

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2011년 12월 8일 (08.12.2011)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2011/152685 A2

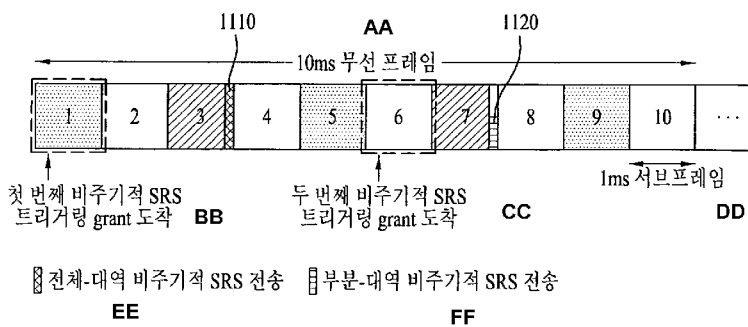
- (51) 국제특허분류: H04J 11/00 (2006.01) H04W 52/36 (2009.01)
H04B 7/26 (2006.01) H04W 88/02 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/004088
- (22) 국제출원일: 2011년 6월 3일 (03.06.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 61/351,306 2010년 6월 4일 (04.06.2010) US
61/353,178 2010년 6월 9일 (09.06.2010) US
61/369,654 2010년 7월 30일 (30.07.2010) US
10-2011-0053911 2011년 6월 3일 (03.06.2011) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 서울 영등포구 여의도동 20, 150-721 Seoul (KR).
- (72) 발명자: 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 이승민 (LEE, Seung-min) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 서한별 (SUH, Hanbyul) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 김기준 (KIM, Kijun) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 김학성 (KIM, Hakseong) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 서울 송파구 잠실동 175-9 현대빌딩 7층 KBK 특허법률사무소, 138-861 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD OF TERMINAL TRANSMITTING SOUNDING REFERENCE SIGNAL ON THE BASIS OF APERIODIC SOUNDING REFERENCE SIGNAL TRIGGERING AND METHOD FOR CONTROLLING UPLINK TRANSMISSION POWER TO TRANSMIT APERIODIC SOUNDING REFERENCE SIGNAL

(54) 발명의 명칭 : 단말의 비주기적 사운드링 참조신호 트리거링 기반 SRS 전송 방법 및 비주기적 SRS 를 전송하기 위한 상향링크 전송 전력을 제어 방법

[도 11]



- AA ... 10ms wireless frame
- BB ... Arrival of first aperiodic SRS triggering grant
- CC ... Arrival of second aperiodic SRS triggering grant
- DD ... 1ms sub-frame
- EE ... Transmission of entire band aperiodic SRS
- FF ... Transmission of partial band aperiodic SRS

(57) Abstract: Disclosed are a method of a terminal transmitting a Sounding Reference Signal (SRS) on the basis of aperiodic SRS triggering and a method for controlling uplink transmission power to transmit an aperiodic SRS in a wireless communication system. The method of the terminal transmitting the SRS on the basis of the aperiodic SRS triggering according to the present invention comprises the steps of: receiving a plurality of aperiodic SRS configuration information from the base station; receiving an aperiodic SRS transmission triggering indicator from the base station; selecting the specific aperiodic SRS configuration information among the plurality of aperiodic SRS configuration information on the basis of at least one among a sub-frame index for receiving the aperiodic SRS transmission triggering indicator, a time relation between the aperiodic SRS transmission sub-frames, and an uplink channel state; and transmitting an aperiodic SRS for the aperiodic SRS transmission triggering indicator on the basis of the selected aperiodic SRS configuration information, the plurality of aperiodic SRS configuration information including the information

about a resource for transmitting the aperiodic SRS corresponding to the aperiodic SRS transmission triggering indicator. In addition, according to the present invention, the terminal can be used for receiving a power offset value for transmitting the aperiodic SRS from the base station and determining a transmission power value for transmitting the aperiodic SRS.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2011/152685 A2



LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

공개:

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

무선통신 시스템에서 단말이 비주기적 (aperiodic) 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS) 트리거링에 기반하여 SRS를 전송하는 방법과 비주기적 SRS를 전송하기 위한 상향링크 전송 전력을 제어하는 방법이 개시된다. 본 발명에 따른 단말이 비주기적(aperiodic) 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS) 트리거링에 기반하여 SRS를 전송하는 방법은, 기지국으로부터 복수의 비주기적 SRS 구성(configuration) 정보를 수신하는 단계; 상기 기지국으로부터 비주기적 SRS 전송을 트리거링(triggering)하는 지시자를 수신하는 단계; 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를 수신한 서브프레임 인덱스, 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를 수신한 서브프레임 인덱스, 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자의 수신 서브프레임과 대응되는 비주기적 SRS 전송 서브프레임 간의 시간 관계 및 상향링크 채널 상태 중 적어도 하나에 기초하여 상기 복수의 비주기적 SRS 구성 정보 중 특정 비주기적 SRS 구성 정보를 선택하는 단계; 및 상기 선택된 비주기적 SRS 구성 정보에 기초하여 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자에 대한 비주기적 SRS를 전송하는 단계를 포함하되, 상기 복수의 비주기적 SRS 구성 정보는 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자에 대응하여 비주기적 SRS를 전송하는 자원에 관한 정보를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명에 따라, 단말은 기지국으로부터 비주기적 SRS 전송을 위한 전력 옵션값을 수신하며 비주기적 SRS 전송을 위한 전송 전력값을 결정하는데 이용할 수 있다.

【명세서】

【발명의 명칭】

단말의 비주기적 사운딩 참조신호 트리거링 기반 SRS 전송 방법 및 비주기적 SRS를 전송하기 위한 상향링크 전송 전력을 제어 방법

5

【기술분야】

본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 단말의 비주기적(aperiodic) 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS) 트리거링 기반 SRS 전송 방법 및 비주기적 SRS를 전송하기 위한 상향링크 전송 전력을 제어 방법에 관한 것이다.

10 【배경기술】

무선통신 기술은 광대역 코드분할 다중 접속(Wideband Code division Multiple Access, WCDMA)를 기반으로 LTE까지 개발되어 왔지만, 사용자와 사업자의 요구와 기대는 지속적으로 증가하고 있다. 또한, 다른 무선 접속 기술이 계속 개발되고 있으므로 향후 경쟁력을 가지기 위해서는 새로운 기술 진화가 요구된다. 비트당 비용 감소, 서비스 가용성 증대, 융통성 있는 주파수 밴드의 사용, 단순구조와 개방형 인터페이스, 단말의 적절한 파워 소모 등이 요구된다.

15

최근 3GPP는 LTE에 대한 후속 기술에 대한 표준화 작업을 진행하고 있다. 본 명세서에서는 상기 기술을 'LTE-A'라고 지칭한다. LTE 시스템과 LTE-A 시스템의 주요 차이점 중 하나는 시스템 대역폭의 차이와 중계기 도입이다. LTE-A 시스템은 최대 100MHz의 광대역을 지원할 것을 목표로 하고 있으며, 이를 위해 복수의 주파수 블록을 사용하여 광대역을 달성하는 캐리어 어그리게이션

또는 대역폭 어그리게이션(carrier aggregation 또는 bandwidth aggregation) 기술을 사용하도록 하고 있다. 캐리어 어그리게이션은 보다 넓은 주파수 대역을 사용하기 위하여 복수의 주파수 블록을 하나의 커다란 논리 주파수 대역으로 사용하도록 한다. 각 주파수 블록의 대역폭은 LTE 시스템에서 사용되는 시스템 블록의 대역폭에 기초하여 정의될 수 있다. 각각의 주파수 블록은 컴포넌트

5 반송파를 이용하여 전송된다.

3GPP LTE-A 시스템에서는 상향링크 채널 추정의 정확성을 보장하기 위하여 기존의 주기적 SRS 전송 외에 비주기적인 SRS 전송을 지원한다. 이러한 비주기적 SRS 전송을 지원하기 위해서는 비주기적 SRS 구성 정보와 비주기적 SRS 전송을 위한 상향링크 전송 전력 제어가 필요하다. 그러나, 아직까지 비주기적 SRS 전송을 지원하기 위한 구체적인 비주기적 SRS 구성 정보와 비주기적인 SRS

10 전송을 위한 상향링크 전송 전력을 제어하는 방법이 구체적으로 제안된 바가 없다.

【발명의 내용】

【기술적 과제】

본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제는 단말이 비주기적(aperiodic) 사운드링 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS) 트리거링 기반 SRS 전송 방법을 제공하는 데 있다.

15 본 발명에서 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 단말이 비주기적 SRS를 전송하기 위한 상향링크 전송 전력을 제어 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명에서 이루고자 하는 또 다른 기술적 과제는 비주기적(aperiodic) 사운드링 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS) 트리거링 기반하여 비주기적 SRS를 전송하는 단말 장치를 제공하는 데 있다.

본 발명에서 이루고자 하는 또 다른 기술적 과제는 과제는 비주기적 SRS를 전송하기 위한
상향링크 전송 전력을 제어하는 단말 장치를 제공하는 데 있다.

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
5 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

【기술적 해결방법】

상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 단말이 비주기적(aperiodic) 사운딩
참조신호(Sounding Reference Signal, SRS) 트리거링에 기반하여 SRS를 전송하는 방법은,
기지국으로부터 복수의 비주기적 SRS 구성(configuration) 정보를 수신하는 단계; 상기 기지국으로부터
10 비주기적 SRS 전송을 트리거링(triggering)하는 지시자를 수신하는 단계; 상기 비주기적 SRS 전송
트리거링 지시자를 수신한 서브프레임 인덱스, 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자의 수신
서브프레임과 대응되는 비주기적 SRS 전송 서브프레임 간의 시간 관계 및 상향링크 채널 상태 중
적어도 하나에 기초하여 상기 복수의 비주기적 SRS 구성 정보 중 특정 비주기적 SRS 구성 정보를
선택하는 단계; 및 상기 선택된 비주기적 SRS 구성 정보에 기초하여 상기 비주기적 SRS 전송
15 트리거링 지시자에 대한 비주기적 SRS를 전송하는 단계를 포함하되, 상기 복수의 비주기적 SRS 구성
정보는 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자에 대응하여 비주기적 SRS를 전송하는 자원에 관한
정보를 포함할 수 있다. 여기서, 비주기적 SRS의 전송은 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를
수신한 서브프레임이 서브프레임 n이면 서브프레임 n으로부터 후속하는 사전에 구성된 주기적 SRS
전송 서브프레임들 중 가장 빠른 서브프레임인 제 1 비주기적 SRS 전송 서브프레임 또는 상기

비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를 수신한 서브프레임이 서브프레임 n 이면 서브프레임 $n+3$ 이후에 상기 사전에 구성된 주기적 SRS 전송 서브프레임들 중 가장 빠른 서브프레임인 제 2 비주기적 SRS 전송 서브프레임을 통해 수행될 수 있다.

5 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를 수신한 서브프레임 인덱스 n 이 짝수이면, 상기 비주기적 SRS를 전송하는 단계에서 상기 제 1 비주기적 SRS 서브프레임 또는 상기 제 2 비주기적 SRS 서브프레임의 주파수 축 상의 부분 대역(partial-band)을 통해 상기 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 여기서 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자에 대응되는 상기 비주기적 SRS를 전송하는데 전송 전력이 충분하지 않으면, 상기 부분-대역 내의 사전에 정의된 폴백(fallback) 비주기적 SRS 자원을 통해 상기 비주기적 SRS를 전송할 수 있다.

10 또는, 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를 수신한 서브프레임 인덱스 n 이 홀수이면, 상기 비주기적 SRS를 전송하는 단계에서 상기 제 1 비주기적 SRS 서브프레임 또는 상기 제 2 비주기적 SRS 서브프레임의 주파수 축 상의 전체 대역(full-band)을 통해 상기 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 여기서 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자에 대응되는 상기 비주기적 SRS를 전송하는데 전송 전력이 충분하지 않으면, 상기 전체-대역 내의 사전에 정의된 폴백(fallback) 비주기적 SRS 자원을 통해 상기 비주기적 SRS를 전송할 수 있다.

15 또는, 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를 수신한 서브프레임인 서브프레임 n 과 상기 단말에게 할당된 하나 이상의 주기적 SRS 전송 서브프레임의 시간 관계가 4개의 서브프레임에 해당하는 시간 차이이면, 상기 복수의 비주기적 SRS 구성 중 제 1 비주기적 SRS 구성을 선택하며, 상기 제 1 비주기적 SRS 구성에 따라 상기 비주기적 SRS를 상기 제 1 비주기적 SRS 서브프레임을

통해 전송할 수 있다. 여기서 상기 비주기적 SRS는 상기 제 1 비주기적 SRS 서브프레임의 주파수 축 상의 전체-대역을 통해 전송할 수 있다.

또는, 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를 수신한 서브프레임인 서브프레임 n과 상기 단말에게 할당된 하나 이상의 주기적 SRS 전송 서브프레임의 시간 관계가 4개의 서브프레임에 5 해당하는 시간 차이가 아니면, 상기 복수의 비주기적 SRS 구성 중 제 2 비주기적 SRS 구성을 선택하며, 상기 제 2 비주기적 SRS 구성에 따라 상기 비주기적 SRS를 상기 제 2 비주기적 SRS 서브프레임을 통해 전송할 수 있다. 여기서 상기 비주기적 SRS는 상기 제 2 비주기적 SRS 서브프레임의 주파수 축 상의 부분-대역을 통해 전송할 수 있다.

또는, 상기 상향링크 채널 상태가 사전에 정의한 채널상태 정도 보다 좋지 않은 경우, 상기 10 복수의 비주기적 SRS 구성 중 제 2 비주기적 SRS 구성을 선택하며, 상기 제 2 비주기적 SRS 구성에 따라 상기 제 1 비주기적 SRS 서브프레임 또는 상기 제 2 비주기적 SRS 서브프레임의 주파수 축 상의 부분 대역(partial-band)을 통해 상기 비주기적 SRS를 전송할 수 있다.

또는, 상향링크 채널 상태가 사전에 정의한 채널상태 정도 보다 좋은 경우, 상기 복수의 비주기적 SRS 구성 중 제 1 비주기적 SRS 구성을 선택하며, 상기 제 1 비주기적 SRS 구성에 따라 15 상기 제 1 비주기적 SRS 서브프레임 또는 상기 제 2 비주기적 SRS 서브프레임의 주파수 축 상의 전체 대역(full-band)을 통해 상기 비주기적 SRS를 전송할 수 있다.

상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명의 일 실시형태에 따른 단말이 비주기적(aperiodic) 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS) 전송을 위한 상향링크 전송 전력을 제어하는 방법은, 기지국으로부터 상기 비주기적 SRS 전송을 위한 전력 오프셋값을 수신하는

단계; 상기 비주기적 SRS 전송을 위한 전력 오프셋값을 이용하여 상기 비주기적 SRS 전송 전력값을 결정하는 단계; 및 상기 결정된 비주기적 SRS 전송 전력값으로 비주기적 SRS를 전송하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 비주기적 SRS 전송만을 위한 전력 오프셋값은 상위 계층 시그널링을 통해 수신되는 값으로서 단말 별로 특정한 값일 수 있다. 또한, 상기 방법은 상기 기지국으로부터 상기 비주기적 SRS 전송을 트리거링하는 지시자를 수신하는 단계를 더 포함할 수 있으며, 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자에 따라 상기 비주기적 SRS 전송이 수행될 수 있다. 또한, 상기 비주기적 SRS 전송 전력값 결정은 서브프레임 단위로 결정될 수 있다.

상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명의 다른 일 실시형태에 따른 무선통신 시스템에서 단말이 비주기적(aperiodic) 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS) 전송을 위한 상향링크 전송 전력을 제어하는 방법은, 기지국으로부터 주기적 SRS 전송을 위한 전력 오프셋값과 비주기적 SRS 전송을 위한 전력 오프셋값을 수신하는 단계; 상기 기지국으로부터 비주기적 SRS 전송을 트리거링하는 지시자를 수신하는 단계; 및 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자에 따라 상기 비주기적 SRS 전송을 위한 전력 오프셋값을 이용하여 상기 비주기적 SRS 전송을 위한 전송 전력값을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

상기의 또 다른 기술적 과제를 해결하기 위한, 비주기적(aperiodic) 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS) 트리거링에 기반하여 SRS를 전송하는 단말 장치는, 기지국으로부터 복수의 비주기적 SRS 구성(configuration) 정보 및 비주기적 SRS 전송을 트리거링(triggering)하는 지시자를 수신하는 수신기; 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를 수신한 서브프레임 인덱스, 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자의 수신 서브프레임과 대응되는 비주기적 SRS 전송 서브프레임

간의 시간 관계 및 상향링크 채널 상태 중 적어도 하나에 기초하여 상기 복수의 비주기적 SRS 구성 정보 중 특정 비주기적 SRS 구성 정보를 선택하는 프로세서; 및 상기 선택된 비주기적 SRS 구성 정보에 기초하여 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자에 대한 비주기적 SRS를 전송하는 송신기를 포함하되, 상기 복수의 비주기적 SRS 구성 정보는 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링

5 지시자에 대응하여 비주기적 SRS를 전송하는 자원에 관한 정보를 포함할 수 있다.

상기의 또 다른 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 비주기적(aperiodic) 사운드링 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS) 전송을 위한 상향링크 전송 전력을 제어하는 단말 장치는, 기지국으로부터 상기 비주기적 SRS 전송을 위한 전력 옵션값을 수신기; 상기 비주기적 SRS 전송을 위한 전력 옵션값을 이용하여 상기 비주기적 SRS 전송 전력을 결정하는 프로세서; 및 상기 결정된

10 비주기적 SRS 전송 전력값으로 비주기적 SRS를 전송하는 송신기를 포함할 수 있다.

【유리한 효과】

본 발명에 따른 비주기적 SRS 구성에 따라 단말이 비주기적 SRS를 전송함으로써 상향링크 채널 상태를 더 정확하게 추정하는데 도움이 된다. 또한, 단말은 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를 수신한 서브프레임 인덱스, 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자의 수신 서브프레임과

15 대응되는 비주기적 SRS 전송 서브프레임 간의 시간 관계, 또는 상향링크 채널 상태에 기초하여 다수의 비주기적 SRS 구성 정보 중 특정한 비주기적 SRS 구성 정보를 선택하여 비주기적 SRS를 전송함으로써 통신 성능을 향상시킬 수 있다.

또한, 상향링크 채널 상태를 더 정확하게 추정하는데 도움이 될 뿐만 아니라 적응적인(adaptive) 비주기적 SRS 구성 스위칭을 통해 SRS 커버리지 문제와 동일 채널의 이중

망(co-channel HetNet) 시나리오에서의 상향링크 신호 간섭 문제를 효율적으로 해결할 수 있다.

또한, 본 발명에서 제안한 비주기적 SRS 전송을 위한 상향링크 전력 제어 식을 이용하여 비주기적 SRS 전송 전력을 결정하여 비주기적 SRS를 전송할 수 있다.

본 발명에서 얻은 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은

- 5 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

【도면의 간단한 설명】

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

- 10 도 1은 본 발명에 따른 무선 통신 시스템(200)에서의 기지국(205) 및 단말(210)의 구성을 도시한 블록도,

도 2는 이동통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE 시스템에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 예시하는 도면,

- 15 도 3a 및 도 3b는 이동통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE 시스템의 하향링크 및 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸 도면,

도 4는 본 발명에서 사용되는 하향링크의 시간-주파수 자원 격자 구조(resource grid structure)를 나타낸 도면,

도 5는 일반적인 다중 안테나(MIMO) 통신 시스템의 구성도,

도 6은 NT개의 송신 안테나에서 수신 안테나 i로의 채널을 도시한 도면,

도 7의 (a) 및 (b)는 이동통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE 시스템에서의 참조신호 패턴을 나타낸 도면으로, 도 7의 (a)는 normal CP(Cyclic Prefix)가 적용된 경우의 참조신호 패턴을 도시한 도면이고, 도 7의 (b)는 extended CP가 적용된 경우의 참조신호 패턴을 도시한 도면,

도 8은 SRS 심볼을 포함하는 상향링크 서브프레임 구성의 일 예를 나타낸 도면,

5 도 9a 및 도 9b는 각각 셀-특정(cell-specific) 주기적 SRS 전송을 위한 서브프레임의 일례와 단말-특정(UE-specific) 주기적 SRS 전송을 위한 서브프레임의 일 예를 나타낸 도면,

도 10a, 도 10b 및 도 10c는 각각 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신하는 서브프레임과 이에 대응하는 비주기적 SRS 전송 서브프레임과의 시간 관계를 이용하여 다수의 SRS 구성을 동적으로 선택하는 동작의 일례를 나타낸 도면,

10 도 11은 비주기적 SRS 트리거링 grant 도착 시점의 서브프레임 인덱스 분류를 다른 기준으로 적용한 경우의 비주기적 SRS 동작을 설명하기 위한 도면,

도 12a 및 도 12b는 각각 SRS 구성의 비주기적 SRS 서브프레임의 일 예를 나타낸 도면,

도 13은 도 12a 및 도 12b의 비주기적 SRS 구성과 단말이 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 시점에 따른 비주기적 SRS 구성 동작의 스위칭을 설명하기 위한 도면,

15 도 14a 및 도 14b는 각각 폴백(fallback) 비주기적 SRS 전송을 설명하기 위한 도면,

도 15a 내지 도 15c는 각각 주기가 2ms로 셀-특정 SRS 자원(서브프레임)이 할당될 때, 효율적인 비주기적 SRS 전송을 위해 셀-특정 SRS 자원을 재사용하는 방법을 설명하기 위한 도면

도 16은 단말-특정(UE-specific) 주기적 SRS 서브프레임의 나타내는 도면,

도 17a 내지 도 17c는 각각 비주기적 SRS 트리거링 grant 수신 서브프레임과 이에 대응하는

비주기적 SRS 전송 서브프레임과의 시간 관계를 이용하여 다수의 SRS 구성을 동적으로 선택하는 동작을 설명하기 위한 도면,

도 18은 단말의 비주기적 SRS 트리거링 grant 수신 시점의 서브프레임 인덱스 분류를 다른 기준으로 적용한 경우에 대응하는 비주기적 SRS 전송을 설명하기 위한 도면,

5 도 19a 및 도 19b는 각각 SRS 구성의 비주기적 SRS 서브프레임의 일 예를 나타낸 도면

도 20은 도 19a 및 도 19b의 비주기적 SRS 구성과 단말이 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 시점에 따른 비주기적 SRS 구성 동작의 스위칭을 설명하기 위한 도면, 그리고,

도 21a 및 도 21b는 비주기적 SRS 전송 자원 중 일부를 폴백(fallback) 비주기적 SRS 전송 자원으로 나누어 사용하는 새로운 방식의 비주기적 SRS 전송을 설명하기 위한 도면이다.

10 【발명을 실시를 위한 최선의 형태】

이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본

15 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다. 예를 들어, 이하의 상세한 설명은 이동통신 시스템이 3GPP LTE, LTE-A 시스템인 경우를 가정하여 구체적으로 설명하나, 3GPP LTE, LTE-A의 특유한 사항을 제외하고는 다른 임의의 이동통신 시스템에도 적용 가능하다.

몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다. 또한, 본

명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.

아울러, 이하의 설명에 있어서 단말은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), AMS(Advanced Mobile Station) 등 이동 또는 고정형의 사용자단 기기를 통칭하는 것을 가정한다. 또한, 기지국은 Node B, eNode B, BS(Base Station), AP(Access Point) 등 단말과 통신하는 네트워크 단의 임의의

5 노드를 통칭하는 것을 가정한다.

이동 통신 시스템에서 단말(User Equipment)은 기지국으로부터 하향링크(Downlink)/백홀 하향링크를 통해 정보를 수신할 수 있으며, 단말은 또한 상향링크(Uplink)를 통해 정보를 전송할 수 있다. 단말과 기지국이 전송 또는 수신하는 정보로는 데이터 및 다양한 제어 정보가 있으며, 단말과 기지국이 전송 또는 수신하는 정보의 종류 용도에 따라 다양한 물리 채널이 존재한다.

10 도 1은 무선 통신 시스템(100)에서의 기지국(105) 및 단말(110)의 구성을 도시한 블록도이다.

무선 통신 시스템(100)을 간략화하여 나타내기 위해 하나의 기지국(105)과 하나의 단말(110)을 도시하였지만, 무선 통신 시스템(100)은 하나 이상의 기지국 및/또는 하나 이상의 단말을 포함할 수 있다.

15 도 2를 참조하면, 기지국(105)은 송신(Tx) 데이터 프로세서(115), 심볼 변조기(120), 송신기(125), 송수신 안테나(130), 프로세서(180), 메모리(185), 수신기(190), 심볼 복조기(195), 수신 데이터 프로세서(197)를 포함할 수 있다. 그리고, 단말(110)은 송신(Tx) 데이터 프로세서(165), 심볼 변조기(170), 송신기(175), 송수신 안테나(135), 프로세서(155), 메모리(160), 수신기(140), 심볼 복조기(155), 수신 데이터 프로세서(150)를 포함할 수 있다. 안테나(130, 135)가 각각 기지국(105) 및 단말(110)에서 하나로 도시되어 있지만, 기지국(105) 및 단말(110)은 복수 개의 안테나를 구비하고

있다. 따라서, 본 발명에 따른 기지국(105) 및 단말(110)은 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 시스템을 지원한다. 또한, 본 발명에 따른 기지국(105)은 SU-MIMO(Single User-MIMO) MU-MIMO(Multi User-MIMO) 방식 모두를 지원할 수 있다.

5 하향링크 상에서, 송신 데이터 프로세서(115)는 트래픽 데이터를 수신하고, 수신한 트래픽 데이터를 포맷하여, 코딩하고, 코딩된 트래픽 데이터를 인터리빙하고 변조하여(또는 심볼 매핑하여), 변조 심볼들("데이터 심볼들")을 제공한다. 심볼 변조기(120)는 이 데이터 심볼들과 파일럿 심볼들을 수신 및 처리하여, 심볼들의 스트림을 제공한다.

10 심볼 변조기(120)는, 데이터 및 파일럿 심볼들을 다중화하여 이를 송신기(125)로 전송한다. 이때, 각각의 송신 심볼은 데이터 심볼, 파일럿 심볼, 또는 제로의 신호 값일 수도 있다. 각각의 심볼 주기에서, 파일럿 심볼들이 연속적으로 송신될 수도 있다. 파일럿 심볼들은 주파수 분할 다중화(FDM), 직교 주파수 분할 다중화(OFDM), 시분할 다중화(TDM), 또는 코드 분할 다중화(CDM) 심볼일 수 있다.

15 송신기(125)는 심볼들의 스트림을 수신하여 이를 하나 이상의 아날로그 신호들로 변환하고, 또한, 이 아날로그 신호들을 추가적으로 조절하여(예를 들어, 증폭, 필터링, 및 주파수 업 컨버팅(upconverting) 하여, 무선 채널을 통한 송신에 적합한 하향링크 신호를 발생시킨다. 그러면, 안테나(130)는 발생된 하향링크 신호를 단말로 전송한다.

단말(110)의 구성에서, 안테나(135)는 기지국으로부터의 하향링크 신호를 수신하여 수신된 신호를 수신기(140)로 제공한다. 수신기(140)는 수신된 신호를 조정하고(예를 들어, 필터링, 증폭, 및 주파수 다운컨버팅(downconverting)), 조정된 신호를 디지털화하여 샘플들을 획득한다. 심볼 복조기(145)는 수신된 파일럿 심볼들을 복조하여 채널 추정을 위해 이를 프로세서(155)로 제공한다.

또한, 심볼 복조기(145)는 프로세서(155)로부터 하향링크에 대한 주파수 응답 추정치를 수신하고, 수신된 데이터 심볼들에 대해 데이터 복조를 수행하여, (송신된 데이터 심볼들의 추정치들인) 데이터 심볼 추정치를 획득하고, 데이터 심볼 추정치들을 수신(Rx) 데이터 프로세서(150)로 제공한다. 수신 데이터 프로세서(150)는 데이터 심볼 추정치들을 복조(즉, 심볼
5 디-매핑(demapping))하고, 디인터리빙(deinterleaving)하고, 디코딩하여, 전송된 트래픽 데이터를 복구한다.

심볼 복조기(145) 및 수신 데이터 프로세서(150)에 의한 처리는 각각 기지국(205)에서의 심볼 변조기(120) 및 송신 데이터 프로세서(115)에 의한 처리에 대해 상보적이다.

단말(110)은 상향링크 상에서, 송신 데이터 프로세서(165)는 트래픽 데이터를 처리하여, 데이터
10 심볼들을 제공한다. 심볼 변조기(170)는 데이터 심볼들을 수신하여 다중화하고, 변조를 수행하여, 심볼들의 스트림을 송신기(175)로 제공할 수 있다. 송신기(175)는 심볼들의 스트림을 수신 및 처리하여, 상향링크 신호를 발생시킨다. 그리고 안테나(135)는 발생된 상향링크 신호를 기지국(105)으로 전송한다.

기지국(105)에서, 단말(110)로부터 상향링크 신호가 안테나(130)를 통해 수신되고,
15 수신기(190)는 수신한 상향링크 신호를 처리되어 샘플들을 획득한다. 이어서, 심볼 복조기(195)는 이 샘플들을 처리하여, 상향링크에 대해 수신된 파일럿 심볼들 및 데이터 심볼 추정치를 제공한다. 수신 데이터 프로세서(197)는 데이터 심볼 추정치를 처리하여, 단말(110)로부터 전송된 트래픽 데이터를 복구한다.

단말(110) 및 기지국(105) 각각의 프로세서(155, 180)는 각각 단말(110) 및 기지국(105)에서의

동작을 지시(예를 들어, 제어, 조정, 관리 등)한다. 각각의 프로세서들(155, 180)은 프로그램 코드들 및 데이터를 저장하는 메모리(160, 185)들과 연결될 수 있다. 메모리(160, 185)는 프로세서(180)에 연결되어 오퍼레이팅 시스템, 어플리케이션, 및 일반 파일(general files)들을 저장한다.

5 프로세서(155, 180)는 컨트롤러(controller), 마이크로 컨트롤러(microcontroller), 마이크로 프로세서(microprocessor), 마이크로 컴퓨터(microcomputer) 등으로도 호칭될 수 있다. 한편, 프로세서(155, 180)는 하드웨어(hardware) 또는 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어를 이용하여 본 발명의 실시예를 구현하는 경우에는, 본 발명을 수행하도록 구성된 ASICs(application specific integrated circuits) 또는 DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays) 등이 프로세서(155, 180)에 구비될 수 있다.

10 한편, 펌웨어나 소프트웨어를 이용하여 본 발명의 실시예들을 구현하는 경우에는 본 발명의 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등을 포함하도록 펌웨어나 소프트웨어가 구성될 수 있으며, 본 발명을 수행할 수 있도록 구성된 펌웨어 또는 소프트웨어는 프로세서(155, 180) 내에 구비되거나 메모리(160, 185)에 저장되어 프로세서(155, 180)에 의해 구동될 수 있다.

15 단말과 기지국이 무선 통신 시스템(네트워크) 사이의 무선 인터페이스 프로토콜의 레이어들은 통신 시스템에서 잘 알려진 OSI(open system interconnection) 모델의 하위 3개 레이어를 기초로 제 1 레이어(L1), 제 2 레이어(L2), 및 제 3 레이어(L3)로 분류될 수 있다. 물리 레이어는 상기 제 1 레이어에 속하며, 물리 채널을 통해 정보 전송 서비스를 제공한다. RRC(Radio Resource Control) 레이어는 상기 제 3 레이어에 속하며 UE와 네트워크 사이의 제어 무선 자원들을 제공한다. 단말,

기지국은 무선 통신 네트워크와 RRC 레이어를 통해 RRC 메시지들을 교환할 수 있다.

도 2는 이동통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE 시스템에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 예시하는 도면이다.

도 2를 참조하면, 하나의 무선 프레임(radio frame)은 10ms(327200Ts)의 길이를 가지며 10개의
 5 균등한 크기의 서브프레임(서브프레임)으로 구성되어 있다. 각각의 서브프레임은 1ms의 길이를
 가지며 2개의 슬롯(slot)으로 구성되어 있다. 각각의 슬롯은 0.5ms(15360Ts)의 길이를 가진다.
 여기에서, Ts는 샘플링 시간을 나타내고, $T_s=1/(15\text{kHz}\times 2048)=3.2552\times 10^{-8}$ (약 33ns)로 표시된다.
 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼 혹은 SC-FDMA 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 복수의
 자원블록(Resource Block)을 포함한다.

10 LTE 시스템에서 하나의 자원블록은 12개의 부반송파×7(6)개의 OFDM 심볼 혹은
 SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) 심볼을 포함한다. 데이터가 전송되는
 단위시간인 TTI(Transmission Time Interval)는 하나 이상의 서브프레임 단위로 정해질 수 있다. 상술한
 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에
 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼 혹은 SC-FDMA 심볼의 수는 다양하게 변경될 수
 15 있다.

도 3a 및 도 3b는 이동통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE 시스템의 하향링크 및 상향링크
 서브프레임의 구조를 나타낸 도면이다.

도 3a를 참조하면, 하나의 하향링크 서브프레임은 시간 영역에서 2개의 슬롯을 포함한다.
 하향링크 서브프레임 내의 첫 번째 슬롯의 앞선 최대 3 OFDM 심볼들이 제어채널들이 할당되는

제어영역(control region)이고, 나머지 OFDM 심볼들은 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)가 할당되는 데이터 영역이 된다.

3GPP LTE에서 사용되는 하향링크 제어채널들은 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel)

- 5 등이 있다. 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되는 PCFICH는 서브프레임 내에서 제어채널들의 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 수(즉, 제어 영역의 크기)에 관한 정보를 나른다. PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(Downlink Control Information, DCI)라고 한다. DCI는 상향링크 자원 할당 정보, 하향링크 자원 할당 정보 및 임의의 단말 그룹들에 대한 상향링크 전송 파워 제어 명령 등을 가리킨다. PHICH는 상향링크 HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)에
- 10 대한 ACK(Acknowledgement)/NACK(Not-Acknowledgement) 신호를 나른다. 즉, 단말이 전송한 상향링크 데이터에 대한 ACK/NACK 신호는 PHICH 상으로 전송된다.

이제 하향링크 물리채널인 PDCCH에 대해 기술한다.

- 기지국은 PDCCH를 통해 PDSCH의 자원 할당 및 전송 포맷(이를 DL grant라고도 한다), PUSCH의 자원 할당 정보(이를 UL grant라고도 한다), 임의의 단말 그룹 내 개별 단말들에 대한 전송
- 15 파워 제어 명령의 집합 및 VoIP(Voice over Internet Protocol)의 활성화 등을 전송할 수 있다. 복수의 PDCCH가 제어영역 내에서 전송될 수 있으며, 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링할 수 있다. PDCCH는 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE(Control Channel Elements)의 집합(aggregation)으로 구성된다. 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE의 집합으로 구성된 PDCCH는 서브블록 인터리빙(subblock interleaving)을 거친 후에 제어 영역을 통해 전송될 수 있다. CCE는 무선채널의 상태에 따른

부호화율을 PDCCH에게 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 단위이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group)에 대응된다. CCE의 수와 CCE들에 의해 제공되는 부호화율의 연관 관계에 따라 PDCCH의 포맷 및 가능한 PDCCH의 비트 수가 결정된다.

PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(downlink control information,

5 DCI)라고 한다. 다음 표 1은 DCI 포맷에 따른 DCI를 나타낸다.

【표 1】

DCI Format	Description
DCI format 0	used for the scheduling of PUSCH
DCI format 1	used for the scheduling of one PDSCH codeword
DCI format 1A	used for the compact scheduling of one PDSCH codeword and random access procedure initiated by a PDCCH order
DCI format 1B	used for the compact scheduling of one PDSCH codeword with precoding information
DCI format 1C	used for very compact scheduling of one PDSCH codeword
DCI format 1D	used for the compact scheduling of one PDSCH codeword with precoding and power offset information
DCI format 2	used for scheduling PDSCH to UEs configured in closed-loop spatial multiplexing mode
DCI format 2A	used for scheduling PDSCH to UEs configured in open-loop spatial multiplexing mode
DCI format 3	used for the transmission of TPC commands for PUCCH and PUSCH with 2-bit power adjustments
DCI format 3A	used for the transmission of TPC commands for PUCCH and PUSCH with single bit power adjustments

DCI 포맷 0은 상향링크 자원 할당 정보를 가리키고, DCI 포맷 1~2는 하향링크 자원 할당 정보를 가리키고, DCI 포맷 3, 3A는 임의의 단말 그룹들에 대한 상향링크 TPC(transmit power control) 명령을 가리킨다.

5 LTE 시스템에서 기지국이 PDCCH를 전송을 위해 자원을 매핑하는 방안에 대해 간단히 살펴본다.

일반적으로, 기지국은 PDCCH를 통하여 스케줄링 할당 정보 및 다른 제어 정보를 전송할 수 있다. 물리 제어 채널은 하나의 집합(aggregation) 또는 복수 개의 연속 제어 채널 요소(CCE: Control Channel Element)로 전송될 수 있다. 하나의 CCE는 9개의 자원 요소 그룹(Resource Element Group, REG)들을 포함한다. PCFICH(Physical Control Format Indicator CHannel) 또는 PHICH(Physical Hybrid Automatic Repeat Request Indicator Channel)에 할당되지 않은 REG의 개수는 NREG이다. 시스템에서

10 이용가능한 CCE는 0부터 NCCE-1까지 이다(여기서 $N_{CCE} = \lfloor N_{REG} / 9 \rfloor$ 이다). PDCCH는 다음 표 3에 나타낸 바와 같이 다중 포맷을 지원한다. n개의 연속 CCE들로 구성된 하나의 PDCCH는 $i \bmod n = 0$ 을 수행하는 CCE부터 시작한다(여기서 i는 CCE 번호이다). 다중 PDCCH들은 하나의 서브프레임으로 전송될 수 있다.

15 【표 2】

PDCCH format	Number of CCEs	Number of resource-element groups	Number of PDCCH bits
0	1	9	72
1	2	18	144
2	4	36	288
3	8	72	576

표 2를 참조하면, 기지국은 제어 정보 등을 몇 개의 영역으로 보낼 지에 따라 PDCCH 포맷을 결정할 수 있다. 단말은 CCE 단위로 제어 정보 등을 읽어서 오버헤드를 줄일 수 있다. 마찬가지로, 중계기도 R-CCE 단위로 제어 정보 등을 읽을 수 있다. LTE-A 시스템에서는, 임의의 중계기를 위한 R-PDCCH를 전송하기 위해 R-CCE(Relay-Control Channel Element) 단위로 자원 요소(Resource Element, RE)를 매핑할 수 있다.

도 3b를 참조하면, 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역 및 데이터 영역으로 나누어질 수 있다. 제어 영역은 상향링크 제어 정보를 나르는 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)로 할당된다. 데이터 영역은 사용자 데이터를 나르기 위한 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)로 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위하여, 하나의 단말은 PUCCH 및 PUSCH를 동시에 전송하지 않는다. 하나의 단말을 위한 PUCCH는 하나의 서브프레임에서 RB 페어로 할당된다. RB 페어에 속하는 RB들은 각 2개의 슬롯에서 서로 다른 부반송파를 차지하고 있다. PUCCH에 할당된 RB 페어는 슬롯 경계(slot boundary)에서 주파수 호핑된다.

도 4는 본 발명에서 사용되는 하향링크의 시간-주파수 자원 격자 구조(resource grid structure)를 나타낸 도면이다.

각 슬롯에서 전송되는 하향링크 신호는 $N_{RB}^{DL} \times N_{SC}^{RB}$ 개의 부반송파(subcarrier)와 N_{symb}^{DL} 개의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼로 구성되는 자원 격자(resource grid) 구조로 이용한다. 여기서, N_{RB}^{DL} 은 하향링크에서의 자원 블록(RB: Resource Block)의 개수를 나타내고, N_{SC}^{RB} 는 하나의 RB를 구성하는 부반송파의 개수를 나타내고,

N_{symb}^{DL} 는 하나의 하향링크 슬롯에서의 OFDM 심볼의 개수를 나타낸다. N_{RB}^{DL} 의 크기는 셀

내에서 구성된 하향링크 전송 대역폭에 따라 달라지며 $N_{RB}^{min,DL} \leq N_{RB}^{DL} \leq N_{RB}^{max,DL}$ 을 만족해야 한다.

여기서, $N_{RB}^{min,DL}$ 는 무선 통신 시스템이 지원하는 가장 작은 하향링크 대역폭이며 $N_{RB}^{max,RB}$ 는

무선 통신 시스템이 지원하는 가장 큰 하향링크 대역폭이다. $N_{RB}^{min,DL} = 6$ 이고 $N_{RB}^{max,RB} = 110$ 일

- 5 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 하나의 슬롯 내에 포함된 OFDM 심볼의 개수는 순환 전치(Cyclic Prefix)의 길이 및 부반송파의 간격에 따라 다를 수 있다. 다중안테나 전송의 경우에, 하나의 안테나 포트 당 하나의 자원 격자가 정의될 수 있다.

각 안테나 포트에 대한 자원 격자 내의 각 요소는 자원 요소(RE: Resource Element)라고 불리우며, 슬롯 내의 인덱스 쌍 (k,l) 에 의해 유일하게 식별된다. 여기서, k 는 주파수 영역에서의

- 10 인덱스이고, l 는 시간 영역에서의 인덱스이며 k 는 $0, \dots, N_{RB}^{DL} N_{SC}^{RB} - 1$ 중 어느 하나의 값을 갖고, l 는

$0, \dots, N_{symb}^{DL} - 1$ 중 어느 하나의 값을 갖는다.

도 4에 도시된 자원 블록은 어떤 물리 채널과 자원 요소들 간의 매핑(mapping) 관계를 기술하기 위해 사용된다. RB는 물리 자원 블록(PRB: Physical Resource Block)과 가상 자원 블록(VRB:

Virtual Resource Block)으로 나눌 수 있다. 상기 하나의 PRB는 시간 영역의 N_{symb}^{DL} 개의 연속적인

- 15 OFDM 심볼과 주파수 영역의 N_{SC}^{RB} 개의 연속적인 부반송파로 정의된다. 여기서 N_{symb}^{DL} 과

N_{SC}^{RB} 는 미리 결정된 값일 수 있다. 예를 들어 N_{symb}^{DL} 과 N_{SC}^{RB} 는 다음 표 1과 같이 주어질 수

있다. 따라서 하나의 PRB는 $N_{\text{symp}}^{DL} \times N_{\text{sc}}^{RB}$ 개의 자원 요소로 구성된다. 하나의 PRB는 시간 영역에서는 하나의 슬롯에 대응되고 주파수 영역에서는 180kHz에 대응될 수 있지만 이에 한정되는 것은 아니다.

【표 3】

Configuration	N_{sc}^{RB}	N_{symp}^{DL}
Normal cyclic prefix $\Delta f = 15 \text{ kHz}$	12	7
Extended cyclic prefix $\Delta f = 15 \text{ kHz}$		6
	24	3

5

PRB는 주파수 영역에서 0에서 $N_{\text{RB}}^{DL} - 1$ 까지의 값을 갖는다. 주파수 영역에서의 PRB 넘버(number) n_{PRB} 와 하나의 슬롯 내에서의 자원 요소 (k,l) 사이의 관계는

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

상기 VRB의 크기는 PRB의 크기와 같다. VRB는 로컬형 VRB(Localized VRB, LVRB)와 분산형 VRB(Distributed VRB, DVRB)로 나뉘어 정의될 수 있다. 각 타입의 VRB에 대해, 하나의 서브프레임 내의 두 개의 슬롯에 있는 한 쌍의 VRB는 단일 VRB 넘버 n_{VRB} 가 함께 할당된다.

상기 VRB은 PRB과 동일한 크기를 가질 수 있다. 두 가지 타입의 VRB이 정의되는데, 첫째 타입은 로컬형 VRB(Localized VRB, LVRB)이고, 둘째 타입은 분산형 VRB(Distributed VRB, DVRB)이다. 각 타입의 VRB에 대해, 한 쌍(pair)의 VRB이 단일의 VRB 인덱스 (이하, VRB 넘버(number)로 지칭될 수도 있다)를 가지고 1개의 서브프레임의 2개의 슬롯에 걸쳐 할당된다. 다시 말하면, 하나의

5 서브프레임을 구성하는 2개의 슬롯 중 제 1 슬롯에 속하는 N_{RB}^{DL} 개의 VRB들은 각각 0부터 $N_{RB}^{DL}-1$ 중 어느 하나의 인덱스 (Index)를 할당 받고, 위의 2개의 슬롯 중 제 2 슬롯에 속하는 N_{RB}^{DL} 개의 VRB들도 마찬가지로 각각 0부터 $N_{RB}^{DL}-1$ 중 어느 하나의 인덱스를 할당받는다.

이하에서 일반적인 다중 안테나(MIMO) 기술을 개괄적으로 살펴보도록 한다. MIMO는 "Multi-Input Multi-Output"의 줄임 말로 기존에 한 개의 송신안테나와 한 개의 수신안테나를
 10 사용했던 것에서 탈피하여, 다중 송신 안테나와 다중 수신 안테나를 채택해 송수신 데이터 효율을 향상시킬 수 있는 방법을 말한다. 즉, 무선통신 시스템의 송신단 혹은 수신단에서 다중안테나를 사용하여 용량증대 혹은 성능개선을 꾀하는 기술이다. 이하에서는 "MIMO"를 "다중안테나"라 칭하기로 한다.

다중안테나 기술이란, 하나의 전체 메시지를 수신하기 위해 단일 안테나 경로에 의존하지 않고
 15 여러 안테나에서 수신된 단편적인 데이터 조각을 한데 모아 완성하는 기술을 응용한 것이다. 이를 통해, 특정 범위에서 데이터 전송 속도를 향상시키거나 특정 데이터 전송 속도에 대해 시스템 범위를 증가시킬 수 있다.

차세대 이동통신은 기존 이동통신에 비해 훨씬 높은 데이터 전송률을 요구하므로 효율적인

다중안테나 기술이 반드시 필요할 것으로 예상된다. 이와 같은 상황에서 MIMO 통신 기술은 이동통신 단말과 중계기 등에 폭넓게 사용할 수 있는 차세대 이동통신 기술이며, 데이터 통신 확대 등으로 인해 한계 상황에 따라 다른 이동통신의 전송량 한계를 극복할 수 있는 기술로서 관심을 모으고 있다.

5 한편, 현재 연구되고 있는 다양한 전송효율 향상 기술 중 송수신단 모두에 다수의 안테나를 사용하는 다중 안테나(MIMO) 기술은 추가적인 주파수·할당이나 전력증가 없이도 통신 용량 및 송수신 성능을 획기적으로 향상시킬 수 있는 방법으로서 현재 가장 큰 주목을 받고 있다.

도 5는 일반적인 다중 안테나(MIMO) 통신 시스템의 구성도이다.

도 5에 도시된 바와 같이, 송신 안테나의 수를 N_T 개로, 수신 안테나의 수를 N_R 개로 동시에
10 늘리게 되면, 송신기나 수신기에서만 다수의 안테나를 사용하게 되는 경우와 달리 안테나 수에 비례하여 이론적인 채널 전송 용량이 증가하므로, 전송 레이트를 향상시키고, 주파수 효율을 획기적으로 향상시킬 수 있다. 채널 전송 용량의 증가에 따른 전송 레이트는 하나의 안테나를 이용하는 경우의 최대 전송 레이트(R_0)에 다음과 같은 레이트 증가율(R_i)이 곱해진 만큼으로 이론적으로 증가할 수 있다. 레이트 증가율(R_i)은 다음 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

15 **【수학식 1】**

$$R_i = \min(N_T, N_R)$$

상술한 바와 같은 다중 안테나 시스템에 있어서의 통신 방법을 보다 구체적인 방법으로 설명하기 위해 이를 수학적으로 모델링하는 경우 다음과 같이 나타낼 수 있다.

먼저, 도 5에 도시된 바와 같이 NT개의 송신 안테나와 NR개의 수신 안테나가 존재하는 것을 가정한다.

먼저, 송신 신호에 대해 살펴보면, 이와 같이 NT개의 송신 안테나가 있는 경우 최대 전송 가능한 정보는 NT개 이므로, 이를 다음 수학식 2와 같은 벡터로 나타낼 수 있다.

5 【수학식 2】

$$\mathbf{s} = [s_1, s_2, \dots, s_{N_T}]^T$$

한편, 각각의 전송 정보 s_1, s_2, \dots, s_{N_T} 에 있어 전송 전력을 달리할 수 있으며, 이 경우 각각의 전송 전력을 P_1, P_2, \dots, P_{N_T} 라 하면, 전송 전력이 조정된 전송 정보는 다음 수학식 3과 같은 벡터로 나타낼 수 있다.

10 【수학식 3】

$$\hat{\mathbf{s}} = [\hat{s}_1, \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_{N_T}]^T = [P_1 s_1, P_2 s_2, \dots, P_{N_T} s_{N_T}]^T$$

또한, $\hat{\mathbf{s}}$ 를 전송 전력의 대각행렬 P로 다음 수학식 4와 같이 나타낼 수 있다.

 【수학식 4】

사용하는 경우로 나누어 생각해 볼 수 있다.

공간 멀티플렉싱을 사용하는 경우는 서로 다른 신호를 다중화하여 보내게 되므로, 정보 벡터 s 의 원소들이 모두 다른 값을 가지게 되는 반면, 공간 다이버시티를 사용하게 되면 같은 신호를 여러 채널 경로를 통하여 보내게 되므로 정보 벡터 s 의 원소들이 모두 같은 값을 갖게 된다.

5 물론, 공간 멀티플렉싱과 공간 다이버시티를 혼합하는 방법도 고려 가능하다. 즉, 예를 들어 3개의 송신 안테나를 통하여 같은 신호를 공간 다이버시티를 이용하여 전송하고, 나머지는 각각 다른 신호를 공간 멀티플렉싱하여 보내는 경우도 고려할 수 있다. 다음으로, 수신신호는 N_R 개의 수신

안테나가 있는 경우, 각 안테나의 수신신호 y_1, y_2, \dots, y_{N_R} 을 벡터 y 로 다음 수학식 6과 같이 나타내기로 한다.

10 【수학식 6】

$$y = [y_1, y_2, \dots, y_{N_R}]^T$$

한편, 다중 안테나 통신 시스템에 있어서의 채널을 모델링하는 경우, 채널은 송수신 안테나 인덱스에 따라 구분할 수 있으며, 송신 안테나 j 로부터 수신 안테나 i 를 거치는 채널을 h_{ij} 로 표시하기로 한다. 여기서, h_{ij} 의 인덱스의 순서가 수신 안테나 인덱스가 먼저, 송신안테나의 인덱스가
 15 나중임에 유의한다. 이러한 채널은 여러 개를 한데 묶어서 벡터 및 행렬 형태로도 표시 가능하다. 벡터 표시의 예를 들어 설명하면 다음과 같다.

도 6은 N_T 개의 송신 안테나에서 수신 안테나 i 로의 채널을 도시한 도면이다

도 6에 도시된 바와 같이, 총 N_T 개의 송신 안테나로부터 수신안테나 i 로 도착하는 채널은 다음 수학식 7과 같이 표현 가능하다.

【수학식 7】

$$\mathbf{h}_i^T = [h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iN_T}]$$

5 또한, 상기 수학식 7과 같은 행렬 표현을 통해 N_T 개의 송신 안테나로부터 N_R 개의 수신 안테나를 거치는 채널을 모두 나타내는 경우 다음 수학식 8과 같이 나타낼 수 있다.

【수학식 8】

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^T \\ \mathbf{h}_2^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_i^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_{N_R}^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ h_{i1} & h_{i2} & \dots & h_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \dots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix}$$

10 한편, 실제 채널은 위와 같은 채널 행렬 \mathbf{H} 를 거친 후에 백색 잡음(AWGN: Additive White Gaussian Noise)가 더해지게 되므로, N_R 개의 수신 안테나 각각에 더해지는 백색 잡음 $n_1, n_2, \dots,$

\mathbf{n}_{N_R} 을 벡터로 표현하면 다음 수학식 9와 같다.

【수학식 9】

$$\mathbf{n} = \left[n_1, n_2, \dots, n_{N_R} \right]^T$$

상술한 바와 같은 전송 신호, 수신 신호, 채널, 및 백색 잡음의 모델링을 통해 다중 안테나 통신 시스템에서의 각각은 다음 수학식 10과 같은 관계를 통해 나타낼 수 있다.

【수학식 10】

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_{N_R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \dots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{NR1} & h_{NR2} & \dots & h_{NRN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_j \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_i \\ \vdots \\ n_{N_R} \end{bmatrix} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n}$$

5

한편, 채널의 상태를 나타내는 채널 행렬 H의 행(row)과 열(column)의 수는 송수신 안테나 수에 의해서 결정된다. 채널 행렬 H는 앞서 살펴본 바와 같이 행의 수는 수신 안테나의 수 NR과 같아지고, 열의 수는 송신 안테나의 수 NT와 같아지게 된다. 즉, 채널 행렬 H는 NR×NT 행렬이 된다.

일반적으로, 행렬의 랭크(rank)는 서로 독립인(independent) 행 또는 열의 개수 중에서 최소 개수로 정의된다. 따라서, 행렬의 랭크는 행 또는 열의 개수보다 클 수 없게 된다. 수식적으로 예를 들면, 채널 행렬 H의 랭크(rank(H))는 다음 수학식 11과 같이 제한된다.

【수학식 11】

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

이동통신 시스템에서 송신단이 수신단으로 패킷(혹은 신호)을 전송할 때, 송신단이 전송하는 패킷은 무선 채널을 통해서 전송되기 때문에 전송과정에서 신호의 왜곡이 발생할 수 있다. 이렇게 왜곡된 신호를 수신단에서 올바르게 수신하기 위해서, 수신단은 채널 정보를 알아내어 수신 신호에서 그 채널 정보만큼 전송 신호의 왜곡을 보정함으로써 올바른 신호를 수신할 수 있는 것이다. 이렇게

5 채널의 정보를 알아내기 위해서는 송신단과 수신단에서 모두 알고 있는 신호를 전송할 필요가 있다. 즉, 수신단에서 알고 있는 신호가 채널을 통해 수신될 때 그 신호의 왜곡 정도를 가지고 채널의 정보를 알아내는 방법을 주로 사용하는데, 이때 전송되는 송신측과 수신측이 모두 알고 있는 신호를 참조신호 또는 파일럿 신호(Pilot Signal)라고 한다.

기존에는 송신단이 수신단으로 패킷을 전송할 때, 지금까지 한 개의 송신안테나와 한 개의

10 수신안테나를 사용했었다. 그러나 또한, 최근 대부분의 이동통신 시스템에서는 다중 송신안테나와 다중 수신안테나를 채택해 송수신 데이터 효율을 향상시킬 수 있는 방법을 사용한다. 이동통신 시스템의 송신단 혹은 수신단에서 용량증대, 통신 성능을 개선하기 위해서 다중안테나를 사용하여 데이터를 송수신하는 경우에, 각 송신안테나 별로 별도의 참조신호가 존재한다. 수신단은 알고 있는 각 송신 안테나 별 참조신호를 이용하여 각 송신안테나로부터 전송된 신호를 잘 수신할 수 있다.

15 이동통신 시스템에서 참조신호는 그 목적에 따라 크게 두 가지로 구분될 수 있다. 참조신호에는 채널 정보 획득을 위한 목적을 위한 것과 데이터 복조를 위해 사용되는 것이 있다. 전자는 단말이 하향링크로의 채널 정보를 획득할 수 있는데 그 목적이 있으므로, 광대역으로 전송될 필요가 있으며, 특정 서브 프레임에서 하향링크 데이터를 수신하지 않는 단말이라도 그 참조신호를 수신하고 측정할 수 있어야 한다. 또한 이러한 채널 측정용 참조신호는 핸드 오버의 측정 등을

위해서도 사용될 수 있다. 후자는 기지국이 하향링크 신호를 전송할 때 해당 자원에 함께 보내는 참조신호로서, 단말은 해당 참조신호를 수신함으로써 채널 추정을 할 수 있고, 따라서 데이터를 복조할 수 있게 된다. 이러한 복조용 참조신호는 데이터가 전송되는 영역에 전송되어야 한다.

도 7의 (a) 및 (b)는 이동통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE 시스템에서의 참조신호 패턴을 나타낸 도면으로, 도 7의 (a)는 normal CP(Cyclic Prefix)가 적용된 경우의 참조신호 패턴을 도시한 도면이고, 도 7의 (b)는 extended CP가 적용된 경우의 참조신호 패턴을 도시한 도면이다.

이동통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE release-8 시스템에서는 유니캐스트 서비스(unicast service)를 위해서 두 가지 종류의 하향링크 참조신호가 정의되어 있다. 채널 상태에 대한 정보 획득 및 핸드오버 등의 측정 등을 공통 참조신호(Common Reference Signal, CRS)와 데이터 복조를 위해 사용되는 전용 참조신호(Dedicated Reference Signal, DRS) (UE-specific 참조신호에 해당함)라고 불리우는 두 가지의 참조신호가 있다. LTE Release-8 시스템에서 단말-특정(UE-specific) 참조신호는 데이터 복조용으로만 사용되며 CRS는 채널 정보 획득 및 데이터 복조의 두 가지 목적으로 다 사용된다. 이 CRS는 셀-특정(cell-specific) 참조신호로서, 기지국은 광대역(wideband)에 걸쳐 매 서브프레임마다 CRS를 전송한다. 셀-특정(Cell-specific) CRS는 기지국의 전송 안테나 개수에 따라서 최대 4개의 안테나 포트에 대한 참조신호가 전송된다.

도 7의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 4개 안테나 포트에 대한 CRS(1, 2, 3, 4)는 각각 안테나 포트 별로의 참조신호인 R0, R1, R2, R3를 나타냄)는 1RB 에서 시간-주파수 자원이 중첩되지 않도록 할당된다. LTE 시스템에서 CRS가 시간-주파수 자원에 맵핑될 때에는, 주파수 축에서 한 안테나 포트에 대한 참조신호는 6 RE(Resource Element)당 1개의 RE에 맵핑되어 전송된다. 한 RB가 주파수

축에서 12개의 RE로 구성되어 있으므로 한 안테나 포트에 대한 RE는 한 RB당 2개의 RE가 사용된다.

도 7의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, DRS("D"라고 도시됨)는 PDSCH의 단일-안테나 포트 전송을 위해 지원된다. 단말은 상위 계층으로부터 단말-특정(UE-specific) RS가 있는지 없는지에 대한

정보 등을 수신할 수 있다. 데이터 복조가 필요하다면, 단말로 단말-특정(UE-specific) RS가 자원요소를

5 통해 전송된다. 한편, 자원블록(RB)으로의 RS 매핑 규칙은 다음 수학식 12 내지 수학식 14와 같이

나타낼 수 있다. 다음 수학식 12는 CRS 매핑 규칙을 나타내기 위한 식이다. 그리고, 수학식 13은

normal CP가 적용되는 DRS의 매핑 규칙을 나타내기 위한 식이고, 수학식 14는 extended CP가

적용되는 DRS의 매핑 규칙을 나타내기 위한 식이다.

【수학식 12】

$$k = 6m + (v + v_{\text{shift}}) \bmod 6$$

$$l = \begin{cases} 0, N_{\text{syml}}^{\text{DL}} - 3 & \text{if } p \in \{0, 1\} \\ 1 & \text{if } p \in \{2, 3\} \end{cases}$$

$$m = 0, 1, \dots, 2 \cdot N_{\text{KB}}^{\text{DL}} - 1$$

$$m' = m + N_{\text{KB}}^{\text{maxDL}} - N_{\text{KB}}^{\text{DL}}$$

10

$$v = \begin{cases} 0 & \text{if } p = 0 \text{ and } l = 0 \\ 3 & \text{if } p = 0 \text{ and } l \neq 0 \\ 3 & \text{if } p = 1 \text{ and } l = 0 \\ 0 & \text{if } p = 1 \text{ and } l \neq 0 \\ 3(n_s \bmod 2) & \text{if } p = 2 \\ 3 + 3(n_s \bmod 2) & \text{if } p = 3 \end{cases}$$

$$v_{\text{shift}} = N_{\text{ID}}^{\text{cell}} \bmod 6$$

[수학식 13]

$$k = (k') \bmod N_{sc}^{RB} + N_{sc}^{RB} \cdot n_{PRB}$$

$$k' = \begin{cases} 4m' + v_{shift} & \text{if } l \in \{2,3\} \\ 4m' + (2 + v_{shift}) \bmod 4 & \text{if } l \in \{5,6\} \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} 3 & l' = 0 \\ 6 & l' = 1 \\ 2 & l' = 2 \\ 5 & l' = 3 \end{cases}$$

$$l' = \begin{cases} 0,1 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \\ 2,3 & \text{if } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$m' = 0,1,\dots, 3N_{RB}^{PDSCH} - 1$$

$$v_{shift} = N_{ID}^{cell} \bmod 3$$

[수학식 14]

$$k = (k') \bmod N_{sc}^{RB} + N_{sc}^{RB} \cdot n_{PRB}$$

$$k' = \begin{cases} 3m' + v_{shift} & \text{if } l = 4 \\ 3m' + (2 + v_{shift}) \bmod 3 & \text{if } l = 1 \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} 4 & l' \in \{0,2\} \\ 1 & l' = 1 \end{cases}$$

$$l' = \begin{cases} 0 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \\ 1,2 & \text{if } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$m' = 0,1,\dots, 4N_{RB}^{PDSCH} - 1$$

5

$$v_{shift} = N_{ID}^{cell} \bmod 3$$

상기 수학식 12 내지 수학식 14에서, k 및 p는 각각 부반송파 인덱스 및 안테나 포트를

나타낸다. N_{RB}^{DL} , n_s , N_{cell}^{ID} 는 각각 하향링크에 할당된 RB의 수, 슬롯 인덱스의 수, 셀 ID의 수를 나타낸다. RS의 위치는 주파수 도메인 관점에서 V_{shift} 값에 따라 달라진다.

차세대 이동통신 시스템의 표준인 3GPP LTE-A 시스템에서는 데이터 전송률 향상을 위해 기존 시스템에서는 지원되지 않았던 CoMP(Coordinated Multi Point) 방식, Multi User-MIMO(MU-MIMO) 방식을 지원할 것으로 예상된다. 여기서, CoMP 시스템은 음영 지역에 있는 단말 및 기지국(셀 또는 섹터) 간의 통신성능을 향상시키기 위해 2개 이상의 기지국 혹은 셀이 서로 협력하여 단말과 통신하는 시스템을 말한다.

CoMP 방식은 데이터 공유를 통한 협력적 MIMO 형태의 조인트 프로세싱(CoMP-Joint Processing, CoMP-JP) 및 협력 스케줄링/빔포밍(CoMP-Coordinated Scheduling/beamforming, CoMP-CS/CB) 방식으로 구분할 수 있다.

하향링크의 경우 조인트 프로세싱(CoMP-JP) 방식에서, 단말은 CoMP를 수행하는 각 기지국으로부터 데이터를 순간적으로 동시에 수신할 수 있으며, 각 기지국으로부터의 수신한 신호를 결합하여 수신 성능을 향상시킬 수 있다. 이와 달리, 협력 스케줄링/빔포밍 방식(CoMP-CS)에서, 단말은 빔포밍을 통해 데이터를 순간적으로 하나의 기지국을 통해서 수신할 수 있다.

상향링크의 경우 조인트 프로세싱(CoMP-JP) 방식에서, 각 기지국은 단말로부터 PUSCH 신호를 동시에 수신할 수 있다. 이와 달리, 협력 스케줄링/빔포밍 방식(CoMP-CS)에서, 하나의 기지국만이 PUSCH를 수신하는데 이때 협력 스케줄링/빔포밍 방식을 사용하기로 하는 결정은 협력 셀(혹은 기지국)들에 의해 결정된다.

MU-MIMO 기술은 기지국이 각 안테나 자원을 다른 단말에게 할당하는 것으로, 안테나 별로 고속 데이터 전송률이 가능한 단말을 선택하여 스케줄링하는 방식이다. 이러한 MU-MIMO 방식은 시스템 처리율(system throughput)을 향상시키는 기술이다.

도 8은 SRS 심볼을 포함하는 상향링크 서브프레임 구성의 일 예를 나타낸 도면이다.

5 도 8을 참조하면, 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS)는 상향링크 데이터 및/또는 제어 정보 전송과 관련이 없으며, 주로 상향링크 상에서 주파수-선택적 스케줄링이 가능하도록 채널 품질을 평가하는데 사용된다. 그러나, SRS는 최근에 스케줄링되지 않은 단말에 대해서는 다양한 기능들을 제공하거나 전력 제어를 향상시키는 등과 같은 다른 목적으로 사용될 수도 있다. SRS는 상향링크 채널 측정에 사용되는 참조신호로, 각 단말이 기지국으로 전송하는 파일럿 신호로서, 각

10 단말로부터 기지국까지의 채널 상태를 기지국이 추정하는데 이용된다. SRS를 전송하는 채널은 각 단말 상태에 따라 각 단말마다 서로 다른 전송 대역폭 및 전송 주기를 가질 수 있다. 채널 추정 결과를 바탕으로 기지국은 매 서브프레임마다 어떤 단말의 데이터 채널을 스케줄링할 것인지 여부를 결정할 수 있다.

무선채널은 상향링크 및 하향링크 간에 상호적 관계(reciprocal)에 있다는 가정하에서 SRS는

15 하향링크 채널 품질을 추정하는데 사용될 수 있다. 이러한 가정은 상향링크와 하향링크가 동일한 주파수 영역을 공유하며 시간 영역에서는 분리된 시간 분할 듀플렉스(Time Division Duplex, TDD) 시스템에서 유효하다. 셀 내 단말에 의해 SRS가 전송되는 서브프레임은 셀-특정(cell-specific) 방송 시그널링에 의해 지시될 수 있다. 4 비트 크기의 셀-특정 'srssubframeConfiguration' 파라미터가 각 무선 프레임 내에서 SRS가 전송될 수 있는 15개의 가능한 서브프레임 세트를 지시한다. 이러한

구성은 SRS 오버헤드를 조정하는데 있어 유연성을 제공한다. 도 9에 도시한 바와 같이, 단말은 SRS를 구성된 서브프레임에서 마지막 SC-FDMA 심볼을 통해 전송할 수 있다.

따라서, SRS 및 데이터 복조용 참조신호(DeModulation-Reference Signal, DM-RS)는 서브프레임에서 서로 다른 SC-FDMA 심볼에 위치하게 된다. 동일한 서브프레임의 마지막 SC-FDMA로 5 전송되는 여러 단말의 사운딩 참조신호들은 주파수 위치에 따라 구분이 가능하다. 단말의 PUSCH 데이터는 SRS를 위해 설계된 SC-FDMA 심볼을 통해서는 전송되지 않기 때문에, 최악의 경우 매 서브프레임 마다 SRS 심볼을 가짐으로써 7%의 사운딩 오버헤드가 발생하게 된다.

SRS는 카작(Constant Amplitude Zero Auto Correlation, CAZAC) 시퀀스 등에 의해서 생성되며, 여러 단말로부터 전송된 사운딩 참조신호들은 아래 수학적 식 15에 따른 서로 다른 순환 천이(cyclic

10 shift) 값(α)을 갖는 CAZAC 시퀀스($r^{SRS}(n) = r_{u,v}^{(\alpha)}(n)$)이다. 여기서 $r^{SRS}(n)$ 는 SRS 시퀀스이다.

【수학적 식 15】

$$\alpha = 2\pi \frac{n_{SRS}^{cs}}{8}$$

여기서 n_{SRS}^{cs} 는 상위 계층에 의하여 각 단말에 설정되는 값으로, 0 내지 7 사이의 정수 값을 갖는다. 하나의 CAZAC 시퀀스로부터 순환 천이를 통하여 발생된 CAZAC 시퀀스들은 각자 자신과 15 다른 순환 천이 값을 갖는 시퀀스들과 영의 상관 값(zero-correlation)을 갖는 특성이 있다. 이러한 특성을 이용하여 동일한 주파수 영역의 SRS들은 CAZAC 시퀀스 순환 천이 값에 따라 구분될 수 있다. 각 단말의 SRS는 기지국에서 설정하는 파라미터에 따라 주파수 상에 할당된다. 단말은 상향링크

데이터 전송 대역폭 전체로 SRS를 전송할 수 있도록 사운딩 참조신호의 주파수 호핑(hopping)을 수행한다.

- 앞서 언급한 바와 같이, 3GPP LTE Release 8/9 시스템의 경우, 단말의 SRS 전송은 오직 주기적 SRS 전송만을 지원하며, 이를 통해 기지국은 각 단말의 상향링크 채널 품질을 추정할 수 있다. 이때,
- 5 기지국이 추정한 채널은 주파수 의존 스케줄링(frequency dependent scheduling), 링크 레벨 적응(link level adaptation), 타이밍 추정(timing estimation) 그리고, 상향링크 전력 제어(UL power control) 등의 기능을 위해 사용된다. 기지국은 SRS 상향링크 구성(configuration)을 SRS 파라미터를 통해 단말-특정(UE-specific) 하게 또는 셀-특정(Cell-specific)하게 상위 계층 시그널링(예를 들어, RRC 시그널링) 등을 통해 각 단말에게 전송해 줄 수 있다. 기지국은 단말에게 다음 표 4와 같이 SRS
- 10 상향링크 구성 정보를 SRS 상향링크 구성 정보 요소(Information Element) 메시지의 타입으로 알려줄 수 있다.

【표 4】

SoundingRS-UL-Config information element

```

-- ASN1START
SoundingRS-UL-ConfigCommon ::= CHOICE {
    release          NULL,
    setup           SEQUENCE {
        srs-BandwidthConfig      ENUMERATED {bw0, bw1, bw2, bw3, bw4, bw5, bw6, bw7},
        srs-SubframeConfig       ENUMERATED {
            sc0, sc1, sc2, sc3, sc4, sc5, sc6, sc7,
            sc8, sc9, sc10, sc11, sc12, sc13, sc14, sc15},
        ackNackSRS-SimultaneousTransmission BOOLEAN,
        srs-MaxUpPts             ENUMERATED {true}          OPTIONAL -- Cond TDD
    }
}

SoundingRS-UL-ConfigDedicated ::= CHOICE{
    release          NULL,
    setup           SEQUENCE {
        srs-Bandwidth          ENUMERATED {bw0, bw1, bw2, bw3},
        srs-HoppingBandwidth   ENUMERATED {hbw0, hbw1, hbw2, hbw3},
        freqDomainPosition     INTEGER (0..23),
        duration               BOOLEAN,
        srs-ConfigIndex        INTEGER (0..1023),
        transmissionComb        INTEGER (0..1),
        cyclicShift             ENUMERATED {cs0, cs1, cs2, cs3, cs4, cs5, cs6, cs7}
    }
}

-- ASN1STOP

```

다음 표 5는 상기 표 4에서 SoundingRS-UL-Config information element 메시지 타입에 포함된

SRS 구성 파라미터들을 나타낸 표이다.

【표 5】

Sounding RS parameter name	Significance	Signalling type
srsBandwidthConfiguration	Maximum SRS bandwidth in the cell	Cell-specific
srsSubframeConfiguration	Sets of subframes in which SRS may be transmitted in the cell	Cell-specific
srsBandwidth	SRS transmission bandwidth for a UE	UE-specific
frequencyDomainPosition	Frequency-domain position	UE-specific
srsHoppingBandwidth	Frequency hop size	UE-specific
Duration	Single SRS or periodic	UE-specific
srsConfigurationIndex	Periodicity and subframe offset	UE-specific
transmissionComb	Transmission comb offset	UE-specific
m_{SRS}^{CS}	Cyclic shift	UE-specific

표 4 및 표 5를 참조하면, 기지국이 단말에게 알려주는 SRS 구성 정보(SRS configuration information)는 SRS 구성 파라미터로 srsBandwidthConfiguration 파라미터, srsSubframeConfiguration 파라미터, srsBandwidth 파라미터, frequencyDomainPosition 파라미터, SrsHoppingBandwidth 파라미터, duration 파라미터, srsConfigurationIndex 파라미터, transmissionComb 파라미터를 포함할 수 있다.

srsBandwidthConfiguration 파라미터는 셀에서의 최대 SRS 대역폭 정보를 나타내며, srsSubframeConfiguration 파라미터는 셀에서 단말이 SRS를 전송할 서브프레임 세트 정보를 나타낸다. 기지국은 srsSubframeConfiguration 파라미터를 단말에게 셀-특정(cell-specific) 시그널링으로 알려줄 수 있다. 표 4에 나타난 바와 같이, 기지국은 srsSubframeConfiguration 파라미터를 4 비트 크기(sc0, sc1, sc2, sc3, sc4, sc5, sc6, sc7 sc8 sc9 sc10, sc11, sc12, sc13, sc14, sc15을 지시)로 단말에게 시그널링해 줄 수 있다. srsBandwidth 파라미터는 단말의 SRS 전송 대역폭을

나타내며, frequencyDomainPosition 파라미터는 주파수 영역의 위치를 나타내며, SrsHoppingBandwidth 파라미터는 SRS 주파수 호핑 크기, duration 파라미터는 한 번의 SRS 전송인지 아니면 주기적 SRS 전송인지를 나타내며, srsConfigurationIndex 파라미터는 SRS의 주기성(Periodicity) 및 서브프레임 오프셋(예를 들어, 프레임의 첫 번째 서브프레임에서 첫 SRS가 전송되는 서브프레임까지의 시간 단위를 나타냄)을 지시하며, transmissionComb 파라미터는 전송 comb 오프셋을 나타낸다.

기지국은 srsBandwidthConfiguration 파라미터 및 srsSubframeConfiguration 파라미터를 셀-특정 시그널링으로 단말에게 알려줄 수 있고, 이와 달리 기지국은 srsBandwidth 파라미터, frequencyDomainPosition 파라미터, SrsHoppingBandwidth 파라미터, duration 파라미터, srsConfigurationIndex 파라미터, transmissionComb 파라미터를 단말 별로 특정하게 단말-특정 (UE-specific) 시그널링을 통해 알려줄 수 있다.

3GPP LTE Release 10 시스템은 기존 시스템 보다 더욱 적응적인(adaptive) 상향링크 채널 품질 추정 및 효율적인 SRS 자원 사용을 위해 비주기적(aperiodic) SRS 전송을 지원한다. 비주기적 SRS 전송의 트리거링(triggering) 방법에 대해서는 현재에도 논의가 진행 중이고, 일 예로서 기지국이 PDCCH 내의 DL/UL grant에 의해서 트리거링할 수 있다. 즉, 기지국이 단말의 비주기적 SRS 전송을 트리거링하는 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를 포함하는 DL grant 또는 UL grant를 통해 전송하거나, 또는 새로운 메시지 포맷으로 정의하여 전송해 줄 수 있다. 본 발명에서는 단말의 비주기적 SRS 전송을 트리거링하는 메시지를 비주기적 SRS 트리거링 grant(혹은 비주기적 SRS 트리거링 지시자 등)라고 하여 이를 기준으로 이하 설명하도록 한다.

본 발명에서, 기지국은 단말에게 상위 계층 시그널링(higher layer signaling)을 통해 다수의 (multiple) 비주기적 SRS 구성(configuration)들에 대한 정보를 줄 수 있다. 기지국이 전송하는 다수의 비주기적 SRS 구성 정보는 비주기적 SRS 트리거링 grant가 수신된 서브프레임 인덱스 정보나 비주기적 SRS 트리거링 grant의 수신 서브프레임과 이에 대응하는 비주기적 SRS 전송 서브프레임과의 시간 관계, 비주기적 SRS 전송을 위한 자원에 대한 정보 등을 포함할 수 있다. 본 발명에서는 단말이 다수의 비주기적 SRS 구성을 선택적으로 적용하는 방식을 제안한다. 특히 단말은 비주기적 SRS 트리거링 grant가 수신된 서브프레임 인덱스 정보나 비주기적 SRS 트리거링 grant의 수신 서브프레임과 이에 대응하는 비주기적 SRS 전송 서브프레임과의 시간 관계를 이용하여 비주기적 SRS 구성(configuration)을 적응적으로 스위칭할 수 있다.

여기서, 비주기적 SRS 구성들의 개수는 비주기적 SRS 트리거링 grant 도착 시점의 서브프레임 인덱스 분류 기준이나 비주기적 SRS 트리거링 grant의 수신 서브프레임과 이에 대응하는 비주기적 SRS 전송 서브프레임 사이의 시간 관계 정의에 따라 다를 수 있다. 이러한 본 발명에서 제안하는 방식은 비주기적 SRS 구성 스위칭을 위한 추가적인 시그널링 오버헤드를 요구하지 않는 장점이 있으며, 또한 적응적인 비주기적 SRS 구성 스위칭을 통해 SRS 커버리지 문제와 동일 채널의 이종망(co-channel HetNet(Heterogeneous Network))의 상향링크 신호 간섭 문제를 효율적으로 해결할 수 있다.

먼저, 상기 제안한 방식의 비주기적 SRS를 전송하기 위한 자원으로 3GPP LTE Release 8/9 시스템에서 정의하는 셀 별로 특정한 셀-특정(cell-specific) 주기적 SRS 자원 및 단말-특정 비주기적 자원 및 단말-특정(UE-specific) 주기적 SRS 자원을 재사용하는 것을 고려할 수 있다. 따라서, 이러한

방식은 새로운 추가적인 비주기적 SRS 자원을 정의하는 방식들에 비해 SRS 자원 위치 정보를 시그널링 하는데 필요한 오버헤드가 적고, 효율적인 SRS 자원 사용이 가능하다.

기지국이 상위 계층 시그널링을 통해 전송하는 비주기적 SRS 구성들은 SRS 대역폭, comb, 호핑 대역폭, 시작 물리자원블록(PRB) 할당 등의 파라미터들이 상이한 값을 가짐으로써, 다양하게

5 정의될 수 있다.

상기 제안한 방식은 비주기적 SRS 트리거링 grant를 통해 단순히 비주기적 SRS의 전송 유무만을 결정하는 것이 아니라, 단말이 다수의 비주기적 SRS 구성들을 적응적으로 스위칭 함으로써, 기지국과 단말 간의 상향링크 채널 상태 변화에 더욱 효율적으로 대응할 수 있도록 하는 장점이 있다. 특히 HetNet 같은 상황에서는 단말의 위치에 따라서 적절한 비주기적 SRS 구성이 다를 수

10 있다. 이를 커버하기 위해서 기지국은 단말에게 다수의 비주기적 SRS 구성과 비주기적 SRS 구성에 추가적으로 다수의 비주기적 SRS 구성들의 자원에 대한 정보를 주고, 단말의 프로세서(255)가 그 중 하나를 적절하게 선택하여 동작할 필요가 있다. 예를 들어서, 단말은 UL grant(예를 들어, 비주기적 SRS 전송 트리거링하는 UL grant 또는 PUSCH 전송을 트리거링하는 UL grant)를 포함하는 PDCCH가 내려오는 타이밍에 따라 해당 PDCCH가 내려오는 서브프레임에 묶인(tied) 비주기적 SRS 구성을

15 사용할 수 있을 것이다.

이하에서 단말의 비주기적 SRS 전송 시점에 대해 설명한다. 단말이 비주기적 SRS 트리거링 grant를 특정 프레임의 서브프레임 n(즉, 서브프레임 인덱스가 n인 서브프레임)에서 수신하였다고 가정할 때, 단말의 비주기적 SRS 전송 시점은 일 예로서 서브프레임 n에서 가장 인접한 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임 또는 서브프레임 n+3 이후에 가장 가까운 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임이

될 수 있다. 이러한 셀-특정 주기적 SRS 자원뿐만 아니라, 단말은 단말-특정 비주기적 SRS 자원 및 단말-특정 주기적 SRS 자원을 통해서도 비주기적 SRS 전송을 수행할 수 있다. 그러나 반드시 이에 제한되는 것은 아니다.

또한, 서로 다른 단말들의 비주기적 SRS 전송 시점이 겹치고, 사용 가능한 비주기적 SRS
5 자원이 부족할 경우에는 각 단말들의 비주기적 SRS 대역폭, 주기적 SRS의 전송 주기 등의 요소를 고려하여 비주기적 SRS 전송에 대한 보다 더 우선 순위를 부여할 수 있다.

도 9a 및 도 9b는 각각 셀-특정(cell-specific) 주기적 SRS 전송을 위한 서브프레임의 일례와 단말-특정(UE-specific) 주기적 SRS 전송을 위한 서브프레임의 일 예를 나타낸 도면이다.

도 9a를 참조하면, 기지국은 셀-특정 주기적 SRS 구성으로서 2ms 주기로 주기적 SRS
10 서브프레임(서브프레임 1, 3, 5, 7, 9)(도 9a에서 빗금친 서브프레임 영역)을 구성할 수 있다.

도 9b를 참조하면, 단말-특정 주기적 SRS 구성이 도시되었다. 기지국은 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임으로 구성된 서브프레임 세트에서 일부 세트를 특정 단말에 대해 단말-특정 주기적 SRS 서브프레임으로 할당해 줄 수 있다. 도 9b에서는 일 예로서 기지국이 특정 단말에게 단말-특정 주기적 SRS 구성으로서 4ms 주기로 주기적 SRS 서브프레임(서브프레임 1, 5, 9)을 할당해주고 있다.
15 이 경우 기지국으로부터 단말-특정 주기적 SRS 서브프레임을 할당 받은 특정 단말은 서브프레임 인덱스 1, 5, 9인 서브프레임들(도 9b에서 점모양으로 해칭된 서브프레임 영역)에서 주기적 단말-특정 SRS를 전송할 수 있다.

도 10a, 도 10b 및 도 10c는 각각 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신하는 서브프레임과 이에 대응하는 비주기적 SRS 전송 서브프레임과의 시간 관계를 이용하여 다수의 SRS 구성을

동적으로 선택하는 동작의 일례를 나타낸다.

도 10a, 도 10b 및 도 10c에서는 기지국이 서브프레임 1, 3, 5, 7, 9를 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임으로 구성하였으며, 서브프레임 1, 5, 9를 특정 단말에 대해 단말-특정 주기적 SRS 서브프레임으로 구성하였다고 가정한다.

- 5 기지국은 다수의 비주기적 SRS 구성을 설정하고, 이를 단말에게 알려줄 수 있다. 이들 비주기적 SRS 구성을 각각 제 1 비주기적 SRS 구성, 제 2 비주기적 SRS 구성으로 나타낸다. 이러한 다수의 비주기적 SRS 구성에 관한 정보는 기지국이 단말에게 상위 계층 시그널링 등을 통해 알려주게 된다. 그리고, 이러한 비주기적 SRS 구성에 관한 정보는 단말이 비주기적 SRS를 전송하는 시점에 관한 정보와 비주기적 SRS 전송을 위한 자원에 대한 정보를 포함할 수 있다. 특히 단말이
- 10 비주기적 SRS를 전송하는 시점은 일 예로서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 서브프레임(n)에서 가장 가까운(혹은 빠른) 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임 또는 서브프레임 n+3 이후에 가장 빨리 오는 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임 셀에서 일 수 있다. 또한, 셀-특정 주기적 SRS 자원뿐만 아니라 단말-특정 비주기적 SRS 자원 및 단말-특정 주기적 SRS 자원을 통해 비주기적 SRS가 전송될 수도 있다. 본 발명에서는 일 예로서 비주기적 SRS 구성은 단말이 비주기적 SRS를
- 15 전송하는 시점이 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 서브프레임(서브프레임 n)에서 가장 가까운 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임으로 설정하였다고 가정하여 설명한다. 또한, 도 9a에 도시한 것처럼 셀-특정 주기적 SRS 전송 서브프레임은 일 예로서 2ms의 주기로 설정된다고 가정하여 설명한다.

제 2 비주기적 SRS 구성은 단말이 서브프레임 $n(n=1,2,\dots)$ 에서 수신한 비주기적 SRS 트리거링 grant에 대해 비주기적 SRS를 서브프레임 $n+2$ 에서 전송하는 것이다. 제 1 비주기적 SRS 구성은

단말이 서브프레임 $n+1$ 에서 수신한 비주기적 SRS 트리거링 grant에 대해 비주기적 SRS를 서브프레임 $n+2$ 에서 전송하는 것이다. 이와 같이, 단말의 프로세서(255)는 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신하는 서브프레임과 이에 대응하는 비주기적 SRS 전송 서브프레임과의 시간 관계에 기초하여 다수의 SRS 구성 중 특정 SRS 구성을 선택할 수 있고, 선택한 SRS 구성 동작을 수행할 수 있다. 여기서, 일 예로서 3GPP LTE, LTE-A 시스템에서는 보통 한 프레임은 10개의 서브프레임을 포함하며, 한 프레임 내에 포함된 각 서브프레임의 인덱스를 1부터 10까지 부여하였다고 가정한다.

도 10a를 참조하면, 제 2 비주기적 SRS 구성으로서, 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신하는 서브프레임과 이에 대응하는 비주기적 SRS 전송 서브프레임과의 시간 관계(즉, 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신하는 서브프레임과 이에 대응하는 비주기적 SRS 전송 서브프레임의 인덱스 차이가 2인 경우에는 단말은 서브프레임 $n(n=1,2, \dots)$ 에서 수신한 비주기적 SRS 트리거링 grant에 대해 비주기적 SRS를 서브프레임 $n+2$ 에서 전송하되(이 경우에는 비주기적 SRS 트리거링 grant 수신 시점과 비주기적 SRS를 전송할 시점의 시간 차이가 2), 이때 부분 대역(일 예로서, 서브프레임 $n+2$ 의 주파수 축 상에서의 부분 대역)을 통해 전송하도록 구성될 수 있다. 즉, 단말이 서브프레임 1에서 비주기적 SRS 전송 트리거링 grant를 수신하고 서브프레임 3에서 비주기적 SRS를 전송하도록 구성된다면, 단말은 서브프레임 3의 부분-대역(1010)을 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 마찬가지로, 단말이 서브프레임 5에서 비주기적 SRS 전송 트리거링 grant를 수신하고 서브프레임 7에서 비주기적 SRS를 전송하도록 구성된다면, 단말은 서브프레임 7의 부분-대역(1020)을 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다.

이와 달리, 도 10b를 참조하면, 제 1 비주기적 SRS 구성으로서, 비주기적 SRS 트리거링 grant를

수신하는 서브프레임과 이에 대응하는 비주기적 SRS 전송 서브프레임과의 시간 관계(즉, 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신하는 서브프레임과 이에 대응하는 비주기적 SRS 전송 서브프레임의 인덱스 차이)가 1인 경우에는 단말이 서브프레임 $n+1(n=1,2,\dots)$ 에서 수신한 비주기적 SRS 트리거링 grant에 대해 비주기적 SRS를 서브프레임 $n+2$ 에서 전송하되, 이때, 전체 대역(일 예로서, 서브프레임

5 $n+2$ 의 주파수 축 상에서의 전체 대역)(1030, 1040)을 통해 전송하도록 구성될 수 있다

여기서 부분-대역 SRS 전송 동작이라 함은 단말이 SRS 전송을 위해 할당된 서브프레임의 대역에서 일부 대역만을 이용하여 SRS를 전송하는 것을 말하고, 전체-대역 SRS 전송 동작이라 함은 단말이 SRS 전송을 위해 할당된 서브프레임의 대역에서 전체 대역을 사용하여 SRS를 전송하는 것을 말할 수 있다.

10 전체 대역(Full-band) 비주기적 SRS 전송은 주로 기지국과 단말 간의 상향링크 채널 상태가 좋을 때 선택될 수 있는데, 그 예로서 기지국에 인접한 단말이나 또는 매크로 기지국(MeNB)과 동일한 전송 대역을 사용하는 홈 기지국(HeNB)으로부터 멀리 떨어져 있는 매크로 단말(MUE)이 전체 대역(Full-band) 비주기적 SRS 전송 동작을 수행할 수 있다. 반면에, 부분-대역(partial-band) 비주기적 SRS 전송 동작은 기지국과 단말 간의 상향링크 채널 상태가 좋지 않을 때 선택될 수 있는데, 예를

15 들어, 셀 가장자리에 위치한 단말이나 매크로 기지국과 동일 전송 대역을 사용하는 홈 기지국의 영역 안 또는 근처에 위치하여 상향링크 신호를 전송하는 매크로 단말은 부분-대역(partial-band) 비주기적 SRS 전송 동작을 수행할 수 있다.

단말의 프로세서(255)는 현재 네트워크 상황, 통신 환경, 비주기적 SRS 트리거링 grant 수신 시점 등에 기초하여 유연하게 상기 제안된 제 1 비주기적 SRS 구성과 제 2 비주기적 SRS 구성을

적응적으로 스위칭 함으로써, SRS 커버리지 문제와 동일-채널 이종망(co-channel HetNet)의 상향링크 신호 간섭 문제를 효율적으로 대처할 수 있다.

특히, 도 10a에 도시한 제 2 비주기적 SRS 구성은 부분-대역(partial-band) 비주기적 SRS 전송 방식으로 주파수 호핑 부분-대역(frequency hopping partial-band)(1010, 1020)을 통한 전송 방식이며,

5 단말이 자신의 전송 파워를 전체 SRS 자원 영역 중 일부분에 집중함으로써, SRS 커버리지 문제를 효과적으로 해결할 수 있다.

도 10b에 도시한 제 1 비주기적 SRS 구성에 따라, 단말이 서브프레임 2에서 비주기적 SRS 전송 트리거링 grant를 수신하고 서브프레임 3에서 비주기적 SRS를 전송하도록 구성된다면, 단말은 서브프레임 3의 전체-대역(1030)을 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 마찬가지로, 단말이

10 서브프레임 6에서 비주기적 SRS 전송 트리거링 grant를 수신하고 서브프레임 7에서 비주기적 SRS를 전송하도록 구성된다면, 단말은 서브프레임 7의 전체-대역(1040)을 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다.

도 10c에 도시된 비주기적 SRS 구성은 제 2 비주기적 SRS 구성과 같이 부분-대역(partial-band) 비주기적 SRS 전송 방식으로 설정되지만, 동일-채널 이종망(co-channel HetNet)의 상향링크 신호 간섭 문제를 해결하기 위해 주파수-호핑하지 않는 방식으로 설정될 수 있다. 여기서 매크로 단말과 홈 단말의 상향링크 신호 전송 대역을 서로 직교하는 고정된 부분-대역(1050, 1060)으로 지정한다.

또한, 제 1 비주기적 SRS 구성과 제 2 비주기적 SRS 구성은 각각 도 10a 및 도 10b, 또는 도 10b 및 도 10c의 조합들 중 어느 한가지로 정의될 수도 있으며, 기지국은 정의된 조합 정보 및/또는 선택된 조합 정보를 상위 계층 시그널링을 통해 단말에게 전달해 줄 수 있다.

도 11은 비주기적 SRS 트리거링 grant 도착 시점의 서브프레임 인덱스 분류를 다른 기준으로 적용한 경우의 비주기적 SRS 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 11을 참조하면, 기지국은 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임으로 서브프레임 1, 3, 5, 7, 9를 할당하였고, 특정 단말에게 단말-특정 주기적 SRS 서브프레임으로 서브프레임 1, 5, 9를 할당하였다고 가정하자. 도 11에 도시된 비주기적 SRS 구성에 따라, 단말의 프로세서(255)는 다수의 SRS 구성 중에서, 비주기적 SRS 트리거링 grant가 도착한 서브프레임의 인덱스가 홀수인 경우(n=1, 3, 5, 7, 9) 에는(이 경우, 서브프레임 인덱스를 첫 번째 서브프레임을 1로 인덱싱한 경우) 상기 제 1 비주기적 SRS 구성을 선택할 수 있고, 비주기적 SRS 트리거링 grant가 도착한 서브프레임의 인덱스가 짝수이면 상기 제 2 비주기적 SRS 구성을 선택할 수 있다.

10 예를 들어, 단말이 홀수 인덱스 서브프레임인 서브프레임 1에서 비주기적 SRS 전송 트리거링 grant를 수신하면, 서브프레임 1에서 가장 가까운 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임인 서브프레임 3에서 전체-대역(1110)을 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 또한, 단말이 짝수 인덱스 서브프레임인 서브프레임 6에서 비주기적 SRS 전송 트리거링 grant를 수신하면, 단말은 가장 가까운 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임인 서브프레임 7에서 부분-대역(1120)을 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다.

도 11의 또 다른 실시형태로서, 기지국이 특정 프레임에서 특정 단말에게 할당한 단말-특정(UE-specific) 주기적 SRS 서브프레임 인덱스를 n(예를 들어, n=1, 5, 9)이라고 할 때, 비주기적 SRS 트리거링 grant가 수신된 서브프레임을 n-4 시점의 서브프레임 또는 n-4 시점 이외의 서브프레임으로 구분하는 방식이다. 여기서, n-4 시점에 대한 정의는 다른 값으로 다양하게 지정이

- 가능하다. 도 11에서, 단말이 비주기적 SRS 트리거링 grant를 서브프레임 인덱스 1인 서브프레임(즉, 첫 번째 서브프레임(서브프레임 1))에서 수신하면, 서브프레임 1은 서브프레임 인덱스 5인 서브프레임(즉, 서브프레임 5)의 $n-4$ 시점의 서브프레임에 해당하므로, 단말은 이때 서브프레임 1에 후속하는 가장 가까운(혹은 빠른) 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임인 서브프레임 3에서
- 5 전체-대역(full-band)(1110)을 통해 SRS 전송 동작을 수행할 수 있다. 또한, 단말이 서브프레임 인덱스 6인 서브프레임(즉, 서브프레임 6)에서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신하면, 서브프레임 6은 서브프레임 인덱스 9인 서브프레임(즉, 서브프레임 9)의 $n-4$ 시점의 서브프레임이 아니므로, 단말은 서브프레임 6에서 가장 가까운 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임인 서브프레임 7에서
- 부분-대역(1120)을 통해 SRS 전송 동작을 수행할 수 있다.
- 10 이와 같이, 단말이 비주기적 SRS 트리거링 grant를 $n-4$ 시점의 서브프레임에서 수신한 경우는, 전체-대역 비주기적 사운딩으로 동작하는 즉, 상기 제 3 비주기적 SRS 구성으로 동작할 수 있고, 이외에는 부분-대역 비주기적 사운딩으로 동작하는, 즉 상기 제 4 비주기적 SRS 구성으로 동작할 수 있다. 여기서, 상기 제 1 및 제 2 비주기적 SRS 구성과 공통되는 내용은 단말이 비주기적 SRS를
- 15 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 서브프레임에서 가장 가까운 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임을 통해 전송하는 방식을 사용한다는 것이다. 이러한 제 3 및 제 4 비주기적 SRS 구성은 기지국에 의해 설정될 수 있으며, 기지국이 단말에게 상위 계층 시그널링을 통해 알려줄 수 있다.

도 12a 및 도 12b는 각각 비주기적 SRS 구성의 서브프레임의 일 예를 나타낸 도면이다.

도 12a를 참조하면, 기지국은 제 5 비주기적 SRS 구성으로서, 단말이 서브프레임 인덱스 1, 5, 9인 서브프레임의 부분-대역을 통해 비주기적 SRS를 전송하도록 구성할 수 있다. 도 12a에 도시한

바와 같이, 제 5 비주기적 SRS 구성은 SRS 전송 주기와 서브프레임 오프셋이 각각 4ms, 0ms이어서 단말은 서브프레임 1, 5, 9에서 부분 대역을 통해 SRS를 전송할 수 있다.

또한, 도 12b를 참조하면, 기지국은 제 6 비주기적 SRS 구성으로서 단말이 서브프레임 인덱스 3, 7인 서브프레임의 전체-대역을 통한 비주기적 SRS를 전송하도록 구성할 수 있다. 도 12b에 도시한 5 바와 같이, 제 6 비주기적 SRS 구성은 SRS 전송 주기와 서브프레임 오프셋이 각각 4ms, 2ms이어서, 단말은 서브프레임 3, 7에서 전체 대역을 통해 SRS를 전송할 수 있다. 이 때, 제 5 및 제 6 비주기적 SRS 구성에서 비주기적 SRS 전송 서브프레임을 위한 자원은 셀-특정 주기적 SRS 전송을 위한 자원을 재사용하기 때문에, 비주기적 SRS가 전송되는 서브프레임의 주기는 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임 주기의 배수 형태 또는 동일한 값으로 지정될 수 있다. 이와 같은 제 5 및 제 6 비주기적 SRS 구성 10 정보(이들 SRS 구성에 따른 SRS 전송 서브프레임에 대한 정보 포함)는 기지국이 상위 계층 시그널링을 통해 단말에게 알려줄 수 있다.

도 13은 도 12a 및 도 12b의 비주기적 SRS 구성과 단말이 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 시점에 따른 비주기적 SRS 구성 동작의 스위칭을 설명하기 위한 도면이다.

단말이 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 서브프레임에서 가장 가까운 셀-특정 주기적 15 SRS 서브프레임을 통해서 비주기적 SRS의 전송을 수행할 경우, 비주기적 SRS 전송하는 가장 가까운 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임의 SRS 구성에 따라 비주기적 SRS 전송을 다르게 할 수 있다.

예를 들어, 도 13에 도시한 바와 같이, 기지국은 셀-특정 주기적 SRS 구성으로서 주기적 SRS 전송 서브프레임으로 서브프레임 1, 3, 5, 7, 9를 할당하고 있다. 또한, 기지국은 단말-특정 주기적 SRS 전송 서브프레임으로 서브프레임 1, 5, 9를 할당할 수 있다. 단말이 서브프레임 1에서 비주기적 SRS

트리거링 grant를 수신하였을 경우, 단말은 서브프레임 1과 가장 가까운 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임인 서브프레임 3을 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 이때, 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 시점에서 가장 가까운 셀-특정 비주기적 SRS 서브프레임 3은 도 12b에서 상기 제 6 비주기적 SRS 구성으로 구성된 서브프레임에 해당하기 때문에, 단말은 서브프레임 3의 전체

5 대역(full-band)(1310)를 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 또 다른 실시예로서, 상기 제 3 비주기적 SRS 구성과 유사하게, 단말이 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 서브프레임 1은 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임인 서브프레임 5에 대해 $n-4$ 시점에 해당하는 서브프레임이므로, 단말은 서브프레임 3의 전체-대역(1310)을 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다.

또한, 단말이 서브프레임 8에서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 경우, 단말은

10 서브프레임 8에서 가장 가까운 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임인 서브프레임 9를 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 이때, 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 시점에서 가장 가까운 셀-특정 비주기적 SRS 서브프레임 9는 상기 도 12a에 도시한 제 5 비주기적 SRS 구성으로 설정된 서브프레임이기 때문에, 단말은 서브프레임 9의 부분 대역(1320)를 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 또 다른 실시형태로서, 제 4 SRS 구성과 유사하게, 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한

15 서브프레임 8은 서브프레임 3에 대해 $n-4$ 시점인 서브프레임에 해당하지 않으므로, 단말은 서브프레임 8의 부분-대역(1320)을 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 추가적으로, 서브프레임 9는 단말-특정 주기적 SRS 서브프레임으로 할당되어 주기적 SRS 전송을 기본적으로 수행하지만, 예외적으로 비주기적 SRS 전송 시점과 겹칠 경우에는 단말은 주기적 SRS를 취소하고, 비주기적 SRS를 전송하도록 한다.

도 14a 및 도 14b는 각각 폴백(fallback) 비주기적 SRS 전송을 설명하기 위한 도면이다.

도 14a와 도 14b에 각각 도시한 제 7 비주기적 SRS 구성 및 제 8 비주기적 SRS 구성은 비주기적 SRS 전송 트리거링 gran를 수신한 시점(예를 들어, 서브프레임 인덱스)과 비주기적 SRS를 전송할 시점 간의 시간 차이(time difference)를 이용하여 단말이 전체-대역 또는 부분-대역을 통해

5 비주기적 SRS를 전송하도록 구성하고 있다.

기지국은 제 7 비주기적 SRS 구성으로서 도 14a에 도시한 것과 같이 SRS 서브프레임을 할당할 수 있다. 제 7 비주기적 SRS 구성은 도 10b에 도시한 비주기적 SRS 트리거링 방식(즉, 제 1 SRS 비주기적 구성 방식)과 유사하게 전체 대역을 통해 비주기적 SRS를 전송하도록 하는 구성이다. 다만,

10 제 7 비주기적 SRS 구성에서는 기존의 전체-대역을 통한 비주기적 SRS 자원을 '재구성된 전체-대역(reconfigured full-band) 비주기적 SRS 자원'(1410)과 '폴백 비주기적 SRS 자원'(1415)으로 나누어 구분하는 비주기적 SRS 구성이다.

도 14a에 도시한 바와 같이, 폴백 비주기적 SRS 자원(1415)은 할당된 전체-대역 비주기적 SRS 자원(1410)의 일부 축소된 자원블록(RB) 영역(1415)을 사용할 수도 있다. 또는, 폴백 비주기적 SRS 자원(1415)은 전체-대역의 비주기적 SRS 자원과 분리된(disjoint) 자원 영역으로 사전에 정의될 수도
15 있다.

도 14a 및 도 14b에서 폴백 비주기적 SRS 자원으로 표현한 방식은 앞에서 언급한 두 가지 폴백 비주기적 SRS 자원 할당 방식('재구성된 전체-대역(reconfigured full-band) 비주기적 SRS 자원'과 '폴백 비주기적 SRS 자원') 중 어느 하나만을 나타내는 것이 아니라, 두 가지 방식 모두를 의미하는 표현이다. 또한, 폴백 비주기적 SRS 자원(1415)은 재구성된 전체-대역 비주기적 SRS 자원(1410) 보다

상대적으로 작은 영역의 자원을 차지하며, 풀백 비주기적 SRS 자원(1415, 1425)은 SRS 전송 서브프레임 별로 주파수 호핑 패턴으로 할당될 수 있다.

- 재구성된 전체-대역 비주기적 SRS 자원 및 풀백 비주기적 SRS 자원 사이의 스위칭은 단말의 프로세서(255)가 스스로 재구성된 전체-대역 비주기적 SRS 자원(1410)에서 성공적으로 비주기적 SRS를 전송하는데 필요한 전력 양과 현재 사용 가능한 전력 양을 비교한 후, 충분할 경우에는 재구성된 전체-대역 비주기적 SRS 자원(1410)을 통해 SRS를 전송하도록 하고, 부족할 경우에는 풀백 비주기적 SRS 자원(1415)으로 풀백하여 SRS를 전송하도록 한다. 이때, 풀백 비주기적 SRS 자원(1415)으로의 스위칭은 단말의 프로세서(255)의 판단 및 결정에 의해 이루어지므로, 기지국은 블라인드 디코딩(blind decoding)을 통해서 비주기적 SRS가 전송된 자원 영역을 찾을 필요가 있다.
- 10 단말의 프로세서(255)는 전송 전력이 충분한 지 여부를 판단하고, 판단 결과 전송 전력이 충분한 상황이라고 판단된다면, 단말은 서브프레임 3에서 재구성된 전체-대역 비주기적 SRS 자원(1410)을 통해 SRS를 전송할 수 있다. 또한, 단말이 서브프레임 6에서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신하고, 단말의 프로세서(255)가 전송 전력이 불충분하다고 판단한다면, 단말은 서브프레임 7에서 풀백 비주기적 SRS 전송 방식으로 스위칭하여 풀백 비주기적 SRS 자원(1415)을 통해 비주기적 SRS를
- 15 전송할 수 있다. 또한, 이와 같은 동작은 부분-대역 비주기적 사운딩 방식에도 적용될 수 있다.

기지국은 제 8 비주기적 SRS 구성으로서 도 14b에 도시한 바와 같이 SRS 서브프레임을 구성할 수 있다. 도 14b를 참조하면, 제 8 비주기적 SRS 구성은 부분-대역 비주기적 SRS 자원을 '재구성된 부분-대역 비주기적 SRS 자원'(1430)과 '풀백 비주기적 SRS 자원'(1440)으로 나누어 동작하는 비주기적 SRS 전송 방식을 나타낸다. 여기서, 비주기적 SRS 트리거링 방법은 상술한 도

10a에서 사용한 방식(즉, 제 2 비주기적 SRS 구성)과 동일한 방식을 따르며, 풀백 비주기적 SRS 자원(1440)은 도 14b에 나타난 것처럼 부분-대역 비주기적 SRS 자원(1430)과 분리된(disjoint) 자원 영역으로 사전에 정의할 수도 있다. 또는, 풀백 비주기적 SRS 자원(1440)으로 할당된 부분-대역 비주기적 SRS 자원의 일부 축소된 RB 영역이 사용될 수도 있다.

- 5 도 14b에서, 단말은 서브프레임 1에서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신하고, 단말의 프로세서(255)는 전송 전력이 충분한지를 판단하여 충분하다고 판단한다면, 단말은 충분한 전송 전력으로 부분-대역 비주기적 SRS 자원(1430)을 통해 SRS 전송을 성공적으로 수행할 수 있다. 또한, 단말이 서브프레임 5에서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신하고, 단말의 프로세서(255)가 전송 전력이 불충분하다고 판단한다면, 단말은 풀백 비주기적 SRS 방식으로 스위칭하여 서브프레임 7의
- 10 풀백 비주기적 SRS 자원(1450)을 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 이때에는, 단말은 풀백 비주기적 SRS 자원(1450)을 통해 비주기적 SRS 전송을 수행할 수 있다. 따라서, 단말이 스스로 적응적으로 비주기적 SRS 자원을 풀백 함으로써 SRS 커버리지 문제를 효율적으로 해결 할 수 있다. 그리고, 단말이 풀백 비주기적 SRS 자원을 통해 비주기적 SRS를 전송하면, 기지국은 블라인드 디코딩(blind decoding)을 통해서 비주기적 SRS가 전송된 자원 영역을 찾을 필요가 있다.

- 15 여기서, 단말의 프로세서(255)가 풀백 비주기적 SRS 방식으로 스위칭할 지 여부를 전력이 충분한지 여부를 판단하여 결정한다고 기술하고 있지만, 이 밖에도 서빙 셀이 인접 셀로부터 인접 셀이 특정 대역에 대해 강한 간섭을 유발한다라는 정보와 같은 인접 셀 간섭 정보를 단말이 통지 받으면, 그 특정 대역에 대해서는 풀백 비주기적 SRS 방식으로 동작할 수 있다. 예를 들어, 인접 셀 A의 경계(edge)에 위치한 단말 A가 서브프레임 1의 특정 대역에서 SRS를 전송하는 경우에 이 SRS

상향링크 전송이 셀 B에 강한 간섭으로 작용한다면, 셀 B는 상향링크 간섭을 고려하여 셀 내 단말에게 폴백 비주기적 SRS 자원을 통해 비주기적 SRS를 전송하도록 지시하는 등의 시그널링(예를 들어, 1 비트)을 전달해 줄 수 있다. 그러면, 셀 B 내의 단말은 이 시그널링에 기초하여 서브프레임 1에서는 폴백 비주기적 SRS 자원을 통해 SRS를 전송하도록 할 수 있다. 셀 A와 셀 B는 백홀 등을
 5 통해 이러한 상향링크 간섭에 관련한 정보를 주고받고, 인접 셀의 SRS 전송에 따른 상향링크 간섭을 고려하여 셀 내 단말의 SRS 자원을 할당할 수 있다.

도 15a는 셀-특정 SRS 서브프레임 구성과 셀-특정 SRS 자원의 구성을 나타낸 도면이고, 도 15b는 셀-특정 주기적 SRS 자원과 셀-특정 비주기적 SRS 자원이 다중화된 SRS 구성을 나타낸 도면이고, 도 15c는 비주기적 SRS 서브프레임 구성의 일 예를 나타낸 도면이다.

10 우선, 도 15a를 참조하면, 기지국은 셀-특정 SRS 서브프레임을 사전에 설정한 규칙에 따라 2ms 주기로 셀-특정 SRS 서브프레임을 서브프레임 1, 3, 5, 7, 9로 구성하고 셀-특정 SRS 자원을 할당할 수 있다. 단말은 셀-특정 주기적 SRS 자원과 셀-특정 비주기적 SRS 자원이 다중화된 서브프레임이나 비주기적 SRS 서브프레임을 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다..

15 도 15b 및 도 15c를 참조하면, 기지국은 도 15a에서 구성한 셀-특정 SRS 서브프레임 중에서 서브프레임 1, 5, 9와 같은 '셀-특정 주기적 SRS 자원과 비주기적 SRS 자원을 다중화한(multiplexed) 서브프레임'과 서브프레임 3, 7과 같은 '비주기적 SRS 서브프레임'으로 구분하여 구성할 수 있다. 여기서, 셀-특정 주기적 SRS 자원과 비주기적 SRS 자원이 다중화된 서브프레임은 셀-특정 SRS 자원을 '주기적 SRS 자원'(1510)과 '비주기적 SRS 자원'(1520)으로 나누어 사용하는 방식이다.

셀-특정 SRS 자원의 분할 방식은 주파수 영역에서 직교하는 2개의 영역(예를 들어, 2개의

부대역)으로 나누거나, 또는 사용 가능한 comb과 순환 시프트(cyclic shift)들의 쌍으로 이루어진 전체 집합을 분리된(disjoint) 2개의 부분 집합으로 나눈 후, 주기적 SRS 자원과 비주기적 SRS 자원으로 각각 할당할 수도 있다. 후자 방식의 일 예로서, 사용 가능한 2개의 comb을 전체-대역 사운딩과 부분-대역 사운딩 목적으로 구분한 뒤, 각각의 comb와 조합이 가능한 8개의 순환 시프트를 다시

5 반으로 나누어 주기적 SRS 자원과 비주기적 SRS 자원으로 할당할 수 있다.

예를 들어, 단말 A의 입장에서 서브프레임 1에서 비주기적 SRS 자원(1520)을 통해 비주기적 SRS를 전송하고, 동시에 단말 B는 서브프레임 1에서 주기적 SRS 자원(1510)을 통해 주기적 SRS를 전송할 수 있다. 즉, 단말 A의 비주기적 SRS와 단말 B의 주기적 SRS는 서브프레임 1에서 다중화(multiplexing)되어 전송될 수 있다. 또한, 한 단말이 서브프레임 1에서 비주기적 SRS와 주기적

10 SRS를 다중화하여 전송할 수도 있는데, 이때 주기적 SRS와 비주기적 SRS에 서로 다른 comb를 적용시켜 전송함으로써 특정 대역폭의 채널 추정을 더욱 효율적이 될 수 있게 할 수 있다.

도 15c를 참조하면, 기지국은 도 15a에서 구성한 셀-특정 SRS 서브프레임 중에서 서브프레임 3, 7에서는 비주기적 SRS 전송을 자원을 전체-대역(1530)으로 할당할 수 있다.

도 15b 및 도 15c에 도시한 바와 같이, 기지국은 각각 할당된 셀-특정 SRS 서브프레임을

15 번갈아 가며 셀-특정 주기적 및 비주기적 SRS 자원을 다중화한 서브프레임과, 비주기적 SRS 서브프레임으로 할당할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 셀-특정 SRS 서브프레임 1에서는 셀-특정 주기적 및 비주기적 SRS 자원을 다중화하도록 구성하고, 그 다음에 오는 셀-특정 SRS 서브프레임 3은 비주기적 SRS 서브프레임으로 구성하며, 그 다음에 오는 셀-특정 SRS 서브프레임 5는 다시 셀-특정 주기적 및 비주기적 SRS 자원을 다중화하도록 구성할 수 있다(제 9 비주기적 SRS 구성). 여기서

사용되는 규칙은 여러 가지 방법으로 다양하게 정의될 수 있다. 또한, 도 15b에서 표시된 주기적 SRS 자원과 비주기적 SRS 자원의 구분은 위에서 언급한 두 가지 셀-특정 SRS 자원 분할 방식 중 어느 하나만을 사용한 결과로 구분되는 것으로 제한되지 않으며, 두 가지 SRS 자원 분할 방식 모두를 사용한 결과로 구분되는 것일 수도 있다.

- 5 추가적으로, 셀-특정 주기적 SRS 자원 및 비주기적 SRS 자원이 다중화된 서브프레임에서 비주기적 SRS 전송이 요구될 경우, 단말은 지정된 비주기적 SRS 자원을 통해 SRS를 전송할 수 있다. 단말 입장에서는 비주기적 SRS 트리거링 지시자(예를 들어, grant)가 언제 올지 모르기 때문에 기지국은 단말들의 비주기적 SRS를 전송하기 위한 자원을 사전에 미리 정하여 할당해 둘 수 있다. 셀-특정 주기적 및 비주기적 SRS 자원이 다중화된 서브프레임들에서는 주기적 SRS 전송이 기본
- 10 방식으로 정해져 있으나, 예외적으로 비주기적 SRS 전송 시점과 겹치는 경우에는, 단말은 주기적 SRS 전송을 취소하고 비주기적 SRS 전송을 우선적으로 수행할 수도 있다.

도 16은 단말-특정(UE-specific) 주기적 SRS 서브프레임 구성을 나타내는 도면이다.

- 기지국은 제 10 SRS 구성으로서 도 16에 도시한 바와 같이 SRS 전송 서브프레임을 특정 단말에게 할당할 수 있다. 제 10 SRS 구성은 특정 프레임에서 단말-특정(UE-specific) 주기적 SRS
- 15 서브프레임을 2ms의 주기로 할당한다. 예를 들어, 특정 프레임에서 서브프레임 1, 3, 5, 7, 9을 단말-특정 주기적 SRS 서브프레임으로 할당한다. 이러한 단말-특정 주기적 SRS 서브프레임들 중에서 일부 서브프레임을 셀-특정 주기적 SRS 및 비주기적 SRS 자원이 다중화된 서브프레임으로 구성할 수 있으며 이는 도 16에서 점선으로 표시하였다. 도 16의 점선으로 표시된 서브프레임에서는 셀-특정
- 주기적 SRS 및 비주기적 SRS 자원이 주파수 분할 다중화 방식으로 도시되어 있으나 이에 제한되는

것은 아니다. 서브프레임 1, 5, 9에서는 셀-특정 주기적 SRS와 비주기적 SRS가 다중화되어(multiplexed) 전송될 수 있다. 예를 들어, 서브프레임 1, 5, 9에서 단말 A는 주기적 SRS를 전송하고 단말 B는 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 또는, 단말 A는 서브프레임 1, 5, 9에서는 한 서브프레임에서 주기적 SRS와 비주기적 SRS를 다중화하여 동시에 전송할 수 있다. 단말 별로 5 특정하게 할당되는 주기적 SRS 서브프레임의 주기는 셀-특정 주기적 및 비주기적 SRS 자원이 다중화된 서브프레임 주기의 배수이거나 또는 동일한 값으로 지정될 수도 있다.

도 17a 내지 도 17c는 각각 비주기적 SRS 트리거링 grant 수신 서브프레임과 이에 대응하는 비주기적 SRS 전송 서브프레임과의 시간 관계를 이용하여 다수의 SRS 구성을 동적으로 선택하는 동작을 설명하기 위한 도면이다.

10 여기서, 단말은 2가지의 비주기적 SRS 구성을 가지고 있으며, 이는 각각 제 11 SRS 구성과 제 12 SRS 구성으로 표현한다. 그리고, 단말의 비주기적 SRS 전송 시점은 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 서브프레임에 후속하는 가장 가까운(혹은 빠른) 셀-특정 SRS 서브프레임으로 지정한다고 가정하며, 셀-특정 SRS 서브프레임의 주기는 2ms로 설정하였다.

기지국은 제 11 SRS 구성으로서 도 17a에 도시한 바와 같 SRS 서브프레임을 할당할 수 있다. 15 단말이 서브프레임 n(예를 들어, n=5, 9)에서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 경우에는, 단말의 프로세서(255)는 제 11 SRS 구성을 선택할 수 있고, 제 11 SRS 구성에 따라 단말은 비주기적 SRS를 서브프레임 n+2 (즉, n+2=7, 1)에서 부분 대역(1710, 1720)을 통해 각각 전송할 수 있다. 특히, 제 11 SRS 구성에서는 단말이 비주기적 SRS를 전송하는 부분 대역(1710, 1720)은 주파수 호핑된 형태로 구성되어 있다.

기지국은 제 12 SRS 구성으로서 도 17b에 도시한 바와 같이 SRS 서브프레임을 할당할 수 있다. 단말이 서브프레임 $n(n=2, 8)$ 에서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 경우에는 단말의 프로세서(255)는 제 12 SRS 구성을 선택할 수 있고, 제 12 SRS 구성에 따라 단말은 비주기적 SRS를 서브프레임 $n+1$ (즉, $n+1=3, 9$)에서 전체 대역을 통해 전송할 수 있다.

- 5 여기서, 일 예로서 3GPP LTE, LTE-A 시스템에서는 보통 한 프레임은 10개의 서브프레임을 포함하며, 한 프레임 내에 포함된 각 서브프레임의 인덱스를 1부터 10까지 부여하였다고 가정한다. 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 서브프레임과 비주기적 SRS를 전송할 서브프레임의 시간 관계가 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 서브프레임 인덱스와 비주기적 SRS를 전송할 서브프레임 인덱스의 인덱스 차이가 2인 경우, 예를 들어, 도 17a에 도시된 바와 같이 서브프레임
- 10 5에서 단말이 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신하면, 단말의 프로세서(255)는 제 11 SRS 구성을 선택하고, 제 11 SRS 구성에 따라 서브프레임 7에서 부분-대역(1710)을 통해 비주기적 SRS 전송 동작을 수행할 수 있다. 한편, 단말이 비주기적 SRS 트리거링 grant의 수신 서브프레임과 비주기적 SRS를 전송할 서브프레임의 시간 관계가 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 서브프레임
- 15 인덱스와 비주기적 SRS를 전송할 서브프레임 인덱스의 인덱스 차이가 1인 경우, 예를 들어, 도 17b에 도시된 바와 같이 서브프레임 8에서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 때는, 단말의 프로세서(255)는 제 12 SRS 구성을 선택하고, 서브프레임 9에서 전체-대역 비주기적 SRS 전송 동작을 수행하게 된다. 도 17b의 서브프레임 9에서 비주기적 SRS가 전송되는 자원을 점선(1740)으로 표시하고 있으나 실제로는 전체 대역을 통해 전송된다. 즉, 비주기적 SRS는 주기적 SRS 전송과 comb, 순환 시프트(cyclic shift) 등으로 구분되어 함께 전체 대역을 통해 전송될 수 있다.

그리고, 셀-특정 주기적 및 비주기적 SRS로 다중화된 서브프레임에서 전체-대역 또는 부분-대역 비주기적 SRS 전송이 요구될 경우, 단말은 지정된 비주기적 SRS 자원을 통해 상기 제 1 비주기적 SRS 구성에 따른 SRS 전송 또는 제 2 비주기적 SRS 구성에 따른 SRS 전송을 수행할 수 있다.

5 도 17a에 도시한 바와 같이 부분-대역 비주기적 SRS 자원을 주파수 호핑 패턴을 가지고 할당하여(즉, 1710, 1720과 같이 할당) 다이버시티 이득 등을 통해 SRS 커버리지 문제를 효과적으로 해결할 수 있다.

 기지국은 제 13 SRS 구성으로서 도 17c에 도시한 바와 같이 SRS 서브프레임을 할당할 수 있다.

 도 17c에 도시한 제 13 비주기적 SRS 구성은 도 17a의 SRS 구성과는 또 다른 부분-대역 비주기적

10 SRS 구성의 예로서, 주파수 호핑된 방식을 사용하지 않는 부분-대역 비주기적 SRS 방식이다. 제 13 비주기적 SRS 구성에서는 주파수 호핑 방식을 사용하지 않는 부분-대역 비주기적 SRS 전송을 구성되어 있다. 단말이 서브프레임 5에서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신하면, 서브프레임 5에 후속하는 가장 빠른 서브프레임인 서브프레임 7의 부분 대역(1750)을 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 또한, 단말이 서브프레임 9에서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신하면, 서브프레임 9에

15 후속하는 다음 프레임의 서브프레임 1의 부분 대역(1760)을 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 주파수 호핑 방식을 사용하지 않는 부분-대역 비주기적 SRS 전송 방식은 이종망 간에 동일 채널(co-channel)을 사용함으로써 발생하는 상향링크 신호 간섭 문제를 완화시키는데 상당히 효과적이다.

 도 18은 단말의 비주기적 SRS 트리거링 grant 수신 시점의 서브프레임 인덱스 분류를 다른

기준으로 적용한 경우에 대응하는 비주기적 SRS 전송을 설명하기 위한 도면이다.

도 18에서, 단말이 비주기적 SRS 트리거링 지시자(grant)를 수신한 서브프레임의 인덱스가 홀수인 경우(예를 들어, 도 18에 도시된 바와 같이 서브프레임 1)에는, 단말은 서브프레임 3에서 전체-대역을 통해 비주기적 SRS 전송 동작을 수행할 수 있다. 한편, 단말이 비주기적 SRS 트리거링 grant의 수신 서브프레임의 인덱스가 짝수(예를 들어, 도 18에 도시된 바와 같이 서브프레임 6)일 때는, 단말은 서브프레임 7에서 부분-대역 비주기적 SRS 전송 동작을 수행할 수 있다.

또한, 도 18과 관련하여 또 다른 실시예로서, 특정 단말에게 할당된 단말-특정(UE-specific) 주기적 SRS 서브프레임 인덱스를 n 이라고 할 때, 단말이 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 서브프레임을 인덱스 $n-4$ 시점의 서브프레임과 이외의 서브프레임들로 구분한 방식이다. 여기서, 인덱스 $n-4$ 인 서브프레임 $n-4$ 시점에 대한 정의는 다른 값으로 다양하게 지정이 가능하다.

단말이 비주기적 SRS 트리거링 grant를 서브프레임 $n-4$ 시점에서 수신한 경우 서브프레임 n 에서 가장 가까운 주기적 SRS 서브프레임의 전체-대역(full-band)을 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 이와 달리, 단말이 비주기적 SRS 트리거링 grant를 서브프레임 $n-4$ 시점이 다른 서브프레임에서 수신한 경우는, 단말은 서브프레임 n 에서 가장 가까운 주기적 SRS 서브프레임의 부분-대역을 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 두 SRS 구성 모두, 단말이 비주기적 SRS 전송을 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 서브프레임에서 가장 가까운 주기적 SRS 서브프레임을 통해 전송되는 방식을 사용하였다.

도 18에 도시된 바와 같이, 예를 들어, 단말이 서브프레임 1에서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신하였을 경우, 서브프레임 1은 서브프레임 5($n=5$)의 $n-4$ 시점의 서브프레임이므로 단말은

전체-대역(1810)을 통해 비주기적 SRS를 전송하는 동작을 수행할 수 있다. 또한, 단말이 서브프레임 6에 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 경우에, 서브프레임 6은 서브프레임 9(n=9)의 n-4 시점의 서브프레임에 해당하지 않으므로 단말은 부분-대역(1820)을 통해 비주기적 SRS를 전송하는 동작을 수행한다.

- 5 도 19a 및 도 19b는 각각 SRS 구성의 비주기적 SRS 서브프레임의 일 예를 나타낸 도면이다.
- 도 19a 및 도 19b에서는 제 2 프레임에 후속하는 프레임이 존재하지만 설명의 편의를 위해 제 2 프레임까지 나타내고 설명하였다. 도 19a에 도시한 바와 같이 부분-대역을 통해 SRS를 전송하기 위한 SRS 구성은 SRS 전송 주기와 서브프레임 오프셋이 각각 4ms, 2ms일 수 있다. 기지국은 제 1 프레임의 서브프레임 3, 7과 제 2 프레임의 서브프레임 1, 5 등을 부분-대역을 통한 SRS
- 10 서브프레임으로 구성할 수 있다. 즉, 단말은 제 1 프레임에서 서브프레임 3, 7 그리고 제 1 프레임에 후속하는 제 2 프레임에서의 서브프레임 1, 5에서 부분-대역을 통해 SRS를 전송할 수 있다. 도 19b에 도시한 바와 같이 전체-대역을 통해 SRS를 전송하기 위한 SRS 구성은 SRS 전송 주기와 서브프레임 오프셋이 각각 4ms, 0ms으로 설정되어 있을 수 있다. 기지국은 제 1 프레임의 서브프레임 1, 5, 9과 제 2 프레임의 서브프레임 3 등을 전체-대역을 통한 SRS 서브프레임으로 구성할 수 있다. 단말은 제 1
- 15 프레임의 서브프레임 1, 5, 서브프레임 9 및 제 1 프레임에 후속하는 제 2 프레임에서의 서브프레임 3에서 전체 대역을 통해 SRS를 전송할 수 있다.

 이 때, 각 SRS 구성에서 SRS 전송 서브프레임을 위한 자원은 셀-특정 주기적 SRS 전송을 위한 자원을 재사용하기 때문에, 비주기적 SRS가 전송되는 서브프레임의 주기는 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임 주기의 배수 형태 또는 동일한 값으로 지정될 수 있다. 이와 같이, 부분-대역을 통해

SRS를 전송할 서브프레임과 전체-대역을 통해 SRS를 전송할 서브프레임에 대한 정보는 사전에 기지국과 단말 간에 설정되어 미리 알고 있을 수 있지만, 기지국이 단말에 상위 계층 시그널링 등을 통해 전송해 줄 수도 있다.

도 20은 도 19a 및 도 19b의 비주기적 SRS 구성과 단말이 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 시점에 따른 비주기적 SRS 구성 동작의 스위칭을 설명하기 위한 도면이다.

기지국은 서브프레임 1, 5, 9에서 전체-대역으로 SRS 자원을 할당하되, 셀-특정 주기적 SRS 자원과 셀-특정 비주기적 SRS 자원으로 다중화된 서브프레임으로 구성할 수도 있다. 기지국은 이 다중화된 서브프레임에서의 SRS 자원을 직교하는 2개의 영역(예를 들어, 2개의 부대역)으로 나누거나, 또는 사용 가능한 comb과 순환 시프트(cyclic shift)들의 쌍으로 이루어진 전체 집합을 분리된(disjoint) 2개의 부분 집합으로 나눈 후, 주기적 SRS 자원과 비주기적 SRS 자원으로 각각 할당할 수도 있다.

도 20에서는 단말이 비주기적 SRS의 전송 시점을 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 서브프레임에서 가장 가까운 셀-특정 SRS 서브프레임으로 정한 것으로 가정하였다. 도 20에 도시한 바와 같이, 일 예로서, 단말이 서브프레임 2에서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신하였을 경우, 단말은 서브프레임 2에서 가장 빨리 오는 셀-특정 SRS 서브프레임인 서브프레임 3을 통해 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 이때, 이 서브프레임 3은 도 19a에서 부분-대역을 통한 SRS 전송 서브프레임으로 설정되어 있기 때문에, 단말은 서브프레임 3에서 부분-대역(2010)을 통해 비주기적 SRS를 전송하게 된다. 또한, 단말이 서브프레임 8에서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 경우, 가장 가까운 셀-특정 SRS 서브프레임 9를 통해 비주기적 SRS를 전송하게 된다. 이때, SRS가 전송되는 서브프레임 9는 도 19b에서 전체-대역을 통해 SRS를 전송하는 서브프레임으로 설정되어 있으므로,

단말은 서브프레임 9에서 전체-대역(2020)을 통해 비주기적 SRS를 전송하게 된다. 도 21a 및 도 21b는 비주기적 SRS 전송 자원 중 일부를 폴백(fallback) 비주기적 SRS 전송 자원으로 나누어 사용하는 새로운 방식의 비주기적 SRS 전송을 설명하기 위한 도면이다.

- 여기서, 폴백 비주기적 SRS 자원(2115)은 할당된 비주기적 SRS 전송 자원(2110)의 일부 축소된
- 5 자원블록(RB) 영역을 사용할 수 도 있다. 또는, 폴백 비주기적 SRS 자원은 사전에 비주기적 SRS 전송 자원과 분리된(disjoint) 자원 영역, 사용 가능한 comb과 순환 시프트(cyclic shift)들의 쌍으로 이루어진 전체 집합을 분리된(disjoint) 2개의 부분 집합으로 나눈 후, 비주기적 SRS 자원과 폴백 비주기적 SRS
- 10 자원으로 각각 나누어 정의될 수도 있다. 도 21a 및 도 21b에서 도시하고 있는 할당된 폴백 비주기적 SRS 전송 자원은 앞에서 언급한 두 가지 폴백 비주기적 SRS 전송 자원 할당 방식 중 어느 하나만을 지칭하는 것이 아니라, 두 가지 방식 모두를 포함하고 있다.

- 도 21a에 도시한 부분-대역 비주기적 SRS 전송 방식은 도 20과 유사한 비주기적 SRS 트리거링 방식으로 부분-대역 비주기적 SRS를 전송하는 방식이다. 단말이 서브프레임 2에서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 경우, 단말은 서브프레임 2에서 가장 가까운 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임인 서브프레임 3의 부분-대역(2110)을 통해 비주기적 SRS를 전송할 있다. 단말이
- 15 서브프레임 6에서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신한 경우, 단말은 서브프레임 6에서 가장 가까운 셀-특정 주기적 SRS 서브프레임인 서브프레임 7에서 비주기적 SRS를 전송할 수 있다. 이때, 단말의 프로세서(255)는 서브프레임 7에서 불충분한 전송 전력 등을 이유로 폴백 비주기적 SRS 전송 자원(2120)을 통해 SRS를 전송할 것을 스위칭할 수 있다.

또한, 도 21b에 도시한 전체-대역 비주기적 SRS 전송은 도 20과 유사한 비주기적 SRS 전송

트리거링 방식으로 전체-대역 비주기적 SRS 전송 방식이다. 도 21b에 도시한 전체-대역 비주기적 SRS 전송 방식에 따라 단말이 서브프레임 3에서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신하면, 단말은 서브프레임 3과 가장 가까운 셀-특정 주기적 SRS 전송 서브프레임에 해당하는 서브프레임 5에서 SRS를 전송할 수 있다. 이때, 단말은 비주기적 SRS를 서브프레임 5에서의 폴백 비주기적 SRS 자원(2130)을 통해 전송할 수 있다. 또한, 단말이 서브프레임 8에서 비주기적 SRS 트리거링 grant를 수신하면, 단말은 서브프레임 8과 가장 가까운 셀-특정 주기적 SRS 전송 서브프레임에 해당하는 서브프레임 9에서 전체 대역(2140)을 통해 SRS를 전송할 수 있다.

이러한 도 21a 및 도 21b에 관한 SRS 구성 정보는 기지국이 단말에게 상위 계층 시그널링 등을 통해 알려줄 수 있다.

10 지금까지 3GPP LTE Release 10 이후의 시스템에서 단말이 비주기적 SRS를 전송하는 방식을 설명하였다. 3GPP LTE Release 10 시스템에서 비주기적 SRS를 도입한 목적은 주기적 SRS 전송의 오버헤드를 줄이면서 기지국의 채널 추정의 품질을 향상시키고 보다 정확하고 적응적으로 채널 추정을 수행하기 위해서이다.

15 본 발명의 다른 일 실시형태로서, 다양한 비주기적 SRS 트리거링 방식에 의해 비주기적 SRS 전송을 수행할 때, 단말의 비주기적 SRS 전송을 통해 얻는 기지국의 채널 추정 결과에 대한 정확성 및 효율성을 높이기 위해 비주기적 SRS 전송 전력 제어를 주기적 SRS 전송 전력 제어와 다른 방법을 사용하는 것을 새롭게 제안한다. 본 발명에서 제안하는 방식은 다양한 비주기적 SRS duration 환경에서도 적용될 수 있다.

기존의 SRS 전송 전력 수식은 다음 수학식 16과 같이 나타낼 수 있다.

【수학식 16】

$$P_{SRS}(i) = \min\{P_{CMAX}, P_{SRS_OFFSET} + 10 \log_{10}(M_{SRS}) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha(j) \cdot PL + f(i)\} \text{ [dBm]}$$

여기서, i 는 서브프레임 인덱스이며, $P_{SRS}(i)$ 는 서브프레임 i (즉, 인덱스 i 의 서브프레임)에서 전송되는 SRS 전력을 말한다. 상기 수학식 16에는 기지국이 단말에게 상위 계층 시그널링을 통해 반-고정적으로(semi-static) 결정하여 알려주는 파라미터들과 PDCCH의 TPC(Transmit Power Control) command를 통해 동적으로 결정하여 알려주는 파라미터들로 구성되어 있다.

P_{SRS_OFFSET} , M_{SRS} , $P_{O_PUSCH}(j)$, $P_{O_PUSCH}(j)$, $\alpha(j)$ 는 기지국이 상위 계층 신호를 통해 단말에게 알려주며, $f(i)$ 는 기지국이 PDCCH의 TPC command를 통해 단말에게 동적으로 알려준다.

P_{SRS_OFFSET} 은 SRS 전송을 위한 전력 오프셋인 단말-특정 파라미터로서(예를 들어, 4 비트) 상위 레이어에서 반-고정적으로(semi-statically) 구성되는 값으로 기지국이 단말에게 시그널링해주는 값이다. $f(i)$ 는 현재 PUSCH 파워 제어 조정 상태를 나타내는 값으로서, 현재의 절대값 또는 축적된 값으로 표현될 수 있다. $\alpha(j)$ 는 상위 계층에서 기지국이 예를 들어 3 비트로 전송해 주는 셀-특정 파라미터로서 $j=0$ 또는 1일 때, $\alpha \in \{0, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1\}$ 이고, $j=2$ 일때, $\alpha(j)=1$ 이다. $\alpha(j)$ 는 기지국이 단말에게 알려주는 값이다.

P_{CMAX} 는 구성된 단말의 전송 전력을 나타내고, M_{SRS} 는 자원블록의 수로 표현된 서브프레임 i 에서 SRS 전송의 대역폭을 나타내고, $P_{O_PUSCH}(j)$ 는 상위 레이어로부터 제공된 셀-특정 노미널 컴포넌트(nominal component) $P_{O_NOMINAL_PUSCH}(j)$ 와 상위 레이어에서 제공된 단말-특정 컴포넌트 $P_{O_UE_PUSCH}(j)$ 의 합으로 구성된 파라미터로서, 기지국이 단말에게 알려주는 값이다.

PL은 단말이 dB 단위로 계산한 하향링크 경로손실(또는 신호 손실) 추정치로서, PL=referenceSignalPower- higher layer filteredRSRP 로 표현된다.

주기적 SRS와 비주기적 SRS의 서로 다른 전송 전력 제어를 위한 수식은 상기 수학식 16의 구성 파라미터들을 재정의 하거나 새로운 파라미터를 추가함으로써 정의할 수 있다.

5 본 발명에서 제안하는 SRS 전송을 위한 전력 제어 수식은 다음 수학식 17과 같이 나타낼 수 있다.

【수학식 17】

$$P_{SRS}(i) = \min\{P_{CMAX}, P_{SRS_OFFSET} + 10 \log_{10}(M_{SRS}) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha(j) \cdot PL + H(i)\} \text{ [dBm]}$$

$$H(i) = \begin{cases} f(i), & \text{if periodic SRS transmission} \\ f(i) + V, & \text{if Aperiodic SRS transmission} \end{cases}$$

10 여기서, V는 비주기적 SRS 전송 시에만 적용되는 전력 오프셋(power offset)을 나타내며, 기지국이 상위 계층 신호를 통해 하나 또는 하나 이상의 값으로 단말에게 시그널링해 줄 수 있다. V가 하나의 값으로 설정된 경우는 DCI 포맷(0/3/3A)과 단말 별로 특정한(UE-specific) 파라미터인 *Accumulation-enabled* 값의 종류에 상관없이 항상 동일한 비주기적 SRS 전력 오프셋이 적용될 수 있다. 반면에, V가 하나 이상의 값으로 설정된 경우는 DCI 포맷(0/3/3A)과 *Accumulation-enabled* 값의

15 조합에 따라 비주기적 전력 오프셋을 다르게 적용할 수 있다. 일 예로서 단말이 서브프레임 i에서 전송하는 SRS의 종류에 따라 PDCCH의 TPC command 수신 후에 적용되는 전력 오프셋을 다르게 설정할 수가 있다. 이 때, 주기적 SRS와 비주기적 SRS은 $P_{SRS_OFFSET}, M_{SRS}, P_{O_PUSCH}(j), \alpha(j), PL, f(i)$ 에 대한 값들은 공통으로 하며, V값만이 다르게 적용된다.

본 발명에서 제안하는 SRS 전송을 위한 다른 전력 제어 수식은 다음 수학식 18과 같이 나타낼 수 있다. 이 전력 제어 수식은 주기적 SRS와 비주기적 SRS의 전송 전력 오프셋을 완전히 독립적으로 계산하고 동작하도록 한다. 즉, 상기 수학식 17의 $H(i)$ 를 아래의 수학식 18과 같이 재정의할 수 있다.

이와 같은 동작 방식의 경우, P_{SRS_OFFSET} , M_{SRS} , $P_{O_PUSCH}(j)$, $\alpha(j)$, PL 값들이 주기적 SRS와

5 비주기적 SRS 사이에서 공유되며, $f(i)$ 값만이 다르게 적용된다.

【수학식 18】

$$P_{SRS}(i) = \min\{P_{CMAX}, P_{SRS_OFFSET} + 10 \log_{10}(M_{SRS}) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha(j) \cdot PL + H(i)\} \text{ [dBm]}$$

$$H(i) = \begin{cases} f(i), & \text{if periodic SRS transmission} \\ A(i), & \text{if aperiodic SRS transmission} \end{cases}$$

여기서, $A(i)$ 는 기존의 $f(i)$ 와 동일한 계산 방식을 따르지만, DCI 포맷(0/3/3A)과

10 *Accumulation-enabled* 값의 조합에 따라 선택되는 δ_{PUSCH} 값을 다르게 설정할 수 있다. 또한, $A(i)$ 를 $f(i)$ 와 완전히 다른 계산 방식과 δ_{PUSCH} 값으로 정의할 수도 있다.

추가적으로, 상기 수학식 18에 나타낸 것과 같이, 전력 제어 식에서 $f(i)$ 값이 주기적 SRS 전송을 위한 전력 제어식과 비주기적 SRS 전송을 위한 전력 제어식에서 공통되지 않고 독립적이다.

이와 같이, $f(i)$ 를 주기적 SRS 전송과 비주기적 SRS 전송에 대해 독립적으로 적용하는 실시 예로서,

15 비주기적 SRS 트리거링을 위해 전송되는 DCI 포맷의 TPC 정보를 이용하는 방식을 제안한다.

기지국이 비주기적 SRS 트리거링을 위해 사용되는 DCI 포맷은 비주기적 SRS 트리거링 비트를 포함한

기존의 DCI 포맷을 이용하거나 비주기적 SRS 트리거링만을 위해 새롭게 정의된 DCI 포맷을 사용할

수도 있다. 또한, 비주기적 SRS 트리거링을 위한 DCI 포맷은 항상 2 비트의 TPC 정보를 가지고

있다고 가정한다. 상기 제안된 방식은 이러한 조건하에서, 기지국이 2 비트의 TPC 정보를 통해서 단말에게 전력 오프셋 값을 직접적으로 동적으로 알려주는 것이다. 전력 오프셋은 절대값(absolute) 또는 누적된 값(accumulated)일 수 있으며, 이 전력 오프셋은 비주기적 SRS의 전송 전력 제어에만 영향을 미친다.

5 본 발명에서 제안하는 SRS 전송을 위한 또 다른 전력 제어 수식은 다음 수학식 19와 같이 나타낼 수 있다.

【수학식 19】

$$P_{SRS}(i) = \min\{P_{C_{MAX}}, P_{SRS_OFFSET} + 10 \log_{10}(M_{SRS}) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha(j) \cdot PL + f(i)\} \text{ [dBm]}$$

$$P_{SRS_OFFSET} = \begin{cases} P_{Aperiodic_SRS_OFFSET}, & \text{if aperiodic SRS transmission} \\ P_{Periodic_SRS_OFFSET}, & \text{if Periodic SRS transmission} \end{cases}$$

10 이 방식에서는 기지국이 상위 계층 신호를 통해 단말 별로 특정한(UE-specific) P_{SRS_OFFSET} 값을 하나가 아닌 2개로 시그널링하여 SRS의 종류에 따라 서로 다른 전력 오프셋이 적용되도록 한다. 기지국은 주기적 SRS 전송과 비주기적 SRS 전송을 구분하여 별도로 P_{SRS_OFFSET} 값을 단말에게 시그널링해 줄 수 있다. 예를 들어, 트리거 타입 0 (trigger type 0)으로 기지국은 주기적 SRS 전송을 위한 전력 오프셋값을 상위 계층 시그널링으로 단말에게 알려줄 수 있다. 또한, 트리거 타입 1(trigger

15 type 1)으로 기지국은 비주기적 SRS 전송을 위한 전력 오프셋값을 상위 계층 시그널링으로 단말에게 알려줄 수 있다. 여기서, 기지국은 비주기적 SRS 전송을 위한 전력 오프셋값을 FDD 및 TDD 시스템에서는 DCI 포맷 0/4/1A를 통해 단말에게 전송해 줄 수 있고, 또는 TDD 시스템에서 대해서는 DCI 포맷 2B/2C 포맷을 통해 단말에게 전송해 줄 수 있다. 트리거 타입 0과 트리거 타입 1이 동일

서브프레임에서 트리거링(혹은 발생)되는 경우에는, 단말은 트리거 타입 1 SRS 전송(즉, 비주기적 SRS 전송)만을 수행할 수 있다.

이 경우, P_{SRS_OFFSET} 을 제외한 모든 파라미터들은 주기적 SRS를 전송하기 위한 전력 제어 식과 비주기적 SRS를 전송하기 위한 전력 제어 식에서 공통된다. 또한, P_{SRS_OFFSET} 대신 $P_{O_PUSCH}(j)$ 를 이용하여 동일한 동작을 수행할 수도 있다. 따라서, 단말의 프로세서(255)는 기지국으로부터 상위 계층 시그널링 등을 통해 수신한 주기적 SRS 전송을 위한 전력 오프셋값과 비주기적 SRS 전송을 위한 전력 오프셋값에 기초하여, 해당 모드에 따라 SRS 오프셋값을 적용하여 주기적 SRS 전송을 위한 상향링크 전송 전력값, 비주기적 SRS 전송 전력값을 계산할 수 있다.

본 발명에서 제안하는 SRS 전송을 위한 또 다른 전력 제어 수식은 다음 수학적 식 20과 같이 나타낼 수 있다.

【수학적 식 20】

$$P_{SRS}(i) = \min\{P_{CMAX}, P_{SRS_OFFSET} + 10 \log_{10}(M_{SRS}) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha(j) \cdot PL + H(i)\} \text{ [dBm]}$$

$$P_{SRS_OFFSET} = \begin{cases} P_{Aperiodic_SRS_OFFSET}, & \text{if aperiodic SRS transmission} \\ P_{Periodic_SRS_OFFSET}, & \text{if Periodic SRS transmission} \end{cases}$$

$$H(i) = \begin{cases} f(i), & \text{if periodic SRS transmission} \\ f(i) + V, & \text{if Aperiodic SRS transmission} \end{cases}$$

이 방식은 혼합된(hybrid) 방식으로 앞서 수학적 식 17에서 설명한 첫 번째 방식과 상기 수학적 식 19에서 설명한 세 번째 방식의 조합으로서, 단말은 주기적 SRS 전송을 위한 전력과 비주기적 SRS 전송을 위한 전력을 다르게 설정할 수 있다. 예를 들어, 상기 수학적 식 19를 이용하여 비주기적 SRS

전송 전력에 대한 전력 오프셋을 설정한 뒤, 상기 수학식 17의 전력 오프셋을 추가적으로 적용하여 오프셋 값 선택의 범위를 넓힐 수 있다. 또 다른 실시 예로, 상기 수학식 19를 통해 설정되는 비주기적 SRS의 전송 전력 오프셋은 정확하지 않은(coarse) 값으로 구성하고, 수학식 17을 통해 적용되는 전력 오프셋은 상대적으로 정교한(fine)한 값으로 설정함으로써 기존의 방식에 비해 좀 더 세밀한 전력 제어가 가능하게 될 수 있다. 이와 동일한 효과 및 결과는 상기 수학식 18을 이용하는 방식과 상기 수학식 19를 이용하는 방식의 조합으로도 얻을 수 있다.

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.

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

【산업상 이용가능성】

단말이 비주기적(aperiodic) 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS) 트리거링에 기반하여 SRS를 전송하는 방법과 비주기적 SRS를 전송하기 위한 상향링크 전송 전력을 제어하는 방법은 3GPP LTE, LTE-A 시스템 등 다양한 무선통신 시스템에서 산업상으로 적용이 가능하다.

【청구의 범위】

【청구항 1】

무선통신 시스템에서 단말이 비주기적(aperiodic) 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS) 트리거링에 기반하여 SRS를 전송하는 방법에 있어서,

- 5 기지국으로부터 복수의 비주기적 SRS 구성(configuration) 정보를 수신하는 단계;
- 상기 기지국으로부터 비주기적 SRS 전송을 트리거링(triggering)하는 지시자를 수신하는 단계;
- 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를 수신한 서브프레임 인덱스, 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자의 수신 서브프레임과 대응되는 비주기적 SRS 전송 서브프레임 간의 시간 관계 및 상향링크 채널 상태 중 적어도 하나에 기초하여 상기 복수의 비주기적 SRS 구성 정보 중 특정

- 10 비주기적 SRS 구성 정보를 선택하는 단계; 및
- 상기 선택된 비주기적 SRS 구성 정보에 기초하여 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자에 대한 비주기적 SRS를 전송하는 단계를 포함하되,
- 상기 복수의 비주기적 SRS 구성 정보는 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자에 대응하여 비주기적 SRS를 전송하는 자원에 관한 정보를 포함하는, 비주기적 SRS 트리거링 기반 SRS 전송 방법.

15 **【청구항 2】**

제 1항에 있어서,

상기 비주기적 SRS 전송은 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를 수신한 서브프레임이 서브프레임 n이면 서브프레임 n으로부터 후속하는 사전에 구성된 주기적 SRS 전송 서브프레임들 중 가장 빠른 서브프레임인 제 1 비주기적 SRS 전송 서브프레임 또는 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링

지시자를 수신한 서브프레임이 서브프레임 n 이면 서브프레임 $n+3$ 이후에 상기 사전에 구성된 주기적 SRS 전송 서브프레임들 중 가장 빠른 서브프레임인 제 2 비주기적 SRS 전송 서브프레임을 통해 이루어지는, 비주기적 SRS 트리거링 기반 SRS 전송 방법

【청구항 3】

5 제 2항에 있어서,
상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를 수신한 서브프레임 인덱스 n 이 짝수 이면,
상기 비주기적 SRS를 전송하는 단계에서 상기 제 1 비주기적 SRS 서브프레임 또는 상기 제 2 비주기적 SRS 서브프레임의 주파수 축 상의 부분 대역(partial-band)을 통해 상기 비주기적 SRS를 전송하는, 비주기적 SRS 트리거링 기반 SRS 전송 방법.

10 【청구항 4】

제 2항에 있어서,
상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를 수신한 서브프레임 인덱스 n 이 홀수이면, 상기 비주기적 SRS를 전송하는 단계에서 상기 제 1 비주기적 SRS 서브프레임 또는 상기 제 2 비주기적 SRS 서브프레임의 주파수 축 상의 전체 대역(full-band)을 통해 상기 비주기적 SRS를 전송하는,
15 비주기적 SRS 트리거링 기반 SRS 전송 방법.

【청구항 5】

제 2항에 있어서,
상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를 수신한 서브프레임인 서브프레임 n 과 상기 단말에게 할당된 하나 이상의 주기적 SRS 전송 서브프레임의 시간 관계가 4개의 서브프레임에

해당하는 시간 차이이면, 상기 복수의 비주기적 SRS 구성 중 제 1 비주기적 SRS 구성을 선택하며,

상기 제 1 비주기적 SRS 구성에 따라

상기 비주기적 SRS를 상기 제 1 비주기적 SRS 서브프레임을 통해 전송하는, 비주기적 SRS 트리거링 기반 SRS 전송 방법.

5 **【청구항 6】**

제 5항에 있어서,

상기 비주기적 SRS는 상기 제 1 비주기적 SRS 서브프레임의 주파수 축 상의 전체-대역을 통해 전송하는, 비주기적 SRS 트리거링 기반 SRS 전송 방법.

【청구항 7】

10 제 2항에 있어서,

상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를 수신한 서브프레임인 서브프레임 n과 상기 단말에게 할당된 하나 이상의 주기적 SRS 전송 서브프레임의 시간 관계가 4개의 서브프레임에 해당하는 시간 차이가 아니면, 상기 복수의 비주기적 SRS 구성 중 제 2 비주기적 SRS 구성을 선택하며, 상기 제 2 비주기적 SRS 구성에 따라, 상기 비주기적 SRS를 상기 제 2 비주기적 SRS 서브프레임을 통해 전송하는, 비주기적 SRS 트리거링 기반 SRS 전송 방법.

【청구항 8】

제 7항에 있어서,

상기 비주기적 SRS는 상기 제 2 비주기적 SRS 서브프레임의 주파수 축 상의 부분-대역을 통해 전송하는, 비주기적 SRS 트리거링 기반 SRS 전송 방법.

【청구항 9】

제 2항에 있어서,

상기 상향링크 채널 상태가 사전에 정의한 채널상태 정도 보다 좋지 않은 경우, 상기 복수의 비주기적 SRS 구성 중 제 2 비주기적 SRS 구성을 선택하며, 상기 제 2 비주기적 SRS 구성에 따라

5 상기 제 1 비주기적 SRS 서브프레임 또는 상기 제 2 비주기적 SRS 서브프레임의 주파수 축 상의 부분 대역(partial-band)을 통해 상기 비주기적 SRS를 전송하는, 비주기적 SRS 트리거링 기반 SRS 전송 방법.

【청구항 10】

제 2항에 있어서,

10 상기 상향링크 채널 상태가 사전에 정의한 채널상태 정도 보다 좋은 경우, 상기 복수의 비주기적 SRS 구성 중 제 1 비주기적 SRS 구성을 선택하며, 상기 제 1 비주기적 SRS 구성에 따라

상기 제 1 비주기적 SRS 서브프레임 또는 상기 제 2 비주기적 SRS 서브프레임의 주파수 축 상의 전체 대역(full-band)을 통해 상기 비주기적 SRS를 전송하는, 비주기적 SRS 트리거링 기반 SRS 전송 방법.

15 【청구항 11】

제 3항에 있어서,

상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자에 대응되는 상기 비주기적 SRS를 전송하는데 전송 전력이 충분하지 않으면, 상기 부분-대역 내의 사전에 정의된 폴백(fallback) 비주기적 SRS 자원을 통해 상기 비주기적 SRS를 전송하는, 비주기적 SRS 트리거링 기반 SRS 전송 방법.

【청구항 12】

제 4항에 있어서,

상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자에 대응되는 상기 비주기적 SRS를 전송하는데 전송 전력이 충분하지 않으면, 상기 전체-대역 내의 사전에 정의된 폴백(fallback) 비주기적 SRS 자원을

5 통해 상기 비주기적 SRS를 전송하는, 비주기적 SRS 트리거링 기반 SRS 전송 방법.

【청구항 13】

무선통신 시스템에서 단말이 비주기적(aperiodic) 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS) 전송을 위한 상향링크 전송 전력을 제어하는 방법에 있어서,

기지국으로부터 비주기적 SRS 전송을 위한 전력 오프셋값을 수신하는 단계;

10 상기 비주기적 SRS 전송을 위한 전력 오프셋값을 이용하여 상기 비주기적 SRS 전송 전력값을 결정하는 단계; 및

상기 결정된 비주기적 SRS 전송 전력값으로 비주기적 SRS를 전송하는 단계를 포함하는, 비주기적 SRS 전송을 위한 상향링크 전송 전력 제어 방법.

【청구항 14】

15 제 13항에 있어서,

상기 비주기적 SRS 전송만을 위한 전력 오프셋값은 상위 계층 시그널링을 통해 수신되는 값으로서 단말 별로 특정한 값인, 비주기적 SRS 전송을 위한 상향링크 전송 전력 제어 방법.

【청구항 15】

제 13항에 있어서,

상기 기지국으로부터 상기 비주기적 SRS 전송을 트리거링하는 지시자를 수신하는 단계를 더 포함하며,

상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자에 따라 상기 비주기적 SRS 전송이 수행되는, 비주기적 SRS 전송을 위한 상향링크 전송 전력 제어 방법.

5 **【청구항 16】**

무선통신 시스템에서 단말이 비주기적(aperiodic) 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS) 전송을 위한 상향링크 전송 전력을 제어하는 방법에 있어서,

기지국으로부터 주기적 SRS 전송을 위한 전력 오프셋값과 비주기적 SRS 전송을 위한 전력 오프셋값을 수신하는 단계;

10 상기 기지국으로부터 비주기적 SRS 전송을 트리거링하는 지시자를 수신하는 단계; 및

상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자에 따라 상기 비주기적 SRS 전송을 위한 전력 오프셋값을 이용하여 상기 비주기적 SRS 전송을 위한 전송 전력값을 결정하는 단계를 포함하는, 비주기적 SRS 전송을 위한 상향링크 전송 전력 제어 방법.

【청구항 17】

15 제 16항에 있어서,

상기 결정된 비주기적 SRS 전송 전력값으로 비주기적 SRS를 전송하는 단계를 포함하는, 비주기적 SRS 전송을 위한 상향링크 전송 전력 제어 방법.

【청구항 18】

제 16항에 있어서,

상기 비주기적 SRS 전송 전력값 결정은 서브프레임 단위로 결정되는, 비주기적 SRS 전송을 위한 상향링크 전송 전력 제어 방법.

【청구항 19】

무선통신 시스템에서 비주기적(aperiodic) 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS)

5 트리거링에 기반하여 SRS를 전송하는 단말 장치에 있어서,

기지국으로부터 복수의 비주기적 SRS 구성(configuration) 정보와 상기 기지국으로부터 비주기적 SRS 전송을 트리거링(triggering)하는 지시자를 수신하는 수신기;

상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자를 수신한 서브프레임 인덱스, 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자의 수신 서브프레임과 대응되는 비주기적 SRS 전송 서브프레임 간의 시간 관계

10 및 상향링크 채널 상태 중 적어도 하나에 기초하여 상기 복수의 비주기적 SRS 구성 정보 중 특정 비주기적 SRS 구성 정보를 선택하는 프로세서; 및

상기 선택된 비주기적 SRS 구성 정보에 기초하여 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자에 대한 비주기적 SRS를 전송하는 송신기를 포함하되,

15 상기 복수의 비주기적 SRS 구성 정보는 상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자에 대응하여 비주기적 SRS를 전송하는 자원에 관한 정보를 포함하는, 단말 장치.

【청구항 20】

무선통신 시스템에서 비주기적(aperiodic) 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS)

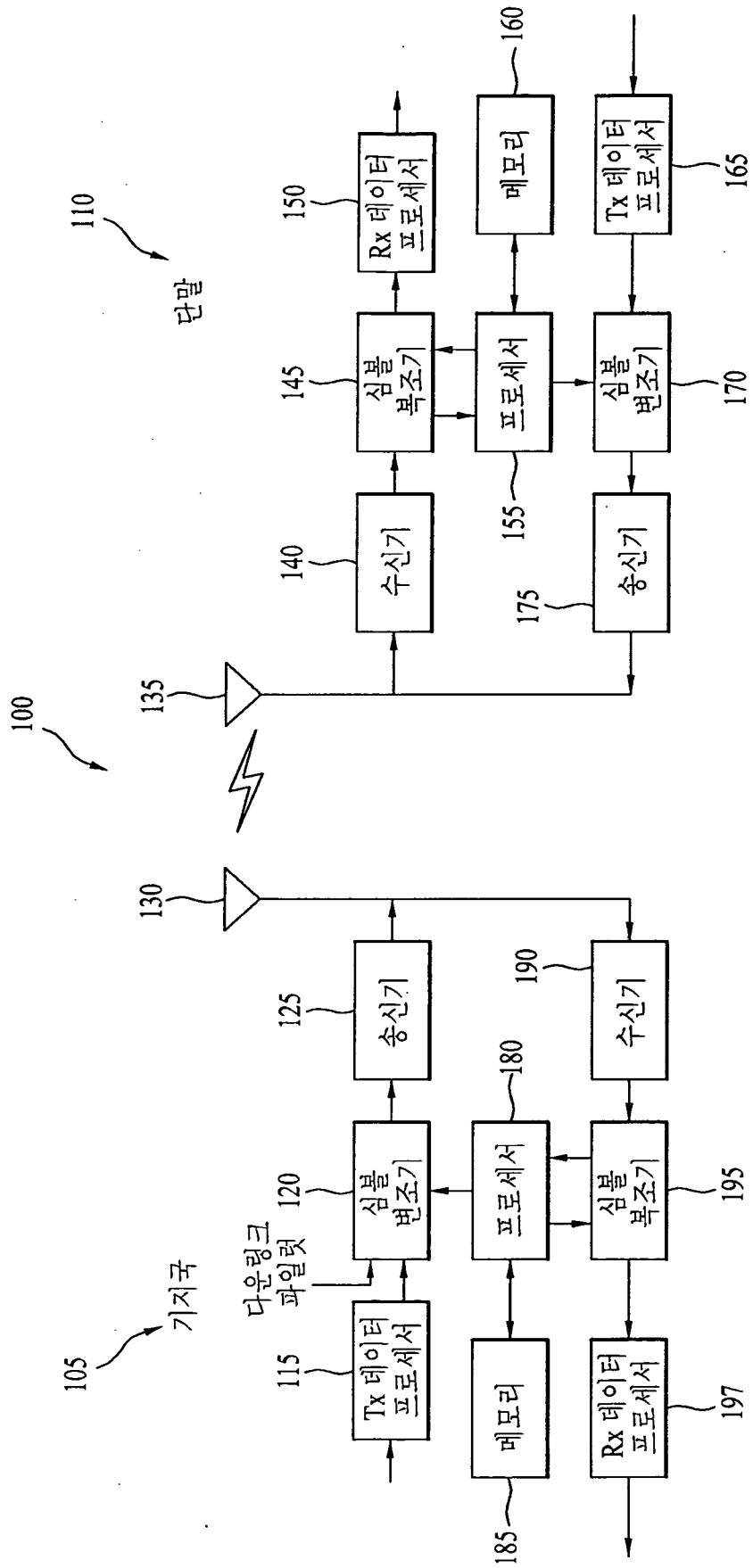
전송을 위한 상향링크 전송 전력을 제어하는 단말 장치에 있어서,

기지국으로부터 주기적 SRS 전송을 위한 전력 옵션값과 비주기적 SRS 전송을 위한 전력

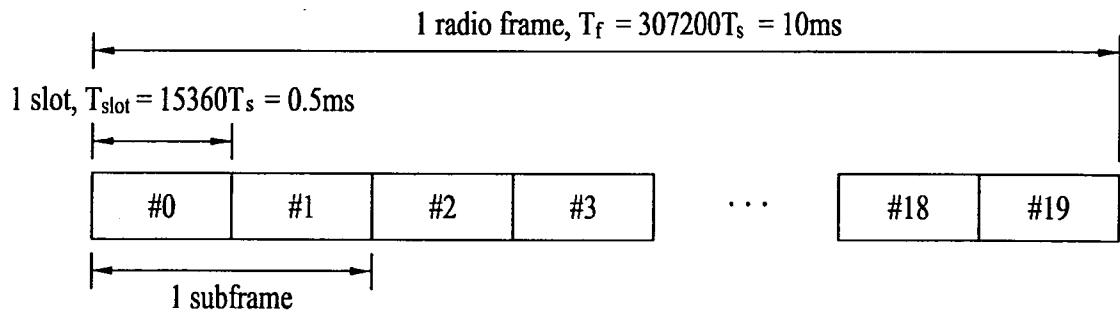
오프셋값 및 비주기적 SRS 전송을 트리거링하는 지시자를 수신하는 수신기; 및

상기 비주기적 SRS 전송 트리거링 지시자에 따라 상기 비주기적 SRS 전송을 위한 전력 오프셋값을 이용하여 상기 비주기적 SRS 전송을 위한 전송 전력값을 결정하는 프로세서를 포함하는, 단말 장치.

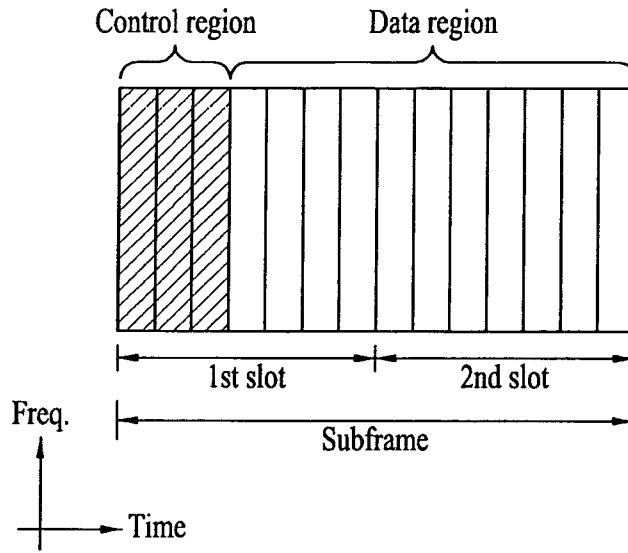
[도 1]



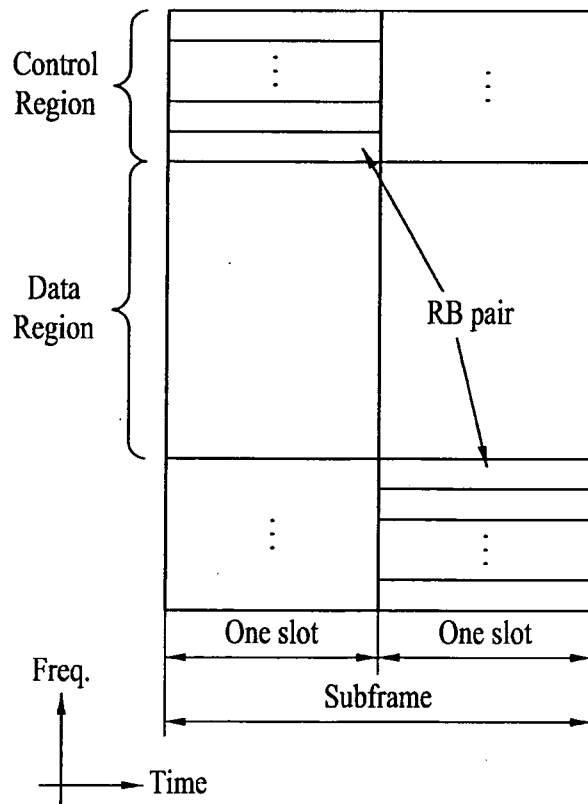
[도 2]



[3]

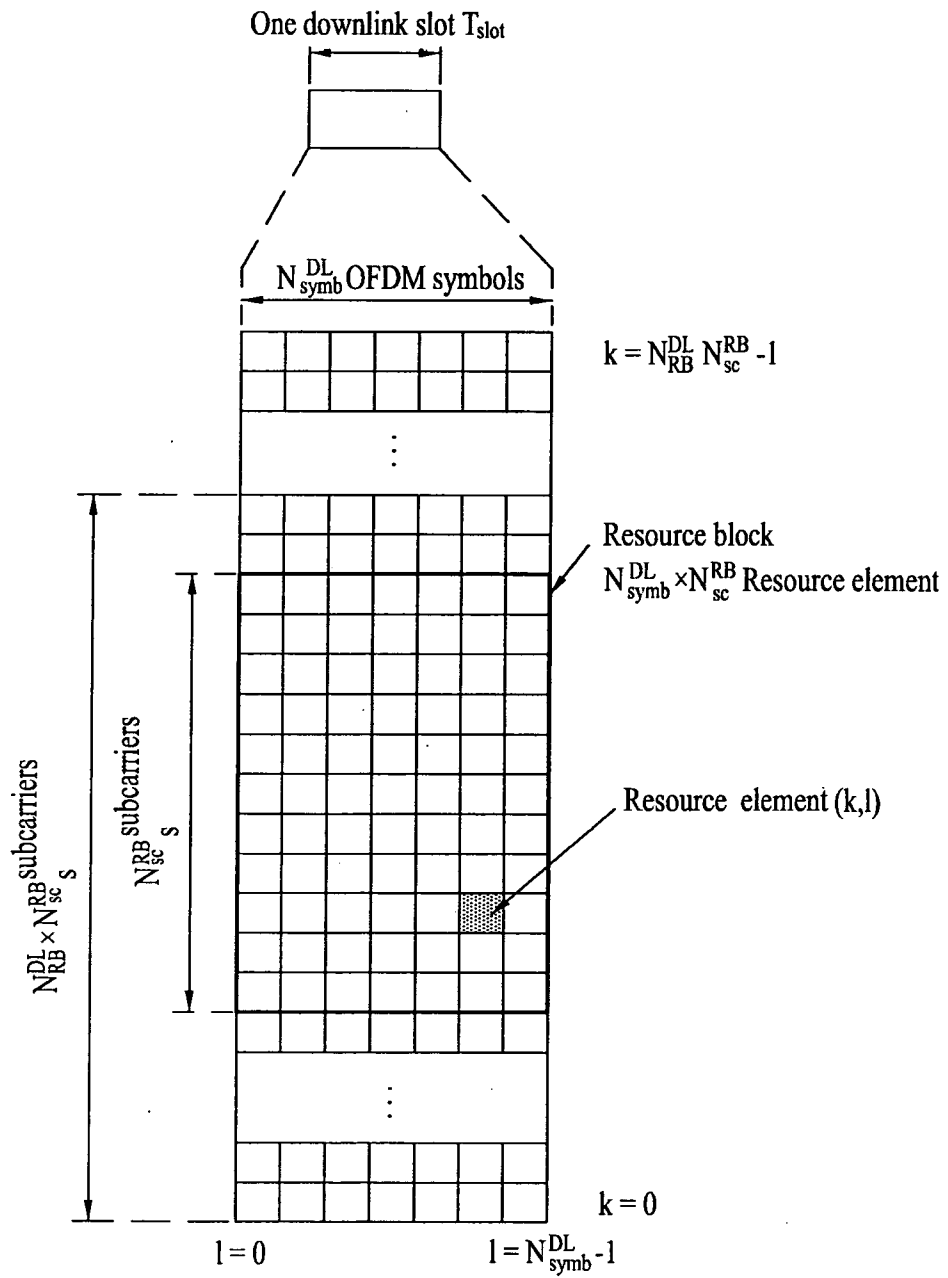


(a)

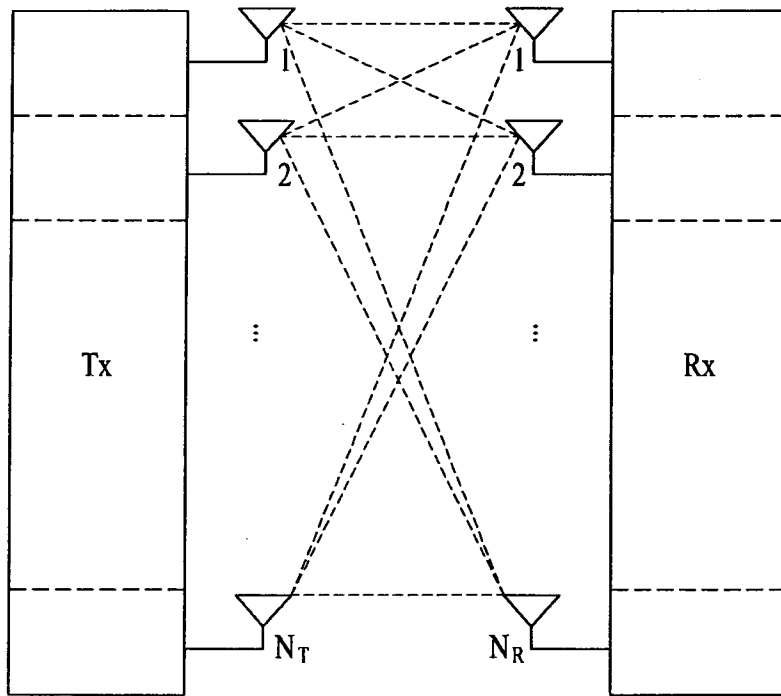


(b)

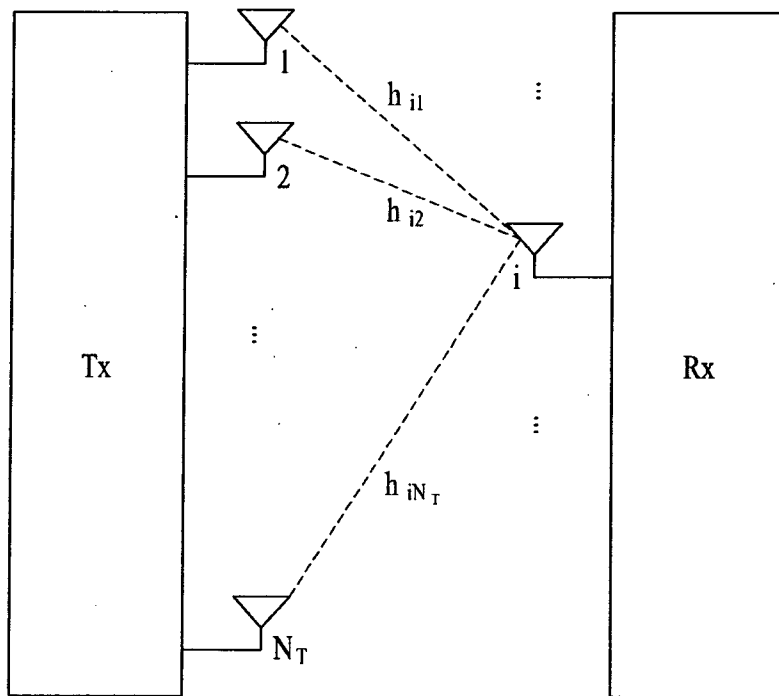
[4]



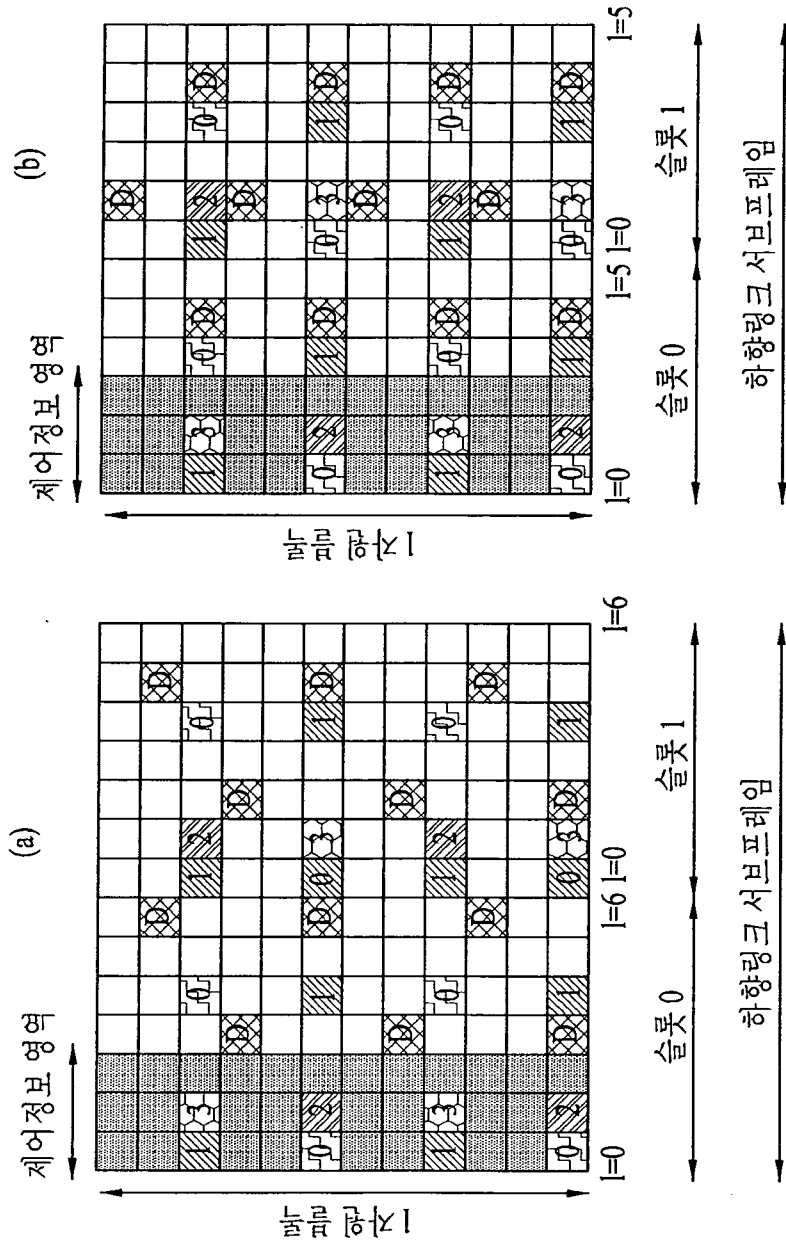
[도 5]



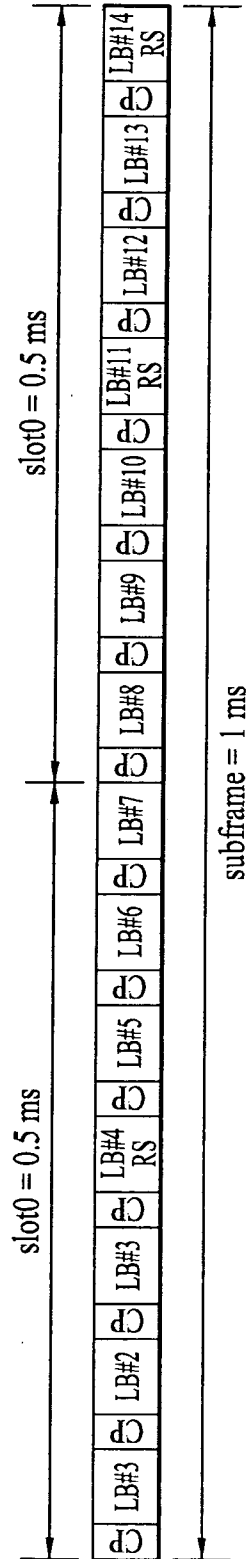
[도 6]



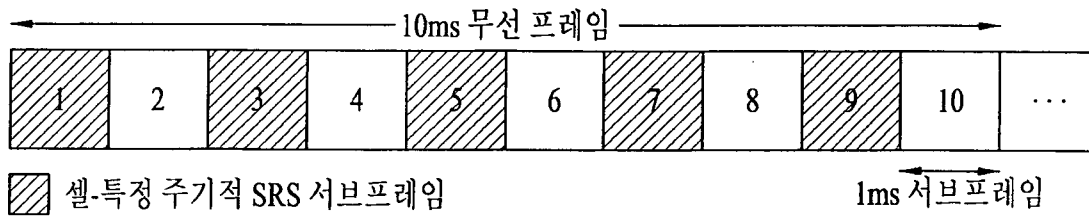
[도 7]



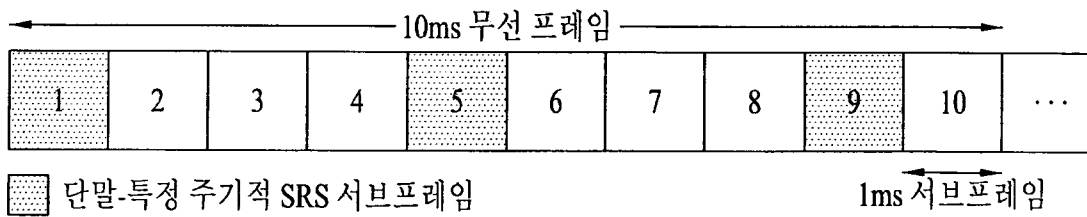
[도 8]



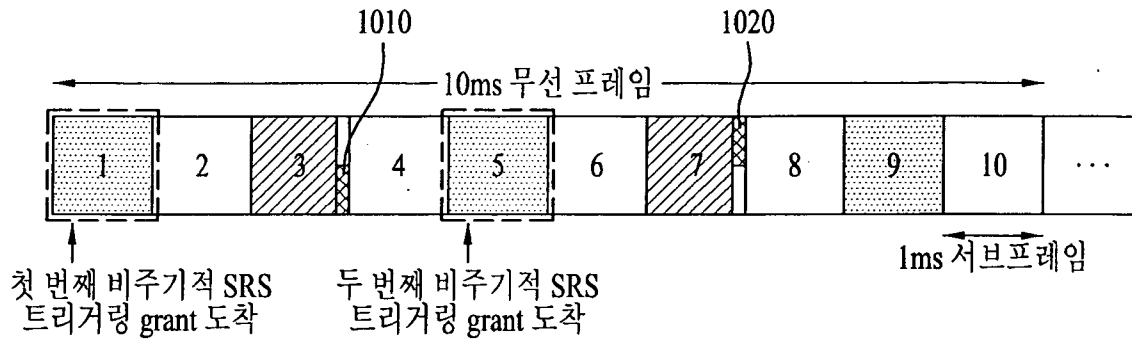
[도 9a]



[도 9b]

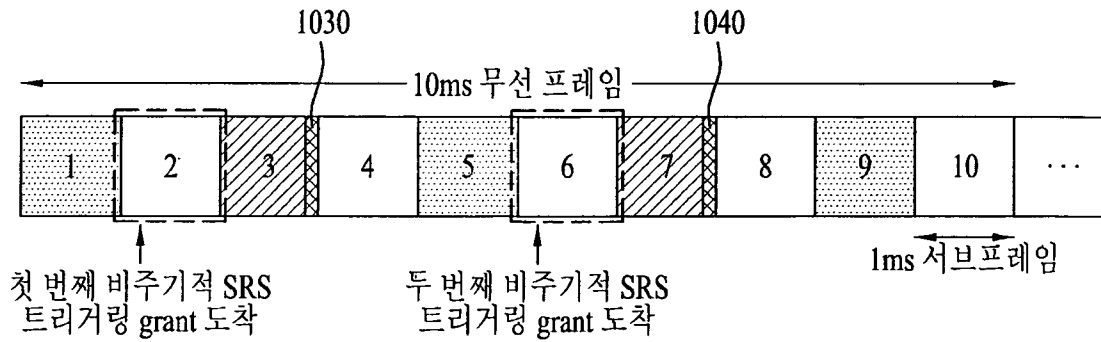


[도 10a]



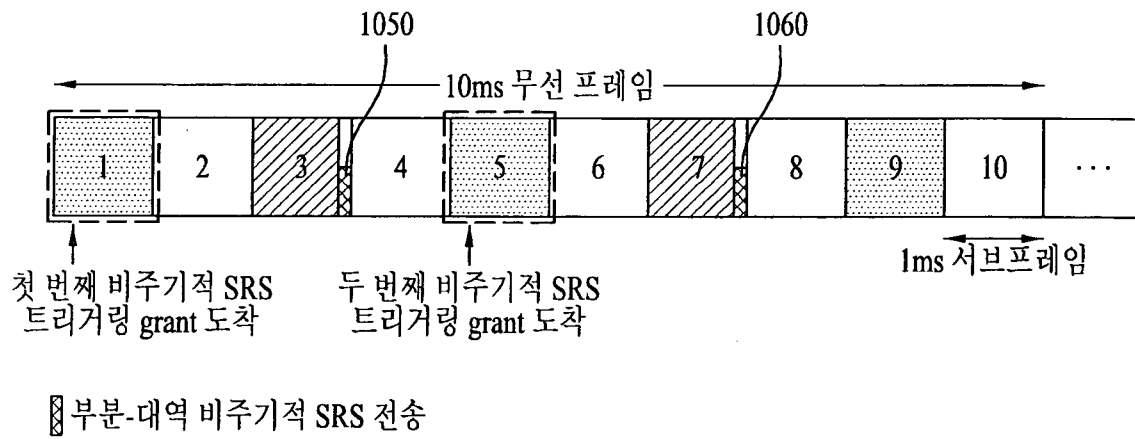
▨ 부분-대역 비주기적 SRS 전송

[도 10b]

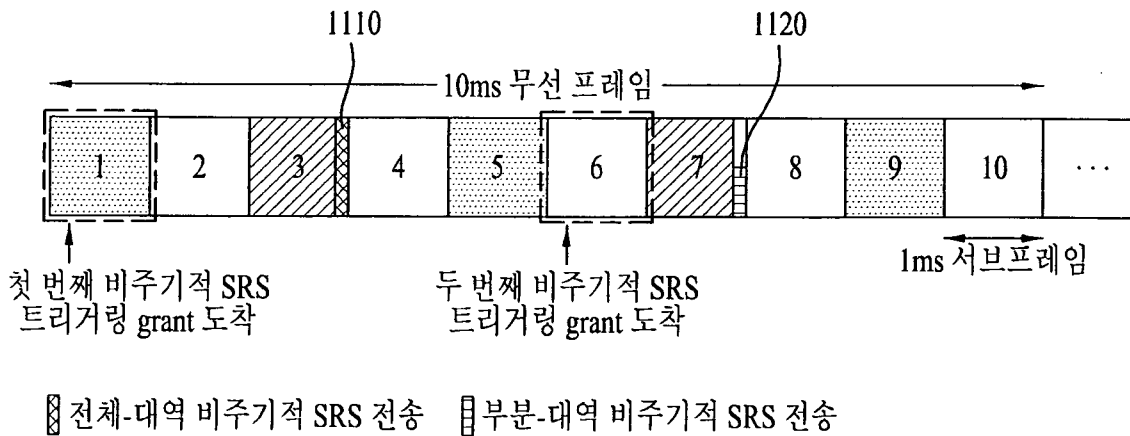


▨ 전체-대역 비주기적 SRS 전송

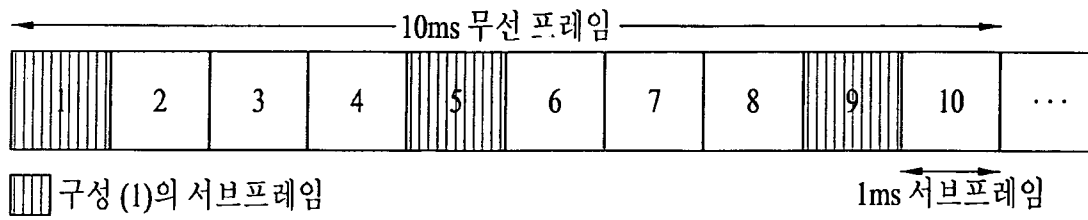
[도 10c]



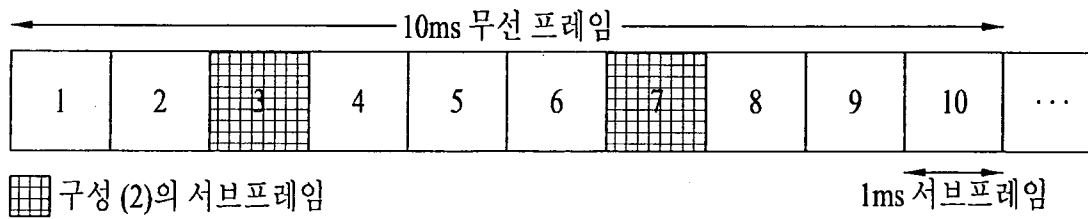
[도 11]



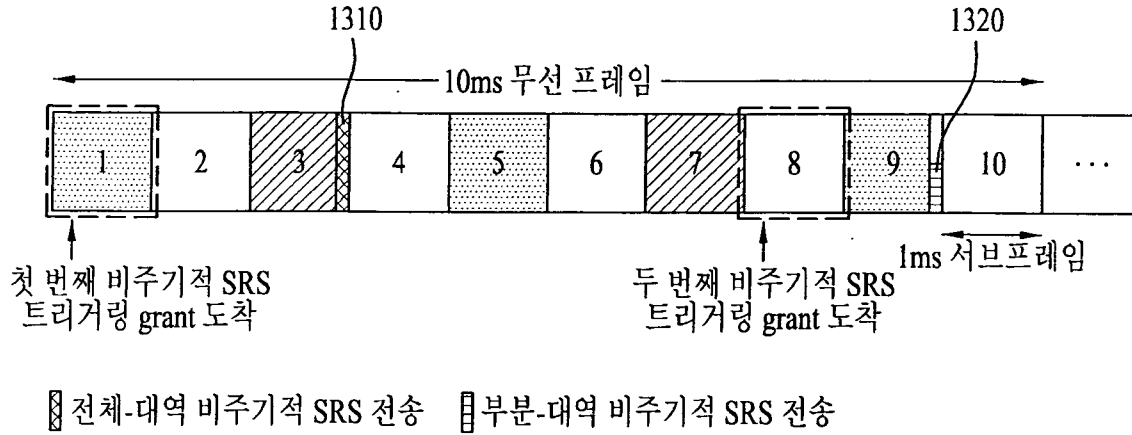
[도 12a]



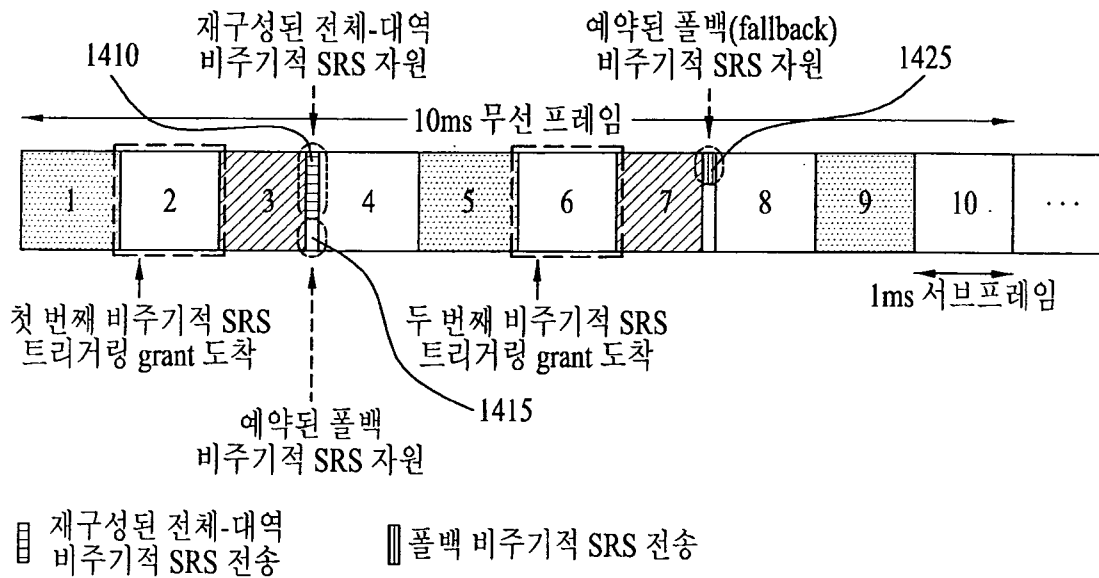
[도 12b]



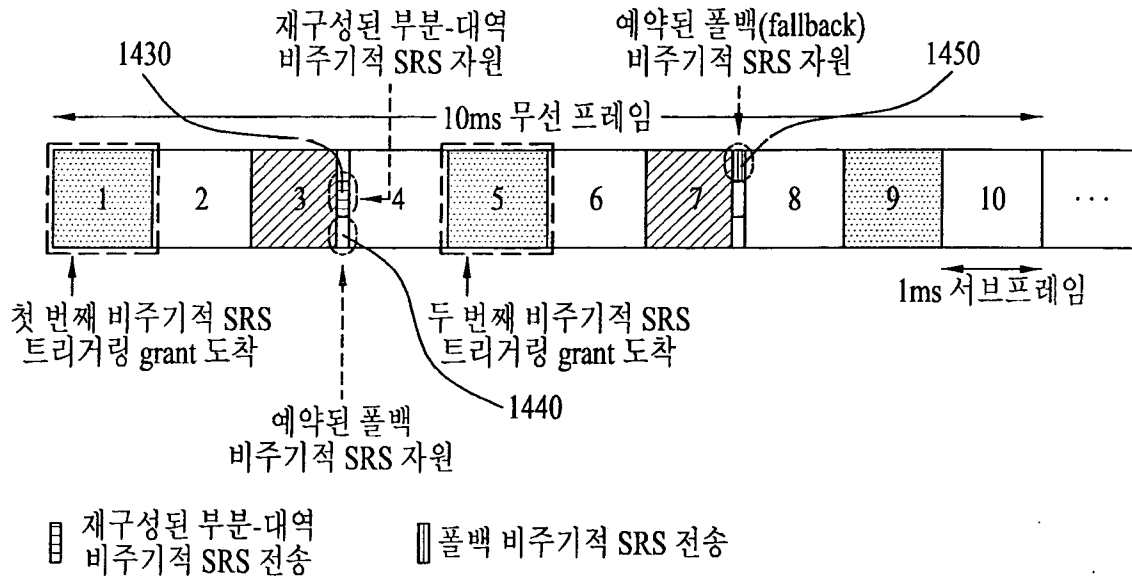
[도 13]



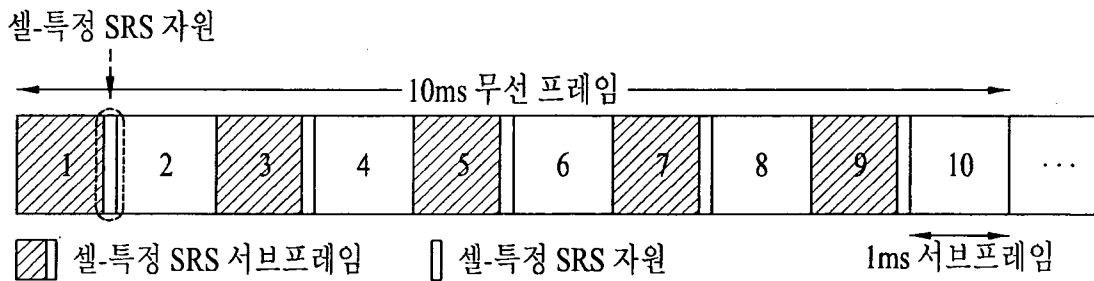
[도 14a]



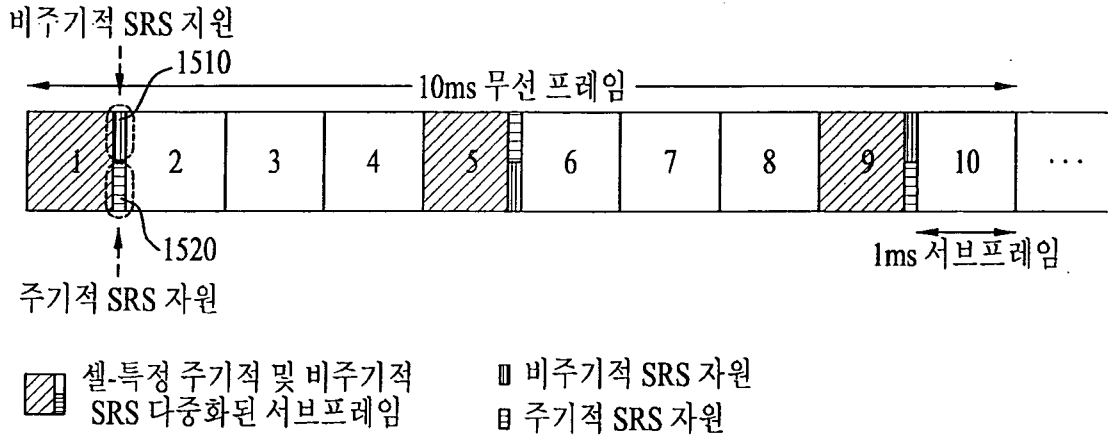
[도 14b]



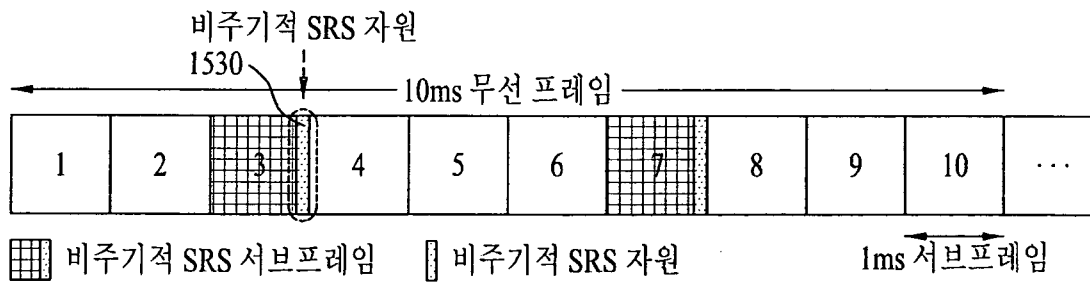
[도 15a]



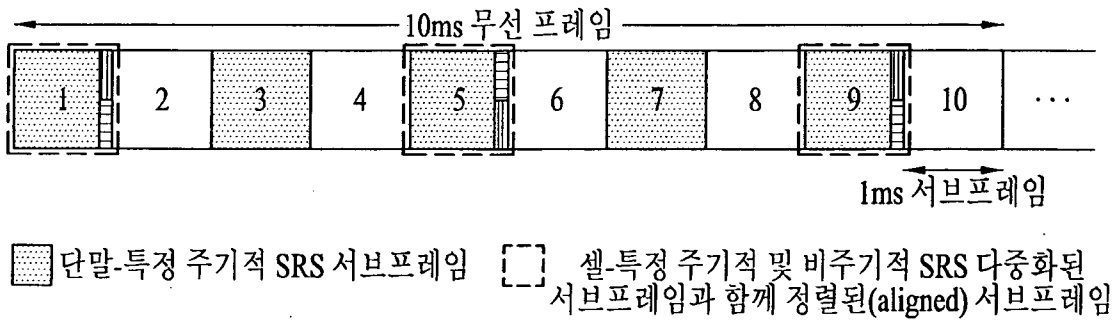
[도 15b]



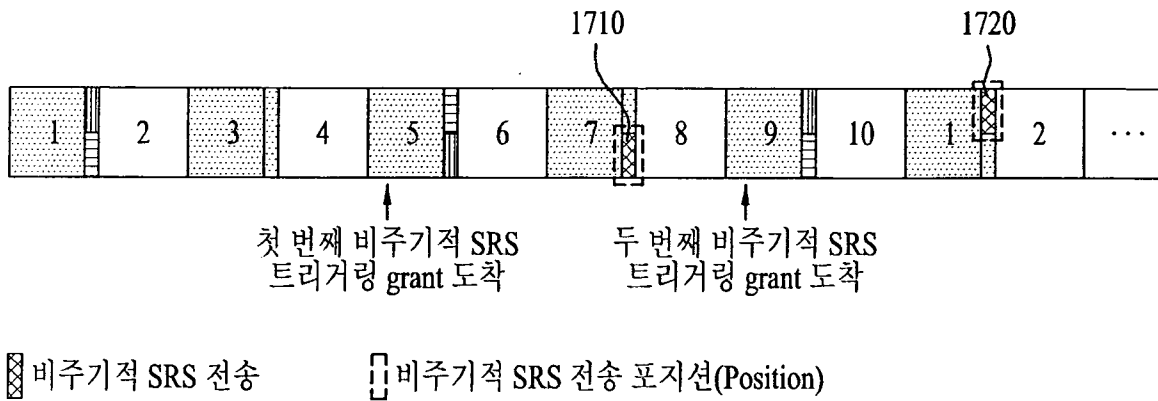
[도 15c]



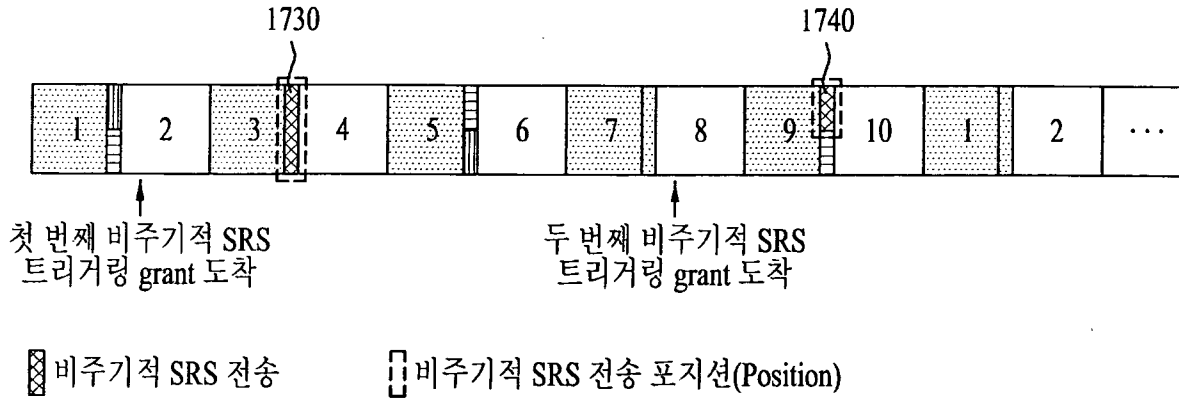
[도 16]



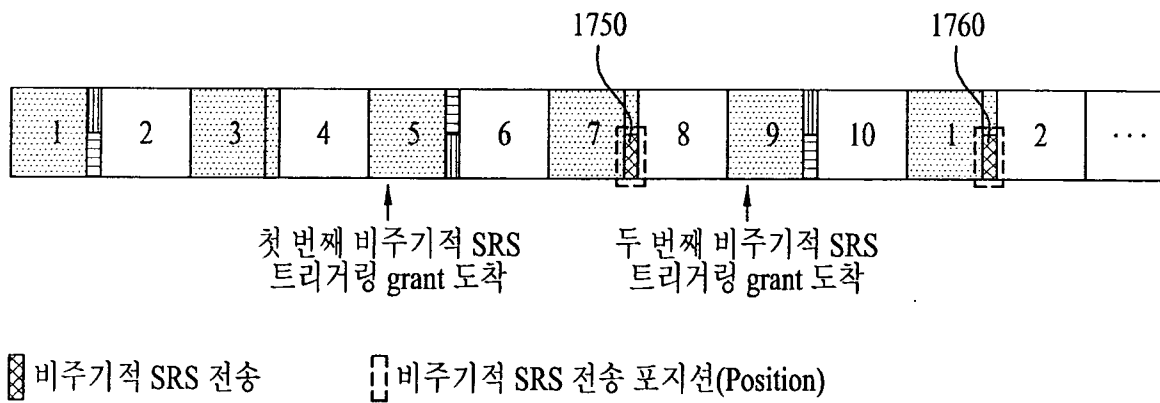
[도 17a]



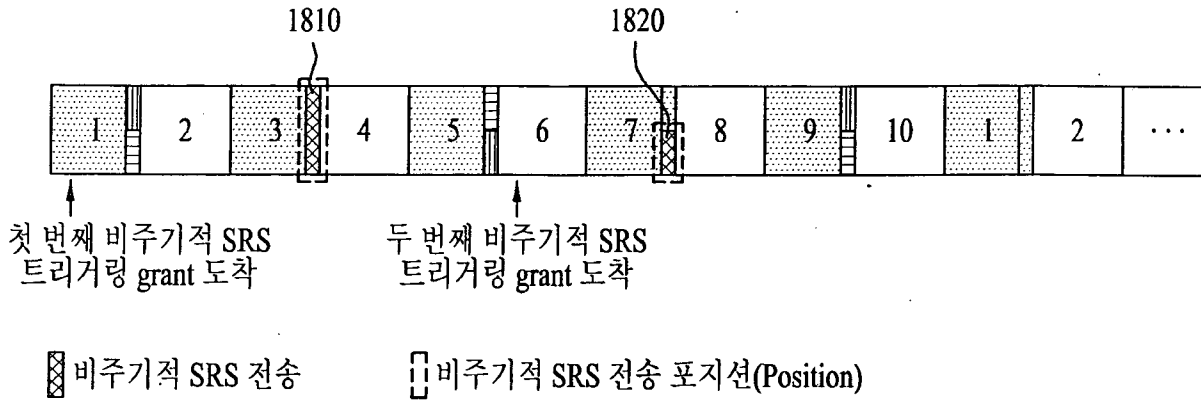
[도 17b]



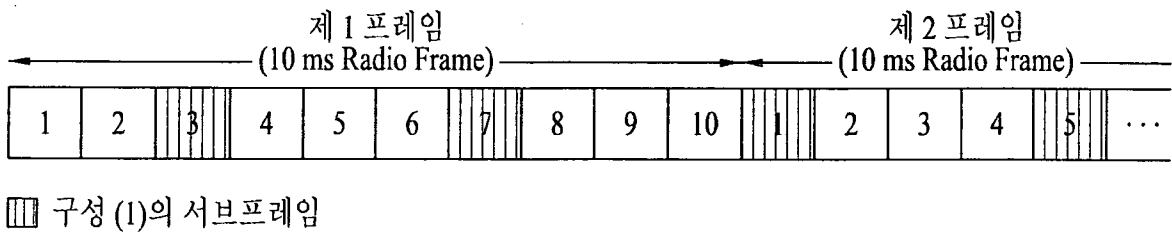
[도 17c]



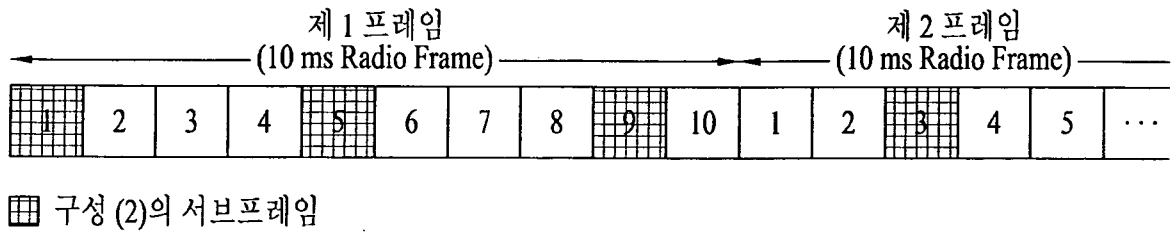
[도 18]



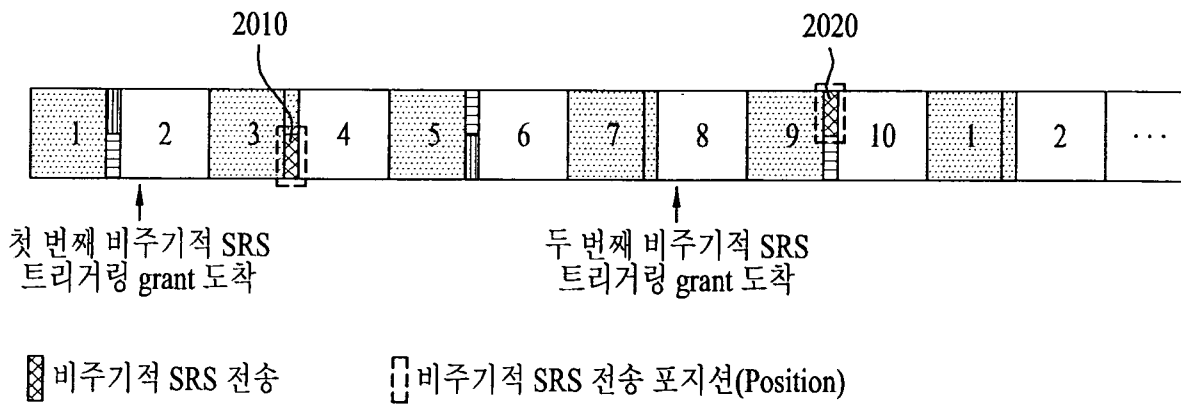
[도 19a]



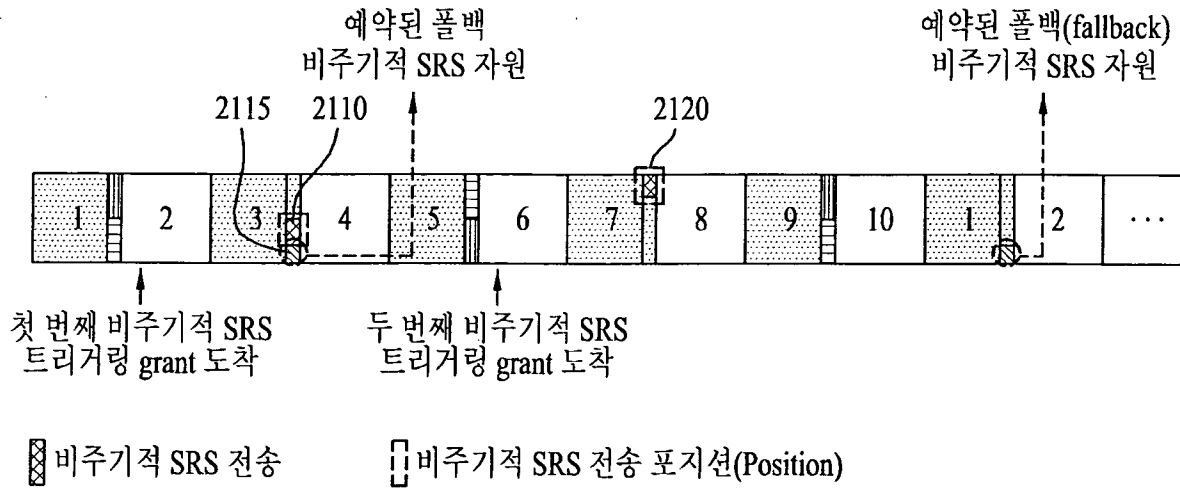
[도 19b]



[도 20]



[도 21a]



[도 21b]

