



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년10월23일  
(11) 등록번호 10-0923166  
(24) 등록일자 2009년10월15일

(51) Int. Cl.

HO4L 12/52 (2006.01) HO4L 12/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0068694

(22) 출원일자 2007년07월09일

심사청구일자 2007년07월09일

(65) 공개번호 10-2009-0005555

(43) 공개일자 2009년01월14일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020060103497 A\*

US20020075941 A1

KR1020060052383 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국전자통신연구원

대전 유성구 가정동 161번지

(72) 발명자

이종영

대전 유성구 송강동 송강그린아파트 306-1108호

김선중

대전 서구 둔산1동 크로바아파트 117동 106호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 신성

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 천대녕

(54) 비컨 모드로 동작하는 무선 센서 네트워크에서의 비컨 간접충돌 방지 및 극복 방법

(57) 요약

1. 청구범위에 기재된 발명이 속한 기술분야

본 발명은 비컨 모드로 동작하는 무선 센서 네트워크에서의 비컨 간접 충돌 방지 및 극복 방법에 관한 것임.

2. 발명이 해결하려고 하는 기술적 과제

본 발명은 무선 센서 네트워크에서 특정 노드가 주변 노드들의 비컨 정보를 수집하고 이를 기반으로 자신의 타임 슬롯을 할당하여 간접 충돌을 방지하며, 비컨 충돌이 발생한 경우에는 간접 충돌이 발생한 노드들 중 노드의 깊이가 가장 깊은 노드에 타임 슬롯 변경을 요청하여 간접 충돌을 극복하기 위한, 비컨 모드로 동작하는 무선 센서 네트워크에서 노드의 간접 충돌 방지 및 극복 방법을 제공하는데 그 목적이 있음.

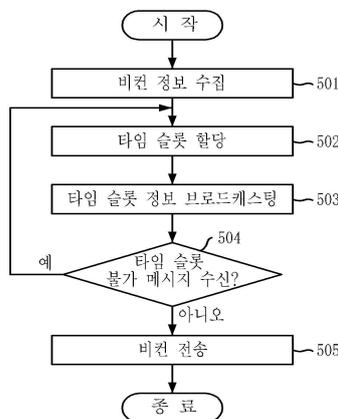
3. 발명의 해결방법의 요지

본 발명은, 비컨 간접 충돌 방지 방법에 있어서, 주변 노드들의 비컨 정보를 수집하여 상기 수집된 비컨 정보에 기초하여 타임 슬롯을 할당하는 타임 슬롯 할당 단계; 상기 주변 노드들의 타임 슬롯에 따라 상기 할당된 타임 슬롯의 정보를 상기 주변 노드들에게 전송하는 타임 슬롯 정보 전송 단계; 및 상기 주변 노드들로부터 응답 메시지에 따라 타임 슬롯 중복 여부를 확인하여 타임 슬롯을 재할당하는 타임 슬롯 재할당 단계를 포함함.

4. 발명의 중요한 용도

본 발명은 비컨 모드로 동작하는 무선 센서 네트워크 등에 이용됨.

대표도 - 도5



(72) 발명자

**표철식**

대전 서구 만년동 강변아파트 109-701호

**채중석**

대전 유성구 도룡동 391번지 타운하우스 11동 201호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2005-S-038-02

부처명 정보통신부

연구사업명 IT신성장동력핵심기술개발사업

연구과제명 UHF RF-ID 및 Ubiquitous 네트워킹 기술

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2004년 03년 01일 ~ 2008년 02월 29일

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

비컨 간접 충돌 방지 방법에 있어서,

주변 노드들의 비컨 정보를 수집하여 상기 수집된 비컨 정보에 기초하여 타임 슬롯을 할당하는 타임 슬롯 할당 단계;

상기 주변 노드들의 타임 슬롯에 따라 상기 할당된 타임 슬롯의 정보를 상기 주변 노드들에게 전송하는 타임 슬롯 정보 전송 단계; 및

상기 주변 노드들로부터 응답 메시지에 따라 타임 슬롯 중복 여부를 확인하여 타임 슬롯을 재할당하는 타임 슬롯 재할당 단계

를 포함하는 비컨 간접 충돌 방지 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 타임 슬롯 재할당 단계는,

상기 주변 노드들로부터 상기 전송한 타임 슬롯의 정보에 대한 응답 메시지에 따라 타임 슬롯 중복 여부를 확인하는 타임 슬롯 중복 여부 확인 단계;

상기 확인 결과, 타임 슬롯이 중복되지 않음에 따라 상기 할당한 타임 슬롯을 사용하여 상기 주변 노드들에게 비컨 신호를 전송하는 단계; 및

상기 확인 결과, 타임 슬롯이 중복됨에 따라 타임 슬롯을 재할당하는 단계

를 포함하는 비컨 충돌 방지 방법.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 타임 슬롯 중복 여부 확인 단계는,

상기 비컨 주기의 두 배의 시간 동안 타임 슬롯 중복 여부를 확인하는 것을 특징으로 하는 비컨 충돌 방지 방법.

### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 타임 슬롯 정보 전송 단계는,

상기 주변 노드들의 비컨 발생 시점에 따라 상기 할당된 타임 슬롯의 정보를 타임 슬롯 개수보다 하나 작은 수 만큼 반복적으로 전송하는 것을 특징으로 하는 비컨 충돌 방지 방법.

### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 주변 노드들이 전 기능 장치(FFD : Full Function Device)임에 따라, 센서 노드가 상기 주변 노드들로부터 주기적으로 비컨 정보를 수신하는 것을 특징으로 하는 비컨 충돌 방지 방법.

### 청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 주변 노드들이 한정 기능 장치(RFD : Reduced Function Device)임에 따라, 센서 노드는 상기 주변 노드들에게 각 주변 노드들의 타임 슬롯 정보를 요청하여 상기 주변 노드들로부터 비컨 정보를 수신하는 것을 특징으

로 하는 비컨 충돌 방지 방법.

**청구항 7**

비컨 충돌 극복 방법에 있어서,

주변 노드들에서 간접 충돌 발생이 예측됨에 따라 상기 주변 노드들에게 간접 충돌 가능 메시지를 전송하여 상기 주변 노드들로부터 응답 메시지를 수신하는 응답 메시지 수신 단계;

상기 수신한 응답 메시지에 기초하여 중복 타임 슬롯의 존재를 확인함에 따라 상기 중복 타임 슬롯을 사용하는 주변 노드들에게 노드 정보를 요청하여 수신하는 노드 정보 획득 단계; 및

상기 수신한 노드 정보를 기반으로 타임 슬롯 변경을 요청하는 타임 슬롯 변경 요청 단계

를 포함하는 비컨 충돌 극복 방법.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,

상기 타임 슬롯 변경 요청 단계는,

상기 수신한 노드 정보를 기반으로 상기 각 주변 노드들의 최대 자식들의 수를 계산하는 최대 자식 수 계산 단계; 및

상기 계산한 최대 자식들의 수가 가장 적은 노드(최대 깊이 노드)에게 타임 슬롯 변경을 요청하는 타임 슬롯 변경 요청 단계

를 포함하는 비컨 충돌 극복 방법.

**청구항 9**

제 8 항에 있어서,

상기 노드 정보는,

노드의 깊이 및 자식 노드의 수(라우터 수 및 엔드 노드 수)에 대한 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 비컨 충돌 극복 방법.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

제 7 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 응답 메시지 수신 단계의 간접 충돌 발생 예측 과정은,

상기 주변 노드들의 에너지가 높게 감지되지만 비컨 신호 검색 시에 비컨 신호를 발견할 수 없음에 따라, 상기 주변 노드들에서 간접 충돌이 발생하였다고 예측하는 것을 특징으로 하는 비컨 충돌 극복 방법.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

<1> 본 발명은 비컨 모드로 동작하는 무선 센서 네트워크에서의 비컨 간접 충돌 방지 및 극복 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 무선 센서 네트워크에서 특정 노드가 주변 노드들의 비컨 정보를 수집하고 이를 기반으로 자신의 타임 슬롯을 할당하여 간접 충돌을 방지하며, 비컨 충돌이 발생한 경우에는 간접 충돌이 발생한 노드들 중 노드의 깊이가 가장 깊은 노드에 타임 슬롯 변경을 요청하여 간접 충돌을 극복하기 위한, 비컨 모드로 동작하는 무선 센서 네트워크에서 노드의 간접 충돌 방지 및 극복 방법에 관한 것이다.

- <2> 이하의 본 발명의 일실시예에서는 무선 센서 네트워크의 일례로 애드혹(Ad-hoc) 네트워크를 예를 들어 설명하나, 본 발명이 이에 한정되는 것이 아님을 미리 밝혀둔다.
- <3> 본 발명은 정보통신부의 IT신성장동력핵심기술개발사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다[과제관리 번호: 2005-S-038-02, 과제명: UHF RF-ID 및 Ubiquitous 네트워킹 기술].

**배경 기술**

- <4> 지그비 네트워크 토폴로지(Zigbee Network Topology)에 의하면 네트워크 시스템 내의 각 노드(Node)들은 조정자(ZC : Zigbee Coordinator), 라우터(ZR : Zigbee Router) 및 엔드 디바이스(ZE : Zigbee End Device)로 구분된다.
- <5> 여기서, 조정자(ZC)는 트리(Tree) 구조상의 최상 단계에 위치한 장치로 전체 트리를 관장하고, 라우터는 조정자(ZC)의 비컨(Beacon) 신호와 충돌하지 않는 시간에 자신의 비컨 신호를 발생시켜 하위 노드와의 통신이 가능하도록 한다.
- <6> 한편, 엔드 디바이스(ZE)는 네트워크 토폴로지 상의 최하 단계에 위치한 장치로서, 라우터(ZR) 또는 조정자(ZC)로부터 전송되는 비컨 신호를 이용하여 필요한 데이터 통신을 수행한다.
- <7> 이러한 트리 구조를 형성하기 위해 라우터(ZR) 또는 조정자(ZC)는 하위의 다른 노드들과 통신하기 위해 비컨(Beacon) 신호를 전송하게 되는데, 이때 둘 이상의 전 기능 장치(FFD : Full Function Device)가 서로 간의 신호를 감지하지 못하고 같은 타임 슬롯을 사용해 비컨 신호를 전송하는 경우 겹쳐진(중복된) 전송 지역에 있는 이웃 노드들은 전 기능 장치(FFD)로부터 비컨 신호를 수신하지 못하게 된다.
- <8> 그리고 무선 센서 네트워크는 자체 조직화된 네트워크(Self-organizing network)를 구성하므로, 네트워크상의 노드 또한 이동성을 띄게 된다. 하지만, 이러한 노드의 이동성 때문에 네트워크는 노드들의 지리적 분포를 사전에 알지 못하고, 노드들에 대한 링크나 채널을 미리 설정할 수 없다. 또한, 이로 인해 네트워크상에서 노드들이 데이터 통신을 하는데 있어서, 노드들 간의 간접 충돌이 발생할 수 있다.
- <9> 도 1 은 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서의 비컨 간접 충돌을 나타내는 일실시예 설명도이다.
- <10> 도 1에 도시된 바와 같이, 노드 N1(101)이 노드 FFD1(102)에 연결되어 있는 경우, 새로운 노드 FFD2(103)가 노드 FFD1(102)과 동일한 타임 슬롯을 사용하여 노드 FFD1(102)이 비컨 신호를 발생시키는 시점마다 동일하게 비컨 신호를 발생시키면, 노드 N1(101)은 노드 FFD1(102)과 노드 FFD2(103)로부터 동시에 비컨 신호를 수신하게 되어 비컨 충돌이 발생한다.
- <11> 도 2 는 종래의 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서의 비컨 전송 시간을 나타내는 일실시예 설명도이다.
- <12> 도 2에 도시된 바와 같이, 노드 FFD1(102)의 비컨 전송 주기와 노드 FFD2(103)의 비컨 전송 주기가 거의 동일하다. 이는 노드 FFD1(102)과 노드 FFD2(103)가 거의 동일한 시간에 비컨 신호를 전송한다는 것을 의미한다.
- <13> 상기와 같은 종래의 기술에서 노드 간의 동일한 비컨 전송 주기 등으로 인해 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 간접 충돌이 발생하면, 간접 충돌이 발생한 노드들과 연결되어 있는 노드들(비컨 신호를 수신해야 하는 조정자(ZC) 또는 라우터(ZR)들)은 비컨 신호를 정상적으로 수신하지 못하게 된다.
- <14> 이러한 경우에 비컨 신호를 전송하는 노드들에게 간접 충돌이 발생하였다는 정보를 알려주지 않으면 비컨 충돌이 지속적으로 발생하기 때문에, 비컨 신호를 수신해야 하는 조정자(ZC) 또는 라우터(ZR)들은 해당 비컨 신호를 계속 수신할 수 없게 되는 문제점이 있다.
- <15> 그러나 상기와 같은 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서의 간접 충돌 문제를 해결하기 위한 방안은 아직까지 존재하지 않는다.
- <16> 따라서 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서의 간접 충돌을 방지하고, 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 간접 충돌이 발생하였을 경우 이를 극복하는 방안이 절실히 요구된다.

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

<17> 상기와 같은 종래 기술에서 비컨 신호를 전송하는 노드들에게 간접 충돌이 발생하였다는 정보를 알려주지 않으면 비컨 충돌이 지속적으로 발생하기 때문에, 비컨 신호를 수신해야 하는 조정자(ZC) 또는 라우터(ZR)들은 해당 비컨 신호를 계속 수신할 수 없게 되는 문제점이 있으며, 이러한 문제점을 해결하고자 하는 것이 본 발명의 과제이다.

**과제 해결수단**

<18> 본 발명은 상기 문제점을 해결하고 상기한 바와 같은 요구에 부응하기 위하여 제안된 것으로, 무선 센서 네트워크에서 특정 노드가 주변 노드들의 비컨 정보를 수집하고 이를 기반으로 자신의 타임 슬롯을 할당하여 간접 충돌을 방지하며, 비컨 충돌이 발생한 경우에는 간접 충돌이 발생한 노드들 중 노드의 깊이가 가장 깊은 노드에 타임 슬롯 변경을 요청하여 간접 충돌을 극복하는 것을 특징으로 한다.

<19> 더욱 구체적으로, 본 발명의 방법은, 비컨 간접 충돌 방지 방법에 있어서, 주변 노드들의 비컨 정보를 수집하여 상기 수집된 비컨 정보에 기초하여 타임 슬롯을 할당하는 타임 슬롯 할당 단계; 상기 주변 노드들의 타임 슬롯에 따라 상기 할당된 타임 슬롯의 정보를 상기 주변 노드들에게 전송하는 타임 슬롯 정보 전송 단계; 및 상기 주변 노드들로부터 응답 메시지에 따라 타임 슬롯 중복 여부를 확인하여 타임 슬롯을 재할당하는 타임 슬롯 재할당 단계를 포함한다.

<20> 한편, 본 발명의 다른 방법은, 비컨 충돌 극복 방법에 있어서, 주변 노드들에서 간접 충돌 발생이 예측됨에 따라 상기 주변 노드들에게 간접 충돌 가능 메시지를 전송하여 상기 주변 노드들로부터 응답 메시지를 수신하는 응답 메시지 수신 단계; 상기 수신한 응답 메시지에 기초하여 중복 타임 슬롯의 존재를 확인함에 따라 상기 중복 타임 슬롯을 사용하는 주변 노드들에게 노드 정보를 요청하여 수신하는 노드 정보 획득 단계; 및 상기 수신한 노드 정보를 기반으로 타임 슬롯 변경을 요청하는 타임 슬롯 변경 요청 단계를 포함한다.

**효과**

<21> 상기와 같은 본 발명은, 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-Hoc) 네트워크에서 노드 간의 간접 충돌 발생을 방지함으로써, 네트워크를 보다 안정적으로 동작하도록 하는 효과가 있다.

<22> 또한, 본 발명은, 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-Hoc) 네트워크에서 간접 충돌이 발생하였을 경우, 노드의 깊이가 가장 깊은 노드의 타임 슬롯을 변경함으로써, 보다 효율적으로 간접 충돌을 해결할 수 있는 효과가 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

<23> 상술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일실시예를 상세히 설명하기로 한다.

<24> 도 3 은 본 발명에 따른 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 비컨 간접 충돌 방지를 위한 비컨 정보 수집 과정을 나타내는 일실시예 설명도이다.

<25> 도 3에 도시된 바와 같이, 노드 Nj(301)는 초기 동작에 있어서 일정 시간 동안 주변 노드들(즉, N1(302), N2(303), N3(304))로부터 비컨 정보를 수집한다.

<26> 이때, 노드 Nj(301)는 전 기능 장치(FFD)라고 가정한다.

<27> 여기서, 노드 Nj(301)의 주변 노드들(즉, N1(302), N2(303), N3(304))이 전 기능 장치(FFD)일 경우, 주변 노드들은 노드 Nj(301)에게 주기적으로 비컨 신호를 전송하므로 노드 Nj(301)는 주변 노드들의 비컨 정보를 수집할 수 있게 된다.

<28> 한편, 주변 노드들(즉, N1(302), N2(303), N3(304))이 한정 기능 장치(RFD : Reduced Function Device)일 경우 주변 노드들은 노드 Nj(301)에게 비컨 신호를 전송하지 않기 때문에, 노드 Nj(301)가 주변 노드들(즉, N1(302), N2(303), N3(304))의 비컨 정보를 획득하기 위해서는 주변 노드들(즉, N1(302), N2(303), N3(304))에게 타임 슬롯 정보를 요청하는 메시지(이하, '타임 슬롯 정보 요청 메시지'라 함)를 전송하여야 한다.

- <29> 이때, 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 RFD 노드(주변 노드)들은 비컨 신호를 전송하지는 않지만, 데이터 통신을 위해 자신과 연결된 노드의 비컨 주기에는 RF 신호를 수신할 수 있다. 따라서 노드 Nj(301)가 타임 슬롯 정보 요청 메시지를 노드 N1(302), N2(303) 및 N3(304)에게 전송하면, 노드 N1(302), N2(303) 및 N3(304)는 비컨 주기 동안 RF 신호를 수신하면서 주변 노드들로부터 비컨 정보를 수집하여 이를 자신의 비컨 정보와 함께 노드 Nj(301)에게 전송한다.
- <30> 여기서, 노드 N1(302), N2(303) 및 N3(304)가 주변 노드들의 비컨 정보를 수집 및 관리하는 과정을 도 4에서 보다 상세하게 살펴보기로 한다.
- <31> 도 4 는 본 발명에 이용되는 주변 노드들의 비컨 정보 관리를 위한 타임 슬롯 정보 테이블을 나타내는 일실시에 설명도로서, 상기 도 3의 노드 N1(302), N2(303) 및 N3(304)가 주변 노드들의 비컨 정보를 수집하고 관리하는 과정을 나타낸 것이다.
- <32> 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 노드 N1(302), N2(303) 및 N3(304)는 도 4에 도시된 바와 같은 타임 슬롯 정보 테이블(410 내지 430)을 통해 주변 노드들의 비컨 정보를 관리한다.
- <33> 이때, 타임 슬롯 정보 테이블(410 내지 430)은 타임 슬롯 정보를 나타내는 타임 슬롯 번호 필드(411, 421, 431) 및 타임 슬롯의 사용 여부를 나타내는 사용 여부 필드(412, 422, 432)를 포함하고 있다.
- <34> 여기서, 노드 N1(302)이 상기 도 3의 노드 Nj(301)로부터 타임 슬롯 정보 요청 메시지를 수신하면, 자신의 주변 노드들 즉, Ni(305), Nm(308) 및 Nn(309)의 타임 슬롯 정보(즉, 타임 슬롯 1, 타임 슬롯 3, 타임 슬롯 4)와 자신의 타임 슬롯 정보(즉, 타임 슬롯 2)를 취합하여 타임 슬롯 정보 테이블(410)을 업데이트한다.
- <35> 즉, 노드 N1(302)은 자신과 자신의 주변 노드들이 사용하는 타임 슬롯이 1, 2, 3, 4이므로 타임 슬롯 정보 테이블(410)의 타임 슬롯 1, 2, 3, 4에 해당하는 사용 여부 필드(412)에 '예(Yes)'로 표시하고, 나머지 타임 슬롯에 해당하는 사용 여부 필드(412)에는 '아니오(No)'로 표시한다.
- <36> 이때, 노드 N1(302)은 상기 도 3에서 노드 Nj(301)가 주변 노드들의 타임 슬롯 정보를 수집하는 방법과 동일한 방법으로 노드 Ni(305), Nm(308) 및 Nn(309)의 타임 슬롯 정보를 획득할 수 있다(도 3 참조).
- <37> 그리고 노드 N2(303)가 상기 도 3의 노드 Nj(301)로부터 타임 슬롯 정보 요청 메시지를 수신하면, 자신의 주변 노드들 즉, N1(307) 및 Nk(306)의 타임 슬롯 정보(즉, 타임 슬롯 2, 타임 슬롯 7)와 자신의 타임 슬롯 정보(즉, 타임 슬롯 4)를 취합하여 타임 슬롯 정보 테이블(420)을 업데이트한다.
- <38> 즉, 노드 N2(303)는 자신과 자신의 주변 노드들이 사용하는 타임 슬롯이 2, 4, 7이므로 타임 슬롯 정보 테이블(420)의 타임 슬롯 2, 4, 7에 해당하는 사용 여부 필드(422)에 '예(Yes)'로 표시하고, 나머지 타임 슬롯에 해당하는 사용 여부 필드(422)에는 '아니오(No)'로 표시한다.
- <39> 이때, 노드 N2(303)는 상기 도 3에서 노드 Nj(301)가 주변 노드들의 타임 슬롯 정보를 수집하는 방법과 동일한 방법으로 노드 N1(307) 및 Nk(306)의 타임 슬롯 정보를 획득할 수 있다(도 3 참조).
- <40> 그리고 노드 N3(304)가 상기 도 3의 노드 Nj(301)로부터 타임 슬롯 정보 요청 메시지를 수신하면, 자신의 주변 노드들 즉, No(310)의 타임 슬롯 정보(즉, 타임 슬롯 2)와 자신의 타임 슬롯 정보(즉, 타임 슬롯 3)를 취합하여 타임 슬롯 정보 테이블(430)을 업데이트한다.
- <41> 즉, 노드 N3(304)는 자신과 자신의 주변 노드들이 사용하는 타임 슬롯이 2, 3이므로 타임 슬롯 정보 테이블(430)의 타임 슬롯 2, 3에 해당하는 사용 여부 필드(432)에 '예(Yes)'로 표시하고, 나머지 타임 슬롯에 해당하는 사용 여부 필드(432)에는 '아니오(No)'로 표시한다.
- <42> 이때, 노드 N3(304)는 상기 도 3에서 노드 Nj(301)가 주변 노드들의 타임 슬롯 정보를 수집하는 방법과 동일한 방법으로 노드 No(310)의 타임 슬롯 정보를 획득할 수 있다(도 3 참조).
- <43> 도 5 는 본 발명에 따른 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 새롭게 타임 슬롯을 할당하는 노드가 비컨의 간접 충돌을 방지하는 방법을 나타내는 일실시에 흐름도이다.
- <44> 먼저, 새롭게 타임 슬롯을 할당하는 노드(이하, '새로운 노드'라 함)는 상기 도 3에서 노드 Nj(301)가 주변 노드들의 타임 슬롯 정보를 수집하는 방법과 동일한 방법으로 주변 노드들의 비컨 정보를 수집한다(501).
- <45> 이때, 새로운 노드는 수집된 주변 노드들의 비컨 정보를 기반으로 주변 노드들의 비컨 시점을 알 수 있으며, 도 4와 같은 타임 슬롯 정보 테이블을 이용하여 주변 노드들의 비컨 정보를 관리할 수 있다.

- <46> 이후, 새로운 노드는 타임 슬롯 할당 알고리즘에 따라 자신이 사용하고자 하는 타임 슬롯을 할당한다(502).
- <47> 이때, 타임 슬롯 할당 알고리즘으로는 종래의 여러 가지 타임 슬롯 할당 기술이 이용될 수 있다.
- <48> 그리고 새로운 노드는 주변 노드들의 비컨 시점마다 상기 "502" 과정에서 자신에게 할당한 타임 슬롯의 정보(이하, '타임 슬롯 할당 메시지'라 함)를 주변 노드들에게 브로드캐스팅한다(503).
- <49> 여기서, 타임 슬롯의 개수가 N개일 경우, 새로운 노드는 주변 노드의 비컨 시점에 맞추어(즉, 각 타임 슬롯마다) 타임 슬롯 할당 메시지를 최대 N-1번 브로드캐스팅한다.
- <50> 그리고 새로운 노드는 '2 \* 비컨 주기(Beacon Interval)' 동안 상기 자신에게 할당한 타임 슬롯이 이미 주변 노드들에 의해 사용되고 있다는 정보(이하, '타임 슬롯 불가 메시지'라 함)가 도착하는지를 확인한다(504).
- <51> 상기 확인 결과(504), '2 \* 비컨 주기' 동안 상기 타임 슬롯 불가 메시지가 도착하지 않으면, 새로운 노드는 상기 "502" 과정에서 자신에게 할당한 타임 슬롯과 중복되는 타임 슬롯이 없다고 판단하여 상기 자신에게 할당한 타임 슬롯을 사용하여 주변 노드들에게 비컨 신호를 전송한다(505).
- <52> 여기서, 주변 노드들은 네트워크에서의 불필요한 전송을 줄이기 위하여, 새로운 노드에게 중복 타임 슬롯이 없다는 메시지(이하, '타임 슬롯 사용 가능 메시지'라 함)를 전송하지 않는 것으로 한다.
- <53> 한편, 상기 확인 결과(504), '2 \* 비컨 주기' 동안 상기 타임 슬롯 불가 메시지가 도착하면, 새로운 노드는 상기 "502" 과정에서 자신에게 할당한 타임 슬롯과 주변 노드들이 사용하고 있는 타임 슬롯이 중복된다고 판단하여 자신이 사용하고자 하는 타임 슬롯을 다시 할당한다(502).
- <54> 이와 같이 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 타임 슬롯을 새롭게 할당하는 노드(새로운 노드)는 주변의 노드들이 사용하는 타임 슬롯 정보와 주변 노드들의 주변 노드들이 사용하고 있는 타임 슬롯 정보를 취합하여 중복되는 타임 슬롯 사용에 대한 조사 범위를 확장시킴으로써, 비컨 간접 충돌을 방지할 수 있다.
- <55> 도 6 은 본 발명에 따른 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 새롭게 타임 슬롯을 할당하는 노드가 주변 노드들로부터 전송된 타임 슬롯 정보를 수집하는 시간을 나타내는 일실시예 설명도이다.
- <56> 도 6에 도시된 바와 같이, 새롭게 타임 슬롯을 할당하는 노드(새로운 노드)는 타임 슬롯 할당 알고리즘에 따라 자신이 사용하고자 하는 타임 슬롯을 할당하고, 상기 할당한 타임 슬롯 정보(즉, 타임 슬롯 할당 메시지)를 주변 노드들에게 브로드캐스팅한다.
- <57> 이때, 상기 새로운 노드는 할당된 타임 슬롯 정보를 포함하는 타임 슬롯 할당 메시지를 각 타임 슬롯마다 최대 6번 브로드캐스팅한다. 왜냐하면 타임 슬롯 개수가 7이기 때문에, 새로운 노드는 '타임 슬롯 개수 - 1'번 즉, 최대 6번 수행한다.
- <58> 그리고 상기 새로운 노드는 '2 \* 비컨 주기(601)' 동안 주변 노드들로부터의 응답을 기다린다.
- <59> 그러면, 상기 새로운 노드로부터 상기 타임 슬롯 할당 메시지를 수신한 주변 노드들은 자신의 다음 비컨 주기 동안 자신의 주변 노드들로부터 타임 슬롯 정보를 수집하고, 상기 수집된 타임 슬롯 정보 중에 상기 새로운 노드의 타임 슬롯과 중복되는 슬롯이 있는지 확인하여, 상기 새로운 노드의 타임 슬롯과 중복되는 슬롯이 있으면, 다음 비컨 주기에 상기 새로운 노드에게 타임 슬롯 불가 메시지를 전송한다.
- <60> 도 7 은 본 발명에 따른 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 타임 슬롯 할당 메시지를 수신한 주변 노드들의 타임 슬롯 중복 확인 방법에 대한 일실시예 흐름도이다.
- <61> 여기서, 주변 노드가 전 기능 장치(FFD)일 경우에는 자신의 비컨 전송 주기마다 비컨 신호를 전송하고 데이터 통신을 수행하므로 자신의 비컨 전송을 위한 타임 슬롯마다 새롭게 타임 슬롯을 할당하는 노드(새로운 노드)로부터 타임 슬롯 할당 메시지를 수신할 수 있다. 한편, 주변 노드가 한정 기능 장치(RFD)일 경우에는 자신과 연결된 부모 노드의 비컨 전송 주기마다 부모 노드와 데이터 통신을 수행하므로, 부모 노드의 비컨 전송을 위한 타임 슬롯마다 상기 새로운 노드로부터 타임 슬롯 할당 메시지를 수신할 수 있다.
- <62> 먼저, 주변 노드가 상기 새로운 노드로부터 타임 슬롯 할당 메시지를 수신하면 주변 노드들의 비컨 정보를 수집하기 위해 다음 비컨 전송 주기(또는 부모 노드의 비컨 전송 주기)까지 대기하고(701), 다음 비컨 전송 주기(또는 부모 노드의 비컨 전송 주기)동안 RF 신호를 수신할 수 있도록 설정하여 다음 비컨 전송 주기(또는 부모 노드의 비컨 전송 주기)가 되면 주변 노드는 자신의 주변 노드들로부터 비컨 정보를 수집한다(702).

- <63> 이후, 주변 노드는 수집된 비컨 정보를 기반으로 비컨 정보 테이블을 갱신하고(703), 갱신된 비컨 정보 테이블의 비컨 타임 슬롯 정보가 상기 새로운 노드로부터 수신된 타임 슬롯 할당 메시지의 타임 슬롯 정보와 동일한지 확인한다(704).
- <64> 이때, 주변 노드는 중복 플래그 값을 이용하여 상기 비컨 타임 슬롯 정보가 상기 새로운 노드로부터 수신된 타임 슬롯 할당 메시지의 타임 슬롯 정보와 일치하는지를 확인할 수 있다.
- <65> 여기서, 중복 플래그 값이 'TRUE'이면 상기 비컨 타임 슬롯 정보가 상기 새로운 노드로부터 수신된 타임 슬롯 할당 메시지의 타임 슬롯 정보가 동일하다고 보고, 중복 플래그 값이 'FALSE'이면 상기 비컨 타임 슬롯 정보가 상기 새로운 노드로부터 수신된 타임 슬롯 할당 메시지의 타임 슬롯 정보는 동일하지 않다고 본다.
- <66> 상기 확인 결과(704), 상기 비컨 타임 슬롯 정보가 상기 새로운 노드로부터 수신된 타임 슬롯 할당 메시지의 타임 슬롯 정보와 동일하지 않다면(중복 플래그 값이 'FALSE'이면), 주변 노드는 응답 메시지를 전송하지 않고, 다음 비컨 전송 주기(또는 부모 노드의 비컨 전송 주기)까지 대기한다(701).
- <67> 여기서, 주변 노드는 불필요한 전송을 줄이기 위해 응답 메시지(비컨 타임 슬롯 정보가 타임 슬롯 할당 메시지의 타임 슬롯 정보와 동일하다는 메시지)를 전송하지 않는다.
- <68> 한편, 상기 확인 결과(704), 상기 비컨 타임 슬롯 정보가 상기 새로운 노드로부터 수신된 타임 슬롯 할당 메시지의 타임 슬롯 정보와 동일하면(중복 플래그 값이 'TRUE'이면), 주변 노드는 새로운 노드에게 타임 슬롯 사용 불가 메시지를 전송한다(705).
- <69> 상기와 같은 과정을 통해 비컨 모드로 동작하는 무선 센서 네트워크에서의 간접 충돌을 최대한 방지할 수 있지만, 예기치 못하게 간접 충돌이 발생할 수도 있다.
- <70> 여기서, 비컨 모드로 동작하는 무선 센서 네트워크에서 노드가 간접 충돌을 감지하는 과정에 대해 상기 도 1을 참조하여 개략적으로 살펴보기로 한다.
- <71> 상기 도 1에서 서로 동일한 타임 슬롯을 사용하는 노드 FFD1(102)과 노드 FFD2(103)가 이미 동작하고 있을 시에 노드 N1(101)이 동작을 시작하면, 간접 충돌이 발생하게 되어 노드 N1(101)은 정상적으로 동작할 수 없게 된다.
- <72> 이때, 다른 FFD 노드(도면에 도시되지 않음)가 노드 N1(101)의 주변에 존재한다면, 노드 N1(101)은 해당 FFD 노드(도면에 도시되지 않음)에 연결하여 정상적인 동작을 할 수 있지만, 다른 FFD 노드(도면에 도시되지 않음)가 노드 N1(101)의 주변에 존재하지 않거나 최대 연결 개수를 채워 더 이상의 연결을 허락하지 않는 경우, 노드 N1(101)은 주변 노드에 연결하지 못하여 정상적인 동작을 할 수 없게 된다.
- <73> 따라서 노드 N1(101)은 주변 노드를 검색할 시에 에너지를 먼저 검색한 후 신호에 대한 검색을 수행하는데, 에너지 검색 시에 매우 높은 에너지가 검색되거나 비컨 신호 검색 시에 비컨 신호를 발견할 수 없는 경우, 주변 노드들에서 간접 충돌이 발생하였다고 예측한다.
- <74> 도 8 은 본 발명에 따른 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 비컨 간접 충돌 시 노드가 주변 노드에게 충돌된 타임 슬롯 변경을 요청하는 방법에 대한 일실시예 흐름도이다. 이를 상기 도 1을 참조하여 보다 상세하게 살펴보기로 한다.
- <75> 먼저, 주변 노드들에서 간접 충돌이 발생하였다고 예측한 노드 N1(101)은 주변 노드들에게 간접 충돌 가능성을 알리는 메시지(이하, '간접 충돌 가능 메시지'라 함)를 랜덤 간격 주기로 전송한다(801).
- <76> 이때, 노드 N1(101)으로부터 간접 충돌 가능 메시지를 수신한 주변 노드들은 간접 충돌 가능 메시지에 대한 응답 메시지를 노드 N1(101)에게 전송한다. 여기서, 간접 충돌 가능 메시지에 대한 응답 메시지는 주변 노드들의 주소 값 및 타임 슬롯 정보를 포함한다.
- <77> 이후, 노드 N1(101)은 주변 노드들로부터 간접 충돌 가능 메시지에 대한 응답 메시지를 수신하여(802), 이를 기반으로 타임 슬롯 테이블을 갱신한다(803).
- <78> 그리고 노드 N1(101)은 상기 갱신된 타임 슬롯 테이블을 기반으로 주변 노드들 중 중복된 타임 슬롯을 사용하는 노드가 있는지를 확인한다(804).
- <79> 상기 확인 결과(804), 주변 노드들 중 중복된 타임 슬롯을 사용하는 노드가 없으면 노드 N1(101)은 주변 노드들의 타임 슬롯에 대한 변경 요청 없이 데이터 통신을 수행하고, 주변 노드들 중 중복된 타임 슬롯을 사용하는 노드가 있으면 노드 N1(101)은 중복된 타임 슬롯을 사용하는 노드들에게 노드의 깊이 및 자식 노드의 수(라우터

수 및 엔드 노드 수)에 대한 정보(노드 정보)를 요청한다(805).

- <80> 이때, 노드 N1(101)으로부터 노드 정보를 요청받은 노드들은 자신의 노드 정보를 노드 N1(101)에게 전송한다. 여기서, 상기 노드 정보는 랜덤 지연 시간 후 자신의 깊이 및 자식 노드(라우터 수 및 엔드 노드 수)의 정보를 포함한다.
- <81> 이후, 노드 N1(101)은 상기 중복 타임 슬롯을 사용하는 노드들로부터 노드 정보를 수신하여(806), 이를 기반으로 하기 [수학식 1]에 따라 각 노드의 현재 상태에서 최대 가능한 자식들의 수(Cmax)를 계산한다(807).

**수학식 1**

$$C_{max} = n * CSkip(k - 1) + m$$

- <82>
- <83> 여기서, k는 노드의 깊이, m은 라우터의 수, n은 엔드 노드의 수, CSkip(k-1)은 k-1 노드가 가질 수 있는 주소의 부분 크기를 나타낸다. 여기서, CSkip() 함수는 지그비(zigbee) 스펙(spec) r16(2007년 5월 31일 공식 릴리즈)에서 제안된 분산 주소 할당 기법에서 사용되는 것이다.

위 [수학식 1]은, 지그비(zigbee) 스펙(spec) r16(2007년 5월 31일 공식 릴리즈)에서 제안된 분산 주소 할당 기법에서 사용되는 CSkip() 함수를 이용한 식이다. 상기 CSkip() 함수를 이용하면, 특정 노드(N<sub>A</sub>)의 라우터 수가 m, 엔드 노드의 수가 n이라고 할 경우에 특정 노드(N<sub>A</sub>)의 각 라우터의 깊이는 k-1이 되므로, 위 [수학식 1]을 유도할 수 있다. 그러므로 [수학식 1]과 같이 최대 자식 노드의 수(Cmax)는 모두 알 수 있는 값들을 이용하여 계산할 수 있게 된다.

- <84> 이후, 노드 N1(101)은 상기 Cmax 값이 가장 적은 노드(노드의 깊이가 가장 깊은 노드)에게 타임 슬롯 변경을 요청한다(808).
- <85> 도 9 는 본 발명에 따른 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서의 노드의 깊이에 따른 오버 헤드를 나타내는 일실시에 설명도이다.
- <86> 도 9에 도시된 바와 같이, 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 노드 N1(901)이 노드 Ni(904)에게 타임 슬롯 변경을 요청할 경우에는 노드 Ni(904)뿐만 아니라 자식 노드(노드 Nm(905) 및 노드 Nn(905))의 타임 슬롯도 변경하여야 하므로, 노드 N1(901)이 노드 Nj(902)에 타임 슬롯 변경을 요청하는 경우보다 많은 오버 헤드가 발생하게 된다. 따라서 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-Hoc) 네트워크에서 간접 충돌이 발생하였을 경우, 노드 N1(901)이 노드의 깊이가 가장 깊은 노드에게 타임 슬롯 변경을 요청한다.
- <87> 그러나 노드 N1(901)이 노드 Ni(904) 또는 노드 Nj(902)에 타임 슬롯 변경을 요청하는 중 주변의 다른 FFD 노드(도면에 도시되지 않음)를 발견하여 연결이 이루어지는 경우에는 타임 슬롯 테이블을 초기화하고, 노드 Ni(904) 및 노드 Nj(902)로의 간접 충돌 가능 메시지의 전송을 종료한다.
- <88> 상술한 바와 같은 본 발명의 방법은 프로그램으로 구현되어 컴퓨터로 읽을 수 있는 형태로 기록매체(씨디롬, 램, 롬, 플로피 디스크, 하드 디스크, 광자기 디스크 등)에 저장될 수 있다. 이러한 과정은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있으므로 더 이상 상세히 설명하지 않기로 한다.
- <89> 이상에서 설명한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다.

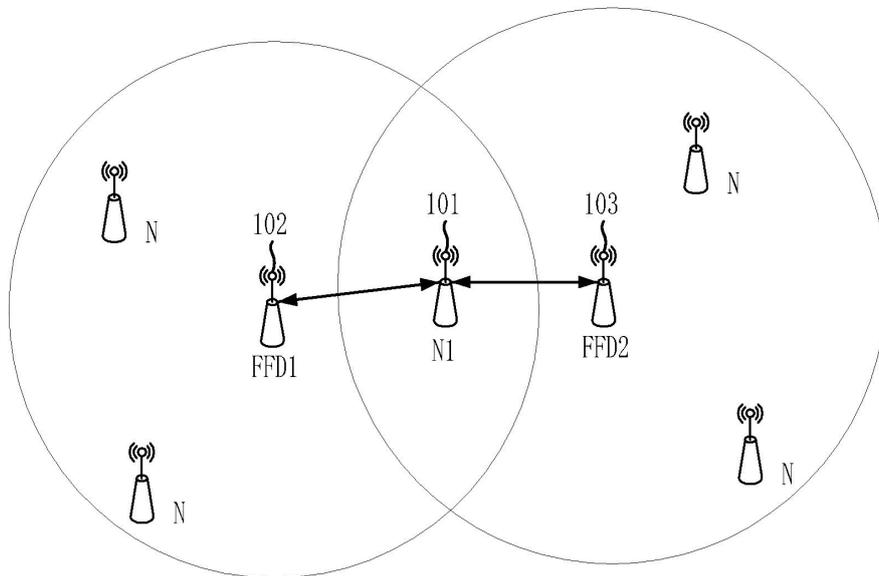
**도면의 간단한 설명**

- <90> 도 1 은 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서의 비컨 간접 충돌을 나타내는 일실시에 설명도,
- <91> 도 2 는 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서의 비컨 전송 시간을 나타내는 일실시에 설명도,
- <92> 도 3 은 본 발명에 따른 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 비컨 간접 충돌 방지를 위한 비컨 정보 수집 과정을 나타내는 일실시에 설명도,
- <93> 도 4 는 본 발명에 이용되는 주변 노드들의 비컨 정보 관리를 위한 타임 슬롯 정보 테이블을 나타내는 일실시에 설명도,

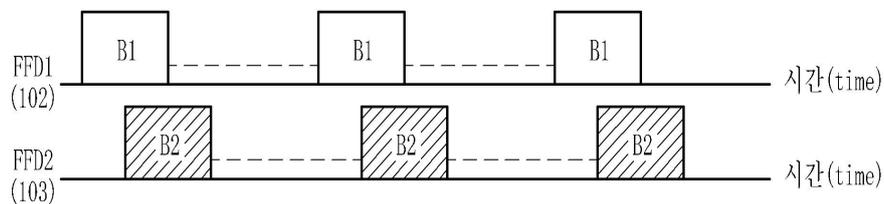
- <94> 도 5 는 본 발명에 따른 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 새롭게 타임 슬롯을 할당하는 노드가 비컨의 간접 충돌을 방지하는 방법을 나타내는 일실시예 흐름도,
- <95> 도 6 은 본 발명에 따른 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 새롭게 타임 슬롯을 할당하는 노드가 주변 노드들로부터 전송된 타임 슬롯 정보를 수집하는 시간을 나타내는 일실시예 설명도,
- <96> 도 7 은 본 발명에 따른 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 타임 슬롯 할당 메시지를 수신한 주변 노드들의 타임 슬롯 중복 확인 방법에 대한 일실시예 흐름도,
- <97> 도 8 은 본 발명에 따른 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 비컨 간접 충돌 시 노드의 충돌 타임 슬롯 변경 요청 방법에 대한 일실시예 흐름도,
- <98> 도 9 는 본 발명에 따른 비컨 모드로 동작하는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서의 노드의 깊이에 따른 오버 헤드를 나타내는 일실시예 설명도이다.

도면

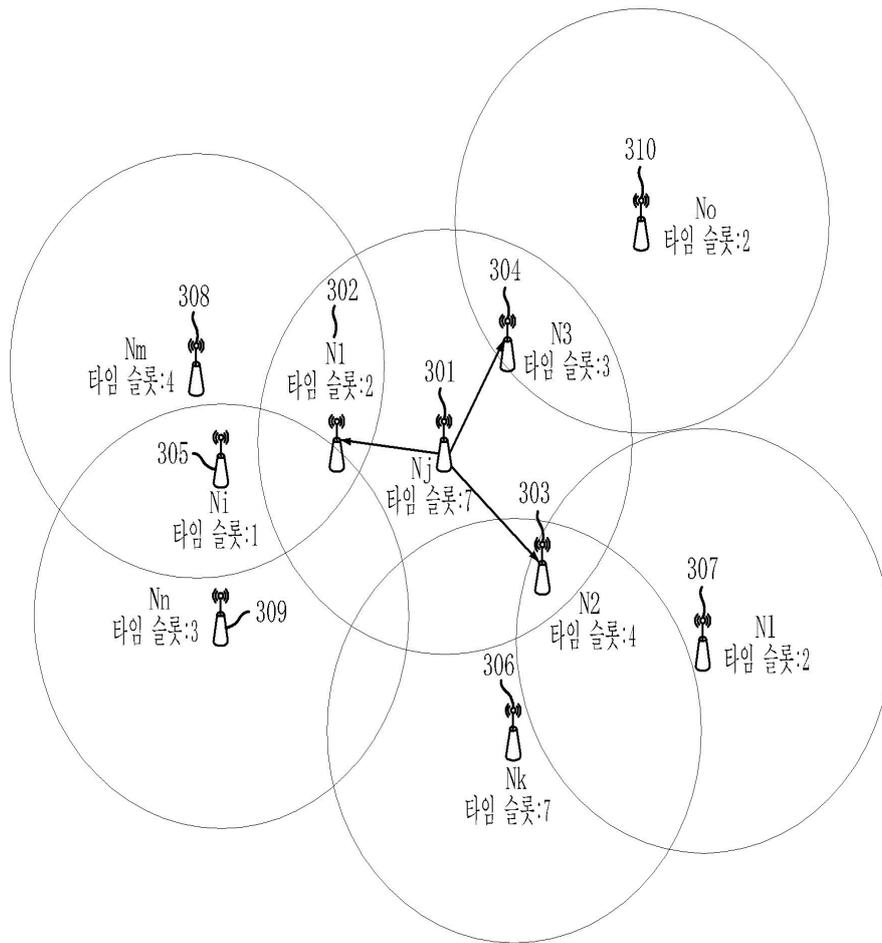
도면1



도면2



도면3

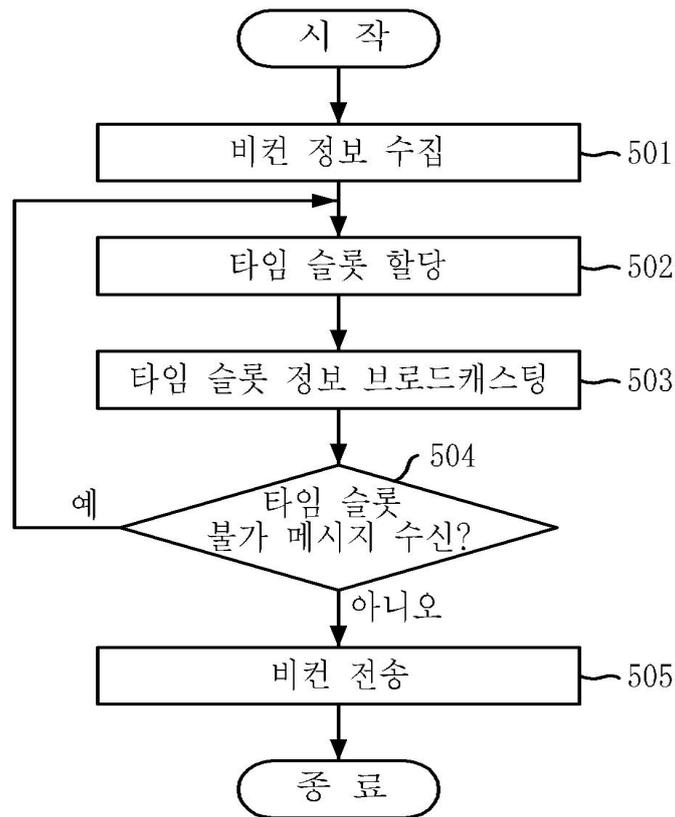


도면4

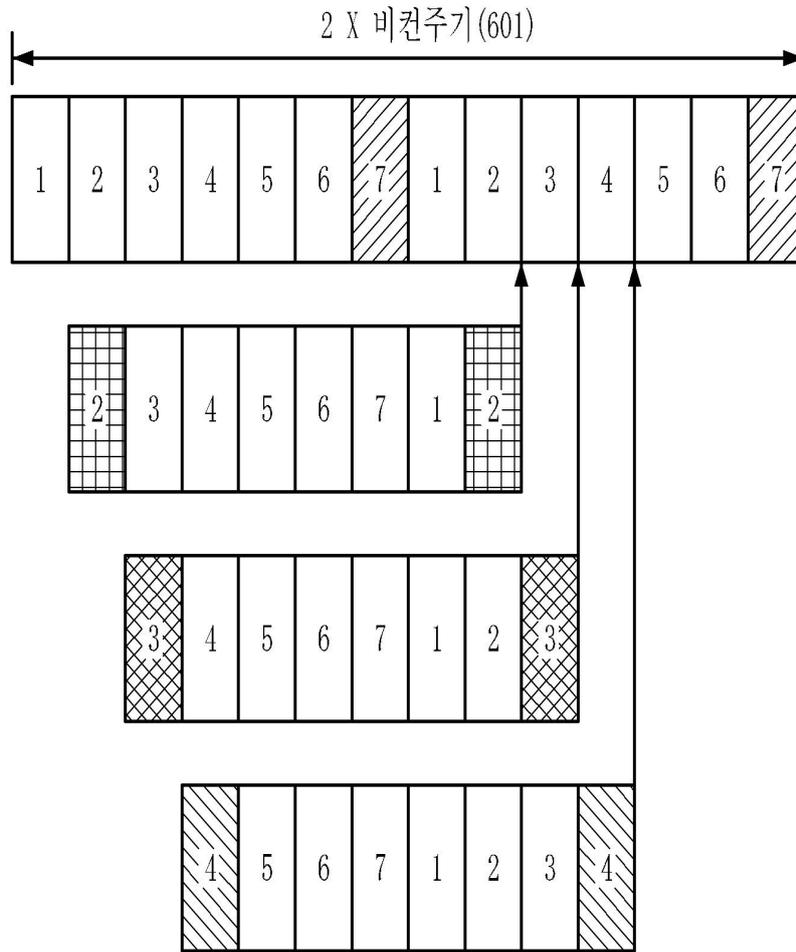
410		420		430	
411	412	421	422	431	432
타입 슬롯	사용 여부	타입 슬롯	사용 여부	타입 슬롯	사용 여부
0	아니오 (No)	0	아니오 (No)	0	아니오 (No)
1	예 (Yes)	1	아니오 (No)	1	아니오 (No)
2	예 (Yes)	2	예 (Yes)	2	예 (Yes)
3	예 (Yes)	3	아니오 (No)	3	예 (Yes)
4	예 (Yes)	4	예 (Yes)	4	아니오 (No)
5	아니오 (No)	5	아니오 (No)	5	아니오 (No)
6	아니오 (No)	6	아니오 (No)	6	아니오 (No)
7	아니오 (No)	7	예 (Yes)	7	아니오 (No)

N1 (302)
N2 (303)
N3 (304)

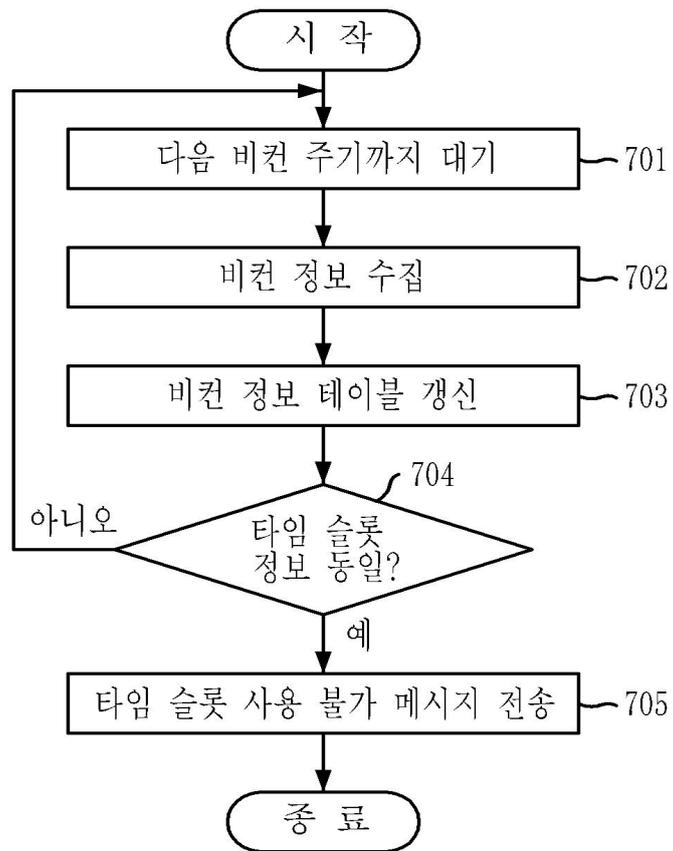
도면5



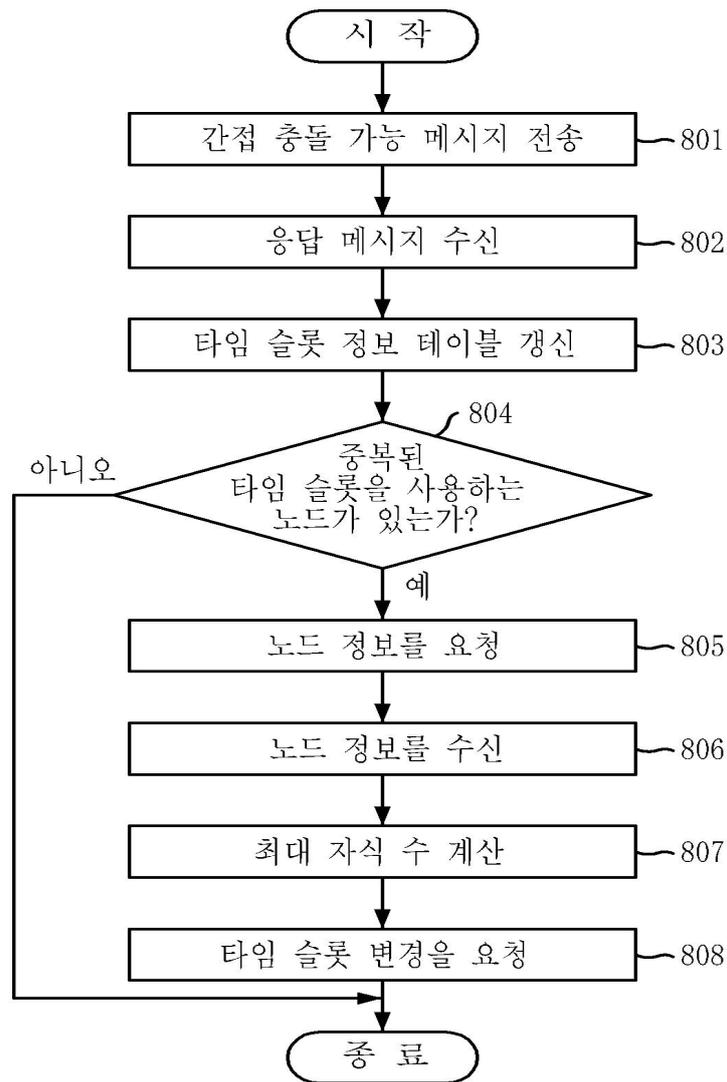
도면6



도면7



도면8



도면9

