



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0065329
(43) 공개일자 2011년06월15일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) Int. Cl.
<i>H04L 27/26</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2010-0114182</p> <p>(22) 출원일자 2010년11월17일
심사청구일자 없음</p> <p>(30) 우선권주장
61/285,137 2009년12월09일 미국(US)
(뒷면에 계속)</p> | <p>(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의도동 20번지</p> <p>(72) 발명자
문성호
경기도 안양시 동안구 호계1동 LG연구소
노민석
경기도 안양시 동안구 호계1동 LG연구소
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
양문옥</p> |
|---|---|

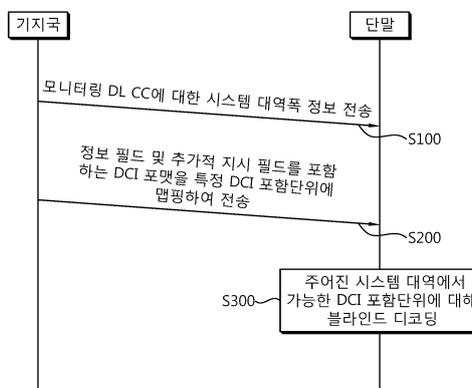
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 반송파 집성 시스템에서 제어정보 전송 방법, 수신 방법 및 단말

(57) 요약

반송파 집성 시스템에서 제어정보 전송 방법을 제공한다. 상기 방법은 요소 반송파의 대역폭 정보를 전송하는 단계; 추가적 지시 필드 및 정보 필드를 포함하는 하향링크 제어정보를 구성하는 단계; 상기 대역폭 정보에 따라 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들 중 어느 하나의 포함 단위로 상기 하향링크 제어정보를 맵핑하는 단계; 및 상기 어느 하나의 포함 단위에 맵핑된 하향링크 제어정보를 전송하는 단계를 포함하되, 상기 정보 필드는 상기 요소 반송파에 적용될 수 있는 복수의 제어 정보포맷들 중 어느 하나이고, 상기 추가적 지시 필드는 상기 정보 필드가 상기 복수의 제어 정보 포맷들 중 어느 제어 정보 포맷에 해당하는지 식별하는 정보를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면 반송파 집성 시스템에서 단말의 블라인드 디코딩 횟수를 줄일 수 있다. 따라서, 단말의 전력 소모를 줄일 수 있고 디코딩 속도를 높일 수 있다.

대표도 - 도14



(72) 발명자

정재훈

경기도 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

한승희

경기도 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

김소연

경기도 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

(30) 우선권주장

61/285,543 2009년12월11일 미국(US)

61/286,800 2009년12월16일 미국(US)

61/290,888 2009년12월30일 미국(US)

61/292,133 2010년01월04일 미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

반송파 집성 시스템에서 제어정보 전송 방법에 있어서,

요소 반송파의 대역폭 정보를 전송하는 단계;

추가적 지시 필드 및 정보 필드를 포함하는 하향링크 제어정보를 구성하는 단계;

상기 대역폭 정보에 따라 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들 중 어느 하나의 포함 단위로 상기 하향링크 제어정보를 맵핑하는 단계; 및

상기 어느 하나의 포함 단위에 맵핑된 하향링크 제어정보를 전송하는 단계를 포함하되,

상기 정보 필드는 상기 요소 반송파에 적용될 수 있는 복수의 제어 정보포맷들 중 어느 하나이고, 상기 추가적 지시 필드는 상기 정보 필드가 상기 복수의 제어 정보 포맷들 중 어느 제어 정보 포맷에 해당하는지 식별하는 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 추가적 지시 필드는 상기 요소 반송파에 대한 전송 모드를 지시하는 전송 모드 지시 필드 및 상기 요소 반송파에 대한 안테나 포트를 나타내는 안테나 포트 지시 필드 중 적어도 하나의 필드와 상기 요소 반송파를 지시하는 반송파 지시 필드를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 추가적 지시 필드는 상기 정보 필드가 상향링크 및 하향링크 중 어디에 사용되는 제어 정보인지를 나타내는 상향링크 지시 필드를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서, 상기 추가적 지시 필드는 상기 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들을 식별할 수 있는 포맷 지시 필드를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 추가적 지시 필드는 상기 어느 하나의 포함 단위에서 미리 정해진 고정된 위치에 맵핑되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 추가적 지시 필드는 상기 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들 모두에 대해 동일한 위치 및 동일한 비트 사이즈를 가지고 맵핑되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 추가적 지시 필드 및 상기 정보 필드의 총 비트 사이즈보다 상기 어느 하나의 포함 단위의 비트 사이즈가 큰 경우, 상기 어느 하나의 포함 단위에서 상기 추가적 지시 필드 및 상기 정보 필드를 맵핑하고 남는 차이 비트들은 특정한 값을 가지는 비트로 패딩하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 요소 반송파가 복수개인 경우, 상기 복수개의 요소 반송파 중 일부의 요소 반송파에서만 공용 검색 공간을 구성하고, 상기 공용 검색 공간에서 복수의 단말에 대한 하향링크 제어정보를 전송하되,

상기 일부의 요소 반송파는 상기 복수의 단말에게 공통적으로 할당되는 요소 반송파인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

반송파 집성 시스템에서 단말의 제어정보 수신 방법에 있어서,

요소 반송파의 대역폭 정보를 수신하는 단계; 및

상기 대역폭 정보에 따라 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들을 모니터링 하여 하향링크 제어정보를 수신하는 단계를 포함하되,

상기 하향링크 제어정보는 상기 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들 중 어느 하나의 포함 단위에 맵핑되고,

상기 하향링크 제어정보는 추가적 지시 필드 및 정보 필드를 포함하며, 상기 정보 필드는 상기 요소 반송파에 적용될 수 있는 복수의 제어 정보포맷들 중 어느 하나이고, 상기 추가적 지시 필드는 상기 정보 필드가 상기 복수의 제어 정보 포맷들 중 어느 제어 정보 포맷에 해당하는지 식별하는 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 추가적 지시 필드는 상기 요소 반송파에 대한 전송 모드를 지시하는 전송 모드 지시 필드 및 상기 요소 반송파에 대한 안테나 포트를 나타내는 안테나 포트 지시 필드 중 적어도 하나의 필드와 상기 요소 반송파를 지시하는 반송파 지시 필드를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 추가적 지시 필드는 상기 정보 필드가 상향링크 및 하향링크 중 어디에 사용되는 제어 정보인지를 나타내는 상향링크 지시 필드를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서, 상기 추가적 지시 필드는 상기 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들을 식별할 수 있는 포맷 지시 필드를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제 9 항에 있어서, 상기 추가적 지시 필드는 상기 어느 하나의 포함 단위에서 미리 정해진 고정된 위치에 맵핑되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제 9 항에 있어서, 상기 추가적 지시 필드는 상기 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들 모두에 대해 동일한 위치 및 동일한 비트 사이즈를 가지고 맵핑되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제 9 항에 있어서, 상기 추가적 지시 필드 및 상기 정보 필드의 총 비트 사이즈보다 상기 어느 하나의 포함 단위의 비트 사이즈가 큰 경우, 상기 어느 하나의 포함 단위에서 상기 추가적 지시 필드 및 상기 정보 필드를 맵핑하고 남은 차이 비트들은 특정한 값을 가지는 비트로 패딩하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

반송파 집성 시스템에서 단말은

무선신호를 송수신하는 RF부; 및

상기 RF부에 연결되는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는

요소 반송파의 대역폭 정보를 수신하고, 상기 대역폭 정보에 따라 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들을 모니터링 하여 하향링크 제어정보를 수신하되,

상기 하향링크 제어정보는 상기 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들 중 어느 하나의 포함 단위에 맵핑되고,

상기 하향링크 제어정보는 추가적 지시 필드 및 정보 필드를 포함하며, 상기 정보 필드는 상기 요소 반송파에 적용될 수 있는 복수의 제어 정보포맷들 중 어느 하나이고, 상기 추가적 지시 필드는 상기 정보 필드가 상기 복수의 제어 정보 포맷들 중 어느 제어 정보 포맷에 해당하는지 식별하는 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 단말.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 통신에 관한 것으로, 보다 상세하게는 반송파 집성 시스템에서 제어정보 전송 방법, 수신 방법 및 이러한 방법에 따른 제어정보를 수신하는 단말에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 차세대 무선통신 시스템의 요구조건 중 가장 중요한 조건 중 하나는 높은 데이터 전송율 요구량을 지원할 수 있는 것이다. 이를 위하여 다중 입력 다중 출력(Multiple Input Multiple Output, MIMO), CoMP(Cooperative Multiple Point transmission), 릴레이(relay) 등 다양한 기술들이 연구되고 있으나 가장 기본적이고 안정적인 해결 방안은 대역폭을 늘리는 것이다.

[0003] 그러나 주파수 자원은 현재를 기준으로 포화상태이며 다양한 기술들이 광범위한 주파수 대역에서 부분부분 사용되고 있는 실정이다. 이러한 이유로 보다 높은 데이터 전송율 요구량을 충족시키기 위하여 광대역 대역폭을 확보하기 위한 방안으로 산재해 있는 대역들 각각이 독립적인 시스템을 동작할 수 있는 기본적인 요구사항을 만족하도록 설계하고, 다수의 대역들을 하나의 시스템으로 묶는 개념인 반송파 집성(carrier aggregation, CA)을 도입하고 있다. 이 때 각각의 독립적인 운용이 가능한 대역을 요소 반송파(component carrier, CC)라고 정의한다.

[0004] 증가하는 송신 용량을 지원하기 위해, 최근의 통신 규격(standard) 예컨대, 3GPP LTE-A 또는 802.16m 등의 규격에서는 20MHz 또는 그 이상까지 계속 그 대역폭을 확장하는 것을 고려하고 있다. 이 경우 하나 또는 그 이상의 요소 반송파를 집성하여 광대역을 지원한다. 예를 들어, 하나의 요소 반송파가 5MHz의 대역폭에 대응된다면, 4개의 반송파를 집성함으로써 최대 20MHz의 대역폭을 지원하는 것이다.

[0005] 이처럼 반송파 집성 시스템에서는 복수의 요소 반송파를 사용한다. 이러한 반송파 집성 시스템에서 단말의 제어 정보 수신 방법이 문제될 수 있다. 종래의 단일 반송파를 사용하는 시스템 예를 들어, LTE 시스템에서 단말은 먼저 기지국으로부터 반송파의 시스템 대역, 안테나 포트의 수, 전송 모드 등을 시스템 정보로 수신한 후, 제어 정보를 블라인드 디코딩(blind decoding)하였다. 즉, 단말은 서브프레임의 제어 영역에서 정확히 어떠한 제어 정보 포맷이 전송되는지, 어디에서 제어 정보가 전송되는지는 알지 못한 상태로 다양한 경우의 수에 대응하여 디코딩을 수행하고, CRC(cyclical redundancy check)체크 등을 통해 자신의 제어 정보를 수신/확인하였다. 반송파 집성 시스템에서 이러한 종래의 제어정보 수신 방법을 동일하게 사용하는 것은 단말의 블라인드 디코딩 횟수를 증가시킬 수 있어 단말의 전력 소모, 디코딩 속도 저하 등의 문제가 있을 수 있다.

[0006] 반송파 집성 시스템에서 기지국의 제어 정보 전송 방법, 단말의 제어정보 수신 방법 및 이러한 방법을 사용하는 단말이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 기술적 과제는 반송파 집성 시스템에서 제어정보의 전송 방법, 제어정보의 수신 방법 및 이러한 방법에 따른 제어정보를 수신하는 단말을 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 측면에 따른 반송파 집성 시스템에서 제어정보 전송 방법은 요소 반송파의 대역폭 정보를 전송하

는 단계; 추가적 지시 필드 및 정보 필드를 포함하는 하향링크 제어정보를 구성하는 단계; 상기 대역폭 정보에 따라 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들 중 어느 하나의 포함 단위로 상기 하향링크 제어정보를 맵핑하는 단계; 및 상기 어느 하나의 포함 단위에 맵핑된 하향링크 제어정보를 전송하는 단계를 포함하되, 상기 정보 필드는 상기 요소 반송파에 적용될 수 있는 복수의 제어 정보포맷들 중 어느 하나이고, 상기 추가적 지시 필드는 상기 정보 필드가 상기 복수의 제어 정보 포맷들 중 어느 제어 정보 포맷에 해당하는지 식별하는 정보를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명의 다른 측면에 따른 반송파 집성 시스템에서 단말의 제어정보 수신 방법은 요소 반송파의 대역폭 정보를 수신하는 단계; 및 상기 대역폭 정보에 따라 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들을 모니터링 하여 하향링크 제어정보를 수신하는 단계를 포함하되, 상기 하향링크 제어정보는 상기 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들 중 어느 하나의 포함 단위에 맵핑되고, 상기 하향링크 제어정보는 추가적 지시 필드 및 정보 필드를 포함하며, 상기 정보 필드는 상기 요소 반송파에 적용될 수 있는 복수의 제어 정보포맷들 중 어느 하나이고, 상기 추가적 지시 필드는 상기 정보 필드가 상기 복수의 제어 정보 포맷들 중 어느 제어 정보 포맷에 해당하는지 식별하는 정보를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 단말은 무선신호를 송수신하는 RF부; 및 상기 RF부에 연결되는 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는 요소 반송파의 대역폭 정보를 수신하고, 상기 대역폭 정보에 따라 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들을 모니터링 하여 하향링크 제어정보를 수신하되, 상기 하향링크 제어정보는 상기 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들 중 어느 하나의 포함 단위에 맵핑되고, 상기 하향링크 제어정보는 추가적 지시 필드 및 정보 필드를 포함하며, 상기 정보 필드는 상기 요소 반송파에 적용될 수 있는 복수의 제어 정보포맷들 중 어느 하나이고, 상기 추가적 지시 필드는 상기 정보 필드가 상기 복수의 제어 정보 포맷들 중 어느 제어 정보 포맷에 해당하는지 식별하는 정보를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따르면 반송파 집성 시스템에서 단말의 블라인드 디코딩 횟수를 줄일 수 있다. 따라서, 단말의 전력 소모를 줄일 수 있고 디코딩 속도를 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 본 발명이 실시될 수 있는 무선 통신 시스템의 일 예를 나타낸 것이다.
- 도 2는 3GPP LTE에서 무선 프레임(radio frame)의 구조를 나타낸다.
- 도 3은 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)의 일 예를 나타낸다.
- 도 4는 하향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- 도 5는 PDCCH의 구성을 나타낸 블록도이다.
- 도 6은 PDCCH의 자원 맵핑의 예를 나타낸다.
- 도 7은 PDCCH의 모니터링을 나타낸 예시도이다.
- 도 8은 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- 도 9는 반송파 집성 시스템을 구성하는 기지국과 단말의 일 예이다.
- 도 10 및 도 11은 반송파 집성 시스템을 구성하는 기지국과 단말의 또 다른 예이다.
- 도 12는 본 발명이 적용될 수 있는 DL/UL 비대칭 반송파 집성 시스템의 일례이다.
- 도 13은 새로운 DCI 포맷의 일 예를 나타낸다.
- 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국과 단말 간의 시그널링 과정을 나타낸다.
- 도 15는 DCI 포맷을 맵핑할 수 있는 DCI 컨테이너(즉, DCI 포함 단위)의 예를 나타낸다.
- 도 16은 본 발명의 다른 실시예에 따른 DCI 컨테이너의 예를 나타낸다.
- 도 17은 DCI 컨테이너의 비트 사이즈를 결정하는 방법을 나타낸다.

도 18 내지 도 23은 DCI 컨테이너의 갯수가 2개인 경우를 가정하고, 상술한 도 17의 방법에 따라 도출한 최적의 DCI 컨테이너 사이즈의 예를 나타낸다.

도 24는 기지국 및 단말을 나타내는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 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 통신 시스템에 사용될 수 있다. CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11(Wi-Fi), IEEE 802.16(WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. IEEE 802.16m은 IEEE 802.16e의 진화로, IEEE 802.16e에 기반한 시스템과의 하위 호환성(backward compatibility)를 제공한다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(Long Term Evolution)은 E-UTRA(Evolved-UMTS Terrestrial Radio Access)를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화이다.
- [0014] 설명을 명확하게 하기 위해, LTE-A 시스템에 적용되는 상황을 가정하여 기술하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0015] 도 1은 본 발명이 실시될 수 있는 무선 통신 시스템의 일 예를 나타낸 것이다.
- [0016] 무선 통신 시스템(10)은 적어도 하나의 기지국(11; Base Station, BS)을 포함한다. 각 기지국(11)은 특정한 지리적 영역(일반적으로 셀이라고 함)(15a, 15b, 15c)에 대해 통신 서비스를 제공한다. 셀은 다시 다수의 영역(섹터라고 함)으로 나누어질 수 있다. 단말(12; 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. 기지국(11)은 일반적으로 단말(12)과 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.
- [0017] 단말은 통상적으로 하나의 셀에 속하는데, 단말이 속한 셀을 서빙 셀(serving cell)이라 한다. 서빙 셀에 대해 통신 서비스를 제공하는 기지국을 서빙 기지국(serving BS)이라 한다. 무선통신 시스템은 셀룰러 시스템(cellular system)일 수 있으며 서빙 셀에 인접하는 다른 셀이 존재할 수 있다. 서빙 셀에 인접하는 다른 셀을 인접 셀(neighbor cell)이라 한다. 인접 셀에 대해 통신 서비스를 제공하는 기지국을 인접 기지국(neighbor BS)이라 한다. 서빙 셀 및 인접 셀은 단말을 기준으로 상대적으로 결정된다.
- [0018] 일반적으로 하향링크는 기지국(11)에서 단말(12)로의 통신을 의미하며, 상향링크는 단말(12)에서 기지국(11)로의 통신을 의미한다.
- [0019] 무선 통신 시스템은 MIMO(Multiple-In Multiple-Out) 시스템, MISO(Multiple Input Single Output) 시스템, SISO(single input single output) 시스템 및 SIMO(single input multiple output) 시스템 중 어느 하나일 수 있다. MIMO 시스템은 다수의 전송 안테나(transmit antenna)와 다수의 수신 안테나(receive antenna)를 사용한다. MISO 시스템은 다수의 전송 안테나와 하나의 수신 안테나를 사용한다. SISO 시스템은 하나의 전송 안테나와 하나의 수신 안테나를 사용한다. SIMO 시스템은 하나의 전송 안테나와 다수의 수신 안테나를 사용한다.
- [0020] 전송 안테나는 하나의 신호 또는 스트림을 전송하는 데 사용되는 물리적 또는 논리적 안테나를 의미하고, 수신 안테나는 하나의 신호 또는 스트림을 수신하는 데 사용되는 물리적 또는 논리적 안테나를 의미한다.
- [0021] 도 2는 3GPP LTE에서 무선 프레임(radio frame)의 구조를 나타낸다.
- [0022] 이는 3GPP(3rd Generation Partnership Project) TS 36.211 V8.2.0 (2008-03) "Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation (Release 8)"의 5절을 참조할 수 있다. 도 2를 참조하면, 무선 프레임은 10개의 서브프레임

(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 무선 프레임 내 슬롯은 #0부터 #19까지 슬롯 번호가 매겨진다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(Transmission Time Interval)라 한다. TTI는 데이터 전송을 위한 스케줄링 단위라 할 수 있다. 예를 들어, 하나의 무선 프레임의 길이는 10ms이고, 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다.

- [0023] 하나의 슬롯은 시간 영역(time domain)에서 복수의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심벌을 포함하고, 주파수 영역에서 복수의 부반송파를 포함한다. OFDM 심벌은 하나의 심벌 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것이다. OFDM 심벌은 다른 명칭으로 불리울 수 있다. 예를 들어, OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 심벌, 또는 상향링크 다중 접속 방식으로 SC-FDMA(single carrier-frequency division multiple access)가 사용될 경우 SC-FDMA 심벌이라고 할 수 있다.
- [0024] 3GPP LTE는 노멀(normal) 사이클릭 프리픽스(Cyclic Prefix, CP)에서 하나의 슬롯은 7개의 OFDM 심벌을 포함하고, 확장(extended) CP에서 하나의 슬롯은 6개의 OFDM 심벌을 포함하는 것으로 정의하고 있다.
- [0025] 상기 무선 프레임의 구조는 일 예에 불과하다. 따라서 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 개수나 서브프레임에 포함되는 슬롯의 개수, 또는 슬롯에 포함되는 OFDM 심벌의 개수는 다양하게 변경될 수 있다.
- [0026] 도 3은 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)의 일 예를 나타낸다.
- [0027] 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심벌을 포함하고, 주파수 영역에서 N_{RB} 개의 자원블록(RB; Resource Block)을 포함한다. 자원블록은 자원 할당 단위로 시간 영역에서 하나의 슬롯, 주파수 영역에서 복수의 연속하는 부반송파를 포함한다.
- [0028] 하향링크 슬롯에 포함되는 자원블록의 수 N_{RB} 은 셀에서 설정되는 하향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다. 예를 들어, LTE 시스템에서 N_{RB} 은 60 내지 110 중 어느 하나일 수 있다. 상향링크 슬롯의 구조도 상기 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.
- [0029] 자원 그리드 상의 각 요소(element)를 자원 요소(resource element, RE)라 한다. 자원 그리드 상의 자원 요소는 슬롯 내 인덱스 쌍(pair) (k,l) 에 의해 식별될 수 있다. 여기서, $k(k=0, \dots, N_{RB} \times 12 - 1)$ 는 주파수 영역 내 부반송파 인덱스이고, $l(l=0, \dots, 6)$ 은 시간 영역 내 OFDM 심벌 인덱스이다.
- [0030] 하나의 자원블록은 시간 영역에서 7 OFDM 심벌, 주파수 영역에서 12 부반송파로 구성되어 7×12 자원 요소를 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, 자원블록 내 OFDM 심벌의 수와 부반송파의 수는 이에 제한되는 것은 아니다. OFDM 심벌의 수와 부반송파의 수는 CP의 길이, 주파수 간격(frequency spacing) 등에 따라 다양하게 변경될 수 있다. 예를 들어, 노멀 CP의 경우 OFDM 심벌의 수는 7이고, 확장된 CP의 경우 OFDM 심벌의 수는 6이다. 하나의 OFDM 심벌에서 부반송파의 수는 128, 256, 512, 1024, 1536 및 2048 중 하나를 선정하여 사용할 수 있다.
- [0031] 도 4는 하향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [0032] 하향링크 서브프레임은 시간 영역에서 2개의 슬롯을 포함하고, 각 슬롯은 노멀 CP에서 7개의 OFDM 심벌을 포함한다. 서브프레임 내의 첫 번째 슬롯의 앞선 최대 3 OFDM 심벌들(1.4Mhz 대역폭에 대해서는 최대 4 OFDM 심벌들)이 제어 채널들이 할당되는 제어 영역(control region)이고, 나머지 OFDM 심벌들은 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)가 할당되는 데이터 영역이 된다. PDSCH는 기지국이 단말에게 데이터를 전송하는 채널을 의미한다.
- [0033] PDCCH는 DL-SCH(Downlink-Shared Channel)의 자원 할당(이를 DL 그랜트(downlink grant)라고도 한다) 및 전송 포맷, UL-SCH(Uplink Shared Channel)의 자원 할당 정보(이를 UL 그랜트(uplink grant)라고도 한다), PCH(paging channel) 상의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상으로 전송되는 랜덤 액세스 응답과 같은 상위 계층 제어 메시지의 자원 할당, 임의의 UE 그룹 내 개별 UE들에 대한 전송 파워 제어(transmission power control, TPC) 명령의 집합 및 VoIP(Voice over Internet Protocol)의 활성화 등을 나눌 수 있다. 상술한 바와 같은 PDCCH를 통해 전송되는 제어정보를 하향링크 제어정보(downlink control information, DCI)라고 한다.
- [0034] 도 5는 PDCCH의 구성을 나타낸 블록도이다.
- [0035] 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 마스크한다(510).

- [0036] 특정 단말을 위한 PDCCH라면 단말의 고유 식별자, 예를 들어 C-RNTI(Cell-RNTI)가 CRC에 마스크될 수 있다. 또는, 페이징 메시지를 위한 PDCCH라면 페이징 지시 식별자, 예를 들어 P-RNTI(Paging-RNTI)가 CRC에 마스크될 수 있다. 시스템 정보를 위한 PDCCH라면 시스템 정보 식별자, SI-RNTI(system information-RNTI)가 CRC에 마스크될 수 있다. 단말의 랜덤 액세스 프리앰블의 전송에 대한 응답인 랜덤 액세스 응답을 지시하기 위해 RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스크될 수 있다.
- [0037] 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.
- [0038] CRC가 부가된 DCI를 인코딩하여 부호화된 데이터(coded data)를 생성한다(520). 인코딩은 채널 인코딩과 레이트 매칭(rate matching)을 포함한다.
- [0039] 부호화된 데이터는 변조되어 변조 심벌들이 생성된다(530).
- [0040] 변조심벌들은 물리적인 RE(resource element)에 맵핑된다(540). 변조심벌 각각은 RE에 맵핑된다.
- [0041] 도 6은 PDCCH의 자원 맵핑의 예를 나타낸다.
- [0042] 이는 3GPP TS 36.211 V8.5.0 (2008-12)의 6.8절을 참조할 수 있다. R0은 제1 안테나 포트의 기준신호, R1은 제2 안테나 포트의 기준신호, R2는 제3 안테나 포트의 기준신호, R3는 제4 안테나 포트의 기준신호를 나타낸다.
- [0043] 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. CCE의 수와 CCE들에 의해 제공되는 부호화율의 연관 관계에 따라 PDCCH의 포맷 및 가능한 PDCCH의 비트 수가 결정된다.
- [0044] 하나의 REG(도면에서는 쿼드러플렛(quadruplet)으로 표시)은 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.
- [0045] 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.
- [0046] 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 후보(candidate) PDCCH라 함)의 CRC에 원하는 식별자를 디마스크하여, 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.
- [0047] 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.
- [0048] 3GPP LTE에서는 블라인드 디코딩으로 인한 부담을 줄이기 위해, 검색 공간(search space)을 사용한다. 검색 공간은 PDCCH를 위한 CCE의 모니터링 집합(monitored set)이라 할 수 있다. 단말은 해당되는 검색 공간내에서 PDCCH를 모니터링한다.
- [0049] 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 구성될 수 있고, {4, 8}의 CCE 집합 레벨을 갖는 PDCCH를 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 PDCCH를 지원한다.
- [0050] PDCCH 상으로 전송되는 기존의 DCI 포맷들에 대해 설명한다.
- [0051] DCI 포맷은 다음 설명할 필드들을 포함하며 각 필드는 정보 비트 a_0 내지 a_{A-1} 에 맵핑될 수 있다. 각 필드는 각 DCI 포맷에서 설명하는 순서대로 맵핑될 수 있고, 각 필드는 '0' 패딩 비트들을 포함할 수 있다. 첫번째 필드

가 가장 낮은 차수의 정보 비트 a_0 에 맵핑될 수 있고, 연속하는 다른 필드들이 높은 차수의 정보 비트들에 맵핑될 수 있다. 각 필드에서 가장 중요한 비트(most significant bit, MSB)는 해당 필드의 가장 낮은 차수의 정보 비트에 맵핑될 수 있다. 예를 들어, 첫번째 필드의 가장 중요한 비트는 a_0 에 맵핑될 수 있다. 이하, 기존의 각 DCI 포맷이 포함하는 필드들의 집합을 정보 필드라 칭한다.

[0052] 1. DCI 포맷 0

[0053] DCI 포맷 0는 PUSCH 스케줄링을 위해 사용된다. DCI 포맷 0을 통해 전송되는 정보(필드)는 다음과 같다.

[0054] 1) DCI 포맷 0과 DCI 포맷 1A를 구분하기 위한 플래그(0이면 DCI 포맷 0을 지시하고 1이면 DCI 포맷 1A를 지시한다), 2) 홉핑 플래그(1 비트), 3) 자원블록 지정 및 홉핑 자원 할당, 4) 변조 및 코딩 스킴 및 리던던시 버전(redundancy version)(5비트), 5) 새로운 데이터 지시자(1 비트), 6) 스케줄링된 PUSCH에 대한 TPC 명령(2비트), 7) DM-RS를 위한 순환 쉬프트(3비트), 8) UL 인덱스, 9) 하향링크 지정 인덱스(TDD에만), 10)CQI 요청 등이다. 만약, DCI 포맷 0에서 정보 비트의 개수가 DCI 포맷 1A의 페이로드 사이즈보다 작은 경우에는 DCI 포맷 1A와 페이로드 사이즈와 같도록 '0' 이 패딩된다.

[0055] 2. DCI 포맷 1

[0056] DCI 포맷 1은 하나의 PDSCH 코드워드 스케줄링에 사용된다. DCI 포맷 1에는 다음 정보들이 전송된다.

[0057] 1) 자원 할당 헤더(자원 할당 타입 0/ 타입 1을 지시)-하향링크 대역폭이 10 PRB보다 작은 경우에는 자원 할당 헤더는 포함되지 않으며 자원 할당 타입 0으로 가정된다. 2) 자원블록 지정, 3) 변조 및 코딩 스킴, 4) HARQ 프로세스 넘버, 5) 새로운 데이터 지시자, 6) 리던던시 버전, 7) PUCCH를 위한 TPC 명령, 8) 하향링크 지정 인덱스(TDD에만) 등이다. DCI 포맷 1의 정보 비트의 개수가 DCI 포맷 0/1A와 동일한 경우에는 '0' 값을 가지는 하나의 비트가 DCI 포맷 1에 추가된다. DCI 포맷 1에서 정보 비트의 개수가 {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56} 중 어느 하나와 같다면 하나 이상의 '0' 값을 가지는 비트를 DCI 포맷 1에 추가하여 상기 {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56} 및 DCI 포맷 0/1A의 페이로드 사이즈와 다른 페이로드 사이즈를 가지도록 한다.

[0058] 3. DCI 포맷 1A

[0059] DCI 포맷 1A는 하나의 PDSCH 코드워드의 간단한(compact) 스케줄링 또는 랜덤 액세스 과정에 사용된다.

[0060] DCI 포맷 1A에는 다음 정보들이 전송된다. 1) DCI 포맷 0과 DCI 포맷 1A를 구분하기 위한 플래그, 2) 지역화/분산화 VRB 지정 플래그, 3) 자원블록 지정, 4) 변조 및 코딩 스킴, 5) HARQ 프로세스 넘버, 6) 새로운 데이터 지시자, 7) 리던던시 버전, 8) PUCCH를 위한 TPC 명령, 9) 하향링크 지정 인덱스(TDD에만) 등이다. DCI 포맷 1A의 정보 비트 개수가 DCI 포맷 0의 정보 비트 개수보다 적은 경우 '0' 값을 가지는 비트들을 추가하여 DCI 포맷 0의 페이로드 사이즈와 동일하게 만든다. DCI 포맷 1A에서 정보 비트의 개수가 {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56} 중 어느 하나와 같다면 하나의 '0' 값을 가지는 비트를 DCI 포맷 1A에 추가한다.

[0061] 4. DCI 포맷 1B

[0062] DCI 포맷 1B는 프리코딩 정보를 포함하여 하나의 PDSCH 코드워드에 대한 간단한 스케줄링에 사용된다. DCI 포맷 1B에는 다음 정보들이 전송된다.

[0063] 1) 지역화/분산화 VRB 지정 플래그, 2) 자원블록 지정, 3) 변조 및 코딩 스킴, 4) HARQ 프로세스 넘버, 5) 새로운 데이터 지시자, 6) 리던던시 버전, 7) PUCCH를 위한 리던던시 버전, 8) 하향링크 지정 인덱스(TDD에만), 9) 프리코딩을 위한 TPMI(transmitted precoding matrix indicator) 정보, 10) 프리코딩을 위한 PMI 확인 등이다. 만약, DCI 포맷 1B의 정보 비트들의 개수가 {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56} 중 어느 하나와 같다면 하나의 '0' 값을 가지는 비트를 DCI 포맷 1B에 추가된다.

[0064] 5. DCI 포맷 1C

[0065] DCI 포맷 1C는 하나의 PDSCH 코드워드에 대한 매우 간단한 스케줄링(very compact scheduling)에 사용된다. DCI 포맷 1C에는 다음 정보들이 전송된다.

[0066] 1) 갭(gap) 값을 나타내는 지시자, 2) 자원블록 지정, 3) 전송 블록 사이즈 인덱스 등이다.

[0067] 6. DCI 포맷 1D

- [0068] DCI 포맷 1D는 프리코딩 및 전력 오프셋 정보를 포함하고 하나의 PDSCH 코드워드에 대한 간단한 스케줄링에 사용된다.
- [0069] DCI 포맷 1D에는 다음과 같은 정보들이 전송된다.
- [0070] 1) 지역화/분산화 VRB 지정 플래그, 2) 자원블록 지정, 3) 변조 및 코딩 스킴, 4) HARQ 프로세스 넘버, 5) 새로운 데이터 지시자, 6) 리던던시 버전, 7) PUCCH를 위한 TPC 명령, 8) 하향링크 지정 인덱스(TDD에만), 9) 프리코딩을 위한 TPMI 정보, 10) 하향링크 전력 오프셋 등이다. 만약 DCI 포맷 1D의 정보 비트들의 개수가 {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56} 중 어느 하나와 같다면 하나의 '0' 값을 가지는 비트를 DCI 포맷 1D에 추가한다.
- [0071] 7. DCI 포맷 2
- [0072] DCI 포맷 2는 페루프 MIMO 동작을 위한 PDSCH 지정을 위해 사용된다. DCI 포맷 2D에는 다음과 같은 정보들이 전송된다.
- [0073] 1) 자원 할당 헤더, 2) 자원블록 지정, 3) PUCCH를 위한 TPC 명령, 4) 하향링크 지정 인덱스(TDD 에만), 5) HARQ 프로세스 넘버, 6) 전송 블록과 코드워드 스왑 플래그(transport block to codeword swap flag), 7) 변조 및 코딩 스킴, 8) 새로운 데이터 지시자, 9) 리던던시 버전, 10) 프리코딩 정보 등이다.
- [0074] 8. DCI 포맷 2A
- [0075] DCI 포맷 2A는 개방 루프 MIMO 동작을 위한 PDSCH 지정을 위해 사용된다. DCI 포맷 2A에는 다음과 같은 정보들이 전송된다.
- [0076] 1) 자원 할당 헤더, 2) PUCCH를 위한 TPC 명령, 3) 하향링크 지정 플래그(TDD 에만), 4) HARQ 프로세스 넘버, 5) 전송블록과 코드워드 스왑 플래그, 6) 변조 및 코딩 스킴, 7) 새로운 데이터 지시자, 8) 리던던시 버전, 9) 프리코딩 정보 등이다.
- [0077] 9. DCI 포맷 3
- [0078] DCI 포맷 3은 2비트의 전력 조정을 통해 PUCCH 및 PUSCH에 대한 TPC 명령을 전송하기 위해 사용된다. DCI 포맷 3에는 다음 정보가 전송된다.
- [0079] 1) N개의 TPC(transmit power control) 명령. 여기서 N은 다음 식 1과 같이 결정된다.

수학식 1

$$N = \left\lfloor \frac{L_{\text{format 0}}}{2} \right\rfloor$$

- [0080]
- [0081] 여기서, $L_{\text{format 0}}$ 는 CRC를 붙이기 전의 DCI 포맷 0의 페이로드 사이즈와 동일하다. 만약, 플로어(floor) $L_{\text{format 0}}/2$ 가 $(L_{\text{format 0}}/2)$ 보다 작다면, '0' 값을 가지는 하나의 비트가 추가된다.
- [0082] 10. DCI 포맷 3A
- [0083] DCI 포맷 3A는 1 비트의 전력 조정을 통해 PUCCH 및 PUSCH에 대한 TPC 명령을 전송하기 위해 사용된다. DCI 포맷 3A에는 다음 정보가 전송된다.
- [0084] 1) M개의 TPC 명령. 여기서 M은 $L_{\text{format 0}}$ 는 CRC를 붙이기 전의 DCI 포맷 0의 페이로드 사이즈와 동일하다.
- [0085] 상기 DCI 포맷들에 대한 설명은 3GPP TS 36.212 V8.7.0(2009-05) 5.3.3.1절을 참고할 수 있다.
- [0086] 기지국과 단말 간에 하향링크 전송 모드는 다음 7가지로 구분될 수 있다.
- [0087] 단일 안테나 포트: 프리코딩을 하지 않는 모드이다.
- [0088] 전송 다이버시티: 전송 다이버시티는 SFBC를 사용하는 2개 또는 4개의 안테나 포트에 사용될 수 있다.

- [0089] 개방 루프 공간 다중화: RI 피드백에 기반한 랭크 적응이 가능한 개방 루프 모드이다. 랭크가 1인 경우 전송 다이버시티가 적용될 수 있다. 랭크가 1보다 큰 경우 큰 지연 CDD가 사용될 수 있다.
- [0090] 페루프 공간 다중화: 동적 랭크 적응을 지원하는 프리 코딩 피드백이 적용되는 모드이다.
- [0091] 멀티 유저 MIMO
- [0092] 페루프 랭크 1 프리코딩
- [0093] 7. 단일 안테나 포트: 단말 특정적 참조신호가 사용되는 경우 빔포밍에 사용될 수 있는 모드이다.
- [0094] 다음 표 1은 상술한 하향링크 전송 모드에 따라 단말이 모니터링해야 하는 DCI 포맷의 예를 나타낸다.

표 1

Transmission mode	DCI format to be monitored
1. Single-antenna port; port 0	DCI 0/1A, DCI 1
2. Transmit diversity	DCI 0/1A, DCI 1
3. Open-loop spatial multiplexing	DCI 0/1A, DCI 2A
4. Close-loop spatial multiplexing	DCI 0/1A, DCI 2
5. Multi-user MIMO	DCI 0/1A, DCI 1D
6. closed-loop rank=1 precoding	DCI 0/1A, DCI 1B
7. Single-antenna port; port 5	DCI 0/1A, DCI 1

- [0095]
- [0096] 다음 표 2는 단말의 블라인드 디코딩 횟수의 예를 나타낸다.

표 2

Search Space Type	Aggregation level L	Size [In CCEs]	Number of PDCCH candidates	DCI formats	# of blind decodings
UE-specific	1	6	6	0, 1, 1A, 1B, 1D, 2, 2A	(6+6+2+2)*2=32
	2	12	6		
	4	8	2		
	8	16	2		
Common	4	16	4	0, 1A, 1C, 3/3A	(4+2)*2=12
	8	16	2		

- [0097]
- [0098] 표 2에 나타난 바와 같이 단말은 최대 44번의 블라인드 디코딩을 수행하여야 할 수 있다. 단말은 기지국으로부터 시스템 정보를 통해 반송파의 대역폭, 전송 모드, 안테나 포트의 갯수 등에 대한 정보를 수신하여 블라인드 디코딩 시 검출해야 하는 PDCCH의 페이로드(payload) 사이즈를 미리 알 수 있다. 단말은 미리 알고 있는 PDCCH의 페이로드 사이즈를 대상으로 하향링크와 상향링크에 대해 한 번씩 단말 특정적 검색 공간에서 16*2=32번, 공용 검색 공간에서 6*2=12번, 총 44번의 블라인드 디코딩을 수행한다.
- [0099] 도 8은 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [0100] 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 나뉠 수 있다. 상기 제어 영역은 상향링크 제어 정보가 전송되기 위한 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)이 할당된다. 상기 데이터 영역은 데이터가 전송되기 위한 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)이 할당된다. 단일 반송파(single carrier)의 특성

을 유지하기 위하여, 단말은 PUCCH와 PUSCH를 동시에 전송하지 않는다.

- [0101] 하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원블록 쌍(RB pair)으로 할당된다. 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들은 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각에서 서로 다른 부반송파를 차지한다. PUCCH에 할당되는 자원블록 쌍에 속하는 자원블록이 차지하는 주파수는 슬롯 경계(slot boundary)를 기준으로 변경된다. 이를 PUCCH에 할당되는 RB 쌍이 슬롯 경계에서 주파수가 홉핑(frequency-hopped)되었다고 한다. 단말이 상향링크 제어 정보를 시간에 따라 서로 다른 부반송파를 통해 전송함으로써, 주파수 다이버시티 이득을 얻을 수 있다.
- [0102] PUCCH 상으로 전송되는 상향링크 제어정보에는 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) ACK(Acknowledgement)/NACK(Non-acknowledgement), 하향링크 채널 상태를 나타내는 CQI(Channel Quality Indicator), 상향링크 무선 자원 할당 요청인 SR(Scheduling Request) 등이 있다.
- [0103] PUSCH는 전송 채널(transport channel)인 UL-SCH(Uplink Shared Channel)에 맵핑된다. PUSCH 상으로 전송되는 상향링크 데이터는 TTI 동안 전송되는 UL-SCH를 위한 데이터 블록인 전송 블록(transport block)일 수 있다. 상기 전송 블록은 사용자 정보일 수 있다. 또는, 상향링크 데이터는 다중화된(multiplexed) 데이터일 수 있다. 다중화된 데이터는 UL-SCH를 위한 전송 블록과 제어정보가 다중화된 것일 수 있다. 예를 들어, 데이터에 다중화되는 제어정보에는 CQI, PMI(Precoding Matrix Indicator), HARQ, RI(Rank Indicator) 등이 있을 수 있다. 또는 상향링크 데이터는 제어정보만으로 구성될 수도 있다.
- [0104] LTE-A 시스템에서 상향링크는 SC-FDMA 전송 방식을 적용할 수 있다. DFT 확산(spreading) 후 IFFT가 수행되는 전송 방식을 SC-FDMA라 한다. SC-FDMA는 DFT-s OFDM(DFT-spread OFDM)이라고도 할 수 있다. SC-FDMA에서는 PAPR(peak-to-average power ratio) 또는 CM(cubic metric)이 낮아질 수 있다. SC-FDMA 전송 방식을 이용하는 경우, 전력 증폭기(power amplifier)의 비선형(non-linear) 왜곡 구간을 피할 수 있으므로 전력 소모가 제한된 단말에서 전송 전력 효율이 높아질 수 있다. 이에 따라, 사용자 수율(user throughput)이 높아질 수 있다.
- [0105] 한편, 3GPP LTE-A 시스템은 반송파 집성(carrier aggregation) 시스템을 지원할 수 있다. 반송파 집성 시스템은 3GPP TR 36.815 V9.0.0 (2010-3)을 참조할 수 있다.
- [0106] 반송파 집성 시스템은 무선 통신 시스템이 광대역을 지원하려고 할 때 목표로 하는 광대역보다 작은 대역폭을 가지는 1개 이상의 반송파를 모아서 광대역을 구성하는 시스템을 의미한다. 반송파 집성 시스템은 다중 반송파 시스템(multiple carrier system), 대역폭 집합(Bandwidth aggregation) 시스템 등의 다른 명칭으로 불릴 수 있다. 반송파 집성 시스템은 각 반송파가 연속한 연속(contiguous) 반송파 집성 시스템과 각 반송파가 서로 떨어져 있는 불연속(non-contiguous) 반송파 집성 시스템으로 구분될 수 있다. 이하에서 단순히 다중 반송파 시스템 또는 반송파 집성 시스템이라 할 때, 이는 요소 반송파가 연속인 경우와 불연속인 경우를 모두 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0107] 연속 반송파 집성 시스템에서 각 반송파 사이에 가드 밴드(guard band)가 존재할 수 있다. 1개 이상의 반송파를 모을 때 대상이 되는 반송파는 기존 시스템과의 하위 호환성(backward compatibility)을 위하여 기존 시스템에서 사용하는 대역폭을 그대로 사용할 수 있다. 예를 들어 3GPP LTE 시스템에서는 1.4MHz, 3MHz, 5MHz, 10MHz, 15MHz 및 20MHz의 대역폭을 지원하며, 3GPP LTE-A 시스템에서는 상기 3GPP LTE 시스템의 대역폭만을 이용하여 20MHz 이상의 광대역을 구성할 수 있다. 또는 기존 시스템의 대역폭을 그대로 사용하지 않고 새로운 대역폭을 정의하여 광대역을 구성할 수도 있다.
- [0108] 반송파 집성 시스템에서 단말은 용량에 따라서 하나 또는 복수의 반송파를 동시에 전송 또는 수신할 수 있다. LTE-A 규격에 따른 단말(LTE-A 단말)은 복수의 반송파를 동시에 전송 또는 수신할 수 있다. LTE Rel-8 규격에 따른 단말(LTE 단말)은 반송파 집성 시스템을 구성하는 각 반송파가 LTE Rel-8 시스템과 호환될 때 하나의 반송파만을 송신 또는 수신할 수 있다. 따라서 적어도 상향링크와 하향링크에서 사용되는 반송파의 개수가 같은 경우, 모든 요소 반송파가 LTE Rel-8 시스템과 호환되도록 구성될 필요가 있다.
- [0109] 복수의 반송파를 효율적으로 사용하기 위하여 복수의 반송파를 MAC(Media Access Control)에서 관리할 수 있다.
- [0110] 도 9는 반송파 집성 시스템을 구성하는 기지국과 단말의 일 예이다.
- [0111] 도 9-(a)의 기지국에서 하나의 MAC이 n개의 반송파를 모두 관리 및 운영하여 데이터를 송수신한다. 이는 도 9-(b)의 단말에서도 마찬가지이다. 단말의 입장에서 요소 반송파 당 하나의 전송 블록(transport block)과 하나의 HARQ 엔티티(entity)가 존재할 수 있다. 단말은 복수의 반송파에 대하여 동시에 스케줄링 될 수 있다. 도 9의 반송파 집성 시스템은 연속 반송파 집성 시스템 또는 불연속 반송파 집성 시스템에 모두 적용될 수 있다. 하나

의 MAC에서 관리하는 각각의 반송파는 서로 인접할 필요가 없으며, 따라서 자원 관리 측면에서 유연하다는 장점이 있다.

- [0112] 도 10 및 도 11은 반송파 집성 시스템을 구성하는 기지국과 단말의 또 다른 예이다.
- [0113] 도 10-(a)의 기지국 및 도 10-(b)의 단말에서는 하나의 MAC이 하나의 반송파만을 관리한다. 즉, MAC와 반송파가 1대1로 대응된다. 도 11-(a)의 기지국 및 도 11-(b)의 단말에서는 일부 반송파에 대해서는 MAC과 반송파가 1대1로 대응되고, 나머지 반송파에 대해서는 하나의 MAC이 복수의 반송파를 제어한다. 즉, MAC과 반송파의 대응 관계로 다양한 조합이 가능하다.
- [0114] 도 9 내지 도 11의 반송파 집성 시스템은 n개의 반송파를 포함하며, 각 반송파는 서로 인접할 수도 있고 떨어져 있을 수도 있다. 반송파 집성 시스템은 상향링크 또는 하향링크에 모두 적용될 수 있다. TDD 시스템에서는 각각의 반송파가 상향링크 전송과 하향링크 전송을 수행할 수 있도록 구성되며, FDD 시스템에서는 복수의 반송파를 상향링크 용과 하향링크 용으로 구분하여 사용할 수 있다. 일반적인 TDD 시스템에서 상향링크와 하향링크에서 사용되는 요소 반송파의 개수와 각 반송파의 대역폭은 동일하다. FDD 시스템에서는 상향링크와 하향링크에서 사용하는 반송파의 수와 대역폭을 각각 달리 함으로써 비대칭(asymmetric) 반송파 집성 시스템을 구성하는 것도 가능하다.
- [0115] 도 12는 본 발명이 적용될 수 있는 DL/UL 비대칭 반송파 집성 시스템의 일례이다.
- [0116] 도 12-(a)는 DL 요소 반송파의 수가 UL 요소 반송파의 수보다 많은 경우를, 도 12-(b)는 UL 요소 반송파의 수가 DL 요소 반송파의 수보다 많은 경우를 예시하고 있다. 도 12-(a)는 두개의 DL 요소 반송파가 하나의 UL 요소 반송파와 링크(linkage)되는 경우를, 도 12-(b)는 하나의 DL 요소 반송파가 두개의 UL 요소 반송파와 링크되는 경우를 예시하고 있으나, DL 및 UL을 구성하는 요소 반송파의 수와 DL 요소 반송파와 UL 요소 반송파가 링크되는 비는 본 발명이 적용되는 반송파 집성 시스템에 따라 다양하게 변경될 수 있으며 본 발명에서 제안하는 내용은 DL을 구성하는 요소 반송파와 UL을 구성하는 요소 반송파가 1:1로 연계되는 대칭 반송파 집성 시스템(symmetrical carrier aggregation system)에도 적용될 수 있다.
- [0117] LTE-A 시스템에서 하위 호환성을 갖는 반송파는 종래의 3GPP LTE 시스템의 단말들과의 호환성을 고려하여 종래의 단말이 수용 가능(accessible)하고, 독자적인 하나의 반송파로 기능하거나 반송파 집성의 일부로서 기능할 수 있다. 하위 호환성을 갖는 반송파는 FDD 시스템에서 항상 DL과 UL의 페어(pair) 형태로 구성된다. 이에 대하여 하위 호환성을 갖지 아니하는 반송파의 경우 종래의 LTE 시스템에서 동작하는 단말들에 대한 호환성을 고려하지 아니하고 새로이 정의되어 종래의 단말에게는 수용될 수 없다. 확장 반송파(extension carrier)는 독자적인 하나의 반송파로 기능할 수는 없고, 독자적인 하나의 반송파로 기능할 수 있는 반송파를 포함하고 있는 요소 반송파 집합(set)의 일부로 기능하는 반송파이다.
- [0118] 반송파 집성(carrier aggregation) 시스템에 있어서 하나 또는 복수의 반송파를 사용하는 형태는 셀-특정적(cell-specific) 또는/및 단말-특정적(UE-specific) 방법이 고려될 수 있다. 이하 본 발명을 기술함에 있어 셀-특정적 방법은 임의의 셀 또는 기지국이 운영하는 관점에서의 반송파 설정(carrier configuration)을, 단말-특정적 방법은 단말 관점에서의 반송파 설정을 의미한다.
- [0119] 셀-특정적 반송파 집성은 임의의 기지국 또는 셀이 설정하는 반송파 집성의 형태가 될 수 있다. 셀-특정적 반송파 집성의 형태는 FDD 시스템의 경우 3GPP LTE 릴리즈(release)-8 / LTE-A에서 규정하는 Tx-Rx 구분(separation)에 따라 DL과 UL의 연계가 결정되는 형태일 수 있다. 예컨대, 상향링크와 하향링크에서의 반송파 주파수는 E-UTRA 절대적 무선 주파수 채널 넘버(E-UTRA Absolute Radio Frequency Channel Number, EARFCN)에 의해 지정될 수 있으며, EARFCN의 범위는 0에서 65535이다. EARFCN과 하향링크의 MHz 단위의 반송파 주파수의 관계는 다음 식에 의해 주어질 수 있다.

수학식 2

[0120]
$$F_{DL} = F_{DL_low} + 0.1(N_{DL} - N_{offs-DL})$$

[0121] 상기 식에서 N_{DL} 는 하향링크 EARFCN이고, F_{DL_low} 및 $N_{offs-DL}$ 는 다음 표에 의해 주어진다.

표 3

E-UTRA Operating Band	Downlink			Uplink		
	F _{DL_low} (MHz)	N _{ons-DL}	Range of N _{DL}	F _{UL_low} (MHz)	N _{ons-UL}	Range of N _{UL}
1	2110	0	0 – 599	1920	18000	18000 – 18599
2	1930	600	600-1199	1850	18600	18600 – 19199
3	1805	1200	1200 – 1949	1710	19200	19200 – 19949
4	2110	1950	1950 – 2399	1710	19950	19950 – 20399
5	869	2400	2400 – 2649	824	20400	20400 – 20649
6	875	2650	2650 – 2749	830	20650	20650 – 20749
7	2620	2750	2750 – 3449	2500	20750	20750 – 21449
8	925	3450	3450 – 3799	880	21450	21450 – 21799
9	1844.9	3800	3800 – 4149	1749.9	21800	21800 – 22149
10	2110	4150	4150 – 4749	1710	22150	22150 – 22749
11	1475.9	4750	4750 – 4999	1427.9	22750	22750 – 22999
12	728	5000	5000 - 5179	698	23000	23000 - 23179
13	746	5180	5180 – 5279	777	23180	23180 – 23279
14	758	5280	5280 – 5379	788	23280	23280 – 23379
...						
17	734	5730	5730 – 5849	704	23730	23730 - 23849
...						
33	1900	26000	36000 – 36199	1900	36000	36000 – 36199
34	2010	26200	36200 – 36349	2010	36200	36200 – 36349
35	1850	26350	36350 – 36949	1850	36350	36350 – 36949
36	1930	26950	36950 – 37549	1930	36950	36950 – 37549
37	1910	27550	37550 – 37749	1910	37550	37550 – 37749
38	2570	27750	37750 – 38249	2570	37750	37750 – 38249
39	1880	28250	38250-38649	1880	38250	38250-38649
40	2300	28650	38650-39649	2300	38650	38650-39649
NOTE: The channel numbers that designate carrier frequencies so close to the operating band edges that the carrier extends beyond the operating band edge shall not be used. This implies that the first 7, 15, 25, 50, 75 and 100 channel numbers at the lower operating band edge and the last 6, 14, 24, 49, 74 and 99 channel numbers at the upper operating band edge shall not be used for channel bandwidths of 1.4, 3, 5, 10, 15 and 20 MHz respectively.						

[0122]

[0123]

전송 및 수신 채널 대역폭에 따른 E-URTA 전송 채널(반송파 중심 주파수)과 수신 채널(반송파 중심 주파수)의 분리는 다음 표와 같이 규정될 수 있다.

표 4

Frequency Band	TX - RX carrier centre frequency separation
1	190 MHz
2	80 MHz.
3	95 MHz.
4	400 MHz
5	45 MHz
6	45 MHz
7	120 MHz
8	45 MHz
9	95 MHz
10	400 MHz
11	48 MHz
12	30 MHz
13	-31 MHz
14	-30 MHz
17	30 MHz

[0124]

[0125]

[0126]

[0127]

[0128]

[0129]

[0130]

[0131]

이와 관련한 사항은 2008년 12월에 개시된 3GPP TS 36.101 V8.4.0의 5.7절을 참조할 수 있다.

이제 반송파 집성 시스템에서 사용할 수 있는 단말 특정적 반송파 집성에 대해 설명한다. 단말 특정적 반송파 집성은 기지국과 단말 사이에서 임의의 방법 예를 들면 단말의 능력이나 시그널링 등을 이용하여 특정 단말 또는 특정 단말 그룹이 사용할 수 있는 요소 반송파(CC) 집합을 설정하는 것이다.

단말 특정적 하향링크 요소 반송파(DL CC) 집합은 특정 단말에 대해 전용 시그널링을 통해 설정된 하향링크 데이터 채널(즉, PDSCH)를 수신하도록 스케줄링된 DL CC들의 집합으로 정의될 수 있다. 단말 특정적 UL CC 집합은 상향링크 데이터 채널(즉, PUSCH)를 전송하도록 스케줄링된 UL CC들의 집합으로 정의될 수 있다.

반송파 집성 시스템에서 PDCCH 모니터링 DL CC 집합(이하 모니터링 DL CC 집합으로 약칭)은 특정 단말이 제어정보를 수신할 수 있는 제어채널 즉, PDCCH를 모니터링하는 DL CC의 집합을 의미한다. 모니터링 DL CC 집합은 단말 특정적 DL CC 집합 내에서 포함되거나, 단말 특정적 DL CC 집합의 일부를 포함하거나 또는 단말 특정적 DL CC 집합에 포함되지 않는 DL CC일 수 있다. 모니터링 DL CC 집합은 단말 특정적 또는 셀 특정적으로 설정될 수 있다.

교차 반송파 스케줄링(cross-carrier scheduling)은 특정 요소 반송파를 통해 전송되는 PDCCH를 통해 다른 요소 반송파를 통해 전송되는 PDSCH의 자원 할당 및/또는 상기 특정 요소 반송파와 기본적으로 링크되어 있는 요소 반송파 이외의 다른 요소 반송파를 통해 전송되는 PUSCH의 자원 할당을 할 수 있는 스케줄링 방법이다. 즉, PDCCH와 PDSCH가 서로 다른 DL CC를 통해 전송될 수 있고, UL 그랜트를 포함하는 PDCCH가 전송된 DL CC와 링크된 UL CC가 아닌 다른 UL CC를 통해 PUSCH가 전송될 수 있다. 이처럼 교차 반송파 스케줄링을 지원하는 시스템에서는 PDCCH가 제어정보를 제공하는 PDSCH/PUSCH가 어떤 DL CC/UL CC를 통하여 전송되는지를 알려주는 반송파 지시자가 필요하다. 이러한 반송파 지시자를 포함하는 필드를 이하에서 반송파 지시 필드(carrier indication field, CIF)라 칭한다.

교차 반송파 스케줄링을 지원하는 시스템은 종래의 DCI 포맷에 반송파 지시 필드(carrier indication field, CIF)를 포함할 수 있다. 교차 반송파 스케줄링을 지원하는 시스템 예를 들어 LTE-A 시스템에서는 기존의 DCI 포맷(즉, LTE에서 사용하는 DCI 포맷)에 CIF가 추가되므로 예를 들어 1 내지 3 비트가 확장될 수 있고, PDCCH 구조는 기존의 코딩 방법, 자원 할당 방법(즉, CCE 기반의 자원 맵핑)등을 재사용할 수 있다.

교차 반송파 스케줄링을 지원하는 시스템에서도 비교차 반송파 스케줄링을 지원할 수 있다. 비교차 반송파 스케줄링은 특정 요소 반송파를 통해 전송되는 PDCCH를 통해 동일한 요소 반송파의 PDSCH의 자원할당을 하고 상기

특정 요소 반송파와 링크된 하나의 요소 반송파를 통해 전송되는 PUSCH의 자원할당을 하는 스케줄링 방법이다. 비교차 반송파 스케줄링의 경우에는 CIF를 포함하지 않을 수 있다.

- [0132] 기지국은 교차 반송파 스케줄링의 활성화 여부를 반 정적으로 설정할 수 있다. 즉, 기지국은 DCI 포맷에 CIF를 포함하는지 여부를 반 정적으로 설정할 수 있으며 단말(또는 단말 그룹) 특정적, 셀 특정적으로 설정할 수 있다. 이러한 반 정적 설정을 통해 기지국과 단말 간의 시그널링 오버헤드를 줄일 수 있다.
- [0133] 이하에서, 반송파 집성 시스템에서 단말의 PDCCH 블라인드 디코딩 횟수를 줄일 수 있도록 하는 제어 정보 구성 방법과 이러한 제어 정보를 전송하는 방법, 제어 정보 수신 방법 및 단말에 대해 설명한다.
- [0134] 반송파 집성 시스템 예를 들어, LTE-A 시스템 내에는 반송파 집성을 지원하지 않는 단말(이하 LTE 단말)과 반송파 집성을 지원할 수 있는 단말(이하 LTE-A 단말)이 공존할 수 있다. 반송파 집성 시스템은 LTE 단말을 지원함과 동시에 LTE-A 단말이 반송파 집성을 이용하지 않고 동작하는 경우도 지원할 수 있다. 이처럼 반송파 집성 시스템이 반송파 집성을 고려하지 않는 상황에서 단말(LTE 단말 또는 LTE-A 단말)이 제어정보를 디코딩하기 위한 PDCCH 블라인드 디코딩 횟수를 줄일 수 있는 제어정보 구성 방법(예컨대, DCI 포맷 구성 방법)을 설명한다. 반송파 집성 시스템(예컨대, LTE-A 시스템)에서는 새로운 전송 모드가 정의될 수 있고, 각 전송 모드 별로 사용 가능한 DCI 포맷의 갯수가 증가할 수 있다. 따라서, 반송파 집성을 고려하지 않는 상황에서도 단말의 PDCCH 블라인드 디코딩 횟수에 영향을 미치는 요소들의 가능한 경우의 수에 제한을 두어 단말이 수행해야 하는 PDCCH 블라인드 디코딩 횟수(이하 블라인드 디코딩 횟수라 약칭)를 줄일 필요가 있다.
- [0135] I. 반송파 집성을 지원하지 않는 경우에 단말의 블라인드 디코딩 횟수에 영향을 미치는 요소는 예를 들어 다음 3가지가 있다.
- [0136] 1) CCE 집합 레벨의 갯수, 2) CCE의 위치의 갯수, 3) DCI 포맷의 갯수.
- [0137] 먼저, 1) CCE 집합 레벨의 갯수에 제한을 두는 방법은, PDCCH의 성공적인 디코딩 확률에 영향을 줄 수 있다. 결과적으로 반송파 집성 시스템의 셀 커버리지에 제한을 받게될 수 있다.
- [0138] 다음으로, 2) CCE 위치의 갯수에 제한을 두는 방법은, PDCCH 블록킹 확률을 증가시킬 수 있고, 결과적으로 반송파 집성 시스템이 동시에 지원할 수 있는 단말의 수에 제한을 가져올 수 있다.
- [0139] 다음으로, 3) DCI 포맷의 갯수를 제한하는 방법은, 상기 1), 2)의 방법에 비해 PDCCH 디코딩 실패 확률, PDCCH 블록킹 확률을 증가시키지 않으면서 단말의 블라인드 디코딩 횟수를 줄일 수 있는 효과적인 방법이다.
- [0140] 상기 3)의 방법을 위해, 새롭게 추가되는 DCI 포맷의 갯수를 최소화하거나, 새로운 DCI 포맷을 추가하는 경우에 정보 필드의 사이즈를 기존의 DCI 포맷 또는 이미 추가된 DCI 포맷의 정보 필드의 사이즈와 동일하게 하고 동일한 정보 필드 사이즈를 가지는 복수의 DCI 포맷을 구별할 수 있는 지시자(즉, 지시 비트)를 정보 필드에 추가하는 방법을 고려할 수 있다.
- [0141] 도 13은 새로운 DCI 포맷의 일 예를 나타낸다.
- [0142] 도 13 (a)와 같이 정보 필드가 N_info 비트를 가지는 기존의 DCI 포맷이 있다고 가정하자. 이러한 경우, 도 13 (b), (c)와 같은 새로운 DCI 포맷은 기존의 DCI 포맷과 동일한 정보 필드 사이즈(N_info 비트)를 가지며, 동일한 사이즈의 정보 필드를 가지는 DCI 포맷들을 구별하기 위한 지시자(지시 비트)를 고정된 위치에 포함할 수 있다. 지시자는 도 13 (b)와 같이 새로운 DCI 포맷의 정보 필드 내에 포함되어 CRC 인코딩 및 채널 인코딩이 될 수 있다. 또는 도 13 (c)와 같이 정보 필드에서 지시자를 제외한 부분만 CRC 인코딩 및 채널 인코딩되고, 지시자는 별도로 인코딩될 수도 있다. 이러한 경우, 단말은 디코딩 시 채널 디코딩, CRC 제거 전에 지시자만을 디코딩하여 정보 필드가 어떠한 포맷을 가지는지 알 수 있다.
- [0143] 새로운 DCI 포맷은 상향링크와 하향링크에 동일하게 적용할 수 있는 정보 필드를 가지도록 구성할 수 있다. 이러한 경우 추가되는 새로운 DCI 포맷의 갯수를 줄일 수 있다. 상향링크와 하향링크에 모두 적용될 수 있는 DCI 포맷은 상향링크와 하향링크 중 어디에 사용되는지 구분할 수 있게 지시해주어야 한다. 이러한 지시를 해주는 필드를 UL/DL 지시자라고 칭한다면, UL/DL 지시자는 DCI 포맷 내의 미리 정해진 고정된 위치에서 전송될 수 있다. 단말은 동일한 사이즈를 단위로 PDCCH 블라인드 디코딩을 수행한 후 UL/DL 지시자를 통해 DCI 포맷이 무엇인지 구분할 수 있다.

- [0144] 다음으로, 실제로 단말이 블라인드 디코딩을 수행할 때 얻어야 하는 PDCCH가 몇 개인지에 대한 정보를 일부 PDCCH 또는 해당되는 모든 PDCCH에 포함시켜 전송함으로써 단말에게 알려주는 방법이 있다. 이러한 방법은 단말의 최대 블라인드 디코딩 횟수는 줄이지 못하더라도 단말의 평균적인 블라인드 디코딩 횟수는 줄일 수 있다. 단말은 최대 블라인드 디코딩 횟수까지 블라인드 디코딩을 시도하지 않고 얻어야 하는 PDCCH의 갯수를 만족하면 중간에 블라인드 디코딩을 멈출 수 있다.
- [0145] II. 반송과 집성을 고려한 상황에서 단말의 블라인드 디코딩 횟수를 줄이기 위한 새로운 DCI 포맷 구성 방법.
- [0146] 반송과 집성 시스템에서 교차 반송과 스케줄링을 사용하는 것이 일반적이다. 이처럼 반송과 집성에 따른 교차 반송과 스케줄링을 고려하는 상황에서 단말의 블라인드 디코딩 횟수는 상술한 반송과 집성을 고려하지 않는 상황에서의 3가지 요소 이외에 다른 추가적인 요소에 의해 결정된다.
- [0147] 1) 모니터링 DL CC 집합의 크기. (즉, 모니터링 DL CC 집합에 포함되어 있는 모니터링 대상이 되는 DL CC의 갯수)
- [0148] 단말이 모니터링 DL CC 집합에 포함된 각 DL CC 별로 블라인드 디코딩을 수행한다고 가정하면, 몇 개의 DL CC에 대해 블라인드 디코딩을 수행하는지가 단말의 전체 블라인드 디코딩 횟수를 결정한다. 따라서, 모니터링 DL CC 집합의 크기가 블라인드 디코딩 횟수를 결정하는 추가적인 요소가 된다.
- [0149] 2) 교차 반송과 스케줄링 적용 여부.
- [0150] 교차 반송과 스케줄링의 적용 여부에 의해서 단말의 전체 블라인드 디코딩 횟수가 영향을 받는다. 모니터링 DL CC 집합 내에서 일부 DL CC들은 LTE Rel-8과 같은 방식으로 교차 반송과 스케줄링을 수행하지 않을 수 있다. 이러한 경우, 단말은 PDCCH를 수신하는 DL CC를 통해 PDSCH를 수신할 수 있다. 이처럼 교차 반송과 스케줄링을 활성화하지 않은 일부 DL CC들에 대해서는 단말이 해당 DL CC에서 44번의 최대 블라인드 디코딩을 수행할 수 있다.
- [0151] 반면, 모니터링 DL CC 집합 내에서 교차 반송과 스케줄링이 활성화된 DL CC들의 경우에는, 단말은 CIF(carrier indication field)를 고려한 새로운 DCI 포맷을 기준으로 블라인드 디코딩을 수행하여야 한다. 이 경우, 교차 반송과 스케줄링이 활성화된 DL CC라 하더라도 비교차 반송과 스케줄링과 마찬가지로 PDCCH가 전송되는 DL CC와 동일한 DL CC를 통해 전송되는 PDSCH가 있을 수 있다. 이러한 경우에, 교차 반송과 스케줄링이 활성화된 DL CC에서는 LTE Rel-8에 따른 블라인드 디코딩을 수행하지 않고 CIF를 고려하여 새롭게 정의된 DCI 포맷과 그에 따른 PDSCH를 전송할 수 있도록 해야 한다. 즉, 비교차 반송과 스케줄링인 경우에도 CIF를 고려한 PDCCH(보다 구체적으로는 DCI 포맷)의 전송과 수신을 가정하여 블라인드 디코딩을 수행해야 한다. 그렇지 않으면, 단말은 해당 DL CC에 대해서 CIF를 포함한 DCI 포맷들 뿐 아니라 기존의 LTE Rel-8을 위한 CIF를 포함하지 않는 DCI 포맷들까지 모두 검색해야 하는 부담을 안게 된다. 따라서, 반송과 집성 시스템에서는 단말이 교차 반송과 스케줄링 적용 여부에 관계없이 CIF를 고려한 DCI 포맷을 블라인드 디코딩하게 할 수 있다. 이러한 경우, 비교차 반송과 스케줄링 상황에서도 새롭게 정의된 DCI 포맷을 활용하게 하기 위해 CIF에 자신의 DL CC 인덱스도 포함되도록 할 수 있다.
- [0152] 3) 모니터링 DL CC 집합 내의 각 DL CC에서 공용 검색 공간의 포함 여부.
- [0153] 단말의 블라인드 디코딩 횟수에 영향을 미치는 또 다른 요소로써 공용 검색 공간의 존재 여부가 있다. LTE Rel-8에서는 단말의 검색 공간에 공용 검색 공간이 존재할 수 있다. 반송과 집성 시스템에서 모니터링 DL CC 집합 내의 모든 DL CC에서 공용 검색 공간을 포함할 것인지 여부에 따라서도 단말의 전체 블라인드 디코딩 횟수가 영향을 받게 된다.
- [0154] 다음 표 5 내지 표 10은 공용 검색 공간을 통해서만 전송되어야 하는 DCI 포맷의 예를 나타낸다.

표 5

DCI format	Search Space	Transmission scheme of PDSCH corresponding to PDCCH
DCI format 1C	Common	만약, PBCH의 안테나 포트의 갯수가 1인 경우, 단일 안테나 포트, 즉, 안테나 포트 0이 사용되고, 그 외의 경우에는 전송 다이버시티가 사용된다. (If the number of PBCH antenna ports is one, Single-antenna port, port 0 is used, otherwise Transmit diversity)
DCI format 1A	Common	만약, PBCH의 안테나 포트의 갯수가 1인 경우, 단일 안테나 포트 즉, 안테나 포트 0이 사용되고, 그 이외의 경우에는 전송 다이버시티가 사용된다.(If the number of PBCH antenna ports is one, Single-antenna port, port 0 is used, otherwise Transmit diversity).

[0155]

표 6

DCI format	Search Space	Transmission scheme of PDSCH corresponding to PDCCH
DCI format 1C	Common	만약, PBCH의 안테나 포트의 갯수가 1인 경우, 단일 안테나 포트, 즉, 안테나 포트 0이 사용되고, 그 외의 경우에는 전송 다이버시티가 사용된다.(If the number of PBCH antenna ports is one, Single-antenna port, port 0 is used, otherwise Transmit diversity)
DCI format 1A	Common	만약, PBCH의 안테나 포트의 갯수가 1인 경우, 단일 안테나 포트, 즉, 안테나 포트 0이 사용되고, 그 외의 경우에는 전송 다이버시티가 사용된다.(If the number of PBCH antenna ports is one, Single-antenna port, port 0 is used, otherwise Transmit diversity).

[0156]

표 7

DCI format	Search Space	Transmission scheme of PDSCH corresponding to PDCCH
DCI format 1C	Common	만약, PBCH의 안테나 포트의 갯수가 1인 경우, 단일 안테나 포트, 즉, 안테나 포트 0이 사용되고, 그 외의 경우에는 전송 다이버시티가 사용된다(If the number of PBCH antenna ports is one, Single-antenna port, port 0 is used, otherwise Transmit diversity).
DCI format 1A	Common	만약, PBCH의 안테나 포트의 갯수가 1인 경우, 단일 안테나 포트, 즉, 안테나 포트 0이 사용되고, 그 외의 경우에는 전송 다이버시티가 사용된다(If the number of PBCH antenna ports is one, Single-antenna port, port 0 is used, otherwise Transmit diversity).

[0157]

표 8

DCI format	Search Space
DCI format 0	Common

[0158]

표 9

DCI format	Search Space
DCI format 3/3A	Common

[0159]

표 10

DCI format	Search Space
DCI format 3/3A	Common

[0160]

[0161] 상기 표 5는 SI-RNTI에 의해 설정되는 PDCCH 및 PDSCH, 표 6은 P-RNTI에 의해 설정되는 PDCCH 및 PDSCH, 표 7은 RA-RNTI에 의해 설정되는 PDCCH 및 PDSCH, 표 8은 임시 C-RNTI에 의해 설정되는 PDCCH, 표 9는 TPC-PUCCH-RNTI에 의해 설정되는 PDCCH, 표 10은 TPC-PUSCH-RNTI에 의해 설정되는 PDCCH에 대한 것이다.

[0162] 상기 표 5 내지 표 10에 포함된 DCI 포맷들은 각각 후술하는 방법에 의한 반송파 집성 시스템의 공용 검색 공간에서 전송될 수 있다.

[0163] [반송파 집성 시스템에서의 공용 검색 공간 구성 방법]

[0164] LTE-A 단말은 모니터링 DL CC 집합 내의 모든 DL CC 들의 PDCCH를 블라인드 디코딩해야 하므로, 모니터링 DL CC 집합 내의 하나의 DL CC에만 공용 검색 공간을 포함해도 LTE-A 단말의 동작에는 문제가 없다. 따라서, 모니터링 DL CC 집합 내에서 일부 DL CC들에만 공용 검색 공간에 해당하는 PDCCH를 전송하고, 공용 검색 공간이 포함되는

DL CC는 모니터링 DL CC 집합을 단말에게 알려줄 때 임베딩된 정보로 단말에게 알려줄 수 있다.

- [0165] 공용 검색 공간을 단말 특정한 모니터링 DL CC 집합 내에 하나의 DL CC에서만 포함하는 경우, 기지국은 각 단말 별로 설정된 모니터링 DL CC 집합의 DL CC 들 중에 공통의 DL CC에 공용 검색 공간을 구성하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 단말 #1의 모니터링 DL CC 집합에 DL CC#1, DL CC#2가 포함되고, 단말 #2의 모니터링 DL CC 집합에 DL CC#2, DL CC#3이 포함되는 경우, 기지국은 DL CC#2에 단말 #1, 단말 #2에 대한 공용 검색 공간을 포함하는 것이 바람직하다. 기지국은 공통의 DL CC가 존재하지 않거나 다른 이유에 의해, 공용 검색 공간을 가지는 DL CC를 복수개로 구성할 수도 있다.
- [0166] 공용 검색 공간을 모니터링 DL CC 집합 내에서 일부의 DL CC에만 구성하고 나머지 DL CC들에는 단말 특정 검색 공간만을 구성할 수 있다. 예를 들어, 모니터링 DL CC 집합에 포함된 DL CC가 DL CC#1, DL CC#2, DL CC#3이라고 가정하면, DL CC#1에는 공용 검색 공간(단말 특정 검색 공간도 포함될 수 있다), DL CC#2, DL CC#3에는 단말 특정 검색 공간만 포함할 수 있다(이러한 예는 제한이 아니며, 특정 요소 반송파에는 공용 검색 공간만 존재하도록 구성할 수도 있다. 공용 검색 공간만 존재하는 요소 반송파는 단말 특정적으로 설정하거나 셀 특정적으로 설정할 수 있다). 이러한 경우, 다음 방법에 의해 제어 정보를 구성할 수 있다.
- [0167] 하향링크에서 공용 검색 공간을 통해 전송되는 정보의 일 예로 전력 제어정보가 있다(예컨대, DCI 포맷 3/3A). 만약 UL CC 별로 개별적인 전력 제어를 수행하여야 하는 경우, 전력 제어를 위한 DCI 포맷에 해당 UL CC를 지시하는 CIF와 같은 필드를 포함하여 전송할 필요가 있다. 이 경우, 전력 제어를 위한 DCI 포맷에 UL CC를 지시하기 위한 필드의 수를, 활성화된 UL CC의 수만큼 포함한 새로운 DCI 포맷(예컨대, 새로운 DCI 포맷 3/3A)을 구성할 수 있다. 이러한 방법에 의하여 하나의 새로운 DCI 포맷 3/3A의 전송을 통해 복수개의 UL CC에 대한 전력 제어를 수행할 수 있다.
- [0168] 공용 검색 공간을 통해 전송되는 정보의 다른 예로 DCI 포맷 1A, 1C가 있다. DCI 포맷 1A, 1C는 SI-RNTI와 P-RNTI, RA-RNTI를 통해 CRC 마스크된 DCI 포맷들이다. 이러한 DCI 포맷들은 모두 초기 네트워크 접속 시나 페이징 시에 시스템 정보/RACH 정보/페이징 정보를 전송하기 위한 것인데, DCI 포맷 3/3A와 마찬가지로 하나 또는 그 이상의 DL CC를 지시할 수 있도록, DL CC를 지시하는 필드를 하나 또는 그 이상 포함하여 새로운 DCI 포맷을 구성할 수 있다. 이러한 새로운 DCI 포맷은 공용 검색 공간을 통하여 전송될 수 있다.
- [0169] 만약, 특정 DL CC에만 공용 검색 공간이 구성되고 이에 해당하는 PDCCH들이 전송된다고 가정하면, LTE-A 단말을 위한 공용 검색 공간의 확장을 고려할 수 있다. 예를 들어, 기존 LTE Rel-8에서 공용 검색 공간에서 설정하고 있는 CCE의 갯수가 N개라면, (2*N) 또는 (모니터링 DL CC 집합 내의 DL CC 수*N)으로 공용 검색 공간을 잡을 수 있다. 이 때, 역호환성(backward compatibility)을 위하여 기존의 LTE Rel-8에서 설정한 공용 검색 공간은 포함하도록 확장된 CCE를 설정할 수 있다.
- [0170] 공용 검색 공간의 다른 구성 방법은 공용 검색 공간에서 전송되는 PDCCH(DCI 포맷)는 교차 반송파 스케줄링을 수행하지 않고 모든 DL CC를 통해 전송되도록 할 수 있다. 예를 들어, 모니터링 DL CC 집합 내의 특정 DL CC의 공용 검색 공간을 통해서만 DCI 포맷 3/3A와 같은 전력 제어 정보를 전송하는 것이 아니라 모니터링 DL CC 집합 내의 모든 DL CC를 통해 전송할 수 있도록 할 수 있다. 각 UL CC 별로 다른 UL 전송 전력을 요구할 수 있으므로 DCI 포맷 3/3A와 같은 전력 제어 정보는 DL CC 별로 따로 전송하고 교차 반송파 스케줄링을 수행하지 않을 수 있다.
- [0171] 반송파 집성에서 단말의 블라인드 디코딩 횟수에 영향을 미치는 요소로 상술한 1) 모니터링 DL CC 집합의 크기, 2) 교차 반송파 스케줄링 적용 여부, 3) 모니터링 DL CC 집합 내의 각 DL CC에서 공용 검색 공간의 포함 여부 이외에 다음 3가지 요소들을 고려할 수 있다.
- [0172] 1. 각 요소 반송파에 대한 전송 모드
- [0173] 2. 각 요소 반송파의 시스템 대역폭(즉, 각 요소 반송파의 하향링크 및 상향링크에서의 자원 블록의 갯수)
- [0174] 3. 각 요소 반송파에 대한 안테나 포트의 갯수
- [0175] 이러한 3가지 요소들이 단말의 블라인드 디코딩 횟수에 영향을 미치는 이유에 대해 먼저 설명하고, 본 발명에 따른 제어정보 구성 방법에 대해 설명한다.
- [0176] 기존 LTE Rel-8에서 전송 모드는 DCI 포맷들과 1:1 또는 1:N(N은 2 이상의자연수)으로 맵핑되어 있다. 단말은

기지국으로부터 시스템 정보를 수신하여 전송 모드, 시스템 대역폭, 안테나 포트의 갯수를 알 수 있고, 따라서 단말이 블라인드 디코딩 수행 시 검색해야 하는 DCI 포맷의 조합을 줄일 수 있었다.

[0177] 그러나, 반송파 집성 시스템에서는 스케줄링을 받을 수 있는 모든 요소 반송파에 대해 단말이 전송 모드를 알 수 있다는 보장이 없다. 따라서, 단말이 LTE Rel-8과 같은 방식의 블라인드 디코딩을 수행한다면, 임의의 요소 반송파의 전송 모드를 알지 못하는 단말은 가능한 모든 전송 모드에 대해 맵핑되는 DCI 포맷들에 대해 모두 블라인드 디코딩을 수행해야 된다. LTE Rel-8 기준으로 해당 요소 반송파의 전송 모드(총 7가지)를 모르는 경우 7*44의 최대 블라인드 디코딩을 수행해야 한다.

[0178] 시스템 대역폭의 경우에는 자원 할당과 관련하여 정보 필드 사이즈에 직접 영향을 준다. 따라서, 단말이 시스템 대역폭을 알지 못하면 시스템 대역폭의 가능한 종류가 너무 많기 때문에 PDCCH 디코딩 자체가 불가능할 수 있다.

[0179] 안테나 포트의 갯수의 경우, 기존의 DCI 포맷 1B, 1D, 2 등에서 안테나 포트의 갯수에 따라 정보 필드에 변화를 주고 있으며, 아래의 표와 같이 TPMI(transmitted precoding matrix indicator)의 비트 수가 변경된다. 따라서, 해당 요소 반송파의 안테나 포트 수를 알지 못하면 해당 DCI 포맷을 찾을 때 2번 블라인드 디코딩을 수행해야 할 수 있다.

표 11

Number of antenna ports at eNode-B	Number of bits for TPMI information
2	2
4	4

[0180]

[0181] 상기 표 11에서 기지국의 안테나 포트의 갯수가 2개 또는 4개인 경우 DCI 포맷 1B, 1D에 포함된 TPMI 필드는 차례로 2 비트, 4비트가 된다.

표 12

Number of antenna ports at eNode-B	Number of bits for precoding information
2	3
4	6

[0182]

[0183] 상기 표 12에서 기지국의 안테나 포트의 갯수가 2개 또는 4개인 경우, DCI 포맷 2에 포함된 프리코딩 정보의 비트 수는 차례로 3, 6이 된다.

[0184] 즉, 각 요소 반송파의 시스템 대역과 안테나 포트의 수는 LTE Rel-8의 DCI 포맷 구성 시에 하나의 DCI 포맷에 대해 정보 필드의 사이즈를 바꾸는 요소이다.

[0185] 만약 모니터링 DL CC 집합 내의 해당 DL CC들이 모두 동일한 전송 모드, 시스템 대역 및 안테나 포트 수를 가진다면 문제가 없지만, 이러한 제한 사항은 교차 반송파 스케줄링 및 반송파 집성의 본질적인 존재 이유 또는 동기를 위배하는 것이므로 스케줄링 유연성을 유지하면서 단말의 블라인드 디코딩 횟수를 줄일 수 있는 제어 정보 구성 방법이 필요하다.

[0186] 기지국은 1. 각 요소 반송파에 대한 전송 모드, 2. 각 요소 반송파의 시스템 대역폭(즉, 각 요소 반송파의 하향 링크 및 상향링크에서의 자원 블록의 갯수), 3. 각 요소 반송파에 대한 안테나 포트의 갯수의 3가지 정보 모두 또는 일부를 모니터링 DL CC 집합을 설정하는 정보 전송 시에 임베딩하여 전송할 수 있다. 기지국은 이러한 정보들은 RRC 메시지나 물리 계층 신호를 이용하여 전송할 수 있다. 모니터링 DL CC 집합 내의 DL CC에 대한 시스템 대역폭은 시스템 동작 중에 바뀌지 않으므로 RRC 메시지를 통해 정적(static)으로 설정할 수 있다. 나머지 2. 3.의 정보는 반 정적(semi-static) 또는 동적(dynamic)으로 변경이 가능하다.

- [0187] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국과 단말 간의 시그널링 과정을 나타낸다.
- [0188] 도 14를 참조하면, 기지국은 단말에게 모니터링 DL CC에 대한 시스템 대역폭 정보를 전송한다(S100). 모니터링 DL CC에 대한 시스템 대역폭 정보는 RRC 메시지를 통해 정적(static)으로 설정될 수 있으며, 모니터링 DL CC 집합에 대한 설정 정보에 포함되어 전송될 수 있다.
- [0189] 기지국은 단말에게 정보 필드 및 추가적 지시 필드를 포함하는 DCI 포맷을 구성한 후, 특정 DCI 포함 단위(이를 DCI 컨테이너라 칭할 수 있다)에 맵핑하여 전송한다(S200). 단말은 주어진 시스템 대역폭에서 가능한 DCI 포함 단위에 대해 블라인드 디코딩을 수행한다(S300). 상기 S200, S300의 2 단계에 대해서는 상세히 후술한다.
- [0190] 도 15는 DCI 포맷을 맵핑할 수 있는 DCI 컨테이너(즉, DCI 포함 단위)의 예를 나타낸다.
- [0191] 도 15를 참조하면, 기지국과 단말 간에는 주어진 시스템 대역에 대해 미리 정해진 갯수의 DCI 컨테이너를 정의할 수 있다. 도 15에서는 3가지 종류의 DCI 컨테이너를 정의하는 예를 나타내고 있다. 각 DCI 컨테이너에는 정보 필드와 추가적 지시 필드가 맵핑될 수 있다. 정보 필드는 해당 요소 반송파에 적용될 수 있는 복수의 DCI 포맷들 중 어느 하나를 포함하고, 추가적 지시 필드는 정보 필드가 복수의 DCI 포맷들 중 어느 DCI 포맷에 해당하는지를 식별할 수 있는 정보를 포함한다.
- [0192] 예를 들어, 정보 필드는 상술한 기존의 LTE Rel-8의 DCI 포맷들 중 어느 하나를 포함할 수 있으며, 패딩 비트를 포함할 수 있다. 기존의 LTE Rel-8 DCI 포맷이 DCI 컨테이너의 정보 필드에 비해 비트 사이즈가 적은 경우에는 특정한 값(예를 들면, '0' 값)을 가지는 비트들로 패딩하여 DCI 컨테이너 정보 필드의 비트 사이즈에 맞출 수 있다.
- [0193] 추가적 지시 필드는 예를 들어, 전송 모드 지시 필드(transmission mode indication field, 이하 TIF), 안테나 포트 지시 필드(antenna port indication field, 이하 AIF) 중 적어도 하나와 반송파 지시 필드(carrier indication field, 이하 CIF)를 포함할 수 있다. TIF는 CIF가 지시하는 CC에 대한 전송 모드를 나타내고, AIF는 CIF가 지시하는 CC에 대한 안테나 포트를 나타낸다. 추가적 지시 필드 각각은 DCI 컨테이너 내에서 고정된 지점에 위치할 수 있다. 또한, 추가적 지시 필드는 DCI 컨테이너의 사이즈가 다른 경우에도 동일한 위치에 맵핑될 수 있으며 동일한 사이즈를 가질 수 있다. 단말은 추가적 지시 필드를 이용하여 DCI 컨테이너의 정보 필드에 포함된 정보들이 적용되는 전송 모드, 안테나 포트, 적용 요소 반송파 등을 알 수 있다.
- [0194] 상술한 예에서는 DCI 컨테이너의 정보 필드에 기존 DCI 포맷이 포함되는 경우를 예시하였으나, 기존 DCI 포맷과 다른 새로운 DCI 포맷이 포함될 수 있음은 자명하다.
- [0195] 또한, DCI 컨테이너의 추가적 지시 필드는 정보 필드와 별개로 인코딩되어 전송될 수도 있다. 이 때, 각 DCI 컨테이너 총 사이즈에 관계없이 추가적 지시 필드는 동일한 비트 사이즈를 가질 수 있다.
- [0196] 또한, 추가적 지시 필드에는 상술한 TIF, AIF, CIF 이외에도 상향링크/하향링크를 구분할 수 있게 하는 필드(이를 편의상 DUIF라 칭한다)도 포함할 수 있다.
- [0197] 또한, 도 15에서는 추가적 지시 필드에 TIF, AIF, CIF가 모두 포함되는 경우를 예시하였으나 이는 제한이 아니다. 예를 들어, 임의의 단말이 특정 CC를 통해 최초 네트워크 진입을 수행하는 경우, 기지국이 상기 특정 CC를 통해 상기 단말이 교차 반송파 스케줄링 받을 수 있는 모든 DL CC/UL CC(또는 활성화된 CC나 단말 특정적 CC와 같이 일부 DL CC/UL CC)의 시스템 대역폭, 전송 모드, 안테나 포트의 수를 RRC 시그널링이나 BCH(broadcast channel)를 통해 알려준다면, 추가적 지시 필드에는 CIF만 포함할 수도 있다. 기지국이 BCH를 통해 단말에게 시스템 대역, 전송 모드 및 안테나 포트의 수를 알려주는 경우에는 셀 특정적으로 설정된 모든 CC들에 대해 알려주어야 하며, RRC 시그널을 통해 알려주는 경우에는 단말 특정적으로 설정된 CC들에 대해서만 알려주면 된다. 제어 채널의 전송이 없는 DL CC(예컨대, 확장된 요소 반송파)에서는 RRC 시그널을 통해 해당 DL CC의 시스템 대역폭, 안테나 포트의 수, 전송 모드 등을 알려주어야 단말이 정상적인 PDCCH 블라인드 디코딩을 수행할 수 있다.
- [0198] 주어진 요소 반송파의 시스템 대역폭에 따라 미리 정해진 DCI 컨테이너에 맵핑할 수 있는 DCI 포맷은 하나 또는 그 이상일 수 있다.
- [0199] 예를 들어, 특정 요소 반송파에 대해 시스템 대역폭이 50 RB, 4개의 안테나 포트를 가정하고, CRC까지 포함한 경우에 기존 DCI 포맷의 사이즈는 다음 표와 같다.

표 13

DCI format	Purpose	Number of bits
0	PUSCH grant	42
1	PDSCH assignment with a single codeword	47
1A	PDSCH assignment using a compact format	42
1B	PDSCH assignment for rank-1 transmission	46
1C	PDSCH assignment using a very compact format	26
1D	PDSCH assignment for MU-MIMO	46
2	PDSCH assignment for closed-loop MIMO operation	62
2A	PDSCH assignment for open-loop MIMO operation	58
3	TPC commands with 2 bit power adjustment	42
3A	TPC comments with 1 bit power adjustment	42

[0200]

[0201]

이 때, 도 15에 도시한 바와 같이 3개의 DCI 컨테이너를 정의하는 경우를 가정하면, 상기 표 13에서 기존의 DCI 포맷 0, 1A, 3, 3A, 1B, 1D를 묶어서 DCI 컨테이너 1의 정보 필드에 맵핑하고, DCI 포맷 1C를 DCI 컨테이너 0의 정보 필드에 맵핑하고, DCI 포맷 2와 2A를 DCI 컨테이너 2의 정보 필드에 맵핑할 수 있다. 그리고, 각 DCI 컨테이너에서 미리 정해진 위치, 미리 정해진 사이즈의 비트에 추가적 지시 필드를 맵핑할 수 있다. 상기 예는 한 가지 실시 예에 불과하며, 가능한 패딩 비트를 줄일 수 있도록 동일한 크기를 가지는 DCI 포맷들을 묶어주어 다양한 방법으로 DCI 컨테이너 구성이 가능할 수 있다.

[0202]

이러한 제어정보 구성 방법에 의하면, 단말은 반송파 집성 시스템에서 각 요소 반송파의 전송 모드, 안테나 포트의 갯수를 모르는 상태(요소 반송파의 시스템 대역폭은 시스템 정보를 통해 알고 있다고 가정)에서도 미리 정해진 개수의 DCI 컨테이너에 대해서만 블라인드 디코딩을 수행하면 된다. 또한, 추가적 지시 필드를 통해 각 DCI 컨테이너에 포함된 정보 필드가 어떤 전송 모드, 안테나 포트의 갯수에 대한 제어 정보인지를 알 수 있으므로 블라인드 디코딩 횟수를 줄일 수 있다.

[0203]

도 16은 본 발명의 다른 실시예에 따른 DCI 컨테이너의 예를 나타낸다.

[0204]

도 16을 참조하면, DCI 컨테이너는 도 15에서 설명한 DCI 컨테이너에 포맷 지시 필드(format indication field, 이하 FIF)를 더 포함하는 차이가 있다.

[0205]

FIF는 DCI 컨테이너 내에 포함된 DCI 포맷 또는 DCI 포맷의 그룹을 지시해주는 필드이다. 즉, 각 DCI 컨테이너에 포함된 DCI 포맷을 FIF를 이용하여 구별할 수 있다.

[0206]

예를 들어, 상기 표 13에서 기존의 DCI 포맷 0, 1A, 3, 3A, 1B, 1D를 묶어서 DCI 컨테이너 1에 맵핑하고, DCI 포맷 1C를 DCI 컨테이너 0에 맵핑하고, DCI 포맷 2와 2A를 DCI 컨테이너 2에 맵핑하는 경우, FIF는 각 DCI 컨테이너에 맵핑된 DCI 포맷 또는 DCI 그룹을 지시하는 정보를 포함할 수 있다.

[0207]

FIF는 미리 정해진 고정된 위치를 가질 수 있다. 예를 들면, FIF는 도 15에서 설명한 DCI 컨테이너의 앞이나 뒤에 위치할 수 있다. 또한, FIF는 도 15에서 설명한 DCI 컨테이너와는 별개로 개별적으로 인코딩된 후 추가될 수 있다.

- [0208] 이하에서는 DCI 컨테이너 구성의 구체적 예와 DCI 컨테이너 크기 선택 알고리즘에 대해 설명한다.
- [0209] 반송파 집성 시스템에서 반송파 집성을 고려하고, 교차 반송파 스케줄링을 고려하는 경우에, 단말의 블라인드 디코딩 횟수를 줄이기 위한 어떠한 방법도 사용하지 않는다면 단말의 블라인드 디코딩 횟수는 다음과 같은 가정을 통해서 계산할 수 있다. 1. N 개의 활성화된 요소 반송파를 포함하는 활성화 CC 집합. 2. 하향링크와 상향링크에서 요소 반송파의 갯수는 각각 N으로 동일하다고 가정. 3. 하나의 모니터링 DL CC가 활성화 CC 집합 내에 존재.
- [0210] 이러한 가정 하에, 하나의 모니터링 DL CC를 제외한 (N-1)개의 요소 반송파가 모두 서로 다른 페이로드 크기를 가지는 PDCCH를 통해서 PDSCH/PUSCH를 스케줄링 받을 수 있으므로, 단말은 최대 (44*N) 번의 블라인드 디코딩을 주어진 하나의 모니터링 DL CC에 대해 수행해야 한다. 만약 N개의 활성화된 요소 반송파를 포함하는 활성화 CC 집합 안에 M (M<=N)개의 모니터링 DL CC가 존재한다고 하면 단말은 총 M*N*44번의 블라인드 디코딩을 수행해야 하는 부담이 생긴다.
- [0211] 따라서, 추가적 지시 필드와 정보 필드로 구성되는 DCI 컨테이너를 설계하여 비슷한 비트 크기를 가지는 DCI 포맷들을 그룹핑하는 방법을 고려할 수 있다. 앞서 상술한 바와 같이 정보 필드에는 DCI 포맷이 맵핑되고, 추가적 지시 필드에는 정보 필드에 포함된 정보가 어떤 요소 반송파, 시스템 대역, 전송 모드, 안테나 포트 등에 적용되는지를 알려주는 정보가 미리 정해진 위치에 맵핑될 수 있다.
- [0212] 그룹핑하는 DCI 포맷들은 예를 들어, LTE Rel-8의 모든 DCI 포맷을 대상으로 할 수도 있고 일부만을 대상으로 할 수도 있다. 다음 표는 LTE Rel-8의 DCI 포맷들의 비트 크기 예를 나타낸다(16bit의 CRC 포함).

표 14

Bandwidth (RBs)		6	15	25	50	75	100
DCI Format							
	Format 0	37	38	41	43	43	44
	Format 1	35	39	43	47	49	55
	Format 1A	37	38	41	43	43	44
Format 1B	2Tx	38	41	43	44	45	46
	4Tx	41	43	44	46	47	49
	Format 1C	24	26	28	29	30	31
Format 1D	2Tx	38	41	43	44	45	46
	4Tx	41	43	44	46	47	49
Format 2	2Tx	47	50	55	59	61	67
	4Tx	50	53	58	62	64	70
Format 2A	2Tx	44	47	52	57	58	64
	4Tx	46	49	54	58	61	66
	Format 3/3A	37	38	41	43	43	44

- [0213]
- [0214] 일반적으로 단말의 블라인드 디코딩 횟수와 DCI 컨테이너의 수 그리고 그룹핑의 대상이 되는 DCI 포맷 수와 패딩 비트는 다음과 같은 관계를 가진다.
- [0215] 먼저, DCI 컨테이너의 갯수가 늘어남에 따라서 최대 블라인드 디코딩 횟수는 주어진 CCE 집합 레벨 및 검색 공간 수의 총합에 선형적으로 증가된다. 반대로 DCI 컨테이너의 갯수가 늘어남에 따라서 주어진 DCI 포맷 크기를 포함할 수 있는 단위(그래놀리티)가 늘어나므로 패딩 비트의 수를 줄일 수 있다.
- [0216] 그룹핑의 대상이 되는 DCI 포맷의 수가 줄어들면 그 만큼 DCI 포맷 크기의 변경이 줄어들 가능성이 높고 주어진 DCI 컨테이너 크기에 대한 패딩 비트의 수를 줄이는 효과가 있다. 반대로 대상이 되는 DCI 포맷의 갯수가 줄어들면, 제외된 DCI 포맷들에 대해서 추가적인 블라인드 디코딩을 수행해야하므로 블라인드 디코딩 횟수가 증가될 수 있다.
- [0217] 이러한 점을 고려하면, 패딩 비트의 갯수와 블라인드 디코딩 횟수를 적절하게 고려하여 그룹핑되는 DCI 포맷의 종류 및 DCI 컨테이너의 갯수를 결정해야 한다.
- [0218] DCI 포맷의 그룹핑을 통해서 DCI 컨테이너 크기에 적응해야 하는 DCI 포맷 집합과 임의의 DCI 컨테이너 갯수

를 가정하는 경우에 DCI 컨테이너의 사이즈를 결정하는 방법은 다음 도 17의 흐름도에 따라서 결정할 수 있다.

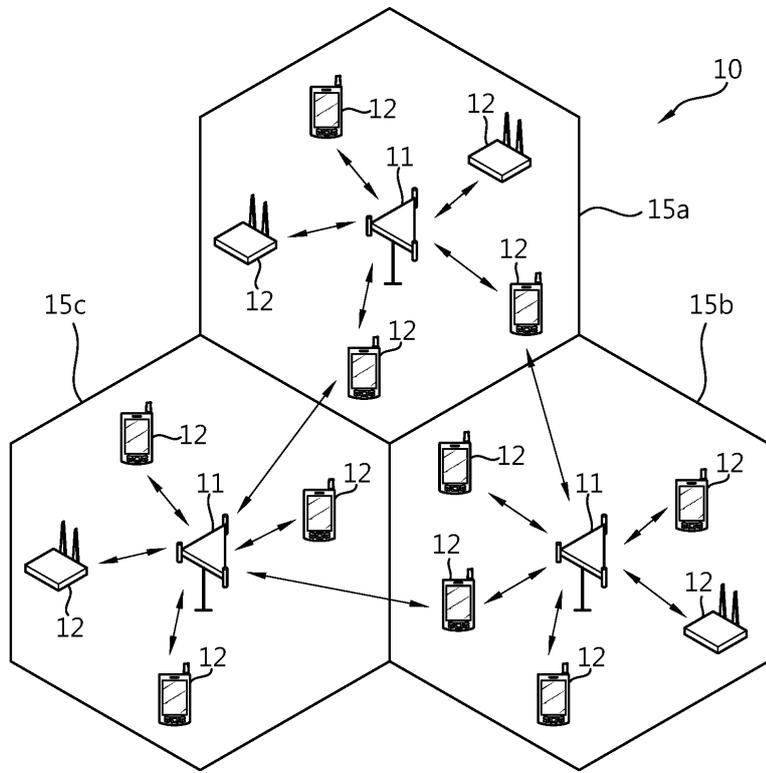
- [0219] 도 17은 DCI 컨테이너의 비트 사이즈를 결정하는 방법을 나타낸다.
- [0220] 도 17을 참조하면, a_1, \dots, a_n 은 각각의 DCI 포맷의 사이즈를 비트수로 나타내는 값이며 임의의 a_i 가 a_j 와 동일한 크기를 가질 수도 있다. b_1, \dots, b_n 은 a_1, \dots, a_n 을 오름 차순으로 정렬한 것이다. DCI 컨테이너의 비트 사이즈는 a_1, \dots, a_n 중에 있다고 가정한다. 패딩 비트를 줄이는 입장에서 DCI 컨테이너의 비트 사이즈를 a_1, \dots, a_n 중의 값이 아닌 다른 값으로 할 필요는 없기 때문이다.
- [0221] DCI 컨테이너 비트 사이즈를 b_1, \dots, b_n 중 어느 하나의 값으로 가정하고, 후술하는 코스트 함수의 조건에 따른 값을 반복하여 계산함으로써 최적의 DCI 컨테이너 비트 사이즈 값을 찾는다.
- [0222] 코스트(COST)를 계산하는 중에 세팅되는 c_1, \dots, c_n 들은 각각이 코스트를 계산하기 위해서 가능한 모든 크기들 중에서 선택된 조합이며 $c_1 < c_2 < \dots < c_n$ 으로 오름차순의 순서를 가진다.
- [0223] 여기서 코스트를 계산하는 코스트 함수는 다음과 같은 요소들을 고려한다.
- [0224] 1. 전체 DCI 포맷들이 가지는 총 패딩 비트수를 최소화한다(조건 1).
- [0225] 2. DCI 컨테이너 별로 포함되는 DCI 포맷들이 가지는 패딩 비트수의 평균값의 총합을 최소화한다(조건 2).
- [0226] 3. 각 DCI 포맷들이 해당 DCI 컨테이너에서 가지는 패딩 비트수의 최대값을 최소화한다(조건 3).
- [0227] 4. 각 DCI 포맷의 패딩 비트들을 해당 DCI 컨테이너의 사이즈로 정규화(normalize)한 패딩 율(padding ratio)의 총합을 최소화한다(조건 4).
- [0228] 5. 각 DCI 포맷의 패딩 비트들을 해당 DCI 컨테이너의 사이즈로 정규화한 패딩 율의 최대값을 최소화(조건 5).
- [0229] 6. 각 DCI 컨테이너 별 총 패딩 비트들의 합을 해당 DCI 컨테이너의 사이즈로 정규화한 값을 최소화(조건 6).
- [0230] 상술한 6가지 조건으로 도출된 DCI 컨테이너 비트 사이즈들 중에서 DCI 포맷 0에 대해서는 상향링크와 하향링크를 구분하기 위한 1 비트 지시자가 패딩 비트로 추가될 수 있으며, 이를 위해서 해당 DCI 컨테이너의 사이즈가 최적화된 값에서 1 비트 늘어날 수 있다.
- [0231] 도 18 내지 도 23은 DCI 컨테이너의 갯수가 2개인 경우를 가정하고, 상술한 도 17의 방법에 따라 도출한 최적의 DCI 컨테이너 사이즈의 예를 나타낸다.
- [0232] 도 18을 참조하면, 전체 DCI 포맷들이 가지는 총 패딩 비트수를 최소화하는 DCI 컨테이너들의 사이즈는 47 비트, 70 비트가 된다.
- [0233] 도 19를 참조하면, DCI 컨테이너 별로 포함되는 DCI 포맷들이 가지는 패딩 비트수의 평균값의 총합을 최소화하는 DCI 컨테이너들의 사이즈는 50비트, 70 비트가 된다.
- [0234] 도 20을 참조하면, 각 DCI 포맷들이 해당 DCI 컨테이너에서 가지는 패딩 비트수의 최대값을 최소화하는 DCI 컨테이너들의 사이즈는 47비트, 70비트가 된다.
- [0235] 도 21을 참조하면, 각 DCI 포맷의 패딩 비트들을 해당 DCI 컨테이너의 사이즈로 정규화(normalize)한 패딩 율(padding ratio)의 총합을 최소화하는 DCI 컨테이너들의 사이즈는 47 비트, 70 비트가 된다.
- [0236] 도 22를 참조하면, 각 DCI 포맷의 패딩 비트들을 해당 DCI 컨테이너의 사이즈로 정규화한 패딩 율의 최대값을 최소화하는 DCI 컨테이너들의 사이즈는 39 비트, 70 비트가 된다.
- [0237] 도 23을 참조하면, 각 DCI 컨테이너 별 총 패딩 비트들의 합을 해당 DCI 컨테이너의 사이즈로 정규화한 값을 최소화하는 DCI 컨테이너들의 사이즈는 46 비트, 70 비트가 된다.
- [0238] 상술한 도 18 내지 도 23은 DCI 컨테이너의 갯수가 2개인 경우를 가정하였으나, 이는 제한이 아니며 도 17의 알고리즘을 이용하여 그 이상의 DCI 컨테이너의 수를 가정하고 최적의 DCI 컨테이너 비트 사이즈를 도출할 수 있다. 일 예를 들어, DCI 컨테이너의 갯수가 3개인 경우를 가정하고 상술한 알고리즘에 의해 최적의 DCI 컨테이너 비트 사이즈를 도출할 수 있다. 이러한 경우, 조건 1의 경우 [44, 50, 70], 조건 2의 경우 [50, 67, 70], 조건 3의 경우 [39, 55, 70], 조건 4의 경우 [44, 50, 70], 조건 5의 경우 [31, 49, 70], 조건 6의 경우 [41, 49,

70]과 같이 DCI 컨테이너 비트 사이즈를 도출할 수 있다.

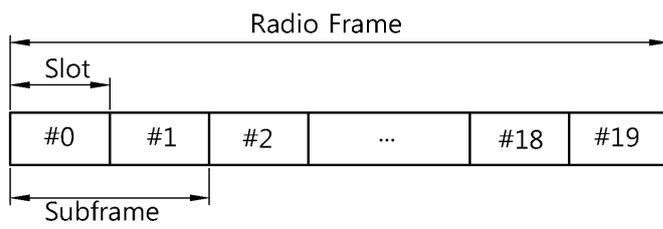
- [0239] 도 24는 기지국 및 단말을 나타내는 블록도이다.
- [0240] 기지국(100)은 프로세서(processor, 110), 메모리(memory, 120) 및 RF부(RF(radio frequency) unit, 130)를 포함한다. 프로세서(110)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 예를 들어, 프로세서(110)는 요소 반송파의 대역폭 정보를 전송하고, 추가적 지시 필드 및 정보 필드를 포함하는 하향링크 제어정보를 구성하여, 대역폭 정보에 따라 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들 중 어느 하나의 포함 단위로 상기 하향링크 제어정보를 맵핑한다. 그리고, 어느 하나의 포함 단위에 맵핑된 하향링크 제어정보를 단말에게 전송할 수 있다. 메모리(120)는 프로세서(110)와 연결되어, 프로세서(110)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(130)는 프로세서(110)와 연결되어, 무선 신호를 전송 및/또는 수신한다.
- [0241] 단말(200)은 프로세서(210), 메모리(220) 및 RF부(230)를 포함한다. 프로세서(210)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 예를 들어, 프로세서(210)는 요소 반송파의 대역폭 정보를 수신하고, 대역폭 정보에 따라 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들을 모니터링 하여 하향링크 제어정보를 수신한다. 이 때, 하향링크 제어정보는 복수의 미리 정해진 서로 다른 비트 사이즈를 가지는 포함 단위들 중 어느 하나의 포함 단위에 맵핑되며, 단말은 이러한 포함 단위에 대해 블라인드 디코딩을 수행한다. 메모리(220)는 프로세서(210)와 연결되어, 프로세서(210)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(230)는 프로세서(210)와 연결되어, 무선 신호를 전송 및/또는 수신한다.
- [0242] 프로세서(110,210)는 ASIC(application-specific integrated circuit), 다른 칩셋, 논리 회로, 데이터 처리 장치 및/또는 베이스밴드 신호 및 무선 신호를 상호 변환하는 변환기를 포함할 수 있다. 도 7의 OFDM 전송기 및 OFDM 수신기는 프로세서(110,210) 내에 구현될 수 있다. 메모리(120,220)는 ROM(read-only memory), RAM(random access memory), 플래쉬 메모리, 메모리 카드, 저장 매체 및/또는 다른 저장 장치를 포함할 수 있다. RF부(130,230)는 무선 신호를 전송 및/또는 수신하는 하나 이상의 안테나를 포함할 수 있다. 실시예가 소프트웨어로 구현될 때, 상술한 기법은 상술한 기능을 수행하는 모듈(과정, 기능 등)로 구현될 수 있다. 모듈은 메모리(120,220)에 저장되고, 프로세서(110,210)에 의해 실행될 수 있다. 메모리(120,220)는 프로세서(110,210) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(110,210)와 연결될 수 있다.
- [0243] 이상 본 발명에 대하여 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시켜 실시할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 상술한 실시예에 한정되지 않고, 본 발명은 이하의 특허청구범위의 범위 내의 모든 실시예들을 포함한다고 할 것이다.

도면

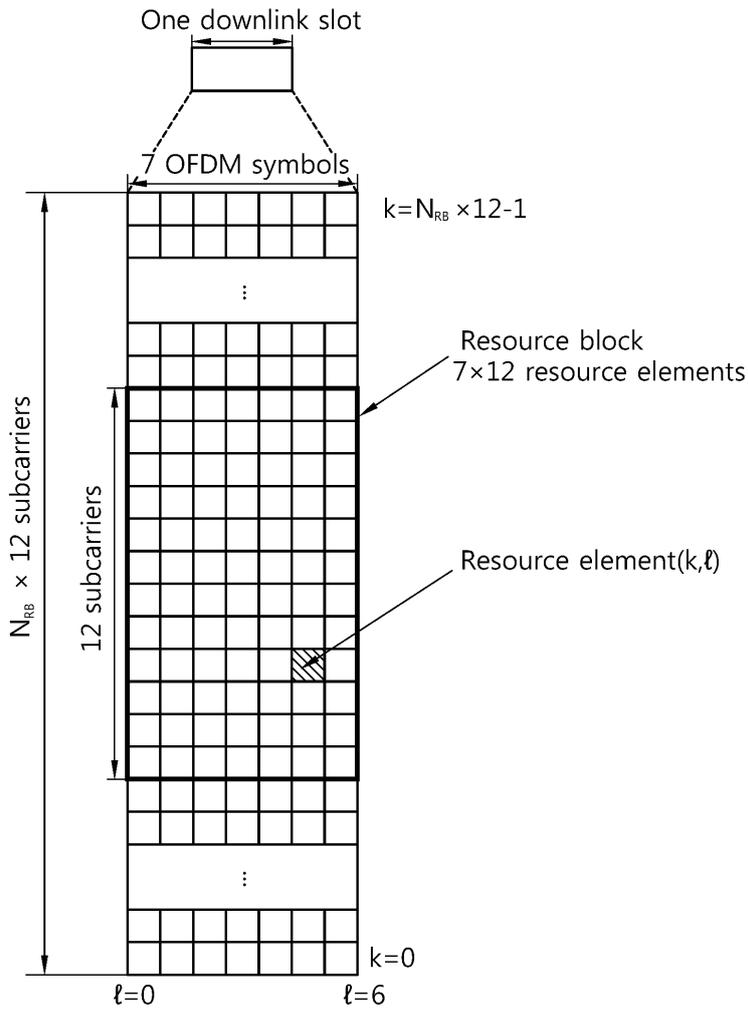
도면1



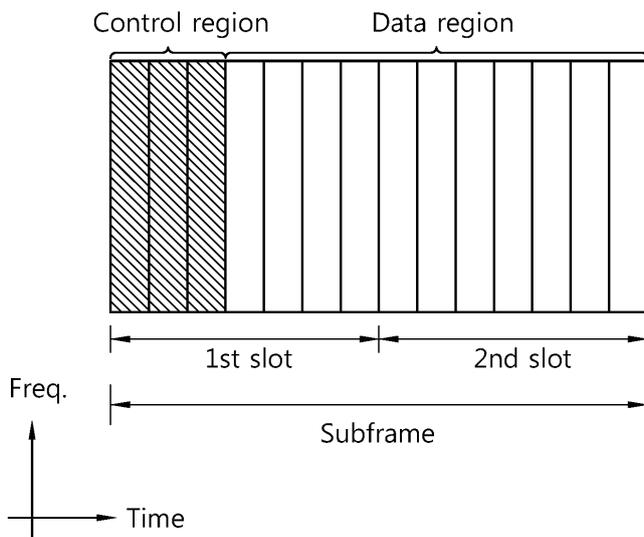
도면2



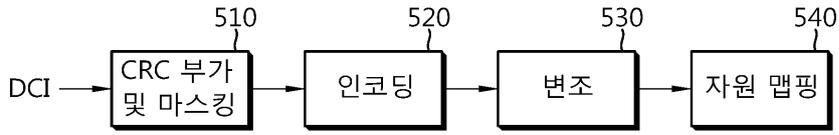
도면3



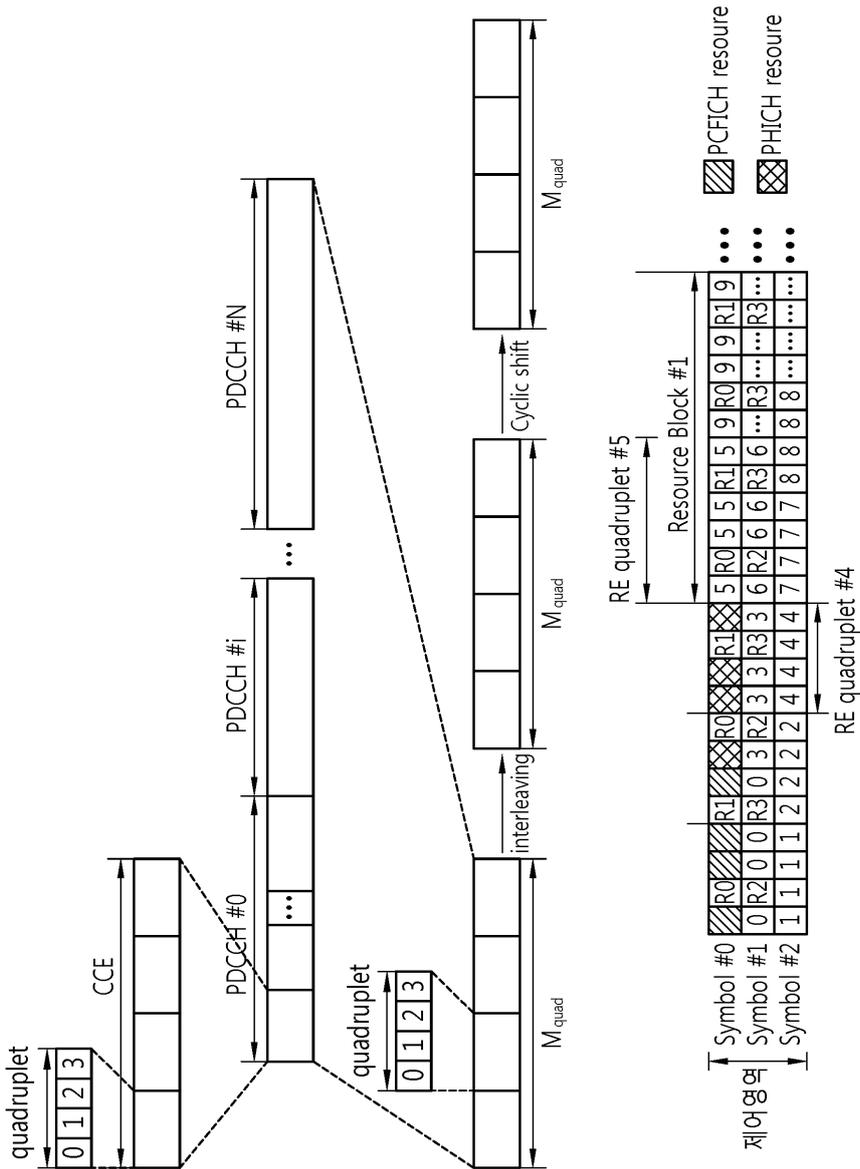
도면4



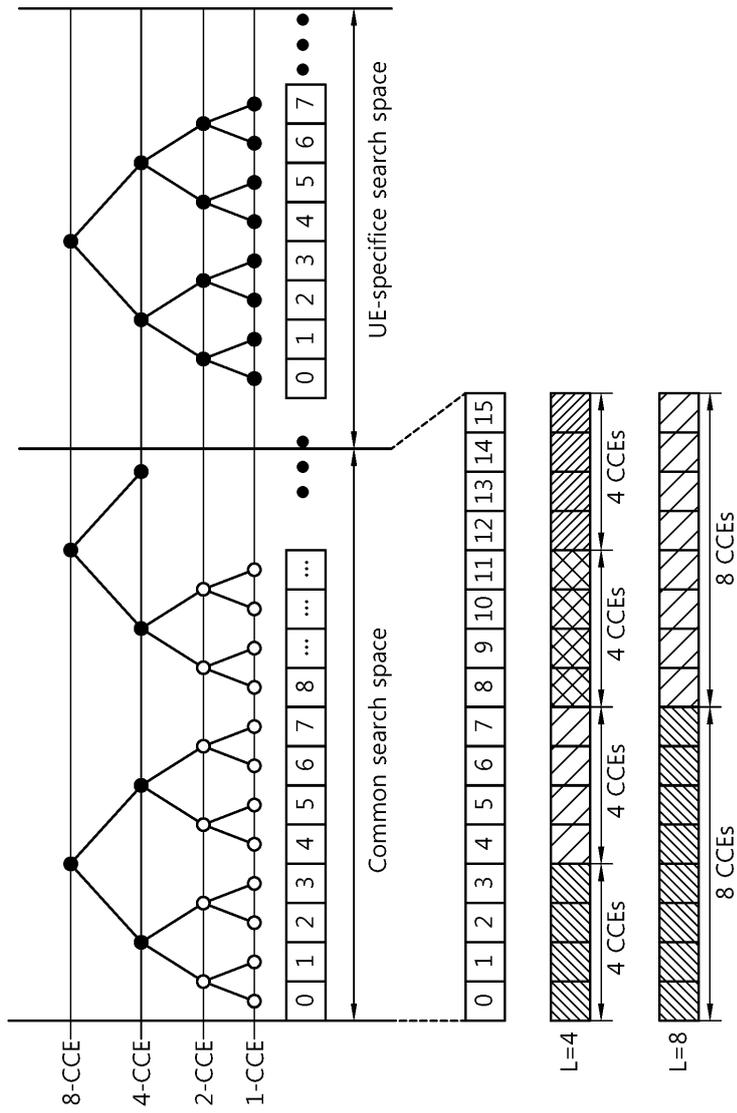
도면5



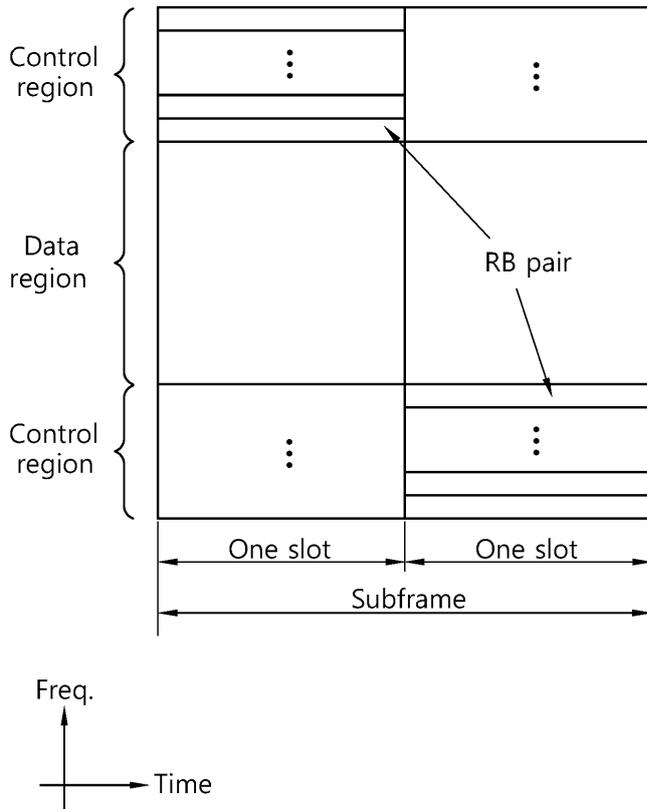
도면6



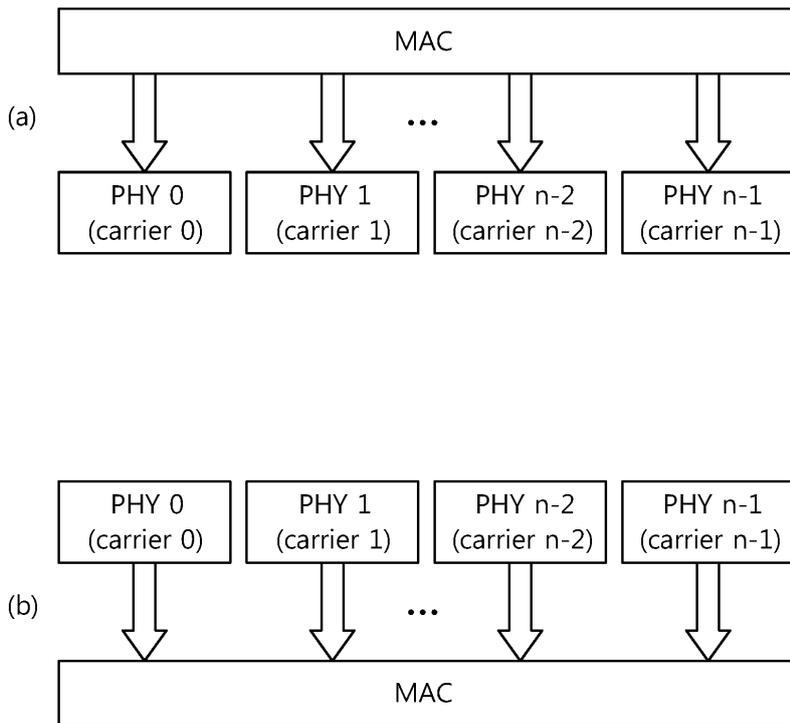
도면7



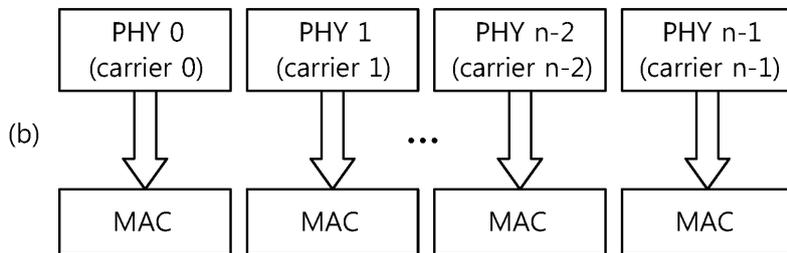
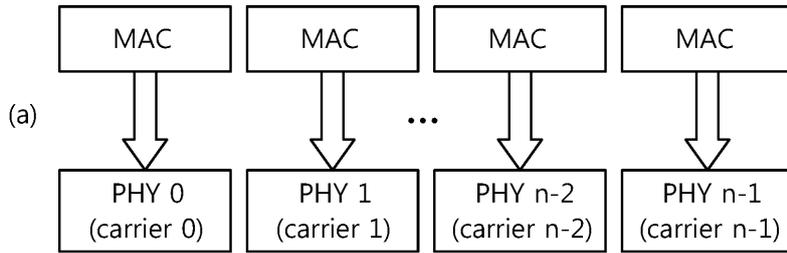
도면8



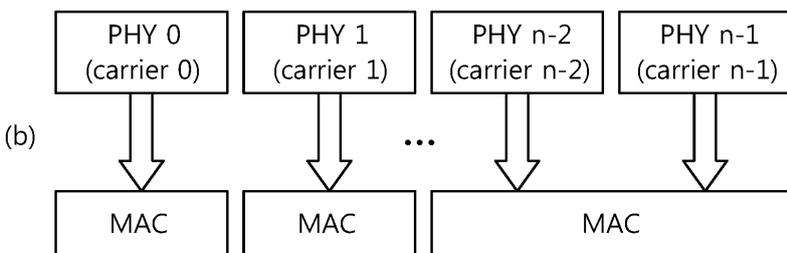
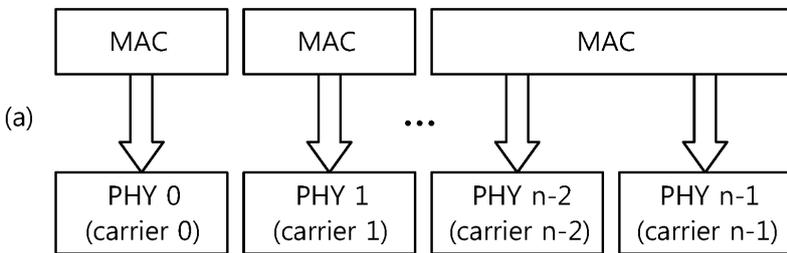
도면9



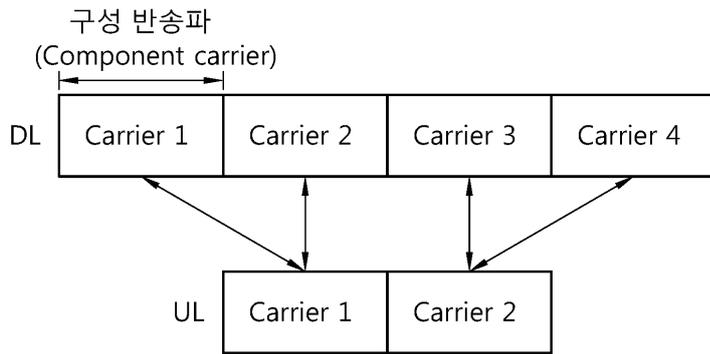
도면10



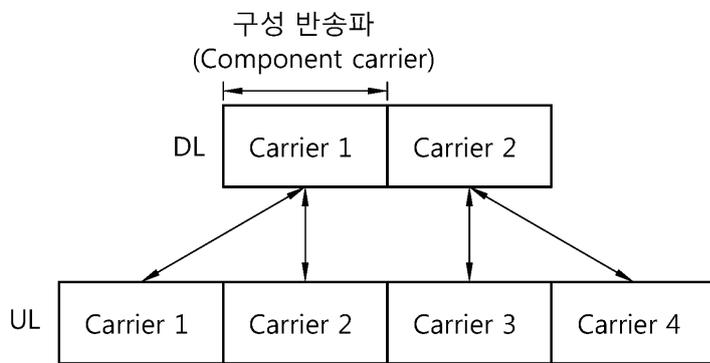
도면11



도면12

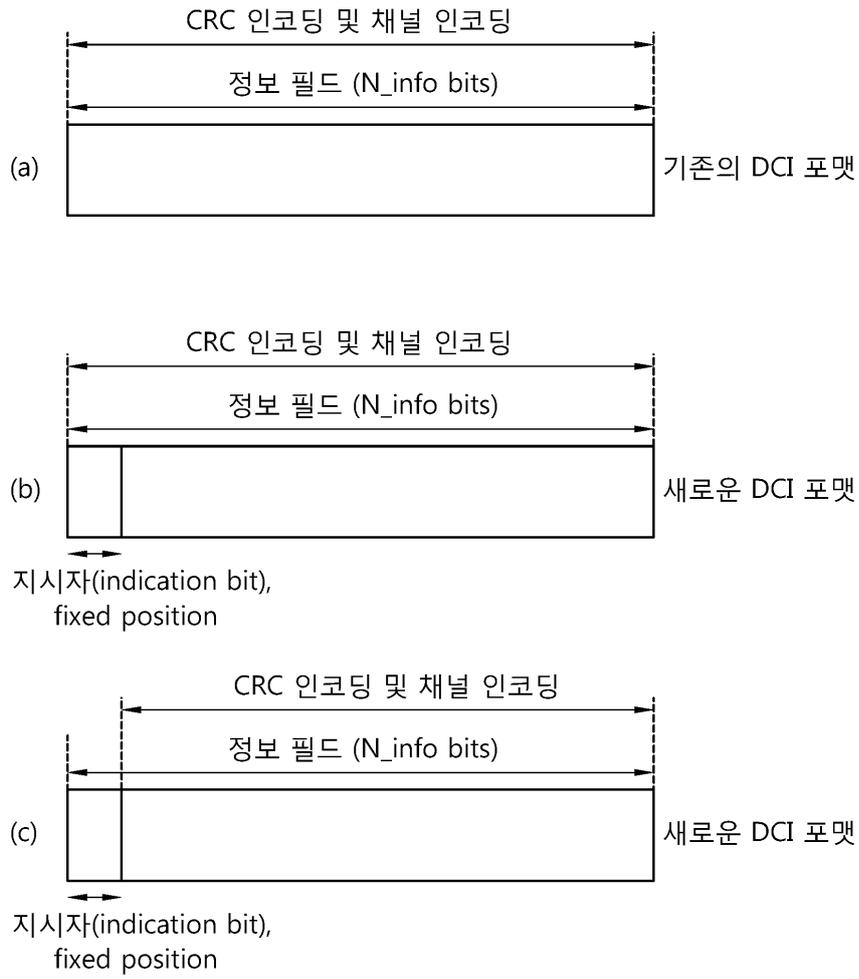


(a) # of DL CC (component carrier) > # of UL CC

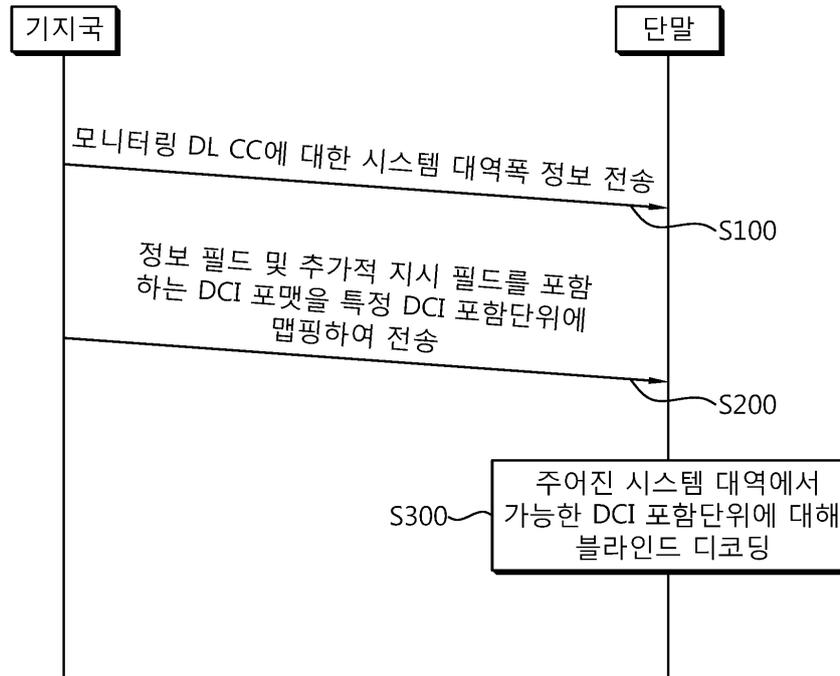


(b) # of UL CC > # of DL CC

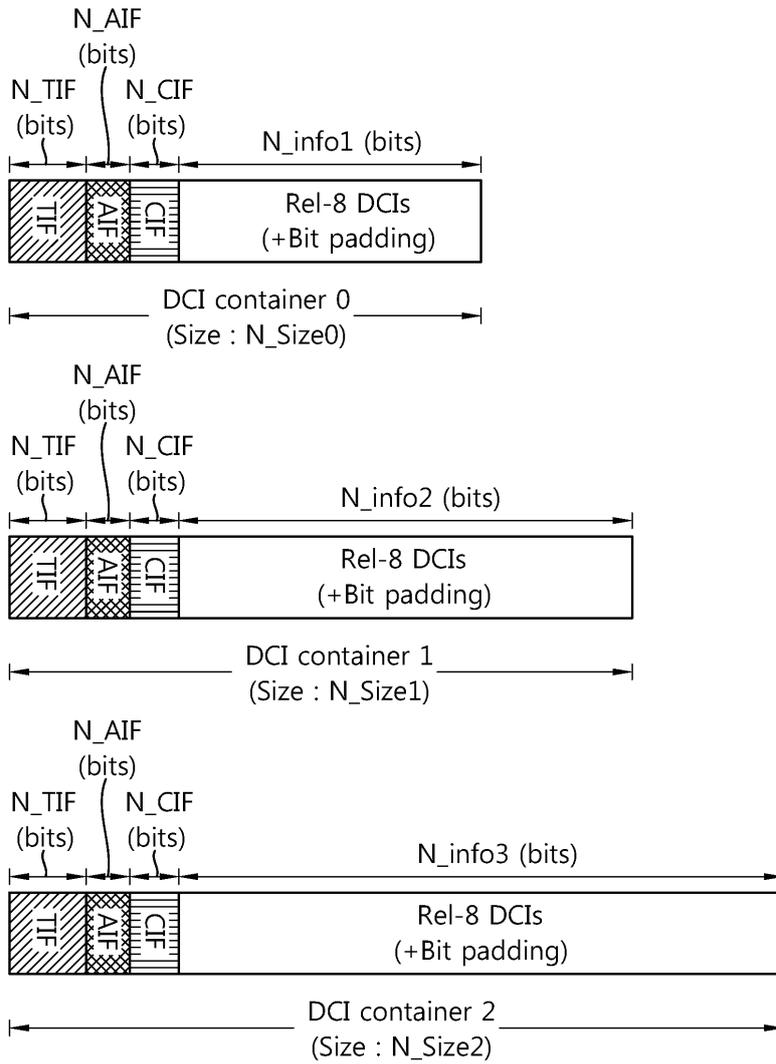
도면13



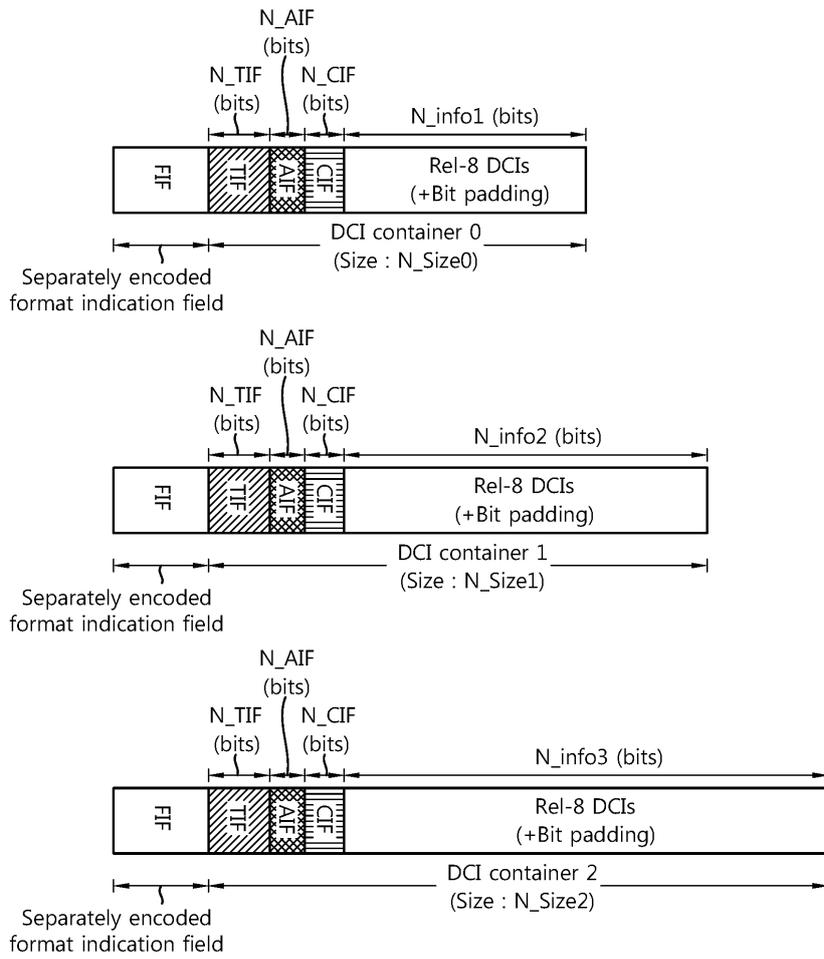
도면14



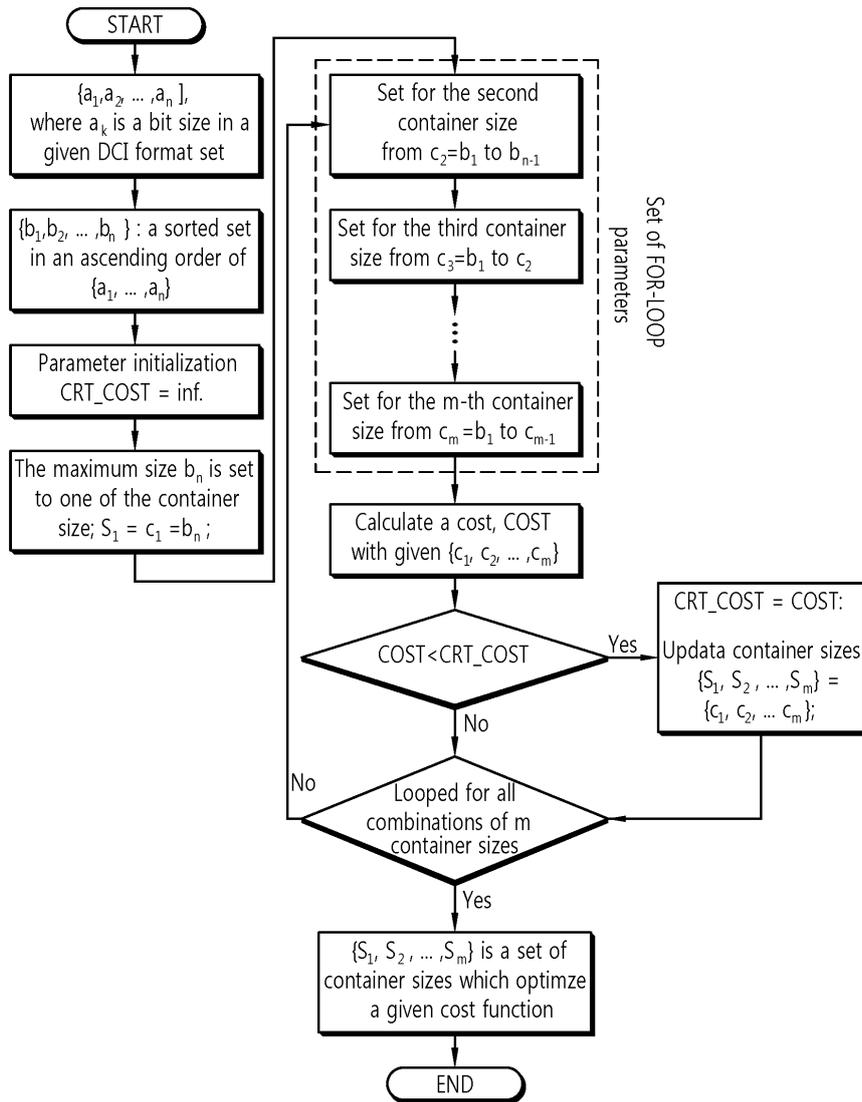
도면15



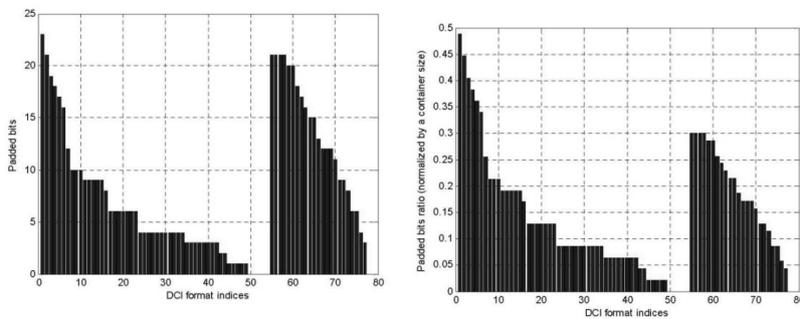
도면16



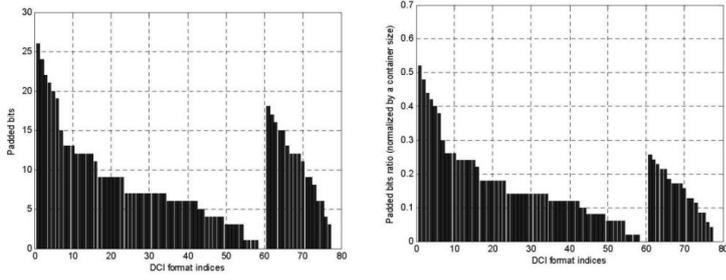
도면17



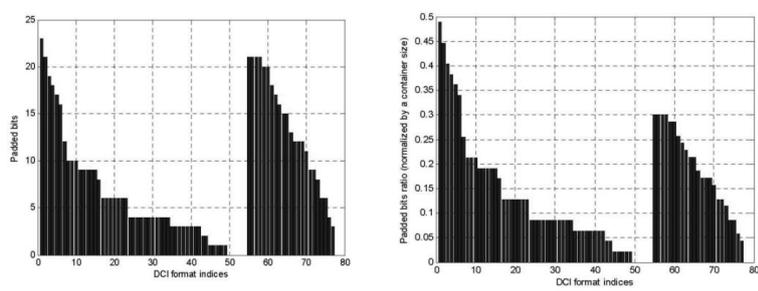
도면18



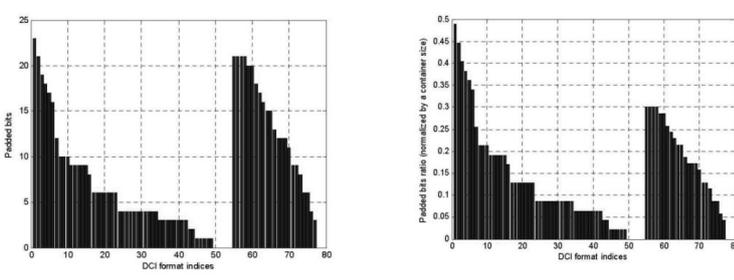
도면19



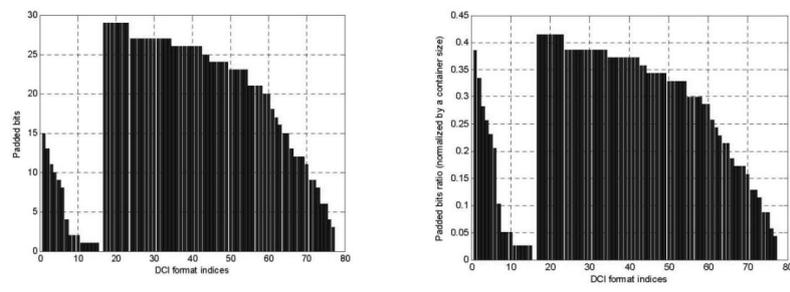
도면20



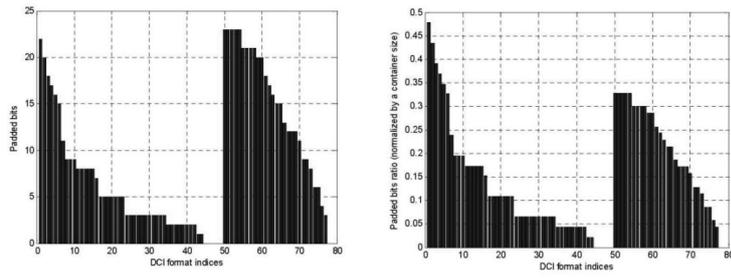
도면21



도면22



도면23



도면24

