



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2019년04월24일  
 (11) 등록번호 10-1971972  
 (24) 등록일자 2019년04월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H04L 5/00 (2006.01) H04L 27/26 (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
 H04L 5/005 (2013.01)  
 H04L 27/2626 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2018-7022629  
 (22) 출원일자(국제) 2018년01월04일  
 심사청구일자 2018년08월08일  
 (85) 번역문제출일자 2018년08월06일  
 (65) 공개번호 10-2018-0098403  
 (43) 공개일자 2018년09월03일  
 (86) 국제출원번호 PCT/KR2018/000152  
 (87) 국제공개번호 WO 2018/128399  
 국제공개일자 2018년07월12일  
 (30) 우선권주장  
 62/444,306 2017년01월09일 미국(US)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020110043489 A  
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
 엘지전자 주식회사  
 서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)  
 (72) 발명자  
 고현수  
 서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허  
 센터  
 김기준  
 서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허  
 센터  
 (74) 대리인  
 김용인, 방해철

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 노상민

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서, 참조 신호를 전송하는 방법 및 이를 위한 장치

**(57) 요약**

본 발명은 무선 통신 시스템에서, 참조 신호를 전송하는 방법 및 이를 위한 장치에 대해 개시한다. 특히, 상기 방법은, 상향링크 데이터를 위한 자원 영역 내의 적어도 하나의 OFDM 심볼에 상기 DMRS 신호를 맵핑하여 전송하되, 상기 적어도 하나의 OFDM 심볼에서, 상기 DMRS 신호가 맵핑되지 않은 자원 요소는, 상기 상향링크 데이터를 위해 사용되지 않을 수 있다.

(52) CPC특허분류

*H04L 5/0007* (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR101647868 B1

KR1020110117032 A

KR1020150018301 A

KR101577518 B1

Huawei et al., R1-1611246, Functionalities and design of reference signal for demodulation of UL Channels, 3GPP TSG RAN WG1 #87

LG Electronics, R1-1611812, DMRS Design Principle, 3GPP TSG RAN WG1 #87

Qualcomm Incorporated, R1-1612050, Views on UL DMRS design, 3GPP TSG RAN WG1 #87

US20160100398 A1

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

무선 통신 시스템에서, 단말이 DMRS(Demodulation Reference Signal)을 전송하는 방법에 있어서,  
 특정 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼 내에서 일정 간격 단위로 자원 요소들을 그룹핑한 복수의 자원 요소 그룹들 중, DRMS가 맵핑되는 제 1 자원 요소 그룹에 관련된 제 1 정보 및 상향링크 데이터가 전송되지 않는 제 2 자원 요소 그룹에 관련된 제 2 정보를 수신하고,  
 상기 제 1 자원 요소 그룹을 통해 상기 DMRS를 전송하는 것을 특징으로 하고,  
 상기 제 2 자원 요소 그룹에는, 상기 상향링크 데이터가 맵핑되지 않는, 참조 신호 전송 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,  
 상기 제 2 자원 요소 그룹은,  
 상기 복수의 자원 요소 그룹들 중, 상기 제 1 자원 요소 그룹이 아닌 자원 요소 그룹인,  
 참조 신호 전송 방법.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,  
 상기 복수의 자원 요소 그룹 별로 할당되는 총 전송 전력은,  
 모두 동일한,  
 참조 신호 전송 방법.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,  
 상기 DRMS를 전송하기 위한 랭크(rank)의 수는, 1 또는 2인,  
 참조 신호 전송 방법.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,  
 상기 DMRS 신호는, DFT-S-OFDM 방식 또는 CP-OFDM 방식을 기반으로 전송되며,  
 상기 DFT-S-OFDM 방식 기반인 경우와 상기 CP-OFDM 방식 기반인 경우의 DMRS 맵핑 패턴은 동일한,  
 참조 신호 전송 방법.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,  
 상기 DFT-S-OFDM 방식기반인 경우와 상기 CP-OFDM 방식기반인 경우의 DMRS 시퀀스는 서로 상이한 타입의 시퀀스에 기반하여 생성되는,  
 참조 신호 전송 방법.

#### 청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 DFT-S-OFDM 방식 기반인 경우와 상기 CP-OFDM 방식 기반인 경우의 DMRS의 맵핑 위치는 서로 상이한, 참조 신호 전송 방법.

**청구항 8**

무선 통신 시스템에서, DMRS(Demodulation Reference Signal)를 전송하는 통신 장치에 있어서,

메모리; 및

상기 메모리와 연결된 프로세서;를 포함하고,

상기 프로세서는,

특정 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼 내에서 일정 간격 단위로 자원 요소들을 그룹핑한 복수의 자원 요소 그룹들 중, DRMS가 맵핑되는 제 1 자원 요소 그룹에 관련된 제 1 정보 및 상향링크 데이터가 전송되지 않는 제 2 자원 요소 그룹에 관련된 제 2 정보를 수신하고,

상기 제 1 자원 요소 그룹을 통해 상기 DMRS를 전송하도록 제어하는 것을 특징으로 하고,

상기 제 2 자원 요소 그룹에는, 상기 상향링크 데이터가 맵핑되지 않는,

통신 장치.

**청구항 9**

무선 통신 시스템에서, 기지국이 DMRS(Demodulation Reference Signal)를 전송하는 방법에 있어서,

특정 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼 내에서 일정 간격 단위로 자원 요소들을 그룹핑한 복수의 자원 요소 그룹들 중, DRMS가 맵핑되는 제 1 자원 요소 그룹에 관련된 제 1 정보 및 하향링크 데이터가 전송되지 않는 제 2 자원 요소 그룹에 관련된 제 2 정보를 전송하고,

상기 제 1 자원 요소 그룹을 통해 상기 DMRS를 전송하는 것을 특징으로 하고,

상기 제 2 자원 요소 그룹에는, 상기 하향링크 데이터가 맵핑되지 않는,

참조 신호 전송 방법.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,

상기 제 2 자원 요소 그룹은,

상기 복수의 자원 요소 그룹들 중, 상기 제 1 자원 요소 그룹이 아닌 자원 요소 그룹인,

참조 신호 전송 방법.

**청구항 11**

제 9 항에 있어서,

상기 복수의 자원 요소 그룹 별로 할당되는 총 전송 전력은,

모두 동일한,

참조 신호 전송 방법.

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

무선 통신 시스템에서, DMRS(Demodulation Reference Signal)를 전송하기 위한 통신 장치에 있어서,

메모리; 및

상기 메모리와 연결된 프로세서;를 포함하고, 상기 프로세서는,

특정 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼 내에서 일정 간격 단위로 자원 요소들을 그룹핑한 복수의 자원 요소 그룹들 중, DRMS가 맵핑되는 제 1 자원 요소 그룹에 관련된 제 1 정보 및 하향링크 데이터가 전송되지 않는 제 2 자원 요소 그룹에 관련된 제 2 정보를 전송하고,

상기 제 1 자원 요소 그룹을 통해 상기 DMRS를 전송하도록 제어하는 것을 포함하고,

상기 제 2 자원 요소 그룹에는, 상기 하향링크 데이터가 맵핑되지 않는,

통신 장치.

**청구항 14**

삭제

**청구항 15**

삭제

**청구항 16**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에서, 참조 신호를 전송하는 방법 및 이를 위한 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 참조 신호가 배치되는 심볼을 통해 데이터를 전송할 지 여부를 결정하여, 신호를 전송하는 방법, 그리고 이를 위한 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템의 일례로서 3GPP LTE (3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution; 이하 "LTE"라 함) 통신 시스템에 대해 개략적으로 설명한다.

[0003] 도 1은 무선 통신 시스템의 일례로서 E-UMTS 망구조를 개략적으로 도시한 도면이다. E-UMTS(Evolved Universal Mobile Telecommunications System) 시스템은 기존 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)에서 진화한 시스템으로서, 현재 3GPP에서 기초적인 표준화 작업을 진행하고 있다. 일반적으로 E-UMTS는 LTE(Long Term Evolution) 시스템이라고 할 수도 있다. UMTS 및 E-UMTS의 기술 규격(technical specification)의 상세한 내용은 각각 "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network"의 Release 7과 Release 8을 참조할 수 있다.

[0004] 도 1을 참조하면, E-UMTS는 단말(User Equipment; UE)과 기지국(eNode B; eNB, 네트워크(E-UTRAN)의 종단에 위치하여 외부 네트워크와 연결되는 접속 게이트웨이(Access Gateway; AG)를 포함한다. 기지국은 브로드캐스트 서비스, 멀티캐스트 서비스 및/또는 유니캐스트 서비스를 위해 다중 데이터 스트림을 동시에 송신할 수 있다.

[0005] 한 기지국에는 하나 이상의 셀이 존재한다. 셀은 1.25, 2.5, 5, 10, 15, 20Mhz 등의 대역폭 중 하나로 설정되어 여러 단말에게 하향 또는 상향 송신 서비스를 제공한다. 서로 다른 셀은 서로 다른 대역폭을 제공하도록 설정될 수 있다. 기지국은 다수의 단말에 대한 데이터 송수신을 제어한다. 하향링크(Downlink; DL) 데이터에 대해 기지국은 하향링크 스케줄링 정보를 송신하여 해당 단말에게 데이터가 송신될 시간/주파수 영역, 부호화, 데이터 크기, HARQ(Hybrid Automatic Repeat and reQuest) 관련 정보 등을 알려준다. 또한, 상향링크(Uplink; UL) 데이터에 대해 기지국은 상향링크 스케줄링 정보를 해당 단말에게 송신하여 해당 단말이 사용할 수 있는 시간/주파수 영역, 부호화, 데이터 크기, HARQ 관련 정보 등을 알려준다. 기지국간에는 사용자 트래픽 또는 제어 트래픽 송신을 위한 인터페이스가 사용될 수 있다. 핵심망(Core Network; CN)은 AG와 단말의 사용자 등록 등을 위한 네트워크 노드 등으로 구성될 수 있다. AG는 복수의 셀들로 구성되는 TA(Tracking Area) 단위로 단말의 이동성을 관리한다.

[0006] 무선 통신 기술은 WCDMA를 기반으로 LTE까지 개발되어 왔지만, 사용자와 사업자의 요구와 기대는 지속적으로 증

가하고 있다. 또한, 다른 무선 접속 기술이 계속 개발되고 있으므로 향후 경쟁력을 가지기 위해서는 새로운 기술 진화가 요구된다. 비트당 비용 감소, 서비스 가용성 증대, 융통성 있는 주파수 밴드의 사용, 단순구조와 개방형 인터페이스, 단말의 적절한 파워 소모 등이 요구된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0007] 본 발명은 무선 통신 시스템에서, 참조 신호를 전송하는 방법 및 이를 위한 장치를 제공하고자 한다.
- [0008] 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.

**과제의 해결 수단**

- [0009] 본 발명의 실시 예에 따른, 무선 통신 시스템에서, 단말이 DMRS (Demodulation Reference Signal)을 전송하는 방법에 있어서, 상향링크 데이터를 위한 자원 영역 내의 적어도 하나의 OFDM 심볼에 상기 DMRS 신호를 맵핑하여 전송하되, 상기 적어도 하나의 OFDM 심볼에서, 상기 DMRS 신호가 맵핑되지 않은 자원 요소는, 상기 상향링크 데이터를 위해 사용되지 않을 수 있다.
- [0010] 이 때, 상기 DMRS 신호는, 상기 DFT-S-OFDM 방식 또는 CP-OFDM 방식을 적용하여 전송할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 DFT-S-OFDM 방식이 적용되는 경우와 상기 CP-OFDM 방식이 적용되는 경우의 DMRS 맵핑 패턴은 동일할 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 DMRS는 상기 적어도 하나의 OFDM심볼에 기 설정된 부반송파 간격으로 맵핑될 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 DFT-S-OFDM 방식이 적용되는 경우와 상기 CP-OFDM 방식이 적용되는 경우의 DMRS 시퀀스는 서로 다른 타입의 시퀀스에 기반하여 생성될 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 DFT-S-OFDM 방식이 적용되는 경우와 상기 CP-OFDM 방식이 적용되는 경우의 DMRS의 맵핑 위치는 서로 상이할 수 있다.
- [0015] 또한, 상향링크 데이터를 전송하기 위한 자원 블록 그룹의 크기에 관한 정보를 수신하고, 상기 수신한 자원 블록 그룹의 크기를 기반으로, 상기 DMRS가 맵핑되지 않는 OFDM 심볼을 통해 전송되는 상향링크 데이터를 전송할 수 있다.
- [0016] 또한, 적어도 하나의 OFDM 심볼에서 상향링크 데이터 전송을 위해 사용되지 않는 자원 요소에 관한 제어 정보를 수신하는 것을 더 포함하고, 상기 제어 정보를 기반으로, 상기 DMRS 신호가 맵핑되지 않은 자원 요소에 상기 상향링크 데이터를 맵핑하지 않을 수 있다.
- [0017] 본 발명에 따른, 무선 통신 시스템에서, DMRS (Demodulation Reference Signal)를 전송하는 단말에 있어서, 기 지국과 무선 신호를 송수신하는 RF 모듈; 및 상기 RF 모듈과 연결되어, 상향링크 데이터를 위한 자원 영역 내의 적어도 하나의 OFDM 심볼에 상기 DMRS 신호를 맵핑하여 전송하는 프로세서를 포함하되, 상기 적어도 하나의 OFDM 심볼에서, 상기 DMRS 신호가 맵핑되지 않은 자원 요소는, 상기 상향링크 데이터를 위해 사용되지 않을 수 있다.
- [0018] 이 때, 상기 DMRS 신호는, 상기 DFT-S-OFDM 방식 또는 CP-OFDM 방식을 적용하여 전송할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 DFT-S-OFDM 방식이 적용되는 경우와 상기 CP-OFDM 방식이 적용되는 경우의 DMRS 맵핑 패턴은 동일할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 DMRS는 상기 적어도 하나의 OFDM심볼에 기 설정된 부반송파 간격으로 맵핑될 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 DFT-S-OFDM 방식이 적용되는 경우와 상기 CP-OFDM 방식이 적용되는 경우의 DMRS 시퀀스는 서로 다른 타입의 시퀀스에 기반하여 생성될 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 DFT-S-OFDM 방식이 적용되는 경우와 상기 CP-OFDM 방식이 적용되는 경우의 DMRS의 맵핑 위치는 서로 상이할 수 있다.

[0023] 또한, 상향링크 데이터를 전송하기 위한 자원 블록 그룹의 크기에 관한 정보를 수신하고, 상기 수신한 자원 블록 그룹의 크기를 기반으로, 상기 DMRS가 맵핑되지 않는 OFDM 심볼을 통해 전송되는 상향링크 데이터를 전송할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 RF 모듈을 통해, 적어도 하나의 OFDM 심볼에서 상향링크 데이터 전송을 위해 사용되지 않는 자원 요소에 관한 제어 정보를 수신하고, 상기 제어 정보를 기반으로, 상기 DMRS 신호가 맵핑되지 않은 자원 요소에 상기 상향링크 데이터를 맵핑하지 않을 수 있다.

**발명의 효과**

[0025] 본 발명에 따르면, 참조 신호의 오버헤드 및 MIMO 이득에 따라, 참조 신호가 전송되는 심볼 내의 데이터 배치를 상이하게 함으로써, 효율적으로 신호를 전송할 수 있다.

[0026] 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**

- [0027] 도 1은 무선 통신 시스템의 일례로서 E-UMTS 망구조를 개략적으로 도시한 도면.
- 도 2는 3GPP 무선 접속망 규격을 기반으로 한 단말과 E-UTRAN 사이의 무선 인터페이스 프로토콜(Radio Interface Protocol)의 제어평면(Control Plane) 및 사용자평면(User Plane) 구조를 나타내는 도면.
- 도 3은 3GPP 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 송신 방법을 설명하기 위한 도면.
- 도 4는 LTE 시스템에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 예시하는 도면.
- 도 5는 LTE 시스템에서 사용되는 하향링크 무선 프레임의 구조를 예시하는 도면.
- 도 6은 LTE 시스템에서 사용되는 상향링크 서브프레임의 구조를 도시하는 도면.
- 도 7 및 도 8은 4개의 안테나를 이용한 하향링크 전송을 지원하는 LTE 시스템에서의 하향링크 참조 신호의 구조를 도시하는 도면이다.
- 도 9는 현재 3GPP 표준문서에서 정의하고 있는 하향링크 DM-RS 할당 예를 도시한다.
- 도 10은 TXRU와 안테나 엘리먼트의 연결 방식의 일례들을 나타낸다.
- 도 11은 Self-contained 서브프레임 구조의 일 예이다.
- 도 12 및 도 13은 Self-contained 서브프레임 구조에서 기본 DMRS와 추가 DMRS를 전송하는 일 예이다.
- 도 14 및 도 15는 하향링크 데이터 및 상향링크 데이터를 위한 DMRS 전송의 일례이다.
- 도 16은 채널 상태 변화 측정을 위한 참조 신호 전송의 일례이다.
- 도 17은 제어 채널과 데이터 채널에서 참조 신호를 공유하는 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 18 내지 도 19는 상이한 길이를 가지는 OFDM 심볼들이 멀티플렉싱 되는 실시 예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 20은 부반송파 간격에 따른, 하나의 심볼 내에서의 RE를 구성하는 예시를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 21은 본 발명의 일 실시예에 따라 DMRS를 CDM 방식으로 N개 RE에 스프레딩하고, 8개의 직교 코드를 이용하여 전송하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따라 FDM과 CDM을 조합하여 사용하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 23은 본 발명의 일 실시예에 따라 FDM과 OCC를 조합하여 사용하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 24는 본 발명의 다른 일 실시예에 따라 FDM과 CDM을 조합하여 사용하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 25 및 26은 본 발명의 다른 일 실시예에 따라 FDM과 OCC를 조합하여 사용하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 27은 본 발명의 다른 일 실시예에 따라 FDM을 이용하고 AP당 8 RE 간격을 설명하는 방법을 설명하기 위한 도

면이다.

도 28은 본 발명의 일 실시예에 따라 FDM과 CDM을 적용하는 방안을 도시한 도면이다.

도 29는 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0028] 이하에서 첨부된 도면을 참조하여 설명된 본 발명의 실시예들에 의해 본 발명의 구성, 작용 및 다른 특징들이 용이하게 이해될 수 있을 것이다. 이하에서 설명되는 실시예들은 본 발명의 기술적 특징들이 3GPP 시스템에 적용된 예들이다.
- [0029] 본 명세서는 LTE 시스템 및 LTE-A 시스템을 사용하여 본 발명의 실시예를 설명하지만, 이는 예시로서 본 발명의 실시예는 상기 정의에 해당되는 어떤 통신 시스템에도 적용될 수 있다.
- [0030] 또한, 본 명세서는 기지국의 명칭은 RRH(remote radio head), eNB, TP(transmission point), RP(reception point), 중계기(relay) 등을 포함하는 포괄적인 용어로 사용될 수 있다.
- [0031] 도 2는 3GPP 무선 접속망 규격을 기반으로 한 단말과 E-UTRAN 사이의 무선 인터페이스 프로토콜(Radio Interface Protocol)의 제어평면(Control Plane) 및 사용자평면(User Plane) 구조를 나타내는 도면이다. 제어 평면은 단말(User Equipment; UE)과 네트워크가 호를 관리하기 위해서 이용하는 제어 메시지가 송신되는 통로를 의미한다. 사용자평면은 애플리케이션 계층에서 생성된 데이터, 예를 들어, 음성 데이터 또는 인터넷 패킷 데이터 등이 송신되는 통로를 의미한다.
- [0032] 제1계층인 물리계층은 물리채널(Physical Channel)을 이용하여 상위 계층에게 정보 송신 서비스(Information Transfer Service)를 제공한다. 물리계층은 상위에 있는 매체접속제어(Medium Access Control) 계층과는 송신 채널(Transport Channel)을 통해 연결되어 있다. 상기 송신채널을 통해 매체접속제어 계층과 물리계층 사이에 데이터가 이동한다. 송신측과 수신측의 물리계층 사이는 물리채널을 통해 데이터가 이동한다. 상기 물리채널은 시간과 주파수를 무선 자원으로 활용한다. 구체적으로, 물리채널은 하향링크에서 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 방식으로 변조되고, 상향링크에서 SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 방식으로 변조된다.
- [0033] 제2계층의 매체접속제어(Medium Access Control; MAC) 계층은 논리채널(Logical Channel)을 통해 상위계층인 무선링크제어(Radio Link Control; RLC) 계층에 서비스를 제공한다. 제2계층의 RLC 계층은 신뢰성 있는 데이터 송신을 지원한다. RLC 계층의 기능은 MAC 내부의 기능 블록으로 구현될 수도 있다. 제2계층의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 계층은 대역폭이 좁은 무선 인터페이스에서 IPv4나 IPv6와 같은 IP 패킷을 효율적으로 송신하기 위해 불필요한 제어정보를 줄여주는 헤더 압축(Header Compression) 기능을 수행한다.
- [0034] 제3계층의 최하부에 위치한 무선 자원제어(Radio Resource Control; RRC) 계층은 제어평면에서만 정의된다. RRC 계층은 무선베어러(Radio Bearer)들의 설정(Configuration), 재설정(Re-configuration) 및 해제(Release)와 관련되어 논리채널, 송신채널 및 물리채널들의 제어를 담당한다. 무선 베어러는 단말과 네트워크 간의 데이터 전달을 위해 제2계층에 의해 제공되는 서비스를 의미한다. 이를 위해, 단말과 네트워크의 RRC 계층은 서로 RRC 메시지를 교환한다. 단말과 네트워크의 RRC 계층 사이에 RRC 연결(RRC Connected)이 있을 경우, 단말은 RRC 연결 상태(Connected Mode)에 있게 되고, 그렇지 못할 경우 RRC 휴지 상태(Idle Mode)에 있게 된다. RRC 계층의 상위에 있는 NAS(Non-Access Stratum) 계층은 세션 관리(Session Management)와 이동성 관리(Mobility Management) 등의 기능을 수행한다.
- [0035] 네트워크에서 단말로 데이터를 송신하는 하향 송신채널은 시스템 정보를 송신하는 BCH(Broadcast Channel), 페이지 메시지를 송신하는 PCH(Paging Channel), 사용자 트래픽이나 제어 메시지를 송신하는 하향 SCH(Shared Channel) 등이 있다. 하향 멀티캐스트 또는 방송 서비스의 트래픽 또는 제어 메시지의 경우 하향 SCH를 통해 송신될 수도 있고, 또는 별도의 하향 MCH(Multicast Channel)을 통해 송신될 수도 있다. 한편, 단말에서 네트워크로 데이터를 송신하는 상향 송신채널로는 초기 제어 메시지를 송신하는 RACH(Random Access Channel), 사용자 트래픽이나 제어 메시지를 송신하는 상향 SCH(Shared Channel)가 있다. 송신채널의 상위에 있으며, 송신채널에 매핑되는 논리채널(Logical Channel)로는 BCCH(Broadcast Control Channel), PCCH(Paging Control Channel), CCCH(Common Control Channel), MCCH(Multicast Control Channel), MTCH(Multicast Traffic Channel) 등이 있다.

- [0036] 도 3은 3GPP 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 송신 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0037] 단말은 전원이 켜지거나 새로이 셀에 진입한 경우 기지국과 동기를 맞추는 등의 초기 셀 탐색(Initial cell search) 작업을 수행한다(S301). 이를 위해, 단말은 기지국으로부터 주 동기 채널(Primary Synchronization Channel; P-SCH) 및 부 동기 채널(Secondary Synchronization Channel; S-SCH)을 수신하여 기지국과 동기를 맞추고, 셀 ID 등의 정보를 획득할 수 있다. 그 후, 단말은 기지국으로부터 물리 방송 채널(Physical Broadcast Channel)을 수신하여 셀 내 방송 정보를 획득할 수 있다. 한편, 단말은 초기 셀 탐색 단계에서 하향링크 참조 신호(Downlink Reference Signal; DL RS)를 수신하여 하향링크 채널 상태를 확인할 수 있다.
- [0038] 초기 셀 탐색을 마친 단말은 물리 하향링크 제어 채널(Physical Downlink Control Channel; PDCCH) 및 상기 PDCCH에 실린 정보에 따라 물리 하향링크 공유 채널(Physical Downlink Control Channel; PDSCH)을 수신함으로써 좀더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다(S302).
- [0039] 한편, 기지국에 최초로 접속하거나 신호 송신을 위한 무선 자원이 없는 경우 단말은 기지국에 대해 임의 접속 과정(Random Access Procedure; RACH)을 수행할 수 있다(단계 S303 내지 단계 S306). 이를 위해, 단말은 물리 임의 접속 채널(Physical Random Access Channel; PRACH)을 통해 특정 시퀀스를 프리앰블로 송신하고(S303 및 S305), PDCCH 및 대응하는 PDSCH를 통해 프리앰블에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다(S304 및 S306). 경쟁 기반 RACH의 경우, 추가적으로 충돌 해결 절차(Contention Resolution Procedure)를 수행할 수 있다.
- [0040] 상술한 바와 같은 절차를 수행한 단말은 이후 일반적인 상/하향링크 신호 송신 절차로서 PDCCH/PDSCH 수신(S307) 및 물리 상향링크 공유 채널(Physical Uplink Shared Channel; PUSCH)/물리 상향링크 제어 채널(Physical Uplink Control Channel; PUCCH) 송신(S308)을 수행할 수 있다. 특히 단말은 PDCCH를 통하여 하향링크 제어 정보(Downlink Control Information; DCI)를 수신한다. 여기서 DCI는 단말에 대한 자원 할당 정보와 같은 제어 정보를 포함하며, 그 사용 목적에 따라 포맷이 서로 다르다.
- [0041] 한편, 단말이 상향링크를 통해 기지국에 송신하는 또는 단말이 기지국으로부터 수신하는 제어 정보는 하향링크/상향링크 ACK/NACK 신호, CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix 인덱스), RI(Rank Indicator) 등을 포함한다. 3GPP LTE 시스템의 경우, 단말은 상술한 CQI/PMI/RI 등의 제어 정보를 PUSCH 및/또는 PUCCH를 통해 송신할 수 있다.
- [0042] 도 4는 LTE 시스템에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 예시하는 도면이다.
- [0043] 도 4를 참조하면, 무선 프레임(radio frame)은 10ms( $327200 \times T_s$ )의 길이를 가지며 10개의 균등한 크기의 서브 프레임(subframe)으로 구성되어 있다. 각각의 서브프레임은 1ms의 길이를 가지며 2개의 슬롯(slot)으로 구성되어 있다. 각각의 슬롯은 0.5ms( $15360 \times T_s$ )의 길이를 가진다. 여기에서,  $T_s$ 는 샘플링 시간을 나타내고,  $T_s = 1 / (15\text{kHz} \times 2048) = 3.2552 \times 10^{-8}$  (약 33ns)로 표시된다. 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 복수의 자원블록(Resource Block; RB)을 포함한다. LTE 시스템에서 하나의 자원블록은 12개의 부반송파 $\times$ 7(6)개의 OFDM 심볼을 포함한다. 데이터가 송신되는 단위시간인 TTI(Transmission Time Interval)는 하나 이상의 서브프레임 단위로 정해질 수 있다. 상술한 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.
- [0044] 도 5는 하향링크 무선 프레임에서 하나의 서브프레임의 제어 영역에 포함되는 제어 채널을 예시하는 도면이다.
- [0045] 도 5를 참조하면, 서브프레임은 14개의 OFDM 심볼로 구성되어 있다. 서브프레임 설정에 따라 처음 1 내지 3개의 OFDM 심볼은 제어 영역으로 사용되고 나머지 13~11개의 OFDM 심볼은 데이터 영역으로 사용된다. 도면에서 R1 내지 R4는 안테나 0 내지 3에 대한 기준 신호(Reference Signal(RS) 또는 Pilot Signal)를 나타낸다. RS는 제어 영역 및 데이터 영역과 상관없이 서브프레임 내에 일정한 패턴으로 고정된다. 제어 채널은 제어 영역 중에서 RS가 할당되지 않은 자원에 할당되고, 트래픽 채널도 데이터 영역 중에서 RS가 할당되지 않은 자원에 할당된다. 제어 영역에 할당되는 제어 채널로는 PCFICH(Physical Control Format Indicator CHannel), PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator CHannel), PDCCH(Physical Downlink Control CHannel) 등이 있다.
- [0046] PCFICH는 물리 제어 포맷 지시자 채널로서 매 서브프레임 마다 PDCCH에 사용되는 OFDM 심볼의 개수를 단말에게 알려준다. PCFICH는 첫 번째 OFDM 심볼에 위치하며 PHICH 및 PDCCH에 우선하여 설정된다. PCFICH는 4개의 REG(Resource Element Group)로 구성되고, 각각의 REG는 셀 ID(Cell IDentity)에 기초하여 제어 영역 내에 분

산된다. 하나의 REG는 4개의 RE(Resource Element)로 구성된다. RE는 하나의 부반송파×하나의 OFDM 심볼로 정의되는 최소 물리 자원을 나타낸다. PCFICH 값은 대역폭에 따라 1 내지 3 또는 2 내지 4의 값을 지시하며 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)로 변조된다.

[0047] PHICH는 물리 HARQ(Hybrid - Automatic Repeat and request) 지시자 채널로서 상향링크 송신에 대한 HARQ ACK/NACK을 나르는데 사용된다. 즉, PHICH는 UL HARQ를 위한 DL ACK/NACK 정보가 송신되는 채널을 나타낸다. PHICH는 1개의 REG로 구성되고, 셀 특정(cell-specific)하게 스크램블(scrambling) 된다. ACK/NACK은 1 비트로 지시되며, BPSK(Binary phase shift keying)로 변조된다. 변조된 ACK/NACK은 확산인자(Spreading Factor; SF) = 2 또는 4로 확산된다. 동일한 자원에 매핑되는 복수의 PHICH는 PHICH 그룹을 구성한다. PHICH 그룹에 다중화되는 PHICH의 개수는 확산 코드의 개수에 따라 결정된다. PHICH (그룹)은 주파수 영역 및/또는 시간 영역에서 다이버시티 이득을 얻기 위해 3번 반복(repetition)된다.

[0048] PDCCH는 물리 하향링크 제어 채널로서 서브프레임의 처음 n개의 OFDM 심볼에 할당된다. 여기에서, n은 1 이상의 정수로서 PCFICH에 의해 지시된다. PDCCH는 하나 이상의 CCE로 구성된다. PDCCH는 송신 채널인 PCH(Paging channel) 및 DL-SCH(Downlink-shared channel)의 자원할당과 관련된 정보, 상향링크 스케줄링 그랜트(Uplink Scheduling Grant), HARQ 정보 등을 각 단말 또는 단말 그룹에게 알려준다. PCH(Paging channel) 및 DL-SCH(Downlink-shared channel)는 PDSCH를 통해 송신된다. 따라서, 기지국과 단말은 일반적으로 특정한 제어 정보 또는 특정한 서비스 데이터를 제외하고는 PDSCH를 통해서 데이터를 각각 송신 및 수신한다.

[0049] PDSCH의 데이터가 어떤 단말(하나 또는 복수의 단말)에게 송신되는 것이며, 상기 단말들이 어떻게 PDSCH 데이터를 수신하고 디코딩(decoding)을 해야 하는 지에 대한 정보 등은 PDCCH에 포함되어 송신된다. 예를 들어, 특정 PDCCH가 "A"라는 RNTI(Radio Network Temporary Identity)로 CRC 마스킹(masking)되어 있고, "B"라는 무선자원(예, 주파수 위치) 및 "C"라는 DCI 포맷 즉, 송신 형식 정보(예, 송신 블록 사이즈, 변조 방식, 코딩 정보 등)를 이용해 송신되는 데이터에 관한 정보가 특정 서브프레임을 통해 송신된다고 가정한다. 이 경우, 셀 내의 단말은 자신이 가지고 있는 RNTI 정보를 이용하여 검색 영역에서 PDCCH를 모니터링, 즉 블라인드 디코딩하고, "A" RNTI를 가지고 있는 하나 이상의 단말이 있다면, 상기 단말들은 PDCCH를 수신하고, 수신한 PDCCH의 정보를 통해 "B"와 "C"에 의해 지시되는 PDSCH를 수신한다.

[0050] 도 6은 LTE 시스템에서 사용되는 상향링크 서브프레임의 구조를 도시하는 도면이다.

[0051] 도 6을 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 송신되는 제어정보는 HARQ에 사용되는 ACK/NACK, 하향링크 채널 상태를 나타내는 CQI(Channel Quality Indicator), MIMO를 위한 RI(Rank Indicator), 상향링크 자원 할당 요청인 SR(Scheduling Request) 등이 있다. 한 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임 내의 각 슬롯에서 서로 다른 주파수를 차지하는 하나의 자원블록을 사용한다. 즉, PUCCH에 할당되는 2개의 자원블록은 슬롯 경계에서 주파수 호핑(frequency hopping)된다. 특히 도 6은 m=0인 PUCCH, m=1인 PUCCH, m=2인 PUCCH, m=3인 PUCCH가 서브프레임에 할당되는 것을 예시한다.

[0052] 이하에서는, 참조 신호에 관하여 보다 상세히 설명한다.

[0053] 일반적으로 채널 측정을 위하여 데이터와 함께 송신측과 수신측 모두가 이미 알고 있는 참조 신호가 송신측에서 수신측으로 전송된다. 이러한 참조 신호는 채널 측정뿐만 아니라 변조 기법을 알려주어 복조 과정이 수행되도록 하는 역할을 수행한다. 참조 신호는 기지국과 특정 단말을 위한 전용 참조 신호(dedicated RS; DRS), 즉 단말 특정 참조 신호와 셀 내 모든 단말을 위한 셀 특정 참조 신호인 공통 참조 신호(common RS 또는 Cell specific RS; CRS)로 구분된다. 또한, 셀 특정 참조 신호는 단말에서 CQI/PMI/RI 를 측정하여 기지국으로 보고하기 위한 참조 신호를 포함하며, 이를 CSI-RS(Channel State Information-RS)라고 지칭한다.

[0054] 도 7 및 도 8은 4개의 안테나를 이용한 하향링크 전송을 지원하는 LTE 시스템에서의 참조 신호의 구조를 도시하는 도면이다. 특히 도 8은 일반(normal) 순환 전치(Cyclic Prefix)인 경우를 도시하며, 도 9는 확장(extended) 순환 전치인 경우를 도시한다.

[0055] 도 7 및 도 8을 참조하면, 격자에 기재된 0 내지 3은 안테나 포트 0 내지 3 각각에 대응하여 채널 측정과 데이터 복조를 위하여 송신되는 셀 특정 참조 신호인 CRS(Common Reference Signal)를 의미하며, 상기 셀 특정 참조 신호인 CRS는 데이터 정보 영역뿐만 아니라 제어 정보 영역 전반에 걸쳐 단말로 전송될 수 있다.

[0056] 또한, 격자에 기재된 'D'는 단말 특정 RS인 하향링크 DM-RS(Demodulation-RS)를 의미하고, DM-RS는 데이터 영

역 즉, PDSCH를 통하여 단일 안테나 포트 전송을 지원한다. 단말은 상위 계층을 통하여 상기 단말 특정 RS인 DM-RS의 존재 여부를 시그널링 받는다. 도 7 및 도 8은 안테나 포트 5에 대응하는 DM-RS를 예시하며, 3GPP 표준 문서 36.211에서는 안테나 포트 7 내지 14, 즉 총 8개의 안테나 포트에 대한 DM-RS 역시 정의하고 있다.

- [0057] 도 9는 현재 3GPP 표준문서에서 정의하고 있는 하향링크 DM-RS 할당 예를 도시한다.
- [0058] 도 9를 참조하면, DM-RS 그룹 1에는 안테나 포트 {7, 8, 11, 13}에 해당하는 DM-RS가 안테나 포트 별 시퀀스를 이용하여 맵핑되며, DM-RS 그룹 2에는 안테나 포트 {9, 10, 12, 14}에 해당하는 DM-RS가 마찬가지로 안테나 포트 별 시퀀스를 이용하여 맵핑된다.
- [0059] 이하, 채널 상태 정보(channel state information, CSI) 보고에 관하여 설명한다. 현재 LTE 표준에서는 채널 상태 정보 없이 운용되는 개루프(open-loop) MIMO와 채널 상태 정보에 기반하여 운용되는 폐루프(closed-loop) MIMO 두 가지 송신 방식이 존재한다. 특히, 폐루프 MIMO에서는 MIMO 안테나의 다중화 이득(다중화 gain)을 얻기 위해 기지국 및 단말 각각은 채널 상태 정보를 바탕으로 빔포밍을 수행할 수 있다. 기지국은 채널 상태 정보를 단말로부터 얻기 위해, 단말에게 PUCCH(Physical Uplink Control Channel) 또는 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)를 할당하여 하향링크 신호에 대한 채널 상태 정보(CSI)를 피드백 하도록 명령한다.
- [0060] CSI는 RI(Rank Indicator), PMI(Precoding Matrix 인덱스), CQI(Channel Quality Indication) 세가지 정보로 크게 분류된다. 우선, RI는 상술한 바와 같이 채널의 랭크 정보를 나타내며, 단말이 동일 주파수-시간 자원을 통해 수신할 수 있는 스트림의 개수를 의미한다. 또한, RI는 채널의 롱텀 페이딩(long term fading)에 의해 결정되므로 PMI, CQI 값 보다 통상 더 긴 주기로 기지국으로 피드백 된다.
- [0061] 두 번째로, PMI는 채널의 공간 특성을 반영한 값으로 SINR 등의 메트릭(metric)을 기준으로 단말이 선호하는 기지국의 프리코딩 행렬 인덱스를 나타낸다. 마지막으로, CQI는 채널의 세기를 나타내는 값으로 통상 기지국이 PMI를 이용했을 때 얻을 수 있는 수신 SINR을 의미한다.
- [0062] 3GPP LTE-A 시스템에서 기지국은 다수의 CSI 프로세스를 UE에게 설정하고, 각 CSI 프로세스에 대한 CSI를 보고 받을 수 있다. 여기서 CSI 프로세스는 기지국으로부터의 신호 품질 특정을 위한 CSI-RS 자원과 간섭 측정을 위한 CSI-IM (interference measurement) 자원, 즉 IMR (interference measurement resource)로 구성된다.
- [0063] Millimeter Wave (mmW)에서는 파장이 짧아져서 동일 면적에 다수개의 안테나 엘리먼트의 설치가 가능하다. 구체적으로, 30GHz 대역에서 파장은 1cm로써 4 by 4 cm의 패널(panel)에 0.5 lambda(파장) 간격으로 2D (dimension) 배열 형태인 총 64(8x8)의 안테나 엘리먼트 설치가 가능하다. 그러므로 mmW 분야에서의 최근 동향에서는 다수개의 안테나 엘리먼트를 사용하여 BF (beamforming) 이득을 높여 커버리지를 증가시키거나, 쓰루풋 (throughput)의 증대를 시도하고 있다.
- [0064] 이 경우에 안테나 엘리먼트 별로 송신 파워 및 위상 조절이 가능하도록 TXRU (Transceiver Unit)을 구비한다면, 주파수 자원 별로 독립적인 빔포밍이 가능하다. 그러나 100여개의 안테나 엘리먼트 모두에 TXRU를 설치하기에는 가격측면에서 실효성이 떨어지는 문제를 갖게 된다. 그러므로 하나의 TXRU에 다수개의 안테나 엘리먼트를 매핑하고 아날로그 위상 천이기 (analog phase shifter)로 빔의 방향을 조절하는 방식이 고려되고 있다. 이러한 아날로그 빔포밍 방식은 전 대역에 있어서 하나의 빔 방향만을 만들 수 있어 주파수 선택적 빔포밍을 해줄 수 없는 단점을 갖는다.
- [0065] 디지털 BF와 아날로그 BF의 중간 형태로 Q개의 안테나 엘리먼트보다 적은 개수인 B개의 TXRU를 갖는 hybrid BF를 고려할 수 있다. 이 경우에 B개의 TXRU와 Q개의 안테나 엘리먼트의 연결 방식에 따라서 차이는 있지만, 동시에 송신할 수 있는 빔 방향은 B개 이하로 제한되게 된다.
- [0066] 도 10은 TXRU와 안테나 엘리먼트의 연결 방식의 일례들을 나타낸다.
- [0067] 도 10의 (a)은 TXRU가 서브-어레이(sub-array)에 연결된 방식을 나타낸다. 이 경우에 안테나 엘리먼트는 하나의 TXRU에만 연결된다. 이와 달리 도 10의 (b)는 TXRU가 모든 안테나 엘리먼트에 연결된 방식을 나타낸다. 이 경우에 안테나 엘리먼트는 모든 TXRU에 연결된다. 도 10에서 W는 아날로그 위상 천이기에 의해 곱해지는 위상 벡터를 나타낸다. 즉, W에 의해 아날로그 빔포밍의 방향이 결정된다. 여기서 CSI-RS 안테나 포트와 TXRU들과의 매핑은 1-to-1 또는 1-to-多 일 수 있다.
- [0068] 더욱 많은 통신 기기들이 더욱 큰 통신 용량을 요구하게 됨에 따라 기존의 RAT (radio access technology)에 비해 향상된 무선 광대역 통신에 대한 필요성이 대두되고 있다. 또한 다수의 기기 및 사물들을 연결하여 언제 어디서나 다양한 서비스를 제공하는 메시브 (massive) MTC (Machine Type Communications) 역시 차세대 통신에서

고려될 주요 이슈 중 하나이다. 뿐만 아니라 신뢰도 (reliability) 및 레이턴시 (latency)에 민감한 서비스/UE를 고려한 통신 시스템 디자인이 논의되고 있다. 이러한 점을 고려한 차세대 RAT의 도입이 논의되고 있으며, 본 발명에서는 편의상 NewRAT (이하, NR)이라고 지칭한다.

- [0069] TDD 시스템에서 데이터 송신 레이턴시를 최소화하기 위하여 5세대 NR에서는 도 11과 같은 self-contained 서브프레임 구조를 고려하고 있다. 도 11은 Self-contained 서브프레임 구조의 일 예이다.
- [0070] 도 11에서 빗금 영역은 하향링크 제어 영역을 나타내고, 검정색 부분은 상향링크 제어 영역을 나타낸다. 표시가 없는 영역은 하향링크 데이터 송신을 위해 사용될 수도 있고, 상향링크 데이터 송신을 위해 사용될 수도 있다. 이러한 구조의 특징은 한 개의 서브프레임 내에서 하향링크 송신과 상향링크 송신이 순차적으로 진행되어, 서브프레임 내에서 하향링크 데이터를 보내고, 상향링크 ACK/NACK도 받을 수 있다. 결과적으로 데이터 송신 에러 발생시에 데이터 재송신까지 걸리는 시간을 줄이게 되며, 이로 인해 최종 데이터 전달의 레이턴시를 최소화할 수 있다.
- [0071] 이러한 self-contained 서브프레임 구조에서 기지국과 UE가 송신 모드에서 수신모드로 전환 과정 또는 수신모드에서 송신모드로 전환 과정을 위한 시간 간극 (time gap)이 필요하다. 이를 위하여 self-contained 서브프레임 구조에서 하향링크에서 상향링크로 전환되는 시점의 일부 OFDM 심볼 (OFDM 심볼; OS)이 GP (guard period)로 설정되게 된다.
- [0072] NR을 기반으로 동작하는 시스템에서 구성/설정 가능한 상기 self-contained 서브프레임 타입의 일례로, 적어도 다음과 같은 4가지 서브프레임 타입을 고려할 수 있다.
- [0073] - 하향링크 제어 구간 + 하향링크 데이터 구간 + GP + 상향링크 제어 구간
- [0074] - 하향링크 제어 구간 + 하향링크 데이터 구간
- [0075] - 하향링크 제어 구간 + GP + 상향링크 데이터 구간 + 상향링크 제어 구간
- [0076] - 하향링크 제어 구간 + GP + 상향링크 데이터 구간
- [0077] 한편, 5세대 NR에서는 NR 시스템의 특징 상, DMRS 전송에 아래와 같은 문제점이 발생할 수 있다. 첫째로, NR 시스템의 설계 요구 사항은, 주파수 대역이 700MHz부터 70GHz까지로 설정되고, 시스템 대역폭이 5MHz부터 1GHz까지로 설정되며, 이동 속도는 0km/h에서 500km/h까지의 속도에서 통신이 가능해야 하고, 실내/외 및 큰 셀 등에서 통신이 가능하도록 설계되어야 하는 바, NR 시스템의 설계 요구사항이 상당히 광범위한 측면이 있다.
- [0078] 따라서, 이러한 광범위한 설계 사항을 모두 만족 시키기 위한, DMRS의 배치 방법이 필요한데, 극단적인 환경을 가정하여 단일 패턴으로 NR DMRS를 설계하는 경우, 자원 효율측면에서 상당히 비효율적일 수 있다. 반면에, 다양한 패턴의 NR DMRS를 설계한다면, 실제 구현이 복잡하게 되는 문제점이 발생한다.
- [0079] 두번째로, 초기에 데이터를 디코딩 하기 위한 목적과 셀 간 간섭을 측정 및 제거하기 위한 목적에 따라, NR 시스템의 DMRS는 데이터 채널의 시작 부분에 위치하게 된다. 이러한 경우, 도플러 정도가 높거나, SNR이 낮은 경우 등의 채널 상황에서, 서브프레임의 앞 부분에 있는 DMRS를 사용하는 경우, 채널 추정 성능이 떨어질 수 있다.
- [0080] 세번째로, LTE-A에서는 단일 사용자당 전송 받을 수 있는 레이어의 수가 8레이어였으나, NR에서 대규모 (Massive) MIMO의 도움으로 단일 사용자당 전송 받을 수 있는 레이어의 수가 16레이어 이상으로 늘어날 수 있다. 따라서, DMRS 안테나 포트 구분을 위해서 직교 자원을 구성할 필요성이 있는데, 레이어 수가 증가하면, 참조 신호(RS) 오버헤드가 증가하고, 따라서, 많은 수의 레이어를 구분하기 위한 효율적인 직교 자원 구성 방법 필요하게 된다.
- [0081] 네번째로, NR에서는 고주파수 대역을 사용하기 때문에 경로손실이 심하게 나타나게 되는데, 이를 극복하기 위하여 NR에서 빔포밍을 도입하는 것이 논의되고 있다. 즉, 4GHz 대역의 기지국에서는 상향링크에서 아날로그 수신 빔포밍을 활용하는 등의 아날로그 빔포밍을 도입할 가능성이 높으며, 6GHz 이상 대역에서는 기지국과 단말에서의 아날로그 빔포밍을 도입 가능성이 높아지고 있다.
- [0082] 기존 전방위적(Omni Direction)으로 신호를 송수신할 때 지연 확산과 도플러 확산의 양상이 아날로그 빔포밍 적용 시 다르게 나타날 수 있다. 예를 들어, 전방위적으로 신호를 수신할 때 도플러 확산이 크게 나타나고, 속도가 증가하면, 코히런트 시간이 감소된다. 이 때, 아날로그 수신 빔포밍이 도입되면, 특정 방향으로 수신되는 신호의 도플러 주파수만 수신되어, 도플러 확산은 상대적으로 작게 되고, 이에 따라 코히런트 시간이 증가된다.

이러한 경우, 이동 속도가 높은 경우를 위해 추가로 적용된 DMRS는 불필요한 오버헤드가 될 수 있는 문제점이 발생한다.

- [0083] 본 발명에서는, 상술한 문제점을 해결하기 위하여, DMRS의 배치 방법 및 기존의 DMRS 이외의 추가 참조 신호를 정의하고, 이러한 추가 참조 신호의 배치 및 전송 방법에 대해 제안하고자 한다.
- [0084] 본 발명의 본격적인 설명에 앞서, 본 발명에서 기존 참조 신호는 기본 DMRS, 필수(Fundamental) DM-RS 등으로 명명할 수 있고, 추가되는 참조 신호는 추가(Additional) 참조 신호, 고품질 (High quality) 참조 신호, 하이-퍼포먼스(High performance) 참조 신호, 보충적 (Supplemental) DM-RS, 부 (Secondary) DM-RS, 애드-온(Add-on) DMRS 등과 같이 표현될 수 있다.
- [0085] <기본 DMRS와 추가 DMRS의 위치>
- [0086] 본 발명에 따르면, NR의 DMRS는 서브프레임 데이터 영역의 앞부분에 위치하는 기본 참조 신호(즉, 기본 DMRS)와 서브프레임의 데이터 영역 중에 전송되는 추가 참조 신호(즉, 추가 DMRS)로 구성된다.
- [0087] 기본 DMRS는 하향링크, 상향링크, 스페셜 링크 등의 링크, 부반송파 간격(subcarrier spacing), OFDM 심볼 간격(OFDM symbol duration) 등의 뉴머롤로지(Numerology), 전송 레이어, 단말이 실내/외 중, 어디에 위치하는 지 등의 배치 시나리오, 단말의 이동 속도, 전송 블록의 크기 등에 관계 없이 항상 전송되는 참조 신호를 말한다.
- [0088] NR에서 기본 DMRS는 서브프레임 데이터 영역의 앞 부분에 위치한다. NR에서, 데이터의 초기 디코딩이 설계 시, 중요한 요구사항이 되는데, DMRS를 데이터 신호에 앞서 보냄으로써, 데이터 디코딩을 위해서 필수적으로 요구되는 채널 추정 정보를 빠르게 획득할 수 있다.
- [0089] 한편, NR에서의 프레임 구조는 하향링크, 상향링크, 스페셜 링크가 공통으로 사용되는 것을 목적으로 설계된다. 따라서, 인접 셀 또는 인접 링크에서 들어오는 간섭 신호의 채널을 추정하기 위해, 하향링크, 상향링크, 스페셜 링크의 DMRS 위치를 서브프레임 내에서 일치 시키는 것을 고려할 수 있다.
- [0090] NR에서 고려하는 서브프레임 구조에 있어서 하향링크 데이터 영역과 상향링크 데이터 영역의 시작점은 하향링크 제어 영역의 길이 및 헤더의 존재에 따라 달라 질 수 있는데, 예를 들어, 제어 채널이 전송되는 첫 번째 OFDM 심볼에 이어서 하향링크 데이터가 전송된다면, 두 번째 OFDM 심볼부터 데이터 영역이 시작될 수도 있고, 제어 채널이 전송되는 첫 번째 OFDM 심볼에 이어서 상향링크 데이터가 전송되는 경우에는 두 번째 OFDM 심볼이 GP로 사용되고, 세 번째 OFDM 심볼부터 데이터가 시작될 수 있다.
- [0091] 이와 같이 하향링크 데이터와 상향링크 데이터의 시작점이 달라 질 수도 있기 때문에, 도 12에서 보는 것과 같이, 기본 DMRS는 하향링크 데이터와 상향링크 데이터 영역에서 공통적으로 데이터 전송에 사용되는 OFDM 심볼 중, 첫 심볼에 배치하는 것이 바람직하다.
- [0092] 한편, 제어 영역의 OFDM 심볼 길이와 데이터 영역의 OFDM 심볼 길이가 달라 질 수 있는데, 이러한 경우에도, 도 13에서 볼 수 있듯이, 하향링크 제어 채널과 GP가 차지하는 OFDM 심볼 이후의 하향링크 데이터 영역과 상향링크 데이터 영역에서 공통적으로 데이터 전송을 위해 사용되는 OFDM 심볼 중, 첫 번째 OFDM 심볼에 기본 DMRS를 배치할 수 있다.
- [0093] 한편, 추가 DMRS는 데이터 영역의 특정 위치에 위치할 수 있는데, 아래와 같이 2가지 유형으로 나누어 볼 수 있다.
- [0094] 추가 DMRS 유형 1은 자원 요소 중 일부를 사용할 수 있고, 추가DMRS 유형 2는 한 OFDM symbol 전체를 사용할 수 있다.
- [0095] 추가 DMRS 유형 1의 경우에는, 추가 DMRS를 다음과 같이 배치할 수 있다.
- [0096] 1. 실시 예 1-1
- [0097] 추가 DMRS는 추가 DMRS를 위한 자원 요소의 개수에 따라서, 레벨 단위로 구분하고, 전송 환경에 따라서, 추가 DMRS를 위한 자원 요소의 개수, 즉, 추가DMRS의 레벨을 조정하도록 한다. 이 때, 다중 추가 DMRS 레벨 중에서 하나는 기본 DMRS만 전송되는 경우에 해당하도록 한다. 대표적으로, 추가 DMRS의 레벨이 0인 경우, 기본 DMRS만 전송될 수 있다.
- [0098] 2. 실시 예 1-2
- [0099] 자원 요소 단위의 추가 DMRS는 하나의 자원 블록 안에서 균등한 간격으로 배치될 수 있다. 일반적으로, 자원 요

소 단위의 추가 DMRS는 기본 DMRS에 정의된 안테나 포트와 동일한 수의 안테나 포트가 정의되지만, 자원 요소 단위의 추가DMRS를 사용하여 OFDM 심볼 사이의 위상 변화량을 측정하는 것을 목적으로 하거나, 또는, 모든 안테나 포트들에서 위상 변화량이 유사한 경우처럼 특별한 케이스인 경우에는, 기본 DMRS에 정의된 안테나 포트보다 적은 수의 안테나 포트의 추가 DMRS만 정의할 수 있다.

[0100] 한편, 추가 DMRS 유형 2의 경우에는, 추가 DMRS를 다음과 같이 배치할 수 있다.

[0101] 1. 실시 예 1-1

[0102] OFDM 심볼 단위로 추가 DMRS가 사용되는 경우, 추가 DMRS의 위치는 기본 DMRS로 사용되는 OFDM 심볼 이후에 있는 OFDM 심볼의 수와 추가DMRS로 사용되는 OFDM 심볼 이후에 있는 OFDM 심볼의 수가 서로 비슷하게 되는 곳에 배치할 수 있다. 예를 들어, 데이터 영역에 12개 OFDM 심볼이 있고 기본 DRMS는 2번째 OFDM 심볼에 위치하는 경우, 추가 DMRS는 7 번째 OFDM 심볼에 배치된다. 다른 예로, 데이터 영역에 12개 OFDM 심볼이 있고 기본 DRMS와 2개의 추가 DRMS가 있는 경우, 1, 5, 9번째 OFDM 심볼에 각각 기본 DMRS와 추가 DRMS를 배치시키면 각 DMRS이후에 있는 OFDM 심볼의 개수는 유사한 수준이 된다. 이는 DMRS가 채널 추정 변화를 잘 반영할 수 있도록 하는 장점이 있다.

[0103] 2. 실시 예 1-2

[0104] OFDM 심볼 단위로 추가 DMRS가 사용되는 경우, 추가 DMRS의 위치는 기본 DMRS로 사용되는 OFDM 심볼과 연속한 OFDM 심볼에 배치될 수 있다. 예를 들어, 기본 DMRS이 2번째 OFDM 심볼에 위치하는 경우, 추가 DMRS는 3번째 OFDM 심볼에 배치된다. 이는 다중 안테나 전송에서 안테나의 수를 확장하거나, 동시 전송되는 사용자를 확장하기 위한 목적으로 DMRS의 자원을 증가 시키는 장점이 있다.

[0105] <DMRS의 밀도(Density)를 가변 하는 방법>

[0106] DMRS의 밀도를 가변 시키는 첫번째 방법으로, 기존 참조 신호를 유지하고 추가 참조 신호를 온-디맨드(on-demand) 방식에 따라 추가하는 방식이 있다. 예를 들어, 도플러가 심해지거나, 지연 확산이 심해지는 경우, 또는 MCS (Modulation and Coding Scheme)레벨에 따라, High MCS에서 추가 참조 신호를 추가할 수 있다.

[0107] DMRS의 밀도를 가변 시키는 두번째 방법으로, 수신단의 성능에 따라 DMRS 밀도의 가변을 허용하는 사용자에게는 온-디맨드(On-demand)방식으로 참조 신호를 더 보내거나 덜 보내는 등의 가변성을 둘 수 있다. 예를 들어, 아날로그 빔포밍이 가능한 수신단인 경우, 전방위적 수신을 가정한 참조 신호 송신에 대해서 온-디맨드(on-demand)방식에 따라, 참조 신호를 덜 보낼 것을 요청하는 방식이다.

[0108] 세번째 방법으로는, 페이징, 임의 접속 응답(Random Access Response), 시스템 정보 등을 보내는 채널에서는 참조 신호의 밀도를 고정하고, 특정 단말에게 정보를 보내는 채널에서는 참조 신호 밀도를 가변할 수 있다.

[0109] 네번째 방법으로는, 채널 디코딩을 위한 승인(grant) 메시지를 통해, 참조 신호 밀도 제어 정보를 정의한다. 그리고 상기 참조 신호 밀도 제어 정보에는, 다음과 같은 정보가 포함될 수 있다.

[0110] - 현재 전송된 채널 또는 앞으로 전송할 채널에서 사용된 참조 신호 밀도에 대한 정보 (예들 들면, 기본 밀도(Default density)의 사용 여부, 기본 밀도에 비해 밀도가 어느 정도 증감했는지에 대한 정보 등)

[0111] - 추가(Additional) DMRS 레벨 정보

[0112] - 추가 DMRS 유형에 대한 정보

[0113] - 채널의 변화량 보고를 위한 트리거링 메시지

[0114] 다섯번째 방법으로는, CSI-RS를 이용한 단말의 쏏-팁 측정, 수행 후 CSI 보고와 함께, 시간 및 주파수의 채널 변화량을 보고할 수 있다. 채널 변화량 보고는 참조 신호 밀도의 가변 여부를 결정하는 지표가 될 수 있다. 또한 단말은 참조 신호 밀도 가변 요청 메시지를 전송할 수도 있다.

[0115] 여섯번째 방법으로는, 단말이 CSI를 보고하는 경우, 선호하는 추가 DMRS 레벨 정보를 함께 보고하도록 한다. 상기 선호하는 추가 DMRS 레벨(preferred additional DMRS level)은, 상기 CSI 보고에 포함된 CQI에 해당하는 MCS의 PDSCH를 수신할 경우, 최적의 쓰루풋(throughput)을 얻을 수 있도록 해주는 추가 DMRS 레벨에 해당한다. 이 때, 단말은 CSI 계산시에 추가 DMRS의 레벨에 따라 추가되는 DM-RS 자원 요소의 오버헤드를 반영하여, CSI를 계산하도록 한다.

- [0116] 일곱번째 방법으로는, 전송 레이어가 증가하는 경우, 기존 참조 신호에 추가 참조 신호를 추가할 수 있다.
- [0117] 또한, 공통 제어 채널(Common control channel) 혹은 공통 제어 메시지(common control message)에서 지시된 데이터 영역에서는 기본 DMRS와 함께 추가 DMRS가 기본적으로 배치될 수 있다.
- [0118] 그리고, 단말 특정 제어 채널(UE specific control channel) 혹은 단말 특정 제어 메시지(UE specific control message)로 데이터가 지시될 때는, 서브프레임 내에 DMRS 밀도를 가변적으로 운용할 수 있다. 이를 위해, 제어 메시지에 DMRS 관련 지시자를 설정할 수 있다. 즉, PDSCH, PUSCH에 대한 DMRS 밀도를 제어 메시지를 통해 지시할 수 있다. 한편, 상기 DMRS 관련 지시자가 설정되는 제어 메시지는 DCI에 포함되어 단말에 전송되거나, RRC 시그널링을 통해 단말에 전송될 수 있다. 이 때, DCI 포맷에 따라, 상기 제어 메시지의 포함여부를 달리하거나, 제어 메시지가 포함되는 형태가 변동될 수 있다. 또한, 아날로그 수신 빔포밍을 수행하는 단말은 DMRS 밀도 변경을 요청함으로써, DMRS 밀도를 기지국 단에서 변경할 수도 있다.
- [0119] 도 14 및 도 15는 본 발명에 따른, DMRS 전송의 일 예시를 나타낸다. 즉, 도 14 및 도 15는 앞서 정의한 추가 DMRS 유형 2를 오버헤드에 따라, 레벨 0과 레벨 1로 구분하고, 각 레벨에 따라, DMRS를 전송하는 실시 예를 나타낸다.
- [0120] 도 14 및 도 15를 참조하면, 추가 DMRS 유형 2의 레벨에 따라, 상향링크 전송 영역 또는 하향링크 전송 영역에서의 DMRS 위치를 일치시킬 수 있다. 레벨 1은 오버헤드를 증가시키는 경우로, 높은 랭크(Higher rank) 전송 또는 낮은 랭크(lower rank) 전송 시, 채널 추정 성능을 향상 시키는 목적으로 적용할 수 있다. 또한, 레벨 0은 낮은 참조 신호 오버헤드를 갖는 낮은 랭크(Lower Rank) 전송을 목적으로 한다.
- [0121] 또 다른 예로서, 도 14 및 도 15에서, "A. Level 1(Higher Rank)"는 낮은 랭크 전송 시, 채널 추정 성능을 향상 시키는 목적으로 사용될 수 있고, "B. Level 1 (Lower Rank)"의 경우에는, 높은 랭크를 위한 패턴으로 활용할 수 있다.
- [0122] 더불어, 도 14 및 도 15에 표현된 프레임 구조(Frame structure)를 보면, 하향링크 제어 영역에서는 2개의 OFDM 심볼이 사용될 수 있는데, 이 때, 하향링크 제어 영역으로 사용되지 않는 영역을 통해 하향링크 데이터의 전송이 가능하다.
- [0123] **<채널 추정 향상을 위한 보간법(interpolation) 사용이 가능한 레벨 지정>**
- [0124] 멀티 레벨로 전송되는 DMRS에 QCL 조건을 가정할 수 있다.
- [0125] 예를 들어, 싱글 서브프레임 내에 전송되는 다수의 DMRS 사이에 QCL을 가정하는 경우, 각 DMRS로부터 추정된 채널을 보간법(interpolation)에 활용할 수 있다. 만약, 멀티 서브프레임에서 QCL 조건을 가정하는 경우, 멀티 서브프레임 레벨로 보간법(interpolation) 적용이 가능하다.
- [0126] 또한, 서브프레임 내에 하나 이상의 미니 서브프레임들이 정의되고 각 미니 서브프레임 별로 DMRS를 전송할 때, 미니 서브프레임 레벨의 QCL이 가정되는 경우, 미니 서브프레임 간에 보간법(interpolation) 적용이 가능하다. 한편, QCL 조건은 서브프레임 그룹 혹은 멀티 서브프레임 그룹 등의 표현으로 보간(interpolation) 가능한 시간 영역 자원 단위를 표시할 수도 있다.
- [0127] **<채널 상태 변화 측정을 위한 참조 신호 구조>**
- [0128] 기존 LTE와 같이 일정한 OFDM 심볼 간격으로, 주기적으로 전송되는 CRS나 혹은 서브프레임 단위로, 주기적으로 전송되는 CSI-RS를 사용하면 채널의 시변 특성을 측정할 수 있게 된다.
- [0129] 그러나, NR에서는 CRS와 같이 하나 이상의 OFDM 심볼 단위로 전송되는 싱글 빔포밍 참조 신호 (single-beamformed RS)가 정의되지 않는다. 여기서, 싱글 빔포밍이란, 시간 단위 및/또는 주파수 단위로 빔의 변화가 없는 빔포밍 형태를 말한다.
- [0130] 또한, NR에서는 하향링크 및/또는 상향링크를 동적으로 변경하는 것과 전송 빔이 OFDM 심볼 단위 및 서브프레임 단위로 동적으로 변화되는 것을 지원하는 프레임 구조를 지향하기 때문에, 서브프레임 단위의 주기적 CSI-RS 전송이 어렵게 되어, 주기적 CSI-RS의 사용을 기대하기 어렵다. 또한, CSI-RS를 한번 전송하는 것으로는 도플러 측정이 어렵다.
- [0131] 그리고, 주기적으로 전송되는 빔 측정 참조 신호가 도입되더라도, 상기 빔 측정 참조 신호가 상당히 짧은 주기로 전송되지 않는다면, 빔 측정 참조 신호를 이용한, 채널 시변 특성 변화량 측정은 어렵게 된다.

- [0132] 따라서, NR에서, CSI-RS, SRS 등의 채널 측정 참조 신호는 채널 시변 상태 변화 측정에 적합하도록 설계될 필요가 있고, 이러한 요구를 만족 시키기 위해, 본 발명에서는 다음과 같은, 채널 상태 변화 측정을 위한 참조 신호의 구조를 제안한다.
- [0133] (1) 도 16에서 보는 바와 같이, 빔포밍에 변화가 없는, 멀티 샷 CSI-RS 또는 멀티 샷 SRS를 전송한다. 이를 위해, 하나의 서브프레임 내에서 CSI-RS 혹은 SRS를 멀티 샷 방식으로 전송하거나, 인접한 서브프레임과 함께, 혹은 복수의 서브프레임 단위로 멀티 샷 CSI-RS 또는 멀티 샷 SRS를 전송한다. 더불어, 기지국은 빔포밍 계수의 변화가 없음 전제로 설정된 N-서브프레임 그룹에 대한 메시지를 생성할 수 있다.
- [0134] 이 때, 상기 멀티 샷으로 전송되는 CSI-RS 또는 SRS의 일부 또는 전부가 채널 상태 변화 측정을 위한 참조 신호로 사용될 수 있다.
- [0135] (2) 한편으로, 싱글 OFDM 심볼에서, 채널 상태 변화 측정을 위한 참조 신호를 반복 전송할 수 있다. 이 때, 상기 채널 상태 변화 측정을 위한 참조 신호는 싱글 OFDM 심볼에 할당된 CSI-RS, SRS 또는 PTRS (Phase Tracking Reference Signal) 들 중, 일부 또는 전부일 수 있다.
- [0136] 한편, 기지국은 DCI를 통해, 비주기적 CSI-RS 전송, 단말의 CSI 측정 및 CSI 보고 트리거링을 위한 CSI-RS가 싱글 샷 CSI-RS인지, 멀티 샷 CSI-RS인지 여부를 알려줄 수 있다. 또한, 기지국이 멀티 샷 CSI-RS를 전송한 경우, 단말은 채널 변화량 보고 또는 선호하는 추가 DMRS 레벨 보고를 수행할 수 있다.
- [0137] 이와 유사하게, 기지국은 DCI를 통해, 비주기적 SRS 전송 트리거링을 위한 SRS를 싱글 샷 SRS로 전송할 지, 멀티 샷 SRS 로 전송할지 여부를 단말로 알려줄 수 있다. 또한, 기지국이 멀티 샷 SRS를 전송한 경우, 기지국은 SRS를 동일 프리코딩 방식을 이용하여, 연속적으로 전송하는 횟수를 단말에게 알려주도록 한다.
- [0138] 한편, 효율적인 간섭 측정을 위하여 간섭 측정을 위한 자원인 CSI-IM(Interference Measurement)자원을 멀티 샷으로 설정할 수도 있다. 이러한 멀티 샷 CSI-IM 자원은 멀티 샷 CSI-RS자원과 일대일로 매칭되어 정의될 수 있다. 즉, 기지국은 DCI를 통해, CSI-RS와 CSI-IM자원이 전송되는 횟수를 동일하게 지정해 줄 수 있다. 이와 달리, 기지국은 DCI를 통해 CSI-RS와 CSI-IM 자원이 전송되는 횟수를 개별적으로 지정해 줄 수도 있다.
- [0139] <제어 채널과 데이터 채널의 참조 신호를 공유하는 방법>
- [0140] NR 시스템에서, 하향링크 제어 채널과 하향링크 및/또는 상향링크 데이터 채널이 시간 분할 다중화(Time Division Multiplexing; TDM)되는 것을 고려하고 있다. 기본적으로, 제어 채널에는 제어 채널을 복조하기 위한 참조 신호가 정의되고, 데이터 채널을 복조하기 위한 DMRS가 각각 정의될 수 있다.
- [0141] 하지만, 각각의 채널을 위한 참조 신호를 정의하는 경우, 참조 신호 오버헤드가 상당히 커지는 문제가 발생한다. 따라서, 이러한 참조 신호 오버헤드를 줄이기 위한 방안으로 제어 채널 참조 신호 혹은 데이터 DMRS를 제어 채널과 데이터 채널에서 공유하는 방안이 논의되고 있다.
- [0142] 하지만, 이러한 공유 방안이 항상 이득이 되는 것이 아니다. 예를 들어, 제어 채널의 참조 신호는 제한된 수의 안테나 포트에 정의되는데, 이를 데이터 채널에 적용한다면 데이터 채널의 최대 전송 랭크를 제한하여 결과적으로 성능을 제한하는 요소가 될 수 있다.
- [0143] 또한, 제어 채널의 참조 신호는 단말 특정(UE specific)된 참조 신호일 수도 있지만, 단말 특정되지 않은 참조 신호(non-UE specific RS) 일 수도 있다.
- [0144] 만약, 단말 특정되지 않은 참조 신호로 전송되는 경우, 데이터 채널이 특정 사용자에게 빔포밍되는 것이 어려워져, 빔 이득을 기대하기 어려워질 수 있다.
- [0145] 반면, 특정 상황에 있는 단말에게는 참조 신호의 공유를 허용할 수 있다. 예를 들어, 1) 높지 않은 데이터 레이트를 요구하는 정보를 전송하는 사용자에게 데이터 채널을 전송하는 경우, 2) 단말 특정 공간 채널 정보를 획득하지 않은 상황, 혹은 획득한 공간 채널 정보가 유효하지 않은 상황인 경우, 3) 고속 이동 환경처럼 개루프 전송이 유리한 사용자에게 데이터 채널을 전송하는 경우 등에는 참조 신호의 공유를 허용할 수 있다.
- [0146] 이제, 도 17을 참조하여, 참조 신호를 공유하는 방안에 대해 살펴보도록 한다. 도 17을 참조하면, 제어 채널에 정의된 참조신호를 데이터 채널이 공유한다. 이 때, 제어 채널의 참조 신호는 단말 그룹 특정된 참조 신호 (UE group specific RS)라고 가정한다. 이러한 경우, 전송 레이어의 수가 제어 채널 참조 신호에 의해 제한되고, 단말 특정된 빔포밍(UE specific beamforming)을 기대하기 어려운 문제점이 발생한다.

- [0147] 한편, DMRS 영역의 참조 신호는 사용하지 않을 수 있다. 이러한 경우, 사용되지 않는 참조 신호 영역은 데이터를 위해 활용될 수 있다.
- [0148] 또한, 제어 채널 참조 신호를 공유하는 데이터 영역에 추가 참조 신호를 배치할 수 있다. 이러한 경우, 하나의 OFDM 심볼 DMRS 대비 RS 오버헤드가 크게 늘지 않을 수 있다. 한편, 추가 참조 신호의 배치는 기본 전송(Basic transmission) 혹은 폴백(fallback) 방식을 사용하는 경우 적용할 수 있다.
- [0149] 또한, 이러한 참조 신호 공유 방안에 대하여, 기지국은 단말에게 사용되는 참조 신호에 대한 정보를 지시한다. 예를 들어, 제어 채널에 정의된 참조 신호를 사용할지, DMRS 영역에 정의된 참조 신호를 사용할지 여부를 지시하게 된다.
- [0150] 또는, 단말에게 전송되는 데이터 채널의 속성에 따라, 사용하는 참조 신호가 결정된다. 예를 들어, 시스템 정보(System Information) 혹은 임의의 접속 응답(Random access Response) 등을 보내는 DCI의 RNTI와 연계하여, 해당 RNTI로 검출된 DCI가 지시한 데이터 채널에서는 제어 채널의 참조 신호를 공유한다.
- [0151] 한편, 제어 채널의 참조 신호를 데이터 채널에서 공유하여 사용하는 사용자 혹은 사용자 그룹을 위한 데이터 채널 구간에서는, 제어 채널 참조 신호와 유사한 혹은 같은 참조 신호가 추가로 전송될 수 있고, 항상 전송될 수 있다. 이는, 상위 계층 등에서 지시될 수 있으며, 이를 위해, 제어 신호의 콘텐츠에 특정 지시자가 정의될 수 있다.
- [0152] 여기서, 제어 채널과 데이터 채널 간의 참조 신호를 공유한다는 의미는, 제어 채널의 참조 신호와 데이터 채널의 참조 신호가 동일한 시퀀스 혹은 동일한 타입의 시퀀스를 사용함을 의미할 수 있다.
- [0153] **<Multiple Numerology 지원>**
- [0154] 본 발명에서는, 5세대 NR의 인-밴드(In-band)에서 서로 다른 numerology를 갖는 OFDM을 포함하는 경우, 서브프레임 내의 데이터 전송 영역에 DMRS의 위치에 대한 실시 예를 제안하고자 한다.
- [0155] 1. 실시 예 1-1
- [0156] 특정 부반송과 간격을 기준으로 서브프레임을 구성하고, 해당 서브프레임의 데이터 영역에서 공통적으로 DMRS를 포함하지만, 길이가 서로 다른 복수의 OFDM symbol들이 있을 때, 각 OFDM symbol의 위치를 일치 시킨다.
- [0157] 예를 들어, 15kHz의 부반송과 간격의 14개 OFDM symbol로 1 서브프레임을 구성하고, 이에 대응하는 Symbol Index\_1를 0~13이라고 하면, 1 서브프레임 내에 30kHz의 부반송과 간격의 OFDM symbol은 28개가 위치할 수 있고, 이에 대응하는 Symbol index\_2를 0~27이라고 가정하자. 그러면, Symbol Index\_1 = 2에 DMRS가 위치하면 Symbol Index\_2 = 4 혹은 5에 DMRS를 위치시킬 수 있다.
- [0158] 2. 실시 예 1-2
- [0159] 특정 부반송과 간격을 기준으로 서브프레임을 구성하고, 해당 서브프레임의 데이터 영역에 길이가 서로 다른 OFDM symbol을 배치할 때, 특정 부반송과 간격을 갖는 OFDM symbol의 첫 번째 DMRS의 위치와 이 보다 짧은 길이의 OFDM symbol의 첫 번째 DMRS의 시간 위치(time position)를 일치 시킬 수 있다.
- [0160] 3. 실시 예 1-3
- [0161] 특정 부반송과 간격을 갖는 OFDM symbol의 Basic DMRS를 포함하는 OFDM symbol을 N이라고 할 때, 이 보다 짧은 길이의 OFDM symbol의 Basic DMRS는 N 보다 많은 수 있다. 즉, Basic DMRS를 포함하는 OFDM symbol의 수는 부반송과 간격에 비례할 수 있다. 예를 들어, 15kHz 부반송과 간격의 OFDM symbol에서 Basic DMRS를 포함하는 OFDM symbol의 수가 1개 일 때, 30kHz 부반송과 간격의 OFDM symbol에서는 Basic DMRS를 포함하는 OFDM symbol의 수는 2개 일 수 있다.
- [0162] 4. 실시 예 1-4
- [0163] 특정 부반송과 간격을 갖는 OFDM symbol로 구성된 서브프레임 내에 짧은 OFDM symbol이 전송되고, Basic DMRS를 포함하는 짧은 OFDM symbol이 다수 있을 때, 데이터로 사용되는 짧은 OFDM symbol의 수를 Basic DMRS를 포함하는 짧은 OFDM symbol로 나눈 몫을, Basic DMRS OFDM symbol 간 간격으로 한다.
- [0164] 예를 들어, 데이터로 사용하는 20개 OFDM symbol이 있고 Basic DMRS OFDM symbol이 2개 일 때, 20을 2로 나눈 몫인 10을 Basic DMRS OFDM symbol 간 간격으로 하고, 첫 번째 Basic DMRS가 Symbol Index\_2 = 4에 위치하면

두 번째 Basic DMRS는 Symbol Index<sub>2</sub> = 14에 위치할 수 있다.

[0165] 5. 실시 예 1-5

[0166] 도 18에서 볼 수 있듯이, 특정 부반송과 간격을 갖는 OFDM symbol로 구성된 서브프레임 내에서, 짧은 OFDM symbol이 전송될 때, 짧은 OFDM symbol로 구성되는 미니 서브프레임(Mini-subframe)을 정의할 수 있으며, 상기 미니 서브프레임은 상기 특정 부반송과 간격을 갖는 OFDM symbol로 구성된 서브프레임 내에 포함될 수 있다. 이때, 미니 서브프레임에는 적어도 하나의 Basic DMRS OFDM symbol이 포함될 수 있으며, 서로 다른 OFDM 심볼 길이를 가지는 복수의 미니 서브프레임을 포함하는 경우, 각 미니 서브프레임의 시작 부분이 일치되게 위치시킬 수 있다.

[0167] 6. 실시 예 1-6

[0168] 도 19를 참조하면, 서로 상이한 길이를 갖는 OFDM symbol이 TDM 되고, 연속하는 복수의 짧은 OFDM symbol들로 미니 서브프레임이 구성될 때, 미니 서브프레임의 시작 OFDM symbol에 DMRS를 위치시킬 수 있다.

[0169] 이제, 인-밴드에서 서로 다른 뉴머롤로지가 사용될 때 DMRS에 사용될 수 있는 시퀀스의 실시 예에 대해서 살펴 보도록 한다.

[0170] 1. 실시 예 2-1

[0171] 도 20을 참조하면, 특정 셀에서 multiple numerology를 지원할 때, DMRS RE에 맵핑되는 시퀀스는, 가장 작은 부반송과 간격을 기준으로 생성하고, Numerology가 변경될 때에는 상기 생성된 시퀀스의 서브 시퀀스를 사용한다.

[0172] 예를 들어, 특정 셀에서 지원하는 부반송과 간격 중 가장 작은 값을 N이라고 하고  $2^M$  배로 부반송과 간격이 증가된다고 할 때, 부반송과 간격  $SC = N \times 2^M$  으로 표시될 수 있다. 여기서,  $N=15\text{kHz}$ ,  $M=0,1,2,3$  이고,  $SC=15\text{kHz}$ ,  $30\text{kHz}$ ,  $60\text{kHz}$ ,  $120\text{kHz}$ 일 수 있다. 구체적으로, 20MHz 대역에서 지원하는 가장 작은 부반송과 간격을 15kHz라고 하고, 1200 RE가 있다고 할 때, 24RE를 1RB로 구성한다면 50RBs를 만들 수 있다. 유사하게, 부반송과 간격이 30kHz인 경우, 600 RE가 있으면, 25RB를 만들 수 있고, 부반송과 간격 60kHz는 300RE를 가지고, 12~13RB를 만들 수 있으며, 부반송과 간격 120kHz인 경우, 150RE가 있으면, 6~7RB를 만들 수 있다.

[0173] 한편, 참조 신호에 서로 다른 시퀀스가 맵핑되면, 각각의 numerology에 따라서는 15kHz에서는 1200, 30kHz는 600, 60kHz는 300, 120kHz는 150개의 시퀀스 값이 요구된다. 가장 작은 부반송과 간격인 15kHz를 기준으로 1200 길이를 갖는 시퀀스를 생성하였다면, 인-밴드에서 사용되는 다른 부반송과 간격에서는 시퀀스를, 상기 1200길이 시퀀스의 sub-sampling으로 생성할 수 있고, 30kHz에서는 2간격으로 sub-sampling하여 600개 sample, 60kHz에서는 4간격으로 sub-sampling하여 300개 sample, 120kHz에서는 8간격으로 sub-sampling하여 150개 샘플을 사용할 수 있다.

[0174] 2. 실시 예 2-2

[0175] 짧은 부반송과 간격을 갖는 OFDM symbol 구간 내에, 긴 부반송과 간격을 갖는 다수의 OFDM symbol이 RS로 사용될 때, 다수의 OFDM symbol에서는 동일한 기저 시퀀스를 사용할 수 있다. 이때, 상기 기저 시퀀스는 가장 작은 numerology를 기준으로 생성한 시퀀스 열에서 sub-sampling한 시퀀스 열을 사용할 수 있다.

[0176] 3. 실시 예 2-3

[0177] 시퀀스의 시드 값으로 DMRS-ID와 같이, DMRS에 적용하는 신규 ID를 정의해서 사용할 수 있으며, DMRS-ID는 Cell-ID와 동일하지 않은 값일 수 있다.

[0178] 기지국은 UE에게, 데이터 디코딩을 위해, DMRS에 사용되는 DMRS-ID 값을 알려주고, 인접 Link, 인접 Cell 또는 TRP의 채널을 추정하기 위해서 간섭 채널의 DMRS-ID를 추가적으로 UE에게 알려줄 수 있다.

[0179] <다중 사용자 지원을 위한 DMRS 배치>

[0180] 5세대 NR에서는, 7개의 OFDM symbol 혹은 14개의 OFDM symbol을 사용하여 하나의 슬롯을 구성한다. 한편, 7개 또는 14개 보다 적은 OFDM symbol을 사용하여 슬롯을 구성하는 경우, 이를 미니 슬롯으로 정의할 수 있다. 미니 슬롯은 짧은 시간 구간 내에서 데이터를 빠르게 전송할 수 있는 장점이 있다. 반면, 너무 짧은 시간 구간을 미니 슬롯으로 정의하는 경우, 데이터를 보내는 시간 구간 대비 참조 신호의 오버헤드가 증가될 수 있는 단점이 있다.

- [0181] 이를 해결하기 위해서 다중 미니 슬롯 간 DMRS 공유(sharing)을 고려할 수 있다. 이는, LTE UL에서 7개의 OFDM symbol로 구성되는 슬롯 내에 4번째 OFDM symbol에 DMRS를 배치하고, DMRS를 중심으로 1,2,3번 OFDM symbol을 사용하는 사용자와 5,6,7번 OFDM symbol을 사용하는 사용자가 DMRS를 공유하는 방식과 유사할 수 있다. 그러나, NR에서는 미니 슬롯 내에서 DMRS가 어떤 위치에 맵핑되는지에 대해 결정되지 않았으며, 특히, 아날로그 빔포밍을 미니 슬롯마다 수행하는 경우, 아날로그 빔포밍으로 인해 채널이 변경되어, 인접 미니 슬롯과의 DMRS 공유가 어려울 수도 있다. 따라서, DMRS가 공유될 수 있는 미니 슬롯을 지정하는 방법을 생각할 수 있다.
- [0182] 이러한 경우, 특정 미니 슬롯에서는 DMRS가 전송되는 반면, 다른 미니 슬롯에서는 DMRS가 전송되는 않는다. 또한, DMRS의 공유가 지정된 미니 슬롯에서는 데이터가 전송되는 OFDM symbol 뒷단에 위치하는 OFDM symbol을 통해 DMRS를 전송하고, 상기 DMRS의 공유가 지정된 미니 슬롯이 전송된 이후에 전송되는 미니 슬롯과 DMRS를 공유한다. 다만, DMRS의 공유가 지정된 미니 슬롯이 전송된 이후에 전송되는 미니 슬롯에서는 DMRS가 전송되지 않을 수도 있다.
- [0183] 한편, 앞 쪽에 위치하는 미니 슬롯에서는 DMRS를 전송하지 않고, 앞 쪽에 위치하는 미니 슬롯이 전송된 이후, 전송되는 미니 슬롯에서 DMRS를 전송하는 경우, 뒤에 전송되는 미니 슬롯에서 데이터가 전송되는 OFDM symbol 중, 앞부분에 위치하는 OFDM symbol을 통해 DMRS전송한다.
- [0184] 마지막으로, 연속적으로 전송되는 미니 슬롯 간에 DMRS 전송 위치를 다르게 설정하는 방법을 고려할 수 있다. 예를 들어, 앞에 전송되는 미니 슬롯의 경우에는, 데이터가 전송되는 OFDM symbol 중, 뒤에 위치하는 OFDM symbol을 통해 DMRS를 전송하고, 뒤에 전송되는 mini-slot의 경우에는, 데이터가 전송되는 OFDM symbol 중, 앞에 위치하는 OFDM symbol을 통해 DMRS를 전송한다. 구체적으로, 연속적으로 전송된 미니 슬롯에 포함된 각 DMRS에는 Orthogonal cover code(OCC)를 적용할 수 있다.
- [0185] **<포트 배정 및 파워 할당(Port assignment and Power allocation)>**
- [0186] LTE UL DMRS에서는 1RB에 있는 12RE에 DMRS port 들이 모두 전송되며, 각 DMRS port들이 동일한 전송 전력을 가지고 전송되도록 설계된다. 반면, LTE-A DL DMRS는 rank-2까지는 특정 12RE를 사용하여 전송하고, rank-3이상에서는 추가적으로 12RE를 할당하여 전송하는데, 이때 1번, 2번 port는 같은 group에서 전송하고 3번 port는 다른 group에서 전송한다. 여기서 3번 port는 1번, 2번 port 보다 높은 전송 전력을 가질 수 있지만, 그럼에도 불구하고, LTE-A DL DMRS에서는 1,2,3번 port들을 위한 DMRS 전송 전력은 동일한 값으로 설정하였다.
- [0187] 이와 유사하게 NR DMRS 설계에 있어서, 다수의 RE를 포함하는 group 내에서 multiple DMRS port를 모두 지원하는 경우, 각 DMRS port가 갖는 전송 전력은 전송 레이어 수에 따라 균일하게 설정될 수 있다. 예를 들면, rank-2인 경우, 각 port에 전체 전력의 1/2의 전력 만큼씩 할당될 수 있고, Rank-3인 경우, 각 port에 전체 전력의 1/3의 전력 만큼씩 할당될 수 있다.
- [0188] 한편, DMRS 설계에서 다수의 RE를 포함하는 group이 다수 있고, 전송 rank가 증가할 때 group의 수를 linear하게 증가 시킨다면, 각 group 별로 전송 전력을 각각 할당 받도록 할 수 있다. 반면, 일정 rank까지는 특정 group에서 DMRS port를 전송하고, 일정 Rank를 넘는 경우에는 추가적으로 group을 할당하게 되는 경우에는, 각 group에서 전송하는 DMRS port들의 전송 전력이 일정하지 않는 문제가 발생할 수도 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 각 전송 DMRS port의 전송 전력을 일정하게 맞춰주는 방식을 도입할 수 있다.
- [0189] **<CP-OFDM과 DFT-S-OFDM waveform을 동시에 지원할 수 있는 DMRS 설계와 지시자(Indicator)>**
- [0190] OFDM 시스템에서, DMRS는 시간 및 주파수의 특정 부분송파를 할당된다. OFDM 계열의 waveform의 특성에 따라 RS와 데이터 채널의 멀티플렉싱 방법에 차이가 있을 수 있는데, CP-OFDM 기반의 시스템에서는, 하나의 OFDM symbol에 데이터 신호와 DMRS 등이 멀티플렉싱되어 전송되는 반면, 전송 신호의 낮은 PAPR/CM 특성을 갖는 DFT-S-OFDM을 사용하는 시스템에서는 OFDM symbol 단위로 데이터 신호와 DMRS 등이 전송된다.
- [0191] 예를 들어, LTE의 하향링크는 CP-OFDM기반으로 설계되었는데, CRS, CSI-RS, DMRS등과 같은, 각종 RS는 한 OFDM symbol 내에서, 데이터 신호 혹은 제어 신호 등과 주파수 단위로 멀티플렉싱되어 전송된다. 한편, LTE의 상향링크는 DFT-S-OFDM 기반으로 시스템이 설계되었고, 각 전송 시간에 낮은 PAPR/CM 특성을 유지하도록 하기 위하여 OFDM symbol 단위로 데이터 신호, 제어 신호 또는 DMRS가 전송되도록 설계되었다.
- [0192] 한편, 5세대 NR에서는 하향링크, 상향링크 및 사이트 링크를 CP-OFDM waveform을 기반으로 설계한다. 다만, 상향링크의 경우에는, UE의 커버리지 확보를 위해서 Rank 1 의 Single layer 전송의 경우, DFT-S-OFDM wave를 사용할 수 있다.

- [0193] 만약, 하향링크/상향링크/사이드링크 등과 같이, 모든 링크에서 동일하게 CP-OFDM waveform을 사용한다면, DMRS는 CP-OFDM waveform 특징에 맞도록 시간/주파수 단위에 배치할 수 있다. 그러나, 상향링크의 경우에는 CP-OFDM waveform과 DFT-S-OFDM waveform이 동시에 사용될 수 있고, 다른 waveform을 갖는 다중 사용자 신호를 수신할 수 있는데, 수신 신호를 복조하는 과정에서 채널 추정 기가 각 waveform에 따라, 별도로 설계되어야 한다면 수신기의 복잡도는 증가될 수 있다. 따라서, CP-OFDM waveform과 DFT-S-OFDM waveform의 특성에 적합하면서도 공통의 수신기로 채널 추정이 가능한 DMRS 설계가 요구된다.
- [0194] 1. 실시 예 1
- [0195] CP-OFDM과 DFT-S-OFDM에 사용되는 DMRS 패턴을 동일하게 설계할 수 있다. 채널 추정기는 DMRS 패턴에 따라 동작 방식이 달라지므로, DMRS pattern이 동일하다면 동일한 채널 추정기를 사용할 수 있다. 한편, CP-OFDM과 DFT-S-OFDM에 사용되는 DMRS 패턴으로 Interleaved type의 RS 패턴을 고려할 수 있다. 예를 들어, OFDM symbol에 있는 부반송파 중, N개의 등간격으로 떨어져 있는 부반송파에 RS를 배치시킬 수 있다. 구체적으로, 등 간격을 2 간격이라고 하면, 짝수 혹은 홀수에 해당하는 각각의 부반송파를 의미하는데, 12RE를 묶어 1RB를 구성하는 경우에 2,3,4,6 등의 간격으로 RS를 배치시킬 수 있다. 이러한 경우, Waveform은 낮은 PAPR을 유지할 수 있는 장점이 있다.
- [0196] 여기서, CP-OFDM waveform의 경우에는, RS가 배치된 부반송파 사이에 있는 부반송파들을 통해, 데이터가 전송되도록 할 수 있으며, 반면, DFT-S-OFDM waveform은 DMRS가 전송되는 OFDM symbol에서는 DMRS의 부반송파에만 신호를 전송하고 다른 부반송파들은 신호를 전송하지 않는, Null RE (즉, 예약된 RE)로 할당한다.
- [0197] 한편, CP-OFDM waveform으로 Rank 1 혹은 Rank 2와 같이, 낮은 Rank를 전송할 때에는, DMRS가 포함된 OFDM symbol 내에서, DMRS를 위한 RE이외의 RE를 통해, 데이터를 전송할지, 아니면, DMRS를 위한 RE이외의 RE를 Null RE로 두는지를 알려주는 지시자가 설정될 수 있다.
- [0198] 여기서, DMRS를 위한 RE 이외의 RE를 Null RE로 사용할지 여부를 알려주는 지시자는 데이터를 포함하지 않는, DMRS CDM 그룹의 수(Number of DMRS groups without data)를 나타내는 것일 수 있다.
- [0199] 반면, DFT-S-OFDM waveform은 DMRS가 포함된 OFDM symbol 내에서, DMRS로 할당된 RE이외의 RE는 Null RE로 간주하고 신호를 전송하지 않는다.
- [0200] 한편, CP-OFDM waveform과 DFT-S-OFDM waveform의 경우 모두, DMRS로 사용될 RE의 위치를 지정하는 지시자가 설정될 수 있다. 예를 들어, N개의 등 간격으로 떨어져 있는 부반송파들을 하나의 group으로 묶었을 때, N개의 group을 형성할 수 있는데, 지시자는 N개의 group 중 어느 group을 RS로 사용할 것인지에 대해 지시한다. 특히, 상향링크에서는, 기지국이 UE에게 지시자를 사용하여 RS를 위한 RE의 위치를 지시하며, Waveform에 따라, 하나의 symbol에서, RS를 위한 RE이외의 RE가 데이터 전송에 사용되는지, 아니면, Null RE로 전송되는지를 지시할 수 있다. 이러한 지시자를 수신한 UE는 상기 지시자를 기반으로 RS 전송과 데이터 전송을 수행한다.
- [0201] 또한, 각 Waveform에 따라, RS에 사용되는 시퀀스를 다르게 적용할 수 있다. 예를 들어, CP-OFDM의 경우는 PN 시퀀스를 사용할 수 있고, DFT-S-OFDM의 경우에는, Zadoff-Chu 시퀀스와 같이, PAPR이 낮은 시퀀스를 사용할 수 있다.
- [0202] 또한, 다른 시퀀스가 사용되는 참조 신호의 주파수 위치를 동일한 곳으로 일치시키는 경우, 참조 신호의 스크램블링 시퀀스가 달라져서, 수신단에서 신호 구분이 어렵게 된다. 따라서 종류가 다른 시퀀스를 스크램블링 시퀀스로 사용하는 경우, 서로 다른 위치에 RS를 배치시키도록 하는 것이 바람직하다. 만약 같은 위치에서 PN시퀀스, ZC 시퀀스와 같이, 서로 다른 스크램블링 시퀀스를 사용하는 경우에는, 시간 도메인 상에서, multiple OFDM symbol을 통해 참조 신호를 전송하고, 시간 도메인 상에서 Orthogonal Cover Code(OCC)를 적용해 볼 수 있다.
- [0203] 한편, 상술한 실시 예에서는, 상향링크에 한정하여 설명하였으나, 이는 하향링크에서도 적용될 수 있다. 하향링크에서는 CP-OFDM waveform을 사용하기 때문에 서로 다른 waveform을 사용할 때 발생하는 문제는 없을 수도 있다.
- [0204] 하지만, lower rank 전송 시 DMRS 오버헤드를 고려하여, OFDM symbol 내의 일부 RE를 RS로 사용하는 상황에서 남은 RE를 데이터 전송에 사용할 것인지 아니면 Null RE로 남겨 둘 것인지 여부에 대한 지시자는 필요할 수 있다.
- [0205] 또한, Dynamic TDD 시스템에서는 인접 전송 포인트(TP)간에 서로 다른 링크 방향이 설정될 수 있는데, 이 때 인

접 TP의 간섭을 제거하기 위한 목적으로, 인접 TP의 채널을 추정하기 위해, 특정 RE를 비워서, 즉, 특정 RE를 Null RE 혹은 예약된 RE로 할당할 수 있다. 그러므로, 하향링크에서도 DMRS가 포함된 OFDM symbol에 DMRS 이외의 RE를 데이터 전송에 사용할 것인지 Null RE로 둘 것인지를 알려주는 지시자가 있다면 효율적인 전송이 될 수 있다.

- [0206] <위상 추적을 위한 참조 신호(PTRS; Phase Tracking Reference Signal)>
- [0207] 30GHz 근방의 대역에서 64QAM과 같은 높은 변조 차수에서는 위상 잡음에 대해 민감하기 때문에, 위상을 추적하기 위한 PTRS가 요구된다.
- [0208] PTRS는 위상 잡음에 의한 공통 위상을 추정하는 것뿐만 잔여 주파수 오프셋(residual frequency offset)을 추정하기 위한 용도로써 활용될 수 있다.
- [0209] 공통 위상 에러(common phase error)는 매 OFDM 심볼마다 바뀌기 때문에 이를 추정하기 위해서는 매 OFDM 심볼마다 참조 신호가 전송되어야 한다. 반면, 주파수 오프셋은 특정한 경향성을 가지고 변화하기 때문에 이를 추정하기 위해서는 N개의 OFDM 심볼 단위로 참조 신호를 전송하여 주파수 오프셋을 추정하는 것이 가능하다.
- [0210] 공통 위상 에러(Common phase error)는 변화의 폭이 크지 않아, 64QAM과 같이 복잡한 성상도를 갖는 경우에만 그 에러의 민감도가 포착되는 반면, 주파수 오프셋은 변화량이  $2\pi$ 를 넘어가기 때문에 QPSK 등과 같이, 낮은 변조 차수에서도 그 민감도가 포착된다.
- [0211] 다시 말해, 공통 위상 에러를 추정하는 참조 신호는 고주파 대역의 높은 변조 차수의 경우에 요구되며, 주파수 오프셋 추정을 위한 참조 신호는 대역과 변조 차수에 관계 없이 요구된다. 따라서, 주파수 오프셋 추정을 위한 PTRS가 매 슬롯마다 전송되고, 경우에 따라서는 공통 위상 에러를 추정하기 위한 PTRS가 추가적으로 전송될 수 있다.
- [0212] 본 발명에서는 편위상 주파수 오프셋 추정 및 타이밍 추적을 위해 전송되는 참조 신호를 기본 PTRS (Basic PTRS) 혹은 기본 TRS (Basic TRS)라고 한다.
- [0213] 주파수 오프셋 및 신호의 도달 타이밍은 전송 포인트나 아날로그 빔포밍에 따라 변할 수 있다.
- [0214] 또한, 하향링크 전송에 있어서, 기지국은 단말에게 주파수 오프셋 및 타이밍을 추정하는 시간 단위를 지정할 수 있다. 예를 들어, 기본 TRS는 동기 신호가 전송되는 타임 슬롯 내에 포함될 수 있다. 이 때, 동기 신호가 전송되는 소정 개수의 OFDM 심볼로 구성된 동기 신호 블록을 지시하는 인덱스가 있다면, 해당 동기 신호 블록(SS block)에서 추정한 주파수 오프셋 및 타이밍 추적 정보는 동기 신호 블록 인덱스(SS block index)와 연계될 수 있다.
- [0215] 만약, PBCH 혹은 PBCH를 복조하기 위한 참조 신호, 측정 참조 신호, 빔 추적 참조 신호 또는 기타 다른 정보들이, 빔 스위핑(beam sweeping)과 연계되어 있다면, 주파수 오프셋(frequency offset) 및 타이밍 추적(Timing tracking) 정보는 동기 신호 블록 인덱스와 연계될 수 있다. 또한, 빔 스위핑을 하지 않는 싱글 빔의 경우라면, 추정한 주파수 오프셋 및 타이밍 추적 정보를 사용하는 참조 신호를 지정한다.
- [0216] 한편, 기지국은 추정된 정보가 사용 가능한 시간 단위를 지정할 수 있다. 이 때, 추정된 정보 또는 추정된 정보가 사용 가능한 시간 단위에 대한 정보에는, 특정 데이터를 수신하기 위한 제어 정보 내에서 추정 정보를 사용할 수 있는지 여부를 알려주는 지시자를 포함할 수 있다.
- [0217] 예를 들어, 동기 신호 블록 인덱스가 상기 추정된 정보 또는 추정된 정보가 사용 가능한 시간 단위에 대한 정보에 포함된다면, 해당 동기 신호 블록에서 추정한 주파수 오프셋 및 타이밍 정보를 적용할 수 있다고 가정하거나, 참조 신호의 자원 정보 등을 상기 추정된 정보 또는 사용 가능한 시간 단위에 대한 정보를 통해 알려 줄 수 있다. 또는, 참조 신호 자원의 순서를 서로 약속하여, 이를 지시할 수 있다.
- [0218] 주파수 오프셋 및/또는 타이밍 추적을 위해 사용되는 참조 신호는 PTRS의 하위 집합(subset)으로 정의될 수 있다. 예를 들어, PTRS의 특정 포트를 기본 PTRS로 정의할 수 있고, PTRS의 패턴 중, 시간 혹은 주파수 밀도가 낮은 패턴을 기본 PTRS로 사용할 수도 있다.
- [0219] < CP-OFDM 과 DFT-S-OFDM waveform을 동시에 지원할 수 있는 PTRS(Phase Tracking Reference Signal) >
- [0220] 30GHz 이상 대역에서는 위상 잡음(phase noise)에 의해 발생하는 반송파 간 간섭(Inter Carrier Interference) 및 공통 위상 에러(Common Phase Error)등이 심각하게 발생하여 64QAM이상의 변조 차수(modulation order)에서

성능 열화를 유발한다. 이를 극복하기 위한 방안으로는, 부반송파 간격(subcarrier spacing)을 넓게 하여 ICI에 대한 민감도를 낮추거나, 각 OFDM 심볼마다 변하는 위상을 추정하여 역으로 보상하는 방법이 있다.

- [0221] LTE에서는 15kHz의 부반송파 간격을 사용하는 반면, 30GHz 근방의 대역에서 NR을 동작시키기 위해서는 60kHz 이상의 부반송파 간격을 고려하고 있다. 또한, 매 OFDM 심볼마다 변하는 위상을 추적(tracking)하기 위한 목적의 참조 신호를 도입하여 위상을 추정하고, 신호를 복조할 때, 추정된 위상을 기반으로 위상을 보정한다.
- [0222] 한편, 본 발명에서는 위상 추적(Phase Tracking)을 위한 참조 신호를 PTRS라고 한다. PTRS는 매 OFDM 심볼 혹은 매 N개의 OFDM 심볼마다 전송될 수 있다.
- [0223] 즉, 각 OFDM 심볼에서 동일한 부반송파 위치에 PTRS를 전송함으로써, 부반송파 별로 위상이 달라진 정도를 측정한다. 그리고 PTRS 전송을 위해 자원 블록 혹은 자원 블록 그룹 내에서는 특정 M개의 자원 요소를 사용하게 되는데, PTRS는 특정 자원 블록 혹은 자원 블록 그룹 내에서 클러스터 타입으로 뭉쳐서, 전송될 수 있고, 인터리빙 타입으로 등간격으로 떨어져 전송될 수도 있으며, 간격에 무관하게 전송될 수도 있다.
- [0224] CP-OFDM waveform을 사용하는 시스템에서는 TRS(tracking RS)가 배치되는 형태에 따라, 추정 성능이 결정될 수 있지만, DFT-S-OFDM waveform을 사용하는 시스템에서는 TRS가 배치될 때 PAPR를 해치지 않는 방향으로 RS 배치를 결정하는 것이 바람직하다.
- [0225] DFT-S-OFDM waveform을 사용하는 시스템에서, PTRS는 데이터가 전송되는 OFDM 심볼 내의 특정 자원 요소에 위치한다. 이 때, PTRS는 등간격을 갖도록 배치하는 것이 바람직하다. 그리고, PTRS를 위한 시퀀스는 ZC(Zadoff-chu) 시퀀스를 사용하는 것이 바람직하다. 이 때, ZC 시퀀스는 한 OFDM 심볼에서 사용되는 PTRS의 수에 맞춰 ZC 시퀀스의 길이를 맞출 수도 있고, 또는 DMRS에서 사용하는 ZC 시퀀스를 재사용할 수도 있다.
- [0226] 만약, ZC 시퀀스를 재사용하는 경우에, DMRS ZC 시퀀스 열에서 PTRS의 수만큼의 요소들을 선택할 때, 첫 요소와 끝 요소 사이에 있는 값들 중에서 인덱스들이 최대한 균등한 간격을 갖게 하는 요소들을 선택하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 36 길이의 DMRS 시퀀스에서 6개의 요소를 선택한다고 할 때, 6간격으로 6개의 요소를 선택한다.
- [0227] 예를 들어,  $(\{1, 7, 13, 19, 25, 31\} + \text{offset} (\text{offset}=\{0,1,2,3,4,5\}))$  와 같은 시퀀스를 선택하여 PTRS를 전송할 때 낮은 PAPR을 유지할 수 있다.
- [0228] 그리고, 데이터를 DFT 확산(spreading)하기 위한 단위는 데이터 전송에 사용되는 자원 요소의 수로 할 수 있다. 예를 들어, 6RB를 할당 받은 경우 72를 DFT 확산 단위로 한다. (LTE에서는  $N = 2^a 3^b 5^c$ )
- [0229] 이 때, PTRS가 포함된 OFDM symbol에서의 DFT 확산 단위는 PTRS의 수를 제외한 나머지 자원 요소의 개수로 정의한다. 여기서,  $N = 2^a 3^b 5^c - M$ , M은 한 OFDM 심볼에 포함된 PTRS의 수이다.
- [0230] 한편, 기존 LTE에서와 유사하게 DFT 확산 단위를  $N = 2^a 3^b 5^c$ 로 유지하고자 하는 경우, 한 OFDM 심볼에 포함되는 PTRS의 수 M은  $N-M$ 이  $2^d 3^e 5^f$  안에서 정의되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 데이터 전송은 8RB가 사용되고 PTRS는 1 RB 마다 2개의 자원 요소씩 사용하는 경우 DFT 확산은  $8 \times (12 - 2) = 8 \times 10$  되어 기존 LTE의 2,3,5의 지수의 곱 관계를 유지할 수 있다.
- [0231] <채널 추정 단위: PRB 번들링(bundling) / RE 번들링 / 슬롯 번들링 / 심볼 번들링>
- [0232] LTE-A의 하향링크 DMRS 기반 전송에서는 자원 블록 단위로 전송 빔의 가중치를 변경할 수 있었고, 수신단은 하향링크 DMRS로부터 채널을 추정할 때, 단일 자원 블록 단위로 추정할 지 혹은 복수의 자원 블록 단위로 추정할 지 여부를 결정하는 PRB 번들링 개념이 적용되었다.
- [0233] 또한, LTE-A의 하향링크 DMRS는 2D-MMSE 기반의 채널 추정 기법을 도입할 때, 최적의 채널 추정 성능을 얻게 하는, 참조 신호 패턴이 설계되는데, 2D-MMSE 채널 추정 기법에서는 PRB 번들링 크기가 늘어나면 추정 복잡도가 심각하게 증가되는 문제가 있다.
- [0234] 한편, LTE-A 하향링크에서는 시스템 대역에 따라서 번들링 크기를 최대 2RB 혹은 3RB로 허용하였다. 반면, LTE 상향링크에서는 주파주 평형 가중치의 적용을 가정함과 함께, 상향링크 DMRS로 채널 추정을 하는 경우에도 DMRS에 적용되는 전송 가중치가 전송 자원 블록에 모두 동일한 값이 적용되었다고 가정하고 채널을 추정한다.
- [0235] LTE 상향링크 DMRS는 한 OFDM 심볼의 모든 자원 요소들을 사용하는데, 이는 1D에서는 최적 성능을 갖는 FFT 기

반의 채널 추정을 가능하게 하며, 큰 크기의 RB 번들링을 적용하더라도 채널 추정을 수행할 수 있는 장점이 있다.

[0236] 또한, 주파수 선택적 채널에서 주파수 선택적 프리코딩을 적용하여 빔포밍 성능을 높이고자 하는 경우에는 RB 번들링 크기를 좁게 두는 것이 유리하다. 또한, 다수의 사용자들을 동시에 수용하기 위해, MU-MIMO 페어링을 자원 블록 단위로 하고자 하는 경우에도 주파수 선택적 프리코딩을 수행하는 것이 유리하다.

[0237] 5G NR의 DMRS를 LTE 상향링크 DMRS와 유사하게 단일 OFDM 심볼에서 모든 OFDM 심볼을 전송하거나, LTE 하향링크 CRS와 유사하게 단일OFDM 심볼에 포함된 자원 요소들 중에서 등간격을 갖는 자원 요소 위치를 참조 신호로 사용하여 전송하는 패턴으로 설계한다면, 수신단은 2D MMSE 뿐만 아니라 FFT 기반의 채널 추정 기법을 사용할 수 있게 된다.

[0238] 또한, 5G NR의 주요 배치 시나리오(deployment scenario)로 스몰 셀(small cell), 인도어(indoor) 등을 고려할 수 있다. 특히, 아날로그 빔포밍이 도입되는 경우에는 무선 채널의 코히런스 대역이 증가되는 것을 고려할 때, 극단적인 주파수 선택적 프리코딩을 적용하기 보다는, 일정 수준의 주파수 대역에서는 동일한 프리코딩 가중치가 사용되는 것이 바람직하다.

[0239] 즉, NR에서는 RB 번들링 크기를 LTE-A 하향링크의 2RB 혹은 3RB 보다는 큰 값을 적용하는 것이 바람직하다. 한편, RB 번들링의 단위를 할당된 주파수 자원의 연속된 자원 단위로 적용할 수 있다.

[0240] 이와 반대로, LTE-A 하향링크 DMRS 및 상향링크 DMRS는 PRB내에서는 동일한 가중치가 적용되어 있다고 가정하고 채널을 추정한다. 반면, NR DMRS에서는 RE 묶음이나 OFDM 심볼 묶음 단위, 또는 주파수 축 및/또는 시간 축 번들링 조합의 형태를 고려할 수 있다. RE 묶음 혹은 OFDM 심볼 묶음 단위는 빔 사이클링 혹은 빔 스위핑에 도움을 줄 수 있다.

[0241] 특히, 데이터가 전송되는 슬롯 내에 다수의 OFDM 심볼이 있고 특정 OFDM 심볼에 포함된 DMRS로부터 추정된 채널을 해당 OFDM 심볼 혹은 인접한 OFDM 심볼 묶음 혹은 슬롯 내에 존재하는 특정 OFDM 심볼들에 적용할 수 있다고 가정한다면, 슬롯 내에서 OFDM 심볼 혹은 OFDM 심볼 묶음 단위로 아날로그 및/또는 디지털 빔 스위핑하는 경우, 빔 다이버시티(beam diversity)를 기대할 수 있다.

[0242] 이와 유사하게, 자원 블록 내의 특정 자원 요소에 위치한 DMRS로 추정한 채널을 해당 자원 요소, 인접한 자원 요소 묶음, 자원 블록 내에 있는 자원 요소 들, 혹은 자원 블록 묶음 내에 있는 자원 요소에 적용할 수 있다고 가정한다면, 자원 블록 혹은 자원 블록 묶음 내에서 디지털 빔을 변경하는 빔 다이버시티(beam diversity)를 기대할 수 있다.

[0243] 한편, 하향링크에서의 RB 번들링을 단말의 채널 추정 단위로 가정할 수 있고, 반면, 상향링크에서는 프리코더가 적용되는 단위로 가정할 수 있다. 즉, 상향링크 전송인 경우, 단말은 기지국으로부터 프리코더가 적용되는 RB 크기를 지시 받게 되며, 이에 따라 프리코딩을 적용한다. 이 때 RB 크기는 RB, RB그룹, 혹은 할당 받은 전 대역 단위로 지정될 수 있다.

[0244] <설계 기준 (Design Criteria)>

[0245] NR 시스템에서 요구하는 최대 스펙트럼 효율(Spectral Efficiency)은 하향링크의 경우에는 30bps/Hz, 상향링크의 경우에는 15bps/Hz(UL)로 이는 3GPP LTE-A의 스펙트럼 효율과 동일한 값이다. LTE-A에서는 변조(Modulation)는 64QAM, 전송 레이어 수는 하향링크가 8 레이어, 상향링크가 4 레이어이고, 요구 조건(Requirement) 30bps/Hz (DL), 15bps/Hz(UL)을 달성했다.

[0246] 이와 마찬가지로 NR 시스템에서 요구되는 스펙트럼 효율(Spectral Efficiency Requirement)을 고려하면 전송 레이어는 하향링크의 경우, 최대 8개, 상향링크의 경우, 4개인 것이 바람직하다. 또한, 기지국 안테나가 증가하면서 안테나 포트의 수를 늘릴 수 있으며, 기지국이 전송할 수 있는 레이어의 최대 값은 16으로 가정한다. 또한 상향링크에서 기지국이 수신할 수 있는 최대 레이어 또한 16으로 가정한다.

[0247] 즉, NR 시스템에서 요구되는 송수신 레이어의 수는 다음과 같을 수 있다.

[0248] \* Point-to-Point 전송 Layer 수 가정

[0249] - SU전송: 최대 8(DL), 최대 4(UL),

[0250] - MU전송: 최대 4 (DL), 최대 4(UL)

- [0251] \* 기지국 전송/수신 최대 Layer 수 가정
- [0252] - 최대 16(DL), 8(UL)
- [0253] 본 설계에서 NR DMRS는 아래와 같은 가정으로 설계한다.
- [0254] - 단말 당 최대 8 안테나 포트 지원
- [0255] - 동시 전송 가능한 최대 16 안테나 포트 지원
- [0256] - 하나의 OFDM 심볼에 최대 8 안테나 포트를 구분할 수 있도록 자원 설정
- [0257] - 안테나 포트(AP)당 최소 2RE 혹은 3RE 의 에너지를 갖게 함
- [0258] 이는 8 안테나 포트를 위해 16 개의 자원 요소가 사용되면 하나의 안테나 포트 당 2개의 자원 요소가 사용되며, 24 자원 요소가 사용되면 하나의 안테나 포트당 3개의 자원 요소가 사용되는 것을 의미한다. 본 설계에서 자원 블록은 8의 배수인 16 개의 자원 요소 혹은 24 개의 자원 요소로 구성하는 것을 가정한다.
- [0259] <단일 OFDM 심볼 (Single OFDM symbol)에 대한 다중화(Multiplexing) 방법>
- [0260] 한 OFDM 심볼에 다수의 안테나 포트를 다중화 하는 방법으로, 안테나 포트 당 서로 다른 주파수 자원을 사용하는 FDM 방법과 동일한 자원에 코드 자원을 분리하여 사용하는 CDM 방법이 있다.
- [0261] 도 21은 본 발명의 일 실시예에 따라 DMRS를 CDM 방식으로 N개 자원 요소에 스프레딩하고, 8개의 직교 코드를 이용하여 전송하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0262] 즉, 도 21은 N개의 자원 요소에 직교 코드를 사용하는 예로서, 할당 된 대역에서 사용하는 길이 N의 스크램블 시퀀스(scrambling sequence) (예, PN sequence, CAZAC 등)를 모든 안테나 포트가 공유하고, 길이 N의 직교 시퀀스(예, DFT, Hadamard) 8개를 AP에 할당하는 방식이다.
- [0263] 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따라 FDM과 CDM을 조합하여 사용하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0264] 도 22 역시 N개의 자원 요소에 주파수 자원과 직교 코드를 사용하는 예로서, N개의 자원 요소를 Even과 Odd number에 따라 N/2개씩 나누고, 각 그룹에서는 4개의 안테나 포트를 구분하기 위한 직교 코드를 사용하는 방식이다. 할당 된 대역에서 사용하는 길이 N의 스크램블 시퀀스(scrambling sequence) (예, PN sequence, CAZAC 등)에서 even과 odd number index로 2개의 서브셋 시퀀스(subset sequence)를 사용하며 각 서브셋 시퀀스는 안테나 포트를 공유한다. 길이 N/2의 직교 Sequence (예, DFT, Hadamard) 4개를 안테나 포트에 할당한다.
- [0265] 할당 된 대역에서 사용하는 길이 N/2의 스크램블 시퀀스(scrambling sequence)를 2개의 주파수 자원에서 동일하게 사용하며, 길이 N/2의 직교 시퀀스 4개를 안테나 포트에 할당한다.
- [0266] 도 23은 본 발명의 일 실시예에 따라 FDM과 OCC를 조합하여 사용하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0267] 즉, N개의 자원 요소에 주파수 자원과 직교 코드를 사용하는 예로서, 4개의 연속하는 주파수 자원 묶음을 만들고 주파수 자원 묶음에서는 직교 코드 자원 4개가 4개의 안테나 포트에 할당된다. 다시 말해, 인접한 4개의 자원 요소에서 또 하나의 주파수 자원 묶음을 만들며, 직교 코드 자원 4개는 다른 4개의 안테나 포트에 할당한다.
- [0268] 자원 블록 당 N개의 자원 요소를 사용하는 경우 총 N/4개의 4개 연속 주파수를 갖는 자원 묶음이 만들어 지고, 4 RE 간격으로 떨어져 있는 자원 묶음을 4개 안테나 포트들이 사용한다. 해당 자원 블록에 정의된 N/4 길이의 스크램블 시퀀스는 N/4개의 주파수 묶음에서 각각 사용된다.
- [0269] 도 24는 본 발명의 다른 일 실시예에 따라 FDM과 CDM을 조합하여 사용하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0270] 4 RE 간격을 갖는 자원들을 주파수 묶음으로 하여 총 4개의 주파수 자원 묶음을 생성하며, 4개의 주파수 자원 묶음에서는 각각 2개의 안테나 포트 들을 직교 자원으로 구분한다.
- [0271] 해당 자원 블록에 정의된 길이 N의 스크램블 시퀀스(Scrambling sequence)는 자원 요소마다 맵핑되며, 주파수 자원 묶음들 사이에는 서로 다른 스크램블 시퀀스 가 맵핑될 수 있다. 2개의 직교 자원으로는 OCC-2 ([+1 +1], [+1 -1])이 사용될 수 있다.
- [0272] 해당 자원 블록에 정의된 길이 N/4의 스크램블 시퀀스는 주파수 자원 묶음에 속한 자원 요소에 맵핑되며, 주파수 자원 묶음들은 서로 같은 스크램블 시퀀스를 기본 시퀀스로 사용할 수 있다. 또한, 주파수 자원 묶음 간에 특별한 오프셋 시퀀스를 도입할 수 도 있다. 2개의 직교 자원으로는 OCC-2 ([+1 +1], [+1 -1])이 사용될 수 있

다.

- [0273] 도 25 및 26은 본 발명의 다른 일 실시예에 따라 FDM과 OCC를 조합하여 사용하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0274] 도 25에서는 4RE 간격을 갖는 자원들을 주파수 묶음으로 하여 총 4개의 주파수 자원 묶음을 생성하며, 4개의 주파수 자원 묶음에서는 각각 2개의 안테나 포트들을 직교 자원으로 구분한다.
- [0275] 도 26에서는 연속한 2개의 자원 요소를 OCC 적용 단위로 하고 8개 자원 요소에서 총 4개의 OCC 그룹을 생성한다. 해당 자원 블록에 정의된 길이 N/2의 스크램블 시퀀스(scrambling sequence)를 각 OCC 그룹에 맵핑하여 사용한다.
- [0276] 도 27는 본 발명의 다른 일 실시예에 따라 안테나 포트 당 8 RE 간격으로 FDM을 이용하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0277] 도 27의 실시 예에 따르면, 레이어 수에 관계 없이 포트 당 자원 요소 수를 고정할 수 있다. 예를 들면, "N-RE / 최대 안테나 포트의 수"로 포트 당 자원 요소 수를 고정할 수 있다. 한편, 레이어 수에 따라 포트 당 자원 요소 수 가변할 수도 있다. 예를 들어, 1) 단일 레이어: 포트 당 24 REs, 2) 2-레이어: 포트 당 12 REs, 3) 3-레이어: 포트 당 8REs, 4) 4-레이어: 포트 당 6REs, 5) 6-레이어: 포트 당 4REs, 6) 8-레이어: 포트 당 3REs 등으로 포트 당 자원 요소 수를 가변할 수 있다.
- [0278] 또한, 5-레이어인 경우 6-레이어를 위한 DMRS 패턴에서 5개 포트를 사용하고, 7-레이어인 경우 8-레이어를 위한 DMRS 패턴에서 7개 포트를 사용할 수 있다.
- [0279] 상술한 방법들은 최대 8개 안테나 포트를 위한 DMRS 자원 할당 방법을 설명하였으나, 이보다 작은 범위의 안테나 포트에 대한 자원 할당 방법으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 최대 4개 안테나 포트를 가정하는 경우, 상기 방법의 서브 셋을 사용할 수 있으며, 안테나 포트를 최대 8개로 확장 하는 경우, 하나의 OFDM 심볼을 더 사용할 수 있다. 일 예로, 2개의 OFDM 심볼에 OCC-2를 적용하여 안테나 포트를 구분할 수 있다. 아래 표 1은 LTE-A에서의 8 안테나 포트, 24RE를 가정한다.

**표 1**

[0280]	AP개수	1	2	3	4	5	6	7	8
	RE/AP	12	6,6	6,6,12	6,6,6,6	3,3,6,6,3	3,3,3,3,3,3	3,3,3,3,3,3,3,3	3,3,3,3,3,3,3,3

[0281] <CDM을 위한 시퀀스>

- [0282] 기존 LTE 상향링크 DMRS의 경우, 기저 시퀀스로 ZC 시퀀스를 사용한다. 그리고 추가적으로 시간 도메인 cyclic shift를 적용하기 위하여 12간격을 갖는 DFT 벡터( $\exp(j*2*\pi*n*k/12)$ )를 사용하고, 12개의 직교 벡터 중 8개의 벡터를 사용하며, 이러한 벡터의 사용은 12RE 단위로 반복 적용된다.
- [0283] 새로운 시스템에서 하나의 OFDM 심볼에 8개의 직교 DMRS 안테나 포트를 다중화하는 방법에 있어서 주파수 축으로 CDM 혹은 OCC를 적용하는 방안을 생각해 볼 수 있다.

[0284] 1. 실시예 2-1

[0285] 시간 도메인 cyclic shift를 적용하는 경우, 8간격을 갖는 DFT 벡터( $\exp(j*2*\pi*n*k/8)$ )를 사용한다. 이는, 8개의 레이어들 각각의 무선 채널에 대한 임펄스 응답이 시간 도메인에서 각 레이어들이 최대 간격으로 떨어져 배치될 수 있도록 하는 장점이 있다. 특히, 8개의 직교 DMRS 안테나 포트를 CDM으로 사용하는 패턴에서 적용해 볼 수 있다. 이 때, 직교 시퀀스로는 Hadamad-8을 적용 가능하다.

[0286] 이 때, 12 RE가 1 RB로 정의되는 경우, 길이가 8인 벡터가 12개의 자원 요소에 배치되면 한 사이클의 벡터와 벡터의 일부가 맵핑되는 형태가 된다. 예를 들어, 길이 8의 벡터를  $[S_n(0) S_n(1) S_n(2) S_n(3) S_n(4) S_n(5) S_n(6) S_n(7)]$  이라고 할 때, 12RE에 맵핑되는 순서를 생각해 보면, 아래와 같이 맵핑될 수 있다.

[0287] 12RE 맵핑:  $[S_n(0) S_n(1) S_n(2) S_n(3) S_n(4) S_n(5) S_n(6) S_n(7) S_n(0) S_n(1) S_n(2) S_n(3)]$

[0288] 또한, Multi-RB에 맵핑되는 시퀀스들이 연속적인 위상을 갖도록 하는 방안으로, 아래 표 2와 같이, RB 넘버에

따라 맵핑 관계를 설정해 볼 수 있다.

표 2

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Even (/Odd) number RB	$S_n(0)$	$S_n(1)$	$S_n(2)$	$S_n(3)$	$S_n(4)$	$S_n(5)$	$S_n(6)$	$S_n(7)$	$S_n(8)$	$S_n(9)$	$S_n(10)$	$S_n(11)$
Odd (/Even) number RB	$S_n(4)$	$S_n(5)$	$S_n(6)$	$S_n(7)$	$S_n(0)$	$S_n(1)$	$S_n(2)$	$S_n(3)$	$S_n(4)$	$S_n(5)$	$S_n(6)$	$S_n(7)$

2. 실시 예 2-2

시간 도메인 cyclic shift를 적용하는 경우, 4간격을 갖는 DFT 벡터( $\exp(j*2*\pi*n*k/4)$ )를 사용한다. 이는, 4개의 레이어들 각각의 무선 채널에 대한 임펄스 응답이 시간 도메인에서 각 레이어들이 최대 간격으로 떨어져 배치될 수 있도록 하는 장점이 있다. 특히, 4개 직교 DMRS 안테나 포트를 CDM으로 사용하는 패턴에서 적용해 볼 수 있다. 이 때, 직교 시퀀스로는 Hadamad-4의 적용이 가능하다.

FDM과 CDM으로 직교 DMRS 안테나 포트를 정의할 때, 12RE가 1RB로 정의되는 경우, 6RE 단위로 CDM을 적용해서 4개의 DMRS 안테나 포트를 구분하고 다른 6RE 자원에서 CDM으로 다른 4개의 DMRS 안테나 포트를 정의할 수 있다. 이 때, 길이 4의 벡터가 6 RE에 맵핑되는 것을 보면, 위에서 언급한 맵핑과 유사하게 벡터의 한 사이클과 반 사이클이 맵핑된다. 이 때도, 유사하게 Multi-RB에 맵핑되는 시퀀스들이 연속적인 위상을 갖도록 하는 방안으로, 표 3에서 보는 것과 같이, RB 넘버에 따라 맵핑 관계를 설정해 볼 수 있다.

표 3

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Even (/Odd) number RB	$S_n(0)$	$S_n(1)$	$S_n(2)$	$S_n(3)$	$S_n(0)$	$S_n(1)$	$S_n(2)$	$S_n(3)$	$S_n(0)$	$S_n(1)$	$S_n(2)$	$S_n(3)$
Odd (/Even) number RB	$S_n(2)$	$S_n(3)$	$S_n(0)$	$S_n(1)$	$S_n(2)$	$S_n(3)$	$S_n(0)$	$S_n(1)$	$S_n(2)$	$S_n(3)$	$S_n(0)$	$S_n(1)$

<FDM과 CDM을 적용하는 방안>

12RE를 1RB로 구성하는 자원 맵핑에 있어서, CDM을 통해 6개의 자원 요소에 4개 안테나 포트를 구분하고, 다른 6개의 자원 요소에서 다른 4개의 안테나 포트를 구분할 수 있도록 한다.

도 28은 본 발명의 일 실시예에 따라 FDM과 CDM을 적용하는 방안을 도시한 도면이다.

구체적으로, 도 25의 (A)는 2개의 연속하는 자원 요소를 그룹핑하고 그룹 간 2 RE 간격으로 배치하는 방식을 도시한다. 한편, 도 25의 (B)는 2 RE간격을 갖는 자원 요소들을 그룹핑하는 것을 도시한다.

2개의 그룹(G1, G2)에서 각각 4개의 안테나 포트를 구분할 수 있다. 이 때, 각 그룹에는 위에서 설명한 CDM 코드를 적용할 수 있다.

하향링크 전송에서 다중 사용자 전송이 되는 경우 기지국은 다중 사용자들의 채널 추정을 위한 DMRS 포트를 FDM과 CDM 그룹 내에서 할당해 줄 수 있다. 기지국은 각 사용자들이 사용할 DMRS 포트를 지시할 수 있는데, 개별 사용자가 이용하는 DMRS 포트를 지정하는 것을 기본으로 한다. 다중 사용자들이 DMRS 안테나 포트를 할당 받는 경우, 단말이 다른 사용자들이 사용하는 DMRS 포트 정보를 알고 있는 경우 채널 추정 성능을 향상시킬 수 있는 가능성이 있다.

예를 들어, 단말이 2개의 DMRS 포트를 할당 받고 이를 위해 CDM 중에서 2개가 선택되었다면, 단말은 2개의 자원 요소 단위로 average 하여, 2개의 DMRS 안테나 포트를 구분할 수 있게 된다. 다른 단말을 위해 CDM 중 나머지 2개의 시퀀스가 할당될 가능성도 있기 때문에, 해당 단말은 4개의 자원 요소 단위로 average 하여, 2개의 DMRS 안테나 포트를 구분하는 방법도 가능하다.

무선 채널의 주파수 선택도를 고려할 때 가능한 가까운 거리에 있는 자원 요소들을 average 하는 것이 바람직할데, 2개의 자원 요소를 average하는 편이 4개의 자원 요소를 average를 하는 것보다 좋은 채널 추정 성능을 기대할 수 있다. 다중 사용자 전송에서, 기지국이 단말에게 다중 사용자 다중화 관련 정보 또는 CDM의 길이 정보를 알려주게 되면, 단말은 채널 추정 시 average하는 단위를 조정할 수 있게 된다. 예를 들어, CDM-2(길이 2의 직교 자원 사용)와 CDM-4 (길이 4의 직교 자원 사용)를 사용했는지 여부를 단말에게 알려주는 지시자가 설정될

수 있다.

[0302] 도 29를 참조하면, 통신 장치(2900)는 프로세서(2910), 메모리(2920), RF 모듈(2930), 디스플레이 모듈(2940) 및 사용자 인터페이스 모듈(2950)을 포함한다.

[0303] 통신 장치(2900)는 설명의 편의를 위해 도시된 것으로서 일부 모듈은 생략될 수 있다. 또한, 통신 장치(2900)는 필요한 모듈을 더 포함할 수 있다. 또한, 통신 장치(2900)에서 일부 모듈은 보다 세분화된 모듈로 구분될 수 있다. 프로세서(2910)는 도면을 참조하여 예시한 본 발명의 실시예에 따른 동작을 수행하도록 구성된다. 구체적으로, 프로세서(2910)의 자세한 동작은 도 1 내지 도 28에 기재된 내용을 참조할 수 있다.

[0304] 메모리(2920)는 프로세서(2910)에 연결되며 오퍼레이팅 시스템, 어플리케이션, 프로그램 코드, 데이터 등을 저장한다. RF 모듈(2930)은 프로세서(2910)에 연결되며 기저대역 신호를 무선 신호를 변환하거나 무선신호를 기저대역 신호로 변환하는 기능을 수행한다. 이를 위해, RF 모듈(2930)은 아날로그 변환, 증폭, 필터링 및 주파수 상향 변환 또는 이들의 역과정을 수행한다. 디스플레이 모듈(2940)은 프로세서(2910)에 연결되며 다양한 정보를 디스플레이한다. 디스플레이 모듈(2940)은 이로 제한되는 것은 아니지만 LCD(Liquid Crystal Display), LED(Light Emitting Diode), OLED(Organic Light Emitting Diode)와 같은 잘 알려진 요소를 사용할 수 있다. 사용자 인터페이스 모듈(2950)은 프로세서(2910)와 연결되며 키패드, 터치 스크린 등과 같은 잘 알려진 사용자 인터페이스의 조합으로 구성될 수 있다.

[0305] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

[0306] 본 문서에서 기지국에 의해 수행된다고 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 그 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수 있다. 즉, 기지국을 포함하는 복수의 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. 기지국은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 액세스 포인트(access point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다.

[0307] 본 발명에 따른 실시예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 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, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

[0308] 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.

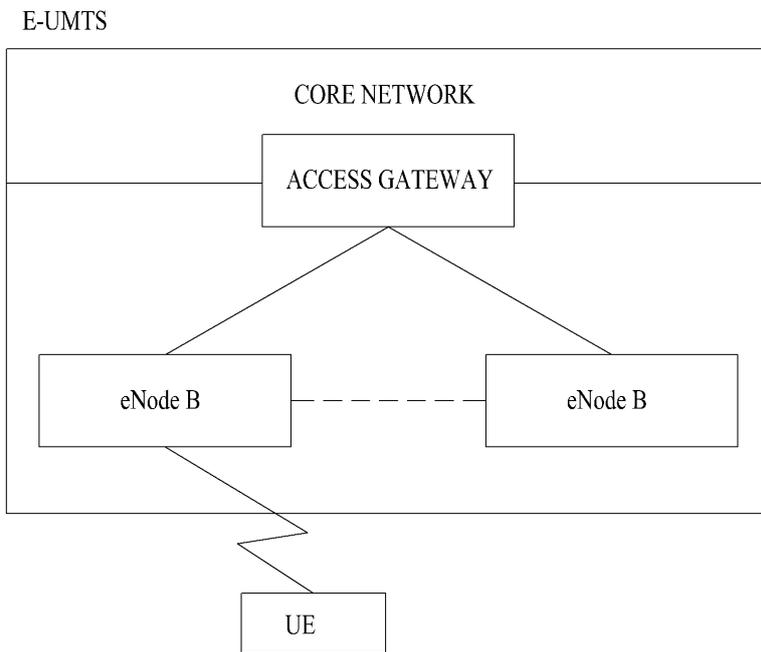
[0309] 본 발명은 본 발명의 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

**산업상 이용가능성**

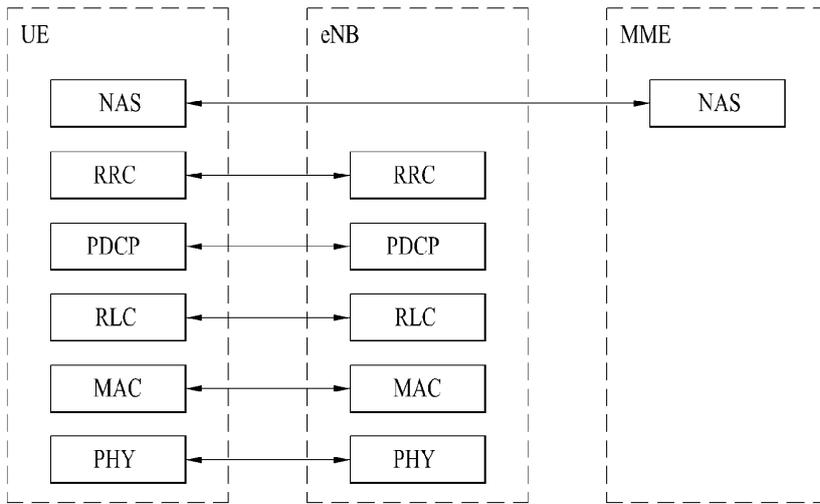
[0310] 상술한 바와 같은 무선 통신 시스템에서, 참조 신호를 전송하는 방법 및 이를 위한 장치는 5세대 NewRAT 시스템에 적용되는 예를 중심으로 설명하였으나, 5세대 NewRAT 시스템 이외에도 다양한 무선 통신 시스템에 적용하는 것이 가능하다.

도면

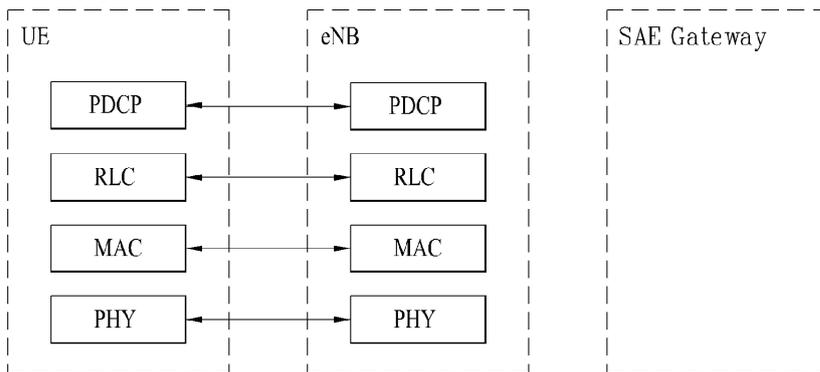
도면1



도면2

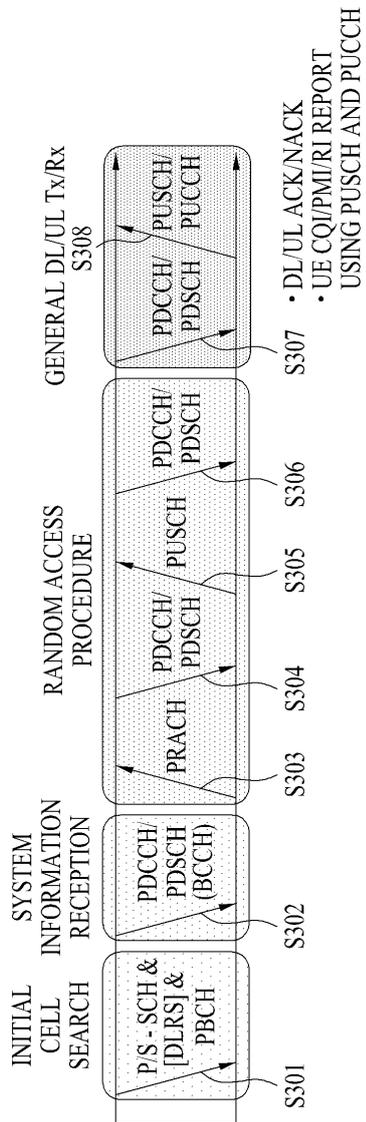


(A) CONTROL-PLANE PROTOCOL STACK

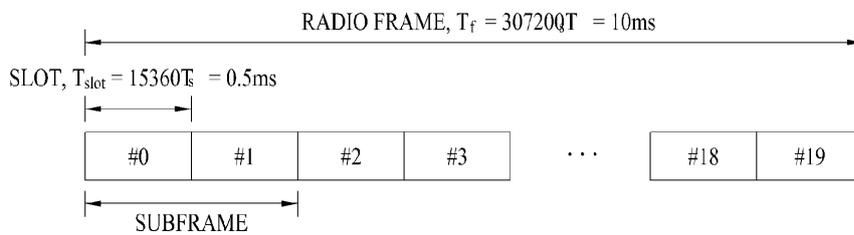


(B) USER-PLANE PROTOCOL STACK

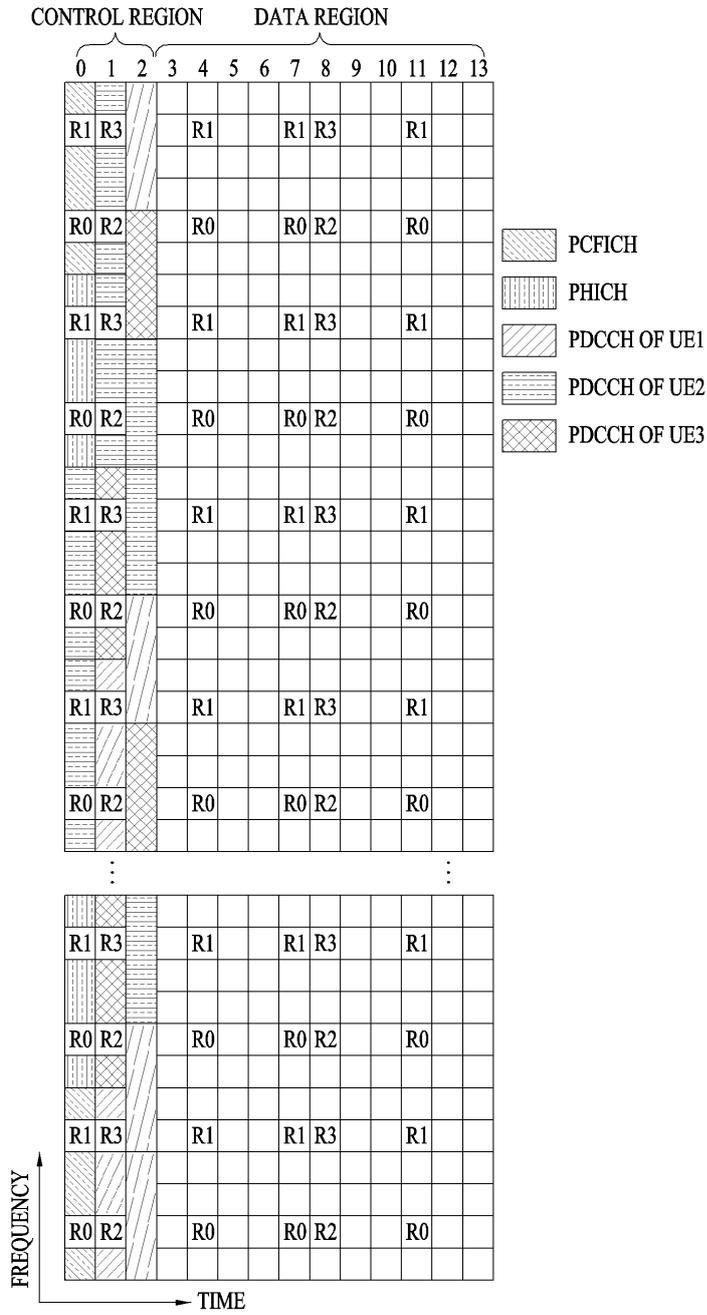
도면3



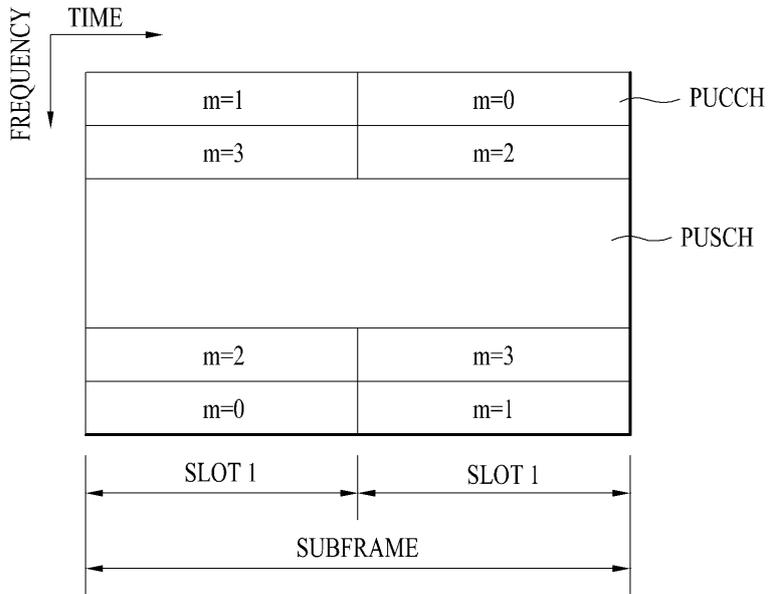
도면4



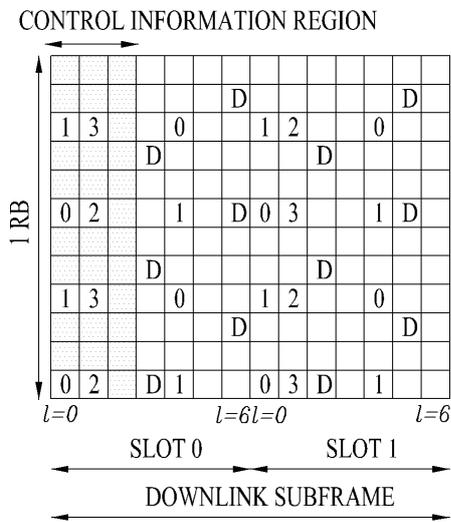
도면5



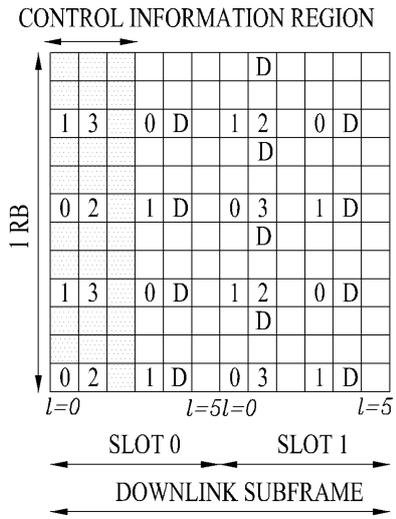
도면6



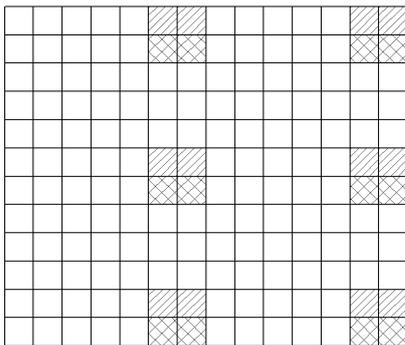
도면7



도면8



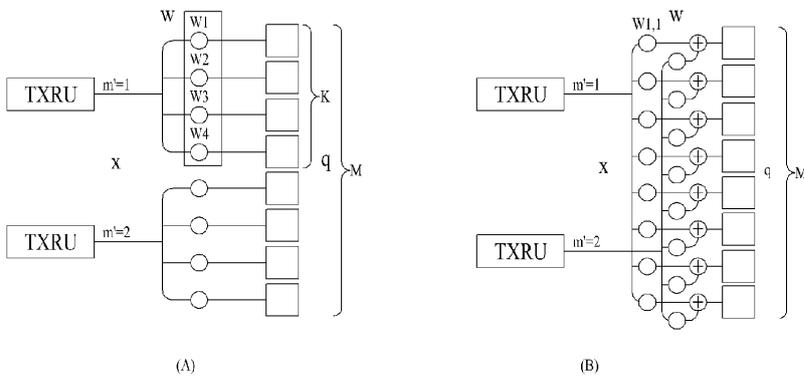
도면9



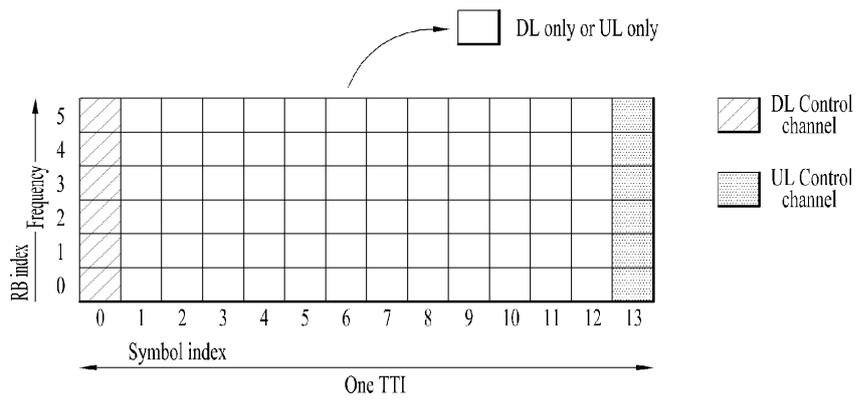
▨ : DMRS GROUP 1

⊠ : DMRS GROUP 2

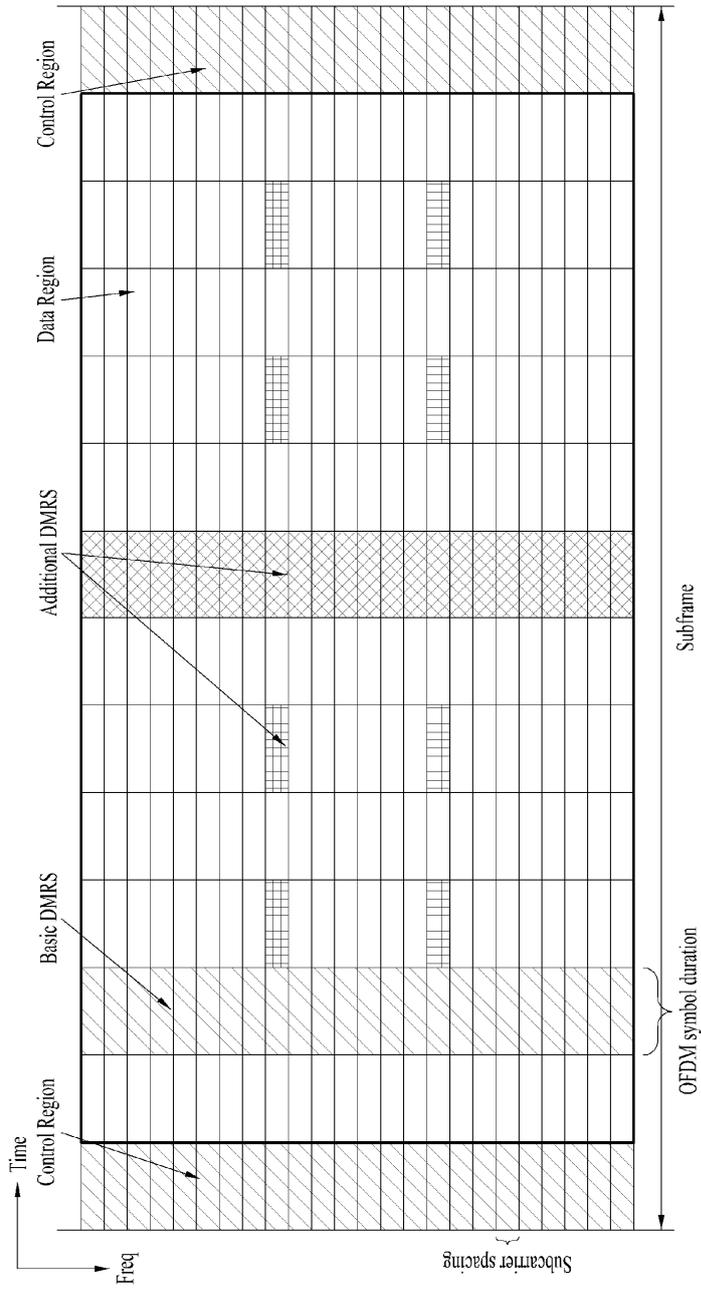
도면10



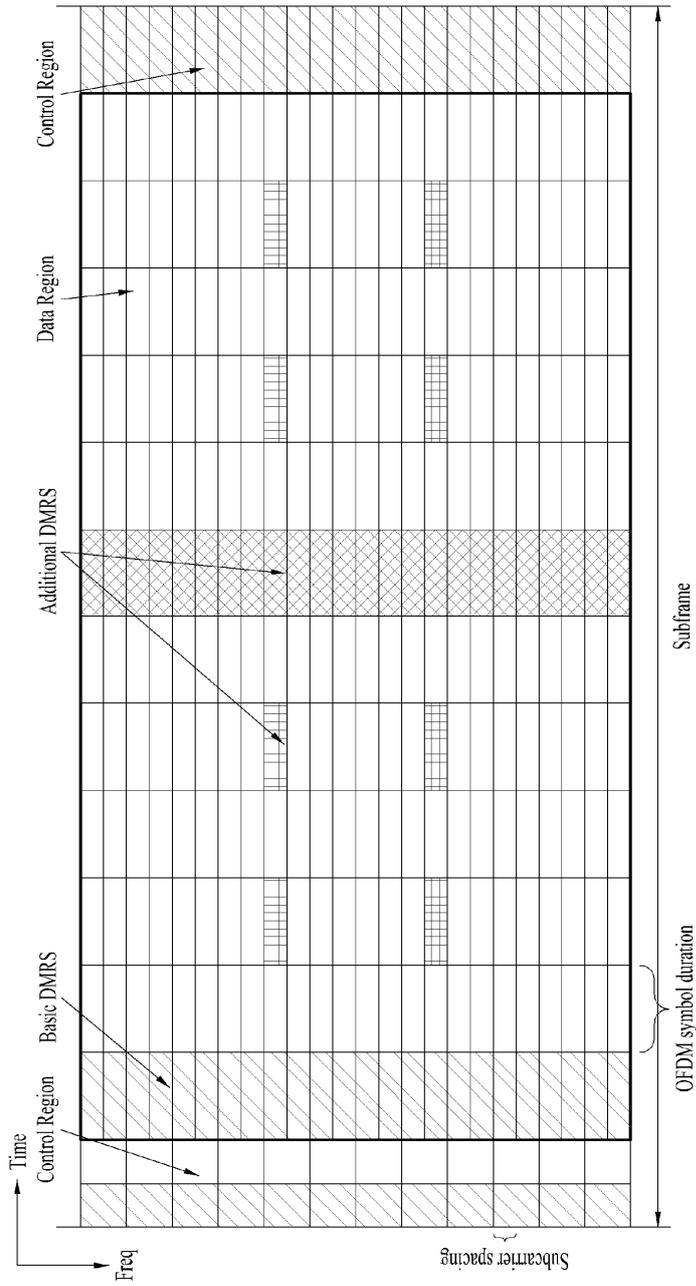
도면11



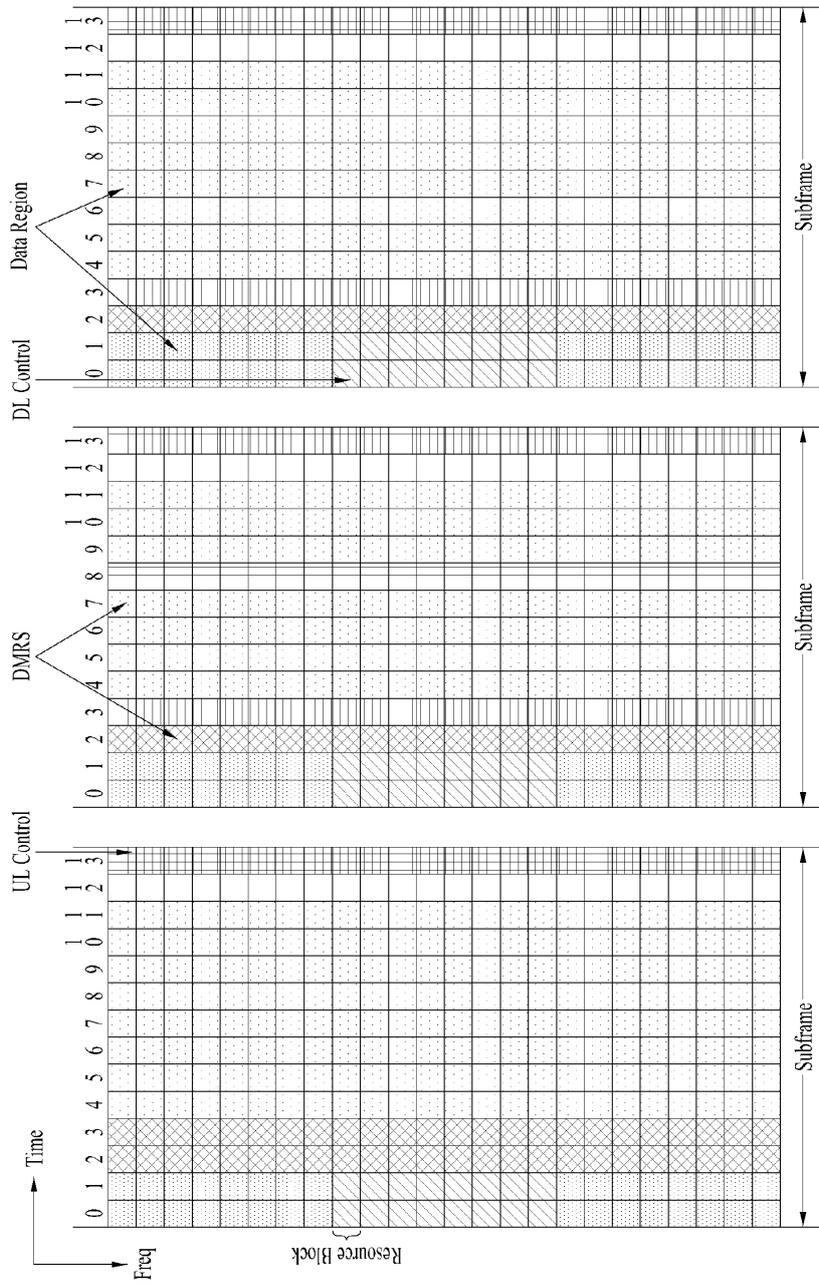
도면12



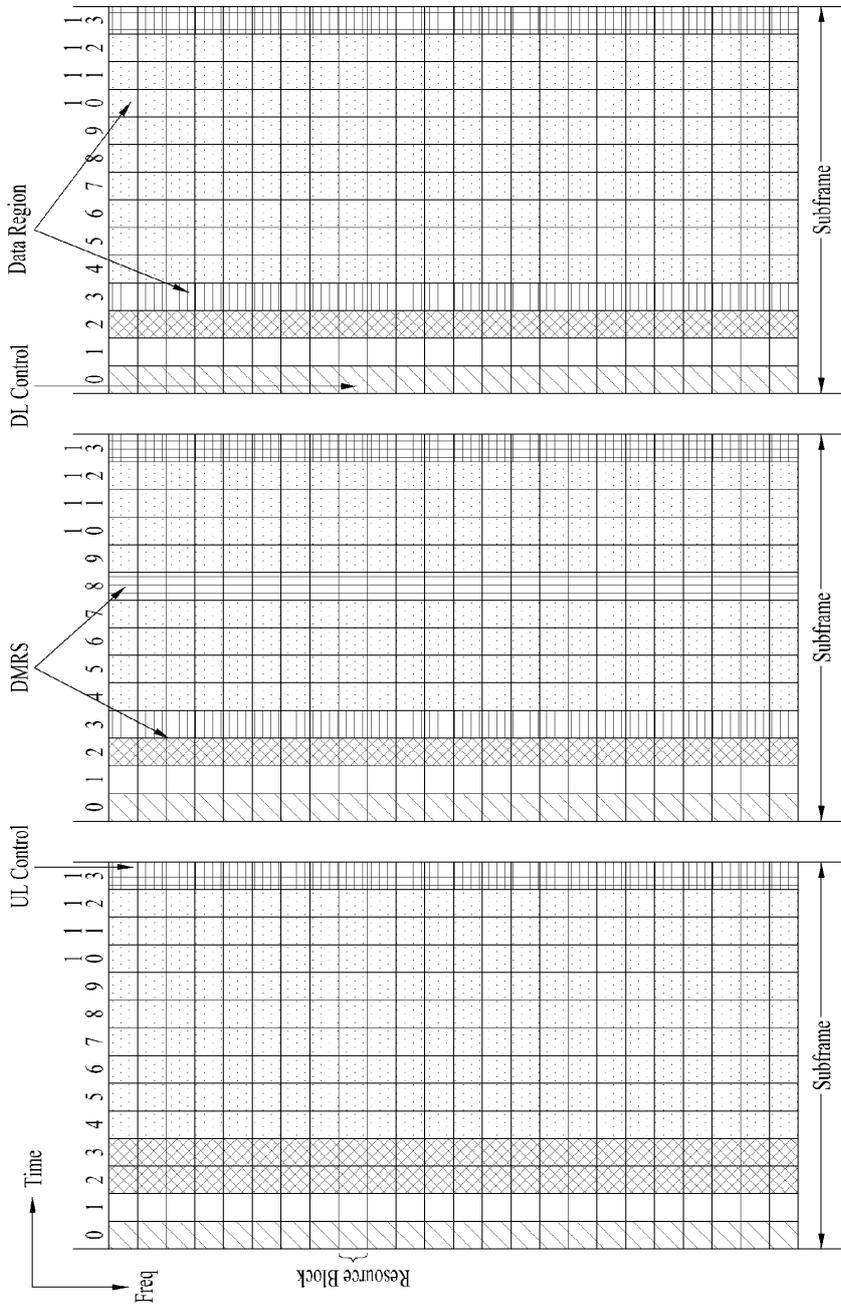
도면13



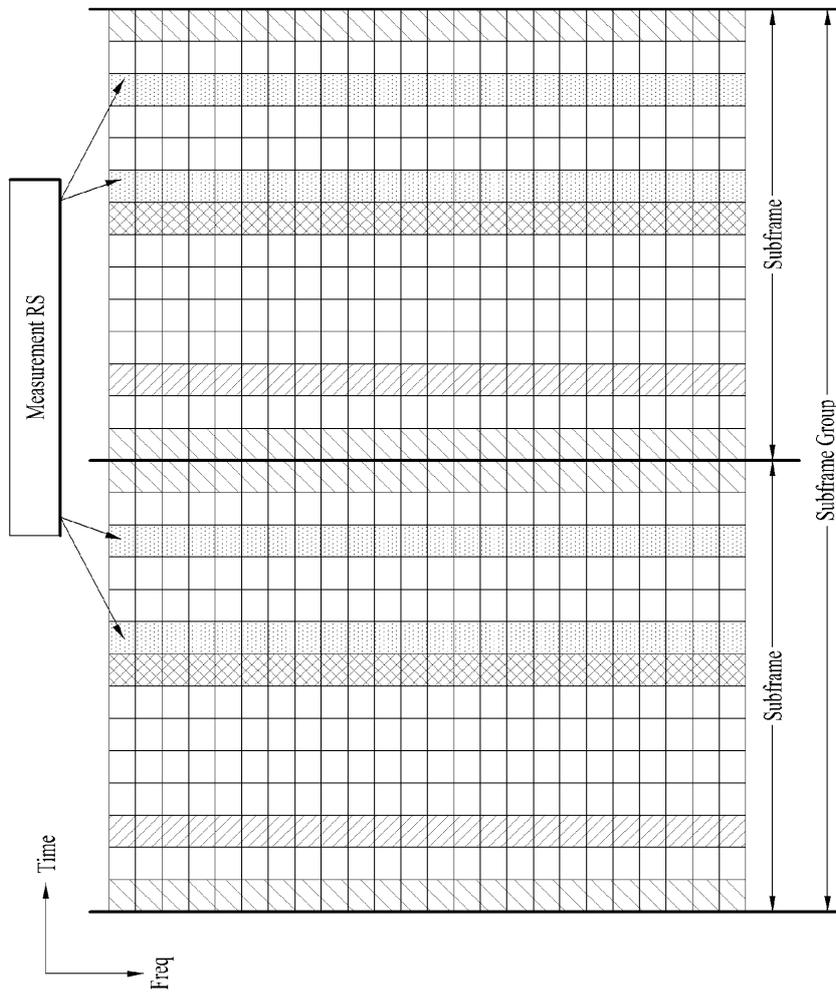
도면14



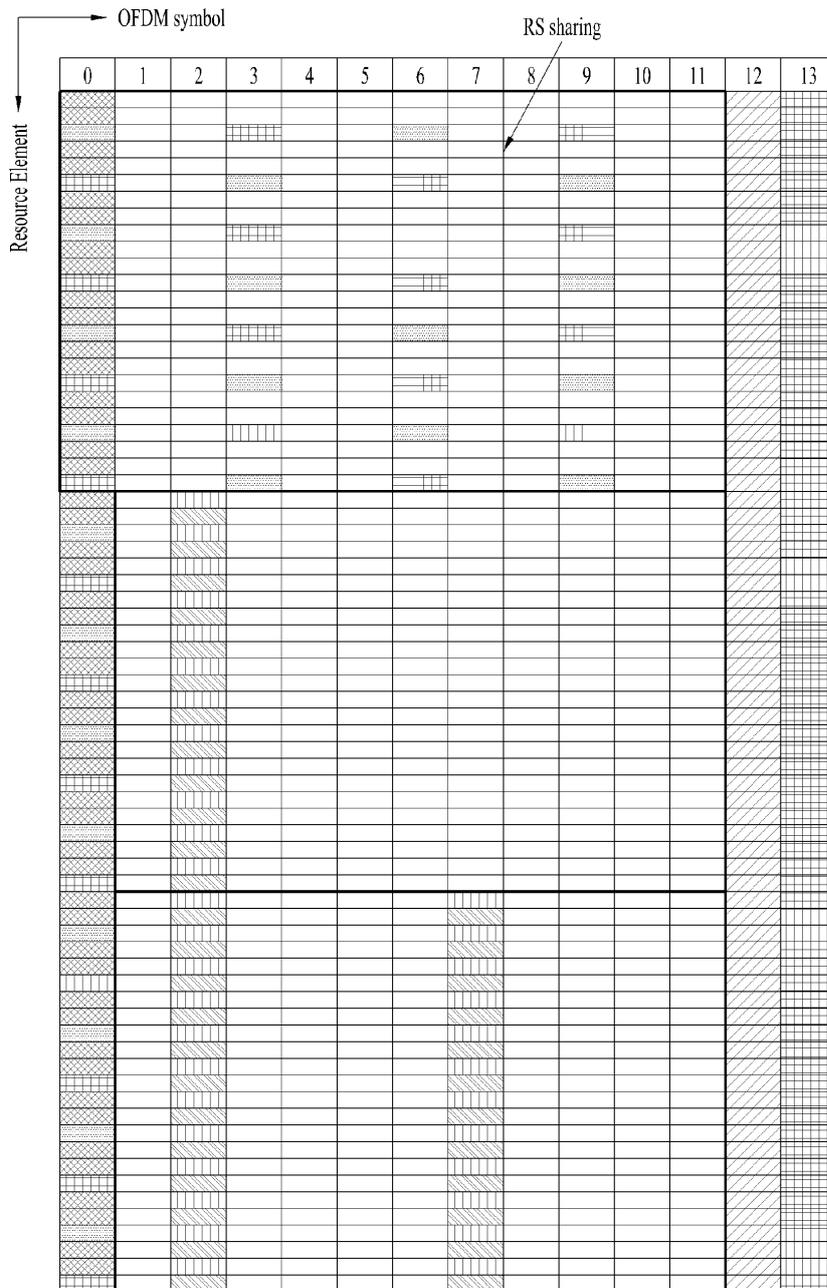
도면15



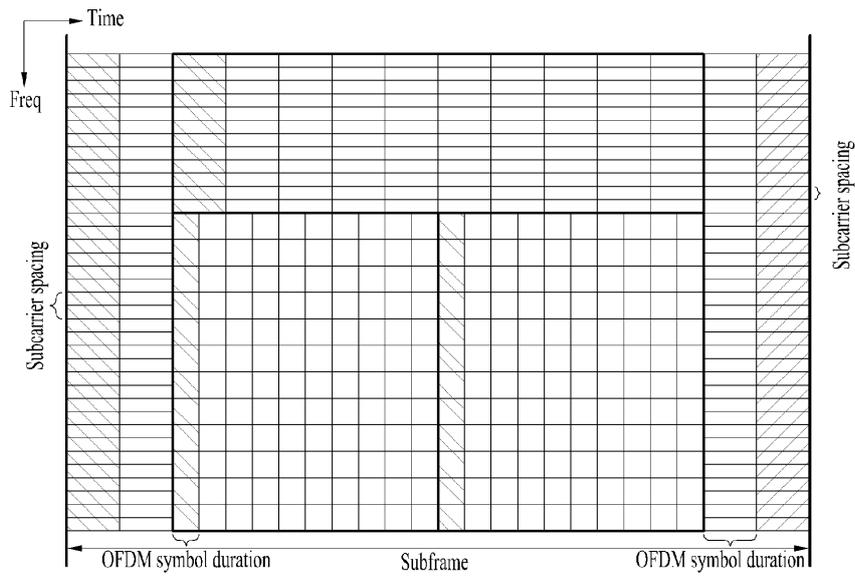
도면16



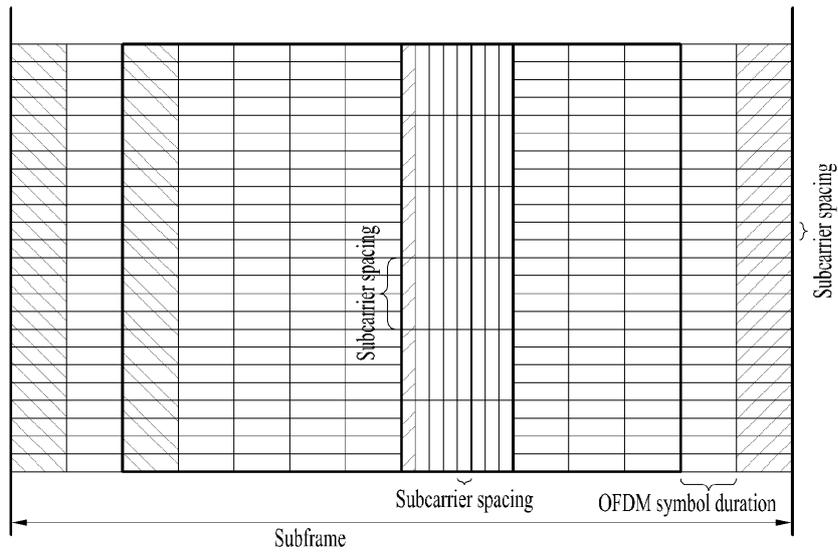
도면17



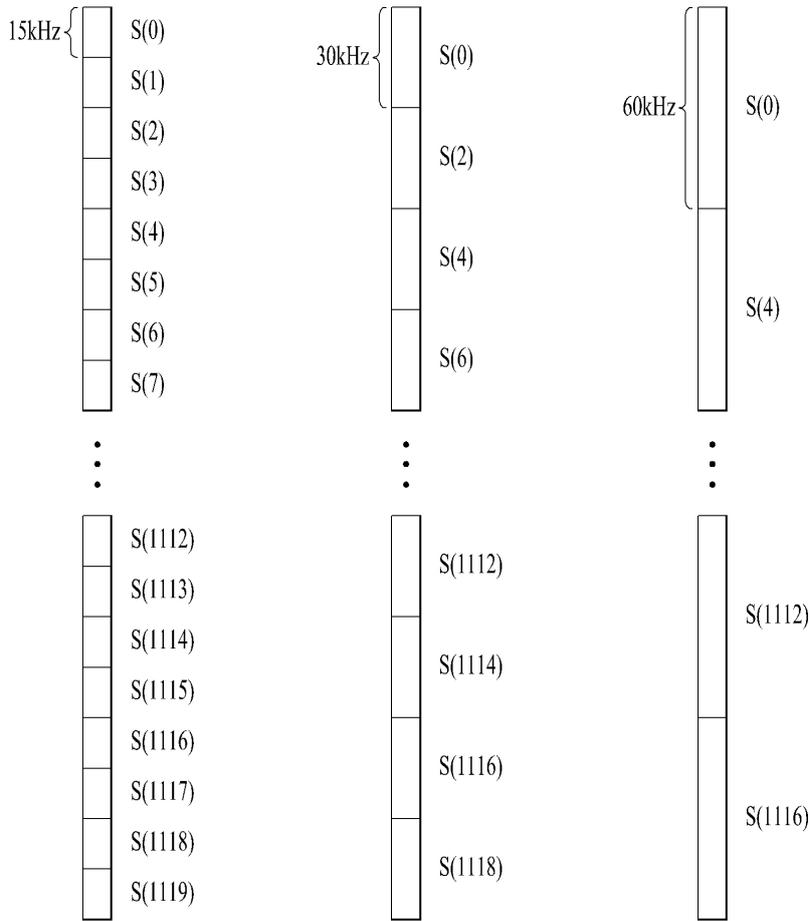
도면18



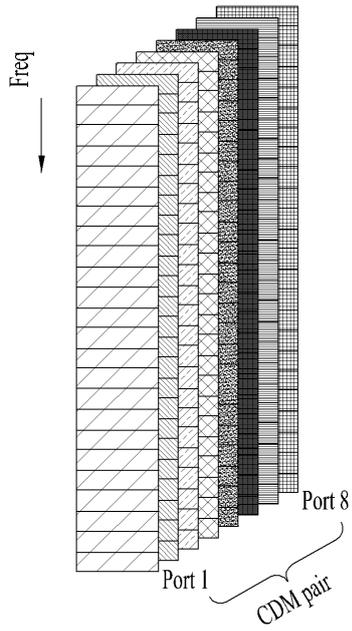
도면19



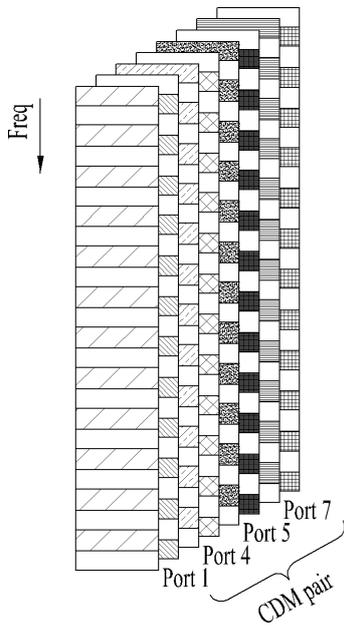
도면20



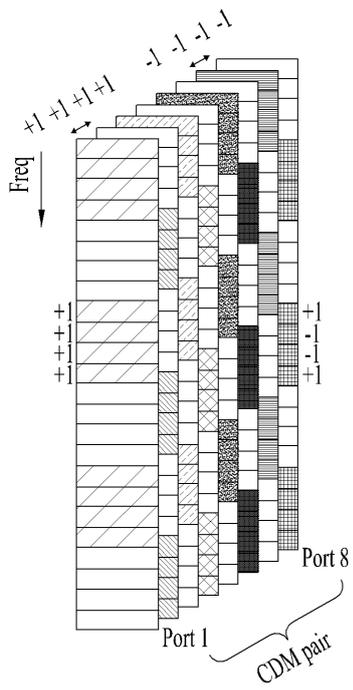
도면21



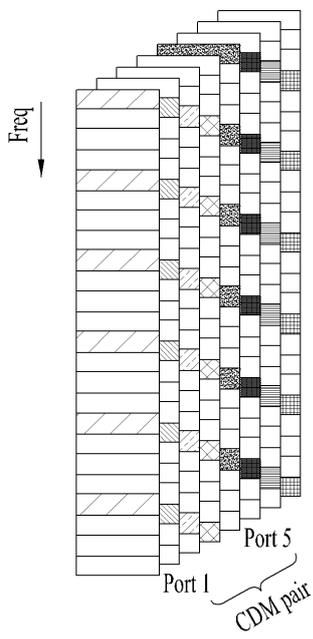
도면22



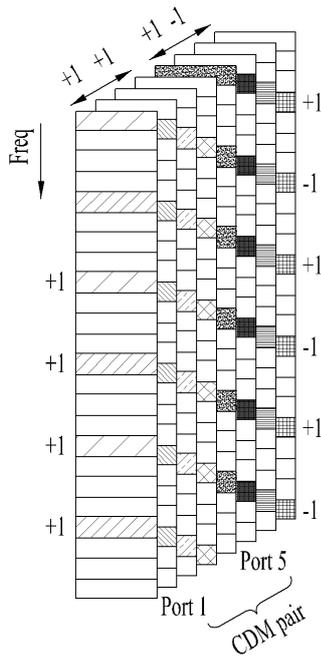
도면23



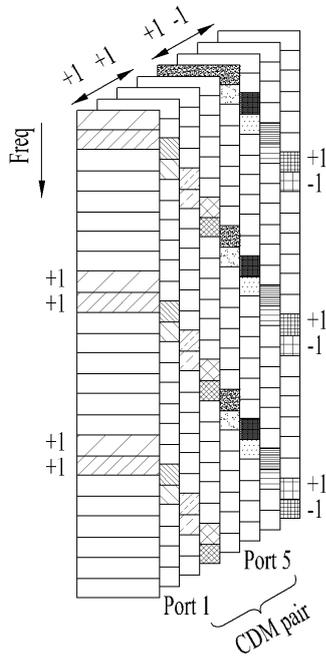
도면24



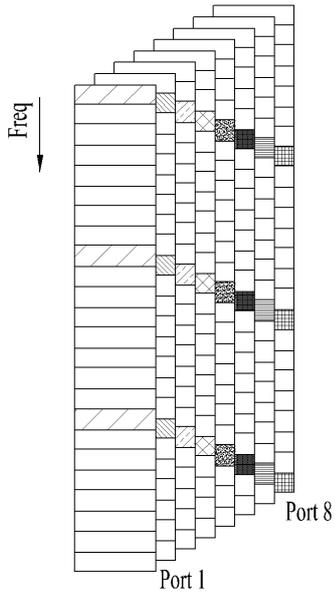
도면25



도면26



도면27



도면28

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
G1	G1	G2	G2	G1	G1	G2	G2	G1	G1	G2	G2

(A)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
G1	G2										

(B)

도면29

