(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2010 년 11 월 18 일 (18.11.2010)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2010/131927 A2

(51) 국제특허분류:
H04B 7/26 (2006.01) *H04L 27/26* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2010/003068

(22) 국제출원일: 2010 년 5 월 14 일 (14.05.2010)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:

61/178,053	2009 년 5 월 14 일 (14.05.2009)	US
61/285,547	2009 년 12 월 11 일 (11.12.2009)	US
61/285,550	2009 년 12 월 11 일 (11.12.2009)	US
61/292,435	2010 년 1 월 5 일 (05.01.2010)	US
61/298,214	2010 년 1 월 26 일 (26.01.2010)	US
61/307,861	2010 년 2 월 25 일 (25.02.2010)	US
61/309,821	2010 년 3 월 2 일 (02.03.2010)	US
61/318,791	2010 년 3 월 30 일 (30.03.2010)	US
61/323,877	2010 년 4 월 14 일 (14.04.2010)	US
61/327,080	2010 년 4 월 22 일 (22.04.2010)	US
61/328,607	2010 년 4 월 27 일 (27.04.2010)	US
10-2010-0045371	2010 년 5 월 14 일 (14.05.2010)	KR

(71) **출원인** (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.)** [KR/KR]; 서울 영등포구 여의도동 20, 150-721 Seoul (KR).

(72) **발명자; 겸**
(75) **발명자/출원인** (US 에 한하여): **김소연 (KIM, So Yeon)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 엘지연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). **문성호 (MOON, Sung Ho)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 엘지연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). **정재훈 (CHUNG, Jae Hoon)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 엘지연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). **권영현 (KWON, Yeong Hyeon)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 엘지연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). **조한규 (CHO, Han Gyu)** [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1 동 533 번지 엘지연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR).

(74) **대리인**: **양문옥 (YANG, Moon Ock)**; 서울 강남구 역삼동 735-10 삼흥역삼빌딩 2 층 에스앤아이피 국제특허법률사무소, 135-080 Seoul (KR).

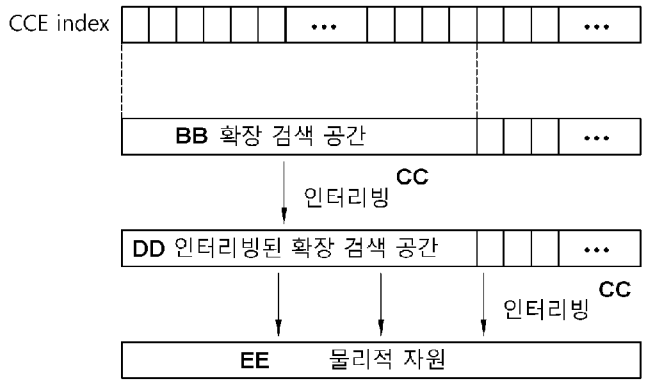
(81) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ,

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: APPARATUS AND METHOD FOR MONITORING CONTROL CHANNEL IN MULTI-CARRIER SYSTEM

(54) **발명의 명칭** : 다중 반송파 시스템에서 제어채널을 모니터링하는 장치 및 방법

[Fig. 15]



BB ... Extended search space
CC ... Interleaving
DD ... Interleaved extended search space
EE ... Physical resource

(57) **Abstract**: Provided are an apparatus and a method for monitoring a control channel in a multi-carrier system. A plurality of sub search spaces within an extended search space corresponds to a plurality of scheduled component carriers, respectively. Each of the plurality of sub search spaces includes a plurality of control channel elements (CCEs), and the CCEs of the plurality of sub search spaces are interleaved with each other within the extended search space.

(57) **요약서**: 다중 반송파 시스템에서 제어채널을 모니터링하는 방법 및 장치가 제공된다. 확장 검색 공간 내의 복수의 서브 검색 공간 각각은 복수의 스케줄링된 요소 반송파 각각에 대응한다. 상기 복수의 서브 검색 공간 각각은 복수의 CCE(control channel element)를 포함하고, 상기 확장 검색 공간내에서 상기 복수의 서브 검색 공간의 CCE 들은 서로 인터리빙된다.

WO 2010/131927 A2

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, 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, RO, RS, RU, 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, 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, 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: 다중 반송파 시스템에서 제어채널을 모니터링하는 장치 및 방법

기술분야

[1] 본 발명은 무선통신에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 무선통신 시스템에서 제어 채널을 모니터링하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 일반적인 무선통신 시스템에서는 상향링크와 하향링크간의 대역폭은 서로 다르게 설정되더라도 주로 하나의 반송파(carrier)만을 고려하고 있다. 반송파는 중심 주파수와 대역폭으로 정의된다. 다중 반송파 시스템은 전체 대역폭보다 작은 대역폭을 갖는 복수의 요소 반송파(component carrier, CC)를 사용하는 것이다.

[3] 다중 반송파 시스템은 기존 시스템과의 하위 호환성(backward compatibility)를 지원할 수 있고, 또한 다중 반송파를 통해 데이터 레이트(data rate)를 크게 높일 수 있는 잇점이 있다.

[4] 3GPP(3rd Generation Partnership Project) TS(Technical Specification) 릴리이즈(Release) 8을 기반으로 하는 LTE(long term evolution)는 유력한 차세대 이동통신 표준이다. 3GPP LTE 시스템은 {1.4, 3, 5, 10, 15, 20}MHz 중 하나의 대역폭(즉, 하나의 CC)만을 지원하는 단일 반송파 시스템니다. 하지만, 3GPP LTE의 진화인 LTE-A(LTE-Advanced) 시스템은 다중 반송파를 도입하고 있다.

[5] 단일 반송파 시스템에서는 단일 반송파를 기준으로 제어채널과 데이터채널이 설계되었다. 하지만, 다중 반송파 시스템에서 단일 반송파 시스템의 채널 구조를 그대로 사용한다면 비효율적일 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[6] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 다중 반송파 시스템에서 제어채널을 모니터링하는 방법 및 장치를 제공하는 데 있다.

[7] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 다중 반송파 시스템에서 제어채널을 전송하는 방법 및 장치를 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

[8] 일 양태에 있어서, 다중 반송파 시스템에서 제어채널을 모니터링하는 방법이 제공된다. 상기 방법은 서브프레임내의 제어영역에서 복수의 서브 검색 공간을 포함하는 확장 검색 공간을 결정하되, 상기 복수의 서브 검색 공간 각각은 복수의 스케줄링된 요소 반송파 각각에 대응하며, 상기 복수의 서브 검색 공간 각각에서 대응하는 스케줄링된 요소 반송파에 대한 하향링크 제어채널을 모니터링하고, 및 성공적으로 디코딩에 성공한 하향링크 제어채널 상으로

스케줄링된 요소 반송파에 대한 하향링크 제어정보를 수신하는 것을 포함하되, 상기 복수의 서브 검색 공간 각각은 복수의 CCE(control channel element)를 포함하고, 상기 확장 검색 공간내에서 상기 복수의 서브 검색 공간의 CCE들은 서로 인터리빙된다.

[9] 상기 복수의 서브 검색 공간의 CCE들은 CCE 집합 레벨 단위로 인터리빙될 수 있다.

[10] 상기 복수의 서브 검색 공간의 CCE들은 인터레이스 형태(interlaced form)으로 인터리빙될 수 있다.

[11] 상기 복수의 서브 검색 공간의 CCE들은 적어도 하나의 CCE 단위로 인터리빙될 수 있다.

[12] 상기 복수의 서브 검색 공간의 복수의 서브그룹으로 나뉘고, 각 서브그룹내에 속하는 서브 검색 공간의 CCE 들이 서로 인터리빙될 수 있다.

[13] 다른 양태에 있어서, 다중 반송파 시스템에서 제어채널을 모니터링하는 단말이 제공된다. 상기 단말은 무선 신호를 송신 및 수신하는 RF부, 및 상기 RF부와 연결되는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는 서브프레임내의 제어영역에서 복수의 서브 검색 공간을 포함하는 확장 검색 공간을 결정하되, 상기 복수의 서브 검색 공간 각각은 복수의 스케줄링된 요소 반송파 각각에 대응하며, 상기 복수의 서브 검색 공간 각각에서 대응하는 스케줄링된 요소 반송파에 대한 하향링크 제어채널을 모니터링하고, 및 성공적으로 디코딩에 성공한 하향링크 제어채널 상으로 스케줄링된 요소 반송파에 대한 하향링크 제어정보를 수신하되, 상기 복수의 서브 검색 공간 각각은 복수의 CCE(control channel element)를 포함하고, 상기 확장 검색 공간내에서 상기 복수의 서브 검색 공간의 CCE들은 서로 인터리빙된다.

발명의 효과

[14] 복수의 요소 반송파에 대한 제어채널이 하나의 서브프레임에서 스케줄링될 수 있어, 제어채널 블록킹(blocking) 확률을 줄일 수 있다. 또한, 확장 검색 공간내에서 디코딩 복잡도를 줄여, 제어채널의 블라인드 디코딩에 따른 부담을 줄이고, 단말의 배터리 소모를 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[15] 도 1은 3GPP LTE에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

[16] 도 2는 3GPP LTE에서 하향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.

[17] 도 3은 상향링크 데이터의 전송을 나타낸 예시도이다.

[18] 도 4는 하향링크 데이터의 수신을 나타낸 예시도이다.

[19] 도 5는 PDCCH의 구성을 나타낸 블록도이다.

[20] 도 6은 PDCCH의 자원 맵핑의 예를 나타낸다.

[21] 도 7은 PDCCH의 모니터링을 나타낸 예시도이다.

[22] 도 8은 다중 반송파의 일 예를 나타낸다.

[23] 도 9는 크로스-반송파 스케줄링의 일 예를 나타낸다.
[24] 도 10은 CC 집합의 일 예를 나타낸다.
[25] 도 11은 CIF 설정의 일 예를 나타낸다.
[26] 도 12는 CIF 설정의 다른 예를 나타낸다.
[27] 도 13은 복수의 서브 검색 공간을 포함하는 확장 검색 공간을 나타낸다.
[28] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 확장 검색 공간을 나타낸다.
[29] 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 검색 공간의 인터리빙을 나타낸다.
[30] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 확장 검색 공간에서의 인터리빙을 나타낸다.
[31] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 확장 검색 공간에서의 인터리빙을 나타낸다.
[32] 도 18은 인터리빙의 동작의 일 예를 나타낸다.
[33] 도 19는 블록 인터리버의 예를 나타낸다.
[34] 도 20은 도 16의 인터리빙을 위한 블록 인터리버의 예를 나타낸다.
[35] 도 21은 오프셋이 설정된 확장 검색 공간에서의 블록 인터리버의 예를 나타낸다.
[36] 도 22는 도 20의 블록 인터리버를 이용한 도 16의 인터리빙을 나타낸다.
[37] 도 23은 블록 인터리버를 이용한 인터리빙의 다른 예를 나타낸다.
[38] 도 24는 블록 인터리버의 출력을 구성하는 다른 예를 보여준다.
[39] 도 25는 도 24의 출력으로부터 인터리빙을 수행하는 예이다.
[40] 도 26은 도 17의 인터리빙을 위한 블록 인터리버의 예를 나타낸다.
[41] 도 27은 도 26의 블록 인터리버를 이용한 인터리빙을 나타낸다.
[42] 도 28은 인터리빙된 CCE 인덱스를 이용한 인터리빙의 일 예를 나타낸다.
[43] 도 29는 인터리빙된 CCE 인덱스를 이용한 인터리빙의 다른 예를 나타낸다.
[44] 도 30은 본 발명의 실시예가 구현되는 무선통신 시스템을 나타낸 블록도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[45] 단말(User Equipment, UE)은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, MS(mobile station), MT(mobile terminal), UT(user terminal), SS(subscriber station), 무선기기(wireless device), PDA(personal digital assistant), 무선 모뎀(wireless modem), 휴대기기(handheld device) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.

[46] 기지국은 일반적으로 단말과 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.

[47] 각 기지국은 특정한 지리적 영역(일반적으로 셀이라고 함)에 대해 통신 서비스를 제공한다. 셀은 다시 다수의 영역(섹터라고 함)으로 나누어질 수 있다.

[48] 이하에서 하향링크(downlink, DL)는 기지국에서 단말로의 통신을 의미하며, 상향링크(uplink, UL)는 단말에서 기지국으로의 통신을 의미한다. 하향링크에서

전송기는 기지국의 일부분일 수 있고, 수신기는 단말의 일부분일 수 있다. 상향링크에서 전송기는 단말의 일부분일 수 있고, 수신기는 기지국의 일부분일 수 있다.

[49] 도 1은 3GPP LTE에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다. 이는 3GPP TS 36.211 V8.5.0 (2008-12) "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 8)"의 6절을 참조할 수 있다. 무선 프레임(radio frame)은 0~9의 인덱스가 매겨진 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 하나의 서브 프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라 하고, 예를 들어 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다.

[50] 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심벌을 포함할 수 있다. OFDM 심벌은 3GPP LTE가 하향링크에서 OFDMA(orthogonal frequency division multiple access)를 사용하므로, 시간 영역에서 하나의 심벌 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것에 불과할 뿐, 다중 접속 방식이나 명칭에 제한을 두는 것은 아니다. 예를 들어, OFDM 심벌은 SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 심벌, 심벌 구간 등 다른 명칭으로 불릴 수 있다.

[51] 하나의 슬롯은 7 OFDM 심벌을 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, CP(Cyclic Prefix)의 길이에 따라 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심벌의 수는 바뀔 수 있다. 3GPP TS 36.211 V8.5.0 (2008-12)에 의하면, 노멀 CP에서 1 서브프레임은 7 OFDM 심벌을 포함하고, 확장(extended) CP에서 1 서브프레임은 6 OFDM 심벌을 포함한다.

[52] PSS(Primary Synchronization Signal)은 첫번째 슬롯(첫번째 서브프레임(인덱스 0인 서브프레임)의 첫번째 슬롯)과 11번째 슬롯(여섯번째 서브프레임(인덱스 5인 서브프레임)의 첫번째 슬롯)의 마지막 OFDM 심벌에 전송된다. PSS는 OFDM 심벌 동기 또는 슬롯 동기를 얻기 위해 사용되고, 물리적 셀 ID(identity)와 연관되어 있다. PSC(Primary Synchronization code)는 PSS에 사용되는 시퀀스이며, 3GPP LTE는 3개의 PSC가 있다. 셀 ID에 따라 3개의 PSC 중 하나를 PSS로 전송한다. 첫번째 슬롯과 11번째 슬롯의 마지막 OFDM 심벌 각각에는 동일한 PSC를 사용한다.

[53] SSS(Secondary Synchronization Signal)은 제1 SSS와 제2 SSS를 포함한다. 제1 SSS와 제2 SSS는 PSS가 전송되는 OFDM 심벌에 인접한 OFDM 심벌에서 전송된다. SSS는 프레임 동기를 얻기 위해 사용된다. SSS는 PSS와 더불어 셀 ID를 획득하는데 사용된다. 제1 SSS와 제2 SSS는 서로 다른 SSC(Secondary Synchronization Code)를 사용한다. 제1 SSS와 제2 SSS가 각각 31개의 부반송파를 포함한다고 할 때, 길이 31인 2개의 SSC가 각각 시퀀스가 제1 SSS와 제2 SSS에 사용된다.

[54] PBCH(Physical Broadcast Channel)은 첫번째 서브프레임의 두번째 슬롯의 앞선

4개의 OFDM 심벌에서 전송된다. PBCH는 단말이 기지국과 통신하는데 필수적인 시스템 정보를 나르며, PBCH를 통해 전송되는 시스템 정보를 MIB(master information block)라 한다. 이와 비교하여, PDCCH(physical downlink control channel)에 의해 지시되는 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel) 상으로 전송되는 시스템 정보를 SIB(system information block)라 한다.

[55] 3GPP TS 36.211 V8.5.0 (2008-12)에 개시된 바와 같이, LTE에서 물리채널은 데이터 채널인 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)와 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel) 및 제어채널인 PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 및 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)로 나눌 수 있다.

[56] 도 2는 3GPP LTE에서 하향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다. 서브 프레임은 시간 영역에서 제어영역(control region)과 데이터영역(data region)으로 나누어진다. 제어영역은 서브프레임내의 첫번째 슬롯의 앞선 최대 3 OFDM 심벌을 포함하나, 제어영역에 포함되는 OFDM 심벌의 개수는 바뀔 수 있다. 제어영역에는 PDCCH가 할당되고, 데이터영역에는 PDSCH가 할당된다.

[57] 자원블록(resource block, RB)은 자원 할당 단위로, 하나의 슬롯에서 복수의 부반송파를 포함한다. 예를 들어, 하나의 슬롯이 시간 영역에서 7 OFDM 심벌을 포함하고, 자원블록은 주파수 영역에서 12 부반송파를 포함한다면, 하나의 자원블록은 7×12개의 자원요소(resource element, RE)를 포함할 수 있다.

[58] 서브프레임의 첫번째 OFDM 심벌에서 전송되는 PCFICH는 서브프레임내에서 제어채널들의 전송에 사용되는 OFDM 심벌의 수(즉, 제어영역의 크기)에 관한 CFI(control format indicator)를 나른다. 단말은 먼저 PCFICH 상으로 CFI를 수신한 후, PDCCH를 모니터링한다.

[59] PHICH는 상향링크 HARQ(hybrid automatic repeat request)를 위한 ACK(positive-acknowledgement)/ NACK(negative-acknowledgement) 신호를 나른다. 단말에 의해 전송되는 상향링크 데이터에 대한 ACK/NACK 신호는 PHICH 상으로 전송된다.

[60] PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(downlink control information, DCI)라고 한다. DCI는 PDSCH의 자원 할당(이를 하향링크 그랜트라고도 한다), PUSCH의 자원 할당(이를 상향링크 그랜트라고도 한다), 임의의 UE 그룹내 개별 UE들에 대한 전송 파워 제어 명령의 집합 및/또는 VoIP(Voice over Internet Protocol)의 활성화를 포함할 수 있다.

[61] 도 3은 상향링크 데이터의 전송을 나타낸 예시도이다. 단말은 하향링크 서브프레임에서 PDCCH를 모니터링하여, 상향링크 자원 할당을 PDCCH(101) 상으로 수신한다. 단말은 상기 상향링크 자원 할당을 기반으로 하여 구성되는 PUSCH(102) 상으로 상향링크 데이터 패킷을 전송한다.

[62] 도 4는 하향링크 데이터의 수신을 나타낸 예시도이다. 단말은 PDCCH(151)에

의해 지시되는 PDSCH(152) 상으로 하향링크 데이터 패킷을 수신한다. 단말은 하향링크 서브프레임에서 PDCCH를 모니터링하여, 하향링크 자원 할당를 PDCCH(151) 상으로 수신한다. 단말은 상기 하향링크 자원 할당이 가리키는 PDSCH(152)상으로 하향링크 데이터 패킷을 수신한다.

[63] 도 5는 PDCCH의 구성을 나타낸 블록도이다. 기지국은 단말에게 보내려는 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정한 후 DCI에 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 붙이고, PDCCH의 소유자(owner)나 용도에 따라 고유한 식별자(이를 RNTI(Radio Network Temporary Identifier)라고 한다)를 CRC에 마스킹한다(510).

[64] 특정 단말을 위한 PDCCH라면 단말의 고유 식별자, 예를 들어 C-RNTI(Cell-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는, 페이징 메시지를 위한 PDCCH라면 페이징 지시 식별자, 예를 들어 P-RNTI(Paging-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 시스템 정보를 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 위해 RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 복수의 단말에 대한 TPC(transmit power control) 명령을 지시하기 위해 TPC-RNTI가 CRC에 마스킹될 수 있다.

[65] C-RNTI가 사용되면 PDCCH는 해당하는 특정 단말을 위한 제어정보(이를 단말 특정(UE-specific) 제어정보라 함)를 나르고, 다른 RNTI가 사용되면 PDCCH는 셀내 모든 또는 복수의 단말이 수신하는 공용(common) 제어정보를 나른다.

[66] CRC가 부가된 DCI를 인코딩하여 부호화된 데이터(coded data)를 생성한다(520). 인코딩은 채널 인코딩과 레이트 매칭(rate matching)을 포함한다.

[67] 부호화된 데이터는 변조되어 변조 심벌들이 생성된다(530).

[68] 변조심벌들은 물리적인 RE(resource element)에 맵핑된다(540). 변조심벌 각각은 RE에 맵핑된다.

[69] 도 6은 PDCCH의 자원 맵핑의 예를 나타낸다. 이는 3GPP TS 36.211 V8.5.0 (2008-12)의 6.8절을 참조할 수 있다. R0은 제1 안테나의 기준신호, R1은 제2 안테나의 기준신호, R2는 제3 안테나의 기준신호, R3는 제4 안테나의 기준신호를 나타낸다.

[70] 서브프레임내의 제어영역은 복수의 CCE(control channel element)를 포함한다. CCE는 무선채널의 상태에 따른 부호화율을 PDCCH에게 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 단위로, 복수의 REG(resource element group)에 대응된다. REG는 복수의 자원요소(resource element)를 포함한다. CCE의 수와 CCE들에 의해 제공되는 부호화율의 연관 관계에 따라 PDCCH의 포맷 및 가능한 PDCCH의 비트수가 결정된다.

[71] 하나의 REG(도면에서는 쿼드러플릿(quadruplet)으로 표시)는 4개의 RE를 포함하고, 하나의 CCE는 9개의 REG를 포함한다. 하나의 PDCCH를 구성하기 위해 {1, 2, 4, 8}개의 CCE를 사용할 수 있으며, {1, 2, 4, 8} 각각의 요소를 CCE

집합 레벨(aggregation level)이라 한다.

[72] 하나 또는 그 이상의 CCE로 구성된 제어채널은 REG 단위의 인터리빙을 수행하고, 셀 ID(identifier)에 기반한 순환 쉬프트(cyclic shift)가 수행된 후에 물리적 자원에 매핑된다.

[73] 도 7은 PDCCH의 모니터링을 나타낸 예시도이다. 이는 3GPP TS 36.213 V8.5.0 (2008-12)의 9절을 참조할 수 있다. 3GPP LTE에서는 PDCCH의 검출을 위해 블라인드 디코딩을 사용한다. 블라인드 디코딩은 수신되는 PDCCH(이를 PDCCH 후보(candidate)라 함)의 CRC에 원하는 식별자를 디마스킹하여, CRC 오류를 체크하여 해당 PDCCH가 자신의 제어채널인지 아닌지를 확인하는 방식이다. 단말은 자신의 PDCCH가 제어영역내에서 어느 위치에서 어떤 CCE 집합 레벨이나 DCI 포맷을 사용하여 전송되는지 알지 못한다.

[74] 하나의 서브프레임내에서 복수의 PDCCH가 전송될 수 있다. 단말은 매 서브프레임마다 복수의 PDCCH들을 모니터링한다. 여기서, 모니터링이란 단말이 모니터링되는 PDCCH 포맷에 따라 PDCCH의 디코딩을 시도하는 것을 말한다.

[75] 3GPP LTE에서는 블라인드 디코딩으로 인한 부담을 줄이기 위해, 검색 공간(search space)을 사용한다. 검색 공간은 PDCCH를 위한 CCE의 모니터링 집합(monitoring set)이라 할 수 있다. 단말은 해당되는 검색 공간내에서 PDCCH를 모니터링한다.

[76] 검색 공간은 공용 검색 공간(common search space)과 단말 특정 검색 공간(UE-specific search space)로 나뉜다. 공용 검색 공간은 공용 제어정보를 갖는 PDCCH를 검색하는 공간으로 CCE 인덱스 0~15까지 16개 CCE로 구성되고, {4, 8}의 CCE 집합 레벨을 갖는 PDCCH을 지원한다. 하지만 공용 검색 공간에도 단말 특정 정보를 나르는 PDCCH (DCI 포맷 0, 1A)가 전송될 수도 있다. 단말 특정 검색 공간은 {1, 2, 4, 8}의 CCE 집합 레벨을 갖는 PDCCH을 지원한다.

[77] 다음 표 1은 단말에 의해 모니터링되는 PDCCH 후보의 개수를 나타낸다.

[78] 표 1

Search Space Type	Aggregation level L	Size [in CCEs]	Number of PDCCH candidates	DCI formats
UE-specific	1	6	6	0, 1, 1A,1B, 1D, 2, 2A
	2	12	6	
	4	8	2	
	8	16	2	
Common	4	16	4	0, 1A, 1C, 3/3A
	8	16	2	

[79] 검색 공간의 크기는 상기 표 1에 의해 정해지고, 검색 공간의 시작점은 공용 검색 공간과 단말 특정 검색 공간이 다르게 정의된다. 공용 검색 공간의 시작점은 서브프레임에 상관없이 고정되어 있지만, 단말 특정 검색 공간의 시작점은 단말 식별자(예를 들어, C-RNTI), CCE 집합 레벨 및/또는 무선프레임내의 슬롯 번호에 따라 서브프레임마다 달라질 수 있다. 단말 특정 검색 공간의 시작점이 공용 검색 공간 내에 있을 경우, 단말 특정 검색 공간과 공용 검색 공간은 중복될(overlap) 수 있다.

[80] 집합 레벨 $L\in\{1,2,3,4\}$에서 검색 공간 $S^{(L)}_k$는 PDCCH 후보의 집합으로 정의된다. 검색 공간 $S^{(L)}_k$의 PDCCH 후보 m에 대응하는 CCE는 다음과 같이 주어진다.

[81] 수학식 1

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

[82] 여기서, i=0,1,...,L-1, m=0,...,$M^{(L)}$-1, $N_{CCE,k}$는 서브프레임 k의 제어영역내에서 PDCCH의 전송에 사용할 수 있는 CCE의 전체 개수이다. 제어영역은 0부터 $N_{CCE,k}$-1로 넘버링된 CCE들의 집합을 포함한다. $M^{(L)}$은 주어진 검색 공간에서의 CCE 집합 레벨 L에서 PDCCH 후보의 개수이다. 공용 검색 공간에서, Y_k는 2개의 집합 레벨, L=4 및 L=8에 대해 0으로 셋팅된다. 집합 레벨 L의 단말 특정 검색 공간에서, 변수 Y_k는 다음과 같이 정의된다.

[83] 수학식 2

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

[84] 여기서, $Y_{-1}=n_{RNTI}\neq 0$, A=39827, D=65537, k=floor(n_s/2), n_s는 무선 프레임내의 슬롯 번호(slot number)이다.

[85] 단말이 C-RNTI를 이용하여 PDCCH를 모니터링할 때, PDSCH의 전송 모드(transmission mode)에 따라 모니터링할 DCI 포맷과 검색 공간이 결정된다. 다음 표는 C-RNTI가 설정된 PDCCH 모니터링의 예를 나타낸다.

[86] 표 2

전송 모드	DCI 포맷	검색 공간	PDCCH에 따른 PDSCH의 전송모드
모드 1	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	싱글 안테나 포트, 포트 0
	DCI 포맷 1	단말 특정	싱글 안테나 포트, 포트 0
모드 2	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티(transmit diversity)
	DCI 포맷 1	단말 특정	전송 다이버시티
모드 3	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티
	DCI 포맷 2A	단말 특정	CDD(Cyclic Delay Diversity) 또는 전송 다이버시티
모드 4	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티
	DCI 포맷 2	단말 특정	폐루프 공간 다중화(closed-loop spatial multiplexing)
모드 5	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티
	DCI 포맷 1D	단말 특정	MU-MIMO(Multi-user Multiple Input Multiple Output)
모드 6	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	전송 다이버시티
	DCI 포맷 1B	단말 특정	폐루프 공간 다중화
모드 7	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	PBCH 전송 포트의 수가 1이면, 싱글 안테나 포트, 포트 0, 아니면, 전송 다이버시티
	DCI 포맷 1	단말 특정	싱글 안테나 포트, 포트 5
모드 8	DCI 포맷 1A	공용 및 단말 특정	PBCH 전송 포트의 수가 1이면, 싱글 안테나 포트, 포트 0, 아니면, 전송 다이버시티
	DCI 포맷 2B	단말 특정	이중 계층(dual layer) 전송(포트 7 또는 8), 또는 싱 글 안테나 포트, 포트 7 또는 8

[87] DCI 포맷의 용도는 다음 표와 같이 구분된다.

[88] 표 3

DCI 포맷	내 용
DCI 포맷 0	PUSCH 스케줄링에 사용
DCI 포맷 1	하나의 PDSCH 코드워드(codeword)의 스케줄링에 사용
DCI 포맷 1A	하나의 PDSCH 코드워드의 간단(compact) 스케줄링 및 랜덤 액세스 과정에 사용
DCI 포맷 1B	프리코딩 정보를 가진 하나의 PDSCH 코드워드의 간단 스케줄링에 사용
DCI 포맷 1C	하나의 PDSCH 코드워드(codeword)의 매우 간단(very compact) 스케줄링에 사용
DCI 포맷 1D	프리코딩 및 파워 오프셋(pwwer offset) 정보를 가진 하나의 PDSCH 코드워드의 간단 스케줄링에 사용
DCI 포맷 2	폐루프 공간 다중화 모드로 설정된 단말들의 PDSCH 스케줄링에 사용
DCI 포맷 2A	개루프(open-loop) 공간 다중화 모드로 설정된 단말들의 PDSCH 스케줄링에 사용
DCI 포맷 3	2비트 파워 조정(power adjustments)을 가진 PUCCH 및 PUSCH의 TPC 명령의 전송에 사용
DCI 포맷 3A	1비트 파워 조정을 가진 PUCCH 및 PUSCH의 TPC 명령의 전송에 사용

[89] 이제 다중 반송파(multiple carrier) 시스템에 대해 기술한다.

[90] 이제 다중 반송파(multiple carrier) 시스템에 대해 기술한다.

[91] 3GPP LTE 시스템은 하향링크 대역폭과 상향링크 대역폭이 다르게 설정되는 경우를 지원하나, 이는 하나의 요소 반송파(component carrier, CC)를 전제한다. 이는 3GPP LTE는 각각 하향링크와 상향링크에 대하여 각각 하나의 CC가 정의되어 있는 상황에서, 하향링크의 대역폭과 상향링크의 대역폭이 같거나 다른 경우에 대해서만 지원되는 것을 의미한다. 예를 들어, 3GPP LTE 시스템은 최대 20MHz을 지원하고, 상향링크 대역폭과 하향링크 대역폭을 다를 수 있지만, 상향링크와 하향링크에 하나의 CC 만을 지원한다.

[92] 스펙트럼 집성(spectrum aggregation)(또는, 대역폭 집성(bandwidth aggregation), 반송파 집성(carrier aggregation)이라고도 함)은 복수의 CC를 지원하는 것이다. 스펙트럼 집성은 증가되는 수율(throughput)을 지원하고, 광대역 RF(radio frequency) 소자의 도입으로 인한 비용 증가를 방지하고, 기존 시스템과의 호환성을 보장하기 위해 도입되는 것이다. 예를 들어, 20MHz 대역폭을 갖는 반송파 단위의 그래뉼래리티(granularity)로서 5개의 CC가 할당된다면, 최대

100Mhz의 대역폭을 지원할 수 있는 것이다.

[93] 스펙트럼 집성은 집성이 주파수 영역에서 연속적인 반송파들 사이에서 이루어지는 인접(contiguous) 스펙트럼 집성과 집성이 불연속적인 반송파들 사이에 이루어지는 비인접(non-contiguous) 스펙트럼 집성으로 나눌 수 있다. 하향링크과 상향링크 간에 집성되는 CC들의 수는 다르게 설정될 수 있다. 하향링크 CC 수와 상향링크 CC 수가 동일한 경우를 대칭적(symmetric) 집성이라고 하고, 그 수가 다른 경우를 비대칭적(asymmetric) 집성이라고 한다.

[94] CC의 크기(즉 대역폭)는 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 70MHz 대역의 구성을 위해 5개의 CC들이 사용된다고 할 때, 5MHz carrier (CC #0) + 20MHz carrier (CC #1) + 20MHz carrier (CC #2) + 20MHz carrier (CC #3) + 5MHz carrier (CC #4)과 같이 구성될 수도 있다.

[95] 도 8은 다중 반송파의 일 예를 나타낸다. DL CC와 UL CC가 각각 3개씩 있으나, DL CC와 UL CC의 개수에 제한이 있는 것은 아니다. 각 DL CC에서 PDCCH와 PDSCH가 독립적으로 전송되고, 각 UL CC에서 PUCCH와 PUSCH가 독립적으로 전송된다.

[96] 이하에서, 다중 반송파(multiple carrier) 시스템이라 함은 스펙트럼 집성을 기반으로 하여 다중 반송파를 지원하는 시스템을 말한다. 다중 반송파 시스템에서 인접 스펙트럼 집성 및/또는 비인접 스펙트럼 집성이 사용될 수 있으며, 또한 대칭적 집성 또는 비대칭적 집성 어느 것이나 사용될 수 있다.

[97] 다중 반송파 시스템에서, DL CC와 UL CC간의 링키지(linkage)가 정의될 수 있다. 링키지는 하향링크 시스템 정보에 포함되어 있는 EARFCN 정보를 통해 구성될 수 있으며, 고정된 DL/UL Tx/Rx separation 관계를 이용해 구성된다. 링키지는 UL 그랜트를 나르는 PDCCH가 전송되는 DL CC와 상기 UL 그랜트를 사용하는 UL CC간의 맵핑 관계를 말한다. 또는, 링키지는 HARQ를 위한 데이터가 전송되는 DL CC(또는 UL CC)와 HARQ ACK/NACK 신호가 전송되는 UL CC(또는 DL CC)간의 맵핑 관계일 수도 있다. 링키지 정보는 RRC 메시지와 같은 상위계층 메시지나 시스템 정보의 일부로써 기지국이 단말에게 알려줄 수 있다. DL CC와 UL CC간의 링키지는 고정될 수도 있지만, 셀간/단말간 변경될 수 있다.

[98] 분할 코딩(separate coding)된 PDCCH는 PDCCH가 하나의 반송파에 대한 PDSCH/PUSCH를 위한 자원 할당과 같은 제어정보를 나를 수 있는 것을 말한다. 즉, PDCCH와 PDSCH, PDCCH와 PUSCH가 각각 1:1 로 대응된다. 조인트 코딩(joint coding)된 PDCCH는 하나의 PDCCH가 복수의 CC의 PDSCH/PUSCH를 위한 자원 할당을 나를 수 있는 것을 말한다. 하나의 PDCCH는 하나의 CC를 통해 전송될 수 있고, 또는 복수의 CC를 통해 전송될 수도 있다.

[99] 이하에서 편의상 하향링크 채널인 PDCCH-PDSCH를 기준으로 분할코딩의 예를 설명하지만, 이는 PDCCH-PUSCH의 관계에도 그대로 적용할 수 있다.

[100] 다중 반송파 시스템에서, CC 스케줄링은 2가지 방법이 가능하다.

[101] 첫번째는 하나의 CC에서 PDCCH-PDSCH 쌍이 전송되는 것이다. 이 CC를 자기-스케줄링(self-secheduling) CC라 한다. 또한, 이는 PUSCH가 전송되는 UL CC는 해당되는 PDCCH가 전송되는 DL CC에 링크된 CC가 됨을 의미한다. 즉, PDCCH는 동일한 CC상에서 PDSCH 자원을 할당하거나, 링크된 UL CC상에서 PUSCH 자원을 할당하는 것이다.

[102] 두번째는, PDCCH가 전송되는 DL CC에 상관없이 PDSCH가 전송되는 DL CC 또는 PUSCH가 전송되는 UL CC가 정해지는 것이다. 즉, PDCCH와 PDSCH가 서로 다른 DL CC에서 전송되거나 PDCCH가 전송된 DL CC와 링키지되지 않은 UL CC를 통해 PUSCH가 전송되는 것이다. 이를 크로스-반송파(cross-carrier) 스케줄링이라 한다. PDCCH가 전송되는 CC를 PDCCH 반송파, 모니터링 반송파 또는 스케줄링(scheduling) 반송파라 하고, PDSCH/PUSCH가 전송되는 CC를 PDSCH/PUSCH 반송파 또는 스케줄링된(scheduled) 반송파라 한다.

[103] 크로스-반송파 스케줄링은 단말 별로 활성화/비활성화될 수 있으며, 크로스-반송파 스케줄링이 활성화된 단말은 CIF가 포함된 DCI를 수신할 수 있다. 단말은 DCI에 포함된 CIF로부터 수신한 PDCCH가 어느 스케줄링된 CC에 대한 제어 정보인지 알 수 있다.

[104] 크로스-반송파 스케줄링에 의해 미리 정의된 DL-UL 링키지는 오버라이딩(overriding)할 수 있다. 즉, 크로스-반송파 반송파 스케줄링은 DL-UL 링키지에 상관없이 링크된 CC가 아닌 다른 CC를 스케줄링할 수 있다.

[105] 도 9는 크로스-반송파 스케줄링의 일 예를 나타낸다. DL CC #1과 UL CC #1이 링크되어 있고, DL CC #2과 UL CC #2이 링크되어 있고, DL CC #3과 UL CC #3이 링크되어 있다고 하자.

[106] DL CC #1의 제1 PDCCH(701)은 동일한 DL CC #1의 PDSCH(702)에 대한 DCI를 나른다. DL CC #1의 제2 PDCCH(711)은 DL CC #2의 PDSCH(712)에 대한 DCI를 나른다. DL CC #1의 제3 PDCCH(721)은 링크되어 있지 않은 UL CC #3의 PUSCH(722)에 대한 DCI를 나른다.

[107] 크로스-반송파 스케줄링을 위해, PDCCH의 DCI는 CIF(carrier indicator field)를 포함할 수 있다. CIF는 DCI를 통해 스케줄링되는 DL CC 또는 UL CC를 지시한다. 예를 들어, 제2 PDCCH(711)는 DL CC #2를 가리키는 CIF를 포함할 수 있다. 제3 PDCCH(721)은 UL CC #3을 가리키는 CIF를 포함할 수 있다.

[108] 또는, 제3 PDCCH(721)의 CIF는 UL CC에 해당하는 CIF 값이 아닌 DL CC에 해당되는 CIF 값으로 알려줄 수 있다. 즉, 제3 PDCCH(721)의 CIF는 UL CC #3과 링크된 DL CC #3을 가리킴으로써, PUSCH가 스케줄링된 UL CC #3을 간접적으로 지시할 수 있다. PDCCH의 DCI가 PUSCH 스케줄링을 포함하고, CIF가 DL CC를 가리키면, 단말은 DL CC와 링크된 UL CC상의 PUSCH 스케줄링임을 판단할 수 있기 때문이다. 이를 통해 제한된 비트 길이 (예, 3bit 길이의 CIF)를 가지는 CIF를 이용해 모든 DL/UL CC를 알려주는 방법보다 많은 개수의 CC를 지시할 수 있는 효과가 있다.

[109] 크로스-반송파 스케줄링을 사용하는 단말은 하나의 스케줄링 CC의 제어영역내에서 동일한 DCI 포맷에 대해 복수의 스케줄링된 CC의 PDCCH를 모니터링하는 것이 필요하다. 예를 들어, 복수의 DL CC들 각각의 전송 모드가 다르면, 각 DL CC에서 다른 DCI 포맷에 대한 복수의 PDCCH를 모니터링할 수 있다. 동일한 전송 모드를 사용하더라도, 각 DL CC의 대역폭이 다르면, 동일한 DCI 포맷하에서 DCI 포맷의 페이로드(payload)의 크기가 달라 복수의 PDCCH를 모니터링할 수 있다.

[110] 결과적으로, 크로스-반송파 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.

[111] 먼저, 다중 반송파 시스템에서, 다음과 같은 용어를 정의한다

[112] UE DL CC 집합 : 단말이 PDSCH를 수신하도록 스케줄링된 DL CC의 집합

[113] UE UL CC 집합 : 단말이 PUSCH를 전송하도록 스케줄링된 UL CC의 집합

[114] PDCCH 모니터링 집합(monitoring set) : PDCCH 모니터링을 수행하는 적어도 하나의 DL CC의 집합. PDCCH 모니터링 집합은 UE DL CC 집합과 같거나, UE DL CC 집합의 부집합(subset)일 수 있다. PDCCH 모니터링 집합은 UE DL CC 집합내의 DL CC들 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또는 PDCCH 모니터링 집합은 UE 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.

[115] UE DL CC 집합, UE UL CC 집합 및 PDCCH 모니터링 집합은 셀-특정적(cell-specific) 또는 단말-특정적(UE-specific)으로 설정될 수 있다.

[116] 도 10은 CC 집합의 일 예를 나타낸다. UE DL CC 집합으로 DL CC 4개 (DL CC #1, #2, #3, #4), UE UL CC 집합으로 UL CC 2개 (UL CC #1, #2), PDCCH 모니터링 집합으로 DL CC 2개 (DL CC #2, #3)가 단말에 할당되었다고 하자.

[117] PDCCH 모니터링 집합 내의 DL CC #2는 UE DL CC 집합내의 DL CC #1/#2의 PDSCH에 대한 PDCCH와 UE UL CC 집합내의 UL CC #1의 PUSCH에 대한 PDCCH를 전송한다. PDCCH 모니터링 집합 내의 DL CC #3은 UE DL CC 집합 내의 DL CC #3/#4의 PDSCH에 대한 PDCCH와 UE UL CC 집합내의 UL CC #2의 PUSCH에 대한 PDCCH를 전송한다.

[118] UE DL CC 집합, UE UL CC 집합 및 PDCCH 모니터링 집합에 포함되는 CC들간에 링키지가 설정될 수 있다. 도 10의 예에서, 스케줄링 CC인 DL CC #2와 스케줄링된 CC인 DL CC #1간에 PDCCH-PDSCH 링키지가 설정되고, DL CC #2와 UL CC #1은 PDCCH-PUSCH 링키지가 설정되는 것이다. 또한, 스케줄링 CC인 DL CC #3과 스케줄링된 CC인 DL CC #4간에 PDCCH-PDSCH 링키지가 설정되고, DL CC #3과 UL CC #2은 PDCCH-PUSCH 링키지가 설정되는 것이다. 이와 같은 스케줄링 CC에 관한 정보 또는 PDCCH-PDSCH/PUSCH 링키지 정보는

셀 특정 시그널링 또는 단말-특정 시그널링을 통해 기지국이 단말에게 알려줄 수 있다.

[119] 또는, PDCCH 모니터링 집합내의 DL CC들 각각에 대해 DL CC와 UL CC 양자를 링크시키지 않을 수 있다. PDCCH 모니터링 집합내의 DL CC와 UE DL CC 집합내의 DL CC를 링크시킨 후, PUSCH 전송을 위한 UL CC는 UE DL CC 집합내의 DL CC에 링크된 UL CC로 한정할 수 있다.

[120] UE DL CC 집합, UE UL CC 집합 및 PDCCH 모니터링 집합의 링키지에 따라 CIF가 다르게 설정될 수 있다.

[121] 도 11은 CIF 설정의 일 예를 나타낸다. 4개의 DL CC가 있고, 0부터 3의 인덱스(i)가 매겨져 있다. 또한 2개의 UL CC가 있고, 각각 0, 1의 인덱스(j)가 매겨져 있다. UE DL CC 집합, UE UL CC 집합 및 PDCCH 모니터링 집합의 링키지는 도 10의 예와 같다.

[122] DL CC #2의 제1 PDCCH(801)는 DL CC #1의 PDSCH(802)를 가리킨다. 제1 PDCCH(801) 내의 CIF는 0으로, DL CC #1의 인덱스를 가리킨다.

[123] DL CC #2의 제2 PDCCH(811)는 UL CC #1의 PUSCH(812)를 가리킨다. 제2 PDCCH(811) 내의 CIF는 0으로, UL CC #1의 인덱스를 가리킨다. UL CC #1을 가리키기 위해서 CIF 값을 0으로 설정하는 것은 DL CC, UL CC간에 서로 독립적인 CIF 값을 갖는 경우에 해당한다. 부가적으로 DCI에 수신한 DCI가 하향링크 그랜트 인지 상향링크 그랜트 인지를 가리키는 플래그 필드가 제2 PDCCH(811)에 포함될 수 있다. 또는, 제2 PDCCH(811) 내의 CIF는 UL CC #1에 링크된 DL CC를 가리킬 수도 있다. 여기서는, UL CC #1이 DL CC #1 또는 DL CC #2와 링크되어 있으므로, 제2 PDCCH(811) 내의 CIF는 0으로 UL CC #1에 링크된 DL CC #1을 가리키거나, 1로 UL CC #1에 링크된 DL CC #2를 가리킬 수 있다. 단말은 제2 PDCCH(811)가 상향링크 그랜트를 포함하고 있고, DL CC #1 또는 DL CC #2에 링크된 UL CC #1에 대한 PDCCH임을 알 수 있다.

[124] 만약, CIF가 UL CC와 링크된 DL CC를 가리키도록 설정된다면, CIF는 UL CC의 인덱스를 가리킬 필요가 없고, 항상 DL CC의 인덱스를 가리키도록 설정된다. 이는 UL CC의 인덱스는 링크된 DL CC의 인덱스에 따라 결정된다고 할 수도 있다. 단말은 PDCCH내의 자원 할당이 하향링크 그랜트인지 상향링크 그랜트인지에 따라 CIF가 DL CC를 가리키는지 또는 UL CC와 링크된 DL CC를 가리키는지 여부를 알 수 있다.

[125] DL CC #3의 제1 PDCCH(821)는 UL CC #2의 PDSCH(822)를 가리킨다. 제1 PDCCH(821) 내의 CIF는 1으로 설정되어, UL CC #2의 인덱스를 가리킬 수 있고, 또는 2(또는 3)으로 설정되어 UL CC #2에 링크된 DL CC #3(또는 DL CC #4)를 가리킬 수도 있다.

[126] DL CC #3의 제2 PDCCH(831)는 DL CC #4의 PDSCH(832)를 가리킨다. 제1 PDCCH(831) 내의 CIF는 3으로, DL CC #1의 인덱스를 가리킨다.

[127] 도 12는 CIF 설정의 다른 예를 나타낸다. 5개의 DL CC가 있고, PDCCH

모니터링 집합은 DL CC #3과 DL CC #4를 포함한다. 도 11의 실시예와 달리, CIF는 PDCCH가 전송되는 모니터링 CC를 기준으로 상대적인 인덱스 값을 가진다. 즉, 도 11의 실시예에서 CIF 값은 PDCCH가 전송되는 모니터링 CC와 PDCCH-PDSCH/PUSCH 링키지에 상관없이 DL CC #1, #2, #3, #4에 대한 CIF값으로 0, 1, 2, 3을 부여한 것과 달리, 모니터링 CC를 기준으로 상대적인 CIF값을 각각 부여하는 방법이다.

[128] DL CC #3에 링크되는 스케줄링된 DL CC는 DL CC #1, DL CC #2 및 DL CC #3이다. DL CC #3, #1, #2에 CIF를 위한 인덱스로 각각 0, 1, 2을 지정한다. DL CC #4에 링크되는 스케줄링된 DL CC는 DL CC #4, DL CC #5이다. 따라서, DL CC #4, #5에는 CIF를 위한 인덱스로 각각 0, 1을 지정한다.

[129] 모니터링 CC를 기준으로 각 스케줄링 CC에게 올림차순으로 CIF를 할당하는 것을 보이고 있으나, 내림차순으로 CIF가 할당될 수 있다.

[130] DL CC #3의 제1 PDCCH(901)는 DL CC #3의 PDSCH(902)를 가리킨다. 제1 PDCCH(901) 내의 CIF는 0이다. DL CC #3의 제2 PDCCH(911)는 DL CC #2의 PDSCH(912)를 가리킨다. 제2 PDCCH(911) 내의 CIF는 1이다. DL CC #3의 제3 PDCCH(921)는 DL CC #1의 PDSCH(922)를 가리킨다. 제3 PDCCH(921) 내의 CIF는 2이다.

[131] DL CC #4의 제1 PDCCH(951)는 DL CC #4의 PDSCH(952)를 가리킨다. PDCCH(951) 내의 CIF는 0이다. DL CC #4의 제2 PDCCH(961)는 DL CC #5의 PDSCH(962)를 가리킨다. 제2 PDCCH(961) 내의 CIF는 1이다.

[132] 모니터링 CC를 기준으로 CIF 값을 설정함으로써, 전체 DL CC의 개수를 나타내는 비트 수 보다 적은 비트 수로도 모든 DL CC를 CIF가 가리킬 수 있다.

[133] 이와 같이 PDCCH 모니터링 CC와 DL-UL 링키지별로 CIF값을 독립적으로 할당하는 방법은 제한된 비트 길이를 가지는 CIF로 보다 많은 CC를 가리킬 수 있게 하는 장점이 있다.

[134] CIF가 PUSCH를 위한 UL CC를 지시하기 위해서도, 모니터링 CC를 기준으로 할 수 있다. 또는, UL CC는 전술한 바와 같이 링크된 DL CC를 CIF가 지시함으로써 간접적으로 알려줄 수 있다.

[135] 이제 본 발명의 실시예에 따른 확장(extended) 검색 공간에 대해 기술한다.

[136] 표 1에 나타난 바와 같이, 3GPP LTE 시스템에서 단말 특정 검색 공간은 집합 레벨 1 및 2 각각에서 6개의 PDCCH 후보를 정의하고, 집합 레벨 4 및 8 각각에서 2개의 PDCCH 후보를 정의한다. 공용 검색 공간은 집합 레벨 4에서 4개의 PDCCH 후보를 정의하고, 집합 레벨 8에서 2개의 PDCCH 후보를 정의한다. 이는 싱글 반송파를 기반으로 한 것으로, PDCCH-PDSCH가 전송되는 CC가 동일한 경우이다.

[137] 크로스-반송파 스케줄링이 가능한 다중 반송파 시스템에서는 하나의 DL CC를 통해 한 단말이 수신할 복수의 PDCCH가 전송될 수 있기 때문에, 기존 PDCCH 후보의 개수만으로는 상기 복수의 PDCCH가 스케줄링되지 못하거나 PDCCH

블록킹 확률이 높아지게 된다. 기존 3GPP LTE 보다 많은 수의 PDCCH가 전송되어야 함에도 불구하고, PDCCH 후보의 개수로 인해 하나의 DL CC로 보낼 수 있는 PDCCH의 개수에는 제한되기 때문이다. 이에 따라, 복수의 PDCCH를 스케줄링하기 위한 유연성(flexibility)이 떨어지고, PDCCH 블록킹 확률(blocking probability)이 높아질 수 있다. PDCCH 블록킹 확률은 복수의 단말간에 검색 공간이 중복되어 PDCCH 스케줄링이 되지 못하는 확률을 말한다.

[138] 더구나, 이종 네트워크(heterogeneous network)와 같은 멀티 셀(multi-cell) 환경에서 간섭 조정(interference coordination)을 위해 PDCCH가 없는 PDCCH-less CC가 존재하면, 특정 DL CC에 많은 수의 PDCCH가 집중될 수 있다. 기존의 검색 공간의 크기만으로는 보다 많은 수의 PDCCH를 제어영역 내에서 스케줄링하기 힘들 수 있다.

[139] 다중 반송파 시스템에서 크로스-반송파 스케줄링이 사용될 때, 부족한 검색 공간의 크기를 확장하기 위해 확장 검색 공간이 제안된다.

[140] 크로스-반송파 스케줄링이 사용되면, 하나의 DL CC에서 한 단말에 대한 복수의 PDCCH가 전송될 수 있다. 이에 필요한, 단말 특정 검색 공간을 확보하기 위해 각 집합 레벨에서 PDCCH 후보의 개수를 증가시켜, 검색 공간의 크기를 증가시킬 수 있다. 이를 기존 검색 공간과 비교하여 확장 검색 공간이라 한다.

[141] 다음 표 4와 5는 증가된 검색 공간의 예를 나타낸다.

[142] 표 4

Search Space Type	Aggregation level L	Size [in CCEs]	Number of PDCCH candidates
UE-specific	1	12	12
	2	24	12
	4	16	4
	8	32	4

[143] 표 5

Search Space Type	Aggregation level L	Size [in CCEs]	Number of PDCCH candidates
UE-specific	1	10	10
	2	20	10
	4	12	3
	8	24	3

[144] 상기 표들에서, PDCCH 후보의 개수와 검색 공간의 크기는 예시에 불과하다.

[145] 증가된 PDCCH 후보의 개수는 증가된 검색 공간이 제공된다는 것을 의미한다.

각 집합 레벨에서 증가되는 PDCCH 후보의 개수는 각 단말의 반송파 집성 역량(carrier aggregation capability), 블라인드 디코딩 역량(blind decoding capability), 단말 카테고리 및/또는 상위계층에 의한 설정에 따라 달라질 수 있다.

[146] RRC 메시지와 같은 단말 특정 시그널링 및/또는 반송파 할당 정보에 따라 검색 공간의 크기가 가변될 수 있다. 또는, UE DL CC 집합에 포함되는 DL CC의 개수, UE UL CC 집합에 포함되는 UL CC의 개수, 및 DL-UL 링키지 여부에 따라 검색 공간의 크기가 가변될 수 있다. 특정 DL CC에서 상향링크 그랜트 및 하향링크 그랜트가 모두 전송될 수 있는지 또는 양자 중 하나만 전송될 수 있는지 여부에 따라 검색 공간의 크기가 가변될 수 있다.

[147] UE DL CC 집합 내의 DL CC의 개수를 N, UE UL CC 집합내의 UL CC의 개수를 M이라 하자. N과 M은 기지국이 단말에게 RRC 시그널링을 통해 알려줄 수 있다.

[148] 표 6은 검색 공간의 크기가 가변되는 일 예를 나타낸다.

[149] 표 6

Search Space Type	Aggregation level L	Size [in CCEs]	Number of PDCCH candidates
UE-specific	1	1×6×C	6×C
	2	2×6×C	6×C
	4	4×6×C	2×C
	8	8×6×C	2×C

[150] 상기 C는 N 및 M을 기반으로 정의될 수 있다. 일 예로, C는 N과 M 중 큰 값으로 설정될 수 있다. 다른 예로 항상 N≥M인 경우 C=N으로 설정될 수 있다. 또 다른 예로, C=N+M으로 설정될 수 있다. 또 다른 예로, C는 반송파 집성 역량, 블라인드 디코딩 역량 및 단말 카테고리 중 적어도 어느 하나에 종속하여 결정될 수 있다.

[151] 표 7은 임의의 파라미터 i,j를 이용하여 검색 공간의 크기가 가변되는 일 예를 나타낸다.

[152] 표 7

Search Space Type	Aggregation level L	Size [in CCEs]	Number of PDCCH candidates
UE-specific	1	1×i×C	i×C
	2	2×i×C	i×C
	4	4×j×C	j×C
	8	8×j×C	j×C

[153] 상기 i,j는 반송파 집성 역량, 블라인드 디코딩 역량 및 단말 카테고리 중 적어도

어느 하나에 종속하여 결정될 수 있다.

[154] PDCCH 모니터링 집합과 링크된 UE DL CC 집합 및/또는 UE UL CC 집합이 있다고 할 때, 링키지에 기반하여 좀더 효율적으로 확장 검색 공간이 정의될 수 있다.

[155] Qm를 PDCCH 모니터링 집합 내의 CC의 전체 개수, Qd를 UE DL CC 집합내의 CC의 전체 개수, Qu를 UE UL CC 집합내의 CC의 전체 개수라 하고, q를 PDCCH 모니터링 집합 내의 CC 인덱스라 하면, q=0,1, ..., Qm-1이다.

[156] 표 8은 파라미터 X를 이용하여 검색 공간의 크기가 가변되는 일 예를 나타낸다.

[157] 표 8

Search Space Type	Aggregation level L	Size [in CCEs]	Number of PDCCH candidates
UE-specific	1	1×6×X	6×X
	2	2×6×X	6×X
	4	4×2×X	2×X
	8	8×2×X	2×X

[158] X=round(Qd/Qm), X=ceil(Qd/Qm) 또는 X=floor(Qd/Qm)으로 정의될 수 있다. round(x)는 x를 반올림한 정수를 출력하는 함수이다. ceil(x)는 x보다 크거나 같은 정수 중에서 최소값을 출력하는 함수이다. floor(x)는 x보다 작거나 같은 정수 중에서 최대값을 출력하는 함수이다.

[159] 표 9는 임의의 파라미터 i,j를 이용하여 검색 공간의 크기가 가변되는 일 예를 나타낸다.

[160] 표 9

Search Space Type	Aggregation level L	Size [in CCEs]	Number of PDCCH candidates
UE-specific	1	1×i×X	i×X
	2	2×i×X	i×X
	4	4×j×X	j×X
	8	8×j×X	j×X

[161] 상기 i,j는 확장 검색 공간을 정의하기 위한 상수들이다.

[162] X는 PDCCH 모니터링 집합 내의 모니터링 CC마다 정의될 수 있다. 인덱스 q를 갖는 모니터링 CC의 X를 Xq라 하자. Xq는 q번째 PDCCH CC에서 스케줄링할 수 있는 PDSCH CC의 수일 수 있다. 표 8 및 9의 X는 Xq로 대체될 수 있다. Xq는 인덱스 q인 모니터링 CC에 링크되는 DL CC의 개수 또는 인덱스 q인 모니터링 CC에 링크되는 UL CC의 개수로 나타낼 수 있다. 예를 들어, 도 11에 나타난 CC

집합의 구성에서, 모니터링 CC는 DL CC #2이고, DL CC #3이다. 각각 q=0, q=1이라 할 때, X_1=2, X_2=2이다. 도 12에 나타난 CC 집합의 구성에서, 모니터링 CC는 DL CC #3이고, DL CC #4이다. 각각 q=0, q=1이라 할 때, X_1=3, X_2=2이다.

[163] 또는, Xq는 인덱스 q를 갖는 모니터링 CC에서 스케줄링될 수 있는 DL CC 또는 UL CC와의 링키지에 의해 정의될 수 있다. X^dq를 인덱스 q를 갖는 모니터링 CC에서 스케줄링될 수 있는 DL CC의 수, X^uq를 인덱스 q를 갖는 모니터링 CC에서 스케줄링될 수 있는 UL CC의 수라 할 때, Xq=X^dq+X^uq로 정의될 수 있다. 또는 Xq는 X^dq 및 X^uq 중 큰 값으로 설정될 수 있다. 도 11에 나타난 CC 집합의 구성에서, X^d_0=2, X^u_0=1, X^d_1=2, X^u_1=1이다.

[164] 모니터링 CC에 대한 파라미터 Xq를 기반으로 PDCCH 후보의 개수를 조정함으로써, 제어영역내에서 스케줄링되는 PDCCH의 개수에 맞추어 확장 검색 공간의 크기를 조절할 수 있다.

[165] 확장 검색 공간의 크기는 C·$M^{(L)}$·L로 나타낼 수 있다. C는 PDCCH 모니터링 CC에서 스케줄링될 수 있는 스케줄링된 CC의 개수이고, $M^{(L)}$은 CCE 집합 레벨 L에서 PDCCH 후보의 개수이다.

[166] 이제 확장 검색 공간내에서 각 CC별로 검색 공간을 나누는 방법에 대해 기술한다.

[167] 확장 검색 공간은 단말 특정 검색 공간으로써, 그 시작점은 기존 3GPP LTE와 동일하게 정의될 수 있다. 확장 검색 공간내에서 단말은 복수의 CC에 대한 복수의 PDCCH를 모니터링하므로, 확장 검색 공간내에서 각 CC별로 검색 공간을 나눌 수 있다. 이를 서브(sub) 검색 공간이라 한다.

[168] 서브 검색 공간은 확장 검색 공간내에서 단말이 각 CC에 대한 PDCCH를 모니터링하기 위한 검색 공간이다. 서로 링크되어 있는 DL CC 및 UL CC에 대해 하나의 서브 검색 공간이 정의될 수도 있고, DL CC와 UL CC에 서로 다른 서브 검색 공간이 정의될 수도 있다.

[169] 도 13은 복수의 서브 검색 공간을 포함하는 확장 검색 공간을 나타낸다. k번째 서브프레임의 CCE 열 중 인덱스 4인 CCE에서 확장 검색 공간이 시작된다고 하자.

[170] 확장 검색 공간은 제1 서브 검색 공간, 제2 서브 검색 공간 및 제3 서브 검색 공간을 포함한다. N_1, N_2, N_3는 각 서브 검색 공간의 크기에 따라 정해지는 CCE 인덱스이다. 각 서브 검색 공간은 연속적(consecutive)이다. 따라서, 가장 앞서는 제1 서브 검색 공간(이를 기준 서브 검색 공간이라고 한다)의 시작점이 확장 검색 공간의 시작점과 일치한다고 할 때, 단말이 각 서브 검색 공간의 크기를 안다면, 제2 및 제3 서브 검색 공간의 시작점들을 알 수 있다.

[171] 확장 검색 공간의 시작점은 기존 3GPP LTE와 동일하게 수학식 1과 2에 의해 정의될 수 있다. 기준 서브 검색 공간의 시작점은 확장 검색 공간의 시작점과 동일할 수 있다.

[172] 확장 검색 공간의 시작점 및 서브 검색 공간의 수는 예시에 불과할 뿐, 제한이

아니다. 확장 검색 공간은 복수의 서브 검색 공간을 포함할 수 있다.

[173] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 확장 검색 공간을 나타낸다.

[174] 확장 검색 공간은 제1 서브 검색 공간, 제2 서브 검색 공간 및 제3 서브 검색 공간을 포함한다. 제1 서브 검색 공간으로부터 제1 오프셋(f1) 만큼 떨어져 제2 서브 검색 공간이 정의되고, 제2 서브 검색 공간으로부터 제2 오프셋(f2) 만큼 떨어져 제3 서브 검색 공간이 정의된다.

[175] 확장 검색 공간의 시작점이 CCE 인덱스 20인 CCE이고, CCE 집합 레벨 1에서 각 서브 검색 공간의 크기가 6 CCE, 오프셋이 3이라고 하자. 제1 서브 검색 공간의 시작점이 확장 검색 공간의 시작점과 동일하다고 할 때, 제1 서브 검색 공간은 CCE 인덱스 20~25인 CCE들이다. 제2 서브 검색 공간은 CCE 인덱스 28~33인 CCE들이다. 제3 서브 검색 공간은 CCE 인덱스 36~41인 CCE들이다.

[176] 여기서는, 오프셋을 이전 서브 검색 공간의 끝부터 다음 서브 검색 공간의 처음까지로 예시적으로 나타내고 있으나, 이는 제한이 아니다. 오프셋은 하나의 기준점(예를 들어, 확장 검색 공간의 시작점)으로부터 해당되는 서브 검색 공간의 처음 또는 마지막을 지시할 수 있다. 또는, 오프셋은 이전 서브 검색 공간의 처음부터 다음 서브 검색 공간의 처음까지로 나타낼 수도 있다.

[177] 오프셋은 양의 정수가 아닌 음의 정수로 설정될 수 있다. 오프셋이 음의 정수라 함은 연속하는 적어도 2개의 서브 검색 공간은 서로 중복될 수 있음을 의미한다. 단말의 반송파 역량 및 블라인드 디코딩 역량에 기반하여 기지국은 단말에게 오프셋이 양인지 음인지를 알려줄 수 있다.

[178] 이제 확장 검색 공간을 위한 인터리빙(interleaving)에 대해 기술한다.

[179] 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 검색 공간의 인터리빙을 나타낸다.

[180] 서브프레임의 제어영역내의 PDCCH 전송에 사용될 수 있는 전체 CCE들로부터 확장 검색 공간이 정의된다. 확장 검색 공간내의 CCE들을 인터리빙하여, 인터리빙된 확장 검색 공간을 구성한다. 이를 제1 인터리빙 또는 논리적 인터리빙이라 한다. 인터리빙이 수행되는 CCE열의 길이는 공용 검색 공간을 포함한 길이이거나 포함하지 않은 길이일 수 있다.

[181] 인터리빙된 확장 검색 공간을 포함하는 전체 CCE들을 도 6에 나타난 바와 같이 인터리빙하여 물리적 자원에 맵핑한다. 이를 제2 인터리빙 또는 물리적 인터리빙이라 한다.

[182] 확장 검색 공간은 복수의 CC에 대응하는 복수의 서브 검색 공간을 포함한다. 한정된 자원을 갖는 확장 검색 공간내의 CCE들 중 일부 또는 서브 검색 공간에 단말들의 검색 공간들이 중복되어 스케줄링되거나, CC들의 검색 공간들이 중복되어 스케줄링될 수 있다. 이는 단말들 또는 CC들간 PDCCH 블록킹 확률이 높아질 수 있음을 의미한다. 따라서, 확장 검색 공간내의 CCE들을 인터리빙하여, PDCCH 블록킹 확률을 낮출 수 있다.

[183] 제어영역에 포함되는 CCE의 개수는 서브프레임의 대역폭과 CFI 값에 의해 결정된다. 임의의 서브프레임에서 PDCCH 전송에 사용할 수 있는 CCE들의

개수를 CCE 집합 레벨 L로 나누어, 각 CCE 집합 레벨에서 인터리빙된 확장 검색 공간을 구성할 수 있다.

[184] 인터리빙을 사용하여 검색 공간을 구성할 때, 각 CCE 집합 레벨에 따른 하나의 PDCCH 전송 단위로 인터리빙될 수 있다. PDCCH 전송 단위는 PDDCH 후보의 크기로, 예를 들어, CCE 집합 레벨 1에서 1개의 CCE, CCE 집합 레벨 2에서 2개 CCE, CCE 집합 레벨 4에서 4개 CCE, CCE 집합 레벨 8에서 8개 CCE일 수 있다. 또는 인터리빙 단위는 CCE집합 레벨 별 하나의 PDCCH 전송 단위가 아닌 전체 PDCCH 후보 단위, 즉 하나의 CC에 대한 검색 공간 단위로 인터리빙될 수 있다. 하나의 CC에 대한 검색 공간 단위의 인터리빙은 확장 검색 공간에서 개별 CC들의 서브 검색 공간들의 위치가 서브프레임별로 바뀔 수 있다는 것을 의미한다.

[185] k번째 서브프레임의 확장 검색 공간에 포함되는 CCE의 개수를 P_k라고 할 때, CCE 집합 레벨 L에서 인터리빙 시퀀스(interleaving sequence) I(i)의 길이 IS는 IS=ceil(P_k/L), IS=floor(P_k/L) 또는 IS=round(P_k/L)로 결정될 수 있다. i=0,1,...,IS-1. 또는, P_k는 k번째 서브프레임의 PDCCH 전송에 사용되는 CCE의 전체 개수 $N_{CCE,k}$와 동일하게 설정될 수 있다.

[186] k번째 서브프레임의 확장 검색 공간에 포함되는 RE의 개수를 R_k라고 할 때, CCE 집합 레벨 L에서 인터리빙 시퀀스 I'(i)의 길이 IS는 IS=ceil(R_k/(36*L)), IS=floor(R_k/(36*L)) 또는 IS=round(R_k/(36*L))로 결정될 수 있다.

[187] 설명을 명확히 하기 위해, 이하에서 확장 검색 공간의 시작점은 CCE 인덱스 0이고, 확장 검색 공간은 3개의 서브 검색 공간을 포함한다고 한다. 하지만, 확장 검색 공간의 시작점이나 크기, 확장 검색 공간 내의 서브 검색 공간의 개수는 제한이 아니다.

[188] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 확장 검색 공간에서의 인터리빙을 나타낸다.

[189] 크로스-반송파 스케줄링을 사용하는 단말은 하나의 PDCCH 모니터링 CC에서 스케줄링할 수 있는 하나 이상의 스케줄링된 CC들에 대한 PDCCH를 수신하기 위해 각 CC에 대한 서브 검색 공간을 구성한다. 이때 한 단말이 구성하는 서브 검색 공간들의 전체 구간에 대해서 인터리빙을 수행하는 것이다. 단말은 PDCCH 모니터링 CC의 CCE 열에서 자기-스케줄링 PDCCH에 대한 서브 검색 공간, 크로스-스케줄링 PDCCH에 대한 서브 검색공간들을 구성한다. 이때 각 CC별 서브 검색 공간은 도 16과 같이 연속적으로 구성할 수도 있고, 오프셋을 이용하여 비연속적으로 구성할 수도 있다.

[190] 확장 검색 공간은 CCE 인덱스 0~17인 CCE들을 포함하고, 3개의 서브 검색 공간을 포함한다고 한다. 제1 서브 검색 공간은 CCE 인덱스 0~5인 CCE들을 포함하고, 제2 서브 검색 공간은 CCE 인덱스 6~11인 CCE들을 포함하고, 제3 서브 검색 공간은 CCE 인덱스 12~17인 CCE들을 포함한다. CCE 집합 레벨 L=1이고, 각 서브 검색 공간내의 PDCCH 후보의 개수는 6이라고 한다.

[191] 인터리빙은 각 서브 검색 공간의 CCE들을 인터레이스 형태(interlaced form)로 분배한다. 제1 서브 검색 공간의 CCE -> 제2 서브 검색 공간의 CCE -> 제3 서브 검색 공간의 CCE -> 제1 서브 검색 공간의 CCE와 같은 형태로 각 서브 검색 공간의 CCE들을 서로 엇갈리게 하는 것이다.

[192] 인터리빙은 CCE 집합 레벨 또는 PDCCH 후보의 크기 단위로 수행된다. CCE 집합 레벨 L=1이므로, CCE 1개 단위로 각 서브 검색 공간의 CCE 들이 인터리빙된다.

[193] 이와 같이 전체 CCE열이 아닌 단말 별로 구성하는 확장 검색 공간에 대해서 인터리빙을 적용하는 경우에 인터리빙의 대상이 되는 CCE들은 $(P * M^{(L)} * L)$개가 된다. 여기서, P는 하나의 PDCCH 모니터링 CC에서 스케줄링되는 스케줄링된 CC들의 총 수이며, $M^{(L)}$은 CCE 집합 레벨 L에서 PDCCH 후보의 개수이다. 각 CCE 집합 레벨을 고려한 인터리빙의 대상이 되는 PDCCH 후보들의 수는 $(P * M^{(L)})$과 같다. 각 단말의 특정 CC에 대한 서브 검색 공간은 각 CCE 집합 레벨 별로 구성되기 때문에 인터리빙을 수행할 때도 동일 CCE 집합 레벨을 갖는 서브 검색 공간들간에 수행될 수 있다.

[194] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 확장 검색 공간에서의 인터리빙을 나타낸다. 이는 도 16의 실시예와 비교하여, CCE 집합 레벨 L=4이고, 각 서브 검색 공간내의 PDCCH 후보의 개수는 2이라고 한다. 따라서, CCE 4개 단위로 각 서브 검색 공간의 CCE들이 인터리빙된다.

[195] 도 18은 인터리빙의 동작의 일 예를 나타낸다. 이는 도 16의 CCE 집합 레벨 L=1인 경우의 동작이다.

[196] 서브프레임 k에서, 확장 검색 공간내의 3개의 서브 검색 공간은 서로 인터리빙된다.

[197] 그리고, 서브프레임 k+p(p≥1)에서, 확장 검색 공간내의 3개의 서브 검색 공간은 서브프레임 k에서 인터리빙된 CCE 인덱스보다 하나씩 우측으로 쉬프트되어 인터리빙된다.

[198] 인터리빙은 주기적으로 또는 비주기적으로 쉬프트되어 수행될 수 있다. 쉬프트되는 단위는 CCE 집합 레벨별 하나의 PDCCH 후보이거나 전체 PDCCH 후보들에 대해서 적용될 수 있다.

[199] 도 19는 블록 인터리버의 예를 나타낸다. 인터레이스 형태의 인터리빙은 블록 인터리버(block interleaver)을 이용하여 수행될 수 있다.

[200] 블록 인터리버의 열(column)의 개수는 CCE 집합 레벨 L에서의 PDCCH 후보의 개수이고, 행(row)의 개수는 확장 검색 공간내의 서브 검색 공간의 개수이다. 즉, 블록 인터리버의 행(row)의 개수는 하나의 PDCCH 모니터링 CC에서 스케줄링되는 CC의 개수와 같다고 할 수 있다.

[201] 블록 인터리버로의 입력은 행-방향(row-wise), 출력은 열-방향(column-wise)이다. 하지만, 이는 예시에 불과하고, 블록 인터리버의 행과 열이 역으로 바뀌면, 입력과 출력도 바뀔 수 있다.

[202] 도 20은 도 16의 인터리빙을 위한 블록 인터리버의 예를 나타낸다. 확장 검색 공간은 3개의 서브 검색 공간을 포함하므로, 블록 인터리버의 행의 개수는 3이다. 또한, L=1에서 PDCCH 후보의 개수는 6이므로, 블록 인터리버의 열의 개수는 6이다.

[203] 도 21은 오프셋이 설정된 확장 검색 공간에서의 블록 인터리버의 예를 나타낸다. 도 16의 예는 연속적인 서브 검색 공간을 보여주지만, 각 서브 검색 공간의 오프셋으로 4이 설정된다고 하자. 제1 서브 검색 공간은 CCE 인덱스 0~5인 CCE들을 포함하고, 제2 서브 검색 공간은 CCE 인덱스 9~14인 CCE들을 포함하고, 제3 서브 검색 공간은 CCE 인덱스 18~23인 CCE들을 포함한다. 오프셋 4는 이전 서브 검색 공간의 마지막 CCE 인덱스로부터의 오프셋을 나타낸다. 만약 이전 서브 검색 공간의 처음 CCE 인덱스로부터의 오프셋을 정의하는 경우 오프셋은 9가 될 수도 있다.

[204] 도 22는 도 20의 블록 인터리버를 이용한 도 16의 인터리빙을 나타낸다. 블록 인터리버로의 출력은 열-방향(column-wise)이다. 각 열은 각 서브 검색 공간에 순차적으로 할당된다.

[205] 첫번째 열은 제1 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스이고, 두번째 열은 제2 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스이고, 세번째 열은 제3 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스이다. 네번째 열은 제1 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스이고, 다섯번째 열은 제2 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스이고, 여섯번째 열은 제3 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스이다.

[206] 결과적으로, 각 서브 검색 공간에서의 인터리빙된 CCE 인덱스는 도 16의 인터리빙된 결과와 동일함을 알 수 있다.

[207] 도 23은 블록 인터리버를 이용한 인터리빙의 다른 예를 나타낸다. 확장 검색 공간은 2개의 서브 검색 공간을 포함할 때, 블록 인터리버의 행의 개수는 2이다. L=1에서 PDCCH 후보의 개수는 6일 때, 블록 인터리버의 열의 개수는 6이다.

[208] 첫번째 열은 제1 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스이고, 두번째 열은 제2 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스이다. 세번째 열은 제1 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스이고, 네번째 열은 제2 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스이다. 다섯번째 열은 제1 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스이고, 여섯번째 열은 제2 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스이다.

[209] 도 22 및 23은 블록 인터리버의 출력 열(output column)을 어느 서브 검색 공간에 할당할지에 관한 것이다.

[210] 도 24는 블록 인터리버의 출력을 구성하는 다른 예를 보여준다. 도 20의 블록 인터리버를 이용할 때, 원래(original) CCE 인덱스와 블록 인터리빙 후 CCE 인덱스(즉, 인터리버 출력 CCE 인덱스)를 보여준다.

[211] 도 25는 도 24의 출력으로부터 인터리빙을 수행하는 예이다.

[212] 인터리빙 이전의 CCE 인덱스 0에 해당하는 서브검색공간은 인터리빙 후 CCE 인덱스 0의 위치가 된다. 인터리빙 이전의 CCE 인덱스 6에 있던 서브 검색공간은

인터리빙 후 CCE 인덱스 1의 위치가 된다. 인터리빙 이전의 CCE 인덱스 12에 해당하는 서브검색공간은 인터리빙 후 CCE 인덱스 2의 위치가 된다. 인터리빙 이전의 CCE 인덱스 1에 해당하는 서브검색공간은 인터리빙 후 CCE 인덱스 3의 위치가 된다. 인터리빙 이전의 CCE 인덱스 7에 해당하는 서브검색공간은 인터리빙 후 CCE 인덱스 4의 위치가 된다.

[213] 이런 식으로 인터리버 출원 CCE 인덱스를 원래 CCE 인덱스로 맵핑하면, 도 16의 인터리빙과 동일한 결과를 얻을 수 있다.

[214] 도 26은 도 17의 인터리빙을 위한 블록 인터리버의 예를 나타낸다. 확장 검색 공간은 3개의 서브 검색 공간을 포함하므로, 블록 인터리버의 행의 개수는 3이다. 또한, L=4에서 PDCCH 후보의 개수는 2이므로, 블록 인터리버의 열의 개수는 2이다.

[215] 도 27은 도 26의 블록 인터리버를 이용한 인터리빙을 나타낸다. 블록 인터리버의 출력 CCE 인덱스는 0, 8, 16, 4, 12, 20이고, 인터리빙 이전의 각 PDCCH 후보의 CCE 인덱스는 0, 4, 8, 12, 16, 20이다.

[216] 인터리빙 이전의 CCE 인덱스 0에 해당하는 서브검색공간은 인터리빙 후 CCE 인덱스 0의 위치가 된다. 인터리빙 이전의 CCE 인덱스 8에 해당하는 서브검색공간은 인터리빙 후 CCE 인덱스 4의 위치가 된다. 인터리빙 이전의 CCE 인덱스 16에 해당하는 서브검색공간은 인터리빙 후 CCE 인덱스 8의 위치가 된다. 인터리빙 이전의 CCE 인덱스 4에 해당하는 서브검색공간은 인터리빙 후 CCE 인덱스 12의 위치가 된다. 인터리빙 이전의 CCE 인덱스 12에 해당하는 서브검색공간은 인터리빙 후 CCE 인덱스 16의 위치가 된다. 인터리빙 이전의 CCE 인덱스 20에 해당하는 서브검색공간은 인터리빙 후 CCE 인덱스 20의 위치가 된다.

[217] 전술한 인터리빙의 실시예에서, CCE 단위가 아닌 CCE 집합 단위로 인터리빙이 수행될 수 있다. CCE 집합은 적어도 하나의 CCE를 포함한다. CCE 집합 레벨이 1인 경우에도, CCE 집합 단위로 인터리빙이 수행될 수 있다. CCE 집합 레벨이 4인 경우에도, 4 CCE 가 아닌, m CCE (m=1,2,3,4,5,6,7,8) 단위로 인터리빙이 수행될 수 있다.

[218] 예를 들어, CCE 집합 레벨이 2이고, 6개의 PDCCH 후보가 있다면, 서브 검색 공간은 12개의 CCE를 포함한다. 12개의 CCE를 1, 2, 3,4, 5 또는 6 CCE를 포함하는 CCE 집합 단위로 묶어, 다른 CC의 CCE와 인터리빙이 수행될 수 있다.

[219] CCE 집합 레벨이 4이고, 2개의 PDCCH 후보가 있다면, 서브 검색 공간은 8개의 CCE를 포함한다. 8개의 CCE를 1, 2, 3, 4 또는 8 CCE를 포함하는 CCE 집합 단위로 묶어, 인터리빙이 수행될 수 있다.

[220] CCE 집합 레벨이 8이고, 2개의 PDCCH 후보가 있다면, 서브 검색 공간은 16개의 CCE를 포함한다. 16개의 CCE를 1, 2, 4, 8 또는 16 CCE를 포함하는 CCE 집합 단위로 묶어, 인터리빙이 수행될 수 있다.

[221] 확장 검색 공간 내의 복수의 서브 검색 공간을 서브그룹으로 묶어 서브그룹

단위로 인터리빙이 수행될 수 있다. 예를 들어, 5개의 서브 검색 공간은 제1 및 제2 서브 검색 공간을 포함하는 제1 서브그룹과 제3, 제4 및 제5 서브 검색 공간을 포함하는 제2 서브그룹으로 나뉠 수 있다. 각 서브그룹내의 서브 검색 공간들이 인터리빙되는 것이다. 서브그룹은 서로 다른 CCE 집합 단위로 인터리빙이 수행될 수 있다.

[222] 만약 서로 다른 CCE 집합 레벨에서 동일한 CCE 집합 단위로 인터리빙이 수행된다면, 서로 다른 CCE 집합 레벨 간에도 인터리빙이 수행될 수 있다.

[223] 인터레이스 형태의 확장 검색 공간을 구성하는 방법을 수식적으로 표현할 수 있다. 하나의 PDCCH 모니터링 CC에서 전송되는 스케줄링된 CC의 수를 P (p=0,1,…,P-1)라고 했을 때, 확장 검색 공간의 크기는 $P \cdot M^{(L)} \cdot L$ 과 같다. 확장 검색 공간이 연속된 서브 검색 공간들로 구성된 경우 전체 확장 검색 공간의 크기는 아래 식과 같이 정의될 수 있다.

[224] 수학식 3

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

[225] 확장 검색 공간에서 p번째 CC의 서브 검색 공간 $S^{(L)}_{k,p}$은 다음과 같이 정의될 수 있다.

[226] 수학식 4

$$S_{k,p}^{(L)} = L \cdot \{(Y_{k,p} + m) \bmod \lfloor N_{CCE,k}/L \rfloor\} + i$$

[227] 여기서,

$Y_{k,p} = S_{k,p-1}^{(L)} (m = M^{(L)} - 1, i = L - 1) + 1$

또는

$Y_{k,p} = Y_k + p \cdot L \cdot M^{(L)}$

이다.

[228] 연속된 서브 검색 공간들로 구성된 확장 검색 공간에서 인터레이스 형태의 검색 공간은 다음과 같이 정의될 수 있다.

[229] 수학식 5

$$S_{k,p}^{(L)} = L \cdot [\{(Y_k + p) + m \cdot P\} \bmod \lfloor N_{CCE,k}/L \rfloor] + i$$

[230] 여기서, Y_k는 수학식 2에 의해 정의될 수 있다.

[231] 확장 검색 공간내의 기준 서브 검색 공간의 시작점은 기존 3GPP LTE와 동일하게 수학식 2에 의해 정의될 수 있다. 이때, 기준 서브 검색 공간에 대응하는 기준 CC의 인덱스 p=0으로 설정될 수 있다.

[232] 서브 프레임 별로 CC별 인덱스 c의 할당이 바뀔 수 있다. 순환 쉬프트(Cyclic shift)의 형태로 서브프레임별로 CC별 인덱스 p의 할당이 바뀌도록 하는 것이

가능하다.

[233] 전술한 바와 같이, 인터레이스 형태로 서브 검색 공간을 구성할 수 있지만, 각 서브 검색 공간의 CCE 인덱스를 인터리빙하여 인터리빙된(interleaved) CCE 인덱스를 이용하여 서브 검색 공간을 구성할 수도 있다.

[234] 도 28은 인터리빙된 CCE 인덱스를 이용한 인터리빙의 일 예를 나타낸다. 제1 서브 검색 공간은 CCE 인덱스 0~5인 CCE들을 포함하고, 제2 서브 검색 공간은 CCE 인덱스 6~11인 CCE들을 포함하고, 제3 서브 검색 공간은 CCE 인덱스 12~17인 CCE들을 포함한다. CCE 인덱스 0~17에 대해 인터리빙을 하고 인터리빙된 CCE 인덱스에 각 서브 검색 공간이 정의된다.

[235] 도 29는 인터리빙된 CCE 인덱스를 이용한 인터리빙의 다른 예를 나타낸다. 확장 검색 공간의 인터리빙된 CCE 인덱스를 확장 검색 공간 내로 한정하지 않고, 제어영역의 전체 CCE 인덱스들에 적용하는 것이다.

[236] 전술한 인터리빙된 확장 검색 공간에 의하면, 모니터링 CC를 통해 복수의 스케줄링된 CC에 대한 복수의 PDCCH가 전송되더라도, 임의의 단말에 대한 PDCCH가 특정 CCE에 집중되는 것을 방지할 수 있다. 즉, PDCCH 블록킹 확률이 낮아진다. 또한, 기지국의 PDCCH 스케줄링에 유연성을 줄 수 있다.

[237] 크로스-반송파 스케줄링으로 인해, 제어영역내에 복수의 스케줄링된 CC에 대한 복수의 PDCCH가 전송되더라도, 검색 공간들간의 중복을 상대적으로 줄일 수 있다.

[238] PDCCH 블록킹 확률을 낮추기 위해, 검색 공간이 인터리빙되는 구간을 넓게 할 수 있다. 예를 들어, 인터리빙 구간을 $I_d=N_{CCE,k}/N_{div}$로 정의할 수 있다. Ndiv는 $N_{CCE,k}$를 랜덤화하기 위한 임의의 정수이다. 그리고, 확장 검색 공간의 시작점을 $n*Id$ ($n=0,1,...,N_{div}-1$) 중 어느 하나로 설정한다. 확장 검색 공간의 시작점을 일정한 오프셋으로 설정함으로써 보다 분산된 인터리빙이 가능하다.

[239] 전술한 실시예들에서 기지국과 단말간의 통신에 대해 기술되고 있지만, 중계기(relay)가 있는 경우 기지국과 중계기간의 통신 및/또는 중계기와 단말간의 통신에도 본 발명의 기술적 사상은 적용될 수 있다. 기지국과 중계기간의 통신에 적용된다면, 중계기가 단말의 기능을 수행할 수 있다. 중계기와 단말간의 통신에 적용된다면, 중계기가 기지국의 기능을 수행할 수 있다. 별도로 구분하지 않는 한 단말은 단말 또는 중계기일 수 있다.

[240] 도 30은 본 발명의 실시예가 구현되는 무선통신 시스템을 나타낸 블록도이다. 전술한 확장 검색 공간에 대한 실시예는 기지국 및 단말에 의해 구현될 수 있다.

[241] 기지국(2100)은 프로세서(2101), 메모리(2102) 및 RF부(radio frequency unit)(2103)을 포함한다.

[242] 프로세서(2101)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 전술한 실시예에서 기지국의 동작은 프로세서(2101)에 의해 구현될 수 있다. 프로세서(2101)는 다중 반송파를 위한 동작을 지원하고, 전술한 확정 검색 공간내에서 인터리빙을 이용하여 하향링크 물리채널을 설정할 수 있다.

[243] 메모리(2102)는 프로세서(2101)와 연결되어, 다중 반송파 동작을 위한 프로토콜이나 파라미터를 저장한다. RF부(2103)는 프로세서(2101)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.

[244] 단말(2110)은 프로세서(1211), 메모리(1212) 및 RF부(1213)을 포함한다.

[245] 프로세서(2111)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 전술한 실시예에서 단말의 동작은 프로세서(2111)에 의해 구현될 수 있다. 프로세서(2111)는 다중 반송파 동작을 지원하고, 확장 검색 공간 내에서 복수의 CC에 대한 PDCCH를 모니터링할 수 있다.

[246] 메모리(2112)는 프로세서(2111)와 연결되어, 다중 반송파 동작을 위한 프로토콜이나 파라미터를 저장한다. RF부(2113)는 프로세서(2111)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.

[247] 프로세서(2101, 2111)은 ASIC(application-specific integrated circuit), 다른 칩셋, 논리 회로 및/또는 데이터 처리 장치를 포함할 수 있다. 메모리(2102, 2112)는 ROM(read-only memory), RAM(random access memory), 플래쉬 메모리, 메모리 카드, 저장 매체 및/또는 다른 저장 장치를 포함할 수 있다. RF부(2103, 2113)은 무선 신호를 처리하기 위한 베이스밴드 회로를 포함할 수 있다. 실시예가 소프트웨어로 구현될 때, 상술한 기법은 상술한 기능을 수행하는 모듈(과정, 기능 등)로 구현될 수 있다. 모듈은 메모리(2102, 2112)에 저장되고, 프로세서(2101, 2111)에 의해 실행될 수 있다. 메모리(2102, 2112)는 프로세서(2101, 2111) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(2111, 2111)와 연결될 수 있다.

[248] 상술한 예시적인 시스템에서, 방법들은 일련의 단계 또는 블록으로써 순서도를 기초로 설명되고 있지만, 본 발명은 단계들의 순서에 한정되는 것은 아니며, 어떤 단계는 상술한 바와 다른 단계와 다른 순서로 또는 동시에 발생할 수 있다. 또한, 당업자라면 순서도에 나타낸 단계들이 배타적이지 않고, 다른 단계가 포함되거나 순서도의 하나 또는 그 이상의 단계가 본 발명의 범위에 영향을 미치지 않고 삭제될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[249] 상술한 실시예들은 다양한 양태의 예시들을 포함한다. 다양한 양태들을 나타내기 위한 모든 가능한 조합을 기술할 수는 없지만, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 다른 조합이 가능함을 인식할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 이하의 특허청구범위 내에 속하는 모든 다른 교체, 수정 및 변경을 포함한다고 할 것이다.

청구범위

[청구항 1] 다중 반송파 시스템에서 제어채널을 모니터링하는 방법에 있어서,
서브프레임내의 제어영역에서 복수의 서브 검색 공간을 포함하는 확장 검색 공간을 결정하되, 상기 복수의 서브 검색 공간 각각은 복수의 스케줄링된 요소 반송파 각각에 대응하며,
상기 복수의 서브 검색 공간 각각에서 대응하는 스케줄링된 요소 반송파에 대한 하향링크 제어채널을 모니터링하고, 및
성공적으로 디코딩에 성공한 하향링크 제어채널 상으로 스케줄링된 요소 반송파에 대한 하향링크 제어정보를 수신하는 것을 포함하되,
상기 복수의 서브 검색 공간 각각은 복수의 CCE(control channel element)를 포함하고, 상기 확장 검색 공간내에서 상기 복수의 서브 검색 공간의 CCE들은 서로 인터리빙되는 방법.

[청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 복수의 서브 검색 공간의 CCE들은 CCE 집합 레벨 단위로 인터리빙되는 방법.

[청구항 3] 제 1 항에 있어서, 상기 복수의 서브 검색 공간의 CCE들은 인터레이스 형태(interlaced form)으로 인터리빙되는 방법.

[청구항 4] 제 1 항에 있어서, 상기 복수의 서브 검색 공간의 CCE들은 적어도 하나의 CCE 단위로 인터리빙되는 방법.

[청구항 5] 제 1 항에 있어서, 상기 복수의 서브 검색 공간의 복수의 서브그룹으로 나뉘고, 각 서브그룹내에 속하는 서브 검색 공간의 CCE 들이 서로 인터리빙되는 방법.

[청구항 6] 다중 반송파 시스템에서 제어채널을 모니터링하는 단말에 있어서,
무선 신호를 송신 및 수신하는 RF부; 및
상기 RF부와 연결되는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는
서브프레임내의 제어영역에서 복수의 서브 검색 공간을 포함하는 확장 검색 공간을 결정하되, 상기 복수의 서브 검색 공간 각각은 복수의 스케줄링된 요소 반송파 각각에 대응하며,
상기 복수의 서브 검색 공간 각각에서 대응하는 스케줄링된 요소 반송파에 대한 하향링크 제어채널을 모니터링하고, 및
성공적으로 디코딩에 성공한 하향링크 제어채널 상으로 스케줄링된 요소 반송파에 대한 하향링크 제어정보를 수신하되,
상기 복수의 서브 검색 공간 각각은 복수의 CCE(control channel element)를 포함하고, 상기 확장 검색 공간내에서 상기 복수의 서브 검색 공간의 CCE들은 서로 인터리빙되는 단말.

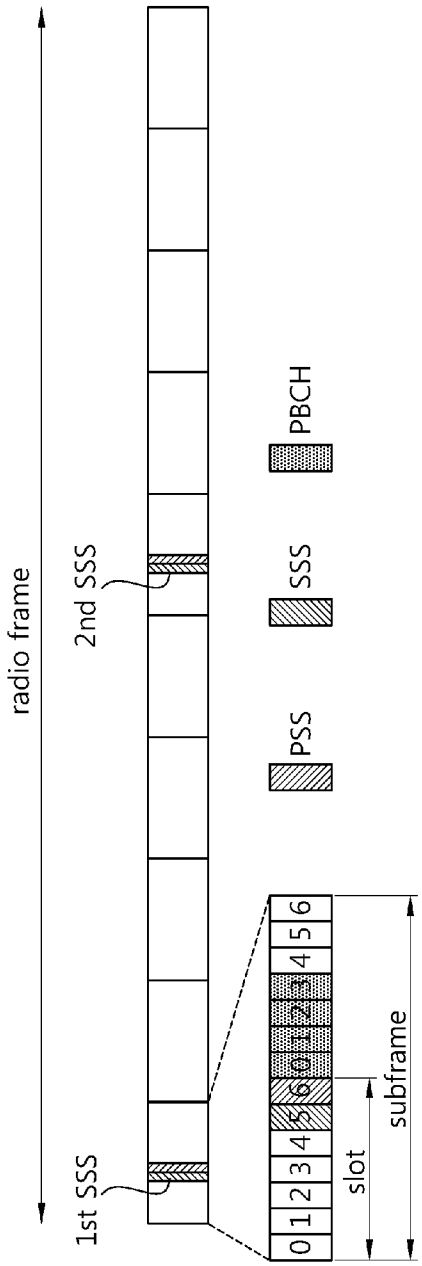
[청구항 7] 제 6 항에 있어서, 상기 복수의 서브 검색 공간의 CCE들은 CCE 집합 레벨 단위로 인터리빙되는 단말.

[청구항 8] 제 6 항에 있어서, 상기 복수의 서브 검색 공간의 CCE들은 인터레이스 형태(interlaced form)으로 인터리빙되는 단말.

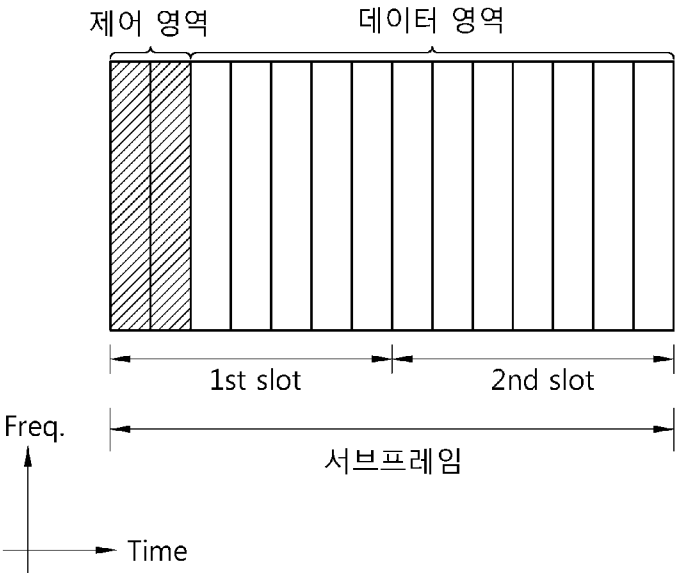
[청구항 9] 제 6 항에 있어서, 상기 복수의 서브 검색 공간의 CCE들은 적어도 하나의 CCE 단위로 인터리빙되는 단말.

[청구항 10] 제 6 항에 있어서, 상기 복수의 서브 검색 공간의 복수의 서브그룹으로 나뉘고, 각 서브그룹내에 속하는 서브 검색 공간의 CCE 들이 서로 인터리빙되는 단말.

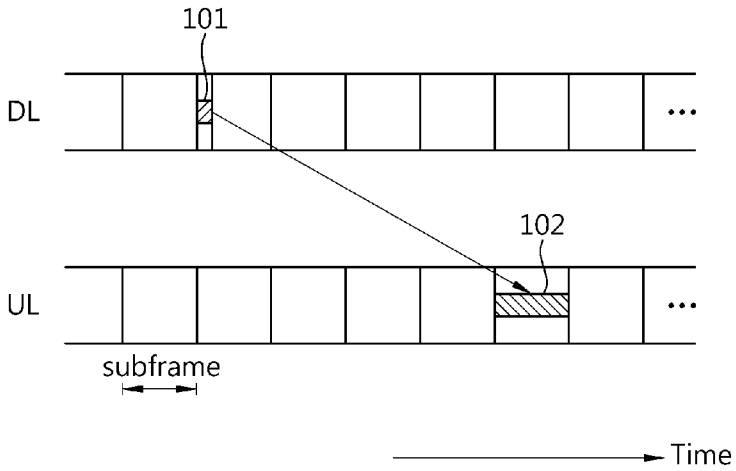
[Fig. 1]


radio frame
2nd SSS
1st SSS
PBCH
SSS
PSS
0 1 2 3 4 5 6
0 1 2 3 4 5 6
slot
subframe

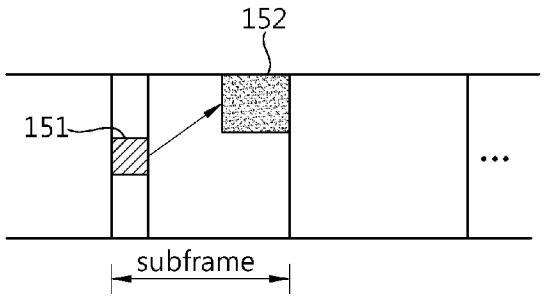
[Fig. 2]



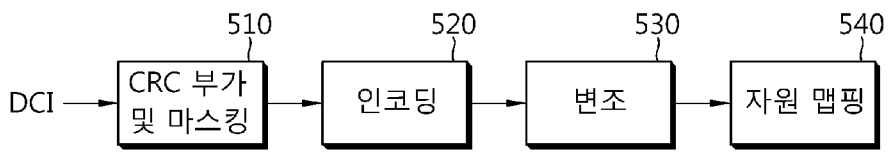
[Fig. 3]



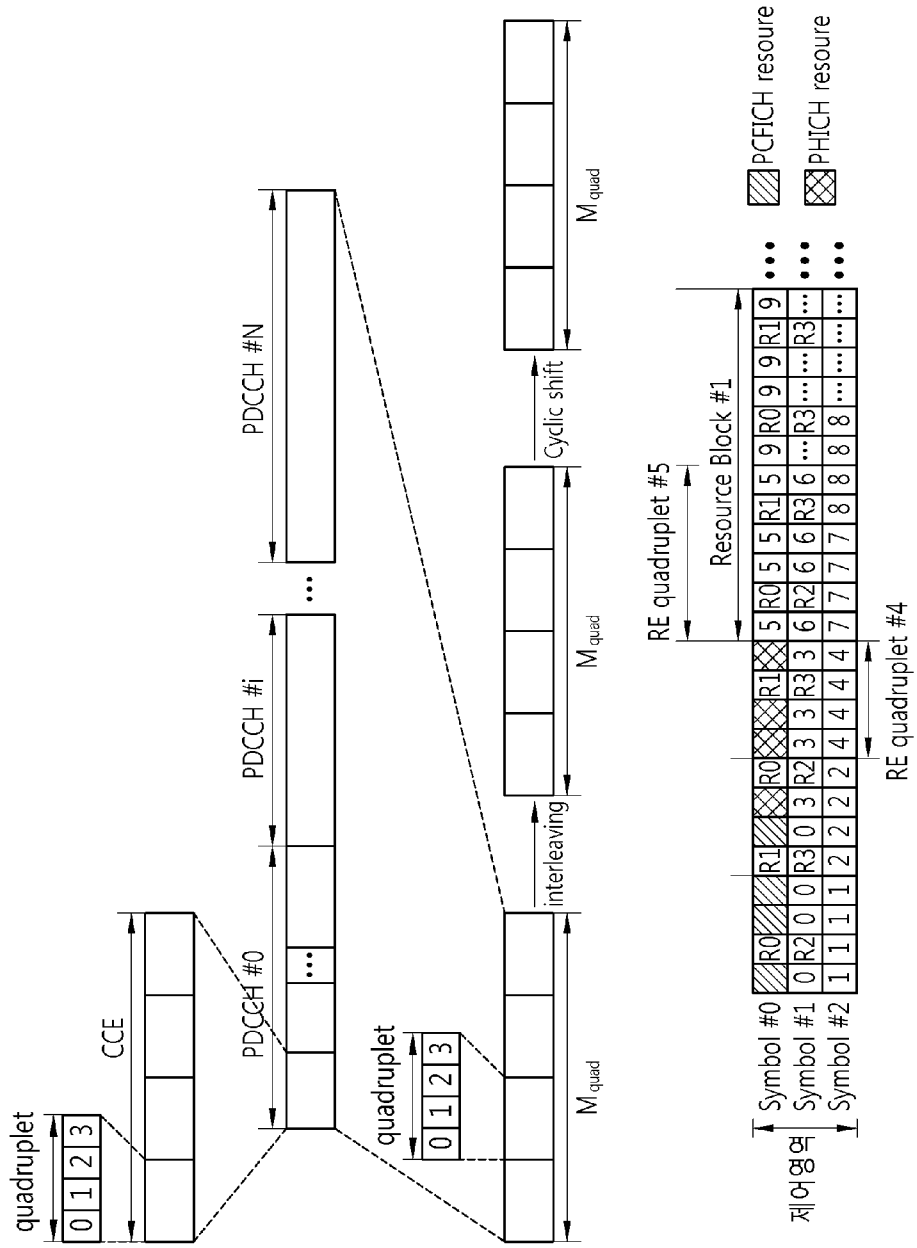
[Fig. 4]



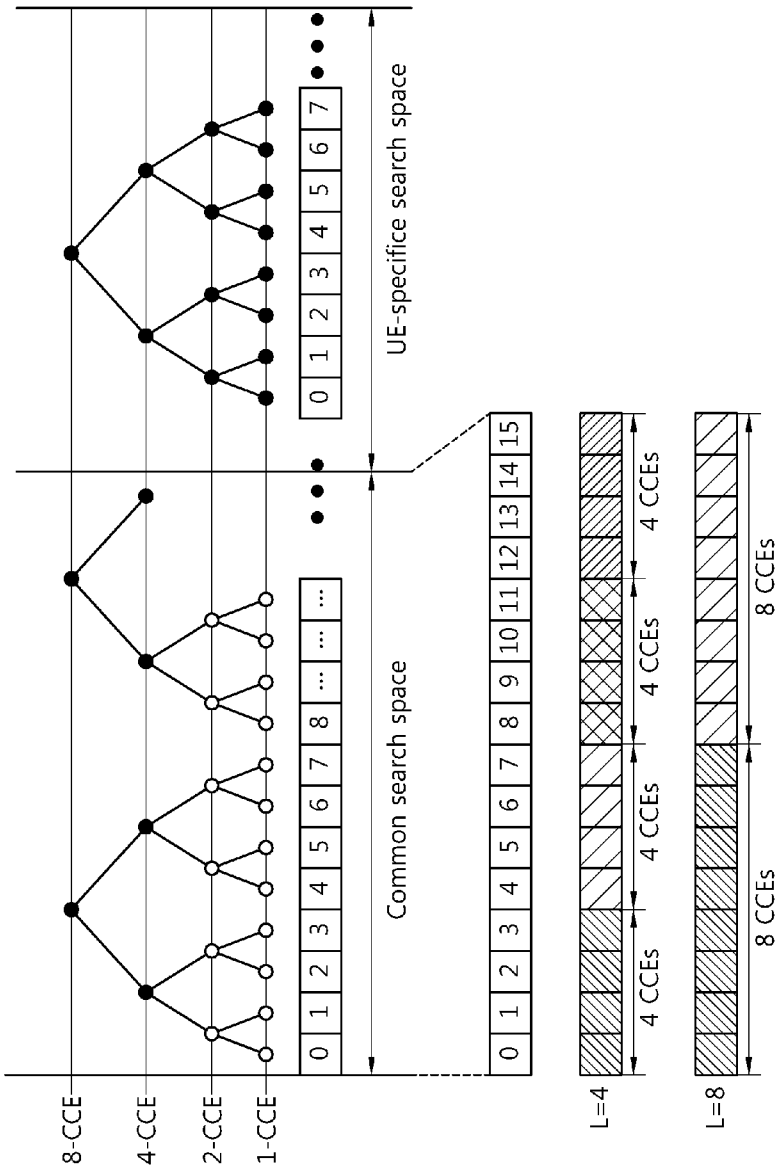
[Fig. 5]



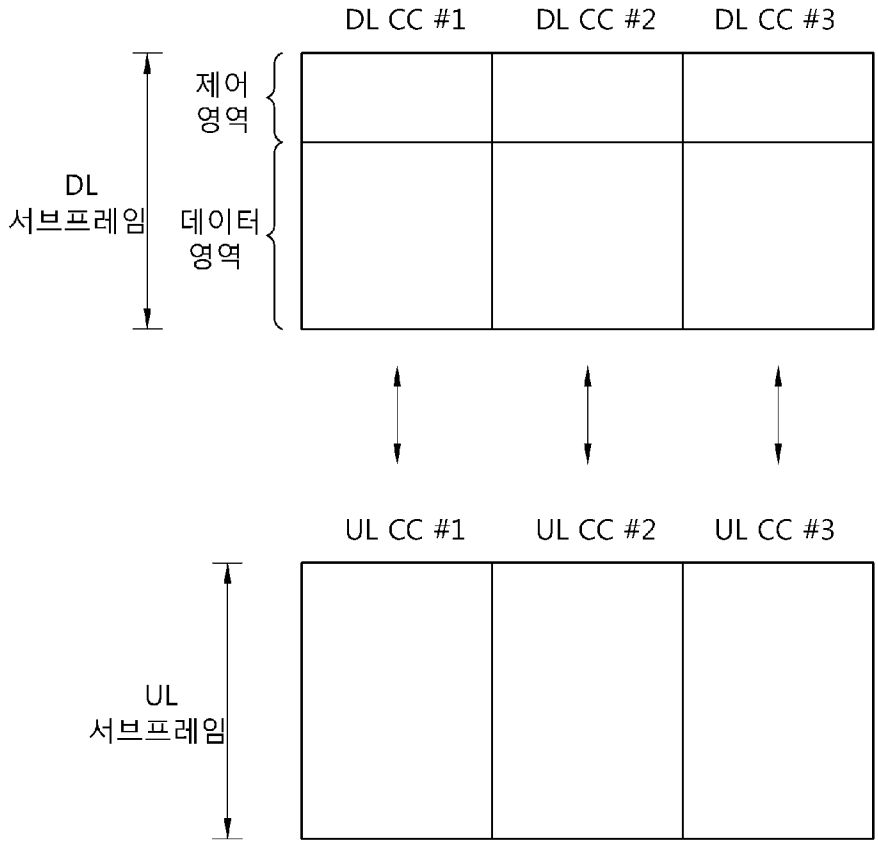
[Fig. 6]


quadruplet
0 1 2 3
CCE
PDCCH #0
PDCCH #i
PDCCH #N
quadruplet
0 1 2 3
interleaving
Cyclic shift
M_{quad}
M_{quad}
M_{quad}
PCFICH resoure
PHICH resoure
RE quadruplet #5
Resource Block #1
RE quadruplet #4
Symbol #0
Symbol #1
Symbol #2
제어영역

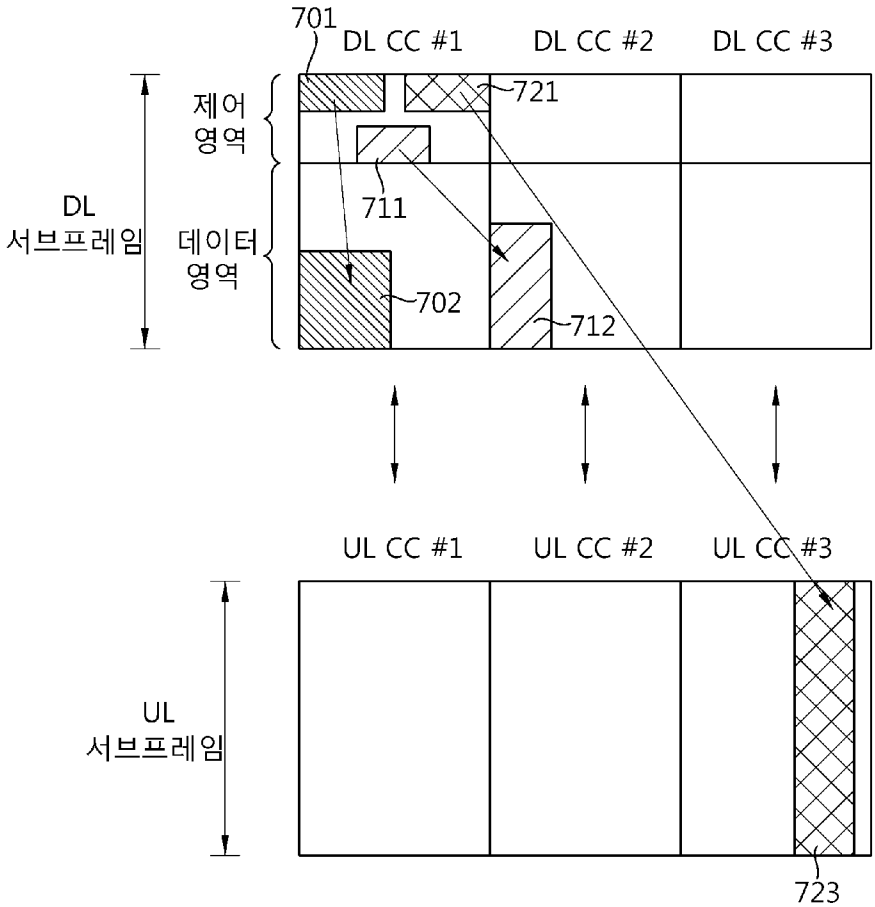
[Fig. 7]


8-CCE
4-CCE
2-CCE
1-CCE
0 1 2 3 4 5 6 7
0 1 2 3 4 5 6 7 8 ... ...
UE-specifice search space
Common search space
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
L=4
4 CCEs
4 CCEs
4 CCEs
4 CCEs
L=8
8 CCEs
8 CCEs

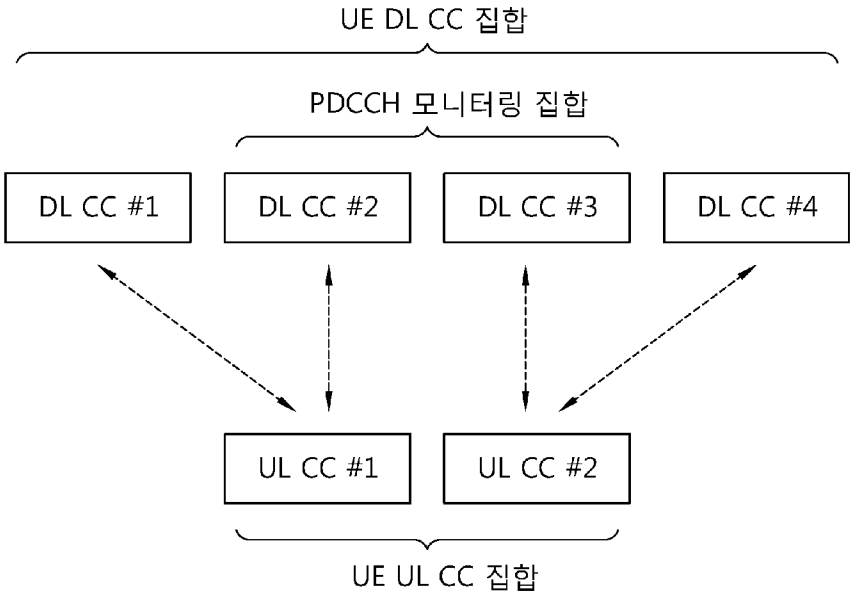
[Fig. 8]


DL CC #1
DL CC #2
DL CC #3
제어 영역
데이터 영역
DL 서브프레임
UL CC #1
UL CC #2
UL CC #3
UL 서브프레임

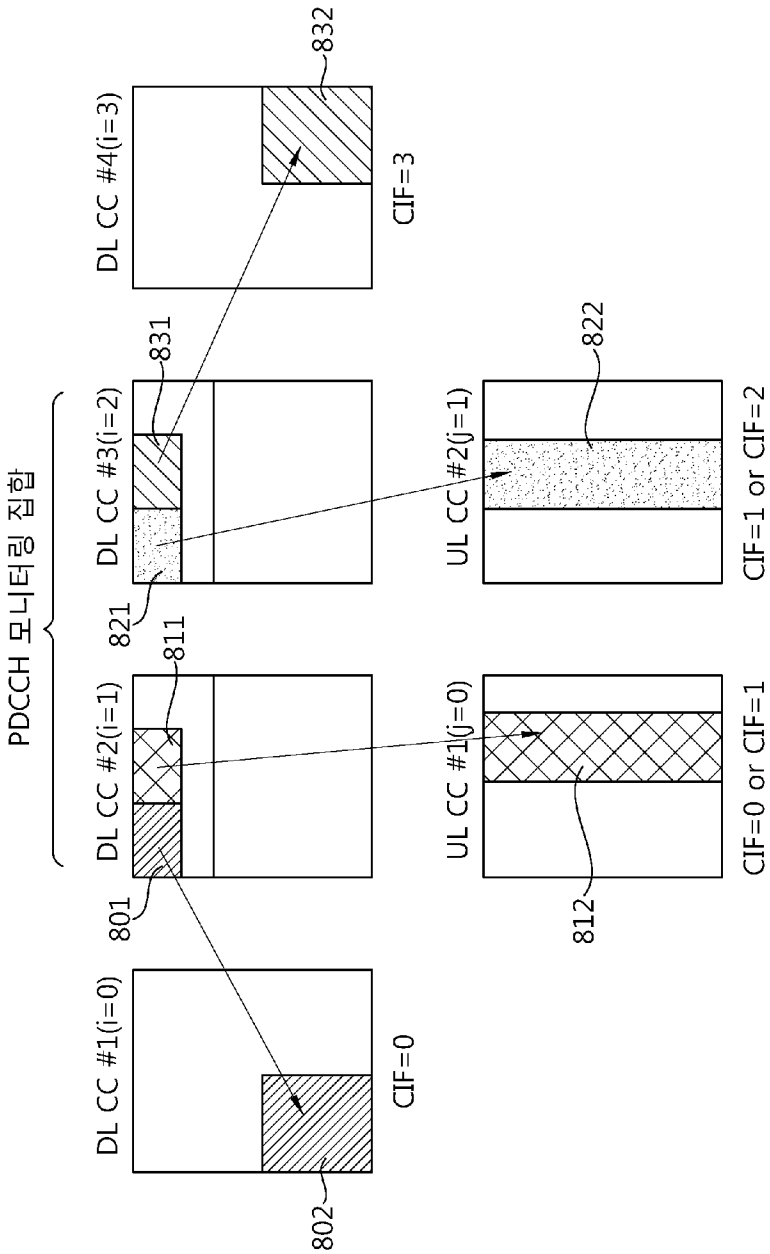
[Fig. 9]


701
DL CC #1
DL CC #2
DL CC #3
721
제어 영역
711
DL 서브프레임
데이터 영역
702
712
UL CC #1
UL CC #2
UL CC #3
UL 서브프레임
723

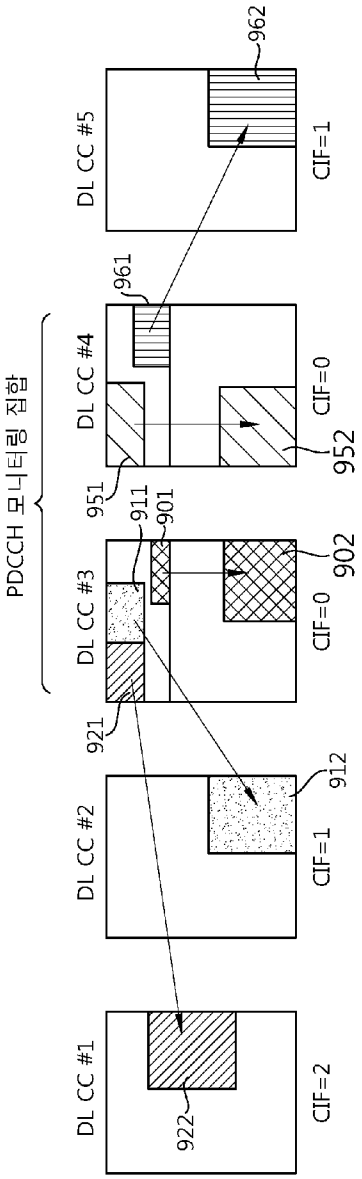
[Fig. 10]


UE DL CC 집합
PDCCH 모니터링 집합
DL CC #1
DL CC #2
DL CC #3
DL CC #4
UL CC #1
UL CC #2
UE UL CC 집합

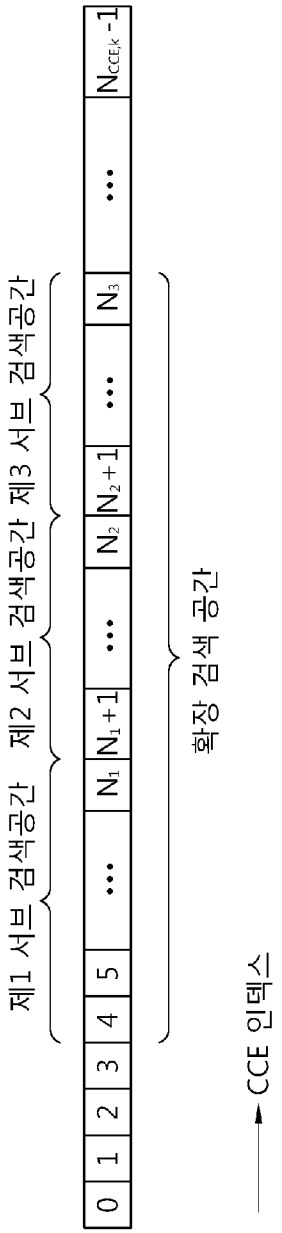
[Fig. 11]


832
DL CC #4(i=3)
CIF=3
831
DL CC #3(i=2)
822
UL CC #2(j=1)
CIF=1 or CIF=2
821
811
PDCCH 모니터링 집합
DL CC #2(i=1)
UL CC #1(j=0)
CIF=0 or CIF=1
801
812
DL CC #1(i=0)
CIF=0
802

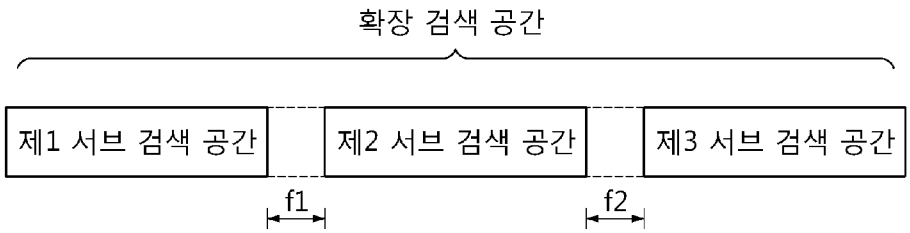
[Fig. 12]


PDCCH 모니터링 집합
DL CC #1
DL CC #2
DL CC #3
DL CC #4
DL CC #5
CIF=2
CIF=1
CIF=0
CIF=0
CIF=1
922
921
912
902
911
901
951
952
961
962

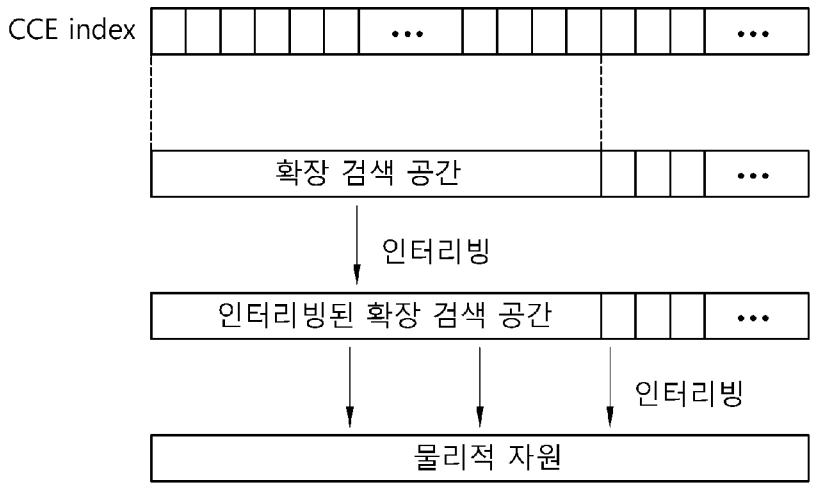
[Fig. 13]


0
1
2
3
4
5
...
N1
N1+1
...
N2
N2+1
...
N3
...
NCCE,k-1
제1 서브 검색공간
제2 서브 검색공간
제3 서브 검색공간
확장 검색 공간
CCE 인덱스

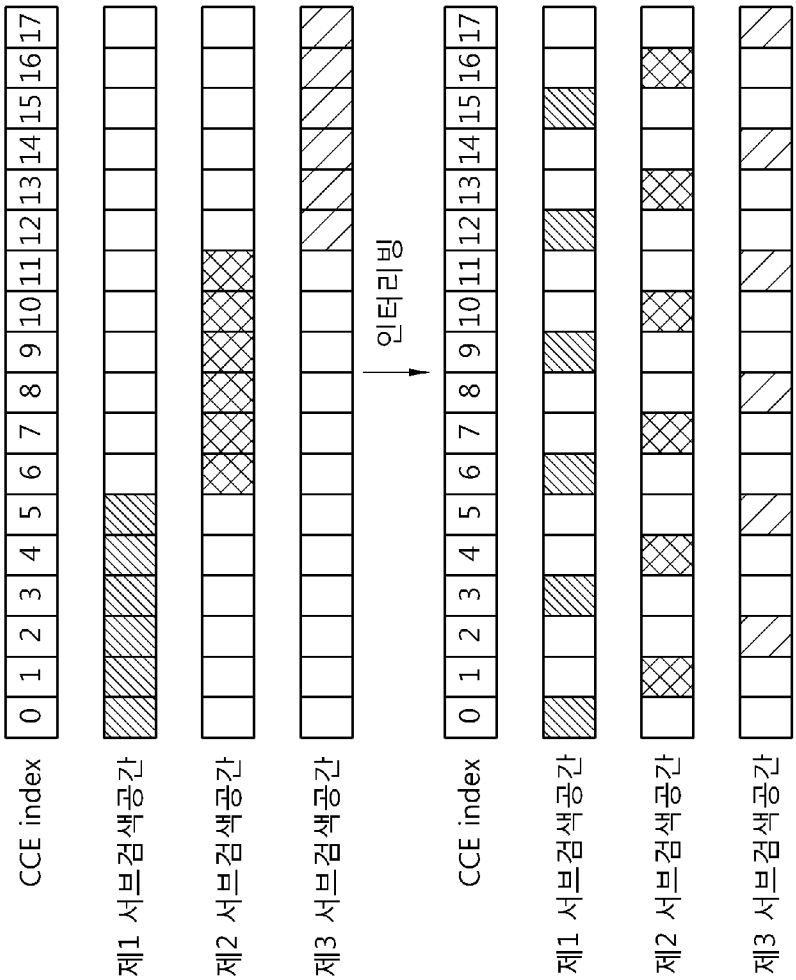
[Fig. 14]


확장 검색 공간
제1 서브 검색 공간
제2 서브 검색 공간
제3 서브 검색 공간
f1
f2

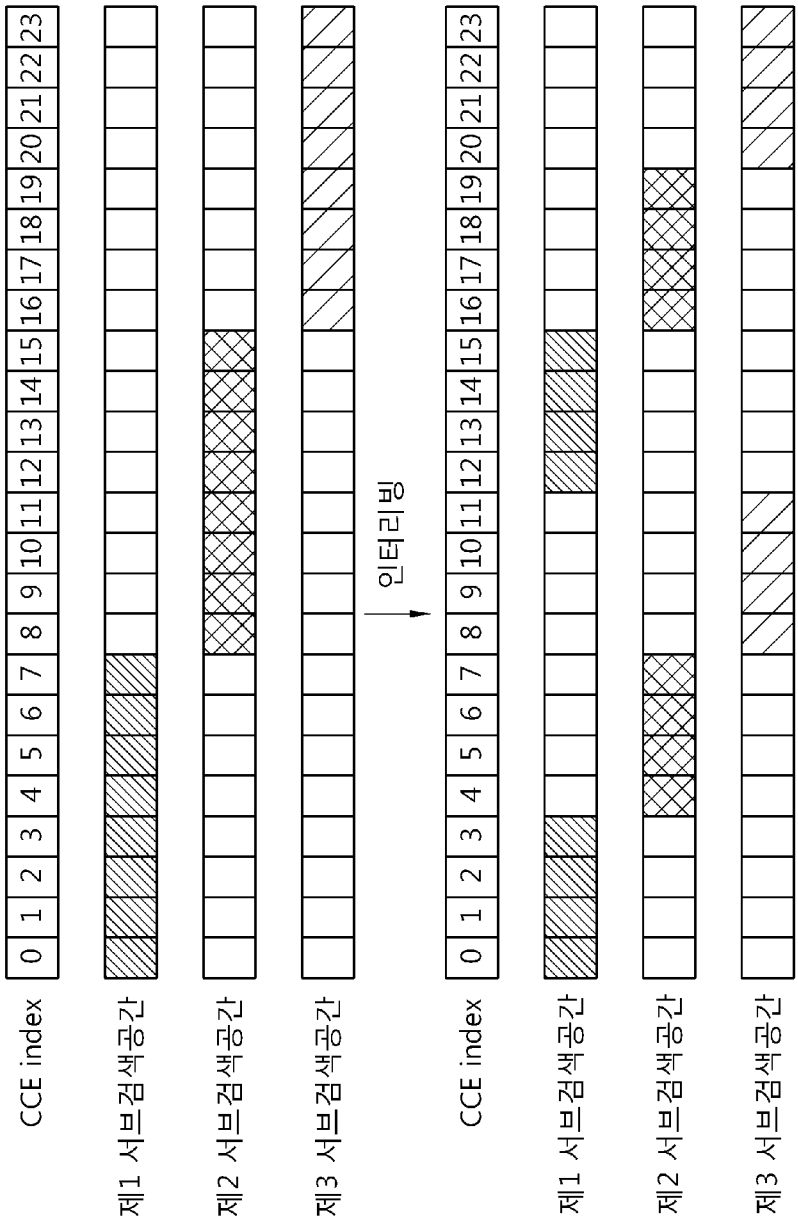
[Fig. 15]


CCE index
확장 검색 공간
인터리빙
인터리빙된 확장 검색 공간
인터리빙
물리적 자원

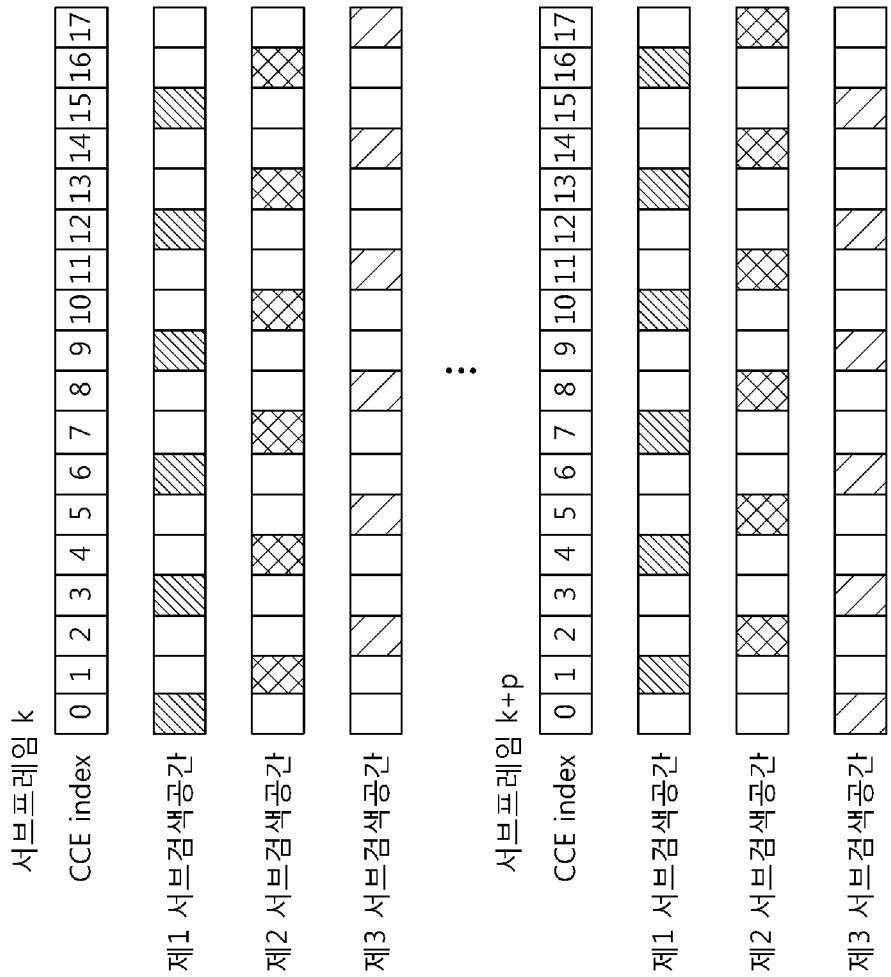
[Fig. 16]


0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
CCE index
제1 서브검색공간
제2 서브검색공간
제3 서브검색공간
인터리빙
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
CCE index
제1 서브검색공간
제2 서브검색공간
제3 서브검색공간

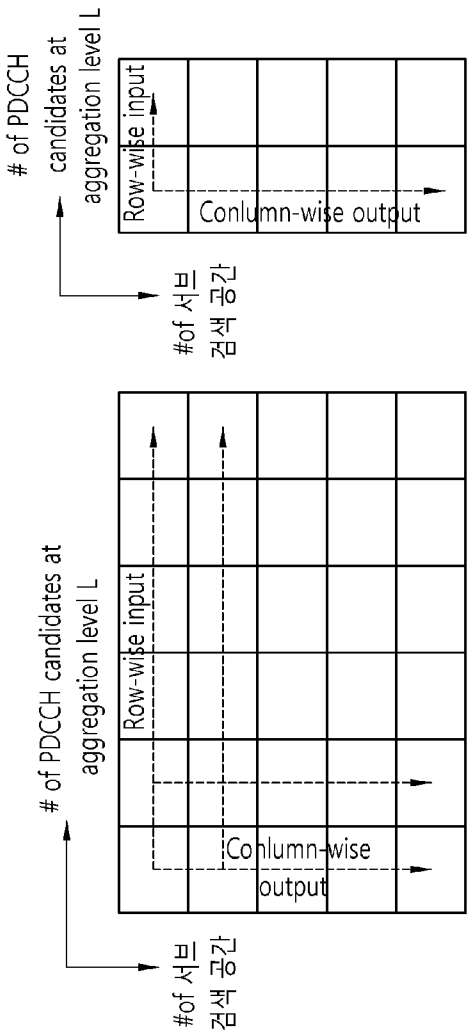
[Fig. 17]


CCE index
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
제1 서브검색공간
제2 서브검색공간
제3 서브검색공간
인터리빙
CCE index
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
제1 서브검색공간
제2 서브검색공간
제3 서브검색공간

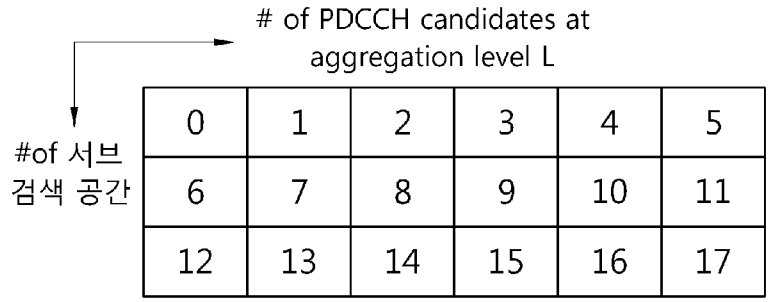
[Fig. 18]


서브프레임 k
CCE index
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
제1 서브검색공간
제2 서브검색공간
제3 서브검색공간
서브프레임 k+p
CCE index
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
제1 서브검색공간
제2 서브검색공간
제3 서브검색공간

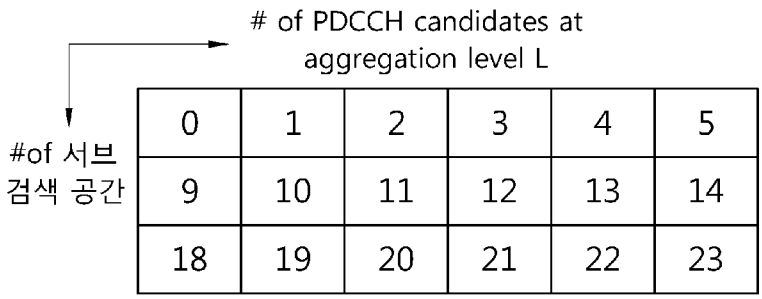
[Fig. 19]



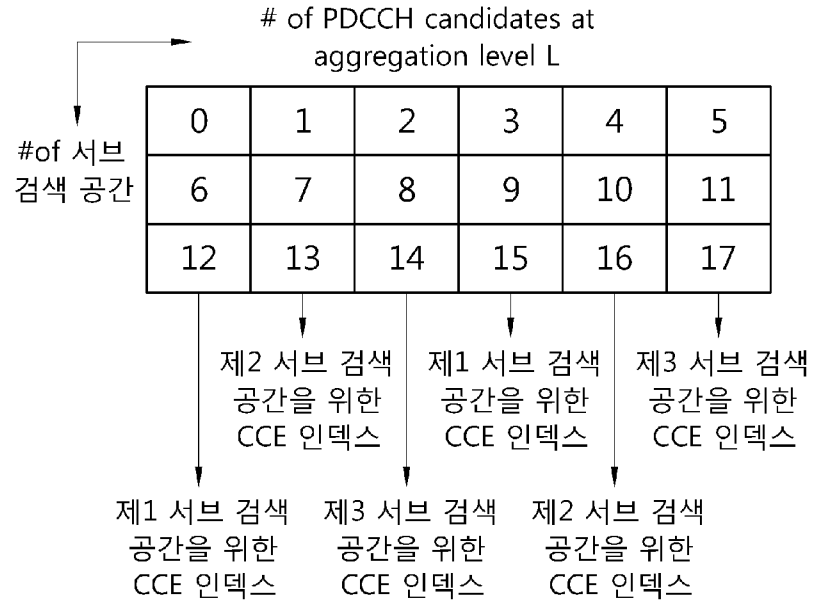
[Fig. 20]



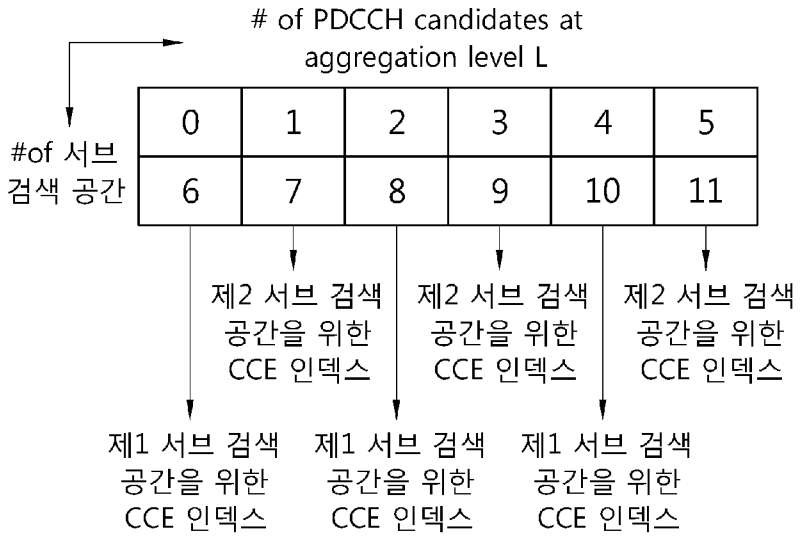
[Fig. 21]



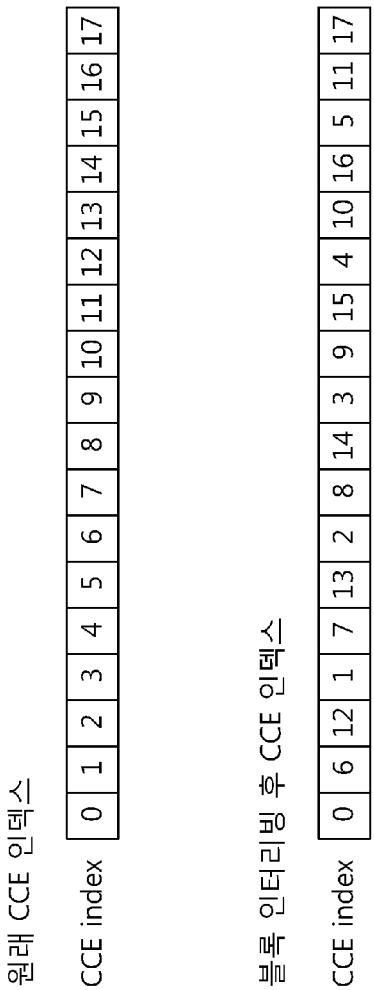
[Fig. 22]


# of PDCCH candidates at aggregation level L
#of 서브 검색 공간
0 1 2 3 4 5
6 7 8 9 10 11
12 13 14 15 16 17
제2 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스
제1 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스
제3 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스
제1 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스
제3 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스
제2 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스

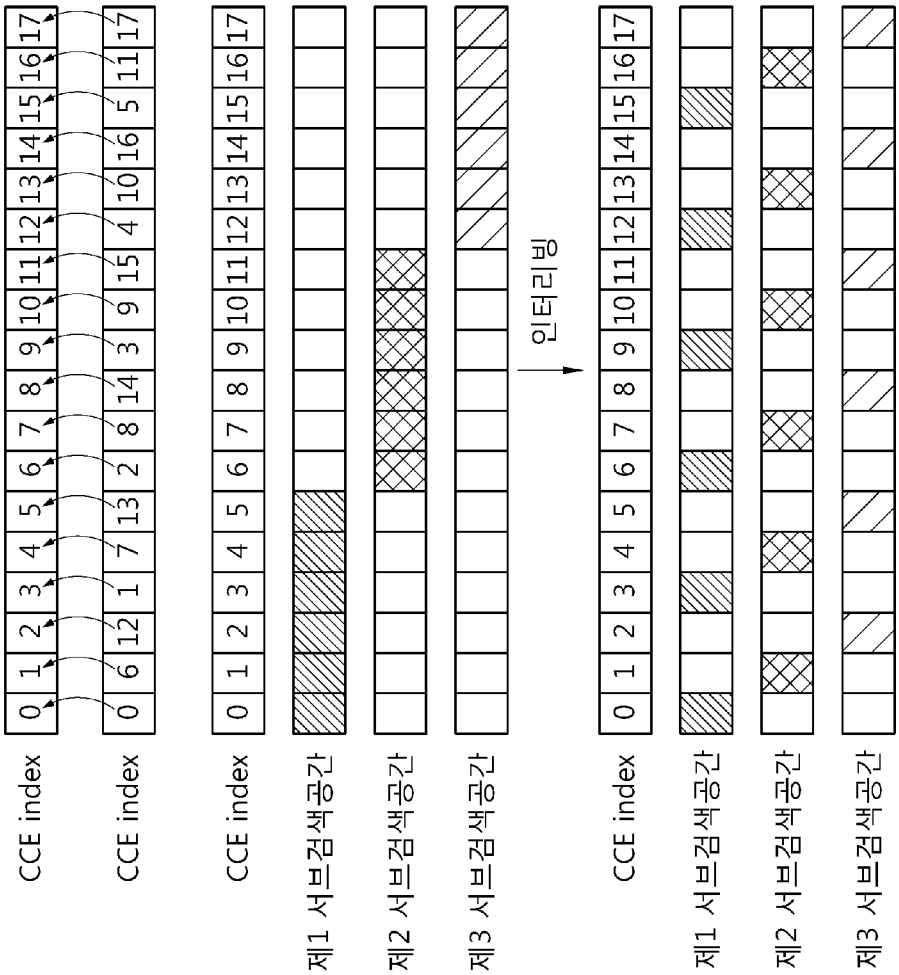
[Fig. 23]


# of PDCCH candidates at aggregation level L
#of 서브 검색 공간
0 1 2 3 4 5
6 7 8 9 10 11
제2 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스
제2 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스
제2 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스
제1 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스
제1 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스
제1 서브 검색 공간을 위한 CCE 인덱스

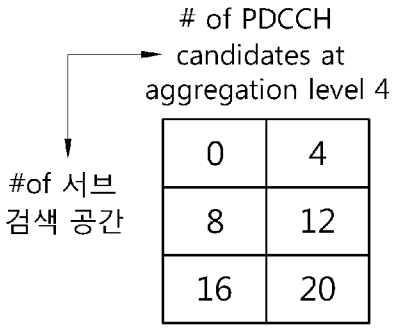
[Fig. 24]


원래 CCE 인덱스
CCE index
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
블록 인터리빙 후 CCE 인덱스
CCE index
0 6 12 1 7 13 2 8 14 3 9 15 4 10 16 5 11 17

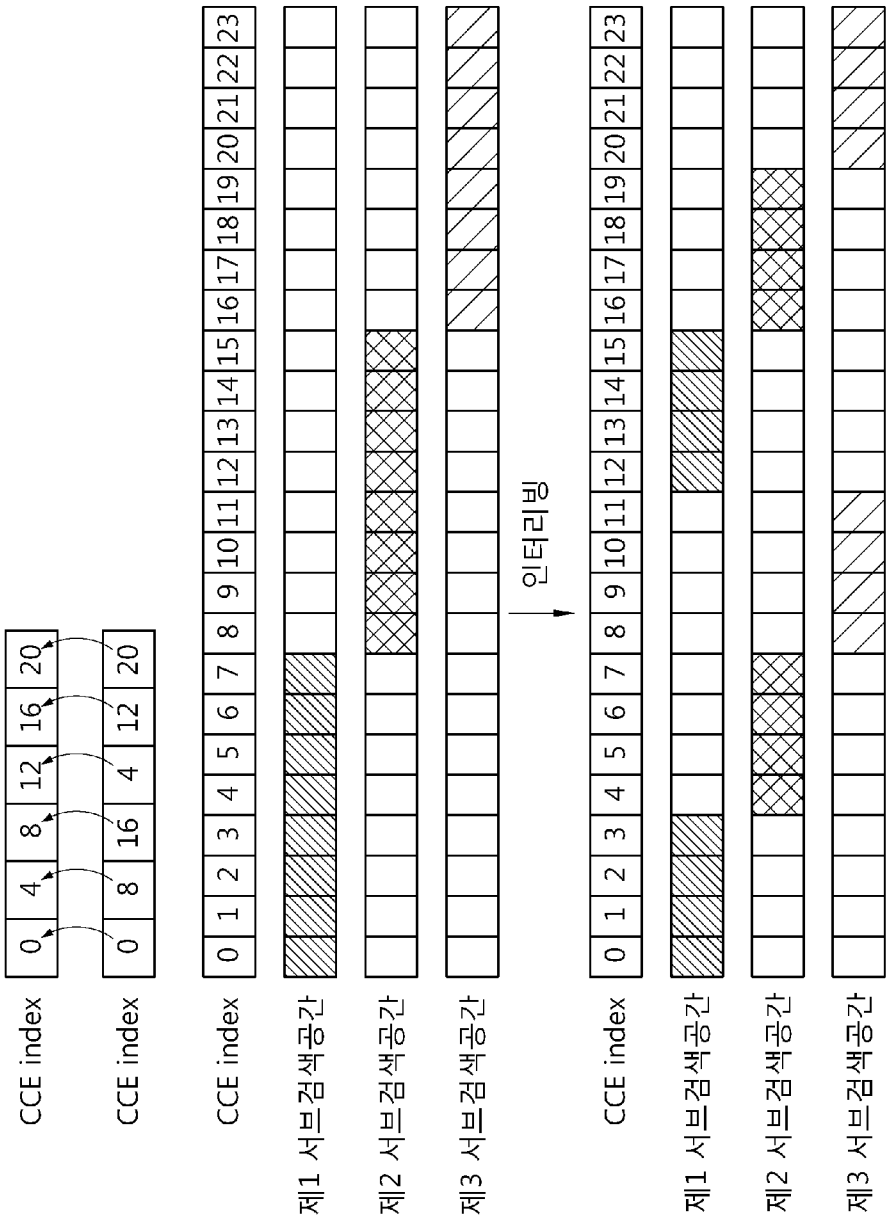
[Fig. 25]


CCE index
CCE index
CCE index
제1 서브검색공간
제2 서브검색공간
제3 서브검색공간
인터리빙
CCE index
제1 서브검색공간
제2 서브검색공간
제3 서브검색공간

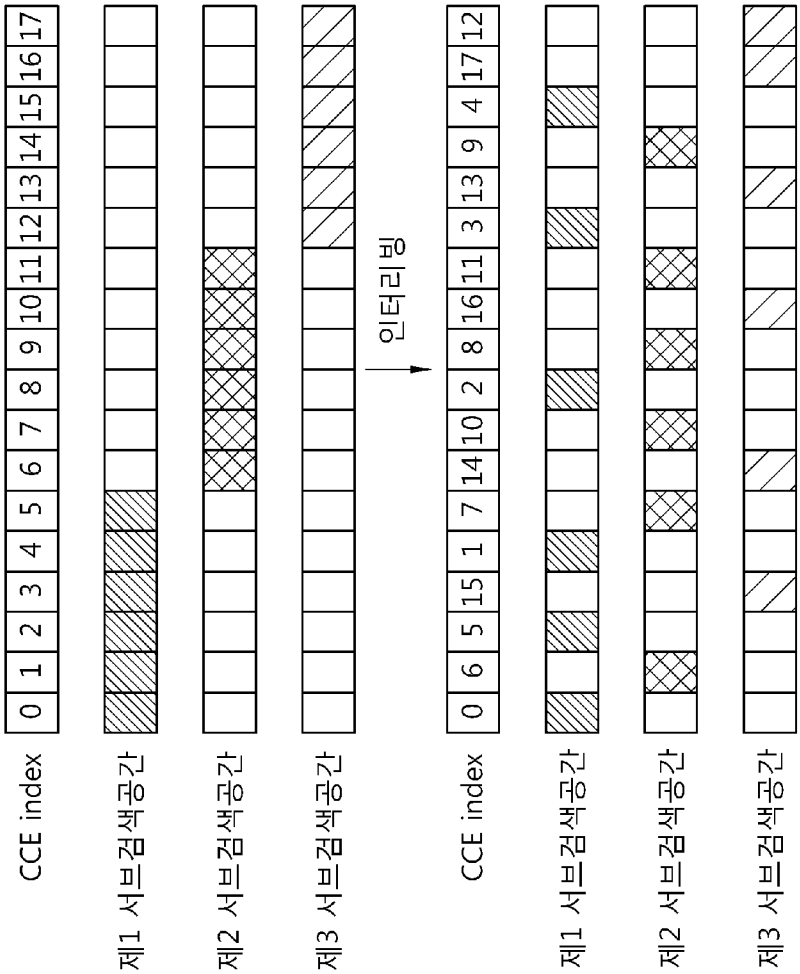
[Fig. 26]


# of PDCCH candidates at aggregation level 4
#of 서브 검색 공간
0
4
8
12
16
20

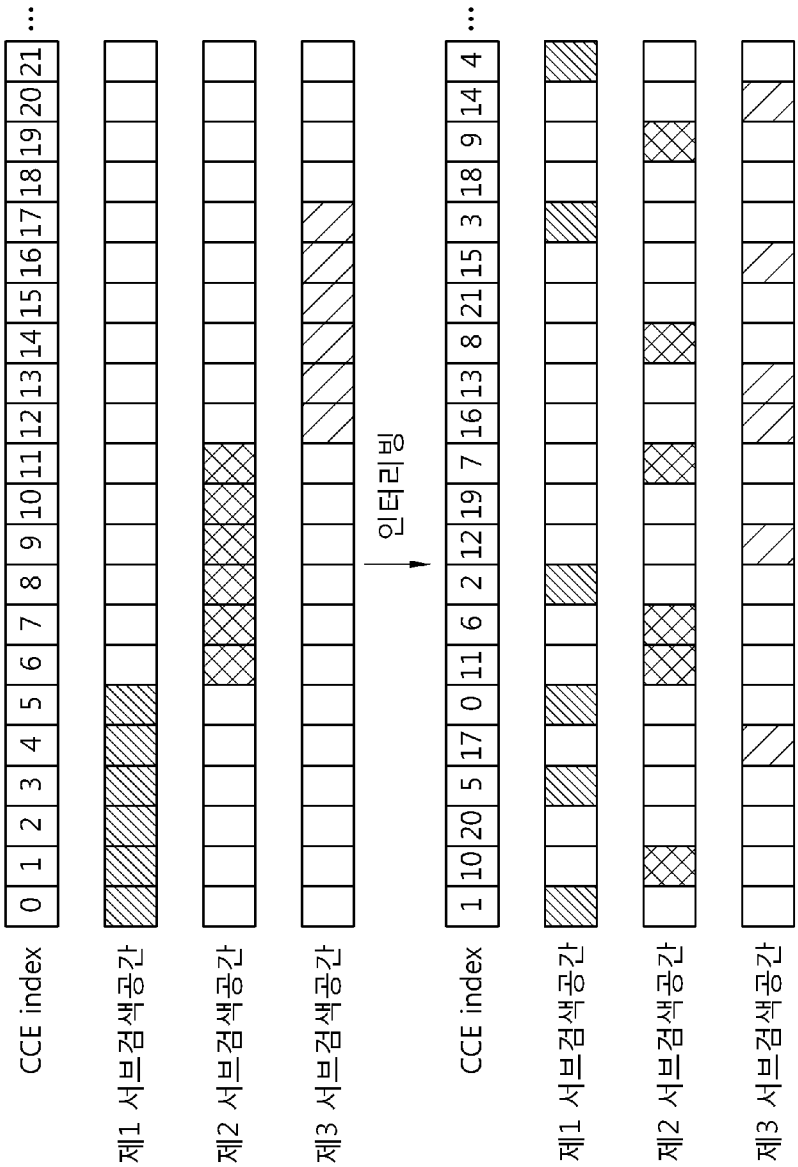
[Fig. 27]


CCE index
0 4 8 12 16 20
CCE index
0 8 16 4 12 20
CCE index
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
제1 서브검색공간
제2 서브검색공간
제3 서브검색공간
인터리빙
CCE index
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
제1 서브검색공간
제2 서브검색공간
제3 서브검색공간

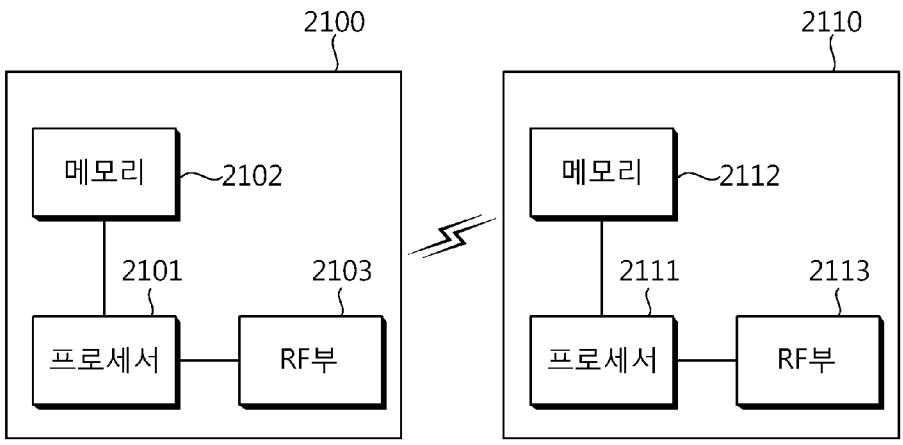
[Fig. 28]


CCE index
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
제1 서브검색공간
제2 서브검색공간
제3 서브검색공간
인터리빙
CCE index
0 6 5 15 1 7 14 10 2 8 16 11 3 13 9 4 17 12
제1 서브검색공간
제2 서브검색공간
제3 서브검색공간

[Fig. 29]


CCE index
제1 서브검색공간
제2 서브검색공간
제3 서브검색공간
인터리빙
CCE index
제1 서브검색공간
제2 서브검색공간
제3 서브검색공간

[Fig. 30]


2100
메모리
2102
2101
2103
프로세서
RF부
2110
메모리
2112
2111
2113
프로세서
RF부