



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년08월06일
(11) 등록번호 10-2286877
(24) 등록일자 2021년08월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 27/26 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H04L 27/264 (2021.01)

(21) 출원번호 10-2015-0017955

(22) 출원일자 2015년02월05일
심사청구일자 2019년12월03일

(65) 공개번호 10-2016-0096388

(43) 공개일자 2016년08월16일

(56) 선행기술조사문헌
US20070258529 A1
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

삼성전자 주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

(72) 발명자

이병환

경기도 용인시 기흥구 강남동로 128 강남마을한라
비발디아파트 908동 603호 (상하동)

설지윤

경기도 성남시 분당구 불정로 179 정든마을동아2
단지아파트 208동 801호 (정자동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

윤동열

전체 청구항 수 : 총 19 항

심사관 : 김성태

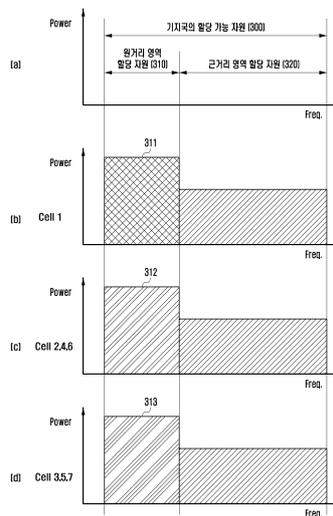
(54) 발명의 명칭 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 방법

(57) 요약

본 발명은 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호를 송수신하기 위한 장치 및 방법에 관한 것으로 특히 필터를 재사용하여 멀티 캐리어 신호를 송수신하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

본 발명의 일 실시 예에 따른 방법은, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호로 통신하는 기지국에서의 통신 방법으로, 셀 내부에 위치한 제1단말에 대하여 비직교성을 갖는 필터들을 할당하여 통신하는 단계; 상기 셀 가장자리에 위치한 제2단말에 대하여 둘 이상의 직교성을 갖는 필터 셋들 중 하나의 필터 셋을 선택하는 단계; 및 상기 선택된 필터 셋에 포함된 필터들 중 적어도 하나의 필터를 상기 제2단말에 할당하여 통신하는 단계;를 포함할 수 있다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

김경연

경기도 화성시 동탄반석로 96 솔빛마을경남아너스
빌아파트 403동 202호 (반송동)

김찬홍

경기도 화성시 병점4로 38, 서진빌 504호 (진안동)

윤여훈

경기도 화성시 태안로 85 한일타운아파트 103동
1305호 (병점동)

사공민

경기도 수원시 영통구 동탄원천로915번길 36 주공
그린빌아파트 307동 1503호 (매탄동)

정수룡

경기도 용인시 기흥구 흥덕1로79번길 37 흥덕마을
5단지호반베르디움아파트 503동 1704호 (영덕동)

(56) 선행기술조사문헌

US20070004337 A1

US20140233437 A1

US20080187065 A1

EP2713542 A

명세서

청구범위

청구항 1

필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호로 통신하는 기지국에서의 통신 방법에 있어서,

셀 내부에 위치한 제1단말에 대하여 비직교성을 갖는 필터들을 할당하여 통신하는 단계;

셀 가장자리에 위치한 제2단말에 대하여 둘 이상의 직교성을 갖는 필터 셋들 중 하나의 필터 셋을 선택하는 단계; 및

상기 선택된 필터 셋에 포함된 직교성을 갖는 필터들 중 적어도 하나의 직교성을 갖는 필터를 상기 제2단말에 할당하여 통신하는 단계;를 포함하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 둘 이상의 직교성을 갖는 필터 셋들 중 하나의 직교성을 갖는 필터 셋의 선택은 주파수 재사용 팩터에 기반하여 결정하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 선택된 직교성을 갖는 필터 셋에 포함된 직교성을 갖는 필터들 중 적어도 하나의 직교성을 갖는 필터의 선택은 셀 식별자 정보를 이용하여 선택하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 직교성을 갖는 필터 셋들 중 하나의 직교성을 갖는 필터 셋 선택 시 인접한 기지국으로 상기 선택된 상기 직교성을 갖는 필터 셋의 인덱스 정보를 제공하는 단계;를 더 포함하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 인접한 기지국으로 상기 선택된 상기 직교성을 갖는 필터 셋의 인덱스 정보 제공은 X2 인터페이스 또는 OAM 인터페이스를 사용하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

특정 단말로 둘 이상의 기지국이 협력 통신 방식으로 데이터를 송신할 시 상기 특정 단말로 데이터 전송의 주관 기지국 여부를 검사하는 단계;

상기 특정 단말에 대한 상기 주관 기지국이 아닌 경우 인접한 기지국으로부터 수신된 직교성을 갖는 필터로 상기 특정 단말로 송신할 데이터를 필터링하는 단계;를 더 포함하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 필터의 할당 전 인접한 기지국들에서 직교성을 갖는 프로토타입 필터의 할당 정보를 수신하는 단계;

상기 제2단말에 직교성을 갖는 프로토타입 필터 할당 시 상기 인접한 기지국들에서 할당된 직교성을 갖는 프로토타입 필터 셋을 제외하고 할당되지 않은 직교성을 갖는 프로토타입 필터 셋 중 적어도 하나의 직교성을 갖는 프로토타입 필터 셋을 할당하는 단계;를 더 포함하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제2단말에 직교성을 갖는 프로토타입 필터 할당 시 최적의 직교성을 갖는 프로토타입 필터 선택이 가능한 지를 검사하는 단계; 및

상기 최적의 직교성을 갖는 프로토타입 선택이 가능할 시 상기 프로토타입 필터들 중 단말과 통신 처리율이 가장 높은 직교성을 갖는 프로토타입 필터를 선택하는 단계;를 더 포함하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제2단말에 직교성을 갖는 프로토타입 필터 할당 시 상기 제2단말에 할당된 직교성을 갖는 프로토타입 필터 정보를 인접한 기지국들로 통보하는 단계를 더 포함하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 방법.

청구항 10

필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호로 통신하는 기지국의 송신 장치에 있어서,

송신할 데이터를 부호화하여 출력하는 부호부;

상기 부호화된 데이터를 변조 및 매핑하여 출력하는 변조 및 매핑부; 및

상기 변조 및 매핑된 부호화된 데이터를 입력으로 하여 역고속 푸리에 변환 및 정상 전력으로 통신이 가능한 제1단말에 비직교성 필터들 또는 상기 정상 전력에서 전력을 상승시켜 통신해야 하는 제2단말에 위한 직교성을 갖는 필터를 할당하여 출력하는 송신 필터 결정부;를 포함하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 송신 필터 결정부는,

직교성을 갖는 둘 이상의 필터 셋들 중 하나의 직교성을 갖는 필터 셋의 선택 시 주파수 재사용 팩터에 기반하여 결정하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 송신 필터 결정부는,

상기 선택된 직교성을 갖는 필터 셋에 포함된 직교성을 갖는 필터들 중 적어도 하나의 직교성을 갖는 필터의 선택은 셀 식별자 정보를 이용하여 선택하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 장치.

청구항 13

제10항에 있어서,

인접 기지국과 통신하기 위한 인터페이스;를 더 포함하며,

상기 송신 필터 결정부는,

상기 직교성을 갖는 필터 셋들 중 하나의 직교성을 갖는 필터 셋 선택 시 상기 인접 기지국으로 상기 선택된 직

교성을 갖는 필터 셋 인덱스 정보를 상기 인터페이스를 통해 제공하도록 제어하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 장치.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 인터페이스는,

X2 인터페이스 또는 OAM 인터페이스를 사용하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 장치.

청구항 15

제10항에 있어서, 상기 송신 필터 결정부는,

상기 변조 및 매핑된 부호화된 데이터를 역고속 푸리에 변환하는 IFFT 처리부;

상기 정상 전력으로 통신이 가능한 상기 제1단말에 할당하기 위한 상기 비직교성 필터들과 상기 정상 전력에서 전력을 상승시켜 통신해야 하는 상기 제2단말에 할당하기 위한 상기 직교성을 갖는 필터 셋들을 포함하며, 상기 IFFT 처리된 부호화된 데이터를 필터링하는 프로토타입 필터부; 및

상기 송신할 데이터를 수신하는 단말의 위치에 따라 상기 비직교성 필터들 중 하나 또는 직교성을 갖는 필터 셋들 중 하나를 선택하여 상기 프로토타입 필터부로 입력된 신호의 필터링을 제어하는 제어부;를 포함하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 장치.

청구항 16

제10항에 있어서, 상기 송신 필터 결정부는,

상기 정상 전력으로 통신이 가능한 상기 제1단말에 할당하기 위한 상기 비직교성 필터들과 상기 정상 전력에서 전력을 상승시켜 통신해야 하는 상기 제2단말에 할당하기 위한 상기 직교성을 갖는 필터 셋들을 포함하며, 상기 변조 및 매핑된 부호화된 데이터를 필터링하는 프로토타입 필터부;

상기 변조 및 매핑된 부호화된 데이터를 역고속 푸리에 변환하는 IFFT 처리부; 및

상기 송신할 데이터를 수신하는 단말의 위치에 따라 상기 비직교성 필터들 중 하나 또는 직교성을 갖는 필터 셋들 중 하나를 선택하여 상기 프로토타입 필터부로 입력된 신호의 필터링을 제어하는 제어부;를 포함하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 장치.

청구항 17

필터뱅크 기반의 멀티캐리어 신호로 데이터를 수신하기 위한 단말 장치에 있어서,

비직교성 필터 또는 직교성 필터로 입력된 신호를 필터링, FFT 처리하며, 상기 FFT 처리된 신호를 이용하여 채널을 추정하고 및 상기 FFT 처리된 신호를 채널 추정된 결과를 이용하여 등화하는 채널 수신부;

상기 등화된 신호를 송신 장치에서 매핑된 역 과정으로 디매핑하는 디매퍼;

상기 디매핑된 신호를 채널 복호하는 채널 복호기; 및

기지국으로부터 수신된 필터 정보를 이용하여 프로토타입 필터부에서 필터링할 필터를 선택하도록 제어하는 수신 제어부;를 포함하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 장치.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 채널 수신부는,

상기 입력된 신호를 상기 비직교성 필터 또는 상기 직교성 필터로 필터링하여 출력하는 프로토타입 필터부;

상기 필터링된 신호를 고속 푸리에 변환하여 출력하는 FFT 처리부;

상기 FFT 처리부의 출력을 이용하여 채널을 추정하는 채널 추정부; 및

상기 FFT 처리부에서의 출력을 상기 채널 추정부의 출력을 이용하여 등화하여 출력하는 이퀄라이저;를 포함하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 장치.

청구항 19

제17항에 있어서, 상기 채널 수신부는,

상기 입력된 신호를 고속 푸리에 변환하여 출력하는 FFT 처리부;

상기 FFT 처리부의 출력을 이용하여 채널을 추정하는 채널 추정부;

상기 FFT 처리부에서의 출력을 상기 채널 추정부의 출력을 이용하여 등화하여 출력하는 이퀄라이저;

상기 이퀄라이저의 출력을 상기 비직교성 필터 또는 상기 직교성 필터로 필터링하여 출력하는 프로토타입 필터부;를 포함하는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호 송수신을 위한 필터 재사용 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호를 송수신하기 위한 장치 및 방법에 관한 것으로 특히 필터를 재사용하여 멀티 캐리어 신호를 송수신하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 통신 시스템에서 데이터의 수요가 증가하면서, 3세대(3G) 이동통신 방식으로 대표되는 CDMA 방식을 사용하던 무선 통신 시스템에서 보다 많은 양의 데이터를 빠르게 전송하기 위해 4세대(4G)에서는 OFDMA 방식을 사용하게 이르렀다. OFDMA 방식은 직교하는 다수의 주파수 성분을 이용하여 데이터를 전송함으로써 3세대 무선 통신 방식인 CDMA 방식보다 많은 양의 데이터를 고속으로 전송할 수 있게 되었다. 이러한 OFDM 방식은 LTE 및 LTE-A의 이동통신 시스템은 물론, Wibro 등의 다양한 무선 통신 시스템에서 채택되어 사용되고 있다.

[0003] 하지만, 사용자가 요구하는 데이터의 양은 기하급수적으로 증가하고 있고, 다음 세대(beyond 4G)의 무선 통신 시스템에서는 CP-OFDM(cyclic prefixed orthogonal frequency division multiplexing) 보다 효율적인 다중접속(multiple access) 기술이 필요하다.

[0004] 이처럼 OFDMA 방식의 무선 통신 시스템에서 전송할 수 있는 양보다 많은 양의 데이터를 전송하기 위한 기술들 중 하나로 대두되고 있는 대표적인 후보 기술 중 하나로 FBMC 무선 통신 방식이 있다.

[0005] FBMC 시스템은 기존 CP-OFDM과 비교하여 볼 때, CP를 전송하지 않는다는 점에서 심볼 전송률 상에서 큰 이득을 가져올 것으로 기대하고 있다. 송신 신호 관점에서 FBMC의 대표적인 특징으로는 사용되는 필터가 시간 축에서 긴 구간을 차지한다는 것이고, 효과적인 심볼 전송률을 위해 심볼을 중첩전송 한다는 것이다. 결과적으로 이러한 방식이 긴 데이터를 연속적으로 전송하는 경우에, 기존 CP-OFDM에서 CP없이 보내는 방식과 동일한 심볼 전송률을 가능하게 하였다.

[0006] 한편, 무선 통신 시스템에서는 한정된 자원을 재사용하기 위한 방식에 대해 많은 연구가 이루어져 왔다. 기존 셀룰라 시스템에서는 셀 간 간섭을 줄이기 위해 각 셀의 가상 섹터에서 일부의 자원(resource block, RB)에 대하여 주파수 재사용(Frequency Reuse) 방식을 통해 간섭을 회피하였다.

[0007] 하지만, 이러한 방식은 상향링크에서 인접 셀 단말로부터의 간섭이 여전히 존재하고, 매크로 셀(Macro Cell)과 스몰 셀(Small Cell)이 공존하는 복합 네트워크(HetNet)의 경우 셀 간 간섭 제어가 용이하지 않다. 또한 대부분의 공백 서브 프레임(Almost Blank Subframe, ABS)이 포함된 eICIC를 적용하는 경우에도 간섭 제어가 용이하지 않다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서 본 발명에서는 다중 셀 환경 하에서 필터 뱅크 기반의 멀티캐리어 전송에서 인접 셀 간섭을 최소화할 수 있는 장치 및 방법을 제공한다.

[0009] 또한 본 발명에서는 상향링크 다중 사용자 접속 환경에서 직교화된 프로토타입 필터(Prototype Filter)를 통한 간섭을 최소화할 수 있는 장치 및 방법을 제공한다.

[0010] 또한 본 발명에서는 스몰 셀 환경에서 매크로 셀과 스몰 셀 간 간섭 최소화 및 스케줄링을 단순화할 수 있는 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 실시 예에 따른 방법은, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호로 통신하는 기지국에서의 통신 방법으로, 셀 내부에 위치한 제1단말에 대하여 비직교성을 갖는 필터들을 할당하여 통신하는 단계; 상기 셀 가장자리에 위치한 제2단말에 대하여 둘 이상의 직교성을 갖는 필터 셋들 중 하나의 필터 셋을 선택하는 단계; 및 상기 선택된 필터 셋에 포함된 필터들 중 적어도 하나의 필터를 상기 제2단말에 할당하여 통신하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시 예에 따른 송신 장치는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호로 통신하는 기지국의 송신 장치로, 송신할 데이터를 부호화하여 출력하는 부호부; 상기 부호화된 신호를 변조 및 매핑하여 출력하는 변조 및 매핑부; 상기 변조 및 매핑된 신호를 역고속 푸리에 변환하는 IFFT 처리부; 정상 전력으로 통신이 가능한 제1단말에 할당하기 위한 비직교성을 필터들과 상기 정상 전력에서 전력을 상승시켜 통신해야 하는 제2단말에 할당하기 위한 직교성을 갖는 필터 셋들을 포함하며, 상기 IFFT 처리된 심볼을 필터링하는 프로토타입 필터부; 및 상기 송신할 데이터를 수신하는 단말의 위치에 따라 상기 비직교성 필터들 중 하나 또는 직교성을 갖는 필터 셋들 중 하나를 선택하여 상기 프로토타입 필터부로 입력된 신호의 필터링을 제어하는 제어부;를 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 송신 장치는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호로 통신하는 기지국의 송신 장치로, 송신할 데이터를 부호화하여 출력하는 부호부; 상기 부호화된 신호를 변조 및 매핑하여 출력하는 변조 및 매핑부; 정상 전력으로 통신이 가능한 제1단말에 할당하기 위한 비직교성을 필터들과 상기 정상 전력에서 전력을 상승시켜 통신해야 하는 제2단말에 할당하기 위한 직교성을 갖는 필터 셋들을 포함하며, 상기 변조 및 매핑된 심볼을 필터링하는 프로토타입 필터부; 상기 변조 및 매핑된 신호를 역고속 푸리에 변환하는 IFFT 처리부; 및 상기 송신할 데이터를 수신하는 단말의 위치에 따라 상기 비직교성 필터들 중 하나 또는 직교성을 갖는 필터 셋들 중 하나를 선택하여 상기 프로토타입 필터부로 입력된 신호의 필터링을 제어하는 제어부;를 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시 예에 따른 수신 장치는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호로 데이터를 수신하기 위한 단말 장치로, 비직교성 필터들과 직교성 필터를 가지며, 입력된 신호를 필터링하여 출력하는 프로토타입 필터부; 상기 필터링된 신호를 고속 푸리에 변환하여 출력하는 FFT 처리부; 상기 FFT 처리부의 출력을 이용하여 채널을 추정하는 채널 추정부; 상기 FFT 처리부에서 출력된 심볼을 상기 채널 추정부의 출력을 이용하여 등화하여 출력하는 이퀄라이저; 상기 등화된 신호를 송신 장치에서 매핑된 역 과정으로 디매핑하는 디매핑부; 상기 디매핑된 신호를 채널 복호하는 채널 복호기; 및 기지국으로부터 수신된 필터 정보를 이용하여 상기 프로토타입 필터부에서 필터링할 필터를 선택하도록 제어하는 수신 제어부;를 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 수신 장치는, 필터뱅크 기반의 멀티 캐리어 신호로 데이터를 수신하기 위한 단말 장치로, 상기 필터링된 신호를 고속 푸리에 변환하여 출력하는 FFT 처리부; 상기 FFT 처리부의 출력을 이용하여 채널을 추정하는 채널 추정부; 상기 FFT 처리부에서 출력된 심볼을 상기 채널 추정부의 출력을 이용하여 등화하여 출력하는 이퀄라이저; 비직교성 필터들과 직교성 필터를 가지며, 상기 이퀄라이저의 출력을 필터링하여 출력하는 프로토타입 필터부; 상기 필터링된 신호를 송신 장치에서 매핑된 역 과정으로 디매핑하는 디매핑부; 상기 디매핑된 신호를 채널 복호하는 채널 복호기; 및 기지국으로부터 수신된 필터 정보를 이용하여 상기 프로토타입 필터부에서 필터링할 필터를 선택하도록 제어하는 수신 제어부;를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명을 적용하면, 다중 셀 환경 하에서 필터 뱅크 기반의 멀티캐리어 전송에서 인접 셀 간섭을 최소화할 수 있다. 특히 상향링크 다중 사용자 접속 환경에서 직교화된 프로토타입 필터(Prototype Filter)를 통한 간섭을 최소화할 수 있다. 또한 본 발명에 따르면, 스몰 셀 환경에서 매크로 셀과 스몰 셀 간 간섭 최소화할 수 있을 뿐 아니라 스케줄링을 단순화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 셀룰러 네트워크의 일반적인 형상을 기지국으로부터 근거리 영역과 원거리 영역으로 구분하여 도시한 도면,

도 2는 도 1에 도시한 셀룰러 네트워크에서 각 셀들의 주파수 재사용 영역을 설명하기 위한 도면,
 도 3은 필터뱅크 방식을 사용하는 셀룰러 네트워크에서 본 발명에 따른 자원 재사용 방법을 설명하기 위한 자원 분배 개념도,
 도 4a 및 도 4b는 셀룰러 네트워크에서 본 발명에 따른 프로토타입 필터들을 배치하는 경우를 설명하기 위한 개념적 예시도,
 도 5는 본 발명에 따라 준-고정 또는 동적으로 프로토타입 필터 셋을 할당하는 경우 기지국 상호간 정보의 교환을 설명하기 위한 예시도,
 도 6a 및 도 6b는 본 발명에 따른 하향링크 및 상향링크 간섭 최소화를 설명하기 위한 일 예시도들,
 도 7은 본 발명에 따른 자원 할당 방식을 HetNet에 적용하는 경우를 설명하기 위한 HetNet의 개념도,
 도 8a는 본 발명에 따른 필터 셋을 이용하여 데이터를 송신 및 수신하기 위한 전체 블록 구성도,
 도 8b는 본 발명의 일 실시 예에 따라 필터 셋을 이용하여 데이터를 송신하기 위한 송신 장치의 블록 구성도,
 도 8c는 본 발명의 다른 실시 예에 따라 필터 셋을 이용하여 데이터를 송신하기 위한 송신 장치의 블록 구성도,
 도 9a는 본 발명의 일 실시 예에 따라 필터 셋을 이용하여 데이터를 수신하기 위한 수신 장치의 블록 구성도,
 도 9b는 본 발명의 다른 실시 예에 따라 필터 셋을 이용하여 데이터를 수신하기 위한 수신 장치의 블록 구성도,
 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따라 기지국에서 프로토타입 필터 선택 시의 제어 흐름도,
 도 11은 본 발명의 다른 실시 예에 따라 기지국에서 프로토타입 필터 선택 시의 제어 흐름도,
 도 12는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따라 기지국에서 프로토타입 필터 선택 시의 제어 흐름도,
 도 13a는 eICIC Rel. 10의 표준 규격에 따른 서브프레임 구조를 예시한 도면,
 도 13b 내지 도 13d는 본 발명에 따라 서브프레임 구조를 변경하여 자원을 할당하기 위한 방법을 예시한 도면들.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 다양한 실시 예들을 상세히 설명한다. 이때, 첨부된 도면들에서 동일한 구성 요소는 가능한 동일한 부호로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한 이하에 첨부된 본 발명의 도면은 본 발명의 이해를 돕기 위해 제공되는 것으로, 본 발명의 도면에 예시된 형태 또는 배치 등에 본 발명이 제한되지 않음에 유의해야 한다. 또한 본 발명의 요지를 흐리게 할 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략할 것이다. 하기의 설명에서는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 동작을 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며, 그 이외 부분의 설명은 본 발명의 요지를 흐트리지 않도록 생략될 것이라는 것을 유의하여야 한다.
- [0019] 먼저 널리 사용되고 있는 셀룰러 네트워크의 형상을 첨부된 도 1을 참조하여 살펴보기로 하자.
- [0020] 도 1은 셀룰러 네트워크의 일반적인 형상을 기지국으로부터 근거리 영역과 원거리 영역으로 구분하여 도시한 도면이다.
- [0021] 도 1에 도시한 육각형의 셀들은 하나의 기지국으로부터의 통신 영역을 의미한다. 따라서 도 1에는 제1셀(Ce11 1)(101), 제2셀(Ce11 2)(102), 제3셀(Ce11 3)(103), 제4셀(Ce11 4)(104), 제5셀(Ce11 5)(105), 제6셀(Ce11 6)(106) 및 제7셀(Ce11 7)(107)을 예시하였다. 또한 각 셀들(101, 102, ..., 107)은 모두 기지국으로부터 근거리 영역들(101a, 102a, 103a, 104a, 105a, 106a, 107a)과 기지국으로부터 원거리 영역들(101b, 102b, 103b, 104b, 105b, 106b, 107b)로 구분하여 도시하였다.
- [0022] 위와 같이 구분된 각 셀들(101, 102, ..., 107)의 근거리 영역들(101a, 102a, ..., 107a)에서는 다른 셀로부터의 간섭을 고려하지 않아도 되는 영역들이며, 원거리 영역들(101b, 102b, ..., 107b)은 다른 셀로부터의 간섭을 고려해야 하는 영역들이다.
- [0023] 이상에서 설명한 근거리 영역들과 원거리 영역들의 구분은 기지국에서 단말로 데이터 전송 시 전력을 상승시켜 (power boost) 전송해야 하는 단말의 경우 원거리 영역에 위치한 단말이 될 수 있다. 또한 단말의 위치 정보를 기지국에서 획득할 수 있는 경우 단말의 위치 정보에 기반하여 근거리 영역에 위치한 단말 또는 원거리 영역에

위치한 단말을 결정할 수 있다. 따라서 도 1에 도시한 근거리 영역들과 원거리 영역들은 이상적인 경우의 예시이며, 실제 적용 환경에서는 도 1과 상당히 다른 형태가 될 수 있음에 유의하자.

- [0024] 한편, 이상에서 설명한 바와 같은 셀룰러 네트워크에서 주파수 재사용 방법을 이용하여 간섭을 회피하였다. 이를 첨부된 도 2를 참조하여 주파수 재사용 방법을 살펴보기로 하자.
- [0025] 도 2는 도 1에 도시한 셀룰러 네트워크에서 각 셀들의 주파수 재사용 영역을 설명하기 위한 도면이다.
- [0026] 도 2의 (a)는 기지국에서 할당 가능한 자원(200)을 근거리 영역에 할당할 자원(210)과 원거리 영역에 할당할 자원(220)으로 구분하고 있다. 도 2의 (b) 내지 도 2의 (d)는 도 1에 도시한 셀룰러 네트워크에서 각 셀의 위치에 따라 할당되는 자원들을 예시하고 있다. 이를 좀 더 구체적으로 살펴보면 아래와 같다.
- [0027] 제1셀(101) 내지 제7셀(107)들에서 각각의 기지국들로부터 근거리 영역들(101a, 102a, ..., 107a)에는 도 2의 (a)에 예시한 바와 같이 근거리 영역 할당 자원(210)들이 모두 할당될 수 있다. 예컨대, 제1셀(101)의 근거리 영역에 위치한 제1단말(도면에 미도시)에 근거리 영역 할당 자원(210) 중 일부 자원이 할당된 경우 동일 시점에서 동일한 자원이 제2셀(102)의 근거리 영역에 위치한 제2단말(도면에 미도시)에 할당될 수 있다. 이는 제2셀(102) 뿐 아니라 제3셀(103) 내지 제7셀(107)에 모두 적용될 수 있다.
- [0028] 반면에 원거리 영역 할당 자원(220)은 각 셀마다 할당할 수 있는 자원이 서로 다르게 구성된다. 먼저 원거리 영역 할당 자원(220)은 도 1에 예시한 바와 같이 서로 다른 인접 셀과 간섭이 없도록 하기 위해서 서로 다른 3개의 자원 영역들(221, 222, 223)로 구분할 수 있다. 이처럼 구분된 각 자원 영역들(221, 222, 223)이 서로 간섭이 발생하지 않도록 셀마다 할당할 수 있는 자원 영역들을 배분하여 사용하도록 할 수 있다.
- [0029] 예컨대, 도 2의 (b) 내지 (d)에 예시한 바와 같이 제1셀(101)의 원거리 영역(101b)에 위치한 단말(들)에는 원거리 영역 할당 자원(220) 중 제1자원 영역(211)만을 할당할 수 있고, 제2셀(102), 제4셀(104) 및 제6셀(106)의 원거리 영역들(102b, 104b, 106b)에 위치한 단말들에는 원거리 영역 할당 자원(220) 중 제2자원 영역(222)만을 할당할 수 있으며, 제3셀(103), 제5셀(105) 및 제7셀(107)의 원거리 영역들(103b, 105b, 107b)에 위치한 단말들에는 원거리 영역 할당 자원(220) 중 제3자원 영역(223)만을 할당할 수 있다.
- [0030] 그러면 이하에서 본 발명에 따른 필터뱅크 방식을 사용하는 네트워크에서 자원의 재사용 방법에 대하여 살펴보기로 하자.
- [0031] 도 3은 필터뱅크 방식을 사용하는 셀룰러 네트워크에서 본 발명에 따른 자원 재사용 방법을 설명하기 위한 자원 분배 개념도이다.
- [0032] 도 3의 (a)는 기지국에서 할당 가능한 자원(300)을 원거리 영역에 할당할 자원(310)과 근거리 영역에 할당할 자원(320)으로 구분하고 있다. 도 3의 (b) 내지 도 3의 (d)는 도 1에 도시한 셀룰러 네트워크에서 각 셀의 위치에 따라 할당되는 자원들을 예시하고 있다. 이를 좀 더 구체적으로 살펴보면 아래와 같다.
- [0033] 제1셀(101) 내지 제7셀(107)들에서 각각의 기지국들로부터 근거리 영역들(101a, 102a, ..., 107a)에는 도 3의 (a)에 예시한 바와 같이 근거리 영역 할당 자원(320)들이 모두 할당될 수 있다. 이때, 근거리 영역 할당 자원(320)은 직교성을 갖지 않는 프로토타입(prototype) 필터들을 사용할 수 있다. 이처럼 직교성을 갖지 않는 프로토타입 필터들은 다양한 형태로 생성할 수 있으므로, 셀 내부의 근거리 영역에서 용량(capacity)을 최대화 할 수 있다.
- [0034] 또한 제1셀(101) 내지 제7셀(107)들에서 각각의 기지국들로부터 원거리 영역들(101b, 102b, ..., 107b)에는 도 3의 (a)에 예시한 바와 같이 원거리 영역에 할당할 수 있는 자원(310)들이 모두 할당될 수 있다. 다만, 원거리 영역에 할당할 수 있는 자원들에 대해서는 직교성을 갖는 필터들을 적용하도록 한다. 따라서 원거리 영역들(101b, 102b, ..., 107b)에 직교성을 갖는 필터들을 적용함으로써 원거리 영역에 위치한 단말들은 인접한 셀들로부터의 간섭을 최소화할 수 있다.
- [0035] 이를 좀 더 상세히 살펴보면, 제1셀(101)의 근거리 영역에 위치한 제1단말(도면에 미도시)에 근거리 영역 할당 자원(210) 중 일부 자원이 할당된 경우 동일 시점에서 동일한 자원이 제2셀(102)의 근거리 영역에 위치한 제2단말(도면에 미도시)에 할당될 수 있다. 이는 제2셀(102) 뿐 아니라 제3셀(103) 내지 제7셀(107)에 모두 적용될 수 있다. 또한 각 셀의 근거리 영역에 위치한 단말들에는 직교성을 갖지 않는 프로토타입 필터들이 사용될 수 있다.
- [0036] 이때, 도 3의 (b), (c) 및 (d)에 예시한 바와 같이 각 프로토타입 필터들은 서로 다른 필터 셋이 될 수 있다.

가령, 제1셀(101)의 근거리 영역(101a)에 위치한 단말들이 사용하는 필터들은 직교성을 갖지 않는 제1필터 셋(P_1)이 선택되고, 제2셀(102), 제4셀(104) 및 제6셀(106)의 근거리 영역들(102b, 104b, 106b)에 위치한 단말들이 사용하는 필터들은 직교성을 갖지 않는 제2필터 셋(P_2)이 선택되며, 제3셀(103), 제5셀(105) 및 제7셀(107)의 근거리 영역들(103b, 105b, 107b)에 위치한 단말들이 사용하는 필터들은 직교성을 갖지 않는 제3필터 셋(P_3)이 선택될 수 있다.

[0037] 반면에 원거리 영역 할당 자원(220)은 주파수 자원은 모두 할당할 수 있으나, 프로토타입 필터들이 직교성을 갖는 필터들을 사용한다. 즉, 제1셀(101)의 원거리 영역(101a)에 할당하는 프로토타입 제4필터 셋(P_4)과 제2셀(102), 및 제6셀(106)의 원거리 영역들(102a, 104a, 106a)에 위치한 단말들이 사용하는 프로토타입 필터들은 직교성을 갖는 프로토타입 제5필터 셋(P_5)이 선택되며, 제3셀(103), 제5셀(105) 및 제7셀(107)의 원거리 영역들(103a, 105a, 107a)에 위치한 단말들이 사용하는 필터들은 직교성을 갖는 프로토타입 제6필터 셋(P_6)이 선택될 수 있다.

[0038] 이처럼 직교화된 다중 필터 셋은 QAM-FBMC 방식에서 사용되고 있다. 따라서 QAM-FBMC 방식을 사용하는 경우 셀 간 직교화된 필터를 쉽게 적용할 수 있다. 또한 직교화된 프로토타입 필터 셋을 적용할 경우 동일한 프로토타입 필터 생성 제약(constraint)에 직교 필터 수만 늘린 필터 셋(filter set)을 생성하여 사용할 수 있다.

[0039] 그러면 이하에서 직교화된 필터를 만들기 위한 방법들을 간략히 살펴보기로 하자. 직교화된 필터를 생성하는 방법은 여러 가지가 존재한다. 직교화된 필터를 생성하기 위한 제약 조건에는 신호 대비 간섭비(Signal to Interference Ratio, SIR) 주파수 밀집도(Spectrum Confinement), 시간 밀집도(Time Confinement) 등을 사용하게 된다. 일 예로, 하기 <수학식 1>의 최적화된 함수는 여러 제약 조건 중 신호 대비 간섭비와 주파수 밀집도를 이용하여 복수 개의 직교화된 필터를 생성하는 방법을 나타낸다.

수학식 1

$$\begin{aligned} & \underset{\mathbf{P}_{T,b,0}}{\text{minimize}} \quad 2L \sum_{(b',s')}^{\text{all sc}} \left(\sum_{k=0}^{2L-1} \left| \sum_{m=0}^{M-1} P_{T,b,s}^{2N}[k-2Lm] P_{T,b',s'}^{2N}[k-2Lm]^* \right|^2 \right) - 1 \\ & \text{subject to} \quad \left| \sum_{k=1}^L k^q \text{Re}\{P_{T,b,s}[k]\} \right| < 10^{-7}, \quad q = 0, 2, 4 \\ & \quad \quad \quad \left| \sum_{k=1}^L k^r \text{Im}\{P_{T,b,s}[k]\} \right| < 10^{-7}, \quad r = 1, 3, 5 \\ & \quad \quad \quad P_{T,b,s}[k] = 0, \quad L - 1 + N_{\text{tap}} < k < N - (L - 1) - N_{\text{tap}} \end{aligned}$$

[0040]

[0041] 위의 <수학식 1>에서 첫 번째 행의 연산은 신호 대비 간섭비 비용 함수이며, 두 번째 행 이하의 연산은 주파수 밀집도 제약조건에 해당한다.

[0042] 또한 상기 최적화 함수에서 프로토타입 필터 P_T 의 아래 첨자 b 는 직교화된 필터의 번호를 나타내는 것으로, 직교화된 필터의 수에 따라 b 의 범위가 결정된다.

[0043] P_T 의 하첨자 b 는 직교화된 필터의 수의 인덱스이고, s 는 원형 필터의 Sibling을 나타내며, 기본 필터(Base filter)를 주파수 축에서 쉬프트(Shift)하여 생성한 필터이다. 또한, (b', s') 은 (b, s) 그 자신을 포함하여, 간섭을 일으키는 모든 특정 필터의 인덱스 쌍을 의미한다. all sc는 (b', s') 에 해당하는 모든 서브캐리어를 의미한다.

[0044] 위 <수학식 1>에서 $2L$ 의 L 은 L 은 원형 필터로 필터링 하기 이전에 하나의 심볼이(예를 들어, FBMC 심볼이 되기 이전의 OFDM 심볼) 필터링 이후에 시간 축에서 얼마나 중첩되는 지를 나타내는 인덱스이다. 또한 M 은 원형 필터로 필터링 하기 이전에 하나의 심볼(예를 들어, FBMC 심볼이 되기 이전의 OFDM 심볼)의 심볼의 샘플 크기를 타

나낸다. 또한 위 <수학식 1>에서 주파수 축의 원형 필터 길이는 $(2L-1) + 2N_{tap}$ 으로 결정되는데, 여기서 N_{tap} 은 중첩지수 L 로 이루어진 필터 계수 개수 이외에 0(DC)을 중심으로 한쪽 방향의 추가적인 필터 계수 개수를 의미한다. 아울러 k 는 주파수 인덱스이며, l 은 주파수 축에서 형성되는 0이 아닌 필터 계수의 개수를 한정하기 위한 수이며, q, r 은 시간 축에서 불연속성의 최대치를 조정하는 지수이다. 참고로, L_m 은 L 과 m 의 곱이다.

[0045] 이처럼 직교화된 특성을 가지는 프로토타입 필터 셋은 송신 필터와 정합되지만, 송신 필터와 일치하지 않는 수신 필터를 사용하는 경우에만 수신 신호 간섭 대비 잡음비(SINR)가 최대화 되는 특성을 가진다. 따라서 필터 बैं크 기반의 멀티-캐리어 시스템에서 직교화된 프로토타입 필터 셋을 사용하는 경우 각 수신 노드에게 지정되지 않은 직교화된 다른 필터를 사용하는 신호에 대해서 간섭이 최소화된다. 다만, 직교화된 필터를 사용함으로써 인해 수율(Throughput)은 직교화된 필터 셋(Filter Set)의 수만큼 줄어들게 된다. 예컨대, 3개의 직교화된 필터 셋을 사용하는 경우 수율은 1/3이 된다.

[0046] 이러한 직교화된 프로토타입 필터 셋을 사용하는 경우 단말의 입장에서 수신 신호 특성은 직교화된 다른 필터 셋으로부터 수신된 신호는 제거할 수 있다. 또한 직교화된 필터들을 선택하는 방법은 본 발명에서는 논외로 한다. 이는 단말과 기지국 상호간 최적의 필터에 대한 정보를 상호 교환 또는 단말로부터의 피드백(feedback)을 통해 최적의 필터를 선택할 수 있다. 즉, 단말에 할당되는 자원은 고정되어 사용될 수도 있고, 단말로부터의 피드백 또는 기지국과 단말 상호간 최적의 필터에 대한 정보를 교환하여 기지국에서 스케줄링 동작에 의해 변경할 수 있다.

[0047] 또한 본 발명에 따른 직교화된 프로토타입 필터 셋을 적용하는 경우 복수의 셀 가장자리(Cell Edge)에 단말이 위치하는 경우에 간섭을 최소화할 수 있다. 뿐만 아니라 프로토타입 필터링(Prototype Filtering)에 따른 주파수 다이버시티(Frequency Diversity) 효과로 인해 셀 가장자리(Cell edge)의 주파수 선택도(Frequency Selectivity)가 감소한다. 만일 k 개의 직교화된 필터 셋을 적용하는 경우 k 배의 주파수 다이버시티 효과를 갖는다.

[0048] 도 4a 및 도 4b는 셀룰러 네트워크에서 본 발명에 따른 프로토타입 필터들을 배치하는 경우를 설명하기 위한 개념적 예시도이다.

[0049] 도 4a를 참조하면, 도 4a에는 셀룰러 네트워크에서 비직교화된(non-orthogonal) 필터 셋을 사용하는 경우를 예시하고 있다. 즉, 셀룰러 네트워크의 모든 기지국들은 비직교화된 필터 셋을 사용할 수 있다. 만일 P_1 부터 P_N 까지의 N 개의 비직교화된 필터 셋이 존재한다고 가정하면, 셀룰러 네트워크의 모든 기지국들에서는 동일하게 N 개의 비직교화된 필터 셋을 사용할 수 있다. 즉, 특정 셀 401에서 P_1 부터 P_N 까지의 N 개의 비직교화된 필터 셋이 사용될 수 있으며, 그 외의 다른 셀에서도 동일하게 P_1 부터 P_N 까지의 N 개의 비직교화된 필터 셋을 사용할 수 있다. 이처럼 비직교화된 필터 셋을 사용하는 경우는 앞에서 살펴본 바와 같이 기지국의 근거리 영역에 위치한 단말들에 할당하기 위한 셋이다.

[0050] 다음으로 도 4b를 참조하면, 셀룰러 네트워크의 각 셀마다 서로 다른 직교화된(orthogonal) 필터 셋을 사용하는 경우이다. 도 4b에 예시한 바와 같이 인접한 서로 다른 3개의 셀들(411)에 각각 서로 다른 직교하는 필터 셋들이 할당될 수 있다. 가령 인접한 서로 다른 3개의 셀들(411)에 포함된 A 셀, B셀 및 C셀에 직교하는 서로 다른 필터 셋을 할당하는 경우 하기 <표 1>과 같이 할당할 수 있다.

표 1

A셀 할당 필터 셋	B셀 할당 필터 셋	C셀 할당 필터 셋
$P_{1,1,3}$	$P_{1,2,3}$	$P_{1,3,3}$
...
$P_{N,1,3}$	$P_{N,2,3}$	$P_{N,3,3}$

[0051]

[0052] 위의 <표 1>에서 아래첨자 중 가장 첫 번째 첨자는 송수신을 위한 필터의 길이를 나타내며, 두 번째 첨자는 선택된 직교 프로토타입 필터 인덱스를 나타내고, 마지막 세 번째 첨자는 전체 프로토타입 필터의 개수를 의미한다.

다.

- [0053] 즉, A셀에 할당할 필터 셋과 B셀에 할당할 필터 셋 및 C셀에 할당할 필터 셋을 서로 다른 필터 셋이 되도록 <표 1>과 같이 구성하고, 각 셀에서 해당하는 필터 셋을 사용하도록 한다. 이처럼 인접한 서로 다른 3개의 셀에서 각각 서로 다른 필터 셋을 사용하도록 구성하면, 도 4b에 예시한 바와 같은 형태의 셀룰러 네트워크에서는 인접한 셀들간 간섭을 최소화할 수 있다. 또한 이는 앞서 설명한 바와 같이 기지국으로부터 근거리 영역이 아닌 원거리 영역에 위치한 단말들에만 적용하는 경우 전체 수율을 높일 수 있다.
- [0054] 도 4b에 예시한 바와 같이 직교화된 필터 셋을 설정할 시 고정된(static) 프로토타입의 필터들을 사용할 수 있다. 이처럼 고정된 프로토타입 필터들의 셋을 설정하는 경우 기지국 상호간 정보 교환을 위한 별도의 인터페이스가 필요하지 않게 된다. 그러면 고정된 프로토타입 필터들의 셋을 설정하기 위한 방법으로 주파수 재사용 팩터(Frequency Reuse Factor)와 셀 식별자(Cell ID) 정보를 이용하여 각 기지국마다 고정된 프로토타입 필터들의 셋을 설정할 수 있다. 예컨대, 주파수 재사용 팩터(Frequency Reuse Factor)에 의해서 직교 필터 셋(Orthogonal Filter Set)이 결정되고, 그 중에서 몇 번째 서브 셋(Subset)을 사용하느냐는 셀 식별자(Cell ID)에 의해서 결정하도록 할 수 있다.
- [0055] 또한 기지국(eNB)에서 셀 가장자리(Cell Edge)에 위치한 단말 또는 스몰 셀(Small Cell) 단말을 위해 할당하는 자원 또는 서브프레임에 직교 필터 서브 셋을 적용할 수 있다. 이처럼 구성하면 HetNet의 경우를 충족할 수 있다. 이에 대해서는 이하에서 더 상세히 살펴보기로 한다.
- [0056] 또한 셀 가장자리에 위치한 단말을 위해 할당할 자원을 미리 결정할 수도 있다. 이러한 경우 고정된 자원 할당으로 인해 성능 제한이 발생할 수 있으나, 스케줄링 관점에서 이득을 볼 수 있다.
- [0057] 이상에서는 도 4a 및 도 4b를 참조하여 셀룰러 네트워크에서 고정된 프로토타입 필터 셋을 설정하는 방법에 대하여 살펴보았다. 본 발명에서는 고정된 프로토타입 필터 셋의 설정 뿐 아니라 준-고정(Semi-Static) 또는 동적(Dynamic) 프로토타입 필터 셋의 재사용도 가능하다. 준-고정 또는 동적으로 프로토타입 필터 셋을 할당하는 경우에는 기지국 상호간 정보의 교환이 필요하다. 이를 첨부된 도 5를 참조하여 살펴보기로 하자.
- [0058] 도 5는 본 발명에 따라 준-고정 또는 동적으로 프로토타입 필터 셋을 할당하는 경우 기지국 상호간 정보의 교환을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0059] 제1기지국(510)과 제2기지국(520)은 각각 제1기지국 영역(511)과 제2기지국 영역(521)을 가지며, 상호 인접한 기지국들이다. 이처럼 상호 인접한 기지국들은 앞서 설명한 바와 같이 직교하는 필터 셋을 서로 다르게 사용하여만 셀 가장자리에서의 간섭을 최소화할 수 있다. 따라서 제1기지국(510)과 제2기지국(520)은 상호간 자신이 선택한 직교하는 필터 셋에 대한 정보를 상호 공유해야 한다. 이를 위해 기지국들 상호간 정보 교환을 위한 별도의 인터페이스(도 5에 도시하지 않음)를 가져야 한다. 예컨대, 기지국 상호간 정보를 교환하기 위한 인터페이스는 운용, 관리 및 유지보수(operations, administration, and maintenance, OAM) 인터페이스 또는 X2 인터페이스 등이 있다.
- [0060] 이때, 앞서 설명한 바와 같이 제1기지국(510)이 제1기지국(510)의 셀 가장자리에 위치한 단말에 자원을 할당하고자 하는 경우 동적으로 자원을 할당할 수 있다. 제1기지국(510)은 직교하는 프로토타입 필터 셋들 중 하나의 필터 셋을 선택하여 특정 단말에 필터 서브 셋을 할당하는 경우 직교하는 프로토타입 필터 셋들 중 선택된 필터 셋의 인덱스 정보(500)를 제2기지국(520)으로 전달해야 한다.
- [0061] 예컨대, 제1기지국(510)이 앞서 <표 1>에서 설명한 직교하는 필터 셋들 중 A셀에 할당하는 자원의 필터 셋이 선택된 경우 A셀에 할당하는 자원에 대한 필터 셋 인덱스 정보를 제2기지국(520)으로 전송한다. 그러면 제2기지국(520)은 원거리 영역 즉, 셀 가장자리에 위치한 다른 단말에 자원을 할당할 경우 제1기지국(510)이 선택하지 않은 직교하는 필터 셋들 중 하나를 선택하여 자원을 할당할 수 있다. 앞선 예에 따르면, 제2기지국(520)은 B셀에 할당하기 위한 필터 셋 또는 C셀에 할당하기 위한 필터 셋 중 하나의 필터 셋을 선택할 수 있다.
- [0062] 이때, 기지국 상호간 제공되는 직교 필터 인덱스 정보의 양은 직교 프로토타입 필터 셋의 비트 수(Orthogonal Prototype Filter Set bit 수)와 선택된 프로토타입 필터 서브 셋의 비트 수(Selected Prototype Filter Subset bit 수)의 합을 자원(RB)으로 나눈 값이 될 수 있다. 따라서 Fmax가 12인 경우 자원(RB) 또는 서브프레임 당 8비트를 전송하게 된다. 이를 좀 더 설명하면, 최대 주파수 재사용 팩터(Frequency Reuse Factor) F가 3인 경우, 필요한 직교 프로토타입 필터의 수는 2비트로 표현될 수 있다. 따라서, 기지국은 사용할 프로토타입 필터 서브 셋을 의미하는 2비트와 실제 사용하게 되는 프로토타입 필터를 의미하는 2비트로 구성된 총 4비트의

직교 프로토타입 필터에 대한 정보를 교환할 수 있다.

[0063] 이를 통해 셀 가장자리(cell edge)를 위한 일정 RB 그룹으로 이루어진 할당 자원, 또는 Small Cell 등의 HetNet 접속을 위한 서브프레임 별로 직교 프로토타입 필터를 이용하여 간섭을 최소화할 수 있다.

[0064] 앞서 설명한 바와 같이 주파수 재사용 팩터가 F 인 경우 기지국이 선택하게 되는 직교 프로토타입 필터 서브셋 수와 해당 서브셋 내에서 실제 사용하게 되는 직교 프로토타입 필터 인덱스는 하기 <수학식 2>와 같이 표현할 수 있다.

수학식 2

$$\text{Prototype Filter Subset} = P\{1, \dots, F\}, F @ \text{Frequency Reuse Factor} = F$$

$$\text{Prototype Filter Index} = P\{1, \dots, N\}, \{1, \dots, F\}, F$$

[0065]

[0066] 도 6a 및 도 6b는 본 발명에 따른 하향링크 및 상향링크 간섭 최소화를 설명하기 위한 일 예시도들이다.

[0067]

[0067] 먼저 도 6a를 참조하여 본 발명에 따른 하향링크 간섭 최소화를 설명하기로 한다. 도 6a에서 제1기지국(510) 및 제2기지국(520)은 도 5에서 설명한 참조부호를 그대로 사용하며, 제1기지국 영역(511)과 제2기지국 영역(521) 또한 참조부호를 그대로 사용하기로 한다. 또한 제1기지국(510)은 제1기지국 영역(511)을 가지며, 근거리 영역(512)을 별도로 표시하였다. 아울러 제2기지국(520)은 제2기지국 영역(521)을 가지며, 근거리 영역(522)을 별도로 표기하였음에 유의하자. 여기서 기지국의 원거리 영역들은 앞서 설명한 셀 가장자리(cell edge)가 될 수 있음에 유의하자.

[0068]

[0068] 도 6a에는 제1기지국(510)의 근거리 영역(512)에 위치한 제1단말(601)과 제1기지국(510)의 원거리 영역(511)에 위치한 제2단말(602)을 예시하였으며, 제2기지국(520)의 원거리 영역에서 제1기지국(510)과 간섭이 없는 위치에 제3단말(603)을 예시하였다.

[0069]

[0069] 이때, 제1기지국(510)은 제1단말(601)로 제1하향링크(611)를 통해 데이터를 전송할 수 있다. 이때, 제1하향링크(611)는 제1단말(601)이 제1기지국(510)의 근거리 영역에 위치하므로, 비직교성 프로토타입 필터 셋의 특정 필터를 이용할 수 있다. 따라서 제1기지국(510)과 제1단말(601)간의 채널을 H_5 라 가정하고, 제1기지국(510)이 제1단말(601)로 전송하는 데이터를 X_3 라 가정하면, 제1하향링크(611)를 통해 제1단말(601)은 " $H_5 \cdot P_m \cdot X_3$ "의 신호를 수신하게 된다. 즉, 다른 기지국으로부터의 하향링크 채널에 의한 간섭을 받지 않기 때문에 제1기지국(510)과 제1단말(601)간 선택한 필터인 P_m 만이 더 곱해진 형태로 신호가 수신된다.

[0070]

[0070] 이는 제2기지국(520)으로부터만 신호를 수신하는 제3단말(603)의 경우에도 동일하게 적용할 수 있다. 가령, 제2기지국(520)과 제3단말(603)의 채널을 H_2 라 가정하고, 제2기지국(520)이 제3단말(603)로 전송하는 데이터를 X_2 라 가정하자. 또한 제2기지국(520)과 제3단말(603)간 선택된 필터는 제3단말(603)이 원거리 영역에 위치한 단말이므로, 직교화된 프로토타입 필터 셋 중 $P_{n,2,3}$ 을 선택한 경우를 가정하자. 그러면, 제3단말(603)은 제2기지국(520)으로부터의 제4하향링크(622)를 통해 수신된 신호는 " $H_2 \cdot P_{n,2,3} \cdot X_2$ "가 된다.

[0071]

[0071] 하지만, 제2단말(602)은 제1기지국(510)으로부터의 하향링크(612)를 통해 특정한 데이터를 수신하는 경우 제2기지국(520)이 제3단말(603)로 전송하는 데이터의 영향을 받게 된다. 따라서 제2단말(602)과 제1기지국(510)간 채널을 H_1 이라 하고, 제1기지국(510)이 제2단말(602)에 할당한 직교화된 프로토타입 필터 셋 중 $P_{m,1,3}$ 을 선택하여 X_1 의 데이터를 전송하는 경우를 가정하자. 그러면 제2단말(602)은 제2하향링크(612)를 제1기지국(510)로부터 " $H_1 \cdot P_{m,1,3} \cdot X_1$ "의 신호를 수신한다. 또한 이때, 제2단말(602)은 제2기지국(520)이 제3단말(603)로 전송하는 신호를 다른 채널 H_3 을 겪어 수신하게 된다. 따라서 제2단말(602)은 제2기지국(520)으로부터 " $H_3 \cdot P_{n,2,3} \cdot X_2$ "의 신호를 함께 수신하게 된다.

[0072]

[0072] 하지만, 앞에서 설명한 바와 같이 각 기지국들은 원거리 영역에 직교화된 필터들을 사용하게 되므로, 다른 기지

국으로부터 수신된 신호는 제거할 수 있는 형태이다. 따라서 각 단말들은 원거리 영역에 위치하더라도 직교화된 프로토타입 필터 셋 중 서로 다른 필터 셋을 이용하여 하향링크를 통해 데이터를 수신하는 경우 인접한 셀로부터의 간섭을 무시할 수 있거나 최소화할 수 있다.

- [0073] 다음으로 도 6b를 참조하여 상향링크로의 간섭에 대하여 살펴보기로 하자. 도 6b에서도 제1기지국(510) 및 제2기지국(520)은 도 5에서 설명한 참조부호를 그대로 사용하며, 제1기지국 영역(511)과 제2기지국 영역(521) 또한 참조부호를 그대로 사용하기로 한다. 또한 제1기지국(510)은 제1기지국 영역(511)을 가지며, 근거리 영역(512)을 별도로 표시하였다. 아울러 제2기지국(520)은 제2기지국 영역(521)을 가지며, 근거리 영역(522)을 별도로 표시하였음에 유의하자.
- [0074] 도 6b에서는 제1기지국(510)의 원거리 영역(511)에 위치한 제4단말(604)을 예시하였으며, 제4단말(604)은 제2기지국(520)과 인접한 영역에 위치하는 형태를 예시하였다. 또한 제2기지국(520)의 원거리 영역에서 제1기지국(510)과 인접한 영역에 제5단말(605)을 예시하였다.
- [0075] 제4단말(604)은 제1기지국(510)으로 제1상향링크(631)를 통해 데이터를 전송할 수 있다. 이때, 제1상향링크(631)는 제4단말(604)이 제1기지국(510)의 원거리 영역에 위치하므로, 직교성 프로토타입 필터 셋들 중 하나의 필터 셋을 선택하여 데이터를 전송할 수 있다. 따라서 제1기지국(510)과 제4단말(604)간의 상향링크 채널을 H_1 이라 가정하고, 제4단말(604)이 제1기지국(510)으로 전송하는 데이터를 X_1 이라 가정하며, 선택된 직교성 프로토타입 필터를 $P_{m,1,3}$ 이라 가정하면, 제1기지국(510)은 제1상향링크(631)를 통해 제4단말(604)로부터 " $H_1 \cdot P_{m,1,3} \cdot X_1$ "의 신호를 수신하게 된다.
- [0076] 또한 제2기지국(520)과 제5단말(605)간의 상향링크 채널을 H_2 이라 가정하고, 제5단말(605)이 제2기지국(520)으로 전송하는 데이터를 X_2 이라 가정하며, 선택된 직교성 프로토타입 필터를 $P_{n,2,3}$ 이라 가정하면, 제2기지국(520)은 제2상향링크(641)를 통해 제5단말(605)로부터 " $H_2 \cdot P_{n,2,3} \cdot X_2$ "의 신호를 수신하게 된다.
- [0077] 이때, 제1기지국(510)은 제1기지국(510) 내의 제4단말(604)로부터만 데이터를 수신하는 것이 아니라, 제2기지국(520)의 원거리 영역에 포함된 제5단말(605)의 제4상향링크(642)를 통해 데이터를 수신하게 된다. 이때, 제5단말(605)이 제1기지국(510)과의 채널을 H_3 이라 가정하면, 제1기지국(510)은 제5단말(605)로부터 제4상향링크(642)를 통해 " $H_3 \cdot P_{n,2,3} \cdot X_2$ "의 신호를 제4단말(604)의 제1상향링크(631)을 통해 수신하는 신호와 함께 수신하게 된다.
- [0078] 또한 제2기지국(520)은 제1기지국(510) 내의 제4단말(604)로부터 제3상향링크(632)를 통해 데이터를 수신하게 된다. 이때, 제4단말(604)과 제2기지국(520)과의 채널을 H_4 이라 가정하면, 제2기지국(520)은 제4단말(605)로부터 제3상향링크(632)를 통해 " $H_4 \cdot P_{m,1,3} \cdot X_1$ "의 신호를 제5단말(605)의 제2상향링크(641)를 통해 수신하는 신호와 함께 수신하게 된다.
- [0079] 하지만, 앞서 살펴본 바와 같이 제1기지국(510)과 제2기지국(520)은 서로 직교화된 필터 셋을 사용하므로, 다른 기지국에서 사용한 필터 셋에 의한 신호는 수신된 신호에서 제거할 수 있다. 따라서 다른 기지국에 속한 각 단말들로부터 상향링크를 통해 신호를 수신하는 경우에도 간섭은 무시할 수 있거나 최소화할 수 있다.
- [0080] 도 7은 본 발명에 따른 자원 할당 방식을 HetNet에 적용하는 경우를 설명하기 위한 HetNet의 개념도이다.
- [0081] 도 7을 참조하면, 마크로 셀(710)의 내부에 스몰 셀들(720, 730)이 포함되며, 마크로 셀(710)은 마크로 셀 통신 영역(711)을 가진다. 또한 마크로 셀 통신 영역(711)의 내부에 포함된 제1스몰 셀(720)은 제1스몰 셀 통신 영역(721)을 가지며, 제2스몰 셀(730)은 제2스몰 셀 통신 영역(731)을 가진다.
- [0082] 이때, 마크로 셀(710)에만 포함되는 제2단말(702)이 존재할 수 있고, 제1스몰 셀(720)에만 포함되는 제2단말(702)이 존재할 수 있으며, 제2스몰 셀(730)에만 포함되는 제3단말(703)이 존재할 수 있다. 이처럼 마크로 셀(710)의 내부에 다수의 스몰 셀들(720, 730)이 존재하고, 마크로 셀(710)에만 속하는 단말(701)과 제1스몰 셀(720)에만 속하는 단말(702) 및 제2스몰 셀(730)에만 속하는 단말(703)이 존재하는 경우 앞에서 설명한 방법만으로는 유연한 간섭 처리에 어려움이 있다.
- [0083] 즉, 이상에서 설명한 방식들은 HetNet 상황이 아닌 유사하거나 비슷한 규모의 셀들이 서로 포함관계에 속하지 않는 경우에서 상향링크 및 하향링크에서의 간섭을 제거하기 위한 방법이다. 따라서 도 7에서와 같이 HetNet의

경우 간섭 제어 및 자원 할당을 유연하게 처리할 수 있는 방법이 필요하다.

- [0084] 도 8a는 본 발명에 따른 필터 셋을 이용하여 데이터를 송신 및 수신하기 위한 전체 블록 구성도이다.
- [0085] 도 8a를 참조하면, 서로 다른 3개의 셀들로부터 신호를 수신하는 수신기를 도시하고 있다. 제1셀 송신기(Cell 1_Tx)(800_1)는 앞에서 설명한 도 1 또는 도 4b에서 설명한 제1셀(Cell 1) 또는 제1셀과 동일한 신호를 송신하는 셀들이 될 수 있다. 제2셀 송신기(Cell 2_Tx)(800_2) 또한 도 1 또는 도 4b에서 설명한 제2셀(Cell 2) 또는 제2셀과 동일한 신호를 송신하는 셀들이 될 수 있으며, 제3셀 송신기(Cell 3_Tx)(800_3)도 동일하게 도 1 또는 도 4b에서 설명한 제3셀(Cell 3) 또는 제3셀과 동일한 신호를 송신하는 셀들이 될 수 있다.
- [0086] 수신기(900)는 제1셀, 제2셀 및 제3셀로부터 신호를 수신할 수 있는 특정한 셀의 가장자리(Cell edge)에 위치한 단말이 될 수 있다. 이하의 설명에서 수신기(900)는 제1셀의 가장자리에 위치하여 제1셀로부터 특정한 데이터를 수신하는 단말로 가정하여 설명하기로 한다.
- [0087] 앞에서 설명한 바와 같이 제1셀(Cell 1), 제2셀(Cell 2) 및 제3셀(Cell 3)의 송신기들(800_1, 800_2, 800_3)이 서로 다른 신호들을 송신할 수 있다. 이처럼 제1셀(Cell 1), 제2셀(Cell 2) 및 제3셀(Cell 3)의 송신기들(800_1, 800_2, 800_3)이 서로 다른 신호들을 송신하면, 채널(850)을 통해 수신기(900)로 입력된다. 이때, 수신기(900)에서 원하는 신호는 제1셀 송신기(800_1)로부터 전송된 신호이며, 제2셀 송신기(800_2)와 제3셀 송신기(800_3)로부터 전송된 신호는 간섭으로 작용할 수 있다.
- [0088] 이러한 환경에서 앞에서 설명한 바와 같이 수신기(900)와 제1셀 송신기(800_1) 상호간 사용할 프로토타입 필터를 약속한 상태이다. 이때 제1송신기(800_1)에서 수신기(900)로 전송하는 데이터는 직교화된 프로토타입 필터를 사용한다. 또한 제2셀 송신기(800_2)로부터 수신기(900)로 수신된 신호는 제2셀 송신기(800_2)가 직교화된 프로토타입 필터를 사용하여 전송한 신호이며, 제3셀 송신기(800_3)로부터 수신기(900)로 수신된 신호 :또한 제3셀 송신기(800_3)가 직교화된 프로토타입 필터를 사용하여 전송한 신호이다. 이때, 제1셀 송신기(800_1)와 제2셀 송신기(800_2) 및 제3셀 송신기(800_3)는 모두 서로 다른 직교화된 프로토타입 필터 셋을 사용한다. 이는 이미 앞에서 설명하였으므로, 여기서 중복 설명은 생략하기로 한다.
- [0089] 수신기(900)는 이처럼 제1셀 송신기(800_1)와 제2셀 송신기(800_2) 및 제3셀 송신기(800_3)가 모두 서로 다른 직교화된 프로토타입 필터 셋을 이용하여 송신한 경우 원하는 신호를 송신한 제1셀 송신기(800_1)로부터의 신호를 약속된 직교화된 프로토타입 필터를 적용하여 제1셀 송신기(800_1)가 송신한 신호를 추출할 수 있다. 이러한 제1셀 송신기(800_1)와 제2셀 송신기(800_2) 및 제3셀 송신기(800_3)는 모두 동일한 구성을 가질 수 있으며, 다만 서로 다른 직교화된 프로토타입 필터 셋을 사용한다는 점에서 차이가 있다.
- [0090] 또한 특정한 기지국에서 직교화된 프로토타입 필터 셋 또는 필터 셋 중 하나의 필터를 선택하는 경우 선택된 필터 셋 또는 필터 셋 중 하나의 정보를 인접한 기지국들로 전송할 수 있다. 기지국들은 이러한 통신을 위한 인터페이스를 가지고 있으며, 이러한 인터페이스는 이미 널리 알려진 기술이므로, 여기서는 특별히 제한하거나 추가 설명은 생략하기로 한다.
- [0091] 그러면 이하에서 본 발명에 따른 송신 장치에 대하여 첨부된 도면을 참조하여 살펴보기로 하자. 이하에서 설명되는 송신 장치들은 기지국들이 될 수 있으며, 기지국에서는 위에 설명한 바와 같이 기지국간 통신을 위한 인터페이스를 포함할 수 있다. 하지만, 도면에는 이러한 기지국간 인터페이스에 대하여는 생략할 것임에 유의하자.
- [0092] 도 8b는 본 발명의 일 실시 예에 따라 필터 셋을 이용하여 데이터를 송신하기 위한 송신 장치의 블록 구성도이다.
- [0093] 도 8b를 참조하기에 앞서, 도 8a에서 설명한 바와 같이 제1셀 송신기(800_1)와 제2셀 송신기(800_2) 및 제3셀 송신기(800_3)는 모두 동일한 구성을 가질 수 있음에 유의하자.
- [0094] 송신할 데이터는 채널 부호기(801)로 입력되어 무선 통신 시스템에서 약속된 방식으로 채널 부호화를 수행한다. 이처럼 채널 부호화된 데이터(또는 심볼)는 변조 및 매핑부(803)로 입력된다. 변조 및 매핑부(803)는 채널 부호화된 데이터(또는 심볼)를 수신 장치와의 채널 상황에 따라 결정된 변조 방식으로 변조 및 매핑하여 출력한다. 송신 필터 결정부(850)는 본 발명의 제1실시 예에 따르면, IFFT 처리부(805), 프로토타입 필터부(807) 및 송신 제어부(809)를 포함할 수 있다. 송신 필터 결정부(850)의 IFFT 처리부(805)는 변조 및 매핑된 데이터(또는 심볼)를 역고속 푸리에 변환하여 프로토타입 필터부(807)로 출력한다.
- [0095] 프로토타입 필터부(807)는 앞서 설명한 바와 같이 각 셀의 가장자리 부분이 아닌 지역에서 통신하는 단말들에 할당하기 위한 비직교화된(non-orthogonal) 필터 셋과 가장자리 부분에서 사용하기 위한 직교화된(orthogonal)

필터 셋을 사용할 수 있다. 이에 따라 송신 제어부(809)는 프로토타입 필터부(807)에 적용할 필터 셋을 결정할 수 있다. 가령, 가장자리에 위치한 단말로 데이터를 송신하는 경우 직교화된 필터 셋을 적용하도록 하며, 가장자리가 아닌 중앙부에 위치한 단말로 데이터를 송신하는 경우 비직교화된 필터 셋을 적용할 수 있다.

[0096] 예를 들어, 둘 이상의 직교성을 갖는 필터 셋들 중 하나의 필터 셋의 선택은 주파수 재사용 팩터에 기반하여 결정할 수 있다. 또한 송신 제어부(809)는 또한 후술할 본 발명에 따라 선택된 정보를 다른 기지국들과의 인터페이스 장치(도 8b에는 미도시)를 통해 다른 기지국으로 전송하고, 다른 기지국에서 선택된 프로토타입 필터 정보를 수신할 수 있다. 따라서 송신 제어부(809)는 다른 기지국에서 선택된 프로토타입 필터 정보를 획득하여 다른 기지국에서 선택된 직교화된 프로토타입 필터를 특정 단말과 통신에 할당하기 위한 필터들 중에서 제외할 수 있으며, 셀 가장자리에 위치한 단말과 통신하기 위해 직교화된 프로토타입 필터를 결정할 수 있다. 이때 송신 제어부(809)가 선택하는 직교화된 프로토타입 필터는 직교화된 프로토타입 필터 셋에 포함된 필터들 중 하나를 선택할 수 있다. 또한 송신 제어부(809)는 적어도 하나의 직교화된 프로토타입 필터의 선택 시 셀 식별자 정보를 이용하여 직교화된 프로토타입 필터를 선택할 수 있다. 이에 대하여는 앞서 설명한 도 4a 및 도 4b에서 상세히 설명하였으므로, 추가 설명은 생략하기로 한다. 또한 만일 네트워크 관리자가 위와 같은 방법으로 미리 설정하도록 구성할 수도 있다. 뿐만 아니라 후술하는 제어 흐름도에 따라 선택될 수 있다. 이처럼 송신 제어부(819)에서 선택된 정보는 프로토타입 필터부(815)로 제공되어 특정한 프로토타입 필터를 선택하도록 한다. 이상에서 설명한 송신 제어부(809)는 송신 필터 결정부(850)에 포함될 수도 있으며, 송신 장치 전체를 제어하는 제어부가 될 수도 있다.

[0097] 이에 따라 프로토타입 필터부(807)는 선택된 프로토타입 필터를 이용하여 입력된 데이터를 필터링하여 출력한다. 따라서 프로토타입 필터부(815)에서 필터링된 데이터는 IFFT 처리부(817)로 입력된다. IFFT 처리부는 필터링된 데이터를 역고속 푸리에 변환하여 특정 단말로 전송할 수 있다.

[0098] 도 8c는 본 발명의 다른 실시 예에 따라 필터 셋을 이용하여 데이터를 송신하기 위한 송신 장치의 블록 구성도이다.

[0099] 송신할 데이터는 채널 부호기(811)로 입력되어 무선 통신 시스템에서 약속된 방식으로 채널 부호화를 수행한다. 이처럼 채널 부호화된 데이터(또는 심볼)는 변조 및 매핑부(813)로 입력된다. 변조 및 매핑부(813)는 채널 부호화된 데이터(또는 심볼)를 수신 장치와의 채널 상황에 따라 결정된 변조 방식으로 변조 및 매핑하여 송신 필터 결정부(850)로 출력한다.

[0100] 송신 필터 결정부(850)는 본 발명의 제2실시 예에 따르면, 프로토타입 필터부(815), IFFT 처리부(817) 및 송신 제어부(819)를 포함할 수 있다. 송신 필터 결정부(850)의 프로토타입 필터부(815)는 변조 및 매핑된 데이터(또는 심볼)를 프로토타입 필터를 적용하여 IFFT 처리부(817)로 출력한다. 프로토타입 필터부(815)는 앞서 설명한 바와 같이 각 셀의 가장자리 부분이 아닌 지역에서 통신하는 단말들에 할당하기 위한 비직교화된(non-orthogonal) 필터 셋과 가장자리 부분에서 사용하기 위한 직교화된(orthogonal) 필터 셋을 사용할 수 있다.

[0101] 송신 제어부(819)는 프로토타입 필터부(815)에 적용할 필터 셋을 결정할 수 있다. 예를 들어, 둘 이상의 직교성을 갖는 필터 셋들 중 하나의 필터 셋의 선택은 주파수 재사용 팩터에 기반하여 결정할 수 있다. 송신 제어부(819)는 또한 후술할 본 발명에 따라 선택된 정보를 다른 기지국들과의 인터페이스(도 8c에는 미도시)를 통해 다른 기지국으로 전송하고, 다른 기지국에서 선택된 프로토타입 필터 정보를 수신할 수 있다. 따라서 송신 제어부(819)는 다른 기지국에서 선택된 직교화된 프로토타입 필터 정보를 획득할 수 있으며, 이를 통해 셀 가장자리에 위치한 단말과 통신에 직교화된 프로토타입 필터를 할당할 시 다른 기지국에서 선택한 직교화된 프로토타입 필터를 제외하고, 나머지 직교화된 프로토타입 필터들 중 적어도 하나를 할당할 수 있다. 이때 송신 제어부(819)는 직교화된 프로토타입 필터는 직교화된 필터 셋에 포함된 필터들 중 하나를 선택할 수 있으며, 이때, 적어도 하나의 직교화된 프로토타입 필터의 선택 시 셀 식별자 정보를 이용하여 직교화된 프로토타입 필터를 선택할 수 있다. 이에 대하여는 앞서 설명한 도 4a 및 도 4b에서 상세히 설명하였으므로, 추가 설명은 생략하기로 한다. 이와 다른 방법으로 네트워크 관리자가 해당 기지국에서 사용할 직교화된 프로토타입 필터 셋을 미리 선택하여 설정하도록 구성할 수도 있으며, 후술하는 제어 흐름도에 따라 선택될 수 있다. 이처럼 송신 제어부(819)에서 선택된 정보는 프로토타입 필터부(815)로 제공되어 특정한 프로토타입 필터를 선택하도록 한다. 이상에서 설명한 송신 제어부(809)는 송신 필터 결정부(850)에 포함될 수도 있으며, 송신 장치 전체를 제어하는 제어부가 될 수도 있다.

[0102] 이에 따라 프로토타입 필터부(815)는 선택된 프로토타입 필터를 이용하여 입력된 데이터를 필터링하여 출력한다. 따라서 프로토타입 필터부(815)에서 필터링된 데이터는 IFFT 처리부(817)로 입력된다. IFFT 처리부는

필터링된 데이터를 역고속 푸리에 변환하여 특정 단말로 전송할 수 있다.

- [0103] 이상에서 설명한 도 8b와 도 8c를 대비하여 살펴보면, 프로토타입 필터와 IFFT 처리부의 위치가 뒤바뀐 형태이다. 이처럼 프로토타입 필터와 IFFT 처리부의 위치가 변경되는 것은 구현상의 문제이므로, 본 발명에서는 도 8b 또는 도 8c 중 어떠한 형태를 취하더라도 동일한 결과를 가질 수 있다. 다만, 도 8b에 따른 수신기와 도 8c에 따른 수신기는 각각 그에 대응하는 형태를 가져야 한다. 그러면 이하에서 도 8b 및 도 8c에 대응하는 수신기들을 첨부된 도면을 참조하여 살펴보기로 하자.
- [0104] 도 9a는 본 발명의 일 실시 예에 따라 필터 셋을 이용하여 데이터를 수신하기 위한 수신 장치의 블록 구성도이다. 먼저 도 9a는 앞서 설명한 송신 장치의 송신 필터 결정부(850)가 도 8b의 형태를 갖는 경우의 수신 장치가 될 수 있음에 유의하자. 또한 도 9a에서는 수신 제어부를 도시하지 않았으나, 각 부분의 제어를 수행하는 수신 제어부를 가지며, 특히 프로토타입 필터부(901)에서 사용할 필터에 대한 제어 신호를 제공할 수 있다.
- [0105] 도 9a를 참조하면, 채널 수신부(950)는 본 발명의 제1실시 예에 따르면, 프로토타입 필터부(901), FFT 처리부(903), 이퀄라이저(907) 및 채널 추정부(905)를 포함할 수 있다. 송신 장치가 송신한 신호는 안테나를 통해 채널 수신부(950)의 프로토타입 필터부(901)로 입력된다. 이때, 프로토타입 필터(901)는 서로 다른 2개의 셀 또는 3개의 셀 또는 3개 이상의 셀들 즉, 복수의 셀들이 송신한 신호를 수신할 수 있다. 이하의 설명에서는 설명의 편의를 위해 도 8a에서 살펴본 바와 같이 서로 다른 3개 셀로부터 신호가 수신되는 경우를 가정하여 설명하기로 한다.
- [0106] 가령 제1셀 송신기(800_1)로부터 전송된 신호, 제2셀 송신기(800_2)로부터 전송된 신호 및 제3셀 송신기(800_3)로부터 전송된 신호가 수신 장치와의 형성된 채널을 통해 수신된다.
- [0107] 제1셀 송신기(800_1)가 송신한 신호를 S1이라 하고, 제1셀 송신기(800_1)와 수신기(900) 사이의 채널을 H1이라 하면, 제1셀 송신기(800_1)로부터 수신된 신호는 " $S1 \times H1$ "이 될 수 있다. 또한 제2셀 송신기(800_2)가 송신한 신호를 S2라 하고, 제2셀 송신기(800_2)와 수신기(900) 사이의 채널을 H2라 하면, 제2셀 송신기(800_2)로부터 수신된 신호는 " $S2 \times H2$ "가 될 수 있다. 마찬가지로 제3셀 송신기(800_3)가 송신한 신호를 S3라 하고, 제3셀 송신기(800_3)와 수신기(900) 사이의 채널을 H3라 하면, 제3셀 송신기(800_3)로부터 수신된 신호는 " $S3 \times H3$ "가 된다.
- [0108] 따라서 수신기(900)는 서로 다른 3개의 셀로부터 신호를 수신한다는 것은 위의 신호가 모두 가산된 형태 즉, " $S1 \times H1 + S2 \times H2 + S3 \times H3$ "의 형태로 수신된다.
- [0109] 프로토타입 필터부(901)는 이처럼 수신된 신호에서 미리 설정된 직교화된 프로토타입 필터를 적용하면, 원하는 송신 장치로부터 수신된 신호 이외의 신호들은 모두 직교화된 프로토타입 필터에 의거하여 제거될 수 있다. 따라서 만일 원하는 신호가 제1셀 송신기(800_1)로부터 수신된 신호이고 제1셀 송신기(800_1)와 미리 약속된 직교화된 프로토타입 필터를 적용하는 경우 제2셀 송신기(800_2)와 제3셀 송신기(800_3)로부터 수신된 신호는 제거될 수 있다.
- [0110] 프로토타입 필터부(901)에서 필터링된 신호는 FFT 처리부(803)로 입력되어 고속 푸리에 변환되어 출력된다. 고속 푸리에 변환된 심볼은 채널 추정부(905) 및 이퀄라이저(907)로 입력된다. 채널 추정부(905)는 FFT 처리된 신호로부터 채널을 추정할 수 있다. 이러한 채널 추정은 앞서 설명한 바와 같이 원하는 신호만을 추출한 경우이므로, H1에 대한 채널 추정이 이루어질 수 있다. 채널 추정부(905)에서 추정된 채널 정보는 이퀄라이저(907)로 입력된다. 따라서 이퀄라이저(907)는 채널 추정된 정보를 이용하여 고속 푸리에 변환된 심볼의 등화를 수행할 수 있다.
- [0111] 이후 등화된 심볼은 디매퍼부(908)로 입력되어 송신 장치에서 수행된 매핑 과정의 역과정을 통해 복원된다. 이처럼 복원된 데이터(또는 심볼)는 채널 복호부(909)로 입력되어 채널 복호되어 출력된다.
- [0112] 도 9b는 본 발명의 다른 실시 예에 따라 필터 셋을 이용하여 데이터를 수신하기 위한 수신 장치의 블록 구성도이다.
- [0113] 도 9b를 설명하기에 앞서 도 9b는 송신 장치의 송신 필터 결정부(850)가 앞서 설명한 도 8c의 형태를 갖는 경우의 수신 장치가 될 수 있음에 유의하자. 또한 도 9b에서는 수신 제어부를 도시하지 않았으나, 각 부분의 제어를 수행하는 수신 제어부를 가지며, 특히 프로토타입 필터부(917)에서 사용할 필터에 대한 제어 신호를 제공할 수 있다.
- [0114] 도 9b를 참조하면, 채널 수신부(950)는 본 발명의 제2실시 예에 따라 FFT 처리부(911), 이퀄라이저(915), 프로

토타입 필터부(917) 및 채널 추정부(913)를 포함할 수 있다. 안테나를 통해 수신된 신호는 채널 수신부(950)의 FFT 처리부(911)로 입력된다. FFT 처리부(911)는 수신된 신호를 고속 푸리에 변환하여 출력한다. 고속 푸리에 변환된 신호는 채널 추정부(913)와 이퀄라이저(915)로 입력된다. 채널 추정부(913)는 각 송신 장치로부터 전달되어 온 채널을 추정하고, 추정된 채널 정보를 이퀄라이저(915)로 제공한다. 이에 따라 이퀄라이저(915)는 고속 푸리에 변환된 데이터(또는 심볼)를 채널 추정된 정보를 이용하여 등화하여 출력한다.

- [0115] 이퀄라이저(915)에서 등화되어 출력된 데이터(또는 심볼)는 프로토타입 필터부(917)로 입력된다. 프로토타입 필터부(917)로 입력되는 신호는 앞서 설명한 바와 같이 서로 다른 2개 또는 3개 또는 그 이상의 셀 즉, 복수의 셀로부터 수신되는 경우가 될 수 있다. 이하의 설명에서는 설명의 편의를 위해 도 8a에서 살펴본 바와 같이 서로 다른 3개의 셀로부터 신호가 수신되는 경우를 가정하여 설명하기로 한다.
- [0116] 가령 제1셀 송신기(800_1)로부터 전송된 신호, 제2셀 송신기(800_2)로부터 전송된 신호 및 제3셀 송신기(800_3)로부터 전송된 신호가 수신 장치와의 형성된 채널을 통해 수신된다.
- [0117] 이에 대하여는 앞서 설명한 도 9a에서와 바와 유사한 형태가 될 수 있다. 즉, 제1셀 송신기(800_1)가 송신한 신호를 S1이라 하고, 제1셀 송신기(800_1)와 수신기(900) 사이의 채널을 H1이라 하면, 제1셀 송신기(800_1)로부터 수신된 신호는 " $S1 \times H1$ "이 될 수 있다. 또한 제2셀 송신기(800_2)가 송신한 신호를 S2라 하고, 제2셀 송신기(800_2)와 수신기(900) 사이의 채널을 H2라 하면, 제2셀 송신기(800_2)로부터 수신된 신호는 " $S2 \times H2$ "가 될 수 있다. 마찬가지로 제3셀 송신기(800_3)가 송신한 신호를 S3라 하고, 제3셀 송신기(800_3)와 수신기(900) 사이의 채널을 H3라 하면, 제3셀 송신기(800_3)로부터 수신된 신호는 " $S3 \times H3$ "가 된다.
- [0118] 따라서 수신기(900)는 서로 다른 3개의 셀로부터 신호를 수신한다는 것은 위의 신호가 모두 가산된 형태 즉, " $S1 \times H1 + S2 \times H2 + S3 \times H3$ "의 형태로 수신된다.
- [0119] 프로토타입 필터부(917)는 이처럼 수신된 신호에서 미리 설정된 직교화된 프로토타입 필터를 적용하면, 원하는 송신 장치로부터 수신된 신호 이외의 신호들은 모두 직교화된 프로토타입 필터에 의거하여 제거될 수 있다. 따라서 만일 원하는 신호가 제1셀 송신기(800_1)로부터 수신된 신호이고 제1셀 송신기(800_1)와 미리 약속된 직교화된 프로토타입 필터를 적용하는 경우 제2셀 송신기(800_2)와 제3셀 송신기(800_3)로부터 수신된 신호는 제거될 수 있다.
- [0120] 프로토타입 필터부(917)에서 필터링된 데이터(또는 심볼)는 디매퍼부(908)로 입력되어 송신 장치에서 수행된 매핑 과정의 역과정을 통해 복원된다. 이처럼 복원된 데이터(또는 심볼)는 채널 복호부(919)로 입력되어 채널 복호되어 출력된다.
- [0121] 도 9a 및 도 9b에서 살펴본 수신 장치는 각각 도 8b 및 도 8c에 대응하는 수신 장치가 될 수 있다. 이처럼 송신 장치의 구성에 따라 수신 장치는 도 9a 및 도 9b의 형태로 구성할 수 있다.
- [0122] 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따라 기지국에서 프로토타입 필터 선택 시의 제어 흐름도이다.
- [0123] 도 10을 설명함에 있어, 첨부된 도 8b의 구성을 이용하여 설명하기로 한다. 하지만, 도 10의 실시 예는 도 8c의 구성을 이용하는 경우에도 동일하게 적용될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 또한 도 10의 제어 흐름도는 기지국의 스케줄러에서 이루어지는 동작이 될 수도 있고, 도 8b 또는 도 8c에서 설명한 송신 제어부들(809, 819)에서 이루어지는 동작이 될 수도 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위해 도 8b의 송신 제어부(809)에서 이루어지는 동작으로 가정하여 설명하기로 한다.
- [0124] 송신 제어부(809)는 1000단계에서 인접 기지국들과 직교화된 프로토타입 필터 정보를 교환한다. 이처럼 인접 기지국들과 직교화된 프로토타입 필터 정보의 교환은 기지국간 인터페이스 장치(도 8b 및 도 8c에 미도시)를 이용하여 필터 정보를 교환할 수 있다. 여기서 인접 기지국으로부터 직교화된 프로토타입 필터 정보를 수신하는 경우 각 필터의 정보는 할당된 자원 블록 또는 서브프레임 기준으로 직교화된 프로토타입 필터의 할당 정보를 수신할 수 있다. 또한 송신 제어부(809)는 인접한 기지국들로부터 직교화된 프로토타입 필터의 할당 정보를 수신할 수 있으며, 자신이 특정 단말(들)과 통신하기 위해 할당한 프로토타입 필터 정보를 인접 기지국들로 제공할 수 있다. 이에 대한 설명은 도 5에서 설명하였으므로 추가적인 설명은 생략하기로 한다.
- [0125] 이후 송신 제어부(809)는 1002단계에서 셀 가장자리(cell edge)에 위치한 단말과 통신이 필요한가를 검사할 수 있다. 셀 가장자리에 위치한 단말을 검출하는 방법은 다양한 형태로 검출할 수 있다. 예컨대, 단말로부터 보고된 수신 신호의 세기 정보가 미리 설정된 값 이하인 경우 또는 단말로부터 다른 인접 기지국으로부터의 신호 수신이 보고된 경우 또는 단말이 위성 신호를 수신하여 좌표 정보를 제공하는 경우 등 널리 알려진 기술들을 이용

할 수 있다. 셀 가장자리에 위치한 단말의 검출 방법은 기존의 널리 알려진 방법 이외에 새로운 방법이 추가될 경우 해당 방법을 본 발명에 적용할 수도 있다. 본 발명에서는 셀 가장자리에 위치한 단말을 검출하는 방법에 대한 제약을 두지 않음에 유의하자.

- [0126] 송신 제어부(809)는 1002단계의 검사결과 셀 가장자리의 단말과 통신이 필요한 경우 1006단계로 진행하고 그렇지 않은 경우 즉, 셀 내부(inner cell)에 위치한 단말과 통신이 필요한 경우 1004단계로 진행한다.
- [0127] 먼저 1004단계로 진행되는 경우 송신 제어부(809)는 셀 내부 단말을 위해 할당된 직교화되지 않은 프로토타입 필터를 적용하고, 해당 단말과 직교화되지 않은 프로토타입 필터를 이용하여 통신을 수행하도록 제어한다. 즉, 송신 제어부(809)는 프로토타입 필터부(807)에서 셀 내부 단말을 위해 할당된 직교화되지 않은 프로토타입 필터 선택 신호를 제공한다. 이를 통해 셀 내부에 위치한 단말과 직교화되지 않은 프로토타입 필터를 적용하여 해당 단말과 통신이 가능하다. 직교화되지 않은 프로토타입 필터에 대하여는 도 3 및 도 4a 등에서 이미 설명한 바와 같으므로 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0128] 한편, 1002단계에서 1006단계로 진행되는 경우 송신 제어부(809)는 셀 가장자리에 위치한 단말과 통신을 수행해야 하므로, 1000단계에서 수신된 정보를 활용하여 인접 기지국들과 중복되지 않는 직교화된 프로토타입 필터 서브 셋을 선택한다. 즉, 셀 가장자리에 위치한 단말은 인접한 기지국으로부터 신호를 함께 수신할 수 있으므로, 간섭을 최소화하기 위해 본 발명에 따른 직교화된 프로토타입 필터 서브 셋을 선택하는 것이다. 그런 후 송신 제어부(809)는 1008단계로 진행하여 인접 기지국들로 선택된 직교화된 프로토타입 필터 서브 셋 및 필터 인덱스 정보를 통보한다. 즉, 1008단계는 다른 인접한 기지국들에서 해당 단말과 통신하기 위해 선택된 프로토타입 필터의 사용을 금지시키기 위한 동작이다.
- [0129] 인접한 기지국들로 해당 단말과 통신하기 위해 선택된 프로토타입 필터 서브 셋 및 프로토타입 필터 인덱스 정보를 제공한 후 송신 제어부(809)는 1010단계로 진행하여 해당 단말에 할당된 자원 또는 서브프레임을 이용하여 해당 단말과 선택된 직교화된 프로토타입 필터 및 전력 값을 적용하여 통신을 수행할 수 있다.
- [0130] 기지국은 특정한 단말과 통신하기 위해 필터 자원 뿐 아니라 서브프레임 등과 같은 주파수 자원(또는 시스템에 따라서는 코드 자원 등)을 할당해야 한다. 또한 기지국은 통신을 하고자 하는 단말과의 거리, 채널 환경 등에 따라 적절한 송신 전력 값을 선택해야 한다. 따라서 1010단계는 할당된 자원에 적절한 전력 값을 적용하는 것이다. 또한 할당된 자원은 주파수 자원과 직교화된 프로토타입 필터 자원이 될 수 있다.
- [0131] 이상에서 설명한 도 10의 제어 흐름도는 각 기지국들이 셀의 가장자리에 위치한 단말과 최적의 필터를 선택하기 위한 동작 시의 제어 과정을 설명한 것이다. 다시 간략히 설명하면, 도 10은 각 기지국과 셀 가장자리에 위치한 단말 간에 최적의 필터를 선택하지 않고 일괄적으로 정해진 하나의 프로토타입 필터만을 사용하는 경우의 제어 흐름도이다. 도 10의 제어 흐름도는 복수의 기지국이 각각 가장자리에 위치한 단말과 기지국 간의 채널에서 최적의 프로토타입 필터를 선택하려고 하는 경쟁으로 인해 직교화된 프로토타입 필터를 선택하기 어려운 경우에 적용될 수 있다. 또한 이때, 인접한 기지국에서 먼저 선택된 프로토타입 필터는 1000단계에 의해 선택되지 않도록 설정될 수 있다. 또한 1000단계의 동작을 통해 통신이 완료된 경우 사용이 종료된 프로토타입 필터 인덱스 정보를 함께 획득할 수 있다.
- [0132] 도 11은 본 발명의 다른 실시 예에 따라 기지국에서 프로토타입 필터 선택 시의 제어 흐름도이다.
- [0133] 앞서 가정한 바와 같이 도 11을 설명함에 있어도, 도 10의 설명과 동일하게 첨부된 도 8b의 구성을 이용하여 설명하기로 한다. 하지만, 도 11의 실시 예 또한 도 8c의 구성을 이용하는 경우에도 동일하게 적용될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 또한 도 11의 제어 흐름도는 기지국의 스케줄러에서 이루어지는 동작이 될 수도 있고, 도 8b 또는 도 8c에서 설명한 송신 제어부들(809, 819)에서 이루어지는 동작이 될 수도 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위해 도 8b의 송신 제어부(809)에서 이루어지는 동작으로 가정하여 설명하기로 한다.
- [0134] 송신 제어부(809)는 1100단계에서 인접 기지국들과 직교화된 프로토타입 필터 정보를 교환한다. 이처럼 인접 기지국들과 직교화된 프로토타입 필터 정보의 교환은 기지국간 인터페이스 장치(도 8b 및 도 8c에 미도시)를 이용하여 필터 정보를 교환할 수 있다. 여기서 인접 기지국으로부터 직교화된 프로토타입 필터 정보를 수신하는 경우 각 필터의 정보는 할당된 자원 블록 또는 서브프레임 기준으로 직교화된 프로토타입 필터의 할당 정보를 수신할 수 있다. 또한 송신 제어부(809)는 인접한 기지국들로부터 직교화된 프로토타입 필터의 할당 정보를 수신할 수 있으며, 자신이 특정 단말(들)과 통신하기 위해 할당된 프로토타입 필터 정보를 인접 기지국들로 제공할 수 있다. 이에 대한 설명은 도 5에서 설명하였으므로 추가적인 설명은 생략하기로 한다.
- [0135] 이후 송신 제어부(809)는 1102단계에서 셀 가장자리(cell edge)에 위치한 단말과 통신이 필요한가를 검사할 수

있다. 셀 가장자리에 위치한 단말을 검출하는 방법은 앞서 설명한 바와 같이 다양한 형태로 검출할 수 있으며, 본 발명에서는 셀 가장자리에 위치한 단말을 검출하는 방법에 대한 제약을 두지 않음에 유의하자.

- [0136] 송신 제어부(809)는 1102단계의 검사결과 셀 가장자리의 단말과 통신이 필요한 경우 1106단계로 진행하고 그렇지 않은 경우 즉, 셀 내부(inner cell)에 위치한 단말과 통신이 필요한 경우 1104단계로 진행한다.
- [0137] 먼저 1104단계로 진행되는 경우 송신 제어부(809)는 셀 내부 단말을 위해 할당된 직교화되지 않은 프로토타입 필터를 적용하고, 해당 단말과 직교화되지 않은 프로토타입 필터를 이용하여 통신을 수행하도록 제어한다. 즉, 송신 제어부(809)는 프로토타입 필터부(807)에서 셀 내부 단말을 위해 할당된 직교화되지 않은 프로토타입 필터 선택 신호를 제공한다. 이를 통해 셀 내부에 위치한 단말과 직교화되지 않은 프로토타입 필터를 적용하여 해당 단말과 통신이 가능하다. 직교화되지 않은 프로토타입 필터에 대하여는 도 3 및 도 4a 등에서 이미 설명한 바와 같으므로 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0138] 한편, 1102단계에서 1106단계로 진행되는 경우 송신 제어부(809)는 셀 가장자리에 위치한 단말과 통신을 수행해야 하므로, 1100단계에서 수신된 정보를 활용하여 인접 기지국들과 중복되지 않는 직교화된 프로토타입 필터 서브 셋을 선택한다. 즉, 셀 가장자리에 위치한 단말은 인접한 기지국으로부터 신호를 함께 수신할 수 있으므로, 간섭을 최소화하기 위해 본 발명에 따른 직교화된 프로토타입 필터 서브 셋을 선택하는 것이다. 그런 후 송신 제어부(809)는 1108단계로 진행하여 단말에 최적 필터의 선택이 가능한가를 검사한다. 1108단계의 검사결과 단말에 최적의 프로토타입 필터 선택이 가능한 경우 1120단계로 진행하고, 최적의 프로토타입 필터의 선택이 가능하지 않은 경우 1110단계로 진행한다.
- [0139] 먼저 1110단계로 진행되는 경우를 살펴보기로 하자. 송신 제어부(809)는 1110단계로 진행하면, 인접 기지국들로 선택된 직교화된 프로토타입 필터 서브 셋 및 필터 인덱스 정보를 통보한다. 즉, 1110단계는 다른 인접한 기지국들에서 해당 단말과 통신하기 위해 선택된 프로토타입 필터의 사용을 금지시키기 위한 동작이다.
- [0140] 인접한 기지국들로 해당 단말과 통신하기 위해 선택된 프로토타입 필터 서브 셋 및 프로토타입 필터 인덱스 정보를 제공한 후 송신 제어부(809)는 1112단계로 진행하여 해당 단말에 할당된 자원 또는 서브프레임을 이용하여 해당 단말과 선택된 직교화된 프로토타입 필터 및 전력 값을 적용하여 통신을 수행할 수 있다.
- [0141] 도 10에서 설명한 바와 같이 기지국은 특정한 단말과 통신하기 위해 필터 자원 뿐 아니라 서브프레임 등과 같은 주파수 자원(또는 시스템에 따라서는 코드 자원 등)을 할당해야 한다. 또한 기지국은 통신을 하고자 하는 단말과의 거리, 채널 환경 등에 따라 적절한 송신 전력 값을 선택해야 한다. 따라서 1112단계는 할당된 자원에 적절한 전력 값을 적용하는 것이다. 또한 할당된 자원은 주파수 자원과 직교화된 프로토타입 필터 자원이 될 수 있다. 즉, 1108단계에서 단말에 최적의 프로토타입 필터를 선택하지 못하게 되는 경우는 도 10의 제어 흐름도와 동일한 동작이 될 수 있다.
- [0142] 그러면 1108단계에서 1120단계로 진행되는 경우에 대하여 살펴보기로 하자. 송신 제어부(809)는 1120단계로 진행하면, 직교화된 프로토타입 필터 서브 셋에서 셀 가장자리에 위치한 해당 단말을 위한 최적의 필터를 선택한다. 이는 직교화된 프로토타입 필터 서브 셋 중에서도 해당 단말과 통신 시 최대의 효율을 가질 수 있는 프로토타입 필터를 선택하는 동작이다. 해당 단말과 통신 시 최대 효율을 가질 수 있는 프로토타입의 필터란, 기지국에서 단말로 데이터 전송 시 가장 높은 데이터 전송률을 갖거나 또는/및 모든 직교화된 프로토타입 필터들에서의 전송률이 동일할 경우 가장 낮은 전력으로도 데이터가 가능한 직교화된 프로토타입 필터가 될 수 있다. 그 외에도 1120단계는 통신 시스템에서 최대 수율(maximum throughput)을 가질 수 있는 직교화된 프로토타입 필터를 선택하는 동작이 될 수 있다.
- [0143] 이후 송신 제어부(809)는 1122단계로 진행하여 인접 기지국으로 선택한 프로토타입 필터 서브 셋 및 프로토타입 필터 인덱스를 통보한다. 이때, 선택한 프로토타입 필터의 정보는 할당된 자원 블록 또는 서브 프레임 단위를 기준으로 인접 기지국으로 통보할 수 있다. 이후 송신 제어부(809)는 1124단계에서 해당 단말에 할당된 자원 또는 서브프레임을 이용하여 해당 단말과 선택된 직교화된 프로토타입 필터 및 전력 값을 적용하여 통신을 수행할 수 있다. 이때, 해당 단말과 설정하는 전력 값은 앞서 설명하였으므로 추가 설명은 생략하기로 한다.
- [0144] 이상에서 설명한 도 11의 제어 흐름도는 각 기지국들이 셀의 가장자리에 위치한 단말과 최적의 필터를 선택하기 위한 동작 시의 제어 과정을 설명한 것이다. 다시 간략히 설명하면, 복수의 기지국이 셀 가장자리에 위치한 단말과 통신하는 경우 셀 가장자리에 위치한 단말과 기지국 상호간의 채널에서 최적의 프로토타입 필터를 선택해야 한다. 이러한 경우 각 기지국이 원하는 프로토타입 필터 인덱스가 각 기지국마다 서로 다를 수 있다. 따라서 도 11의 흐름도에 따르면, 일정한 시간마다 기지국은 자신의 채널에 최적인 프로토타입 필터 인덱스를 선택하여

사용하도록 할 수 있다. 단, 이때, 인접한 기지국에서 먼저 선택된 프로토타입 필터는 1100단계에 의해 선택하지 않도록 설정될 수 있다. 또한 1100단계의 동작을 통해 통신이 완료된 경우 사용이 종료된 프로토타입 필터 인덱스 정보를 함께 획득할 수 있다. 즉, 도 11의 흐름도는 단말에 최적의 필터 선택이 가능한 경우의 동작과 최적의 필터 선택이 가능하지 않은 경우인 도 10의 제어 흐름도가 함께 설정된 경우가 될 수 있다.

- [0145] 도 12는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따라 기지국에서 프로토타입 필터 선택 시의 제어 흐름도이다.
- [0146] 도 12는 서로 다른 둘 이상의 기지국이 협력 통신(CoMP) 시 동시 송신/수신(Joint Transmission/Reception)을 수행하는 경우의 제어 흐름도이다. 즉, 일반적으로 협력 통신 시에 채널 정보만 공유하는 경우는 제외하고, 서로 다른 둘 이상의 기지국이 실제로 데이터를 동시에 송신 및 수신하는 경우를 의미함에 유의하자. 따라서 이하의 설명 또는 청구범위에서 협력 통신이라 함은 둘 이상의 기지국이 하나의 단말로 데이터를 송신하거나 하나의 단말로부터 둘 이상의 기지국이 데이터를 수신하는 경우임을 의미한다.
- [0147] 도 12를 설명함에 있어서도 앞서 가정한 바와 같이 첨부된 도 8b의 구성을 이용하여 설명하기로 한다. 하지만, 도 12의 실시 예 또한 도 8c의 구성을 이용하는 경우에도 동일하게 적용될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 도 12의 제어 흐름도 또한 기지국의 스케줄러에서 이루어지는 동작이 될 수도 있고, 도 8b 또는 도 8c에서 설명한 송신 제어부들(809, 819)에서 이루어지는 동작이 될 수도 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위해 도 8b의 송신 제어부(809)에서 이루어지는 동작으로 가정하여 설명하기로 한다.
- [0148] 송신 제어부(809)는 1200단계에서 자신의 기지국 또는 인접 기지국들과 협력 통신(CoMP) 송신 및 수신(transmission and reception) 정보를 획득한다. 자신의 기지국에 대한 협력 통신(CoMP) 송신 및 수신 정보 획득은 정보는 스케줄러 내의 메모리에 저장된 정보를 읽어오는 동작이 될 수 있으며, 인접 기지국들로부터의 협력 통신(CoMP) 송신 및 수신 정보 획득은 기지국간 인터페이스 장치(도 8b 및 도 8c에 미도시)를 이용하여 인접 기지국들로부터 정보를 수신하는 동작이 될 수 있다.
- [0149] 이후 송신 제어부(809)는 1202단계로 진행하여 특정 단말에 대하여 협력 통신(CoMP)이 필요한지 여부를 검사한다. 1202단계의 검사결과 특정 단말에 대하여 협력 통신이 필요한 경우 송신 제어부(809)는 1206단계로 진행하고, 협력 통신이 필요하지 않은 경우 1204단계로 진행한다. 먼저 협력 통신이 필요하지 않아 1204단계로 진행되는 경우를 살펴보기로 하자.
- [0150] 송신 제어부(809)는 1204단계로 진행되는 경우 협력 통신이 아닌 단일 통신 모드의 동작을 수행한다. 여기서 단일 통신 모드란 앞서 설명한 도 10 또는 도 11의 제어 동작이 될 수 있다. 따라서 도 12에서는 협력 통신에 관한 내용이므로, 1204단계에 대해서는 추가 설명을 생략하기로 한다.
- [0151] 한편, 1202단계의 검사결과 협력 통신(CoMP)이 필요한 경우 송신 제어부(809)는 1206단계로 진행하여 내 기지국이 즉, 자신이 협력 통신을 주관하는 주체인가를 검사한다. 일반적으로 협력 통신의 경우 둘 이상의 기지국이 하나의 단말로 데이터를 전송하는 것이기 때문에 해당 단말에 자원 할당, 통신에 필요한 각종 사항 예컨대, 변조차수, 부호화율 등을 결정하기 위해 주체가 되는 기지국이 필요하다. 매크로 셀(Macro Cell)과 스몰 셀(Small Cell)이 공존하는 경우 일반적으로 매크로 셀이 주체가 될 수 있다. 하지만, 특별히 스몰 셀이 주체가 되어야 하는 경우에는 스몰 셀이 주체가 될 수도 있다. 본 발명의 제어 흐름도는 어떠한 크기의 셀이 주체가 되더라도 모두 적용할 수 있다.
- [0152] 1206단계의 검사는 이러한 주체가 자신인지 아닌지를 검사하는 동작이다. 따라서 1206단계의 검사결과 자신이 협력 통신의 주체인 경우 송신 제어부(809)는 1220단계로 진행하고, 자신이 주체가 아닌 경우 1210단계로 진행한다.
- [0153] 먼저 자신이 주체가 아닌 것으로 검사되어 1210단계로 진행되는 경우 송신 제어부(809)는 인접 기지국 즉, 주체가 되는 기지국으로부터 해당 기지국이 선택한 직교화 프로토타입 필터 서브 셋 정보를 수신한다. 이때, 직교화된 프로토타입 필터 서브 셋 정보는 할당 자원 블록 또는 서브프레임 단위의 정보가 될 수 있다.
- [0154] 1210단계로 진행되는 경우는 인접한 기지국이 협력 통신의 주체가 되는 경우이므로, 인접 기지국의 제어에 따라야만 한다. 따라서 송신 제어부(809)는 1212단계로 협력 통신 송신 및 수신을 위해 추가로 예비된(reserved) 직교화된 프로토타입 필터 중 적어도 하나의 직교화 프로토타입 필터를 적용하고, 해당 단말에 할당하기 위한 전력을 결정하여 통신을 수행할 수 있다.
- [0155] 1212단계를 좀 더 상술하면, 특정한 하나의 단말로 둘 이상의 기지국에서 데이터의 송신/수신(Transmission/Reception)을 적용하는 경우 복수의 기지국이 단말에게 동일한 데이터 신호를 송신하거나 둘 이

상의 기지국이 하나의 단말로부터 동일한 데이터를 수신하게 된다. 따라서 1212단계는 내 기지국이 주관 협력 통신 기지국이 아니므로, 인접한 주관 기지국이 할당된 직교화된 필터와 동일한 직교화된 필터를 사용해야 한다. 다만, 주관 기지국이 아닌 기지국의 송신 제어부(809)는 1212단계를 수행하기 위해 협력 통신과 관계없는 자신의 셀 내 단말을 지원하기 위해 특정한 프로토타입 필터를 적용해야 한다. 가령, 주관 기지국이 아닌 기지국의 송신 제어부(809)는 자신의 셀 내에 위치한 단말과 통신하는 경우 협력 통신 시에 사용되는 직교화된 프로토타입 필터를 제외한 나머지 직교화된 직교화된 프로토타입 필터들을 이용하여 협력 통신이 아닌 단말들과의 통신을 지원할 수 있다.

- [0156] 1210단계에서 알 수 있는 바와 같이 협력 통신을 고려하는 경우 직교화된 프로토타입 필터는 크게 2가지로 구분될 수 있다. 첫째, 셀 가장자리에 위치한 단말과 통신 시 인접 기지국(또는 셀)과의 간섭을 제거하기 위해 만들어진 직교화된 프로토타입 필터가 존재할 수 있다. 둘째, 셀 가장자리에 위치한 단말에게 협력 통신 시 할당하기 위해 만들어진 직교화된 프로토타입 필터가 존재할 수 있다. 이처럼 직교화된 프로토타입 필터들은 미리 직교화된 프로토타입 필터들을 생성할 시 또는 기지국의 세팅 시에 각 직교화된 프로토타입 필터마다 또는 직교화된 프로토타입 필터 셋마다 특정한 용도로 미리 지정할 수 있다.
- [0157] 이상의 동작을 통해 협력 통신 시 자신이 아닌 다른 기지국이 협력 통신의 주체인 경우 협력 통신 방식으로 데이터를 수신하는 단말로 직교화된 프로토타입 필터를 적용하여 간섭 없이 데이터를 전송할 수 있다. 따라서 결과적으로 협력 통신에 의해 데이터를 수신하는 단말은 서로 다른 기지국으로부터 동일한 직교화된 프로토타입 필터 및 특정한 자원을 통해 데이터를 수신할 수 있다.
- [0158] 다음으로, 자신이 협력 통신의 주체인 경우 즉, 1206단계에서 1220단계로 진행하는 경우에 대하여 살펴보기로 하자.
- [0159] 1220단계로 진행하는 경우 송신 제어부(809)는 내 기지국에서 협력 통신 단말에 할당할 직교화된 프로토타입 필터 정보를 협력 통신을 수행하는 다른 기지국 및 인접한 기지국들로 통보한다. 이때, 특정 단말로 협력 통신 방식으로 데이터를 송신하기 위한 단말에 할당되는 프로토타입 필터 정보는 할당 자원 블록 또는 서브프레임 단위를 기준으로 할당할 수 있다. 따라서 송신 제어부(809)는 인접한 기지국 및 협력 통신을 수행하는 다른 기지국으로 제공되는 직교화된 프로토타입 필터 정보는 할당 자원 블록 또는 서브프레임 단위가 될 수 있다. 이때, 앞에서 설명한 바와 같이 내 기지국이 협력 통신의 주체 기지국인 경우 인접한 기지국들로 해당 단말과 통신하기 위한 직교화된 프로토타입 필터 정보를 제공한다. 따라서 인접한 기지국들 중 해당 단말로 데이터를 전송하는 협력 통신 기지국은 협력 통신 주관 기지국이 제공한 직교화된 프로토타입 필터 정보를 근거로 해당 단말에 직교화된 프로토타입 필터를 적용할 수 있다.
- [0160] 이후 송신 제어부(809)는 1222단계로 진행하여 협력 통신이 필요한 단말에 할당된 자원 즉, 자원 블록 또는 서브프레임에 협력 통신 송신 및 수신을 위해 직교화된 프로토타입 필터를 적용하고, 해당 단말에 적합한 전력을 적용하여 통신을 수행한다. 이때, 통신은 네트워크 관점에서 살펴보면 협력 통신(CoMP joint) 기법을 사용하여 특정 단말로 데이터를 송신하는 경우이므로, 서로 다른 둘 이상의 기지국이 하나의 단말로 데이터를 송신하는 경우가 될 수 있다.
- [0161] 도 12에서 설명한 바와 같이 기지국은 셀가장자리(Cell Edge)에 위치한 단말을 위해 협력 통신 송신 및 수신(CoMP Joint Transmission/Reception)을 하는 경우이다. 도 12의 제어 흐름도는 기본적으로는 앞서 설명한 도 10 및 도 11의 제어 흐름과 유사하지만, 협력 통신을 지원하는 경우 협력 통신을 주관하는 기지국에 따라 동일한 서브 셋의 프로토타입 필터를 이용하여 협력 통신을 주관하는 기지국과 동시에 송수신한다는 점이 다르다.
- [0162] 도 13a는 eICIC Rel. 10의 표준 규격에 따른 서브프레임 구조를 예시한 도면이며, 도 8b 내지 도 8d는 본 발명에 따라 서브프레임 구조를 변경하여 자원을 할당하기 위한 방법을 예시한 도면들이다.
- [0163] 먼저 도 13a를 참조하면, eICIC(enhanced inter-cell interference coordination) 기법에서는 서브프레임(subframe)의 일정구간들(1001, 1002, 1003, 1004, 1005, 1006)에서 매크로 셀의 전송전력을 차단하는 ABS(almost blank subframe) 구간들을 두어 스몰 셀 커버리지를 확장하도록 한다. 이를 통해 사용자 부하를 스몰 셀로 강제 분산시키는 셀 영역 확장(cell range expansion)을 결합한 기법이 eICIC 기법이다.
- [0164] 도 13b를 참조하면, eICIC 표준에서 제안하고 있는 매크로 셀의 전송 전력을 차단하는 슬롯들에 대하여 매크로 셀과 스몰 셀이 서브 프레임 내에서 자원을 할당하도록 구성하였다. 즉, 도 7의 제1스몰 셀(720)에만 할당하는 자원(1001)과 도 7의 제2스몰 셀(730)에만 할당하는 자원(1002) 중 일부(1011)를 매크로 셀에 할당하며, 제1스몰 셀(720)에만 할당하는 자원(1012)은 eICIC 표준 대비 줄이고, 제2스몰 셀(730)에만 할당하는 자원(1013) 또

한 eICIC 표준 대비 줄여서 할당할 수 있다. 그리고 eICIC 표준에서 제2스몰 셀(730)에만 할당하는 자원들 중 일부(1003, 1006)는 매크로 셀에 할당하도록 하며, 제1스몰 셀(720) 및 제2스몰 셀(730)에 할당하던 자원들(1004, 1005)은 매크로 셀(710)에 일부 할당(1014)하도록 하고, 제1스몰 셀(720)에 나머지 자원(1015)을 할당하도록 구성하였다.

[0165] 이러한 도 13b의 구성은 하기와 같이 할당이 가능함을 의미한다. 매크로 셀과 스몰 셀 간 직교화된 프로토타입 필터 정보 정도의 작은 정보로 서로 간에 간섭을 최소화할 수 있는 유연한 망 구성이 가능함을 의미한다. 예를 들어, 두 번째 서브프레임(Subframe)에서는 매크로 셀과 스몰 셀 간에 직교화된 프로토타입 필터를 이용하여 서로 간의 간섭을 최소화하며 두 셀이 동시에 전송을 할 수 있음을 나타낸 것이다. 마찬가지로 세 번째 서브프레임에서는 매크로 셀과 또 다른 스몰 셀이 동시에 전송할 수 있음을 나타낸 것이다. 이와 유사하게 하나의 서브프레임이 아닌 복수 개의 서브프레임에 대해서도 직교화된 프로토타입 필터를 적용하여 매크로 셀과 스몰 셀이 동시 전송 가능하다는 것을 나타내었다.

[0166] 도 13c를 참조하면, 본 발명에서는 eICIC 표준에서 제안하고 있는 매크로 셀의 전송 전력을 차단하는 슬롯들(1001, 1002, ..., 1006) 중 첫 번째 슬롯(1001)을 매크로 셀(710), 제1스몰 셀(720) 및 제2스몰 셀(730)에 대해 자원을 분할하여 할당(1021)하고, 네 번째 슬롯(1004)에서 제1스몰 셀(720) 및 제2스몰 셀(730)에 대해 자원을 분할하여 할당(1022)하도록 구성하였다.

[0167] 이러한 도 13c의 구성은 하기와 같이 할당이 가능함을 의미한다. 하나의 서브프레임 내에 3개의 직교화된 프로토타입 필터를 적용하여 하나의 매크로 셀과 2개의 스몰 셀이 동시 전송 가능하다는 것을 의미한다. 다른 예로, 매크로 셀 없이 인접하거나 일부 중첩되는 스몰 셀 배치에서 서로 간의 간섭을 최소화하며 동시 전송이 가능함을 의미한다.

[0168] 도 13d를 참조하면, 본 발명에서는 eICIC 표준에서 제안하고 있는 매크로 셀의 전송 전력을 차단하는 슬롯들(1001, 1002, ..., 1006) 중 첫 번째 슬롯(1001) 및 두 번째 슬롯(1002)을 매크로 셀(710), 제1스몰 셀(720) 및 제2스몰 셀(730)에 대해 자원을 분할하여 할당(1031)하고, 네 번째 슬롯(1004) 내지 여섯 번째 슬롯(1006)에서도 매크로 셀(710), 제1스몰 셀(720) 및 제2스몰 셀(730)에 대해 자원을 분할하여 할당(1032)하도록 구성하였다.

[0169] 이러한 도 13d의 구성은 하기와 같이 할당이 가능함을 의미한다. 복수 개의 서브프레임에 대하여 매크로 셀과 여러 개의 스몰 셀이 동시 전송 가능함을 나타낸 것이다.

[0170] 이와 같이 본 발명에서 제안하는 방식으로 NetNet에 적용하는 경우 기지국들이 각기 다른 변조(Modulation) 및 전송 기법을 사용해도 동일한 FBMC를 사용하기만 하면, 필터 재사용(Filter Reuse)을 통해 간섭을 최소화할 수 있다.

[0171] 이상에서 설명한 바와 같은 방식으로 필터를 재사용함으로써 매크로 셀(Macro Cell) 내 스몰 셀(Small Cell)이 많아져도 최소한의 피드백 정보로 간섭 처리 및 자원 할당이 가능해진다.

[0172] 일부 주파수 재사용(PFR) 또는 소프트 주파수 재사용(SFR) 방식에서는 자원블록(RB) 단위의 간섭 제어 및 자원 할당이 필요하다. 이러한 필터의 재사용은 자원블록 단위의 간섭 제어나 자원 할당 없이 범용적(Global)으로 사용하므로 피드백 정보를 최소화할 수 있다. 또한 피드백 정보 최소화에 따라 동적(Dynamic)인 간섭 제어에 유리하다.

[0173] 그리고 본 명세서와 도면에 개시된 실시 예들은 본 발명의 내용을 쉽게 설명하고, 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 따라서 본 발명의 범위는 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상을 바탕으로 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

- [0174] 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 510, 520 : 셀 기지국
- 101a, 102a, 103a, 104a, 105a, 106a, 108a, 512, 522 : 기지국 근거리 영역
- 101b, 102b, 103b, 104b, 105b, 106b, 108b : 기지국 원거리 영역
- 511, 521 : 기지국 영역

601, 602, 603, 604, 605, 701, 702, 703 : 단말

710 : 매크로 셀 기지국

711 : 매크로 셀 기지국 영역

720, 730 : 스몰 셀 기지국

721, 731 : 스몰 셀 기지국 영역

800_1, 800_2, 800_3 : 기지국 송신 장치

850 : 채널

900 : 수신기

801, 811 : 채널 부호부

803, 813 : 변조 및 매핑부

805 817 : IFFT 처리부

807, 815, 901, 917 : 프로토타입 필터부

809, 819 : 송신 제어부

903, 911 : FFT 처리부

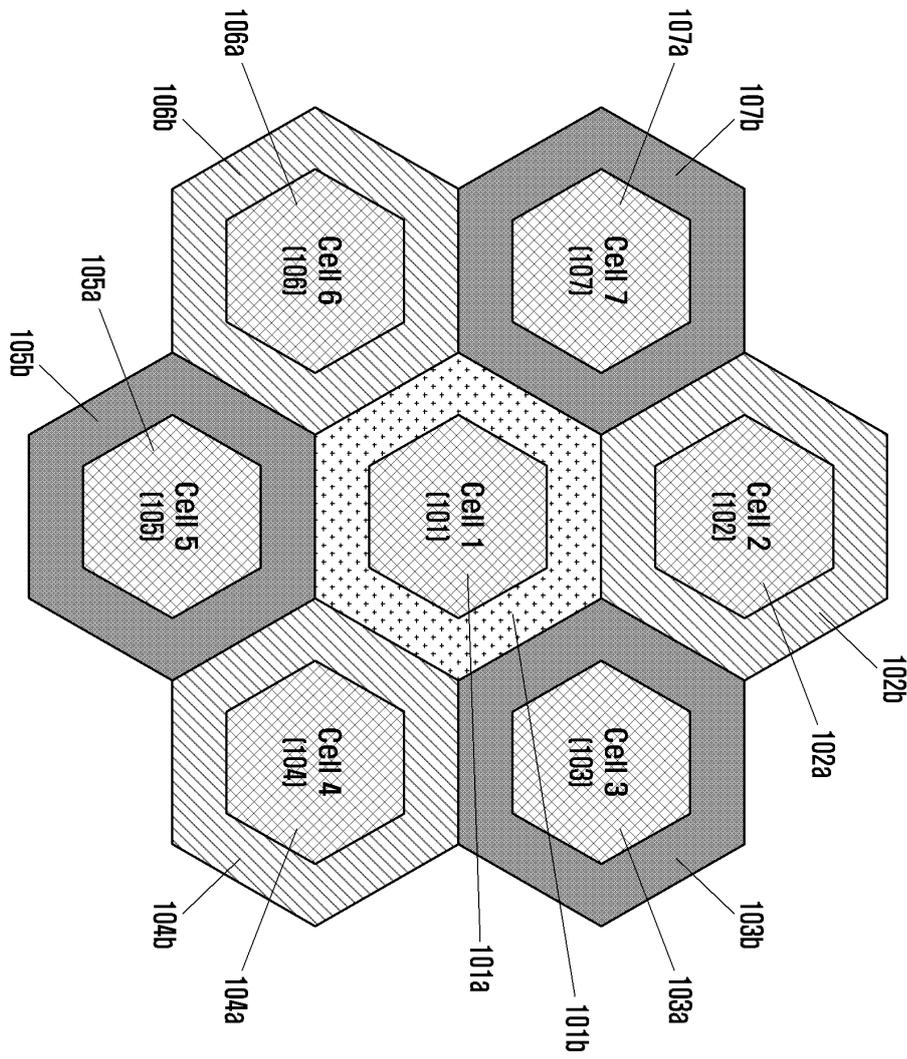
905, 913 : 채널 추정부

907, 915 : 이퀄라이저

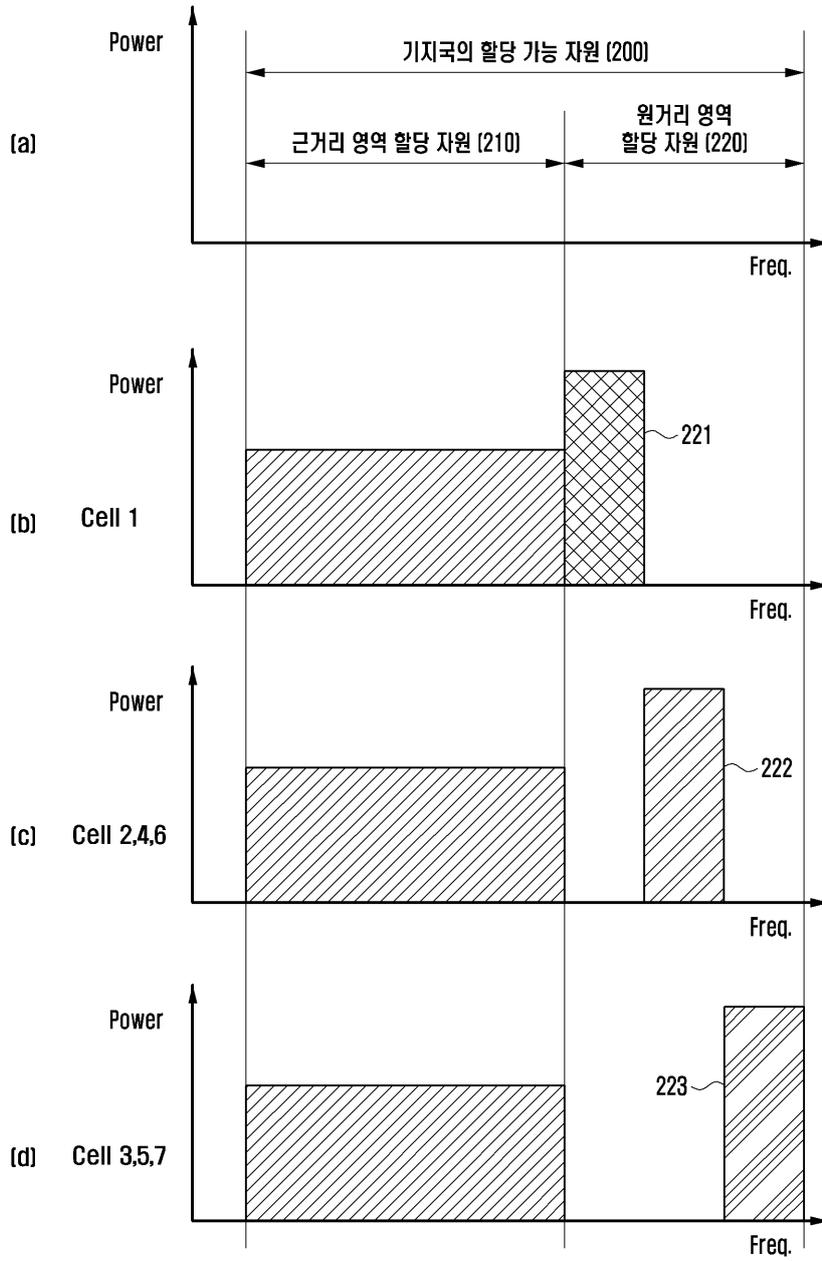
908, 918 : 디매핑부

909, 919 : 채널 복호부

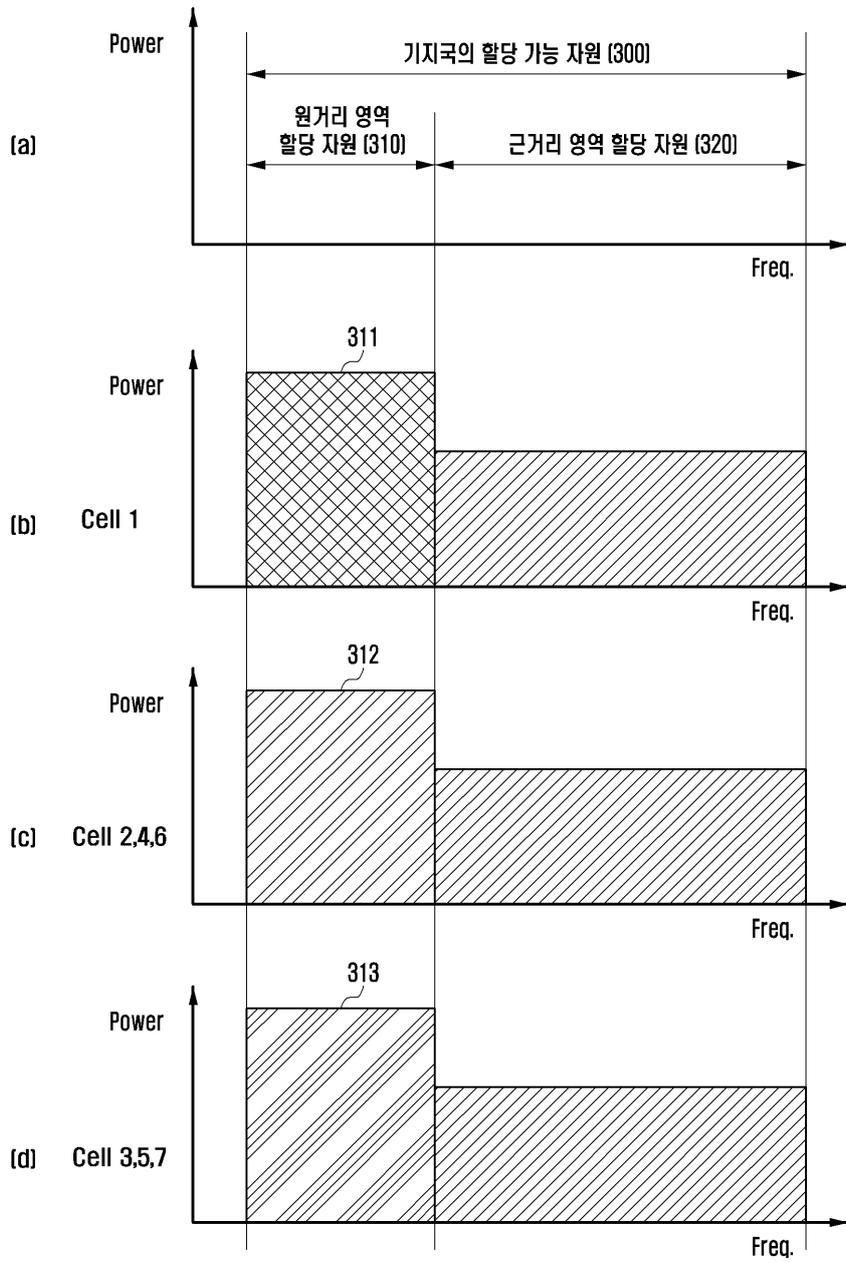
도면
도면1



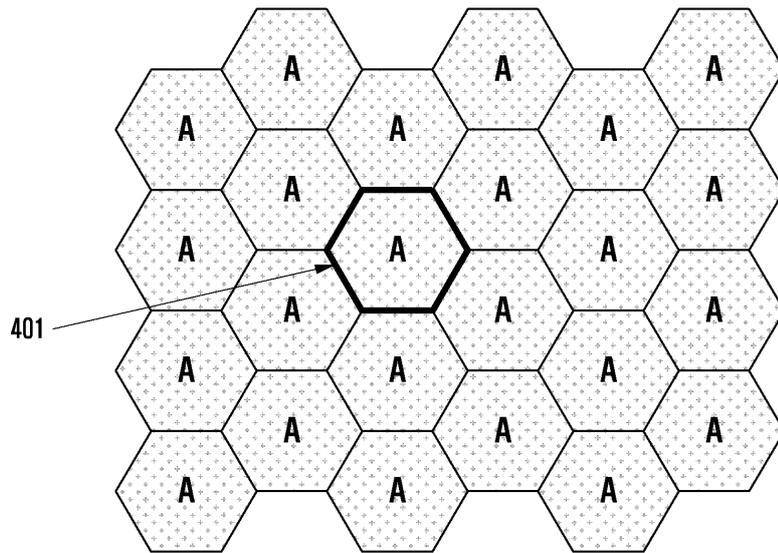
도면2



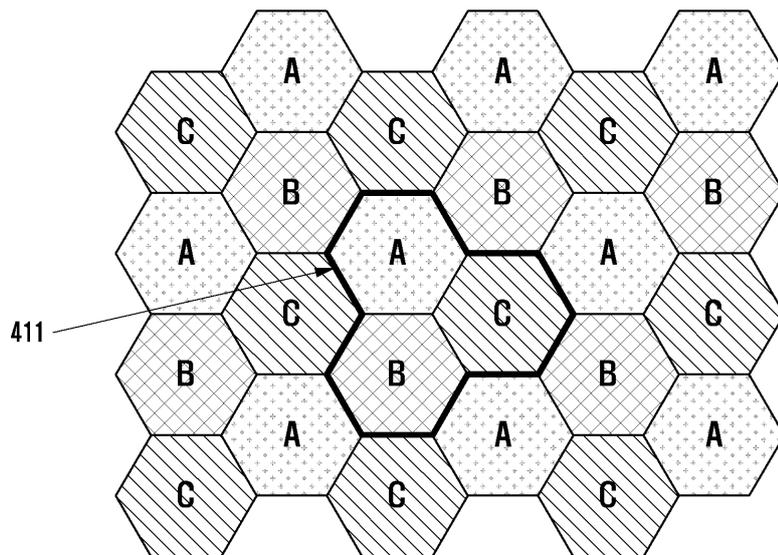
도면3



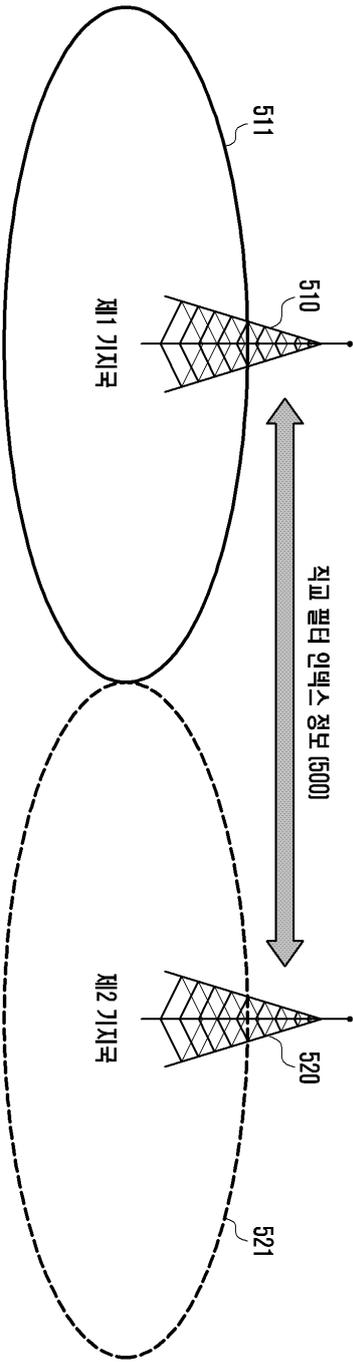
도면4a



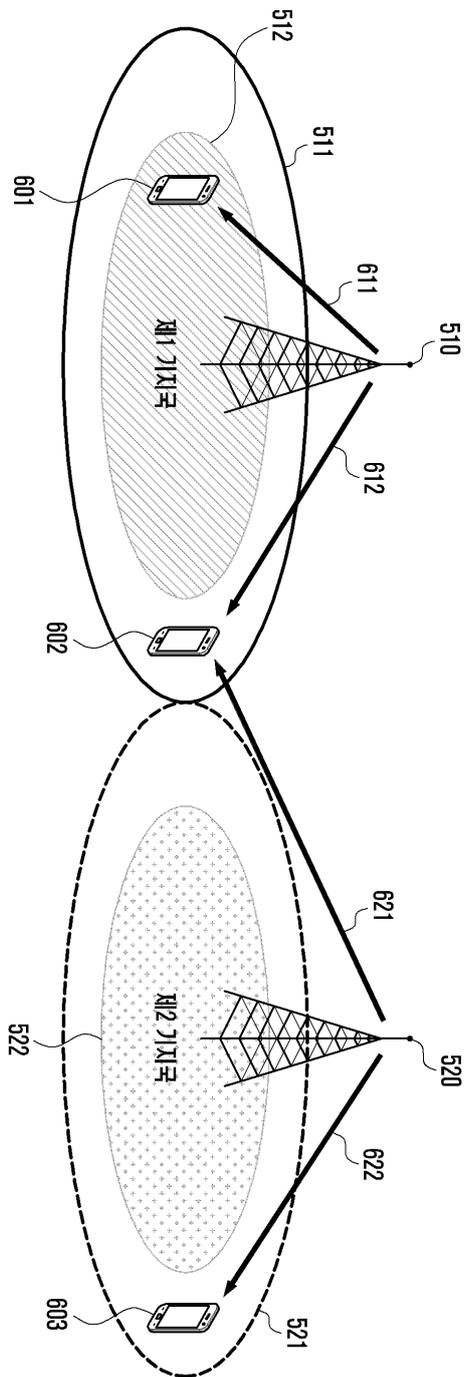
도면4b



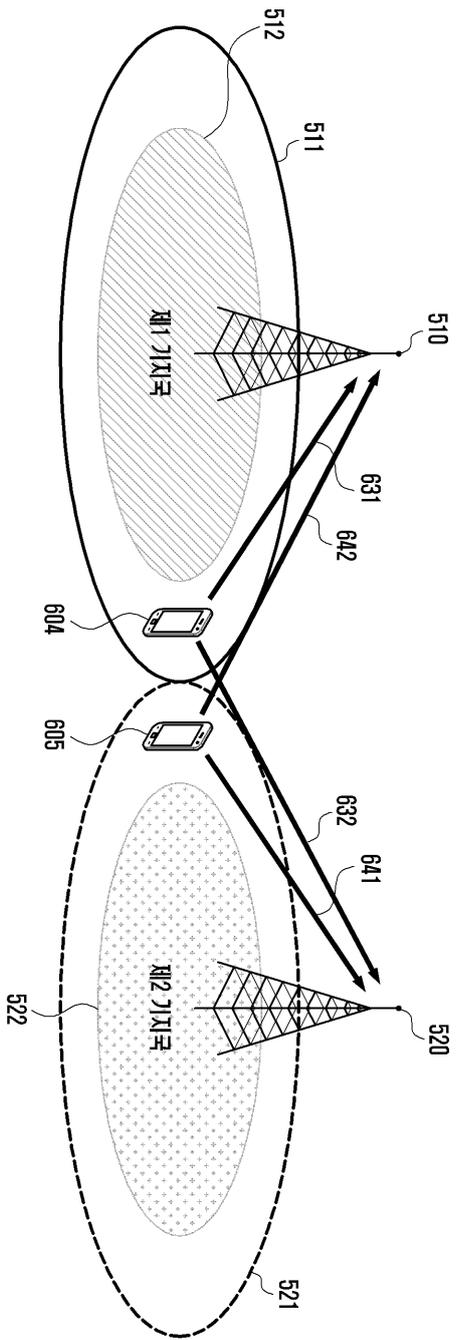
도면5



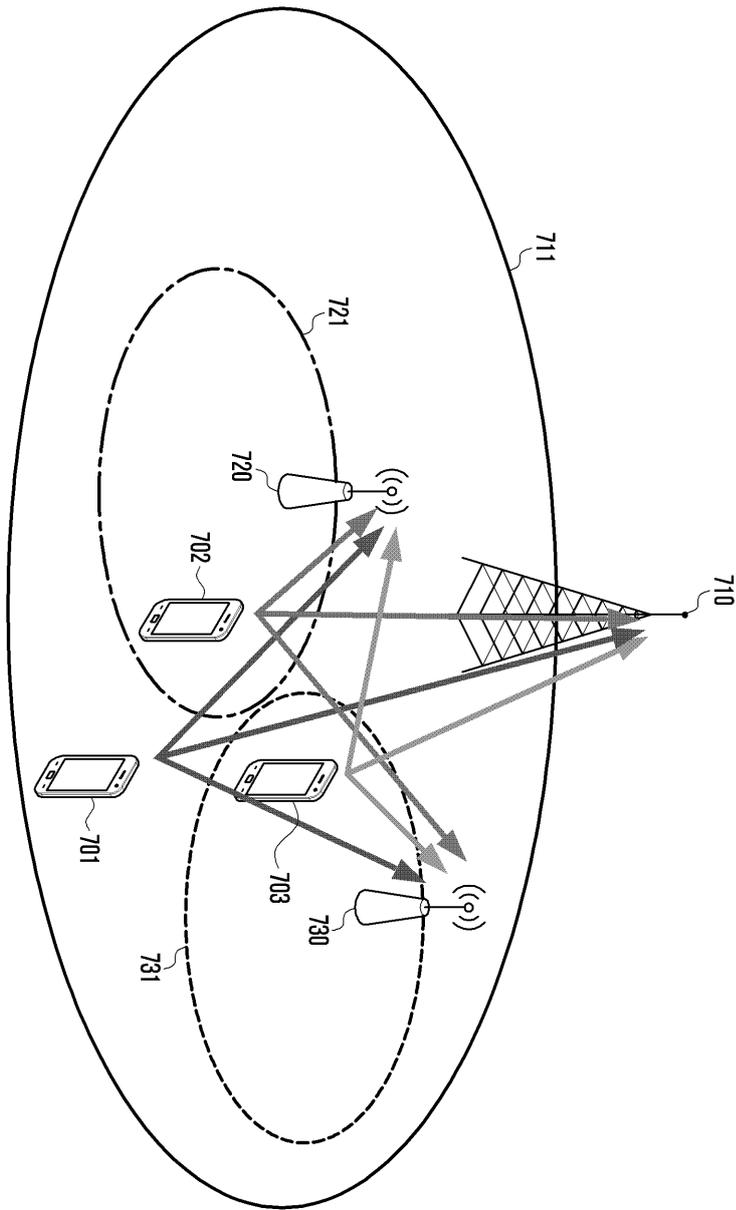
도면6a



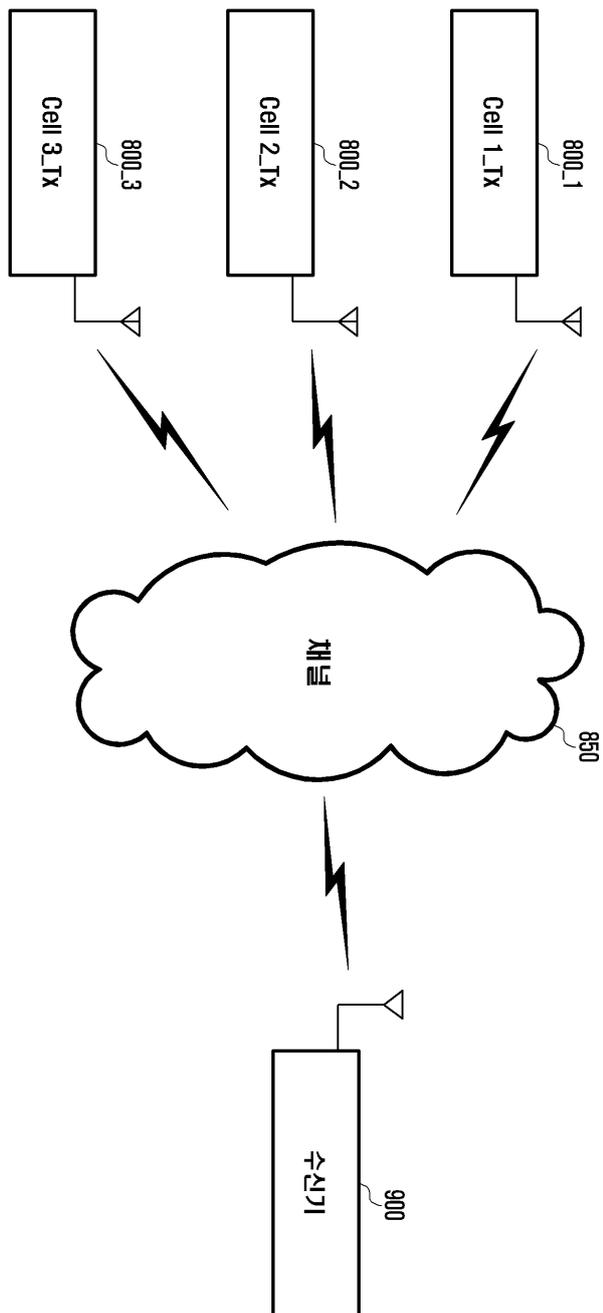
도면6b



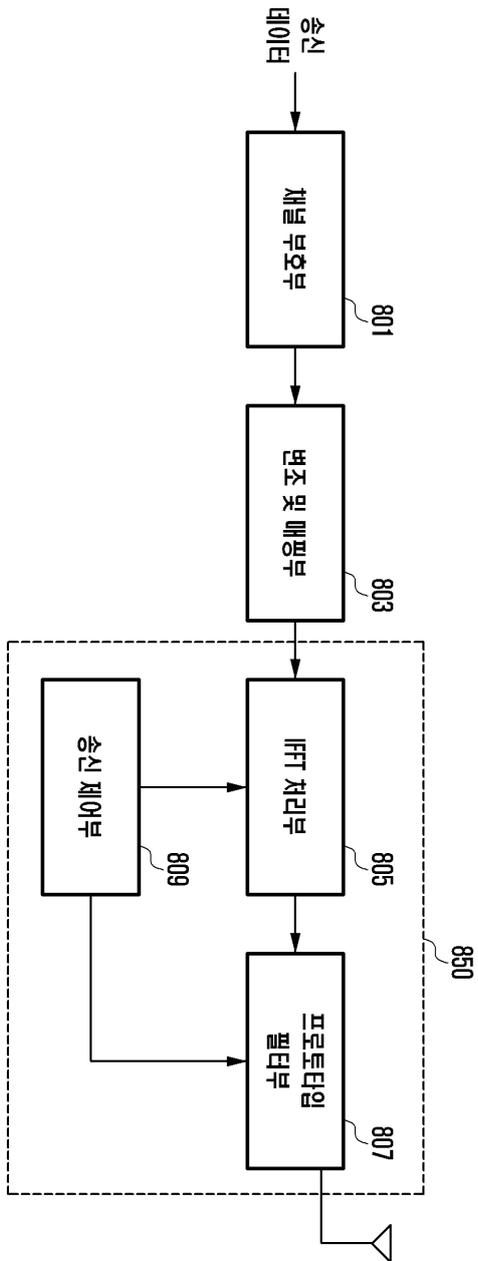
도면7



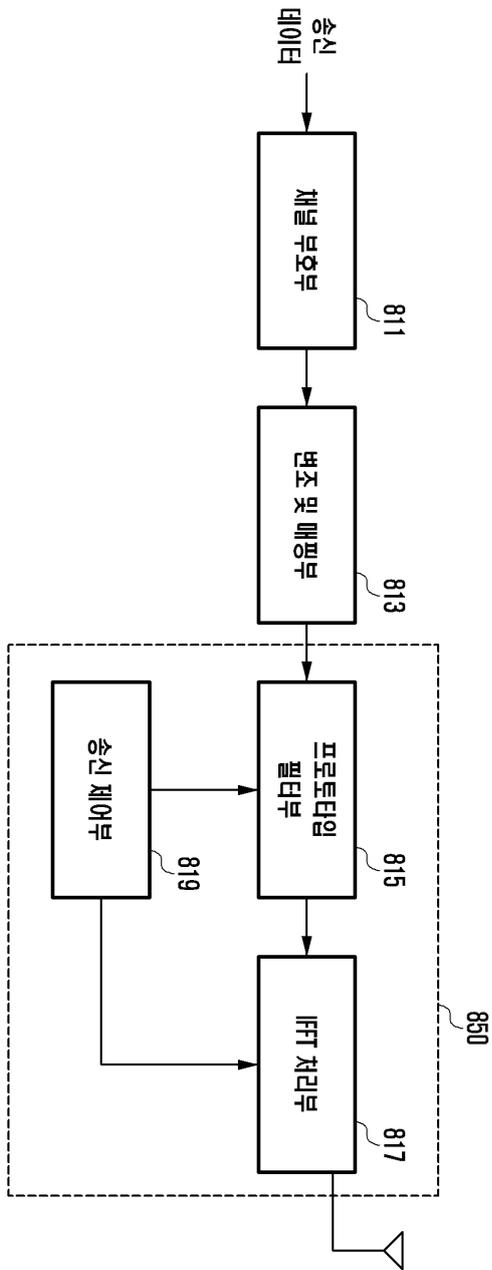
도면8a



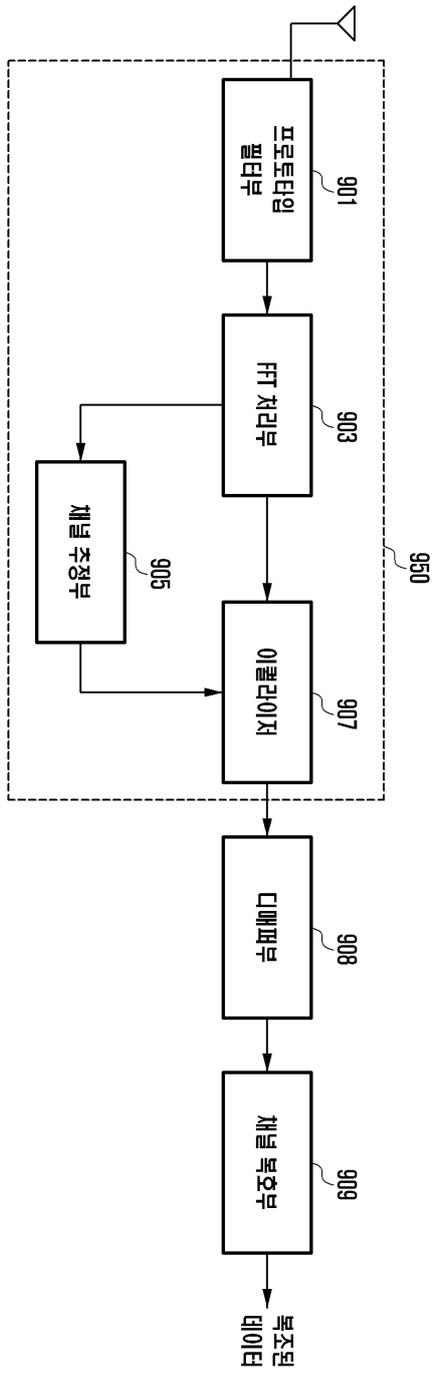
도면 8b



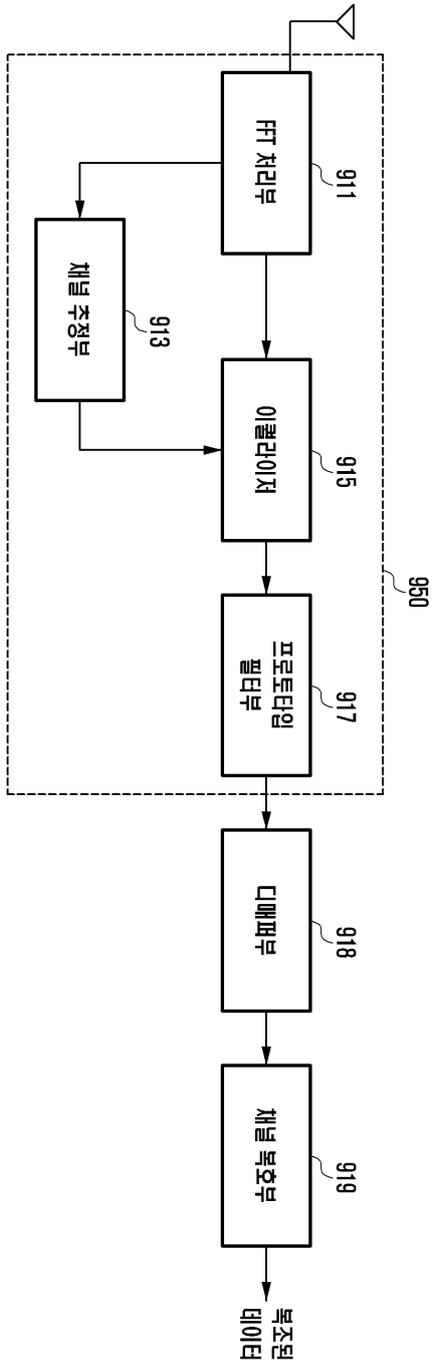
도면8c



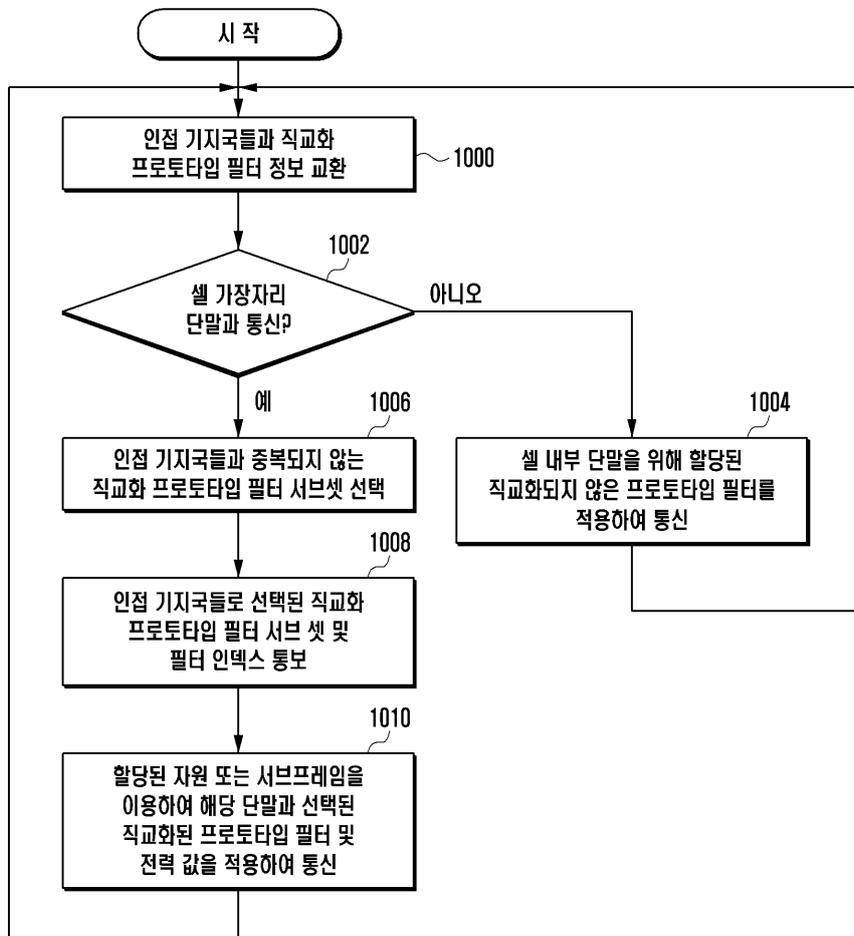
도면9a



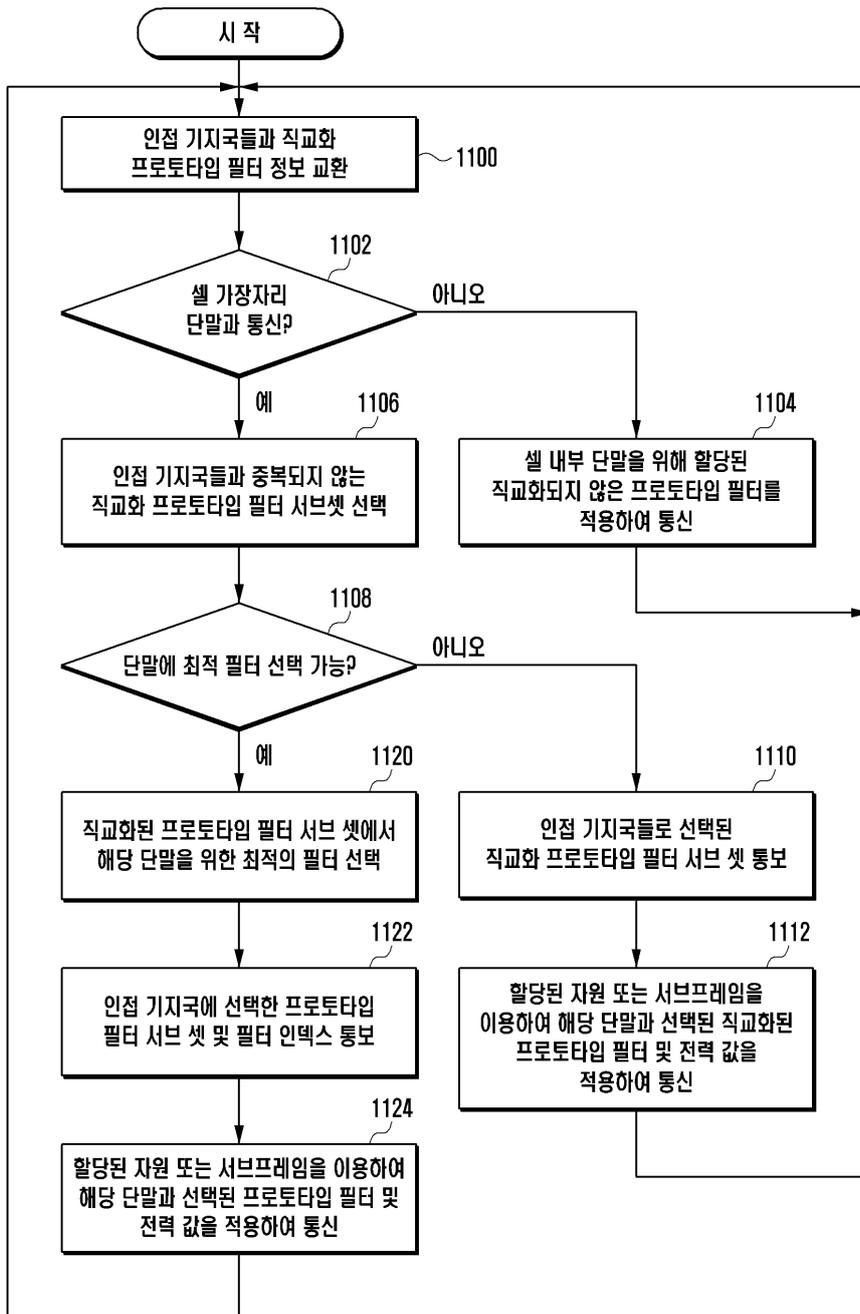
도면9b



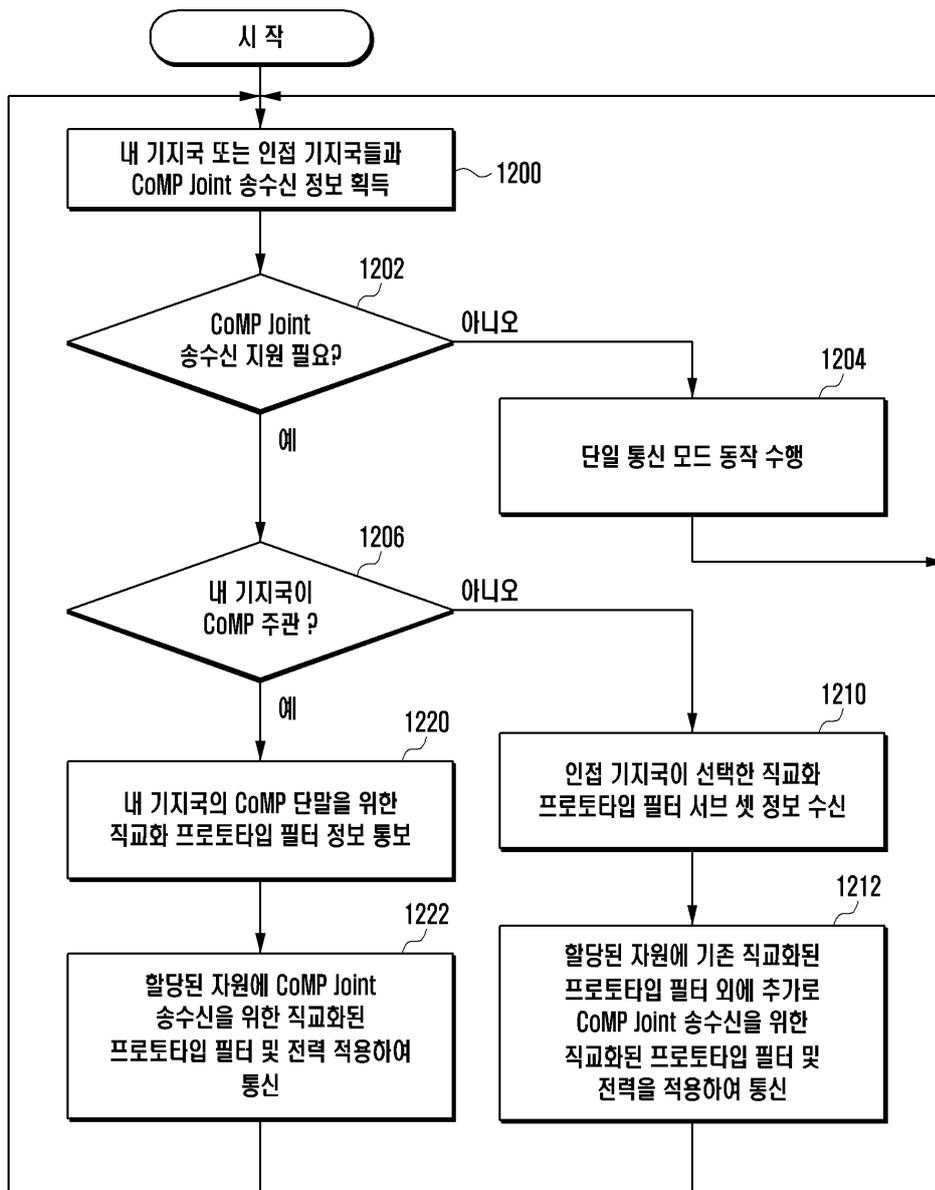
도면10



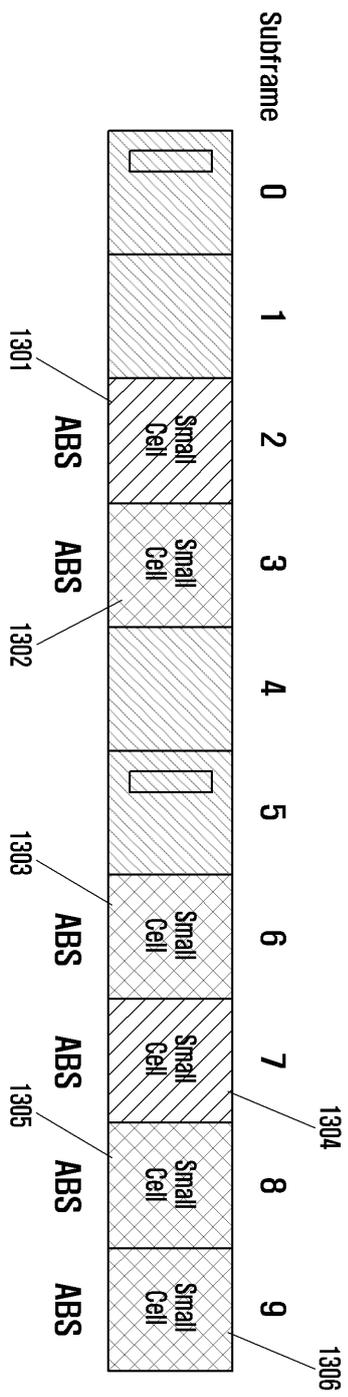
도면11



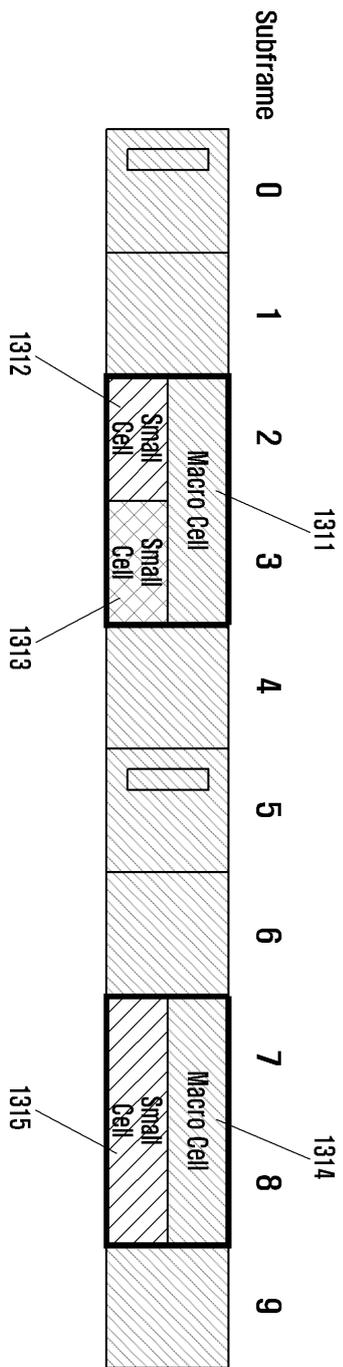
도면12



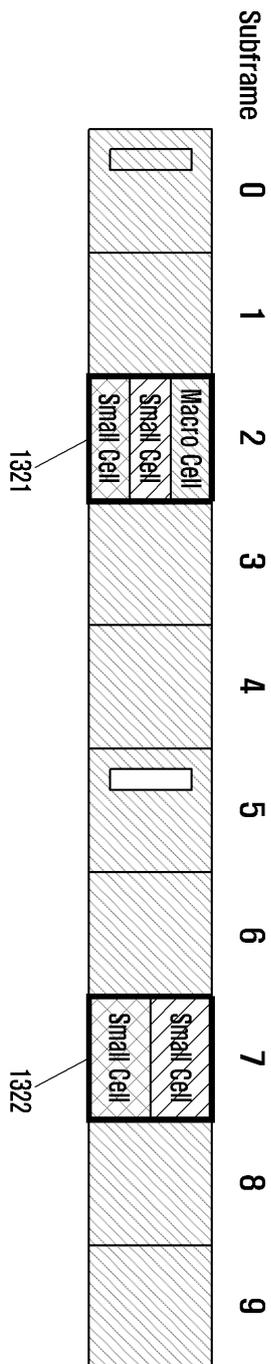
도면13a



도면13b



도면13c



도면13d

