

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013년 1월 31일 (31.01.2013)



(10) 국제공개번호
WO 2013/015652 A2

- (51) 국제특허분류:
H04J 11/00 (2006.01) H04B 7/26 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/006021
- (22) 국제출원일: 2012년 7월 27일 (27.07.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
61/512,907 2011년 7월 28일 (28.07.2011) US
61/522,220 2011년 8월 10일 (10.08.2011) US
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 엘지 전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 150-721 서울 영등포구 여의도동 20, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 곁
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 손혁민 (SON, Hyuk-min) [KR/KR]; 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 김진민 (KIM, Jinmin) [KR/KR]; 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 한승희 (HAN, Seunghee) [KR/KR]; 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 이현우 (LEE, Hy-

unwoo) [KR/KR]; 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 최혜영 (CHOI, Hyeyoung) [KR/KR]; 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533 번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 138-861 서울 송파구 잠실동 175-9 현대빌딩 7층 KBK 특허법률사무소, 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

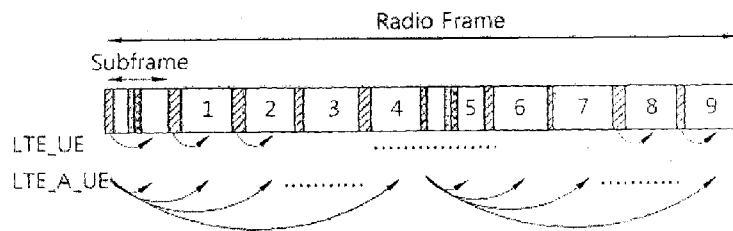
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR TRANSCEIVING DATA IN A WIRELESS ACCESS SYSTEM, AND BASE STATION AND TERMINAL FOR SAME

(54) 발명의 명칭: 무선 접속 시스템에서 데이터 송수신 방법, 이를 위한 기지국 및 단말

[도 20]



(57) Abstract: Disclosed are a method for transceiving data in a wireless access system, and a base station and terminal therefor. More particularly, the present invention relates to a method for transceiving data, and to a base station device for the method, wherein the method comprises the steps of: transmitting, in a single first subframe, a physical downlink control channel (PDCCH) including downlink scheduling information on each terminal; and transmitting, in a plurality of second subframes, a physical downlink shared channel (PDSCH) relevant to said PDCCH to each terminal. The PDCCH supports a carrier aggregation that includes a field indicating said plurality of second subframes in which said PDSCH is transmitted.

(57) 요약서: 본 발명에서는 무선 접속 시스템에서 데이터 송수신 방법, 이를 위한 기지국 및 단말이 개시된다. 구체적으로, 각 단말의 하향링크 스케줄링 정보를 포함하는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 하나의 제 1 서브프레임에서 전송하는 단계; 및 상기 PDCCH에 해당하는 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)를 상기 각 단말로 복수의 제 2 서브프레임들에서 전송하는 단계를 포함하되, 상기 PDCCH는 상기 PDSCH가 전송되는 상기 복수의 제 2 서브프레임들을 지시하는 필드를 포함하는 캐리어 병합(Carrier Aggregation)을 지원하는 데이터를 송수신하는 방법 및 기지국 장치를 제공한다.

WO 2013/015652 A2



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 접속 시스템에서 데이터 송수신 방법, 이를 위한 기지국 및 단말

【기술분야】

5 본 발명은 무선 접속 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게 캐리어 병합 (Carrier Aggregation/Multiple Cells)을 지원하는 무선 접속 시스템에서 데이터 송수신 방법 및 이를 지원하는 장치에 관한 것이다.

【배경기술】

10 차세대 무선 접속 시스템의 요구 조건에서 가장 중요한 것 중 하나는 높은 데이터 전송을 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 전송을 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.

【발명의 상세한 설명】

【기술적 과제】

10 본 발명의 목적은 무선 접속 시스템, 바람직하게 캐리어 병합을 지원하는 무선 접속 시스템에서 단말과 기지국 간 상향링크/하향링크 데이터를 원활하게 송수신하기 위한 방법 및 이를 위한 장치를 제안한다.

또한, 본 발명의 목적은 동종의 기지국 간(homogeneous network) 혹은 이종의 기지국 간(heterogeneous network)에 발생할 수 있는 간섭의 영향을
15 감소시킬 수 있도록 크로스 서브프레임 스케줄링(cross subframe scheduling)을 수행하여 데이터를 송수신하는 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
20 이해될 수 있을 것이다.

【기술적 해결방법】

본 발명의 일 양상은, 무선 접속 시스템에서 데이터를 송수신하는 방법에

있어서, 각 단말의 하향링크 스케줄링 정보를 포함하는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 하나의 제1 서브프레임에서 전송하는 단계; 및 상기 PDCCH에 해당하는 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)를 상기 각 단말로 복수의 제2 서브프레임들에서 전송하는 단계를 포함하되, 상기 PDCCH는 상기 PDSCH가
 5 전송되는 상기 복수의 제2 서브프레임들을 지시하는 필드를 포함한다.

본 발명의 다른 양상은, 무선 접속 시스템에서 데이터를 송수신하는 기지국에 있어서, 무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛; 및 각 단말의 하향링크 스케줄링 정보를 포함하는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 하나의 제1 서브프레임에서 전송하고, 상기 PDCCH에 해당하는
 10 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)를 상기 각 단말로 복수의 제2 서브프레임들에서 전송하도록 RF 유닛을 제어하는 프로세서를 포함하되, 상기 PDCCH는 상기 PDSCH가 전송되는 상기 복수의 제2 서브프레임들을 지시하는 필드를 포함한다.

바람직하게, 상기 무선 접속 시스템이 TDD(Time Division Duplex) 시스템인
 15 경우, 상기 필드는 상기 PDSCH 전송을 위한 각 서브프레임 또는 전체 서브프레임에 대한 오프셋 값을 포함하고, 상기 오프셋 값은 상기 제1 서브프레임과 상기 제2 서브프레임의 간격을 지시한다.

바람직하게, 상기 각 단말의 MCS(Modulation and Coding Scheme) 레벨이 특정 임계치보다 적은 경우, 상기 제2 서브프레임들에서 PDSCH(Physical
 20 Downlink Shared Channel)들을 통해 전송한다.

바람직하게, 상기 각 단말의 PDCCH 영역은 셀(cell) ID(IDentifier)에 기반하게 직교(orthogonal)하게 배치된다.

바람직하게, 상기 PDSCH가 전송되는 캐리어에 대한 정보를 상위 계층 시그널링을 통해 전송하는 단계를 더 포함한다.

바람직하게, 필드는 CIF(Carrier Indicator Field) 또는 SIF(Subframe Indicator Field)이다.

5 【유리한 효과】

본 발명의 실시예에 따르면, 무선 접속 시스템, 바람직하게는 캐리어 병합을 지원하는 무선 접속 시스템에서 단말과 기지국 간 상향링크/하향링크 데이터를 원활하게 송수신할 수 있다.

또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 동종의 기지국 간(homogeneous network) 혹은 이종의 기지국 간(heterogeneous network) 간섭의 영향이 큰 서브프레임의 제어 정보를 간섭의 영향이 적은 서브프레임을 통해 전송하는 크로스 서브프레임 스케줄링을 수행함으로써 간섭의 영향을 감소시킬 수 있다.

또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 단말은 간섭이 완화로 인해 셀(cell) 쓰루풋(throughput) 향상과 단말의 구현 부담을 줄일 수 있는 효과를 가져올 수 있다.

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

【도면의 간단한 설명】

본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 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 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한
5 도면이다.

도 4는 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 5는 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 6은 LTE 시스템의 컴포넌트 캐리어(CC) 및 LTE_A 시스템에서 사용되는 캐리어 병합의 일례를 나타내는 도면이다.

10 도 7은 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 LTE-A 시스템의 서브 프레임 구조를 나타낸다.

도 8은 매크로 셀과 마이크로 셀을 포함하는 이중 네트워크 무선 통신 시스템에서 발생할 수 있는 간섭을 예시하는 도면이다.

도 9는 매크로-피코 네트워크에서 매크로 셀에서의 ABS의 구성을 예시하는
15 도면이다.

도 10은 시간 영역 ICIC(Inter-Cell Interference Coordination)의 일환으로 CSG 시나리오를 예시한다.

도 11은 시간 영역 ICIC(Inter-Cell Interference Coordination)의 일환으로 피코 시나리오를 예시한다.

20 도 12는 기지국간 스케줄링 정보를 교환하여 간섭을 완화하는 기법을 예시하는 도면이다.

도 13은 각 기지국간 다른 상향링크-하향링크 구성을 가지는 경우 기지국간

스케줄링 정보를 교환하여 간섭을 완화하는 기법을 예시하는 도면이다.

도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 크로스 서브프레임 스케줄링의 개념을 간략하게 도시한 도면이다.

도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 하향링크 데이터 채널에 대한 크로스 서브프레임 스케줄링을 나타내는 도면이다.

도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 상향링크 데이터 채널에 대한 크로스 서브프레임 스케줄링을 나타내는 도면이다.

도 17은 본 발명의 일실시예에 따른 크로스 서브프레임 스케줄링 방법을 예시하는 도면이다.

도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 크로스 서브프레임 스케줄링 방법을 예시하는 도면이다.

도 19는 본 발명의 일실시예에 따른 크로스 서브프레임 스케줄링 방법을 예시하는 도면이다.

도 20은 본 발명의 일실시예에 따른 다수개의 서브프레임에 관한 크로스 서브프레임 스케줄링 방법을 예시하는 도면이다.

도 21은 본 발명의 일실시예에 따른 MSC 레벨을 이용하여, 서브프레임에 관한 크로스 서브프레임 스케줄링 방법을 예시하는 도면이다.

도 22는 본 발명의 일실시예에 따른 PDCCH영역의 직교 배치에 따라, 서브프레임에 관한 크로스 서브프레임 스케줄링 방법을 예시하는 도면이다.

도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.

【발명의 실시를 위한 형태】

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

본 명세서에서 본 발명의 실시예들을 기지국과 단말 간의 데이터 송신 및 수신에 관한 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 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.

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.

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 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 이용될 수 있다. CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)은 E-UTRA를 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

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) 작업을 수행한다. 이를 위해 단말은 기지국으로부터 주 동기 채널 (P-SCH: Primary Synchronization Channel) 및 부 동기 채널 (S-SCH: Secondary Synchronization Channel)을 수신하여 기지국과 동기를 맞추고, 셀 ID 등의 정보를 획득한다.

그 후, 단말은 기지국으로부터 물리방송채널 (PBCH: Physical Broadcast 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.

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
 5 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
 10 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 Indication), RI (Rank Indication) 정보 등을 포함한다.
 15

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

도 2는 3GPP LTE에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

도 2의 (a)는 타입 1 프레임 구조(frame structure type 1)를 나타낸다.

타입 1 프레임 구조는 전이중(full duplex) FDD(Frequency Division Duplex) 시스템과 반이중(half duplex) FDD 시스템 모두에 적용될 수 있다.

5 하나의 무선 프레임(radio frame)은 $T_f = 307200 \cdot T_s = 10 \text{ ms}$ 의 길이를 가지고, $T_{\text{slot}} = 15360 \cdot T_s = 0.5 \text{ ms}$ 의 균등한 길이를 가지며 0부터 19의 인덱스가 부여된 20개의 슬롯으로 구성된다. 하나의 서브프레임은 2개의 연속된 슬롯으로 정의되며, i 번째 서브프레임은 $2i$ 와 $2i+1$ 에 해당하는 슬롯으로 구성된다. 즉, 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성된다. 하나의
10 서브프레임을 전송하는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라 한다. 여기서, T_s 는 샘플링 시간을 나타내고, $T_s = 1/(15\text{kHz} \times 2048) = 3.2552 \times 10^{-8}$ (약 33ns)로 표시된다. 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼 또는 SC-FDMA 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 복수의 자원블록(RB: Resource Block)을 포함한다.

15 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심볼을 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 블록(resource block)은 자원 할당 단위이고, 하나의 슬롯에서 복수의 연속적인
20 부 반송파(subcarrier)를 포함한다.

전이중 FDD 시스템에서는 각 10ms 구간 동안 10개의 서브프레임은 하향링크 전송과 상향링크 전송을 위해 동시에 이용될 수 있다. 이때, 상향링크와

하향링크 전송은 주파수 영역에서 분리된다. 반면, 반이중 FDD 시스템의 경우 단말은 전송과 수신을 동시에 할 수 없다.

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

도 2의 (b)는 타입 2 프레임 구조(frame structure type 2)를 나타낸다. 타입 2 프레임 구조는 TDD 시스템에 적용된다. 하나의 무선 프레임(radio frame)은 $T_f = 307200 \cdot T_s = 10 \text{ ms}$ 의 길이를 가지며, $153600 \cdot T_s = 5 \text{ ms}$ 길이를 가지는 2개의 하프프레임(half-frame)으로 구성된다. 각 하프프레임은 $30720 \cdot T_s = 1 \text{ ms}$ 의 길이를 가지는 5개의 서브프레임으로 구성된다. i 번째 서브프레임은 $2i$ 와 $2i+1$ 에 해당하는 각 $T_{\text{slot}} = 15360 \cdot T_s = 0.5 \text{ ms}$ 의 길이를 가지는 2개의 슬롯으로 구성된다. 여기에서, T_s 는 샘플링 시간을 나타내고, $T_s = 1/(15\text{kHz} \times 2048) = 3.2552 \times 10^{-8}$ (약 33ns)로 표시된다.

타입 2 프레임에는 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(GP: Guard Period), UpPTS(Uplink Pilot Time Slot)인 3가지의 필드로 구성되는 특별 서브프레임을 포함한다. 여기서, 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.

표 1는 특별 프레임의 구성(DwPTS/GP/UpPTS의 길이)을 나타낸다.

【표 1】

Special subframe configuration	Normal cyclic prefix in downlink		Extended cyclic prefix in downlink		
	DwPTS	UpPTS	DwPTS	Normal cyclic prefix in uplink	Extended cyclic prefix in uplink
0	$6592 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$
1	$19760 \cdot T_s$				
2	$21952 \cdot T_s$				
3	$24144 \cdot T_s$				
4	$26336 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$
5	$6592 \cdot T_s$				
6	$19760 \cdot T_s$				
7	$21952 \cdot T_s$				
8	$24144 \cdot T_s$				

타입 2 프레임 구조에서 상향링크-하향링크 구성(configuration)은 모든 서브프레임이 상향링크와 하향링크에 대해 어떠한 규칙에 의해 할당(또는 예약)되는지를 나타내는 규칙이다. 표 2는 상향링크-하향링크 구성을 나타낸다.

【표 2】

Uplink-downlink configuration	Downlink-to-Uplink Switch-point periodicity	Subframe number									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

표 2를 참조하면, 무선 프레임의 각 서브프레임 별로, "D"는 하향링크 전송을 위한 서브프레임을 나타내고, "U"는 상향링크 전송을 위한 서브프레임을 나타내며, "S"는 DwPTS, GP, UpPTS 3가지의 필드로 구성되는 특별 서브프레임을 나타낸다. 상향링크-하향링크 구성은 7가지로 구분될 수 있으며, 각 구성 별로 하향링크 서브프레임, 특별 프레임, 상향링크 서브프레임의 위치 또는 개수가 다르다.

하향링크에서 상향링크로 변경되는 시점 또는 상향링크에서 하향링크로 전환되는 시점을 전환시점(switching point)이라 한다. 전환시점의 주기성(Switch-point periodicity)은 상향링크 서브프레임과 하향링크 서브프레임이 전환되는 양상이 동일하게 반복되는 주기를 의미하며, 5ms 또는 10ms 가 모두 지원된다. 5ms 하향링크-상향링크 스위치-포인트 주기인 경우에 특별 서브프레임(S)은 하프-프레임 마다 존재하고, 5ms 하향링크-상향링크 스위치-포인트 주기인 경우에는 첫 번째 하프-프레임에만 존재한다.

모든 구성에 있어서, 0번째, 5번째 서브프레임 및 DwPTS는 하향링크 전송만을 위한 구간이다. UpPTS 및 특별 서브프레임에 바로 이어지는 서브프레임은 항상 상향링크 전송을 위한 구간이다.

이러한, 상향링크-하향링크 구성은 시스템 정보로써 기지국과 단말이 모두 알고 있을 수 있다. 기지국은 상향링크-하향링크 구성 정보가 바뀔 때마다 구성 정보의 인덱스만을 전송함으로써 무선 프레임의 상향링크-하향링크 할당상태의 변경을 단말에 알려줄 수 있다. 또한, 구성 정보는 일종의 하향링크 제어정보로서 다른 스케줄링 정보와 마찬가지로 하향링크 제어채널인 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 전송될 수 있으며, 방송정보로서 브로드캐스트 채널(broadcast channel)을 통해 셀 내의 모든 단말에 공통으로 전송될 수 있다. TDD 시스템에서 무선 프레임에 포함되는 하프프레임의 개수, 하프프레임에 포함되는 서브프레임의 개수 및 하향링크 서브프레임과 상향링크 서브프레임의 조합은 예시에 불과하다.

한편, FDD 시스템에서 i 번째 서브프레임에서 PHICH를 통해 단말에 전송되는 HARQ ACK/NACK는 단말이 $i-4$ 번째 서브프레임에서 전송한 PUSCH와 관련된다.

반면, TDD 시스템에서의 하향링크/상향링크 서브프레임 구성이 상향링크-하향링크 구성(configuration) 별로 다르기 때문에 PUSCH 및 PHICH 전송 시간은 구성에 따라 다르게 설정되며, PUSCH 및 PHICH의 전송시간은 서브프레임의 인덱스(또는 숫자)에 따라 서로 다르게 구성될 수 있다.

5 LTE 시스템에서, PUSCH와 이에 선행하는 PDCCH, 그리고 PUSCH에 대응되는 하향링크 HARQ ACK/NACK이 전송되는 PHICH의 상/하향링크 타이밍 관계는 미리 정해져 있다.

도 3은 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.

10 도 3을 참조하면, 하나의 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함한다. 여기서, 하나의 하향링크 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원 블록은 주파수 영역에서 12개의 부 반송파를 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

15 자원 그리드 상에서 각 요소(element)를 자원 요소(RE: Resource Element)라 하고, 하나의 자원 블록은 12×7 개의 자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원 블록들의 수 NDL은 하향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다. 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.

도 4는 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

20 도 4를 참조하면, 상향링크 서브 프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 나눌 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 나르는 PUCCH가 할당된다. 데이터 영역은 사용자 데이터를 나르는 PUSCH가 할당된다.

단일 반송파 특성을 유지하기 위해 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH을 동시에 전송하지 않는다. 하나의 단말에 대한 PUCCH에는 서브 프레임 내에 RB 쌍이 할당된다. RB 쌍에 속하는 RB들은 2개의 슬롯들의 각각에서 서로 다른 부반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당된 RB 쌍은 슬롯 경계(slot boundary)에서 주파수 도약(frequency hopping)된다고 한다.

도 5는 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 5를 참조하면, 서브 프레임내의 첫번째 슬롯에서 앞의 최대 3개의 OFDM 심볼들이 제어 채널들이 할당되는 제어 영역(control region)이고, 나머지 OFDM 심볼들은 PDSCH이 할당되는 데이터 영역(data region)이다. 3GPP LTE에서 사용되는 하향링크 제어 채널의 일례로 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH, PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 등이 있다.

PCFICH는 서브 프레임의 첫번째 OFDM 심볼에서 전송되고, 서브 프레임 내에 제어 채널들의 전송을 위하여 사용되는 OFDM 심볼들의 수(즉, 제어 영역의 크기)에 관한 정보를 나른다. PHICH는 상향 링크에 대한 응답 채널이고, HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)에 대한 ACK(Acknowledgement)/NACK(Not-Acknowledgement) 신호를 나른다. PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보를 하향링크 제어정보(DCI: downlink control information)라고 한다. 하향링크 제어정보는 상향링크 자원 할당 정보(UL grant), 하향링크 자원 할당 정보(DL grant) 또는 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송(Tx) 파워 제어 명령을 포함한다.

1. 2. PDCCH(Physical Downlink Control Channel)

1. 2. 1. PDCCH 일반

PDCCH는 DL-SCH(Downlink Shared Channel)의 자원 할당 및 전송 포맷(이를 하향링크 그랜트라고도 한다.), UL-SCH(Uplink Shared Channel)의 자원 할당 정보(이를 상향링크 그랜트라고도 한다.), PCH(Paging Channel)에서의 페이징(paging) 정보, DL-SCH에서의 시스템 정보, PDSCH에서 전송되는 랜덤 액세스 응답(random access response)과 같은 상위 레이어(upper-layer) 제어 메시지에 대한 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내 개별 단말들에 대한 전송 파워 제어 명령들의 집합, VoIP(Voice over IP)의 활성화 등을 나눌 수 있다. 복수의 PDCCH가 제어영역 내에서 전송될 수 있으며, 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링할 수 있다. PDCCH는 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE(control channel elements)의 집합(aggregation)으로 구성된다. 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE의 집합으로 구성된 PDCCH는 서브블록 인터리빙(subblock interleaving)을 거친 후에 제어 영역을 통해 전송될 수 있다. CCE는 무선채널의 상태에 따른 부호화율을 PDCCH에게 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 단위이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(REG: resource element group)에 대응된다. CCE의 수와 CCE들에 의해 제공되는 부호화율의 연관 관계에 따라 PDCCH의 포맷 및 가능한 PDCCH의 비트수가 결정된다.

1. 2. 2. PDCCH 구조

복수의 단말에 대한 다중화된 복수의 PDCCH가 제어영역 내에서 전송될 수 있다. PDCCH는 하나 또는 2 이상의 연속적인 CCE의 집합(CCE aggregation)으로 구성된다. CCE는 4개의 자원 요소로 구성된 REG의 9개의 세트에 대응하는 단위를 말한다. 각 REG에는 4개의 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 심볼이 매핑된다. 참조 신호(RS: Reference Signal)에 의하여 점유된 자원 요소들은 REG에

포함되지 않는다. 즉, OFDM 심볼 내에서 REG의 총 개수는 셀 특정 참조 신호가 존재하는지 여부에 따라 달라질 수 있다. 4개의 자원 요소를 하나의 그룹에 매핑하는 REG의 개념은 다른 하향링크 제어 채널(예를 들어, PCFICH 또는 PHICH)에도 적용될 수 있다. PCFICH 또는 PHICH에 할당되지 않는 REG를 N_{REG} 라 하면 시스템에서 이용 가능한 CCE의 개수는 $N_{\text{CCE}} = \lfloor N_{\text{REG}} / 9 \rfloor$ 이며, 각 CCE는 0부터 $N_{\text{CCE}} - 1$ 까지 인덱스를 가진다.

단말의 디코딩 프로세스를 단순화하기 위해서, n개의 CCE를 포함하는 PDCCH 포맷은 n의 배수와 동일한 인덱스를 가지는 CCE부터 시작될 수 있다. 즉, CCE 인덱스가 i인 경우 $i \bmod n = 0$ 을 만족하는 CCE부터 시작될 수 있다.

10 기지국은 하나의 PDCCH 신호를 구성하기 위해 {1, 2, 4, 8} 개의 CCE들을 사용할 수 있으며, 이때의 {1, 2, 4, 8}은 CCE 집합 레벨(aggregation level)이라고 부른다. 특정 PDCCH의 전송을 위해 사용되는 CCE의 개수는 채널 상태에서 따라 기지국에 의하여 결정된다. 예를 들어, 양호한 하향링크 채널 상태(기지국에 가까운 경우)를 가지는 단말을 위한 PDCCH는 하나의 CCE만으로
15 충분할 수 있다. 반면, 좋지 않은 채널 상태(셀 경계에 있는 경우)를 가지는 단말의 경우는 8개의 CCE들이 충분한 강인함(robustness)을 위하여 요구될 수 있다. 게다가, PDCCH의 파워 레벨도 채널 상태에 매칭되어 조절될 수 있다.

표 3은 PDCCH 포맷을 나타내며, CCE 집합 레벨에 따라 4가지의 PDCCH 포맷이 지원된다.

20 **【표 3】**

PDCCH format	Number of CCEs (n)	Number of REGs	Number of PDCCH bits
0	1	9	72
1	2	18	144
2	4	36	288
3	8	72	576

단말마다 CCE 집합 레벨이 다른 이유는 PDCCH에 실리는 제어정보의 포맷 또는 MCS(Modulation and Coding Scheme) 레벨이 다르기 때문이다. MCS 레벨은 데이터 코딩에 사용되는 코드 레이트(code rate)와 변조 서열(modulation order)을 의미한다. 적응적인 MCS 레벨은 링크 적응(link adaptation)을 위해 5 사용된다. 일반적으로 제어정보를 전송하는 제어채널에서는 3~4개 정도의 MCS 레벨을 고려할 수 있다.

제어정보의 포맷을 설명하면, PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(DCI)라고 한다. DCI 포맷에 따라 PDCCH 페이로드(payload)에 실리는 10 정보의 구성이 달라질 수 있다. PDCCH 페이로드는 정보 비트(information bit)를 의미한다. 표 4는 DCI 포맷에 따른 DCI를 나타낸다.

【표 4】

DCI Format	Description
Format 0	Resource grants for the PUSCH transmissions (uplink)
Format 1	Resource assignments for single codeword PDSCH transmissions (transmission modes 1, 2 and 7)
Format 1A	Compact signaling of resource assignments for single codeword PDSCH (all modes)
Format 1B	Compact resource assignments for PDSCH using rank-1 closed

	loop precoding (mode 6)
Format 1C	Very compact resource assignments for PDSCH (e.g. paging/broadcast system information)
Format 1D	Compact resource assignments for PDSCH using multi-user MIMO (mode 5)
Format 2	Resource assignments for PDSCH for closed-loop MIMO operation (mode 4)
Format 2A	Resource assignments for PDSCH for open-loop MIMO operation (mode 3)
Format 3/3A	Power control commands for PUCCH and PUSCH with 2-bit/1-bit power adjustment

표 4를 참조하면, DCI 포맷으로는 PUSCH 스케줄링을 위한 포맷 0, 하나의 PDSCH 코드워드의 스케줄링을 위한 포맷 1, 하나의 PDSCH 코드워드의 간단한(compact) 스케줄링을 위한 포맷 1A, DL-SCH의 매우 간단한 스케줄링을 위한 포맷 1C, 폐루프(Closed-loop) 공간 다중화(spatial multiplexing) 모드에서 PDSCH 스케줄링을 위한 포맷 2, 개루프(Openloop) 공간 다중화 모드에서 PDSCH 스케줄링을 위한 포맷 2A, 상향링크 채널을 위한 TPC(Transmission Power Control) 명령의 전송을 위한 포맷 3 및 3A가 있다. DCI 포맷 1A는 단말에 어떤 전송 모드가 설정되어도 PDSCH 스케줄링을 위해 사용될 수 있다.

DCI 포맷에 따라 PDCCH 페이로드 길이가 달라질 수 있다. 또, PDCCH 페이로드의 종류와 그에 따른 길이는 간단한(compact) 스케줄링인지 여부 또는

단말에 설정된 전송 모드(transmission mode) 등에 의해 달라질 수 있다.

전송 모드는 단말이 PDSCH를 통한 하향링크 데이터를 수신하기 위해 설정(configuration)될 수 있다. 예를 들어, PDSCH를 통한 하향링크 데이터는 단말에 대한 스케줄된 데이터(scheduled data), 페이징, 랜덤 액세스 응답 또는

5 BCCH를 통한 브로드캐스트 정보 등이 있다. PDSCH를 통한 하향링크 데이터는 PDCCH를 통해 시그널되는 DCI 포맷과 관계가 있다. 전송 모드는 상위 계층 시그널링(예를 들어, RRC(Radio Resource Control) signaling)을 통해 단말에 반정적으로(semi-statically) 설정될 수 있다. 전송 모드는 싱글 안테나 전송(Single antenna transmission) 또는 멀티 안테나(Multi-antenna) 전송으로

10 구분할 수 있다. 단말은 상위 계층 시그널링을 통해 반정적(semi-static)으로 전송 모드가 설정된다. 예를 들어, 멀티 안테나 전송에는 전송 다이버시티(Transmit diversity), 개루프(Open-loop) 또는 폐루프(Closed-loop) 공간 다중화(Spatial multiplexing), MU-MIMO(Multi-user-Multiple Input Multiple Output) 또는 빔 형성(Beamforming) 등이 있다. 전송 다이버시티는

15 다중 송신 안테나에서 동일한 데이터를 전송하여 전송 신뢰도를 높이는 기술이다. 공간 다중화는 다중 송신 안테나에서 서로 다른 데이터를 동시에 전송하여 시스템의 대역폭을 증가시키지 않고 고속의 데이터를 전송할 수 있는 기술이다. 빔 형성은 다중 안테나에서 채널 상태에 따른 가중치를 가하여 신호의 SINR(Signal to Interference plus Noise Ratio)을 증가시키는 기술이다.

20 DCI 포맷은 단말에 설정된 전송 모드에 종속된다(depend on). 단말은 자신에게 설정된 전송 모드에 따라 모니터링하는 참조(Reference) DCI 포맷이 있다. 단말에 설정되는 전송 모드는 다음과 같이 7개의 전송 모드를 가질 수

있다.

- (1) 단일 안테나 포트; 포트 0
- (2) 전송 다이버시티(Transmit Diversity)
- (3) 개루프 공간 다중화 (Open-loop Spatial Multiplexing)
- 5 (4) 폐루프 공간 다중화 (Closed-loop Spatial Multiplexing)
- (5) 다중 사용자 MIMO
- (6) 폐루프 랭크 = 1 프리코딩
- (7) 단일 안테나 포트; 포트 5

1. 2. 3. PDCCH 전송

10 기지국은 단말에게 전송하려는 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어
 정보에 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 붙인다. CRC에는 PDCCH의
 소유자(owner)나 용도에 따라 고유한 식별자(이를 RNTI(Radio Network Temporary
 Identifier)라고 한다.)가 마스킹된다. 특정의 단말을 위한 PDCCH라면 단말의
 고유한 식별자, 예를 들어 C-RNTI(Cell-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는
 15 페이징 메시지를 위한 PDCCH라면 페이징 지시 식별자, 예를 들어 P-RNTI(Paging-
 RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 시스템 정보, 더욱 구체적으로 시스템 정보
 블록(system information block, SIB)를 위한 PDCCH라면 시스템 정보 식별자,
 SI-RNTI(system information RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 랜덤
 액세스 프리앰블의 전송에 대한 응답인 랜덤 액세스 응답을 지시하기 위하여,
 20 RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

 이어, 기지국은 CRC가 부가된 제어정보를 채널 코딩을 수행하여 부호화된
 데이터(coded data)를 생성한다. 이때, MCS 레벨에 따른 코드 레이트로 채널

코딩을 수행할 수 있다. 기지국은 PDCCH 포맷에 할당된 CCE 집합 레벨에 따른 전송률 매칭(rate matching)을 수행하고, 부호화된 데이터를 변조하여 변조 심벌들을 생성한다. 이때, MCS 레벨에 따른 변조 서열을 사용할 수 있다. 하나의 PDCCH를 구성하는 변조 심벌들은 CCE 집합 레벨이 1, 2, 4, 8 중 하나일 수 있다.

5 이후, 기지국은 변조심벌들을 물리적인 자원요소에 맵핑(CCE to RE mapping)한다.

1. 2. 4. 블라인드 디코딩(blind decoding)

하나의 서브프레임 내에서 복수의 PDCCH가 전송될 수 있다. 즉, 하나의 서브프레임의 제어영역은 인덱스 $0 \sim N_{CCE,k} - 1$ 을 가지는 복수의 CCE로 구성된다.

여기서, $N_{CCE,k}$ 는 k번째 서브프레임의 제어 영역 내에 총 CCE의 개수를 의미한다.

10 단말은 매 서브프레임마다 복수의 PDCCH들을 모니터링한다. 여기서,

모니터링이란 단말이 모니터링되는 PDCCH 포맷에 따라 PDCCH들의 각각의 디코딩을 시도하는 것을 말한다. 서브프레임 내에서 할당된 제어영역에서

기지국은 단말에게 해당하는 PDCCH가 어디에 있는지에 관한 정보를 제공하지 않는다. 단말은 기지국으로부터 전송된 제어채널을 수신하기 위해서 자신의

15 PDCCH가 어느 위치에서 어떤 CCE 집합 레벨이나 DCI 포맷으로 전송되는지 알 수

없으므로, 단말은 서브프레임 내에서 PDCCH 후보(candidate)들의 집합을

모니터링하여 자신의 PDCCH를 찾는다. 이를 블라인드 디코딩(BD: Blind Decoding/Detection)이라 한다. 블라인드 디코딩은 단말이 CRC 부분에 자신의

단말 식별자(UE ID)를 디마스킹(De-Masking) 시킨 후, CRC 오류를 검토하여

20 해당 PDCCH가 자신의 제어채널인지 여부를 확인하는 방법을 말한다.

활성 모드(active mode)에서 단말은 자신에게 전송되는 데이터를 수신하기

위해 매 서브프레임의 PDCCH를 모니터링한다. DRX 모드에서 단말은 매 DRX

주기의 모니터링 구간에서 깨어나(wake up) 모니터링 구간에 해당하는 서브프레임에서 PDCCH를 모니터링한다. PDCCH의 모니터링이 수행되는 서브프레임을 non-DRX 서브프레임이라 한다.

- 단말은 자신에게 전송되는 PDCCH를 수신하기 위해서는 non-DRX
- 5 서브프레임의 제어영역에 존재하는 모든 CCE에 대해 블라인드 디코딩을 수행해야 한다. 단말은 어떤 PDCCH 포맷이 전송될지 모르므로, 매 non-DRX 서브프레임 내에서 PDCCH의 블라인드 디코딩이 성공할 때까지 가능한 CCE 집단 레벨로 PDCCH를 모두 디코딩해야 한다. 단말은 자신을 위한 PDCCH가 몇 개의 CCE를 사용하는지 모르기 때문에 PDCCH의 블라인드 디코딩이 성공할 때까지 가능한
- 10 모든 CCE 집단 레벨로 검출을 시도해야 한다.

- LTE 시스템에서는 단말의 블라인드 디코딩을 위해서 서치 스페이스(SS: Search Space) 개념을 정의한다. 서치 스페이스는 모니터링하기 위한 PDCCH 후보
- 세트를 의미하며, 각 PDCCH 포맷에 따라 상이한 크기를 가질 수 있다. 서치 스페이스는 공용 서치 스페이스(CSS: Common Search Space)와 단말 특정 서치
- 15 스페이스(USS: UE-specific/Dedicated Search Space)로 구성될 수 있다. 공용 서치 스페이스의 경우, 모든 단말이 공용 서치 스페이스의 크기에 대하여 알 수 있으나, 단말 특정 서치 스페이스는 각 단말마다 개별적으로 설정될 수 있다.
- 따라서, 단말은 PDCCH를 디코딩하기 위해 단말 특정 서치 스페이스 및 공용 서치 스페이스를 모두 모니터링해야 하며, 따라서 하나의 서브프레임에서 최대 44번의
- 20 블라인드 디코딩(BD)을 수행하게 된다. 여기에는 상이한 CRC 값(예를 들어, C-RNTI, P-RNTI, SI-RNTI, RA-RNTI)에 따라 수행하는 블라인드 디코딩은 포함되지 않는다.

작은 서치 스페이스로 인하여, 기지국은 주어진 서브프레임 내에서 PDCCH를 전송하고자 하는 단말들 모두에게 PDCCH를 전송하기 위한 CCE 자원이 확보될 수 없는 경우가 발생할 수 있다. 왜냐하면, CCE 위치가 할당되고 남은 자원들은 특정 단말의 서치 스페이스 내에 포함되지 않을 수 있기 때문이다. 다음

5 서브프레임에도 계속될 수 있는 이러한 장벽을 최소화하기 위하여 단말 특정 도약(hopping) 시퀀스가 단말 특정 서치 스페이스의 시작 지점에 적용될 수 있다.

표 5는 공용 서치 스페이스와 단말 특정 서치 스페이스의 크기를 나타낸다.

【표 5】

PDCCH format	Number of CCEs (n)	Number of candidates in common search space	Number of candidates in dedicated search space
0	1	—	6
1	2	—	6
2	4	4	2
3	8	2	2

10 블라인드 디코딩을 시도하는 횟수에 따른 단말의 계산적 로드(load)를 경감하기 위해, 단말은 정의된 모든 DCI 포맷에 따른 서치를 동시에 수행하지 않는다. 구체적으로, 단말은 단말 특정 서치 스페이스에서 항상 DCI 포맷 0과 1A에 대한 서치를 수행한다. 이때, DCI 포맷 0과 1A는 동일한 크기를 가지나, 단말은 PDCCH에 포함된 DCI 포맷 0과 1A를 구분하는데 사용되는 플래그(flag for

15 format 0/format 1A differentiation)를 이용하여 DCI 포맷을 구분할 수 있다. 또한, 단말에 0과 1A외에 다른 DCI 포맷이 요구될 수 있는데, 그 일례로 DCI 포맷 1, 1B, 2가 있다.

공용 서치 스페이스에서 단말은 DCI 포맷 1A와 1C를 서치할 수 있다. 또한 단말은 DCI 포맷 3 또는 3A를 서치하도록 설정될 수 있으며, DCI 포맷 3과 3A는

DCI 포맷 0과 1A와 동일한 크기를 가지나, 단말은 단말 특정 식별자가 아닌 다른 식별자에 의하여 스크램블된 CRC를 이용하여 DCI 포맷을 구별할 수 있다.

서치 스페이스 $S_k^{(L)}$ 는 집합 레벨 $L \in \{1, 2, 4, 8\}$ 에 따른 PDCCH 후보 세트를 의미한다. 서치 스페이스의 PDCCH 후보 세트 m 에 따른 CCE는 다음과 같은 수학적 식 1에 의해 결정될 수 있다.

【수학적 식 1】

$$L \cdot \{(Y_k + m) \bmod \lfloor N_{CCE,k} / L \rfloor\} + i$$

여기서, $M^{(L)}$ 은 서치 스페이스에서 모니터링하기 위한 CCE 집합 레벨 L 에 따른 PDCCH 후보들의 개수를 나타내며, $m = 0, \dots, M^{(L)} - 1$ 이다. i 는 PDCCH 에서 각 PDCCH 후보에서 개별 CCE를 지정하는 인덱스로서 $i = 0, \dots, L - 1$ 이다. $k = \lfloor n_s / 2 \rfloor$ 이며, n_s 는 무선 프레임 내에서 슬롯 인덱스를 나타낸다.

상술한 바와 같이, 단말은 PDCCH를 디코딩하기 위해 단말 특정 서치 스페이스 및 공용 서치 스페이스를 모두 모니터링한다. 여기서, 공용 서치 스페이스(CSS)는 {4, 8}의 집합 레벨을 갖는 PDCCH들을 지원하고, 단말 특정 서치 스페이스(USS)는 {1, 2, 4, 8}의 집합 레벨을 갖는 PDCCH들을 지원한다. 표 6은 단말에 의하여 모니터링되는 PDCCH 후보를 나타낸다.

【표 6】

Type	Search space $S_k^{(L)}$		Number of PDCCH candidates $M^{(L)}$
	Aggregation level L	Size [in CCEs]	
UE-specific	1	6	6
	2	12	6
	4	8	2
	8	16	2
Common	4	16	4
	8	16	2

수학적 식 1을 참조하면, 공용 서치 스페이스의 경우 2개의 집합 레벨, $L=4$ 및

$L=8$ 에 대해 Y_k 는 0으로 설정된다. 반면, 집합 레벨 L 에 대해 단말 특정 서치 스페이스의 경우 Y_k 는 수학적 식 2와 같이 정의된다.

【수학적 식 2】

$$Y_k = (A \cdot Y_{k-1}) \bmod D$$

여기서, $Y_{-1} = n_{RNTI} \neq 0$ 이며, n_{RNTI} RNTI 값을 나타낸다. 또한, $A = 39827$ 이고, $D = 65537$ 이다.

2. 캐리어 병합(Carrier Aggregation) 환경

2. 1. 캐리어 병합 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 병합(aggregation)하여 사용하는 시스템을 말한다.

본 발명에서 멀티 캐리어는 캐리어의 병합(또는, 반송파 집성)을 의미하며, 이때 캐리어의 병합은 인접한(contiguous) 캐리어 간의 병합뿐 아니라 비인접한(non-contiguous) 캐리어 간의 병합을 모두 의미한다. 또한, 하향링크와 상향링크 간에 집성되는 컴포넌트 캐리어들의 수는 다르게 설정될 수 있다. 하향링크 컴포넌트 캐리어(이하, 'DL CC'라 한다.) 수와 상향링크 컴포넌트 캐리어(이하, 'UL CC'라 한다.) 수가 동일한 경우를 대칭적(symmetric) 집성이라고 하고, 그 수가 다른 경우를 비대칭적(asymmetric) 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
5 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
10 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.
15 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 DL CC와 1개의 UL CC를 가질 수 있으나, 특정 단말이 2개 이상의 설정된 서빙 셀을 가지는
20 경우에는 셀의 수만큼의 DL CC를 가지며 UL CC의 수는 그와 같거나 그보다 작을 수 있다. 또는, 그 반대로 DL CC와 UL CC가 구성될 수도 있다. 즉, 특정 단말이 다수의 설정된 서빙 셀을 가지는 경우 DL CC의 수보다 UL CC가 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. 여기서, 말하는 '셀(Cell)'은 일반적으로 사용되는 기지국이 커버하는 영역으로서의 '셀'과는 구분되어야 한다.

5 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
10 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
15 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)를 가지는 셀이 P셀이 된다.

P셀은 프라이머리 주파수(또는, primary CC) 상에서 동작하는 셀을
20 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 부가하여 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.

도 6은 LTE 시스템의 컴포넌트 캐리어(CC) 및 LTE_A 시스템에서 사용되는
5 캐리어 병합의 일례를 나타내는 도면이다.

도 6(a)는 LTE 시스템에서 사용되는 단일 캐리어 구조를 나타낸다. 컴포넌트 캐리어에는 DL CC와 UL CC가 있다. 하나의 컴포넌트 캐리어는 20MHz의 주파수 범위를 가질 수 있다.

도 6(b)는 LTE_A 시스템에서 사용되는 캐리어 병합 구조를 나타낸다. 도
10 6(b)의 경우에 20MHz의 주파수 크기를 갖는 3 개의 컴포넌트 캐리어가 결합된 경우를 나타낸다. DL CC와 UL CC가 각각 3 개씩 있으나, DL CC와 UL CC의 개수에 제한이 있는 것은 아니다. 캐리어 병합의 경우 단말은 3개의 CC를 동시에 모니터링할 수 있고, 하향링크 신호/데이터를 수신할 수 있고 상향링크 신호/데이터를 송신할 수 있다.

15 만약, 특정 셀에서 N개의 DL CC가 관리되는 경우에는, 네트워크는 단말에 M ($M \leq N$)개의 DL CC를 할당할 수 있다. 이때, 단말은 M 개의 제한된 DL CC 만을 모니터링하고 DL 신호를 수신할 수 있다. 또한, 네트워크는 L ($L \leq M \leq N$)개의 DL CC에 우선순위를 주어 주된 DL CC를 단말에 할당할 수 있으며, 이러한 경우 UE는 L 개의 DL CC는 반드시 모니터링해야 한다. 이러한 방식은 상향링크 전송에도
20 똑같이 적용될 수 있다.

하향링크 자원의 반송파 주파수(또는 DL CC)와 상향링크 자원의 반송파 주파수(또는, UL CC) 사이의 링크지(linkage)는 RRC 메시지와 같은 상위계층

메시지나 시스템 정보에 의해 지시될 수 있다. 예를 들어, SIB2(System Information Block Type2)에 의해서 정의되는 링크지에 의해서 DL 자원과 UL 자원의 조합이 구성될 수 있다. 구체적으로, 링크지는 UL 그랜트를 나르는 PDCCH가 전송되는 DL CC와 상기 UL 그랜트를 사용하는 UL CC간의 맵핑 관계를 의미할 수 있으며, HARQ를 위한 데이터가 전송되는 DL CC(또는 UL CC)와 HARQ ACK/NACK 신호가 전송되는 UL CC(또는 DL CC)간의 맵핑 관계를 의미할 수도 있다.

2. 2. 크로스 캐리어 스케줄링(Cross Carrier Scheduling)

캐리어 병합 시스템에서는 캐리어(또는 반송파) 또는 서빙 셀(Serving Cell)에 대한 스케줄링 관점에서 자가 스케줄링(Self-Scheduling) 방법 및 크로스 캐리어 스케줄링(Cross Carrier Scheduling) 방법의 두 가지가 있다. 크로스 캐리어 스케줄링은 크로스 컴포넌트 캐리어 스케줄링(Cross Component Carrier Scheduling) 또는 크로스 셀 스케줄링(Cross Cell Scheduling)으로 일컬을 수 있다.

자가 스케줄링은 PDCCH(DL Grant)와 PDSCH가 동일한 DL CC로 전송되거나, DL CC에서 전송된 PDCCH(UL Grant)에 따라 전송되는 PUSCH가 UL Grant를 수신한 DL CC와 링크되어 있는 UL CC를 통해 전송되는 것을 의미한다.

크로스 캐리어 스케줄링은 PDCCH(DL Grant)와 PDSCH가 각각 다른 DL CC로 전송되거나, DL CC에서 전송된 PDCCH(UL Grant)에 따라 전송되는 PUSCH가 UL 그랜트를 수신한 DL CC와 링크되어 있는 UL CC가 아닌 다른 UL CC를 통해 전송되는 것을 의미한다.

크로스 캐리어 스케줄링 여부는 단말 특정(UE-specific)하게 활성화 또는 비활성화될 수 있으며, 상위계층 시그널링(예를 들어, RRC signaling)을 통해서

반정적(semi-static)으로 각 단말 별로 알려질 수 있다.

크로스 캐리어 스케줄링이 활성화된 경우, PDCCH에 해당 PDCCH가 지시하는 PDSCH/PUSCH가 어느 DL/UL CC를 통해서 전송되는지를 알려주는 캐리어 지시자 필드(CIF: Carrier Indicator Field)가 필요하다. 예를 들어, PDCCH는 PDSCH
 5 자원 또는 PUSCH 자원을 CIF를 이용하여 다수의 컴포넌트 캐리어들 중 하나에 할당할 수 있다. 즉, DL CC 상에서의 PDCCH가 다중 집성된 DL/UL CC 중 하나에 PDSCH 또는 PUSCH 자원을 할당하는 경우 CIF가 설정된다. 이 경우, LTE-A Release-8의 DCI 포맷은 CIF에 따라 확장될 수 있다. 이때 설정된 CIF는 3bit
 10 필드로 고정되거나, 설정된 CIF의 위치는 DCI 포맷 크기와 무관하게 고정될 수 있다. 또한, LTE-A Release-8의 PDCCH 구조(동일 코딩 및 동일한 CCE 기반의 자원 매핑)를 재사용할 수도 있다.

반면, DL CC 상에서의 PDCCH가 동일한 DL CC 상에서의 PDSCH 자원을 할당하거나 단일 링크된 UL CC 상에서의 PUSCH 자원을 할당하는 경우에는 CIF가
 설정되지 않는다. 이 경우, LTE-A Release-8과 동일한 PDCCH 구조(동일 코딩 및
 15 동일한 CCE 기반의 자원 매핑)와 DCI 포맷이 사용될 수 있다.

크로스 캐리어 스케줄링이 가능할 때, 단말은 CC별 전송 모드 및/또는 대역폭에 따라 모니터링 CC의 제어영역에서 복수의 DCI에 대한 PDCCH를
 모니터링하는 것이 필요하다. 따라서, 이를 지원할 수 있는 검색 공간의 구성과 PDCCH 모니터링이 필요하다.

20 캐리어 병합 시스템에서, 단말 DL CC 집합은 단말이 PDSCH를 수신하도록 스케줄링된 DL CC의 집합을 나타내고, 단말 UL CC 집합은 단말이 PUSCH를 전송하도록 스케줄링된 UL CC의 집합을 나타낸다. 또한, PDCCH 모니터링

집합(monitored set)은 PDCCH 모니터링을 수행하는 적어도 하나의 DL CC의 집합을 나타낸다. PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합과 같거나, 단말 DL CC 집합의 부분집합(subset)일 수 있다. PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합내의 DL CC들 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또는 PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합에 상관없이 별개로 정의될 수 있다. PDCCH 모니터링 집합에 포함되는 DL CC는 링크된 UL CC에 대한 자기-스케줄링(self-scheduling)은 항상 가능하도록 설정될 수 있다. 이러한, 단말 DL CC 집합, 단말 UL CC 집합 및 PDCCH 모니터링 집합은 단말 특정(UE-specific), 단말 그룹 특정(UE group-specific) 또는 셀 특정(Cell-specific)하게 설정될 수 있다.

크로스 캐리어 스케줄링이 비활성화된 경우에는 PDCCH 모니터링 집합이 항상 단말 DL CC 집합과 동일하다는 것을 의미하며, 이러한 경우에는 PDCCH 모니터링 집합에 대한 별도의 시그널링과 같은 지시가 필요하지 않다. 그러나, 크로스 캐리어 스케줄링이 활성화된 경우에는 PDCCH 모니터링 집합이 단말 DL CC 집합 내에서 정의되는 것이 바람직하다. 즉, 단말에 대하여 PDSCH 또는 PUSCH를 스케줄링하기 위하여 기지국은 PDCCH 모니터링 집합만을 통해 PDCCH를 전송한다.

도 7은 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 LTE-A 시스템의 서브 프레임 구조를 나타낸다.

도 7을 참조하면, LTE-A 단말을 위한 DL 서브프레임은 3개의 DL CC가 결합되어 있으며, DL CC 'A'는 PDCCH 모니터링 DL CC로 설정된 경우를 나타낸다. CIF가 사용되지 않는 경우, 각 DL CC는 CIF 없이 자신의 PDSCH를 스케줄링하는 PDCCH를 전송할 수 있다. 반면, CIF가 상위 계층 시그널링을 통해 사용되는 경우, 단 하나의 DL CC 'A'만이 CIF를 이용하여 자신의 PDSCH 또는 다른 CC의 PDSCH를

스케줄링하는 PDCCH를 전송할 수 있다. 이때, PDCCH 모니터링 DL CC로 설정되지 않은 DL CC 'B' 와 'C'는 PDCCH를 전송하지 않는다.

3. 기지국 간 간섭(interference)

셀룰러 네트워크(Cellular network)기반의 무선 통신 시스템은 동종의 기지국 간(homogeneous network) 혹은 이종의 기지국 간(heterogeneous network) 간섭이 존재한다. 이러한 간섭으로 인하여 데이터 채널뿐만 아니라 제어 채널까지 영향을 미칠 수 있는 문제가 있다. 이하, 이러한 문제를 해결하기 위한 방안을 설명한다.

3. 1. ABS(Almost blank subframe)을 할당

이종 네트워크(heterogeneous network/deployments)는 매크로 셀(macro cell) 기반의 동종 네트워크에서 저전력/근거리 통신을 위한 마이크로 셀(micro cell)이 혼재한 구조를 의미한다. 매크로 셀(또는 매크로 기지국)은 넓은 커버리지 및 높은 전송 전력을 가지며 무선 통신 시스템의 일반적인 셀(또는 기지국)을 의미한다. 그리고, 마이크로 셀(또는 마이크로 기지국)은 매크로 셀의 소형 버전으로 매크로 셀의 기능을 대부분 수행하면서 독립적으로 작동할 수 있으며, 매크로 셀이 커버하는 영역 내에 설치(overlay)되거나 매크로 셀이 커버하지 못하는 음영 지역에 설치 될 수 있는(non-overlay) 유형의 셀(또는 기지국)을 의미한다. 마이크로 셀은 매크로 셀에 비하여 좁은 커버리지 및 낮은 전송 전력을 가지고 보다 적은 개수의 단말을 수용할 수 있다. 이와 같은, 마이크로 셀은 피코 셀(pico cell), 펌토 셀(femto cell), HeNB(Hom evolved Node B), 중계기(relay) 등으로 칭할 수도 있다.

단말은 매크로 셀로부터 직접 서빙받을 수도 있고, 마이크로 셀로부터 서빙

받을 수도 있다. 또한, 어떤 경우에는, 마이크로 셀의 커버리지 내에 존재하는 단말이 매크로 셀로부터 서빙 받을 수도 있다.

단말의 액세스 제한 여부에 따라 마이크로 셀은 두 가지 타입으로 분류될 수 있다. 첫 번째 타입은 CSG(Closed Subscriber Group) 셀로써, 기존 매크로 단말(매크로 셀로부터 서빙을 받는 단말) 혹은 다른 마이크로 단말(마이크로 셀로부터 서빙을 받는 단말)들의 액세스를 인증 없이는 허용하지 않는 셀을 의미한다. 두 번째 타입은 OASC(Open Access Subscriber Group) 또는 OSC(Open Subscriber Group) 셀로써, 기존 매크로 단말 혹은 다른 마이크로 단말들의 액세스를 허용하는 셀을 의미한다.

매크로 셀과 마이크로 셀이 공존하는 이중 네트워크 환경에서는 매크로 셀만이(또는 마이크로 셀만이) 존재하는 동종 네트워크 환경에 비하여 심각한 셀간 간섭이 발생할 수 있다.

도 8은 매크로 셀과 마이크로 셀을 포함하는 이중 네트워크 무선 통신 시스템에서 발생할 수 있는 간섭을 예시하는 도면이다.

도 8을 참조하면, 케이스 a의 경우 CSG 셀에 액세스가 허용되지 않은 매크로 단말이 HeNB에 의하여 간섭을 받는 예를 나타낸다. 케이스 b의 경우 매크로 단말이 HeNB를 향하여 심한 간섭을 일으키는 예를 나타낸다. 케이스 c의 경우 CSG 단말이 또 다른 CSG 셀에 의하여 간섭을 받는 예를 나타낸다. 케이스 d를 살펴보면, 셀 연계(association)에 기초한 경로 손실(예를 들어 편향된 RSRP (Reference Signal Received Power) 보고의 사용으로 인하여)로 인하여 상향링크가 향상될 수 있으나, 셀 경계에서 매크로 단말이 아닌 단말의 하향링크 간섭이 증가되는 것을 감수해야 하는 예를 나타낸다.

이는 데이터에 영향을 미치는 상향링크 및 하향링크 간섭뿐만 아니라 L1(제1 계층)/L2(제2 계층) 제어 시그널링, 동기 신호 및 참조 신호의 제어(handling)을 위한 방법이 중요함을 나타낸다. 이러한 방법들은 시간, 주파수 및/또는 공간 영역에서 동작할 수 있다.

5 매크로-피코 이중의 네트워크, 매크로 셀은 피코 셀로부터 서빙 받는 단말, 특히, 서빙 피코셀의 경계에 있는 단말에 강한 간섭을 발생시킬 수 있다. 시간 영역 ICIC(Inter-Cell Interference Coordination)의 일환으로 간섭을 일으키는 매크로 셀은 ABS(또는 ABSF: Almost Blank Sub-frame)라고 불리우는 서브프레임을 제공하여, ABSF에서는 CRS를 제외하고 어떠한 하향링크 제어 채널
10 및 데이터 채널을 전송하지 않음으로써 매크로 셀로부터 기인하는 강한 간섭으로부터 보호될 수 있다. PSS(Primary Synchronization Sequence), SSS(Secondary Synchronization Sequence), PBCH(Physical Broadcast Control Channel), SIB1(System Information Block Type 1), Paging, PRS(Positioning Reference Signal)이 ABS와 일치하는 경우, ABS를 통해 전송된다. 또한, ABS가
15 데이터 영역에서 어떠한 신호도 전송하지 않는 MBSFN(Multicast broadcast single frequency network) 서브프레임과 일치하는 경우 CRS는 ABS의 데이터 영역에서 전송되지 않는다.

도 9는 매크로-피코 네트워크에서 매크로 셀에서의 ABS의 구성을 예시하는 도면이다.

20 도 9를 참조하면, 매크로 셀은 #2와 #6 인덱스를 가지는 서브 프레임을 ABSF로 구성하고, 이러한 정보는 백홀(backhaul)을 통해 피코셀에 지시될 수 있다. 피코셀은 매크로 셀로부터 수신한 정보에 기초하여 피코 단말(피코

셀로부터 서빙 받는 단말), 특히 매크로 셀과 피코셀의 경계에 있는 단말들을 ABSF에서만 스케줄링할 수 있다. 즉, 피코 단말은 ABSF들 내에서만 CSI 측정을 수행한다.

간섭을 받는 단말은 불필요한 무선 링크 실패(RLF: Radio LinkFailure)를 방지하고, 수신 전력(RSRP: Reference Signal Received Power), 참조 신호 수신 품질(RSRQ: Reference Signal Received Quality) 등의 정확한 측정을 위해 서빙 셀에 의하여 제한된 서브프레임(들)에서 RLM(Radio Link Monitoring)/RRM(Radio Resource Management)을 위한 측정을 수행하도록 구성된다. 이를 위해, 백홀 시그널링과 동일한 주기를 가지는 비트맵 시그널링(예를 들어, 1은 ABS를 나타내고, 이외의 서브프레임을 0으로 나타낼 수 있다.)이 적용될 수 있으나, 백홀 비트맵 패턴으로부터 독립적으로 패턴이 구성되어야 한다.

기존의 ICIC 기술들이 동일 채널 간섭(co-channel interference)을 극복하기에 불충분하여 CSG 시나리오와 피코 시나리오 두 가지 시나리오가 제안되었다. 이러한 시나리오는 시간 영역 ICIC의 기본 개념을 묘사하기 위한 네트워크 구성의 일례이고, 그것은 다른 네트워크 배치 시나리오에도 적용될 수 있음을 물론이다.

도 10은 시간 영역 ICIC(Inter-Cell Interference Coordination)의 일환으로 CSG 시나리오를 예시한다.

도 10을 참조하면, CSG 셀에 액세스가 허용되지 않는 단말(이하, 'non-member 단말'이라 한다.)이 CSG 셀에 근접할 때 주요 간섭 상태가 발생할 수 있다. 네트워크 배치 및 전략에 기인하여, 인터-셀 간섭에 영향을 받는 단말을 또 다른 E-UTRA(Evolved Universal Terrestrial Radio Access) 캐리어 또는 다른

RAT(Radio Access Technology) 캐리어로 우회(divert)하는 것은 가능하지 않을 수 있다. 시간 영역 ICIC는 이러한 non-member 단말에게 동일한 주파수 레이어(layer)에서 매크로 셀로부터 서비스 받는 것을 허용하기 위해 이용될 수 있다.

이러한 간섭은 CSG 셀이 해당 매크로셀의 서브프레임을 간섭으로부터 보호하기 위하여 ABSF를 이용함으로써 경감될 수 있다. non-member 단말은 서빙 매크로 셀을 위한 RRM, RLM 그리고 CSI 측정을 위해 보호된 자원을 이용하도록 시그널링 될 수 있으며, non-member 단말이 계속하여 CSG 셀로부터의 강한 간섭 아래에서 매크로 셀로부터 서비스 받는 것이 허용될 수 있다.

RRC_CONNECTED에서, 네트워크는 예를 들어, LTE Release-8/9에서 정의된 측정 이벤트들을 통해 non-member 단말이 CSG 셀로부터 강한 간섭과 관련되어 있음을 발견할 수 있으며, 이러한 단말을 위하여 RRM/RLM/CSI 측정 자원이 제한되도록 설정할 수 있다. 또한, 네트워크는 서빙 매크로 셀로부터 이동성을 용이하게 하기 위하여 이웃 셀을 위한 RRM 측정 자원이 제한되도록 설정할 수 있다. 네트워크는 단말이 더 이상 CSG 셀에 의하여 심한 간섭을 받지 않는 것이 감지되었을 때 RRM/RLM/CSI 측정 자원의 제한을 해제할 수 있다.

도 11은 시간 영역 ICIC(Inter-Cell Interference Coordination)의 일환으로 피코 시나리오를 예시한다.

도 11을 참조하면, 시간 영역 ICIC는 서빙 피코 셀의 경계에 있는 피코 단말(예를 들어, 매크로 셀로부터 피코 셀로 트래픽 오프로딩(off-loading)인 단말)를 위해 이용될 수 있다. 시간 영역 ICIC는 위와 같은 단말이 동일한 주파수 레이어(layer)에서 피코 셀로부터 서비스 받는 것을 허용하기 위해

이용될 수 있다. 이러한 간섭은 매크로 셀이 해당 피코셀의 서브프레임을 간섭으로부터 보호하기 위하여 ABSF를 이용함으로써 경감될 수 있다. 피코 단말(피코 셀로부터 서빙 받는 단말)은 서빙 피코 셀을 위한 셀 측정(RRM), RLM, CSI 측정을 위해 보호된 자원을 이용할 수 있다. 피코 단말을 위해, RRM/RLM/CSI 측정 자원의 제한은 매크로 셀로부터 강한 간섭 아래에서 피코 셀의 더욱 정확한 측정을 가능하게 할 수 있다. 피코 셀은 매크로 셀로부터 강한 간섭에 관련된 단말들만을 위해 RRM/RLM/CSI 측정 자원의 제한을 선택적으로 구성할 수도 있다. 또한, 매크로 셀로부터 서비스 받는 단말을 위해 네트워크는 매크로 셀로부터 피코 셀로의 이동성을 용이하게 하기 위하여 이웃 셀을 위한 RRM 측정 자원 제한되도록 설정할 수도 있다.

셀 간에 서브프레임 패턴(예를 들어, ABS 패턴)에 대한 정보를 전달하는 방식에 대하여 구체적으로 설명한다.

간섭을 주는 셀은 간섭을 받는 셀에게 X2 인터페이스를 통해서 2 개의 비트맵을 시그널링할 수 있다. 각각의 비트맵은 40 비트 크기로 구성될 수 있으며, 40 개의 서브프레임 단위로 각각의 서브프레임의 속성을 표현할 수 있다. 제1 비트맵은 ABS가 위치하는 서브프레임을 지시한다. 즉, 제 1 비트맵은 ABS를 1 로, 이외의 서브프레임을 0 으로 표현한 비트맵에 해당할 수 있다. 제 2 비트맵은 제 1 비트맵 중에서 높은 확률로 ABS 로 설정될 서브프레임을 나타내는 비트맵에 해당할 수 있다. 즉, 제 2 비트맵에서 반드시 ABS 로 설정되는 서브프레임은 제 1 비트맵에서 ABS 로 설정되는 서브프레임의 서브셋(subset)에 해당할 수 있다. 이러한 서브셋은 제한된 RLM/RRM 측정의 설정을 위해 수신단에서 사용될 수 있다. 서빙 셀은 RRC 시그널링을 통해 RLM/RRM 및 CSI를

위한 실제 자원을 지시한다.

매크로 셀에서 피코 셀로 ABS 패턴을 지시하기 위해 비트맵 패턴이 사용된다. 비트맵 패턴의 주기는 FDD 시스템에서 40ms이고, TDD 시스템에서는 상향링크-하향링크 구성 1 내지 5의 경우 20ms, 상향링크-하향링크 구성 0의
5 경우 70 ms, 상향링크-하향링크 구성 6의 경우 60ms이 될 수 있다.

이와 같은 비트맵 패턴은 반정적(semi-statically)으로 업데이트될 수 있다. 이때, 업데이트 트리거(trigger)는 비주기적(aperiodic)으로 발생될 수 있으며, 이벤트 기반으로 발생될 수 있다.

3. 2. 기지국 간 스케줄링 정보 교환

10 상술한 바와 같이, 기지국 간 간섭을 완화하기 위하여 LTE/LTE-A 시스템에서는 데이터 채널(PDSCH)의 간섭 완화를 위하여 ABS(Almost blank subframe)을 할당하여 간섭을 받는 셀(victim cell)로 하여금 간섭이 없는 신호를 수신하게끔 할 수 있다.

15 이러한 방법 외에 기지국 간 스케줄링 정보를 이용하여 셀 경계에 있는 각 단말에게 할당된 주파수 영역을 직교(orthogonal)하게 할당할 수 있다.

도 12는 기지국간 스케줄링 정보를 교환하여 간섭을 완화하는 기법을 예시하는 도면이다.

도 12를 참조하면, 기지국 1(eNB 1)은 단말 1(UE 1)에 PDCCH 및 PDSCH를 전송하며 기지국 2(eNB 2)는 단말 2(UE 2)에 PDCCH 및 PDSCH를 전송하는 경우를
20 나타낸다. 이때, 기지국(eNB 1, eNB 2) 간 스케줄링 정보를 교환함으로써 셀 경계에 있는 단말들(UE1, UE2)에게 각 기지국들(eNB 1, eNB 2)은 직교(orthogonal)한 주파수 영역에 PDSCH를 할당하여 간섭을 완화할 수 있다.

그러나, 각 단말들(UE1, UE2)을 위한 PDCCH는 전체 하향링크 주파수 대역으로 전송되기 때문에 이와 같이 기지국간 스케줄링 정보를 교환하는 기법에 의하여도 간섭이 완화 될 수 없다는 문제점을 가지게 된다.

또한, 각 기지국간 다른 상향링크-하향링크 구성(UL/DL configuration)을 가지는 경우에도 간섭이 발생할 수 있다.

도 13은 각 기지국간 다른 상향링크-하향링크 구성을 가지는 경우 기지국간 스케줄링 정보를 교환하여 간섭을 완화하는 기법을 예시하는 도면이다.

도 13을 참조하면, 기지국 1(eNB 1)은 단말 1(UE 1)로부터 PUCCH 또는 PUSCH를 수신하며, 기지국 2(eNB 2)는 단말 2(UE 2)에 PDCCH 및 PDSCH를 전송하는 경우를 나타낸다. 이때, 단말 1(UE1)이 송신한 PUCCH 또는 PUSCH는 인접한 단말 2(UE2)가 수신해야 하는 PDCCH 및 PDSCH에 간섭으로 작용 할 수 있다. 이 경우에도 기지국(eNB 1, eNB 2)간 스케줄링 정보가 교환된다면 단말 2(UE 2)에 전송하는 PDSCH에 미치는 간섭은 각 단말들(UE 1, UE 2)을 직교(orthogonal)한 주파수 영역에 할당함으로써 간섭을 완화할 수 있다. 즉, 단말 1(UE 1)이 기지국 1(eNB 1)으로 전송하는 PUCCH 또는 PUSCH와 기지국 2(eNB 2)가 단말 2(UE 2)에 전송하는 PDSCH를 직교(orthogonal)한 주파수 영역에 각각 할당함으로써 간섭을 완화할 수 있다. 그러나, 상술한 바와 같이 단말 2(UE2)에 전송하는 PDCCH는 전체 하향링크 주파수 대역으로 전송되기 때문에 단말 1(UE1)이 전송한 PUCCH 또는 PUSCH에 의하여 간섭의 영향을 받게 된다.

이처럼, 제어 채널(PDCCH, PCFICH 또는 PHICH)의 경우는 모든 서브프레임에서 전송 될 수 있으며, 전체 하향링크 주파수 대역(DL bandwidth)에 할당되어 전송되기 때문에 간섭의 회피가 어려운 문제점이 있다. 따라서 제어

채널에 대한 간섭을 완화 혹은 회피하기 위한 기술이 요구된다.

본 발명에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 크로스 서브프레임 스케줄링(cross subframe scheduling) 방안과 이를 위한 지시(indication) 방안을 제안한다.

4. 크로스 서브프레임 스케줄링(cross subframe scheduling)

크로스 서브프레임 스케줄링은 상술한 동종의 기지국 간 혹은 이종의 기지국 간의 간섭의 영향을 심하게 받는 서브프레임의 PDCCH를 간섭의 영향이 적은 서브프레임 내의 PDCCH 영역에서 전송하는 기법을 의미한다. 이때, 간섭을 주는 셀(aggressor cell)의 스케줄링 로드(scheduling load) 및 서브프레임 간의 전송 파워 차이에 의하여 서브프레임 간의 간섭의 영향의 차이가 발생할 수 있으며 또한, 인접 기지국간 서로 다른 상향링크-하향링크 구성에 의하여 서브프레임 간의 간섭의 영향의 차이가 발생할 수 있다.

도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 크로스 서브프레임 스케줄링의 개념을 간략하게 도시한 도면이다.

도 14의 (a)는 단일의 셀(single cell)이 설정된 경우에 크로스 서브프레임 스케줄링을 나타내고, 도 14의 (b)는 캐리어 병합 환경에서 다중 셀(multi-cell)이 설정된 경우에 크로스 서브프레임 스케줄링을 나타낸다. 각 셀은 10개의 서브프레임을 예시하고 있으며, 각 서브프레임 내에 기재된 숫자는 해당 서브프레임의 인덱스를 나타낸다.

도 14의 (a)를 참조하면, 단일의 셀이 설정된 경우에 서브프레임 #1 및 #6에서 간섭 영향을 크게 받고 있는 경우에 크로스 서브프레임 스케줄링 적용되는 경우를 예시한다. 이 경우, 서브프레임 #1 및 #6에서 간섭 영향이

크므로, 서브프레임 #0에서 서브프레임 #1을 위한 PDCCH를 전송하고, 서브프레임 #4에서 서브프레임 #6을 위한 PDCCH를 전송함으로써, 각 서브프레임 #1, #6에서는 PDCCH가 전송 되지 않을 수 있다. 이 경우, 서브프레임 #0, #4에서는 서브프레임 #0, #4에 대한 PDCCH 및 서브프레임 #1, #6에 대한 PDCCH가 함께
 5 전송될 수 있다. 결국, 단말은 간섭의 영향이 큰 서브프레임 #1, #6에 대한 PDCCH를 간섭의 영향이 적은 서브프레임(각각 서브프레임 인덱스 #0, #4)을 통하여 수신함으로써 PDCCH 수신에 대한 신뢰도를 향상시킬 수 있다.

이와 같은 크로스 서브프레임 스케줄링은 단말에게 다중 셀이 설정된 상황에서도 동일하게 적용될 수 있다.

10 도 14의 (b)를 참조하면, P셀에서는 서브프레임 #1 및 #6에서 간섭 영향을 크게 받고 있으며, S셀에서는 서브프레임 #2, #9에서 간섭 영향을 크게 받고 있는 경우를 예시한다. 이 경우, P셀의 서브프레임 #0, #4에서 각각 서브프레임 #1, #6을 위한 PDCCH를 전송하고, S셀의 서브프레임 #1, #7에서 각각 서브프레임 #2, #9를 위한 PDCCH를 전송함으로써, P셀의 서브프레임 #1, #6 및 S셀의
 15 서브프레임 #2, #9에서 PDCCH가 전송 되지 않을 수 있다. 도 14의 (b)에서는 설명의 편의를 위해 크로스 셀 스케줄링이 수행되지 않고 P셀 및 S셀에서 자가 스케줄링을 수행하는 예를 도시하였지만, 크로스 서브프레임 스케줄링과 동시에 크로스 셀 스케줄링이 적용(또는 지원)될 수 있음은 물론이다.

20 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 하향링크 데이터 채널에 대한 크로스 서브프레임 스케줄링을 나타내는 도면이다.

도 15를 참조하면, 기지국은 하향링크 데이터가 전송되는 서브프레임을 지시하는 필드 값을 포함하는 PDCCH를 단말에 전송한다(S151).

기지국으로부터 PDCCH를 수신한 단말은 수신한 PDCCH에 포함된 필드 값을
 통해 수신한 PDCCH와 연관된 PDSCH(PDCCH에 포함된 하향링크 자원 할당 정보에
 따른 PDSCH)가 전송되는 서브프레임을 확인한다(S153). 이때, 단말은 상위 계층
 시그널링(예를 들어 RRC 시그널링)을 통해 설정된 정보를 이용하여 S151
 5 단계에서 수신한 PDCCH와 연관된 PDSCH가 전송되는 서브프레임을 확인할 수도
 있다. 또한, PDCCH에 포함되는 필드 값 또는 상위 계층 시그널을 통해 설정된
 정보에는 PDSCH가 전송되는 셀에 대한 정보도 포함될 수 있다.

이어, PDSCH가 전송되는 서브프레임을 확인한 단말은 해당 서브프레임
 내에서 PDSCH를 통해 전송되는 하향링크 데이터를 수신한다(S155).

10 예를 들어, 기존의 LTE-A release-8/9/10에서는, 단말이 기지국으로부터
 전송되는 PDCCH를 n 번째 서브프레임에서 검출하면, 이와 연관된 PDSCH는
 $n+k$ 번째 서브프레임 내에서 전송되었음을 가정하여, 해당 서브프레임에서
 PDSCH의 검출(또는 복조)을 한다. 여기서 $k=0$ 이다. 즉, PDCCH와 PDSCH는 동일한
 서브프레임에서 전송된다.

15 다만, 본 발명에 따른 크로스 서브프레임 스케줄링에 의하면, 단말이
 자신에게 전송된 PDCCH를 n 번째 서브프레임에서 검출하였을 경우, 연관된
 PDSCH가 $n+k+m(m>0)$ 번째 서브프레임 내에서 전송되었음을 가정하여, 해당
 서브프레임에서 PDSCH의 검출(또는 복조)을 한다.

도 15에서는 설명의 편의를 위해 PDCCH를 예시하여 설명하였으나, HARQ
 20 ACK/NACK이 PHICH를 통해 전송되는 경우에도 동일하게 적용될 수 있다. 즉,
 PHICH가 n 번째 서브프레임에서 전송되었을 때 단말은 해당 PHICH와 연관된
 PDSCH가 $n+k+m(m>0)$ 번째 서브프레임 내에서 전송되었음을 가정하여, 해당

서브프레임에서 PDSCH를 검출할 수 있다.

도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 상향링크 데이터 채널에 대한 크로스 서브프레임 스케줄링을 나타내는 도면이다.

도 16을 참조하면, 기지국은 상향링크 데이터가 전송되는 서브프레임을
5 지시하는 필드 값을 포함하는 PDCCH를 단말에 전송한다(S161).

기지국으로부터 PDCCH를 수신한 단말은 수신한 PDCCH에 포함된 필드 값을
통해 수신한 PDCCH와 연관된 PUSCH(PDCCH에 포함된 상향링크 자원 할당 정보에
따른 PUSCH)를 전송하기 위한 서브프레임을 확인한다(S163). 이때, 단말은 상위
계층 시그널링(예를 들어 RRC 시그널링)을 통해 설정된 정보를 이용하여 S161
10 단계에서 수신한 PDCCH와 연관된 PUSCH를 전송하기 위한 서브프레임을 확인할
수도 있다. 또한, PDCCH에 포함되는 필드 값 또는 상위 계층 시그널을 통해
설정된 정보에는 단말이 PUSCH를 전송하기 위한 셀에 대한 정보도 포함될 수
있다.

이어, PUSCH를 전송하기 위한 서브프레임을 확인한 단말은 해당 서브프레임
15 내에서 상향링크 데이터를 PUSCH를 통해 기지국에 전송한다(S165).

예를 들어, 기존의 LTE-A release-8/9/10에서는, 단말이 기지국으로부터
전송 되는 PDCCH를 n 번째 서브프레임에서 검출하면, 이와 연관된 PUSCH를
 $n+k$ 번째 서브프레임 내에서 전송한다. 여기서, FDD 시스템의 경우 k 는 4이나,
TDD 시스템의 경우 k 는 앞서 표 2에서 설명한 TDD 상향링크-하향링크 구성과
20 프레임 내에서 PDCCH를 수신한 서브프레임 인덱스(또는 숫자)에 따라 서로 다른
값을 가질 수 있다. 즉, TDD 상향링크-하향링크 구성 별로 프레임 내에서
PDCCH를 수신한 서브프레임의 숫자에 따라 PUSCH 전송 타이밍(k)이 정해져 있어

전송 타이밍(k)에 따른 $n+k$ 번째 서브프레임에서 PDCCH와 관련된 PUSCH를 전송하게 된다.

다만, 본 발명에 따른 크로스 서브프레임 스케줄링에 의하면, 단말이 자신에게 전송된 PDCCH를 n 번째 서브프레임에서 검출하였을 경우, 연관된 PUSCH를 $n+k+m(m>0)$ 번째 서브프레임에서 전송한다. 즉, 기지국은 $n+k+m(m>0)$ 번째 서브프레임 내에서 PUSCH가 전송되었음을 가정하여 해당 PUSCH의 검출(또는 복조)를 한다.

도 16에서는 설명의 편의를 위해 PDCCH를 예시하여 설명하였으나, HARQ ACK/NACK이 PHICH를 통해 전송되는 경우에도 동일하게 적용될 수 있다. 즉, PHICH가 n 번째 서브프레임에서 전송되었을 때 단말은 해당 PHICH와 연관된 PUSCH를 $n+k+m(m>0)$ 번째 서브프레임에서 전송하며, 기지국은 $n+k+m(m>0)$ 번째 서브프레임에서 PUSCH를 검출할 수 있다.

이와 같이 크로스 서브프레임 스케줄링이 가능하기 위해서는 스케줄링을 받는 PDSCH(또는 PUSCH)의 서브프레임의 위치가 어느 위치인지 PDCCH 혹은 상위 계층 시그널링(RRC 시그널링)을 통해 지시(indication)될 수 있다. 이 때, PDSCH(또는 PUSCH) 서브프레임의 위치는 절대값인 서브프레임의 인덱스로 알려질 수 있으며, 스케줄링하는 PDCCH를 기준으로 상대적인 서브프레임의 위치로 알려질 수 있다. 이러한 지시 정보를 단말에게 송신하여 PDCCH를 복호하기 위한 기술은 다음과 같다.

본 발명에 따른 실시예에서 PDCCH는 상향링크 자원 할당 정보(UL grant)가 포함된 DCI 포맷 혹은 하향링크 자원 할당 정보(DL grant)가 포함된 DCI 포맷을 의미 할 수 있으며, PDCCH가 가지는 포맷에 대하여 제한 없이 본 발명의 적용이

가능하다. 이하, 본 발명에 따른 실시예에서 설명의 편의를 위해 PDCCH와 PDSCH에 대한 크로스 서브프레임 스케줄링을 가정하여 설명하나, PDCCH와 PUSCH에 대한 크로스 서브프레임 스케줄링에도 동일하게 적용될 수 있다. 또한, 이하에서 언급되는 PDCCH와 PDSCH는 상호 연관 관계를 가지는 PDCCH와 PDSCH를 의미하나, 설명의 편의상 PDCCH와 PDSCH만으로 표기한다.

4. 1. CIF(Carrier Indication Field) 예약된 비트(reserved bit) 이용

기지국은 PDCCH 내의 CIF의 예약된 비트(reserved bit)를 이용하여 단말에 지시할 수 있다. 이때, CIF는 크로스 서브프레임 스케줄링을 위해 사용될 수 있으며, 기존의 캐리어 병합 환경을 지원하는 시스템에서 크로스 셀 스케줄링을 위해서도 사용될 수도 있다.

4. 1. 1. 스케줄링되는 서브프레임 지시

DCI 포맷 내의 CIF는 3 비트로 구성되나, LTE-A 시스템에서 최대 설정될 수 있는 셀의 개수는 5개이므로, 3개의 예약된 비트를 이용하여 크로스 서브프레임 스케줄링을 지원할 수 있다. 즉, 3개의 예약된 비트를 이용하여 크로스 서브프레임 스케줄링되는 서브프레임의 위치 정보를 지정할 수 있다. 예를 들어, 서브프레임의 위치 정보는 PDCCH가 전송된 서브프레임이 n 번째 서브프레임인 경우, $n+k+m$ 번째 서브프레임에서 PDSCH가 전송될 때의 m 값이 될 수 있다. 이 때, FDD 시스템의 경우 k 는 0이나, TDD 시스템의 경우 k 는 앞서 표 2에서 설명한 TDD 상향링크-하향링크 구성과 프레임 내에서 PDCCH를 수신한 서브프레임 인덱스(또는 숫자)에 따라 서로 다른 값을 가질 수 있다.

또는, 단말에 설정된 셀의 개수가 x 로 구성되는 경우, 크로스 서브프레임 스케줄링되는 서브프레임의 위치를 y 개 만큼 지정 할 수도 있다. 예를 들어,

상술한 바와 같이 CIF가 3비트로 구성되는 경우 $y=8-x$ 개만큼의 서브프레임의 위치를 지시할 수 있다. 또한, 지시(indication)을 위해 사용하는 비트 크기가 n 인 경우에는 크로스 서브프레임 스케줄링되는 서브프레임의 위치를 $y=2^n-x$ 개만큼 지정할 수도 있다.

5 이와 같이, CIF을 통해 지시되는 크로스 서브프레임 스케줄링에 의한 서브프레임의 위치 정보는 n 번째 서브프레임에서 전송되는 PDCCH에 대한 $n+k+m$ 번째 서브프레임에서 전송되는 PDSCH을 나타내기 위한 m 값을 직접 지시할 수도 있으며 혹은 m 값을 유도하기 위한 파라미터가 될 수 있다.

표 7은 CIF를 이용한 크로스 서브프레임 스케줄링 구성 방법을 나타낸다.

10 표 7은 CIF 값 중 0 내지 4는 서빙 셀 인덱스(ServCellIndex)로 사용되고, 5 내지 7은 크로스 서브프레임 스케줄링되는 서브프레임 위치를 나타내기 위해 사용되는 예를 나타낸다.

【표 7】

CIF value	Bit format	contents
0	000	ServCellIndex 0
1	001	ServCellIndex 1
2	010	ServCellIndex 2
3	011	ServCellIndex 3
4	100	ServCellIndex 4
5	101	1 subframe later(or delay) (e.g., $m=1$)
6	110	2 subframes later(or delay) (e.g., $m=2$)
7	111	3 subframes later(or delay) (e.g., $m=3$)

15 표 7을 참조하면, PDCCH를 통해 전송되는 DCI에 포함되는 CIF 값이 5인

경우, PDCCH는 해당 PDCCH가 수신된 n 번째 서브프레임을 기준으로 바로 다음
($n+k+m$, $k=0$, $m=1$)의 서브프레임에서 전송되는 PDSCH를 위한 PDCCH임을 나타낸다.

또한, PDCCH를 통해 전송되는 DCI에 포함되는 CIF 값이 6인 경우, PDCCH는 해당
PDCCH가 수신된 n 번째 서브프레임을 기준으로 2번째 ($n+k+m$, $k=0$, $m=2$) 뒤의
서브프레임에서 전송되는 PDSCH를 위한 PDCCH임을 나타낸다. 또한, 7은 3번째
($n+k+m$, $k=0$, $m=3$) 뒤에 전송되는 PDSCH를 위한 PDCCH임을 나타낸다.

다른 예로, 표 8은 CIF를 이용한 크로스 서브프레임 스케줄링 구성 방법을
나타낸다. 표 8은 CIF 값 중 0 내지 3은 서빙 셀 인덱스(ServCellIndex)로
사용되고, 4 내지 7은 크로스 서브프레임 스케줄링되는 서브프레임 위치를
나타내기 위해 사용되는 예를 나타낸다.

【표 8】

CIF value	Bit format	contents
0	000	ServCellIndex 0
1	001	ServCellIndex 1
2	010	ServCellIndex 2
3	011	ServCellIndex 3
4	100	1 subframe later(or delay) (e.g., $m=1$)
5	101	2 subframes later(or delay) (e.g., $m=2$)
6	110	3 subframes later(or delay) (e.g., $m=3$)
7	111	4 subframes later(or delay) (e.g., $m=4$)

표 8을 참조하면, 표 7에 비하여 크로스 서브프레임 스케줄링되는
서브프레임의 위치 정보를 나타내는 CIF 값이 하나 더 추가되었음을 알 수 있다.

표 7에서 CIF 값 5 내지 7은 각각 표 8에서 CIF 값 4 내지 6과 대응되고,

PDCCH를 통해 전송되는 DCI에 포함되는 CIF 값이 7인 경우, PDCCH는 해당 PDCCH가 수신된 n번째 서브프레임을 기준으로 4번째($n+k+m$, $k=0$, $m=4$) 뒤에 전송되느니 PDSCH를 위한 PDCCH임을 나타낸다.

또 다른 예로, 표 9는 CIF를 이용한 크로스 서브프레임 스케줄링 구성 방법을 나타낸다. 표 9는 CIF 값 중 0 내지 4는 서빙 셀 인덱스(ServCellIndex)로 사용되고, 5 내지 7은 크로스 서브프레임 스케줄링되는 서브프레임 위치를 나타내기 위해 사용되는 예를 나타낸다.

【표 9】

CIF value	Bit format	contents
0	000	ServCellIndex 0
1	001	ServCellIndex 1
2	010	ServCellIndex 2
3	011	ServCellIndex 3
4	100	ServCellIndex 4
5	101	0 subframe later(or delay) = no delay(or current subframe) (e.g., $m=0$)
6	110	1 subframe later(or delay) (e.g., $m=1$)
7	111	2 subframes later(or delay) (e.g., $m=2$)

표 9를 참조하면, PDCCH를 통해 전송되는 DCI에 포함되는 CIF 값이 5인 경우, 해당 PDCCH는 크로스 셀 스케줄링이 적용되지 않는 PDCCH($n+k+m$, $k=0$, $m=0$)임을 나타낸다. 또한, PDCCH를 통해 전송되는 DCI에 포함되는 CIF 값이 6인 경우, PDCCH는 해당 PDCCH가 수신된 n번째 서브프레임을 기준으로 1번째($n+k+m$, $k=0$, $m=1$) 뒤의 서브프레임에서 전송되는 PDSCH를 위한 PDCCH임을 나타내고, 7은

2번째($n+k+m$, $k=0$, $m=2$) 뒤에 전송되는 PDSCH를 위한 PDCCH임을 나타낸다.

또 다른 예로, 표 10은 CIF를 이용한 크로스 서브프레임 스케줄링 구성 방법을 나타낸다. 표 10은 CIF 값 중 0 내지 3은 서빙 셀 인덱스(ServCellIndex)로 사용되고, 4 내지 7은 크로스 서브프레임 스케줄링되는

5 서브프레임 위치를 나타내기 위해 사용되는 예를 나타낸다.

【표 10】

CIF value	Bit format	contents
0	000	ServCellIndex 0
1	001	ServCellIndex 1
2	010	ServCellIndex 2
3	011	ServCellIndex 3
4	100	0 subframe later(or delay) = no delay(or current subframe) (e.g., $m=0$)
5	101	1 subframe later(or delay) (e.g., $m=1$)
6	110	2 subframes later(or delay) (e.g., $m=2$)
7	111	3 subframes later(or delay) (e.g., $m=3$)

표 10을 참조하면, 표 9에 비하여 크로스 서브프레임 스케줄링되는 서브프레임의 위치 정보를 나타내는 CIF 값이 하나 더 추가되었음을 알 수 있다.

10 표 9에서 CIF 값 5 내지 7은 각각 표 10에서 CIF 값 4 내지 6과 대응되고, PDCCH를 통해 전송되는 DCI에 포함되는 CIF 값이 7인 경우, PDCCH는 해당 PDCCH가 수신된 n 번째 서브프레임을 기준으로 3번째($n+k+m$, $k=0$, $m=3$) 뒤에 전송되느니 PDSCH를 위한 PDCCH임을 나타낸다.

앞서 표 7 내지 표 10에서는 PDCCH가 수신되는 서브프레임을 기준으로

PDSCH가 전송되는 서브프레임의 위치를 상대적으로 지시하는 예를 나타내었으나, 이처럼 상대 값을 이용하지 않고 무선 프레임 내에서 특정 서브프레임을 지시하도록(예를 들어, 무선 프레임을 구성하는 각 서브프레임에 부여된 인덱스를 지시함) CIF 컨텐츠(content)가 구성될 수도 있다.

5 이처럼, 다중 셀(또는 캐리어 병합) 환경을 지원하는 무선 접속 시스템에서 앞서 설명한 크로스 서브프레임 스케줄링이 동작되는 경우, 크로스 서브프레임 스케줄링이 되는 서브프레임이 어느 셀에 위치하는지 다음과 같은 방법으로 정해질 수 있다.

4. 1. 1. 1. 자가 스케줄링(self-scheduling)

10 다중 셀(또는 캐리어 병합) 환경에 CIF의 값을 이용하여 크로스 서브프레임 스케줄링이 되는 서브프레임의 위치는 해당 PDCCH를 수신한 셀에 위치할 수 있다. 즉, 크로스 서브프레임 스케줄링 정보를 포함하는 PDCCH는 PDCCH가 전송된 셀에 대한 자가 스케줄링(self scheduling)을 위해서 사용될 수 있다. 이 경우, CIF가 크로스 서브프레임 스케줄링을 지시하는 경우, 캐리어 지시(carrier
15 indication)는 묵시적(implicit)으로 0을 가질 수 있으며, 묵시적으로 크로스 서브프레임 스케줄링하는 셀(PDCCH가 전송된 셀)의 인덱스를 가리킬 수 있다.

도 17은 본 발명의 일실시예에 따른 크로스 서브프레임 스케줄링 방법을 예시하는 도면이다. 도 17은 크로스 서브프레임 스케줄링을 위해 앞서 표 7을 이용하는 경우를 예시한다.

20 도 17을 참조하면, 크로스 서브프레임 스케줄링 정보를 포함하는 PDCCH는 PDCCH가 전송된 셀에 대한 자가 스케줄링을 위해서 사용될 수 있으므로, 서브프레임 #0에서 전송된 CIF=5을 가지는 PDCCH는 PDCCH가 전송된 해당 셀의

서브프레임 #1을 지시하고, 서브프레임 #4에서 CIF=6을 가지는 PDCCH는 PDCCH가 전송된 해당 셀의 서브프레임 #6을 지시한다.

4. 1. 1. 2. 서빙셀 인덱스 사전 지정

또한, CIF가 크로스 서브프레임 스케줄링 용도로 사용되는 경우, 스케줄링되는 셀 인덱스(또는 캐리어 지시)는 사전에 지정될 수 있으며, 이는 상위 계층 시그널링, 예를 들어 RRC 설정을 통해 이루어질 수 있다. 구체적으로, 크로스 서브프레임 스케줄링을 위한 셀 인덱스(또는 캐리어 지시)가 특정 P셀 또는 S셀에서 설정되어 있을 때에는, CIF가 지시하는 서브프레임은 크로스 셀 스케줄링의 용도로 설정된 해당 셀에서의 크로스 서브프레임 스케줄링되는 서브프레임을 의미한다. 따라서, CIF를 이용한 크로스 서브프레임 스케줄링 기법은 크로스 셀 스케줄링과 동시에 수행될 수 있다. 예를 들어, n 번째 서브프레임에서 PDCCH가 전송되는 경우, CIF를 통해 지시되는 크로스 서브프레임 스케줄링 정보는 상위 계층 시그널링에 의하여 설정된 셀의 $n+k+m$ 번째 서브프레임에서의 PDSCH을 나타내기 위한 m 값 혹은 이러한 m 값을 유도하기 위한 파라미터가 될 수 있다.

도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 크로스 서브프레임 스케줄링 방법을 예시하는 도면이다. 도 18은 크로스 셀 스케줄링 되는 셀 인덱스(또는 캐리어 지시)가 S셀 #1로 설정되어 있는 경우에, 크로스 서브프레임 스케줄링을 위해 앞서 표 7을 이용하는 경우를 예시한다.

도 18을 참조하면, P셀의 서브프레임 #2에서 전송된 CIF=5을 가지는 PDCCH는 S셀 #1의 서브프레임 #3을 지시하고, P셀의 서브프레임 #5에서 전송된 CIF=6을 가지는 PDCCH는 S셀 #1의 서브프레임 #7을 지시한다.

4. 1. 1. 3. 서브프레임 인덱스 사전 지정

앞선 실시예와는 상이하게 CIF가 크로스 셀 스케줄링 용도로 사용되는 경우, 스케줄링되는 서브프레임(또는 서브프레임 인덱스)는 사전에 지정될 수 있으며, 이는 상위 계층 시그널링, 예를 들어 RRC 설정을 통해 이루어질 수 있다.

5 구체적으로, 크로스 서브프레임 스케줄링을 위한 서브프레임이 하나의 무선 프레임 내의 특정 서브프레임으로 설정되어 있거나 혹은 해당 PDCCH를 수신 한 서브프레임을 기준으로 일정 개수의 서브프레임 차이를 나타내도록 설정되어 있는 경우, CIF는 크로스 서브프레임 스케줄링이 수행되는 서빙 셀 인덱스(ServCellIndex)를 의미할 수 있다. 따라서, CIF를 이용한 크로스
10 서브프레임 스케줄링 기법은 크로스 셀 스케줄링과 동시에 수행될 수 있다. 예를 들어, n 번째 서브프레임에서 PDCCH가 전송되는 경우, RRC 설정을 통해 지시되는 크로스 서브프레임 스케줄링 정보는 $n+k+m$ 번째 서브프레임에서의 PDSCH를 나타내기 위한 m 값 혹은 이러한 m 값을 유도하기 위한 파라미터가 될 수 있다.

이 경우, CIF 중 일부의 특정 값들을 가지는 PDCCH는 크로스 셀
15 스케줄링만을 위해 사용되는 PDCCH임을 나타낼 수 있으며, 그 이외의 CIF 값들을 가지는 PDCCH의 경우 CIF 값이 지시하는 셀(크로스 셀 스케줄링되는 셀)에서 크로스 서브프레임 스케줄링을 위한 PDCCH임을 나타낼 수 있다. 즉, 상위 계층 시그널링에 의하여 설정된 크로스 서브프레임 스케줄링을 위한 서브프레임 인덱스는 CIF의 전체 값 중에서 어느 특정 값을 가질 때만 크로스 셀 스케줄링과
20 함께 이용될 수도 있다.

도 19는 본 발명의 일실시예에 따른 크로스 서브프레임 스케줄링 방법을 예시하는 도면이다. 도 19는 크로스 서브프레임 스케줄링 되는 서브프레임이

PDCCH를 수신한 서브프레임(n) 이후 3개($n+k+m$, $k=0$, $m=3$)의 서브프레임으로
지시되도록 설정된 경우를 예시한다.

도 19을 참조하면, P셀의 서브프레임 #0에서 전송된 CIF=1을 가지는
PDCCH는 S셀 #1의 서브프레임 #3을 지시하고, P셀의 서브프레임 #4에서 전송된
5 CIF=2를 가지는 PDCCH는 S셀 #2의 서브프레임 #7을 지시한다.

4. 1. 2. 스케줄링되는 셀 및 서브프레임 지시

상술한 바와 같이, DCI 포맷 내의 CIF는 3 비트로 구성되나, LTE-A
시스템에서 최대 설정될 수 있는 셀의 개수는 5개이므로, 3개의 예약된 비트를
이용하여 크로스 서브프레임 스케줄링을 지원할 수 있다. 즉, 3개의 예약된
10 비트를 이용하여 크로스 서브프레임 스케줄링되는 서브프레임의 위치 정보를
지정할 수 있으나, 앞서 예와 상이하게 본 실시예에서는 크로스 서브프레임
스케줄링되는 서브프레임의 위치 정보와 함께 CIF의 본연의 기능인 크로스 셀
스케줄링되는 셀의 서빙 셀 인덱스까지 추가로 지정할 수 있다.

이하에서, CIF가 설정되었다는 의미는 크로스 셀 스케줄링이 지원된다는
15 의미와 같다. 즉, CIF 값에 따라서 스케줄링 셀(scheduling cell)과 스케줄드
셀(scheduled cell)이 같을 수도 있고, 다를 수도 있음을 의미한다. 반면, CIF가
설정되지 않았다는 의미는 크로스 셀 스케줄링이 지원되지 않는다는 의미와 같다.
즉, 스케줄링 셀과 스케줄드 셀이 항상 같아 CIF 해석이 필요 없으며, CIF
필드가 전송되지 않을 수도 있음을 의미한다.

20 4. 1. 2. 1. CIF 설정 여부 고려하지 않는 경우

기존의 CIF는 크로스 셀 스케줄링을 위해 사용되므로 크로스 셀 스케줄링에
영향을 주지 않기 위해 CIF의 설정 여부와 상관없이 CIF 필드 중 예약된

비트(또는 사용되지 않는 비트)만을 이용하여 크로스 서브프레임 스케줄링을
 수행한다. 이 경우, CIF를 이용하여 단말에 전송되는 정보는 크로스
 서브프레임을 위한 서브프레임의 위치 정보뿐만 아니라 크로스 셀 스케줄링을
 위한 서빙 셀 인덱스도 포함한다. 여기서, 서브프레임의 위치 정보는 PDCCH가
 5 전송된 서브프레임이 n 번째 서브프레임인 경우 $n+k+m$ 번째 서브프레임에서
 PDSCH가 전송될 때의 m 값이 될 수 있다. 또한, 서브프레임의 위치 정보(예를
 들어, $n+k+m$ 에서의 m 값)는 특별한 지시 없이 모든 크로스 서브프레임
 스케줄링에서 동일한 값이 적용되도록 설정될 수 있고, 상위 계층 시그널링(예를
 들어, RRC 설정)을 통해서 지시될 수 있다. 이때, 상위 계층 시그널링에 의해
 10 지시되는 경우 모든 셀에서 동일한 값이 지시되거나 셀 별로 서로 다른 값이
 지시될 수도 있다.

표 11은 CIF를 이용한 크로스 셀 스케줄링 및 크로스 서브프레임 스케줄링
 구성 방법을 나타낸다. 표 11은 CIF 값 중 0 내지 4는 크로스 셀 스케줄링을
 위한 서빙 셀 인덱스(ServCellIndex)로 사용되고, 5 내지 7은 크로스 셀
 15 스케줄링을 위한 서빙 셀 인덱스와 크로스 서브프레임 스케줄링되는 서브프레임
 위치를 나타내기 위해 사용되는 예를 나타낸다. 표 11에서 CIF 값 중 0 내지 4에
 대해서는 크로스 서브프레임 스케줄링이 적용되지 않고 $m=0$ 이 된다.

【표 11】

CIF value	Bit format	contents
0	000	ServCellIndex 0
1	001	ServCellIndex 1
2	010	ServCellIndex 2
3	011	ServCellIndex 3
4	100	ServCellIndex 4
5	101	ServCellIndex 0 & 1 subframe later(or delay) (e.g., m=1)
6	110	ServCellIndex 1 & 1 subframe later(or delay) (e.g., m=1)
7	111	ServCellIndex 2 & 1 subframe later(or delay) (e.g., m=1)

표 11을 참조하면, CIF 값이 5, 6 또는 7인 경우 크로스 셀 스케줄링되는
 서빙 셀 인덱스(ServCellIndex)와 크로스 서브프레임 스케줄링되는 서브프레임을
 지시하기 위한 m 값을 지시한다. 구체적으로, PDCCH를 통해 전송되는 DCI에
 5 포함되는 CIF 값이 5인 경우, 서빙 셀 인덱스 0 값을 가지는 셀에서 해당
 PDCCH가 수신된 n번째 서브프레임을 기준으로 하나의 서브프레임 지연을 가지고
 전송되는 PDSCH를 지시한다. 또한, PDCCH를 통해 전송되는 DCI에 포함되는 CIF
 값이 6인 경우, 서빙 셀 인덱스 1 값을 가지는 셀에서 해당 PDCCH가 수신된
 n번째 서브프레임을 기준으로 하나의 서브프레임 지연을 가지고 전송되는
 10 PDSCH를 지시한다. 또한, PDCCH를 통해 전송되는 DCI에 포함되는 CIF 값이 7인
 경우, 서빙 셀 인덱스 2 값을 가지는 셀에서 해당 PDCCH가 수신된 n번째
 서브프레임을 기준으로 하나의 서브프레임 지연을 가지고 전송되는 PDSCH를
 지시한다.

다만, 이와 같은 구성을 가지고 모든 셀에서 크로스 서브프레임 스케줄링을

적용할 수 없을 수 있다. 그러나 LTE-A release 10은 실제로 5개의 셀을 지원하지만 2개의 셀까지의 지원에 최적화(optimization)되도록 설계된 시스템으로써, 이와 같이 2개의 셀까지의 최적화 측면에서 볼때 크로스 서브프레임 스케줄링 지원을 효율적으로 구현할 수 있다. 또한, 서브프레임의 시간 지연(예를 들어, $n+k+m$ 에서의 m 값)은 인접한 셀 간의 간섭 영향 등을 피하기 위한 것이므로 많은 시간 지연 값(다수의 m 값)의 필요성이 적을 수도 있다. 예를 들어, $m=1$ 인 크로스 서브프레임 스케줄링 만을 지원한다고 해도, 하향링크 서브프레임의 절반에서의 PDCCH 전송을 줄이는 것이 가능하므로 고정된 적은 수의 값(예를 들어, 한가지 m 값)만으로 크로스 서브프레임 스케줄링을 지원하여도 그 효과는 충분하다고 할 수 있다.

다른 예로, 표 12는 CIF를 이용한 크로스 셀 스케줄링 및 크로스 서브프레임 스케줄링 구성 방법을 나타낸다. 표 12는 CIF 값 중 0 내지 4는 크로스 셀 스케줄링을 위한 서빙 셀 인덱스(ServCellIndex)로 사용되고, 5 내지 7은 크로스 셀 스케줄링을 위한 서빙 셀 인덱스와 크로스 서브프레임 스케줄링되는 서브프레임 위치를 나타내기 위해 사용되는 예를 나타낸다. 표 12에서 CIF 값 중 0 내지 4에 대해서는 크로스 서브프레임 스케줄링이 적용되지 않고 $m=0$ 이 된다.

【표 12】

CIF value	Bit format	contents
0	000	ServCellIndex 0
1	001	ServCellIndex 1
2	010	ServCellIndex 2
3	011	ServCellIndex 3
4	100	ServCellIndex 4
5	101	ServCellIndex 0 & 1 subframe later(or delay) (e.g., m=1)
6	110	ServCellIndex 0 & 2 subframes later(or delay) (e.g., m=2)
7	111	ServCellIndex 1 & 1 subframe later(or delay) (e.g., m=1)

표 12는 표 11의 변형된 예로, 앞서 표 11의 설명과 같이 2개의 셀까지의 최적화의 측면에서 크로스 서브프레임 스케줄링을 2개의 셀까지만 적용하는 예를 나타낸다. 이하, 서빙 셀 인덱스가 0인 셀이 P셀로 가정한다.

- 5 CIF 값 5 내지 7에 대응되는 3가지 정보들을 2개의 셀에 적용할 경우, 3가지 정보 중 2가지 정보는 P셀에 대해서 사용하고, 나머지 하나의 정보를 S셀에 대해서 사용할 수 있다. 또한, 이와 반대로 한가지 정보를 P셀에 대해서 사용하고, 나머지 2개의 정보를 S셀에 대해서 사용할 수도 있다. 이를 통해 보다 스케줄링이 활발하게 이루어지는 셀에서의 크로스 서브프레임 스케줄링에 의한
- 10 서브프레임의 시간 지연을 보다 크게 조정하는 것이 가능하다.

표 12를 참조하면, PDCCH를 통해 전송되는 DCI에 포함되는 CIF 값이 5인 경우, 서빙 셀 인덱스 0 값을 가지는 셀에서 해당 PDCCH가 수신된 n번째 서브프레임을 기준으로 하나의 서브프레임 지연을 가지고 전송되는 PDSCH를 지시한다. 또한, PDCCH를 통해 전송되는 DCI에 포함되는 CIF 값이 6인 경우,

서빙 셀 인덱스 0 값을 가지는 셀에서 해당 PDCCH가 수신된 n번째 서브프레임을
 기준으로 2 개의 서브프레임 지연을 가지고 전송되는 PDSCH를 지시한다. 또한,
 PDCCH를 통해 전송되는 DCI에 포함되는 CIF 값이 7인 경우, 서빙 셀 인덱스 1
 값을 가지는 셀에서 해당 PDCCH가 수신된 n번째 서브프레임을 기준으로 하나의
 5 서브프레임 지연을 가지고 전송되는 PDSCH를 지시한다.

상술한 표 10 또는 표 11과 같이 단말이 CIF 설정을 받았는지 여부에
 상관없이 CIF 필드를 효율적으로 이용하여 크로스 서브프레임 스케줄링을 적용할
 수 있다.

한편, 상술한 방법과 함께 크로스 서브프레임 스케줄링에 대한 RRC 설정이
 10 적용될 수도 있으며, 상술한 방법만을 이용하고 크로스 서브프레임 스케줄링에
 대한 RRC 설정이 적용되지 않을 수도 있다.

4. 1. 2. 2. CIF 설정 여부 고려하는 경우

앞서 설명한 실시예와 같이 CIF 설정 여부에 상관없이 적용하는 경우,
 크로스 서브프레임 스케줄링을 적용하기 위한 비트 수의 제약으로 인하여 많은
 15 정보를 제공하는데 제약이 따르게 될 수 있다. 따라서, CIF 설정 여부에 따라
 크로스 서브프레임 스케줄링을 위한 CIF 필드의 구성을 다르게 설정할 수 있다.

CIF가 설정되는 경우, 앞서 (4. 1. 2. 1.)에서 설명한 실시예와 같이 CIF
 필드를 구성할 수 있다. 즉, 크로스 셀 스케줄링에 영향을 주지 않고 CIF 필드
 중 예약된 비트(또는 사용되지 않는 비트)만을 이용하여 크로스 서브프레임
 20 스케줄링을 수행할 수 있다.

반면, CIF 설정되지 않는 경우, CIF 필드의 전체 값(0 내지 7)은 모두
 크로스 서브프레임 스케줄링을 위한 정보를 전달하기 위해 사용될 수 있다. 예를

들어, 이하 표 15에서 예시된 CIF 콘텐츠의 옵션 1 혹은 옵션 2와 같이 적용될 수 있다.

이와 같은 방법을 통해서, CIF가 설정되었을 경우에는 크로스 셀 스케줄링을 방해하지 않도록 크로스 서브프레임의 사용을 제약하고, CIF가
5 설정되지 않은 경우에는 크로스 서브프레임 스케줄링을 위한 CIF 필드의 사용을 확장시켜 효율적인 크로스 서브프레임 스케줄링을 수행할 수 있다.

한편, 상술한 방법과 함께 크로스 서브프레임 스케줄링에 대한 RRC 설정이 적용될 수도 있으며, 상술한 방법만을 이용하고 크로스 서브프레임 스케줄링에 대한 RRC 설정이 적용되지 않을 수도 있다.

10 이상으로 CIF 값을 이용하여 크로스 서브프레임 스케줄링하는 방안을 설명하며 CIF 값 및 그에 따른 지시 정보를 예시하였으나, 앞서 설명한 (4. 1. 1.) 혹은 (4. 1. 2.)에 따른 실시예에서 예시한 CIF 값 이외에 다른 CIF 값을 크로스 서브프레임 스케줄링을 지시하기 위한 용도로 활용할 수도 있으며, 이처럼 크로스 서브프레임 스케줄링에 이용되는 CIF 값이 어느 위치의
15 서브프레임을 지시하는 지도 다르게 구성할 수도 있음은 물론이다. 예를 들어, 표 7에서 CIF 값이 6인 경우, PDCCH를 수신한 서브프레임을 기준으로 2번째가 아닌 6번째 뒤에 수신하는 서브프레임을 지시하도록 설정할 수도 있다. 이 경우, 기지국 기반(cell-specific)으로 사전에 설정되거나 반정적으로(semi-static)하게 RRC 시그널링을 이용하여 각 CIF 값이 의미하는 서브프레임의
20 위치를 단말에게 지시할 수도 있다.

4. 2. SIF(Subframe Indication Field) 정의

앞서 (4. 1.)에서의 크로스 서브프레임 스케줄링을 위해 CIF 값을 이용하는

방안과는 달리 PDCCH 내에 크로스 서브프레임 스케줄링을 위한 지시 비트(indication bit)를 새로 할당할 수 있다. 이하, 이와 같은 지시 비트를 서브프레임 지시 필드(SIF: Subframe Indication Field, 이하 'SIF'라고 한다.)라고 지칭하나, 다른 이름으로도 정의될 수도 있다.

5 이와 같이 SIF가 설정되면, 단말은 PDCCH를 디코딩하기 위하여 단말 특정 서치 스페이스(USS)에서 모니터링할 수 있다. 이 때, 특별히 공용 서치 스페이스(CSS)는 레가시(legacy) 단말이나 다른 성능을 가지는 단말들이 함께 모니터링하는 영역이므로 SIF가 설정되어 있고 SIF가 포함되는 DCI 포맷들에 대해서는 공용 서치 스페이스를 통해 PDCCH가 전송되지 않고 단말 특정 서치
10 스페이스를 통해 전송되도록 제약할 수 있다.

즉, 단말은 SIF가 포함되지 않은 PDCCH를 디코딩하기 위하여 공용 서치 스페이스를 모니터링한다. PDCCH가 모니터링되는 서빙 셀에 대하여, SIF가 설정되지 않은 단말의 경우 SIF를 포함하지 않은 PDCCH를 위하여 단말 특정 서치 스페이스를 모니터링한다. 반면, SIF가 설정된 단말의 경우 SIF를 포함하는
15 PDCCH를 위하여 단말 특정 서치 스페이스를 모니터링한다. 단말이 S셀 이외의 서빙 셀에서 S셀에 따른 SIF를 포함하는 PDCCH를 위한 모니터링 하도록 설정되는 경우, 단말은 S셀에서 PDCCH를 모니터링하지 않는다. PDCCH가 모니터링되는 서빙 셀에 대하여, 단말은 적어도 동일한 서빙 셀을 위한 PDCCH 후보를 모니터링한다. 단말에 설정된 서빙 셀에 대하여 SIF가 설정되고, 공용 서치 스페이스와 단말
20 특정 서치 스페이스에서 첫번째 CCE 인덱스 n_{CCE} (예를 들어, PDCCH를 구성하기 위해 사용되는 가장 작은 CCE 인덱스)가 동일하고 공용 페이로드(common payload) 크기를 가지는 C-RNTI에 의하여 CRC 스크램블 된 PDCCH 후보를

모니터링하도록 설정된 단말은 공용 서치 스페이스 내에서의 PDCCH만이 P셀을
 통해 전송되는 것을 가정할 수 있다. 또한, 단말에 설정된 서빙 셀 내에서 SIF를
 포함하는 DCI 포맷 크기를 가지고, C-RNTI에 의하여 CRC 스크램블 된 PDCCH
 후보를 모니터링하도록 설정된 단말은 DCI 포맷 크기를 가지는 PDCCH 후보는
 5 설정된 서빙 셀을 통해 DCI 포맷 크기에 따라 가능한 SIF 값에 해당하는 단말
 특정 서치 스페이스 내에서 전송되는 것을 가정할 수 있다. 여기서, PDCCH
 후보들은 정해진 DCI 포맷 크기에 따라 하나 또는 그 이상의 가능한 SIF 값들을
 포함할 수 있다.

상술한 SIF는 1 비트 혹은 그 이상의 비트로 구성 할 수 있다. 따라서,
 10 SIF 크기를 x 라고 하며 기존의 DCI 포맷의 비트 크기를 n 이라고 할 때, 크로스
 서브프레임 스케줄링을 수행하기 위한 DCI 포맷의 비트 크기는 $n+x$ 비트 형태가
 될 수 있다.

4. 2. 1. SIF가 1 비트인 경우

SIF를 1 비트로 구성하는 경우, 0은 크로스 서브프레임 스케줄링을 하지
 15 않는(non-CSS) PDCCH임을, 1은 크로스 서브프레임 스케줄링을 위한 PDCCH임을
 지시 또는 트리거할 수 있으며, 이와 반대로 구성될 수도 있다.

또한, 단말이 크로스 서브프레임 스케줄링을 위한 PDCCH를 수신하였을 때,
 해당 PDCCH는 PDCCH를 수신한 서브프레임을 기준으로 특정 위치의
 서브프레임(예를 들어, 바로 다음의 서브프레임)을 지시하거나 기지국 기반으로
 20 사전에 설정된 무선 프레임 내에서의 서브프레임의 위치를 지시 할 수도 있다.
 또는 반정적(semi-static)으로 RRC 시그널링을 통해 서브프레임의 위치 혹은
 PDCCH를 수신한 서브프레임(n)을 기준으로 지연 정보(예를 들어, $n+k+m$ 에서 m

값)를 단말에게 지시할 수도 있다.

4. 2. 2. SIF가 1 비트 이상인 경우

SIF를 1 비트 이상으로 설정하는 경우에는 크로스 서브프레임 스케줄링을 위한 PDCCH임을 지시 또는 트리거링하기 위한 비트뿐만 아니라, 해당 PDCCH가 지시하는 서브프레임의 위치 정보 (예를 들어, $n+k+m$ 에서 m 값)까지도 포함 될 수 있다. 예를 들어, SIF을 2 비트로 구성하는 경우 무선 프레임 내에서의 최대 3개의 서브프레임 혹은 PDCCH를 수신한 서브프레임(n)을 기준으로 서브프레임의 지연 정보(예를 들어, $n+k+m$ 에서 m 값)을 지시하는 용도로 사용될 수 있다.

표 13은 SIF를 이용한 크로스 서브프레임 스케줄링 구성 방법을 나타낸다.

10 【표 13】

SIF bits	Direct mapping method	RRC configured method
00	Non CSS	Non CSS
01	1 subframe later(or delay) (e.g., $m=1$)	1st RRC configured parameter (e.g., number of subframe later(or delay), m)
10	2 subframes later(or delay) (e.g., $m=2$)	2nd RRC configured parameter (e.g., number of subframe later(or delay), m)
11	3 subframes later(or delay) (e.g., $m=3$)	3rd RRC configured parameter (e.g., number of subframe later(or delay), m)

표 13을 참조하면, SIF 비트 값에 따른 직접 매핑 방법(Direct mapping method)과 RRC 설정 방법(RRC configured method)을 나타낸다.

먼저, 직접 매핑 방법(Direct mapping method)은 단말이 수신한 PDCCH만을 이용하여 크로스 서브프레임 스케줄링되는 서브프레임의 위치 정보(예를 들어, $n+k+m$ 에서 m 값)를 획득 할 수 있는 기법이다. 즉, SIF는 PDCCH를 수신한 서브프레임(n)을 기준으로 몇 번째 뒤(예를 들어, $n+k+m$ 에서 m 값)의 서브프레임을 지시 할 수 있으며 혹은 한 개의 무선 프레임 내에서 특정

서브프레임 혹은 서브프레임의 지연 정보(예를 들어, $n+k+m$ 에서 m 값)을
지시하기 위해 사용 될 수 있다. 구체적으로, PDCCH를 통해 전송되는 DCI에
포함되는 SIF 비트 값이 00인 경우, 크로스 서브프레임 스케줄링이 수행되지
않음을 지시하고, PDCCH를 통해 전송되는 DCI에 포함되는 SIF 비트 값이 01, 10
5 또는 11을 가지는 경우, 해당 PDCCH가 수신된 n 번째 서브프레임을 기준으로 각각
하나, 2개 또는 3개의 서브프레임 지연을 가지고 전송되는 PDSCH를 지시한다.

또한, 반정적(Semi-static)으로 운영하기 위하여 RRC 설정 방법(RRC
configured method)를 이용할 수 있다. 즉, SIF가 지시하는 서브프레임의 위치
혹은 서브프레임의 지연 정보(예를 들어, $n+k+m$ 에서 m 값)는 RRC 시그널링에
10 의하여 설정된 서브프레임 혹은 서브프레임의 지연 정보(예를 들어, $n+k+m$ 에서 m
값)를 의미 할 수 있다. 구체적으로, PDCCH를 통해 전송되는 DCI에 포함되는 SIF
비트 값이 00인 경우, 크로스 서브프레임 스케줄링이 수행되지 않음을 지시하고,
RRC 시그널링을 통해 전송되는 SIF 비트 값이 01인 경우, 해당 PDCCH가 수신된
 n 번째 서브프레임을 기준으로 RRC 시그널링을 통해 전송된 첫번째 RRC 설정
15 파라미터 값(m) 이후에 전송되는 서브프레임에서의 PDSCH를 지시한다. 또한, RRC
시그널링을 통해 전송되는 SIF 비트 값이 10, 11인 경우, 각각 해당 PDCCH가
수신된 n 번째 서브프레임을 기준으로 RRC 시그널링을 통해 전송된 두번째,
세번째 RRC 설정 파라미터 값(m) 이후에 전송되는 서브프레임에서의 PDSCH를
지시한다.

20 다른 예로, 표 14는 SIF를 이용한 크로스 서브프레임 스케줄링 구성 방법을
나타낸다.

【표 14】

SIF bits	Direct mapping method	RRC configured method
00	Non CSS = no delay(or current subframe) (e.g., m=0)	1st RRC configured parameter (e.g., number of subframe later(or delay) , m=0 or 1 or 2 or 3)
01	1 subframe later(or delay) (e.g., m=1)	2nd RRC configured parameter (e.g., number of subframe later(or delay) , m=0 or 1 or 2 or 3)
10	2 subframes later(or delay) (e.g., m=2)	3rd RRC configured parameter (e.g., number of subframe later(or delay) , m=0 or 1 or 2 or 3)
11	3 subframes later(or delay) (e.g., m=3)	4th RRC configured parameter (e.g., number of subframe later(or delay) , m=0 or 1 or 2 or 3)

표 14를 참조하면, 표 13에서와 마찬가지로 SIF 비트는 2 비트로 구성되나, 각 SIF 비트 값에 따라 직접 매핑 방법 및 RRC 설정 방법에서 나타내는 정보가 상이하게 설정될 수 있다.

4. 3. CIF(Carrier Indication Field) 모든 비트 이용

기지국은 RRC 시그널링을 통하여 사전에 DCI 포맷 내의 CIF가 크로스 서브프레임 스케줄링을 위한 것인지 혹은 크로스 셀 스케줄링을 위한 것인지 지시 또는 설정할 수 있다. 즉, 단말은 기지국으로부터 획득한 PDCCH 내의 CIF가 크로스 서브프레임 스케줄링을 위한 지시 비트(indication bits)로 사용되는 것인지 혹은 크로스 셀 스케줄링을 위한 서빙셀 인덱스(ServCellIndex)로 사용되는 것인지에 대한 정보를 사전에 RRC 시그널링을 통해 수신할 수 있다. 따라서, 단말은 수신한 PDCCH 내의 CFI 값을 이용하여 어떠한 스케줄링에 따른 것인지 해당 목적에 부합되는 제어 채널 정보를 획득 할 수 있으며, 모든 CIF 값들을 크로스 셀 스케줄링 혹은 크로스 서브프레임 스케줄링을 위한 지시 비트로 이용할 수 있다.

표 15는 모든 CIF 값을 이용한 크로스 서브프레임 스케줄링 구성 방법을 나타낸다. 표 15는 RRC 시그널링을 통하여 크로스 서브프레임 스케줄링이 설정된 경우를 예시한다.

【표 15】

CIF value	Bit format	Contents option #1	Contents option #2
0	000	1 subframe later(or delay) (e.g., $m=1$)	0 subframe later(or delay) = no delay(or current subframe) (e.g., $m=0$)
1	001	2 subframes later(or delay) (e.g., $m=2$)	1 subframe later(or delay) (e.g., $m=1$)
2	010	3 subframes later(or delay) (e.g., $m=3$)	2 subframes later(or delay) (e.g., $m=2$)
3	011	4 subframes later(or delay) (e.g., $m=4$)	3 subframes later(or delay) (e.g., $m=3$)
4	100	5 subframes later(or delay) (e.g., $m=5$)	4 subframes later(or delay) (e.g., $m=4$)
5	101	6 subframes later(or delay) (e.g., $m=6$)	5 subframes later(or delay) (e.g., $m=5$)
6	110	7 subframes later(or delay) (e.g., $m=7$)	6 subframes later(or delay) (e.g., $m=6$)
7	111	8 subframes later(or delay) (e.g., $m=8$)	7 subframes later(or delay) (e.g., $m=7$)

표 15를 참조하면, 각 CIF 값 별로 해당 CIF 값이 의미하는 서브프레임의 위치 혹은 서브프레임의 지연 정보(예를 들어, $n+k+m$ 에서 m 값)가 구성될 수 있다. 이 경우, 옵션 #1과 같이 PDCCH를 수신하는 서브프레임을 기준으로 지연되는 정보들만(예를 들어, $n+k+m$ 에서 m 값, $m>0$)으로 구성될 수도 있으며, 옵션 #2와 같이 지연되지 않는 정보까지 포함(예를 들어, $n+k+m$ 에서 m 값, $m\geq 0$)하여 구성될 수도 있다.

한편, 앞서 설명된 각 표(표 7 내지 표 15)에서 나타난 각 CIF 값(또는

비트) 혹은 각 SIF 값(또는 비트)이 지시하는 정보들은 예시일 뿐이며 각 CIF 값 혹은 각 SIF 값이 지시하는 정보들은 변경될 수 있음은 물론이다. 예를 들어, 같은 CIF 값이라도 셀 별로 각 CIF가 지시하는 정보가 상이할 수 있으며, 같은 CIF 값이라도 시간에 따라 각 CIF가 지시하는 정보가 상이할 수 있다.

5. TDD 기반에서의 크로스 스케줄링.

위와 같은 TDD UL/DL 구성(configuration)에서 UL/DL에 관한 크로스-서브프레임 스케줄링의 경우 DL 및 UL의 서브프레임을 각각 넘버링(numbering)하여 지시(indication) 하는 경우와 전체 서브프레임을 합쳐 지시(indication)이 가능하다. 즉, DCI format에 들어있는 CIF를 제외한 유보 비트 또는 DCI 포맷 내부에 가용한 필드를 통하여, 복수의 서브프레임에 관한 크로스 서브프레임 스케줄링을 위한 오프셋을 지정할 수 있다.

5.1. UL/DL 각 서브프레임에 관한 넘버링(numbering) 및 지시(indication)

상대적인 오프셋 값을 지정하여 서브프레임 스케줄링에 이용할 수 있다.

해당 단말(UE)이 구성(configuration)이 1의 DL 상황에 크로스 서브프레임 스케줄링을 한다면, 이 경우 $n=0$ 이고 $k+m=2$ 라면 DL 서브프레임 2개에 관한 offset으로 지정되어 5번째 서브프레임에 해당 UE에 관한 PDCCH 정보가 0번째 서브프레임에서 스케줄링 된다고 가정될 수 있다.

5.2. UL/DL 총 서브프레임에 관한 넘버링(numbering) 및 지시(indication)

위에서 보았던 실시 예 처럼, 전체 서브프레임에 관한 오프셋으로 지정되어, 해당 단말이 구성(configuration)이 6의 DL 상황에 크로스 서브프레임 스케줄링을 한다면, 이 경우 $n=0$ 이고 $k+m=5$ 라면, 0번째 서브프레임 기준 5번째 서브프레임의 DL에서의 해당 단말의 PDCCH가 0번째 서브프레임에서 스케줄링

된다고 가정될 수 있다.

6. 여러 서브프레임들에 관한 PDCCH 정보를 하나의 서브프레임에서 크로스 스케줄링

도 20은 본 발명의 일실시예에 따른 다수개의 서브프레임에 관한 크로스 서브프레임 스케줄링 방법을 예시하는 도면이다.

도 20을 참조하면, 본 발명에서는 지시(indication)을 통한 하나의 서브프레임에 관한 크로스 서브캐리어 스케줄링만을 의미하는 것이 아니라, 해당 지시(indication)의 정보를 일정 주기 및 유효(valid)한 서브프레임 수에 관한 정보로 주어, 여러 서브프레임들에 관한 PDCCH 정보를 하나의 서브프레임에서 크로스-스케줄링 가능하다. 그림 7은 관련 실시 예의 그림으로 LTE-A 단말은 크로스 서브프레임 스케줄링을 허용하는 어드밴스드(advanced) 단말을 의미하며 LTE 단말은 $k+m=0$ 인 해당 서브프레임에 관한 지시(indication)는 해당 서브프레임의 PDCCH를 통해 정보가 수신되는 것을 의미 한다.

7. MCS(Modulation and Coding Scheme) 레벨에 따른 크로스 서브프레임 스케줄링 및 PDCCH 자원 배치.

본 발명에서는 크로스-서브프레임 스케줄링 시에 크로스 스케줄링된 PDCCH에 해당하는 PDSCH가 몇 개의 서브프레임 이후에 할당되는 경우, 채널의 변화로 인해 부정확한 MCS 레벨이 데이터의 안정적 검출(reliable detection)을 불가 하게 하는 문제, 특히 TDD의 경우 심각한 제약 발생 가능한 문제를 해결하고, 크로스-서브프레임 스케줄링의 경우 레거시(legacy) UE 사용불가 문제를 해결하기 위해, PDCCH 영역 전부를 비워 간섭완화를 하는 목적 이외에 다음과 같은 방식으로 확장 사용 가능하다.

도 21은 본 발명의 일실시예에 따른 MSC 레벨을 이용하여, 서브프레임에 관한 크로스 서브프레임 스케줄링 방법을 예시하는 도면이다.

도 21을 참조하면, MSC 레벨이 상대적으로 높아서 실질 MSC 레벨에 민감한 사용자는 PDCCH 병합(aggregation) 레벨을 높이고 전력(power) 상승(boosting)을 하여 해당 제어 영역(control region)에서 전송 하고 MCS 레벨에 상대적으로 둔감한 사용자의 해당 PDCCH등의 정보를 서브프레임 스케줄링을 한다. 각 단말들은 각 단말 자신의 MCS 레벨을 기지국으로 알려준다.

MCS 레벨이 큰 경우, 실제 채널 변화가 큰 경우 성능 열화가 발생할 수 있다. 따라서, MCS 레벨이 큰 경우에는 크로스 서브프레임 스케줄링에서 제외하고, 낮은 MCS 레벨을 갖는 단말의 경우에, 크로스 서브프레임 스케줄링을 이용하여, 간섭을 줄이는 효과를 얻을 수 있다. 셀 중심에 위치한 단말의 경우에는 채널 변화가 거의 없으므로, 높은 모듈레이션(Modulation) 오더(order) 및 낮은 채널 코딩을 이용한다. 셀 경계에 위치한 단말의 경우, 채널 상태의 변화가 크기 때문에, 낮은 모듈레이션 오더(order) 및 높은 채널 코딩을 이용한다.

도 22는 본 발명의 일실시예에 따른 PDCCH영역의 직교 배치에 따라, 서브프레임에 관한 크로스 서브프레임 스케줄링 방법을 예시하는 도면이다.

도 22를 참조하면, PDCCH 영역의 산재하고 있다는(sparse) 점을 이용하여 PDCCH 간 자원(resource)을 셀(cell) ID 등을 기반으로 직교(orthogonal)하게 배치 함으로써 간섭을 완화할 수 있다.

8. 본 발명이 적용될 수 있는 장치 일반

도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.

도 23을 참조하면, 무선 통신 시스템은 기지국(200)과 기지국(200) 영역 내에 위치한 다수의 단말(210)을 포함한다.

기지국(200)은 프로세서(processor, 201), 메모리(memory, 202) 및 RF부(radio frequency unit, 203)을 포함한다. 프로세서(201)는 제안된 기능, 5
과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(201)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(202)는 프로세서(201)와 연결되어, 프로세서(201)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(203)는 프로세서(201)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.

단말(210)은 프로세서(211), 메모리(212) 및 RF부(213)을 포함한다. 10
프로세서(211)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(211)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(212)는 프로세서(211)와 연결되어, 프로세서(211)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(213)는 프로세서(211)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.

15 메모리(202, 212)는 프로세서(201, 211) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(201, 211)와 연결될 수 있다. 또한, 기지국(200) 및/또는 단말(210)은 한 개의 안테나(single antenna) 또는 다중 안테나(multiple antenna)를 가질 수 있다.

이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 20
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 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 processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 콘트롤러, 마이크로 콘트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 함수 등의 형태로 구현될 수 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 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상술한 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해

결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

【산업상 이용가능성】

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

【청구의 범위】**【청구항 1】**

무선 접속 시스템에서 데이터를 송수신하는 방법에 있어서,

각 단말의 하향링크 스케줄링 정보를 포함하는 PDCCH(Physical Downlink
5 Control Channel)를 하나의 제1 서브프레임에서 전송하는 단계; 및

상기 PDCCH에 해당하는 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)를 상기
각 단말로 복수의 제2 서브프레임들에서 전송하는 단계를 포함하되,

상기 PDCCH는 상기 PDSCH가 전송되는 상기 복수의 제2 서브프레임들을
지시하는 필드를 포함하는, 데이터 송수신 방법.

10 【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 무선 접속 시스템이 TDD(Time Division Duplex) 방식을 이용하는 경우,
상기 필드는 상기 PDSCH 전송을 위한 각 서브프레임 또는 전체 서브프레임에
대한 오프셋 값을 포함하고, 상기 오프셋 값은 상기 제1 서브프레임과 상기 제2
15 서브프레임의 간격을 지시하는, 데이터 송수신 방법.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 각 단말의 MCS(Modulation and Coding Scheme) 레벨이 특정
임계치보다 적은 경우, 상기 제2 서브프레임들에서 PDSCH(Physical Downlink
20 Shared Channel)들을 통해 전송하는, 데이터 송수신 방법.

【청구항 4】

제1항에 있어서,

상기 각 단말의 PDCCH 영역은 셀(cell) ID(IDentifier)에 기반하여 직교(orthogonal)하게 위치하는, 데이터 송수신 방법.

【청구항 5】

제1항에 있어서,

5 상기 PDSCH가 전송되는 캐리어에 대한 정보를 상위 계층 시그널링을 통해 전송하는 단계를 더 포함하는 데이터 송수신 방법.

【청구항 6】

제1항에 있어서,

10 상기 필드는 CIF(Carrier Indicator Field) 또는 SIF(Subframe Indicator Field)인, 데이터 송수신 방법.

【청구항 7】

무선 접속 시스템에서 데이터를 송수신하는 기지국에 있어서,

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

15 각 단말의 하향링크 스케줄링 정보를 포함하는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 하나의 제1 서브프레임에서 전송하고, 상기 PDCCH에 해당하는 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)를 상기 각 단말로 복수의 제2 서브프레임들에서 전송하도록 RF 유닛을 제어하는 프로세서를 포함하되,

상기 PDCCH는 상기 PDSCH가 전송되는 상기 복수의 제2 서브프레임들을 지시하는 필드를 포함하는, 기지국.

20 【청구항 8】

제7항에 있어서,

상기 무선 접속 시스템이 TDD(Time Division Duplex) 방식을 이용하는 경우,

상기 필드는 상기 PDSCH 전송을 위한 각 서브프레임 또는 전체 서브프레임에 대한 오프셋 값을 포함하고, 상기 오프셋 값은 상기 제1 서브프레임과 상기 제2 서브프레임의 간격을 지시하는, 기지국.

【청구항 9】

5 제7항에 있어서,

상기 각 단말의 MCS(Modulation and Coding Scheme) 레벨이 특정 임계치보다 적은 경우, 상기 제2 서브프레임들에서 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)들을 통해 전송하도록 상기 RF 유닛을 제어하는, 기지국.

【청구항 10】

10 제7항에 있어서,

상기 각 단말의 PDCCH 영역은 셀(cell) ID(IDentifier)에 기반하여 직교(orthogonal)하게 위치하는, 기지국.

【청구항 11】

제7항에 있어서,

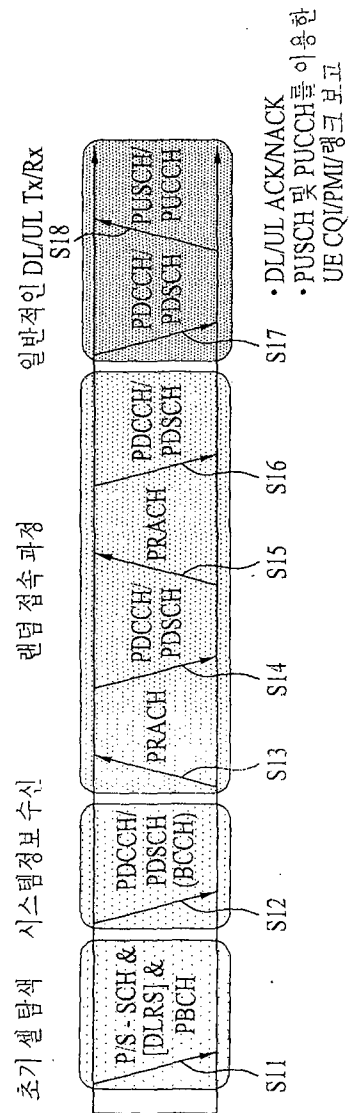
15 상기 PDSCH가 전송되는 캐리어에 대한 정보를 상위 계층 시그널링을 통해 전송하는, 기지국.

【청구항 12】

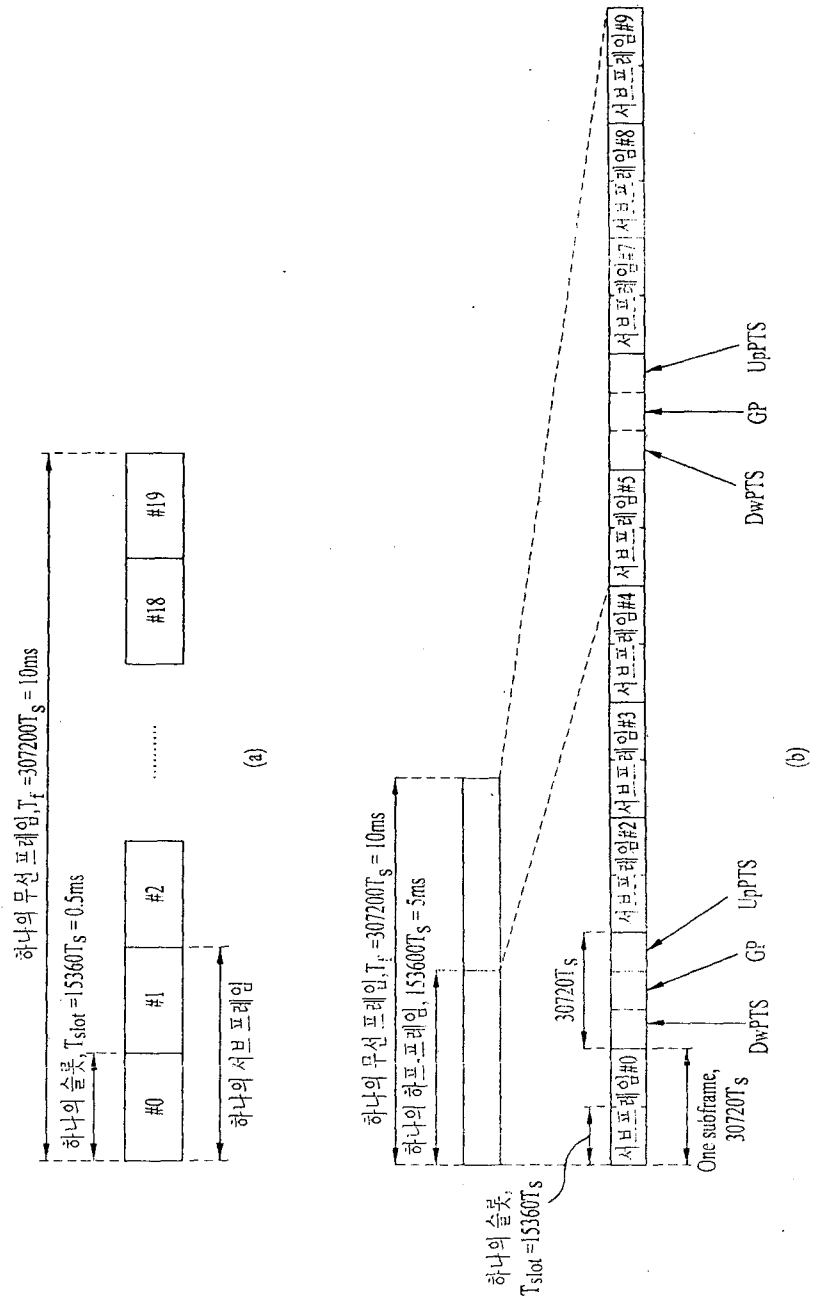
제7항에 있어서,

상기 필드는 CIF(Carrier Indicator Field) 또는 SIF(Subframe Indicator
20 Field)인, 기지국.

[도 1]

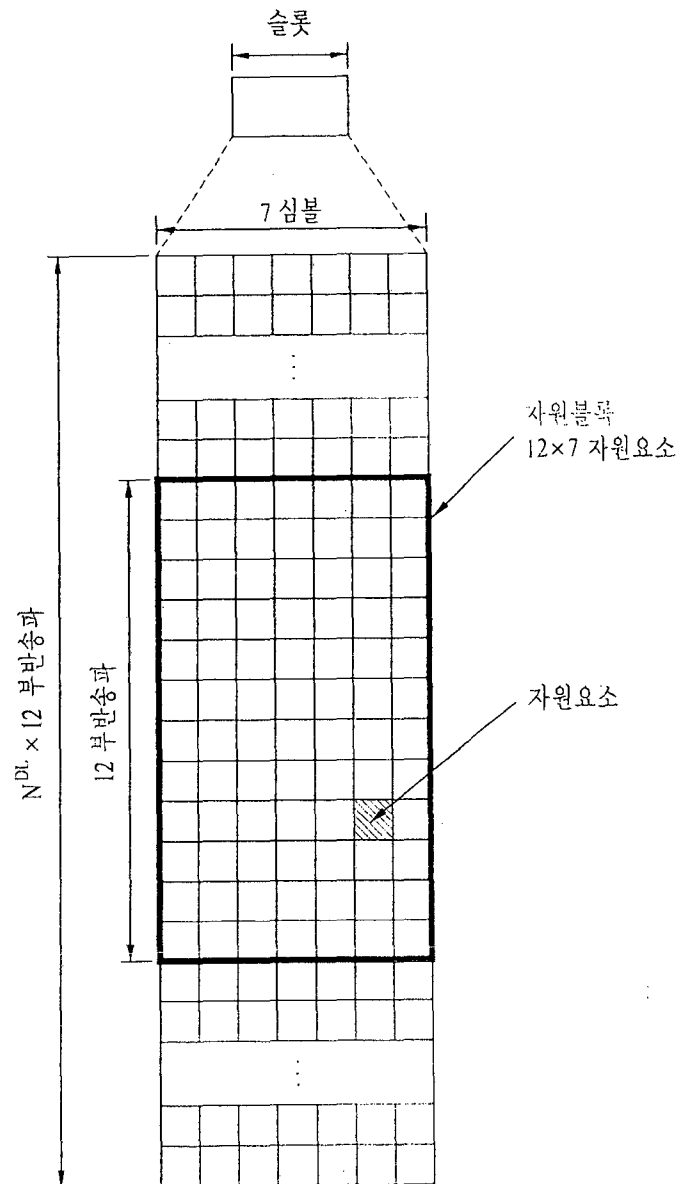


[도 2]



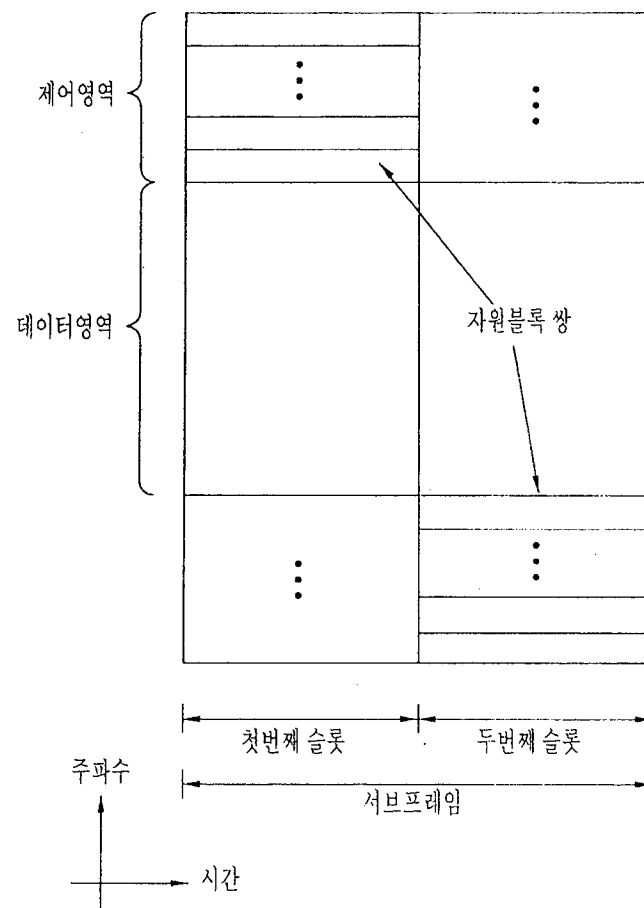
3/21

[도 3]



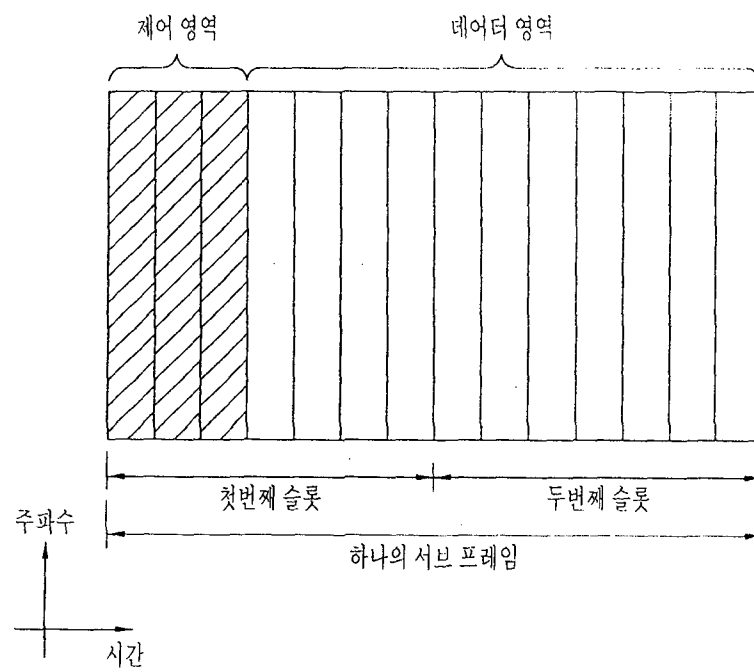
4/21

[도 4]

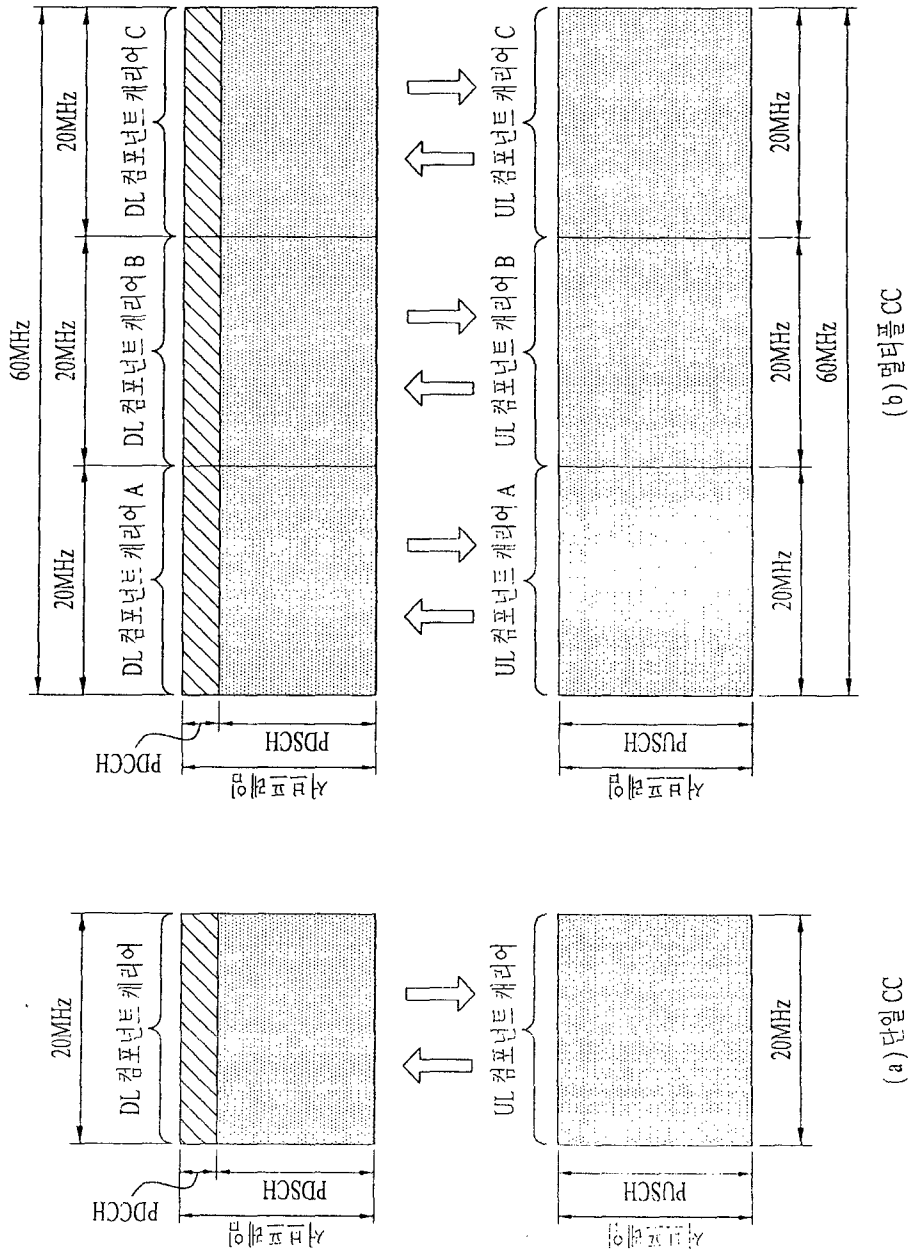


5/21

[도 5]

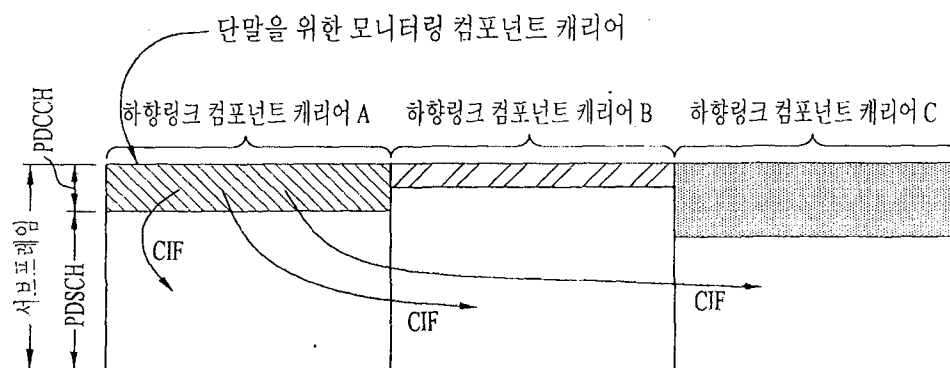


[도 6]



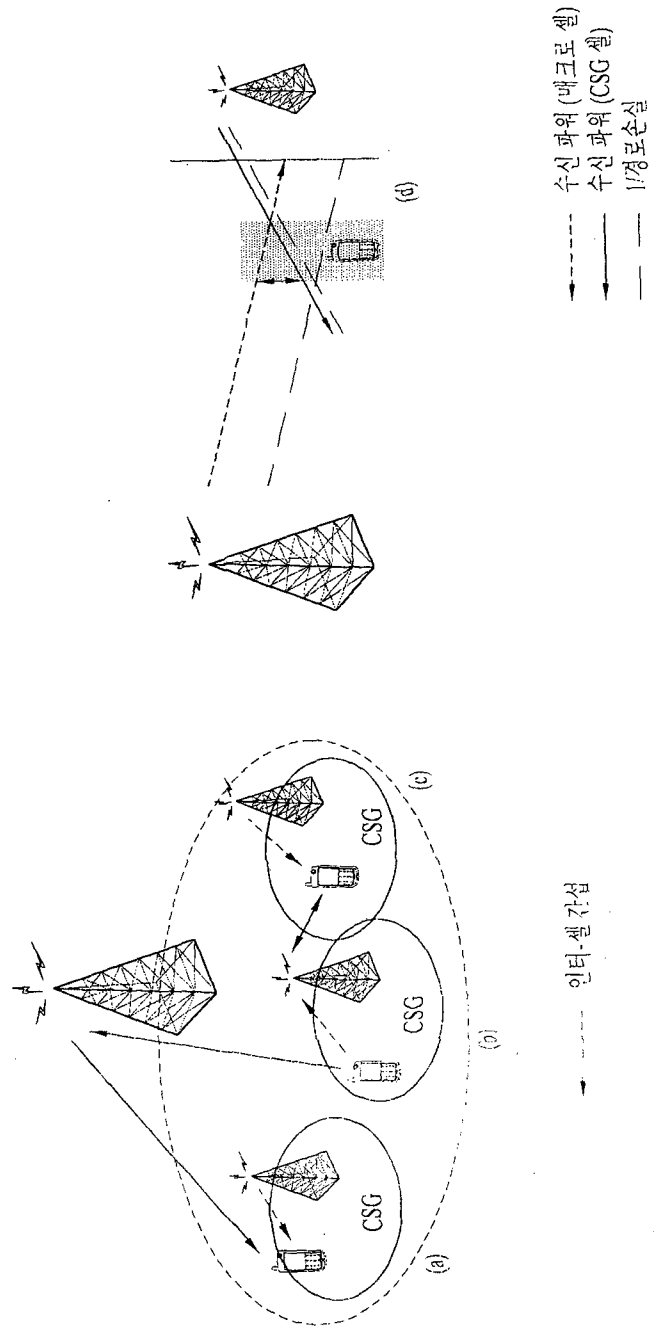
7/21

[도 7]



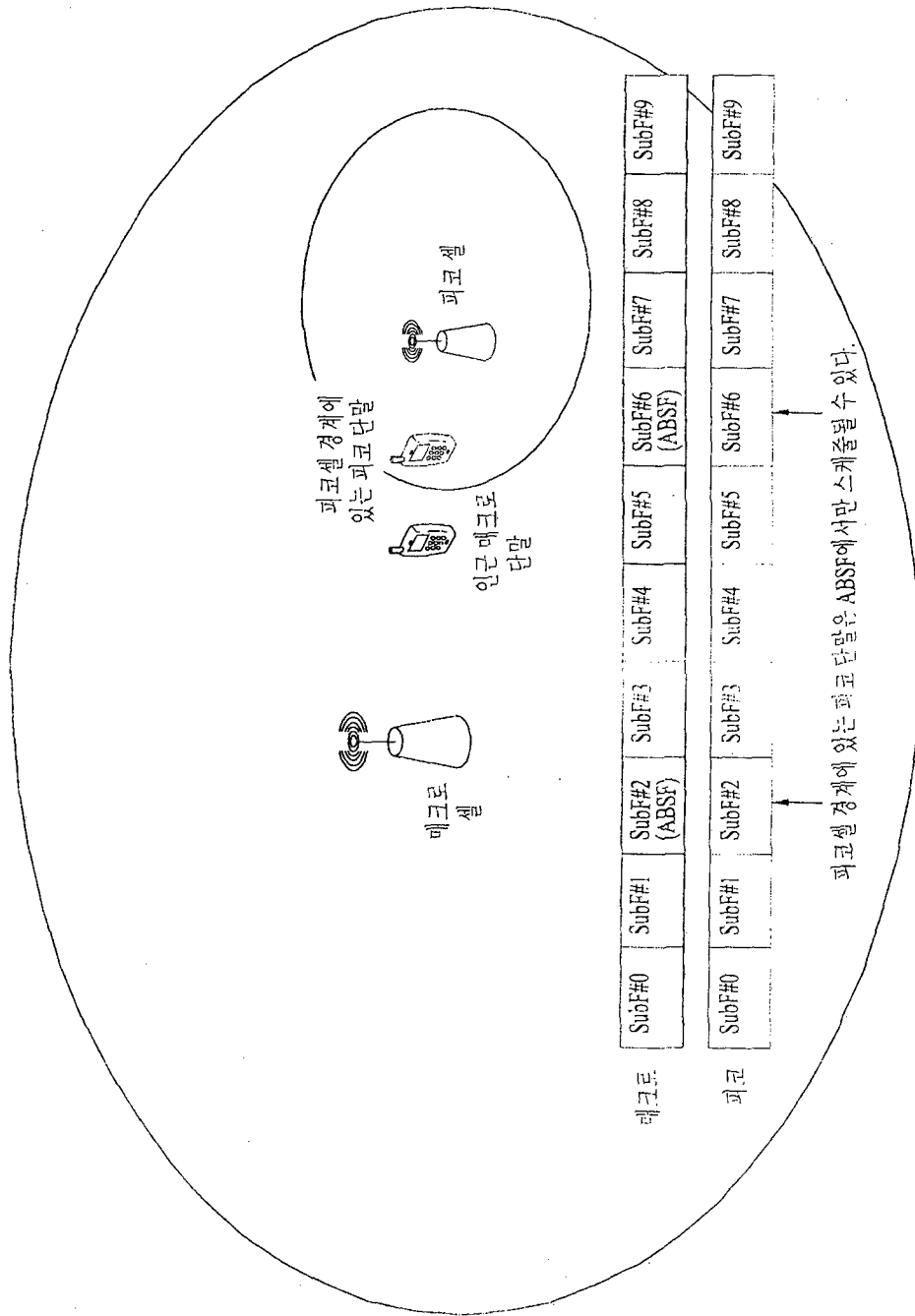
8/21

[도 8]



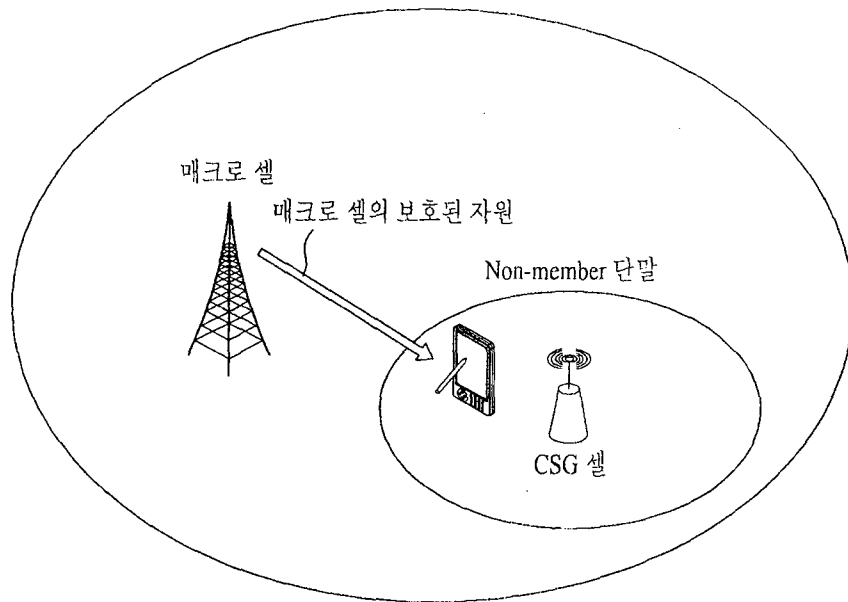
9/21

[도 9]



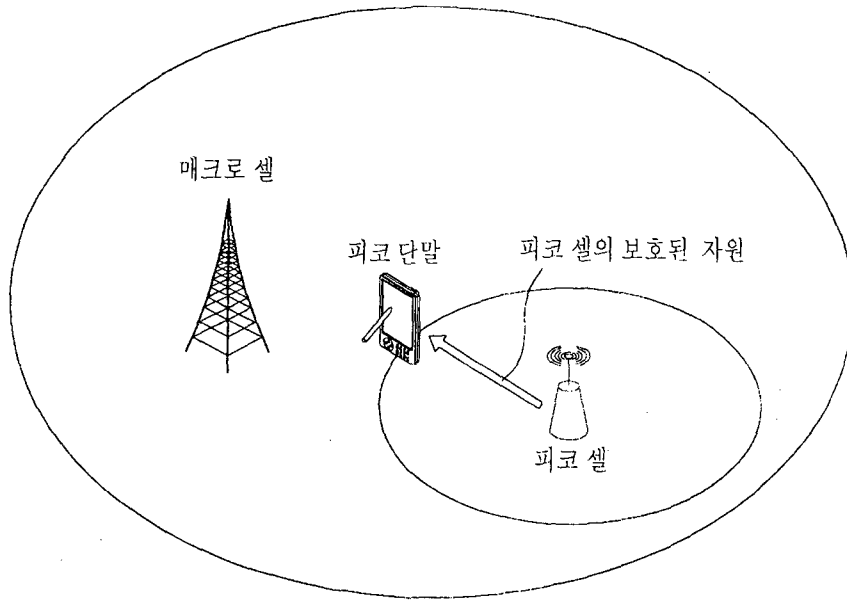
10/21

[도 10]



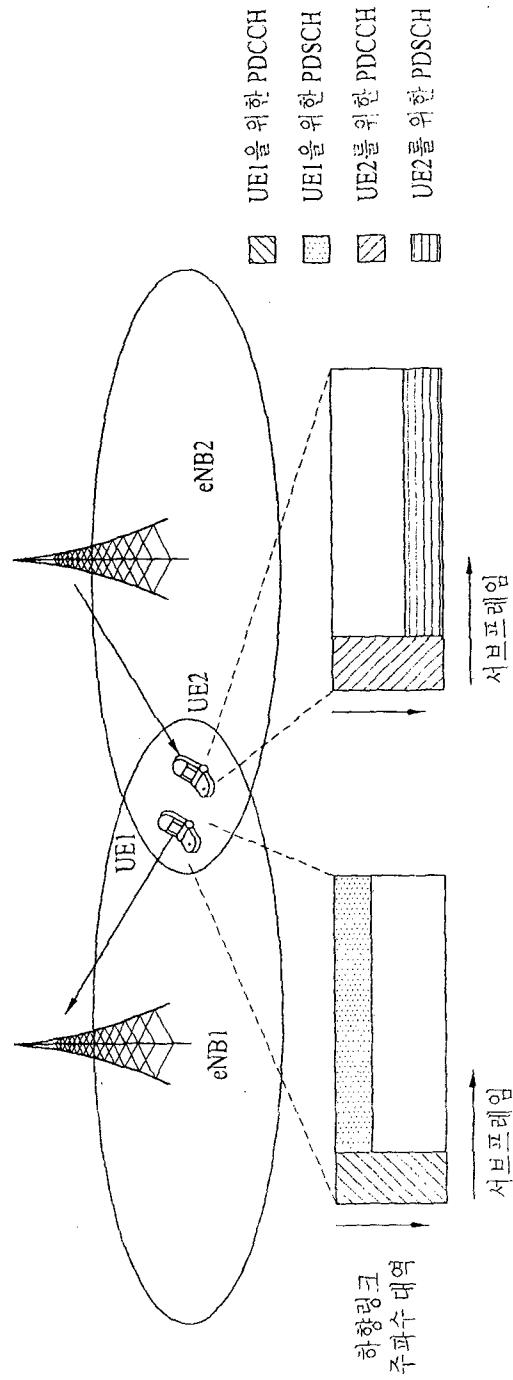
11/21

[도 11]



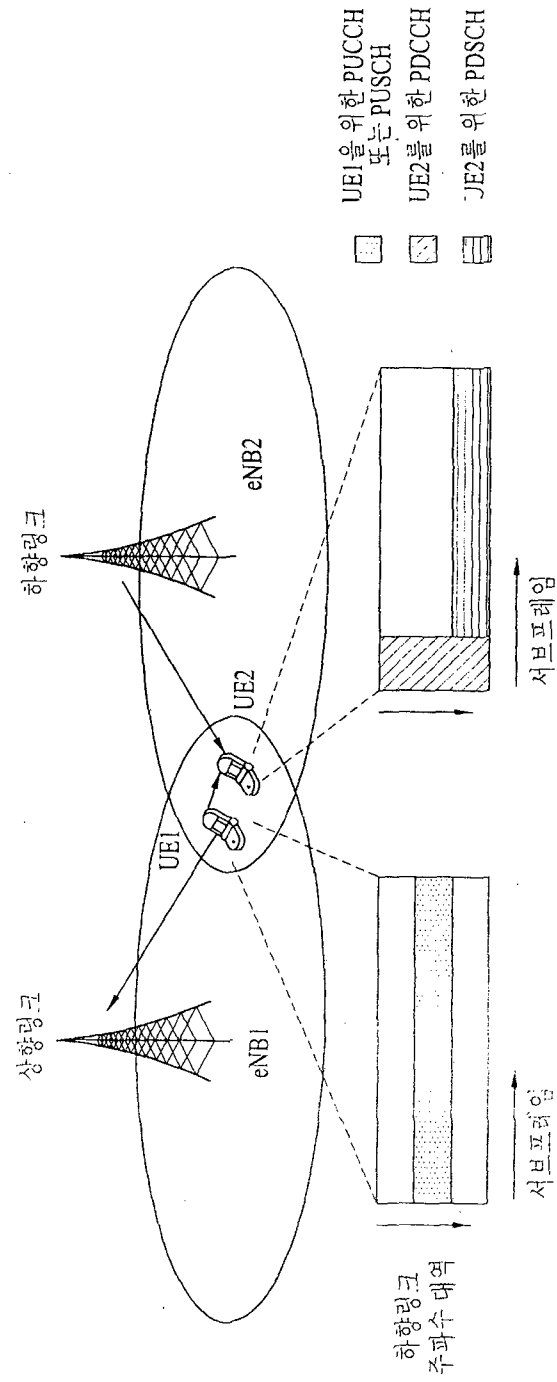
12/21

[도 12]



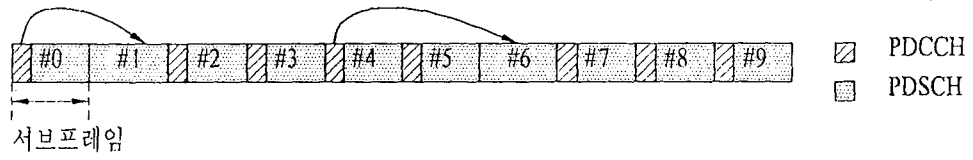
13/21

[도 13]

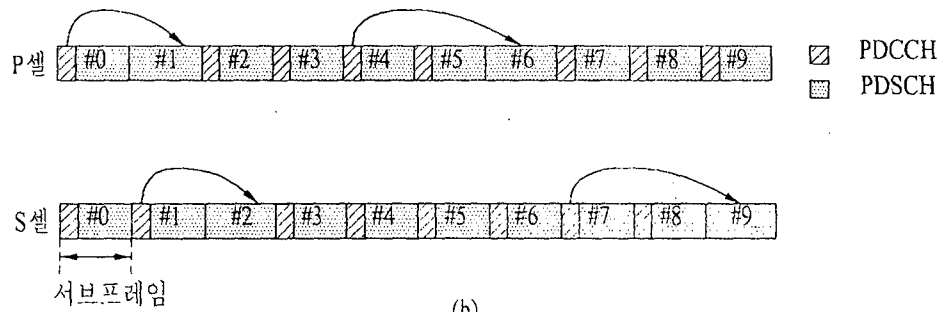


14/21

[도 14]



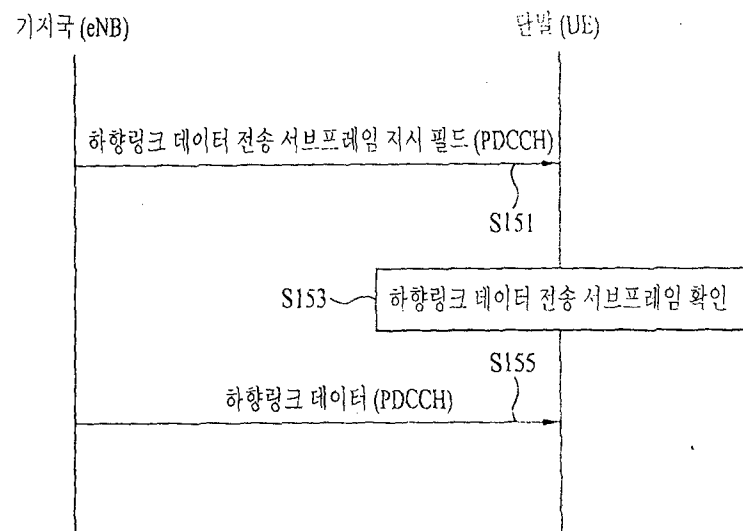
(a)



(b)

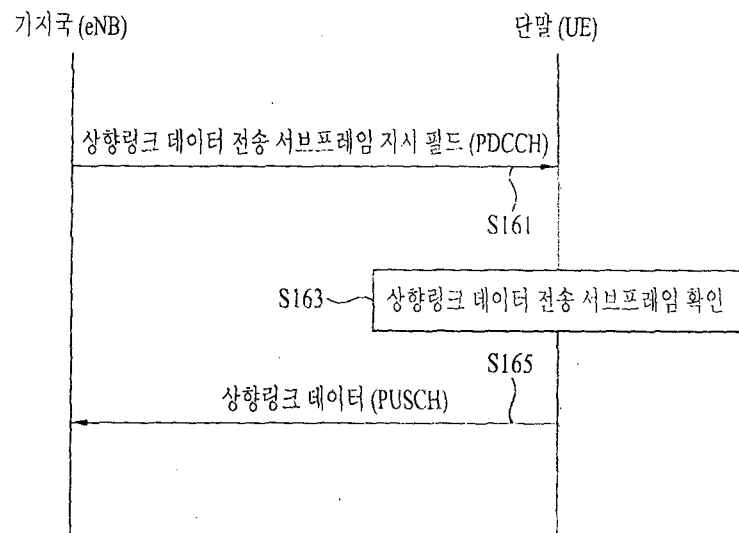
15/21

[도 15]



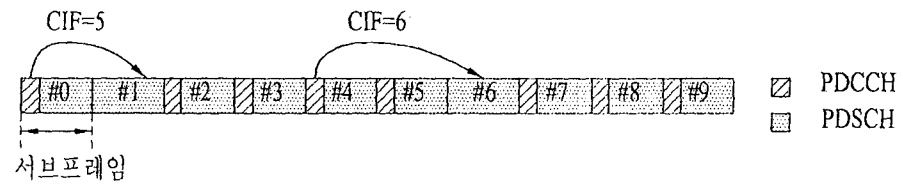
16/21

[도 16]



17/21

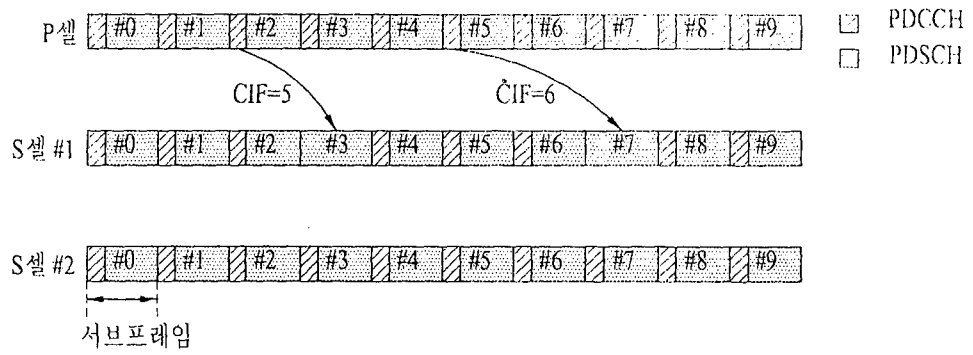
[도 17]



18/21

[도 18]

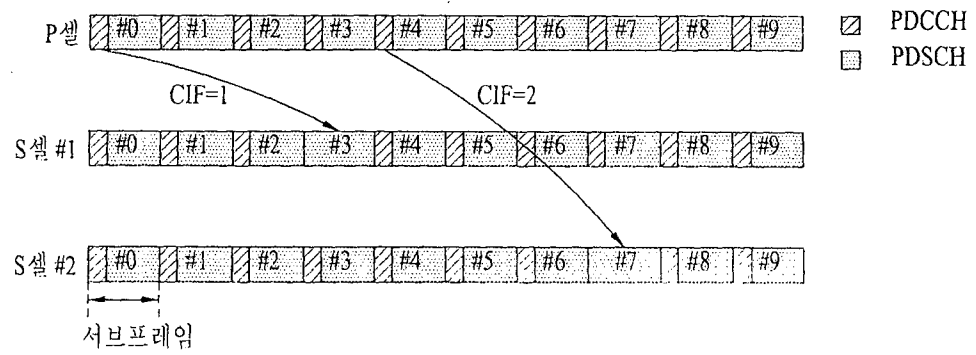
셀 인덱스(또는 캐리어 지시) = S셀 #1



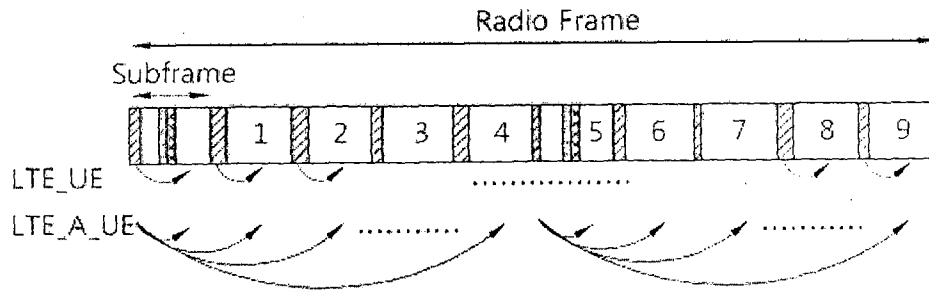
19/21

[도 19]

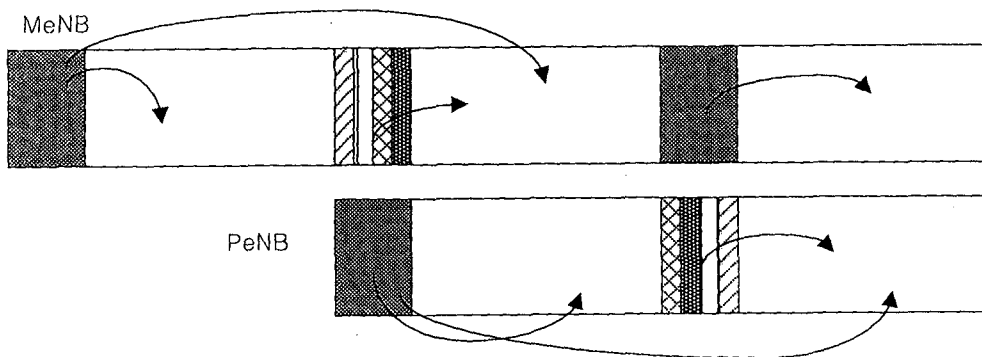
스케줄된 서브프레임 == 3



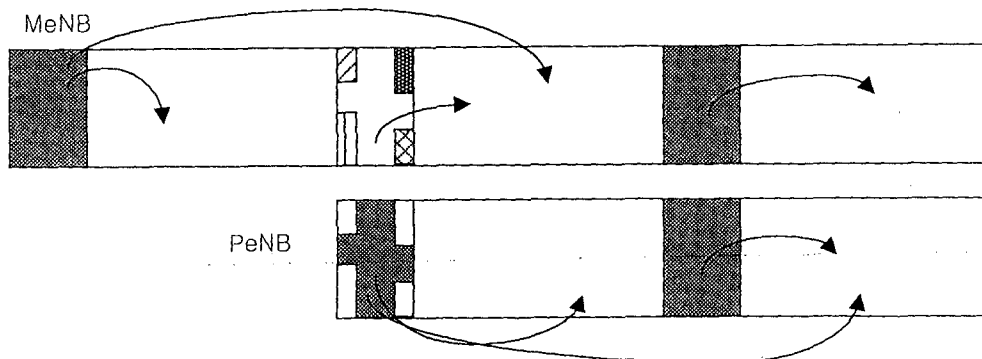
[도 20]



[도 21]



[도 22]



21/21

[도 23]

