



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2016년10월14일  
 (11) 등록번호 10-1666009  
 (24) 등록일자 2016년10월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H04W 16/32 (2009.01) H04W 16/04 (2009.01)  
 (21) 출원번호 10-2010-0065738  
 (22) 출원일자 2010년07월08일  
 심사청구일자 2015년03월20일  
 (65) 공개번호 10-2011-0044132  
 (43) 공개일자 2011년04월28일  
 (30) 우선권주장  
 1020090100552 2009년10월22일 대한민국(KR)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 W02009067700 A1  
 W02009023587 A2

(73) 특허권자  
 삼성전자주식회사  
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
 한국과학기술원  
 대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)  
 (72) 발명자  
 홍영준  
 서울특별시 서초구 신반포로 9, 88동 202호 (반포동)  
 권태수  
 경기도 화성시 병점2로 78, 느치미마을주공4단지  
 402동 1204호 (병점동)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 20 항

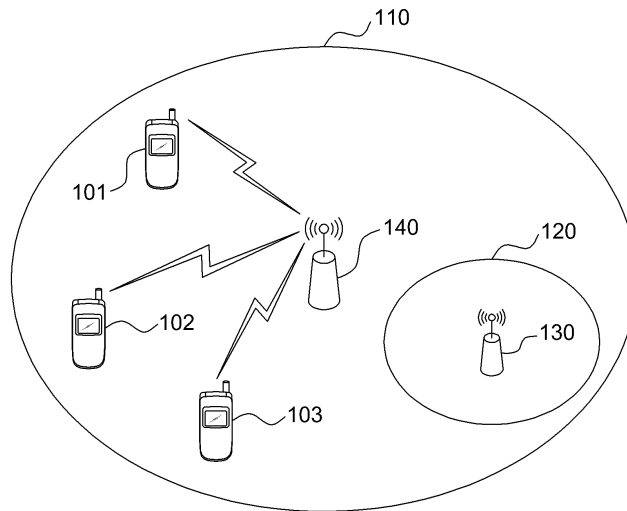
심사관 : 이다나

(54) 발명의 명칭 **다중 셀 환경에서 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 통신 시스템**

**(57) 요약**

다중 셀 환경에서 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 통신 시스템에 관한 것이다. 다중 셀 환경은 소형 셀과 매크로 셀로 구성되는 계층 셀 환경을 포함한다. 소형 기지국이 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 경우, 매크로 기지국으로부터 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보를 획득하고, 피간섭 단말이 존재하는지 여부에 따라서 상기 간섭 제어를 위한 전력 제어를 수행할 수 있다.

**대표도 - 도1**



(72) 발명자

**신창용**

서울특별시 강남구 도곡로93길 12, 대치우성2차아파트 201동 1102호 (대치동)

**장경훈**

경기도 수원시 영통구 태장로82번길 32, 동수원엘지빌리지1차아파트 112동 1602호 (망포동)

**이용훈**

대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원 Chips Dclab 2층 (구성동)

**성영철**

대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원 전자과(E3-2) 4203호 (구성동)

**유희정**

대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원 Chips Dclab 2층 (구성동)

**김학수**

대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원 Chips Dclab 2층 (구성동)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

소형 기지국에 의해 수행되는, 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법에 있어서,  
 매크로 단말을 센싱하기 위한 사일런스 리소스(silence resource)에 기초하여, 상기 소형 기지국의 셀 커버리지 (cell coverage) 내에, 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단하는 단계; 및  
 상기 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지 여부에 따라서 상기 소형 기지국의 셀 커버리지를 조정하는 단계를 포함하는,  
 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
 상기 소형 기지국의 셀 커버리지 내에, 상기 매크로 단말이 존재하는지 여부는, 상기 매크로 단말로부터 상기 매크로 기지국으로 전송되는 신호를 스니퍼링(sniffing)함으로써 판단되는,  
 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,  
 상기 소형 기지국은,  
 상기 매크로 단말에 할당된 업링크 리소스(resource)에 대응하는 리소스를 상기 사일런스 리소스(silence resource)로 할당하고, 상기 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 상기 할당된 사일런스 리소스를 사용하여 판단하는,  
 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,  
 상기 사일런스 리소스는 상기 소형 기지국에 인접해 있는 적어도 하나의 인접 소형 기지국에 동일하게 적용되고, 상기 적어도 하나의 인접 소형 기지국은 상기 사일런스 리소스에 기초하여 상기 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단하는,  
 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,  
 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단하는 단계는,  
 에너지 검파(energy detection) 방식에 따라서 에너지 검파를 수행하고, 상기 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단하는 단계; 및  
 상기 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하면, 다중 경로(multi-path) 채널에 대한 상관관계를 고려하여 채널 센싱을 수행하는 단계를 포함하는,  
 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 다중 경로(multi-path) 채널에 대한 상관관계를 고려하여 채널 센싱을 수행하는 단계는,  
수신신호의 상관 관계를 이용하여 채널정보를 추정하는 단계;

상기 수신신호 및 추정된 채널정보를 이용하여 채널 센싱을 위한 비교값을 계산하는 단계; 및  
상기 비교값 및 임계값을 비교하는 단계를 포함하는,

피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 소형 기지국의 셀 커버리지를 조정하는 단계는,

상기 소형 기지국의 셀 커버리지 내에, 상기 매크로 단말이 존재하는지 여부를 상기 매크로 기지국으로 알려주  
고, 상기 소형 기지국의 송신 전력을 조정하는 것을 특징으로 하는,

피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법.

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

매크로 단말을 센싱하기 위한 사일런스 리소스(silence resource)에 기초하여, 셀 커버리지(cell coverage)  
내에, 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단하는 스펙트럼 센싱부; 및

셀 커버리지 내에, 상기 매크로 단말이 존재하는지 여부에 따라서 셀 커버리지를 조정하는 셀 커버리지 조정부  
를 포함하는,

피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 통신 장치.

**청구항 14**

제13항에 있어서,

상기 스펙트럼 센싱부는,

상기 매크로 단말로부터 상기 매크로 기지국으로 전송되는 신호를 스니퍼링(sniffering)함으로써, 매크로 기지  
국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단하는,

피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 통신 장치.

**청구항 15**

제13항에 있어서,

상기 매크로 단말에 할당된 업링크 리소스(resource)에 대응하는 리소스를 상기 사일런스 리소스로 할당하는 제어부를 더 포함하는,

피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 통신 장치.

**청구항 16**

제15항에 있어서,

상기 사일런스 리소스는 상기 통신 장치에 인접해 있는 적어도 하나의 인접 소형 기지국에 동일하게 적용되고, 상기 적어도 하나의 인접 소형 기지국은 상기 사일런스 리소스에 기초하여, 상기 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단하는,

피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 통신 장치.

**청구항 17**

제13항에 있어서,

상기 스펙트럼 센싱부는,

에너지 검파(energy detection) 방식에 의하여, 상기 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단하는 제1 검파부; 및

상기 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하면, 다중 경로(multi-path) 채널에 대한 상관관계를 고려하여 채널 센싱을 수행하는 제2 검파부를 포함하는,

피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 통신 장치.

**청구항 18**

제17항에 있어서,

상기 제2 검파부는,

수신신호의 상관 관계를 이용하여 채널정보를 추정하는 채널 정보 추정부;

상기 수신신호 및 추정된 채널정보를 이용하여 채널 센싱을 위한 비교값을 계산하는 비교값 계산부; 및

상기 비교값 및 임계값을 비교하는 비교부를 포함하는,

피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 통신 장치.

**청구항 19**

소형 기지국에 의해 수행되는, 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법에 있어서,

매크로 기지국으로부터 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보를 획득하는 단계;

상기 매크로 단말을 센싱하기 위한 사일런스 리소스(silence resource) 및 상기 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보에 기초하여 상기 피간섭 단말이 존재하는지 여부를 판단하는 단계; 및

상기 피간섭 단말이 존재하는지 여부에 따라서 상기 간섭 제어를 위한 전력 제어를 수행하는 단계를 포함하는,

피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법.

**청구항 20**

제19항에 있어서,

상기 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보는,

a) 유선 백홀(wireline backhaul)을 통해 홈 게이트 웨이를 경유하여 획득되거나,

- b) 상기 매크로 단말로부터 릴레이 되거나,
  - c) 상기 소형 기지국에 의해 서빙되는 소형 셀 단말로부터 릴레이되거나,
  - d) 무선통신을 통해 상기 매크로 기지국으로부터 직접 수신되는,
- 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법.

**청구항 21**

제20항에 있어서,  
 상기 사일런스 리소스 및 상기 업링크 시그널에 대한 정보는 상기 소형 기지국에 인접해 있는 적어도 하나의 인접 소형 기지국과 공유되고, 상기 적어도 하나의 인접 소형 기지국은 상기 사일런스 리소스 및 상기 업링크 시그널에 대한 정보에 기초하여 상기 피간섭 단말이 존재하는지 여부를 판단하는,  
 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법.

**청구항 22**

제19항에 있어서,  
 상기 전력 제어를 수행하는 단계는 상기 피간섭 단말의 다운링크를 보호하기 위해 할당된 다운링크 사일런스 리소스에서 수행되고, 상기 다운링크 사일런스 리소스는 상기 소형 기지국에 인접해 있는 적어도 하나의 인접 소형 기지국과 공유되고, 상기 전력 제어는 상기 소형 기지국의 송출 전력을 턴-오프 시키는 것을 포함하는,  
 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법.

**청구항 23**

제19항에 있어서,  
 상기 피간섭 단말의 인지(awareness)에 대한 정보를 상기 매크로 기지국으로 전송하는 단계; 및  
 상기 피간섭 단말의 인지(awareness)에 대한 정보에 대응하는 메시지를 상기 매크로 기지국으로부터 수신하는 단계를 더 포함하는,  
 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법.

**청구항 24**

매크로 기지국으로부터 수신된 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보를 소형 기지국으로 릴레이하는 릴레이 부; 및  
 상기 소형 기지국으로부터의 간섭 신호 수신 여부에 따라서 간섭 제어와 관련된 메시지를 상기 소형 기지국 또는 상기 매크로 기지국으로 전송하는 간섭 제어 요청부를 포함하고,  
 상기 사용자 단말의 업링크 리소스는 상기 소형 기지국에 할당된 사일런스 리소스 내에서 할당되고, 상기 사일런스 리소스는 상기 소형 기지국에서 피간섭 단말을 검출하기 위한 리소스로 사용되는,  
 다중 셀 환경에서 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 통신 시스템에서 사용자 단말.

**청구항 25**

제24항에 있어서,  
 상기 사용자 단말의 다운링크는 상기 소형 기지국에 할당된 다운링크 사일런스 리소스에 의해 보호되는,  
 다중 셀 환경에서 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 통신 시스템에서 사용자 단말.

**발명의 설명**

**기술 분야**

기술 분야는 다중 셀 환경에서 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 통신 시스템에 에 관한 것이다.

[0001]

여기서, 다중 셀 환경은 소형 셀과 매크로 셀로 구성되는 계층 셀 환경을 포함한다.

**배경 기술**

- [0002] 최근 다양한 무선 통신 기술과 장비의 등장으로 인하여 무선 통신에 대한 수요가 급격히 증가하고 있다. 이는 곧 한정되어 있는 주파수 자원에 대한 부족을 초래하여 주파수 자원을 보다 효율적으로 사용하고자 하는 요구들이 증가하고 있다.
- [0003] 계층 셀 환경은, 매크로 셀(macro cell) 내에, 소형 기지국에 의하여 형성되는 소형 셀들이 self organizing network 형태로 구축되는 환경을 말한다. 이때, 소형 기지국에 의하여 형성되는 소형 셀은, 예를 들어, RRH(remote radio head), 릴레이 셀, 펠토 셀, 피코 셀, 홈 노드 B, 홈 EnB(Enhanced-node B) 등이 있다. 계층 셀 환경에서, 소형 기지국은 자신에 의해 피해를 받을 수 있는 매크로 유저를 고려할 수 있어야 한다. 소형 기지국은 매크로 사용자에게 기 할당되어 있으나, 매크로 사용자에 의하여 현재 사용되지 않은 자원을 스스로 탐지할 수 있고, 매크로 사용자에게 피해를 주지 않는 범위에서 매크로 사용자에 의하여 현재 사용되지 않는 자원을 이용하여 적절히 통신을 수행할 수 있다. 따라서, 계층 셀 환경에서 소형 기지국은 주파수 효율성을 높이는 방식으로 동작한다. 이때, 매크로 사용자는, 매크로 기지국과 통신하는 매크로 단말기 일 수 있다.
- [0004] 매크로 셀과 소형 셀 간의 실시간 협력은 용이하지 않다. 따라서, 소형 기지국은 매크로 셀과의 협력 없이 매크로 사용자를 센싱하여야 한다. 일반적으로 소형 기지국은 매크로 사용자의 신호 특성을 모르기 때문에, 에너지 검파기를 이용하여 매크로 사용자를 센싱할 수 있다. 그러나, 에너지 검파기를 이용하면, 매크로 사용자의 센싱 오류가 발생할 수 있다.
- [0005] 매크로 사용자의 센싱 오류는, 결국 자원 효율성을 떨어뜨리거나, 매크로 사용자에 대한 간섭을 발생 시킬 수 있다.

**발명의 내용**

**과제의 해결 수단**

- [0006] 본 발명의 일측에 따른 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 장치 및 방법은, 매크로 단말에 할당된 업링크 리소스(resource)에 대응하는 사일런스 리소스를 이용하여 매크로 단말을 센싱함으로써, 피간섭 단말의 검출 성능을 높일 수 있다.
- [0007] 본 발명의 일측에 따른 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법은, 매크로 단말을 센싱하기 위한 사일런스 리소스(silence resource)에 기초하여, 상기 소형 기지국의 셀 커버리지(cell coverage) 내에, 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단하는 단계; 및 상기 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지 여부에 따라서 상기 소형 기지국의 셀 커버리지를 조정하는 단계를 포함한다.
- [0008] 이때, 상기 소형 기지국의 셀 커버리지 내에, 상기 매크로 단말이 존재하는지 여부는, 상기 매크로 단말로부터 상기 매크로 기지국으로 전송되는 신호를 스니퍼링(sniffering)함으로써 판단될 수 있다.
- [0009] 이때, 상기 소형 기지국은, 상기 매크로 단말에 할당된 업링크 리소스(resource)에 대응하는 리소스를 상기 사일런스 리소스(silence resource)로 할당하고, 상기 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 상기 할당된 사일런스 리소스를 사용하여 판단할 수 있다.
- [0010] 이때, 상기 사일런스 리소스는 상기 소형 기지국에 인접해 있는 적어도 하나의 인접 소형 기지국에 동일하게 적용되고, 상기 적어도 하나의 인접 소형 기지국은 상기 사일런스 리소스에 기초하여 상기 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단할 수 있다.
- [0011] 이때, 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단하는 단계는, 일반적인 에너지 검파(energy detection) 방식에 따라서 에너지 검파를 수행하고, 상기 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단하는 단계 및 상기 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하면, 다중 경로(multi-path) 채널에 대한 상관관계를 고려하여 채널 센싱을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 이때, 상기 다중 경로(multi-path) 채널에 대한 상관관계를 고려하여 채널 센싱을 수행하는 단계는, 수신신호의 상관 관계를 이용하여 채널정보를 추정하는 단계와, 상기 수신신호 및 추정된 채널정보를 이용하여 채널 센싱을 위한 비교값을 계산하는 단계 및 상기 비교값 및 임계값을 비교하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0013] 이때, 상기 소형 기지국의 셀 커버리지를 조정하는 단계는, 상기 소형 기지국의 셀 커버리지 내에, 상기 매크로 단말이 존재하는지 여부를 상기 매크로 기지국으로 알려주고, 상기 소형 기지국의 송신 전력을 조정하는 것일 수 있다.
- [0014] 본 발명의 다른 일측에 따른 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법은, 일반적인 에너지 검과(energy detection) 방식에 의하여, 셀 커버리지 내에 매크로 단말이 존재하는지를 판단하는 단계 및 상기 셀 커버리지 내에 매크로 단말이 존재하면, 다중 경로(multi-path) 채널에 대한 상관관계를 고려하여 채널 센싱을 수행하는 단계를 포함한다.
- [0015] 본 발명의 다른 일측에 따른 사용자 단말은, 매크로 기지국 및 소형 기지국과 통신이 가능하고, 매크로 단말을 센싱하기 위한 사일런스 리소스(silence resource)에 기초하여 셀 커버리지 내에 매크로 단말이 존재하는지 여부를 판단하고 셀 커버리지 내에 매크로 단말이 존재하는지 여부에 따라서 셀 커버리지를 조정하는 소형 기지국에 의하여 인지될 수 있도록 동작한다.
- [0016] 본 발명의 다른 일측에 따른 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 장치는, 매크로 단말을 센싱하기 위한 사일런스 리소스(silence resource)에 기초하여, 셀 커버리지(cell coverage) 내에, 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단하는 스펙트럼 센싱부 및 셀 커버리지 내에, 상기 매크로 단말이 존재하는지 여부에 따라서 셀 커버리지를 조정하는 셀 커버리지 조정부를 포함한다.
- [0017] 이때, 상기 스펙트럼 센싱부는, 상기 매크로 단말로부터 상기 매크로 기지국으로 전송되는 신호를 스니퍼링(sniffing)함으로써, 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단할 수 있다.
- [0018] 이때, 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 장치는, 상기 매크로 단말에 할당된 업링크 리소스(resource)에 대응하는 리소스를 상기 매크로 단말을 센싱하기 위한 사일런스 리소스로 할당하는 제어부를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 이때, 상기 스펙트럼 센싱부는, 일반적인 에너지 검과(energy detection) 방식에 의하여, 상기 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단하는 제1 검파부 및 상기 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하면, 다중 경로(multi-path) 채널에 대한 상관관계를 고려하여 채널 센싱을 수행하는 제2 검파부를 포함할 수 있다.
- [0020] 이때, 상기 제2 검파부는, 수신신호의 상관 관계를 이용하여 채널정보를 추정하는 채널 정보 추정부와, 상기 수신신호 및 추정된 채널정보를 이용하여 채널 센싱을 위한 비교값을 계산하는 비교값 계산부 및 상기 비교값 및 임계값을 비교하는 비교부를 포함할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 또 다른 일측에 따른 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 장치는, 일반적인 에너지 검과(energy detection) 방식에 의하여, 셀 커버리지 내에 매크로 단말이 존재하는지를 판단하는 제1 검파부 및 상기 셀 커버리지 내에 매크로 단말이 존재하면, 다중 경로(multi-path) 채널에 대한 상관관계를 고려하여 채널 센싱을 수행하는 제2 검파부를 포함한다.
- [0022] 본 발명의 또 다른 일측에 따른 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법은, 매크로 기지국으로부터 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보를 획득하는 단계와, 상기 매크로 단말을 센싱하기 위한 사일런스 리소스(silence resource) 및 상기 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보에 기초하여 상기 피간섭 단말이 존재하는지 여부를 판단하는 단계 및 상기 피간섭 단말이 존재하는지 여부에 따라서 상기 간섭 제어를 위한 전력 제어를 수행하는 단계를 포함한다.

**발명의 효과**

- [0023] 매크로 단말에 할당된 업링크 리소스(resource)에 대응하는 사일런스 리소스를 이용하여 매크로 단말을 센싱함으로써, 피간섭 단말의 검출 성능을 높일 수 있다.
- [0024] 소형 기지국과 매크로 기지국간에, 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보를 공유함으로써, 피간섭 단말의 검출에 대한 정확도를 높일 수 있다.
- [0025] 다중 경로(multi-path) 채널에 대한 상관관계를 고려하여 채널 센싱을 수행함으로써, 에너지 검출 신뢰도를 높일 수 있다.

**도면의 간단한 설명**



- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층 셀 환경의 예를 나타낸다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층 셀 환경의 다른 예를 나타낸다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 스펙트럼 센싱 방법을 나타낸다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 커먼 사일런스 구간(Common Silence Period, CSP)을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 스펙트럼 센싱 방법을 나타낸다.
- 도 6은 도 5의 515단계의 일 예를 나타내는 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 매크로 단말과 소형 기지국 간의 채널 모형을 나타낸다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 스펙트럼 센싱 장치의 구성을 나타낸다.
- 도 9는 도 8에서 제2 검파부(813)의 구성 예를 나타낸다.
- 도 10은 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법을 나타낸다.
- 도 11은 도 10에서 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보를 획득하는 예들을 나타낸다.
- 도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따른 사용자 단말(User Equipment)의 예를 나타낸다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0027] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0028] 소형 기지국은 자신의 셀 커버리지 내에, 또는 자신의 셀 커버리지 주변에 매크로 사용자가 존재하는지를 판단하기 위하여 채널을 센싱할 수 있다. 소형 기지국은 채널 센싱 결과에 따라서, 전력 제어 알고리즘을 이용하여 동작 모드를 triggering 할 수 있다. 소형 기지국은 동작 모드 triggering에 의하여 자신의 셀 커버리지를 조정할 수 있다. 소형 기지국은 셀 커버리지의 동적인(dynamic) 조정을 통하여 매크로 사용자에게 미치는 영향을 최소화 할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 실시 예들은, 다중 셀 환경에서 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법 및 장치에 관련된다. 피간섭 단말의 검출은 스펙트럼 센싱을 이용하여 수행될 수 있다. 스펙트럼 센싱은 계층 셀 환경에서 간섭 채널 정보를 인지하는데 이용될 수 있다. 그러나, 본 발명의 실시 예들은, 계층 셀 환경 뿐만 아니라 일반적인 에너지 검파를 사용하는 환경에도 적용 가능하다. 일반적인 에너지 검파는, 예를 들어 파일럿 신호, 노이즈 전력, 인터피어런스(interference) 등을 이용한 범용적인 에너지 검파 방법일 수 있다.
- [0030] 이때, 일반적인 에너지 검파는, 센싱하고자 하는 신호가 i.i.d (identically independently distributed)라는 가정하에 수행된다. 그러나, 채널 상황이 AWGN(Additive White Gaussian Noise) 채널이 아닌 경우, 일반적인 에너지 검파는 오류가 발생할 가능성이 높다. 예를 들어, 센싱하고자 하는 매크로 사용자 신호가 multi-path 채널을 거쳐오는 경우에, 현재 수신된 신호는 이전에 수신된 신호들과 상관관계가 있다. 이때, 일반적인 에너지 검파는, 채널 상황이 AWGN 채널임을 가정하고 있기 때문에, 성능 저하가 발생하게 된다. 본 발명의 실시 예들은 다중 경로(multi-path) 채널에 대한 상관관계를 고려하여 채널 센싱을 수행함으로써, 에너지 검출 신뢰도를 높일 수 있다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층 셀 환경의 예를 나타낸다.
- [0032] 도 1을 참조하면, 계층 셀은 매크로 셀(110) 및 소형 셀(120)로 이루어질 수 있다. 매크로 셀(110)은 매크로 기지국(140)의 셀 커버리지에 의하여 형성되고, 소형 셀(120)은 소형 기지국(130)의 셀 커버리지에 의하여 형성될 수 있다.
- [0033] 매크로 셀(110) 내에서, 사용자 단말들(101, 102, 103)은 매크로 기지국(140)과 통신할 수 있다. 이때, 매크로 기지국(140)과 통신을 수행하는 사용자 단말은 "매크로 단말" 또는 "매크로 사용자"로 표현할 수 있다. 한편, 소형 기지국(130)의 셀 커버리지 내에서 소형 기지국(130)에 의하여 서빙되는 단말은 "소형 셀 단말"이라 칭하

기로 한다.

- [0034] 매크로 단말은, 매크로 기지국 및 소형 기지국과 통신이 가능하고, 셀 커버리지 내에 매크로 단말이 존재하는지 여부에 따라서 셀 커버리지를 조정하는 소형 기지국에 의하여 인지될 수 있도록 동작할 수 있다. 이때, 소형 기지국은 매크로 단말을 센싱하기 위한 사일런스 리소스(silence resource)에 기초하여 셀 커버리지 내에 매크로 단말이 존재하는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0035] 소형 기지국(130)은 소형 셀(120) 주변에 매크로 사용자가 없다고 판단하면, Cell Breathing을 통하여 자신의 셀 커버리지를 증가시킬 수 있다. Cell Breathing은 소형 기지국(130)의 송출 전력 제어에 의하여 수행될 수 있다. 즉, 소형 기지국(130)은 송출 전력을 증가시킴으로써 셀 커버리지를 증가시키거나, 송출 전력을 감소시킴으로써 셀 커버리지를 줄일 수 있다. 또한, 소형 기지국(130)은 셀 커버리지 내의 매크로 단말의 다운링크(downlink)를 보호하기 위하여, 송출 전력을 완전히 턴-오프(turn-off) 시킬 수도 있다.
- [0036] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층 셀 환경의 다른 예를 나타낸다.
- [0037] 도 2를 참조하면, 소형 셀(220)은 매크로 셀(210) 내에 존재한다. 이때, 매크로 사용자(205)는 매크로 기지국(240)과 통신을 수행하고 있다. 소형 기지국(230)은 자신의 셀 커버리지 내 또는 소형 기지국(230)의 주변(vicinity)에, 매크로 사용자(205)가 있다고 판단하고, Cell Breathing을 통하여 셀 커버리지를 감소시킬 수 있다. 또한, 소형 기지국(230)은 셀 커버리지 내의 매크로 사용자(205)의 다운링크(downlink)를 보호하기 위하여, 송출 전력을 완전히 턴-오프(turn-off) 시킬 수도 있다.
- [0038] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법을 나타낸다.
- [0039] 도 3에 도시된 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법은 소형 기지국에 의하여 수행될 수 있다.
- [0040] 단계 310에서, 소형 기지국은 소형 기지국의 셀 커버리지(cell coverage) 내에, 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단한다. 이때, 소형 기지국은, 매크로 단말로부터 상기 매크로 기지국으로 전송되는 신호를 스니퍼링(sniffering)함으로써 셀 커버리지 내에, 매크로 사용자가 존재하는지를 판단할 수 있다. 이때, 소형 기지국은 매크로 사용자에게 할당된 업링크 리소스(resource)에 대응하는 시간구간을 매크로 사용자를 센싱하기 위한 사일런스 구간(silence period)으로 할당하고, 사일런스 구간에서 매크로 사용자가 존재하는지를 판단할 수 있다.
- [0041] 이때, 매크로 사용자를 센싱하기 위한 사일런스 구간(silence period)은, 군집 셀에 대하여 커먼 사일런스 구간(Common Silence Period, CSP)으로 설정될 수 있다. CSP에 대한 구체적인 설명은 도 4를 참조하여 설명한다.
- [0042] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 커먼 사일런스 구간(Common Silence Period, CSP)을 설명하기 위한 도면이다.
- [0043] 도 4에 도시된 예는, 소형 기지국 1, 소형 기지국 2 및 소형 기지국 3이 군집 셀을 이루고 있는 예를 나타낸다. 이때, 군집 셀을 형성하고 있는 소형 기지국들 각각의 동작 스케줄링(420, 430, 440)은, 군집 셀의 CSP(450)를 포함할 수 있다. 이때, 군집 셀의 CSP(450)은 소형 기지국들이 매크로 단말의 업링크 신호를 센싱하기 위한 구간이다. 군집 셀의 CSP(450)는 주기 또는 비주기 적으로 설정될 수 있다. 소형 기지국들은 각각 군집 셀의 CSP(450)에서 매크로 단말의 업링크 신호를 센싱함으로써, 매크로 단말 검출의 정확도를 높일 수 있다.
- [0044] 따라서, 임의의 소형 기지국에 인접해 있는 소형 기지국은, 임의의 소형 기지국에 설정된 사일런스 구간에서, 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단할 수 있다.
- [0045] 이때, 매크로 단말은 군집 셀의 CSP(450)를 알고 있으며, 군집 셀의 CSP(450)에 대응하는 시간 구간(460)에 업링크 자원(Uplink resource)을 할당 한다. 즉, 매크로 단말의 동작 스케줄링(410)은, 군집 셀의 CSP(450) 내에 업링크 신호가 전송되도록 설정될 수 있다.
- [0046] 실시 예에 따라서, 매크로 기지국은 셀 경계에 위치한 매크로 단말의 업링크 자원을 상기 군집 셀의 CSP(450)와 대응하도록 제어할 수 있다.
- [0047] 따라서, 소형기지국은, 매크로 단말에 할당된 업링크 리소스(resource)에 대응하는 시간구간을 상기 매크로 단

말을 센싱하기 위한 사일런스 구간(silence period)으로 할당하고, 상기 사일런스 구간에서 상기 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단할 수 있다.

- [0048] 다시 도 3을 참조하면, 단계 320에서, 소형 기지국은 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지 여부에 따라서 셀 커버리지를 조정한다. 이때, 단계 320에서 소형 기지국은, 소형 기지국의 셀 커버리지 내에, 상기 매크로 단말이 존재하는지 여부를 상기 매크로 기지국으로 알려주고, 상기 소형 기지국의 송신 전력을 조정할 수 있다.
- [0049] 이때, 소형 기지국은 자신의 셀 커버리지 내에 또는 자신의 셀 커버리지 주변에 매크로 단말이 존재하면, 셀 커버리지를 감소시킬 수 있다. 또한, 소형 기지국은 자신의 셀 커버리지 내에 또는 자신의 셀 커버리지 주변에 매크로 단말이 존재하지 않으며, 셀 커버리지를 증가시킬 수 있다. 즉, 소형 기지국은 매크로 단말에서 송출되는 스펙트럼을 센싱하고, 송출 전력을 제어함으로써, "downlink dead zone"을 회피하도록 동작할 수 있다.
- [0050] 한편, 도 4에 도시된 예에서, 군집 셀의 CSP(450)는 'Common Silence Resource'의 개념으로 확장될 수 있다. 즉, 본 명세서에서 '리소스(Resource)'는 '시간(time)' 또는 '주파수(Frequency)' 등을 포함하는 것으로 해석될 수 있다. 군집 셀의 'Common Silence Resource'에서 소형 기지국들은 수신 신호를 듣기(listening) 위한 모드로 동작할 수 있다. 'Common Silence Resource'에서 소형 기지국들은 신호를 듣기(listening) 위해 침묵(silent)함으로써, 피 간섭 단말의 검출에 대한 정확도를 높일 수 있다. 한편, 'Common Silence Resource'는 매크로 단말의 다운링크 자원(downlink resource)에 대응하도록 설정될 수 있다. 'Common Silence Resource'가 매크로 단말의 다운링크 자원에 대응하도록 설정되는 경우, 'Common Silence Resource'를 'Downlink Common Silence Resource'라 칭할 수 있다. 'Downlink Common Silence Resource'에 의하여 매크로 단말의 다운링크는 더 잘 보호될 수 있다.
- [0051] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 스펙트럼 센싱 방법을 나타낸다.
- [0052] 도 5에 도시된 방법은, 도 3의 단계 310에 적용될 수 있다.
- [0053] 511단계에서, 소형 기지국은, 일반적인 에너지 검파(energy detection) 방식에 따라서 에너지 검파를 수행한다. 이때, 일반적인 에너지 검파는, 센싱하고자 하는 신호가 i.i.d (identically independently distributed)라는 가정하에 수행되는, 범용적인 에너지 검파 방법일 수 있다.
- [0054] 513단계에서, 소형 기지국은, 에너지 검파 결과에 기초하여 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단한다.
- [0055] 소형 기지국은 에너지 검파 결과, 매크로 단말이 존재하면, 515단계에서, 다중 경로(multi-path) 채널에 대한 상관관계를 고려하여 채널 센싱을 수행한다.
- [0056] 이때, 515단계는, 도 6에 도시된 바와 같이, 수신신호의 상관 관계를 이용하여 채널정보를 추정하는 단계(601)와, 상기 수신신호 및 추정된 채널정보를 이용하여 채널 센싱을 위한 비교값을 계산하는 단계(603) 및 상기 비교값 및 임계값을 비교하는 단계(605)를 포함할 수 있다. 이때, 다중 경로 채널에 대한 상관관계를 고려한 채널 센싱에 대한 보다 상세한 설명은 후술하기로 한다.
- [0057] 517단계에서, 소형 기지국은, 채널 센싱 결과에 기초하여 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단한다.
- [0058] 한편, 도 6에 도시된 방법은, 계층 셀 환경뿐 만 아니라, 일반적인 에너지 검파를 사용하는 환경에도 적용 가능하다. 즉, 본 발명의 일 실시 예에 따른 스펙트럼 센싱 방법은, 일반적인 에너지 검파(energy detection) 방식에 의하여, 셀 커버리지 내에 매크로 단말이 존재하는지를 판단하는 단계 및 상기 셀 커버리지 내에 매크로 단말이 존재하면, 다중 경로(multi-path) 채널에 대한 상관관계를 고려하여 채널 센싱을 수행하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0059] 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 매크로 단말과 소형 기지국 간의 채널 모형을 나타낸다.
- [0060] 도 7을 참조하면, 매크로 단말의 전송 신호  $S[i]$ 는, 채널 임펄스 응답  $h[i]$ 를 갖는 채널을 통과한 후, 채널 출력 신호  $r[i]$ 로 표현되었다.  $r[i]$ 는  $\theta$  (unknown amplitude parameter)를 거친 후, 무선 환경을 통해

전송된다. 소형 기지국의 수신단은 AWGN  $w[i]$ 가 더해진 수신신호  $y[i]$ 를 수신한다.

- [0061] 도 8은 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 통신 장치의 구성을 나타낸다. 도 8의 통신 장치(800)는 본 발명의 일 실시 예에 따른 소형 기지국에 구비될 수 있다.
- [0062] 통신 장치(800)는, 스펙트럼 센싱부(810), 셀 커버리지 조정부(820)를 포함한다. 실시 예에 따라서, 통신 장치(800)는, 제어부(830)를 더 포함할 수 있다.
- [0063] 스펙트럼 센싱부(810)는, 매크로 단말로부터 상기 매크로 기지국으로 전송되는 신호를 스니퍼링(sniffering)함으로써, 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단할 수 있다.
- [0064] 스펙트럼 센싱부(810)는, 제1 검파부(811) 및 제2 검파부(813)을 포함할 수 있다. 이때, 제1 검파부(811)는 일반적인 에너지 검파(energy detection) 방식에 의하여, 상기 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하는지를 판단할 수 있다. 이때, 제2 검파부(813)는, 매크로 기지국으로 신호를 전송하는 매크로 단말이 존재하면, 다중 경로(multi-path) 채널에 대한 상관관계를 고려하여 채널 센싱을 수행할 수 있다.
- [0065] 셀 커버리지 조정부(820)는, 셀 커버리지 내에, 상기 매크로 단말이 존재하는지 여부에 따라서 셀 커버리지를 조정한다. 또한, 셀 커버리지 조정부(820)는 셀 커버리지 내의 매크로 단말의 다운링크(downlink)를 보호하기 위하여, 송출 전력을 완전히 턴-오프(turn-off) 시킬 수도 있다.
- [0066] 제어부(830)는, 매크로 단말에 할당된 업링크 리소스(resource)에 대응하는 리소스를 상기 매크로 단말을 센싱하기 위한 사일런스 리소스로 할당할 수 있다.
- [0067] 도 9는 도 8에서 제2 검파부(813)의 구성 예를 나타낸다.
- [0068] 제2 검파부(813)는, 채널 정보 추정부(901), 비교값 계산부(903) 및 비교부(905)를 포함한다.
- [0069] 채널 정보 추정부(901)는, 수신신호의 상관 관계를 이용하여 채널정보를 추정할 수 있다. 이때, 채널 정보는 수신 신호들의 자기 상관 관계 계수일 수 있다.
- [0070] 매크로 단말이 신호를 보내지 않을 때, 또는 신호를 보낼 때, 스펙트럼 센싱 장치(800)에 수신되는 신호는 각각 아래의 수학적 1과 같이 정의될 수 있다.

**수학적 1**

$$H_0 : y[i] = w[i], \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$H_1 : y[i] = \theta r[i] + w[i], \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\text{where } r[i] = \sum_{k=1}^L h[k]s[i-k]$$

- [0071]
- [0072]  $H_0$ 는 귀무가설(null hypothesis)이고, 매크로 단말이 신호를 보내지 않아서, 소형 기지국의 수신단에서 잡음만을 수신한 경우를 나타낸다.  $H_1$ 은 역가설(alternative hypothesis)이고, 다중 경로를 통해 소형 기지국의 수신단에서 신호와 노이즈가 합쳐진 신호를 수신한 경우를 나타낸다. 여기서,  $w[i]$ 는 i.i.d. 복소 가우시안 잡음으로 평균 0, 분산  $\sigma^2$ 를 갖는 확률변수이다.  $\theta$ 는 알려지지 않은 신호의 크기 변화이다. 채널 계수  $h_1 \dots h_L$ 는 매크로 단말에서 소형 기지국으로 전달되는 FIR(Finite Impulse Response) 채널 계수이고, 랜덤한 값의 복소 확률변수이다.  $s[i]$ 는 매크로 단말에서 전송하는 신호이고, i.i.d. 확률 변수로써 평균이 0이고 분산이 1이라 가정한다.  $H_0$  및  $H_1$ 은 셀 커버리지 내에, 상기 매크로 단말이 존재하는지 여부를 판단하는데 이용될 수 있다.

[0073] 채널 정보 추정부(901)는, 수학적 식 2와 같이 정의되는 covariance matrix를 생성할 수 있다. 이때, 수학적 식 2에 정의된 covariance matrix 추정된 채널 정보에 해당한다.

**수학적 식 2**

$$\Sigma_r = \begin{bmatrix} \gamma_0 & \gamma_{-1} & \cdots & \gamma_{-L+1} & 0 & \cdots & \cdots \\ \gamma_1 & \gamma_0 & \gamma_{-1} & \ddots & \gamma_{-L+1} & 0 & \cdots \\ \vdots & \gamma_1 & \gamma_0 & \gamma_{-1} & \ddots & \gamma_{-L+1} & 0 \\ \gamma_{L-1} & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \gamma_{-L+1} \\ 0 & \gamma_{L-1} & \ddots & \gamma_1 & \gamma_0 & \gamma_{-1} & \vdots \\ \vdots & 0 & \gamma_{L-1} & \ddots & \gamma_1 & \gamma_0 & \gamma_{-1} \\ \vdots & \vdots & 0 & \gamma_{L-1} & \cdots & \gamma_1 & \gamma_0 \end{bmatrix}$$

[0074]

[0075] 수학적 식 2에 정의된 covariance matrix의 원소 값들은, 채널 정보를 미리 알고 있는 경우에는 수학적 식 3, 채널 정보를 모르고 있는 경우에는 수학적 식 4에 의하여 계산할 수 있다.

**수학적 식 3**

$$\begin{aligned} \gamma_m &= \mathbb{E}\{r[i]r^*[i-m]\}, \\ &= \begin{cases} \sum_{k=m+1}^L h[k]h^*[k-m], & -L+1 \leq m \leq L-1 \\ 0 & \text{o.w.,} \end{cases} \\ \gamma_0 &= \mathbb{E}\{r^2[i]\} = \mathbb{E}\{s^2[i]\} \sum_{i=1}^L |h[k]|^2 = 1 \end{aligned}$$

[0076]

[0077] 여기서, \*는 복소 켤레를 의미한다.

**수학적 식 4**

$$\hat{\gamma}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-k} y^*[i]y[i+k], \quad k = 0, 1, \dots, L-1$$

[0078]

[0079] 한편, 소형 기지국이 수신하는 신호는, 백색 가우시안 잡음이 첨가되어 있기 때문에, 수학적 식 4에 의하여 추정하는 채널 정보는 실제 채널 정보와 오차가 있을 수 있다. 이때, 채널 추정 과정을 반복하고, 추정값을 누적하면, 수학적 식 3에 매우 근접한 값을 구할 수 있다.

[0080] 비교값 계산부(903)는, 수신신호 및 추정된 채널정보를 이용하여 채널 센싱을 위한 비교값을 계산할 수 있다. 이때, 채널 센싱을 위한 비교값  $T(\mathbf{y}_n)$ 은 수학적 식 5와 같이 계산할 수 있다.

**수학적 식 5**

$$T(\mathbf{y}_n) = \frac{1}{n} \mathbf{y}_n^H \Sigma_r \mathbf{y}_n$$

[0081]

[0082] 이때,  $\mathbf{y}_n$ 은 소형 기지국이 수신한 신호 벡터이고,  $()^H$ 는 Hermitian 연산(operation)을 의미한다.

[0083] 비교부(905)는, 비교값  $T(\mathbf{y}_n)$  및 임계값  $\tau$  을 비교하고, 센싱 결과를 출력할 수 있다. 비교부(905)는 비교값  $T(\mathbf{y}_n)$ 이 임계값  $\tau$  보다 크거나 같으면, 매크로 단말이 셀 커버리지 주변 또는 셀 커버리지 내에 있다고 판단한다. 만일, 비교값  $T(\mathbf{y}_n)$ 이 임계값  $\tau$  보다 작으면, 매크로 단말이 셀 커버리지 주변 또는 셀 커버리지 내에 없다고 판단한다. 즉, 비교부(905)는 수학적 식 6에 나타낸 바와 같이, 센싱 결과를 판단할 수 있다.

수학적 식 6

$$T(\mathbf{y}_n) = \frac{1}{n} \mathbf{y}_n^H \sum_r \mathbf{y}_n \begin{matrix} \geq H_1 \\ < H_0 \end{matrix} \tau$$

[0084] 이때, 임계값  $\tau$ 는 원하는 false alarm 확률을 만족시켜 주는 상수이다. 만일  $P_f$  만큼의 false alarm 확률을 허용한다면, 비교부(905)는  $\Pr[T(\mathbf{y}_n) \geq \tau] = P_f$  를 만족하도록 임계값  $\tau$ 을 설정할 수 있다.

[0085] 따라서, 본 발명의 일 실시 예에 따른 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법 및 장치를 이용하면, 일반적인 에너지 검파 방식만을 이용하는 경우에 비해, false alarm 확률이나 miss detection 확률을 줄일 수 있다. 또한, 매크로 사용자에게 간섭을 덜 미칠 뿐 아니라 시스템 스루풋도 향상 시킬 수 있다. 또한, 센싱 구간을 가변적으로 조절할 수 있는 경우, 일반적인 에너지 검파 방식만을 이용하는 경우에 비해 적은 수의 센싱 샘플을 이용하여 동일한 성능을 가질 수 있다.

[0086] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 장치는, 계층 셀 환경뿐 아니라, 일반적인 에너지 검파를 사용하는 환경에도 적용 가능하다. 즉, 본 발명의 일 실시 예에 따른 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 장치는, 일반적인 에너지 검파(energy detection) 방식에 의하여, 셀 커버리지 내에 매크로 단말이 존재하는지를 판단하는 제1 검파부 및 상기 셀 커버리지 내에 매크로 단말이 존재하면, 다중 경로(multi-path) 채널에 대한 상관관계를 고려하여 채널 센싱을 수행하는 제2 검파부로 구성될 수 있다.

[0087] 도 1 내지 도 9와 상술한 설명은 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 실시 예들에 관한 것이다. 이하에서는 소형 기지국이 피 간섭 단말을 검출하는 실시예들에 대해 보다 상세히 설명하기로 한다.

[0088] 도 10은 피간섭 단말을 검출하고 간섭 제어를 수행하는 방법을 나타낸다.

[0089] 도 10에 도시된 방법은 소형 기지국에 의하여 수행될 수 있다.

[0090] 1010 단계에서 소형 기지국은 매크로 기지국으로부터 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보를 획득한다. 1010 단계는 도 11에 도시된 구체적인 과정을 포함하여 수행될 수 있다. 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보는 업링크 시그널의 기 설정된(predefined) 포맷일 수 있다. 소형 기지국은 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보를 기초로 피 간섭 단말을 검출할 수 있다. 일 측면에 있어서, 1010 단계에서 소형 기지국은 '업링크 사일런스 리소스' 및/또는 '다운링크 사일런스 리소스'에 대한 정보를 매크로 기지국으로부터 획득할 수도 있다.

[0091] 1020 단계에서 소형 기지국은 매크로 단말을 센싱하기 위한 사일런스 리소스(silence resource) 및 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보에 기초하여 피 간섭 단말이 존재하는지 여부를 판단한다. 즉, 소형 기지국은 사일런스 리소스를 피 간섭 단말을 검출하기 위한 자원으로 사용할 수 있다. 또한, 사일런스 리소스 및 상기 업링크 시그널에 대한 정보는 상기 소형 기지국에 인접해 있는 적어도 하나의 인접 소형 기지국과 공유될 수 있다. 인접 소형 기지국은 상기 사일런스 리소스 및 상기 업링크 시그널에 대한 정보에 기초하여 상기 피간섭

단말이 존재하는지 여부를 판단할 수 있다. 소형 기지국은 매크로 단말로부터 수신되는 신호가 기 설정된 업링크 신호인지를 판단함으로써, 피 간섭 단말을 검출할 수 있다. 여기서, 매크로 단말로부터 수신되는 신호가 기 설정된 업링크 신호인지 여부는 '기 설정된 리소스', '신호 패턴', '기 설정된 시퀀스' 등으로 결정될 수 있다. 또한, 매크로 단말로부터 수신되는 신호가 기 설정된 업링크 신호인지 여부는 'sounding signal', 'reference signal'을 통해 결정될 수 있다. 또한, 매크로 단말로부터 수신되는 신호가 기 설정된 업링크 신호인지 여부는 '특정 패턴의 data signal'을 통해 결정될 수 있다. 이와 같이 매크로 기지국과 소형 기지국간의 정보 공유를 통해 소형 기지국은 피 간섭 단말의 존재를 더 정확하게 검출할 수 있다.

[0093] 1030 단계에서 소형 기지국은 피간섭 단말이 존재하는지 여부에 따라서 간섭 제어를 위한 전력 제어를 수행한다. 도 4에 도시된 군집 셀 환경인 경우, 전력 제어는 소형 기지국 1, 소형기지국 2 및 소형기지국 3에 의해 동일하게 수행될 수 있다. 1030 단계는 피간섭 단말의 다운링크를 보호하기 위해 할당된 다운링크 사일런스 리소스에서 수행될 수 있다. 다운링크 사일런스 리소스는 상기 소형 기지국에 인접해 있는 적어도 하나의 인접 소형 기지국과 공유될 수 있다. 전력 제어는 소형 기지국의 송출 전력을 완전히 턴-오프 시키는 것을 포함한다.

[0094] 1040 단계에서 소형 기지국은 피간섭 단말의 인지(awareness)에 대한 정보를 상기 매크로 기지국으로 전송한다. '피간섭 단말의 인지'란 소형 기지국에 의해 간섭을 받을 수 있는 매크로 단말이 존재하는 것을 의미한다.

[0095] 1050 단계에서 소형 기지국은 피간섭 단말의 인지(awareness)에 대한 정보에 대응하는 메시지를 매크로 기지국으로부터 수신할 수 있다. '피간섭 단말의 인지(awareness)에 대한 정보'에 대응하는 '메시지'는 다양한 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, '메시지'는 매크로 단말의 다운링크 스케줄을 포함할 수 있다. 소형 기지국은 매크로 단말의 다운링크 스케줄을 참고하여 다운링크 사일런스 리소스를 설정함으로써, 매크로 단말의 다운링크를 보호할 수도 있다.

[0096] 한편, 도 10에 명시적으로 도시하지는 않았지만, '업링크 사일런스 리소스' 및/또는 '다운링크 사일런스 리소스'에 대한 정보는 매크로 기지국과 소형 기지국간에 공유될 수 있다. 이때, 매크로 기지국과 소형 기지국간의 정보 공유는 트리거링, 시그널링, 익스체인지(exchanging) 등을 통해 수행될 수 있다.

[0097] 도 10에 도시된 실시 예는 '소형 기지국의 configuration 프로시저' 및 '피 간섭 단말의 검출'을 포함한다. '소형 기지국의 configuration 프로시저'는 도 11을 통해 보다 상세히 설명된다. '소형 기지국의 configuration 프로시저'를 통해 소형 기지국은 소형 셀 단말로부터 소형 기지국으로 전송되는 원하는(wanted) 신호와 매크로 단말로부터 소형 기지국으로 전송되는 원하지 않는 간섭 신호를 더 잘 구별할 수 있다. 따라서, 간섭 제어를 위한 측정(measurement)은 더 정확하게 수행될 수 있다.

[0098] 소형 기지국에서의 피 간섭 단말의 인지를 위한 방법은 2가지 경우를 포함한다. 첫째, 소형 기지국 또는 매크로 기지국에서 매크로 단말의 리포트에 기초하여 피 간섭 단말을 인지하는 것이다. 둘째, 소형 기지국에서 피 간섭 단말의 업링크 전송을 검출함으로써 피 간섭 단말을 인지하는 것이다. 소형 기지국의 부근(vicinity)에 위치한 매크로 단말은 데이터 및/또는 제어 정보를 업링크 상에서 전송한다. 이때, 소형 기지국은 매크로 단말의 업링크 전송을 검출하고, 다운링크 파워를 제어함으로써 간섭 제어를 수행할 수 있다. 업링크 reference signal을 이용하여 피 간섭 단말을 검출하는 경우, 업링크 reference signal은 데이터 또는 노이즈와 구별되는 특징적인 포맷을 갖거나, 데이터 또는 노이즈와 구별되는 마킹을 포함할 수 있다.

[0099] 도 11은 도 10에서 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보를 획득하는 예들을 나타낸다.

[0100] 도 11에 도시된 예에서 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보는 아래의 4가지 방식에 의하여 획득될 수 있다. 또한, '업링크 사일런스 리소스' 및/또는 '다운링크 사일런스 리소스'에 대한 정보도 아래의 4가지 방식에 의하여 획득될 수 있다. 도 11에 도시되지는 않았지만, 소형 기지국은 파워-온 시 매크로 기지국으로 정보 공유를 요청할 수 있다.

[0101] a) 유선 백홀(wireline backhaul)을 통해 홈 게이트 웨이를 경유하여 획득됨

[0102] b) 상기 매크로 단말로부터 릴레이됨으로써 획득됨

[0103] c) 상기 소형 기지국에 의해 서빙되는 소형 셀 단말로부터 릴레이됨으로써 획득됨

[0104] d) 무선통신을 통해(Over-the-air connection) 상기 매크로 기지국으로부터 직접 수신됨

- [0105] 도 11의 예에서, 1111 및 1113은 홈 게이트 웨이를 경유하여 정보가 공유되는 시그널 흐름이다. 유선 백홀(wireline backhaul)은 S1 인터페이스 또는 X2 인터페이스일 수 있다.
- [0106] 도 11의 예에서, 1121 및 1123은 매크로 단말의 릴레이에 의하여 정보가 공유되는 시그널 흐름이다. 즉, 1121에서 매크로 기지국은 매크로 단말로 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보를 전송한다. 매크로 단말은 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보를 소형 기지국으로 릴레이한다.
- [0107] 도 11의 예에서, 1131 및 1133은 소형 셀 단말의 릴레이에 의하여 정보가 공유되는 시그널 흐름이다. 즉, 1131에서 매크로 기지국은 소형 셀 단말로 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보를 전송한다. 소형 셀 단말은 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보를 소형 기지국으로 릴레이한다.
- [0108] 도 11의 예에서 1141은 매크로 기지국으로부터 소형 기지국으로 정보가 직접 전송되는 시그널 흐름이다.
- [0109] 도 11의 예에서 1151은 매크로 단말이 매크로 기지국으로 업링크 신호를 전송하는 시그널 흐름이고, 1153은 매크로 단말이 소형 기지국으로 업링크 신호를 전송하는 시그널 흐름이다. 소형 기지국은 매크로 단말의 업링크 신호를 검출함으로써 피 간섭 단말을 인지할 수 있다.
- [0110] 도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따른 사용자 단말(User Equipment)의 예를 나타낸다.
- [0111] 도 12를 참조하면, 사용자 단말(1200)은 릴레이부(1210) 및 간섭 제어 요청부(1220)를 포함한다. 한편, 사용자 단말(1200)은 매크로 기지국에 의해 서빙되는 매크로 단말이거나, 소형 기지국에 의해 서빙되는 소형 셀 단말일 수 있다.
- [0112] 릴레이부(1210)는 매크로 기지국으로부터 수신된 매크로 단말의 업링크 시그널에 대한 정보를 소형 기지국으로 릴레이한다. 소형 기지국은 매크로 기지국으로 정보를 전송할 수도 있다. 소형 기지국으로부터 매크로 기지국으로 정보가 전송되는 경우, 릴레이부(1210)는 소형 기지국으로부터 수신된 정보를 매크로 기지국으로 릴레이할 수 있다. 릴레이부(1210)의 동작에 의하여 매크로 기지국과 소형 기지국간에 다양한 정보가 공유될 수 있다. 예를 들어, 릴레이부(1210)는 도 11에 도시된 1123 또는 1133을 수행할 수 있다.
- [0113] 간섭 제어 요청부(1220)는 소형 기지국으로부터의 간섭 신호 수신 여부에 따라서 간섭 제어와 관련된 메시지를 상기 소형 기지국 또는 상기 매크로 기지국으로 전송한다. 소형 기지국에 의하여 간섭 신호가 수신되는 경우, 간섭 제어와 관련된 메시지는 소형 기지국의 전력 제어를 요청하는 정보를 포함할 수 있다.
- [0114] 사용자 단말(1200)이 매크로 단말로 동작하는 경우, 사용자 단말(1200)의 다운링크는 소형 기지국에 할당된 다운링크 사일런스 리소스에 의해 보호될 수 있다.
- [0115] 본 발명의 실시 예에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0116] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0117] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.
- [0118] 본 발명의 실시 예에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0119] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는

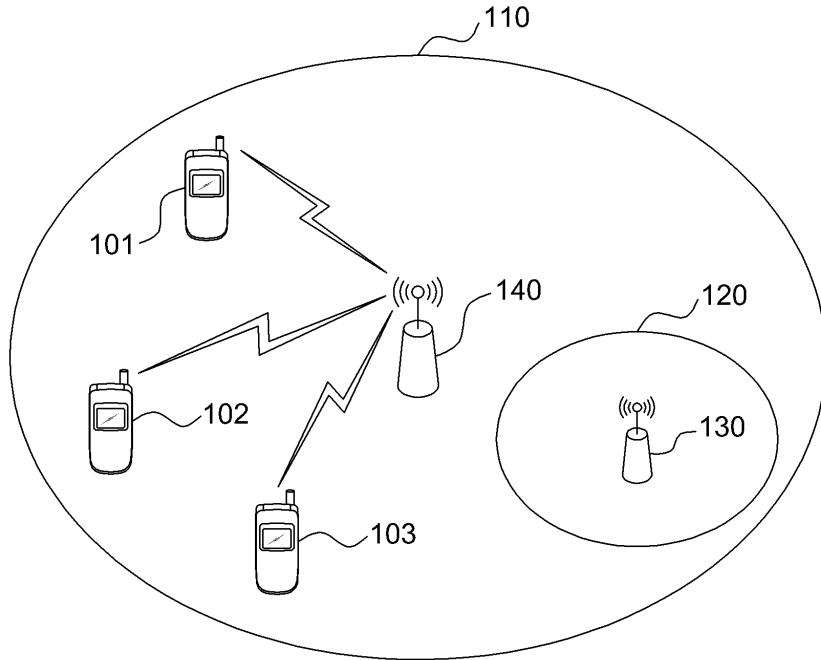


것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

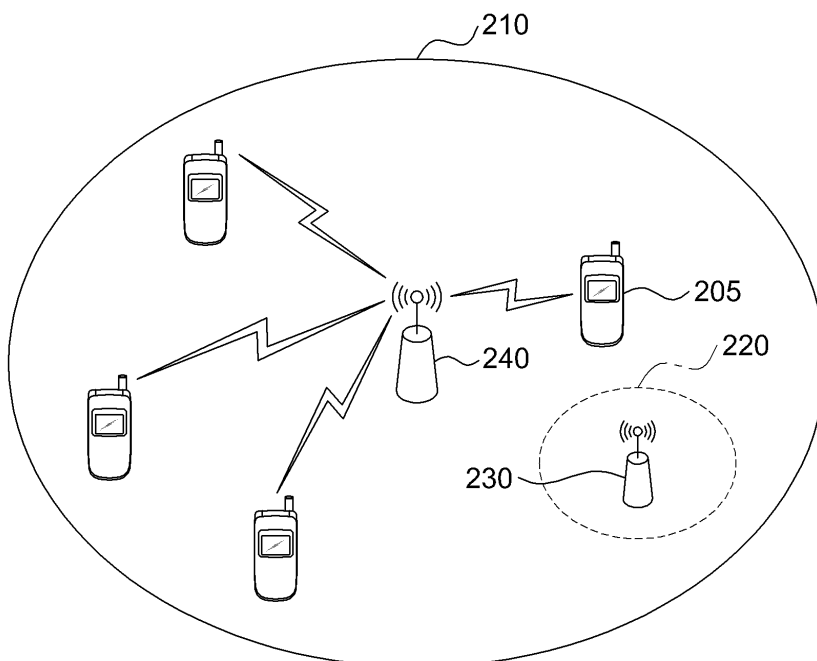
[0120] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

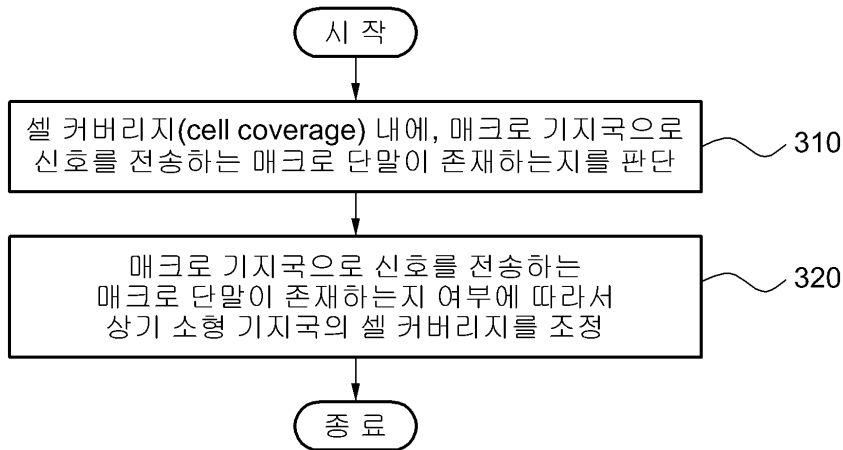
도면1



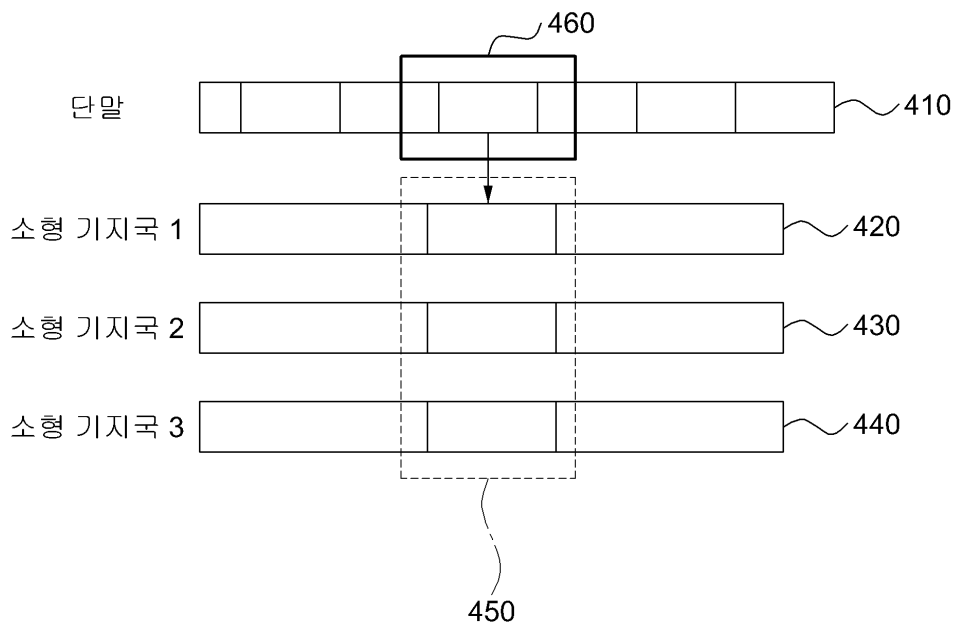
도면2



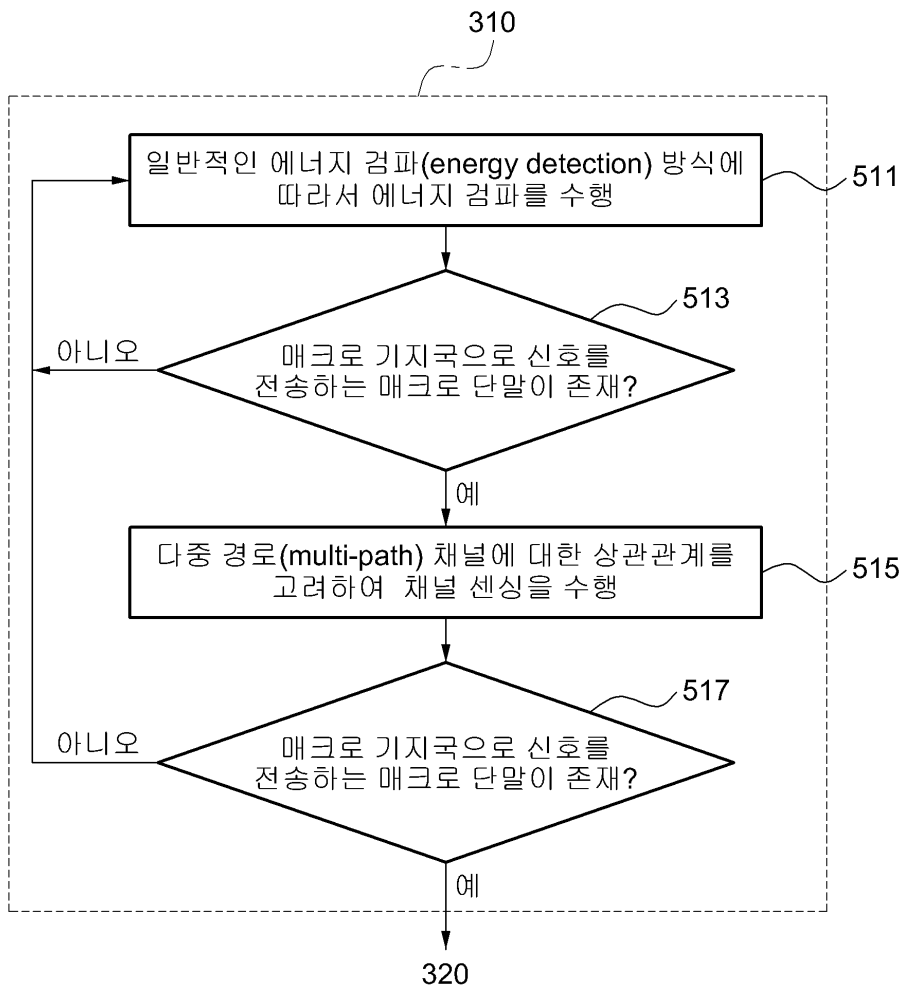
도면3



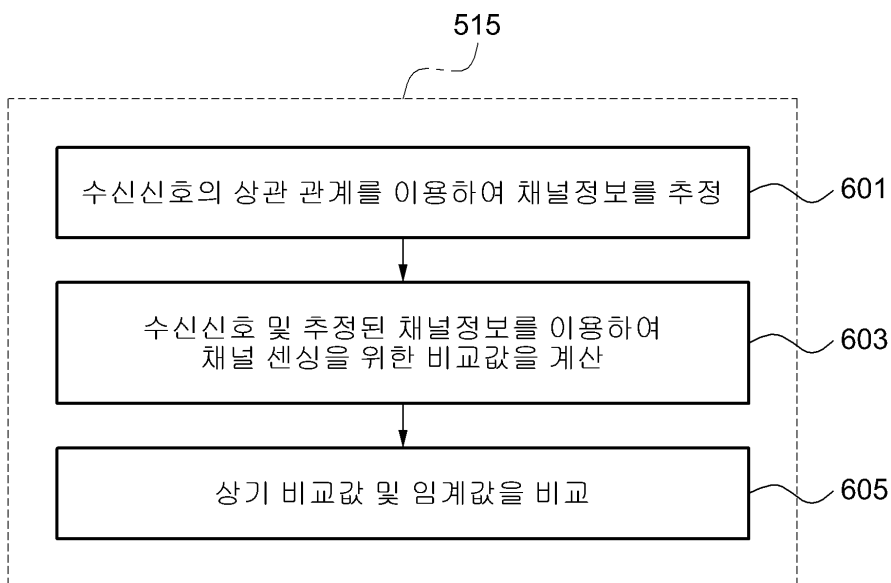
도면4



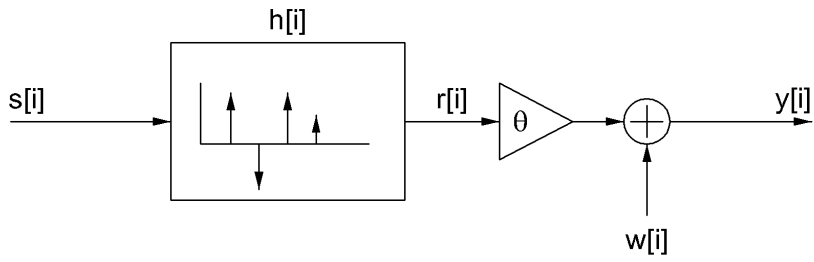
도면5



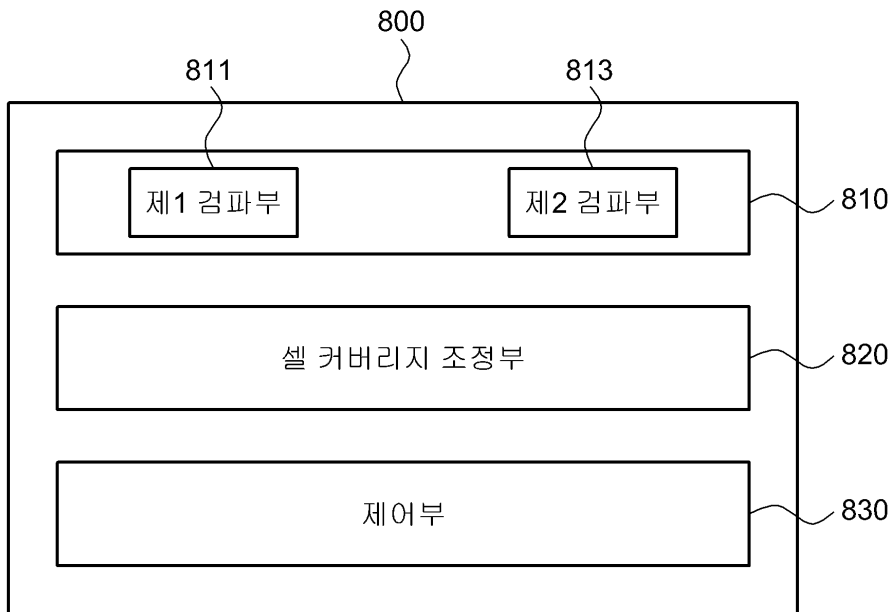
도면6



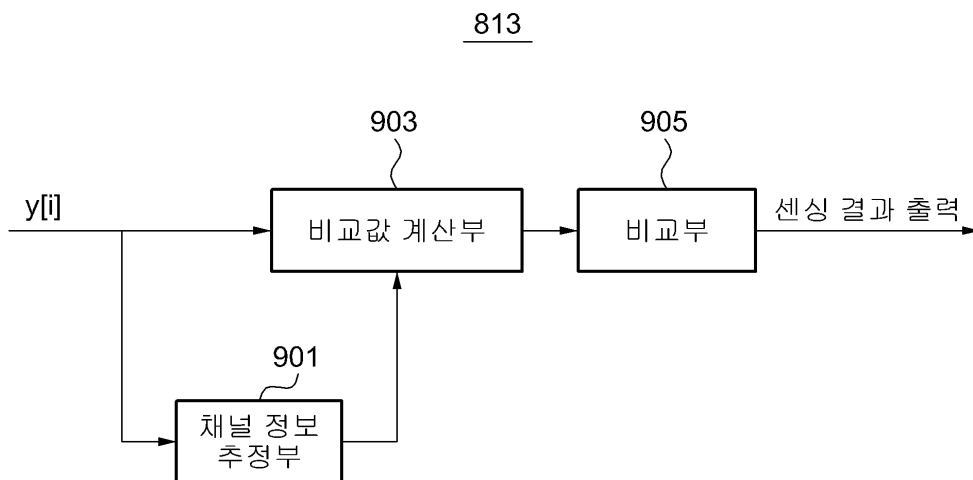
도면7



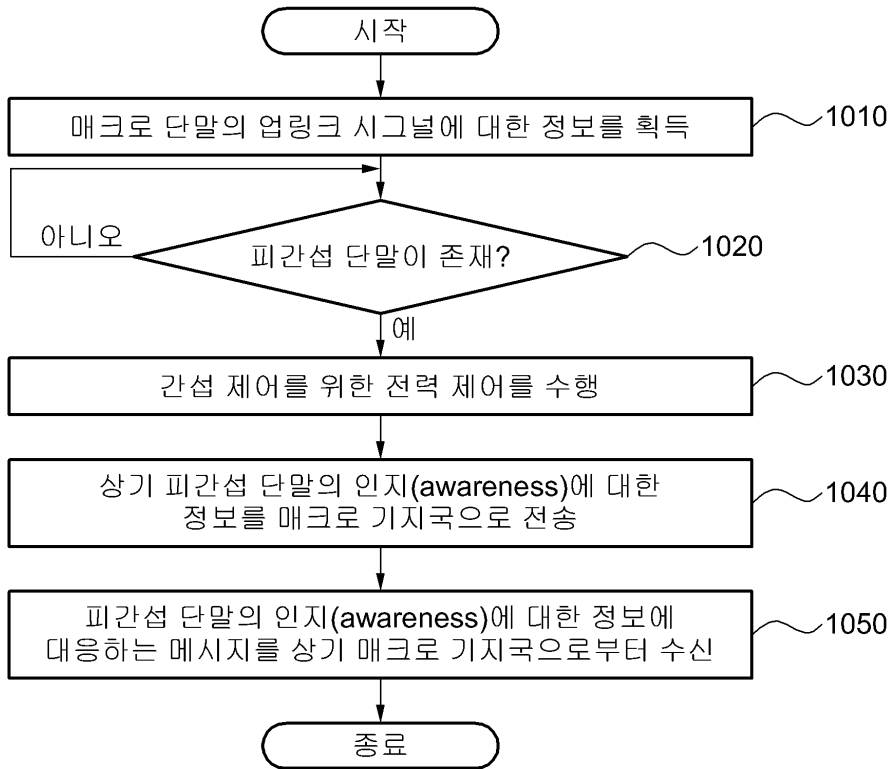
도면8



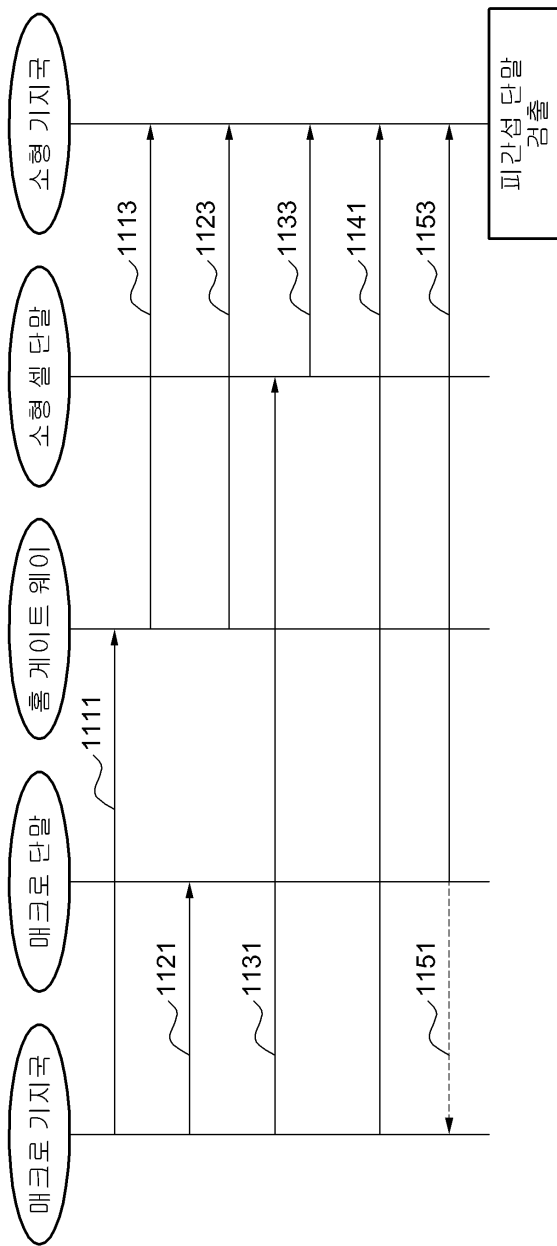
도면9



도면10



도면11



도면12

