

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2012년 11월 8일 (08.11.2012)



(10) 국제공개번호  
WO 2012/150842 A2

- (51) 국제특허분류:  
H04B 7/04 (2006.01) H04J 11/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/003518
- (22) 국제출원일: 2012년 5월 4일 (04.05.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:  
61/482,232 2011년 5월 4일 (04.05.2011) 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): 고희수 (KO, Hyunsoo) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 임빈철 (IHM, Binchul) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 정재훈 (CHUNG, Jaehoon) [KR/KR]; 경기도 안

양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 강지원 (KANG, Jiwon) [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.

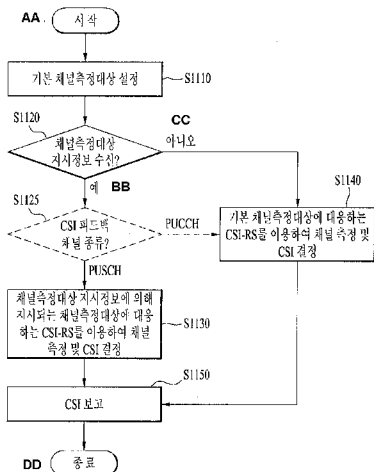
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR TRANSMITTING/RECEIVING CHANNEL STATE INFORMATION IN A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

(54) 발명의 명칭 : 무선 통신 시스템에서 채널상태정보를 송수신하는 방법 및 장치

[도 11]



- AA ... Start
- BB ... Yes
- CC ... No
- DD ... End
- S1110 ... Set a basic channel measurement target
- S1120 ... Channel measurement target indication information received?
- S1125 ... CSI feedback channel type?
- S1130 ... Measure a channel and determine CSI by using CSI-RS corresponding to a channel measurement target indicated by channel measurement target indication information
- S1140 ... Measure a channel and determine CSI by using CSI-RS corresponding to a basic channel measurement target
- S1150 ... Report CSI

(57) Abstract: The present invention relates to a wireless communication system, and more particularly, to a method and device for transmitting/receiving channel state information. A method of a terminal for transmitting channel state information (CSI) according to an embodiment of the present invention includes: Receiving setting information on a basic channel measurement target from a base station; receiving channel measurement target indication information from the base station; performing a channel measurement by using CSI-reference signal (CSI-RS) corresponding to the channel measurement target; and transmitting CSI to the base station.

(57) 요약서: 본 발명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 구체적으로는 채널상태정보를 송수신하는 방법 및 장치가 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 단말이 채널상태정보(CSI)를 전송하는 방법은, 기지국으로부터 기본 채널 측정 대상에 대한 설정 정보를 수신하는 단계; 상기 기지국으로부터 채널 측정 대상 지시 정보를 수신하는 단계; 상기 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-참조신호(CSI-RS)를 이용하여 채널 측정을 수행하는 단계; 및 상기 기지국으로 CSI를 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

WO 2012/150842 A2



ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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).

**공개:**

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

**【명세서】**

**【발명의 명칭】**

무선 통신 시스템에서 채널상태정보를 송수신하는 방법 및 장치

**【기술분야】**

5        이하의 설명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 상세하게는 채널상태정보를 송수신하는 방법 및 장치에 대한 것이다.

**【배경기술】**

10        다중 입출력(MIMO: Multi-Input Multi-Output) 기술은 한 개의 송신 안테나와 한 개의 수신 안테나를 사용했던 것에서 탈피하여 다중 송신 안테나와 다중 수신 안테나를 사용하여 데이터의 송수신 효율을 향상시키는 기술이다. 단일 안테나를 사용하면 수신측은 데이터를 단일 안테나 경로(path)를 통해 수신하지만, 다중 안테나를 사용하면 수신단은 여러 경로를 통해 데이터를 수신한다. 따라서, 데이터 전송 속도와 전송량을 향상시킬 수 있고, 커버리지(coverage)를 증대시킬 수 있다.

15        MIMO 동작의 다중화 이득을 높이기 위해서 MIMO 수신단으로부터 채널상태정보(Channel Status Information; CSI)를 피드백 받아 MIMO 송신단에서 이용할 수 있다. 수신단에서는 송신단으로부터의 소정의 참조신호(Reference Signal; RS)를 이용하여 채널 측정을 수행함으로써 CSI를 결정할 수 있다.

**【발명의 내용】**

**【해결하려는 과제】**

20        본 발명에서는 전송 포인트, 안테나 포트, 또는 CSI-RS 설정 등의 채널 측정 대상에 대한 CSI를 피드백하는 방안을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.

      본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을  
25        것이다.

**【과제의 해결 수단】**

      상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 단말이

채널상태정보(CSI)를 전송하는 방법은, 기지국으로부터 기본 채널 측정 대상에 대한 설정 정보를 수신하는 단계; 상기 기지국으로부터 채널 측정 대상 지시 정보를 수신하는 단계; 상기 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-참조신호(CSI-RS)를 이용하여 채널 측정을 수행하는 단계; 및 상기 기지국으로 CSI를 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 기지국이 채널상태정보(CSI)를 수신하는 방법은, 단말에게 기본 채널 측정 대상에 대한 설정 정보를 전송하는 단계; 상기 단말에게 채널 측정 대상 지시 정보를 전송하는 단계; 및 상기 CSI를 상기 단말로부터 수신하는 단계를 포함하고, 상기 CSI는 상기 단말에 의해서 상기 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-참조신호(CSI-RS)를 이용하여 측정된 채널 상태에 기초하여 결정될 수 있다.

상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 채널상태정보(CSI)를 전송하는 단말은, 기지국으로부터 하향링크 신호를 수신하는 수신 모듈; 상기 기지국으로 상향링크 신호를 전송하는 전송 모듈; 및 상기 수신 모듈 및 상기 전송 모듈을 포함하는 상기 단말을 제어하는 프로세서를 포함할 수 있다. 상기 프로세서는, 상기 수신 모듈을 통하여, 상기 기지국으로부터 기본 채널 측정 대상에 대한 설정 정보를 수신하고; 상기 수신 모듈을 통하여, 상기 기지국으로부터 채널 측정 대상 지시 정보를 수신하고; 상기 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-참조신호(CSI-RS)를 이용하여 채널 측정을 수행하고; 상기 전송 모듈을 통하여, 상기 기지국으로 CSI를 전송하도록 구성될 수 있다.

상기의 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 채널상태정보(CSI)를 수신하는 기지국은, 단말로부터 상향링크 신호를 수신하는 수신 모듈; 상기 단말로 하향링크 신호를 전송하는 전송 모듈; 및 상기 수신 모듈 및 상기 전송 모듈을 포함하는 상기 기지국을 제어하는 프로세서를 포함할 수 있다. 상기 프로세서는, 상기 전송 모듈을 통하여, 상기 단말에게 기본 채널 측정 대상에 대한 설정 정보를 전송하고; 상기 전송 모듈을 통하여, 상기 단말에게 채널 측정 대상 지시 정보를 전송하고; 상기 수신 모듈을 통하여, 상기 CSI를 상기 단말로부터

수신하도록 구성되고, 상기 CSI는 상기 단말에 의해서 상기 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-참조신호(CSI-RS)를 이용하여 측정된 채널 상태에 기초하여 결정될 수 있다.

5 상기 본 발명에 따른 실시예들에 있어서 이하의 사항이 공통으로 적용될 수 있다.

상기 채널 측정 대상 지시 정보는, 상기 기본 채널 측정 대상 중에서 하나 이상을 지시하거나, 또는 상기 기본 채널 측정 대상과 독립적으로 상기 채널 측정 대상을 지시할 수 있다.

10 상기 채널 측정 대상 지시 정보가 수신되지 않은 경우, 상기 기본 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-RS를 이용하여 채널 측정이 수행될 수 있다.

상기 CSI가 물리상향링크제어채널(PUCCH)을 통해서 전송되는 경우, 상기 기본 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-RS를 이용하여 채널 측정이 수행될 수 있다.

15 상기 CSI가 물리상향링크공유채널(PUSCH)을 통해서 전송되는 경우, 상기 채널 측정 대상 지시 정보에 의해 지시되는 상기 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-RS를 이용하여 채널 측정이 수행될 수 있다.

상기 기본 채널 측정 대상은 상위 계층에 의해서 설정될 수 있다.

상기 채널 측정 대상은, 전송 포인트, 안테나 포트, 또는 CSI-RS 설정(configuration) 중 적어도 하나일 수 있다.

20 상기 채널 측정 대상은, 전송 포인트 세트, 안테나 포트 세트, 또는 CSI-RS 설정 세트 중 적어도 하나일 수 있다.

상기 채널 측정 대상 지시 정보는 물리하향링크제어채널(PDCCH)을 통하여 수신될 수 있다.

상기 채널 측정 대상 지시 정보는 CSI 요청 비트를 이용하여 지시될 수 있다.

25 본 발명에 대하여 기술한 일반적인 설명과 후술하는 상세한 설명은 예시적인 것이며, 청구항 기재 발명에 대한 추가적인 설명을 위한 것이다.

#### 【발명의 효과】

본 발명에 따르면 전송 포인트, 안테나 포트, 또는 CSI-RS 설정 등의 채널 측정

채널 측정 대상에 대한 CSI 피드백 방안이 제공될 수 있다.

본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

5       **【도면의 간단한 설명】**

도 1은 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다.

도 2는 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)의 일례를 나타낸 예시도이다.

도 3은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.

10       도 4는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.

도 5는 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.

도 6은 기존의 CRS 및 DRS의 패턴을 나타내는 도면이다.

도 7은 DMRS 패턴의 일례를 나타내는 도면이다.

도 8은 CSI-RS 패턴의 예시들을 나타내는 도면이다.

15       도 9는 CSI-RS가 주기적으로 전송되는 방식의 일례를 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템의 일례를 나타내는 도면이다.

도 11은 본 발명의 일례에 따른 CSI 피드백 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

20       도 12는 본 발명에 따른 기지국 장치 및 단말 장치에 대한 바람직한 실시예의 구성을 도시한 도면이다.

**【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】**

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

25

수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다.

본 명세서에서 본 발명의 실시예들을 기지국과 단말 간의 데이터 송신 및 수신  
 5 수신의 관계를 중심으로 설명한다. 여기서, 기지국은 단말과 직접적으로 통신을  
 수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미를 갖는다. 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 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국  
 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음은 자명하다. '기지국(BS: Base  
 10 Station)'은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 액세스 포인트(AP: Access  
 Point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 중계기는 Relay Node(RN), Relay  
 Station(RS) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, '단말(Terminal)'은 UE(User  
 Equipment), MS(Mobile Station), MSS(Mobile Subscriber Station), SS(Subscriber  
 Station) 등의 용어로 대체될 수 있다.

15 이하의 설명에서 사용되는 특정 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서  
 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는  
 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.

몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및  
 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로  
 20 도시될 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한  
 도면 부호를 사용하여 설명한다.

본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802 시스템, 3GPP 시스템, 3GPP  
 LTE 및 LTE-A(LTE-Advanced)시스템 및 3GPP2 시스템 중 적어도 하나에 개시된 표준  
 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 본 발명의 기술적  
 25 사상을 명확히 드러내기 위해 설명하지 않은 단계들 또는 부분들은 상기 문서들에  
 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준  
 문서에 의해 설명될 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 5 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 10 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 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화이다. WiMAX는 IEEE 802.16e 규격(WirelessMAN-OFDMA Reference System) 및 15 발전된 IEEE 802.16m 규격(WirelessMAN-OFDMA Advanced system)에 의하여 설명될 수 있다. 명확성을 위하여 이하에서는 3GPP LTE 및 3GPP LTE-A 시스템을 위주로 설명하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.

도 1를 참조하여 무선 프레임의 구조에 대하여 설명한다.

셀룰라 OFDM 무선 패킷 통신 시스템에서, 상/하향링크 데이터 패킷 전송은 20 서브프레임(subframe) 단위로 이루어지며, 한 서브프레임은 다수의 OFDM 심볼을 포함하는 일정 시간 구간으로 정의된다. 3GPP LTE 표준에서는 FDD(Frequency Division Duplex)에 적용 가능한 타입 1 무선 프레임(radio frame) 구조와 TDD(Time Division Duplex)에 적용 가능한 타입 2의 무선 프레임 구조를 지원한다.

도 1(a)는 타입 1 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 하향링크 무선 25 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 시간 영역(time domain)에서 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라

하고, 예를 들어 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다. 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원블록(Resource Block; RB)을 포함한다. 3GPP LTE 시스템에서는 하향링크에서 OFDMA 를 사용하므로, OFDM 심볼이 하나의 심볼 구간을 나타낸다. OFDM 심볼은 또한 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간으로 칭하여질 수도 있다. 자원 블록(Resource Block; RB)은 자원 할당 단위이고, 하나의 슬롯에서 복수개의 연속적인 부반송파(subcarrier)를 포함할 수 있다.

하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 CP(Cyclic Prefix)의 구성(configuration)에 따라 달라질 수 있다. CP에는 확장된 CP(extended CP)와 일반 CP(normal CP)가 있다. 예를 들어, OFDM 심볼이 일반 CP에 의해 구성된 경우, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 7개일 수 있다. OFDM 심볼이 확장된 CP에 의해 구성된 경우, 한 OFDM 심볼의 길이가 늘어나므로, 한 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 일반 CP인 경우보다 적다. 확장된 CP의 경우에, 예를 들어, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 6개일 수 있다. 단말이 빠른 속도로 이동하는 등의 경우와 같이 채널상태가 불안정한 경우, 심볼간 간섭을 더욱 줄이기 위해 확장된 CP가 사용될 수 있다.

일반 CP가 사용되는 경우 하나의 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하므로, 하나의 서브프레임은 14개의 OFDM 심볼을 포함한다. 이때, 각 서브프레임의 처음 2개 또는 3개의 OFDM 심볼은 PDCCH(physical downlink control channel)에 할당되고, 나머지 OFDM 심볼은 PDSCH(physical downlink shared channel)에 할당될 수 있다.

도 1(b)는 타입 2 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 타입 2 무선 프레임은 2개의 하프 프레임(half frame)으로 구성되며, 각 하프 프레임은 5개의 서브프레임과 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(Guard Period; GP), UpPTS(Uplink Pilot Time Slot)로 구성되며, 이 중 1개의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다. DwPTS는 단말에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다. UpPTS는 기지국에서의 채널 추정과 단말의 상향 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. 보호구간은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해

상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다. 한편, 무선 프레임의 타입에 관계 없이 1개의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다.

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

도 2는 하향링크 슬롯에서의 자원 그리드(resource grid)를 나타내는 도면이다. 하나의 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 7 개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원블록(RB)은 주파수 영역에서 12 개의 부반송파를 포함하는 것으로 도시되어 있지만, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 일반 CP(Cyclic  
10 Prefix)의 경우에는 하나의 슬롯이 7 OFDM 심볼을 포함하지만, 확장된 CP(extended-CP)의 경우에는 하나의 슬롯이 6 OFDM 심볼을 포함할 수 있다. 자원 그리드 상의 각각의 요소는 자원 요소(resource element)라 한다. 하나의 자원블록은  $12 \times 7$  자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원블록들의  $N^{\text{DL}}$ 의 개수는 하향링크 전송 대역폭에 따른다. 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크  
15 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.

도 3은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 하나의 서브프레임 내에서 첫 번째 슬롯의 앞 부분의 최대 3 개의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어 영역에 해당한다. 나머지 OFDM 심볼들은 물리하향링크공유채널(Physical Downlink Shared Channel; PDSCH)이 할당되는 데이터 영역에 해당한다. 3GPP LTE  
20 시스템에서 사용되는 하향링크 제어 채널들에는, 예를 들어, 물리제어포맷지시자채널(Physical Control Format Indicator Channel; PCFICH), 물리하향링크제어채널(Physical Downlink Control Channel; PDCCH), 물리HARQ지시자채널(Physical Hybrid automatic repeat request Indicator Channel; PHICH) 등이 있다. PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고  
25 서브프레임 내의 제어 채널 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 대한 정보를 포함한다. PHICH는 상향링크 전송의 응답으로서 HARQ ACK/NACK 신호를 포함한다. PDCCH를 통하여 전송되는 제어 정보를 하향링크제어정보(Downlink Control

Information; DCI)라 한다. DCI는 상향링크 또는 하향링크 스케줄링 정보를 포함하거나 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송 전력 제어 명령을 포함한다. PDCCH는 하향링크공유채널(DL-SCH)의 자원 할당 및 전송 포맷, 상향링크공유채널(UL-SCH)의 자원 할당 정보, 페이징채널(PCH)의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상으로 전송되는 임의접속응답(Random Access Response)과 같은 상위계층 제어 메시지의 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내의 개별 단말에 대한 전송 전력 제어 명령의 세트, 전송 전력 제어 정보, VoIP(Voice over IP)의 활성화 등을 포함할 수 있다. 복수의 PDCCH가 제어 영역 내에서 전송될 수 있다. 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링할 수 있다. PDCCH는 하나 이상의 연속하는 제어채널요소(Control Channel Element; CCE)의 조합(aggregation)으로 전송된다. CCE는 무선 채널의 상태에 기초한 코딩 레이트로 PDCCH를 제공하기 위해 사용되는 논리 할당 단위이다. CCE는 복수개의 자원 요소 그룹에 대응한다. PDCCH의 포맷과 이용가능한 비트 수는 CCE의 개수와 CCE에 의해 제공되는 코딩 레이트 간의 상관관계에 따라서 결정된다. 기지국은 단말에게 전송되는 DCI에 따라서 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 순환잉여검사(Cyclic Redundancy Check; CRC)를 부가한다. CRC는 PDCCH의 소유자 또는 용도에 따라 무선 네트워크 임시 식별자(Radio Network Temporary Identifier; RNTI)라 하는 식별자로 마스킹된다. PDCCH가 특정 단말에 대한 것이라면, 단말의 cell-RNTI(C-RNTI) 식별자가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는, PDCCH가 페이징 메시지에 대한 것이라면, 페이징 지시자 식별자(Paging Indicator Identifier; P-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. PDCCH가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(SIB))에 대한 것이라면, 시스템 정보 식별자 및 시스템 정보 RNTI(SI-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 임의 접속 프리앰블의 전송에 대한 응답인 임의접속응답을 나타내기 위해, 임의접속-RNTI(RA-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

도 4는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 분할될 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 포함하는 물리상향링크제어채널(Physical Uplink

Control Channel; PUCCH)이 할당된다. 데이터 영역에는 사용자 데이터를 포함하는 물리상향링크공유채널(Physical uplink shared channel; PUSCH)이 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해서, 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH를 동시에 전송하지 않는다. 하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원블록 쌍(RB pair)에  
 5 할당된다. 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들은 2 슬롯에 대하여 상이한 부반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당되는 자원블록 쌍이 슬롯 경계에서 주파수-호핑(frequency-hopped)된다고 한다.

다중안테나(MIMO) 시스템의 모델링

도 5는 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.

10 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  
 15 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  
 20 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  
 25 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.

5 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】

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

10 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.

15 【수학식 4】

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

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.

20

【수학식 5】

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

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, 인덱스의 순서가 수신 안테나 인덱스가 먼저, 송신 안테나의 인덱스가 나중에 의미한다.

한편, 도 5(b)은  $N_T$  개의 송신 안테나에서 수신 안테나  $i$ 로의 채널을 도시한 도면이다. 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.

20 【수학식 8】

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

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.

5   【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】

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

10   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  
15   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.

- 5        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
- 10        의미를 가진다.

#### 협력 멀티 포인트(Coordinated Multi-Point: CoMP)

- 3GPP LTE-A 시스템의 개선된 시스템 성능 요구조건에 따라서, CoMP 송수신 기술 (co-MIMO, 공동(collaborative) MIMO 또는 네트워크 MIMO 등으로 표현되기도 함)이 제안되고 있다. CoMP 기술은 셀-경계(cell-edge)에 위치한 단말의 성능을
- 15        증가시키고 평균 섹터 수율(throughput)을 증가시킬 수 있다.

- 일반적으로, 주파수 재사용 인자(frequency reuse factor)가 1인 다중-셀 환경에서, 셀-간 간섭(Inter-Cell Interference; ICI)으로 인하여 셀-경계에 위치한 단말의 성능과 평균 섹터 수율이 감소될 수 있다. 이러한 ICI를 저감하기 위하여, 기존의 LTE 시스템에서는 단말 특정 전력 제어를 통한 부분 주파수
- 20        재사용(fractional frequency reuse; FFR)과 같은 단순한 수동적인 기법을 이용하여 간섭에 의해 제한을 받은 환경에서 셀-경계에 위치한 단말이 적절한 수율 성능을 가지도록 하는 방법이 적용되었다. 그러나, 셀 당 주파수 자원 사용을 낮추기보다는, ICI를 저감하거나 ICI를 단말이 원하는 신호로 재사용하는 것이 보다 바람직할 수 있다. 위와 같은 목적을 달성하기 위하여, CoMP 전송 기법이 적용될 수 있다.

- 25        하향링크의 경우에 적용될 수 있는 CoMP 기법은 크게 조인트-프로세싱(joint processing; JP) 기법 및 조정 스케줄링/빔포밍 (coordinated scheduling/beamforming; CS/CB) 기법으로 분류할 수 있다.

JP 기법은 CoMP 협력 단위의 각각의 포인트(기지국)에서 데이터를 이용할 수 있다. CoMP 협력 단위는 협력 전송 기법에 이용되는 기지국들의 집합을 의미한다. JP 기법은 조인트 전송(Joint Transmission; JT) 기법과 동적 셀 선택(Dynamic cell selection; DCS) 기법으로 분류할 수 있다.

5        조인트 전송 기법은, PDSCH 가 한번에 복수개의 포인트(CoMP 협력 단위의 일부 또는 전부)로부터 전송되는 기법을 말한다. 즉, 단일 단말로 전송되는 데이터는 복수개의 송신 포인트로부터 동시에 전송될 수 있다. 조인트 전송 기법에 의하면, 코히어런트하게(coherently) 또는 넌-코히어런트하게(non-coherently) 수신 신호의 품질이 향상될 수 있고, 또한, 다른 단말에 대한 간섭을 능동적으로 소거할 수도  
10        있다.

동적 셀 선택 기법은, PDSCH가 한번에 (CoMP 협력 단위의) 하나의 포인트로부터 전송되는 기법을 말한다. 즉, 특정 시점에서 단일 단말로 전송되는 데이터는 하나의 포인트로부터 전송되고, 그 시점에 협력 단위 내의 다른 포인트는 해당 단말에 대하여 데이터 전송을 하지 않으며, 해당 단말로 데이터를 전송하는 포인트는  
15        동적으로 선택될 수 있다.

한편, CS/CB 기법에 의하면 CoMP 협력 단위들이 단일 단말에 대한 데이터 전송의 빔포밍을 협력적으로 수행할 수 있다. 여기서, 데이터는 서빙 셀에서만 전송되지만, 사용자 스케줄링/빔포밍은 해당 CoMP 협력 단위의 셀들의 조정에 의하여 결정될 수 있다.

20        한편, 상향링크의 경우에, 조정(coordinated) 다중-포인트 수신은 지리적으로 떨어진 복수개의 포인트들의 조정에 의해서 전송된 신호를 수신하는 것을 의미한다. 상향링크의 경우에 적용될 수 있는 CoMP 기법은 조인트 수신(Joint Reception; JR) 및 조정 스케줄링/빔포밍(coordinated scheduling/beamforming; CS/CB)으로 분류할 수 있다.

25        JR 기법은 PUSCH 를 통해 전송된 신호가 복수개의 수신 포인트에서 수신되는 것을 의미하고, CS/CB 기법은 PUSCH 가 하나의 포인트에서만 수신되지만 사용자 스케줄링/빔포밍은 CoMP 협력 단위의 셀들의 조정에 의해 결정되는 것을 의미한다.

이러한 CoMP 시스템을 이용하면, 단말은 다중-셀 기지국(Multi-cell base station)으로부터 공동으로 데이터를 지원받을 수 있다. 또한, 각 기지국은 동일한 무선 주파수 자원(Same Radio Frequency Resource)을 이용하여 하나 이상의 단말에 동시에 지원함으로써 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 기지국은 기지국과  
5 단말 간의 채널상태정보에 기초하여 공간 분할 다중접속(Space Division Multiple Access: SDMA) 방법을 수행할 수도 있다.

CoMP 시스템에서 서빙 기지국 및 하나 이상의 협력 기지국들은 백본망(Backbone Network)을 통해 스케줄러(scheduler)에 연결된다. 스케줄러는 백본망을 통하여 각 기지국이 측정된 각 단말 및 협력 기지국 간의 채널 상태에 관한 채널 정보를  
10 피드백 받아 동작할 수 있다. 예를 들어, 스케줄러는 서빙 기지국 및 하나 이상의 협력 기지국에 대하여 협력적 MIMO 동작을 위한 정보를 스케줄링할 수 있다. 즉, 스케줄러에서 각 기지국으로 협력적 MIMO 동작에 대한 지시를 직접 내릴 수 있다.

상술한 바와 같이 CoMP 시스템은 복수개의 셀들을 하나의 그룹으로 묶어 가상 MIMO 시스템으로 동작하는 것이라 할 수 있으며, 기본적으로는 다중 안테나를  
15 사용하는 MIMO 시스템의 통신 기법이 적용될 수 있다.

또한, 전술한 CoMP 시스템은 셀간 협력 송신 동작을 가정하여 설명하였지만, 하나의 매크로 셀 내의 복수개의 송신 포인트(TP)간의 협력 송신 동작에 대해서도 동일하게 적용될 수 있다.

#### 참조 신호 (Reference Signal; RS)

무선 통신 시스템에서 패킷을 전송할 때, 전송되는 패킷은 무선 채널을 통해서 전송되기 때문에 전송과정에서 신호의 왜곡이 발생할 수 있다. 왜곡된 신호를 수신측에서 올바르게 수신하기 위해서는 채널 정보를 이용하여 수신 신호에서 왜곡을 보정하여야 한다. 채널 정보를 알아내기 위해서, 송신측과 수신측에서 모두 알고 있는 신호를 전송하여, 상기 신호가 채널을 통해 수신될 때의 왜곡 정도를 가지고  
25 채널 정보를 알아내는 방법을 주로 사용한다. 상기 신호를 파일럿 신호 (Pilot Signal) 또는 참조 신호 (Reference Signal)라고 한다.

다중안테나를 사용하여 데이터를 송수신하는 경우에는 각 송신 안테나와 수신

안테나 사이의 채널 상황을 알아야 올바른 신호를 수신할 수 있다. 따라서, 각 송신 안테나 별로 별도의 참조 신호가 존재하여야 한다.

이동 통신 시스템에서 참조신호(RS)는 그 목적에 따라 크게 두 가지로 구분될 수 있다. 하나는 채널 정보 획득을 위해 사용되는 RS이고, 다른 하나는 데이터 복조를 위해 사용되는 RS이다. 전자는 단말이 하향 링크 채널 정보를 획득하도록 하기 위한 RS이므로 광대역으로 전송되어야 하고, 특정 서브프레임에서 하향링크 데이터를 수신하지 않는 단말이라도 해당 RS를 수신하고 측정할 수 있어야 한다. 이러한 RS는 핸드 오버 등을 위한 측정 등을 위해서도 사용된다. 후자는 기지국이 하향링크를 보낼 때 해당 자원에 함께 보내는 RS로서, 단말은 해당 RS를 수신함으로써 채널 추정을 할 수 있고, 따라서 데이터를 복조할 수 있게 된다. 이러한 RS는 데이터가 전송되는 영역에 전송되어야 한다.

기존의 3GPP LTE(예를 들어, 3GPP LTE 릴리즈-8) 시스템에서는 유니캐스트(unicast) 서비스를 위해서 2 가지 종류의 하향링크 RS 를 정의한다. 그 중 하나는 공용 참조신호(Common RS; CRS)이고, 다른 하나는 전용 참조신호(Dedicated RS; DRS) 이다. CRS 는 채널 상태에 대한 정보 획득 및 핸드오버 등을 위한 측정 등을 위해서 사용되고, 셀-특정(cell-specific) RS 라고 칭할 수도 있다. DRS 는 데이터 복조를 위해 사용되고, 단말-특정(UE-specific) RS 라고 칭할 수도 있다. 기존의 3GPP LTE 시스템에서 DRS 는 데이터 복조용으로만 사용되며 CRS는 채널 정보 획득 및 데이터 복조의 두 가지 목적으로 다 사용될 수 있다.

CRS는 셀-특정으로 전송되는 RS 이며, 광대역(wideband)에 대해서 매 서브프레임마다 전송된다. CRS는 기지국의 전송 안테나 개수에 따라서 최대 4개의 안테나 포트에 대해서 전송될 수 있다. 예를 들어 기지국의 송신 안테나의 개수가 두 개일 경우, 0번과 1번 안테나 포트에 대한 CRS가 전송되고, 네 개인 경우 0-3 번 안테나 포트에 대한 CRS가 각각 전송된다.

도 6은 기지국이 4 개의 전송 안테나를 지원하는 시스템에서 하나의 자원블록 쌍(일반 CP 의 경우, 시간 상으로 14 개의 OFDM 심볼  $\times$  주파수 상으로 12 부반송파) 상에서 CRS 및 DRS의 패턴을 나타내는 도면이다. 도 6에서 'R0', 'R1', 'R2' 및 'R3'

로 표시된 자원 요소(RE)는, 각각 안테나 포트 인덱스 0, 1, 2 및 3에 대한 CRS의 위치를 나타낸다. 한편, 도 6에서 'D'로 표시된 자원 요소는 LTE 시스템에서 정의되는 DRS의 위치를 나타낸다.

LTE 시스템의 진화 발전된 형태의 LTE-A 시스템에서는, 하향링크에서 최대 8개의 송신 안테나를 지원할 수 있다. 따라서, 최대 8개 송신 안테나에 대한 RS 역시 지원되어야 한다. LTE 시스템에서의 하향링크 RS는 최대 4개의 안테나 포트에 대해서만 정의되어 있으므로, LTE-A 시스템에서 기지국이 4개 이상 최대 8개의 하향링크 송신 안테나를 가질 경우 이들 안테나 포트들에 대한 RS가 추가적으로 정의되어야 한다. 최대 8개의 송신 안테나 포트에 대한 RS로서, 채널 측정을 위한 RS와 데이터 복조를 위한 RS 두 가지가 모두 고려되어야 한다.

LTE-A 시스템을 설계함에 있어서 중요한 고려 사항 중 하나는 역방향 호환성(backward compatibility)이다. 역방향 호환성이란, 기존의 LTE 단말이 LTE-A 시스템에서도 올바르게 동작하도록 지원하는 것을 의미한다. RS 전송 관점에서 보았을 때, LTE 표준에서 정의되어 있는 CRS가 전 대역으로 매 서브프레임마다 전송되는 시간-주파수 영역에 최대 8개의 송신 안테나 포트에 대한 RS를 추가하는 경우, RS 오버헤드가 지나치게 커지게 된다. 따라서, 최대 8 안테나 포트에 대한 RS를 새롭게 설계함에 있어서 RS 오버헤드를 줄이는 것이 고려되어야 한다.

LTE-A 시스템에서 새롭게 도입되는 RS는 크게 2 가지로 분류할 수 있다. 그 중 하나는 전송 랭크, 변조및코딩기법(Modulation and Coding Scheme; MCS), 프리코딩행렬인덱스(Precoding Matrix Index; PMI) 등의 선택을 위한 채널 측정 목적의 RS인 채널상태정보-참조신호(Channel State Information RS; CSI-RS)이고, 다른 하나는 최대 8 개의 전송 안테나를 통해 전송되는 데이터를 복조하기 위한 목적의 RS 인 복조-참조신호(DeModulation RS; DMRS)이다.

채널 측정 목적의 CSI-RS는, 기존의 LTE 시스템에서의 CRS가 채널 측정, 핸드오버 등의 측정 등의 목적과 동시에 데이터 복조를 위해 사용되는 것과 달리, 채널 측정 위주의 목적을 위해서 설계되는 특징이 있다. 물론 CSI-RS 역시 핸드오버 등의 측정 등의 목적으로도 사용될 수도 있다. CSI-RS가 채널 상태에 대한 정보를

얻는 목적으로만 전송되므로, 기존의 LTE 시스템에서의 CRS와 달리, 매 서브프레임마다 전송되지 않아도 된다. 따라서, CSI-RS의 오버헤드를 줄이기 위하여 CSI-RS는 시간 축 상에서 간헐적으로(예를 들어, 주기적으로) 전송되도록 설계될 수 있다.

5 만약 어떤 하향링크 서브프레임 상에서 데이터가 전송되는 경우에는, 데이터 전송이 스케줄링된 단말에게 전용으로(dedicated) DMRS가 전송된다. 즉, DMRS는 단말-특정(UE-specific) RS라고 칭할 수도 있다. 특정 단말 전용의 DMRS는, 해당 단말이 스케줄링된 자원영역, 즉 해당 단말에 대한 데이터가 전송되는 시간-주파수 영역에서만 전송되도록 설계될 수 있다.

10 도 7은 LTE-A 시스템에서 정의되는 DMRS 패턴의 일례를 나타내는 도면이다. 도 7에서는 하향링크 데이터가 전송되는 하나의 자원블록 쌍(일반 CP의 경우, 시간 상으로 14개의 OFDM 심볼  $\times$  주파수 상으로 12 부반송파) 상에서 DMRS가 전송되는 자원요소의 위치를 나타낸다. DMRS는 LTE-A 시스템에서 추가적으로 정의되는 4개의 안테나 포트(안테나 포트 인덱스 7, 8, 9 및 10)에 대하여 전송될 수 있다. 서로  
15 다른 안테나 포트에 대한 DMRS는 상이한 주파수 자원(부반송파) 및/또는 상이한 시간 자원(OFDM 심볼)에 위치하는 것으로 구분될 수 있다(즉, FDM 및/또는 TDM 방식으로 다중화될 수 있다). 또한, 동일한 시간-주파수 자원 상에 위치하는 서로 다른 안테나 포트에 대한 DMRS들은 서로 직교 코드(orthogonal code)에 의해서 구분될 수 있다(즉, CDM 방식으로 다중화될 수 있다). 도 7의 예시에서 DMRS CDM  
20 그룹 1로 표시된 자원요소(RE) 들에는 안테나 포트 7 및 8에 대한 DMRS들이 위치할 수 있고, 이들은 직교 코드에 의해 다중화될 수 있다. 마찬가지로, 도 7의 예시에서 DMRS 그룹 2로 표시된 자원요소들에는 안테나 포트 9 및 10에 대한 DMRS들이 위치할 수 있고, 이들은 직교 코드에 의해 다중화될 수 있다.

기지국에서 DMRS를 전송함에 있어서, 데이터에 대해서 적용되는 프리코딩과  
25 동일한 프리코딩이 DMRS에 적용된다. 따라서, 단말에서 DMRS(또는 단말-특정 RS)를 이용하여 추정되는 채널 정보는 프리코딩된 채널 정보이다. 단말은 DMRS를 통하여 추정한 프리코딩된 채널 정보를 이용하여, 데이터 복조를 용이하게 수행할 수 있다.

그러나, 단말은 DMRS에 적용된 프리코딩 정보를 알 수 없으므로, DMRS로부터는 프리코딩되지 않은 채널 정보를 획득할 수 없다. 단말은, DMRS 이외의 별도의 참조신호, 즉, 전송한 CSI-RS를 이용하여 프리코딩되지 않은 채널 정보를 획득할 수 있다.

5           도 8은 LTE-A 시스템에서 정의되는 CSI-RS 패턴의 예시들을 나타내는 도면이다. 도 8에서는 하향링크 데이터가 전송되는 하나의 자원블록 쌍(일반 CP의 경우, 시간 상으로 14개의 OFDM 심볼 × 주파수 상으로 12 부반송파) 상에서 CSI-RS가 전송되는 자원요소의 위치를 나타낸다. 어떤 하향링크 서브프레임에서 도 8(a) 내지 8(e) 중 하나의 CSI-RS 패턴이 이용될 수 있다. CSI-RS는 LTE-A 시스템에서 추가적으로  
10 정의되는 8개의 안테나 포트(안테나 포트 인덱스 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 및 22)에 대하여 전송될 수 있다. 서로 다른 안테나 포트에 대한 CSI-RS는 상이한 주파수 자원(부반송파) 및/또는 상이한 시간 자원(OFDM 심볼)에 위치하는 것으로 구분될 수 있다(즉, FDM 및/또는 TDM 방식으로 다중화될 수 있다). 또한, 동일한 시간-주파수 자원 상에 위치하는 서로 다른 안테나 포트에 대한 CSI-RS 들은 서로 직교  
15 코드(orthogonal code)에 의해서 구분될 수 있다(즉, CDM 방식으로 다중화될 수 있다). 도 8(a)의 예시에서 CSI-RS CDM 그룹 1로 표시된 자원요소(RE) 들에는 안테나 포트 15 및 16에 대한 CSI-RS 들이 위치할 수 있고, 이들은 직교 코드에 의해 다중화될 수 있다. 도 8(a)의 예시에서 CSI-RS CDM 그룹 2로 표시된 자원요소들에는 안테나 포트 17 및 18에 대한 CSI-RS 들이 위치할 수 있고, 이들은  
20 직교 코드에 의해 다중화될 수 있다. 도 8(a)의 예시에서 CSI-RS CDM 그룹 3으로 표시된 자원요소들에는 안테나 포트 19 및 20에 대한 CSI-RS 들이 위치할 수 있고, 이들은 직교 코드에 의해 다중화될 수 있다. 도 8(a)의 예시에서 CSI-RS CDM 그룹 4로 표시된 자원요소들에는 안테나 포트 21 및 22에 대한 CSI-RS 들이 위치할 수 있고, 이들은 직교 코드에 의해 다중화될 수 있다. 도 8(a)를 기준으로 설명한  
25 동일한 원리가 도 8(b) 내지 8(e)에 적용될 수 있다.

도 6 내지 8의 RS 패턴들은 단지 예시적인 것이며, 본 발명의 다양한 실시예들을 적용함에 있어서 특정 RS 패턴에 한정되는 것이 아니다. 즉, 도 6 내지 8

과 다른 RS 패턴이 정의 및 사용되는 경우에도 본 발명의 다양한 실시예들은 동일하게 적용될 수 있다.

#### CSI-RS 설정(configuration)

전술한 바와 같이, 하향링크에서 최대 8 개의 전송 안테나를 지원하는 LTE-A  
5 시스템에서 기지국은 모든 안테나 포트에 대한 CSI-RS를 전송해야 한다. 최대 8개의 송신 안테나 포트에 대한 CSI-RS를 매 서브프레임마다 전송하는 것은 오버헤드가 너무 큰 단점이 있으므로, CSI-RS는 매 서브프레임마다 전송되지 않고 시간 축에서 간헐적으로 전송되어야 그 오버헤드를 줄일 수 있다. 이에 따라, CSI-RS는 한 서브프레임의 정수 배의 주기를 가지고 주기적으로 전송되거나, 특정 전송 패턴으로  
10 전송될 수 있다.

이 때 CSI-RS가 전송되는 주기나 패턴은 네트워크(예를 들어, 기지국)가 설정(configure) 할 수 있다. CSI-RS에 기초한 측정을 수행하기 위해서 단말은 반드시 자신이 속한 셀(또는 송신 포인트(TP))의 각각의 CSI-RS 안테나 포트에 대한 CSI-RS 설정(configuration)을 알고 있어야 한다. CSI-RS 설정에는, CSI-RS가  
15 전송되는 하향링크 서브프레임 인덱스, 전송 서브프레임 내에서 CSI-RS 자원요소(RE)의 시간-주파수 위치(예를 들어, 도 8(a) 내지 8(e)와 같은 CSI-RS 패턴), 그리고 CSI-RS 시퀀스(CSI-RS 용도로 사용되는 시퀀스로서, 슬롯 번호, 셀 ID, CP 길이 등에 기초하여 소정의 규칙에 따라 유사-랜덤(pseudo-random)하게 생성됨) 등이 포함될 수 있다. 즉, 임의의(given) 기지국에서 복수개의 CSI-RS  
20 설정(configuration)이 사용될 수 있고, 기지국은 복수개의 CSI-RS 설정 중에서 셀 내의 단말(들)에 대해 사용될 CSI-RS 설정을 알려줄 수 있다.

복수개의 CSI-RS 설정들은, 단말이 CSI-RS의 전송 전력이 0이 아닌(non-zero) 것으로 가정하는 CSI-RS 설정을 하나를 포함하거나 포함하지 않을 수 있고, 또한, 단말이 0의 전송 전력으로 가정하는 CSI-RS 설정을 하나 이상을 포함하거나  
25 포함하지 않을 수 있다.

또한, 상위 계층에 의해서 0의 전송전력의 CSI-RS 설정에 대한 파라미터(예를 들어, 16-비트 비트맵 *ZeroPowerCSI-RS* 파라미터)의 각각의 비트는 CSI-RS 설정(또는

CSI-RS 설정에 따라 CSI-RS가 할당될 수 있는 RE들)에 대응할 수 있고, 단말은 해당 파라미터에서 1로 설정되는 비트에 대응하는 CSI-RS 설정의 CSI-RS RE들에서의 전송 전력이 0인 것으로 가정할 수 있다.

또한, 각각의 안테나 포트에 대한 CSI-RS 는 구별될 필요가 있으므로, 각각의 안테나 포트에 대한 CSI-RS 가 전송되는 자원은 서로 직교(orthogonal)해야 한다. 도 8 과 관련하여 설명한 바와 같이, 각각의 안테나 포트에 대한 CSI-RS 들은 직교하는 주파수 자원, 직교하는 시간 자원 및/또는 직교하는 코드 자원을 이용하여 FDM, TDM 및/또는 CDM 방식으로 다중화될 수 있다.

CSI-RS에 관한 정보(CSI-RS 설정(configuration))를 기지국이 셀 내의 단말들에게 알려줄 때, 먼저 각 안테나 포트에 대한 CSI-RS가 매핑되는 시간-주파수에 대한 정보를 알려줘야 한다. 구체적으로, 시간에 대한 정보에는, CSI-RS가 전송되는 서브프레임 번호들, CSI-RS 가 전송되는 주기, CSI-RS가 전송되는 서브프레임 오프셋, 특정 안테나의 CSI-RS 자원요소(RE)가 전송되는 OFDM 심볼 번호 등이 포함될 수 있다. 주파수에 대한 정보에는 특정 안테나의 CSI-RS 자원요소(RE)가 전송되는 주파수 간격(spacing), 주파수 축에서의 RE의 오프셋 또는 시프트 값 등이 포함될 수 있다.

도 9 는 CSI-RS가 주기적으로 전송되는 방식의 일례를 설명하기 위한 도면이다. CSI-RS는 한 서브프레임의 정수 배의 주기(예를 들어, 5 서브프레임 주기, 10 서브프레임 주기, 20 서브프레임 주기, 40 서브프레임 주기 또는 80 서브프레임 주기를)를 가지고 주기적으로 전송될 수 있다.

도 9 에서는 하나의 무선 프레임이 10 개의 서브프레임(서브프레임 번호 0 내지 9)로 구성되는 것을 도시한다. 도 9 에서는, 예를 들어, 기지국의 CSI-RS의 전송 주기가 10ms (즉, 10 서브프레임) 이고, CSI-RS 전송 오프셋(Offset)은 3 인 경우를 도시한다. 여러 셀들의 CSI-RS가 시간 상에서 고르게 분포할 수 있도록 상기 오프셋 값은 기지국마다 각각 다른 값을 가질 수 있다. 10ms의 주기로 CSI-RS가 전송되는 경우, 오프셋 값은 0 내지 9 중 하나를 가질 수 있다. 이와 유사하게, 예를 들어 5ms의 주기로 CSI-RS가 전송되는 경우 오프셋 값은 0~4 중 하나의 값을 가질 수

있고, 20ms의 주기로 CSI-RS 가 전송되는 경우 오프셋 값은 0~19 중 하나의 값을 가질 수 있고, 40ms의 주기로 CSI-RS 가 전송되는 경우 오프셋 값은 0~39 중 하나의 값을 가질 수 있으며, 80ms의 주기로 CSI-RS 가 전송되는 경우 오프셋 값은 0~79 중 하나의 값을 가질 수 있다. 이 오프셋 값은, 소정의 주기로 CSI-RS 를 전송하는  
 5 기지국이 CSI-RS 전송을 시작하는 서브프레임의 값을 나타낸다. 기지국이 CSI-RS의 전송 주기와 오프셋 값을 알려주면, 단말은 그 값을 이용하여 해당 서브프레임 위치에서 기지국의 CSI-RS를 수신할 수 있다. 단말은 수신한 CSI-RS를 통해 채널을 측정하고 그 결과로서 CQI, PMI 및/또는 RI(Rank Indicator) 와 같은 정보를 기지국에게 보고할 수 있다. 본 문서에서 CQI, PMI 및 RI 를 구별하여 설명하는  
 10 경우를 제외하고, 이들을 통칭하여 CQI (또는 CSI) 라 칭할 수 있다. 또한, CSI-RS 에 관련된 상기 정보들은 셀-특정 정보로서, 셀 내의 단말들에게 공통으로 적용될 수 있다. 또한, CSI-RS 전송 주기 및 오프셋은 CSI-RS 설정(configuration) 별로 별도로 지정될 수 있다. 예를 들어, 후술하는 바와 같이 0의 전송 전력으로 전송되는 CSI-RS 를 나타내는 CSI-RS 설정(configuration) 및 0이 아닌(non-zero) 전송  
 15 전력으로 전송되는 CSI-RS 를 나타내는 CSI-RS 설정(configuration) 에 대해서 별도의 CSI-RS 전송 주기 및 오프셋이 설정될 수 있다.

PDSCH가 전송될 수 있는 모든 서브프레임에서 전송되는 CRS와 달리, CSI-RS는 일부 서브프레임에서만 전송되는 것으로 설정될 수 있다. 예를 들어, 상위 계층에 의해서 CSI 서브프레임 세트  $C_{CSI,0}$  및  $C_{CSI,1}$  이 설정될 수 있다. CSI 레퍼런스 자원(즉,  
 20 CSI 계산의 기준이 되는 소정의 자원 영역)은  $C_{CSI,0}$  또는  $C_{CSI,1}$  중 하나에 속할 수 있고,  $C_{CSI,0}$  및  $C_{CSI,1}$  의 모두에 동시에 속하지는 않을 수 있다. 이에 따라, CSI 서브프레임 세트  $C_{CSI,0}$  및  $C_{CSI,1}$  이 상위 계층에 의해서 설정되는 경우에, 단말은 CSI 서브프레임 세트 중 어디에도 속하지 않는 서브프레임에 존재하는 CSI 레퍼런스 자원에 대한 트리거(또는 CSI 계산에 대한 지시)를 받을 것으로 기대하지 않을 수  
 25 있다.

또한, CSI 레퍼런스 자원은 유효한 하향링크 서브프레임 상에서 설정될 수 있다. 유효한 하향링크 서브프레임은 다양한 요건을 만족하는 서브프레임으로서 설정될

수 있다. 그 요건들 중 하나는, 주기적 CSI 보고의 경우에, 단말에 대해서 CSI 서브프레임 세트가 설정된다면 주기적 CSI 보고에 연결(link)되는 CSI 서브프레임 세트에 속하는 서브프레임일 것이다.

또한, CSI 레퍼런스 자원에서, 단말은 다음과 같은 가정들을 고려하여 CQI 인덱스를 도출할 수 있다 (자세한 사항은 3GPP TS 36.213을 참조한다).

- 한 서브프레임의 처음 3 개의 OFDM 심볼들은 제어 시그널링에 의해 점유됨
  - 주 동기신호(primary synchronization signal), 부(secondary) 동기 신호 또는 물리방송채널(PBCH)에 의해 사용되는 자원요소는 없음
  - 비-MBSFN 서브프레임의 CP 길이
  - 리던던시 버전(Redundancy Version)은 0 임
  - 채널 측정을 위해 CSI-RS가 사용되는 경우, PDSCH EPRE(Energy Per Resource Element) 대 CSI-RS EPRE의 비(ratio)는 소정의 규칙에 따름
  - 전송모드 9(즉, 최대 8 레이어 전송을 지원하는 모드)에서의 CSI 보고의 경우에, 단말에 대해 PMI/RI 보고가 설정되면, DMRS 오버헤드는 가장 최근에 보고된 랭크에 일치하는 것으로 가정함(예를 들어, DMRS 오버헤드는 도 7에서 설명한 바와 같이 2개 이상의 안테나 포트(즉, 랭크 2 이하)의 경우에는 하나의 자원블록 쌍상에서의 DMRS 오버헤드가 12 RE이지만, 3개 이상의 안테나 포트(즉, 랭크 3 이상)의 경우에는 24 RE이므로, 가장 최근에 보고된 랭크 값에 대응하는 DMRS 오버헤드를 가정하여 CQI 인덱스를 계산할 수 있다.)
  - CSI-RS 및 0-전력 CSI-RS에 대해서 RE가 할당되지 않음
  - PRS(Positioning RS)에 대해서는 RE가 할당되지 않음
  - PDSCH 전송 기법은 단말에 대해 현재 설정된 전송 모드(디폴트 모드일 수 있음)에 따름
  - PDSCH EPRE 대 셀-특정 참조신호 EPRE의 비(ratio)는 소정의 규칙에 따름
- 이러한 CSI-RS 설정은, 예를 들어, RRC(Radio Resource Control) 시그널링을 이용하여 기지국이 단말에게 알려줄 수 있다. 즉, 전용(dedicated) RRC 시그널링을 사용하여 CSI-RS 설정에 대한 정보가 셀 내의 단말들 각각에게 제공될 수 있다.

예를 들어, 단말이 초기 액세스 또는 핸드오버를 통해서 기지국과 연결(connection)을 확립(establish)하는 과정에서, 기지국이 해당 단말에게 RRC 시그널링을 통해 CSI-RS 설정(configuration)을 알려 주도록 할 수 있다. 또는 기지국이 단말에게 CSI-RS 측정에 기반한 채널 상태 피드백을 요구하는 RRC 시그널링 메시지를 전송할 때에, 해당 RRC 시그널링 메시지를 통해 CSI-RS 설정(configuration)을 해당 단말에게 알려 주도록 할 수도 있다.

한편, CSI-RS가 존재하는 시간 위치, 즉, 셀-특정 서브프레임 설정 주기 및 셀-특정 서브프레임 오프셋은, 예를 들어, 다음의 표 1과 같이 정리할 수 있다.

【표 1】

CSI-RS 서브프레임 설정 $I_{CSI-RS}$	CSI-RS 주기 $T_{CSI-RS}$ (서브프레임)	CSI-RS 서브프레임 오프셋 $\Delta_{CSI-RS}$ (서브프레임)
0-4	5	$I_{CSI-RS}$
5-14	10	$I_{CSI-RS} - 5$
15-34	20	$I_{CSI-RS} - 15$
35-74	40	$I_{CSI-RS} - 35$
75-154	80	$I_{CSI-RS} - 75$

전술한 바와 같이, 파라미터  $I_{CSI-RS}$ 는 단말이 0이 아닌 전송 전력으로 가정하는 CSI-RS와 0의 전송 전력으로 가정하는 CSI-RS에 대해서 별도로(separately) 설정될 수 있다. CSI-RS를 포함하는 서브프레임은 다음의 수학식 12와 같이 표현할 수 있다 (수학식 12에서  $n_f$ 는 시스템 프레임 번호이고,  $n_s$ 는 슬롯 번호임).

15 【수학식 12】

$$(10n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - \Delta_{CSI-RS}) \bmod T_{CSI-RS} = 0$$

채널상태정보(CSI) 피드백

MIMO 방식은 개-루프(open-loop) 방식과 폐-루프(closed-loop) 방식으로 구분될 수 있다. 개-루프 MIMO 방식은 MIMO 수신단으로부터의 채널상태정보의 피드백이 없이 송신단에서 MIMO 전송을 수행하는 것을 의미한다. 폐-루프 MIMO 방식은 MIMO 수신단으로부터의 채널상태정보를 피드백 받아 송신단에서 MIMO 전송을 수행하는

것을 의미한다. 페-루프 MIMO 방식에서는 MIMO 송신 안테나의 다중화 이득(multiplexing gain)을 얻기 위해서 송신단과 수신단의 각각이 채널 상태정보를 바탕으로 빔포밍을 수행할 수 있다. 수신단(예를 들어, 단말)이 채널상태정보를 피드백할 수 있도록 송신단(예를 들어, 기지국)은 수신단(예를 들어, 단말)에게  
5 상향링크 제어 채널 또는 상향링크 공유 채널을 할당할 수 있다.

단말은 CRS 및/또는 CSI-RS를 이용하여 하향링크 채널에 대한 추정 및/또는 측정을 수행할 수 있다. 단말에 의해서 기지국으로 피드백되는 채널상태정보(CSI)는 랭크 지시자(RI), 프리코딩 행렬 인덱스(PMI) 및 채널품질지시자(CQI)를 포함할 수  
10 있다.

RI는 채널 랭크에 대한 정보이다. 채널의 랭크는 동일한 시간-주파수 자원을 통해서 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 레이어(또는 스트림)의 최대 개수를 의미한다. 랭크 값은 채널의 장기간(long term) 페이딩에 의해서 주로 결정되므로, PMI 및 CQI 에 비하여 일반적으로 더 긴 주기에 따라(즉, 덜 빈번하게) 피드백될 수  
15 있다.

PMI는 송신단으로부터의 전송에 이용되는 프리코딩 행렬에 대한 정보이며, 채널의 공간 특성을 반영하는 값이다. 프리코딩이란 전송 레이어를 송신 안테나에 매핑시키는 것을 의미하며, 프리코딩 행렬에 의해 레이어-안테나 매핑 관계가 결정될 수 있다. PMI 는 신호대잡음및간섭비(Signal-to-Interference plus Noise Ratio; SINR) 등의 측정값(metric)을 기준으로 단말이 선호하는(preferred) 기지국의  
20 프리코딩 행렬 인덱스에 해당한다. 프리코딩 정보의 피드백 오버헤드를 줄이기 위해서, 송신단과 수신단이 여러 가지 프리코딩 행렬을 포함하는 코드북을 미리 공유하고 있고, 해당 코드북에서 특정 프리코딩 행렬을 지시하는 인덱스만을 피드백하는 방식이 사용될 수 있다. 예를 들어, PMI는 가장 최근에 보고된 RI에 기초하여 결정될 수 있다.

CQI는 채널 품질 또는 채널 세기를 나타내는 정보이다. CQI는 미리 결정된 MCS 조합으로서 표현될 수 있다. 즉, 피드백되는 CQI 인덱스는 해당하는 변조기법(modulation scheme) 및 코드 레이트(code rate)를 나타낸다. CQI는 특정  
25

자원 영역(예를 들어, 유효한 서브프레임 및/또는 물리자원블록에 의해 특정되는 영역)을 CQI 레퍼런스 자원으로 설정하고, 해당 CQI 레퍼런스 자원에서 PDSCH 전송이 존재하는 것으로 가정하여, 소정의 에리확률(예를 들어, 0.1)을 넘지 않고 PDSCH가 수신될 수 있는 경우를 가정하여 계산될 수 있다. 일반적으로, CQI 는 기지국이 PMI 를 이용하여 공간 채널을 구성하는 경우에 얻을 수 있는 수신 SINR 을 반영하는 값이 된다. 예를 들어, CQI는 가장 최근에 보고된 RI 및/또는 PMI에 기초하여 계산될 수 있다.

확장된 안테나 구성을 지원하는 시스템(예를 들어, LTE-A 시스템)에서는 다중사용자-MIMO (MU-MIMO) 방식을 이용하여 추가적인 다중사용자 다이버시티를 획득하는 것을 고려하고 있다. MU-MIMO 방식에서는 안테나 영역(domain)에서 다중화되는 단말들 간의 간섭 채널이 존재하므로, 다중사용자 중 하나의 단말이 피드백하는 채널상태정보를 기지국에서 이용하여 하향링크 전송을 수행하는 경우에 다른 단말에 대해서 간섭이 발생하지 않도록 하는 것이 필요하다. 따라서, MU-MIMO 동작이 올바르게 수행되기 위해서는 단일사용자-MIMO (SU-MIMO) 방식에 비하여 보다 높은 정확도의 채널상태정보가 피드백되어야 한다.

이와 같이 보다 정확한 채널상태정보를 측정 및 보고할 수 있도록, 기존의 RI, PMI 및 CQI 로 구성되는 CSI 를 개선한 새로운 CSI 피드백 방안이 적용될 수 있다. 예를 들어, 수신단이 피드백하는 프리코딩 정보가 2 개의 PMI(예를 들어,  $i_1$  및  $i_2$ )의 조합에 의해서 지시될 수 있다. 이에 따라 보다 정교한 PMI가 피드백될 수 있으며, 이러한 정교한 PMI에 기초하여 보다 정교한 CQI가 계산 및 보고될 수 있다.

한편, CSI는 주기적으로 PUCCH를 통하여 전송되거나, 비주기적으로 PUSCH를 통하여 전송될 수 있다. 또한, RI, 제 1 PMI(예를 들어,  $W_1$ ), 제 2 PMI(예를 들어,  $W_2$ ), CQI 중에서 어느 것이 피드백되는지와, 피드백되는 PMI 및/또는 CQI가 광대역(WB)에 대한 것인지 또는 서브대역(SB)에 대한 것인지에 따라, 다양한 보고 모드가 정의될 수 있다.

#### 상향링크 DCI 포맷

PDCCH 를 통해서 전송되는 제어정보는, 하향링크제어정보(Downlink Control

Information; DCI) 포맷에 따라서 제어정보의 크기와 용도가 다르며, 부호화율(coding rate)에 따라 PDCCH 의 크기가 달라질 수 있다. 예를 들어, 기존의 3GPP LTE 릴리즈-8/9 에서 사용되는 DCI 포맷들은 아래의 표 2와 같이 정의될 수 있다.

5 【표 2】

DCI 포맷	설명
0	PUSCH 스케줄링
1	PDSCH 스케줄링 (하나의 코드워드)
1A	컴팩트 PDSCH 스케줄링 (하나의 코드워드)
1B	페-루프 단일-랭크 전송
1C	페이징, 임의접속응답 및 동적 BCCH(Broadcast Control Channel)
1D	MU-MIMO
2	랭크-적응적 페-루프 공간 다중화 모드 스케줄링
2A	랭크-적응적 개-루프 공간 다중화 모드 스케줄링
3	PUCCH 및 PUSCH에 대한 전송전력제어 명령 (2-비트 전력 조정)
3A	PUCCH 및 PUSCH에 대한 전송전력제어 명령 (1-비트 전력 조정)

이 중에서 상향링크 스케줄링에 관련된 DCI 포맷 0에는, DCI 포맷 0과 포맷 1A를 구분하는 플래그 필드, PUSCH 주파수 호핑이 적용되는지 여부를 나타내는 필드, 자원블록 할당 정보 필드, MCS 및 리턴던시버전(RV) 필드, 신규데이터지시자(NDI) 필드, PUSCH에 대한 전송전력제어명령 필드, 상향링크 복조참조신호(DMRS)에 적용되는 순환 시프트 필드, TDD의 경우의 상향링크 인덱스 필드, TDD의 경우의 하향링크 할당 인덱스 필드, 및 CQI 요청 필드가 포함될 수 있다.

한편, 상기 표 2의 DCI 포맷에 추가적으로, 상향링크 MIMO 전송을 지원하기 위해서 DCI 포맷 4가 정의될 수 있다. DCI 포맷 4에는, 반송파 지시자 필드, 자원블록 할당 정보 필드, PUSCH에 대한 전송전력제어명령 필드, 상향링크 DMRS에 적용되는 순환 시프트 및 직교커버코드 인덱스 필드, TDD의 경우의 상향링크 인덱스 필드, TDD의 경우의 하향링크 할당 인덱스 필드, CSI 요청 필드, SRS 요청 필드, 다중-클러스터 플래그 필드, 각각의 전송 블록에 대한 MCS/RV/NDI 필드, 및 프리코딩 정보 및 레이어 개수 필드가 포함될 수 있다.

20 전술한 DCI 포맷 0 및 4를 상향링크 DCI 포맷이라고 칭할 수 있으며, 상향링크

DCI 포맷에는 CSI(또는 CQI) 요청 필드가 포함될 수 있다. CSI 요청 필드는 1 또는 2 비트의 크기를 가지고, 비주기적 CSI 보고를 트리거링하는 제어 정보이다 (2 비트 크기의 필드는 1 개 초과인 하향링크 셀(즉, 하향링크 반송파)이 설정되는 단말에 대해서만 적용됨). 2 비트의 CSI 요청 필드는 다음의 표 3과 같이 정의될 수 있다.

5    **【표 3】**

CSI 요청 필드의 값	설명
'00'	비주기적 CSI 보고가 트리거링되지 않음
'01'	서빙 셀 $c$ 에 대한 비주기적 CSI 보고가 트리거링됨
'10'	상위 계층에 의해서 설정된 제 1 세트의 서빙 셀들에 대한 비주기적 CSI 보고가 트리거링됨
'11'	상위 계층에 의해서 설정된 제 2 세트의 서빙 셀들에 대한 비주기적 CSI 보고가 트리거링됨

다중 안테나 시스템에서 CSI 보고 방안

일반적인 다중 안테나 시스템은, 하나의 기지국이 배치된 위치에 복수개의 물리적인 안테나가 위치하는 경우를 가정할 수 있다. 다중 안테나 시스템의 발전된  
 10 형태로서, 복수개의 물리적인 안테나의 지리적인 위치가 분산되어 있는 시스템을 고려할 수 있다. 이러한 발전된 형태의 다중 안테나 시스템은, 분산 안테나 시스템(Distributed Antenna System) 또는 CoMP 시스템의 일례를 포함할 수 있으며, 이하에서는 불균일(non-uniform) 네트워크라고 통칭한다. 본 발명에서는, 기존의 다중 안테나 시스템 및 불균일 네트워크에 적용될 수 있는 채널상태정보(CSI)  
 15 피드백 방안에 대하여 제안한다.

도 10은 본 발명이 적용될 수 있는 불균일 네트워크의 일례를 나타내는 도면이다. 도 10에서 도시하는 바와 같이, 하나의 매크로 노드(또는 매크로 기지국)는 복수개의 원격 송수신단(Remote Radio Head; RRH)을 포함할 수 있다. 하나의 RRH의 하나 또는 복수개의 물리적인 안테나는, 하나의 매크로 노드의  
 20 복수개의 물리적인 안테나의 일부에 해당할 수 있다. 또한, 이러한 복수개의 RRH는 지리적으로 분산 배치될 수 있으며, 공통된 소스(source)에 광섬유(fiber-optic) 케이블 등의 유선 매체를 통해 연결될 수 있다. 따라서, RRH를 통한 서빙을 위한

RRH간의 송수신의 지연은, RRH를 통한 무선 송수신에 영향을 미치지 않을 정도로 적을 수 있다. 따라서, 복수개의 RRH는 하나의 매크로 노드로서 기능할 수 있다.

또한, 도 10에서 도시하는 바와 같이 RRH(또는 매크로 노드의 물리적 안테나)의 일부는 높은 전력의 전송(즉, 넓은 커버리지)을 지원하고 매크로 셀의 중심에 배치되며, 다른 일부는 낮은 전력의 전송(즉, 좁은 커버리지)을 지원하고 매크로 셀의 중심을 벗어나서 배치될 수 있다. 이와 같이 지리적으로 분산된 안테나를 구비하는 불균일 네트워크에 의해서 빔포밍에 기반한 다중-사용자 분리가 지원될 수 있다. 예를 들어, 도 10의 예시에서 저전력 RRH들이 서로 충분히 떨어져 배치됨으로써 상호 간섭이 없거나 무시할 수 있을 정도라면, 동일한 시간/주파수 자원이 상이한 단말들을 위해서 할당될 수 있다. 예를 들어, 복수개의 RRH가 협력하여 하나의 단말을 서빙할 수도 있고(CoMP JT와 유사), 또는 가장 적절한 하나의 RRH가 선택되어 하나의 단말을 서빙할 수도 있다(CoMP DCS와 유사). 이러한 RRH 기반 MU-MIMO 동작은, 전체 시스템 관점에서 저전력으로 보다 많은 사용자를 서빙할 수 있다는 점에서 유리하다.

이러한 불균일 네트워크에서 어떤 RRH(들)를 통하여 단말을 서빙해야 할지에 대한 결정은, 해당 단말에서 측정된 각각의 RRH에 대한 채널 상태에 기반할 수 있다. 만약, 어떤 단말에 대한 채널 상태가 좋지 않은 RRH를 통해서 해당 단말을 서빙하도록 동작하는 경우에는, 불균일 네트워크 동작이 기존의 매크로 셀 동작에 비하여 오히려 낮은 시스템 성능을 제공할 수도 있다. 따라서, 불균일 네트워크 동작을 올바르게 지원하기 위해서는, 각각의 RRH에 대한 채널상태정보를 올바르게 효율적으로 피드백하는 것이 요구된다.

도 10에서는 복수개의 RRH로 구성되는 불균일 네트워크를 예시적으로 설명하였지만, 이와 유사하게 복수개의 송신 포인트(TP)로 구성되는 네트워크에도 전술한 사항이 동일하게 적용될 수 있다. 예를 들어, CoMP 동작에 참여하는 복수개의 셀의 각각이 TP에 해당할 수 있고, 원활한 CoMP 동작을 위해서는 각각의 TP에 대한 채널상태정보가 올바르게 효율적으로 피드백되는 것이 요구된다.

이와 같이 본 발명은 다양한 다중 안테나 시스템에 대해서 적용될 수 있으며,

복수개의 TP를 포함하는 다중 안테나 네트워크를 가정하여 본 발명에 대해서 설명한다. 구체적으로, 복수개의 TP를 포함하는 다중 안테나 네트워크에서, 하나의 TP는 하나 이상의 안테나 포트에 해당할 수 있으며, 또한, 복수개의 TP는 하나의 셀에 속하거나 또는 별도의 셀에 속할 수도 있다. 예를 들어, 복수개의 TP가 동일한 셀 ID를 가질 수도 있고(예를 들어, 복수개의 RRH로 구성된 불균일 네트워크의 경우, 또는 복수개의 TP가 하나의 셀의 복수개의 안테나 포트에 해당하는 경우), 또는 복수개의 TP가 별도의 셀 ID를 가질 수도 있다(예를 들어, 복수개의 TP(또는 셀)이 협력하여 CoMP 동작을 수행하는 경우). 이러한 적용예들을 아우르는 의미로서, 이하에서는 간략하게 다중 안테나 시스템(또는 다중 안테나 네트워크)이라고 표현한다.

이하에서는, 다중 안테나 시스템에서 복수개의 안테나에 대한 채널상태정보(CSI) 피드백 방안 및 채널 측정을 위한 참조신호(RS)를 지원하는 본 발명의 구체적인 예시들에 대하여 설명한다.

#### 다중 안테나 시스템에서의 CSI 피드백

하향링크 채널 측정은 하향링크 데이터 전송(또는 PDSCH 전송)을 가정하여 수행될 수 있는데, PDSCH가 하나의 TP로부터 전송되는 것인지 또는 복수개의 TP들의 협력에 의해서 전송되는 것인지에 대한 가정에 따라 CSI 피드백의 동작이 상이하게 정의될 수 있다.

제 1 방안으로서, 단말에게 설정된(UE-configured) 모든 TP(들)가 PDSCH 전송에 이용되는 것을 가정하여 CSI 피드백을 하는 경우에 대하여 설명한다. 예를 들어, CoMP JT와 유사하게 하나 이상의 TP가 협력하여 단말에게 PDSCH 전송을 수행하는 경우의 CSI 피드백 방안으로 이해될 수 있다.

이 경우, 기존의 LTE 릴리즈-10에서 정의하는 바와 같이, 단말에게는 '하나의 0이 아닌 전력의(non-zero power) CSI-RS 설정(configuration)' 또는 '하나 이상의 0의 전력의(zero power) CSI-RS 설정' 중 하나 이상이 주어질 수 있다. CSI-RS 설정이란, CSI-RS가 전송되는 타이밍(즉, 주기 및 오프셋), CSI-RS가 배치되는 RE 패턴(예를 들어, 도 8(a) 내지 8(e) 중 어느 하나) 또는 CSI-RS의 RS 시퀀스 중 하나

이상에 의해서 구분될 수 있다. 예를 들어, 2 개의 CSI-RS 설정에 있어서 CSI-RS의 전송 타이밍 및 시퀀스가 동일하더라도, CSI-RS가 자원블록 쌍 상에서 상이한 위치에 매핑되는 경우에는 상이한 CSI-RS 설정이라고 할 수 있다. 단말은 자신에게 주어진 CSI-RS 설정에 따른 CSI-RS를 수신하고 이에 기초하여 채널 측정을 수행하고 그 결과(즉, CSI)를 기지국에게 피드백할 수 있다.

하나 이상의 TP가 협력하여 PDSCH 전송을 수행하는 것으로 가정하는 경우에, 각각의 TP는 안테나 포트 세트(즉, 하나 이상의 안테나 포트)에 대응될 수 있다. 즉, 단말에서는 TP가 안테나 포트 세트로 인식될 수 있다. 또한, 단말은 자신에 대해서 협력 전송을 수행하는 TP(또는 안테나 포트 세트)가 무엇인지 또는 몇 개인지는 인지하지 않고, 구분되는 CSI-RS 설정에 기초하여 CSI 피드백을 수행하는 것으로 동작할 수 있다. 즉, CSI 피드백의 관점에서, TP의 존재는 단말에게 트랜스퍼런트(transparent)하고, 단말에게 설정되는 안테나 포트(또는 안테나 포트 세트) 및 구분되는 CSI-RS 설정이 의미를 가질 수 있다.

한편, TP 선택의 이득을 얻기 위해서, 안테나 선택에 기반한 코드북 구조를 이용할 수 있다. 그러나, 기존의 무선 통신 시스템에서는 하향링크 전송에 대한 전체 안테나 포트 개수의 제한이 존재한다. 예를 들어, 3GPP LTE 릴리즈-10 시스템에서 하향링크 전송의 안테나 포트 개수는 1, 2, 4 또는 8개로 제한되고, 새로운 하향링크 MIMO 전송 기법이 정의되지 않는 한 3, 5, 6 또는 7개의 안테나 포트를 통한 하향링크 전송은 지원될 수 없다. 이러한 제한으로 인해, 복수개의 TP가 협력 전송을 수행하는 경우에 공간 자원(즉, 안테나 포트)이 충분히 이용될 수 없다. 예를 들어, 단말이 2 개의 TP 사이에 위치하고, 제 1 TP는 4개의 안테나 포트를 가지고, 제 2 TP는 2개의 안테나 포트를 가지는 경우를 가정할 수 있다. 이 경우, 하향링크 전송에 이용될 수 있는 최대 안테나 포트 개수는 6개이지만, 6 안테나 포트를 이용한 MIMO 전송이 정의되지 않는 한, 기지국은 단말에 대해서 1, 2 또는 4 개의 안테나 포트만을 설정할 수 있다.

위와 같이 단말에게 설정된 모든 TP(또는 모든 TP에 대응하는 CSI-RS 설정)에 한 CSI 피드백을 수행하는 경우, 단말에게 협력 전송을 수행하는 TP의 개수가

증가한다면 CSI 피드백을 수행해야 하는 안테나 포트 세트의 개수 또는 CSI-RS 설정의 개수가 증가하게 되고, 이에 따라 단말의 CSI 피드백 오버헤드도 증가하게 된다. 이하에서는 CSI 피드백 오버헤드를 줄이는 방안에 대하여 설명한다.

제 2 방안으로서, 단말에게 설정된(UE-configured) 하나 이상의 TP 중에서 단말이 선택한(UE-selected) 하나 이상의 TP(즉, TP 서브셋)이 PDSCH 전송에 이용된다는 가정하에 CSI 피드백을 수행할 수 있다. 이 경우, 단말이 어떤 TP를 선택하는지에 대한 지시자가 추가적으로 피드백되어야 하지만, 단말에게 설정된 TP 중의 일부에 대해서만 CSI 피드백이 수행되므로, 피드백 오버헤드는 제 1 방안에 비하여 감소될 수 있다. 여기서, TP 선택에 대한 지시자는, 안테나 포트 세트 선택에 대한 지시자 또는 CSI-RS 설정 선택에 대한 지시자를 의미할 수 있다.

또는, 제 3 방안으로서, 단말에게 설정된(UE-configured) 하나 이상의 TP 중에서 하나의 TP 서브셋이 PDSCH 전송에 이용된다는 가정하에 CSI 피드백을 수행할 수 있다. 이는, 복수개의 TP 중에서 하나의 TP 서브셋이 PDSCH 전송을 수행한다는 것은 CoMP DCS 동작과 유사한 것으로 이해될 수 있다. 이 경우, 기지국은 단말에게 PDSCH 전송을 수행하는 TP(또는 TP 서브셋)을 동적으로 할당 또는 전환(switch)할 수 있다.

복수개의 TP가 단말에게 반-정적으로 할당될 수 있고, 단말은 반-정적으로 할당된 복수개의 TP(또는 복수개의 안테나 세트 또는 복수개의 CSI-RS 설정)에 대한 CSI를 보고할 수 있다. 단말에 의해 보고된 CSI에 기초하여, 기지국은 소정의 시간 구간(예를 들어, 하나의 서브프레임)마다 PDSCH를 전송할 TP(또는 TP 세트)를 변경할 수 있다. 단말의 입장에서는 PDSCH를 수신함에 있어서, 어떤 TP(또는 안테나 포트 세트)로부터 PDSCH가 전송되는 것인지를 알 필요 없이, 프리코딩된 DMRS에 기초하여 PDSCH를 복조할 수 있다. 따라서, 동적 TP 스위칭이 가능하다.

이 경우에 기지국은 한번 보고받은 복수개의 TP에 대한 CSI에 기초하여 (즉, 추가적인 CSI 없이) 보다 유연하게 TP 스위칭을 수행할 수 있다. 이러한 제 3 방안은 전술한 방안들에 비하여 단말에 의하여 보고되는 CSI 피드백의 정보량은 크지만, 피드백 빈도가 낮기 때문에 결과적으로 피드백 오버헤드를 낮출 수 있다.

### 측정 대상 지정

CSI-RS를 이용한 채널 측정을 위해서, 기지국은 단말에게 측정을 위해 사용되는 CSI-RS를 단말-특정 시그널링을 통해 지정해 줄 수 있다. 즉, 기지국은, 단말에 의한 채널 측정이, 어떤 안테나 포트 세트(즉, 하나 이상의 안테나 포트)에 대한  
5 CSI-RS에 기초하여 수행될지를 지정할 수도 있고, 또는 어떤 CSI-RS 설정 세트(즉, 하나 이상의 CSI-RS 설정)에 따른 CSI-RS에 기초하여 수행될지를 지정할 수도 있다. 여기서, CSI-RS 설정은 0이 아닌 전력의 CSI-RS 설정 및/또는 0의 전력의 CSI-RS 설정일 수 있다.

예를 들어, 상위 계층에 의해서(예를 들어, 상위 계층 시그널링(예를 들어, RRC  
10 시그널링)을 통해서) 단말에게 하나 이상의 CSI-RS 안테나 포트 세트(또는 CSI-RS 설정 세트)가 설정 또는 지정될 수 있다. 이를 기본 CSI-RS 안테나 포트 세트 또는 기본 CSI-RS 설정 세트라고 칭할 수 있다.

단말은 RRC 시그널링을 통해 지정된 기본 안테나 포트 세트(또는 기본 CSI-RS  
15 설정 세트) 중에서 일부 또는 전부에 대응하는 CSI-RS에 기초하여 채널 측정을 수행하고 CSI를 피드백할 수 있다. 또는, 단말은 RRC 시그널링을 통해 지정된 기본 안테나 포트 세트(또는 기본 CSI-RS 설정 세트)와 다른 안테나 포트 세트(또는 CSI-RS 설정 세트)에 대응하는 CSI-RS에 기초하여 채널을 측정하고 CSI를 피드백할 수도 있다.

전술한 기본 안테나 포트 세트(또는 기본 CSI-RS 설정 세트)와 별도로,  
20 기지국은 단말의 측정을 위한 안테나 포트 세트(또는 CSI-RS 설정 세트)를 동적으로(dynamically) 지정할 수 있다. 이를 위하여, 기지국은 하향링크 제어 채널을 통해서 측정을 위한 안테나 포트 세트(또는 CSI-RS 설정 세트)를 지정하기 위한 제어 정보를 전송할 수 있다. 예를 들어, 이러한 제어 정보는 PDCCH를 통하여  
25 포함되어 PDSCH를 통해서 전송될 수도 있다.

제 1 예시로서, 상향링크 DCI 포맷(즉, DCI 포맷 0 또는 4)에 포함된 1 또는 2 비트 크기의 'CSI 요청 필드'를, 측정을 위한 안테나 포트 세트(또는 CSI-RS 설정

세트)를 지정하는 지시 비트로 이용할 수 있다. 2 비트의 CSI 요청 필드를 이용하는 경우, 4 개의 서로 다른 안테나 포트 세트(또는 CSI-RS 설정 세트)가 지시될 수 있다.

구체적인 예시로서, 상위 계층에 의해(예를 들어, RRC 시그널링을 통해) 단말에게 기본 CSI-RS 안테나 포트 세트로서 안테나 포트 A0 내지 A7이 할당될 수 있다. 이 경우, 단말이 어떤 안테나 포트에 대한 CSI-RS에 기초하여 채널 측정을 수행할 것인지는, 측정 대상 지시 정보(예를 들어, 상향링크 DCI 포맷에 포함된 CSI 요청 필드)의 값에 기초하여 결정될 수 있다. 이 때, CSI 요청 필드의 값과 안테나 포트 A0 내지 A7 간의 매핑 관계는 상기 RRC 시그널링 또는 별도의 RRC 시그널링에 의해 미리 정하여질 수 있다. 즉, 단말은 자신에게 할당된 기본 안테나 포트에 대한 정보, 상기 기본 안테나 포트와 CSI 요청 필드의 값 간의 매핑 관계에 기초하여, CSI 요청 필드를 수신한 경우 어떤 안테나 포트(또는 안테나 포트 세트)에 대응하는 CSI-RS에 기초하여 채널 측정을 수행할지를 결정할 수 있다. 단말에 대해서 RRC 시그널링에 의해 기본 안테나 포트로서 A0 내지 A7이 할당되는 경우, 상기 기본 안테나 포트와 측정 대상 지시 정보(예를 들어, CSI 요청 필드)의 값 간의 매핑 관계는 예시적으로 다음의 표 4와 같이 주어질 수 있다.

【표 4】

매핑 타입	측정 대상 지시 정보	측정 대상 안테나 포트
1	00	A0
	01	A1
	10	A2
	11	A3
2	00	A4
	01	A5
	10	A6
	11	A7
3	00	A0 및 A1
	01	A2 및 A3
	10	A4 및 A5
	11	A6 및 A7
4	00	A0 및 A1
	01	A2 및 A3

	10	A0, A1, A2 및 A3
	11	A4, A5, A6 및 A7

측정 대상 지시 정보(예를 들어, CSI 요청 필드)의 값과 측정 대상 안테나 포트의 매핑 관계는 상기 표 4의 예시에 제한되지 않고, 다양한 방식으로 정의될 수 있다. 또한, 상기 표 4는, 전술한 바와 같이 측정 대상 지시 정보가 기본 안테나 포트 중의 일부 또는 전부를 지시하는 경우에 대한 예시로서 이해될 수도 있지만, 기본 안테나 포트와 무관하게 (즉, 독립적으로) 측정 대상 지시 정보가 매핑되는 측정 대상 안테나 포트에 대한 예시로서도 이해될 수 있다.

또한, 전술한 측정 대상 안테나 포트에 대한 본 발명의 예시는, 측정 대상 CSI-RS 설정에 대한 예시로서 동일하게 이해될 수 있다. 예를 들어, 단말에 대해서 CSI-RS 설정 C1, C2, C3 및 C4 가 RRC 시그널링에 의해서 할당되는 경우, 할당된 CSI-RS 설정과 DCI 포맷의 CSI 요청 비트 간의 매핑 관계에 대한 정보가 RRC 시그널링에 의해 주어질 수 있으며, 단말은 C1, C2, C3 및 C4 중에서 어떤 CSI-RS 설정에 대응하는 CSI-RS에 기초하여 채널 측정을 수행할지를 CSI 요청 비트의 값으로부터 결정할 수 있다.

또한, 전술한 예시에서는 측정 대상이 되는 안테나 포트 세트(또는 CSI-RS 설정 세트)의 지시 정보가 DCI 포맷의 CSI 요청 필드인 것을 예시적으로 설명하였지만, DCI 포맷의 다른 필드가 이용될 수도 있다. 여기서, 측정 대상 지시 정보의 크기는 반드시 2 비트 이하로 한정될 필요는 없고, 임의의 비트 크기로 지정될 수 있다. 경우에 따라서는 3 비트 크기로 정의될 수도 있다. 이 경우, DCI 포맷의 특정 필드를 상기 지시 정보로 재사용하거나, DCI 포맷의 특정 필드의 값과 상기 지시 정보의 값을 묵시적으로 매핑하는 등의 규칙이 정의될 수도 있다. 또는, 기존의 DCI 포맷에 상기 지시 정보가 추가된 형태의 새로운 DCI 포맷이 정의될 수도 있다.

상기 예시에 있어서, 측정 대상 지시 정보(예를 들어, CSI 요청 비트)가 수신되지 않은 경우 또는 측정 대상 지시 정보가 유효하지 않은 경우에는, 상위 계층에 의해서 설정된 기본 측정 대상(예를 들어, 기본 안테나 포트 세트 또는 기본 CSI-RS 설정 세트)에 대해서 채널 측정이 수행되고, 이에 따라 결정된 CSI가

피드백될 수도 있다.

제 2 예시로서, CSI가 피드백되는 채널의 종류에 따라서 어떤 안테나 포트 세트(또는 CSI-RS 설정 세트)에 대한 CSI가 피드백되는지가 결정될 수 있다. 예를 들어, PUCCH를 통해서 보고되는 CSI의 경우에는, 기지국이 RRC 시그널링을 통해  
5 설정한 안테나 포트 세트(또는 CSI-RS 설정 세트)에 대응하는 CSI-RS에 기초하여 채널을 측정하고 CSI를 피드백할 수 있다. 한편, PUSCH를 통해서 보고되는 CSI의 경우에는, 상기 지시 비트(예를 들어, PDCCH DCI 포맷 4의 CSI 요청 필드)가 없는 경우에는 기지국이 RRC 시그널링을 통해 설정한 안테나 포트 세트(또는 CSI-RS 설정  
10 세트)에 대응하는 CSI-RS에 기초하여 채널을 측정하고, 상기 지시 비트가 주어지는 경우에는 해당 지시 비트에 의해서 지시되는 안테나 포트 세트(또는 CSI-RS 설정 세트)에 대응하는 CSI-RS에 기초하여 채널을 측정하여 CSI를 피드백할 수 있다.

도 11은 본 발명의 일례에 따른 CSI 피드백 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

단계 S1110에서 단말에 대해서 기본 채널 측정 대상이 설정될 수 있다. 예를 들어, 상위 계층에 의해서(예를 들어, RRC 시그널링을 통해서) 단말에 대해서 기본  
15 채널 측정 대상이 설정될 수 있다. 여기서, 채널 측정 대상은, TP 세트(즉, 하나 또는 복수개의 TP), 안테나 포트 세트(즉, 하나 또는 복수개의 안테나 포트), 및/또는 CSI-RS 설정 세트(즉, 하나 또는 복수개의 CSI-RS 설정)에 해당할 수 있다. 다시 말하자면, 채널 측정 대상의 할당 단위는 TP 세트의 단위, 안테나 포트 세트의 단위, 및/또는 CSI-RS 설정 세트의 단위로 주어질 수 있다.

20 단계 S1120에서 단말이 기지국으로부터 채널 측정 대상 지시 정보(예를 들어, CSI 요청 비트가 이용될 수 있음)를 수신하는지 여부에 채널 측정 대상의 결정 동작이 상이하게 수행될 수 있음을 나타낸다. 여기서, 채널 측정 대상 지시 정보는, 상기 단계 S1110에서 설정된 기본 채널 측정 대상 중 일부 또는 전부를 지시할 수 있다. 또는, 상기 채널 측정 대상 지시 정보는, 상기 단계 S1110에서 설정된 기본  
25 채널 측정 대상과 무관하게 단말이 채널 측정을 수행해야 하는 대상(즉, 기본 채널 측정 대상에 해당하거나, 해당하지 않거나, 또는 일부는 기본 채널 측정 대상에 해당하지만 나머지 일부는 해당하지 않을 수도 있음)을 지시할 수도 있다.

단계 S1120에서 단말이 채널 측정 대상 지시 정보를 수신한 경우에 단계 S1130이 수행될 수 있다. 여기에서는, 단계 S1125가 생략되고 단계 S1130으로 진행되는 예시(즉, CSI가 전송되는 채널의 종류는 고려하지 않는 예시)에 대하여 먼저 설명한다. 단계 S1130에서 단말은 채널 측정 대상 지시 정보에 의해서  
5 지시되는 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-RS를 이용하여 채널 측정을 수행할 수 있다. 또한, 단말은 측정된 채널 상태에 기초하여 CSI(RI/PMI/CQI 등)를 결정할 수 있다.

여기서, 단계 S1120에서 채널 측정 대상 지시 정보가 수신된 경우에, 단계 S1125에서 나타내는 바와 같이 CSI가 전송될 채널의 종류에 대한 판정이  
10 추가적으로 수행될 수 있다. CSI 피드백 채널이 PUSCH인 경우에 (즉, 비주기적 CSI 보고의 경우에) 전송한 단계 S1130이 수행될 수 있다. CSI 피드백 채널이 PUCCH인 경우에는 (즉, 주기적 CSI 보고의 경우에는) 후술하는 단계 S1140이 수행될 수 있다.

한편, 단계 S1120에서 단말이 채널 측정 대상 지시 정보를 수신하지 않은 경우에 단계 S1140이 수행될 수 있다. 이 경우에는 CSI 피드백 채널의 종류에  
15 무관하게 (즉, 단계 S1125과 같은 판정 동작 없이) 단계 S1140이 수행될 수 있다. 단계 S1140에서 단말은 상기 단계 S1110에서 설정된 기본 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-RS를 이용하여 채널 측정을 수행할 수 있다. 또한, 단말은 측정된 채널 상태에 기초하여 CSI(RI/PMI/CQI 등)를 결정할 수 있다.

단계 S1150에서 단말은 결정된 CSI를 기지국으로 전송할 수 있다.

20 도 11 과 관련하여 설명한 본 발명의 CSI 피드백 방법에 있어서, 전송한 본 발명의 다양한 실시예에서 설명한 사항들이 독립적으로 적용되거나 또는 2 이상의 실시예가 동시에 적용될 수 있으며, 중복되는 내용은 명확성을 위하여 설명을 생략한다.

도 12는 본 발명에 따른 기지국 장치(1210) 및 단말 장치(1220)에 대한  
25 바람직한 실시예의 구성을 도시한 도면이다.

도 12를 참조하여 본 발명에 따른 기지국 장치(1210)는, 수신모듈(1211), 전송모듈(1212), 프로세서(1213), 메모리(1214) 및 복수개의 안테나(1215)를 포함할

수 있다. 복수개의 안테나(1215)는 MIMO 송수신을 지원하는 기지국 장치를 의미한다. 수신모듈(1211)은 단말로부터의 상향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 수신할 수 있다. 전송모듈(1212)은 단말로의 하향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 전송할 수 있다. 프로세서(1213)는 기지국 장치(1210) 전반의 동작을 제어할 수  
5 있다.

본 발명의 일 실시예에 따른 기지국 장치(1210)는 채널상태정보를 수신하도록 구성될 수 있다. 기지국 장치(1210)의 프로세서(1213)는, 전송 모듈(1212)을 통하여, 단말(1220)에게 기본 채널 측정 대상에 대한 설정 정보를 전송하도록 구성될 수 있다. 또한, 프로세서(1213)는, 전송 모듈(1212)을 통하여, 단말(1220)에게 채널  
10 측정 대상 지시 정보를 전송하도록 구성될 수 있다. 또한, 프로세서(1213)는, 수신 모듈(1211)을 통하여, CSI를 단말(1220)로부터 수신하도록 구성될 수 있다. 여기서, CSI는 단말(1220)에 의해서 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-RS를 이용하여 측정된 채널 상태에 기초하여 결정될 수 있다.

기지국 장치(1210)의 프로세서(1213)는 그 외에도 기지국 장치(1210)가 수신한  
15 정보, 외부로 전송할 정보 등을 연산 처리하는 기능을 수행하며, 메모리(1214)는 연산 처리된 정보 등을 소정시간 동안 저장할 수 있으며, 버퍼(미도시) 등의 구성요소로 대체될 수 있다.

도 12를 참조하여 본 발명에 따른 단말 장치(1220)는, 수신모듈(1221), 전송모듈(1222), 프로세서(1223), 메모리(1224) 및 복수개의 안테나(1225)를 포함할  
20 수 있다. 복수개의 안테나(1225)는 MIMO 송수신을 지원하는 단말 장치를 의미한다. 수신모듈(1221)은 기지국으로부터의 하향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 수신할 수 있다. 전송모듈(1222)은 기지국으로의 상향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 전송할 수 있다. 프로세서(1223)는 단말 장치(1220) 전반의 동작을 제어할 수 있다.

본 발명의 일 실시예에 따른 단말 장치(1220)는 채널상태정보를 전송하도록  
25 구성될 수 있다. 단말 장치(1220)의 프로세서(1223)는, 수신 모듈(1221)을 통하여, 기지국(1210)으로부터 기본 채널 측정 대상에 대한 설정 정보를 수신하도록 구성될

수 있다. 또한, 프로세서(1223)는, 수신 모듈(1221)을 통하여, 기지국(1210)으로부터 채널 측정 대상 지시 정보를 수신하도록 구성될 수 있다. 또한, 프로세서(1223)는, 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-RS를 이용하여 채널 측정을 수행하도록 구성될 수 있다. 또한, 프로세서(1223)는, 전송 모듈(1222)을 통하여, 기지국(1210)으로 CSI를  
5 전송하도록 구성될 수 있다.

단말 장치(1220)의 프로세서(1223)는 그 외에도 단말 장치(1220)가 수신한 정보, 외부로 전송할 정보 등을 연산 처리하는 기능을 수행하며, 메모리(1224)는 연산 처리된 정보 등을 소정시간 동안 저장할 수 있으며, 버퍼(미도시) 등의 구성요소로 대체될 수 있다.

10 위와 같은 기지국 장치 및 단말 장치의 구체적인 구성은, 전술한 본 발명의 다양한 실시예에서 설명한 사항들이 독립적으로 적용되거나 또는 2 이상의 실시예가 동시에 적용되도록 구현될 수 있으며, 중복되는 내용은 명확성을 위하여 설명을 생략한다.

또한, 도 12에 대한 설명에 있어서 기지국 장치(1210)에 대한 설명은 하향링크  
15 전송 주체 또는 상향링크 수신 주체로서의 중계기 장치에 대해서도 동일하게 적용될 수 있고, 단말 장치(1220)에 대한 설명은 하향링크 수신 주체 또는 상향링크 전송 주체로서의 중계기 장치에 대해서도 동일하게 적용될 수 있다.

상술한 본 발명의 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합  
20 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, 컨트롤러, 마이크로  
25 컨트롤러, 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. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

상술한 바와 같이 개시된 본 발명의 바람직한 실시예들에 대한 상세한 설명은 당업자가 본 발명을 구현하고 실시할 수 있도록 제공되었다. 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 본 발명의 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 당업자는 상술한 실시예들에 기재된 각 구성을 서로 조합하는 방식으로 이용할 수 있다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.

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 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다. 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다. 또한, 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함할 수 있다.

#### 【산업상 이용가능성】

상술한 바와 같은 본 발명의 실시형태들은 다양한 이동통신 시스템에 적용될 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

단말이 채널상태정보(CSI)를 전송하는 방법으로서,  
 기지국으로부터 기본 채널 측정 대상에 대한 설정 정보를 수신하는 단계;  
 5 상기 기지국으로부터 채널 측정 대상 지시 정보를 수신하는 단계;  
 상기 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-참조신호(CSI-RS)를 이용하여 채널  
 측정을 수행하는 단계; 및  
 상기 기지국으로 CSI를 전송하는 단계를 포함하는, CSI 전송 방법.

**【청구항 2】**

10 제 1 항에 있어서,  
 상기 채널 측정 대상 지시 정보는,  
 상기 기본 채널 측정 대상 중에서 하나 이상을 지시하거나, 또는  
 상기 기본 채널 측정 대상과 독립적으로 상기 채널 측정 대상을 지시하는, CSI  
 전송 방법.

**【청구항 3】**

15 제 1 항에 있어서,  
 상기 채널 측정 대상 지시 정보가 수신되지 않은 경우, 상기 기본 채널 측정  
 대상에 대응하는 CSI-RS를 이용하여 채널 측정이 수행되는, CSI 전송 방법.

**【청구항 4】**

20 제 1 항에 있어서,  
 상기 CSI가 물리상향링크제어채널(PUCCH)을 통해서 전송되는 경우, 상기 기본  
 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-RS를 이용하여 채널 측정이 수행되는, CSI 전송  
 방법.

**【청구항 5】**

25 제 1 항에 있어서,  
 상기 CSI가 물리상향링크공유채널(PUSCH)을 통해서 전송되는 경우, 상기 채널  
 측정 대상 지시 정보에 의해 지시되는 상기 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-RS를

이용하여 채널 측정이 수행되는, CSI 전송 방법.

**【청구항 6】**

제 1 항에 있어서,

상기 기본 채널 측정 대상은 상위 계층에 의해서 설정되는, CSI 전송 방법.

5 **【청구항 7】**

제 1 항에 있어서,

상기 채널 측정 대상은,

전송 포인트, 안테나 포트, 또는 CSI-RS 설정(configuration) 중 적어도 하나인, CSI 전송 방법.

10 **【청구항 8】**

제 1 항에 있어서,

상기 채널 측정 대상은,

전송 포인트 세트, 안테나 포트 세트, 또는 CSI-RS 설정 세트 중 적어도 하나인, CSI 전송 방법.

15 **【청구항 9】**

제 1 항에 있어서,

상기 채널 측정 대상 지시 정보는 물리하향링크제어채널(PDCCH)을 통하여 수신되는, CSI 전송 방법.

**【청구항 10】**

20 **제 9 항에 있어서,**

상기 채널 측정 대상 지시 정보는 CSI 요청 비트를 이용하여 지시되는, CSI 전송 방법.

**【청구항 11】**

기지국이 채널상태정보(CSI)를 수신하는 방법으로서,

25 **단말에게 기본 채널 측정 대상에 대한 설정 정보를 전송하는 단계;**

상기 단말에게 채널 측정 대상 지시 정보를 전송하는 단계; 및

상기 CSI를 상기 단말로부터 수신하는 단계를 포함하고,

상기 CSI는 상기 단말에 의해서 상기 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-참조신호(CSI-RS)를 이용하여 측정된 채널 상태에 기초하여 결정되는, CSI 수신 방법.

**【청구항 11】**

- 5        채널상태정보(CSI)를 전송하는 단말로서,  
           기지국으로부터 하향링크 신호를 수신하는 수신 모듈;  
           상기 기지국으로 상향링크 신호를 전송하는 전송 모듈; 및  
           상기 수신 모듈 및 상기 전송 모듈을 포함하는 상기 단말을 제어하는 프로세서를 포함하며,
- 10        상기 프로세서는,  
           상기 수신 모듈을 통하여, 상기 기지국으로부터 기본 채널 측정 대상에 대한 설정 정보를 수신하고;  
           상기 수신 모듈을 통하여, 상기 기지국으로부터 채널 측정 대상 지시 정보를 수신하고;
- 15        상기 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-참조신호(CSI-RS)를 이용하여 채널 측정을 수행하고;  
           상기 전송 모듈을 통하여, 상기 기지국으로 CSI를 전송하도록 구성되는, CSI 전송 단말.

**【청구항 12】**

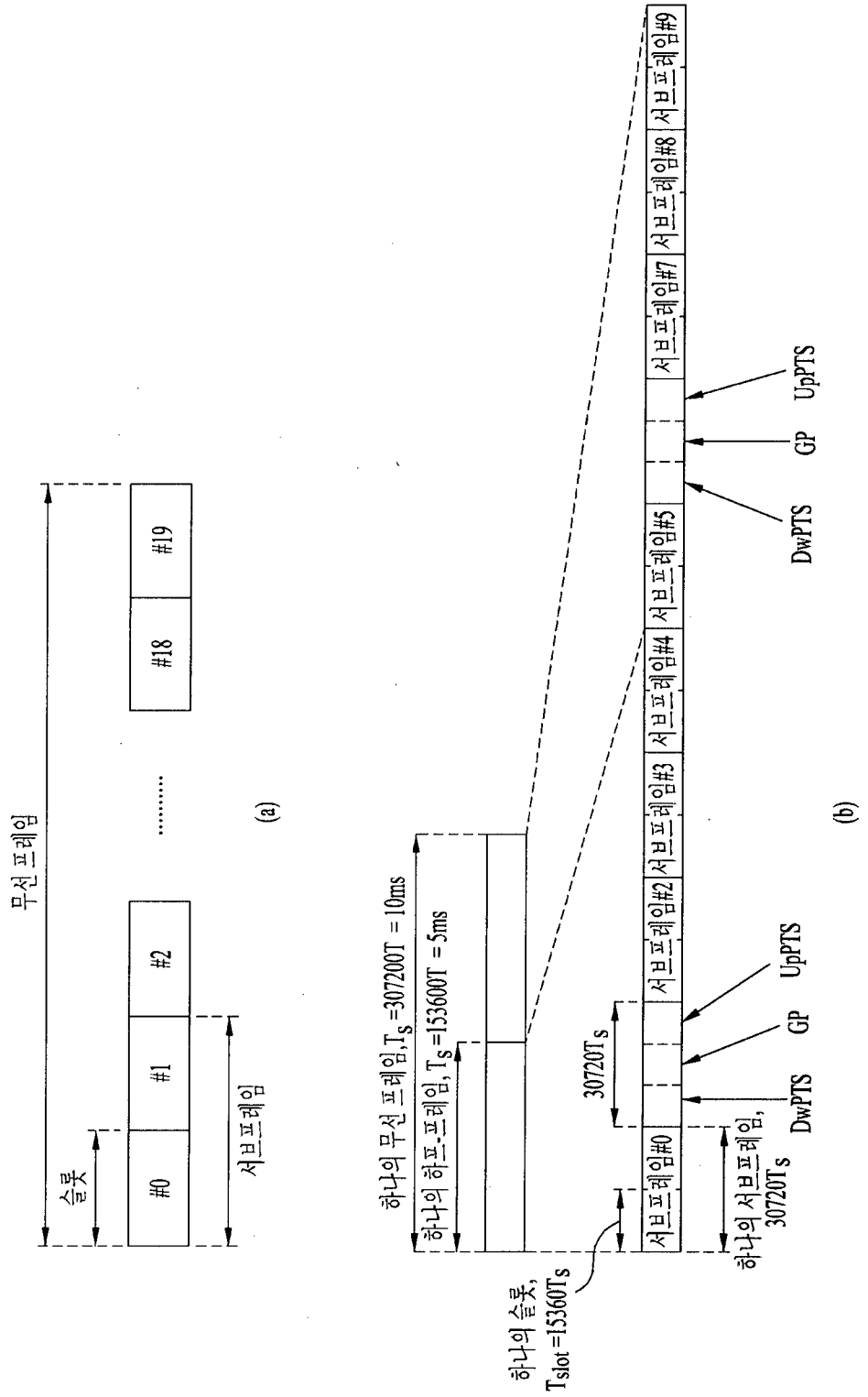
- 20        채널상태정보(CSI)를 수신하는 기지국으로서,  
           단말로부터 상향링크 신호를 수신하는 수신 모듈;  
           상기 단말로 하향링크 신호를 전송하는 전송 모듈; 및  
           상기 수신 모듈 및 상기 전송 모듈을 포함하는 상기 기지국을 제어하는 프로세서를 포함하며,
- 25        상기 프로세서는,  
           상기 전송 모듈을 통하여, 상기 단말에게 기본 채널 측정 대상에 대한 설정 정보를 전송하고;

상기 전송 모듈을 통하여, 상기 단말에게 채널 측정 대상 지시 정보를 전송하고;

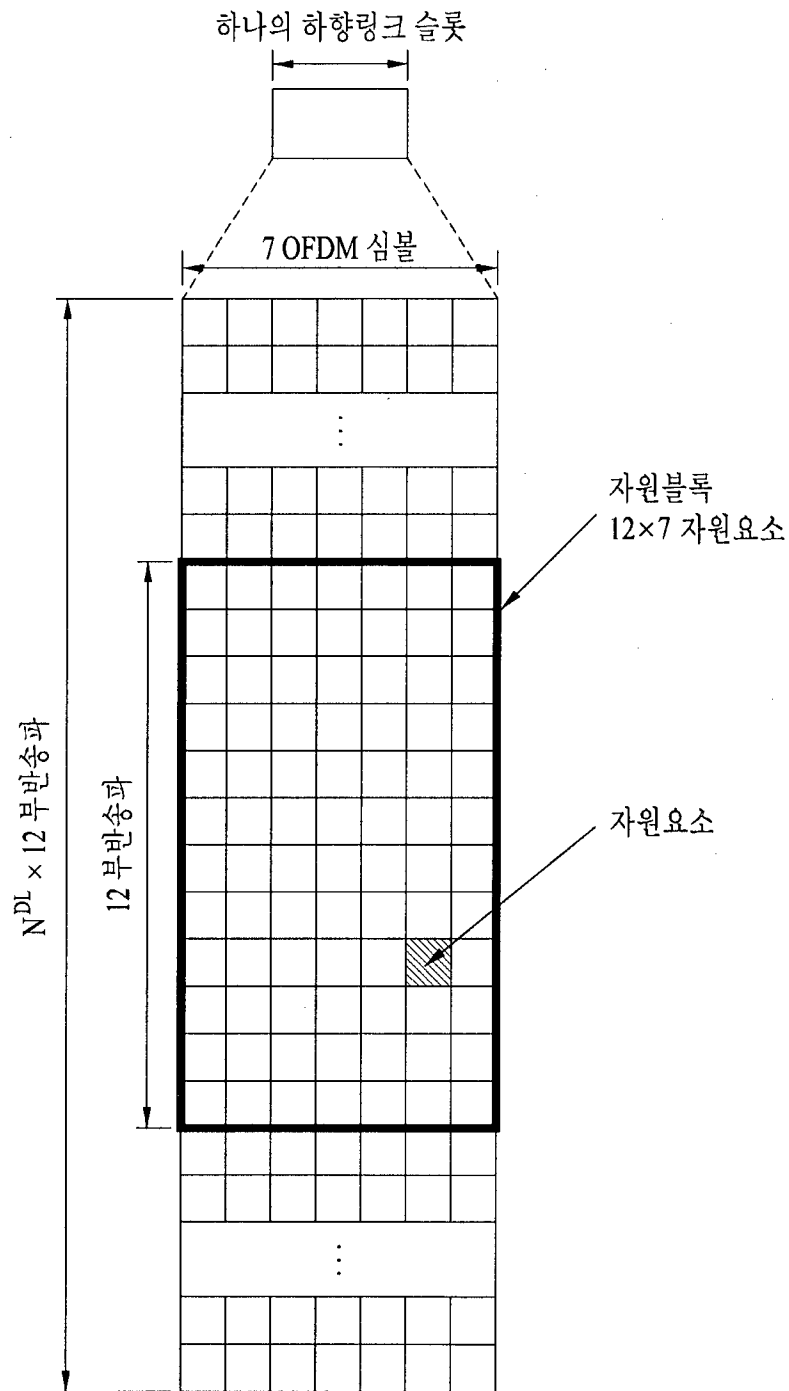
상기 수신 모듈을 통하여, 상기 CSI를 상기 단말로부터 수신하도록 구성되고,

- 5      상기 CSI는 상기 단말에 의해서 상기 채널 측정 대상에 대응하는 CSI-참조신호(CSI-RS)를 이용하여 측정된 채널 상태에 기초하여 결정되는, CSI 수신 기지국.

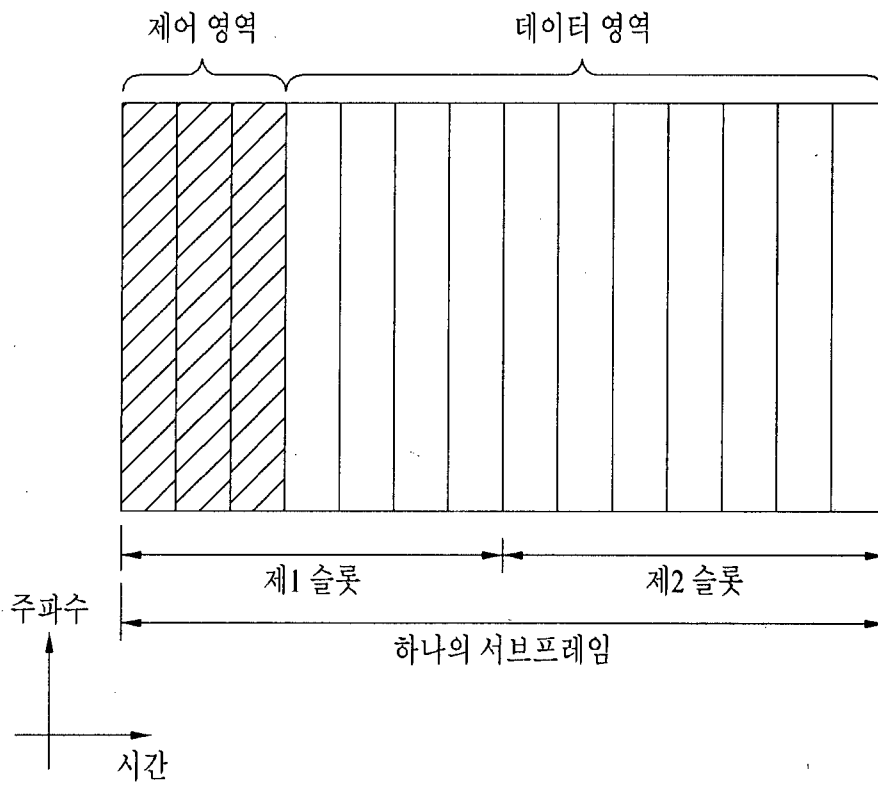
[도 1]



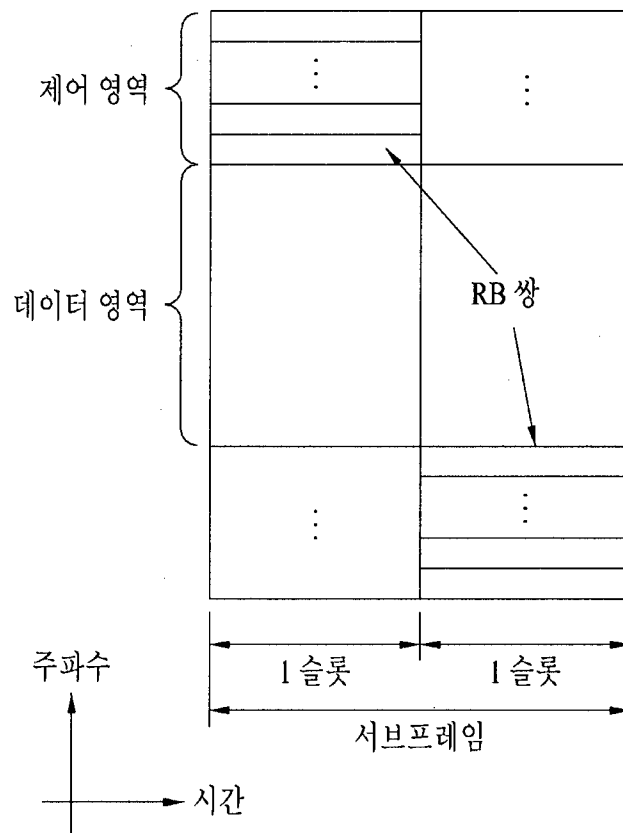
[도 2]



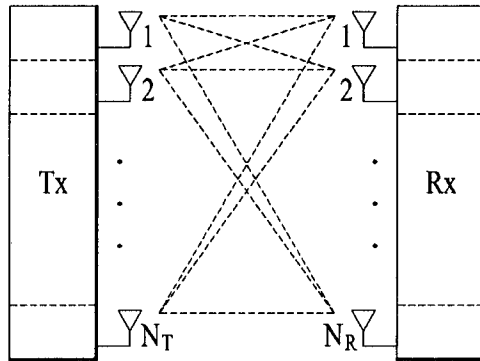
[도 3]



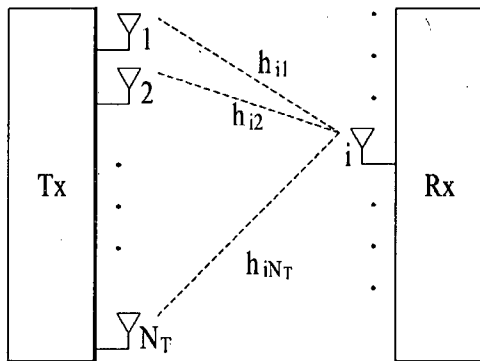
[도 4]



[ 5 ]

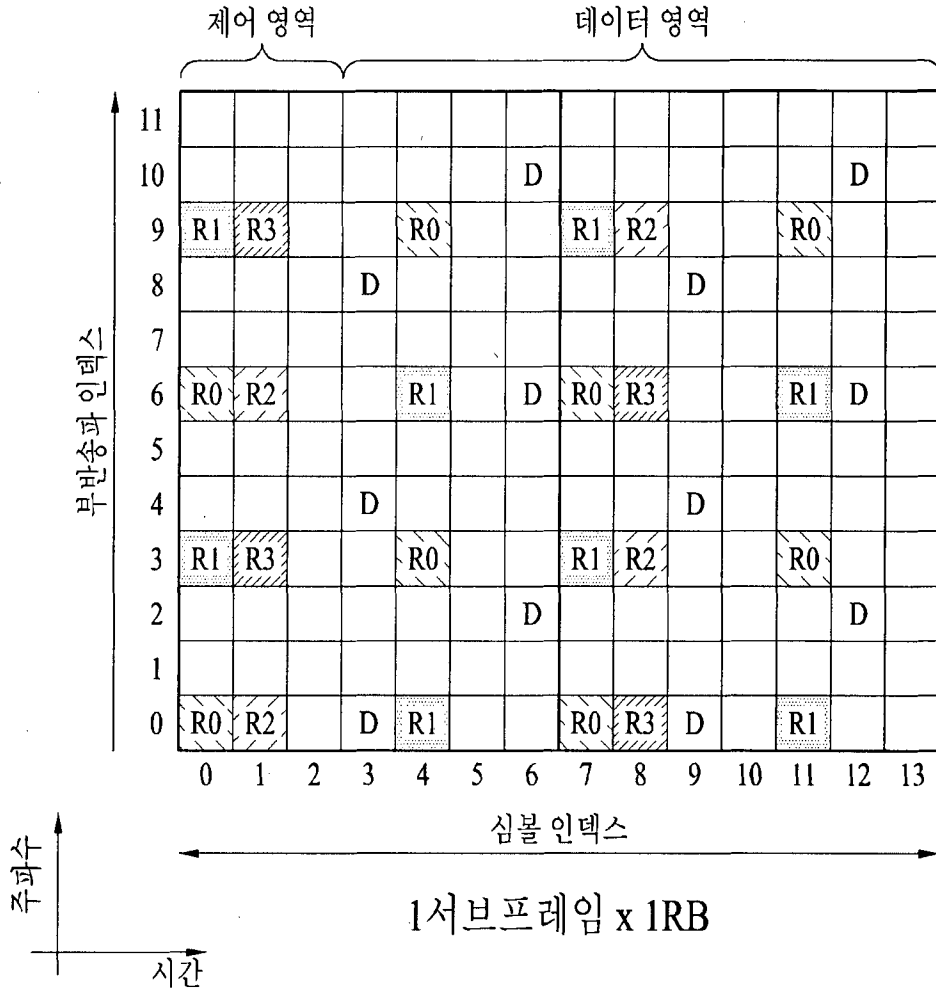


(a)

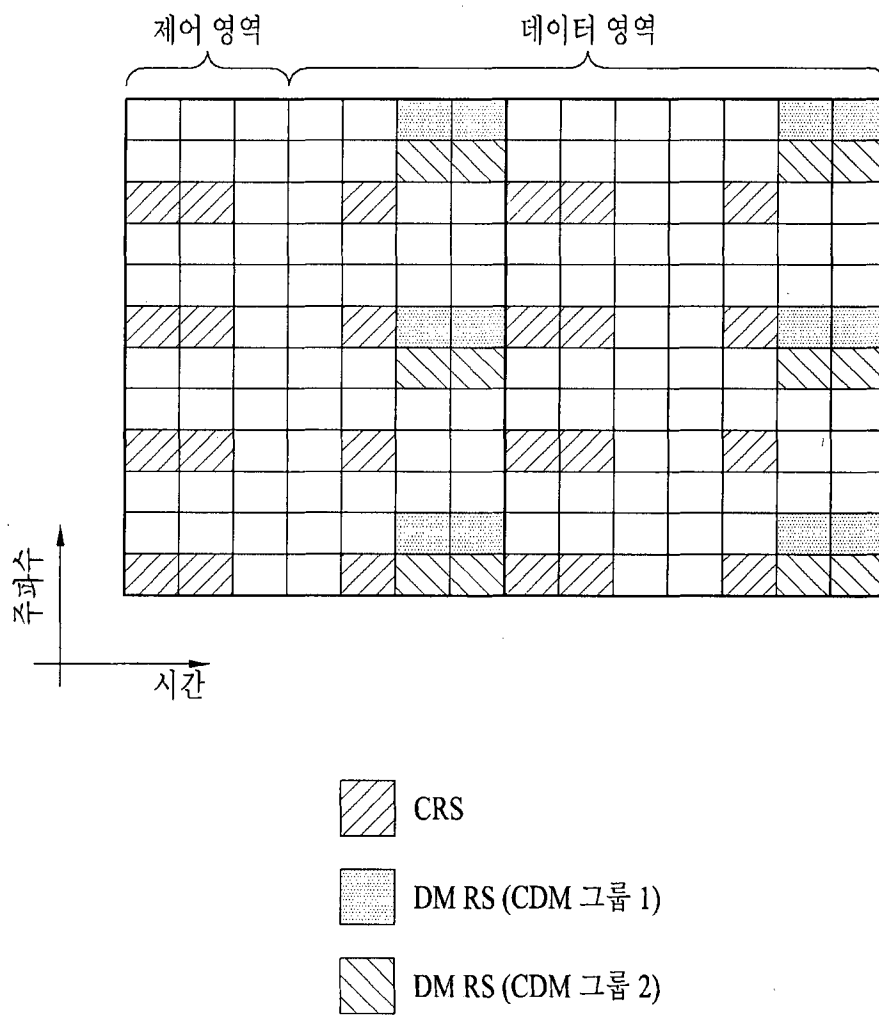


(b)

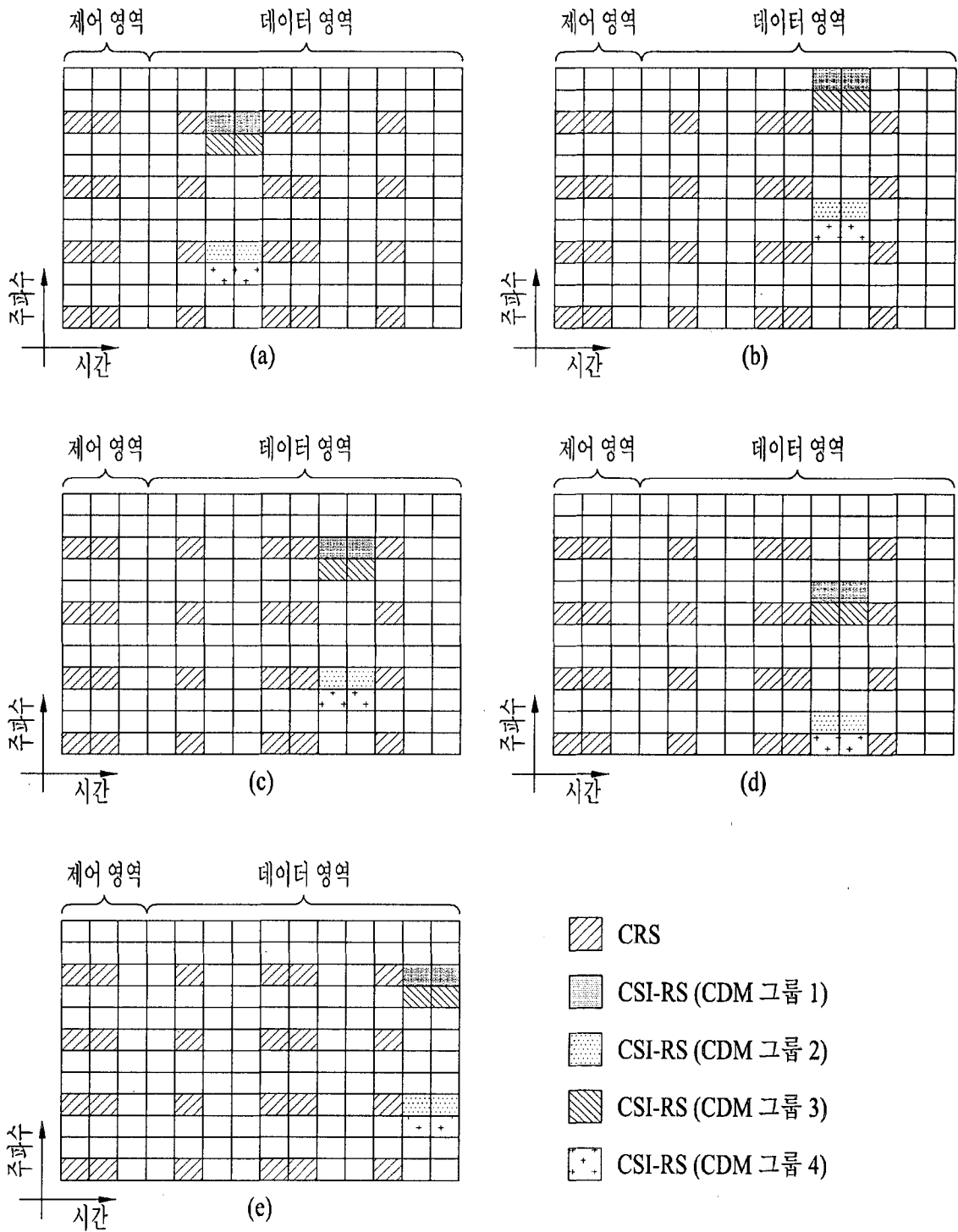
[도 6]



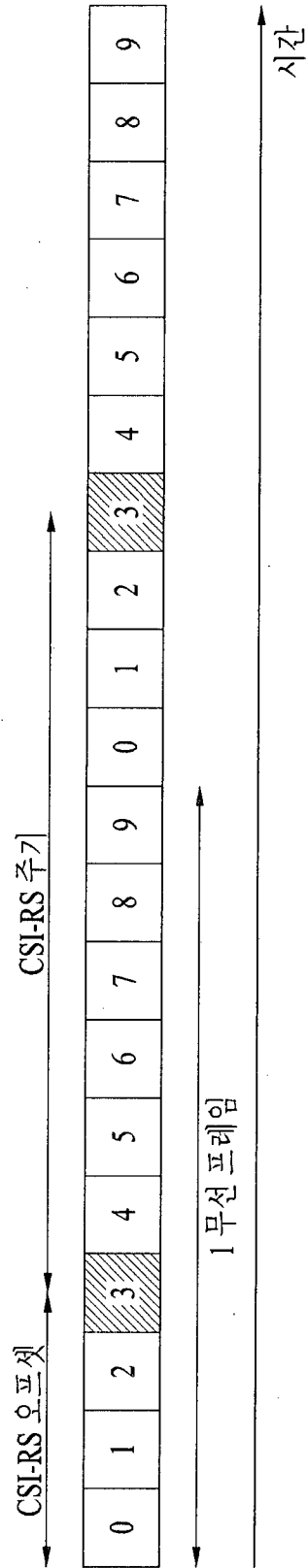
[도 7]



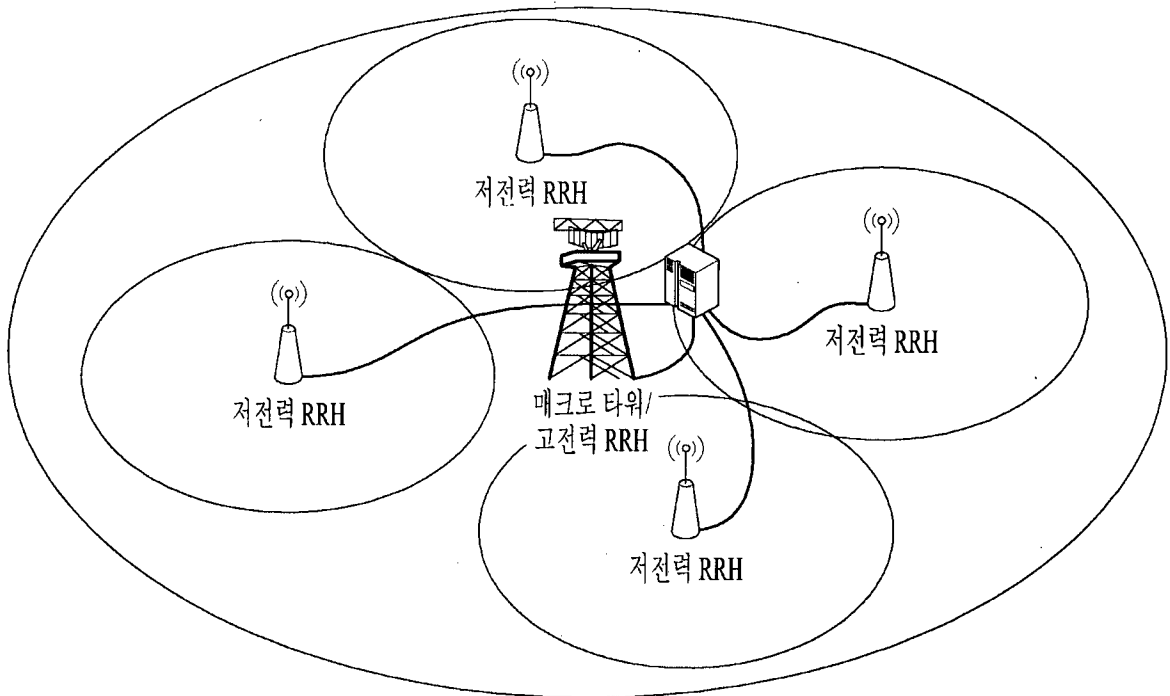
[도 8]



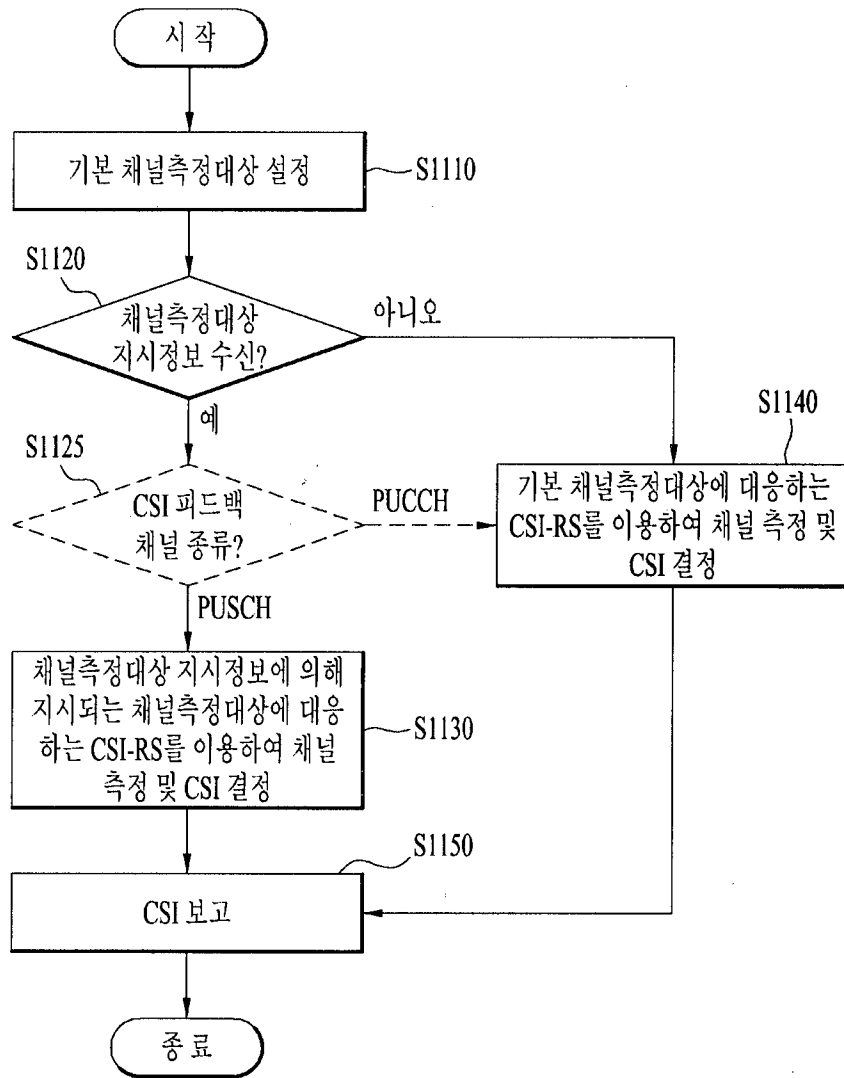
[도 9]



[도 10]



[도 11]



[도 12]

