



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2016-0051740  
(43) 공개일자 2016년05월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04W 56/00 (2009.01) H04J 11/00 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H04W 56/001 (2013.01)  
H04J 11/0069 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2016-7003659  
(22) 출원일자(국제) 2014년09월01일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2015년02월12일  
(86) 국제출원번호 PCT/KR2014/008136  
(87) 국제공개번호 WO 2015/030548  
국제공개일자 2015년03월05일  
(30) 우선권주장  
61/872,756 2013년09월01일 미국(US)  
(뒷면에 계속)

(71) 출원인  
엘지전자 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)  
(72) 발명자  
서대원  
서울특별시 서초구 양재대로11길 19  
서한별  
서울특별시 서초구 양재대로11길 19  
(74) 대리인  
김용인, 방해철

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서 D2D(DEVICE-TO-DEVICE) 통신을 위한 동기화 신호 전송 방법 및 이를 위한 장치

**(57) 요약**

본 발명은 무선 통신 시스템에서 단말이 D2D(Device-to-Device) 통신을 위한 동기화 신호(D2D Synchronization Signal, D2DSS)를 전송하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 보다 구체적으로, D2D 통신을 위한 동기화 신호를 전송하는 단계를 포함하며, D2D 통신을 위한 동기화 신호와 연관된 제 1 루트 인덱스(root index)는, 셀룰러 통신(cellular communication)을 위한 동기화 신호와 연관된 제 2 루트 인덱스와 상이하도록 설정되고, 제 1 루트 인덱스의 개수는 제 2 루트 인덱스의 개수보다 적은 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

*H04W 56/0035* (2013.01)

*H04J 2211/005* (2013.01)

(30) 우선권주장

61/896,670 2013년10월29일 미국(US)

61/910,030 2013년11월27일 미국(US)

61/912,500 2013년12월05일 미국(US)

61/932,762 2014년01월28일 미국(US)

61/972,393 2014년03월30일 미국(US)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

무선 통신 시스템에서 단말이 D2D(Device-to-Device) 통신을 위한 동기화 신호(D2D Synchronization Signal, D2DSS)를 전송하는 방법에 있어서,

상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호를 전송하는 단계를 포함하며,

상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호와 연관된 제 1 루트 인덱스(root index)는, 셀룰러 통신(cellular communication)을 위한 동기화 신호와 연관된 제 2 루트 인덱스와 상이하도록 설정되고,

상기 제 1 루트 인덱스의 개수는 상기 제 2 루트 인덱스의 개수보다 적은 것을 특징으로 하는,

동기화 신호 전송 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 D2D 통신을 동기화 신호를 위한 시퀀스는,

상기 셀룰러 통신을 위한 동기화 신호를 위한 시퀀스에 기반하여, 시퀀스 길이(sequence length)의 변경, 시퀀스 식별자(sequence ID)의 변경, 순환 시프트(cyclic shift)의 변경, 반복 회수의 변경, 전송 위치의 변경, 전송 주기의 변경 중 적어도 하나를 통하여 생성되는 것을 특징으로 하는,

동기화 신호 전송 방법.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호는,

제 1 동기화 신호 및 제 2 동기화 신호를 포함하며,

상기 제 1 동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호는, 각각 연속된 심볼에 위치하도록 설정된 것을 특징으로 하는,

동기화 신호 전송 방법.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호는,

제 1 동기화 신호 및 제 2 동기화 신호를 포함하며,

상기 제 1 동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호는, 서로 교차하여 위치하도록 설정된 것을 특징으로 하는,

동기화 신호 전송 방법.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호는, 하나의 서브프레임내에서 소정의 개수로 연속된 심볼들에 할당된 것을 특징으로 하는,

동기화 신호 전송 방법.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,  
 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호는,  
 제 1 동기화 신호 및 제 2 동기화 신호 및 D2D 통신을 위한 동기화 채널(D2D Synchronization CHannel, D2DSCH)을 포함하며,  
 상기 D2D 통신을 위한 동기화 채널은 서브프레임은,  
 상기 제 1 동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호 사이에 위치하도록 설정된 것을 특징으로 하는,  
 동기화 신호 전송 방법.

**청구항 7**

제 6 항에 있어서,  
 상기 제 1 동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호 및 상기 D2D 통신을 위한 동기화 채널(D2D Synchronization CHannel, D2DSCH) 중 하나에 대응되는 심볼은, DMRS(De-Modulation Reference Signal)가 재할당되도록 설정된 것을 특징으로 하는,  
 동기화 신호 전송 방법.

**청구항 8**

제 1 항에 있어서,  
 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호는,  
 제 1 동기화 신호 및 제 2 동기화 신호를 포함하며,  
 제 2 동기화 신호는 주파수 오차 검출을 위하여 사용되도록 설정된 것을 특징으로 하는,  
 동기화 신호 전송 방법.

**청구항 9**

제 1 항에 있어서,  
 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호는,  
 다수의 연속적인 심볼들에 할당되며,  
 상기 다수의 연속적인 심볼 중 특정 위치에서 하나의 심볼 길이만큼 수신단에 의하여 모니터링되는 것을 특징으로 하는,  
 동기화 신호 전송 방법.

**청구항 10**

제 1 항에 있어서,  
 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호는,  
 제 1 동기화 신호 및 제 2 동기화 신호를 포함하며,  
 상기 제 1 동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호는, 주기가 서로 상이하도록 설정된 것을 특징으로 하는,  
 동기화 신호 전송 방법.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,  
 상기 제 1 동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호의 수신 시점이 동일한 경우, D2D 통신을 위한 동기화 채널(D2D Synchronization CHannel, D2DSCH)을 포함하는 제 1 동기화 신호가 수신단에 의하여 모니터링되는 것을

특징으로 하는,  
동기화 전송 방법.

**청구항 12**

제 10 항에 있어서,  
상기 제 1 동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호의 수신 시점이 동일한 경우, 상기 제 1 동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호 중 긴 주기를 가지는 동기화 신호가 모니터링되는 것을 특징으로 하는,  
동기화 신호 전송 방법.

**청구항 13**

제 1 항에 있어서,  
상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호는,  
클러스터 헤드(cluster head)의 D2D 통신을 위한 동기화 신호와 동일한 시간 영역상에서 상이한 주파수 영역을 가지도록 설정된 것을 특징으로 하는,  
동기화 신호 전송 방법.

**청구항 14**

제 1 항에 있어서,  
상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호는,  
다수의 그룹으로 구성되며,  
상기 다수의 그룹 각각은, 동일한 위상 변화를 가지는 다수의 심볼로 구성되고,  
상기 다수의 그룹은 주파수 획득 단위에 따라 물리적 매핑 위치가 결정되는 것을 특징으로 하는,  
동기화 신호 전송 방법.

**청구항 15**

무선 통신 시스템에서 D2D(Device-to-Device) 통신을 위한 동기화 신호(D2D Synchronization Signal, D2DSS)를 전송하는 단말에 있어서,  
무선 주파수 유닛(Radio Frequency Unit); 및  
프로세서(processor)를 포함하며,  
상기 프로세서는, 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호를 전송하도록 구성되며, 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호와 연관된 제 1 루트 인덱스(root index)는, 셀룰러 통신(cellular communication)을 위한 동기화 신호와 연관된 제 2 루트 인덱스와 상이하도록 설정되고, 상기 제 1 루트 인덱스의 개수는 상기 제 2 루트 인덱스의 개수보다 적은 것을 특징으로 하는,  
단말.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로 무선 통신 시스템에서 D2D(DEVICE-TO-DEVICE) 통신을 위한 동기화 신호 검출 방법 및 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 1 은 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 3GPP 에서 기초적인 표준화 작업을 진행하고 있다. 일반적으로 E-UMTS 는 LTE(Long Term Evolution) 시스템이라고 할 수도 있다. UMTS 및 E-UMTS 의 기술 규격(technical specification)의 상세한 내용은 각각 "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification 그룹 Radio Access Network"의 Release 7 과 Release 8 을 참조할 수 있다.
- [0004] 도 1 을 참조하면, E-UMTS 는 단말(User Equipment; UE)과 기지국(eNode B; eNB), 네트워크(E-UTRAN)의 종단에 위치하여 외부 네트워크와 연결되는 접속 게이트웨이(Access Gateway; AG)를 포함한다. 기지국은 브로드캐스트 서비스, 멀티캐스트 서비스 및/또는 유니캐스트 서비스를 위해 다중 데이터 스트림을 동시에 전송할 수 있다.
- [0005] 한 기지국에는 하나 이상의 셀이 존재한다. 셀은 1.44, 3, 5, 10, 15, 20Mhz 등의 대역폭 중 하나로 설정돼 여러 단말에게 하향 또는 상향 전송 서비스를 제공한다. 서로 다른 셀은 서로 다른 대역폭을 제공하도록 설정될 수 있다. 기지국은 다수의 단말에 대한 데이터 송수신을 제어한다. 하향 링크(Downlink; DL) 데이터에 대해 기지국은 하향 링크 스케줄링 정보를 전송하여 해당 단말에게 데이터가 전송될 시간/주파수 영역, 부호화, 데이터 크기, HARQ(Hybrid Automatic Repeat and reQuest) 관련 정보 등을 알려준다. 또한, 상향 링크(Uplink; UL) 데이터에 대해 기지국은 상향 링크 스케줄링 정보를 해당 단말에게 전송하여 해당 단말이 사용할 수 있는 시간/주파수 영역, 부호화, 데이터 크기, HARQ 관련 정보 등을 알려준다. 기지국간에는 사용자 트래픽 또는 제어 트래픽 전송을 위한 인터페이스가 사용될 수 있다. 핵심망(Core Network; CN)은 AG 와 단말의 사용자 등록 등을 위한 네트워크노드 등으로 구성될 수 있다. AG 는 복수의 셀들로 구성되는 TA(Tracking Area) 단위로 단말의 이동성을 관리한다.
- [0006] 무선 통신 기술은 WCDMA 를 기반으로 LTE 까지 개발되어 왔지만, 사용자와 사업자의 요구와 기대는 지속적으로 증가하고 있다. 또한, 다른 무선 접속 기술이 계속 개발되고 있으므로 향후 경쟁력을 가지기 위해서는 새로운 기술 진화가 요구된다. 비트당 비용 감소, 서비스 가용성 증대, 융통성 있는 주파수 밴드의 사용, 단순구조와 개방형 인터페이스, 단말의 적절한 파워 소모 등이 요구된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0007] 본 발명의 목적은 무선 통신 시스템에서 D2D(DEVICE-TO-DEVICE) 통신을 위한 동기화 신호 전송 방법 및 이를 위한 장치를 제공하는 데 있다.
- [0008] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 상기 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0009] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 일 양상인, 무선 통신 시스템에서 단말이 D2D(Device-to-Device) 통신을 위한 동기화 신호(D2D Synchronization Signal, D2DSS)를 전송하는 방법은, 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호를 전송하는 단계를 포함하며, 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호와 연관된 제 1 루트 인덱스(root index)는, 셀룰러 통신(cellular communication)을 위한 동기화 신호와 연관된 제 2 루트 인덱스와 상이하도록 설정되고, 상기 제 1 루트 인덱스의 개수는 상기 제 2 루트 인덱스의 개수보다 적은 것을 특징으로 한다.
- [0010] 나아가, 상기 D2D 통신을 동기화 신호를 위한 시퀀스는, 상기 셀룰러 통신을 위한 동기화 신호를 위한 시퀀스에 기반하여, 시퀀스 길이(sequence length)의 변경, 시퀀스 식별자(sequence ID)의 변경, 순환 시프트(cyclic shift)의 변경, 반복 회수의 변경, 전송 위치의 변경, 전송 주기의 변경 중 적어도 하나를 통하여 생성되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0011] 나아가, 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호는, 제 1 동기화 신호 및 제 2 동기화 신호를 포함하며, 상기 제 1 동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호는, 각각 연속된 심볼에 위치하도록 설정된 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0012] 나아가, 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호는, 제 1 동기화 신호 및 제 2 동기화 신호를 포함하며, 상기 제 1

동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호는, 서로 교차하여 위치하도록 설정된 것을 특징으로 할 수 있다. 바람직하게는, 상기 제 1 동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호는, 하나의 서브프레임내에서 소정의 개수로 연속된 심볼들에 할당된 것을 특징으로 할 수 있다.

[0013] 나아가, 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호는, 제 1 동기화 신호 및 제 2 동기화 신호 및 D2D 통신을 위한 동기화 채널(D2D Synchronization CHannel, D2DSCH)을 포함하며, 상기 D2D 통신을 위한 동기화 채널은 서브프레임은, 상기 제 1 동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호 사이에 위치하도록 설정되는 것을 특징으로 할 수 있다. 바람직하게는, 상기 제 1 동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호 및 상기 D2D 통신을 위한 동기화 채널(D2D Synchronization CHannel, D2DSCH) 중 하나에 대응되는 심볼은, DMRS(De-Modulation Reference Signal)가 재할당되도록 설정된 것을 특징으로 할 수 있다.

[0014] 나아가, 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호는, 제 1 동기화 신호 및 제 2 동기화 신호를 포함하며, 제 2 동기화 신호는 주파수 오차 검출을 위하여 사용되도록 설정된 것을 특징으로 할 수 있다.

[0015] 나아가, 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호는, 다수의 연속적인 심볼들에 할당되며, 상기 다수의 연속적인 심볼 중 특정 위치에서 하나의 심볼 길이만큼 수신단에 의하여 모니터링되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0016] 나아가, 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호는, 제 1 동기화 신호 및 제 2 동기화 신호를 포함하며, 상기 제 1 동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호는, 주기가 서로 상이하도록 설정된 것을 특징으로 할 수 있다. 바람직하게는, 상기 제 1 동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호의 수신 시점이 동일한 경우, D2D 통신을 위한 동기화 채널(D2D Synchronization CHannel, D2DSCH)을 포함하는 제 1 동기화 신호가 수신단에 의하여 모니터링되는 것을 특징으로 하거나, 상기 제 1 동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호의 수신 시점이 동일한 경우, 상기 제 1 동기화 신호 및 상기 제 2 동기화 신호 중 긴 주기를 가지는 동기화 신호가 모니터링되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0017] 나아가, 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호는, 클러스터 헤드(cluster head)의 D2D 통신을 위한 동기화 신호와 동일한 시간 영역상에서 상이한 주파수 영역을 가지도록 설정된 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 나아가, 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호는, 다수의 그룹으로 구성되며, 상기 다수의 그룹 각각은, 동일한 위상 변화를 가지는 다수의 심볼로 구성되고, 상기 다수의 그룹은 주파수 획득 단위에 따라 물리적 매핑 위치가 결정되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 다른 양상인, 무선 통신 시스템에서 D2D(Device-to-Device) 통신을 위한 동기화 신호(D2D Synchronization Signal, D2DSS)를 전송하는 단말은, 무선 주파수 유닛(Radio Frequency Unit); 및 프로세서(processor)를 포함하며, 상기 프로세서는, 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호를 전송하도록 구성되며, 상기 D2D 통신을 위한 동기화 신호와 연관된 제 1 루트 인덱스(root index)는, 셀룰러 통신(cellular communication)을 위한 동기화 신호와 연관된 제 2 루트 인덱스와 상이하도록 설정되고, 상기 제 1 루트 인덱스의 개수는 상기 제 2 루트 인덱스의 개수보다 적은 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0020] 본 발명에 의하면, 무선 통신 시스템에서 D2D 통신을 위한 동기화 신호 전송을 효율적으로 수행할 수 있다.

[0021] 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**

[0022] 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 1 은 무선 통신 시스템의 일례로서 E-UMTS 망구조를 나타낸다.

도 2 는 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 나타낸다.

도 3 은 3GPP LTE 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 전송 방법을 나타낸다.

- 도 4 는 LTE 시스템에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 나타낸다.
- 도 5 는 LTE 시스템의 P-BCH(Primary broadcast channel) 및 SCH(Synchronization channel)를 나타낸다.
- 도 6 은 동기 신호(synchronization signal, SS)의 전송을 위한 무선 프레임 구조를 나타낸다.
- 도 7 은 2 차 동기 신호(secondary synchronization signal, SSS)의 생성 방식을 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 8 은 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 나타낸다.
- 도 9 는 하향링크 서브프레임의 구조를 예시한다.
- 도 10 은 LTE 에서 사용되는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- 도 11 은 LTE 무선 통신 시스템에서의 동기 참조 신호인 PSS/SSS 의 위치 및 이에 기반한 D2D 동기 참조 신호의 구조를 나타낸다.
- 도 12 는 시간 동기와 주파수 동기 획득 과정을 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 13 은 본 발명에 따라 동기화 참조 신호를 배치하는 경우를 나타낸다
- 도 14 는 D2DSCH 를 가운데 위치한 M 개 심볼에 할당하고, 좌우로 각각 N1 개 심볼, N2 개 심볼을 D2DSS 로 사용하는 경우를 나타낸다.
- 도 15 는 동일한 자원 영역 상에서 여러 개의 D2DSS 가 전송되는 경우에 대하여 SD2DSS 가 위치 가능한 경우를 설명한다.
- 도 16 은 SD2DSS 로 4 심볼을 사용하는 경우를 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 17 은 두 개의 SD2DSS 가 PD2DSCH 를 감싸는 형태를 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 18 은 PD2DSS 를 5 심볼 혹은 6 심볼에 할당한 경우를 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 19 는 동기화 신호와 동기화 채널을 배치한 경우를 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 20 은 동기화 신호와 동기화 채널을 배치한 경우, 심볼이 추가된 경우를 나타낸다.
- 도 21 에서는 본 발명에서 제안하는 동기화 신호모니터링 방법을 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 22 는 두 종류의 상이한 용도의 D2DSS 서브프레임이 중복되는 경우를 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 23 은 본 발명에 따른 중심 자원 블록을 이용하여 D2DSS 전송하는 경우를 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 24 는 본 발명에 따른 SFN 을 설명하기 위한 2 가지 예를 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 25 는 위상 시프트(phase shift)가 필요한 경우를 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 26 은, 본 발명에 따라 N=4 인 경우에 대해, 프리코딩이 수행되는 경우를 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 27 은 위상이 시프트(shift)된 경우 주파수 동기 획득을 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 28 은 본 발명에 따라, 다양한 심볼에 그룹을 배치한 다양한 실시예를 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 29 는 동일한 그룹이라도 서로 프리코딩이 상이하게 적용되는 경우를 설명하기 위한 참고도이다.
- 도 30 은 본 발명의 실시예에 적용될 수 있는 기지국 및 사용자 기기를 예시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0023] 이하의 기술은 CDMA(code division multiple access), FDMA(frequency division multiple access), TDMA(time division multiple access), OFDMA(orthogonal frequency division multiple access), SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 사용될 수 있다. CDMA 는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000 과같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA 는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA 는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수

있다. UTRA 는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)는 E-UTRA 를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로서 하향 링크에서 OFDMA 를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA 를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE 의 진화된 버전이다.

- [0024] 설명을 명확하게 하기 위해, 3GPP LTE/LTE-A 를 위주로 기술하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 이하의 설명에서 사용되는 특정(特定) 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [0025] 도 2 는 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 전송되는 통로를 의미한다. 사용자평면은 애플리케이션 계층에서 생성된 데이터, 예를 들어, 음성 데이터 또는 인터넷 패킷 데이터 등이 전송되는 통로를 의미한다.
- [0026] 제 1 계층인 물리계층은 물리채널(Physical Channel)을 이용하여 상위 계층에게 정보 전송 서비스(Information Transfer Service)를 제공한다. 물리계층은 상위에서 있는 매체접속제어(Medium Access Control) 계층과는 전송 채널(Trans 안테나 포트 Channel)을 통해 연결되어 있다. 상기 전송채널을 통해 매체접속제어 계층과 물리계층 사이에 데이터가 이동한다. 송신측과 수신측의 물리계층 사이는 물리채널을 통해 데이터가 이동한다. 상기 물리 채널은 시간과 주파수를 무선 자원으로 활용한다. 구체적으로, 물리채널은 하향 링크에서 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 방식으로 변조되고, 상향 링크에서 SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 방식으로 변조된다.
- [0027] 제 2 계층의 매체접속제어(Medium Access Control; MAC) 계층은 논리채널(Logical Channel)을 통해 상위계층인 무선링크제어(Radio Link Control; RLC) 계층에 서비스를 제공한다. 제 2 계층의 RLC 계층은 신뢰성 있는 데이터 전송을 지원한다. RLC 계층의 기능은 MAC 내부의 기능 블록으로 구현될 수도 있다. 제 2 계층의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 계층은 대역폭이 좁은 무선 인터페이스에서 IPv4 나 IPv6 와 같은 IP 패킷을 효율적으로 전송하기 위해 불필요한 제어 정보를 줄여주는 헤더 압축(Header Compression) 기능을 수행한다.
- [0028] 제 3 계층의 최하부에 위치한 무선 자원제어(Radio Resource Control; RRC) 계층은 제어평면에서만 정의된다. RRC 계층은 무선베어러(Radio Bearer; RB)들의 설정(Configuration), 재설정(Re-configuration) 및 해제(Release)와 관련하여 논리채널, 전송채널 및 물리채널들의 제어를 담당한다. RB 는 단말과 네트워크 간의 데이터 전달을 위해 제 2 계층에 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 상위에서 있는 NAS(Non-Access Stratum) 계층은 세션 관리(Session Management)와 이동성 관리(Mobility Management) 등의 기능을 수행한다.
- [0029] 기지국(eNB)을 구성하는 하나의 셀은 1.4, 3, 5, 10, 15, 20Mhz 등의 대역폭 중 하나로 설정되어 여러 단말에게 하향 또는 상향 전송 서비스를 제공한다. 서로 다른 셀은 서로 다른 대역폭을 제공하도록 설정될 수 있다.
- [0030] 네트워크에서 단말로 데이터를 전송하는 하향 전송채널은 시스템 정보를 전송하는 BCH(Broadcast Channel), 페이지징 메시지를 전송하는 PCH(Paging Channel), 사용자 트래픽이나 제어 메시지를 전송하는 하향 SCH(Shared Channel) 등이 있다. 하향 멀티캐스트 또는 방송 서비스의 트래픽 또는 제어 메시지의 경우 하향 SCH 를 통해 전송될 수도 있고, 또는 별도의 하향 MCH(Multicast Channel)을 통해 전송될 수도 있다. 한편, 단말에서 네트워크로 데이터를 전송하는 상향 전송채널로는 초기 제어 메시지를 전송하는 RACH(Random Access Channel), 사용자 트래픽이나 제어 메시지를 전송하는 상향 SCH(Shared Channel)가 있다. 전송채널의 상위에서 있으며, 전송채널에 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.
- [0031] 도 3 은 3GPP LTE 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0032] 전원이 꺼진 상태에서 다시 전원이 켜지거나, 새로이 셀에 진입한 사용자 기기는 단계 S301 에서 기지국과 동기

를 맞추는 등의 초기 셀 탐색(Initial cell search) 작업을 수행한다. 이를 위해 사용자 기기는 기지국으로부터 주동기 채널(Primary Synchronization Channel, P-SCH) 및 부동기 채널(Secundary Synchronization Channel, S-SCH)을 수신하여 기지국과 동기를 맞추고, 셀 ID 등의 정보를 획득한다. 그 후, 사용자 기기는 기지국으로부터 물리방송채널(Physical Broadcast Channel)을 수신하여 셀 내 방송 정보를 획득할 수 있다. 한편, 사용자 기기는 초기 셀 탐색 단계에서 하향링크 참조 신호(Downlink Reference Signal, DL RS)를 수신하여 하향링크 채널 상태를 확인할 수 있다.

[0033] 초기 셀 탐색을 마친 사용자 기기는 단계 S302 에서 물리 하향링크제어채널(Physical Downlink Control Channel, PDCCH) 및 물리하향링크제어채널 정보에 따른 물리하향링크공유 채널(Physical Downlink Control Channel, PDSCH)을 수신하여 좀더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다.

[0034] 이후, 사용자 기기는 기지국에 접속을 완료하기 위해 이후 단계 S303 내지 단계 S306 과 같은 임의 접속 과정(Random Access Procedure)을 수행할 수 있다. 이를 위해 사용자 기기는 물리임의접속채널(Physical Random Access Channel, PRACH)을 통해 프리앰블(preamble)을 전송하고(S303), 물리하향링크제어채널 및 이에 대응하는 물리하향링크공유 채널을 통해 프리앰블에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다(S304). 경쟁 기반 임의 접속의 경우 추가적인 물리임의접속채널의 전송(S305) 및 물리하향링크제어채널 및 이에 대응하는 물리하향링크공유 채널 수신(S306)과 같은 충돌해결절차(Contention Resolution Procedure)를 수행할 수 있다.

[0035] 상술한 바와 같은 절차를 수행한 사용자 기기는 이후 일반적인 상/하향링크 신호 전송 절차로서 물리하향링크제어채널/물리하향링크공유채널 수신(S307) 및 물리상향링크공유채널(Physical Uplink Shared Channel, PUSCH)/물리상향링크제어채널(Physical Uplink Control Channel, PUCCH) 전송(S308)을 수행할 수 있다. 사용자 기기가 기지국으로 전송하는 제어 정보를 통칭하여 상향링크 제어 정보(Uplink Control Information, UCI)라고 지칭한다. UCI 는 HARQ ACK/NACK(Hybrid Automatic Repeat and reQuest Acknowledgement/Negative-ACK), SR(Scheduling Request), CSI(Channel State Information) 등을 포함한다. 본 명세서에서, HARQ ACK/NACK 은 간단히 HARQ-ACK 혹은 ACK/NACK(A/N)으로 지칭된다. HARQ-ACK 은 포지티브 ACK(간단히, ACK), 네거티브 ACK(NACK), DTX 및 NACK/DTX 중 적어도 하나를 포함한다. CSI 는 CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Indicator), RI(Rank Indication) 등을 포함한다. UCI 는 일반적으로 PUCCH 를 통해 전송되지만, 제어 정보와 트래픽 데이터가 동시에 전송되어야 할 경우 PUSCH 를 통해 전송될 수 있다. 또한, 네트워크의 요청/지시에 의해 PUSCH 를 통해 UCI 를 비주기적으로 전송할 수 있다.

[0036] 도 4 는 LTE 시스템에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 예시하는 도면이다.

[0037] 도 4 를 참조하면, 셀룰라 OFDM 무선 패킷 통신 시스템에서, 상향링크/하향링크 데이터 패킷 전송은 서브프레임(subframe) 단위로 이루어지며, 한 서브프레임은 다수의 OFDM 심볼을 포함하는 일정 시간 구간으로 정의된다. 3GPP LTE 표준에서는 FDD(Frequency Division Duplex)에 적용 가능한 타입 1 무선 프레임(radio frame) 구조와 TDD(Time Division Duplex)에 적용 가능한 타입 2 의 무선 프레임 구조를 지원한다.

[0038] 도 4 의 (a)는 타입 1 무선 프레임의 구조를 예시한다. 하향링크 무선 프레임(radio frame)은 10 개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 시간 영역(time domain)에서 2 개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)라 한다. 예를 들어 하나의 서브프레임의 길이는 1ms 이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다. 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원블록(Resource Block; RB)을 포함한다. 3GPP LTE 시스템에서는 하향링크에서 OFDMA 를 사용하므로, OFDM 심볼이 하나의 심볼 구간을 나타낸다. OFDM 심볼은 또한 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간으로 칭하여질 수도 있다. 자원 할당 단위로서의 자원 블록(RB)은 하나의 슬롯에서 복수개의 연속적인 부반송파(subcarrier)를 포함할 수 있다.

[0039] 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 CP(Cyclic Prefix)의 구성(configuration)에 따라 달라질 수 있다. CP 에는 확장된 CP(extended CP)와 표준 CP(normal CP)가 있다. 예를 들어, OFDM 심볼이 표준 CP 에 의해 구성된 경우, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 7 개일 수 있다. OFDM 심볼이 확장된 CP 에 의해 구성된 경우, 한 OFDM 심볼의 길이가 늘어나므로, 한 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 표준 CP 인 경우보다 적다. 확장된 CP 의 경우에, 예를 들어, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 6 개일 수 있다. 사용자 기기가 빠른 속도로 이동하는 등의 경우와 같이 채널상태가 불안정한 경우, 심볼간 간섭을 더욱 줄이기 위해 확장된 CP 가 사용될 수 있다.

[0040] 표준 CP 가 사용되는 경우 하나의 슬롯은 7 개의 OFDM 심볼을 포함하므로, 하나의 서브프레임은 14 개의 OFDM

심볼을 포함한다. 이때, 각 서브프레임의 처음 최대 3 개의 OFDM 심볼은 PDCCH(physical downlink control channel)에 할당되고, 나머지 OFDM 심볼은 PDSCH(physical downlink shared channel)에 할당될 수 있다.

[0041] 도 4 의 (b)는 타입 2 무선 프레임의 구조를 예시한다. 타입 2 무선 프레임은 2 개의하프 프레임(half frame)으로 구성되며, 각 하프 프레임은 2 개의 슬롯을 포함하는 4 개의 일반 서브프레임과 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(Guard Period, GP) 및 UpPTS(Uplink Pilot Time Slot)을 포함하는 특별 서브프레임(special subframe)으로 구성된다.

[0042] 상기 특별 서브프레임에서, DwPTS 는 사용자 기기에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다. UpPTS 는 기지국에서의 채널 추정과 사용자 기기의 상향링크 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. 즉, DwPTS 는 하향링크 전송으로, UpPTS 는 상향링크 전송으로 사용되며, 특히 UpPTS 는 PRACH 프리앰블이나 SRS 전송의 용도로 활용된다. 또한, 보호구간은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다.

[0043] 상기 특별 서브프레임에 관하여 현재 3GPP 표준 문서에서는 아래 표 1 과 같이 설정을 정의하고 있다. 표 1 에서  $T_s = 1/(15000 \times 2048)$  인 경우 DwPTS 와 UpPTS 를 나타내며, 나머지 영역이 보호구간으로 설정된다.

표 1

Special subframe configuration	Normal cyclic prefix in downlink			Extended cyclic prefix in downlink		
	DwPTS	UpPTS		DwPTS	UpPTS	
		Normal cyclic prefix in uplink	Extended cyclic prefix in uplink		Normal cyclic prefix in uplink	Extended cyclic prefix in uplink
0	$6592 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$	$7680 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$
1	$19760 \cdot T_s$			$20480 \cdot T_s$		
2	$21952 \cdot T_s$			$23040 \cdot T_s$		
3	$24144 \cdot T_s$			$25600 \cdot T_s$		
4	$26336 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$	$7680 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$
5	$6592 \cdot T_s$			$20480 \cdot T_s$		
6	$19760 \cdot T_s$			$23040 \cdot T_s$		
7	$21952 \cdot T_s$			$12800 \cdot T_s$		
8	$24144 \cdot T_s$			-		
9	$13168 \cdot T_s$	-	-	-	-	-

[0044]

[0045] 한편, 타입 2 무선 프레임의 구조, 즉 TDD 시스템에서 상향링크/하향링크 서브프레임 설정(UL/DL configuration)은 아래의 표 2 와 같다.

표 2

Uplink-downlink configuration	Downlink-to-Uplink Switch-point periodicity	Subframe number									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

[0046]

[0047] 상기 표 2 에서 D 는 하향링크 서브프레임, U 는 상향링크 서브프레임을 지시하며, S 는 상기 특별 서브프레임을 의미한다. 또한, 상기 표 2 는 각각의 시스템에서 상향링크/하향링크 서브프레임 설정에서 하향링크-상향링크 스위칭 주기 역시 나타나있다.

[0048] 상술한 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.

[0049] 도 5 는 LTE 시스템의 P-BCH(Primary broadcast channel) 및 SCH(Synchronization channel)를 예시한다. SCH 는 P-SCH 및 S-SCH 를 포함한다. P-SCH 상으로 PSS(Primary Synchronization Signal)가 전송되고, S-SCH 상으

로 SSS(Secondary Synchronization Signal)가 전송된다.

- [0050] 도 5 를 참조하면, 프레임 구조 타입-1(즉, FDD)에서 P-SCH 는 매 무선 프레임에서 슬롯 #0(즉, 서브프레임 #0 의 첫 번째 슬롯)과 슬롯 #10(즉, 서브프레임 #5 의 첫 번째 슬롯)의 마지막 OFDM 심볼에 위치한다. S-SCH 는 매 무선 프레임에서 슬롯 #0 과 슬롯 #10 의 마지막 OFDM 심볼의 바로 이전 OFDM 심볼에 위치한다. S-SCH 와 P-SCH 는 인접하는 OFDM 심볼에 위치한다. 프레임 구조 타입-2(즉, TDD)에서 P-SCH 는 서브프레임 #1/#6 의 3 번째 OFDM 심볼을 통해 전송되고 S-SCH 는 슬롯 #1(즉, 서브프레임 #0 의 두 번째 슬롯)과 슬롯 #11(즉, 서브프레임 #5 의 두 번째 슬롯)의 마지막 OFDM 심볼에 위치한다. P-BCH 는 프레임 구조 타입에 관계 없이 매 4 개의 무선 프레임마다 전송되며 서브프레임 #0 의 두 번째 슬롯의 1 번째 내지 4 번째 OFDM 심볼을 이용하여 전송된다.
- [0051] P-SCH 는 해당 OFDM 심볼 내에서 DC(direct current) 부반송파를 중심으로 72 개의 부반송파(10 개의 부반송파는 예비, 62 개의 부반송파에 PSS 전송)를 사용하여 전송된다. S-SCH 는 해당 OFDM 심볼 내에서 DC(direct current) 부반송파를 중심으로 72 개의 부반송파(10 개의 부반송파는 예비, 62 개의 부반송파에 SSS 전송)를 사용하여 전송된다. P-BCH 는 한 서브프레임 안에서 4 개의 OFDM 심볼과 DC(direct current) 부반송파를 중심으로 72 개의 부반송파에 맵핑된다.
- [0052] 도 6 은 동기 신호(synchronization signal, SS)의 전송을 위한 무선 프레임 구조를 예시한 것이다. 특히, 도 6 은 주파수 분할 듀플렉스(frequency division duplex, FDD)에서 동기 신호 및 PBCH 의 전송을 위한 무선 프레임 구조를 예시한 것으로서, 도 6(a)는 정규 CP(normal cyclic prefix)로써 구성된 무선 프레임에서 SS 및 PBCH 의 전송 위치를 도시한 것이고 도 6(b)는 확장 CP(extended CP)로써 구성된 무선 프레임에서 SS 및 PBCH 의 전송 위치를 도시한 것이다.
- [0053] UE 는 전원이 켜지거나 새로이 셀에 진입한 경우 상기 셀과의 시간 및 주파수 동기를 획득하고 상기 셀의 물리 셀 식별자(physical cell identity)를 검출(detect)하는 등의 셀 탐색(initial cell search) 과정(procedure)을 수행한다. 이를 위해, UE 는 eNB 로부터 동기신호, 예를 들어, 1 차 동기신호(Primary Synchronization Signal, PSS) 및 2 차 동기신호(Secondary Synchronization Signal, SSS)를 수신하여 eNB 와 동기를 맞추고, 셀 식별자(identity, ID) 등의 정보를 획득할 수 있다.
- [0054] 도 6 을 참조하여, SS 를 조금 더 구체적으로 설명하면, 다음과 같다. SS 는 PSS 와 SSS 로 구분된다. PSS 는 OFDM 심볼 동기, 슬롯 동기 등의 시간 도메인 동기 및/또는 주파수 도메인 동기를 얻기 위해 사용되며, SSS 는 프레임 동기, 셀 그룹 ID 및/또는 셀의 CP 구성(즉, 일반 CP 또는 확장 CP 의 사용 정보)를 얻기 위해 사용된다. 도 6 을 참조하면, PSS 와 SSS 는 매 무선 프레임의 2 개의 OFDM 심볼에서 각각 전송된다. 구체적으로 SS 는 인터-RAT(inter radio access technology) 측정의 용이함을 위해 GSM(Global System for Mobile communication) 프레임 길이인 4.6 ms 를 고려하여 서브프레임 0 의 첫 번째 슬롯과 서브프레임 5 의 첫 번째 슬롯에서 각각 전송된다. 특히 PSS 는 서브프레임 0 의 첫 번째 슬롯의 마지막 OFDM 심볼과 서브프레임 5 의 첫 번째 슬롯의 마지막 OFDM 심볼에서 각각 전송되고, SSS 는 서브프레임 0 의 첫 번째 슬롯의 마지막에서 두 번째 OFDM 심볼과 서브프레임 5 의 첫 번째 슬롯의 마지막에서 두 번째 OFDM 심볼에서 각각 전송된다. 해당 무선 프레임의 경계는 SSS 를 통해 검출될 수 있다. PSS 는 해당 슬롯의 맨 마지막 OFDM 심볼에서 전송되고 SSS 는 PSS 바로 앞 OFDM 심볼에서 전송된다. SS 의 전송 다이버시티(diversity) 방식은 단일 안테나 포트(single antenna port)만을 사용하며 표준에서는 따로 정의하고 있지 않다. 즉, 단일 안테나 포트 전송 혹은 UE 에 투명한(transparent) 전송 방식(예, PVS(Precoding Vector Switching), TSTD(Time Switched Diversity), CDD(cyclic delay diversity))이 SS 의 전송 다이버시티를 위해 사용될 수 있다.
- [0055] SS는 3 개의 PSS와 168 개의 SS의 조합을 통해 총 504 개의 고유한 물리 계층 셀 식별자(physical layer cell ID)를 나타낼 수 있다. 다시 말해, 상기 물리 계층 셀 ID들은 각 물리 계층 셀 ID가 오직 하나의 물리-계층 셀-식별자 그룹의 부분이 되도록 각 그룹이 3 개의 고유한 식별자들을 포함하는 168 개의 물리-계층 셀-식별자 그룹들로 그룹핑된다. 따라서, 물리 계층 셀 식별자  $N_{ID}^{cell} = 3N_{ID}^{(1)} + N_{ID}^{(2)}$ 는 물리-계층 셀-식별자 그룹을 나타내는 0 부터 167 까지의 범위 내 번호  $N_{ID}^{(1)}$ 와 상기 물리-계층 셀-식별자 그룹 내 상기 물리-계층 식별자를 나타내는 0 부터 2 까지의 번호  $N_{ID}^{(2)}$ 에 의해 고유하게 정의된다. UE는 PSS를 검출하여 3 개의 고유한 물리-계층 식별자들 중 하나를 알 수 있고, SSS를 검출하여 상기 물리-계층 식별자에 연관된 168 개의 물리 계층 셀 ID들 중 하나를 식별할 수 있다. 길이 63 의 ZC(Zadoff-Chu) 시퀀스가 주파수 도메인에서 정의되어 PSS로서 사용된다. 예를 들어, ZC 시퀀스는 다음의 수학적식에 의해 정의될 수 있다.

수학식 1

$$d_u(n) = e^{-j\frac{\pi un(n+1)}{N_{ZC}}}$$

[0056]

[0057] 여기서,  $N_{ZC}=63$  이며, DC 부반송파에 해당하는 시퀀스 요소(sequence element)인  $n=31$  은 천공(puncturing)된다.

[0058] PSS 는 중심 주파수에 가까운 6 개 RB(= 72 개 부반송파)에 맵핑된다. 상기 72 개의 부반송파들 중 9 개의 남은 부반송파는 항상 0 의 값을 나르며, 이는 동기 수행을 위한 필터 설계가 용이해지는 요소로서 작용한다. 총 3 개의 PSS 가 정의되기 위해 수학식 1 에서  $u=24, 29$  및  $34$  가 사용된다.  $u=24$  및  $u=34$  는 켈레대칭(conjugate symmetry) 관계를 가지고 있기 때문에 2 개의 상관(correlation)이 동시에 수행될 수 있다. 여기서 켈레대칭이라 함은 다음의 수학식의 관계를 의미한다.

수학식 2

$$d_u(n) = (-1)^n (d_{N_{ZC}-u}(n))^*, \text{ when } N_{ZC} \text{ is even number}$$

$$d_u(n) = (d_{N_{ZC}-u}(n))^*, \text{ when } N_{ZC} \text{ is odd number}$$

[0059]

[0060] 켈레대칭의 특성을 이용하면  $u=29$  와  $u=34$  에 대한 원샷상관기(one-shot correlator)가 구현될 수 있으며, 켈레대칭이 없는 경우에 비해, 전체적인 연산량이 약 33.3% 감소될 수 있다.

[0061] 조금 더 구체적으로는, PSS 를 위해 사용되는 시퀀스  $d(n)$ 은 주파수 도메인 ZC 시퀀스로부터 다음 식에 따라 생성된다.

수학식 3

$$d_u(n) = \begin{cases} e^{-j\frac{\pi un(n+1)}{63}} & n = 0,1,\dots,30 \\ e^{-j\frac{\pi u(n+1)(n+2)}{63}} & n = 31,32,\dots,61 \end{cases}$$

[0062]

[0063] 여기서, ZC 루트 시퀀스 인덱스  $u$  는 다음의 표에 의해 주어진다.

표 3

$N_{ID}^{(2)}$	Root index $u$
0	25
1	29
2	34

[0064]

[0065] 도 6 을 참조하면, PSS 는 5ms 마다 전송되므로 UE 는 PSS 를 검출함으로써 해당 서브프레임이 서브프레임 0 와 서브프레임 5 중 하나임을 알 수 있으나, 해당 서브프레임이 서브프레임 0 와 서브프레임 5 중 구체적으로 무엇 인지는 알 수 없다. 따라서, UE 는 PSS 만으로는 무선 프레임의 경계를 인지하지 못한다. 즉, PSS 만으로는 프레임 동기가 획득될 수 없다. UE 는 일 무선 프레임 내에서 두 번 전송되되 서로 다른 시퀀스로서 전송되는 SSS

를 검출하여 무선 프레임의 경계를 검출한다.

[0066] 도 7 은 2 차 동기 신호(secondary synchronization signal, SSS)의 생성 방식을 설명하기 위해 도시된 것이다. 구체적으로, 도 7 은 논리 도메인(logical domain)에서의 2 개 시퀀스가 물리 도메인으로 맵핑되는 관계를 도시한 것이다.

[0067] SSS 를 위해 사용되는 시퀀스는 2 개의 길이 31 의 m-시퀀스들의 인터리빙된 연결(interleaved concatenation)으로서, 상기 접합된 시퀀스는 PSS 에 의해 주어지는 스크램블링 시퀀스에 의해 스크램블링된다. 여기서, m-시퀀스는 PN(Pseudo Noise) 시퀀스의 일종이다.

[0068] 도 7 을 참조하면, SSS 부호 생성을 위해 사용되는 2 개의 m-시퀀스를 각각 S1, S2 라고 하면, S1 과 S2 는 PSS 기반의 서로 다른 2 개의 시퀀스들이 SSS 에 스크램블링된다. 이때, S1 과 S2 는 서로 다른 시퀀스에 의해 스크램블링된다. PSS 기반의 스크램블링 부호는  $x^5 + x^3 + 1$  의 다항식으로부터 생성된 m-시퀀스를 순환 천이하여 얻어질 수 있는데, PSS 인덱스에 따라 6 개의 시퀀스가 상기 m-시퀀스의 순환 천이에 의해 생성된다. 그 후 S2 는 S1 기반의 스크램블링 부호에 의해 스크램블링된다. S1 기반의 스크램블링 부호는  $x^5 + x^4 + x^2 + x^1 + 1$  의 다항식으로부터 생성된 m-시퀀스를 순환 천이하여 얻어질 수 있는데, S1 의 인덱스에 따라 8 개의 시퀀스가 상기 m-시퀀스의 순환 천이에 의해 생성된다. SSS의 부호는 5ms마다 교환(swap)되지만 PSS 기반의 스크램블링 부호는 교환되지 않는다. 예를 들어, 서브프레임 0 의 SSS가 (S1, S2)의 조합으로 셀 그룹 식별자를 나른다고 가정하면, 서브프레임 5 의 SSS는 (S2, S1)으로 교환(swap)된 시퀀스를 나른다. 이를 통해, 10ms의 무선 프레임 경계가 구분될 수 있다. 이때 사용되는 SSS 부호는  $x^5 + x^2 + 1$  의 다항식으로부터 생성되며, 길이 31 의 m-시퀀스의 서로 다른 순환 천이(circular shift)를 통해 총 31 개의 부호가 생성될 수 있다.

[0069] SSS 를 정의하는 2 개의 길이 31 인 m-시퀀스들의 조합(combination)은 서브프레임 0 과 서브프레임 5 에서 다르며, 2 개의 길이 31 인 m-시퀀스들의 조합에 따라 총 168 개의 셀 그룹 식별자(cell group ID)가 표현된다. SSS 의 시퀀스로서 사용되는 m-시퀀스는 주파수 선택적 환경에서 강건하다는 특성이 있다. 또한, 고속 하다마드 변환(fast Hadarmard transform)을 이용한 고속 m-시퀀스 변환에 의해 변환될 수 있기 때문에 m-시퀀스가 SSS 로서 활용되면, UE 가 SSS 를 해석하는 데 필요한 연산량을 줄일 수 있다. 또한 2 개의 짧은 부호(short code)로서 SSS 가 구성됨으로써 UE 의 연산량이 감소될 수 있다.

[0070] 조금 더 구체적으로 SSS 의 생성에 관해 설명하면, SSS 를 위해 사용되는 시퀀스  $d(0), \dots, d(61)$ 은 2 개의 길이 -31 의 이진(binary) 시퀀스들의 인터리빙된 연결이다. 상기 연결된 시퀀스는 PSS 에 의해 주어지는 스크램블링 시퀀스로 스크램블링된다.

[0071] PSS 를 정의하는 2 개의 길이-31 인 시퀀스들의 조합은 서브프레임 0 와 서브프레임 5 에서 다음에 따라 다르다.

**수학식 4**

$$d(2n) = \begin{cases} s_0^{(m_0)}(n)c_0(n) & \text{in subframe 0} \\ s_1^{(m_1)}(n)c_0(n) & \text{in subframe 5} \end{cases}$$

$$d(2n+1) = \begin{cases} s_1^{(m_1)}(n)c_1(n)z_1^{(m_0)}(n) & \text{in subframe 0} \\ s_0^{(m_0)}(n)c_1(n)z_1^{(m_1)}(n) & \text{in subframe 5} \end{cases}$$

[0072]

[0073] 여기서,  $0 \leq n \leq 30$  이다. 인덱스  $m_0$  및  $m_1$ 은 물리-계층 셀-식별자 그룹  $N_{ID}^{(1)}$ 로부터 다음에 따라 유도된다.

**수학식 5**

$$m_0 = m' \bmod 31$$

$$m_1 = (m_0 + \lfloor m'/31 \rfloor + 1) \bmod 31$$

$$m' = N_{ID}^{(1)} + q(q+1)/2, \quad q = \left\lfloor \frac{N_{ID}^{(1)} + q'(q'+1)/2}{30} \right\rfloor, \quad q' = \lfloor N_{ID}^{(1)} / 30 \rfloor$$

[0074]

[0075] 수학식 5의 출력(output)은 수학식 11 다음의 표 4에 리스트된다.

[0076] 2개의 시퀀스들  $S^{(m_0)0}(n)$  및  $S^{(m_1)1}(n)$ 는 다음에 따라 m-시퀀스  $s(n)$ 의 2개의 다른 순환 천이들로서 정의된다.

**수학식 6**

$$s_0^{(m_0)}(n) = s((n + m_0) \bmod 31)$$

$$s_1^{(m_1)}(n) = s((n + m_1) \bmod 31)$$

[0077]

[0078] 여기서,  $s(i) = 1 - 2x(i)$  ( $0 \leq i \leq 30$ )는 초기 조건(initial conditions)  $x(0)=0, x(1)=0, x(2), x(3)=0, x(4)=1$ 로 다음 식에 의해 정의된다.

**수학식 7**

$$x(\bar{i} + 5) = (x(\bar{i} + 3) + x(\bar{i})) \bmod 2, \quad 0 \leq \bar{i} \leq 25$$

[0079]

[0080] 2개의 스크램블링 시퀀스들  $c_0(n)$  및  $c_1(n)$ 은 PSS에 의존하며 m-시퀀스  $c(n)$ 의 2개의 다른 순환 천이들에 의해 다음 식에 따라 정의된다.

**수학식 8**

$$c_0(n) = c((n + N_{ID}^{(2)}) \bmod 31)$$

$$c_1(n) = c((n + N_{ID}^{(2)} + 3) \bmod 31)$$

[0081]

[0082] 여기서,  $N_{ID}^{(2)} \in \{0, 1, 2\}$ 는 물리-계층 셀 식별자 그룹  $N_{ID}^{(1)}$  내의 물리-계층 식별자이고  $c(i) = 1 - 2x(i)$  ( $0 \leq i \leq 30$ )는 초기 조건(initial conditions)  $x(0)=0, x(1)=0, x(2), x(3)=0, x(4)=1$ 로 다음 식에 의해 정의된다.

**수학식 9**

$$x(\bar{i} + 5) = (x(\bar{i} + 3) + x(\bar{i})) \bmod 2, \quad 0 \leq \bar{i} \leq 25$$

[0083]

[0084] 스크램블링 시퀀스  $Z^{(m_0)1}(n)$  및  $Z^{(m_1)1}(n)$ 는 다음 식에 따라 m-시퀀스  $z(n)$ 의 순환 천이에 의해 정의된다.

수학식 10

$$z_1^{(m_0)}(n) = z((n + (m_0 \bmod 8)) \bmod 31)$$

$$z_1^{(m_1)}(n) = z((n + (m_1 \bmod 8)) \bmod 31)$$

[0085]

[0086]

여기서,  $m_0$  및  $m_1$ 은 수학식 11 다음에 기재된 표 4로부터 얻어지며  $z(i) = 1 - 2x(i)$  ( $0 \leq i \leq 30$ )는 초기 조건 (initial conditions)  $x(0)=0, x(1)=0, x(2), x(3)=0, x(4)=1$  로 다음 식에 의해 정의된다.

수학식 11

$$x(\bar{i} + 5) = (x(\bar{i} + 4) + x(\bar{i} + 2) + x(\bar{i} + 1) + x(\bar{i})) \bmod 2, \quad 0 \leq \bar{i} \leq 25$$

[0087]

표 4

$N^{(1)}_I$	$m_0$	$m_1$	$N^{(1)}_I$	$m_0$	$m_1$	$N^{(1)}_I$	$m_0$	$m_1$	$N^{(1)}_I$	$m_0$	$m_1$	$N^{(1)}_I$	$m_0$	$m_1$
-------------	-------	-------	-------------	-------	-------	-------------	-------	-------	-------------	-------	-------	-------------	-------	-------

[0088]

D			D			D			D			D		
0	0	1	34	4	6	68	9	12	102	15	19	136	22	27
1	1	2	35	5	7	69	10	13	103	16	20	137	23	28
2	2	3	36	6	8	70	11	14	104	17	21	138	24	29
3	3	4	37	7	9	71	12	15	105	18	22	139	25	30
4	4	5	38	8	10	72	13	16	106	19	23	140	0	6
5	5	6	39	9	11	73	14	17	107	20	24	141	1	7
6	6	7	40	10	12	74	15	18	108	21	25	142	2	8
7	7	8	41	11	13	75	16	19	109	22	26	143	3	9
8	8	9	42	12	14	76	17	20	110	23	27	144	4	10
9	9	10	43	13	15	77	18	21	111	24	28	145	5	11
10	10	11	44	14	16	78	19	22	112	25	29	146	6	12
11	11	12	45	15	17	79	20	23	113	26	30	147	7	13
12	12	13	46	16	18	80	21	24	114	0	5	148	8	14
13	13	14	47	17	19	81	22	25	115	1	6	149	9	15
14	14	15	48	18	20	82	23	26	116	2	7	150	10	16
15	15	16	49	19	21	83	24	27	117	3	8	151	11	17
16	16	17	50	20	22	84	25	28	118	4	9	152	12	18
17	17	18	51	21	23	85	26	29	119	5	10	153	13	19
18	18	19	52	22	24	86	27	30	120	6	11	154	14	20
19	19	20	53	23	25	87	0	4	121	7	12	155	15	21
20	20	21	54	24	26	88	1	5	122	8	13	156	16	22
21	21	22	55	25	27	89	2	6	123	9	14	157	17	23
22	22	23	56	26	28	90	3	7	124	10	15	158	18	24

[0089]

23	23	24	57	27	29	91	4	8	125	11	16	159	19	25
24	24	25	58	28	30	92	5	9	126	12	17	160	20	26
25	25	26	59	0	3	93	6	10	127	13	18	161	21	27
26	26	27	60	1	4	94	7	11	128	14	19	162	22	28
27	27	28	61	2	5	95	8	12	129	15	20	163	23	29
28	28	29	62	3	6	96	9	13	130	16	21	164	24	30
29	29	30	63	4	7	97	10	14	131	17	22	165	0	7
30	0	2	64	5	8	98	11	15	132	18	23	166	1	8
31	1	3	65	6	9	99	12	16	133	19	24	167	2	9
32	2	4	66	7	10	100	13	17	134	20	25	-	-	-
33	3	5	67	8	11	101	14	18	135	21	26	-	-	-

[0090]

[0091]

SSS 을 이용한 셀(cell) 탐색 과정을 수행하여 DL 신호의 복조(demodulation) 및 UL 신호의 전송을 정확한 시점에 수행하는데 필요한 시간 및 주파수 파라미터를 결정한 UE 는 또한 상기 eNB 로부터 상기 UE 의 시스템 구성에 필요한 시스템 정보를 획득해야 상기 eNB 와 통신할 수 있다.

[0092]

시스템 정보는 마스터 정보 블록(Master Information Block, MIB) 및 시스템 정보 블록(System Information Blocks, SIBs)에 의해 구성된다. 각 시스템 정보 블록은 기능적으로 연관된 파라미터의 모음을 포함하며, 포함하는 파라미터에 따라 마스터 정보 블록(Master Information Block, MIB) 및 시스템 정보 블록 타입 1(System Information Block Type 1, SIB1), 시스템 정보 블록 타입 2(System Information Block Type 2, SIB2), SIB3~SIB8 으로 구분된다. MIB 는 UE 가 eNB 의 네트워크(network)에 초기 접속(initial access)하는 데 필수적인, 가장 자주 전송되는 파라미터들을 포함한다. SIB1 은 다른 SIB 들의 시간 도메인 스케줄링에 대한 정보뿐만 아니라, 특정 셀이 셀 선택에 적합한 셀인지를 판단하는 데 필요한 파라미터들을 포함한다.

[0093]

UE 는 MIB 를 브로드캐스트 채널(예, PBCH)를 통해 수신할 수 있다. MIB 에는 하향링크 시스템 대역폭(dl-Bandwidth, DL BW), PHICH 구성(configuration), 시스템 프레임 넘버(SFN)가 포함된다. 따라서, UE 는 PBCH 를 수신함으로써 명시적(explicit)으로 DL BW, SFN, PHICH 구성에 대한 정보를 알 수 있다. 한편, PBCH 를 수신을 통해 UE 가 암묵적(implicit)으로 알 수 있는 정보로는 eNB 의 전송 안테나 포트의 개수가 있다. eNB 의 전송 안테나 개수에 대한 정보는 PBCH 의 에러 검출에 사용되는 16-비트 CRC(Cyclic Redundancy Check)에 전송 안테나 개수에 대응되는 시퀀스를 마스킹(예, XOR 연산)하여 암묵적으로 시그널링된다.

[0094]

PBCH 는 40ms 동안에 4 개의 서브프레임에 맵핑된다. 40ms 의 시간은 블라인드 검출되는 것으로서 40ms 의 시간에 대한 명시적인 시그널링이 별도로 존재하지는 않는다. 시간 도메인에서, PBCH 는 무선프레임 내 서브프레임 0 내 슬롯 1(서브프레임 0 의 두 번째 슬롯)의 OFDM 심볼 0~3 에서 전송된다.

[0095]

주파수 도메인에서, PSS/SSS 및 PBCH 는 실제 시스템 대역폭과 관계없이 해당 OFDM 심볼 내에서 DC 부반송파를 중심으로 좌우 3 개씩 총 6 개의 RB, 즉 총 72 개의 부반송파들 내에서만 전송된다. 따라서, UE 는 상기 UE 에게 구성된 하향링크 전송 대역폭과 관계없이 SS 및 PBCH 를 검출 혹은 복호할 수 있도록 구성된다.

[0096]

초기 셀 탐색을 마치고 eNB 의 네트워크에 접속한 UE 는 PDCCH 및 상기 PDCCH 에 실린 정보에 따라 PDSCH 를 수신함으로써 좀더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다. 상술한 바와 같은 절차를 수행한 UE 는 이후 일반적인 상/하향링크 신호 전송 절차로서 PDCCH/PDSCH 수신 및 PUSCH/PUCCH 전송을 수행할 수 있다.

[0097]

도 8 은 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한다.

[0098]

도 8 을 참조하면, 하향링크 슬롯은 시간 영역에서  $N_{\text{Symb}}^{\text{DL}}$  OFDM 심볼을 포함하고 주파수 영역에서  $N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$  자원블록을 포함한다. 각각의 자원블록이  $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$  부반송파를 포함하므로 하향링크 슬롯은 주파수 영역에서  $N_{\text{RB}}^{\text{DL}} \times N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$  부

반송파를 포함한다. 도 8 은 하향링크 슬롯이 7 OFDM 심볼을 포함하고 자원블록이 12 부반송파를 포함하는 것으로 예시하고 있지만 반드시 이로 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 하향링크 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 개수는 순환전치(Cyclic Prefix; CP)의 길이에 따라 변형될 수 있다.

[0099] 자원그리드 상의 각 요소를 자원요소(Resource Element; RE)라 하고, 하나의 자원 요소는 하나의 OFDM 심볼 인덱스 및 하나의 부반송파 인덱스로 지시된다. 하나의 RB 는  $N_{\text{sym}}^{\text{DL}} \times N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$  자원요소로 구성되어 있다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원블록의 수( $N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$ )는 셀에서 설정되는 하향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다.

[0100] 도 9 는 하향링크 서브프레임의 구조를 예시한다.

[0101] 도 9 를 참조하면, 서브프레임의 첫 번째 슬롯에서 앞부분에 위치한 최대 3(4)개의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어 영역에 대응한다. 남은 OFDM 심볼은 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)가 할당되는 데이터 영역에 해당한다. LTE 에서 사용되는 하향링크 제어 채널의 예는 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical hybrid ARQ indicator Channel) 등을 포함한다. PCFICH 는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고 서브프레임 내에서 제어 채널의 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 관한 정보를 나른다. PHICH 는 상향링크 전송에 대한 응답으로 HARQ ACK/NACK(Hybrid Automatic Repeat requestacknowledgment/negative-acknowledgment) 신호를 나른다.

[0102] PDCCH 를 통해 전송되는 제어 정보를 DCI(Downlink Control Information)라고 지칭한다. DCI 는 사용자 기기 또는 사용자 기기 그룹을 위한 자원 할당 정보 및 다른 제어 정보를 포함한다. 예를 들어, DCI 는 상향/하향링크 스케줄링 정보, 상향링크 전송(Tx) 파워 제어 명령 등을 포함한다.

[0103] PDCCH 는 하향링크 공유 채널(downlink shared channel, DL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보, 상향링크 공유 채널(uplink shared channel, UL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보, 페이징 채널(paging channel, PCH) 상의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상에서 전송되는 랜덤 접속 응답과 같은 상위-계층 제어 메시지의 자원 할당 정보, 사용자 기기 그룹 내의 개별 사용자 기기들에 대한 Tx 파워 제어 명령 세트, Tx 파워 제어 명령, VoIP(Voice over IP)의 활성화 지시 정보 등을 나른다. 복수의 PDCCH 가 제어 영역 내에서 전송될 수 있다. 사용자 기기는 복수의 PDCCH 를 모니터링 할 수 있다. PDCCH 는 하나 또는 복수의 연속된 제어 채널 요소(control channel element, CCE)들의 집합(aggregation) 상에서 전송된다. CCE 는 PDCCH 에 무선 채널 상태에 기초한 코딩 레이트를 제공하는데 사용되는 논리적 할당 유닛이다. CCE 는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group, REG)에 대응한다. PDCCH 의 포맷 및 PDCCH 비트의 개수는 CCE 의 개수에 따라 결정된다. 기지국은 사용자 기기에게 전송될 DCI 에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 CRC(cyclic redundancy check)를 부가한다. CRC 는 PDCCH 의 소유자 또는 사용 목적에 따라 식별자(예, RNTI(radio network temporary identifier))로 마스킹 된다. 예를 들어, PDCCH 가 특정 사용자 기기를 위한 것일 경우, 해당 사용자 기기의 식별자(예, cell-RNTI (C-RNTI))가 CRC 에 마스킹 될 수 있다. PDCCH 가 페이징 메시지를 위한 것일 경우, 페이징식별자(예, paging-RNTI (P-RNTI))가 CRC 에 마스킹 될 수 있다. PDCCH 가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(system Information block, SIC))를 위한 것일 경우, SI-RNTI(system Information RNTI)가 CRC 에 마스킹 될 수 있다. PDCCH 가 랜덤 접속 응답을 위한 것일 경우, RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC 에 마스킹 될 수 있다.

[0104] 도 10 은 LTE 에서 사용되는 상향링크 서브프레임의 구조를 예시한다.

[0105] 도 10 을 참조하면, 상향링크 서브프레임은 복수(예, 2 개)의 슬롯을 포함한다. 슬롯은 CP 길이에 따라 서로 다른 수의 SC-FDMA 심볼을 포함할 수 있다. 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 데이터 영역과 제어 영역으로 구분된다. 데이터 영역은 PUSCH 를 포함하고 음성 등의 데이터 신호를 전송하는데 사용된다. 제어 영역은 PUCCH 를 포함하고 상향링크 제어 정보(Uplink Control Information, UCI)를 전송하는데 사용된다. PUCCH 는 주파수 축에서 데이터 영역의 양 끝 부분에 위치한 RB 쌍(RB pair)을 포함하며 슬롯을 경계로 호핑한다.

[0106] PUCCH 는 다음의 제어 정보를 전송하는데 사용될 수 있다.

[0107] - SR(Scheduling Request): 상향링크 UL-SCH 자원을 요청하는데 사용되는 정보이다. OOK(On-Off Keying) 방식을 이용하여 전송된다.

[0108] - HARQ ACK/NACK:PDSCH 상의 하향링크 데이터 패킷에 대한 응답 신호이다. 하향링크 데이터 패킷이 성공적으로 수신되었는지 여부를 나타낸다. 단일 하향링크 코드워드에 대한 응답으로 ACK/NACK 1 비트가 전송되고, 두 개의

하향링크 코드워드에 대한 응답으로 ACK/NACK 2 비트가 전송된다.

- [0109] - CSI(Channel State Information): 하향링크 채널에 대한 피드백 정보이다. CSI 는 CQI(Channel Quality Indicator)를 포함하고, MIMO(Multiple Input Multiple Output) 관련 피드백 정보는 RI(Rank Indicator), PMI(Precoding Matrix Indicator), PTI(Precoding 타입 Indicator) 등을 포함한다. 서브프레임 당 20 비트가 사용된다.
- [0110] 사용자 기기가 서브프레임에서 전송할 수 있는 제어 정보(UCI)의 양은 제어 정보 전송에 가용한 SC-FDMA 의 개수에 의존한다. 제어 정보 전송에 가용한 SC-FDMA 는 서브프레임에서 참조 신호 전송을 위한 SC-FDMA 심볼을 제외하고 남은 SC-FDMA 심볼을 의미하고, SRS(Sounding Reference Signal)가 설정된 서브프레임의 경우 서브프레임의 마지막 SC-FDMA 심볼도 제외된다. 참조 신호는 PUCCH 의 코히어런트 검출에 사용된다.
- [0111] 이하에서는, 본 발명에서 제안하는 D2D 통신(Device to Device communication)을 하는 단말들이 단말간 동기화(synchronization)를 수행하는 방법에 대하여 설명한다.
- [0112] D2D 단말은 기지국(base station)보다 낮은 전송전력을 사용하기 때문에, D2D 단말들은 상대적으로 낮은 신호강도를 가진다. 이때 낮은 SINR 에 있는 D2D 단말들도 동기화될 수 있도록, 동기 참조 신호(synchronization reference signal)을 여러 번 반복해서 전송함으로써, 수신 단말로 하여금 반복되는 RS 를 함께 사용하여 낮은 SINR 영역에서도 충분히 동기화가 가능하도록 동작하는 것이 바람직하다. 이때, 참조 신호(RS)를 전송하는 단말이 다중 안테나를 가진 경우에는, 반복되는 참조 신호 중 일부 혹은 전부에 있어서 프리코딩(precoding)을 다르게 적용시킴으로써(이는, 참조 신호가 전송되는 안테나 포트(antenna port)가 변화된다고 해석될 수 있음), 참조 신호 전송에 인가된 프리코딩이 주어진 채널 가 부적합한 상태에 머무르지 않고 적어도 일부의 참조 신호는 주어진 채널 상태에 적합한 프리코딩이 적용되도록 동작할 수 있다.
- [0113] 이하, 본 발명에서는 동기 참조 신호를 여러 번 반복 전송하는 경우에 적절하게 각 참조 신호 전송의 프리코딩을 변경하는 방안을 제안함으로써, 수신 단말이 보다 효과적으로 동기를 획득할 수 있도록 한다. 이 때, D2D 를 위한 동기 참조 신호를 D2DSS (D2D synchronization signal)이라 명명할 수 있으며, 기존 시스템 상에서 동기 신호가 PSS 와 SSS 로 구분되었듯이, D2DSS 도 마찬가지로 프라이머리 D2DSS(primary D2DSS, PD2DSS)와 세컨더리 D2DSS(secondary D2DSS, SD2DSS)로 구분될 수 있다. 나아가, 본 발명은 LTE 무선 통신 시스템을 기준으로 서술하나, 본 발명의 기본 원리는 LTE 무선 통신 시스템에 국한되지 않고 다른 무선통신 시스템에도 마찬가지로 적용될 수 있다.
- [0114] 또한, 본 발명에서의 PSS 는 기존(Legacy) 시스템 상의 PSS 뿐만이 아니라, D2D 통신을 위하여 사용되는 PD2DSS 를 의미하는 것으로 해석되어야 할 것이다. 마찬가지로 SSS 는 D2D 통신을 위하여 사용되는 SD2DSS 를 의미하는 것으로 해석된다.
- [0115] 도 11 은 LTE 무선 통신 시스템에서의 동기 참조 신호인 PSS/SSS 의 위치 및 이를 그대로 사용하여 4 번 반복했을 때의 D2D 동기 참조 신호 의 구조이다.
- [0116] 도 11 에서, 타입 1 동기 참조 신호, 타입 2 동기 참조 신호는 논리 영역(logical domain)에서 각각 4 개의 PSS/SSS 로 구성되어 있고, 이것은 물리 영역(physical domain)에서 연속한 심볼(symbol)에서 교차되어 1 심볼씩 할당되었다. 또한, 도 11 에서는, 논리 영역에 기반한 물리 영역(즉, logical→physical)의 여러 할당 방법 중, 서브프레임의 제일 마지막 심볼에서 참조 신호가 종료되는 경우를 예시한다. 그러나 도 11 에서의 배치는 일 실시예이며, PSS 및 SSS 가 반복되는 횟수 그리고 서브프레임 내에서의 위치는 다른 형태의 변형이 가능하다.
- [0117] 먼저, 셀룰러 방식의 기지국(cellular base station)처럼 PSS 와 SSS 를 한번씩만 사용할 때는 SNR 값이 낮다면 동기화가 되지 못한 채 다음 PSS 를 기다리게 된다. 이러한 동작은 셀룰러(cellular) 상황인 경우, eNB 가 지속적으로 PSS/SSS 를 전송하는 것이 가능하므로(예를 들어, 5ms 에 한 번) 단말이 비교적 짧은 시간 내에 전송되는 PSS/SSS 를 재검출할 수 있어 심각한 문제가 되지 않을 수 있다. 그러나, 재난상황, 위급상황을 고려한 D2D 통신에서는 셀룰러 방식의 PSS/SSS 재검출 동작은 문제가 될 수 있는데, 이는 D2D 전송 UE 는 eNB 처럼 지속적으로 PSS/SSS 를 전송하기에는 배터리 소모가 너무 크기 때문에 간헐적으로(예를 들어, 100ms 에 한 번) 동기 참조 신호를 전송하는 것이 더 바람직하기 때문이다.
- [0118] 따라서, D2D 통신에서는 여러 종류의 채널 상태에 일정하게 동작하는 다이버시티(diversity)를 보장할 필요가 있다. 또한 D2D 동기 신호의 SINR(즉, D2D sync SINR)은 셀룰러 통신 상의 동기 신호보다 낮은 수신 SINR 을 가지는 경우가 많은데, 이것을 보완하기 위해 결합 이득(combining gain)을 통해 수신전력을 높일 필요가 있다.

즉, 도 11 에서는 각 신호를 결합할 경우에 동일한 수신 SINR 에서 최대 4 배 많은 전력을 획득하여 동기화가 가능하다.

[0119] 이하에서는 D2D 동기 신호(D2D sync signal, D2DSS)의 배치를 설명하기 위해 기존(legacy) PSS, SSS 신호를 예시로 사용하겠으나, 반드시 기존(legacy) PSS/SSS 혹은 이들의 조합을 사용할 필요는 없다. 예를 들어, DMRS 의 수열을 사용할 수도 있고, SRS 나 PRS 같은 신호를 사용하는 경우에도 동일한 설명이 적용될 수 있으며, 나아가, 기존(legacy) PSS/SSS 의 수열을 그대로 사용하지 않고, i) 시퀀스 길이(sequence length)의 변경, ii) 시퀀스(sequence)의 ID(즉 root index)의 변경, iii) 순환 시프트(cyclic shift)의 변경, iv) 반복(repetition) 횟수의 변경, v) 전송위치의 변경(시간 혹은/그리고 주파수), vi) 전송 주기의 변경 중 적어도 하나를 수정하여 사용될 수도 있다. 이를 통하여 PD2DSS 나 SD2DSS 는 시퀀스 측면에서 기존의 PSS 나 SSS 와 구분될 수 있고, 이를 검출한 UE 는 해당 시퀀스가 eNB 로부터 전송된 PSS/SSS 인지 아니면 UE 로부터 전송된 D2DSS 인지를 파악할 수 있게 된다.

[0120] 특히, 시퀀스(sequence)의 ID (즉, root index)는 기존(legacy) PSS, SSS 에 대하여 각각 3 개, 168 개의 값이 설정되어 있는데, D2D 에서는 상기 기존(legacy) PSS/SSS 에 대한 시퀀스의 ID 값의 수가 제한될 수 있다. 예를 들어, 셀룰러 통신에서는 단말이 PSS/SSS 를 한번 검출하면, 동기를 잃어버리는 특수한 경우(handover, radio link failure, cell reselection)를 제외하고는 PSS/SSS 를 재검출 할 필요가 없다. 반면, D2D 통신에서는 제한된 D2D 자원의 재분배를 위해 주기적으로 D2D 동기신호를 재검출할 필요가 있다. 따라서, 시퀀스 ID 를 검출하는 블라인드 검출(blind detection)의 복잡도를 줄이기 위해 시퀀스 ID 의 개수를 제한할 수 있다. 구체적인 예로, PSS 의 개수는 3 개를 그대로 재사용하되, SSS 의 개수는  $\{0, \dots, 167\}$ 까지의 집합을  $\{3n\}$ ,  $\{3n+1\}$ ,  $\{3n+2\}$ 의 세개로 나누어서 이중 하나의 ID 집합(즉, 56 개 ID 만을 사용)만을 사용할 수도 있다. 물론, SSS 의 ID 를 제한하는 방법은 상기 구체적이 예로 한정 해석되어서는 아니될 것이며, 위와 같이 자연수 K 에 대한 나머지가 같은 집합으로 정의될 수도 있으나,  $\{0, \dots, K-1\}$ ,  $\{K, \dots, 2K-1\}$ ,  $\dots, \{167-K, \dots, 167\}$  와 같이 일정 구간씩 나누어 특정 구간의 ID 값이 선택될 수도 있다. 물론, SD2DSS 는 SSS 와 동일한 168 개를 유지하면서 PD2DSS 의 개수를 3 개 보다 더 적도록 함으로써 시퀀스 ID 값의 수를 제한하는 것도 가능하다.

[0121] 이하 설명의 편의를 위하여, 먼저 단말이 동기(sync)를 검출하는 과정을 설명한다. 동기 참조 신호가 반복되는 개수 및 반복되는 주기/방법은 D2D 단말간에 사전에 공유되어 있다고 가정한다. 단말은 동기 참조 신호를 통하여 크게 시간 동기와 주파수 동기를 획득한다.

[0122] 먼저 시간 동기 획득 과정을 설명한다. D2D 동기 수신 단말은 수신신호를 특정 방법(예, 필터링, correlation)을 통해 모니터링 하고 있다가, 타입 1 참조 신호(type1 Reference Signal)의 피크(peak)를 검출해낸다. 이때, D2D 동기 (신호)는 여러 심볼에서 전송되므로 수신단말은 여러 개의 피크(peak)를 가지게 되는데, 이러한 피크(peak)의 시간차와 피크(peak) 값을 모두 고려하여 기준값 이상이면 동기화에 성공한 것으로 판단하고, 미달이면 계속해서 동기 (신호) 모니터링을 수행한다. 이에 따라, 동기화가 성공으로 판단된 경우에는 여러 심볼에서 안정적으로 피크(peak)를 유지하는 타이밍(timing)을 자신의 심볼 타이밍(symbol timing)으로 설정할 수 있다. 이때, 단말이 in-network 상황이라면 D2D 서브프레임의 타이밍은 셀룰러 서브프레임의 타이밍과 일정 오차범위 이내이므로, 셀룰러 동기(cellular sync)를 바탕으로 동기 신호 존재할 것으로 예상되는 구간으로 모니터링 구간을 좁힐 수 있다. 반면 out of coverage 단말이라면, 아무 정보도 가지고 있지 않으므로, 보다 넓은 시간 구간에서 동기 참조 신호를 검출해내야 한다.

[0123] 다음으로 주파수 동기와 관련하여 설명한다. 송수신 단말 사이에 주파수 오차가 존재하면 이는 수신 단말입장에서는 일정한 속도로 신호의 위상이 변화하는 형태로 나타난다. 따라서, 수신 단말은 먼저 시간 동기를 획득한 다음 두 심볼에서 수신된 신호가 거처온 채널을 추정하고, 해당 두 심볼 간격이 실제로 무선 채널의 속성이 변화하는 시간 보다 매우 짧다는 가정하에서, 두 심볼 시간 동안 관찰된 채널이 변화한 유일한 원인을 주파수 오차로 판단하여, 해당 채널 관찰의 위상 변화값으로부터 주파수 오차를 계산 및 보정하여 주파수 동기를 획득할 수 있다. 여기서, 만일 송신 단말이 동기 참조 신호를 전송할 때 특정 두 심볼에서 프리코딩을 변화한다면, 송신단에서 이미 두 심볼의 신호 사이에 위상 변화를 인가하였으므로 이렇게 프리코딩이 변화된 두 심볼 신호를 통하여 주파수 동기를 획득하는 동작이 수행되는 것은 바람직하지 않을 것이다. 따라서, 수신 단말은 어느 참조 신호 심볼이 송신단에서 동일한 프리코딩이 유지되는 지를 미리 파악하고, 해당 참조 신호 심볼의 신호를 사용하여 주파수 동기를 획득해야 한다.

[0124] 예를 들어, 총 K 개의 심볼에서 참조 신호가 전송되는 경우, 이 참조 신호들이 N 개로 구성된 심볼 그룹 L 개로 분할되어, 한 심볼 그룹에 속한 N 개의 참조 신호에서는 동일 프리코딩이 인가되는 경우를 설명한다. 그러면 수

신 단말은 동일 심볼 그룹에 속하는 참조 신호를 사용하여 주파수 동기를 획득하고, L 개의 심볼 그룹 각각에 대하여 획득한 주파수 동기를 종합하여 최종 주파수 동기를 획득할 수 있다.

- [0125] 도 12에서는 상술한 시간 동기화 주파수 동기 획득 과정을 개념적으로 설명하였다. 도 12(a)에서 피크(peak)가 뜬 타이밍이 심볼 타이밍이 되는 경우를 나타내며, 도 12(b)에서 위상(phase)가 변화하는 기울기가 주파수 오차  $\Delta f$ 가 되는 경우를 나타낸다.
- [0126] 즉, 도 12를 살펴보면, 단말은 타입 1 동기 참조 신호(type1 sync RS)를 검출하는 과정에서 여러 개의 피크(peak)를 가지고, 그 값들은 심볼 타이밍을 따른다. 즉, 타입 1 동기 신호(type1 sync RS)를 검출하는 과정에서 단말은 CP 길이 검출(CP length detection)을 수행한다. 따라서, 타입 2 동기 신호(type2 sync RS)는 CP 길이 검출(CP length detection) 용도로 사용되지 않으며, D2D 통신의 종류를 나누거나 단말 식별자 구분 혹은, 동기화(sync)를 보조하는 용도로 사용된다. 단 예외적인 경우로, 참조 신호가 반복되는 주기가 슬롯(slot) 주기와 정확히 같다면 피크(peak)의 시간차를 통해 CP 길이(CP length)를 검출할 수 없으므로 타입 2 참조 신호(type2 RS)를 반드시 사용하여야 한다.
- [0127] 한편, 셀룰러(cellular) PSS/SSS는 각각 3개, 168개의 수열 중 선택해서 전송을 하게 되는데, 이에 반해 D2D 상황에서는 D2D 단말 중 클러스터링(clustering)을 하여, 클러스터 헤드(cluster head)만 동기화 참조 신호(sync RS)를 전송하므로, SSS의 개수를 168개보다 훨씬 줄일 수 있다. 또한 PSS, SSS 조합의 개수는 Tx 단말이 전송하고자 하는 정보의 양(ID, unicast/broadcast/groupcast 여부)와 밀접하게 관련되어 있는데, D2D는 셀룰러 기지국(cellular base station)보다 훨씬 간단한 정보(예, shorter ID)만을 필요로 할 것이므로 SSS의 개수를 줄이는 것이 복잡도에 따른 전력 손실 면에서 바람직하다. 극단적으로, SSS 대신 PSS를 두 번 사용하면,  $3 \times 3 = 9$ , 총 9가지의 가설 검정(hypothesis test)만으로 동기 검출을 마칠 수도 있다.
- [0128] 다음으로 타입 1 동기화 참조 신호(type1 sync RS), 타입 2 동기화 참조 신호(type2 sync RS)의 논리 영역에서 물리 영역으로(즉, logical  $\rightarrow$  physical)의 할당 패턴으로 여러 가지를 고려할 수 있다.
- [0129] 먼저, 설명의 편의를 위하여 타입 1 동기화 참조 신호(예, PSS 혹은 PD2DSS)와 타입 2 동기화 참조 신호(예, SSS 혹은 SD2DSS)를 한 서브프레임에서 N번 반복한다고 가정한다. 여기서 타입 1 동기화 참조 신호와 타입 2 동기화 참조 신호는 용도에 의해 구분하는 것에 불과하며, 같은 시퀀스일 수도 있다. 예를 들어, 타입 1과 타입 2 모두 PSS를 사용하여도 슬롯 경계(slot boundary), 심볼 타이밍(symbol timing), CP 길이 검출(CP length detection) 등은 문제없이 수행할 수 있다. 또한 타입 1(type1), 타입 2(type2) 모두 SSS를 사용할 수도 있다.
- [0130] 도 13에서는 본 발명에 따라 동기화 참조 신호를 배치하는 경우를 나타낸다. 구체적으로, 도 13에서는 참조 신호를 4번 반복하는 경우의 구현 예를 설명한다. 도 13에서, 상술한 타입 1 동기화 참조 신호와 타입 2 동기화 참조 신호들을 묶어서 N번 반복을 수행하되, 도 13(a)와 같이 연속된 심볼에 같은 타입의 참조 신호를 우선적으로 위치하는 방법, 도 13(b)와 같이 연속된 심볼에 타입 1 참조 신호와 타입 2 참조 신호를 엇갈리게 배치하는 방법, 도 13(c)와 같이 (한 서브프레임 내에서) 일정 거리를 두고 순차적으로 참조 신호를 위치하는 방법, 도 13(d)와 같이 (한 subframe 내에서) 일정 거리를 두고 엇갈리게 참조 신호를 위치하는 방법이 있으며, 나아가, 상술한 방법(즉, 13(a) 내지 13(d))들을 서브프레임 단위로 수행하는 방법 등도 있다.
- [0131] 이 때, 도 13(a)와 13(b)에서와 같이 연속된 심볼을 D2DSS로 사용하게 되면 D2DSS가 위치하지 않는 심볼 역시 연속하게 되어 이들을 상이한 신호의 송신 용도로 활용하기에 수월한 장점이 있는 반면, 도 13(c)와 13(d)에서와 같이 D2DSS 심볼 사이에 일정한 간격을 두고 배치한다면 그 간격만큼 떨어진 D2DSS의 위상 변화를 관찰함으로써 도 12(b)에서 설명한 주파수 오차 추정이 더욱 정교하게 이루어진다는 장점이 있다. 또한 도 13(a)와 13(c)에서와 같이 인접 심볼에 동일한 타입의 신호를 배치하게 되면 동일 타입 신호 사이의 채널 변화가 더 적어서 동일 타입 신호를 결합 수신하기가 더 용이해지는 반면, 도 13(b)와 13(d)에서와 같이 인접 심볼에 상이한 타입의 신호를 배치하게 되면 한 타입의 신호를 먼저 검출한 다음 그 채널 추정 결과를 활용하여 다른 타입의 신호를 보다 안정적으로 검출하는 동작이 가능해진다는 장점이 있다. 최종적인 D2DSS의 심볼 배치는 이러한 장단점을 고려하여 적절한 방식이 선택되는 것이 바람직하다.
- [0132] 도 13에서, 모든 방법에 대하여 서브프레임의 마지막 심볼에서 참조 신호의 전송이 끝나도록 표현되어 있으나 이는 설명의 편의를 위한 것에 불과하며, 이에 한정해서 해석되어서는 아니될 것이다. 예를 들어, D2D 서브프레임에서 셀룰러 서브프레임(cellular subframe)으로 전환될 경우, D2D 서브프레임의 마지막 심볼이 셀룰러 서브프레임의 첫 심볼에 간섭을 미치는 경우가 있기 때문에, D2D 서브프레임은 사용하지 않고 버려두거나 다른 용

도로 사용할 수 있다. 마찬가지로, (D2D 서브프레임의) 첫 심볼도 셀룰러 서브프레임에서 D2D 서브프레임으로 전환이 일어나는 경우에는 비워둘 필요성이 있다. 따라서, 이러한 경우에는 서브프레임의 양 끝 심볼을 비우고 가운데에 할당하게 될 것이며, 그 결과로 소정의 D2D 를 위한 PSS/SSS 가 나타나는 심볼의 위치는 서브프레임 내의 임의의 심볼에 위치할 수도 있다. 도 13 에서 나타내는 예들은 SSS 가 PSS 에 우선하도록 표시되어 있으나, PSS/SSS 의 위치는 서로 바뀐 시스템에서도 동일한 동기화 성능을 나타낸다. 또한, PSS 와 SSS 가 반복되는 횟수는 D2DSS 가 차지하는 자원의 오버헤드와 동기 성능 사이의 관계에 따라서 도 13 에서 도시한 4 가 아닌 다른 값으로 결정될 수도 있다.

[0133] 기존(Legacy) 셀룰러 시스템에서는 PSS/SSS 의 뒤에 PBCH 가 전송되어 eNB 통신에 필요한 기본적인 정보(대역폭(BW), 안테나 설정(antenna configuration), 시스템 프레임 넘버(system frame number))를 수신하게 된다. 마찬가지로 D2D 시스템에서도 동기화 신호에 해당하는 D2DSS(D2D sync signal)가 존재하며, 이는 PD2DSS(Primary D2DSS)와 SD2DSS(Secondary D2DSS)로 구성된다. 또한, 경우에 따라서 SD2DSS 는 생략될 수도 있다. 예를 들어, in-NW 인 경우에는 전송 전력을 절약하기 위하여 PD2DSS 만을 전송하고, SD2DSS 의 전송은 생략될 수 있다.

[0134] 나아가, D2DSS 에 추가적으로 D2D 에 관련한 정보(예, broadcast/groupcast/unicast 여부, public safety/non-public safety 여부, D2D 대역폭(D2D bandwidth), D2D ID, CP 길이(CP length) 등)가 전송될 필요가 있다. 이하에서는, 이를 D2DSCCH(D2D sync channel)로 지칭한다. 이때 D2DSCCH 를 디코딩하기 위해서 별도의 참조 신호를 사용하면(예, DMRS), 이에 따른 추가적인 자원이 낭비되므로, D2DSS 를 동기화 목적뿐만 아니라 채널 추정용으로도 사용하는 것이 바람직하다. 이때 D2DSS 와 D2DSCCH 의 성능을 극대화하기 위해 여러가지 배열을 생각할 수 있다.

[0135] 도 14 는 D2DSCCH 를 가운데 위치한 M 개 심볼에 할당하고, 좌우로 각각 N1 개 심볼, N2 개 심볼을 D2DSS 로 사용하는 경우를 나타낸다. 도 14(a)와 도 14(b)에서 나타내는 바와 같이, 좌, 우의 N1, N2 개의 심볼은 도 14(a)와 같이 동일한 D2DSS, 즉, 모두 PD2DSS 로 구성되거나, PD2DSS(Primary D2DSS)와 SD2DSS(Secondary D2DSS)가 섞여 있는 상태에서 나타나거나, 도 14(b)와 같이 첫 N1 개 심볼에서는 PD2DSS 만 존재하고, 마지막 N2 개 심볼에서는 SD2DSS 만 존재하는 형태로 나타날 수 있다. 물론, 전술한 바와 같이 하나의 D2D 서브프레임에서 제일 처음 그리고/또는 제일 마지막 심볼은 송수신 동작 사이의 전환 등으로 온전한 사용이 어려울 수 있으므로 이들 심볼은 D2DSS 의 배치에서 제외될 수 있다.

[0136] 또한, D2DSS 는 PD2DSS(Primary D2DSS)와 SD2DSS(Secondary D2DSS)의 두 종류로 구성되는데, 각각 기존(legacy) LTE 의 PSS, SSS 와 대응할 수도 있다. PD2DSS 는 검출 복잡도(detection complexity)를 고려하여 적은 개수의 루트 인덱스(root index)를 가지고, SD2DSS 는 훨씬 많은 루트 인덱스(root index)로 구성된다.

[0137] 이 때, 채널 추정 성능은 D2DSS 의 전체 혹은 일부를 사용해서 이루어진다. 특히 동일한 자원영역에 여러 개의 D2DSS 가 전송되는 경우에는 D2DSS 중 SD2DSS 만 사용하여 채널 추정을 하는 것이 바람직하다. 그 이유는 만일 동일한 자원 영역에 여러 개의 D2DSS 가 전송되면, PD2DSS 는 루트 인덱스의 개수가 제한되므로 수신 단말 입장에서는 같은 루트 인덱스의 신호들은 SFN(single frequency network)방식으로 수신된다. 즉, PD2DSS 는 어느 단말에서부터 전송되는지 알 수 없으므로, 채널 추정이 불가능하다. 반면, SD2DSS 는 다수의 루트 인덱스를 가지므로, 동일한 루트 인덱스가 겹치지 않도록 송신이 가능하며, 특정 루트 인덱스를 기준으로 채널 추정을 하면 나머지 신호들은 간섭으로 가정하여 채널 추정이 가능하다. 따라서, UE 는 D2DSS 를 사용하여 D2DSS 송신 UE 로부터의 채널 상태를 측정할 때에는 SD2DSS 만을 사용하는 것이 바람직하며, 이는 D2DSS 를 이용한 PD2DSCCH 의 복조 그리고/또는 D2DSS 의 수신 전력 측정을 통한 D2DSS 송신 UE 와의 경로 손실 측정에 특히 유효하다.

[0138] 도 15 를 참조하여, 동일한 자원 영역 상에서 여러 개의 D2DSS 가 전송되는 경우에 대하여 SD2DSS 가 위치 가능한 경우를 설명한다.

[0139] 도 15(a), 도 15(b)는 SD2DSS 가 D2DSS 위치의 각각 바깥쪽 끝, 안쪽 끝에 위치한 경우를 나타낸다. PD2DSCCH 를 감싸고 있는 SD2DSS 를 통해 채널 추정을 한 후, PD2DSCCH 를 디코딩 가능하다. 한편, 이 경우 PD2DSS 는 심볼경계 검출에만 사용되므로, PD2DSCCH 의 앞뒤에 모두 위치할 필요는 없다.

[0140] 나아가, 도 15(c), 도 15(d), 도 15(e)처럼 앞 혹은 뒤의 PD2DSS 는 생략할 수 있다. 예를 들어, 도 15(c)처럼 SD2DSS 는 PD2DSS 의 중간에 위치할 수도 있고, 도 15(d)나 도 15(e)처럼 PD2DSCCH 와 인접해 있을 수도 있다.

[0141] 도 15(f) 은 PD2DSCCH 의 앞과 뒤로는 PD2DSS 만 위치하고, PD2DSCCH 의 중간 심볼(들)에 SD2DSS 가 위치하는 것이다.

- [0142] 마지막으로 도 15(g)는 PD2DSCH 의 가운데 심볼들에 SD2DSS 가 위치하는 것이다. 복수개의 심볼에 위치할 수도 있지만 하나의 심볼만 차지할 수도 있다. 특히 하나의 심볼만 사용하는 경우는 PD2DSCH 의 한가운데 심볼을 사용하는 것이 채널 추정에 유리하다. 또한, 도 15(g)와 같이 PD2DSCH 의 중간에 SD2DSS 가 사용되는 경우는 도 15(a) 내지 도 15(e)중 하나와 결합하여 사용될 수도 있다. 이렇게 결합하여 사용되는 경우에는 양쪽에 위치한 SD2DSS 와 함께 채널 추정에 사용하므로 한가운데 심볼이 사용될 필요는 없다. 도 15(h) 과 도 15(i) 은 도 15(g)에서 한쪽에 위치한 PD2DSS 를 생략한 형태의 배치를 나타낸다.
- [0143] 나아가, 상술한 도 15 및 본 발명의 6 RB(Resource Block) 표시는 설명의 편의를 위하여 개시한 것으로 D2DSS 의 자원 길이는 기존(legacy) LTE 상에 적용되는 6 RB 와 같이 설정될 수도 있으나, 경우에 따라 그 이상 혹은 그 이하의 길이를 가지는 D2DSS 에 대하여도 본 발명이 적용되는 것은 자명할 것이다.
- [0144] 또한, 본 발명에서 SD2DSS 는 주파수 동기화를 위해 사용될 수 있는데, 이때 주파수 동기 성능을 효과적으로 구현할 수 있는 배치가 필요하다. 즉, 주파수 동기를 추정할 때에는, 인접한 심볼간에 위상 차를 이용해서 큰 단위의 주파수 오차를 검출하고, 멀리 떨어진 심볼간 위상 차를 이용해서 작은 단위의 주파수 오차를 검출한다. 전자(즉, 큰 단위의 주파수 오차)의 예를 들어 7kHz 만큼의 주파수 오차가 있다고 가정하면, 1ms 에 360\*7 만큼의 위상(phase) 변화가 존재한다. 1ms 에 표준(normal) CP 의 경우 14 심볼이므로 인접한 심볼간에는 180 도 만큼의 phase 변화가 있을 것이다. 이것을 검출하여 7kHz 의 주파수 오차로 복원한다. 한편, 작은 단위의 주파수 오차인 700Hz 를 검출하기 위해서는 10 심볼 떨어진 SD2DSS 를 사용하면 180 도 만큼의 phase 변화를 검출할 수 있다.
- [0145] 도 16 은 SD2DSS 로 4 심볼을 사용하는 일 실시예를 설명하기 위한 참고도이다. 도 16(a) 내지 도 16(f) 각각의 도면에서는 좌측부터 우측으로, 앞뒤로 전환(transition) 심볼 (혹은 스위칭(switching) 심볼) 1 심볼씩을 사용하지 않음을 가정할 경우, 앞쪽 1 심볼만 전환(transition) 심볼로 간주해서 사용하지 않은 경우, 뒤쪽 1 심볼만 전환(transition) 심볼로 간주해서 사용하는 경우를 순차적으로 나타낸다.
- [0146] 즉, 도 16(a)는 이용 가능한(available)한 심볼의 앞뒤에 2 심볼씩 SD2DSS 를 할당한 것이다. 여기서, PD2DSS 와 PD2DSCH 는 슬롯 경계(slot boundary)에 맞추었다.
- [0147] 도 16(b) 내지 도 16(d)는 SD2DSS 를 일정 간격으로 떨어뜨려 배치한 것이다. 먼저, 도 16(b)의 경우에는 슬롯 경계(slot boundary)에 하나의 SD2DSS 를 배치하고, 나머지 SD2DSS 는 도 16(a)와 그대로 유지한다. 이 경우 인접한 SD2DSS 를 제외하고, 가장 가까운 SD2DSS 와의 간격은 4 심볼이 된다. 도 16(c)의 경우에는 SD2DSS 를 PD2DSS 의 가운데에 위치한 경우를 나타낸다. 이때 가장 가까운 SD2DSS 와의 간격은 2 심볼이다. 도 16(d)는 PD2DSCH 의 사이에 위치한 것으로 마찬가지로 가장 가까운 SD2DSS 와의 간격은 2 심볼이다. 즉, 다양한 간격으로 주파수 추정을 하기 위하여는 도 16(c) 및 도 16(d)가 바람직하겠으나, 채널의 연속된 할당이 중요한 경우에는 도 16(a)나 도 16(b)를 선택할 수 있다. 도 16(g)는 작은 범위의 주파수 추정보다는 큰 범위의 주파수 추정을 위해 SD2DSS 를 PD2DSS 의 뒤에 할당하였다. 도 16(f)는 모든 SD2DSS 가 PD2DSCH 사이에 일정 간격으로 배치된 것이다.
- [0148] 또한, 도 16 에서, 전환(transition) 심볼을 제외한 나머지 심볼들의 할당 순서는 심볼의 역순이 될 수 있다. 즉, 도 16(b)의 예를 들면, 전환(transition)-SD2DSS-SD2DSS-PD2DSCH-SD2DSS-PD2DSS-SD2DSS-전환(transition) 의 순서로 반대로 맵핑되어도 동기화 및 PD2DSCH 디코딩 성능에는 무관하다.
- [0149] 나아가, 도 17 은 두 개의 SD2DSS 가 PD2DSCH 를 감싸는 형태로, 상술한 도 15(d) 및 도 15(e)의 특별한 경우 (a=2, b=2)를 나타낸다. 도 16 내지 17 에서, SD2DSS 는 네 심볼로 전송된다고 가정하였으나 자원 오버헤드를 줄이기 위해서 두 심볼만 전송될 수 있으며, 이 경우 도 16 내지 17 에서 도시한 실시예에서 연속한 두 SD2DSS 심볼 중 한 심볼에서만 SD2DSS 를 전송하고 나머지 심볼은 PD2DSCH 의 용도로 활용될 수도 있다. 특히 도 16(a), 17(a), 17(b)의 실시예에 그러한 변형을 쉽게 적용할 수 있다.
- [0150] 상술한 동기 검출 순서에서, PD2DSS 를 먼저 검출하고 SD2DSS 를 검출한 후, PD2DSCH 를 디코딩하므로, PD2DSS 의 검출에 실패할 경우, 그 이후의 동작(즉, SD2DSS 검출 및 PD2DSCH 디코딩)들은 모두 불가능해진다. 따라서, PD2DSS 검출 확률을 높이기 위해 PD2DSS 의 개수를 늘려야 할 필요가 있다.
- [0151] 도 18 은 PD2DSS 를 5 심볼, 6 심볼에 할당한 일례이다. 도 18(a), 도 18(b)는 PD2DSS 를 5 심볼씩을 가지며, PD2DSCH 는 4 심볼의 길이를 가진다. 각각 SD2DSS 가 PD2DSCH 의 양 옆에 있는 경우와 섞여 존재하는 경우이다. 이때, 도 18(b)에서 한가운데 위치한 PD2DSCH 가 2 심볼의 크기를 가지는데, 이것은 해당 PD2DSCH 의 왼쪽/오른쪽에 위치한 SD2DSS 의 채널 추정 성능을 최대한 활용하기 위함이다.

- [0152] 도 18(c)과 도 18(d)는 PD2DSS가 6 심볼 길이를 가지는 경우를 나타낸다. 이때, PD2DSS는 3 심볼의 길이를 가지며, SD2DSS가 PDSCH를 양 옆에서 감싸거나, 서로 엇갈리게 섞여 있도록 배치될 수 있다.
- [0153] 나아가, 도 18에서 전환(transition) 심볼은 서브프레임의 배치에 따라 존재하지 않을 수도 있다. 이 경우에는 PD2DSS에 한 개의 심볼을 더 할당하거나, PD2DSS에 한 심볼 더 할당하는 경우 혹은 SD2DSS에 한 심볼을 더 할당하는 경우가 가능할 것이다. 도 18에서 SD2DSS는 네 심볼 전송된다고 가정하였으나 자원 오버헤드를 줄이기 위해서 두 심볼만 전송될 수 있으며, 이 경우 도 18에서 도시한 실시예에서 연속한 두 SD2DSS 심볼 중 한 심볼에서만 SD2DSS를 전송하고 나머지 심볼은 PD2DSS의 용도로 활용될 수도 있다. 특히 도 18(a), 18(c)의 실시예에 그러한 변형을 쉽게 적용할 수 있다.
- [0154] 도 19는 동기화 신호와 동기화 채널을 배치한 경우를 설명하기 위한 참고도이다. 도 19(a)는 동기화 신호(sync signal)와 동기화 채널(sync channel)이 각각 하나씩 교차적으로 배치된 것이며, 도 19(b)는 동기화 신호(sync signal)와 동기화 채널(sync channel)이 두 개씩 번갈아가며 배치된 것이다. 한편 D2DSS를 위한 채널 추정시에 보간법(interpolation)을 취하여야 하므로, D2DSS는 D2DSS의 사이에서 전송되는 것이 바람직하다. 그런 관점에서 특히 도 19(a)와 같이 D2DSS는 한 서브프레임 내에서 등간격으로 배치될 수 있으며 이때는 PD2DSS와 SD2DSS가 순서대로 배치될 수 있다. 나아가, 이러한 원리는 D2DSS의 심볼 개수에 제한 없이 적용이 가능하다.
- [0155] 도 19(c) 및 도 19(d)는 채널 추정 성능을 높이기 위해 도 19(a) 및 도 19(b)의 구조에서 양 끝 심볼에 D2DSS가 위치하도록 인접한 D2DSS와 위치를 바꾼 경우를 나타낸다. 마지막 D2DSS를 디코딩하기 위해 도 19(a) 및 도 19(b)는 채널 추정을 위해 D2DSS를 바탕으로 보외법(extrapolation)을 하는데 비해, 도 19(c) 및 도 19(d)는 보간법(interpolation)을 하기 때문에 채널 추정 성능이 향상된다.
- [0156] 한편, 도 19(e) 및 도 19(f)는 D2DSS와 D2DSS의 개수가 다른 경우 중, 8개의 D2DSS 심볼, 4개의 D2DSS 심볼의 일 실시예를 나타낸다. 마찬가지로 도 19(e)는 단순히 2개의 D2DSS와 하나의 D2DSS가 번갈아가며 나오는 경우를 나타내며, 도 19(f)는 채널추정성능을 향상하기 위해 마지막 심볼에 D2DSS가 오도록 인접한 D2DSS와 위치를 바꾼 경우를 나타낸다.
- [0157] 도 19에서는, 서브프레임의 제일 첫 심볼과 마지막 심볼을 사용하지 않는 것으로 가정했으나, 경우에 따라서 첫 심볼과 마지막 심볼의 전체, 혹은 일부 심볼을 추가로 사용할 수 있다. 이 경우에는 추가되는 심볼은 D2DSS로 할당하여 사용되는 것이 바람직하다.
- [0158] 또한, 본 발명의 일 실시예에서, D2DSS 및 D2DSS의 심볼은 각각 삭제되거나 추가될 수 있다. 예를 들어, D2DSS 및 D2DSS의 심볼이 삭제되는 경우는 삭제한 심볼에 i) 아무것도 할당하지 않고 비워두거나, ii) 다른 신호(예, DMRS)를 할당하거나, iii) 그 후의 심볼을 하나씩 앞으로 당길 수 있다. 다른 예로, 심볼을 추가하는 경우는 기존의 심볼의 좌우에 동일한 역할을 수행 가능한 심볼을 추가하는 것으로 제한될 수 있다. 즉, i) D2DSS의 좌 혹은 우 심볼에 D2DSS를 추가로 삽입하거나, ii) D2DSS의 좌 혹은 우심볼에 D2DSS를 추가로 삽입하는 경우를 포함할 수 있다. 이 경우에는 이후의 심볼은 하나씩 밀리거나 당기도록 배치될 것이다.
- [0159] 도 20은 본 실시예에 따라, 심볼이 추가된 경우를 나타낸다. 즉, 도 20에서 도 19(f)와 같이 설정된 상황에서 도 20(a)와 같이 D2DSS를 삽입하는 경우, 도 20(b)와 같이 나타날 수 있다.
- [0160] 여기서, D2DSS는 PD2DSS(Primary D2DSS)이거나 SD2DSS(Secondary D2DSS)일 수 있으며, 연속해서 D2DSS가 위치하는 심볼에서는 i) 오직 PD2DSS만 나타나거나, ii) PD2DSS와 SD2DSS가 반복해서 나타나거나, iii) 소정의 횟수(예, X번)만큼 PD2DSS가 나타난 다음에 특정 횟수(예, Y번)만큼 SD2DSS가 나타나거나, iv) PD2DSS와 SD2DSS가 복수의 횟수로 연속하여(예, 두번) 나타날 수 있다. 특히, iv)의 경우에는 연속하여(예, 두번씩) 나타나는 동일 PD2DSS/SD2DSS 사이의 순환 전치(CP)는 없어야 하며, 대신 이를 보충하여 심볼 길이를 맞추기 위해 연속하는 심볼의 앞이나 뒤 혹은 앞뒤 모두에 적절한 순호나 전치 길이(CP length)를 더해준다. 즉, i) [CP1, CP2, sym1, sym2]의 형태이거나, ii) [CP1, sym1, sym2, CP2]의 형태가 될 것이다. iii) 또한 심볼의 끝부분에 타이밍을 맞추고, sym1 앞의 CP부분을 아예 탈락시키는 방법도 있다. 즉, [empty, sym1, sym2]가 될 것이다(여기서, CP는 순환 전치, sym은 심볼, empty는 빈 심볼을 의미).
- [0161] 도 21에서는 [empty, sym1, sym2], [CP1, sym1, sym2, CP2]의 형태를 예로 들어, 본 발명에서 제안하는 동기화 신호모니터링 방법을 설명한다. 여기서, 연속된 두 개의 심볼상의 임의의 위치에서 하나의 심볼 길이만큼 읽어서 FFT 동작을 취하면, 심볼의 시간 차이만큼 주파수(frequency) 영역의 위상 시프트(phase shift)로 나타나므로 연속해서 동기화(sync) 신호를 모니터링 할 필요 없이, 일정 시간 간격으로만 모니터링을 수행하면 된다.

- [0162] 또한, 심볼의 서브프레임 내에서의 D2DSCH/D2DSS 심볼의 시작 위치/끝 위치는 중요한 의미를 가지지 않는다. 서브프레임의 첫 심볼에서 시작할 수도 있으며, 마지막 심볼에서 동기화 참조 신호/채널(sync RS/CH) 전송이 종료될 수 있다. 본 발명의 자명한 확장으로서 심볼의 시간적 전후관계가 반전된 것을 포함한다. 심볼의 전후관계가 도 21 과 반대로 되더라도 D2D 시스템의 동기화 및 동기 채널의 송수신 성능에는 전혀 영향을 미치지 않는다.
- [0163] D2DSCH 는 때때로 생략될 수 있는데, 대표적인 예로, 단말이 in-NW 에서 동작할 때에는 D2DSCH 대신 RRC 시그널링을 통하여 D2DSCH 의 정보를 전달할 수도 있다. 이것은 특히 장치 탐색(device discovery)만을 수행하는 경우에 효과적이며, 이 경우에 D2DSCH 가 생략된 심볼에는 D2DSS 를 추가로 전송할 수도 있다.
- [0164] 나아가, (특히)송신(Tx) 단말이 다수의 수신 단말들에게 다른 종류의 D2DSS 를 전송하는 경우, 각 D2DSS 의 주기는 상이할 수 있다. 예를 들어, in NW 단말에게 전송하는 D2DSS 와 out NW 단말에게 전송하는 D2DSS 는 주기가 서로 상이할 수 있으며, D2DSCH 의 존재 유무가 달라질 수도 있다. 따라서, 이렇게 두 종류의 상이한 용도의 D2DSS 서브프레임이 중복되는 경우의 동작이 규정될 필요가 있다.
- [0165] 도 22 는 두 종류의 상이한 용도의 D2DSS 서브프레임이 중복되는 경우를 설명하기 위한 참고도이다. 도 22 에서, 제 1 D2DSS 는 항상 D2DSCH 가 동반되면서 제 1 주기(주기=4)로 전송되는 반면, 제 2 D2DSS 는 D2DSCH 가 동반되지 않으면서 제 2 주기(주기=6)로 전송되는 경우, 특정 시점(t=6)에서 제 1 주기의 전송과 제 2 주기의 전송이 중첩하는 문제가 발생할 수 있다. 이 때 제 1 D2DSS 는 장치(device)들 사이의 통신, 특히 네트워크의 커버리지 밖에 존재하여 RRC 를 수신할 수 없는 곳에 위치한 UE 와의 통신을 위한 D2DSS 인 반면, 제 2 D2DSS 는 네트워크 내부의 장치 탐색(device discovery)을 위한 D2DSS 일 수 있다. 이런 중첩이 발생할 경우, UE 는 한 종류의 D2DSS 만을 선택적으로 송신할 수 있는데, 아래의 규칙 1) 내지 3) 중 하나를 적용할 수 있다.
- [0166] - 규칙 1) D2DSCH 를 동반하는 제 1 D2DSS 를 선택한다. 이는 D2DSCH 가 주요 정보를 담고 있으므로 한 번이라도 전송이 생략되는 경우 문제가 발생할 수 있기 때문이다. 제 2 D2DSS 의 수신을 기대하는 UE 라 하더라도, 상이한 종류의 D2DSS 가 중첩되는 시점에 수신되는 것을 인지한 때에는, 해당 시점에서는 제 2 D2DSS 가 송신되지 않는다고 가정하도록 동작할 수 있다.
- [0167] - 규칙 2) 주기가 더 긴 D2DSS 를 선택한다. 주기가 짧은 D2DSS 는 한 번 전송 기회를 상실하여도 곧 다시 전송 기회가 생기므로 큰 문제가 없는 반면, 주기가 긴 D2DSS 는 한 번의 기회 상실이 큰 성능 저하로 연결되기 때문이다. 특히, 해당 UE 가 더 짧은 주기의 D2DSS 에 대응하는 D2D 신호(예를 들어, 커버리지 밖에 존재하는 UE 와의 통신 신호)를 송신할 필요가 없어진 경우에는 이렇게 더 긴 주기의 D2DSS 를 선택하는 것이 불필요한 D2DSS 송신을 방지한다는 측면에서 바람직하다.
- [0168] - 규칙 3) eNB 가 사전에 어떤 D2DSS 를 선택할지를 지정한다. 특히 eNB 가 특정 주기의 D2DSS 송신을 불특정 다수의 UE 를 대상으로 하는 SIB 와 같은 방송 신호를 통하여 설정하였다더라도 특정 UE 만을 대상으로 하는 전용(dedicated) 신호를 통하여 다른 주기의 D2DSS 송신을 지시할 경우, 이를 eNB 가 전용(dedicated) 신호를 통하여 지시한 D2DSS 송신 주기를 지정한 것으로 해석할 수 있다.
- [0169] 상술한 동작에 있어서 충돌 가능성이 있는 두 D2DSS 는 동일한 시퀀스(sequence)를 가지고 동일한 UE 들로부터 전송될 수 있다. 그러면, 제 1 D2DSS 와 제 2 D2DSS 는 결국 동일한 D2DSS 가 전송 주기에 따라서 D2DSS 의 전송에 사용하는 심볼의 개수나 위치가 달라질 뿐, 동일한 동작이 수행될 수 있다.
- [0170] 따라서, 동일한 UE 가 탐색(discovery)과 통신(communication)과 같이 상이한 용도의 두 서비스에 참여하는 상황에서, 동일한 D2DSS 를 상황에 따라서 상이하게 송수신함으로써 효율적으로 탐색 및 통신 서비스를 제공할 수 있다.
- [0171] 한편, 클러스터 헤드(cluster head, CH)는 eNB 로부터 동기 신호를 검출하여 상향링크 대역폭 상의 중심(center) N 자원 블록(center N RB, 예, center 6 RB)에 D2DSS 를 전송하고, 하나 이상의 릴레이들은 시간 영역뿐만 아니라 주파수 영역에서 구분되는 중심 자원 블록(즉, 6 RB)의 자원영역을 사용하여 동기 신호를 전달할 수 있다.
- [0172] 도 23 은 본 발명에 따른 중심 자원 블록을 이용하여 D2DSS 전송하는 경우를 설명하기 위한 참고도이다. 도 23(a)는 동일한 시간 영역(예, 동일 서브프레임)에서, 서로 다른 주파수 자원을 사용해서 릴레이 D2DSS(relay D2DSS)를 전달하는 경우를 나타내며, 도 23(b)는 시간과 주파수 영역을 모두 달리하여 릴레이 D2DSS 를 전송하는 경우를 나타낸다.
- [0173] 또한, 릴레이들은 동일한 시간과 동일한 주파수의 N 개의 자원 블록으로 구성된 자원을 이용하여, SFN(single

frequency network) 방식으로 D2DSS 를 전송할 수 있다. 이때, 수신 D2D 단말들은 여러 신호가 중첩되므로 동기를 검출할 확률이 높아진다.

[0174] 도 24 는 본 발명에 따른 SFN 을 설명하기 위한 2 가지 예를 설명하기 위한 참고도이다. 도 24(a)는 클러스터 헤드와 동일한 자원에 D2DSS 를 전송하여 클러스터 헤드와 릴레이들이 함께 SFN 을 구성하는 방법이다. 수신 단말 입장에서 D2DSS 의 신호 강도는 가장 강하겠으나, 클러스터 헤드-릴레이 사이의 확산 지연(propagation delay) 때문에 D2DSS 의 도달시점이 흔들릴 수 있다. 반면, 도 24(b)는 클러스터 헤드와 서로 다른 자원에 릴레이 D2DSS 들이 SFN 을 구성하는 형태이다. 수신 단말 입장에서 도 25(a)에 비해 수신강도는 약하지만 비교적 동일한 타이밍에 D2DSS 가 도달하는 장점이 있다.

[0175] 한편, 현재의 통신 시스템에서 일반적으로 단말은 1 개의 송신 안테나를 가지지만, 일부 단말은 2 개 이상의 송신 안테나를 사용하며, 이 비율은 점차 확대될 것이다. 따라서 복수 개의 안테나를 가지는 단말이 D2D 동기화 참조 신호(D2D sync RS)를 전송할 때, 프리코딩을 곱해주는 것이 가능하며, 상술한 바와 같이 채널 변동에 무관하게 일정한 결합(combining) 이득을 달성하기 위해서는 복수 개의 참조 신호마다 서로 다른 프리코딩을 곱해서 채널을 평균화해 줄 필요가 있다.

[0176] 도 25 는 위상 시프트(phase shift)가 필요한 경우를 설명한다. 도 25 에서 각각 동일한 신호를 두 번 전송하는 경우를 가정하며, 2 송신(Tx) 안테나, 1 수신(Rx) 안테나를 가정한다. 도 25(a)의 경우  $t=T_0$  의 신호와  $t=T_1$  의 신호는 동일한 위상으로 전송되며 각 송신 안테나의 채널이 정반대이기 때문에 (송신 안테나 1 의 채널은 1, 송신 안테나 2 의 채널은 -1), 채널 상태를 모르고 단순 결합을 수행하는 수신단에서는 두 송신 안테나로부터의 신호가 상쇄되어 0 의 신호가 된다. 따라서, 도 25(a)의 경우에는 참조 신호를 반복해서 전송하더라도 이득을 얻을 수 없다. 한편, 도 25(b)의 경우,  $t=T_0$  에서는 결합(combining)을 할 경우 서로 상쇄되지만,  $t=T_1$  에서 [1 -1]의 프리코딩이 적용되어 전송되었기 때문에 결합 이득(combining gain) 2 를 얻을 수 있다.  $t=T_1$  에서 송신 안테나 1 에서 송신된 신호는 위상 변화 없이 1 의 채널을 통과하게 되며, 송신 안테나 2 에서 송신된 신호는 프리코딩으로 인하여 먼저 -1 의 채널을 통하는 효과가 발생하고 이 신호가 다시 -1 에 해당하는 채널을 통과하면서 최종적으로는 수신단에게 1 의 신호도 도달하게 된다. 따라서 수신단에서는 두 송신 안테나의 신호를 단순히 더할 경우 2 의 신호를 수신하게 되는 것이다.

[0177] 따라서, 각 심볼마다 혹은 각 서브프레임 마다 프리코딩(precoding)을 다르게 걸어주면, D2D 단말이 어떤 채널 상태를 가지더라도, 높은 확률로 일정 수준의 참조 신호 검출을 보장할 수 있다. 즉, 다이버시티 이득(diversity gain)을 얻을 수 있다. 동기 참조 신호(sync RS)가 같이 동일 서브프레임 내에서 반복할 경우, 심볼마다 채널의 변화는 미미할 것이므로, 각 전송 심볼마다 채널이 같다고 가정할 수 있다. 따라서 각 심볼마다 프리코딩을 다르게 걸어주되, 최대한 프리코딩 벡터 사이의 거리가 멀도록 설계하는 것이 바람직하다. 다시 말하면, 각 참조 신호마다 최대한 위상 차(phase difference)가 크도록 프리코딩을 걸어준다.

[0178] 예를 들어, 실수(real number) 채널을 가정하여 참조 신호를 반복 전송하는 횟수를  $N$  이라고 할때, 각 심볼마다  $2\pi/N$  만큼의 위상 시프트(phase shift)를 고려하는 것이 가장 다이버시티 이득(diversity gain)이 크다. 이때, 심볼의 순서에 따라 순차적으로 시프트(shift)해줄 수도 있으나, 임의로 시프트해줄 수도 있다. 한편 여러 서브프레임에 걸쳐 동기 참조 신호를 전송하는 경우에는 각 참조 신호 심볼마다 채널이 독립적(independent)이라고 가정할 수 있다. 즉, 이 경우에는 프리코딩을 곱하지 않아도 다이버시티 이득을 얻을 수 있겠으나, 저속페이딩(slow fading)처럼 채널 변화가 느린 경우를 위해서 프리코딩을 곱해주는 것이 바람직하다. 또는, 각각의 안테나 포트에 대하여 프리코딩을 곱하여 다이버시티 이득을 얻을 수 도 있을 것이다.

[0179] 도 26 은, 본 발명에 따라  $N=4$  인 경우에 대해, 프리코딩이 수행되는 경우를 설명하기 위한 참고도이다. 타입 2 참조 신호(type2 RS)는 설명의 편의를 위하여 도 26 에서 생략되었으나, 타입 1 참조 신호(type1 RS)를 할당하고 남은 심볼에 타입 1 참조 신호(type1 RS)와 마찬가지로 방식으로 할당되거나, 타입 1 참조 신호(type 1 RS)로 타입 2 참조 신호(type2 RS)의 프레임 경계(frame boundary), CP 길이 탐색(CP length detection)이 수행될 수 있으므로 생략될 수 도 있다. 10

[0180] 이하에서는, 본 발명에 따른 프리코딩을 좀 더 확장 적용시키는 경우에 대하여 설명한다.

[0181] 도 27 과 같이 위상이 시프트(shift)된 참조 신호는 서로 유효 채널(effective channel)이 다르므로, 위상이 다른 참조 신호로부터 주파수 동기를 획득하는 것은 불가능하다. 따라서 동일한 위상을 가진 참조 신호를 비교해야 하므로, 타입 1 참조 신호(type1 RS), 타입 2 참조 신호(type2 RS)중에서도 동일한 위상을 가진 참조 신호 그룹으로 구분할 수 있다. 그리고 여기서 시간 동기와 주파수 동기를 가장 적절히 얻을 수 있는 물리적 매핑

(physical mapping)을 고려할 필요가 있다.

- [0182] 일반적으로, 동기 참조 신호(sync RS)는 총 N 종류의 참조 신호를 가지며, k 개의 그룹으로 나누어진다고 가정하면, 각 그룹은 같은 종류의 위상 변화를 가진다고 가정할 수 있다. 즉, 같은 위상을 가지는 그룹은 각각 N/k 크기의 집합으로 구성된다.
- [0183] 예를 들어, 도 27 에서 N=12, k=3 인 경우에 두 가지 종류의 할당 패턴을 나타내었다. 각 참조 신호는 하나의 심볼을 차지하는데, 도 27(a) 는 각 그룹의 심볼이 모두 다 나타나고 다음 그룹을 순차적으로 할당하는 구조인데, 수신(Rx) 단말의 블라인드 검출(blind detection)을 위해 그룹 사이의 경계가 필요할 수 있다. 따라서, 그룹 사이의 경계를 설정하는 방법으로 그룹의 마지막 심볼에 참조 신호 수열을 특정하게 변화하거나, 나머지 심볼은 PSS 이고 경계 심볼은 SSS 인 형태가 고려될 수 있다. 도 27(b)는 모든 그룹이 (일정 개수씩) 순서대로 나타나는 구조이다. 여기에서, 각각의 그룹의 경계는 필요치 않으며, 다만 전체 동기 참조 신호(sync RS)에 대한 끝은 별도로 구분될 필요가 있다. 따라서, 도 27(a)와 관련하여 상술한 경계 설정 방법을 적용하거나, 참조 신호의 마지막에 특수한 구분자(delimiter)가 붙을 수 있다. 한편, 참조 신호가 주파수 동기를 획득하는 과정에서 동일 프리코딩(same precoding) 그룹 내의 참조 신호끼리만 비교하게 되는데, 그룹 내 심볼이 근접해 있는 경우에는 큰 단위(large scale)의 주파수 동기만을 잡을 수 있고, 심볼이 떨어진 경우에는 작은 단위(small scale)의 주파수 동기를 획득할 수 있다. 따라서, 도 27 에서 주파수 획득과 관련하여, 도 27(a)는 연속된 심볼이 같은 그룹이므로, 큰 단위의 주파수 오차만 획득 가능하고, 도 27(b)는 일정 거리만큼 떨어진 심볼이 같은 그룹이므로, 작은 범위(혹은 중간 범위)의 주파수 오차만 획득 가능하다. 따라서, 좀 더 다양한 방법으로 그룹 심볼을 배치하여 다양한 범위의 주파수 오차를 획득할 수 있다.
- [0184] 도 28 은 본 발명에 따라, 다양한 심볼에 그룹을 배치한 다양한 실시예를 설명하기 위한 참고도이다.
- [0185] 도 28(a)는 각각의 그룹을 2 개씩 짝지어서 엇갈리게 배치한 것이다. 주파수 동기의 측면에서 동일 그룹 심볼로 짝지어진 부분에서 큰 단위(large scale) 주파수 동기를 획득하고, 서로 멀리 떨어진 동일 그룹 심볼을 이용해서 작은 단위(small scale) 주파수 동기를 획득할 수 있다. 도 28(b)는 참조 신호의 앞 쪽 심볼에서는 그룹을 엇갈리게 배열하여 공간 다이버시티(space diversity)를 이용한 시간 동기화에 집중한 다음, 뒤쪽 심볼에서 인접 심볼(즉, 연속적으로 위치한 심볼)에 동일 그룹 참조 신호를 전송함으로써 이를 비교하여 주파수 동기를 획득하는 구조이다. 여기서, 앞부분과 뒷부분 사이에 경계를 나타내기 위하여 도 27 과 관련하여 상술한 방법을 사용할 수 있다. 도 28(c)는 도 28(b)에서 상술한 배열의 변형이다. 즉, 그룹이 엇갈리게 배열하는 앞 부분의 전송 심볼 개수를 조절하여 시간 동기화 주파수 동기 사이에 어떤 부분을 더 중요시 할지 선택할 수 있다. 도 28(d)는 앞 부분에서는 동일 그룹의 심볼을 인접한 심볼에 배치하여 시간 동기 및 큰 단위(large scale) 주파수 오차를 획득하고, 뒷 부분에서는 동일 그룹의 심볼을 일정 간격을 두고 배치하여 작은 단위(small scale) 주파수 오차를 획득하는 방법이다. 상술한 바와 마찬가지로 앞부분과 뒷부분 사이의 경계 및 전체 참조 신호의 종료 를 나타내도록 설정될 수 있다. 즉, 도 28(d)와 관련하여, 동일 그룹에 속하는 심볼 중 앞쪽에서 인접 심볼을 차지하는 그룹(예를 들어, 도 28(d)에서 첫 번째와 두 번째 심볼의 참조 신호)과, 뒤쪽에서 이격되어 나타나는 그룹(예를 들어, 도 28(d)에서 일곱 번째와 열 번째 심볼의 참조 신호)는 거리가 너무 멀리 떨어져 있어서 함께 사용하여 주파수 동기를 획득하는 용도로는 활용 가치가 떨어질 수 있으므로, 애초에 별개의 그룹으로 나뉘어 동일 프리코딩이 적용되지 않도록 동작할 수도 있다. 즉, 도 28(d)에서 동일 그룹에 속한 심볼이라 하더라도 앞 쪽에 위치한 두 심볼과 뒤 쪽에 위치한 두 심볼을 별도의 서브 그룹으로 구분하여 동일 프리코딩이 적용되지 않는 것으로 동작할 수도 있다.
- [0186] 본 발명에서 상술한 "동일 그룹" 은 동일 프리코딩 혹은 동일 안테나 포트를 가지는 참조 신호 집합을 의미하는 것으로 해석되어야 하며, 동일한 참조 신호를 의미하는 것은 아니다. 예를 들어, 서로 상이한 수열인 PSS/SSS 도 동일 그룹에 속할 수 있으며, 서로 다른 시드(seed)로부터 생성된 PSS 도 동일 그룹에 속할 수 있다.
- [0187] 서로 다른 수열을 동일 그룹으로 묶으면 D2D 수신(Rx) 단말의 블라인드 검출(blind detection)을 통해 D2D ID 나 unicast/broadcast/groupcast 등의 정보전달을 할 수 있다. 즉, 서로 동일한 수열과 서로 상이한 수열을 적절히 조합해서 그룹을 구성하면, 적절한 결합 이득(combining gain)을 얻는 동시에 동기 참조 신호(sync RS)를 통한 정보 전달을 수행할 수 있는 장점이 있다. 나아가, 그룹간의 프리코딩(precoding)을 통해서는 다이버시티(diversity)를 조절할 수 있다.
- [0188] 또한, 동일한 그룹이라도 서로 프리코딩이 상이하게 적용될 수 있다. 도 29 는 동일한 그룹이라도 서로 프리코딩이 상이하게 적용되는 경우를 설명하기 위한 참고도이다. 예를 들어, 도 27(b)의 경우에는, 앞쪽의 번갈아가며 할당하는 그룹심볼에서는 시간 동기 및 작은 단위(small scale) 주파수 동기를 획득하고, 뒤쪽의 반복되는

그룹 심볼에서는 큰 단위(large scale) 주파수 동기를 획득할 수 있다. 이때, 앞쪽의 그룹과 뒤쪽의 그룹간에서 비교하는 동작은 필요하지 않으므로, 같은 그룹이라 하더라도 도 29 와 같이 서로 프리코딩이 상이하게 적용될 수도 있다.

[0189] 도 30 은 본 발명의 실시예에 적용될 수 있는 기지국 및 사용자 기기를 예시한다. 무선 통신 시스템에 릴레이가 포함되는 경우, 백홀 링크에서 통신은 기지국과 릴레이 사이에 이뤄지고 액세스 링크에서 통신은 릴레이와 사용자 기기 사이에 이뤄진다. 따라서, 도면에 예시된 기지국 또는 사용자 기기는 상황에 맞춰 릴레이로 대체될 수 있다.

[0190] 도 30 을 참조하면, 무선 통신 시스템은 기지국(BS, 110) 및 사용자 기기(UE, 120)을 포함한다. 기지국(110)은 프로세서(112), 메모리(114) 및 무선 주파수(Radio Frequency, RF) 유닛(116)을 포함한다. 프로세서(112)는 본 발명에서 제안한 절차 및/또는 방법들을 구현하도록 구성될 수 있다. 메모리(114)는 프로세서(112)와 연결되고 프로세서(112)의 동작과 관련한 다양한 정보를 저장한다. RF 유닛(116)은 프로세서(112)와 연결되고 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다. 사용자 기기(120)은 프로세서(122), 메모리(124) 및 RF 유닛(126)을 포함한다. 프로세서(122)는 본 발명에서 제안한 절차 및/또는 방법들을 구현하도록 구성될 수 있다. 메모리(124)는 프로세서(122)와 연결되고 프로세서(122)의 동작과 관련한 다양한 정보를 저장한다. RF 유닛(126)은 프로세서(122)와 연결되고 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다. 기지국(110) 및/또는 사용자 기기(120)은 단일 안테나 또는 다중 안테나를 가질 수 있다.

[0191] 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.

[0192] 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.

[0193] 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.

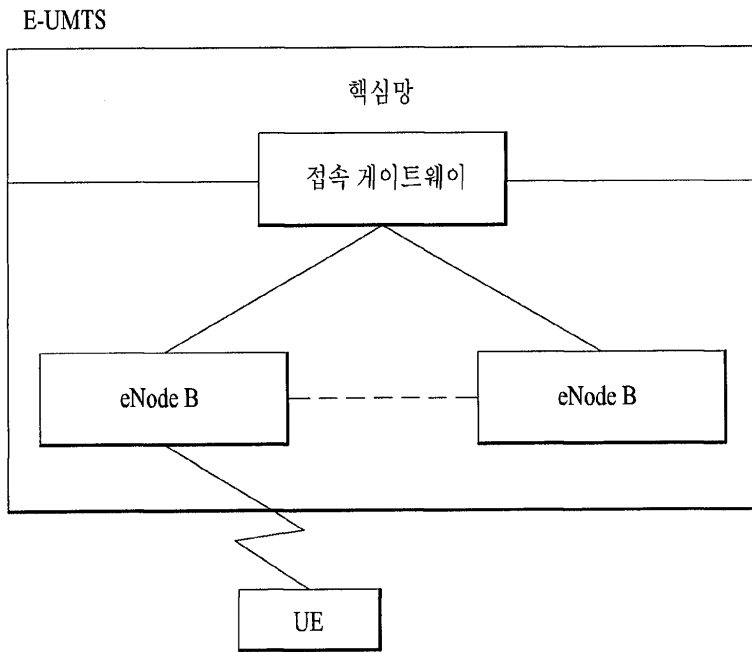
[0194] 본 발명은 본 발명의 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

### 산업상 이용가능성

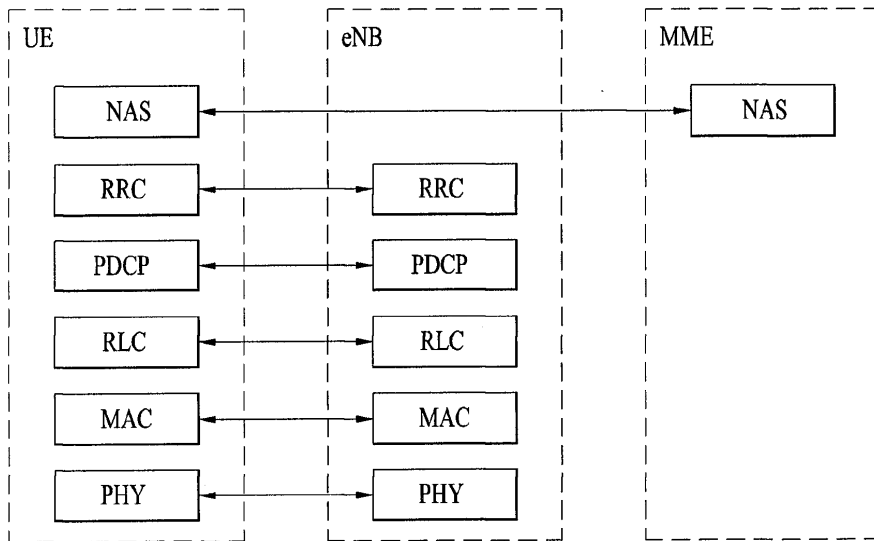
[0195] 상술한 바와 같은 무선 통신 시스템에서 D2D(Device-to-Device) 통신을 위한 동기화 신호 전송 방법 및 이를 위한 장치는 3GPP LTE 시스템에 적용되는 예를 중심으로 설명하였으나, 3GPP LTE 시스템 이외에도 다양한 무선 통신 시스템에 적용하는 것이 가능하다.

도면

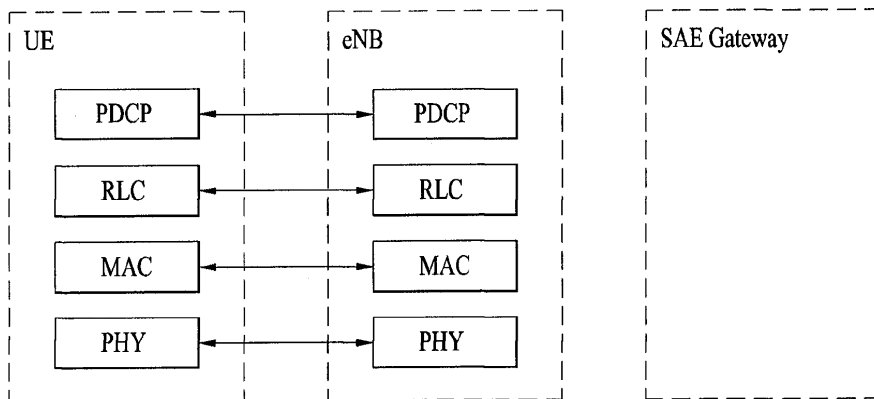
도면1



도면2



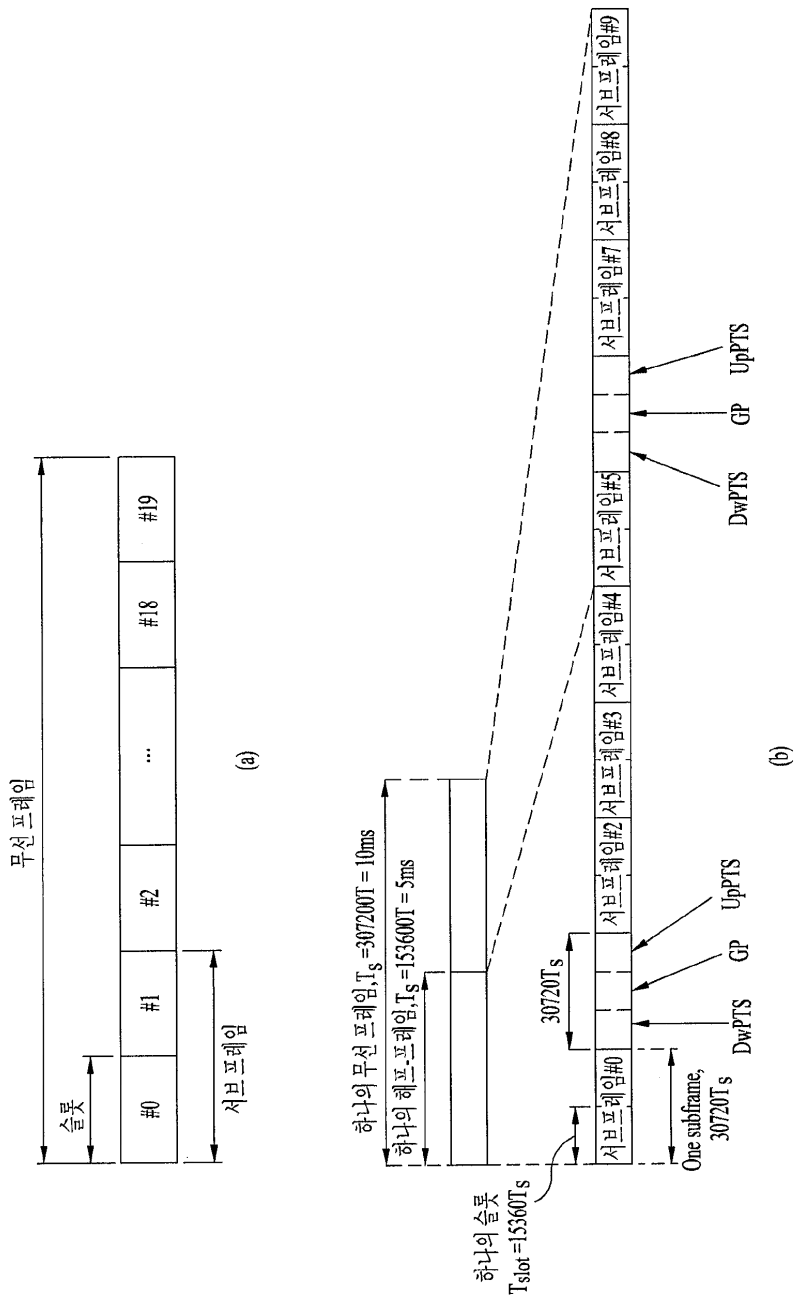
(a) 제어-평면 프로토콜 스택



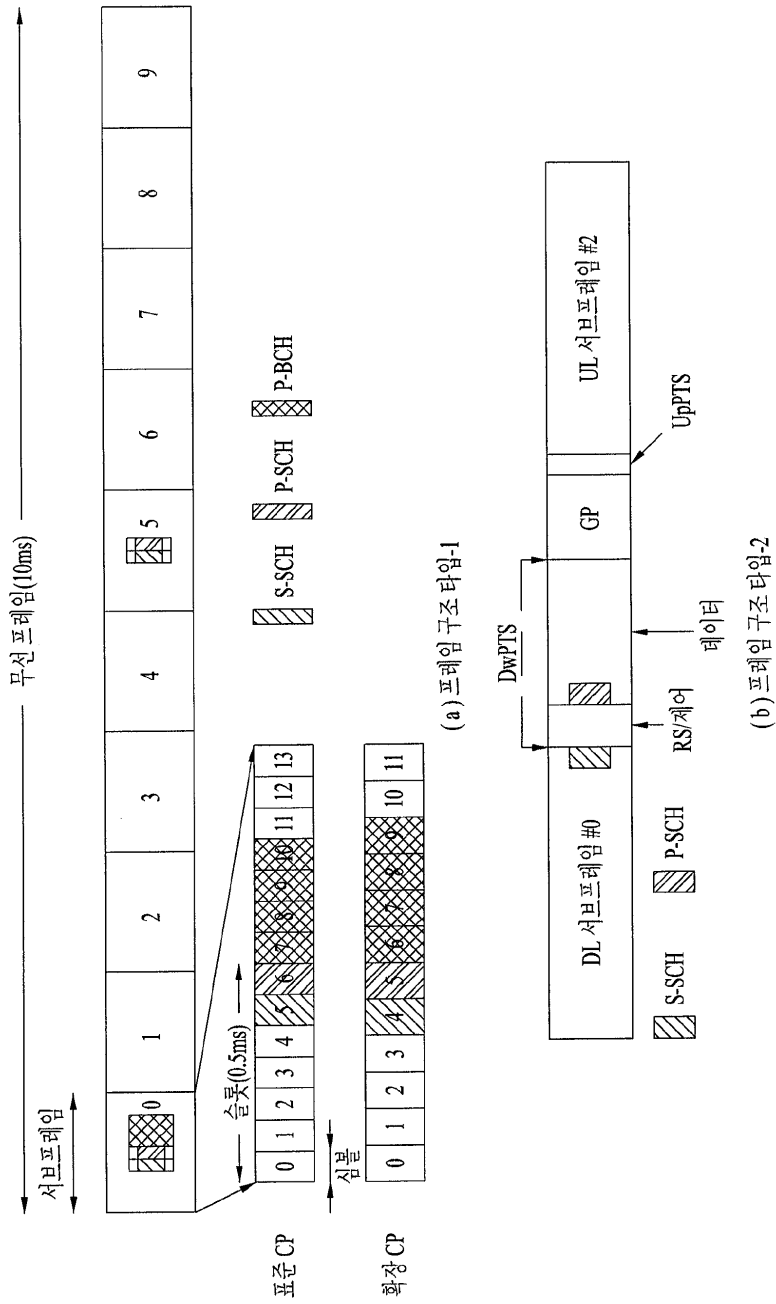
(b) 사용자-평면 프로토콜 스택



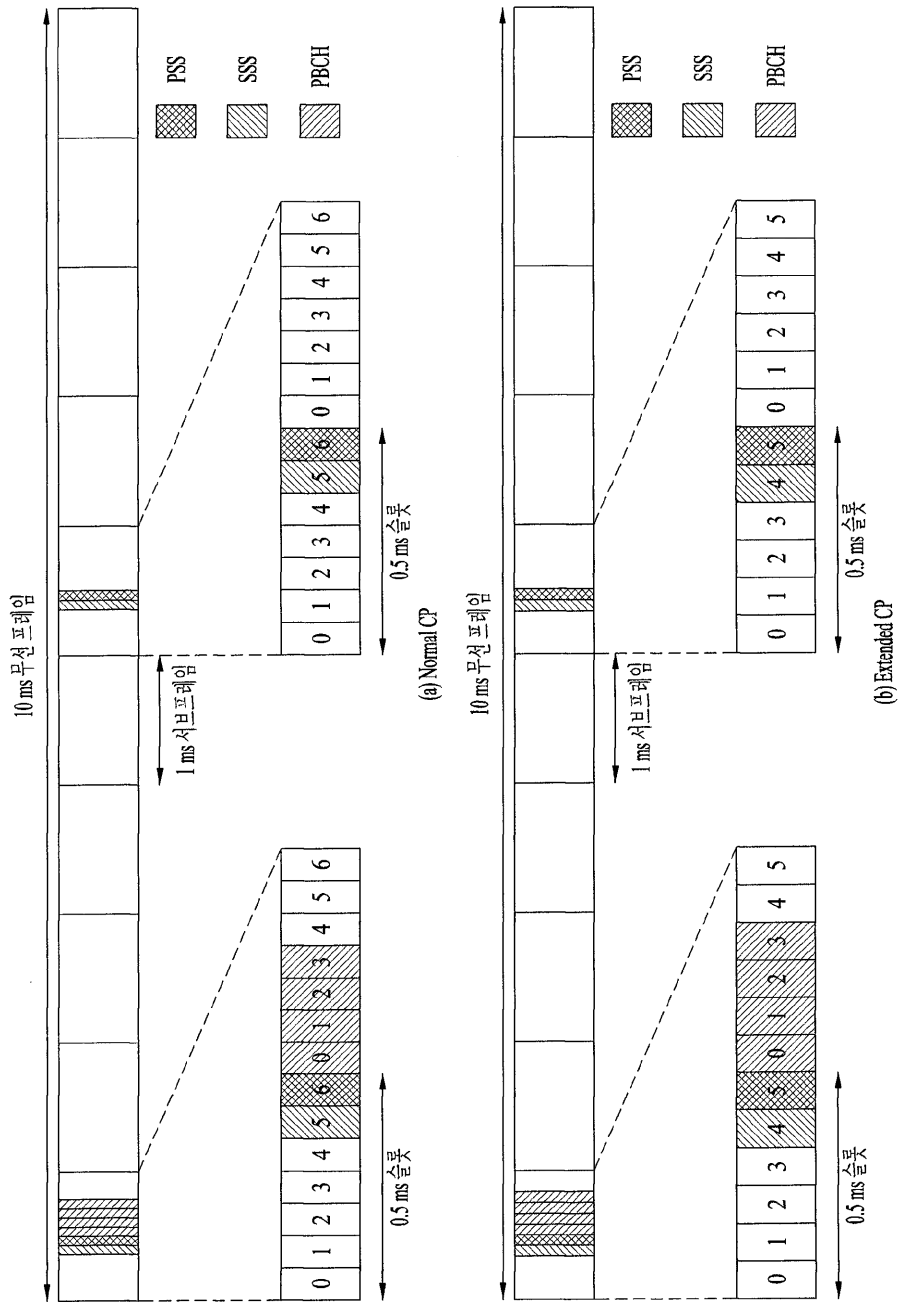
도면4



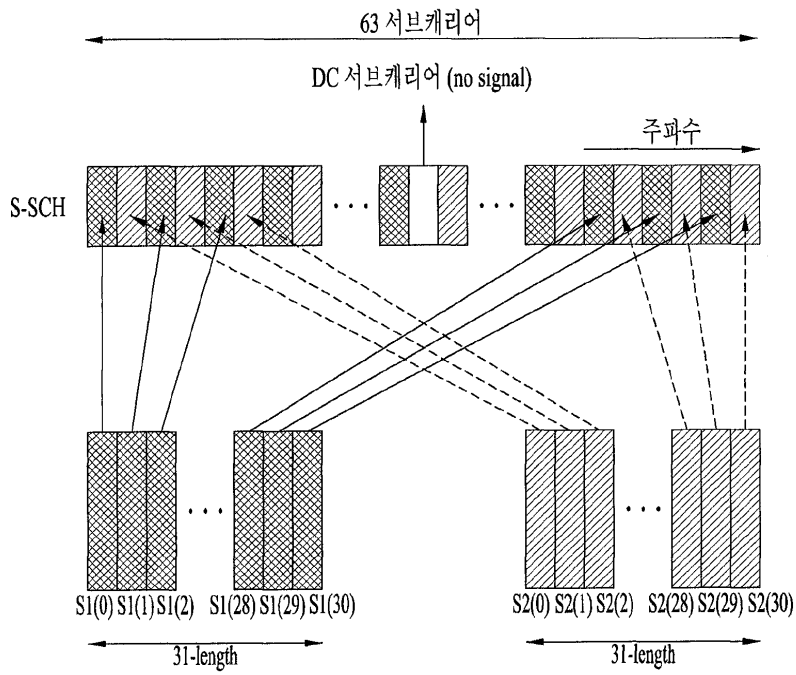
도면5



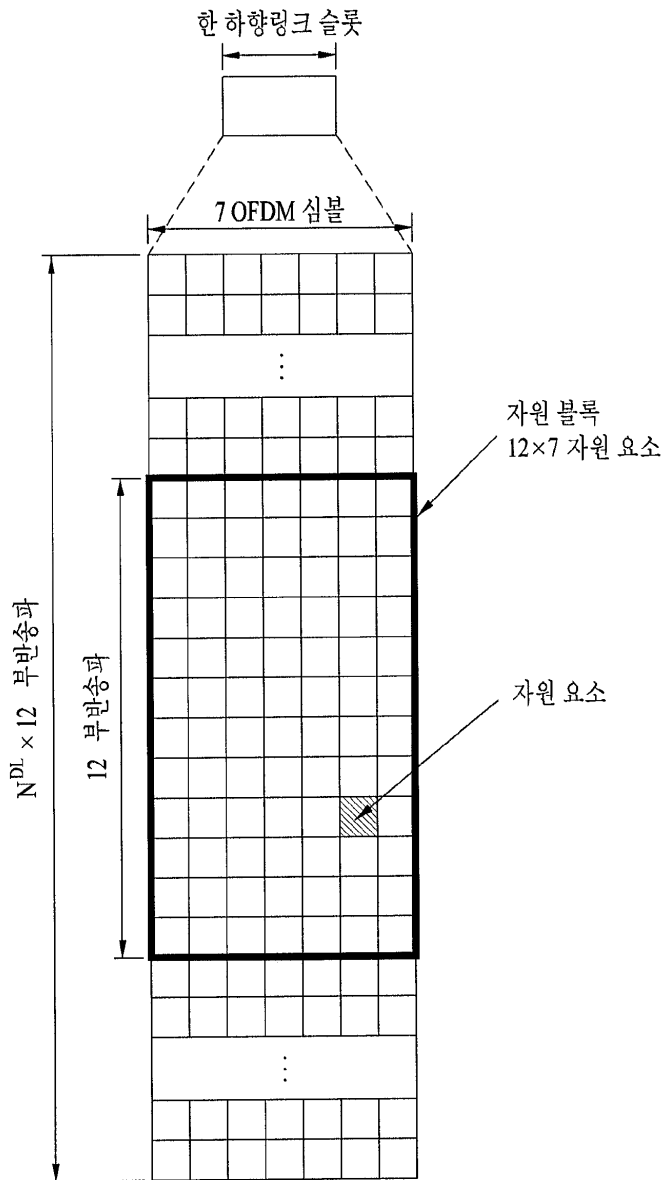
도면6



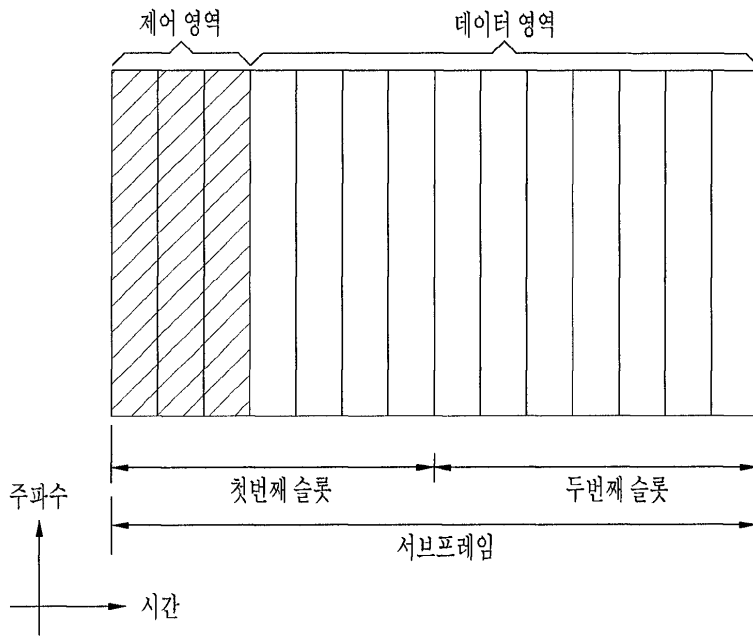
도면7



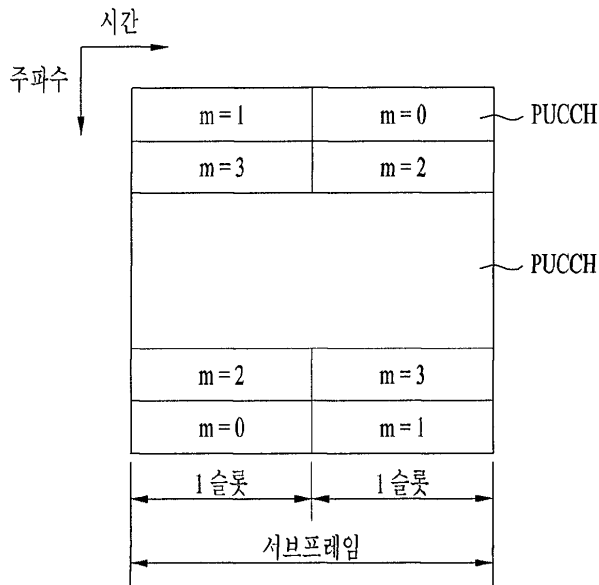
도면8



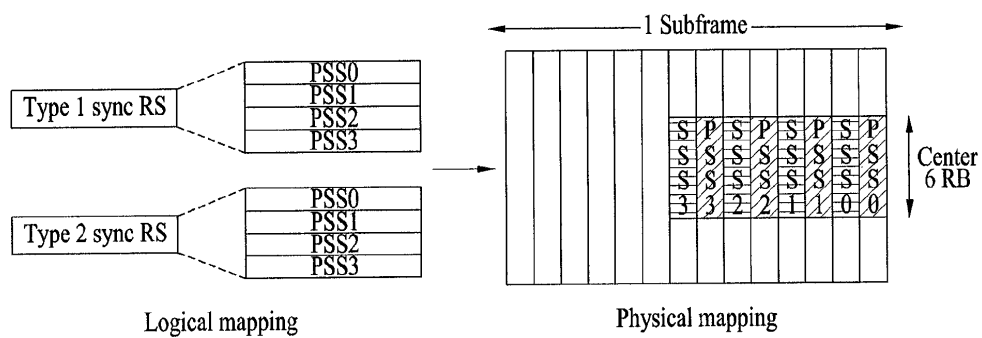
도면9



도면10

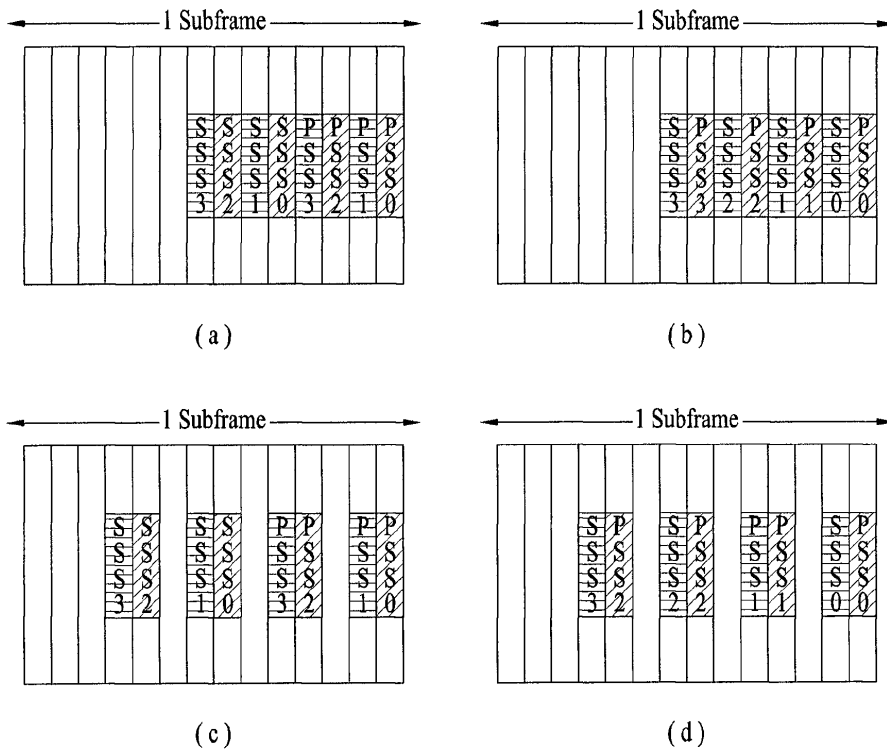


도면11

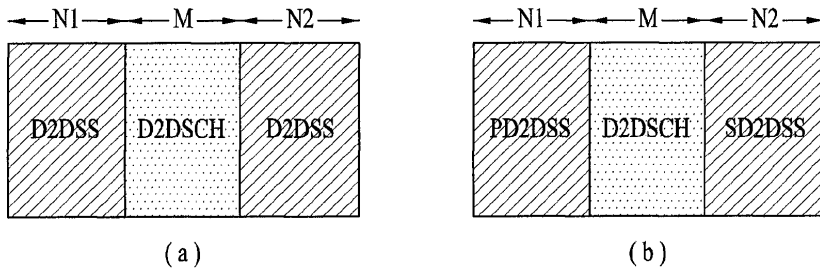




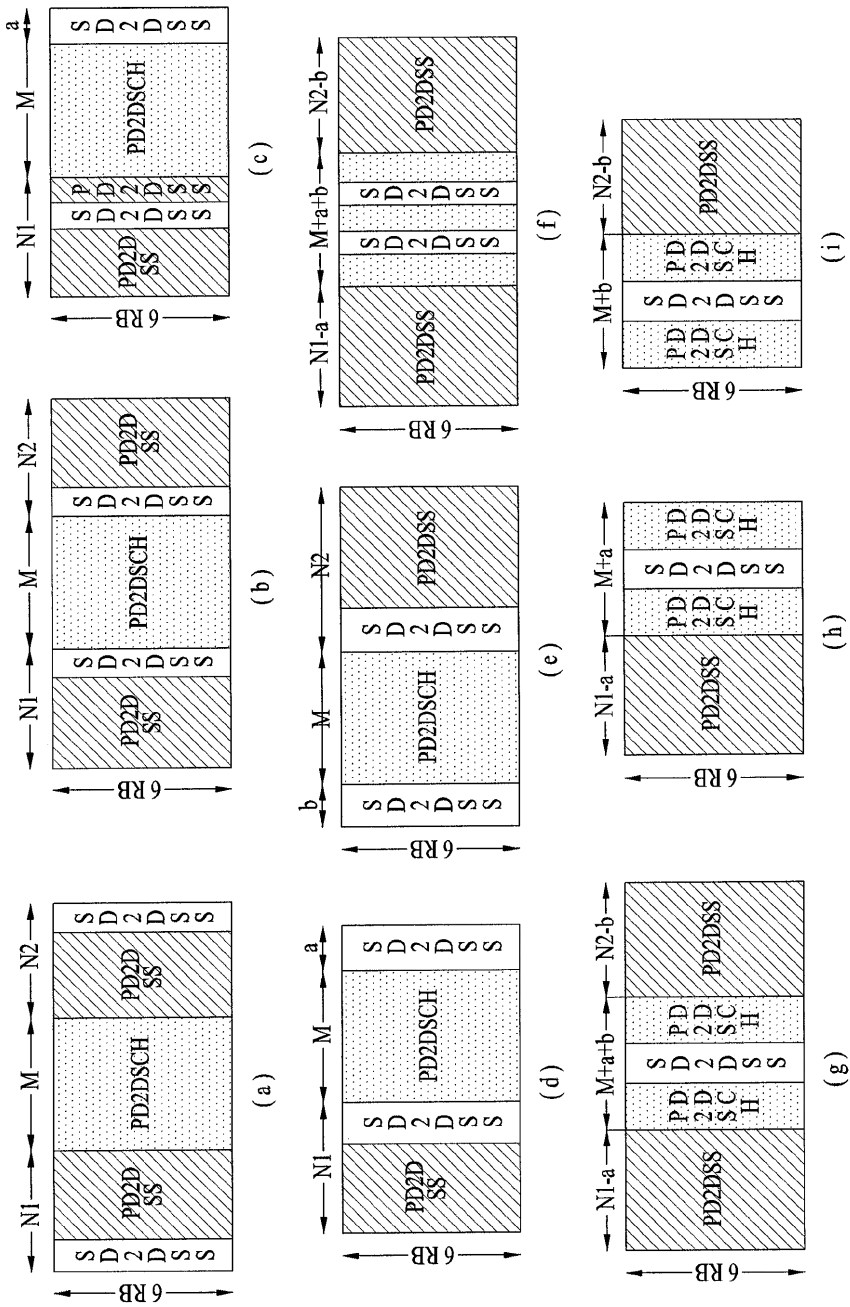
도면13



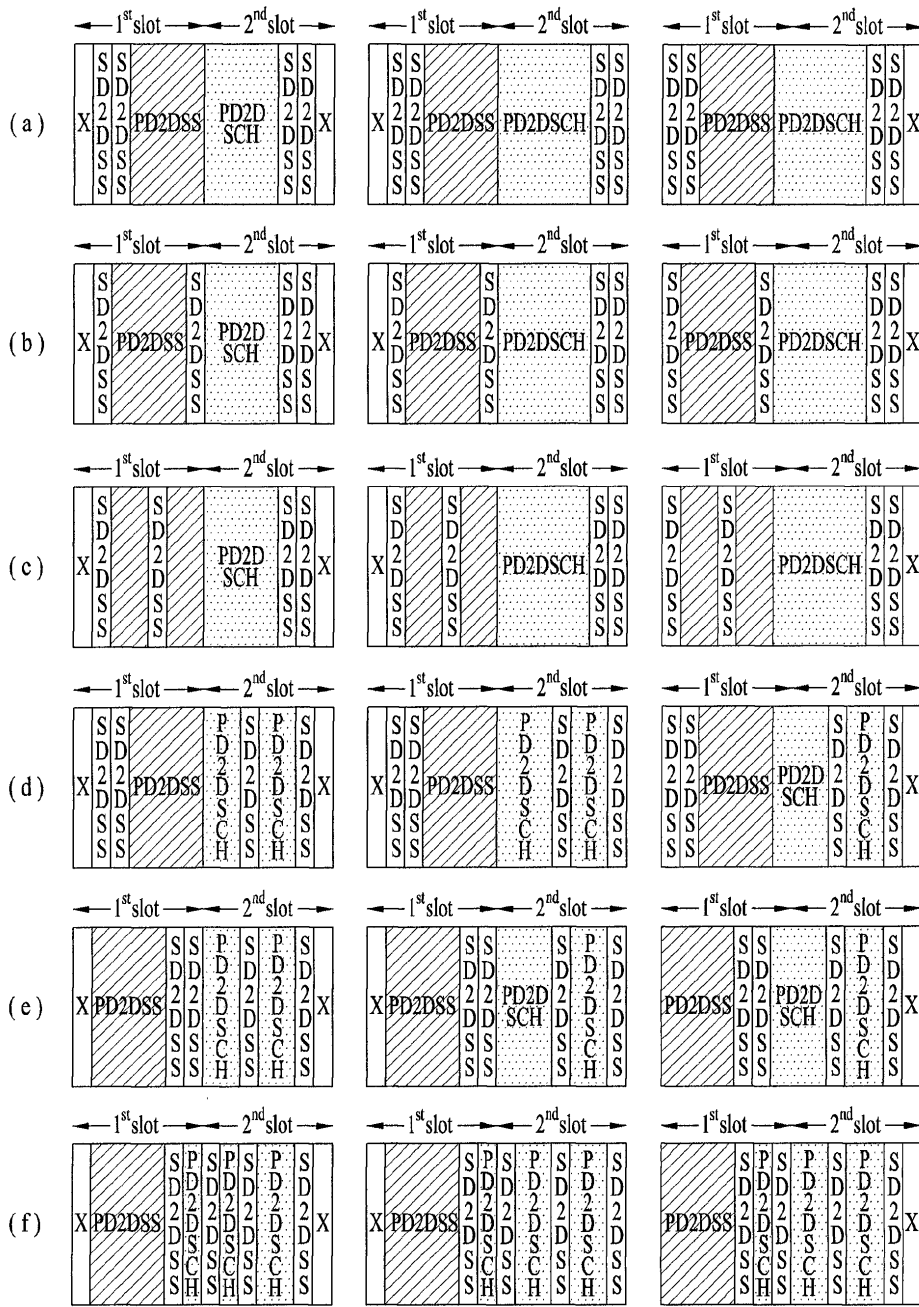
도면14



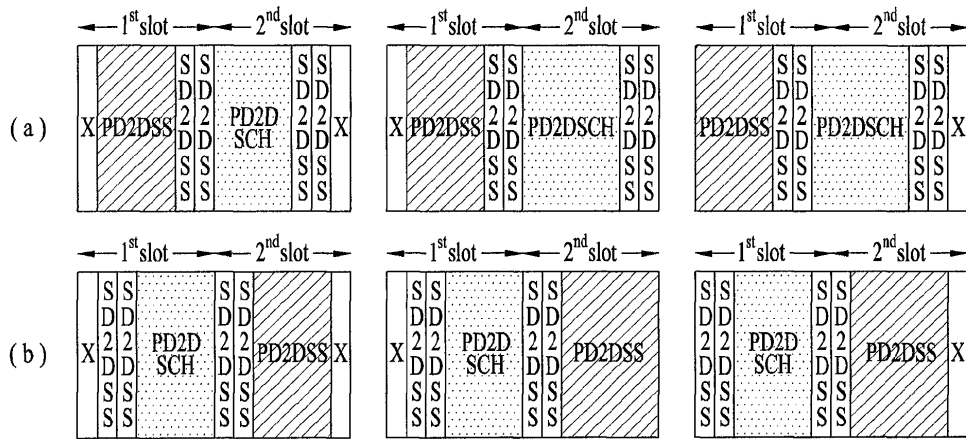
도면15



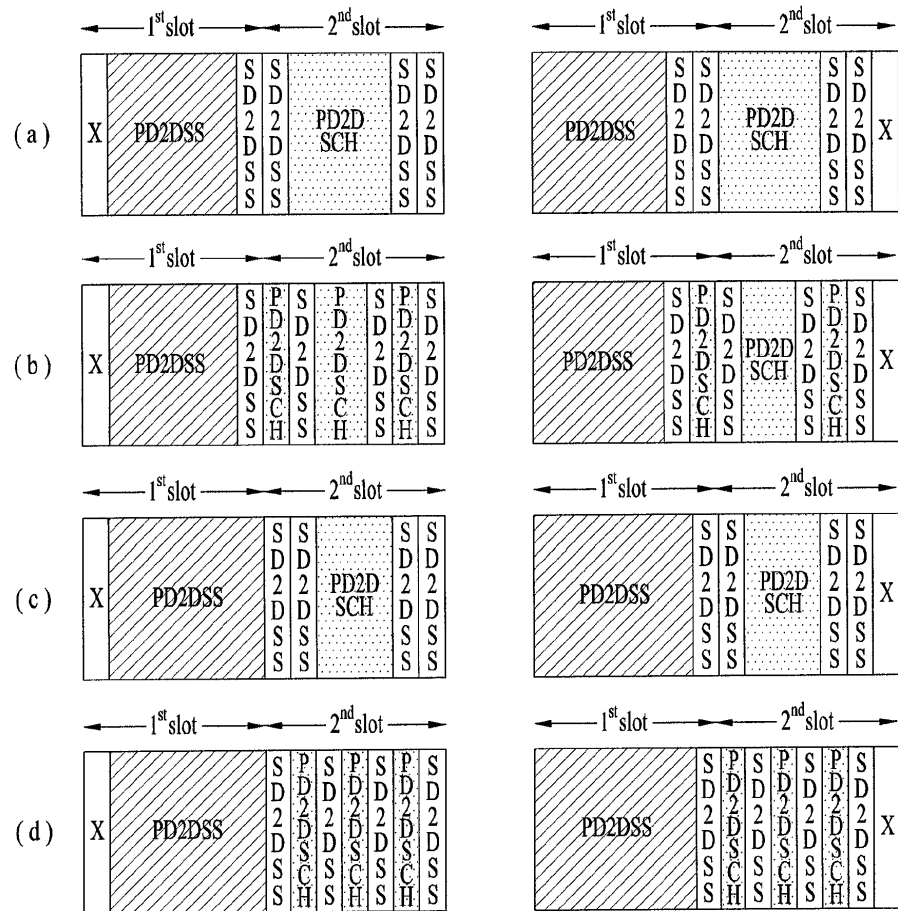
도면16



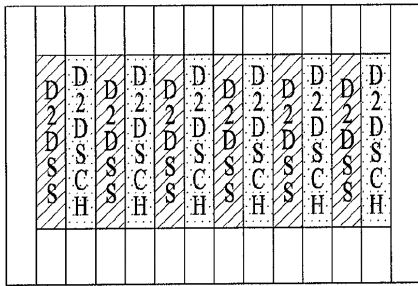
도면17



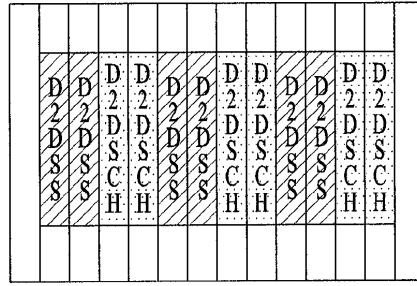
도면18



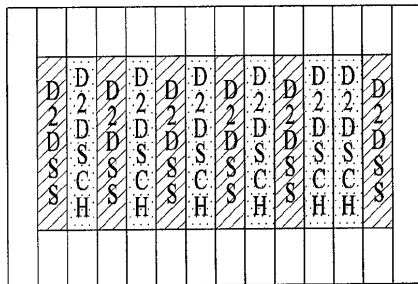
도면19



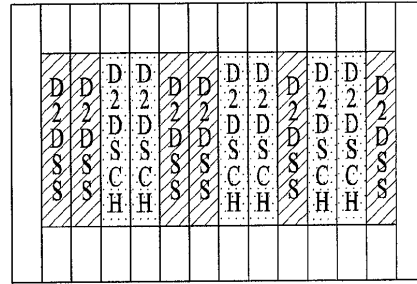
(a)



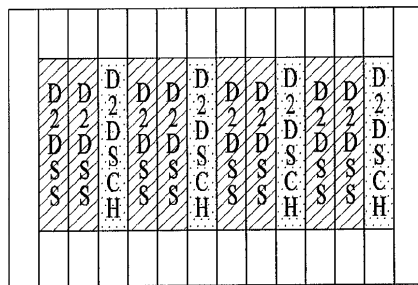
(b)



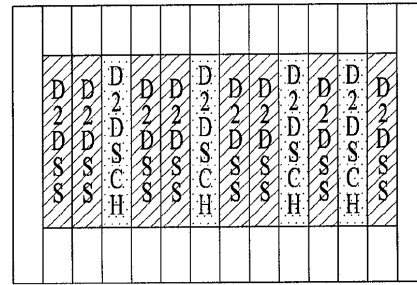
(c)



(d)

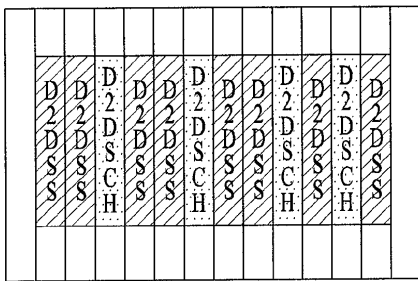


(e)

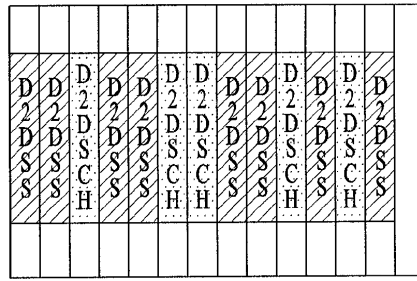


(f)

도면20

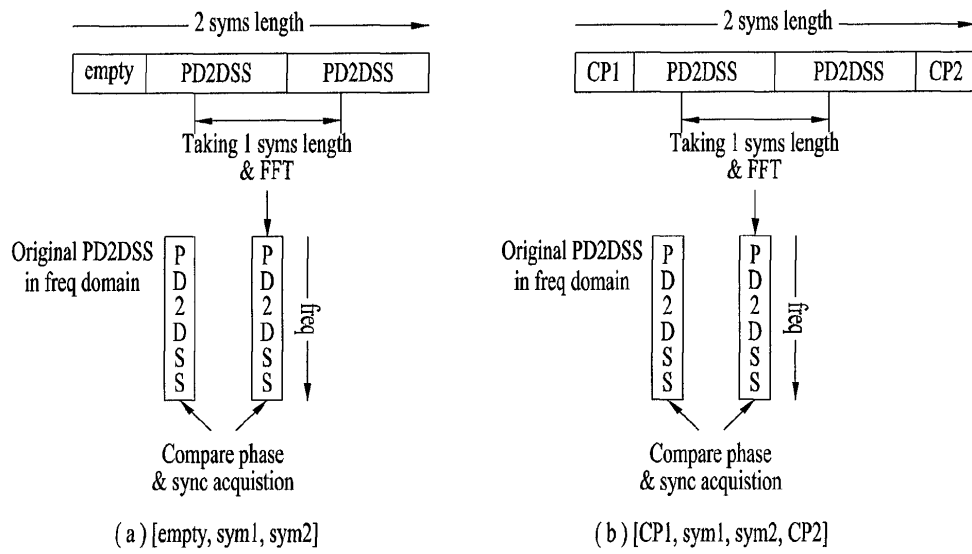


(a)

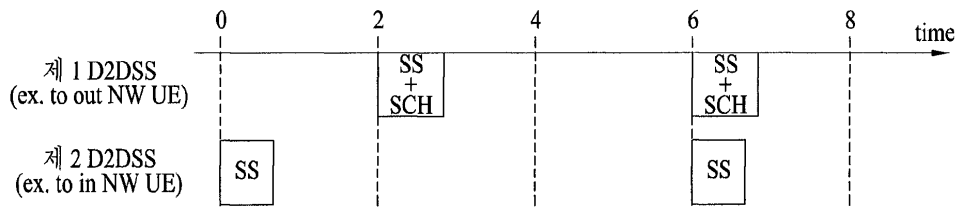


(b)

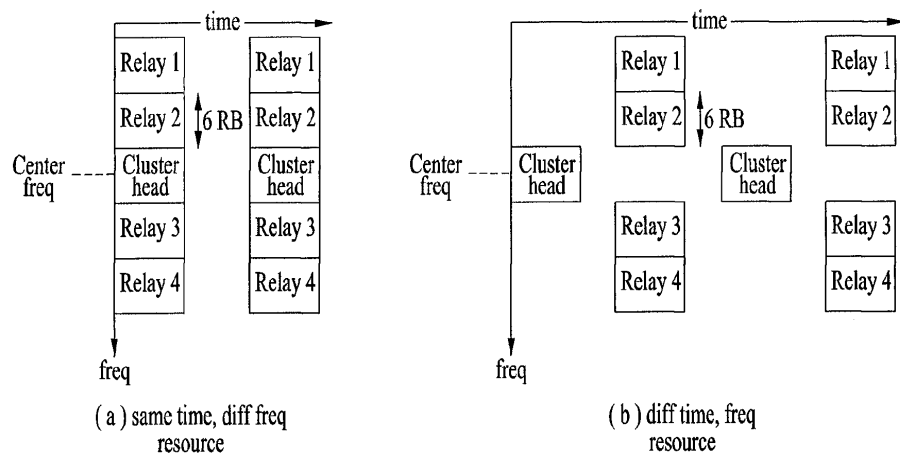
도면21



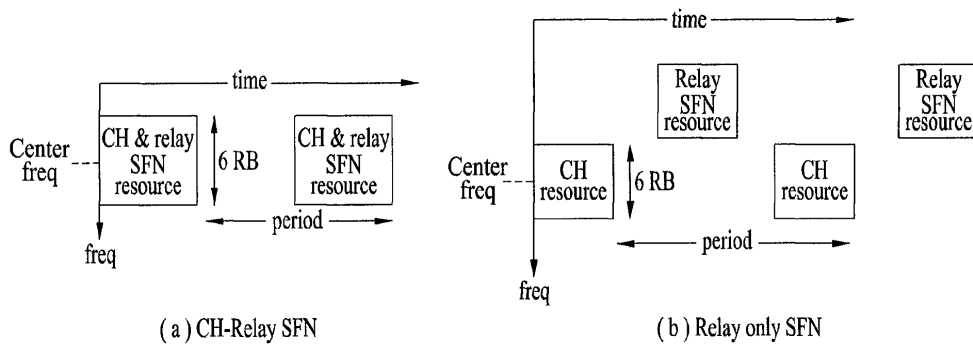
도면22



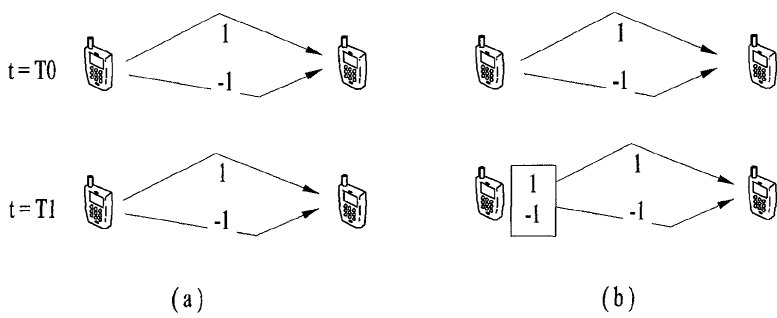
도면23



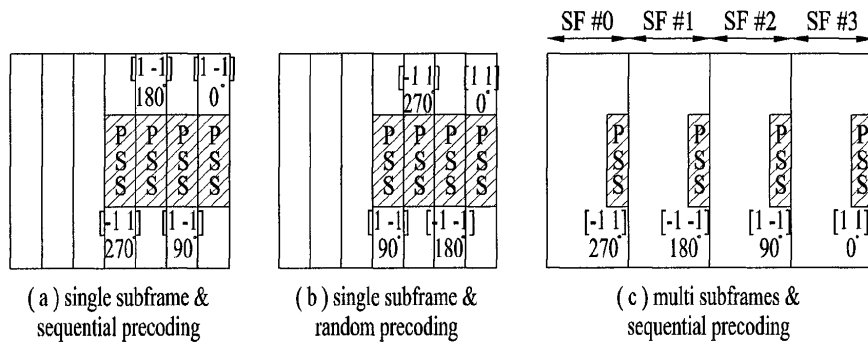
도면24



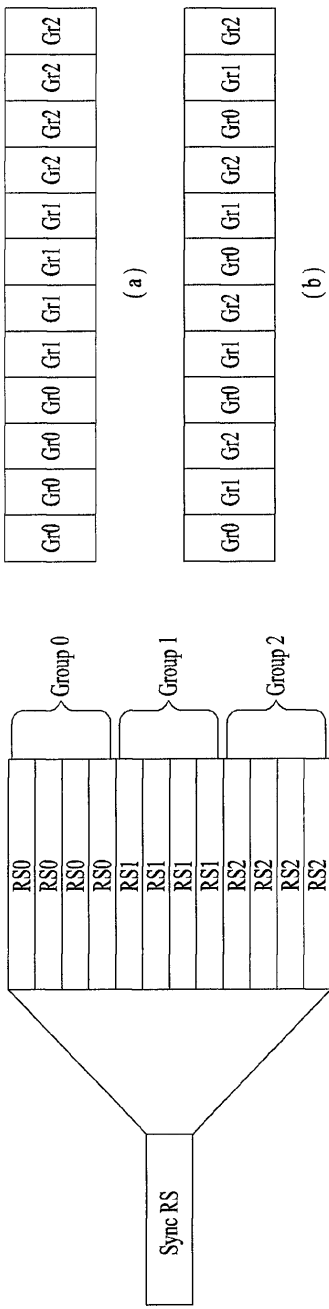
도면25



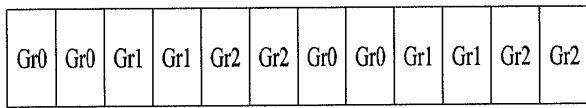
도면26



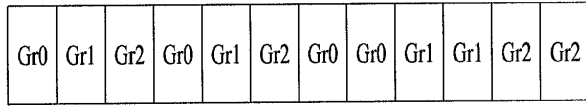
도면27



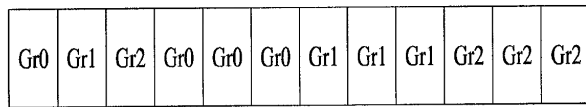
도면28



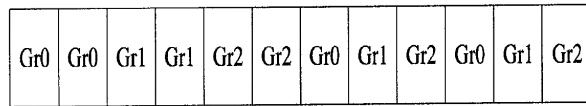
(a)



(b)

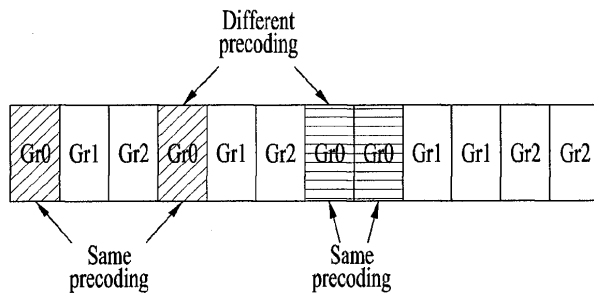


(c)



(b)

도면29



도면30

