

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2011년 7월 28일 (28.07.2011)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2011/090353 A2

- (51) 국제특허분류:
H04B 7/04 (2006.01) *H04B 7/26* (2006.01)
H04J 11/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/000480
- (22) 국제출원일: 2011년 1월 24일 (24.01.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
61/297,430 2010년 1월 22일 (22.01.2010) US
10-2011-0006755 2011년 1월 24일 (24.01.2011) KR
- (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: **김**
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **고현수 (KO, Hyun Soo)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **정재훈 (CHUNG, Jae Hoon)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **임빈철 (IHM, Bin Chul)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **이문일 (LEE,**

Moon Il) [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, 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, RO, RS, RU, 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.

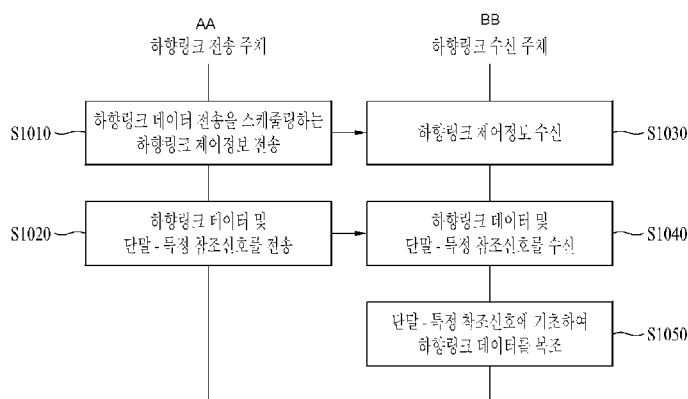
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, 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 AND APPARATUS FOR PROVIDING DOWNLINK CONTROL INFORMATION IN AN MIMO WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

(54) 발명의 명칭 : 다중입출력 무선 통신 시스템에서 하향링크 제어정보를 제공하는 방법 및 장치

[Fig. 10]



AA ... Downlink transmission subject
BB ... Downlink receiving subject
S1010 ... Transmit downlink control information for scheduling the transmission of downlink data
S1020 ... Transmit downlink data and UE-specific reference signal
S1030 ... Receive downlink control information
S1040 ... Receive downlink data and UE-specific reference signal
S1050 ... Decode downlink data on the basis of UE-specific reference signal

(57) Abstract: The present invention relates to a wireless communication system, and more specifically to a method and apparatus for providing downlink control information in an MIMO wireless communication system. A method in which a user equipment receives a downlink signal from a base station in a wireless communication system that supports downlink MIMO transmission according to one embodiment of the present invention comprises: receiving downlink control information that includes information indicative of the number of layers (N, $1 \leq N \leq 8$) where one or two enabled code words of the downlink MIMO transmission are mapped; on the basis of the downlink control information, receiving downlink data transmitted over the respective N layers and a UE-specific reference signal for each of the N layers; and decoding the downlink data on the basis of the UE-specific reference signals, wherein the information indicative of the number of layers can further include information on a code for identifying the UE-specific reference signals.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

**공개:**

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

본 발명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 구체적으로는 다중입출력 무선 통신 시스템에서 하향링크 제어정보를 제공하는 방법 및 장치가 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 하향링크 다중입출력(MIMO) 전송을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말이 하향링크 신호를 기지국으로부터 수신하는 방법은, 하향링크 MIMO 전송의 1 개 또는 2 개의 활성화된(enabled) 코드워드가 매핑되는 레이어의 개수(N , $1 \leq N \leq 8$)를 지시(indication)하는 정보를 포함하는 하향링크 제어정보를 수신하는 단계; 하향링크 제어정보에 기초하여, N 개의 레이어 각각 상에서 전송되는 하향링크 데이터 및 N 개의 레이어 각각에 대한 단말-특정(UE-specific) 참조신호를 수신하는 단계; 및 단말-특정 참조신호에 기초하여 하향링크 데이터를 복조하는 단계를 포함할 수 있으며, 레이어의 개수를 지시하는 정보는, 단말-특정 참조신호를 식별(identify)하는 코드에 대한 정보를 더 포함할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 다중입출력 무선 통신 시스템에서 하향링크 제어정보를 제공하는 방법 및 장치

기술분야

- [1] 이하의 설명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 상세하게는 다중입출력 무선 통신 시스템에서 하향링크 제어정보를 제공하는 방법 및 장치에 대한 것이다.

배경기술

- [2] 이동통신 시스템에서 단말은 기지국으로부터 하향링크(Downlink)를 통해 정보를 수신할 수 있으며, 단말은 또한 상향링크(Uplink)를 통해 기지국으로 정보를 전송할 수 있다. 단말이 전송 또는 수신하는 정보로는 데이터 및 다양한 제어 정보가 있으며, 단말이 전송 또는 수신하는 정보의 종류 및 용도에 따라 다양한 물리 채널이 존재한다.
- [3] 하향링크 채널은 하향링크 제어채널과 하향링크 데이터 채널 등을 포함할 수 있다. 하향링크 제어 채널은 하향링크 데이터 채널을 통해 전송되는 신호에 대한 자원할당 및 전송 포맷 등을 정의하는 제어 신호를 포함할 수 있다. 하향링크 제어채널을 통하여 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(Downlink Control Information, DCI)라 할 수 있다. 하향링크 제어채널은 다양한 DCI 포맷을 포함할 수 있고, DCI 포맷은 하향링크 자원할당 정보 또는 상향링크 자원할당 정보 등을 포함할 수 있다.
- [4] 한편, 상향링크 또는 하향링크에서 다중입출력(Multiple Input Multiple Output; MIMO) 기법이 적용될 수 있다. MIMO 기법은 송신기 및/또는 수신기에서 2개 이상의 송/수신 안테나를 사용하여 공간적으로 여러 개의 데이터 스트림을 동시에 전송함으로써 시스템의 용량을 증가시키는 기법을 말한다. 여러 개의 송신 안테나를 이용한 MIMO 기법으로서, 전송 다이버시티(transmit diversity), 공간 다중화(Spatial Multiplexing) 또는 빔포밍(Beamforming) 등이 사용될 수 있다.
- [5] 하향링크 전송에 MIMO 기법이 적용되는 경우, 하향링크 수신 주체(예를 들어, 단말)가 하향링크 전송을 올바르게 수신하기 위해서는, 하향링크 MIMO 전송에 대한 DCI가 제공될 필요가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 기존의 3GPP LTE 시스템에서는 하향링크 전송에 있어서 최대 2 개의 코드워드(codeword)를 지원하고, 최대 4 개의 레이어를 통한 전송(즉, 최대 랭크 4 전송)을 지원하며, 빔포밍 기법으로는 단일 레이어 빔포밍 전송만을 지원할 수 있다. 기존의 3GPP LTE 시스템보다 개선된 성능을 제공할 수 있는 시스템을

도입하는 것이 논의되고 있으며, 그 논의에는 이중(dual) 레이어 빔포밍, 최대 랭크 8 전송, 단말-특정 참조신호(UE-specific RS) 기반 다중 사용자 MIMO 등의 새로운 MIMO 기법을 지원하는 것이 포함된다.

- [7] 기존의 MIMO 기법과 다른 새로운 MIMO 기법을 이용하는 하향링크 전송의 경우에, 기존에 정의된 DCI 포맷에 따른 제어정보에 의해서는 하향링크 수신 주체가 하향링크 신호를 올바르게 수신하지 못하는 문제가 발생할 수도 있다. 따라서, 새로운 방식의 하향링크 MIMO 전송에 있어서 하향링크 신호를 올바르게 송수신하기 위하여 필요한 제어정보를 제공할 수 있는 DCI 포맷을 설계하는 것이 요구된다. 따라서, 본 발명에서는, 새로운 하향링크 MIMO 전송에 필요한 하향링크 제어정보를 제공할 수 있는 방법 및 장치를 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.

- [8] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 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

- [9] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 하향링크 다중입출력(MIMO) 전송을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말이 하향링크 신호를 기지국으로부터 수신하는 방법은, 상기 하향링크 MIMO 전송의 1 개 또는 2 개의 활성화된(enabled) 코드워드가 매핑되는 레이어의 개수(N , $1 \leq N \leq 8$)를 지시(indication)하는 정보를 포함하는 하향링크 제어정보를 수신하는 단계; 상기 하향링크 제어정보에 기초하여, N 개의 레이어 각각 상에서 전송되는 하향링크 데이터 및 상기 N 개의 레이어 각각에 대한 단말-특정(UE-specific) 참조신호를 수신하는 단계; 및 상기 단말-특정 참조신호에 기초하여 상기 하향링크 데이터를 복조하는 단계를 포함할 수 있으며, 상기 레이어의 개수를 지시하는 정보는, 상기 단말-특정 참조신호를 식별(identify)하는 코드에 대한 정보를 더 포함할 수 있다.
- [10] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 하향링크 다중입출력(MIMO) 전송을 지원하는 무선 통신 시스템에서 기지국이 하향링크 신호를 단말로 전송하는 방법은, 상기 하향링크 MIMO 전송의 1 개 또는 2 개의 활성화된(enabled) 코드워드가 매핑되는 레이어의 개수(N , $1 \leq N \leq 8$)를 지시(indication)하는 정보를 포함하는 하향링크 제어정보를 전송하는 단계; 및 상기 하향링크 제어정보에 기초하여, N 개의 레이어 각각 상에서 전송되는 하향링크 데이터 및 상기 N 개의 레이어 각각에 대한 단말-특정(UE-specific) 참조신호를 전송하는 단계를 포함할 수 있으며, 상기 하향링크 데이터는 상기 단말-특정 참조신호에 기초하여 상기 단말에서 복조되고, 상기 레이어의 개수를 지시하는 정보는, 상기 단말-특정 참조신호를 식별(identify)하는 코드에 대한

정보를 더 포함할 수 있다.

- [11] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 하향링크 다중입출력(MIMO) 전송을 지원하는 무선 통신 시스템에서 하향링크 신호를 기지국으로부터 수신하는 단말은, 상기 기지국으로부터 하향링크 제어 정보 및 하향링크 데이터를 수신하는 수신 모듈; 상기 기지국으로 상향링크 제어 정보 및 상향링크 데이터를 전송하는 전송 모듈; 및 상기 수신 모듈 및 상기 전송 모듈을 포함하는 상기 단말을 제어하는 프로세서를 포함할 수 있고, 상기 프로세서는, 상기 하향링크 MIMO 전송의 1 개 또는 2 개의 활성화된(enabled) 코드워드가 매핑되는 레이어의 개수($N, 1 \leq N \leq 8$)를 지시(indication)하는 정보를 포함하는 상기 하향링크 제어정보를 상기 수신 모듈을 통하여 수신하고, 상기 수신 모듈을 통하여, 상기 하향링크 제어정보에 기초하여, N 개의 레이어 각각 상에서 전송되는 상기 하향링크 데이터 및 상기 N 개의 레이어 각각에 대한 단말-특정(UE-specific) 참조신호를 상기 수신 모듈을 통하여 수신하고, 상기 단말-특정 참조신호에 기초하여 상기 하향링크 데이터를 복조하도록 구성될 수 있으며, 상기 레이어의 개수를 지시하는 정보는, 상기 단말-특정 참조신호를 식별(identify)하는 코드에 대한 정보를 더 포함할 수 있다.
- [12] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 하향링크 다중입출력(MIMO) 전송을 지원하는 무선 통신 시스템에서 하향링크 신호를 단말로 전송하는 기지국은, 상기 단말로부터 상향링크 제어정보 및 상향링크 데이터를 수신하는 수신 모듈; 상기 단말로 하향링크 제어 정보 및 하향링크 데이터를 전송하는 전송 모듈; 및 상기 수신 모듈 및 상기 전송 모듈을 포함하는 상기 기지국을 제어하는 프로세서를 포함할 수 있고, 상기 프로세서는, 상기 하향링크 MIMO 전송의 1 개 또는 2 개의 활성화된(enabled) 코드워드가 매핑되는 레이어의 개수($N, 1 \leq N \leq 8$)를 지시(indication)하는 정보를 포함하는 상기 하향링크 제어정보를 상기 전송 모듈을 통하여 전송하고, 상기 하향링크 제어정보에 기초하여, N 개의 레이어 각각 상에서 전송되는 하향링크 데이터 및 상기 N 개의 레이어 각각에 대한 단말-특정(UE-specific) 참조신호를 상기 전송 모듈을 통하여 전송하도록 구성될 수 있으며, 상기 하향링크 데이터는 상기 단말-특정 참조신호에 기초하여 상기 단말에서 복조되고, 상기 레이어의 개수를 지시하는 정보는, 상기 단말-특정 참조신호를 식별(identify)하는 코드에 대한 정보를 더 포함할 수 있다.
- [13] 상기 본 발명의 실시예들에 있어서, 상기 단말-특정 참조신호를 식별하는 코드에 대한 정보는, 1 개의 코드워드가 1 개의 레이어에 매핑되는 경우와 2 개의 코드워드가 2 개의 레이어에 매핑되는 경우에 대해서만, 상기 레이어의 개수를 지시하는 정보에 포함될 수 있다.
- [14] 상기 본 발명의 실시예들에 있어서, 상기 단말-특정 참조신호를 식별하는 코드에 대한 정보는, 동일한 자원요소 위치에서 전송되는 단말-특정 참조신호들을 구별하는 정보일 수 있다.

- [15] 상기 본 발명의 실시예들에 있어서, 상기 동일한 자원요소 위치에서 전송되는 4개의 서로 다른 단말-특정 참조신호들이 하나의 참조신호 그룹에 포함될 수 있고, 상기 하나의 참조신호 그룹은 상기 단말-특정 참조신호를 식별하는 코드에 대한 정보에 의해서 2개의 부그룹(subgroup)으로 구분되며, 하나의 부그룹은 직교 코드에 의해서 구분되는 2개의 단말-특정 참조신호들을 포함할 수 있다.
- [16] 상기 본 발명의 실시예들에 있어서, 상기 하향링크 제어정보는 상기 하향링크 MIMO 전송의 안테나 포트를 지시하는 정보를 더 포함할 수 있다.
- [17] 상기 본 발명의 실시예들에 있어서, 상기 레이어의 개수를 지시하는 정보는 3비트로 구성될 수 있다.
- [18] 본 발명에 대하여 전술한 일반적인 설명과 후술하는 상세한 설명은 예시적인 것이며, 청구항 기재 발명에 대한 추가적인 설명을 위한 것이다.

발명의 효과

- [19] 본 발명에 따르면, 최대 랭크 8 전송, 이중(dual) 레이어 빔포밍, 단말-특정 참조신호 기반 다중 사용자 MIMO 등이 적용되는 무선 통신 시스템에서 하향링크 전송에 대한 제어정보를 제공하는 방법 및 장치가 제공될 수 있다.
- [20] 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

- [21] 본 명세서에 첨부되는 도면은 본 발명에 대한 이해를 제공하기 위한 것으로서 본 발명의 다양한 실시형태들을 나타내고 명세서의 기재와 함께 본 발명의 원리를 설명하기 위한 것이다.
- [22] 도 1은 3GPP LTE 시스템에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
- [23] 도 2는 하향링크 슬롯에서의 자원 그리드(resource grid)를 나타내는 도면이다.
- [24] 도 3은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
- [25] 도 4는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
- [26] 도 5는 MIMO 전송 구조를 도시하는 블록도이다.
- [27] 도 6은 MIMO 전송 구조에서 레이어와 물리적인 안테나의 매핑관계를 도시하는 도면이다.
- [28] 도 7은 3GPP LTE 시스템에서의 참조신호 패턴을 설명하기 위한 도면이다.
- [29] 도 8 및 9는 복조참조신호(DMRS) 패턴을 설명하기 위한 도면이다.
- [30] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 하향링크 신호를 송수신하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [31] 도 11은 본 발명에 따른 기지국 장치 및 단말 장치에 대한 바람직한 실시예의 구성을 도시한 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [32] 이하의 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들을 소정 형태로 결합한 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려될 수 있다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성할 수도 있다. 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.
- [33] 본 명세서에서 본 발명의 실시예들을 기지국과 단말 간의 데이터 송신 및 수신에의 관계를 중심으로 설명한다. 여기서, 기지국은 단말과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(**terminal node**)로서의 의미를 갖는다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(**upper node**)에 의해 수행될 수도 있다.
- [34] 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(**network nodes**)로 이루어지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음은 자명하다. '기지국(**BS: Base Station**)'은 고정국(**fixed station**), **Node B**, **eNode B(eNB)**, 액세스 포인트(**AP: Access Point**) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, 본 문서에서 기지국이라는 용어는 셀 또는 섹터를 포함하는 개념으로 사용될 수 있다. 한편, 중계기는 **Relay Node(RN)**, **Relay Station(RS)** 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, '단말(**Terminal**)'은 **UE(User Equipment)**, **MS(Mobile Station)**, **MSS(Mobile Subscriber Station)**, **SS(Subscriber Station)** 등의 용어로 대체될 수 있다.
- [35] 본 발명에 있어서 하향링크 전송 주체는 기지국 또는 중계기(중계기가 단말로 액세스(**access**) 하향링크를 전송하는 주체인 경우)일 수 있으며, 하향링크 수신 주체는 단말 또는 중계기(중계기가 기지국으로부터 백홀(**backhaul**) 하향링크를 수신하는 주체인 경우)일 수 있다. 이하의 설명에서는 하향링크 전송 주체로서 대표적으로 기지국을 예로 들어 설명하고, 하향링크 수신 주체로서 대표적으로 단말을 예로 들어 설명하지만, 이에 제한되는 것은 아니며, 임의의 하향링크 전송 주체 및 수신 주체에 본 발명이 적용될 수 있다.
- [36] 이하의 설명에서 사용되는 특정 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [37] 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.
- [38] 본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 **IEEE 802 시스템**, **3GPP 시스템**, **3GPP LTE 및 LTE-A(LTE-Advanced)시스템** 및 **3GPP2 시스템** 중 적어도 하나에

개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 본 발명의 기술적 사상을 명확히 드러내기 위해 설명하지 않은 단계들 또는 부분들은 상기 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.

- [39] 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 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화이다. WiMAX는 IEEE 802.16e 규격(WirelessMAN-OFDMA Reference System) 및 발전된 IEEE 802.16m 규격(WirelessMAN-OFDMA Advanced system)에 의하여 설명될 수 있다. 명확성을 위하여 이하에서는 3GPP LTE 표준을 위주로 설명하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.

[40]

- [41] 도 1은 3GPP LTE 시스템에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 하나의 무선 프레임은 10 개의 서브프레임을 포함하고, 하나의 서브프레임은 시간 영역에서 2 개의 슬롯을 포함한다. 하나의 서브프레임을 전송하는 시간은 전송시간간격(Transmission Time Interval; TTI)으로 정의된다. 예를 들어, 하나의 서브프레임은 1ms의 길이를 가질 수 있고, 하나의 슬롯은 0.5ms의 길이를 가질 수 있다. 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수개의 OFDM 심볼들을 포함할 수 있다. 3GPP LTE 시스템은 하향링크에서 OFDMA 방식을 이용하므로, 상기 OFDM 심볼은 하나의 심볼 길이(period)를 나타낸다. 하나의 심볼은 상향링크에서 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 길이로 칭하여질 수 있다. 자원블록(Resource Block; RB)은 자원 할당 단위로서, 하나의 슬롯에서 복수개의 연속하는 부반송파를 포함한다. 위와 같은 무선 프레임의 구조는 단지 예시적인 것이다. 따라서, 하나의 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 개수, 하나의 서브프레임에 포함되는 슬롯의 개수, 또는 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 개수는 다양한 방식으로 변경될 수도 있다.

- [42] 도 2는 하향링크 슬롯에서의 자원 그리드(resource grid)를 나타내는 도면이다.

하나의 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 7 개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원블록(RB)은 주파수 영역에서 12 개의 부반송파를 포함하는 것으로 도시되어 있지만, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 일반 CP(Cyclic Prefix)의 경우에는 하나의 슬롯이 7 OFDM 심볼을 포함하지만, 확장된 CP(extended-CP)의 경우에는 하나의 슬롯이 6 OFDM 심볼을 포함할 수 있다. 자원 그리드 상의 각각의 요소는 자원 요소(resource element; RE)라 한다. 하나의 자원블록은 12×7 자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원블록들의 N_{DL} 의 개수는 하향링크 전송 대역폭에 따른다. 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.

- [43] 도 3은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 하나의 서브프레임 내에서 첫 번째 슬롯의 앞 부분의 최대 3 개의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어 영역에 해당한다. 나머지 OFDM 심볼들은 물리하향링크공유채널(Physical Downlink Shared Channel; PDSCH)이 할당되는 데이터 영역에 해당한다. 3GPP LTE 시스템에서 사용되는 하향링크 제어 채널들에는, 예를 들어, 물리제어포맷지시자채널(Physical Control Format Indicator Channel; PCFICH), 물리하향링크제어채널(Physical Downlink Control Channel; PDCCH), 물리HARQ지시자채널(Physical Hybrid automatic repeat request Indicator Channel; PHICH) 등이 있다. PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고 서브프레임 내의 제어 채널 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 대한 정보를 포함한다. PHICH는 상향링크 전송의 응답으로서 HARQ ACK/NACK 신호를 포함한다. PDCCH를 통하여 전송되는 제어 정보를 하향링크제어정보(Downlink Control Information; DCI)라 한다.

- [44] DCI는 상향링크 또는 하향링크 스케줄링 정보를 포함하거나 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송 전력 제어 명령을 포함한다. PDCCH는 하향링크공유채널(DL-SCH)의 자원 할당 및 전송 포맷, 상향링크공유채널(UL-SCH)의 자원 할당 정보, 페이징채널(PCH)의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상으로 전송되는 임의접속응답(Random Access Response)과 같은 상위계층 제어 메시지의 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내의 개별 단말에 대한 전송 전력 제어 명령의 세트, 전송 전력 제어 정보, VoIP(Voice over IP)의 활성화 등을 포함할 수 있다. PDCCH는 하나 이상의 연속하는 제어채널요소(Control Channel Element; CCE)의 조합으로 전송된다. CCE는 무선 채널의 상태에 기초한 코딩 레이트로 PDCCH를 제공하기 위해 사용되는 논리 할당 단위이다. CCE는 복수개의 자원 요소 그룹에 대응한다. PDCCH의 포맷과 이용가능한 비트 수는 CCE의 개수와 CCE에 의해 제공되는 코딩 레이트 간의 상관관계에 따라서 결정된다. 기지국은 단말에게 전송되는 DCI에 따라서 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 순환잉여검사(Cyclic Redundancy Check; CRC)를 부가한다. CRC는 PDCCH의 소유자 또는 용도에 따라 무선 네트워크 임시 식별자(Radio Network Temporary Identifier; RNTI)라

하는 식별자로 마스킹된다. PDCCH가 특정 단말에 대한 것이라면, 단말의 cell-RNTI(C-RNTI) 식별자가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는, PDCCH가 페이징 메시지에 대한 것이라면, 페이징 지시자 식별자(Paging Indicator Identifier; P-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. PDCCH가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(SIB))에 대한 것이라면, 시스템 정보 식별자 및 시스템 정보 RNTI(SI-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 임의 접속 프리앰블의 전송에 대한 응답인 임의접속응답을 나타내기 위해, 임의접속-RNTI(RA-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또한, PDCCH가 단말의 상향링크 전송 전력에 대한 전송전력제어(Transmit Power Control; TPC) 명령(command)에 대한 것이라면, 전송전력제어 식별자(TPC-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

- [45] 복수의 PDCCH가 제어 영역 내에서 전송될 수 있으며, 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링할 수 있다. 여기서, 모니터링이란 단말이 DCI 포맷에 따라 PDCCH들 각각의 디코딩을 시도하는 것을 말한다. 서브프레임 내에서 할당된 제어영역에서 기지국은 단말에게 해당하는 PDCCH가 어디에 있는지에 관한 정보를 제공하지 않는다. 단말은 서브프레임 내에서 PDCCH 후보(candidate)들의 집합을 모니터링하여 자신의 PDCCH를 찾는다. 이를 블라인드 디코딩(blind decoding)이라 한다. 예를 들어, 만약 해당하는 PDCCH에서 자신의 C-RNTI를 디마스킹하여 CRC 에러가 검출되지 않으면 단말은 자신의 DCI를 갖는 PDCCH로 검출하는 것이다. 단말은 다양한 전송 모드에 따른 PDCCH를 통하여 시그널링된 PDSCH 데이터 전송을 수신하도록 설정될 수 있고, 이러한 설정은 상위 계층 시그널링을 통하여 반-정적으로(semi-statically) 지정될 수 있다.

- [46] 도 4는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 분할될 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 포함하는 물리상향링크제어채널(Physical Uplink Control Channel; PUCCH)이 할당된다. 데이터 영역에는 사용자 데이터를 포함하는 물리상향링크공유채널(Physical uplink shared channel; PUSCH)이 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해서, 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH를 동시에 전송하지 않는다. 하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원블록 쌍(RB pair)에 할당된다. 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들은 2 슬롯에 대하여 상이한 부반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당되는 자원블록 쌍이 슬롯 경계에서 주파수-호핑(frequency-hopped)된다고 한다.

[47]

- [48] MIMO 시스템은, 메시지를 수신하기 위해 단일 안테나 경로에 의존하지 않고 여러 안테나에서 수신된 단편적인 데이터 조각을 한데 모아 완성하는 기술을 응용한 시스템이다. MIMO 기술은 특정 범위에서 데이터 전송 속도를 향상시키거나 특정 데이터 전송 속도에 대해 시스템 범위를 증가시킬 수 있기

때문에 이동 통신 단말과 중계기 등에 폭넓게 사용될 수 있다. MIMO는 또한 다중안테나 기술이라고 칭할 수도 있다.

- [49] 수신 안테나 개수와 송신 안테나 개수에 따른 MIMO 채널 행렬은 다수의 독립 채널로 분해될 수 있다. 각각의 독립 채널은 레이어(layer) 또는 스트림(stream)이라 한다. 랭크는 레이어 또는 스트림의 개수를 의미할 수 있다. 이하의 설명에 있어서, MIMO 전송에 있어서 '랭크(Rank)'는 독립적으로 신호를 전송할 수 있는 경로의 수를 나타내며, '레이어(layer)의 개수'는 각 경로를 통해 전송되는 신호 스트림의 개수를 나타낸다. 일반적으로 송신단은 신호 전송에 이용되는 랭크 수에 대응하는 개수의 레이어를 전송하기 때문에 특별한 언급이 없는 한 랭크는 레이어 개수와 동일한 의미를 가진다.
- [50] 여러 개의 송신 안테나를 이용한 MIMO 기법으로서, 전송 다이버시티(transmit diversity), 공간 다중화(Spatial Multiplexing) 또는 빔포밍(Beamforming) 등이 사용될 수 있다.
- [51] 전송 다이버시티 기법은 여러 개의 전송 안테나를 통하여 같은 데이터 정보를 전송함으로써, 수신기로부터의 채널관련 피드백 정보 없이도 신뢰도가 높은 데이터 전송을 구현할 수 있는 장점을 가진다.
- [52] 빔포밍(Beamforming)은 여러 개의 송신안테나에 각각 알맞은 가중치를 곱하여 수신기의 수신 SINR(Signal to Interference plus Noise Ratio)을 증가시키기 위해 사용되고, 일반적으로 FDD (Frequency Division Duplexing) 시스템에서 상/하향링크의 채널이 독립적이기 때문에 알맞은 빔포밍 이득을 얻기 위해서는 신뢰성이 높은 채널정보가 필요하므로, 빔포밍을 적용하기 위해서 수신기로부터 별도의 피드백(Feedback)을 받을 수 있다.
- [53] 한편, 공간 다중화 방식은 단일 사용자 및 다중 사용자에 대한 공간 다중화 방식으로 구별될 수 있다. 단일 사용자에 대한 공간 다중화는 SM(Spatial Multiplexing) 혹은 SU-MIMO(Single User MIMO)로 불리고, 하나의 사용자(단말)에게 기지국의 복수의 안테나 리소스를 모두 할당하는 방식이며, MIMO 채널의 용량은 안테나 수에 비례하여 증가한다. 한편, 다중 사용자에 대한 공간 다중화는 SDMA(Spatial Division Multiple Access) 혹은 MU-MIMO(Multi-User MIMO)로 불리며, 다수의 사용자(단말)에게 기지국의 복수의 안테나 리소스 또는 무선 공간 자원을 분배하는 방식이다.
- [54] MIMO 기법을 사용하는 경우에 동시에 전송되는 N 개의 데이터 스트림을 하나의 채널 인코딩 블록을 이용하여 전송하는 단일 코드워드(Single CodeWord, SCW) 방식과 N 개의 데이터 스트림을 M (여기서, M 은 항상 N 보다 작거나 같다)개의 채널 인코딩 블록을 이용하여 전송하는 다중 코드워드(Multiple CodeWord, MCW) 방식이 있다. 이때, 각 채널 인코딩 블록은 독립적인 코드워드를(Codeword)를 생성하며 각 코드워드는 독립적인 에러검출이 가능하도록 설계될 수 있다.
- [55] 기존의 MIMO 시스템은 다중 코드워드(MCW) 구조에 기초하여 설계된다. 상기

다중 코드워드 구조에서는 동시에 최대 2개의 코드워드가 전송되는 것이 허용된다. 이러한 MIMO 전송을 위해서는 송신단이 이용하는 변조 및 코딩 방식에 대한 MCS(Modulation and Coding Scheme) 정보, 전송되는 데이터가 새로운 데이터인지 재전송되는 데이터인지에 대한 신규 데이터 지시자인 (New Data Indicator; NDI), 재전송의 경우 어떤 서브패킷을 재전송하는 것인지에 대한 리던던시 버전(Redundancy Version; RV) 정보 등이 필요하다.

- [56] 도 5는 MIMO 전송 구조를 도시한 도면이다. MIMO 기법을 지원하는 시스템에서 송신기는 하나 이상의 코드워드를 전송할 수 있다. 코드워드는 상위계층으로부터의 전송 블록에 매핑되며 이에 대해서는 후술하여 설명한다. 도 5에서는 최대 2 개의 코드워드를 지원하는 시스템을 예시적으로 도시한다. 하나 이상의 코드워드는 각각 스크램블링 모듈 및 변조 매퍼(mapper)를 통해 복소 심볼로서 처리될 수 있다, 그 후, 복소 심볼은 레이어 매퍼에 의해 복수의 레이어에 매핑되며, 각 레이어는 프리코딩 모듈에 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 매퍼에 의해 전송에 이용될 시간-주파수 자원 요소에 매핑되며, 이후 OFDM 신호 생성기를 거쳐 각 안테나를 통해 전송될 수 있다.

- [57] 전송 블록 대 코드워드 매핑관계에 대하여 설명한다. 상기 도 5에서 두 개의 전송 블록(Transport Block; TB)은 전송 블록 대 코드워드 매핑 규칙 (transport block to codeword mapping rule)에 의해 두 개의 코드워드에 매핑(mapping)된다. 2 개의 전송 블록이 활성화되는(enabled) 경우에는 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그(TB to CW swap flag)에 따라 전송블록과 코드워드의 매핑이 서로 바뀔 수 있다. TB-대-CW 매핑 규칙은 다음의 표 1 및 표 2와 같이 구성할 수 있다.

- [58] 표 1

[Table 1]

TB to CW swap flag value	CW 0 (enabled)	CW 1 (enabled)
0	TB 1	TB 2
1	TB 2	TB 1

- [59] 표 2

[Table 2]

TB 1	TB 2	CW 0 (enabled)	CW 1 (disabled)
enabled	disabled	TB 1	-
disabled	enabled	TB 2	-

- [60] 표 1은 2 개의 전송 블록이 모두 활성화된(enabled) 경우이고, 표 2는 2 개의 전송 블록 중 어느 하나가 활성화되고 다른 하나는 비활성화된(disabled) 경우에 대한 전송 블록 대 코드워드 매핑 규칙의 일례를 나타낸다.

- [61] 상기 표 2에서 전송 블록이 비활성화되는 것은 전송 블록의 크기가 0인 경우를 포함한다. 전송 블록의 크기가 0인 경우에는, 해당 전송 블록은 코드워드에 매핑되지 않는다.

- [62] 만일, 단일 안테나를 이용하여 신호를 전송하는 경우, 하나의 코드워드는 하나의 레이어에 그대로 매핑되어 전송된다. 그러나, 다중 안테나를 이용하여 신호를 전송하는 경우에는 코드워드 대 레이어 매핑(codeword-to-layer mapping) 규칙은 전송 방식에 따라 다음 표 3 및 표 4와 같을 수 있다.

- [63] 표 3

[Table 3]

Number of layers	Number of code words	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	2	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(1)}(i)$ $M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)} = M_{\text{symb}}^{(1)}$
2	1	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(2i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(2i+1)$ $M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)} / 2$
3	2	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(1)}(2i)$ $x^{(2)}(i) = d^{(1)}(2i+1)$ $M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)} = M_{\text{symb}}^{(1)} / 2$
4	2	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(2i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(2i+1)$ $x^{(2)}(i) = d^{(1)}(2i)$ $x^{(3)}(i) = d^{(1)}(2i+1)$ $M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)} / 2 = M_{\text{symb}}^{(1)} / 2$

- [64] 표 4

[Table 4]

Number of layers	Number of code words	Codeword-to-layer mapping $i = 0, 1, \dots, M_{\text{symb}}^{\text{layer}} - 1$
2	1	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(2i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(2i+1)$ $M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)} / 2$
4	1	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(4i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(4i+1)$ $x^{(2)}(i) = d^{(0)}(4i+2)$ $x^{(3)}(i) = d^{(0)}(4i+3)$
		$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = \begin{cases} M_{\text{symb}}^{(0)} / 4 & \text{if } M_{\text{symb}}^{(0)} \bmod 4 = 0 \\ (M_{\text{symb}}^{(0)} + 2) / 4 & \text{if } M_{\text{symb}}^{(0)} \bmod 4 \neq 0 \end{cases}$ If $M_{\text{symb}}^{(0)} \bmod 4 \neq 0$ two null symbols shall be appended to $d^{(0)}(M_{\text{symb}}^{(0)} - 1)$

- [65] 상기 표 3은 공간 다중화(Spatial Multiplexing) 방식으로 신호를 전송하는 경우의 예이며, 표 4는 전송 다이버시티(Transmit Diversity) 방식으로 신호를 전송하는 경우의 예를 나타내고 있다. 또한, 표 3 및 표 4에 있어서, $x^{(a)}(i)$ 는 인덱스 a 를 가지는 레이어의 i 번째 심볼을 나타내며, $d^{(a)}(i)$ 는 인덱스 a 를 가지는 코드워드의 i 번째 심볼을 나타낸다. 상기 표 3 및 표 4의 'Number of layers' 항목과 'Number of codewords' 항목을 통해 전송에 이용되는 코드워드 개수 및 레이어 개수의 매핑관계를 알 수 있으며, 'Codeword-to-Layer mapping' 항목은 각 코드워드의 심볼들이 어떻게 레이어에 매핑되는지를 나타낸다.
- [66] 상기 표 3 및 표 4를 통해 알 수 있는 바와 같이 하나의 코드워드는 하나의 레이어에 심볼 단위로 매핑되어 전송될 수도 있으나, 표 4의 두 번째 경우와 같이 하나의 코드워드가 최대 4개의 레이어에 분산되어 매핑될 수도 있다.
- [67] 도 6을 참조하여 레이어와 물리적인 안테나의 매핑관계에 대하여 설명한다. 이하의 설명은 예시적인 것이며, 레이어와 물리적인 안테나의 매핑관계는 임의의 형태를 가질 수 있다. 이하의 설명에서는 MIMO 전송 기법을 지원하는 시스템이 예를 들어 4개의 물리적인 전송 안테나를 가지는 것으로 가정한다. 랭크가 1인 경우에는 하나의 코드워드(CW1)가 하나의 레이어에 매핑되고 프리코딩 기법에 의해 하나에 레이어에서 만들어진 데이터는 4개의 전송 안테나를 통해 전송되도록 인코딩될 수 있다. 랭크가 2인 경우 2개의 코드워드(CW1 및 CW2)가 2개의 레이어로 매핑되고, 프리코더에 의해 4개의 전송 안테나에 매핑되는 형태를 예시적으로 도시하고 있다. 또한, 랭크 3인 경우 2개의 코드워드 중 하나의 코드워드(CW1)는 하나의 레이어에 매핑되고 다른 하나의 코드워드(CW2)는 직-병렬 변환기(S/P)에 의해 2개의 레이어에 매핑되어 총 2개의 코드워드가 3개의 레이어로 매핑된 후, 프리코더에 의해 4개의 전송 안테나에 매핑되는 형태를 도시하고 있다. 또한, 랭크가 4인 경우 2개의 코드워드(CW1 및 CW2) 각각이 직-병렬 변환기에 의해 각각 2개의 레이어에 매핑되어 총 4개의 레이어가 프리코더에 의해 4개의 전송 안테나에 매핑되는 일례를 도시하고 있다.
- [68] 4개의 전송 안테나를 가지는 기지국의 경우 최대 4개의 레이어를 가질 수 있고, 4개의 독립적인 코드워드를 가질 수 있지만, 상기 도 6에서는 코드워드의 개수를 최대 2개만 가지도록 구성된 시스템을 예를 들어 도시하고 있다. 또한, 상술한 바와 같이 두 개의 코드워드(CW1 및 CW2)를 통해 전송되는 정보의 위치가 바뀌어 전송될 수 있다.
- [69] 한편, 프리코더(Precoder)는 보통 M_t (전송 안테나 개수) * v (공간다중화율) 행렬(Matrix)로 표현되며, 송/수신기가 미리 정해놓은 행렬의 집합을 사용하여 상황에 따라 적절히 프리코딩 행렬을 적응적으로 사용한다. 이러한 프리코딩 행렬의 집합을 코드북(codebook)이라 한다.
- [70] 기존의 3GPP LTE 시스템에서는 4 개 이상의 논리적인 안테나 포트(예를 들어, 안테나 포트 0 내지 5)를 이용할 수 있다. 여기서 안테나 포트의 구분은 물리적인

구분이 아니며, 따라서 각 논리 안테나 인덱스를 실제 어떤 물리 안테나 인덱스에 매핑할 것인지에 대해서는 각 제조사별 구현 문제에 해당한다. 안테나 포트와 물리 안테나는 반드시 일대일로 대응될 필요는 없고, 하나의 안테나 포트가 하나의 물리 안테나 또는 다수의 물리 안테나들의 조합인 안테나 어레이에 대응될 수도 있다.

- [71] 3GPP LTE 시스템에서 하향링크 참조 신호로는 (MBSFN 전송과 관련 없는) 셀 특정 참조 신호(Cell-specific reference signals), MBSFN 전송과 관련된 MBSFN 참조 신호 및 UE-특정 참조 신호(UE-specific reference signals)와 같은 3가지 종류의 참조 신호가 이용되고 있다.
- [72] 셀 특정 참조 신호는 각 셀별 셀 ID를 초기값으로 이용하여 생성된 시퀀스를 이용한 참조 신호로서, 셀 특정 참조 신호 전송에는 안테나 포트 0 내지 3번이 이용될 수 있다. 또한 MBSFN 참조 신호는 MBSFN 전송에 대한 하향링크 채널 정보 획득을 위해 이용되며, 안테나 포트 4를 통해 전송되는 참조 신호이다.
- [73] UE-특정 참조 신호는 PDSCH의 단일 안테나 포트 전송에 대해 지원되며, 안테나 포트 5를 통해 전송될 수 있다. 단말(사용자 기기; UE)은 상위 계층(MAC 계층 이상)으로부터 이러한 단말 특정 참조 신호가 존재하여 PDSCH 복조(demodulation)에 이용될 수 있는지 여부에 대해 전달받을 수 있다. UE-특정 참조 신호는 특정 단말에 대한 데이터 전송의 빔포밍을 가능하게 한다. 예를 들어, 기지국은 인접하게 위치한 물리 안테나들의 어레이(하나의 안테나 포트)를 이용해서 특정 단말에 대한 지향성 전송을 생성할 수 있다. 상이한 물리 안테나들로부터의 신호는 적절하게 위상(phase)이 설정되어 단말의 위치에서 모두 합쳐질 수 있다. 이러한 지향성 전송은 단말에게 하나의 안테나로 인식된다. 빔포밍에 의해 형성된 빔은 기지국과 단말 사이에서 상이한 채널 응답을 경험하므로, 단말이 빔포밍된 데이터를 올바르게 복조하도록 하기 위해서 UE-특정 참조 신호의 사용이 요구된다.
- [74] 상술한 UE-특정 참조 신호는 전용 참조 신호(Dedicated Reference Signal; DRS) 또는 프리코딩된 DMRS(precoded DeModulation Reference Signal)에 해당한다. 프리코딩된 참조 신호가 사용되는 경우 공간다중화율에 해당하는 개수만큼의 참조 신호가 전송된다.
- [75] UE-특정 참조 신호는 단일 레이어 빔포밍(랭크 1 전송의 빔포밍) 용도로 사용될 수도 있다. 상술한 바와 같이 UE-특정 참조 신호는 PDSCH 상의 데이터에 대하여 적용된 프리코더와 동일한 프리코더에 의하여 프리코딩되므로, 프리코딩 행렬은 단말에게 투명(transparent)하다. 즉, UE-특정 참조 신호를 사용한 전송의 경우에는 추정된 채널이 프리코딩 가중치를 포함하고 있기 때문에, 프리코딩에 대한 정보 없이 단일 레이어 빔포밍이 구현될 수 있다. 따라서, 프리코딩 정보를 포함하지 않는 제어 신호 정보로 구성되는 DCI 포맷이 단일 레이어 빔포밍을 위해서 사용될 수 있다. 예를 들어, 단일 레이어 빔포밍을 위해서, 상술한 DCI 포맷 중에서 단일 안테나 포트 전송 및 전송 다이버시티에

대하여 정의된 DCI 포맷 1 또는 DCI 포맷 1A가 사용될 수 있다.

- [76] 한편, 기존의 3GPP LTE(Release 8)시스템에서는 UE-특정 참조 신호가 전송되는 안테나 포트는 안테나 포트 5만이 정의되어 있었으므로, 랭크가 2 이상의 경우에는 셀 특정 참조 신호(안테나 포트 0 내지 3)를 이용하여 데이터를 송신할 필요가 있었다. 즉, 각각의 단말은 셀 특정 참조 신호를 통해 획득한 채널 정보와 제어채널을 통해 획득한 프리코딩 가중치 정보를 사용하여 데이터 복조를 수행할 수 있었다.
- [77] 최근, 3GPP LTE 릴리즈-9(release-9)에서는 이중(dual) 레이어 빔포밍(또는 이중 스트림 빔포밍)의 도입이 논의되고 있다. 이중 레이어 빔포밍은 UE-특정 참조 신호(DRS 또는 DMRS) 기반으로 최대 랭크 2의 전송을 지원하는 MIMO 전송 기법을 의미하고, 상술한 단일 레이어 빔포밍의 확장에 해당한다. 이중 레이어 빔포밍에 의하면, 최대 2 개의 활성화된 전송 블록이 각각 2 개의 코드워드에 매핑되어 2 개의 레이어를 통해 전송되고, 레이어 별로 전용 참조 신호가 전송된다. 이중 레이어 빔포밍에 따르면, 기지국이 프리코딩 정보를 각각의 단말에게 알려주지 않아도, 단말은 각각의 레이어 마다 전송되는 UE-특정 참조 신호를 통해 획득한 채널 정보를 사용하여 다중사용자 간섭 없이 기지국으로부터의 MIMO 전송을 수신할 수 있게 된다.
- [78] 이중 레이어 빔포밍을 위한 전용 참조 신호는 TDM(Time Division Multiplexing)/FDM(Frequency Division Multiplexing)/CDM(Code Division Multiplexing) 등의 기법을 통하여 각 레이어가 직교(orthogonal)하도록 설계될 수 있다. 단일 레이어만을 사용하여 전송하는 경우에, 두 개의 레이어를 지원하는 전용 참조 신호 중 단일 레이어 전송되는 레이어에 해당하는 참조 신호를 알려줌으로써 데이터 복조의 성능을 향상시킬 수 있다. 따라서, 하향링크 제어 정보에서 단일 레이어 빔포밍을 위해 사용되는 참조 신호를 지시할 수 있는 비트 필드가 요구된다.
- [79] 또한, 이중 레이어 빔포밍은 2 개의 레이어 또는 단일 레이어를 통하여 데이터를 송수신할 수 있다. 2 개의 레이어를 통해 서로 다른 코드워드가 전송되는 경우는 다중코드워드 단일사용자-다중입출력(MCW SU-MIMO)에 해당한다. 단일 레이어를 사용하는 전송의 경우에는 SU-MIMO 또는 다중사용자-다중입출력(MU-MIMO)으로 동작할 수 있다. 단일 레이어를 사용하여 하나의 사용자에게 데이터가 전송되는 경우는 SU-MIMO에 해당한다. 2 개의 레이어가 각각 서로 다른 사용자를 위해 할당되는 경우는 MU-MIMO에 해당한다. MU-MIMO의 경우에는 각각의 단말이 UE-특정 참조 신호를 통해 획득한 채널 정보를 사용하여 각각의 레이어를 분리할 수 있어야 하므로, 기지국은 각각의 단말에게 해당되는 레이어를 지시하는 정보를 제공하여 단말이 채널을 획득하도록 할 수 있다. 상술한 바와 같이 이중 레이어 빔포밍 기법에서는 최대 2 개의 레이어가 이용되므로, 기지국이 2 개의 레이어 중 하나의 레이어를 지시하기 위해서는 1 비트의 정보가 필요하다.

- [80] SU-MIMO 이중 레이어 빔포밍 전송을 위한 제어 신호로는 DCI 포맷 2A가 사용될 수 있다. 한편, 이중 레이어 빔포밍 기반의 MU-MIMO를 지원하기 위한 DCI 포맷이 또한 결정되어야 하는데, SU-MIMO 이중 레이어 빔포밍과 MU-MIMO의 동적 스위칭(Dynamic Switching)을 지원하는 것을 고려한다면, SU-MIMO와 MU-MIMO 이중 레이어 빔포밍 전송에 대한 하나의 DCI 포맷을 정의하여 해당 DCI 포맷 내에서 SU-MIMO와 MU-MIMO를 구분할 수 있도록 설계하는 것이 바람직하다.
- [81] 또한 3GPP LTE 릴리즈-9 시스템의 동작은 릴리즈-10 시스템의 동작에 포함되도록 정의될 수 있다. 즉, 3GPP LTE 릴리즈-9에서 정의하는 이중 레이어 빔포밍 전송 동작은 3GPP LTE 릴리즈-10 시스템의 환경에서도 문제 없이 동작하도록 정의될 필요가 있다. 이와 관련하여, 3GPP LTE 릴리즈-10 시스템의 DRS 패턴의 오버헤드(즉, DRS가 전송되는 하향링크 자원 요소의 개수)가 전송 랭크에 따라 변경되는 점을 고려할 필요가 있다. 3GPP LTE 릴리즈-10 시스템에서는, 예를 들어, 랭크 1에서 랭크 2까지는 DRS 오버헤드가 동일하게 유지되고, 랭크 3 이상의 DRS 오버헤드는 랭크 2까지의 DRS 오버헤드보다 증가되며, 랭크 3 내지 랭크 8에서는 동일한 DRS 오버헤드를 가지도록, DRS 패턴이 설계될 수 있다. 또는, 랭크 1 내지 랭크 4의 DRS는 동일한 오버헤드를 가지고, 랭크 5 이상의 DRS 오버헤드는 랭크 4까지의 DRS 오버헤드보다 증가되며, 랭크 5 내지 랭크 8에서는 동일한 DSR 오버헤드를 가지도록, DRS 패턴이 설계될 수도 있다. 3GPP LTE 릴리즈-9 시스템에서 이중 레이어 빔포밍은 최대 랭크 2를 가지도록 설계되며, MU-MIMO 방식에서는 각각의 단말에게 하나의 레이어가 할당된다. 이 때, MU-MIMO 동작을 하는 경우에도 랭크 2의 DRS 오버헤드가 유지될 수 있다. 한편, 3GPP LTE 릴리즈-10 시스템에서는 최대 랭크 8 전송을 지원하므로, MU-MIMO 전송이 적용될 때에, 각각의 단말에게는 8보다 작은 레이어가 할당될 수 있다. 따라서, 최대 랭크 8 전송의 경우에는, 전송에 사용된 총 전송 랭크(total transmission rank), 각각의 단말에 대한 전송 랭크 및 각각의 단말에게 할당된 레이어의 정보를 알려주어야만 MU-MIMO가 올바르게 동작할 수 있다.
- [82] 3GPP LTE 릴리즈-9의 DRS 패턴이 릴리즈-10의 DRS 패턴의 부분집합(subset)으로 구성될 수 있고, 릴리즈-9에서 정의하는 전송 모드는 릴리즈-10에서 정의하는 전송 모드들 중 하나로서 정의될 수 있다. 이러한 경우, 릴리즈-9의 이중 레이어 빔포밍만을 위한 DCI 포맷이 구성될 수도 있다. 이하에서는, 릴리즈-9의 전송 모드에서 SU-MIMO와 MU-MIMO를 동시에 지원할 수 있는 DCI 포맷의 설계에 대해서 설명한다.
- [83]
- [84] DCI 포맷의 비트 필드 구성 방안
- [85] 이하에서는 이중 레이어 빔포밍을 지원하기 위하여 기존의 DCI 포맷에서 정의된 필드를 새롭게 해석하는 본 발명의 실시형태에 대하여 설명한다. 기존의

3GPP LTE 표준(예를 들어, 3GPP LTE 릴리즈-8)에서는 DCI 포맷 0, 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2, 2A, 3 및 3A를 정의한다. 간략하게 설명하면, DCI 포맷 0은 상향링크 자원 할당 정보에 대한 것이고, DCI 포맷 1~2는 하향링크 자원 할당 정보에 대한 것이고, DCI 포맷 3, 3A는 임의의 UE 그룹들에 대한 상향링크 TPC(transmit power control) 명령에 대한 것이다.

[86] 기존의 3GPP LTE 표준(Release 8)에서 정의하는 하향링크 제어 정보(DCI) 포맷 2A는 표 5와 같다.

[87] 표 5

[Table 5]

DCI format 2A

Resource Block Assignment		N bits
TPC command for PUCCH		2 bits
Downlink Assignment Index		2 bits
HARQ process number		3 bits(FDD), 4 bits(TDD)
Transport Block to codeword swap flag		1 bit
Transport block 1	MCS	5 bits
	New data Indicator	1 bit
	Redundancy version	2 bits
Transport block 2	MCS	5 bits
	New data Indicator	1 bit
	Redundancy version	2 bits
Precoding information		0 bit (2Tx) 2 bits (4Tx)

[88] DCI 포맷 2A는 2 코드워드 개루프 공간 다중화 전송을 위한 제어 정보 포맷에 해당한다. 개루프 공간 다중화 전송이란 단말로부터의 피드백 없이 공간 다중화 전송이 구현됨을 의미한다. 이러한 의미에서 개루프 방식은 비-채널 종속 프리코딩(non-channel dependent precoding)이 사용되는 것으로 표현할 수도 있다.

[89] 전송 모드는 상위 계층 시그널링에 의해 반-정적으로(semi-statically) 변경될 수 있으며, 전송 모드가 이중 레이어 빔포밍으로 정의되는 경우, 단말이 DCI 포맷 2A를 해석함에 있어서, 개-루프 공간 다중화 전송에 대한 제어 정보가 아닌 다른 의미로서 DCI 포맷 2A의 비트 필드들을 해석하도록 할 수 있다.

[90] DCI 포맷 2A는 최대 2개의 코드워드(전송 블록)를 지원하고, 각각의 전송 블록에 대하여 MCS, NDI 및 RV를 정의한다. 상술한 바와 같이 MCS는 송신단이 이용하는 변조 및 코딩 방식에 대한 정보이고, NDI는 전송되는 데이터가 새로운 데이터인지 재전송되는 데이터인지에 대한 신규 데이터 지시자이며, RV는 재전송의 경우 어떤 서브패킷을 재전송하는 것인지에 대한 리던던시 버전 정보를 의미한다.

[91] N비트로 구성되는 MCS의 2^N 개의 필드는 변조 차수(modulation order) 및 전송 블록 크기(Transport Block Size)로 표현될 수 있다. 일부 필드는 데이터 전송에

사용되는 변조및코딩기법(modulation and coding scheme)을 나타내는데 사용되며, 일부 필드는 변조 차수만을 표현하며 이는 재전송 시에 사용될 수 있다. 또한 일부 필드는 '0' 전송 블록 크기를 나타내는데, 이는 데이터 전송이 이루어지지 않는 것을 표현한다. '0' (zero) 전송 블록 크기를 갖는 MCS의 필드가 지시되었을 때, 전송 블록이 비활성화되었다는 것을 의미할 수 있다. 또는, '0'이 아닌 (non-zero) 전송 블록 크기를 갖는 MCS의 필드가 지시되었을 때에는, 전송 블록이 활성화되었음을 의미할 수 있다.

[92] 한편, 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그는 표 1에서 상술한 바와 같이 두 개의 전송 블록의 두 개의 코드워드로의 매핑관계에 대한 스왑 여부를 나타낸다.

[93] DCI 포맷 2A에 정의된 프리코딩 정보는 전송 랭크에 대한 정보를 제공한다. 프리코딩 정보는 안테나 포트 2 개에 의한 전송의 경우에는 0 비트로 설정되고(즉, 존재하지 않고), 안테나 포트 4 개에 의한 전송의 경우에 2 비트로 설정된다. 4 안테나 포트에 대한 프리코딩 정보 필드의 내용은 다음 표 6과 같이 정의될 수 있다.

[94] 표 6

[Table 6]

One codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 disabled		Two codewords: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Bit field mapped to index	Message	Bit field mapped to index	Message
0	4 layers: Transmit diversity	0	2 layers: precoder cycling with large delay CDD
1	2 layers: precoder cycling with large delay CDD	1	3 layers: precoder cycling with large delay CDD
2	reserved	2	4 layers: precoder cycling with large delay CDD
3	reserved	3	reserved

[95] DCI 포맷 2A에 의하는 경우, 랭크 1인 경우(하나의 코드워드가 활성화되는 경우)에는 전송 다이버시티 전송을 하고, 랭크 2인 경우에는 두 개의 코드워드를 갖는 공간 다중화 전송을 한다. 랭크에 따라 전송 다이버시티 또는 공간 다중화의 적용 방식은, 아래의 표 7 및 8 과 같이 정해질 수 있다.

[96] 표 7

[Table 7]

2Tx	Transmit diversity	
4Tx	Rank 1	Transmit diversity
	Rank 2	Spatial Multiplexing

[97] 표 8

[Table 8]

2Tx	Spatial Multiplexing	
4Tx	Rank 2	Spatial Multiplexing
	Rank 3	Spatial Multiplexing
	Rank 4	Spatial Multiplexing

- [98] 표 7 은 2 개의 전송 블록들 중에서 어느 하나의 전송 블록이 활성화(enable)되는 경우를 나타내고, 표 8은 2 개의 전송 블록이 모두 활성화되는 경우를 나타낸다. 표 7 의 경우에는 전송블록-대-코드워드 스위칭 플래그가 필요하지 않지만, 표 8 의 경우에는 2 개의 전송블록이 어떤 코드워드에 매핑되는지를 결정하기 위해서 전송블록-대-코드워드 스위칭 플래그가 필요하다.
- [99] 랭크에 대한 지시는 명시적으로(explicitly) 또는 묵시적으로(implicitly) 이루어질 수 있다. 명시적인 랭크 지시는 별도의 랭크 지시자를 정의하는 방법에 의할 수 있다.
- [100] 한편, 랭크 지시자를 설정하지 않고, 묵시적인 방법으로 단말이 랭크에 대한 정보를 획득할 수도 있다. 이와 관련하여, 전송 블록의 MCS 정보 및 RV에 의하여, 전송 블록의 활성화 여부가 지시될 수 있다. DCI 포맷 2A에서는, 예를 들어, 전송 블록의 MCS 인덱스의 값이 0으로 설정되어 전송 블록 크기가 0임을 나타내면 전송이 이루어지지 않음을 의미하므로, 그 전송 블록이 비활성화됨을 지시할 수 있다. 전송 블록의 크기가 0이 아닌 경우에는 그 전송 블록이 활성화됨을 지시할 수 있다. 또는, MCS 인덱스의 값이 0으로 설정되고 RV 가 1로 설정되는 경우에 전송 블록이 비활성화되는 것을 지시하고, 나머지 경우에는 전송 블록이 활성화되는 것을 지시할 수 있다. 따라서, 단말은 2 개의 전송 블록이 모두 활성화되는 경우는 랭크 2 전송에 해당하고, 2 개의 전송 블록 중 하나가 활성화되고 나머지 하나가 비활성화되는 경우에는 랭크 1 전송에 해당함을 묵시적으로 알 수 있다.
- [101] 기존의 DCI 2A 포맷의 정의에 따르면, 두 개의 전송 블록 중 하나의 전송 블록만이 활성화되는 경우에는 전송 블록 대 코드워드 스위칭 플래그는 유보(reserved)되므로, 전송블록-대-코드워드 스위칭 플래그를 다른 의미를 나타내는 것으로 해석하도록 정의할 수 있다.
- [102] 예를 들어, 랭크 1 전송의 경우에, DCI 포맷 2A의 전송블록-대-코드워드 스위칭 플래그는, 단일 레이어 빔포밍을 위해 사용되는 전송 블록, 코드워드 또는 레이어에 대한 인덱스를 나타내는 정보로서 사용될 수도 있다.
- [103] 또는, 전송블록-대-코드워드 스위칭 플래그는, 3GPP LTE 릴리즈-9 와 릴리즈-10 에서 정의되는 DRS를 사용함에 있어서, DRS 오버헤드가 변경되는지 여부를 알려주는 지시자로서 사용될 수도 있다. 예를 들어, 3GPP LTE 릴리즈-10 의 DRS 오버헤드가 릴리즈-9 의 DRS 오버헤드에 비하여 증가되는 경우에, 릴리즈-9

에서 DRS를 위해 사용되지 않은 자원요소(RE) 중 일부는 릴리즈-10에서의 RS 전송을 위해 사용되어야 하는데, 릴리즈-9 단말이 이에 대해 인식하지 못하면 해당 자원요소 상에서 RS가 아닌 다른 정보(예를 들어, 데이터)가 전송되는 것으로 해석하여, 하향링크 신호를 올바르게 수신하지 못할 수도 있다. 따라서, 전송블록-대-코드워드 스왑 플래그를 통해서 DRS 오버헤드가 증가되었음을 단말에게 알려주도록 설정하는 경우에, 릴리즈-9 단말은 릴리즈-10에서 정의되는 RS가 전송되는 자원요소 위치는 널 자원요소(Null RE)로 인식하도록 동작하여, 하향링크 신호를 올바르게 수신하도록 할 수도 있다.

[104] 또는, 랭크 1 전송의 경우에 전송블록-대-코드워드 스왑 플래그는, 랭크 1 전송이 단일 레이어 빔포밍 전송인지 또는 전송 다이버시티 전송인지를 나타내는 플래그로서 사용될 수도 있다.

[105] 이하에서는, 전술한 제안들에 부가하여, DCI 포맷 2A의 비트 필드를 새롭게 해석하는 본 발명의 다양한 실시예들에 대하여 보다 구체적으로 설명한다.

[106] 실시형태 1

[107] 상술한 DCI 포맷 2A의 일부 비트필드를 새롭게 해석하는 본 발명의 일 실시형태에 대하여 설명한다.

[108] 이하의 실시예들에서 2개의 전송블록 중 하나의 전송블록 만이 활성화되는지 여부는, 명시적인 시그널링으로 통해 단말에게 알려질 수도 있고, 또는 묵시적으로 (즉, 해당 전송 블록의 MCS 값 및/또는 RV 값을 통해서) 단말에게 알려질 수도 있다.

[109] 실시예 1-1은 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그를 코드워드 지시자로서 이용하는 것이다.

[110] 기존의 DCI 2A 포맷의 정의에 따르면, 두 개의 전송 블록 중 하나의 전송 블록만이 활성화되는 경우에는 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그는 유보(reserved)되고, 전송 블록 1 및 2 모두 코드워드 0에 매핑되는 것으로 정의되어 있다(표 2 참조). 본 실시예에서는 2개의 전송 블록 중 하나만 활성화되는 경우에 하나의 전송 블록이 매핑되는 코드워드에 대한 지시자로서 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그를 이용하는 방안을 제안한다. 즉, 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그는 단일 레이어 빔포밍을 위해 사용되는 코드워드에 대한 인덱스를 나타내는 정보로서 재사용될 수 있다.

[111] 본 실시예에 따르면, 두 개의 전송 블록 중 하나만이 활성화되는 경우에 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그가 유보되지 않고 1비트 값으로 주어지는 것으로 정의될 수 있다. 이에 따라, 두 개의 전송 블록 중 하나만이 활성화된 경우에 스왑 플래그의 논리값이 제 1 값인 경우에는, 전송 블록 1 만이 활성화되면 전송 블록 1을 코드워드 0에 매핑하고, 전송 블록 2 만이 활성화되면 전송 블록 2를 코드워드 1에 매핑하는 것으로 해석할 수 있다. 한편, 두 개의 전송 블록 중 하나만이 활성화된 경우에 스왑 플래그의 논리값이 제 2 값인 경우, 전송 블록 1 만이 활성화되면 전송 블록 1을 코드워드 1에 매핑하고, 전송 블록 2 만이

활성화되면 전송 블록 2는 코드워드 0에 매핑하는 것으로 해석할 수 있다.

- [112] 스왑 플래그의 제 1 논리값은 0 또는 off에 해당하고 제 2 논리값은 1 또는 on에 해당할 수 있다. 제 1 및 제 2 논리값은 1/0 또는 on/off의 임의의 형태를 가질 수 있으며, 전술한 예시에 제한되는 것은 아니다. 즉, 제 1 논리값이 1 또는 on에 해당하고 제 2 논리값이 0 또는 off에 해당할 수도 있다.

- [113] 제 1 값 또는 제 2 값의 논리값이 나타내는 의미는, 이하의 본 발명의 다른 실시예들에서 다른 비트 필드에 대해서도 동일하게 적용될 수 있다. 즉, 어떠한 비트 필드가 제 1 값 또는 제 2 값의 논리값을 가진다는 것은, 1/0 또는 on/off와 같은 논리값을 가짐을 의미한다.

- [114] 표 9 및 10은 상기 실시예 1-1에 대한 전송 블록 대 코드워드 매핑 관계를 나타낸다.

- [115] 표 9

[Table 9]

TB to CW mapping swap flag (one TB enabled) = 0			
TB 1	TB 2	CW 0	CW 1
enabled	disabled	TB 1	-
disabled	enabled	-	TB 2

- [116] 표 10

[Table 10]

TB to CW mapping swap flag (one TB enabled) = 1			
TB 1	TB 2	CW 0	CW 1
enabled	disabled	-	TB 1
disabled	enabled	TB 2	-

- [117] 실시예 1-2는 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그를 코드워드 지시자로 이용하는 것이다.

- [118] 본 실시예에 의하면, 두 개의 전송 블록 중 하나만이 활성화되는 경우에 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그가 유보되지 않고 1비트 값으로 주어지는 것으로 정의될 수 있다. 두 개의 전송 블록 중 하나만이 활성화된 경우에 스왑 플래그의 논리값이 제 1 값(0 또는 off)인 경우에는, 활성화된 전송 블록을 코드워드 0에 매핑되는 것으로 해석할 수 있다. 한편, 두 개의 전송 블록 중 하나만이 활성화된 경우에 스왑 플래그의 논리값이 제 2 값(1 또는 on)인 경우, 활성화된 전송 블록을 코드워드 1에 매핑하는 것으로 해석할 수 있다. 표 11 및 12는 상기 실시예 1-2에 대한 전송 블록 대 코드워드 매핑 관계를 나타낸다.

- [119] 표 11

[Table 11]

TB to CW mapping swap flag (one TB enabled) = 0			
TB 1	TB 2	CW 0 (enabled)	CW 1 (disabled)
enabled	disabled	TB 1	-
disabled	enabled	TB 2	-

- [120] 표 12

[Table 12]

TB to CW mapping swap flag (one TB enabled) = 1			
TB 1	TB 2	CW 0 (disabled)	CW 1 (enabled)
enabled	disabled	-	TB 1
disabled	enabled	-	TB 2

- [121] 실시예 1-3 은 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그를 레이어 지시자로 이용하는 것이다.
- [122] 본 실시예에 의하면, 두 개의 코드워드 중 하나의 코드워드만이 활성화되고 다른 하나는 비활성화되는 경우에, 스왑 플래그의 논리값이 제 1 값(0 또는 off)인 경우에는 단말은 제 1 레이어의 채널 정보를 획득하는 것으로 해석하고, 스왑 플래그의 논리값이 제 2 값(1 또는 on)인 경우에는 제 2 레이어의 채널 정보를 획득하는 것으로 해석할 수 있다.
- [123] 한편, 2 개의 코드워드 중 하나의 코드워드만이 활성화되는 경우에 전송 다이버시티 방식으로 전송되는 것이 지시되면, 2 레이어 기반의 전송 다이버시티 기법이 적용될 수 있다. 단말은 각각의 레이어를 통하여 전송되는 전용 참조 신호로부터 2 개의 채널에 대한 채널 정보를 획득할 수 있다. 이 경우의 코드워드 대 레이어 매핑관계는 상기 표 4의 매핑관계를 따를 수 있다.
- [124] 실시예 1-4 는 비활성화되는 전송 블록의 신규데이터지시자(NDI) 또는 리던던시 버전(RV)필드를 재사용하는 방안에 대한 것이다.
- [125] 상술한 바와 같이 DCI 포맷 2A에서는 전송 블록에 대하여 MCS, NDI 및 RV 필드가 정의된다. 두 개의 전송 블록 중 하나의 전송 블록이 활성화되고 다른 하나의 전송 블록은 비활성화되는 경우에, 비활성화되는 전송 블록의 NDI 필드 또는 RV 필드는 다른 용도로 사용될 수 있다. 전송 블록의 활성화 여부는 상술한 바와 같이 전송 블록의 MCS 인덱스 값이 0 인 경우, 또는 MCS 인덱스 값이 0이고 RV 값이 1 인 경우에 그 전송 블록은 비활성화되는 것으로 설정될 수 있다.
- [126] 이중 레이어 빔포밍 기법에서는 최대 2 개의 레이어가 이용되므로, 기지국은 DCI 정보 중에서 1 비트의 필드를 이용하여 2 개의 레이어 중 단일 안테나 포트 전송에 이용되는 하나의 레이어 또는 안테나 포트를 지시할 수 있다. 예를 들어, 표 13과 같이, 비활성화된 전송 블록의 NDI 값이 제 1 값인(또는 0)인 경우에 전송에 이용되는 레이어가 제 1 레이어인 것을 지시하고, 비활성화된 전송 블록의 NDI 값이 제 2 값(또는 1)인 경우에 전송에 이용되는 레이어가 제 2 레이어인 것을 지시하는 것으로 해석할 수 있다.
- [127] 표 13

[Table 13]

Indication of antenna port(or layer) for single-antenna port(or layer) transmission (one TB disabled)	
New Data Indicator of the disabled TB	Antenna port(or layer)
0	1 st antenna port(or layer)
1	2 nd antenna port(or layer)

- [128] 한편, 비활성화되는 전송 블록의 NDI 필드를 이용하는 대신에, RV 필드를 이용하여 레이어를 지시할 수도 있다. 전송 블록의 MCS 인덱스 값이 0인 경우에 그 전송 블록이 비활성화임을 나타내는 경우에는, 비활성화된 전송 블록의 RV 필드 값이 제 1 값(또는 0)인 경우에 제 1 레이어를 지시하고, RV 필드 값이 제 2 값(또는 1)인 경우에 제 2 레이어를 지시하는 것으로 해석할 수도 있다.
- [129] 실시예 1-4-1로서, 비활성화된 전송 블록의 NDI 또는 RV 필드를 통해, 활성화된 전송블록이 매핑되는 레이어 번호(또는 인덱스)를 지정할 수 있다. 표 5에서 설명한 바와 같이 DCI 포맷 2A의 NDI 필드는 1 비트 크기를 가지고, RV 필드는 2 비트 크기를 가진다. 따라서, 비활성화된 전송 블록에 관련된 NDI 및 RV를 위한 총 3 비트의 전부 또는 일부를 이용하여 전송에 사용되는 레이어를 나타낼 수 있다.
- [130] 예를 들어, 최대 2개의 랭크를 지원하는 전송기법의 경우에는 2개의 레이어를 사용한다. 이 경우에는, NDI 또는 RV를 위한 비트 중 1 비트를 사용하여 전송에 사용된 레이어가 1번 레이어 또는 2번 레이어인지를 알려줄 수 있다. 예를 들어, 최대 4개의 랭크를 지원하는 전송기법의 경우에는 4개의 레이어를 사용한다. 이 경우에는, NDI 또는 RV를 위한 비트 중 2 비트를 사용하여 전송에 사용된 레이어가 1번 내지 4번 레이어 중 어떤 레이어인지를 알려줄 수 있다. 예를 들어, 최대 8개의 랭크를 지원하는 전송기법의 경우에는 8개의 레이어를 사용한다. 이 경우에는, NDI 또는 RV를 위한 비트 중 3 비트를 사용하여 전송에 사용된 레이어가 1번 내지 4번 레이어 중 어떤 레이어인지를 알려줄 수 있다.
- [131] 실시예 1-4-2로서, 비활성화된 전송 블록의 NDI 또는 RV 필드를 통해, 활성화된 전송블록이 매핑되는 레이어 그룹의 번호(또는 인덱스)를 지정할 수도 있다. 예를 들어, 전송에 사용되는 레이어를 N 개의 그룹으로 나누고, NDI 및 RV를 위한 총 3 비트 중에서 M 비트를 사용하여, 전송에 사용되는 레이어가 N 개의 레이어 그룹 중 어떤 레이어 그룹인지를 알려줄 수 있다.
- [132] 예를 들어, 4개 레이어를 2개의 그룹으로 나누는 경우 1 비트를 사용하여 레이어 그룹 인덱스를 알려줄 수 있다. 예를 들어, 8개 레이어를 4개의 그룹으로 나누는 경우 2 비트를 사용하여 레이어 그룹 인덱스를 알려줄 수 있다. 예를 들어, 8개 레이어를 2개의 그룹으로 나누는 경우 1 비트를 사용하여 레이어 그룹 인덱스를 알려줄 수 있다.
- [133] 실시예 1-4-3으로서, 비활성화된 전송 블록의 NDI 또는 RV 필드를 통해, RS 오버헤드의 변경 여부를 알려줄 수도 있다. 전술한 바와 같이, 전체 전송 랭크에 따라서 DRS의 오버헤드가 변경될 수 있으며, 랭크에 따른 DRS가 3GPP LTE 릴리즈-10에서는 정의되지만 릴리즈-9에서는 정의되지 않을 수도 있다. 따라서, 릴리즈-9 단말이 릴리즈-10 시스템에서 동작할 때, 릴리즈-9 단말이 인식할 수 있는 RS 오버헤드를 초과하여 RS가 전송되는 경우가 발생할 수 있다. 이와 같은 경우, 릴리즈-9 사용자가 데이터로 인식하는 자원요소(RE)영역에 RS가 전송된다면, 릴리즈-9 단말의 입장에서 데이터를 수신함에 있어서 큰 문제가

발생할 수 있다. 따라서, 데이터 전송이 이루어 지지 않는 자원요소(RE)가 있는지 유무에 대한 것을 릴리즈-9 단말에게 알려줄 필요가 있다.

- [134] 이를 위하여, 비활성화된 전송 블록의 NDI 및/또는 RV를 위한 비트 중 1 비트를 사용하여 RS의 오버헤드의 변경 여부를 알려줄 수 있다. RS 오버헤드 변경에 대한 플래그가 제 1 값(예를 들어, on)을 가지면 릴리즈-9 단말은 릴리즈-10 시스템에서 RS가 전송되는 위치의 자원요소(RE)에서는 데이터를 판독하지 않도록 동작할 수 있다. 또한 유효 코딩 레이트(Effective Coding Rate)를 계산할 때, 증가된 RS 오버헤드를 고려하여 부반송파 개수를 산출할 수 있다. 유효 코딩 레이트는 버스트 크기/(부반송파 개수×변조 차수) ($\text{burst size}/(\text{number of subcarriers} \times \text{modulation order})$)에 따라 계산될 수 있다.
- [135] 실시예 1-4-4로서, 비활성화된 전송 블록의 NDI 또는 RV 필드를 전송 다이버시티 전송 여부에 대한 지시자로 이용할 수 있다.
- [136] 상술한 바와 같이 2 개의 안테나 포트를 사용하는 경우에 DCI 포맷 2A의 프리코딩 정보 필드는 정의되지 않는다. 기존의 DCI 포맷 2A에 의하면, 2 전송 안테나 전송에 대해 프리코딩 정보 필드가 정의되지 않는데, 하나의 코드워드가 활성화되는 경우(즉, 랭크 1의 경우)는 전송 다이버시티 방식에 따라 동작하도록 정의되어 있다. 이러한 DCI 포맷 2A를 이중 레이어 빔포밍을 위해 사용하는 경우에 랭크 1 전송에서 불명확함이 발생하게 된다. 즉, 랭크 1 전송이 전송 다이버시티 전송인지 랭크 1 빔포밍인지가 명확하게 지시되지 않는 문제점이 있다.
- [137] 구체적으로, 프리코딩 정보 필드가 정의되지 않는 경우에 랭크 1 빔포밍인지 랭크 2 빔포밍인지 여부를 두 개의 코드워드가 모두 활성화인지 여부에 의하여 알 수 있도록 되어 있다. 이와 관련하여, 이중 레이어 빔포밍 방식에서도 기본적인 전송 방식으로 전송 다이버시티를 정의할 필요가 있는데, 전송 다이버시티 방식도 랭크 1 전송에 해당하므로, 하나의 코드워드가 비활성화되었다는 것만으로는 랭크 1 빔포밍인지 전송 다이버시티 방식인지 확실하게 나타낼 수 없다. 따라서, 하나의 코드워드가 비활성화되는 경우에 전송 다이버시티 전송인지 랭크 1 빔포밍인지 여부를 확실하게 나타낼 필요가 있다.
- [138] 이를 위하여, 비활성화되는 전송 블록의 NDI 또는 RV 필드를 이용하여 전송 다이버시티 전송인지 여부를 나타내도록 정의할 수 있다. 예를 들어, 비활성화되는 전송 블록의 NDI 값이 제 1 값인 경우에 전송 다이버시티 전송임을 나타내고, NDI 값이 제 2 값인 경우에 랭크 1 빔포밍임을 나타낼 수 있다. 전송 다이버시티 전송의 경우에, 단말은 셀 특정 참조 신호(CRS)를 사용하여 데이터 복조를 수행하도록 설정될 수도 있고, 또는 2 개의 레이어 전송을 위한 전용 참조 신호(DRS)를 사용하여 데이터 복조를 수행하도록 설정될 수도 있다.
- [139] 실시예 1-5 는 3GPP LTE 릴리즈-10 에서 정의되는 RS 가 전송되는 자원요소 위치를 릴리즈-9 단말이 널 자원요소(Null RE)로 인식하도록 동작하는 것을

지원하는 방안에 대한 것이다. 이를 위하여 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그가 릴리즈-10에서 정의되는 DRS 전송을 위해 널링(nulling)되는 자원요소(RE)가 존재하는지 여부를 알려주는 지시자로서 사용될 수 있다.

[140] 예를 들어, 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그가 제 1 값(예를 들어, 0)을 가지는 경우에, 릴리즈-9 DRS 패턴이 사용되는 것을 나타낼 수 있다. 이 경우, 전송 블록 1이 활성화되고 전송 블록 2가 비활성화되는 경우에는 레이어 0을 통하여 전송되고, 전송 블록 1이 비활성화되고 전송 블록 2가 활성화되는 경우에는 레이어 1을 통해서 전송되는 것으로 설정될 수 있다.

[141] 예를 들어, 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그가 제 2 값(예를 들어, 1)을 가지는 경우에, 릴리즈-9 DRS 패턴이 사용되면서 널 자원요소(null RE)가 존재하는 것을 나타낼 수 있다. 이 경우, 전송 블록 1이 활성화되고 전송 블록 2가 비활성화되는 경우에는 레이어 0을 통하여 전송되고, 전송 블록 1이 비활성화되고 전송 블록 2가 활성화되는 경우에는 레이어 1을 통해서 전송되는 것으로 설정될 수 있다.

[142] 상기 실시예 1-5에 있어서, 전송 블록과 코드워드 매핑 관계는 상기 표 2와 같이 설정될 수 있다.

[143] 실시예 1-6은 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그 필드를 전송 방식을 나타내는 지시자로 이용하는 것이다.

[144] 본 실시예에서는, 두 개의 전송 블록 중 하나의 전송 블록만이 활성화되는 경우에, 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그의 값에 따라서 전송 다이버시티 방식 또는 단일 레이어 빔포밍 방식 중 하나를 지시할 수 있다. 예를 들어, 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그 값이 제 1 값(예를 들어, 0)인 경우에 전송 다이버시티 방식임을 나타낼 수 있다. 스왑 플래그 값이 제 2 값(예를 들어, 1)인 경우에 단일 레이어 빔포밍 방식임을 나타낼 수 있다. 이 경우, 전송 블록 1이 활성화되고 전송 블록 2가 비활성화되는 경우에는 레이어 0을 통하여 전송되고, 전송 블록 1이 비활성화되고 전송 블록 2가 활성화되는 경우에는 레이어 1을 통해서 전송되는 것으로 설정될 수 있다.

[145] 실시예 1-7은 DCI 포맷 2A에서 정의된 프리코딩 정보 필드를 이중 레이어 빔포밍을 위하여 새롭게 해석하는 것이다.

[146] 개루프 공간 다중화를 위해 정의된 DCI 포맷 2A에 있어서 프리코딩 정보 필드는 2안테나 포트 전송의 경우에는 0비트로 설정되고, 4안테나 포트 전송의 경우에는 2비트로 설정된다. 이중 레이어 빔포밍 전송 모드는 최대 2안테나 포트를 사용하는 경우이므로 상술한 바와 같이 프리코딩 정보 필드가 불필요하여 '프리코딩 정보' 필드는 0비트로 설정될 수 있으며, 이중 레이어 빔포밍의 전송 모드에서 프리코딩 정보 필드를 위한 비트가 할당되더라도 해석하지 않도록 정의될 수 있다.

[147] 한편, 상술한 표 6과 같이 기존의 DCI 포맷 2A에서는 4안테나 포트를 위한 프리코딩 정보 필드에서 유보된 비트 필드(예를 들어, 하나의 코드워드가

활성화된 경우에는 비트 필드 2 및 3, 두 개의 코드워드가 활성화된 경우에는 비트 필드 3)가 존재한다. 이들 유보된 비트 필드를 이중 레이어 빔포밍을 위하여 정의할 수도 있다.

[148] 위와 같은 DCI 포맷 2A에 의하면, 상술한 바와 같이 두 개의 코드워드 중 하나의 코드워드 만이 활성화된 경우에, 단일 레이어 프리코딩을 의미하는 것으로 해석될 수도 있고 또는 전송 다이버시티 기법을 의미하는 것으로 해석될 수는 불명확함이 존재한다. 따라서, 이중 레이어 빔포밍이 적용되는 경우에 위와 같은 불명확함을 해소할 수 있도록 하향링크 제어정보를 제공하는 것이 요구된다. 이하에서는, 4 안테나 포트를 위한 프리코딩 정보 필드의 유보된 필드 중 일부를 이중 레이어 빔포밍을 위해서 정의하는 본 발명의 다양한 방안에 대해 설명한다.

[149] 아래의 표 14와 같이, 하나의 코드워드만이 활성화되는 경우에는 4 안테나 포트를 위한 프리코딩 정보 필드의 소정의 비트 값을 통하여 '단일 레이어 프리코딩'임을 명시적으로 나타낼 수 있다.

[150] 표 14

[Table 14]

One codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 disabled		Two codewords: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Bit field mapped to index	Message	Bit field mapped to index	Message
0	4 layers: Transmit diversity	0	2 layers: precoder cycling with large delay CDD
1	2 layers: precoder cycling with large delay CDD	1	3 layers: precoder cycling with large delay CDD
2	Single layer precoding	2	4 layers: precoder cycling with large delay CDD
3	reserved	3	reserved

[151] 또는, 아래의 표 15와 같이 4 안테나 포트를 위한 프리코딩 정보 필드에서 RS 오버헤드의 변경 여부를 지시할 수도 있다. 구체적으로, 3GPP LTE 릴리즈-10 시스템에서 릴리즈-9 단말이 동작하는 경우에, 전술한 바와 같이 RS 오버헤드에 변경이 발생할 수 있다. 이러한 경우, 릴리즈-10 단말에 대해 추가적으로 정의되는 RS 위치는 릴리즈-9 단말이 알 수 없으므로, 릴리즈-9 단말의 하향링크 데이터 복조에 심각한 성능 열화가 발생할 수 있다. 따라서, RS 오버헤드가 증가된 것에 대한 정보를 릴리즈-9 단말에게 알려줄 필요가 있으며, DCI 포맷 2A의 4 안테나 포트를 위한 프리코딩 정보 필드의 소정의 비트 값을 이용하여 랭크 1 프리코딩 및 랭크 2 프리코딩에서 RS 오버헤드가 증가된 것에 대한 정보를 알려줄 수 있다.

[152] 표 15

[Table 15]

One codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 disabled		Two codewords: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Bit field mapped to index	Message	Bit field mapped to index	Message
0	4 layers: Transmit diversity	0	2 layers: precoder cycling with large delay CDD
1	2 layers: precoder cycling with large delay CDD	1	3 layers: precoder cycling with large delay CDD
2	<u>Single layer precoding</u>	2	4 layers: precoder cycling with large delay CDD
3	<u>Single layer precoding (RS overhead increase)</u>	3	<u>2 layers: Precoding without CDD (RS overhead increase)</u>

[153] 또는, 아래의 표 16과 같이 4 안테나 포트를 위한 프리코딩 정보 필드에서 단일 레이어 프리코딩임을 나타냄과 동시에 단일 레이어 프리코딩에 해당하는 레이어가 제 1 및 제 2 레이어 (레이어 0 또는 레이어 1)중 무엇인지를 지시할 수도 있다.

[154] 표 16

[Table 16]

One codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 disabled		Two codewords: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Bit field mapped to index	Message	Bit field mapped to index	Message
0	Transmit Diversity	0	<u>2 layers: precoding without CDD</u>
1	<u>Single layer precoding (layer 0)</u>	1	-
2	<u>Single layer precoding (layer 1)</u>	2	-
3	-	3	-

[155] 상기 표 16에서는 하나의 코드워드만이 활성화되는 경우 프리코딩 정보 필드의 비트 필드 0은 전송 다이버시티를 나타낸다. 이 경우 단말은 셀 특정 참조 신호(CRS)를 사용하여 데이터 복조를 수행하도록 설정될 수도 있고, 또는 2 개의 레이어 전송을 위한 전용 참조 신호(DRS)를 사용하여 데이터 복조를 수행하도록 설정될 수도 있다.

[156] 또는, 아래의 표 17과 같이 4 안테나 포트를 위한 프리코딩 정보 필드에서 RS 오버헤드의 변경 여부를 지시하는 동시에 단일 레이어 프리코딩에 해당하는 레이어가 제 1 및 제 2 레이어 (레이어 0 또는 레이어 1)중 무엇인지를 지시할 수도 있다.

[157] 표 17

[Table 17]

One codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 disabled		Two codewords: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Bit field mapped to index	Message	Bit field mapped to index	Message
0	<u>Single layer precoding (layer 0)</u>	0	<u>2 layers: precoding without CDD</u>
1	<u>Single layer precoding (layer 1)</u>	1	<u>2 layers: precoding without CDD (RS overhead increase)</u>
2	<u>Single layer precoding (layer 0) (RS overhead increase)</u>	2	-
3	<u>Single layer precoding (layer 1) (RS overhead increase)</u>	3	-

- [158] 표 17에 있어서, 하나의 코드워드만이 활성화되고 전송 다이버시티 전송의 경우에, 단말은 셀 특정 참조 신호(CRS)를 사용하여 데이터 복조를 수행하도록 설정될 수도 있고, 또는 2 개의 레이어 전송을 위한 전용 참조 신호(DRS)를 사용하여 데이터 복조를 수행하도록 설정될 수도 있다.
- [159] 전술한 본 발명의 일 실시형태에 의하면 이중 레이어 빔포밍에서 SU-MIMO와 MU-MIMO를 동시에 지원할 수 있는 DCI 포맷이 제공된다. 즉, 이중 레이어 빔포밍과 단일 레이어 빔포밍을 위해 사용되는 DCI 포맷이 동일한 비트 필드 크기를 갖도록 할 수 있으며, 이들 간의 전환(switching)은 본 발명에서 제안하는 수정된 DCI 포맷 2A 를 포함하는 PDCCH의 전송을 통해서 동적으로 수행될 수 있다.
- [160] 실시형태 2
- [161] 다음으로, 기존의 DCI 포맷 1A 또는 DCI 포맷 1D의 비트 필드를 이중 레이어 빔포밍을 위하여 새롭게 해석하는 본 발명의 다른 실시형태에 대하여 설명한다.
- [162] 표 18은 기존의 3GPP LTE 표준(예를 들어, 3GPP LTE 릴리즈-8)에서 정의하는 DCI 포맷 1 및 1A를 도시한다. DCI 포맷 1/1A 는 단일 안테나, 단일 스트림, 전송 다이버시티 전송 등 랭크 1 전송에서 사용되는 제어 정보들을 포함한다.
- [163] 표 18

[Table 18]

DCI format 1	
Resource Allocation Header	1 bit
Resource block assignment	N bits
Modulation and coding scheme	5 bits
HARQ process number	3 bits (FDD), 4 bits(TDD)
New data Indicator	1 bit
Redundancy version	2 bits
TPC command for PUCCH	2 bits
Downlink Assignment Index	2 bits

DCI format 1A	
Flag for format 0/1A differentiation	1 bit
Localized/Distributed VRB assignment Flag	1 bit
Resource block assignment	N bits
Modulation and coding scheme	5 bits
HARQ process number	3 bits (FDD), 4 bits(TDD)
New data Indicator	1 bit
Redundancy version	2 bits
TPC command for PUCCH	2 bits
Downlink Assignment Index	2 bits

- [164] DCI 포맷 1A는 다양한 전송 모드에서 하나의 PDSCH 코드워드의 컴팩트(compact) 스케줄링을 위하여 정의된 것이며, 전송 다이버시티 전송에 이용될 수 있다. 본 발명에서는 이러한 DCI 포맷 1A를 이중 레이어 빔포밍을 위하여 새롭게 해석하는 방안들을 제안한다. 이중 레이어 빔포밍이 전송 모드로서 정의된 경우(상술한 바와 같이 전송 모드는 상위 계층 시그널링에 의하여 반-정적으로 설정됨)에 단말이 위와 같은 DCI 포맷 1A를 해석함에 있어서 전송 다이버시티에서와는 다른 의미로 일부 비트 필드를 해석할 수 있다.
- [165] 기존의 DCI 포맷 1A에 정의된 필드 중에서, '포맷 0/포맷 1A 구별에 대한 플래그(Flag for format 0/format 1A differentiation)'는 1 비트로 설정되며, '포맷 0/포맷 1A 구별에 대한 플래그'의 0 값은 포맷 0을 나타내고, 1 값은 포맷 1A를 나타낸다. 포맷 1A는 포맷 1A CRC가 C-RNTI로 스크램블된 경우에만 PDCCH 오더에 의하여 개시되는 임의 접속 절차(random access procedure)에 사용된다.
- [166] 또한, 기존의 DCI 포맷 1A에 정의된 필드 중에서 '국부형/분산형 가상 자원 블록(VRB) 할당 플래그(Localized/Distributed VRB assignment Flag)'는 1 비트로 설정되며, '포맷 0/포맷 1A 구별에 대한 플래그'가 1로 설정되는 경우(즉, 포맷 1A를 나타내는 경우)에는 0으로 설정된다. 다른 경우(즉, 포맷 0을 나타내는 경우)에 '국부형/분산형 VRB 할당 플래그'의 0 값은 국부형 VRB 할당을 나타내고, 1 값은 분산형 VRB 할당을 나타낸다.
- [167] 본 발명의 실시예 2-1은 '포맷 0/포맷 1A 구별에 대한 플래그'를 이중 레이어 빔포밍을 위하여 새롭게 해석하는 것이다. 예를 들어, '포맷 0/포맷 1A 구별에 대한 플래그'의 논리값이 제 1 값인 경우에는 전송 다이버시티 전송임을

나타내고, 논리값이 제 2 값인 경우에는 단일 레이어 빔포밍 전송임을 나타낼 수 있다. 상술한 바와 같이, 어떤 비트 필드의 논리값의 제 1 값은 0 또는 off를 나타내고 제 2 값은 1 또는 on을 나타낼 수 있으며, 그 반대일 수도 있다.

[168] 또는, '포맷 0/포맷 1A 구별에 대한 플래그'의 논리값이 제 1 값인 경우에는 전용 참조 신호 패턴에서 제 1 레이어(레이어 0)를 나타내고, 논리값이 제 2 값인 경우에는 제 2 레이어(레이어 1)를 나타내는 것으로 새롭게 정의할 수 있다.

[169] 또는, '포맷 0/포맷 1A 구별에 대한 플래그'의 논리값이 제 1 값인 경우에는 릴리즈-9 DRS 패턴이 사용되는 것을 나타내고, 논리값이 제 2 값인 경우에는 릴리즈-9 DRS 패턴을 사용하면서 릴리즈-10 에서 추가되는 DRS가 전송되는 자원요소(RE)에 대해서 널링(nulling)이 적용되는 것을 나타내도록 정의할 수도 있다.

[170] 실시예 2-2 는 '국부형/분산형 VRB 할당 플래그'를 이중 레이어 빔포밍을 위하여 새롭게 해석하는 것이다.

[171] 예를 들어, '국부형/분산형 VRB 할당 플래그'의 논리값이 제 1 값인 경우에 전송 다이버시티 전송을 나타내고, 논리값이 제 2 값인 경우에는 단일 레이어 빔포밍 전송임을 나타낼 수 있다.

[172] 또는, '국부형/분산형 VRB 할당 플래그'의 논리값이 제 1 값인 경우 전용 참조 신호 패턴에서 제 1 레이어(레이어 0)를 나타내고, 논리값이 제 2 값인 경우에는 제 2 레이어(레이어 1)를 나타낼 수 있다.

[173] 또는, '국부형/분산형 VRB 할당 플래그'의 논리값이 제 1 값인 경우에는 릴리즈-9 DRS 패턴이 사용되는 것을 나타내고, 논리값이 제 2 값인 경우에는 릴리즈-9 DRS 패턴을 사용하면서 릴리즈-10 에서 추가되는 DRS가 전송되는 자원요소(RE)에 대해서 널링(nulling)이 적용되는 것을 나타내도록 정의할 수도 있다.

[174] 실시예 2-3 은 '포맷 0/포맷 1A 구별에 대한 플래그' 및 '국부형/분산형 VRB 할당 플래그'에 대한 2 비트를 이중 레이어 빔포밍을 위하여 새롭게 해석하는 것이다.

[175] 예를 들어, '포맷 0/포맷 1A 구별에 대한 플래그'와 '국부형/분산형 VRB 할당 플래그'에 대한 2 비트 중에서 1 비트는 전송 다이버시티 또는 단일 레이어 빔포밍을 나타낼 수 있다. 여기서, 단일 레이어 빔포밍이 지시되는 경우에는, 나머지 1 비트는 DRS 패턴에서 제 1 레이어 또는 제 2 레이어 중 하나를 나타낼 수 있다.

[176] 또는, '포맷 0/포맷 1A 구별에 대한 플래그'와 '국부형/분산형 VRB 할당 플래그'에 대한 2 비트 중에서 1 비트는 전송 다이버시티 또는 단일 레이어 빔포밍을 나타낼 수 있다. 여기서, 단일 레이어 빔포밍이 지시되는 경우에는, 나머지 1 비트는 릴리즈-10 에서 추가되는 DRS가 전송되는 자원요소(RE)에 대해서 널링(nulling)이 적용되는지 여부를 나타낼 수 있다.

[177] 또는, '포맷 0/포맷 1A 구별에 대한 플래그'와 '국부형/분산형 VRB 할당 플래그'에 대한 2 비트 중에서 1 비트는 전용 참조 신호 패턴에서 제 1

레이어(레이어 0)를 나타내고, 논리값이 제 2 값인 경우에는 제 2 레이어(레이어 1)를 나타낼 수 있다. 이 때, 나머지 1 비트는 릴리즈-10 에서 추가되는 DRS가 전송되는 자원요소(RE)에 대한 널링(nulling)이 적용되는지 여부를 나타낼 수 있다.

[178] 표 19는 기존의 3GPP LTE 표준(Relase 8)에서 정의하는 DCI 포맷 1D를 도시한다.

[179] 표 19

[Table 19]

Localized/Distributed VRB assignment Flag	1bit
Resource Block Assignment	N-bits
MCS	5 bits
HARQ	3 bits(FDD), 4 bits(TDD)
NDI	1 bit
RV	2 bits
TPC command for PUCCH	2 bits
DL Assignment Index	0 bit(FDD), 2bits(TDD)
TPMI Information for precoding	2 bits(2Tx), 4 bits(4Tx)

[180] 기존의 DCI 포맷 1D는 프리코딩 및 전력 오프셋 정보를 가지는 하나의 PDSCH 코드워드의 컴팩트 스케줄링을 위하여 정의된 것이며, 다중 사용자 MIMO(MU-MIMO) 전송에 사용될 수 있다. 본 발명에서는 이러한 DCI 포맷 1D를 이중 레이어 빔포밍을 위하여 새롭게 해석하는 방안들을 제안한다. 이중 레이어 빔포밍이 전송모드로서 정의된 경우에 단말이 위와 같은 DCI 포맷 1D를 해석함에 있어서 MU-MIMO와는 다른 의미로 일부 비트 필드를 해석할 수 있다.

[181] 기존의 DCI 포맷 1D에 정의된 필드 중에서, '프리코딩에 대한 전송된 프리코딩 행렬 지시자(TPMI) 정보(TPMI information for precoding)' 필드는 전송에 사용된 코드북 인덱스를 나타내며, 기지국의 안테나 포트 개수가 2 안테나 포트인 경우에 2 비트로, 4 안테나 포트인 경우에 4 비트로 주어진다.

[182] 본 발명의 실시예 2-4 에 의하면, DCI 포맷 1D의 '프리코딩에 대한 TPMI 정보' 필드를 이중 레이어 빔포밍을 위하여 새롭게 해석할 수 있다.

[183] 예를 들어, '프리코딩에 대한 TPMI 정보'에서 1 비트를 사용하여 전송 다이버시티 전송 또는 단일 레이어 빔포밍을 나타낼 수 있다. 2 비트 또는 4 비트로 주어지는 '프리코딩에 대한 TPMI 정보' 필드에서의 1 비트의 논리값이 제 1 값이면 전송 다이버시티 전송임을, 제 2 값이면 단일 레이어 빔포밍임을 나타낼 수 있다.

[184] 또는, '프리코딩에 대한 TPMI 정보'에서 1 비트를 사용하여, 그 1 비트의 논리값이 제 1 값이면 전용 참조 신호 패턴에서 제 1 레이어(레이어 0)를, 제 2

값이면 제 2 레이어(레이어 1)를 나타낼 수 있다.

- [185] 또는, '프리코딩에 대한 TPMI 정보'에서 1 비트를 사용하여, 릴리즈-10에서 추가되는 DRS가 전송되는 자원요소(RE)에 대한 널링(nulling)이 적용되는지 여부를 나타낼 수 있다.
- [186] 또는, '프리코딩에 대한 TPMI 정보'의 2 비트를 사용하여, 그 중 1 비트는 전용 다이버시티 전송 또는 단일 레이어 빔포밍을 나타내고, 나머지 1 비트는 전용 참조 신호 패턴에서 제 1 레이어 또는 제 2 레이어를 나타낼 수 있다.
- [187] 또는, '프리코딩에 대한 TPMI 정보'의 2 비트를 사용하여, 그 중 1 비트는 전용 다이버시티 전송 또는 단일 레이어 빔포밍을 나타내고, 나머지 1 비트는 릴리즈-10에서 추가되는 DRS가 전송되는 자원요소(RE)에 대한 널링(nulling)이 적용되는지 여부를 나타낼 수 있다.
- [188] 또는, '프리코딩에 대한 TPMI 정보'의 2 비트를 사용하여, 그 중 1 비트는 전용 참조 신호 패턴에서 제 1 레이어 또는 제 2 레이어를 나타내고, 나머지 1 비트는 릴리즈-10에서 추가되는 DRS가 전송되는 자원요소(RE)에 대한 널링(nulling)이 적용되는지 여부를 나타낼 수 있다.
- [189] 실시형태 3
- [190] 이하에서는 이중 레이어 빔포밍을 위한 새로운 DCI 포맷을 정의하는 본 발명의 다른 실시형태에 대하여 설명한다.
- [191] 이중 레이어 빔포밍 방식의 전송에서는, 활성화된 2 개의 전송 블록이 2 개의 코드워드에 매핑되어 2 개의 레이어를 통해 전송될 수 있다. 또한, 단말은 레이어 별로 전송되는 참조신호를 통해 획득한 채널 정보를 사용하여 데이터 복조를 할 수 있다. 2 개의 전송 블록을 전송하기 위하여 각각의 전송 블록에 대해 MCS, NDI 및 RV 가 정의된다. 또한, 2 개의 전송 블록이 2 개의 코드워드에 매핑되는 관계를 변경할 수 있는 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그가 정의되며, 전송 블록 대 코드워드 매핑의 스와핑을 통해서 보다 강건한 데이터 전송이 달성될 수 있다.
- [192] 이중 레이어 빔포밍을 위한 전용 참조 신호는 TDM(Time Division Multiplexing)/FDM(Frequency Division Multiplexing)/CDM(Code Division Multiplexing) 등의 기법을 통하여 각 레이어가 직교(orthogonal)하도록 설계될 수 있다. 단일 레이어만을 사용하여 전송하는 경우에, 두 개의 레이어를 지원하는 전용 참조 신호 중 단일 레이어 전송되는 레이어에 해당하는 참조 신호를 알려줌으로써 데이터 복조의 성능을 향상시킬 수 있다. 따라서, 하향링크 제어 정보에서 단일 레이어 빔포밍을 위해 사용되는 참조 신호를 지시할 수 있는 비트 필드가 요구된다.
- [193] DCI 포맷 2A 를 기반으로 이중 레이어 빔포밍을 위한 새로운 (또는 수정된) DCI 포맷을 설계할 때에, 다음과 같은 사항을 고려할 수 있다.
- [194] 상술한 바와 같이 이중 레이어 빔포밍은 최대 랭크 2 를 가지고, 랭크는 전송에 사용되는 전송 블록의 개수와 동일하므로 전송 랭크에 대한 별도의 지시자는

불필요하다. 또한, 단말은 하나의 전송 블록의 MCS 인덱스의 값이 0으로 설정되는 것(또는 MCS 인덱스의 값이 0이고 RV 값이 1로 설정되는 것)에 따라서 해당 전송 블록이 비활성화되는 것을 알 수 있다. 이에 따라, 단말은 두 개의 전송 블록 중 하나가 비활성화되는 경우에는 랭크 1에 해당하고, 두 개의 전송 블록이 모두 활성화되는 경우에는 랭크 2에 해당함을 묵시적으로 인식할 수 있다. 또한, 각각의 레이어 별로 전용 참조 신호(프리코딩된 UE-특정 참조 신호)를 사용하는 경우 프리코딩에 사용되는 가중치 행렬을 지시할 필요가 없으므로, 전용 참조 신호를 사용하는 이중 레이어 빔포밍의 경우에는 하향링크 제어 정보(DCI) 포맷에서 프리코딩 정보 필드는 정의될 필요가 없다.

- [195] 또한, 이중 레이어 빔포밍 전송 모드가 사용되는 경우에(전송모드는 상위계층 시그널링에 의하여 반-정적으로 설정됨), 이중 레이어 빔포밍을 위한 전용 참조 신호가 사용되며, 단말은 2 개의 레이어 또는 단일 레이어로 데이터를 수신할 수 있다. 이중 레이어가 사용되는 경우에는 SU-MIMO로 동작하고, 단일 레이어가 사용되는 경우에는 SU-MIMO 또는 MU-MIMO로 동작할 수 있다. 이중 레이어 빔포밍에서 SU-MIMO 와 MU-MIMO를 구별하지 않기 위해서 양자에 대해 동일한 DCI 포맷을 사용하는 것을 고려할 수 있다. 즉, 이중 레이어 빔포밍과 단일 레이어 빔포밍에 있어서, 동일한 비트 필드 크기를 갖는 DCI에 의하여 제어 정보가 전달되도록 하고, 이중 레이어 빔포밍을 위해 사용되는 비트 필드 중 일부 필드는 단일 레이어 빔포밍을 위한 지시자로 해석되도록 할 수 있다.
- [196] 또한, 이중 레이어 빔포밍 전송 모드가 사용되는 경우에 단일 레이어만 수신하는 단말을 위하여 컴팩트(compact) DCI 포맷이 정의될 수도 있다.
- [197] 표 20을 참조하여 상술한 고려사항을 만족하는 새로운 DCI 포맷의 일례에 대하여 설명한다. 표 20에 표시된 DCI 포맷은 상술한 DCI 2A 와 동일한 필드를 다수 포함하며, 이하에서는 새로운 DCI 포맷과 기존의 DCI 2A 포맷의 차이점을 중심으로 설명한다.
- [198] 표 20

[Table 20]

		Single-layer Beam	Dual-layer Beam
Resource Block Assignment		N bits	N bits
TPC command for PUCCH		2 bits	2 bits
Downlink Assignment Index		2 bits	2 bits
HARQ process number		3 bits(FDD), 4 bits(TDD)	3 bits(FDD), 4 bits(TDD)
Layer Indicator (One codeword case) Transport Block to codeword swap flag (Two codeword case)		1 bit	1 bit
Transport block 1	MCS	5 bits	5 bits
	New data Indicator	1 bit	1 bit
	Redundancy version	2 bits	2 bits
Transport block 2	MCS	5 bits	5 bits
	New data Indicator	1 bit	1 bit
	Redundancy version	2 bits	2 bits
Precoding information		0 bit	0 bit

- [199] 표 20의 DCI 포맷은 단일-레이어 빔포밍과 이중-레이어 빔포밍에 대한 제어 정보를 제공하기 위한 것이다. 단일-레이어 빔포밍과 이중-레이어 빔포밍의 모드 모두에서 자원 블록 할당(Resource Block Assignment), PUCCH에 대한 TPC 명령(TPC command for PUCCH), 하향링크 할당 인덱스(Downlink Assignment Index), HARQ 프로세스 번호(HARQ process number), 전송 블록 1 및 2 각각에 대한 MCS 인덱스, 신규 데이터 지시자(NDI) 및 리던던시 버전(Redundancy version), 그리고 프리코딩 정보가 정의될 수 있고, 이들 필드는 기존의 DCI 포맷 2A에서 정의된 것과 실질적으로 동일한 의미를 갖는다. 그 중에서 프리코딩 정보 필드는 상술한 바와 같이 0 비트로 설정된다.
- [200] 기존의 DCI 포맷 2A와 달리 표 20의 DCI 포맷에서는 '전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그(Transport Block to codeword swap flag)'는 이중 레이어 빔포밍을 위하여 사용된다. 단일 레이어 빔포밍 전송의 경우에는 '전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그'가 '레이어 지시자(Layer Indicator)'로 해석될 수 있다.
- [201] 두 개의 전송 블록이 모두 활성화된 경우에 '전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그'는 전송 블록과 코드워드의 매핑관계를 지시하는 정보로서 사용될 수 있으며, 매핑관계는 상술한 표 1과 같이 정의될 수 있다.
- [202] 하나의 전송 블록이 활성화되고 다른 하나의 전송 블록은 비활성화되는

경우에는, 상술한 표 2와 같이 활성화된 전송 블록이 코드워드 0에 매핑될 수 있다. 이와 같이 하나의 코드워드만 활성화되는 단일 레이어 빔포밍의 경우에는, '전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그'는 '레이어 지시자'로 해석된다. 레이어 지시자의 논리값이 제 1 값(0 또는 off)인 경우에는 제 1 레이어(레이어 X)를 나타내고, 제 2 값(1 또는 on)인 경우에는 제 2 레이어(레이어 Y)를 나타낸다. 또는, 레이어 지시자의 논리값에 있어서, 제 1 값이 1 또는 on을 나타내고 제 2 값이 0 또는 off를 나타낼 수도 있고, 각각 제 1 및 제 2 레이어와의 대응관계를 나타낼 수 있다. 이러한 레이어 지시자의 해석은 아래의 표 21과 같이 설정될 수 있다.

[203] 표 21

[Table 21]

Transport block to codeword swap flag value (Layer Indication flag value)	Codeword 0 (enabled)	Codeword 1 (disabled)
0	Layer X / Antenna port X	
1	Layer Y / Antenna port Y	

[204] '레이어 지시자'는 '안테나 포트 지시자(antenna port indicator)' 또는 '참조신호 위치(RS position)'로도 명명될 수 있으며, 활성화된 코드워드에 대응되는 레이어/안테나 포트 또는 참조신호가 위치하는 레이어(또는 안테나 포트)를 나타내는 것으로 해석될 수 있다. 단말은 레이어 지시자로부터 획득한 정보를 통해 자신에게 유효한 채널 정보가 어떤 레이어의 것인지 구분하여 획득할 수 있다.

[205] 표 20과 같이 정의된 새로운 DCI 포맷에 의하면, 이중 레이어 빔포밍과 단일 레이어 빔포밍을 위한 DCI 포맷이 동일한 크기를 갖도록 설정될 수 있어, SU-MIMO 와 MU-MIMO의 동적 모드 적응(dynamic mode adaptation), 랭크 1과 랭크 2의 동적 랭크 적응(dynamic rank adaptation)이 구현될 수 있다.

[206] 다음으로, 표 22를 참조하여 상술한 고려사항을 만족하는 새로운 DCI 포맷의 다른 실시예에 대하여 설명한다. 표 22에 표시된 DCI 포맷에서 표 20과 공통되는 부분에 대한 설명은 간결성을 위하여 생략한다.

[207] 표 22

[Table 22]

		Single-layer Beam	Dual-layer Beam
Resource Block Assignment		N bits	N bits
TPC command for PUCCH		2 bits	2 bits
Downlink Assignment Index		2 bits	2 bits
HARQ process number		3 bits(FDD), 4 bits(TDD)	3 bits(FDD), 4 bits(TDD)
Transport Block to codeword swap flag (Two codeword case)		1 bit	1 bit
Transport block 1	MCS	5 bits	5 bits
	New data Indicator (Transport block 1 enabled) Layer Indicator (Transport block 1 disabled)	1 bit	1 bit
	Redundancy version	2 bits	2 bits
Transport block 2	MCS	5 bits	5 bits
	New data Indicator (Transport block 2 enabled) Layer Indicator (Transport block 2 disabled)	1 bit	1 bit
	Redundancy version	2 bits	2 bits
Precoding information		0 bit	0 bit

[208] 표 22의 DCI 포맷에서는 기존의 DCI 포맷 2A와 동일하게 '전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그'를 정의한다. 즉, 전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그는 이중 레이어 빔포밍을 위하여 사용되고, 두 개의 코드워드가 활성화되는 경우에 전송 블록과 코드워드의 매핑관계를 지시하는 정보로서 사용될 수 있으며, 매핑관계는 상술한 표 1과 같이 정의될 수 있다. 한편, 하나의 전송 블록이 활성화되고 다른 하나의 전송 블록은 비활성화되는 경우에는, 상술한 표 2와 같이 활성화된 전송 블록이 코드워드 0에 매핑될 수 있다.

[209] 표 22의 DCI 포맷에서는 하나의 전송 블록의 MCS 인덱스 값이 0으로 (또는 MCS 인덱스 값이 0이고 RV 값은 1로) 설정되어 해당 전송 블록이 활성화되고 다른 하나의 전송 블록이 비활성화되는 것을 나타내는 경우에, 단말은 단일 레이어 빔포밍 전송임을 묵시적으로 인지할 수 있다.

[210] 비활성화된 전송 블록에 대한 신규데이터지시자(NDI) 필드는 활성화된 전송 블록의 레이어 지시자로 해석될 수 있다. 예를 들어, 전송 블록 1이 활성화되고 전송 블록 2가 비활성화되는 경우에, 전송 블록 1의 NDI는 활성화된 전송 블록

1을 통하여 전송되는 데이터가 새로운 데이터인지 재전송되는 데이터인지를 나타내고, 전송 블록 2의 NDI 필드는 전송 블록 1에 대한 레이어 지시자(또는 안테나 포트 지시자/참조신호 위치)로 해석될 수 있다. 예를 들어, 비활성화된 전송 블록의 NDI의 논리값이 제 1 값(0 또는 off)인 경우에 제 1 레이어(레이어 X) 또는 제 1 안테나 포트(안테나 포트 X)를 나타내고, 비활성화된 전송 블록의 NDI의 논리값이 제 2 값(1 또는 on)인 경우에 제 2 레이어(레이어 Y) 또는 제 2 안테나 포트(안테나 포트 Y)를 나타낼 수 있다. 또는, NDI 필드의 논리값의 제 1 값이 1 또는 on을 나타내고 제 2 값이 0 또는 off를 나타낼 수도 있고, 각각 제 1 및 제 2 레이어와의 대응관계를 나타낼 수 있다. 단말은 레이어 지시자로부터 획득한 정보를 통해 자신에게 유효한 채널 정보가 어떤 레이어의 것인지 구분하여 획득할 수 있다. 이러한 레이어 지시자의 해석은 아래의 표 23와 같이 설정될 수 있다.

[211] 표 23

[Table 23]

New data indicator of disabled transport block	Codeword 0 (enabled)	Codeword 1 (disabled)
0	Layer X / Antenna port X	
1	Layer Y / Antenna port Y	

[212] 표 22와 같이 정의된 새로운 DCI 포맷에 의하면, 이중 레이어 빔포밍과 단일 레이어 빔포밍을 위한 DCI 포맷이 동일한 크기를 갖도록 설정될 수 있어, SU-MIMO와 MU-MIMO의 동적 모드 적응, 랭크 1과 랭크 2의 동적 랭크 적응이 구현될 수 있다.

[213] 다음으로, 표 24를 참조하여 상술한 고려사항을 만족하는 새로운 DCI 포맷의 또 다른 실시예에 대하여 설명한다. 표 24에 표시된 DCI 포맷에서 표 20과 공통되는 부분에 대한 설명은 간결성을 위하여 생략한다.

[214] 표 24

[Table 24]

		Single-layer Beam	Dual-layer Beam
Resource Block Assignment		N bits	N bits
TPC command for PUCCH		2 bits	2 bits
Downlink Assignment Index		2 bits	2 bits
HARQ process number		3 bits(FDD), 4 bits(TDD)	3 bits(FDD), 4 bits(TDD)
~~Transport Block to codeword swap flag (Two codeword case)~~		~~1 bit~~	~~1 bit~~
Transport block 1	MCS	5 bits	5 bits
	New data Indicator (Transport block 1 enabled) Layer Indicator (Transport block 1 disabled)	1 bit	1 bit
	Redundancy version	2 bits	2 bits
Transport block 2	MCS	5 bits	5 bits
	New data Indicator (Transport block 2 enabled) Layer Indicator (Transport block 2 disabled)	1 bit	1 bit
	Redundancy version	2 bits	2 bits
Precoding information		1/2/3 bit	1/2/3 bit

- [215] 표 24의 DCI 포맷에서는 기존의 DCI 포맷 2A과 달리 '전송 블록 대 코드워드 스왑 플래그'를 정의되지 않을 수도 있다. 이에 따라, 두 개의 코드워드가 모두 활성화되는 경우 코드워드 0은 전송 블록 1에 매핑되고 코드워드 1은 전송 블록 2에 매핑되는 것으로 설정될 수 있다.
- [216] 한편, 하나의 전송 블록이 활성화되고 다른 하나의 전송 블록은 비활성화되는 경우에는, 상술한 표 2와 같이 활성화된 전송 블록이 코드워드 0에 매핑될 수 있다.
- [217] 표 24의 DCI 포맷에서는 전송 블록의 MCS 인덱스 값이 0으로 (또는 MCS 인덱스 값이 0이고 RV 값은 1로) 설정되어 하나의 전송 블록이 활성화되고 다른 하나의 전송 블록이 비활성화됨을 나타내는 경우에, 단말은 단일 레이어 빔포밍 전송임을 묵시적으로 인지할 수 있다.
- [218] 비활성화된 전송 블록에 대한 신규데이터지시자(NDI) 필드는 활성화된 전송 블록의 레이어 지시자로서 해석될 수 있다. 예를 들어, 전송 블록 1이 활성화되고 전송 블록 2가 비활성화되는 경우에, 전송 블록 1의 NDI는 활성화된 전송 블록

1을 통하여 전송되는 데이터가 새로운 데이터인지 재전송되는 데이터인지를 나타내고, 전송 블록 2의 NDI 필드는 전송 블록 1에 대한 레이어 지시자(또는 안테나 포트 지시자, 참조신호 위치)로 해석될 수 있다. 예를 들어, 비활성화된 전송 블록의 NDI의 논리값이 제 1 값(0 또는 off)인 경우에 제 1 레이어(레이어 X) 또는 제 1 안테나 포트(안테나 포트 X)를 나타내고, 비활성화된 전송 블록의 NDI의 논리값이 제 2 값(1 또는 on)인 경우에 제 2 레이어(레이어 Y) 또는 제 2 안테나 포트(안테나 포트 Y)를 나타낼 수 있다. 또는, NDI 필드의 논리값의 제 1 값이 1 또는 on을 나타내고 제 2 값이 0 또는 off를 나타낼 수도 있고, 각각 제 1 및 제 2 레이어와의 대응관계를 나타낼 수 있다. 단말은 레이어 지시자로부터 획득한 정보를 통해 자신에게 유효한 채널 정보가 어떤 레이어의 것인지 구분하여 획득할 수 있다. 이러한 레이어 지시자의 해석은 상술한 표 23과 같이 설정될 수 있다.

[219] 한편, 표 24와 같이 정의된 새로운 DCI 포맷에 있어서, 4 안테나 포트에 대한 프리코딩 정보 필드는 아래의 표 25와 같이 구성될 수 있다.

[220] 표 25

[Table 25]

One codeword: Codeword 0 (/ 1) enabled, Codeword 1 (/ 0) disabled		Two codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Bit field mapped to index	Message	Bit field mapped to index	Message
0	1 layer in group 1	0	2 layers in group 1
1	1 layer in group 2	1	2 layers in group 2
2	1 layer in group 1 (RS overhead increase)	2	3 layers
3	1 layer in group 2 (RS overhead increase)	3	4 layers

[221] 표 25와 같이 구성된 프리코딩 정보를 통하여, 활성화된 코드워드가 매핑되는 레이어 인덱스 및 RS 오버헤드 변경 여부를 알려줄 수 있다. 예를 들어, 활성화된 코드워드가 매핑되는 레이어 그룹의 인덱스 및 해당 레이어 그룹에서 몇 개의 레이어가 전송이 이용되는지를 알려줄 수 있다. 이러한 정보에 부가하여, RS 오버헤드의 변경 여부를 알려줄 수도 있다. RS 오버헤드가 증가된 것에 대한 정보를 릴리즈-9 단말에게 알려주기 위해서, 프리코딩 정보 필드의 소정의 비트 값을 이용하여 랭크 1 전송에서 RS 오버헤드가 증가된 것에 대한 정보를 알려줄 수 있다.

[222] 표 24와 같이 정의된 새로운 DCI 포맷에 의하면, 이중 레이어 빔포밍과 단일 레이어 빔포밍을 위한 DCI 포맷이 동일한 크기를 갖도록 설정될 수 있어,

SU-MIMO 와 MU-MIMO의 동적 모드 적응, 랭크 1과 랭크 2의 동적 랭크 적응이 구현될 수 있다.

- [223] 상술한 표 20, 22 및 24 의 새로운 DCI 포맷은 기존의 DCI 포맷 2 및 2A와 구별되는 DCI 포맷 2B 또는 DCI 포맷 2C (또는 다른 구별되는 DCI 포맷 명칭)로서 지칭될 수 있으며, 이중 레이어 빔포밍에 이용되는 안테나 포트 X 및 Y는 기존의 LTE 표준에서 정의하는 안테나 포트들과 구별되는 안테나 포트 7 및 8로서 지칭될 수 있다.
- [224] 본 발명의 다양한 실시형태들에 의하면 이중 레이어 빔포밍을 지원하기 위하여, 기존의 DCI 포맷을 새롭게 해석하거나, 기존의 DCI 포맷과 구별되는 새로운 DCI 포맷을 정의함으로써, 하향링크 제어 정보를 단말에게 제공할 수 있다. 특히, 이중 레이어 빔포밍에 있어서 랭크 정보를 명시적인 랭크 지시자를 통하여 제공할 필요 없이, 두 개의 전송 블록 중 어느 하나가 비활성화되는지 여부를 전송 블록의 MCS 필드 등을 통하여 묵시적으로 획득할 수 있다. 또한, 최대 2 개의 레이어를 사용하는 전송에 있어서 전송에 이용되는 레이어(안테나 포트)를 지시하기 위해 1 비트의 정보가 필요한데, 두 개의 전송 블록 중에서 비활성화된 전송 블록에 대한 NDI 비트필드를 사용하여 레이어를 지시하는 방법에 의하여 단일 레이어를 사용하는 2 개의 단말에 대한 전송을 지원할 수 있다.
- [225]
- [226] 복조참조신호(DMRS) 기반 다중 사용자-MIMO 전송 방식
- [227] 이하에서는 다중 사용자-MIMO(MU-MIMO) 전송을 지원하는 무선 통신 시스템에서의 신호 송수신에 대한 본 발명의 제안에 대하여 설명한다.
- [228] MIMO 시스템이란 다중 송신 안테나와 다중 수신 안테나를 사용하여 데이터의 송수신 효율을 향상시키는 시스템을 말한다. MIMO 기술은 공간 다이버시티(Spatial diversity) 기법과 공간 다중화(Spatial multiplexing) 기법이 있다. 공간 다이버시티 기법은 다이버시티 이득(gain)을 통해 전송 신뢰도(reliability)를 높이거나 셀 반경을 넓힐 수 있어, 고속으로 이동하는 단말에 대한 데이터 전송에 적합하다. 공간 다중화 기법은 서로 다른 데이터를 동시에 전송함으로써 시스템의 대역폭을 증가시키지 않고 데이터 전송률을 증가시킬 수 있다.
- [229] MIMO 시스템에서는 각각의 송신 안테나마다 독립된 데이터 채널을 가진다. 송신 안테나는 가상 안테나(virtual antenna) 또는 물리 안테나(physical antenna)를 의미할 수 있다. 수신기는 송신 안테나에 각각에 대하여 채널을 추정하여 각 송신 안테나로부터 송신된 데이터를 수신한다. 채널 추정(channel estimation)은 페이딩(fading)에 의하여 생기는 신호의 왜곡을 보상함으로써 수신된 신호를 복원하는 과정을 말한다. 여기서 페이딩이란 무선통신 시스템 환경에서 다중경로(multi path)-시간지연(time delay)으로 인하여 신호의 강도가 급격히 변동되는 현상을 말한다. 채널추정을 위하여는 송신기와 수신기가 모두 알고

있는 참조신호(reference signal)가 필요하다. 또한, 참조 신호는 간단히 RS(Reference Signal) 또는 적용되는 표준에 따라 파일럿(Pilot)으로 지칭될 수도 있다.

- [230] 다양한 하향링크 참조신호 중에서, 데이터 복조를 위한 단말-특정 DMRS(Demodulation RS)가 정의된다. DMRS는 전술한 바와 같이 전용참조신호(DRS)로 표현할 수도 있다. 다중사용자-MIMO (MU-MIMO) 전송에 있어서 단말-특정 DMRS가 사용될 수 있다. 각각의 단말은 프리코딩(precoding) 기반 DMRS를 통하여 획득한 채널 정보를 사용하여 다른 단말과의 간섭 없이 MU-MIMO 동작을 수행할 수 있다.
- [231] 다중 레이어를 지원하는 MU-MIMO 전송에 있어서, 전송 랭크에 따라 DMRS의 오버헤드 및 자원블록 상의 위치가 달라질 수 있다. MU-MIMO 동작을 하는 각 단말이 함께 MU-MIMO 동작을 하는 다른 단말의 존재에 대해 알지 못하는 경우에, 다른 단말에 대한 DMRS가 할당된 자원블록 상의 위치가 자신에 대한 데이터 전송을 위해 할당된 것으로 오인할 수 있어, 데이터 복조시에 오동작이 유발될 수 있다. 따라서, 본 발명에서는 다중 레이어를 지원하는 MU-MIMO 전송에 있어서, 각 단말이 올바르게 동작할 수 있도록 지원하는 방안에 대하여 제안한다.
- [232] 도 7은 3GPP LTE 시스템 (예를 들어, 릴리즈-8 (release-8))에서의 공용참조신호(CRS) 및 전용참조신호(DRS)의 패턴을 설명하기 위한 도면이다. 공용참조신호(CRS)는 셀-특정(cell-specific) 참조신호라 칭할 수도 있고, 전용참조신호는 단말-특정(UE-specific) 참조신호라 칭할 수도 있다.
- [233] 도 7은 일반 CP 경우의 공용참조신호 및 전용참조신호가 맵핑되는 자원요소를 설명하는 도면이다. 도 7에 있어서 가로축은 시간 영역 (OFDM 심볼 단위)을, 세로축은 주파수 영역 (부반송파 단위)을 나타낸다. 참조신호 패턴과 관련하여 일반 CP의 경우에 시간 영역에서 14개의 OFDM 심볼 및 주파수 영역에서 12 개의 부반송파가 자원 블록의 기본 단위가 될 수 있다. 확장된 CP의 경우에는 12 개의 OFDM 심볼 및 12 개의 부반송파가 참조신호 패턴에 대한 자원 블록의 기본 단위가 될 수 있다. 도 7에 도시한 시간-주파수 영역 내에서 가장 작은 사각형 영역은 시간 영역으로 1 OFDM 심볼에, 주파수 영역으로 1 부반송파에 대응하는 영역이다.
- [234] 도 7에 있어서 R_p 는 제p 안테나 포트(port)상에서 참조신호의 전송에 사용되는 자원요소를 표시한다. 예를 들어, R_0 내지 R_3 은 각각 제0 내지 제3 안테나 포트에서 전송되는 공용 참조신호가 맵핑되는 자원요소를 나타내고, R_5 는 제5 안테나 포트에서 전송되는 전용 참조신호가 맵핑되는 자원요소를 나타낸다. 제0 및 제1 안테나 포트에서 전송되는 공용 참조신호는 제0, 제4, 제7 및 제11 OFDM 심볼상에서 6 부반송파 간격으로(하나의 안테나 포트 기준) 전송된다. 제2 및 제3 안테나 포트에서 전송되는 공용 참조신호는 제1 및 제8 OFDM 심볼상에서 6 부반송파 간격으로(하나의 안테나 포트 기준) 전송된다. 전용 참조신호는 매

서브프레임의 제3, 제6, 제9 및 제12 OFDM 심볼상에서 4 부반송파 간격으로 전송된다. 따라서, 하나의 서브프레임의 시간상 연속하는 2 자원블록(자원블록 쌍) 내에서 12개의 전용 참조신호가 전송된다.

- [235] 공용참조신호(CRS) (또는, 셀-특정 참조신호)는 물리 안테나단의 채널을 추정하기 위해 사용되며, 셀 내에 있는 모든 단말(UE)들에게 공용으로 전송되는 참조신호이다. 공용참조신호를 통해 단말에 의하여 추정된 채널 정보는 단일 안테나 전송(Single Antenna Transmission), 전송 다이버시티(Transmit diversity), 폐-루프 공간 다중화(Closed-loop Spatial multiplexing), 개-루프 공간 다중화(Open-loop Spatial multiplexing), 다중-사용자(Multi-User) MIMO(MU-MIMO) 등의 전송 기법으로 송신된 데이터의 복조를 위해 사용될 수 있으며, 또한 단말이 채널을 측정하여 기지국으로 보고하는 용도로 사용될 수 있다. 공용참조신호를 통한 채널 추정 성능을 높이기 위해 셀마다 공용참조신호의 서브프레임 내 위치를 시프트(shift)시켜 다르게 할 수 있다. 예를 들어, 참조신호가 3 부반송파마다 위치하는 경우에, 어떤 셀은 $3k$ 의 부반송파 간격으로, 다른 셀은 $3k+1$ 의 부반송파 간격으로 배치 되도록 할 수 있다.
- [236] 전용 참조신호(DRS) (또는 단말-특정 참조신호)는 데이터 복조를 위해 사용되는 참조신호이다. 이러한 점에서 전용 참조신호를 복조용 참조신호(DMRS)라 칭할 수도 있다. 다중안테나 전송을 할 때 특정 단말에 사용되는 프리코딩 가중치를 참조신호에도 그대로 사용함으로써 단말이 참조신호를 수신했을 때에 각 송신안테나에서 전송되는 프리코딩 가중치와 전송 채널이 결합된 균등 채널(Equivalent channel)을 추정할 수 있도록 한다. 또한, 전용 참조신호는 전송 레이어간에 직교할 것이 요구된다.
- [237] 기존의 3GPP LTE 시스템(예를 들어, 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템)은 최대 4 송신 안테나 전송을 지원하고, 단일 송신 안테나, 2 송신 안테나, 4 송신 안테나를 지원하기 위한 셀-특정 참조신호 및 랭크 1 빔포밍을 위한 단말-특정 참조신호가 정의되어 있다. 한편, 3GPP LTE 릴리즈-9 시스템에서는 하나의 단말이 최대 랭크 2의 전송을 수신할 수 있다.
- [238] 한편, 3GPP LTE의 진화인 LTE-A(Advanced) 시스템(3GPP LTE 릴리즈-10 및 그 후속 표준에 따른 시스템)에서는 높은 차수(order)의 MIMO, 다중-셀 전송, 발전된 다중사용자-MIMO 등이 고려되고 있다. 이에 따라, 하나의 단말에 대해 최대 랭크 8 전송을 수행하는 MIMO 방식이 적용될 수 있다. 또한, LTE-A 시스템에서는 효율적인 참조신호의 운용과 발전된 전송 방식을 지원하기 위하여 전용 참조신호 기반의 데이터 복조를 고려하고 있다. 전술한 바와 같이, 전용 참조신호 기반 데이터 복조는, 예를 들어, 단말이 기지국으로부터의 하향링크 데이터를 수신함에 있어서 그 하향링크 데이터를 복조하기 위한 채널 정보를 전용참조신호로부터 획득하는 것을 의미한다. 또한, 전용 참조신호는 기지국에 의해 하향링크 전송이 스케줄링된 자원블록 및 레이어에만 존재하도록 설정하는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 전용참조신호 기반

최대 랭크 8 전송은, 최대 8 개의 구분되는 전용참조신호가 단말에 대한 데이터와 함께 다중화되어 전송되는 것으로 설명할 수 있다.

- [239] LTE-A 시스템에서 도입되는 최대 랭크 8 전송을 지원하기 위한 전용 참조신호를 무선 자원 상에 배치함에 있어서 각각의 레이어에 대한 전용 참조신호를 다중화하여 배치할 수 있다. 시간분할다중화(Time Division Multiplexing; TDM)는, 2 이상의 레이어에 대한 전용 참조신호를 상이한 시간 자원 (예를 들어, OFDM 심볼) 상에 배치하는 것을 의미한다. 주파수분할다중화(Frequency Division Multiplexing; FDM)는, 2 이상의 레이어에 대한 전용 참조신호를 상이한 주파수 자원 (예를 들어, 부반송파) 상에 배치하는 것을 의미한다. 코드분할다중화(Code Division Multiplexing; CDM)는, 동일한 무선 자원 상에 배치된 2 이상의 레이어에 대한 전용 참조신호를 직교 시퀀스(또는, 직교 커버링)을 사용하여 다중화하는 것을 의미한다.
- [240] 이하에서는, 복조용 참조신호 (DMRS)에 대해서 보다 구체적으로 설명한다. 전술한 바와 같이, 3GPP LTE 시스템보다 높은 상/하향링크 전송률을 지원하는 3GPP LTE-A 시스템의 설계가 논의 중에 있다. 3GPP LTE-A 시스템에서 하향링크 MIMO 전송은 최대 랭크 8을 지원하며, 단말-특정 DMRS를 기반으로 데이터 복조를 할 수 있다. 이에 따라서, 랭크 1 내지 8 전송을 지원하기 위한 DMRS의 설계가 요구된다. 또한 LTE-A의 랭크 1 내지 2 전송을 위한 DMRS는 3GPP LTE Release-9의 이중-레이어(Dual-layer) 빔포밍을 위해 사용될 수 있다. 3GPP LTE-A 하향링크 MIMO 전송에서 이용되는 DMRS에 대하여 설명하기 전에, 기존의 3GPP LTE 시스템 (release-8 또는 release-9)의 하향링크 MIMO 전송에 이용되는 DMRS에 대하여 살펴본다.
- [241] 3GPP LTE-A 시스템 이전의 3GPP LTE 시스템에서도 하향링크 MIMO 전송이 지원되었다. 3GPP LTE 릴리즈-8 (release-8) 시스템의 하향링크 MIMO 전송에서는 프리코딩된(Precoded) DMRS (전용 참조신호(DRS) 또는 단말-특정 참조신호라고 칭할 수 있음) 기반의 단일 레이어 빔포밍을 지원할 수 있다. 프리코딩된 DMRS를 사용하여 하향링크 전송을 하는 경우에는, 프리코딩된 DMRS를 통하여 수신단에서 추정된 채널 정보에 프리코딩 가중치(weight)가 포함되어 있기 때문에, 송신단이 프리코딩 가중치에 대한 정보를 따로 알려줄 필요가 없다. 위와 같은 단일 레이어 빔포밍 기술의 발전된 형태로서, 3GPP LTE 릴리즈-9 (release-9) 시스템의 하향링크 MIMO 전송에서는 이중 레이어 (또는 이중 스트림) 빔포밍을 지원할 수 있다. 이중 레이어 빔포밍 기술은 프리코딩된 DMRS 기반으로 최대 랭크 2 전송을 지원하는 MIMO 전송기법이다.
- [242] 이하에서는 LTE-A 시스템을 위한 DMRS 설계 및 실시예에 대하여 설명한다.
- [243] LTE-A 시스템에서의 하향링크 MIMO 전송을 위하여 프리코딩된 참조신호가 사용될 수 있으며, 프리코딩된 참조신호의 사용으로 참조신호 오버헤드가 감소될 수 있다. DMRS는 데이터에 적용되는 프리코더와 동일한 프리코더에 의하여 프리코딩되므로, 단말에게 프리코딩 행렬은 투명(transparent)하다.

따라서, 레이어에 대응하는 DMRS를 전송하는 것이 요구될 뿐, 별도의 프리코딩 정보를 전송할 필요는 없다.

- [244] DMRS 오버헤드에 대해서 설명한다. DMRS 오버헤드는 각각의 전송 랭크에서 하나의 자원블록 (예를 들어, 시간 상으로 하나의 서브프레임 $\times$ 주파수 상으로 12 부반송파 크기) 당 DMRS를 위하여 사용되는 자원요소(RE)의 개수로서 정의될 수 있다.
- [245] 랭크 1 전송에 대해서는 하나의 자원블록에서 12 개의 RE가 DMRS를 위하여 사용될 수 있다. 이는 3GPP LTE 릴리즈-8 에서의 DMRS (안테나 포트 인덱스 5)의 오버헤드와 동일한 것이다.
- [246] 랭크 2 이상의 전송에 대해서는 하나의 자원블록에서 최대 24 개의 RE가 DMRS를 위하여 사용될 수 있다. 랭크 2 이상의 전송의 경우에 각 랭크에서 안테나 포트 당 동일한 RE가 DMRS를 위하여 사용될 수 있다.
- [247] 또한, 서브프레임 타입 (TDD 또는 FDD 방식)에 무관하게 동일한 DMRS 패턴이 사용될 수 있다. 서브프레임 타입에 무관하게 동일한 DMRS 패턴을 사용하는 경우 단말 동작의 복잡성을 감소할 수 있다.
- [248] 이하에서는 LTE-A 시스템을 위한 DMRS 설계의 세부사항에 대하여, 전송 모드 독립성, 랭크 독립성, 서브프레임 독립성, 및 DMRS 전력 부스팅(power boosting) 관점에서 살펴본다.
- [249] LTE-A 시스템에서의 최대 8 레이어 전송에 있어서 단말-특정 프리코딩된 DMRS가 지원되어, 높은 스펙트럼 효율성 (또는 대역폭 효율성) 요건을 달성할 수 있다. DMRS가 단말-특정으로 정의되므로, DMRS가 각각의 전송모드에 대해서 최적화되어야 할지 또는 전송 모드에 무관하게 동일한 DMRS가 사용될지에 대하여 먼저 결정할 필요가 있다. 단말 동작의 복잡성 측면에서는, 전송 모드에 무관하게 동일한 복조 동작을 수행할 수 있는 통일된 DMRS가 보다 유리할 것이다. 또한, 단일사용자-MIMO (SU-MIMO), 다중사용자-MIMO (MU-MIMO) 및 협력형 다중 포인트 (Cooperative Multi-Point; CoMP) 송수신 기술의 공동 최적화(joint optimization)를 고려하면, 전송 모드에 무관하게 동일한 DMRS를 사용하는 것이, 여러 가지 전송 모드 사이에서 단말에게 투명하게 유연성 있는 스케줄링을 가능하게 한다는 점에서 장점을 가질 수 있다. 따라서, 성능에 큰 영향을 미치지 않는 한, 전송 모드에 무관하게 동일한 DMRS 패턴을 사용하는 것이 바람직할 수 있다.
- [250] 단말이 SU-MIMO, MU-MIMO 및 CoMP 송수신 기술과 같은 상이한 전송 모드에서 동일한 복조 프로세스를 수행할 수 있다는 점에서, 랭크에 무관하게 동일한 DMRS 패턴을 사용하는 것이 유리할 수 있다. 여기서, 랭크에 무관하게 동일한 DMRS 패턴을 사용한다는 것은, 각각의 레이어에 대한 DMRS 패턴 (예를 들어, 시간-주파수 위치 및 코드)이 모든 랭크에 있어서 동일하다는 것을 의미한다. 예를 들어, 레이어 인덱스 1 에 해당하는 채널은 랭크에 무관하게 동일한 채널 추정기에 의하여 추정될 수 있다. 다시 말하자면, 랭크에 무관하게

동일한 DMRS 패턴을 사용한다는 것은, 낮은 랭크의 DMRS 패턴은 높은 랭크의 DMRS 패턴의 부분집합(subset)인 특성을 의미한다. 랭크에 무관하게 동일한 DMRS 패턴이 사용되는 경우, 단말은 모든 전송 모드에서 데이터 복조를 동일한 동작으로 수행할 수 있으므로, 단말 설계의 복잡성이 감소될 수 있다. 따라서, 랭크에 무관하게 각각의 레이어에 대하여 고정된 DMRS 패턴을 사용하는 것이 바람직할 수 있다.

- [251] 서브프레임 타입 (FDD 또는 TDD 방식)에 무관하게 하나의 DMRS 패턴을 사용하고 FDD 방식 및 TDD 방식에서의 공통성을 유지하기 위해서는, DMRS 전송을 위하여 사용되는 OFDM 심볼의 위치를 적절하게 결정할 필요가 있다. 구체적으로, 중계기 백홀 링크 (기지국과 중계기 간의 링크) 서브프레임에 대한 가드 구간(guard period)으로 사용되는 OFDM 심볼, TDD 방식에서 동기화 채널 전송을 위하여 사용되는 마지막 OFDM 심볼 등은 DMRS 전송을 위하여 사용되지 않도록 할 수 있다. 또한, 3GPP LTE 릴리즈-8에서 정의하는 셀-특정 참조신호 (또는 공용 참조신호)를 포함하는 OFDM 심볼도 DMRS 전송을 위하여 사용되지 않도록 할 수 있다. 이는, 셀-특정 참조신호의 전력 부스팅이 사용되는 경우에 (참조신호 전력 부스팅은, 하나의 OFDM 심볼의 RE들 중 참조신호를 위해 할당된 RE가 아닌 다른 RE로부터 전력을 가져오는 것을 의미함), 셀-특정 참조신호가 전송되는 OFDM 심볼과 동일한 OFDM 심볼 상에 DMRS가 전송되면 DMRS 전송 전력이 낮아지게 되고, 복조 성능이 저하되기 때문이다. 따라서, 셀-특정 참조신호 및 중계기 백홀 서브프레임의 가드 구간이 할당되는 OFDM 심볼에서는 DMRS가 전송되지 않도록 설정하는 것이 바람직할 수 있다.
- [252] 전술한 바와 같이 DMRS 오버헤드는, 랭크 1 전송에 대하여 하나의 자원블록에서 12 개의 RE로, 그 이상의 랭크에서 최대 24 개의 RE로 정해질 수 있다. 그러나, DMRS 전송 전력 역시 DMRS 오버헤드로서 고려되어야 한다. 코드분할다중화(CDM) 방식으로 복수개의 레이어에 대한 DMRS를 다중화하는 경우 DMRS 전송 전력이 복수개의 레이어에서 공유되므로, 레이어의 개수가 증가할수록 채널 추정 성능이 낮아질 수 있다. 따라서, DMRS 전력 부스팅을 고려할 수도 있다.
- [253] 위와 같은 점을 고려하여 DMRS 패턴으로 사용될 수 있는 몇가지 방안을 제안한다. 전술한 바와 같이 단말 동작의 복잡성 감소 및 유연성을 제공하기 위해서는 다중 레이어에 대한 DMRS를 CDM 방식으로 다중화하는 것을 고려할 수 있다.
- [254] 도 8 및 도 9의 패턴-1 내지 패턴-4는 높은 랭크를 지원하기 위한 CDM 기반의 DMRS 패턴들의 후보에 해당한다.
- [255] 랭크에 무관하게 각각의 레이어에 대한 고정된 DMRS 패턴이 설정되도록 하기 위하여, CDM 방식의 다중화는 12 개의 RE를 포함하는 CDM-그룹 내에서만 적용될 수 있다. 도 8 및 9에 있어서, 'C' 및 'D'는 최대 4 개의 레이어를 다중화할 수 있는 CDM-그룹을 나타낸다. 도 8 및 9에 도시된 DMRS 패턴들은 모두 전술한

전송 모드 독립 및 랭크 독립 DMRS 특성을 만족할 수 있다.

- [256] 대표적으로, 도 8(a)의 DMRS 패턴에 대하여 설명한다. 'C'로 표시되는 12개의 RE는 하나의 CDM-그룹을 형성한다. 하나의 CDM-그룹에서 4개의 레이어가 월시 커버링을 이용하여 CDM 방식으로 다중화될 수 있다. 다시 말하자면, 4개의 레이어에 대한 DMRS가 모두 동일한 RE 상에 배치되고, 각각의 레이어들에 대한 DMRS는 CDM 자원을 이용하여 구분(또는 식별)될 수 있다. 제 1 레이어에 대해서는 (1, 1, 1, 1)의 직교 커버가 곱해지고, 제 2 레이어에 대해서는 (1, -1, 1, -1)의 직교 커버가 곱해지고, 제 3 레이어에 대해서는 (1, 1, -1, -1)의 직교 커버가 곱해지며, 제 4 레이어에 대해서는 (1, -1, -1, 1)의 직교 커버가 곱해진다. 또는, 예를 들어, 3 이하의 개수의 레이어에 대한 DMRS가 다중화되는 경우에는 상기 4개의 서로 다른 직교 커버들 중 임의의 3 이하의 개수의 직교 커버가 선택적으로 이용될 수 있다. 예를 들어, 2개의 레이어에 대한 DMRS가 다중화되는 경우에는 상기 4개의 서로 다른 직교 커버들 중 2개 (예를 들어, (1, 1, 1, 1) 및 (1, -1, 1, -1))를 이용하여 2개의 DMRS를 구분(또는 식별)할 수 있다.
- [257] 도 8 및 9의 DMRS 패턴에 있어서, DMRS 오버헤드는 전송 랭크에 따라 달라질 수 있다. 도 8 및 9에서 도시하는 바와 같이, 최대 8개의 레이어를 지원하기 위하여 2개의 CDM-그룹이 사용되고 각각의 CDM-그룹은 최대 4레이어를 지원할 수 있다. 따라서, DMRS 오버헤드는 CDM-그룹의 개수에 따라서 다르게 정의될 수 있다. 이와 관련하여, 2가지 방식을 고려할 수 있다.
- [258] 우선, 랭크 1 및 랭크 2의 경우에는 각각 12개의 RE의 DMRS 오버헤드를 갖고, 랭크 3 내지 8의 경우에는 각각 24개의 RE의 DMRS 오버헤드를 갖도록 설정할 수 있다. 이러한 DMRS 오버헤드 설정의 경우에는, 랭크 1 및 랭크 2가 하나의 CDM-그룹에서 정의될 수 있고, 2개의 CDM-그룹이 랭크 3부터 사용될 수 있다. 따라서, 랭크 3 이상의 경우에 많은 양의 DMRS가 사용됨에 따라 단말의 이동성(mobility)에 대한 강인성이 증가될 수 있으므로, 낮은 랭크에 대한 양호한 성능이 보장될 수 있다. 하지만, 랭크 3 및 4의 경우에는 RS 오버헤드가 너무 많을 수도 있다.
- [259] 또는, 랭크 1 내지 4 경우에는 각각 12개의 RE의 DMRS 오버헤드를 갖고, 랭크 5 내지 8의 경우에는 각각 24개의 RE의 DMRS 오버헤드를 갖도록 설정할 수 있다. 이러한 DMRS 오버헤드 설정의 경우에는, 랭크 4까지 하나의 CDM-그룹에서 정의될 수 있으므로, 랭크 3 및 4 관점에서 전술한 방안에 비하여 RS 오버헤드가 낮아질 수 있다. 그러나, 높은 도플러 주파수의 상황에서는 전술한 방안에 비하여 채널 추정 성능이 낮아질 수 있다.
- [260] DMRS 오버헤드 설정에 대한 전술한 2가지 방안에 있어서, 채널 추정 성능과 RS 오버헤드는 서로 트레이드-오프(trade-off) 관계에 있으므로, 이를 고려하여 적절한 DMRS 오버헤드 설정이 이루어질 필요가 있다.
- [261] 이하에서는, 다중사용자-MIMO (MU-MIMO) 전송 기법에 대해 보다 구체적으로 설명한다. 전술한 바와 같이, 3GPP LTE (예를 들어, 릴리즈-8)

시스템에서 정의하고 있는 MU-MIMO를 동작시키기 위해서, 각각의 단말은 셀-특정 참조신호를 통해 획득한 채널 정보와 제어채널을 통해 획득한 프리코딩 가중치 정보를 사용하여 데이터 복조를 수행할 수 있다. 다중-레이어를 지원할 수 있는 DMRS가 설계된 3GPP LTE 릴리즈-9 및 LTE-A 시스템에서 MU-MIMO가 동작할 때에는, 기지국은 프리코딩 가중치를 각각의 단말에게 알려줄 필요 없이, 각각의 단말이 DMRS를 통해 획득한 채널정보를 사용하여 다중사용자 간섭 없이 MU-MIMO를 동작할 수 있다. 여기서, 단말의 올바른 동작을 위해서는, DMRS로부터 획득되는 다중 레이어의 채널 정보 중 어떤 레이어에 대한 정보가 특정 단말에 대한 것인지가 지시(indication)될 필요가 있다. 이하에서는, 3GPP LTE 릴리즈-9 및 LTE-A 시스템을 위한 MU-MIMO 설계 방안에 대하여 설명한다.

- [262] 3GPP LTE 릴리즈-9 시스템에서는, 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템에서 정의된 단일 레이어 빔포밍이 확장된 형태의 이중 레이어 빔포밍을, 단말-특정 프리코딩된 DMRS를 이용하여 지원할 수 있다. 이에 따라, 2 개의 레이어까지 지원할 수 있으므로, 프리코딩된 DMRS를 이용한 SU-MIMO가 지원될 수 있다. 프리코딩된 DMRS를 이용한 SU-MIMO 방식은, 단말에게 투명한 방식으로 기지국에서 프리코더가 최적화될 수 있으므로, 이러한 점에서 코드북에 기반한 SU-MIMO 방식에 비하여 보다 양호한 성능을 제공할 수 있다. 또한, 3GPP LTE 릴리즈-9 시스템에서 보다 높은 시스템 수율(throughput)을 제공하기 위하여 MU-MIMO를 지원하는 것이 요구될 수 있으며, 이는 이중 레이어 빔포밍의 작동 범위를 SU-MIMO로부터 MU-MIMO로 확장시킴으로써 이루어질 수 있다.
- [263] 3GPP LTE 릴리즈-9 시스템에서의 이중 레이어 빔포밍에 기반한 MU-MIMO 방식에 대하여, 이중 레이어 빔포밍에서 MU-MIMO의 지원 여부, 직교 DMRS 또는 비-직교 DMRS, 단말에서의 간섭 소거/억제(interference cancellation/suppression), 기존의 표준문서에 대한 영향의 최소화, 및 전력 공유 지시자(power sharing indicator) 등이 고려될 수 있다. 이하에서는 상기 고려사항들에 대하여 구체적으로 설명한다. 또한, 프리코딩된 다중 레이어 DMRS를 이용한 MU-MIMO 방식의 최적화의 유리한 점을 살펴본다.
- [264] 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템에서는, 간섭 채널에 대한 정보 없이, 프리코딩된 DMRS를 이용한 SDMA(Spatial Division Multiple Access) 기반의 MU-MIMO 방식이 지원되므로, 시스템 성능이 비교적 낮고 단말이 공동-채널(co-channel) 간섭을 소거하거나 억제할 수 없었다. 따라서, 안테나 구성 및 스케줄러에 따라서 시스템 성능이 좌우되는 점에서 제한적인 성능을 제공하였다. 3GPP LTE 릴리즈-9 에서 MU-MIMO 방식을 강화하기 위해, (기존의 표준문서에 대한 큰 영향이 없는 한) 단말측에서의 간섭 소거/억제를 허용함으로써 보다 나은 시스템 성능 및 강인성을 제공하는 것이 바람직할 수 있다.
- [265] 단일 사용자 이중 레이어 빔포밍을 지원함에 있어서, 보다 나은 랭크 2 전송을 지원하기 위하여 직교 DMRS를 사용하는 것이 고려될 수 있다. 따라서, 성능

이득을 얻을 수 있다면, MU-MIMO를 위하여 이미 설계된 직교 DMRS를 최대한 이용하는 것이 바람직할 수 있다. MU-MIMO 성능을 개선하기 위해, 공동-채널 간섭을 소거 및/또는 억제하여 단말측에서의 신호-대-간섭및잡음-비(Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio; SINR)를 증가시키는 것을 고려할 수 있다. 따라서, 보다 나은 성능을 위해서 간섭 채널 추정을 허용하는 직교 DMRS를 사용하는 것이 바람직할 수 있다.

- [266] 전술한 바와 같이, 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템에서의 SDMA 기반 MU-MIMO 방식에서는, 단말측에서 공동-채널 간섭이 소거 및/또는 억제될 수 없으므로, 그 성능이 특정 레벨로 제한된다. 간섭 소거를 허용하기 위해서는, 동일한 물리자원블록(Physical Resource Block; PRB)에서 공동-스케줄링된 다른 단말에 대한 변조및코딩기법(Modulation and Coding Scheme; MCS), 채널 및 랭크와 같은 스케줄링 정보가 공유될 필요가 있는데, 그러면 과도한 시그널링 오버헤드가 발생할 수 있다. 또한, 공동-스케줄링된 단말이 동일한 PRB에 할당되지 않는다면 간섭 소거를 위한 시그널링 오버헤드는 더욱 심각해질 수 있다. 한편, 간섭 억제는 간섭 채널 정보만을 요구하므로, 3GPP LTE 릴리즈-9 시스템에서의 MU-MIMO에 대한 강화 기법으로서 간섭 소거에 비하여 간섭 억제가 보다 적절할 수 있다. 단말이 해당 단말과 간섭하는 다른 단말의 존재 및 해당 단말의 전송 블록 복조와 연관된 DMRS 인덱스를 아는 경우에, 직교 DMRS를 이용하여 간섭 채널이 추정될 수 있다. 따라서, 3GPP LTE 릴리즈-9 이중 레이어 MU-MIMO에서 간섭 억제가 지원되고, 간섭 억제를 위한 관련 제어 정보(해당 단말에 대한 DMRS 인덱스 및 공동-스케줄링 지시자)를 제공하는 것이 바람직할 수 있다. 다만, 단말에 대하여 명시적으로(explicitly) 지시되는 제어 정보가 필요한지에 대해서는, 기존의 표준문서에 대한 영향을 고려할 필요가 있다.

- [267] 간섭 억제와 연관된 제어 정보 중에서, 스케줄링 제한(restriction)을 회피하기 위하여 각각의 스케줄링된 PRB에서 명시적으로 공동-스케줄링 지시자가 전송되는 경우에는 시그널링 오버헤드가 증가될 수 있다. 이러한 상황에서, CDM 기반 DMRS는 이러한 문제의 해결책이 될 수 있다. 즉, CDM 기반 DMRS를 이용하는 경우에는 별도의 시그널링 없이, 단말이 각각의 스케줄링된 PRB에서 에너지 검출을 이용하여 직교하는 DMRS와의 공동-채널 간섭을 검출할 수 있고, 간섭하는 다른 단말이 존재하는 경우에는 각각의 스케줄링된 PRB에서 간섭 신호를 억제할 수 있기 때문이다. 따라서, CDM 기반 직교 DMRS를 이용하는 DMRS 지시자는 MU-MIMO를 지원하기 위한 표준문서 영향을 최소화할 수 있다. 이와 유사한 접근방식이 SU-MIMO 랭크 1 전송에 대하여 적용되는 경우, SU-MIMO 및 MU-MIMO 모두에 대하여 공통된 PDCCH가 사용될 수 있다.

- [268] 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템에서는, 공용 참조신호(CRS)가 셀-특정으로 제공되므로, QAM(Quadrature Amplitude Modulation) 기반 변조가 사용되는 경우에는 복조를 위하여 전력 공유 정보가 요구될 수 있다. 그러나, 단말-특정 참조신호가 사용되는 경우에는 (단말-특정 참조신호는 다른 단말과 공유되지

않으므로), 전력 공유 정보가 참조신호에 묵시적으로(implicitly) 포함된다.

이러한 경우에, 단말은 데이터가 전송되는 RE와 단말-특정 참조신호가 전송되는 RE가 동일한 전력 레벨을 가지는 것으로 추정할 수 있다. 따라서, DMRS 전력 부스팅을 지원할 것인지 여부는 채널 추정 성능 강화 측면에서만 고려될 수 있으며, 이는 SU-MIMO의 경우에도 마찬가지이다. 따라서, MU-MIMO 지원을 위해서는 전력 공유 지시자를 특정하지 않을 수 있다.

[269] DMRS 기반 MIMO 전송을 고려할 때, 전술한 바와 같이, 전송 랭크에 따라 DMRS의 오버헤드가 상이하게 설정될 수 있다. 예를 들어, 랭크 1 내지 2를 지원하기 위한 DMRS는 일정한 오버헤드를 유지하도록 하고, 랭크 3 이상을 지원할 때에는 증가된 오버헤드를 가지도록 설계될 수 있다. 또는 랭크 1 내지 4까지의 DMRS는 일정한 수준의 오버헤드를 유지하고, 랭크 5 이상에 대해서는 증가된 오버헤드를 가지도록 설계될 수 있다.

[270] 랭크 1 내지 2의 DMRS의 오버헤드를 일정한 수준으로 유지하도록 하는 경우, 3GPP LTE 릴리즈-9 시스템의 DMRS 기반 이중 레이어 빔포밍을 통한 데이터 전송에서는 DMRS의 오버헤드가 일정하게 유지될 수 있다. 3GPP LTE 릴리즈-9 시스템에서 MU-MIMO를 지원할 때, 최대 2명의 단말이 다중화될 수 있으며(각각의 단말은 단일 레이어 전송을 함), DMRS 기반 MIMO 전송인 점에서 기지국은 랭크 2를 가정한 DMRS를 전송하기 때문에 MU-MIMO를 하더라도 항상 일정한 DMRS 오버헤드와 DMRS의 자원블록 상의 위치를 유지할 수 있다. 기지국은 MU-MIMO 전송을 하는 단말에게 2개의 레이어 중 특정 레이어를 지시(indication)함으로써, 해당 단말이 직교 채널을 획득할 수 있도록 한다. 이와 같이 DMRS의 오버헤드 또는 DMRS의 자원블록 상의 위치에 변함이 없는 경우, 레이어 지시자(Layer Indicator)를 사용하여 MU-MIMO를 동작시킬 수 있다.

[271] 한편, DMRS의 오버헤드 또는 DMRS의 자원블록 상의 위치가 달라지는 기준이 되는 랭크에 대하여, 해당 기준 랭크를 넘는 범위에서 MU-MIMO를 지원하는 최대 랭크가 결정된다면, MU-MIMO로 동작하는 단말의 데이터 복조에 심각한 문제가 발생할 수 있다. 예를 들어, 랭크 1 내지 2의 경우에는 도 8(a)의 CDM-그룹 'C'를 이용하여(즉, 하나의 자원블록에서 12개의 RE를 이용하여) DMRS가 다중화되고, 랭크 3 이상의 경우에는 도 8(a)의 CDM-그룹 'C' 및 'D'를 모두 이용하여(즉, 하나의 자원블록에서 24개의 RE를 이용하여) DMRS가 다중화될 수 있다. 이러한 경우, 랭크 3 이상의 전송을 위하여 랭크 1 내지 2까지 지원하는 DMRS의 자원블록 상의 위치에 추가적으로 DMRS가 배치되는 경우를 가정할 수 있다. 이 때, 각각 단일 레이어 전송을 수신하는 단말 3명이 다중화되어 MU-MIMO 동작을 한다고 가정하는 경우, 기지국은 랭크 3를 지원하기 위한 DMRS를 사용하여 데이터 전송을 하게 된다. 제 1 레이어와 제 2 레이어를 할당받는 단말(제1 및 제2 단말)은 랭크 1~2 DMRS 위치로부터 채널을 획득하게 되고, 제 3 레이어를 할당받는 단말(제3 단말)은 랭크 3 DMRS를 위해 추가적으로 할당된 DMRS 위치로부터 채널을 획득하게 된다. 전술한 바와 같이

레이어 지시자를 사용하여 각 UE에게 할당된 레이어를 알려주는 경우, 제 1 레이어/제 2 레이어를 할당받는 단말(제1 및 제2 단말)은 제 3 레이어의 존재를 인식하지 못할 수도 있다. 이 때, 제 1 및 제 2 단말은, 추가된 DMRS 위치의 RE가, DMRS가 아닌 데이터 전송을 위해 사용된 것으로 오인할 수 있기 때문에 제 1 및 제 2 단말에서의 데이터 복조에 심각한 문제가 발생할 수 있다. 따라서, DMRS의 오버헤드 또는 자원블록 상의 위치가 랭크에 따라 변하는 경우, MU-MIMO로 동작하는 단말에게 최대 랭크를 알려줄 필요가 있다.

[272] 실시형태 4

[273] 이하에서는, DMRS 기반 MU-MIMO 전송에 대한 본 발명에서 제안하는 실시예들에 대하여 구체적으로 설명한다.

[274] 본 발명에서는 MU-MIMO로 동작하는 단말에게 최대 랭크를 알려주기 위하여 랭크 지시자(Rank Indicator)를 사용하는 것을 제안한다. SU-MIMO에서 랭크 지시자는 현재 전송되는 랭크를 나타낼 수 있다. 한편, MU-MIMO에서 랭크 지시자는, 다중 사용자들이 다중화된 전체 랭크를 나타내기 위해 사용될 수 있고, 또는, 특정 단말을 위해 할당된 레이어의 개수를 나타내기 위해 사용될 수도 있다.

[275] 보다 구체적으로, 랭크 지시자는 MU-MIMO를 위해 다중화된 단말들의 전체 전송 랭크(Total Transmission Rank)를 지시하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 랭크 N ($N \geq 1$) 전송을 하는 단말이 M ($M \geq 2$) 개 존재하는 경우, 기지국은 총 K ($K=N*M$)의 랭크로 전송하게 된다. 이 때, 기지국은 랭크 지시자를 통해 현재 총 K 의 랭크로 전송되고 있고 랭크 K 을 지원하기 위한 DMRS 패턴을 사용하고 있다는 것을 알려줄 수 있고, 단말은 랭크 K 를 지원하기 위한 DMRS가 사용되었다는 것을 인지할 수 있다. 이러한 방식에 따르면, 전송 랭크에 따라 DMRS 패턴 또는 오버헤드가 변경되는 경우에도, 단말은 DMRS를 위해 사용되는 RE와 데이터를 위해 사용되는 RE를 확실히 구분(또는 식별)할 수 있다. 단말은 랭크 K 의 DMRS를 통해 K 개의 레이어의 채널을 획득할 수 있는데, 레이어 지시자로부터 획득한 정보를 통해 자신에게 유효한 채널 정보가 어떤 레이어의 것인지 구분(또는 식별)하여 획득할 수 있다.

[276] 예를 들어, 총 전송 랭크가 3인 경우에, 하나의 단말은 랭크 1 전송을 지원하는 경우를 가정하여 설명한다. 기지국은 총 전송 랭크 2까지는 하나의 RB에서 12개의 RE를 통해 DMRS를 전송하고, 랭크 3 이상에서는 하나의 RB에서 24개의 RE를 통해 DMRS를 전송하는 것으로 가정한다. 만약 총 전송 랭크에 대한 정보가 MU-MIMO 동작을 하는 단말에게 알려지지 않는 경우에, 상기 단말은 랭크 1 전송에 대한 DMRS 위치 (하나의 RB에서 12개의 RE 위치, 예를 들어, 도 8(a)의 'C'의 위치) 이외에서는 데이터가 전송되는 것으로 오인할 수 있다. 따라서, 상기 단말은 MU-MIMO 동작을 하는 다른 단말을 위한 DMRS가 전송되는 RE 위치 (하나의 RB에서 추가적인 12개의 RE 위치, 예를 들어, 도 8(a)의 'D'의 위치)에서 데이터가 전송되는 것으로 보고 데이터 복조를

수행하므로, 올바르게 데이터를 복조할 수 없는 문제가 발생할 수 있다. 반면, 전술한 바와 같이 총 전송 랭크에 대한 정보가 상기 단말에게 알려지는 경우에는, 해당 단말은 자신에게 유효한 DMRS 위치 이외에도 다른 단말에게 유효한 DMRS가 할당되는 RE 위치를 알 수 있고, 그 RE에서 데이터가 전송되지 않음을 알 수 있다. 따라서, 상기 단말은 DMRS가 전송되는 RE 와 데이터가 할당되는 RE를 확실하게 구별하고, 올바르게 데이터 복조를 수행할 수 있다.

- [277] 만약 MU-MIMO 동작을 하는 각각의 단말에 대하여 최대 랭크 1 전송만이 허용되는 경우에는, 단말은 레이어 지시자에 의해 지시된 레이어의 채널만을 획득할 수 있다.
- [278] 한편, MU-MIMO 동작을 하는 각각의 단말에 대하여 최대 랭크 P ($P \geq 2$) 전송이 허용되고 각각의 단말에 대하여 다중 코드워드 전송이 허용되는 경우, 단말은 레이어 지시자에 의해 지시된 레이어로부터 증가되는 순서에 따라 P 개의 레이어의 채널을 획득할 수 있다. 예를 들어, 최대 2개의 레이어를 사용하는 데이터 전송이 허용되는 경우, 레이어 지시자에 의해 지시되는 레이어 (예를 들어, 레이어 인덱스 1) 및 그보다 하나 증가된 순서의 레이어 (예를 들어, 레이어 인덱스 2)의 채널을 획득할 수 있다. 한편, 최대 2 레이어 전송이 허용되는 상황에서 1 레이어 전송이 이루어지는 경우에는, 단말은 다른 정보들을 통해 랭크 1 전송이라는 것을 인지할 수 있다. 예를 들어, 각각의 코드워드의 MCS 정보 등으로부터 해당 코드워드의 활성화 여부를 묵시적으로 획득 수 있고, 이를 통하여 전송 레이어의 개수 또한 획득할 수 있다. 예를 들어, 단말은 2 개의 코드워드가 모두 활성화되는 경우에 랭크 2 전송으로 인식할 수 있고, 2 개의 코드워드 중 하나의 코드워드만이 활성화되는 경우에는 랭크 1 전송으로 인식할 수 있다.
- [279] 한편, MU-MIMO 동작을 하는 각각의 단말에 대하여 최대 랭크 P ($P \geq 2$) 전송이 허용되고 각각의 단말에 대하여 단일 코드워드 전송이 허용되는 경우, 단말은 레이어 지시자에 의해 지시된 레이어로부터 증가되는 순서에 따라 P 개의 레이어의 채널을 획득할 수 있다.
- [280] 정리하자면, 동일한 자원을 통하여 MU-MIMO로 동작하는 단말들에게, 전체 전송 랭크, 해당 단말 각각에게 유효한 레이어에 대한 정보 및 해당 단말 각각에 대한 랭크 정보가 제공될 수 있고, 각각의 단말은 자원블록 상에서 DMRS 및 데이터의 위치를 확실하게 구분(또는 식별)하고 자신에게 유효한 채널 정보를 획득할 수 있다.
- [281] 한편, 전술한 본 발명의 다양한 실시예에 있어서, 랭크 지시자와 관련하여 다음과 같은 설정이 적용될 수 있다.
- [282] 첫 번째로, 3 비트의 랭크 지시자를 이용하여 최대 8 랭크까지 지시하도록 설정할 수 있다.
- [283] 두 번째로, 2 비트의 랭크 지시자를 이용하여 MU-MIMO를 위해 다중화된 전체 랭크를 지시함에 있어서 최대 4 랭크까지 지시할 수 있도록 설정할 수 있다.

- [284] 세 번째로, 랭크 지시자를 설정하지 않고, DMRS 오버헤드 또는 위치가 변경되는 것을 나타내는 1 비트의 지시자를 이용할 수 있다. 1 비트의 지시자는 DMRS 오버헤드의 증가 (또는 추가적인 DMRS 위치) 여부를 on/off로 알려줄 수 있다.
- [285] 전술한 바와 같은 MU-MIMO 동작을 지원함에 있어서, 기지국 및 단말 관점에서 코드워드-대-레이어 매핑(Codeword-to-Layer Mapping) 관계가 새롭게 정의될 필요가 있다. 이에 대하여 아래의 표 26 내지 표 37을 참조하여 설명한다
- [286] 아래의 표 26 내지 31 은, MU-MIMO 동작을 하는 각각의 단말에 대하여 최대 랭크 P ($P \geq 2$) 전송이 허용되고 각각의 단말에 대하여 다중 코드워드 (최대 2 CW) 전송이 허용되는 경우에 대한 코드워드-대-레이어 매핑을 나타낸다. 표 26 내지 29는 기지국 관점에서 각각 최대 전송 랭크 1, 2, 3 및 4의 경우에 대한 코드워드-대-레이어 매핑을 나타낸다. 표 30 및 31은 단말 관점에서 각각 최대 수신 랭크 1 및 2의 경우에 대한 코드워드-대-레이어 매핑을 나타낸다.

[287] 표 26

[Table 26]

Max Tx Rank	Codeword to Layer mapping	
	Codeword	Layer
1	1 (for 1 st UE)	1

[288] 표 27

[Table 27]

Max Tx Rank	Codeword to Layer mapping	
	Codeword	Layer
2	1 (for 1 st UE)	1
	1 (for 2 nd UE)	2

[289] 표 28

[Table 28]

Max Tx Rank	Codeword to Layer mapping	
	Codeword	Layer
3 (case 1)	1 (for 1 st UE)	1
	1 (for 2 nd UE)	2
	1 (for 3 rd UE)	3
3 (case 2)	1 (for 1 st UE)	1
	1 (for 2 nd UE)	2
	2 (for 2 nd UE)	3

[290] ㉟ 29

[Table 29]

Max Tx Rank	Codeword to Layer mapping	
	Codeword	Layer
4 (case 1)	1 (for 1 st UE)	1
	1 (for 2 nd UE)	2
	1 (for 3 rd UE)	3
	1 (for 4 th UE)	4
4 (case 2)	1 (for 1 st UE)	1
	1 (for 2 nd UE)	2
	1 (for 3 rd UE)	3
	2 (for 3 rd UE)	4
4 (case 3)	1 (for 1 st UE)	1
	2 (for 1 st UE)	2
	1 (for 2 nd UE)	3
	2 (for 2 nd UE)	4

[291] ㉟ 30

[Table 30]

Max Rx Rank	Codeword to Layer mapping	
	Codeword	Layer
1	1	1

[292] ㉟ 31

[Table 31]

Max Rx Rank	Codeword to Layer mapping	
	Codeword	Layer
2	1	1
	2	2

- [293] 아래의 표 32 내지 37은, MU-MIMO 동작을 하는 각각의 단말에 대하여 최대 랭크 P ($P \geq 2$) 전송이 허용되고 각각의 단말에 대하여 단일 코드워드 (1 CW) 전송이 허용되는 경우에 대한 코드워드-대-레이어 매핑을 나타낸다. 표 32 내지 35는 기지국 관점에서 각각 최대 전송 랭크 1, 2, 3 및 4의 경우에 대한 코드워드-대-레이어 매핑을 나타낸다. 표 36 및 37은 단말 관점에서 각각 최대 수신 랭크 1 및 2의 경우에 대한 코드워드-대-레이어 매핑을 나타낸다.

- [294] 표 32

[Table 32]

Max Tx Rank	Codeword to Layer mapping	
	Codeword	Layer
1	1 (for 1 st UE)	1

- [295] 표 33

[Table 33]

Max Tx Rank	Codeword to Layer mapping	
	Codeword	Layer
2	1 (for 1 st UE)	1
	1 (for 2 nd UE)	2

- [296] 표 34

[Table 34]

Max Tx Rank	Codeword to Layer mapping	
	Codeword	Layer
3 (case 1)	1 (for 1 st UE)	1
	1 (for 2 nd UE)	2
	1 (for 3 rd UE)	3
3 (case 2)	1 (for 1 st UE)	1
	1 (for 2 nd UE)	2
		3

[297] ㉟ 35

[Table 35]

Max Tx Rank	Codeword to Layer mapping	
	Codeword	Layer
4 (case 1)	1 (for 1 st UE)	1
	1 (for 2 nd UE)	2
	1 (for 3 rd UE)	3
	1 (for 4 th UE)	4
4 (case 2)	1 (for 1 st UE)	1
	1 (for 2 nd UE)	2
	1 (for 3 rd UE)	3
		4
4 (case 3)	1 (for 1 st UE)	1
		2
	2 (for 2 nd UE)	3
		4

[298] ㉟ 36

[Table 36]

Max Rx Rank	Codeword to Layer mapping	
	Codeword	Layer
1	1	1

[299] ㉟ 37

[Table 37]

Max Rx Rank	Codeword to Layer mapping	
	Codeword	Layer
2	1	1
		2

- [300] 상기 표 26 및 37 에서 나타내는 단말 관점에서 최대 수신 랭크 2 인 경우의 코드워드-대-레이어 매핑 관계는, MU-MIMO 전송에 있어서의 초기 전송뿐만 아니라 재전송시에도 사용될 수 있다.
- [301]
- [302] SU-MIMO 및 MU-MIMO 를 동시에 지원하는 제어 정보
- [303] 전술한 본 발명의 다양한 실시형태에서는, DMRS기반으로 이중 레이어 빔포밍을 지원하는 시스템에서, 전송에 사용되는 DMRS 중 데이터 복조를 위해 읽어야하는 레이어를 지시(indication)하는 방안에 대하여 제안하였다. 이중 레이어 빔포밍 전송을 수행하는 경우에, DMRS는 하나의 자원블록에서 12 개의 RE를 통하여 전송될 수 있으며, 각각의 레이어에 대한 DMRS는 2개의 직교커버코드(Orthogonal Cover Code; OCC)를 사용하여 서로 구분(또는 식별)될 수 있다. 즉, 2 개의 OCC는 DMRS를 구분(또는 식별)하기 위한 직교 자원으로 이용될 수 있다. 또한, 이중 레이어를 사용하여 MU-MIMO 전송을 수행할 때, 전송되는 DMRS 자원 중 유효한 DMRS를 지시(indication)하는 방안으로서, 비활성화된 코드워드의 NDI 비트를 이용할 수 있다.
- [304] 도 8(a) 를 다시 참조하여 DMRS 패턴에 대하여 설명한다. 도 8(a)에서는 하나의 자원블록에서 24 개의 RE 상에 DMRS 가 매핑될 수 있다. 도 8(a)에서 CDM 그룹 'C' 에 해당하는 12개의 자원과 CDM 그룹 'D' 에 해당하는 12 개의 자원은 시간/주파수 영역에서 구분(또는 식별)된다. 그리고 'C' 와 'D' 그룹 각각에서 직교 코드 자원을 이용하여 4 개의 서로 다른 DMRS 를 구분(또는 식별)할 수 있다. 도 8(a)에서는 4 개의 직교하는 월시 코드를 이용하여 4 개의 서로 다른 DMRS 를 구분(또는 식별)하는 것을 도시하고 있다.
- [305] 또는, 하나의 DMRS CDM 그룹은 2 개의 부그룹(subgroup)으로 나뉘 수도 있다. 2 개의 부그룹 끼리는 서로 준-직교(quasi-orthogonal)할 수 있다. 하나의 부그룹 내에서 완전히 직교하는(fully orthogonal) 시퀀스를 사용하여 2 개의 레이어(또는 안테나 포트)가 구분(또는 식별)될 수 있다. 완전히 직교하는 2 개의 시퀀스는 예를 들어, {1, 1, 1, 1} 및 {1, -1, 1, -1} 일 수 있다. 동일한 의미를 달리 표현하자면, 2 개의 완전히 직교하는 시퀀스에 구분(또는 식별)되는 DMRS 는 각각 서로 다른 안테나 포트에 대한 DMRS라 할 수 있고 (예를 들어, 안테나 포트

X에 대해서는 {1, 1, 1, 1} 코드 자원이 사용되고, 안테나 포트 Y에 대해서는 {1, -1, 1, -1}이 사용됨), 각각의 안테나 포트에 대해서 준-직교하는 코드 자원을 사용하여 2개의 DMRS가 구분(또는 식별)되는 것으로 표현할 수도 있다 (예를 들어, 안테나 포트 X에 대해서 서로 구분(또는 식별)되는 2개의 DMRS가 존재하고, 안테나 포트 Y에 대해서 서로 구분(또는 식별)되는 2개의 DMRS가 존재한다). 정리하자면, 12개의 RE로 이루어지는 하나의 DMRS CDM 그룹 (예를 들어, 'C') 상에서 총 4개의 서로 다른 DMRS가 코드 자원에 의해 구분(또는 식별)될 수 있다. 한편, CDM 그룹 'C' 및 'D'는 그룹 1 및 그룹 2로 칭할 수도 있다. DMRS를 구분(또는 식별)하기 위한 자원으로서, 2개의 그룹 및 그룹 당 4개의 직교 자원을 사용할 수 있으므로, 총 8개의 직교자원을 확보할 수 있다.

- [306] 랭크 1 및 2에서는 DMRS 전송을 위해 12개의 RE가 사용되고, 랭크 3 이상에서는 DMRS 전송을 위해 24개의 RE가 사용되는 경우를 가정한다. 랭크 2까지는 DMRS 전송을 위해 하나의 그룹(즉, 'C')만이 사용되지만, 랭크 3 이상에서는 DMRS 전송을 위해 2개의 그룹(즉, 'C' 및 'D')이 사용된다. 예를 들어, 랭크 4 전송에서 제 1 내지 제 4 레이어에 각각에 대한 DMRS를 전송하는 경우에, 어떤 2개의 레이어(예를 들어, 제 1 및 제 2 레이어)에 대한 DMRS는 하나의 그룹(예를 들어, 'C') 상에 매핑되고 서로 OCC로 구분(또는 식별)될 수 있고, 남은 2개의 레이어(예를 들어, 제 3 및 제 4 레이어)에 대한 DMRS는 다른 그룹(예를 들어, 'D') 상에 매핑되고 서로 OCC로 구분(또는 식별)될 수 있다.
- [307] 송신단 관점에서 최대 4개의 레이어를 사용하는 MU-MIMO 전송을 하는 경우, 4개의 레이어를 구분(또는 식별)할 수 있는 DMRS가 사용된다. 이 때, 각각의 수신단 입장에서는 자신에 해당하는 레이어에 대한 정보를 획득할 필요가 있다. 전송한 바와 같이 비활성화된 코드워드의 NDI 비트(1 비트)를 사용하여 해당 레이어를 지시(indication)하는 방법에 의하면 각각 단일 레이어를 사용하는 2개의 단말까지만 지원할 수 있으므로, 확장된 레이어 지시 방안이 필요하다.
- [308] 우선, CDM 그룹 지시 비트(CDM group indication bit)를 정의 하는 것을 고려할 수 있다. 예를 들어, 1 비트 지시자를 통해 제 1 및 제 2 CDM 그룹 (예를 들어, 도 8(a)의 'C' 또는 'D')중에서 해당 레이어가 어떤 그룹에 속한 것인지를 단말에게 알려줄 수 있다. 하나의 그룹은 12개의 RE로 구성되며, 각각의 그룹을 통해서 최대 4개의 DMRS를 CDM 방식으로 다중화(즉, 구분)하여 전송할 수 있다. 위와 같이 최대 4개의 레이어를 사용하는 MU-MIMO 전송의 경우에는, 하나의 그룹에서 2개의 DMRS를 2개의 직교 코드를 사용하여 CDM 방식으로 다중화할 수 있다. 이와 같이 1 비트의 그룹 지시자를 통해 그룹이 결정되면, 비활성화된 코드워드의 NDI (1 비트)를 사용하여 2개의 직교 코드 중 하나를 결정할 수 있다. 또한, 1 비트의 그룹 지시자에 의해 어떤 그룹을 사용하는 것이 결정되었는데 2개의 코드워드가 모두 활성화되는 경우에는, 2개의 직교 코드를 모두 사용하므로 직교 코드가 무엇인지 지시할 필요가 없다. 이와 같이, 1 비트의

그룹 지시자를 정의함으로써, 최대 4개의 레이어를 갖는 MU-MIMO 전송을 효과적으로 지원할 수 있는 시그널링 방안이 제공될 수 있다.

- [309] 이하에서는, 2 개의 코드워드를 사용하고 최대 랭크 N ($N \leq 8$) 전송을 지원하는 시스템에 있어서, 동일한 제어 정보 포맷을 사용하여 SU-MIMO 및 MU-MIMO 전송을 모두 지원할 수 있는 방안에 대하여 설명한다. 우선, 이러한 제어 정보에 포함될 수 있는 사항에 대하여 살펴보고, 구체적인 제어 정보 포맷의 구성 방안에 대하여 제안한다.
- [310] (1) MIMO 전송을 위한 제어 정보로서, 랭크 및 프리코딩 정보 등이 기본적으로 필요하다.
- [311] (2) 랭크 정보는 전송에 사용되는 가상 안테나(또는 스트림 또는 레이어)의 개수 의미하는 것으로, MIMO 수신기를 사용하여 데이터를 복조할 때에 랭크 정보를 바탕으로 데이터 복조를 해야 하는 레이어의 개수를 결정한다. 단일 사용자 관점에서의 랭크 정보는 '한 명의 사용자가 수신하게 되는 레이어의 개수'라고 표현할 수 있다. MU-MIMO가 적용되는 경우에는, 전송단은 다중-레이어를 사용하여 복수개의 수신단(여러명의 사용자)에게 데이터를 전송할 수 있다. 따라서, 다중 사용자 관점에서 (또는 MU-MIMO 전송의 송신단 관점에서) 랭크 정보는 '전송에 사용되는 모든 레이어의 개수'라고 표현할 수 있다.
- [312] (3) 프리코딩 정보는 송신단이 신호 전송에 사용한 프리코딩 가중치에 대한 정보를 의미한다. 프리코딩 가중치에 대한 지시 비트의 크기를 줄이기 위해서, 코드북(codebook) 형태의 프리코딩 가중치를 미리 정의하여 두고, 전송에 사용되는 프리코딩 정보에 해당하는 코드북의 인덱스를 보고하는 방법이 고려될 수 있다. 수신단은 송신단으로부터 지시된 프리코딩 가중치에 대한 정보와 참조신호를 통해 획득한 채널 정보를 결합하여 데이터 복조를 수행할 수 있다. 한편, 전용참조신호(또는 복조용참조신호)는 전송되는 데이터와 동일한 프리코더에 의해 프리코딩 된다. 따라서, 어떤 사용자를 위한 전용참조신호가 사용되는 경우, 프리코딩 가중치에 대한 정보는 별도로 시그널링되지 않을 수 있다.
- [313] (4) 전용참조신호를 사용하는 시스템에서 MIMO 전송을 위해서 기본적으로 랭크 정보만을 지시할 수 있다. 예를 들어, 최대 랭크 2 전송 시스템에서는 랭크 지시를 위해 1 비트의 랭크 지시자(indicator)가 요구된다. 최대 랭크 4 전송 시스템에서는 2 비트의 랭크 지시자가 필요하고, 최대 랭크 8 전송 시스템에서는 3 비트의 랭크 지시자가 필요하다.
- [314] (5) 다중 코드워드(MCW) 전송에 있어서 이하의 사항을 고려할 수 있다. 다중 안테나 전송은 단일 레이어를 사용하는 전송과 다중 레이어를 사용하는 전송을 모두 지원할 수 있다. 다중 레이어 전송을 할 때, 각각의 레이어에는 서로 다른 변조및코딩기법(MCS)가 적용될 수 있다. 이와 같이 다중 레이어에 대해 다중 MCS를 적용하는 전송을 다중 코드워드 전송이라고 할 수 있다. 다중 레이어 별로 각각의 MCS를 적용하는 경우에는 시그널링 오버헤드가 증가할 수

있으므로, 다중 레이어 중 일부 레이어(들)는 동일한 MCS를 가지도록 설계할 수 있다. 예를 들어, 2 개의 레이어가 전송되는 시스템에서 각각의 레이어는 서로 다른 MCS를 가질 수 있다. 3 개의 레이어가 전송되는 시스템에서 어떤 하나의 레이어는 그 레이어를 위한 MCS를 할당받게 되고, 다른 2 개의 레이어는 그 2 개의 레이어의 채널 상황에 맞는 MCS를 할당받을 수 있다. 해당 2 개의 레이어는 동일한 MCS를 가지도록 설계될 수도 있다. 한편, MCS를 지시하는 비트는 MCS 레벨 및 코드워드 비활성화 정보를 포함할 수 있다.

[315] (6) 2개의 코드워드를 전송하는 시스템에서 전송을 위한 제어 채널에 2개의 MCS 지시자가 할당되었다고 할 때 (각각의 MCS 지시자는 코드워드 비활성화에 대한 지시 정보를 포함할 수 있음), 어떤 하나의 MCS 지시자가 코드워드 비활성화를 지시하게 되면, 수신단에서는 상기 하나의 코드워드는 전송되지 않고 다른 하나의 코드워드만이 전송되는 것을 인식할 수 있다. 또한, 2 개의 MCS 지시자 모두 어떤 MCS 레벨을 지시한다면, 수신단에서는 2 개의 코드워드가 모두 전송된다는 것을 알 수 있다.

[316] (7) 최대 랭크 2 전송을 지원하는 시스템에서 다중 코드워드(MCW) 전송을 하는 경우, 각각의 레이어를 위한 MCS 지시자가 사용될 수 있다. 전송되는 랭크에 대한 지시자로서 1 비트가 할당될 수 있다. 그러나 최대 랭크 2 전송에서는, 전송 랭크에 대한 지시자를 할당하지 않아도, 코드워드의 활성화 여부를 통해서 단일 레이어 전송인지 2 레이어 전송인지를 알 수 있다. 각각의 코드워드가 각각의 레이어를 통해서 전송되는 경우, 어떤 코드워드가 활성화인지 비활성화인지에 따라서 전송 랭크를 알 수 있다. 특히, 2 개의 코드워드를 갖는 시스템에서 최대 랭크 2 전송을 하는 경우에, 랭크 1 전송에서는 하나의 코드워드만이 활성화되고, 랭크 2 전송에서는 2 개의 코드워드 모두 활성화된다. 따라서, 이와 같이 다중 코드워드를 지원하면서 각각의 코드워드가 각각의 레이어를 통해서 전송되는 시스템에서는, MCS 지시자에 포함된 정보를 통해서 전송 랭크 정보를 획득할 수 있으므로 랭크에 대한 정보는 별도로 시그널링되지 않을 수도 있다.

[317] (8) 전용참조신호(DRS 또는 DMRS)를 사용하여 MIMO 전송을 하는 경우, 참조신호를 위한 직교 자원(구분되는 자원)은 MIMO전송에 사용되는 레이어의 개수와 동일하다. 참조신호를 구분(또는 식별)하는 직교 자원은 코드 자원, 주파수 자원 및/또는 시간 자원일 수 있다. 예를 들어, 랭크 2 전송을 하는 경우, 전용참조신호를 위해 2 개의 직교 자원이 요구된다. 그런데, MU-MIMO를 고려한다면, 다중 사용자 모두에게 전송되는 레이어의 개수 만큼의 전용참조신호 직교 자원이 요구된다. 예를 들어, 2명의 사용자에게 각각 랭크 2 전송을 하는 경우에, 전용참조신호를 위해 총 4개의 직교 자원이 사용된다.

[318] (9) 전용참조신호를 사용하는 MU-MIMO 시스템에서 수신단이 신호를 복조하기 위해서는 다중 사용자들의 참조신호를 구분(또는 식별)하여 지시할 필요가 있다. 예를 들어, 랭크 1 전송을 하는 2 명의 사용자에게 대한 신호가 동시에

전송될 때 2개의 직교 자원이 사용되는데, 2개의 직교 자원에 대한 순서가 정해져 있다면 각각의 사용자에게 자신의 신호에 해당하는 직교 자원의 순서를 알려줄 수 있다.

- [319] 전술한 DMRS 그룹 지시 비트, SU-MIMO 전송을 위해 사용되는 랭크 지시 비트, 및 MU-MIMO 전송에서 사용되는 전체 레이어를 나타내는 랭크 지시 비트가 모두 정의되는 경우에, MIMO 전송을 위한 명확한 제어정보가 제공되는 대신에 시그널링 오버헤드가 크게 증가하게 된다. 본 발명에서는 SU-MIMO와 MU-MIMO를 동시에 지원하면서 시그널링 오버헤드를 줄일 수 있는 효율적인 제어 정보 시그널링 방안에 대해서 아래와 같이 제안한다.

[320] 실시형태 5

- [321] 본 실시형태는, 랭크 1 및 랭크 2 전송에 대해서는 전송에 사용되는 랭크 및 레이어를 지시(indication)하고, 랭크 3 이상의 전송에 대해서는 전송 랭크 정보만을 알려주는 제어 정보를 구성하는 방안에 대한 것이다.

- [322] 예를 들어, MU-MIMO 전송에 있어서, 수신단 별로 최대 2 레이어를 수신할 수 있고, 전송단에서는 최대 4 개 레이어가 전송되는 경우를 가정할 수 있다. 이러한 경우, MU-MIMO에 참여하는 단말들을 위해서 4개의 레이어를 구분(또는 식별)할 수 있는 지시 비트가 요구된다. 위에서 설명한 MIMO 전송을 위한 지시(Indication) 방안을 적용하는 경우에, 표 38의 A 내지 D 상황을 수신단에서 인식하도록 제어 정보를 제공할 수 있다.

- [323] 표 38

[Table 38]

	Group 1		Group 2	
	OCC #1	OCC #2	OCC #1	OCC #2
A	2-layers		2-layers	
B	1-layer	1-layer	2-layers	
C	2-layers		1-layer	1-layer
D	1-layer	1-layer	1-layer	1-layer
E	1-layer	2-layers		1-layer

- [324] 표 39는 최대 8 레이어 전송에 대한 코드워드-대-레이어 매핑 규칙의 일례를 나타내는 것이다.

- [325] 표 39

[Table 39]

# of layers	CW to Layer mapping rule (codeword number) – (layer number)	
	One codeword	Two Codeword
1	(1) – (1)	X
2	(1) – (1,2)	(1) – (1) (2) – (2)
3	(1) – (1,2,3)	(1) – (1) (2) – (2,3)
4	(1) – (1,2,3,4)	(1) – (1,2) (2) – (3,4)
5		(1) – (1,2) (2) – (3,4,5)
6		(1) – (1,2,3) (2) – (4,5,6)
7		(1) – (1,2,3) (2) – (4,5,6,7)
8		(1) – (1,2,3,4) (2) – (5,6,7,8)

[326] 표 39와 같은 코드워드-대-레이어 매핑 규칙을 고려하면, 하나의 코드워드가 활성화되는 경우 랭크 1, 2, 3 또는 4 로 데이터가 전송되고, 2 개의 코드워드가 활성화되는 경우 랭크 2, 3, 4, 5, 6, 7 또는 8 로 데이터가 전송될 수 있다. 따라서, 활성화되는 코드워드의 개수에 따라 전송 랭크를 정의하면 표 40과 같이 나타낼 수 있다.

[327] 표 40

[Table 40]

One codeword: Codeword 0 (/ 1) enabled, Codeword 1 (/ 0) disabled		Two codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Bit field mapped to index	Message	Bit field mapped to index	Message
0	1 layer	0	2 Layers
1	2 Layers	1	3 Layers
2	3 Layers	2	4 Layers
3	4 Layers	3	5 Layers
4		4	6 Layers
5		5	7 Layers
6		6	8 Layers
7		7	

[328] 표 40은 8 안테나 포트를 지원하기 위한 프리코딩 정보의 내용을 나타낸다. 표 40의 1 내지 8 레이어(들)은 단일 사용자 관점에서 해당 데이터가 전송되는데 사용되는 레이어의 개수를 나타낸다. 표 40과 같이 랭크 정보를 지시하기 위해서는 최소 3 비트가 요구된다. 3 비트가 사용되는 경우, 하나의 코드워드가 활성화되는 경우에 4 개의 필드가 유보(reserved)될 수 있고, 2 개의 코드워드가 활성화되는 경우에 1 개의 필드가 유보될 수 있다.

[329] 한편, 랭크 4 까지의 전송을 위해서 랭크 지시자가 사용되는 경우에, 2 비트가 랭크 지시자로서 사용될 수 있다. 2 비트의 랭크 지시자는 표 41과 같이 구성될 수 있다. 표 41은 4 안테나 포트를 지원하기 위한 프리코딩 정보에 대한 내용을 나타낸다.

[330] 표 41

[Table 41]

One codeword: Codeword 0 (/ 1) enabled, Codeword 1 (/ 0) disabled		Two codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Bit field mapped to index	Message	Bit field mapped to index	Message
0	1 layer	0	2 Layers
1	2 Layers	1	3 Layers
2		2	4 Layers
3		3	

[331] 표 41에서 나타내는 바와 같이, 하나의 코드워드가 활성화되는 경우에 1 개의 필드가 유보될 수 있고, 2 개의 코드워드가 활성화되는 경우에 1 개의 필드가 유보될 수 있다.

[332] 한편, 랭크 2 까지의 전송을 위해서 랭크 지시자가 사용되는 경우에, 1 비트가 랭크 지시자로서 사용될 수 있다. 1 비트의 랭크 지시자는 표 42와 같이 구성될 수 있다. 표 42 는 2 안테나 포트를 지원하기 위한 프리코딩 정보에 대한 내용을 나타낸다.

[333] 표 42

[Table 42]

One codeword: Codeword 0 (/ 1) enabled, Codeword 1 (/ 0) disabled		Two codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Bit field mapped to index	Message	Bit field mapped to index	Message
0	1 layer	0	2 Layers

[334] 표 42에서 나타내는 바와 같이, 2 안테나 포트로 전송되는 경우에, 하나의 코드워드가 활성화되면 랭크 1 전송임을 인식할 수 있고, 2 개의 코드워드가 활성화되면 랭크 2 전송임을 인식할 수 있다. 따라서, 랭크를 지시하기 위한 별도의 비트를 정의하지 않아도 올바르게 동작할 수 있다.

[335] 다음으로, 프리코딩 정보 필드에 레이어 지시(indication)을 정의하는 방안에 대하여 다음과 같이 제안한다.

[336] 랭크 1 및 랭크 2 전송에서는 MU-MIMO 가 적용되고, 랭크 3 이상의 전송에서는 SU-MIMO 가 적용되는 경우에, 8 안테나 포트에 대한 프리코딩 정보 필드는 다음의 표 43과 같이 구성될 수 있다.

[337] 표 43

[Table 43]

One codeword: Codeword 0 (/ 1) enabled, Codeword 1 (/ 0) disabled		Two codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Bit field mapped to Index	Message	Bit field mapped to Index	Message
0	1 layer in 1 st group	0	2 Layers in 1 st group
1	1 layer in 2 nd group	1	2 Layers in 2 nd group
2	2 Layers	2	3 Layers
3	3 Layers	3	4 Layers
4	4 Layers	4	5 Layers
5		5	6 Layers
6		6	7 Layers
7		7	8 Layers

[338] 한편, 하나의 코드워드가 활성화될 때에 랭크 2, 3 또는 4 의 MIMO 전송이 가능하다. 하나의 코드워드가 활성화될 때에 랭크 2 전송에 있어서 MU-MIMO 전송을 가능하게 하기 위하여 2 개의 레이어가 할당된 그룹을 알려줄 수 있다. 이러한 경우 8 안테나 포트에 대한 프리코딩 정보 필드는 다음의 표 44와 같이 구성될 수 있다.

[339] 표 44

[Table 44]

One codeword: Codeword 0 (/ 1) enabled, Codeword 1 (/ 0) disabled		Two codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Bit field mapped to index	Message	Bit field mapped to index	Message
0	1 layer in 1 st group	0	2 Layers in 1 st group
1	1 layer in 2 nd group	1	2 Layers in 2 nd group
2	2 Layers in 1 st group	2	3 Layers
3	2 Layers in 2 nd group	3	4 Layers
4	3 Layers	4	5 Layers
5	4 Layers	5	6 Layers
6		6	7 Layers
7		7	8 Layers

[340] 단말이 DMRS 를 통해서 데이터를 복조하는 경우, DMRS를 위해 최대 개수의

RE 가 사용되는 것으로 가정한다. 예를 들어, 어떤 단말에 대해서 DMRS CDM 그룹 1 이 지시되었을 때, 데이터 및 참조신호를 위한 RE 이외에 다른 단말을 위한 DMRS 가 매핑되는 RE 위치(예를 들어, DMRS CDM 그룹 2)를 고려하여 데이터 복조를 수행할 수 있다. 전송되는 정보는 DMRS 가 가지는 최대 RE 개수를 고려하여 코딩레이트가 계산되고 이에 따라 해당 정보가 인코딩/디코딩될 수 있다. DMRS CDM 그룹 1 에 속한 단말에 대해서, 랭크 1 또는 랭크 2 전송을 위한 RE 의 개수(예를 들어, DMRS 전송을 위해 전체 24 개의 RE 가 사용되는 경우에, 랭크 1 또는 2 전송을 수행할 때에는 12 개의 RE 만을 사용함)를 고려하여 인코딩/디코딩을 수행할 수 있다.

[341] 한편, 랭크 1 및 랭크 2 전송에서는 MU-MIMO 가 적용되고, 랭크 3 이상의 전송에서는 SU-MIMO 가 적용되는 경우에, 4 안테나 포트에 대한 프리코딩 정보 필드는 다음의 표 45와 같이 구성될 수 있다.

[342] 표 45

[Table 45]

One codeword: Codeword 0 (/ 1) enabled, Codeword 1 (/ 0) disabled		Two codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Bit field mapped to index	Message	Bit field mapped to index	Message
0	1 layer in 1 st group	0	2 Layers in 1 st group
1	1 layer in 2 nd group	1	2 Layers in 2 nd group
2	2 Layers	2	3 Layers
3		3	4 Layers

[343] 한편, 하나의 코드워드가 활성화될 때에 랭크 2 전송에 있어서 MU-MIMO 전송을 가능하게 하기 위하여 2 개의 레이어가 할당된 그룹을 알려줄 수 있다. 이러한 경우 4 안테나 포트에 대한 프리코딩 정보 필드는 다음의 표 46과 같이 구성될 수 있다.

[344] 표 46

[Table 46]

One codeword: Codeword 0 (/ 1) enabled, Codeword 1 (/ 0) disabled		Two codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Bit field mapped to index	Message	Bit field mapped to index	Message
0	1 layer in 1 st group	0	2 Layers in 1 st group
1	1 layer in 2 nd group	1	2 Layers in 2 nd group
2	2 Layers in 1 st group	2	3 Layers
3	2 Layers in 2 nd group	3	4 Layers

- [345] 전술한 표 39 내지 46 과 같이 구성된 프리코딩 정보 필드는 하향링크 제어 정보(DCI) 포맷에 포함될 수 있다. 여기서, 프리코딩 정보 필드라는 것은 본 발명에서 제안하는 DCI 포맷에 포함될 제어정보를 기존의 DCI 포맷 2A 의 '프리코딩 정보 필드'를 재사용한다는 것을 나타내기 위함이다. 즉, 본 발명에서 제안하는 제어정보들이 기존의 DCI 포맷 2A 에 포함되는 '프리코딩 정보'의 형식과 유사한 형식을 가질 뿐, 상술한 바와 같이 그 실질적인 내용은 1 코드워드만 활성화된 경우 또는 2 코드워드 모두 활성화된 경우에 대한 전송 랭크 및 데이터가 전송되는 레이어(또는 안테나 포트)가 속하는 그룹을 지시하기 위한 것이다. 따라서, 상기 제어 정보의 명칭은 달리 사용될 수 있다. 예를 들어, 표 39 내지 46 에서 예시하는 제어정보는, 본 발명에서 제안하는 기존의 DCI 포맷 2A 의 수정된 형태의 DCI 포맷 또는 새롭게 제안하는 DCI 포맷에 전송 랭크 및 레이어가 속하는 그룹을 지시하는 제어정보로서 포함될 수 있다.

[346] 실시형태 6

- [347] 본 실시형태는, 랭크 1 및 랭크 2 전송에 대해서는 전송에 사용되는 랭크 및 레이어를 지시(indication)하고, 랭크 3 이상의 전송에 대해서는 전송 랭크 정보만을 알려주는 경우에, MU-MIMO 가 동일한 CDM 그룹 내에서 적용되는 경우에 대한 제어 정보를 구성하는 방안에 대한 것이다. MU-MIMO 가 동일한 CDM 그룹 내에서 적용된다는 것은, 다중 사용자에게 대한 하나 이상의 레이어에 대한 전용참조신호가 동일한 CDM 그룹(예를 들어, 도 8(a) 의 'C') 상에서 전송되는 것을 의미한다.

- [348] 예를 들어, 동일한 CDM 그룹 내에서 적용되는 MU-MIMO 전송에 있어서, 수신단 별로 최대 2 레이어를 수신할 수 있고, 전송단에서는 최대 4 개 레이어가 전송되는 경우를 가정할 수 있다. 이러한 경우, MU-MIMO에 참여하는 단말들을 위해서 4개의 레이어를 구분(또는 식별)할 수 있는 지시 비트가 요구된다. 위에서 설명한 MIMO 전송을 위한 지시(Indication) 방안을 적용하는 경우에, 표 47의 A 내지 D 상황을 수신단에서 인식하도록 제어 정보를 제공할 수 있다. 표 47

에서는 예시적으로 그룹 1 내에서 MU-MIMO 전송이 수행되는 것을 나타내지만 이는 임의의 그룹에 대한 것이므로, 본 발명은 이에 제한되는 것이 아님을 밝힌다.

[349] 표 47

[Table 47]

	A-subgroup in Group 1		B-subgroup in Group 1	
	OCC #1	OCC #2	OCC #3	OCC #4
A	2-layers		2-layers	
B	1-layer	1-layer	2-layers	
C	2-layers		1-layer	1-layer
D	1-layer	1-layer	1-layer	1-layer
E	1-layer	2-layers		1-layer

[350] 소정의 그룹에 속하는 4 개의 레이어에 대한 전용참조신호는 4 개의 직교 코드로 구분(또는 식별)될 수 있다. 4개의 직교 코드는 2개의 부그룹(subgroup) (예를 들어, 표 47와 같이 A-subgroup 및 B-subgroup)으로 나눌 수 있다. 예를 들어, 하나의 그룹은 2 개의 부그룹으로 나눌 수 있고, 2 개의 부그룹끼리는 서로 준-직교(quasi-orthogonal)할 수 있다. 하나의 부그룹 내에서 2 개의 레이어는 서로 완전히 직교하는(fully orthogonal) 코드에 의해 구분(또는 식별)될 수 있다. 각각의 레이어에 대한 직교 코드는, DMRS의 안테나 포트 매핑 규칙을 따라 정해질 수 있다.

[351] 랭크 1 및 랭크 2 전송에서는 MU-MIMO 가 적용되고, 랭크 3 이상의 전송에서는 SU-MIMO 가 적용되며, MU-MIMO 는 하나의 그룹(예를 들어, 그룹 1)에서만 수행되는 경우를 가정한다. 이러한 경우에, DMRS를 위해서 사용되는 RE 의 개수는 12 개로 한정될 수 있다. 이에 따라, 8 안테나 포트에 대한 프리코딩 정보 필드는 다음의 표 48과 같이 구성될 수 있다.

[352] 표 48

[Table 48]

One codeword: Codeword 0 (/ 1) enabled, Codeword 1 (/ 0) disabled		Two codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Bit field mapped to Index	Message	Bit field mapped to Index	Message
0	1 layer in subgroup-A	0	2 Layers in subgroup-A
1	1 layer in subgroup-B	1	2 Layers in subgroup-B
2	2 Layers	2	3 Layers
3	3 Layers	3	4 Layers
4	4 Layers	4	5 Layers
5		5	6 Layers
6		6	7 Layers
7		7	8 Layers

[353] 한편, 하나의 코드워드가 활성화될 때에 랭크 2, 3 또는 4의 MIMO 전송이 가능하다. 하나의 코드워드가 활성화될 때에 랭크 2 전송에 있어서 MU-MIMO 전송을 가능하게 하기 위하여 2개의 레이어가 할당된 부그룹(subgroup)을 알려줄 수 있다. 이러한 경우, MU-MIMO가 소정의 하나의 그룹 내에서 적용되는 것을 고려하면, 8 안테나 포트에 대한 프리코딩 정보 필드는 다음의 표 49와 같이 구성될 수 있다.

[354] 표 49

[Table 49]

One codeword: Codeword 0 (/ 1) enabled, Codeword 1 (/ 0) disabled		Two codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Bit field mapped to Index	Message	Bit field mapped to Index	Message
0	1 layer in subgroup-A	0	2 Layers in subgroup-A
1	1 layer in subgroup-B	1	2 Layers in subgroup-B
2	2 Layers in subgroup-A	2	3 Layers
3	2 Layers in subgroup-B	3	4 Layers
4	3 Layers	4	5 Layers
5	4 Layers	5	6 Layers
6		6	7 Layers
7		7	8 Layers

[355] 단말은, 랭크 1 또는 랭크 2 전송을 위한 RE의 개수(예를 들어, DMRS 전송을 위해 전체 24개의 RE가 사용되는 경우에, 랭크 1 또는 2 전송을 수행할 때에는 12개의 RE만을 사용함)를 고려하여 인코딩/디코딩을 수행할 수 있다.

[356] 한편, 랭크 1 및 랭크 2 전송에서는 MU-MIMO가 적용되고, 랭크 3 이상의 전송에서는 SU-MIMO가 적용되는 경우에, MU-MIMO가 소정의 하나의 그룹 내에서 적용되는 것을 고려하면, 4 안테나 포트에 대한 프리코딩 정보 필드는 다음의 표 50과 같이 구성될 수 있다.

[357] 표 50

[Table 50]

One codeword: Codeword 0 (/ 1) enabled, Codeword 1 (/ 0) disabled		Two codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Bit field mapped to Index	Message	Bit field mapped to Index	Message
0	1 layer in subgroup-A	0	2 Layers in subgroup-A
1	1 layer in subgroup-B	1	2 Layers in subgroup-B
2	2 Layers	2	3 Layers
3		3	4 Layers

[358] 한편, 하나의 코드워드가 활성화될 때에 랭크 2 전송에 있어서 MU-MIMO 전송을 가능하게 하기 위하여 2개의 레이어가 할당된 그룹을 알려줄 수 있다. 이러한 경우, MU-MIMO가 소정의 하나의 그룹 내에서 적용되는 것을 고려하면, 4 안테나 포트에 대한 프리코딩 정보 필드는 다음의 표 51과 같이 구성될 수 있다.

[359] 표 51

[Table 51]

One codeword: Codeword 0 (/ 1) enabled, Codeword 1 (/ 0) disabled		Two codeword: Codeword 0 enabled, Codeword 1 enabled	
Bit field mapped to Index	Message	Bit field mapped to Index	Message
0	1 layer in subgroup-A	0	2 Layers in subgroup-A
1	1 layer in subgroup-B	1	2 Layers in subgroup-B
2	2 Layers in subgroup-A	2	3 Layers
3	2 Layers in subgroup-B	3	4 Layers

[360] 전술한 표 48 내지 51과 같이 구성된 프리코딩 정보 필드는 하향링크 제어

정보(DCI) 포맷에 포함될 수 있다. 여기서, 프리코딩 정보 필드라는 것은 본 발명에서 제안하는 DCI 포맷에 포함될 제어정보를 기존의 DCI 포맷 2A의 '프리코딩 정보 필드'를 재사용한다는 것을 나타내기 위함이다. 즉, 본 발명에서 제안하는 제어정보들이 기존의 DCI 포맷 2A에 포함되는 '프리코딩 정보'의 형식과 유사한 형식을 가질 뿐, 상술한 바와 같이 그 실질적인 내용은 1 코드워드 전송 또는 2 코드워드 전송의 경우에 대한 전송 랭크 및 데이터가 전송되는 레이어(또는 안테나 포트)가 속하는 부그룹을 단말에게 지시하기 위한 것이다. 따라서, 상기 제어 정보의 명칭은 달리 사용될 수 있다. 예를 들어, 표 48 내지 51에서 예시하는 제어정보는, 본 발명에서 제안하는 기존의 DCI 포맷 2A의 수정된 형태의 DCI 포맷 또는 새롭게 제안하는 DCI 포맷에 전송 랭크 및 레이어가 속하는 부그룹을 지시하는 제어정보로서 포함될 수 있다.

[361] 전술하여 설명한 실시형태 5와 같이 단말에 대한 MIMO 전송 레이어가 속하는 그룹이 지시되는 경우, 해당 그룹 내에서 2개의 OCC를 이용하여 레이어들이 구분(또는 식별)될 수 있다. 1개의 코드워드가 전송되는 경우에는, 비활성화되는 코드워드의 NDI 비트를 통해서, 활성화되는 코드워드에 대한 안테나 포트, 레이어 번호 또는 OCC 정보가 획득될 수 있다. 2개의 코드워드가 활성화되는 경우에는 그룹 내에서 사용할 수 있는 2개의 OCC 자원이 사용될 수 있다.

[362] 한편, 전술하여 설명한 실시형태 6과 같이 단말에 대한 MIMO 전송 레이어가 속하는 부그룹이 지시되는 경우, 해당 부그룹 내에서 2개의 OCC를 이용하여 레이어들이 구분(또는 식별)될 수 있다. 1개의 코드워드가 전송되는 경우에는, 비활성화되는 코드워드의 NDI 비트를 통해서, 활성화되는 코드워드에 대한 안테나 포트, 레이어 번호 또는 OCC 정보가 획득될 수 있다. 2개의 코드워드가 활성화되는 경우에는 부그룹 내에서 사용할 수 있는 2개의 OCC 자원이 사용될 수 있다.

[363] 도 10을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 MIMO 전송을 지원하는 무선 통신 시스템에서 하향링크 신호를 송수신하는 방법에 대하여 설명한다. 도 10의 하향링크 전송 주체(예를 들어, 기지국)는 8개의 전송 안테나를 통하여 하향링크 신호를 전송할 수 있고, 하향링크 수신 주체(예를 들어, 단말)는 하향링크 전송 주체로부터 전송된 하향링크 신호를 수신할 수 있다. 또한, 하향링크 전송 주체는 단말에 대해 액세스 하향링크 신호를 전송하는 중계기가 될 수도 있고, 하향링크 수신 주체는 기지국으로부터 백홀 하향링크 신호를 수신하는 중계기가 될 수도 있다.

[364] 단계 S1010에서 하향링크 전송 주체는 하향링크 제어 정보를 전송할 수 있다. 이에 따라, 단계 S1030에서 하향링크 수신 주체는 하향링크 제어 정보를 수신할 수 있다. 하향링크 제어정보는 N ($1 \leq N \leq 8$) 개의 레이어 상에서 전송되는 하향링크 데이터를 스케줄링하는 정보일 수 있다. 하향링크 제어정보는 PDCCH DCI 포맷의 형태로 전송될 수 있다.

[365] 단계 S1020에서 하향링크 전송 주체는 단계 S1010의 하향링크 제어 정보에

기초하여 N 개의 레이어 상에서 전송되는 하향링크 데이터 및 단말-특정 참조신호(또는 DMRS)를 전송할 수 있다. 하향링크 데이터 및 단말-특정 참조신호는 PDSCH 상에서 다중화되어 전송될 수 있다. 이에 따라, 단계 S1040 에서 하향링크 수신 주체는 하향링크 데이터 및 단말-특정 참조신호를 수신할 수 있다.

[366] 단계 S1050 에서 하향링크 수신 주체는 단말-특정 참조신호에 기초하여 N 개의 레이어 상에서 전송되는 하향링크 데이터를 복조할 수 있다.

[367] 상기 하향링크 제어 정보는, 1 개의 코드워드만이 활성화된 경우 또는 2 개의 코드워드가 모두 활성화된 경우의 하향링크 MIMO 전송을 스케줄링하는 정보를 포함할 수 있다. 하향링크 제어정보는 활성화된 코드워드가 매핑되는 레이어의 개수(N)를 지시하는 정보를 포함할 수 있다. 하향링크 전송 주체가 8 전송 안테나를 구비하는 경우, $1 \leq N \leq 8$ 일 수 있다. 구체적으로, 1 개의 코드워드만이 활성화된 경우 1 내지 4 레이어 전송이 수행될 수 있고, 2 개의 코드워드가 활성화된 경우에는 2 내지 8 레이어 전송이 수행될 수 있다. 여기서 레이어의 개수는 곧 랭크를 의미할 수 있다. 예를 들어, 하향링크 제어정보는 표 40 내지 44 또는 표 48 내지 51과 같은 제어 정보를 포함할 수 있다.

[368] 하향링크 제어정보에서 레이어의 개수를 지시하는 정보는, 단말-특정 참조신호를 식별하는 코드에 대한 정보, 즉, 동일한 자원요소 위치에서 전송되는 단말-특정 참조신호들을 구별하는 정보를 또한 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 8(a)의 참조신호 그룹 'C' 와 같이, 동일한 자원요소 위치에서 전송되는 4 개의 서로 다른 단말-특정 참조신호들이 하나의 참조신호 그룹에 포함될 수 있고, 하나의 참조신호 그룹은 단말-특정 참조신호를 식별하는 코드에 대한 정보에 의해서 2 개의 부그룹(subgroup)으로 구분될 수 있으며, 하나의 부그룹은 직교 코드에 의해서 구분되는 2 개의 단말-특정 참조신호들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 표 48 과 같이 레이어의 개수를 지시하는 정보는 3 비트로 구성될 수 있고, 1 개의 코드워드가 1 개의 레이어에 매핑되는 경우와 2 개의 코드워드가 2 개의 레이어에 매핑되는 경우에 대해서 레이어가 속하는 부그룹을 나타내는 정보(즉, 단말-특정 참조신호를 식별하는 코드에 대한 정보)가 함께 포함될 수 있다. 또한, 하향링크 제어정보는 하향링크 MIMO 전송의 안테나 포트를 지시하는 정보를 더 포함할 수 있다.

[369] 도 10과 관련하여 설명한 본 발명의 하향링크 신호 송수신 방법에 있어서, 전술한 본 발명의 다양한 실시예에서 설명한 사항(즉, 본 발명에서 제안하는 다양한 DCI 포맷 구성 방안)들이 동일하게 적용될 수 있다. 예를 들어, 전술한 실시형태 5 및 6 에서 제안한 사항과 같이, 최대 랭크 8 MIMO 전송을 지원하는 시스템에서 각각의 단말에 대해서 DMRS 기반 데이터 전송을 위한 하향링크 제어정보(DCI) 포맷을 구성함에 있어서, SU-MIMO 및 MU-MIMO 를 동시에 (즉, 하나의 DCI 포맷을 이용하여) 지원할 수 있도록 제어정보를 구성하는 방안에 대한 것이다. 이러한 제어정보에는, 해당 단말에게 할당되는

전용참조신호가 속하는 그룹(즉, 참조신호 위치)을 나타내는 정보, 해당 단말에 대한 전송 랭크(레이어의 개수)를 나타내는 정보, 전체 전송 랭크를 알려주는 정보, 해당 단말에 대한 전송 레이어를 알려주는 정보 중 하나 이상이 포함될 수 있다. 여기서, 전송 레이어를 알려주는 정보는, 해당 레이어(또는 안테나 포트)를 통해 전송되는 데이터를 복조하기 위한 전용참조신호를 다른 레이어에 대한 전용참조신호와 구분(또는 식별)할 수 있는 정보이다. 위와 같은 제어정보는 본 발명에서 제안하는 DCI 포맷 2A의 변형 또는 새로운 DCI 포맷에 포함될 수 있다.

- [370] 도 11은 본 발명에 따른 기지국 장치(1110) 및 단말 장치(1120)에 대한 바람직한 실시예의 구성을 도시한 도면이다.
- [371] 도 11를 참조하여 본 발명에 따른 기지국 장치(1110)는, 수신모듈(1111), 전송모듈(1112), 프로세서(1113), 메모리(1114) 및 복수개의 안테나(1115)를 포함할 수 있다. 복수개의 안테나(1115)는 MIMO 송수신을 지원하는 기지국 장치를 의미한다. 수신모듈(1111)은 단말로부터의 상향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 수신할 수 있다. 전송모듈(1112)은 단말로의 하향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 전송할 수 있다. 프로세서(1113)는 기지국 장치(1110) 전반의 동작을 제어할 수 있다.
- [372] 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국 장치(1110)는 하향링크 MIMO 전송을 지원하는 무선 통신 시스템에서 동작할 수 있고, 단일사용자-MIMO 또는 다중사용자-MIMO 전송을 지원할 수 있다. 기지국 장치(1110)의 프로세서(1113)는, 하향링크 MIMO 전송의 1 개 또는 2 개의 활성화된 코드워드가 매핑되는 레이어의 개수를 지시하는 정보를 포함하는 하향링크 제어정보를 전송 모듈(1112)을 통하여 전송하도록 구성될 수 있다. 또한, 기지국 장치(1110)의 프로세서(1113)는, 하향링크 제어정보에 기초하여, 하나 이상의 레이어 각각 상에서 전송되는 하향링크 데이터 및 상기 하나 이상의 레이어 각각에 대한 DMRS를 전송 모듈(1111)을 통하여 전송하도록 구성될 수 있다. 레이어의 개수를 지시하는 정보는, DMRS를 식별하는 코드에 대한 정보를 더 포함할 수 있다.
- [373] 기지국 장치(1110)의 프로세서(1113)는 그 외에도 기지국 장치(1110)가 수신한 정보, 외부로 전송할 정보 등을 연산 처리하는 기능을 수행하며, 메모리(1114)는 연산 처리된 정보 등을 소정시간 동안 저장할 수 있으며, 버퍼(미도시) 등의 구성요소로 대체될 수 있다.
- [374] 도 11를 참조하여 본 발명에 따른 단말 장치(1120)는, 수신모듈(1121), 전송모듈(1122), 프로세서(1123), 메모리(1124) 및 복수개의 안테나(1125)를 포함할 수 있다. 복수개의 안테나(1125)는 MIMO 송수신을 지원하는 단말 장치를 의미한다. 수신모듈(1121)은 기지국으로부터의 하향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 수신할 수 있다. 수신모듈(1122)은 기지국으로의 상향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 전송할 수 있다. 프로세서(1123)는 단말

장치(1120) 전반의 동작을 제어할 수 있다.

- [375] 본 발명의 일 실시예에 따른 단말 장치(1120)는 하향링크 MIMO 전송을 지원하는 무선 통신 시스템에서 동작할 수 있다. 단말 장치(1120)의 프로세서(1123)는, 하향링크 MIMO 전송의 1 개 또는 2 개의 활성화된 코드워드가 매핑되는 레이어의 개수를 지시하는 정보를 포함하는 하향링크 제어정보를 수신 모듈(1121)을 통하여 수신하도록 구성될 수 있다. 또한, 단말 장치(1120)의 프로세서(1123)는, 하향링크 제어정보에 기초하여 하나 이상의 레이어 상에서 전송되는 하향링크 데이터 및 하나 이상의 레이어 각각에 대한 DMRS를 수신 모듈(1121)을 통하여 수신하도록 구성될 수 있다. 또한, 단말 장치(1120)의 프로세서(1123)는, DMRS에 기초하여 하향링크 데이터를 복조하도록 구성될 수 있다. 레이어의 개수를 지시하는 정보는, DMRS를 식별하는 코드에 대한 정보를 더 포함할 수 있다.
- [376] 단말 장치(1120)의 프로세서(1123)는 그 외에도 단말 장치(1120)가 수신한 정보, 외부로 전송할 정보 등을 연산 처리하는 기능을 수행하며, 메모리(1124)는 연산 처리된 정보 등을 소정시간 동안 저장할 수 있으며, 버퍼(미도시) 등의 구성요소로 대체될 수 있다.
- [377] 다중 반송파를 지원하는 무선 통신 시스템에서 상기 단말 장치(1120)에서 기지국 장치(1110)으로 상향링크 제어정보를 전송함에 있어서 이하의 사항이 공통으로 적용될 수 있다. DMRS를 식별하는 코드에 대한 정보는, 동일한 자원요소 위치에서 전송되는 DMRS를 구별하는 정보이며, 1 개의 코드워드가 1 개의 레이어에 매핑되는 경우와 2 개의 코드워드가 2 개의 레이어에 매핑되는 경우에 대해서, 레이어의 개수를 지시하는 정보에 포함될 수 있다. 또한, 동일한 자원요소 위치에서 전송되는 4 개의 서로 DMRS가 하나의 DMRS 그룹에 포함되고, 상기 하나의 DMRS 그룹은 DMRS를 식별하는 코드에 대한 정보에 의해서 2 개의 부그룹(subgroup)으로 구분되며, 하나의 부그룹은 직교 코드에 의해서 구분되는 2 개의 DMRS를 포함할 수 있다. 또한, 하향링크 제어정보는 하향링크 MIMO 전송의 안테나 포트를 지시하는 정보를 더 포함할 수 있다. 또한, 레이어의 개수를 지시하는 정보는 3 비트로 구성될 수 있다.
- [378] 위와 같은 기지국 장치 및 단말 장치의 구체적인 구성은, 전술한 본 발명의 다양한 실시예에서 설명한 사항(즉, 본 발명에서 제안하는 다양한 DCI 포맷 구성 방안)들이 동일하게 적용될 수 있도록 구현될 수 있다.
- [379] 또한, 도 11에 대한 설명에 있어서 기지국 장치(1110)에 대한 설명은 하향링크 전송 주체 또는 상향링크 수신 주체로서의 중계기 장치에 대해서도 동일하게 적용될 수 있고, 단말 장치(1120)에 대한 설명은 하향링크 수신 주체 또는 상향링크 전송 주체로서의 중계기 장치에 대해서도 동일하게 적용될 수 있다.
- [380] 상술한 본 발명의 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.

- [381] 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 하나 또는 그 이상의 ASICs(Application Specific Integrated Circuits), DSPs(Digital Signal Processors), DSPDs(Digital Signal Processing Devices), PLDs(Programmable Logic Devices), FPGAs(Field Programmable Gate Arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.
- [382] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.
- [383] 상술한 바와 같이 개시된 본 발명의 바람직한 실시예들에 대한 상세한 설명은 당업자가 본 발명을 구현하고 실시할 수 있도록 제공되었다. 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 본 발명의 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 당업자는 상술한 실시예들에 기재된 각 구성을 서로 조합하는 방식으로 이용할 수 있다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.
- [384] 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다. 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다. 또한, 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함할 수 있다.
- 산업상 이용가능성**
- [385] 상술한 바와 같은 본 발명의 실시형태들은 MIMO 전송을 지원하는 다양한 이동통신 시스템에 적용될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 하향링크 다중입출력(MIMO) 전송을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말이 하향링크 신호를 기지국으로부터 수신하는 방법으로서,
 상기 하향링크 MIMO 전송의 1 개 또는 2 개의 활성화된(enabled) 코드워드가 매핑되는 레이어의 개수($N, 1 \leq N \leq 8$)를 지시(indication)하는 정보를 포함하는 하향링크 제어정보를 수신하는 단계;
 상기 하향링크 제어정보에 기초하여, N 개의 레이어 각각 상에서 전송되는 하향링크 데이터 및 상기 N 개의 레이어 각각에 대한 단말-특정(UE-specific) 참조신호를 수신하는 단계; 및
 상기 단말-특정 참조신호에 기초하여 상기 하향링크 데이터를 복조하는 단계를 포함하고,
 상기 레이어의 개수를 지시하는 정보는, 상기 단말-특정 참조신호를 식별(identify)하는 코드에 대한 정보를 더 포함하는, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
 상기 단말-특정 참조신호를 식별하는 코드에 대한 정보는, 1 개의 코드워드가 1 개의 레이어에 매핑되는 경우와 2 개의 코드워드가 2 개의 레이어에 매핑되는 경우에 대해서만, 상기 레이어의 개수를 지시하는 정보에 포함되는, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
 상기 단말-특정 참조신호를 식별하는 코드에 대한 정보는, 동일한 자원요소 위치에서 전송되는 단말-특정 참조신호들을 구별하는 정보인, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서,
 상기 동일한 자원요소 위치에서 전송되는 4 개의 서로 다른 단말-특정 참조신호들이 하나의 참조신호 그룹에 포함되고, 상기 하나의 참조신호 그룹은 상기 단말-특정 참조신호를 식별하는 코드에 대한 정보에 의해서 2 개의 부그룹(subgroup)으로 구분되며, 하나의 부그룹은 직교 코드에 의해서 구분되는 2 개의 단말-특정 참조신호들을 포함하는, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
 상기 하향링크 제어정보는 상기 하향링크 MIMO 전송의 안테나 포트를 지시하는 정보를 더 포함하는, 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서,
 상기 레이어의 개수를 지시하는 정보는 3 비트로 구성되는,

- 하향링크 신호 수신 방법.
- [청구항 7] 하향링크 다중입출력(MIMO) 전송을 지원하는 무선 통신 시스템에서 기지국이 하향링크 신호를 단말로 전송하는 방법으로서,
 상기 하향링크 MIMO 전송의 1 개 또는 2 개의 활성화된(enabled) 코드워드가 매핑되는 레이어의 개수($N, 1 \leq N \leq 8$)를 지시(indication)하는 정보를 포함하는 하향링크 제어정보를 전송하는 단계; 및
 상기 하향링크 제어정보에 기초하여, N 개의 레이어 각각 상에서 전송되는 하향링크 데이터 및 상기 N 개의 레이어 각각에 대한 단말-특정(UE-specific) 참조신호를 전송하는 단계를 포함하고, 상기 하향링크 데이터는 상기 단말-특정 참조신호에 기초하여 상기 단말에서 복조되고,
 상기 레이어의 개수를 지시하는 정보는, 상기 단말-특정 참조신호를 식별(identify)하는 코드에 대한 정보를 더 포함하는, 하향링크 신호 전송 방법.
- [청구항 8] 제 7 항에 있어서,
 상기 단말-특정 참조신호를 식별하는 코드에 대한 정보는, 1 개의 코드워드가 1 개의 레이어에 매핑되는 경우와 2 개의 코드워드가 2 개의 레이어에 매핑되는 경우에 대해서만, 상기 레이어의 개수를 지시하는 정보에 포함되는, 하향링크 신호 전송 방법.
- [청구항 9] 제 7 항에 있어서,
 상기 단말-특정 참조신호를 식별하는 코드에 대한 정보는, 동일한 자원요소 위치에서 전송되는 단말-특정 참조신호들을 구별하는 정보인, 하향링크 신호 전송 방법.
- [청구항 10] 제 9 항에 있어서,
 상기 동일한 자원요소 위치에서 전송되는 4 개의 서로 다른 단말-특정 참조신호들이 하나의 참조신호 그룹에 포함되고, 상기 하나의 참조신호 그룹은 상기 단말-특정 참조신호를 식별하는 코드에 대한 정보에 의해서 2 개의 부그룹(subgroup)으로 구분되며, 하나의 부그룹은 직교 코드에 의해서 구분되는 2 개의 단말-특정 참조신호들을 포함하는, 하향링크 신호 전송 방법.
- [청구항 11] 제 7 항에 있어서,
 상기 하향링크 제어정보는 상기 하향링크 MIMO 전송의 안테나 포트를 지시하는 정보를 더 포함하는, 하향링크 신호 전송 방법.
- [청구항 12] 제 7 항에 있어서, 상기 레이어의 개수를 지시하는 정보는 3 비트로 구성되는, 하향링크 신호 전송 방법.
- [청구항 13] 하향링크 다중입출력(MIMO) 전송을 지원하는 무선 통신

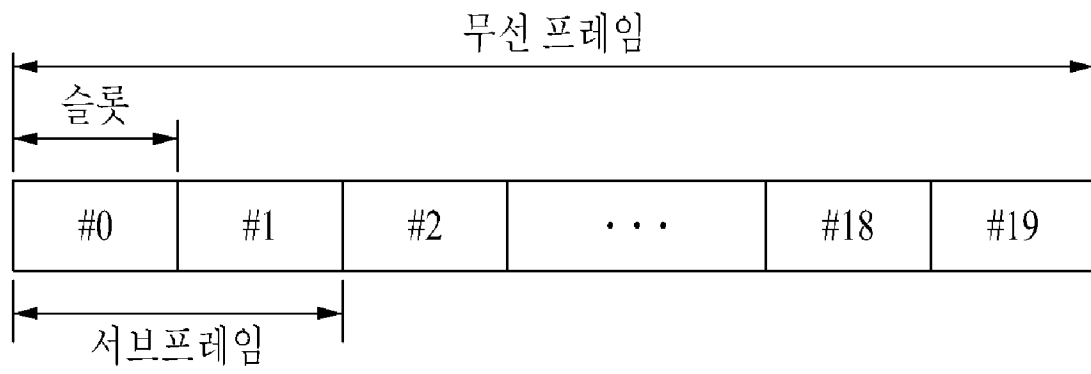
시스템에서 하향링크 신호를 기지국으로부터 수신하는 단말로서,
 상기 기지국으로부터 하향링크 제어 정보 및 하향링크 데이터를
 수신하는 수신 모듈;
 상기 기지국으로 상향링크 제어 정보 및 상향링크 데이터를
 전송하는 전송 모듈; 및
 상기 수신 모듈 및 상기 전송 모듈을 포함하는 상기 단말을
 제어하는 프로세서를 포함하며,
 상기 프로세서는,
 상기 하향링크 MIMO 전송의 1 개 또는 2 개의 활성화된(enabled)
 코드워드가 매핑되는 레이어의 개수($N, 1 \leq N \leq 8$)를
 지시(indication)하는 정보를 포함하는 상기 하향링크 제어정보를
 상기 수신 모듈을 통하여 수신하고,
 상기 수신 모듈을 통하여, 상기 하향링크 제어정보에 기초하여, N
 개의 레이어 각각 상에서 전송되는 상기 하향링크 데이터 및 상기
 N 개의 레이어 각각에 대한 단말-특정(UE-specific) 참조신호를
 상기 수신 모듈을 통하여 수신하고,
 상기 단말-특정 참조신호에 기초하여 상기 하향링크 데이터를
 복조하도록 구성되며,
 상기 레이어의 개수를 지시하는 정보는, 상기 단말-특정
 참조신호를 식별(identify)하는 코드에 대한 정보를 더 포함하는,
 하향링크 신호 수신 단말.

[청구항 14]

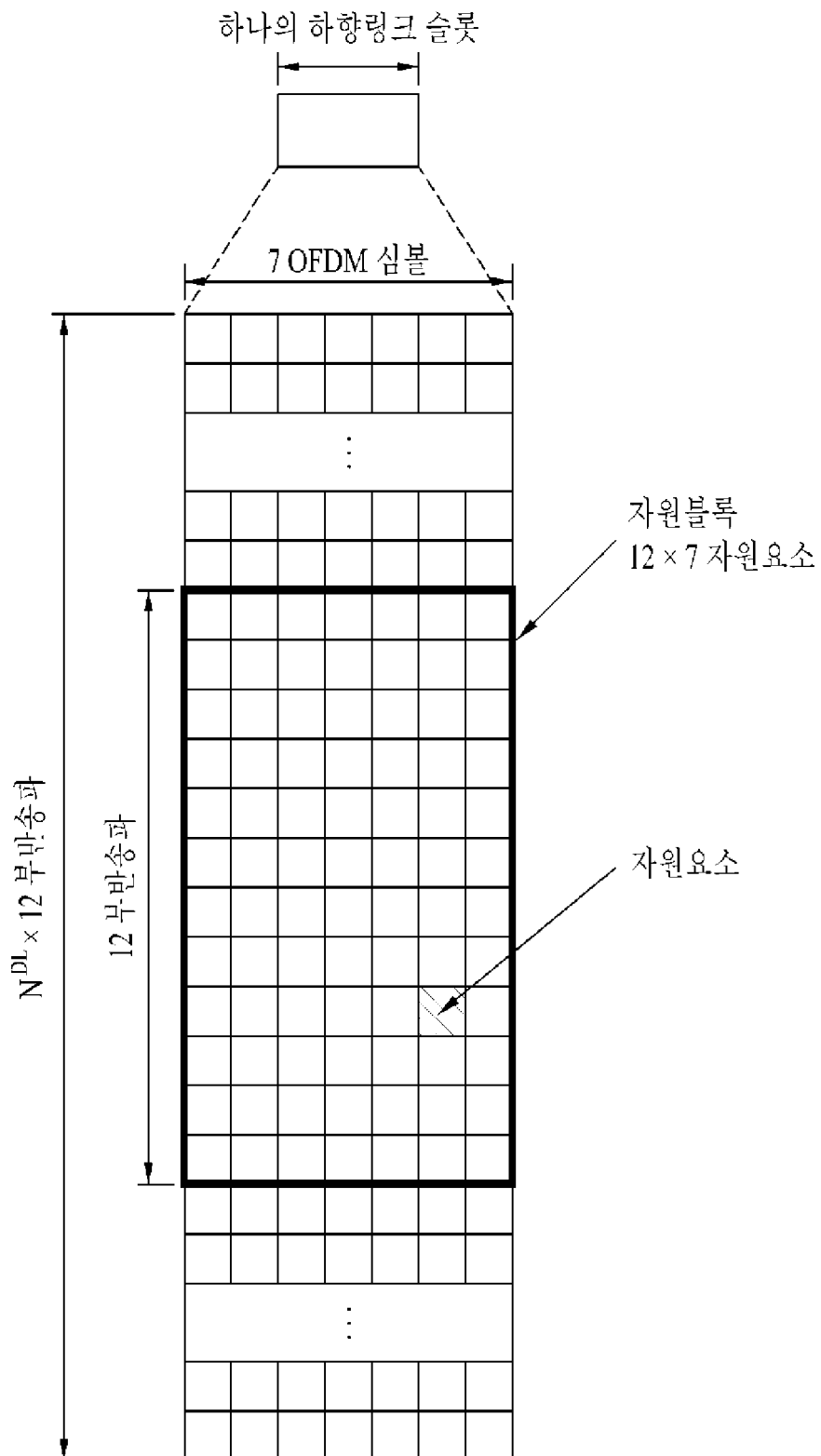
하향링크 다중입출력(MIMO) 전송을 지원하는 무선 통신
 시스템에서 하향링크 신호를 단말로 전송하는 기지국으로서,
 상기 단말로부터 상향링크 제어정보 및 상향링크 데이터를
 수신하는 수신 모듈;
 상기 단말로 하향링크 제어 정보 및 하향링크 데이터를 전송하는
 전송 모듈; 및
 상기 수신 모듈 및 상기 전송 모듈을 포함하는 상기 기지국을
 제어하는 프로세서를 포함하며,
 상기 프로세서는,
 상기 하향링크 MIMO 전송의 1 개 또는 2 개의 활성화된(enabled)
 코드워드가 매핑되는 레이어의 개수($N, 1 \leq N \leq 8$)를
 지시(indication)하는 정보를 포함하는 상기 하향링크 제어정보를
 상기 전송 모듈을 통하여 전송하고,
 상기 하향링크 제어정보에 기초하여, N 개의 레이어 각각 상에서
 전송되는 하향링크 데이터 및 상기 N 개의 레이어 각각에 대한
 단말-특정(UE-specific) 참조신호를 상기 전송 모듈을 통하여
 전송하도록 구성되며,

상기 하향링크 데이터는 상기 단말-특정 참조신호에 기초하여
상기 단말에서 복조되고,
상기 레이어의 개수를 지시하는 정보는, 상기 단말-특정
참조신호를 식별(identify)하는 코드에 대한 정보를 더 포함하는,
하향링크 신호 전송 기지국.

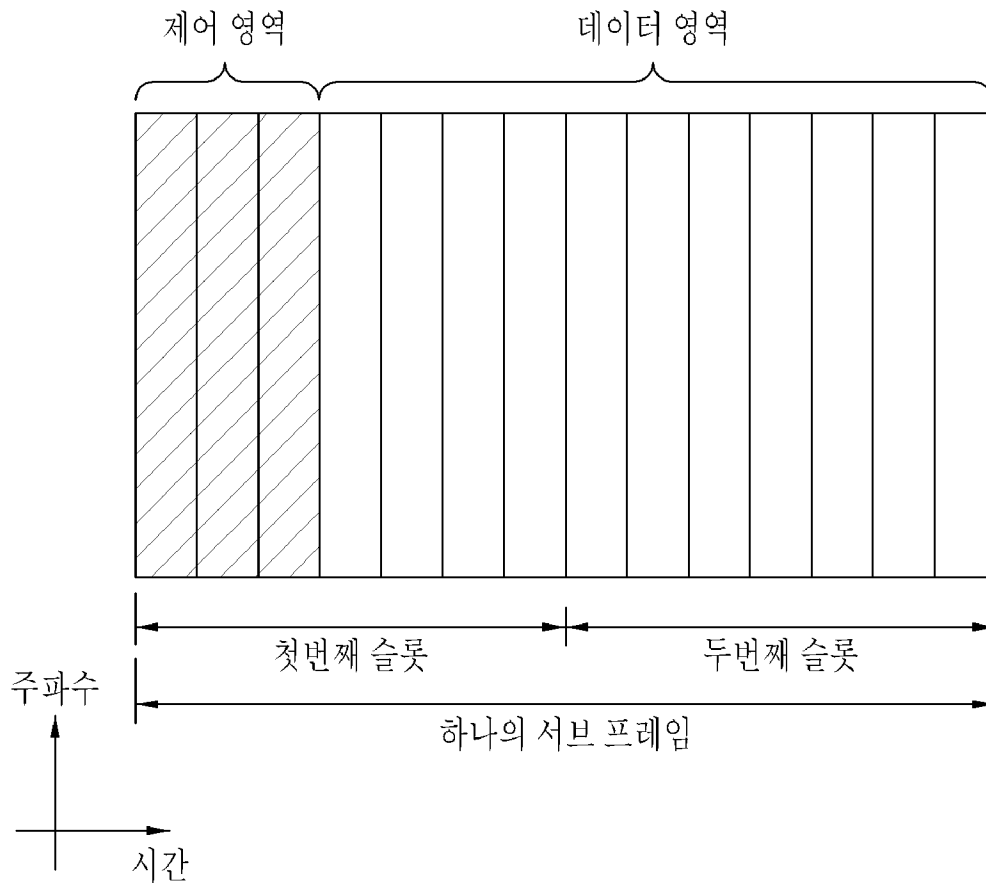
[Fig. 1]



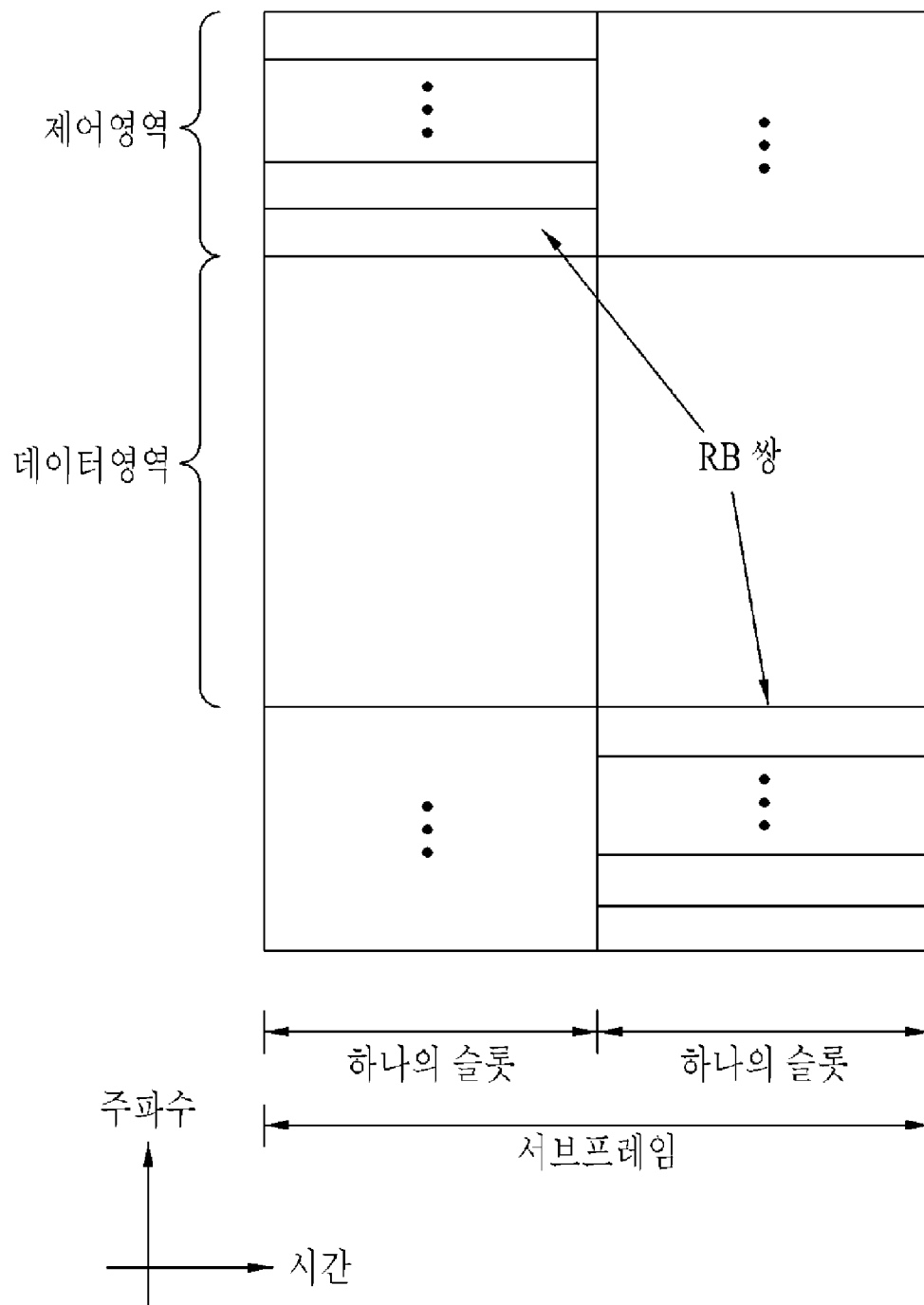
[Fig. 2]



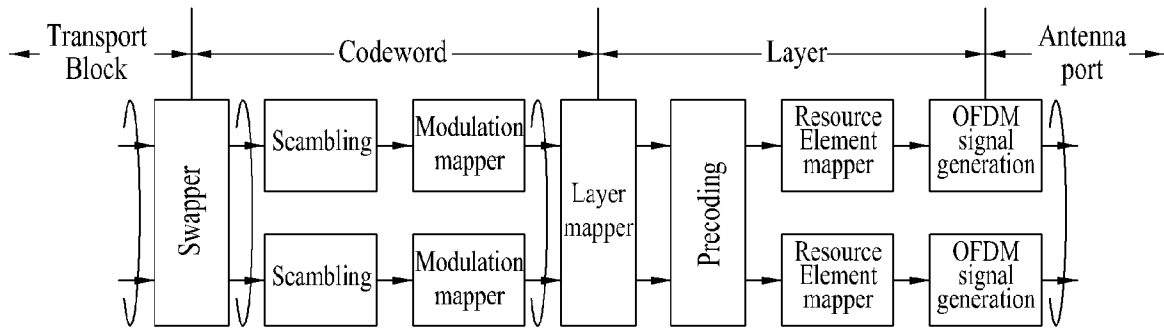
[Fig. 3]



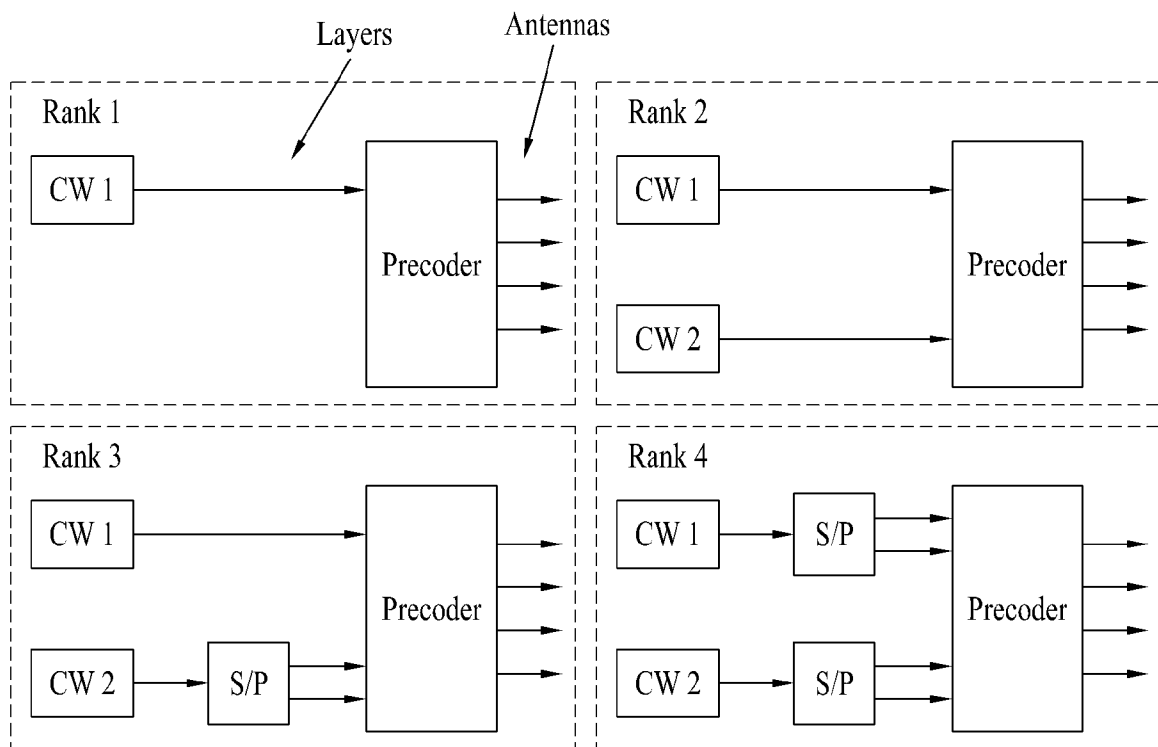
[Fig. 4]



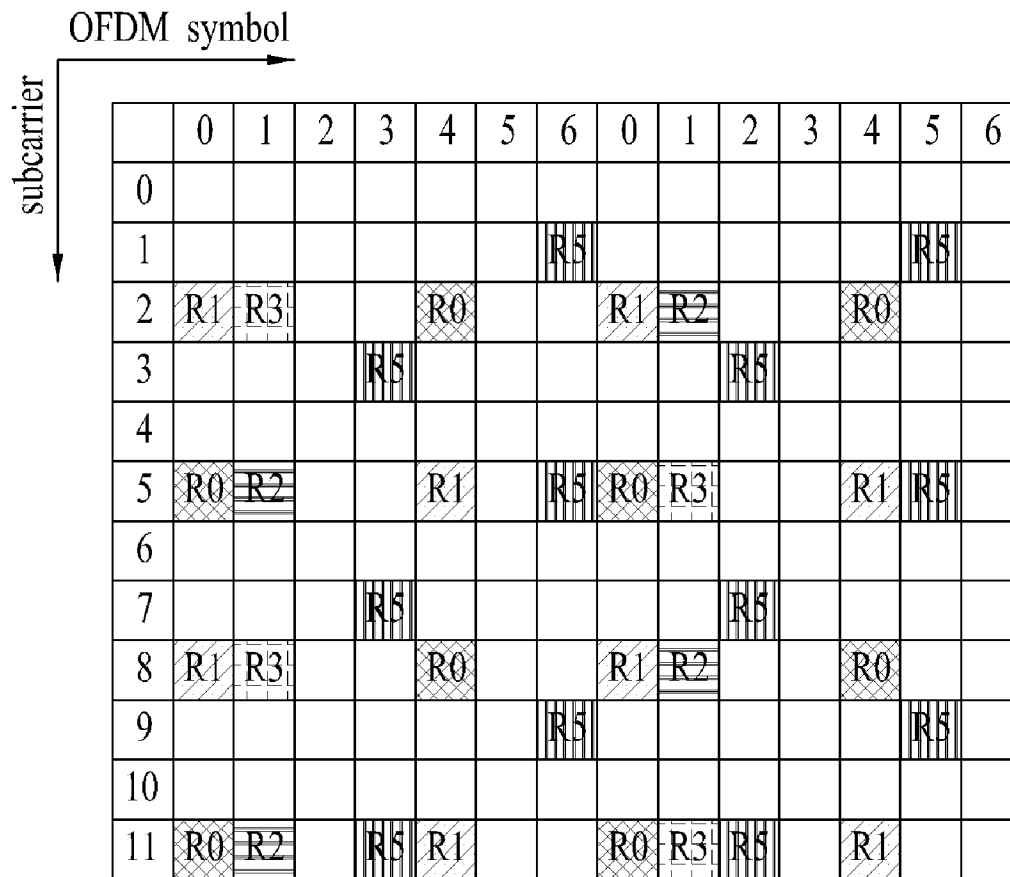
[Fig. 5]



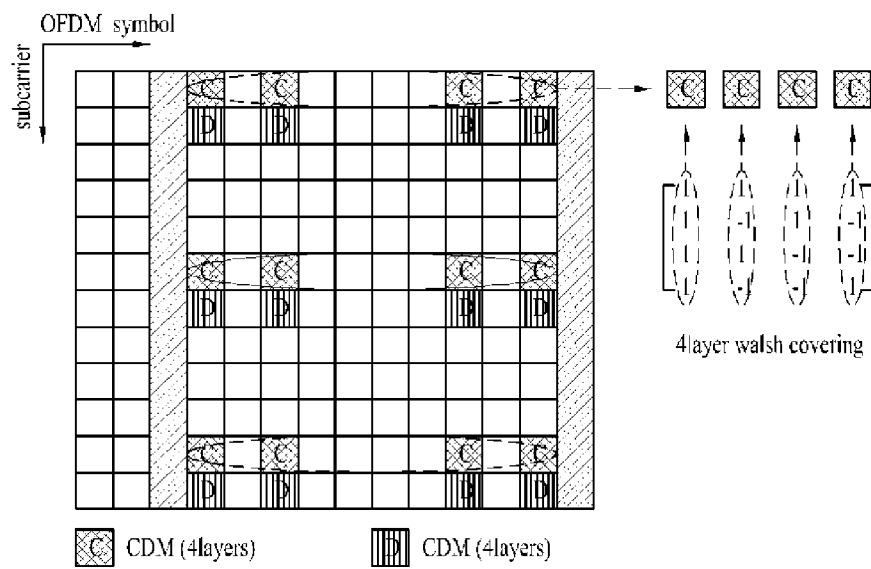
[Fig. 6]



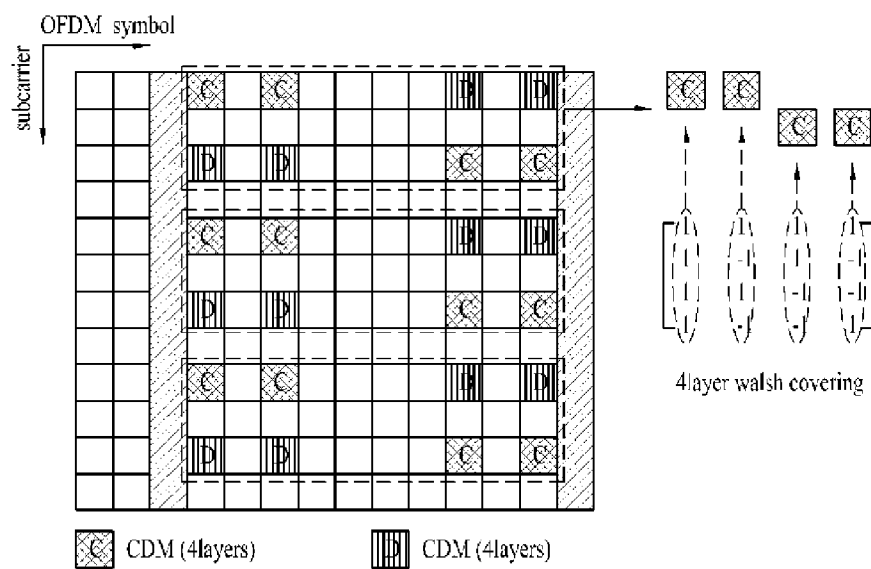
[Fig. 7]



[Fig. 9]



(a)

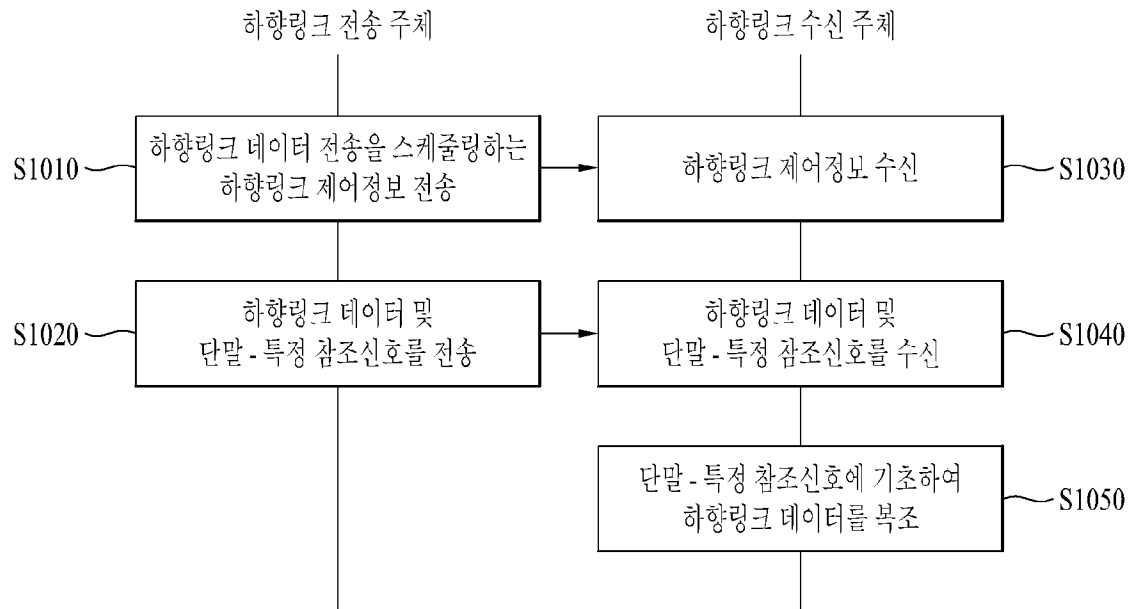


(b)

○ 4layer walsh covering

▨ Potential GP for relay backhaul

[Fig. 10]



[Fig. 11]

