

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2012년 5월 24일 (24.05.2012)



(10) 국제공개번호
WO 2012/067442 A2

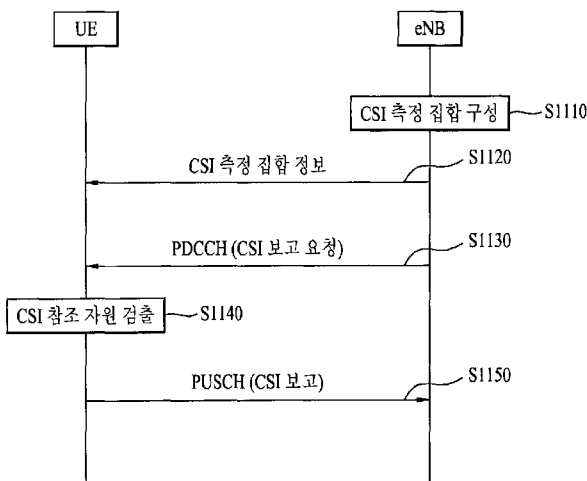
- (51) 국제특허분류: H04J 11/00 (2006.01) H04W 24/10 (2009.01)
H04B 7/26 (2006.01) H04W 88/02 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/008800
- (22) 국제출원일: 2011년 11월 17일 (17.11.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 61/414,880 2010년 11월 17일 (17.11.2010) US
61/431,832 2011년 1월 11일 (11.01.2011) US
61/432,595 2011년 1월 14일 (14.01.2011) US
- (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): 서한별 (SEO, 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).
- (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, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, 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).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR APERIODICALLY REPORTING CHANNEL STATE INFORMATION IN WIRELESS CONNECTION SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 무선 접속 시스템에서 비주기적 채널상태정보 보고 방법 및 장치

[도 11]



S1110 ... CSI measurement group composition
 S1120 ... CSI measurement group information
 S1130 ... PDCCH (request for CSI reporting)
 S1140 ... CSI reference resource detection
 S1150 ... PUSCH (CSI reporting)

(57) Abstract: The present invention relates to methods and devices for aperiodically reporting channel state information (CSI). According to an embodiment of the present invention, a method for aperiodically reporting channel state information may comprise: a terminal receiving an upper layer signal from a base station, the upper layer signal containing information about at least one allocated CSI measurement group; the terminal receiving a physical downlink control channel (PDCCH) signal via a first subframe from the base station, the PDCCH signal containing a CSI request field; the terminal setting a second subframe as a CSI reference resource based on the first subframe; and determining whether at least one CSI measurement group to which a CSI reference resource is allocated is included.

(57) 요약서: 본 발명의 비주기적으로 채널상태정보(CSI)를 보고하는 다양한 방법들 및 이를 지원하는 장치들에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예로서 비주기적으로 채널상태정보를 보고하는 방법은 단말이 기지국으로부터 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 측정집합정보를 포함하는 상위계층 신호를 수신하는 단계와 단말이 기지국으로부터 CSI의 보고를 요청하는 CSI 요청 필드를 포함하는 물리하향링크제어채널(PDCCH) 신호를 제 1 서브프레임에서 수신하는 단계와 단말이 제 1 서브프레임을 기반으로 고려된 제 2 서브프레임을 CSI 참조자원으로 설정하는 단계와 CSI 참조자원이 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 포함되는지 여부를 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

WO 2012/067442 A2

공개:

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

【명세서】**【발명의 명칭】**

무선 접속 시스템에서 비주기적 채널상태정보 보고 방법 및 장치

【기술분야】

본 발명은 무선 접속 시스템에 관한 것으로서, 채널상태정보를 기지국에 보고하는 다양한 방법들 및 이를 지원하는 장치들에 관한 것이다.

【배경기술】

무선 접속 시스템이 음성이나 데이터 등과 같은 다양한 종류의 통신 서비스를 제공하기 위해 광범위하게 전개되고 있다. 일반적으로 무선 접속 시스템은 가용한 시스템 자원(대역폭, 전송 파워 등)을 공유하여 다중 사용자와의 통신을 지원할 수 있는 다중 접속(multiple access) 시스템이다. 다중 접속 시스템의 예들로는 CDMA(code division multiple access) 시스템, FDMA(frequency division multiple access) 시스템, TDMA(time division multiple access) 시스템, OFDMA(orthogonal frequency division multiple access) 시스템, SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 시스템 등이 있다.

【발명의 상세한 설명】**【기술적 과제】**

단말은 기지국에 주기적으로 채널상태정보(CSI: Channel Status Information)를 전송하거나, 기지국이 요청이 있을 때 비주기적으로 CSI를 기지국에 보고할 수 있다.

LTE-A 시스템에서는 CSI 참조 자원이 CSI 측정 집합에 속하는 경우에 단말은 CSI 참조 자원에 해당하는 CSI를 기지국에 보고하면 된다. 그러나, 만약 CSI 참조 자원이 어떠한 CSI 측정 집합에도 속하지 않는 경우에는 단말은 보고할 CSI가 존재하지 않는 문제점이 발생할 수 있다.

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 고안된 것으로서, 본 발명의

목적은 효율적인 채널상태정보 보고 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 특정 단말에게 하나 이상의 CSI 측정집합이 존재하는 경우에 CSI를 보고하는 방법들을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 단말에 할당된 CSI 측정집합에 CSI 참조자원(예를 들어, 고려된 서브프레임)이 없는 경우에, 단말이 CSI를 기지국에 보고하는 방법들을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 상술한 방법들을 지원하는 장치들을 제공하는 것이다.

본 발명에서 이루고자 하는 기술적 목적들은 이상에서 언급한 사항들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 이하 설명할 본 발명의 실시예들로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 고려될 수 있다.

【기술적 해결방법】

본 발명은 무선 접속 시스템에 관한 것으로서, 채널상태정보를 기지국에 보고하는 방법들 및 이를 지원하는 장치들을 개시한다.

본 발명의 일 양태로서 비주기적으로 채널상태정보(CSI)를 보고하는 방법은, 단말이 기지국으로부터 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 측정집합정보를 포함하는 상위계층 신호를 수신하는 단계와 단말이 기지국으로부터 CSI의 보고를 요청하는 CSI 요청 필드를 포함하는 물리하향링크제어채널(PDCCH) 신호를 제 1 서브프레임에서 수신하는 단계와 단말이 제 1 서브프레임을 기반으로 고려된 제 2 서브프레임을 CSI 참조자원으로 설정하는 단계와 CSI 참조자원이 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 포함되는지 여부를 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

이때, CSI 참조자원이 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 포함되지 않으면, 고려된 제 2 서브프레임을 단말이 검출한 CSI 참조자원에 가장 가까운 제 3 서브프레임을 CSI 참조자원으로 재설정하는 단계와 제 3 서브프레임에 상응하는 CSI를

물리상향링크공유채널(PUSCH) 신호를 통해 기지국에 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다.

만약, CSI 참조자원이 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 포함되면, 단말은 CSI 참조자원에 대한 CSI를 물리상향링크공유채널(PUSCH) 신호를 통해 기지국에 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다.

상기 방법은 고려된 제 2 서브프레임이 유효한 서브프레임인지 확인하는 단계를 더 포함할 수 있다.

이때, 유효한 서브프레임인지 확인하는 단계는, 단말이 제 2 서브프레임이 자신에 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 포함되는지 여부를 확인하는 것으로 수행될 수 있다.

또한, 유효한 서브프레임인지 확인하는 단계는, 제 2 서브프레임이 단말에 대한 하향링크 서브프레임으로서 구성되고, 제 2 서브프레임이 MBSFN 서브프레임이 아니며, DwPTS 필드의 길이가 $7680 \cdot T_s$ 이거나 작은 경우에 제 2 서브프레임은 상기 DwPTS 필드를 포함하지 않아야 하며, 제 2 서브프레임이 해당 단말에 대한 측정 갭으로 구성되지 않아야 하는 조건을 만족하는 것이 바람직하다.

본 발명의 다른 양태로서 비주기적으로 채널상태정보(CSI)를 보고하는 방법은, 단말이 자신에 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 측정집합정보를 포함하고 CSI의 보고를 요청하는 CSI 요청 필드를 포함하는 물리하향링크제어채널(PDCCH) 신호를 수신하는 단계와 CSI 측정집합에 대한 CSI를 포함하는 물리상향링크공유채널(PUCCH) 신호를 기지국에 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

본 발명의 또 다른 양태로서 비주기적으로 채널상태정보(CSI)를 보고하는 방법은, 단말이 단말에 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 측정집합정보 중 일부를 포함하고 CSI의 보고를 요청하는 제 1 CSI 요청 필드를 포함하는

물리하향링크제어채널(PDCCH) 신호를 수신하는 단계와 측정집합정보 중 나머지를 포함하는 제 2 CSI 요청필드를 포함하는 상위계층신호를 수신하는 단계와 제 1 CSI 요청필드 및 제 2 CSI 요청필드를 기반으로 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 CSI를 포함하는 물리상향링크공유채널(PUCCH) 신호를 기지국에 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

본 발명의 또 다른 양태로서 비주기적으로 채널상태정보(CSI)를 보고하는 단말은, 무선 신호를 송신하기 위한 송신모듈과 무선 신호를 수신하기 위한 수신모듈 및 비주기적 CSI 보고를 제어하는 프로세서를 포함할 수 있다.

이때, 프로세서는 송신모듈 및 수신모듈을 이용하여, 단말이 기지국으로부터 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 측정집합정보를 포함하는 상위계층 신호를 수신하는 단계와 기지국으로부터 CSI의 보고를 요청하는 CSI 요청 필드를 포함하는 물리하향링크제어채널(PDCCH) 신호를 제 1 서브프레임에서 수신하는 단계와 단말이 제 1 서브프레임을 기반으로 고려된 제 2 서브프레임을 CSI 참조자원으로 설정하는 단계 및 CSI 참조자원이 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 포함되는지 여부를 판단하는 단계를 제어할 수 있다.

이때, 만약 CSI 참조자원이 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 포함되지 않으면, 프로세서는 고려된 제 2 서브프레임을 단말이 검출한 CSI 참조자원에 가장 가까운 제3 서브프레임을 CSI 참조자원으로 재설정하는 단계와 제3 서브프레임에 상응하는 CSI를 물리상향링크공유채널(PUSCH) 신호를 통해 기지국에 전송하는 단계를 더 제어할 수 있다.

만약, CSI 참조자원이 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 포함되면, 프로세서는 CSI 참조자원에 대한 CSI를 물리상향링크공유채널(PUSCH) 신호를 통해 상기 기지국에 전송하는 단계를 더 제어할 수 있다.

또한, 프로세서는 고려된 제2 서브프레임이 유효한 서브프레임인지 확인하는 단계를 더 수행할 수 있다. 이때, 프로세서는 제 2 서브프레임이 유효한 서브프레임인지 여부를 확인하기 위해 제 2 서브프레임이 하나 이상의 CSI 측정집합에 포함되는지 여부를 확인할 수 있다.

또한, 프로세서는 제 2 서브프레임이 유효한 서브프레임인지 여부를 확인하기 위해, 제 2 서브프레임이 단말에 대한 하향링크 서브프레임으로서 구성되고, 제 2 서브프레임이 MBSFN 서브프레임이 아니며, DwPTS 필드의 길이가 $7680 \cdot T_s$ 이거나 작은 경우에 제 2 서브프레임은 DwPTS 필드를 포함하지 않아야 하며, 제 2 서브프레임이 해당 단말에 대한 측정 갭으로 구성되지 않아야 하는 조건을 만족하는지 여부를 더 확인하는 것이 바람직하다.

본 발명의 또 다른 양태로서 비주기적으로 채널상태정보(CSI)를 보고하는 단말은, 무선 신호를 송신하기 위한 송신모듈, 무선 신호를 수신하기 위한 수신모듈 및 비주기적 CSI 보고를 제어하는 프로세서를 포함할 수 있다.

이때, 상기 프로세서는 송신모듈 및 수신모듈을 이용하여 단말에 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 측정집합정보를 포함하고 CSI의 보고를 요청하는 CSI 요청 필드를 포함하는 물리하향링크제어채널(PDCCH) 신호를 수신하는 단계와 CSI 측정집합에 대한 CSI를 포함하는 물리상향링크공유채널(PUCCH) 신호를 기지국에 전송하는 단계를 제어할 수 있다.

본 발명의 또 다른 양태로서 비주기적으로 채널상태정보(CSI)를 보고하는 단말은, 무선 신호를 송신하기 위한 송신모듈, 무선 신호를 수신하기 위한 수신모듈 및 비주기적 CSI 보고를 제어하는 프로세서를 포함할 수 있다.

이때 프로세서는 송신모듈 및 수신모듈을 이용하여 단말에 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 측정집합정보 중 일부를 포함하고 CSI의 보고를 요청하는 제 1 CSI

요청 필드를 포함하는 물리하향링크제어채널(PDCCH) 신호를 수신하는 단계와 측정집합정보 중 나머지를 포함하는 제 2 CSI 요청필드를 포함하는 상위계층신호를 수신하는 단계 및 제 1 CSI 요청필드 및 제 2 CSI 요청필드를 기반으로 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 CSI를 포함하는 물리상향링크공유채널(PUCCH) 신호를 기지국에 전송하는 단계를 제어할 수 있다.

상기 본 발명의 양태들은 본 발명의 바람직한 실시예들 중 일부에 불과하며, 본원 발명의 기술적 특징들이 반영된 다양한 실시예들이 당해 기술분야의 통상적인 지식을 가진 자에 의해 이하 상술할 본 발명의 상세한 설명을 기반으로 도출되고 이해될 수 있다.

【유리한 효과】

본 발명의 실시예들에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.

첫째, 단말은 효율적으로 채널상태정보를 기지국에 보고할 수 있다.

둘째, 특정 단말에 하나 이상의 CSI 측정집합이 할당되는 경우에, 단말이 CSI를 정확하고 효과적으로 기지국에 보고할 수 있다.

셋째, 단말에 할당된 CSI 측정집합에 단말에 대한 CSI 참조자원이 없는 경우에도 단말은 비주기적 CSI 보고를 수행할 수 있다.

본 발명의 실시예들에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 이하의 본 발명의 실시예들에 대한 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 도출되고 이해될 수 있다. 즉, 본 발명을 실시함에 따른 의도하지 않은 효과들 역시 본 발명의 실시예들로부터 당해 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 도출될 수 있다.

【도면의 간단한 설명】

첨부된 도면은 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명하기 위해 부가된 것들이며,

각 도면에 기재된 사항은 본 발명의 기술적 특징을 명확히 드러내기 위한 부분들만을 도시하였다. 즉, 통상의 기술자들이 이해할 수 있는 범위 내에서, 본 발명의 실시예들을 설명하는데 불필요한 단계들 및 부분들은 각 도면에서 도시하지 않았다.

도 1은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다.

도 2는 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(Resource Grid)를 나타내는 도면이다.

도 3은 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.

도 4는 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 상향링크 서브프레임 구조의 일례를 나타내는 도면이다.

도 5는 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.

도 6은 3GPP LTE 시스템에서 정의된 하향링크 자원 블록(RB) 쌍에 매핑된 참조 신호 패턴의 일례를 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명에서 사용될 수 있는 SRS 심볼을 포함한 상향링크 서브 프레임의 일례를 나타낸다.

도 8은 본 발명에서 사용되는 릴레이 노드 자원 분할의 예시를 나타내는 도면이다.

도 9는 본 발명에서 사용될 수 있는 피코셀 및 매크로셀의 배치 관계를 나타내는 도면이다.

도 10은 본 발명에서 사용될 수 있는 빈서브프레임(ABS)의 일례를 나타내는 도면이다.

도 11은 본 발명의 실시예로서 비주기적 CSI 보고 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

도 12는 본 발명의 실시예에서 적용될 수 있는 CSI 참조 자원을 검출하는 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

도 13은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 CSI 참조 자원을 검출하는 방법 중 다른 하나를 나타내는 도면이다.

도 14는 본 발명의 실시예로서 비주기적 CSI 보고 방법의 또 다른 일례를 나타내는 도면이다.

도 15는 본 발명의 실시예로서 비주기적 CSI 보고 방법의 또 다른 일례를 나타내는 도면이다.

도 16은 본 발명의 또 다른 실시예로서, 도 1 내지 도 15에서 설명한 본 발명의 실시예들이 수행될 수 있는 단말 및 기지국을 나타내는 도면이다.

【발명의 실시를 위한 형태】

본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템에 관한 것으로서, 채널상태정보를 기지국에 보고하는 방법들 및 이를 지원하는 장치들을 개시한다.

이하의 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들을 소정 형태로 결합한 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려될 수 있다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성할 수도 있다. 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.

도면에 대한 설명에서, 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 절차 또는 단계 등은 기술하지 않았으며, 당업자의 수준에서 이해할 수 있을 정도의 절차 또는 단계는 또한 기술하지 아니하였다.

본 명세서에서 본 발명의 실시예들은 기지국과 이동국 간의 데이터 송수신 관계를 중심으로 설명되었다. 여기서, 기지국은 이동국과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미가 있다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다.

즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 이동국과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있다. 이때, '기지국'은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 발전된 기지국(ABS: Advanced Base Station) 또는 액세스 포인트(access point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다.

또한, 단말(Terminal)은 사용자 기기(UE: User Equipment), 이동국(MS: Mobile Station), 가입자 단말(SS: Subscriber Station), 이동 가입자 단말(MSS: Mobile Subscriber Station), 이동 단말(Mobile Terminal) 또는 발전된 이동단말(AMS: Advanced Mobile Station) 등의 용어로 대체될 수 있다.

또한, 송신단은 데이터 서비스 또는 음성 서비스를 제공하는 고정 및/또는 이동 노드를 말하고, 수신단은 데이터 서비스 또는 음성 서비스를 수신하는 고정 및/또는 이동 노드를 의미한다. 따라서, 상향링크에서는 이동국이 송신단이 되고, 기지국이 수신단이 될 수 있다. 마찬가지로, 하향링크에서는 이동국이 수신단이 되고, 기지국이 송신단이 될 수 있다.

본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802.xx 시스템, 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 시스템, 3GPP LTE 시스템 및 3GPP2 시스템 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있으며, 특히, 본 발명의 실시예들은 3GPP TS 36.211, 3GPP TS 36.212, 3GPP TS 36.213 및 3GPP TS 36.321 문서들에 의해 뒷받침

될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 설명하지 않은 자명한 단계들 또는 부분들은 상기 문서들을 참조하여 설명될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.

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.

또한, 본 발명의 실시예들에서 사용되는 특정(特定) 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.

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), LTE-A 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다.

UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP LTE(Long Term Evolution)은 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로서, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced) 시스템은 3GPP LTE 시스템이 개량된 시스템이다. 본 발명의 기술적 특징에 대한 설명을

명확하게 하기 위해, 3GPP LTE/LTE-A를 위주로 기술하지만 IEEE 802.16e/m 시스템 등에도 적용될 수 있다.

I. 3GPP LTE/LTE_A 시스템의 기본 구조

도 1은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다.

무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 이때, 하나의 서브 프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라 한다. 이때, 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 이다.

하나의 슬롯은 시간 영역(time domain)에서 복수의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원블록(RB: Resource Block)을 포함한다. OFDM 심볼은 하향링크에서 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access) 방식을 사용하는 3GPP LTE 시스템에서 하나의 심볼 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것이다. 즉, OFDM 심볼은 다중접속방식에 따라 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간이라고 할 수 있다. RB는 자원 할당 단위로 하나의 슬롯에서 복수의 연속하는 부반송파를 포함한다.

도 1의 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하며, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수, 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수 및 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.

도 2는 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(Resource Grid)를 나타내는 도면이다.

하향링크 슬롯은 시간 영역(time domain)에서 복수의 OFDM 심볼을 포함한다. 도 2에서는 하나의 하향링크 슬롯이 7 개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원블록(RB:

Resource Block)은 주파수 영역에서 12 개의 부반송파를 포함하는 것을 예시적으로 기술한다.

자원 그리드 상의 각 요소(element)를 자원요소(RE: Resource Element)라 하며, 하나의 자원블록(RB)은 12×7개의 자원요소(RE)를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원블록의 수 N^{DL} 은 셀에서 설정되는 하향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 증속한다.

도 3은 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.

서브 프레임은 시간 영역에서 2개의 슬롯을 포함한다. 서브 프레임 내의 첫번째 슬롯의 앞선 최대 3개의 OFDM 심볼들이 제어채널들이 할당되는 제어영역(control region)이고, 나머지 OFDM 심볼들은 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)가 할당되는 데이터 영역이 된다.

3GPP LTE 시스템에서 사용되는 하향링크 제어채널들은 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 등이 있다. 서브프레임의 첫번째 OFDM 심볼에서 전송되는 PCFICH 신호는 서브프레임 내에서 제어채널신호의 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 수(즉, 제어영역의 크기)에 관한 정보를 나른다. PHICH는 상향링크 HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request)에 대한 ACK (Acknowledgement)/NACK (None-Acknowledgement) 신호를 나른다. 즉, 단말(UE: User Equipment)이 전송한 상향링크 데이터에 대한 ACK/NACK 신호는 PHICH 상으로 전송된다.

PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(DCI: Downlink Control Information)라고 한다. DCI는 단말(UE) 또는 단말 그룹을 위한 자원 할당 정보 및 다른 제어 정보를 포함한다. 예를 들어, DCI는 상향링크 자원 할당 정보, 하향링크 자원 할당 정보 및 상향링크 전송 전력 제어명령 등을 포함할 수 있다.

PDCCH는 하향링크 공유채널(DL-SCH: Downlink Shared Channel)의 전송포맷 및

자원할당정보, 상향링크 공유채널(UL-SCH: Uplink Shared Channel)의 전송포맷 및 자원할당정보, 페이징 채널(PCH: Paging Channel) 상의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상에서 전송되는 임의접속응답과 같은 상위계층 제어 메시지에 대한 자원 할당 정보, 임의의 UE 그룹 내에서 개별 UE들에 대한 전송 전력 제어 명령 집합, 전송 전력 제어 명령, VoIP(Voice of Internet Protocol)의 활성화 등에 대한 정보를 나를 수 있다.

다수의 PDCCH는 하나의 제어 영역에서 전송될 수 있고, UE는 다수의 PDCCH를 모니터할 수 있다. PDCCH는 하나 이상의 연속된 제어채널요소(CCE: Control Channel Element)들 상에서 전송될 수 있다. CCE는 무선 채널의 상태에 기반하여 PDCCH를 하나의 코딩율로 제공하는데 사용되는 논리적 할당 자원이다. CCE는 다수의 자원요소그룹(REG)에 대응된다. PDCCH의 포맷 및 상기 PDCCH의 가용한 비트의 개수는 CCE에서 제공되는 코딩율 및 CCE의 개수 간 상관관계에 따라 결정된다. 기지국은 UE에 전송될 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 CRC를 붙인다.

CRC는 PDCCH의 사용방법 또는 소유자에 따라 고유의 식별자(RNTI: Radio Network Temporary Identifier)와 함께 마스크된다. PDCCH가 특정 UE를 위한 것이라면, UE의 고유 식별자(예를 들어, C-RNTI: Cell-RNTI)는 CRC에 마스크된다. PDCCH가 페이징 메시지를 위한 것이라면, 페이징 지시자 식별자(예를 들어, P-RNTI: Paging-RNTI)가 CRC에 마스크된다. 또한, PDCCH가 시스템 정보(특히, 시스템 정보 블록)를 위한 것이라면, 시스템 정보 식별자 및 시스템 정보 RNTI(S-RNTI)가 CRC에 마스크될 수 있다. UE의 임의접속 프리엠블의 수신에 대한 응답인 임의접속 응답을 지시하기 위해, 임의접속 RNTI(RA-RNTI)가 CRC에 마스크될 수 있다.

반송파 집성 환경에서는 PDCCH는 하나 이상의 컴포넌트 캐리어를 통해 전송될 수 있으며, 하나 이상의 컴포넌트 캐리어에 대한 자원할당정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, PDCCH는 하나의 컴포넌트 캐리어를 통해 전송되지만, 하나 이상의 PDSCH 및

PUSCH에 대한 자원할당 정보를 포함할 수 있다.

도 4는 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 상향링크 서브프레임 구조의 일례를 나타내는 도면이다.

도 4를 참조하면, 상향링크 서브프레임은 복수(예, 2개)의 슬롯을 포함한다. 슬롯은 순환전치(CP: Cyclic Prefix) 길이에 따라 서로 다른 수의 SC-FDMA 심볼을 포함할 수 있다. 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 데이터 영역과 제어 영역으로 구분된다. 데이터 영역은 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)를 포함하고, 음성 정보를 포함하는 데이터 신호를 전송하는데 사용된다. 제어 영역은 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)를 포함하고, 상향링크 제어 정보(UCI: Uplink Control Information)를 전송하는데 사용된다. PUCCH는 주파수 축에서 데이터 영역의 양끝 부분에 위치한 RB 쌍(RB pair)을 포함하며 슬롯을 경계로 호핑한다.

LTE 시스템에서 단말은 단일 반송파 특성을 유지하기 위해 PUCCH 신호와 PUSCH 신호를 동시에 전송하지 않는다. 다만, LTE-A 시스템에서는 단말의 전송 모드에 따라 PUCCH 신호 및 PUSCH 신호를 동일 서브프레임에서 동시에 전송할 수 있으며, PUCCH 신호를 PUSCH 신호에 피기백하여 전송할 수 있다. 또한, 채널 상황에 따라 단말은 PUSCH를 통해 상향링크 제어정보를 전송할 수 있다.

하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 RB 쌍(pair)으로 할당되고, RB 쌍에 속하는 RB들은 2개의 슬롯들의 각각에서 서로 다른 부반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당되는 RB 쌍이 슬롯 경계(slot boundary)에서 주파수 도약(frequency hopping)된다고 한다.

PUCCH는 다음의 제어 정보를 전송하는데 사용될 수 있다.

- SR(Scheduling Request): 상향링크 UL-SCH 자원을 요청하는데 사용되는 정보이다.

OOK(On-Off Keying) 방식을 이용하여 전송된다.

- HARQ ACK/NACK: PDSCH 상의 하향링크 데이터 패킷 또는 SPS(Semi-Persistent Scheduling) 해제(release)를 지시하는 PDCCH에 대한 응답 신호이다. HARQ ACK/NACK 신호는 하향링크 데이터 패킷 또는 SPS 해제를 지시하는 PDCCH가 성공적으로 수신되었는지 여부를 나타낸다. 단일 하향링크 코드워드에 대한 응답으로 ACK/NACK 1비트가 전송되고, 두 개의 하향링크 코드워드에 대한 응답으로 ACK/NACK 2비트가 전송된다. TDD의 경우 다수의 하향링크 서브프레임들에 대한 ACK/NACK 응답들이 모아져서 번들링(bundling) 혹은 멀티플렉싱(multiplexing)을 통하여 하나의 PUCCH에서 전송된다.

- CQI(Channel Quality Indicator) 또는 CSI(Channel State Information): 하향링크 채널에 대한 피드백 정보이다. MIMO(Multiple Input Multiple Output) 관련 피드백 정보는 RI(Rank Indicator) 및 PMI(Precoding Matrix Indicator)를 포함한다. 서브프레임 당 20비트가 사용된다. 본 발명의 실시예들에서 CSI는 CQI, RI 및 PMI 값을 모두 포함하는 개념으로 사용될 수 있다.

단말이 서브프레임에서 전송할 수 있는 상향링크 제어 정보(UCI)의 양은 제어 정보 전송에 가용한 SC-FDMA의 개수에 의존한다. 제어 정보 전송에 가용한 SC-FDMA는 서브프레임에서 참조 신호 전송을 위한 SC-FDMA 심볼을 제외하고 남은 SC-FDMA 심볼을 의미하고, SRS(Sounding Reference Signal)가 설정된 서브프레임의 경우 서브프레임의 마지막 SC-FDMA 심볼도 제외된다. 참조 신호는 PUCCH의 코히어런트 검출에 사용된다. PUCCH는 전송되는 정보에 따라 7개의 포맷을 지원한다.

표 1은 LTE에서 PUCCH 포맷과 UCI의 맵핑 관계를 나타낸다.

【표 1】

PUCCH 포맷	UCI
Format 1	스케줄링 요청(SR)

Format 1a	SR을 포함하거나 포함하지 않는 1비트 HARQ ACK/NACK
Format 1b	SR을 포함하거나 포함하지 않는 2비트 HARQ ACK/NACK
Format 2	CQI(20 coded Bits)
Format 2	CQI 및 확장 CP에 대한 1 또는 2 비트의 HARQ ACK/NACK
Format 2a	CQI 및 1 비트의 HARQ ACK/NACK
Format 2b	CQI 및 2 비트의 HARQ ACK/NACK

II. LTE-A 시스템 관련

1. 다중 반송파 집성(Multi-Carrier Aggregation) 환경

본 발명의 실시예들에서 고려하는 통신 환경은 다중 반송파 집성(Multi-Carrier Aggregation) 지원 환경을 모두 포함한다. 즉, 본 발명에서 사용되는 멀티캐리어 시스템 또는 반송파 집성 시스템(carrier aggregation system)이라 함은 광대역을 지원하기 위해서, 목표로 하는 광대역을 구성할 때 목표 대역보다 작은 대역폭(bandwidth)을 가지는 1개 이상의 컴포넌트 캐리어(CC: Component Carrier)를 결합(aggregation)하여 사용하는 시스템을 말한다.

본 발명에서 멀티 캐리어는 반송파의 집성(또는, 캐리어 결합)을 의미하며, 이때 반송파 집성은 인접한 캐리어 간의 결합뿐 아니라 비 인접한 캐리어 간의 결합을 모두 의미한다. 또한, 캐리어 결합은 반송파 집성, 대역폭 결합 등과 같은 용어와 혼용되어 사용될 수 있다.

두 개 이상의 컴포넌트 캐리어(CC)가 결합되어 구성되는 멀티캐리어(즉, 반송파 집성)는 LTE-A 시스템에서는 100MHz 대역폭까지 지원하는 것을 목표로 한다. 목표 대역보다 작은 대역폭을 가지는 1개 이상의 캐리어를 결합할 때, 결합하는 캐리어의 대역폭은 기존 IMT 시스템과의 호환성(backward compatibility) 유지를 위해서 기존

시스템에서 사용하는 대역폭으로 제한할 수 있다.

예를 들어서 기존의 3GPP LTE 시스템에서는 {1.4, 3, 5, 10, 15, 20}MHz 대역폭을 지원하며, 3GPP LTE_advanced 시스템(즉, LTE_A)에서는 LTE에서 지원하는 상기의 대역폭들만을 이용하여 20MHz보다 큰 대역폭을 지원하도록 할 수 있다. 또한, 본 발명에서 사용되는 멀티캐리어 시스템은 기존 시스템에서 사용하는 대역폭과 상관없이 새로운 대역폭을 정의하여 캐리어 결합(즉, 반송파 집성 등)을 지원하도록 할 수도 있다.

LTE-A 시스템은 무선 자원을 관리하기 위해 셀(cell)의 개념을 사용한다. 셀은 하향링크 자원과 상향링크 자원의 조합으로 정의되며, 상향링크 자원은 필수 요소는 아니다. 따라서, 셀은 하향링크 자원 단독, 또는 하향링크 자원과 상향링크 자원으로 구성될 수 있다. 멀티캐리어(즉, 캐리어 병합)가 지원되는 경우, 하향링크 자원의 캐리어 주파수(또는, DL CC)와 상향링크 자원의 캐리어 주파수(또는, UL CC) 사이의 링키지(linkage)는 시스템 정보에 의해 지시될 수 있다.

LTE-A 시스템에서 사용되는 셀은 프라이머리 셀(PCell: Primary Cell) 및 세컨더리 셀(SCell: Secondary Cell)을 포함한다. P셀은 프라이머리 주파수(또는, primary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미하고, S셀은 세컨더리 주파수(또는, Secondary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미할 수 있다. 다만, 특정 단말에는 P셀은 하나만 할당되며, S셀은 하나 이상 할당될 수 있다.

P셀은 단말이 초기 연결 설정(initial connection establishment) 과정을 수행하거나 연결 재-설정 과정을 수행하는데 사용된다. P셀은 핸드오버 과정에서 지시된 셀을 지칭할 수도 있다. S셀은 무선자원제어(RRC: Radio Resource Control) 연결이 설정이 이루어진 이후에 구성 가능하고 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용될 수 있다.

P셀과 S셀은 서빙 셀로 사용될 수 있다. RRC_CONNECTED 상태에 있지만 캐리어 병합이 설정되지 않았거나 캐리어 병합을 지원하지 않는 단말의 경우, P셀로만 구성된

서빙 셀이 단 하나 존재한다. 반면, RRC_CONNECTED 상태에 있고 캐리어 병합이 설정된 단말의 경우 하나 이상의 서빙 셀이 존재할 수 있으며, 전체 서빙 셀에는 P셀과 하나 이상의 S셀이 포함된다.

초기 보안 활성화 과정이 시작된 이후에, E-UTRAN은 연결 설정 과정에서 초기에 구성되는 P셀에 부가하여 하나 이상의 S셀을 포함하는 네트워크를 구성할 수 있다. 멀티캐리어 환경에서 P셀 및 S셀은 각각의 컴포넌트 캐리어로서 동작할 수 있다. 즉, 반송파 정합은 P셀과 하나 이상의 S셀의 결합으로 이해될 수 있다. 이하의 실시예에서는 프라이머리 컴포넌트 캐리어(PCC)는 P셀과 동일한 의미로 사용될 수 있으며, 세컨더리 컴포넌트 캐리어(SCC)는 S셀과 동일한 의미로 사용될 수 있다.

2. MIMO 피드백(Multi-Input Multi-Output Feedback)

본 발명의 실시예들에서 사용되는 다중 반송파 집성(CA) 기술을 지원하는 무선 접속 시스템에서는 둘 이상의 입출력 안테나를 사용하는 MIMO 피드백 방법 또한 지원할 수 있다.

MIMO 피드백은 PMI(Precoding Matrix Index), RI(Rank Indicator) 및 CQI(Channel Quality Information) 인덱스로 구성된다. 이때, PMI는 코드북을 구성하는 프리코딩 행렬의 인덱스를 나타낸다. RI는 할당된 전송 레이어(Transmission Layers)의 개수로부터 결정되고, 단말은 관련된 DCI로부터 RI 값을 획득할 수 있다. PMI는 3GPP TS 36.211 규격에 정의되어 있으며, 단말은 SINR을 측정하고, 측정된 SINR을 고려하여 최적의 PMI를 선택할 수 있다. CQI는 채널의 품질을 나타내는 것으로, CQI 인덱스는 채널 코딩 및 변조 방법을 나타낸다.

도 5는 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.

도 5(a)에 도시된 바와 같이 송신 안테나의 수를 N_T 개로, 수신 안테나의 수를 N_R 개로 늘리면, 송신기나 수신기에서만 다수의 안테나를 사용하게 되는 경우와 달리

안테나 수에 비례하여 이론적인 채널 전송 용량이 증가한다. 따라서, 전송 레이트를 향상시키고 주파수 효율을 획기적으로 향상시킬 수 있다. 채널 전송 용량이 증가함에 따라, 전송 레이트는 이론적으로 단일 안테나 이용시의 최대 전송 레이트(R_0)에 레이트 증가율(R_i)이 곱해진 만큼 증가할 수 있다.

【수학식 1】

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

예를 들어, 4개의 송신 안테나와 4개의 수신 안테나를 이용하는 MIMO 통신 시스템에서는 단일 안테나 시스템에 비해 이론상 4배의 전송 레이트를 획득할 수 있다. 다중안테나 시스템의 이론적 용량 증가가 90년대 중반에 증명된 이후 이를 실질적인 데이터 전송률 향상으로 이끌어 내기 위한 다양한 기술들이 현재까지 활발히 연구되고 있다. 또한, 몇몇 기술들은 이미 3세대 이동 통신과 차세대 무선랜 등의 다양한 무선 통신의 표준에 반영되고 있다.

현재까지의 다중안테나 관련 연구 동향을 살펴보면 다양한 채널 환경 및 다중접속 환경에서의 다중안테나 통신 용량 계산 등과 관련된 정보 이론 측면 연구, 다중안테나 시스템의 무선 채널 측정 및 모형 도출 연구, 전송 신뢰도 향상 및 전송률 향상을 위한 시공간 신호 처리 기술 연구 등 다양한 관점에서 활발히 연구가 진행되고 있다.

다중안테나 시스템에서의 통신 방법을 수학적 모델링을 이용하여 보다 구체적으로 설명한다. 상기 시스템에는 N_T 개의 송신 안테나와 N_R 개의 수신 안테나가 존재한다고 가정한다.

송신 신호를 살펴보면, N_T 개의 송신 안테나가 있는 경우 전송 가능한 최대 정보는 N_T 개이다. 전송 정보는 다음과 같이 표현될 수 있다.

【수학식 2】

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

각각의 전송 정보 s_1, s_2, \dots, s_{N_T} 는 전송 전력이 다를 수 있다. 각각의 전송 전력을 P_1, P_2, \dots, P_{N_T} 라고 하면, 전송 전력이 조정된 전송 정보는 다음과 같이 표현될 수 있다.

【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, $\hat{\mathbf{s}}$ 는 전송 전력의 대각행렬 \mathbf{P} 를 이용해 다음과 같이 표현될 수 있다.

【수학식 4】

$$\hat{\mathbf{s}} = \begin{bmatrix} P_1 & & & 0 \\ & P_2 & & \\ & & \dots & \\ 0 & & & P_{N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{P}\mathbf{s}$$

전송전력이 조정된 정보 벡터 $\hat{\mathbf{s}}$ 에 가중치 행렬 \mathbf{W} 가 적용되어 실제 전송되는 N_T 개의 송신신호 x_1, x_2, \dots, x_{N_T} 가 구성되는 경우를 고려해 보자. 가중치 행렬 \mathbf{W} 는 전송 정보를 전송 채널 상황 등에 따라 각 안테나에 적절히 분배해 주는 역할을 한다. x_1, x_2, \dots, x_{N_T} 는 벡터 \mathbf{X} 를 이용하여 다음과 같이 표현될 수 있다.

【수학식 5】

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{i1} & w_{i2} & \dots & w_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{N_T1} & w_{N_T2} & \dots & w_{N_T N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{W}\mathbf{P}\mathbf{s}$$

여기에서, w_{ij} 는 i 번째 송신 안테나와 j 번째 정보간의 가중치를 의미한다. \mathbf{W} 는 프리코딩 행렬이라고도 불린다.

수신신호는 N_R 개의 수신 안테나가 있는 경우 각 안테나의 수신신호 y_1, y_2, \dots, y_{N_R} 은 벡터로 다음과 같이 표현될 수 있다.

【수학식 6】

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

다중안테나 무선 통신 시스템에서 채널을 모델링하는 경우, 채널은 송수신 안테나 인덱스에 따라 구분될 수 있다. 송신 안테나 j 로부터 수신 안테나 i 를 거치는 채널을 h_{ij} 로 표시하기로 한다. h_{ij} 에서, 인덱스 표시 순서는 수신 안테나 인덱스가 먼저이고 송신 안테나의 인덱스가 나중에 의미한다.

도 5(b)에 N_T 개의 송신 안테나에서 수신 안테나 i 로의 채널을 도시하였다. 상기 채널을 묶어서 벡터 및 행렬 형태로 표시할 수 있다. 도 5(b)에서, 총 N_T 개의 송신 안테나로부터 수신 안테나 i 로 도착하는 채널은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

【수학식 7】

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

따라서, N_T 개의 송신 안테나로부터 N_R 개의 수신 안테나로 도착하는 모든 채널은 다음과 같이 표현될 수 있다.

【수학식 8】

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

실제 채널에는 채널 행렬 \mathbf{H} 를 거친 후에 백색잡음(AWGN; Additive White Gaussian Noise)이 더해진다. N_R 개의 수신 안테나 각각에 더해지는 백색잡음 n_1, n_2, \dots, n_{N_R} 은 다음과 같이 표현될 수 있다.

【수학식 9】

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

상술한 수식 모델링을 통해 수신신호는 다음과 같이 표현될 수 있다.

【수학식 10】

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_{N_R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \dots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \dots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_j \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_i \\ \vdots \\ n_{N_R} \end{bmatrix} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n}$$

한편, 채널 상태를 나타내는 채널 행렬 \mathbf{H} 의 행과 열의 수는 송수신 안테나의 수에 의해 결정된다. 채널 행렬 \mathbf{H} 에서 행의 수는 수신 안테나의 수 N_R 과 같고, 열의 수는 송신 안테나의 수 N_T 와 같다. 즉, 채널 행렬 \mathbf{H} 는 행렬이 $N_R \times N_T$ 된다.

행렬의 랭크(rank)는 서로 독립인(independent) 행 또는 열의 개수 중에서 최소 개수로 정의된다. 따라서, 행렬의 랭크는 행 또는 열의 개수 보다 클 수 없다. 채널 행렬 \mathbf{H} 의 랭크($rank(\mathbf{H})$)는 다음과 같이 제한된다.

【수학식 11】

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

랭크의 다른 정의는 행렬을 고유치 분해(Eigen value decomposition) 하였을 때, 0이 아닌 고유치들의 개수로 정의할 수 있다. 유사하게, 랭크의 또 다른 정의는 특이치 분해(singular value decomposition) 하였을 때, 0이 아닌 특이치들의 개수로 정의할 수 있다. 따라서, 채널 행렬에서 랭크의 물리적인 의미는 주어진 채널에서 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수라고 할 수 있다.

본 문서의 설명에 있어서, MIMO 전송에 대한 '랭크(Rank)'는 특정 시점 및 특정 주파수 자원에서 독립적으로 신호를 전송할 수 있는 경로의 수를 나타내며,

'레이어(layer)의 개수' 는 각 경로를 통해 전송되는 신호 스트림의 개수를 나타낸다. 일반적으로 송신단은 신호 전송에 이용되는 랭크 수에 대응하는 개수의 레이어를 전송하기 때문에 특별한 언급이 없는 한 랭크는 레이어 개수와 동일한 의미를 가진다.

3. 참조 신호 (RS: Reference Signal)

무선 통신 시스템에서 데이터/신호는 무선 채널을 통해 전송되기 때문에, 데이터/신호는 전송 중에 무선상에서 왜곡될 수 있다. 수신단에서 왜곡된 신호를 정확하게 수신하기 위하여, 왜곡된 수신된 신호는 채널 정보를 이용하여 보정되는 것이 바람직하다. 이때, 송신단 및/또는 수신단은 채널 정보를 검출하기 위하여 양측에서 모두 알고 있는 참조신호(RS)를 이용할 수 있다. 참조신호는 파일럿 신호라고 불릴 수 있다.

송신단에서 다중 입출력 안테나를 이용하여 데이터를 송수신할 때, 수신단에서 데이터를 정확하게 수신하기 위하여 송신 안테나와 수신 안테나 간의 채널 상태가 검출되는 것이 바람직하다. 이때, 수신단에서 채널 상태를 검출하기 위해 송신단의 각 송신 안테나는 개별적인 참조 신호를 가지는 것이 바람직하다.

하향 참조 신호는 하나의 셀 내 모든 단말이 공유하는 공통 참조 신호(CRS: Common RS)와 특정 단말만을 위한 전용 참조 신호(DRS: Dedicated RS)가 있다. 송신단은 이와 같은 참조 신호들(CRS, DRS)을 이용하여 복조(demodulation)와 채널 측정(channel measurement)을 위한 정보를 수신단에 제공할 수 있다.

수신단(예를 들어, 단말)은 CRS를 이용하여 채널 상태를 측정하고, 측정된 채널 상태에 따라 CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Index) 및/또는 RI(Rank Indicator)와 같은 채널 품질과 관련된 지시자를 송신단(예를 들어, 기지국)으로 피드백할 수 있다. 본 발명의 실시예들에서 CRS는 셀 특정 기준신호(cell-specific RS)라고도 한다. 반면, 채널 상태 정보(CSI)의 피드백과 관련된 참조 신호를 CSI-RS라고 정의할 수 있다.

DRS는 PDSCH 상의 데이터 복조가 필요한 경우에 자원 요소들을 통해 단말들로

전송될 수 있다. 단말은 상위 계층 시그널링을 통하여 DRS의 존재 여부를 수신할 수 있다. DRS는 상응하는 PDSCH 신호가 매핑되는 경우에만 유효하다. 본 발명의 실시예들에서 DRS를 단말 특정 참조 신호(UE-specific RS) 또는 복조 참조 신호(DMRS: Demodulation RS)라고 부를 수 있다.

도 6은 3GPP LTE 시스템에서 정의된 하향링크 자원 블록(RB) 쌍에 매핑된 참조 신호 패턴의 일례를 나타내는 도면이다.

참조 신호가 매핑되는 단위로서 하향링크 자원 블록(RB: Resource Block) 쌍은 시간 영역에서 하나의 서브 프레임 × 주파수 영역에서 12개의 부 반송파로 설정될 수 있다. 즉, 시간 축(x축) 상에서 하나의 자원 블록 쌍은 일반 순환 전치(normal CP(Cyclic Prefix))인 경우 14개의 OFDM 심볼의 길이를 가지고(도 6 (a) 참조), 확장 순환 전치(extended CP((Cyclic Prefix))인 경우 12개의 OFDM 심볼의 길이를 가진다(도 6 (b) 참조).

도 6을 참조하면, 각 자원 블록에서 '0', '1', '2' 및 '3'으로 표시된 자원 요소들(REs)은 송신단(예를 들어, 기지국)의 안테나 포트 '0', '1', '2' 및 '3' 각각에 해당하는 CRS가 매핑된 자원요소를 의미하며, 'D'로 기재된 자원 요소들은 DRS가 매핑된 자원요소를 의미한다.

이하에서는 CRS에 대하여 보다 상세하게 설명한다.

CRS는 셀 내에 위치한 모든 단말에 공통적으로 수신할 수 있는 참조 신호로써 전체 주파수 대역에 분포되며, 물리적 안테나의 채널을 추정하기 위해 사용될 수 있다. 또한, CRS는 채널 품질 정보(CSI) 및 데이터 복조를 위해 이용될 수 있다.

CRS는 송신단(예를 들어, 기지국)에서의 안테나 배열에 따라 다양한 포맷으로 정의될 수 있다. 3GPP LTE 시스템(예를 들어, Rel-8/9)에서는 송신단은 4 개까지의 송신 안테나를 지원할 수 있다.

다중 입출력 안테나가 지원되고 참조 신호들이 하나 이상의 안테나 포트로부터 전송될 때, 참조 신호는 소정의 패턴에 따라 특정 자원 요소들을 통해 전송된다. 이때,

하나의 안테나 포트를 위한 참조신호가 전송되는 자원요소에서는 다른 안테나 포트를 위한 참조 신호가 전송되지 않는다. 즉, 서로 다른 안테나 사이의 참조 신호는 서로 겹치지 않는다.

자원 블록에 CRS를 맵핑하는 규칙은 다음과 같이 정의된다.

【수학식 12】

$$\begin{aligned}
 k &= 6m + (v + v_{\text{shift}}) \bmod 6 \\
 l &= \begin{cases} 0, N_{\text{symp}}^{\text{DL}} - 3 & \text{if } p \in \{0,1\} \\ 1 & \text{if } p \in \{2,3\} \end{cases} \\
 m &= 0, 1, \dots, 2 \cdot N_{\text{RB}}^{\text{DL}} - 1 \\
 m' &= m + N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} - N_{\text{RB}}^{\text{DL}} \\
 v &= \begin{cases} 0 & \text{if } p = 0 \text{ and } l = 0 \\ 3 & \text{if } p = 0 \text{ and } l \neq 0 \\ 3 & \text{if } p = 1 \text{ and } l = 0 \\ 0 & \text{if } p = 1 \text{ and } l \neq 0 \\ 3(n_s \bmod 2) & \text{if } p = 2 \\ 3 + 3(n_s \bmod 2) & \text{if } p = 3 \end{cases}
 \end{aligned}$$

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

수학식 12에서, k 및 l 은 각각 부반송파 인덱스 및 심볼 인덱스를 나타내고, p 는 안테나 포트를 나타낸다. $N_{\text{symp}}^{\text{DL}}$ 은 하나의 하향링크 슬롯에서의 OFDM 심볼의 수를 나타내고, $N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$ 은 하향링크에 할당된 무선 자원의 수를 나타낸다. n_s 는 슬롯 인덱스를 나타내고, $N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$ 은 셀 ID를 나타낸다. 또한, mod 는 모듈로(modulo) 연산을 나타낸다.

본 발명의 실시예들에서 참조 신호의 위치는 주파수 영역에서 v_{shift} 값에 따라 달라질 수 있다. v_{shift} 는 셀 ID에 종속되므로, 참조 신호의 위치는 셀에 따라 다양한 주파수 편이(frequency shift) 값을 가질 수 있다.

보다 구체적으로, CRS를 통해 채널 추정 성능을 향상시키기 위해 CRS의 위치는 셀에 따라 주파수 영역에서 천이(Shift)될 수 있다. 예를 들어, 참조 신호가 3개의 부반송파의 간격으로 위치하는 경우, 하나의 셀에서의 참조 신호들은 3k 번째 부반송파에 할당되고, 다른 셀에서의 참조 신호는 3k+1 번째 부반송파에 할당된다. 하나의 안테나

포트의 관점에서 CRS들은 주파수 영역에서 6개의 자원 요소 간격으로 배열되고, 또 다른 안테나 포트에 할당된 참조 신호와는 3개의 자원 요소 간격으로 분리되는 것이 바람직하다.

또한, CRS는 시간 영역에서 각 슬롯의 심볼 인덱스 0 에서부터 시작하여 동일 간격(constant interval)으로 배열된다. 시간 간격은 순환 전치 길이에 따라 다르게 정의된다. 일반 순환 전치의 경우 참조 신호는 슬롯의 심볼 인덱스 0 과 4에 위치하고, 확장 순환 전치의 경우 참조 신호는 슬롯의 심볼 인덱스 0 과 3에 위치한다. 2개의 안테나 포트 중 최대값을 가지는 안테나 포트를 위한 참조 신호는 하나의 OFDM 심볼 내에 정의된다.

따라서, 4개의 송신 안테나 전송의 경우, 안테나 포트 0 과 1을 위한 CRS는 각 슬롯의 심볼 인덱스 0 과 4 (확장 순환 전치의 경우 심볼 인덱스 0 과 3)에 위치하고, 안테나 포트 2 와 3을 위한 CRS는 슬롯의 심볼 인덱스 1에 위치한다. 안테나 포트 2 와 3을 위한 CRS의 주파수 영역에서의 위치는 2번째 슬롯에서 서로 맞바뀌진다.

이하에서는 DRS에 대하여 보다 상세하게 기술한다.

LTE 시스템에서 DRS는 데이터를 복조하기 위하여 사용된다. 다중 입출력 안테나 전송 방식에서 프리코딩 가중치(precoding weight) 는 단말이 DRS를 수신하였을 때 각 송신 안테나에서 전송되는 데이터 채널 신호와 결합되어 상응하는 채널을 추정하기 위하여 사용된다.

3GPP LTE 시스템(예를 들어, 릴리즈-8)은 최대 4개의 송신 안테나를 지원하고, 랭크 1 빔포밍(beamforming)을 위한 DRS가 정의된다. 랭크 1 빔포밍을 위한 DRS는 또한 안테나 포트 인덱스 5 를 위한 참조 신호를 나타낸다.

자원 블록에 DRS를 맵핑하는 규칙은 다음과 같이 정의된다. 수학적 식 13은 일반 순환 전치인 경우를 나타내고, 수학적 식 14는 확장 순환 전치인 경우를 나타낸다.

【수학식 13】

$$\begin{aligned}
k &= (k') \bmod N_{sc}^{RB} + N_{sc}^{RB} \cdot n_{PRB} \\
k' &= \begin{cases} 4m' + v_{\text{shift}} & \text{if } l \in \{2,3\} \\ 4m' + (2 + v_{\text{shift}}) \bmod 4 & \text{if } l \in \{5,6\} \end{cases} \\
l &= \begin{cases} 3 & l' = 0 \\ 6 & l' = 1 \\ 2 & l' = 2 \\ 5 & l' = 3 \end{cases} \\
l' &= \begin{cases} 0,1 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \\ 2,3 & \text{if } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases} \\
m' &= 0,1,\dots,3N_{RB}^{PDSCH} - 1 \\
v_{\text{shift}} &= N_{ID}^{\text{cell}} \bmod 3
\end{aligned}$$

【수학식 14】

$$\begin{aligned}
k &= (k') \bmod N_{sc}^{RB} + N_{sc}^{RB} \cdot n_{PRB} \\
k' &= \begin{cases} 3m' + v_{\text{shift}} & \text{if } l = 4 \\ 3m' + (2 + v_{\text{shift}}) \bmod 3 & \text{if } l = 1 \end{cases} \\
l &= \begin{cases} 4 & l' \in \{0,2\} \\ 1 & l' = 1 \end{cases} \\
l' &= \begin{cases} 0 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \\ 1,2 & \text{if } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases} \\
m' &= 0,1,\dots,4N_{RB}^{PDSCH} - 1 \\
v_{\text{shift}} &= N_{ID}^{\text{cell}} \bmod 3
\end{aligned}$$

수학식 13 및 14에서, k 및 l 은 각각

부반송파 인덱스 및 심볼 인덱스를 나타내고, p 는 안테나 포트를 나타낸다. N_{sc}^{RB} 은

주파수 영역에서 자원 블록 크기를 나타내고, 부반송파의 수로써 표현된다. n_{PRB} 은

물리 자원 블록의 수를 나타낸다. N_{RB}^{PDSCH} 은 PDSCH 전송을 위한 자원 블록의 주파수

대역을 나타낸다. n_s 는 슬롯 인덱스를 나타내고, N_{ID}^{cell} 은 셀 ID를 나타낸다. mod 는

모듈로(modulo) 연산을 나타낸다. 참조 신호의 위치는 주파수 영역에서 V_{shift} 값에 따라 달라진다. V_{shift} 는 셀 ID에 종속되므로, 참조 신호의 위치는 셀에 따라 다양한 주파수 천이(frequency shift) 값을 가진다.

4. 콤프(CoMP) 일반

LTE-A 요건을 만족시키기 위해, 콤프(CoMP: Coordinated Multi-Point) 전송 기법이 제안되었다. 콤프는 co-MIMO, 협력 MIMO (Collaborated MIMO), 네트워크 MIMO 등으로 불리기도 한다. 콤프는 셀 경계의 단말 동작을 향상시키고 각 섹터의 평균 처리량을 향상시키기 위해 고안된 기술이다.

일반적으로, 셀 내 간섭(ICI: Inter-cell interference)은 주파수 재사용 팩터 1을 사용하는 멀티셀 환경에서 셀 경계의 단말 성능을 감소시키고 평균 섹터 처리량을 감소시킨다. ICI를 줄이고 간섭 제한 환경에서 셀 경계의 단말들에 합리적인 처리 성능을 제공하기 위해, 간단한 기술들이(예를 들어, UE 특정 전력 제어에서 FFR (Fractional Frequency Reuse)) LTE-A 시스템에 적용될 수 있다. FFR의 사용은 셀 당 주파수 자원 사용을 줄이는 대신에 ICI를 줄이거나, 원하는 신호로서 ICI를 재사용하는데 더 효과적이다.

하향링크에서 콤프 방식들은 JP (Joint Processing) 및 CS/CB(Coordinated Scheduling/Beamforming) 방식들로 구분될 수 있다. JP 방식의 경우 데이터는 콤프 협력 집합에서 전송 가능하다.

조인트 전송(Joint Transmission)의 경우 PDSCH 신호는 다중 점들(콤프 협력 집합의 전체 또는 일부)에서 동시에 전송된다. 단일 단말에 대한 데이터는 수신신호품질 및/또는 다른 단말들에 대한 활성 간섭을 제거하기 위해 다중 전송점들로부터 동시에 전송된다. 동적셀선택(Dynamic Cell Selection)의 경우, PDSCH 신호는 한번에 하나의 전송점(콤프 협력집합)으로부터 전송된다.

CS/BS의 경우, 데이터는 서빙 셀에서만 전송 가능하지만 사용자 스케줄링/빔포밍 선택은 콤프 협력 집합에 대응하는 셀들의 조정에 의해 전송 가능하다.

상향링크에서 콤프 수신은 다중점들에서 조정된 전송 신호들의 수신을 의미하며, 지리적으로 떨어진 전송점 및 콤프 방식들은 조인트 수신(JR: Joint Reception) 및 CS/RS(Coordinated Scheduling/Beamforming)으로 구분될 수 있다. 이때, JR의 경우 전송된 PUSCH 신호는 다중 수신점에서 수신되고, CS/CB 방식의 경우 PUSCH 신호는 오직 하나의 수신점에서 수신되지만 사용자 스케줄링/빔포밍은 콤프 협력 집합에 따라 조정된 셀들에 의해 결정된다.

5. 사운딩 참조 신호(SRS: Sounding Reference Signal)

SRS는 상향링크의 주파수-선택적 스케줄링을 수행하기 위하여 채널 품질 측정에 사용되며, 상향링크 데이터 및/또는 제어 정보의 전송과 관련되지 않는다. 그러나, SRS는 이에 한정되지 않으며 전력 제어의 향상 또는 최근에 스케줄되지 않은 단말들의 다양한 개시(start-up) 기능을 지원하기 위한 다양한 다른 목적들을 위해 사용될 수 있다.

단말들의 개시 기능으로서 데이터 변조 및 부호화 방식(MCS: Modulation and Coding Scheme), 데이터 전송을 위한 초기의 전력 제어, 타이밍 전진(timing advance) 및 주파수 반-선택적(semi-selective) 스케줄링이 포함될 수 있다. 이때, 주파수 반-선택적 스케줄링은 서브 프레임의 첫 번째 슬롯에서는 선택적으로 주파수 자원을 할당하고, 두 번째 슬롯에서는 다른 주파수로 의사 랜덤(pseudo-randomly)하게 도약하여 주파수 자원을 할당하는 스케줄링을 말한다.

또한, SRS는 상향링크와 하향링크 간에 무선 채널이 상호적(reciprocal)인 가정하에 하향링크 채널 품질을 측정하기 위하여 사용될 수 있다. 이러한 가정은 상향링크와 하향링크가 동일한 주파수 스펙트럼을 공유하고, 시간 영역에서는 분리된 시분할 듀플렉스(TDD: Time Division Duplex) 시스템에서 특히 유효하다

셀 내에서 어떠한 단말에 의하여 전송되는 SRS의 서브 프레임들은 셀-특정 방송 신호에 의하여 나타낼 수 있다. 4비트 셀-특정 'srsSubframeConfiguration' 파라미터는 SRS가 각 무선 프레임을 통해 전송될 수 있는 15 가지의 가능한 서브 프레임의 배열을 나타낸다. 이러한 SRS 배열들을 이용하여 SRS 오버헤드(overhead)를 유동적으로 조정할 수 있다. SRS의 16번째 배열은 셀 내에서 완전하게 SRS의 스위치를 오프하는 것이며, 이는 주로 고속 단말들을 서빙하는 서빙 셀에 적합하다.

도 7은 본 발명에서 사용될 수 있는 SRS 심볼을 포함한 상향링크 서브 프레임의 일례를 나타낸다.

도 7을 참조하면, SRS는 배열된 서브 프레임 상에서 항상 마지막 SC-FDMA 심볼을 통해 전송된다. 따라서, SRS와 DMRS는 다른 SC-FDMA 심볼에 위치하게 된다. PUSCH 데이터 전송은 SRS 전송을 위한 특정의 SC-FDMA 심볼에서는 허용되지 않으며, 결과적으로 사운딩(sounding) 오버헤드가 가장 높은 경우(예를 들어, 모든 서브 프레임에 SRS 심볼이 포함되는 경우)라도 사운딩 오버헤드는 약 7%를 초과하지 않는다.

각 SRS 심볼은 주어진 시간 단위와 주파수 대역에 관한 기본 시퀀스(랜덤 시퀀스 또는 Zadoff-Ch(ZC)에 기초한 시퀀스 세트)에 의하여 생성되고, 동일 셀 내의 모든 단말들은 동일한 기본 시퀀스를 사용한다. 이때, 동일한 주파수 대역과 동일한 시간에서 동일 셀 내의 복수의 단말로부터의 SRS 전송은 기본 시퀀스의 서로 다른 순환 천이(cyclic shift)에 의해 직교(orthogonal)되어 서로 구별된다. 각각의 셀마다 서로 다른 기본 시퀀스가 할당되므로 서로 다른 셀로부터의 SRS 시퀀스가 구별될 수 있다. 다만, SRS 심볼은 서로 다른 기본 시퀀스 간의 직교성이 보장되지 않는다.

6. 릴레이 노드 (RN: Relay Node)

릴레이 노드는 기지국과 단말 간의 송수신되는 데이터를 두 개의 다른 링크(예를 들어, 백홀 링크 및 액세스 링크)를 통해 전달한다. 기지국은 도너(donor) 셀을 포함할 수

있다. 릴레이 노드는 도너 셀을 통해 무선으로 무선 액세스 네트워크에 연결된다.

한편, 릴레이 노드의 대역(또는 스펙트럼) 사용과 관련하여, 백홀 링크가 액세스 링크와 동일한 주파수 대역에서 동작하는 경우를 '인-밴드(in-band)'라고 하고, 백홀 링크와 액세스 링크가 상이한 주파수 대역에서 동작하는 경우를 '아웃-밴드(out-band)'라고 한다. 인-밴드 및 아웃-밴드 경우 모두 기존의 LTE 시스템(예를 들어, 릴리즈-8)에 따라 동작하는 단말(이하, 레거시(legacy) 단말)이 도너 셀에 접속할 수 있어야 한다.

단말에서 릴레이 노드를 인식하는지 여부에 따라 릴레이 노드는 트랜스패런트(transparent) 릴레이 노드 또는 넌-트랜스패런트(non-transparent) 릴레이 노드로 분류될 수 있다. 트랜스패런트는 단말이 릴레이 노드를 통하여 네트워크와 통신하는지 여부를 인지하지 못하는 경우를 의미하고, 넌-트랜스패런트는 단말이 릴레이 노드를 통하여 네트워크와 통신하는지 여부를 인지하는 경우를 의미한다.

릴레이 노드의 제어와 관련하여, 릴레이 노드들은 도너 셀의 일부로 구성되는 제 1 릴레이 노드 또는 스스로 셀을 제어하는 제 2 릴레이 노드로 구분될 수 있다. 도너 셀의 일부로 구성되는 제 1 릴레이 노드는 릴레이 노드 식별자(relay ID)를 가질 수는 있지만, 릴레이 노드 자신의 셀 식별자(cell identity)를 가지지 않는다. 제 1 릴레이 노드는 도너 셀이 속하는 기지국에 의하여 RRM(Radio Resource Management)의 적어도 일부가 제어되면, RRM의 나머지 부분들이 릴레이 노드에 위치하더라도 도너 셀의 일부로서 구성되는 릴레이 노드를 의미한다. 바람직하게, 이러한 제 1 릴레이 노드는 레거시 단말을 지원할 수 있다. 예를 들어, 스마트 리피터(Smart repeaters), 디코드-앤-포워드 릴레이 노드(decode-and-forward relays), L2(제2계층) 릴레이 노드들의 다양한 종류들 및 타입-2 릴레이 노드가 이러한 제 1 릴레이 노드에 해당한다.

스스로 셀을 제어하는 제 2 릴레이 노드는 하나 또는 복수 개의 셀들을 제어하고, 제 2 릴레이 노드에 의해 제어되는 셀들 각각에 고유의 물리계층 셀 식별자가 제공된다.

또한, 제 2 릴레이 노드에 의해 제어되는 셀들 각각은 동일한 RRM 메커니즘을 이용할 수 있다.

단말 관점에서는 제 2 릴레이 노드에 의하여 제어되는 셀에 액세스하는 것과 일반 기지국에 의해 제어되는 셀에 액세스하는 것에 차이점이 없다. 이러한 제 2 릴레이 노드에 의해 제어되는 셀은 레거시 단말을 지원할 수 있다. 예를 들어, 셀프-백홀링(Self-backhauling) 릴레이 노드, L3(제3계층) 릴레이 노드, 타입-1 릴레이 노드 및 타입-1a 릴레이 노드가 이러한 제 2 릴레이 노드에 해당한다.

타입-1 릴레이 노드는 인-밴드 릴레이 노드로서 복수개의 셀들을 제어하고, 이들 복수개의 셀들의 각각은 단말 입장에서 도너 셀과 별개의 셀로서 구별된다. 또한, 복수개의 셀들은 각자의 물리 셀 ID(이는 LTE 릴리즈-8에서 정의됨)를 가지며, 타입-1 릴레이 노드는 자신의 동기화 채널, 참조신호 등을 전송할 수 있다.

단일-셀 동작의 경우에, 단말은 타입-1 릴레이 노드로부터 직접 스케줄링 정보 및 HARQ 피드백을 수신하고 타입-1 릴레이 노드로 자신의 제어 채널(스케줄링 요청(SR), CQI, ACK/NACK 등)을 전송할 수 있다. 또한, 레거시 단말(LTE 릴리즈-8 시스템에 따라 동작하는 단말)들에게 타입-1 릴레이 노드는 레거시 기지국(LTE 릴리즈-8 시스템에 따라 동작하는 기지국)으로 보인다. 즉, 타입-1 릴레이 노드는 역방향 호환성(backward compatibility)을 가진다. 한편, LTE-A 시스템에 따라 동작하는 단말들에게는, 타입-1 릴레이 노드는 레거시 기지국과 다른 기지국으로 보여, 성능 향상을 제공할 수 있다.

타입-1a 릴레이 노드는 아웃-밴드로 동작하는 것 외에 전술한 타입-1 릴레이 노드와 동일한 특징들을 가진다. 타입-1a 릴레이 노드의 동작은 L1(제1계층) 동작에 대한 영향이 최소화 또는 없도록 구성될 수 있다.

제 1 릴레이 노드로서 타입-2 릴레이 노드는 인-밴드 릴레이 노드로서, 별도의 물리 셀 ID를 가지지 않으며, 이에 따라 새로운 셀을 형성하지 않는다. 타입-2 릴레이 노드는

레거시 단말에 대해 트랜스패런트하고, 레거시 단말은 타입-2 릴레이 노드의 존재를 인지하지 못한다. 타입-2 릴레이 노드는 PDSCH를 전송할 수 있지만, 적어도 CRS 및 PDCCH는 전송하지 않는다.

한편, 릴레이 노드가 인-밴드로 동작하도록 하기 위하여, 시간-주파수 공간에서의 일부 자원이 백홀 링크를 위해 예비되어야 하고 이 자원은 액세스 링크를 위해서 사용되지 않도록 설정할 수 있다. 이를 자원 분할(resource partitioning)이라 한다.

릴레이 노드에서의 자원 분할에 있어서의 일반적인 원리는 다음과 같이 설명할 수 있다. 백홀 하향링크 및 액세스 하향링크가 하나의 반송파 주파수 상에서 시간분할다중화(TDM: Time Division Multiplexing) 방식으로 다중화될 수 있다 (즉, 특정 시간에서 백홀 하향링크 또는 액세스 하향링크 중 하나만이 활성화된다). 유사하게, 백홀 상향링크 및 액세스 상향링크는 하나의 반송파 주파수 상에서 TDM 방식으로 다중화될 수 있다 (즉, 특정 시간에서 백홀 상향링크 또는 액세스 상향링크 중 하나만이 활성화된다).

FDD 에서의 백홀 링크의 다중화로서 백홀 하향링크 전송은 하향링크 주파수 대역에서 수행되고, 백홀 상향링크 전송은 상향링크 주파수 대역에서 수행될 수 있다. TDD 에서의 백홀 링크의 다중화로서 백홀 하향링크 전송은 기지국과 릴레이 노드의 하향링크 서브프레임에서 수행되고, 백홀 상향링크 전송은 기지국과 릴레이 노드의 상향링크 서브프레임에서 수행될 수 있다.

인-밴드 릴레이 노드의 경우에, 동일한 주파수 대역에서 기지국으로부터의 백홀 하향링크 수신과 단말로의 액세스 하향링크 전송이 동시에 이루어지면, 릴레이 노드의 송신단으로부터 전송되는 신호에 의하여 릴레이 노드의 수신단에서 신호 간섭이 발생할 수 있다. 즉, 릴레이 노드의 RF 전단(front-end)에서 신호 간섭 또는 RF 재밍(jamming)이 발생할 수 있다. 유사하게, 동일한 주파수 대역에서 기지국으로의 백홀 상향링크 전송과

단말로부터의 액세스 상향링크 수신에 동시성이 이루어지는 경우도 신호 간섭이 발생할 수 있다.

따라서, 릴레이 노드에서 동일한 주파수 대역에서의 동시성 신호를 송수신하기 위해서, 수신 신호와 송신 신호간에 충분한 분리(예를 들어, 송신 안테나와 수신 안테나를 지상/지하에 설치하는 것과 같이 지리적으로 충분히 이격시켜 설치함)가 제공되지 않으면 구현하기 어렵다.

이와 같은 신호 간섭의 문제를 해결하는 한 가지 방안은, 릴레이 노드가 도너 셀로부터 신호를 수신하는 동안에 단말로 신호를 전송하지 않도록 동작하게 하는 것이다. 즉, 릴레이 노드로부터 단말로의 전송에 갭(gap)을 생성하고, 이 갭 동안에는 단말(레거시 단말 포함)이 릴레이 노드로부터의 어떠한 전송도 기대하지 않도록 설정할 수 있다. 이러한 갭은 MBSFN (Multicast Broadcast Single Frequency Network) 서브프레임을 구성함으로써 설정할 수 있다

도 8은 본 발명에서 사용되는 릴레이 노드 자원 분할의 예시를 나타내는 도면이다.

도 8에서, 첫 번째 서브프레임은 일반 서브프레임으로서 릴레이 노드로부터 단말로 하향링크 (즉, 액세스 하향링크) 제어신호 및 데이터가 전송되고, 두 번째 서브프레임은 MBSFN 서브프레임으로서 하향링크 서브프레임의 제어 영역에서는 릴레이 노드로부터 단말로 제어 신호가 전송되지만 하향링크 서브프레임의 나머지 영역에서는 릴레이 노드로부터 단말로 아무런 전송이 수행되지 않는다.

이때, 레거시 단말은 모든 하향링크 서브프레임에서 PDCCH 신호의 전송을 기대하게 되므로 (다시 말하자면, 릴레이 노드는 자신의 영역 내의 레거시 단말들이 매 서브프레임에서 PDCCH를 수신하여 측정 기능을 수행하도록 지원할 필요가 있으므로), 레거시 단말의 올바른 동작을 위해서는 모든 하향링크 서브프레임에서 PDCCH를 전송할 필요가 있다.

따라서, 기지국으로부터 릴레이 노드로의 하향링크 (즉, 백홀 하향링크) 전송을 위해 설정된 서브프레임 (두 번째 서브프레임)상에서도, 서브프레임의 처음 N ($N=1, 2$ 또는 3) 개의 OFDM 심볼구간에서 릴레이 노드는 백홀 하향링크를 수신하는 것이 아니라 액세스 하향링크 전송을 해야 할 필요가 있다. 이에 대하여, 두 번째 서브프레임의 제어 영역에서 PDCCH 신호가 릴레이 노드로부터 단말로 전송되므로 릴레이 노드에서 서빙하는 레거시 단말에 대한 역방향 호환성이 제공될 수 있다.

두 번째 서브프레임의 나머지 영역에서는 릴레이 노드로부터 단말로 아무런 전송이 수행되지 않는 동안에 릴레이 노드는 기지국으로부터의 전송을 수신할 수 있다. 따라서, 이러한 자원 분할 방식을 통해서, 인-밴드 릴레이 노드에서 액세스 하향링크 전송과 백홀 하향링크 수신이 동시에 수행되지 않도록 할 수 있다.

MBSFN 서브프레임을 이용하는 두 번째 서브프레임에 대하여 구체적으로 설명한다. 두 번째 서브프레임의 제어 영역은 릴레이 노드 비-청취(non-hearing) 구간이라고 할 수 있다. 릴레이 노드 비-청취 구간은 릴레이 노드가 백홀 하향링크 신호를 수신하지 않고 액세스 하향링크 신호를 전송하는 구간을 의미한다.

릴레이 노드 비-청취 구간은 전술한 바와 같이 1, 2 또는 3 OFDM 길이로 설정될 수 있다. 릴레이 노드 비-청취 구간에서 릴레이 노드는 단말로의 액세스 하향링크 전송을 수행하고 나머지 영역에서는 기지국으로부터 백홀 하향링크를 수신할 수 있다. 이 때, 릴레이 노드는 동일한 주파수 대역에서 동시에 송수신을 수행할 수 없으므로, 릴레이 노드가 송신 모드에서 수신 모드로 전환하는 데에 시간이 소요된다.

따라서, 백홀 하향링크 수신 영역의 처음 일부 구간에서 릴레이 노드가 송신/수신 모드 스위칭을 하도록 가드 시간(guard time, GT)이 설정될 필요가 있다. 유사하게 릴레이 노드가 기지국으로부터의 백홀 하향링크를 수신하고 단말로의 액세스 하향링크를 전송하도록 동작하는 경우에도, 릴레이 노드의 수신/송신 모드 스위칭을 위한 가드

시간이 설정될 수 있다.

이러한 가드 시간의 길이는 시간 영역의 값으로 주어질 수 있다. 예를 들어, 가드 시간의 길이는 k ($k \geq 1$) 개의 시간 샘플(time sample, T_s) 값으로 주어지거나 하나 이상의 OFDM 심볼 길이로 설정될 수 있다. 또는, 릴레이 노드 백홀 하향링크 서브프레임이 연속으로 설정되어 있는 경우에 또는 소정의 서브프레임 타이밍 정렬(timing alignment) 관계에 따라 서브프레임의 마지막 부분의 가드시간은 정의되거나 설정되지 않을 수 있다.

이러한 가드 시간은 역방향 호환성을 유지하기 위하여, 백홀 하향링크 서브프레임 전송을 위해 설정되어 있는 주파수 영역에서만 정의될 수 있다. 왜냐하면, 액세스 하향링크 구간에서 가드 시간이 설정되는 경우에는 레거시 단말을 지원할 수 없기 때문이다. 가드 시간을 제외한 백홀 하향링크 수신 구간에서 릴레이 노드는 기지국으로부터 PDCCH 신호 및 PDSCH 신호를 수신할 수 있다. 이를 릴레이 노드 전용 물리 채널이라는 의미에서 R-PDCCH (Relay-PDCCH) 및 R-PDSCH (Relay-PDSCH)로 표현할 수도 있다.

III. 채널상태정보(CSI) 전송 방법

1. 채널상태정보(CSI)

3GPP LTE 표준에서는 채널 정보 없이 운용되는 개루프(Open-Loop) MIMO 및 채널 정보가 반영되는 폐루프(Closed-Loop) MIMO의 두 가지 송신 방식이 존재한다. 송수신단은 폐루프 MIMO에서 MIMO 안테나의 다중화 이득(multiplexing gain)을 얻기 위해 각각 채널 정보(예를 들어, CSI)를 바탕으로 빔포밍을 수행한다. 기지국은 하향링크 CSI를 얻기 위해 단말(UE)에게 PUCCH 또는 PUSCH를 할당하여 하향링크 CSI를 피드백 하도록 명령할 수 있다.

CSI는 랭크 지시자 (RI: Rank indicator), 프리코딩 매트릭스 지시자 (PMI: Precoding Matrix Indicator) 및 채널품질정보 (CQI: Channel Quality Information)의 세 가지 정보로 크게

분류될 수 있다.

RI는 해당 채널의 랭크(rank) 정보를 나타내며, UE가 동일 주파수 시간 자원을 통해 수신 하는 스트림(stream)의 개수를 의미한다. RI값은 특정 채널의 긴 주기의 페이딩(long term fading)에 의해 지배적으로(dominant) 결정되므로 PMI, CQI 값 보다 통상 더 긴 주기로 UE에서 기지국으로 피드백 된다. PMI는 채널의 공간 특성을 반영한 값으로 SINR 등의 매트릭(metric)을 기준으로 UE가 선호하는 기지국의 프리코딩 인덱스를 나타낸다. CQI는 해당 채널의 세기를 나타내는 값으로 통상 기지국이 PMI를 이용했을 때 얻을 수 있는 수신 SINR을 의미한다.

2. 채널상태정보 측정집합(CSI measurement set)

이하에서는 본 발명의 실시예들에서 사용되는 CSI 측정집합에 대해서 설명한다. 본 발명에서 CSI 측정집합은 CSI 특성이 동일하다고 가정할 수 있는 주파수 혹은 시간 자원의 집합을 의미한다. 기지국(e-NB)은 단말(UE)에게 CSI 측정집합을 알려주고 단말은 동일한 CSI 측정집합에 속하는 자원에서 신호를 수신하기에 적절한 CSI(PMI/CQI/RI)를 측정 및 선택하여 기지국에게 보고할 수 있다.

기지국은 하나의 단말에 대해서 하나 이상의 CSI 측정집합을 구성 및 할당할 수 있다. 이때, 하나 이상의 CSI 측정집합에서 서로 다른 CSI 측정집합에 속하는 자원은 그 CSI 특성이 다른 것이 일반적이다.

도 9는 본 발명에서 사용될 수 있는 피코셀 및 매크로셀의 배치 관계를 나타내는 도면이다.

도 9를 참조하면, 하나의 피코셀(pico cell)이 두 개의 매크로셀(macro cell)로부터 간섭을 받는 상황에서 각 매크로 기지국(macro eNB)은 피코셀의 신호 전송을 보호하기 위하여 전체 서브프레임 중 일부에서는 신호를 전송하지 않는 빈서브프레임(ABS: Almost Blank Subframe) 동작을 수행할 수 있다. 본 발명의 실시예들에서, 매크로셀은 일반

기지국일 수 있고 피코셀은 릴레이 노드일 수 있다.

도 10은 본 발명에서 사용될 수 있는 빈서브프레임(ABS)의 일례를 나타내는 도면이다.

도 10의 ABS는 도 9의 매크로셀과 피코셀의 배치관계를 기반으로 설정된 것이다. 이 경우, 각 서브프레임에서는 어떤 매크로 기지국이 ABS 동작을 수행하느냐에 따라서 피코 기지국(pico eNB)에 연결된 단말에게 나타나는 간섭의 크기가 달라지게 된다.

도 10에서 전체 서브프레임은 매크로셀의 ABS 동작에 따라 네 가지의 자원 그룹으로 분류될 수 있다. 그룹 1은 매크로 기지국 1 및 매크로 기지국 2 모두 ABS 동작을 수행하는 서브프레임들을 포함하고, 그룹 2는 매크로 기지국 1(macro eNB1)만이 ABS 동작을 수행하는 서브프레임들을 포함하며, 그룹 3은 매크로 기지국 2(macro eNB2)만이 ABS인 동작을 수행하는 서브프레임들을 포함하고, 그룹 4는 두 기지국 모두 ABS가 아닌 일반 동작을 수행하는 서브프레임들을 포함한다.

이때, 자원 그룹들은 각 매크로 기지국들이 ABS 동작을 수행하는지 여부에 따라 설정되므로, 각 그룹에 대한 CSI는 서로 다를 수 있다. 따라서, 자원 그룹 1, 2, 3 및 4는 각각 CSI 측정그룹 1, 2, 3 및 4로 이용될 수 있다.

도 9 및 도 10을 참조하면, 인접셀에서 ABS 동작을 수행하게 되면 특정 단말이 동일한 세기의 간섭을 받게 되는 자원 그룹이 발생한다. 기지국은 이러한 경우 단말이 CSI 측정 시 동일한 그룹에서만 신호 송수신 및/또는 간섭 평균화(interference averaging)를 수행하도록 제한하기 위해 해당 단말에게 CSI 평균화가 가능한 CSI 측정 집합을 구성 및 할당할 수 있다.

각 단말에게는, 이상적일 경우, 도 10의 네 가지 자원 그룹에 대하여 CSI 측정집합이 구성되어 할당될 수 있다. 다만, 단말이 관리하는 CSI 측정집합의 수를 제한하기 위해서, 기지국은 그 보다 작은 수의 CSI 측정집합만을 할당할 수 있다. 즉,

단말 구현의 복잡도가 지나치게 높아지는 문제점을 방지하기 위해서 하나의 단말에는 두 개까지의 CSI 측정집합이 구성되도록 제한할 수 있다.

예를 들어, 도 10에서 자원 그룹 1 및 2가 해당 단말에 대해 각각 CSI 측정집합으로 구성될 수 있다. 이러한 경우, 단말은 CSI 측정집합 1 및 2에 대한 각각의 CSI 1 및 CSI 2를 주기적으로 또는 이벤트 트리거 방식으로 측정하고, 기지국의 요청이 있을 때 해당 CSI를 기지국에 보고할 수 있다. 이때, 그룹 3 및 그룹 4의 경우 CSI 측정집합으로 설정되지 않았으므로 단말은 이에 대한 CSI를 측정하지 않아도 된다. 그러나, 서브프레임 5 이후의 서브프레임들은 단말에 구성된 어떠한 CSI 측정집합에 속하지 않는 경우가 발생하게 되고, 이러한 경우 단말이 CSI를 기지국에 보고할 수 없는 문제가 발생할 수 있다.

3. CSI 참조자원(CSI reference resource)

이하에서는 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 CSI 참조자원에 대해서 설명한다.

하나의 단말에 복수의 CSI 측정집합이 할당되는 경우에는, 기지국은 단말에게 특정 시점에서 어떤 CSI 측정집합에 대한 CSI를 보고할 것인지를 알려줘야 한다. 예를 들어, 비주기적 CSI 보고 방식으로서 기지국이 PDCCH 신호를 통해 CSI 보고 요청(CSI report request)을 전송하면, 단말은 할당된 PUSCH를 통해 CSI를 기지국에 보고할 수 있다.

이때, CSI 보고 요청이 전송되는 서브프레임과 연동되는 CSI 참조자원(CSI reference resource)에 따라서 단말이 보고해야 하는 CSI가 결정될 수 있다. CSI 참조자원은 주파수 영역(frequency domain), 시간 영역(time domain) 및/또는 계층 영역(layer domain)에서 정의될 수 있다.

주파수 영역에서 CSI 참조자원은 CQI 값과 관련된 특정 밴드(band)에 상응하는 하향링크 물리 자원 블록의 그룹에 의해 정의될 수 있고, 시간 영역에서 CSI 참조자원은

단일 하향링크 서브프레임($n-n_{CQI_ref}$)에 의해 정의될 수 있으며, 계층 영역에서 CSI 참조자원은 CQI가 전제되는 RI 및/또는 PMI에 의해 정의된다.

시간 영역에서 단일 하향링크 서브프레임은 CSI 보고 요청을 수신한 하향링크 서브프레임(n)과 CSI 참조자원(n_{CQI_ref})의 관계로서 정의될 수 있다. 시간 영역에서 단일 하향링크 서브프레임($n-n_{CQI_ref}$)은 다음과 같이 설정될 수 있다.

(1) 주기적 CSI 보고의 경우 n_{CQI_ref} 은 CQI 참조자원이 유효한 하향링크 서브프레임에 상응할 수 있도록 4와 같거나 큰 가장 작은 값으로 설정될 수 있다.

(2) 비주기적 CSI 보고의 경우 CSI 참조자원인 n_{CQI_ref} 은 상응하는 DCI 포맷에서 CQI 요청에 상응하는 유효한 하향링크 서브프레임과 동일한 것으로 설정될 수 있다.

(3) 비주기적 CSI 보고의 경우 n_{CQI_ref} 은 4이고, 유효한 하향링크 서브프레임에 상응하는 하향링크 서브프레임 $n-n_{CQI_ref}$ 일 수 있다. 이때, 하향링크 서브프레임 $n-n_{CQI_ref}$ 은 임의접속 응답 그랜트(Random Access Response Grant)의 CSI 요청에 상응하는 서브프레임 이후에 수신되는 하향링크 서브프레임이다.

본 발명의 실시예들에서 유효한 하향링크 서브프레임은 (1) 해당 단말에 대한 하향링크 서브프레임으로서 구성되고, (2) MBSFN 서브프레임이 아니며, (3) DwPTS 필드의 길이가 $7680 \cdot T_s$ 이거나 작은 경우에 유효한 하향링크 서브프레임은 DwPTS 필드를 포함하지 않으며, (4) 해당 단말에 대한 측정 갭으로 구성되지 않아야 한다. 만약, CSI 참조자원을 위한 유효한 하향링크 서브프레임이 없는 경우에는 상향링크 서브프레임 n 에서의 CSI 보고는 생략된다.

단말이 CSI 참조자원이 구성된 CSI 측정집합에 속한다면 단말의 비주기적 CSI 보고는 문제없이 수행될 수 있다. 예를 들어, 도 10의 FDD 시스템에서 사용되고, 모든 서브프레임들이 유효한 하향링크 서브프레임이라고 가정하면, n_{CQI_ref} 는 항상 4가 된다.

이때, 단말이 서브프레임 4에서 CSI 보고를 수행하는 경우에는 CSI 참조자원은

서브프레임 0이 되므로, 단말은 CSI 측정집합 1에 대한 CSI 1을 기지국에 보고할 수 있다. 또한, 단말이 서브프레임 5에서 CSI 보고를 수행하는 경우에는 CSI 참조자원이 서브프레임 10이 되므로 CSI 측정집합 2에 대한 CSI 2를 기지국에 보고할 수 있다.

그러나, 만일 CQI 참조자원이 단말에 구성된 어떠한 CSI 측정집합에도 속하지 않는다면, 해당 단말이 기지국에 보고할 CSI가 존재하지 않는 문제가 발생할 수 있다. 예를 들어, 도 10을 참조하면, 단말이 서브프레임 9 (n=9)에서 비주기적 CSI 보고를 수행하도록 지시 받은 경우에, CSI 참조자원은 서브프레임 5가 되는데, 이는 CSI 측정집합 4(즉, 그룹 4)에 속하는 것이며 CSI 측정집합 1 또는 2에 속하지 않는 서브프레임이므로 단말은 이에 대한 CSI를 기지국에 보고할 수 없는 문제점이 발생한다.

4. 비주기적 CSI 보고 방법-1

본 발명에서는 이러한 문제를 해결하기 위해서, 단말이 비주기적 CSI 보고를 요청 받았으나 CSI 참조자원이 해당 단말에 구성 및 할당된 CSI 측정집합 중 어디에도 속하지 않은 경우에는, 단말은 CSI 참조자원 이전의 서브프레임 중 임의의 CSI 측정집합에 속하는 가장 가까운 서브프레임을 찾고(이때, 유효 서브프레임으로 제한하기 위해서 유효하지 않은 서브프레임은 제외할 수 있다), 해당 서브프레임이 속하는 CSI 측정집합의 CSI를 기지국에 보고할 수 있다.

도 11은 본 발명의 실시예로서 비주기적 CSI 보고 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

도 11을 참조하면, 기지국(eNB)은 각 단말에 CSI 측정집합을 구성 및 할당할 수 있다(S1110).

기지국은 단말에 할당한 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 CSI 측정집합 정보를 상위계층 시그널링 (예를 들어, RRC 시그널링)을 통해 단말에 전송할 수 있다(S1120).

이후, 기지국은 CSI 보고 요청 필드를 포함하는 PDCCH 신호를 단말에

전송함으로써 단말에 CSI 보고를 지시할 수 있다(S1130).

단말은 기지국의 CSI 보고 요청에 따라 CSI 참조자원을 검출하고(S1140), 검출한 CSI 참조자원에 대응하는 CSI를 PUSCH 신호를 통해 기지국에 보고할 수 있다(S1150).

도 10을 참조하여 S1140 단계를 설명한다. 단말이 서브프레임 9에서 비주기적 보고를 요청하는 PDCCH 신호를 수신하면, CSI 참조자원은 서브프레임 5가 된다(3절 (3. CSI 참조자원) 참조). 다만, S1120 단계에서 단말이 할당 받은 하나 이상의 CSI 측정집합이 자원그룹 1 및 2이라 가정할 때, 서브프레임 5는 자원그룹 4에 속하는 것이므로 단말에 할당된 CSI 측정집합에 해당하지 않는다.

이러한 경우, 단말은 그 이전에 나타나는 임의의 CSI 측정집합 내에 있는 서브프레임 중에서 기존의 CSI 참조자원에 가장 가까운 서브프레임을 CSI 참조자원으로 재설정할 수 있다. 따라서, CSI 측정집합 내에 있는 서브프레임 중에서 기존의 CSI 참조자원에 가장 가까운 서브프레임은 CSI 참조집합 1 (즉, 자원그룹 1)에 속하는 서브프레임 4이므로, 단말은 서브프레임 4에 해당하는 CSI 1을 기지국에 보고할 수 있다.

도 12는 본 발명의 실시예에서 적용될 수 있는 CSI 참조 자원을 검출하는 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

도 12는 도 11의 S1140 단계에서 CSI 참조 자원을 검출하는 방법 중 하나를 나타낸다. 단말은 기지국으로부터 PDCCH 신호를 통해 특정 서브프레임(e.g. 제 1 서브프레임)에서 비주기적 CSI 보고 요청을 수신한다(S1210).

이때, 단말은 특정 서브프레임을 이용하여 CSI 참조자원을 검출 및 결정할 수 있다(S1220).

S1220 단계에서 단말은 2절 및 3절(2. 채널상태정보 측정집합, 3. CSI 참조자원)에서 설명한 CSI 참조자원을 결정하는 방법을 기반으로 CSI 참조자원으로 고려된 서브프레임(e.g. 제 2 서브프레임)을 CSI 참조 자원으로 설정할 수 있다(S1230).

이때, 단말은 고려된 서브프레임이 단말에 구성되고 할당된 CSI 측정집합에 포함되는지 여부를 판단한다(S1240).

만약, 고려된 서브프레임이 단말에 할당된 CSI 측정집합에 포함되는 경우에는, 단말은 CSI 측정집합에 해당하는 CSI를 PUSCH 신호를 통해 기지국에 보고할 수 있다(S1250).

만약, 고려된 서브프레임이 단말에 할당된 CSI 측정집합에 포함되지 않는 경우에는, 단말은 고려된 서브프레임을 이전 서브프레임(e.g. 제 3 서브프레임)으로 설정할 수 있다. 따라서, 단말은 이전에 서브프레임 중에서 단말이 검출한 CSI 참조자원에 가장 가까운 서브프레임(e.g. 제 3 서브프레임)을 CSI 참조자원으로 재설정할 수 있다(S1260).

도 13은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 CSI 참조 자원을 검출하는 방법 중 다른 하나를 나타내는 도면이다.

도 13는 도 11의 S1140 단계에서 CSI 참조 자원을 검출하는 방법 중 다른 하나를 나타내는 것으로서, CSI 참조신호 이전의 서브프레임을 유효 서브프레임으로 제한하는 방법을 나타낸다.

단말은 특정 서브프레임(e.g. 제 1 서브프레임)에서 기지국으로부터 PDCCH 신호를 통해 비주기적 CSI 보고 요청을 수신한다(S1310).

단말은 상기 특정 서브프레임 정보를 이용하여 CSI 참조자원을 검출 및 결정할 수 있다(S1320).

S1320 단계에서 단말은 2절 및 3절(2. 채널상태정보 측정집합, 3. CSI 참조자원)에서 설명한 CSI 참조자원을 결정하는 방법을 기반으로 CSI 참조자원으로 고려된 서브프레임(e.g. 제 2 서브프레임)을 CSI 참조자원으로 설정할 수 있다(S1330).

이때, 단말은 고려된 서브프레임이 유효한 서브프레임인지 여부를 판단 및 결정할

수 있다(S1340).

만약, S1340 단계에서, 고려된 서브프레임이 유효한 서브프레임이면, 단말은 고려된 서브프레임이 단말에 구성되고 할당된 CSI 측정집합에 포함되는지 여부를 판단한다(S1350).

만약, S1340 단계에서, 고려된 서브프레임이 유효한 서브프레임이 아니면, 단말은 고려된 서브프레임을 이전 서브프레임 중에서 단말이 검출한 CSI 참조자원에 가장 가까운 서브프레임(e.g. 제 3 서브프레임)을 CSI 참조자원으로 재설정할 수 있다(S1370).

S1350 단계에서 고려된 서브프레임이 단말에 할당된 CSI 측정집합에 포함되는 경우에는, 단말은 해당 CSI 측정집합에 해당하는 CSI를 PUSCH 신호를 통해 기지국에 보고할 수 있다(S1360).

그러나, S1350 단계에서 고려된 서브프레임이 단말에 할당된 CSI 측정집합에 포함되지 않는 경우에는, 단말은 고려된 서브프레임을 이전 서브프레임으로 설정할 수 있다. 따라서, 단말은 이전에 서브프레임 중에서 단말이 검출한 CSI 참조자원에 가장 가까운 서브프레임(e.g. 제 3 서브프레임)을 CSI 참조자원으로 재설정할 수 있다(S1370).

S1260 단계 및 S1370 단계에서 단말이 기존 CSI 참조자원 이전의 서브프레임을 유효한 서브프레임으로 제한하는 동작은 단말이 어떤 CSI 측정집합에도 속하지 않는 서브프레임은 유효하지 않은 것으로 간주하는 동작과 동일하다. 이를 위해서 2절 및 3절(2. 채널상태정보 측정집합, 3. CSI 참조자원)에서 설명한 유효 하향링크 서브프레임은 다음과 같이 재설정될 수 있다.

유효한 하향링크 서브프레임은 (1) 해당 단말에 대한 하향링크 서브프레임으로서 구성되고, (2) MBSFN 서브프레임이 아니며, (3) DwPTS 필드의 길이가 $7680 \cdot T_s$ 이거나 작은 경우에 유효한 하향링크 서브프레임은 DwPTS 필드를 포함하지 않으며, (4) 해당 단말에 대한 측정 갭으로 구성되지 않아야 하며, (5) 해당 단말에 대한 CSI 측정집합에

포함되어야 한다.

도 12 및 13에서 설명한 CSI 참조자원을 검출하는 방법은 도 11의 S1140 단계에서 사용될 수 있다. 또한, 본원 발명의 실시예들에서 CSI 참조자원은 CQI 참조자원(CQI reference resource)으로 불릴 수 있다.

도 11 내지 도 13에서는 비주기적 CSI 보고 방법들을 위주로 설명을 하였다. 다만, 도 11 내지 도 13에서 설명한 방법들은 주기적인 CSI 보고 방법들에도 적용될 수 있다. 이러한 경우, 유효한 하향링크 서브프레임은 다음 조건들을 만족해야 한다. (1) 해당 단말에 대한 하향링크 서브프레임으로서 구성되고, (2) MBSFN 서브프레임이 아니며, (3) DwPTS 필드의 길이가 $7680 \cdot T_s$ 이거나 작은 경우에 유효한 하향링크 서브프레임은 DwPTS 필드를 포함하지 않으며, (4) 해당 단말에 대한 측정 갭으로 구성되지 않아야 하며, (5) 단말에 CSI 측정집합들(즉, CSI 서브프레임 집합들)이 할당된 경우 하향링크 서브프레임은 주기적 CSI 보고와 연관된 CSI 측정집합들에 포함되어야 한다.

5. 비주기적 CSI 보고 방법-2

이하에서는 본 발명의 또 다른 실시예로서 비주기적 CSI 보고 방법을 지원하기 위해 PDCCH 신호에 포함되는 새로운 CSI 요청 필드(CSI request field)를 정의한다. 새로운 CSI 요청 필드는 기존의 CSI 요청 필드에 1 비트가 추가된 것으로, 단말이 어떤 CSI 측정집합에 해당하는 CSI를 보고할 것인지를 직접적으로 지시하기 위해 사용된다.

3GPP LTE 시스템에서 단말(UE)의 PUSCH 전송을 그랜트(grant)하는 PDCC 신호에는 비주기적 CSI 보고 요청 여부를 알리기 위한 1 비트의 CSI 요청 필드가 존재한다. 즉, 본 발명에서는 기존의 CSI 요청 필드에 1 비트를 더 추가함으로써, 기지국이 단말이 보고할 CSI를 명시적으로 지시할 수 있다.

다음 표 2는 새로운 CSI 요청 필드의 일례를 나타낸다.

【표 2】

CSI 요청 필드 값	내용
00	CSI 보고 없음 (No CSI reporting)
01	CSI 측정집합 1에 대한 CSI 보고 (CSI for the measurement set 1)
10	CSI 측정집합 2에 대한 CSI 보고 (CSI for the measurement set 2)
11	CSI 측정집합 1 및 2에 대한 CSI 보고

본 발명의 실시예들에서는 새로운 CSI 요청 필드의 상태들인 ‘01’, ‘10’ 및 ‘11’의 내용을 표 2와 같이 정의하였다. 다만, 이는 일례에 불과한 것이며, 기지국이 각 단말에 할당한 CSI 측정집합의 상태에 따라서 새로운 CSI 요청 필드의 상태들이 나타내는 CSI 측정집합은 변경될 수 있다.

도 14는 본 발명의 실시예로서 비주기적 CSI 보고 방법의 또 다른 일례를 나타내는 도면이다.

기지국은 단말에 CSI를 보고할 것을 요청하기 위해서 표 2에서 설명한 새로운 CSI 요청 필드를 포함하는 PDCCH 신호를 단말에 전송할 수 있다(S1410).

단말은 S1410 단계에서 수신한 CSI 요청 필드를 기반으로, 기지국이 지시하는 CSI 측정집합에 대한 CSI를 PUSCH를 통해 기지국에 보고할 수 있다. 예를 들어, 새로운 CSI 요청 필드가 ‘00’로 설정되는 경우 단말은 기지국에 CSI를 보고하지 않는다. 또한, 새로운 CSI 요청 필드가 ‘01’로 설정되는 경우 단말은 CSI 측정집합 1에 대한 CSI를 기지국에 보고한다. 새로운 CSI 요청 필드가 ‘10’으로 설정되는 경우 단말은 CSI 측정집합 2에 대한 CSI를 기지국에 보고한다. 또한, 새로운 CSI 요청 필드가 ‘11’로 설정되는 경우 단말은 CSI 측정집합 1 및 2에 대한 CSI를 기지국에 보고할 수 있다(S1420).

6. 비주기적 CSI 보고 방법-3

도 15는 본 발명의 실시예로서 비주기적 CSI 보고 방법의 또 다른 일례를 나타내는 도면이다.

도 15의 경우 표 2의 새로운 CSI 요청 필드를 이용하는 점에서는 도 14와 동일하지만, 표 2의 상태들 중 일부 또는 전부를 RRC와 같은 상위계층 시그널링으로 전송하는 점에서 도 14와 차이가 있다. 따라서, 이하에서는, PDCCH 신호를 통해 전송되는 새로운 CSI 요청필드는 제 1 CSI 요청필드로, 상위계층 시그널링으로 전송되는 새로운 CSI 요청필드는 제 2 CSI 요청필드로 부르기로 한다.

이때, 새로운 CSI 요청필드의 상태 '00'은 제 1 CSI 요청필드를 따르되, 나머지 상태들인 '01', '10' 및 '11'은 상위계층 신호를 통해 전송되는 제 2 CSI 요청필드를 따를 수 있다. 다만, 이는 일 예시에 불과하며 어떤 상태를 제 2 CSI 요청필드에 대한 것을 따를지 여부는 상위계층 시그널링으로 함께 알려줄 수 있다. 즉, 상위 계층 신호를 통하여 전달되는 제 2 CSI 요청필드에 대한 해석은 “특정 서브프레임 집합의 CSI를 보고”하는 것 또는 “모든 서브프레임 집합의 CSI를 보고”하는 것 등으로 다양하게 해석될 수 있다.

도 15를 참조하면, 기지국은 단말에 CSI를 보고할 것을 요청하기 위해서 제 1 CSI 요청 필드를 포함하는 PDCCH 신호를 단말에 전송할 수 있다(S1510).

또한, 기지국은 단말에 CSI를 보고할 것을 요청하기 위해 제 2 CSI 요청 필드를 포함하는 PDCCH 신호를 단말에 전송할 수 있다(S1520).

단말은 제 1 CSI 요청필드 및 제 2 CSI 요청필드를 조합하여 기지국이 직접 알려준 CSI 측정집합에 해당하는 CSI를 PUSCH 신호를 통해 기지국에 보고할 수 있다(S1530).

이러한 경우, 제 1 CSI 요청필드 및 제 2 CSI 요청필드의 각 상태(state)가 나타내는

CSI에 대한 해석이 새롭게 전송된 상위계층신호에 의해서 재구성되면, 어느 시점부터 새로운 해석이 적용되는지가 기지국과 단말 사이에 명확하지 않게 되는 구간이 발생할 수 있다. 이런 구간에서도 안정적으로 비주기적 CSI 보고 방법을 수행하기 위해서, 일부 상태에는 상위계층 신호와 독립적인 해석을 부여할 수도 있다.

예를 들어, 표 2의 새로운 CSI 요청필드의 상태 '01'을 "CSI 참조자원을 포함하는 CSI 측정집합에 대한 CSI를 보고"하도록 설정할 수 있다. 이러한 경우, 상태 '01'의 해석은 상위계층 시그널링(예를 들어, RRC signaling)과 무관하므로, 기지국은 최소한 해당 상태를 통해서 특정 서브프레임의 CSI 보고를 트리거(trigger) 할 수 있다.

만일, 공용 서치 스페이스에서 PDCCH에 1 비트를 추가할 수 없다면, CSI 보고를 요청하는 CSI 요청필드가 '1'로 설정된 경우와 유사하게 "CSI 참조자원을 포함하는 CSI 측정집합에 대한 CSI를 보고"하도록 해석할 수 있다.

도 15에서, 기지국 및 단말은 상술한 방법과 다른 방법으로 제 1 CSI 요청필드 및 제 2 CSI 요청필드를 이용할 수 있다. 예를 들어, 기지국은 제 1 CSI 요청필드를 PDCCH 신호를 통해 단말에 전송하여 CSI 보고를 요청하되, 단말에 할당한 CSI 측정집합을 변경하고자 하는 경우에는 새로운 CSI 측정집합을 나타내는 제 2 CSI 요청 필드를 포함하는 상위계층 신호를 단말에 전송할 수 있다. 이를 이용하여 기지국은 제 1 CSI 요청필드와 다른 CSI 측정집합에 대한 CIS를 보고하도록 단말에 지시할 수 있다.

즉, 단말은 S1510 단계에서 수신한 제 1 CSI 요청 필드를 기반으로, 기지국이 지시하는 CSI 측정집합에 대한 CSI를 PUSCH를 통해 기지국에 보고할 수 있다. 그러나, 기지국에서 S1510 단계에서 지시한 CSI 측정집합 이외의 다른 CSI 측정집합에 대한 CSI를 요청하는 경우에는 기지국은 S1520 단계에서 제 2 CSI 요청 필드를 포함하는 상위계층 신호를 단말에 전송할 수 있다.

따라서, 단말은 S1530 단계에서, 제 1 CSI 요청필드에도 불구하고, 제 2 CSI

요청필드가 나타내는 CSI 측정집합에 대한 CSI를 포함하는 PUSCH 신호를 기지국에 전송할 수 있다.

7. 서치스페이스에 따른 비주기적 CSI 보고 방법의 제한

도 14 및 도 15에서 설명한 본 발명의 실시예들에서, 표 2의 새로운 CSI 요청 필드는 PDCCH의 단말특정서치스페이스(USS: UE-specific Search Space)에만 적용되도록 제한할 수 있다. 이는 단말은 공용서치스페이스(CSS: Common Search Space)에서는 항상 일정한 길이의 PDCCH (예를 들어, SIB의 전송 위치를 알리는 SI-RNTI로 마스크(mask)된 PDCCH)를 검출 및 복조(decode)해야 하기 때문에, 공용서치스페이스에서 특정 용도로 PDCCH 신호의 DCI 페이로드에 1 비트를 추가하는 것은 단말의 블라인드 디코딩(BD: Blind Decoding) 회수를 늘이는 결과를 초래하기 때문이다.

따라서, 공용서치스페이스의 경우 PDCCH에 포함되는 상향링크 그랜트(UL grant)의 CSI 요청 필드는 기존과 같이 1 비트의 필드의 CSI 요청필드를 그대로 이용하는 것이 바람직하다. 이때, 기지국이 비주기적 CSI 보고 요청을 공용서치스페이스를 통해 단말에 트리거(trigger)하고, 해당 단말에게 CSI 측정집합이 구성된 경우라면 비주기적 CSI 보고를 트리거하는 PDCCH 신호는 다음과 같이 해석될 수 있다.

CSI 요청 필드가 '1'로 설정되면, 단말은 제한된 RLM/RRM을 위해 구성된 서브프레임 집합에 대한 CSI를 기지국에 보고할 수 있다. 또는, 단말은 제한된 RLM/RRM을 위해 구성된 서브프레임 집합을 포함하는 CSI 측정집합에 대한 CSI를 기지국에 보고할 수 있다.

이는 지배적 간섭(dominant interference) 상황에서 단말은 CSI 측정뿐만 아니라 셀 선택 및 핸드오버 등의 동작을 위한 RLM/RRM 과정을 특정 자원으로 제한해야 하는데, 비주기적 CSI 보고를 위한 상태(state)가 하나뿐인 경우에는 가장 스케줄링 빈도가 높을 것으로 예상되는 RLM/RRM을 위한 서브프레임에 대해서 CSI를 보고하도록 규정되는

것이 효과적일 수 있기 때문이다.

단말은 RLM/RRM 측정 구성(measurement configuration)과의 독립성을 위해서 기본 측정집합(default measurement set)의 CSI를 기지국에 보고할 수 있다. 예를 들어, 단말은 CSI 요청 필드가 1로 설정되는 경우, 단말은 기본 측정집합에 대한 CSI를 기지국에 보고할 수 있다. 이때, 기본 측정집합이 CSI 측정집합 1로 설정되어 있는 경우에는, 단말은 CSI 측정집합 1에 대한 CSI를 기지국에 보고할 수 있다.

상술한 본 발명의 실시예들은 모두 단말이 비주기적 CSI 보고가 요청되는 서브프레임 이전의 서브프레임에서 측정된 채널정보를 바탕으로 CSI를 보고하는 공통점이 있다. 특히, 이런 동작은 기지국이 서빙 셀 채널을 추정하기 위한 CSI-RS를 간헐적으로 전송하고, 단말은 CSI-RS를 통하여 추정된 채널 정보를 보관하고 있다가 적절한 CSI 보고 지시(CSI reporting instance)가 오면 저장된 채널 정보를 바탕으로 CSI를 계산 및 보고할 수 있다.

이 경우, 다른 기지국으로부터의 간섭은 CSI-RS와 같은 직접적인 참조신호의 측정에 의존하기 않기 때문에 일반적으로 측정 신뢰도가 떨어지게 된다. 따라서, 보다 안정적인 채널 추정을 통하여 여러 서브프레임에 걸쳐서 보간(interpolate)될 수 있다. 이런 이유로 상술한 본 발명의 실시예들이 CSI-RS를 기반으로 동작하는 전송모드에만 적용되도록 제한할 수 있다.

도 16은 본 발명의 또 다른 실시예로서, 도 1 내지 도 15에서 설명한 본 발명의 실시예들이 수행될 수 있는 단말 및 기지국을 나타내는 도면이다.

단말은 상향링크에서는 송신기로 동작하고, 하향링크에서는 수신기로 동작할 수 있다. 또한, 기지국은 상향링크에서는 수신기로 동작하고, 하향링크에서는 송신기로 동작할 수 있다.

즉, 단말 및 기지국은 정보, 데이터 및/또는 메시지의 전송 및 수신을 제어하기 위해 각각 송신모듈(Tx module: 1640, 1650) 및 수신모듈(Rx module: 1650, 1670)을 포함할 수 있으며, 정보, 데이터 및/또는 메시지를 송수신하기 위한 안테나(1600, 1610) 등을 포함할 수 있다.

또한, 단말 및 기지국은 각각 상술한 본 발명의 실시예들을 수행하기 위한 프로세서(Processor: 1620, 1630)와 프로세서의 처리 과정을 일시적으로 또는 지속적으로 저장할 수 있는 메모리(1680, 1690)를 각각 포함할 수 있다. 또한, 도 16의 단말 및 기지국은 LTE 시스템 및 LTE-A 시스템을 지원하기 위한 LTE 모듈 및 저전력 RF(Radio Frequency)/IF(Intermediate Frequency) 모듈 중 하나 이상을 더 포함할 수 있다.

이동단말 및 기지국에 포함된 전송 모듈 및 수신 모듈은 데이터 전송을 위한 패킷 변복조 기능, 고속 패킷채널코딩 기능, 직교 주파수 분할 다중접속(OFDMA: Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 패킷 스케줄링, 시분할듀플렉스(TDD: Time Division Duplex) 패킷 스케줄링 및/또는 채널 다중화 기능을 수행할 수 있다.

도 16에서 설명한 장치는 도 1 내지 도 15에서 설명한 방법들이 구현될 수 있는 수단이다. 상술한 이동단말 및 기지국 장치의 구성성분 및 기능들을 이용하여 본원 발명의 실시예들이 수행될 수 있다.

예를 들어, 단말의 프로세서는 RF 모듈을 포함하는 수신 모듈을 이용하여 기지국이 전송하는 CSI 측정집합에 대한 CSI 측정집합 정보를 포함하는 상위계층 시그널 및/또는 CSI 보고를 요청하는 PDCCH 신호를 수신할 수 있다. 단말의 프로세서는 PDCCH 신호가 수신된 하향링크 서브프레임을 참조하여 CSI 참조자원을 검출하고, CSI 참조자원이 CSI 측정집합에 포함되는지 여부를 판단하며, CSI 참조자원에 대응하는 CSI를 전송 모듈을 이용하여 기지국에 보고할 수 있다(도 11 내지 도 13 참조).

또한, 본 발명의 실시예들은 새로운 CSI 요청 필드를 정의하고 있으며, 단말은

새로운 CSI 요청 필드가 지시하는 CSI 측정집합에 상응하는 CSI를 기지국에 보고할 수 있다(도 14 내지 도 15 참조).

한편, 본 발명에서 이동단말로 개인휴대단말기(PDA: Personal Digital Assistant), 셀룰러폰, 개인통신서비스(PCS: Personal Communication Service) 폰, GSM(Global System for Mobile) 폰, WCDMA(Wideband CDMA) 폰, MBS(Mobile Broadband System) 폰, 핸드헬드 PC(Hand-Held PC), 노트북 PC, 스마트(Smart) 폰 또는 멀티모드 멀티밴드(MM-MB: Multi Mode-Multi Band) 단말기 등이 이용될 수 있다.

여기서, 스마트 폰이란 이동통신 단말기와 개인 휴대 단말기의 장점을 혼합한 단말기로서, 이동통신 단말기에 개인 휴대 단말기의 기능인 일정 관리, 팩스 송수신 및 인터넷 접속 등의 데이터 통신 기능을 통합한 단말기를 의미할 수 있다. 또한, 멀티모드 멀티밴드 단말기란 멀티 모뎀칩을 내장하여 휴대 인터넷시스템 및 다른 이동통신 시스템(예를 들어, CDMA(Code Division Multiple Access) 2000 시스템, WCDMA(Wideband CDMA) 시스템 등)에서 모두 작동할 수 있는 단말기를 말한다.

본 발명의 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.

하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 하나 또는 그 이상의 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 콘트롤러, 마이크로 콘트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 예를 들어, 소프트웨어 코드는 메모리 유닛(1680, 1690)에 저장되어

프로세서(1620, 1630)에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치할 수 있으며, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있다. 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. 또한, 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함할 수 있다.

【산업상 이용가능성】

본 발명의 실시예들은 다양한 무선접속 시스템에 적용될 수 있다. 다양한 무선접속 시스템들의 일례로서, 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE 시스템, 3GPP LTE-A 시스템, 3GPP2 및/또는 IEEE 802.xx (Institute of Electrical and Electronic Engineers 802) 시스템 등이 있다. 본 발명의 실시예들은 상기 다양한 무선접속 시스템뿐 아니라, 상기 다양한 무선접속 시스템을 응용한 모든 기술 분야에 적용될 수 있다.

【청구의 범위】**【청구항 1】**

비주기적으로 채널상태정보(CSI)를 보고하는 방법에 있어서,

상기 단말이 상기 기지국으로부터 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 측정집합정보를 포함하는 상위계층 신호를 수신하는 단계;

단말이 기지국으로부터 상기 CSI의 보고를 요청하는 CSI 요청 필드를 포함하는 물리하향링크제어채널(PDCCH) 신호를 제 1 서브프레임에서 수신하는 단계;

상기 단말이 상기 제 1 서브프레임을 기반으로 고려된 제 2 서브프레임을 상기 CSI 참조자원으로 설정하는 단계; 및

상기 CSI 참조자원이 상기 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 포함되는지 여부를 판단하는 단계를 포함하는, CSI 보고 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 CSI 참조자원이 상기 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 포함되지 않으면,

상기 고려된 제 2 서브프레임을 상기 단말이 검출한 CSI 참조자원에 가장 가까운 제 3 서브프레임을 상기 CSI 참조자원으로 재설정하는 단계; 및

상기 제 3 서브프레임에 상응하는 CSI를 물리상향링크공유채널(PUSCH) 신호를 통해 상기 기지국에 전송하는 단계를 더 포함하는, CSI 보고 방법.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 CSI 참조자원이 상기 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 포함되면,

상기 CSI 참조자원에 대한 CSI를 물리상향링크공유채널(PUSCH) 신호를 통해 상기 기지국에 전송하는 단계를 더 포함하는 CSI 보고 방법.

【청구항 4】

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 고려된 제 2 서브프레임이 유효한 서브프레임인지 확인하는 단계를 더 포함하는, CSI 보고 방법.

【청구항 5】

제4항에 있어서,

상기 유효한 서브프레임인지 확인하는 단계에서,

상기 제 2 서브프레임이 상기 하나 이상의 CSI 측정집합에 포함되는지 여부를 확인하는 것을 특징으로 하는, CSI 보고 방법.

【청구항 6】

제 5항에 있어서,

상기 유효한 서브프레임인지 확인하는 단계에서,

상기 제 2 서브프레임이 상기 단말에 대한 하향링크 서브프레임으로서 구성되고, 상기 제 2 서브프레임이 MBSFN 서브프레임이 아니며, $DwPTS$ 필드의 길이가 $7680 \cdot T_s$ 이거나 작은 경우에 상기 제 2 서브프레임은 상기 $DwPTS$ 필드를 포함하지 않아야 하며, 상기 제 2 서브프레임이 해당 단말에 대한 측정 갭으로 구성되지 않아야 하는 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는, CSI 보고 방법.

【청구항 7】

비주기적으로 채널상태정보(CSI)를 보고하는 방법에 있어서,

단말이 상기 단말에 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 측정집합정보를 포함하고 상기 CSI의 보고를 요청하는 CSI 요청 필드를 포함하는 물리하향링크제어채널(PDCCH) 신호를 수신하는 단계; 및

상기 단말은 상기 CSI 측정집합에 대한 CSI를 포함하는

물리상향링크공유채널(PUCCH) 신호를 상기 기지국에 전송하는 단계를 포함하는, CSI 보고 방법.

【청구항 8】

비주기적으로 채널상태정보(CSI)를 보고하는 방법에 있어서,

단말이 상기 단말에 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 측정집합정보 중 일부를 포함하고 상기 CSI의 보고를 요청하는 제 1 CSI 요청 필드를 포함하는 물리하향링크제어채널(PDCCH) 신호를 수신하는 단계;

상기 측정집합정보 중 나머지를 포함하는 제 2 CSI 요청필드를 포함하는 상위계층신호를 수신하는 단계; 및

상기 제 1 CSI 요청필드 및 상기 제 2 CSI 요청필드를 기반으로 상기 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 CSI를 포함하는 물리상향링크공유채널(PUCCH) 신호를 상기 기지국에 전송하는 단계를 포함하는, CSI 보고 방법.

【청구항 9】

비주기적으로 채널상태정보(CSI)를 보고하는 단말에 있어서,

무선 신호를 송신하기 위한 송신모듈;

무선 신호를 수신하기 위한 수신모듈; 및

상기 비주기적 CSI 보고를 제어하는 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서는,

상기 단말이 상기 기지국으로부터 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 측정집합정보를 포함하는 상위계층 신호를 수신하는 단계;

단말이 기지국으로부터 상기 CSI의 보고를 요청하는 CSI 요청 필드를 포함하는 물리하향링크제어채널(PDCCH) 신호를 제 1 서브프레임에서 수신하는 단계;

상기 단말이 상기 제 1 서브프레임을 기반으로 고려된 제 2 서브프레임을 상기

CSI 참조자원으로 설정하는 단계; 및

상기 CSI 참조자원이 상기 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 포함되는지 여부를 판단하는 단계; 상기 송신모듈 및 상기 수신모듈을 이용하여 제어하는 것을 특징으로 하는, 단말.

【청구항 10】

제7항에 있어서,

상기 CSI 참조자원이 상기 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 포함되지 않으면, 상기 프로세서는:

상기 고려된 제 2 서브프레임을 상기 단말이 검출한 CSI 참조자원에 가장 가까운 제3 서브프레임을 상기 CSI 참조자원으로 재설정하는 단계; 및

상기 제3 서브프레임에 상응하는 CSI를 물리상향링크공유채널(PUSCH) 신호를 통해 상기 기지국에 전송하는 단계를 더 제어하는, 단말.

【청구항 11】

제17항에 있어서,

상기 CSI 참조자원이 상기 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 포함되면, 상기 프로세서는:

상기 CSI 참조자원에 대한 CSI를 물리상향링크공유채널(PUSCH) 신호를 통해 상기 기지국에 전송하는 단계를 더 제어하는, 단말.

【청구항 12】

제10항 또는 제11항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 고려된 제2 서브프레임이 유효한 서브프레임인지 확인하는 단계를 더 제어하는, 단말.

【청구항 13】

제12항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 제 2 서브프레임이 유효한 서브프레임인지 여부를 확인하기 위해 상기 제 2 서브프레임이 상기 하나 이상의 CSI 측정집합에 포함되는지 여부를 확인하는 것을 특징으로 하는, 단말.

【청구항 14】

제 13항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 제 2 서브프레임이 유효한 서브프레임인지 여부를 확인하기 위해,

상기 제 2 서브프레임이 상기 단말에 대한 하향링크 서브프레임으로서 구성되고, 상기 제 2 서브프레임이 MBSFN 서브프레임이 아니며, DwPTS 필드의 길이가 $7680 \cdot T_s$ 이거나 작은 경우에 상기 제 2 서브프레임은 상기 DwPTS 필드를 포함하지 않아야 하며, 상기 제 2 서브프레임이 해당 단말에 대한 측정 갭으로 구성되지 않아야 하는 조건을 만족하는지 여부를 더 확인하는 것을 특징으로 하는, 단말.

【청구항 15】

비주기적으로 채널상태정보(CSI)를 보고하는 단말에 있어서,

무선 신호를 송신하기 위한 송신모듈;

무선 신호를 수신하기 위한 수신모듈; 및

상기 비주기적 CSI 보고를 제어하는 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서는,

상기 단말에 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 측정집합정보를 포함하고 상기 CSI의 보고를 요청하는 CSI 요청 필드를 포함하는 물리하향링크제어채널(PDCCH) 신호를 수신하는 단계; 및

상기 단말은 상기 CSI 측정집합에 대한 CSI를 포함하는

물리상향링크공유채널(PUCCH) 신호를 상기 기지국에 전송하는 단계;를 상기 송신모듈 및 상기 수신모듈을 이용하여 제어하는, CSI 보고 방법.

【청구항 16】

비주기적으로 채널상태정보(CSI)를 보고하는 단말에 있어서,

무선 신호를 송신하기 위한 송신모듈;

무선 신호를 수신하기 위한 수신모듈; 및

상기 비주기적 CSI 보고를 제어하는 프로세서를 포함하되,

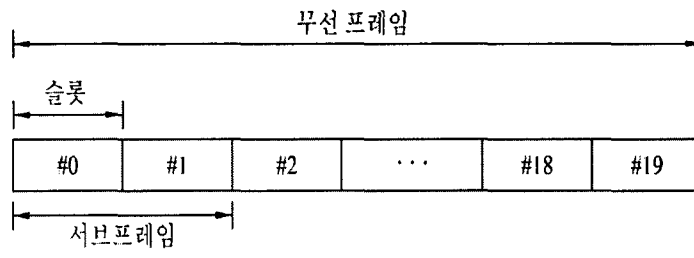
상기 프로세서는,

상기 단말에 할당된 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 측정집합정보 중 일부를 포함하고 상기 CSI의 보고를 요청하는 제 1 CSI 요청 필드를 포함하는 물리하향링크제어채널(PDCCH) 신호를 수신하는 단계;

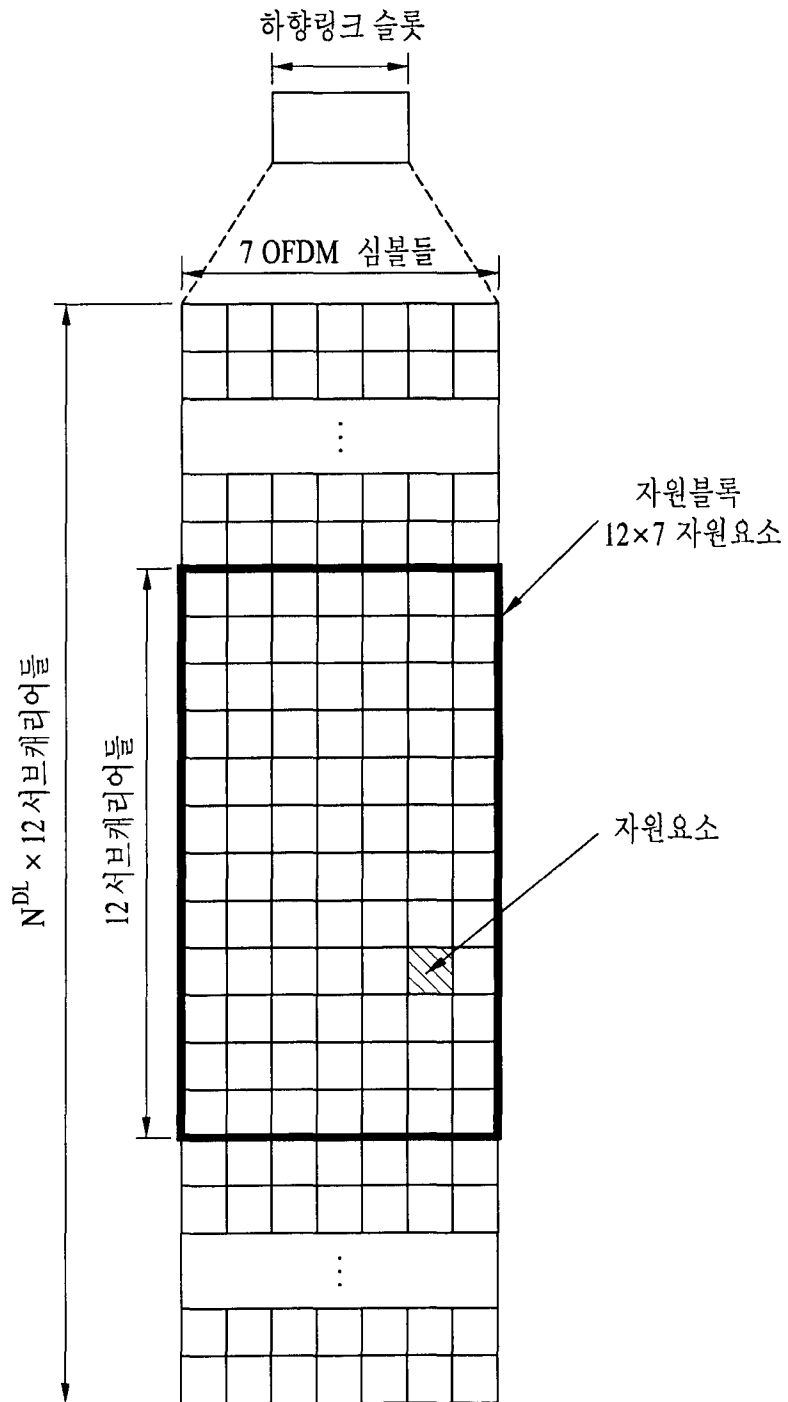
상기 측정집합정보 중 나머지를 포함하는 제 2 CSI 요청필드를 포함하는 상위계층신호를 수신하는 단계; 및

상기 제 1 CSI 요청필드 및 상기 제 2 CSI 요청필드를 기반으로 상기 하나 이상의 CSI 측정집합에 대한 CSI를 포함하는 물리상향링크공유채널(PUCCH) 신호를 상기 기지국에 전송하는 단계;를 상기 송신모듈 및 상기 수신모듈을 이용하여 제어하는, 단말.

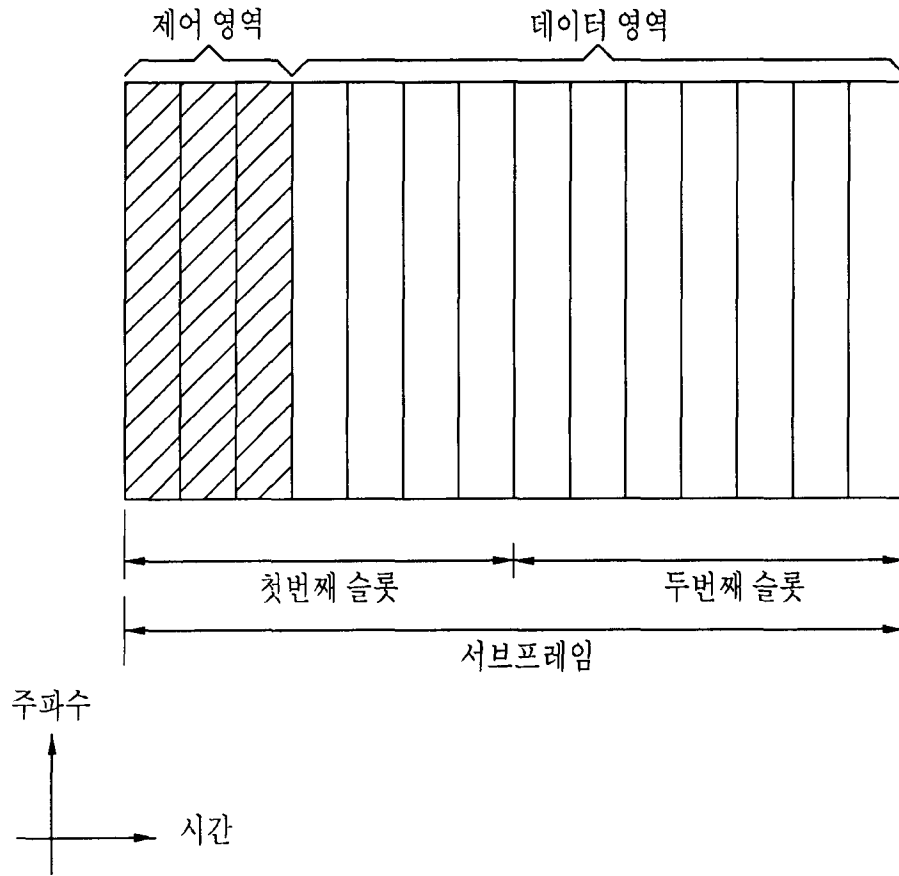
【도 1】



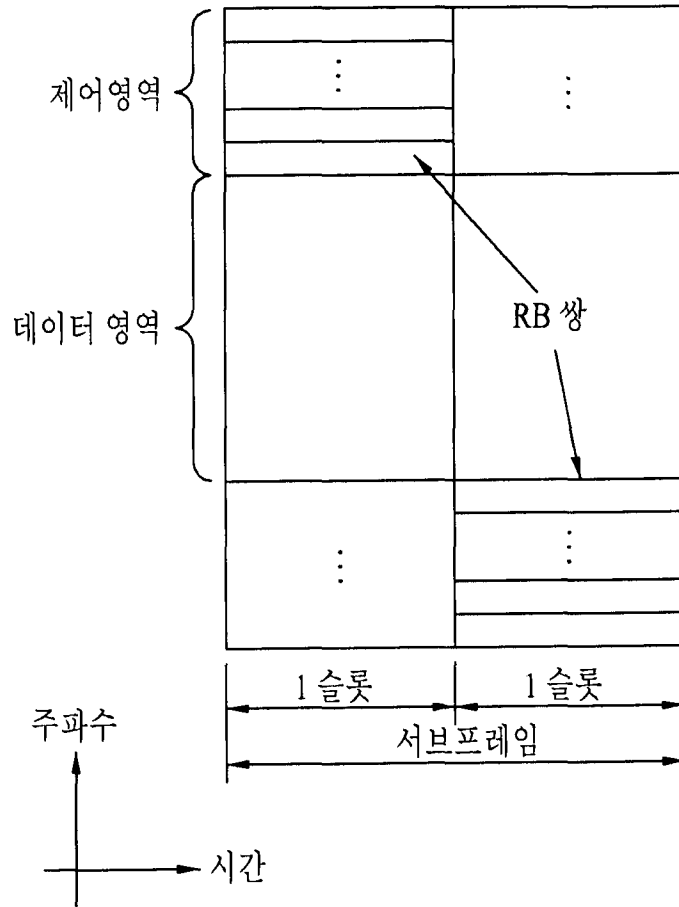
【도 2】



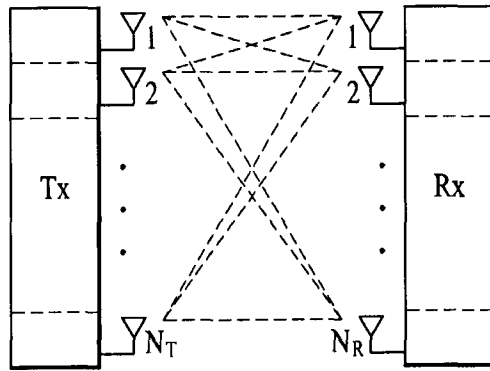
【도 3】



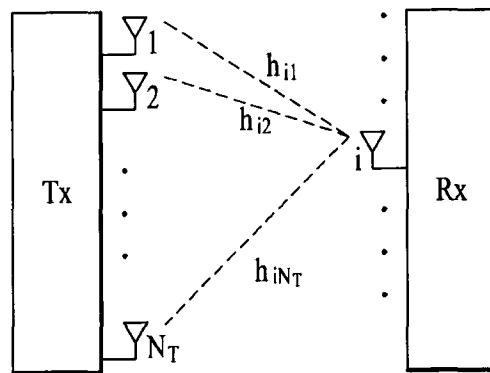
【도 4】



【도 5】

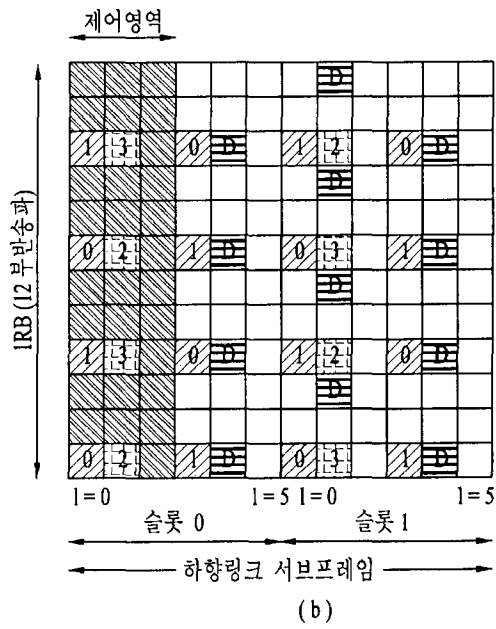
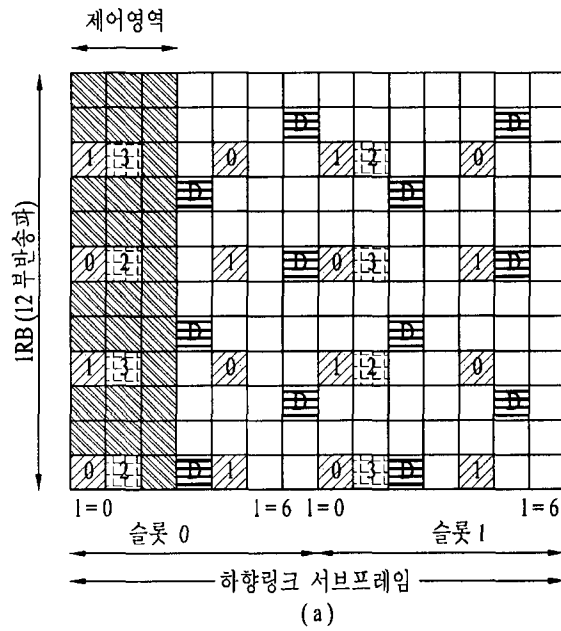


(a)

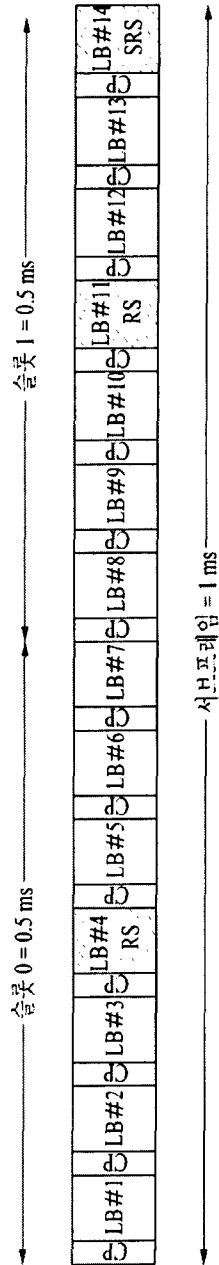


(b)

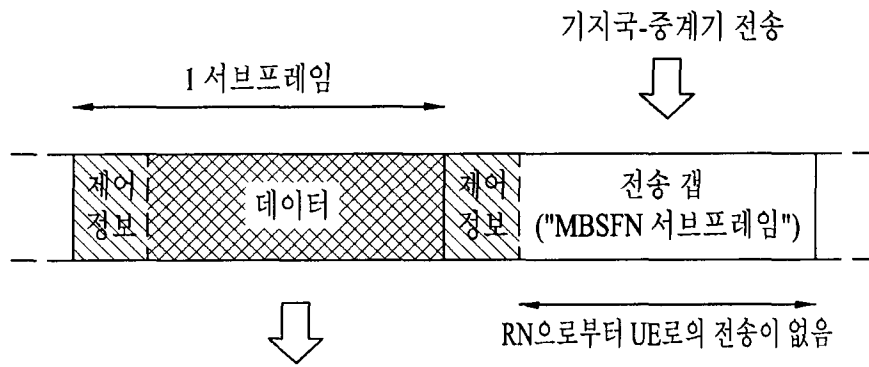
【도 6】



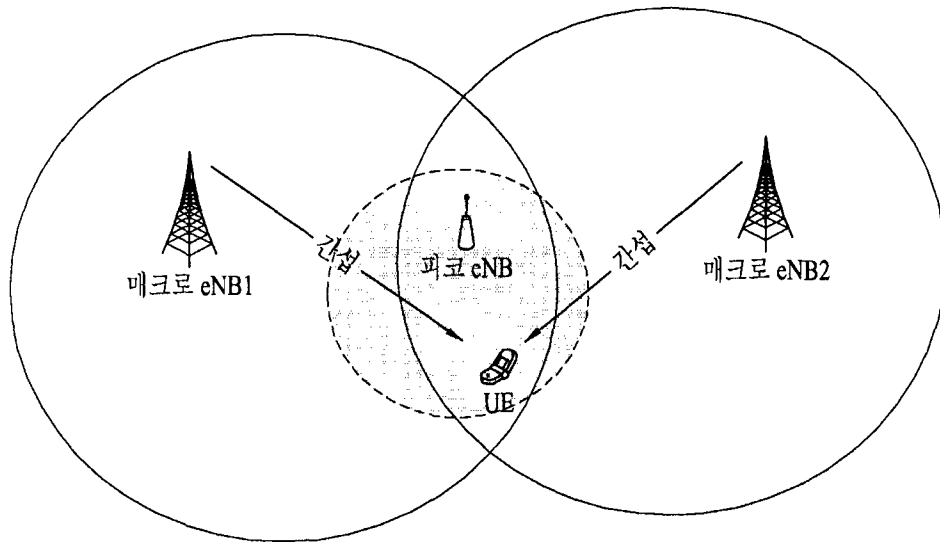
【도 7】



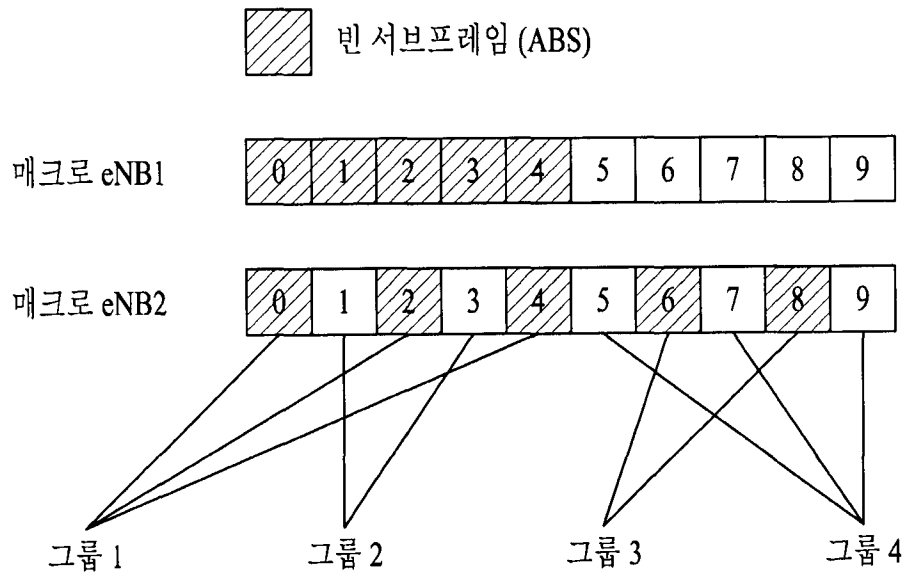
【도 8】



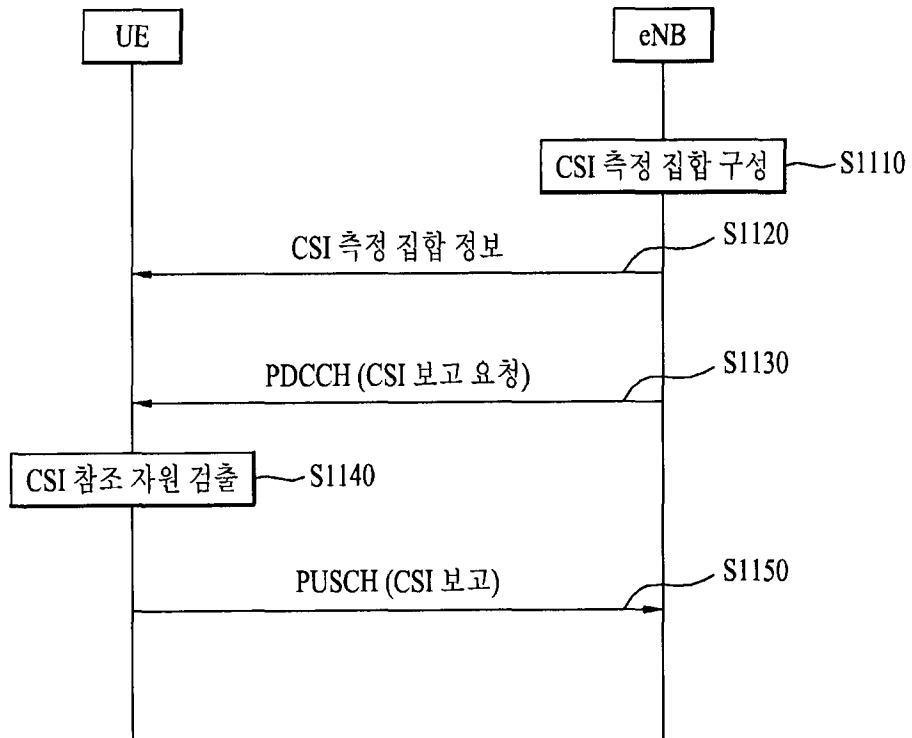
【도 9】



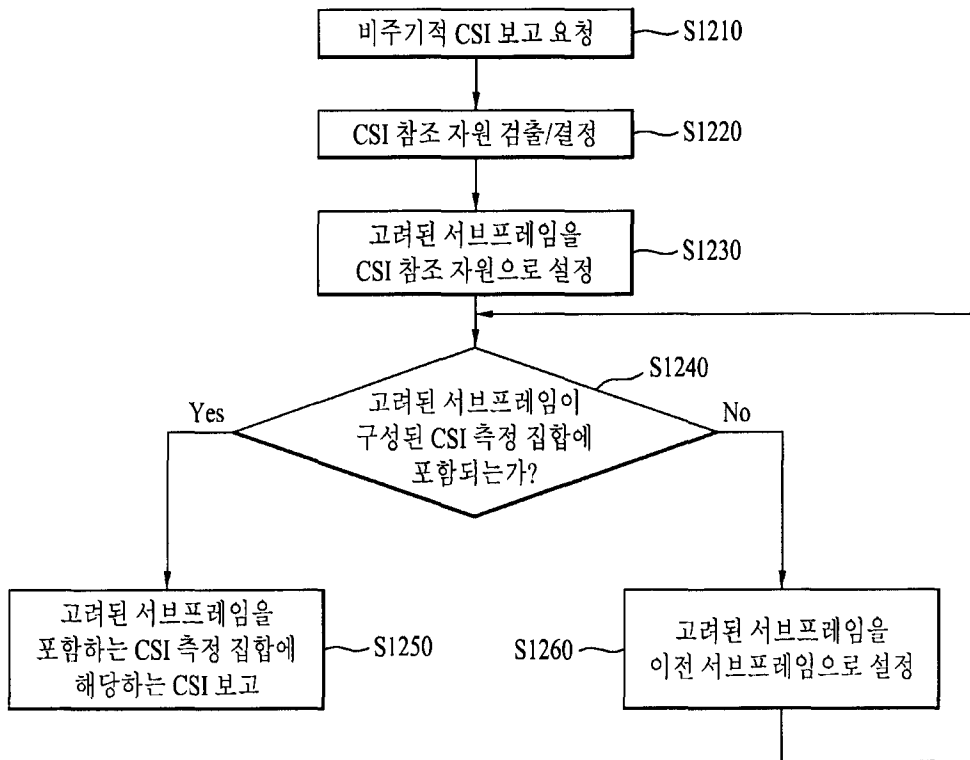
【도 10】



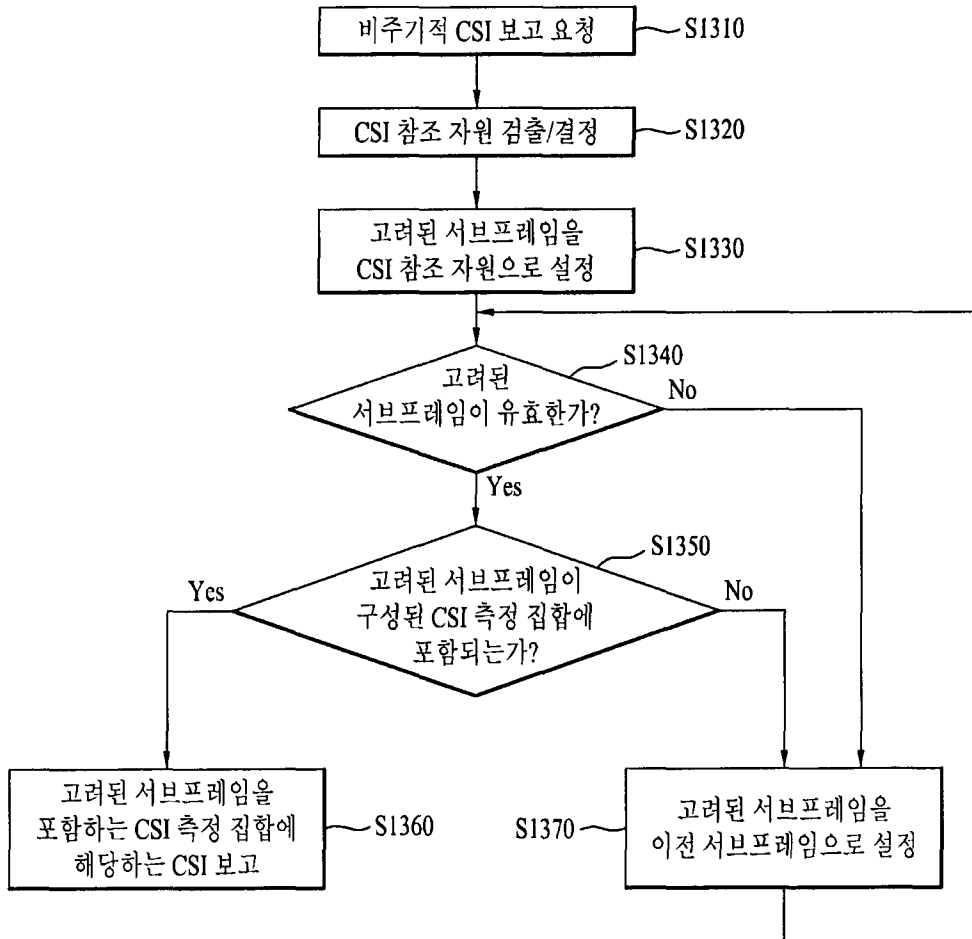
【도 11】



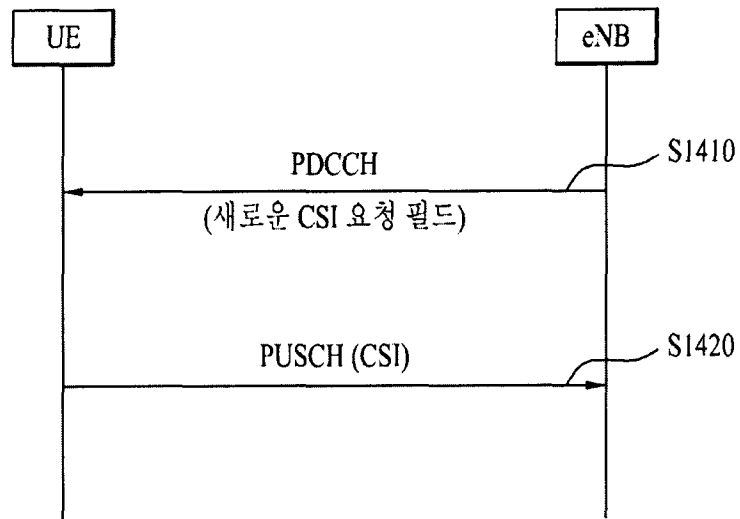
【도 12】



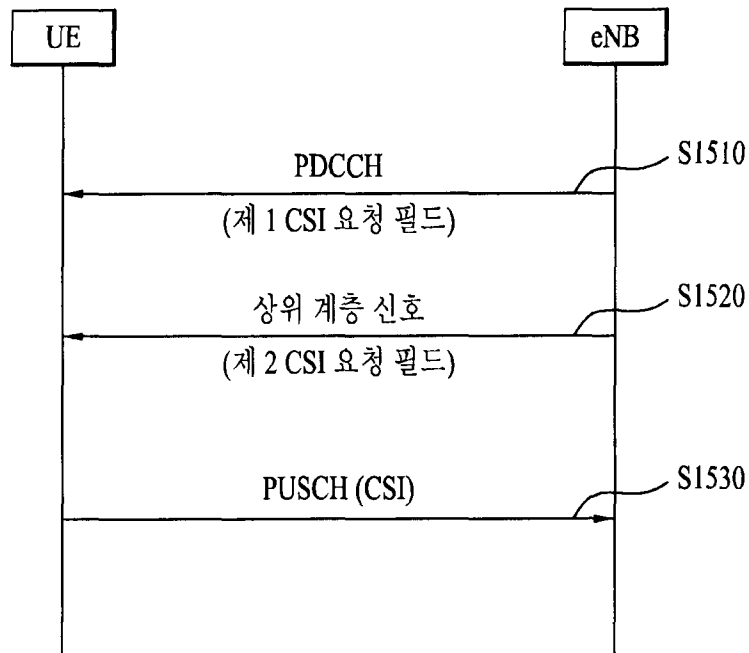
【도 13】



【도 14】



【도 15】



【도 16】

