

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2019년 3월 14일 (14.03.2019)

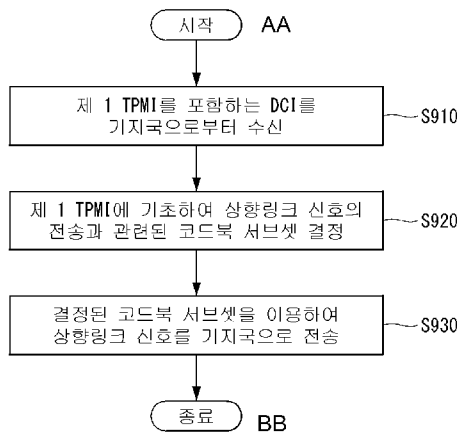


(10) 국제공개번호
WO 2019/050329 A1

- (51) 국제특허분류: *H04B 7/0456* (2017.01) *H04B 7/0404* (2017.01) **준 (KIM, Kijun)**; 06772 서울시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR).
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2018/010491
- (22) 국제출원일: 2018년 9월 7일 (07.09.2018)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 62/555,607 2017년 9월 7일 (07.09.2017) US
62/566,568 2017년 10월 2일 (02.10.2017) US
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (**LG ELECTRONICS INC.**) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 박해욱 (**PARK, Haewook**); 06772 서울시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR). 김기
- (74) 대리인: 특허법인 로얄 (**ROYAL PATENT & LAW OFFICE**); 06648 서울시 서초구 반포대로 104 서일빌딩 4층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD FOR TRANSMITTING UPLINK SIGNAL ON BASIS OF CODEBOOK IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, AND DEVICE THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 코드북에 기초하여 상향링크 신호를 전송하는 방법 및 이를 위한 장치



- S910 ... Receive DCI including first TPMI from base station
- S920 ... Determine codebook subset related to transmission of uplink signal on basis of first TPMI
- S930 ... Transmit uplink signal to base station by using determined codebook subset
- AA ... Start
- BB ... End

(57) Abstract: The present specification provides a method for transmitting an uplink signal on the basis of a codebook in a wireless communication system. Specifically, the method performed by a terminal is characterized by including: a step for receiving downlink control information (DCI) including a first transmit precoding matrix indicator (TPMI) from a base station; a step for determining a codebook subset related to the transmission of the uplink signal on the basis of the first TPMI; and a step for transmitting the uplink signal to the base station by using the determined codebook subset. Therefore, there is an effect in that the degree of freedom for selecting an antenna port increases to allow the flexibility of the design of a transmission antenna of a terminal to be increased.



WO 2019/050329 A1

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

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

(57) 요약서: 본 명세서는 무선 통신 시스템에서 코드북(codebook)에 기초하여 상향링크 신호를 전송하는 방법을 제공한다. 보다 구체적으로, 단말에 의해 수행되는 상기 방법은, 제 1 TPMI(transmit precoding matrix indicator)를 포함하는 하향링크 제어 정보(downlink control information, DCI)를 기지국으로부터 수신하는 단계; 상기 제 1 TPMI에 기초하여 상기 상향링크 신호의 전송과 관련된 코드북 서브셋(codebook subset)을 결정하는 단계; 상기 결정된 코드북 서브셋을 이용하여 상기 상향링크 신호를 상기 기지국으로 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이를 통해, 안테나 포트 선택에 대한 자유도가 증가하여 단말의 전송 안테나 설계에 대한 유연성을 증가시킬 수 있는 효과가 있다.

명세서

발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 코드북에 기초하여 상향링크 신호를 전송하는 방법 및 이를 위한 장치

기술분야

- [1] 본 명세서는 무선 통신 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게 코드북에 기초하여 상향링크 신호를 전송하는 방법 및 이를 지원하는 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 이동 통신 시스템은 사용자의 활동성을 보장하면서 음성 서비스를 제공하기 위해 개발되었다. 그러나 이동통신 시스템은 음성뿐 아니라 데이터 서비스까지 영역을 확장하였으며, 현재에는 폭발적인 트래픽의 증가로 인하여 자원의 부족 현상이 야기되고 사용자들이 보다 고속의 서비스를 요구하므로, 보다 발전된 이동 통신 시스템이 요구되고 있다.
- [3] 차세대 이동 통신 시스템의 요구 조건은 크게 폭발적인 데이터 트래픽의 수용, 사용자 당 전송률의 획기적인 증가, 대폭 증가된 연결 디바이스 개수의 수용, 매우 낮은 단대단 지연(End-to-End Latency), 고에너지 효율을 지원할 수 있어야 한다. 이를 위하여 이중 연결성(Dual Connectivity), 대규모 다중 입출력(Massive MIMO: Massive Multiple Input Multiple Output), 전이중(In-band Full Duplex), 비직교 다중접속(NOMA: Non-Orthogonal Multiple Access), 초광대역(Super wideband) 지원, 단말 네트워킹(Device Networking) 등 다양한 기술들이 연구되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 명세서는 특정 수의 port selection을 위한 코드북을 구성하는 방법을 제공함에 목적이 있다.
- [5] 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

- [6] 본 명세서는 무선 통신 시스템에서 코드북(codebook)에 기초하여 상향링크 신호를 전송하는 방법을 제공한다.
- [7] 구체적으로, 단말에 의해 수행되는 상기 방법은, 제 1 TPMI(transmit precoding matrix indicator)를 포함하는 하향링크 제어 정보(downlink control information, DCI)를 기지국으로부터 수신하는 단계; 상기 제 1 TPMI에 기초하여 상기 상향링크 신호의 전송과 관련된 코드북 서브셋(codebook subset)을 결정하는 단계; 상기 결정된 코드북 서브셋을 이용하여 상기 상향링크 신호를 상기

기지국으로 전송하는 단계를 포함하되, 상기 코드북 서브셋은 4개의 안테나 포트(antenna port)들을 사용하는 랭크(rank) 1에 대한 코드북에 포함되며, 상기 코드북 서브셋은 1개의 안테나 포트(antenna port)를 선택(selection)하기 위한 적어도 하나의 코드워드(codeword)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [8] 또한, 본 명세서에서 상기 적어도 하나의 코드워드는 $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ 및 $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$

인 것을 특징으로 한다.

- [9] 또한, 본 명세서에서 상기 1개의 안테나 포트(antenna port)들을 사용하는 랭크(rank) 1에 대한 코드북은 DFT-s-OFDM(Discrete Fourier Transform spread Orthogonal Frequency Division Multiplexing)을 이용하는 코드북인 것을 특징으로 한다.
- [10] 또한, 본 명세서에서 상기 DCI는 상기 제 1 TPMI에 기초하여 선택되는 안테나 포트(antenna port)의 포트 결합(port combining)과 관련된 제 2 TPMI를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [11] 또한, 본 명세서에서 상기 제 2 TPMI의 사이즈는 상기 제 1 TPMI의 사이즈에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 한다.
- [12] 또한, 본 명세서에서 상기 제 1 TPMI는 X-bitmap으로 표현되며, 상기 X값은 안테나 포트의 개수인 것을 특징으로 한다.
- [13] 또한, 본 명세서에서 상기 제 1 TPMI는 광대역(wideband) TPMI인 것을 특징으로 한다.
- [14] 또한, 본 명세서에서 상기 방법은 상기 적어도 하나의 코드워드에 적용하기 위한 스케일링 요소(scaling factor)를 포함하는 시그널링(signaling)을 상기 기지국으로부터 수신하는 단계; 및 상기 전력 스케일링 요소(power scaling factor)를 상기 적어도 하나의 코드워드에 적용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [15] 또한, 본 명세서에서 상기 전력 스케일링 요소(power scaling factor)는 단말의 능력(capability)을 고려하여 설정되는 것을 특징으로 한다.
- [16] 또한, 본 명세서는 무선 통신 시스템에서 코드북(codebook)에 기초하여 상향링크 신호를 전송하는 단말에 있어서, 무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 모듈; 및 상기 RF 모듈과 기능적으로 연결되어 있는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 제 1 TPMI(transmit precoding matrix indicator)를 포함하는 하향링크 제어 정보(downlink control information, DCI)를 기지국으로부터 수신하며; 상기 제 1 TPMI에 기초하여 상기 상향링크 신호의 전송과 관련된 코드북 서브셋(codebook subset)을 결정하며; 상기 결정된 코드북 서브셋을 이용하여 상기 상향링크 신호를 상기 기지국으로 전송하도록 설정되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [17] 본 명세서는 1-port selection을 위한 코드북 구성을 통해 안테나 포트 선택에 대한 자유도를 증가시켜 단말이 전송 안테나를 설계하는데 유연성을 증가시킬 수 있는 효과가 있다.
- [18] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과로 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

- [19] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시 예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 특징을 설명한다.
- [20] 도 1은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 NR의 전체적인 시스템 구조의 일례를 나타낸 도이다.
- [21] 도 2는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 상향링크 프레임과 하향링크 프레임 간의 관계를 나타낸다.
- [22] 도 3은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 지원하는 자원 그리드(resource grid)의 일 예를 나타낸다.
- [23] 도 4는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 self-contained 서브프레임 구조의 일례를 나타낸다.
- [24] 도 5는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 트랜스시버 유닛 모델을 예시한다.
- [25] 도 6은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 TXRU 및 물리적 안테나 관점에서 하이브리드 빔포밍 구조를 도식화한 도면이다.
- [26] 도 7은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 빔 스위핑(beam sweeping) 동작의 일 예를 나타내는 도면이다.
- [27] 도 8은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 안테나 정렬(Antenna Array)의 일 예를 나타내는 도면이다.
- [28] 도 9는 본 명세서에서 제안하는 코드북 기반 상향링크 전송을 수행하는 단말의 동작 방법의 일례를 나타낸 순서도이다.
- [29] 도 10은 본 명세서에서 제안하는 방법들이 적용될 수 있는 무선 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.
- [30] 도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.
- [31] 도 12는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 무선 통신 장치의 RF 모듈의 일례를 나타낸 도이다.
- [32] 도 13은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 무선 통신 장치의 RF 모듈의 또 다른 일례를 나타낸 도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [33] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시 형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시 형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 통상의 기술자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다.
- [34] 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.
- [35] 본 명세서에서 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. 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**, **eNB(evolved-NodeB)**, **BTS(base transceiver system)**, 액세스 포인트(**AP: Access Point**), **gNB(generation NB)** 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, '단말(**Terminal**)'은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, **UE(User Equipment)**, **MS(Mobile Station)**, **UT(user terminal)**, **MSS(Mobile Subscriber Station)**, **SS(Subscriber Station)**, **AMS(Advanced Mobile Station)**, **WT(Wireless terminal)**, **MTC(Machine-Type Communication)** 장치, **M2M(Machine-to-Machine)** 장치, **D2D(Device-to-Device)** 장치 등의 용어로 대체될 수 있다.
- [36] 이하에서, 하향링크(**DL: downlink**)는 기지국에서 단말로의 통신을 의미하며, 상향링크(**UL: uplink**)는 단말에서 기지국으로의 통신을 의미한다. 하향링크에서 송신기는 기지국의 일부이고, 수신기는 단말의 일부일 수 있다. 상향링크에서 송신기는 단말의 일부이고, 수신기는 기지국의 일부일 수 있다.
- [37] 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.
- [38] 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)**, **NOMA(non-orthogonal multiple access)** 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 이용될 수 있다. **CDMA**는 **UTRA(universal terrestrial radio access)**나 **CDMA2000**과 같은 무선 기술(**radio technology**)로 구현될 수 있다. **TDMA**는 **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)은 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(advanced)는 3GPP LTE의 진화이다.

[39] 본 발명의 실시 예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802, 3GPP 및 3GPP2 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시 예들 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.

[40] 설명을 명확하게 하기 위해, 3GPP LTE/LTE-A/NR(New RAT)를 위주로 기술하지만 본 발명의 기술적 특징이 이에 제한되는 것은 아니다.

[41]

[42] 용어 정의

[43] eLTE eNB: eLTE eNB는 EPC 및 NGC에 대한 연결을 지원하는 eNB의 진화(evolution)이다.

[44] gNB: NGC와의 연결뿐만 아니라 NR을 지원하는 노드.

[45] 새로운 RAN: NR 또는 E-UTRA를 지원하거나 NGC와 상호 작용하는 무선 액세스 네트워크.

[46] 네트워크 슬라이스(network slice): 네트워크 슬라이스는 종단 간 범위와 함께 특정 요구 사항을 요구하는 특정 시장 시나리오에 대해 최적화된 솔루션을 제공하도록 operator에 의해 정의된 네트워크.

[47] 네트워크 기능(network function): 네트워크 기능은 잘 정의된 외부 인터페이스와 잘 정의된 기능적 동작을 가진 네트워크 인프라 내에서의 논리적 노드.

[48] NG-C: 새로운 RAN과 NGC 사이의 NG2 레퍼런스 포인트(reference point)에 사용되는 제어 평면 인터페이스.

[49] NG-U: 새로운 RAN과 NGC 사이의 NG3 레퍼런스 포인트(reference point)에 사용되는 사용자 평면 인터페이스.

[50] 비 독립형(Non-standalone) NR: gNB가 LTE eNB를 EPC로 제어 플레인 연결을 위한 앵커로 요구하거나 또는 eLTE eNB를 NGC로 제어 플레인 연결을 위한 앵커로 요구하는 배치 구성.

[51] 비 독립형 E-UTRA: eLTE eNB가 NGC로 제어 플레인 연결을 위한 앵커로 gNB를 요구하는 배치 구성.

[52] 사용자 평면 게이트웨이: NG-U 인터페이스의 종단점.

[53]

[54] 시스템 일반

- [55] 도 1은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 NR의 전체적인 시스템 구조의 일례를 나타낸 도이다.
- [56] 도 1을 참조하면, NG-RAN은 NG-RAN 사용자 평면(새로운 AS sublayer/PDCP/RLC/MAC/PHY) 및 UE(User Equipment)에 대한 제어 평면(RRC) 프로토콜 종단을 제공하는 gNB들로 구성된다.
- [57] 상기 gNB는 Xn 인터페이스를 통해 상호 연결된다.
- [58] 상기 gNB는 또한, NG 인터페이스를 통해 NGC로 연결된다.
- [59] 보다 구체적으로는, 상기 gNB는 N2 인터페이스를 통해 AMF (Access and Mobility Management Function)로, N3 인터페이스를 통해 UPF (User Plane Function)로 연결된다.

[60]

[61] **NR(New Rat) 뉴머롤로지(Numerology) 및 프레임(frame) 구조**

- [62] NR 시스템에서는 다수의 뉴머롤로지(numerology)들이 지원될 수 있다. 여기에서, 뉴머롤로지는 서브캐리어 간격(subcarrier spacing)과 CP(Cyclic Prefix) 오버헤드에 의해 정의될 수 있다. 이 때, 다수의 서브캐리어 간격은 기본 서브캐리어 간격을 정수 N(또는, μ)으로 스케일링(scaling) 함으로써 유도될 수 있다. 또한, 매우 높은 반송파 주파수에서 매우 낮은 서브캐리어 간격을 이용하지 않는다고 가정될지라도, 이용되는 뉴머롤로지는 주파수 대역과 독립적으로 선택될 수 있다.
- [63] 또한, NR 시스템에서는 다수의 뉴머롤로지에 따른 다양한 프레임 구조들이 지원될 수 있다.
- [64] 이하, NR 시스템에서 고려될 수 있는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 뉴머롤로지 및 프레임 구조를 살펴본다.
- [65] NR 시스템에서 지원되는 다수의 OFDM 뉴머롤로지들은 표 1과 같이 정의될 수 있다.
- [66] [표1]

μ	$\Delta f = 2^\mu \cdot 15$ [kHz]	Cyclic prefix
0	15	Normal
1	30	Normal
2	60	Normal, Extended
3	120	Normal
4	240	Normal
5	480	Normal

[67]

- [68] NR 시스템에서의 프레임 구조(frame structure)와 관련하여, 시간 영역의 다양한 필드의 크기는 $T_s = 1/(\Delta f_{\max} \cdot N_f)$ 의 시간 단위의 배수로 표현된다. 여기에서, $\Delta f_{\max} = 480 \cdot 10^3$ 이고, $N_f = 4096$ 이다. 하향링크(downlink) 및 상향링크(uplink) 전송은 $T_f = (\Delta f_{\max} N_f / 100) \cdot T_s = 10\text{ms}$ 의 구간을 가지는 무선 프레임(radio frame)으로 구성된다. 여기에서, 무선 프레임은 각각

$T_{sf} = (\Delta f_{\max} N_f / 1000) \cdot T_s = 1\text{ms}$ 의 구간을 가지는 10 개의

서브프레임(subframe)들로 구성된다. 이 경우, 상향링크에 대한 한 세트의 프레임들 및 하향링크에 대한 한 세트의 프레임들이 존재할 수 있다.

[69] 도 2는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 상향링크 프레임과 하향링크 프레임 간의 관계를 나타낸다.

[70] 도 2에 나타난 것과 같이, 단말(User Equipment, UE)로부터의 상향링크 프레임 번호 i 의 전송은 해당 단말에서의 해당 하향링크 프레임의 시작보다 $T_{TA} = N_{TA} T_s$ 이전에 시작해야 한다.

[71] 뉴머롤로지 μ 에 대하여, 슬롯(slot)들은 서브프레임 내에서

$n_s^\mu \in \{0, \dots, N_{\text{subframe}}^{\text{slots}, \mu} - 1\}$ 의 증가하는 순서로 번호가 매겨지고, 무선 프레임 내에서

$n_{s,f}^\mu \in \{0, \dots, N_{\text{frame}}^{\text{slots}, \mu} - 1\}$ 의 증가하는 순서로 번호가 매겨진다. 하나의 슬롯은 N_{symb}^μ 의

연속하는 OFDM 심볼들로 구성되고, N_{symb}^μ 는, 이용되는 뉴머롤로지 및 슬롯

설정(slot configuration)에 따라 결정된다. 서브프레임에서 슬롯 n_s^μ 의 시작은 동일 서브프레임에서 OFDM 심볼 $n_s^\mu N_{\text{symb}}^\mu$ 의 시작과 시간적으로 정렬된다.

[72] 모든 단말이 동시에 송신 및 수신할 수 있는 것은 아니며, 이는 하향링크 슬롯(downlink slot) 또는 상향링크 슬롯(uplink slot)의 모든 OFDM 심볼들이 이용될 수는 없다는 것을 의미한다.

[73] 표 2는 뉴머롤로지 μ 에서의 일반(normal) CP에 대한 슬롯 당 OFDM 심볼의 수를 나타내고, 표 3은 뉴머롤로지 μ 에서의 확장(extended) CP에 대한 슬롯 당 OFDM 심볼의 수를 나타낸다.

[74] [표2]

μ	Slot configuration					
	N_{symb}^μ	0 $N_{\text{frame}}^{\text{slots}, \mu}$	$N_{\text{subframe}}^{\text{slots}, \mu}$	N_{symb}^μ	1 $N_{\text{frame}}^{\text{slots}, \mu}$	$N_{\text{subframe}}^{\text{slots}, \mu}$
0	14	10	1	7	20	2
1	14	20	2	7	40	4
2	14	40	4	7	80	8
3	14	80	8	-	-	-
4	14	160	16	-	-	-
5	14	320	32	-	-	-

[75] [표3]

μ	Slot configuration					
	N_{symb}^μ	0 $N_{\text{frame}}^{\text{slots}, \mu}$	$N_{\text{subframe}}^{\text{slots}, \mu}$	N_{symb}^μ	1 $N_{\text{frame}}^{\text{slots}, \mu}$	$N_{\text{subframe}}^{\text{slots}, \mu}$
0	12	10	1	6	20	2
1	12	20	2	6	40	4
2	12	40	4	6	80	8
3	12	80	8	-	-	-
4	12	160	16	-	-	-
5	12	320	32	-	-	-

[76]

[77] **NR 물리 자원(NR Physical Resource)**

[78] NR 시스템에서의 물리 자원(physical resource)과 관련하여, 안테나 포트(antenna

- port), 자원 그리드(resource grid), 자원 요소(resource element), 자원 블록(resource block), 캐리어 파트(carrier part) 등이 고려될 수 있다.
- [79] 이하, NR 시스템에서 고려될 수 있는 상기 물리 자원들에 대해 구체적으로 살펴본다.
- [80] 먼저, 안테나 포트와 관련하여, 안테나 포트는 안테나 포트 상의 심볼이 운반되는 채널이 동일한 안테나 포트 상의 다른 심볼이 운반되는 채널로부터 추론될 수 있도록 정의된다. 하나의 안테나 포트 상의 심볼이 운반되는 채널의 광범위 특성(large-scale property)이 다른 안테나 포트 상의 심볼이 운반되는 채널로부터 추론될 수 있는 경우, 2 개의 안테나 포트는 QC/QCL(quasi co-located 혹은 quasi co-location) 관계에 있다고 할 수 있다. 여기에서, 상기 광범위 특성은 지연 확산(Delay spread), 도플러 확산(Doppler spread), 주파수 쉬프트(Frequency shift), 평균 수신 파워(Average received power), 수신 타이밍(Received Timing) 중 하나 이상을 포함한다.
- [81] 도 3은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 지원하는 자원 그리드(resource grid)의 일 예를 나타낸다.
- [82] 도 3을 참고하면, 자원 그리드가 주파수 영역 상으로 $N_{RB}^{\mu} N_{sc}^{RB}$ 서브캐리어들로 구성되고, 하나의 서브프레임이 $14 \times 2^{\mu}$ OFDM 심볼들로 구성되는 것을 예시적으로 기술하나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [83] NR 시스템에서, 전송되는 신호(transmitted signal)는 $N_{RB}^{\mu} N_{sc}^{RB}$ 서브캐리어들로 구성되는 하나 또는 그 이상의 자원 그리드들 및 $2^{\mu} N_{symb}^{(\mu)}$ 의 OFDM 심볼들에 의해 설명된다. 여기에서, $N_{RB}^{\mu} \leq N_{RB}^{max, \mu}$ 이다. 상기 $N_{RB}^{max, \mu}$ 는 최대 전송 대역폭을 나타내고, 이는, 뉴머롤로지들뿐만 아니라 상향링크와 하향링크 간에도 달라질 수 있다.
- [84] 이 경우, 도 3과 같이, 뉴머롤로지 μ 및 안테나 포트 p 별로 하나의 자원 그리드가 설정될 수 있다.
- [85] 뉴머롤로지 μ 및 안테나 포트 p에 대한 자원 그리드의 각 요소는 자원 요소(resource element)로 지칭되며, 인덱스 쌍 (k, \bar{l}) 에 의해 고유적으로 식별된다. 여기에서, $k = 0, \dots, N_{RB}^{\mu} N_{sc}^{RB} - 1$ 는 주파수 영역 상의 인덱스이고, $\bar{l} = 0, \dots, 2^{\mu} N_{symb}^{(\mu)} - 1$ 는 서브프레임 내에서 심볼의 위치를 지칭한다. 슬롯에서 자원 요소를 지칭할 때에는, 인덱스 쌍 (k, l) 이 이용된다. 여기에서, $l = 0, \dots, N_{symb}^{\mu} - 1$ 이다.
- [86] 뉴머롤로지 μ 및 안테나 포트 p에 대한 자원 요소 (k, \bar{l}) 는 복소 값(complex value) $a_{k, \bar{l}}^{(p, \mu)}$ 에 해당한다. 혼동(confusion)될 위험이 없는 경우 혹은 특정 안테나 포트 또는 뉴머롤로지가 특정되지 않은 경우에는, 인덱스들 p 및 μ 는 드롭(drop)될 수 있으며, 그 결과 복소 값은 $a_{k, \bar{l}}^{(p)}$ 또는 $a_{k, \bar{l}}$ 이 될 수 있다.
- [87] 또한, 물리 자원 블록(physical resource block)은 주파수 영역 상의 $N_{sc}^{RB} = 12$ 연속적인 서브캐리어들로 정의된다. 주파수 영역 상에서, 물리 자원 블록들은

0부터 $N_{RB}'' - 1$ 까지 번호가 매겨진다. 이 때, 주파수 영역 상의 물리 자원 블록 번호(physical resource block number) n_{PRB} 와 자원 요소들 (k,l) 간의 관계는 수학적 식 1과 같이 주어진다.

[88] [수식1]

$$n_{PRB} = \left\lfloor \frac{k}{N_{sc}^{RB}} \right\rfloor$$

[89]

[90] 또한, 캐리어 파트(carrier part)와 관련하여, 단말은 자원 그리드의 서브셋(subset)만을 이용하여 수신 또는 전송하도록 설정될 수 있다. 이 때, 단말이 수신 또는 전송하도록 설정된 자원 블록의 집합(set)은 주파수 영역 상에서 0부터

$$N_{URB}'' - 1$$

까지 번호가 매겨진다.

[91]

[92] 자기 완비(Self-contained) 서브프레임 구조

[93] 도 4는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 자기 완비(Self-contained) 서브프레임 구조를 예시하는 도면이다.

[94] TDD 시스템에서 데이터 전송 레이턴시(latency)를 최소화하기 위하여 5세대(5G: 5 generation) new RAT에서는 도 4와 같은 자기 완비(self-contained) 서브프레임 구조를 고려하고 있다.

[95] 도 4에서 빗금친 영역(심볼 인덱스 0)은 하향링크(DL) 제어 영역을 나타내고, 검정색 부분(심볼 인덱스 13)은 상향링크(UL) 제어 영역을 나타낸다. 음영 표시가 없는 영역은 DL 데이터 전송을 위해 사용될 수도 있고, 또는 UL 데이터 전송을 위해 사용될 수도 있다. 이러한 구조의 특징은 한 개의 서브프레임 내에서 DL 전송과 UL 전송이 순차적으로 진행되어, 서브프레임 내에서 DL 데이터가 전송되고, UL ACK/NACK도 수신될 수 있다. 결과적으로 데이터 전송 에러 발생시에 데이터 재전송까지 걸리는 시간을 줄이게 되며, 이로 인해 최종 데이터 전달의 latency를 최소화할 수 있다.

[96] 이러한 self-contained 서브프레임 구조에서 기지국과 UE가 송신 모드에서 수신모드로 전환 과정 또는 수신모드에서 송신모드로 전환 과정을 위한 시간 갭(time gap)이 필요하다. 이를 위하여 self-contained 서브프레임 구조에서 DL에서 UL로 전환되는 시점의 일부 OFDM 심볼이 가드 구간(GP: guard period)으로 설정되게 된다.

[97]

[98] 아날로그 빔포밍(Analog beamforming)

[99] 밀리미터파(Millimeter Wave, mmW)에서는 파장이 짧아져서 동일 면적에 다수개의 안테나 요소(antenna element)의 설치가 가능하다. 즉, 30GHz 대역에서

파장은 1cm로써 4 X 4 (4 by 4) cm의 패널(panel)에 0.5 람다(lambda)(즉, 파장) 간격으로 2-차원 배열 형태로 총 64(8x8)의 antenna element 설치가 가능하다. 그러므로 mmW에서는 다수개의 antenna element를 사용하여 빔포밍(BF: beamforming) 이득을 높여 커버리지를 증가시키거나, 수율(throughput)을 높이려고 한다.

- [100] 이 경우에 antenna element 별로 전송 파워 및 위상 조절이 가능하도록 트랜시버 유닛(TXRU: Transceiver Unit)을 가지면 주파수 자원 별로 독립적인 빔포밍이 가능하다. 그러나 100여개의 antenna element 모두에 TXRU를 설치하기에는 가격측면에서 실효성이 떨어지는 문제를 갖게 된다. 그러므로 하나의 TXRU에 다수개의 antenna element를 매핑하고 아날로그 위상 시프터(analog phase shifter)로 빔(beam)의 방향을 조절하는 방식이 고려되고 있다. 이러한 analog BF 방식은 전 대역에 있어서 하나의 beam 방향만을 만들 수 있어 주파수 선택적 BF을 할 수 없다는 단점이 있다.
- [101] 디지털(Digital) BF와 analog BF의 중간 형태로 Q개의 antenna element보다 적은 개수인 B개의 TXRU를 갖는 하이브리드 빔포밍(hybrid BF)을 고려할 수 있다. 이 경우에 B개의 TXRU와 Q개의 antenna element의 연결 방식에 따라서 차이는 있지만, 동시에 전송할 수 있는 beam의 방향은 B개 이하로 제한되게 된다.
- [102] 이하, 도면을 참조하여 TXRU와 antenna element의 연결 방식의 대표적인 일례들을 살펴본다.
- [103] 도 5는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 트랜시버 유닛 모델을 예시한다.
- [104] TXRU 가상화(virtualization) 모델은 TXRU의 출력 신호와 antenna elements의 출력 신호의 관계를 나타낸다. antenna element와 TXRU와의 상관 관계에 따라 도 5(a)와 같이 TXRU 가상화(virtualization) 모델 옵션-1: 서브-배열 분할 모델(sub-array partition model)과 도 5(b)와 같이 TXRU 가상화 모델 옵션-2: 전역 연결(full-connection) 모델로 구분될 수 있다.
- [105] 도 5(a)를 참조하면, 서브-배열 분할 모델(sub-array partition model)의 경우, antenna element는 다중의 안테나 요소 그룹으로 분할되고, 각 TXRU는 그룹 중 하나와 연결된다. 이 경우에 antenna element는 하나의 TXRU에만 연결된다.
- [106] 도 5(b)를 참조하면, 전역 연결(full-connection) 모델의 경우, 다중의 TXRU의 신호가 결합되어 단일의 안테나 요소(또는 안테나 요소의 배열)에 전달된다. 즉, TXRU가 모든 안테나 element에 연결된 방식을 나타낸다. 이 경우에 안테나 element는 모든 TXRU에 연결된다.
- [107] 도 5에서 q는 하나의 열(column) 내 M개의 같은 편파(co-polarized)를 가지는 안테나 요소들의 송신 신호 벡터이다. w는 광대역 TXRU 가상화 가중치 벡터(wideband TXRU virtualization weight vector)이며, W는 아날로그 위상 시프터(analog phase shifter)에 의해 곱해지는 위상 벡터를 나타낸다. 즉 W에 의해 analog beamforming의 방향이 결정된다. x는 M_TXRU 개의 TXRU들의 신호

벡터이다.

- [108] 여기서, 안테나 포트와 TXRU들과의 매핑은 일대일(1-to-1) 또는 일대다(1-to-many)일 수 있다.
- [109] 도 5에서 TXRU와 안테나 요소 간의 매핑(TXRU-to-element mapping)은 하나의 예시를 보여주는 것일 뿐이고, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 하드웨어 관점에서 이 밖에 다양한 형태로 구현될 수 있는 TXRU와 안테나 요소 간의 매핑에도 본 발명이 동일하게 적용될 수 있다.
- [110]
- [111] 또한, New RAT 시스템에서 다수의 안테나가 사용되는 경우, 디지털 빔포밍과 아날로그 빔포밍을 결합한 하이브리드 빔포밍 기법이 대두되고 있다.
- [112] 이때, 아날로그 빔포밍(또는 RF(radio frequency) 빔포밍)은 RF 단에서 프리코딩(또는 컴바이닝)을 수행하는 동작을 의미한다. 하이브리드 빔포밍에서 베이스밴드(Baseband) 단과 RF 단은 각각 프리코딩(또는 컴바이닝)을 수행하며, 이로 인해 RF 체인 수와 D(digital)/A(analog)(또는 A/D) 컨버터 수를 줄이면서도 디지털 빔포밍에 근접한 성능을 낼 수 있다는 장점이 있다.
- [113] 편의상 하이브리드 빔포밍 구조는 N개 트랜시버 유닛(TXRU)과 M개의 물리적 안테나로 표현될 수 있다. 그러면 송신단에서 전송할 L개 데이터 계층에 대한 디지털 빔포밍은 N by L 행렬로 표현될 수 있고, 이후 변환된 N개의 디지털 신호는 TXRU를 거쳐 아날로그 신호로 변환된 다음 M by N 행렬로 표현되는 아날로그 빔포밍이 적용된다.
- [114] 도 6은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 TXRU 및 물리적 안테나 관점에서 하이브리드 빔포밍 구조를 도식화한 도면이다.
- [115] 도 6에서 디지털 빔의 개수는 L개이며, 아날로그 빔의 개수는 N개인 경우를 예시한다.
- [116] New RAT 시스템에서는 기지국이 아날로그 빔포밍을 심볼 단위로 변경할 수 있도록 설계하여, 특정 지역에 위치한 단말에게 보다 효율적인 빔포밍을 지원하는 방향이 고려되고 있다. 나아가, 도 6에서 특정 N개의 TXRU와 M개의 RF 안테나를 하나의 안테나 패널(panel)로 정의할 때, New RAT 시스템에서는 서로 독립적인 하이브리드 빔포밍의 적용이 가능한 복수의 안테나 패널들을 도입하는 방안까지 고려되고 있다.
- [117]
- [118] **채널 상태 정보(CSI: Channel State Information) 피드백**
- [119] 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서는, 사용자 기기(UE)가 채널 상태 정보(CSI)를 기지국(BS 또는 eNB)으로 보고하도록 정의되었다.
- [120] CSI는 UE와 안테나 포트 사이에 형성되는 무선 채널(혹은 링크라고도 함)의 품질을 나타낼 수 있는 정보를 통칭한다. 예를 들어, 랭크 지시자(RI: Rank Indicator), 프리코딩 행렬 지시자(PMI: Precoding Matrix Indicator), 채널 품질 지시자(CQI: Channel Quality Indicator) 등이 이에 해당한다.

- [121] 여기서, RI는 채널의 랭크(rank) 정보를 나타내며, 이는 UE가 동일 시간-주파수 자원을 통해 수신하는 스트림의 개수를 의미한다. 이 값은 채널의 긴 주기(long term) 페이딩(fading)에 의해 종속되어 결정되므로, PMI, CQI보다 일반적으로 더 긴 주기를 가지고 UE에서 BS로 피드백된다. PMI는 채널 공간 특성을 반영한 값으로 신호 대 간섭 잡음비(SINR: Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio) 등의 메트릭(metric)을 기준으로 UE가 선호하는 프리코딩 인덱스를 나타낸다. CQI는 채널의 세기를 나타내는 값으로 일반적으로 BS가 PMI를 이용했을 때 얻을 수 있는 수신 SINR을 의미한다.
- [122] 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 기지국은 다수개의 CSI 프로세스(process)를 UE에게 설정해 주고, 각 프로세스에 대한 CSI를 보고 받을 수 있다. 여기서 CSI 프로세스는 기지국으로부터의 신호 품질 측정을 위한 CSI-RS와 간섭 측정을 위한 CSI-간섭 측정(CSI-IM: CSI-Interference Measurement) 자원으로 구성된다.
- [123]
- [124] **참조 신호(RS: Reference Signal) 가상화(virtualization)**
- [125] mmW에서 analog beamforming에 의해 한 시점에 하나의 analog beam 방향으로만 PDSCH 전송될 수 있다. 이 경우, 해당 방향에 있는 일부 소수의 UE에게만 기지국으로부터 데이터 전송이 가능하게 된다. 그러므로 필요에 따라서 안테나 포트 별로 analog beam 방향을 다르게 설정함으로써 여러 analog beam 방향에 있는 다수의 UE들에게 동시에 데이터 전송이 수행될 수 있다.
- [126] 도 7은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 빔 스위핑(beam sweeping) 동작의 일 예를 나타내는 도면이다.
- [127] 도 6에서 설명한 바와 같이 기지국이 복수의 아날로그 빔을 사용하는 경우, 단말 별로 신호 수신에 유리한 아날로그 빔이 다를 수 있기 때문에 적어도 동기 신호(Synchronization signal), 시스템 정보(System information), 및 페이징(Paging) 등에 대해서는 특정 서브프레임에서 기지국이 적용하려는 복수의 아날로그 빔들을 심볼에 따라 바꿔 모든 단말이 수신 기회를 가질 수 있도록 하는 빔 스위핑 동작이 고려되고 있다.
- [128] 도 7은 하향링크 전송 과정에서 동기 신호 및 시스템 정보에 대한 빔 스위핑 동작의 일 예를 나타낸다. 도 7에서 New RAT에서 시스템 정보가 브로드 캐스팅 방식으로 전송되는 물리적 자원(또는 물리 채널)을 xPBCH (physical broadcast channel)으로 호칭하였다.
- [129] 이때, 한 심볼 내에서 서로 다른 안테나 패널에 속하는 아날로그 빔들은 동시 전송될 수 있으며, 아날로그 빔에 따른 채널을 측정하기 위해 도 7에 도시된 바와 같이 (특정 안테나 패널에 대응되는)단일 아날로그 빔이 적용되어 전송되는 참조 신호인 빔 참조신호(Beam Reference Signal: BRS)를 도입하는 방안이 논의되고 있다.
- [130] 상기 BRS는 복수의 안테나 포트에 대해 정의될 수 있으며, BRS의 각 안테나 포트는 단일 아날로그 빔에 대응될 수 있다.

[131] 이때, BRS와는 달리 동기 신호 또는 xPBCH는 임의의 단말들에 의해서 전송되는 신호가 잘 수신될 수 있도록 아날로그 빔 그룹 내의 모든 아날로그 빔이 적용되어 전송될 수 있다.

[132]

[133] **RRM 측정**

[134] LTE 시스템에서는 Power control, Scheduling, Cell search, Cell reselection, Handover, Radio link or Connection monitoring, Connection establish/re-establish 등의 포함하는 RRM 동작을 지원한다.

[135] 이때, 서빙 셀은 단말에게 RRM 동작을 수행하기 위한 측정 값인 RRM measurement 정보를 요청할 수 있다.

[136] 예를 들면, 단말은 각 Cell에 대한 Cell search 정보, RSRP (reference signal received power), RSRQ (reference signal received quality) 등의 정보를 측정하여 기지국에게 보고할 수 있다.

[137] 구체적으로, LTE 시스템에서 단말은 Serving Cell로부터 RRM measurement를 위한 상위 계층 신호로 'measConfig'를 전송 받는다. 단말은 'measConfig'에 따라 RSRP 또는 RSRQ를 측정한다.

[138] RSRP, RSRQ 및 RSSI의 정의는 아래와 같다.

[139] - RSRP: RSRP는 고려된 측정 주파수 대역폭 내에서 셀 특정 기준 신호를 전달하는 자원 요소의 전력 기여도([W])에 대한 선형 평균으로 정의될 수 있다. RSRP 결정을 위해 셀 특정 레퍼런스 신호 R0가 사용될 수 있다. 단말이 R1이 이용 가능하다는 것을 신뢰성 있게 검출 할 수 있는 경우, R0에 추가하여 R1을 사용하여 RSRP를 결정할 수 있다.

[140] RSRP의 기준점(reference point)은 단말의 안테나 커넥터가 될 수 있다.

[141] 수신기 다이버시티(diversity)가 단말에 의해 사용되는 경우, 보고된 값은 임의의 개별 다이버시티 브랜치의 대응하는 RSRP보다 낮아서는 안된다.

[142] -RSRQ: 기준 신호 수신 품질 (RSRQ)은 비율 $N \times RSRP / (E-UTRA \text{ 반송파 RSSI})$ 로 정의되며, N은 E-UTRA 반송파 RSSI 측정 대역폭의 RB 수이다. 분자와 분모의 측정은 동일한 자원 블록 집합을 통해 수행되어야 한다.

[143] E-UTRA 반송파 수신 신호 강도 표시기 (RSSI)는 안테나 포트 0에 대한 참조 심볼을 포함하는 OFDM 심볼에서만 측정된 총 수신 전력([W])의 선형 평균과 측정 대역폭에서 N 개의 자원 인접 채널 간섭, 열 잡음 등을 포함하는 모든 소스로부터 UE에 의해 블록에 의해 수신된다.

[144] 상위 계층 시그널링이 RSRQ 측정을 수행하기 위한 특정 서브 프레임을 나타내는 경우, RSSI는 표시된 서브 프레임 내의 모든 OFDM 심볼에 대해 측정된다.

[145] RSRQ에 대한 기준점은 단말의 안테나 커넥터가 되어야 한다.

[146] 수신기 다이버 시티가 단말에 의해 사용되는 경우, 보고된 값은 임의의 개별 다이버시티 브랜치의 대응하는 RSRQ보다 낮아서는 안된다.

- [147] RSSI: RSSI는 수신기 펄스 정형 필터에 의해 정의된 대역폭 내에서 수신기에서 발생하는 열 잡음 및 잡음을 포함하여 수신된 광대역 전력을 의미한다.
- [148] RSSI의 측정을 위한 기준점은 단말의 안테나 커넥터가 되어야 한다. 수신기 다이버시티가 단말에 의해 사용되는 경우, 보고된 값은 임의의 개별 수신 안테나 브랜치의 대응하는 UTRA 반송파 RSSI보다 낮아서는 안 된다.
- [149] 이와 같은 정의에 따라, LTE 시스템에서 동작하는 단말은 Intra-frequency measurement인 경우, SIB3 (system information block type 3)에서 전송되는 Allowed measurement bandwidth 관련 IE (information element)를 통해, Inter-frequency measurement인 경우에는 SIB5에서 전송되는 Allowed measurement bandwidth을 통해 6, 15, 25, 50, 75, 100RB (resource block) 중 하나에 대응되는 Bandwidth에서 RSRP를 측정하도록 허용 받을 수 있다.
- [150] 또는, 위와 같은 IE가 없을 경우 Default로 전체 DL(downlink) 시스템의 주파수 대역에서 측정이 수행될 수 있다. 이때, 단말이 Allowed measurement bandwidth를 수신하는 경우, 단말은 해당 값을 maximum measurement bandwidth로 생각하고 해당 값 이내에서 자유롭게 RSRP의 값을 측정할 수 있다.
- [151] 다만, Serving Cell이 WB-RSRQ로 정의되는 IE를 전송하고, Allowed measurement bandwidth을 50RB 이상으로 설정하면 단말은 전체 Allowed measurement bandwidth에 대한 RSRP 값을 계산하여야 한다. 한편, RSSI에 대해서는 RSSI bandwidth의 정의에 따라 단말의 수신기가 갖는 주파수 대역에서 측정이 수행될 수 있다.
- [152] 도 8은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 안테나 정렬(Antenna Array)의 일 예를 나타내는 도면이다.
- [153] 도 8에서 일반화된 패널 안테나 정렬(panel antenna array)는 각각 수평 도메인(horizontal domain)과 수직 도메인(vertical domain)에 M_g 개, N_g 개의 패널로 구성될 수 있다.
- [154] 이때, 하나의 패널은 각각 M 개의 열과 N 개의 행으로 구성되며, 도 8에서는 X-pol 안테나가 가정되었다. 따라서, 총 안테나 엘리먼트의 개수는 $2 * M * N * M_g * N_g$ 개로 구성될 수 있다.
- [155]
- [156] 이하, LTE UL(uplink) codebook에 대해 표 4 내지 표 8을 참고하여 살펴본다.
- [157] 표 4 내지 표 8에서
- $v = 1$
- 은 레이어의 개수가 1개인 것을 의미한다.
- [158] 표 4는 안테나 포트(antenna port)들
- $\{20, 21\}$
- 상에서 전송에 대한 코드북의 일례를 나타낸다.

[159] [표4]

Codebook index	Number of layers	
	$\nu=1$	$\nu=2$
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	-
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	-
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	-
4	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	-
5	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	-

[160] 표 5는 $\nu=1$ 을 가진 안테나 포트(antenna port)들 {40,41,42,43} 상에서 전송에 대한 코드북의 일례를 나타낸다.

[161] [표5]

Codebook index	Number of layers $\nu=1$								
	0 - 7	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ j \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -j \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ j \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ -1 \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ -j \\ -1 \end{bmatrix}$
8 - 15	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ j \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -j \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ j \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -j \\ 1 \end{bmatrix}$
16 - 23	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ j \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -j \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -j \end{bmatrix}$

[162] 표 6은 $\nu=2$ 를 가진 안테나 포트(antenna port)들 {40,41,42,43} 상에서 전송에 대한 코드북의 일례를 나타낸다.

[163] [표6]

Codebook index	Number of layers $\nu=2$			
0 - 3	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$
4 - 7	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$
8 - 11	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$
12 - 15	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$

[164] 표 7은 $\nu=3$ 을 가진 안테나 포트(antenna port)들 {40,41,42,43} 상에서 전송에 대한 코드북의 일례를 나타낸다.

[165] [표7]

Codebook index	Number of layers $\nu=3$			
0 - 3	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
4 - 7	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
8 - 11	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

[166] 표 8은 $\nu=4$ 를 가진 안테나 포트(antenna port)들 {40,41,42,43} 상에서 전송에 대한 코드북의 일례를 나타낸다.

[167] [표8]

Codebook index	Number of layers $\nu=4$
0	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

- [168] 다음으로, NR codebook 관련 사항에 대해 간략히 살펴보고, 본 명세서에서 제안하는 코드북 구성 방법에 대해 구체적으로 살펴본다.
- [169] DFT-s-OFDM에 대해, 광대역(wideband) TPMI(transmit precoding matrix indicator or transmitted precoding matrix indicator)만을 사용하는 경우 2Tx에 대해 아래 표(표 9)에서 랭크 1 프리코더(rank 1 precoder)를 사용한다.
- [170] 여기서, 2Tx는 2개의 안테나 포트(antenna port)들을 통해 전송하는 것과 동일한 의미로 해석될 수 있다.
- [171] 이하에서 표에서 사용되는 'codebook index'는 'TPMI index'를 의미한다.
- [172] 상기 TPMI는 특정 antenna port 상에서 적용될 전송 프리코더(transmission precoder)를 지시하기 위해 사용되는 것으로, 프리코딩 매트릭스(precoding matrix) 또는 코드워드(codeword) 등으로 표현될 수도 있다.
- [173] [표9]

Codebook index	Number of layers	
	$v=1$	$v=2$
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$	-
4	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	-
5	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	-

- [174] 2Tx에 대해, Rel-15에서 TPMI, SRI(SRS resource indicator), TRI(transmit(or transmitted) rank indicator)를 전달하기 위해 반-정적으로 설정된 크기를 가지는 single stage DCI(downlink control information)를 사용한다.
- [175] TPMI, TRI 및 SRI가 결합된 전체 DCI 크기는 single stage DCI에 대한 PUSCH 자원 할당으로 달라지지 않는다.
- [176] UL MIMO 가능 UE가 자신의 전송 체인(transmit chain)을 통한 coherent 송신을 지원할 수 있는지를 식별하는 UE 능력을 특정한다.
- [177]
- [178] 이하, 본 명세서에서 제안하는 NR과 같은 환경에서 DFT-s-OFDM(Discrete Fourier Transform spread Orthogonal Frequency Division Multiplexing)이 사용되는 경우, codebook을 design하는 방법에 대해 다양한 실시 예들을 통해 살펴본다.
- [179] 본 명세서에서 사용되는 antenna는 antenna port 또는 antenna element 등을 나타내며, 설명의 편의를 위해 'antenna port'로 표현하기로 한다.

[180]

[181] 제 1 실시 예

[182] 제 1 실시 예는 DFT-s-OFDM의 4Tx codebook을 표 10 내지 표 19, 또는 이의 조합으로 구성하는 방법에 관한 것이다.

[183] LTE Uplink codebook의 경우, 모든 rank들의 TPMI가 joint encoding되어, DCI의 overhead를 줄이도록 구성되며, rank 1은 24개의 state들로 구성되어 있다.

[184] NR의 경우, DFT-s-OFDM이 rank 1만 지원하므로, 32개의 state들을 모두 사용하여 코드북 granularity를 높여 그 성능 이득을 꾀할 수 있다.

[185] 그리고, 나머지 8개의 state들은 1-port selection, 2-port selection 및/또는 3-port selection 코드북의 조합으로 구성될 수 있으며, 아래 표 10 내지 표 19는 이의 일례들을 나타낸다.

[186] 표 10은 rank 1에 대한 4Tx DFT-s-OFDM codebook의 일례를 나타낸다.

[187] [표10]

Codebook index	Number of layers $\nu=1$							
0 - 7	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ j \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -j \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ j \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ -1 \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ -j \\ -1 \end{bmatrix}$
8 - 15	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ j \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -j \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ j \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -j \\ 1 \end{bmatrix}$
16 - 23	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ j \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -j \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ j \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -j \end{bmatrix}$
24 - 31	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ j \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -j \end{bmatrix}$

[188] 이후 예시되는 표 11 내지 표 19의 경우, 표현의 편의상 0 - 23 index들은 표 10의 0 - 23 index를 그대로 사용하는 것으로 보고, 24 - 31 index에 상응하는 코드북(또는 코드워드 또는 precoding matrix)은 아래 각 표의 제안을 따르기로 한다.

[189] 표 11은 rank 1에 대한 4Tx DFT-s-OFDM codebook의 또 다른 일례를 나타낸다.

[190] [표11]

Codebook index	Number of layers $\nu=1$								
24 - 31	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ j \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ -j \\ 0 \end{bmatrix}$	

[191] 아래 표 12 및 표 13는 상기 표 10 및 표 11의 조합으로 구성된 일례를 나타낸다.

[192] 표 12는 안테나 선택(antenna selection) 조합의 자유도를 포기하고 (Tx antenna 0, 1, 2, 3번 중에서 2개의 antenna를 'On'할 때, Tx antenna 2번과 3번의 조합과, Tx antenna 1번과 2번의 조합을 포기), 주어진 antenna port 조합의 codebook granularity를 늘린 예시이다.

[193] 즉, 표 12는 1, -1, j, -j의 QPSK co-phase를 고려한다.

[194] 표 13은 표 12와는 반대로, 주어진 antenna port 조합의 co-phase를 특정 개수 (e.g., 2개, {1, -1}, 또는 {1, j})를 사용하고, "On" 되는 antenna port의 조합을 증가시킨 예시이다.

[195] 표 12는 rank 1에 대한 4Tx DFT-s-OFDM codebook의 또 다른 일례를 나타낸다.

[196] [표12]

Codebook index	Number of layers $\nu=1$								
24 - 31	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ -j \end{bmatrix}$	

[197] 표 13은 rank 1에 대한 4Tx DFT-s-OFDM codebook의 또 다른 일례를 나타낸다.

[198] [표13]

Codebook index	Number of layers $\nu=1$								
24 - 31	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}$	

[199] 앞서 살핀 표 10 내지 표 13의 antenna port 'On' 및/또는 'Off' 코드북은 4Tx에서 2개의 antenna port들을 선택하는 경우를 고려하였으나, 표 14는 4Tx에서 1개 및 3개의 antenna port를 선택하는 일례를 나타낸다.

[200] 이와 같이, antenna selection 코드북의 장점은 (기지국에 의한) wideband TPMI 전송 시, 각 antenna port 간의 전송 delay로 인하여 성능 열화가 발생하는 경우, 기지국(예: gNB)는 어떠한 antenna port를 동시에 전송(antenna port 간 UL coherent transmission)할 수 있는지를 코드북을 통해 지시할 수 있다는 점이다.

[201] 표 14는 rank 1에 대한 4Tx DFT-s-OFDM codebook의 또 다른 일례를 나타낸다.

[202] [표14]

Codebook index	Number of layers $v=1$							
24 - 31	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$

[203] 표 15는 rank 1에 대한 4Tx DFT-s-OFDM codebook의 또 다른 일례를 나타낸다.

[204] [표15]

Codebook index	Number of layers $v=1$							
24 - 31	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ j \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -j \\ 0 \end{bmatrix}$

[205] 표 14 및 표 15는 1-port selection의 경우, 단말의 battery saving에 대한 효과는 크지만, 안테나 array gain을 거의 얻지 못하여 성능 열화가 예상될 수 있다.

[206] 따라서, 1-port selection에 대한 state를 3-port selection에 관한 state에 더 할당하는 방법이 고려될 수 있으며, 표 16 및 표 17은 이의 일례를 나타낸다.

[207] 즉, 표 16 및 표 17과 같이, port selection에 자유도를 주는 것은 단말의 Tx 안테나 설계에 대한 flexibility를 증가시킬 수 있는 장점이 있다.

[208] 표 16은 rank 1에 대한 4Tx DFT-s-OFDM codebook의 또 다른 일례를 나타낸다.

[209] [표16]

Codebook index	Number of layers $v=1$							
24 - 31	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$

[210] 코드북의 성능은 코드북을 구성하는 각 코드워드 간의 유클리안 디스턴스(Euclidean Distance)를 최대화하는 코드워드를 선택하는 방법에 따라 결정될 수 있다.

[211] 여기서, 상기 유클리안 디스턴스(Euclidean Distance)는 아래 수학식 2와 같이 정의할 수 있다.

[212] [수식2]

$$\text{Dist}(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = \|\mathbf{a} - \mathbf{b}\|$$

[213] 여기서, \mathbf{a} 와 \mathbf{b} 는 동일한 길이를 가지는 벡터(vector)이다.

[214] 상기 metric(수학식 2)를 이용하는 경우, Euclidean distance를 최대화하는 codeword는 표 17의 codebook index 24 - 27일 수 있다.

[215] 이 경우, 특정 첫 번째 antenna port만을 사용하지 않으므로, 이를 위해 표 18 및 표 19를 고려할 수도 있다.

[216] 표 17은 rank 1에 대한 4Tx DFT-s-OFDM codebook의 또 다른 일례를 나타낸다.

[217] [표17]

Codebook index	Number of layers $v=1$								
24 - 31	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ j \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ -j \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$

[218] 표 18은 rank 1에 대한 4Tx DFT-s-OFDM codebook의 또 다른 일례를 나타낸다.

[219] [표18]

Codebook index	Number of layers $v=1$								
24 - 31	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ j \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ -j \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ -j \end{bmatrix}$

[220] 표 19는 rank 1에 대한 4Tx DFT-s-OFDM codebook의 또 다른 일례를 나타낸다.

[221] [표19]

Codebook index	Number of layers $v=1$								
24 - 31	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ j \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -j \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ -j \end{bmatrix}$

[222] **제 2 실시 예**

[223] 제 2 실시 예는 DFT-s-OFDM의 4Tx codebook의 경우, 앞의 제 1 실시 예의 코드북을 포함하기 위하여, 좀 더 큰 bit-width를 가지는 x-bit (e.g., x=6) table을 구성하는 방법에 관한 것이다.

[224] LTE uplink 4Tx codebook은 TPI(transmit precoding indicator) 및 TRI(transmit rank indicator)가 joint하게 지시되므로, 6bit가 필요하다.

[225] 제 1 실시 예는 이에 대한 signaling overhead를 줄이기 위하여, 5bit으로 구성하는 방법을 제안하였다.

[226] 제 2 실시 예는 LTE 시스템과 동일한 bit-width를 가지며, rank 1에 대한 granularity를 보다 풍성하게 구성하는 방식을 제안한다.

[227] 표 20에서, 16 - 31 index는 4Tx를 모두 사용하는 경우의 granularity를 풍성하게 하기 위하여 추가되었다.

[228] 즉, 고정된 0, 1, 2 Tx의 co-phase는 QPSK를 사용하며, 3번 Tx에 상응하는 단

1개의 granularity를 가지는 co-phase를 사용했으나, 표 20의 16 - 31 index는 3번 Tx에 상응하는 co-phase의 granularity를 '2'로 증가시킨 경우이다.

[229] 이후, 표 20의 32 - 63의 index들은 antenna port selection에 대한 코드워드에 상응한다.

[230] 표 20은 rank 1에 대한 4Tx DFT-s-OFDM codebook의 또 다른 일례를 나타낸다.

[231] [표20]

Codebook index	Number of layers $\nu=1$							
0 - 7	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ j \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -j \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ j \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ -1 \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ -j \\ -1 \end{bmatrix}$
8 - 15	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ j \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -j \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ j \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -j \\ 1 \end{bmatrix}$
16 - 23	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ j \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -j \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ j \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ -j \\ -j \end{bmatrix}$
24 - 31	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ j \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -j \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ j \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -j \\ j \end{bmatrix}$
32 - 39	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ j \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -j \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -j \end{bmatrix}$
40 - 47	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}$
48 - 55	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ j \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ -j \\ 0 \end{bmatrix}$
56 - 63	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$

[232] 상기 코드북에서, 3-port (index 60-63)의 경우, 표 16 내지 표 19의 코드 워드를 대체하여 사용할 수도 있다.

[233]

[234] **제 3 실시 예**

- [235] 제 3 실시 예는 antenna port selection ($4C_L$, $L=1,2,3,4$) 지시의 목적으로 사용되는 TPMI 1과 상기 TPMI 1에 의하여 선택된 Tx antenna port의 port combining codebook TPMI 2로 코드북이 지시될 수 있다.
- [236] 제 3 실시 예는 (antenna) 패널(panel)을 selection하고, 선택된 패널에서 antenna port에 대한 codeword를 선택 또는 결정하는데 적용될 수 있다.
- [237] 제 3 실시 예는 TPMI 1과 TPMI 2가 DCI 내 서로 다른 field로 지시되며, TPMI 2의 size는 TPMI 1에 대한 의존성(dependency)를 가질 수 있다.
- [238] 상기 제 3 실시 예는 전체 TPMI 지시를 위한 bit-width가 가변하여 좀 더 효율적인 signaling이 가능해지는 장점이 있으나, DCI size가 가변하기 때문에 이를 decoding하기 위한 단말의 복잡도가 높아질 수는 있다.
- [239] TPMI 1의 구성은 예를 들어 X-port 인 경우, X-bitmap (e.g., X=4)으로 표현되어 단말에 port combining codebook이 적용되는 antenna port(s)를 지시할 수 있다.
- [240] 예를 들어, 4-bitmap '1010'으로 지시되는 경우, 0번과 2번 port가 'ON'된 것으로 고려될 수 있다.
- [241] 또한, 단말은 '0000'의 bitmap (즉, 모든 antenna port들이 OFF됨)이 지시되는 것을 기대하지 않는다.
- [242] 또는, table (혹은 이의 subset, 예를 들어, 1, 2, 4 antenna selection만을 허용하는 경우)을 이용하여 다음과 같이 지시될 수도 있다.
- [243] 표 21은 4Tx TPMI 1 구성의 일례를 나타낸다.
- [244] [표21]

Codebook index	Number of layers $v=1$							
0 - 7	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$
8 - 15	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	-

- [245] 그리고, 4Tx의 경우, TPMI 2 구성의 일례는 다음과 같다.
- [246] Y는 co-phase의 granularity의 bit width로, Y=2인 경우 QPSK (1, -1, j, -j)를 나타내며, 상위 계층 시그널링(higher layer signaling)으로 configure될 수 있다.
- [247] -1-port selection, 0-bit TPMI2
- [248] -2-port selection, Y-bit TPMI2
- [249] [수식3]

$$TPMI2 = \begin{bmatrix} 1 \\ \exp\left(\frac{j2\pi n}{2^Y}\right) \end{bmatrix}, n = 0, 1, \dots, 2^Y - 1$$

- [250] 예를 들어, $Y=2$, TPMI1에서 index 8로 지시되고, TPMI2의 $n=1$ 인 경우, 최종 TPMI는

$$\begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \\ j \end{bmatrix}$$

로 구성되는 것을 단말은 인식할 수 있다.

- [251] -3-port selection, $2Y$ -bit TPMI2

- [252] [수식4]

$$\text{TPMI2} = \begin{bmatrix} 1 \\ \exp\left(\frac{j2\pi n_1}{2^Y}\right) \\ \exp\left(\frac{j2\pi n_2}{2^Y}\right) \end{bmatrix}, n_i = 0, 1, \dots, 2^Y - 1, i = 1, 2$$

- [253] 예를 들어 $Y=2$, TPMI1에서 index 10이 지시되고, TPMI2의 $n_1=1$ 이고, $n_2=3$ 인 경우, 최종 TPMI는

$$\begin{bmatrix} 1 \\ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} j \\ -j \end{bmatrix} \\ 0 \end{bmatrix}$$

로 구성되는 것을 단말은 인식할 수 있다.

- [254] -4-port selection, $3Y$ -bit TPMI2

- [255] [수식5]

$$\text{TPMI2} = \begin{bmatrix} 1 \\ \exp\left(\frac{j2\pi n_1}{2^Y}\right) \\ \exp\left(\frac{j2\pi n_2}{2^Y}\right) \\ \exp\left(\frac{j2\pi n_3}{2^Y}\right) \end{bmatrix}, n_i = 0, 1, \dots, 2^Y - 1, i = 1, 2, 3$$

- [256] 위의 예제에서, TPMI1+TPMI2가 서로 독립적으로 signaling되는 경우, 최대 TPMI1=4bit, TPMI2=6bit ($Y=2$ 가정)으로 10bit의 signaling overhead를 가지게 된다.

- [257] 제 3 실시 예의 TPMI2에 대한 overhead를 줄이거나 또는 TPMI1에 대한 bit-width dependency를 없애기 위하여, TPMI2는 앞서 살핀 방식들의 subset으로 구성되는 코드북으로 사전에 약속될 수도 있다.

- [258] 예를 들어, TPMI1에 무관하게 TPMI2는 4bit 등으로 고정될 수 있다.

[259] 이 경우, state가 남는 1-port와 2-port의 경우, reserved state로 단말은 인식을 하게 되며, 상기 state로의 지시는 기대하지 않는다.

[260] 또한, state가 부족한 4-port selection의 경우, 특정 약속에 의하여 4-bit으로 subsample될 수 있으며, 그 일례는 표 20의 0 내지 15번 index들에 상응하는 코드북이 될 수 있다.

[261]

[262] 앞서 살핀 방법들은 DFT-s-OFDM에 대해 살펴보았지만, CP-OFDM에도 적용될 수 있다.

[263] 이 경우, TPMI2는 TPMI2 + TRI로 joint encoding되어 signaling될 수 있다.

[264]

[265] **제 4 실시 예**

[266] 제 4 실시 예는 앞서 제안한 코드북 중에서, '0'인 엔트리(entry)가 존재하는 antenna selection codeword의 경우, UE capability에 따라서 scaling factor의 특정 값(UE reported values and/or pre-defined values)을 higher layer signaling으로 configure 받을 수 있다.

[267] 상기 higher layer signaling은 일례로, RRC, MAC(media access control) CE(control element), 또는 DCI 등일 수 있다.

[268] 예를 들어 rank 1, 4Tx 코드북의 경우,

$$\frac{1}{\rho} \mathbf{v}$$

로 표현될 때,

$$\rho$$

의 값은

$$\rho \in \{2, \sqrt{6}, 2\sqrt{2}, 4\}$$

으로 나타낼 수 있다.

[269] 여기서,

$$\rho$$

는 scaling factor이며,

$$\mathbf{v}$$

는 length-L (L=4) vector를 나타낸다.

[270] ρ

의 값이 클수록, 단말의 power amplifier의 dynamic range가 크게 되며, high-end 단말일 가능성이 높다.

[271] 단말은 상기

$$\rho$$

값 중에서 자신의 RF-chain의 power amplifier의 dynamic range를 고려하여, 가능한 값을 기지국에 report할 수 있다.

- [272] 이 경우, 기지국은 상기
 ρ
 값 중에서 특정 값을 단말로 higher layer로 configure 해주거나 또는, 상기 단말이 report한 값 중 특정값 (e.g., max value)로 사전에 정의될 수 있다.
- [273] 상기
 ρ
 의 값은 단말의 capability에 따라서 semi-static하게 설정되는 것이 일반적이다.
- [274] 하지만, UL heavy traffic의 경우,
 ρ
 의 값이 크면 클수록 간섭을 크게 야기할 수 있기 때문에, 이를 제어하기 위하여 DCI로 dynamic하게 지시해줄 수 있다.
- [275] 또는, 단말이 자신의 battery를 고려하여 기지국으로
 ρ
 값에 대한 변경 요청 또는 변경 지시자를 reporting 해줄 수도 있다.
- [276] 마찬가지로, 제 4 실시 예는 CP-OFDM에도 동일하게 적용 가능하며, 위의 실시 예들 모두 CP-OFDM에 동일하게 적용할 수 있다.
- [277]
- [278] 도 9는 본 명세서에서 제안하는 코드북 기반 상향링크 전송을 수행하는 단말의 동작 방법의 일례를 나타낸 순서도이다.
- [279] 먼저, 단말은 제 1 TPMI(transmit precoding matrix indicator)를 포함하는 하향링크 제어 정보(downlink control information, DCI)를 기지국으로부터 수신한다(S910).
- [280] 여기서, 상기 제 1 TPMI는 광대역(wideband) TPMI일 수 있다.
- [281] 그리고, 상기 단말은 상기 제 1 TPMI에 기초하여 상기 상향링크 신호의 전송과 관련된 코드북 서브셋(codebook subset)을 결정한다(S920).
- [282] 여기서, 상기 코드북 서브셋은 4개의 안테나 포트(antenna port)들을 사용하는 랭크(rank) 1에 대한 코드북에 포함된다.
- [283] 그리고, 상기 코드북 서브셋은 1개의 안테나 포트(antenna port)를 선택(selection)하기 위한 적어도 하나의 코드워드(codeword)를 포함할 수 있다. 구체적인 사항은 앞서 살핀 표 14 및 표 15를 참고한다.
- [284] 특히, 상기 적어도 하나의 코드워드는

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

,

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

,

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

및

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

로 설정될 수 있다.

- [285] 즉, 상기 적어도 하나의 코드워드는 4개의 codebook index에 해당하는 코드워드(또는 precoding matrix 또는 precoder 또는 codebook subset)들로 설정될 수 있다.
- [286] 즉, 본 명세서에서 제안하는 1-port selection은 코드북의 4개의 state들을 이용하여 설정될 수 있다.
- [287] 그리고, 상기 1개의 안테나 포트(antenna port)들을 사용하는 랭크(rank) 1에 대한 코드북은 DFT-s-OFDM(Discrete Fourier Transform spread Orthogonal Frequency Division Multiplexing)을 이용하는 코드북일 수 있다.
- [288] 표 14 및 표 15에 나타난 바와 같이, 1-port selection은 1개의 antenna port만을 'ON'하도록 함으로써, 단말의 battery saving에 대한 장점이 있다.
- [289] 그리고, 상기 단말은 상기 결정된 코드북 서브셋을 이용하여 상기 상향링크 신호를 상기 기지국으로 전송한다(S930).
- [290] 추가적으로, 상기 DCI는 상기 제 1 TPMI에 기초하여 선택되는 안테나 포트(antenna port)의 포트 결합(port combining)과 관련된 제 2 TPMI를 더 포함할 수 있다.
- [291] 상기 제 2 TPMI의 사이즈는 상기 제 1 TPMI의 사이즈에 기초하여 결정될 수 있다.
- [292] 이 경우, 상기 제 1 TPMI는 X-bitmap으로 표현될 수 있다.
- [293] 상기 X값은 안테나 포트의 개수를 나타낸다. 예를 들어, 안테나 포트의 개수가 4인 경우, X 값은 4이다.
- [294] 그리고, 상기 제 2 TPMI는 앞서 살핀 수학적 식 3 내지 5에 기초하여 구성될 수 있다.
- [295] 추가적으로, 상기 단말은 단말의 capability에 의해, normalize가 '1'이 안 되는

codeword에 대한 scaling을 수행할 수 있다.

- [296] 즉, 단말은 상기 적어도 하나의 코드워드에 적용하기 위한 스케일링 요소(scaling factor)를 포함하는 시그널링(signaling)을 상기 기지국으로부터 수신하며, 상기 전력 스케일링 요소(power scaling factor)를 상기 적어도 하나의 코드워드에 적용하여 앞서 살핀 codeword에 대한 scaling을 수행할 수 있다.
- [297] 그리고, 상기 전력 스케일링 요소(power scaling factor)는 단말의 능력(capability)을 고려하여 설정될 수 있다.

[298]

[299] 본 발명이 적용될 수 있는 장치 일반

- [300] 도 10은 본 명세서에서 제안하는 방법들이 적용될 수 있는 무선 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.
- [301] 도 10을 참조하면, 무선 통신 시스템은 기지국(1010)과 기지국 영역 내에 위치한 다수의 단말(1020)을 포함한다.
- [302] 상기 기지국과 단말은 각각 무선 장치로 표현될 수도 있다.
- [303] 기지국은 프로세서(processor, 1011), 메모리(memory, 1012) 및 RF 모듈(radio frequency module, 1013)을 포함한다. 프로세서(1011)는 앞서 도 1 내지 도 9에서 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서에 의해 구현될 수 있다. 메모리는 프로세서와 연결되어, 프로세서를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF 모듈은 프로세서와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.
- [304] 단말은 프로세서(1021), 메모리(1022) 및 RF 모듈(1023)을 포함한다.
- [305] 프로세서는 앞서 도 1 내지 도 9에서 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서에 의해 구현될 수 있다. 메모리는 프로세서와 연결되어, 프로세서를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF 모듈은 프로세서와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.
- [306] 메모리(1012, 1022)는 프로세서(1011, 1021) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서와 연결될 수 있다.
- [307] 또한, 기지국 및/또는 단말은 한 개의 안테나(single antenna) 또는 다중 안테나(multiple antenna)를 가질 수 있다.
- [308] 안테나(1014, 1024)는 무선 신호를 송신 및 수신하는 기능을 한다.
- [309]
- [310] 도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.
- [311] 특히, 도 11은 앞서 도 10의 단말을 보다 상세히 예시하는 도면이다.
- [312] 도 11을 참조하면, 단말은 프로세서(또는 디지털 신호 프로세서(DSP: digital signal processor))(1110), RF 모듈(RF module)(또는 RF 유닛)(1135), 파워 관리 모듈(power management module)(1105), 안테나(antenna)(1140), 배터리(battery)(1155), 디스플레이(display)(1115), 키패드(keypad)(1120), 메모리(memory)(1130), 심카드(SIM(Subscriber Identification Module)

card)(1125)(이 구성은 선택적임), 스피커(speaker)(1145) 및 마이크로폰(microphone)(1150)을 포함하여 구성될 수 있다. 단말은 또한 단일의 안테나 또는 다중의 안테나를 포함할 수 있다.

[313] 프로세서(1110)는 앞서 도 1 내지 도 9에서 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층은 프로세서에 의해 구현될 수 있다.

[314] 메모리(1130)는 프로세서와 연결되고, 프로세서의 동작과 관련된 정보를 저장한다. 메모리는 프로세서 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서와 연결될 수 있다.

[315] 사용자는 예를 들어, 키패드(1120)의 버튼을 누르거나(혹은 터치하거나) 또는 마이크로폰(1150)을 이용한 음성 구동(voice activation)에 의해 전화 번호 등과 같은 명령 정보를 입력한다. 프로세서는 이러한 명령 정보를 수신하고, 전화 번호로 전화를 거는 등 적절한 기능을 수행하도록 처리한다. 구동 상의 데이터(operational data)는 심카드(1125) 또는 메모리(1130)로부터 추출할 수 있다. 또한, 프로세서는 사용자가 인지하고 또한 편의를 위해 명령 정보 또는 구동 정보를 디스플레이(1115) 상에 디스플레이할 수 있다.

[316] RF 모듈(1135)는 프로세서에 연결되어, RF 신호를 송신 및/또는 수신한다. 프로세서는 통신을 개시하기 위하여 예를 들어, 음성 통신 데이터를 구성하는 무선 신호를 전송하도록 명령 정보를 RF 모듈에 전달한다. RF 모듈은 무선 신호를 수신 및 송신하기 위하여 수신기(receiver) 및 전송기(transmitter)로 구성된다. 안테나(1140)는 무선 신호를 송신 및 수신하는 기능을 한다. 무선 신호를 수신할 때, RF 모듈은 프로세서에 의해 처리하기 위하여 신호를 전달하고 기저 대역으로 신호를 변환할 수 있다. 처리된 신호는 스피커(2345)를 통해 출력되는 가청 또는 가독 정보로 변환될 수 있다.

[317]

[318] 도 12는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 무선 통신 장치의 RF 모듈의 일례를 나타낸 도이다.

[319] 구체적으로, 도 12는 FDD(Frequency Division Duplex) 시스템에서 구현될 수 있는 RF 모듈의 일례를 나타낸다.

[320] 먼저, 전송 경로에서, 도 10 및 도 11에서 기술된 프로세서는 전송될 데이터를 프로세싱하여 아날로그 출력 신호를 송신기(1210)에 제공한다.

[321] 송신기(1210) 내에서, 아날로그 출력 신호는 디지털-대-아날로그 변환(ADC)에 의해 야기되는 이미지들을 제거하기 위해 저역 통과 필터(Low Pass Filter, LPF)(1211)에 의해 필터링되고, 상향 변환기(Mixer, 1212)에 의해 기저대역으로부터 RF로 상향 변환되고, 가변이득 증폭기(Variable Gain Amplifier, VGA)(1213)에 의해 증폭되며, 증폭된 신호는 필터(1214)에 의해 필터링되고, 전력 증폭기(Power Amplifier, PA)(1215)에 의해 추가로 증폭되며, 듀플렉서(들)(1250)/안테나 스위치(들)(1260)을 통해 라우팅되고, 안테나(1270)을 통해 전송된다.

- [322] 또한, 수신 경로에서, 안테나는 외부로부터 신호들을 수신하여 수신된 신호들을 제공하며, 이 신호들은 안테나 스위치(들)(1260)/듀플렉서들 (1250)을 통해 라우팅되고, 수신기(1220)으로 제공된다.
- [323] 수신기(1220)내에서, 수신된 신호들은 저잡음 증폭기(Low Noise Amplifier, LNA)(1223)에 의해 증폭되며, 대역통과 필터(1224)에 의해 필터링되고, 하향 변환기(Mixer, 1225)에 의해 RF로부터 기저대역으로 하향 변환된다.
- [324] 상기 하향 변환된 신호는 저역 통과 필터(LPF, 1226)에 의해 필터링되며, VGA(1227)에 의해 증폭되어 아날로그 입력 신호를 획득하고, 이는 도 10 및 도 11에서 기술된 프로세서에 제공된다.
- [325] 또한, 로컬 오실레이터 (local oscillator, LO) 발생기(1240)는 전송 및 수신 LO 신호들을 발생 및 상향 변환기(1212) 및 하향 변환기(1225)에 각각 제공한다.
- [326] 또한, 위상 고정 루프(Phase Locked Loop, PLL)(1230)은 적절한 주파수들에서 전송 및 수신 LO 신호들을 생성하기 위해 프로세서로부터 제어 정보를 수신하고, 제어 신호들을 LO 발생기(1240)에 제공한다.
- [327] 또한, 도 12에 도시된 회로들은 도 12에 도시된 구성과 다르게 배열될 수도 있다.
- [328]
- [329] 도 13은 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 무선 통신 장치의 RF 모듈의 또 다른 일례를 나타낸 도이다.
- [330] 구체적으로, 도 13은 TDD(Time Division Duplex) 시스템에서 구현될 수 있는 RF 모듈의 일례를 나타낸다.
- [331] TDD 시스템에서의 RF 모듈의 송신기(1310) 및 수신기(1320)은 FDD 시스템에서의 RF 모듈의 송신기 및 수신기의 구조와 동일하다.
- [332] 이하, TDD 시스템의 RF 모듈은 FDD 시스템의 RF 모듈과 차이가 나는 구조에 대해서만 살펴보기로 하고, 동일한 구조에 대해서는 도 12의 설명을 참조하기로 한다.
- [333] 송신기의 전력 증폭기(Power Amplifier, PA)(1315)에 의해 증폭된 신호는 밴드 선택 스위치(Band Select Switch, 1350), 밴드 통과 필터(BPF, 1360) 및 안테나 스위치(들)(1370)을 통해 라우팅되고, 안테나(1380)을 통해 전송된다.
- [334] 또한, 수신 경로에서, 안테나는 외부로부터 신호들을 수신하여 수신된 신호들을 제공하며, 이 신호들은 안테나 스위치(들)(1370), 밴드 통과 필터(1360) 및 밴드 선택 스위치(1350)을 통해 라우팅되고, 수신기(1320)으로 제공된다.
- [335]
- [336] 이상에서 설명된 실시 예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시 예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의

실시 예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시 예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시 예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

[337] 본 발명에 따른 실시 예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시 예는 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, 콘트롤러, 마이크로 콘트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

[338] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시 예는 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리는 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

[339] 본 발명은 본 발명의 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 통상의 기술자에게 자명하다. 따라서, 상술한 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.

산업상 이용가능성

[340] 본 발명의 무선 통신 시스템에서 상향링크 신호를 전송하는 방안은 3GPP LTE/LTE-A 시스템, 5G 시스템(New RAT 시스템)에 적용되는 예를 중심으로 설명하였으나, 이외에도 다양한 무선 통신 시스템에 적용하는 것이 가능하다.

청구범위

- [청구항 1] 무선 통신 시스템에서 코드북(codebook)에 기초하여 상향링크 신호를 전송하는 방법에 있어서, 단말에 의해 수행되는 방법은,
제 1 TPMI(transmit precoding matrix indicator)를 포함하는 하향링크 제어 정보(downlink control information, DCI)를 기지국으로부터 수신하는 단계;
상기 제 1 TPMI에 기초하여 상기 상향링크 신호의 전송과 관련된 코드북 서브셋(codebook subset)을 결정하는 단계;
상기 결정된 코드북 서브셋을 이용하여 상기 상향링크 신호를 상기 기지국으로 전송하는 단계를 포함하되,
상기 코드북 서브셋은 4개의 안테나 포트(antenna port)들을 사용하는 랭크(rank) 1에 대한 코드북에 포함되며,
상기 코드북 서브셋은 1개의 안테나 포트(antenna port)를 선택(selection)하기 위한 적어도 하나의 코드워드(codeword)를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
상기 적어도 하나의 코드워드는 $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$, $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ 및 $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ 인 것을
특징으로 하는 방법.
- [청구항 3] 제 1항에 있어서,
상기 1개의 안테나 포트(antenna port)들을 사용하는 랭크(rank) 1에 대한 코드북은 DFT-s-OFDM(Discrete Fourier Transform spread Orthogonal Frequency Division Multiplexing)을 이용하는 코드북인 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 4] 제 1항에 있어서,
상기 DCI는 상기 제 1 TPMI에 기초하여 선택되는 안테나 포트(antenna port)의 포트 결합(port combining)과 관련된 제 2 TPMI를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 5] 제 4항에 있어서,
상기 제 2 TPMI의 사이즈는 상기 제 1 TPMI의 사이즈에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 6] 제 5항에 있어서,
상기 제 1 TPMI는 X-bitmap으로 표현되며,
상기 X값은 안테나 포트의 개수인 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 7] 제 1항에 있어서,
상기 적어도 하나의 코드워드에 적용하기 위한 전력 스케일링

- 요소(scaling factor)를 포함하는 시그널링(signaling)을 상기
기지국으로부터 수신하는 단계; 및
상기 전력 스케일링 요소(power scaling factor)를 상기 적어도 하나의
코드워드에 적용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 8] 제 7항에 있어서,
상기 전력 스케일링 요소(power scaling factor)는 단말의 능력(capability)을
고려하여 설정되는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 9] 제 1항에 있어서,
상기 제 1 TPMI는 광대역(wideband) TPMI인 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 10] 무선 통신 시스템에서 코드북(codebook)에 기초하여 상향링크 신호를
전송하는 단말에 있어서,
무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 모듈; 및
상기 RF 모듈과 기능적으로 연결되어 있는 프로세서를 포함하고, 상기
프로세서는,
제 1 TPMI(transmit precoding matrix indicator)를 포함하는 하향링크 제어
정보(downlink control information, DCI)를 기지국으로부터 수신하며;
상기 제 1 TPMI에 기초하여 상기 상향링크 신호의 전송과 관련된 코드북
서브셋(codebook subset)을 결정하며;
상기 결정된 코드북 서브셋을 이용하여 상기 상향링크 신호를 상기
기지국으로 전송하도록 설정되며,
상기 코드북 서브셋은 4개의 안테나 포트(antenna port)들을 사용하는
랭크(rank) 1에 대한 코드북에 포함되며,
상기 코드북 서브셋은 1개의 안테나 포트(antenna port)를
선택(selection)하기 위한 적어도 하나의 코드워드(codeword)를 포함하는
것을 특징으로 하는 단말.
- [청구항 11] 제 10항에 있어서,
상기 적어도 하나의 코드워드는 $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ 및 $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ 인 것을

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

 특징으로 하는 단말.
- [청구항 12] 제 10항에 있어서,
상기 1개의 안테나 포트(antenna port)들을 사용하는 랭크(rank) 1에 대한
코드북은 DFT-s-OFDM(Discrete Fourier Transform spread Orthogonal
Frequency Division Multiplexing)을 이용하는 코드북인 것을 특징으로
하는 단말.
- [청구항 13] 제 10항에 있어서,
상기 DCI는 상기 제 1 TPMI에 기초하여 선택되는 안테나 포트(antenna

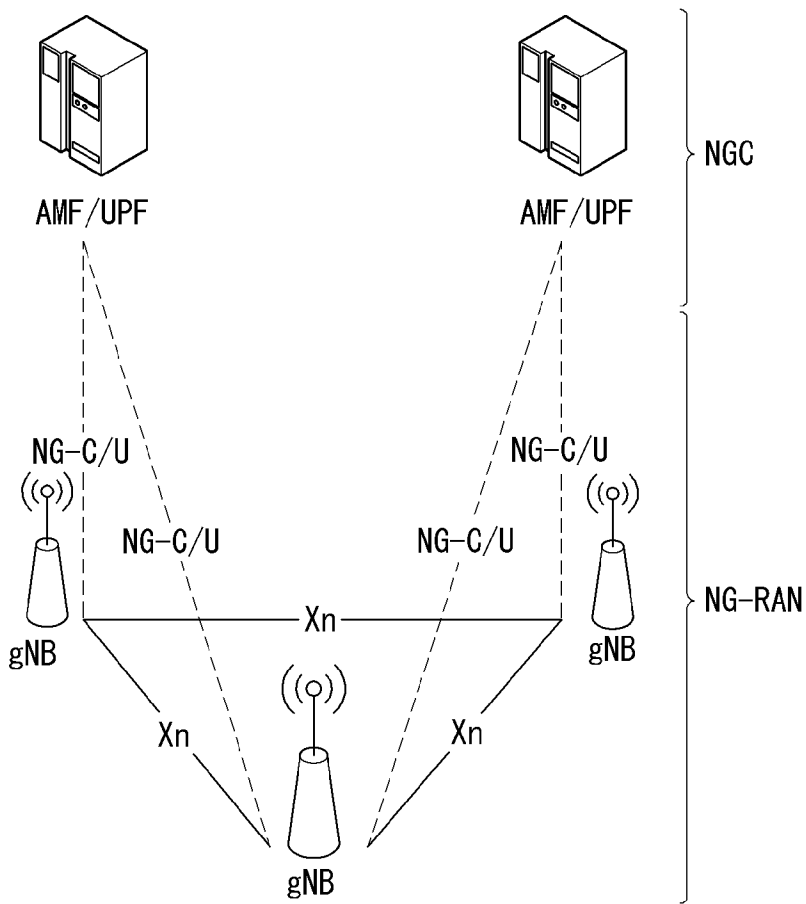
port)의 포트 결합(port combining)과 관련된 제 2 TPMI를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 단말.

[청구항 14]

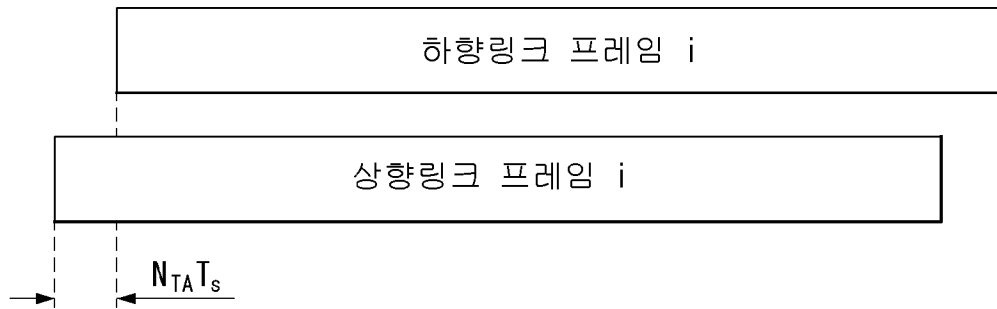
제 10항에 있어서,

상기 제 1 TPMI는 광대역(wideband) TPMI인 것을 특징으로 하는 단말.

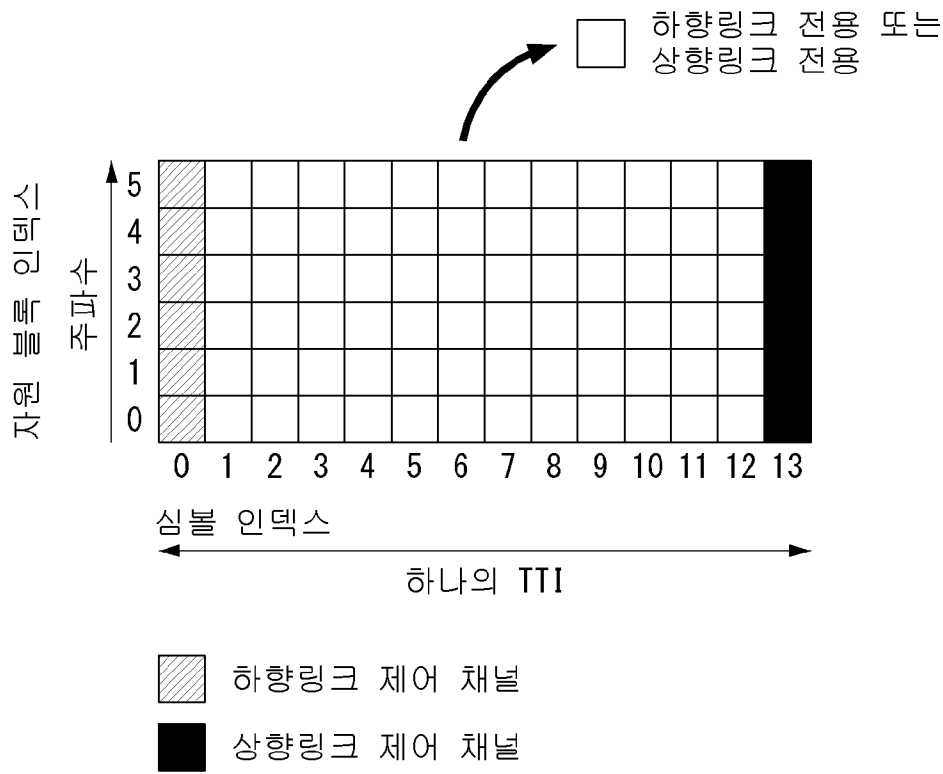
[도1]



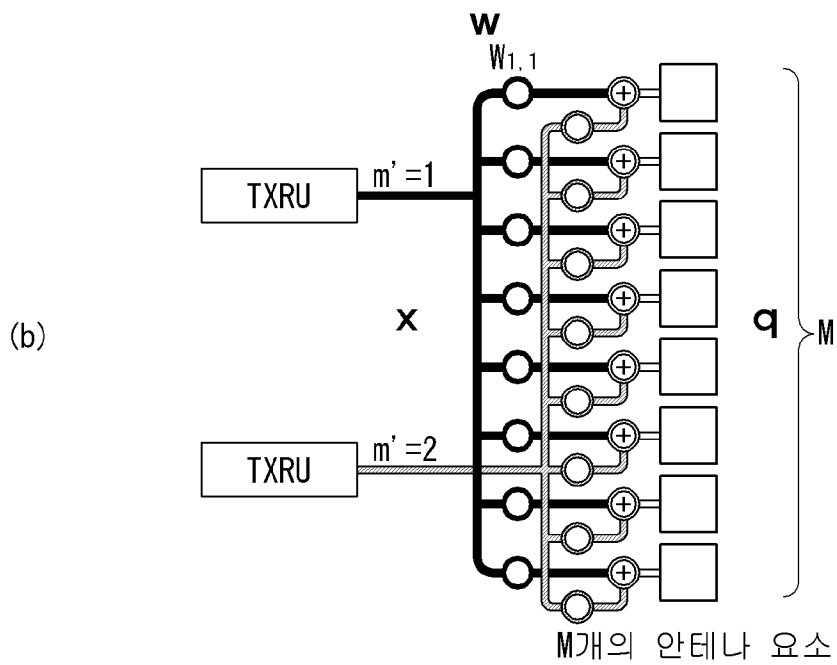
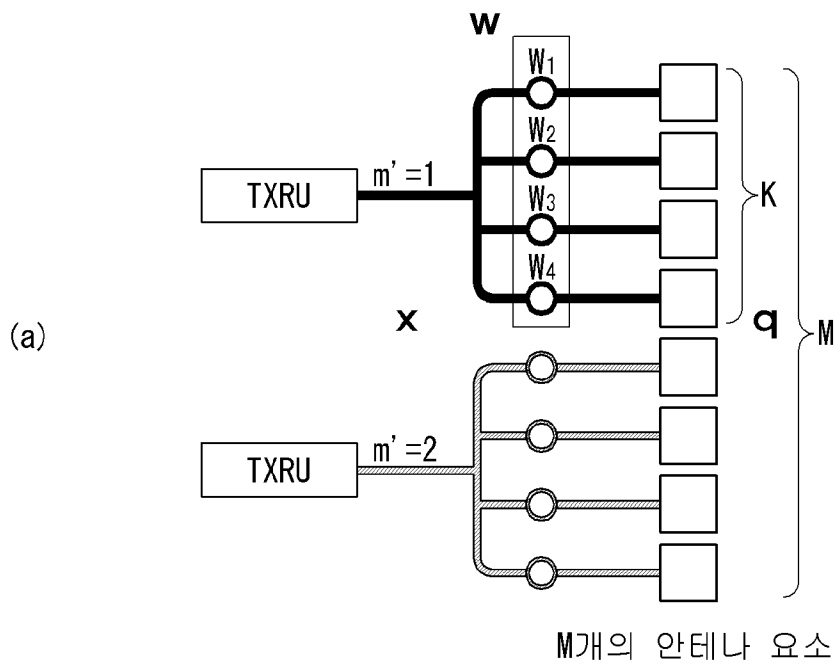
[도2]



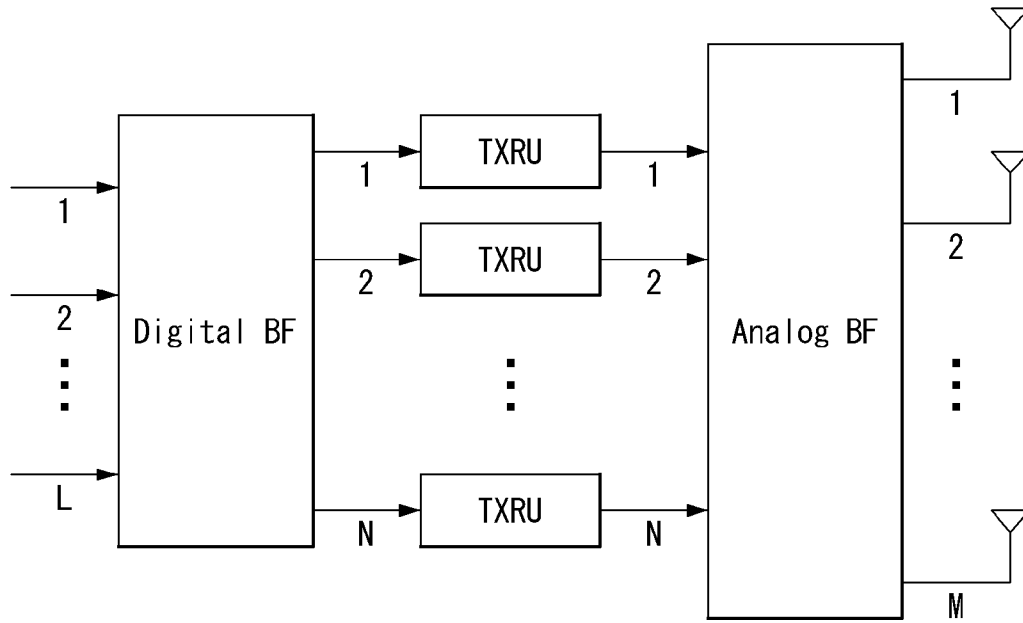
[도4]



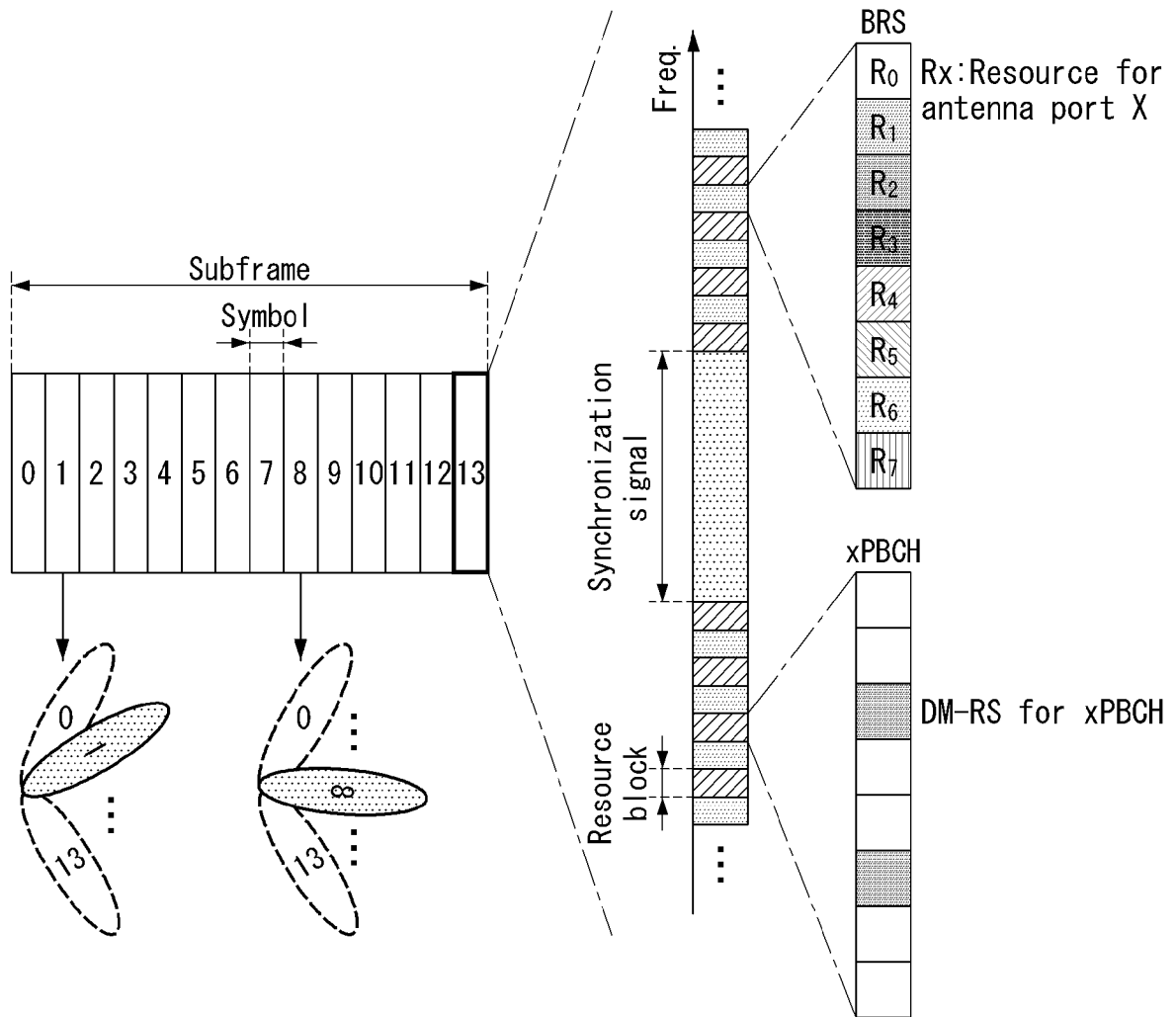
[도5]



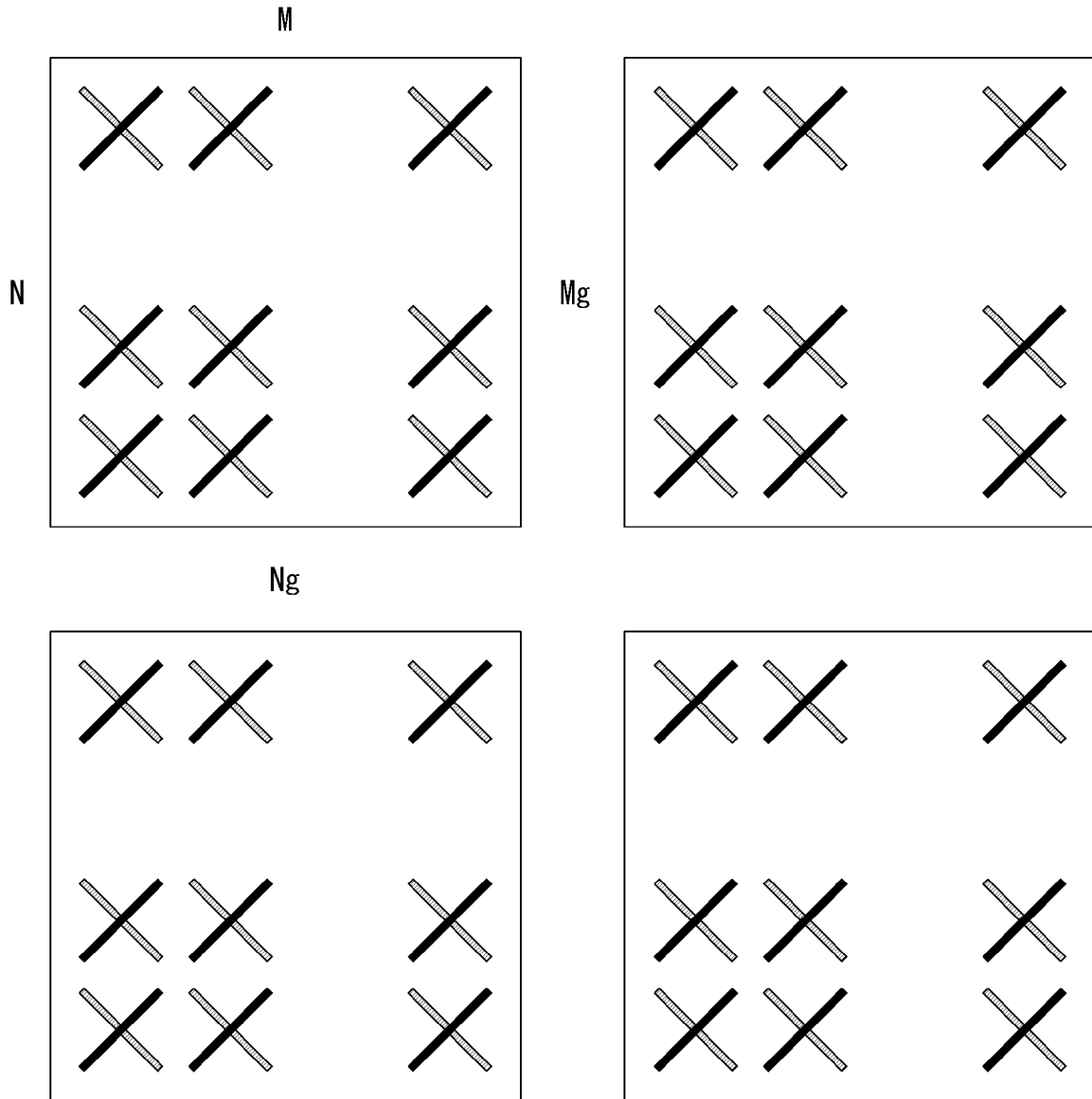
[도6]



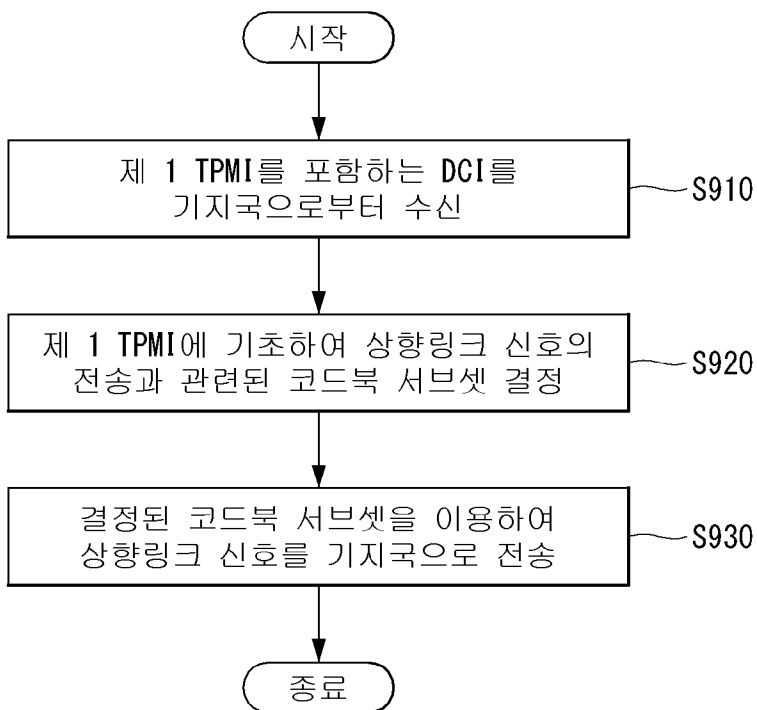
[도7]



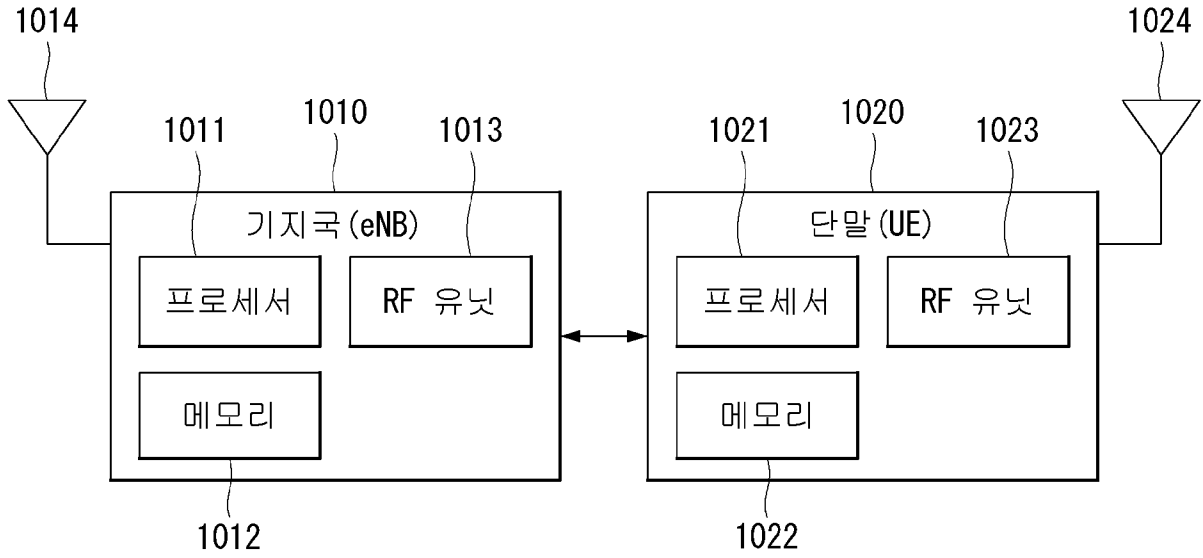
[도8]



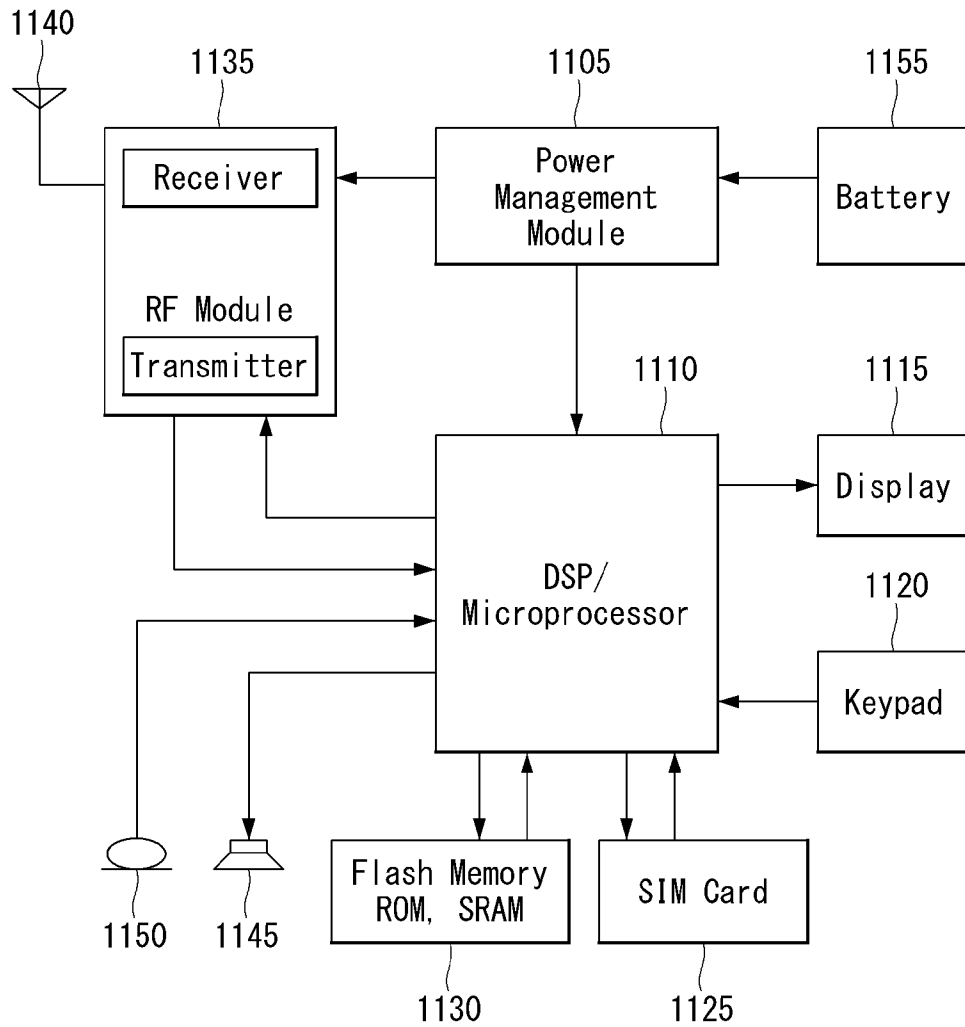
[도9]



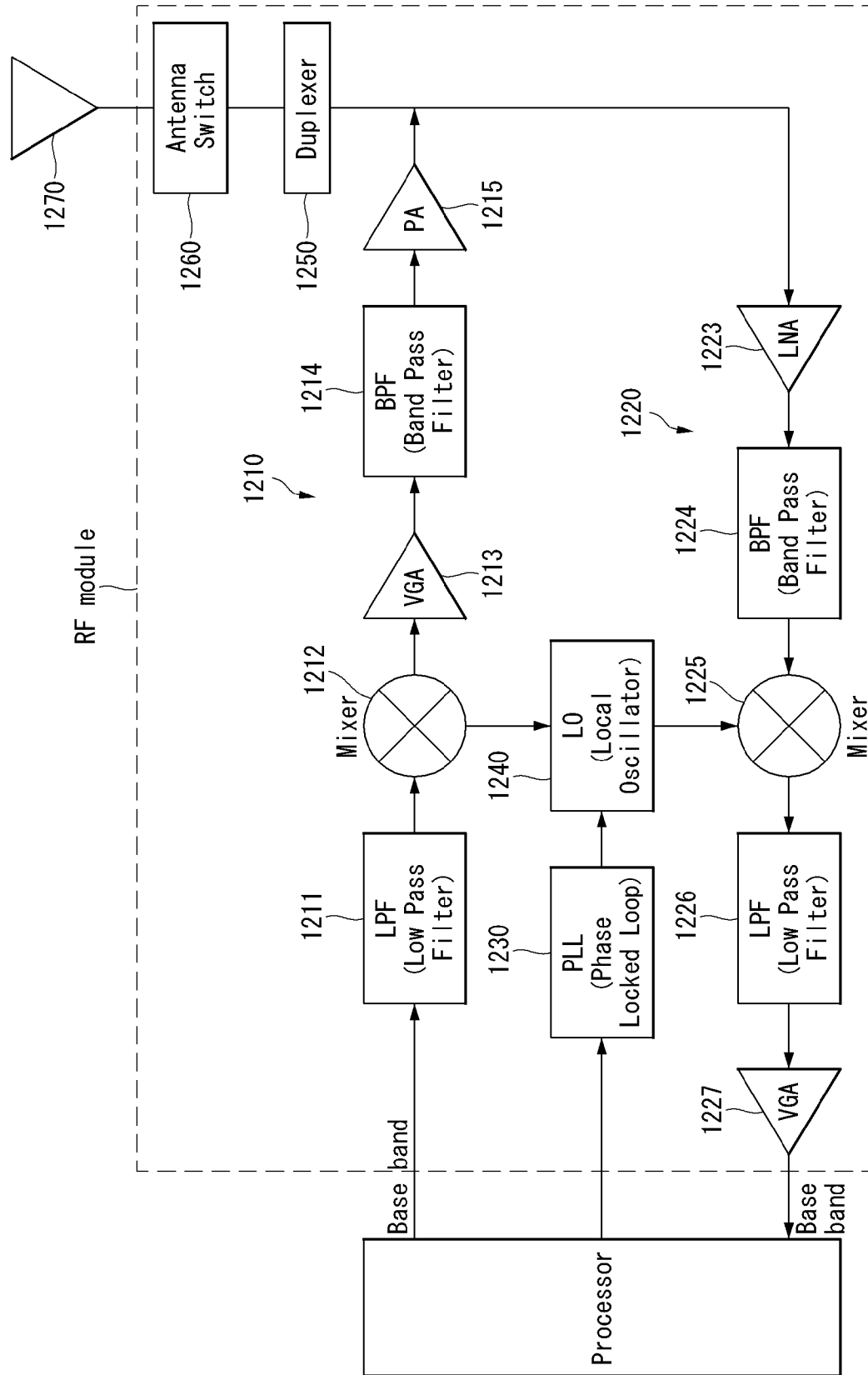
[도10]
1014



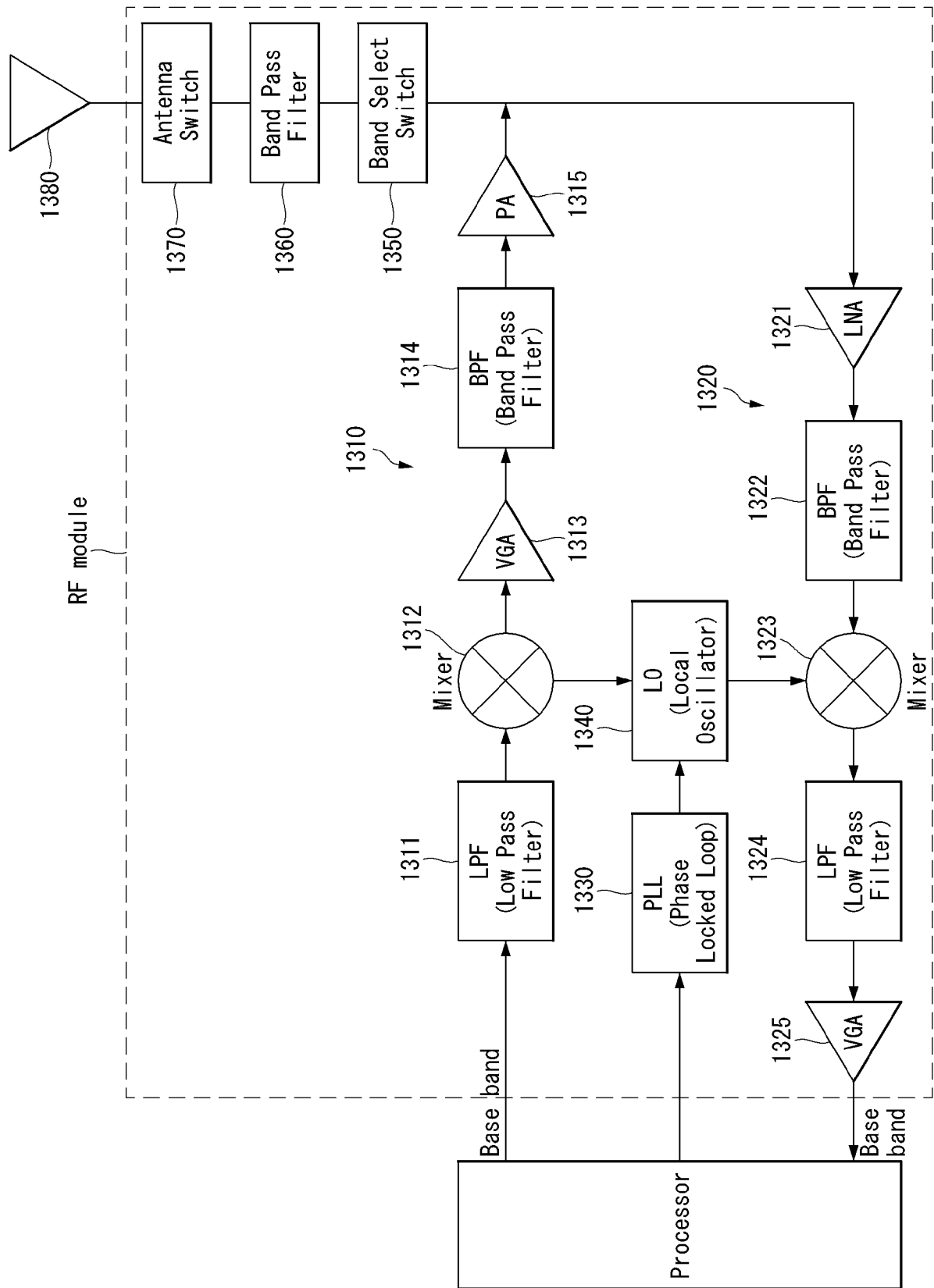
[도11]



[도 12]



[도 13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/010491

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 7/0456(2017.01)i, H04B 7/0404(2017.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B 7/0456; H04B 7/0404

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

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

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: TPMI, DCI, codebook subset, codeword, DFT-s-OFDM

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	ZTE, "Codebook Based UL Transmission", R1-1712285, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #90, Prague, Czech, 12 August 2017 See pages 1-5.	1,3,7-10,12,14
A		2,4-6,11,13
Y	CATT, "Discussion on Codebook Based UL MIMO Transmission", R1-1712364, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #90, Prague, Czech, 12 August 2017 See sections 1-3.	1,3,7-10,12,14
A	VIVO, "Discussion on Multi-panel Multi-TRP Transmission for UL", R1-1712834, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #90, Prague, Czech, 12 August 2017 See sections 1-6.	1-14
A	QUALCOMM INCORPORATED, "Codebook Based UL Transmission", R1-1713387, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #90, Prague, Czech, 12 August 2017 See pages 1-4.	1-14
A	HUAWEI et al., "Codebook Based Transmission for UL MIMO", R1-1713766, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #90, Prague, Czech, 12 August 2017 See sections 1-6.	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 JANUARY 2019 (02.01.2019)

Date of mailing of the international search report

02 JANUARY 2019 (02.01.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

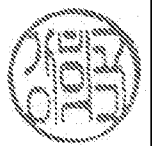
INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2018/010491

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
None			

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H04B 7/0456(2017.01)i, H04B 7/0404(2017.01)j		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H04B 7/0456; H04B 7/0404		
조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC		
국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: TPMI, DCI, 코드북 서브셋(codebook subset), 코드워드(codeword), DFT-s-OFDM		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	ZTE, 'Codebook based UL transmission', R1-1712285, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #90, Prague, Czech, 2017.08.12 페이지 1-5 참조.	1, 3, 7-10, 12, 14
A		2, 4-6, 11, 13
Y	CATT, 'Discussion on codebook based UL MIMO transmission', R1-1712364, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #90, Prague, Czech, 2017.08.12 섹션 1-3 참조.	1, 3, 7-10, 12, 14
A	VIVO, 'Discussion on Multi-panel Multi-TRP Transmission for UL', R1-1712834, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #90, Prague, Czech, 2017.08.12 섹션 1-6 참조.	1-14
A	QUALCOMM INCORPORATED, 'Codebook based UL transmission', R1-1713387, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #90, Prague, Czech, 2017.08.12 페이지 1-4 참조.	1-14
A	HUAWEI 등, 'Codebook based transmission for UL MIMO', R1-1713766, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #90, Prague, Czech, 2017.08.12 섹션 1-6 참조.	1-14
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: "A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 "E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 "L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 "O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 "P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 "T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 "X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. "Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. "&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2019년 01월 02일 (02.01.2019)		국제조사보고서 발송일 2019년 01월 02일 (02.01.2019)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 강희국 전화번호 +82-42-481-8264



국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

없음