



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0038782  
(43) 공개일자 2011년04월15일

(51) Int. Cl.

H04W 16/02 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2009-0095946

(22) 출원일자 2009년10월09일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

서강대학교산학협력단

서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교

(72) 발명자

소정민

경기도 수원시 영통구 영통동 신나무실5단지아파트 522동 1004호

변희정

경기도 수원시 영통구 망포동 쌍용2차아파트 202동 1104호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

권혁록, 이정순

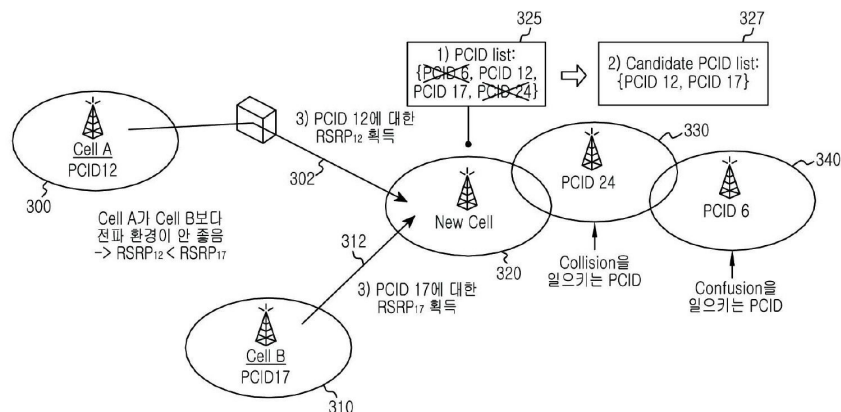
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 무선통신시스템에서 물리적 셀 식별자를 할당하는 방법 및 장치

### (57) 요약

본 발명은 무선통신시스템에서 물리적 셀 식별자를 할당하는 방법 및 장치에 관한 것으로, 무선통신시스템에서 물리계층의 셀 식별자(Physical Cell Identifier: PCID)를 할당하는 방법은, 허용가능한 PCID 목록을 서버로부터 획득하는 과정과, PCID 할당 조건에 따라, 상기 PCID 목록으로부터 적어도 하나 이상의 후보 PCID를 결정하는 과정과, 상기 적어도 하나 이상의 후보 PCID를 사용하는 셀들에 대해 각각 수신신호 세기를 측정하는 과정과, 상기 각각의 후보 PCID를 사용하는 셀들의 수신신호 세기 및 PCID 재사용 계수를 이용하여, 적어도 하나 이상의 PCID를 선택하는 과정을 포함한다.

### 대표도



(72) 발명자

**신봉진**

서울특별시 마포구 신수동 1번지 서강대학교 전자  
공학과 R관 707호

**이가희**

서울특별시 마포구 신수동 1번지 서강대학교 전자  
공학과 R관 707호

**홍대형**

서울특별시 마포구 신수동 1번지 서강대학교 전자  
공학과 R관 707A호

**도미선**

경기도 수원시 팔달구 화서1동 71-16

**강현구**

경기도 수원시 장안구 조원동 주공아파트 206동  
1301호

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

무선통신시스템에서 물리계층의 셀 식별자(Physical Cell Identifier: PCID)를 할당하는 방법에 있어서,  
 허용가능한 PCID 목록을 서버로부터 획득하는 과정과,  
 PCID 할당 조건에 따라, 상기 PCID 목록으로부터 적어도 하나 이상의 후보 PCID를 결정하는 과정과,  
 상기 적어도 하나 이상의 후보 PCID를 사용하는 셀들에 대해 각각 수신신호 세기를 측정하는 과정과,  
 상기 각각의 후보 PCID를 사용하는 셀들의 수신신호 세기 및 PCID 재사용 계수를 이용하여, 적어도 하나 이상의 PCID를 선택하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,  
 상기 서버로부터 셀간 간섭 및 PCID 재사용 효율을 제어하는 상기 PCID 재사용 계수를 획득하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

### 청구항 3

제 1항에 있어서,  
 상기 PCID 재사용 계수는 설치된 셀의 전파특성, 허용 간섭의 기준, 사용가능한 PCID 범위, 셀의 밀집도 그리고 셀 커버리지 중 적어도 하나 이상을 기반으로 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

### 청구항 4

제 1항에 있어서,  
 상기 각각의 후보 PCID를 사용하는 셀들의 수신신호 세기 및 PCID 재사용 계수를 이용하여, 적어도 하나 이상의 PCID를 선택할 시, 하기 <수학식 2>를 기반으로 하는 것을 특징으로 하는 방법.

### 수학식 2

$$RSRP_{sel} = \text{Max}\{RSRP_i | RSRP_{Min} \leq RSRP_i \leq \alpha RSRP_{Max} + (1 - \alpha)RSRP_{Min}\}$$

where  $0 \leq \alpha \leq 1$ ,

$$RSRP_{Max} = \text{Max}\{RSRP_i | i \in I\}$$

$$RSRP_{Min} = \text{Min}\{RSRP_i | i \in I\}$$

여기서, I는 후보 PCID 목록에 포함된 후보 PCID들의 집합이다. i는 후보 PCID 들의 집합 중 하나의 PCID를 의미하고,  $RSRP_i$ 는 PCID i를 사용하는 셀로부터 수신된 RSRP 값이다. 모든 후보 PCID i에 대한 중에 최대 RSRP 값이  $RSRP_{Max}$ , 최소 RSRP 값이  $RSRP_{Min}$ 이다.

### 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 PCID 할당 조건은 Collision-Free 조건 및 Confusion-Free 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 수신신호 세기는 셀 특정 기준신호(cell-specific downlink reference signal)의 수신전력으로 결정되며,

상기 기준신호의 순열(sequence)은 각 셀의 PCID로 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 7

무선통신시스템에서 물리계층의 셀 식별자(Physical Cell Identifier: PCID)를 할당하는 방법에 있어서,

허용가능한 PCID 목록 및 PCID 재사용 계수를 결정하는 과정과,

상기 PCID 목록 및 상기 PCID 재사용 계수를 해당 기지국으로 제공하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 PCID 재사용 계수는 설치된 셀의 전파특성, 허용 간섭의 기준, 사용가능한 PCID 범위, 셀의 밀집도 그리고 셀 커버리지 중 적어도 하나 이상을 기반으로 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 9

무선통신시스템에서 물리계층의 셀 식별자(Physical Cell Identifier: PCID)를 할당하는 장치에 있어서,

허용가능한 PCID 목록을 서버로부터 획득하고,

PCID 할당 조건에 따라, 상기 PCID 목록으로부터 적어도 하나 이상의 후보 PCID를 결정하는 제어부와,

상기 적어도 하나 이상의 후보 PCID를 사용하는 셀들에 대해 각각 수신신호 세기를 측정하는 송수신부와,

상기 각각의 후보 PCID를 사용하는 셀들의 수신신호 세기 및 PCID 재사용 계수를 이용하여, 적어도 하나 이상의 PCID를 선택하는 PCID 선택부를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

#### 청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 서버로부터 셀간 간섭 및 PCID 재사용 효율을 제어하는 상기 PCID 재사용 계수를 획득하는 것을 특징으로 하는 장치.

#### 청구항 11

제 9항에 있어서,

상기 PCID 재사용 계수는 설치된 셀의 전파특성, 허용 간섭의 기준, 사용가능한 PCID 범위, 셀의 밀집도 그리고

셀 커버리지 중 적어도 하나 이상을 기반으로 결정되는 것을 특징으로 하는 장치.

#### 청구항 12

제 9항에 있어서,

상기 각각의 후보 PCID를 사용하는 셀들의 수신신호 세기 및 PCID 재사용 계수를 이용하여, 적어도 하나 이상의 PCID를 선택할 시, 하기 <수학식 3>를 기반으로 하는 것을 특징으로 하는 장치.

#### 수학식 3

$$RSRP_{sel} = \text{Max}\{RSRP_i | RSRP_{Min} \leq RSRP_i \leq \alpha RSRP_{Max} + (1 - \alpha)RSRP_{Min}\}$$

where  $0 \leq \alpha \leq 1$ ,

$$RSRP_{Max} = \text{Max}\{RSRP_i | i \in I\}$$

$$RSRP_{Min} = \text{Min}\{RSRP_i | i \in I\}$$

여기서, I는 후보 PCID 목록에 포함된 후보 PCID들의 집합이다. i는 후보 PCID 들의 집합 중 하나의 PCID를 의미하고,  $RSRP_i$ 는 PCID i를 사용하는 셀로부터 수신된 RSRP 값이다. 모든 후보 PCID i에 대한 중에 최대 RSRP 값이  $RSRP_{Max}$ , 최소 RSRP 값이  $RSRP_{Min}$ 이다.

#### 청구항 13

제 9항에 있어서,

상기 PCID 할당 조건은 Collision-Free 조건 및 Confusion-Free 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 장치.

#### 청구항 14

제 9항에 있어서,

상기 수신신호 세기는 셀 특정 기준신호(cell-specific downlink reference signal)의 수신전력으로 결정되며,

상기 기준신호의 순열(sequence)은 각 셀의 PCID로 결정되는 것을 특징으로 하는 장치.

#### 청구항 15

무선통신시스템에서 물리계층의 셀 식별자(Physical Cell Identifier: PCID)를 할당하는 장치에 있어서,

허용가능한 PCID 목록 및 PCID 재사용 계수를 결정하고,

상기 PCID 목록 및 상기 PCID 재사용 계수를 해당 기지국으로 제공하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

#### 청구항 16

제 15항에 있어서,

상기 PCID 재사용 계수는 설치된 셀의 전파특성, 허용 간섭의 기준, 사용가능한 PCID 범위, 셀의 밀집도 그리고 셀 커버리지 중 적어도 하나 이상을 기반으로 결정되는 것을 특징으로 하는 장치.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술 분야

- [0001] 본 발명은 무선통신시스템에서 물리계층의 셀 식별자(Physical Cell Identifier: PCID)를 할당하는 방법 및 장치에 관한 것으로, 특히 후보 PCID를 사용하는 셀들의 수신신호를 수집한 후, PCID 재사용 계수를 고려하여 새로 생성되는 셀에 할당할 PCID를 선택하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

- [0002] 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(Long Term Evolution) 시스템에서 SON(Self-Organization Network) 구성을 위한 자동(Automatic) 물리 계층의 셀 식별자(Physical Cell Identifier: PCID) 할당 방안이 진행되고 있다. 상기 자동 PCID 할당 기술은 새로 설치될 eNB(E-UTRAN Node-B: 기지국으로 칭하기도함)이 이웃 셀 정보를 수집하여 자신의 셀에 할당할 PCID를 선택하는 기술이다. LTE 시스템에서 다양한 종류의 셀이 사용자에게 의해 자유롭게 신설되거나 제거될 수 있다. 또한 셀 신설 시, 많은 초기 구성 파라미터를 이용하여 셀을 구동하는 과정이 복잡하다. 이와 같은 SON 환경에서 운용자의 도움없이 eNB가 자동으로 초기 구성 파라미터를 결정하는 방안이 필요하다. 특히, 새로 설치된 셀의 초기 구성 파라미터 중 셀의 구별을 위해 물리계층(physical layer)에서 사용하는 셀 식별자(cell ID)인 PCID를 할당하는 방안이 필요하다. 상기 LTE 시스템에서는 504개의 PCID를 다수의 셀들이 재사용하고 있다.
- [0003] 한편, 상기 eNB에서 PCID를 할당할 때 Collision-Free 조건 및 Confusion -Free 조건을 고려해야 한다.
- [0004] 도 1은 PCID 할당을 위한 Collision-Free 조건과 Confusion-Free 조건을 설명하기 위한 도면이다.
- [0005] 상기 도 1(a)을 참조하면, 충돌(Collision)은 서로 이웃한 셀(100, 102)이 동일한 PCID를 사용하여 서로 간섭을 주는 경우에 발생할 수 있다. 충돌이 발생한 경우(104) 단말이 셀을 구분할 수 없기 때문에 해당 셀(100, 102)과 통신을 하기 어렵다. 따라서, 상기 Collision-Free 조건은 이웃 셀들이 동일한 PCID를 사용하지 않도록 제한하는 것이다.
- [0006] 상기 도 1(b)을 참조하면, 셀(110)과 셀(112)은 각각 서로 다른 PCID A와 PCID B를 사용하여 서로 간섭을 주지 않지만, 셀(112)의 또 다른 이웃 셀(114)이 셀(110)과 동일한 PCID A를 사용하게 되면, 셀(112)에 있는 단말이 이웃 셀로 핸드오버할 시, 셀(110)로 핸드오버를 해야하는지 셀(114)로 핸드오버를 해야하는지 혼동을 일으킬 수 있다.
- [0007] 따라서, Confusion-Free 조건은 한 셀의 이웃(neighbor) 중 동일한 PCID를 사용하는 여러 개의 셀이 있는 경우 핸드오버 시 문제가 발생할 수 있으므로, 이웃 셀의 이웃 셀과 동일한 PCID를 사용하지 않도록 제한하는 것이다.
- [0008] 종래에서는 eNB를 위한 PCID 할당은 2단계로 수행한다. 먼저 collision/confusion을 방지할 수 있는 후보(candidate) PCID 목록을 결정한다. 상기 후보 PCID 목록은 새로 생성된 셀이 선택 가능한 PCID 목록에서 collision/confusion을 일으키는 PCID를 제거함으로써 만들어진다. 이후 상기 eNB는 상기 후보 PCID 목록에서 하나의 PCID를 랜덤하게 선택하여 새로 발생한 셀에 할당한다.
- [0009] 하지만, 랜덤하게 하나의 PCID를 선택하는 방법은 복잡도가 낮다는 장점이 있지만, 랜덤하게 PCID를 선택하다 보면 각 셀에 규칙성 없이 PCID가 할당되므로 시스템 성능 이득을 얻을 수 없다.
- [0010] 예를 들면, WCDMA 시스템에서의 스크램블링 코드(Scrambling Code)를 할당한다. 따라서, 제한된 스크램블링 코드를 효율적으로 사용하기 위해서 스크램블링 코드 설계(Scrambling Code Planning)가 수행된다.
- [0011] 다시 말해, CDMA 시스템에서는 운용자가 셀 설계(cell planning) 단계에서 설치할 셀들의 위치, 안테나 패턴 등의 커버리지 정보를 알고 있으므로, 사용자는 셀 커버리지와 경로손실(pathloss)을 고려하여 동일한 스크램블링 코드를 사용할 수 있는 셀 간의 거리, 즉 코드 재사용 거리를 결정할 수 있다. 결정된 코드 재사용 거리를 만족하는 코드 재사용 패턴을 셀 설계 단계에서 미리 정의하여 각 셀에 스크램블링 코드를 할당한다. 이 방법은 코드 재사용 거리가 정해지면 그에 따라 사용 가능 최소 코드 수로 시스템 운용이 가능하므로 효율적이다.

[0012] 하지만, LTE SON 환경에서는, 다양한 커버리지의 셀이 존재하고 그 셀들이 수시로 신설/제거되는 위치가 불규칙하여 코드 재사용 패턴을 적용하기 어렵다.

[0013] 따라서, 무선통신시스템에서 코드 재사용 패턴을 이용하여 효율적인 PCID를 할당하기 위한 방법 및 장치를 제안한다.

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

[0014] 본 발명의 목적은 무선통신시스템에서 PCID 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0015] 본 발명의 다른 목적은 무선통신시스템에서 코드 재사용 패턴을 이용하여 효율적인 PCID를 할당하기 위한 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0016] 본 발명의 또 다른 목적은 SON 네트워크에서 요구되는 PCID 수를 최소화하는 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0017] 본 발명의 또 다른 목적은 SON 네트워크에서 PCID 재사용 계수를 이용하여, 동일한 PCID를 사용하는 셀로부터의 간섭을 조절하는 방법 및 장치를 제공함에 있다.

### 과제 해결수단

[0018] 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 1 견지에 따르면, 무선통신시스템에서 물리계층의 셀 식별자(Physical Cell Identifier: PCID)를 할당하는 방법에 있어서, 허용가능한 PCID 목록을 서버로부터 획득하는 과정과, PCID 할당 조건에 따라, 상기 PCID 목록으로부터 적어도 하나 이상의 후보 PCID를 결정하는 과정과, 상기 적어도 하나 이상의 후보 PCID를 사용하는 셀들에 대해 각각 수신신호 세기를 측정하는 과정과, 상기 각각의 후보 PCID를 사용하는 셀들의 수신신호 세기 및 PCID 재사용 계수를 이용하여, 적어도 하나 이상의 PCID를 선택하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 2 견지에 따르면, 무선통신시스템에서 물리계층의 셀 식별자(Physical Cell Identifier: PCID)를 할당하는 방법에 있어서, 허용가능한 PCID 목록 및 PCID 재사용 계수를 결정하는 과정과, 상기 PCID 목록 및 상기 PCID 재사용 계수를 해당 기지국으로 제공하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 3 견지에 따르면, 무선통신시스템에서 물리계층의 셀 식별자(Physical Cell Identifier: PCID)를 할당하는 장치에 있어서, 허용가능한 PCID 목록을 서버로부터 획득하고, PCID 할당 조건에 따라, 상기 PCID 목록으로부터 적어도 하나 이상의 후보 PCID를 결정하는 제어부와, 상기 적어도 하나 이상의 후보 PCID를 사용하는 셀들에 대해 각각 수신신호 세기를 측정하는 송수신부와, 상기 각각의 후보 PCID를 사용하는 셀들의 수신신호 세기 및 PCID 재사용 계수를 이용하여, 적어도 하나 이상의 PCID를 선택하는 PCID 선택부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 4 견지에 따르면, 무선통신시스템에서 물리계층의 셀 식별자(Physical Cell Identifier: PCID)를 할당하는 장치에 있어서, 허용가능한 PCID 목록 및 PCID 재사용 계수를 결정하고, 상기 PCID 목록 및 상기 PCID 재사용 계수를 해당 기지국으로 제공하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

### 효과

[0022] 상술한 바와 같이, SON 네트워크에서 PCID 재사용 계수를 이용하여 PCID 할당을 수행함으로써, 제한된 PCID를 효율적으로 사용할 수 있는 이점이 있다. 또한, PCI 재사용 계수를 조절하여 허용 간섭의 크기, PCID 재사용 빈도, 동일한 수의 셀에 PCID를 할당하기 위해서 필요한 PCID의 수 등을 제어할 수 있다.

### 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면의 참조와 함께 상세히 설명한다. 그리고, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0024] 이하, 본 발명은 무선통신시스템에서 물리계층의 셀 식별자(Physical Cell Identifier: PCID)를 할당하는 방법 및 장치에 대해 설명하기로 한다. 특히, SON(Self-Organization Network) 시스템에서 사용자에게 의해 새로 설치되는 eNB(기지국)이 수집한 이웃 셀의 신호 세기 정보 및 PCID 재사용 계수를 이용하여 스스로 자신의 셀에 PCID를 선택하는 방법에 대해 설명하기로 한다.
- [0025] 스크램블링 코드 설계에 있어서, 코드 재사용 거리에 따라 이용가능한 코드 수가 결정된다. 예를 들면, 동일한 셀 수에 요구되는 코드 수의 비율을 코드 재사용 효율이라고 한다면, 코드 재사용 거리가 먼 경우보다 코드 재사용 거리가 짧은 경우 코드 재사용 효율이 더 좋다. 상기 SON 시스템은 셀들이 생성/제거되는 위치가 불규칙하여 코드 재사용 패턴을 적용하기 어렵지만 상기 SON 시스템에서도 코드 재사용 패턴과 유사하게 동일한 PCID를 사용하는 셀간에 어느 정도 규칙성을 가지고 PCID를 할당한다면 PCID 재사용 효율을 높일 수 있다.
- [0026] 위에서 언급한 PCID 재사용 효율을 조절하기 위한 방안으로 본 발명에서는 새로 생성되는 셀이 각각의 후보 PCID를 사용하는 셀로부터 수신신호 세기 값을 수집하고 그 값을 이용하여 하나의 PCID를 선택하는 방안을 제안한다. 다시 말해, 수신신호 세기 값은 경로손실에 반비례하는 특성 있으므로, 수신신호 세기 값이 큰 셀의 PCID를 새로 생성되는 셀에 할당하면 동일한 PCID를 사용하는 셀 간의 거리가 가까워질 수 있다. 이 때문에 PCID의 재사용 빈도를 증가시켜 PCID 재사용 효율을 높일 수 있다. 반대로 수신신호 세기 값이 작은 셀의 PCID를 선택하면 PCID 재사용 효율을 낮출 수 있다.
- [0027] 도 2는 후보 PCID 중에 하나의 PCID를 선택하는 방법에 따른 PCID 할당 예를 보여주고 있다.
- [0028] 상기 도 2(a)는 후보 PCID 목록에서 랜덤하게 선택하는 예로, 후보 PCID 목록에서 랜덤하게 PCID를 선택하면 특정 PCID가 많이 선택되거나 적게 선택될 수 있다. 예를 들면, PCID 3 이나 PCID 11 같은 경우 다른 PCID에 비해 많이 선택되고, PCID 1, PCID 2, PCID 4 내지 PCID 10, 그리고 PCID 12는 한번 선택될 수 있다. 또한, 랜덤하게 PCID가 선택될 시, 인접 셀들이 동시에 동일한 PCID 선택될 수 있으므로 Collision-Free 조건 혹은 Confusion-Free 조건을 만족시키지 못할 수 있다.
- [0029] 상기 도 2 (b)는 수신신호 세기를 이용한 방안의 예로, SON 환경으로 인해 특정 PCID 재사용 패턴이 보이지는 않지만 재사용 효율이 조절되어 특정 PCID로 이루어진 그룹을 형성시킬 수 있다.
- [0030]
- [0031] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 무선통신시스템에서 새로운 셀이 생성될 시, 수신신호 세기를 이용하여 상기 새로운 셀에 PCID를 할당하는 예를 도시하고 있다.
- [0032] 상기 도 3을 참조하면, PCID 12를 사용하는 셀 A(300), PCID 17을 사용하는 셀 B(310), PCID 24를 사용하는 셀(330), PCID 6을 사용하는 셀(340)이 이미 운용되고 있는 환경에서, 새로운 셀(320)이 생성될 시 상기 새로운 셀(320)에 PCID가 할당되어야 한다.
- [0033] 이를 위해, 상기 새로운 셀(320)의 eNB는 OAM(Operation & Management) 서버로부터 할당 가능한 PCID 목록(PCID 6, PCID 12, PCID 17, PCID 24)을 제공받고, 이웃 셀(즉, PCID 24를 사용하는 셀(330), PCID 6을 사용하는 셀(340))의 정보를 수집하여 상기 PCID 목록에서 collision/confusion을 일으키는 PCID를 제거하여 후보 PCID 목록을 결정한다. 예를 들면, 셀(330)의 PCID 24는 Collision을 일으키는 PCID이고, 셀(340)의 PCID 6은 Confusion을 일으키는 PCID이므로, 상기 eNB는 상기 PCID 목록(PCID 6, PCID 12, PCID 17, PCID 24)에서 PCID 6, PCID 24를 제거하여(325), 후보 PCID 목록(PCID 12, PCID 17)(327)을 결정한다.
- [0034] 여기서, 상기 eNB는 충돌(Collision)을 일으키는 PCID 정보를 단말의 측정보고(measurement report)를 통해 획득하거나, 상기 eNB가 각 PCID를 사용하는 셀들의 수신신호 세기를 추정하여 간섭을 일으킬 수 있는 셀을 판별하고 그 셀의 PCID 정보를 획득한다. 그리고 상기 eNB는 X2 인터페이스를 통해 이웃 셀의 NCL(Neighbor Cell

List)를 획득함으로써 혼란(Confusion)을 일으키는 PCID정보를 결정할 수 있다.

- [0035] 이후, 상기 eNB는 후보 PCID 목록(327)에 포함된 각각의 PCID를 사용하는 셀(300, 310)의 수신신호 세기 값을 수집한다. 다시 말해, 상기 eNB는 각각의 후보 PCID를 사용하는 셀의 RSRP(Reference Signal Received Power) 정보를 수집한다(302, 312). 상기 RSRP는 매 하향링크 서브프레임에 하향링크 채널 추정을 위해 전송되는 셀 특정 기준신호(cell-specific downlink reference signal)의 수신전력을 의미한다. 기준신호의 순열(sequence)은 각 셀의 PCID로 결정되므로 각 셀이 사용하는 PCID를 획득하면, 상기 획득된 PCID를 사용하는 셀의 RSRP를 알 수 있다. 따라서, 각 셀의 PCID는 셀이 방송하는 동기신호(Synchronization Signal)를 통해 획득할 수 있다. 예를 들면, 이러한 정보를 수집하는 방법으로는 eNB 스캐닝(scanning)이 있다.
- [0036] 여기서, 각 후보 PCID에 대한 RSRP 값을 수집하는 것은 새로 발생한 셀과 각 후보 PCID를 사용하는 셀 사이의 전파환경을 획득하는 것을 의미하며, 이 정보를 이용하여 PCID 재사용 효율과 간섭을 적절히 조절할 수 있다. 일반적으로 수신 신호 세기는 경로손실에 반비례하여 거리가 멀수록 수신신호 세기가 작아지기 때문에 수신신호 세기가 작은 PCID를 재사용할 경우 간섭이 작아지는 이점이 있으나 동일한 PCID를 사용하는 셀간의 거리가 커지므로 PCID 재사용 빈도가 줄어들어 재사용 효율이 낮아진다. 반대로 수신신호 세기 큰 PCID를 재사용할 경우에 재사용 효율은 높아질 수 있으나, 간섭이 커질 수 있어서 시스템 성능이 저하되는 단점이 있다.
- [0037] 예를 들어, 상기 도 3에서 새로 발생한 셀은 PCID 6, 12, 17, 24를 포함하는 PCID 목록에서 collision/confusion을 일으키는 PCID 6, 24를 제거한다. 그리고, 후보 PCID 12를 사용하는 셀 A(300)는 후보 PCID 17을 사용하는 셀 B(310)보다 전파 환경이 좋지않다. 따라서 셀 A(300)에서 사용하는 PCID 12에 대한 RSRP 값이 셀 B(310)에서 사용하는 PCID 17에 대한 RSRP 값보다 더 작은 값을 가지게 된다. 이때 동일한 PCID를 사용하는 셀간의 간섭을 작게 하여 시스템 성능을 유지하고 싶다면 새로 발생한 셀(320)은 상대적으로 작은 RSRP 값의 셀 A(300)에서 사용하는 PCID 12를 선택한다. 반대로 동일한 PCID를 사용하는 셀간의 거리를 줄여 재사용 효율을 높이고 싶다면 큰 RSRP 값의 PCID 17을 선택한다. 이하 PCID 재사용 효율 및 셀간 간섭 정도를 결정하는 파라미터를 PCID 재사용 계수라 칭하기로 한다.
- [0038] 도 4는 본 발명에 따른 PCID 재사용 계수에 따른 PCID 할당 예를 도시하고 있다. 도 4 (a)의 PCID 재사용 계수가 도 4(b)의 PCID 재사용 계수보다 큰 경우이다.
- [0039] 상기 도 4 (a)를 참조하면, 도 4 (a)의 PCID 재사용 계수가 도 4(b)의 PCID 재사용 계수보다 크므로, 도 4 (b)에서 사용되는 PCID보다 적은 PCID 1 내지 PCID 9 범위 내에서 PCID가 할당된다. 하지만, 동일한 PCID를 사용하는 셀간 거리가 짧아 셀간 간섭은 도 4(b)보다 클 수 있다. 만약 전파환경이 도 4(b)보다 좋을 경우, 동일한 PCID를 사용하는 셀간 거리가 도 4 (b)보다 짧더라도 셀간 간섭은 도 4 (b)와 비슷할 수 있다.
- [0040] 상기 도 4 (b)를 참조하면, 도 4 (b)의 PCID 재사용 계수가 도 4(a)의 PCID 재사용 계수보다 작으므로, 도 4(a)에서 사용되는 PCID보다 많은 PCID 1 내지 PCID 15 범위 내에서 PCID가 할당된다. 하지만, 동일한 PCID를 사용하는 셀간 거리가 멀어 셀간 간섭은 도 4(a)보다 적을 수 있다. 만약 전파환경이 도 4(a)보다 좋지않을 경우, 동일한 PCID를 사용하는 셀간 거리가 도 4 (a)보다 멀더라도 셀간 간섭은 도 4 (a)와 비슷할 수 있다.
- [0041] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 무선통신 시스템에서 PCID를 할당하기 위한 기지국 동작 흐름도를 도시하고 있다.
- [0042] 상기 도 5를 참조하면, 기지국은 500 단계에서 OAM 서버로부터 PCID 허용범위(혹은 PCID 목록) 및 PCID 재사용 계수 정보를 수신한다. 여기서, 상기 PCID 재사용 계수는 OAM 서버에서 OAM에서 결정하며 설치된 셀의 전파특성,허용 간섭의 기준, 사용가능한 PCID 범위, 셀의 밀집도 그리고 셀 커버리지 등이 고려되어 결정된다.
- [0043] 이후, 상기 기지국은 502 단계에서 충돌(Collision)을 일으키는 PCID 및 혼란(Confusion)을 일으키는 PCID를 상기 PCID 목록에서 제거하기 위해, 이웃 셀들로부터 PCID 정보를 수집하고 수신신호 세기를 측정한다. 즉, 기지국은 단말의 측정보고(measurement report)를 통해, 혹은 각 PCID를 사용하는 셀들의 수신신호 세기를 추정하여 간섭을 일으킬 수 있는 셀을 결정함으로써, 충돌(Collision)을 일으키는 PCID 정보를 획득할 수 있다. 그리고 상기 기지국은 X2 인터페이스를 통해 이웃 셀의 NCL(Neighbor Cell List)를 획득함으로써 혼란(Confusion)을 일으키는 PCID정보를 결정할 수 있다.
- [0044] 이후, 상기 기지국은 504 단계에서 상기 PCID 목록에서 충돌을 일으키는 PCID를 제거하고 506 단계에서 혼란을

일으키는 PCID를 제거한다. 여기서 PCID 목록에서 충돌 및 혼란을 일으키는 PCID를 제거함으로써 후보 PCID 목록이 결정된다.

[0045] 이후, 상기 기지국은 508 단계에서 PCID 재사용 계수를 고려해서 PCID를 선택한다. 여기서, 하나의 PCID를 선택하는 방법을 살펴보면, 새로 생성되는 셀은 상기 후보 PCID 목록에 포함된 각각의 후보 PCID들에 대한 RSRP 값 정보를 모두 획득한 후, 하기 <수학식 1>에 기반하여 PCID를 선택한다.

### 수학식 1

$$RSRP_{sel} = \text{Max}\{RSRP_i | RSRP_{Min} \leq RSRP_i \leq \alpha RSRP_{Max} + (1 - \alpha) RSRP_{Min}\}$$

where  $0 \leq \alpha \leq 1$ ,

$$RSRP_{Max} = \text{Max}\{RSRP_i | i \in I\}$$

$$RSRP_{Min} = \text{Min}\{RSRP_i | i \in I\}$$

[0046] 여기서, I는 후보 PCID 목록에 포함된 후보 PCID들의 집합이다. i는 후보 PCID 들의 집합 중 하나의 PCID를 의미하고,  $RSRP_i$ 는 PCID i를 사용하는 셀로부터 수신된 RSRP 값이다. 모든 후보 PCID i에 대한 중에 최대 RSRP 값이  $RSRP_{Max}$ , 최소 RSRP 값이  $RSRP_{Min}$ 이다.  $\alpha$ 가 0일 때는 후보 PCID에 대한 RSRP 값 중 최소 RSRP값을 가지는 PCID를 할당하고  $\alpha$ 가 1일 때는 최대 RSRP 값을 가지는 PCID를 할당한다. 상기  $\alpha$ 는 PCI 재사용 계수이다. 여기서, 상기 PCI 재사용 계수( $\alpha$ )를 조절하면 간섭 및 PCID 재사용 효율을 조절할 수 있다.

[0049] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 무선통신 시스템에서 PCID를 할당하기 위한 OAM 서버 동작 흐름도를 도시하고 있다.

[0050] 상기 도 6을 참조하면, 상기 OAM 서버는 600 단계에서 유효한 PCID 범위 결정하고, 602 단계에서 PCID 재사용 계수를 결정한다. 여기서, 상기 PCID 재사용 계수는 설치된 셀의 전파특성, 허용 간섭의 기준, 사용가능한 PCID 범위, 셀의 밀집도 그리고 셀 커버리지 등이 고려되어 결정된다.

[0051] 이후, 상기 OAM 서버는 604 단계에서 해당 기지국에 상기 PCID 허용범위(예: PCID 목록) 및 상기 PCID 재사용 계수를 제공한다.

[0052] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 무선통신 시스템에서 PCID를 할당하기 위한 장치를 도시하고 있다.

[0053] 상기 7을 참조하면, 기지국은 인터페이스부(700), 제어부(710), 저장부(740), PCID 선택부(730) 및 송수신부(720)를 포함하여 구성된다.

[0054] 상기 인터페이스부(700)는 백본망과 연결을 제공하여, OAM 서버로부터 PCID 허용범위(혹은 PCID 목록) 및 PCID 재사용 계수 정보를 수신한다. 여기서, 상기 PCID 재사용 계수는 OAM 서버에서 결정하며 설치된 셀의 전파특성, 허용 간섭의 기준, 사용가능한 PCID 범위, 셀의 밀집도 그리고 셀 커버리지 등이 고려되어 결정된다. 또한, X2 인터페이스를 제공함으로써, 이웃 기지국으로부터 이웃 셀의 NCL(Neighbor Cell List)를 획득함으로써 혼란(Confusion)을 일으키는 PCID정보를 수신하여, 상기 저장부(740)에 저장한다.

[0055] 상기 제어부(710)는 기지국의 전반적인 제어를 담당하며, 특히, 충돌(Collision)을 일으키는 PCID 및 혼란(Confusion)을 일으키는 PCID를 수집하기 위해, 상기 인터페이스부(700), 상기 송수신부(720) 및 저장부(740)를 제어한다. 즉, 상기 제어부(710)는 단말의 측정정보를 통해, 혹은 각 PCID를 사용하는 셀들의 수신신호 세기를 추정하여 간섭을 일으킬 수 있는 셀을 결정하여 충돌(Collision)을 일으키는 PCID 정보를 결정한다. 그리고 상기 기지국은 X2 인터페이스를 통해 획득한 이웃 셀의 NCL(Neighbor Cell List)를 이용하여 혼란(Confusion)을 일으키는 PCID정보를 결정한다.

[0056] 상기 PCID 선택부(730)는 PCID 목록에서 충돌을 일으키는 PCID를 제거하고 혼란을 일으키는 PCID를 제거하여 후보 PCID 목록을 결정한다. 그리고, PCID 재사용 계수를 고려해서 PCID를 선택한다. 여기서, 하나의 PCID를 선택

하는 방법을 살펴보면, 새로 생성되는 셀은 상기 후보 PCID 목록에 포함된 각각의 후보 PCID들에 대한 RSRP 값 정보를 모두 획득한 후, 상기 <수학식 1>에 기반하여 PCID를 선택한다.

[0057] 도 8은 본 발명에 따라 <수학식 1>을 사용하여 후보 PCID 목록(5, 14, 17, 21, 26, 32, 3, 48)에서 PCI 재사용 계수에 따라 할당할 PCID 값이 다르게 결정되는 것을 보여주고 있다.

[0058] 여기서, 후보 PCID 21을 사용하는 셀의 RSRP는 -131 dBm이고, 후보 PCID 17을 사용하는 셀의 RSRP는 -126 dBm이고, 후보 PCID 32를 사용하는 셀의 RSRP는 -120 dBm이고, 후보 PCID 48을 사용하는 셀의 RSRP는 -111 dBm이고, 후보 PCID 5를 사용하는 셀의 RSRP는 -96 dBm이고, 후보 PCID 26을 사용하는 셀의 RSRP는 -84 dBm이고, 후보 PCID 33을 사용하는 셀의 RSRP는 -78 dBm이고, 후보 PCID 14을 사용하는 셀의 RSRP는 -72 dBm이라고 가정한다.

[0059] 만약, OAM 서버에서 PCID 재사용 계수  $\alpha$  값을 0으로 설정할 시, 기지국은 후보 PCID의 RSRP 값 중 최소 RSRP 값을 가지는 PCID 21을 선택하고, OAM 서버에서 PCID 재사용 계수  $\alpha$  값을 1으로 설정할 시, 기지국은 후보 PCID의 RSRP 값 중 최대 RSRP 값을 가지는 PCID 14를 선택한다. 만약 OAM 서버에서 PCID 재사용 계수  $\alpha$  값을 0.2로 설정할 시, 허용 간섭을 만족하는 PCID 21, 17, 32 중 RSRP 값이 최대인 PCID 32를 선택한다. 만약 OAM 서버에서 PCID 재사용 계수  $\alpha$  값을 0.8로 설정할 시, 허용 간섭을 만족하는 PCID 21, 17, 32, 48, 5, 26 중 RSRP 값이 최대인 PCID 26을 선택한다.

[0060] 상기 <수학식 1>에 따라서, PCID 재사용 계수를 이용하여 허용 간섭의 크기를 조절할 수 있다. 동일한 PCID를 사용하는 셀로부터 오는 간섭이 서빙 셀의 수신신호보다 임계치 이상으로 커지면 패킷 오류율(Packet Error Rate: PER) 또는 SNR(Signal to Noise Ratio) 손실과 같은 성능 저하가 일어난다. 상기 PER이나 SNR 손실과 같은 성능저하를 일으키는 간섭의 정도는 셀이 설치된 지역의 전파환경에 따라 상이할 수 있다. 또한 간섭을 일으키는 이웃 셀(neighbor cell)을 결정하는 기준이 허용 간섭의 크기보다 크게 설정되거나 이웃 셀의 NCL(Neighboring Cell List) 갱신 수행이 늦어질 경우, 충돌을 일으킬 가능성이 있는 PCID가 제거되지 않을 수 있다. 따라서, 셀이 설치된 환경의 전파특성 및 허용 간섭의 기준 등을 고려하여 적합한 PCID 재사용 계수를 선택하면 간섭으로 인한 성능 저하를 발생시키지 않으면서 재사용 효율을 높일 수 있다.

[0061] 또한, PCI 재사용 계수를 이용하여 PCID 재사용 효율이 증가하면, 더 적은 수의 PCID로 더 많은 셀에 PCID를 할당할 수 있다. LTE 시스템 환경에서는 기존 이동통신 환경에 비해 피코 셀(Pico cell), 펌토 셀(Femto cell) 등과 같이 커버리지가 기존 매크로 셀에 비해 작은 셀이 많이 사용될 것으로 예상된다.

[0062] 셀 커버리지가 감소함에 따라 동일한 면적에 서비스를 제공하기 위해서 필요한 셀의 수는 더 증가할 수 있다. 또한 간섭을 일으키는 이웃 셀을 결정하는 기준이 허용 간섭의 크기보다 작게 설정되거나 NCL 갱신 과정에서 불필요한 셀 제거가 늦어질 경우, 필요 이상의 이웃 셀이 NCL에 포함됨에 따라 선택 가능한 PCID 목록에서 제거되는 PCID가 많아질 수 있다. 이것은 후보 PCID 부족 현상을 유발시킨다. 따라서 더 많은 셀에 PCID를 할당하기 위해서 보다 효율적인 PCID 재사용 기법이 필요하며, 본 발명에서 제안한 기법은 이와 같은 PCID 재사용 빈도를 조절할 수 있기 때문에 LTE 시스템에서 PCID 할당에 효율적으로 사용될 수 있다.

[0063]

[0064] 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

### 도면의 간단한 설명

[0065] 도 1은 PCID 할당을 위한 Collision-Free 조건과 Confusion-Free 조건을 설명하기 위한 도면,

[0066] 도 2는 후보 PCID 중에 하나의 PCID를 선택하는 방법에 따른 PCID 할당 예,

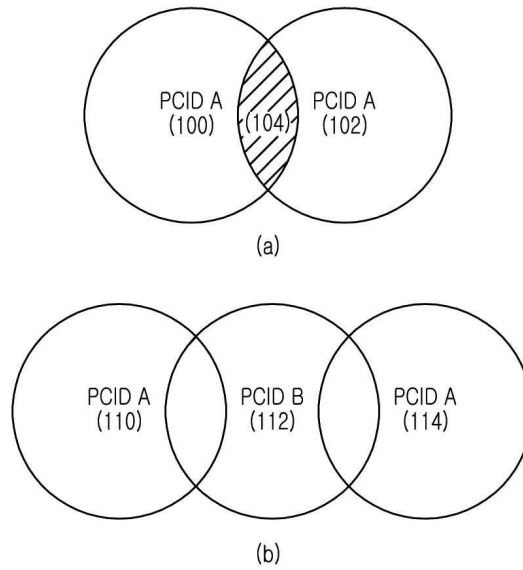
[0067] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 무선통신시스템에서 새로운 셀이 생성될 시, 수신신호 세기를 이용하여 상기 새로운 셀에 PCID를 할당하는 예,

[0068] 도 4는 본 발명에 따른 PCID 재사용 계수에 따른 PCID 할당 예,

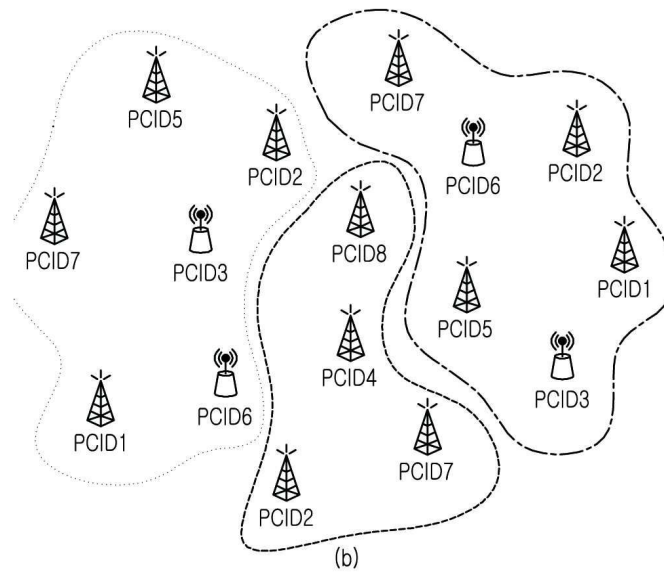
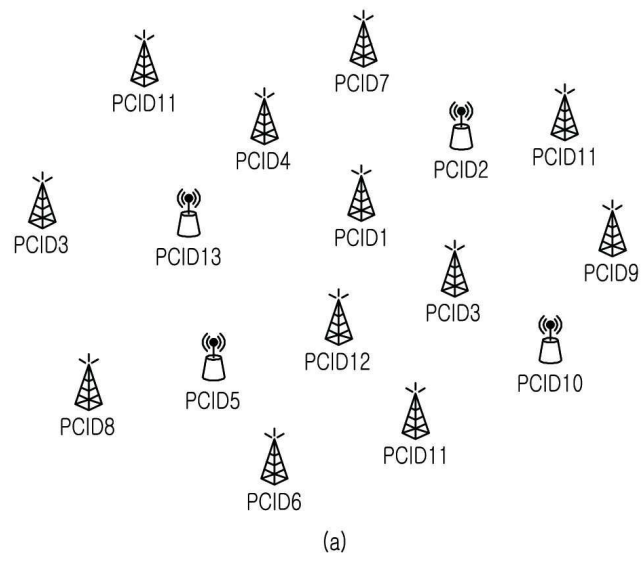
- [0069] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 무선통신 시스템에서 PCID를 할당하기 위한 기지국 동작 흐름도,  
 [0070] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 무선통신 시스템에서 PCID를 할당하기 위한 OAM 서버 동작 흐름도,  
 [0071] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 무선통신 시스템에서 PCID를 할당하기 위한 장치도 및,  
 [0072] 도 8은 본 발명에 따라 <수학식 1>을 사용하여 후보 PCID 목록(5, 14, 17, 21, 26, 32, 3, 48)에서 PCI 재사용 계수에 따라 할당할 PCID 값이 다르게 결정되는 예.

## 도면

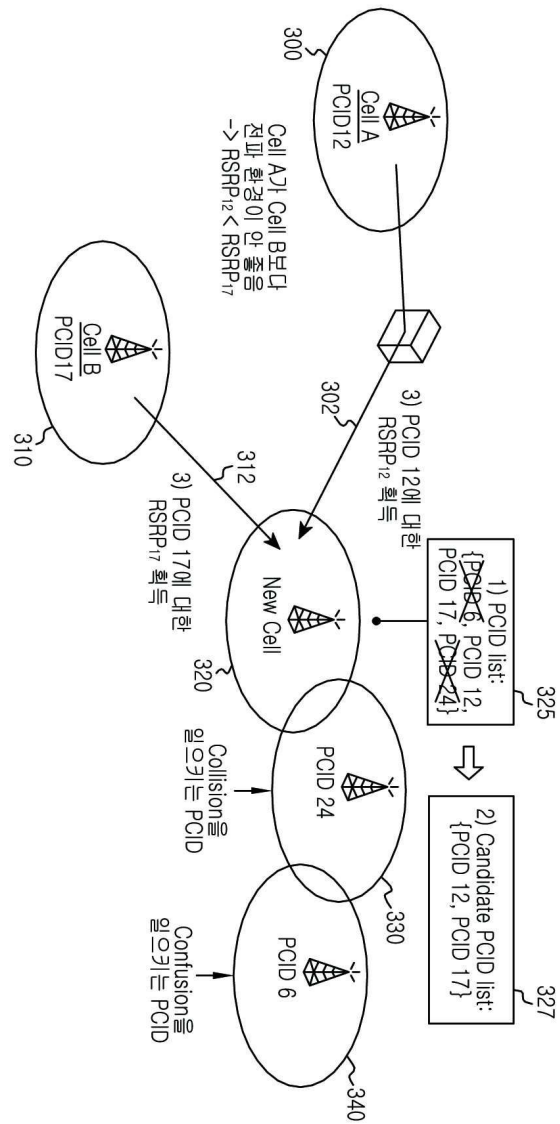
### 도면1



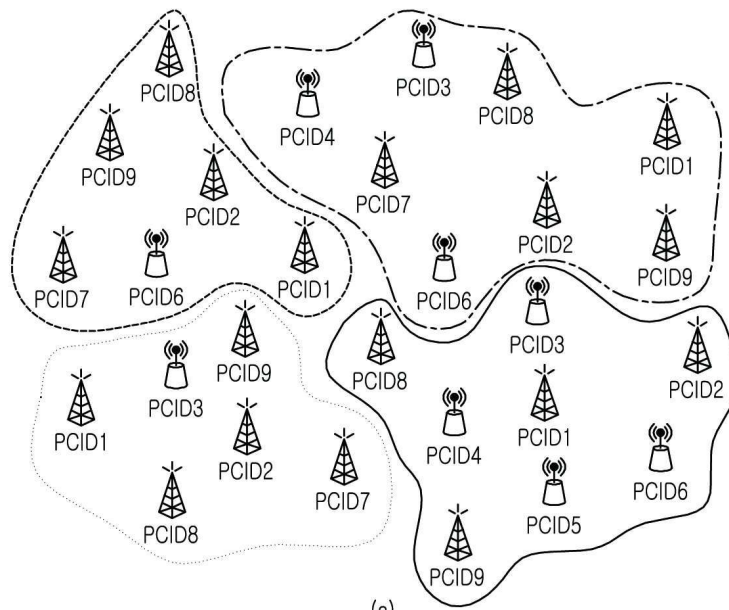
도면2



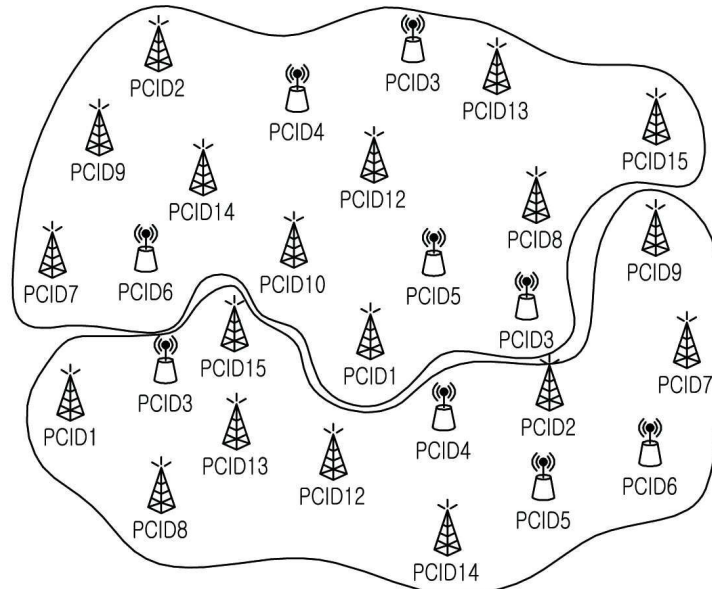
도면3



도면4

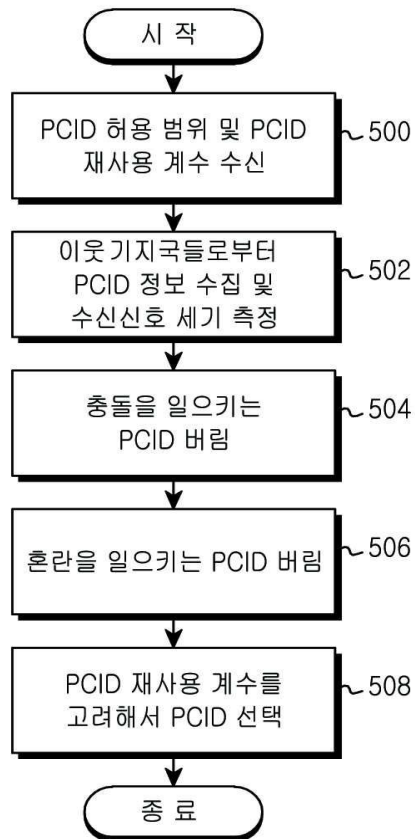


(a)

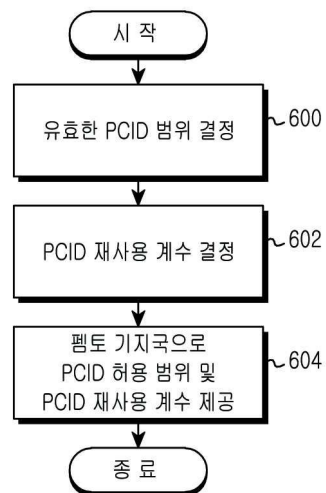


(a)

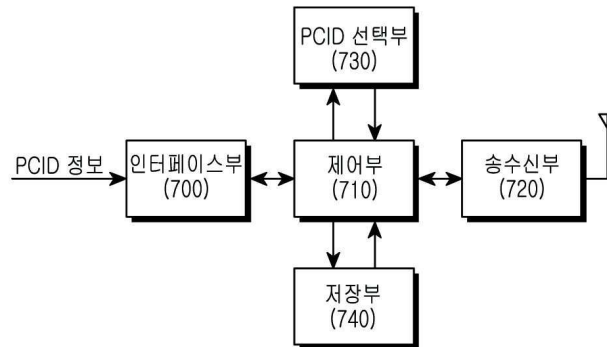
도면5



도면6



도면7



도면8

Candidate PCID list:  
{5, 14, 17, 21, 26, 32, 33, 48}

|                  | $pcid\ i$ | $RSRP_i\ (dBm)$ |                          |
|------------------|-----------|-----------------|--------------------------|
| $a=0$ 일 때 PCID   | 21        | -131            | $RSRP_{min}$             |
|                  | 17        | -126            |                          |
| $a=0.2$ 일 때 PCID | 32        | -120            | $a=0.2$ 일 때 $RSRP_{Sel}$ |
|                  | 48        | -111            |                          |
|                  | 5         | -96             | $a=0.8$ 일 때 $RSRP_{Sel}$ |
| $a=0.8$ 일 때 PCID | 26        | -84             |                          |
|                  | 33        | -78             |                          |
| $a=1$ 일 때 PCID   | 14        | -72             | $RSRP_{max}$             |

|                                  |
|----------------------------------|
| $a=0$ 일 때                        |
| $RSRP_{Sel} = RSRP_{Min} = -131$ |



PCID 21 할당

|                                 |
|---------------------------------|
| $a=1$ 일 때                       |
| $RSRP_{Sel} = RSRP_{Max} = -72$ |



PCID 14 할당

|                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $a=0.2$ 일 때                                                                                                                                                                                                                      |
| $a \cdot RSRP_{Max} + (1-a) \cdot RSRP_{Min} = 0.2 \cdot (-72) + 0.8 \cdot (-131) = -119.2$ $RSRP_{Sel} = \text{Max}\{RSRP_i   -131 \leq RSRP_i \leq -119.2\}$ $= \text{Max}\{-120, -126, -131\}$ $\therefore RSRP_{Sel} = -120$ |



PCID 32 할당

|                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $a=0.8$ 일 때                                                                                                                                                                                                                                   |
| $a \cdot RSRP_{Max} + (1-a) \cdot RSRP_{Min} = 0.8 \cdot (-72) + 0.2 \cdot (-131) = -83.8$ $RSRP_{Sel} = \text{Max}\{RSRP_i   -131 \leq RSRP_i \leq -83.8\}$ $= \text{Max}\{-84, -96, -111, -120, -126, -131\}$ $\therefore RSRP_{Sel} = -84$ |



PCID 26 할당