

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2017년 11월 9일 (09.11.2017)

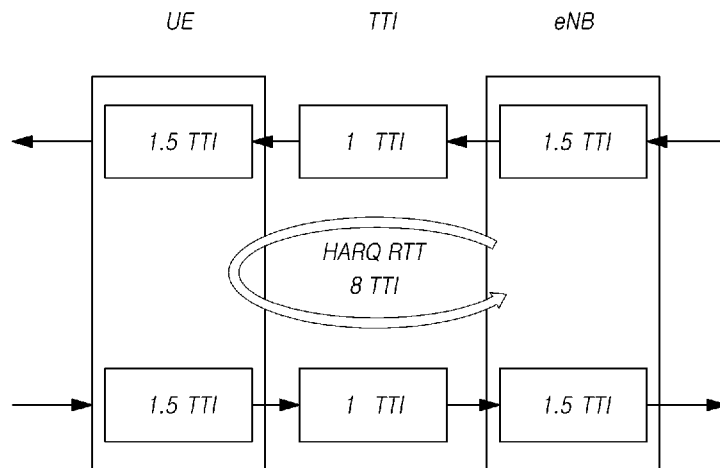


(10) 국제공개번호  
**WO 2017/192014 A2**

- (51) 국제특허분류: *H04L 5/00* (2006.01)      *H04W 84/02* (2009.01)  
*H04L 1/18* (2006.01)      *H04L 5/14* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/004702
- (22) 국제출원일: 2017년 5월 2일 (02.05.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:  
10-2016-0055676 2016년 5월 4일 (04.05.2016) KR  
10-2016-0058317 2016년 5월 12일 (12.05.2016) KR  
10-2017-0056206 2017년 5월 2일 (02.05.2017) KR  
10-2017-0056011 2017년 5월 2일 (02.05.2017) KR
- (71) 출원인: 주식회사 케이티 (KT CORPORATION) [KR/KR]; 13606 경기도 성남시 분당구 불정로 90 (정자동 206번지), Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 김기태 (KIM, Ki-tae); 06763 서울시 서초구 태봉로 151 (우면동, KT연구개발센터), Seoul (KR). 최우진 (CHOI, Woo-jin); 06763 서울시 서초구 태봉로 151 (우면동, KT연구개발센터), Seoul (KR).
- (74) 대리인: 김은구 등 (KIM, Eungu et al.); 06130 서울특별시 강남구 강남대로94길 59 (역삼동 상원빌딩 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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.

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR TRANSMITTING AND RECEIVING CONTROL INFORMATION AND DATA IN FRAME STRUCTURE OF SHORT TRANSMISSION TIME INTERVAL

(54) 발명의 명칭: 짧은 전송 시간 간격의 프레임 구조에서 제어 정보 및 데이터를 송수신하는 방법 및 장치



(57) Abstract: The present embodiments relate to a method for transmitting and receiving control information and data between a terminal and a base station in a short TTI frame structure. In one embodiment, a search space of a legacy PDCCH and a search space of a sPDCCH are separated from each other on the basis of the type of the search space or aggregation level, etc., and information on the separated search space is signaled to the terminal, thereby enabling the terminal to detect a DCI while reducing the complexity of a blind decoding.

(57) 요약서: 본 실시예들은 short TTI 프레임 구조에서 단말과 기지국 간에 제어 정보 및 데이터를 송수신하는 방법에 관한 것으로서, 일 실시예는, legacy PDCCH의 Search space와 sPDCCH의 Search space를 Search space의 유형 또는 집합 레벨 등에 기초하여 서로 분리하고 분리된 Search space에 관한 정보를 단말로 시그널링함으로써, 단말이 Blind decoding의 복잡도를 감소시키며 DCI를 검출할 수 있도록 한다.



(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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

## 명세서

### 발명의 명칭: 짧은 전송 시간 간격의 프레임 구조에서 제어 정보 및 데이터를 송수신하는 방법 및 장치

#### 기술분야

- [1] 본 실시예들은 3GPP LTE/LTE-Advanced 시스템에서 제어 정보 및 데이터를 송수신하는 단말 및 기지국의 동작에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 3GPP LTE/LTE-Advanced 시스템에서 latency reduction을 위한 연구와 논의가 진행되고 있다. Latency reduction의 주요 목적은 TCP throughput을 향상시키기 위해서 보다 짧은 TTI(이하, 'short TTI' 또는 'sTTI'라 함) 운영을 규격화하는 것이다.
- [3] 이를 위해 RAN2에서는 short TTI에 대한 성능 검증을 수행하고 있으며, 0.5ms와 하나의 OFDM 심볼 사이에서 TTI 길이의 실현 가능성과 성능, 백워드 호환성 유지 등에 대한 논의가 진행 중이다.
- [4] 이러한 short TTI에 대한 Physical layer에 대한 연구가 진행 중이며, DCI 구성 및 검출에 관한 논의가 진행 중이나, sPDCCH와 legacy PDCCH의 search space 구성 및 blind decoding, short TTI 기반 PUCCH 설정, sPUSCH와 legacy SRS의 전송 및 수신에 관한 구체적인 절차가 부재되어 있다.

#### 발명의 상세한 설명

##### 기술적 과제

- [5] 본 실시예들의 목적은, short TTI 프레임 구조에서 sPDCCH와 legacy PDCCH의 search space 구성 및 blind decoding에 관한 구체적인 방안을 제공하는 데 있다.
- [6] 또한, 본 실시예들의 목적은, short TTI 기반의 프레임 구조에서 상향링크 제어 채널과 상향링크 데이터 채널의 송수신 방식 및 상향링크 데이터 채널과 사운딩 참조 신호의 동시 전송시 단말과 기지국의 구체적인 동작 방식을 제공하는 데 있다.

##### 과제 해결 수단

- [7] 일 측면에서, 본 실시예들은, 짧은 전송 시간 간격의 프레임 구조에서 하향링크 제어 정보를 검출하는 방법에 있어서, 제1 집합 레벨로 설정된 제1 전송 시간 간격의 하향링크 제어 채널을 수신하는 단계와, 제2 집합 레벨로 설정된 제2 전송 시간 간격의 하향링크 제어 채널을 수신하는 단계와, 제1 집합 레벨과 제2 집합 레벨에 기초하여 블라인드 디코딩을 수행하는 단계를 포함하고, 제1 집합 레벨과 제2 집합 레벨은 서로 분리된 방법을 제공한다.
- [8] 다른 측면에서, 본 실시예들은, 단말이 짧은 전송 시간 간격의 프레임 구조에서 상향링크 채널을 전송하는 방법에 있어서, 기지국으로부터 짧은 전송 시간 간격의 하향링크 데이터 채널을 통해 하향링크 데이터를 수신하는 단계와,

하향링크 데이터에 대한 Ack/Nack을 짧은 전송 시간 간격의 상향링크 제어 채널을 통해 상기 기지국으로 전송하는 단계와, 기지국으로 짧은 전송 시간 간격의 상향링크 데이터 채널을 통해 상향링크 데이터와 사운딩 참조 신호를 전송하는 단계를 포함하고, 하나의 서브프레임에 포함된 짧은 전송 시간 간격의 상향링크 데이터 채널 중 적어도 하나를 통해 상향링크 데이터 및 사운딩 참조 신호 중 적어도 하나를 전송하는 방법을 제공한다.

- [9] 다른 측면에서, 본 실시예들은, 단말이 짧은 전송 시간 간격의 프레임 구조에서 상향링크 채널을 전송하는 방법에 있어서, 기지국으로부터 짧은 전송 시간 간격의 하향링크 데이터 채널을 통해 하향링크 데이터를 수신하는 단계와, 개별적인 순환 시프트 값을 Ack/Nack에 각각 할당하는 방식으로 Ack/Nack을 포함하는 짧은 전송 시간 간격의 상향링크 제어 채널을 구성하는 단계와, 짧은 전송 시간 간격의 상향링크 제어 채널을 통해 하향링크 데이터에 대한 Ack/Nack을 기지국으로 전송하는 단계를 포함하는 방법을 제공한다.

### 발명의 효과

- [10] 본 실시예들에 의하면, short TTI 프레임 구조에서 하향링크 제어 정보(DCI) 송수신을 위한 search space 구성에 대한 구체적인 방안을 제공한다.
- [11] 또한, 본 실시예들에 의하면, short TTI 기반의 프레임 구조에서 sPUCCH 설정 및 송수신을 위한 구체적인 방안과 sPUSCH와 SRS 심볼 구간의 중첩 문제를 해결할 수 있는 상향링크 채널 송수신 방식을 제공한다.

### 도면의 간단한 설명

- [12] 도 1은 eNB and UE processing delays and HARQ RTT 를 나타낸 도면이다.
- [13] 도 2는 resource mapping per PRB in one subframe 을 나타낸 도면이다.
- [14] 도 3은 Search space 정의 개념도를 나타낸 도면이다.
- [15] 도 4는 Common search space 정의 개념도를 나타낸 도면이다.
- [16] 도 5는 UE-specific search space 정의 개념도를 나타낸 도면이다.
- [17] 도 6은 본 실시예들에 따른 sTTI를 위한 search space 분리 개념도(방안 1-1)를 나타낸 도면이다.
- [18] 도 7은 본 실시예들에 따른 sTTI를 위한 search space 분리 개념도(방안 1-3)를 나타낸 도면이다.
- [19] 도 8은 본 실시예들에 따른 search space 분리시 방안 1-4-1에 따른 search space 기반 CCE indexing 방법을 나타낸 도면이다.
- [20] 도 9는 본 실시예들에 따른 search space 분리시 방안 1-4-2에 따른 search space 기반 CCE indexing 방법을 나타낸 도면이다.
- [21] 도 10은 본 실시예들에 따른 search space 분리시 방안 1-4-3에 따른 search space 기반 CCE indexing 방법을 나타낸 도면이다.
- [22] 도 11과 도 12는 본 실시예들에 따른 sTTI 프레임 구조에서 DCI를 검출하는 방법의 과정을 나타낸 도면이다.

- [23] 도 13은 sTTI 기반의 프레임 구조에서 상향링크 채널 전송 방식의 예시를 나타낸 도면이다.
- [24] 도 14는 sPUSCH와 SRS의 전송 개념도를 나타낸 도면이다.
- [25] 도 15는 SRS와 legacy PUSCH 할당의 개념도를 나타낸 도면이다.
- [26] 도 16은 sPUSCH drop을 통한 SRS protection 개념도를 나타낸 도면이다.
- [27] 도 17은 sTTI bundling 개념도를 나타낸 도면이다.
- [28] 도 18은 본 실시예들에 따른 기지국의 구성을 나타낸 도면이다.
- [29] 도 19는 본 실시예들에 따른 사용자 단말의 구성을 나타낸 도면이다.

### 발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [30] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [31] 본 명세서에서 MTC 단말은 low cost(또는 low complexity)를 지원하는 단말 또는 coverage enhancement를 지원하는 단말 등을 의미할 수 있다. 또는 본 명세서에서 MTC 단말은 low cost(또는 low complexity) 및/또는 coverage enhancement를 지원하기 위한 특정 카테고리로 정의된 단말을 의미할 수 있다.
- [32] 다시 말해 본 명세서에서 MTC 단말은 LTE 기반의 MTC 관련 동작을 수행하는 새롭게 정의된 3GPP Release-13 low cost(또는 low complexity) UE category/type을 의미할 수 있다. 또는 본 명세서에서 MTC 단말은 기존의 LTE coverage 대비 향상된 coverage를 지원하거나, 혹은 저전력 소모를 지원하는 기존의 3GPP Release-12 이하에서 정의된 UE category/type, 혹은 새롭게 정의된 Release-13 low cost(또는 low complexity) UE category/type을 의미할 수 있다.
- [33] 본 발명에서의 무선통신시스템은 음성, 패킷 데이터 등과 같은 다양한 통신 서비스를 제공하기 위해 널리 배치된다. 무선통신시스템은 사용자 단말(User Equipment, UE) 및 기지국(Base Station, BS, 또는 eNB)을 포함한다. 본 명세서에서의 사용자 단말은 무선 통신에서의 단말을 의미하는 포괄적 개념으로서, WCDMA 및 LTE, HSPA 등에서의 UE(User Equipment)는 물론, GSM에서의 MS(Mobile Station), UT(User Terminal), SS(Subscriber Station), 무선기기(wireless device) 등을 모두 포함하는 개념으로 해석되어야 할 것이다.
- [34] 기지국 또는 셀(cell)은 일반적으로 사용자 단말과 통신하는 지점(station)을 말하며, 노드-B(Node-B), eNB(evolved Node-B), 섹터(Sector), 사이트(Site), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point), 릴레이 노드(Relay Node), RRH(Remote Radio Head), RU(Radio Unit), small cell 등 다른 용어로 불릴 수 있다.

- [35] 즉, 본 명세서에서 기지국 또는 셀(cell)은 CDMA에서의 BSC(Base Station Controller), WCDMA의 NodeB, LTE에서의 eNB 또는 섹터(사이트) 등이 커버하는 일부 영역 또는 기능을 나타내는 포괄적인 의미로 해석되어야 하며, 메가셀, 매크로셀, 마이크로셀, 피코셀, 펌토셀 및 릴레이 노드(relay node), RRH, RU, small cell 통신범위 등 다양한 커버리지 영역을 모두 포괄하는 의미이다.
- [36] 상기 나열된 다양한 셀은 각 셀을 제어하는 기지국이 존재하므로 기지국은 두 가지 의미로 해석될 수 있다. i) 무선 영역과 관련하여 메가셀, 매크로셀, 마이크로셀, 피코셀, 펌토셀, 스몰 셀을 제공하는 장치 그 자체이거나, ii) 상기 무선영역 그 자체를 지시할 수 있다. i)에서 소정의 무선 영역을 제공하는 장치들이 동일한 개체에 의해 제어되거나 상기 무선 영역을 협업으로 구성하도록 상호작용하는 모든 장치들을 모두 기지국으로 지시한다. 무선 영역의 구성 방식에 따라 eNB, RRH, 안테나, RU, LPN, 포인트, 송수신포인트, 송신 포인트, 수신 포인트 등은 기지국의 일 실시예가 된다. ii)에서 사용자 단말의 관점 또는 이웃하는 기지국의 입장에서 신호를 수신하거나 송신하게 되는 무선 영역 그 자체를 기지국으로 지시할 수 있다.
- [37] 따라서, 메가셀, 매크로셀, 마이크로셀, 피코셀, 펌토셀, 스몰 셀, RRH, 안테나, RU, LPN(Low Power Node), 포인트, eNB, 송수신포인트, 송신 포인트, 수신 포인트를 통칭하여 기지국으로 지칭한다.
- [38] 본 명세서에서 사용자 단말과 기지국은 본 명세서에서 기술되는 기술 또는 기술적 사상을 구현하는데 사용되는 두 가지 송수신 주체로 포괄적인 의미로 사용되며 특정하게 지칭되는 용어 또는 단어에 의해 한정되지 않는다. 사용자 단말과 기지국은, 본 발명에서 기술되는 기술 또는 기술적 사상을 구현하는데 사용되는 두 가지(Uplink 또는 Downlink) 송수신 주체로 포괄적인 의미로 사용되며 특정하게 지칭되는 용어 또는 단어에 의해 한정되지 않는다. 여기서, 상향링크(Uplink, UL, 또는 업링크)는 사용자 단말에 의해 기지국으로 데이터를 송수신하는 방식을 의미하며, 하향링크(Downlink, DL, 또는 다운링크)는 기지국에 의해 사용자 단말로 데이터를 송수신하는 방식을 의미한다.
- [39] 무선통신시스템에 적용되는 다중 접속 기법에는 제한이 없다. CDMA(Code Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access), FDMA(Frequency Division Multiple Access), OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access), OFDM-FDMA, OFDM-TDMA, OFDM-CDMA와 같은 다양한 다중 접속 기법을 사용할 수 있다. 본 발명의 일 실시예는 GSM, WCDMA, HSPA를 거쳐 LTE 및 LTE-advanced로 진화하는 비동기 무선통신과, CDMA, CDMA-2000 및 UMB로 진화하는 동기식 무선 통신 분야 등의 자원할당에 적용될 수 있다. 본 발명은 특정한 무선통신 분야에 한정되거나 제한되어 해석되어서는 아니 되며, 본 발명의 사상이 적용될 수 있는 모든 기술분야를 포함하는 것으로 해석되어야 할 것이다.
- [40] 상향링크 전송 및 하향링크 전송은 서로 다른 시간을 사용하여 전송되는

- TDD(Time Division Duplex) 방식이 사용될 수 있고, 또는 서로 다른 주파수를 사용하여 전송되는 FDD(Frequency Division Duplex) 방식이 사용될 수 있다.
- [41] 또한, LTE, LTE-advanced와 같은 시스템에서는 하나의 반송파 또는 반송파 쌍을 기준으로 상향링크와 하향링크를 구성하여 규격을 구성한다. 상향링크와 하향링크는, PDCCH(Physical Downlink Control CHannel), PCFICH(Physical Control Format Indicator CHannel), PHICH(Physical Hybrid ARQ Indicator CHannel), PUCCH(Physical Uplink Control CHannel), EPDCCH(Enhanced Physical Downlink Control CHannel) 등과 같은 제어채널을 통하여 제어정보를 전송하고, PDSCH(Physical Downlink Shared CHannel), PUSCH(Physical Uplink Shared CHannel) 등과 같은 데이터채널로 구성되어 데이터를 전송한다.
- [42] 한편 EPDCCH(enhanced PDCCH 또는 extended PDCCH)를 이용해서도 제어 정보를 전송할 수 있다.
- [43] 본 명세서에서 셀(cell)은 송수신 포인트로부터 전송되는 신호의 커버리지 또는 송수신 포인트(transmission point 또는 transmission/reception point)로부터 전송되는 신호의 커버리지를 가지는 요소 반송파(component carrier), 그 송수신 포인트 자체를 의미할 수 있다.
- [44] 실시예들이 적용되는 무선통신 시스템은 둘 이상의 송수신 포인트들이 협력하여 신호를 전송하는 다중 포인트 협력형 송수신 시스템(coordinated multi-point transmission/reception System; CoMP 시스템) 또는 협력형 다중 안테나 전송방식(coordinated multi-antenna transmission system), 협력형 다중 셀 통신시스템일 수 있다. CoMP 시스템은 적어도 두 개의 다중 송수신 포인트와 단말들을 포함할 수 있다.
- [45] 다중 송수신 포인트는 기지국 또는 매크로 셀(macro cell, 이하 'eNB'라 함)과, eNB에 광케이블 또는 광섬유로 연결되어 유선 제어되는, 높은 전송파워를 갖거나 매크로 셀영역 내의 낮은 전송파워를 갖는 적어도 하나의 RRH일 수도 있다.
- [46] 이하에서 하향링크(downlink)는 다중 송수신 포인트에서 단말로의 통신 또는 통신 경로를 의미하며, 상향링크(uplink)는 단말에서 다중 송수신 포인트로의 통신 또는 통신 경로를 의미한다. 하향링크에서 송신기는 다중 송수신 포인트의 일부분일 수 있고, 수신기는 단말의 일부분일 수 있다. 상향링크에서 송신기는 단말의 일부분일 수 있고, 수신기는 다중 송수신 포인트의 일부분일 수 있다.
- [47] 이하에서는 PUCCH, PUSCH, PDCCH, EPDCCH 및 PDSCH 등과 같은 채널을 통해 신호가 송수신되는 상황을 'PUCCH, PUSCH, PDCCH, EPDCCH 및 PDSCH를 전송, 수신한다'는 형태로 표기하기도 한다.
- [48] 또한 이하에서는 PDCCH를 전송 또는 수신하거나 PDCCH를 통해서 신호를 전송 또는 수신한다는 기재는 EPDCCH를 전송 또는 수신하거나 EPDCCH를 통해서 신호를 전송 또는 수신하는 것을 포함하는 의미로 사용될 수 있다.
- [49] 즉, 이하에서 기재하는 물리 하향링크 제어채널은 PDCCH를 의미하거나,

EPDCCH를 의미할 수 있으며, PDCCH 및 EPDCCH 모두를 포함하는 의미로도 사용된다.

[50] 또한, 설명의 편의를 위하여 PDCCH로 설명한 부분에도 본 발명의 일 실시예인 EPDCCH를 적용할 수 있으며, EPDCCH로 설명한 부분에도 본 발명의 일 실시예로 PDCCH를 적용할 수 있다.

[51] 한편, 이하에서 기재하는 상위계층 시그널링(High Layer Signaling)은 RRC 파라미터를 포함하는 RRC 정보를 전송하는 RRC 시그널링을 포함한다.

[52] eNB은 단말들로 하향링크 전송을 수행한다. eNB은 유니캐스트 전송(unicast transmission)을 위한 주 물리 채널인 물리 하향링크 공유채널(Physical Downlink Shared Channel, PDSCH), 그리고 PDSCH의 수신에 필요한 스케줄링 등의 하향링크 제어 정보 및 상향링크 데이터 채널(예를 들면 물리 상향링크 공유채널(Physical Uplink Shared Channel, PUSCH))에서의 전송을 위한 스케줄링 승인 정보를 전송하기 위한 물리 하향링크 제어채널(Physical Downlink Control Channel, PDCCH)을 전송할 수 있다. 이하에서는, 각 채널을 통해 신호가 송수신 되는 것을 해당 채널이 송수신되는 형태로 기재하기로 한다.

[53] **[Latency reduction in RAN1]**

[54] Latency reduction Study Item은 RAN plenary #69 회의에서 승인되었다[1].

Latency reduction의 주요 목적은 TCP throughput을 향상시키기 위해서 보다 짧은 TTI 운영을 규격화하는 것이다[2]. 이를 위해 RAN2에서는 이미 short TTI에 대한 성능 검증을 수행하였다[2].

[55] 아래와 같은 범위에서 RAN1에 관계된 potential impact들과 study를 수행한다[1]:

[56] O Assess specification impact and study feasibility and performance of TTI lengths between 0.5ms and one OFDM symbol, taking into account impact on reference signals and physical layer control signaling

[57] O backwards compatibility shall be preserved (thus allowing normal operation of pre-Rel 13 UEs on the same carrier);

[58] Latency reduction can be achieved by the following physical layer techniques:

[59] - short TTI

[60] - reduced processing time in implementation

[61] - new frame structure of TDD

[62] 3GPP RAN WG1#84회의에서 추가적으로 합의된 사항은 아래와 같다.

[63] Agreements:

[64] ● Following design assumptions are considered:

[65] O No shortened TTI spans over subframe boundary

[66] O At least for SIBs and paging, PDCCH and legacy PDSCH are used for scheduling

[67] ● The potential specific impacts for the followings are studied

[68] O UE is expected to receive a sPDSCH at least for downlink unicast

- [69] ■ sPDSCH refers PDSCH carrying data in a short TTI
- [70] ○ UE is expected to receive PDSCH for downlink unicast
- [71] ■ FFS whether a UE is expected to receive both sPDSCH and PDSCH for downlink unicast simultaneously
- [72] ○ FFS: The number of supported short TTIs
- [73] ○ If the number of supported short TTIs is more than one,
- [74] Agreements:
- [75] ● Following design assumptions are used for the study
- [76] ○ From eNB perspective, existing non-sTTI and sTTI can be FDMed in the same subframe in the same carrier
- [77] ■ FFS: Other multiplexing method(s) with existing non-sTTI for UE supporting latency reduction features
- [78] Agreements:
- [79] ● In this study, following aspects are assumed in RAN1.
- [80] ○ PSS/SSS, PBCH, PCFICH and PRACH, Random access, SIB and Paging procedures are not modified.
- [81] ● Following aspects are further studied in the next RAN1 meeting
- [82] ○ Note: But the study is not limited to them.
- [83] ○ Design of sPUSCH DM-RS
- [84] ■ Alt.1: DM-RS symbol shared by multiple short-TTIs within the same subframe
- [85] ■ Alt.2: DM-RS contained in each sPUSCH
- [86] ○ HARQ for sPUSCH
- [87] ■ Whether/how to realize asynchronous and/or synchronous HARQ
- [88] ○ sTTI operation for Pcell and/or SCells by (e)CA in addition to non-(e)CA case
- [89] 3GPP RAN WG1#84bis 회의에서 추가적으로 합의된 사항은 아래와 같다.
- [90] Working Assumption:
- [91] - 1-OFDM-symbol sTTI length will not be further studied
- [92] Agreement:
- [93] ● sPDCCH (PDCCH for short TTI) needs to be introduced for short TTI.
- [94] - Each short TTI on DL may contain sPDCCH decoding candidates
- [95] Working Assumption:
- [96] ● CRS-based sPDCCH is recommended to be supported
- [97] - FFS whether CRS-based sPDCCH can be transmitted in the legacy PDCCH region
- [98] ● DMRS-based sPDCCH is recommended to be supported
- [99] ● Design of both CRS-based sPDCCH and DMRS-based sPDCCH will be studied further.
- [100] Conclusions:
- [101] ● A maximum number of BDs will be defined for sPDCCH in USS

- [102] ● In case 2-level DCI is adopted, any DCI for sTTI scheduling carried on PDCCH may be taken into account in the maximum total number of BDs
- [103] ● FFS whether the maximum number is dependent on the sTTI length
- [104] ● FFS whether the maximum number of blind decodes for (E)PDCCH is reduced in subframes in which the UE is expected to perform blind decodes for sPDCCH
- [105] ● FFS whether a UE may be expected to monitor both EPDCCH and sPDCCH in the same subframe
- [106] ● FFS whether the maximum number of BDs on PDCCH is changed from the legacy number
- [107] ● if DCI on PDCCH is for sTTI scheduling
- [108] Conclusion for study till RAN1#85:
- [109] ● Two-level DCI can be studied for sTTI scheduling, whereby:
- [110] - DCI for sTTI scheduling can be divided into two types:
- [111] ● "Slow DCI": DCI content which applies to more than 1 sTTI is carried on either legacy PDCCH, or sPDCCH transmitted not more than once per subframe
- [112] ● FFS whether "Slow DCI" is UE-specific or common for multiple UEs
- [113] ● "Fast DCI": DCI content which applies to a specific sTTI is carried on sPDCCH
- [114] ● For a sPDSCH in a given sTTI, the scheduling information is obtained from either:
- [115] ● a combination of slow DCI and fast DCI, or
- [116] ● fast DCI only, overriding the slow DCI for that sTTI
- [117] - Compare with single-level DCI carried on one sPDCCH or one legacy PDCCH.
- [118] - It is not precluded to consider schemes in which the slow DCI also includes some resource allocation information for the sPDCCH.
- [119] ● Methods for reducing the overhead of single-level DCI can also be studied
- [120] - Single-level DCI multi-sTTI scheduling for a variable number of sTTIs may be included
- [121] Aim to reduce the number of schemes under consideration at RAN1#85.
- [122] ● Both CRS based TMs and DMRS based TMs are recommended to be supported for DL sTTI transmission
- [123] - No change for CRS definition
- [124] ● FFS: Supporting more than 2 layers for sPDSCHs
- [125] - Further study is needed about DMRS design(s) for sPDSCH demodulation
- [126] ● For a certain TTI length, increased PRB bundling sizes may be necessary to achieve sufficient channel estimation accuracy.
- [127] ● FFS: the number of DMRS antenna ports that can be supported for a given short-TTI length.
- [128] ● For a certain TTI length, new DMRS design(s) may be needed
- [129] Agreements:

- [130] ● A UE is expected to handle the following cases in the same carrier in a subframe
- [131] - Receiving legacy TTI non-unicast PDSCH (except FFS for SC-PTM) and short TTI unicast PDSCH
- [132] - Receiving legacy TTI non-unicast PDSCH (except FFS for SC-PTM) and legacy TTI unicast PDSCH(s)
- [133] ● FFS between:
- [134] - Alt 1: A UE is not expected to receive legacy TTI unicast PDSCH and short TTI unicast PDSCH simultaneously on one carrier
- [135] - Alt 2: If the UE is scheduled with legacy TTI unicast PDSCH and short TTI unicast PDSCH simultaneously on one carrier, then it may skip the decoding of one of them (FFS rules for determining which one)
- [136] - Alt 3: A UE is expected to receive legacy TTI unicast PDSCH and short TTI unicast PDSCH simultaneously on one carrier
- [137] ● FFS UE behaviour in case of being scheduled with legacy TTI unicast PDSCH and short TTI unicast PDSCH simultaneously with legacy TTI non-unicast PDSCH (except FFS for SC-PTM) on the same carrier
- [138] ● A UE can be dynamically (with a subframe to subframe granularity) scheduled with legacy TTI unicast PDSCH and/or (depends on outcome of FFS above) short TTI PDSCH unicast
- [139] Agreements:
- [140] ● A UE can be dynamically (with a subframe to subframe granularity) scheduled with PUSCH and/or sPUSCH
- [141] - A UE is not expected to transmit PUSCH and short TTI sPUSCH simultaneously on the same REs, i.e. by superposition
- [142] - FFS whether a UE may transmit PUSCH and short TTI sPUSCH in the same subframe on one carrier by puncturing PUSCH
- [143] - FFS whether a UE may transmit PUSCH and short TTI sPUSCH in different PRBs on the same symbol(s)
- [144] - Dropping/prioritization rules (if any) are FFS
- [145] Agreements:
- [146] ● It is recommended to support PHICH-less asynchronous UL HARQ for PUSCH scheduled in a short TTI (i.e. for sPUSCH)
- [147] ● If DL data transmission is scheduled in a short TTI, the processing time for preparing the HARQ feedback by UE and the processing time for preparing a potential retransmission by eNB are assumed to be reduced
- [148] - FFS: the extent of processing time reduction
- [149] ● If UL data transmission is scheduled in a short TTI, the processing time for preparing UL data transmission upon UL grant reception at UE and the processing

- time for scheduling a potential retransmission by eNB are assumed to be reduced
- [150] - FFS: the extent of processing time reduction
- [151] ● Study whether it is beneficial to limit the maximum TA value supported in conjunction with latency reduction
- [152] - Note that this would restrict the deployment scenarios for latency reduction.
- [153] ● FFS whether processing time reductions can also be applied to legacy TTI transmissions for UEs that support short TTI
- [154] 기본적으로 Average down-link latency calculation에서는 아래의 절차를 따라 latency를 계산하게 된다[3].
- [155] Following the same approach as in section B.2.1 in 3GPP TR 36.912, the LTE U-plane one-way latency for a scheduled UE consists of the fixed node processing delays and 1 TTI duration for transmission, as shown in Figure 1 below. Assuming the processing times can be scaled by the same factor of TTI reduction keeping the same number of HARQ processes, the one way latency can be calculated as
- [156]  $D = 1.5 \text{ TTI (eNB processing and scheduling)} + 1 \text{ TTI (transmission)} + 1.5 \text{ TTI (UE processing)} + n*8 \text{ TTI (HARQ retransmissions)}$
- [157]  $= (4 + n*8) \text{ TTI.}$
- [158] Considering a typical case where there would be 0 or 1 retransmission, and assuming error probability of the first transmission to be  $p$ , the delay is given by
- [159]  $D = (4 + p*8) \text{ TTI.}$
- [160] So, for 0% BLER,  $D = 4 * \text{TTI}$ ,
- [161] And for 10% BLER,  $D = 4.8 * \text{TTI}$ .
- [162] **Average UE initiated UL transmission latency calculation**
- [163] Assume UE is in connected/synchronized mode and wants to do UL transmission, e.g., to send TCP ACK. Following table shows the steps and their corresponding contribution to the UL transmission latency. To be consistent in comparison of DL and UL, we add the eNB processing delay in the UL after the UL data is received by the eNB (step 7).

[164] [Table 1]

UL transmission latency calculation

Step	Description	Delay
1.	Average delay to next SR opportunity	SR periodicity/2
2.	UE sends SR	1 TTI
3.	eNB decodes SR and generates scheduling grant	3 TTI
4.	Transmission of scheduling grant (assumed always error free)	1 TTI
5.	UE processing delay (decoding Scheduling grant + L1 encoding of data)	3 TTI
6.	UE sends UL transmission	(1 + p*8) TTI where p is initial BLER.
7.	eNB receives and decodes the UL data	1.5 TTI

[165] **Resource mapping of short TTI [3]**

[166] In Figure 2 the resource map above is the legacy resource mapping per PRB in one subframe, considering 2 Antenna ports and 2 OFDM symbols control field. In Figure 2 the resource map below is the short TTI resource mapping, considering 2 OFDM symbols used for the control field in order to ensure the backward compatibility. The loss rates ( $L_{legacy}$ , e.g. 5% - 50%) of the PHY layer in short TTI duration are assumed.

[167] **TBS Calculation of short TTI**

[168] According to the resource mapping and the TBS calculation formula given above, the loss rate of PHY layer for legacy PDSCH is calculated as follows:

[169]

$$L_{legacy} = \frac{\text{the number of reference symbols within PDSCH}}{\text{the number of REs within PDSCH}} = \frac{12}{144} = 8.3\%$$

[170] For different short TTI duration, The TBS of short TTI PDSCH is calculated as the following table 2:

[171] [Table 2]

TBS calculation for different TTI duration

TTI Duration	TBS of short TTI PDSCH (TBS <sub>short</sub> )
7 OFDM symbol	First time slot: $TBS_{short} = TBS_{legacy} \times \frac{60}{144} \times \frac{1 - L_{short}}{1 - 8.3\%}$
	Second time slot: $TBS_{short} = TBS_{legacy} \times \frac{84}{144} \times \frac{1 - L_{short}}{1 - 8.3\%}$
2 OFDM symbol	$TBS_{short} = TBS_{legacy} \times \frac{24}{144} \times \frac{1 - L_{short}}{1 - 8.3\%}$
1 OFDM symbol	$TBS_{short} = TBS_{legacy} \times \frac{12}{144} \times \frac{1 - L_{short}}{1 - 8.3\%}$

[172] 상기와 같이 short TTI에 대한 Physical layer에 대한 연구가 진행 중이며, DCI 구성 및 검출에 대한 논의가 진행 중에 있다. 구체적으로는 sPDCCH와 legacy PDCCH의 search space 구성 및 blind decoding에 대한 방안이 부재되어 있다.

[173] 본 발명에서는 short TTI 프레임에 대한 sPDCCH와 legacy PDCCH의 search space 구성 및 blind decoding 방안을 제시한다.

[174] 기본적으로 PDCCH 검출에는 아래의 Aggregation level, PDCCH candidate를 기반으로 주어진 Hashing function에 기반한 blind decoding을 수행한다.

[175] 
$$S_k^{(L)} = L \cdot \left\{ (Y_k + m) \bmod \left\lfloor \frac{N_{CCE,k}}{L} \right\rfloor \right\} + i$$

$$\begin{cases} L \in \{1, 2, 4, 8\} \\ i = 0, \dots, L - 1 \\ m = 0, \dots, M^{(L)} - 1 \end{cases}$$

[176] [Table 3]

Search space  $\mathcal{Y}_k$  aggregation level (TS 36.213)

Type	Search Space Aggregation level $L$	Size [in CCEs]	Number of PDCCH candidates $M^{(L)}$
UE-specific	1	6	6
	2	12	6
	4	8	2
	8	16	2
Common	4	16	4
	8	16	2

[177] 도 3은 Search space 정의 개념도를 나타낸 것이고, 도 4는 Common search space 정의 개념도를 나타낸 것이며, 도 5는 UE-specific search space 정의 개념도를 나타낸 것이다.

[178] 여기에서 주어진 hashing function을 이용한 Search space 정의 및 Blind decoding procedure는 아래와 같다.

[179] 1) Search space 정의

[180] ◆ Search Space (Cont'd)

[181] ● The variable  $Y_k$

[182] √ For the COMMON search space

[183]  $Y_k = 0, \quad L \in \{4, 8\}$

[184] √ For the UE-specific search space

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

$$\begin{cases} L \in \{1, 2, 4, 8\} \\ Y_{-1} = n_{\text{RNTI}} \neq 0 \\ A = 39827, D = 65537 \\ k = \lfloor n_s/2 \rfloor \rightarrow \text{Subframe index (from 0 to 9)} \\ n_s = 0, \dots, 19 \rightarrow \text{Slot number (from 0 to 19)} \end{cases}$$

[186] ◆ Size of search space

[187] ● CCE units

[188] ● The size depends on the type and aggregation level of search space

[189] ● 4 kinds of size: 6, 8, 12, 16 [CCEs]

[190] ◆ Number of PDCCH candidates  $M^{(L)} Y_k$

[191] ● The set of PDCCH candidates to monitor are defined in terms of search spaces

[192] ● Mainly connected to the aggregation level

[193]  $M^{(L)} = S_k^{(L)} / L$

[194] 2) Relationship between  $Y_k$  and search space

[195] ■ Offset of starting-point of search space

[196] ■ Offset( $Y_k$ ) has UE-specific value within UE-specific search space

[197] ■ Offset( $Y_k$ ) is fixed by zero in common search space

[198] ■ Example: CommonSearchSpace

[199] ✓ Aggregation level ( $L$ ): 4,  $N_{CCE} = 35$

[200] ✓ Size of Search space: 16 CCEs

[201] ✓ Number of candidate ( $M^{(L)}$ ): 4

[202] ✓  $Y_k = \alpha Y_k$  does not get affected by  $n_{RNTI}$

[203] 
$$S_k^{(4)} = L \cdot \left\{ (Y_k + m) \bmod \lfloor N_{CCE,k} / L \rfloor \right\} + i = 4 \cdot \left\{ (0 + m) \bmod 8 \right\} + i$$

[204] ■ Example: UE-specific Search Space

[205] ✓ Aggregation level ( $L$ ): 4,  $N_{CCE} = 35$

[206] ✓ Size of Search space: 8 CCEs

[207] ✓ Number of candidate ( $M^{(L)}$ ): 2

[208] 
$$Y_k = (A \cdot Y_{k-1}) \bmod D \rightarrow Y_0 = (A \cdot Y_{-1}) \bmod D = 39827 \begin{cases} k = \lfloor n_s / 2 \rfloor = \lfloor 0 / 2 \rfloor = 0 \\ n_{RNTI} = 0001(hex) \\ n_s = 0 \end{cases}$$

[209] 
$$S_k^{(L)} = L \cdot \left\{ (Y_k + m) \bmod \lfloor N_{CCE,k} / L \rfloor \right\} + i \rightarrow$$

$$S_0^{(4)} = 4 \cdot \left\{ (Y_0 + m) \bmod \lfloor N_{CCE,0} / L \rfloor \right\} + i = 4 \cdot \left\{ (39827 + m) \bmod 8 \right\} + i$$

$$= 4 \cdot \left\{ (3 + m) \bmod 8 \right\} + i$$

[210] 결국 정의된 search space 를 기반으로 단말이 자신의 PDCCH를 찾기 위해서는 아래와 같은 최대 Blind decoding 수가 결정된다.

[211] 즉, 전체 aggregation level 1,2,4,8에 대해서 PDCCH 후보가 UESS=16, CSS=6이 존재한다. 따라서 각 Transmission mode에서 찾아야 하는 PDCCH format은 DCI format 1A +  $\alpha'$ 로 2개가 존재하기 때문에 총 Blind decoding 수는 44가 된다(Legacy PDCCH 기준).

[212] [Table 4]

Search Space			Number of PDCCH candidates $M^{(L)}$
Type	Aggregation level $L$	Size [in CCEs]	
UE-specific	1	6	6
	2	12	6
	4	8	2
	8	16	2
Common	4	16	4
	8	16	2
Max number of BDs			<b>22X2=44 BDs</b>

- [213] 본 제안에서는 sTTI에서 고려하는 있는 Two-level DCI 를 위한 Search space 정의 및 단말의 Blind decoding 동작에 관한 제안을 수행한다.
- [214] 현재 latency reduction에서 고려하고 있는 Two-level DCI는 'slow DCI'와 'fast DCI'로 나눌 수 있다.
- [215] 여기에서 추가로 고려해야 할 사항이 단말의 Blind decoding이다.
- [216] Blind decoding의 복잡도를 고려해야 하는 측면에서는 Blind decoding의 복잡도를 legacy PDCCH와 short PDCCH(sPDCCH)가 나누어 가지는 동작이 바람직하다. 따라서 아래와 같은 방법을 제안한다.
- [217] 방안 1-1. Legacy PDCCH에서 상대적으로 큰 aggregation level의 search space를 정의하고, sPDCCH에서는 상대적으로 작은 aggregation level의 search space를 할당한다. 두 search space 간에는 동일한 aggregation level에 대한 blind decoding은 정의하지 않는다.
- [218] 본 제안에서는 단말의 최대 Blind decoding을 최소로 증가시키기 위해서 legacy PDCCH 영역과 sPDCCH 영역에 search space를 분리 정의한다.
- [219] 예를 들어 도 6과 같이 legacy PDCCH 영역에는 기존의 Common search space와 Aggregation level=4,8의 UE-specific search space만을 정의하고, 각 sTTI의 sPDCCH에서는 상대적으로 낮은 aggregation level-1,2의 UE-specific search space만을 정의한다.
- [220] 이것은 sTTI 기반의 sPDCCH는 상대적으로 legacy PDCCH보다 가용 자원이 상대적으로 적을 것으로 예상되기 때문에, 상대적으로 작은 자원을 사용하는 aggregation level만을 sPDCCH 정의에 허용하게 된다. 기본적으로 Common search space는 aggregation level=4,8을 사용하기 때문에 legacy PDCCH에 정의하는 것이 오버헤드 감소에 이득이 될 것으로 보인다.

[221] 각 search space 분리에 대한 것은 sTTI configuration시에 추가 시그널링을 통해서 flexible한 적용이 가능하다. 즉 UE-specific search space의 Aggregation level L에 대한 셋을 시그널링으로 내려주면 단말은 설정된 방법에 따라서 설정된 search space의 aggregation level에 대한 Blind decoding을 수행한다.

[222] 구체적으로 예를 들어 도 6과 같은 경우에는 아래와 같은 blind decoding이 정의된다.

$$[223] \quad L \left\{ (Y_k + m') \bmod \left\lfloor N_{CCE,k} / L \right\rfloor \right\} + i$$

[224] - Legacy PDCCH

[225] o Common search space: Aggregation level L={4,8}

[226] o UE specific search space: Aggregation level L={4,8}

[227] - sPDCCH: BD 수=sTTI별 BD X No.of sTTI in a subframe

[228] o UE specific search space: Aggregation level L={1,2}

[229] 방안 1-2. Legacy PDCCH에는 Common search space만을 정의하고, sPDCCH에는 UE-specific search space만을 정의한다.

[230] 본 제안에서는 앞서 언급한 방안 1-1과 달리 Common search space 영역까지 sPDCCH에 정의하는 것이 오버헤드로 작용할 수 있기 때문에 Common search space만을 legacy PDCCH에 정의하고, 나머지 모든 UE-specific search space들을 모두 sPDCCH에 정의함을 의미한다.

[231] 즉, legacy PDCCH에는 Common search space에 해당하는 Aggregation level L=4,8이 정의되고, sPDCCH에는 UE-Specific search space에 해당하는 Aggregation level L=1,2,4,8이 정의된다.

[232] 구체적으로 예를 들어 아래 식과 같이 hashing function이 정의될 수 있다.

$$[233] \quad L \left\{ (Y_k + m') \bmod \left\lfloor N_{CCE,k} / L \right\rfloor \right\} + i$$

[234] - Legacy PDCCH

[235] o Common search space: Aggregation level L={4,8}

[236] - sPDCCH: BD 수=sTTI별 BD X No.of sTTI in a subframe

[237] o UE specific search space: Aggregation level L={1,2,4,8}

[238] 방안 1-3. sPDCCH에는 최소 aggregation level만을 정의하고, 나머지 search space는 legacy PDCCH에 정의한다.

[239] 본 제안에서는 최소 aggregation level만을 sPDCCH에 할당하고, 나머지 search space에 대해서는 legacy PDCCH에 할당한다.

[240] 예를 들어 현재 3GPP LTE/LTE-Advanced 표준에 정의된 search space 중 가장 낮은 aggregation level은 L=1이다. 따라서 이와 같은 경우에는 가장 낮은 aggregation level은 1이기 때문에 도 7과 같은 search space 할당이 이루어지게 된다.

- [241] 결과적으로 해당 기법은 sPDCCH에 가장 낮은 자원을 필요로 하는 기법이기 때문에 sTTI의 control overhead가 가장 낮은 방식으로 운용할 수 있다.
- [242] 구체적으로 예를 들어 도 7과 같은 경우에는 아래와 같은 blind decoding이 정의된다.
- [243] 
$$L \{ (Y_k + m) \bmod \lfloor N_{CCE,k} / L \rfloor \} + i$$
- [244] - Legacy PDCCH
- [245] O Common search space: Aggregation level L={4,8}
- [246] O UE specific search space: Aggregation level L={2,4,8}
- [247] - sPDCCH: BD 수=sTTI별 BD X No.of sTTI in a subframe
- [248] O UE specific search space: Aggregation level L={1}
- [249] 방안 1-4. sPDSCH A/N 설정을 위한 Lowest CCE index는 sTTI 서브프레임 단위의 offset을 적용하여 정의한다.
- [250] 본 제안에서는 search space 분리에 따른 CCE indexing 방안을 제시한다. 각자 영역별로 별도의 CCE index을 수행할 수 있지만, 경우에 따라서는 서브프레임 내에서 legacy PDCCH와 sPDCCH에 정의된 search space의 정렬이 필요할 수 있다.
- [251] 따라서 본 제안에서는 아래와 같이 총 3가지의 search space의 CCE indexing방법을 제시한다.
- [252] 방안 1-4-1) legacy PDCCH와 sPDCCH는 별도의 search space를 구성한다.
- [253] 도 8은 legacy PDCCH와 sPDCCH가 별도의 search space를 구성하는 예시를 나타낸 것이다.
- [254] 도 8을 참조하면, legacy PDCCH와 sPDCCH의 search space가 별도로 구성되어 CCE index가 각각 독립적으로 부여된다.
- [255] 방안 1-4-2) legacy PDCCH에 이어서 sTTI별 sPDCCH를 연결하여 search space를 구성한다.
- [256] 도 9는 legacy PDCCH에 sTTI별 sPDCCH를 연결하여 search space를 구성하는 예시를 나타낸 것이다.
- [257] 도 9를 참조하면, legacy PDCCH에 이어서 각각의 sTTI별 sPDCCH가 연결되어 search space를 구성한다. 따라서, 각각의 sTTI별 sPDCCH의 CCE index는 legacy PDCCH의 CCE index에 이어서 부여되게 된다.
- [258] 방안 1-4-3) legacy PDCCH에 sTTI별 offset을 두어서 연속적인 search space를 구성한다.
- [259] 도 10은 legacy PDCCH에 sTTI별 offset을 두고 sPDCCH를 연결하여 search space를 구성하는 예시를 나타낸 것이다.
- [260] 도 10을 참조하면, legacy PDCCH에 sPDCCH가 순차적으로 연결되어 search space를 구성하므로, sPDCCH의 CCE index는 legacy PDCCH, sTTI#0의 sPDCCH, sTTI#1의 sPDCCH, ..., sTTI#N의 sPDCCH의 순서로 부여되게 된다.

- [261] 본 발명에서는 sTTI 기반 DCI 송수신을 위한 search space 구성에 대한 구체적인 방법에 대해 기술하였으며, 해당 방법은 유사 시그널 및 채널에 그 원리가 그대로 적용할 수 있다.
- [262] 도 11은 본 실시예들에 따른 sTTI 프레임 구조에서 DCI를 검출하는 방법의 과정을 나타낸 것으로서, 기지국이 legacy PDCCH와 sPDCCH를 위한 search space를 구성하는 방식을 나타낸 것이다.
- [263] 도 11을 참조하면, 기지국은 legacy PDCCH의 search space를 설정하고(S1100), sPDCCH의 search space를 설정한다(S1110).
- [264] 여기서, 기지국은 legacy PDCCH와 sPDCCH의 search space를 분리하여 구성할 수 있다.
- [265] 일 예로, 기지국은 legacy PDCCH의 search space는 상대적으로 큰 Aggregation level(예, L=4,8)로 구성하고, sPDCCH의 search space는 상대적으로 작은 Aggregation level(예, L=1,2)로 구성하여 legacy PDCCH와 sPDCCH의 search space를 분리할 수 있다.
- [266] 여기서, sPDCCH의 search space는 Aggregation level 가장 작은 L=1로만 구성하고, legacy PDCCH는 나머지 Aggregation level인 L=2,4,8로 구성되도록 할 수도 있다.
- [267] 또는, legacy PDCCH의 search space는 Common search space로 구성하고, sPDCCH의 search space는 UE-specific search space로 구성할 수도 있다.
- [268] 기지국은 legacy PDCCH의 Search space의 Aggregation level에 관한 정보와 sPDCCH의 Search space의 Aggregation level에 관한 정보를 단말로 전송하며(S1120), Aggregation level에 관한 정보를 sTTI configuration 시에 추가 시그널링을 통해 전송할 수 있다.
- [269] 도 12는 본 실시예들에 따른 sTTI 프레임 구조에서 DCI를 검출하는 방법의 과정을 나타낸 것으로서, 단말이 Blind decoding을 수행하는 방식을 나타낸 것이다.
- [270] 도 12를 참조하면, 단말은 기지국으로부터 legacy PDCCH와 sPDCCH를 수신한다(S1200).
- [271] 그리고, 단말은 sTTI configuration 정보를 통해 legacy PDCCH와 sPDCCH의 Search space를 구성하는 Aggregation level에 관한 정보를 수신한다(S1210).
- [272] 일 예로, legacy PDCCH의 Search space는 상대적으로 큰 Aggregation level L=4,8로 구성되고, sPDCCH의 Search space는 상대적으로 작은 Aggregation level L=1,2로 구성된 Search space 정보를 수신할 수 있다.
- [273] 이때, sPDCCH의 Search space는 최소 Aggregation level L=1로만 구성될 수도 있다.
- [274] 또는, legacy PDCCH의 Search space는 Common search space에 해당하는 Aggregation level로 구성되고, sPDCCH의 Search space는 UE-specific search space로 구성된 Search space 정보를 수신할 수도 있다.

- [275] 단말은 기지국으로부터 수신한 Search space에 관한 정보, 즉, 각각의 PDCCH에 정의된 Aggregation level에 관한 정보를 확인하고, 이에 기초하여 Blind decoding을 수행한다(S1220).
- [276] Legacy PDCCH의 Search space와 sPDCCH의 Search space를 분리하고 분리된 Search space에 관한 정보를 단말로 시그널링함으로써, 단말이 Blind decoding의 복잡도를 감소시키며 Blind decoding을 수행할 수 있도록 한다.
- [277] 또한, 본 발명에서는 short TTI 기반의 프레임 구조에서 sPUCCH, sPUSCH(short TTI based PUSCH)와 SRS 전송을 위한 단말 동작 및 기지국 동작 방법을 제시한다.
- [278] 도 13은 short TTI 기반의 프레임 구조에서 단말과 기지국 간의 신호 송수신 방식을 나타낸 것이다.
- [279] Short TTI 기반의 프레임 구조에서 sTTI는 2개 또는 3개의 심볼로 구성된다. 단말은 기지국으로부터 하향링크 데이터 채널을 통해 sTTI 기반의 sPDSCH를 수신한다.
- [280] 단말은 sPDSCH를 수신하면 수신한 sPDSCH에 대한 Ack/Nack을 sTTI 기반의 sPUCCH를 통해 전송하고, sPUSCH를 통해 상향링크 데이터와 사운딩 참조 신호를 전송한다.
- [281] 여기서, 단말은 2개 또는 3개의 심볼로 구성된 sTTI를 통해 Ack/Nack을 전송하기 위한 sPUCCH를 설정한다.
- [282] 기존의 PUCCH에서 Ack/Nack을 전송하기 위해서는 format 1a, 1b를 기준으로 OCC(spreading) + CS(cyclic shift)로 자원 할당을 적용한다. 그러나, sPUCCH는 심볼의 수가 적어지므로 기존의 OCC를 제외한 Zadoff-Chu(ZC) 시퀀스의 CS 기반 Ack/Nack multiplexing 자원 할당 방식을 제안한다. 즉, 기존 구조와 달리 OCC spreading을 사용하지 않고 Ack/Nack 전송을 위한 sPUCCH를 설정한다.
- [283] 일 예로, 기존의 PUCCH의 Ack/Nack 방식과는 다르게 sPUCCH 구조에 RS를 포함하지 않고, sPUCCH 내 모든 심볼이 Ack/Nack 메시지를 포함하는 데이터 심볼이 되도록 sPUCCH를 구성할 수 있다.
- [284] 따라서, eNB에서 sPUCCH를 검출하기 위해서는 RS를 통한 채널 추정 후 Ack/Nack 메시지를 복호하는 기존 방식과 달리, On/off 시그널링만 검출하면 된다.
- [285] 이때, On/off 시그널링은 채널 추정의 과정이 없는만큼 한 심볼에서 Ack/Nack을 동시에 표현할 수 없으므로, 단말이 두 개 이상의 멀티 CS 자원을 사용하여 Ack/Nack 메시지를 표현하도록 한다. 다시 말해, 단말이 Ack 또는 Nack을 표현하기 위해 2개의 개별적인 CS 값이 필요하게 되며, 단말별로 2개의 CS 값을 할당하여 Ack/Nack 메시지를 구성한다.
- [286] sPUCCH에서는 기본적으로 기존의 PUCCH보다 적은 단말이 존재할 것이라는 가정이 가능하며, 모든 단말이 latency reduction 기반 서비스를 요구하는 것은 아니므로, 한 단말에 2개의 개별적인 CS 값을 할당하여 sPUCCH를 구성할 수

있다.

- [287] 한편, Short TTI 기반의 sPUSCH 전송시 단말은 해당 SRS(Sounding Reference Signal)와 동시 전송 구간이 발생할 수 있다. 이때 기존의 현재 Low-latency 관련 동작에서 하향링크에서 아래와 같은 동작을 alternative로 고려하고 있다.
- [288] - Alt 1: A UE is not expected to receive legacy TTI unicast PDSCH and short TTI unicast PDSCH simultaneously on one carrier
- [289] - Alt 2: If the UE is scheduled with legacy TTI unicast PDSCH and short TTI unicast PDSCH simultaneously on one carrier, then it may skip the decoding of one of them (FFS rules for determining which one)
- [290] - Alt 3: A UE is expected to receive legacy TTI unicast PDSCH and short TTI unicast PDSCH simultaneously on one carrier
- [291] 여기에서 현재 다루어지지 않는 사항인 SRS와 sPUSCH의 동시 전송에 대한 단말의 동작 및 기지국의 스케줄링 방법에 대해서 기술한다.
- [292] 도 14는 sPUSCH와 SRS의 전송 개념도를 나타낸 것이고, 도 15는 SRS와 legacy PUSCH 할당의 개념도를 나타낸 것이다.
- [293] 앞서 언급한 sPUSCH와 SRS 전송을 다루는 전송 개념도는 도 14와 같다.
- [294] 즉, 기존의 SRS는 상향 서브프레임 가장 마지막 심볼에 할당될 수 있다. 기존의 PUSCH와 SRS는 이러한 문제를 해결하기 위해서 아래와 같은 방법을 적용하였다.
- [295] 기본적으로 도 15와 같이 SRS가 전송이 configuration 되어있는 서브프레임에서는 legacy PUSCH 할당 시 SRS가 겹치는 영역에 할당되는 PUSCH는 SRS와 overlapping을 고려해야 한다. 일반적으로 SRS가 더 보호해야 할 신호이기 때문에 전송의 우선권을 갖게 되기 때문에, PUSCH가 multiplexing을 통해서 information 크기를 adjusting하게 된다. 즉, SRS와 심볼이 겹치는 PUSCH는 해당 심볼 구간의 자원을 제외한 영역에만 데이터 전송이 이루어지게 된다.
- [296] 그러나 sPUSCH에서는 이러한 legacy PUSCH와 SRS overlapping 해결책을 그대로 적용하기 어렵다.
- [297] 예를 들어 2개의 심볼 구간으로 sTTI가 정의되어 있다면, SRS와 overlapping이 되는 1개 심볼 구간을 제외하면 DMRS 전송 심볼 구간만 남아 해당 sTTI에서는 sPUSCH를 통한 데이터 전송이 불가능하게 된다.
- [298] 또 다른 예로 3개의 OFDM 심볼 구간으로 sTTI를 정의할 경우, DMRS 1 심볼을 제외한 2개 심볼만이 sPUSCH를 전송할 수 있는데, 이때 SRS 심볼 구간이 1 심볼 구간을 제외하면 결과적으로 1개의 심볼 구간에 sPUSCH를 전송할 수 있다.
- [299] 따라서 경우에 따라서는 이용할 수 있는 data RE의 수가 모자라서 데이터 전송이 불가능하거나, 극단적으로 너무 작은 크기의 정보 비트만이 전송하게 되어 latency reduction을 통한 이득을 취함에 있어 그 범위가 한정적이게 된다. 따라서 본 발명에서는 이러한 sPUSCH와 SRS의 overlapping 구간에 발생할 수

있는 문제를 해결하기 위해서 아래와 같은 방법을 제안한다.

[300] 방안 2-1. 서브프레임 내 마지막 sTTI에 정의된 sPUSCH가 SRS 자원과 중첩될 경우 무조건 sPUSCH 전송을 drop한다. 또는 sPUSCH 전송을 skip한다.

[301] 도 16은 sPUSCH drop을 통한 SRS protection 개념도를 나타낸 것이다.

[302] SRS 전송 구간과 sPUSCH의 자원이 중첩될 경우, 해당 sTTI에서 sPUSCH는 전송을 생략한다. 해당 경우에는 SRS 전송에 대한 configuration이 RRC와 SIB2를 통해서 미리 정의되고, semi-static한 방법으로 sTTI가 configuration 된다고 가정한다. 이때 단말은 해당 sTTI를 통한 sPUSCH 전송을 할당 받았더라도 해당 데이터 전송을 수행하지 않는다. 이때 sTTI에서 sPUSCH 전송은 아래와 같은 방법을 통해 단말의 동작을 정의할 수 있다.

[303] ① SRS 전송이 이루어지지 않는 다음 서브프레임의 동일 sTTI에서 다시 전송을 수행한다.

[304] ■ 예: 마지막 sTTI#N에서 다시 전송 (subframe#0에서 SRS 전송 가정)

[305] Subframe#0(sTTI#0, sTTI#1, ..., sTTI#N) subframe#1(sTTI#0, sTTI#1, ..., sTTI#N)

[306] ② SRS 전송이 이루어지지 않는 다음 서브프레임의 첫번째 sTTI에서 다시 전송을 수행한다.

[307] ■ 예: 마지막 sTTI#N에서 다시 전송 (subframe#0에서 SRS 전송 가정)

[308] Subframe#0(sTTI#0, sTTI#1, ..., sTTI#N) subframe#1(sTTI#0, sTTI#1, ..., sTTI#N)

[309] ③ 해당 sPUSCH 데이터는 buffer에서 삭제하고 sPUSCH 재할당을 기다린다.

[310] 방안 2-2. 서브프레임 내 마지막 sTTI에 정의된 sPUSCH가 SRS 자원과 중첩될 경우 shortened data 기반의 sPUSCH 전송을 수행한다.

[311] SRS 전송 구간과 sPUSCH의 자원이 중첩될 경우, 해당 sTTI에서 기존과 동일한 shortened sPUSCH는 전송을 수행한다. 해당 방법은 기존의 SRS와 legacy PUSCH가 중첩될 때 사용하는 방법과 동일하게 적용한다. 또한 단말 역시 available RE 수를 산정할 경우 SRS 중첩 영역을 제외한다. 그러나, sTTI 영역에서 SRS 심볼 구간을 제외하고 남은 available RE가 너무 적어서 사용이 불가능할 경우 해당 sTTI를 통한 sPUSCH 전송은 생략된다. 따라서 아래 criterion을 고려하여 sPUSCH 전송을 결정한다.

[312] ① No. of available REs >  $N_{\text{threshold}}$

[313] ■ SRS 심볼 구간을 제외한 sPUSCH 전송을 수행한다.

[314] ■ 이때 information size는 available RE들을 고려해서 재계산한다.

[315] ② No. of available REs  $\leq N_{\text{threshold}}$

[316] ■ sPUSCH 전송을 수행하지 않는다.

[317] 방안 2-3. 서브프레임 내 마지막 sTTI에 정의된 sPUSCH가 SRS 자원과 중첩되더라도 sPUSCH 전송을 수행한다.

[318] SRS 전송 구간과 sPUSCH의 자원이 중첩될 경우, 해당 sTTI에서 SRS configuration에 관계 없이 sPUSCH는 전송을 수행한다. 이때에 SRS 심볼 영역에 간섭을 유발할 수 있기 때문에 아래와 같은 가이드에 따라 sPUSCH 전송을

수행한다.

- [319] ① 동일한 UE의 sPUSCH와 SRS 구간이 중첩될 경우
- [320] ■ 단말은 자신의 SRS 전송을 생략하고 모든 sTTI에 심볼 구간에 sPUSCH를 mapping하여 전송한다.
- [321] ■ 이때 기지국은 SRS 구간이 설정된 심볼 구간이더라도, 주파수 영역의 SRS 자원과 sPUSCH 구간이 중첩되는 것을 미리 알 수 있기 때문에 해당 영역의 SRS 검출은 수행하지 않고, sPUSCH 검출을 수행한다.
- [322] ② 서로 다른 UE의 sPUSCH와 SRS 구간이 중첩될 경우
- [323] ■ SRS configuration 영역에 타 단말이 SRS 전송을 수행할 수 있기 때문에 sPUSCH 전송을 수행하지 않는다.
- [324] ■ 만일 해당 sPUSCH를 통한 정보의 중요성으로 인해 반드시 전송을 해야한다면, SRS 구간에 간섭을 최소화하기 위해서 낮은 전력으로 전송을 수행한다.
- [325] 방안 2-4. 서브프레임 내 마지막 sTTI에 정의된 sPUSCH가 SRS 자원과 중첩될 경우 앞서 인접한 sTTI를 번들링하여 데이터 전송을 수행한다.
- [326] 도 17은 sTTI bundling 개념도를 나타낸 것이다.
- [327] 본 제안에서는 sTTI가 SRS 심볼 구간과 중첩되어 해당 sTTI의 available RE 수가 일정 수 이하일 경우, 데이터 전송으로 사용하지 못할 수 있다. 따라서 이러한 경우에는 기본적으로 인접 sTTI와 bundling을 수행하여 sPUSCH 전송을 수행한다.
- [328] 이때 SRS 심볼과 중첩 여부는 기지국이 미리 알고 있기 때문에 단말은 해당 sTTI 전송을 수행함에 있어 미리 정해진 패턴에 따라 sTTI bundling을 수행하고, available RE를 다시 산정하여 데이터 전송을 수행한다.
- [329] 예를 들어 도 17은 sTTI#3, #4를 번들링하여 sPUSCH#3을 전송하는 예를 나타내고 있다. 이때 동일 단말이 연속적인 sTTI 할당을 받았고, sTTI 각각에 DMRS가 포함되어 있다면 아래의 동작을 추가로 정의할 수 있다.
- [330] ① 단말은 번들링 대상의 앞선 sTTI에서만 DMRS를 전송하고 SRS 전송 심볼을 제외한 나머지 모든 심볼에 sPUSCH를 통한 데이터 전송을 수행한다.
- [331] ■ 이때 기지국은 단말의 sTTI 번들링 기반 전송을 미리 알고 있어 앞선 sTTI의 DMRS만 이용하여 sPUSCH 검출을 수행한다.
- [332] ② 단말은 번들링 대상의 모든 sTTI에서 DMRS를 전송하고 SRS 전송 심볼을 제외한 나머지 모든 심볼에 sPUSCH를 통한 데이터 전송을 수행한다.
- [333] ■ 이때 기지국은 단말의 번들링된 sTTI 번들링 기반 전송을 미리 알고 있어 sTTI 각각에 위치하고 있는 DMRS를 모두 이용하여 sPUSCH 검출을 수행한다.
- [334] 방안 2-5. sTTI configuration 시 SRS 전송이 일어나는 subframe의 마지막 심볼을 제외한 sTTI들을 정의한다.
- [335] 본 제안에서는 semi-static한 방법으로 sTTI를 정의할 경우, 해당 서브프레임에 SRS configuration이 되어 있으면, 해당 서브프레임에서는 SRS 심볼 구간을

무조건 제외하고, sTTI를 정의한다. 이러한 경우에는 sTTI configuration시에 SRS 중첩 이슈를 제거하기 때문에 이러한 SRS 중첩 문제를 해결할 수 있다.

- [336] 본 발명에서는 sTTI 기반 sPUSCH와 SRS 심볼 구간의 중첩 문제를 해결하기 위한 구체적인 방법에 대해 기술하였으며, 해당 방법은 유사 시그널 및 채널에 그 원리가 그대로 적용할 수 있다.
- [337] 도 18은 본 실시예들에 따른 기지국(1800)의 구성을 나타낸 것이다.
- [338] 도 18을 참조하면, 본 실시예들에 따른 기지국(1800)은, 제어부(1810)와 송신부(1820), 수신부(1830)를 포함한다.
- [339] 제어부(1810)는, 전술한 본 실시예들이 short TTI 프레임을 위한 sPDCCH와 legacy PDCCH의 search space 구성 및 blind decoding 방식을 제공함에 따른 전반적인 기지국(1800)의 동작을 제어한다.
- [340] 또한, 제어부(1810)는, 전술한 본 실시예들에 따라 sPUCCH 설정 및 전송, sPUSCH와 SRS 전송을 수행함에 따른 전반적인 기지국(1800)의 동작을 제어한다.
- [341] 송신부(1820)와 수신부(1830)는 전술한 본 발명을 수행하기에 필요한 신호나 메시지, 데이터를 단말과 송수신하는데 사용된다.
- [342] 도 19는 본 실시예들에 따른 사용자 단말(1900)의 구성을 나타낸 것이다.
- [343] 도 19를 참조하면, 본 실시예에 의한 사용자 단말(1900)은 수신부(1910) 및 제어부(1920), 송신부(1930)를 포함한다.
- [344] 수신부(1910)는, 기지국으로부터 하향링크 제어 정보 및 데이터, 메시지를 해당 채널을 통해 수신한다.
- [345] 제어부(1920)는, 전술한 본 실시예들이 short TTI 프레임을 위한 sPDCCH와 legacy PDCCH의 search space 구성 및 blind decoding 방식을 제공함에 따른 전반적인 사용자 단말(1900)의 동작을 제어한다.
- [346] 또한, 제어부(1920)는, 전술한 본 실시예들에 따라 sPUSCH 설정 및 전송, sPUSCH와 SRS 전송을 수행함에 따른 전반적인 사용자 단말(1900)의 동작을 제어한다.
- [347] 송신부(1930)는, 기지국에 상향링크 제어 정보 및 데이터, 메시지를 해당 채널을 통해 전송한다.
- [348] 전술한 실시예에서 언급한 표준내용 또는 표준문서들은 명세서의 설명을 간략하게 하기 위해 생략한 것으로 본 명세서의 일부를 구성한다. 따라서, 위 표준내용 및 표준문서들의 일부의 내용을 본 명세서에 추가하거나 청구범위에 기재하는 것은 본 발명의 범위에 해당하는 것으로 해석되어야 한다.
- [349] **Appendix**
- [350] [1] Ericsson, Huawei, "New SI proposal Study on Latency reduction techniques for LTE", RP-150465, Shanghai, China, March 9-12, 2015.
- [351] [2] R2-155008, "TR 36.881 v0.4.0 on Study on Latency reduction techniques for LTE", Ericsson (Rapporteur)

[352] [3] R1-160927, "TR 36.881-v0.5.0 on Study on Latency reduction techniques for LTE", Ericsson (Rapporteur)

[353] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

[354]

[355] **CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATION**

[356] 본 특허출원은 2016년 05월 04일 한국에 출원한 특허출원번호 제 10-2016-0055676 호 및 2016년 05월 12일 한국에 출원한 특허출원번호 제 10-2016-0058317호 및 2017년 05월 02일 한국에 출원한 특허출원번호 제 10-2017-0056011 호 및 2017년 05월 02일 한국에 출원한 특허출원번호 제 10-2017-0056206 호에 대해 미국 특허법 119(a)조 (35 U.S.C § 119(a))에 따라 우선권을 주장하며, 그 모든 내용은 참고문헌으로 본 특허출원에 병합된다. 아울러, 본 특허출원은 미국 이외에 국가에 대해서도 위와 동일한 이유로 우선권을 주장하면 그 모든 내용은 참고문헌으로 본 특허출원에 병합된다.

## 청구범위

- [청구항 1] 짧은 전송 시간 간격의 프레임 구조에서 하향링크 제어 정보를 검출하는 방법에 있어서,  
제1 집합 레벨로 설정된 제1 전송 시간 간격의 하향링크 제어 채널을 수신하는 단계;  
제2 집합 레벨로 설정된 제2 전송 시간 간격의 하향링크 제어 채널을 수신하는 단계; 및  
상기 제1 집합 레벨과 상기 제2 집합 레벨에 기초하여 블라인드 디코딩을 수행하는 단계를 포함하고,  
상기 제1 집합 레벨과 상기 제2 집합 레벨은 서로 분리된 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,  
상기 제1 집합 레벨은 기설정된 집합 레벨 이상의 집합 레벨이고,  
상기 제2 집합 레벨은 상기 기설정된 집합 레벨보다 작은 집합 레벨인 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,  
상기 제1 집합 레벨은 공용 검색 공간에 해당하는 집합 레벨이고,  
상기 제2 집합 레벨은 단말 특이적 검색 공간에 해당하는 집합 레벨인 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,  
상기 제1 집합 레벨은 단말 특이적 검색 공간에 해당하는 집합 레벨이고, 상기 제2 집합 레벨은 단말 특이적 검색 공간에 해당하는 집합 레벨인 방법.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,  
상기 제2 집합 레벨은 가장 작은 집합 레벨이고, 상기 제1 집합 레벨은 상기 제2 집합 레벨을 제외한 나머지 집합 레벨인 방법.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,  
상기 제1 전송 시간 간격의 하향링크 제어 채널의 검색 공간과  
상기 제2 전송 시간 간격의 하향링크 제어 채널의 검색 공간에 관한 정보를 전송 시간 간격 설정 정보를 통해 수신하는 방법.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,  
상기 제1 전송 시간 간격의 하향링크 제어 채널의 검색 공간과  
상기 제2 전송 시간 간격의 하향링크 제어 채널의 검색 공간을 별도로 구성하는 방법.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,  
상기 제1 전송 시간 간격의 하향링크 제어 채널의 검색 공간과  
상기 제2 전송 시간 간격의 하향링크 제어 채널의 검색 공간 중 하나를 연결하여 검색 공간을 구성하는 방법.

- [청구항 9] 제1항에 있어서,  
 상기 제1 전송 시간 간격의 하향링크 제어 채널의 검색 공간에  
 상기 제2 전송 시간 간격의 하향링크 제어 채널의 검색 공간을  
 순차적으로 연결하여 검색 공간을 구성하는 방법.
- [청구항 10] 단말이 짧은 전송 시간 간격의 프레임 구조에서 상향링크 채널을  
 전송하는 방법에 있어서,  
 기지국으로부터 짧은 전송 시간 간격의 하향링크 데이터 채널을  
 통해 하향링크 데이터를 수신하는 단계;  
 상기 하향링크 데이터에 대한 Ack/Nack을 짧은 전송 시간 간격의  
 상향링크 제어 채널을 통해 상기 기지국으로 전송하는 단계; 및  
 상기 기지국으로 짧은 전송 시간 간격의 상향링크 데이터 채널을  
 통해 상향링크 데이터와 사운딩 참조 신호를 전송하는 단계를  
 포함하고,  
 하나의 서브프레임에 포함된 상기 짧은 전송 시간 간격의  
 상향링크 데이터 채널 중 적어도 하나를 통해 상기 상향링크  
 데이터 및 상기 사운딩 참조 신호 중 적어도 하나를 전송하는 방법.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,  
 상기 상향링크 데이터와 상기 사운딩 참조 신호가 상기 짧은 전송  
 시간 간격의 상향링크 데이터 채널의 동일한 심볼에 중첩되면  
 상기 상향링크 데이터와 상기 사운딩 참조 신호 중 어느 하나를  
 드롭(drop)하는 방법.
- [청구항 12] 제10항에 있어서,  
 상기 상향링크 데이터와 상기 사운딩 참조 신호가 상기 짧은 전송  
 시간 간격의 상향링크 데이터 채널의 동일한 심볼에 중첩되면  
 상기 동일한 심볼에서 상기 사운딩 참조 신호가 전송되지 않는  
 자원 요소를 통해 상기 상향링크 데이터를 전송하는 방법.
- [청구항 13] 제10항에 있어서,  
 상기 상향링크 데이터와 상기 사운딩 참조 신호가 상기 짧은 전송  
 시간 간격의 상향링크 데이터 채널의 동일한 심볼에 중첩되면  
 인접한 상기 짧은 전송 시간 간격의 상향링크 데이터 채널과  
 번들링하여 상기 상향링크 데이터를 전송하는 방법.
- [청구항 14] 제10항에 있어서,  
 하나의 서브프레임에서 상기 사운딩 참조 신호가 전송되는 심볼을  
 제외한 심볼들을 이용하여 상기 짧은 전송 시간 간격의 상향링크  
 데이터 채널을 구성하는 방법.
- [청구항 15] 단말이 짧은 전송 시간 간격의 프레임 구조에서 상향링크 채널을  
 전송하는 방법에 있어서,  
 기지국으로부터 짧은 전송 시간 간격의 하향링크 데이터 채널을

통해 하향링크 데이터를 수신하는 단계;  
개별적인 순환 시프트 값을 Ack/Nack에 각각 할당하는 방식으로 Ack/Nack을 포함하는 짧은 전송 시간 간격의 상향링크 제어 채널을 구성하는 단계; 및  
상기 짧은 전송 시간 간격의 상향링크 제어 채널을 통해 상기 하향링크 데이터에 대한 상기 Ack/Nack을 상기 기지국으로 전송하는 단계를 포함하는 방법.

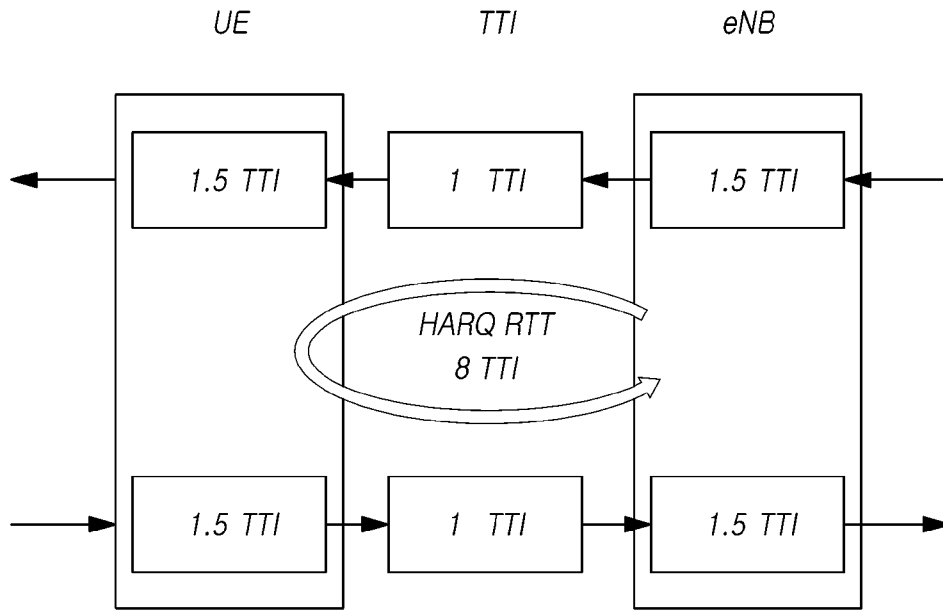
[청구항 16]

제15항에 있어서,  
상기 Ack/Nack에 각각 할당되는 상기 순환 시프트 값은 서로 상이한 값을 갖는 방법.

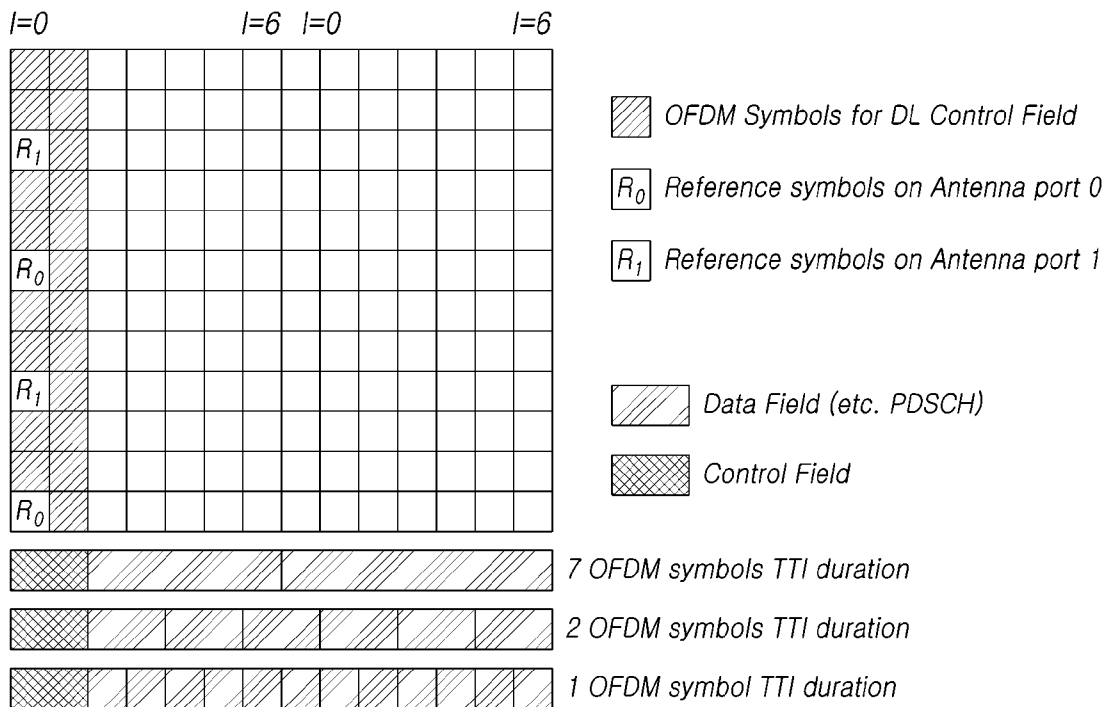
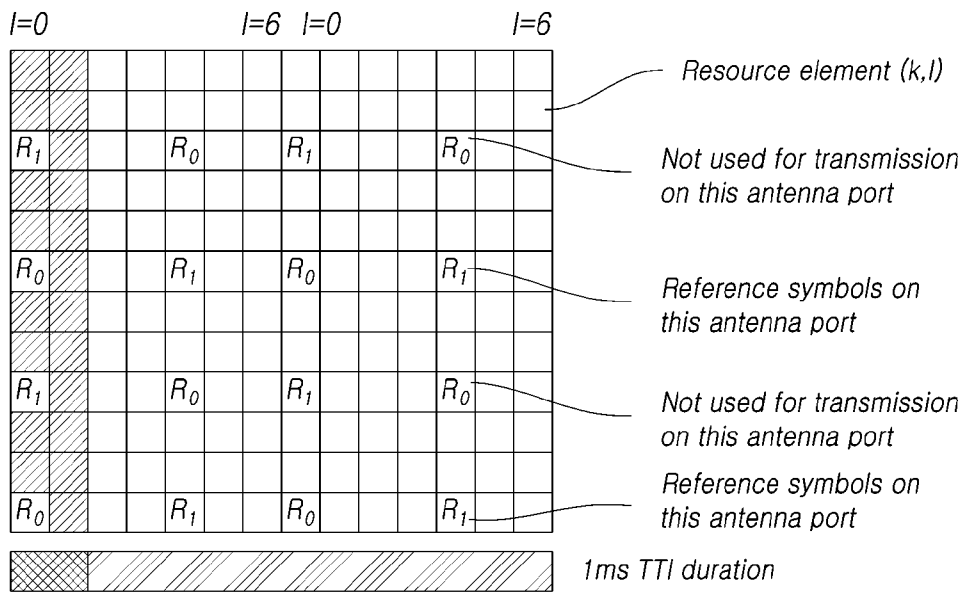
[청구항 17]

제15항에 있어서,  
상기 짧은 전송 시간 간격의 상향링크 제어 채널에 포함된 모든 심볼을 통해 상기 Ack/Nack을 전송하는 방법.

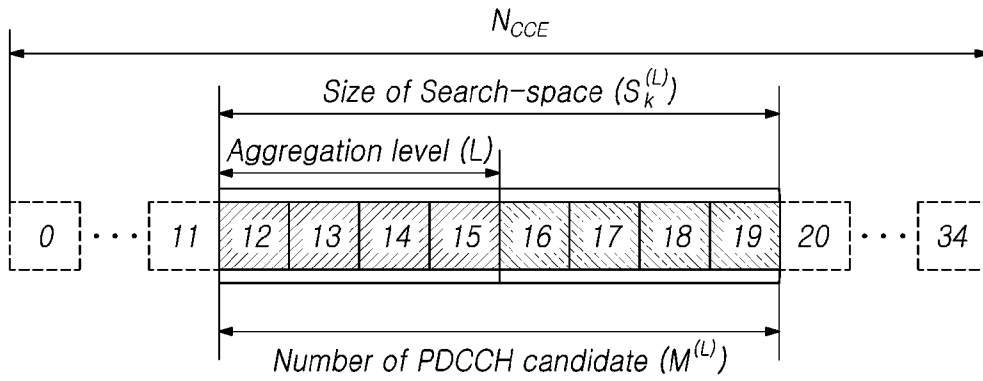
[Fig. 1]



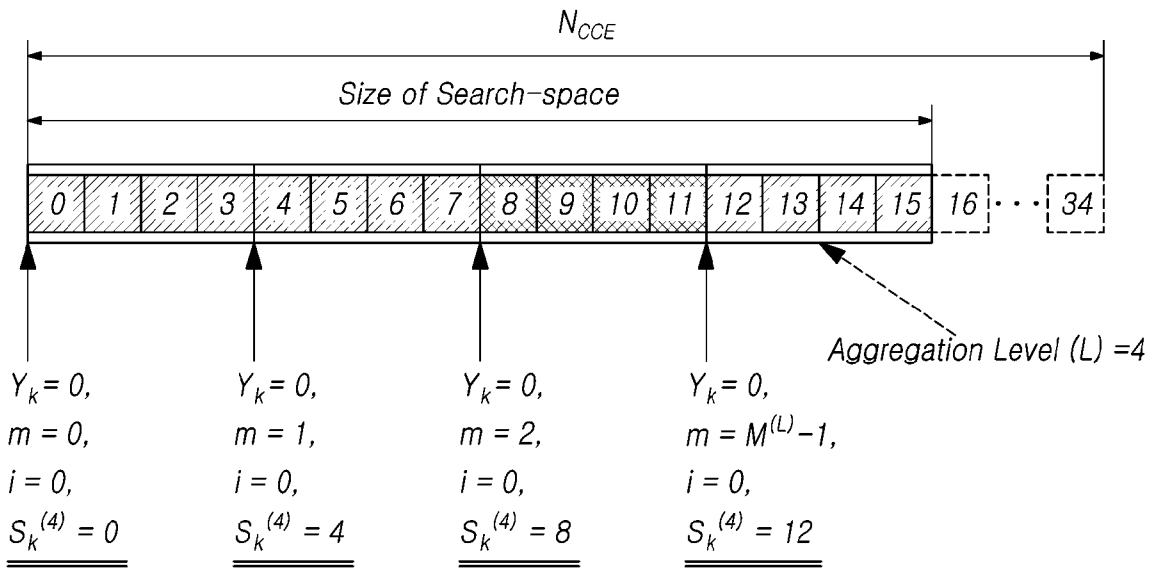
[Fig. 2]



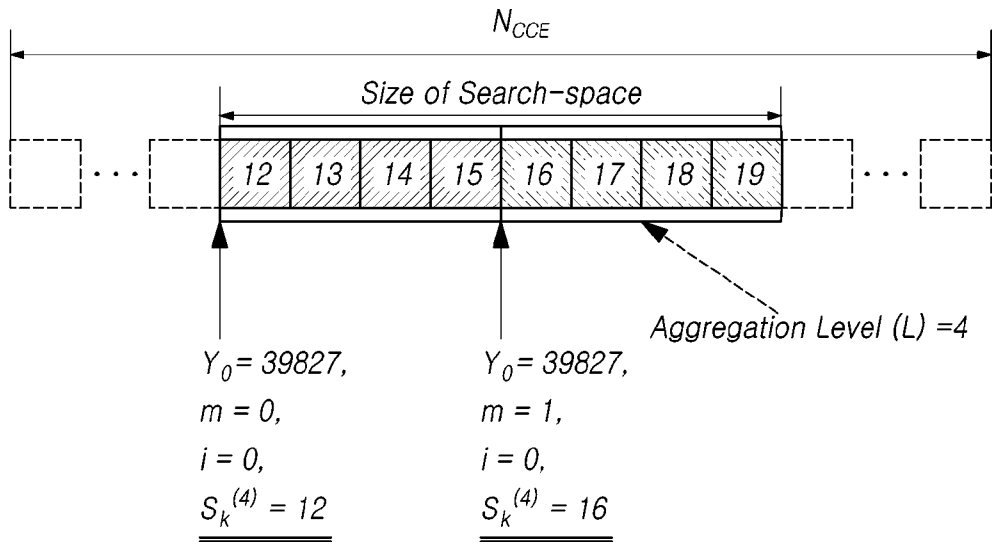
[Fig. 3]



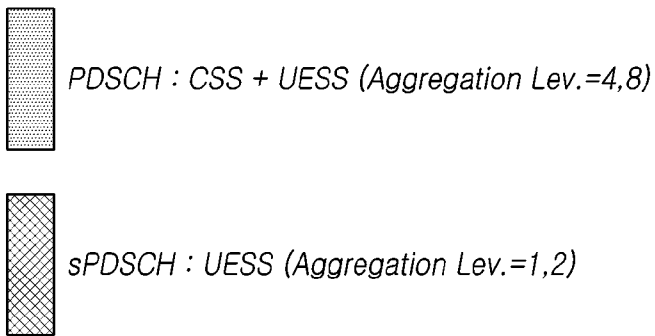
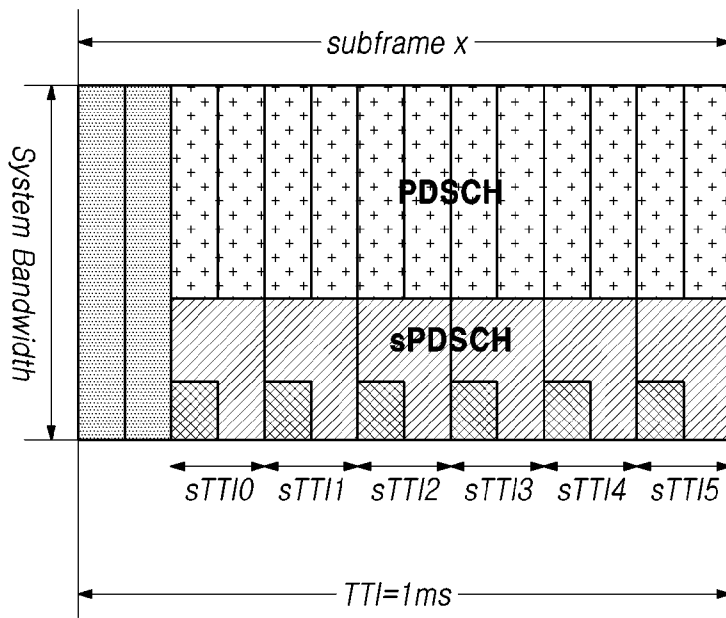
[Fig. 4]



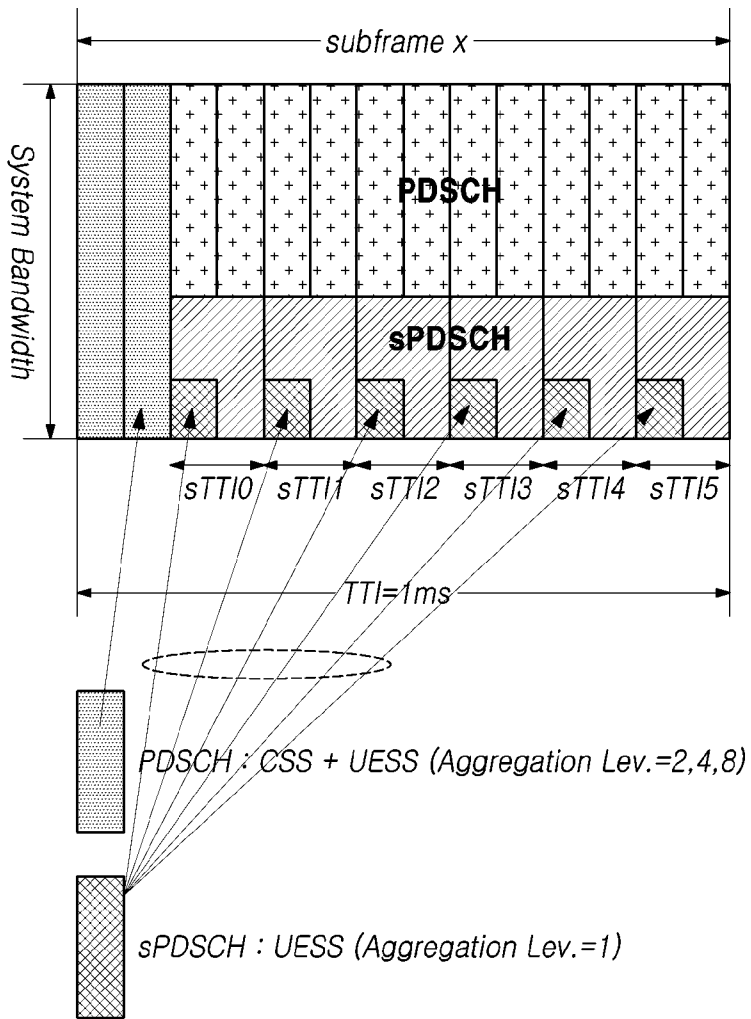
[Fig. 5]



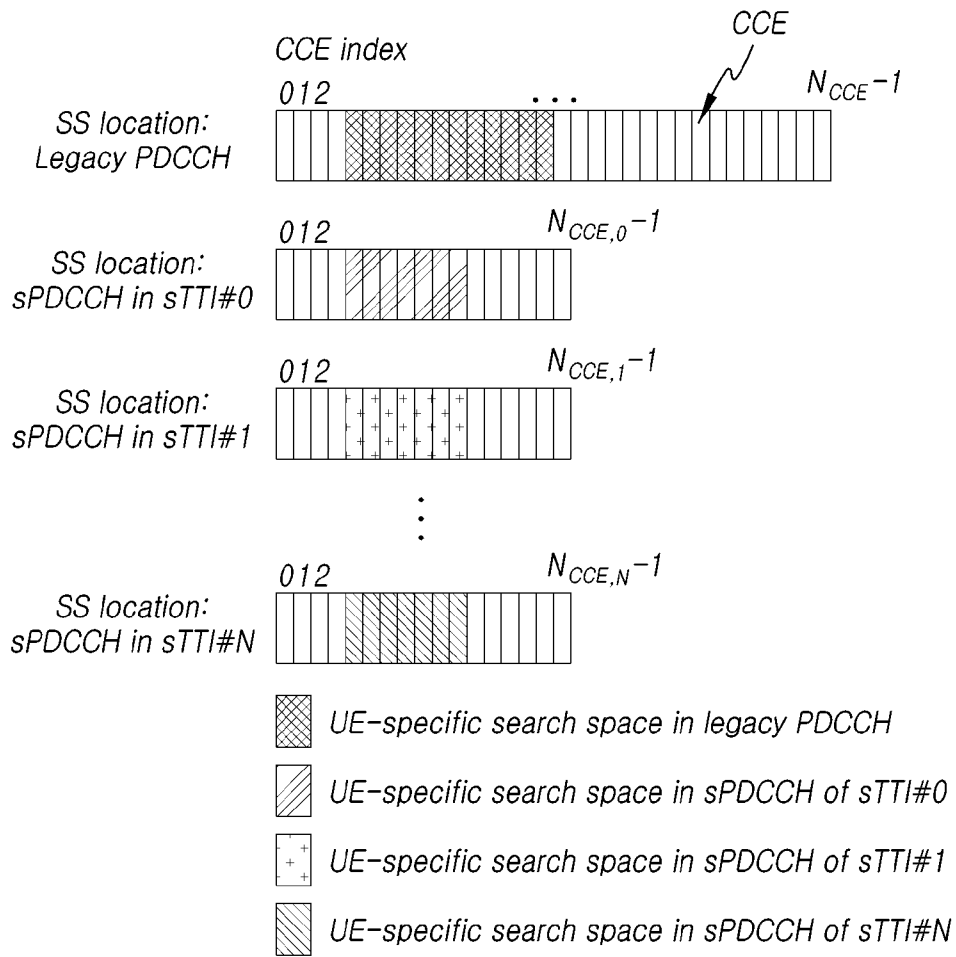
[Fig. 6]



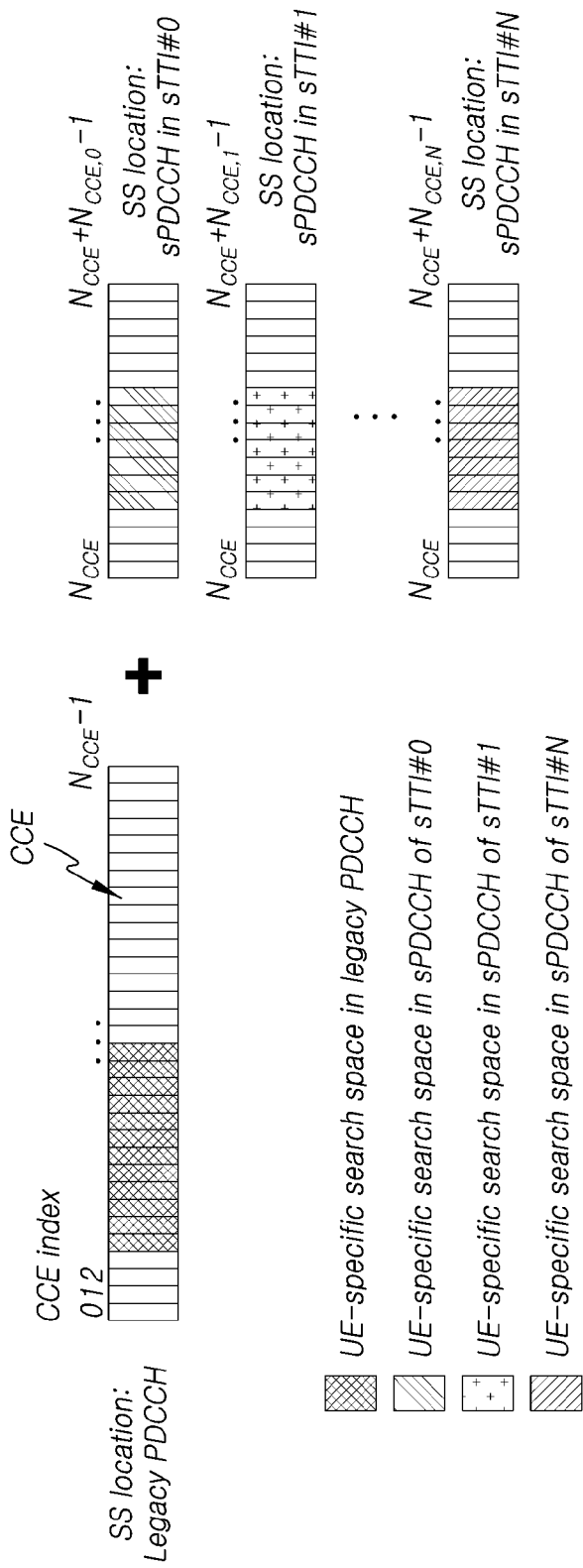
[Fig. 7]



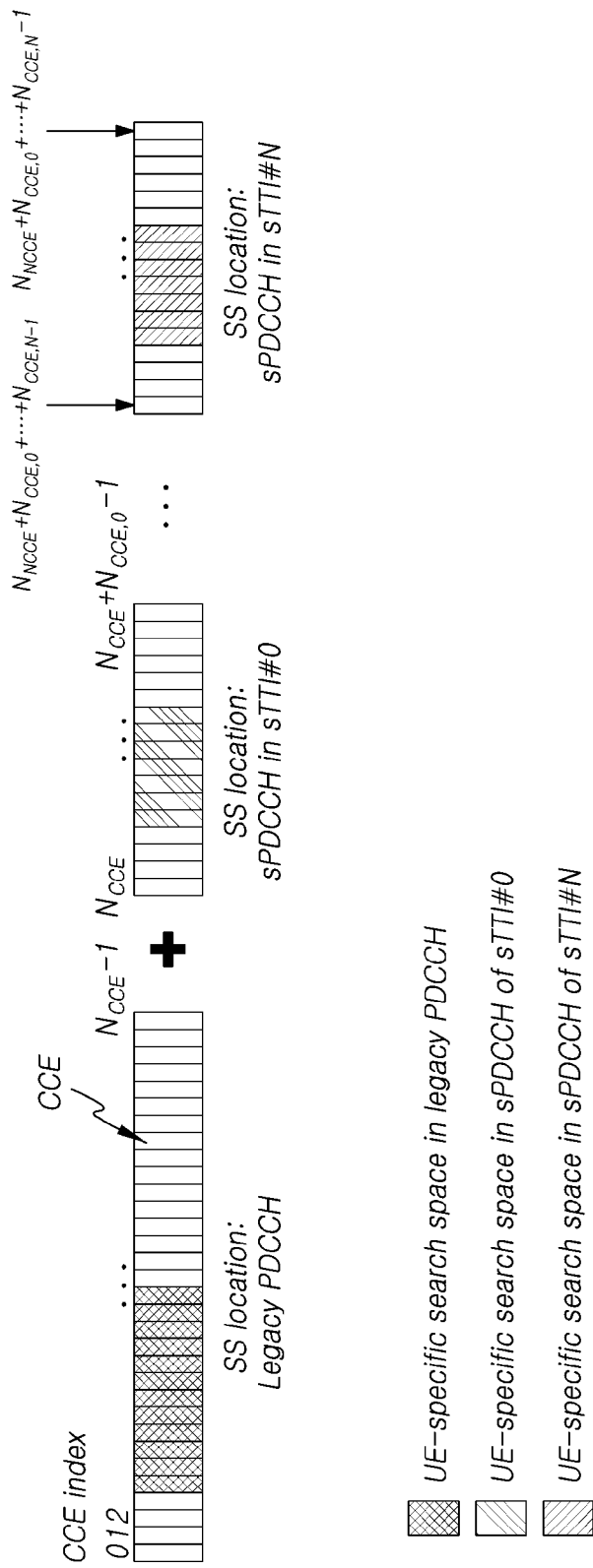
[Fig. 8]



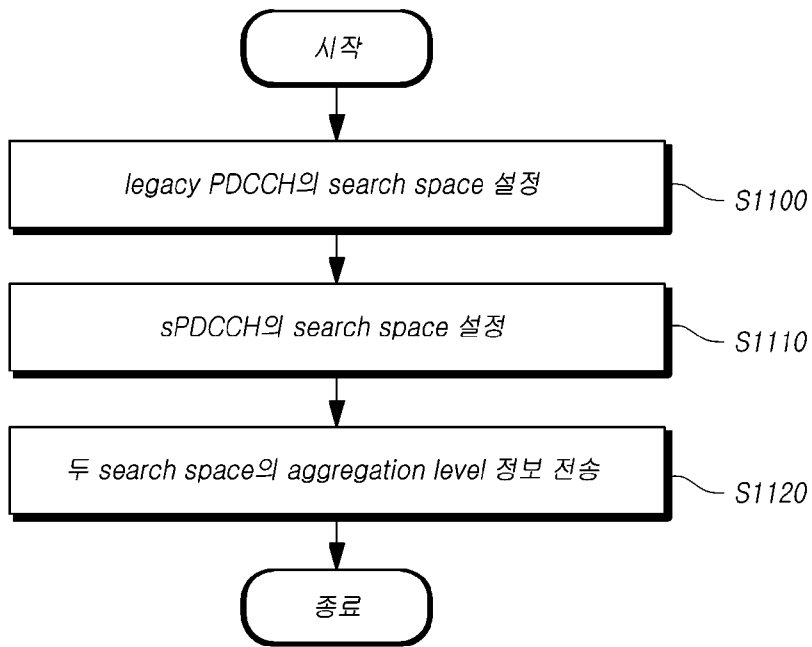
[Fig. 9]



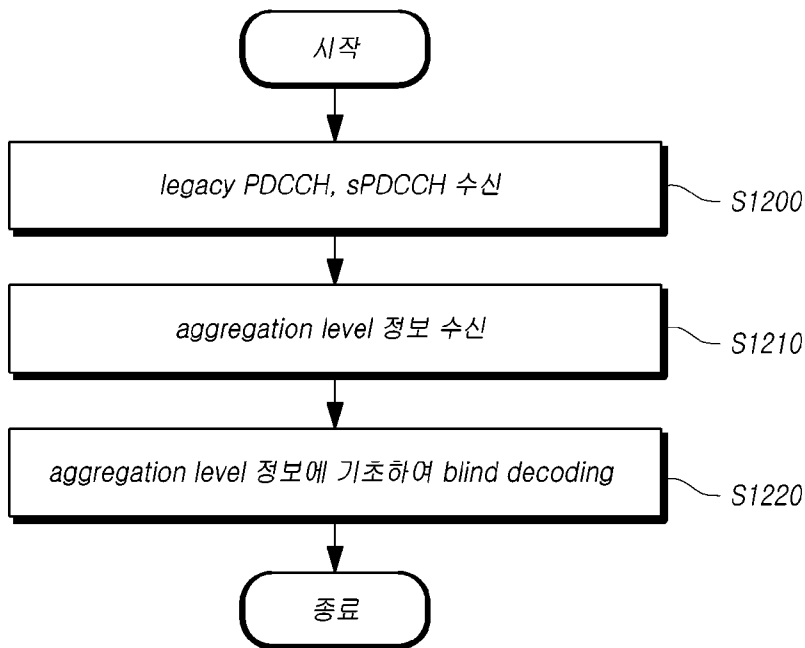
[Fig. 10]



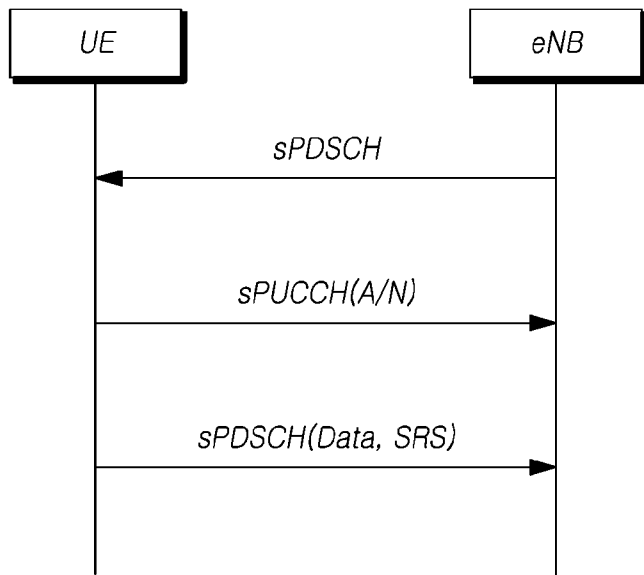
[Fig. 11]



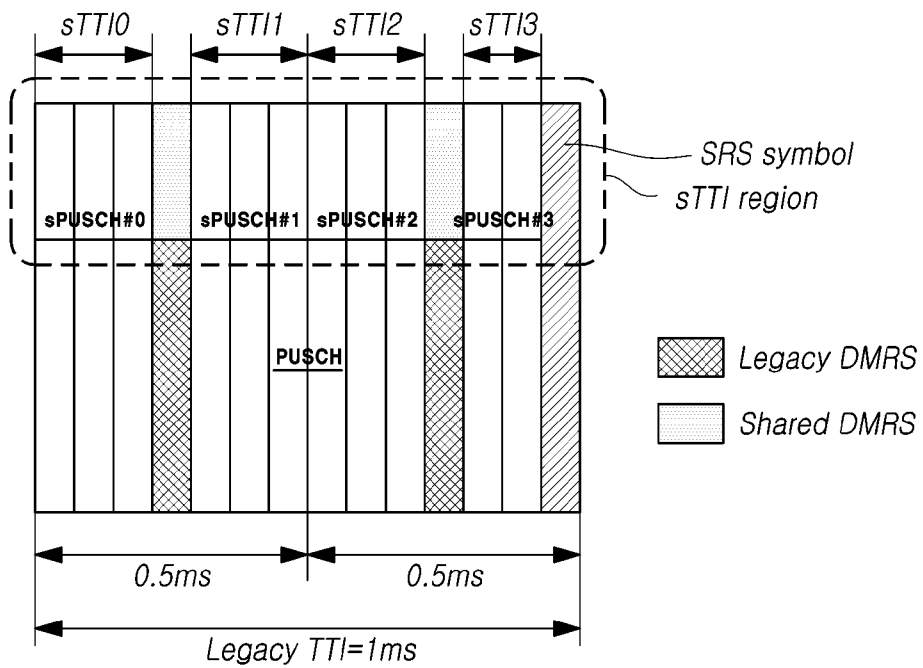
[Fig. 12]



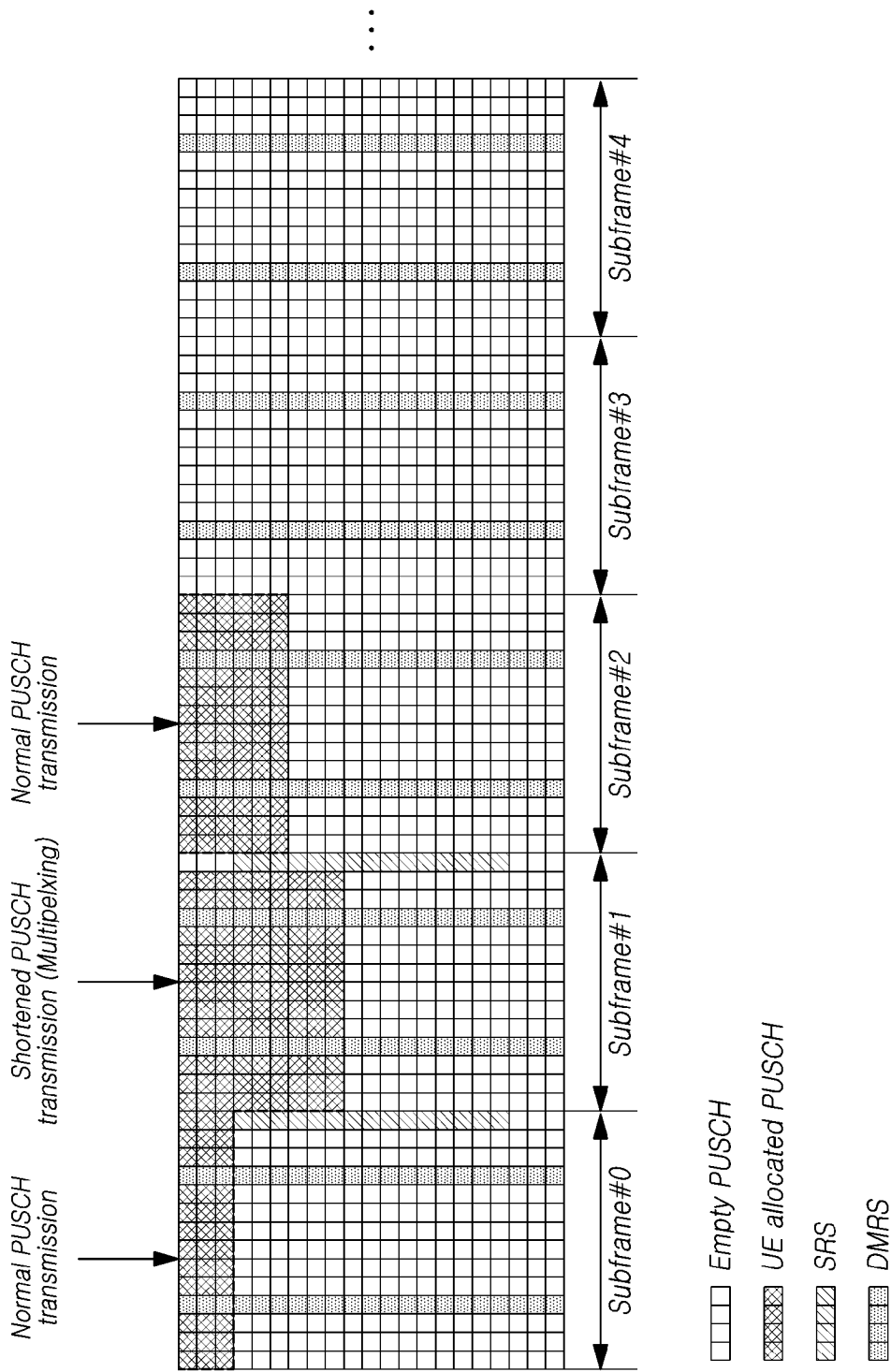
[Fig. 13]



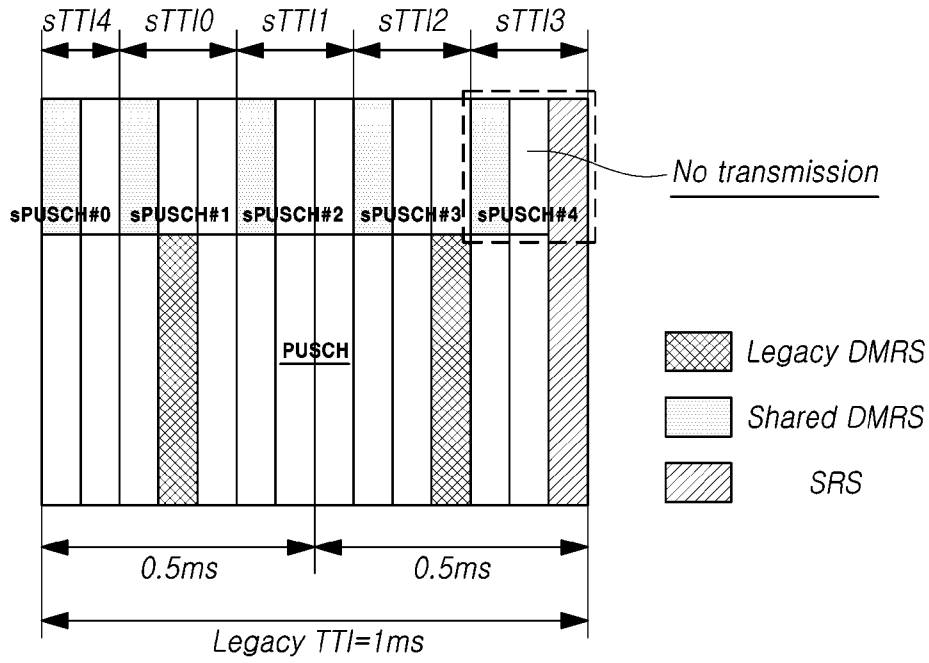
[Fig. 14]



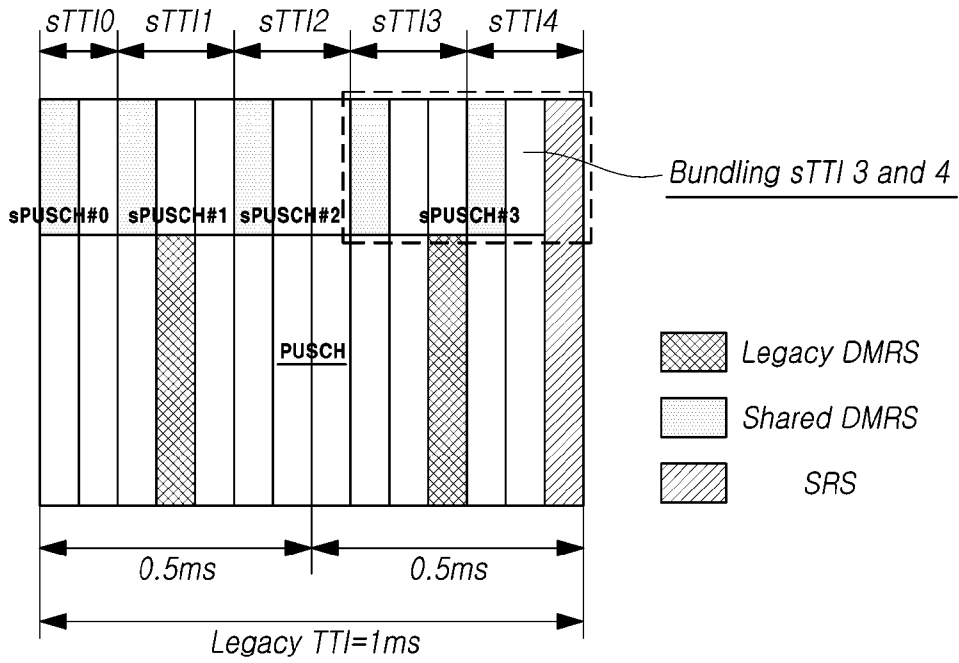
[Fig. 15]



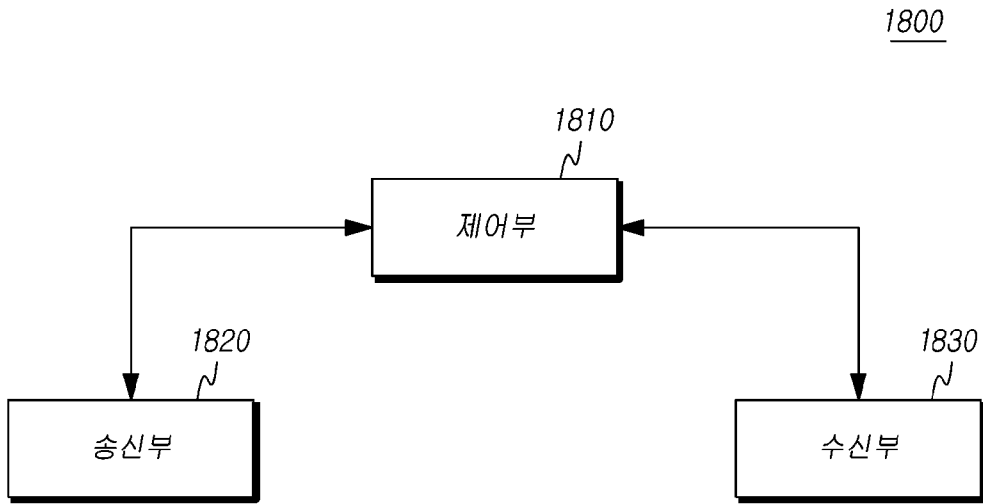
[Fig. 16]



[Fig. 17]



[Fig. 18]



[Fig. 19]

