(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0119882
(43) 공개일자 2013년11월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 24/10 (2009.01) *H04W 16/28* (2009.01)
H04B 7/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0045436
(22) 출원일자 2013년04월24일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
61/637,795 2012년04월24일 미국(US)

(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
박종현
경기도 안양시 동안구 호계동 533번지 LG제1연구단지
김기준
경기도 안양시 동안구 호계동 533번지 LG제1연구단지
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김용인

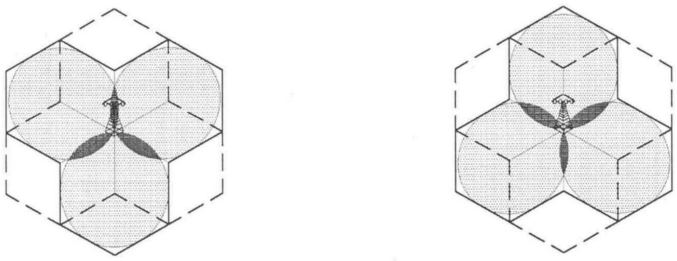
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **하향링크 신호 측정 및 전송 방법 및 이를 위한 장치들**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 따라 무선 통신 시스템에서 사용자기기가 하향링크 신호를 측정하기 위한 방법이 개시되며, 상기 방법은 상기 하향링크 신호의 빔 방향 패턴(beam direction pattern; BDP)에 관한 정보를 수신하는 단계, 상기 수신된 BDP 에 관한 정보에 기반하여 상기 하향링크 신호를 측정하는 단계를 포함하되, 상기 BDP 에 관한 정보는 특정 BDP 로 전송될 서브프레임의 인덱스와 상기 특정 BDP 의 식별자(identifier; ID)를 포함하고, 상기 하향링크 신호의 BDP 는 상기 BDP 에 관한 정보에 기반하여 서브프레임 인덱스에 따라 스위칭될 수 있다.

대 표 도 - 도10



(a) BDP 1 (b) BDP 2

(72) 발명자

이동현

서울특별시 마포구 신수동 대원칸타빌 102동 204호

신석호

서울특별시 은평구 신사동 한신아파트 107동 303호

김재원

경기도 김포시 고촌읍 신곡리 수기마을힐스테이트 아파트 219동 601호

성원진

서울특별시 서초구 잠원동 60-7 녹원한신아파트 101동 1508호

특허청구의 범위

청구항 1

무선 통신 시스템에서 사용자기기가 하향링크 신호를 측정하기 위한 방법으로서,

상기 하향링크 신호의 빔 방향 패턴(beam direction pattern; BDP)에 관한 정보를 수신하고, 상기 수신된 BDP 에 관한 정보에 기반하여 상기 하향링크 신호를 측정하되,

상기 BDP 에 관한 정보는 특정 BDP 로 전송될 서브프레임의 인덱스와 상기 특정 BDP 의 식별자(identifier; ID)를 포함하고,

상기 하향링크 신호의 BDP 는 상기 BDP 에 관한 정보에 기반하여 서브프레임 인덱스에 따라 스위칭되는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 측정 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 BDP 에 관한 정보는 특정 BDP 로 전송될 서브프레임 집합의 식별자와 상기 특정 BDP 의 식별자를 포함하는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 측정 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 BDP 에 관한 정보에 포함된 하나의 서브프레임 집합에서 하향링크 제어 정보를 수신하는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 측정 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 하향링크 제어 정보는 상기 하향링크 제어 정보가 수신된 서브프레임 집합이 아닌 다른 서브프레임 집합에서의 하향링크 데이터 정보의 스케줄을 지시하는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 측정 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 측정된 결과에 기반하여 하향링크 신호 수신 품질과 관련된 BDP 정보를 보고하되,

상기 하향링크 신호 수신 품질과 관련된 BDP 정보는 상기 하향링크 신호 수신 품질이 가장 좋은 BDP 에 관한 정보 또는 가장 열악한 BDP 에 관한 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 측정 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 하향링크 신호 수신 품질이 가장 좋은 BDP 로 전송된 서브프레임을 제외한 서브프레임들에서 대기 상태(idle state)로 전환하는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 측정 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서, 상기 하향링크 신호 수신 품질과 관련된 BDP 정보는 상기 사용자기기의 위치 추정에 활용되는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 측정 방법.

청구항 8

무선 통신 시스템에서 기지국(eNodeB)이 하향링크 신호를 전송하기 위한 방법으로서,

상기 하향링크 신호의 빔 방향 패턴(beam direction pattern; BDP)에 관한 정보를 사용자기기로 전송하고, 상기 BDP 에 관한 정보에 기반하여 서브프레임 인덱스에 따라 상기 하향링크 신호의 BDP 를 스위칭하여 상기 하향링크 신호를 상기 사용자기기로 전송하되

상기 BDP 에 관한 정보는 특정 BDP 로 전송될 서브프레임의 인덱스와 상기 특정 BDP 의 식별자(identifier; ID)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 전송 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 BDP 에 관한 정보는 특정 BDP 로 전송될 서브프레임 집합의 식별자와 상기 특정 BDP 의 식별자를 포함하는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 전송 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 BDP 에 관한 정보에 포함된 하나의 서브프레임 집합에 상기 사용자기기를 위한 하향링크 제어 정보를 전송하는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 전송 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 하향링크 제어 정보는 상기 하향링크 제어 정보가 수신된 서브프레임 집합이 아닌 다른 서브프레임 집합에서의 하향링크 데이터 정보의 스케줄을 지시하는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 전송 방법.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 사용자기기에 의한 하향링크 신호 측정 결과에 기반하여 하향링크 신호 수신 품질과 관련된 BDP 정보를 수신하되,

상기 하향링크 신호 수신 품질과 관련된 BDP 정보는 상기 하향링크 신호 수신 품질이 가장 좋은 BDP 에 관한 정보 또는 가장 열악한 BDP 에 관한 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 전송 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 하향링크 신호 수신 품질이 가장 좋은 BDP 로 전송된 서브프레임을 제외한 서브프레임들에서 상기 사용자기기가 대기 상태로 전환하도록 하는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 전송 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서, 상기 하향링크 신호 수신 품질과 관련된 BDP 정보는 상기 사용자기기의 위치 추정에 활용되는 것을 특징으로 하는, 하향링크 신호 전송 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 좀더 상세하게는 무선 통신 시스템에서 하향링크 신호를 측정하기 위한 방법, 하향링크 신호를 전송하기 위한 방법 및 이들을 위한 장치들에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 기존 3-섹터 무선 통신 시스템의 모델을 도 8 에서 살펴볼 수 있다. 전체 시스템은 복수 개의 셀들로 구성되어 있으며, 섹터들로 나뉘어진 각각의 셀에는 신호 전송을 담당하는 기지국(macro eNB)들이 설치되어 있다. 각 셀에서 3-섹터 빔 방향 패턴으로 서비스를 제공하는 기존의 무선 통신 시스템에서는 기지국 근처에 존재하는 사용자기기(User Equipment)들은 높은 전송효율을 가지게 되는 반면, 셀 경계에 존재하는 단말들의 경우에는 인접 셀간 간섭 (Inter-Cell Interference; ICI)으로 인해 전송효율이 낮아지고 이는 시스템 전체 성능 저하의 주요 원인이 된다.

[0003] 따라서, 이러한 3-섹터 무선 통신 시스템이 수반하는 단점을 개선하기 위한 방안이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명에서는 기존의 셀룰러 이동통신 시스템의 셀 경계에서 발생하는 급격한 성능 열화현상을 완화하기 위한 장치 및 이를 시스템에 적용하여 운용하기 위한 방안을 제안하는 것을 목적으로 한다. 보다 구체적으로는 복수

개의 빔 방향 패턴을 지원하는 안테나 장치를 포함하는 장치를 제안하고, 이를 활용한 신호전송 방법 및 사용자 스케줄링 방안을 함께 제안한다.

[0005] 본 발명에서 제안하는 장치 및 방안들을 셀룰러 이동통신 시스템으로 적용함으로써, 특히 셀 경계에 위치하여 인접 셀로부터의 강한 간접신호로 인해 낮은 신호품질을 제공받는 하위 사용자들 성능의 효과적인 개선이 기대된다.

[0006] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 이하의 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 사용자기기가 하향링크 신호를 측정하기 위한 방법으로서, 상기 방법은 상기 하향링크 신호의 빔 방향 패턴(beam direction pattern; BDP)에 관한 정보를 수신하는 단계 및 상기 수신된 BDP 에 관한 정보에 기반하여 상기 하향링크 신호를 측정하는 단계를 포함하되, 상기 BDP 에 관한 정보는 특정 BDP 로 전송될 서브프레임의 인덱스와 상기 특정 BDP 의 식별자(identifier; ID)를 포함하고, 상기 하향링크 신호의 BDP 는 상기 BDP 에 관한 정보에 기반하여 서브프레임 인덱스에 따라 스위칭될 수 있다.

[0008] 바람직하게는, 상기 BDP 에 관한 정보는 특정 BDP 로 전송될 서브프레임 집합의 식별자와 상기 특정 BDP 의 식별자를 포함할 수 있다

[0009] 바람직하게는, 상기 BDP 에 관한 정보에 포함된 하나의 서브프레임 집합에서 하향링크 제어 정보가 수신될 수 있다.

[0010] 바람직하게는, 상기 하향링크 제어 정보는 상기 하향링크 제어 정보가 수신된 서브프레임 집합이 아닌 다른 서브프레임 집합에서의 하향링크 데이터 정보의 스케줄을 지시할 수 있다.

[0011] 바람직하게는, 상기 방법은 상기 측정된 결과에 기반하여 하향링크 신호 수신 품질과 관련된 BDP 정보를 보고하는 단계를 포함하고, 상기 하향링크 신호 수신 품질과 관련된 BDP 정보는 상기 하향링크 신호수신 품질이 가장 좋은 BDP 에 관한 정보 또는 가장 열악한 BDP 에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[0012] 바람직하게는, 상기 방법은 상기 하향링크 신호 수신 품질이 가장 좋은 BDP 로 전송된 서브프레임을 제외한 서브프레임들에서 대기 상태(idle state)로 전환하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 바람직하게는, 상기 하향링크 신호 수신 품질과 관련된 BDP 정보는 상기 사용자기기의 위치 추정에 활용될 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국(eNodeB)이 하향링크 신호를 전송하기 위한 방법으로서, 상기 방법은 상기 하향링크 신호의 빔 방향 패턴(beam direction pattern; BDP)에 관한 정보를 사용자기기로 전송하는 단계 및 상기 BDP 에 관한 정보에 기반하여 서브프레임 인덱스에 따라 상기 하향링크 신호의 BDP 를 스위칭하여 상기 하향링크 신호를 상기 사용자기기로 전송하는 단계를 포함하되, 상기 BDP 에 관한 정보는 특정 BDP 로 전송될 서브프레임의 인덱스와 상기 특정 BDP 의 식별자(identifier; ID)를 포함할 수 있다.

[0015] 바람직하게는, 상기 BDP 에 관한 정보는 특정 BDP 로 전송될 서브프레임 집합의 식별자와 상기 특정 BDP 의 식별자를 포함할 수 있다.

[0016] 바람직하게는, 상기 방법은 상기 BDP 에 관한 정보에 포함된 하나의 서브프레임 집합에 상기 사용자기기를 위한 하향링크 제어 정보를 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 바람직하게는, 상기 하향링크 제어 정보는 상기 하향링크 제어 정보가 수신된 서브프레임 집합이 아닌 다른 서브프레임 집합에서의 하향링크 데이터 정보의 스케줄을 지시할 수 있다.

[0018] 바람직하게는, 상기 방법은 상기 사용자기기에 의한 하향링크 신호 측정 결과에 기반하여 하향링크 신호 수신 품질과 관련된 BDP 정보를 수신하는 단계를 포함하고, 상기 하향링크 신호 수신 품질과 관련된 BDP 정보는 상기 하향링크 신호 수신 품질이 가장 좋은 BDP 에 관한 정보 또는 가장 열악한 BDP 에 관한 정보를 포함할 수 있다.

[0019] 바람직하게는, 상기 하향링크 신호 수신 품질이 가장 좋은 BDP 로 전송된 서브프레임을 제외한 서브프레임들에서 상기 사용자기기가 대기 상태로 전환하도록 할 수 있다.

[0020] 바람직하게는, 상기 하향링크 신호 수신 품질과 관련된 BDP 정보는 상기 사용자기기의 위치 추정에 활용될 수 있다.

[0021] 상기 과제 해결방법들은 본 발명의 실시예들 중 일부에 불과하며, 본 발명의 기술적 특징들이 반영된 다양한 실시예들이 당해 기술분야의 통상적인 지식을 가진 자에 의해 이하 상술할 본 발명의 상세한 설명을 기반으로 도출되고 이해될 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명의 일 실시예에 따르면 사용자기기의 제어 신호(또는 채널)의 수신율을 향상시킬 수 있다.

[0023] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면 무선 통신 시스템에 있어서 상향링크 전송 및 하향링크 전송의 스루풋을 향상시킬 수 있다.

[0024] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과는 이하의 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0025] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.

도 1 은 무선 통신 시스템에서 사용되는 무선 프레임 구조의 일 예를 나타낸 것이다.

도 2 는 무선 통신 시스템에서 하향링크/상향링크(DL/UL) 슬롯 구조의 일례를 나타낸 것이다.

도 3 은 3GPP LTE(-A) 시스템에서 사용되는 하향링크 서브프레임 구조를 예시한 것이다.

도 4 는 3GPP LTE(-A) 시스템에서 사용되는 상향링크 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.

도 5 는 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.

도 6 은 반송파 병합을 설명하기 위한 도면이다.

도 7 은 크로스 반송파 스케줄링을 설명하기 위한 도면이다.

도 8 은 3-섹터 무선 통신 시스템 모델을 도시한다.

도 9 는 다중 빔 방향 패턴으로 형성된 신호를 전송하기 위한 안테나 장치를 도시한다.

도 10 은 다중 빔 방향 패턴의 예를 도시한다.

도 11 은 다중 빔 방향 패턴과 그와 관련된 컴포넌트 캐리어가 적용된 무선 통신 시스템을 도시한다.

도 12 는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템을 도시한다.

도 13 은 본 발명의 일 실시예에 따른 각 서브프레임에 할당되는 빔 방향 패턴을 도시한다.

도 14 는 본 발명의 일 실시예에 따른 각 서브프레임에 할당되는 빔 방향 패턴을 도시한다.

도 15 는 본 발명의 일 실시예에 따른 반송파 병합이 적용된 각 서브프레임에 할당되는 빔 방향 패턴을 도시한다.

도 16 은 본 발명의 일 실시예에 따른 반송파 병합이 적용된 각 서브프레임에 할당되는 빔 방향 패턴을 도시한다.

도 17 은 본 발명의 일 실시예에 따른 반송파 병합이 적용된 각 서브프레임에 할당되는 빔 방향 패턴을 구체적으로 도시한다.

도 18 은 본 발명의 일 실시예에 따른 반송파 병합이 적용된 각 서브프레임에 할당되는 빔 방향 패턴과 하향링크 스케줄링 방식을 도시한다.

도 19 는 본 발명의 일 실시예에 따른 반송파 병합이 적용된 각 서브프레임에 할당되는 빔 방향 패턴과 하향링크 스케줄링 방식이 적용된 무선 통신 시스템을 도시한다.

도 20 은 본 발명의 일 실시예에 따른 반송파 병합이 적용된 각 서브프레임에 할당되는 빔 방향 패턴을 구체적으로 도시한다.

도 21 은 본 발명의 일 실시예에 따른 반송파 병합이 적용된 각 서브프레임에 할당되는 빔 방향 패턴과 하향링크 스케줄링 방식이 적용된 무선 통신 시스템을 도시한다.

도 22 는 본 발명의 일 실시예에 따른 반송파 병합이 적용된 각 서브프레임에 할당되는 빔 방향 패턴과 하향링크 스케줄링 방식을 도시한다.

도 23 은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 빔 방향 패턴을 이용한 사용자기기의 위치 측정 방식을 도시한다.

도 24 는 본 발명의 실시예들이 적용될 수 있는 장치들의 블록도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시 형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다.

[0027] 또한, 이하에서 설명되는 기법(technique) 및 장치, 시스템은 다양한 무선 다중 접속 시스템에 적용될 수 있다. 설명의 편의를 위하여, 이하에서는 본 발명이 3GPP LTE(-A)에 적용되는 경우를 가정하여 설명한다. 그러나, 본 발명의 기술적 특징이 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 이하의 상세한 설명이 이동통신 시스템이 3GPP LTE(-A) 시스템에 대응하는 이동통신 시스템을 기초로 설명되더라도, 3GPP LTE(-A)에 특유한 사항을 제외하고는 다른 임의의 이동통신 시스템에도 적용 가능하다.

[0028] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.

[0029] 본 발명에 있어서, 사용자 기기(UE: User Equipment)는 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, BS 와 통신하여 사용자데이터 및/또는 각종 제어정보를 송수신하는 각종 기기들이 이에 속한다. UE 는 단말(Terminal Equipment), MS(Mobile Station), MT(Mobile Terminal), UT(User Terminal), SS(Subscribe Station), 무선기기(wireless device), PDA(Personal Digital Assistant), 무선 모뎀(wireless modem), 휴대기기(handheld device) 등으로 불릴 수 있다. 또한, 본 발명에 있어서, 기지국(Base Station, BS)은 일반적으로 UE 및/또는 다른 BS 와 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, UE 및 타 BS 과 통신하여 각종 데이터 및 제어정보를 교환한다. BS 는 ABS(Advanced Base Station), NB(Node-B), eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver System), 엑세스 포인트(Access Point), PS(Processing Server) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.

[0030] 본 발명에서 PDCCH(Physical Downlink Control CHannel)/PCFICH(Physical Control Format Indicator CHannel)/PHICH((Physical Hybrid automatic retransmit request Indicator CHannel)/PDSCH(Physical Downlink Shared CHannel)은 각각 DCI(Downlink Control Information)/CFI(Control Format Indicator)/하향링크 ACK/NACK(ACKnowlegement/Negative ACK)/하향링크 데이터를 나르는 시간-주파수 자원의 모음(set) 혹은 자원요소의 모음을 의미한다. 또한, PUCCH(Physical Uplink Control CHannel)/PUSCH(Physical Uplink Shared CHannel)은 각각 UCI(Uplink Control Information)/상향링크 데이터를 나르는 시간-주파수 자원의 모음 혹은 자원요소의 모음을 의미한다. 본 발명에서는, 특히, PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH 에 할당되거나 이에 속한 시간-주파수 자원 혹은 자원요소(Resource Element, RE)를 각각 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH RE 또는 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH 자원이라고 칭한다. 따라서, 본 발명에서 사용자 기기가 PUCCH/PUSCH 를 전송한다는 표현은, 각각, PUSCH/PUCCH 상에서 상향링크 제어정보/상향링크 데이터/랜덤 엑세스 신호를 전송한다는 것과 동일한 의미로 사용된다. 또한, 본 발명에서 BS 가 PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH 를 전송한다는 표현은, 각각, PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH 상에서 하향링크 데이터/제어정보를 전송한다는 것과 동일한 의미로 사용된다.

[0031] 또한, 본 발명에서 CRS(Cell-specific Reference Signal)/DMRS(Demodulation Reference Signal)/CSI-RS(Channel State Information Reference Signal) 시간-주파수 자원(혹은 SE)은 각각 CRS/DMRS/CSI-RS 에 할당 혹은 이용가능한 RE 혹은 CRS/DMRS/CSI-RS 를 나르는 시간-주파수 자원(혹은 RE)를 의미한다. 또한,

CRS/DMRS/CSI-RS RE 를 포함하는 부반송파를 CRS/DMRS/CSI-RS 부반송파라 칭하며, CRS/DMRS/CSI-RS RE 를 포함하는 OFDM 심볼을 CRS/DMRS/CSI-RS 심볼이라 칭하다. 또한, 본 발명에서 SRS 시간-주파수 자원(혹은 RE)은 UE 에서 BS 로 전송되어 BS 가 상기 UE 와 상기 BS 사이에 형성된 상향링크 채널 상태의 측정에 이용하는 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS)를 나르는 시간-주파수 자원(혹은 RE)를 의미한다. 참조신호(reference signal, RS)라 함은 UE 와 BS 가 서로 알고 있는 기정의된, 특별한 파형의 신호를 의미하며, 파일럿이라고도 한다.

[0032] 한편, 본 발명에서 셀이라 함은 일 BS, 노드(들) 혹은 안테나 포트(들)이 통신 서비스를 제공하는 일정 지리적 영역을 말한다. 따라서, 본 발명에서 특정 셀과 통신한다고 함은 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 BS, 노드 혹은 안테나 포트와 통신하는 것을 의미할 수 있다. 또한, 특정 셀의 하향링크/상향링크 신호는 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 BS, 노드 혹은 안테나 포트로부터의/로의 하향링크/상향링크 신호를 의미한다. 또한, 특정 셀의 채널 상태/품질은 상기 특정 셀에 통신 서비스를 제공하는 BS, 노드 혹은 안테나 포트와 UE 사이에 형성된 채널 혹은 통신 링크의 채널 상태/품질을 의미한다.

[0033] 도 1 은 무선 통신 시스템에서 사용되는 무선 프레임 구조의 일 예를 나타낸 것이다. 특히, 도 1(a)는 3GPP LTE(-A)에서 FDD 에 사용될 수 있는 무선 프레임 구조를 예시한 것이고, 도 1(b)는 3GPP LTE(-A)에서 TDD 에 사용될 수 있는 무선 프레임 구조를 예시한 것이다.

[0034] 도 1 을 참조하면, 3GPP LTE(-A)에서 사용되는 무선프레임은 10ms(307200Ts)의 길이를 가지며, 10 개의 균등한 크기의 서브프레임으로 구성된다. 일 무선프레임 내 10 개의 서브프레임에는 각각 번호가 부여될 수 있다. 여기에서, Ts 는 샘플링 시간을 나타내고, Ts=1/(2048*15kHz)로 표시된다. 각각의 서브프레임은 1ms 의 길이를 가지며 2 개의 슬롯으로 구성된다. 일 무선프레임 내에서 20 개의 슬롯들은 0 부터 19 까지 순차적으로 넘버링될 수 있다. 각각의 슬롯은 0.5ms 의 길이를 가진다. 일 서브프레임을 전송하기 위한 시간은 전송시간간격(TTI : transmission time interval)로 정의된다. 시간 자원은 무선프레임 번호(혹은 무선 프레임 인덱스라고도 함)와 서브프레임 번호(혹은 서브프레임 번호라고도 함), 슬롯 번호(혹은 슬롯 인덱스) 등에 의해 구분될 수 있다.

[0035] 무선 프레임은 듀플렉스(duplex) 모드에 따라 다르게 구성될 수 있다. 예를 들어, FDD 모드에서, 하향링크(DL) 전송 및 상향링크(UL) 전송은 주파수에 의해 구분되므로, 무선 프레임은 소정 반송파 주파수에서 동작하는 소정 주파수 대역에 대해 하향링크 서브프레임 또는 UL 서브프레임 중 하나만을 포함한다. TDD 모드에서 DL 전송 및 UL 전송은 시간에 의해 구분되므로, 소정 반송파 주파수에서 동작하는 소정 주파수 대역에 대해 무선 프레임은 하향링크 서브프레임과 UL 서브프레임을 모두 포함한다.

[0036] 표 1 은 TDD 모드에서, 무선 프레임 내 서브프레임들의 DL-UL 구성을 예시한 것이다.

표 1

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

[0037]

[0038] 표 1 에서, D 는 하향링크 서브프레임을, U 는 UL 서브프레임을, S 는 특이(special) 서브프레임을 나타낸다. 특이 서브프레임은 DwPTS(Downlink Pilot TimeSlot), GP(Guard Period), UpPTS(Uplink Pilot TimeSlot)의 3 개 필드를 포함한다. DwPTS 는 DL 전송용으로 유보되는 시간 구간이며, UpPTS 는 UL 전송용으로 유보되는 시간 구간이다.

[0039] 도 2 는 무선 통신 시스템에서 하향링크/상향링크(DL/UL) 슬롯 구조의 일례를 나타낸 것이다. 특히, 도 2 는 3GPP LTE(-A) 시스템의 자원격자(resource grid)의 구조를 나타낸다. 안테나 포트당 1 개의 자원격자가 있다.

[0040] 슬롯은 시간 도메인에서 복수의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼을 포함하고, 주파수 도메인에서 다수의 자원블록(resource block, RB)을 포함한다. OFDM 심볼은 일 심볼 구간을 의미하기도 한다. 도 2 를 참조하면, 각 슬롯에서 전송되는 신호는 $N_{RB}^{DL/UL} * N_{sc}^{RB}$ 개의 부반송파(subcarrier)와 $N_{symb}^{DL/UL}$ 개의 OFDM 심볼로 구성되는 자원격자(resource grid)로 표현될 수 있다. 여기서, N_{RB}^{DL} 은 하향링크 슬롯에서의 자원블록(resource block, RB)의 개수를 나타내고, N_{RB}^{UL} 은 UL 슬롯에서의 RB 의 개수를 나타낸다. N_{RB}^{DL} 와 N_{RB}^{UL} 은 DL 전송 대역폭과 UL 전송 대역폭에 각각 의존한다. N_{symb}^{DL} 은 하향링크 슬롯 내 OFDM 심볼의 개수를 나타내며, N_{symb}^{UL} 은 UL 슬롯 내 OFDM 심볼의 개수를 나타낸다. N_{sc}^{RB} 는 하나의 RB 를 구성하는 부반송파의 개수를 나타낸다.

[0041] OFDM 심볼은 다중 접속 방식에 따라 OFDM 심볼, SC-FDM 심볼 등으로 불릴 수 있다. 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 채널 대역폭, CP 의 길이에 따라 다양하게 변경될 수 있다. 예를 들어, 표준(normal) CP 의 경우에는 하나의 슬롯이 7 개의 OFDM 심볼을 포함하나, 확장(extended) CP 의 경우에는 하나의 슬롯이 6 개의 OFDM 심볼을 포함한다. 도 2 에서는 설명의 편의를 위하여 하나의 슬롯이 7 OFDM 심볼로 구성되는 서브프레임을 예시하였으나, 본 발명의 실시예들은 다른 개수의 OFDM 심볼을 갖는 서브프레임들에도 마찬가지의 방식으로 적용될 수 있다. 도 2 를 참조하면, 각 OFDM 심볼은, 주파수 도메인에서, $N_{RB}^{DL/UL} * N_{sc}^{RB}$ 개의 부반송파를 포함한다. 부반송파의 유형은 데이터 전송을 위한 데이터 부반송파, 참조신호의 전송 위한 참조신호 부반송파, 가드 밴드(guard band) 및 DC 성분을 위한 널 부반송파로 나뉠 수 있다. DC 성분을 위한 널 부반송파는 미사용인 채 남겨지는 부반송파로서, OFDM 신호 생성 과정 혹은 주파수 상향변환 과정에서 반송파 주파수(carrier freqeuncy, f0)로 맵핑된다. 반송파 주파수는 중심 주파수(center frequency)라고도 한다.

[0042] 일 RB 는 시간 도메인에서 $N_{symb}^{DL/UL}$ 개(예를 들어, 7 개)의 연속하는 OFDM 심볼로서 정의되며, 주파수 도메인에서 N_{sc}^{RB} 개(예를 들어, 12 개)의 연속하는 부반송파에 의해 정의된다. 참고로, 하나의 OFDM 심볼과 하나의 부반송파로 구성된 자원을 자원요소(resource element, RE) 혹은 톤(tone)이라고 한다. 따라서, 하나의 RB 는 $N_{symb}^{DL/UL} * N_{sc}^{RB}$ 개의 자원요소로 구성된다. 자원격자 내 각 자원요소는 일 슬롯 내 인덱스 쌍 (k, l)에 의해 고유하게 정의될 수 있다. k 는 주파수 도메인에서 0 부터 $N_{RB}^{DL/UL} * N_{sc}^{RB}$ -1 까지 부여되는 인덱스이며, l 은 시간 도메인에서 0 부터 $N_{symb}^{DL/UL}$ -1 까지 부여되는 인덱스이다.

[0043] 일 서브프레임에서 N_{sc}^{RB} 개의 연속하는 동일한 부반송파를 점유하면서, 상기 서브프레임의 2 개의 슬롯 각각에 1 개씩 위치하는 2 개의 RB 를 물리자원블록(physical resource block, PRB) 쌍이라고 한다. PRB 쌍을 구성하는 2 개의 RB 는 동일한 PRB 번호(혹은, PRB 인덱스라고도 함)를 갖는다. VRB 는 자원할당을 위해 도입된 일종의 논리적 자원할당 단위이다. VRB 는 PRB 와 동일한 크기를 갖는다. VRB 를 PRB 로 맵핑하는 방식에 따라, VRB 는 로컬라이즈(localized) 타입의 VRB 와 분산(distributed) 타입의 VRB 로 구분된다. 로컬라이즈 타입의 VRB 들은 PRB 들에 바로 맵핑되어, VRB 번호(VRB 인덱스라고도 함)가 PRB 번호에 바로 대응된다. 즉, $n_{PRB}=n_{VRB}$ 가 된다. 로컬라이즈 타입의 VRB 들에는 0 부터 $N^{DL}_{VRB}-1$ 순으로 번호가 부여되며, $N^{DL}_{VRB}=N^{DL}_{RB}$ 이다. 따라서, 로컬라이즈 맵핑 방식에 의하면, 동일한 VRB 번호를 갖는 VRB 가 첫 번째 슬롯과 두 번째 슬롯에서, 동일 PRB 번호의

PRB 에 맵핑된다. 반면, 분산 타입의 VRB 는 인터리빙을 거쳐 PRB 에 맵핑된다. 따라서, 동일한 VRB 번호를 갖는 분산 타입의 VRB 는 첫 번째 슬롯과 두 번째 슬롯에서 서로 다른 번호의 PRB 에 맵핑될 수 있다. 서브프레임의 두 슬롯에 1 개씩 위치하며 동일한 VRB 번호를 갖는 2 개의 PRB 를 VRB 쌍이라 칭한다.

[0044] 도 3 은 3GPP LTE(-A) 시스템에서 사용되는 하향링크 서브프레임 구조를 예시한 것이다.

[0045] DL 서브프레임은 시간 도메인에서 제어영역과 데이터영역으로 구분된다. 도 3 을 참조하면, 서브프레임의 첫 번째 슬롯에서 앞부분에 위치한 최대 3(혹은 4) 개의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어영역(control region)에 대응한다. 이하, DL 서브프레임에서 PDCCH 전송에 이용가능한 자원영역을 PDCCH 영역이라 칭한다. 제어영역으로 사용되는 OFDM 심볼(들)이 아닌 남은 OFDM 심볼들은 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)가 할당되는 데이터영역(data region)에 해당한다. 이하, DL 서브프레임에서 PDSCH 전송에 이용가능한 자원영역을 PDSCH 영역이라 칭한다. 3GPP LTE 에서 사용되는 DL 제어 채널의 예는 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical hybrid ARQ indicator Channel) 등을 포함한다. PCFICH 는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고 서브프레임 내에서 제어 채널의 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 관한 정보를 나른다. PHICH 는 UL 전송의 응답으로 HARQ ACK/NACK(acknowledgment/negative-acknowledgment) 신호를 나른다.

[0046] PDCCH 를 통해 전송되는 제어 정보를 DCI(Downlink Control Information)라고 지칭한다. DCI 는 UE 또는 UE 그룹을 위한 자원 할당 정보 및 다른 제어 정보를 포함한다. 예를 들어, DCI 는 DL 공유 채널(downlink shared channel, DL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보, UL 공유 채널(uplink shared channel, UL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보, 페이징 채널(paging channel, PCH) 상의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상에서 전송되는 랜덤 접속 응답과 같은 상위-계층 제어 메시지의 자원 할당 정보, UE 그룹 내의 개별 UE 들에 대한 Tx 파워 제어 명령 세트, Tx 파워 제어 명령, VoIP(Voice over IP)의 활성화 지시 정보 등을 포함한다. 일 PDCCH 가 나르는 DCI 는 DCI 포맷에 따라서 그 크기와 용도가 다르며, 부호화율에 따라 그 크기가 달라질 수 있다.

[0047] 복수의 PDCCH 가 DL 서브프레임의 PDCCH 영역 내에서 전송될 수 있다. UE 는 복수의 PDCCH 를 모니터링 할 수 있다. BS 는 UE 에게 전송될 DCI 에 따라 DCI 포맷을 결정하고, DCI 에 CRC(cyclic redundancy check)를 부가한다. CRC 는 PDCCH 의 소유자 또는 사용 목적에 따라 식별자(예, RNTI(radio network temporary identifier))로 마스킹(또는 스크램블)된다. 예를 들어, PDCCH 가 특정 UE 을 위한 것일 경우, 해당 UE 의 식별자(예, cell-RNTI (C-RNTI))가 CRC 에 마스킹 될 수 있다. PDCCH 가 페이징 메시지를 위한 것일 경우, 페이징 식별자(예, paging-RNTI (P-RNTI))가 CRC 에 마스킹 될 수 있다. PDCCH 가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(system information block, SIB))를 위한 것일 경우, SI-RNTI(system information RNTI)가 CRC 에 마스킹 될 수 있다. PDCCH 가 랜덤 접속 응답을 위한 것일 경우, RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC 에 마스킹 될 수 있다. CRC 마스킹(또는 스크램블)은 예를 들어 비트 레벨에서 CRC 와 RNTI 를 XOR 연산하는 것을 포함한다.

[0048] PDCCH 는 하나 또는 복수의 연속된 제어 채널 요소(control channel element, CCE)들의 집성(aggregation) 상에서 전송된다. CCE 는 PDCCH 에 무선 채널 상태에 기초한 코딩 레이트를 제공하는데 사용되는 논리적 할당 유닛이다. CCE 는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group, REG)에 대응한다. 예를 들어, 하나의 CCE 는 9 개의 REG 에 대응되고 하나의 REG 는 4 개의 RE 에 대응한다. 4 개의 QPSK 심볼이 각각의 REG 에 맵핑된다. 참조신호(RS)에 의해 점유된 자원요소(RE)는 REG 에 포함되지 않는다. 따라서, 주어진 OFDM 심볼 내에서 REG 의 개수는 RS 의 존재 여부에 따라 달라진다. REG 개념은 다른 DL 제어채널(즉, PCFICH 및 PHICH)에도 사용된다. DCI 포맷 및 DCI 비트의 개수는 CCE 의 개수에 따라 결정된다.

[0049] CCE 들은 번호가 매겨져 연속적으로 사용되고, 복호 프로세스를 간단히 하기 위해, n 개 CCE 들로 구성된 포맷을 가지는 PDCCH 는 n 의 배수에 해당하는 번호를 가지는 CCE 에서만 시작될 수 있다. 특정 PDCCH 의 전송에 사용되는 CCE 의 개수, 다시 말해, CCE 집성 레벨은 채널 상태에 따라 BS 에 의해 결정된다. 예를 들어, 좋은 DL 채널을 가지는 UE(예, BS 에 인접함)를 위한 PDCCH 의 경우 하나의 CCE 로도 충분할 수 있다. 그러나, 열악한 채널을 가지는 UE(예, 셀 경계에 근처에 존재)를 위한 PDCCH 의 경우 충분한 로버스트(robustness)를 얻기 위해서는 8 개의 CCE 가 요구될 수 있다.

[0050] 도 4 는 3GPP LTE(-A) 시스템에서 사용되는 상향링크 서브프레임 구조의 일례를 나타낸 것이다.

[0051] 도 4 를 참조하면, UL 서브프레임은 주파수 도메인에서 제어영역과 데이터영역으로 구분될 수 있다. 하나 또는

여러 PUCCH(physical uplink control channel)가 UCI(uplink control information)를 나르기 위해, 상기 제어영역에 할당될 수 있다. 하나 또는 여러 PUSCH(physical uplink shared channel)가 사용자 데이터를 나르기 위해, UL 서브프레임의 데이터영역에 할당될 수 있다. UL 서브프레임 내 제어영역과 데이터영역은 PUCCH 영역과 PUSCH 영역으로 각각 불리기도 한다. 상기 데이터영역에는 사운딩 참조신호(sounding reference signal, SRS)가 할당될 수도 있다. SRS 는 시간 도메인에서는 UL 서브프레임의 가장 마지막에 위치하는 OFDM 심볼, 주파수 도메인에서는 상기 UL 서브프레임의 데이터 전송 대역, 즉, 데이터영역 상에서 전송된다. 동일한 서브프레임의 마지막 OFDM 심볼에서 전송/수신되는 여러 UE 들의 SRS 들은 주파수 위치/시퀀스에 따라 구분이 가능하다.

[0052] UE 가 UL 전송에 SC-FDMA 방식을 채택하는 경우, 단일 반송파 특성을 유지하기 위해, 3GPP LTE 릴리즈(release) 8 혹은 릴리즈 9 시스템에서는, 일 반송파 상에서는 PUCCH 와 PUSCH 를 동시에 전송할 수 없다. 3GPP LTE 릴리즈 10 시스템에서는, PUCCH 와 PUSCH 의 동시 전송 지원 여부가 상위 계층에서 지시될 수 있다.

[0053] UL 서브프레임에서는 DC(Direct Current) 부반송파를 기준으로 거리가 먼 부반송파들이 제어영역으로 활용된다. 다시 말해, UL 전송 대역폭의 양쪽 끝부분에 위치하는 부반송파들이 상향링크 제어정보의 전송에 할당된다. DC 부반송파는 신호 전송에 사용되지 않고 남겨지는 성분으로, 주파수 상향변환 과정에서 반송파 주파수 f0 로 맵핑된다. 일 UE 에 대한 PUCCH 는 일 서브프레임에서, 일 반송파 주파수에서 동작하는 자원들에 속한 RB 쌍에 할당되며, 상기 RB 쌍에 속한 RB 들은 두 개의 슬롯에서 각각 다른 부반송파를 점유한다. 이와 같이 할당되는 PUCCH 를, PUCCH 에 할당된 RB 쌍이 슬롯 경계에서 주파수 호핑된다고 표현한다. 다만, 주파수 호핑이 적용되지 않는 경우에는, RB 쌍이 동일한 부반송파를 점유한다.

[0054] 일 PUCCH 가 나르는 UCI 는 PUCCH 포맷에 따라서 그 크기와 용도가 다르며, 부호화율에 따라 그 크기가 달라질 수 있다. 예를 들어, 다음과 같은 PUCCH 포맷이 정의될 수 있다.

표 2

PUCCH format	Modulation scheme	Number of bits per subframe, M_{bit}	Usage	Etc.
1	N/A	N/A	SR (Scheduling Request)	
1a	BPSK	1	ACK/NACK or SR + ACK/NACK	One codeword
1b	QPSK	2	ACK/NACK or SR + ACK/NACK	Two codeword
2	QPSK	20	CQI/PMI/RI	Joint coding ACK/NACK (extended CP)
2a	QPSK+BPSK	21	CQI/PMI/RI + ACK/NACK	Normal CP only
2b	QPSK+QPSK	22	CQI/PMI/RI + ACK/NACK	Normal CP only
3	QPSK	48	ACK/NACK or SR + ACK/NACK or CQI/PMI/RI + ACK/NACK	

[0055]

[0056] 표 2 를 참조하면, PUCCH 포맷 1 계열과 PUCCH 포맷 3 계열은 주로 ACK/NACK 정보를 전송하는 데 사용되며, PUCCH 포맷 2 계열은 주로 CQI(channel quality indicator)/PMI(precoding matrix index)/RI(rank index) 등의 채널상태 정보를 나르는 데 사용된다.

[0057] UE 는 상위 계층 신호 혹은 동적제어신호 혹은 암묵적 방식에 의해 BS 로부터 UCI 의 전송을 위한 PUCCH 자원을 할당받는다. PUCCH 를 위해 사용되는 물리자원들은 상위 계층에 의해 주어지는 2 개의 파라미터, $N_{RB}^{(2)}$ 및 $N_{cs}^{(1)}$ 에 의존한다. 변수 $N_{RB}^{(2)} \geq 0$ 은 각 슬롯에서 PUCCH 포맷 2/2a/2b 전송에 이용가능한 대역폭을 나타내며, N_{sc}^{RB} 개의 정수배로 표현된다. 변수 $N_{cs}^{(1)}$ 는 포맷 1/1a/1b 및 2/2a/2b 의 혼합을 위해 사용되는 자원블록에서 PUCCH 포맷 1/1a/1b 를 위해 사용된 순환쉬프트의 개수를 나타낸다. $N_{cs}^{(1)}$ 의 값은 {0, 1,..., 7}의 범위 내에서 Δ_{shift}^{PUCCH} 의 정수배가 된다. Δ_{shift}^{PUCCH} 는 상위 계층에 의해 제공된다. $N_{cs}^{(1)}=0$ 이면 혼합된 자원블록이 없게 되며, 각 슬롯에서 많아야 1 개 자원블록이 포맷 1/1a/1b 및 2/2a/2b 의 혼합을 지원한다. 안테나 포트 p 에 의해 PUCCH 포맷 1/1a/1b, 2/2a/2b 및 3 의 전송을 위해 사용되는 자원들은 음이 아닌 정수 인덱스인 $n_{PUCCH}^{(1,\tilde{p})}$, $n_{PUCCH}^{(2,\tilde{p})} < N_{RB}^{(2)} N_{sc}^{RB} + \left\lceil \frac{N_{cs}^{(1)}}{8} \right\rceil \cdot (N_{sc}^{RB} - N_{cs}^{(1)} - 2)$ 및 $n_{PUCCH}^{(3,\tilde{p})}$ 에 의해 각각 표현된다.

[0058] 구체적으로, PUCCH 포맷별로 기정의된 특정 규칙에 따라, PUCCH 자원 인덱스로부터 해당 UCI 에 적용될 직교시퀀스 및/또는 순환쉬프트가 결정되며 PUCCH 가 맵핑될, 서브프레임 내 2 개 자원블록들의 자원 인덱스들이 주어진다. 예를 들어, 슬롯 n_s 에서 PUCCH 의 전송을 위한 PRB 가 다음과 같이 주어진다.

수학식 1

[0059]
$$n_{\mathrm{PRB}} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor & \text{if } (m + n_s \bmod 2) \bmod 2 = 0 \\ N_{\mathrm{RB}}^{\mathrm{UL}} - 1 - \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor & \text{if } (m + n_s \bmod 2) \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

[0060] 수학식 1 에서, 변수 m 은 PUCCH 포맷에 의존하며, PUCCH 포맷 1/1a/1b, PUCCH 포맷 2/2a/2b 및 PUCCH 포맷 3 에 수학식 2, 수학식 3, 수학식 4 와 같이 각각 주어진다.

수학식 2

[0061]
$$m = \begin{cases} N_{\mathrm{RB}}^{(2)} & \text{if } n_{\mathrm{PUCCH}}^{(1,\tilde{p})} < c \cdot N_{\mathrm{cs}}^{(1)} / \Delta_{\mathrm{shift}}^{\mathrm{PUCCH}} \\ \left\lfloor \frac{n_{\mathrm{PUCCH}}^{(1,\tilde{p})} - c \cdot N_{\mathrm{cs}}^{(1)} / \Delta_{\mathrm{shift}}^{\mathrm{PUCCH}}}{c \cdot N_{\mathrm{sc}}^{\mathrm{RB}} / \Delta_{\mathrm{shift}}^{\mathrm{PUCCH}}} \right\rfloor + N_{\mathrm{RB}}^{(2)} + \left\lceil \frac{N_{\mathrm{cs}}^{(1)}}{8} \right\rceil & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$c = \begin{cases} 3 & \text{normal cyclic prefix} \\ 2 & \text{extended cyclic prefix} \end{cases}$$

[0062] 수학식 2 에서, $n_{\mathrm{PUCCH}}^{(1,\tilde{p})}$ 는 PUCCH 포맷 1/1a/1b 을 위한 안테나 포트 p 의 PUCCH 자원 인덱스로서, ACK/NACK PUCCH 의 경우, 해당 PDSCH 의 스케줄링 정보를 나르는 PDCCH 의 첫번째 CCE 인덱스에 의해 암묵적으로 정해지는 값이다.

수학식 3

[0063]
$$m = \left\lfloor n_{\mathrm{PUCCH}}^{(2,\tilde{p})} / N_{\mathrm{sc}}^{\mathrm{RB}} \right\rfloor$$

[0064] $n_{\mathrm{PUCCH}}^{(2,\tilde{p})}$ 는 PUCCH 포맷 2/2a/2b 을 위한 안테나 포트 p 의 PUCCH 자원 인덱스로서, 상위 레이어 시그널링에 의해 BS 로부터 UE 에 전송되는 값이다.

수학식 4

[0065]
$$m = \left\lfloor n_{\mathrm{PUCCH}}^{(3,\tilde{p})} / N_{\mathrm{SF},0}^{\mathrm{PUCCH}} \right\rfloor$$

[0066] $n_{\mathrm{PUCCH}}^{(3,\tilde{p})}$ 는 PUCCH 포맷 3/3a/3b 을 위한 안테나 포트 p 의 PUCCH 자원 인덱스로서, 상위 계층 시그널링에 의해 BS 로부터 UE 에 전송되는 값이다.

[0067] $N_{\mathrm{SF},0}^{\mathrm{PUCCH}}$ 는 서브프레임의 첫 번째 슬롯을 위한 확장인자(spreading factor)를 나타낸다. 일반 PUCCH 포맷 3 를 사용하는 서브프레임 내 2 개 슬롯 모두에 대해 $N_{\mathrm{SF},0}^{\mathrm{PUCCH}}$ 는 5 이며, 축소된 PUCCH 포맷 3 를 사용하는 서브프레

임에서 첫 번째 슬롯 및 두 번째 슬롯에 대해 $N_{SF,0}^{PUCCH}$ 는 각각 5 와 4 이다.

[0068] 수학식 2 를 참조하면, ACK/NACK 을 위한 PUCCH 자원은 각 UE 에 미리 할당되어 있지 않고, 복수의 PUCCH 자원을 셀 내의 복수의 UE 들이 매 시점마다 나눠서 사용한다. 구체적으로, UE 가 ACK/NACK 을 전송하는 데 사용하는 PUCCH 자원은 해당 하향링크 데이터를 나르는 PDSCH 에 대한 스케줄링 정보를 나르는 PDCCH 를 기반으로 동적으로 결정된다. 각각의 DL 서브프레임에서 PDCCH 가 전송되는 전체 영역은 복수의 CCE(Control Channel Element)로 구성되고, UE 에게 전송되는 PDCCH 는 하나 이상의 CCE 로 구성된다. UE 는 자신이 수신한 PDCCH 를 구성하는 CCE 들 중 특정 CCE(예를 들어, 첫 번째 CCE)에 링크된 PUCCH 자원을 통해 ACK/NACK 을 전송한다. 이하, ACK/NACK 전송을 위해, PDCCH 와 연관되어 동적으로 결정되는 PUCCH 자원을 특히 ACK/NACK PUCCH 자원이라 칭한다.

[0069] ACK/NACK 는, 송신측에서 전송된 데이터의 디코딩 성공 여부에 따라 수신측에서 송신측에게 피드백하는 제어 정보이다. 예를 들어, 단말이 하향링크 데이터의 디코딩에 성공하는 경우에는 ACK 정보를, 그렇지 않은 경우에는 NACK 정보를 기지국에게 피드백할 수 있다. 구체적으로, LTE 시스템에서 수신측에서 ACK/NACK 전송이 필요한 경우는 다음의 3 가지로 크게 구분할 수 있다.

[0070] 첫 번째는, PDCCH 의 검출에 의해 지시(indicate)되는 PDSCH 전송에 대해서 ACK/NACK 을 전송하는 경우이다. 두 번째는, SPS (Semi-Persistent Scheduling) 해제(release)를 지시하는 PDCCH 에 대해서 ACK/NACK 을 전송하는 경우이다. 세 번째는, PDCCH 검출이 없이 전송되는 PDSCH 에 대한 ACK/NACK 을 전송하는 경우로서, 이는 SPS 에 대한 ACK/NACK 전송을 의미한다. 이하의 설명에서 별도의 언급이 없는 한, ACK/NACK 전송 방안은 위 3 가지 경우 중 어느 하나에 제한되지 않는다.

[0071] 도 5 는 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.

[0072] 도 5(a)에 도시된 바와 같이 송신 안테나의 수를 N_T 개로, 수신 안테나의 수를 N_R 개로 늘리면, 송신기나 수신기에서만 다수의 안테나를 사용하게 되는 경우와 달리 안테나 수에 비례하여 이론적인 채널 전송 용량이 증가한다. 따라서, 전송 레이트를 향상시키고 주파수 효율을 획기적으로 향상시킬 수 있다. 채널 전송 용량이 증가함에 따라, 전송 레이트는 이론적으로 단일 안테나 이용시의 최대 전송 레이트(Ro)에 레이트 증가율(Ri)이 곱해진 만큼 증가할 수 있다.

수학식 5

[0073] $$R_i = \min(N_T, N_R)$$

[0074] 예를 들어, 4 개의 송신 안테나와 4 개의 수신 안테나를 이용하는 MIMO 통신 시스템에서는 단일 안테나 시스템에 비해 이론상 4 배의 전송 레이트를 획득할 수 있다.

[0075] 다중안테나 시스템에서의 통신 방법을 수학적 모델링을 이용하여 보다 구체적으로 설명한다. 상기 시스템에는 N_T 개의 송신 안테나와 N_R 개의 수신 안테나가 존재한다고 가정한다.

[0076] 송신 신호를 살펴보면, N_T 개의 송신 안테나가 있는 경우 전송 가능한 최대 정보는 N_T 개이다. 전송 정보는 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 6

[0077] $$\mathbf{s} = \left[s_1, s_2, \cdots, s_{N_T}\right]^T$$

[0078] 각각의 전송 정보 $s_1, s_2, \cdots, s_{N_T}$ 는 전송 전력이 다를 수 있다. 각각의 전송 전력을 $P_1, P_2, \cdots, P_{N_T}$라고 하면, 전송 전력이 조정된 전송 정보는 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 7

[0079] $$\hat{\mathbf{s}} = \left[\hat{s}_1, \hat{s}_2, \cdots, \hat{s}_{N_T}\right]^T = \left[P_1 s_1, P_2 s_2, \cdots, P_{N_T} s_{N_T}\right]^T$$

[0080] 또한, $\hat{\mathbf{s}}$ 는 전송 전력의 대각행렬 $\boldsymbol{P}$ 를 이용해 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 8

[0081] $$\hat{\mathbf{s}} = \begin{bmatrix} P_1 & & & 0 \\ & P_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & P_{N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{Ps}$$

[0082] 전송전력이 조정된 정도 벡터 $\hat{\mathbf{s}}$ 에 가중치 행렬 $\mathbf{W}$가 적용되어 실제 전송되는 NT 개의 송신신호 $x_1, x_2, \cdots, x_{N_T}$ 가 구성되는 경우를 고려해 보자. 가중치 행렬 $\mathbf{W}$는 전송 정보를 전송 채널 상황 등에 따라 각 안테나에 적절히 분배해 주는 역할을 한다. $x_1, x_2, \cdots, x_{N_T}$는 벡터 $\mathbf{x}$ 를 이용하여 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 9

[0083] $$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{i1} & w_{i2} & \cdots & w_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{N_T 1} & w_{N_T 2} & \cdots & w_{N_T N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{WPs}$$

[0084] 여기에서, w_{ij}는 i 번째 송신 안테나와 j 번째 정보간의 가중치를 의미한다. $\mathbf{W}$는 프리코딩 행렬이라고도 불린다.

[0085] 수신신호는 N_R 개의 수신 안테나가 있는 경우 각 안테나의 수신신호 $y_1, y_2, \cdots, y_{N_R}$ 은 벡터로 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 10

[0086] $$\mathbf{y} = \left[y_1, y_2, \cdots, y_{N_R}\right]^T$$

[0087] 다중안테나 무선 통신 시스템에서 채널을 모델링하는 경우, 채널은 송수신 안테나 인덱스에 따라 구분될 수 있

다. 송신 안테나 j 로부터 수신 안테나 i 를 거치는 채널을 h_{ij} 로 표시하기로 한다. h_{ij} 에서, 인덱스의 순서가 수신 안테나 인덱스가 먼저, 송신 안테나의 인덱스가 나중임에 유의한다.

[0088] 한편, 도 5(b)는 N_T 개의 송신 안테나에서 수신 안테나 i 로의 채널을 도시한 도면이다. 상기 채널을 묶어서 벡터 및 행렬 형태로 표시할 수 있다. 도 5(b)에서, 총 N_T 개의 송신 안테나로부터 수신 안테나 i 로 도착하는 채널은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 11

[0089] $$\mathbf{h}_i^T = \left[h_{i1}, h_{i2}, \cdots, h_{iN_T}\right]$$

[0090] 따라서, N_T 개의 송신 안테나로부터 N_R 개의 수신 안테나로 도착하는 모든 채널은 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 12

[0091] $$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^T \\ \mathbf{h}_2^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_i^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_{N_R}^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ h_{i1} & h_{i2} & \cdots & h_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \cdots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix}$$

[0092] 실제 채널에는 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 를 거친 후에 백색잡음(AWGN; Additive White Gaussian Noise)이 더해진다. N_R 개의 수신 안테나 각각에 더해지는 백색잡음 $n_1, n_2, \cdots, n_{N_R}$ 은 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 13

[0093] $$\mathbf{n} = \left[n_1, n_2, \cdots, n_{N_R}\right]^T$$

[0094] 상술한 수학식 모델링을 통해 수신신호는 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 14

[0095] $$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_{N_R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ h_{i1} & h_{i2} & \cdots & h_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \cdots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_j \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_i \\ \vdots \\ n_{N_R} \end{bmatrix} = \mathbf{Hx} + \mathbf{n}$$

[0096] 한편, 채널 상태를 나타내는 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 의 행과 열의 수는 송수신 안테나의 수에 의해 결정된다. 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 에서 행의 수는 수신 안테나의 수 N_R 과 같고, 열의 수는 송신 안테나의 수 N_T 와 같다. 즉, 채널 행렬 $\mathbf{H}$

는 행렬이 $N_R \times N_T$ 된다.

[0097] 행렬의 랭크(rank)는 서로 독립인(independent) 행 또는 열의 개수 중에서 최소 개수로 정의된다. 따라서, 행렬의 랭크는 행 또는 열의 개수 보다 클 수 없다. 채널 행렬 $\mathbf{H}$ 의 랭크($rank(\mathbf{H})$)는 다음과 같이 제한된다.

수학식 15

[0098] $$rank(\mathbf{H}) \le \min(N_T, N_R)$$

[0099] 랭크의 다른 정의는 행렬을 고유치 분해(Eigen value decomposition) 하였을 때, 0 이 아닌 고유치들의 개수로 정의할 수 있다. 유사하게, 랭크의 또 다른 정의는 특이치 분해(singular value decomposition) 하였을 때, 0 이 아닌 특이치들의 개수로 정의할 수 있다. 따라서, 채널 행렬에서 랭크의 물리적인 의미는 주어진 채널에서 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수라고 할 수 있다.

[0100] 도 6 은 반송파 병합을 설명하기 위한 도면이다. 반송파 병합을 설명하기에 앞서 LTE-A 에서 무선자원을 관리하기 위해 도입된 셀(Cell)의 개념에 대해 먼저 설명한다. 셀은 하향링크 자원과 상향링크 자원의 조합으로 이해될 수 있다. 여기서 상향링크 자원은 필수 요소는 아니며 따라서 셀은 하향링크 자원 단독 또는 하향링크 자원과 상향링크 자원으로 이루어질 수 있다. 다만, 이는 현재 LTE-A 릴리즈 10 에서의 정의이며 반대의 경우, 즉 셀이 상향링크 자원 단독으로 이루어지는 것도 가능하다. 하향링크 자원은 하향링크 구성 반송파(Downlink component carrier, DL CC)로 상향링크 자원은 상향링크 구성 반송파(Uplink component carrier, UL CC)로 지칭될 수 있다. DL CC 및 UL CC 는 반송파 주파수(carrier frequency)로 표현될 수 있으며, 반송파 주파수는 해당 셀에서의 중심주파수(center frequency)를 의미한다.

[0101] 셀은 프라이머리 주파수(primary frequency)에서 동작하는 프라이머리 셀(primary cell, PCell)과 세컨더리 주파수(secondary frequency)에서 동작하는 세컨더리 셀(secondary cell, SCell)로 분류될 수 있다. PCell 과 SCell 은 서빙 셀(serving cell)로 통칭될 수 있다. PCell 은 단말이 초기 연결 설정(initial connection establishment) 과정을 수행하거나 연결 재설정 과정 또는 핸드오버 과정에서 지시된 셀이 PCell 이 될 수 있다. 즉, PCell 은 후술할 반송파 병합 환경에서 제어관련 중심이 되는 셀로 이해될 수 있다. 단말은 자신의 PCell 에서 PUCCH 를 할당 받고 전송할 수 있다. SCell 은 RRC(Radio Resource Control) 연결 설정이 이루어진 이후 구성 가능하고 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용될 수 있다. 반송파 병합 환경에서 PCell 을 제외한 나머지 서빙 셀을 SCell 로 볼 수 있다. RRC_CONNECTED 상태에 있지만 반송파 병합이 설정되지 않았거나 반송파 병합을 지원하지 않는 단말의 경우, PCell 로만 구성된 서빙 셀이 단 하나 존재한다. 반면, RRC_CONNECTED 상태에 있고 반송파 병합이 설정된 단말의 경우, 하나 이상의 서빙 셀이 존재하고, 전체 서빙 셀에는 PCell 과 전체 SCell 이 포함된다. 반송파 병합을 지원하는 단말을 위해 네트워크는 초기 보안 활성화(initial security activation) 과정이 개시된 이후, 연결 설정 과정에서 초기에 구성되는 PCell 에 부가하여 하나 이상의 SCell 을 구성할 수 있다.

[0102] 이하, 도 6 을 참조하여 반송파 병합에 대해 설명한다. 반송파 병합은 높은 고속 전송률에 대한 요구에 부합하기 위해 보다 넓은 대역을 사용할 수 있도록 도입된 기술이다. 반송파 병합은 반송파 주파수가 서로 다른 2 개 이상의 구성 반송파(component carrier, CC)들의 집합(aggregation)으로 정의될 수 있다. 도 6 을 참조하면, 도 6(a)는 기존 LTE 시스템에서 하나의 CC 를 사용하는 경우의 서브프레임을 나타내고, 도 6(b)는 반송파 병합이 사용되는 경우의 서브프레임을 나타낸다. 도 6(b)에는 예시적으로 20MHz 의 CC 3 개가 사용되어 총 60MHz 의 대역폭을 지원하는 것을 도시하고 있다. 여기서 각 CC 는 연속적일 수도 있고, 또한 비 연속적일 수도 있다.

[0103] 단말은 하향링크 데이터를 복수개의 DL CC 를 통해 동시에 수신하고 모니터할 수 있다. 각 DL CC 와 UL CC 사이의 링키지(linkage)는 시스템 정보에 의해 지시될 수 있다. DL CC/UL CC 링크는 시스템에 고정되어 있거나 반-정적으로 구성될 수 있다. 또한, 시스템 전체 대역이 N 개의 CC 로 구성되더라도 특정 단말이 모니터링/수신할 수 있는 주파수 대역은 M(<N)개의 CC 로 한정될 수 있다. 반송파 병합에 대한 다양한 파라미터는 셀 특정(cell-specific), 단말 그룹 특정(UE group-specific) 또는 단말 특정(UE-specific) 방식으로 설정될 수 있다.

[0104] 도 7 은 크로스 반송파 스케줄링을 설명하기 위한 도면이다. 크로스 반송파 스케줄링이란, 예를 들어, 복수의 서빙 셀 중 어느 하나의 DL CC 의 제어영역에 다른 DL CC 의 하향링크 스케줄링 할당 정보를 모두 포함하는 것, 또는 복수의 서빙 셀 중 어느 하나의 DL CC 의 제어영역에 그 DL CC 와 링크되어 있는 복수의 UL CC 에 대한 상

향링크 스케줄링 승인 정보를 모두 포함하는 것을 의미한다.

[0105] 먼저 반송파 지시자 필드(carrier indicator field, CIF)에 대해 설명한다.

[0106] CIF 는 앞서 설명된 바와 같이 PDCCH 를 통해 전송되는 DCI 포맷에 포함되거나 또는 불포함 수 있으며, 포함된 경우 크로스 반송파 스케줄링이 적용된 것을 나타낸다. 크로스 반송파 스케줄링이 적용되지 않은 경우에는 하향링크 스케줄링 할당 정보는 현재 하향링크 스케줄링 할당 정보가 전송되는 DL CC 상에서 유효하다. 또한 상향링크 스케줄링 승인은 하향링크 스케줄링 할당 정보가 전송되는 DL CC 와 링크된 하나의 UL CC 에 대해 유효하다.

[0107] 크로스 반송파 스케줄링이 적용된 경우, CIF 는 어느 하나의 DL CC 에서 PDCCH 를 통해 전송되는 하향링크 스케줄링 할당 정보에 관련된 CC 를 지시한다. 예를 들어, 도 7 을 참조하면 DL CC A 상의 제어 영역 내 PDCCH 를 통해 DL CC B 및 DL CC C 에 대한 하향링크 할당 정보, 즉 PDSCH 자원에 대한 정보가 전송된다. 단말은 DL CC A 를 모니터링하여 CIF 를 통해 PDSCH 의 자원영역 및 해당 CC 를 알 수 있다.

[0108] PDCCH 에 CIF 가 포함되거나 또는 포함되지 않는지는 반-정적으로 설정될 수 있고, 상위 계층 시그널링에 의해서 단말-특정으로 활성화될 수 있다. CIF 가 비활성화(disabled)된 경우에, 특정 DL CC 상의 PDCCH 는 해당 동일한 DL CC 상의 PDSCH 자원을 할당하고, 특정 DL CC 에 링크된 UL CC 상의 PUSCH 자원을 할당할 수 있다. 이 경우, 기존의 PDCCH 구조와 동일한 코딩 방식, CCE 기반 자원 매핑, DCI 포맷 등이 적용될 수 있다.

[0109] 한편, CIF 가 활성화(enabled)되는 경우에, 특정 DL CC 상의 PDCCH 는 복수개의 병합된 CC 들 중에서 CIF 가 지시하는 하나의 DL/UL CC 상에서의 PDSCH/PUSCH 자원을 할당할 수 있다. 이 경우, 기존의 PDCCH DCI 포맷에 CIF 가 추가적으로 정의될 수 있으며, 고정된 3 비트 길이의 필드로 정의되거나, CIF 위치가 DCI 포맷 크기에 무관하게 고정될 수도 있다. 이 경우에도, 기존의 PDCCH 구조와 동일한 코딩 방식, CCE 기반 자원 매핑, DCI 포맷 등이 적용될 수 있다.

[0110] CIF 가 존재하는 경우에도, 기지국은 PDCCH 를 모니터링할 DL CC 세트를 할당할 수 있다. 이에 따라, 단말의 블라인드 디코딩의 부담이 감소할 수 있다. PDCCH 모니터링 CC 세트는 전체 병합된 DL CC 의 일부분이고 단말은 PDCCH 의 검출/디코딩을 해당 CC 세트에서만 수행할 수 있다. 즉, 단말에 대해서 PDSCH/PUSCH 를 스케줄링하기 위해서, 기지국은 PDCCH 를 PDCCH 모니터링 CC 세트 상에서만 전송할 수 있다. PDCCH 모니터링 DL CC 세트는 단말-특정 또는 단말 그룹-특정 또는 셀-특정으로 설정될 수 있다. 예를 들어, 도 6 의 예시에서와 같이 3 개의 DL CC 가 병합되는 경우에, DL CC A 가 PDCCH 모니터링 DL CC 로 설정될 수 있다. CIF 가 비활성화되는 경우, 각각의 DL CC 상의 PDCCH 는 DL CC A 에서의 PDSCH 만을 스케줄링할 수 있다. 한편, CIF 가 활성화되면 DL CC A 상의 PDCCH 는 DL CC A 는 물론 다른 DL CC 에서의 PDSCH 도 스케줄링할 수 있다. DL CC A 가 PDCCH 모니터링 CC 로 설정되는 설정되는 경우에는 DL CC B 및 DL CC C 에는 PDSCCH 가 전송되지 않는다.

[0111] 전술한 바와 같은 반송파 병합이 적용되는 시스템에서, 단말은 복수개의 하향링크 반송파를 통해서 복수개의 PDSCH 를 수신할 수 있고, 이러한 경우 단말은 각각의 데이터에 대한 ACK/NACK 을 하나의 서브프레임에서 하나의 UL CC 상에서 전송하여야 하는 경우가 발생하게 된다. 하나의 서브프레임에서 복수개의 ACK/NACK을 PUCCH 포맷 1a/1b 을 이용하여 전송하는 경우, 높은 전송 전력이 요구되며 상향링크 전송의 PAPR 이 증가하게 되고 전송 전력 증폭기의 비효율적인 사용으로 인하여 단말의 기지국으로부터의 전송 가능 거리가 감소할 수 있다. 하나의 PUCCH 를 통해서 복수개의 ACK/NACK 을 전송하기 위해서는 ACK/NACK 번들링(bundling) 또는 ACK/NACK 다중화(multiplexing)이 적용될 수 있다.

[0112] 또한, 반송파 병합의 적용에 따른 많은 개수의 하향링크 데이터 및/또는 TDD 시스템에서 복수개의 DL 서브프레임에서 전송된 많은 개수의 하향링크 데이터에 대한 ACK/NACK 정보가 하나의 서브프레임에서 PUCCH 를 통해 전송되어야 하는 경우가 발생할 수 있다. 이러한 경우에서 전송되어야 할 ACK/NACK 비트가 ACK/NACK 번들링 또는 다중화로 지원가능한 개수보다 많은 경우에는, 위 방안들로는 올바르게 ACK/NACK 정보를 전송할 수 없게 된다.

[0113] 현재 기존 3-섹터 이동통신 셀룰러 시스템 모델을 도 8 에서 살펴볼 수 있다. 전체 시스템은 복수 개의 셀들로 구성되어 있으며, 섹터들로 나뉘어진 각각의 셀에는 신호 전송을 담당하는 기지국(예컨대, macro eNB)들이 설치되어 있다. 각 셀에서 3-섹터 빔 방향 패턴으로 서비스를 제공하는 기존의 시스템에서는 기지국 근처에 존재하는 사용자기기(User Equipment)들은 높은 전송효율을 가지게 되는 반면, 셀 경계에 존재하는 단말들의 경우에는 인접 셀간 간섭 (Inter-Cell Interference; ICI)으로 인해 전송효율이 낮아지고 이는 시스템 전체 성능 저하의 주요 원인이 된다.

[0114] 이하에서는 먼저 다중 빔 방향 패턴(Beam Direction Pattern; BDP)을 지원하는 안테나 장치를 제안하며, 이 장치를 활용한 신호전송 방법으로 BDP 스위칭을 제안한다. 상기 안테나 장치는 무선 통신 시스템에 적용될 사용자

기기(UE) 또는 기지국에 구비될 수 있다. 또한 이러한 BDP 를 지원하는 안테나 장치 및 BDP 스위칭을 효과적으로 이동통신 시스템에 적용하여 운용할 수 있도록 하기 위한 서브프레임 간 스케줄링 방안을 제시한다.

[0115] 본 발명의 실시예들에 따르면 셀룰러 이동통신 시스템에서 기지국 및 중계기를 포함하는 다양한 송신국에 설치되어 활용될 수 있는 복수 계층 구조 (multi-layered) 안테나 장치가 제안된다. 각각의 계층 안테나는 고유의 BDP 를 갖고 있으며, 복수 개의 계층 안테나들을 활용하여 다양한 형태의 BDP 를 선택적으로 활용할 수 있다. 이하에서는 예컨대 N 개의 계층 구조를 갖는 안테나 장치를 고려할 때, 각 계층 안테나들이 갖는 고유의 BDP 들을 각각 BDP_1, BDP_2, …, BDP_N 으로 표기한다. 도 8 에서는 제안하는 장치의 구체적인 구현방안을 두 개의 계층 구조를 갖는 안테나 장치에 대하여 예시하고 있다. 그러나, 제안하는 장치는 두 개의 계층구조에 한정되지는 않으며 임의의 개수의 계층 구조를 가질 수 있다. 도 9 의 (a)에서 예시한 바와 같이 각 계층 구조는 서로 다른 각도로 배치되어 있거나, 또는 도 9 의 (b)에서와 같이 서로 같은 각도로 배치될 수 있다.

[0116] 제안하는 장치가 갖는 계층의 개수 및 각 계층의 고유한 BDP 특성에 따라, 다양한 형태의 BDP 를 선택적으로 조합하여 활용하는 것이 가능하다. 도 10 에서는 도 9 의 (a)에서 예시한 장치에 대하여 각 계층별로 가질 수 있는 서로 다른 BDP 형태를 나타내고 있다. 두 개의 계층구조가 갖는 고유한 BDP 들을 각각 BDP1 과 BDP2 로 표기하였으며, 특히 각 계층이 60 도의 각도로 어긋나게 배치되어 있는 경우에 대해서 BDP1 과 BDP2 가 서로 다른 셀 커버리지를 갖는 것을 도시하였다. 예를 들어, 도 9 의 (a)에서 예시한 장치가 갖는 두 개의 계층 안테나들을 동시에 모두 활성화하는 경우에는 BDP1 과 BDP2 가 중첩된 형태의 BDP 를 활용하여 신호를 전송하게 되며, 하나의 계층 안테나 만을 활성화하는 경우에는 BDP1 또는 BDP2 를 활용하여 신호를 전송하게 된다.

[0117] 또한 제안하는 장치는 복수 개의 계층 안테나들에서 모두 같은 단일 컴포넌트 캐리어(Component Carrier; CC)를 사용하여 신호전송을 지원하는 경우 또는 서로 다른 복수 개의 컴포넌트 캐리어를 사용하여 신호전송을 지원하는 경우에 대해 제한 없이 적용될 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 컴포넌트 캐리어의 전송에 제안하는 장치를 사용하는 경우, 모든 계층 안테나들을 활용하거나 또는 일부의 계층 안테나들만을 활용하여 신호전송에 사용할 수 있다. 한편, 제안하는 장치를 복수 개의 컴포넌트 캐리어의 전송에 사용하는 경우에는 보다 다양한 형태의 BDP 로의 적용이 가능하게 된다. M 개의 요소 반송파들을 각각 CC#1, CC#2, …, CC#M 으로 표기할 때, 도 11 에서는 도 9 에서 예시한 장치들을 활용한 경우의 다양한 BDP 형태들의 구현사례 일부를 예시하였다. 도 11 의 (a), (b), (c), (d)는 안테나의 계층 구조가 다른 각도를 갖는 BDP1 과 BDP2 가 동시에 사용되고 있다. 도 11 의 (e), (f), (g), (h)는 안테나의 계층 구조가 같은 각도를 갖는 BDP1 또는 BDP2 가 단독적으로 사용되는 예를 나타내었다. 도 11 의 (a)의 경우, 첫 번째 계층 안테나가 갖는 BDP1 은 신호 전송에 컴포넌트 캐리어 CC#1 을 사용하며, 두 번째 계층 안테나가 갖는 BDP2 는 신호 전송을 위해 CC#2 를 사용하는 예를 도시하고 있다. 도 11 의 (b)에서는 BDP 들이 신호 전송에 사용하는 컴포넌트 캐리어가 도 11 의 (a)와 비교했을 때, 서로 바뀐 경우의 예를 도시하고 있다. 즉, BDP1 은 CC#2 를 사용하고 BDP2 는 CC#1 을 사용하는 형태이다. 도 11 의 (c)와 도 11 의 (d)에서는 BDP1 과 BDP2 가 각각 CC#1 과 CC#3 그리고 CC#3 과 CC#1 을 사용하는 예를 나타내고 있다. 도 11 의 (a), (b)와 비교했을 때, CC#3 를 사용하여 서비스하는 영역의 크기가 다른 것을 볼 수 있다. 이러한 서비스 영역의 크기의 차이는 두 컴포넌트 캐리어를 전송하는 전력의 차이, 컴포넌트 캐리어들 간의 경로감쇄의 차이를 포함하는 다양한 요인에 의해서 발생이 가능하다. 예를 들어 각 컴포넌트 캐리어가 사용하는 주파수 대역의 차이에 의해서 발생하는 경로감쇄를 고려한 경우, CC#1 과 CC#2 는 인접한 대역의 중심주파수를 활용하는 예로써 도 11 의 (a), (b)에서 BDP1 과 BDP2 의 영역에 차이가 없다. CC#3 는 CC#1 과 CC#2 에 비해 높은 대역의 중심주파수를 활용하는 경우로써, 도 11 의 (c), (d)에서 CC#3 를 사용하는 BDP 의 커버리지 영역이 상대적으로 작은 것을 볼 수 있다. CC#3 를 CC#1, CC#2 보다 낮은 대역의 주파수로 사용함으로써, CC#3 를 사용하는 BDP 의 영역이 상대적으로 큰 경우도 생각할 수 있다. 도 11 의 (e), (f)의 경우, 두 계층 안테나가 각각 BDP1 또는 BDP2 만을 사용해 신호 전송을 하고 있는 모습을 나타내었다. 도 11 의 (g), (h)의 경우, 두 계층 안테나가 각각 BDP1 또는 BDP2 만을 사용하는 예를 나타냈으며, CC#1 과 CC#3 가 다른 주파수 대역이므로 BDP 의 영역이 서로 다른 것을 확인할 수 있다.

[0118] 복수의 계층 구조 안테나 장치가 구현할 수 있는 복수 개의 BDP 들을 시간, 주파수, 컴포넌트 캐리어 등을 포함하는 다양한 셀룰러 이동통신 시스템의 자원들에 선택적으로 활용함으로써, 제안하는 빔 스위칭 기반의 신호 전송을 가능하게 할 수 있다. 만약 주파수 축 자원 별로 서로 다른 BDP 가 할당되는 경우, 단말은 주파수 축 자원 별 BDP 할당에 대한 정보를 인지하지 못한 상태에서 동작이 가능하다는 장점이 있다. 따라서 이러한 주파수 자원 별 BDP 할당 정보를 따로 단말에게 알려주기 위한 시그널링 오버헤드 없이 시스템의 운용이 가능하며, 이런 경우에 단말은 주파수 축 자원 별로 서로 다른 BDP 가 할당된 채널을 주파수 선택성(frequency selective)이 매우 강한 채널로 인식하여 동작한다. 특히, 이러한 주파수 축 빔 스위칭은 FDMA (frequency division multiple

access) 또는 OFDMA (orthogonal FDMA)와 같이 주파수 축 도메인에서의 신호 처리를 활용하는 방식에 유용하다. 즉, 단말이 수신하고자 하는 송신단의 신호들은 서로 독립적인 복수 개의 주파수 축 자원 구간들을 사용하여 채널을 통해 전송되므로, 각 주파수 축 자원 별로 서로 다른 BDP 들을 할당하는 주파수 축 빔스위칭의 구현이 용이하다.

[0119] 한편 주파수 축 빔 스위칭과 달리, 시간의 흐름에 따라 송신국에서 전송되는 신호에 서로 다른 BDP 가 적용되도록 함으로써 시간 축으로의 빔 스위칭을 활용할 수 있다. 이는 앞서 설명한 FDMA 와 OFDMA 뿐만 아니라 CDMA, TDMA 같은 방식에도 낮은 복잡도로 구현이 가능한 장점이 있으며, 시간 축 빔 스위칭과 주파수 축 빔 스위칭을 혼용하여 함께 적용할 수도 있다. 뿐만 아니라, 전 주파수 대역에 걸쳐 고른 수신 성능을 나타내기 때문에, 앞서 예시한 LTE(-A) 시스템에서의 PDCCH 와 같은 신호에 적용이 바람직하다. 이하에서는 임의의 길이를 갖는 단위 시간 자원 구간을 서브프레임으로 명명하며, 이는 시간 축 빔 스위칭이 적용된 신호의 전송에 있어 다른 BDP 로의 변경 없이 하나의 BDP 가 적용되어 유지될 수 있는 최소의 시간 간격으로 정의한다. 하나의 서브프레임에는 임의의 개수의 제어 영역 및 데이터 영역이 포함될 수 있으며, 시간의 흐름에 따라 전송되는 서브프레임들을 각각 서브프레임#0, 서브프레임#1, … 으로 인덱싱(index)한다. 이하에서는 도 3 에서 예시한 하나의 제어 영역과 하나의 데이터 영역을 포함하는 서브프레임을 가정하여 빔 스위칭 기반의 신호전송 방법을 설명하나, 상술한 바와 같이 본 발명의 제안은 반드시 이에 국한되지는 않는다. 시간 축 빔 스위칭은, 예를 들어 도 10 에서 나타낸 두 가지의 BDP 가 주어진 경우, BDP1 을 활용하는 서브프레임과 BDP2 를 활용하는 서브프레임을 서로 상이하게 함으로써 물리적인 빔 스위칭이 시간의 흐름에 따라 발생하도록 할 수 있다. 제안하는 빔 스위칭을 활용해 신호 전송을 하는 경우, 지리적으로 서로 다른 위치에 있는 단말에게 인접 셀 간섭을 제어하며 신호 전송이 가능하다는 장점이 있다. 도 12 에는 시간상에서 연속적인 세 개의 서브프레임(서브프레임#0, 서브프레임#1, 서브프레임#2)동안 BDP1 과 BDP2 가 순차적으로 적용되는 상황이 나타나 있다. 단말 1 과 단말 2 는 모두 기지국 1 의 서비스 영역에 위치하고 있다. 서브프레임#0 에서 기지국 1 은 BDP1 을 활용하고 있으며, 단말 1 은 기지국 1 과 상향링크, 하향링크 송수신을 하게 된다. 서브프레임#0 에서 단말 2 는 셀 경계에 위치하고 있으며, 결과적으로 인접 셀들의 기지국으로부터 간섭이 크게 발생하는 상황이다. 따라서 서브프레임#0 에서 기지국 1 은 단말 2 를 스케줄링 하지 않고, 좋은 전송 효율을 낼 수 있는 단말들에게 더 많은 자원을 할당한다. 서브프레임#1 에서 기지국 1 은 BDP2 를 활용하고 있다. 이 경우, 단말 2 는 인접 셀들로부터의 간섭 없이 기지국 1 과 상향링크, 하향링크 송수신을 하게 된다. 서브프레임#2 에서 다시 기지국 1 은 BDP1 을 활용하므로, 단말 1 을 스케줄링 하여 상향링크, 하향링크 전송을 하게 된다.

[0120] 제안하는 시간 축 빔 스위칭은 미리 약속된 고정된 시퀀스에 의하여 서로 다른 BDP 들을 순차적으로 서브프레임들에 할당하는 방식 또는 매 전송 순간마다의 주어진 조건에 따라 최적의 BDP 를 결정하여 유동적으로 서브프레임들에 할당하는 방식으로의 구현이 가능하다.

[0121] 도 13 은 BDP1 과 BDP2 를 각각의 서브프레임들에 할당하는 고정적인 시퀀스의 예시를 나타내고 있다. 즉, 예를 들어 도 13 의 (a)와 도 13 의 (b)에서는 두 개의 연속한 서브프레임에 BDP1 과 BDP2 가 순차적으로 활용되는 시퀀스를 나타내며, 이러한 시퀀스는 인접한 서브프레임에서 반복적으로 적용된다. 하나의 시퀀스에는 임의의 개수와 종류의 BDP 들이 포함될 수 있으며, 예를 들어 도 13 의 (c)와 도 13 의 (d)는 네 개의 연속한 서브프레임을 고정적인 시퀀스의 기본단위로 하며, 도 13 의 (c)에서는 각각 두 개의 BDP1 과 BDP2 가 순차적으로 활용되는 시퀀스를 나타내며, 도 13 의 (d)에서는 각각 세 개의 BDP2 와 하나의 BDP1 이 순차적으로 활용되는 시퀀스를 나타낸다.

[0122] 한편 유동적인 시퀀스를 갖는 경우에는, 임의의 서브프레임에서 활용될 BDP 가 시스템의 운용 환경에 따라 적응적으로 변동 가능하며, 도 14 에서 이를 예시하고 있다. 도 14 의 (a)와 도 14 의 (b)를 살펴보면 도 13 에서 나타낸 고정된 시퀀스가 존재하지 않으며 따라서, 인접한 서브프레임에서는 동일한 시퀀스가 반복적으로 적용되지 않는다.

[0123] 특히, 시스템이 이러한 시간 축 빔 스위칭을 활용하는 경우, 단말은 빔 스위칭이 발생하는 시간의 주기에 따라 강력한 쉐도윙(shadowin) 효과가 발생하는 채널로 인식하게 된다. 이때, 만약 서빙 송신국에서 특정 단말의 지리적 위치로 방향성을 갖는 BDP 를 신호전송에 사용하는 경우, 단말이 측정하여 서빙 송신국으로 보고하는 RSRP/RSRQ 등의 RRM(Radio Resource Measurement) 리포트의 값은 방향성을 갖지 않은 BDP 를 사용하는 때보다 상대적으로 매우 높은 크기를 갖게 된다. 따라서, 서빙 송신국과 단말 간의 제어 및 데이터 신호에 관련된 송수신은, 서빙 송신국에서 해당 단말의 지리적 위치로 방향성을 갖는 BDP 가 활용되는 경우에 이루어지는 것이 바람직하다. 그러나, 특정 단말의 지리적 위치에 어긋나게끔 빔이 형성되는 경우, 단말이 보고하는 RSRP/RSRQ(Reference Signal Received Power/ Reference Signal Received Quality) 등의 RRM 보고는 방향성을

갖지 않은 BDP 를 사용하는 때 보다 상대적으로 매우 낮은 크기를 갖게 되며, 이러한 보고를 받은 시스템은 상기 단말에 대해 인접한 다른 셀로의 핸드오버를 결정할 확률이 높아지게 된다. 특히, 시간 축 빔 스위칭의 주기가 짧을수록 이러한 불필요한 핸드오버의 시도가 많아지며, 이는 시스템에 심각한 오버헤드로 작용할 수 있다. 따라서, 본 발명에서는 단말에게 시간 축 빔 스위칭에 대한 정보를 전달 함으로써, 불필요한 핸드오버의 시도를 방지하면서 효과적인 시간 축 빔 스위칭을 수행할 수 있게끔 한다. 단말은 시스템으로부터 전달받은 빔 스위칭에 대한 정보를 활용하여, 모든 서브프레임에 걸쳐 RRM 보고를 위한 RSRP/RSRQ 등의 측정을 수행하는 대신, 단말이 선호하는 BDP 가 적용된 특정 서브프레임들에 대해서만 RSRP/RSRQ 등의 측정을 수행하고 이를 시스템으로 보고하게 된다. 여기서, 상기 단말이 선호하는 BDP 라 함은, 상기 단말에 의해 측정된 RSRP/RSRQ 등이 지시하는 하향링크 채널 품질이 양호한 또는 가장 양호한 BDP 를 지칭한다. 시스템은 단말이 선호하는 특정 서브프레임들에 대해서 측정된 RSRP/RSRQ 등의 RRM 보고를 바탕으로 해당 단말의 핸드오버 여부를 판단하게 된다. 이러한 RRM 보고는 핸드오버뿐 아니라 코딩 레이트, 변조 차수, 공간 멀티플렉싱 레이어의 개수 등을 포함하는 다양한 신호전송 관련 파라미터의 결정에 활용될 수 있다. 제안하는 빔 스위칭 정보 전달 방식은 고정된 시퀀스로 빔스위칭을 하는 경우와 유동적 시퀀스로 빔스위칭을 하는 경우로 나누어 구현이 가능하다.

[0124] 먼저 고정된 시퀀스로 시간 축 빔스위칭을 하는 경우에는, 시스템과 단말은 미리 주어진 BDP 시퀀스들의 집합 $\{S_1, S_2, \cdots, S_L\}$에 대한 정보를 공유하고 있어야 한다. 여기서 원소 S_i 는 BDP 시퀀스로써, 인접한 서브프레임으로 순차적으로 할당되는 BDP 의 인덱스에 대한 정보를 포함하는 벡터이다. 예를 들어, 집합 {S1, S2, S3, S4} 내 각 원소가 순서대로 도 13 에서 예시한 시퀀스를 나타낸다면, S1 = [1, 2], S2 = [2, 1], S3 = [1, 1, 2, 2], S4 = [2, 2, 2, 1]로 표현할 수 있다. 따라서 시스템은 상기 BDP 시퀀스들의 집합 내 원소 중 어떤 BDP 시퀀스를 선택하여 빔 스위칭에 활용할 것인지를 선택하여 단말에게 알려주어야 한다. 아울러, 이러한 시퀀스는 비트맵(bitmap)의 형태로 단말로 제공될 수 있다. 이렇게 선택된 BDP 시퀀스 기반의 빔 스위칭을 적용하기 시작하는 서브프레임의 인덱스는 시스템과 단말 사이에서 미리 약속이 되어 있거나 또는 추가적인 시그널링을 통하여 단말에게로 지시되어야 한다. 예를 들어 선택된 BDP 시퀀스에 대한 정보가 서브프레임#k 에서 전달이 된다고 할 때, 빔스위칭이 시작되는 위치는 서브프레임#(k+c)로써 이때 c 는 0 을 포함하는 양의 정수의 값을 갖는다. 따라서 앞서 설명한 바와 같이, c 의 값은 시스템과 단말이 미리 결정해둔 값을 사용하거나, 또는 BDP 시퀀스에 대한 정보를 단말에게 전달할 때 c 에 대한 정보도 함께 전달하는 방법을 사용할 수 있다.

[0125] 유동적 시퀀스로 시간 축 빔 스위칭을 하는 경우에는 상기 BDP 시퀀스들의 집합과 같이 미리 정의된 시퀀스의 집합을 활용할 수 없다. 이러한 경우, 서브프레임#k 에서 유동적 시퀀스에 대한 정보를 단말에게 전달하며, 이 유동적 시퀀스는 서브프레임#(k+c)에서 서브프레임#(k+c+d)까지에 해당하는 서브프레임 별 BDP 에 대한 정보를 전달한다. 이러한 유동적 시퀀스는 $\bar{S}_k = [s_k(0) \quad s_k(1) \quad \cdots \quad s_k(d)]$ 와 같이 정의될 수 있으며, 여기서 $s_k(j)$는 서브프레임#(k+j)에서 적용될 BDP 의 인덱스 정보이다. 예를 들어, c = 0 이고 d = 3 인 경우, 도 14 의 (a)에서는 $\bar{S}_0 = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]$ 및 $\bar{S}_4 = [2 \quad 2 \quad 1 \quad 2]$ 인 경우이며, 도 14 의 (b)에서는 $\bar{S}_0 = [2 \quad 2 \quad 2 \quad 1]$ 및 $\bar{S}_4 = [2 \quad 1 \quad 1 \quad 2]$ 인 경우를 예시하고 있다. 따라서, 유동적인 시퀀스를 사용하는 시간 축 빔 스위칭을 활용하는 송신단은 상기 유동적 시퀀스의 정보를 단말에게 전달하며, 이때 c 와 d 의 값은 시스템과 단말 간에 미리 지정된 값을 사용하거나 또는 송신국이 상황에 따라 결정하여 추가적인 시그널링을 통해 단말에게 알려줄 수도 있다.

[0126] 아울러, 상기 고정적 시퀀스 및 유동적 시퀀스를 대신하여, 적어도 하나의 서브프레임으로 구성된 특정 서브프레임 집합들이 정의되고, 각 서브프레임 집합들에 적용될 BDP 가 할당할 수 있다. 다시 말하면, 기지국은 복수의 서브프레임 집합들 각각에 적용될 BDP 에 관한 정보(예컨대, 식별자)를 단말로 전송하고, 상기 단말은 상기 정보에 기반하여 하향링크 신호를 측정할 수 있다.

[0127] 상기 유동적 시퀀스와 같이 인접한 복수 개의 서브프레임에 할당되는 BDP 시퀀스에 대한 정보를 알려주는 방식과 달리, 특정 서브프레임에서 빔 스위칭이 발생하여 이전 서브프레임들에서 적용된 BDP 와 다른 BDP 를 이후의 서브프레임들에서 적용하게 되는 경우에, 이러한 특정 서브프레임에서의 빔스위칭에 대한 정보를 알려주는 방식을 사용할 수 있다. 즉, 서브프레임#(k+c)에서 BDP_m으로의 빔 스위칭이 이루어지면, 서브프레임#k 에서 이를 단말에게 미리 알려줄 수 있다 (이때 c 는 0 을 포함하는 양의 정수). 이를 단말에게 전달하는 메시지는 BDP 의 인덱스 정보인 m 값을 포함한다. 만약, c 값이 시스템과 단말 사이에 미리 정해져 있지 않거나 또는 유동적인 c 값의 적용이 필요한 경우에는 상기 메시지에 m 값과 c 값을 동시에 포함하여 전달한다. 한편, 고정된 시퀀스 또는 유동적 시퀀스를 사용하여 빔 스위칭에 대한 정보를 전달하는 서브프레임에서는, 셀 커버리지 내 위치하는

모든 단말들에게 빔 스위칭에 대한 정보를 전달하기 위하여, 서빙 송신국이 보유한 모든 BDP 를 동시에 사용하여 상기 빔 스위칭 정보를 전달하도록 할 수 있다. 또는 서로 다른 BDP 를 사용하는 복수 개의 서브프레임에서 연속하여 BDP 시퀀스 정보들을 전달하는 방법을 사용할 수도 있으며, 이때 각 단말들은 자신이 선호하는 BDP 를 사용하는 서브프레임에서 빔스위칭에 대한 정보를 수신할 수 있다.

[0128] 상기 예시한 방법들 이외에도, 특정 길이(예컨대, 40ms 동안 40 비트들, 70ms 동안 70 비트들, 등)의 서브프레임 비트맵 형태를 통해 각 서브프레임 별로 어떠한 BDP 가 적용되는지를 알려주는 방식(예컨대, BDP1 에 대해 '0', BDP2 에 대해 '1')도 적용 가능하다. 또한, 특정 서브프레임 주기 및 서브프레임 오프셋으로 표현되는 정보를 통해서도 상기 정보를 알려줄 수 있으며, 이외에도 다양한 변형안들은 본 발명의 제안 범주에 포함되는 것으로 인식되어야 한다.

[0129] 한편, 시간 축으로 빔 스위칭을 적용하는 송신국으로부터 서비스를 제공받는 단말은 앞서 설명한 고정된 시퀀스 또는 유동적 시퀀스에 대한 정보를 수신하게 된다. 서빙 송신국으로부터 수신된 시퀀스에 대한 정보를 바탕으로 하여, 단말은 서로 다른 BDP 를 사용하는 하향링크 서브프레임 별 신호 품질을 측정한다. 측정된 신호 품질들을 비교하여, 가장 높은 신호 품질을 갖는 서브프레임에 적용된 BDP 를 해당 단말이 선호하는 BDP 로 결정하게 된다. 이러한 과정을 수행한 단말들은, 각자가 선호하는 BDP 가 적용된 서브프레임에서 서빙 송신국과의 교신을 수행하는 것이 높은 하향링크 신호 품질을 보장할 수 있는 방법이다. 따라서, 본 발명에서는 각 단말이 선호하는 BDP 에 대한 인덱스 정보를 해당 단말의 서빙 송신국으로 보고하도록 제안한다. 각 송신국에서는 해당 셀 커버리지 내에 존재하는 단말들이 보고한 선호하는 BDP 의 인덱스 정보를 취합하여 스케줄링에 활용함으로써, 단말들 각자가 선호하는 BDP 가 적용된 시간 자원 구간들에서 제어 신호 또는 데이터 신호를 송수신할 수 있도록 한다. 각 단말은 자신의 서빙 송신국을 포함하여, 필요한 경우 인접한 셀에서 간섭을 미치는 송신국들의 빔스위칭 정보도 추가적으로 파악할 수 있도록 한다. 이러한 간섭 송신국들의 빔스위칭에 대한 정보를 바탕으로, 해당 단말에게 가장 큰 간섭을 미치는 비선호 BDP 를 선택할 수 있다. 단말은 간섭 송신국들에 대한 비선호 BDP 정보를 서빙 송신국 또는 간섭 송신국으로 전달하게 된다.

[0130] 각 송신국에서는 해당 셀 커버리지 내에 존재하는 단말들이 보고한 선호하는 BDP 의 정보뿐만 아니라, 각 단말들이 보고한 인접 셀 간섭 송신국들에 대한 비선호 BDP 의 정보를 함께 활용함으로써, 효과적인 스케줄링을 수행할 수 있다. 즉, 특정 단말에 대한 제어 신호 또는 데이터 신호를 전송하는 시간 자원 구간 내에서는 송신국은 해당 단말이 선호하는 BDP 를 사용할 뿐 아니라, 인접 셀 송신국들은 해당 단말이 보고한 비선호 BDP 를 사용하지 않도록 한다. 이를 위하여, 인접 셀 내 기지국들과 주파수 축 또는 시간 축 자원 별로의 빔스위칭에 대한 정보의 교환이 필요하다. 각 송신국들은 자신의 빔스위칭 정보와 인접 셀 송신국들의 빔스위칭 정보를 종합하여, 특정 단말이 선호하는 BDP 를 해당 서빙 송신국이 사용하면서 동시에 인접한 송신국들은 비선호하는 BDP 들을 사용하지 않는 시간 및 주파수 자원 구간에서 상기 단말을 스케줄링 한다. 또는, 각 송신국들은 임의의 자원 구간에 단말의 스케줄링을 먼저 수행 후, 단말이 선호하는 BDP 를 해당 자원 구간에 할당할 수 있다. 이 경우 인접한 송신국들로부터의 간섭을 줄이기 위하여, 해당 단말이 스케줄링된 자원 구간에서 인접 송신국들이 비선호 BDP 의 사용을 자제할 것을 요청할 수 있다.

[0131] 앞서 설명한 바와 같이, 본 발명에서의 제안을 적용하는 시스템에서 각 단말은 자신이 선호하는 BDP 를 사용하는 서브프레임에서의 하향링크 신호 품질을 기준으로 서빙 송신국을 결정하게 된다. 반면, 예를 들어 기존의 LTE(-A) 시스템에서는 서빙 송신국을 결정하는 기준으로 각 송신국의 고유한 패턴으로 설계된 CRS(cell-specific reference signal)의 수신 세기를 활용한다. 제안 방식을 LTE(-A) 시스템에 적용시키는 경우, 서브프레임 별로 CRS 에 서로 다른 BDP 가 적용되어 송신국으로부터 전송될 수 있다. 따라서 각 단말은 매 서브프레임 별로 CRS 의 신호세기를 측정하는 대신, 자신이 선호하는 BDP 가 적용되어 전송되는 특정 서브프레임 구간들에서만 CRS 의 신호세기를 측정한 뒤 이를 RSRP/RSRQ 등의 RRM 보고의 형태로 시스템으로 보고할 수 있다. 시스템에서는 단말이 선호하는 BDP 가 적용된 특정 서브프레임 구간들에서 측정된 RSRP/RSRQ 등의 RRM report 값을 바탕으로, 해당 단말의 인접 셀 송신국으로의 핸드오버 여부를 결정하는데 있어 지표로 활용할 수 있다. 뿐만 아니라, 해당 서브프레임에서는 자신이 스케줄링 되었는지의 여부를 파악하기 위하여 상기 해당 단말은 PDCCH 를 검출/수신하게 된다. 만약 해당 서브프레임에서 자신이 스케줄링 된 경우에, 상기 해당 단말은 PDSCH 를 통해 데이터 신호를 추가적으로 수신하게 된다. 만약 서빙 송신국에서 특정 단말이 선호하는 BDP 가 아닌 다른 BDP 를 사용하여 전송되는 서브프레임에서는 해당 단말에 대한 송신 및 수신을 수행하지 않음을 가정하는 경우, 단말은 해당 서브프레임에서 대기 상태로 전환하여 불필요한 신호의 송수신에 따른 전력의 소모를 줄일 수 있게 된다. 즉, 예를 들어 단말은 상기 자신이 선호하는 BDP 가 아닌 다른 BDP 를 사용하여 전송되는 서브프레임에서는 임의로 대기 상태로 전환할 수 있도록 함으로써 단말의 전력 절약 효과를 높일 수 있으며, 이와 같은 단말의

동작이 서빙 송신국에서 허용하는지의 여부가 사전에 상위 계층 신호 (예컨대, RRC signaling)를 통해 반-정적으로 시그널링될 수 있다. 예를 들어 상기 특정 단말에게 유동적 또는 고정적 시간 축 빔 스위칭에 대한 정보가 전달되는 경우 (또한 특정 단말이 선호/비선호 BDP 정보를 보고하였고 송신국에서 이에 대한 확인을 준 경우), 단말은 자신의 선호 BDP 가 아닌 BDP 가 적용된 서브프레임들에서는 자신을 향하는 제어 신호(예컨대, PDCCH)가 없을 것이라고 가정할 수 있다. 따라서, 상기 단말은 대기 상태로 전환할 수 있다. 이와 같은 동작을 효율적으로 지원하기 위해서는, 바람직하게 상기 유동적 또는 고정적 시간 축 빔스위칭에 대한 정보가 어느 정도 롱-텀 (long-term) 주기를 가지고 전달되는 방식이 적용 가능하다.

[0132] 단일 컴포넌트 캐리어를 사용하는 경우를 비롯하여 복수 개의 컴포넌트 캐리어를 사용하는 경우에도, 제안하는 빔 스위칭 기반의 신호전송 방법은 일반적으로 확장되어 적용이 가능하다. 예를 들어 도 15 의 (a)와 도 15 의 (b)에서는 두 개의 인접한 서브프레임에 BDP1 과 BDP2 가 순차적으로 활용되는 시퀀스가 고정적으로 반복되는 경우를 예시하고 있다. 도 15 의 (c)와 도 15 의 (d)에서도 각각 4 개, 8 개의 시퀀스가 고정적으로 반복되는 경우를 나타내었다. 이때 동일한 서브프레임에서 각각의 컴포넌트 캐리어가 서로 상이한 BDP 를 활용할 수 있도록 시퀀스를 적용하였다. 이러한 방식의 적용을 통해, 도 11 의 (a)의 BDP 들과 도 11 의 (b)의 BDP 들이 서브프레임 별로 서로 번갈아 반복되어 신호전송에 활용될 수 있게 된다.

[0133] 도 16 은 유동적인 시퀀스로 할당된 BDP 를 활용한 복수 개의 컴포넌트 캐리어 전송 방식을 예시하고 있다. 이 때에는 고정된 시퀀스의 경우보다 다양한 조합의 서브프레임 별 BDP 할당이 가능하므로, 더욱 다양한 BDP 형태들을 활용한 신호전송이 가능하다.

[0134] 도 17 은 본 발명의 일 실시예를 다중 컴포넌트 캐리어를 사용하는 시스템으로 적용한 예를 도시한다. 도 17 에는 시간상에서 연속적인 세 개의 서브프레임#0, 서브프레임#1, 서브프레임#2 동안 기지국 1 이 다중 컴포넌트 캐리어 CC#1, CC#2 를 활용하여 신호를 전송하는 경우이다. 단말 1 과 단말 2, 단말 3 는 모두 기지국 1 의 서비스 영역에 위치하고 있으며, 단말 1 과 단말 3 은 CC#1 만 수신 가능하고 단말 2 는 CC#1 과 CC#2 를 모두 수신할 수 있는 경우를 가정한다. 또한 LTE-A 시스템에서와 같이 모든 단말들은 프라이머리 CC (Pcell)로 CC#1 을 사용함을 가정하며, 따라서 데이터 신호의 수신을 위한 스케줄링 메시지는 Pcell 인 CC#1 의 컨트롤 신호 영역으로부터만 지시 받을 수 있다. 서브프레임#0 과 서브프레임 #2 에서 단말 1 은 BDP1 을 적용한 CC#1 을 통해 인접 셀로부터의 간섭을 줄이면서 제어 신호 및 데이터 신호를 송수신한다. 한편, 모든 서브프레임들에서 단말 2 는 반송파 결합(Carrier Aggregation; CA)을 활용하여 BDP1 이 적용된 CC#1 과 BDP2 가 적용된 CC#2 를 동시에 활용하여 CA 기술을 통해 광대역의 신호를 송수신 할 수 있다. 그러나, CC#1 만 사용가능 한 단말 3 의 경우, 서브프레임 #0 와 서브프레임 #2 에서는 서빙 송신단과 효과적인 교신을 수행할 수 없다. 따라서 이러한 단말을 위해 서브프레임#1 에서는 빔스위칭을 수행하며, 단말 3 은 BDP2 가 적용된 CC#1 을 통해 서빙 송신국과 신호의 송수신을 수행한다. 따라서 예시한 바와 같이, 다수 개의 컴포넌트 캐리어를 사용하는 시스템에서는 각 단말의 지리적인 위치 및 컴포넌트 캐리어 별 수신 능력과 각 단말 별 Pcell 의 종류에 따라, 효과적인 신호의 송수신을 위해 다양한 방식으로의 빔 스위칭이 필요하다.

[0135] 임의의 길이를 갖는 단위 시간 자원 구간으로 정의된 하나의 서브프레임 내에는 다수 개의 제어 영역들과 다수 개의 데이터 영역들이 존재할 수 있다. 시스템이 단말에게 전달해야 할 스케줄링 정보는 제어 영역에 포함되는 것이 일반적이며, 이 정보를 통해 각 단말들은 자신의 스케줄링 여부 및 해당 단말을 위한 데이터 영역의 위치를 알 수 있다. 종래의 시스템들에서 스케줄링 정보가 지시하는 데이터 영역의 위치는, 도 18 의 (a)에서와 같이 해당 스케줄링 정보가 포함된 제어 영역과 동일한 서브프레임#k 내에 존재하는 데이터 영역들로 제한된다. 그러나, 제안하는 서브프레임 간 스케줄링에서는 특정 스케줄링 정보가 지시하는 데이터 영역의 위치가 임의의 서브프레임#(k+b) 내에 존재할 수 있도록 한다 (b 는 0 을 포함하는 양의 정수). 예를 들어 도 18 의 (b)에서는 서브프레임#0 에 포함된 제어 영역 내 스케줄링 정보가 서브프레임#0 및 서브프레임#1 에 포함된 데이터 영역을 지시하는 경우를 나타내고 있다. 제안하는 스케줄링 방식에서는 기존의 스케줄링 정보와 마찬가지로 특정 서브프레임#(k+b) 내 데이터 영역들의 위치 정보를 포함한다. 그리고 이에 추가적으로 데이터 영역들이 존재하는 상기 서브프레임의 인덱스 정보 (k+b)를 함께 포함하는 것을 특징으로 한다. 복수 개의 컴포넌트 캐리어를 쓰는 시스템의 경우, 제안하는 서브프레임 간 스케줄링은 컴포넌트 캐리어 간 스케줄링 방식과 함께 적용되어 활용될 수 있다. 즉, 스케줄링 정보가 지시하는 데이터 영역은, 해당 스케줄링 정보가 포함된 서브프레임 및 컴포넌트 캐리어 와 서로 상이한 서브프레임 및 컴포넌트 캐리어 에 위치할 수 있다. 예를 들어 도 18 의 (d)에서는 서브프레임#0 에 포함된 요소반송파 CC1 의 제어 영역 내 스케줄링 정보가 서브프레임#0 및 서브프레임#1 에 포함된 컴포넌트 캐리어 CC1 과 CC2 의 데이터 영역들을 동시에 지시하는 경우를 나타내고 있다.

[0136] 서브프레임 간 스케줄링을 위해서는 새로운 스케줄링 메시지가 필요하며, 이 메시지에는 다음 번 상향링크 또는

하향링크 전송을 할 서브프레임#(k+b)의 인덱스 정보와 해당 서브프레임에서 데이터 영역의 위치에 대한 정보 X(k+b)가 포함되어야 한다. 다음 번 스케줄링 받은 서브프레임#(k+b)의 인덱스 정보를 단말에게 인지시켜 주기 위하여, 해당 스케줄링 메시지가 포함된 서브프레임#k 로부터의 상대적인 차등 인덱스인 b 를 단말에게 전달할 수 있다. 또한 서브프레임#(k+b) 내에 어느 위치에 데이터 영역이 포함되어있는지에 대한 정보인 X(k+b)도 함께 전달된다. 예를 들어 스케줄링 메시지가 포함된 서브프레임이 서브프레임#1 이고, 해당 스케줄링 메시지가 지시하는 데이터 영역이 포함된 위치가 서브프레임#4 라면, 상대적 차등값인 3 을 스케줄링 메시지에 포함시켜 단말에 전달한다. 이러한 차등 인덱스 정보를 효과적으로 단말에 전달하기 위하여, 서브프레임#k 에서 전달하는 스케줄링 메시지가 지시하는 데이터 영역들이 포함된 서브프레임들을 B 개의 비트로 미루어진 스트림 y = y1y2…yB 을 활용할 수 있다. 이 비트스트림의 각각의 비트 yB 는 서브프레임#(k+b-1) 내에 상기 스케줄링 메시지가 지시하는 데이터 영역이 포함되어 있는지 여부를 나타낸다. 예를 들어 B = 4 인 경우, 서브프레임#k 에 포함된 서브프레임 간 스케줄링 메시지가 y = 1010 이라는 비트스트림을 함께 전송함으로써, 스케줄링 메시지가 지시하는 데이터가 서브프레임#k 와 서브프레임#(k+2)에 포함되어 있음을 지시할 수 있다.

[0137] 도 19 는 시간 축 빔 스위칭을 적용한 시스템에서 서브프레임 간 스케줄링을 활용하여 인접한 서브프레임에서 연속적으로 데이터를 수신하는 방법에 대해 예시하고 있다. 도 19 는 기지국 1 과 기지국 2 가 동일한 컴포넌트 캐리어 CC#1 을 사용할 때, 두 기지국의 셀 경계에서는 인접 셀 간섭의 효과로 인해 신호 전송 효율이 떨어진다. 이러한 인접 셀 간 간섭을 제어하기 위해, 인접한 기지국들이 매 서브프레임 마다 빔 스위칭을 수행할 수 있다. 도 19 를 참조하면, 서브프레임#0 에서 기지국 1 이 BDP1 을 사용해서 서브프레임#0 과 서브프레임#1 에서 데이터를 수신하는데 필요한 제어 정보를 단말 1 에게 전송한다. 따라서 단말 1 은 서브프레임#0 에서 컨트롤 정보를 수신하여 서브프레임 #0 과 서브프레임 #1 에서 연속적으로 데이터를 수신할 수 있다. 서브브레임 #1 에서는 기지국 2 가 BDP2 를 사용해서 서브프레임#1 과 서브프레임#2 에서 데이터를 수신하는데 필요한 제어 정보를 단말 2 에게 전송할 수 있다. 따라서 단말 2 는 서브프레임 #1 에서 제어 정보를 수신하여 서브프레임 #1 과 서브프레임 #2 에서 연속적으로 데이터를 수신할 수 있다. 단말 1 은 서브프레임 #0 에서 받은 제어 정보로부터 서브프레임 #1 에서도 데이터를 지속적으로 전송 받을 수 있다. 특히 이러한 예시는 실시간 동영상 등의 데이터 트래픽을 요구하는 단말의 경우에, 도 21 과 같이 데이터 영역의 BDP 는 고정하여 연속된 서브프레임에서 계속하여 수신이 가능하도록 하면서 제어 영역에만 다중 BDP 기반의 빔 스위칭을 적용하여 인접 셀 간섭을 제어하는 효과를 얻고자 하는 경우에 유용하게 활용될 수 있다.

[0138] 도 20 은 반송파 결합을 활용하여 신호를 전송하는 상황에서 서브프레임 간 스케줄링 방식이 적용되는 예를 도시한다. 각 단말의 Pcell 이 결정되면, 반송파 결합을 활용하여 신호를 송수신할 때 단말은 Pcell 로부터만 스케줄링 메시지가 포함된 제어 정보를 수신할 수 있다. 도 20 에 나타난 상황의 경우, 단말 1 의 Pcell 은 CC#1 이고 BDP1 을 선호하며 단말 2 의 Pcell 은 CC#2 이고 역시 BDP1 을 선호한다. 또한 단말 1 과 단말 2 는 CC#1 과 CC#2 에서 모두 송수신이 가능하며 반송파 결합을 지원하는 단말이다. 서브프레임#0 에서 CC#1 은 BDP1 을 사용하고 CC#2 는 BDP2 를 사용하지만, 서브프레임#1 에서는 빔 스위칭이 발생하여 CC#2 가 BDP1 을 사용하고 CC#1 은 BDP2 를 사용하게 된다. 따라서 단말 1 은 Pcell 인 CC#1 이 선호하는 BDP1 을 사용하여 전송되는 서브프레임#0 을 통해서는 제어 정보를 내려 받을 수 있지만, CC#1 이 BDP2 를 사용하는 서브프레임#1 을 통해서는 스케줄링 정보 등을 포함한 제어 정보를 획득할 수 없다. 따라서 서브프레임#0 에서 단말 1 에게 제어 정보를 전송할 때, 서브프레임 간 스케줄링 방식을 활용하여 기지국 1 은 서브프레임#1 에서도 단말 1 이 연속적으로 데이터를 수신 할 수 있도록 해준다. 서브프레임#1 에서는 단말 2 가 선호하는 BDP1 으로 전송되는 Pcell 인 CC#2 를 통해 제어 정보와 데이터를 수신하며, 마찬가지로 상기 제어 정보는 서브프레임 간 스케줄링을 위한 서브프레임#2 에서의 데이터 수신을 위한 정보가 함께 포함되어 있다. 도 20 에서 예시한 상황에서도 도 19 에서와 마찬가지로, 빔 스위칭과 서브프레임 간 스케줄링을 활용하면 매 서브프레임마다 연속적인 상향링크, 하향링크 전송이 가능하다는 장점이 있다.

[0139] 위에서 제안한 서브프레임 간 스케줄링을 사용할 경우, 빔 스위칭 기반의 신호 전송은 제어 영역과 데이터 영역에 동일하거나 또는 서로 상이한 방식으로 적용이 가능하다. 동일한 방식으로 적용되는 경우에는, 하나의 서브프레임 내에 포함된 제어 영역들과 데이터 영역들에는 같은 BDP 가 적용된다. 만약 인접한 서브프레임에서 빔 스위칭이 일어나는 경우에는 두 개의 영역들은 역시 같은 BDP 로 변경된다. 예를 들어, 하나의 서브프레임 내에 포함된 제어 영역들과 데이터 영역들에 모두 BDP1 이 적용되고, 인접한 서브프레임에서 빔 스위칭이 발생하여 두 영역들에 모두 BDP2 가 적용될 수 있다. 한편, 서로 상이한 방식으로 적용되는 경우에는, 하나의 서브프레임 내에 포함된 제어 영역들과 데이터 영역들에 서로 다른 BDP 가 적용될 수 있을 뿐 아니라, 두 영역들의 빔 스위칭은 서로 독립적으로 발생할 수 있다. 예를 들어, 하나의 서브 프레임 내에 포함된 제어 영역들에는 BDP1 이 적용되고 동일 서브프레임 내에 포함된 데이터 영역들에는 BDP2 가 적용되는 경우를 들 수 있다. 인접한 서브프

레임에서 빔 스위칭이 두 영역에 모두 발생하는 경우에는 제어 영역 및 데이터 영역에 각각 BDP2 와 BDP1 이 적용된다. 만약, 인접한 서브프레임에서 제어 영역에만 빔 스위칭이 발생하는 경우에는 두 개의 영역에 모두 BDP2 가 적용되게 된다.

[0140] 도 21 은 위에서 설명한 제어 영역과 데이터 영역에 서로 상이한 방식으로 BDP 가 적용되는 예시를 나타내었다. 서브프레임#0 에서는 제어 영역의 전송을 위해 BDP1 을 사용하며, 이때 단말 1 이 스케줄링 메시지를 수신한다. 추가적으로 서브프레임#0 에서는 서브프레임 간 스케줄링을 활용하여 서브프레임#1 에서 단말 1 이 데이터를 수신하기 위해 필요한 제어 정보를 함께 전송한다. 서브프레임#1 에서는 제어 영역의 전송을 위해 BDP2 를 사용하며, 단말 2 가 스케줄링 메시지를 수신한다. 이때, 서브프레임#1 에서도 서브프레임 간 스케줄링을 활용하여 서브브레임#2 에서 단말 2 가 데이터를 수신하기 위해 필요한 제어 정보를 함께 전송한다. 서브프레임#0 와 서브프레임#1 에서 사용된 서브프레임 간 스케줄링 방식은 이후의 서브프레임에 대해서도 동일하게 적용된다. 반면 데이터의 경우, 매 서브프레임마다 BDP1 과 BDP2 를 중첩한 형태의 BDP 를 통해 항상 전송되고 있다.

[0141] 도 22 의 (a)와 도 22 의 (b)는 단말 1 과 단말 2 각각에 대한 제어 영역과 데이터 영역의 스케줄링을 나타내고 있다. 단말 1 과 단말 2 는 제어 정보를 BDP1 과 BDP2 중 하나를 통해 수신하지만, 데이터의 경우 모든 서브프레임에서 BDP1 을 통해 전송 받을 수 있다. 데이터 영역은 빔 스위칭 없이 항상 두 BDP 로 중첩하여 전송하면서 제어 영역에만 빔 스위칭을 적용하게 되면, 단말은 선호하는 BDP 를 사용하여 제어 정보를 높은 품질로 수신할 수 있다.

[0142] 예를 들어, 도 21 에서 단말 2 의 경우 BDP1 이 적용된 서브프레임에서는 인접 셀 간 간섭으로 인해 전송 효율이 떨어지게 되지만, BDP2 가 적용된 서브프레임에서는 상대적으로 좋은 전송 효율을 얻을 수 있다. 따라서 제어 영역에서만 빔 스위칭을 적용할 경우 인접 셀 간섭을 효과적으로 제어할 수 있는 장점을 얻게 된다. 특히 앞서 설명한 바와 같이, 단말은 선호 BDP 뿐 아니라 비선호 BDP 정보를 시스템에 전달함으로써, 인접 셀로부터의 간섭의 영향을 제어하면서 높은 품질로 제어 정보를 수신할 수 있다는 장점을 갖는다. 이와 같이 연속된 서브프레임에서 계속하여 데이터를 수신할 수 있는 방식은 실시간 스트리밍과 같은 서비스를 효율적으로 제공하기 위한 방안으로 사용될 수 있다.

[0143] 또한, 상향링크에 대해서도 제어 영역과 데이터 영역에 서로 상이한 방식으로 BDP 가 적용되는 형태의 신호 전송이 가능하다. 상향링크에 대해서는 상기에서 설명한 BDP 는 수신 기지국의 수신 BDP, 즉 단말이 전송하는 상향링크 신호에 대한 BDP 일 수 있다. 예를 들어, 기지국은 상향링크 스케줄링 그랜트(grant)관련 제어 정보는 상기 단말이 선호하는 BDP 가 적용되는 서브프레임에서 전송해주고, 상기 상향링크 그랜트 관련 제어 정보 에는 이후 어떠한 서브프레임(예컨대, 바람직하게 수신 기지국의 특정 수신 BDP 가 해당 단말의 상향링크 신호 품질이 우수하게 수신될 수 있는 서브프레임)에서 해당 단말이 상향링크 전송을 해야 할지 지시할 수 있다. 예를 들어, n 번째 서브프레임에서 상향링크 스케줄링 그랜트가 내려왔을 시 n+k 번째 서브프레임에서 상기 단말의 상향링크 전송이 수행되어야 함을 의미하는 파라미터 k 값이 전달될 수 있다.

[0144] 또 다른 방식으로, 앞서의 하향링크에서의 방식들과 같이 사전에 상위 계층 신호 (예컨대, RRC 시그널링)를 통해 특정 단말에게 선호되는 기지국의 수신 BDP 가 적용되는 서브프레임 정보(예컨대, 서브프레임 인덱스 등)가 전달될 수 있고, 단말은 상기 n 번째 서브프레임에서 상향링크 스케줄링 그랜트를 수신하였을 때, 특정 k 값이 사용되고 있는 상황에서 n+k 번째 서브프레임 이후의 서브프레임들 중에서, 최초로 상기 단말에게 선호되는 기지국의 수신 BDP 가 적용되는 서브프레임에서 상향링크 전송을 수행하도록 사전에 정의되어 동작하는 방식이 적용 가능하다. 즉, 상향링크 스케줄링 그랜트에 의한 기존 방식에서의 단말의 상향링크 전송 시점 이후를 모두 지칭하는 서브프레임 인덱스 정보와, 상기 선호하는 수신 BDP 가 적용되는 서브프레임 인덱스 정보 (예컨대, 서브프레임 비트맵 형태이거나, 특정 주기 및 서브프레임 오프셋으로 표현되는 정보일 수 있음) 간의 교집합 중에서 최초의 서브프레임에서 상향링크 전송이 수행되도록 사전에 정의될 수 있다.

[0145] 데이터 영역에서의 빔 스위칭의 여부와 무관하게, 앞서 서술한 빔 스위칭 관련 시그널링들과 단말의 동작은 제어 영역에서의 빔 스위칭에 관련하여 동일하게 적용되어야 한다. 여기서 제어 영역은 데이터의 송수신에 필요한 제어 정보 이외에도 송신국 별로 고유의 특징을 가지는 CRS 를 포함한다. 이러한 제어 영역의 빔 스위칭을 위해 앞서 설명한 고정적 또는 유동적 BDP 시퀀스의 정보를 단말들에게 전달해야 하며, 단말들은 수신한 BDP 시퀀스 정보를 기반으로 선호하는 BDP 의 결정하고, 해당 BDP 가 적용된 서브프레임들에서의 신호 품질의 측정치를 기준으로 RSRP/RSRQ 등의 RRM 보고를 통해 기지국에서의 해당 단말에 대한 적절한 인접 셀로의 핸드오버 결정이 수행될 수 있도록 한다.

[0146] 또한, 단말이 선택한 선호하는 BDP 정보 및 비선호 BDP 정보는 시스템으로 전달되며, 시스템은 이러한 정보를 기반으로 각 단말로의 무선 자원 및 BDP 할당을 위한 스케줄링에 활용한다. 특히, 제어 영역에만 빔 스위칭이 적용되고 데이터 영역에는 고정된 BDP 가 사용되는 경우에는, 앞서 제안한 서브프레임 간 스케줄링을 효과적으로 활용할 수 있다. 즉, 제어 영역의 빔 스위칭이 발생하는 인접한 서브프레임에서 연속적으로 데이터 신호를 수신하고자 하는 단말의 경우, 단말이 선호하는 BDP 가 할당된 서브프레임#k 의 제어 영역에서 이후의 다수 개의 서브프레임#(k+b)에 대한 스케줄링을 동시에 수행하게 된다 (이 때, b 는 0 을 포함하는 양의 정수). 서브프레임#k 의 제어 영역에서 스케줄링을 받은 단말은 해당 스케줄링 메시지가 지시하는 서브프레임들에서 제어 영역의 수신 여부에 관계없이 데이터 영역의 수신을 수행할 수 있다.

[0147] 데이터 영역에서의 빔 스위칭은 단말의 신호 수신 방식에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어 LTE(-A) 시스템에서의 CRS 와 같이 셀 특정 고유신호를 활용하여 데이터 신호의 수신을 위한 채널 추정을 수행하는 경우, CRS 가 데이터 영역에 적용된 BDP 와 다른 BDP 를 사용하여 전송하게 되면 단말이 CRS 를 활용하여 추정한 채널 상태(또는 품질)과 실제 데이터가 전송되는 채널 상태(또는 품질)이 서로 달라지게 되어 데이터 신호의 수신에 에러가 급격히 증가한다. 따라서, CRS 에 활용되는 BDP 의 종류와 데이터 영역에 활용되는 BDP 의 종류를 같게 하는 방법을 사용할 수 있다.

[0148] 그러나 만약 CRS 의 전송에 적용되는 BDP 와 데이터 영역의 전송에 적용되는 BDP 가 다를 경우에는, 단말은 두 BDP 의 종류를 모두 파악하여 둘 간의 차이값을 추정하여 데이터 신호의 수신을 수행할 수 있다. 예를 들어 BDP_m 을 사용하여 전송한 CRS 로 추정한 채널 값이 h_m 이고, 데이터 신호 영역에는 BDP_n 을 사용한 경우를 가정한다. 이때에 데이터 영역의 수신을 위해서는 BDP_n 으로 전송한 CRS 로 추정한 채널값 h_n 이 필요하다. 따라서 이를 얻기 위하여, 단말은 두 BDP 간의 차이값 $d_{m,n}$ 을 추정하여 $h_n = h_m + d_{m,n}$ 와 같은 계산을 수행하고, 이를 활용하여 BDP_n 으로 전송된 데이터를 수신한다. 즉, LTE(-A) 시스템에서의 CRS 기반의 전송모드 4 에 따른 PDSCH 수신을 예를 들면, 단말은 상기 설명한 방식과 같이 서로 다른 BDP 가 적용되는 서브프레임 별로 CRS 를 통한 채널 추정을 별도로 수행하여 상기 두 BDP 간의 차이 값을 스스로 추정할 수 있고, 이 때에 송신 기지국이 적용하여 명시적으로 알려주는 프리코딩 코드북 인덱스는,

[0149] - 해당 단말이 하향링크 제어 정보를 디코딩하는 서브프레임들에서의 CRS 를 기반으로 보고한 CSI 피드백(예컨대, RI/PMI/CQI)에 근거하되 기지국에서 이를 실제 PDSCH 전송시의 달라진 BDP 가 적용된 CRS 에 의한 채널 추정값에 적용하도록 자체적으로 보상한 프리코딩 코드북 인덱스가 전달될 수 있다. 상기 프리코딩 코드북 인덱스는 하향링크 제어 정보에 포함될 수 있다. 즉, 이 방식을 적용한다면, 단말은 제어 정보를 디코딩하는 서브프레임들에서의 CRS 를 기반으로 CSI 피드백만을 수행하면 되고, 다만 실제 PDSCH 를 수신하는 서브프레임에서의 복조를 위해서는 상기 설명한 두 BDP 간의 차이값을 추정하여 이를 보상하는 등의 동작을 수행하여야 한다. 또한, 기지국에서는 이와 같은 단말의 동작을 가정하고 실제 PDSCH 를 전송할 시점에 대해서 적절한 프리코딩 코드북 인덱스를 결정하여 하향링크 제어 정보를 통해 알려주도록 한다.

[0150] - 해당 단말이 하향링크 제어 정보를 디코딩하지 않는 서브프레임들 (예컨대, control 신호가 전송되는 단말이 비선호하는 BDP 가 적용되는 서브프레임)에서의 CRS 를 기반으로 보고한 CSI 피드백(예컨대, RI/PMI/CQI)에 근거하여(즉, 이 CSI 피드백은 실제 PDSCH 전송시에 부합하는 프리코딩 정보일 수 있음) 기지국에서 최종 결정한 프리코딩 코드북 인덱스가 전달될 수 있다. 즉, 이 방식을 적용한다면, 단말은 제어 정보를 디코딩하는 서브프레임들(예컨대, 서브프레임 집합 1)에서의 CRS 를 기반으로 CSI 피드백을 수행하는 것이 아니라, 추후 PDSCH 를 수신할 서브프레임 인덱스들(예컨대, 서브프레임 집합 2)에서의 CRS 를 기반으로 CSI 피드백을 수행할 수 있다. 혹은, 상기 두 가지 서브프레임 집합 1 과 2 에 대한 CSI 피드백을 모두 개별적으로 보고하도록 동작시키는 방식도 적용 가능하다. 혹은, 어떠한 서브프레임 집합에 대한 CSI 피드백을 하도록 할 것인지를 기지국이 반-정적으로 또는 동적으로(예컨대, 특정 DCI format 에 의해) 알려주는 방식도 적용 가능하다.

[0151] 서빙 송신국으로 선호하는 BDP 를 보고하고 인접 송신국들로 비선호하는 BDP 를 보고하는 단말의 경우, 이러한 정보들을 취합하여 해당 단말이 존재하는 지리적인 위치를 추정할 수 있다. 도 23 의 (a)에서 보는 바와 같이 각각의 BDP 는 방향성을 띠고 있기 때문에, 도 23 의 (b)에서와 같이 단말들이 존재하는 지리적 위치에 따라서 그 선호 여부가 결정될 수 있다. 즉, BDP 를 사용하여 전송되는 신호는 특정한 지리적 위치들로의 방향성을 가진 빔 형성 신호이기 때문에, 특정 단말이 선호하는 서빙 송신국의 BDP 는 해당 단말의 지리적 위치에 따라 주로 결정되게 된다. 뿐만 아니라, 단말이 비선호하는 간섭 송신국의 BDP 또한 마찬가지로 해당 단말이 존재하는 지리적 위치로의 방향성에 의해 결정된다. 따라서, 각 단말이 보고한 서빙 송신국의 선호하는 BDP 정보 및 간섭

송신국의 비선호하는 BDP 의 정보를 기반으로, 해당 서빙 송신국 및 간섭 송신국들이 사용하는 BDP 들의 방향성 정보와 취합하여 단말들의 지리적 정보를 추정하는 데에 활용할 수 있다. 도 23 의 (c)에서는 송신국 eNB_1 으로부터 서비스를 제공받고 있는 두 단말을 예시하고 있다. 두 단말은 서빙 송신국으로부터 BDP_a 를 선호하는 BDP 로 추정하여 시스템에 보고하며, 간섭 송신국 eNB_2 로부터는 각각 BDP_b 와 BDP_c 를 비선호 BDP 들로 보고하게 된다. 이 경우 시스템은 두 단말이 보고한 선호하는 BDP 와 비선호하는 BDP 들에 해당하는 지리적 위치 정보들을 기반으로, 도 21 의 (c)에서와 같이 각 BDP 의 지리적 위치들이 중첩되는 영역을 해당 단말의 지리적 위치로 추정하게 된다. 또는 이와 반대로, 시스템이 파악하고 있는 단말들의 지리적 위치 정보를 기반으로 단말 별 선호하는 BDP 와 비선호하는 BDP 를 추정할 수 있다. LTE(-A) 시스템의 경우에는 단말의 지리적 위치 정보를 얻기 위하여 PRS(positioning RS)를 사용할 수 있으나, 상기 PRS 에 의한 위치 추정이 불가능한 경우 본 실시예가 활용될 수 있다. 상술한 바와 같이 각각의 BDP 는 고유의 방향성을 띠고 있기 때문에, 각 단말이 선호하는 BDP 또는 비선호 BDP 는 해당 단말의 지리적 위치에 따라 결정될 수 있다. 결론적으로, 단말이 보고한 선호하는 BDP 및 비선호하는 BDP 정보를 사용한 단말의 위치정보 추정은, 단말의 위치정보 추정이 불가하거나 부정확한 경우에 효율적으로 사용될 수 있다. 만약 단말의 정확한 위치정보 추정이 가능한 경우에는, 이를 기반으로 해당 단말로부터의 추가적인 시그널링 메시지 없이 서빙 송신국의 선호 BDP 정보 및 인접 간섭 기지국들의 비선호 BDP 정보를 시스템이 직접 추정할 수 있다.

[0152] 도 24 는 본 발명의 일 실시예에 따른 상향링크 전송과 관련된 동작을 수행하도록 구성된 장치의 블록도를 도시한다. 전송장치(10) 및 수신장치(20)는 정보 및/또는 데이터, 신호, 메시지 등을 나르는 무선 신호를 전송 또는 수신할 수 있는 RF(Radio Frequency) 유닛(13, 23)과, 무선통신 시스템 내 통신과 관련된 각종 정보를 저장하는 메모리(12, 22), 상기 RF 유닛(13, 23) 및 메모리(12, 22)등의 구성요소와 동작적으로 연결되고, 상기 구성요소를 제어하여 해당 장치가 전술한 본 발명의 실시예들 중 적어도 하나를 수행하도록 메모리(12, 22) 및/또는 RF 유닛(13,23)을 제어하도록 구성된 프로세서(11, 21)를 각각 포함한다.

[0153] 메모리(12, 22)는 프로세서(11, 21)의 처리 및 제어를 위한 프로그램을 저장할 수 있고, 입/출력되는 정보를 임시 저장할 수 있다. 메모리(12, 22)가 버퍼로서 활용될 수 있다.

[0154] 프로세서(11, 21)는 통상적으로 전송장치 또는 수신장치 내 각종 모듈의 전반적인 동작을 제어한다. 특히, 프로세서(11, 21)는 본 발명을 수행하기 위한 각종 제어 기능을 수행할 수 있다. 프로세서(11, 21)는 컨트롤러(controller), 마이크로 컨트롤러(microcontroller), 마이크로 프로세서(microprocessor), 마이크로 컴퓨터(microcomputer) 등으로도 불릴 수 있다. 프로세서(11, 21)는 하드웨어(hardware) 또는 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어를 이용하여 본 발명을 구현하는 경우에는, 본 발명을 수행하도록 구성된 ASICs(application specific integrated circuits) 또는 DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays) 등이 프로세서(11, 21)에 구비될 수 있다. 한편, 펌웨어나 소프트웨어를 이용하여 본 발명을 구현하는 경우에는 본 발명의 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등을 포함하도록 펌웨어나 소프트웨어가 구성될 수 있으며, 본 발명을 수행할 수 있도록 구성된 펌웨어 또는 소프트웨어는 프로세서(11, 21) 내에 구비되거나 메모리(12, 22)에 저장되어 프로세서(11, 21)에 의해 구동될 수 있다.

[0155] 전송장치(10)의 프로세서(11)는 상기 프로세서(11) 또는 상기 프로세서(11)와 연결된 스케줄러로부터 스케줄링 되어 외부로 전송될 신호 및/또는 데이터에 대하여 소정의 부호화(coding) 및 변조(modulation)를 수행한 후 RF 유닛(13)에 전송한다. 예를 들어, 프로세서(11)는 전송하고자 하는 데이터 열을 역다중화 및 채널 부호화, 스크램블링, 변조과정 등을 거쳐 K 개의 레이어로 변환한다. 부호화된 데이터 열은 코드워드로 지칭되기도 하며, MAC(medium access control) 계층이 제공하는 데이터 블록인 전송 블록과 등가이다. 일 전송블록(transport block, TB)는 일 코드워드로 부호화되며, 각 코드워드는 하나 이상의 계층의 형태로 수신장치에 전송되게 된다. 주파수 상향 변환을 위해 RF 유닛(13)은 오실레이터(oscillator)를 포함할 수 있다. RF 유닛(13)은 Nt 개(Nt 는 양의 정수)의 전송 안테나를 포함할 수 있다.

[0156] 수신장치(20)의 신호 처리 과정은 전송장치(10)의 신호 처리 과정의 역으로 구성된다. 프로세서(21)의 제어 하에, 수신장치(20)의 RF 유닛(23)은 전송장치(10)에 의해 전송된 무선 신호를 수신한다. 상기 RF 유닛(23)은 Nr 개(Nr 은 양의 정수)의 수신 안테나를 포함할 수 있으며, 상기 RF 유닛(23)은 수신 안테나를 통해 수신된 신호 각각을 주파수 하향 변환하여(frequency down-convert) 기저대역 신호로 복원한다. RF 유닛(23)은 주파수 하향 변환을 위해 오실레이터를 포함할 수 있다. 상기 프로세서(21)는 수신 안테나를 통하여 수신된 무선 신호에 대한 복호(decoding) 및 복조(demodulation)를 수행하여, 전송장치(10)가 본래 전송하고자 했던 데이터를 복원할

수 있다.

[0157] RF 유닛(13, 23)은 하나 이상의 안테나를 구비한다. 안테나는, 프로세서(11, 21)의 제어 하에 본 발명의 일 실시예에 따라, RF 유닛(13, 23)에 의해 처리된 신호를 외부로 전송하거나, 외부로부터 무선 신호를 수신하여 RF 유닛(13, 23)으로 전달하는 기능을 수행한다. 안테나는 안테나 포트로 불리기도 한다. 각 안테나는 하나의 물리 안테나에 해당하거나 하나보다 많은 물리 안테나 요소(element)의 조합에 의해 구성될 수 있다. 각 안테나로부터 전송된 신호는 수신장치(20)에 의해 더 이상 분해될 수 없다. 해당 안테나에 대응하여 전송된 참조신호(reference signal, RS)는 수신장치(20)의 관점에서 본 안테나를 정의하며, 채널이 일 물리 안테나로부터의 단일(single) 무선 채널인지 혹은 상기 안테나를 포함하는 복수의 물리 안테나 요소(element)들로부터의 합성(composite) 채널인지에 관계없이, 상기 수신장치(20)로 하여금 상기 안테나에 대한 채널 추정을 가능하게 한다. 즉, 안테나는 상기 안테나 상의 심볼을 전달하는 채널이 상기 동일 안테나 상의 다른 심볼이 전달되는 상기 채널로부터 도출될 수 있도록 정의된다. 다수의 안테나를 이용하여 데이터를 송수신하는 다중 입출력(Multi-Input Multi-Output, MIMO) 기능을 지원하는 RF 유닛의 경우에는 2 개 이상의 안테나와 연결될 수 있다.

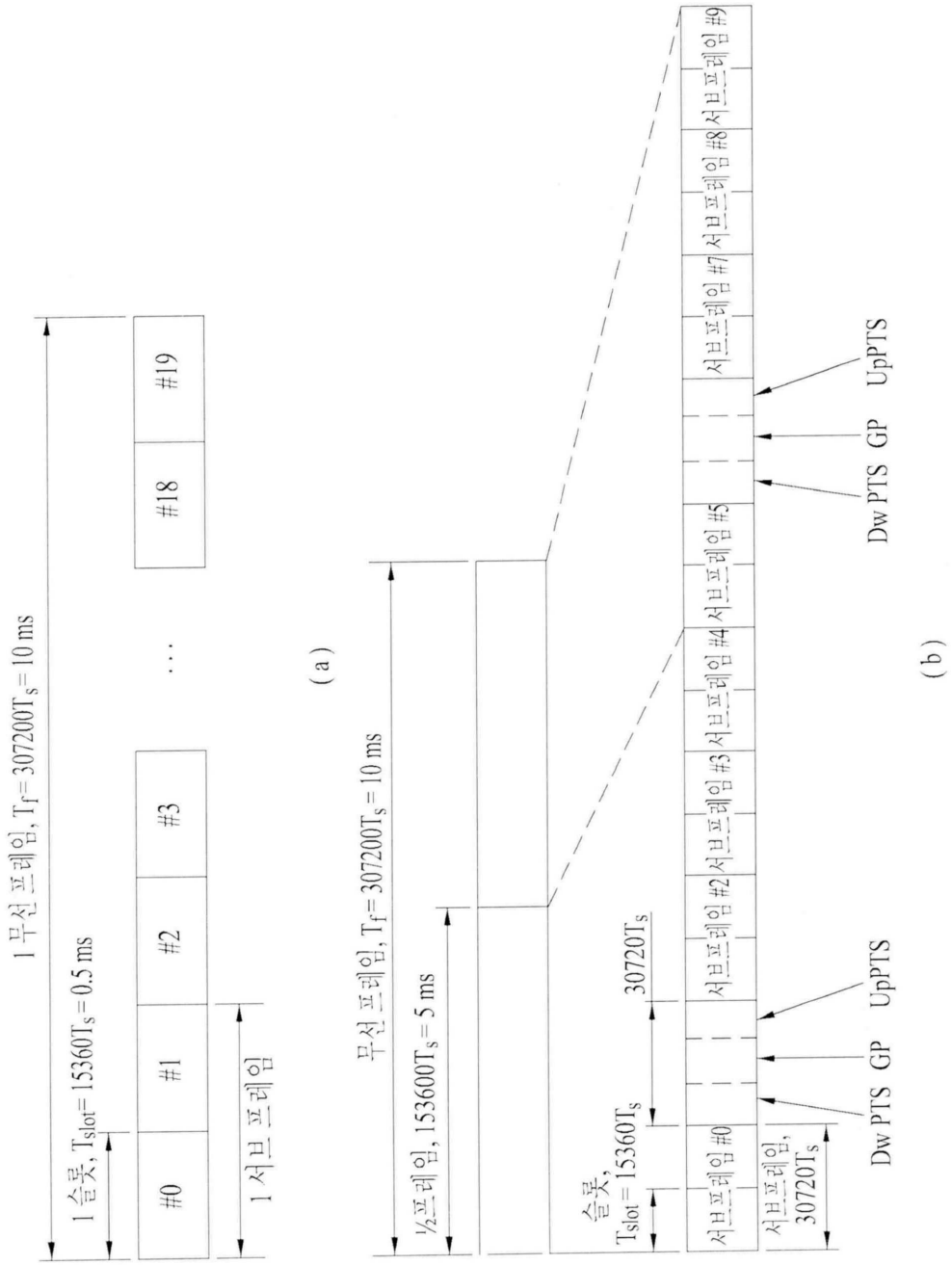
[0158] 본 발명의 실시예들에 있어서, UE 또는 릴레이는 상향링크에서는 전송장치(10)로 동작하고, 하향링크에서는 수신장치(20)로 동작한다. 본 발명의 실시예들에 있어서, BS 는 상향링크에서는 수신장치(20)로 동작하고, 하향링크에서는 전송장치(10)로 동작한다.

[0159] 이와 같은, 수신장치 또는 전송장치로 기능하는 UE 또는 BS 의 구체적인 구성은, 도면과 관련하여 전술한 본 발명의 다양한 실시예에서 설명한 사항들이 독립적으로 적용되거나 또는 둘 이상의 실시예가 동시에 적용되도록 구현될 수 있다.

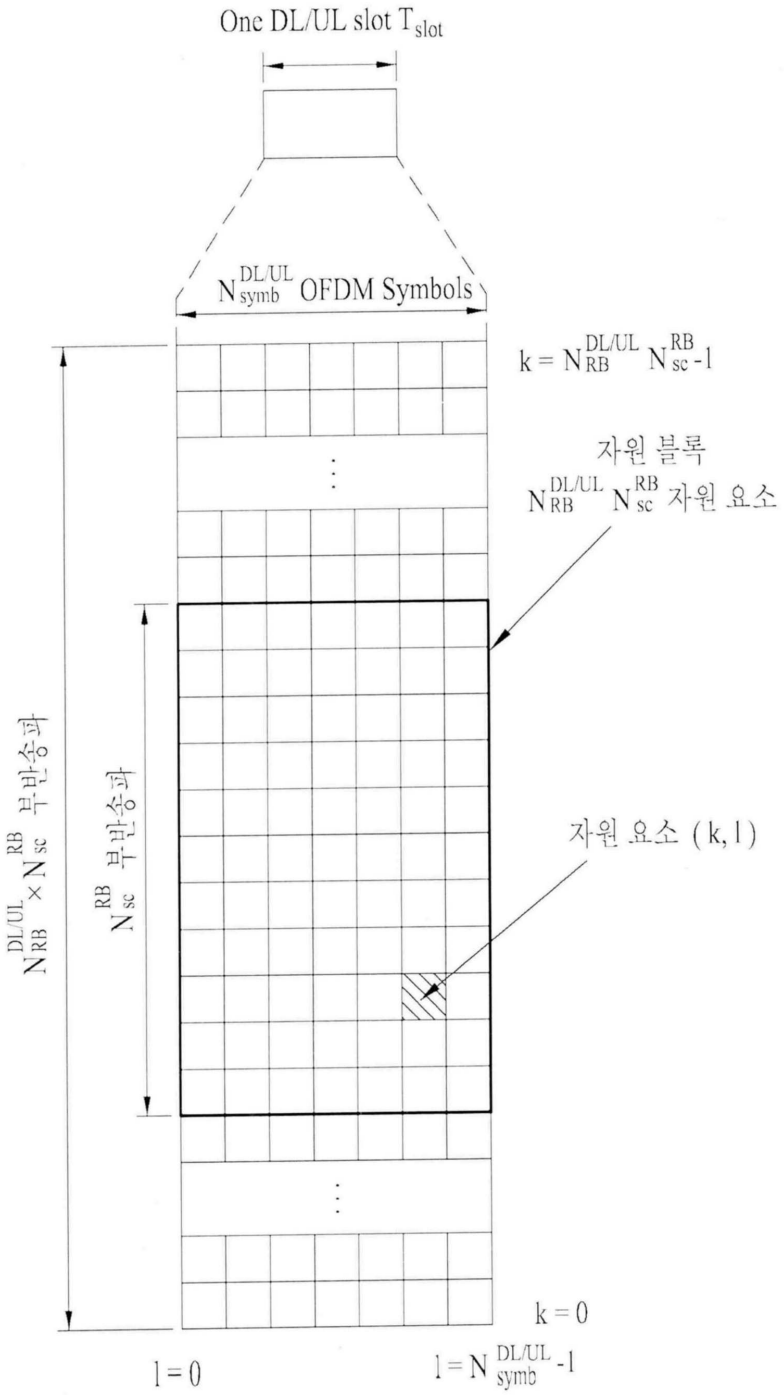
[0160] 상술한 바와 같이 개시된 본 발명의 바람직한 실시예들에 대한 상세한 설명은 당업자가 본 발명을 구현하고 실시할 수 있도록 제공되었다. 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.

도면

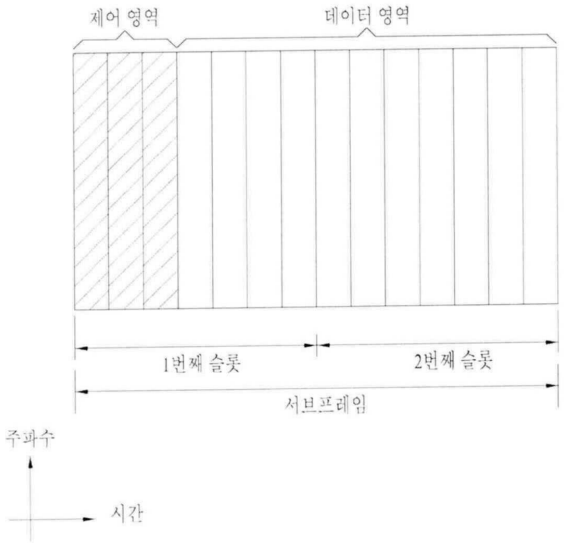
도면1


1 무선 프레임, $T_f = 307200T_s = 10$ ms
1 슬롯, $T_{slot} = 15360T_s = 0.5$ ms
#0
#1
#2
#3
...
#18
#19
1 서브 프레임
(a)
무선 프레임, $T_f = 307200T_s = 10$ ms
½프레임, $153600T_s = 5$ ms
슬롯, $T_{slot} = 15360T_s$
$30720T_s$
서브프레임 #0
서브프레임 #2
서브프레임 #3
서브프레임 #4
서브프레임 #5
서브프레임 #7
서브프레임 #8
서브프레임 #9
DwPTS
GP
UpPTS
서브프레임, $30720T_s$
DwPTS
GP
UpPTS
(b)

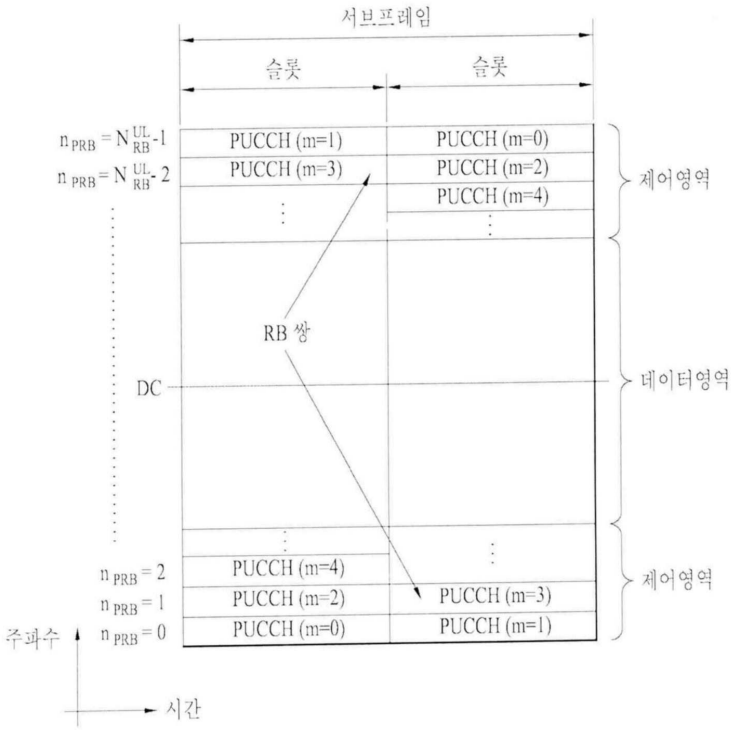
도면2


One DL/UL slot T_{slot}
$N_{symb}^{DL/UL}$ OFDM Symbols
$k = N_{RB}^{DL/UL} N_{sc}^{RB} - 1$
자원 블록
$N_{RB}^{DL/UL} N_{sc}^{RB}$ 자원 요소
자원 요소 (k, l)
$N_{RB}^{DL/UL} \times N_{sc}^{RB}$ 부반송파
N_{sc}^{RB} 부반송파
k = 0
l = 0
$l = N_{symb}^{DL/UL} - 1$

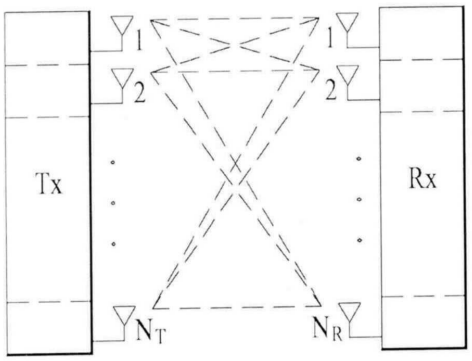
도면3


제어 영역
데이터 영역
1번째 슬롯
2번째 슬롯
서브프레임
주파수
시간

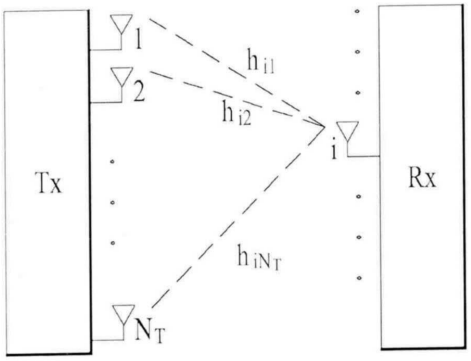
도면4


서브프레임
슬롯
슬롯
$n_{PRB} = N^{UL}_{RB}-1$
$n_{PRB} = N^{UL}_{RB}-2$
PUCCH (m=1)
PUCCH (m=0)
PUCCH (m=3)
PUCCH (m=2)
PUCCH (m=4)
제어영역
RB 쌍
DC
데이터영역
$n_{PRB} = 2$
$n_{PRB} = 1$
$n_{PRB} = 0$
PUCCH (m=4)
PUCCH (m=2)
PUCCH (m=0)
PUCCH (m=3)
PUCCH (m=1)
제어영역
주파수
시간

도면5

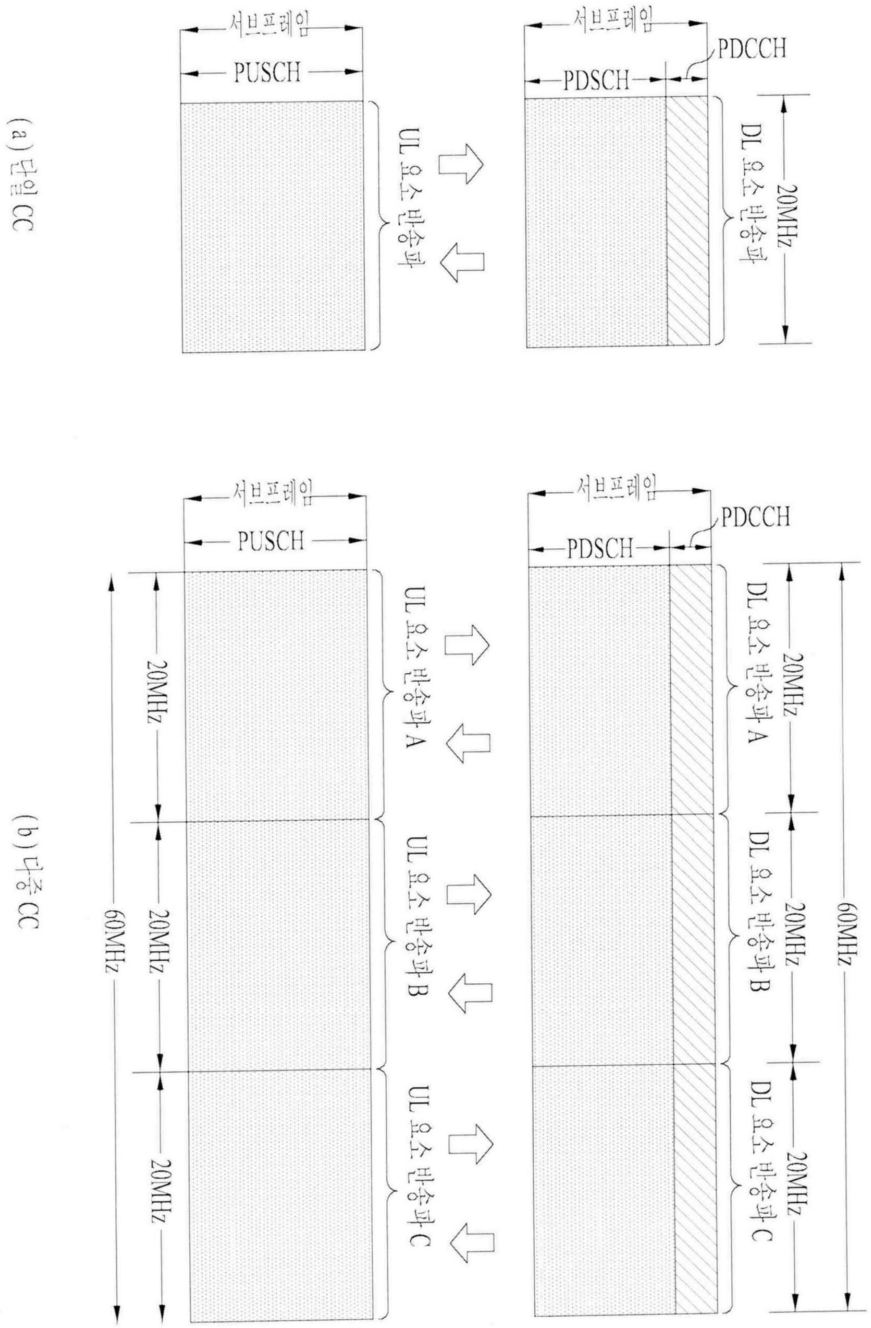


(a)

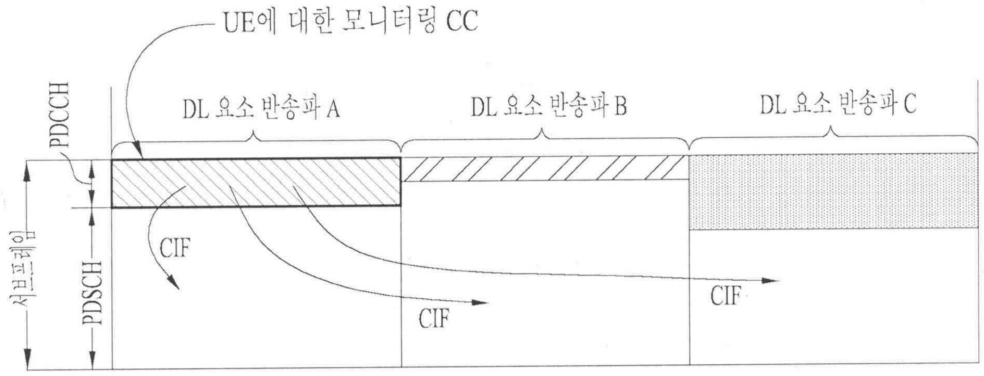


(b)

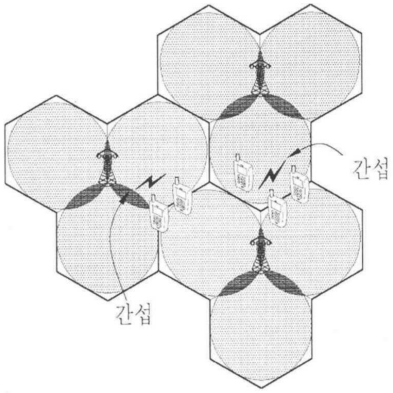
도면6


(a) 단일 CC
서브프레임
PUSCH
UL 요소 반송파
서브프레임
PDCCH
PDSCH
DL 요소 반송파
20MHz
(b) 다중 CC
서브프레임
PUSCH
20MHz
20MHz
20MHz
60MHz
UL 요소 반송파 A
UL 요소 반송파 B
UL 요소 반송파 C
서브프레임
PDCCH
PDSCH
DL 요소 반송파 A
DL 요소 반송파 B
DL 요소 반송파 C
20MHz
20MHz
20MHz
60MHz

도면7



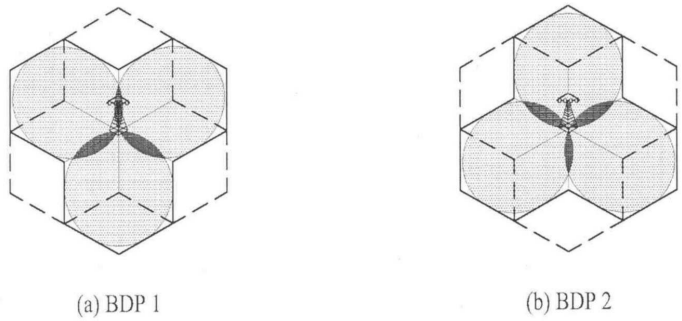
도면8



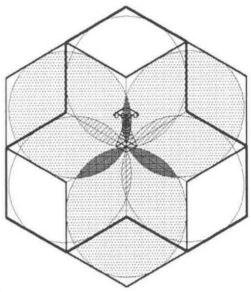
도면9



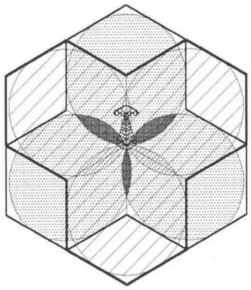
도면10



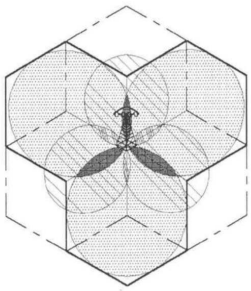
도면11



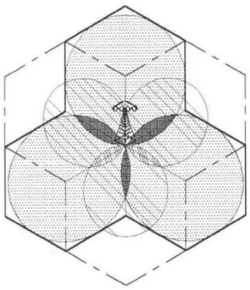
(a) BDP 1 = CC#1
BDP 2 = CC#2



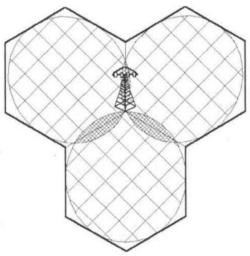
(b) BDP 1 = CC#2
BDP 2 = CC#1



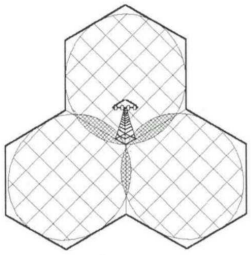
(c) BDP 1 = CC#1
BDP 2 = CC#3



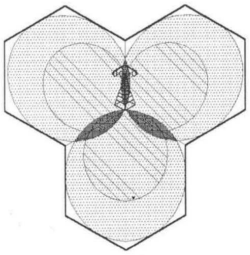
(d) BDP 1 = CC#3
BDP 2 = CC#1



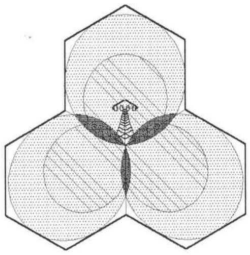
(e) BDP 1 = CC#1
BDP 1 = CC#2



(f) BDP 2 = CC#1
BDP 2 = CC#2

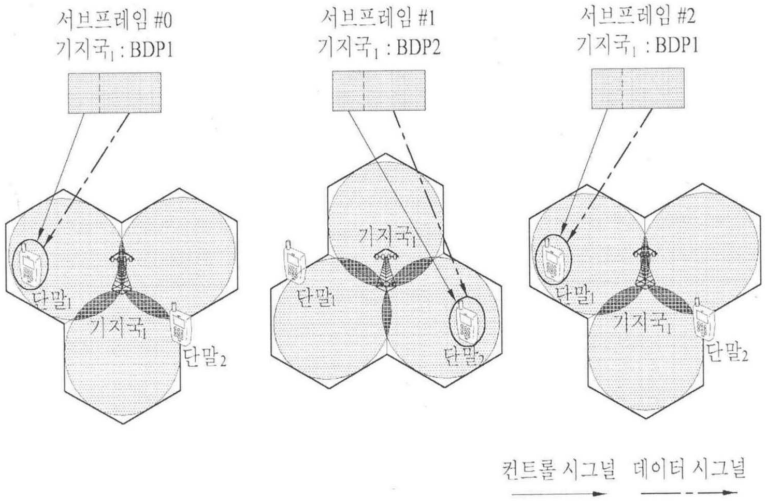


(g) BDP 1 = CC#1
BDP 1 = CC#3

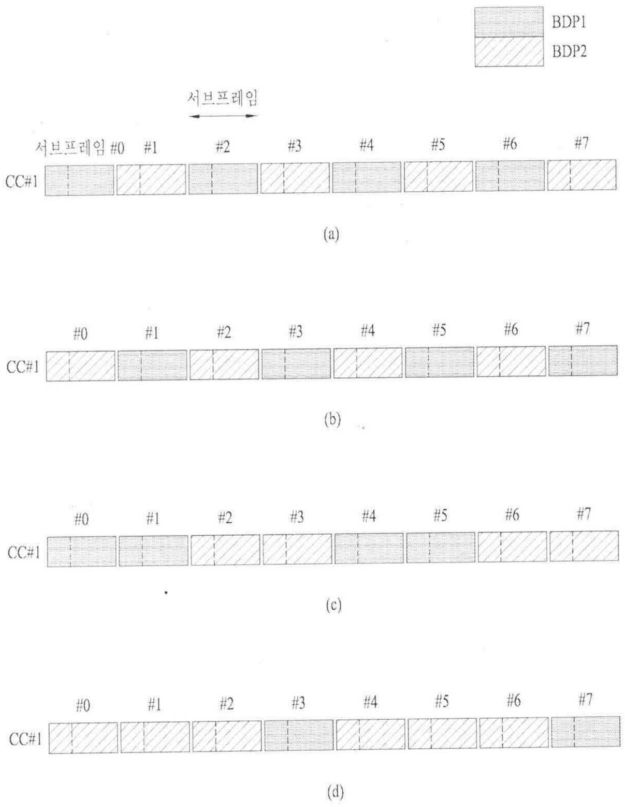


(h) BDP 2 = CC#1
BDP 2 = CC#3

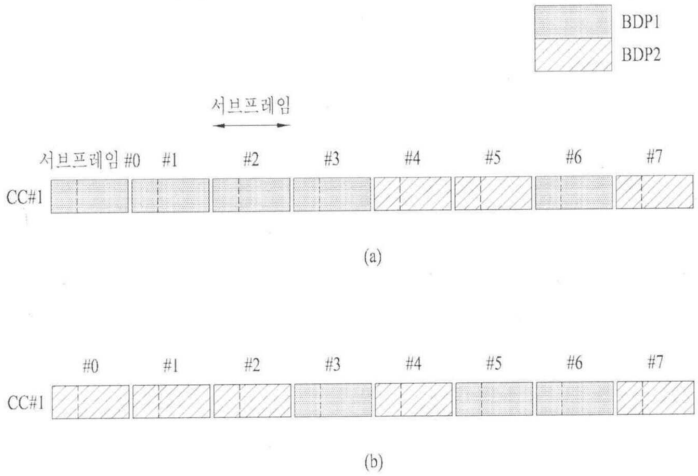
도면12


서브프레임 #0
기지국1 : BDP1
서브프레임 #1
기지국1 : BDP2
서브프레임 #2
기지국1 : BDP1
단말1
기지국1
단말2
단말1
기지국1
단말2
단말1
기지국1
단말2
컨트롤 시그널
데이터 시그널

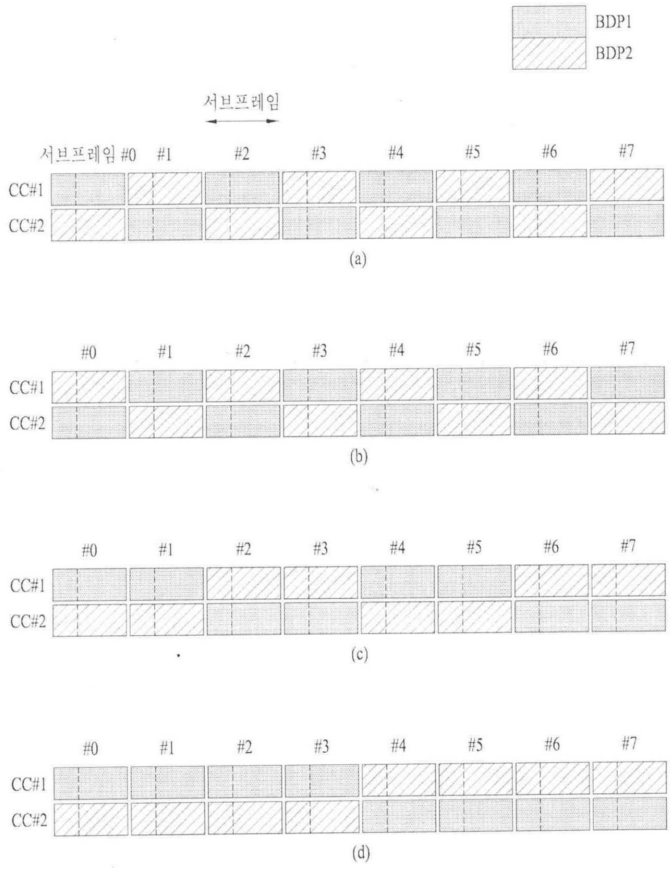
도면13


BDP1
BDP2
서브프레임
서브프레임 #0
#1
#2
#3
#4
#5
#6
#7
CC#1
(a)
(b)
(c)
(d)

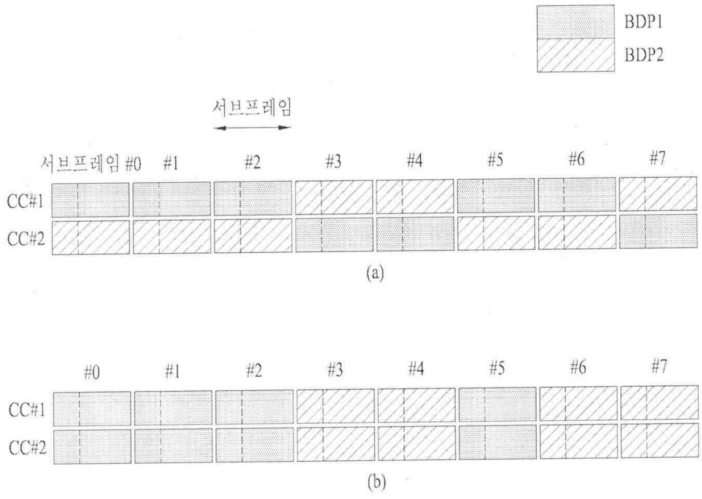
도면14


BDP1
BDP2
서브프레임
서브프레임 #0
#1
#2
#3
#4
#5
#6
#7
CC#1
(a)
(b)

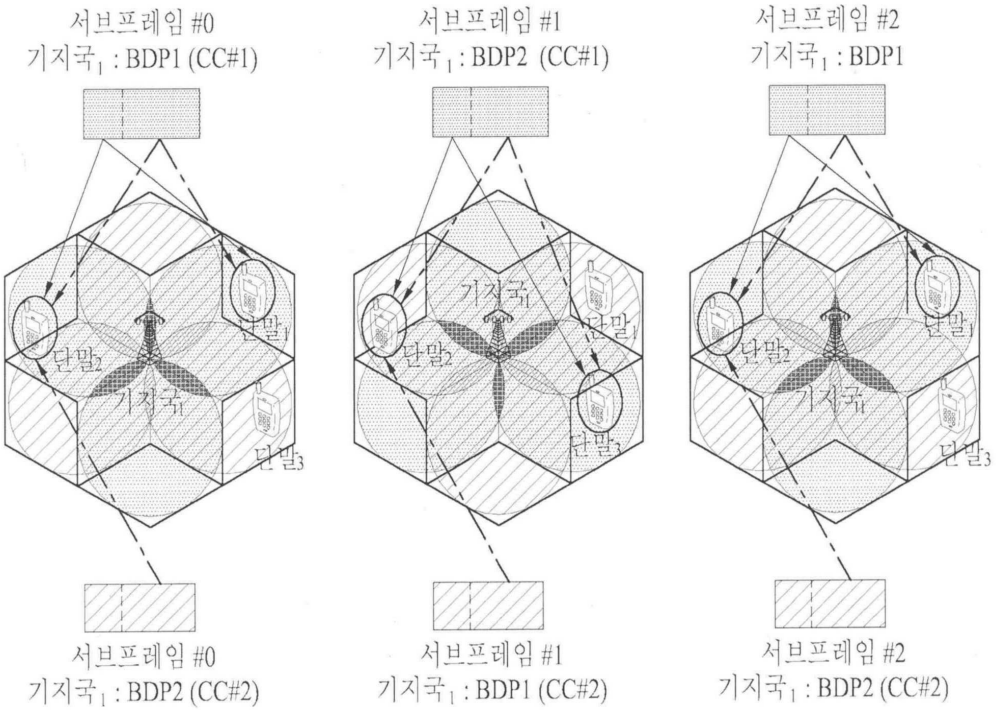
도면15

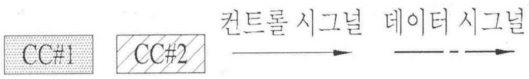

BDP1
BDP2
서브프레임
서브프레임 #0
#1
#2
#3
#4
#5
#6
#7
CC#1
CC#2
(a)
(b)
(c)
(d)

도면16



도면17

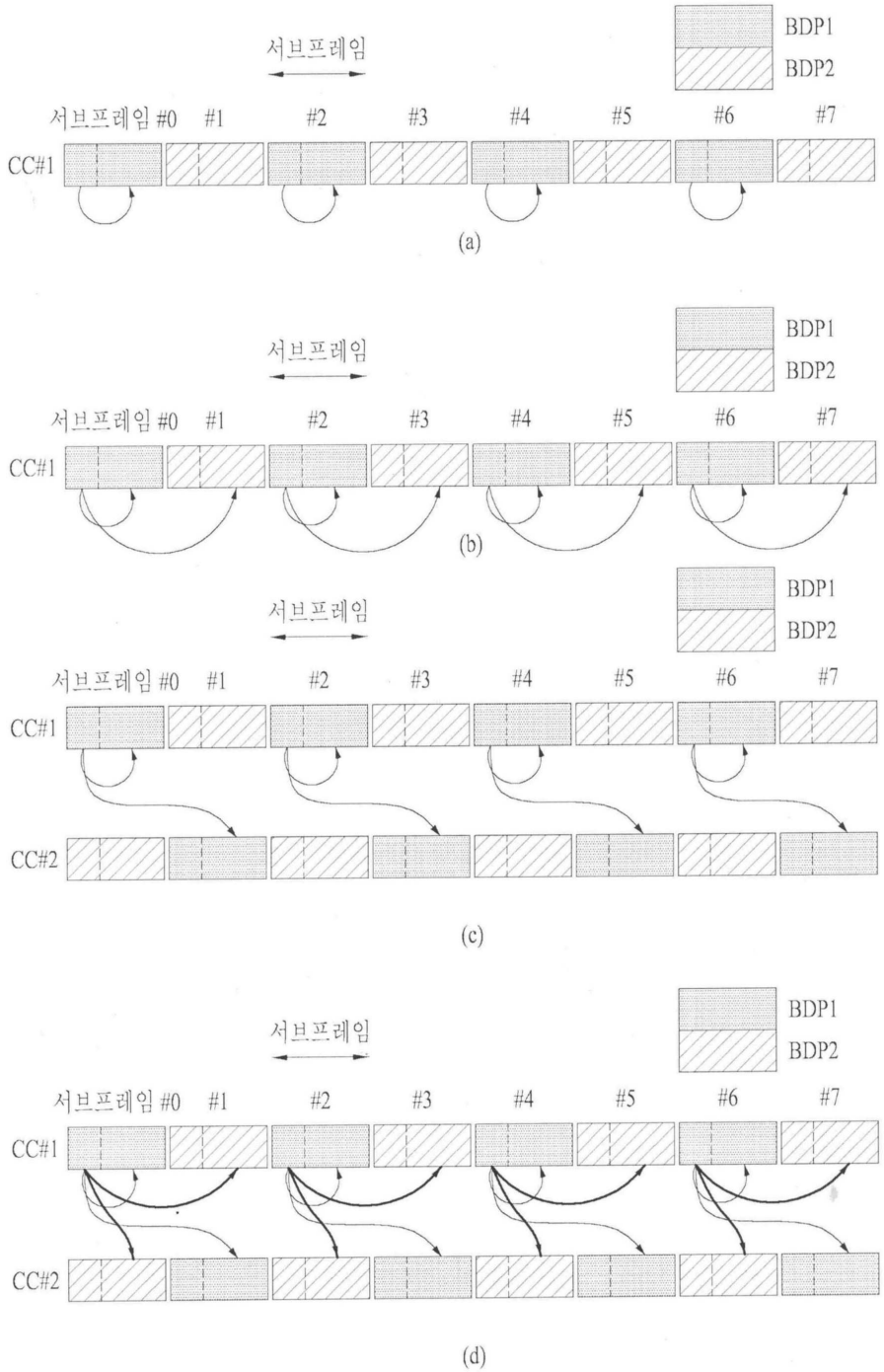




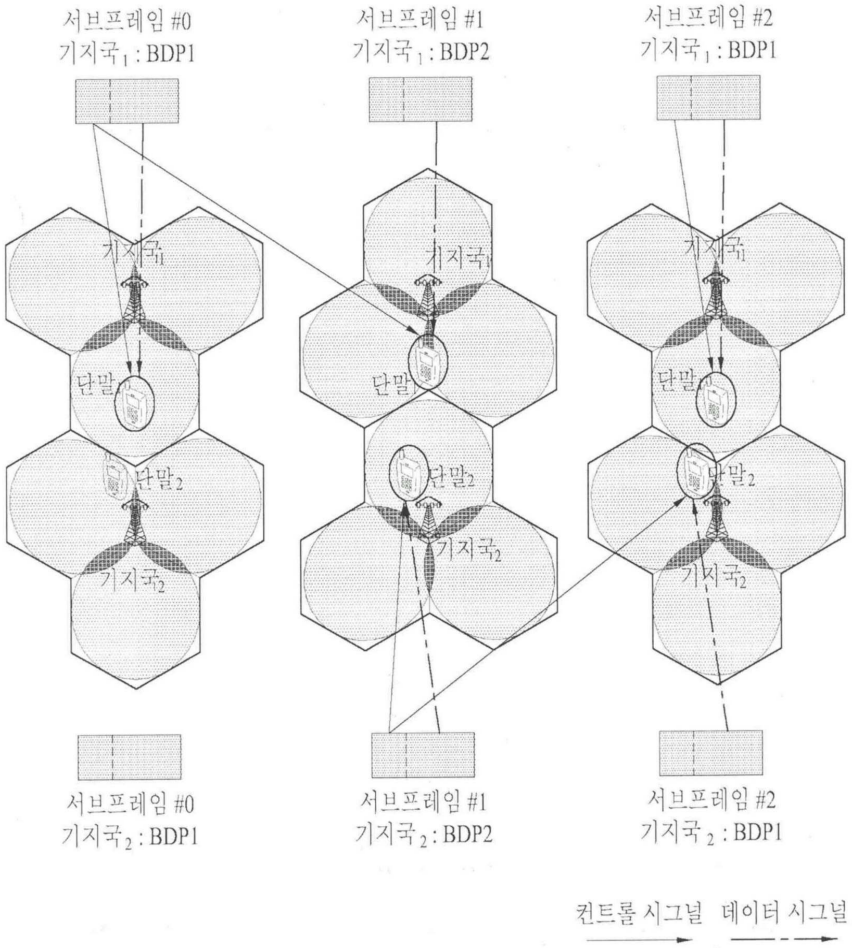
	Pcell	송수신 가능 요소 반송파
단말 1	기지국1 - CC#1	CC#1
단말 2	기지국1 - CC#1	CC#1 & CC#2
단말 3	기지국1 - CC#1	CC#1

* Pcell : primary cell로써 단말이 컨트롤 신호를 수신하는 셀을 의미함

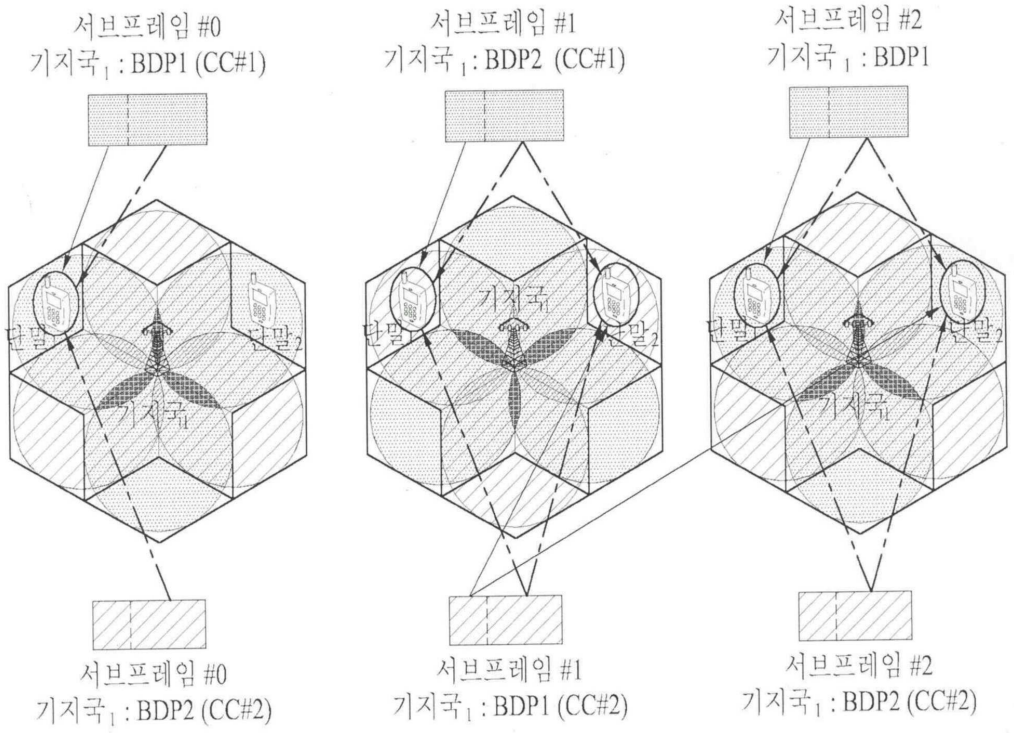
도면18

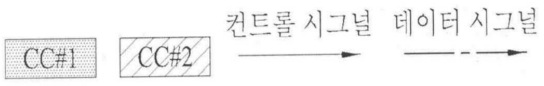


도면19


서브프레임 #0
기지국1 : BDP1
서브프레임 #1
기지국1 : BDP2
서브프레임 #2
기지국1 : BDP1
기지국1
단말1
단말2
기지국2
서브프레임 #0
기지국2 : BDP1
서브프레임 #1
기지국2 : BDP2
서브프레임 #2
기지국2 : BDP1
컨트롤 시그널
데이터 시그널

도면20

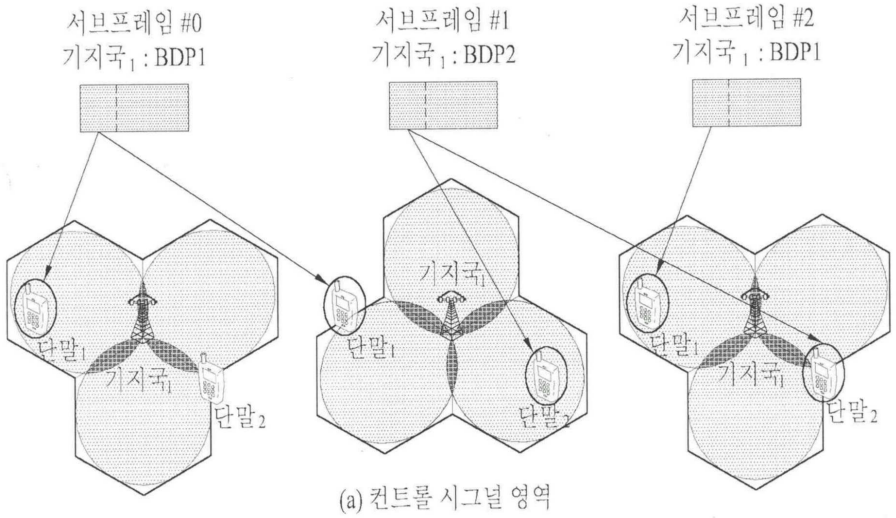




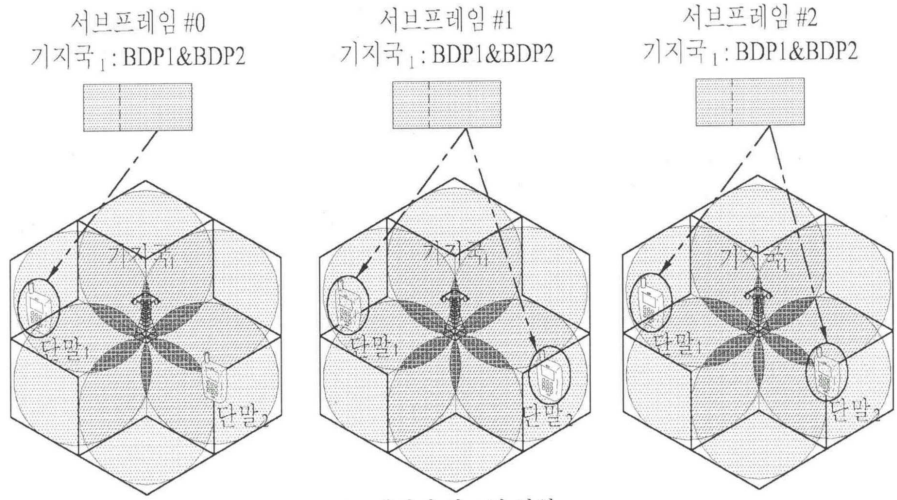
	Pcell*	송수신 가능 요소 반송파
단말 1	기지국1 - CC#1	CC#1 & CC#2
단말 2	기지국1 - CC#2	CC#1 & CC#2

* Pcell : primary cell로써 단말이 컨트롤 신호를 수신하는 셀을 의미함

도면21



(a) 컨트롤 시그널 영역



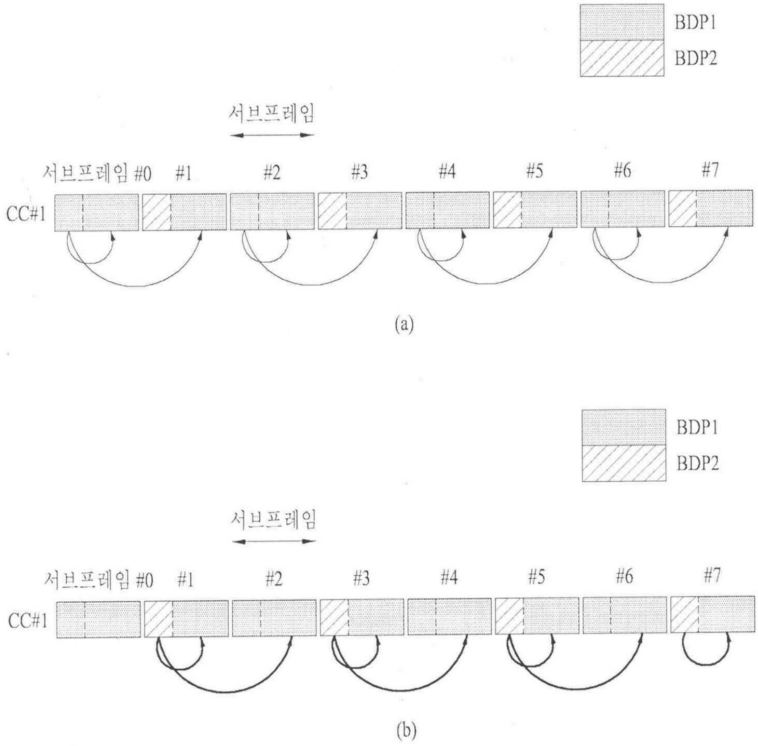
(b) 데이터 시그널 영역

컨트롤 시그널 ——→ 데이터 시그널 - - →

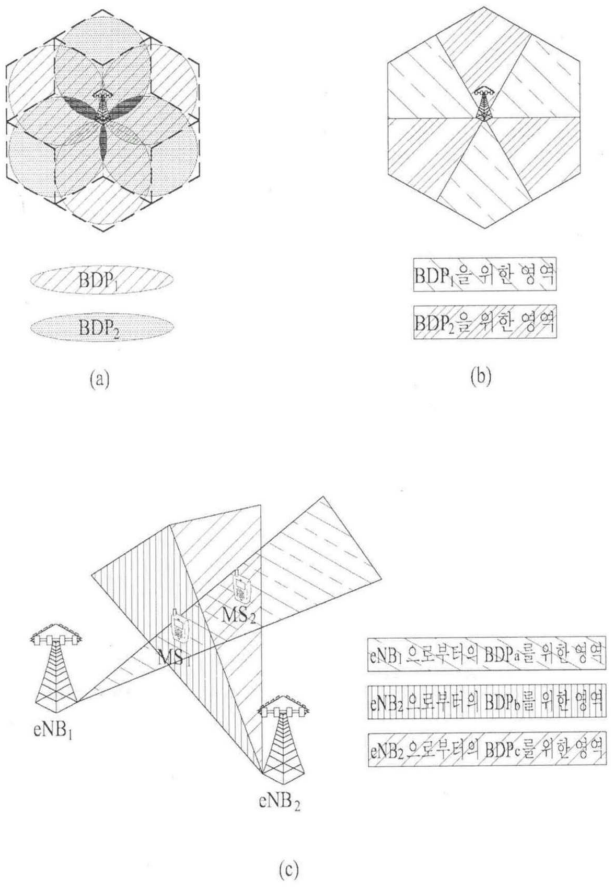
	Pcell	송수신 가능 요소 반송파
단말 1	기지국1 - CC#1	CC#1
단말 2	기지국1 - CC#1	CC#1

* Pcell : primary cell로써 단말이 컨트롤 신호를 수신하는 셀을 의미함

도면22


BDP1
BDP2
서브프레임
서브프레임 #0
#1
#2
#3
#4
#5
#6
#7
CC#1
(a)
BDP1
BDP2
서브프레임
서브프레임 #0
#1
#2
#3
#4
#5
#6
#7
CC#1
(b)

도면23


BDP1
BDP2
(a)
BDP1을 위한 영역
BDP2을 위한 영역
(b)
MS2
MS1
eNB1
eNB2
eNB1 으로부터의 BDPa를 위한 영역
eNB2 으로부터의 BDPb를 위한 영역
eNB2 으로부터의 BDPc를 위한 영역
(c)

도면24

