



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0007786
(43) 공개일자 2015년01월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 48/16 (2009.01) H04W 52/02 (2009.01)

(21) 출원번호 10-2013-0082250

(22) 출원일자 2013년07월12일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

강혜중

서울특별시 동대문구 무학로43길 54-1(용두동) 1층

강충구

서울특별시 성북구 인촌로17가길 64 삼성래미안아파트 110-802

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

권혁록, 이정순

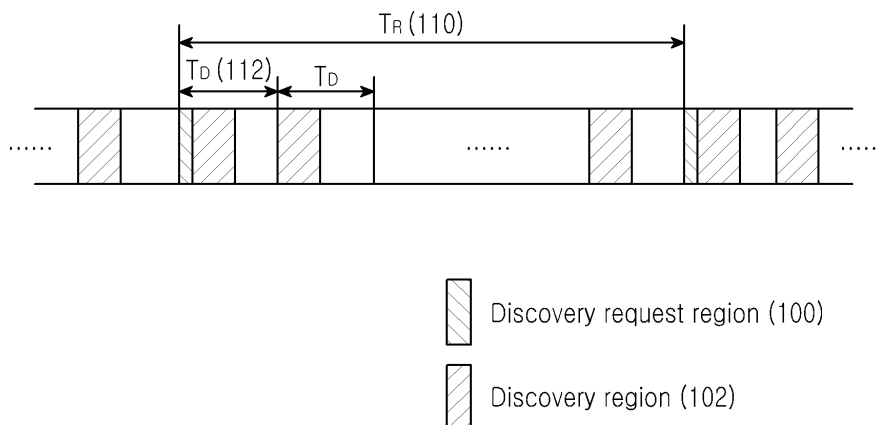
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 디바이스 간 직접 통신을 수행하는 시스템에서 인접 디바이스를 발견하기 위한 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 단말 간 직접 통신을 수행하는 시스템에서 인접 단말을 발견하기 위한 방법 및 장치에 관한 것으로서, 단말 간 직접 통신을 수행하는 시스템에서 인접 단말을 발견하기 위한 단말의 방법은, 인접 단말 발견 이벤트가 감지될 시, 제 1 주기에 따라 반복되는 발견 요청 자원 영역을 이용하여 상기 단말이 인접 단말을 발견하고자 함을 나타내는 발견 요청 신호를 방송하는 과정과, 상기 발견 요청 신호를 방송한 제 1 주기 내에서 제 2 주기에 따라 반복되는 발견 자원 영역을 이용하여 전송 단말의 존재를 나타내는 발견 신호를 방송하거나 다른 단말로부터 상기 발견 신호를 수신하는 과정을 포함하며, 이때 제 1 주기는 제 2 주기보다 크거나 같은 값으로 설정될 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

박권열

서울특별시 성북구 안암로 145 고려대학교안암캠퍼스 제 2공학관 624호

백상현

서울특별시 성북구 종암로21길 127 현대아이크1차아파트 106동 1502호

특허청구의 범위

청구항 1

단말 간 직접 통신을 수행하는 시스템에서 인접 단말을 발견하기 위한 단말의 방법에 있어서,

인접 단말 발견 이벤트가 감지될 시, 제 1 주기에 따라 반복되는 발견 요청 자원 영역을 이용하여 상기 단말이 인접 단말을 발견하고자 함을 나타내는 발견 요청 신호를 방송하는 과정과,

상기 발견 요청 신호를 방송한 제 1 주기 내에서 제 2 주기에 따라 반복되는 발견 자원 영역을 이용하여 전송 단말의 존재를 나타내는 발견 신호를 방송하거나 다른 단말로부터 상기 발견 신호를 수신하는 과정을 포함하며,

제 1 주기는 제 2 주기보다 크거나 같은 값인 단말의 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 인접 단말 발견 이벤트가 감지되지 않을 시, 상기 제 1 주기에 따라 반복되는 발견 요청 자원 영역을 청취하는 과정과,

상기 청취 결과 발견 요청 자원 영역을 통해 다른 단말로부터의 발견 요청 신호가 수신되지 않을 시, 비활성 모드로 동작하는 과정을 더 포함하며,

상기 비활성 모드는 상기 단말이 발견 자원 영역을 청취하지 않고, 상기 발견 자원 영역을 통해 상기 발견 신호를 전송하지 않는 모드인 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 다른 단말로부터의 발견 요청 신호가 수신되지 않을 시, 상기 제 1 주기에 따라 반복되는 발견 요청 영역에서 발견 요청 신호가 수신될 때까지, 상기 비활성 모드를 유지하는 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 인접 단말 발견 이벤트가 감지되지 않을 시, 상기 제 1 주기에 따라 반복되는 발견 요청 자원 영역을 청취하는 과정과,

상기 청취 결과 발견 요청 자원 영역을 통해 다른 단말로부터의 발견 요청 신호가 수신될 시, 활성 모드로 동작하는 과정을 더 포함하며,

상기 활성 모드는 상기 단말이 상기 발견 자원 영역을 이용하여 발견 신호를 방송하거나 다른 단말로부터 발견 신호를 수신하는 모드인 방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 활성 모드로 동작하는 단말은,

상기 단말이 분산적 방식을 지원하는 경우, 상기 발견 자원 영역을 이용하여 상기 단말의 발견 신호를

방송하며,

상기 단말이 중앙집중적 방식을 지원하는 경우, 상기 발견 요청 신호를 전송한 단말로부터 상기 발견 자원 영역을 통해 발견 신호를 수신하고, 수신된 발견 신호를 측정하여 중앙 노드로 측정 결과를 전송하는 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 발견 요청 신호를 방송한 제 1 주기 내에서 제 2 주기에 따라 반복되는 발견 자원 영역을 이용하여 발견 신호를 방송하거나 다른 단말로부터 발견 신호를 수신하는 과정은,

상기 단말이 분산적 방식을 지원하는 경우, 상기 발견 요청 신호를 방송한 제 1 주기 내에서 상기 제 2 주기에 따라 반복되는 발견 자원 영역 중 첫 번째 발견 자원 영역을 이용하여 다른 단말로부터 발견 신호를 수신하는 과정과,

상기 발견 신호가 수신된 자원을 바탕으로 상기 제 2 주기에 따라 반복되는 발견 자원 영역 내에서 상기 단말이 발견 신호를 전송할 제 1 자원 영역을 결정하는 과정과,

상기 제 1 주기 내에서 상기 제 2 주기에 따라 반복되는 발견 자원 영역 중 상기 첫 번째 발견 자원 영역을 제외한 발견 자원 영역에서 상기 자신의 제 1 자원 영역을 통해 발견 신호를 방송하고, 나머지 자원 영역을 통해 상기 다른 단말로부터 발견 신호를 수신하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 7

제 5항에 있어서,

상기 다른 단말로부터 수신된 발견 신호를 바탕으로 상기 인접 단말 목록을 갱신하는 과정을 더 포함하는 방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 발견 요청 신호를 방송한 제 1 주기 내에서 제 2 주기에 따라 반복되는 발견 자원 영역을 이용하여 발견 신호를 방송하거나 다른 단말로부터 발견 신호를 수신하는 과정은,

상기 단말이 중앙집중적 방식을 지원하는 경우, 상기 발견 요청 신호를 방송한 제 1 주기 내에서 상기 제 2 주기에 따라 반복되는 발견 자원 영역을 이용하여 발견 신호를 방송하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 단말이 중앙집중적 방식을 지원하는 경우, 중앙 노드로 인접 단말 목록 갱신을 요청하는 과정과,

상기 발견 요청 신호와 상기 발견 신호를 전송하기 위한 자원을 할당받는 과정과,

상기 중앙 노드로부터 갱신된 인접 단말 목록을 수신하는 과정을 더 포함하는 방법.

청구항 10

단말 간 직접 통신을 수행하는 시스템에서 인접 단말을 발견하기 위한 중앙 노드 방법에 있어서,

단말로부터 인접 단말 목록 갱신을 요청받는 과정과,

상기 단말의 발견 요청 신호와 상기 발견 신호를 전송하기 위한 자원을 할당하는 과정과,
 다른 단말로부터 상기 단말의 발견 신호에 대한 측정 결과를 수신하는 과정과,
 상기 수신된 측정 결과를 이용하여 상기 단말의 인접 단말 목록을 갱신하는 과정을 포함하며,
 상기 발견 요청 신호를 위한 자원은 제 1 주기에 따라 반복되는 발견 요청 자원 영역의 자원이며, 상기 발견 신호를 전송하기 위한 자원은 제 1 주기 내에서 제 2 주기에 따라 반복되는 발견 영역의 자원인 방법.

청구항 11

단말 간 직접 통신을 수행하는 시스템에서 인접 단말을 발견하기 위한 단말의 장치에 있어서,
 인접 단말 발견을 위한 신호를 송신 및 수신하는 송수신부와,
 인접 단말 발견 이벤트가 감지될 시, 제 1 주기에 따라 반복되는 발견 요청 자원 영역을 이용하여 상기 단말이 인접 단말을 발견하고자 함을 나타내는 발견 요청 신호를 방송하고, 상기 발견 요청 신호를 방송한 제 1 주기 내에서 제 2 주기에 따라 반복되는 발견 자원 영역을 이용하여 전송 단말의 존재를 나타내는 발견 신호를 방송하거나 다른 단말로부터 상기 발견 신호를 수신하기 위한 기능을 제어하는 제어부를 포함하며,
 제 1 주기는 제 2 주기보다 크거나 같은 값인 단말의 장치.

청구항 12

제 11항에 있어서,
 상기 제어부는, 상기 인접 단말 발견 이벤트가 감지되지 않을 시, 상기 제 1 주기에 따라 반복되는 발견 요청 자원 영역을 청취하고, 상기 청취 결과 발견 요청 자원 영역을 통해 다른 단말로부터의 발견 요청 신호가 수신되지 않을 시, 비활성 모드로 동작하기 위한 기능을 제어하며,
 상기 비활성 모드는 상기 단말이 발견 자원 영역을 청취하지 않고, 상기 발견 자원 영역을 통해 상기 발견 신호를 전송하지 않는 모드인 장치.

청구항 13

제 12항에 있어서,
 상기 제어부는, 다른 단말로부터의 발견 요청 신호가 수신되지 않을 시, 상기 제 1 주기에 따라 반복되는 발견 요청 영역에서 발견 요청 신호가 수신될 때까지, 상기 비활성 모드를 유지하도록 제어하는 장치.

청구항 14

제 11항에 있어서,
 상기 제어부는, 인접 단말 발견 이벤트가 감지되지 않을 시, 상기 제 1 주기에 따라 반복되는 발견 요청 자원 영역을 청취하고, 상기 청취 결과 발견 요청 자원 영역을 통해 다른 단말로부터의 발견 요청 신호가 수신될 시, 활성 모드로 동작하도록 제어하며,
 상기 활성 모드는 상기 단말이 상기 발견 자원 영역을 이용하여 발견 신호를 방송하거나 다른 단말로부터 발견 신호를 수신하는 모드인 장치.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 단말이 분산적 방식을 지원하는 경우, 상기 발견 자원 영역을 이용하여 상기 단말의 발견 신호를 방송하며,

상기 단말이 중앙집중적 방식을 지원하는 경우, 상기 발견 요청 신호를 전송한 단말로부터 상기 발견 자원 영역을 통해 발견 신호를 수신하고, 수신된 발견 신호를 측정하여 중앙 노드로 측정 결과를 전송하는 장치.

청구항 16

제 11항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 단말이 분산적 방식을 지원하는 경우, 상기 발견 요청 신호를 방송한 제 1 주기 내에서 상기 제 2 주기에 따라 반복되는 발견 자원 영역 중 첫 번째 발견 자원 영역을 이용하여 다른 단말로부터 발견 신호를 수신하고,

상기 발견 신호가 수신된 자원을 바탕으로 상기 제 2 주기에 따라 반복되는 발견 자원 영역 내에서 상기 단말이 발견 신호를 전송할 제 1 자원 영역을 결정하고,

상기 제 1 주기 내에서 상기 제 2 주기에 따라 반복되는 발견 자원 영역 중 상기 첫 번째 발견 자원 영역을 제외한 발견 자원 영역에서 상기 자신의 제 1 자원 영역을 통해 발견 신호를 방송하고, 나머지 자원 영역을 통해 상기 다른 단말로부터 발견 신호를 수신하기 위한 기능을 제어하는 장치.

청구항 17

제 15항에 있어서,

상기 제어부는, 다른 단말로부터 수신된 발견 신호를 바탕으로 상기 인접 단말 목록을 갱신하는 장치.

청구항 18

제 11항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 단말이 중앙집중적 방식을 지원하는 경우, 상기 발견 요청 신호를 방송한 제 1 주기 내에서 상기 제 2 주기에 따라 반복되는 발견 자원 영역을 이용하여 발견 신호를 방송하도록 제어하는 장치.

청구항 19

제 18항에 있어서,

상기 제어부는, 단말이 중앙집중적 방식을 지원하는 경우, 중앙 노드로 인접 단말 목록 갱신을 요청하고, 상기 발견 요청 신호와 상기 발견 신호를 전송하기 위한 자원을 할당받고, 상기 중앙 노드로부터 갱신된 인접 단말 목록을 수신하도록 제어하는 장치.

청구항 20

단말 간 직접 통신을 수행하는 시스템에서 인접 단말을 발견하기 위한 중앙 노드 장치에 있어서,

적어도 하나의 단말의 인접 단말을 발견하기 위한 신호를 송신 및 수신하는 송수신부와,

상기 적어도 하나의 단말로부터 인접 단말 목록 갱신을 요청받고, 상기 적어도 하나의 단말의 발견 요청 신호와 상기 발견 신호를 전송하기 위한 자원을 할당하고, 다른 단말로부터 상기 단말의 발견 신호에 대한 측정 결과를 수신하고, 상기 수신된 측정 결과를 이용하여 상기 적어도 하나의 단말의 인접 단말 목록을 갱신하기 위한 기능을 제어하는 제어부를 포함하며,

상기 발견 요청 신호를 위한 자원은 제 1 주기에 따라 반복되는 발견 요청 자원 영역의 자원이며, 상기 발견 신

호를 전송하기 위한 자원은 제 1 주기 내에서 제 2 주기에 따라 반복되는 발견 영역의 자원인 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 디바이스 간 직접 통신을 수행하는 시스템에 관한 것으로서, 특히 인접한 디바이스를 발견(discovery)하기 위한 기술에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 디바이스간 직접(Device-to-Device, 이하 'D2D'라 칭함) 통신 네트워크는 기지국 혹은 AP(Access Point)와 같은 중앙 집중형 접속점으로 구성된 인프라 구조(infrastructure) 없이 인접한 디바이스(혹은 단말)들이 직접 통신을 수행하는 네트워크를 의미한다. D2D 통신 네트워크에서는 단말이 특정 인접 단말과의 무선 링크를 설립하여 데이터를 전송하기 위해, 지리적으로 인접한 단말들의 존재를 인지하는 발견(discovery) 발견 과정을 수행한다. 이 발견 과정에서 주변 단말의 존재를 인지하는 발견 단말(discovery device)과 주변 단말이 자신의 존재를 인지하도록 하는 피발견 단말로 구분될 수 있다. 이때 하나의 단말이 발견 단말로 동작하면서 피발견 단말로 동작할 수도 있다.

[0003] 종래에 알려진 D2D 통신 네트워크에서의 발견 방식은 분산 방식과 중앙집중 방식으로 구분할 수 있다. 먼저, 분산 방식은 피발견 단말이 일정 주기마다 발견 신호(discovery signal) 혹은 발견 메시지(discovery message)를 전송하고, 발견 단말이 발견 신호를 수신하여 해당 피발견 단말을 인접 단말로 인지한다. 즉, 분산 방식은 여러 발견 단말이 교대로 발견 신호를 송신하고, 피발견 단말이 발견 신호를 수신하는 방식을 통해 발견 단말이 피발견 단말의 존재를 인지하도록 한다. 이때, 피발견 단말은 발견 단말의 존재를 알 수 없기 때문에, 모든 발견 자원에서 자신이 획득한 자원을 이용하여 발견 신호를 전송해야 하고, 발견 단말은 피발견 단말의 존재 여부를 알 수 없기 때문에 발견 신호를 수신하기 위해 모든 발견 자원을 탐색해야 한다. 즉, 피발견 단말은 인접 영역 내에 발견 단말이 없음에도, 이를 인지하지 못하기 때문에 발견 신호를 전송하게 되며, 발견 단말은 인접 영역 내에 피발견 단말이 없음에도, 이를 인지하지 못하기 때문에 발견 신호 수신을 시도하여 불필요한 전력을 소모하게 된다.

[0004] 또한, 중앙집중 방식은 중앙 노드가 발견 단말과 피발견 단말의 존재를 인지하여 발견 신호를 전송하기 위한 송수신 자원을 동적으로 할당한다. 즉, 중앙집중 방식은 각 단말들이 중앙 노드로부터 할당된 자원을 이용하여 발견 신호를 송수신하여 인접 단말의 존재 여부를 확인한다. 이와 같이 중앙집중 방식은 발견 단말과 피발견 단말로 송수신 자원을 할당하는 동적인 시그널링이 수행되어야 하고, 이때 불특정한 다수의 발견 단말 혹은 다수의 피발견 단말로 발견 자원을 할당해야 하기 때문에, 일반적인 셀룰러 시스템에서 활성화된 단말의 수보다 훨씬 많은 수의 단말로의 자원 할당이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 본 발명의 실시 예는 D2D 통신 네트워크에서 단말 간 발견에 소모되는 전력을 감소시키기 위한 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0006] 본 발명의 다른 실시 예는 D2D 통신 네트워크에서 발견 단말의 존재 여부를 피발견 단말로 알리는 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0007] 본 발명의 또 다른 실시 예는 D2D 통신 네트워크에서 피발견 단말의 존재 여부를 발견 단말로 알리는 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0008] 본 발명의 또 다른 실시 예는 D2D 통신 네트워크에서 발견 단말이 미리 결정된 주기에 발견 요청 신호를 전송하고, 피발견 단말이 발견 요청 신호 수신 여부에 따라 활성 모드 혹은 비활성 모드로 동작하는 방법 및 장치를

제공함에 있다.

[0009] 본 발명의 또 다른 실시 예는 D2D 통신 네트워크에서 피발견 단말이 미리 설정된 발견 요청 시점에 발견 요청 신호를 수신하지 못한 경우, 다음 발견 요청 시점까지 비활성 모드로 동작하여 전력 소모를 감소시키기 위한 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0010] 본 발명의 또 다른 실시 예는 D2D 통신 네트워크에서 피발견 단말이 미리 설정된 발견 요청 시점에 발견 요청 신호를 수신한 경우, 다음 발견 요청 시점 전까지 활성 모드로 동작하여 발견 정보를 방송하기 위한 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0011] 본 발명의 또 다른 실시 예는 D2D 통신 네트워크에서 피발견 단말이 미리 설정된 발견 요청 시점에 발견 요청 신호를 수신한 경우, 다음 발견 요청 시점 전까지 활성 모드로 동작하여 발견 단말로부터 발견 측정 요청 신호를 수신하고, 발견 측정 요청 신호에 대한 측정 결과를 기지국으로 보고하기 위한 방법 및 장치를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 실시 예에 따르면, 단말 간 직접 통신을 수행하는 시스템에서 인접 단말을 발견하기 위한 단말의 방법은, 인접 단말 발견 이벤트가 감지될 시, 제 1 주기에 따라 반복되는 발견 요청 자원 영역을 이용하여 상기 단말이 인접 단말을 발견하고자 함을 나타내는 발견 요청 신호를 방송하는 과정과, 상기 발견 요청 신호를 방송한 제 1 주기 내에서 제 2 주기에 따라 반복되는 발견 자원 영역을 이용하여 전송 단말의 존재를 나타내는 발견 신호를 방송하거나 다른 단말로부터 상기 발견 신호를 수신하는 과정을 포함한다.

[0013] 본 발명의 실시 예에 따르면, 단말 간 직접 통신을 수행하는 시스템에서 인접 단말을 발견하기 위한 단말의 장치는, 인접 단말 발견을 위한 신호를 송신 및 수신하는 송수신부와, 인접 단말 발견 이벤트가 감지될 시, 제 1 주기에 따라 반복되는 발견 요청 자원 영역을 이용하여 상기 단말이 인접 단말을 발견하고자 함을 나타내는 발견 요청 신호를 방송하고, 상기 발견 요청 신호를 방송한 제 1 주기 내에서 제 2 주기에 따라 반복되는 발견 자원 영역을 이용하여 전송 단말의 존재를 나타내는 발견 신호를 방송하거나 다른 단말로부터 상기 발견 신호를 수신하기 위한 기능을 제어하는 제어부를 포함한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명은 D2D 통신 네트워크에서 발견 단말의 존재 여부를 피발견 단말로 미리 알려거나, 피발견 단말의 존재 여부를 발견 단말로 알림으로써, 발견 과정에서 불필요한 시그널링을 감소시킬 수 있고, 이로 인해 전력 소모를 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 단말 간의 발견을 위한 프레임 구조를 도시하는 도면,
 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 단말 간 발견 방식을 도시하는 도면,
 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크의 발견 단말에서 발견 정보를 송수신하는 프레임 구조를 도시하는 도면,
 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 단말 간 발견 과정을 수행하는 신호 흐름을 도시하는 도면,
 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 발견 단말에서 인접 단말을 발견하는 동작 절차를 도시하는 도면,
 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 피발견 단말의 동작 절차를 도시하는 도면,
 도 7은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 중앙 노드를 이용한 단말 간 발견 방식을 도시하는

는 도면,

도 8은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 중앙 노드의 제어에 따라 단말 간 발견 과정을 수행하는 신호 흐름을 도시하는 도면,

도 9는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 발견 단말에서 인접 단말을 발견하는 동작 절차를 도시하는 도면,

도 10은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 피발견 단말의 동작 절차를 도시하는 도면,

도 11은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 중앙 노드의 동작 절차를 도시하는 도면,

도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 단말의 블럭 구성을 도시하는 도면,

도 13은 본 발명의 실시 예에 따른 중앙 노드의 블럭 구성을 도시하는 도면,

도 14는 본 발명의 실시 예에 따른 피발견 단말의 상태 천이를 나타내는 도면, 및

도 15 내지 도 17은 본 발명의 실시 예에 따른 단말의 성능 그래프를 도시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 설명한다. 그리고, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략할 것이다. 또한, 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.

[0017] 이하 설명에서는 기지국과 단말 사이에 통신이 가능한 일반적인 셀룰러 시스템에서, 각 단말이 인접 단말과 직접 링크를 설립하여 데이터를 송수신할 수 있는 디바이스 간 직접(Device-to-Device, 이하 'D2D'라 칭함) 통신 시스템을 고려한다. 또한, 본 명세서에서 단말은 셀룰러 시스템에서 제공하는 시간 동기를 기준으로 단말 간 통신에 사용하기 위한 시간 동기를 결정할 수 있다. 이하 본 명세서에서 혼용되는 디바이스와 단말은 동일한 의미이다. 이하 설명에서 설명의 편의를 위해, 인접 단말의 발견이 필요한 상황에 있는 단말을 발견 단말이라 하고, 인접 단말의 발견이 필요하지 않은 상황에 있는 단말을 피발견 단말이라 한다.

[0018] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 단말 간의 발견을 위한 프레임 구조를 도시하고 있다.

[0019] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서는 발견 단말의 존재를 피발견 단말로 알리기 위한 발견 요청 신호(혹은 메시지)를 송수신하는 발견 요청 영역(discovery request region, 100)을 $T_R(110)$ 주기마다 반복적으로 할당한다. 발견 요청 영역(100)은 미리 결정된 주기 $T_R(110)$ 내에서 특정 시간 및/혹은 주파수 자원으로 할당된다. 예를 들어, 발견 요청 영역(100)은 매 $T_R(110)$ 주기의 시작 부분에 위치한 시간 및/혹은 주파수 자원으로 설정될 수 있다. 이때, 발견 요청 신호는 수직적 특성을 갖는 시퀀스로 구성될 수 있다. 본 발명의 실시 예에서는 발견 요청 신호를 위해 1개 이상의 시퀀스로 구성되는 시퀀스 집합을 미리 정의할 수 있으며, 발견 단말은 시퀀스 집합 내에서 전송 목적 및/혹은 상태에 따라 시퀀스를 선택할 수 있다. 이를 위해, 시퀀스 집합 내에 포함된 적어도 하나의 시퀀스에 대한 전송 목적 및/혹은 상태 정보가 미리 설정될 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서는 단말 간 발견을 위한 발견 신호 혹은 발견 측정 요청 신호를 송수신하는 발견 영역(discovery region, 102)을 $T_D(112)$ 의 주기마다 반복적으로 할당한다. 발견 영역(102)은 미리 결정된 주기 $T_D(112)$ 내에서 특정 시간 및/혹은 주파수 자원으로 할당된다. 발견 영역(102)이 반복되는 주기 $T_D(112)$ 는 발견 요청 영역(100)이 반복되는 주기 $T_R(110)$ 보다 작은 값을 가진다. 예를 들어, 발견 요청 영역(100)의 주기 $T_R(110)$ 은 발견 영역(102)의 주기 $T_D(112)$ 에 정수 K 를 곱한 값 ($T_R = K \times T_D$)일 수 있다.

[0021] 본 명세서에서는, 단말들 간에 발견을 위한 발견 신호 혹은 발견 측정 요청 신호를 송수신하기 전에, 발견 단말이 피발견 단말로 자신이 인접 단말을 발견하고자 함을 알리는 발견 신호를 전송하는 프레임 구조를 이용하여,

피발견 단말이 발견 요청 신호 수신 여부에 따라 활성 모드 혹은 비활성 모드로 동작하도록 하고, 이를 통해 전력 소모를 감소시킬 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

[0022] 본 명세서에서는 이와 같은 프레임 구조를 이용하여 단말 간 발견을 수행하는 두 가지 방식에 대해 제안한다. 첫 번째는, 중앙 노드의 제어 없이, 단말 간에 발견 과정을 수행하는 분산적 방식이며, 두 번째는 중앙 노드의 제어에 따라 단말 간에 발견 과정을 수행하는 중앙집중적 방식이다.

[0023] 이하에서는 도 2 내지 도 6을 참조하여, 본 발명의 일 실시 예에 따른 분산적 방식에 대해 설명한다.

[0024] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 단말 간 발견 방식을 도시하고 있다.

[0025] 도 2를 참조하면, 발견 단말(200)은 인접 단말의 발견이 필요한 상황이 감지될 시, $T_R(230)$ 주기로 반복되는 발견 요청 영역(220)에서 인접 단말을 발견하기 위한 발견 요청 신호를 방송한다. 발견 단말(200)은 발견 요청 신호가 전송된 발견 요청 영역(220)에 속한 해당 $T_R(230)$ 주기 내에서 적어도 하나의 발견 영역(222)을 청취하여 인접 단말로부터 발견 신호를 수신할 수 있다. 이때, 발견 단말(200)은 수신된 발견 신호를 바탕으로 인접 단말을 파악할 수 있다.

[0026] 인접 단말의 발견이 필요한 상황이 감지되지 않은 피발견 단말들(201-1 내지 201-8) 각각은 발견 요청 영역(220)에서 발견 요청 신호를 방송하지 않는다. 피발견 단말들(201-1 내지 201-8) 각각은 발견 단말(200)로부터 발견 요청 신호를 수신하기 위해 $T_R(230)$ 주기로 반복되는 발견 요청 영역(220)을 청취한다.

[0027] 피발견 단말들(201-1 내지 201-8) 중에서 발견 단말(200)의 주변에 위치한 피발견 단말들(201-2 내지 201-6)은 발견 요청 신호를 수신할 수 있다. 여기서, 피발견 단말들(201-1 내지 201-8) 각각은 발견 요청 영역(220)에서 발견 요청 시퀀스를 수신할 수 있고, 수신된 발견 요청 시퀀스에 대한 측정 에너지가 임계값 이상인 경우, 발견 요청 신호가 수신된 것으로 판단하고, 인접한 영역에 발견 단말(200)이 존재함을 인지할 수 있다. 이때, 피발견 단말들(201-1 내지 201-8) 각각은 검출된 시퀀스의 시퀀스 인덱스(번호)를 통해 발견 단말(200)의 전송 목적 혹은 상태를 판단할 수 있다.

[0028] 발견 요청 신호를 수신한 피발견 단말들(201-2 내지 201-6) 각각은 활성 모드로 진입하여, 해당 $T_R(230)$ 주기 내에서 주기적으로 반복되는 발견 영역(222)을 통해 발견 신호를 전송할 수 있다. 즉, 피발견 단말들(201-2 내지 201-6) 각각은 $T_b(232)$ 주기로 반복되는 발견 영역(222)에서 자신의 존재를 알리는 발견 신호를 전송하기 위한 자원을 분산적으로 결정하고, 발견 영역(222) 내에서 결정된 자원을 통해 발견 신호를 방송한다. 이때, 피발견 단말들(201-2 내지 201-6) 각각에서 방송하는 발견 신호는 발견 단말(200) 뿐만 아니라, 인접한 피발견 단말들(201-2 내지 201-6)이 수신할 수도 있다. 즉, 피발견 단말들(201-2 내지 201-6)은 발견 영역(222) 내에서 자신의 발견 신호 전송 자원을 제외한 나머지 자원을 청취하여, 나머지 자원을 통해 다른 피발견 단말로부터 방송된 발견 신호를 수신할 수 있다. 여기서, 발견 신호는 발견 신호를 전송하는 피발견 단말의 ID, 상태 정보 및/혹은 서비스 ID 등으로 구성된 발견 정보를 포함할 수 있다.

[0029] 반면, 발견 요청 신호를 수신하지 않은 피발견 단말들(201-1, 201-7, 201-8)은 비활성 모드로 진입한다. 즉, 피발견 단말들(201-1, 201-7, 201-8)은 발견 요청 신호가 수신되지 않은 발견 요청 영역(220)에 속한 해당 $T_R(230)$ 주기 내에 포함된 발견 영역(222)을 청취하지 않고, 해당 발견 영역(222)을 통해 발견 신호를 전송하지 않는다. 피발견 단말들(201-1, 201-7, 201-8)은 해당 $T_R(230)$ 주기가 종료되고, 그 다음 발견 요청 영역(220)에 위치한 $T_R(230)$ 주기의 시작 시점에 활성 모드로 전환할 수 있다. 이에 따라, 피발견 단말들(201-1, 201-7, 201-8)은 불필요하게 전력이 소모되는 것을 방지할 수 있다.

[0030] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크의 발견 단말에서 발견 정보를 송수신하는 프레임 구조를 도시하고 있다.

[0031] 도 3을 참조하면, 특정 $T_R(230)$ 주기에 속한 발견 요청 영역(220)에서 발견 요청 신호를 방송한 발견 단말(200)은 해당 $T_R(230)$ 주기 내에 속한 발견 영역들(222) 중에서 첫 번째 발견 영역을 제외하고, 두 번째 발견 영

역(300)에서부터 자신의 발견 신호를 전송할 수 있다. 즉, 발견 단말(200)은 첫 번째 발견 영역에서 피발견 단말들(201-2 내지 201-6)로부터 발견 신호를 수신한 결과를 바탕으로, 자신의 발견 신호 전송 영역 즉, 발견 정보 방송 전송 영역(302)을 결정할 수 있다. 이에 따라, 발견 단말(200)은 두 번째 발견 영역(300)부터 각 영역을 발견 정보 방송 전송 영역(302)과 발견 정보 방송 수신 영역(304)으로 구분하고, 발견 정보 방송 전송 영역(302)에서는 자신의 발견 신호를 방송하고, 발견 정보 방송 수신 영역(304)에서는 피발견 단말들(201-2 내지 201-6)로부터 발견 신호를 수신할 수 있다.

[0032] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 단말 간 발견 과정을 수행하는 신호 흐름을 도시하고 있다.

[0033] 도 4를 참조하면, 발견 단말(400)은 410단계에서 인접 단말 목록 갱신이 필요함을 감지하여 인접 단말의 발견이 필요한 상황임을 결정한다. 여기서, 인접 단말 목록 갱신이 필요하지 않은 단말들을 피발견 단말들(401-1 내지 401-M)이라 한다.

[0034] 발견 단말(400)은 412단계에서 $T_R(230)$ 주기로 반복되는 발견 요청 영역(220)을 통해 인접 단말을 발견하기 위한 발견 요청 신호를 방송한다. 본 실시 예에서는 피발견 단말들(401-1 내지 401-M) 중에서 일부 피발견 단말들(401-1 내지 401-N)은 발견 단말(400)로부터 발견 요청 신호를 수신하고, 나머지 피발견 단말들(401-N+1 내지 401-M)은 발견 단말(400)로부터 발견 요청 신호를 수신하지 못하는 상황임을 가정한다.

[0035] 발견 단말(400)로부터 발견 요청 신호를 수신한 피발견 단말들(401-1 내지 401-N)은 414단계와 같이 활성 모드로 동작한다. 발견 요청 신호를 수신하여 활성 모드로 동작하는 피발견 단말들(401-1 내지 401-N)은 해당 $T_R(230)$ 주기 내에 $T_D(232)$ 주기로 반복되는 발견 영역(222) 내에서 발견 신호를 전송하기 위한 자원을 분산적으로 결정할 수 있다. 이때, 피발견 단말들(401-1 내지 401-N)은 종래에 알려진 기법을 통해 자원을 분산적으로 결정할 수 있다.

[0036] 반면, 발견 단말(400)로부터 발견 요청 신호를 수신하지 못한 피발견 단말들(401-N+1 내지 401-M)은 422동작과 같이 비활성 모드로 동작한다. 이때, 피발견 단말들(401-N+1 내지 401-M)은 다음 발견 요청 영역(220)이 되기 전까지 비활성 모드로 동작하고, 다음 발견 요청 영역(220)에서 활성 모드로 전환할 수 있다.

[0037] 416단계에서, 피발견 단말들(401-1 내지 401-N) 각각은 해당 $T_R(230)$ 주기 내에 포함된 첫 번째 발견 영역(22)의 결정된 자원을 통해 발견 정보(혹은 발견 신호)를 방송한다. 이때, 발견 정보는 해당 단말의 ID, 상태 정보 및/혹은 서비스 ID를 포함할 수 있다.

[0038] 발견 단말(400)은 피발견 단말들(401-1 내지 401-N) 각각으로부터 발견 정보를 수신하고, 418단계에서 발견 정보가 수신된 자원들을 바탕으로 해당 $T_R(230)$ 주기 내에 $T_D(232)$ 주기로 반복되는 발견 영역(222) 내에서 자신의 발견 신호를 전송하기 위한 자원을 결정할 수 있다.

[0039] 이후, 420단계에서 발견 단말(400) 및 피발견 단말들(401-1 내지 401-N) 각각은 해당 $T_R(230)$ 주기 내에서 $T_D(232)$ 주기로 반복되는 발견 영역(222) 내 결정된 자원을 통해 자신의 발견 정보(혹은 발견 신호)를 방송한다. 이때, 발견 단말(400) 및 피발견 단말들(401-1 내지 401-N) 각각은 해당 $T_R(230)$ 주기 내에서 $T_D(232)$ 주기로 반복되는 발견 영역(222) 내, 자신이 발견 정보를 전송하지 않는 자원을 통해 다른 단말의 발견 정보를 수신할 수 있다.

[0040] 이에 따라, 발견 단말(400) 및 피발견 단말들(401-1 내지 401-N) 각각은 416 단계 및 420 단계에서 수신된 발견 정보를 바탕으로 인접한 단말에 대한 정보를 획득하여, 인접 단말 목록을 갱신할 수 있다.

[0041] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 발견 단말에서 인접 단말을 발견하는 동작 절차를 도시하고 있다.

[0042] 도 5를 참조하면, 발견 단말(400)은 501단계에서 인접 단말 목록 갱신이 필요함을 결정하고, 503단계에서 제 1 주기(즉, $T_R(230)$ 주기)에 따라 정의된 발견 요청 영역(230)에서 주변 단말로 발견 요청 신호를 전송한다. 즉, 발견 단말(400)주변에 위치한 인접 단말들로 자신이 인접 단말들을 발견하고자 함을 알리기 위해, 발견 요청 신

호를 방송할 수 있다. 이때, 발견 단말(400)의 전송 영역 내에 위치한 피발견 단말들(401-1 내지 401-N)은 발견 요청 신호를 수신할 수 있고, 발견 단말(400)의 전송 영역 밖에 위치한 피발견 단말들(401-N+1 내지 401-M)은 발견 단말(400)로부터 발견 요청 신호를 수신하지 못할 것이다.

[0043] 이후, 발견 단말(400)은 505단계에서 발견 요청 신호를 전송한 제 1 주기 내에 포함된 각 자원에 대해, 제 2 주기(즉, $T_b(232)$ 주기)에 따라 정의된 발견 영역에 해당하는지 여부를 검사한다. 만일, 제 2 주기에 따라 정의된 발견 영역에 해당하는 경우, 발견 단말(400)은 해당 자원이 제 2 주기에 따른 첫 번째 발견 영역인지 여부를 검사한다. 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같은 프레임 구조에서 발견 요청 신호가 전송된 발견 요청 영역(230) 이후에, 가장 처음 부분에 위치한 발견 영역인지 여부를 검사한다.

[0044] 만일, 해당 자원이 제 2 주기에 따른 첫 번째 발견 영역에 해당하는 경우, 발견 단말(400)은 509단계에서 첫 번째 발견 영역의 전체 구간을 통해 인접 단말(혹은 피발견 단말)로부터 발견 정보를 수신하고, 513단계에서 발견 영역 내에서 자신의 발견 정보를 전송할 자원 영역을 결정한다. 예를 들어, 발견 단말(400)은 첫 번째 발견 영역 중에서 인접 단말이 수신되지 않은 자원 영역을 자신의 발견 정보를 전송할 자원 영역으로 결정할 수 있다. 이후, 발견 단말(400)은 515단계에서 인접 단말로부터 수신된 발견 정보를 이용하여 인접 단말 목록을 갱신하고, 하기 517단계로 진행한다.

[0045] 반면, 해당 자원이 제 2 주기에 따른 첫 번째 발견 영역에 해당하지 않는 경우, 발견 단말은 511단계에서 해당 발견 영역 내에서 자신의 발견 정보 전송 자원을 이용하여 자신의 발견 정보를 전송하고, 해당 발견 영역 내 나머지 자원을 청취하여 인접 단말로부터 발견 정보를 수신한다. 예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같이, 발견 단말(400)은 해당 $T_R(230)$ 주기에 포함된 발견 영역들(222) 중에서 두 번째 발견 영역(300)부터 각 발견 영역을 발견 정보 방송 전송 영역(302)과 발견 정보 방송 수신 영역(304)으로 구분하고, 발견 정보 방송 전송 영역(302)에서는 자신의 발견 신호를 방송하고, 발견 정보 방송 수신 영역(304)에서는 인접 단말들로부터 발견 신호를 수신할 수 있다. 해당 $T_R(230)$ 주기 내 첫 번째 발견 영역에서 발견 신호를 전송하는 인접 단말들은 피발견 단말일 수 있고, 해당 $T_R(230)$ 주기 내 첫 번째 발견 영역을 제외한 나머지 발견 영역에서 발견 신호를 전송하는 인접 단말들은 피발견 단말 혹은 다른 발견 단말일 수 있다.

[0046] 이후, 발견 단말(400)은 515단계에서 인접 단말로부터 수신된 발견 정보를 이용하여 인접 단말 목록을 갱신하고, 517단계로 진행한다.

[0047] 발견 단말은 517단계에서 발견 요청 신호가 전송된 해당 제 1 주기의 구간이 종료되는지 여부를 검사한다. 발견 단말은 제 1 주기에 따라 정의된 다음 발견 요청 영역이 시작될 시, 발견 요청 신호가 전송된 해당 제 1 주기의 구간이 종료된 것으로 결정할 수 있다. 발견 단말은 발견 요청 신호가 전송된 해당 제 1 구간이 종료되지 않을 시 505단계로 되돌아가 이하 단계를 재수행하고, 발견 요청 신호가 전송된 해당 제 1 구간이 종료될 시 본 발명의 실시 예에 따른 동작 절차를 종료한다.

[0048] 여기서는, 일 실시 예로 발견 단말이 발견 영역을 통해 발견 정보를 수신할 때마다 인접 단말 목록을 갱신하는 것으로 설명하였다. 그러나, 다른 실시 예로 발견 정보를 수신할 때마다 인접 단말 목록을 갱신하지 않고, 해당 $T_R(230)$ 주기에 포함된 모든 발견 영역들(222)을 청취한 이후, 인접 단말 목록을 갱신할 수도 있다. 또한, 발견 단말은 수신된 발견 신호에 대응하는 모든 인접 단말들을 인접 단말 목록에 포함시킬 수도 있고, 수신된 발견 신호에 대응하는 인접 단말들 중에서 신호 품질을 기준으로 적어도 하나의 인접 단말을 선택한 후, 선택된 적어도 하나의 인접 단말만을 인접 단말 목록에 포함시킬 수도 있다.

[0049] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 피발견 단말의 동작 절차를 도시하고 있다. 여기서, 피발견 단말은 자신의 인접 단말 목록 갱신이 필요함을 감지하지 않은 단말(401)을 의미한다.

[0050] 도 6을 참조하면, 피발견 단말(401)은 601단계에서 $T_R(230)$ 주기에 따라 정의된 발견 요청 영역(220)을 청취한다. 피발견 단말(401)은 603단계에서 발견 요청 영역을 통해 발견 요청 신호가 수신되었는지 여부를 검사한다.

[0051] 만일, 발견 요청 영역을 통해 발견 요청 신호가 수신되지 않았을 시, 피발견 단말(401)은 607단계에서 비활성 모드로 동작하고, 601단계로 되돌아 간다. 예를 들어, 피발견 단말(401)은 다음 발견 요청 영역(220)이 되기 전까지 비활성 모드로 동작하고, 다음 발견 요청 영역(220)에서 활성 모드로 전환하여, 다음 발견 요청 영역(220)을 청취할 수 있다.

- [0052] 반면, 발견 요청 영역(220)을 통해 발견 요청 신호가 수신될 시, 피발견 단말(401)은 605단계에서 활성 모드로 동작한다. 예를 들어, 피발견 단말은 발견 요청 신호가 수신된 해당 제 1 주기의 구간 내에 포함된 발견 영역들을 청취하고, 발견 영역을 통해 발견 신호를 전송 위해 활성 모드를 유지한다.
- [0053] 피발견 단말은 609단계에서 제 2 주기에 따라 정의된 발견 영역(222) 내에서 자신의 전송 자원을 결정한다. 여기서, 제 2 주기에 따라 정의된 발견 영역(222)은 발견 요청 신호가 수신된 해당 제 1 주기 내에서 제 2 주기에 따라 반복될 수 있다. 이때, 피발견 단말은 종래에 알려진 기법을 통해 발견 영역(222) 내에서 발견 신호를 전송하기 위한 자원을 분산적으로 결정할 수 있다.
- [0054] 이후, 피발견 단말은 611단계에서 발견 요청 신호가 수신된 제 1 주기 내에 포함된 각 자원에 대해, 제 2 주기(즉, $T_b(232)$ 주기)에 따라 정의된 발견 영역(222)에 해당하는지 여부를 검사한다. 만일, 제 2 주기에 따라 정의된 발견 영역(222)에 해당하는 경우, 피발견 단말은 613단계에서 해당 발견 영역(222) 내에서 자신의 발견 정보 전송 자원을 이용하여 자신의 발견 정보를 전송하고, 해당 발견 영역(222) 내 나머지 자원을 청취하여 인접 단말로부터 발견 정보를 수신한다.
- [0055] 이후, 피발견 단말(401)은 615단계에서 인접 단말로부터 수신된 발견 정보를 이용하여 인접 단말 목록을 갱신하고, 617단계로 진행한다.
- [0056] 피발견 단말은 617단계에서 발견 요청 신호가 수신된 해당 제 1 주기의 구간이 종료되는지 여부를 검사한다. 피발견 단말은 제 1 주기에 따라 정의된 다음 발견 요청 영역이 시작될 시, 발견 요청 신호가 수신된 해당 제 1 주기의 구간이 종료된 것으로 결정할 수 있다. 피발견 단말은 발견 요청 신호가 수신된 해당 제 1 구간이 종료되지 않을 시 611단계로 되돌아가 이하 단계를 재수행하고, 발견 요청 신호가 수신된 해당 제 1 구간이 종료될 시 본 발명의 실시 예에 따른 동작 절차를 종료한다.
- [0057] 이하에서는 도 7 내지 도 11을 참조하여, 본 발명의 일 실시 예에 따른 중앙집중적 방식에 대해 설명한다. 본 발명의 실시 예에서는, 설명의 편의를 위해 단말들의 자원 할당을 제어하는 중앙 노드가 기지국인 것을 가정하여 설명한다. 그러나, 단말들의 자원 할당을 제어하는 중앙 노드는 단말일 수도 있으며, 다른 네트워크 노드일 수도 있을 것이다.
- [0058] 도 7은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 중앙 노드를 이용한 단말 간 발견 방식을 도시하고 있다.
- [0059] 도 7을 참조하면, 발견 단말(700)은 인접 단말의 발견이 필요한 상황이 감지될 시, 710과 같이, 발견 단말(700)과 중앙 노드인 기지국(750) 사이의 링크를 통해 인접 단말 목록 갱신 요청 메시지(neighbor_list_update_request)를 기지국(750)으로 전송한다. 발견 단말(700)은 712와 같이, 기지국(750)으로부터 발견 측정 요청 신호를 전송할 자원 영역에 대한 자원 할당 정보를 수신한다. 이때 발견 측정 요청 신호를 전송할 자원 영역에 대한 정보는, 해당 $T_R(730)$ 주기 내에서 $T_b(732)$ 주기로 반복되는 발견 영역(722) 내의 특정 시간 및/혹은 주파수 자원일 수 있다.
- [0060] 발견 단말(700)은 714와 같이, $T_R(730)$ 주기로 반복되는 발견 요청 영역(720)을 통해 발견 요청 신호를 방송한다. 이때, 인접 단말의 발견이 필요한 상황이 감지되지 않은 피발견 단말들(701-1 내지 701-8) 각각은 발견 요청 영역(720)에서 발견 요청 신호를 방송하지 않는다. 피발견 단말들(701-1 내지 701-8) 각각은 발견 단말(700)로부터 발견 요청 신호를 수신하기 위해 $T_R(730)$ 주기로 반복되는 발견 요청 영역(720)을 청취한다. 피발견 단말들(701-1 내지 701-8) 중에서 발견 단말(701)의 주변에 위치한 피발견 단말들(701-2 내지 701-6)은 발견 요청 신호를 수신할 수 있다. 여기서, 피발견 단말들(701-1 내지 701-8) 각각은 발견 요청 영역(720)에서 발견 요청 시퀀스를 수신할 수 있고, 수신된 발견 요청 시퀀스에 대한 측정 에너지가 임계값 이상인 경우, 발견 요청 신호가 수신된 것으로 판단하고, 인접한 영역에 발견 단말(700)이 존재함을 인지할 수 있다. 이때, 피발견 단말들(701-1 내지 701-8) 각각은 검출된 시퀀스의 시퀀스 인덱스(번호)를 통해 발견 단말(720)의 전송 목적 혹은 상태를 판단할 수 있다.
- [0061] 또한, 발견 단말(700)은 716과 같이, $T_b(732)$ 주기로 반복되는 발견 영역들(722) 중에서 기지국(750)으로부터 수신된 자원 할당 정보가 나타내는 발견 영역(720)을 통해 발견 측정 요청 신호를 방송한다. 발견 요청 신호를 수신한 피발견 단말들(701-2 내지 701-6)은 활성 모드로 진입하여, 해당 $T_R(730)$ 주기 내에서 주기적으로 반복

되는 발견 영역(722)을 통해 발견 측정 요청 신호를 수신할 수 있다. 반면, 발견 요청 신호를 수신하지 않은 피발견 단말들(701-1, 701-7, 701-8)은 비활성 모드로 진입하여, 해당 $T_R(230)$ 주기 내에 포함된 발견 영역(722)을 청취하지 않는다. 이때, 비활성 모드로 진입한 피발견 단말들(701-1, 701-7, 701-8)은 해당 $T_R(730)$ 주기가 종료되고, 그 다음 발견 요청 영역(720)이 위치한 $T_R(730)$ 주기의 시작 시점에 활성 모드로 전환할 수 있다. 이에 따라, 피발견 단말들(701-1, 701-7, 701-8)은 불필요하게 전력이 소모되는 것을 방지할 수 있다.

[0062] 발견 측정 요청 신호를 수신한 피발견 단말들(701-2 내지 701-6)은 718과 같이, 발견 측정 요청 신호에 대한 측정 결과를 나타내는 발견 측정 보고 메시지를 기지국(750)으로 전송한다. 이때, 발견 측정 보고 메시지는 피발견 단말 자신의 ID, 신호대 간섭비 및/혹은 신호 수신 세기 등과 같이 수신된 발견 측정 요청 신호의 품질을 나타내는 정보를 포함할 수 있다. 이때, 발견 측정 보고 신호는 기지국(750)으로부터 별도로 할당받은 자원을 통해 피발견 단말들(701-2 내지 701-6) 간에 경쟁 없이, 기지국(750)으로 전달될 수 있다.

[0063] 기지국(750)은 피발견 단말들(701-2 내지 701-6)로부터 수신된 발견 측정 보고 메시지를 바탕으로 발견 단말(700)에 대한 인접 단말 목록을 갱신할 수 있다. 이때, 기지국(750)은 발견 측정 보고 메시지가 수신된 모든 피발견 단말들을 발견단말(700)의 인접 단말 목록에 포함시킬 수 있다. 또한, 기지국(750)은 발견 측정 보고 메시지가 수신된 모든 피발견 단말들 중에서, 발견 측정 보고 메시지에 포함된 신호 품질을 바탕으로 적어도 하나의 피발견 단말을 선택한 후, 선택한 피발견 단말들만을 발견단말(700)의 인접 단말 목록에 포함시킬 수도 있다.

[0064] 도 8은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 중앙 노드의 제어에 따라 단말 간 발견 과정을 수행하는 신호 흐름을 도시하고 있다.

[0065] 도 8을 참조하면, 발견 단말(802)은 인접 단말의 발견이 필요한 상황이 감지될 시, 810단계에서 인접 단말 목록 갱신 요청 메시지를 기지국(800)으로 전송한다. 기지국(800)은 발견 단말(802)로부터 인접 단말 목록 갱신 요청 메시지를 수신하고, 812단계에서 발견 단말(802)로 발견 측정 요청 신호를 전송할 자원을 할당한다. 이때 발견 요청 신호를 전송할 자원은, $T_R(730)$ 주기로 반복되는 발견 요청 영역(720) 내의 특정 시간 및/혹은 주파수 자원일 수 있다. 또한, 발견 측정 요청 신호를 전송할 자원은, 해당 $T_R(730)$ 주기 내에서 $T_D(732)$ 주기로 반복되는 발견 영역(722) 내의 특정 시간 및/혹은 주파수 자원일 수 있다.

[0066] 발견 단말(802)은 814단계에서, $T_R(730)$ 주기로 반복되는 발견 요청 영역(720)을 통해 발견 요청 신호를 방송한다. 이때, 인접 단말의 발견이 필요한 상황이 감지되지 않은 피발견 단말들(804-1 내지 804-M) 각각은 발견 요청 영역(720)에서 발견 요청 신호를 방송하지 않고, $T_R(730)$ 주기로 반복되는 발견 요청 영역(720)을 청취한다. 피발견 단말들(804-1 내지 804-M) 중에서 발견 단말(802)의 전송 영역 내에 위치한 피발견 단말들(804-1 내지 804-N)은 발견 요청 신호를 수신할 수 있다. 또한, 피발견 단말들(804-1 내지 804-M) 중에서 발견 단말(802)의 전송 영역 밖에 위치한 피발견 단말들(804-N+1 내지 804-M)은 발견 요청 신호를 수신하지 못할 것이다. 이에 따라, 발견 단말(802)의 전송 영역 밖에 위치한 피발견 단말들(804-N+1 내지 804-M)은 818단계에서 비활성 모드로 동작한다. 피발견 단말들(804-N+1 내지 804-M)은 다음 발견 요청 영역(720)이 되기 전까지 비활성 모드로 동작하고, 다음 발견 요청 영역(720)에서 활성 모드로 전환할 수 있다.

[0067] 발견 단말(802)로부터 발견 요청 신호를 수신한 피발견 단말들(804-1 내지 804-N)은 816단계와 같이 활성 모드로 동작한다. 발견 요청 신호를 수신하여 활성 모드로 동작하는 피발견 단말들(804-1 내지 804-N)은 해당 $T_R(730)$ 주기 내에 $T_D(732)$ 주기로 반복되는 발견 영역(722)을 청취할 수 있다.

[0068] 발견 단말(802)은 820단계에서 $T_D(732)$ 주기로 반복되는 발견 영역들(722) 중에서 기지국(750)으로부터 할당받은 발견 영역(720)을 통해 발견 측정 요청 신호를 방송한다. 이때, 활성 모드로 동작 중인 피발견 단말들(804-1 내지 804-N)은 해당 $T_R(730)$ 주기 내에서 주기적으로 반복되는 발견 영역(722)을 통해 발견 측정 요청 신호를 수신할 수 있다. 반면, 비활성 모드로 동작 중인 피발견 단말들(804-N+1 내지 804-M)은 해당 $T_R(230)$ 주기에 포함된 모든 자원 영역에 대해 청취하지 않는다.

[0069] 발견 측정 요청 신호를 수신한 피발견 단말들(804-1 내지 804-N)은 822단계에서 발견 측정 요청 신호에 대한 측정 결과를 나타내는 발견 측정 보고 메시지를 기지국(800)으로 전송한다. 이때, 발견 측정 보고 메시지는 피발견 단말 자신의 ID, 신호대 간섭비 및/혹은 신호 수신 세기 등과 같이 수신된 발견 측정 요청 신호의 품질을 나

타내는 정보를 포함할 수 있다. 또한, 피발견 단말들(804-1 내지 804-N)은 발견 측정 보고 신호 전송을 위해 기지국(800)으로부터 별도의 자원을 할당받음으로써, 피발견 단말들(804-1 내지 804-N) 간에 경쟁 없이, 발견 측정 보고 신호를 전송할 수 있다.

[0070] 기지국(800)은 824단계에서 피발견 단말들(804-1 내지 804-N)로부터 수신된 발견 측정 보고 메시지를 바탕으로 발견 단말(802)에 대한 인접 단말 목록을 갱신하고, 826단계에서 갱신된 인접 단말 목록을 발견 단말(802)로 전송한다.

[0071] 도 9는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 발견 단말에서 인접 단말을 발견하는 동작 절차를 도시하고 있다.

[0072] 도 9를 참조하면, 발견 단말(802)은 901단계에서 인접 단말 목록 갱신이 필요함을 결정하고, 903단계에서 기지국(800)으로 인접 단말 목록 갱신 요청 메시지를 전송한다. 이후, 발견 단말(802)은 805단계에서 기지국(800)으로부터 발견 측정 요청 신호를 전송할 자원에 대한 정보를 수신한다. 이때, 발견 측정 요청 신호를 전송할 자원은, 해당 $T_R(730)$ 주기 내에서 $T_D(732)$ 주기로 반복되는 발견 영역(722) 내의 특정 시간 및/혹은 주파수 자원일 수 있다.

[0073] 발견 단말(802)은 907단계에서, 제 1 주기(즉, $T_R(730)$) 주기로 반복되는 발견 요청 영역들(720) 중에서 기지국(800)으로부터 할당받은 발견 요청 영역(720)을 통해 발견 요청 신호를 방송한다.

[0074] 이후, 발견 단말(802)은 909단계에서 발견 요청 신호를 전송한 제 1 주기 내에 포함된 각 자원에 대해, 제 2 주기(즉, $T_D(732)$ 주기)에 따라 정의된 발견 영역(722)에 해당하는지 여부를 검사한다. 만일, 제 2 주기에 따라 정의된 발견 영역에 해당하는 경우, 발견 단말(802)은 제 2 주기에 따라 정의된 발견 영역(722) 내에서 기지국(800)으로부터 할당받은 자원을 통해 발견 측정 요청 메시지를 방송한다.

[0075] 이후, 발견 단말(802)은 913단계P에서 기지국(800)으로부터 갱신된 인접 단말 목록을 수신하고, 본 발명의 실시 예에 따른 알고리즘을 종료한다.

[0076] 도 10은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 피발견 단말의 동작 절차를 도시하고 있다.

[0077] 도 10을 참조하면, 피발견 단말(804)은 1001단계에서 제 1 주기(즉, $T_R(730)$ 주기에 따라 정의된 발견 요청 영역(720)을 청취한다. 피발견 단말(804)은 1003단계에서 발견 요청 영역을 통해 발견 요청 신호가 수신되었는지 여부를 검사한다.

[0078] 만일, 발견 요청 영역을 통해 발견 요청 신호가 수신되지 않았을 시, 피발견 단말(804)은 1007단계에서 비활성 모드로 동작하고, 1001단계로 되돌아 간다. 예를 들어, 피발견 단말(804)은 다음 발견 요청 영역(720)이 되기 전까지 비활성 모드로 동작하고, 다음 발견 요청 영역(720)에서 활성 모드로 전환하여, 다음 발견 요청 영역(720)을 청취할 수 있다.

[0079] 반면, 발견 요청 영역(720)을 통해 발견 요청 신호가 수신될 시, 피발견 단말(804)은 1005단계에서 활성 모드로 동작한다. 예를 들어, 피발견 단말은 발견 요청 신호가 수신된 해당 제 1 주기의 구간 내에 포함된 발견 영역들을 청취하기 위해 활성 모드를 유지한다.

[0080] 이후, 피발견 단말(804)은 1009단계에서 발견 요청 신호가 수신된 제 1 주기 내에 포함된 각 자원에 대해, 제 2 주기(즉, $T_D(732)$ 주기)에 따라 정의된 발견 영역(722)에 해당하는지 여부를 검사한다. 만일, 제 2 주기에 따라 정의된 발견 영역에 해당하는 경우, 1011단계에서 피발견 단말(804)은 제 2 주기에 따라 정의된 발견 영역(722)을 청취하여, 발견 단말(800)로부터 발견 측정 요청 신호를 수신한다.

[0081] 이후, 피발견 단말(804)은 1013단계에서 수신된 발견 측정 요청 신호에 대한 측정 결과를 나타내는 발견 측정 보고 메시지를 기지국(800)으로 전송한다. 이때, 발견 측정 보고 메시지는 피발견 단말 자신의 ID, 신호대 간섭 비 및/혹은 신호 수신 세기 등과 같이 수신된 발견 측정 요청 신호의 품질을 나타내는 정보를 포함할 수 있다. 또한, 피발견 단말(804)은 발견 측정 보고 신호 전송을 위해 기지국(800)으로부터 별도의 자원을 할당받음으로써, 다른 피발견 단말과의 경쟁 없이, 발견 측정 보고 신호를 전송할 수 있다. 이후, 피발견 단말(804)은 1001

단계로 되돌아가 이하 단계를 재수행한다.

- [0082] 도 11은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 D2D 통신 네트워크에서 중앙 노드의 동작 절차를 도시하고 있다.
- [0083] 도 11을 참조하면, 중앙 노드인 기지국(800)은 1101단계에서 발견 단말(802)로부터 인접 단말 목록 갱신 요청 신호를 수신한다.
- [0084] 이후, 기지국(800)은 1103단계에서 발견 단말(802)로 발견 측정 요청 신호를 전송할 자원을 결정하고, 1105단계에서 결정된 자원을 나타내는 자원 정보를 발견 단말로 전송한다. 이때, 기지국(800)은 해당 $T_R(730)$ 주기 내에서 $T_D(732)$ 주기로 반복되는 발견 영역(722) 내의 특정 시간 및/혹은 주파수 자원을 발견 측정 요청 신호 전송 자원으로 결정할 수 있다.
- [0085] 이후, 기지국(800)은 1107단계에서 피발견 단말로부터 발견 측정 요청 신호에 대한 측정 결과를 나타내는 발견 측정 보고 신호를 수신할 수 있다. 이때, 발견 측정 보고 메시지는 해당 피발견 단말의 ID, 신호대 간섭비 및/혹은 신호 수신 세기 등과 같이 수신된 발견 측정 요청 신호의 품질을 나타내는 정보를 포함할 수 있다. 기지국(800)은 피발견 단말들의 발견 측정 보고 신호 전송을 위한 별도의 자원을 할당할 수 있고, 할당된 별도의 자원을 통해 발견 측정 보고 신호를 수신할 수 있다.
- [0086] 기지국(800)은 1109단계에서 수신된 발견 측정 결과 보고 신호를 이용하여 발견 단말의 인접 단말 목록을 갱신한다. 기지국(800)은 발견 측정 보고 메시지가 수신된 모든 피발견 단말들을 발견 단말(802)의 인접 단말 목록에 포함시킬 수 있다. 또한, 기지국(800)은 발견 측정 보고 메시지가 수신된 모든 피발견 단말들 중에서, 발견 측정 보고 메시지에 포함된 신호 품질을 바탕으로 적어도 하나의 피발견 단말을 선택한 후, 선택한 피발견 단말들만을 발견 단말(802)의 인접 단말 목록에 포함시킬 수도 있다.
- [0087] 이후, 기지국(800)은 1111단계에서 갱신된 인접 단말 목록을 발견 단말로 전송하고, 본 발명의 실시 예에 따른 동작 절차를 종료한다.
- [0088] 도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 단말의 블록 구성을 도시하고 있다.
- [0089] 도 12를 참조하면, 단말은 제어부(1200)와 통신 모듈(1210)을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0090] 제어부(1200)는 단말의 전반적인 동작을 제어 및 처리한다. 특히 제어부(1200)에 포함된 발견 제어부(1202)는 도 1에 나타난 바와 같은 프레임 구조를 바탕으로 인접 단말을 발견하기 위한 동작을 제어 및 처리한다. 보다 상세하게, 발견 제어부(1202)는 인접 단말 목록 갱신이 필요한지 여부를 감지한다. 발견 제어부(1202)는 인접 단말 목록 갱신이 필요할 시, 상술한 도 2 내지 도 11에서 기재한 발견 단말의 동작을 수행할 수 있다. 예를 들어, 미리 설정된 T_R 주기에 따라 반복되는 발견 요청 영역에서 발견 요청 신호를 방송하기 위한 기능을 제어 및 처리할 수 있다. 또 다른 예로, 발견 제어부(1202)는 미리 설정된 T_D 주기에 따라 반복되는 발견 영역에서 발견 신호를 방송 혹은 수신하거나, 발견 측정 요청 신호를 방송하기 위한 기능을 제어 및 처리할 수 있다. 또한, 발견 제어부는 인접 단말 목록 갱신이 필요하지 않을 시, 상술한 도 2 내지 도 11에서 기재한 피발견 단말의 동작을 수행할 수 있다. 예를 들어, 발견 제어부(1202)는 미리 설정된 T_R 주기에 따라 반복되는 발견 요청 영역에서 발견 요청 신호를 수신하기 위한 기능을 제어 및 처리할 수 있다. 발견 제어부(1202)는 발견 요청 신호가 수신되지 않을 시, 다음 발견 요청 영역이 될 때까지 비활성 모드로 동작하기 위한 기능을 제어 및 처리하고, 발견 요청 신호가 수신될 시, 다음 발견 요청 영역이 될 때까지 계속하여 활성 모드로 동작하기 위한 기능을 제어 및 처리한다. 이때, 발견 제어부(1202)는 미리 설정된 T_D 주기에 따라 반복되는 발견 영역에서 발견 신호를 방송 혹은 수신하거나, 발견 측정 요청 신호를 수신하기 위한 기능을 제어 및 처리할 수 있다.
- [0091] 또한, 발견 제어부(1202)는 분산적 방식을 지원하는 경우, 다른 단말과 경쟁하여 자신의 전송 자원을 분산적으로 결정하기 위한 기능을 제어 및 처리하고, 중앙집중적 방식을 지원하는 경우, 중앙 노드로 전송 자원을 요청하여 할당받기 위한 기능을 제어 및 처리한다.
- [0092] 통신 모듈(1210)은 제어부(1200)의 제어에 따라 다른 단말 혹은 중앙 노드와 신호를 송수신한다. 예를 들어, 통신 모듈(1210)은 도 1에 나타난 바와 같은 프레임 구조를 기반으로 발견 요청 신호, 발견 신호 및/혹은 발견 측정 요청 신호를 방송하거나 수신한다. 또한, 통신 모듈(1210)은 중앙 노드로 인접 목록 갱신 요청 메시지를 전

송하여 전송 자원에 대한 자원 할당 정보를 수신하거나, 발견 측정 보고 메시지를 전송할 수 있다. 또한, 통신 모듈(1210)은 중앙 노드로부터 갱신된 인접 목록을 수신할 수 있다.

[0093] 도 13은 본 발명의 실시 예에 따른 중앙 노드의 블럭 구성을 도시하고 있다.

[0094] 도 13을 참조하면, 중앙 노드는 제어부(1300)와 통신 모듈(1310)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0095] 제어부(1300)는 중앙 노드의 전반적인 동작을 제어 및 처리한다. 특히, 제어부(1300)에 포함된 인접 단말 목록 제어부(1302)는 도 1에 나타낸 바와 같은 프레임 구조를 바탕으로 인접 단말을 발견하기 위한 자원을 할당하기 위한 제어 및 처리를 수행한다. 보다 상세하게, 인접 단말 목록 제어부(1302)는 발견 단말로부터 인접 단말 목록 갱신을 요청하는 신호가 수신될 시, 상술한 도 7 내지 도 11에서 기재한 바와 같이, 발견 단말의 발견 요청 신호 및 발견 측정 요청 신호의 전송을 위한 자원을 할당한다. 또한, 인접 단말 목록 제어부(1302)는 피발견 단말로부터 수신되는 발견 측정 보고 메시지를 기반으로 인접 단말 목록을 갱신하고, 갱신된 인접 단말 목록을 발견 단말로 전송하기 위한 기능을 제어 및 처리한다.

[0096] 통신 모듈(1310)은 제어부(1300)의 제어에 따라 발견 단말 및 피발견 단말과 신호를 송수신한다. 예를 들어, 통신 모듈(1310)은 발견 단말로부터 인접 목록 갱신 요청 메시지를 수신하고, 발견 단말로 전송 자원에 대한 자원 할당 정보를 전송할 수 있으며, 피발견 단말로부터 발견 측정 보고 메시지를 수신할 수 있다. 또한, 통신 모듈(1310)은 발견 단말로 갱신된 인접 목록을 전송할 수 있다.

[0097] 도 14는 본 발명의 실시 예에 따른 피발견 단말의 상태 천이를 나타내고 있다.

[0098] 도 14를 참조하면, 본 명세서의 실시 예에 따르면 피발견 단말은 발견 요청 영역 및 발견 요청 신호 수신 여부를 바탕으로 활성 모드(1400) 혹은 비활성 모드(1410)로 동작한다. 예를 들어, 피발견 단말은 T_R 주기에 따라 반복되는 발견 요청 영역에서 발견 요청 신호를 수신한 경우 활성 모드(1400)로 동작한다. 다른 예로, 피발견 단말은 T_R 주기에 따라 반복되는 발견 요청 영역에서 발견 요청 신호를 수신하지 못한 경우 비활성 모드(1410)로 동작한다.

[0099] 본 명세서에서 제안하는 방식의 성능 분석을 위해, 인접 단말의 발견을 필요로 하는 발견 단말이 평균 λ (개/초)의 푸아송(Poisson) 분포로 발생함을 가정한다. 본 명세서에서는 발견 요청 영역이 반복되는 주기 T_R 과 발견 영역이 반복되는 주기 T_D 가 $T_R = K \cdot T_D$ 의 관계를 갖는 것을 가정한다. 또한, T_R 주기 내에서 반복되는 발견 요청 영역의 시간 구간을 t_R 이라 하고, T_D 주기 내에서 반복되는 발견 영역의 시간 구간을 t_D 라 정의한다.

[0100] 이와 같은 시스템에서, 특정 단말이 시간 구간 T 동안에 n 개의 단말이 발견 요청 신호를 수신할 확률은 아래 수학적 식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 1

$$f_N(n) = \frac{q^n}{n!} \exp(-q)$$

[0101]

[0102] 여기서, q 는 $\lambda \cdot A \cdot T$ 를 의미하는 것으로, 여기서 A 는 발견 요청 신호를 수신할 수 있는 영역 혹은 셀의 면적을 나타낸다.

[0103] 또한, 도 14에 나타낸 단말의 모드 천이 확률(혹은 상태 천이 확률)은 발견 요청 단말의 분포에 따라 달라질 수 있다.

[0104] 단말이 활성 모드에서 활성 모드로 천이하는 것은, 활성 모드인 현재 T_R 구간에서 적어도 하나의 발견 단말로부터 발견 요청 신호를 수신한 경우에 이루어진다. 단말이 활성 모드에서 활성 모드로 천이할 확률($P_{A,A}$)은 아래

수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$P_{A,A} = 1 - e^{-\lambda \cdot T_R \cdot A}$$

단말이 활성 모드에서 비활성 모드로 천이하는 것은, 활성 모드인 현재 T_R 구간에서 발견 단말로부터 발견 요청 신호가 수신되지 않은 경우에 이루어진다. 단말이 활성 모드에서 비활성 모드로 천이할 확률($P_{A,1}$)은 아래 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$P_{A,1} = e^{-\lambda \cdot T_R \cdot A}$$

단말이 비활성 모드에서 활성 모드로 천이하는 것은, 비활성 모드인 현재 T_R 구간에서 적어도 하나의 발견 단말로부터 발견 요청 신호가 수신되는 경우에 이루어진다. 단말이 비활성 모드에서 활성 모드로 천이할 확률($P_{1,A}$)은 아래 수학식 4와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 4

$$P_{1,A} = 1 - e^{-\lambda \cdot T_R \cdot A}$$

단말이 비활성 모드에서 비활성 모드로 천이하는 것은, 비활성 모드인 현재 T_R 구간에서 발견 단말로부터 발견 요청 신호가 수신되지 않은 경우에 이루어진다. 단말이 비활성 모드에서 비활성 모드로 천이할 확률($P_{1,1}$)은 아래 수학식 5와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 5

$$P_{1,1} = e^{-\lambda \cdot T_R \cdot A}$$

상술한 바와 같은 상태 천이 확률을 이용하여 활성 상태 확률 π_A 및 비활성 상태 확률 π_I 에 대한 balance equation은 아래 수학식 6과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 6

$$\pi_A(1 - e^{-\lambda \cdot T_R \cdot A}) + \pi_I(1 - e^{-\lambda \cdot T_R \cdot A}) = \pi_A$$

$$\pi_A e^{-\lambda \cdot T_R \cdot A} + \pi_I e^{-\lambda \cdot T_R \cdot A} = \pi_I$$

$$\pi_A + \pi_I = 1$$

여기서, 수학식 6을 정리하면, $\pi_A = 1 - e^{-\lambda \cdot T_R \cdot A}$, $\pi_I = e^{-\lambda \cdot T_R \cdot A}$ 임을 알 수 있다.

한편, T_D 를 주기로 하는 본 발명의 실시 예에 따른 단말은 아래 수학식 7에 나타난 바와 같은 시간 동안에 활성 상태에 있게 된다.

수학식 7

$$r^A = \frac{(K + \alpha)t_D \pi_A + \alpha t_D \pi_I}{KT_D} = \frac{K\pi_A + \alpha}{KT_D}$$

여기서, $\alpha = t_R/t_D$ 를 의미하는 것으로, t_R 은 t_D 주기 내에서 발견 요청 영역의 시간을 나타내므로, α 는 t_R 과 t_D 의 비율을 나타낸다.

한편, 종래에 알려진 바와 같이, 피발견 단말이 일정 주기마다 발견 신호를 전송하고, 발견 단말이 발견 신호를 수신하여 해당 피발견 단말을 인접 단말로 인지하는 종래의 주기적 방식의 경우, 인접 단말의 발견을 위해 아래 수학식 8과 같은 비율의 시간 동안 활성 상태에 있게 된다.

수학식 8

$$r^P = \frac{t_D}{T_D}$$

여기서, t_D 는 T_D 주기 내에서 실제 발견을 수행하는 시간을 나타낸다.

본 발명에서 제안하는 방식과 종래의 주기적 방식의 성능차를 나타내기 위해 본 발명에서 제안하는 방식의 활성 시간 비율을 주기적 방식의 활성 시간 비율로 나눈 값 r 을 상대적 활성 시간 비율로 정의하여, 아래 수학식 9와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 9

$$r = \frac{r^A}{r^P} = \pi_A + \frac{\alpha}{K}$$

한편, 본 발명에서 제안하는 방식은 비활성 구간이 존재하므로, 발견 요청 단말이 발생했을 경우, 발견 단계에 진입하기까지 지연이 발생하게 된다. 물론, 주기적 방식에서도 발견 단계 진입 지연이 발생하고, 주기적 방식의 발견 단계 진입 지연의 평균값 D^P 는 아래 수학식 10과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 10

$$D^P = \frac{T_D}{2}$$

반면, 본 발명에서 제안하는 방식의 발견 단계 진입 지연의 평균값 D^A 는 아래 수학식 11과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 11

$$D^A = \frac{\pi_A}{K} \left(\frac{T_D}{2} (K-1) + t_R + \frac{t_R^2 + (T_D - t_R)^2}{2T_D} \right) + \pi_1 \left(\frac{\pi_R}{2} + t_R \right)$$

$$= \frac{\pi_A}{K} \left(\frac{T_D}{2} (K-1) + \alpha t_D + \frac{\alpha^2 t_D^2 + (T_D - \alpha t_D)^2}{2T_D} \right) + \pi_1 \left(\frac{K t_D}{2} + \alpha t_D \right)$$

도 15 내지 도 18은 본 발명의 실시 예에 따른 단말의 성능 그래프를 도시하고 있다.

먼저, 도 15는 발견 요청 단말의 출현 빈도가 낮은 상황 즉, λ 가 낮은 영역에서 단말의 출현 빈도에 따른 상대적 활성 시간 비율을 T_R 과 T_D 의 비율인 K 값 별로 나타낸 그래프이다. 이때, λ 는 특정 단말의 수신 가능 영역 내에서 출현하는 발견 요청 단말의 평균 수를 의미할 수 있다. 도 15에 도시된 바와 같이, K 값이 클 수록 단말의 활성 시간이 낮아지는 것을 알 수 있다.

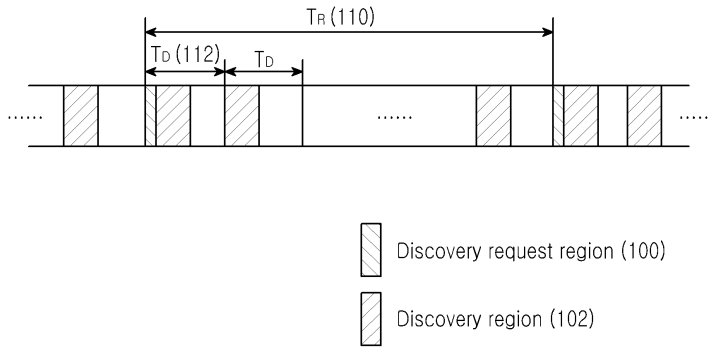
도 16은 발견 요청 단말의 출현 빈도가 높은 상황 즉, λ 가 높은 영역에서 단말의 출현 빈도에 따른 상대적 활성 시간 비율을 T_R 과 T_D 의 비율인 K 값 별로 나타낸 그래프이다. 여기서, λ 는 특정 단말이 수신 가능한 영역 내에서 출현하는 발견 요청 단말의 평균 수를 의미할 수 있다. 도 16에 도시된 바와 같이, λ 가 높은 영역에서는 K 가 증가할수록 상대적 활성 시간 비율이 증가하는 것을 알 수 있다.

도 17은 발견 요청 단말의 출현 빈도가 높은 상황 즉, λ 가 높은 영역에서 단말의 출현 빈도에 따른 발견 단계 진입 지연 시간을 T_R 과 T_D 의 비율인 K 값 별로 나타낸 그래프이다. 여기서, 피발견 단말이 일정 주기마다 발견 신호를 전송하고, 발견 단말이 발견 신호를 수신하여 해당 피발견 단말을 인접 단말로 인지하는 종래의 주기적 방식은 항상 $0.5T_D$ 를 유지한다. 반면, 제안하는 본 발명의 방식은 λ 가 낮은 영역에서는 발견 단계 지연 시간이 종래 방식의 발견 단계 지연 시간에 비해 큰 값을 가지나, λ 가 낮은 영역에서는 K 가 큰 값을 가질수록 발견 단계 지연 시간이 감소하게 되는 것을 알 수 있다.

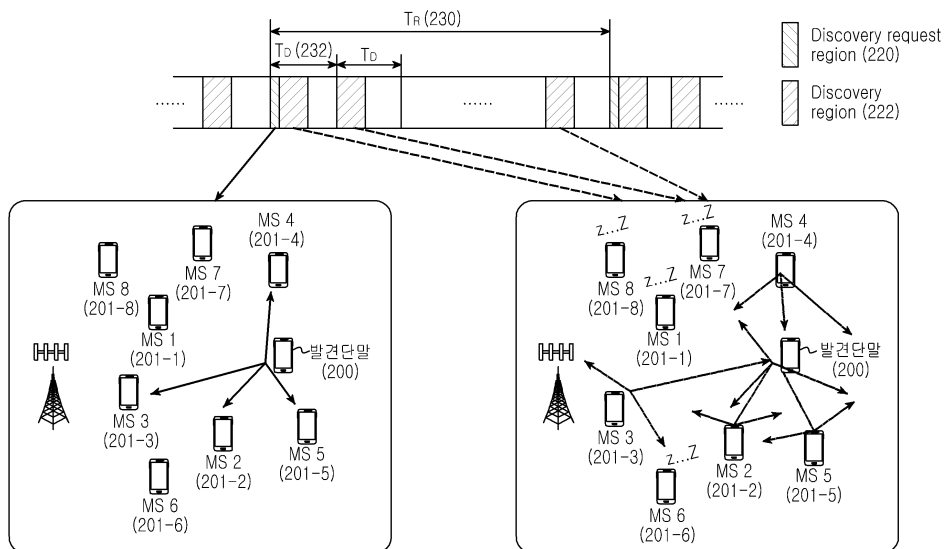
한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능하다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

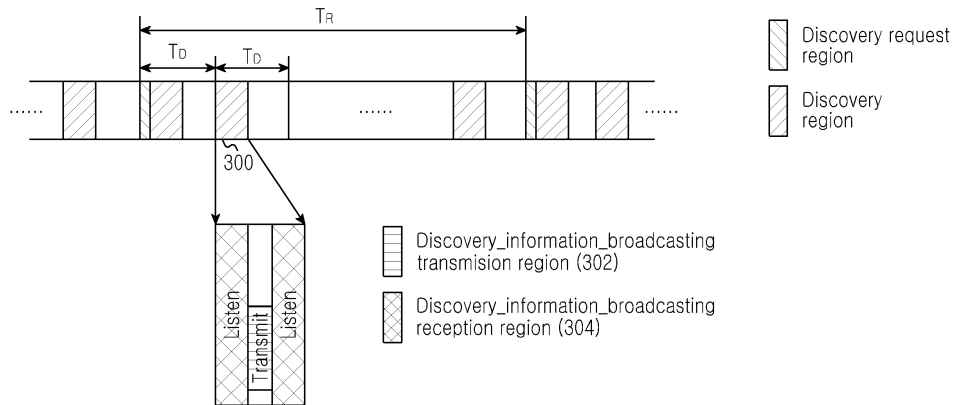
도면1



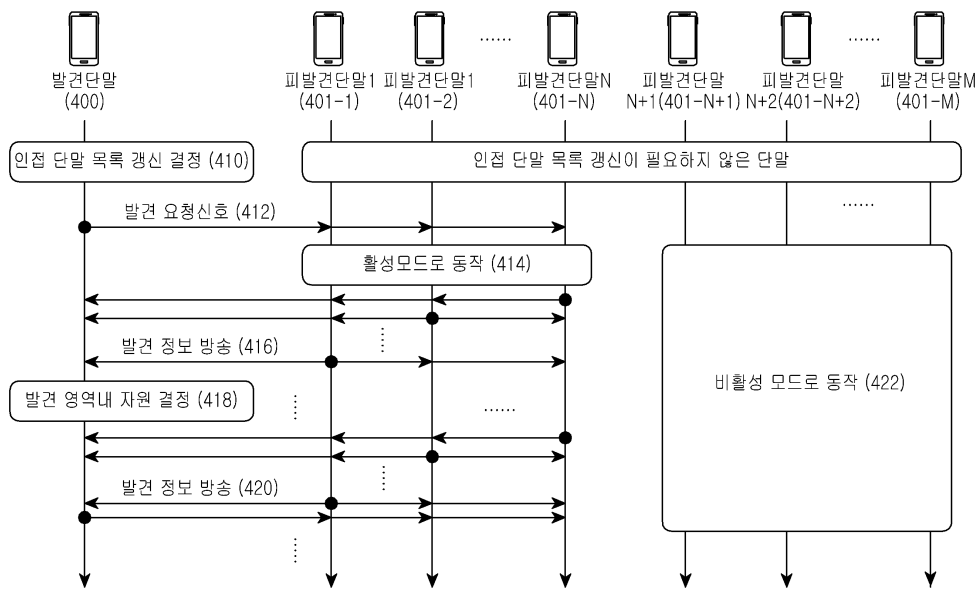
도면2



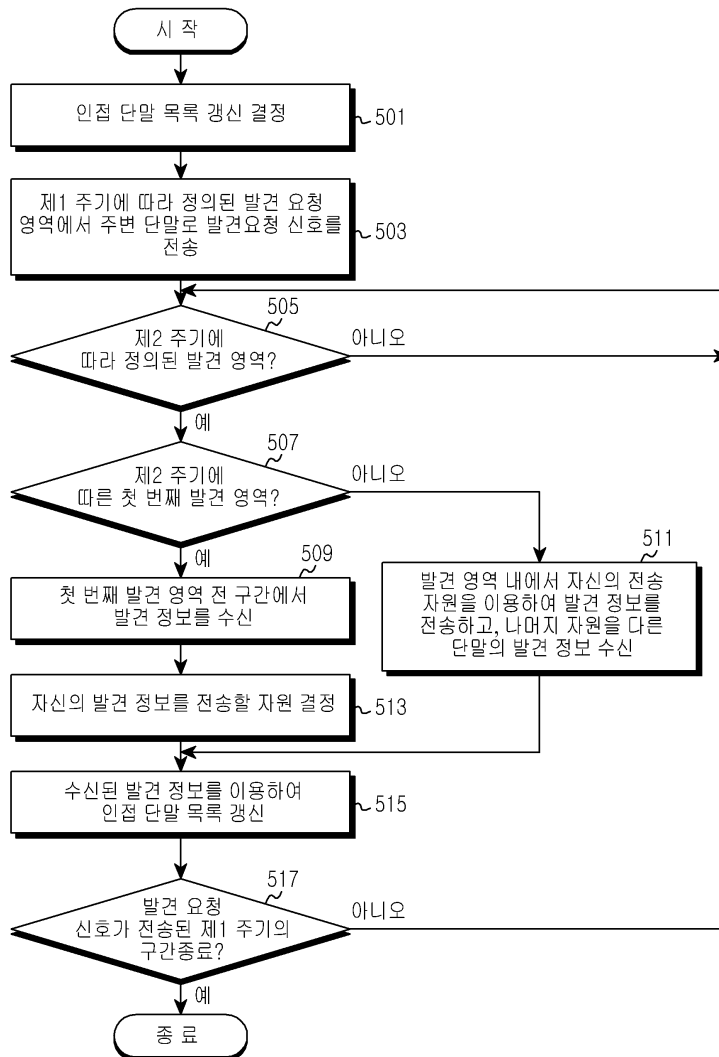
도면3



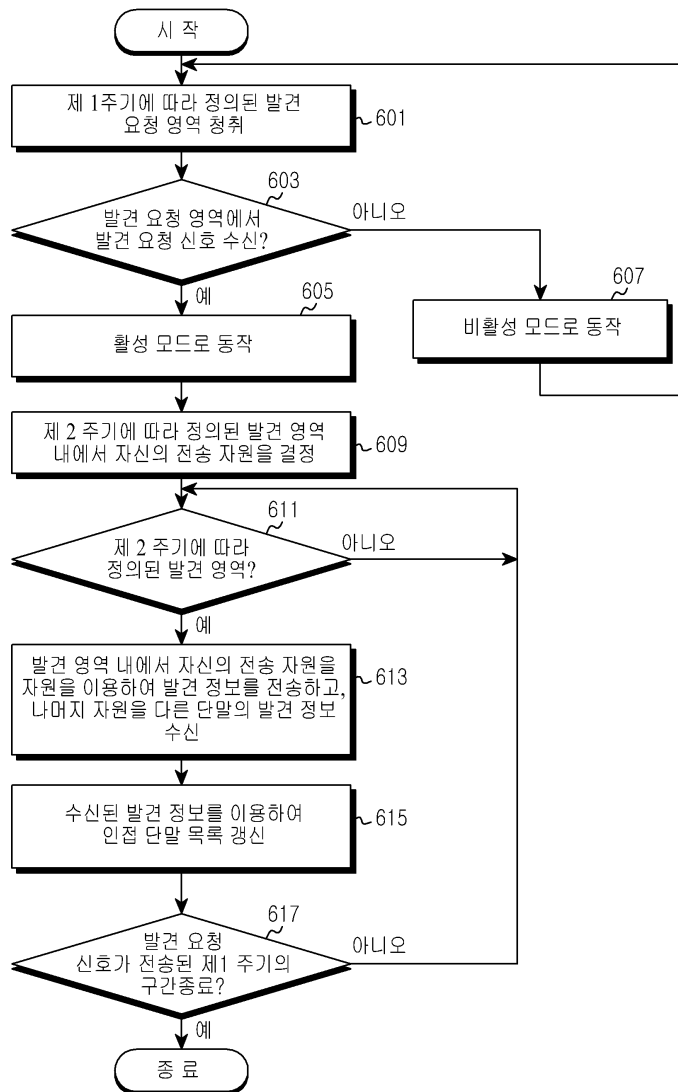
도면4



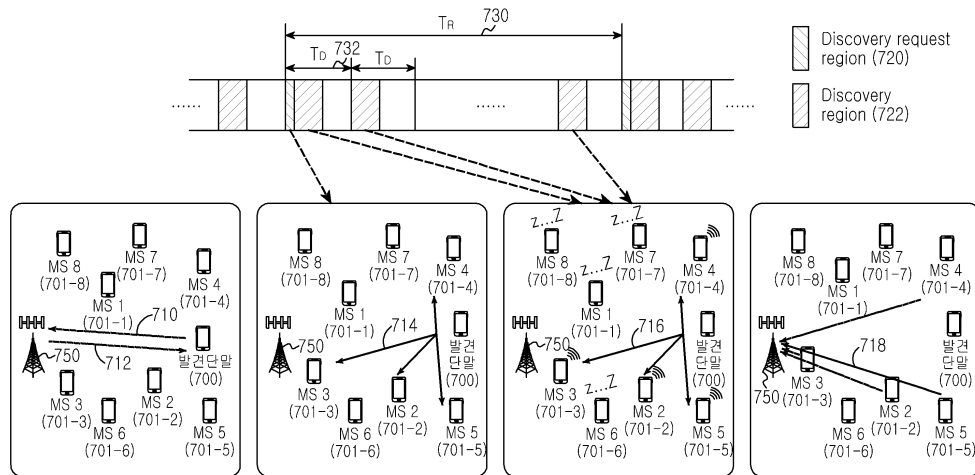
도면5



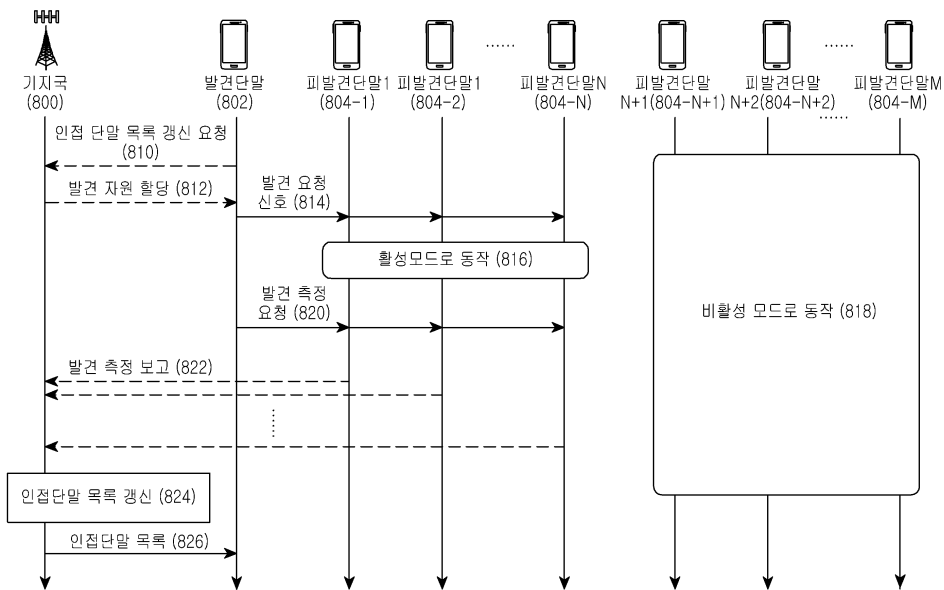
도면6



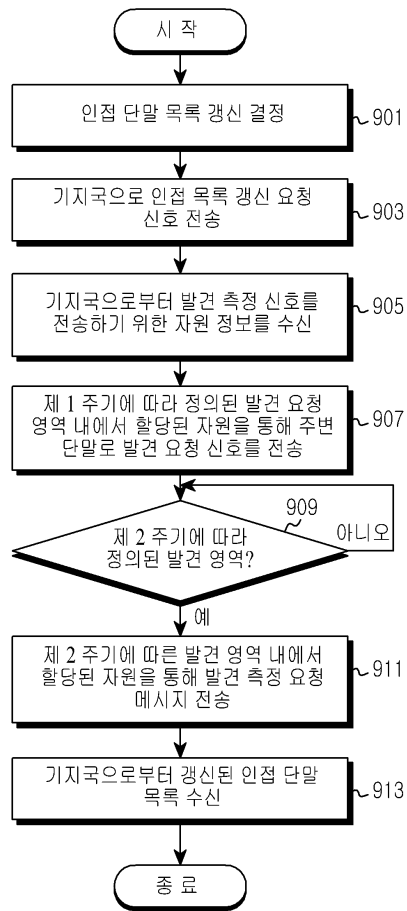
도면7



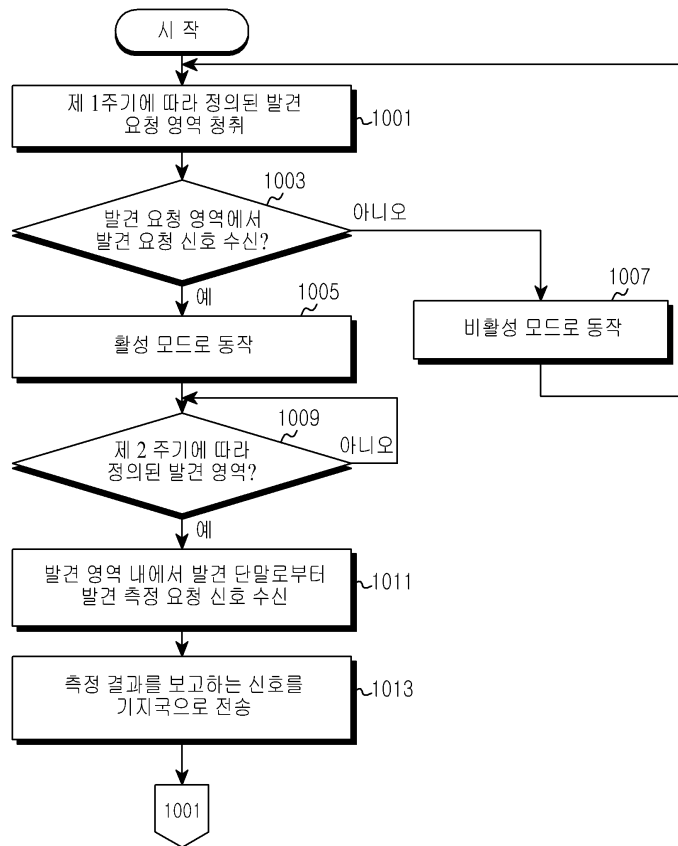
도면8



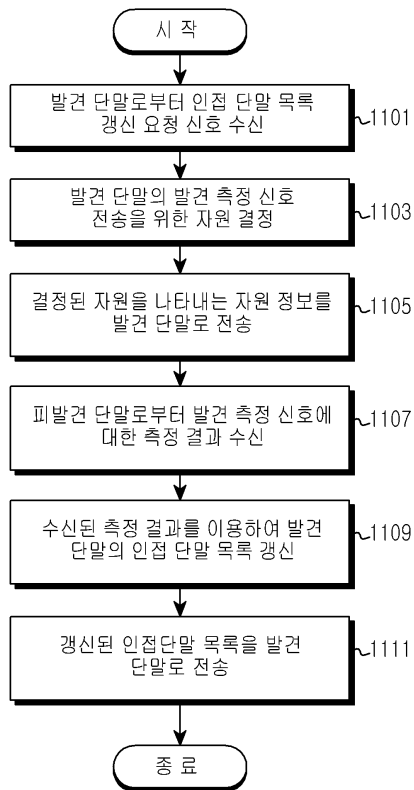
도면9



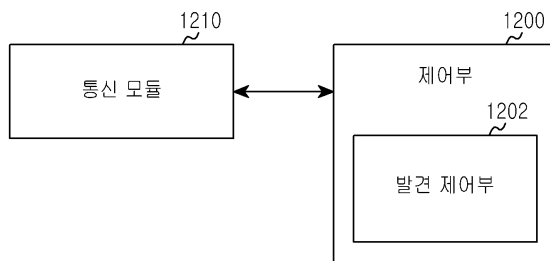
도면10



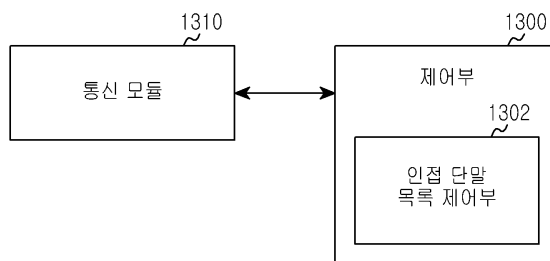
도면11



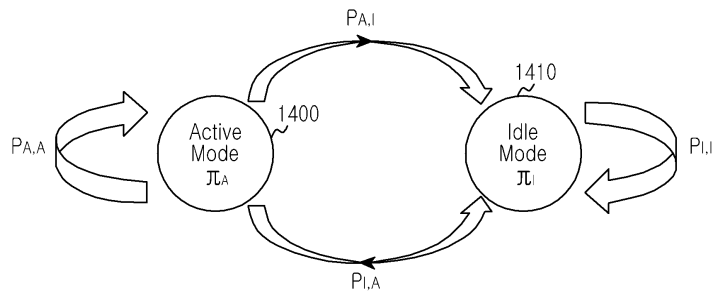
도면12



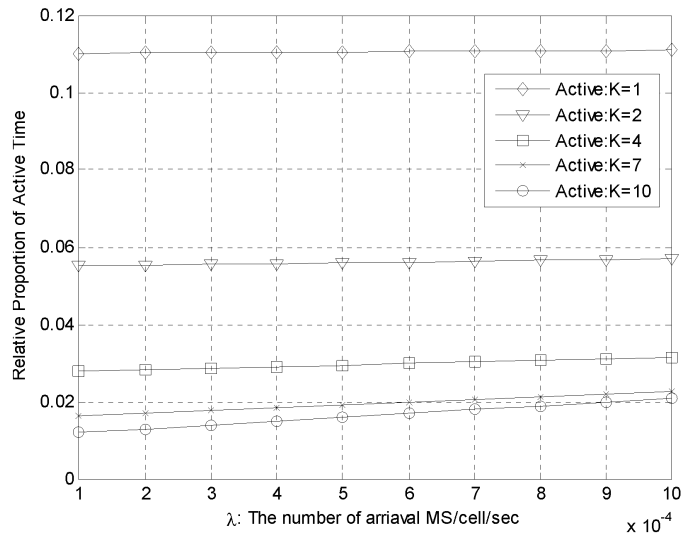
도면13



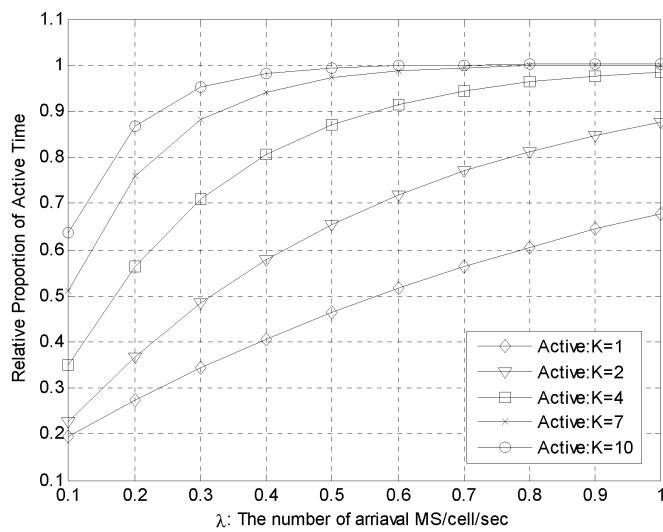
도면14



도면15



도면16



도면17

