{PUCCH}^{(1)} = n_{ECCE,q} + N_{PUCCH,q}^{(1)} + Fo$$

[220] 여기서, Fo는 제어영역의 크기를 기반으로 획득되는 값이다.

[221] DCI 포맷, 검색 공간의 종류, 집합 레벨, 무선기기 특정적 파라미터 등에 따라서 PUCCH 자원 영역이 결정될 수 있다.

[222] 도 17은 본 발명의 실시예가 구현되는 무선통신 시스템을 나타낸 블록도이다.

[223] 기지국(50)은 프로세서(processor, 51), 메모리(memory, 52) 및 RF부(RF(radio frequency) unit, 53)을 포함한다. 메모리(52)는 프로세서(51)와 연결되어, 프로세서(51)에 의해 실행되는 위한 명령(instructions)을 저장한다. RF부(53)는 프로세서(51)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다. 프로세서(51)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 전술한 실시예에서 기지국의 동작은 프로세서(51)에 의해 구현될 수 있다. 프로세서(51)는 EPDCCH를 설정하고, EPDCCH 및/또는 PDCCH를 전송할 수 있다. 프로세서(51)는 HARQ 동작을 지원하고, HARQ ACK/NACK을 수신할 수 있다.

[224] 무선기기(60)는 프로세서(61), 메모리(62) 및 RF부(63)을 포함한다.

메모리(62)는 프로세서(61)와 연결되어, 프로세서(61)에 의해 실행되는 명령을 저장한다. RF부(63)는 프로세서(61)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다. 프로세서(61)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 전술한 실시예에서 무선기기의 동작은 프로세서(60)에 의해 구현될 수 있다.

프로세서(61)는 EPDCCH를 모니터링하고, HARQ ACK/NACK을 전송할 수 있다.

[225] 프로세서는 ASIC(application-specific integrated circuit), 다른 칩셋, 논리 회로 및/또는 데이터 처리 장치를 포함할 수 있다. 메모리는 ROM(read-only memory), RAM(random access memory), 플래쉬 메모리, 메모리 카드, 저장 매체 및/또는 다른 저장 장치를 포함할 수 있다. RF부는 무선 신호를 처리하기 위한 베이스밴드 회로를 포함할 수 있다. 실시예가 소프트웨어로 구현될 때, 상술한

기법은 상술한 기능을 수행하는 모듈(과정, 기능 등)로 구현될 수 있다. 모듈은 메모리에 저장되고, 프로세서에 의해 실행될 수 있다. 메모리는 프로세서 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서와 연결될 수 있다.

- [226] 상술한 예시적인 시스템에서, 방법들은 일련의 단계 또는 블록으로써 순서도를 기초로 설명되고 있지만, 본 발명은 단계들의 순서에 한정되는 것은 아니며, 어떤 단계는 상술한 바와 다른 단계와 다른 순서로 또는 동시에 발생할 수 있다. 또한, 당업자라면 순서도에 나타난 단계들이 배타적이지 않고, 다른 단계가 포함되거나 순서도의 하나 또는 그 이상의 단계가 본 발명의 범위에 영향을 미치지 않고 삭제될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 무선 통신 시스템에서 HARQ(hybrid automatic repeat request) ACK(positive-acknowledgement)/NACK(negative-acknowledgement)을 전송하는 방법에 있어서,
무선기기가 제1 기지국으로부터 하향링크 제어 정보를 하향링크 제어 채널 상에서 수신하는 단계;
상기 무선기기가 상기 제1 기지국으로부터 상기 하향링크 제어 정보에 따라 하향링크 전송 블록을 하향링크 공유 채널 상에서 수신하는 단계; 및
상기 무선기기가 제2 기지국으로 상기 하향링크 전송 블록에 대한 ACK/NACK을 상향링크 제어채널 상으로 전송하는 단계를 포함하되,
상기 제2 기지국에 대한 상기 상향링크 제어채널을 위한 셀 식별자에 관한 정보는 상기 제1 기지국으로부터 수신되고,
상기 하향링크 제어 정보는 상기 상향링크 제어채널을 위한 무선 자원을 결정하는데 사용되는 지시자를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 무선기기가 상기 제1 기지국으로부터 복수의 상향링크 채널 자원 후보에 관한 정보를 수신하는 단계를 더 포함하고,
상기 지시자는 상기 복수의 상향링크 채널 자원 후보 중 하나를 지시하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 지시자는 상기 상향링크 제어채널을 위한 무선 자원을 결정하는데 사용되는 자원 인덱스의 오프셋을 지시하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
상기 ACK/NACK을 상향링크 제어채널 상으로 전송하는 단계는 상기 ACK/NACK을 변조하여 변조 심벌을 생성하는 단계;
상기 변조 심벌을 순환 쉬프트 양만큼 순환 쉬프트된 시퀀스로 확산하는 단계; 및
상기 확산된 시퀀스를 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 5] 제 4 항에 있어서,
상기 순환 쉬프트 양은 상기 셀 식별자를 기반으로 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 6] 제 4 항에 있어서,

상기 변조 심벌은 BPSK(Binary Phase Shift Keying) 변조 또는 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 변조를 이용하여 변조되는 것을 특징으로 하는 방법.

[청구항 7]

제 1 항에 있어서, 상기 하향링크 제어 채널이 검출되는 검색 공간은 하나 또는 그 이상의 PRB 쌍(physical resource block pair)에 의해 정의되는 것을 특징으로 하는 방법.

[청구항 8]

제 7 항에 있어서, 상기 하향링크 제어 채널이 수신되는 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심벌들과 상기 하향링크 공유 채널이 수신되는 OFDM 심벌들은 일부 또는 전부가 중복되는 것을 특징으로 하는 방법.

[청구항 9]

무선 통신 시스템에서 HARQ(hybrid automatic repeat request) ACK(positive-acknowledgement)/NACK(negative-acknowledgement)을 전송하는 무선기기에 있어서, 무선 신호를 송신 및 수신하는 RF(radio frequency)부; 및 상기 RF부와 연결되는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는 제1 기지국으로부터 하향링크 제어 정보를 하향링크 제어 채널 상에서 수신하고; 상기 제1 기지국으로부터 상기 하향링크 제어 정보에 따라 하향링크 전송 블록을 하향링크 공유 채널 상에서 수신하고; 및 제2 기지국으로 상기 하향링크 전송 블록에 대한 ACK/NACK을 상향링크 제어채널 상으로 전송하되, 상기 제2 기지국에 대한 상기 상향링크 제어채널을 위한 셀 식별자에 관한 정보는 상기 제1 기지국으로부터 수신되고, 상기 하향링크 제어 정보는 상기 상향링크 제어채널을 위한 무선 자원을 결정하는데 사용되는 지시자를 포함하는 무선기기.

[청구항 10]

제 9 항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 제1 기지국으로부터 복수의 상향링크 채널 자원 후보에 관한 정보를 수신하고, 상기 지시자는 상기 복수의 상향링크 채널 자원 후보 중 하나를 지시하는 것을 특징으로 하는 무선기기.

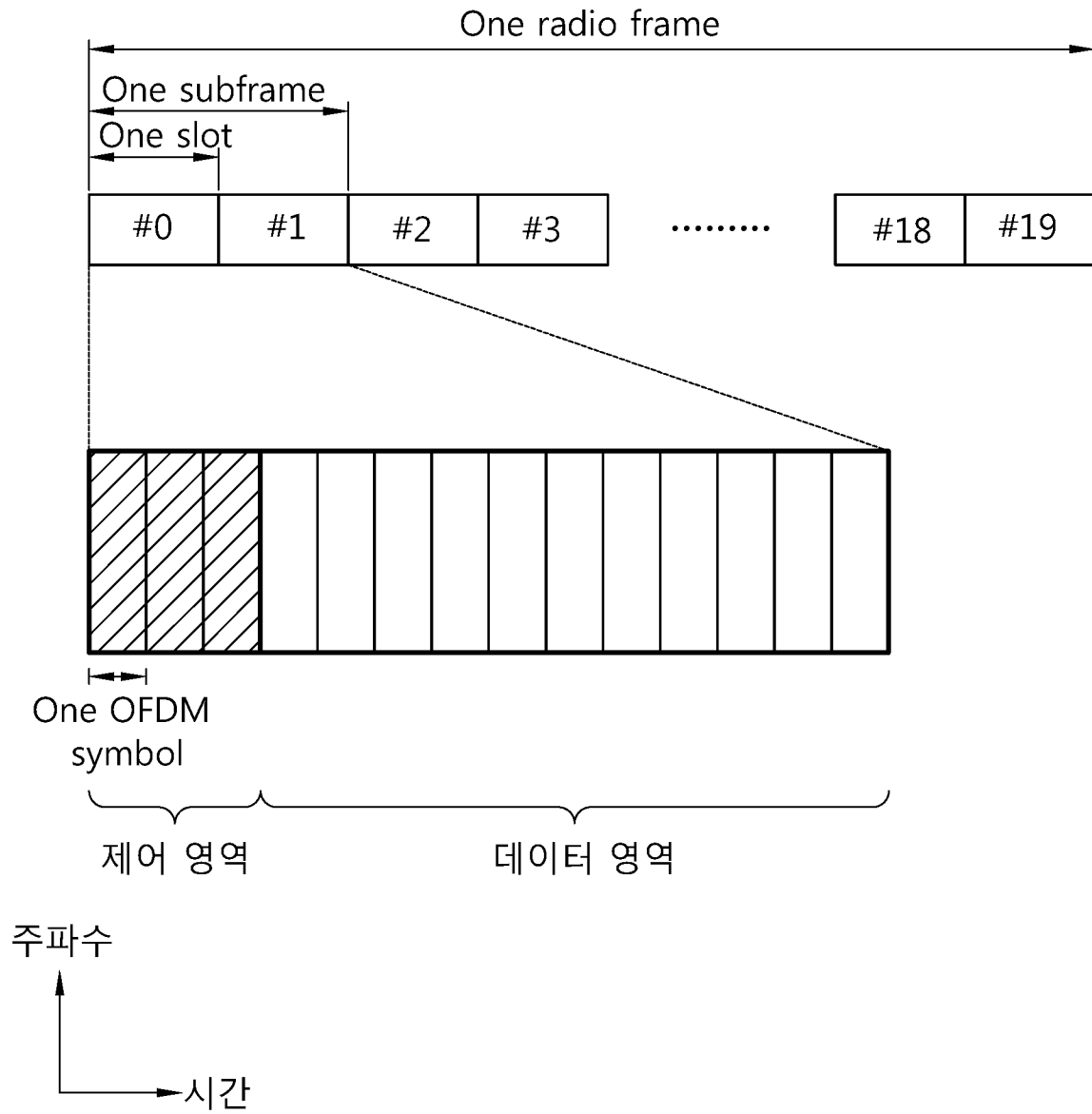
[청구항 11]

제 9 항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 ACK/NACK을 변조하여 변조 심벌을 생성하고; 상기 변조 심벌을 순환 쉬프트 양만큼 순환 쉬프트된 시퀀스로 확산하고; 및 상기 확산된 시퀀스를 전송하여, 상기 ACK/NACK을 상향링크 제어채널 상으로 전송하는 것을 특징으로 하는 무선기기.

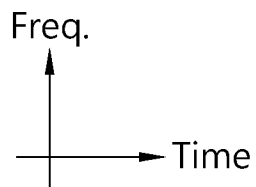
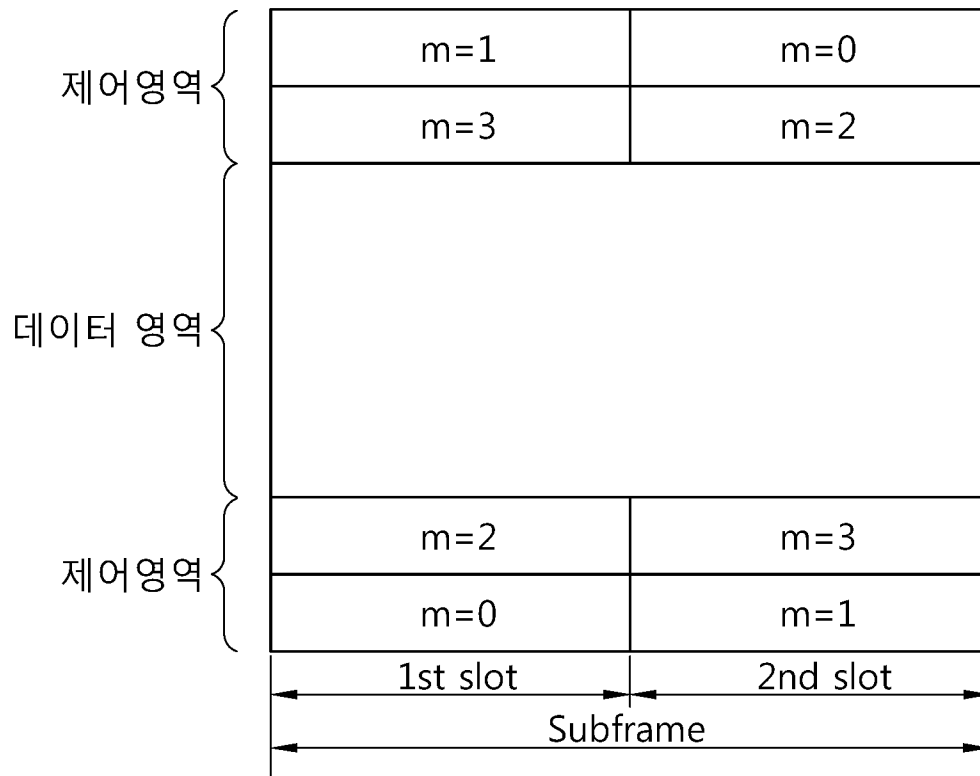
[청구항 12]

제 11 항에 있어서,
상기 순환 쉬프트 양은 상기 셀 식별자를 기반으로 결정되는 것을
특징으로 하는 무선기기.

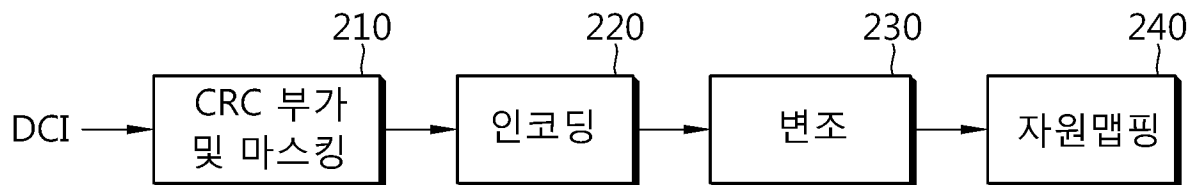
[Fig. 1]



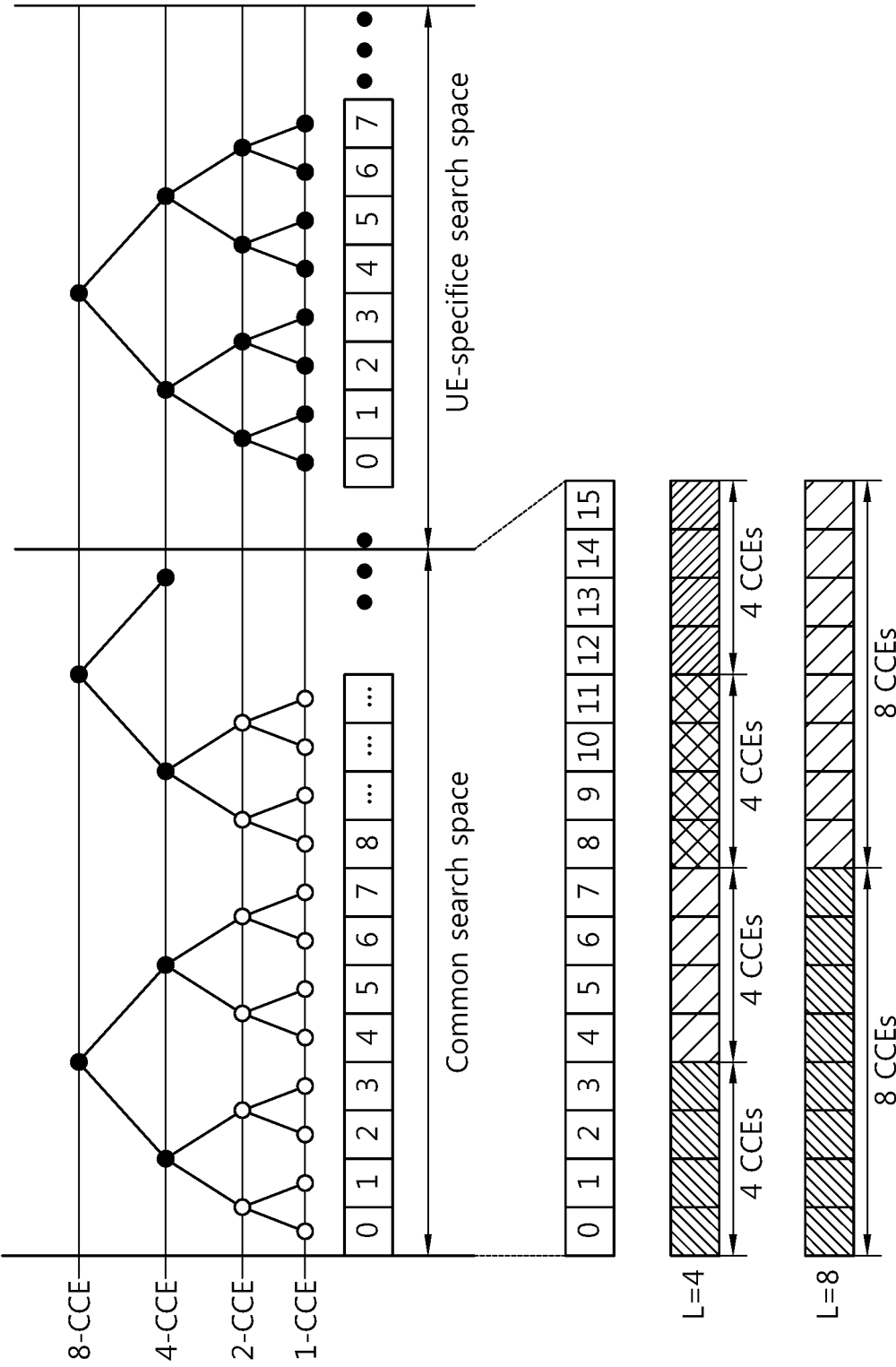
[Fig. 2]



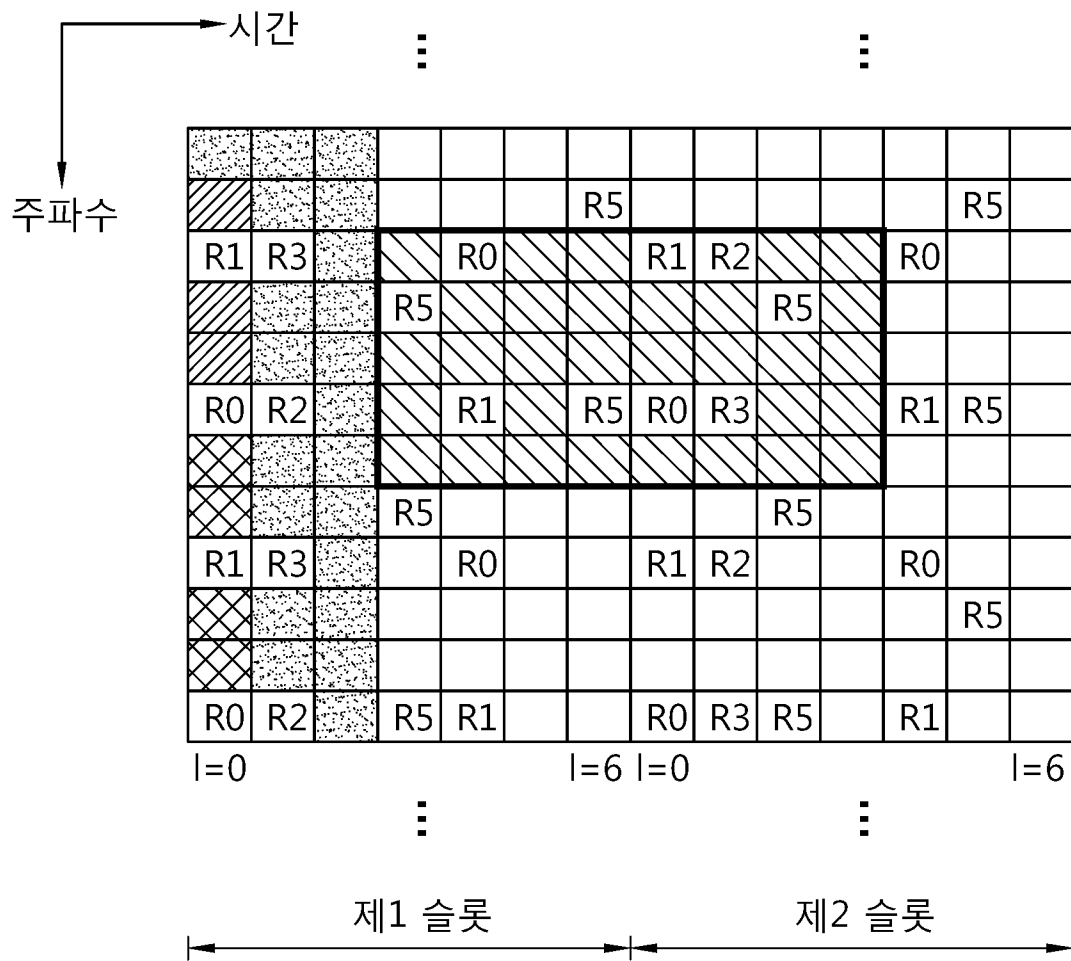
[Fig. 3]



[Fig. 4]

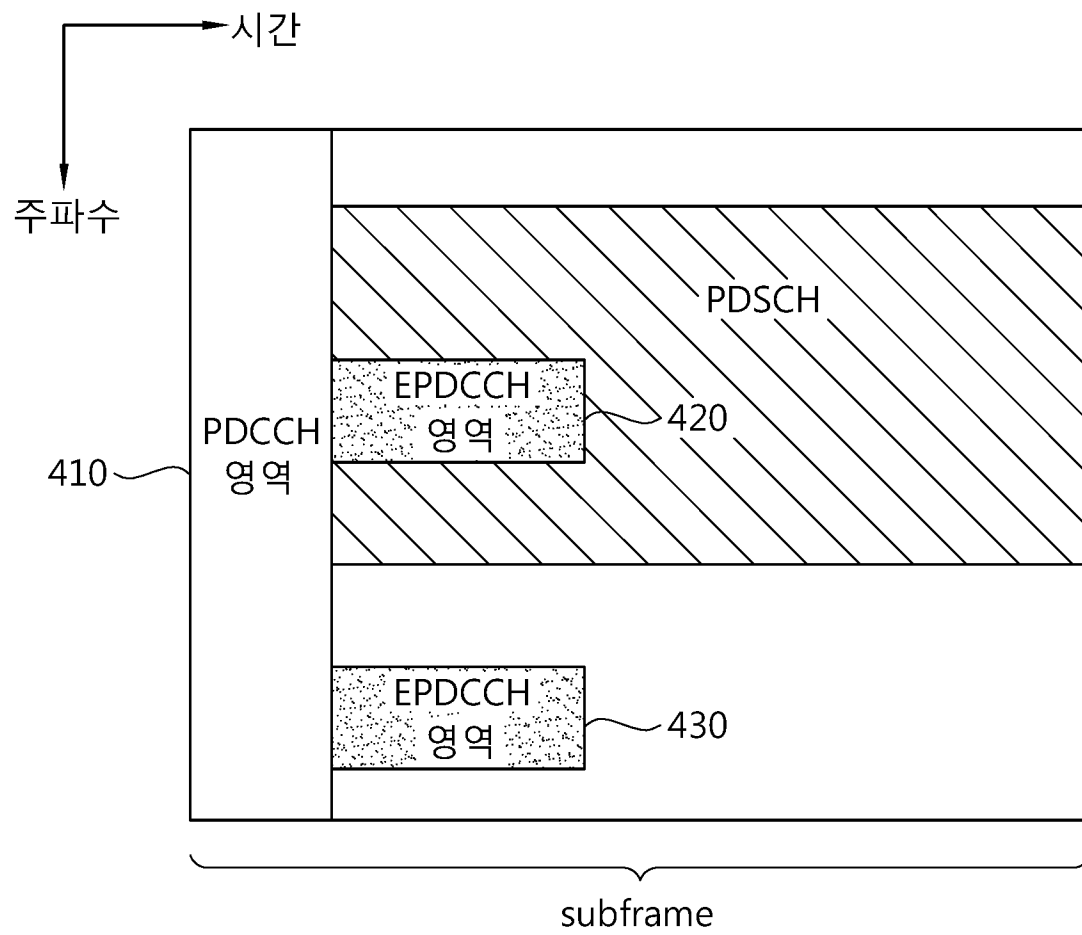


[Fig. 5]

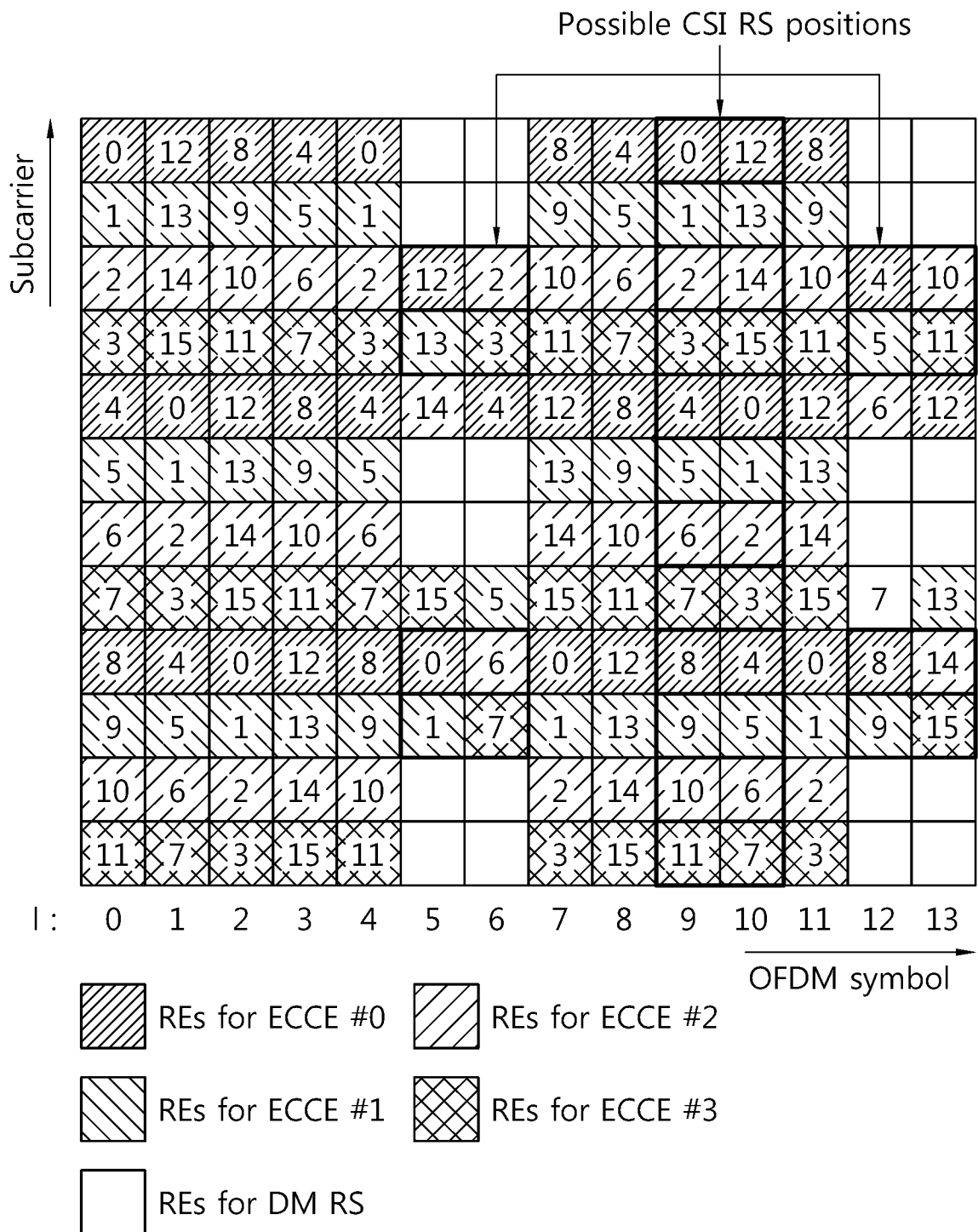


-  PCFICH
-  PHICH
-  PDSCH
-  PDCCH 영역

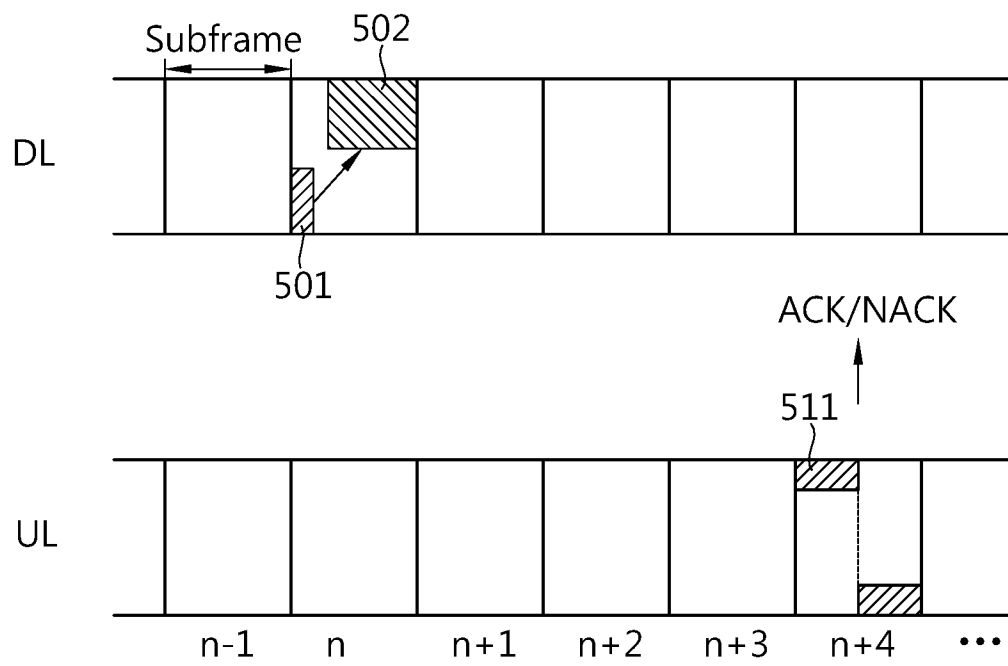
[Fig. 6]



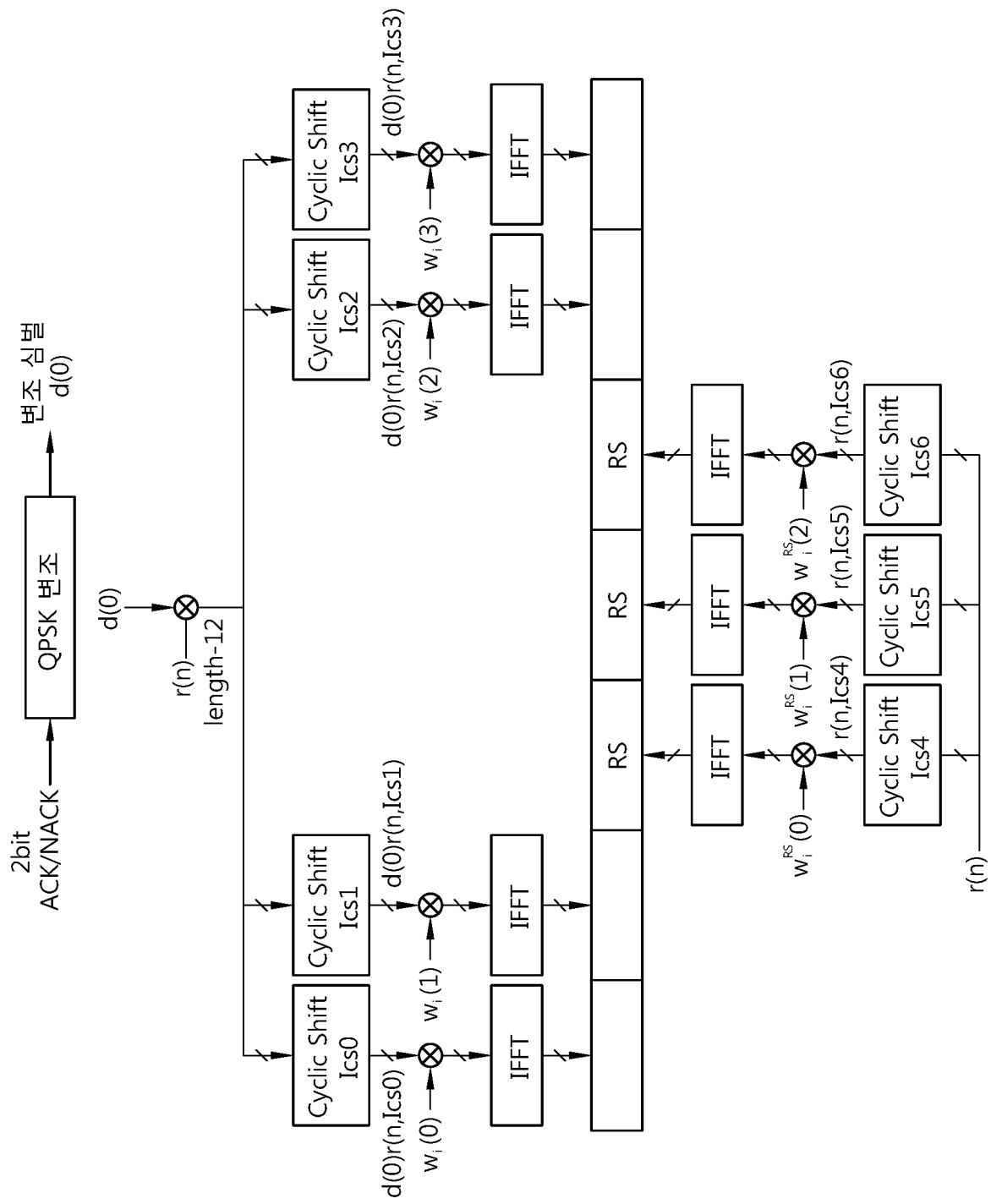
[Fig. 7]



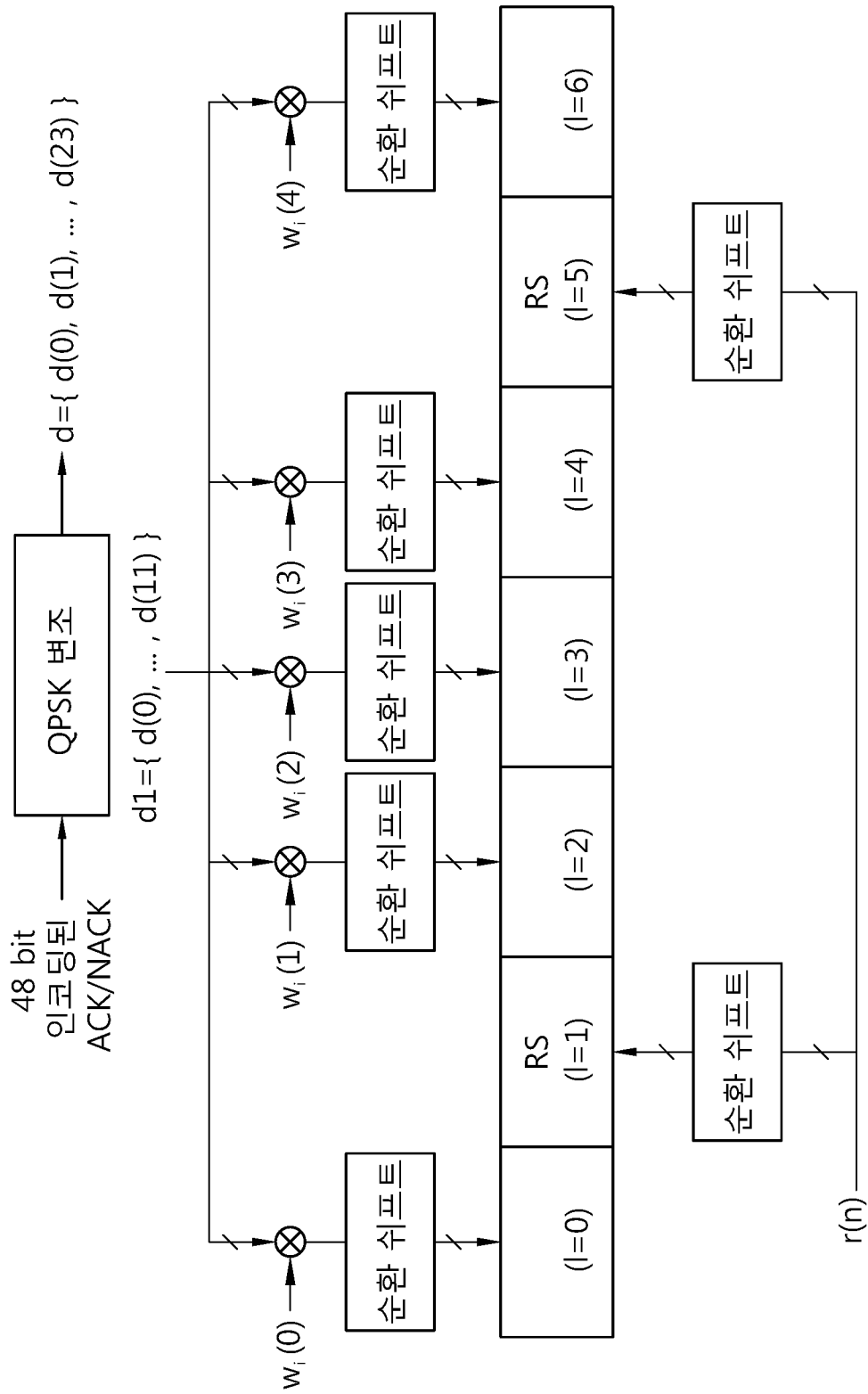
[Fig. 8]



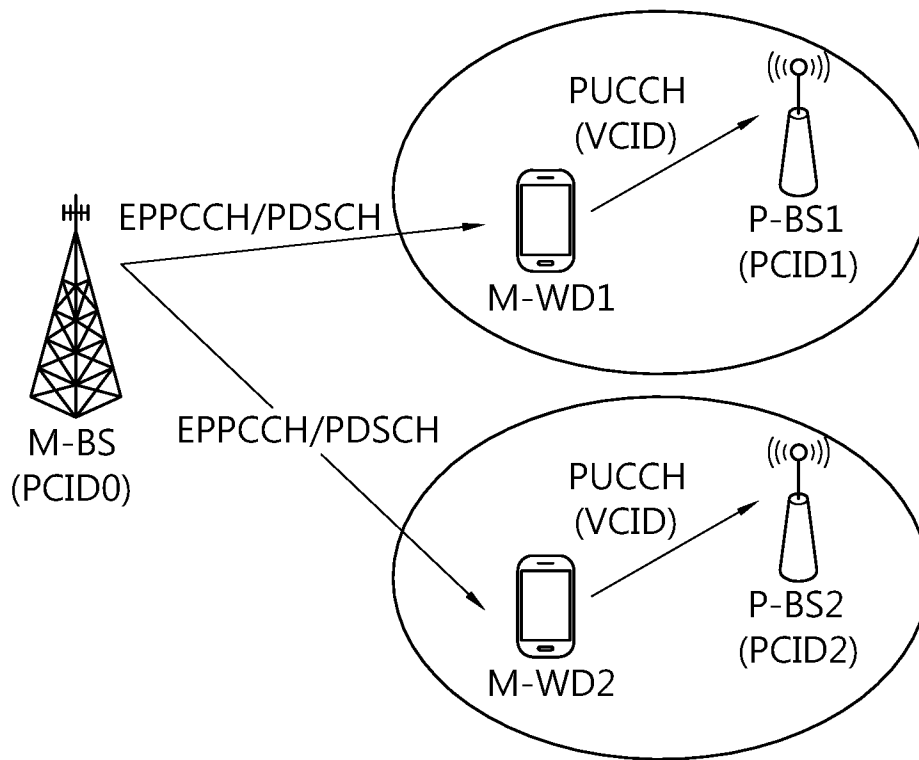
[Fig. 9]



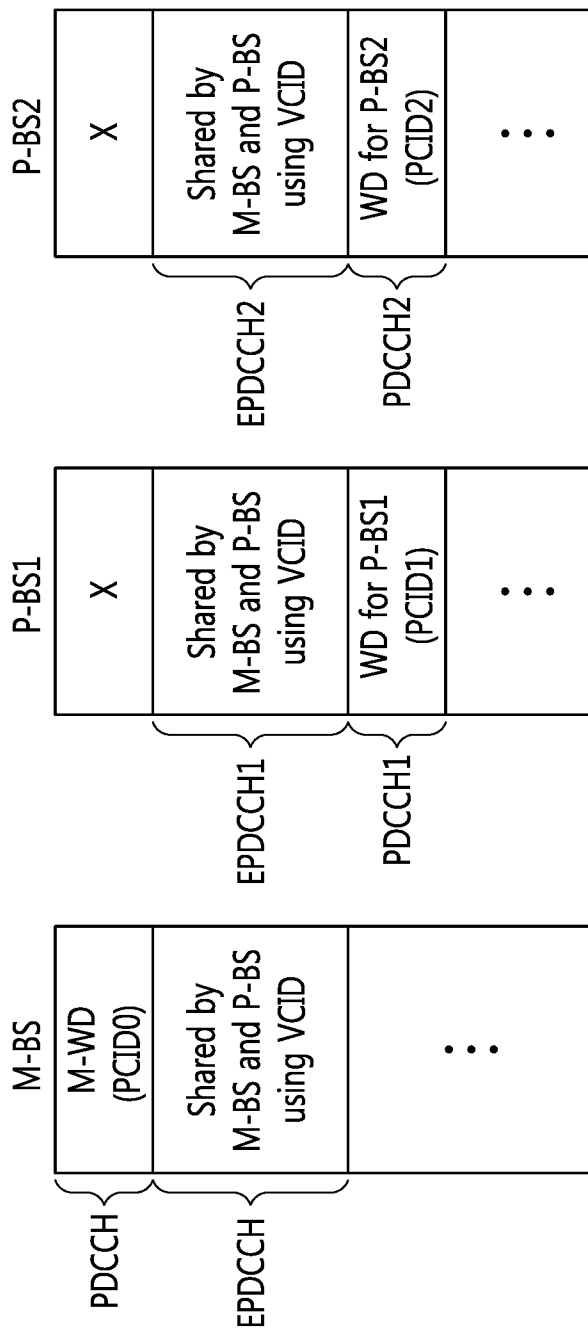
[Fig. 10]



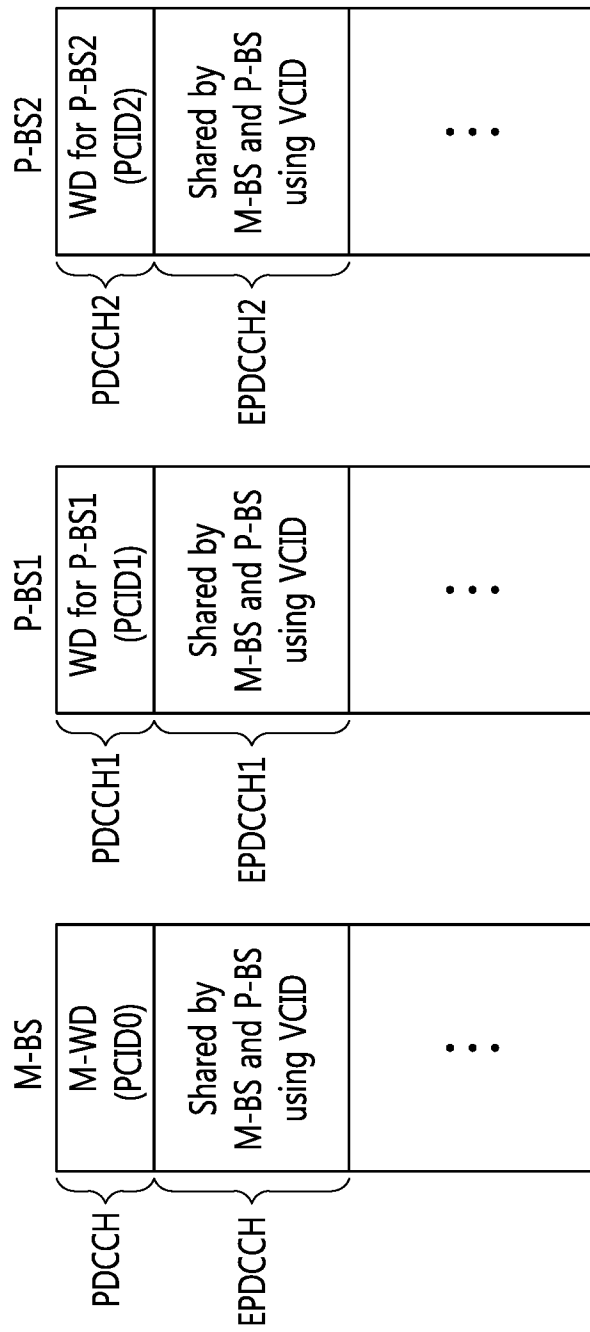
[Fig. 11]



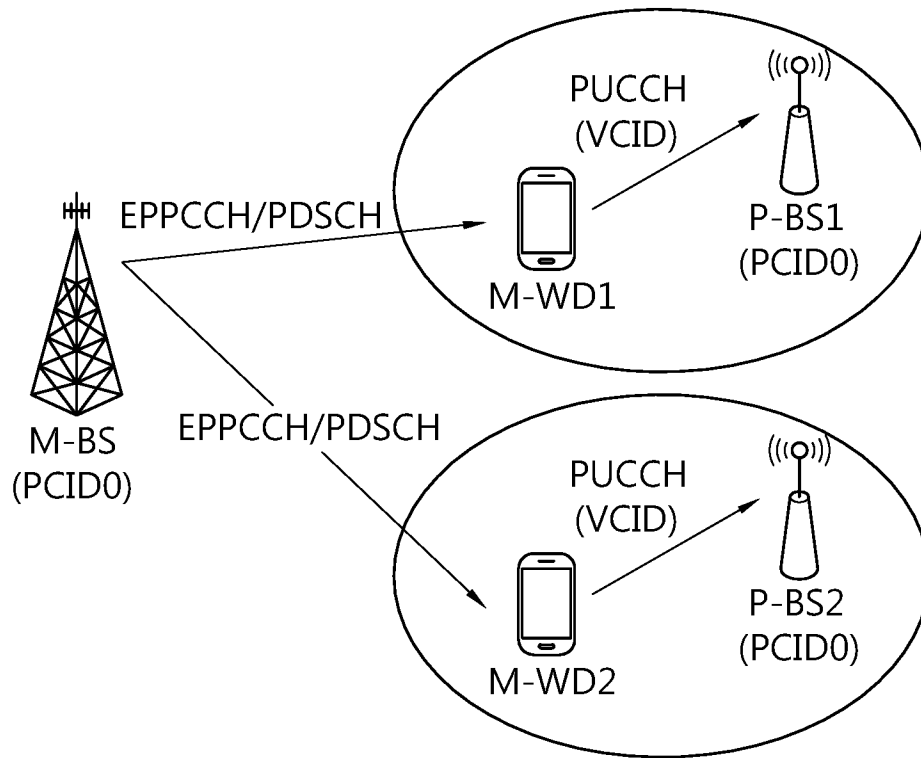
[Fig. 12]



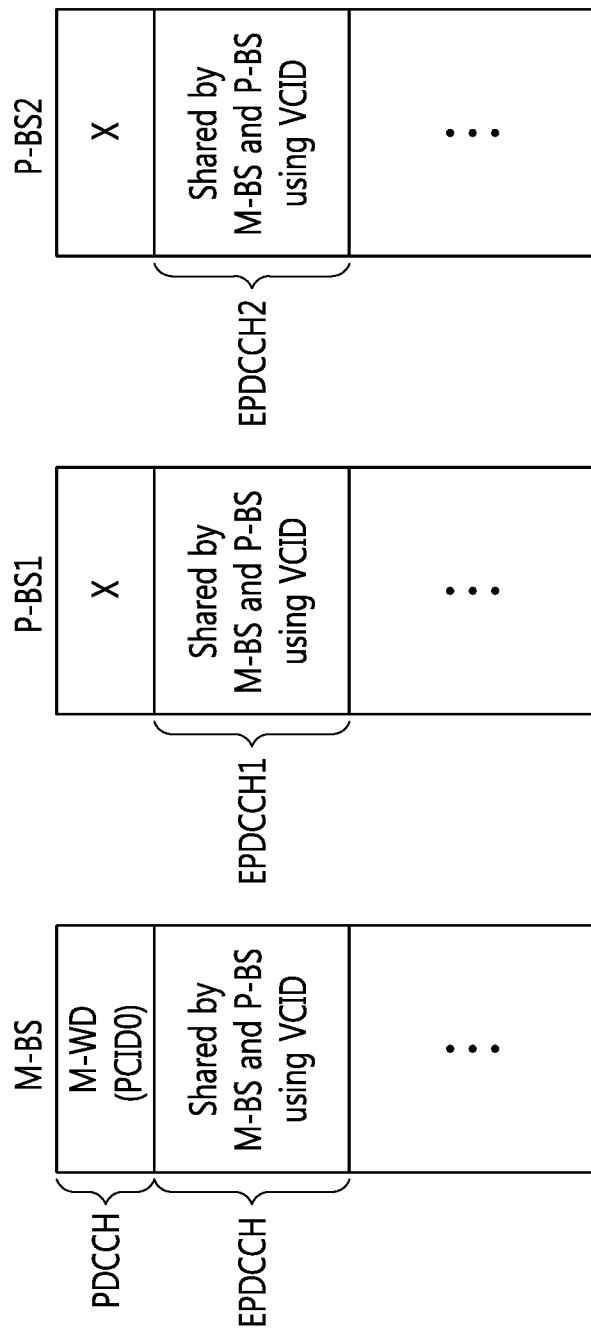
[Fig. 13]



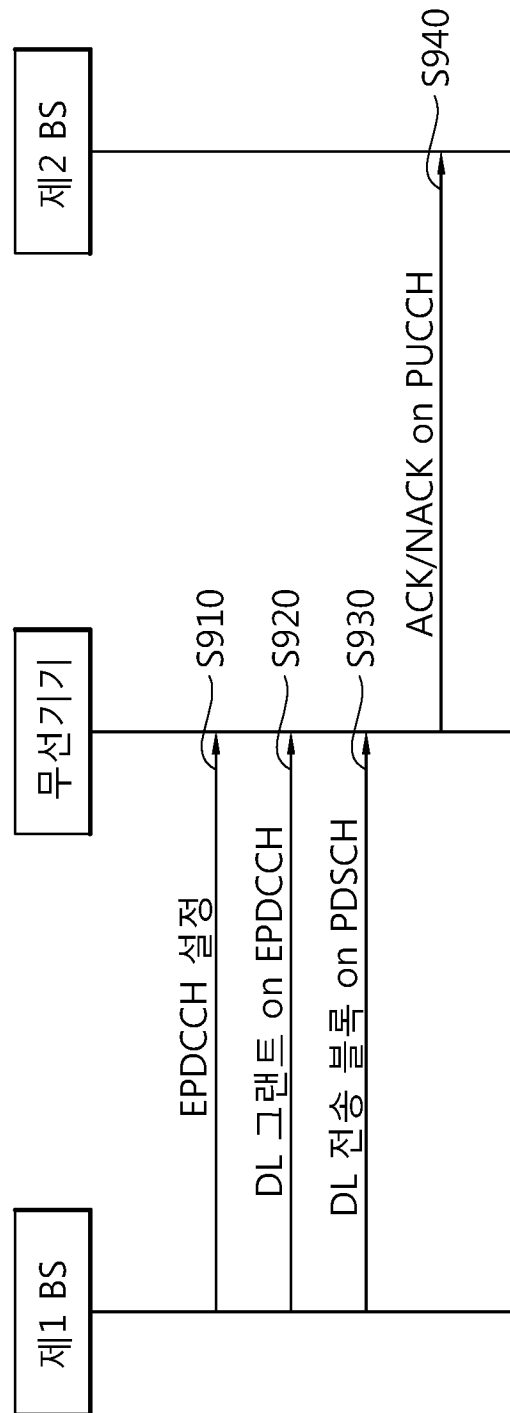
[Fig. 14]



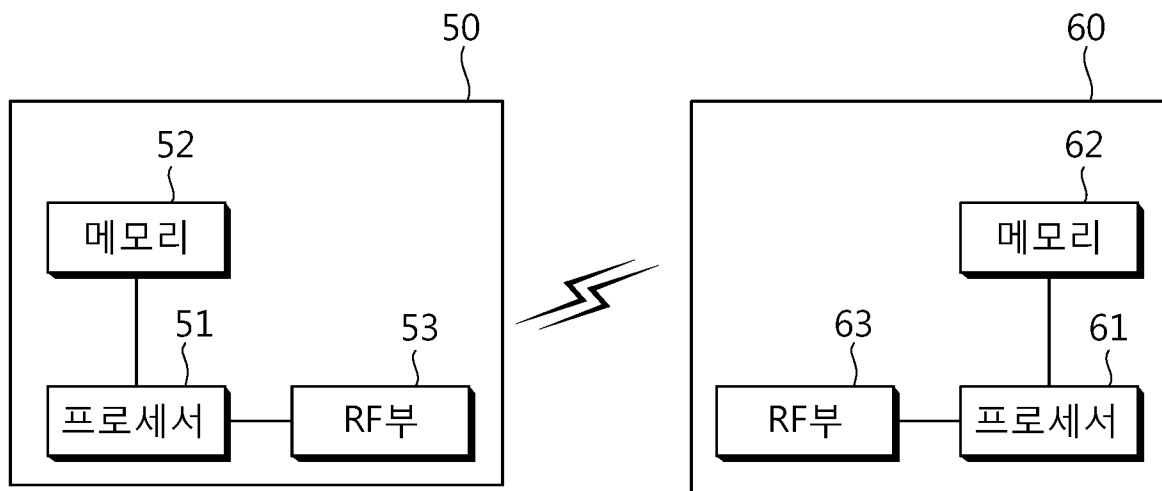
[Fig. 15]



[Fig. 16]



[Fig. 17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/004559**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H04L 1/18(2006.01)i, H04J 11/00(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L 1/18; H04W 88/02; H04B 7/26; H04L 1/16; H04L 27/26; H04J 11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: CoMP, EPDCCH, PUCCH, first base station, second base station, ACK/NACK, cell identifier

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2011-0090521 A (PANTECH CO.,LTD.) 10 August 2011 See abstract; paragraphs [0144]-[0145]; claims 1-4; and figures 4, 10.	1-12
A	WO 2011-047348 A1 (QUALCOMM INC.) 21 April 2011 See paragraphs [0078]-[0084]; claim 1; and figure 6.	1-12
A	KR 10-2008-0019160 A (LG ELECTRONICS INC.) 03 March 2008 See paragraphs [9]-[19]; and figures 1, 5.	1-12
A	KR 10-2011-0090754 A (LG ELECTRONICS INC.) 10 August 2011 See paragraphs [0281]-[0283]; claims 1, 2; and figures 45, 46.	1-12
A	WO 2011-120411 A1 (CHINA ACADEMY OF TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGY) 06 October 2011 See abstract; claims 13, 14; and figure 7.	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 SEPTEMBER 2013 (26.09.2013)

Date of mailing of the international search report

26 SEPTEMBER 2013 (26.09.2013)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2013/004559

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2011-0090521 A	10/08/2011	US 2012-0320853 A1 WO 2011-096683 A2 WO 2011-096683 A3	20/12/2012 11/08/2011 01/12/2011
WO 2011-047348 A1	21/04/2011	CN 102598795 A EP 2489223 A1 KR 10-2012-0070600 A TW 201134253 A US 2011-0255486 A1	18/07/2012 22/08/2012 29/06/2012 01/10/2011 20/10/2011
KR 10-2008-0019160 A	03/03/2008	CN 101536578 A US 2010-0048124 A1 US 2012-0127909 A1 US 2012-0230241 A1 US 8155648 B2 WO 2008-023928 A2 WO 2008-023928 A3	16/09/2009 25/02/2010 24/05/2012 13/09/2012 10/04/2012 28/02/2008 24/07/2008
KR 10-2011-0090754 A	10/08/2011	NONE	
WO 2011-120411 A1	06/10/2011	CN 102083211 A	01/06/2011

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04L 1/18(2006.01)i, H04J 11/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04L 1/18; H04W 88/02; H04B 7/26; H04L 1/16; H04L 27/26; H04J 11/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: CoMP, EPDCCH, PUCCH, 제1 기지국, 제2 기지국, ACK/NACK, 셀 식별자

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2011-0090521 A (주식회사 팬택) 2011.08.10 요약; 단락 [0144]-[0145]; 청구항 1-4; 및 도면 4, 10 참조.	1-12
A	WO 2011-047348 A1 (QUALCOMM INC.) 2011.04.21 단락 [0078]-[0084]; 청구항 1; 및 도면 6 참조.	1-12
A	KR 10-2008-0019160 A (엘지전자 주식회사) 2008.03.03 단락 [9]-[19]; 및 도면 1, 5 참조.	1-12
A	KR 10-2011-0090754 A (엘지전자 주식회사) 2011.08.10 단락 [0281]-[0283]; 청구항 1, 2; 및 도면 45, 46 참조.	1-12
A	WO 2011-120411 A1 (CHINA ACADEMY OF TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGY) 2011.10.06 요약; 청구항 13, 14; 및 도면 7 참조.	1-12

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2013년 09월 26일 (26.09.2013)

국제조사보고서 발송일

2013년 09월 26일 (26.09.2013)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

 대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

강희곡

전화번호 +82-42-481-8264



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2011-0090521 A	2011/08/10	US 2012-0320853 A1 WO 2011-096683 A2 WO 2011-096683 A3	2012/12/20 2011/08/11 2011/12/01
WO 2011-047348 A1	2011/04/21	CN 102598795 A EP 2489223 A1 KR 10-2012-0070600 A TW 201134253 A US 2011-0255486 A1	2012/07/18 2012/08/22 2012/06/29 2011/10/01 2011/10/20
KR 10-2008-0019160 A	2008/03/03	CN 101536578 A US 2010-0048124 A1 US 2012-0127909 A1 US 2012-0230241 A1 US 8155648 B2 WO 2008-023928 A2 WO 2008-023928 A3	2009/09/16 2010/02/25 2012/05/24 2012/09/13 2012/04/10 2008/02/28 2008/07/24
KR 10-2011-0090754 A	2011/08/10	없음	
WO 2011-120411 A1	2011/10/06	CN 102083211 A	2011/06/01