

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국



(43) 국제공개일  
2010년 8월 19일 (19.08.2010)

PCT

(10) 국제공개번호  
WO 2010/093166 A2

- (51) 국제특허분류: H04B 7/04 (2006.01) H04B 7/208 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2010/000823
- (22) 국제출원일: 2010년 2월 10일 (10.02.2010)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 61/151,515 2009년 2월 11일 (11.02.2009) US  
10-2009-0077225 2009년 8월 20일 (20.08.2009) KR
- (71) 출원인 (US을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 서울 영등포구 여의도동 20, 150-721 Seoul (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US에 한하여): 한승희 (HAN, Seung Hee) [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). 고희수 (KO, Hyun Soo) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 이문

일 (LEE, Moon Il) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 권영현 (KWON, Yeong Hyeon) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR).

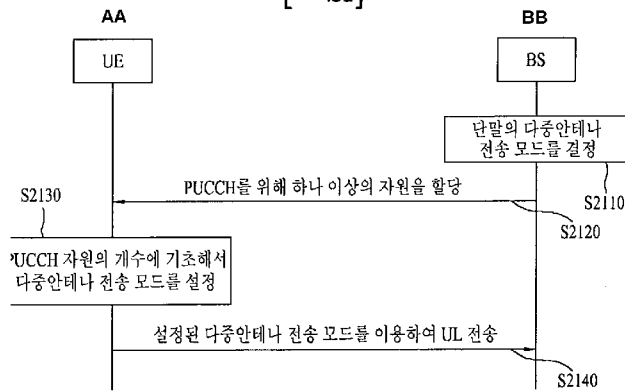
- (74) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 서울 송파구 잠실동 175-9 현대빌딩 7층 KBK 특허법률사무소, 138-861 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: OPERATION OF TERMINAL FOR MULTI-ANTENNA TRANSMISSION

(54) 발명의 명칭 : 다중안테나 전송을 위한 단말 동작

[도 21]



- AA ... UE
- BB ... BS
- S2110 ... Determine a multi-antenna transmission mode for a terminal
- S2120 ... Allocate one or more resources for PUCCH
- S2130 ... Set a multi-antenna transmission mode on the basis of the number of PUCCH resources
- S2140 ... Transmit UL using the set multi-antenna transmission mode

(57) Abstract: The present invention relates to a wireless communication system. More particularly, the present invention relates to a method and to an apparatus for enabling a terminal to transmit a signal in a wireless communication system. The present invention provides a signal transmission method, comprising the steps of: receiving set information for multi-antenna transmission from a base station; setting a multi-antenna transmission mode in accordance with the received set information; and transmitting an uplink channel having a plurality of symbols to the base station through multiple antennas. The present invention also provides an apparatus for carrying out said signal transmission method.

(57) 요약서: 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 무선 통신 시스템에서 단말이 신호를 전송하는 방법 및 장치에 관한 것으로서, 다중안테나 전송을 위한 설정 정보를 기지국으로부터 수신하는 단계; 상기 설정 정보에 따라 다중안테나 전송 모드를 설정하는 단계; 및 복수의 심볼을 가지는 상향링크 채널을 다중안테나를 통해 기지국으로 전송하는 단계를 포함하는 신호 전송 방법 및 이를 수행하기 위한 장치에 관한 것이다.

WO 2010/093166 A2



GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,  
NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF,  
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE,  
SN, TD, TG).

**공개:**

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

**【명세서】****【발명의 명칭】**

다중안테나 전송을 위한 단말 동작

**【기술분야】**

5           본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것이다. 본 발명은 SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access), MC-FDMA(Multi Carrier-Frequency Division Multiple Access) 및 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 중에서 적어도 하나를 지원하는 무선 통신 시스템에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 무선 통신 시스템에서 다중안테나 전송을 위한 단말 동작  
10   및 이를 위한 장치에 관한 것이다.

**【배경기술】**

          WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access) 무선 접속(radio access) 기술을 기반으로 하는 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 무선 통신 시스템은 전세계에서 광범위하게 전개되고 있다. WCDMA의 첫 번째  
15   진화(evolution) 단계로 정의할 수 있는 HSDPA(High Speed Downlink Packet Access)는 중기적인(mid-term) 미래에서 높은 경쟁력을 가지는 무선 접속 기술을 3GPP에 제공한다. 장기적인 미래에서 높은 경쟁력을 제공하기 위한 것으로서 E-UMTS(Evolved-Universal Mobile Telecommunications System)가 있다.

          도 1은 E-UMTS의 네트워크(Network) 구조를 나타낸다. E-UMTS 시스템은  
20   WCDMA UMTS 시스템에서 진화한 시스템으로 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서 표준화 작업을 진행하고 있다. E-UMTS는 LTE(Long Term Evolution) 시스템이라 불리기도 한다. UMTS 및 E-UMTS의 기술 규격(technical specification)의 상세한 내용은 "3rd Generation Partnership Project; Technical

Specification Group Radio Access Network"의 Release 7과 Release 8을 참조할 수 있다.

도 1을 참조하면, E-UMTS는 단말(User Equipment; UE), 기지국(eNode B; eNB), 네트워크(E-UTRAN)의 종단에 위치하여 외부 네트워크와 연결되는 접속  
 5 게이트웨이(Access Gateway; AG)을 포함한다. 기지국은 브로드캐스트(Broadcast) 서비스, 멀티캐스트(Multicast) 서비스 및/또는 유니캐스트(Unicast) 서비스를 위해 다중 데이터 스트림(Multiple Data Stream)을 동시 송신할 수 있다. 하나의 기지국에는 하나 이상의 셀(cell)이 존재한다. 기지국 간에는 사용자 트래픽 또는 제어 트래픽 전송을 위한 인터페이스가 사용될 수 있다. CN(Core Network)은  
 10 AG와 단말의 사용자 등록 등을 위한 네트워크 노드 등으로 구성될 수 있다. E-UTRAN과 CN을 구분하기 위한 인터페이스가 사용될 수 있다. AG는 TA(Tracking Area) 단위로 단말의 이동성을 관리한다. TA는 복수의 셀들로 구성되며, 단말은 특정 TA에서 다른 TA로 이동할 경우, AG에게 자신이 위치한 TA가 변경되었음을 알려준다.

## 15 【발명의 상세한 설명】

### 【기술적 과제】

무선 통신 기술은 WCDMA를 기반으로 LTE까지 개발되어 왔지만, 사용자와 사업자의 요구와 기대는 지속적으로 증가하고 있다. 또한, 다른 무선 접속 기술이 계속 개발되고 있으므로 향후 경쟁력을 가지기 위해서는 새로운 기술 진화가  
 20 요구된다. 비트당 비용 감소, 서비스 가용성 증대, 융통성 있는 주파수 밴드의 사용, 단순구조와 개방형 인터페이스, 단말의 적절한 파워 소모 등이 요구된다. 이와 관련하여, 3GPP는 LTE의 후속 기술에 대한 표준화 작업을 진행하고 있다. 본 명세서에서는 상기 기술을 "LTE-Advanced" 또는 "LTE-A"라고 지칭한다.

한편, LTE의 경우 하향링크로 MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)가 적용되어 공간 다중화(spatial multiplexing)가 사용되었으나 상향링크로는 단말기의 전력증폭기의 효율성 및 안테나 배치 등의 문제 때문에 공간 다중화가 고려되지 않았다. 그러나, 보다 고속 통신의 요구와 주파수 자원 활용의 극대화를 위해서 LTE-A는 상향링크에서 MIMO(Multiple Input Multiple Output)를 이용한 공간 다중화를 요구하고 있다. 구체적으로, LTE-A는 상향링크 전송에서 최대 4개 레이어(layer)까지 공간 다중화를 요구하고 있다. 또한, LTE-A는 상향링크 전송에서 단일 사용자에게 의한 다중화의 경우 콤포넌트 반송파(component carrier) 당 하나의 서브프레임을 통해 최대 2개의 전송 블록을 전송하도록 요구하고 있다. 콤포넌트 반송파는 주파수 집성(carrier aggregation)에 사용되는 기본 주파수 블록으로서, 주파수 집성은 복수의 주파수 블록을 논리적으로 합쳐 광대역을 지원하는 기술을 의미한다. LTE-A는 광대역을 위해 주파수 집성 기술을 사용하도록 하고 있다.

본 발명은 상기한 바와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 무선 통신 시스템에서 다중안테나를 통해 상향링크 전송을 수행하는 방법 및 이를 위한 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 다중안테나를 통한 상향링크 전송과 관련된 시그널링 방법 및 이를 위한 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 상향링크 전송시에 다중안테나 전송 모드를 결정하는 방법 및 이를 위한 장치를 제공하는 것이다.

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.

**【기술적 해결방법】**

본 발명의 일 양상으로, 무선 통신 시스템에서 단말이 신호를 전송하는 방법에 있어서, 다중안테나 전송을 위한 설정 정보를 기지국으로부터 수신하는 5 단계; 상기 설정 정보에 따라 다중안테나 전송 모드를 설정하는 단계; 및 복수의 심볼(예, OFDMA 심볼, SC-FDMA 심볼)을 가지는 상향링크 채널을 다중안테나를 통해 기지국으로 전송하는 단계를 포함하는 신호 전송 방법이 제공된다.

본 발명의 다른 양상으로, 다중안테나; 기지국으로부터 다중안테나 전송을 위한 설정 정보를 수신하도록 구성되고, 설정된 다중안테나 전송 모드에 따라 10 복수의 심볼(예, OFDMA 심볼, SC-FDMA 심볼)을 가지는 상향링크 채널을 다중안테나를 통해 기지국으로 전송하도록 구성된 무선 주파수(Radio Frequency; RF) 모듈; 및 상기 설정 정보에 따라 다중안테나 전송 모드를 설정하도록 구성된 프로세서를 포함하는 단말이 제공된다.

여기에서, 상기 설정 정보는 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 전송 15 기법을 사용할지 여부를 지시하는 1-비트 정보일 수 있다.

여기에서, 상기 설정 정보는 채널 추정이 요구되는 안테나의 총 개수를 지시할 수 있다.

여기에서, 상기 설정 정보는 상향링크 스케줄링 정보에 포함될 수 있다.

여기에서, 상기 상향링크 채널은 OSRT(Orthogonal Space Resource 20 Transmission) 전송 기법을 이용하여 전송될 수 있다.

본 발명의 또 다른 양상으로, 무선 통신 시스템에서 단말이 신호를 전송하는 방법에 있어서, 복수의 심볼(예, OFDMA 심볼, SC-FDMA 심볼)을 가지는 상향링크 채널과 관련된 하나 이상의 자원을 확인하는 단계; 상기 하나 이상의

자원에 기초해 다중안테나 전송 모드를 설정하는 단계; 및 상기 상향링크 채널을 다중안테나를 통해 기지국으로 전송하는 포함하는 신호 전송 방법이 제공된다.

본 발명의 또 다른 양상으로, 다중안테나; 설정된 다중안테나 전송 모드에 따라 복수의 심볼(예, OFDMA 심볼, SC-FDMA 심볼)을 가지는 상향링크 채널을  
5 다중안테나를 통해 기지국으로 전송하도록 구성된 무선 주파수(Radio Frequency; RF) 모듈; 및 상기 상향링크 채널과 관련된 하나 이상의 자원을 확인하도록 구성된, 상기 하나 이상의 자원에 기초해 다중안테나 전송 모드를 설정하도록 구성된 프로세서를 포함하는 단말이 제공된다.

여기에서, 상기 상향링크 채널은 PUCCH(Physical Uplink Control CHannel)일  
10 수 있다. 또한, 상기 상향링크 채널은 PUSCH(Physical Uplink Shared CHannel)이고, 상기 하나 이상의 자원은 기준 신호에 관한 것일 수 있다.

여기에서, 상기 하나 이상의 자원은 순환 쉬프트(Cyclic Shift; CS), 직교 커버링(Orthogonal Covering; OC), 자원블록(Resource Block; RB) 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

여기에서, 상기 다중안테나 전송 모드는 상기 하나 이상의 자원의 총  
15 개수에 기초하여 결정될 수 있다.

여기에서, 상기 다중안테나 전송 모드는 상기 하나 이상의 자원 중에서 소정 관계에 있는 자원의 개수에 기초하여 결정될 수 있다. 이 경우, 상기 하나 이상의 자원은 복수의 필드를 이용하여 지시되고, 상기 다중안테나 전송 모드는  
20 각 필드간의 동일성 여부에 기초하여 결정될 수 있다. 또한, 상기 하나 이상의 자원은 안테나 별로 지시되고, 상기 다중안테나 전송 모드는 각 자원간의 동일성 여부에 기초하여 결정될 수 있다.

**【유리한 효과】**

본 발명의 실시예들에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.

첫째, 무선 통신 시스템에서 다중안테나를 통해 상향링크 전송을 수행하는 방법 및 이를 위한 장치를 제공할 수 있다.

둘째, 다중안테나를 통한 상향링크 전송과 관련된 시그널링(signaling) 방법 및 이를 위한 장치를 제공할 수 있다.

셋째, 상향링크 전송시에 다중안테나 전송 모드를 결정하는 방법 및 이를 위한 장치를 제공하는 것이다.

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】

본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.

도 1은 E-UMTS의 네트워크(Network) 구조를 나타낸다.

도 2는 OFDMA 및 SC-FDMA를 위한 송신기 및 수신기의 블록도를 예시한다.

도 3은 LTE 시스템에 정의된 상향링크 송신기의 구조를 나타낸다.

도 4는 SC-FDMA 송신기에서 기준 신호(Reference Signal; RS)를 생성하는 방법을 예시하는 블록도이다.

도 5는 무선 프레임(radio frame)의 구조를 예시한다.

도 6은 하향링크 물리 채널의 구조를 나타낸다.

도 7은 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한다.

도 8은 로컬화된 SC-FDMA 방식의 자원 매핑을 설명하는 일 예를 나타낸다.

도 9는 클러스터된 SC-FDMA 방식의 자원 매핑을 설명하는 일 예를 나타낸다.

도 10은 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.

도 11은 PUCCH 구조를 나타낸다.

5 도 12는 PUCCH 포맷 1a/1b에 대한 ACK/NACK 채널화(channelization)를 예시한다.

도 13은 혼합 구조에서 ACK/NACK 및 CQI 채널화를 예시한다.

도 14는 다중안테나를 사용하는 무선 통신 시스템의 구성 예를 나타낸다.

도 15는 다중안테나를 지원하는 SC-FDMA 송신기의 일 예를 나타낸다.

10 도 16은 STBC(Sequence Time Block Coding) 방식을 예시한다.

도 17은 순환 지연 다이버시티(Cyclic Delay Diversity; CDD)를 나타낸다.

도 18은 OSRT(Orthogonal Space Resource Transmission) 방식을 예시한다.

도 19 내지 도 24는 본 발명의 일 실시예에 따라 다중안테나를 통해 상향링크 전송을 수행하는 과정을 예시한다.

15 도 25는 본 발명의 일 실시예에 따른 송수신기의 블록도를 예시한다.

#### 【발명의 실시를 위한 형태】

첨부된 도면을 참조하여 설명되는 본 발명의 바람직한 실시예들에 의해 본 발명의 구성, 작용 및 다른 특징들이 용이하게 이해될 수 있을 것이다. 이하에서 설명되는 실시예들은 본 발명의 기술적 특징이 3GPP 시스템에 적용된 예들이다.

20 그러나, 이는 예시로서 본 발명은 다중안테나를 갖는 어떤 통신 시스템에도 제한 없이 사용될 수 있다. 본 명세서에서 특별히 언급하지 않는 한, 안테나는 물리 안테나 및 논리 안테나를 모두 의미한다.

OFDMA는 직교 주파수 분할 다중화(Orthogonal Frequency Division

Multiplexing; OFDM)를 이용한다. OFDM은 높은 전송률의 데이터 열을 낮은 전송률의 많은 데이터 열로 나누고 이들을 복수의 직교하는 부반송파를 사용하여 동시에 전송한다. OFDMA는 가용한 부반송파의 일부를 각 사용자에게 제공하여 다중 접속을 실현한다. OFDMA는 높은 스펙트럼 효율, 다중 경로 영향들에 대한 견고함 등의 바람직한 특성을 갖는다. 그러나, OFDMA의 가장 큰 단점은 높은 첨두 전력-대-평균 전력비(Peak to Average Power Ratio; PAPR)이다. 높은 PAPR은 부반송파들의 동상 부가로부터 발생한다. PAPR은 한 사용자가 신호를 송신하는 부반송파의 수가 증가함에 따라 증가하며 95% 신뢰 수준에서 PAPR은 약 8dB 이내로 수렴한다. 무선 통신 시스템에서 높은 PAPR은 바람직하지 못하며 시스템 성능을 저하시킬 수 있다. 구체적으로, OFDMA 심볼에서 큰 첨두 전력은 전력 증폭 과정에서 비선형 영역에서 동작하거나 소정 값으로 고정(clip)될 수 있다. 따라서, 높은 첨두 전력은 신호 품질의 저하 및 신호 왜곡을 수반하고, 채널 추정, 데이터 검출 등에 영향을 미칠 수 있다. SC-FDMA는 OFDMA에서 관찰되는 높은 PAPR을 감소시키기 위해 제안된 기술이다. SC-FDMA가 OFDMA 방식과 다른 점은 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform) 처리 이전에 DFT 프리코딩을 통해 데이터를 주파수 영역에 확산시키는 점에 있다. 이런 방식을 이용하여 송신 신호의 PAPR을 OFDMA 방식에 비해 크게 줄일 수 있다. 본 명세서에서 SC-FDMA는 DFT-s-OFDMA(DFT-Spread-OFDMA)와 혼용된다.

도 2는 OFDMA 및 SC-FDMA를 위한 송신기 및 수신기의 블록도를 예시한다. 상향링크에서 송신기는 단말의 일부일 수 있고 수신기는 기지국의 일부일 수 있다. 하향링크에서 송신기는 기지국의 일부일 수 있고 수신기는 단말의 일부일 수 있다.

도 2를 참조하면, OFDMA 송신기는 직/병렬 변환기(Serial to Parallel

converter, 202), 부반송파 매핑(sub-carrier mapping) 모듈(206), M-포인트(point) IDFT 모듈(208), 순환전치(Cyclic prefix; CP) 부가 모듈(210), 병/직렬 변환기(Parallel to Serial converter, 212) 및 RF(Radio Frequency)/DAC(Digital to Analog Converter) 모듈(214)을 포함한다.

- 5 OFDMA 송신기에서 신호 처리 과정은 다음과 같다. 먼저, 비트 스트림(bit stream)이 데이터 심볼 시퀀스(data symbol sequence)로 변조된다. 비트 스트림은 매체접속제어(Medium Access Control; MAC) 계층으로부터 전달받은 데이터 블록에 채널 부호화(channel encoding), 인터리빙(interleaving),
- 스크램블링(scrambling) 등과 같은 다양한 신호 처리를 하여 얻어질 수 있다.
- 10 비트 스트림은 부호어(codeword)로 지칭되기도 하며 MAC 계층으로부터 받는 데이터 블록과 등가이다. MAC 계층으로부터 받는 데이터 블록은 전송 블록으로 지칭되기도 한다. 변조 방식은 이로 제한되는 것은 아니지만 BPSK(Binary Phase Shift Keying), QPSK(Quadrature Phase Shift Keying), n-QAM(Quadrature Amplitude Modulation)을 포함할 수 있다. 그 후, 직렬의 데이터 심볼 시퀀스는 N개씩
- 15 병렬로 변환된다(202). N개의 데이터 심볼은 전체 M개의 부반송파 중에서 할당받은 N개의 부반송파에 매핑(mapping)되고 남은 M-N개의 반송파는 0으로 패딩된다(206). 주파수 영역에 매핑된 데이터 심볼은 M-포인트 IDFT 처리를 통해 시간 영역 시퀀스로 변환된다(208). 그 후, 심볼간 간섭(Inter-Symbol Interference; ISI)과 반송파간 간섭(Inter-Carrier Interference; ICI)을 줄이기
- 20 위해서, 상기 시간 영역 시퀀스에 순환전치를 더하여 OFDMA 심볼을 생성한다(210). 생성된 OFDMA 심볼은 병렬에서 직렬로 변환된다(212). 그 후, OFDMA 심볼은 디지털-대-아날로그 변환, 주파수 상향변환 등의 과정을 거쳐 수신기로 전송된다(214). 다른 사용자는 남은 M-N개의 부반송파 중에서 가용한 부반송파를

할당받는다. 반면, OFDMA 수신기는 RF/ADC(Analog to Digital Converter) 모듈(216), 직/병렬 변환기(218), 순환전치 제거(Remove CP) 모듈(220), M-포인트 DFT 모듈(224), 부반송파 디매핑(demapping)/등화(equalization) 모듈(226), 병/직렬 변환기(228) 및 검출(detection) 모듈(230)을 포함한다. OFDMA 수신기의 신호 처리

5 과정은 OFDMA 송신기의 역으로 구성된다.

한편, SC-FDMA 송신기는 OFDMA 송신기와 비교하여 부반송파 매핑 모듈(206) 이전에 N-포인트 DFT 모듈(204)을 추가로 포함한다. SC-FDMA 송신기는 IDFT 처리 이전에 DFT를 통해 복수의 데이터를 주파수 영역에 확산시켜 송신 신호의 PAPR을 OFDMA 방식에 비해 크게 줄일 수 있다. SC-FDMA 수신기는 OFDMA 수신기와 비교하여

10 부반송파 디매핑 모듈(226) 이후에 N-포인트 IDFT 모듈(228)을 추가로 포함한다. SC-FDMA 수신기의 신호 처리 과정은 SC-FDMA 송신기의 역으로 구성된다.

도 2에서 예시한 모듈은 설명을 위한 것으로서, 송신기 및/또는 수신기는 필요한 모듈을 더 포함할 수 있고, 일부 모듈/기능은 생략되거나 서로 다른 모듈로 분리될 수 있으며, 둘 이상의 모듈이 하나의 모듈로 통합될 수 있다.

15 도 3은 LTE 시스템에 정의된 상향링크 송신기의 구조를 나타낸다. LTE 시스템은 상향링크 전송에 SC-FDMA를 사용하고 하향링크 전송에 OFDMA를 사용한다.

도 3을 참조하면, SC-FDMA 송신기는 스크램블링 모듈(Scrambling, 302), 변조 매퍼(Modulation mapper, 304), 변환 프리코더(Transform precoder, 306),

20 자원 요소 매퍼(Resource element mapper, 308) 및 SC-FDMA 신호 생성 모듈(310)을 포함한다. 신호 처리 과정은 다음과 같다. 스크램블링 모듈(302)은 단말의 특정 스크램블링 코드/시퀀스를 사용하여 비트 스트림을 스크램블링할 수 있다. 변조 매퍼(304)는 신호의 종류 및/또는 채널 상태에 따라 스크램블링된 신호를 BPSK,

QPSK, 16 QAM 등의 방식을 이용하여 복소 심볼로 변조한다. 변조된 복소 심볼은 변환 프리코더(306)에 의해 처리된 후, 자원 요소 매핑(308)에 입력된다. 자원 요소 매핑(308)은 복소 심볼을 스케줄링된 부반송파에 매핑한다. 부반송파에 매핑된 신호는 SC-FDMA 신호 생성기(310)를 거쳐 상향링크로 전송될 수 있다.

5           참고로, 변환 프리코더(306)는 도 2의 N-포인트 DFT 모듈(204)에 대응한다. 자원 요소 매핑(308)은 도 2의 부반송파 매핑 모듈(206)에 대응한다. SC-FDMA 신호 생성 모듈(310)은 도 2의 M-포인트 IDFT 모듈(206), CP 부가 모듈(210) 및 병/직렬 변환기(212)에 대응한다. 도 3에서 예시한 모듈은 설명을 위한 것으로서, SC-FDMA 송신기는 필요한 모듈을 더 포함할 수 있고, 일부 모듈/기능은  
10           생략되거나 서로 다른 모듈로 분리될 수 있으며, 둘 이상의 모듈이 하나의 모듈로 통합될 수 있다.

          이하, 변환 프리코더(306)에서의 신호 처리 과정을 보다 구체적으로 설명한다. 변환 프리코더(306)로 입력되는 데이터 심볼 시퀀스는  $d(0), \dots, d(M_{\text{symb}}-1)$ 로 표시되는 복소 심볼일 수 있다. 변환 프리코더(306)는 한번에 N개의  
15           데이터 심볼을 처리하며, 데이터 심볼 시퀀스는  $M_{\text{symb}}/N$  세트로 나뉜다. 각 세트는 최종적으로 SC-FDMA 심볼을 구성한다. 여기서, N은 스케줄링된 부반송파의 개수를 나타낸다. 변환 프리코더(306)로 입력된 데이터 심볼은 하기 수학식에 의해 처리될 수 있다.

【수학식 1】

$$D(l \cdot N + k) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{i=0}^{N-1} d(l \cdot N + i) e^{-j \frac{2\pi \cdot i \cdot k}{N}}$$

$$k = 0, \dots, N - 1$$

$$l = 0, \dots, M_{\text{symb}} / N - 1$$

20

수학식 1의 과정은 DFT 프로세스에 해당하며, 변환 프리코더(306)에 의해  $D(0), \dots, D(M_{\text{symb}}-1)$ 로 표시되는 주파수 영역 시퀀스가 생성된다. 주파수 영역 시퀀스의 각 값은 매핑되는 부반송파의 크기 및 위상을 결정한다.

도 4는 SC-FDMA 송신기에서 기준 신호(Reference Signal; RS)를 생성하는 방법을 예시하는 블록도이다.

도 4를 참조하면, 기준 신호는 주파수 영역에서 바로 생성된다. 즉, 기준 신호는 DFT 프리코더를 거치지 않는다. 기준 신호는 직교 시퀀스, 준-직교 시퀀스 또는 상관 특성이 좋은 시퀀스를 이용하여 생성된다. 일 예로, 기준 신호는 컴퓨터-생성(computer-generated) 시퀀스, ZC(Zadoff-Chu), CAZAC(Constant amplitude zero autocorrelation waveform), PN(Pseudo-random Noise) 시퀀스 등을 포함할 수 있다. 그 후, 기준 신호는 주파수 영역 내에서 복수의 부반송파에 매핑된다. 기준 신호는 주파수 영역에서 연속적으로 또는 불연속적으로 매핑될 수 있다. 주파수 영역에 매핑된 매핑된 기준 신호는 IFFT를 거쳐서 시간 영역 신호로 변환된다. 시간 영역 신호는 순환전치(CP)가 추가된 뒤 수신단으로 전송된다.

도 5는 무선 프레임(radio frame)의 구조를 예시한다.

도 5를 참조하면, 무선 프레임은 10ms의 길이이고 10개의 서브프레임(subframe)을 포함한다. 각 서브프레임은 1ms의 길이이고 2개의 슬롯(slot)을 포함한다. 각 슬롯은 0.5ms의 길이를 가진다. 도면에서,  $T_s$ 는 샘플링 시간을 나타내고,  $T_s=1/(15\text{kHz}\times 2048)=3.2552\times 10^{-8}$ (약 33ns)일 수 있다. 슬롯은 시간 영역에서 복수의 전송 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 복수의 자원블록(Resource Block; RB)을 포함한다. 데이터가 전송되는 단위시간인 TTI(Transmission Time Interval)는 하나 이상의 서브프레임 단위로 정해질 수

있다. 상술한 무선 프레임의 구조는 예로서, 서브프레임의 수, 슬롯의 수, 전송 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.

도 6은 하향링크 물리 채널의 구조를 나타낸다.

도 6을 참조하면, 서브프레임은 스케줄링 정보 및 그 밖의 제어 정보를  
 5 전송하기 위한 제어 영역(control region)과 하향링크 데이터를 전송하기 위한  
 데이터 영역(data region)을 포함한다. 제어 영역은 서브프레임의 첫 번째 OFDMA  
 심볼로부터 시작되며 하나 이상의 OFDMA 심볼을 포함한다. 제어 영역의 크기는  
 서브프레임마다 독립적으로 설정될 수 있다. 제어 영역에는 PDCCH(Physical  
 10 Downlink Control Channel)를 포함한 다양한 제어 채널이 매핑된다. PDCCH는 물리  
 하향링크 제어 채널로서 서브프레임의 처음 n개의 OFDMA 심볼에 할당된다.  
 PDCCH는 하나 이상의 CCE(Control Channel Element)를 포함한다. CCE는 9개의  
 이웃한 REG(Resource Element Group)를 포함한다. REG는 기준 신호를 제외한 네  
 개의 이웃한 RE(Resource Element)를 포함한다.

PDCCH는 전송 채널인 PCH(Paging Channel) 및 DL-SCH(Downlink-Shared  
 15 Channel)의 자원할당과 관련된 정보, 상향링크 스케줄링 그랜트(Uplink  
 Scheduling Grant), HARQ 정보 등을 단말에게 알려준다. PDCCH를 통해 전송되는  
 정보를 총칭하여 하향링크 제어 정보(Downlink Control Information; DCI)라고  
 한다. PDCCH는 정보에 따라 다양한 포맷을 갖는다. PDCCH 포맷은 DCI 포맷(DCI  
 format)으로도 불린다. 일 예로, 상향링크 스케줄링과 관련된 DCI 포맷 0은 표  
 20 1과 같을 수 있다.

【표 1】

Field	Bits	Comment
Format	1	Uplink grant or downlink assignment
Hopping flag	1	Frequency hopping on/off

RB assignment	7	-
MCS	5	-
DMRS	3	Cyclic shift of demodulation reference signal
:	:	:
RNTI/CRC	16	16 bit RNTI implicitly encoded in CRC
Total	38	-

\* MCS: 변조 및 부호화 방식(Modulation and Coding Scheme)

\* RNTI: 무선 네트워크 임시 식별자(Radio Network Temporary Identifier)

\* CRC: 순환 중복 검사(Cyclic Redundancy Check)

PDCCH가 어떤 단말에게 전송되는 것인지 여부는 RNTI를 이용하여 식별된다.

5 일 예로, PDCCH가 "A"라는 RNTI로 CRC 마스킹(masking) 되어 있고, "B"라는  
 상향링크 무선자원 할당 정보(예, 주파수 위치) 및 "C"라는 전송형식정보(예,  
 전송 블록 사이즈, 변조 방식, 코딩 정보 등)를 전송한다고 가정한다. 이 경우,  
 셀에 있는 단말은 자신이 가지고 있는 RNTI를 이용하여 PDCCH를 모니터링 하고,  
 "A" RNTI를 가진 단말은 PDCCH로부터 얻은 "B"와 "C"의 정보에 따라 상향링크  
 10 전송을 수행한다.

도 7은 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한다. 도 7은  
 하향링크 슬롯에도 동일하게 적용된다.

도 7을 참조하면, 상향링크 슬롯은 시간 영역에서 복수의 SC-FDMA 심볼을  
 포함하고 주파수 영역에서 다수의 자원블록(Resource Block; RB)을 포함한다. 도  
 15 7은 상향링크 슬롯이 7 SC-FDMA 심볼을 포함하고, 자원블록이 12 부반송파를  
 포함하는 것으로 예시하고 있지만 이로 제한되는 것은 아니다. 일 예로, 상향링크  
 슬롯에 포함되는 SC-FDMA 심볼의 개수는 순환 전치(Cyclic prefix)의 길이에 따라  
 변형될 수 있다. 자원 그리드 상의 각 요소(element)를 자원 요소(resource  
 element)라 한다. 하나의 자원블록은 12×7 자원요소를 포함한다. 상향링크 슬롯에

포함되는 자원블록의 수  $N_{RB}^{UL}$ 는 셀에서 설정되는 상향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다.

SC-FDMA는 DFT 프리코딩에 의해 생성된 주파수 영역 시퀀스를 부반송파에 매핑하는 방법에 따라 세분화될 수 있다. 편의상, 로칼화된(localized) SC-FDMA 및  
5 클러스터된(clustered) SC-FDMA에 대하여 설명한다.

도 8은 로칼화된 SC-FDMA 방식의 자원 매핑을 설명하는 일 예를 나타낸다.

도 8a를 참조하면,  $N_u$ 개의 데이터 심볼이  $N_u$ -DFT 모듈로 입력된다. 여기서,  $N_u$ 는 주어진 시점에 스케줄링된 부반송파의 개수를 나타낸다.  $N_u$ -DFT 모듈은  
10  $N_u$ 개의 데이터 심볼로부터 주파수 영역에 확산된  $N_u$  길이의 주파수 영역 시퀀스를 생성한다.  $N_u$ -DFT 모듈로부터 출력된 주파수 영역 시퀀스는 부반송파 매핑 과정을 통해 시스템 대역( $N_c$ 개의 부반송파) 중에서  $N_u$ 개의 부반송파에 연속적으로 할당된다. 그 후,  $N_c$ -포인트 IFFT 모듈을 통해 로칼화된 SC-FDMA 심볼이 생성된다.

도 8b를 참조하면, 정상(normal) CP인 경우, 각 슬롯은 7개의 SC-FDMA 심볼을 포함하고, DFT 프리코딩을 거친 데이터는 복수의 연속된 부반송파에  
15 매핑될 수 있다. 기준 신호는 주파수 영역에서 생성되어 각 슬롯의 4번째 SC-FDMA 심볼에 매핑된다. 확장(extended) CP인 경우, 각 슬롯은 6개의 SC-FDMA 심볼을 포함하고 기준 신호는 각 슬롯의 3번째 SC-FDMA 심볼에 매핑될 수 있다. 로칼화된 SC-FDMA 심볼은 시간축 상에서 단일 반송파 특성을 가지므로 OFDMA 심볼에 비해 PAPR이 작아진다. 로칼화된 SC-FDMA 방식은 주파수 선택적  
20 스케줄링을 수행할 수 있지만 스케줄링 유연성은 떨어진다. 일 예로, 송수신단은 무선 채널 응답 특성이 좋은 복수의 떨어진 주파수 영역을 통해 동시에 데이터를 전송할 수 없다.

도 9는 클러스터된 SC-FDMA 방식의 자원 매핑을 설명하는 일 예를

나타낸다.

도 9a를 참조하면,  $N_u$ -DFT 모듈은  $N_u$ 개의 데이터 심볼로부터 주파수 영역에 확산된  $N_u$  길이의 주파수 영역 시퀀스를 생성한다.  $N_u$ -DFT 모듈로부터 출력된 주파수 영역 시퀀스는 부반송파 매핑 과정을 통해 시스템 대역( $N_c$ 개의 부반송파) 5 내에 불연속적으로 설정된 하나 이상의 클러스터에 매핑된다. 클러스터는 로컬화된 SC-FDMA 방식이 적용되는 주파수 대역을 나타내고, 하나 이상의 연속된 부반송파를 포함한다. 따라서, 데이터 심볼은 주파수 영역 내에서 복수의 클러스터에 불연속적으로 매핑되고, 각각의 클러스터 내에서 하나 이상의 부반송파에 연속적으로 매핑된다. 그 후,  $N_c$ -포인트 IFFT 모듈을 통해 클러스터된 10 SC-FDMA 심볼이 생성된다.

도 9b를 참조하면, 시스템 대역이 복수의 서브밴드를 포함하는 경우, SC-FDMA 방식은 각각의 서브밴드에 대해 독립적으로 수행될 수 있다. 여기에서, 각각의 서브밴드는 주파수 집성(carrier aggregation)에 사용되는 콤포넌트 반송파일 수 있다. 각각의 서브밴드는 주파수 영역에서 서로 인접하거나 서로 15 떨어져 있을 수 있다. 본 실시예는 시스템 대역이 3개의 서브대역을 포함하는 것으로 가정한다. 각 서브대역의 크기는 균등 또는 불균등할 수 있다. 각각의 서브밴드에 SC-FDMA 방식을 적용하는 것은 도 9a에서 설명한 것과 기본적으로 동일하다. IFFT는 전체 시스템 대역에 대해 수행되거나 도시한 바와 같이 서브밴드 단위로 수행될 수 있다. IFFT를 거쳐 생성된 SC-FDMA 심볼은 단일 중심 20 반송파를 이용하여 전송되거나 도시한 바와 같이 서브밴드 단위로 서로 다른 중심 반송파를 이용하여 전송될 수 있다.

도 9c를 참조하면, 정상 CP인 경우, 각 슬롯은 7개의 SC-FDMA 심볼을 포함하고, DFT 프리코딩을 거친 데이터는 하나 이상의 클러스터에 매핑될 수 있다.

기준 신호는 주파수 영역에서 생성되어 각 슬롯의 4번째 SC-FDMA 심볼에 매핑될 수 있다. 본 실시예는 클러스터가 2개인 경우를 예시한다. 각 클러스터들의 크기(예, 부반송파 개수)는 동일하도록 제한을 두거나 독립적으로 설정될 수 있다. 확장 CP인 경우, 각 슬롯은 6개의 SC-FDMA 심볼을 포함하고 기준 신호는 각 슬롯의 3번째 SC-FDMA 심볼에 매핑될 수 있다. 클러스터된 SC-FDMA 심볼은 시간축상에서 단일 반송파 특성이 깨지므로 PAPR이 다소 증가하는 단점이 있다. 그러나, 클러스터의 개수를 적절한 범위 내에서 설정한다면, OFDMA 방식보다 작은 PAPR을 보장하면서 스케줄링 유연성을 향상하는 장점이 있다.

도 10은 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.

도 10을 참조하면, 상향링크 서브프레임은 제어정보를 나르는 PUCCH(Physical Uplink Control CHannel)가 할당되는 영역과 사용자 데이터를 나르는 PUSCH(Physical Uplink Shared CHannel)가 할당되는 영역으로 나눌 수 있다. 서브프레임의 중간 부분이 PUSCH에 할당되고, 주파수 영역에서 데이터 영역의 양측 부분이 PUCCH에 할당된다. PUCCH 상에 전송되는 제어정보는 HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)에 사용되는 ACK(Acknowledgement)/NACK(Negative-ACK), 하향링크 채널 상태를 나타내는 CQI(Channel Quality Indicator), MIMO를 위한 RI(Rank Indicator), 상향링크 자원 할당 요청인 SR(Scheduling Request) 등이 있다.

하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임 내의 각 슬롯에서 서로 다른 주파수를 차지하는 하나의 자원블록을 사용한다. 즉, PUCCH에 할당되는 2개의 자원블록은 슬롯 경계(slot boundary)에서 주파수 호핑(frequency hopping)된다. 도 10에서는,  $m=0$ 인 PUCCH,  $m=1$ 인 PUCCH,  $m=2$ 인 PUCCH,  $m=3$ 인 PUCCH가 서브프레임에 할당되는 것을 예시적으로 나타내고 있다. PUCCH는 다중 포맷을

지원할 수 있다. 즉, 변조 방식(modulation scheme)에 따라 서브프레임 당 서로 다른 비트 수를 갖는 상향링크 제어정보를 전송할 수 있다. 예를 들어, BPSK(Binary Phase Shift Keying)를 사용하는 경우 1 비트의 제어정보를 PUCCH로 전송할 수 있고, QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)를 사용하는 경우 2 비트의 제어정보를 PUCCH로 전송할 수 있다.

표 2는 LTE 시스템에서 PUCCH 포맷을 나타낸다.

【표 2】

PUCCH format	Information	Modulation scheme	Number of bits per subframe
1	Scheduling Request (SR)	N/A (OOK)	N/A
1a	ACK/NACK	BPSK	1
1b	ACK/NACK	QPSK	2
2	CQI	QPSK	20
2a	CQI+ACK/NACK	QPSK+BPSK	21
2b	CQI+ACK/NACK	QPSK+QPSK	22

\* OOK: 온-오프 키잉 (On-off keying)

\* N/A: Not-Available

표 3은 PUCCH 포맷에 따른 복조용 기준 신호의 슬롯 당 개수를 나타낸다.

【표 3】

PUCCH format	Normal CP	Extended CP
1, 1a, 1b	3	2
2	2	1
2a, 2b	2	N/A

도 11a는 PUCCH 1a/1b 구조를 나타낸다. ACK/NACK 신호가 전송된다.

도 11a를 참조하면, 정상 CP인 경우, 슬롯은 7개의 SC-FDMA 심볼을

포함한다. 슬롯의 중간에 위치한 3개의 연속된 SC-FDMA 심볼에는 기준 신호가 실리고, 남은 4개의 SC-FDMA 심볼에는 ACK/NACK 신호가 실린다. 확장 CP인 경우, 슬롯은 6개의 SC-FDMA 심볼을 포함하고, 3번째 및 4번째 SC-FDMA 심볼에 기준 신호가 실린다. ACK/NACK 신호를 위한 자원은 CG-CAZAC (Computer Generated  
 5 Constant Amplitude Zero Auto Correlation) 시퀀스의 서로 다른 순환 쉬프트(Cyclic Shift; CS)(주파수 확산)와 서로 다른 왈쉬(Walsh)/DFT 직교 코드(시간 확산)를 이용하여 구분된다. IFFT 이후에 곱해지는  $w_0, w_1, w_2, w_3$ 은 IFFT 이전에 곱해져도 결과는 동일하다. ACK/NACK 신호를 위한 자원블록은 주파수 영역에서 직교하도록 할당된다. 가용 순환 쉬프트가 6개이고 가용 왈쉬/DFT  
 10 코드가 3개라고 가정하면, 18명의 단말이 하나의 RB(Resource Block)에 다중화될 수 있다.

도 11b는 PUCCH 2/2a/2b 구조를 나타낸다. CQI 신호가 전송된다.

도 11b를 참조하면, 정상 CP인 경우, 슬롯은 7개의 SC-FDMA 심볼을 포함하고 2번째 및 6번째 SC-FDMA에 기준 신호가 실린다. 남은 SC-FDMA 심볼에는  
 15 CQI 신호가 실린다. 확장 CP인 경우 슬롯은 6개의 SC-FDMA 심볼을 포함하고 4번째 SC-FDMA 심볼에 기준 신호가 실린다. CQI는 SC-FDMA 심볼 전체에 변조되어 전달되고 SC-FDMA 심볼은 하나의 시퀀스로 구성된다. 즉, 단말은 각 시퀀스에 CQI를 변조해서 전송한다. CQI는 QPSK 방식으로 변조되고 서브프레임은 최대 20비트의 CQI 값을 실을 수 있다. 기준 신호는 순환 쉬프트에 의해 CDM(Code  
 20 Division Multiplexing)으로 단말 다중화될 수 있다. 예를 들어, 가용 순환 쉬프트가 12개이면, 12명의 단말이 동일한 RB에 다중화될 수 있고, 가용 순환 쉬프트가 6개이면, 6명의 단말이 다중화될 수 있다.

이하, PUCCH 자원에 대해 보다 구체적으로 설명한다. PUCCH 자원은 시퀀스의

순환 쉬프트, 직교 코드 및 주파수 자원블록을 포함한다.

수학식 2는 길이 12의 기본 CG-CAZAC 시퀀스를 나타낸다.

【수학식 2】

$$\bar{r}_u(n) = e^{j\varphi(n)\pi/4}$$

5        여기에서,  $u$  및  $\varphi(n)$ 는 표 5에서 정의된 바와 같고  $n$ 은 0~11의 정수이다.

【표 4】

$u$	$\varphi(0), \dots, \varphi(11)$											
0	-1	1	3	-3	3	3	1	1	3	1	-3	3
1	1	1	3	3	3	-1	1	-3	-3	1	-3	3
2	1	1	-3	-3	-3	-1	-3	-3	1	-3	1	-1
3	-1	1	1	1	1	-1	-3	-3	1	-3	3	-1
4	-1	3	1	-1	1	-1	-3	-1	1	-1	1	3
5	1	-3	3	-1	-1	1	1	-1	-1	3	-3	1
6	-1	3	-3	-3	-3	3	1	-1	3	3	-3	1
7	-3	-1	-1	-1	1	-3	3	-1	1	-3	3	1
8	1	-3	3	1	-1	-1	-1	1	1	3	-1	1
9	1	-3	-1	3	3	-1	-3	1	1	1	1	1
10	-1	3	-1	1	1	-3	-3	-1	-3	-3	3	-1
11	3	1	-1	-1	3	3	-3	1	3	1	3	3
12	1	-3	1	1	-3	1	1	1	-3	-3	-3	1
13	3	3	-3	3	-3	1	1	3	-1	-3	3	3
14	-3	1	-1	-3	-1	3	1	3	3	3	-1	1
15	-3	-1	1	-3	-1	-1	1	1	3	1	-1	-3
16	1	3	1	-1	1	3	3	3	-1	-1	3	-1
17	-3	1	1	3	-3	3	-3	-3	3	1	3	-1
18	-3	3	1	1	-3	1	-3	-3	-1	-1	1	-3
19	-1	3	1	3	1	-1	-1	3	-3	-1	-3	-1
20	-1	-3	1	1	1	1	3	1	-1	1	-3	-1
21	-1	3	-1	1	-3	-3	-3	-3	-3	1	-1	-3
22	1	1	-3	-3	-3	-3	-1	3	-3	1	-3	3
23	1	1	-1	-3	-1	-3	1	-1	1	3	-1	1
24	1	1	3	1	3	3	-1	1	-1	-3	-3	1
25	1	-3	3	3	1	3	3	1	-3	-1	-1	3
26	1	3	-3	-3	3	-3	1	-1	-1	3	-1	-3
27	-3	-1	-3	-1	-3	3	1	-1	1	3	-3	-3
28	-1	3	-3	3	-1	3	3	-3	3	3	-1	-1
29	3	-3	-3	-1	-1	-3	-1	3	-3	3	1	-1

표 5 및 6은 각각 PUCCH에 사용되는 길이 4 및 3의 직교 시퀀스를 예시한다.

【표 5】

Sequence index $n_{oc}(n_s)$	Orthogonal sequences $[w(0) \dots w(N_{SF}^{PUCCH} - 1)]$
0	$[+1 \ +1 \ +1 \ +1]$
1	$[+1 \ -1 \ +1 \ -1]$
2	$[+1 \ -1 \ -1 \ +1]$

5 【표 6】

Sequence index $n_{oc}(n_s)$	Orthogonal sequences $[w(0) \dots w(N_{SF}^{PUCCH} - 1)]$
0	$[1 \ 1 \ 1]$
1	$[1 \ e^{j2\pi/3} \ e^{j4\pi/3}]$
2	$[1 \ e^{j4\pi/3} \ e^{j2\pi/3}]$

표 7은 기준 신호에 사용되는 직교 시퀀스를 예시한다.

【표 7】

Sequence index $\bar{n}_{oc}(n_s)$	Normal cyclic prefix	Extended cyclic pref
0	$[1 \ 1 \ 1]$	$[1 \ 1]$
1	$[1 \ e^{j2\pi/3} \ e^{j4\pi/3}]$	$[1 \ -1]$
2	$[1 \ e^{j4\pi/3} \ e^{j2\pi/3}]$	N/A

10 수학식 3은 슬롯  $n_s$ 에서 PUCCH 전송에 사용되는 물리 자원 블록(Physical Resource Block; PRB)을 나타낸다.

【수학식 3】

$$n_{\text{PRB}} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor & \text{if } (m + n_s \bmod 2) \bmod 2 = 0 \\ N_{\text{RB}}^{\text{UL}} - 1 - \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor & \text{if } (m + n_s \bmod 2) \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

여기에서, m은 PUCCH 포맷에 따라 결정된다. PUCCH 포맷 1/1a/1b 및 2/2a/2b에 따른 m은 각각 수학식 4 및 5와 같다.

5 【수학식 4】

$$m = \begin{cases} N_{\text{RB}}^{(2)} & \text{if } n_{\text{PUCCH}}^{(1)} < c \cdot N_{\text{cs}}^{(1)} / \Delta_{\text{shift}}^{\text{PUC}} \\ \left\lfloor \frac{n_{\text{PUCCH}}^{(1)} - c \cdot N_{\text{cs}}^{(1)} / \Delta_{\text{shift}}^{\text{PUC}}}{c \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}} / \Delta_{\text{shift}}^{\text{PUC}}} \right\rfloor + N_{\text{RB}}^{(2)} + \left\lfloor \frac{N_{\text{cs}}^{(1)}}{8} \right\rfloor & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$c = \begin{cases} 3 & \text{normal cyclic prefix} \\ 2 & \text{extended cyclic prefix} \end{cases}$$

【수학식 5】

$$m = \left\lfloor n_{\text{PUCCH}}^{(2)} / N_{\text{sc}}^{\text{RB}} \right\rfloor$$

도 12는 PUCCH 포맷 1a/1b에 대한 ACK/NACK 채널화(channelization)를  
10 예시한다. 본 예시는 PUCCH 포맷 2/2a/2b에도 유사하게 적용된다.

도 12를 참조하면, ACK/NACK 채널화는 CG-CAZAC 시퀀스의 순환  
쉬프트(Cyclic Shift; CS)와 직교 커버링(Orthogonal Covering; OC)의 조합에 의해  
결정된다. ACK/NACK 채널은 CS 및 OC 자원 상에서 가능한 한 멀리 떨어지도록  
조합된다. 인접 ACK/NACK 채널간의 CS 차이( $\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}}$ )는 셀 별로 정해지며 1, 2  
15 또는 3의 값을 갖는다. 본 실시예는  $\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}}$ 가 2인 경우를 가정한다. 이 경우,  
ACK/NACK 채널화는 CS 자원을 이용하여 수행된 뒤, OC 자원을 이용하여 수행된다.

ACK/NACK 채널에 대한 자원을 (CS,OC)로 표시할 경우, ACK/NACK 채널에 대한 자원은 (1,0), (3,0), (5,0), (7,0), (9,0), (11,0), (2,1), (4,1), (6,1), ..., (7,2), (9,2), (11,2)과 같이 주어진다. 비-영구(Non-persistent) 스케줄링에 대한 ACK/NACK 자원(즉, CS, 왈시/DFT 코드, 주파수 RB)는 스케줄링을 위해 할당된 PDCCH의 가장 낮은 CCE 인덱스에 링크(linking) 되어 자동적으로 결정된다. 영구(Persistent) 스케줄링의 경우에는 단말에게 ACK/NACK 자원에 대한 정보가 한번 명시적(explicit)으로 시그널링 된다.

도 13은 혼합 구조에서 ACK/NACK 및 CQI 채널화를 예시한다.

도 13을 참조하면, ACK/NACK 및 CQI를 위한 자원은 CS로 구분된다. 일 예로, ACK/NACK 채널화에는 0 내지 3의 CS가 사용되고, CQI 채널화에는 5 내지 10의 CS가 사용될 수 있다. 이 경우, 4 및 11의 CS는 채널 간의 간섭을 피하기 위해 가드 CS로 사용될 수 있다. 도 12 및 13에서, CS는 셀간 간섭을 랜덤화 하기 위해 심볼 단위로 호핑될 수 있다. 또한, 슬롯 단위로 CS/OC가 재-매핑될 수 있다.

상술한 바와 같이, PUCCH 포맷 1/1a/1b의 자원은 순환 쉬프트(Cyclic Shift; CS), 직교 커버링(Orthogonal Covering; OC) 및 주파수 자원블록(Resource Block; RB)의 조합으로 구성된다. 일 예로, CS의 인덱스가 ncs0~ncs5 (6개), OC의 인덱스가 noc0~noc2 (3개)이고 주파수 RB가 nrb0~nrb2 (3개)이면, 총 54(=6×3×3)개의 자원을 각각의 단말에게 할당할 수 있다. 즉, nr=(ncs, noc, nrb)의 조합으로 인덱스를 0~53까지 다시 정렬할 수 있다. 유사하게, PUCCH 포맷 2/2a/2b의 자원은 순환 쉬프트(Cyclic Shift; CS) 및 주파수 자원블록(Resource Block; RB)의 조합으로 구성된다. 일 예로, CS의 인덱스가 ncs0~ncs5(6개)이고 주파수 RB가 nrb0~nrb2 (3개) 라고 가정하면, 총 18(=6×3)개의 자원을 각각의 단말에게 할당할 수 있다.

다음으로, PUSCH에 사용되는 기준 신호에 대해 보다 구체적으로 설명한다. LTE 시스템에서 기준 신호는 CG-CAZAC 또는 CAZAC 시퀀스로 구성된다. 수학적 식 6은 PUSCH를 위한 기준 신호를 나타낸다.

【수학적 식 6】

$$r^{\text{PUSCH}}(m \cdot M_{\text{sc}}^{\text{RS}} + n) = r_{u,v}^{(\alpha)}(n) = e^{j\alpha n} \bar{r}_{u,v}(n)$$

여기에서,  $m$ 은 0 또는 1이고,  $n$ 은 0 내지  $M_{\text{sc}}^{\text{RS}}-1$ 의 정수이며,  $M_{\text{sc}}^{\text{RS}}$ 는 스케줄링된 부반송파의 개수를 나타낸다.  $u$ 는 그룹 인덱스를 나타내고 0 내지 29의 정수이다.  $v$ 는 각각의 그룹에 속하는 기본 시퀀스 번호를 나타낸다. 각각의 그룹은 5 RB 이하의 자원에 대해 하나의 기본 시퀀스 및 6 RB 이상의 자원에 대해 두 개의 기본 시퀀스를 포함한다.  $\alpha$ 는 순환 쉬프트(CS) 값을 나타내고,  $2\pi n_{\text{CS}}/12$ 로 정의된다.  $n_{\text{CS}}$ 는 수학적 식 7과 같다.

【수학적 식 7】

$$n_{\text{CS}} = (n_{\text{DMRS}}^{(1)} + n_{\text{DMRS}}^{(2)} + n_{\text{PRS}}(n_s)) \bmod 12$$

여기에서,  $n_{\text{DMRS}}^{(1)}$ 는 방송되는 값이고,  $n_{\text{DMRS}}^{(2)}$ 는 상향링크 스케줄링에 의해 지시되며 표 9와 같다.  $n_{\text{PRS}}(n_s)$ 는 셀 특정 순환 쉬프트 값을 나타내고 슬롯 번호( $n_s$ )에 따라 달라진다.  $n_{\text{PRS}}(n_s)$ 는 수학적 식 8과 같이 나타낼 수 있다.

【수학적 식 8】

$$n_{\text{PRS}}(n_s) = \sum_{i=0}^7 c(8 \cdot n_s + i) \cdot 2^i$$

여기에서,  $c(i)$ 는 셀 특정 PN(Pseudo-random Noise) 시퀀스이다. PN 시퀀스 생성기는 수학적 식 9의 값으로 초기화 된다.

【수학적 식 9】

$$c_{init} = \left\lfloor \frac{N_{ID}^{cell}}{30} \right\rfloor \cdot 2^5 + f_{ss}^{PUSCH}$$

【표 9】

Cyclic Shift Field in DCI format 0	$n_{DMRS}^{(2)}$
000	0
001	2
010	3
011	4
100	6
101	8
110	9
111	10

PUSCH를 위한 기준 신호의 물리적 매핑은 다음과 같다. 시퀀스  $r^{PUSCH}(\cdot)$ 는  
 5 진폭 스케일링 인자  $\beta_{PUSCH}$ 와 곱해진 뒤,  $r^{PUSCH}(0)$ 부터 시작해서 해당 PUSCH 전송에 사용되는 물리 자원블록에 매핑된다.

도 14는 다중안테나를 사용하는 무선 통신 시스템의 구성 예를 나타낸다. 다중안테나(Multiple-Input Multiple-Output; MIMO) 기술은 다중 송신 안테나 및/또는 다중 수신 안테나를 사용하여 통신을 수행하는 기술을 말한다.

10 다중안테나 기술은 다양한 채널 경로를 통과한 심볼들을 이용하여 전송 신뢰도를 높이는 송신 다이버시티(Transmit diversity; TxD) 방식과, 다수의 송신 안테나를 이용하여 다수의 데이터 심볼을 동시에 전송하여 전송률을 향상시키는 공간 다중화(Spatial Multiplexing; SM) 방식이 있다. 또한, 두 가지 방식을 적절히 결합하여 각각의 장점을 적절히 얻고자 하는 연구도 최근 많이 연구되고

있다. 각각의 방식에 대해 좀더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 송신 다이버시티 방식은 시공간 블록 부호(Space Time Block Coding; STBC) 계열 방식과 다이버시티 이득(Diversity Gain)과 부호화 이득(Coding Gain)을 동시에 이용하는 시공간 트렐리스 부호(Space Time Trellis Code) 계열  
5 방식을 포함한다. 비트 오류율(Bit Error Rate) 개선 성과, 부호 생성 자유도는 트렐리스 부호 방식이 우수하지만 연산 복잡도(Computation Complexity)는 시공간 블록 부호가 간단하다. 송신 다이버시티 이득은 송신 안테나 수와 수신 안테나 수의 곱에 해당되는 양을 얻을 수 있다. 송신 다이버시티 방식은 순환 지연 다이버시티(Cyclic Delay Diversity; CDD), PVS(Precoding Vector Switching),  
10 TSTD(Time Switched Transmit Diversity), SC-SFBC(Single Carrier-Space Frequency Block Coding), STBC-II, FSTD(Frequency Shift Time Diversity) 등을 포함한다.

둘째, 공간 다중화 기법은 각 송신 안테나를 통해 서로 다른 데이터 열을 송신한다. 이때, 송신기로부터 동시에 전송된 데이터 사이에는 상호 간섭이 발생하므로, 수신기는 적절한 신호처리 기법을 이용하여 상호 간섭을 제거한  
15 뒤에 신호를 검출한다. 간섭 제거 방식의 예는 최대 우도(maximum likelihood; ML) 방식, ZF(Zero Forcing) 방식, MMSE(Minimum Mean Square Error) 방식, D-BLAST(Diagonal Bell Laboratories Layered Space-Time) 방식, V-BLAST(Vertical Bell Labs Layered Space-Time) 방식 등을 포함한다. 송신기가 채널 정보를 알 수 있는 경우에는 SVD(Singular Value Decomposition) 방식 등을 사용할 수 있다.

20 셋째, 송신 다이버시티와 공간 다중화가 결합된 하이브리드(Hybrid) 방식을 사용할 수 있다. 공간 다이버시티 이득만을 얻을 경우 다이버시티 차수의 증가에 따른 성능개선 이득이 점차 포화되며, 공간 다중화 이득만을 취하면 무선 채널에서 전송 신뢰도가 떨어진다. 이러한 하이브리드 방식은 이중 시공간 전송

다이버시티(Double-Space Time Transmit Diversity; D-STTD), 시공간 BICM(Space Time Bit-Interleaved Coded Modulation; STBICM) 등을 포함한다.

수학식 6은  $N_T$ 개의 송신 안테나가 있는 경우, 각각의 송신 안테나를 통해 전송되는 신호  $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_{N_T}$ 를 나타낸다.

5 【수학식 6】

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1 \\ \mathbf{x}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{x}_i \\ \vdots \\ \mathbf{x}_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{i1} & w_{i2} & \cdots & w_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{N_T1} & w_{N_T2} & \cdots & w_{N_TN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{s}}_1 \\ \hat{\mathbf{s}}_2 \\ \vdots \\ \hat{\mathbf{s}}_j \\ \vdots \\ \hat{\mathbf{s}}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{S}} = \mathbf{W}\mathbf{P}\mathbf{s}$$

여기에서,  $w_{ij}$ 는  $i$ 번째 송신 안테나와  $j$ 번째 정보간의 가중치를 의미하고,  $\hat{\mathbf{S}}$ 이 전력이 조정된 정보 벡터( $\mathbf{S}$ )를 나타낸다.  $\mathbf{W}$ 는 가중치 또는 프리코딩 행렬로 불린다.  $\mathbf{W}$ 는 전송 정보를 채널 상황에 따라 각 안테나에 적절히 분배한다.

10 공간 다중화는 서로 다른 신호를 다중화하여 보내므로 정보 벡터  $\mathbf{S}$ 의 원소들이 모두 다른 값을 갖는다. 반면, 송신 다이버시티는 동일한 신호를 여러 채널 경로를 통해 보내므로 정보 벡터  $\mathbf{S}$ 의 원소들이 모두 같은 값을 갖는다. 또한, 공간 다중화와 송신 다이버시티를 혼합하는 방법도 고려할 수 있다. 일

15 예로, 3개의 송신 안테나를 통해서는 동일한 신호를 전송하고, 나머지 송신 안테나를 통해서는 안테나마다 서로 다른 신호를 전송할 수 있다.

수학식 7은  $N_R$ 개의 수신 안테나가 있는 경우, 각각의 수신 안테나를 통해 수신되는 신호  $\mathbf{y}_1, \mathbf{y}_2, \dots, \mathbf{y}_{N_R}$ 를 나타낸다.

【수학식 7】

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_{N_R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \cdots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \cdots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_j \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_i \\ \vdots \\ n_{N_R} \end{bmatrix} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n} = \mathbf{H}\mathbf{W}\mathbf{P}\mathbf{s} + \mathbf{n} = \tilde{\mathbf{H}}\mathbf{s} +$$

여기에서,  $\mathbf{H}$ 는 채널 행렬을 나타내고,  $h_{ij}$ 는 송신 안테나  $j$ 로부터 수신 안테나  $i$ 를 거치는 채널을 나타낸다.

- 5        한편, 행렬의 랭크(rank)는 서로 독립인 행 또는 열의 개수 중에서 최소 개수로 정의된다. 따라서, 채널 행렬  $\mathbf{H}$ 의 랭크( $rank(\mathbf{H})$ )는 다음과 같이 제한된다.

【수학식 8】

$$rank(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

- 10        랭크의 다른 정의는 행렬을 고유치 분해(Eigen value decomposition) 하였을 때, 0이 아닌 고유치들의 개수로 정의할 수 있다. 유사하게, 랭크의 또 다른 정의는 특이치 분해(singular value decomposition) 하였을 때, 0이 아닌 특이치들의 개수로 정의할 수 있다. 따라서, 채널 행렬에서 랭크의 물리적인 의미는 주어진 채널에서 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수라고 할 수
- 15        있다.

다중안테나 시스템에서 송신기와 수신기는 MIMO 기술을 적용하기 위한 코드북(Codebook)을 공유할 수 있다. 코드북은 미리 정의된 프리코딩 행렬 또는 벡터의 집합을 의미한다. 프리코딩 행렬은  $N_T \times N_L$  크기를 가진다.  $N_T$ 는 신호 전송에 사용하는 (물리 또는 논리) 안테나의 개수를 나타내고,  $N_L$ 은 레이어의

개수를 나타낸다. 즉, 레이어는 (물리 또는 논리) 안테나에 상응하며 이들의 관계는 프리코딩 행렬에 의해 결정될 수 있다. 레이어의 개수는 채널 행렬의 랭크에 따라 결정될 수 있다. 프리코딩 행렬은 네스티드(nested) 형태로 구성될 수 있다. 한편, LTE는 2개의 안테나 포트를 사용하는 경우, 코드북을 표 9와 같이 정의하고 있다. 4개의 안테나 포트를 사용하는 경우의 코드북은 3GPP TS36.211을 참조할 수 있다.

【표 9】

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

도 15는 다중안테나를 지원하는 SC-FDMA 송신기의 일 예를 나타낸다.

도 15를 참조하면, 스크램블링 모듈(Scrambling, 1210#1-1210#N<sub>CW</sub>)은 N<sub>CW</sub>개의 부호어(Codeword; CW)를 단말의 특정 스크램블링 코드/시퀀스를 사용하여 비트 스트림을 스크램블링할 수 있다. N<sub>CW</sub>개의 스크램블링된 신호는 변조 매퍼(Modulation mapper, 1520#1-1520#N<sub>CW</sub>)에 입력되어 전송 신호의 종류 및/또는 채널 상태에 따라 BPSK, QPSK 또는 16 QAM 방식으로 복소 심볼로 변조된다. 그 후, N<sub>CW</sub>개의 변조된 복소 심볼은 레이어 매퍼(Layer mapper, 1530)를 통해 N<sub>L</sub>개의 레이어로 매핑된다. 각각의 레이어는 변환 프리코더(Transform precoder,

1540#1-1540# $N_T$ )에 의해 DFT 변환된다. 프리코더(Precoder, 1545)는 프리코딩 벡터/행렬을 이용하여 DFT 변환된  $N_L$ 개의 레이어를 안테나 포트에 대응되는  $N_T$ 개의 스트림으로 매핑한다. 즉, 레이어와 안테나의 관계는 프리코딩 벡터/행렬에 의해 결정될 수 있다. 자원 요소 매퍼(Resource element mapper, 5 1550#1-1550# $N_T$ )는  $N_T$ 개의 스트림을 부반송파에 매핑한다. SC-FDMA 신호 생성기(1560#1-1560# $N_T$ )는 부반송파에 매핑된 신호를 시간 영역 상의 전송 심볼로 변환한 뒤 안테나 포트에 전달한다. 안테나 포트는 안테나 가상화(antenna virtualization)을 통해 물리 안테나로 매핑된다. 본 실시예는 레이어 매퍼(1530)와 프리코더(1545)를 별개의 모듈로 도시하고 있으나, 레이어 매퍼(1530)와 프리코더(1545)의 기능은 하나의 모듈로 통합될 수 있다. 일 예로, 레이어 매퍼(1530)의 기능은 프리코더(1545)에 통합될 수 있고 반대의 경우도 가능하다. 또한, 본 실시예는 프리코더(1545)가 변환 프리코더(1540#1-1540# $N_T$ )에 위치하는 것으로 도시하고 있으나, 변환 프리코더(1540#1-1540# $N_T$ )의 이전 또는 IFFT 변환(미도시) 이후에 위치하는 것도 가능하다.

15 도 16은 STBC(Sequence Time Block Coding) 방식을 예시한다. STBC는 CM(Cubic Metric) 특성이 낮도록 단일 반송파 특성을 만족시키면서 주파수-시간 블록 코드를 수행하여 송신 다이버시티 이득을 얻는 방식이다.

20 도 16을 참조하면, 정보 비트는 QAM 심볼 변조를 통해 길이  $2M$ 의 QAM 심볼을 생성한다고 가정한다. 길이  $2M$ 의 QAM 심볼은 길이  $M$ -포인트 DFT 코드를 수행하여 STBC 매핑을 수행한다.

- 안테나#0, OFDM 심볼#0 => 인덱스 0~ $M-1$ 의 심볼을 DFT 수행 후 매핑
- 안테나#1, OFDM 심볼#0 => 인덱스  $M$ ~ $2M-1$ 의 심볼을 DFT 수행 후 매핑
- 안테나#0, OFDM 심볼#1 => 인덱스  $M$ ~ $2M-1$ 의 심볼을 DFT 수행 후 "-"를

곱하고 복소 공액 수행 후 매핑 (또는 상기 안테나#1, OFDM 심볼#0 매핑 시 사용했던 DFT 결과 값에 "-"를 곱하고 복소 공액 수행)

- 안테나#1, OFDM 심볼#1 => 인덱스 0~M-1의 심볼을 DFT 수행 후 "-"를 곱하고 복소 공액 수행 후 매핑 (또는 상기 안테나#0, OFDM 심볼#0 매핑 시

5 사용했던 DFT 결과 값에 "-"를 곱하고 복소 공액 수행)

STBC(Space Time Block Coding) 방식을 PUCCH 포맷 2/2a/2b에 적용할 경우, STBC 방식은 직교 자원으로 확산 전 또는 확산 후의 변조 심볼에 적용될 수 있다.

도 17은 순환 지연 다이버시티(Cyclic Delay Diversity; CDD)를 나타낸다.

10 도 17을 참조하면, CDD는 다중 안테나 전송에 있어서 같은 신호를 전송하되 OFDM 심볼 단위 또는 일정 주기 단위에 해당하는 신호를 안테나 별로 서로 다른 순환 쉬프트(또는 선형 지연)를 적용하여 다이버시티 이득을 얻는 전송 방식이다. 본 실시예에서 안테나#0 및 안테나#1은 동일한 정보를 전송하지만, 안테나#1을 통해 전송되는 심볼은  $\delta$  만큼 순환 쉬프트 된다.

15 도 18은 OSRT(Orthogonal Space Resource Transmission) 방식을 예시한다. OSRT 방식은 ORT(Orthogonal Resource Transmission) 방식으로 불린다.

도 18을 참조하면, 각 안테나를 통해 전송되는 변조 심볼은 서로 다른 직교 자원을 이용할 수 있다. 직교 자원의 예는 순환 쉬프트, 직교 커버링, 주파수 자원 블록을 포함한다. 즉, 각 안테나를 통해 전송되는 변조 심볼의  
20 자원(순환 쉬프트, 직교 코드, 물리 자원블록)을 서로 직교하게 함으로써 높은 다이버시티 이득을 얻으면서 단말간에 직교성을 보장하는 것이 가능하다. 본 실시예는 변조 심볼( $d_0(n)$ )이 주파수 영역 또는 시간 영역에서 각 안테나 별로 서로 다른 시퀀스를 이용하여 확산된 경우를 예시한다. OSRT 방식은 PUCCH 전송에

적용될 수 있다.

상술한 바와 같이, LTE-A 시스템은 상향링크에서 다중안테나를 사용할 것을 요구하고 있고, 다양한 MIMO 전송 기법이 고려되고 있다. 이와 관련하여, MIMO 전송 기법(예, TxD 기법, SM 기법)에 대한 단말 동작의 정의가 필요하다. 일 예로, PUCCH의 경우, 2-TxD 기법을 사용하기 위해서는 기준 신호 관점에서 CS, OC 및 PRB의 조합으로 지시되는 2개의 서로 다른 자원이 안테나 각각의 채널을 추정하는 데 필요하다. 다른 예로, PUSCH의 경우, 안테나 각각의 채널 추정을 위해 기준 신호 관점에서 2개의 CS가 할당 되거나, FDM/TDM 형태로 다중화 되는 2개의 자원이 안테나 채널 추정을 위해 할당 되어야 한다.

10 따라서, 단말 다중화 또는 자원 상황에 따라 단말의 다중안테나 전송 모드(MIMO 전송 모드)를 기지국이 설정하는 것이 필요하다. 예를 들어, 모든 단말이 PUCCH에 대해 1-Tx 안테나 전송을 하는 경우에 18명의 단말이 CDM/FDM 형태로 다중화 될 수 있다고 가정하면, 2-Tx 안테나 전송을 사용하는 경우 단말은 2개의 PUCCH 자원을 사용하게 되므로 다중화 용량이 9명의 단말로 감소한다.

15 따라서, 기지국이 상황에 따라 단말의 다중안테나 전송 기법을 설정하는 것이 필요하다.

이하, 도면을 참조하여 구체적으로 설명한다. 본 명세서에서 N-Tx 전송 또는 N-Tx 안테나 전송은 N-개의 안테나 각각에 채널 추정이 필요한 전송을 의미한다. N-Tx 전송은 N개의 레이어를 전송하기 위한 전송 모드를 의미할 수도 있다. 일 예로, 단말이 4개의 물리 안테나를 가지고 있고 2-Tx 안테나 전송을 한다면, 2개의 안테나는 STBC, SFBC, OSRT 등을 이용하고 나머지 2개의 안테나는 CDD, PVS 등과 같은 가상화(virtualization) 방법을 이용할 수 있다. 즉, 단말은 실제로 4개의 안테나를 이용하여 전송하지만, 기지국에서는 단말이 2개의

안테나로 전송한 것과 같이 보이게 된다.

도 19는 본 발명의 일 실시예에 따라 다중안테나를 통해 상향링크 전송을 수행하는 과정을 예시한다.

도 19를 참조하면, 기지국은 단말의 다중안테나 전송 모드(예, 송신  
5 다이버시티, 공간 다중화)를 결정한다(S1910). 다중안테나 전송 모드는 채널 조건, 상향링크 전송을 하려는 단말의 개수 등을 고려하여 결정될 수 있다. 그 후, 기지국은 다중안테나 전송 모드에 관한 정보를 단말에게 시그널링 한다(S1920). 다중안테나 전송 모드에 관한 정보는 MIMO 전송 기법 사용 여부, MIMO 전송 기법, 채널 추정이 요구되는 안테나의 개수 등을 포함할 수 있다. 일 예로, 다중안테나  
10 전송 모드에 관한 정보는 송신 다이버시티(TxD) 사용 여부를 포함할 수 있다. 이 경우, 다중안테나 전송 모드에 관한 정보는 1-TxD, 2-TxD, 4-TxD 등의 사용 여부에 대해 지시할 수 있다. 또한, 다중안테나 전송 모드에 관한 정보는 공간 다중화(SM) 사용 여부를 포함할 수 있다. 이 경우, 다중안테나 전송 모드에 관한 정보는 랭크, 레이어 개수 등에 관한 정보를 지시할 수 있다. 다중안테나 전송  
15 모드에 관한 정보는 시스템 정보, RRC(Radio Resource Control) 시그널링 및 상향링크 스케줄링 정보 중에서 어느 하나를 통해 전송될 수 있다. 다중안테나 전송 모드에 관한 정보는 새롭게 추가된 필드를 통해 전송되거나, 기존에 정의된 필드 중에서 사용되지 않고 있는 필드를 이용하여 전송될 수 있다. 다중안테나 전송 모드에 관한 정보는 주기적, 비-주기적, 정적(persistent), 반-정적(semi-persistent) 또는 이벤트-트리거링 방식으로 전송될 수 있다.  
20 단말은 기지국이 지시하는 대로 자신의 다중안테나 전송 모드를 설정한다(S1930). 그 후, 단말은 설정된 다중안테나 전송 모드에 따라 상향링크 신호를 다중안테나를 통해 기지국으로 전송한다(S1940). 상향링크 신호는 복수의

SC-FDMA 심볼을 포함하는 상향링크 채널을 통해 전송될 수 있다. 이 경우, 상향링크 채널은 PUCCH 또는 PUSCH를 포함한다.

도 20은 본 발명의 다른 실시예에 따라 다중안테나를 통해 상향링크 전송을 수행하는 과정을 예시한다.

- 5           도 20을 참조하면, 기지국은 단말의 다중안테나 전송 모드(예, 송신 다이버시티, 공간 다중화)를 결정한다(S2010). 다중안테나 전송 모드는 채널 조건, 상향링크 전송을 하려는 단말의 개수 등을 고려하여 결정될 수 있다. 그 후, 기지국은 다중안테나 전송 모드에 관한 1-비트 정보를 단말에게 시그널링 한다(S2020). 상기 1-비트 정보는 non-TxD 모드 또는 TxD 모드를 지시할 수 있다.
- 10    일 예로, 상기 1-비트 정보가 0으로 세팅된 경우 non-TxD 모드를 지시하고 1로 세팅된 경우 2-TxD 모드를 지시할 수 있다. 상기 1-비트 정보는 반대로도 해석될 수 있다. 또한, 상기 1-비트 정보는 non-SM 모드 또는 SM 모드를 지시할 수 있다.
- 15    일 예로, 상기 1-비트 정보가 0으로 세팅된 경우 1개의 레이어를 전송하기 위한 모드를 지시하고 1로 세팅된 경우 2개의 레이어를 전송하기 위한 모드를 지시할 수 있다. 상기 1-비트 정보는 시스템 정보, RRC(Radio Resource Control) 시그널링 및 상향링크 스케줄링 정보 중에서 어느 하나를 통해 전송될 수 있다. 상기 1-비트 정보는 새롭게 추가된 필드를 통해 전송되거나, 기존에 정의된 필드 중에서 사용되지 않고 있는 필드를 이용하여 전송될 수 있다. 상기 1-비트 정보는 주기적, 비-주기적, 정적(persistent), 반-정적(semi-persistent)
- 20    (broadcast channel) 또는 이벤트-트리거링 방식 (UE-RRC signaling)으로 전송될 수 있다. 단말은 기지국이 지시하는 대로 자신의 다중안테나 전송 모드를 설정한다(S2030). 그 후, 단말은 설정된 다중안테나 전송 모드에 따라 상향링크 신호를 다중안테나를 통해 기지국으로 전송한다(S2040). 상향링크 신호는 복수의

SC-FDMA 심볼을 포함하는 상향링크 채널을 통해 전송될 수 있다. 이 경우, 상향링크 채널은 PUCCH 또는 PUSCH를 포함한다.

도 21은 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 다중안테나를 통해 상향링크 전송을 수행하는 과정을 예시한다.

- 5           도 21을 참조하면, 기지국은 단말의 다중안테나 전송 모드(예, 송신 다이버시티, 공간 다중화)를 결정한다(S2110). 다중안테나 전송 모드는 채널 조건, 상향링크 전송을 하려는 단말의 개수 등을 고려하여 결정될 수 있다. 그 후, 기지국은 하나 이상의 PUCCH 자원을 단말에게 할당한다(S2120). 단말에게 할당될 수 있는 PUCCH 자원은 단계 S2110에서 결정된 다중안테나 전송 모드에 따라
- 10   묵시적(implicitly)으로 유추될 수 있다. 일 예로, 단계 S2110에서 결정된 안테나 개수 및 그에 따른 전송 모드에 따라 단말에게 할당될 수 있는 PUCCH 자원이 묵시적으로 유추될 수 있다. PUCCH 자원은 포맷에 따라 (CS,OC,PRB) 또는 (CS,PRB)에 의해 지시될 수 있다. 기준 신호에 대한 자원은 (CS,OC,PRB)에 의해 지시될 수 있다. PUCCH 자원의 개수의 최대 값은 단말의 안테나 개수와
- 15   동일하거나 작게 설정될 수 있다. 일 예로, 단말의 안테나 개수가 4개인 경우, PUCCH 자원의 개수는 최대 2개 또는 4개로 설정될 수 있다. PUCCH 자원은 시스템 정보, RRC(Radio Resource Control) 시그널링 또는 상향링크 스케줄링 정보를 이용하여 할당될 수 있다. 이 경우, PUCCH 자원은 새롭게 추가된 필드를 통해 전송되거나, 기존에 정의된 필드 중에서 사용되지 않고 있는 필드를 이용하여
- 20   할당될 수 있다. 또한, PUCCH 자원은 PDCCH의 구성 정보를 이용하여 할당될 수 있다. 일 예로, ACK/NACK 신호를 전송하는 PUCCH 포맷 1a/1b에 관한 자원은 PDCCH를 구성하는 CCE에 관한 정보(예, 마지막 CCE 인덱스)에 기초하여 확인될 수 있다. PUCCH 자원은 주기적, 비-주기적, 정적(persistent),

반-정적(semi-persistent) 또는 이벤트-트리거링 방식으로 할당될 수 있다. 그 후, 단말은 기지국으로부터 할당받은 PUCCH 자원의 개수에 기초하여 다중안테나 전송 모드를 설정한다(S2130). 즉, 기지국으로부터 할당받은 자원의 개수는 다중안테나 전송 모드(예, 안테나 개수 및 그에 따른 전송 모드)와 서로 연결될 수 있다. 일

5 예로, 기지국이 1개의 자원을 할당한 경우, 단말은 다중안테나 전송 모드를 1-TxD 또는 그의 등가 방법(CDD, PVS 등)으로 설정할 수 있다. 유사하게, 기지국이 2개의 자원을 할당한 경우, 단말은 다중안테나 전송 모드를 2-TxD(예, STBC, SFBC, 대지연(large delay) CDD, OSRT 등)로 설정할 수 있다. 유사하게, 기지국이 4개의 자원을 할당한 경우, 단말은 다중안테나 전송 모드를 4-TxD로 설정할 수 있다.

10 다른 예로, 기지국이 1개의 자원을 할당한 경우, 단말은 다중안테나 전송 모드를 1개의 레이어를 전송하기 위한 전송 모드로 설정할 수 있다. 유사하게, 기지국이 2개의 자원을 할당한 경우, 단말은 다중안테나 전송 모드를 2개의 레이어를 전송하기 위한 모드로 설정할 수 있다. 유사하게, 기지국이 4개의 자원을 할당한 경우, 단말은 다중안테나 전송 모드를 4개의 레이어를 전송하기 위한 모드로

15 설정할 수 있다. 그 후, 단말은 설정된 다중안테나 전송 모드에 따라 상향링크 신호를 다중안테나를 통해 기지국으로 전송한다(S2140). 상향링크 신호는 복수의 SC-FDMA 심볼을 포함하는 상향링크 채널을 통해 전송될 수 있다. 이 경우, 상향링크 채널은 PUCCH 또는 PUSCH를 포함한다.

도 22는 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 다중안테나를 통해 상향링크

20 전송을 수행하는 과정을 예시한다.

도 22를 참조하면, 기지국은 단말의 다중안테나 전송 모드(예, 송신 다이버시티, 공간 다중화)를 결정한다(S2210). 다중안테나 전송 모드는 채널 조건, 상향링크 전송을 하려는 단말의 개수 등을 고려하여 결정될 수 있다. 그 후,

기지국은 복수의 PUCCH 자원을 단말에게 할당한다(S2220). 단말에게 할당될 수 있는 PUCCH 자원들 사이의 관계는 단계 S2210에서 결정된 다중안테나 전송 모드에 따라 묵시적(implicitly)으로 유추될 수 있다. 일 예로, 단계 S2210에서 결정된 안테나 개수 및 그에 따른 전송 모드에 따라 단말에게 할당될 수 있는

5 PUCCH 자원들 사이의 관계가 묵시적으로 유추될 수 있다. PUCCH 자원은 포맷에 따라 (CS,OC,PRB) 또는 (CS,PRB)에 의해 지시될 수 있다. 기준 신호에 대한 자원은 (CS,OC,PRB)에 의해 지시될 수 있다. PUCCH 자원의 개수는 단말의 안테나 개수와 동일하거나 작은 특정 값으로 고정될 수 있다. 일 예로, 단말의 안테나 개수가 4개인 경우, PUCCH 자원의 개수는 항상 2개 또는 4개로 고정될 수 있다.

10 PUCCH 자원은 시스템 정보, RRC(Radio Resource Control) 시그널링 또는 상향링크 스케줄링 정보를 이용하여 할당될 수 있다. 이 경우, PUCCH 자원은 새롭게 추가된 필드를 통해 전송되거나, 기존에 정의된 필드 중에서 사용되지 않고 있는 필드를 이용하여 할당될 수 있다. 또한, PUCCH 자원은 PDCCH의 구성 정보를 이용하여 할당될 수 있다. 일 예로, ACK/NACK 신호를 전송하는 PUCCH 포맷 1a/1b에 관한

15 자원은 PDCCH를 구성하는 CCE(예, 마지막 CCE)에 관한 정보에 기초하여 확인될 수 있다. PUCCH 자원은 주기적, 비-주기적, 정적(persistent), 반-정적(semi-persistent) 또는 이벤트-트리거링 방식으로 할당될 수 있다.

그 후, 단말은 기지국으로부터 할당받은 PUCCH 자원간의 관계에 기초하여 다중안테나 전송 모드를 설정한다(S2230). 즉, 기지국으로부터 할당받은

20 자원들간의 관계는 다중안테나 전송 모드(예, 안테나 개수 및 그에 따른 전송 모드)와 서로 연결될 수 있다. 일 예로, 단말은 할당받은 PUCCH 자원들의 동일성 여부에 기초하여 다중안테나 전송 모드를 설정할 수 있다. 하나의 방식으로, 2-Tx 안테나 전송을 위해 각 안테나(또는 레이어0)에 사용될 자원을 지시하는 2개의

필드를 정의할 수 있다. 이 경우, 2개의 필드가 다른 값을 가지고 있으면 2-Tx 안테나 전송(예, STBC, SFBC, 대 지연(large delay) CDD, OSRT)을 하고, 같은 값을 가지고 있으면 1-Tx 안테나 전송 또는 그에 상응하는 전송을 수행할 수 있다. 다른 방식으로, 기지국이 단말에게 nr0과 nr1을 할당해줬다고 가정하자. 여기에서,

5 nr0은 PUCCH 포맷 1/1a/1b에 대해 (ncs0,noc0,n\_PRB0)이고, PUCCH 포맷 2/2a/2b에 대해 (ncs0,n\_PRB0)로 표현된다. 여기에서, ncs는 순환 쉬프트 값을 나타내고, noc는 직교 커버링 값을 나타내며, n\_PRB는 물리 자원블록에 대한 값을 나타낸다. 이 경우, 단말은 nr0=nr1이면 해당 자원을 이용하여 1-Tx 안테나 전송을 수행하고, nr0≠nr1 이면 해당 자원을 이용하여 2-Tx 안테나 전송을 수행하도록 다중안테나

10 전송 모드를 설정할 수 있다. 여기서, 할당되는 순서는 각각의 안테나(또는 레이어)에 상응할 수 있다. 즉, (nr0,nr1)을 시그널링 해 주면 nr0은 안테나0(또는 레이어0), nr1은 안테나1(또는 레이어1)을 위해 할당된 것으로 할 수 있다. 즉, (nr0,nr1,nr2,nr3) <-> (ant0,ant1,ant2,ant3)의 관계에 있을 수 있다. 여기에서, ant는 안테나 포트(또는 레이어)를 의미할 수 있다. 즉 각각의

15 안테나(또는 레이어)를 위해 할당된 자원(nr)이 서로 같은 값이면 묶어서 하나의 안테나로 가정할 수 있는 Tx 전송 방법으로 전송하고 다른 값이면 미리 정의되는 다중안테나 전송 모드(예, 송신 다이버시티, 공간 다중화) 방식을 적용한다. 이하에서는 (nr0,nr1,nr2,nr3)이 할당된 경우에 대해 보다 구체적으로 설명한다. 편의상, 각 안테나(또는 레이어)에 대해 자원이 할당된 경우를 가정하지만, 본

20 발명이 예시한 안테나 순서로 국한되는 것은 아니다.

- nr0≠nr1≠nr2≠nr3인 경우 4-Tx 안테나 전송할 수 있다.

- nr0=nr1≠nr2≠nr3인 경우, ant1, ant2, ant3으로만 전송하거나, ant0는 3-Tx 안테나로 전송하는 것처럼 보이게 전송할 수 있다.

-  $nr0=nr1 \neq nr2=nr3$ 인 경우, ant0와 ant2만 전송, ant0와 ant3만 전송, ant1과 ant2만 전송, ant1과 ant2만 전송할 수 있다. 또한, ant0와 ant1이 하나로 보이게끔 전송하고 ant2와 ant3이 하나로 보이게끔 전송함으로써 전체적으로는 2-Tx로 보이게 전송할 수 있다.

5       도 23은 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 다중안테나를 통해 상향링크 전송을 수행하는 과정을 예시한다.

      도 23을 참조하면, 기지국은 단말의 다중안테나 전송 모드(예, 송신 다이버시티, 공간 다중화)를 결정한다(S2310). 다중안테나 전송 모드는 채널 조건, 상향링크 전송을 하려는 단말의 개수 등을 고려하여 결정될 수 있다. 그 후,  
10       기지국은 채널 추정이 필요한 Tx 안테나의 개수를 시그널링 한다(S2320). 채널 추정이 필요한 Tx 안테나의 개수는 단계 S2310에서 결정된 다중안테나 전송 모드에 따라 묵시적(implicitly)으로 유추될 수 있다. 일 예로, 단계 S2310에서 결정된 안테나 개수 및 그에 따른 전송 모드에 따라 채널 추정이 필요한 Tx  
15       개수는 시스템 정보, RRC(Radio Resource Control) 시그널링 또는 상향링크 스케줄링 정보를 이용하여 할당될 수 있다. 이 경우, 채널 추정이 필요한 Tx 안테나의 개수는 새롭게 추가된 필드를 통해 전송되거나, 기존에 정의된 필드 중에서 사용되지 않고 있는 필드를 이용하여 할당될 수 있다. 채널 추정이 필요한 Tx 안테나의 개수는 주기적, 비-주기적, 정적(persistent),  
20       반-정적(semi-persistent) 또는 이벤트-트리거링 방식으로 할당될 수 있다.

      채널 추정이 필요한 Tx 안테나의 개수는 기준 신호에 대한 CDM/FDM/TDM의 자원 개수를 통해 지시될 수 있다. 기준 신호 자원은 CS, OC, PRB 또는 이들의 임의의 조합에 의해 지시될 수 있다. 일 예로, 기준 신호 자원은 CS를 이용하여

지시될 수 있다. 이 경우, 단말은 다중안테나 전송 모드를 할당받은 자원의 개수에 따라 설정할 수 있다(S2330). 즉, 기지국으로부터 할당받은 자원의 개수는 다중안테나 전송 모드(예, 안테나 개수 및 그에 따른 전송 모드)와 서로 연결될 수 있다. 일 예로, 단말은 다중안테나 전송 모드는 할당받은 자원이 1개면 1-Tx  
5 전송, 2개면 2-Tx 전송, 4개면 4-Tx 전송으로 설정할 수 있다. 그 후, 단말은 설정된 다중안테나 전송 모드를 이용하여 상향링크 신호를 다중안테나를 통해 기지국으로 전송한다(S2340). 이 경우, 단말은 할당받은 자원을 이용하여 복수의 안테나에 대한 기준 신호를 기지국으로 전송한다.

다른 방식으로, 단계 S2330에서, 채널 추정이 필요한 Tx 안테나의 개수는  
10 N-Tx 전송에 대해 N만을 시그널링 해 줄 수 있다. 이 경우, 단말은 다중안테나 전송 모드를 N-Tx 전송으로 설정한다. 그 후, 단말은 설정된 다중안테나 전송 모드를 이용하여 상향링크 신호를 다중안테나를 통해 기지국으로 전송한다(S2340). 이 경우, 단말은 제n 안테나 (또는 레이어)에 대한 기준 신호 자원을 제1 안테나 (또는 레이어)의 자원을 이용하여 유추할 수 있다. 일 예로,  
15 단말은 첫 번째 안테나를 위한 기준 신호 자원으로 기존 시스템(LTE)에 정의된 기준 신호 자원을 사용하고, 나머지 안테나에 대해서는 미리-결정된 방식으로 얻어진 기준 신호 자원을 사용할 수 있다. 일 구현예로, 첫 번째 안테나가 ncs0를 사용하면, 두 번째 안테나는  $ncs0 + \alpha$ , 세 번째 안테나는  $ncs0 + 2 \times \alpha$ , 네 번째 안테나는  $ncs0 + 3 \times \alpha$ 를 사용하여 기준 신호를 전송할 수 있다. 여기에서, ncs는  
20 순환 쉬프트 값을 나타낸다. 상향링크 신호는 복수의 SC-FDMA 심볼을 포함하는 상향링크 채널을 통해 전송될 수 있다. 이 경우, 상향링크 채널은 PUCCH 또는 PUSCH를 포함한다.

도 24는 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 다중안테나를 통해 상향링크

전송을 수행하는 과정을 예시한다.

도 24를 참조하면, 기지국은 단말의 다중안테나 전송 모드(예, 송신 다이버시티, 공간 다중화)를 결정한다(S2410). 다중안테나 전송 모드는 채널 조건, 상향링크 전송을 하려는 단말의 개수 등을 고려하여 결정될 수 있다. 그 후, 5 기지국은 PUSCH 채널을 위한 기준 신호(Reference Signal; RS)에 대해 복수의 자원을 단말에게 할당한다(S2420). 단말에게 할당될 수 있는 기준 신호 자원들 사이의 관계는 단계 S2410에서 결정된 다중안테나 전송 모드에 따라 묵시적(implicitly)으로 유추될 수 있다. 일 예로, 단계 S2410에서 결정된 안테나 개수 및 그에 따른 전송 모드에 따라 단말에게 할당될 수 있는 기준 신호 자원들 10 사이의 관계가 묵시적으로 유추될 수 있다. 기준 신호 자원은 CS, OC, PRB 또는 이들의 임의의 조합에 의해 지시될 수 있다. 일 예로, 기준 신호 자원은 CS를 이용하여 지시될 수 있다. 기준 신호 자원의 개수는 단말의 안테나 개수와 동일하거나 작은 특정 값으로 고정될 수 있다. 일 예로, 단말의 안테나 개수가 4개인 경우, 기준 신호 자원의 개수는 항상 2개 또는 4개로 고정될 수 있다. 기준 15 신호 자원은 상향링크 스케줄링 정보를 이용하여 할당될 수 있다. 표 10은 복수의 기준 신호 자원을 지시하도록 변형된 상향링크 스케줄링 정보(DCI 포맷 0)를 나타낸다.

【표 10】

Field	Bits	Comment
Format	1	Uplink grant or downlink assignment
Hopping flag	1	Frequency hopping on/off
RB assignment	7	-
MCS	5	-
DMRS#1	3	Cyclic shift of demodulation reference signal
:	:	-
DMRS#N	3	Cyclic shift of demodulation reference signal

:	:	
RNTI/CRC	16	16 bit RNTI implicitly encoded in CRC
Total	38+N×3	-

그 후, 단말은 기지국으로부터 할당받은 기준 신호 자원간의 관계에 기초하여 다중안테나 전송 모드를 설정한다(S2430). 즉, 기지국으로부터 할당받은 자원들간의 관계는 다중안테나 전송 모드(예, 안테나 개수 및 그에 따른 전송 모드)와 서로 연결될 수 있다. 일 예로, 단말은 할당받은 기준 신호 자원들의 동일성 여부에 기초하여 다중안테나 전송 모드를 설정할 수 있다. 하나의 방식으로, 2-Tx 안테나 전송을 위해 각 안테나(또는 레이어)에 사용될 자원을 지시하는 2개의 필드를 정의할 수 있다. 이 경우, 2개의 필드가 다른 값을 가지고 있으면 2-Tx 안테나 전송 (예, STBC, SFBC, 대 지연(large delay) CDD, OSRT)을 하고, 같은 값을 가지고 있으면 1-Tx 안테나 전송 또는 그에 상응하는 전송을 수행할 수 있다. 구체적으로, 기지국이 단말에게 ncs0과 ncs1을 할당해줬다고 가정하자. 여기에서, ncs는 순환 쉬프트 값을 나타낸다. 이 경우, 단말은 ncs0=ncs1이면 1-Tx 안테나 전송을 수행하고, ncs0≠ncs1이면 2-Tx 안테나 전송을 수행하도록 다중안테나 전송 모드를 설정할 수 있다. 여기서, 할당되는 순서는 각각의 안테나(또는 레이어)에 상응할 수 있다. 즉, (ncs0,ncs1)을 시그널링 해주면 ncs0은 안테나0(또는 레이어0), ncs1은 안테나1(또는 레이어0)을 위해 할당된 것으로 할 수 있다. 즉, (ncs0,ncs1,ncs2,ncs3) <-> (ant0,ant1,ant2,ant3)의 관계에 있을 수 있다. 여기에서, ant는 안테나 포트(또는 레이어)를 의미할 수 있다. 즉 각각의 안테나(또는 레이어)를 위해 할당된 자원(ncs)이 서로 같은 값이면 묶어서 하나의 안테나로 가정할 수 있는 Tx 전송 방법으로 전송하고 다른 값이면 미리 정의되는 다중안테나 전송 모드를 적용한다. 이하에서는 (ncs0,ncs1,ncs2,ncs3)이 할당된 경우에 대해 보다

구체적으로 설명한다. 편의상, 각각의 안테나(또는 레이어)에 대해 자원이 할당된 경우를 가정하지만, 본 발명이 이러한 안테나 순서에 국한되는 것은 아니다.

-  $ncs0 \neq ncs1 \neq ncs2 \neq ncs3$ 인 경우 4-Tx 안테나 전송할 수 있다.

5 -  $ncs0 = ncs1 \neq ncs2 \neq ncs3$ 인 경우, ant1, ant2, ant3으로만 전송하거나, ant0는 3-Tx 안테나로 전송하는 것처럼 보이게 전송할 수 있다.

-  $ncs0 = ncs1 \neq ncs2 = ncs3$ 인 경우, ant0와 ant2만 전송, ant0와 ant3만 전송, ant1과 ant2만 전송, ant1과 ant2만 전송할 수 있다. 또한, ant0와 ant1이 하나로 보이게끔 전송하고 ant2와 ant3이 하나로 보이게끔 전송함으로써 전체적으로는 2-Tx로 보이게 전송할 수 있다.

10 도 25는 본 발명의 일 실시예에 따른 송수신기의 블록도를 예시한다. 하향링크에서, 송신기(2510)는 기지국의 일부이고 수신기(2550)는 단말의 일부이다. 상향링크에서, 송신기(2510)는 단말의 일부이고 수신기(2550)는 기지국의 일부이다.

도 25를 참조하면, 송신기(2510)에서 송신(TX) 데이터 및 파일럿  
15 프로세서(2520)는 데이터(예, 트래픽 데이터 및 시그널링)를 인코딩, 인터리빙 및 심볼 맵핑하여 데이터 심볼들을 생성한다. 또한, 프로세서(2520)는 파일럿 심볼들을 생성하여 데이터 심볼들 및 파일럿 심볼들을 다중화한다. 변조기(2530)는 무선 접속 방법에 따라 적합한 전송 심볼을 생성한다. 무선 주파수(Radio Frequency; RF) 모듈(2532)은 상기 전송 심볼을 처리(예, 아날로그  
20 변환, 증폭, 필터링 및 주파수 상향 변환)하여 안테나(2534)를 통해 전송되는 RF 신호를 생성한다. 수신기(2550)에서 안테나(2552)는 송신기(2510)로부터 전송된 신호를 수신하여 RF 모듈(2554)에 제공한다. RF 모듈(2554)는 수신된 신호를 처리(예, 필터링, 증폭, 주파수 하향 변환, 디지털화)하여 입력 샘플들을 제공한다.

복조기(2560)는 입력 샘플들을 복조하여 데이터 값 및 파일럿 값을 제공한다. 채널 추정기(2580)는 수신된 파일럿 값들에 기초하여 채널 추정치를 유도한다. 복조기(2560)는 채널 추정치를 사용하여 수신된 데이터 값들에 데이터 검출(또는 등화)를 수행하고, 송신기(2510)를 위한 데이터 심볼 추정치를 제공한다. Rx

5 데이터 프로세서(2570)는 데이터 심볼 추정치들을 심볼 디맵핑, 디인터리밍 및 디코딩하고, 디코딩된 데이터를 제공한다. 일반적으로, 수신기(2550)에서 복조기(2560) 및 Rx 데이터 프로세서(2570)에 의한 처리는 송신기(2510)에서 각각 변조기(2530) 및 Tx 데이터 및 파일럿 프로세서(2520)에 의한 처리와 상호 보완된다.

10 제어기들/프로세서들(2540 및 2590)은 각각 송신기(2510) 및 수신기(2550)에서 다양한 처리 모듈들의 동작을 감독한다. 구체적으로, 제어기들/프로세서들(2540 및 2590)은 도면을 참조하여 설명한 본 발명의 실시예와 관련된 동작을 수행하기 위하여 디지털 신호 처리 과정을 수행하고 다양한 처리 모듈들의 동작을 감독한다. 메모리(2542 및 2592)는 각각

15 송신기(2510) 및 수신기(2550)를 위한 프로그램 코드들 및 데이터를 저장한다.

이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는

20 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지

않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

본 발명에 따른 실시예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.

5 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 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.

10 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 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.

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

## 20 【산업상이용가능성】

본 발명은 무선 통신 시스템에 적용될 수 있다. 본 발명은 SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access), MC-FDMA(Multi Carrier-Frequency Division Multiple Access) 및 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple

Access) 중에서 적어도 하나를 지원하는 무선 통신 시스템에 적용될 수 있다. 구체적으로, 본 발명은 무선 통신 시스템에서 단말이 신호를 다중안테나를 통해 상향링크로 전송하는 방법 및 이를 위한 장치에 적용될 수 있다.

## 【청구의 범위】

## 【청구항 1】

- 무선 통신 시스템에서 단말이 신호를 전송하는 방법에 있어서,  
 다중안테나 전송을 위한 설정 정보를 기지국으로부터 수신하는 단계;  
 5      상기 설정 정보에 따라 다중안테나 전송 모드를 설정하는 단계; 및  
 복수의 SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 심볼을  
 가지는 상향링크 채널을 다중안테나를 통해 기지국으로 전송하는 단계를  
 포함하는 신호 전송 방법.

## 【청구항 2】

- 10      제1항에 있어서,  
 상기 설정 정보는 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 전송 기법을  
 사용할지 여부를 지시하는 1-비트 정보인 것을 특징으로 하는 신호 전송 방법.

## 【청구항 3】

- 제1항에 있어서,  
 15      상기 설정 정보는 채널 추정이 요구되는 안테나의 총 개수를 지시하는  
 것을 특징으로 하는 신호 전송 방법.

## 【청구항 4】

- 제1항에 있어서,  
 상기 설정 정보는 상향링크 스케줄링 정보에 포함되는 것을 특징으로 하는  
 20      신호 전송 방법.

## 【청구항 5】

- 제1항에 있어서,  
 상기 상향링크 채널은 OSRT(Orthogonal Space Resource Transmission) 전송

기법을 이용하여 전송되는 것을 특징으로 하는 신호 전송 방법.

**【청구항 6】**

다중안테나;

- 5     기지국으로부터 다중안테나 전송을 위한 설정 정보를 수신하도록 구성되고,  
 설정된 다중안테나 전송 모드에 따라 복수의 SC-FDMA(Single Carrier Frequency  
 Division Multiple Access) 심볼을 가지는 상향링크 채널을 다중안테나를 통해  
 기지국으로 전송하도록 구성된 무선 주파수(Radio Frequency; RF) 모듈; 및  
 상기 설정 정보에 따라 다중안테나 전송 모드를 설정하도록 구성된  
 프로세서를 포함하는 단말.

10   **【청구항 7】**

무선 통신 시스템에서 단말이 신호를 전송하는 방법에 있어서,

복수의 SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 심볼을  
 가지는 상향링크 채널과 관련된 하나 이상의 자원을 확인하는 단계;

상기 하나 이상의 자원에 기초해 다중안테나 전송 모드를 설정하는 단계;

15   **및**

상기 상향링크 채널을 다중안테나를 통해 기지국으로 전송하는 포함하는  
 신호 전송 방법.

**【청구항 8】**

제7항에 있어서,

- 20    상기 상향링크 채널은 PUCCH(Physical Uplink Control CHannel)인 것을  
 특징으로 하는 신호 전송 방법.

**【청구항 8】**

제7항에 있어서,

상기 상향링크 채널은 PUSCH(Physical Uplink Shared CHannel)이고, 상기 하나 이상의 자원은 기준 신호에 관한 것을 특징으로 하는 신호 전송 방법.

【청구항 10】

제7항에 있어서,

- 5       상기 하나 이상의 자원은 순환 쉬프트(Cyclic Shift; CS), 직교 커버링(Orthogonal Covering; OC), 자원블록(Resource Block; RB) 또는 이들의 임의의 조합을 포함하는 것을 특징으로 하는 신호 전송 방법.

【청구항 11】

제7항에 있어서,

- 10       상기 다중안테나 전송 모드는 상기 하나 이상의 자원의 총 개수에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 하는 신호 전송 방법.

【청구항 12】

제7항에 있어서,

- 15       상기 다중안테나 전송 모드는 상기 하나 이상의 자원 중에서 소정 관계에 있는 자원의 개수에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 하는 신호 전송 방법.

【청구항 13】

제12항에 있어서,

- 20       상기 하나 이상의 자원은 복수의 필드를 이용하여 지시되고, 상기 다중안테나 전송 모드는 각 필드간의 동일성 여부에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 하는 신호 전송 방법.

【청구항 14】

제12항에 있어서,

상기 하나 이상의 자원은 안테나 별로 지시되고, 상기 다중안테나 전송

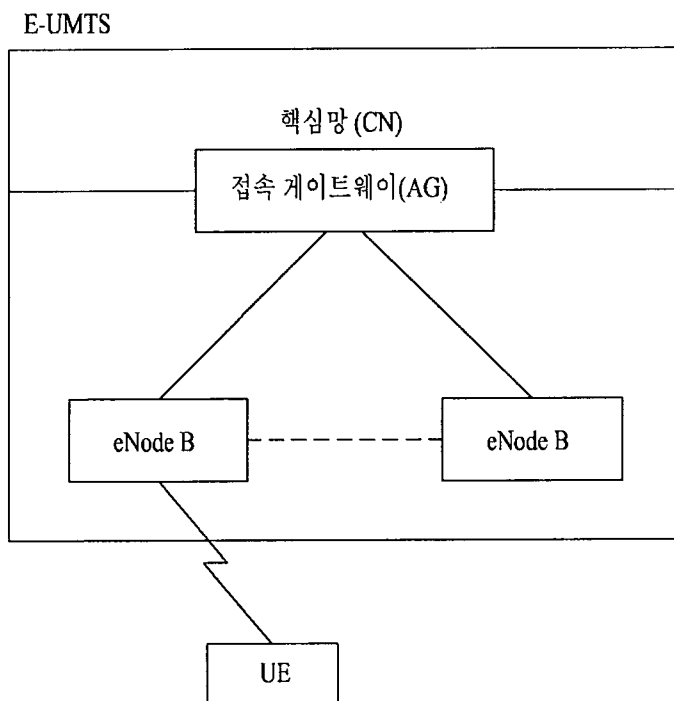
모드는 각 자원간의 동일성 여부에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 하는 신호 전송 방법.

【청구항 15】

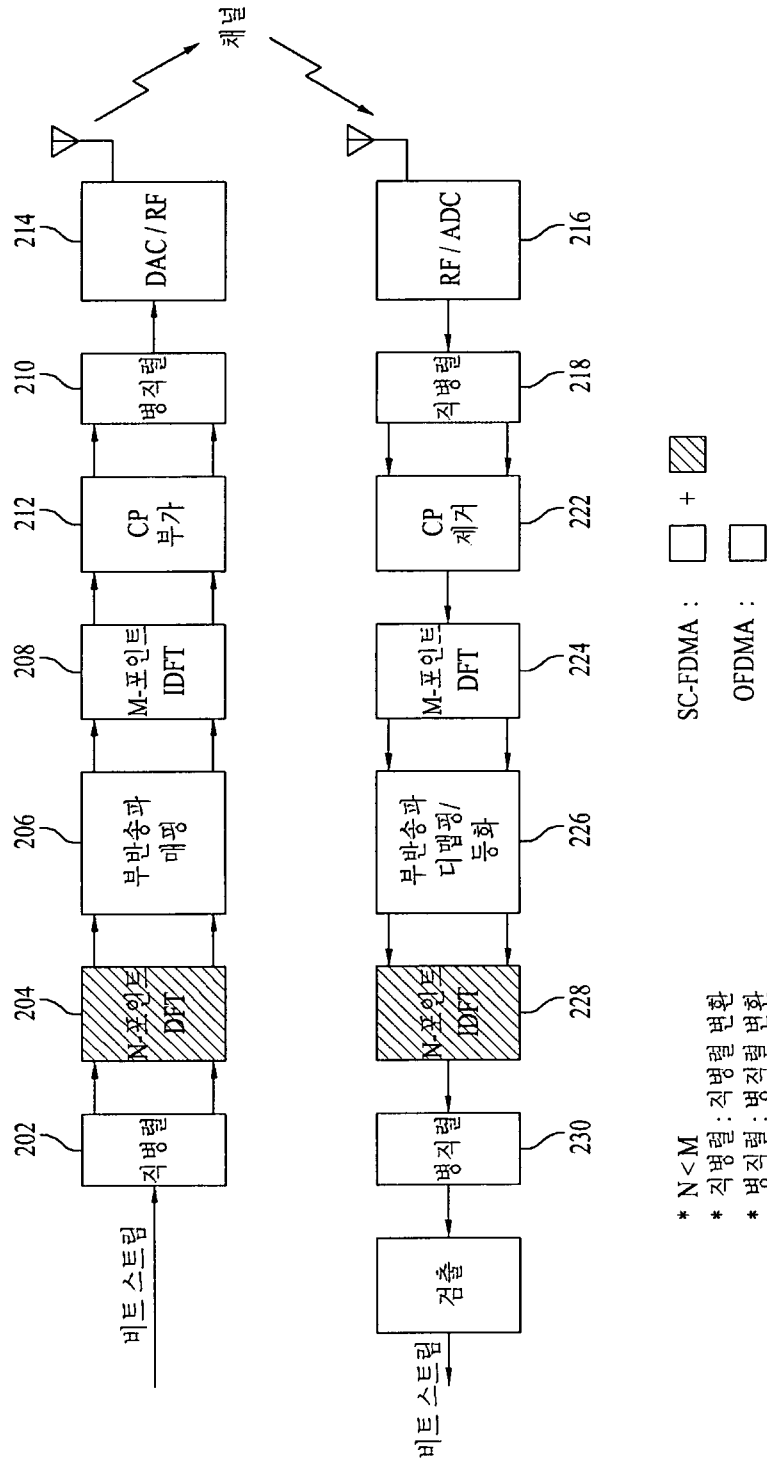
다중안테나;

- 5           설정된 다중안테나 전송 모드에 따라 복수의 SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 심볼을 가지는 상향링크 채널을 다중안테나를 통해 기지국으로 전송하도록 구성된 무선 주파수(Radio Frequency; RF) 모듈; 및
- 상기 상향링크 채널과 관련된 하나 이상의 자원을 확인하도록 구성되고,
- 10   상기 하나 이상의 자원에 기초해 다중안테나 전송 모드를 설정하도록 구성된 프로세서를 포함하는 단말.

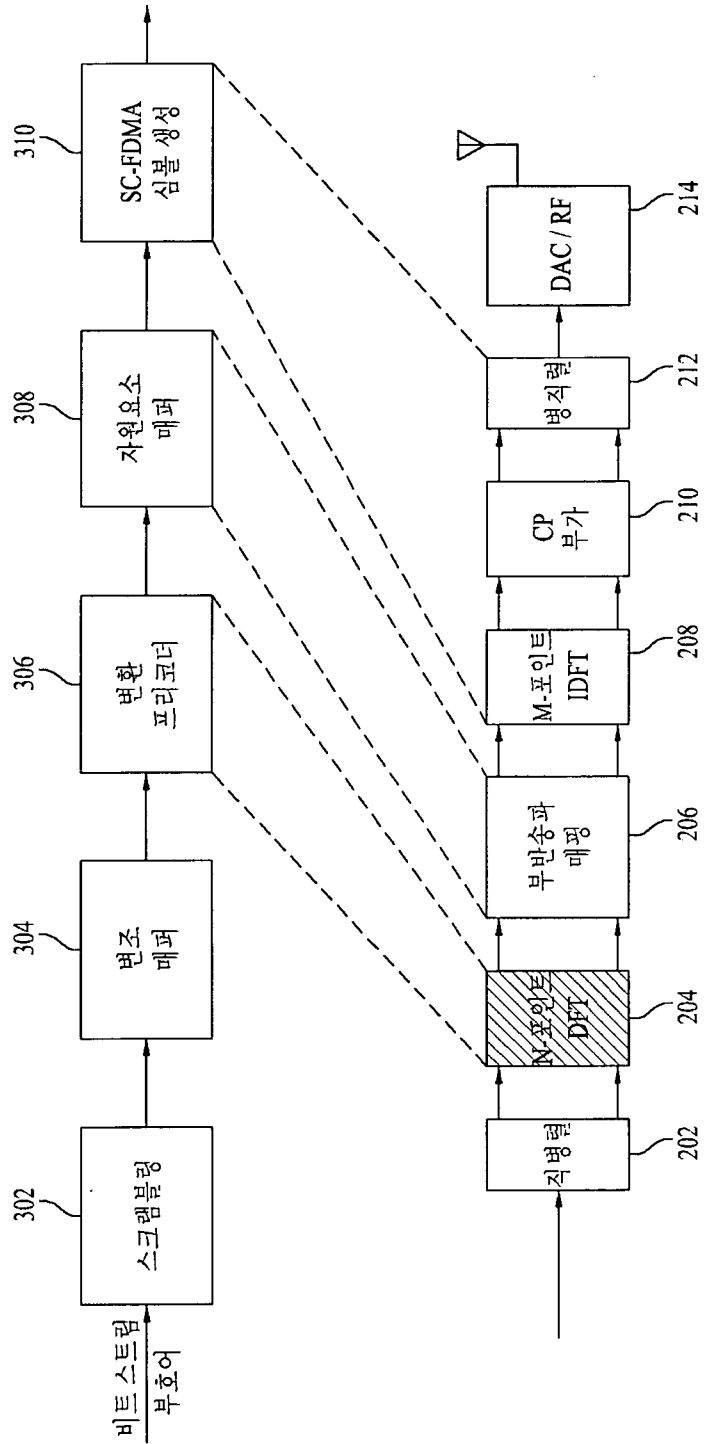
[도 1]



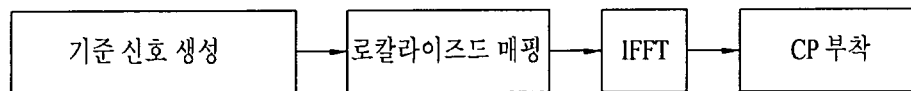
[도 2]



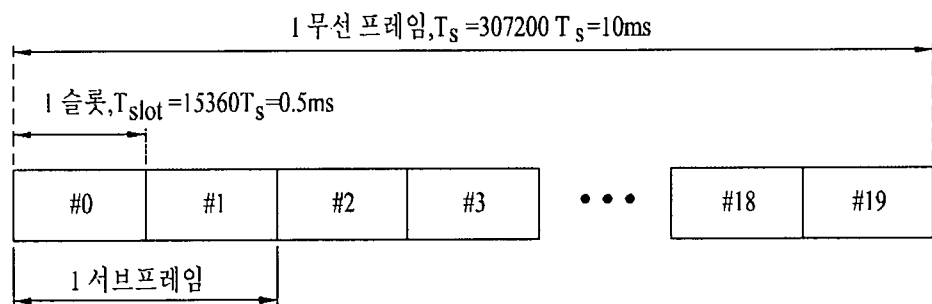
[도 3]



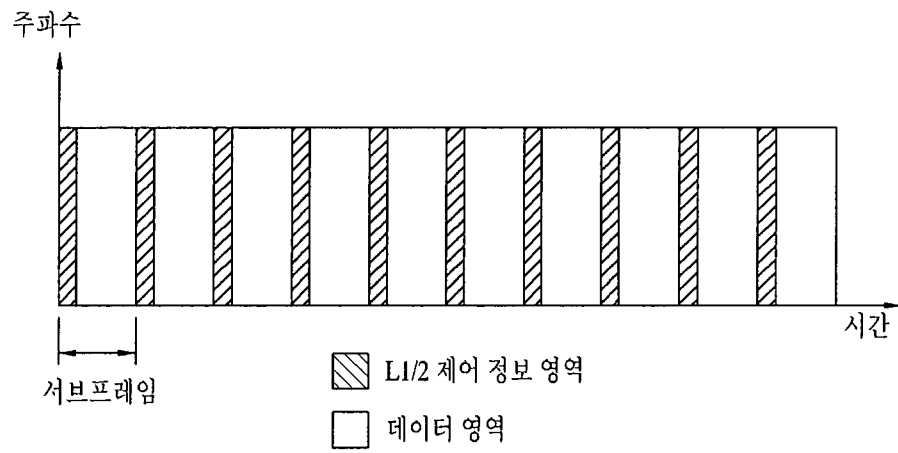
[도 4]



[도 5]

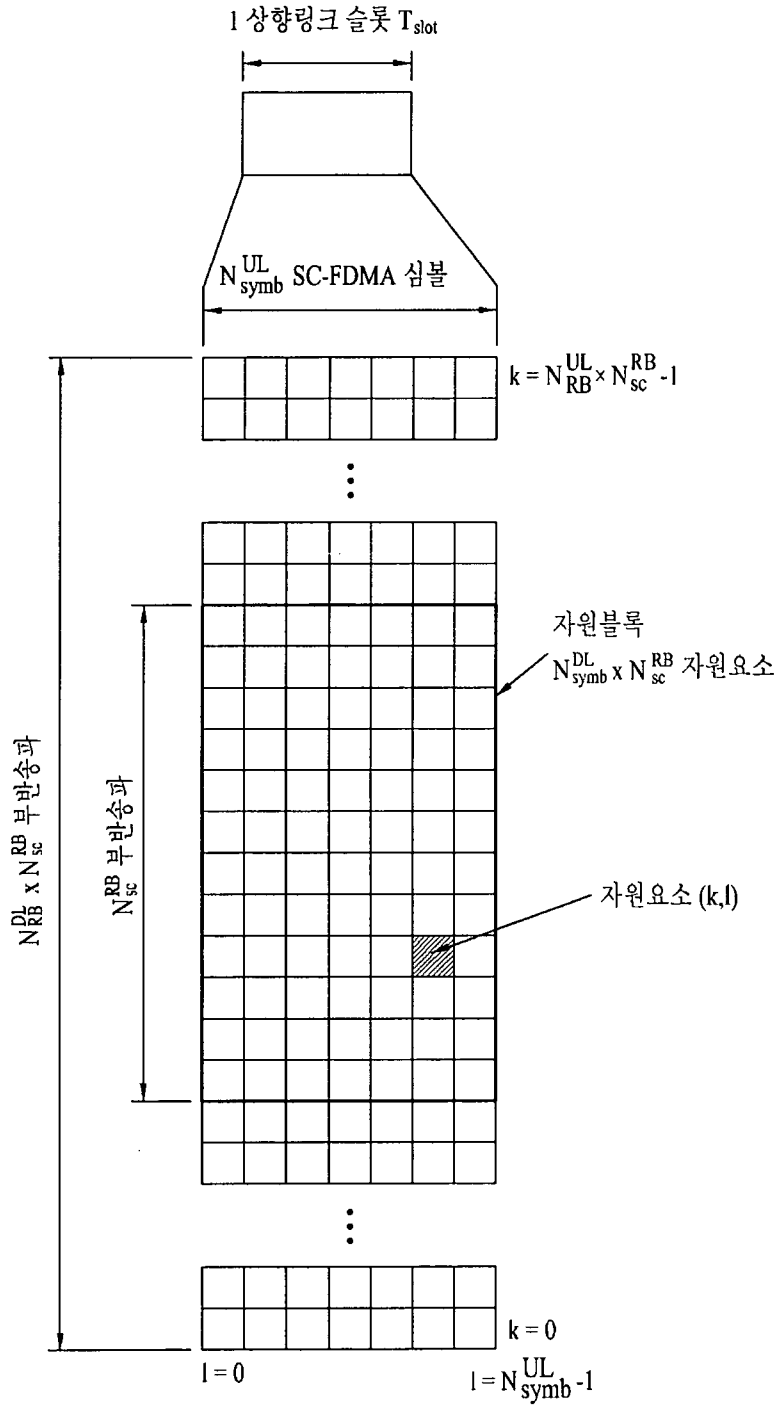


[도 6]



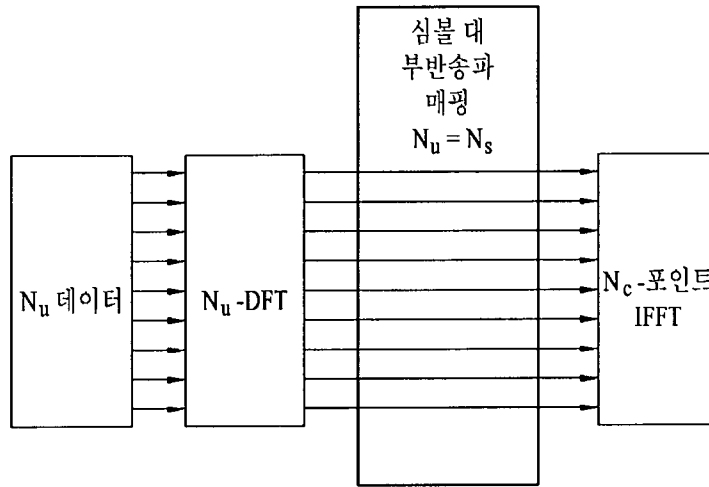
6/21

[도 7]

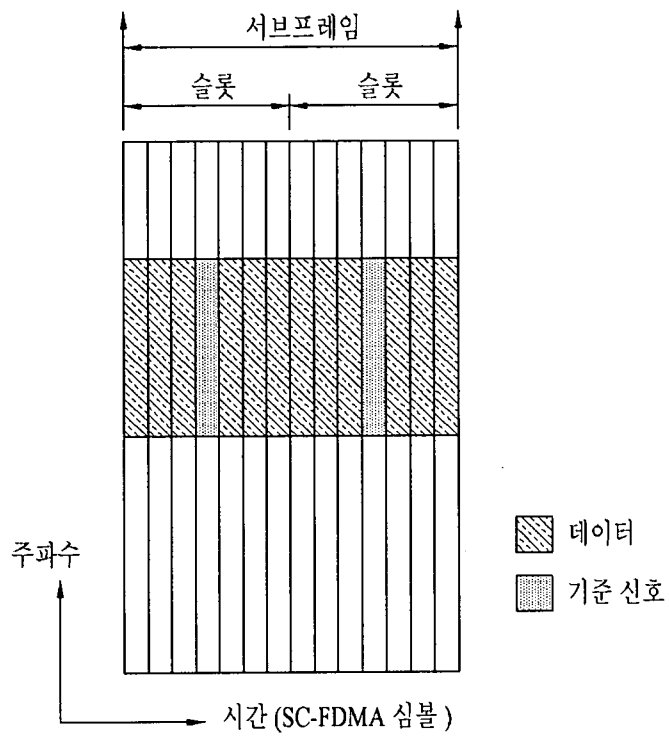


7/21

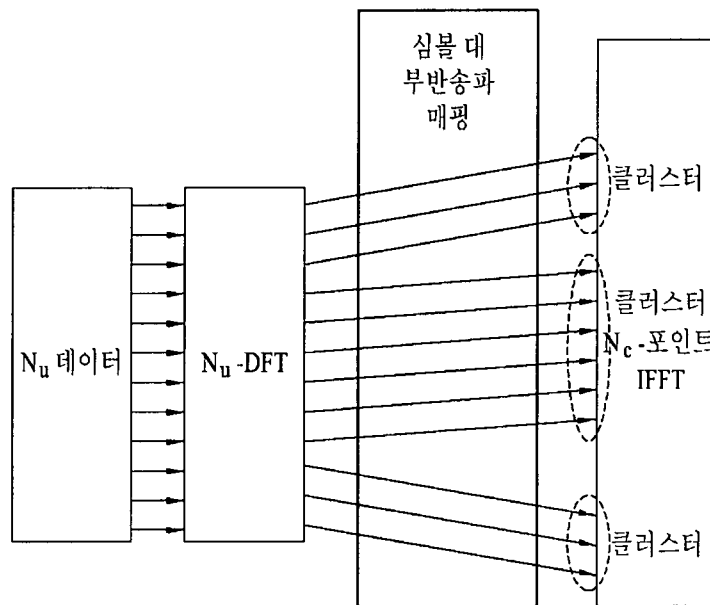
[도 8a]



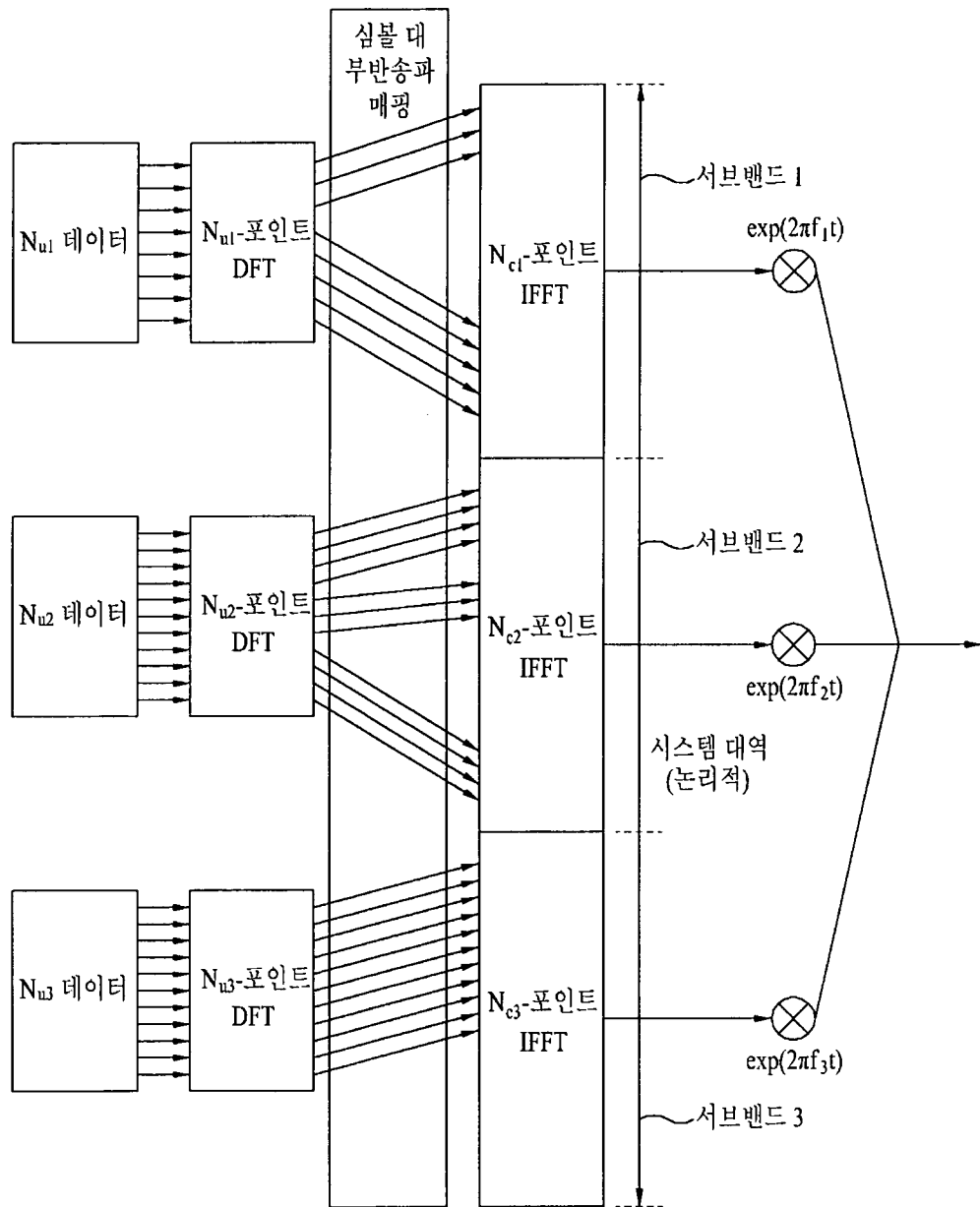
[도8b]



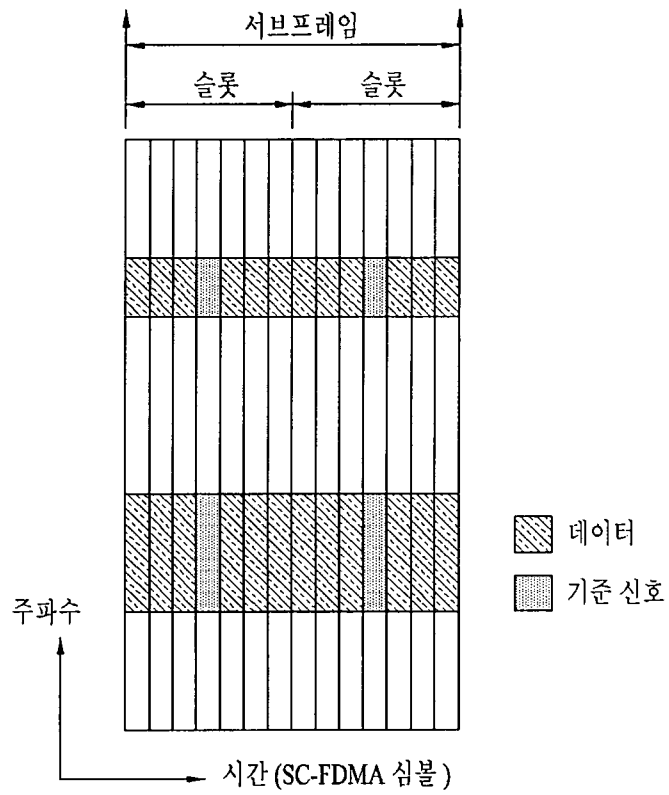
[도 9a]



[도 9b]

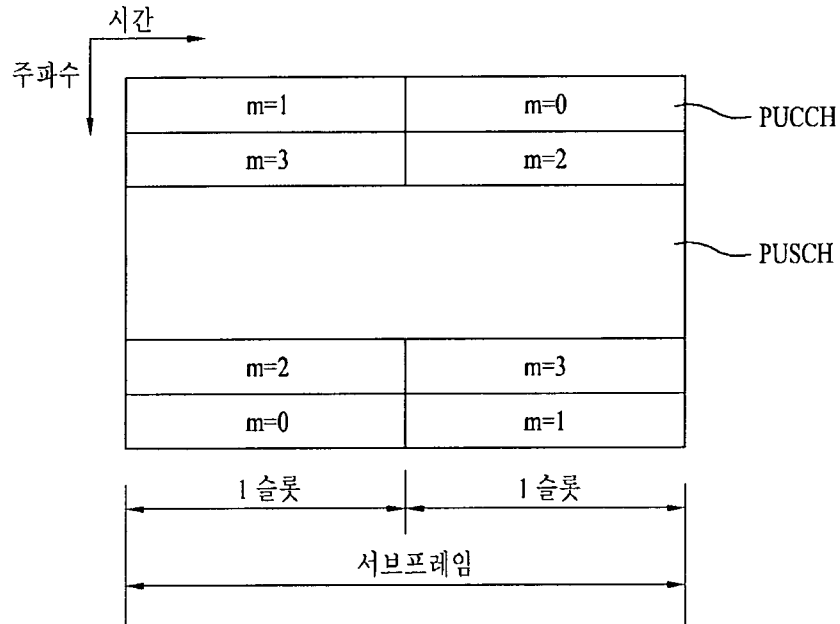


[도 9c]

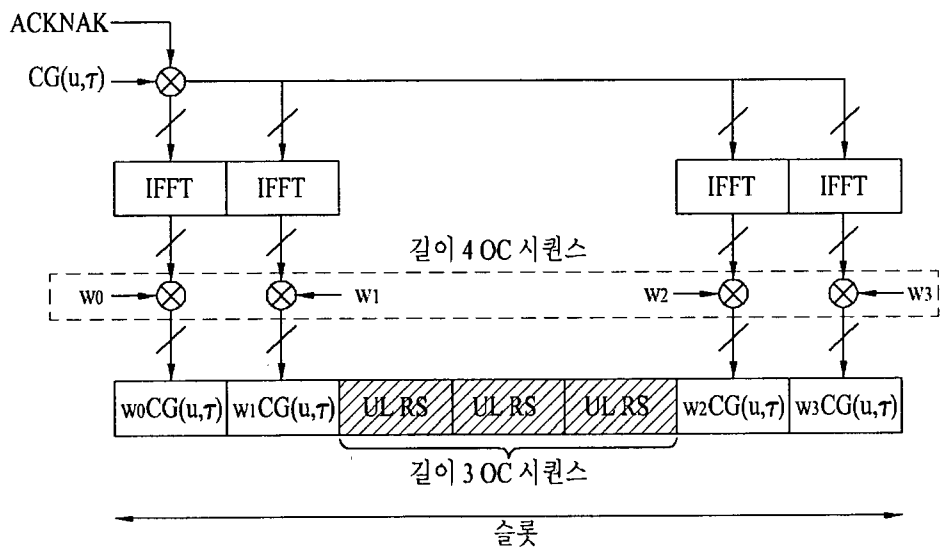


11/21

[도 10]

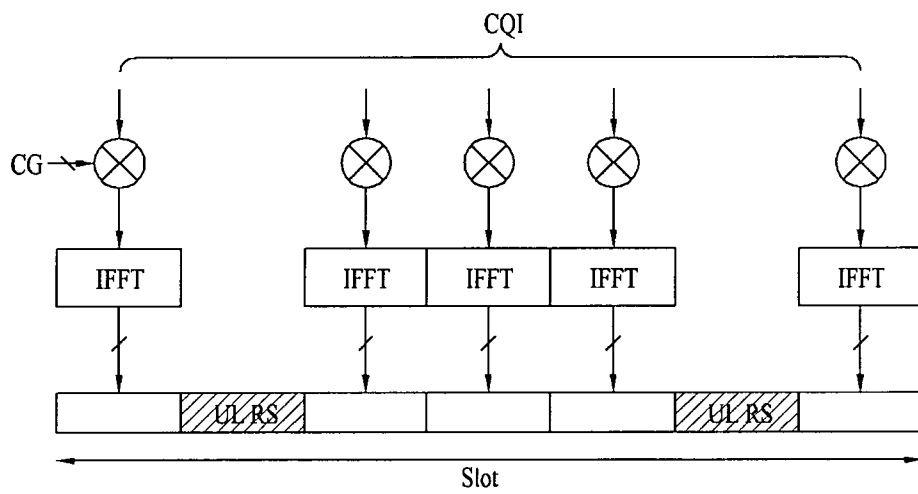


[도 11a]



PUCCH 포맷 1a 및 1b 구조 (정상 CP 케이스)

[도 11b]



PUCCH 포맷 2, 2a 및 2b 구조 (정상 CP 케이스)

[도 12]

자원 할당: 정상 CP인 경우의 18 ACK/NACK 채널 CP,  $\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}} = 2$

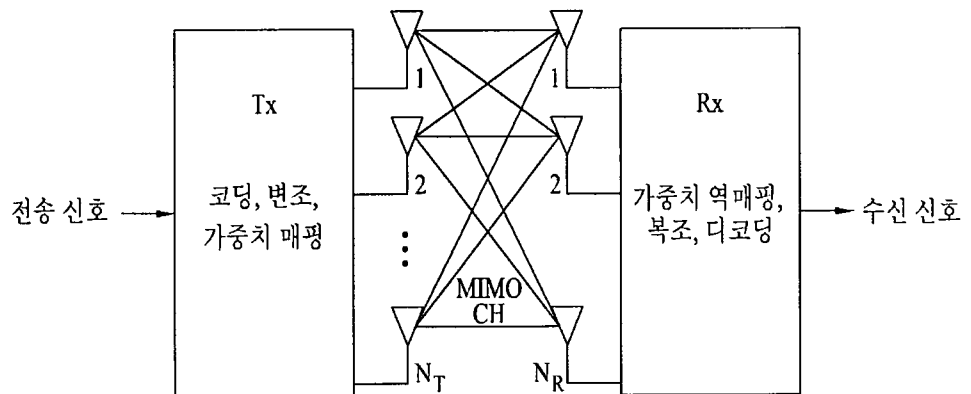
셀 특정 순환 쉬프트 오프셋		RS 직교 커버			ACK/NACK 직교 커버		
$\Delta_{\text{offset}}^{\text{PUCCH}} = 1$	$\delta_{\text{offset}}^{\text{PUCCH}} = 0$	$\bar{n}_{\text{OC}} = 0$	$\bar{n}_{\text{OC}} = 1$	$\bar{n}_{\text{OC}} = 2$	$n_{\text{OC}} = 0$	$n_{\text{OC}} = 1$	$n_{\text{OC}} = 2$
$n_{\text{CS}} = 1$	$n_{\text{CS}} = 0$	$n' = 0$	$n' = 0$	$n' = 0$	$n' = 0$	6	12
2	1		6				
3	2	1			1		13
4	3		7			7	
5	4	2			2		14
6	5		8			8	
7	6	3			3		15
8	7		9			9	
9	8	4			4		16
10	9		10			10	
11	10	5			5		17
0	11		11			11	

$\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}} \in \begin{cases} \{1,2,3\} \\ \{1,2,3\} \end{cases}$  정상 CP의 경우  
 $\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}} \in \begin{cases} \{1,2,3\} \\ \{1,2,3\} \end{cases}$  확장 CP의 경우  
 $n_{\text{OC}}$  ACK/NACK을 위한 직교 시퀀스 인덱스  
 $\bar{n}_{\text{OC}}$  RS를 위한 직교 시퀀스 인덱스  
 $n_{\text{CS}}$  CAZAC 시퀀스의 순환 쉬프트 값  
 $n'$  RB에서 채널화에 사용되는 ACK/NACK 자원 인덱스  
 $\delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}} \in \{0,1, \dots, \Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}} - 1\}$  셀 특정 순환 쉬프트 오프셋  
 CAZAC 시퀀스의 순환 쉬프트 값

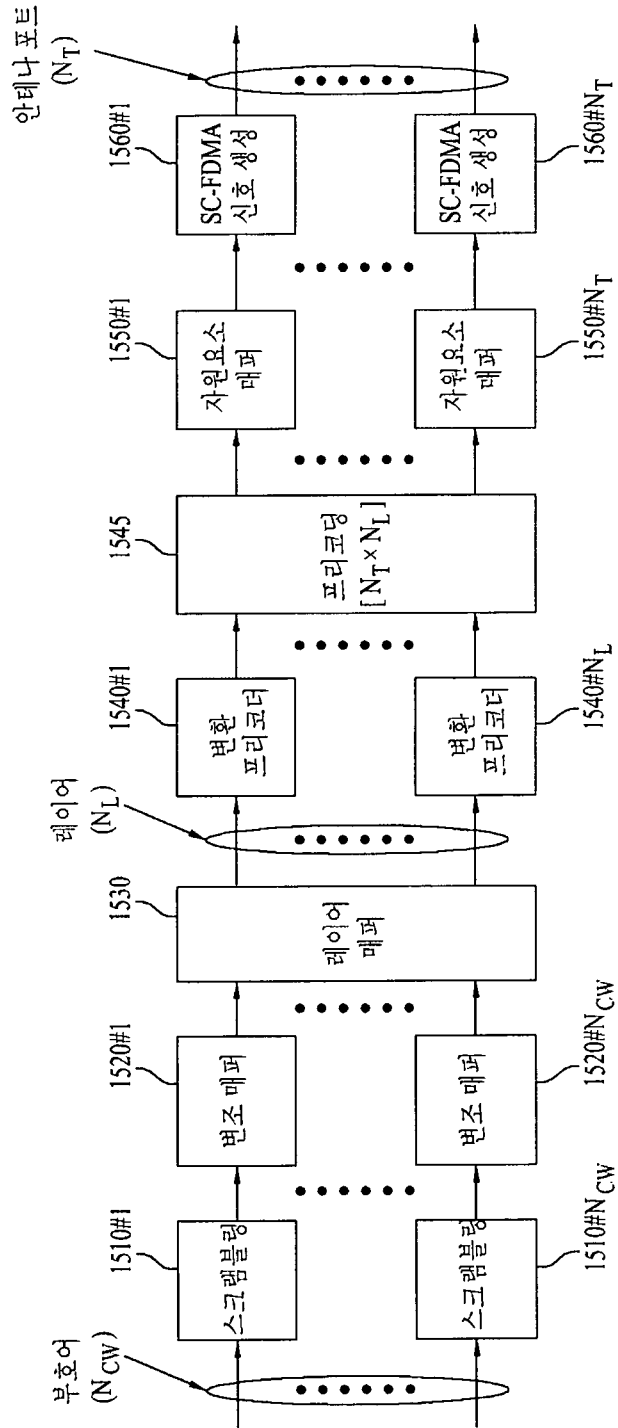
[도 13]

순환 쉬프트	직교 커버			
	$OC_{index=0}$	$OC_{index=1}$	$OC_{index=2}$	
0				ACK/NACK
1				
2				
3				
4				CQI    가드 쉬프트
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

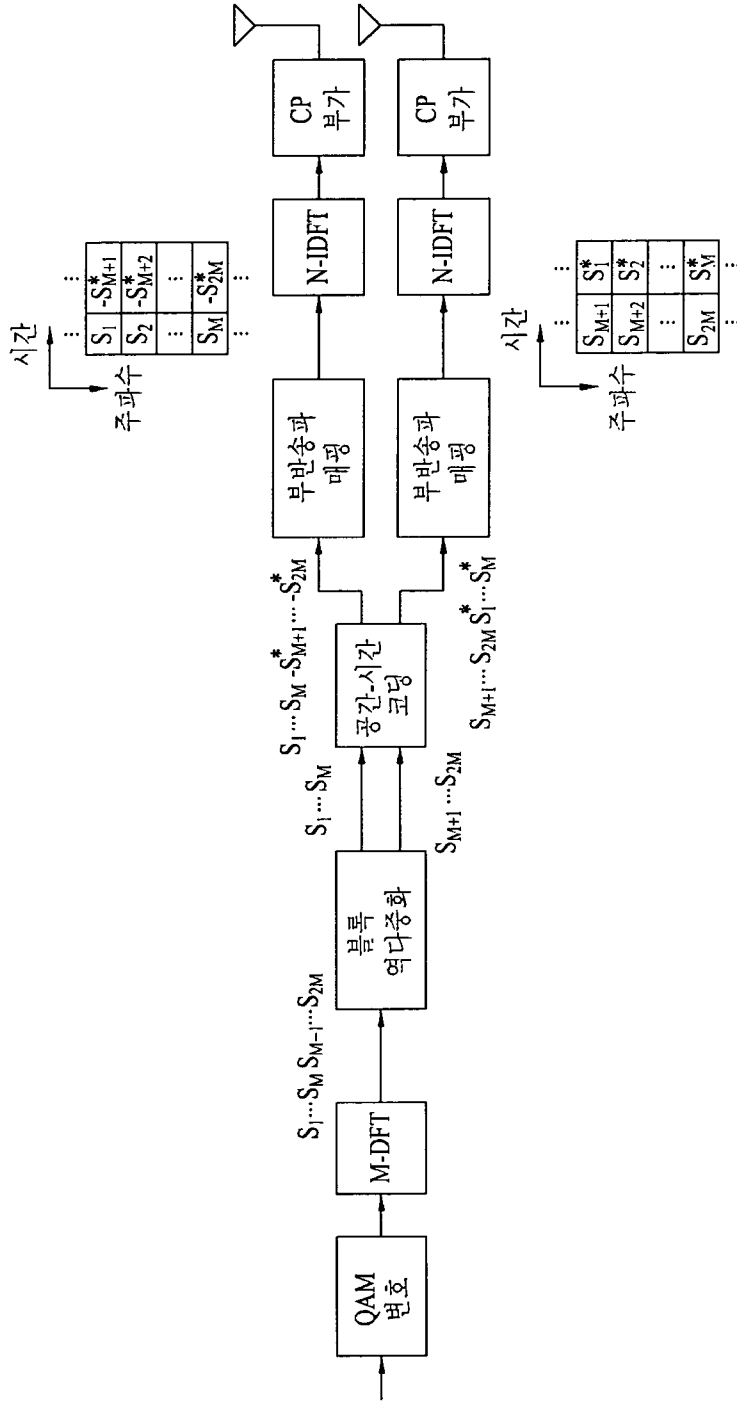
[도 14]



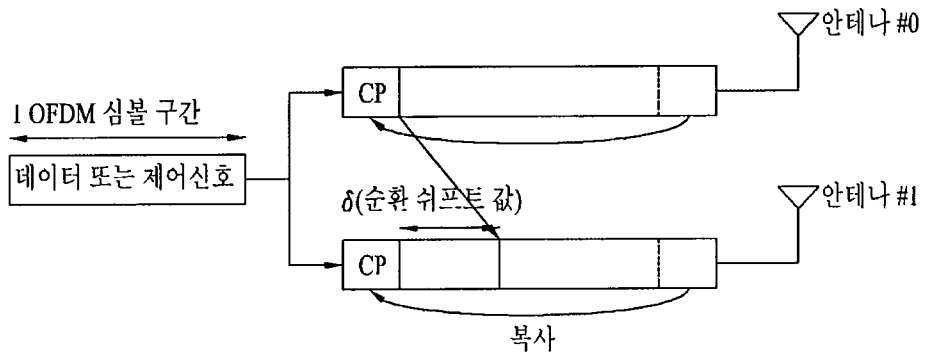
[도 15]



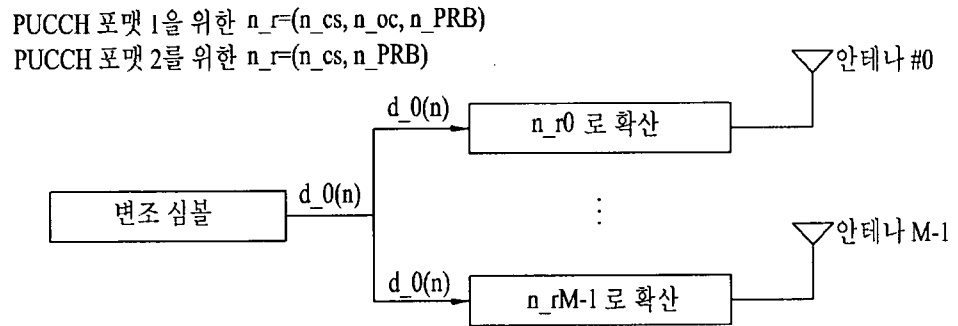
[도 16]



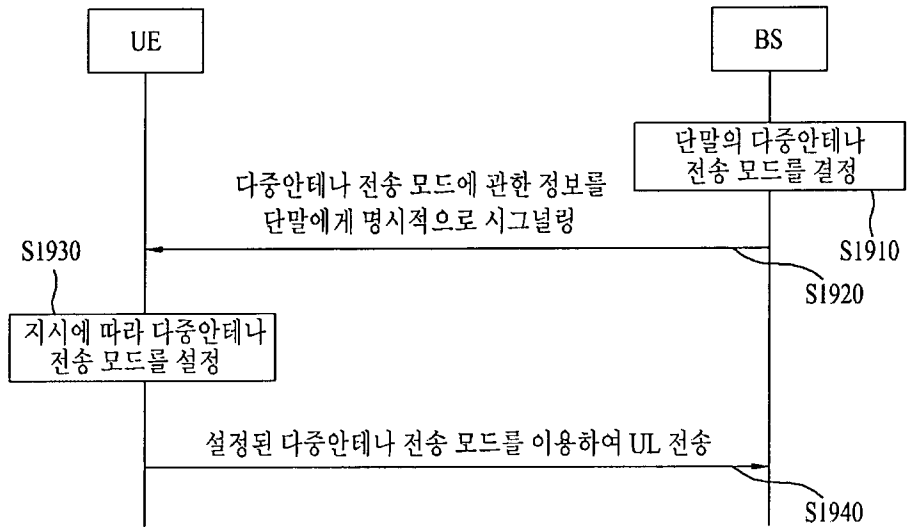
[도 17]



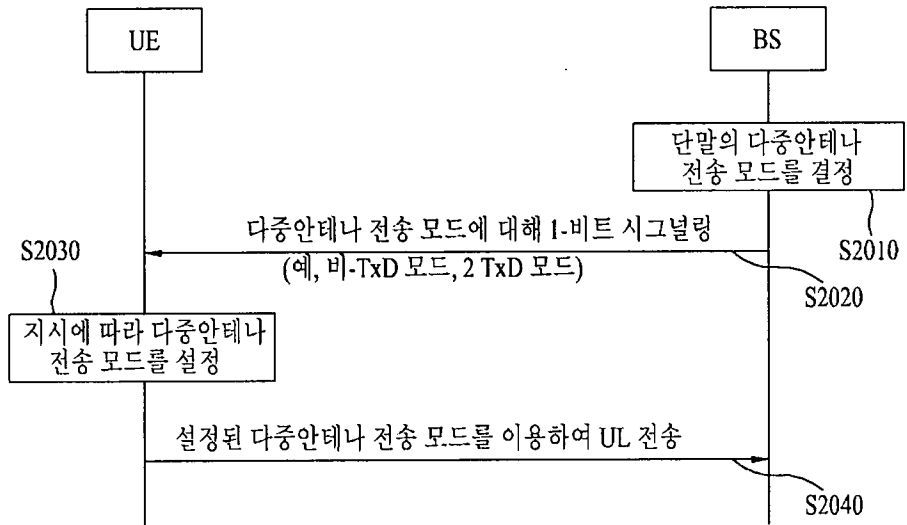
[도 18]



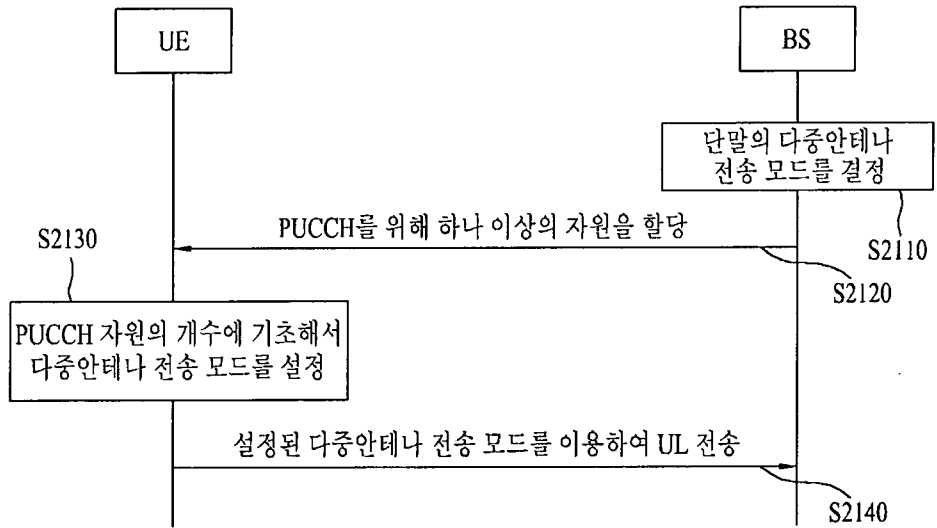
[도 19]



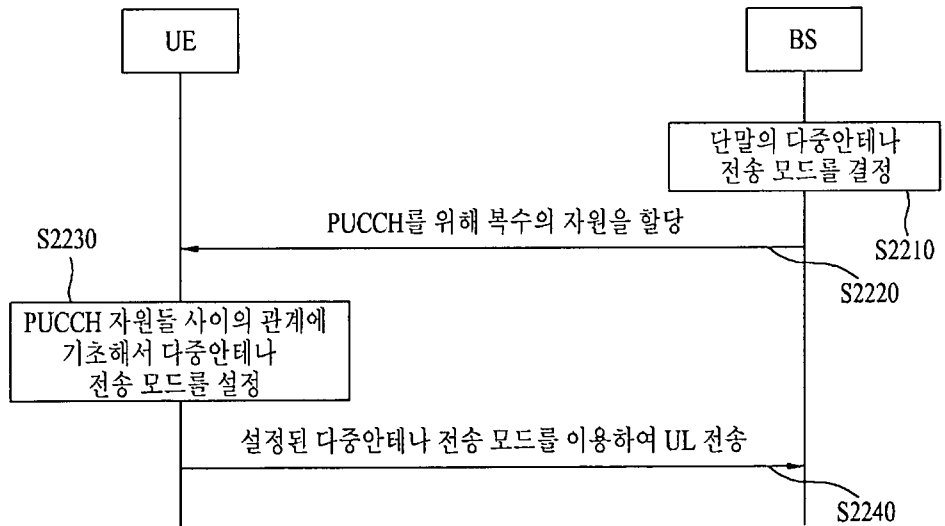
[도 20]



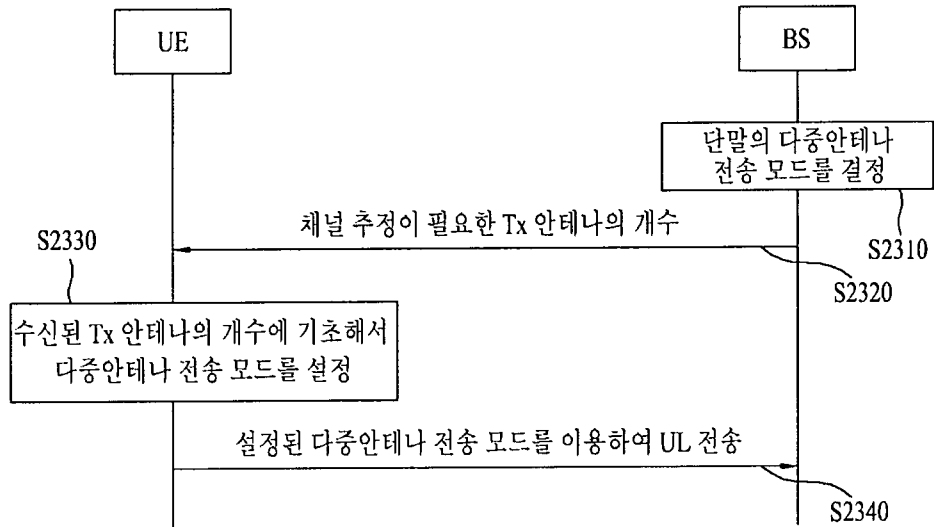
[도 21]



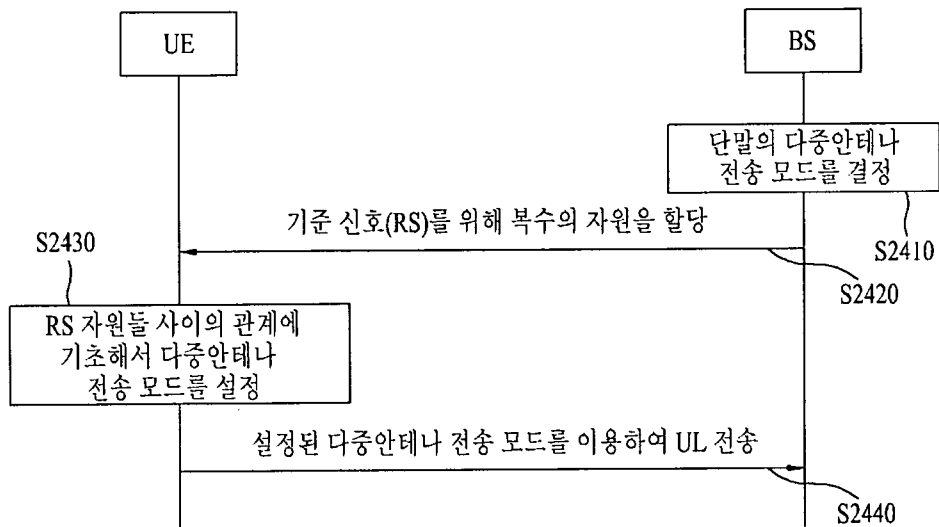
[도 22]



[도 23]



[도 24]



[도 25]

