

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2012년 11월 1일 (01.11.2012)



(10) 국제공개번호  
WO 2012/148161 A2

- (51) 국제특허분류:  
H04J 11/00 (2006.01) H04B 7/26 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/003178
- (22) 국제출원일: 2012년 4월 25일 (25.04.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:  
61/479,363 2011년 4월 26일 (26.04.2011) US
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **엘지 전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.)** [KR/KR]; 서울 영등포구 여의도동 20, 150-721 Seoul (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **김진민 (KIM, Jinmin)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **한승희 (HAN, Seunghee)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). **이현우 (LEE, Hyunwoo)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR).

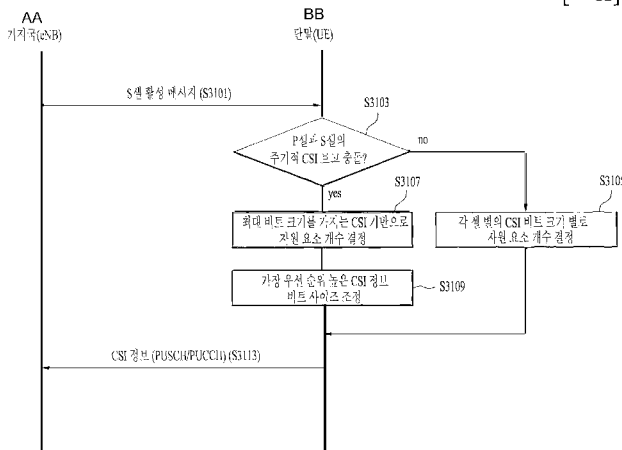
- (74) 대리인: **김용인 (KIM, Yong In)** 등; 서울 송파구 잠실동 175-9 현대빌딩 7층 KBK 특허법률사무소, 138-861 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, 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, 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 FOR TRANSMITTING CHANNEL STATE INFORMATION IN WIRELESS ACCESS SYSTEM AND TERMINAL THEREFOR

(54) 발명의 명칭 : 무선 접속 시스템에서 채널 상태 정보 전송 방법 및 이를 위한 단말

[도 31]



- S3101 ... S cell activation message
- S3103 ... Collision of periodic CSI reports of P cell and S cell?
- S3105 ... Determine number of resource elements by size of CSI bit in each cell
- S3107 ... Determine number of resource elements on basis of CSI with biggest bit size
- S3109 ... Adjust bit size of CSI with highest priority
- S3113 ... CSI information (PUSCH/PUCCH)
- AA ... Base station (eNB)
- BB ... Terminal (UE)

(57) Abstract: Disclosed is a method for transmitting channel state information (CSI) in a wireless access system supporting carrier aggregation/multiple cells and a terminal therefor. Specifically, the method comprises the steps of: if a collision occurs between starting points of periodic CSI reports for first and second cells, calculating the number of resource elements using the biggest bit size among CSI bit sizes for first and second cells; adjusting the bit of the CSI with the highest priority among the CSIs of the first and second cells to match the biggest bit size; transmitting, to the base station, the adjusted bits of the CSI with the highest priority, which have been mapped to the calculated resource element.

(57) 요약서: 본 발명에서는 캐리어 병합(Carrier Aggregation/Multiple Cells)을 지원하는 무선 접속 시스템에서 채널 상태 정보 전송 방법 및 이를 위한 단말이 개시된다. 구체적으로, 제 1 셀에 대한 주기적인 CSI 보고(report)의 시점과 제 2 셀에 대한 주기적인 CSI 보고의 시점이 충돌하는 경우, 제 1 셀에 대한 CSI의 비트 크기와 제 2 셀에 대한 CSI의 비트 크기 중 최대의 비트 크기를 이용하여 자원 요소(Resource Element)의 개수를 산출하는 단계, 제 1 셀에 대한 CSI와 제 2 셀에 대한 CSI 중 우선 순위가 높은 CSI의 비트를 최대 비트 크기에 맞게 조정하는 단계 및 우선 순위가 높은 CSI의 조정된 비트를 산출된 자원 요소에 매핑하여 기지국에 전송하는 단계를 포함한다.

**공개:**

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

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

무선 접속 시스템에서 채널 상태 정보 전송 방법 및 이를 위한 단말

## 【기술분야】

- 5        본 발명은 무선 접속 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게 캐리어 병합 (Carrier Aggregation/Multiple Cells)을 지원하는 무선 접속 시스템에서 채널 상태 정보 전송 방법 및 이를 지원하는 단말에 관한 것이다.

## 【배경기술】

- 10        차세대 무선 접속 시스템의 요구 조건에서 가장 중요한 것 중 하나는 높은 데이터 전송율 요구량을 지원할 수 있어야 하는 것이다. 이를 위하여 다중 입출력(MIMO: Multiple Input Multiple Output), CoMP(Cooperative Multiple Point transmission), 릴레이(relay) 등 다양한 기술들이 연구되고 있다.

- 15        종래의 무선 접속 시스템에서는 상향링크와 하향링크 간의 대역폭은 서로 다르게 설정되더라도 주로 하나의 캐리어(carrier)만을 고려하였다. 예를 들어, 단일 캐리어를 기반으로, 상향링크와 하향링크를 구성하는 캐리어의 개수가 각각 1개이고, 상향링크의 대역폭과 하향링크의 대역폭이 일반적으로 서로 대칭적인 무선 통신 시스템이 제공되었다.

- 20        다만, 주파수 자원이 포화상태인 실정을 감안하여, 보다 높은 데이터 전송율 요구량을 충족시키기 위해 광대역 대역폭을 확보하기 위한 방안으로 산재해 있는 대역들 각각이 독립적인 시스템을 동작시킬 수 있는 기본적인 요구사항을 만족하도록 설계하고, 다수의 대역들을 하나의 시스템으로 묶는 개념인 캐리어 병합(CA: Carrier Aggregation/Multiple Cells)을 도입하고 있다.

여기서, 각각의 독립적인 운용이 가능한 대역폭 단위의 캐리어를 컴포넌트 캐리어(CC: Component Carrier)라고 칭할 수 있다. 증가하는 송신 용량을 지원하기 위해, 최근의 3GPP LTE-A 또는 802.16m은 20MHz 또는 그 이상까지 계속 그 대역폭을 확장하고 있다. 이 경우 하나 또는 그 이상의 컴포넌트 캐리어를  
 5 집성하여 광대역을 지원한다. 예를 들어, 하나의 컴포넌트 캐리어가 5MHz, 10MHz 또는 20MHz의 대역폭을 지원한다면, 최대 5 개의 컴포넌트 캐리어를 묶어 최대 100MHz까지의 시스템 대역폭을 지원하는 것이다.

이러한 캐리어 병합 환경을 지원하는 무선 접속 시스템에서 단말이 각 캐리어에 대한 채널 상태 정보(CSI: Channel State Information)를 동일한  
 10 시점에 보고(report)하는 경우 기지국이 수신한 채널 상태 정보에 대한 오류적 디코딩을 수행하거나 블라인드 디코딩(blind decoding)을 여러 번 수행하게 되는 문제가 발생 할 수 있다.

#### 【발명의 상세한 설명】

#### 【기술적 과제】

15 본 발명의 목적은 무선 접속 시스템, 바람직하게 캐리어 병합을 지원하는 무선 접속 시스템에서 단말과 기지국 간 복수의 캐리어에 대한 채널 상태 정보를 원활하게 송수신하기 위한 방법 및 이를 위한 장치를 제안한다.

또한, 본 발명의 목적은 복수의 캐리어에 대한 주기적인 채널 상태 정보 보고의 시점이 충돌하여 단말이 특정 캐리어에 대한 채널 상태 정보만  
 20 보고하더라도 기지국이 정확하게 디코딩하기 위한 채널 상태 정보 전송 방법 및 이를 위한 장치를 제안한다.

또한, 본 발명의 목적은 채널 상태 정보를 PUSCH(Physical Uplink Shared

Channel)을 통해 전송하는 경우 기지국이 데이터의 시작 지점(starting point)를 정확히 알기 위한 채널 상태 정보 전송 방법 및 이를 위한 장치를 제안한다.

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 것이다.

#### 【기술적 해결방법】

본 발명의 일 양상은, 다중 셀(multiple cells)을 지원하는 무선 접속 시스템에서 채널 상태 정보(CSI: Channel State Information)를 전송하는 방법에 있어서, 제 1셀에 대한 주기적인 CSI 보고(report)의 시점과 제 2셀에 대한 주기적인 CSI 보고의 시점이 충돌하는 경우, 제1 셀에 대한 CSI의 비트 크기와 제 2셀에 대한 CSI의 비트 크기 중 최대의 비트 크기를 이용하여 자원 요소(RE: Resource Element)의 개수를 산출하는 단계, 제1 셀에 대한 CSI와 제 2셀에 대한 CSI 중 우선 순위가 높은 CSI의 비트를 최대 비트 크기에 맞게 조정하는 단계 및 우선 순위가 높은 CSI의 조정된 비트를 산출된 자원 요소에 매핑하여 기지국에 전송하는 단계를 포함한다.

본 발명의 다른 양상은, 다중 셀을 지원하는 무선 접속 시스템에서 채널 상태 정보를 전송하는 단말에 있어서, 무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛 및 제 1셀에 대한 주기적인 CSI 보고의 시점과 제 2셀에 대한 주기적인 CSI 보고의 시점이 충돌하는 경우, 제1 셀에 대한 CSI의 비트 크기와 제 2셀에 대한 CSI의 비트 크기 중 최대의 비트 크기를 이용하여 자원 요소의 개수를 산출하고, 제1 셀에 대한 CSI와 제 2셀에 대한 CSI 중 우선 순위가 높은

CSI의 비트를 최대 비트 크기에 맞게 조정된 후, 조정된 우선 순위가 높은 CSI 비트를 산출된 자원 요소에 매핑하여 기지국에 전송하는 프로세서를 포함한다.

바람직하게, 자원 요소의 개수( $Q'$ )를 아래 수학적식에 따라 산출하되, 최대의 비트 크기를  $O$ 에 적용한다.

5 <수학적식>

$$Q' = \min \left( \left[ \frac{(O + L) \cdot M_{sc}^{PUSCH-initial} \cdot N_{symb}^{PUSCH-initial} \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}}{\sum_{r=0}^{C^{(x)}-1} K_r^{(x)}} \right], M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{symb}^{PUSCH} - \frac{Q_{RI}}{Q_m} \right)$$

바람직하게, 우선 순위가 높은 CSI의 비트의 앞 또는 뒤에 최대의 비트 크기와의 차이만큼 비트를 패딩(padding)하여 최대의 비트 크기에 맞게 조정한다.

10 바람직하게, 우선 순위가 높은 CSI의 비트와 최대의 비트 크기와의 차이만큼 우선 순위가 높은 CSI의 비트의 일부를 복사하고, 복사된 일부 비트를 우선 순위가 높은 CSI의 비트에 추가하여 최대의 비트 크기에 맞게 조정한다.

바람직하게, 우선 순위가 높은 CSI를 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel) 또는 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)을 통해 전송한다.

15 바람직하게, 우선 순위는 주기적인 CSI 보고에 CQI(Channel Quality Indication), PMI(Precoding Matrix Indication), RI(Rank Indication) 및 PTI(Precoder Type Indication) 중 어느 정보가 포함되는지 여부에 따라 결정된다.

**【유리한 효과】**

20 본 발명의 실시예에 따르면, 무선 접속 시스템, 바람직하게는 캐리어

병합을 지원하는 무선 접속 시스템에서 단말과 기지국 간 복수의 캐리어에 대한 채널 상태 정보를 원활하게 송수신할 수 있다.

또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 복수의 캐리어에 대한 주기적인 채널 상태 정보 보고의 시점이 충돌하여 단말이 특정 캐리어에 대한 채널 상태 정보만  
5 보고하더라도 기지국이 정확하게 디코딩할 수 있다.

또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 채널 상태 정보를 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)을 통해 전송하는 경우 기지국이 데이터의 시작 지점(starting point)를 정확히 알 수 있다.

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

#### 【도면의 간단한 설명】

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

도 1은 3GPP LTE 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 3GPP LTE에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

도 3은 단말이 상향링크 신호를 전송하기 위한 신호 처리 과정을 설명하기  
20 위한 도면이다.

도 4는 기지국이 하향링크 신호를 전송하기 위한 신호 처리 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 SC-FDMA 방식과 OFDMA 방식을 비교하기 위한 도면이다.

도 6는 주파수 영역에서 단일 반송파 특성을 만족하기 위한 주파수 영역상의 신호 맵핑 방식을 설명하는 도면이다.

도 7은 클러스터 SC-FDMA에 있어서, DFT 프로세스 출력 샘플들이 단일  
5 캐리어에 맵핑되는 신호 처리 과정을 도시하는 도면이다.

도 8 및 도 9는 클러스터 SC-FDMA에 있어서, DFT 프로세스 출력 샘플들이  
다중 캐리어(multi-carrier)에 맵핑되는 신호 처리 과정을 도시하는 도면이다.

도 10은 세그먼트 SC-FDMA에 있어서, 신호 처리 과정을 도시하는 도면이다.

도 11은 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 12는 상향링크로 참조신호(RS: Reference Signal)를 전송하기 위한 신호  
10 처리 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 13은 복조용 참조 신호(DMRS: Demodulation-Reference Signal)를  
전송하기 위한 서브프레임의 구조를 도시한 도면이다.

도 14는 일반 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 1a와 1b를 나타낸다.

도 15는 확장 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 1a와 1b를 나타낸다.

도 16은 일반 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 2/2a/2b를 나타낸다.

도 17은 확장 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 2/2a/2b를 나타낸다.

도 18은 PUCCH 포맷 1a와 1b에 대한 ACK/NACK 채널화(channelization)를  
설명하는 도면이다.

도 19는 동일한 PRB 내에서 PUCCH 포맷 1a/1b와 포맷 2/2a/2b의 혼합된  
20 구조에 대한 채널화를 도시한 도면이다.

도 20은 PRB 할당을 도시한 도면이다.

도 21은 멀티 캐리어를 지원하는 시스템에서 하향링크를 위한 제2 계층(Layer 2) 구조를 예시하는 도면이다.

도 22는 멀티 캐리어를 지원하는 시스템에서 상향링크를 위한 제2 계층(Layer 2) 구조를 예시하는 도면이다.

5       도 23은 기지국에서 하나의 MAC이 멀티 캐리어를 관리하는 개념을 나타내는 도면이다.

도 24는 단말에서 하나의 MAC이 멀티 캐리어를 관리하는 개념을 나타내는 도면이다.

10       도 25는 기지국에서 복수의 MAC이 멀티 캐리어를 관리하는 개념을 나타내는 도면이다.

도 26는 단말에서 복수의 MAC이 멀티 캐리어를 관리하는 개념을 나타내는 도면이다.

도 27은 기지국에서 복수의 MAC이 멀티 캐리어를 관리하는 다른 개념을 나타내는 도면이다.

15       도 28은 단말에서 복수의 MAC이 멀티 캐리어를 관리하는 다른 개념을 나타내는 도면이다.

도 29는 CA PUCCH의 신호 처리 과정을 예시하는 도면이다.

도 30은 단말이 S셀에 대한 활성 메시지를 수신한 경우 주기적 CSI 보고의 예시를 나타낸다.

20       도 31은 본 발명의 일실시예에 따른 채널 상태 정보 전송 방법을 나타내는 도면이다.

도 32는 본 발명의 일실시예에 따른 CSI 비트 크기 조정 방법을 나타내는

도면이다.

도 33은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.

**【발명의 실시를 위한 형태】**

5        이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는  
10    본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다.

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

15        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 이용될 수 있다. CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나  
20    CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로

구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-  
 20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는  
 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd  
 Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)은 E-UTRA를  
 5 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고  
 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화이다.

설명을 명확하게 하기 위해, 3GPP LTE/LTE-A를 위주로 기술하지만 본  
 발명의 기술적 특징이 이에 제한되는 것은 아니다.

## 1. 본 발명이 적용될 수 있는 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 일반

### 10 1. 1. 시스템 일반

도 1은 3GPP LTE 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한  
 일반적인 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.

전원이 꺼진 상태에서 다시 전원이 켜지거나, 새로이 셀에 진입한 단말은  
 S11 단계에서 기지국과 동기를 맞추는 등의 초기 셀 탐색 (Initial cell search)  
 15 작업을 수행한다. 이를 위해 단말은 기지국으로부터 주동기 채널 (P-SCH:  
 Primary Synchronization Channel) 및 부동기 채널 (S-SCH: Secondary  
 Synchronization Channel)을 수신하여 기지국과 동기를 맞추고, 셀 ID 등의  
 정보를 획득한다.

그 후, 단말은 기지국으로부터 물리방송채널 (PBCH: Physical Broadcast  
 20 Channel) 신호를 수신하여 셀 내 방송 정보를 획득할 수 있다. 한편, 단말은  
 초기 셀 탐색 단계에서 하향링크 참조 신호 (DL RS: Downlink Reference  
 Signal)를 수신하여 하향링크 채널 상태를 확인할 수 있다.

초기 셀 탐색을 마친 단말은 S12 단계에서 물리하향링크제어채널 (PDCCH: Physical Downlink Control Channel) 및 물리하향링크제어채널 정보에 따른 물리하향링크공유 채널 (PDSCH: Physical Downlink Control Channel)을 수신하여 조금 더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다.

- 5 이후, 단말은 기지국에 접속을 완료하기 위해 이후 단계 S13 내지 단계 S16과 같은 임의 접속 과정 (Random Access Procedure)을 수행할 수 있다. 이를 위해 단말은 물리임의접속채널 (PRACH: Physical Random Access Channel)을 통해 프리앰블 (preamble)을 전송하고(S13), 물리하향링크제어채널 및 이에 대응하는 물리하향링크공유 채널을 통해 프리앰블에 대한 응답 메시지를 수신할 수
- 10 있다(S14). 경쟁 기반 임의 접속의 경우, 단말은 추가적인 물리임의접속채널 신호의 전송(S15) 및 물리하향링크제어채널 신호 및 이에 대응하는 물리하향링크공유 채널 신호의 수신(S16)과 같은 충돌해결절차 (Contention Resolution Procedure)를 수행할 수 있다.

- 상술한 바와 같은 절차를 수행한 단말은 이후 일반적인 상/하향링크 신호
- 15 전송 절차로서 물리하향링크제어채널 신호 및/또는 물리하향링크공유채널 신호의 수신(S17) 및 물리상향링크공유채널 (PUSCH: Physical Uplink Shared Channel) 신호 및/또는 물리상향링크제어채널 (PUCCH: Physical Uplink Control Channel) 신호의 전송(S18)을 수행할 수 있다.

- 단말이 기지국으로 전송하는 제어정보를 통칭하여 상향링크 제어정보(UCI: Uplink Control Information)라고 지칭한다. UCI는 HARQ-ACK/NACK (Hybrid Automatic Repeat and reQuest Acknowledgement/Negative-ACK), SR (Scheduling Request), CQI (Channel Quality Indication), PMI (Precoding Matrix
- 20

Indication), RI (Rank Indication) 정보 등을 포함한다.

LTE 시스템에서 UCI는 일반적으로 PUCCH를 통해 주기적으로 전송되지만, 제어정보와 트래픽 데이터가 동시에 전송되어야 할 경우 PUSCH를 통해 전송될 수 있다. 또한, 네트워크의 요청/지시에 의해 PUSCH를 통해 UCI를 비주기적으로  
5 전송할 수 있다.

도 2는 3GPP LTE에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

셀룰라 OFDM 무선 패킷 통신 시스템에서, 상향링크/하향링크 데이터 패킷 전송은 서브프레임(subframe) 단위로 이루어지며, 한 서브프레임은 다수의 OFDM 심볼을 포함하는 일정 시간 구간으로 정의된다. 3GPP LTE 표준에서는  
10 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 2의 (a)는 타입 1 무선 프레임의 구조를 예시한다. 하향링크 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의  
15 서브프레임은 시간 영역(time domain)에서 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)라 한다. 예를 들어 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다. 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심볼을 포함하고, 주파수  
20 영역에서 다수의 자원블록(RB: Resource Block)을 포함한다. 3GPP LTE는 하향링크에서 OFDMA를 사용하므로 OFDM 심볼은 하나의 심볼 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것이다. OFDM 심볼은 하나의 SC-FDMA 심볼 또는 심볼

구간이라고 할 수 있다. 자원 할당 단위로서의 자원 블록(RB)은, 하나의 슬롯에서 복수의 연속적인 부 반송파(subcarrier)를 포함한다.

하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 순환 전치(CP: Cyclic Prefix)의 구성(configuration)에 따라 달라질 수 있다. CP에는 확장 순환 전치(extended CP)와 일반 순환 전치(normal CP)가 있다. 예를 들어, OFDM 심볼이 일반 순환 전치에 의해 구성된 경우, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 7개일 수 있다. OFDM 심볼이 확장 순환 전치에 의해 구성된 경우, 한 OFDM 심볼의 길이가 늘어나므로, 한 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 일반 순환 전치인 경우보다 적다. 확장 순환 전치의 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 확장 순환 전치가 사용될 수 있다.

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

도 2의 (b)는 타입 2 프레임 구조(frame structure type 2)를 나타낸다. 타입 2 무선 프레임은 2개의 하프 프레임(half frame)으로 구성되며, 각 하프 프레임은 5개의 서브프레임과 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(GP: Guard Period), 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 상향링크 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. 보호구간은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다.

- 5           상술한 무선 프레임의 구조는 하나의 예시에 불과하며, 무선 프레임에 포함되는 서브 프레임의 수 또는 서브 프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.

도 3은 단말이 상향링크 신호를 전송하기 위한 신호 처리 과정을 설명하기 위한 도면이다.

- 10           상향링크 신호를 전송하기 위해 단말의 스크램블링(scrambling) 모듈(31)은 단말 특정 스크램블 신호를 이용하여 전송 신호를 스크램블 할 수 있다. 스크램블 된 신호는 변조 매퍼(32)에 입력되어 전송 신호의 종류 및/또는 채널 상태에 따라 BPSK(Binary Phase Shift Keying), QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 또는 16QAM/64QAM(Quadrature Amplitude Modulation) 방식을 이용하여
- 15   복소 심볼(complex symbol)로 변조된다. 변조된 복소 심볼은 변환 프리코더(33)에 의해 처리된 후, 자원 요소 매퍼(34)에 입력되며, 자원 요소 매퍼(34)는 복소 심볼을 시간-주파수 자원 요소에 맵핑할 수 있다. 이와 같이 처리된 신호는 SC-FDMA 신호 생성기(35)를 거쳐 안테나를 통해 기지국으로 전송될 수 있다.

- 20           도 4는 기지국이 하향링크 신호를 전송하기 위한 신호 처리 과정을 설명하기 위한 도면이다.

3GPP LTE 시스템에서 기지국은 하향링크로 하나 이상의 코드워드(CW:

codeword)를 전송할 수 있다. 코드워드는 각각 도 3의 상향링크에서와 마찬가지로 스크램블링 모듈(41) 및 변조 매퍼(42)를 통해 복소 심볼로 처리될 수 있다. 그 후, 복소 심볼은 레이어 매퍼(43)에 의해 복수의 레이어(Layer)에 맵핑되며, 각 레이어는 프리코딩 모듈(44)에 의해 프리코딩 행렬과 곱해져 각

5 전송 안테나에 할당될 수 있다. 이와 같이 처리된 각 안테나 별 전송 신호는 각각 자원 요소 매퍼(45)에 의해 시간-주파수 자원 요소에 맵핑되며, 이후 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 신호 생성기(46)를 거쳐 각 안테나를 통해 전송될 수 있다.

OFDMA 방식은 다중 부반송파를 사용하므로 부반송파들의 중첩으로 인하여

10 PAPR(Peak-to-Average Power Ratio)이 상대적으로 크다는 단점이 있다. 따라서, 도 3 및 도 4와 관련하여 상술한 바와 같이, 전력 효율이 중요한 단말에서 높은 PAPR의 단점을 보완하기 위해, 3GPP 시스템(예를 들어, LTE 시스템)에서 하향링크 신호 전송은 OFDMA 방식을 이용하고, 상향링크 신호 전송은 SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) 방식이 이용되고

15 있다.

도 5는 SC-FDMA 방식과 OFDMA 방식을 비교하기 위한 도면이다.

도 5를 참조하면, 상향링크 신호 전송을 위한 단말 및 하향링크 신호 전송을 위한 기지국 모두 직렬-병렬 변환기(Serial-to-Parallel Converter: 51), 부반송파 매퍼(53), M-포인트 IDFT 모듈(54), 병렬-직렬 변환기(Parallel-to-

20 Serial Converter; 55) 및 순환 전치(CP: Cyclic Prefix) 추가 모듈(56)을 포함하는 점에 있어서는 동일하다.

다만, SC-FDMA 방식으로 신호를 전송하기 위한 단말은 N-포인트 DFT

모듈(52)을 추가로 포함한다. 직렬-병렬 변환기(41)을 통해 형성된 N개의 데이터 심볼은 N-포인트 DFT 모듈(52)로 입력된다. 이때 N개의 데이터 심볼 성분은 할당 받은 대역 전체에 퍼지게 된다. 이어, 단말에게 N개의 부반송파에 해당하는 대역이 할당되었다고 가정할 때, N-포인트 DFT 모듈(52)의 출력 신호는 전체

5 상향링크 시스템 대역(M-포인트 IDFT 모듈의 입력) 중 할당 받은 위치에 매핑된다. 즉, N-포인트 DFT 모듈(52)은 M-포인트 IDFT 모듈(54)의 IDFT 처리 영향을 일정 부분 상쇄함으로써 전송 신호가 단일 반송파 특성(single carrier property)을 가지도록 한다.

도 6는 주파수 영역에서 단일 반송파 특성을 만족하기 위한 주파수

10 영역상의 신호 매핑 방식을 설명하는 도면이다.

도 6의 (a)는 로컬형 매핑(localized mapping) 방식을 나타내며, 도 6의 (b)는 분산형 매핑(distributed mapping) 방식을 나타낸다. 3GPP LTE 시스템에서는 로컬형 매핑 방식을 정의하고 있다.

한편, SC-FDMA의 수정된 형태인 클러스터(clustered) SC-FDMA는 부반송파

15 매핑(mapping) 과정에서 DFT 프로세스 출력 샘플들을 부 그룹(sub-group)으로 나누고, 부 그룹 별로 불연속적으로 부반송파 영역에 매핑한다. 경우에 따라 필터링(filtering) 과정 및 순환 확장(cyclic extension) 과정을 포함할 수 있다. 이때, 부 그룹을 클러스터로 명명할 수 있고, 순환 확장이란 부반송파 각 심볼이 다중경로 채널을 통해 전송되는 동안 상호 심볼간 간섭(ISI)을 방지하기 위해

20 연속된 심볼 사이에 채널의 최대 지연확산(Delay Spread) 보다 긴 보호구간(Guard Interval)을 삽입하는 것을 의미한다.

도 7은 클러스터 SC-FDMA에 있어서, DFT 프로세스 출력 샘플들이 단일

캐리어에 맵핑되는 신호 처리 과정을 도시하는 도면이다. 또한, 도 8과 도 9는 클러스터 SC-FDMA에 있어서, DFT 프로세스 출력 샘플들이 다중 캐리어(multi-carrier)에 맵핑되는 신호 처리 과정을 도시하는 도면이다.

도 7은 인트라 캐리어(intra-carrier)에서 클러스터 SC-FDMA를 적용하는 예이며, 도 8과 도 9는 인터 캐리어(inter-carrier)에서 클러스터 SC-FDMA를 적용하는 예에 해당한다. 또한, 도 8은 주파수 영역에서 연속한(contiguous) 컴포넌트 반송파(component carrier)가 할당된 상황에서, 인접한 컴포넌트 반송파 간 부반송파 간격(spacing)이 정렬된 경우 단일 IFFT 블록을 통해 신호를 생성하는 경우를 나타낸다. 그리고, 도 9는 주파수 영역에서 비연속적(non-contiguous)으로 컴포넌트 반송파가 할당된 상황에서, 컴포넌트 반송파들이 인접하지 않기 때문에 복수의 IFFT 블록을 통해 신호를 생성하는 경우를 나타낸다.

세그먼트 SC-FDMA는 임의의 개수의 DFT와 같은 개수의 IFFT가 적용되면서 DFT와 IFFT간의 관계 구성이 일대일 관계를 가짐에 따라 단순히 기존 SC-FDMA의 DFT 확산(spreading)과 IFFT의 부반송파 맵핑 구성을 확장한 것이다. 이를 NxSCFDMA 또는 Nx DFT-s-OFDMA라고 하며, 이하 편의상 세그먼트(segmented) SC-FDMA라고 한다.

도 10은 세그먼트 SC-FDMA에 있어서, 신호 처리 과정을 도시하는 도면이다.

도 10을 참조하면, 세그먼트 SC-FDMA는 단일 반송파 특성 조건을 완화하기 위하여 전체 시간 영역 변조 심볼들을  $N$ ( $N$ 은 1보다 큰 정수)개의 그룹으로 묶어 그룹단위로 DFT 프로세스를 수행하는 것을 특징으로 한다.

도 11은 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 11을 참조하면, 상향링크 서브프레임은 복수(예, 2개)의 슬롯을 포함한다. 슬롯은 순환 전치의 길이에 따라 서로 다른 수의 SC-FDMA 심볼을 포함할 수 있다. 일 예로, 일반 순환 전치의 경우 슬롯은 7개의 SC-FDMA 심볼을 포함할 수 있다. 상향링크 서브 프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 나눌 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 나르는 PUCCH이 할당된다. 데이터 영역은 사용자 데이터를 나르는 PUSCH이 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH을 동시에 전송하지 않는다. 하나의 단말에 대한 PUCCH에는 주파수 축에서 서브 프레임 내에 데이터 영역의 양끝부분에 RB 쌍(RB pair)(예,  $m=0,1,2,3$ )(예, 주파수 반사(frequency mirrored)된 위치의 RB 쌍)이 할당된다. RB 쌍에 속하는 RB들은 2개의 슬롯들의 각각에서 서로 다른 부 반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당된 RB 쌍은 슬롯 경계(slot boundary)에서 주파수 도약(frequency hopping)된다고 한다.

도 12는 상향링크로 참조신호(RS: Reference Signal)를 전송하기 위한 신호 처리 과정을 설명하기 위한 도면이다. 데이터는 DFT 프리코더(precoder)를 통해 주파수 영역 신호로 변환된 뒤, 주파수 맵핑 후 IFFT를 통해 전송되는 반면, 참조 신호는 DFT 프리코더를 통하는 과정이 생략된다. 구체적으로, 주파수 영역에서 참조 신호 시퀀스가 바로 생성(S121)된 후에, 로컬화 맵핑(S122), IFFT(S123) 과정 및 순환 전치(Cyclic Prefix, CP) 부착 과정(S124)을 순차적으로 거친 뒤에 전송된다.

도 13은 복조용 참조 신호(DMRS: Demodulation-Reference Signal)를 전송하기 위한 서브프레임의 구조를 도시한 도면이다.

도 13의 (a)는 일반 순환 전치(normal CP)의 경우에 복조용 참조 신호를

전송하기 위한 서브프레임의 구조를 도시한 도면이고, 도 13의 (b)는 확장 순환 전치(extended CP)의 경우에, 복조용 참조 신호를 전송하기 위한 서브프레임의 구조를 도시한 도면이다. 도 13의 (a)를 참조하면, 일반 순환 전치에서는 4번째와 11번째 SC-FDMA 심볼을 통해 복조용 참조 신호가 전송되고, 도 13의 (b)를 참조하면 확장 순환 전치에서는 3번째와 9번째 SC-FDMA 심볼을 통해 복조용 참조 신호가 전송된다.

1. 2. PUCCH(Physical Uplink Control Channel)

PUCCH는 제어 정보를 전송하기 위하여 다음의 포맷을 포함한다.

- (1) 포맷 1: 온-오프 키잉(OOK: On-Off keying) 변조, 스케줄링 요청(SR: Scheduling Request)에 사용
- (2) 포맷 1a와 포맷 1b: ACK/NACK 전송에 사용
  - 1) 포맷 1a: 1개의 코드워드에 대한 BPSK ACK/NACK
  - 2) 포맷 1b: 2개의 코드워드에 대한 QPSK ACK/NACK
- (3) 포맷 2: QPSK 변조, CQI 전송에 사용
- (4) 포맷 2a와 포맷 2b: CQI와 ACK/NACK 동시 전송에 사용

표 1은 PUCCH 포맷에 따른 변조 방식과 서브프레임 당 비트 수를 나타낸다.

표 2는 PUCCH 포맷에 따른 슬롯 당 참조 신호의 개수를 나타낸다. 표 3은 PUCCH 포맷에 따른 참조 신호의 SC-FDMA 심볼 위치를 나타낸 표이다. 표 1에서 PUCCH 포맷 2a와 2b는 일반 순환 전치의 경우에 해당한다.

【표 1】

PUCCH 포맷	변조 방식(Modulation scheme)	서브프레임 당 비트 수, Mbit
----------	--------------------------	--------------------

1	N/A	N/A
1a	BPSK	1
1b	QPSK	2
2	QPSK	20
2a	QPSK + BPSK	21
2b	QPSK + BPSK	22

【표 2】

PUCCH 포맷	일반 순환 전치	확장 순환 전치
1, 1a, 1b	3	2
2	2	1
2a, 2b	2	N/A

【표 3】

PUCCH 포맷	RS의 SC-FDMA 심볼위치	
	일반 순환 전치	확장 순환 전치
1, 1a, 1b	2, 3, 4	2, 3
2, 2a, 2b	1, 5	3

도 14는 일반 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 1a와 1b를 나타낸다. 도 15는 확장 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 1a와 1b를 나타낸다. PUCCH 포맷 1a와 1b는 동일한 내용의 제어 정보가 서브프레임 내에서 슬롯 단위로 반복된다. 각 단말에서 ACK/NACK 신호는 CG-CAZAC(Computer-Generated Constant Amplitude Zero Auto Correlation) 시퀀스의 서로 다른 순환 쉬프트(CS: cyclic

shift))(주파수 도메인 코드)와 직교 커버 코드(OC/OCC: orthogonal cover/orthogonal cover code)(시간 도메인 확산 코드)로 구성된 서로 다른 자원을 통해 전송된다. OC는 예를 들어 왈쉬(Walsh)/DFT 직교 코드를 포함한다. CS의 개수가 6개이고 OC의 개수가 3개이면, 단일 안테나를 기준으로 총 18개의 단말이 동일한 PRB(Physical Resource Block) 안에서 다중화 될 수 있다. 직교 시퀀스  $w_0, w_1, w_2, w_3$ 는 (FFT 변조 후에) 임의의 시간 도메인에서 또는 (FFT 변조 전에) 임의의 주파수 도메인에서 적용될 수 있다.

SR과 지속적 스케줄링(persistent scheduling)을 위해, CS, OC 및 PRB(Physical Resource Block)로 구성된 ACK/NACK 자원은 RRC(Radio Resource Control)를 통해 단말에게 주어질 수 있다. 동적 ACK/NACK과 비지속적 스케줄링(non-persistent scheduling)을 위해, ACK/NACK 자원은 PDSCH에 대응하는 PDCCH의 가장 작은(lowest) CCE 인덱스에 의해 묵시적으로(implicitly) 단말에게 주어질 수 있다.

표 4는 PUCCH 포맷 1/1a/1b를 위한 길이 4인 직교 시퀀스(OC)를 나타낸다.

표 5는 PUCCH 포맷 1/1a/1b를 위한 길이 3인 직교 시퀀스(OC)를 나타낸다.

【표 4】

Sequence index $n_{oc}(n_s)$	Orthogonal sequences $[w(0) \dots w(N_{SF}^{PUCCH} - 1)]$
0	[+1 +1 +1 +1]
1	[+1 -1 +1 -1]
2	[+1 -1 -1 +1]

【표 5】

Sequence index $n_{oc}(n_s)$	Orthogonal sequences $[w(0) \dots w(N_{SF}^{PUCCH} - 1)]$
0	[1 1 1]
1	$[1 \ e^{j2\pi/3} \ e^{j4\pi/3}]$
2	$[1 \ e^{j4\pi/3} \ e^{j2\pi/3}]$

표 6은 PUCCH 포맷 1a/1b에서 RS를 위한 직교 시퀀스(OC)  $[w(0) \dots w(N_{RS}^{PUCCH} - 1)]$  를 나타낸다.

【표 6】

Sequence index $\bar{n}_{oc}(n_s)$	Normal cyclic prefix	Extended cyclic prefix
0	[1 1 1]	[1 1]
1	$[1 \ e^{j2\pi/\beta} \ e^{j4\pi/\beta}]$	[1 -1]
2	$[1 \ e^{j4\pi/\beta} \ e^{j2\pi/\beta}]$	N/A

5 도 16은 일반 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 2/2a/2b를 나타낸다. 도 17은 확장 순환 전치인 경우의 PUCCH 포맷 2/2a/2b를 나타낸다. 도 16 및 17을 참조하면, 표준 CP의 경우에 하나의 서브프레임은 RS 심볼 이외에 10개의 QPSK 데이터 심볼로 구성된다. 각각의 QPSK 심볼은 CS에 의해 주파수 도메인에서 확산된 뒤 해당 SC-FDMA 심볼로 맵핑된다. SC-FDMA 심볼 레벨 CS 호핑은 인터-셀 간섭을 랜덤화 하기 위하여 적용될 수 있다. RS는 순환 쉬프트를 이용하여 CDM에 의해 다중화될 수 있다. 예를 들어, 가용한 CS의 개수가 12 또는 6라고 가정하면, 동일한 PRB 내에 각각 12 또는 6개의 단말이 다중화될 수 있다. 요컨대, PUCCH 포맷 1/1a/1b와 2/2a/2b 내에서 복수의 단말은 CS+OC+PRB와 CS+PRB에 의해 각각 다중화될 수 있다.

도 18은 PUCCH 포맷 1a와 1b에 대한 ACK/NACK 채널화(channelization)를 설명하는 도면이다. 도 18은  $\Delta_{shift}^{PUCCH} = 2$ 인 경우에 해당한다.

도 19는 동일한 PRB 내에서 PUCCH 포맷 1a/1b와 포맷 2/2a/2b의 혼합된 구조에 대한 채널화를 도시한 도면이다.

5 순환 쉬프트(CS: Cyclic Shift) 호핑(hopping)과 직교 커버(OC: Orthogonal Cover) 재매핑(remapping)은 다음과 같이 적용될 수 있다.

(1) 인터-셀 간섭(inter-cell interference)의 랜덤화를 위한 심볼 기반 셀 특정 CS 호핑

(2) 슬롯 레벨 CS/OC 재매핑

10 1) 인터-셀 간섭 랜덤화를 위해  
 2) ACK/NACK 채널과 자원(k)사이의 매핑을 위한 슬롯 기반 접근  
 한편, PUCCH 포맷 1a/1b를 위한 자원( $n_r$ )은 다음의 조합을 포함한다.

(1) CS(=심볼 수준에서 DFT 직교 코드와 동일)( $n_{cs}$ )

(2) OC(슬롯 레벨에서 직교 커버)( $n_{oc}$ )

15 (3) 주파수 RB(Resource Block)( $n_{rb}$ )

CS, OC, RB를 나타내는 인덱스를 각각,  $n_{cs}$ ,  $n_{oc}$ ,  $n_{rb}$ 라 할 때, 대표 인덱스(representative index)  $n_r$ 은  $n_{cs}$ ,  $n_{oc}$ ,  $n_{rb}$ 를 포함한다.  $n_r$ 은  $n_r=(n_{cs}, n_{oc}, n_{rb})$ 를 만족한다.

20 CQI, PMI, RI 및, CQI와 ACK/NACK의 조합은 PUCCH 포맷 2/2a/2b를 통해 전달될 수 있다. 리드 물러(RM: Reed Muller) 채널 코딩이 적용될 수 있다.

예를 들어, LTE 시스템에서 UL CQI를 위한 채널 코딩은 다음과 같이 기술된다. 비트 스트림(bit stream)  $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ 은 (20,A) RM 코드를

이용하여 채널 코딩된다. 여기서,  $a_0$  와  $a_{A-1}$  는 MSB(Most Significant Bit)와 LSB(Least Significant Bit)를 나타낸다. 확장 CP의 경우, CQI와 ACK/NACK이  
 5 동시에 전송되는 경우를 제외하면 최대 정보 비트는 11비트이다. RM 코드를 사용하여 20비트로 코딩한 후에 QPSK 변조가 적용될 수 있다. QPSK 변조 전,  
 코딩된 비트는 스크램블 될 수 있다.

표 7은 (20,A) 코드를 위한 기본 시퀀스를 나타낸 표이다.

【표 7】

i	$M_{i,0}$	$M_{i,1}$	$M_{i,2}$	$M_{i,3}$	$M_{i,4}$	$M_{i,5}$	$M_{i,6}$	$M_{i,7}$	$M_{i,8}$	$M_{i,9}$	$M_{i,10}$	$M_{i,11}$	$M_{i,12}$
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
2	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
3	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1
4	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
5	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
6	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
8	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1
9	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
10	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
11	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
12	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
14	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
15	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
16	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1
17	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
18	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
19	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

채널 코딩 비트  $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$ 는 아래 수학적 식 1에 의해 생성될 수 있다.

10 【수학적 식 1】

$$b_i = \sum_{n=0}^{A-1} (a_n \cdot M_{i,n}) \text{ mod } 2$$

여기에서,  $i = 0, 1, 2, \dots, B-1$ 를 만족한다.

광대역 보고(wideband reports) 경우 CQI/PMI를 위한 UCI(Uplink Control Information) 필드의 대역폭은 아래 표 8 내지 10과 같다.

5        표 8은 광대역 보고(단일 안테나 포트, 전송 다이버시티(transmit diversity) 또는 오픈 루프 공간 다중화(open loop spatial multiplexing) PDSCH 전송) 경우 CQI 피드백을 위한 UCI 필드를 나타낸다.

【표 8】

Field	Bitwidth
Wide-band CQI	4

10        표 9는 광대역 보고(폐 루프 공간 다중화(closed loop spatial multiplexing) PDSCH 전송) 경우 CQI와 PMI 피드백을 위한 UCI 필드를 나타낸다.

【표 9】

Field	Bitwidths			
	2 antenna ports		4 antenna ports	
	Rank = 1	Rank = 2	Rank = 1	Rank > 1
Wide-band CQI	4	4	4	4
Spatial differential CQI	0	3	0	3
Precoding matrix indication	2	1	4	4

표 10은 광대역 보고 경우 RI 피드백을 위한 UCI 필드를 나타낸다.

15        【표 10】

Field	Bitwidths		
	2 antenna ports	4 antenna ports	
		Max 2 layers	Max 4 layers
Rank indication	1	1	2

도 20은 PRB 할당을 도시한 도면이다. 도 20에 도시된 바와 같이, PRB는 슬롯  $n_s$ 에서 PUCCH 전송을 위해 사용될 수 있다.

2. 본 발명이 적용될 수 있는 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 일반

5 2. 1. 캐리어 병합(Carrier Aggregation) 일반

본 발명의 실시예들에서 고려하는 통신 환경은 멀티 캐리어(Multi-carrier) 지원 환경을 모두 포함한다. 즉, 본 발명에서 사용되는 멀티 캐리어 시스템 또는 캐리어 병합(CA: Carrier Aggregation) 시스템이라 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 캐리어의 병합(또는, 반송파의 집성)을 의미하며, 이때 캐리어의 병합은 인접한(contiguous) 캐리어 간의 병합뿐 아니라 비 인접한(non-contiguous) 캐리어 간의 병합을 모두 의미한다. 또한, 하향링크와 상향링크 간에 집성되는 컴포넌트 캐리어들의 수는 다르게 설정될 수 있다. 하향링크 컴포넌트 캐리어(DL CC) 수 및/또는 대역폭과 상향링크 컴포넌트 캐리어(UL CC) 수 및/또는 대역폭이 동일한 경우를 대칭적(symmetrical) 집성이라고 하고, 그 수가 다른 경우를 비대칭적(asymmetrical) 집성이라고 한다. 이와 같은 캐리어 병합은 반송파 집성, 대역폭 집성(bandwidth aggregation), 스펙트럼 집성(spectrum aggregation) 등과 같은 용어와 혼용되어 사용될 수

있다.

두 개 이상의 컴포넌트 캐리어가 결합되어 구성되는 캐리어 병합은 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 기존 시스템과의 호환을 위해 상기의 대역폭들만을 이용하여 20MHz보다 큰 대역폭을 지원하도록 할 수 있다. 또한, 본 발명에서 사용되는 캐리어 병합 시스템은 기존 시스템에서 사용하는 대역폭과 상관없이 새로운 대역폭을 정의하여 캐리어 병합을 지원하도록 할 수도 있다.

LTE-A 시스템은 무선 자원을 관리하기 위해 셀(cell)의 개념을 사용한다. 상술한 캐리어 병합 환경은 다중 셀(multiple cells) 환경으로 일컬을 수 있다. 셀은 하향링크 자원(DL CC)과 상향링크 자원(UL CC) 한 쌍의 조합으로 정의되나, 상향링크 자원은 필수 요소는 아니다. 따라서, 셀은 하향링크 자원 단독, 또는 하향링크 자원과 상향링크 자원으로 구성될 수 있다. 특정 단말이 단 하나의 설정된 서빙 셀(configured serving cell)을 가지는 경우 1개의 하향링크 컴포넌트 캐리어와 1개의 상향링크 컴포넌트 캐리어를 가질 수 있으나, 특정 단말이 2개 이상의 설정된 서빙 셀을 가지는 경우에는 셀의 수만큼의 하향링크 컴포넌트 캐리어를 가지며 상향링크 컴포넌트 캐리어의 수는 그와 같거나 그보다 작을 수 있다. 또는, 그 반대로 하향링크 컴포넌트 캐리어와 상향링크 컴포넌트 캐리어가 구성될 수도 있으며, 특정 단말이 다수의 설정된 서빙 셀을 가지는

경우 하향링크 컴포넌트 캐리어의 수보다 상향링크 컴포넌트 캐리어가 더 많은 캐리어 병합 환경도 지원될 수 있다. 즉, 캐리어 병합(carrier aggregation)은 각각 캐리어 주파수(셀의 중심 주파수)가 서로 다른 둘 이상의 셀들의 병합으로 이해될 수 있다. 캐리어 병합이 지원되는 경우, 하향링크 자원의 캐리어 주파수(또는, DL CC)와 상향링크 자원의 캐리어 주파수(또는, UL CC) 사이의 링크지(linkage)는 시스템 정보에 의해 지시될 수 있다. 간단히 하향링크 컴포넌트 캐리어(DL CC) 및 상향링크 컴포넌트 캐리어(UL CC)는 각각 하향링크 셀(DL Cell) 및 상향링크 셀(UL Cell)로 지칭될 수 있다. 여기서 설명한 '셀(Cell)'은 일반적으로 사용되는 기지국이 커버하는 영역으로서의 '셀'과는 구분되어야 한다.

LTE-A 시스템에서 사용되는 셀은 프라이머리 셀(PCell: Primary Cell) 및 세컨더리 셀(SCell: Secondary Cell)을 포함한다. P셀과 S셀은 서빙 셀(Serving Cell)로 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.

서빙 셀(P셀과 S셀)은 RRC 파라미터를 통해 설정될 수 있다. PhysCellId는 셀의 물리 계층 식별자로 0부터 503까지의 정수값을 가진다. SCellIndex는 S셀을 식별하기 위하여 사용되는 간략한(short) 식별자로 1부터 7까지의 정수값을 가진다. ServCellIndex는 서빙 셀(P셀 또는 S셀)을 식별하기 위하여 사용되는 간략한(short) 식별자로 0부터 7까지의 정수값을 가진다. 0값은 P셀에 적용되며,

SCellIndex는 S셀에 적용하기 위하여 미리 부여된다. 즉, ServCellIndex에서 가장 작은 셀 ID (또는 셀 인덱스)을 가지는 셀이 P셀이 된다.

P셀은 프라이머리 주파수(또는, primary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미한다. 단말이 초기 연결 설정(initial connection establishment) 과정을 수행하거나 연결 재-설정 과정을 수행하는데 사용될 수 있으며, 핸드오버 과정에서 지시된 셀을 지칭할 수도 있다. 또한, P셀은 캐리어 병합 환경에서 설정된 서빙 셀 중 제어관련 통신의 중심이 되는 셀을 의미한다. 즉, 단말은 자신의 P셀에서만 PUCCH를 할당 받아 전송할 수 있으며, 시스템 정보를 획득하거나 모니터링 절차를 변경하는데 P셀만을 이용할 수 있다. E-UTRAN(Evolved Universal Terrestrial Radio Access)은 캐리어 병합 환경을 지원하는 단말에게 이동성 제어 정보(mobilityControlInfo)를 포함하는 상위 계층의 RRC 연결 재설정(RRCConnectionReconfigutaion) 메시지를 이용하여 핸드오버 절차를 위해 P셀만을 변경할 수도 있다.

S셀은 세컨더리 주파수(또는, Secondary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미할 수 있다. 특정 단말에 P셀은 하나만 할당되며, S셀은 하나 이상 할당될 수 있다. S셀은 RRC 연결이 설정이 이루어진 이후에 구성 가능하고 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용될 수 있다. 캐리어 병합 환경에서 설정된 서빙 셀 중에서 P셀을 제외한 나머지 셀들, 즉 S셀에는 PUCCH가 존재하지 않는다. E-UTRAN은 S셀을 캐리어 병합 환경을 지원하는 단말에게 추가할 때, RRC\_CONNECTED 상태에 있는 관련된 셀의 동작과 관련된 모든 시스템 정보를 특정 시그널(dedicated signal)을 통해 제공할 수 있다. 시스템 정보의 변경은 관련된 S셀의 해제 및 추가에 의하여 제어될 수 있으며, 이 때 상위 계층의 RRC 연결 재설정

(RRCConnectionReconfigutaion) 메시지를 이용할 수 있다. E-UTRAN은 관련된 S셀 안에서 브로드캐스트하기 보다는 단말 별로 상이한 파라미터를 가지는 특정 시그널링(dedicated signaling) 할 수 있다.

초기 보안 활성화 과정이 시작된 이후에, E-UTRAN은 연결 설정 과정에서 초기에 구성되는 P셀에 추가하여 하나 이상의 S셀을 포함하는 네트워크를 구성할 수 있다. 캐리어 병합 환경에서 P셀 및 S셀은 각각의 컴포넌트 캐리어로서 동작할 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.

10 이러한 광대역을 지원하기 위한 제1 계층(물리 계층)에서의 하향링크 제어 정보 시그널링 및 상향링크 제어 정보 시그널링 방법을 설명하면 다음과 같다.

PDCCH를 통해 제어 영역의 크기, 상향링크 및 하향링크 자원 할당 그리고 하향링크 HARQ ACK/NACK 지시와 같은 하향링크 제어 정보를 전송하기 위한 방법은 다음과 같다.

15 하향링크에서 독립적인 제어 영역 크기는 각 컴포넌트 캐리어에 적용될 수 있다. 이때, 제어 영역을 가지는 캐리어에 PCFICH을 위한 기존의 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템의 방법(변조, 코딩, 자원 요소에의 매핑 등)이 동일하게 이용될 수 있다. 그리고, 하향링크(PDSCH) 및 상향링크(PUSCH) 전송을 위한 자원 할당을 위한 시그널링을 위해, PDCCH는 PDCCH가 할당된 동일한 컴포넌트 캐리어에 PDSCH  
20 자원을 할당할 수 있으며, 단일 링크된 상향링크 컴포넌트 캐리어에 PUSCH 자원을 할당할 수 있다. 이때, 기존의 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템의 PDCCH 구조(동일한 코딩, 동일한 CCE에 기초한 자원 매핑)와 DCI 포맷이 각 컴포넌트

캐리어에 동일하게 이용될 수 있다. 또한, PDCCH는 캐리어 지시자 필드(CIF: Carrier Indicator Field)를 이용하여 멀티 컴포넌트 캐리어 중 하나에 PDSCH 또는 PUSCH를 할당할 수 있다. 이때, 기존의 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템의 DCI 포맷은 1 내지 3 비트(bit)를 가지는 캐리어 지시자 필드를 포함하도록 확장될 수 있으며, 기존의 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템의 PDCCH 구조(동일한 코딩, 동일한 CCE에 기초한 자원 매핑)는 동일하게 이용할 수 있다. 캐리어 지시자 필드는 반정적으로(semi-statically) 설정될 수 있다. 그리고, 하향링크 HARQ ACK/NACK 지시를 위한 하향링크 제어 시그널링을 위해, 기존의 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템에서의 PHICH 물리적 전송 방법(직교 코드 구성, 변조, 스크램블 시퀀스, 자원 요소에의 매핑)이 동일하게 사용될 수 있다. 이때, PHICH는 UL grant 전송에 이용된 하향링크 컴포넌트 캐리어를 통해 전송된다. 하향링크 컴포넌트 캐리어의 수가 상향링크 컴포넌트 캐리어의 수 이상인 경우, 캐리어 지시자 필드가 사용되지 않을 수 있으며, 이때, 기존의 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템의 PHICH 자원 매핑 규칙이 동일하게 사용될 수 있다.

15 PUCCH를 통해 HARQ ACK/NACK, 스케줄링 요청(SR) 및 채널 상태 정보(CSI: Channel State Information)와 같은 상향링크 제어 정보를 전송하기 위한 방법은 다음과 같다.

HARQ ACK/NACK를 위한 상향링크 제어 정보 시그널링을 위해, 모든 HARQ ACK/NACK은 PUSCH가 전송되지 않을 때 PUCCH를 통해 전송될 수 있다. 일반적으로 20 각 하향링크 컴포넌트 캐리어 전송 블록(transport block)에 대하여 하나의 ACK/NACK 전송이 지원될 수 있으나, 전력 소모 방지를 위해 하향링크 컴포넌트 캐리어 전송 블록에 대하여 ACK/NACK 전송이 제한될 수 있다. 이때, 다중의

하향링크 컴포넌트 캐리어가 동시에 스케줄된 많은 단말에 대한 자원의 최적화를  
 피하기 보다는 단말 성능과 전력 제어 측면을 더 고려하여 ACK/NACK 자원을  
 할당할 수 있다. 그리고, 스케줄링 요청은 PUCCH를 통해 전송되며, 하나의  
 단말에 특정 상향링크 컴포넌트 캐리어가 반정적으로(semi-statically) 매핑될  
 5 수 있다. 그리고, PUCCH를 통한 주기적인 CSI 보고는 최대 5개의 하향링크  
 컴포넌트 캐리어까지 지원될 수 있다. CSI는 하나의 단말에 특정 상향링크  
 컴포넌트 캐리어가 반정적으로 매핑될 수 있으며, CSI 페이로드(payload)를  
 확장하기 위하여 또는 보고 오버헤드(overhead)를 감소시키기 위하여 CQI, PMI,  
 RI에 대한 기존의 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템의 규칙을 따를 수도 있다.

10 도 21은 멀티 캐리어를 지원하는 시스템에서 하향링크를 위한 제2  
 계층(Layer 2) 구조를 예시하는 도면이다. 도 22는 멀티 캐리어를 지원하는  
 시스템에서 상향링크를 위한 제2 계층(Layer 2) 구조를 예시하는 도면이다.

#### 1) 사용자 평면(User Plane)

기존의 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템의 제2 계층의 구조와 대비할 때, 멀티  
 15 캐리어 환경에서는 하나의 컴포넌트 캐리어 당 하나의 HARQ 엔티티(entity)가  
 요구된다.

MAC(Media Access Control) 계층을 살펴보면, 단말 관점에서 HARQ의 제2  
 계층 측면은 기존의 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템을 유지할 수 있다. 스케줄된  
 컴포넌트 캐리어 당 하나의 전송 블록(transport block)(공간 다중화(Spatial  
 20 Multiplexing)가 지원되지 않는 경우, 공간 다중화의 경우 최대 2 전송 블록)과  
 하나의 독립된 HARQ 엔티티가 존재한다. 각 전송 블록은 단일의 컴포넌트  
 캐리어에 매핑되며, 해당 컴포넌트 캐리어를 통해 모든 HARQ 재전송도 전송된다.

단말은 다중의 컴포넌트 캐리어가 동시에 스케줄될 수 있으나, 최대 한번의 임의 접속 절차(random access procedure)가 진행될 수 있다. 단말에 하나의 컴포넌트 캐리어가 설정되는 경우 DRX(Discontinuous Reception)가 기준(baseline)이 될 수 있다. 이외의 경우, 동일한 DRX 동작 즉, PDCCH 모니터링을 위한 활성 시간(active time)이 모든 설정된 컴포넌트 캐리어에 적용되는 것이 기준이 될 수 있다. 활성 시간에는 어느 컴포넌트 캐리어라도 다른 설정된 컴포넌트 캐리어에 PDSCH를 스케줄링 할 수 있다.

RLC(Radio Link Control) 및 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 계층은 기존의 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템의 RLC 프로토콜이 동일하게 적용될 수 있다.

## 2) 제어 평면(Control Plane)

기존의 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템의 제어 평면의 구조가 동일하게 적용될 수 있다.

셀은 고유의 ECGI(E-UTRAN Cell Global Identifier)에 의해 식별되고, 하나의 컴포넌트 캐리어에 포함되는 시스템 정보의 전송에 따른다. 기존의 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템의 시스템 정보와 LTE-A를 위한 확장 정보가 기존 시스템과 호환(backward compatible)될 수 있는 컴포넌트 캐리어를 통해 전송될 수 있다. 각 컴포넌트 캐리어는 BCCH(Broadcast Control Channel)을 통해 시스템 정보를 제공할 수 있다.

기존의 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템과 같이 단말은 네트워크와 하나의 RRC(Radio Resource Control) 연결(connection)을 가진다. 단말과 연결 모드(connected mode)에 있는 셀(이하, '스페셜 셀'이라 한다.)은 보안

입력(단일의 ECGI, 단일의 PCI(Physical Cell Identity), 단일의 ARFCN(Absolute Radio Frequency Channel Number))과 NAS(Non Access Stratum) 이동성 정보(예를 들어, TAI Tracking Area Identity))를 제공할 수 있다.

스페셜 셀과 RRC 연결이 확립(establishment)된 후에 컴포넌트 캐리어의  
 5 재설정, 추가 그리고 제거는 이동성 제어 정보('mobilityControlInfo')를 포함하는 무선접속 재구성 메시지('RRCConnectionReconfiguration')에 의하여 수행될 수 있다. 즉, 인트라-셀 핸드오버(intra-cell handover)의 경우이다. 또한, 이동성 제어 정보를 포함하지 않는 무선접속 재구성 메시지는 컴포넌트 캐리어의 추가에 이용될 수 있으며, 스페셜 셀에 해당하는 컴포넌트 캐리어를  
 10 제외한 컴포넌트 캐리어의 제거에 이용될 수 있다.

인트라-셀 핸드오버에서 이동성 제어 정보를 포함하는 무선접속 재구성 메시지는 타겟 셀(target cell)에 사용되는 컴포넌트 캐리어를 제거, 재설정 또는 추가할 수 있다. 새로운 컴포넌트 캐리어를 추가할 때, 컴포넌트 캐리어 전송/수신을 위해 필요한 컴포넌트 캐리어의 정보를 전달하기 위해  
 15 특정한(dedicated) RRC 시그널링이 이용될 수 있다.

단말이 하나의 컴포넌트 캐리어의 실패를 감지하더라도 RRC 연결을 재확립(re-establishment)하기 위해 트리거하지 않을 수 있다. PDCCH를 수신한 모든 컴포넌트 캐리어가 실패하거나 모든 상향링크 통신이 손실된 경우 또는 재전송 최대 횟수에 도달하였음을 RLC 계층으로부터 지시된 경우 단말에서 RRC  
 20 연결을 재확립할 수 있다.

단말은 단말이 측정을 위해 컴포넌트 캐리어의 설정이 필요한 측정 객체와 다른 캐리어 주파수로 컴포넌트 캐리어를 관찰한다. 인접 셀 다른 주파수

측정(Inter-frequency neighbor measurements)은 컴포넌트 캐리어로 설정되지 않은 모든 캐리어의 주파수를 포함한다.

기존의 3GPP LTE 릴리즈-8 시스템의 아이들 모드(idle mode)에서의 이동 절차가 아이들 모드를 위한 컴포넌트 캐리어의 서브셋(subset)을 설정하는  
5 네트워크에 동일하게 적용될 수 있다.

이하 설명의 편의를 위하여 도 21 및 도 22에서 도시된 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 및 RLC(Radio Link Control)과 같은 상위 계층들을 MAC(Media Access Control)으로 간략화하여 설명한다.

도 23은 기지국에서 하나의 MAC이 멀티 캐리어를 관리하는 개념을 나타내는  
10 도면이다. 도 24는 단말에서 하나의 MAC이 멀티 캐리어를 관리하는 개념을 나타내는 도면이다.

도 23 및 24를 참조하면, 하나의 MAC이 하나 이상의 주파수 캐리어를 관리 및 운영하여 송수신을 수행한다. 하나의 MAC에서 관리되는 주파수 캐리어들은 서로 인접(contiguous)할 필요가 없기 때문에 자원의 관리 측면에서 보다 유연  
15 (flexible) 하다는 장점이 있다. 도 23과 24에서 하나의 PHY는 편의상 하나의 컴포넌트 캐리어를 의미하는 것으로 한다. 여기서, 하나의 PHY는 반드시 독립적인 RF(Radio Frequency) 디바이스를 의미하는 것은 아니다. 일반적으로 하나의 독립적인 RF 디바이스는 하나의 PHY를 의미하나, 반드시 이에 국한되는 것은 아니며, 하나의 RF 디바이스는 여러 개의 PHY를 포함할 수 있다.

20 도 25는 기지국에서 복수의 MAC이 멀티 캐리어를 관리하는 개념을 나타내는 도면이다. 도 26는 단말에서 복수의 MAC이 멀티 캐리어를 관리하는 개념을 나타내는 도면이다. 도 27은 기지국에서 복수의 MAC이 멀티 캐리어를 관리하는

다른 개념을 나타내는 도면이다. 도 28은 단말에서 복수의 MAC이 멀티 캐리어를 관리하는 다른 개념을 나타내는 도면이다.

도 25 내지 도 28과 같이 여러 개의 캐리어를 하나의 MAC이 아닌 여러 개의 MAC이 제어할 수도 있다.

- 5        도 25 및 도 26와 같이 각각의 캐리어를 각각의 MAC이 1:1로 제어할 수도 있고, 도 27 및 도 28과 같이 일부 캐리어에 대해서는 각각의 캐리어를 각각의 MAC이 1:1로 제어하고 나머지 1개 이상의 캐리어를 하나의 MAC이 제어할 수 있다.

상기의 시스템은 1개부터 N개까지의 다수의 캐리어를 포함하는 시스템이며 각 캐리어는 인접하거나 또는 인접하지 않게(non-contiguous) 사용될 수 있다.

- 10        이는 상향/하향링크에 구분 없이 적용될 수 있다. TDD 시스템은 각각의 캐리어 안에 하향링크와 상향링크의 전송을 포함하는 N개의 다수 캐리어를 운영하도록 구성되며, FDD 시스템은 다수의 캐리어를 상향링크와 하향링크에 각각 사용하도록 구성된다. FDD 시스템의 경우, 상향링크와 하향링크에서 병합되는 캐리어의 수 및/또는 캐리어의 대역폭이 다른 비대칭적 캐리어 병합도 지원할 수  
15        있다.

## 2. 2. CA PUCCH (Carrier Aggregation Physical Uplink Control Channel)

캐리어 병합을 지원하는 무선 통신 시스템에서 UCI (예, 다중 ACK/NACK 비트)를 피드백 하기 위한 PUCCH 포맷이 정의될 수 있다. 이하, 설명의 편의를 위해 이러한 PUCCH의 포맷을 CA PUCCH 포맷이라고 지칭한다.

- 20        도 29는 CA PUCCH의 신호 처리 과정을 예시하는 도면이다.

도 29를 참조하면, 채널 코딩 블록(channel coding block)은 정보 비트  $a_0$ ,  $a_1$ , ...,  $a_{M-1}$ (예, 다중 ACK/NACK 비트)를 채널 코딩하여 코딩 비트(encoded

bit, coded bit or coding bit)(또는 코드워드)  $b_0, b_1, \dots, b_{N-1}$ 을 생성한다.  $M$ 은 정보 비트의 크기를 나타내고,  $N$ 은 코딩 비트의 크기를 나타낸다. 정보 비트는 상향링크 제어 정보(UCI), 예를 들어 복수의 하향링크 컴포넌트 캐리어를 통해 수신한 복수의 데이터(또는 PDSCH)에 대한 다중 ACK/NACK을 포함한다.

5 여기서, 정보 비트  $a_0, a_1, \dots, a_{M-1}$ 는 정보 비트를 구성하는 UCI의 종류/개수/크기에 상관없이 조인트 코딩된다. 예를 들어, 정보 비트가 복수의 하향링크 컴포넌트 캐리어에 대한 다중 ACK/NACK을 포함하는 경우, 채널 코딩은 하향링크 컴포넌트 캐리어 별, 개별 ACK/NACK 비트 별로 수행되지 않고, 전체 비트 정보를 대상으로 수행되며, 이로부터 단일 코드워드가 생성된다. 채널

10 코딩은 이로 제한되는 것은 아니지만 단순 반복(repetition), 단순 코딩(simplex coding), RM(Reed Muller) 코딩, 평처링된 RM 코딩, TBCC(Tail-biting convolutional coding), LDPC(low-density parity-check) 혹은 터보-코딩을 포함한다. 도시하지는 않았지만, 코딩 비트는 변조 차수와 자원 양을 고려하여 레이트-매칭(rate-matching) 될 수 있다. 레이트 매칭 기능은 채널 코딩 블록의

15 일부로 포함되거나 별도의 기능 블록을 통해 수행될 수 있다.

변조기(modulator)는 코딩 비트  $b_0, b_1, \dots, b_{N-1}$ 을 변조하여 변조 심볼  $c_0, c_1, \dots, c_{L-1}$ 을 생성한다.  $L$ 은 변조 심볼의 크기를 나타낸다. 변조 방법은 전송 신호의 크기와 위상을 변형함으로써 수행된다. 변조 방법은 예를 들어,  $n$ -PSK(Phase Shift Keying),  $n$ -QAM(Quadrature Amplitude Modulation)을

20 포함한다( $n$ 은 2 이상의 정수). 구체적으로, 변조 방법은 BPSK(Binary PSK), QPSK(Quadrature PSK), 8-PSK, QAM, 16-QAM, 64-QAM 등을 포함할 수 있다.

분주기(divider)는 변조 심볼  $c_0, c_1, \dots, c_{L-1}$ 을 각 슬롯으로 분주한다.

변조 심볼을 각 슬롯으로 분주하는 순서/패턴/방식은 특별히 제한되지 않는다. 예를 들어, 분주기는 변조 심볼을 앞에서부터 순서대로 각각의 슬롯에 분주할 수 있다(로컬형 방식). 이 경우, 도시한 바와 같이, 변조 심볼  $c_0, c_1, \dots, c_{L/2-1}$ 은 슬롯 0에 분주되고, 변조 심볼  $c_{L/2}, c_{L/2+1}, \dots, c_{L-1}$ 은 슬롯 1에 분주될 수 있다. 또한, 변조 심볼은 각각의 슬롯으로 분주 시에 인터리빙(또는 퍼뮤테이션) 될 수 있다. 예를 들어, 짝수 번째 변조 심볼은 슬롯 0에 분주되고 홀수 번째 변조 심볼은 슬롯 1에 분주될 수 있다. 변조 과정과 분주 과정은 순서가 바뀔 수 있다.

DFT 프리코더(precoder)는 단일 반송파 파형(single carrier waveform)을 생성하기 위해 각각의 슬롯으로 분주된 변조 심볼에 대해 DFT 프리코딩(예, 12-포인트 DFT)을 수행한다. 도면을 참조하면, 슬롯0에 분주된 변조 심볼  $c_0, c_1, \dots, c_{L/2-1}$ 은 DFT 심볼  $d_0, d_1, \dots, d_{L/2-1}$ 로 DFT 프리코딩 되고, 슬롯1에 분주된 변조 심볼  $c_{L/2}, c_{L/2+1}, \dots, c_{L-1}$ 은 DFT 심볼  $d_{L/2}, d_{L/2+1}, \dots, d_{L-1}$ 로 DFT 프리코딩 된다. DFT 프리코딩은 상응하는 다른 선형 연산(linear operation) (예, walsh precoding)으로 대체될 수 있다.

확산 블록(spreading block)은 DFT가 수행된 신호를 SC-FDMA 심볼 레벨에서(시간 도메인) 확산한다. SC-FDMA 심볼 레벨의 시간 도메인 확산은 확산 코드(혹은 확산 시퀀스)를 이용하여 수행된다. 확산 코드는 준 직교 코드와 직교 코드를 포함한다. 준 직교 코드는 이로 제한되는 것은 아니지만, PN(Pseudo Noise) 코드를 포함한다. 직교 코드는 이로 제한되는 것은 아니지만, 왈쉬 코드, DFT 코드를 포함한다. 직교 코드(Orthogonal Code, OC)는 직교 시퀀스(orthogonal sequence), 직교 커버(Orthogonal Cover, OC), 직교 커버

코드(Orthogonal Cover Code, OCC)와 혼용될 수 있다. 본 명세서는 설명의 용이성을 위해 확산 코드의 대표 예로 직교 코드를 위주로 설명하지만, 이는 예시로서 직교 코드는 준 직교 코드로 대체될 수 있다. 확산 코드 사이즈 (또는 확산 인자(Spreading Factor: SF))의 최대 값은 제어 정보 전송에 사용되는 SC-FDMA 심볼의 개수에 의해 제한된다. 일 예로, 한 슬롯에서 5개의 SC-FDMA 심볼이 제어 정보 전송에 사용되는 경우, 슬롯 별로 길이 5의 (준)직교 코드( $w_0, w_1, w_2, w_3, w_4$ )가 사용될 수 있다. SF는 제어 정보의 확산도를 의미하며, 단말의 다중화 차수(multiplexing order) 또는 안테나 다중화 차수와 관련될 수 있다. SF는 1, 2, 3, 4, 5, ...와 같이 시스템의 요구 조건에 따라 가변될 수 있으며, 기지국과 단말간에 미리 정의되거나, DCI 혹은 RRC 시그널링을 통해 단말에게 알려질 수 있다.

위의 과정을 거쳐 생성된 신호는 PRB 내의 부반송파에 맵핑된 후 IFFT를 거쳐 시간 도메인 신호로 변환된다. 시간 도메인 신호에는 CP가 부가되고, 생성된 SC-FDMA 심볼은 RF단을 통해 전송된다.

## 2. 2. 1. PUCCH 통한 CSI(Channel State Information) 피드백

3GPP LTE 시스템에서는 하향링크 수신 주체(예를 들어, 단말)가 하향링크 전송 주체(예를 들어, 기지국)에 접속되어 있을 때에, 하향링크로 전송되는 참조신호의 수신강도(RSRP: reference signal received power), 참조신호의 품질(RSRQ: reference signal received quality) 등에 대한 측정을 임의의 시간에 수행하여, 측정 결과를 기지국에게 주기적(periodic)으로 혹은 이벤트 기반(event triggered)으로 보고할 수 있다.

각각의 단말은 하향링크 채널상황에 따른 하향링크 채널정보를 상향링크를

통해 보고하며, 기지국은 각각의 단말로부터 받은 하향링크 채널정보를 이용하여 각각의 단말 별로 데이터 전송을 위해 적절한 시간/주파수 자원과 변조 및 코딩 기법(Modulation and Coding Scheme; MCS) 등을 정할 수 있다.

이러한 채널 상태 정보(CSI: Channel State Information)는 CQI(Channel Quality Indication), PMI(Precoding Matrix Indicator), PTI(Precoder Type Indication) 및/또는 RI(Rank Indication)로 구성될 수 있고, 각각의 단말의 전송 모드에 따라 CSI가 모두 전송되거나 그 중 일부만 전송될 수도 있다. CQI는 단말의 수신신호품질(received signal quality)에 의해 정해지는데, 이는 일반적으로 하향링크 참조신호의 측정에 기반하여 결정될 수 있다. 이때 실제로 기지국에게 전달되는 CQI 값은, 단말이 측정한 수신신호품질에서 블록에러율(Block Error Rate; BLER)을 10% 이하로 유지하면서 최대의 성능을 낼 수 있는 MCS에 해당된다.

또한 이러한 채널정보의 보고방식은 주기적으로 전송되는 주기적 보고(periodic reporting)와 기지국의 요청에 의해서 전송되는 비주기적 보고(aperiodic reporting)로 나뉜다.

비주기적 보고의 경우, 기지국이 단말에게 내려주는 상향링크 스케줄링 정보에 포함된 1 비트의 요청 비트(CQI request bit)에 의해 각각의 단말에게 설정되며, 각각의 단말은 이 정보를 받으면 자신의 전송 모드를 고려한 채널정보를 PUSCH를 통해서 기지국에 전달할 수 있다. 동일한 PUSCH 상에서 RI 및 CQI/PMI 가 전송되지 않도록 설정될 수 있다.

주기적 보고의 경우, 상위계층 신호를 통해 채널정보가 전송되는 주기와 해당 주기에서의 오프셋(offset) 등이 서브프레임 단위로 각각의 단말에게

시그널링되며, 정해진 주기에 따라 각각의 단말의 전송 모드를 고려한 채널정보가 PUCCH를 통해서 기지국에 전달될 수 있다. 정해진 주기에 따라 채널정보가 전송되는 서브프레임에 상향링크로 전송되는 데이터가 동시에 존재하는 경우에는, 이때는 해당 채널정보를 PUCCH이 아닌 데이터와 함께 PUSCH를 통해서 전송할 수 있다. PUCCH를 통한 주기적 보고의 경우에는 PUSCH에 비하여 제한된 비트(예를 들어, 11비트)가 사용될 수 있다. 동일한 PUSCH 상에서 RI 및 CQI/PMI 가 전송될 수 있다.

주기적 보고와 비주기적 보고가 동일한 서브프레임 내에서 충돌하는 경우에는 비주기적 보고만이 수행될 수 있다.

10 광대역(Wideband) CQI/PMI를 계산함에 있어서 가장 최근에 전송된 RI를 사용할 수 있다. PUCCH CSI 보고 모드(reporting mode)에서의 RI는 PUSCH CSI 보고 모드에서의 RI와 독립적(independent)이며, PUSCH CSI 보고 모드에서의 RI는 해당 PUSCH CSI 보고 모드에서의 CQI/PMI 에 대해서만 유효(valid)하다.

15 표 11은 PUCCH에서 전송되는 CSI 피드백 타입 및 PUCCH CSI 보고 모드를 설명한 표이다.

**【표 11】**

		PMI Feedback Type	
		No PMI (OL, TD, single-antenna)	Single PMI (CL)
CQI Feedback Type	Wideband	<b>Mode 1-0</b> - RI (only for Open-Loop SM) - One Wideband CQI (4bit) when RI>1, CQI of first codeword	<b>Mode 1-1</b> - RI - Wideband CQI (4bit) Wideband spatial CQI (3bit) for RI>1 Wideband PMI (4bit)
	UE Selected	<b>Mode 2-0</b> - RI (only for Open-Loop SM) - Wideband CQI (4bit) - Best-1 CQI (4bit) in each BP Best-1 indicator(L-bit label) when RI>1, CQI of first codeword	<b>Mode 2-1</b> - RI - Wideband CQI (4bit) Wideband spatial CQI (3bit) for RI>1 Wideband PMI (4bit) - Best-1 CQI (4bit) 1 in each BP Best-1 spatial CQI (3bit) for RI>1 Best-1 indicator (L-bit label)

표 11을 참조하면, 채널 상태 정보의 주기적 보고(periodic reporting)에 있어서 CQI 와 PMI 피드백 타입에 따라, 모드 1-0, 1-1, 2-0 및 2-1의 4가지 보고 모드(reporting mode)로 나눌 수 있다.

5 CQI 피드백 타입에 따라 광대역 CQI(WB CQI: wideband CQI)와 서브밴드(SB CQI: subband CQI)로 나뉘지며, PMI 전송 여부에 따라 No PMI와 단일(single) PMI 로 나뉜다. 표 11에서는 No PMI가 개-루프(OL: open-loop), 전송 다이버시티(TD: Transmit Diversity) 및 단일-안테나(single-antenna)의 경우에 해당하고, 단일 PMI 는 폐-루프(CL: closed-loop)에 해당함을 나타낸다.

10 모드 1-0 는 PMI 전송은 없고 WB CQI가 전송되는 경우이다. 이 경우 RI는 개-루프(OL) 공간 다중화(SM: Spatial Multiplexing)의 경우에만 전송되고, 4비트로 표현되는 하나의 WB CQI 가 전송될 수 있다. RI가 1 초과인 경우에는, 제 1 코드워드에 대한 CQI가 전송될 수 있다.

모드 1-1 은 단일 PMI 및 WB CQI가 전송되는 경우이다. 이 경우, RI 전송과 함께, 4 비트의 WB CQI 및 4 비트의 WB PMI가 전송될 수 있다. 추가적으로, RI가 1 초과인 경우에는, 3 비트의 WB 공간 차등 CQI(Wideband Spatial Differential CQI)가 전송될 수 있다. 2 코드워드 전송에 있어서 WB 공간 차등 CQI는, 5 코드워드 1 에 대한 WB CQI 인덱스와 코드워드 2 에 대한 WB CQI 인덱스의 차이값을 나타낼 수 있다. 이들 차이값은 집합  $\{-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$  중 하나의 값을 가지고, 3 비트로 표현될 수 있다.

모드 2-0 은 PMI 전송은 없고 단말이 선택한(UE selected) 대역의 CQI 가 전송되는 경우이다. 이 경우 RI는 개-루프 공간 다중화(OL SM)의 경우에만 10 전송되고, 4 비트로 표현되는 WB CQI 가 전송될 수 있다. 또한, 각각의 대역폭 부분(BP: Bandwidth Part)에서 최적(Best-1)의 CQI가 전송되고, Best-1 CQI는 4 비트로 표현될 수 있다. 또한, Best-1을 지시하는 L 비트의 지시자(indicator)가 함께 전송될 수 있다. RI가 1 초과인 경우에는, 제 1 코드워드에 대한 CQI 가 전송될 수 있다.

15 모드 2-1 은 단일 PMI 및 단말이 선택한(UE selected) 대역의 CQI가 전송되는 경우이다. 이 경우, RI 전송과 함께, 4 비트의 WB CQI, 3 비트의 WB 공간 차등 CQI 및 4 비트의 WB PMI가 전송될 수 있다. 추가적으로, 각각의 대역폭 부분(BP)에서 4 비트의 Best-1 CQI가 전송되고, L 비트의 Best-1 지시자가 함께 전송될 수 있다. 추가적으로, RI가 1 초과인 경우에는, 3 비트의 20 Best-1 공간 차등 CQI가 전송될 수 있다. 이는 2 코드워드 전송에 있어서, 코드워드 1의 Best-1 CQI 인덱스와 코드워드 2의 Best-1 CQI 인덱스의 차이값을 나타낼 수 있다.

각 전송 모드(transmission mode)에 대하여 다음과 같이 주기적인 PUCCH CSI 보고 모드가 지원된다.

- 1) 전송 모드 1: 모드 1-0 및 2-0
- 2) 전송 모드 2: 모드 1-0 및 2-0
- 5 3) 전송 모드 3: 모드 1-0 및 2-0
- 4) 전송 모드 4: 모드 1-1 및 2-1
- 5) 전송 모드 5: 모드 1-1 및 2-1
- 6) 전송 모드 6: 모드 1-1 및 2-1
- 7) 전송 모드 7: 모드 1-0 및 2-0
- 10 8) 전송 모드 8: 단말이 PMI/RI 보고가 설정되는 경우에는 모드 1-1 및 2-1, 단말이 PMI/RI 보고를 하지 않도록 설정되는 경우 모드 1-0 및 2-0
- 9) 전송 모드 9: 단말이 PMI/RI 보고가 설정되고 CSI-RS 포트의 수 > 1 인 경우 모드 1-1 및 2-1, 단말이 PMI/RI 보고를 하지 않도록 설정되거나 CSI-RS 포트의 수 = 1 인 경우 모드 1-0 및 2-0

15 각 서빙 셀에서 주기적인 PUCCH CSI 보고 모드는 상위 계층 시그널링에 의하여 설정된다. 모드 1-1 은 'PUCCH\_format1-1\_CSI\_reporting\_mode' 파라미터를 사용하는 상위 계층 시그널링에 의하여 서브모드(submode) 1 또는 서브모드 2 중 하나로 설정된다.

20 단말이 선택한 SB CQI에서 특정 서빙 셀의 특정 서브프레임에서 CQI 보고는 서빙 셀의 대역폭의 일부분인 대역폭 부분(BP: Bandwidth Part)의 하나 이상의 채널 상태의 측정을 의미한다. 대역폭 부분은 가장 낮은 주파수에서 시작하여 주파수가 증가하는 순서로 대역폭 크기의 증가 없이 인덱스가 부여된다.

$N_{RB}^{DL}$  은 서빙 셀 시스템 대역폭의 자원 블록(RB) 개수를 나타낸다. 시스템 대역폭은  $N$  (1, 2, 3, ...,  $N$ ) 개의 SB CQI로 나뉠 수 있다. 하나의 SB CQI는 아래 표 15에서 정의하는  $k$  개의 RB 를 포함할 수 있다. 전체 대역폭의 RB 개수가  $k$  의 정수배가 아닌 경우( $\lceil N_{RB}^{DL}/k \rceil - \lfloor N_{RB}^{DL}/k \rfloor > 0$ )에, 마지막 ( $N$  번째) SB CQI를 구성하는 RB의 개수는 수학적식 2 에 의해 결정될 수 있다.

【수학적식 2】

$$N_{RB}^{DL} - k \cdot \lfloor N_{RB}^{DL} / k \rfloor$$

표 12는 서브밴드 크기( $k$ ) 및 대역폭 부분(BP)과 하향링크 시스템 대역폭( $N_{RB}^{DL}$ )의 관계를 나타낸다.

10 【표 12】

System Bandwidth $N_{RB}^{DL}$	Subband Size $k$ (RBs)	Bandwidth Parts ( $J$ )
6 - 7	NA	NA
8 - 10	4	1
11 - 26	4	2
27 - 63	6	3
64 - 110	8	4

또한,  $N_j$  개의 CQI 서브밴드들은 하나의 BP를 구성하고, 시스템 대역폭은  $J$  개의 BP로 나뉠 수 있다.  $J=1$  인 경우  $N_j$  는  $\lfloor N_{RB}^{DL}/k/J \rfloor$  와 같고,  $J>1$  인 경우  $N_j$  는  $\lfloor N_{RB}^{DL}/k/J \rfloor$  또는  $\lfloor N_{RB}^{DL}/k/J \rfloor - 1$  와 같다. 단말은 BP 중에서 선호하는 최적의 하나(Best-1)의 CQI 서브밴드에 대한 CQI 인덱스를 계산하고 PUCCH를 통해 CQI 인덱스를 전송할 수 있다. 이 때, 하나의 BP에서 선택된 Best-1 CQI 서브밴드가 어떤 것인지를 나타내는 Best-1 지시자가 함께 전송될 수 있다. Best-1 지시자는  $L$  비트로 구성될 수 있고,  $L$  은 수학적식 3와 같다.

## 【수학식 3】

$$L = \left\lceil \log_2 \left[ N_{RB}^{DL} / k / J \right] \right\rceil$$

위와 같은 방식으로 단말이 선택한(UE selected) CQI 보고 모드에 있어서, CQI 인덱스가 계산되는 주파수 대역을 결정할 수 있다.

5 이하, CQI 전송 주기에 대하여 설명한다.

표 13은 각 PUCCH CSI 보고 모드의 CQI 및 PMI 페이로드 크기(payload size)를 나타낸다.

## 【표 13】

PUCCH Format	Reported	Mode State	PUCCH Reporting Modes			
			Mode 1-1 (bits/BP)	Mode 2-1 (bits/BP)	Mode 1-0 (bits/BP)	Mode 2-0 (bits/BP)
1	Sub-band CQI	RI = 1	NA	4+L	NA	4+L
		RI > 1	NA	7+L	NA	4+L
1a	Sub-band CQI / second PMI	8 antenna ports RI = 1	NA	8+L	NA	NA
		8 antenna ports 1 < RI < 5	NA	9+L	NA	NA
		8 antenna ports RI > 4	NA	7+L	NA	NA
2	Wideband CQI/PMI	2 antenna ports RI = 1	6	6	NA	NA
		4 antenna ports RI = 1	8	8	NA	NA
		2 antenna ports RI > 1	8	8	NA	NA
		4 antenna ports RI > 1	11	11	NA	NA
2a	Wideband first PMI	8 antenna ports RI < 3	NA	4	NA	NA
		8 antenna ports 2 < RI < 8	NA	2	NA	NA
		8 antenna ports RI = 8	NA	0	NA	NA
2b	Wideband CQI / second PMI	8 antenna ports RI = 1	8	8	NA	NA
		8 antenna ports 1 < RI < 4	11	11	NA	NA
		8 antenna ports RI = 4	10	10	NA	NA
		8 antenna ports RI > 4	7	7	NA	NA
2c	Wideband CQI / first PMI / second PMI	8 antenna ports RI = 1	8	-	NA	NA
		8 antenna ports 1 < RI ≤ 4	11	-	NA	NA
		8 antenna ports 4 < RI ≤ 7	9	-	NA	NA
		8 antenna ports RI = 8	7	-	NA	NA
3	RI	2-layer spatial multiplexing	1	1	1	1
		4-layer spatial multiplexing	2	2	2	2
		8-layer spatial multiplexing	3	3	NA	NA
4	Wideband CQI	RI = 1 or RI > 1	NA	NA	4	4
5	RI/ first PMI	8 antenna ports, 2-layer spatial multiplexing	4	NA	NA	NA
		8 antenna ports, 4 and 8-layer spatial multiplexing	5			
6	RI/PTI	8 antenna ports, 2-layer spatial multiplexing	NA	2	NA	NA
		8 antenna ports, 4-layer spatial multiplexing	NA	3	NA	NA
		8 antenna ports, 8-layer spatial multiplexing	NA	4	NA	NA

표 13을 참조하면, PUCCH CSI 보고 모드를 위해 지원되는 각 CQI/PMI 및 RI 보고 타입(PUCCH 보고 타입)은 다음과 같다.

보고 타입 1은 단말이 선택한 서브밴드에 대한 CQI 피드백을 지원한다.

보고 타입 1a는 서브밴드 CQI와 두 번째 PMI 피드백을 지원한다.

5 보고 타입 2, 2b, 2c는 WB CQI와 PMI 피드백을 지원한다.

보고 타입 2a는 WB PMI 피드백을 지원한다.

보고 타입 3은 RI 피드백을 지원한다.

보고 타입 4는 WB CQI를 지원한다.

보고 타입 5는 RI와 WB PMI 피드백을 지원한다.

10 보고 타입 6은 RI와 PTI 피드백을 지원한다.

단말은 채널정보의 전송 주기와 오프셋의 조합으로 이루어진 정보를 상위 계층에서 RRC 시그널링(signaling)을 통해서 전송 받을 수 있다. 단말은 제공받은 채널 정보 전송 주기에 대한 정보에 기초하여 채널 정보를 기지국으로 전송할 수 있다. 각 서빙 셀에서, CQI/PMI 보고를 위한 서브프레임 내에서의

15 주기  $N_{pd}$  와 서브프레임 내에서의 오프셋  $N_{OFFSET,CQI}$  은 상위 계층 시그널링에

의해 설정된 'cqi-pmi-ConfigIndex' ( $I_{CQI/PMI}$ ) 파라미터에 기초하여 결정된다(표

14 및 15 참조). RI 보고를 위한 주기  $M_{RI}$  와 관련된 오프셋  $N_{OFFSET,RI}$  은 상위

계층 시그널링에 의해 설정된 'ri-ConfigIndex' ( $I_{RI}$ ) 파라미터에 기초하여

결정된다(표 16 참조). RI 보고를 위한 오프셋  $N_{OFFSET,RI}$  은  $\{0, -1, \dots, -(N_{pd} - 1)\}$

20 값을 가진다. 단말이 하나의 CSI 서브프레임 세트 이상을 보고하는 것으로

설정된 경우, 'cqi-pmi-ConfigIndex' 및 'ri-ConfigIndex'는 각각 서브프레임

세트 1에 대한 CQI/PMI 및 RI의 주기와 오프셋에 대응되고, 'cqi-pmi-

ConfigIndex2' 및 'ri-ConfigIndex2'는 각각 서브프레임 세트 2에 대한 CQI/PMI 및 RI의 주기와 오프셋에 대응된다.

표 14는 FDD에서  $I_{CQI/PMI}$  파라미터의  $N_{pd}$  및  $N_{OFFSET,CQI}$ 와의 매핑 관계를 나타낸다.

5 【표 14】

$I_{CQI/PMI}$	Value of $N_{pd}$	Value of $N_{OFFSET,CQI}$
$0 \leq I_{CQI/PMI} \leq 1$	2	$I_{CQI/PMI}$
$2 \leq I_{CQI/PMI} \leq 6$	5	$I_{CQI/PMI} - 2$
$7 \leq I_{CQI/PMI} \leq 16$	10	$I_{CQI/PMI} - 7$
$17 \leq I_{CQI/PMI} \leq 36$	20	$I_{CQI/PMI} - 17$
$37 \leq I_{CQI/PMI} \leq 76$	40	$I_{CQI/PMI} - 37$
$77 \leq I_{CQI/PMI} \leq 156$	80	$I_{CQI/PMI} - 77$
$157 \leq I_{CQI/PMI} \leq 316$	160	$I_{CQI/PMI} - 157$
$I_{CQI/PMI} = 317$	Reserved	
$318 \leq I_{CQI/PMI} \leq 349$	32	$I_{CQI/PMI} - 318$
$350 \leq I_{CQI/PMI} \leq 413$	64	$I_{CQI/PMI} - 350$
$414 \leq I_{CQI/PMI} \leq 541$	128	$I_{CQI/PMI} - 414$
$542 \leq I_{CQI/PMI} \leq 1023$	Reserved	

표 15는 TDD에서  $I_{CQI/PMI}$  파라미터의  $N_{pd}$  및  $N_{OFFSET,CQI}$ 와의 매핑 관계를 나타낸다.

【표 15】

$I_{CQI/PMI}$	Value of $N_{pd}$	Value of $N_{OFFSET,CQI}$
$I_{CQI/PMI} = 0$	1	$I_{CQI/PMI}$
$1 \leq I_{CQI/PMI} \leq 5$	5	$I_{CQI/PMI} - 1$
$6 \leq I_{CQI/PMI} \leq 15$	10	$I_{CQI/PMI} - 6$
$16 \leq I_{CQI/PMI} \leq 35$	20	$I_{CQI/PMI} - 16$
$36 \leq I_{CQI/PMI} \leq 75$	40	$I_{CQI/PMI} - 36$
$76 \leq I_{CQI/PMI} \leq 155$	80	$I_{CQI/PMI} - 76$
$156 \leq I_{CQI/PMI} \leq 315$	160	$I_{CQI/PMI} - 156$
$316 \leq I_{CQI/PMI} \leq 1023$	Reserved	

표 16은 TDD에서  $I_{RI}$  파라미터의  $M_{RI}$  및  $N_{OFFSET,RI}$ 와의 매핑 관계를 나타낸다.

【표 16】

$I_{RI}$	Value of $M_{RI}$	Value of $N_{OFFSET,RI}$
$0 \leq I_{RI} \leq 160$	1	$-I_{RI}$
$161 \leq I_{RI} \leq 321$	2	$-(I_{RI} - 161)$
$322 \leq I_{RI} \leq 482$	4	$-(I_{RI} - 322)$
$483 \leq I_{RI} \leq 643$	8	$-(I_{RI} - 483)$
$644 \leq I_{RI} \leq 804$	16	$-(I_{RI} - 644)$
$805 \leq I_{RI} \leq 965$	32	$-(I_{RI} - 805)$
$966 \leq I_{RI} \leq 1023$	Reserved	

5

WB CQI/PMI 보고

WB CQI/PMI 보고를 위한 서브프레임은 아래 수학적 4를 만족한다.

【수학적 4】

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{OFFSET,CQI}) \bmod (N_{pd}) = 0$$

10

RI 보고가 설정된 경우, RI 보고의 보고 간격은 서브프레임 내에서 주기

$N_{pd}$ 의 정수배  $M_{RI}$ 와 같다. RI 보고를 위한 서브프레임은 아래 수학적 식 5를 만족한다.

【수학적 식 5】

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{OFFSET,CQI} - N_{OFFSET,RI}) \bmod (N_{pd} \cdot M_{RI}) = 0$$

5

WB CQI/PMI 및 SB CQI 보고

WB CQI/PMI와 SB CQI 보고가 모두 설정된 경우, WB CQI/PMI 및 SB CQI 보고를 위한 서브프레임은 아래 수학적 식 6을 만족한다.

【수학적 식 6】

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{OFFSET,CQI}) \bmod N_{pd} = 0$$

10

PTI가 전송되지 않는 경우 또는 가장 최근에 전송된 PTI가 1과 같을 때, WB CQI/WB PMI(또는 전송모드 9에서 WB CQI/WB 두 번째 PMI) 보고는 주기  $H \cdot N_{pd}$ 를 가지며, 서브프레임은 아래 수학적 식 7을 만족한다.

【수학적 식 7】

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{OFFSET,CQI}) \bmod (H \cdot N_{pd}) = 0$$

15

여기서,  $H$ 는  $H = J \cdot K + 1$ 를 만족하며,  $J$ 는 BP의 수를 나타낸다.

두 연속적인 WB CQI/WB PMI(또는 전송모드 9에서 WB CQI/WB 두 번째 PMI) 보고 간에는,  $J \cdot K$  보고는 두 연속적인 WB CQI/WB PMI 간의 간격이 시스템 프레임 번호 전송이 0으로 인하여  $J \cdot K$  보고보다 작을 때를 제외하고 BP의 총 사이클(full cycles)  $K$ 인 SB CQI 보고를 위한 시퀀스가 사용된다. 이와 같은 경우에 단말은 두 WB CQI/WB PMI(또는 전송모드 9에서 WB CQI/WB 두 번째 PMI)의 두 번째 전에 전송하지 않은 SB CQI를 보고하지 않을 수 있다. 각 BP의 총

20

사이클은 0번째 BP에서  $J-1$ 번째 BP까지 증가되는 순서를 가지고,  $K$  파라미터는 상위 계층 시그널링에 의해 설정될 수 있다.

반면, 가장 최근에 전송된 PTI가 0과 같을 때, 첫 번째 WB PMI는 주기  $H' \cdot N_{pd}$ 를 가지고, 서브프레임은 아래 수학적 식 8을 만족한다.

5     **【수학적 식 8】**

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{OFFSET, CQI}) \bmod (H' \cdot N_{pd}) = 0$$

여기서,  $H'$ 는 상위계층에 의하여 시그널링된다.

두 연속적인 첫 번째 WB PMI 보고 사이에서 남은 보고는 WB CQI에서 두 번째 WB PMI가 사용될 수 있다.

10     RI 보고가 설정된 경우, RI의 보고 간격은 WB CQI/PMI 주기  $H \cdot N_{pd}$ 의  $M_{RI}$  배이다. RI는 WB CQI/PMI 및 SB CQI 보고와 동일한 PUCCH 순환 시프트(cyclic shift) 자원을 통해 보고되며, RI 보고를 위한 서브프레임은 아래 수학적 식 9를 만족한다.

**【수학적 식 9】**

15      $(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{OFFSET, CQI} - N_{OFFSET, RI}) \bmod (H \cdot N_{pd} \cdot M_{RI}) = 0$

       한편, 하나의 서빙 셀에 대한 PUCCH 보고 타입 3, 5 또는 6을 가지는 CSI 보고와 동일한 서빙 셀에 대한 PUCCH 보고 타입 1, 1a, 2, 2a, 2b, 2c 또는 4를 가지는 CSI 보고가 충돌이 일어나는 경우, 낮은 우선 순위의 PUCCH 보고 타입(1, 20 1a, 2, 2a, 2b, 2c 또는 4)을 가지는 CSI 보고를 드롭(drop)된다.

       단말이 하나 이상의 서빙 셀이 설정된 경우, 단말은 정해진 서브프레임에서 단 하나의 서빙 셀에 대한 CSI 보고를 전송한다. 정해진 서브프레임에서, 하나의

서빙 셀에 대한 PUCCH 보고 타입 3, 5, 6 또는 2a을 가지는 CSI 보고와 다른 서빙 셀의 PUCCH 보고 타입 1, 1a, 2, 2b, 2c 또는 4를 가지는 CSI 보고가 충돌이 일어나는 경우, 낮은 우선 순위의 PUCCH 보고 타입(1, 1a, 2, 2b, 2c 또는 4)을 가지는 CSI 보고는 드롭된다. 또한, 정해진 서브프레임에서, 하나의

5 서빙 셀에 대한 PUCCH 보고 타입 2, 2b, 2c 또는 4를 가지는 CSI 보고와 다른 서빙 셀에 대한 PUCCH 보고 타입 1 또는 1a을 가지는 CSI 보고가 충돌이 일어나는 경우, 낮은 우선 순위의 PUCCH 보고 타입(1, 1a)을 가지는 CSI 보고는 드롭된다.

정해진 서브프레임에서, 동일한 우선 순위의 PUCCH 보고 타입을 가지는

10 서로 다른 서빙 셀에 대한 CSI 보고 간에 충돌이 일어나는 경우, 가장 낮은 'ServCellIndex'를 가지는 서빙 셀에 대한 CSI가 보고되고, 이외 모든 서빙 셀에 대한 CSI 보고는 드롭된다.

정해진 PUCCH 보고 타입의 CSI 보고는 PUCCH 자원  $n_{PUCCH}^{(2,p)}$ 를 통해 전송될 수 있다. 여기서,  $n_{PUCCH}^{(2,p)}$ 는 단말 특정(UE specific)하게 설정되며, 각 서빙

15 셀에 대하여 상위 계층 시그널링에 의하여 설정된다. 동일한 서브프레임에서 CSI와 능동적 SR 간의 충돌이 일어나는 경우 CSI는 드롭된다.

TDD 주기적 CQI/PMI 보고에서, TDD 상향링크/하향링크 구성(configuration)에 따라 다음과 같은 주기 값이 적용된다.

보고 주기  $N_{pd}=1$ 는 TDD 상향링크/하향링크 구성 0, 1, 3, 4, 6에만

20 적용된다. 여기서 무선 프레임의 모든 상향링크 서브프레임은 CQI/PMI 보고에 이용된다.

보고 주기  $N_{pd}=5$ 는 TDD 상향링크/하향링크 구성 0, 1, 2, 6에만 적용된다.

보고 주기  $N_{pd} = \{10, 20, 40, 80, 160\}$  는 모든 TDD 상향링크/하향링크 구성에 적용될 수 있다.

$N_{RB}^{DL} \leq 7$  인 서빙 셀에서 모든 2-0 및 모드 2-1은 지원되지 않는다.

표 17은 PUCCH 모드 1-1 서브모드(submode) 2의 서브샘플링(subsampling)

5 코드북을 나타낸다. 여기서,  $i_1$  는 첫 번째 PMI를 나타내고,  $i_2$  는 두 번째 PMI를 나타낸다.

【표 17】

RI	#bit	$i_1$	#bit	$i_2$	total
	s	values	s	values	#bits
1	3	{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14},	1	{0, 2}	4
2	3	{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14}	1	{0, 1}	4
3	1	{0, 2}	3	{0, 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11}	4
4	1	{0, 1}	3	{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}	4
5	2	{0, 1, 2, 3}	0	{0}	2
6	2	{0, 1, 2, 3}	0	{0}	2
7	2	{0, 1, 2, 3}	0	{0}	2
8	0	{0}	0	{0}	0

표 18은 PUCCH 모드 1-1 서브모드 1에서 RI와  $i_1$  의 조인트 인코딩(joint

10 encoding)을 나타낸다. 여기서  $i_1$  는 첫 번째 PMI를 나타낸다.

【표 18】

hypotheses	RI	$i_1$ values
0-7	1	{0,2,4,6,8,12,14}
8-15	2	{0,2,4,6,8,12,14}
16-17	3	{0,2}
18-19	4	{0,2}
20-21	5	{0,2}
22-23	6	{0,2}
24-25	7	{0,2}
26	8	{0}
27-31	reserved	NA

표 19는 PUCCH 모드 2-1의 서브샘플링(subsampling) 코드북을 나타낸다.

여기서,  $i_2$ 는 두 번째 PMI를 나타낸다.

【표 19】

RI	$i_2$	
	#bits	values
1	4	No subsampling
2	2	{0, 2, 4, 6}
3	2	{2, 3, 10, 11}
4	2	{0, 2, 4, 6}
5	0	{0}
6	0	{0}
7	0	{0}
8	0	{0}

5

주기적인 보고 모드에서 서빙 셀에 대한 RI 보고는 주기적 CSI 보고 모드에서 서빙 셀에 대한 CQI/PMI 보고를 위해서만 유효(valid)하다.

CQI/PMI 계산은 마지막 보고된 RI에 조건적이나(conditioned), 마지막 보고된 RI가 없는 경우 비트맵 파라미터 'codebookSubsetRestriction'에 의하여

주어진 가장 낮은 가능한 RI에 조건적으로 계산된다. 하나 이상의 CSI 서브프레임 세트를 위한 보고가 설정된 경우, CQI/PMI는 CQI/PMI 보고와 동일한 서브프레임에 링크된 마지막 보고된 RI에 조건적으로 계산된다.

5        광대역 피드백(Wideband feedback)

1) 모드 1-0

RI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면(전송 모드 3에서만 전송), 단말은 서브밴드 세트(S) 전송을 가정하여 RI를 결정하고, 하나의 RI를 포함하는 보고 타입 3으로 보고한다.

10        CQI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면, 단말은 서브밴드 세트(S)를 가정하여 계산된 하나의 WB CQI 값을 포함하는 보고 타입 4로 보고한다. 전송 모드 3에서 CQI는 마지막 보고된 주기적 RI에 조건적으로 계산된다. 다른 전송 모드에서 CQI는 랭크(rank) 1 전송에 조건적으로 계산된다.

2) 모드 1-1

15        RI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면(전송 모드 4, 8, 9에서만 전송), 단말은 서브밴드 세트(S) 전송을 가정하여 RI를 결정하고, 하나의 RI를 포함하는 보고 타입 3으로 보고한다.

RI와 첫 번째 PMI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면(전송 모드 9의 서브모드 1이고, CSI-RS 포트가 설정된 경우에만 전송), 단말은 서브밴드  
20        세트(S) 전송을 가정하여 RI를 결정하고, 서브밴드 세트(S) 전송을 가정한 코드북 서브세트(codebook subset)에서 선택된 단일의 프리코딩 행렬(precoding matrix)에 따라 조인트 인코딩(joint encoding)된 RI와 첫 번째 PMI를 포함하는

보고 타입 5으로 보고한다.

CQI/PMI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면, 단일의 프리코딩 행렬은 서브밴드 세트(S) 전송을 가정한 코드북 서브세트에서 선택되고, 단말은 타입 2/2b/2c로 보고할 수 있다. 이때, 서브밴드 세트(S) 전송과 모든 서브밴드 내에

5 단일의 프리코딩 행렬의 사용을 가정하여 계산된 단일의 WB CQI 값을 포함한다. 또한, 전송 모드 4와 8의 경우, 단말은 선택된 단일의 두 번째 PMI로 구성된 보고 타입 2로 보고할 수 있다. 또한, 전송 모드 9 서브모드 1의 경우, 단말은 선택된 단일의 첫 번째 PMI로 구성된 보고 타입 2b로 보고할 수 있다. 또한, 전송 모드 9의 서브모드 2인 경우, 단말은 단일의 선택된 프리코딩 행렬에 따른

10 첫 번째 및 두 번째 PMI로 구성된 보고 타입 2c로 보고할 수 있다. 또한,  $RI > 1$ 인 경우, 3 비트의 공간적 차이를 가지는 WB CQI를 보고할 수 있다.

전송 모드 4, 8 및 9에서 PMI와 CQI는 마지막 보고된 주기적 RI에 조건적으로 계산된다. 다른 전송 모드의 경우 랭크(rank) 1 전송에 조건적으로 계산된다.

15

#### 단말이 선택한 서브밴드 피드백(UE Selected subband feedback)

##### 1) 모드 2-0

RI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면(전송 모드 3에서만 전송), 단말은 서브밴드 세트(S) 전송을 가정하여 RI를 결정하고, 하나의 RI를 포함하는 보고

20 타입 3으로 보고한다.

WB CQI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면, 단말은 서브밴드 세트(S)를 가정하여 계산된 하나의 WB CQI 값을 포함하는 보고 타입 4로 보고한다.  $RI > 1$ 인

경우, WB CQI는 첫 번째 코드워드(codeword)의 채널 품질을 나타낸다. 전송 모드 3에서 CQI는 마지막 보고된 주기적 RI에 조건적으로 계산된다. 다른 전송 모드에서 CQI는 랭크(rank) 1 전송에 조건적으로 계산된다.

5 SB CQI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면, 단말은  $N_j$  개의 서브밴드 세트(5)로 구성된 J 개의 BP 중에서 선호하는 최적의 하나(Best-1)를 선택하고(표 15참조), 선호하는 서브밴드 지시자(L)에 따라 결정된 BP의 선택된 서브밴드 전송을 반영하는 하나의 CQI 값을 포함하는 보고 타입 1로 보고할 수 있다. 각 BP를 위한 보고 타입 1은 교대로 보고될 수 있다. RI>1인 경우, CQI는 첫 번째 코드워드(codeword)의 채널 품질을 나타낸다. 전송 모드 3에서 선호하는 10 서브밴드 선택과 CQI 값은 마지막 보고된 주기적 RI에 조건적으로 계산된다. 다른 전송 모드에서 CQI는 랭크(rank) 1 전송에 조건적으로 계산된다.

## 2) 모드 2-1

RI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면(전송 모드 4, 8, 9이고, 설정된 CSI-RS 포트의 수가 2 또는 4인 경우에만 전송), 단말은 서브밴드 세트(S) 전송을 15 가정하여 RI를 결정하고, 하나의 RI를 포함하는 보고 타입 3으로 보고한다.

CSI-RS 포트의 수가 8이고 전송 모드 9에서 RI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면, 단말은 서브밴드 세트(S) 전송을 가정하여 RI를 결정하고, 단말은 PTI(Precoder Type Indication)을 결정하며, 하나의 RI와 PTI를 포함하는 보고 타입 6으로 보고한다.

20 WB CQI/PMI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면, 단일의 프리코딩 행렬은 서브밴드 세트(S) 전송을 가정한 코드북 서브세트에서 선택된다. 전송 모드 9를 제외하고, 단말은 타입 2로 보고할 수 있다. 이때, 서브밴드 세트(S) 전송과

모든 서브밴드 내에 단일의 프리코딩 행렬의 사용을 가정하여 계산된 단일의 WB CQI 값과 단일의 선택된 PMI를 포함한다. 또한,  $RI > 1$  인 경우, 3 비트의 공간적 차이를 가지는 WB CQI를 보고할 수 있다.

- 전송 모드 9인 경우, 단말은  $PTI=0$  이면 보고 타입 2a로 보고할 수 있으며,
- 5  $PTI=1$  이거나 CSI-RS 포트의 수가 2 또는 4로 설정된 경우 보고 타입 2b로 보고할 수 있다. 이때,  $PTI=0$ 인 경우, 단일의 선택된 프리코딩 행렬에 따라 첫 번째 PMI를 포함한다. 반면,  $PTI=1$  인 경우, 서브밴드 세트(S) 전송과 모든 서브밴드 내에 단일의 프리코딩 행렬의 사용을 가정하여 계산된 단일의 WB CQI 값과 단일의 선택된 프리코딩 행렬에 따라 두 번째 PMI를 포함한다. 또한,  $PTI=1$
- 10 인 경우,  $RI > 1$  이면 3 비트의 공간적 차이를 가지는 WB CQI를 보고할 수 있다.

전송 모드 4, 8 및 9에서 PMI와 CQI는 마지막 보고된 주기적 RI에 조건적으로 계산된다. 다른 전송 모드의 경우 랭크(rank) 1 전송에 조건적으로 계산된다.

- 단말이 선택한 SB CQI가 보고되는 서브프레임을 살펴보면, 단말은  $N_j$  개의
- 15 서브밴드 세트로 구성된 J 개의 BP 중에서 선호하는 최적의 하나(Best-1)를 선택하고(표 15참조), CSI-RS 포트의 수가 8로 설정된 전송 모드 9를 제외하고 단말은 선호하는 서브밴드 지시자(L)에 따라 결정된 BP의 선택된 서브밴드 전송을 반영하는 코드워드 0에 대한 CQI 값을 포함하는 보고 타입 1로 보고할 수 있다.  $RI > 1$ 인 경우, 코드워드 1의 오프셋 레벨에 대한 추가적인 3 비트의 공간적
- 20 차이를 가지는 SB CQI를 보고할 수 있다. 이때, 코드워드 1의 오프셋 레벨은 코드워드 0을 위한 SB CQI 인덱스에서 코드워드 1을 위한 SB CQI 인덱스의 차를 나타내며, 서브밴드 세트(S) 전송과 모든 서브밴드 내에 단일의 프리코딩 행렬의

사용을 가정하여 SB CQI가 계산될 수 있다.

CSI-RS 포트의 수가 8로 설정된 전송 모드 9인 경우, PTI=0이면 단말은 보고 타입 2b로 보고할 수 있다. 이때, 서브밴드 세트(S) 전송과 모든 서브밴드 내에 단일의 프리코딩 행렬의 사용을 가정하여 계산된 WB CQI 값과 서브밴드 세트(S) 전송을 가정하여 코드북 서브세트에서 선택된 선호하는 프리코딩 행렬의 두 번째 PMI를 포함한다. RI>1인 경우, 코드워드 1의 오프셋 레벨에 대한 추가적인 3 비트의 공간적 차이를 가지는 SB CQI를 보고할 수 있다. 이때, 코드워드 1의 오프셋 레벨은 코드워드 0을 위한 SB CQI 인덱스에서 코드워드 1을 위한 SB CQI 인덱스의 차를 나타내며, 서브밴드 세트(S) 전송과 모든 서브밴드 내에 단일의 프리코딩 행렬의 사용을 가정하여 SB CQI가 계산될 수 있다.

전송 모드 9에서 PTI=1인 경우, 단말은 BP 당 보고 타입 1a로 보고할 수 있다. 이때, 선호하는 서브밴드 지시자(L)에 따라 결정된 BP의 선택된 서브밴드 전송을 반영하는 코드워드 0에 대한 CQI 값을 포함한다. 또한, 결정된 선호하는 서브밴드 지시자(L)에 따라 결정된 BP의 선택된 서브밴드 전송을 가정하여 코드북 서브세트에서 선택된 선호하는 프리코딩 행렬의 두 번째 PMI를 포함한다. RI>1인 경우, 코드워드 1의 오프셋 레벨에 대한 추가적인 3 비트의 공간적 차이를 가지는 SB CQI를 보고할 수 있다. 이때, 코드워드 1의 오프셋 레벨은 코드워드 0을 위한 SB CQI 인덱스에서 코드워드 1을 위한 SB CQI 인덱스의 차를 나타내며, 서브밴드 세트(S) 전송과 모든 서브밴드 내에 단일의 프리코딩 행렬의 사용을 가정하여 SB CQI가 계산될 수 있다.

전송 모드 4, 8 및 9에서 서브밴드 선택과 CQI는 마지막 보고된 주기적 WB PMI와 RI에 조건적으로 계산된다. 다른 전송 모드의 경우 마지막으로 보고된

PMI와 랭크(rank) 1 전송에 조건적으로 계산된다.

한편, 상위 계층에 의하여 제공되는 'ttiBundling' 파라미터가 'TRUE'로 설정되고, 서브프레임 번들링(bundling) 동작 중에 UL-SCH이 주기적 CSI 보고와 충돌되는 경우, 단말은 해당 서브프레임에서 정해진 PUCCH 보고 타입의 주기적 CSI 보고를 드롭(drop)할 수 있다. 그리고 해당 서브프레임에서 PUSCH 전송과 주기적 CSI 보고 페이로드를 다중화하지 않을 수 있다.

### 3. 채널 상태 정보 전송 방법

S셀을 활성화/비활성(activation/deactivation)하기 위한 MAC 제어 요소가 n 번째 서브프레임에서 수신되면 단말은 n+x 번째(예를 들어, x=8) 서브프레임에서 10 활성화/비활성된다. 여기서, 활성화란 PDCCH 모니터링, 사운딩 참조 신호(SRS: Sounding Reference Signal) 전송, 새롭게 활성화되는 S셀을 위한 CSI 측정, eNB 새롭게 활성화된 S셀에 단말의 스케줄링 시작 등을 의미한다. 반면, 비활성은 상술한 활성화에 관한 절차의 해제를 의미한다.

이처럼 활성화/비활성 절차가 수행되는 경우에 주기적 CSI 보고와 관련한 15 문제점이 존재한다. 주기적 CSI 보고와 관련한 문제점은 RRC 시그널링을 통해 사전에 S셀에 대한 보고 주기가 설정되어 있고, 보고 시점이 CSI를 측정하기 위해 이용 가능한 CSI 자원(CRS(Common Reference Signal) 또는 CSI-RS)이 있는 시점보다 동일하거나 앞설 경우 혹은 단말이 유효한 CSI 정보를 생성하지 못하였을 경우에 발생할 수 있다.

20 또한, MAC 제어 요소를 통하여 활성화/비활성 메시지를 수신한 단말이 이에 대한 ACK/NACK을 송신 하였으나 기지국이 ACK/NACK을 수신하지 못하였을 경우에 발생할 수 있다. 예를 들면, 기지국이 활성화 메시지를 송신하였을 경우, 단말은

- 이에 대한 신호를 디코딩(decoding) 후 ACK 메시지를 송신 하였으나 기지국이 ACK 메시지를 수신하지 못한 상황에서 단말은 활성 셀에 대한 주기적 CSI 보고를 수행할 때 문제점이 발생 할 수 있다. 이때, 주기적 CSI 정보가 PUSCH로 피기백(piggyback) 되는 경우에는 단말이 실제 송신한 CSI 및 트래픽 데이터로 구성된
- 5 PUSCH와는 달리 기지국은 MAC 제어 요소에 대한 ACK 신호를 수신 하지 못하였기 때문에 PUSCH가 데이터로만 구성되어 있다고 가정하여 디코딩을 수행할 수 있다. 단말이 CSI와 데이터를 PUSCH를 통해 동시에 전송하는 경우 CSI를 먼저 자원 요소에 매핑한 후 데이터를 매핑하게 되어 CSI 비트 크기에 따라 데이터 영역의 시작 지점(starting point)이 달라지게 된다. 결국 기지국으로 하여금 데이터
- 10 영역의 시작 지점을 찾기 위한 블라인드 디코딩(blind decoding)을 수행하게 하거나 불필요한 HARQ 처리를 수행하게 한다. 이를 위한 해결책으로 항상 고정된 데이터 영역의 시작 지점을 갖기 위해 활성 셀 기반이 아닌 설정 셀(configured cells)을 기반으로 주기적 보고를 수행하며 비활성 셀에 대한 CSI 비트는 더미 비트(dummy bits)으로 구성하여 송신하는 기법이 제안되었다.
- 15 그러나 이와 같은 해결책은 각 설정 셀의 주기적 CSI 보고의 주기가 항상 다른 경우에만 한정된 해결책으로 만약 2개 이상의 셀에서 주기적 CSI 보고 시간(시점)에 충돌이 발생하게 되면 문제점이 발생할 수 있다. 즉, 기지국이 활성/비활성 MAC 제어 요소에 대한 ACK/NACK을 수신하지 못하고 단말은 MAC 제어
- 20 요소를 통해 활성/비활성 메시지를 받은 셀에 대하여 주기적 CSI 보고를 수행 하였을 경우에 기지국은 다른 활성화된 셀에 대한 주기적 CSI 보고라고 판단할 수 있으며 이는 랭크 적응 오류(rank adaptation miss match) 혹은 CSI 정보를 획득하기 위한 블라인드 디코딩 횟수를 증가시키게 된다. 또한, 이러한 문제점은

더욱이 각 셀에서 보고하는 CSI의 정보 종류에 따라 CSI 비트 크기가 달라지기 때문에 더욱 심각해질 수 있다. 즉, CSI 정보가 PUSCH로 피기백되는 경우에 기지국이 수신하길 기대하는 CSI 비트 크기와 단말이 송신한 CSI 비트 크기에 따라 차지하는 자원 요소(RE)의 개수가 다르게 되고 이는 결국 단말이 송신한

5 PUSCH의 데이터 영역의 시작 지점과 기지국이 기대하는 PUSCH의 데이터 영역의 시작 지점이 달라지는 모호성을 가지게 된다. 이처럼 PUSCH의 데이터 영역의 시작 지점에 대한 모호성은 기지국으로 하여금 오작동 혹은 데이터를 디코딩하기 위한 블라인드 디코딩 횟수 증가 및 버퍼 크기(buffer size)의 모호성을 야기할 수 있다.

10 도 30은 단말이 S셀에 대한 활성 메시지를 수신한 경우 주기적 CSI 보고의 예시를 나타낸다.

도 30을 참조하면, 단말이 n 번째 서브프레임에서 S셀에 대한 활성 MAC 제어 요소를 수신하였을 경우, 단말은 이후 n+8 번째 서브프레임에서 주기적 CSI 보고를 수행할 수 있다. 이때, 도 30과 같이 n+8 번째 서브프레임에서 S셀에  
 15 대한 주기적 CSI 보고와 P셀에 대한 주기적 CSI 보고를 동시에 수행하여야 한다면, 단말은 P셀의 CSI 정보와 S셀의 CSI 정보의 우선순위를 비교하여 높은 우선순위를 갖는 CSI 정보를 보고하게 된다. 이때, 상술한 바와 같이 보고 타입 3, 5, 6, 2a이 첫 번째 우선 순위를 가지고, 보고 타입 2, 2b, 2c, 4이 두 번째  
 우선 순위를 가지며, 보고 타입 1, 1a이 세 번째 우선 순위를 가진다. 만약  
 20 S셀에 대한 CSI 정보가 첫 번째 우선 순위를 가진다면, 단말은 S셀에 대한 CSI를 PUCCH 혹은 PUSCH를 통하여 전송하게 된다. 그러나, 기지국이 MAC 제어 요소에 대한 단말의 ACK/NACK 정보를 수신하지 못하였을 경우, 기지국은 단말로부터

- 수신한 CSI 정보가 S셀에 대한 CSI 정보가 아닌 P셀에 대한 CSI 정보라고 착각하게 된다. 이에, S셀의 CSI 정보 비트 크기가 P셀의 CSI 정보 비트 크기와 다를 경우에는 기지국은 단말이 전송한 CSI 정보에 대하여 오류적 디코딩을 수행하거나 블라인드 디코딩을 여러 번 수행하는 경우가 발생 할 수 있다. 또한,
- 5 CSI 정보가 PUSCH로 피기백되어 송신되는 경우에는 CSI 정보 비트 크기의 차이로 인하여 CSI 정보가 PUSCH 영역 내에 차지하는 자원 요소의 개수가 달라지게 된다. 이러한 문제점은 결국 PUSCH로 송신되는 데이터 영역의 시작점을 기지국이 알 수 없게 되어 기지국은 데이터를 디코딩하기 위하여 여러 번의 블라인드 디코딩을 수행하여야 한다.
- 10 본 발명에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 이하 채널 상태 정보를 전송하는 방법을 제안한다. 이하, 설명의 편의를 위해 P셀에 대한 주기적 CSI 보고 시점과 S셀에 대한 주기적 CSI 보고 시점이 충돌하는 경우를 예를 들어 설명하지만, P셀과 둘 이상의 S셀 간에 주기적 CSI 보고 시점이 충돌하는 경우 또는 둘 이상의 S셀 간에 대한 주기적 CSI 보고 시점이 충돌하는 경우에도
- 15 동일하게 적용될 수 있음은 물론이다.

### 3. 1. 채널 상태 정보 전송 방법

도 31은 본 발명의 일실시예에 따른 채널 상태 정보 전송 방법을 나타내는 도면이다.

- 도 31을 참조하면, 기지국은 S셀에 대한 활성 메시지를 단말에
- 20 전송한다(S3101). 상술한 바와 같이, 활성 메시지는 MAC 제어 요소(control element)를 통해 단말에 전송될 수 있으며, 활성 메시지를 수신한 단말은 새롭게 활성화된 S셀을 위한 CSI를 측정하게 된다.

단말은 설정 셀(Configured cell) 기반으로 주기적 CSI 보고를 수행하는 경우 P셀에 대한 주기적 CSI 보고의 시점과 S셀에 대한 주기적 CSI 보고의 시점이 충돌하는지 판단한다(S3103).

5 S3103 단계에서 P셀에 대한 주기적 CSI 보고의 시점과 S셀에 대한 주기적 CSI 보고의 시점이 충돌하지 않는 경우, 단말은 각 셀 별로 측정된 CSI 비트 크기에 따라 자원 요소를 결정한다(S3105). 즉, 단말은 P셀에 대한 CSI를 보고하는 경우 전송되는 자원 요소의 개수는 P셀에 대한 CSI 비트 크기에 따라 결정하고, S셀에 대한 CSI를 보고하는 경우 전송되는 자원 요소의 개수는 S셀에 대한 CSI 비트 크기에 따라 결정한다.

10 S3103 단계에서 P셀에 대한 주기적 CSI 보고의 시점과 S셀에 대한 주기적 CSI 보고의 시점이 충돌하는 경우, 단말은 각 셀(P셀과 S셀)에 대한 CSI 비트 크기를 산출하여 최대 크기를 가지는 CSI 비트 크기를 기반으로 자원 요소의 개수를 결정한다(S3107). 단말이 자원 요소의 개수를 결정하는 방법은 이하 (3. 2.)에서 상세히 설명한다.

15 자원 요소의 개수를 결정한 단말은 설정 셀 중에서 가장 우선 순위가 높은 CSI 정보의 비트 사이즈를 조정한다(S3109). 이때, 상술한 바와 같이 보고 타입에 따라 비트 사이즈가 정해져 있으며, 보고 타입에 따라 CSI 보고의 우선 순위가 결정된다. 단말이 결정된 자원 요소의 개수에 따라 CSI 정보의 비트 사이즈를 조정하는 방법은 이하 (3. 3.)에서 상세히 설명한다.

20 단말은 CSI 정보를 자원 요소에 매핑하여 PUSCH 또는 PUCCH를 통해 기지국에 전송한다(S3113).

구체적으로, n 번째 서브프레임에서 CSI를 전송할 때, 단말이 하나 이상의

서빙 셀이 설정된 경우, 단말은 P셀의 PUCCH를 통해 주기적 CSI 보고를 수행한다. 다만, 단말이 P셀의 PUSCH를 통해 n 번째 서브프레임에서 데이터를 전송하는 경우, P셀의 PUSCH를 통해 데이터와 함께 CSI를 전송할 수도 있다. 또한, P셀의 PUSCH를 통해 n 번째 서브프레임에서 데이터를 전송하지 않지만 하나 이상의 S셀의 PUSCH를 통해 데이터를 전송하는 경우, 인덱스(또는 셀 ID)가 가장 작은 S셀의 PUSCH를 통해 데이터와 함께 CSI를 전송할 수도 있다.

S3105 단계에서의 설명과 같이 P셀에 대한 주기적 CSI 보고의 시점과 S셀에 대한 주기적 CSI 보고의 시점이 충돌하지 않는 경우에는 단말은 각 셀에 대한 CSI의 보고 시점에 따라 각 CSI를 전송할 수 있다. 반면, S3107 및 S3109 단계에서의 설명과 같이 같이 P셀에 대한 주기적 CSI 보고의 시점과 S셀에 대한 주기적 CSI 보고의 시점이 충돌한 경우에는 단말은 우선 순위가 높은 CSI 정보만을 기지국에 전송할 수 있다.

3. 2. 자원 요소 개수 결정

단말이 PUSCH 상에서 CQI(또는 PMI) 정보 비트를 전송할 때, 레이어 당 CQI(또는 PMI)를 위한 자원 요소의 개수는 아래 수학적 식 10에 따라 계산할 수 있다. 여기서, CQI(또는 PMI)를 위한 자원 요소의 개수는, 부호화된 변조 심볼(coded modulation symbol)의 개수( $Q'$ )로 표현될 수 있다.

【수학적 식 10】

$$Q' = \min \left( \left[ \frac{(O + L) \cdot M_{sc}^{PUSCH-initial} \cdot N_{symp}^{PUSCH-initial} \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}}{\sum_{r=0}^{C^{(x)}-1} K_r^{(x)}} \right], M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{symp}^{PUSCH} - \frac{Q_{RI}}{Q_m} \right)$$

여기서,  $O$ 는 CQI/PMI의 비트수를 나타낸다.  $L$ 은 CRC 비트 수를 나타내고,

$L$  은  $O$  가 11비트 이하인 경우 0값을 가지며, 그 외의 경우 8값을 가진다. 즉,

$$L = \begin{cases} 0 & O \leq 11 \\ 8 & \text{otherwise} \end{cases} \text{ 와 같다.}$$

$\beta_{offset}^{CQI}$  는 해당 상향링크 셀을 위한 전송 코드 워드의 개수에 따라 결정되며, 데이터와 상향링크 제어정보(UCI)간 SNR(signal to noise ratio) 차이를

5 고려하기 위한 오프셋 값을 설정하기 위한 파라미터는  $\beta_{offset}^{PUSCH} = \beta_{offset}^{CQI}$  으로 정해진다.

$M_{sc}^{PUSCH}$  는 전송 블록(transport block)을 위한 현재 서브 프레임 내에서 PUSCH 전송을 위해 할당된(스케줄링된) 대역폭을 부반송파로 나타낸 것이다.

10  $N_{symb}^{PUSCH}$  는 현재 PUSCH가 전송되는 서브 프레임 내에서 SC-FDMA 심볼의 개수를 나타낸다.

$N_{symb}^{PUSCH-initial}$  는 동일한 전송 블록을 위한 초기 PUSCH 전송을 위한 서브프레임 당 SC-FDMA 심볼의 개수를 나타내고,  $M_{sc}^{PUSCH-initial}$  는 부반송파의 개수를 나타낸다.

15  $K_r^{(x)}$  에서  $x$  는 상향링크 그랜트(UL grant)에 의해 지정된 변조 및 코딩 기법(MCS)이 가장 높은 전송 블록의 인덱스를 나타낸다. 초기 UL grant에 따라 두 전송 블록이 동일한 MCS를 가지는 경우,  $x=1$  과 같으며 이는 첫 번째 전송 블록에 해당한다.

20  $M_{sc}^{PUSCH-initial}$  ,  $C$  및  $K_r^{(x)}$  는 위와 동일한 전송 블록을 위한 초기 PDCCH로부터 획득될 수 있다. 초기 PDCCH(DCI 포맷 0)에 포함되지 않은 경우 다른 방법으로 결정될 수 있다. 구체적으로,  $M_{sc}^{PUSCH-initial}$  ,  $C$  및  $K_r^{(x)}$  은 동일한 전송 블록을 위한 초기 PUSCH가 반-정적 스케줄링(semi-persistent scheduling) 되었을 때 가장 최근에 반-정적 스케줄링을 지시한 PDCCH로부터 결정될 수 있으며 또한

임의 접속 응답 그랜트(random access response grant)에 의해 PUSCH가 초기화되었을 때, 동일한 전송 블록을 위한 임의 접속 응답 그랜트(random access response grant)로부터 결정될 수 있다.

위와 같은 수학적 식 10을 이용하여 PUSCH로 피기백될 때의 CSI가 차지하는  
 5 자원 요소의 개수는 동일 서브프레임에서 주기적 CSI 보고 시간(시점)을 갖는 각 설정 셀들의 CSI 비트 크기 중 가장 큰 비트 크기를 가지는 값을 기반으로 구할 수 있다. 즉, 상기 0 값을 각 설정 셀에서의 CQI/PMI 비트의 수 중 최대값으로 사용할 수 있다.

한편, PUCCH를 이용한 CSI 정보 전송 시에도 기지국의 블라인드 디코딩  
 10 횟수를 줄이기 위하여 해당 서브프레임에서 주기적 CSI 보고 시간(시점)을 가지는 각 설정 셀에 대한 CSI 비트 크기 중 가장 큰 비트 크기를 가지는 값을 기반으로 (20,A) RM 코드를 이용한 채널 코딩을 위한 비트 스트림 크기를 결정할 수 있다.

살펴본 바와 같이, 설정 셀(Configured cell) 기반으로 주기적 CSI 보고를  
 15 수행하는 경우, 해당 서브프레임에서 주기적 보고 시간(시점)을 가지는 각 설정 셀에 대한 CSI 비트 크기 중에서 가장 큰 비트 크기를 가지는 값을 기반으로 PUSCH를 통해 피기백되는 자원 요소를 결정할 수 있다. 따라서, 기지국이 MAC 제어 요소에 대한 ACK/NACK 정보를 정상적으로 수신 하였는지 여부에 상관 없이 CSI가 PUSCH로 피기백되는 자원 요소의 개수는 고정되며 PUSCH 내의 데이터  
 20 시작 지점에 대한 모호성이 없어지게 된다.

### 3. 3. CSI 정보 비트 크기 조정

상술한 바와 같이, 0 값이 CSI 비트 크기 중 가장 큰 비트 크기를 가지는

값으로 설정되었기 때문에 단말은 해당 서브프레임에서 주기적 CSI 보고 시간(시점)을 가지는 설정 셀들 중에서 우선 순위가 가장 높은 CSI 정보의 비트 크기를  $O$  값으로 맞추기 위하여 비트 크기 리사이징(re-sizing) 또는 전송률 매칭(rate matching) 방법을 이용할 수 있다. 이때, 상술한 바와 같이 PUCCH  
 5 포맷 타입 3, 5, 6, 2a이 첫 번째 우선 순위를 가지고, PUCCH 포맷 타입 2, 2b, 2c, 4이 두 번째 우선 순위를 가지며, PUCCH 포맷 타입 1, 1a이 세 번째 우선 순위를 가진다.

도 32는 본 발명의 일실시예에 따른 CSI 비트 크기 조정 방법을 나타내는 도면이다.

10 도 32의 (a)는 CSI 비트 크기를 조정하기 위한 비트 크기 리사이징(re-sizing) 방법을 나타내고, 도 32의 (b)는 CSI 비트 크기를 조정하기 위한 전송률 매칭(rate matching) 방법을 나타낸다.

도 32의 (a)를 참조하면, 동일한 서브프레임에서 주기적 CSI 보고 시간(시점)을 가지는 각 설정 셀 중 가장 큰 비트 크기를 가지는 값으로 우선  
 15 순위가 가장 높은 CSI 정보의 비트 크기를 맞추기 위하여, 전송할 CSI 비트(우선 순위가 가장 높은 CSI 비트)의 앞 또는 뒤에 1(one) 또는 0(zero) 패딩(padding)을 할 수 있다. 예를 들어,  $O$  값이 10 비트이고, 우선 순위가 가장 높은 CSI 비트 크기가 8 비트인 경우 우선 순위가 가장 높은 CSI 비트 크기의 앞  
 혹은 뒤에 2 비트의 0 또는 1을 패딩하여  $O$  값에 대한 크기를 매칭(matching) 할  
 20 수 있다. 도 32의 (a)의 경우는 2 비트의 0을 패딩한 경우에 대한 예시이다.

도 32의 (b)를 참조하면, 비트 크기를 조정하기 위하여 원형 버퍼 전송률 매칭(circular buffer rate matching)을 수행할 수 있다. 예를 들어,  $O$  값이 10

비트이고, 우선 순위가 가장 높은 CSI 비트 크기가 8 비트인 경우,  $O$  값과 우선 순위가 가장 높은 CSI 비트 크기의 차이(2 비트)만큼 우선 순위가 가장 높은 CSI 비트 크기의 앞 부분을 복사하여 뒤에 추가할 수 있다.

#### 4. 본 발명이 적용될 수 있는 장치 일반

5       도 33은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.

      도 33을 참조하면, 무선 통신 시스템은 기지국(330)과 기지국(330) 영역 내에 위치한 다수의 단말(340)을 포함한다.

      기지국(330)은 프로세서(processor, 331), 메모리(memory, 332) 및  
10 RF부(radio frequency unit, 333)을 포함한다. 프로세서(331)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(331)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(332)는 프로세서(161)와 연결되어, 프로세서(331)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(333)는 프로세서(331)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.

15       단말(340)은 프로세서(341), 메모리(342) 및 RF부(343)을 포함한다. 프로세서(341)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(341)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(342)는 프로세서(341)와 연결되어, 프로세서(341)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(173)는 프로세서(341)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는  
20 수신한다.

      메모리(332, 342)는 프로세서(331, 341) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(331, 341)와 연결될 수 있다. 또한,

기지국(330) 및/또는 단말(340)은 한 개의 안테나(single antenna) 또는 다중 안테나(multiple antenna)를 가질 수 있다.

이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

본 문서에서 본 발명의 실시예들은 주로 단말과 기지국 간의 데이터 송수신 관계를 중심으로 설명되었다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행된다고 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 그 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수 있다. 즉, 기지국을 포함하는 복수의 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. 기지국은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 액세스 포인트(access point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, 단말은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), MSS(Mobile Subscriber Station) 등의 용어로 대체될 수 있다.

본 발명에 따른 실시예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 하나 또는 그 이상의 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal  
5 processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 함수 등의 형태로 구현될 수  
10 있다. 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리는 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

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

#### 【산업상 이용가능성】

본 발명의 무선 접속 시스템에서 데이터 송수신 방안은 3GPP LTE 시스템에  
20 적용되는 예를 중심으로 설명하였으나, 3GPP LTE 시스템 이외에도 다양한 무선 접속 시스템에 적용하는 것이 가능하다.

【청구의 범위】

【청구항 1】

다중 셀(multiple cells)을 지원하는 무선 접속 시스템에서 채널 상태 정보(CSI: Channel State Information)를 전송하는 방법에 있어서,

5 제 1셀에 대한 주기적인 CSI 보고(report)의 시점과 제 2셀에 대한 주기적인 CSI 보고의 시점이 충돌하는 경우, 상기 제1 셀에 대한 CSI의 비트 크기와 상기 제 2셀에 대한 CSI의 비트 크기 중 최대의 비트 크기를 이용하여 자원 요소(RE: Resource Element)의 개수를 산출하는 단계;

상기 제1 셀에 대한 CSI와 상기 제 2셀에 대한 CSI 중 우선 순위가 높은  
10 CSI의 비트를 상기 최대 비트 크기에 맞게 조정하는 단계; 및

상기 우선 순위가 높은 CSI의 조정된 비트를 상기 산출된 자원 요소에 매핑하여 기지국에 전송하는 단계를 포함하는, 채널 상태 정보 전송 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 자원 요소의 개수를 산출하는 단계는,

15 상기 상기 자원 요소의 개수( $Q'$ )를 아래 수학적식에 따라 산출하되, 상기 최대의 비트 크기를  $O$ 에 적용하는, 채널 상태 정보 전송 방법.

<수학적식>

$$Q' = \min \left( \left[ \frac{(O + L) \cdot M_{sc}^{PUSCH-initial} \cdot N_{symb}^{PUSCH-initial} \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}}{\sum_{r=0}^{C^{(x)}-1} K_r^{(x)}} \right], M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{symb}^{PUSCH} - \frac{Q_{RI}}{Q_m} \right)$$

【청구항 3】

20 제1항에 있어서, 상기 조정하는 단계는,

상기 우선 순위가 높은 CSI의 비트의 앞 또는 뒤에 상기 최대의 비트 크기와의 차이만큼 비트를 패딩(padding)하여 상기 최대의 비트 크기에 맞게 조정하는, 채널 상태 정보 전송 방법.

**【청구항 4】**

5 제1항에 있어서, 상기 조정하는 단계는,

상기 우선 순위가 높은 CSI의 비트와 상기 최대의 비트 크기와의 차이만큼 상기 우선 순위가 높은 CSI의 비트의 일부를 복사하고, 복사된 일부 비트를 상기 우선 순위가 높은 CSI의 비트에 추가하여 상기 최대의 비트 크기에 맞게 조정하는, 채널 상태 정보 전송 방법.

10 **【청구항 5】**

제1항에 있어서, 상기 전송하는 단계는,

상기 우선 순위가 높은 CSI를 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel) 또는 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)을 통해 전송하는, 채널 상태 정보 전송 방법.

15 **【청구항 6】**

제1항에 있어서,

상기 우선 순위는 상기 주기적인 CSI 보고에 CQI(Channel Quality Indication), PMI(Precoding Matrix Indication), RI(Rank Indication) 및 PTI(Precoder Type Indication) 중 어느 정보가 포함되는지 여부에 따라  
20 결정되는, 채널 상태 정보 전송 방법.

**【청구항 7】**

다중 셀(multiple cells)을 지원하는 무선 접속 시스템에서 채널 상태

정보(CSI: Channel State Information)를 전송하는 단말에 있어서,

무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛; 및

제 1셀에 대한 주기적인 CSI 보고(report)의 시점과 제 2셀에 대한 주기적인 CSI 보고의 시점이 충돌하는 경우, 상기 제1 셀에 대한 CSI의 비트 크기와 상기 제 2셀에 대한 CSI의 비트 크기 중 최대의 비트 크기를 이용하여 자원 요소(RE: Resource Element)의 개수를 산출하고, 상기 제1 셀에 대한 CSI와 상기 제 2셀에 대한 CSI 중 우선 순위가 높은 CSI의 비트를 상기 최대 비트 크기에 맞게 조정 한 후, 상기 우선 순위가 높은 CSI의 조정된 비트를 상기 산출된 자원 요소에 매핑하여 기지국에 전송하는 프로세서를 포함하는, 단말.

10 **【청구항 8】**

제7항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 상기 자원 요소의 개수( $Q'$ )를 아래 수학적식에 따라 산출하되, 상기 최대의 비트 크기를  $O$ 에 적용하는, 단말.

<수학적식>

$$Q' = \min \left[ \frac{(O + L) \cdot M_{sc}^{PUSCH-initial} \cdot N_{symp}^{PUSCH-initial} \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}}{\sum_{r=0}^{C^{(x)}-1} K_r^{(x)}}, M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{symp}^{PUSCH} - \frac{Q_{RI}}{Q_m} \right]$$

15

**【청구항 9】**

제7항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 우선 순위가 높은 CSI의 비트의 앞 또는 뒤에 상기 최대의 비트 크기와 차이만큼 비트를 패딩(padding)하여 상기 최대의 비트 크기에 맞게 조정하는, 단말.

20

**【청구항 10】**

제7항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 우선 순위가 높은 CSI의 비트와 상기 최대의 비트 크기와의 차이만큼  
상기 우선 순위가 높은 CSI의 비트의 일부를 복사하고, 복사된 일부 비트를 상기  
5 우선 순위가 높은 CSI의 비트에 추가하여 상기 최대의 비트 크기에 맞게  
조정하는, 단말.

**【청구항 11】**

제7항에 있어서, 상기 프로세서는,

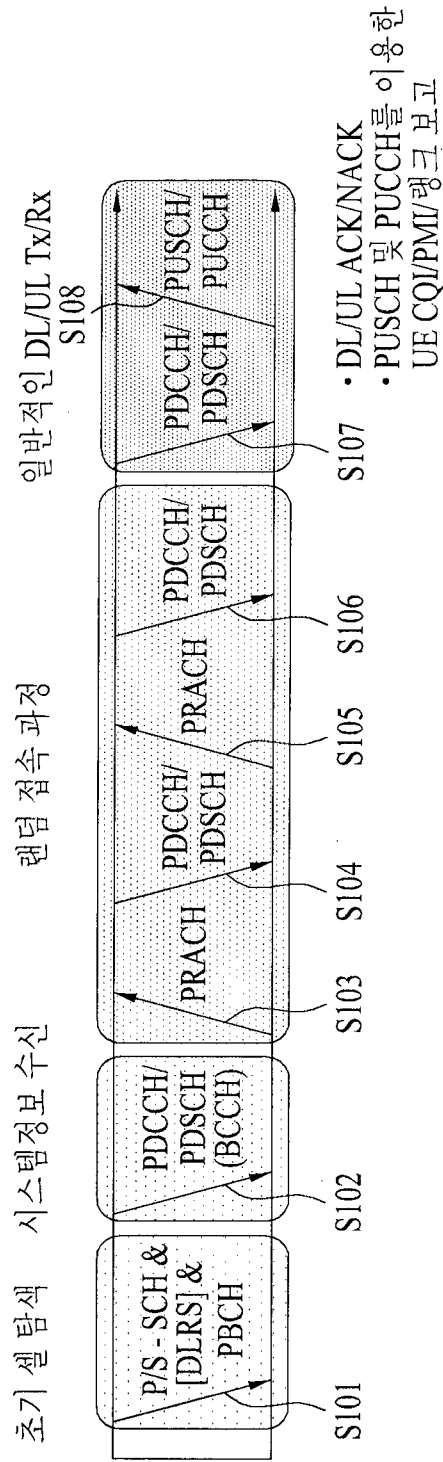
상기 우선 순위가 높은 CSI를 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel) 또는  
10 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)을 통해 전송하는, 단말.

**【청구항 12】**

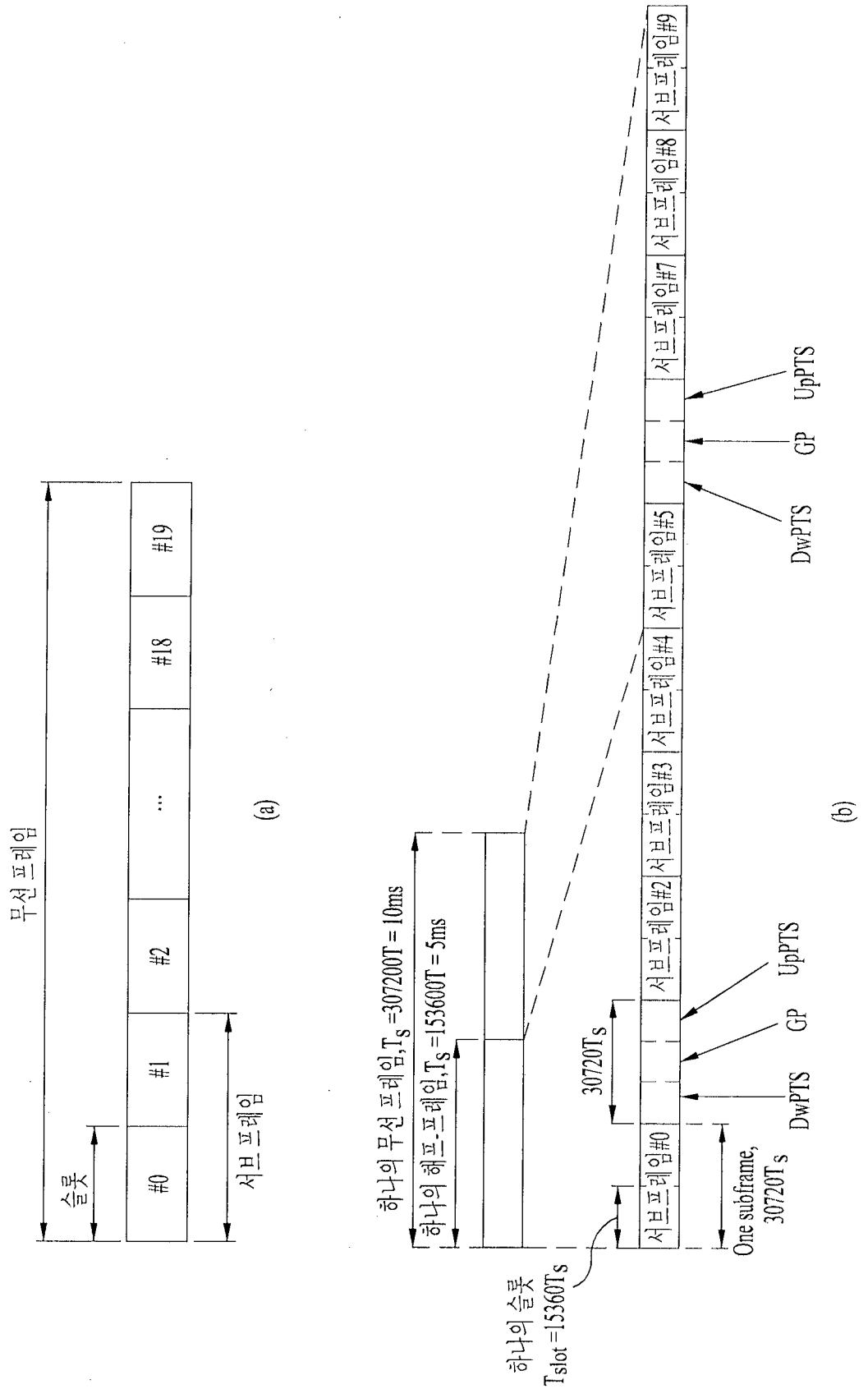
제7항에 있어서,

상기 우선 순위는 상기 주기적인 CSI 보고에 CQI(Channel Quality  
Indication), PMI(Precoding Matrix Indication), RI(Rank Indication) 및  
15 PTI(Precoder Type Indication) 중 어느 정보가 포함되는지 여부에 따라  
결정되는, 단말.

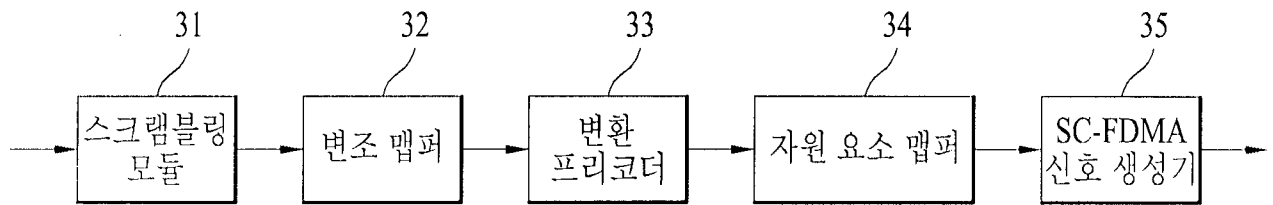
[도 1]



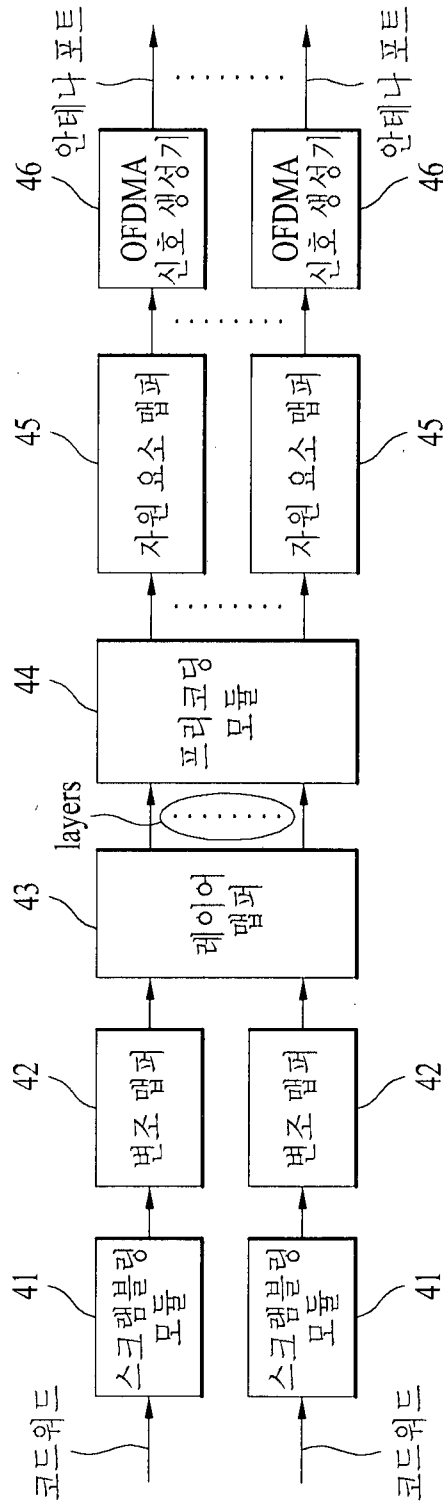
[도 2]



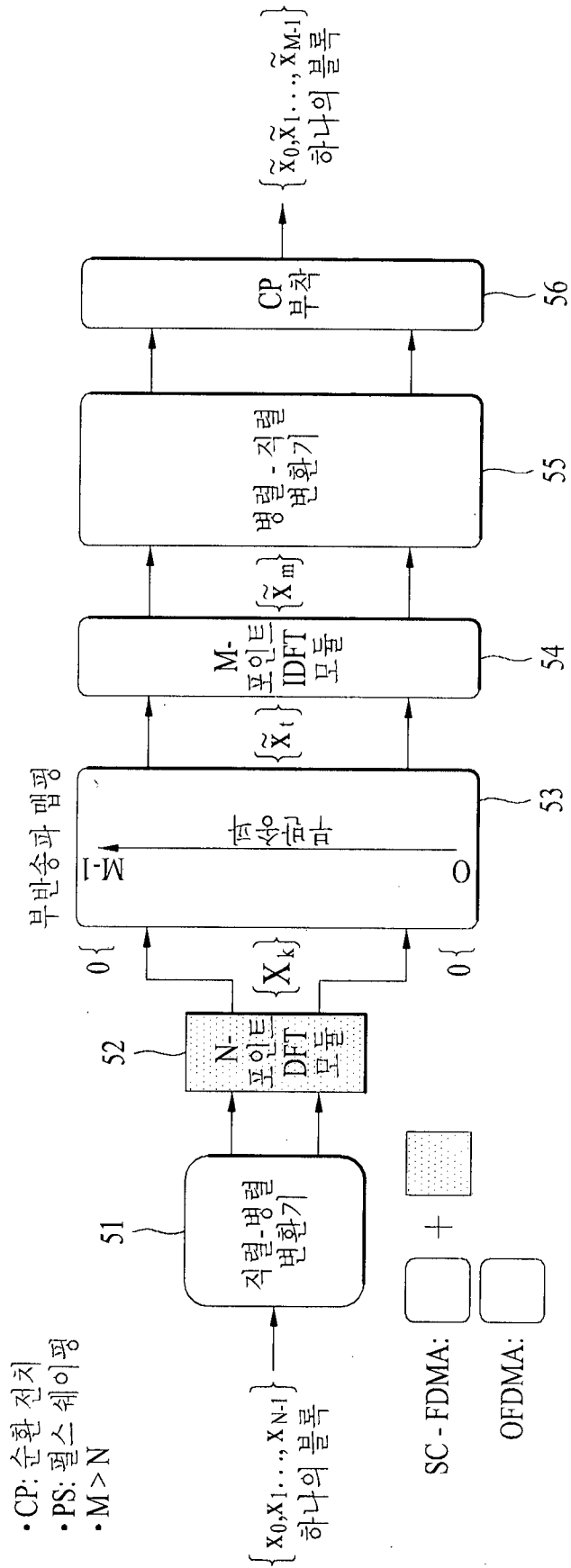
[도 3]



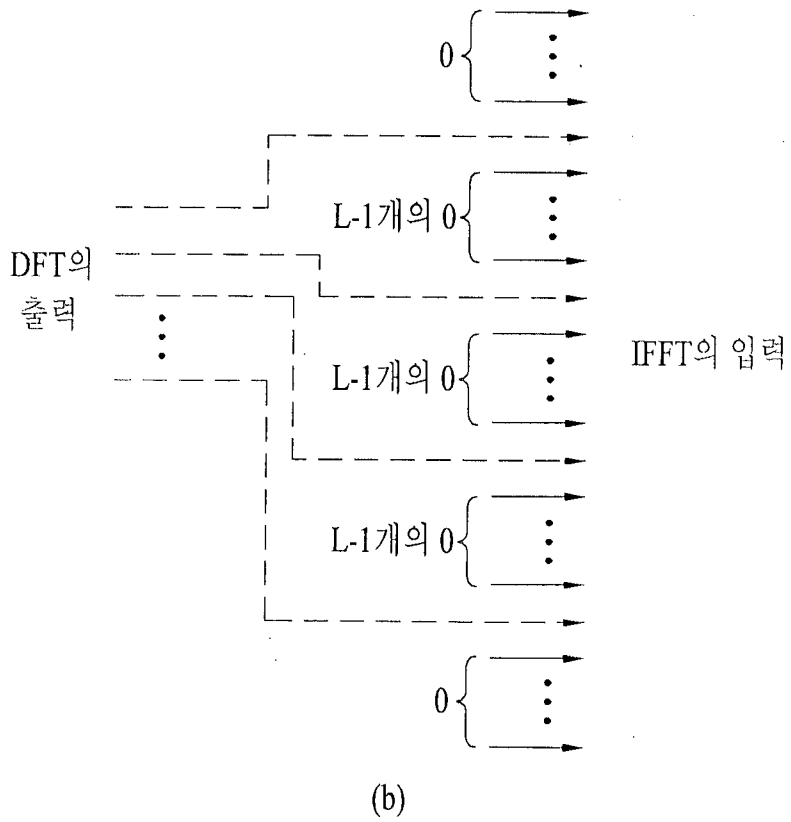
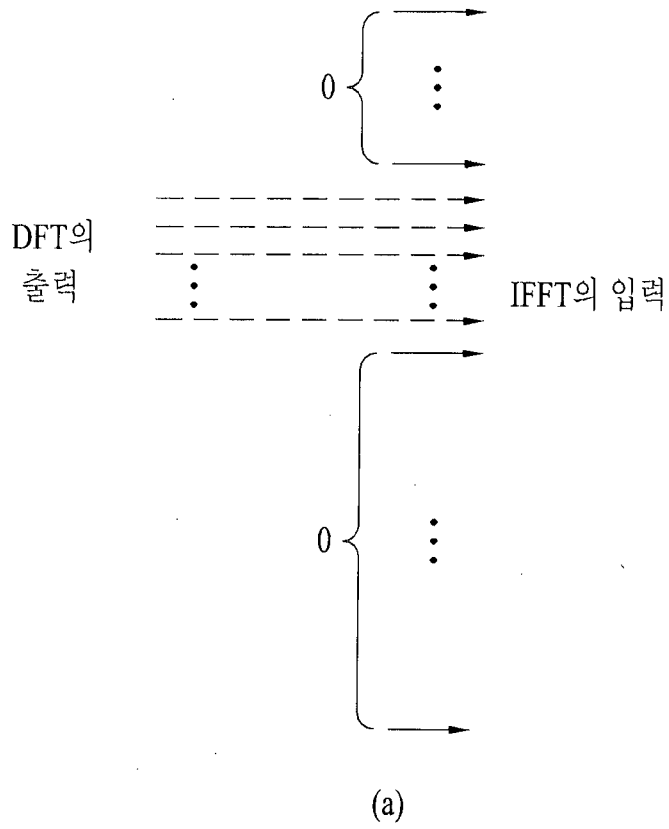
[도 4]



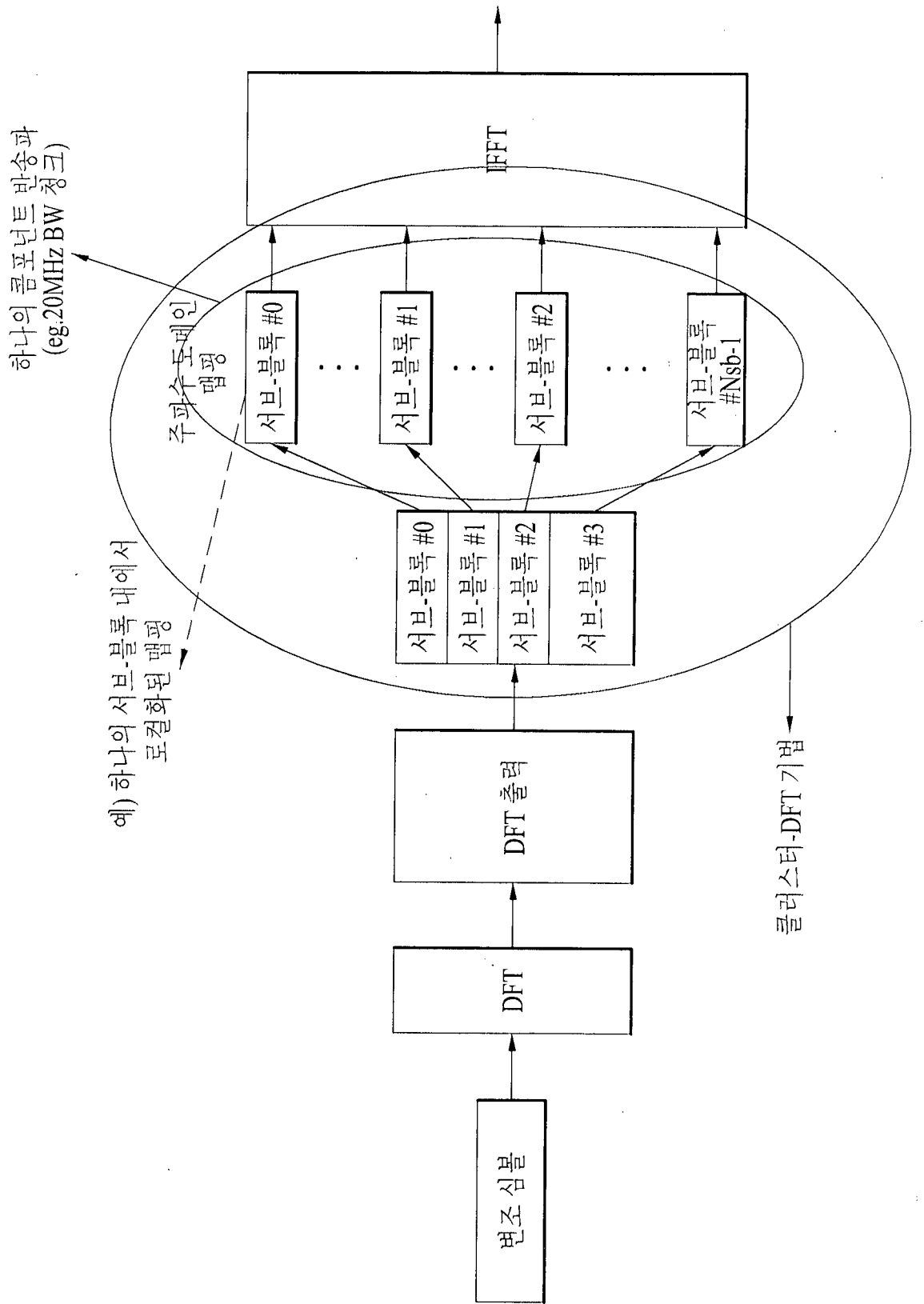
[도 5]



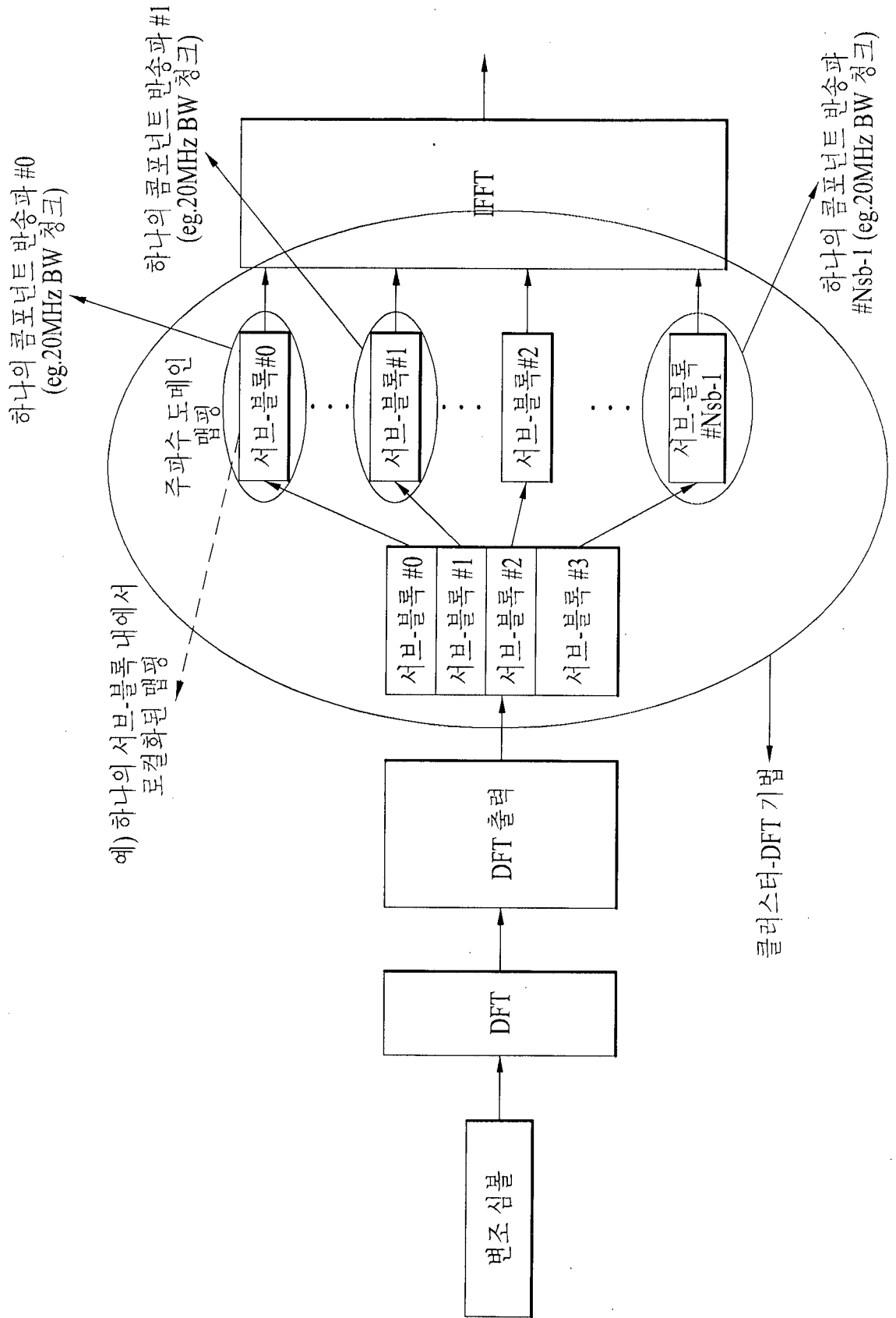
[도 6]



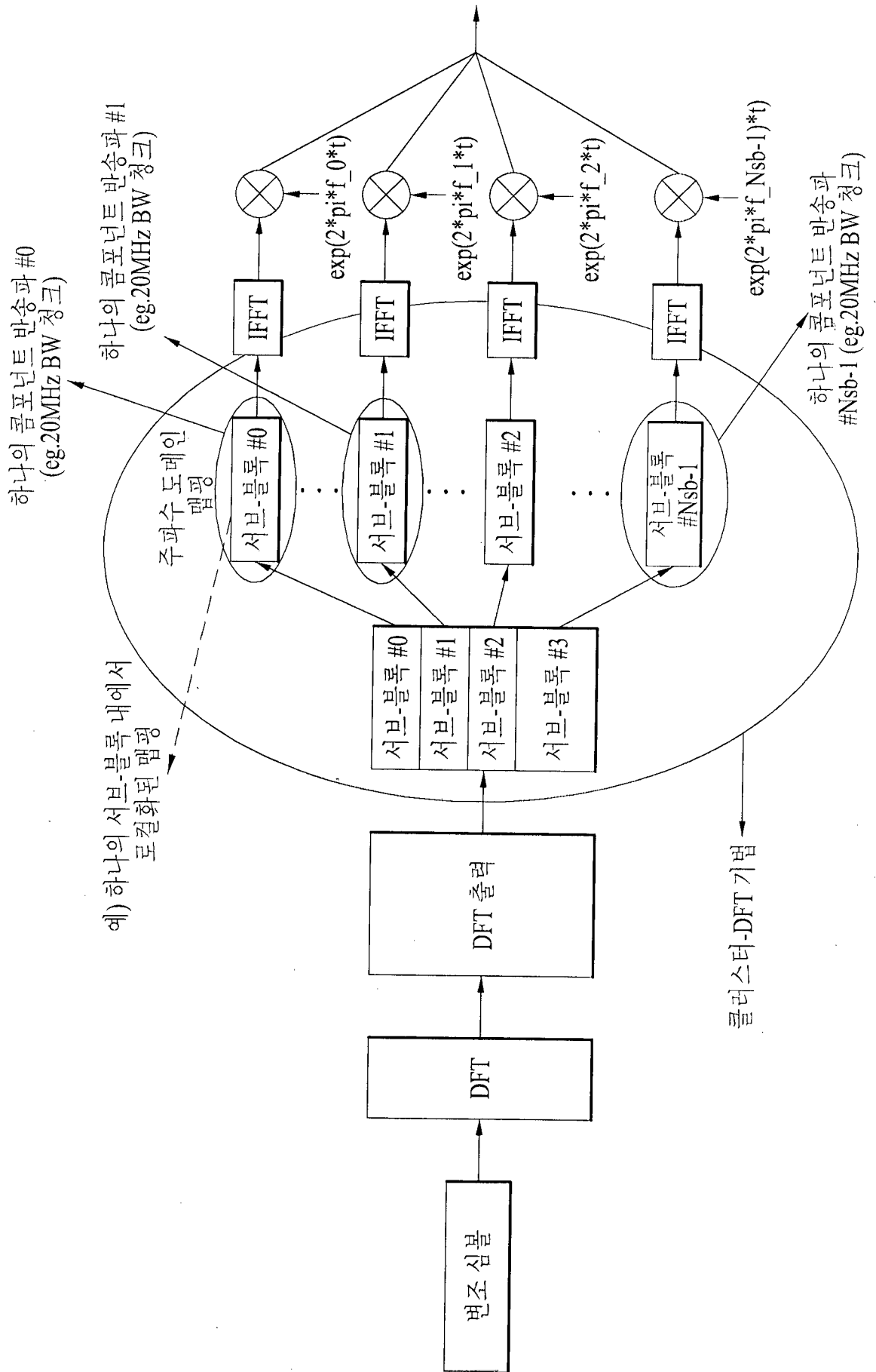
[도 7]



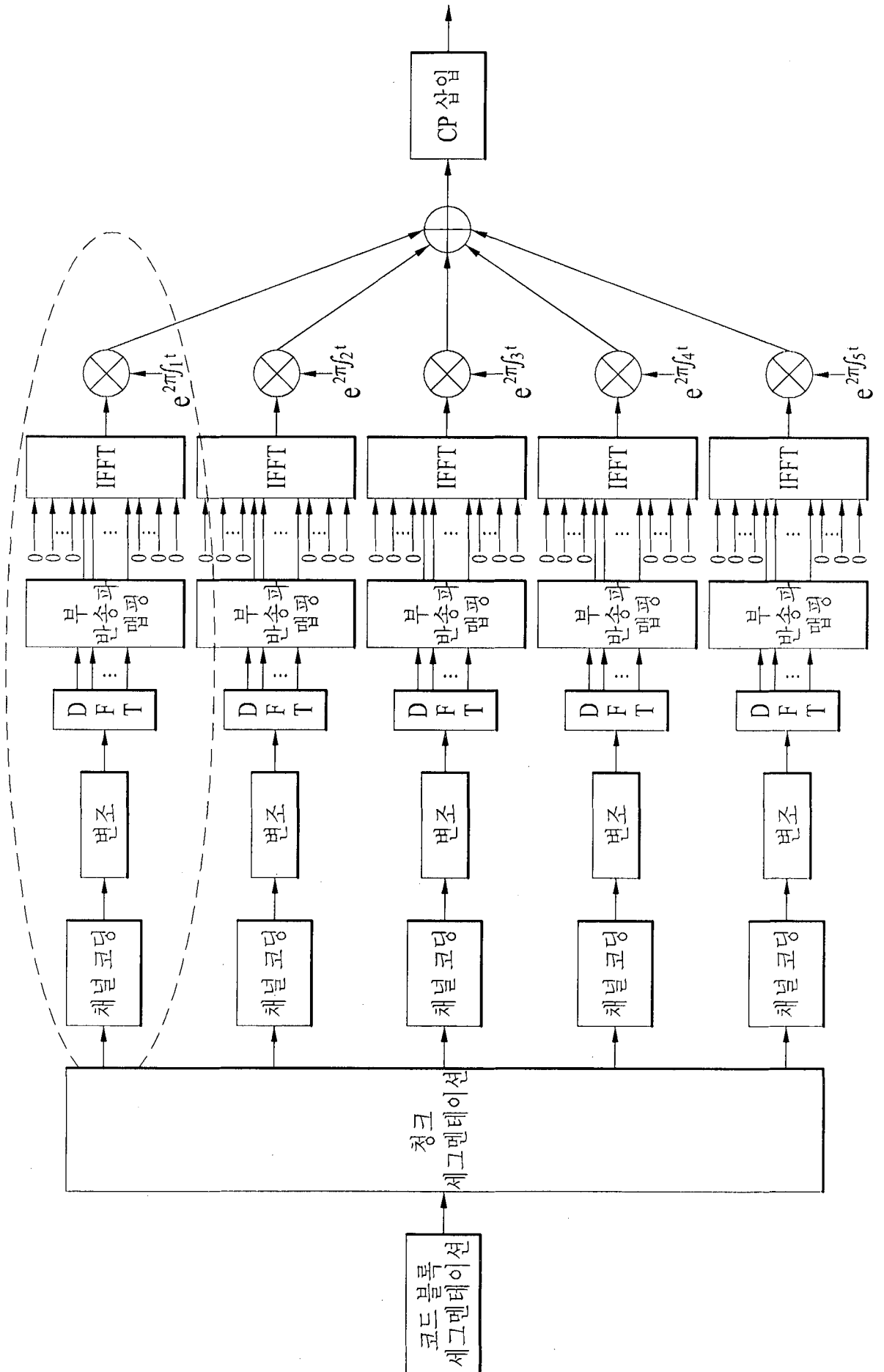
[도 8]



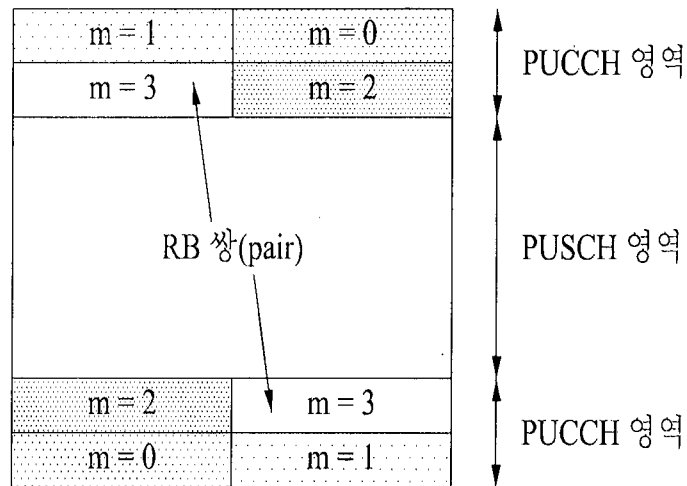
[도 9]



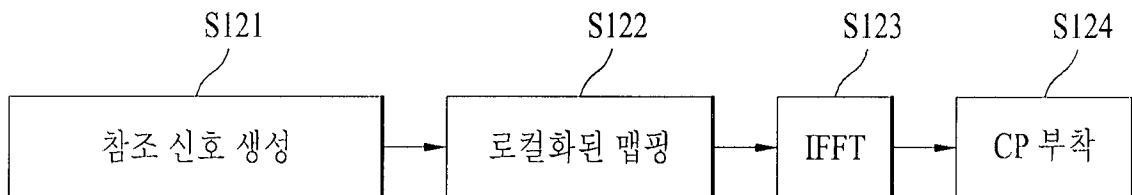
[도 10]



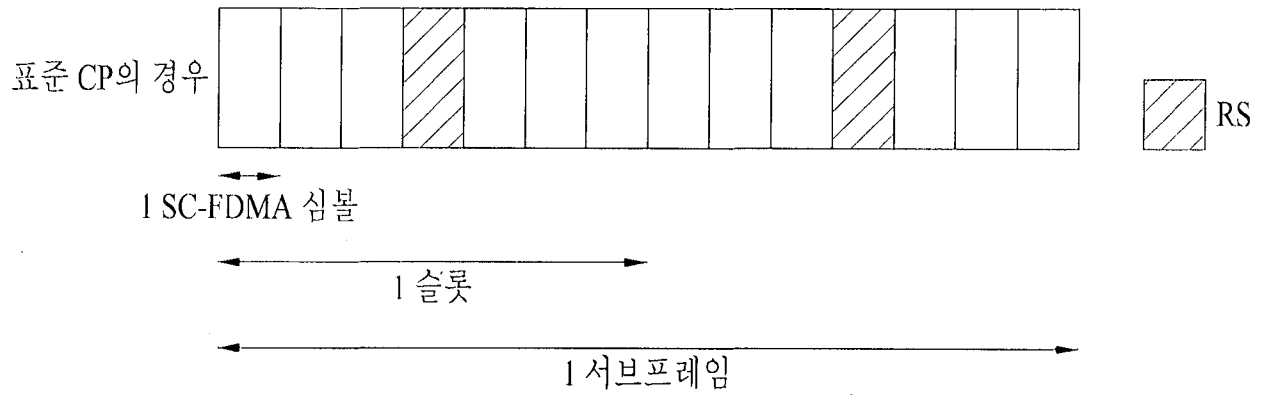
[도 11]



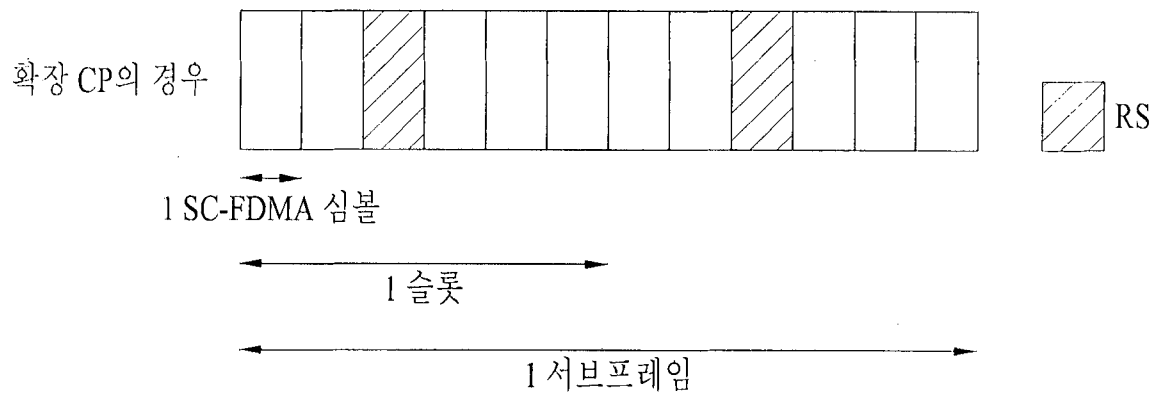
[도 12]



[도 13]

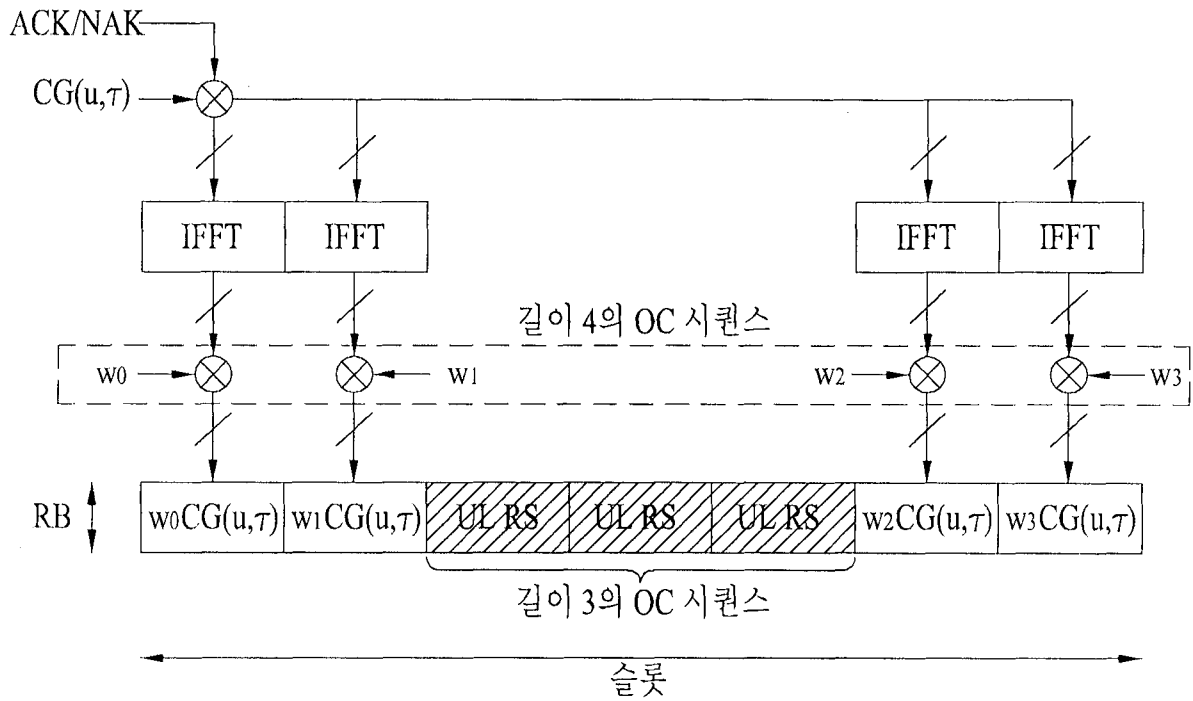


(a)



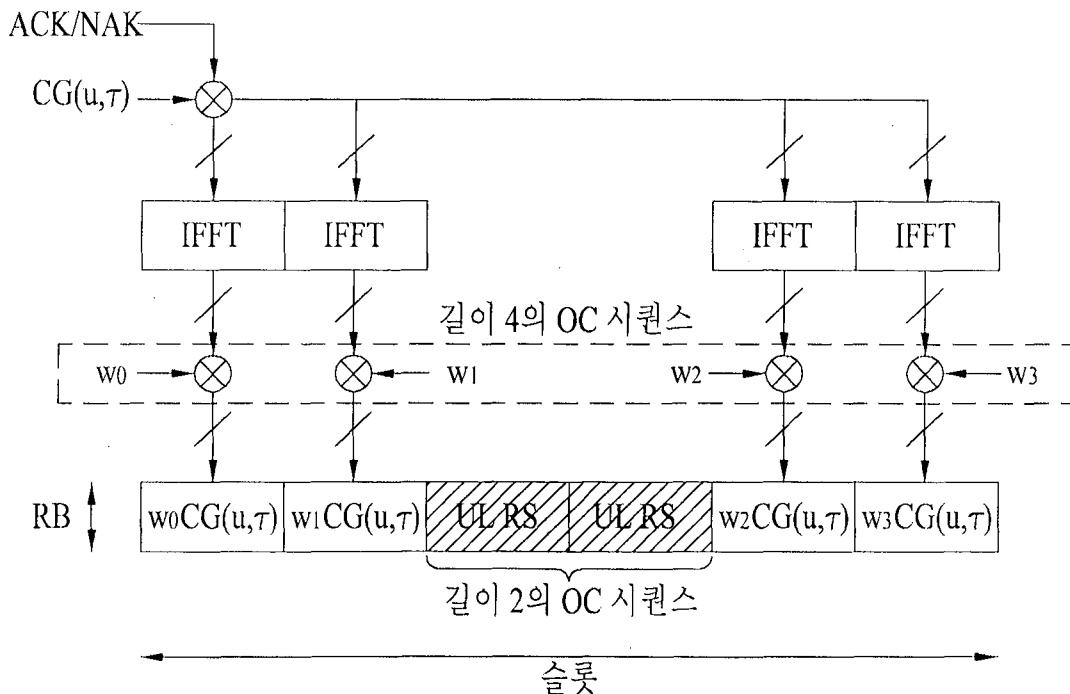
(b)

[도 14]



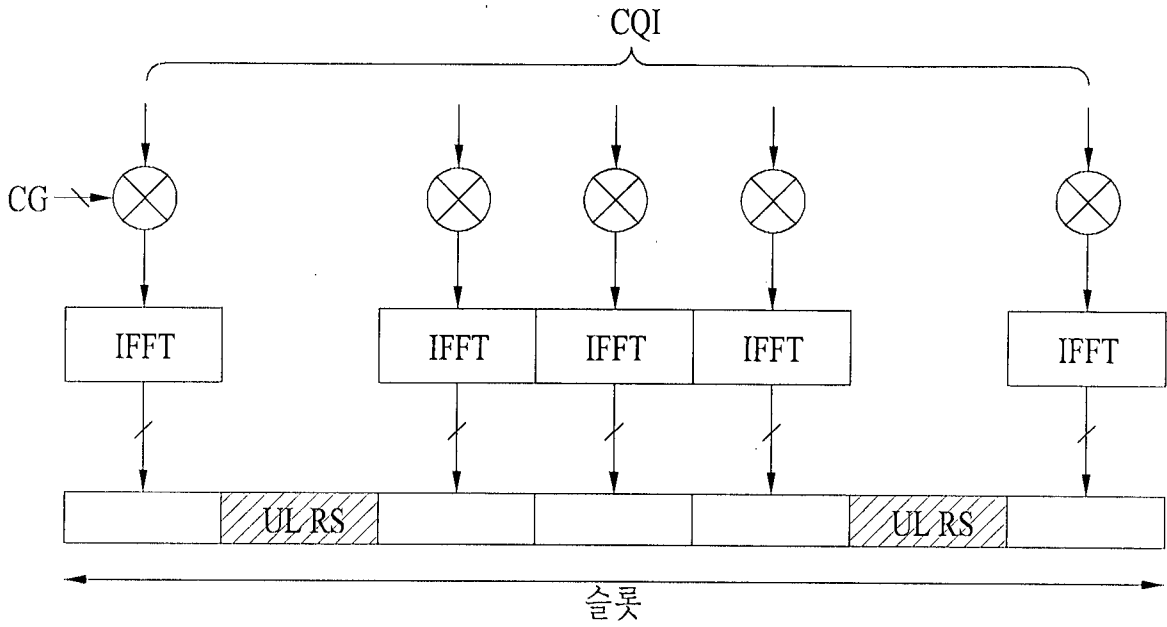
PUCCH 포맷 1a 및 1b 구조 (일반 CP 케이스)

[도 15]



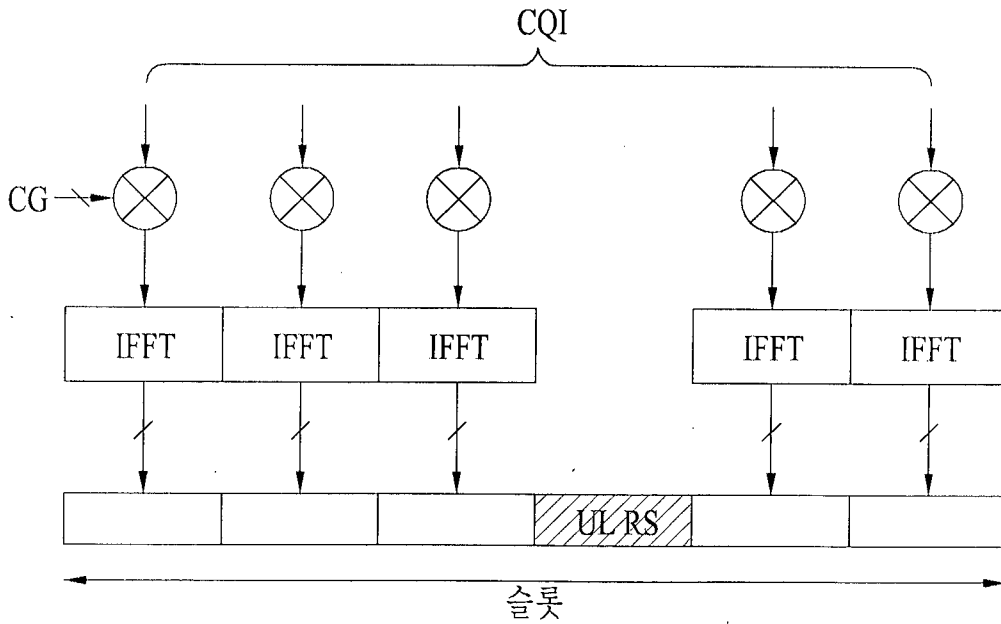
PUCCH 포맷 1a 및 1b 구조 (확장 CP 케이스)

[도 16]



PUCCH 포맷 2, 2a 및 2b 구조 (일반 CP 케이스)

[도 17]



PUCCH 포맷 2, 2a 및 2b 구조 (확장 CP 케이스)

[도 18]

자원 할당: 표준 CP에서 18개의 ACK/NACK 채널  $\Delta_{PUCCH} = 2$

셀 특정 순환 쉬프트 오프셋		RS 직교 커버		ACK/NACK 직교 커버	
$\delta_{PUCCH\_offset} = 1$	$\delta_{PUCCH\_offset} = 0$	$\bar{n}_{OC} = 0$	$\bar{n}_{OC} = 1$	$n_{OC} = 0$	$n_{OC} = 1$
$n_{CS} = 1$	$n_{CS} = 0$	$n' = 0$		$n' = 0$	
2	1		6		6
3	2	1		1	
4	3		7		7
5	4	2		2	
6	5		8		8
7	6	3		3	
8	7		9		9
9	8	4		4	
10	9		10		10
11	10	5		5	
0	11		11		11
					12
					13
					14
					15
					16
					17

shift

$\Delta_{PUCCH\_shift} \in \begin{cases} \{1,2,3\} & \text{표준 순환 전치의 경우} \\ \{1,2,3\} & \text{확장 순환 전치의 경우} \end{cases}$ 
 $\delta_{PUCCH\_offset} \in \{0,1, \dots, \Delta_{PUCCH\_shift} - 1\}$

$n_{OC}$       ACK/NACK를 위한 직교 시퀀스 인덱스  
 $\bar{n}_{OC}$       RS를 위한 직교 시퀀스 인덱스  
 $n_{CS}$       CAZAC 시퀀스의 순환 쉬프트 값  
 $n'$       RB에서 채널화에 사용되는 ACK/NACK 자원 인덱스

$\Delta_{PUCCH\_shift} \in \begin{cases} \{1,2,3\} & \text{CAZAC 시퀀스의} \\ \{1,2,3\} & \text{셀-특정 순환 쉬프트 값} \end{cases}$

[도 19]

순환 쉬프트	직교 커버			ACK/NACK	CQI	카드 쉬프트
	OC <sub>index</sub> = 0	OC <sub>index</sub> = 1	OC <sub>index</sub> = 2			
0	+	+	+	ACK/NACK	CQI	카드 쉬프트
1	+	+	+			
2	+	+	+			
3	+	+	+			
4	+	+	+			
5	+	+	+			
6	+	+	+			
7	+	+	+			
8	+	+	+			
9	+	+	+			
10	+	+	+			
11	+	+	+			

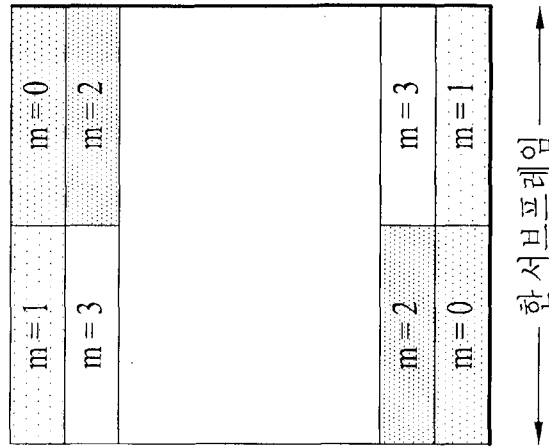
[ 도 20 ]

□ 슬롯  $n_s$  에서 PUCCH의 전송에 사용되는 PRB들

$$n_{PRB} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor & \text{if } (m + n_s \bmod 2) \bmod 2 = 0 \\ \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor - 1 & \text{if } (m + n_s \bmod 2) \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$n_{PRB} = \frac{N_{RB}^{UL}}{2} - 1$

- 맵핑 순서 :
- 외부 경계에 있는 RB들로부터 내부 경계에 있는 RB들로
- PUCCH 포맷 2/2a/2b 우선
- 다음으로 혼합된 ACK/NACK 및 CQI 포맷
- PUCCH 포맷 1/1a/1b

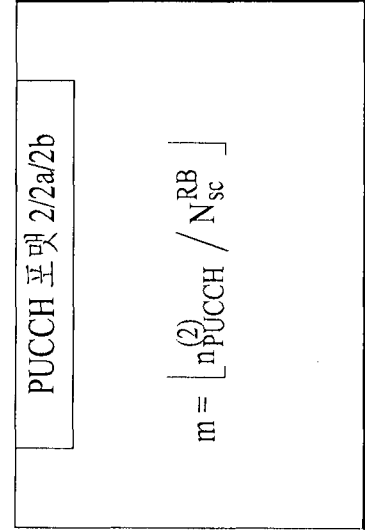


PUCCH 포맷 1/1a/1b

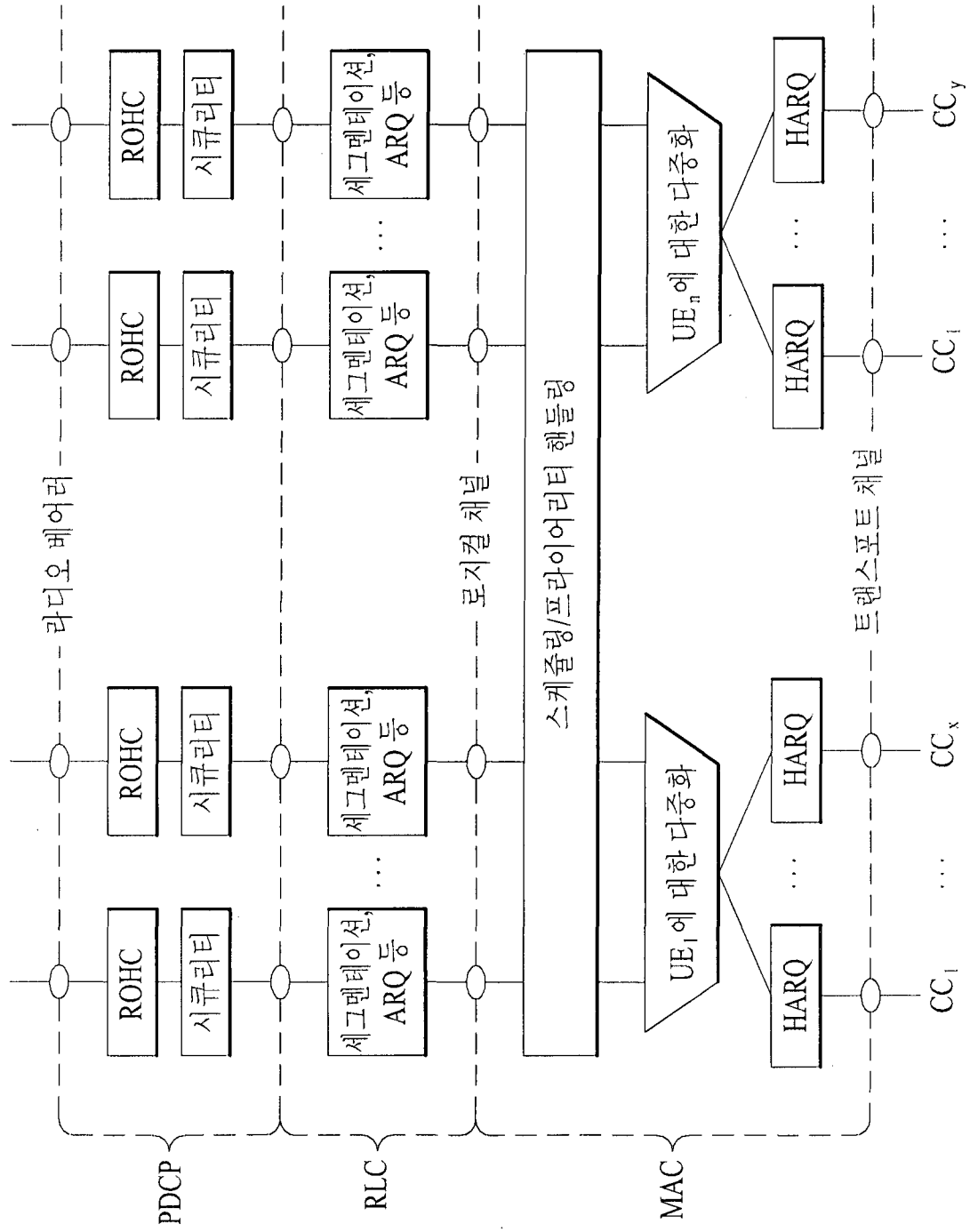
PUCCH 포맷 2/2a/2b

$$m = \begin{cases} N_{RB}^{(2)} & \text{if } n_{PUCCH}^{(1)} < c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH} \\ \left\lfloor \frac{n_{PUCCH}^{(1)} - c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH}}{c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH}} \right\rfloor + N_{RB}^{(2)} & \text{otherwise} \end{cases}$$

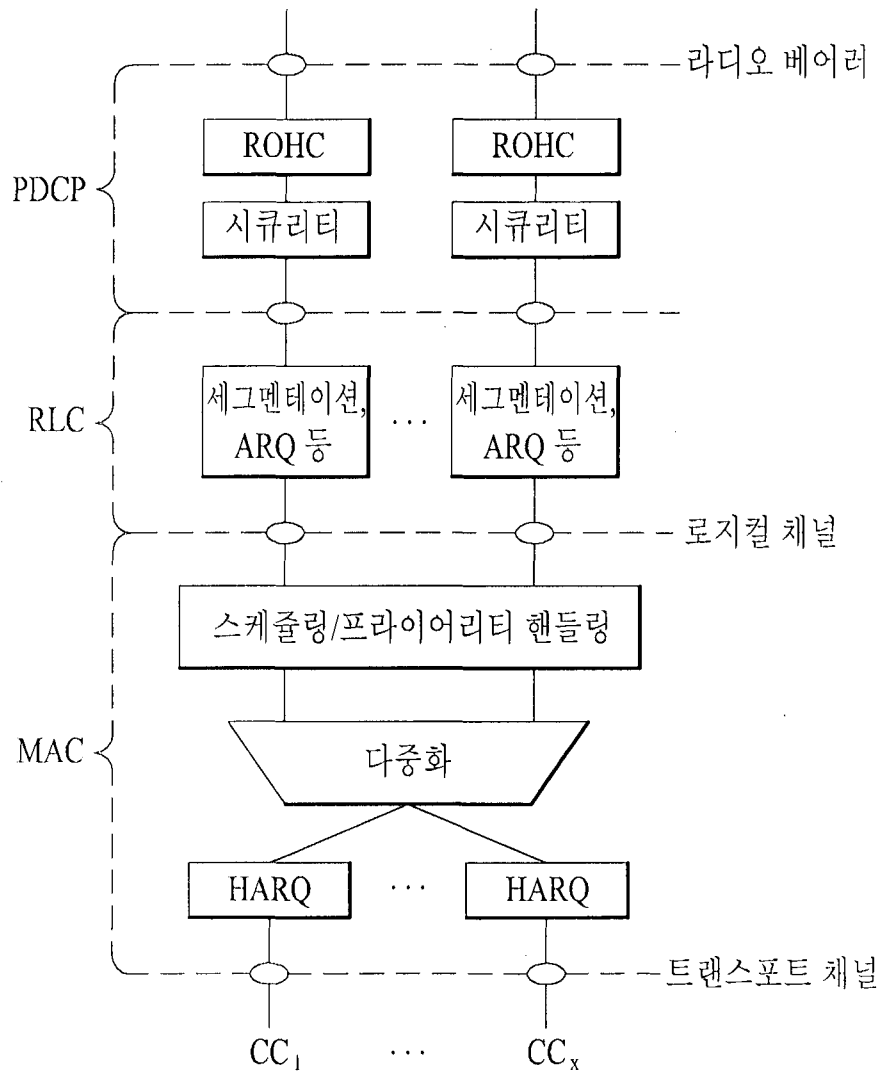
$c = \begin{cases} 3 & \text{포준 순환 전치} \\ 2 & \text{확장 순환 전치} \end{cases}$



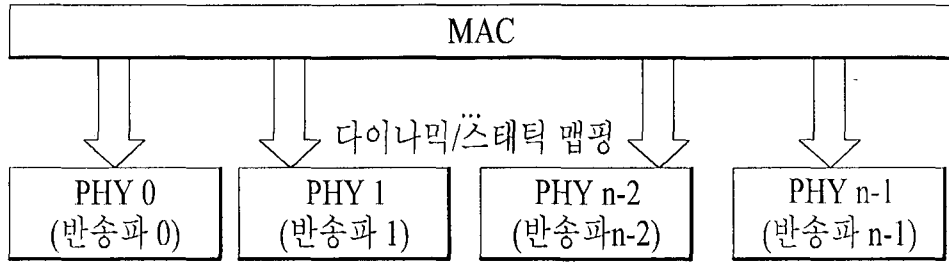
[도 21]



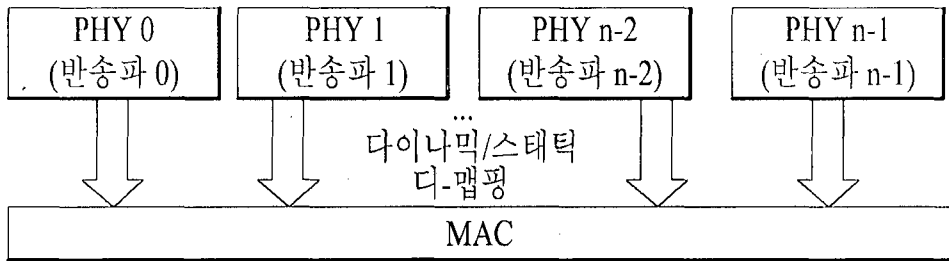
[도 22]



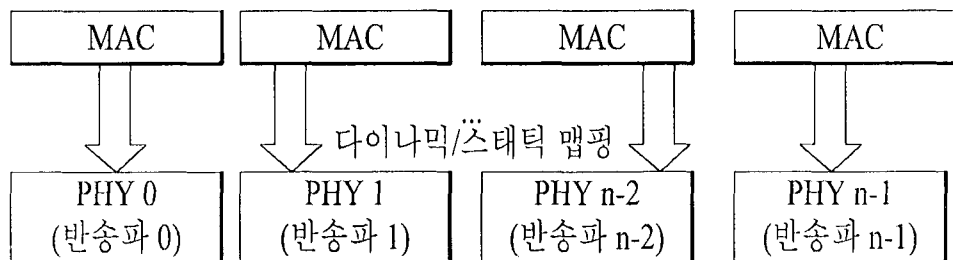
[도 23]



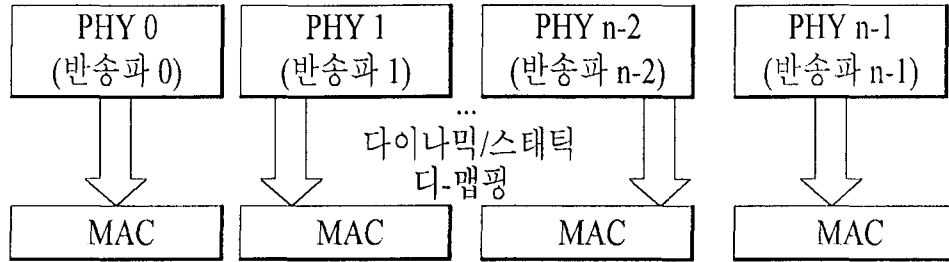
[도 24]



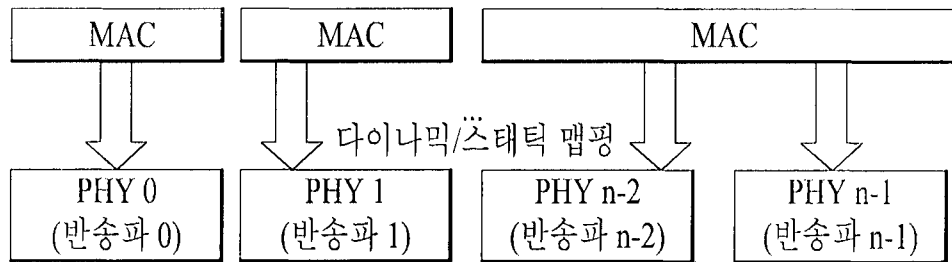
[도 25]



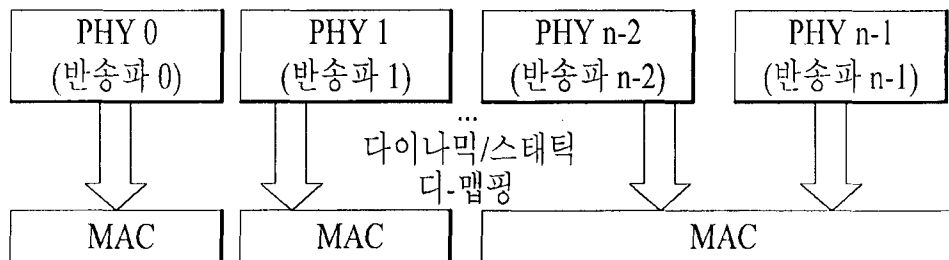
[도 26]



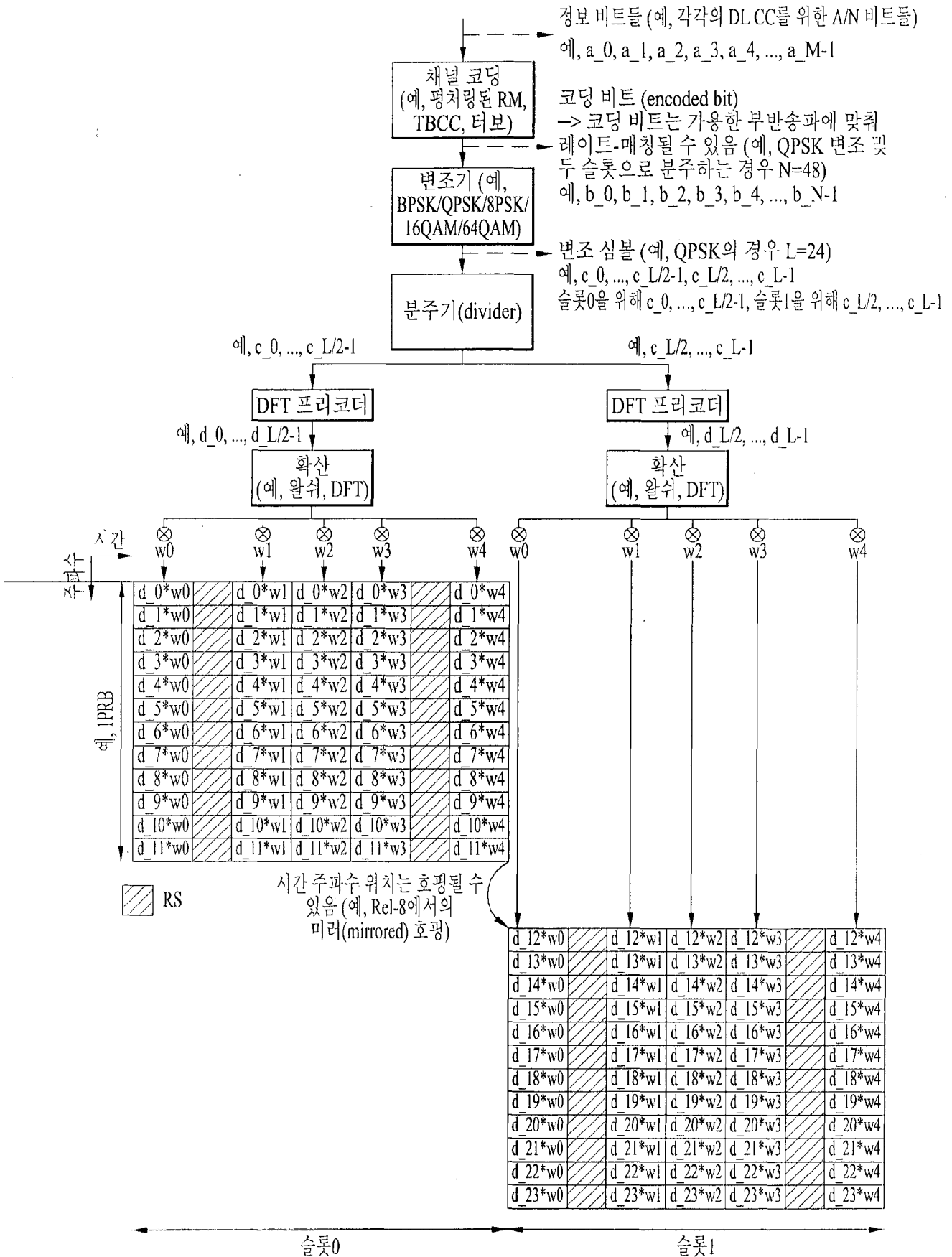
[도 27]



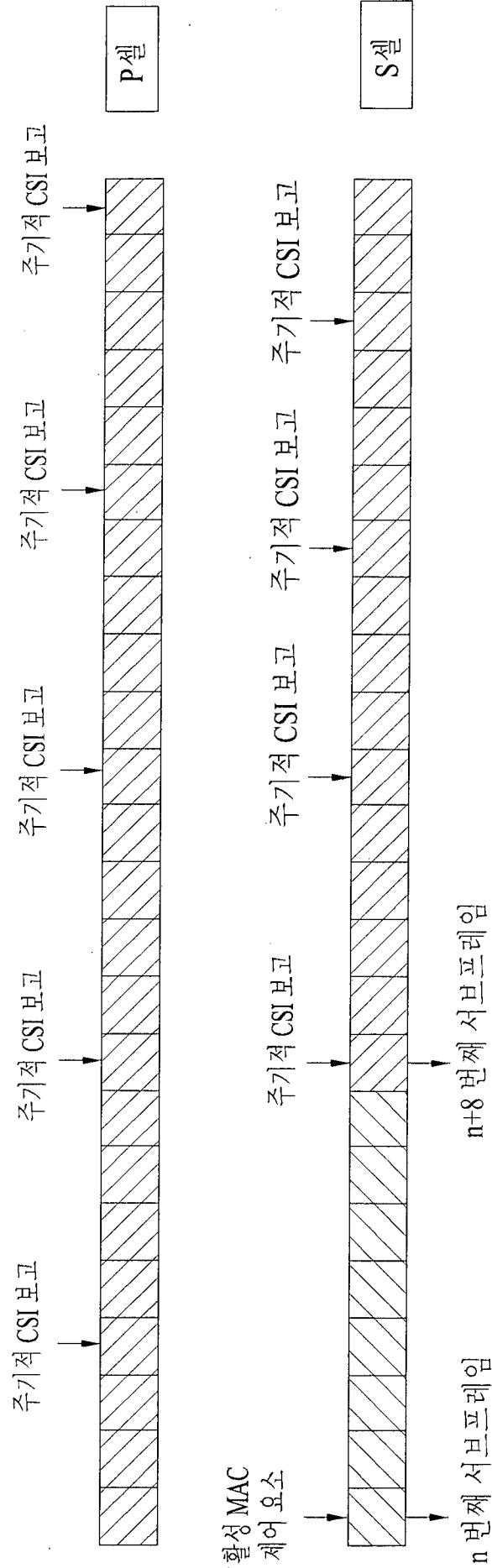
[도 28]



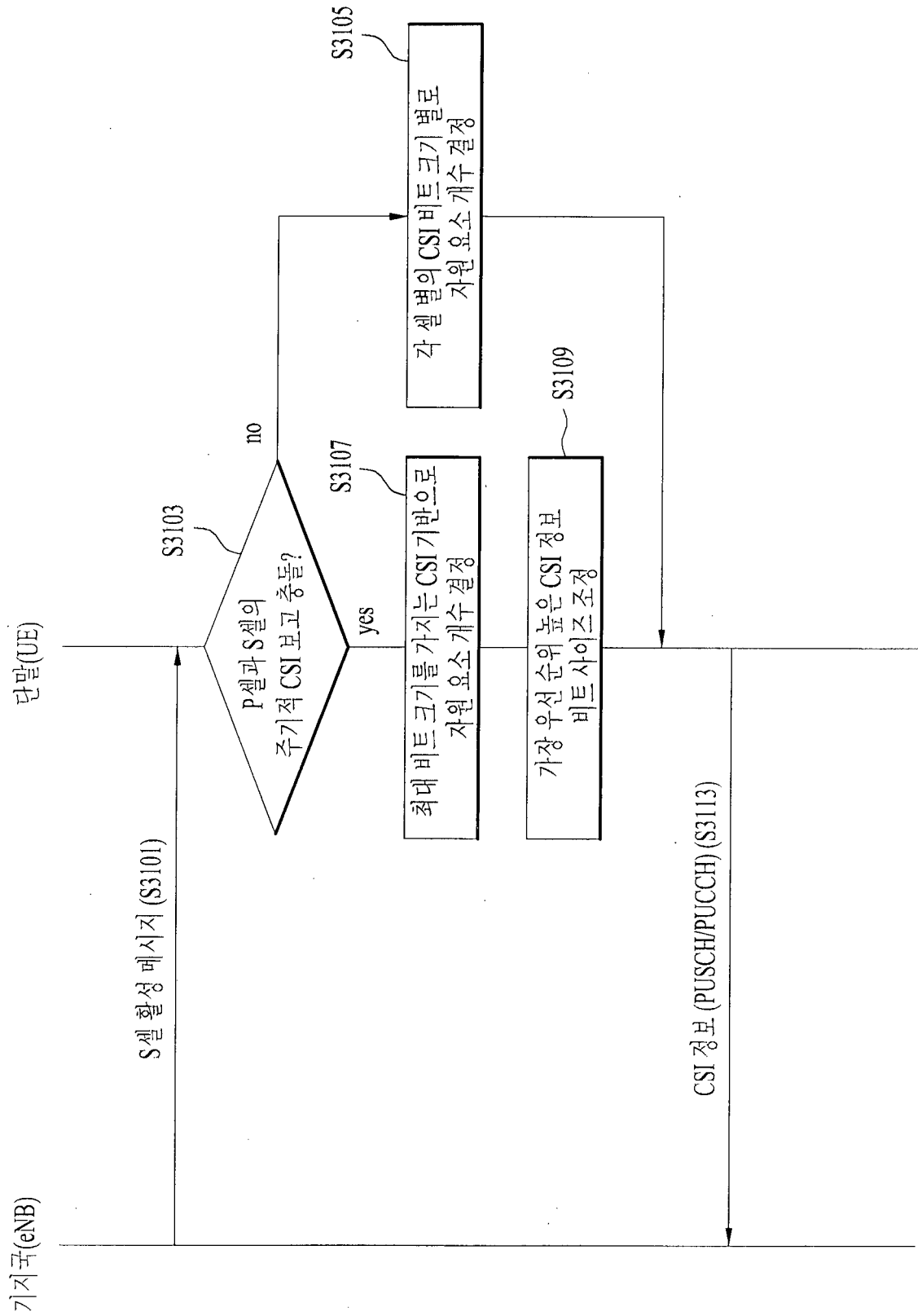
[도 29]



[도 30]

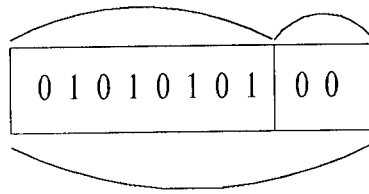


[도 31]



[도 32]

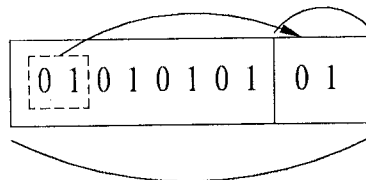
첫 번째 우선 순위를  
가지는 CSI 비트 크기 0(zero) 패딩



설정된 셀에서  
최대 CSI 비트 크기

(a)

복사 원형 버퍼 전송률 매칭



설정된 셀에서  
최대 CSI 비트 크기

(b)

[도 33]

