

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2012년 11월 22일 (22.11.2012)



(10) 국제공개번호
WO 2012/157987 A2

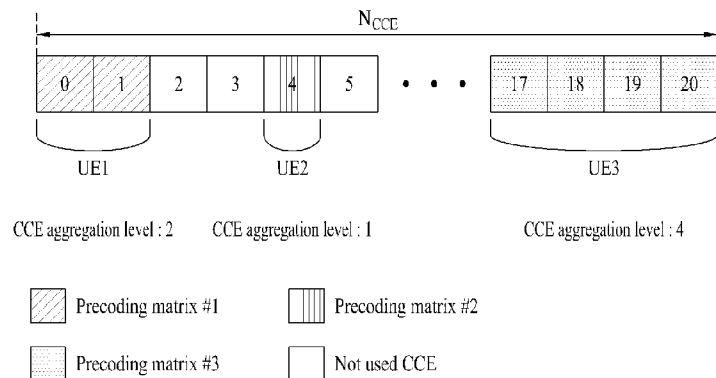
- (51) 국제특허분류: 미분류
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/003917
- (22) 국제출원일: 2012년 5월 17일 (17.05.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
 - 61/486,781 2011년 5월 17일 (17.05.2011) US
 - 61/488,158 2011년 5월 20일 (20.05.2011) US
 - 61/488,176 2011년 5월 20일 (20.05.2011) US
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.)** [KR/KR]; 서울 영등포구 여의도동 20, 150-721 Seoul (KR).
- (72) 발명자; **김진민 (KIM, Jinmin)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **한승희 (HAN, Seunghee)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **이현우 (LEE, Hyunwoo)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: **김용인 (KIM, Yong In)** 등; 서울 송파구 잠실동 175-9 현대빌딩 7층 KBK 특허법률사무소, 138-861 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, 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, 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).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR TRANSMITTING AND RECEIVING CONTROL INFORMATION IN A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, AND APPARATUS FOR SAME

(54) 발명의 명칭 : 무선통신 시스템에서 제어 정보를 전송 및 수신하는 방법과 이를 위한 장치

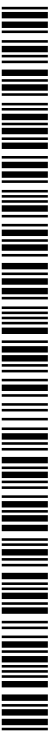
[Fig. 12]



(57) Abstract: Disclosed are a method for transmitting and receiving control information in a wireless communication system, and an apparatus for same. A method for transmitting control information by a base station in a wireless communication system according to the present invention comprises the steps of: performing a precoding process by applying different precoding matrix indices to control information for each terminal among predetermined precoding matrices; and transmitting, to each terminal, the precoded control information to which different precoding matrix indices are applied for each terminal, wherein said control information is multiplexed and transmitted via a plurality of antennas.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



WO 2012/157987 A2

공개:

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

무선통신 시스템에서 제어 정보를 전송 및 수신하는 방법과 이를 위한 장치가 개시된다. 본 발명에 따른 무선통신 시스템에서 기지국이 제어 정보를 전송하는 방법은, 미리 정해진 프리코딩 행렬들 중에서 단말 별 제어 정보에 대해 각각 서로 다른 프리코딩 행렬 인덱스가 적용하여 프리코딩하는 단계; 상기 단말 별로 서로 다른 프리코딩 행렬 인덱스가 적용되어 프리코딩된 제어 정보를 상기 단말 별로 전송하는 단계를 포함하되, 상기 제어 정보는 복수의 안테나를 통해 다중화되어 전송되는 것을 특징으로 한다.

명세서

발명의 명칭: 무선통신 시스템에서 제어 정보를 전송 및 수신하는 방법과 이를 위한 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 무선통신에 관한 것으로, 보다 상세하게는 제어 정보를 전송 및 수신하는 방법과 이를 위한 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 본 발명이 적용될 수 있는 이동통신 시스템의 일례로서 3GPP LTE(3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution, 이하 'LTE'라 함), LTE-Advanced(이하, 'LTE-A'라 함) 통신 시스템에 대해 개략적으로 설명한다.
- [3] 도 1은 이동통신 시스템의 일례로서 E-UMTS 망구조를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [4] E-UMTS(Evolved Universal Mobile Telecommunications System) 시스템은 기존 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)에서 진화한 시스템으로서, 현재 3GPP에서 표준화 작업을 진행하고 있다. 일반적으로 E-UMTS는 LTE(Long Term Evolution) 시스템이라고 할 수도 있다. UMTS 및 E-UMTS의 기술 규격(technical specification)의 상세한 내용은 각각 "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network"의 Release 8과 Release 9을 참조할 수 있다.
- [5] 도 1을 참조하면, E-UMTS는 단말(User Equipment, UE)과 기지국(eNode B, eNB), 네트워크(E-UTRAN)의 종단에 위치하여 외부 네트워크와 연결되는 접속 게이트웨이(Access Gateway, AG)를 포함한다. 기지국은 브로드캐스트 서비스, 멀티캐스트 서비스 및/또는 유니캐스트 서비스를 위해 다중 데이터 스트림을 동시에 전송할 수 있다.
- [6] 한 기지국에는 하나 이상의 셀이 존재한다. 셀은 1.25, 2.5, 5, 10, 15, 20MHz 등의 대역폭 중 하나로 설정돼 여러 단말에게 하향 또는 상향 전송 서비스를 제공한다. 서로 다른 셀은 서로 다른 대역폭을 제공하도록 설정될 수 있다. 기지국은 다수의 단말에 대한 데이터 송수신을 제어한다. 하향링크(Downlink, DL) 데이터에 대해 기지국은 하향링크 스케줄링 정보를 전송하여 해당 단말에게 데이터가 전송될 시간/주파수 영역, 부호화, 데이터 크기, 하이브리드 자동 재전송 요청(Hybrid Automatic Repeat and reQuest, HARQ) 관련 정보 등을 알려준다. 또한, 상향링크(Uplink, UL) 데이터에 대해 기지국은 상향링크 스케줄링 정보를 해당 단말에게 전송하여 해당 단말이 사용할 수 있는 시간/주파수 영역, 부호화, 데이터 크기, 하이브리드 자동 재전송 요청 관련 정보 등을 알려준다. 기지국 간에는 사용자 트래픽 또는 제어 트래픽 전송을 위한 인터페이스가 사용될 수 있다. 핵심망(Core Network, CN)은 AG와 단말의 사용자

등록 등을 위한 네트워크 노드 등으로 구성될 수 있다. AG는 복수의 셀들로 구성되는 TA(Tracking Area) 단위로 단말의 이동성을 관리한다.

- [7] 무선 통신 기술은 광대역 코드분할 다중 접속(Wideband Code division Multiple Access, WCDMA)를 기반으로 LTE까지 개발되어 왔지만, 사용자와 사업자의 요구와 기대는 지속적으로 증가하고 있다. 또한, 다른 무선 접속 기술이 계속 개발되고 있으므로 향후 경쟁력을 가지기 위해서는 새로운 기술 진화가 요구된다. 비트당 비용 감소, 서비스 가용성 증대, 융통성 있는 주파수 밴드의 사용, 단순구조와 개방형 인터페이스, 단말의 적절한 파워 소모 등이 요구된다.
- [8] 최근 3GPP는 LTE에 대한 후속 기술에 대한 표준화 작업을 진행하고 있다. 본 명세서에서는 상기 기술을 'LTE-A'라고 지칭한다. LTE 시스템과 LTE-A 시스템의 주요 차이점 중 하나는 시스템 대역폭의 차이와 중계기 도입이다.
- [9] LTE-A 시스템은 최대 100MHz의 광대역을 지원할 것을 목표로 하고 있으며, 이를 위해 복수의 주파수 블록을 사용하여 광대역을 달성하는 캐리어 어그리게이션 또는 대역폭 어그리게이션(carrier aggregation 또는 bandwidth aggregation) 기술을 사용하도록 하고 있다.
- [10] 캐리어 어그리게이션(혹은 반송파 집적)은 보다 넓은 주파수 대역을 사용하기 위하여 복수의 주파수 블록을 하나의 커다란 논리 주파수 대역으로 사용하도록 한다. 각 주파수 블록의 대역폭은 LTE 시스템에서 사용되는 시스템 블록의 대역폭에 기초하여 정의될 수 있다. 각각의 주파수 블록은 콤포넌트 캐리어를 이용하여 전송된다.
- [11] LTE-A 시스템을 위해 새로운 제어 채널들을 고려되고 있지만, 이들을 어떻게 설계하고 어떤 기법으로 전송할 지에 대해서는 아직까지 연구된 바가 없었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [12] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제는 무선통신 시스템에서 기지국이 제어 정보를 전송하는 방법을 제공하는 데 있다.
- [13] 본 발명에서 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 선통신 시스템에서 단말이 제어 정보를 수신하는 방법을 제공하는 데 있다.
- [14] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제는 무선통신 시스템에서 제어 정보를 전송하는 기지국 장치를 제공하는 데 있다.
- [15] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제는 무선통신 시스템에서 제어 정보를 수신하는 단말 장치를 제공하는 데 있다.
- [16] 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 상기 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [17] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명의 일 실시형태에 따른 무선통신 시스템에서 기지국이 제어 정보를 전송하는 방법은, 미리 정해진 프리코딩 행렬들 중에서 단말 별 제어 정보에 대해 각각 서로 다른 프리코딩 행렬 인덱스가 적용하여 프리코딩하는 단계; 상기 단말 별로 서로 다른 프리코딩 행렬 인덱스가 적용되어 프리코딩된 제어 정보를 상기 단말 별로 전송하는 단계를 포함하되, 상기 제어 정보는 복수의 안테나를 통해 다중화되어 전송되는 것을 특징으로 한다. 상기 제어 정보는 enhanced PDCCH(ePDCCH) 또는 빔포밍된 PDCCH(bfPDCCH)을 통해 전송될 수 있고, 상기 제어 정보는 DCI 포맷(Downlink Control Information format) 타입일 수 있으며, 상기 방법은 상기 단말 별 제어정보를 DL(downlink) grant 인지 UL(uplink grant) 인지 구분하거나 또는 공통 검색공간(common search space)을 통해 전송되는지 단말 별로 특정한 검색 공간(UE-specific search space)을 통해 전송되는지로 구분하여 레이어에 맵핑하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다. 상기 단말 별 제어 정보는 CRS(Cell-specific Reference Signal) 또는 DM RS(DeModulation Reference Signal) 기반으로 전송될 수 있으며, 상기 단말 별 제어 정보가 CRS 기반으로 전송되는 경우 상기 단말 별로 적용된 프리코딩 행렬 정보를 상기 단말 별로 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 단말 별 제어 정보는 PDSCH(Physical Downlink Shared CHannel) 영역에서 주파수 분할 다중화되어 전송될 수 있다.
- [18] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 다른 일 실시형태에 따른 무선통신 시스템에서 기지국이 제어 정보를 전송하는 방법은, 제어 정보가 DL(downlink) grant 인지 UL(uplink grant) 인지에 따라 또는 상기 제어 정보가 공통 검색공간(common search space)을 통해 전송되는지 단말 별로 특정한 검색 공간(UE-specific search space)을 통해 전송되는지에 따라 구분하여 서로 다르게 할당된 코드워드를 채널 코딩하는 단계; 상기 채널 코딩된 코드워드들에 대해 레이트 매칭(rate matching)을 수행하는 단계; 및 상기 레이트 매칭된 코드워드들에 대해 레이어 맵핑을 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 방법은, 상기 레이어 맵핑된 코드워드들에 해당하는 제어 정보를 상기 복수의 안테나를 통해 다중화하여 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 레이트 매칭은, 상기 채널 코딩된 코드워드들 중에서 비트 크기가 작은 코드워드의 비트들에 대해 제로 패딩(0 padding), 1 패딩(1 padding), 순환 연장(cyclic extension), 반복(repetition) 또는 펀처링(puncturing)을 수행하여 비트 크기가 가장 큰 코드워드의 비트 크기에 일치시키는 것일 수 있다.
- [19] 상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 무선통신 시스템에서 단말이 제어 정보를 수신하는 방법은 미리 정해진 프리코딩 행렬들 중 다른 단말에 적용된 프리코딩 행렬 인덱스와 구분되는 프리코딩 행렬 인덱스가 적용된 제어 정보를 수신하는 단계를 포함하되, 상기 제어 정보는 복수의 안테나를 통해 다중화되어 전송된 제어 정보일 수 있다. 상기 제어 정보는 CRS(Cell-specific Reference Signal) 또는 DM RS(DeModulation Reference

Signal) 기반으로 전송될 수 있으며, 상기 제어 정보가 CRS 기반으로 전송되는 경우 상기 기지국으로부터 상기 제어 정보에 적용된 프리코딩 행렬 정보를 수신하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 수신한 프리코딩 행렬 정보에 기초하여 수신한 제어 정보를 디코딩하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [20] 상기의 또 다른 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 무선통신 시스템에서 제어 정보를 전송하는 기지국 장치는, 미리 정해진 프리코딩 행렬들 중에서 단말 별 제어 정보에 대해 각각 서로 다른 프리코딩 행렬 인덱스가 적용하여 프리코딩하는 프로세서; 상기 단말 별로 서로 다른 프리코딩 행렬 인덱스가 적용되어 프리코딩된 제어 정보를 상기 단말 별로 전송하는 송신기를 포함하되, 상기 제어 정보는 복수의 안테나를 통해 다중화되어 전송될 수 있다.
- [21] 상기의 또 다른 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 무선통신 시스템에서 제어 정보를 수신하는 단말 장치는, 미리 정해진 프리코딩 행렬들 중 다른 단말에 적용된 프리코딩 행렬 인덱스와 구분되는 프리코딩 행렬 인덱스가 적용된 제어 정보를 수신하는 수신기를 포함하되, 상기 제어 정보는 복수의 안테나를 통해 다중화되어 전송된 제어 정보일 수 있다.

발명의 효과

- [22] 본 발명에서 제안한 다양한 실시예에 따라, 각 단말에게 신뢰도가 높은 PDDCH를 제공함으로써, 효율적인 셀 배치(cell deployment) 및 쓰루풋(throughput)을 향상시킬 수 있으며, 단말로 하여금 PDDCCH를 수신하기 위한 낮은 SNR을 요구하여 단말 구현의 복잡도를 감소시킬 수 있는 장점이 있다.
- [23] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [24] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.
- [25] 도 1은 이동통신 시스템의 일례로서 E-UMTS 망구조를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [26] 도 2는 무선 통신 시스템(200)에서의 기지국(205) 및 단말(210)의 구성을 도시한 블록도이다.
- [27] 도 3은 무선통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 예시한다.
- [28] 도 4는 무선통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 하향링크 슬롯의 자원 그리드를 예시한 도면이다.
- [29] 도 5는 무선통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 하향링크

서브프레임의 구조를 예시한다.

[30] 도 6은 무선통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 상향링크 서브프레임의 구조를 예시한다.

[31] 도 7은 캐리어 병합(Carrier Aggregation, CA) 통신 시스템을 예시한 도면이다.

[32] 도 8은 스케줄링을 이용한 PDSCH 간섭 완화 기법을 설명하기 위한 예시적 도면이다.

[33] 도 9는 각 기지국 간에 다른 다른 하향링크/상향링크 구성(DL/UL configuration)에 따른 간섭 영향을 설명하기 위한 예시적 도면이다.

[34] 도 10a 내지 도 10e는 ePDCCH에 빔포밍 기법을 사용하여 간섭을 제어하는 방법을 설명하기 위한 예시적 도면이다.

[35] 도 11a 및 도 11b는 bfPDCCH에 빔포밍 기법을 사용하여 간섭을 제어하는 방법을 설명하기 위한 예시적 도면이다.

[36] 도 12는 ePDCCH 및 bfPDCCH에서 단말-특정(UE-specific)하게 프리코딩이 수행되는 내용을 설명하기 위한 예시도이다.

[37] 도 13는 제로 패딩(Zero padding)을 통한 비트 크기 매칭(bit size matching)하는 방법을 설명하기 위한 예시적 도면이다.

[38] 도 14a 및 도 14b는 송신단에서 각각 채널 코딩 블록(channel coding block)를 공유하지 않을 때와 공유할 때의 예시를 나타낸 도면이다.

[39] 도 15는 DL grant가 전송되는 DCI 포맷들이 코딩된 비트 0을 구성하고 UL grant가 전송되는 DCI 포맷들이 코딩된 비트 1을 구성할 때 각각 성상 맵핑(constellation mapping)된 변조 심볼이 길이 k와 길이 k-2를 가질 때의 레이어 맵핑하는 방법을 설명하기 위한 예시적 도면이다.

[40] 도 16a 및 도 16b는 레이어 수가 4일 경우 코딩된 비트들을 4의 정수배만큼 레이트 매칭을 수행하는 것을 나타낸 예시적 도면이다.

[41] 도 17은 기지국이 하향링크 신호를 전송하기 위한 신호 처리 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[42] 도 18은 LTE-A 시스템에서 기지국이 ePDCCH 또는 bfPDCCH를 전송하기 위한 신호 처리 과정을 설명하기 위한 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[43] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다. 예를 들어, 이하의 상세한 설명은 이동통신 시스템이 3GPP LTE, LTE-A 시스템인 경우를 가정하여 구체적으로 설명하나, 3GPP LTE, LTE-A의 특유한 사항을 제외하고는

다른 임의의 이동통신 시스템에도 적용 가능하다.

- [44] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.
- [45] 아울러, 이하의 설명에 있어서 단말은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), AMS(Advanced Mobile Station), M2M(Machine To Machine) 기기 등 이동 또는 고정형의 사용자단 기기를 통칭하는 것을 가정한다. 또한, 기지국은 Node B, eNode B, Base Station, AP(Access Point) 등 단말과 통신하는 네트워크 단의 임의의 노드를 통칭하는 것을 가정한다.
- [46] 이동 통신 시스템에서 단말(User Equipment)은 기지국으로부터 하향링크(Downlink)를 통해 정보를 수신할 수 있으며, 단말은 또한 상향링크(Uplink)를 통해 정보를 전송할 수 있다. 단말이 전송 또는 수신하는 정보로는 데이터 및 다양한 제어 정보가 있으며, 단말이 전송 또는 수신하는 정보의 종류 용도에 따라 다양한 물리 채널이 존재한다.
- [47] 이하의 기술은 CDMA(code division multiple access), FDMA(frequency division multiple access), TDMA(time division multiple access), OFDMA(orthogonal frequency division multiple access), SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 사용될 수 있다. CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)는 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로서 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화된 버전이다.
- [48] 도 2는 무선 통신 시스템(200)에서의 기지국(205) 및 단말(210)의 구성을 도시한 블록도이다.
- [49] 무선 통신 시스템(200)을 간략화하여 나타내기 위해 하나의 기지국(205)과 하나의 단말(210)을 도시하였지만, 무선 통신 시스템(200)은 하나 이상의 기지국 및/또는 하나 이상의 단말을 포함할 수 있다.
- [50] 도 2를 참조하면, 기지국(205)은 송신(Tx) 데이터 프로세서(215), 심볼 변조기(220), 송신기(225), 송수신 안테나(230), 프로세서(280), 메모리(285), 수신기(290), 심볼 복조기(295), 수신 데이터 프로세서(297)를 포함할 수 있다. 그리고, 단말(210)은 송신(Tx) 데이터 프로세서(265), 심볼 변조기(270),

송신기(275), 송수신 안테나(235), 프로세서(255), 메모리(260), 수신기(240), 심볼 복조기(255), 수신 데이터 프로세서(250)를 포함할 수 있다. 안테나(230, 235)가 각각 기지국(205) 및 단말(210)에서 하나로 도시되어 있지만, 기지국(205) 및 단말(210)은 복수 개의 안테나를 구비하고 있다. 따라서, 본 발명에 따른 기지국(205) 및 단말(210)은 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 시스템을 지원한다. 또한, 본 발명에 따른 기지국(205)은 SU-MIMO(Single User-MIMO) MU-MIMO(Multi User-MIMO) 방식 모두를 지원할 수 있다.

- [51] 하향링크 상에서, 송신 데이터 프로세서(215)는 트래픽 데이터를 수신하고, 수신한 트래픽 데이터를 포맷하여, 코딩하고, 코딩된 트래픽 데이터를 인터리빙하고 변조하여(또는 심볼 매핑하여), 변조 심볼들("데이터 심볼들")을 제공한다. 심볼 변조기(220)는 이 데이터 심볼들과 파일럿 심볼들을 수신 및 처리하여, 심볼들의 스트림을 제공한다.
- [52] 심볼 변조기(220)는, 데이터 및 파일럿 심볼들을 다중화하여 이를 송신기(225)로 전송한다. 이때, 각각의 송신 심볼은 데이터 심볼, 파일럿 심볼, 또는 제로의 신호 값일 수도 있다. 각각의 심볼 주기에서, 파일럿 심볼들이 연속적으로 송신될 수도 있다. 파일럿 심볼들은 주파수 분할 다중화(FDM), 직교 주파수 분할 다중화(OFDM), 시분할 다중화(TDM), 또는 코드 분할 다중화(CDM) 심볼일 수 있다.
- [53] 송신기(225)는 심볼들의 스트림을 수신하여 이를 하나 이상의 아날로그 신호들로 변환하고, 또한, 이 아날로그 신호들을 추가적으로 조절하여(예를 들어, 증폭, 필터링, 및 주파수 업 컨버팅(upconverting) 하여, 무선 채널을 통한 송신에 적합한 하향링크 신호를 발생시킨다. 그러면, 안테나(230)는 발생된 하향링크 신호를 단말로 전송한다.
- [54] 단말(210)의 구성에서, 안테나(235)는 기지국으로부터의 하향링크 신호를 수신하여 수신된 신호를 수신기(240)로 제공한다. 수신기(240)는 수신된 신호를 조정하고(예를 들어, 필터링, 증폭, 및 주파수 다운컨버팅(downconverting)), 조정된 신호를 디지털화하여 샘플들을 획득한다. 심볼 복조기(245)는 수신된 파일럿 심볼들을 복조하여 채널 추정을 위해 이를 프로세서(255)로 제공한다.
- [55] 또한, 심볼 복조기(245)는 프로세서(255)로부터 하향링크에 대한 주파수 응답 추정치를 수신하고, 수신된 데이터 심볼들에 대해 데이터 복조를 수행하여, (송신된 데이터 심볼들의 추정치들인) 데이터 심볼 추정치를 획득하고, 데이터 심볼 추정치들을 수신(Rx) 데이터 프로세서(250)로 제공한다. 수신 데이터 프로세서(250)는 데이터 심볼 추정치들을 복조(즉, 심볼 다-매핑(demapping))하고, 디인터리빙(deinterleaving)하고, 디코딩하여, 전송된 트래픽 데이터를 복구한다.
- [56] 심볼 복조기(245) 및 수신 데이터 프로세서(250)에 의한 처리는 각각 기지국(205)에서의 심볼 변조기(220) 및 송신 데이터 프로세서(215)에 의한 처리에 대해 상보적이다.

- [57] 단말(210)은 상향링크 상에서, 송신 데이터 프로세서(265)는 트래픽 데이터를 처리하여, 데이터 심볼들을 제공한다. 심볼 변조기(270)는 데이터 심볼들을 수신하여 다중화하고, 변조를 수행하여, 심볼들의 스트림을 송신기(275)로 제공할 수 있다. 송신기(275)는 심볼들의 스트림을 수신 및 처리하여, 상향링크 신호를 발생시킨다. 그리고 안테나(235)는 발생된 상향링크 신호를 기지국(205)으로 전송한다.
- [58] 기지국(205)에서, 단말(210)로부터 상향링크 신호가 안테나(230)를 통해 수신되고, 수신기(290)는 수신한 상향링크 신호를 처리되어 샘플들을 획득한다. 이어서, 심볼 복조기(295)는 이 샘플들을 처리하여, 상향링크에 대해 수신된 파일럿 심볼들 및 데이터 심볼 추정치를 제공한다. 수신 데이터 프로세서(297)는 데이터 심볼 추정치를 처리하여, 단말(210)로부터 전송된 트래픽 데이터를 복구한다.
- [59] 단말(210) 및 기지국(205) 각각의 프로세서(255, 280)는 각각 단말(210) 및 기지국(205)에서의 동작을 지시(예를 들어, 제어, 조정, 관리 등)한다. 각각의 프로세서들(255, 280)은 프로그램 코드들 및 데이터를 저장하는 메모리 유닛(260, 285)들과 연결될 수 있다. 메모리(260, 285)는 프로세서(280)에 연결되어 오퍼레이팅 시스템, 어플리케이션, 및 일반 파일(*general files*)들을 저장한다.
- [60] 프로세서(255, 280)는 컨트롤러(*controller*), 마이크로 컨트롤러(*microcontroller*), 마이크로 프로세서(*microprocessor*), 마이크로 컴퓨터(*microcomputer*) 등으로도 호칭될 수 있다. 한편, 프로세서(255, 280)는 하드웨어(*hardware*) 또는 펌웨어(*firmware*), 소프트웨어, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어를 이용하여 본 발명의 실시예를 구현하는 경우에는, 본 발명을 수행하도록 구성된 ASICs(*application specific integrated circuits*) 또는 DSPs(*digital signal processors*), DSPDs(*digital signal processing devices*), PLDs(*programmable logic devices*), FPGAs(*field programmable gate arrays*) 등이 프로세서(255, 280)에 구비될 수 있다.
- [61] 한편, 펌웨어나 소프트웨어를 이용하여 본 발명의 실시예들을 구현하는 경우에는 본 발명의 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등을 포함하도록 펌웨어나 소프트웨어가 구성될 수 있으며, 본 발명을 수행할 수 있도록 구성된 펌웨어 또는 소프트웨어는 프로세서(255, 280) 내에 구비되거나 메모리(260, 285)에 저장되어 프로세서(255, 280)에 의해 구동될 수 있다.
- [62] 단말과 기지국이 무선 통신 시스템(네트워크) 사이의 무선 인터페이스 프로토콜의 레이어들은 통신 시스템에서 잘 알려진 OSI(*open system interconnection*) 모델의 하위 3개 레이어를 기초로 제 1 레이어(L1), 제 2 레이어(L2), 및 제 3 레이어(L3)로 분류될 수 있다. 물리 레이어는 상기 제 1 레이어에 속하며, 물리 채널을 통해 정보 전송 서비스를 제공한다. RRC(*Radio Resource Control*) 레이어는 상기 제 3 레이어에 속하며 UE와 네트워크 사이의

제어 무선 자원들을 제공한다. 단말, 기지국은 무선 통신 네트워크와 RRC 레이어를 통해 RRC 메시지들을 교환할 수 있다.

[63] 도 3은 무선통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 예시한다.

[64] 셀룰라 OFDM 무선 패킷 통신 시스템에서, 상향링크/하향링크 데이터 패킷 전송은 서브프레임(subframe) 단위로 이루어지며, 한 서브프레임은 다수의 OFDM 심볼을 포함하는 일정 시간 구간으로 정의된다. 3GPP LTE 표준에서는 FDD(Frequency Division Duplex)에 적용 가능한 타입 1 무선 프레임(radio frame) 구조와 TDD(Time Division Duplex)에 적용 가능한 타입 2의 무선 프레임 구조를 지원한다.

[65] 도 3(a)는 타입 1 무선 프레임의 구조를 예시한다. 하향링크 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 시간 영역(time domain)에서 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)라 한다. 예를 들어 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다. 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원블록(Resource Block, RB)을 포함한다. 3GPP LTE 시스템에서는 하향링크에서 OFDMA 를 사용하므로, OFDM 심볼이 하나의 심볼 구간을 나타낸다. OFDM 심볼은 또한 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간으로 칭하여질 수도 있다. 자원 할당 단위로서의 자원 블록(RB)은 하나의 슬롯에서 복수개의 연속적인 부반송파(subcarrier)를 포함할 수 있다.

[66] 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 CP(Cyclic Prefix)의 구성(configuration)에 따라 달라질 수 있다. CP에는 확장된 CP(extended CP)와 표준 CP(normal CP)가 있다. 예를 들어, OFDM 심볼이 표준 CP에 의해 구성된 경우, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 7개일 수 있다. OFDM 심볼이 확장된 CP에 의해 구성된 경우, 한 OFDM 심볼의 길이가 늘어나므로, 한 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 표준 CP인 경우보다 적다. 확장된 CP의 경우에, 예를 들어, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 6개일 수 있다. 단말이 빠른 속도로 이동하는 등의 경우와 같이 채널상태가 불안정한 경우, 심볼간 간섭을 더욱 줄이기 위해 확장된 CP가 사용될 수 있다.

[67] 표준 CP가 사용되는 경우 하나의 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하므로, 하나의 서브프레임은 14개의 OFDM 심볼을 포함한다. 이때, 각 서브프레임의 처음 최대 3 개의 OFDM 심볼은 PDCCH(physical downlink control channel)에 할당되고, 나머지 OFDM 심볼은 PDSCH(physical downlink shared channel)에 할당될 수 있다.

[68] 도 3(b)는 타입 2 무선 프레임의 구조를 예시한다. 타입 2 무선 프레임은 2개의 하프 프레임(half frame)으로 구성되며, 각 하프 프레임은 5개의 서브프레임과 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(Guard Period, GP), UpPTS(Uplink

Pilot Time Slot)로 구성되며, 이 중 1개의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다. DwPTS는 단말에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다.

UpPTS는 기지국에서의 채널 추정과 단말의 상향링크 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. 보호구간은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다.

[69] 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.

[70] 도 4는 무선통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 하향링크 슬롯의 자원 그리드를 예시한 도면이다.

[71] 도 4를 참조하면, 하향링크 슬롯은 시간 도메인에서 복수의 OFDM 심볼을 포함한다. 하나의 하향링크 슬롯은 7(혹은 6)개의 OFDM 심볼을 포함하고 자원 블록은 주파수 도메인에서 12개의 부반송파를 포함할 수 있다. 자원 그리드 상의 각 요소(element)는 자원 요소(Resource Element, RE)로 지칭된다. 하나의 RB는 12×7(6)개의 RE를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 RB의 개수 NRB는 하향링크 전송 대역에 의존한다. 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일하되, OFDM 심볼이 SC-FDMA 심볼로 대체된다.

[72] 도 5는 무선통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 하향링크 서브프레임의 구조를 예시한다.

[73] 도 5를 참조하면, 서브프레임의 첫 번째 슬롯에서 앞부분에 위치한 최대 3(4)개의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어 영역에 대응한다. 남은 OFDM 심볼은 PDSCH(Physical Downlink Shared CHancel)가 할당되는 데이터 영역에 해당한다. LTE에서 사용되는 하향링크 제어 채널의 예는 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical hybrid ARQ indicator Channel) 등을 포함한다. PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고 서브프레임 내에서 제어 채널의 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 관한 정보를 나른다. PHICH는 상향링크 전송에 대한 응답으로 HARQ ACK/NACK(Hybrid Automatic Repeat request acknowledgment/negative-acknowledgment) 신호를 나른다.

[74] 3GPP LTE 시스템 등에서 사용되는 하향링크 제어채널들은 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 등이 있다. 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되는 PCFICH는 서브프레임 내에서 제어채널들의 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 수(즉, 제어 영역의 크기)에 관한 정보를 나른다. PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(Downlink Control Information, DCI)라고 한다. DCI는 상향링크 자원 할당 정보, 하향링크 자원 할당 정보 및 임의의 단말 그룹들에 대한 상향링크 전송 파워 제어 명령 등을 가리킨다. PHICH는 상향링크 HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)에 대한

ACK(Acknowledgement)/NACK(Not-Acknowledgement) 신호를 나른다. 즉, 단말이 전송한 상향링크 데이터에 대한 ACK/NACK 신호는 PHICH 상으로 전송된다.

[75] 이제 하향링크 물리채널인 PDCCH에 대해 구체적으로 기술한다.

[76] 기지국은 PDCCH를 통해 PDSCH의 자원 할당 및 전송 포맷(이를 DL grant라고도 한다), PUSCH의 자원 할당 정보(이를 UL grant라고도 한다), 임의의 단말, 그룹 내 개별 단말들에 대한 전송 파워 제어 명령의 집합 및 VoIP(Voice over Internet Protocol)의 활성화 등을 전송할 수 있다. 복수의 PDCCH가 제어 영역 내에서 전송될 수 있으며, 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링할 수 있다. PDCCH는 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE(Control Channel Elements)의 집합(aggregation)으로 구성된다. 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE의 집합으로 구성된 PDCCH는 서브블록 인터리빙(subblock interleaving)을 거친 후에 제어 영역을 통해 전송될 수 있다. CCE는 무선채널의 상태에 따른 부호화율을 PDCCH에게 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 단위이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group)에 대응된다. CCE의 수와 CCE들에 의해 제공되는 부호화율의 연관 관계에 따라 PDCCH의 포맷 및 가능한 PDCCH의 비트 수가 결정된다.

[77] PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(downlink control information, DCI)라고 한다. 다음 표 1은 DCI 포맷에 따른 DCI를 나타낸다.

[78] 표 1

[Table 1]

DCI Format	Description
DCI format 0	used for the scheduling of PUSCH
DCI format 1	used for the scheduling of one PDSCH codeword
DCI format 1A	used for the compact scheduling of one PDSCH codeword and random access procedure initiated by a PDCCH order
DCI format 1B	used for the compact scheduling of one PDSCH codeword with precoding information
DCI format 1C	used for very compact scheduling of one PDSCH codeword
DCI format 1D	used for the compact scheduling of one PDSCH codeword with precoding and power offset information
DCI format 2	used for scheduling PDSCH to UEs configured in closed-loop spatial multiplexing mode
DCI format 2A	used for scheduling PDSCH to UEs configured in open-loop spatial multiplexing mode
DCI format 3	used for the transmission of TPC commands for PUCCH and PUSCH with 2-bit power adjustments
DCI format 3A	used for the transmission of TPC commands for PUCCH and PUSCH with single bit power adjustments

- [79] DCI 포맷 0은 상향링크 자원 할당 정보를 가리키고, DCI 포맷 1~2는 하향링크 자원 할당 정보를 가리키고, DCI 포맷 3, 3A는 임의의 단말 그룹들에 대한 상향링크 TPC(transmit power control) 명령을 가리킨다.
- [80] LTE 시스템에서 기지국이 PDCCH를 전송을 위해 자원을 매핑하는 방안에 대해 간단히 살펴본다.
- [81] 일반적으로, 기지국은 PDCCH를 통하여 스케줄링 할당 정보 및 다른 제어 정보를 전송할 수 있다. 물리 제어 채널은 하나의 집합(aggregation) 또는 복수 개의 연속 제어 채널 요소(CCE: Control Channel Element)로 전송될 수 있다. 하나의 CCE는 9개의 자원 요소 그룹(Resource Element Group, REG)들을 포함한다. PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel) 또는 PHICH(Physical Hybrid Automatic Repeat Request Indicator Channel)에 할당되지 않은 RBG의 개수는 N_{REG} 이다. 시스템에서 이용가능한 CCE는 0부터 $N_{CCE}-1$ 까지이다(여기서 $N_{CCE} = \lfloor N_{REG} / 9 \rfloor$ 이다). PDCCH는 다음 표 3에 나타낸 바와 같이 다중 포맷을 지원한다. n개의 연속 CCE들로 구성된 하나의 PDCCH는

$i \bmod n = 0$ 을 수행하는 CCE부터 시작한다(여기서 i 는 CCE 번호이다). 다중 PDCCH들은 하나의 서브프레임으로 전송될 수 있다.

[82] 표 2

[Table 2]

PDCCH format	Number of CCEs	Number of resource-element groups	Number of PDCCH bits
0	1	9	72
1	2	18	144
2	4	36	288
3	8	72	576

[83] 표 2를 참조하면, 기지국은 제어 정보 등을 몇 개의 영역으로 보낼 지에 따라 PDCCH 포맷을 결정할 수 있다. 단말은 CCE 단위로 제어 정보 등을 읽어서 오버헤드를 줄일 수 있다. 마찬가지로, 중계기도 R-CCE 단위로 제어 정보 등을 읽을 수 있다. LTE-A 시스템에서는, 임의의 중계기를 위한 R-PDCCH를 전송하기 위해 R-CCE(Relay-Control Channel Element) 단위로 자원 요소(Resource Element, RE)를 매핑할 수 있다.

[84] 도 4의 (b)를 참조하면, 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역 및 데이터 영역으로 나누어질 수 있다. 제어 영역은 상향링크 제어 정보를 나르는 PUCCH(Physical Uplink Control CHannel)로 할당된다. 데이터 영역은 사용자 데이터를 나르기 위한 PUSCH(Physical Uplink Shared CHannel)로 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위하여, 하나의 단말은 PUCCH 및 PUSCH를 동시에 전송하지 않는다. 하나의 단말을 위한 PUCCH는 하나의 서브프레임에서 RB 페어로 할당된다. RB 페어에 속하는 RB들은 각 2개의 슬롯에서 서로 다른 부반송파를 차지하고 있다. PUCCH에 할당된 RB 페어는 슬롯 경계(slot boundary)에서 주파수 호핑된다.

[85] 이와 같이, PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보를 DCI(Downlink Control Information)라고 하고, DCI 포맷은 상향링크용으로 포맷 0, 하향링크용으로 포맷 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2, 2A, 3, 3A 등의 포맷이 정의되어 있다. DCI 포맷은 용도에 따라 호핑 플래그(hopping flag), RB 할당, MCS(modulation coding scheme), RV(redundancy version), NDI(new data indicator), TPC(transmit power control), 사이클릭 쉬프트 DM RS(demodulation reference signal), CQI (channel quality information) 요청, HARQ 프로세스 번호, TPMI(transmitted precoding matrix indicator), PMI(precoding matrix indicator) 확인(confirmation) 등의 정보를 선택적으로 포함한다.

[86] PDCCH는 하향링크 공유 채널(downlink shared channel, DL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보, 상향링크 공유 채널(uplink shared channel, UL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보, 페이징 채널(paging channel, PCH) 상의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상에서 전송되는 랜덤 접속 응답과 같은 상위-계층 제어 메시지의 자원 할당 정보, 단말 그룹 내의 개별 단말들에 대한 Tx

파워 제어 명령 세트, Tx 파워 제어 명령, VoIP(Voice over IP)의 활성화 지시 정보 등을 나른다. 복수의 PDCCH가 제어 영역 내에서 전송될 수 있다. 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링 할 수 있다. PDCCH는 하나 또는 복수의 연속된 제어 채널 요소(control channel element, CCE)들의 집합(aggregation) 상에서 전송된다. CCE는 PDCCH에 무선 채널 상태에 기초한 코딩 레이트를 제공하는데 사용되는 논리적 할당 유닛이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group, REG)에 대응한다. PDCCH의 포맷 및 PDCCH 비트의 개수는 CCE의 개수에 따라 결정된다. 기지국은 단말에게 전송될 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 CRC(cyclic redundancy check)를 부가한다. CRC는 PDCCH의 소유자 또는 사용 목적에 따라 식별자(예, RNTI(radio network temporary identifier))로 마스킹된다. 예를 들어, PDCCH가 특정 단말을 위한 것일 경우, 해당 단말의 식별자(예, cell-RNTI (C-RNTI))가 CRC에 마스킹 될 수 있다. PDCCH가 페이징 메시지를 위한 것일 경우, 페이징 식별자(예, paging-RNTI (P-RNTI))가 CRC에 마스킹 될 수 있다. PDCCH가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(system information block, SIC))를 위한 것일 경우, SI-RNTI(system information RNTI)가 CRC에 마스킹 될 수 있다. PDCCH가 랜덤 접속 응답을 위한 것일 경우, RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스킹 될 수 있다.

- [87] 도 6은 무선통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 상향링크 서브프레임의 구조를 예시한다.
- [88] 도 6을 참조하면, 상향링크 서브프레임은 복수(예, 2개)의 슬롯을 포함한다. 슬롯은 CP 길이에 따라 서로 다른 수의 SC-FDMA 심볼을 포함할 수 있다. 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 데이터 영역과 제어 영역으로 구분된다. 데이터 영역은 PUSCH를 포함하고 음성 등의 데이터 신호를 전송하는데 사용된다. 제어 영역은 PUCCH를 포함하고 상향링크 제어 정보(Uplink Control Information, UCI)를 전송하는데 사용된다. PUCCH는 주파수 축에서 데이터 영역의 양끝 부분에 위치한 RB 쌍(RB pair)을 포함하며 슬롯을 경계로 호핑한다.
- [89] PUCCH는 다음의 제어정보를 전송하는데 사용될 수 있다.
- [90] - SR(Scheduling Request): 상향링크 UL-SCH 자원을 요청하는데 사용되는 정보이다. OOK(On-Off Keying) 방식을 이용하여 전송된다.
- [91] - HARQ ACK/NACK: PDSCH 상의 하향링크 데이터 패킷에 대한 응답 신호이다. 하향링크 데이터 패킷이 성공적으로 수신되었는지 여부를 나타낸다. 단일 하향링크 코드워드(CodeWord, CW)에 대한 응답으로 ACK/NACK 1비트가 전송되고, 두 개의 하향링크 코드워드에 대한 응답으로 ACK/NACK 2비트가 전송된다.
- [92] - CQI(Channel Quality Indicator): 하향링크 채널에 대한 피드백 정보이다. MIMO(Multiple Input Multiple Output) 관련 피드백 정보는 RI(Rank Indicator), PMI(Precoding Matrix Indicator), PTI(Precoding Type Indicator) 등을 포함한다.

서브프레임 당 20비트가 사용된다.

[93] 단말이 서브프레임에서 전송할 수 있는 제어 정보(UCI)의 양은 제어 정보 전송에 가용한 SC-FDMA의 개수에 의존한다. 제어 정보 전송에 가용한 SC-FDMA는 서브프레임에서 참조 신호 전송을 위한 SC-FDMA 심볼을 제외하고 남은 SC-FDMA 심볼을 의미하고, SRS(Sounding Reference Signal)가 설정된 서브프레임의 경우 서브프레임의 마지막 SC-FDMA 심볼도 제외된다. 참조 신호는 PUCCH의 코히어런트 검출에 사용된다. PUCCH는 전송되는 정보에 따라 7개의 포맷을 지원한다.

[94] 표 3은 LTE에서 PUCCH 포맷과 UCI의 맵핑 관계를 나타낸다.

[95] 표 3

[Table 3]

PUCCH 포맷	상향링크 제어 정보 (Uplink Control Information, UCI)
포맷 1	SR(Scheduling Request) (비변조된 파형)
포맷 1a	1-비트 HARQ ACK/NACK (SR 존재/비존재)
포맷 1b	2-비트 HARQ ACK/NACK (SR 존재/비존재)
포맷 2	CQI (20개의 코딩된 비트)
포맷 2	CQI 및 1- 또는 2-비트 HARQ ACK/NACK (20비트) (확장 CP만 해당)
포맷 2a	CQI 및 1-비트 HARQ ACK/NACK (20+1개의 코딩된 비트)
포맷 2b	CQI 및 2-비트 HARQ ACK/NACK (20+2개의 코딩된 비트)

[96] 도 7은 캐리어 병합(Carrier Aggregation, CA) 통신 시스템을 예시한 도면이다.

[97] LTE-A 시스템은 보다 넓은 주파수 대역폭을 위해 복수의 상/하향링크 주파수 대역폭을 모아 더 큰 상/하향링크 대역폭을 사용하는 캐리어 병합(carrier aggregation 또는 bandwidth aggregation) 기술을 사용한다. 각각의 작은 주파수 대역폭은 콤포넌트 캐리어(Component Carrier, CC)를 이용해 전송된다. 콤포넌트 캐리어는 해당 주파수 블록을 위한 캐리어 주파수 (또는 중심 캐리어, 중심 주파수)로 이해될 수 있다.

[98] 각각의 CC들은 주파수 영역에서 서로 인접하거나 비-인접할 수 있다. CC의 대역폭은 기존 시스템과의 역호환(backward compatibility)을 위해 기존 시스템의 대역폭으로 제한될 수 있다. 예를 들어, 기존의 3GPP LTE 시스템에서는 {1.4, 3, 5, 10, 15, 20}MHz 대역폭을 지원하며, LTE_A에서는 LTE에서 지원하는 상기의 대역폭들만을 이용하여 20MHz보다 큰 대역폭을 지원할 수 있다. 각 CC의 대역폭은 독립적으로 정해질 수 있다. UL CC의 개수와 DL CC의 개수가 다른 비대칭 캐리어 병합도 가능하다. DL CC/UL CC 링크는 시스템에 고정되어 있거나 반-정적으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 6(a)와 같이 DL CC 4개 UL CC

2개인 경우 DL CC:UL CC=2:1로 대응되도록 DL-UL 링크지 구성이 가능하다. 유사하게, 도 6(b)와 같이 DL CC 2개 UL CC 4개인 경우 DL CC:UL CC=1:2로 대응되도록 DL-UL 링크지 구성이 가능하다. 도시한 바와 달리, DL CC의 개수와 UL CC의 개수가 동일한 대칭 캐리어 병합도 가능하고, 이 경우 DL CC:UL CC=1:1의 DL-UL 링크지 구성도 가능하다.

- [99] 또한, 시스템 전체 대역폭이 N개의 CC로 구성되더라도 특정 단말이 모니터링/수신할 수 있는 주파수 대역은 $M(<N)$ 개의 CC로 한정될 수 있다. 캐리어 병합에 대한 다양한 파라미터는 셀 특정(cell-specific), 단말 그룹 특정(UE group-specific) 또는 단말 특정(UE-specific) 방식으로 설정될 수 있다. 한편, 제어 정보는 특정 CC를 통해서만 송수신 되도록 설정될 수 있다. 특정 CC를 프라이머리 CC(Primary CC, PCC)로 지칭하고, 나머지 CC를 세컨더리 CC(Secondary CC, SCC)로 지칭할 수 있다.
- [100] LTE-A는 무선 자원을 관리하기 위해 셀(cell)의 개념을 사용한다. 셀은 하향링크 자원과 상향링크 자원의 조합으로 정의되며, 상향링크 자원은 필수 요소는 아니다. 따라서, 셀은 하향링크 자원 단독, 또는 하향링크 자원과 상향링크 자원으로 구성될 수 있다. 캐리어 병합이 지원되는 경우, 하향링크 자원의 캐리어 주파수(또는, DL CC)와 상향링크 자원의 캐리어 주파수(또는, UL CC) 사이의 링크지(linkage)는 시스템 정보에 의해 지시될 수 있다. 프라이머리 주파수(또는 PCC) 상에서 동작하는 셀을 프라이머리 셀(Primary Cell, PCell)로 지칭하고, 세컨더리 주파수(또는 SCC) 상에서 동작하는 셀을 세컨더리 셀(Secondary Cell, SCell)로 지칭할 수 있다.
- [101] PCell은 단말이 초기 연결 설정(initial connection establishment) 과정을 수행하거나 연결 재-설정 과정을 수행하는데 사용된다. PCell은 핸드오버 과정에서 지시된 셀을 지칭할 수도 있다. SCell은 RRC(Radio Resource Control) 연결이 설정이 이루어진 이후에 구성 가능하고 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용될 수 있다. PCell과 SCell은 서빙 셀로 통칭될 수 있다. 따라서, RRC_CONNECTED 상태에 있지만 캐리어 병합이 설정되지 않았거나 캐리어 병합을 지원하지 않는 단말의 경우, PCell로만 구성된 서빙 셀이 단 하나 존재한다. 반면, RRC_CONNECTED 상태에 있고 캐리어 병합이 설정된 단말의 경우, 하나 이상의 서빙 셀이 존재하고, 전체 서빙 셀에는 PCell과 전체 SCell이 포함된다. 캐리어 병합을 위해, 네트워크는 초기 보안 활성화(initial security activation) 과정이 개시된 이후, 연결 설정 과정에서 초기에 구성되는 PCell에 부가하여 하나 이상의 SCell을 캐리어 병합을 지원하는 단말을 위해 구성할 수 있다.
- [102] 하나의 캐리어를 사용하는 기존의 LTE 시스템과는 다르게 다수 개의 컴포넌트 캐리어(CC)를 사용하는 캐리어 어그리게이션에서는 컴포넌트 캐리어를 효과적으로 관리하는 방법이 필요하게 되었다. 컴포넌트 캐리어를 효율적으로 관리하기 위해, 컴포넌트 캐리어를 역할과 특징에 따라 분류할 수 있다. 캐리어

어그리게이션에서는 멀티 캐리어가 주 콤포넌트 캐리어(Primary Component Carrier, PCC)와 부 콤포넌트 캐리어(Secondary Component Carrier, SCC)로 나누어질 수 있으며, 이는 단말-특정(UE-specific)한 파라미터일 수 있다.

[103] 주 콤포넌트 캐리어(PCC)는 여러 개의 콤포넌트 캐리어 사용 시에 콤포넌트 캐리어의 관리의 중심이 되는 콤포넌트 캐리어로서 각 단말에 대하여 하나씩 정의되어 있다. 주 콤포넌트 캐리어는 집적되어 있는 전체 콤포넌트 캐리어들을 관리하는 핵심 캐리어의 역할을 담당할 수 있고, 나머지 부 콤포넌트 캐리어는 높은 전송률을 제공하기 위한 추가적인 주파수 자원 제공의 역할을 담당할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 단말과의 시그널링을 위한 접속(RRC)은 주 콤포넌트 캐리어를 통하여 이루어질 수 있다. 보안과 상위 계층을 위한 정보 제공 역시, 주 콤포넌트 캐리어를 통하여 이루어질 수 있다. 실제로, 하나의 콤포넌트 캐리어만 존재하는 경우에는 해당 콤포넌트 캐리어가 주 콤포넌트 캐리어가 될 것이며, 이때는 기존 LTE 시스템의 캐리어와 동일한 역할을 담당할 수 있다.

[104] 기지국은 다수의 콤포넌트 캐리어들 중에서 단말에 대해 활성화된 콤포넌트 캐리어(Activated Component Carrier, ACC)가 할당될 수 있다. 단말은 자신에게 할당된 활성화 콤포넌트 캐리어(ACC)를 사전에 시그널링 등을 통하여 알고 있다. 단말은 하향링크 PCell과 하향링크 SCell들로부터 수신된 다수의 PDCCH들에 대한 응답을 모아서 상향링크 Pcell을 통해서 PUCCH로 전송할 수 있다.

[105] 이하에서 3GPP LTE-A 시스템에서의 참조신호에 대해 간략히 설명한다.

[106] LTE-A 시스템을 설계함에 있어서 중요한 고려 사항 중 하나는 하위 호환성(backward compatibility)이다. 즉, LTE 단말이 LTE-A 시스템에서도 무리 없이 잘 동작해야 하고, 시스템 또한 이를 지원해야 한다는 것이다. 참조신호 전송 관점에서 보았을 때, LTE에서 정의되어 있는 CRS가 전 대역으로 매 서브프레임마다 전송되는 시간-주파수 영역에서 추가적으로 최대 8개의 송신 안테나 포트에 대한 참조신호가 추가적으로 정의될 필요가 있다. 그러나, LTE-A 시스템에서 기존 LTE 시스템의 CRS와 같은 방식으로 최대 8개의 송신 안테나에 대한 참조신호 패턴을 매 서브프레임마다 전 대역에 추가하게 되면 참조신호 전송에 따른 오버헤드가 지나치게 커지게 된다. 따라서 LTE-A 시스템에서 새롭게 설계하는 참조신호는 크게 두 가지 분류로 나누게 되는데, 변조 및 코딩 방식(Modulation and Coding Scheme, MCS), 프리코딩 행렬 지시자(Precoding Matrix Index, PMI) 등의 선택을 위한 채널 측정 목적의 참조신호인(CSI-RS: Channel State Information-RS, 이하 ‘CSI-RS’ 라 칭함)(Channel State Indication-RS 등으로도 호칭됨)와 8개의 송신 안테나로 전송되는 데이터 복조를 위한 참조신호(DeModulation RS, 이하 ‘DM RS’ 라 칭함)가 있다. 채널 측정 목적의 CSI-RS는 기존의 CRS가 채널 측정, 핸드 오버 등의 측정 등의 목적과 동시에 데이터 복조를 위해 사용되는 것과 달리 채널 측정 위주의 목적을 위해서 설계되었다는 것에 특징이 있다. 물론 CSI-RS는 또한 핸드 오버 등의 측정 등의 목적으로도 사용될 수도 있다. CSI-RS가 채널 상태에 대한 정보를 얻는

목적으로만 전송되므로 CRS와 달리 매 서브프레임마다 전송되지 않아도 된다. 따라서, CSI-RS 전송에 따른 오버헤드를 줄이기 위하여 기지국은 CSI-RS를 시간 축 상에서 간헐적으로 전송하고, 데이터 복조를 위해서는 해당 시간-주파수 영역에서 스케줄링된 단말에게 전용으로(dedicated) DM RS를 전송한다. 즉, 특정 단말의 DM-RS는 해당 단말이 스케줄링된 영역, 즉 데이터를 수신할 수 있는 시간-주파수 영역에만 전송되는 것이다.

- [107] 셀룰러 네트워크 기반의 무선통신 시스템은 동일한 종류의 기지국간(homogeneous network) 혹은 다른 종류의 기지국간(heterogeneous network) 간섭이 존재한다. 이러한 간섭의 영향은 데이터 채널뿐만 아니라 제어 채널까지 영향을 미칠 수 있다. LTE/LTE-A 시스템에서는 데이터 채널(PDSCH)의 간섭완화를 위하여 Almost blank subframe(ABS)을 할당하여 피해 셀(victim cell)로 하여금 간섭이 없는 신호를 수신할 수 있도록 하거나 기지국간 스케줄링 정보를 이용하여 셀 경계에 있는 각 단말에게 할당된 주파수 영역을 직교(orthogonal)하게 할당할 수 있다. 그러나 제어 채널(PDCCH, Physical control format indicator channel(PCFICH), Physical Hybrid ARQ Indicator Channel(PHICH))의 경우는 모든 서브프레임에서 전송될 수 있으며, 전체 하향링크 대역에 할당되어 전송되기 때문에 간섭의 회피가 어려운 문제가 있다. 따라서 제어 채널에 대한 간섭을 완화 혹은 회피하기 위한 기술이 필요하다.
- [108] 도 8은 스케줄링을 이용한 PDSCH 간섭 완화 기법을 설명하기 위한 예시적 도면이다.
- [109] 도 8은 각 기지국(eNB 1, eNB 2)간 스케줄링 정보를 교환할 때 사용할 수 있는 기법으로 셀 경계에 있는 단말들(UE 1, UE2)에게 직교하는 주파수 영역에 PDSCH를 할당하여 간섭을 완화하는 기법을 나타낸다. 그러나 상술한 바와 같이 PDCCH는 전체 하향링크 대역폭으로 전송되기 때문에 간섭이 완화 될 수 없다는 문제점을 가지게 된다.
- [110] 또한, 각 기지국(eNB 1, eNB 2)간 다른 하향링크/상향링크 구성(DL/UL configuration)을 가지는 경우에도 간섭이 발생하는데 이는 다음 도 9를 참조하여 설명한다.
- [111] 도 9는 각 기지국 간에 다른 다른 하향링크/상향링크 구성(DL/UL configuration)에 따른 간섭 영향을 설명하기 위한 예시적 도면이다.
- [112] 도 9를 참조하면, 단말 1(UE 1)이 송신한 PUCCH 또는 PUSCH는 인접한 단말 2(UE2)가 수신해야 하는 PDCCH 및 PDSCH에 간섭으로 작용할 수 있다. 이때에도 각 기지국(eNB 1, eNB 2)간 스케줄링 정보가 교환된다면 PDSCH에 미치는 간섭은 단말들을 직교한 주파수 영역에 할당하여 회피 할 수 있다. 그러나 전체 하향링크 대역폭으로 전송되는 PDCCH는 단말 1이 송신한 PUCCH 또는 PUSCH에 의하여 간섭의 영향을 받게된다.
- [113] 본 발명에서는 상기의 문제점을 해결하기 위하여 enhanced PDCCH 전송기법 및 빔포밍된 PDCCH(beam formed PDCCH) 전송 기법을 제안한다. 여기서,

enhanced PDCCH는 기존 LTE 시스템에서의 제어 채널인 PDCCH를 개선한 제어채널로서 ePDCCH 등으로 호칭될 수 있으며, 기존 LTE 표준에서의 PDSCH로 할당된 영역을 통해서 전송될 수 있다. 본 명세서에서는 빔포밍된 PDCCH는 bfPDCCH로 약칭해서 부르지만, 다른 명칭으로도 호칭가능하다. bfPDCCH는 기존 LTE 표준에서의 PDCCH 영역을 통해 전송될 수 있다.

[114] 또한, 본 명세서에서 특별한 언급이 없더라도 enhanced PDCCH는 중계기를 위한 제어 채널인 R-PDCCH(Relay-Physical Downlink Control CHannel)를 포함하는 개념으로 사용될 수 있다.

[115] Enhanced PDCCH(ePDCCH) 또는 bfPDCCH는 피해 셀(victim cell)의 PDCCH를 보호해 주기 위하여 혹은 신뢰도를 높이기 위하여 PDCCH를 프리코딩(precoding)하여 다중 안테나를 통해 전송하는 것을 의미한다. 단말은 ePDCCH를 획득하기 위하여 PDSCH를 수신할 때처럼 스케줄링 기반의 명시적 디코딩(explicit decoding)을 수행하거나, 블라인드 디코딩(blind decoding)을 수행할 수 있다. 이때의 블라인드 디코딩(blind decoding)이란 기지국이 송신한 모든 CCE에 대하여 단말의 프로세서(120)가 디코딩을 수행하고 CRC(Cyclic Redundancy Check) 체크를 통하여 해당 단말에게 송신된 DCI 포맷을 검출하는 것을 의미하며 이와 유사한 과정의 검출기법도 포함될 수 있다.

[116] 또는, 단말은 bfPDCCH를 획득하기 위하여 디코딩을 수행하거나, 블라인드 디코딩(blind decoding)을 수행할 수 있다. 이때의 블라인드 디코딩(blind decoding)이란 기지국이 송신한 모든 CCE에 대하여 단말의 프로세서(120)가 디코딩을 수행하고 CRC(Cyclic Redundancy Check) 체크를 통하여 해당 단말에게 송신된 DCI 포맷을 검출하는 것을 의미하며 이와 유사한 과정의 검출기법도 포함될 수 있다.

[117] 또한, 기지국이 PDSCH 영역에서 전송되는 PDCCH는 PDCCH의 변조 및 코딩 방식(Modulation and Coding Scheme, MCS)을 따를 수 있으며, 혹은 PDSCH의 MCS를 따를 수도 있으며 새로운 MCS로 설정하여 전송할 수도 있다. 또한 ePDCCH가 전송되는 주파수 영역(자원 블록 번호 혹은 인덱스)이나 전송되는 서브프레임 인덱스는 기지국이 상위 계층 시그널이나 PDCCH를 이용하여 단말에게 지시/트리거링 해 줄 수 있으며, 혹은 고정적으로 운영될 수 있으나 본 발명에서 이에 구애 받지 않고 적용할 수 있는 기법을 제안한다.

[118] 기지국은 ePDCCH를 프리코딩하여 PDSCH 영역을 통해 전송할 수 있기 때문에 단말-특정(UE-specific)하게 셀-특정 참조신호(Cell-specific reference signal, CRS) 혹은 단말-특정 참조신호(UE-specific reference signal, DMRS(복조용 참조신호를 말함))를 이용하여 빔포밍 전송(=페루프 MIMO(Multiple Input Multiput Output) 전송)을 수행할 수 있다. 빔포밍(Beam forming)된 ePDCCH는 기존의 PDCCH보다 수신 신호대 간섭비(Signal to Noise Ration, SNR)를 높일 수 있으며, 각각의 단말들은 ePDCCH로부터 신뢰도가 높은 DCI 포맷들을 수신할 수 있다.

[119] 또한, 기지국은 bfPDCCH에 빔포밍 기법을 사용하여 단말의 수신 SNR을

높이는데 도움을 주며, 각각의 단말들은 bfPDCCH로부터 신뢰도가 높은 DCI 포맷들을 수신할 수 있다.

- [120] 도 10a 내지 도 10e는 ePDCCH에 빔포밍 기법을 사용하여 간섭을 제어하는 방법을 설명하기 위한 예시적 도면이다.
- [121] 도 10a을 참조하면, 기지국은 각 단말들(UE 1, UE 2, UE 3)에게 빔포밍 기법을 이용하여 데이터를 전송함으로써 각 단말에서의 수신 SNR을 높이고 이로 인하여 간섭을 제어할 수 있다. 이때, 기지국은 도 10b와 같이 하나 혹은 그 이상의 자원블록(RB)를 써서 각 단말(UE 1, UE 2, UE 3)을 위한 ePDCCH를 단말 다중화(UE multiplexing)하여 전송할 수 있다. 즉, 도 10b의 경우 각 단말(UE 1, UE 2, UE 3)을 위한 ePDCCH는 주파수 분할 다중화(Frequency Division Multiplexing, FDM)되어 전송됨.
- [122] 도 10c와 같이, 기지국은 전체 하향링크 대역폭 중 일부 고정된 개수의 RB 내에서 시간영역의 OFDM 심볼을 이용하여 각 단말을 위한 ePDCCH(UE 1, UE 2, UE 3)를 단말 다중화하여 전송할 수 있다. 즉, 도 10c에서 각 단말(UE 1, UE 2, UE 3)을 위한 ePDCCH는 시간 분할 다중화(Time Division Multiplexing, TDM)되어 전송될 수 있다.
- [123] 도 10d와 같이, 기지국은 전체 하향링크 대역폭에서 하나 혹은 그 이상의 OFDM 심볼을 써서 각 단말(UE 1, UE 2, UE 3)을 위한 ePDCCH를 단말 다중화하여 전송할 수 있다. 즉, 도 10d의 경우 각 단말(UE 1, UE 2, UE 3)을 위한 ePDCCH는 하나 혹은 그 이상의 OFDM 심볼의 시간단위에서 FDM되어 전송될 수 있다.
- [124] 또한, 도 10e와 같이, 기지국은 각 단말(UE 1, UE 2, UE 3)을 위한 ePDCCH를 고정된 개수의 OFDM 심볼 내에서 주파수 영역의 자원블록(RB) 단위로 다중화하여 전송할 수 있다.
- [125] 도 11a 및 도 11b는 bfPDCCH에 빔포밍 기법을 사용하여 간섭을 제어하는 방법을 설명하기 위한 예시적 도면이다.
- [126] 도 11a 및 도 11b에 도시한 바와 같이, 기지국은 bfPDCCH에 빔포밍 기법을 사용하여 단말의 수신 SNR을 높이는데 도움을 주며, 각각의 단말들은 bfPDCCH로부터 신뢰도가 높은 DCI 포맷들을 수신할 수 있다. 기지국은 bfPDCCH를 하위 호환성(backward compatibility)을 유지하면서 기존의 PDCCH를 재사용하여 송신할 수 있다. bfPDCCH는 기존 LTE 표준에서 PDCCH 영역을 통해서 전송되게 된다.
- [127] 도 12는 ePDCCH 및 bfPDCCH에서 단말-특정(UE-specific)하게 프리코딩이 수행되는 내용을 설명하기 위한 예시도이다.
- [128] 도 12에서, ePDCCH 및 bfPDCCH는 CCE(Control Channel Element) 단위로 구성되거나 RE(Resource Element) 단위로 구성될 수 있다. 도 12는 3개의 단말을 위한 DCI 포맷들이 2, 1, 4의 어그리게이션 레벨(aggregation level)로 전송되었을 경우에 대한 예시이다. 도 13에 도시한 바와 같이, 기지국은 단말 1에게는

- ePDCCH 또는 bfPDCCH를 어그리게이션 레벨 2로, 단말 2에게는 어그리게이션 레벨 1로, 단말 3에게는 어그리게이션 레벨 4로 적용하여 전송할 수 있다.
- [129] 또한, 기지국은 단말 1(UE 1)을 위한 CCE에 해당 단말에게 빔포밍을 위한 프리코딩 행렬 #1(precoding matrix #1)을 곱한 형태로 적용하여 ePDCCH 및/또는 bfPDCCH를 전송하므로, 단말 1은 수신 SNR 이득으로 인하여 신뢰도가 높은 DCI 포맷을 검출할 수 있다. 기지국은 단말 2와 단말 3에게도 각각 빔포밍을 위한 프리코딩 행렬 #2(precoding matrix #2), 프리코딩 행렬 #3을 곱한 형태로 ePDCCH 및/또는 bfPDCCH를 전송하므로, 단말 2와 단말 3은 수신 SNR이득으로 인하여 신뢰도가 높은 DCI 포맷을 검출할 수 있다.
- [130] 이러한 단말-특정(UE-specific) 프리코딩된 DCI 포맷들은 해당 단말들에게 오리엔티드(oriented)된 DCI 포맷이므로, 단말들은 ePDCCH 및/또는 bfPDCCH에서 전송되는 DCI 포맷들을 단말-특정 검색 공간(UE-specific search space, 단말 별로 특정하게 검색해야할 공간을 말함)에서 전송될 수 있는 DCI 포맷들을 가정하여 블라인드 디코딩을 수행 할 수 있다. 프리코딩된 DCI 포맷이 프리코딩을 수행하지 않거나 혹은 셀 내의 모든 단말들이 알 수 있는 프리코딩 행렬을 사용하여 프리코딩을 수행하였을 경우에는, 기지국은 공통 검색 공간(common search space)에서 DCI 포맷을 전송할 수 있으며, 셀 내 단말들은 공통 검색 공간에서 DCI 포맷을 블라인드 디코딩할 수 있다.
- [131] 이와 같은 ePDCCH 및/또는 bfPDCCH를 전송하기 위해서는 레이어 맵핑 방식(layer mapping scheme) 및 프리코딩 방식(precoding scheme) 기법이 필요하다. 본 발명에서는 ePDCCH 및/또는 bfPDCCH에서 실리는 데이터 구조 및 레이어 맵핑, 프리코딩 방식을 제안하고 이를 위한 일련의 과정들을 제안한다.
- [132] PDCCH는 UL grant가 전송되는 DCI 포맷 0, 4와 DL grant가 전송되는 DCI 포맷 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2A, 2B, 2C와 PUCCH, PUSCH에 관한 TPC command가 전송되는 3, 3A로 분류 할 수 있다. DCI 포맷 3, 3A의 경우는 상향링크 신호에 관계된 command이므로 UL grant가 전송되는 DCI 포맷과 같은 집합으로 분류할 수 있으나 DL grant로 분류 할 수도 있으며 새로운 집합으로 분류 될 수 있다. 또는 공통 검색 공간으로 전송될 수 있는 DCI 포맷 0, 1A, 1C, 3, 3A과 단말-특정 검색 공간(UE-specific search space)으로 전송 될 수 있는 DCI 포맷 0, 1A, 1, 2A, 2, 1D, 1B, 2B, 2C, 4으로 분류할 수 있다.
- [133] 본 발명에서는 설명의 편의를 위하여 상기의 분류 기법 중 grant기반으로 분류하는 기법을 기준으로 기술하며, TPC command가 전송되는 3, 3A의 경우는 UL grant가 전송되는 DCI 포맷과 같은 집합으로 분류하여 모든 DCI 포맷들은 UL grant와 DL grant가 전송되는 2가지 집합으로 분류하는 것을 가정한다. 그러나 제안하는 기법은 요지는 분류기법과 무관할 수 있으며 상기와 같이 분류하지 않고 각각의 DCI 포맷들을 멀티 안테나를 통하여 공간 다중화(spatial multiplexing)하는 것을 기반으로 한다. 따라서, 제안하는 기법은 상기의 분류와 상관없이 각각의 DCI 포맷을 멀티 안테나로 전송하여 ePDCCH 및/또는

bfPDCCH를 전송 할 수 있다.

- [134] 이와 같은 DCI 포맷을 멀티 안테나로 전송하기 위해서는 다음의 기법들이 고려될 수 있다. 기지국이 DCI 포맷을 공간 다중화(spatial multiplexing) 방식을 적용하여 멀티 안테나를 통해 전송하는 기법들을 제안한다. 즉, 스트림으로 나누어서 DCI 포맷(DL/UL grant)을 다중화하여 전송하는 방식을 제안한다.
- [135] 용도에 따른 DCI 포맷들은 각 레이어로 개별적으로(individually) 맵핑할 수 있다. 이때 용도라 함은 DCI 포맷이 DL grant 혹은 UL grant로 이용되는 것인가에 대한 사항이거나 혹은 검색 공간에 따른 분류일 수도 있으며 혹은 DCI 포맷 번호(예를 들어, DCI 포맷 0, 1, 1a, 1b, 1c, 2, 등) 자체에 대한 것일 수 있다. 본 발명에서는 DL grant 혹은 UL grant로 이용되는 것인가에 의한 용도 분류를 기준으로 설명하나, 다른 분류법에 의한 적용도 가능하다.
- [136] DCI 포맷들 중 DL grant가 전송되는 DCI 포맷 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2A, 2B, 2C를 코드워드(codeword) 0으로 할당되고, UL grant가 전송되거나 혹은 상향링크 신호에 DCI 0, 3, 3A, 4를 코드워드 1로 할당될 수 있다. 그러나, 이 반대의 경우도 가능하다. 이때, 각 코드워드 간의 비트 크기가 맞지 않는 경우에는 다음의 기법이 적용 될 수 있다.
- [137] 코드워드 0, 코드워드 1의 비트 크기를 비교하여 적은 수의 비트 크기를 가지는 코드워드를 큰 비트 크기를 가지는 코드워드에 일치할 때 까지 제로 패딩(zero padding) 또는 1 패딩(one padding)할 수 있다.
- [138] 도 13은 제로 패딩(Zero padding)을 통한 비트 크기 매칭(bit size matching)하는 방법을 설명하기 위한 예시적 도면이다.
- [139] 도 13의 경우, DL grant가 전송되는 DCI 포맷의 비트 크기가 UL grant가 전송되는 DCI 포맷보다 2 비트가 더 큰 경우로서, UL grant에 2 비트의 제로 패딩을 통하여 크기 매칭을 하는 것을 보여주고 있다.
- [140] 한편, 기지국이 DCI 포맷을 공간 다중화(spatial multiplexing) 방식을 적용하지 않고 전송할 수도 있다(즉, 스트림을 구별하지 않고 다중화 방식을 적용하는것)
- [141] 기지국은 각 코드워드를 채널 코딩을 한 코딩된 비트에 대하여 레이트 매칭(rate matching)을 수행하거나 채널 코딩 레이트(Channel coding rate)를 변경하여 비트 크기 매칭을 수행할 수 있다. 채널 코딩은 PDCCH의 채널 코딩을 재사용하거나, PDSCH를 위한 채널 코딩을 사용할 수 있으며 새로운 채널 코딩 방식을 사용할 수도 있지만, 특별이 이에 제한되는 것은 아니다. 이때의 레이트 매칭이란, 평처링(puncturing), 순환 연장(cyclic extension), 반복(repetition), 0/1 패딩(zero/one padding) 뿐만 아니라 비트 크기를 맞추기 위한 모든 과정을 포함하는 개념이다.
- [142] 도 14a 및 도 14b는 송신단에서 각각 채널 코딩 블록(channel coding block)를 공유하지 않을 때와 공유할 때의 예시를 나타낸 도면이다.
- [143] 도 14a를 참조하면, DL grant가 전송되는 DCI 포맷들이 코드워드 0으로 할당되고 이에 대한 비트 크기가 M 일때, 또한 UL grant가 전송되는 DCI

포맷들이 코드워드 1로 할당되고 이에 대한 비트 크기가 N 일 때, 채널 코딩 블록을 통과한 후에는 각각 Q 비트, P 비트 크기를 갖게 되고, 이를 레이트 매칭을 수행하면 각각 동일한 Z 비트 크기를 가질 수 있다. 도 14a에 도시한 바와 같이, 코드워드 0 및 코드워드 1은 각각 별도의 채널 코딩 블록을 통해 채널 코딩된다.

- [144] 도 14b는 채널 코딩 블록을 공유할 때의 경우로서, 코드워드 0, 1이 함께 채널 코딩되어, 채널 코딩 블록을 통과한 후에는 코드워드 0은 Q 비트, 코드워드 1은 P 비트 크기를 갖게 되고, 이를 레이트 매칭을 수행하면 각각 동일한 Z 비트 크기를 가질 수 있다.
- [145] 그러나, 송신단에서 비트 크기 매칭을 수행하지 않고 레이어 맵핑을 수행할 수 있다. 비트 크기 매칭을 수행하지 않은 각 DCI 포맷들은 정상 맵핑(constellation mapping)되어 BPSK(Binary Phase Shift Keying) 심볼, QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 심볼, 16 QAM(Quadrature Amplitude Modulation) 심볼, 64 QAM 심볼이 될 수 있으며 이러한 변조 심볼들은 레이어 맵핑되어 전송될 수 있다.
- [146] 도 15는 DL grant가 전송되는 DCI 포맷들이 코딩된 비트 0을 구성하고 UL grant가 전송되는 DCI 포맷들이 코딩된 비트 1을 구성할 때 각각 정상 맵핑(constellation mapping)된 변조 심볼이 길이 k 와 길이 $k-2$ 를 가질 때의 레이어 맵핑하는 방법을 설명하기 위한 예시적 도면이다.
- [147] 송신단에서, 각 변조 심볼들은 레이어 맵핑되기 전에 심볼 크기 매칭(symbol size matching)을 수행하기 위하여 길이가 짧은 변조 심볼 뒤에 널(null)인 심볼을 삽입 할 수 있으며, 혹은 송신단(예를 들어, 기지국)과 수신단(예를 들어, 단말) 간에 사전에 약속된 참조 변조심볼(reference modulation symbol)을 삽입할 수도 있다. 상기의 널 심볼(null symbol)은 신호가 없는 0으로 표현되거나 혹은 $+1, -1, +j$, 또는 $-j$ 값으로 표현될 수 있으며, 길이가 짧은 변조 심볼에 사용되었던 정상(constellation)의 일정 포인트를 이용할 수도 있다.
- [148] 다음으로, 용도에 따른 DCI 포맷들을 구분하지 않고 각 레이어로 맵핑할 수 있다.
- [149] 기지국은 해당 단말을 위한 DL grant를 전송하는 DCI 포맷들과 UL grant를 전송하는 DCI 포맷들이 조인트 채널 코딩(joint channel coding) 및 레이트 매칭을 수행한 후 레이어 맵핑할 수 있다. 이때, 조인트 채널 코딩이라 함은 DL grant가 전송되는 DCI 포맷들과 UL grant가 전송되는 DCI 포맷들이 하나의 채널 코딩 블록을 공유하여 코딩된 비트들을 구성하는 것을 의미하며 혹은 각기 다른 채널 코딩 블록을 사용하지만 하나의 코딩된 비트들로 구성되는 경우를 모두 포함할 수 있다. 본 발명에서는 두 경우 모두 적용이 제한 없이 적용이 가능하다.
- [150] 이와 같이, 기지국은 조인트 채널 코딩된 코딩된 비트들을 각 멀티 안테나 전송모드 따라 레이어 수의 정수배만큼에 해당되는 변조 심볼을 구성하기 위하여 레이트 매칭을 수행할 수 있다. 이때의 레이트 매칭이란, 평처링, 순환 연장(cyclic extension), 반복(repetition), 0/1 패딩(zero/one padding)을 포함할 수

있으며 비트 크기를 맞추기 위한 모든 과정이 포함될 수 있다.

[151] 도 16a 및 도 16b는 레이어 수가 4일 경우 코딩된 비트들을 4의 정수배만큼 레이트 매칭을 수행하는 것을 나타낸 예시적 도면이다.

[152] 도 16a를 참조하면, 기지국은 하나의 DCI 포맷(DL grant/UL grant)을 채널 코딩하고, 코딩된 비트들에 대해 4의 정수배 만큼의 레이트 매칭을 수행하며, 이후에 레이트 매칭된 비트들을 레이어 맵핑을 할 수 있다. 이때의 DCI 포맷은 기존의 DCI 포맷이거나 제어 채널의 용량(capacity)을 증가하기 위하여 새롭게 정의된 DCI 포맷일 수 있으며, DCI 포맷의 어그리게이션 레벨(aggregation level)을 늘리지 않고 단말-특정 검색 공간(UE-specific search space)으로 전송 할 수 있다.

[153] 이와 같이, 기지국은 채널 코딩된 코딩된 비트들을 각 멀티 안테나 전송모드에 따라 레이어 수의 정수 배만큼에 해당되는 변조 심볼로 구성하기 위하여 레이트 매칭을 수행할 수 있다. 마찬가지로, 이때의 레이트 매칭이란, 평처링, 순환 연장(cyclic extension), 반복(repetition), 0/1 패딩(zero/one padding)을 포함할 수 있으며 비트 크기를 맞추기 위한 모든 과정이 포함될 수 있다.

[154] 도 16b에 도시한 바와 같이, 제어 채널의 용량(capacity)를 증가시키기 위해서 새로운 DCI 포맷 k가 정의되었을 때(예를 들어, k=5, 4a, 또는 4b 등 기존의 DCI 포맷에 사용되지 않는 정수와 영문자의 조합이 될 수 있다) 또는 기존의 DCI 포맷을 전송할 때, 송신단은 레이어의 수가 4일 경우 코딩된 비트들을 4의 정수배(4xN)만큼 레이트 매칭을 수행할 수 있다.

[155] 도 17은 기지국이 하향링크 신호를 전송하기 위한 신호 처리 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[156] 3GPP LTE 시스템에서 기지국은 하향링크로 하나 이상의 코드워드를 전송할 수 있다. 따라서 하나 이상의 코드워드는 각각 상향링크에서와 마찬가지로 스크램블링 모듈(1710) 및 변조 맵퍼(1720)를 통해 복소 심볼로서 처리될 수 있다, 그 후, 복소 심볼은 레이터 맵퍼(1730)에 의해 복수의 레이어(Layer)에 맵핑되며, 각 레이어는 프리코딩 모듈(1740)에 의해 채널 상태에 따라 선택된 소정 프리코딩 행렬과 곱해져 각 전송 안테나에 할당될 수 있다. 이와 같이 처리된 각 안테나별 전송 신호는 각각 자원 요소 맵퍼(1750)에 의해 전송에 이용될 시간-주파수 자원 요소에 맵핑되며, 이후 OFDM 신호 생성기(1760)를 거쳐 각 안테나를 통해 전송될 수 있다.

[157] 용도 구분 없이 일정 DCI 포맷들이 채널 코딩 및 레이트 매칭을 통하여 비트 크기가 매칭된 코딩된 비트를 의미할 수 있다. 이후, 각 코드워드(코딩된 비트들)들은 보안(security) 또는 잡음 랜덤화(noise randomize)을 위하여 스크램블링 모듈(1710)을 거쳐 스크램블링될 수 있다. 스크램블링을 수행하는 절차는
의 연산을 통하여

$$\tilde{b}^q(i) = (b^q(i) + c^q(i)) \bmod 2$$

이루어 질 수 있다. (이때, $b^q(i)$ 는 코딩된 비트들(coded bits)을 의미하고

q 는 코드워드 종류의 개수(코딩된 비트 종류의 개수이며 0, 1중 한 개의 값을 가질 수 있다)를 의미하고 $c^q(i)$ 는 스크램블링 시퀀스를 의미하며,

$\tilde{b}^q(i)$ 는 스크램블링된 비트들을 의미한다). 스크램블링을 생성하기 위한

일반 다항식(generation polynomial)은 3GPP TS 36.211 v10.1.0(2011-03)의 섹션 7.2를 기반으로 생성되며, 초기값은 PDCCH를 생성하기 위한

이 사용 되거나, PDSCH를 생성하기

$$c_{\text{init}} = \lfloor n_s/2 \rfloor 2^9 + N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$$

위한

$$c_{\text{init}} = n_{\text{RNTI}} \cdot 2^{14} + q \cdot 2^{13} + \lfloor n_s/2 \rfloor \cdot 2^9 + N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$$

이 사용 될 수 있으나 새로운 셀-특정 혹은 단말-특정한 초기값을 사용할 수도 있다. 스크램블링된 비트들은 변조되어 레이어 맵퍼(1730)으로 전송된다. 레이어 맵퍼(1730)는 코드워드의 개수와 레이어의 수에 따라 표 4에 의하여 구성될 수 있다. 여기서, $d^{(0)}(i)$ 는 변조된 심볼을 의미하며 $x^{(0)}(i)$ 는 변조 심볼이

레이어 맵퍼(1730)를 통하여 생성된 결과이며, $M_{\text{symb}}^{(0)}$ 와 $M_{\text{symb}}^{(1)}$ 은 각각

코드워드 0과 1을 통해 생성된 변조 심볼의 총수를 의미하며 $M_{\text{symb}}^{\text{layer}}$ 는 각

레이어에서 생성된 변조 심볼의 총수를 의미한다.

[158] 표 4

[Table 4]

Number of layers	Number of codewords	Codeword-to-layer mapping $i = 0, 1, \dots, M_{\text{symp}}^{\text{layer}} - 1$
1	1	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(i)$ $M_{\text{symp}}^{\text{layer}} = M_{\text{symp}}^{(0)}$
2	1	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(2i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(2i+1)$ $M_{\text{symp}}^{\text{layer}} = M_{\text{symp}}^{(0)}/2$
2	2	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(1)}(i)$ $M_{\text{symp}}^{\text{layer}} = M_{\text{symp}}^{(0)} = M_{\text{symp}}^{(1)}$
3	1	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(3i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(3i+1)$ $x^{(2)}(i) = d^{(0)}(3i+2)$ $M_{\text{symp}}^{\text{layer}} = M_{\text{symp}}^{(0)}/3$
3	2	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(1)}(2i)$ $x^{(2)}(i) = d^{(1)}(2i+1)$ $M_{\text{symp}}^{\text{layer}} = M_{\text{symp}}^{(0)} = M_{\text{symp}}^{(1)}/2$
4	1	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(4i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(4i+1)$ $x^{(2)}(i) = d^{(0)}(4i+2)$ $x^{(3)}(i) = d^{(0)}(4i+3)$ $M_{\text{symp}}^{\text{layer}} = M_{\text{symp}}^{(0)}/4$
4	2	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(2i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(2i+1)$ $x^{(2)}(i) = d^{(1)}(2i)$ $x^{(3)}(i) = d^{(1)}(2i+1)$ $M_{\text{symp}}^{\text{layer}} = M_{\text{symp}}^{(0)}/2 = M_{\text{symp}}^{(1)}/2$
5	2	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(2i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(2i+1)$ $x^{(2)}(i) = d^{(1)}(3i)$ $x^{(3)}(i) = d^{(1)}(3i+1)$ $x^{(4)}(i) = d^{(1)}(3i+2)$ $M_{\text{symp}}^{\text{layer}} = M_{\text{symp}}^{(0)}/2 = M_{\text{symp}}^{(1)}/3$
6	2	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(3i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(3i+1)$ $x^{(2)}(i) = d^{(0)}(3i+2)$ $x^{(3)}(i) = d^{(1)}(3i)$ $x^{(4)}(i) = d^{(1)}(3i+1)$ $x^{(5)}(i) = d^{(1)}(3i+2)$ $M_{\text{symp}}^{\text{layer}} = M_{\text{symp}}^{(0)}/3 = M_{\text{symp}}^{(1)}/3$
7	2	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(3i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(3i+1)$ $x^{(2)}(i) = d^{(0)}(3i+2)$ $x^{(3)}(i) = d^{(1)}(4i)$ $x^{(4)}(i) = d^{(1)}(4i+1)$ $x^{(5)}(i) = d^{(1)}(4i+2)$ $x^{(6)}(i) = d^{(1)}(4i+3)$ $M_{\text{symp}}^{\text{layer}} = M_{\text{symp}}^{(0)}/3 = M_{\text{symp}}^{(1)}/4$
8	2	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(4i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(4i+1)$ $x^{(2)}(i) = d^{(0)}(4i+2)$ $x^{(3)}(i) = d^{(0)}(4i+3)$ $x^{(4)}(i) = d^{(1)}(4i)$ $x^{(5)}(i) = d^{(1)}(4i+1)$ $x^{(6)}(i) = d^{(1)}(4i+2)$ $x^{(7)}(i) = d^{(1)}(4i+3)$ $M_{\text{symp}}^{\text{layer}} = M_{\text{symp}}^{(0)}/4 = M_{\text{symp}}^{(1)}/4$

[159] 한편, 코드워드가 1개로 구성될 경우에는 공간 다중화(spatial diversity)를 얻기 위하여 다음 표 5를 사용하여 레이어 매핑을 수행할 수도 있다.

[160] 표 5

[Table 5]

Number of layers	Number of codewords	Codeword-to-layer mapping $i = 0, 1, \dots, M_{\text{symb}}^{\text{layer}} - 1$
1	1	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(i)$ $M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}$
2	1	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(2i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(2i+1)$ $M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)} / 2$
2	2	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(1)}(i)$ $M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)} = M_{\text{symb}}^{(1)}$

[161] 도 18은 LTE-A 시스템에서 기지국이 ePDCCH 또는 bfPDCCH를 전송하기 위한 신호 처리 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[162] 도 18을 참조하면, 비트 혹은 심볼 크기 매칭된 변조 심볼들은 레이어 매퍼(1810)와 프리코딩 모듈(1820)을 통하여 다중 안테나로 전송될 수 있다. 도 18에서의 코드워드는 용도에 따라 구분된 DCI 포맷들이 채널 코딩 및 레이트 매칭을 통하여 비트 크기가 매칭된 코딩된 비트를 의미할 수 있다.

[163] 비트 크기 매칭 또는 심볼 크기 매칭된 변조 심볼들이 도 18과 같이 ePDCCH 레이어 매퍼(1810)와 프리코딩 모듈(1820)을 통하여 다중 안테나로 전송될 수 있다. 도 18에서의 코드워드는 용도에 따라 구분된 DCI 포맷들이 채널 코딩 및 레이트 매칭을 통하여 비트 크기가 매칭된 코딩된 비트가 변조된 심볼을 의미할 수 있다. 또는 용도 구분 없이 일정 DCI 포맷들이 채널 코딩 및 레이트 매칭을 통하여 비트 크기가 매칭된 변조된 심볼을 의미할 수 있다.

[164] 각 코드워드(변조된 심볼)들은 레이어 매퍼(1810)로 전송된다. 레이어 매퍼(1810)는 코드워드의 개수와 레이어 수에 따라 상기 표 4 또는 상기 표 5에 의하여 구성될 수 있다. 여기서, $d^{(0)}(i)$ 는 변조된 심볼을 의미하며

$x^{(0)}(i)$ 는 변조 심볼이 레이어 매퍼(1810)를 통하여 생성된 결과이며,

$M_{\text{symb}}^{(0)}$ 와 $M_{\text{symb}}^{(1)}$ 은 각각 코드워드 0과 1을 통해 생성된 변조 심볼의

총수를 의미하며 $M_{\text{symb}}^{\text{layer}}$ 는 각 레이어에서 생성된 변조 심볼의 총수를

의미한다.

- [165] 본 발명에서 제안하는 ePDCCH 및 bfPDCCH에서 사용될 수 있는 레이어의 개수는 1~8까지 가능하나, 멀티 안테나 전송을 위한 물리 안테나 특성 및 RF 체인(Radio Frequency chain)(혹은 RF 모듈) 특성으로 발생할 수 있는 신뢰도 문제를 극복하기 위하여 최대 사용할 수 있는 레이어의 개수를 2 또는 4로 고정하여 운영할 수 있지만 이에 제한되는 것은 아니다.
- [166] 살펴본 바와 같이 레이어 맵퍼(1810)을 통해 생성된 변조 심볼들은 CRS 기반의 프리코딩이 사용될 수 있다. 프리코딩은 이하에서 기술된 절차를 통하여 수행된다. 여기서, P 는 레이어의 총 수를 의미하고 v 는 안테나 포트의 총 수를 의미한다. 안테나 포트는 물리적인 의미의 실제 전송에 사용되는 물리 안테나를 의미하지 않고 logical한 의미의 layered modulated symbol이 전송되는 가상의 안테나를 의미한다. 따라서 안테나 포트는 실제 물리 안테나와 맵핑될 수도 있으나 다른 맵핑 규칙을 이용하여 맵핑될 수도 있다. 프리코딩은 3GPP TS 36.211 v10.1.0(2011-03)의 섹션 6.3를 기반으로 생성될 수 있다. 다음 수학적 식 1은 공간 다중화를 위한 프리코딩을 정의한 식이다.
- [167] 수학적 식 1

$$\begin{bmatrix} y^{(0)}(i) \\ \vdots \\ y^{(P-1)}(i) \end{bmatrix} = W(i) \begin{bmatrix} x^{(0)}(i) \\ \vdots \\ x^{(v-1)}(i) \end{bmatrix}$$

- [168] 여기서, $W(i)$ 는 $P \times v$ 크기이며,

$$i = 0, 1, \dots, M_{\text{symb}}^{\text{ap}} - 1, \quad M_{\text{symb}}^{\text{ap}} = M_{\text{symb}}^{\text{layer}}$$

이다. 공간 다중화를 위해, $W(i)$ 의 값은 기지국과 단말에서 구성된 코드북에서 프리코딩 요소 중에서 선택된다. 기지국은 코드북 서브세트 제한(codebook subset restrictions)을 이용하여 단말에서의 프리코더 선택을 코드북에서 요소들의 서브세트로 제한할 수 있다. 이때 기지국과 단말 간에 구성된 코드북은 다음 표 6과 같을 수 있다.

- [169] 표 6

[Table 6]

Codebook index	Number of layers ν	
	1	2
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	-

[170] 다음 표 7은 안테나 포트(0, 1, 2, 3)에서의 전송을 위한 코드북이다.

[171] 표 7

[Table 7]

Codebook index	u_n	Number of layers ν			
		1	2	3	4
0	$u_0 = [1 \ -1 \ -1 \ -1]^T$	$W_0^{(1)}$	$W_0^{(14)}/\sqrt{2}$	$W_0^{(124)}/\sqrt{3}$	$W_0^{(1234)}/2$
1	$u_1 = [1 \ -j \ 1 \ j]^T$	$W_1^{(1)}$	$W_1^{(12)}/\sqrt{2}$	$W_1^{(123)}/\sqrt{3}$	$W_1^{(1234)}/2$
2	$u_2 = [1 \ 1 \ -1 \ 1]^T$	$W_2^{(1)}$	$W_2^{(12)}/\sqrt{2}$	$W_2^{(123)}/\sqrt{3}$	$W_2^{(3214)}/2$
3	$u_3 = [1 \ j \ 1 \ -j]^T$	$W_3^{(1)}$	$W_3^{(12)}/\sqrt{2}$	$W_3^{(123)}/\sqrt{3}$	$W_3^{(3214)}/2$
4	$u_4 = [1 \ (-1-j)/\sqrt{2} \ -j \ (1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_4^{(1)}$	$W_4^{(14)}/\sqrt{2}$	$W_4^{(124)}/\sqrt{3}$	$W_4^{(1234)}/2$
5	$u_5 = [1 \ (1-j)/\sqrt{2} \ j \ (-1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_5^{(1)}$	$W_5^{(14)}/\sqrt{2}$	$W_5^{(124)}/\sqrt{3}$	$W_5^{(1234)}/2$
6	$u_6 = [1 \ (1+j)/\sqrt{2} \ -j \ (-1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_6^{(1)}$	$W_6^{(13)}/\sqrt{2}$	$W_6^{(134)}/\sqrt{3}$	$W_6^{(1324)}/2$
7	$u_7 = [1 \ (-1+j)/\sqrt{2} \ j \ (1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_7^{(1)}$	$W_7^{(13)}/\sqrt{2}$	$W_7^{(134)}/\sqrt{3}$	$W_7^{(1324)}/2$
8	$u_8 = [1 \ -1 \ 1 \ 1]^T$	$W_8^{(1)}$	$W_8^{(12)}/\sqrt{2}$	$W_8^{(124)}/\sqrt{3}$	$W_8^{(1234)}/2$
9	$u_9 = [1 \ -j \ -1 \ -j]^T$	$W_9^{(1)}$	$W_9^{(14)}/\sqrt{2}$	$W_9^{(134)}/\sqrt{3}$	$W_9^{(1234)}/2$
10	$u_{10} = [1 \ 1 \ 1 \ -1]^T$	$W_{10}^{(1)}$	$W_{10}^{(13)}/\sqrt{2}$	$W_{10}^{(123)}/\sqrt{3}$	$W_{10}^{(1324)}/2$
11	$u_{11} = [1 \ j \ -1 \ j]^T$	$W_{11}^{(1)}$	$W_{11}^{(13)}/\sqrt{2}$	$W_{11}^{(134)}/\sqrt{3}$	$W_{11}^{(1324)}/2$
12	$u_{12} = [1 \ -1 \ -1 \ 1]^T$	$W_{12}^{(1)}$	$W_{12}^{(12)}/\sqrt{2}$	$W_{12}^{(123)}/\sqrt{3}$	$W_{12}^{(1234)}/2$
13	$u_{13} = [1 \ -1 \ 1 \ -1]^T$	$W_{13}^{(1)}$	$W_{13}^{(13)}/\sqrt{2}$	$W_{13}^{(123)}/\sqrt{3}$	$W_{13}^{(1324)}/2$
14	$u_{14} = [1 \ 1 \ -1 \ -1]^T$	$W_{14}^{(1)}$	$W_{14}^{(13)}/\sqrt{2}$	$W_{14}^{(123)}/\sqrt{3}$	$W_{14}^{(3214)}/2$
15	$u_{15} = [1 \ 1 \ 1 \ 1]^T$	$W_{15}^{(1)}$	$W_{15}^{(12)}/\sqrt{2}$	$W_{15}^{(123)}/\sqrt{3}$	$W_{15}^{(1234)}/2$

[172] 공간 다이버시티 기법을 이용할 경우에는 3GPP TS 36.211 v10.1.0(2011-03)의 6.3.3.3에서 기술된 프리코딩 행렬을 이용하여 전송 할 수 있다. 프리코딩 연산의 는 다음 수학적 식 2에 의해 정의될 수 있다.

$$i = 0, 1, \dots, M_{\text{symb}}^{\text{ap}} - 1$$

[173] 수학식 2

$$\begin{bmatrix} y^{(0)}(2i) \\ y^{(1)}(2i) \\ y^{(0)}(2i+1) \\ y^{(1)}(2i+1) \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & j & 0 \\ 0 & -1 & 0 & j \\ 0 & 1 & 0 & j \\ 1 & 0 & -j & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Re}(x^{(0)}(i)) \\ \text{Re}(x^{(1)}(i)) \\ \text{Im}(x^{(0)}(i)) \\ \text{Im}(x^{(1)}(i)) \end{bmatrix}$$

[174]

for $i = 0, 1, \dots, M_{\text{symb}}^{\text{layer}} - 1$ with $M_{\text{symb}}^{\text{ap}} = 2M_{\text{symb}}^{\text{layer}}$

[175] 두 안테나 포트 $p \in \{0, 1\}$ 에서의 전송을 대해, 출력

$$y(i) = \begin{bmatrix} y^{(0)}(i) & y^{(1)}(i) \end{bmatrix}^T$$

이다.

[176] 두 안테나 포트 $p \in \{0, 1, 2, 3\}$ 에서의 전송을 대해, 출력

$$y(i) = \begin{bmatrix} y^{(0)}(i) & y^{(1)}(i) & y^{(2)}(i) & y^{(3)}(i) \end{bmatrix}^T$$

이며, 프리코딩 연산의

$$i = 0, 1, \dots, M_{\text{symb}}^{\text{ap}} - 1$$

는 다음 수학식 3에 의해 정의될 수 있다.

[177] 수학식 3

$$\begin{bmatrix}
 y^{(0)}(4i) \\
 y^{(1)}(4i) \\
 y^{(2)}(4i) \\
 y^{(3)}(4i) \\
 y^{(0)}(4i+1) \\
 y^{(1)}(4i+1) \\
 y^{(2)}(4i+1) \\
 y^{(3)}(4i+1) \\
 y^{(0)}(4i+2) \\
 y^{(1)}(4i+2) \\
 y^{(2)}(4i+2) \\
 y^{(3)}(4i+2) \\
 y^{(0)}(4i+3) \\
 y^{(1)}(4i+3) \\
 y^{(2)}(4i+3) \\
 y^{(3)}(4i+3)
 \end{bmatrix}
 = \frac{1}{\sqrt{2}}
 \begin{bmatrix}
 1 & 0 & 0 & 0 & j & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & j & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & j & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 0 & 0 & 0 & -j & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & j & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & j \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & j \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -j & 0
 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix}
 \operatorname{Re}\{x^{(0)}(i)\} \\
 \operatorname{Re}\{x^{(1)}(i)\} \\
 \operatorname{Re}\{x^{(2)}(i)\} \\
 \operatorname{Re}\{x^{(3)}(i)\} \\
 \operatorname{Im}\{x^{(0)}(i)\} \\
 \operatorname{Im}\{x^{(1)}(i)\} \\
 \operatorname{Im}\{x^{(2)}(i)\} \\
 \operatorname{Im}\{x^{(3)}(i)\}
 \end{bmatrix}$$

$$\text{for } i=0,1,\dots,M_{\text{symp}}^{\text{layer}}-1 \text{ with } M_{\text{symp}}^{\text{ap}} = \begin{cases} 4M_{\text{symp}}^{\text{layer}} & \text{if } M_{\text{symp}}^{(0)} \bmod 4 = 0 \\ (4M_{\text{symp}}^{\text{layer}})-2 & \text{if } M_{\text{symp}}^{(0)} \bmod 4 \neq 0 \end{cases}$$

[178] 이때, CRS를 이용하지 않고 단말-특정 참조신호(DM RS) 기반의 프리코딩을 이용할 경우에는 단말은 3GPP TS 36.211 v10.1.0(2011-03)의 6.10.3절에 의하여 생성된 DM RS를 이용하여 프리코딩 행렬 인덱스에 대한 정보 없이 ePDCCH 및/또는 bfPDCCH를 수신할 수 있다. 즉, DM RS는 CRS와는 달리 프리코딩 행렬이 곱해져서 전송되기 때문에 단말은 채널 행렬(실제 송신한 신호가 경험한 무선채널을 행렬 형태로 나타낸 것)과 프리코딩 행렬이 곱해진 형태의 균등한 채널 행렬(equivalent channel matrix)를 추정할 수 있으며 이를 이용하여 프리코딩 행렬에 대한 정보 없이 ePDCCH를 수신할 수 있다. LTE-A 시스템에서는, 전송모드에 따라, 예를 들어 전송모드(transmission mode) 7에서는 기지국은 CRS 기반 ePDCCH 및/또는 bfPDCCH를 전송할 수 있다. 전송 다이버시티 방식(transmit diversity scheme)을 적용하기 위해서는 CRS 기반 전송이 필요하다. 한편, 전송모드 9에서는 기지국은 DM RS 기반 ePDCCH 및/또는 bfPDCCH를 전송할 수 있다.

[179] 만약 기지국이 ePDCCH 및/또는 bfPDCCH를 DM RS 기반으로 전송하지 않고 CRS 기반으로 전송할 경우는 적용된 프리코딩 행렬에 대한 정보를 단말에게 알려줄 필요가 있다. 이때 전송되는 PDCCH 영역은 특별히 레거시 존(legacy zone)을 재사용할 수 있다. 이때, ePDCCH가 PDCCH의 DL grant를 이용하여 명시적으로 스케줄링 기반으로 전송되는 것을 가정하면 DCI 포맷 내의 프리코딩 정보 필드(precoding information field)를 이용하여 기지국이 단말에게 지시해줄 수 있다. 그러나, 블라인드 디코딩 기반의 ePDCCH 및/또는 bfPDCCH

전송은 해당 단말이 기존의 PDCCH의 DCI 포맷을 수신하지 않고 ePDCCH 및/또는 bfPDCCH를 수신할 수 있어야 하기 때문에(혹은 기존의 PDCCH가 간섭으로 인하여 단말이 수신할 수 없는 경우 ePDCCH 및/또는 bfPDCCH를 전송하기 때문에) 프리코딩 행렬에 대한 정보를 단말이 암시적으로 알수 있게 하거나 암시적으로 전송해주어야 한다.

- [180] CRS 기반의 프리코딩된 ePDCCH 및/또는 bfPDCCH에 대한 프리코딩 행렬 정보를 암시적으로 단말이 획득할 수 있는 방법을 제안한다.
- [181] 먼저, 기지국이 해당 단말을 위해 송신한 PDSCH 중 가장 최근의 PDSCH 혹은 PDCCH에서 사용된 프리코딩 행렬을 사용하여 ePDCCH 또는 bfPDCCH를 프리코딩하여 전송할 수 있다. 따라서, 해당 단말은 가장 최근 획득한 DCI 포맷 내의 프리코딩 정보 필드를 통하여 프리코딩 행렬 인덱스를 획득할 수 있으며, 획득된 프리코딩 행렬 정보에 기초하여 디프리코딩(deprecoding)을 수행하고, ePDCCH 및/또는 bfPDCCH를 디코딩한 후 해당 단말에게 전송된 DCI 포맷들을 획득할 수 있다.
- [182] 다른 방법으로, 기지국이 단말에게 RRC 시그널링 혹은 MAC 메시지를 이용하여 ePDCCH 또는 bfPDCCH 전송을 위해 사용된 프리코딩 행렬 정보를 전송해줄 수 있다. 그러나, RRC 시그널링 혹은 MAC 메시지를 이용하여 프리코딩 행렬 정보를 전송하는 방법은 순시적인 채널 상태를 반영할 수 없기 때문에, 이때의 프리코딩 행렬 정보는 롱 텀(long term) 기반의 프리코딩 행렬 정보가 될 수 있다. 특히 위치가 고정된 단말은 채널 상태가 크게 변동이 없기 때문에 이와 같은 기법을 충분히 적용 가능하다.
- [183] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명은 PDCCH의 신뢰도를 높이기 위한 ePDCCH 및 bfPDCCH를 제안하고 이를 멀티 안테나로 전송하기 위한 일련의 과정을 제안하였다. 이러한 제안된 기법은 각 단말에게 신뢰도가 높은 PDCCH를 제공함으로써, 효율적인 셀 배치(cell deployment) 및 쓰루풋(throughput)을 향상시킬 수 있으며, 단말로 하여금 PDCCH를 수신하기 위한 낮은 SNR을 요구하여 단말 구현의 복잡도를 감소시킬 수 있는 장점이 있다.
- [184] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.
- [185] 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른

특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

산업상 이용가능성

- [186] 무선통신 시스템에서 제어 정보를 전송 및 수신하는 방법과 이를 위한 장치는 3GPP LTE, LTE-A, IEEE 802 등 다양한 통신 시스템에서 산업상으로 이용가능하다.

청구범위

- [청구항 1] 무선통신 시스템에서 기지국이 제어 정보를 전송하는 방법에 있어서,
 미리 정해진 프리코딩 행렬들 중에서 단말 별 제어 정보에 대해 각각 서로 다른 프리코딩 행렬 인덱스가 적용하여 프리코딩하는 단계;
 상기 단말 별로 서로 다른 프리코딩 행렬 인덱스가 적용되어 프리코딩된 제어 정보를 상기 단말 별로 전송하는 단계를 포함하되,
 상기 제어 정보는 복수의 안테나를 통해 다중화되어 전송되는 것을 특징으로 하는, 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
 상기 제어 정보는 enhanced PDCCH(ePDCCH) 또는 빔포밍된 PDCCH(bfPDCCH)을 통해 전송되는, 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 3] 제 2항에 있어서,
 상기 제어 정보는 DCI 포맷(Downlink Control Information format) 타입인, 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 4] 제 1항에 있어서,
 상기 단말 별 제어정보를 DL(downlink) grant 인지 UL(uplink grant) 인지 구분하거나 또는 공통 검색공간(common search space)을 통해 전송되는지 단말 별로 특정한 검색 공간(UE-specific search space)을 통해 전송되는지로 구분하여 레이어에 맵핑하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 5] 제 1항에 있어서,
 상기 단말 별 제어 정보는 CRS(Cell-specific Reference Signal) 또는 DM RS(DeModulation Reference Signal) 기반으로 전송되는 것을 특징으로 하는, 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 6] 제 5항에 있어서,
 상기 단말 별 제어 정보가 CRS 기반으로 전송되는 경우 상기 단말 별로 적용된 프리코딩 행렬 정보를 상기 단말 별로 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 7] 제 1항에 있어서,
 상기 단말 별 제어 정보는 PDSCH(Physical Downlink Shared CHannel) 영역에서 주파수 분할 다중화되어 전송되는 것을 특징으로 하는, 제어 정보 전송 방법.
- [청구항 8] 무선통신 시스템에서 단말이 제어 정보를 수신하는 방법에 있어서,

미리 정해진 프리코딩 행렬들 중 다른 단말에 적용된 프리코딩 행렬 인덱스와 구분되는 프리코딩 행렬 인덱스가 적용된 제어 정보를 수신하는 단계를 포함하되,
 상기 제어 정보는 복수의 안테나를 통해 다중화되어 전송된 제어 정보인 것을 특징으로 하는, 제어 정보 수신 방법.

[청구항 9]

제 8항에 있어서,
 상기 제어 정보는 CRS(Cell-specific Reference Signal) 또는 DM RS(DeModulation Reference Signal) 기반으로 전송되는 것을 특징으로 하는, 제어 정보 수신 방법.

[청구항 10]

제 9항에 있어서,
 상기 제어 정보가 CRS 기반으로 전송되는 경우 상기 기지국으로부터 상기 제어 정보에 적용된 프리코딩 행렬 정보를 수신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 제어 정보 수신 방법.

[청구항 11]

제 10항에 있어서,
 상기 수신한 프리코딩 행렬 정보에 기초하여 수신한 제어 정보를 디코딩하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 제어 정보 수신 방법.

[청구항 12]

무선통신 시스템에서 기지국이 제어 정보를 전송하는 방법에 있어서,
 제어 정보가 DL(downlink) grant 인지 UL(uplink grant) 인지에 따라 또는 상기 제어 정보가 공통 검색공간(common search space)을 통해 전송되는지 단말 별로 특정한 검색 공간(UE-specific search space)을 통해 전송되는지에 따라 구분하여 서로 다르게 할당된 코드워드를 채널 코딩하는 단계;
 상기 채널 코딩된 코드워드들에 대해 레이트 매칭(rate matching)을 수행하는 단계; 및
 상기 레이트 매칭된 코드워드들에 대해 레이어 맵핑을 수행하는 단계를 더 포함하는, 제어 정보 전송 방법.

[청구항 13]

제 12항에 있어서,
 상기 레이어 맵핑된 코드워드들에 해당하는 제어 정보를 상기 복수의 안테나를 통해 다중화하여 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 제어 정보 전송 방법.

[청구항 14]

제 12항에 있어서,
 상기 레이트 매칭은,
 상기 채널 코딩된 코드워드들 중에서 비트 크기가 작은 코드워드의 비트들에 대해 제로 패딩(0 padding), 1 패딩(1 padding), 순환 연장(cyclic extension), 반복(repetition) 또는

[청구항 15]

평처링(puncturing)을 수행하여 비트 크기가 가장 큰 코드워드의 비트 크기에 일치시키는 것을 특징으로 하는, 제어 정보 전송 방법. 무선통신 시스템에서 제어 정보를 전송하는 기지국 장치에 있어서,

미리 정해진 프리코딩 행렬들 중에서 단말 별 제어 정보에 대해 각각 서로 다른 프리코딩 행렬 인덱스가 적용하여 프리코딩하는 프로세서;

상기 단말 별로 서로 다른 프리코딩 행렬 인덱스가 적용되어 프리코딩된 제어 정보를 상기 단말 별로 전송하는 송신기를 포함하되,

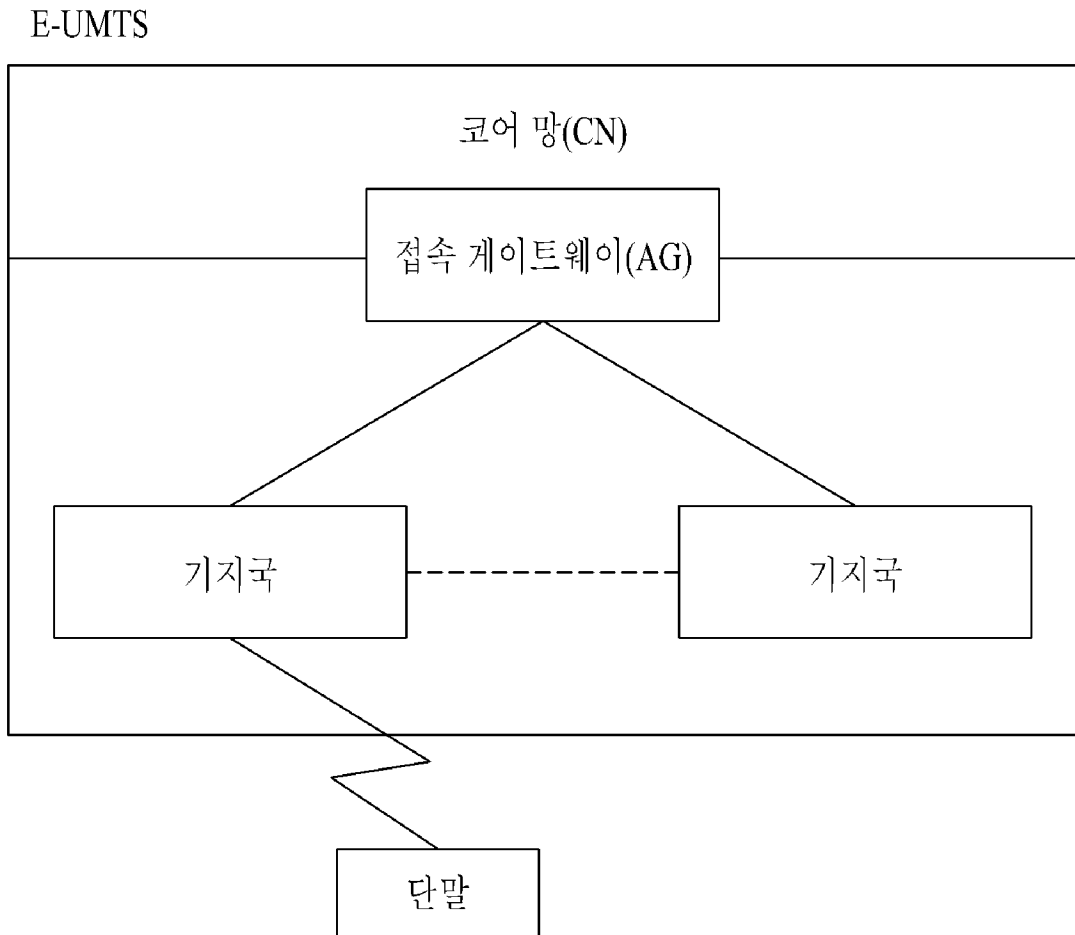
상기 제어 정보는 복수의 안테나를 통해 다중화되어 전송되는 것을 특징으로 하는, 기지국 장치.

[청구항 16]

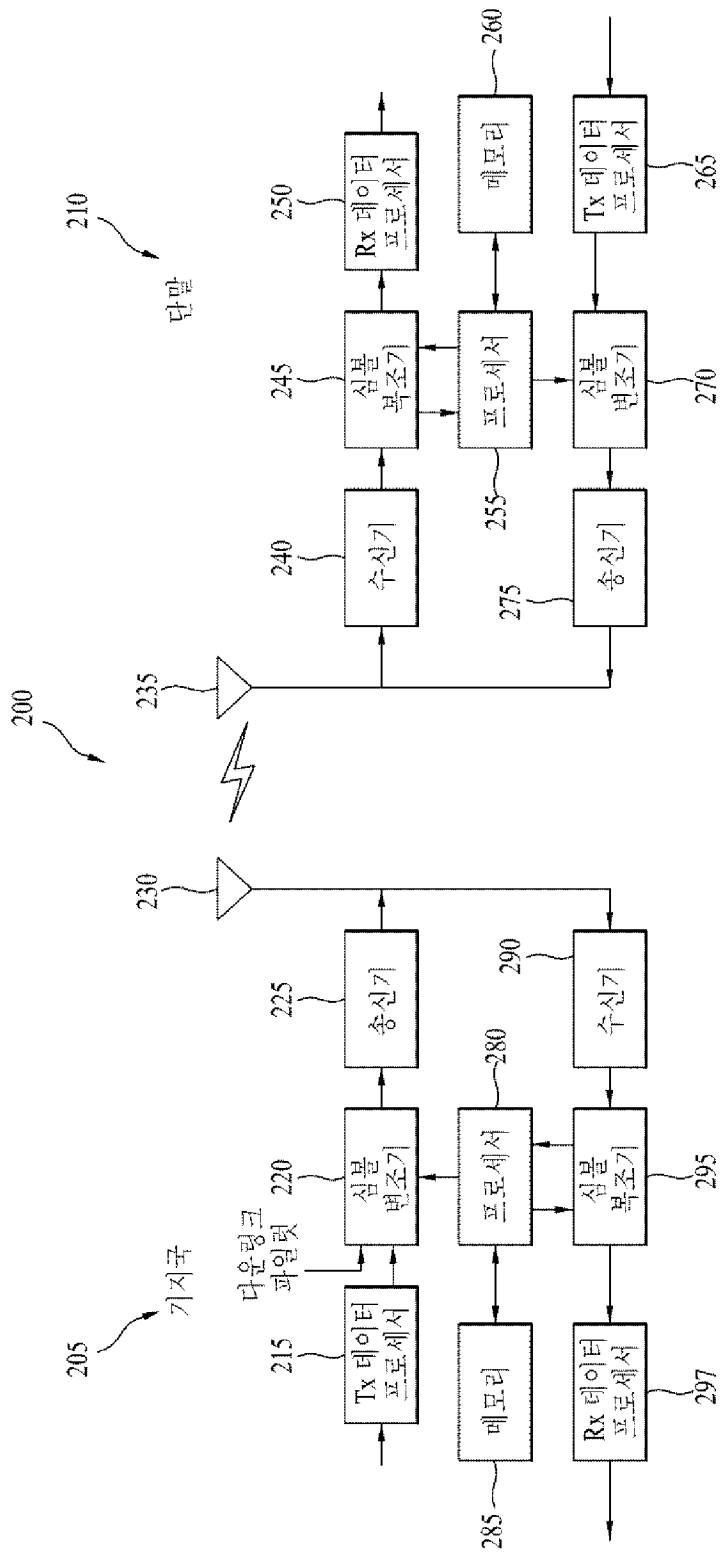
무선통신 시스템에서 제어 정보를 수신하는 단말 장치에 있어서, 미리 정해진 프리코딩 행렬들 중 다른 단말에 적용된 프리코딩 행렬 인덱스와 구분되는 프리코딩 행렬 인덱스가 적용된 제어 정보를 수신하는 수신기를 포함하되,

상기 제어 정보는 복수의 안테나를 통해 다중화되어 전송된 제어 정보인 것을 특징으로 하는, 단말 장치.

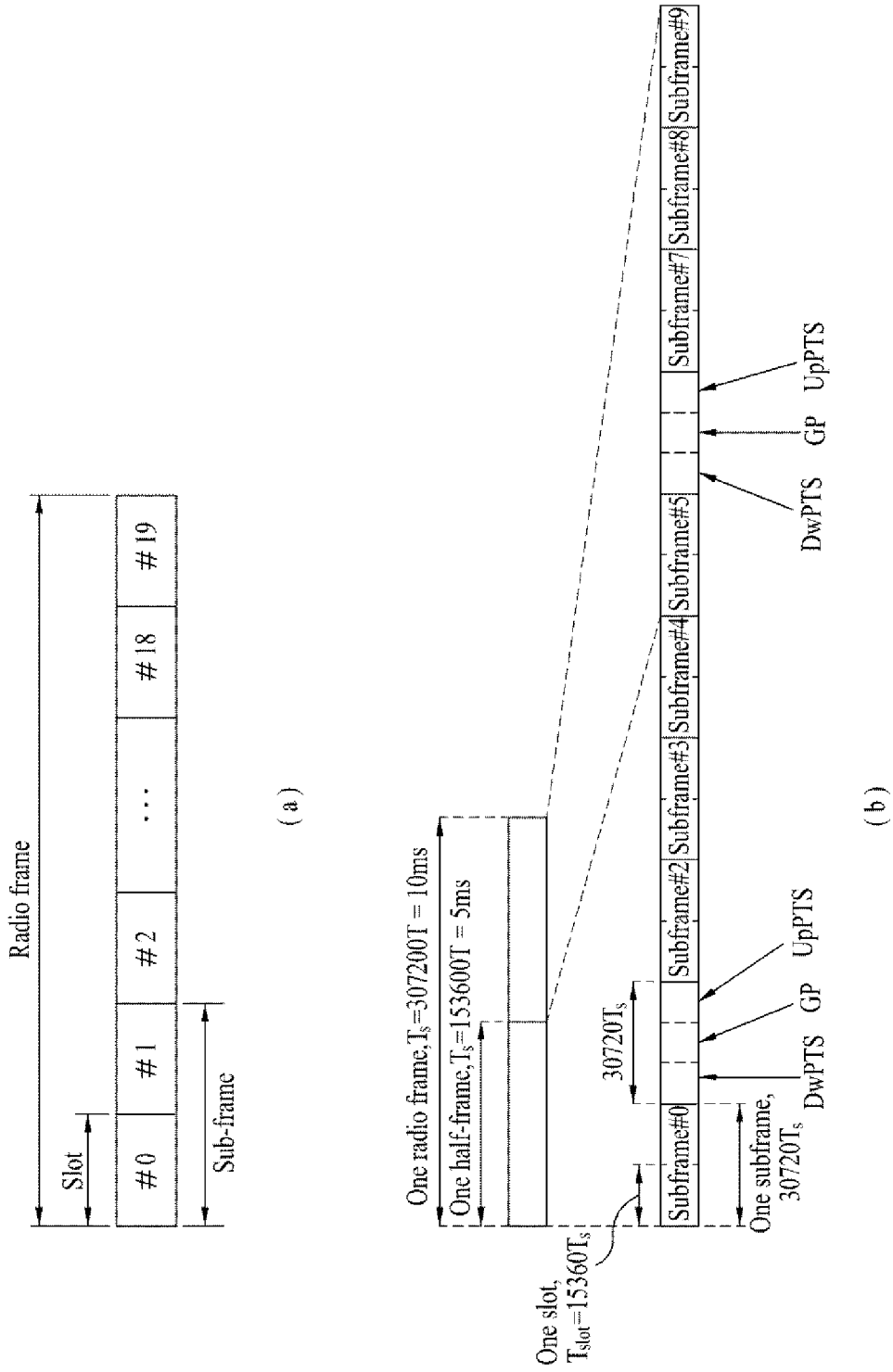
[Fig. 1]



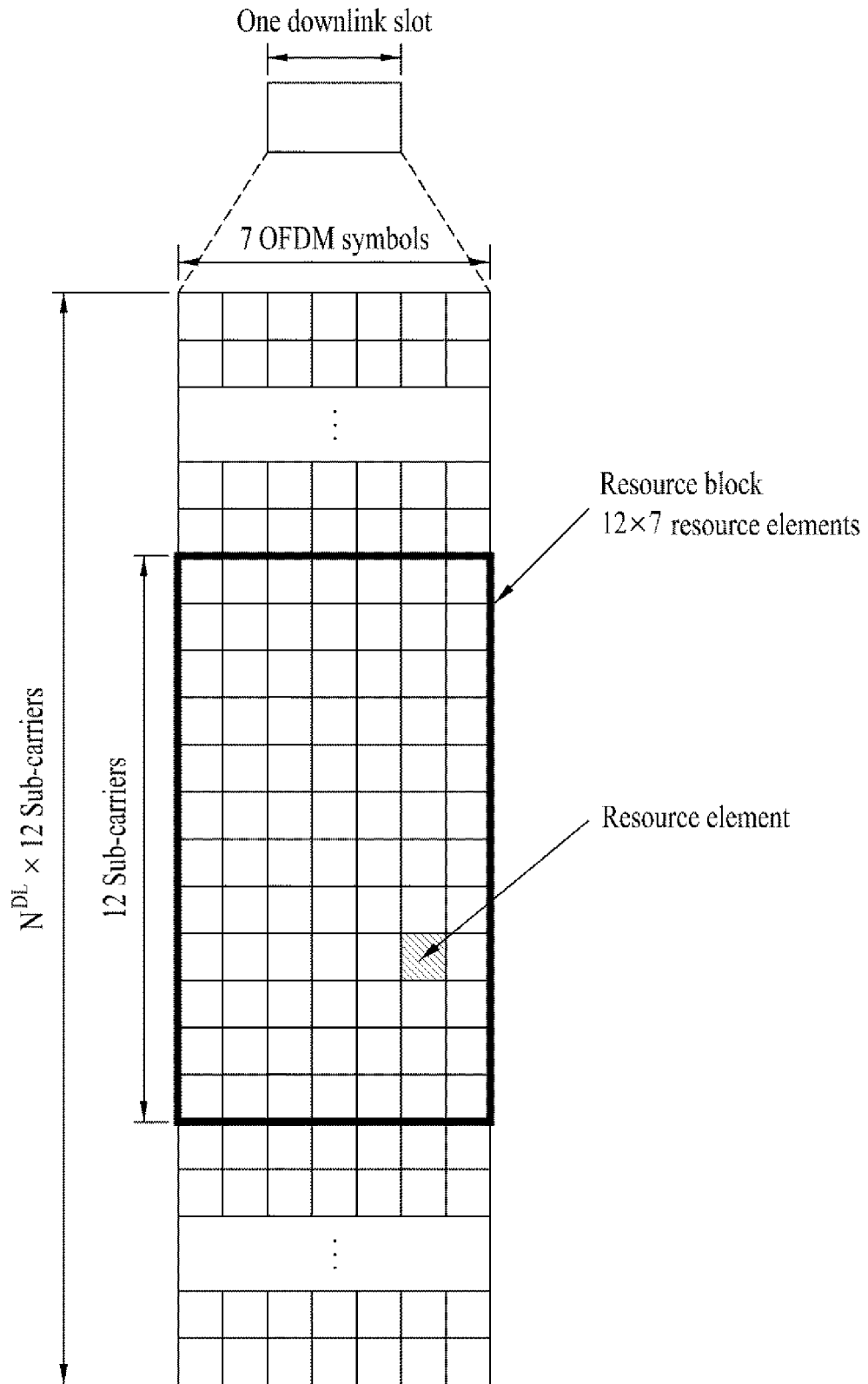
[Fig. 2]



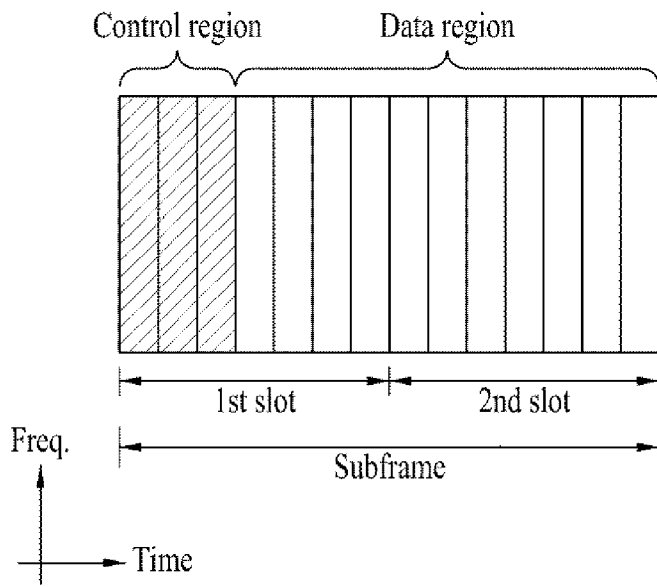
[Fig. 3]



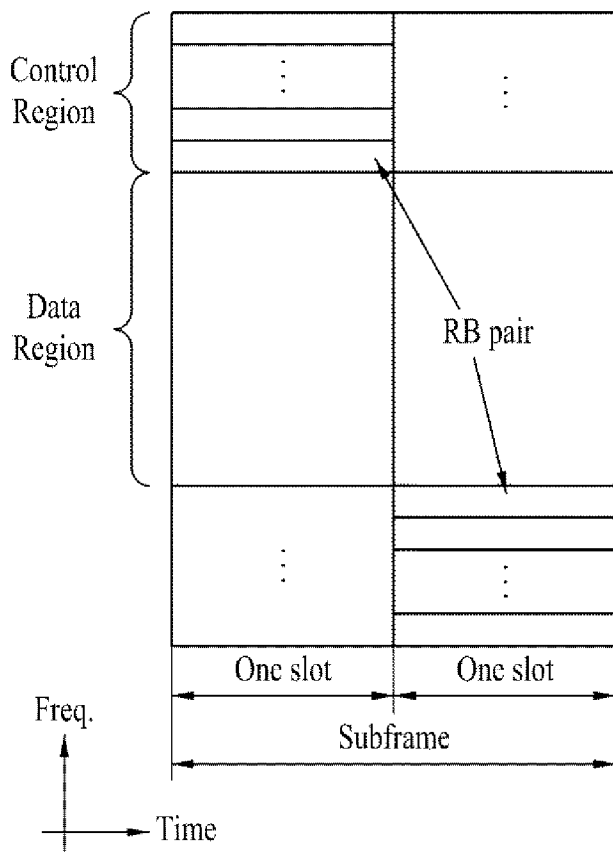
[Fig. 4]



[Fig. 5]

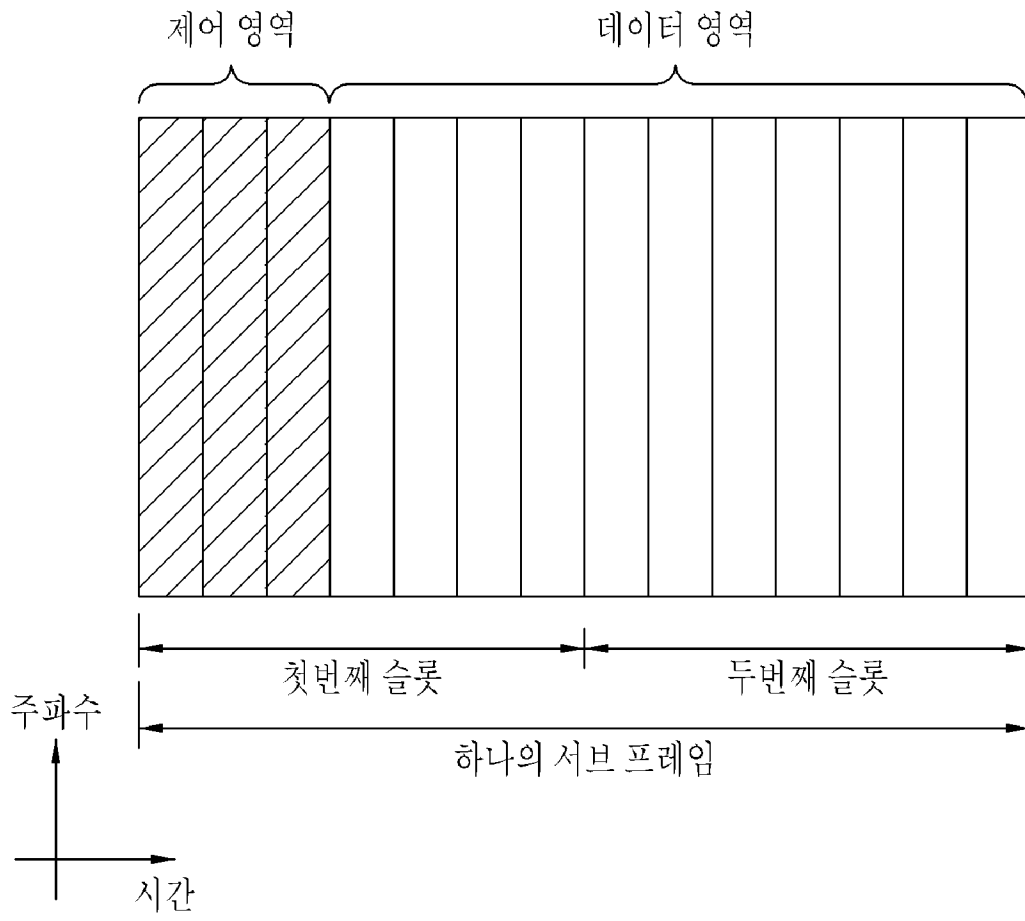


(a)

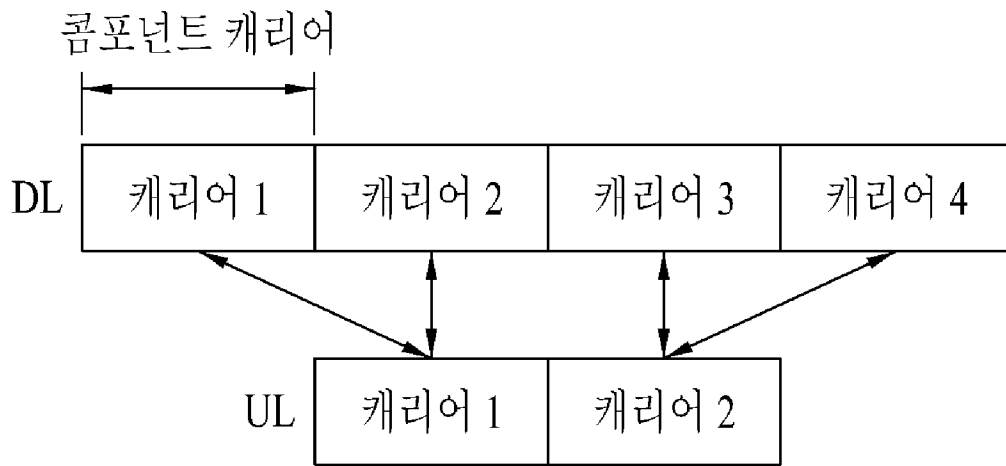


(b)

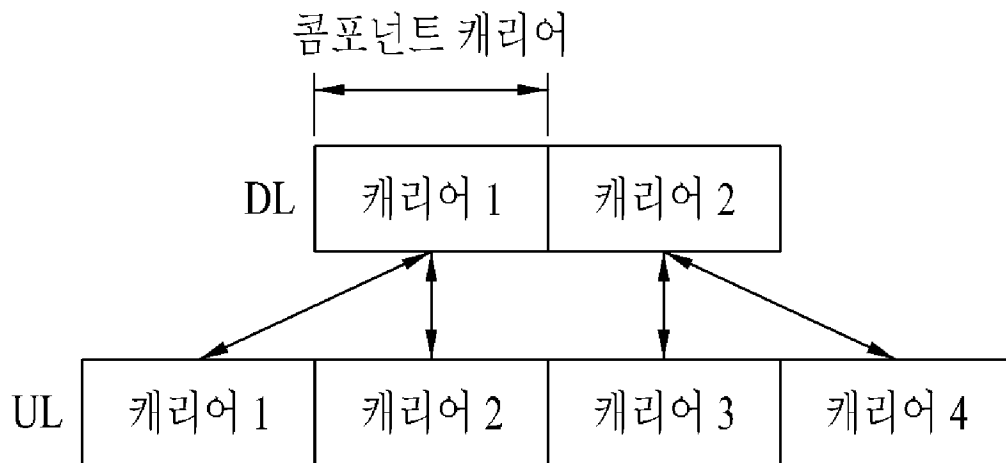
[Fig. 6]



[Fig. 7]

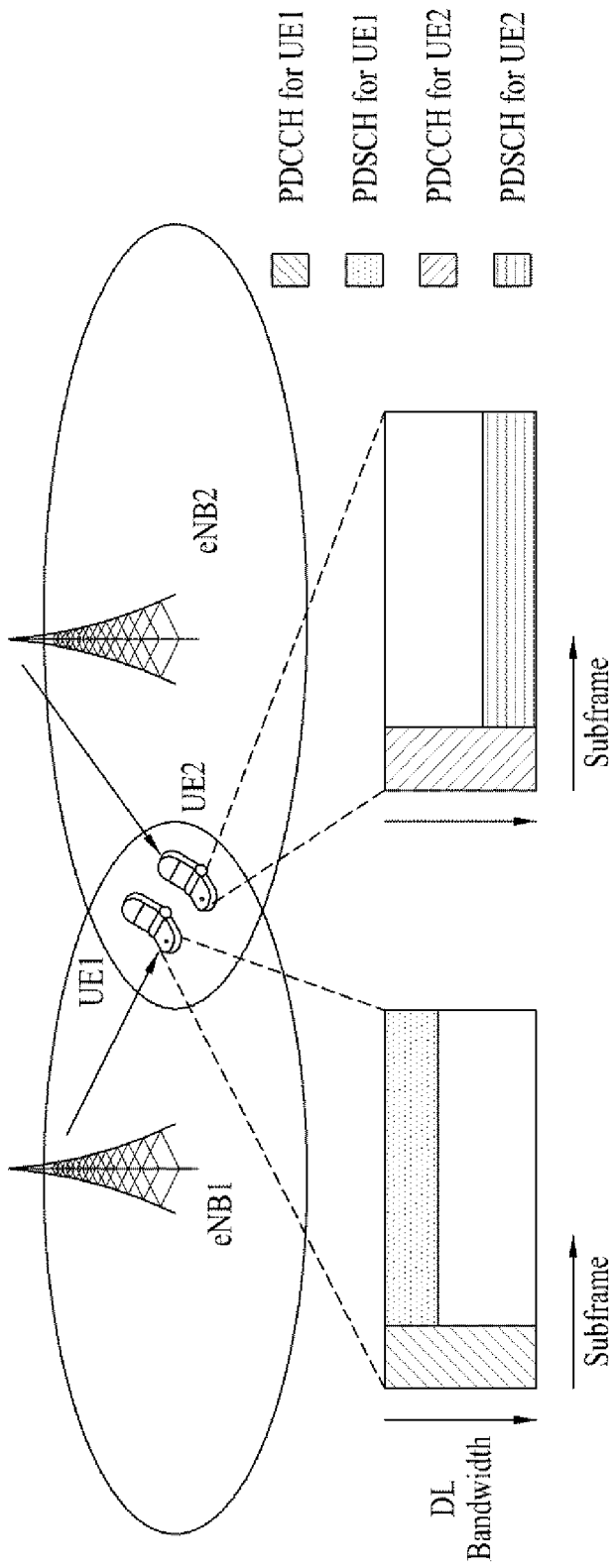


(a)

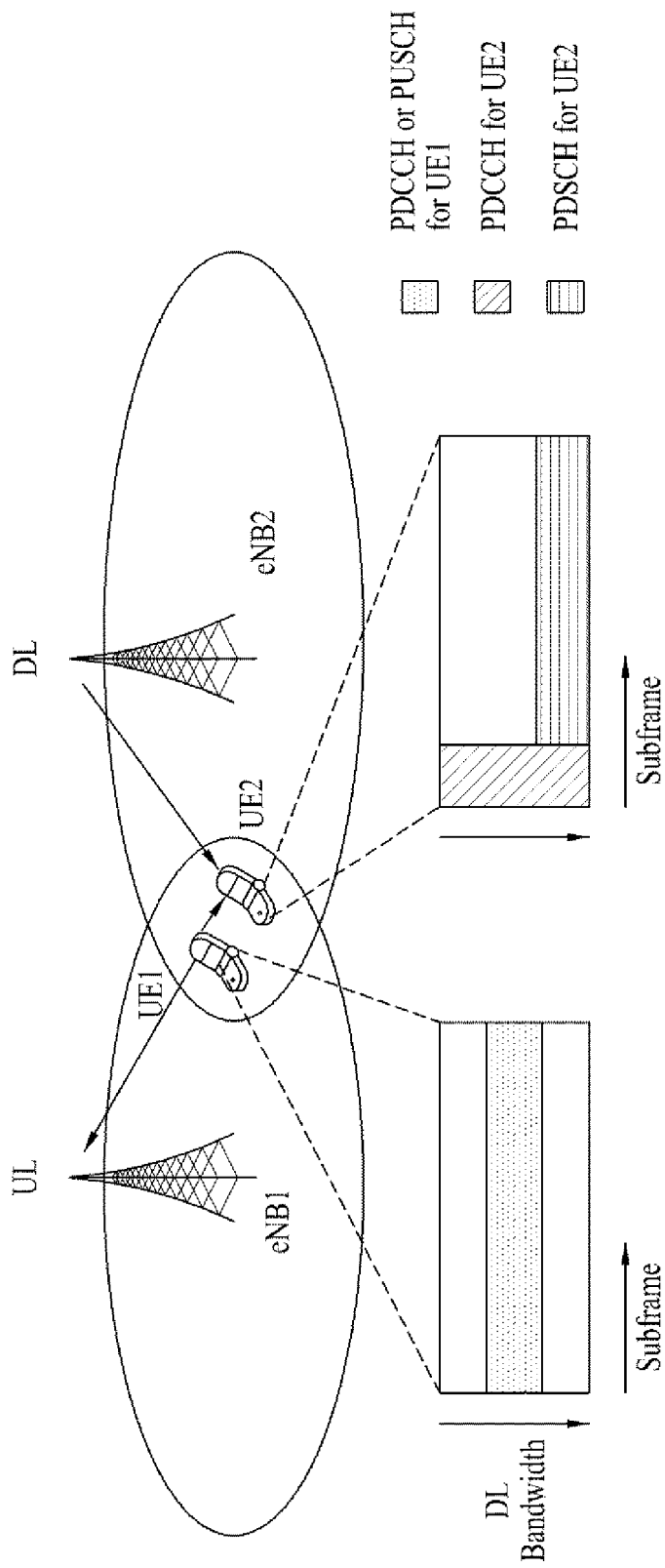


(b)

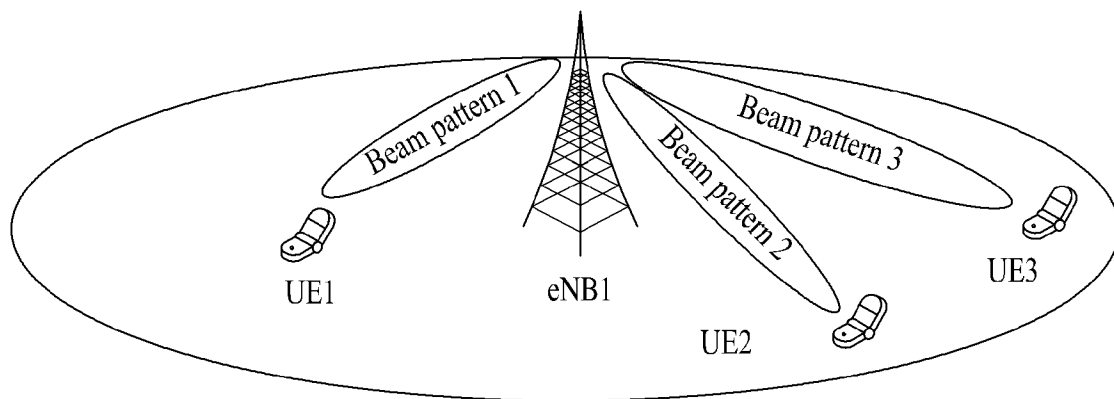
[Fig. 8]



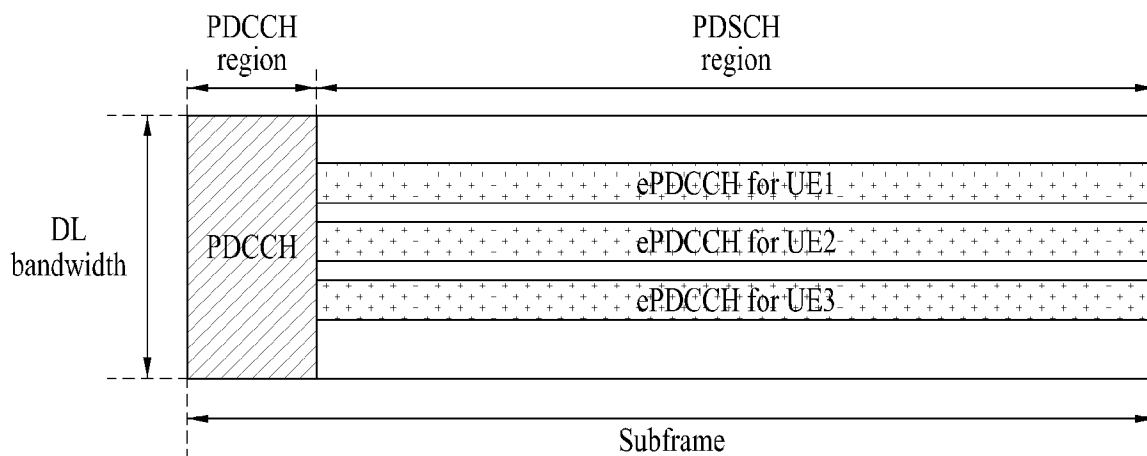
[Fig. 9]



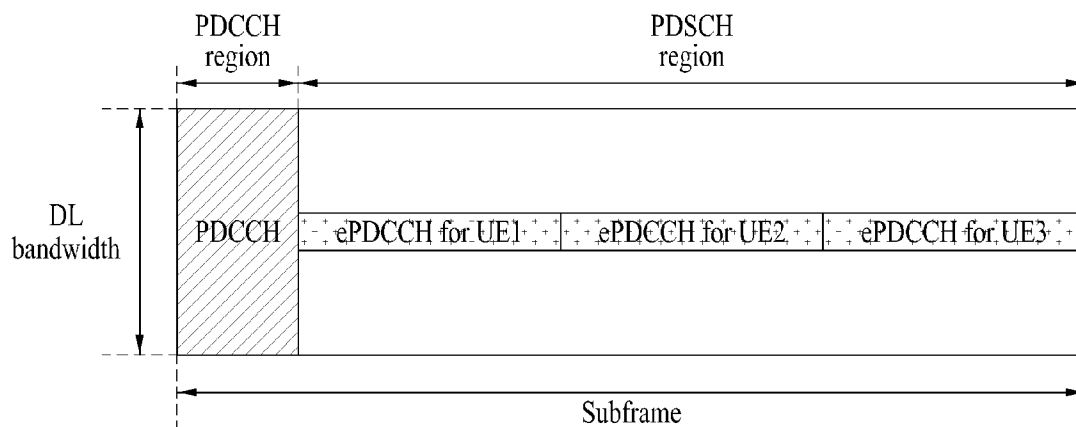
[Fig. 10a]



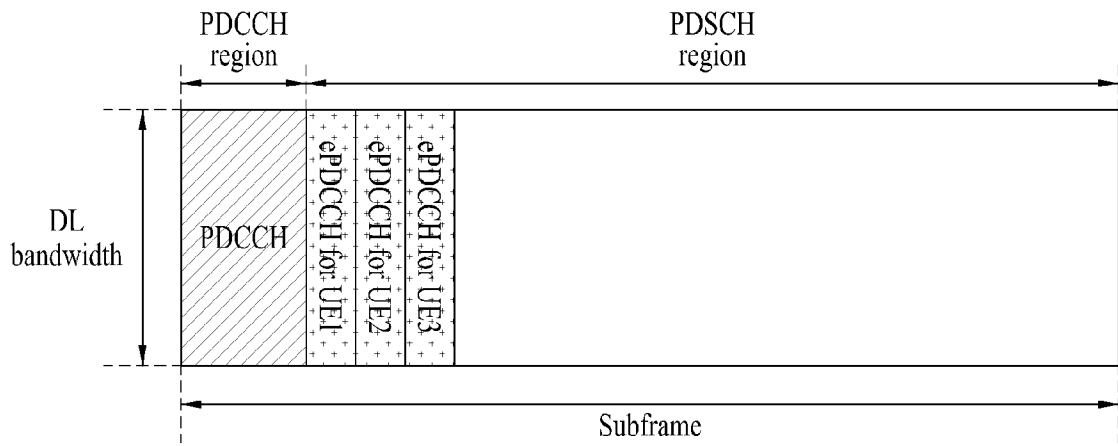
[Fig. 10b]



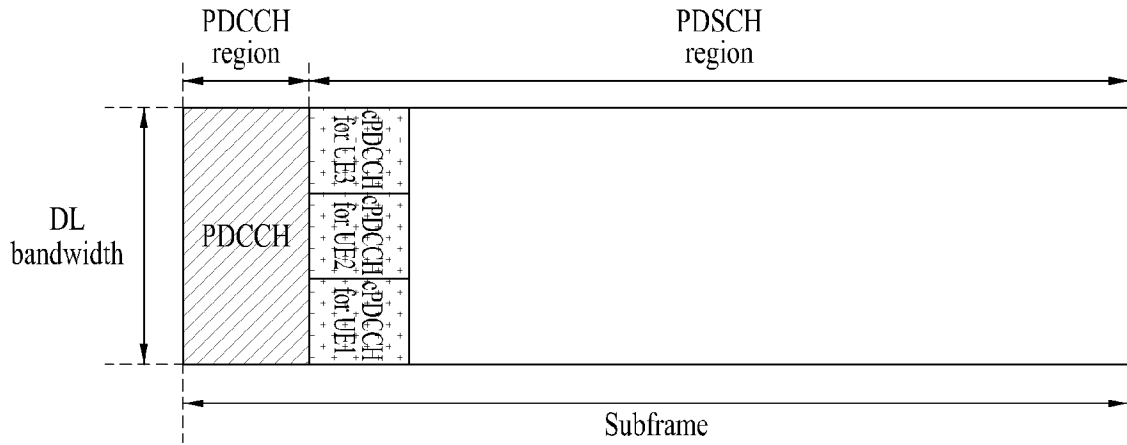
[Fig. 10c]



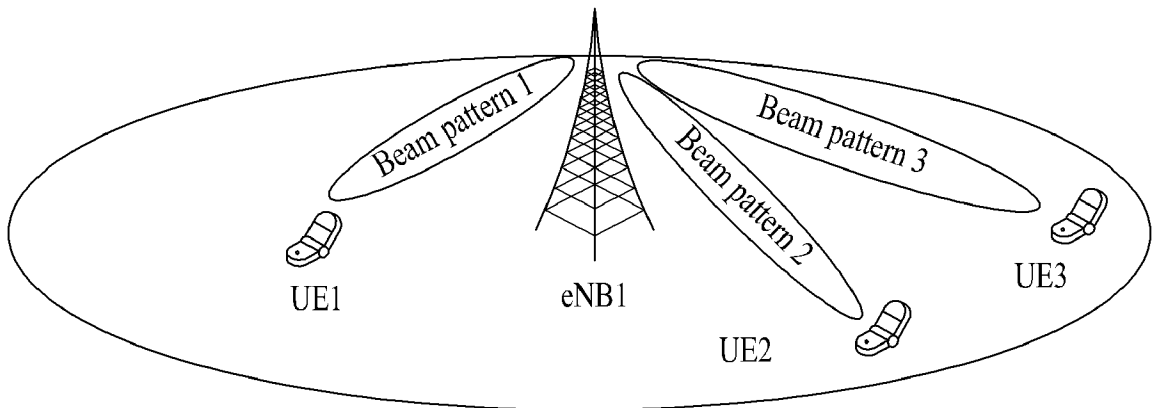
[Fig. 10d]



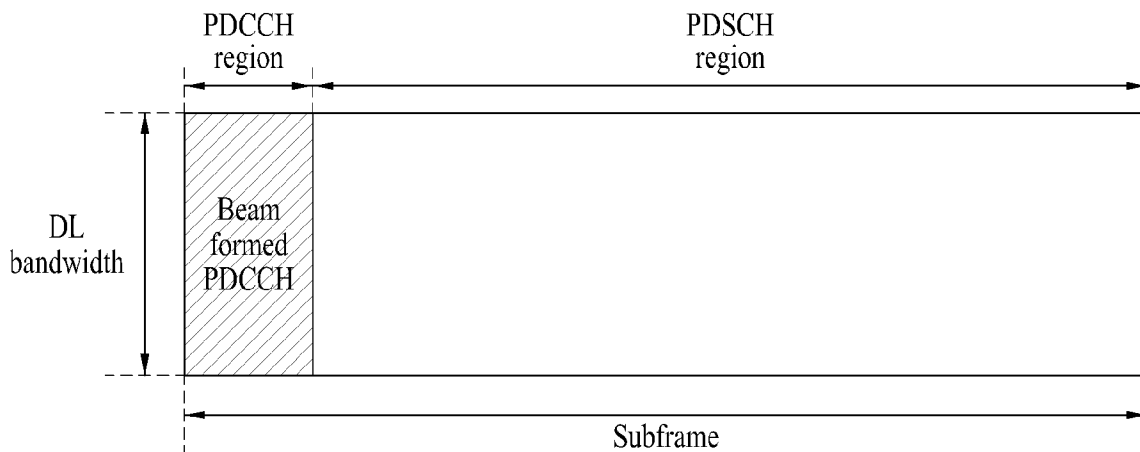
[Fig. 10e]



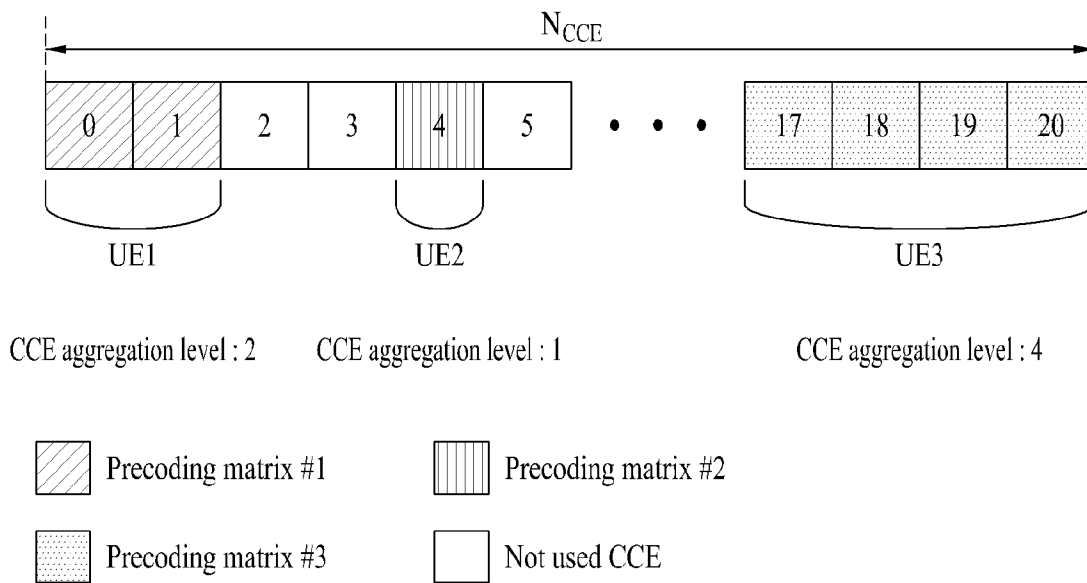
[Fig. 11a]



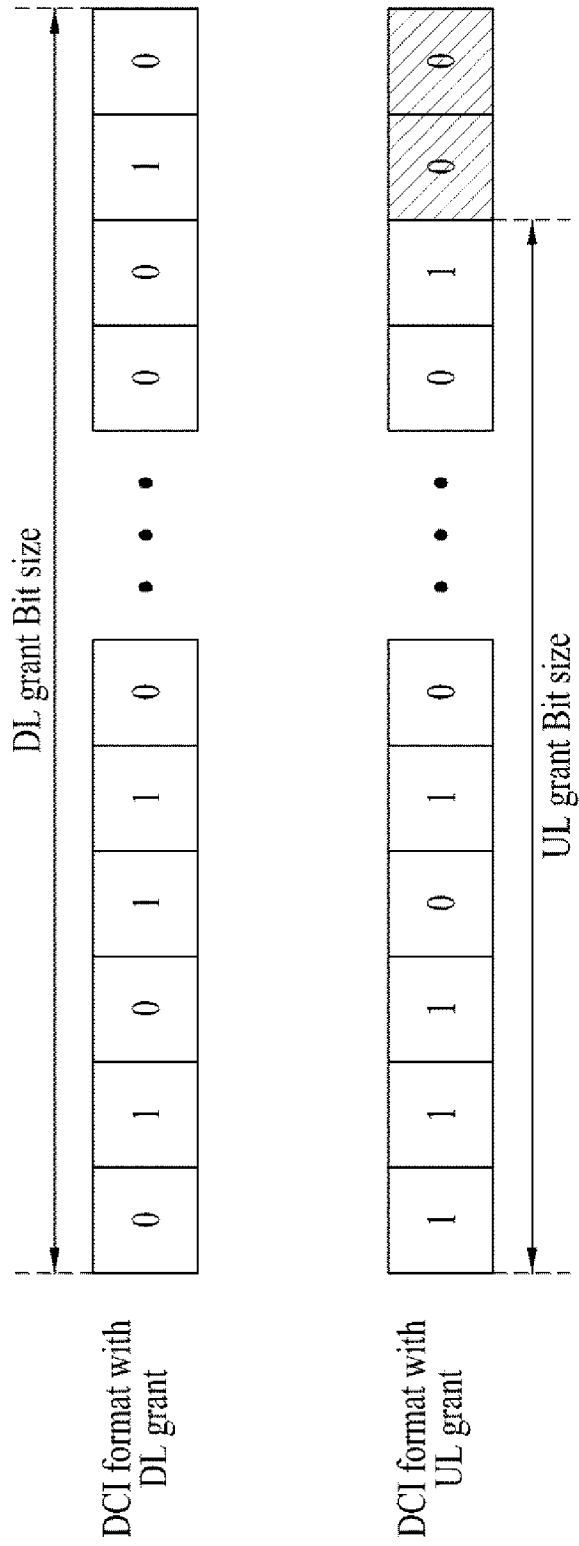
[Fig. 11b]



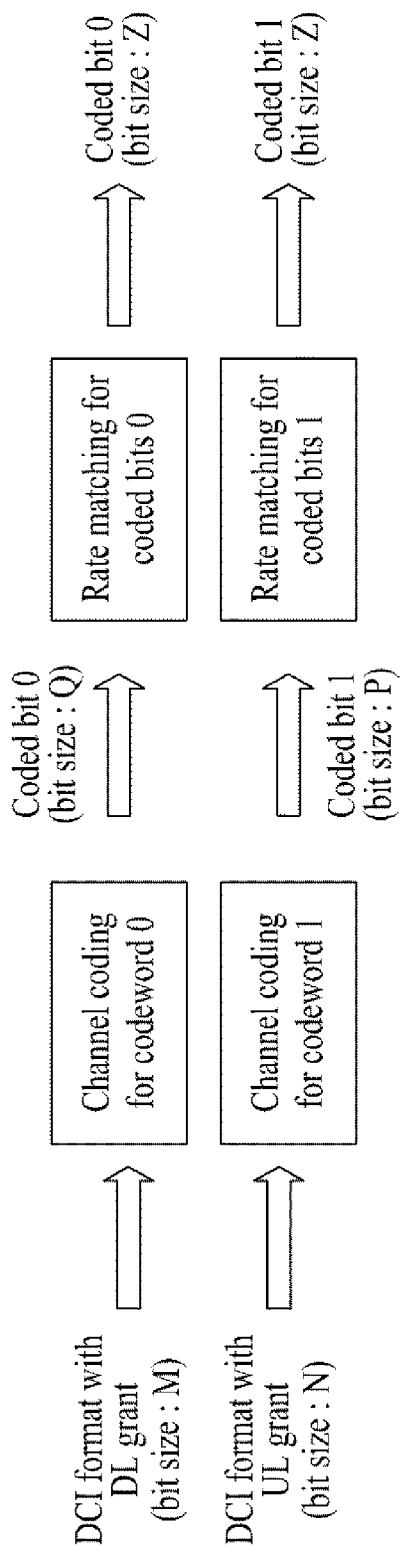
[Fig. 12]



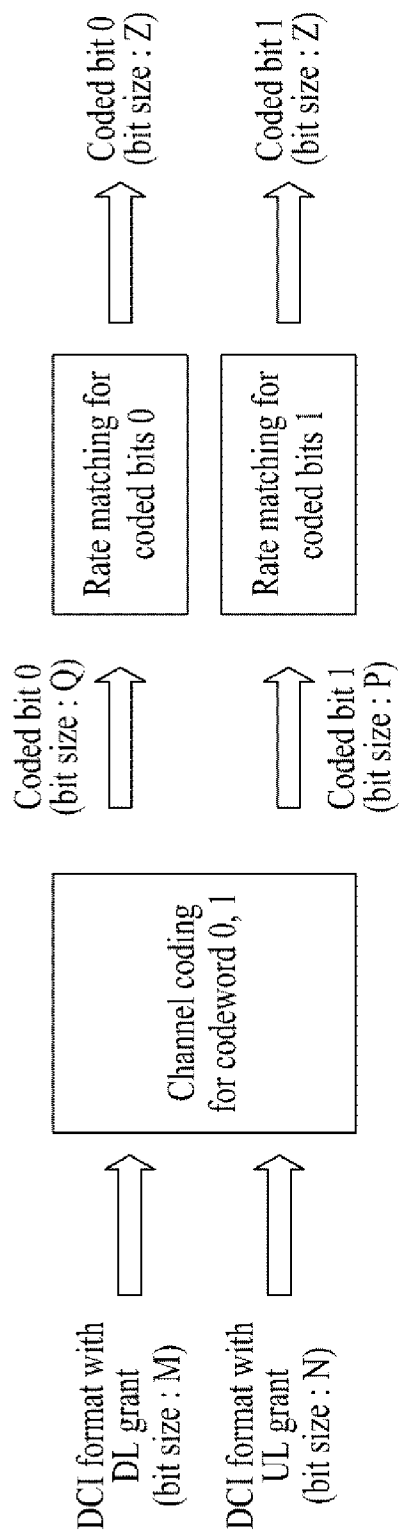
[Fig. 13]



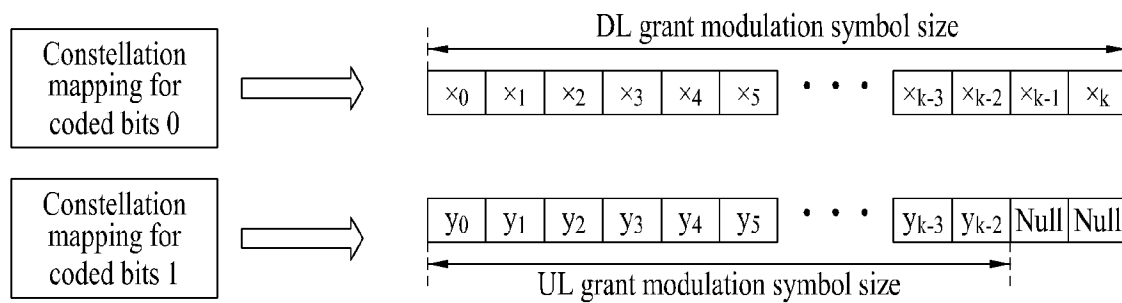
[Fig. 14a]



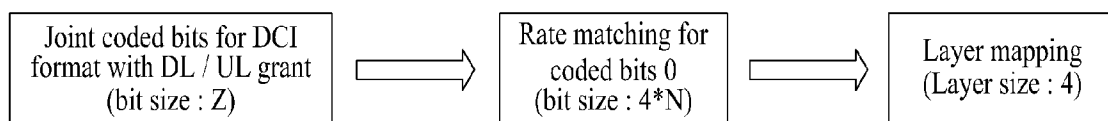
[Fig. 14b]



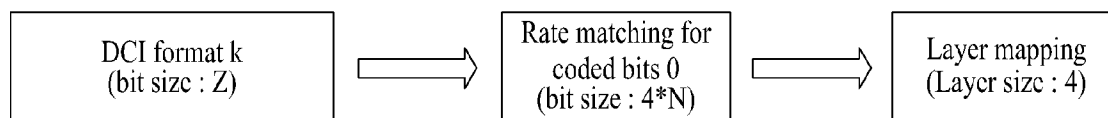
[Fig. 15]



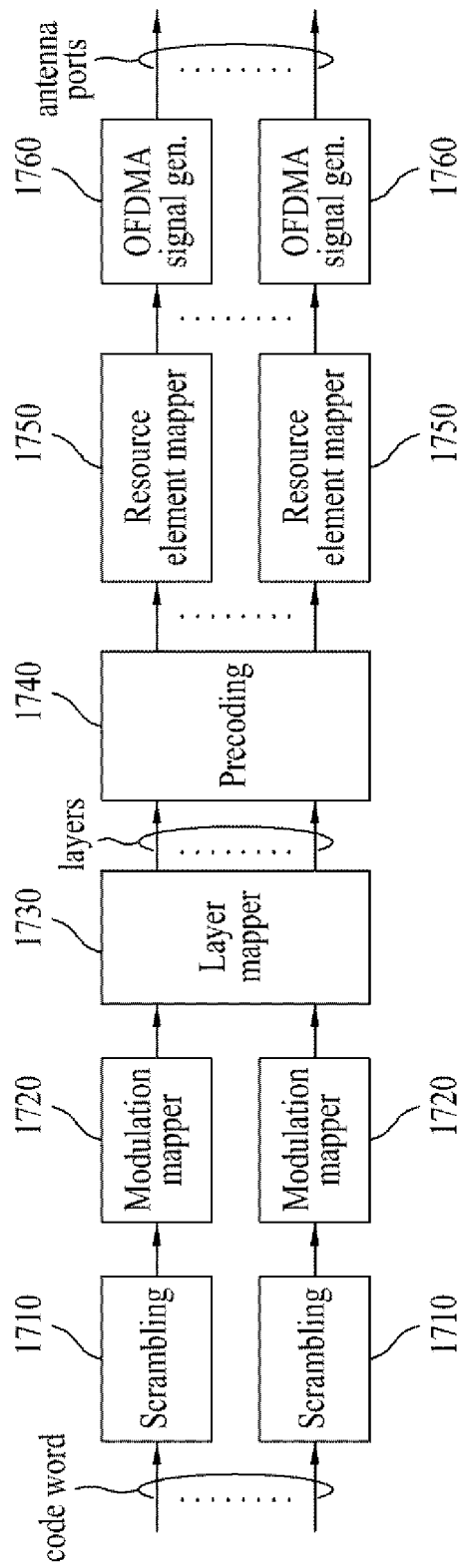
[Fig. 16a]



[Fig. 16b]



[Fig. 17]



[Fig. 18]

