



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0060044  
(43) 공개일자 2012년06월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 16/12 (2009.01) H04W 16/26 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2010-0121606

(22) 출원일자 2010년12월01일

심사청구일자 2010년12월01일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 (신촌동)

(72) 발명자

이재용

서울특별시 은평구 증산로15길 69 (신사동)

임성국

경기도 부천시 원미구 부흥로 424, 하나리아벨 1402호 (삼곡동)

(74) 대리인

최관락, 송인호, 민영준

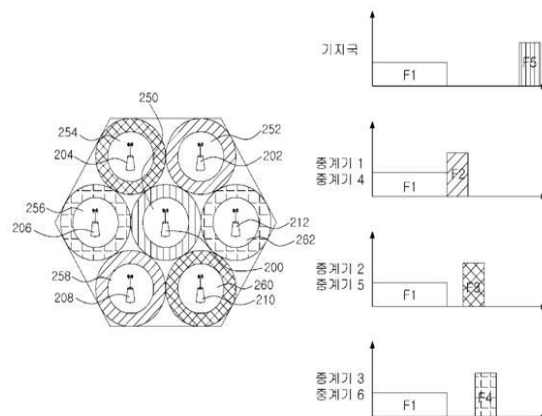
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 멀티 홉 셀룰러 네트워크의 주파수 재사용 시스템

(57) 요약

멀티 홉 셀룰러 네트워크의 주파수 재사용 시스템이 개시된다. 개시된 시스템에 구비되는 기지국 장치는, 하나의 셀에 기지국 장치 및 다수의 중계기들이 구비되는 멀티 홉 셀룰러 네트워크에서 주파수 재사용을 위한 기지국 장치로서, 상기 중계기들 및 다수의 사용자 단말과의 신호의 송수신을 위한 송수신부; 상기 기지국 장치가 관리하는 서브셀을 내부 영역 및 외부 영역으로 구분하여 상기 내부 영역 및 외부 영역의 반경을 설정하는 영역 설정부; 및 상기 기지국 및 중계기들이 내부 영역 및 외부 영역에서 사용할 주파수 대역을 할당하는 대역 할당부를 포함하되, 상기 대역 할당부는 상기 기지국 및 중계기들의 내부 영역에는 동일한 주파수 대역을 할당하고 상기 기지국 및 중계기들의 외부 영역에는 상기 내부 영역의 주파수 대역과는 다른 주파수 대역을 할당한다. 개시된 장치에 의하면, 셀 경계 지역에서 사용자 성능 저하를 방지할 수 있으며, 셀의 아웃레이지(outage) 비율을 절감시킬 수 있는 장점이 있다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	C1090-1011-0006
부처명	정보통신연구진흥원
연구사업명	지재/과학/안전
연구과제명	차세대 RFID/USN 기술연구개발
주관기관	연세대학교 산학협력단
연구기간	2010.01.01 ~ 2010.12.31

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

하나의 셀에 기지국 장치 및 다수의 중계기들이 구비되는 멀티 홉 셀룰러 네트워크에서 주파수 재사용을 위한 기지국 장치로서,

상기 중계기들 및 다수의 사용자 단말과의 신호의 송수신을 위한 송수신부;

상기 기지국 장치가 관리하는 서브셀을 내부 영역 및 외부 영역으로 구분하여 상기 내부 영역 및 외부 영역의 반경을 설정하는 영역 설정부; 및

상기 기지국 및 중계기들이 내부 영역 및 외부 영역에서 사용할 주파수 대역을 할당하는 대역 할당부를 포함 하되,

상기 대역 할당부는 상기 기지국 및 중계기들의 내부 영역에는 동일한 주파수 대역을 할당하고 상기 기지국 및 중계기들의 외부 영역에는 상기 내부 영역의 주파수 대역과는 다른 주파수 대역을 할당하는 것을 특징으로 하는 기지국 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 대역 할당부는 상기 중계기들 중 미리 설정된 거리 이상 이격된 중계기들은 외부 영역에서 동일한 주파수 대역을 사용하도록 주파수 대역을 할당하는 것을 특징으로 하는 기지국 장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 영역 설정부는 상기 내부 영역의 사용자 단말 수와 상기 외부 영역의 사용자 단말 수의 차이가 미리 설정된 임계치 이하가 되도록 내부 영역 및 외부 영역의 반경을 설정하는 것을 특징으로 하는 기지국 장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 내부 영역 및 외부 영역에 대해 송신할 송신 전력을 제어하는 전력 제어부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기지국 장치.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 전력 제어부는 상기 내부 영역에서의 최외곽 단말의 데이터 수율과 상기 외부 영역에서의 최외곽 단말의 데이터 수율이 동일해지도록 상기 내부 영역 및 외부 영역에 대한 송신 전력을 결정하는 것을 특징으로 하는 기지국 장치.

### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 내부 영역에 할당되는 주파수 대역은 상기 외부 영역에 할당되는 주파수 대역에 비해 광대역인 것을 특징으로 하는 기지국 장치.

### 청구항 7

하나의 셀에 기지국 장치 및 다수의 중계기들이 구비되는 멀티 홉 셀룰러 네트워크에서 주파수 재사용을 위한 중계기로서,

상기 기지국 및 다수의 사용자 단말과의 신호의 송수신을 위한 송수신부; 및

관리하는 서브셀을 내부 영역 및 외부 영역으로 구분하여 상기 내부 영역 및 외부 영역의 반경을 설정하는 영역 설정부를 포함하되,

상기 송수신부는 상기 기지국으로부터 상기 기지국으로부터 상기 내부 영역 및 외부 영역에서 사용할 주파수 대역 정보를 수신하며, 상기 내부 영역에서 사용할 주파수 대역은 상기 기지국의 내부 영역에서 사용할 주파수 대역과 동일하며, 상기 외부 영역에서 사용할 주파수 대역은 상기 내부 영역에서 사용할 주파수 대역과 상이한 주파수 대역인 것을 특징으로 하는 중계기.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 영역 설정부는 상기 내부 영역의 사용자 단말 수와 상기 외부 영역의 사용자 단말 수의 차이가 미리 설정된 임계치 이하가 되도록 내부 영역 및 외부 영역의 반경을 설정하는 것을 특징으로 하는 중계기.

#### 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 내부 영역에서 사용할 주파수 대역은 상기 외부 영역에서 사용할 주파수 대역에 비해 광대역인 것을 특징으로 하는 중계기.

#### 청구항 10

제7항에 있어서,

상기 내부 영역 및 외부 영역에 대해 송신할 송신 전력을 제어하는 전력 제어부를 더 포함하며, 상기 전력 제어부는 상기 내부 영역에서의 최외곽 단말의 데이터 수율과 상기 외부 영역에서의 최외곽 단말의 데이터 수율이 동일해지도록 상기 내부 영역 및 외부 영역에 대한 송신 전력을 결정하는 것을 특징으로 하는 중계기.

#### 청구항 11

다수의 중계기 및 기지국을 포함하는 멀티 홉 셀룰러 네트워크 시스템으로서,

상기 기지국 및 중계기들은 독립적으로 서브셀을 관리하고, 상기 기지국 및 중계기들은 관리하는 서브셀의 내부 영역 및 외부 영역을 구분하여 내부 영역 및 외부 영역에 대한 반경을 설정하며, 상기 기지국은 상기 기지국 및 중계기들의 내부 영역에 대해 동일한 주파수 대역을 할당하며, 상기 기지국 및 중계기들의 외부 영역에 대해서는 상기 내부 영역에 할당된 주파수 대역과 다른 주파수 대역을 할당하는 것을 특징으로 하는 멀티 홉 셀룰러 네트워크의 주파수 재사용 시스템.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 기지국 및 중계기들은 각각 관리하는 서브셀의 상기 내부 영역의 사용자 단말 수와 상기 외부 영역의 사용자 단말 수의 차이가 미리 설정된 임계치 이하가 되도록 내부 영역 및 외부 영역의 반경을 설정하는 것을 특징으로 하는 멀티 홉 셀룰러 네트워크의 주파수 재사용 시스템.

#### 청구항 13

제11항에 있어서,

상기 내부 영역에 할당되는 주파수 대역은 상기 외부 영역에 할당되는 주파수 대역에 비해 광대역인 것을 특징으로 하는 멀티 홉 셀룰러 네트워크의 주파수 재사용 시스템.

### 명세서

### 기술 분야

본 발명의 실시예들은 멀티 홉 셀룰러 네트워크에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 멀티 홉 셀룰러 네트워크에서의 주파수 재사용을 시스템, 시스템을 구성하는 장치에 관한 것이다.

[0001]

## 배경 기술

- [0002] 차세대 이동통신 시스템에서는 유비쿼터스 멀티미디어 데이터 서비스의 요구가 증가되기 때문에 더 효율적인 데이터 서비스 처리율의 제공을 필요로 한다. 이러한 요구를 충족하기 위해서 일반적으로 2GHz보다 더 넓고 고주파의 전송주파수가 사용된다.
- [0003] 고주파 대역의 사용으로 인해 경로 손실이 더 심화되고 더 많은 음영지역이 발생하게 된다. 베이스 스테이션의 커버리지는 링크의 효율적 사용을 축소시키기 때문에 셀룰러 네트워크에서 중계기를 통한 분배로 셀 경계의 사용자 성능을 향상시키고 잠재적으로는 광역에서 대용량 데이터 커버리지 문제를 해결할 수 있다. 이와 같이 중계기에 의해 베이스 스테이션의 신호를 전달하여 사용자 성능 및 광대역 특성을 향상시키는 셀룰러 네트워크를 멀티 홉 셀룰러 네트워크라고 한다.
- [0004] 중계기를 통한 이익은 크게 두 가지로 나뉘 살펴볼 수 있는데, 우선은 베이스스테이션을 대신하여 중계기를 설치하면 베이스스테이션의 커버리지 홀(hole)의 단점을 보완할 수 있고 적은 비용으로 신뢰적인 서비스를 제공할 수 있다는 것이다. 다음으로는, 중계기를 설치하여 주파수자원을 재사용함으로써 네트워크의 처리율을 향상시킬 수 있다는 것이다.
- [0005] 그렇지만 멀티 홉 중계기법은 홉 중계를 위한 여분의 주파수 자원이 요구된다는 결점을 가지고 있고, 이 때문에 중계의 효율성을 유지하기 위해서는 주파수 재사용 기법이 필요하다.
- [0006] 통상적인 주파수 재사용 기법은 베이스 스테이션과 중계기의 공간적 분리를 이용하는 것이다. 베이스 스테이션들과 중계기들을 미리 설정된 주파수 재사용 거리 이상 이격시킴으로써 동시간 대에 같은 주파수 자원의 사용이 가능하다.
- [0007] 이러한 공간 주파수 재사용 기법은 동시전송의 기회가 증가하게 되기 때문에 전체적인 시스템의 관점에서 처리율의 증가를 가져올 수 있게 한다. 하지만 커버리지 경계근처의 유저들에게는 간섭의 영향을 증가시킨다는 단점이 발생하게 되고 이러한 결과로 각 유저들의 SINR 값을 떨어뜨려 전송 실패가 발생하는 문제점이 있었다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0008] 상기한 바와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위해, 셀 경계 지역에서 사용자 성능 저하를 방지할 수 있는 멀티 홉 셀룰러 네트워크의 주파수 재사용 시스템 및 방법을 제안한다.
- [0009] 본 발명의 다른 목적은 셀의 아웃레이지(outage) 비율을 절감시킬 수 있는 멀티 홉 셀룰러 네트워크의 주파수 재사용 시스템 및 방법을 제안하는 것이다.
- [0010] 본 발명의 다른 목적들은 하기의 실시예를 통해 당업자에 의해 도출될 수 있을 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0011] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면,
- [0012] 하나의 셀에 기지국 장치 및 다수의 중계기들이 구비되는 멀티 홉 셀룰러 네트워크에서 주파수 재사용을 위한 기지국 장치로서, 상기 중계기들 및 다수의 사용자 단말과의 신호의 송수신을 위한 송수신부; 상기 기지국 장치가 관리하는 서브셀을 내부 영역 및 외부 영역으로 구분하여 상기 내부 영역 및 외부 영역의 반경을 설정하는 영역 설정부; 및 상기 기지국 및 중계기들이 내부 영역 및 외부 영역에서 사용할 주파수 대역을 할당하는 대역 할당부를 포함하되, 상기 대역 할당부는 상기 기지국 및 중계기들의 내부 영역에는 동일한 주파수 대역을 할당하고 상기 기지국 및 중계기들의 외부 영역에는 상기 내부 영역의 주파수 대역과는 다른 주파수 대역을 할당하는 기지국 장치가 제공된다.
- [0013] 상기 대역 할당부는 상기 중계기들 중 미리 설정된 거리 이상 이격된 중계기들은 외부 영역에서 동일한 주파수 대역을 사용하도록 주파수 대역을 할당한다.
- [0014] 상기 영역 설정부는 상기 내부 영역의 사용자 단말 수와 상기 외부 영역의 사용자 단말 수의 차이가 미리 설정된 임계치 이하가 되도록 내부 영역 및 외부 영역의 반경을 설정한다.

[0015] 상기 기지국은 상기 내부 영역 및 외부 영역에 대해 송신할 송신 전력을 제어하는 전력 제어부를 더 포함하며 상기 전력 제어부는 상기 내부 영역에서의 최외곽 단말의 데이터 수율과 상기 외부 영역에서의 최외곽 단말의 데이터 수율이 동일해지도록 상기 내부 영역 및 외부 영역에 대한 송신 전력을 결정할 수 있다.

[0016] 상기 내부 영역에 할당되는 주파수 대역은 상기 외부 영역에 할당되는 주파수 대역에 비해 광대역인 것이 바람직하다.

[0017] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 하나의 셀에 기지국 장치 및 다수의 중계기들이 구비되는 멀티 홉 셀룰러 네트워크에서 주파수 재사용을 위한 중계기로서, 상기 기지국 및 다수의 사용자 단말과의 신호의 송수신을 위한 송수신부; 및 관리하는 서브셀을 내부 영역 및 외부 영역으로 구분하여 상기 내부 영역 및 외부 영역의 반경을 설정하는 영역 설정부를 포함하되, 상기 송수신부는 상기 기지국으로부터 상기 기지국으로부터 상기 내부 영역 및 외부 영역에서 사용할 주파수 대역 정보를 수신하며, 상기 내부 영역에서 사용할 주파수 대역은 상기 기지국의 내부 영역에서 사용할 주파수 대역과 동일하며, 상기 외부 영역에서 사용할 주파수 대역은 상기 내부 영역에서 사용할 주파수 대역과 상이한 주파수 대역인 중계기가 제공된다.

[0018] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 다수의 중계기 및 기지국을 포함하는 멀티 홉 셀룰러 네트워크 시스템으로서, 상기 기지국 및 중계기들은 독립적으로 서브셀을 관리하고, 상기 기지국 및 중계기들은 관리하는 서브셀의 내부 영역 및 외부 영역을 구분하여 내부 영역 및 외부 영역에 대한 반경을 설정하며, 상기 기지국은 상기 기지국 및 중계기들의 내부 영역에 대해 동일한 주파수 대역을 할당하며, 상기 기지국 및 중계기들의 외부 영역에 대해서는 상기 내부 영역에 할당된 주파수 대역과 다른 주파수 대역을 할당하는 멀티 홉 셀룰러 네트워크의 주파수 재사용 시스템이 제공된다.

### 발명의 효과

[0019] 본 발명에 의하면, 셀 경계 지역에서 사용자 성능 저하를 방지할 수 있으며, 셀의 아웃레이지(outrage) 비율을 절감시킬 수 있는 장점이 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 주파수 재사용 기법이 적용되는 멀티 홉 셀룰러 네트워크 시스템의 구조를 도시한 도면.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 재사용 방식을 사용하는 멀티 홉 셀룰러 네트워크 시스템의 주파수 할당 방식을 도시한 도면.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 재사용 방식을 사용하는 멀티 홉 셀룰러 네트워크 시스템의 기지국 구성을 도시한 블록도.
- 도 4는 중계기가 없는 상태에서 아웃레이지 성능을 도시한 그래프.
- 도 5는 본 발명에서 제안되는 주파수 재사용 기법이 적용될 경우의 아웃레이지 성능을 도시한 그래프.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0022] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0023] 도 1은 본 발명의 주파수 재사용 기법이 적용되는 멀티 홉 셀룰러 네트워크 시스템의 구조를 도시한 도면이다.

[0024] 도 1을 참조하면, 본 발명이 적용되는 멀티 홉 셀룰러 네트워크 시스템은 하나의 셀(150)의 하나의 기지국(100) 및 다수의 중계기(102, 104, 106, 108, 110, 112)가 구비된다.

[0025] 도 1에는 시스템 효율을 위해 6개의 중계기(102, 104, 106, 108, 110, 112)가 육각 형태를 이루며 배치되는 구조가 도시되어 있으나, 이는 일 실시예에 불과하며 필요에 따라 중계기의 숫자 및 배치 구조는 변경될 수 있다.

- [0026] 기지국(100)은 셀(150)의 중앙에 위치하는 것이 바람직하며, 기지국(100)과 중계기(102, 104, 106, 108, 110, 112)는 각각의 위치에서 소정 영역을 커버하는 서브셀을 관리한다.
- [0027] 기지국(100)은 좁은 지역에 낮은 전력을 이용하여 서비스를 제공하기 때문에 셀과 셀이 인접하는 외곽 지역에서는 높은 QoS를 보장할 수 없다. 기지국에서 송출한 전력은 거리에 로그 스케일로 비례해서 감쇠하는 반면에 셀의 끝으로 갈수록 인접 셀로 인한 간섭과 잡음이 증가하기 때문에 도 1에 도시된 것과 같이 다수의 중계기가 배치되며, 도 1과 같이 중계기를 경유하여 사용자 단말기와 통신하는 시스템을 멀티 홉 네트워크라고 한다.
- [0028] 도 1에 도시된 중계기들(102, 104, 106, 108, 110, 112)은 고정형 중계기인 것이 바람직하나 필요에 따라 이동형 중계기가 사용될 수도 있다. 중계기는 증폭 후 전달(Amplify-and-Forward) 방식 및 디코딩 후 전달(Decode-and-Forward) 방식으로 구분된다. 증폭 후 전달 방식의 중계기는 RF 전력만을 증폭하여 사용자 단말에 전달하는 방식으로 노이즈도 같이 증폭되는 단점이 있는 바, 본 발명에 적용되는 중계기는 디코딩 후 전달 방식의 중계기인 것이 바람직하다.
- [0029] 디코딩 후 전달 방식은 디코딩 과정을 신호의 전달 이전에 수행하는 방식으로, 에러 검출 및 정정 등의 과정을 디코딩 과정에서 수행한다.
- [0030] 도 1에 도시된 셀에 위치하는 사용자 단말은 가장 가까운 기지국 또는 중계기 중 어느 하나와 1차적인 통신을 수행한다. 예를 들어, 기지국에 근접한 사용자 단말은 기지국(100)이 가장 가까우므로 기지국(100)과 직접 통신을 수행한다. 제2 중계기(104)에 근접한 사용자 단말은 제2 중계기(104)를 경유하여 기지국(100)과 통신을 수행하게 된다.
- [0031] 기존에는 도 1과 같은 멀티 홉 셀룰러 네트워크 시스템에 두 노드 간 거리를 주파수 재사용 거리 이상 이격시킨 후 동일한 주파수를 사용하는 주파수 재사용 방식이 사용되었다. 전술한 바와 같이, 기존에 제안된 주파수 재사용 기법은 커버리지 경계근처의 유저들에게는 간섭의 영향을 증가시킨다는 단점이 발생하게 되고 이러한 결과로 각 유저들의 SINR 값을 떨어뜨려 전송 실패가 발생하는 문제점이 있었다.
- [0032] 본 발명에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 셀에 포함된 기지국 및 중계기가 각 서브셀의 내부 영역 및 외부 영역에 다른 주파수가 할당되는 방식을 제안한다.
- [0033] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 재사용 방식을 사용하는 멀티 홉 셀룰러 네트워크 시스템의 주파수 할당 방식을 도시한 도면이다.
- [0034] 도 2를 참조하면, 하나의 셀을 커버하는 기지국(200) 및 중계기들(202, 204, 206, 208, 210, 212)은 각각 독립적인 서브셀(250, 252, 254, 256, 258, 260)을 관리하며, 기지국(200) 및 중계기들(202, 204, 206, 208, 210, 212)은 관리하는 서브셀의 내부 영역과 외부 영역을 분리하여 다른 주파수를 할당한다.
- [0035] 예를 들어, 기지국(200)은 관리하는 서브셀의 내부 영역의 사용자 단말에 대해서는 제1 주파수 대역을 사용하여 통신하고 외부 영역의 사용자 단말에 대해서는 제2 주파수 대역을 사용하여 통신한다.
- [0036] 중계기들 역시 서브 셀의 내부 영역과 내부 영역을 분리하여 각각 다른 주파수 대역을 할당하고 내부 영역에 있는 사용자 단말 및 외부 영역에 있는 사용자 단말은 다른 주파수 대역에 의해 통신을 수행한다.
- [0037] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 하나의 셀에 속한 기지국 및 중계기는 내부 영역에 대해서는 동일한 주파수 대역을 사용한다. 즉 도 2에 도시된 바와 같이, 기지국(200) 및 6개의 중계기(202, 204, 206, 208, 210, 212)들은 관리하는 각각의 서브셀의 내부 영역에 대해서는 동일한 주파수 대역(F1)을 할당한다.
- [0038] 기지국(200) 및 중계기들(202, 204, 206, 208, 210, 212)은 외부 영역에는 내부 영역과 다른 주파수 대역을 할당하되, 외부 영역의 주파수 대역은 기존의 주파수 재사용 기법을 적용하여 미리 설정된 거리 이상 이격된 장치끼리는 동일한 주파수 대역을 사용하도록 설정될 수 있다.
- [0039] 예를 들어, 제1 중계기(202)와 제4 중계기(208)가 미리 설정된 주파수 재사용 거리 이상 이격되어 있을 경우 제1 중계기(202)와 제4 중계기(208)는 외부 영역에 대해 동일한 주파수 대역을 사용할 수 있다. 그러나, 중계기들 간의 거리가 주파수 재사용이 가능한 거리 이하거나 높은 SINR이 요구되는 경우에는 각 중계기들의 외부 영역에는 서로 다른 주파수 대역이 할당될 수도 있을 것이다.
- [0040] 도 2를 참조하면, 다수의 중계기들 중 가장 멀리 떨어진 중계기 패어는 주파수 재사용 거리 이상 이격되었다고 가정하여 외부 영역에 동일한 주파수 대역을 할당한 경우가 도시되어 있다.



- [0041] 구체적으로, 도 2에서 기지국(200)은 관리하는 서브셀의 내부 영역에 대해서는 제1 주파수 대역(F1)을 할당하고 외부 영역에 대해서는 제2 주파수 대역(F2)을 할당한다. 기지국은 외부 영역에 대해 다른 중계기와 동일한 주파수 대역을 공유하지 않는다.
- [0042] 제1 중계기 및 제4 중계기 패어(202, 208)는 내부 영역에 대해서는 제1 주파수 대역(F1)을 할당하고 외부 영역에 대해서는 제3 주파수 대역(F3)을 할당한다.
- [0043] 제2 중계기 및 제5 중계기 패어(204, 210)는 내부 영역에 대해서는 제1 주파수 대역(F1)을 할당하고 외부 영역에 대해서는 제4 주파수 대역(F4)을 할당하며, 제3 중계기 및 제6 중계기 패어(206, 212)는 내부 영역에 대해서는 제1 주파수 대역(F1)을 할당하고 외부 영역에 대해서는 제5 주파수 대역(F5)을 할당한다.
- [0044] 기지국(200) 및 중계기(202, 204, 206, 208, 210, 212)에서 각 서브셀에 할당할 주파수 대역은 기지국(200)에 의해 결정될 수 있다.
- [0045] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 재사용 방식을 사용하는 멀티 홉 셀룰러 네트워크 시스템의 기지국 구성을 도시한 블록도이다.
- [0046] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국은 송수신부(300), 대역 할당부(302), 영역 설정부(304) 및 전력 제어부(306)를 포함할 수 있다.
- [0047] 송수신부(300)는 사용자 단말 또는 중계기들과 신호의 송수신을 수행한다. 중계기들을 제어하기 위한 제어 신호, 사용자 단말과의 데이터 신호는 송수신부(300)에 의해 송수신된다.
- [0048] 대역 할당부(302)는 기지국 및 셀에 속한 중계기들이 내부 영역 및 외부 영역에서 사용할 주파수 대역을 할당하는 기능을 한다. 전술한 바와 같이, 대역 할당부(302)는 기지국 및 각 중계기들이 서브셀의 내부 영역에 대해 동일한 주파수 대역을 사용하도록 주파수 대역 할당을 수행한다. 내부 영역에 대해 공통적으로 사용하는 주파수 대역은 외부 영역에서 사용하는 주파수 대역에 비해 광대역인 것이 바람직하다. 또한, 대역 할당부(302)는 각 기지국 및 중계기들의 외부 영역에 대해 사용할 주파수 대역을 할당하며, 미리 설정된 주파수 재사용 거리 이상 이격된 중계기 패어는 동일한 주파수 대역을 사용하도록 할당할 수 있다.
- [0049] 영역 설정부(304)는 내부 영역 및 외부 영역의 반경을 설정하는 기능을 한다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 영역 설정부(304)는 내부 영역과 외부 영역 중 어느 한 영역에 사용자 단말이 집중되지 않도록 사용자 단말의 수를 기초로 하여 내부 영역 및 외부 영역의 반경을 결정한다. 영역 설정부(304)는 내부 영역에 위치한 사용자 단말의 수와 외부 영역에 위치한 사용자 단말의 수가 동일하거나 양 영역의 사용자 단말의 수의 차이가 미리 설정된 임계치 이하로 유지되도록 내부 영역 및 외부 영역의 반경을 설정하는 것이 바람직하다.
- [0050] 물론, 내부 영역 및 외부 영역의 반경은 유동적으로 변하지 않고 고정된 값을 사용할 수도 있으며, 사용자 단말이 균일하게 분포되어 있다고 가정할 때 내부 영역의 반경은 총 반경의 2/3가 되도록 설정되는 것이 바람직하다.
- [0051] 전력 제어부(306)는 내부 영역 및 외부 영역에 대한 송신 파워를 결정하는 기능을 한다. 기지국은 최대 송신 정력이 정해져 있기 때문에 내부 영역 및 외부 영역에 그 특성에 맞게 효율적으로 전력을 분배할 필요가 있다.
- [0052] 공통적으로 사용하는 내부 영역의 주파수 대역은 비교적 광대역이나 주파수 재활용 계수가 낮아 간섭의 영향을 많이 받으며, 외부 영역의 주파수 대역은 협대역이나 내부 영역에 비해 주파수 재활용 계수가 높아 간섭의 영향을 적게 받는다.
- [0053] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 이와 같이 서로 다른 특성을 갖는 내부 영역 및 외부 영역이 공평한 서비스를 받을 수 있도록 내부 영역의 최외곽 단말의 데이터 수율과 외부 영역의 최외곽 단말의 데이터 수율이 동일하도록 내부 영역 및 외부 영역에 대한 송신 전력을 제어한다. 이는 다음의 수학적 식 1을 만족하도록 내부 영역 및 외부 영역의 송신 전력을 결정하는 것과 같다.
- [0054] [수학적 식 1]
- [0055] 
$$EIR_{\lambda_{b_{int}}B_{int}}\log(1+\gamma_{\lambda_{b_{int}}B_{int}}(P_{B_{int}}))=EIR_{\lambda_{b_{ext}}B_{ext}}\log(1+\gamma_{\lambda_{b_{ext}}B_{ext}}(P_{B_{ext}}))$$
- [0056] 도 3에 도시된 기지국의 구성 중 대역 할당부를 제외한 송수신부, 영역 설정부 및 전력 제어부는 중계기들에도 구비된다. 중계기 역시 송수신부, 영역 설정부 및 전력 제어부를 구비하여 각 중계기가 관리하는 서브셀의



내부 영역 및 외부 영역의 반경을 설정하고 내부 영역 및 외부 영역에 대한 송신 전력을 결정한다. 다만, 각 중계기가 사용하는 내부 영역 및 외부 영역에 대한 주파수 대역 정보는 기지국으로부터 제공받는다.

[0057] 도 4는 중계기가 없는 상태에서 아웃레이지 성능을 도시한 그래프이다.

[0058] 도 4를 참조하면, 셀의 외곽 지역에서 아웃레이지 이벤트가 상당 수 발생하여 취약한 아웃레이지 성능을 나타낼 수 있다. 이와 같은 취약한 아웃레이지 성능은 중계기를 사용하는 일반적인 주파수 재사용 방식에서도 마찬가지로 발생한다.

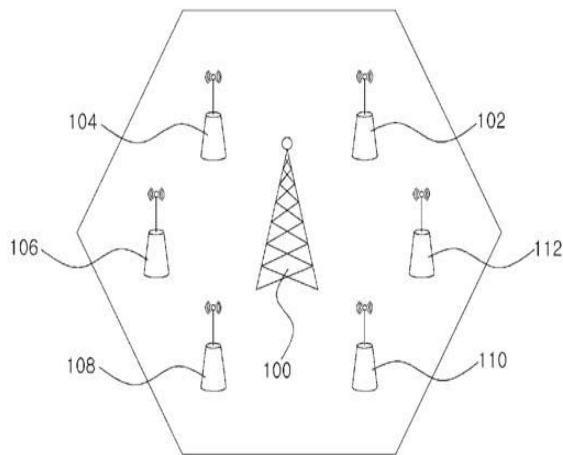
[0059] 도 5는 본 발명에서 제안되는 주파수 재사용 기법이 적용될 경우의 아웃레이지 성능을 도시한 그래프이다.

[0060] 도 5를 참조하면, 제안된 주파수 재사용 기법이 적용될 경우 각 서브셀의 외곽 지역에서 발생하는 아웃레이지 이벤트가 현저하게 줄어드는 것을 확인할 수 있으며, 이는 외부 영역에서의 재사용 거리가 향상되기 때문이다.

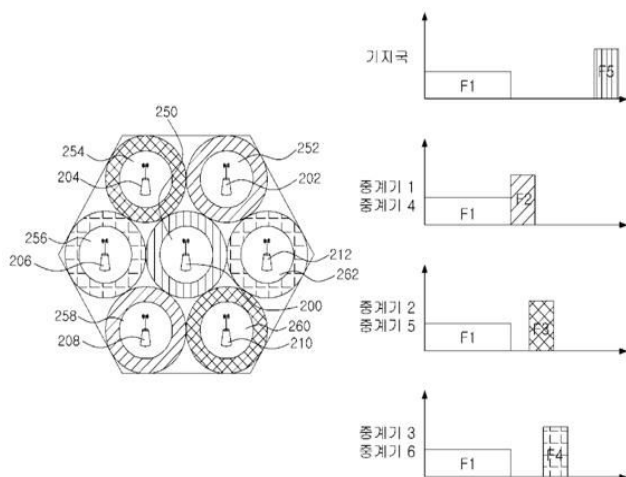
[0061] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

## 도면

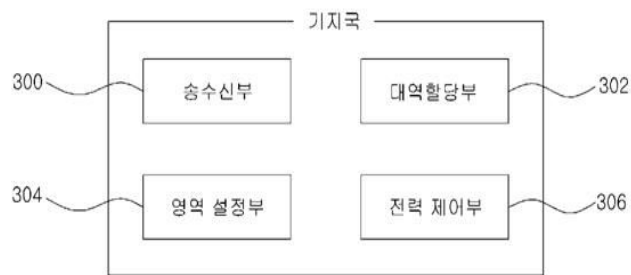
### 도면1



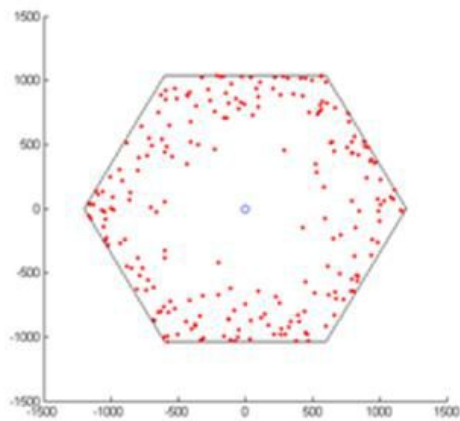
### 도면2



도면3



도면4



도면5

