

명세서

발명의 명칭: SRS를 전송하는 방법 및 이를 위한 단말

기술분야

- [1] 본 발명은 무선통신에 관한 것으로, 보다 상세하게는 SRS를 전송하는 방법 및 이를 위한 단말에 관한 것이다.

배경기술

- [2] New radio access technology (RAT) 시스템이 도입되는 경우 더욱 많은 통신 기기들이 더욱 큰 통신 용량을 요구하게 됨에 따라 기존 RAT에 비해 향상된 mobile broadband 통신에 대한 필요성이 대두되고 있다.
- [3] 또한 다수의 기기 및 사물들을 연결하여 언제 어디서나 다양한 서비스를 제공하는 massive MTC (Machine Type Communications) 역시 차세대 통신에서 고려될 주요 이슈 중 하나이다. 뿐만 아니라 reliability 및 latency 에 민감한 서비스/UE 를 고려한 통신 시스템 디자인이 논의되고 있다. 이와 같이, New RAT에서는 enhanced mobile broadband communication (eMBB), massive MTC (mMTC), URLLC (Ultra-Reliable and Low Latency Communication) 등을 고려한 서비스들을 제공하고자 한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제는 단말이 SRS를 전송하는 방법을 제공하는 데 있다.
- [5] 본 발명에서 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 SRS를 전송하기 위한 단말을 제공하는 데 있다.
- [6] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 상기 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [7] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 단말이 SRS를 전송하는 방법은, 상기 단말이 복수의 심볼들 상에서의 SRS 전송을 위해 안테나 스위칭을 수행하도록 설정된 경우에 기지국으로부터 상기 복수의 심볼들 중에서 상기 SRS가 전송되는 심볼들을 지시하는 제 1 정보를 기지국으로부터 수신하는 단계; 및 상기 지시된 심볼들에서 상기 SRS를 전송하는 단계를 포함하되, 상기 SRS는 상기 지시된 심볼들 각각에 대응되는 안테나 포트들을 통해 전송되고, 상기 지시된 심볼들 각각에 대응되는 안테나 포트들은 서로 다른 안테나 포트일 수 있다. 상기 지시된 심볼들 사이에 위치한 심볼은 신호를 전송하지 않는 빈(empty) 심볼로 설정될 수 있다.

- [8] 상기 방법은 상기 기지국으로부터 상기 지시된 심볼들 사이에 빈(empty) 심볼을 설정할지 여부를 지시하는 제 2 정보를 수신하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 방법은 상기 기지국으로부터 상기 지시된 심볼들 각각에 대응되는 안테나 포트들을 지시하는 안테나 포트 인덱스들을 포함하는 제 3 정보를 수신하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [9] 상기 방법은 상기 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 성능에 대한 정보를 상기 기지국으로 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [10] 상기 방법은 상기 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 성능에 대한 정보를 요청하는 메시지를 상기 기지국으로부터 수신하는 단계를 더 포함하되, 상기 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 성능에 대한 정보는 상기 메시지에 대한 응답으로서 전송된 것일 수 있다.
- [11] 상기 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 성능에 대한 정보는 상기 단말의 서브캐리어 스페이싱(subcarrier spacing) 정보 또는 상기 안테나 스위칭을 위한 전이 시간 구간에 대한 정보를 포함할 수 있다. 상기 제 1 정보는 비트맵 타입의 정보에 해당할 수 있다. 상기 제 2 정보는 RRC(Radio Resource Control), MAC CE, DCI(Downlink Control Information) 중 어느 하나를 통해 수신될 수 있다.
- [12] 상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한, Sounding Reference Symbol(SRS)를 전송하기 위한 단말은, 수신기; 송신기; 및 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는, 상기 수신기가 상기 단말이 복수의 심볼들 상에서의 SRS 전송을 위해 안테나 스위칭을 수행하도록 설정된 경우에 기지국으로부터 상기 복수의 심볼들 중에서 상기 SRS가 전송되는 심볼들을 지시하는 제 1 정보를 기지국으로부터 수신하도록 제어하고, 상기 송신기가 상기 지시된 심볼들에서 상기 SRS를 전송하되, 상기 SRS를 상기 지시된 심볼들 각각에 대응되는 안테나 포트들을 통해 전송하도록 제어하며, 상기 지시된 심볼들 각각에 대응되는 안테나 포트들은 서로 다른 안테나 포트일 수 있다.
- [13] 상기 프로세서는 상기 수신기가 상기 기지국으로부터 상기 지시된 심볼들 사이에 빈(empty) 심볼을 설정할지 여부를 지시하는 제 2 정보를 수신하도록 제어할 수 있다. 상기 프로세서는 상기 수신기가 상기 기지국으로부터 상기 지시된 심볼들 각각에 대응되는 안테나 포트들을 지시하는 안테나 포트 인덱스들을 포함하는 제 3 정보를 수신하도록 제어할 수 있다. 상기 지시된 심볼들 사이에 위치한 심볼은 신호를 전송하지 않는 빈(empty) 심볼로 설정될 수 있다.
- [14] 상기 프로세서는 상기 송신기가 상기 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 성능에 대한 정보를 상기 기지국으로 전송하도록 제어할 수 있다. 상기 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 성능에 대한 정보는 상기 단말의 서브캐리어 스페이싱(subcarrier spacing) 정보 또는 상기 안테나 스위칭을 위한 전이 시간 구간에 대한 정보를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [15] 본 발명의 일 실시예에 따라, 안테나 스위칭 동작에 따라 연속적인 심볼들에서의 SRS 전송 시 발생하는 오류를 줄이는 효과가 있다.
- [16] 본 발명에서 얻은 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [17] 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.
- [18] 도 1은 무선통신 시스템(100)에서의 기지국(105) 및 단말(110)의 구성을 도시한 블록도이다.
- [19] 도 2a TXRU virtualization model option 1(sub-array model)을 나타낸 도면이고, 도 2b는 TXRU virtualization model option 2(full connection model)을 나타낸 도면이다.
- [20] 도 3은 하이브리드 빔포밍을 위한 블록도를 나타낸 도면이다.
- [21] 도 4는 하이브리드 빔포밍에서 BRS 심볼들에 맵핑된 빔의 예를 도시한 도면이다.
- [22] 도 5는 다른 numerology 간의 심볼/서브-심볼 alignment를 나타내는 예시적인 도면이다.
- [23] 도 6은 LTE 호핑 패턴을 예시한 도면이다($n_s=1 \rightarrow n_s=4$).
- [24] 도 7은 안테나 스위칭에 따른 왜곡 예를 도시한 도면이다.
- [25] 도 8은 안테나 스위칭에 따른 성능 열화 예를 나타내 도면이다.
- [26] 도 9는 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭을 위한 SRS 심볼 인덱스를 제공하는 예를 도시한 도면이다.
- [27] 도 10은 미리 설정된 SRS 포트 순서에 따른 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭의 예시한 도면이다.
- [28] 도 11은 SRS 자원 설정과 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭에 따른 SRS 포트 맵핑 규칙을 예시한 도면이다.
- [29] 도 12는 연속적인 SRS 슬롯(일 예로서, SRS slot 1/SRS slot 2)에 걸쳐서 안테나 스위칭을 고려한 SRS 심볼 및 SRS 포트 맵핑을 예시한 도면이다.
- [30] 도 13은 SRS 심볼 수와 numerology 설정에 따른 미리 정의된 SRS 포트 맵핑 방식을 예시한 도면이다.
- [31] 도 14는 SRS 심볼에 명시적인(explicit) SRS 포트 맵핑을 예시한 도면이다.
- [32] 도 15는 SRS 심볼에 명시적인 SRS 포트 맵핑을 예시한(SRS 포트 그룹 전송) 도면이다.
- [33] 도 16은 SRS 전송 자원 할당 위치 및 호핑 패턴에 따른 안테나 선택의 예시

(K=4)를 나타낸 도면이다.

[34] 도 17은 고정된 SRS 전송 주파수 자원 위치에 따른 안테나 선택을 예시한(K=4) 도면이다.

[35] 도 18은 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 성능 보고에 대한 프로시저를 예시한 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

[36] 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 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.

[37] 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.

[38] 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, Base Station, AP(Access Point) 등 단말과 통신하는 네트워크 단의 임의의 노드를 통칭하는 것을 가정한다.

[39] 이동 통신 시스템에서 단말 혹은 사용자 기기(User Equipment)은 기지국으로부터 하향링크(Downlink)를 통해 정보를 수신할 수 있으며, 단말은 또한 상향링크(Uplink)를 통해 정보를 전송할 수 있다. 단말이 전송 또는 수신하는 정보로는 데이터 및 다양한 제어 정보가 있으며, 단말이 전송 또는 수신하는 정보의 종류 용도에 따라 다양한 물리 채널이 존재한다.

[40] 이하의 기술은 CDMA(code division multiple access), FDMA(frequency division multiple access), TDMA(time division multiple access), OFDMA(orthogonal frequency division multiple access), SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 사용될 수 있다. CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA)

등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)는 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로서 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화된 버전이다.

- [41] 또한, 이하의 설명에서 사용되는 특정(特定) 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [42] 도 1은 무선통신 시스템(100)에서의 기지국(105) 및 단말(110)의 구성을 도시한 블록도이다.
- [43] 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.
- [44] 도 1을 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. 송수신 안테나(130, 135)가 각각 기지국(105) 및 단말(110)에서 하나로 도시되어 있지만, 기지국(105) 및 단말(110)은 복수 개의 송수신 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.
- [45] 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.
- [46] 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.
- [47] 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, 송신 안테나(130)는 발생된 하향링크 신호를 단말로 전송한다.

- [48] 단말(110)의 구성에서, 수신 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.
- [49] 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 디-매핑(demapping))하고, 디인터리빙(deinterleaving)하고, 디코딩하여, 전송된 트래픽 데이터를 복구한다.
- [50] 심볼 복조기(145) 및 수신 데이터 프로세서(150)에 의한 처리는 각각 기지국(105)에서의 심볼 변조기(120) 및 송신 데이터 프로세서(115)에 의한 처리에 대해 상보적이다.
- [51] 단말(110)은 상향링크 상에서, 송신 데이터 프로세서(165)는 트래픽 데이터를 처리하여, 데이터 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 송신 안테나(135)는 발생된 상향링크 신호를 기지국(105)으로 전송한다.
- [52] 기지국(105)에서, 단말(110)로부터 상향링크 신호가 수신 안테나(130)를 통해 수신되고, 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.
- [53] 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 유닛(160, 185)들과 연결될 수 있다. 메모리(160, 185)는 프로세서(180)에 연결되어 오퍼레이팅 시스템, 어플리케이션, 및 일반 파일(general files)들을 저장한다.
- [54] 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.

- [55] 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.
- [56] 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.
- [57] 본 명세서에서 단말의 프로세서(155)와 기지국의 프로세서(180)는 각각 단말(110) 및 기지국(105)이 신호를 수신하거나 송신하는 기능 및 저장 기능 등을 제외하고, 신호 및 데이터를 처리하는 동작을 수행하지만, 설명의 편의를 위하여 이하에서 특별히 프로세서(155, 180)를 언급하지 않는다. 특별히 프로세서(155, 180)의 언급이 없더라도 신호를 수신하거나 송신하는 기능 및 저장 기능이 아닌 데이터 처리 등의 일련의 동작들을 수행한다고 할 수 있다.
- [58] 먼저, 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서의 SRS 전송과 관련된 내용을 다음 표 1에서 설명한다.

[59] [표 1]

A UE shall transmit Sounding Reference Symbol (SRS) on per serving cell SRS resources based on two trigger types: - trigger type 0: higher layer signalling - trigger type 1: DCI formats 0/4/1A for FDD and TDD and DCI formats 2B/2C/2D for TDD. In case both trigger type 0 and trigger type 1 SRS transmissions would occur in the same subframe in the same serving cell, the UE shall only transmit the trigger type 1 SRS transmission. A UE may be configured with SRS parameters for trigger type 0 and trigger type 1 on each serving cell. The following SRS parameters are serving cell specific and semi-statically configurable by higher layers for trigger type 0 and for trigger type 1. - Transmission comb $\bar{k}_{TC}$, as defined in subclause 5.5.3.2 of [3] for trigger type 0 and each configuration of trigger type 1 - Starting physical resource block assignment n_{RRC} , as defined in subclause 5.5.3.2 of [3] for trigger type 0 and each configuration of trigger type 1 - duration: single or indefinite (until disabled), as defined in [11] for trigger type 0 - srs-ConfigIndex I_{SRS} for SRS periodicity T_{SRS} and SRS subframe offset T_{offset} , as defined in Table 8.2-1 and Table 8.2-2 for trigger type 0 and SRS periodicity $T_{SRS,1}$, and SRS subframe offset $T_{SRS,1}$, as defined in Table 8.2-4 and Table 8.2-5 trigger type 1 - SRS bandwidth B_{SRS} , as defined in subclause 5.5.3.2 of [3] for trigger type 0 and each configuration of trigger type 1 - Frequency hopping bandwidth, b_{hop} , as defined in subclause 5.5.3.2 of [3] for trigger type 0 - Cyclic shift n_{SRS}^{cs} , as defined in subclause 5.5.3.1 of [3] for trigger type 0 and each configuration of trigger type 1 - Number of antenna ports N_p for trigger type 0 and each configuration of trigger type 1 For trigger type 1 and DCI format 4 three sets of SRS parameters, srs-ConfigApDCI-Format4, are configured by higher layer signalling. The 2-bit SRS request field [4] in DCI format 4 indicates the SRS parameter set given in Table 8.1-1. For trigger type 1 and DCI format 0, a single set of SRS parameters, srs-ConfigApDCI-Format0, is configured by higher layer signalling. For trigger type 1 and DCI formats 1A/2B/2C/2D, a single common set of SRS parameters, srs-ConfigApDCI-Format1a2b2c, is configured by higher layer signalling. The SRS request field is 1 bit [4] for DCI formats 0/1A/2B/2C/2D, with a type 1 SRS triggered if the value of the SRS request field is set to '1'. A 1-bit SRS request field shall be included in DCI formats 0/1A for frame structure type 1 and 0/1A/2B/2C/2D for frame structure type 2 if the UE is configured with SRS parameters for DCI formats 0/1A/2B/2C/2D by higher-layer signalling.

[60] 다음 표 2는 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 DCI 포맷 4에서의 트리거 타입 1를 위한 SRS Request Value를 나타낸 표이다.

[61] [표2]

Value of SRS request field	Description
'00'	No type 1 SRS trigger
'01'	The 1 st SRS parameter set configured by higher layers
'10'	The 2 nd SRS parameter set configured by higher layers
'11'	The 3 rd SRS parameter set configured by higher layers

[62] 다음 표 3은 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서의 SRS 전송과 관련된 추가 내용을 더 설명하기 위한 표이다.

[63] [3]

The serving cell specific SRS transmission bandwidths C_{SRS} are configured by higher layers. The allowable values are given in subclause 5.5.3.2 of [3]. The serving cell specific SRS transmission sub-frames are configured by higher layers. The allowable values are given in subclause 5.5.3.3 of [3]. For a TDD serving cell, SRS transmissions can occur in UpPTS and uplink subframes of the UL/DL configuration indicated by the higher layer parameter subframeAssignment for the serving cell. When closed-loop UE transmit antenna selection is enabled for a given serving cell for a UE that supports transmit antenna selection, the index $a(n_{SRS})$, of the UE antenna that transmits the SRS at time n_{SRS} is given by $a(n_{SRS}) = n_{SRS} \bmod 2$, for both partial and full sounding bandwidth, and when frequency hopping is disabled (i.e.,

$$b_{hop} \geq B_{SRS}),$$

$$a(n_{SRS}) = \begin{cases} (n_{SRS} + \lfloor n_{SRS}/2 \rfloor + \beta \cdot \lfloor n_{SRS}/K \rfloor) \bmod 2 & \text{when } K \text{ is even} \\ n_{SRS} \bmod 2 & \text{when } K \text{ is odd} \end{cases}, \beta = \begin{cases} 1 & \text{where } K \bmod 4 = 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

when frequency hopping is enabled (i.e. $b_{hop} < B_{SRS}$), where values B_{SRS} , b_{hop} , N_b , and n_{SRS} are given in subclause 5.5.3.2 of [3], and

$$K = \prod_{b=b_{hop}}^{B_{SRS}} N_b \quad (\text{where } N_{b_{hop}} = 1$$

regardless of the N_b value), except when a single SRS transmission is configured for the UE. If a UE is configured with more than one serving cell, the UE is not expected to transmit SRS on different antenna ports simultaneously. A UE may be configured to transmit SRS on N_p antenna ports of a serving cell where N_p may be configured by higher layer signalling. For PUSCH transmission mode 1 $N_p \in \{0,1,2,4\}$ and for

PUSCH transmission mode 2 $N_p \in \{0,1,2\}$ with two antenna ports configured for

PUSCH and $N_p \in \{0,1,4\}$ with 4 antenna ports configured for PUSCH. A UE

configured for SRS transmission on multiple antenna ports of a serving cell shall transmit SRS for all the configured transmit antenna ports within one SC-FDMA symbol of the same subframe of the serving cell. The SRS transmission bandwidth and starting physical resource block assignment are the same for all the configured antenna ports of a given serving cell. A UE not configured with multiple TAGs shall not transmit SRS in a symbol whenever SRS and PUSCH transmissions happen to overlap in the same symbol. For TDD serving cell, when one SC-FDMA symbol exists in UpPTS of the given serving cell, it can be used for SRS transmission. When two SC-FDMA symbols exist in UpPTS of the given serving cell, both can be used for SRS transmission and for trigger type 0 SRS both can be assigned to the same UE. If a UE is not configured with multiple TAGs, or if a UE is configured with multiple

TAGs and SRS and PUCCH format 2/2a/2b happen to coincide in the same subframe in the same serving cell, -The UE shall not transmit type 0 triggered SRS whenever type 0 triggered SRS and PUCCH format 2/2a/2b transmissions happen to coincide in the same subframe; -The UE shall not transmit type 1 triggered SRS whenever type 1 triggered SRS and PUCCH format 2a/2b or format 2 with HARQ-ACK transmissions happen to coincide in the same subframe; -The UE shall not transmit PUCCH format 2 without HARQ-ACK whenever type 1 triggered SRS and PUCCH format 2 without HARQ-ACK transmissions happen to coincide in the same subframe. If a UE is not configured with multiple TAGs, or if a UE is configured with multiple TAGs and SRS and PUCCH happen to coincide in the same subframe in the same serving cell, -The UE shall not transmit SRS whenever SRS transmission and PUCCH transmission carrying HARQ-ACK and/or positive SR happen to coincide in the same subframe if the parameter `ackNackSRS-SimultaneousTransmission` is FALSE; -For FDD-TDD and primary cell frame structure 1, the UE shall not transmit SRS in a symbol whenever SRS transmission and PUCCH transmission carrying HARQ-ACK and/or positive SR using shortened format as defined in subclauses 5.4.1 and 5.4.2A of [3] happen to overlap in the same symbol if the parameter `ackNackSRS-SimultaneousTransmission` is TRUE. -Unless otherwise prohibited, the UE shall transmit SRS whenever SRS transmission and PUCCH transmission carrying HARQ-ACK and/or positive SR using shortened format as defined in subclauses 5.4.1 and 5.4.2A of [3] happen to coincide in the same subframe if the parameter `ackNackSRS-SimultaneousTransmission` is TRUE. A UE not configured with multiple TAGs shall not transmit SRS whenever SRS transmission on any serving cells and PUCCH transmission carrying HARQ-ACK and/or positive SR using normal PUCCH format as defined in subclauses 5.4.1 and 5.4.2A of [3] happen to coincide in the same subframe. In UpPTS, whenever SRS transmission instance overlaps with the PRACH region for preamble format 4 or exceeds the range of uplink system bandwidth configured in the serving cell, the UE shall not transmit SRS. The parameter `ackNackSRS-SimultaneousTransmission` provided by higher layers determines if a UE is configured to support the transmission of HARQ-ACK on PUCCH and SRS in one subframe. If it is configured to support the transmission of HARQ-ACK on PUCCH and SRS in one subframe, then in the cell specific SRS subframes of the primary cell UE shall transmit HARQ-ACK and SR using the shortened PUCCH format as defined in subclauses 5.4.1 and 5.4.2A of [3], where the HARQ-ACK or the SR symbol corresponding to the SRS location is punctured. This shortened PUCCH format shall be used in a cell specific SRS subframe of the primary cell even if the UE does not transmit SRS in that subframe. The cell specific SRS subframes are defined in subclause 5.5.3.3 of [3]. Otherwise, the UE shall use the normal PUCCH format

1/1a/1b as defined in subclause 5.4.1 of [3] or normal PUCCH format 3 as defined in subclause 5.4.2A of [3] for the transmission of HARQ-ACK and SR. Trigger type 0 SRS configuration of a UE in a serving cell for SRS periodicity, T_{SRS} , and SRS subframe offset, T_{offset} , is defined in Table 8.2-1 and Table 8.2-2, for FDD and TDD serving cell, respectively. The periodicity T_{SRS} of the SRS transmission is serving cell specific and is selected from the set $\{2, 5, 10, 20, 40, 80, 160, 320\}$ ms or subframes. For the SRS periodicity T_{SRS} of 2 ms in TDD serving cell, two SRS resources are configured in a half frame containing UL subframe(s) of the given serving cell. Type 0 triggered SRS transmission instances in a given serving cell for TDD serving cell with $T_{\text{SRS}} > 2$ and for FDD serving cell are the subframes satisfying

$$(10 \cdot n_f + k_{\text{SRS}} - T_{\text{offset}}) \bmod T_{\text{SRS}} = 0, \text{ where for FDD } k_{\text{SRS}} = \{0, 1, \dots, 0\} \text{ is the subframe index}$$

within the frame, for TDD serving cell k_{SRS} is defined in Table 8.2-3. The SRS transmission instances for TDD serving cell with $T_{\text{SRS}} = 2$ are the subframes satisfying $k_{\text{SRS}} - T_{\text{offset}}$. For TDD serving cell, and a UE configured for type 0 triggered SRS transmission in serving cell c, and the UE configured with the parameter EIMTA-MainConfigServCell-r12 for serving cell c, if the UE does not detect an UL/DL configuration indication for radio frame m (as described in section 13.1), the UE shall not transmit trigger type 0 SRS in a subframe of radio frame m that is indicated by the parameter eimta-HarqReferenceConfig-r12 as a downlink subframe unless the UE transmits PUSCH in the same subframe. Trigger type 1 SRS configuration of a UE in a serving cell for SRS periodicity, $T_{\text{SRS},1}$, and SRS subframe offset, $T_{\text{offset},1}$, is defined in Table 8.2-4 and Table 8.2-5, for FDD and TDD serving cell, respectively. The periodicity $T_{\text{SRS},1}$ of the SRS transmission is serving cell specific and is selected from the set $\{2, 5, 10\}$ ms or subframes. For the SRS periodicity $T_{\text{SRS},1}$ of 2 ms in TDD serving cell, two SRS resources are configured in a half frame containing UL subframe(s) of the given serving cell. A UE configured for type 1 triggered SRS transmission in serving cell c and not configured with a carrier indicator field shall transmit SRS on serving cell c upon detection of a positive SRS request in PDCCH/EPDCCH scheduling PUSCH/PDSCH on serving cell c. A UE configured for type 1 triggered SRS transmission in serving cell c and configured with a carrier indicator field shall transmit SRS on serving cell c upon detection of a positive SRS request in PDCCH/EPDCCH scheduling PUSCH/PDSCH with the value of carrier indicator field corresponding to serving cell c. A UE configured for type 1 triggered SRS transmission on serving cell c upon detection of a positive SRS request in subframe n of serving cell c shall commence SRS transmission in the first subframe satisfying $n + k, k \geq 4$ and $(10 \cdot n_f + k_{\text{SRS}} - T_{\text{offset},1}) \bmod T_{\text{SRS},1} = 0$ for TDD serving

cell c with $T_{\text{SRS},1} > 2$ and for FDD serving cell c , $(k_{\text{SRS}} - T_{\text{offset},1}) \bmod 5 = 0$ for TDD serving cell c with $T_{\text{SRS},1} = 2$ where for FDD serving cell c $k_{\text{SRS}} = \{0,1,\dots,9\}$ is the subframe index within the frame n_f , for TDD serving cell c k_{SRS} is defined in Table 8.2-3. A UE configured for type 1 triggered SRS transmission is not expected to receive type 1 SRS triggering events associated with different values of trigger type 1 SRS transmission parameters, as configured by higher layer signalling, for the same subframe and the same serving cell. For TDD serving cell c , and a UE configured with EIMTA-MainConfigServCell-r12 for a serving cell c , the UE shall not transmit SRS in a subframe of a radio frame that is indicated by the corresponding eIMTA-UL/DL-configuration as a downlink subframe. A UE shall not transmit SRS whenever SRS and a PUSCH transmission corresponding to a Random Access Response Grant or a retransmission of the same transport block as part of the contention based random access procedure coincide in the same subframe.

[64] 다음 표 4는 FDD에서 트리거 타입 0을 위한 서브프레임 오프셋 설정(T_{offset}) 및 UE-specific SRS periodicity (T_{SRS})를 나타낸 표이다.

[65] [표4]

SRS Configuration Index I	SRS Periodicity (ms)	SRS Subframe Offset
SRS		
0 - 1	2	I_{SRS}
2 - 6	5	$I_{\text{SRS}} - 2$
7 - 16	10	$I_{\text{SRS}} - 7$
17 - 36	20	$I_{\text{SRS}} - 17$
37 - 76	40	$I_{\text{SRS}} - 37$
77 - 156	80	$I_{\text{SRS}} - 77$
157 - 316	160	$I_{\text{SRS}} - 157$
317 - 636	320	$I_{\text{SRS}} - 317$
637 - 1023	reserved	reserved

[66] 다음 표 5는 TDD에서 트리거 타입 0을 위한 서브프레임 오프셋 설정(T_{offset}) 및 UE-specific SRS periodicity (T_{SRS})를 나타낸 표이다.

[67] [35]

SRS Configuration Index I SRS	SRS Periodicity (ms)	SRS Subframe Offset
0 - 1	2	I_{SRS}
2 - 6	5	$I_{\text{SRS}} - 2$
7 - 16	10	$I_{\text{SRS}} - 7$
17 - 36	20	$I_{\text{SRS}} - 17$
37 - 76	40	$I_{\text{SRS}} - 37$
77 - 156	80	$I_{\text{SRS}} - 77$
157 - 316	160	$I_{\text{SRS}} - 157$
317 - 636	320	$I_{\text{SRS}} - 317$
637 - 1023	reserved	reserved

[68] [표6]

SRS Configuration Index I_{SRS}	SRS Periodicity (ms)	SRS Subframe Offset
0	2	0, 1
1	2	0, 2
2	2	1, 2
3	2	0, 3
4	2	1, 3
5	2	0, 4
6	2	1, 4
7	2	2, 3
8	2	2, 4
9	2	3, 4
10 - 14	5	$I_{\text{SRS}} - 10$
15 - 24	10	$I_{\text{SRS}} - 15$
25 - 44	20	$I_{\text{SRS}} - 25$
45 - 84	40	$I_{\text{SRS}} - 45$
85 - 164	80	$I_{\text{SRS}} - 85$
165 - 324	160	$I_{\text{SRS}} - 165$
325 - 644	320	$I_{\text{SRS}} - 325$
645 - 1023	reserved	reserved

[69] 표 7은 TDD를 위한 k_{SRS} 를 나타낸 표이다.

[70] [표7]

	subframe index n											
	0	1		2	3	4	5	6		7	8	9
		1st symbol of UpPTS	2nd symbol of UpPTS					1st symbol of UpPTS	2nd symbol of UpPTS			
k _{SRS} in case UpPTS length of 2 symbols		0	1	2	3	4		5	6	7	8	9
k _{SRS} in case UpPTS length of 1 symbol		1		2	3	4		6		7	8	9

[71] 다음 표 8은 FDD에서 트리거 타입 1을 위한 서브프레임 오프셋 설정($T_{\text{offset},1}$) 및 UE-specific SRS periodicity ($T_{\text{SRS},1}$)를 나타낸 표이다.

[72] [표8]

SRS Configuration Index I_{SRS}	SRS Periodicity (ms)	SRS Subframe Offset
0 - 1	2	I_{SRS}
2 - 6	5	$I_{\text{SRS}} - 2$
7 - 16	10	$I_{\text{SRS}} - 7$
17 - 31	reserved	reserved

[73] 다음 표 9는 TDD에서 트리거 타입 1을 위한 서브프레임 오프셋 설정($T_{\text{offset},1}$) 및 UE-specific SRS periodicity ($T_{\text{SRS},1}$)를 나타낸 표이다.

[74] [표9]

SRS Configuration Index I_{SRS}	SRS Periodicity (ms)	SRS Subframe Offset
0	reserved	reserved
1	2	0, 2
2	2	1, 2
3	2	0, 3
4	2	1, 3
5	2	0, 4
6	2	1, 4
7	2	2, 3
8	2	2, 4
9	2	3, 4
10 - 14	5	$I_{\text{SRS}} - 10$
15 - 24	10	$I_{\text{SRS}} - 15$
25 - 31	reserved	reserved

[75] 아날로그 빔포밍(Analog Beamforming)

[76] Millimeter Wave(mmW)에서는 파장이 짧아져서 동일 면적에 다수개의 안테나 element의 설치가 가능하다. 즉 30GHz 대역에서 파장은 1cm로써 4 by 4 cm의 panel에 0.5 lambda(파장) 간격으로 2-dimension 배열 형태로 총 64(8x8)의 안테나 element 설치가 가능하다. 그러므로 mmW에서는 다수개의 안테나 element를 사용하여 빔포밍(BF) 이득을 높여 커버리지를 증가시키거나 쓰루풋(throughput)을 높일수 있다.

[77] 이 경우에 안테나 element 별로 전송 파워 및 위상 조절이 가능하도록 TXRU(Transceiver Unit)를 가지면 주파수 자원 별로 독립적인 빔포밍이 가능하다. 그러나, 100여개의 안테나 element 모두에 TXRU를 설치하기에는 비용 측면에서 실효적이지 못하다. 그러므로 하나의 TXRU에 다수개의 안테나 element를 맵핑(mapping)하고 아날로그 위상 쉬프터(analog phase shifter)로 빔의 방향을 조절하는 방식이 고려되고 있다. 이러한 아날로그 빔포밍 방식은 전 대역에 있어서 하나의 빔 방향만을 만들 수 있어 주파수 선택적 빔포밍을 해줄 수 없는 단점이 있다.

[78] 디지털 빔포밍(Digital BF)와 아날로그 빔포밍(analog BF)의 중간 형태로 Q개의 안테나 element보다 적은 개수인 B개의 TXRU를 갖는 하이브리드 빔포밍(하이브리드 BF)를 고려할 수 있다. 이 경우에 B개의 TXRU와 Q개의 안테나 element의 연결 방식에 따라서 차이는 있지만, 동시에 전송할 수 있는

빔의 방향은 B개 이하로 제한되게 된다.

- [79] 도 2a TXRU virtualization model option 1(sub-array model)을 나타낸 도면이고, 도 2b는 TXRU virtualization model option 2(full connection model)을 나타낸 도면이다.
- [80] 도 2a 및 도 2b는 TXRU와 안테나 element의 연결 방식의 대표적인 일 예들을 나타낸다. 여기서 TXRU virtualization 모델은 TXRU의 출력 신호와 antenna elements의 출력 신호의 관계를 나타낸다. 도 2a는 TXRU가 sub-array에 연결된 방식을 나타내는데, 이 경우에 안테나 element는 하나의 TXRU에만 연결된다. 이와 달리 도 2b는 TXRU가 모든 안테나 element에 연결된 방식을 나타내는데, 이 경우에 안테나 element는 모든 TXRU에 연결된다. 도 2a 및 도 2b에서 W는 아날로그 위상 쉬프터에 의해 곱해지는 위상 벡터를 나타낸다. 즉 W에 의해 아날로그 빔포밍의 방향이 결정된다. 여기서 CSI-RS 안테나 포트들과 TXRU들과의 맵핑은 1-to-1 또는 1-to-many 일 수 있다.
- [81] 하이브리드 빔포밍(Hybrid Beamforming)
- [82] 도 3은 하이브리드 빔포밍을 위한 블록도를 나타낸 도면이다.
- [83] New RAT 시스템에서는 다수의 안테나가 사용되는 경우, 디지털 빔포밍과 아날로그 빔포밍을 결합한 하이브리드 빔포밍 기법의 사용될 수 있다. 이때, 아날로그 빔포밍 (또는 RF 빔포밍)은 RF 단에서 프리코딩(Precoding) (또는 컴바이닝(Combining))을 수행하는 동작을 의미한다. 상기 하이브리드 빔포밍 기법은 Baseband 단과 RF 단은 각각 프리코딩(Precoding) (또는 컴바이닝(Combining))을 방식을 사용함으로써 RF chain 수와 D/A (또는 A/D) converter 수를 줄이면서도 Digital 빔포밍에 근접하는 성능을 낼 수 있다는 장점을 가진다. 설명의 편의상 도 4에 도시한 바와 같이 상기 하이브리드 빔포밍 구조는 N개 Transceiver unit (TXRU)와 M개의 물리적 안테나로 표현될 수 있다. 그러면, 송신 측에서 전송할 L개 Data layer에 대한 디지털 빔포밍은 N by L 행렬로 표현될 수 있고, 이후 변환된 N개 디지털 신호는 TXRU를 거쳐 아날로그 신호로 변환된 다음 M by N 행렬로 표현되는 아날로그 빔포밍이 적용된다.
- [84] 도 3은 상기 TXRU 및 물리적 안테나 관점에서 하이브리드 빔포밍 구조를 추상적으로 도식화한 것이다. 이때, 도 3에서 디지털 빔의 개수는 L개이며, 아날로그 빔의 개수는 N개이다. 더 나아가서 New RAT 시스템에서는 기지국이 아날로그 빔포밍을 심볼 단위로 변경할 수 있도록 설계하여 특정한 지역에 위치한 단말에게 보다 효율적인 빔포밍을 지원하는 방향을 고려하고 있다. 더 나아가, 도 3에서 특정 N개의 TXRU와 M개의 RF 안테나를 하나의 안테나 패널(panel)로 정의할 때, New RAT 시스템에서는 서로 독립적인 하이브리드 빔포밍이 적용 가능한 복수의 안테나 패널을 도입하는 방안까지 고려하고 있다.
- [85] 기지국이 복수의 아날로그 빔을 활용하는 경우 단말 별로 신호 수신에 유리한 아날로그 빔이 다를 수 있으므로, 기지국은 적어도 동기 신호(Synchronization signal), 시스템 정보(System information), 페이징(Paging) 등에 대해서는 특정

- 서브프레임(SF)에서 기지국이 적용할 복수 아날로그 빔들을 심볼 별로 바꾸어 모든 단말이 수신 기회를 가질 수 있도록 하는 빔 스위칭 동작을 고려할 수 있다.
- [86] 도 4는 하이브리드 빔포밍에서 BRS 심볼들에 맵핑된 빔의 예를 도시한 도면이다.
- [87] 도 4는 하향링크(DL) 전송 과정에서 동기 신호와 시스템 정보에 대해 상기 빔 스위칭 동작을 도식화하여 도시하고 있다. 도 4에서 New RAT 시스템의 시스템 정보가 브로드캐스팅 방식으로 전송되는 물리 자원(또는 물리 채널)을 xPBCH(physical broadcast channel)으로 명명하였다. 이때, 한 심볼 내에서 서로 다른 안테나 패널에 속하는 아날로그 빔들은 동시 전송될 수 있으며, 아날로그 빔 별 채널을 측정하기 위해 도 4에 도시한 바와 같이 (특정 안테나 패널에 대응되는) 단일 아날로그 빔이 적용되어 전송되는 Reference signal (RS)인 Beam RS (BRS)를 도입하는 방안을 고려할 수 있다. 상기 BRS는 복수의 안테나 포트에 대해 정의될 수 있으며, BRS의 각 안테나 포트는 단일 아날로그 빔에 대응될 수 있다. 도 5에서는 빔을 측정하기 위한 RS(Reference Signal)로 사용되는 RS로 BRS로 명명하였으나 다른 호칭으로 명명될 수도 있다. 이때, BRS와는 달리 동기 신호 또는 xPBCH는 임의의 단말이 잘 수신할 수 있도록 아날로그 빔 그룹 내 모든 아날로그 빔이 적용되어 전송될 수 있다.
- [88] 도 5는 다른 numerology 간의 심볼/서브-심볼 alignment를 나타내는 예시적인 도면이다.
- [89] New RAT(NR) Numerology 특징
- [90] NR에서는 Scalable Numerology를 지원하는 방식을 고려하고 있다. 즉 NR의 subcarrier spacing은 $(2^n \times 15)$ kHz, n은 정수로 나타내고 있으며, nested 관점에서 위의 subset 또는 superset (at least 15, 30, 60, 120, 240, and 480 kHz)가 주요 subcarrier spacing으로 고려되고 있다. 이에 따른 동일한 CP 오버헤드 비율을 갖도록 조절함으로써 다른 numerology 간의 심볼 또는 서브-심볼 alignment를 지원하도록 설정되었다.
- [91] 또한, 각 서비스들(eMBB, URLLC, mMTC) 과 시나리오들(high speed 등등)에 따라 위의 시간/주파수 granularity가 dynamic 하게 할당되는 구조로 numerology가 결정된다.
- [92] New RAT에서의 주요 agreement는 다음과 같다
- [93] - 400 MHz 가 한 NR carrier 당 할당할 수 있는 최대 대역폭이다(Bandwidth).
- [94] - 100 MHz 까지는 Rel 15 표준문서 참조한다.
- [95] - Scalable numerology를 채택한다. 즉 $15\text{KHz} \times (2^n)$ 이 된다(15~480kHz).
- [96] - 하나의 numerology는 하나의 SCS와 CP를 갖게 되며, 각 SCS와 CP는 RRC 설정된다.
- [97] - 서브프레임 길이는 1ms로 고정된 길이 이다(TTI는 SCS에 따라 또는 용도(예를 들어, URLLC)에 따라 슬롯(14 symbols) 또는 mini-slot(URLLC) 또는 multi slot 단위가 되고 TTI 또한 RRC 시그널링된다(one TTI duration determines

how transmission is made on physical layer)

- [98] - 즉 모든 numerology는 1ms 마다 정렬된다.
- [99] - 각 RB 당 Subcarrier 수는 12개로 통일한다.
- [100] - 슬롯 내의 symbol 수: 7 또는 14 (SCS가 60kHz 보다 작을 때), 14(SCS가 60kHz 보다 클 때)
- [101] 다음 표 10과 표 11은 LTE 시스템에서의 Cell ID와 root 값을 이용한 시퀀스 생성 방법을 나타내고 있다.
- [102] [표10]

The sequence-group number u in slot n_s is defined by a group hopping pattern $f_{gh}(n_s)$ and a sequence-shift pattern f_{ss} according to

$$u = (f_{gh}(n_s) + f_{ss}) \bmod 30$$

There are 17 different hopping patterns and 30 different sequence-shift patterns. Sequence-group hopping can be enabled or disabled by means of the cell-specific parameter *Group-hopping-enabled* provided by higher layers. Sequence-group hopping for PUSCH can be disabled for a certain UE through the higher-layer parameter *Disable-sequence-group-hopping* despite being enabled on a cell basis unless the PUSCH transmission corresponds to a Random Access Response Grant or a retransmission of the same transport block as part of the contention based random access procedure.

The group-hopping pattern $f_{gh}(n_s)$ may be different for PUSCH, PUCCH and SRS and is given by

$$f_{gh}(n_s) = \begin{cases} 0 & \text{if group hopping is disabled} \\ \left(\sum_{i=0}^7 c(8n_s + i) \cdot 2^i \right) \bmod 30 & \text{if group hopping is enabled} \end{cases}$$

where the pseudo-random sequence $c(i)$ is defined by clause 7.2. The pseudo-random sequence

generator shall be initialized with $c_{init} = \left\lfloor \frac{n_{ID}^{RS}}{30} \right\rfloor$ at the beginning of each radio frame where n_{ID}^{RS}

is given by clause 5.5.1.5.

The sequence-shift pattern f_{ss} definition differs between PUCCH, PUSCH and SRS.

For SRS, the sequence-shift pattern f_{ss}^{SRS} is given by $f_{ss}^{SRS} = n_{ID}^{RS} \bmod 30$ where n_{ID}^{RS} is given by clause 5.5.1.5.

[103] [㉔11]

Sequence hopping only applies for reference-signals of length $M_{sc}^{RS} \geq 6N_{sc}^{RB}$.

For reference-signals of length $M_{sc}^{RS} < 6N_{sc}^{RB}$, the base sequence number v within the base sequence group is given by $v = 0$.

For reference-signals of length $M_{sc}^{RS} \geq 6N_{sc}^{RB}$, the base sequence number v within the base sequence group in slot n_s is defined by

$$v = \begin{cases} c(n_s) & \text{if group hopping is disabled and sequence hopping is enabled} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

where the pseudo-random sequence $c(i)$ is given by clause 7.2. The parameter *Sequence-hopping-enabled* provided by higher layers determines if sequence hopping is enabled or not. Sequence hopping for PUSCH can be disabled for a certain UE through the higher-layer parameter *Disable-sequence-group-hopping* despite being enabled on a cell basis unless the PUSCH transmission corresponds to a Random Access Response Grant or a retransmission of the same transport block as part of the contention based random access procedure.

For SRS, the pseudo-random sequence generator shall be initialized with

$$c_{init} = \left\lfloor \frac{n_{ID}^{RS}}{30} \right\rfloor \cdot 2^5 + (n_{ID}^{RS} + \Delta_{ss}) \bmod 30 \text{ at the beginning of each radio frame where } n_{ID}^{RS} \text{ is}$$

given by clause 5.5.1.5 and Δ_{ss} is given by clause 5.5.1.3.

Sounding reference signals: $n_{ID}^{RS} = N_{ID}^{cell}$.

$$x_q(m) = e^{-j \frac{\pi q m(m+1)}{N_{zc}^{RS}}}, \quad 0 \leq m \leq N_{zc}^{RS} - 1$$

with q given by

$$q = \lfloor \bar{q} + 1/2 \rfloor + v \cdot (-1)^{\lfloor 2\bar{q} \rfloor}$$

$$\bar{q} = N_{zc}^{RS} \cdot (u+1)/31$$

- [104] LTE 시스템에서의 SRS 호핑(hopping) 특징은 다음과 같다.
- [105] - 주기적 SRS 트리거링(triggering type 0) 시에만 SRS hopping 동작을 수행한다.
- [106] - SRS 자원들의 할당은 predefined hopping pattern으로 제공된다.
- [107] - 호핑 패턴(Hopping pattern)은 단말-특정(UE specific) 하게 RRC 시그널링으로 설정될 수 있다(단, 오버래핑(overlapping)은 허용되지 않음).
- [108] - 셀/단말-특정 SRS가 전송되는 서브프레임 마다 호핑 패턴을 이용하여 SRS가 주파수 호핑되어 전송될 수 있다.
- [109] - SRS 주파수 도메인의 시작 위치 및 호핑 공식은 다음 수학식 1을 통해 해석된다.

[110] [수식1]

$$\begin{aligned}
 k_0^{(p)} &= \bar{k}_0^{(p)} + \sum_{b=0}^{N_{\text{SRS}}} K_{\text{TC}} M_{\text{sc},b}^{\text{RS}} n_b \\
 n_b &= \begin{cases} \lfloor 4n_{\text{RRC}} / m_{\text{SRS},b} \rfloor \bmod N_b & b \leq b_{\text{hop}} \\ \{F_b(n_{\text{SRS}}) + \lfloor 4n_{\text{RRC}} / m_{\text{SRS},b} \rfloor\} \bmod N_b & \text{otherwise} \end{cases} \\
 F_b(n_{\text{SRS}}) &= \begin{cases} (N_b / 2) \left[\frac{n_{\text{SRS}} \bmod \Pi_{b'=b_{\text{hop}}}^b N_{b'}}{\Pi_{b'=b_{\text{hop}}}^{b-1} N_{b'}} \right] + \left[\frac{n_{\text{SRS}} \bmod \Pi_{b'=b_{\text{hop}}}^b N_{b'}}{2 \Pi_{b'=b_{\text{hop}}}^{b-1} N_{b'}} \right] & \text{if } N_b \text{ even} \\ \left\lfloor \frac{N_b}{2} \right\rfloor \left[\frac{n_{\text{SRS}} / \Pi_{b'=b_{\text{hop}}}^{b-1} N_{b'}}{N_b} \right] & \text{if } N_b \text{ odd} \end{cases} \\
 n_{\text{SRS}} &= \begin{cases} 2N_{\text{SP}} n_f + 2(N_{\text{SP}} - 1) \left\lfloor \frac{n_s}{10} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{T_{\text{offset}}}{T_{\text{offset_max}}} \right\rfloor, & \text{for 2 ms SRS periodicity of frame structure type 2} \\ \left\lfloor (n_f \times 10 + \lfloor n_s / 2 \rfloor) / T_{\text{SRS}} \right\rfloor & \text{otherwise} \end{cases}
 \end{aligned}$$

[111] 여기서, n_{SRS} 는 시간 domain에서 hopping 진행 간격을 나타내고, N_b 는 tree level b 에 할당된 branches 수, b 는 dedicated RRC에서 B_{SRS} 설정으로 결정될 수 있다.

[112] 도 6은 LTE 호핑 패턴을 예시한 도면이다($n_s=1 \rightarrow n_s=4$).

[113] LTE 호핑 패턴 설정의 예시를 설명한다.

[114] 셀-특정 RRC 시그널링으로 LTE 호핑 패턴 파라미터를 설정할 수 있는데, 일 예로서

$$C_{\text{SRS}} = 1, N_{\text{RB}}^{\text{UL}} = 100, n_f = 1, n_s = 1$$

와 같이 설정될 수 있다.

[115] 다음으로 단말-특정 RRC 시그널링으로 LTE 호핑 패턴 파라미터를 설정할 수 있는데, 일 예로서

$$\text{UE A: } B_{\text{SRS}} = 1, b_{\text{hop}} = 0, n_{\text{RRC}} = 22, T_{\text{SRS}} = 10$$

$$\text{UE B: } B_{\text{SRS}} = 2, b_{\text{hop}} = 0, n_{\text{RRC}} = 10, T_{\text{SRS}} = 5$$

$$\text{UE C: } B_{\text{SRS}} = 3, b_{\text{hop}} = 2, n_{\text{RRC}} = 23, T_{\text{SRS}} = 2$$

와 같이 설정할 수 있다.

[116] LTE 시스템에서의 SRS 안테나 선택

[117] LTE 시스템에서는 2Tx의 경우 각 SRS 전송 슬롯에 따라 안테나를 선택하는 것으로 되어 있다.

[118] [표12]

$a(n_{SRS}) = n_{SRS} \bmod 2$, for both partial and full sounding bandwidth, and when frequency hopping is disabled (i.e., $b_{hop} \geq B_{SRS}$),

$$a(n_{SRS}) = \begin{cases} (n_{SRS} + \lfloor n_{SRS}/2 \rfloor + \beta \cdot \lfloor n_{SRS}/K \rfloor) \bmod 2 & \text{when } K \text{ is even} \\ n_{SRS} \bmod 2 & \text{when } K \text{ is odd} \end{cases}$$

$$\beta = \begin{cases} 1 & \text{where } K \bmod 4 = 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{when frequency hopping is}$$

enabled (i.e., $b_{hop} < B_{SRS}$),

where values B_{SRS} , b_{hop} , N_b , and n_{SRS} are given in subclause 5.5.3.2 of [3], and

$$K = \prod_{b'=b_{hop}}^{B_{SRS}} N_{b'} \quad (\text{where } N_{b_{hop}} = 1 \text{ regardless of the } N_b$$

value), except when a single SRS transmission is configured for the UE.

[119] 단말에 둘 이상의 서빙 셀이 설정되면, 단말은 동시에 서로 다른 안테나 포트들 상에서 SRS를 전송할 수 있음을 기대하지 않는다. 주파수 호핑 동작 시에는 SRS 자원 할당 위치에 따라 안테나 선택이 결정될 수 있다(예를 들어, K=짝수). 다음 표 13은 일 예이다.

[120] [표13]

$$a(n_{SRS}) = n_{SRS} \bmod 4$$

$$a(n_{SRS}) = \begin{cases} (n_{SRS} + \gamma \lfloor n_{SRS}/4 \rfloor + \beta \cdot \lfloor n_{SRS}/K \rfloor) \bmod 4 & \text{when } K \text{ is even} \\ n_{SRS} \bmod 4 & \text{when } K \text{ is odd} \end{cases}$$

, K는 SRS로 전체 UL BW를 covering에 필요한 최소 SRS 전송 수로 정의한다.

$$\beta = \begin{cases} 1 & \text{where } K \bmod M = 0, \text{ where } M = 6, 8, 10 \text{ or } 18 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\gamma = \begin{cases} 0 & \text{where } K \bmod N = 0, \text{ where } N = 6, 10 \text{ or } 18 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

[121] 다음 표 14는 SRS 주파수 호핑에 따른 안테나 선택의 예(K=4)를 나타낸 표이다.

[122] [표14]

n_{SRS}	First part of SRS bandwidth	Second part of SRS bandwidth	Third part of SRS bandwidth	Fourth part of SRS bandwidth
0	Antenna index 0			
1		Antenna index 1		
2			Antenna index 2	
3				Antenna index 3
4	Antenna index 1			
5		Antenna index 2		
6			Antenna index 3	
7				Antenna index 0
8	Antenna index 2			
9		Antenna index 3		
10			Antenna index 0	
11				Antenna index 1
12	Antenna index 3			
13		Antenna index 0		
14			Antenna index 1	
15				Antenna index 2

[123] 상향링크 SRS 포트의 경우, sounding이 필요할 때 UE RF capability에 따라 안테나 스위칭 동작이 필요할 수도 있다. 이때, 특정 numerology에 따라서, CP 내에 안테나 스위칭에 따라 전력 레벨이 변하는 전이 시간이 들어가게 되면, 문제가 없지만, CP를 벗어나는 경우, 연속적인 심볼 간의 SRS 전송 시에는 sounding에 대한 오류가 발생할 가능성이 커진다. 따라서, 본 발명은 이러한 문제를 해결하기 위한, 심볼, 미니-슬롯(mini-slot), 또는 슬롯 간의 SRS 전송 방법을 제안한다.

[124] 안테나 스위칭에 대한 전이 시간(transition time) 영향

[125] 도 7은 안테나 스위칭에 따른 왜곡 예를 도시한 도면이다.

[126] 도 7의 (a)는 크기 왜곡을 나타내고, 도 7의 (b)는 위상 왜곡을 나타내고 있다.

[127] WARP(Wireless Open-Access Research Platform) FPGA board (by Rice university

and Mango communications)를 이용하여 RF 스위칭 시에 신호 왜곡 현상에 대해서 연구하였다. 타겟 밴드는 2.4GHz 였으며, 전이 시간(transition time)은 port A에서 port B로 바꿀 때, port A에서의 90% 크기(magnitude)에서 port B에서 90% 크기(magnitude)까지 도달한 시간으로 나타내었다. 이러한 전이 시간은 1.2us 정도로 나타났으며, 신호들의 왜곡에 의해 성능 열화가 발생함을 보였다.

- [128] 도 8은 안테나 스위칭에 따른 성능 열화 예를 나타내 도면이다.
- [129] 일반적으로 이러한 안테나 스위칭에 따른 전이 시간은 5us 이내로 평가하고 있으며, LTE 시스템에서 15kHz SCS 경우, CP 길이는 다음 표 15를 참고 하면, 4.6875us CP 길이가 결정된다. 또한 SRS 전송 자원은 서브프레임의 마지막 심볼에 설정되었기 때문에 연속적인 심볼로써 자원이 할당되지 않았다. LTE 시스템의 경우 심지어 심볼 간에서 안테나 스위칭이 발생하더라도, CP 내에 이 전이 시간에 들어 오는 것으로 확인되어 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭에 대한 이러한 손상(impairment)은 고려되지 않았다.
- [130] NR(New RAT) 시스템에서 SRS 전송은 multiple 심볼 (1개, 2개, 4개 심볼들)에 걸쳐서 혹은 multiple 심볼 상에서 설정되며, numerology 또한 15kHz의 배수로 나타낸다. 이때, 15kHz 이상의 numerology를 갖는 시스템에서 연속적인 심볼에 걸친 SRS 전송이 설정되고, 안테나 스위칭에 따라 SRS가 전송된다면, SRS 심볼은 왜곡이 발생하여, 상향링크 빔 관리(UL beam management), 또는 UL/DL 채널상태정보(CSI) 획득에 대해 오류가 발생할 수 있다. 따라서, 이러한 단말들 경우, RF 스위칭 성능(switching capability)에 따른 SRS 전송이 요구된다.
- [131] 본 발명에서는 이러한 단말들의 RF capability 보고 및 이에 따른 SRS 전송 설정 방법에 대한 기술한다. 본 발명에서는 NR은 하나의 캐리어 내에서 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭을 지원하며 적어도 2Tx 스위칭, 4Tx 스위칭을 지원한다고 가정한다. 본 발명에서 안테나는 안테나 포트, 포트 등으로 호칭될 수도 있다.
- [132] **제안 1**
- [133] 기지국은 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭을 수행할 수 있는 단말에게 복수의 심볼에 걸쳐 혹은 복수의 심볼들 상에서 SRS를 전송하도록 설정해 줄 수 있다. 기지국은 SRS 스위칭 (즉, SRS 전송을 위한 안테나 스위칭)을 수행하는 단말을 위해 n번째 심볼을 SRS 전송을 위한 심볼로 설정한 경우, 다음 심볼에 해당하는 n+1번째 심볼 또는 다음의 서브-심볼을 비우고, 그 다음 심볼에 해당하는 n+2 번째 심볼 또는 그 다음의 서브-심볼(numerology 변화에 의해 생긴 reference symbol 보다 작은 심볼에 해당한다)을 SRS 전송을 위한 심볼로 설정 혹은 할당할 수 있다. 기지국은 이러한 설정 혹은 할당은 기본적으로 단말-특정하게 한다.
- [134] 도 9는 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭을 위한 SRS 심볼 인덱스를 제공하는 예를 도시한 도면이다.
- [135] 기지국은 복수의 심볼들 중에서 SRS가 할당되는 심볼 인덱스를 단말에게 제공할 수 있다. 예를 들어, n번째 심볼부터 4개의 SRS 심볼들이 설정되었을 경우, SRS 전송을 위한 안테나 스위칭이 동작되는 단말의 경우, 도 9의 (a)와

같이, n , $n+2$ 심볼 인덱스가 SRS 전송을 위한 심볼들임을 지시하는 정보를 단말에 전송해 줄 수 있다. 이와 달리, 도 9의 (b)에 도시된 바와 같이, 기지국은 $n+1$, $n+3$ 심볼 인덱스가 SRS 전송을 위한 심볼들임을 지시하는 정보를 단말에 전송해 줄 수 있다.

[136] 또한, 기지국은 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭에 따른 심볼을 비우는 방법을 수행할지 안할지에 대해 지시하는 플래그(flag)를 단말에 제공할 수 있다.

[137] 또한, 기지국은 SRS가 할당되는 심볼들의 지시를 비트맵의 형태로 단말에게 전송할 수 있다. 단말은 해당 비트맵의 형태에 기초하여 할당된 SRS 심볼들을 구별해 낼 수 있다. 예를 들어, 기지국이 비트맵 '1010'를 전송하면, 단말은 4개의 SRS 심볼들 중에서 시간 도메인 상에서 첫 번째, 세 번째 심볼은 SRS 전송을 위한 심볼로 할당됨을 알 수 있다.

[138] **제안 1-1**

[139] 상기 제안 1의 더 구체적인 제안으로서, 복수의 심볼에 걸쳐 전송하는 SRS가 설정되더라도, 기지국은 numerology 또는 단말의 RF switching capability에 따라 할당된 혹은 지시된 SRS 심볼들 사이에 낀 심볼에 대해 비우는(empty) 것을 적용할지 안 할지 결정할 수 있다. 그리고, 기지국은 SRS 심볼들 사이에 낀 심볼에 아무런 데이터를 실지 않고 비우는(empty) 것을 적용할지 안 할지 여부에 대한 정보를 단말에게 제공해 줄 수 있다. SRS 심볼들 사이에 낀 심볼에 아무런 데이터를 실지 않고 비우는(empty) 것을 적용할지 안 할지 여부에 대한 정보는 기지국이 RRC(Radio Resource Control) 시그널링(Layer 3 시그널링), MAC CE 시그널링(Layer 2 시그널링), 또는 DCI(Downlink Control Information) 시그널링(Layer 1 시그널링) 등을 통해 단말에게 제공할 수 있다.

[140] 일 예로서, RF 안테나 스위칭에 따른 전이 시간이 $4\mu s$ 인 단말이 30KHz sub-carrier spacing을 갖는 numerology 이라면, 기지국은 단말에게 할당된 SRS 심볼들 사이에 낀 심볼에 비우는 설정 flag를 enable 하고, 이를 단말에게 지시해 줄 수 있다. 다른 예로서, RF 안테나 스위칭에 따른 전이 시간이 $4\mu s$ 인 단말이 15KHz sub-carrier spacing을 갖는 numerology로 설정된다면, 기지국은 단말에게 할당된 SRS 심볼들 사이에 낀 심볼을 비우는 설정 flag를 disable 하고, 이를 단말에게 전송해 줄 수 있다.

[141] **제안 2**

[142] 기지국은 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭하는 단말을 위해 할당된 SRS 심볼들에 맵핑되는 포트 (혹은 안테나 포트)에 대한 정보를 제공할 수 있다. 이하, 설명의 편의를 위해 SRS 전송을 위한 안테나 포트 혹은 포트를 SRS 포트로 약칭될 수 있다.

[143] SRS 포트 값은 암시적으로 결정될 수도 있고, 단말은 SRS 포트 값을 암시적인 방법으로 획득할 수 있다. 예를 들어, SRS 심볼 인덱스에 따라 맵핑되는 포트가 결정될 수 있다. SRS가 설정되는 슬롯/미니-슬롯(mini-slot) 인덱스 등에 의해서 포트가 결정될 수 있다. 예를 들어, 심볼 n 은 SRS 포트 1, 심볼 $n+1$ 에는 SRS 포트

2로 결정될 수도 있다.

[144] 도 10은 미리 설정된 SRS 포트 순서에 따른 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭의 예시한 도면이다.

[145] RRC 등에 의해 미리 설정된 순서에 따라 SRS 포트가 각 SRS 심볼에 맵핑될 수 있다. 예를 들어, 하나의 심볼에 맵핑되는 포트 수가 1개이고, SRS 포트 수가 2개, 4개의 SRS 심볼이 설정되었을 때, 포트 인덱스는 다음 표 15와 같이 구성된다면, 도 10과 같이 나타낼 수 있다.

[146] 도 10에 도시된 바와 같이, SRS 심볼이 4개로 설정된 경우, 단말이 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 동작을 수행하는 단말이라면, 기지국은 4개의 심볼들 중에서 첫 번째 심볼, 세 번째 심볼에만 SRS를 할당하고, 나머지 두 번째 심볼 및 네 번째 심볼은 비워두도록 설정할 필요가 있다.

[147] 표 15는 설정된 SRS 포트 수에 따른 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 시 SRS 포트 맵핑순서 표를 예시한 것이다.

[148] [표15]

	SRS 포트 수 = 2	SRS 포트 수 = 4
SRS 스위칭에 따른 SRS 포트 맵핑순서	{2,1}	{1,3,2,4}

[149] 기지국은 SRS 심볼에 맵핑되는 SRS 포트 값을 명시적으로 DCI, RRC 시그널링, MAC CE 시그널링 등을 통해 전송할 수 있다. SRS 심볼들에 맵핑되는 SRS 맵핑 규칙들이 상위 계층에서 설정되고, 기지국은 SRS 맵핑 규칙들에 대한 정보를 단말에게 상위 계층 시그널링을 통해 전송해 줄 수 있다. 그리고, 기지국은 이들 SRS 맵핑 규칙들 중에서 어느 하나를 선택하여 DCI를 통해 단말에게 지시해 줄 수 있다.

[150] 다음 표 16은 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 시 SRS 포트 맵핑 순서 설정과 SRS 포트 수에 따른 맵핑 순서를 예시한 표이다.

[151] [표16]

SRS 전송을 위한 안테나 스위칭에 따른 SRS 포트 맵핑순서 설정	SRS 포트 수 = 2	SRS 포트 수 = 4
0	{2,1}	{1,3,2,4}
1	{2,1}	{2,3,4,1}
2	{1,2}	{1,2,3,4}
3	{1,2,}	{4,3,2,1}

[152] 예를 들어, 표 16에서 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭에 따른 SRS 포트 맵핑순서 설정의 인덱스 '1'이고, SRS 포트 수가 2로 설정되면, SRS 심볼들에

맵핑되는 SRS 포트의 번호는 도 10과 같이 시간 도메인에서 순차적으로 2와 1이 된다(이 경우는 SRS 심볼이 4개이나 안테나 스위칭 동작을 위해 첫 번째 심볼, 세 번째 심볼만 SRS가 할당됨).

- [153] 기지국은 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 시 SRS 심볼 내의 SRS 전송 자원들에 대한 정보를 단말에 제공하고, 이때, 각 SRS 전송 자원들에 맵핑되는 SRS 포트들에 대한 정보도 단말에 제공한다. SRS 전송 자원 설정 시에 할당되는 SRS 자원들 사이에서는 스위칭에 따라 같이 할당될 수 있는 포트들이 맵핑될 수 있다. 예를 들어, SRS 포트 번호(혹은 SRS 포트 값, SRS 포트 인덱스 등 다양하게 호칭가능)가 1,2,3,4일 경우, 1,3 포트가 동시 전송 가능 포트들이고, 2,4 포트가 동시 전송 가능 포트들이며, 이 두 개의 포트 묶음들({1,3}, {2,4}) 사이의 포트들(예를 들어, 포트 1, 포트 2)에서는 안테나 스위칭에 따라 단말이 SRS를 동시 전송할 수 없다. SRS 심볼이 두 개의 SRS 전송 자원으로 구성된다면, 각 SRS 전송 자원에 맵핑되는 SRS 포트 번호는 각각 1 또는 3이 되거나, 1,3 둘 다 될 수 있다. 이때, 하나의 SRS 심볼 내의 하나의 SRS 전송 자원에 맵핑되는 포트가 1 또는 3번이면 다른 하나의 SRS 자원은 2, 또는 4번 포트가 될 수 없다.

- [154] 표 17은 SRS 심볼의 개수 4인 경우 안테나 스위칭에 따른 SRS 포트 맵핑 순서를 나타낸 표이다.

- [155] [표17]

SRS 전송을 위한 안테나 스위칭에 따른 SRS 포트 맵핑순서 설정	SRS 포트 수 = 2	SRS 포트 수 = 4
0	{2,1}	{{1,3},{2,4}}
1	{2,1}	{{2,3},{1,4}}
2	{1,2}	{{1,2},{3,4}}
3	{1,2,}	{{1,4},{2,3}}

- [156] 도 11은 SRS 자원 설정과 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭에 따른 SRS 포트 맵핑 규칙을 예시한 도면이다.
- [157] 도 11의 (a) 및 (b)에 도시된 숫자는 SRS 포트 번호를 의미한다.
- [158] 일 예로서, 하나의 SRS 심볼 내의 SRS 전송 자원 수가 2이고, 표 17의 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭에 따른 SRS 포트 맵핑 순서 설정이 '0'이고 SRS 포트 수가 4이며 4개의 SRS 심볼이 설정되었다면, 기지국은 도 11의 (a)와 같이 두 번째 심볼 및 네 번째 심볼에 SRS를 할당할 수 있다.
- [159] 다른 예로서, 하나의 SRS 심볼 내의 SRS 전송 자원 수가 4이고, 표 17의 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭에 따른 SRS 포트 맵핑 순서 설정이 '0'이고 SRS 포트 수가 4이며 4개의 SRS 심볼이 설정되었다면, 기지국은 도 11의 (b)와 같이 두 번째 심볼 및 네 번째 심볼에 SRS를 할당할 수 있다.

- [160] 예를 들어, SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 동작이 필요한 단말이 만약에 하나의 심볼에 맵핑되는 SRS 포트는 하나이고, 4개의 포트에 따른 sounding이 필요한 경우, $K=8$ 이 된다(4개 SRS 할당 심볼 수+4개 비우는 심볼 수)(즉, 4번의 안테나 스위칭). SRS 전송을 위한 안테나 스위칭에 따라 SRS 포트 맵핑에 필요한 심볼 수 K 가 하나의 슬롯에 할당되는 SRS 심볼 수 N 보다 클 경우($K>N$), 포트 맵핑은 다음과 같이 될 수 있다.
- [161] 도 12는 연속적인 SRS 슬롯(일 예로서, SRS slot 1/SRS slot 2)에 걸쳐서 안테나 스위칭을 고려한 SRS 심볼 및 SRS 포트 맵핑을 예시한 도면이다.
- [162] 각 SRS 심볼에 맵핑되는 SRS 포트 번호는 암시적으로 적용된다. SRS 포트 값은 SRS가 설정되는 심볼 인덱스 및/또는 슬롯 인덱스에 따라 암시적으로 결정될 수 있다. 예를 들어, 이러한 암시적인 결정은 다음 수학적 식 2에 의한다.
- [163] [수식2]

$$p_{SRS} = \left(\left\lfloor \frac{n_s}{T_{SRS}} \right\rfloor \times N_{SRS_sym} + \left\lfloor \frac{n_{symbol}}{2} \right\rfloor \right) \bmod 4$$

- [164] 여기서, T_{SRS} 는 SRS가 설정되는 슬롯 단위로 표현되는 SRS 트리거링 주기를 나타내고, n_s 는 슬롯 인덱스, N_{SRS_sym} 는 SRS가 트리거링되는 슬롯 내의 SRS 할당 심볼 수를 나타내며, n_{symbol} 는 심볼 인덱스로 나타내고, SRS 포트 수는 4로 나타내었다. 각 SRS 슬롯 당 SRS 심볼 수가 4개로 설정될 때, 상기 수학적 식 2에 따라 SRS 포트가 SRS 심볼에 맵핑 되면, 도 12와 같이 표현할 수 있다. 단말은 상기 수학적 식 2에 따라 각 SRS 심볼에 맵핑된 SRS 포트 번호를 암시적으로 획득해 낼 수 있다.
- [165] 도 13은 SRS 심볼 수와 numerology 설정에 따른 미리 정의된 SRS 포트 맵핑 방식을 예시한 도면이다.
- [166] 설정된(configured) SRS 슬롯 내의 심볼 수에 따라, SRS 포트 수에 따라, 및/또는 다른 numerology에 따라, 각 SRS 심볼에 맵핑되는 SRS 포트 번호가 결정될 수 있다.
- [167] 예를 들어, 도 13에 도시한 바와 같이 특정 단말에게 SRS 슬롯(SRS slot n) 내의 심볼 수가 2개이고, Subcarrier spacing이 15KHz에서 30KHz로 확장되어 상향링크 빔 관리용으로 설정된 경우, 이 SRS 슬롯에 대한 SRS 포트 맵핑은 SRS 스위칭을 고려하게 설정하면 SRS 서브-심볼과 이에 맵핑되는 SRS 포트는 도 13과 같이 맵핑될 수 있다.
- [168] 도 14는 SRS 심볼에 명시적인(explicit) SRS 포트 맵핑을 예시한 도면이다.
- [169] 기지국이 각 SRS 심볼에 맵핑되는 SRS 포트 번호(혹은 값, 인덱스)에 대한 정보를 단말에게 명시적으로 전송해 줄 수도 있다. 기지국은 SRS 심볼 인덱스와 SRS 심볼 인덱스에 대응되는 SRS 포트 번호인덱스가 Layer 1(예를 들어, DCI) 시그널링 또는 Layer 3(예를 들어, RRC) 시그널링으로 단말에 제공할 수 있다.

- [170] 예를 들어, 도 14에 도시된 바와 같이, 기지국이 SRS 슬롯 1에서 SRS 심볼 n 에 맵핑되는 SRS 포트 번호는 2, SRS 심볼 $n+2$ 에 맵핑 되는 SRS 포트 번호는 1로 지시하고, SRS 슬롯 2의 SRS 심볼 n 을 위해 맵핑되는 SRS 포트 번호는 1, SRS 심볼 $n+2$ 에 맵핑되는 SRS 포트 번호는 2로 단말에게 지시해 줄 수 있다.
- [171] 도 15는 SRS 심볼에 명시적인 SRS 포트 맵핑을 예시한(SRS 포트 그룹 전송) 도면이다.
- [172] 기지국은 SRS 포트 그룹 설정 후 SRS 포트 그룹 번호, 해당 SRS 슬롯에 맵핑되는 SRS 포트를 지정하여 단말에게 알려줄 수 있다. 따라서, 각 SRS 슬롯에 SRS 심볼에 맵핑되는 포트는 SRS 포트 그룹 내의 포트 중에 결정되며, 이러한 SRS 포트 맵핑 규칙은 미리 결정되어 기지국과 단말이 공유하고 있을 수 있다. 또는, 기지국이 SRS 포트 맵핑 규칙을 결정하여 Layer 1(예를 들어, DCI) 시그널링 또는 Layer 3(예를 들어, RRC) 시그널링으로 단말에 전송해 줄 수 있다.
- [173] 예를 들어, 도 15에 도시된 바와 같이, SRS 포트 그룹 1={1,3}, SRS 포트 그룹 2={2,4} 이다. 기지국은 SRS 슬롯 1에 맵핑되는 SRS 포트 그룹이 SRS 포트 그룹 1임을 지시하는 SRS 포트 그룹 인덱스를 단말에게 알려주고, SRS 슬롯 2에 맵핑되는 SRS 포트 그룹이 SRS 포트 그룹 2의 인덱스를 단말에게 알려줄 수 있다. 기지국은 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 시 빈(empty) 심볼이 필요한 단말에 대해서는 도 15에 도시한 바와 같은 형태로 SRS를 설정 혹은 할당해 줄 수 있다. 단, 도 15에서는 일 예로서 SRS 심볼 당 맵핑되는 SRS 포트 수는 1로 제한하는 경우를 예시하고 있다.
- [174] **제안 2-1**
- [175] SRS 전송을 위한 주파수 자원 할당 위치 및/또는 SRS가 할당되는 심볼에 따라 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭이 되는 SRS 안테나 포트 번호(혹은 인덱스)가 결정될 수 있다.
- [176] 도 16은 SRS 전송 자원 할당 위치 및 호핑 패턴에 따른 안테나 선택의 예시 ($K=4$)를 나타낸 도면이다.
- [177] SRS 전송을 위해 심볼-레벨 호핑(Symbol-level hopping)을 적용하는 시에, 호핑되는 SRS 대역폭(BW)의 위치 및/또는 SRS가 할당되는 심볼 인덱스에 따라 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭을 위한 SRS 포트 번호(혹은 인덱스)가 결정될 수 있다. 다음 수학적 식 3은 도 16에 예시된 SRS 포트 번호 할당을 수식으로 표현한 것이다.

[178] [수식3]

$$a(n_{SRS}) = \begin{cases} (n_{SRS} + \gamma \lfloor n_{SRS} / 4 \rfloor + \beta \cdot \lfloor n_{SRS} / K \rfloor) \bmod 4 & \text{when } K \text{ is even} \\ n_{SRS} \bmod 4 & \text{when } K \text{ is odd} \end{cases}$$

$$, K \text{ 는 } 4 \text{ 로 설정 } n_{SRS} = \left\lfloor \frac{n_s}{T_{SRS}} \right\rfloor \times N_{SRS_sym} + \left\lfloor \frac{n_{symbol}}{2} \right\rfloor$$

$$\gamma = \begin{cases} 0 & \text{where } K \bmod 6 = 0 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}, \quad \beta = \begin{cases} 1 & \text{where } K \bmod 6 = 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

[179] 도 17은 고정된 SRS 전송 주파수 자원 위치에 따른 안테나 선택을 예시한(K=4) 도면이다.

[180] 안테나 선택은 SRS 전송 자원 위치에만 의존(dependent)하는 방식이 고려될 수 있다. 에너지 결합을 통한 Sounding 성능 향상을 고려할 수 있다.

[181] 도 17에 도시된 바와 같이, SRS BW의 part 1에는 항상 SRS 포트 번호 1로 SRS 포트 맵핑이 설정될 수 있다. SRS BW의 part 2에는 SRS 포트 번호 2, SRS BW의 part 3에는 SRS 포트 번호 3, SRS BW의 part 4에는 SRS 포트 번호 4로 SRS 포트 맵핑이 설정될 수 있다. 이러한 SRS 포트 맵핑 설정에 대한 정보는 기지국이 DCI, MAC-CE, 또는 RRC 시그널링으로 단말에게 전송해 줄 수 있다.

[182] **제안 3**

[183] 제안 3은 상기 제안 1 및 제안 2과 같이 기지국이 SRS 전송을 위한 자원 할당/SRS 포트 할당을 지시하기 이전에 단말과 기지국 간에 수행될 수 있다. 기지국은 상기 제안 1 및 제안 2에 지시하는 사항은 본 제안 3에서 단말의 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 성능 피드백에 기초하여 지시한 것일 수 있다.

[184] 도 18은 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 성능 보고에 대한 프로시저를 예시한 도면이다.

[185] 먼저, 기지국은 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 성능에 대한 보고 혹은 피드백을 요구하는 메시지를 단말에 전송할 수 있다. 이 메시지에 대한 응답으로서, 단말은 SRS 안테나 스위칭 성능에 대한 정보를 기지국에 피드백할 수 있다. 이때, 단말은 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 동작에 있어서 전이 시간을 고려하여 자신의 SRS 안테나 스위칭 성능(capability)에 대한 정보를 기지국에 보고 혹은 피드백할 수 있다.

[186] 상기 피드백은 해당 단말이 연속적인 심볼에 대하여 SRS 전송 가능 여부를 알려주는 플래그(flag)가 될 수도 있다. 상기 피드백에서, 상향링크 빔 관리를 위한 Numerology 변화가 필요한 경우, 기지국이 SRS 설정을 위한 subcarrier-spacing 정보(예를 들어, 15kHz, 30kHz, 60kHz 등)를 SRS 슬롯 설정과 함께 단말에 제공하면, 단말은 자신의 안테나 스위칭 성능을 인식하고, 심볼들 간에 해당 심볼을 비울 것인지 아닌지에 대해 결정하고, 기지국에 이러한 결정을

알려줄 수 있다.

- [187] 상기 피드백은 해당 단말이 연속적인 심볼에 대하여 SRS 전송 가능 여부를 암시적으로 알려줄 수 있는 정보로 numerology(예를 들어, subcarrier-spacing) 등의 정보를 포함할 수도 있다. 또는, 상기 피드백은 연속적인 SRS 심볼 할당이 가능한 최대 Subcarrier-spacing 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 해당 단말의 30KHz subcarrier-spacing까지 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭시 연속적인 SRS 심볼 할당이 가능하다면, 상기 피드백은 30kHz subcarrier-spacing에 해당하는 인덱스를 포함할 수도 있다.

- [188] 다음 표 18은 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 성능 인덱스를 예시한 표이다. 표 18에 나타난 정보는 기지국이 RRC 시그널링으로 단말에 전송해 줄 수 있다.

- [189] [표18]

SRS switching capability 인덱스	Subcarrier spacing			
	15kHz	30kHz	60kHz	120kHz
0	O	X	X	X
1	O	O	X	X
2	O	O	O	X
3	O	O	O	O

- [190] 상기 피드백은 해당 단말이 연속적인 심볼에 대하여 SRS 전송 가능 여부를 기지국이 확인할 수 있도록 하는 안테나 스위칭에 따른 전이 시간 구간에 대한 정보를 포함할 수 있다. 표 18에 기술된 전이 시간 구간에 대한 정보는 기지국이 상위 계층(예를 들어, RRC) 시그널링을 통해 단말에게 전송해 주고, 단말은 자신의 성능에 따른 안테나 스위칭에 따른 전이 시간 구간에 대해 기지국에 피드백해 줄 수 있다.

- [191] 다음 표 19는 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 성능 인덱스를 다른 예시를 나타낸 표이다. 표 19에 나타난 정보는 기지국이 RRC 시그널링으로 단말에 전송해 줄 수 있다.

[192] [표19]

SRS switching capability 인덱스	Antenna switching transition time interval			
	4.6875us 이내 (15kHz, CP 길이 기준)	2.34375us 이내 (30kHz)	1.171875us 이 내 (60kHz)	0.5859375us 이내 (120kHz)
0	O	X	X	X
1	O	O	X	X
2	O	O	O	X
3	O	O	O	O

[193] 표 19에 기술된 전이 시간 구간에 대한 정보는 기지국이 상위 계층(예를 들어, RRC) 시그널링을 통해 단말에게 전송해 주고, 단말은 자신의 성능에 따른 안테나 스위칭에 따른 전이 시간 구간에 대해 기지국에 피드백해 줄 수 있다.

[194] 이상에서 설명된 제안들 및 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.

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

산업상 이용가능성

[196] 3GPP LTE/LTE-A 시스템, 5G 통신 시스템 등과 같은 다양한 무선통신 시스템에서 산업상으로 이용이 가능하다.

청구범위

- [청구항 1] 단말이 Sounding Reference Symbol(SRS)를 전송하는 방법에 있어서,
 상기 단말이 복수의 심볼들 상에서의 SRS 전송을 위해 안테나 스위칭을
 수행하도록 설정된 경우에 기지국으로부터 상기 복수의 심볼들 중에서
 상기 SRS가 전송되는 심볼들을 지시하는 제 1 정보를 기지국으로부터
 수신하는 단계; 및
 상기 지시된 심볼들에서 상기 SRS를 전송하는 단계를 포함하되,
 상기 SRS는 상기 지시된 심볼들 각각에 대응되는 안테나 포트들을 통해
 전송되고,
 상기 지시된 심볼들 각각에 대응되는 안테나 포트들은 서로 다른 안테나
 포트인, 전송 방법.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
 상기 기지국으로부터 상기 지시된 심볼들 사이에 빈(empty) 심볼을
 설정할지 여부를 지시하는 제 2 정보를 수신하는 단계를 더 포함하는,
 SRS 전송 방법.
- [청구항 3] 제 1항에 있어서,
 상기 기지국으로부터 상기 지시된 심볼들 각각에 대응되는 안테나
 포트들을 지시하는 안테나 포트 인덱스들을 포함하는 제 3 정보를
 수신하는 단계를 더 포함하는, SRS 전송 방법.
- [청구항 4] 제 1항에 있어서,
 상기 지시된 심볼들 사이에 위치한 심볼은 신호를 전송하지 않는
 빈(empty) 심볼로 설정되는, SRS 전송 방법.
- [청구항 5] 제 1항에 있어서,
 상기 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 성능에 대한 정보를 상기
 기지국으로 전송하는 단계를 더 포함하는, SRS 전송 방법.
- [청구항 6] 제 5항에 있어서,
 상기 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 성능에 대한 정보를 요청하는
 메시지를 상기 기지국으로부터 수신하는 단계를 더 포함하되,
 상기 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 성능에 대한 정보는 상기 메시지에
 대한 응답으로서 전송된 것인, SRS 전송 방법.
- [청구항 7] 제 5항에 있어서,
 상기 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 성능에 대한 정보는 상기 단말의
 서브캐리어 스페이싱(subcarrier spacing) 정보 또는 상기 안테나 스위칭을
 위한 전이 시간 구간에 대한 정보를 포함하는, SRS 전송 방법.
- [청구항 8] 제 1항에 있어서,
 상기 제 1 정보는 비트맵 타입의 정보에 해당하는, SRS 전송 방법.
- [청구항 9] 제 2항에 있어서,

- 상기 제 2 정보는 RRC(Radio Resource Control), MAC CE, DCI(Downlink Control Information) 중 어느 하나를 통해 수신되는, SRS 전송 방법.
- [청구항 10] Sounding Reference Symbol(SRS)를 전송하기 위한 단말에 있어서,
수신기;
송신기; 및
프로세서를 포함하되,
상기 프로세서는,
상기 수신기가 상기 단말이 복수의 심볼들 상에서의 SRS 전송을 위해
안테나 스위칭을 수행하도록 설정된 경우에 기지국으로부터 상기 복수의
심볼들 중에서 상기 SRS가 전송되는 심볼들을 지시하는 제 1 정보를
기지국으로부터 수신하도록 제어하고,
상기 송신기가 상기 지시된 심볼들에서 상기 SRS를 전송하되, 상기
SRS를 상기 지시된 심볼들 각각에 대응되는 안테나 포트들을 통해
전송하도록 제어하며,
상기 지시된 심볼들 각각에 대응되는 안테나 포트들은 서로 다른 안테나
포트인, 단말.
- [청구항 11] 제 10항에 있어서,
상기 프로세서는 상기 수신기가 상기 기지국으로부터 상기 지시된
심볼들 사이에 빈(empty) 심볼을 설정할지 여부를 지시하는 제 2 정보를
수신하도록 제어하는, 단말.
- [청구항 12] 제 10항에 있어서,
상기 프로세서는 상기 수신기가 상기 기지국으로부터 상기 지시된
심볼들 각각에 대응되는 안테나 포트들을 지시하는 안테나 포트
인덱스들을 포함하는 제 3 정보를 수신하도록 제어하는, 단말.
- [청구항 13] 제 10항에 있어서,
상기 지시된 심볼들 사이에 위치한 심볼은 신호를 전송하지 않는
빈(empty) 심볼로 설정되는, 단말.
- [청구항 14] 제 10항에 있어서,
상기 프로세서는 상기 송신기가 상기 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭
성능에 대한 정보를 상기 기지국으로 전송하도록 제어하도록 구성되는,
단말.
- [청구항 15] 제 14항에 있어서,
상기 SRS 전송을 위한 안테나 스위칭 성능에 대한 정보는 상기 단말의
서브캐리어 스페이싱(subcarrier spacing) 정보 또는 상기 안테나 스위칭을
위한 전이 시간 구간에 대한 정보를 포함하는, 단말.