

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2010년 7월 22일 (22.07.2010)



(10) 국제공개번호
WO 2010/082797 A2

- (51) 국제특허분류:
H04W 56/00 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2010/000301
- (22) 국제출원일: 2010년 1월 18일 (18.01.2010)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2009-0003745 2009년 1월 16일 (16.01.2009) KR
10-2010-0003839 2010년 1월 15일 (15.01.2010) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 한국 전자 통신 연구원 (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) [KR/KR]; 대전 유성구 가정동 161번지, 305-700 Daejeon (KR). 중앙대학교 산학협력단 (CHUNG-ANG UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMY COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 서울 동작구 흑석동 221, 156-756 Seoul (KR).
- (72) 발명자: 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 이희수 (LEE, Heesoo) [KR/KR]; 대전 유성구 가정동 161번지 한국전자통신연구원내, 305-700 Daejeon (KR). 안재영 (AHN, Jae Young) [KR/KR]; 대전 유성구 가정동 161번지 한국 전자통신연구원내, 305-700 Daejeon (KR). 노태균

(NOH, Taegyun) [KR/KR]; 대전 유성구 가정동 161번지 한국전자통신연구원내, 305-700 Daejeon (KR). 이경석 (LEE, Kyoung Seok) [KR/KR]; 대전 유성구 가정동 161번지 한국전자통신연구원내, 305-700 Daejeon (KR). 유현일 (YOO, Hyun-Il) [KR/KR]; 서울 동작구 흑석동 221 중앙대학교 산학협력단 내, 156-756 Seoul (KR). 박창환 (PARK, Chang-Hwan) [KR/KR]; 서울 동작구 흑석동 221 중앙대학교 산학협력단 내, 156-756 Seoul (KR). 우경수 (WOO, Kyung Soo) [KR/KR]; 서울 동작구 흑석동 221 중앙대학교 산학협력단 내, 156-756 Seoul (KR). 조용수 (CHO, Yong Soo) [KR/KR]; 서울 동작구 흑석동 221 중앙대학교 산학협력단 내, 156-756 Seoul (KR).

(74) 대리인: 특허법인 무한 (MUHANN PATENT & LAW FIRM); 서울시 강남구 논현동 51-8 명림빌딩 2,5,6층, 135-814 Seoul (KR).

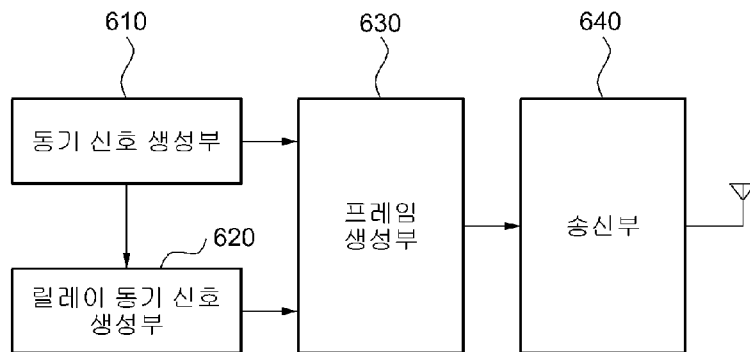
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: A DEVICE AND METHOD FOR TRANSMITTING RELAY SYNCHRONIZATION SIGNAL ON LTE-A SYSTEM BASED ON ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION HAVING A MULTI-HOP RELAY

(54) 발명의 명칭: 다중 홉 릴레이를 갖는 직교주파수분할 기반 L T E - A 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치 및 방법

[Fig. 6]



610 ... Synchronization signal generator
620 ... Relay synchronization signal generator
630 ... Frame generator
640 ... Transmitter

(57) Abstract: The present invention provides a device and method for transmitting a relay synchronization signal on an LTE-A system based on orthogonal frequency division having a multi-hop relay. In one example of the present invention, the device for transmitting a relay synchronization signal employs a synchronization signal for synchronization between a relay and a base station, and for synchronising one relay and a lower relay, and also for synchronization with a terminal for the purpose of having one relay monitor a neighbouring base station or relay; the synchronization signal being employed in such a way as to generate a relay synchronization signal having low correlation properties and having the same PAPR characteristics as the synchronization signal, and also to generate a frame comprising a relay synchronization signal.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유
럽 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,

공개:

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

본 발명은 다중 홉 릴레이를 갖는 직교주파수분할 기반 LTE-A 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치 및 방법
을 제안한다. 본 발명의 실시 예에 따른 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치는 릴레이와 기지국간의 동기, 릴레이와 하
위 릴레이와의 동기, 그리고 릴레이가 인접 기지국 또는 릴레이의 모니터링을 위해서 단말과의 동기를 위한 동기 신호
를 이용해서 동기 신호와 동일한 PAPR 특성을 갖고, 낮은 상관 특성을 갖는 릴레이 동기 신호를 생성하고, 릴레이 동
기 신호를 포함하는 프레임을 생성한다.

명세서

발명의 명칭: 다중 홉 릴레이를 갖는 직교주파수분할 기반 LTE-A 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치 및 방법 기술분야

- [1] 본 발명은 다중 홉 릴레이를 갖는 직교주파수분할 기반 LTE-A 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히, 기존 동기 신호(SS: Synchronization Signal)에 비해 PAPR 특성이 열화되지 않으며, 동일한 상관 특성을 갖는 릴레이 동기 신호(R-SS: Relay-Synchronization Signal)를 생성해서 송신하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 릴레이는 기지국과 마찬가지로 단말의 동기를 위해 SS(Synchronization Signal)을 전송한다. 릴레이는 SS을 전송하는 동시에 기지국으로부터 전송되는 SS을 수신할 수 없기 때문에 릴레이가 기지국과의 동기를 획득하기 위한 SS가 필요하다.
- [3] 이와 같이 릴레이와의 동기를 위해 기지국으로부터 전송되는 SS을 릴레이 동기 신호(R-SS: Relay-Synchronization Signal)이라 하며 SS와 구분한다. 릴레이 또한 하위 릴레이와의 동기를 위해 R-SS를 전송해야 한다. 이 때문에 하향링크 프레임에서 R-SS의 전송 위치, 전송 주기와 탐색 주기가 추가적으로 고려되어야 한다.
- [4] 기존의 다중 홉 릴레이를 갖는 직교주파수분할 기반 LTE-A 시스템에서 R-SS를 송신하는 방법은 다음과 같다.
- [5] 첫 번째 방법으로서, R-SS는 기존 동기 채널과 동일한 시퀀스를 사용하지만 동기 채널과 R-SS는 시간적으로 분리되어 전송된다. 하지만 첫 번째 방법은 단말이 한 프레임구간 동안 동일한 두 개의 동기 채널을 검출할 수 있는 문제점이 있다.
- [6] 두 번째 방법으로서, R-SS는 기존 동기 채널과 동일한 시퀀스를 사용하지만 단말이 동기 검출할 수 없는 크기로 할당된다. 하지만, 두 번째 방법에서는 단말은 일반적인 환경에서는 R-SS를 검출할 수 없지만, 고속 이동 환경에서 고속 페이딩(fast-fading)으로 인해 R-SS을 검출할 수 있는 단점이 있다.
- [7] 세 번째 방법으로서, 시퀀스 중의 일부는 동기 채널을 위해 할당하고, 나머지 일부는 R-SS를 위해 할당하는 방법이 있다. 세 번째 방법의 경우 단말이 R-SS를 검출할 수 없지만, 기존 동기 채널에 할당되는 시퀀스의 수가 감소되는 단점이 있다.
- [8] 네 번째 방법으로서, R-SS는 동기 채널 시퀀스와 PN(Pseudorandom) 시퀀스간에 배타적 논리합(XOR: exclusive or)을 수행함으로써 생성되는 방법이 있다. XOR 수행을 통해 다수의 새로운 R-SS가 생성될 수 있다. 생성된 R-SS는 기존 동기

채널과 낮은 상관 특성을 갖지만 PAPR(Peak-to-Average Power Ratio)이 증가하는 단점이 있다. PAPR 감소 기법을 적용하면 상관 특성이 감소되는 상반관계(trade-off)를 보인다.

- [9] 다섯 번째 방법으로서, R-SS는 기존 동기 신호가 주파수 영역에서 역순으로 할당되는 방법이다. 다섯 번째 방법으로서 생성된 R-SS는 기존 동기 채널과 낮은 상관 특성을 보이며, PAPR특성 또한 동일하게 나타나지만, 대칭(symmetric) 특성을 가지고 있어 LTE 시스템에 정의된 PSS(Primary Synchronization Signal)에 적용할 수 없다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 본 발명은 다중 홉 릴레이를 갖는 직교주파수분할 기반 LTE-A 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치 및 방법을 제공한다.
- [11] 본 발명은 다중 홉 릴레이(Mobile Multi-hop Relay)를 갖는 IMT-Advanced 시스템을 위한 R-SS(Relay-Synchronization Signal) 설계 기법에 관한 것으로서, 기지국과 릴레이간의 동기화 과정을 위한 R-SS의 설계 기법을 제공한다.

과제 해결 수단

- [12] 본 발명의 실시 예에 따른 다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치는, 단말과의 동기를 위한 SSS(Secondary Synchronization Signal)와 PSS(Primary Synchronization Signal)로 구성된 동기 신호(SS: Synchronization Signal)를 생성하는 동기 신호 생성부 및 상기 PSS를 이용해서 PSS와 동일한 PAPR 특성을 갖고, 낮은 상관 특성을 갖는 R-PSS(Relay-Primary Synchronization Signal)를 생성하는 릴레이 동기신호 생성부를 포함할 수 있다.
- [13] 본 발명의 실시 예에 따른 다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 방법은, 단말과의 동기를 위한 SSS(Secondary Synchronization Signal)와 PSS(Primary Synchronization Signal)로 구성된 동기 신호(SS: Synchronization Signal)를 생성하는 단계 및 상기 PSS를 이용해서 PSS와 동일한 PAPR 특성을 갖고, 낮은 상관 특성을 갖는 R-PSS(Relay-Primary Synchronization Signal)를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [14] 본 발명은 실시 예는 다중 홉 릴레이를 갖는 직교주파수분할 기반 LTE-A 시스템에서 R-SS를 송신하는 장치 및 방법에 관한 것으로, 송신하는 R-SS는 SS와의 낮은 상관 특성을 가지고, R-SS의 PAPR특성은 SS의 PAPR 특성에 비해 크게 열화되지 않고, R-SS를 검출하기 위한 복잡도가 SS 검출을 위한 복잡도에 비해 크게 증가하지 않는 특징을 가진다.

도면의 간단한 설명

- [15] 도 1은 제안되는 실시 예에 따라 다중 홉 릴레이시스템에서 SS와 R-SS가 전송되는 시나리오를 보여주는 도면,

- [16] 도 2는 LTE 시스템에서 FDD(frequency division duplex) 방식의 프레임 구조를 보여주는 도면,
- [17] 도 3는 본 발명의 실시 예에 따라 릴레이 링크를 위해 새로운 FA를 할당한 경우의 프레임 구조를 도시한 도면,
- [18] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따라 일정한 서브프레임 주기로 액세스 존과 릴레이 존으로 구분한 프레임 구조를 도시한 도면,
- [19] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따라 액세스 존과 릴레이 존으로 구분한 프레임 구조를 도시한 도면,
- [20] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따라 다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치를 도시한 도면 및,
- [21] 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치에서 릴레이 동기신호 생성부의 구성을 도시한 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [22] 이하에서, 본 발명에 따른 실시 예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시 예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다. 그리고 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [23] 본 발명의 실시 예는 다중 홉 릴레이를 갖는 직교주파수분할 기반 LTE-A 시스템에서 기존 동기 신호(SS: Synchronization Signal)에 비해 PAPR 특성이 열화되지 않으며, 동일한 상관 특성을 갖는 릴레이 동기 신호(R-SS: Relay-Synchronization Signal)를 생성해서 송신하는 장치 및 방법에 관한 것이다.
- [24] 다중 홉 릴레이를 갖는 직교주파수분할 기반 LTE-A 시스템에서 릴레이가 서빙 스테이션으로서 설치가 된 경우, 릴레이는 단말이 셀 탐색을 수행할 수 있도록 기지국과 동일하게 SS를 전송해야 한다. 하지만 릴레이 또한 기지국과 동기를 획득해야 하기 때문에 기지국으로부터 전송되는 R-SS를 수신해야 한다. 도 1은 제안되는 실시 예에 따라 다중 홉 릴레이 시스템에서 SS와 R-SS가 전송되는 시나리오를 보여주는 도면이다. 도 1을 참조하면 기지국(110)과 릴레이(120, 130)는 단말(112, 122, 132)의 셀 탐색 과정을 위해 SS(140)을 전송하며, 릴레이(120, 130)를 위한 R-SS(150)는 릴레이를 위해서만 전송된다. 즉, 릴레이(120, 130)를 위한 R-SS(150)는 단말(112, 122, 132)의 셀 탐색 과정에서 검출되지 않아야 한다.
- [25] 도 2는 LTE 시스템에서 FDD(frequency division duplex) 방식의 프레임 구조를 보여주는 도면이다. FDD 모드인 경우, 상향링크와 하향링크 전송이 주파수 영역에서 서로 분리되어 있기 때문에 10ms의 프레임 구간 동안 하향링크와 상향링크로 각각 10개의 서브프레임이 전송된다. 도 2에 나타난 바와 같이 SS는 한 프레임내의 0번 슬롯과 10번 슬롯 걸쳐 2번 전송되며, 각 슬롯의 5번 심볼에

서로 다른 SSS(Secondary Synchronization Signal)와 각 슬롯의 마지막 심볼에 동일한 PSS(Primary Synchronization Signal)가 전송된다. 이와 같이 SS는 동일한 PSS와 서로 다른 SSS로 구성되어 504개의 셀을 구분한다. 504개의 Cell ID는 168개의 고유한 물리계층 Cell ID 그룹과 각 그룹에서 3개의 고유한 물리계층 ID의 조합을 통해 생성된다.

- [26] PSS와 SSS를 이용한 동기 및 셀 탐색 과정을 살펴보면, 단말은 먼저 PSS를 이용하여 5ms 단위로 시간 동기화하고, 반송파 주파수 오프셋을 추정하고, 물리계층 ID를 획득한다. 그 후, PSS의 앞 심볼에 위치한 SSS를 이용하여 물리계층 Cell ID 그룹과 프레임의 시작 위치, 정수배의 반송파 주파수 오프셋을 추정한다. SSS에서 획득한 물리계층 Cell ID 그룹과 PSS를 통해 획득한 물리계층 ID를 조합하여 Cell ID를 추정함으로써 동기 및 셀 탐색을 완료한다.
- [27] 릴레이 또한 단말과 동일하게 동기화 과정을 수행해야 한다. 이를 위해서 릴레이가 기지국으로부터 R-SS를 수신할 수 있는 방법들은 다음과 같다.
- [28] 첫 번째는 릴레이 링크를 위하여 새로운 주파수 대역(FA: frequency area)를 할당하는 것이다. 도 3은 본 발명의 실시 예에 따라 릴레이 링크를 위해 새로운 FA를 할당한 경우의 프레임 구조를 도시한 도면이다. 도 3을 참조하면 FA1은 기본 주파수 대역을 나타내고, FA2는 릴레이 링크를 위해 새로 할당된 FA를 나타낸다. 릴레이 링크를 위해 새로운 주파수 대역(FA2)를 할당하면 먼저, 기본 주파수 대역(FA1)에서 동작하는 기존 단말은 릴레이의 유무에 관계없이 모든 송수신 과정이 기존과 동일하다. 따라서 R-SS의 위치 선정, 전송 주기 등의 새로운 프레임 구조를 설계할 필요가 없으며, R-SS는 기존 SS를 그대로 사용할 수 있다. 하지만, 릴레이를 위한 새로운 주파수 대역을 할당하더라도 RF(Radio frequency) 단에서 기본 주파수 대역 외의 다른 FA를 검출, 액세스(access)할 수 있다. 이때 단말은 SS 대신 R-SS를 검출할 수 있다. 따라서 릴레이를 위해 새로운 주파수 대역을 할당하더라도, 기존 SS와의 상관 특성이 낮은 R-SS를 생성해야 한다. 상관 특성이 낮은 R-SS는 이후 도 7을 참조하여 후술한다.
- [29] 두 번째는 일정한 서브프레임 주기로 단말을 위한 액세스 존(Access Zone)과 릴레이를 위한 릴레이 존(Relay Zone)을 나누는 방법이다. 도 4는 본 발명의 실시 예에 따라 일정한 서브프레임 주기로 액세스 존과 릴레이 존으로 구분한 프레임 구조를 도시한 도면이다. 도 4에 나타난 바와 같이 Full Duplex Relay가 아닌 Half Duplex Relay에서는 수신(송신)모드에서 송신(수신)모드로 변경하는 경우 변경 갭(Transition Gap)이 필요한 단점이 있다. 변경 갭은 액세스 존 또는 릴레이 존의 첫 번째 심볼에 위치하게 된다. R-SS는 R-PSS(Relay-Primary Synchronization Signal)와 R-SSS(Relay-Second Synchronization Signal)로 이루어진다. R-SS는 동기 채널과 동일하게 6RB(Resource Block)에 할당되며 normal/extend CP을 갖는 프레임 구조에 관계없이 릴레이가 R-SS를 수신할 수 있도록 SS가 전송되는 0번 슬롯과 10번 슬롯을 제외한 나머지 두 슬롯의 마지막 2 심볼에 걸쳐 전송된다.
- [30] 세 번째 방법은 두 번째 방법에 비해 변경 갭(Transition Gap)을 줄이기 위하여

하나의 프레임을 액세스 존과 릴레이 존으로 나누는 것이다. 도 5는 본 발명의 실시 예에 따라 액세스 존과 릴레이 존으로 구분한 프레임 구조를 도시한 도면이다.

- [31] 본 발명의 실시 예에 따라 릴레이로 송신되는 R-SS는 아래와 같은 특징을 가지도록 설계된다.
- [32] 첫 번째로서, 단말과의 동기를 위한 SS을 재사용한다.
- [33] 두 번째로서, 기존 단말의 셀 탐색 과정에서 R-SS가 검출되지 않도록 R-SS와 SS는 낮은 상관 특성이 나타나야 한다.
- [34] 세 번째로서, R-SS의 상관 특성은 SS의 상관 특성과 비교하여 크게 열화되지 않아야 한다.
- [35] 네 번째로서, R-SS의 PAPR 특성은 SS의 PAPR 특성에 비교하여 크게 열화되지 않아야 한다.
- [36] 또한 부가적으로 R-SS를 검출하기 위한 복잡도가 SS의 검출을 위한 복잡도에 비해 크게 증가하지 않아야 한다.
- [37] 제안하는 R-SS는 SS의 SSS는 그대로 사용하면서 PSS 만을 변형한다. 즉, 단말의 셀 탐색 과정에서 R-PSS는 검출되지 않는다. 상기 기술한 단말의 셀 탐색 과정 중, SSS는 PSS의 검출을 통해 이루어지므로 단말은 R-PSS를 검출할 수 없는 경우, R-SSS 또한 검출할 수 없다. 따라서, R-SSS는 기존 SSS를 그대로 재사용할 수 있다.
- [38]
- [39] R-SS의 특성을 살펴보기에 앞서 SS의 PSS 특성을 살펴보면, LTE 시스템의 PSS는 아래 <수학식 1>과 같이 표현할 수 있다.
- [40] [수학식 1]
- [41]
$$P^u(k) = e^{-j \cdot \pi \cdot u \cdot k \cdot (k+1) / N_{ZC}} \quad k=0, \dots, N_{ZC} - 1$$
- [42] 여기서,
- P^u
- 는 PSS이고, u 는 PSS의 루트 인덱스(root index)를 나타내며, 25, 29, 34 의 값을 갖고, N_{ZC} 는 시퀀스의 길이로 63의 값을 갖는다.
- [43] 두 개의 루트 인덱스의 합이 N_{ZC} 와 같으면 두 루트 인덱스를 갖는 PSS는 시간 영역, 주파수 영역에 관계없이 아래 <수학식 2>와 같이 복소 공액 대칭(complex conjugate symmetry) 관계를 갖는다.
- [44] [수학식 2]
- [45]

$$\begin{aligned}
(P^{N_{zc}-u}(k))^* &= \cos(-\pi \cdot (N_{zc} - u) \cdot k \cdot (k+1) / N_{zc}) \\
&\quad + j \sin(-\pi \cdot (N_{zc} - u) \cdot k \cdot (k+1) / N_{zc}) \\
&= \cos(\pi \cdot u \cdot k \cdot (k+1) / N_{zc}) - j \sin(\pi \cdot u \cdot k \cdot (k+1) / N_{zc}) \\
P^u(k) &= (P^{N_{zc}-u}(k))^* \quad , \text{when } N_{zc} \text{ is odd}, \quad k = 0, \dots, N_{zc} - 1
\end{aligned}$$

[46] P^u

는 PSS이고, u 는 PSS의 루트 인덱스(root index)를 나타내고, N_{zc} 는 시퀀스의 길이이다.

[47] 루트 인덱스가 29와 34를 갖는 PSS는 복소 공액 대칭 관계를 가지므로, 한 번의 상관 연산을 통해 두 루트 인덱스가 검출될 수 있다. 모든 루트 인덱스에 해당하는 PSS는 동일한 상관 특성을 갖는다.

[48]

[49] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따라 다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치를 도시한 도면이다. 도 6을 참조하면 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치는 동기 신호 생성부(610), 릴레이 동기신호 생성부(620), 프레임 생성부(630) 및 송신부(640)를 포함할 수 있다.

[50] 동기 신호 생성부(610)는 단말과의 동기를 위한 SSS(Secondary Synchronization Signal)와 PSS(Primary Synchronization Signal)로 구성된 동기 신호(SS)를 생성한다.

[51] 릴레이 동기신호 생성부(620)는 신호 채널 생성부(610)에서 생성한 PSS를 이용해서 PSS와 동일한 PAPR 특성을 갖고, 낮은 상관 특성을 갖는 R-PSS를 생성한다. 릴레이 동기신호 생성부(620)의 상세한 설명은 이후 도 7을 참조해서 후술하고자 한다.

[52] 프레임 생성부(630)는 도 3 내지 도 5를 통해 설명한 바와 같이 프레임을 생성할 수 있다. 즉, 프레임 생성부(630)는 릴레이 링크를 위하여 새로운 주파수 대역(FA: frequency area)를 할당한 프레임을 생성할 수 있다. 그리고, 프레임 생성부(630)는 일정한 서브프레임 주기로 단말을 위한 액세스 존(Access Zone)과 릴레이를 위한 릴레이 존(Relay Zone)이 번갈아 구성되도록 프레임을 생성할 수 있다. 그리고, 프레임 생성부(630)는 하나의 액세스 존과 하나의 릴레이 존으로 구성되도록 프레임을 생성할 수 있다.

[53] 송신부(640)는 생성된 프레임을 릴레이로 송신한다.

[54]

[55] 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치에서 릴레이 동기신호 생성부의 구성을 도시한 도면이다. 도 7을 참조하면 릴레이 동기신호 생성부(620)는 복소 곱셈부(722), 공액 복소수 변환부(724) 및 부호 변환부(726)을 포함할 수 있다.

[56] 복소 곱셈부(722)는 동기 채널 생성부(610)에서 생성한 PSS를 수신해서

기설정된 복소수를 곱한다. 그리고, 공액 복소수 변환부(724)는 복소수의 PSS를 컨쥬게이션(conjugation)해서 공액 복소수의 PSS로 변환한다. 그리고, 부호 변환부(726)는 공액 복소수의 PSS를 부호 변환해서 낮은 상관 특성을 갖는 R-PSS를 생성한다.

[57] 복소 곱셈부(722), 공액 복소수 변환부(724) 및 부호 변환부(726)를 통해 생성되는 R-PSS는 아래 <수학식 3>과 같이 나타낼 수 있다.

[58] [수학식 3]

[59]
$$P_R^u = -\left(jP^u\right)^*$$

where $P^u(k) = e^{-j \cdot \pi \cdot u \cdot k \cdot (k+1) / N_{zc}} \quad k=0, \dots, N_{zc}-1$

[60] 여기서,

$$P_R^u$$

는 PSS인

$$P^u$$

로부터 생성된 R-PSS를 나타내고, u 는 루트 인덱스(root index)를 나타내고, N_{zc} 는 시퀀스의 길이이다. R-PSS 또한 PSS와 마찬가지로 루트 인덱스 값으로 25, 29, 34을 사용한다.

[61] 본 발명의 따른 R-PSS는 PSS와 마찬가지로 모든 루트 인덱스 에 따른 상관 특성이 동일하다. 따라서, R-PSS 또한 PSS와 동일하게 root index 25, 29, 34를 사용할 수 있다. 루트 인덱스 29, 34에 해당하는 R-PSS 또한 아래 <수학식 4>와 같은 복소 공액 대칭 특성을 갖는다.

[62] [수학식 4]

[63]
$$\begin{aligned} \left(P_R^{N_{zc}-u}(k)\right)^* &= \sin\left(-\pi \cdot (N_{zc}-u) \cdot k \cdot (k+1) / N_{zc}\right) \\ &\quad + j \cos\left(-\pi \cdot (N_{zc}-u) \cdot k \cdot (k+1) / N_{zc}\right) \\ &= -\sin\left(-\pi \cdot u \cdot k \cdot (k+1) / N_{zc}\right) + j \cos\left(\pi \cdot u \cdot k \cdot (k+1) / N_{zc}\right) \\ P_R^u(k) &= -\left(P_R^{N_{zc}-u}(k)\right)^*, \text{ when } N_{zc} \text{ is odd, } \quad k=0, \dots, N_{zc}-1 \end{aligned}$$

[64] P_R^u

는 R-PSS를 나타내고, u 는 R-PSS의 루트 인덱스(root index)를 나타내고, N_{zc} 는 시퀀스의 길이이다.

[65] <수학식 2>와 <수학식 4>와 같이 PSS와 R-PSS의 루트 인덱스 29, 34는 복소 공액 대칭 특성을 갖기 때문에 한번의 상관 연산을 통해 검출할 수 있다.

[66] 먼저 PSS의 상관 연산은 아래 <수학식 5>와 같이 나타낼 수 있다.

[67] [수학식 5]

[68]

$$R^u(d) = (R_{II} + R_{QQ}) + j(I_{QI} - I_{IQ})$$

$$R^{N_{zc}-u}(d) = (R_{II} - R_{QQ}) + j(I_{QI} - I_{IQ})$$

where

$$R_{II} = \sum_{n=0}^{N-1} (r_I(n+d) p_I^u(n)), \quad R_{QQ} = \sum_{n=0}^{N-1} (r_Q(n+d) p_Q^u(n)),$$

$$I_{QI} = \sum_{n=0}^{N-1} (r_Q(n+d) p_I^u(n)), \quad I_{IQ} = \sum_{n=0}^{N-1} (r_I(n+d) p_Q^u(n))$$

[69] 여기서,

$$R^u(d)$$

는 상호상관 연산 범위 d에 따른 수신신호와 루트 인덱스 u를 갖는 PSS

$$P^u$$

간의 상호상관 연산 결과이고,

$$R^{N_{zc}-u}(d)$$

는 수신신호와 루트 인덱스

$$N_{zc} - u$$

를 갖는 PSS

$$P^{N_{zc}-u}$$

간의 상호상관 연산 결과이다.

$$r_I$$

는 수신신호의 실수 성분이고,

$$r_Q$$

는 수신신호의 허수 성분이고,

$$p_I^u$$

는 루트 인덱스 u를 갖는 PSS의 실수 성분이고,

$$p_Q^u$$

는 루트 인덱스 u를 갖는 PSS의 허수 성분이고,

$$R_{II}$$

는

$$p_I^u$$

와

r_I

간의 상관 연산 값으로서 실수 성분이고,

 R_{QQ}

는

 p_Q^u

와

 r_Q

간의 상관 연산 값으로서 실수 성분이고,

 I_{QI}

는

 p_I^u

와

 r_Q

간의 상관 연산 값으로서 허수 성분이고,

 I_{IQ}

는

 p_Q^u

와

 r_I

간의 상관 연산 값으로서 허수 성분이다.

[70] 이와 같은 연산을 통해 PSS에서 총 두 번의 상관 연산을 통해 루트 인덱스를 모두 검출할 수 있다.

[71] 다음으로 R-PSS의 상관 연산은 아래 <수학식 6>와 같이 나타낼 수 있다.

[72] [수학식 6]

$$[73] \quad R_R^u(d) = (R_{II} + R_{QQ}) + j(I_{QI} - I_{IQ})$$

$$R_R^{N_{zc}-u}(d) = (-R_{II} + R_{QQ}) - j(I_{QI} + I_{IQ})$$

where

$$R_{II} = \sum_{n=0}^{N-1} (r_I(n+d) p_I^u(n)), \quad R_{QQ} = \sum_{n=0}^{N-1} (r_Q(n+d) p_Q^u(n)),$$

$$I_{QI} = \sum_{n=0}^{N-1} (r_Q(n+d) p_I^u(n)), \quad I_{IQ} = \sum_{n=0}^{N-1} (r_I(n+d) p_Q^u(n))$$

[74] 여기서,

$$R_R^u(d)$$

는 상호상관 연산 범위 d 에 따른 루트 인덱스 u 를 갖는 R-PSS

$$P_R^u$$

간의 상호상관 연산 결과이고,

$$R_R^{N_{zc}-u}(d)$$

는 수신신호와 루트 인덱스

$$N_{zc}-u$$

를 갖는 PSS

$$P_R^{N_{zc}-u}$$

간의 상호상관 연산 결과이고,

$$r_I$$

는 수신신호의 실수 성분이고,

$$r_Q$$

는 수신신호의 허수 성분이고,

$$p_I^u$$

는 루트 인덱스 u 를 갖는 PSS의 실수 성분이고,

$$p_Q^u$$

는 루트 인덱스 u 를 갖는 PSS의 허수 성분이고,

$$R_{II}$$

는

$$p_I^u$$

와

$$r_I$$

간의 상관 연산 값으로서 실수 성분이고,

$$R_{QQ}$$

는

$$p_Q^u$$

와

$$r_Q$$

간의 상관 연산 값으로서 실수 성분이고,

$$I_{QI}$$

는

$$p_I^u$$

와

$$r_Q$$

간의 상관 연산 값으로서 허수 성분이고,

$$I_{IQ}$$

는

$$p_Q^u$$

와

$$r_I$$

간의 상관 연산 값으로서 허수 성분이다.

- [75] <수학식 6>에 나타난 바와 같이 R-PSS에서도 복소 공액 대칭 특징을 이용하여 총 두 번의 상관 연산을 통해 루트 인덱스를 모두 검출할 수 있다.

[76]

- [77] 릴레이가 본 발명의 R-PSS를 수신하면 프레임 검출을 수행한 후, SSS와 R-PSS의 루트 인덱스를 검출하여 셀 탐색을 수행할 수 있다. R-PSS를 이용한 프레임 검출은 아래 <수학식 7>과 같이 시간영역에서 상호상관 연산을 통해 수행된다.

- [78] [수학식 7]

- [79]
$$\hat{d} = \arg \max_d \{ R(d) \}$$

$$R(d) = \left(\left| \sum_{n=0}^{N-1} p_R^{u*}(n) r(n+d) \right|^2 \right) / P(d)$$

where

$$P(d) = \left| \sum_{n=0}^{N-1} r^*(n+d) \right|^2$$

- [80] 여기서,

$\hat{d}$

는 추정된 타이밍 오프셋이고,

 $R(d)$

는 상호상관 연산 범위 d 에 따른 R-PSS와 수신신호간의 상호상관 연산 결과이고,

 $P(d)$

는 수신 신호의 전력이고,

 P_R^u

는 R-PSS를 나타내고, u 는 R-PSS의 루트 인덱스(root index)를 나타낸다.

[81]

[82]

또한, 본 발명의 실시 예들은 다양한 컴퓨터로 구현되는 동작을 수행하기 위한 프로그램 명령을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함한다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[83]

이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시 예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

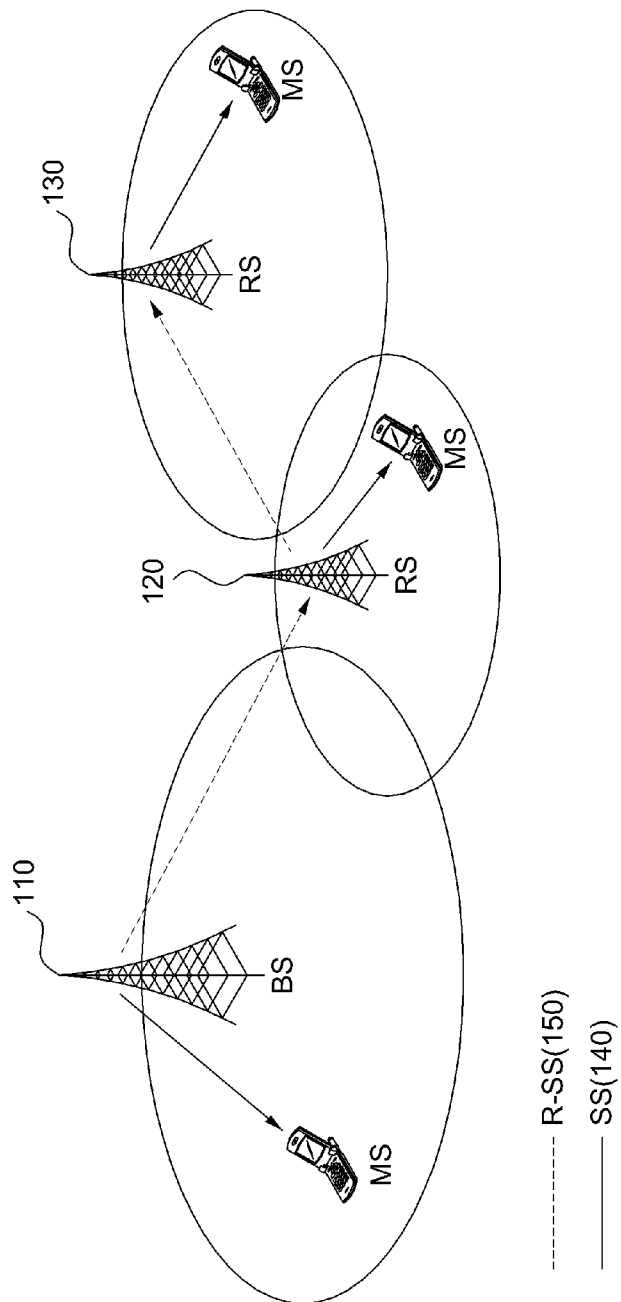
청구범위

- [청구항 1] 단말과의 동기를 위한 SSS(Secondary Synchronization Signal)와 PSS(Primary Synchronization Signal)로 구성된 동기 신호(SS: Synchronization Signal)를 생성하는 동기 신호 생성부; 및 상기 PSS를 이용해서 PSS와 동일한 PAPR 특성을 갖고, 낮은 상관 특성을 갖는 R-PSS(Relay-Primary Synchronization Signal)를 생성하는 릴레이 동기신호 생성부를 포함하는 다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 릴레이 동기신호 생성부는,
상기 PSS에 기설정된 복소수를 곱해서 복소수의 PSS를 구하는 복소 곱셈부;
상기 복소수의 PSS를 켄쥬게이션(conjugation)해서 공액 복소수의 PSS로 변환하는 공액 복소수 변환부; 및
상기 공액 복소수의 PSS를 부호 변환해서 상기 R-PSS를 생성하는 부호 변환부를 포함하는
다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 릴레이 동기신호 생성부는,
상기 PSS의 실수 성분을 상기 R-PSS의 허수 성분으로, 상기 PSS의 허수 성분을 상기 R-PSS의 실수 성분으로 할당하여 상기 R-PSS를 생성하는
다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 릴레이 동기신호 생성부는,
릴레이 동기 신호(R-SS: Relay-Synchronization Signal)를 구성하는 R-SSS(Relay-Secondary Synchronization Signal)를 상기 SSS와 동일하게 생성하는
다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
단말과의 링크를 위한 기본 주파수 대역을 이용하는 상기 동기신호를 포함하는 기본 프레임을 생성하고, 릴레이와의 링크를 위한 기설정된 릴레이 주파수 대역을 이용하는 상기 R-PSS와 R-SSS로 구성된 릴레이 동기 신호를 포함하는 릴레이 프레임을 생성하는 프레임 생성부를 더 포함하는
다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,

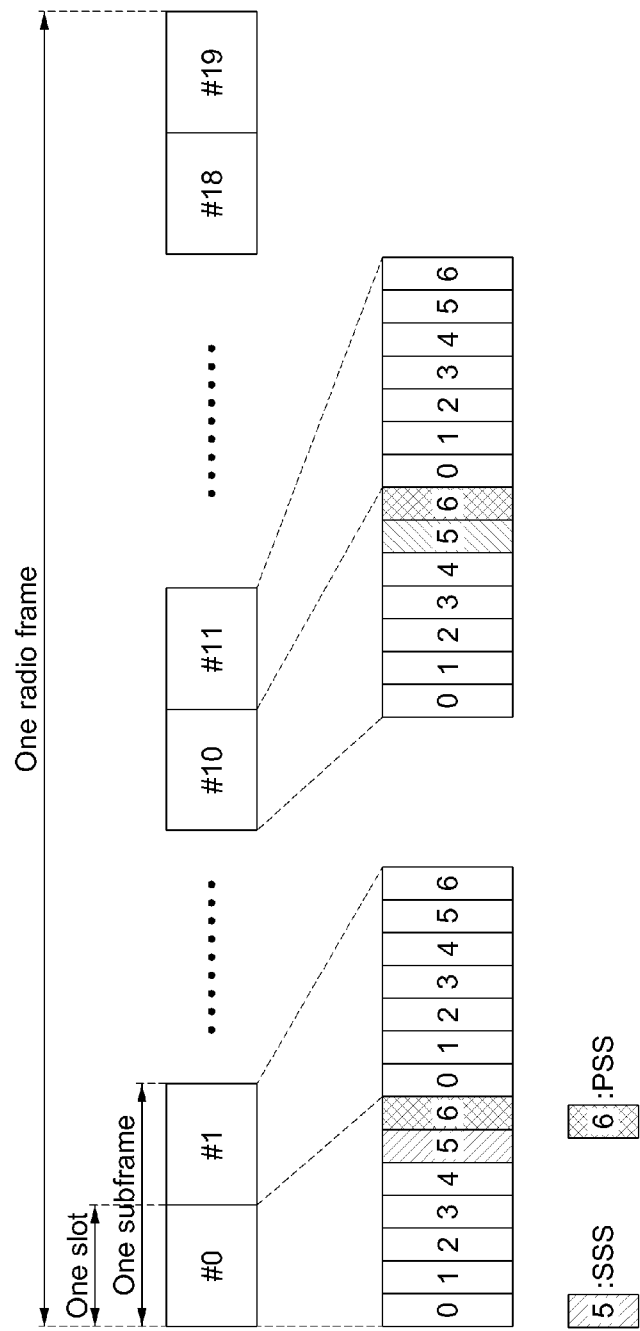
- 상기 프레임 생성부는,
상기 R-PSS와 R-SSS로 구성된 릴레이 동기 신호를 상기 프레임에 연속되도록 구성하고, 상기 R-PSS를 상기 R-SSS의 다음 심볼에 위치하도록 구성하는
다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치.
[청구항 7] 제5항에 있어서,
상기 프레임 생성부는,
상기 기본 프레임과 상기 릴레이 프레임을 동일한 구조로 생성하는
다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치.
[청구항 8] 제1항에 있어서,
기설정된 서브프레임 주기로 단말을 위한 액세스 존(Access Zone)과 릴레이를 위한 릴레이 존(Relay Zone)이 번갈아 구성되도록 프레임 생성하고, 상기 액세스 존의 기설정된 위치에 상기 동기 신호가 포함되도록 하고, 상기 릴레이 존의 기설정된 위치에 상기 R-PSS와 R-SSS로 구성된 릴레이 동기 신호가 포함되도록 하는 프레임 생성부를 더 포함하는
다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 장치.
[청구항 9] 단말과의 동기를 위한 SSS(Secondary Synchronization Signal)와 PSS(Primary Synchronization Signal)로 구성된 동기 신호(SS: Synchronization Signal)를 생성하는 단계; 및
상기 PSS를 이용해서 PSS와 동일한 PAPR 특성을 갖고, 낮은 상관 특성을 갖는 R-PSS(Relay-Primary Synchronization Signal)를 생성하는 단계를 포함하는
다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 방법.
[청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 R-PSS를 생성하는 단계는,
상기 PSS에 기설정된 복소수를 곱해서 복소수의 PSS를 구하는 단계;
상기 복소수의 PSS를 컨쥬게이션(conjugation)해서 공액 복소수의 PSS로 환하하는 단계; 및
상기 공액 복소수의 PSS를 부호 변환해서 상기 R-PSS를 생성하는 단계를 포함하는
다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 방법.
[청구항 11] 제9항에 있어서,
상기 R-PSS를 생성하는 단계는,
상기 PSS의 실수 성분을 상기 R-PSS의 허수 성분으로, 상기 PSS의 허수 성분을 상기 R-PSS의 실수 성분으로 할당하여 상기 R-PSS를

- 생성하는
다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 방법.
[청구항 12] 제9항에 있어서,
릴레이 동기 신호(R-SS: Relay-Synchronization Signal)를 구성하는
R-SSS(Relay-Secondary Synchronization Signal)를 상기 SSS와
동일하게 생성하는 단계를 더 포함하는
다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 방법.
[청구항 13] 제9항에 있어서,
단말과의 링크를 위한 기본 주파수 대역을 이용하는 상기
동기신호를 포함하는 기본 프레임을 생성하는 단계;
릴레이와의 링크를 위한 기설정된 릴레이 주파수 대역을 이용하는
상기 R-PSS와 R-SSS로 구성된 릴레이 동기 신호를 포함하는
릴레이 프레임을 생성하는 단계를 더 포함하는
다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 방법.
[청구항 14] 제13항에 있어서,
상기 릴레이 프레임을 생성하는 단계는,
상기 R-PSS와 R-SSS로 구성된 릴레이 동기 신호를 상기 프레임에
연속되도록 구성하고, 상기 R-PSS를 상기 R-SSS의 다음 심볼에
위치하도록 구성하는
다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 방법.
[청구항 15] 제9항에 있어서,
기설정된 서브프레임 주기로 단말을 위한 액세스 존(Access
Zone)과 릴레이를 위한 릴레이 존(Relay Zone)이 번갈아
구성되도록 프레임 생성하고, 상기 프레임을 생성할 때 상기
액세스 존의 기설정된 위치에 상기 동기 신호가 포함되도록 하고,
상기 릴레이 존의 기설정된 위치에 상기 R-PSS와 R-SSS로 구성된
릴레이 동기 신호가 포함되도록 하는 단계를 더 포함하는
다중 홉 릴레이 시스템에서 릴레이 동기 신호를 송신하는 방법.

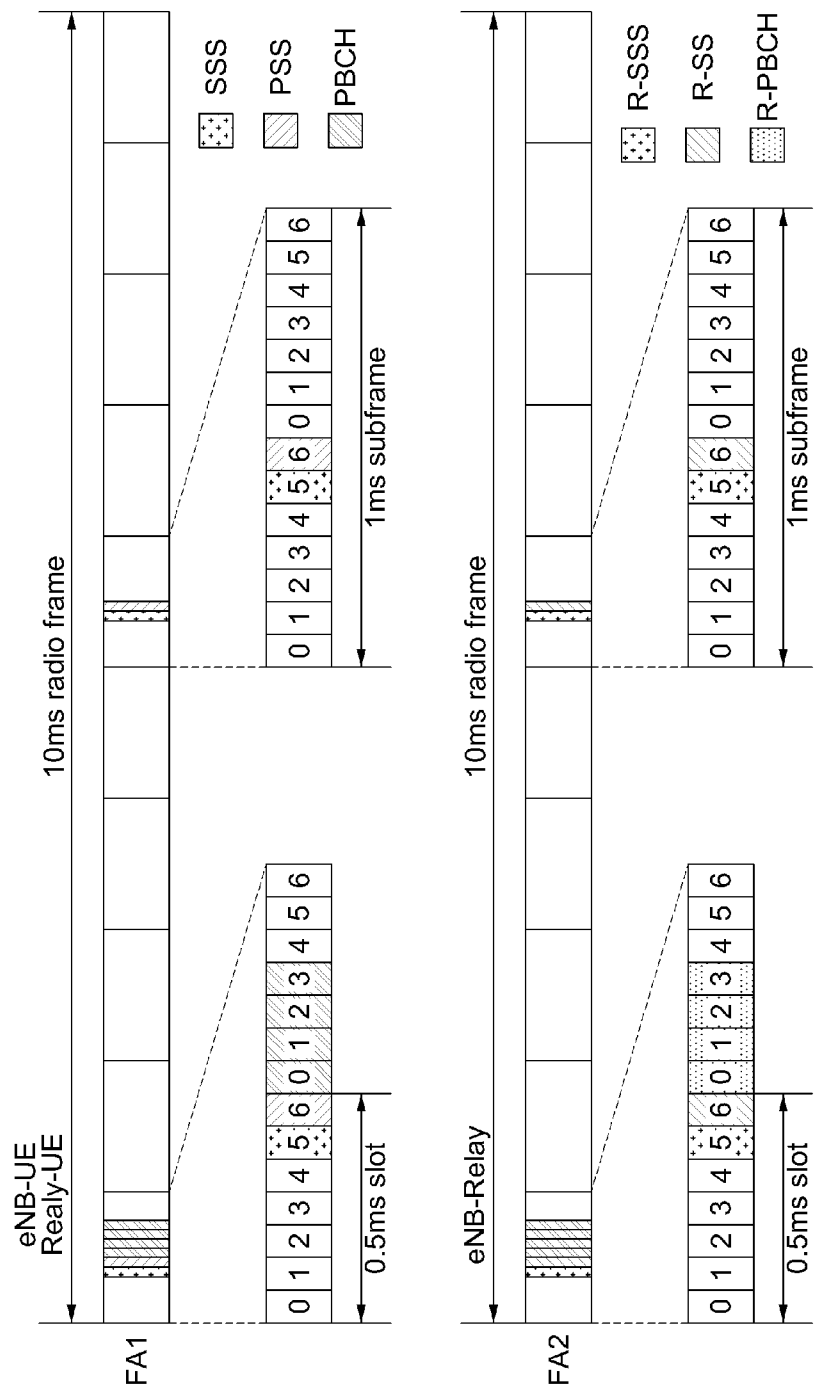
[Fig. 1]



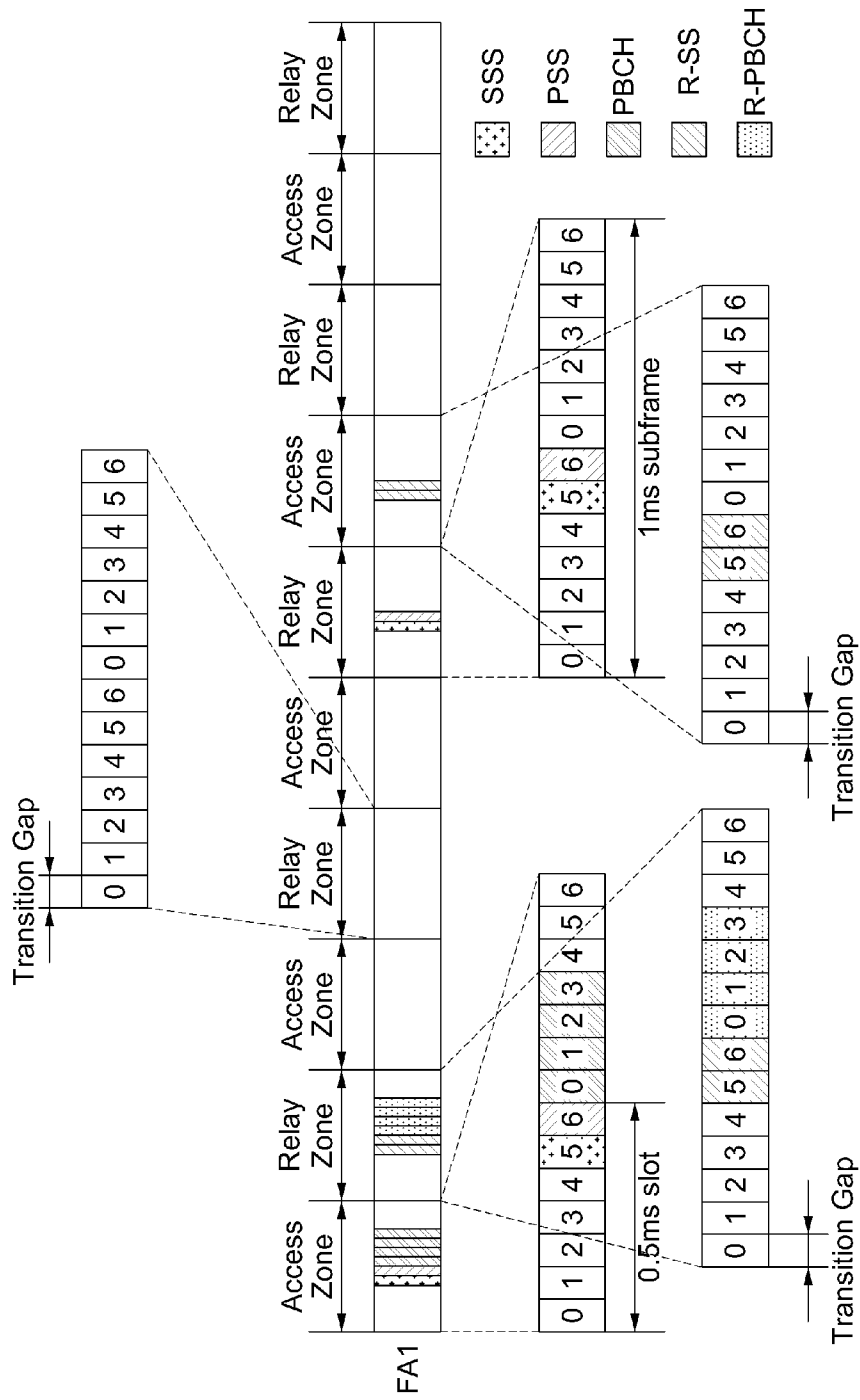
[Fig. 2]



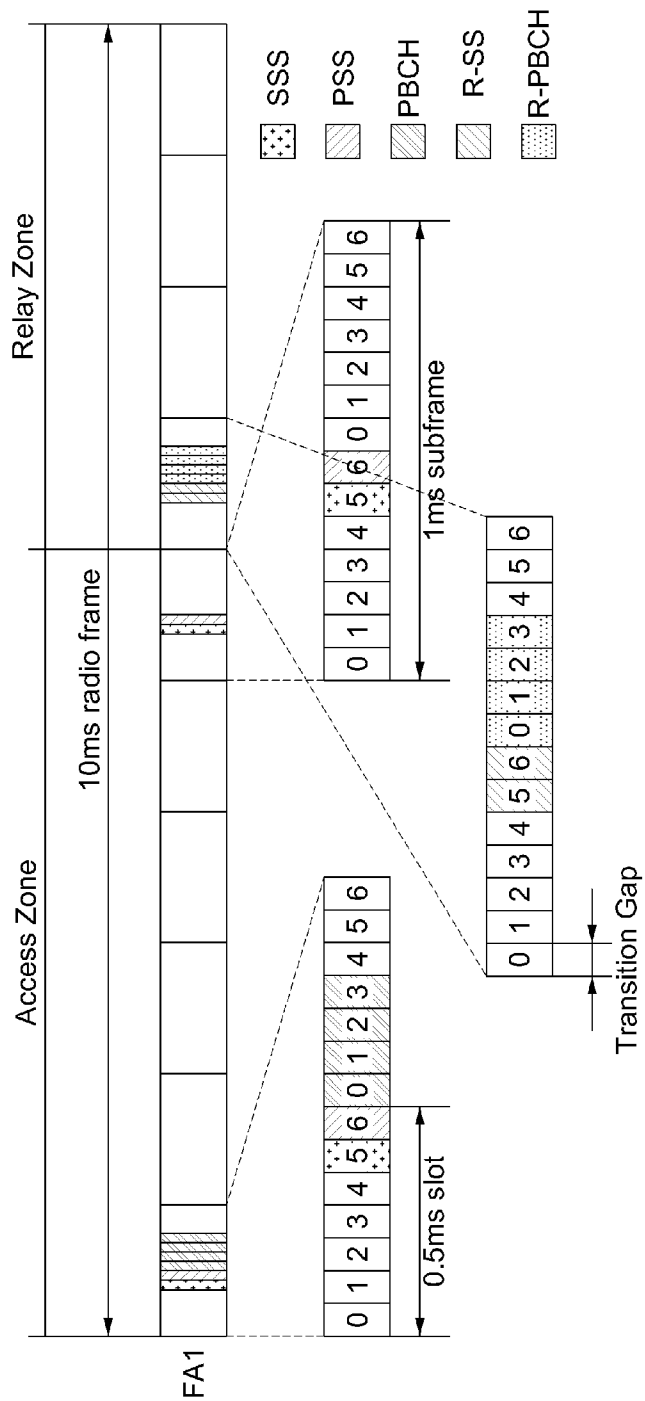
[Fig. 3]



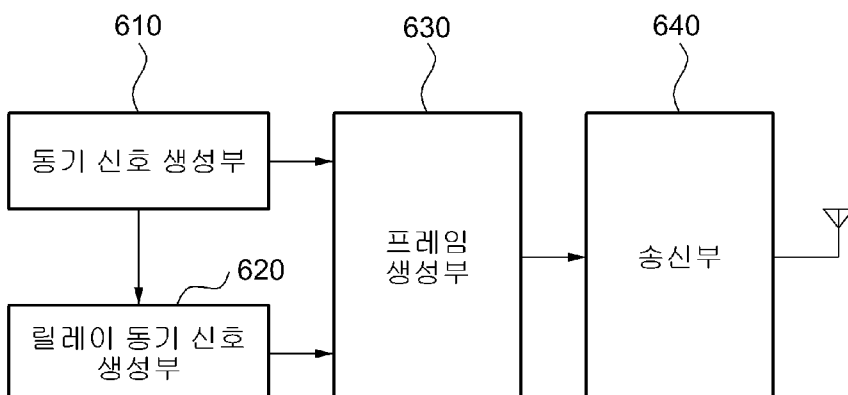
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]

