



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0126802
(43) 공개일자 2009년12월09일

(51) Int. Cl.

H04L 12/28 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0053108

(22) 출원일자 2008년06월05일

심사청구일자 2008년06월05일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

안순신

서울 강남구 압구정동 434 신현대아파트 113동 302호

유재신

서울특별시 관악구 봉천11동 180-107 101호

(74) 대리인

현종철

전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법, 그 시스템 및 이를 기록한 기록매체

(57) 요약

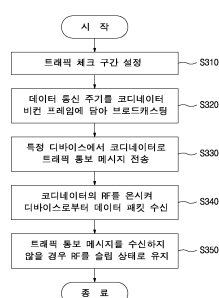
트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법, 그 시스템 및 이를 기록한 기록매체가 개시된다.

본 발명에 따른 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법은,

비컨을 발신하는 코디네이터(coordinator)와 상기 코디네이터의 비컨에 따라 상기 코디네이터와 통신을 수행하는 복수 개의 디바이스를 포함하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크(Wireless Personal Area Network:WPAN)에서의 에너지 관리 방법에 있어서, 상기 코디네이터에서 상기 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도를 연산하고, 연산된 통신 복잡도에 따라 상기 코디네이터의 슈퍼프레임에 존재하는 복수 개의 트래픽 체크 구간을 설정하는 단계; 상기 코디네이터에서 상기 설정된 트래픽 체크 구간, 코디네이터 비컨 인터벌, 상기 코디네이터의 슈퍼프레임 주기, 및 상기 코디네이터의 비컨 인터벌을 포함하는 데이터 통신 주기를 코디네이터 비컨 프레임에 담아 브로드캐스팅하는 단계; 상기 복수 개의 디바이스에서 상기 브로드캐스팅된 코디네이터 비컨 프레임에 따라 상기 코디네이터의 데이터 통신 주기를 업데이트하고, 특정 디바이스에서 데이터 트래픽이 발생할 경우 상기 업데이트된 코디네이터의 데이터 통신 주기 중 트래픽 체크 구간에 상기 특정 디바이스에서 상기 코디네이터로 트래픽 통보 메시지를 전송하는 단계; 상기 코디네이터에서 상기 트래픽 체크 구간에 상기 특정 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하면, 다음 트래픽 체크 구간까지 상기 코디네이터의 RF를 온(on) 시켜 상기 특정 디바이스로부터 데이터 패킷을 수신하는 단계; 및 상기 코디네이터에서 상기 다음 트래픽 체크 구간에 상기 무선 개인 영역 네트워크의 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하지 않으면 상기 코디네이터의 RF를 슬립(sleep)상태로 유지하는 단계를 포함한다.

본 발명에 의하면, IEEE 802.15.4 기준의 비컨의 슈퍼프레임 주기 내에서 네트워크 복잡도를 감안한 슈퍼프레임의 턴 온 및 슬립을 조절하여 에너지 효율을 높이면서도 데이터의 전송 처리율을 유지하고, 에너지를 효율적으로 관리할 수 있으며, 기존의 IEEE 802.15.4 기준을 변경시키지 않고 본 발명을 적용할 수 있어 표준 장비와 호환이 용이한 효과가 있다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

비컨을 발신하는 코디네이터(coordinator)와 상기 코디네이터의 비컨에 따라 상기 코디네이터와 통신을 수행하는 복수 개의 디바이스를 포함하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크(Wireless Personal Area Network:WPAN)에서의 에너지 관리 방법에 있어서,

상기 코디네이터에서 상기 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도를 연산하고, 연산된 통신 복잡도에 따라 상기 코디네이터의 슈퍼프레임에 존재하는 복수 개의 트래픽 체크 구간을 설정하는 단계;

상기 코디네이터에서 상기 설정된 트래픽 체크 구간, 코디네이터 비컨 인터벌, 상기 코디네이터의 슈퍼프레임 주기, 및 상기 코디네이터의 비컨 인터벌을 포함하는 데이터 통신 주기를 코디네이터 비컨 프레임에 담아 브로드캐스팅하는 단계;

상기 복수 개의 디바이스에서 상기 브로드캐스팅된 코디네이터 비컨 프레임에 따라 상기 코디네이터의 데이터 통신 주기를 업데이트하고, 특정 디바이스에서 데이터 트래픽이 발생할 경우 상기 업데이트된 코디네이터의 데이터 통신 주기 중 트래픽 체크 구간에 상기 특정 디바이스에서 상기 코디네이터로 트래픽 통보 메시지를 전송하는 단계;

상기 코디네이터에서 상기 트래픽 체크 구간에 상기 특정 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하면, 다음 트래픽 체크 구간까지 상기 코디네이터의 RF를 온(on) 시켜 상기 특정 디바이스로부터 데이터 패킷을 수신하는 단계; 및

상기 코디네이터에서 상기 다음 트래픽 체크 구간에 상기 무선 개인 영역 네트워크의 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하지 않으면 상기 코디네이터의 RF를 슬립(sleep)상태로 유지하는 단계를 포함하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 트래픽 체크 구간은

상기 무선 개인 영역 네트워크의 특정 디바이스에서 송신한 트래픽 통보 메시지를 수신하는 구간인 것을 특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 트래픽 체크 구간의 갯수는

상기 무선 개인 영역 네트워크에 존재하는 디바이스의 수에 따라 미리 결정되는 것을 특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 코디네이터의 RF를 슬립 상태로 유지하는 단계는

상기 코디네이터에서 단위 비컨 인터벌 동안 상기 무선 개인 영역 네트워크의 복수 개의 디바이스로부터 총 수신한 데이터 트래픽에 따라 통신 복잡도를 연산하고, 연산된 통신 복잡도에 따라 다음 단위 비컨 인터벌의 슈퍼프레임에 존재하는 트래픽 체크 구간의 각각의 주기를 갱신하는 단계; 및

상기 갱신된 트래픽 체크 구간의 각각의 주기를 상기 복수 개의 디바이스에 브로드캐스팅하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 트래픽 체크 구간의 각각의 주기를 갱신하는 단계는

상기 코디네이터의 현재 트래픽 체크 구간에 따른 온(on) 구간에서 수신한 데이터 트래픽의 총 합이 이전 비컨 인터벌까지 수신한 데이터 트래픽의 평균값보다 큰 경우 다음 비컨 인터벌에서의 온(on) 구간의 주기를 증가시키는 단계; 및

상기 코디네이터의 현재 트래픽 체크 구간에 따른 온(on) 구간에서 수신한 데이터 트래픽이 이전 비컨 인터벌까지 수신한 데이터 트래픽의 평균값보다 작은 경우 다음 비컨 인터벌에서의 온(on) 구간의 주기를 감소시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 트래픽 체크 구간에서의 온(on) 구간의 주기는

비컨 인터벌의 인덱스 k 에 대하여, 상기 이전 비컨 인터벌까지 수신한 데이터 트래픽의 평균값을 $Avg_{traffic\ k-1}$ 라고 하고, 상기 코디네이터의 온(on) 구간에서 수신한 데이터 트래픽의 총 합이 Sum_k

고, 현재 트래픽 체크 구간에 따른 온(on) 구간의 주기가 D_{TCP_ON-1} 이고, 다음 비컨 인터벌에서의 온(on) 구간의 주기를 D_{TCP_ON} 이라고 할 때, 하기의 식 1에 따라 연산되는 것을 특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법.

$$D_{TCP_ON} = D_{TCP_ON-1} + 1, Sum_k > Avg_{traffic\ k-1}$$

$$D_{TCP_ON-1} - 1, Sum_k < Avg_{traffic\ k-1} \quad (1)$$

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도는

상기 직전의 비컨 인터벌 동안 총 수신한 데이터 트래픽에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도는

상기 직전의 비컨 인터벌 동안 상기 무선 개인 영역 네트워크에 존재하는 디바이스에서 상기 코디네이터의 트래픽 체크 구간에 전송한 트래픽 통보 메시지에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 트래픽 통보 메시지는

상기 트래픽 통보 메시지의 페이로드(payload) 중 3비트에 디바이스 자신이 전송할 데이터량을 포함하는 것을 특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 방법.

청구항 10

비컨을 발신하는 코디네이터(coordinator)와 상기 코디네이터의 비컨에 따라 상기 코디네이터와 통신을 수행하

는 복수 개의 디바이스를 포함하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크(Wireless Personal Area Network:WPAN)에서의 에너지 관리 방법에 있어서,

상기 코디네이터에서 상기 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도 및 복수 개의 디바이스 간의 데이터 전송 우선 순위 테이블을 설정하고, 연산된 통신 복잡도에 따라 상기 코디네이터의 슈퍼프레임에 존재하는 복수 개의 트래픽 체크 구간을 설정하는 단계;

상기 코디네이터에서 상기 데이터 전송 우선 순위 테이블, 상기 설정된 트래픽 체크 구간, 코디네이터 비컨 인터벌, 상기 코디네이터의 슈퍼프레임 주기, 및 상기 코디네이터의 비컨 인터벌을 포함하는 데이터 통신 주기를 코디네이터 비컨 프레임에 담아 브로드캐스팅하는 단계;

상기 복수 개의 디바이스에서 상기 브로드캐스팅된 코디네이터 비컨 프레임에 따라 상기 코디네이터의 데이터 통신 주기를 업데이트하고, 복수 개의 디바이스에서 데이터 트래픽이 발생할 경우 상기 업데이트된 코디네이터의 데이터 통신 주기 중 트래픽 체크 구간에 상기 복수 개의 디바이스에서 상기 코디네이터로 트래픽 통보 메시지를 전송하는 단계;

상기 복수 개의 디바이스로부터 전송된 트래픽 통보 메시지가 충돌 하여 충돌 메시지가 코디네이터에 전송되면, 상기 코디네이터에서 자신의 RF를 다음 트래픽 체크 구간까지 온(on)시키고, 트래픽 체크 구간을 추가로 구성하는 단계;

상기 우선 순위 테이블에 따라 우선 순위 값이 큰 디바이스에서 상기 추가로 구성된 트래픽 체크 구간에 트래픽 통보 메시지를 전송하여, 상기 온(on) 구간에 자신의 데이터 패킷을 전송하고, 상기 충돌이 발생한 다른 디바이스는 백오프를 수행하는 단계; 및

상기 우선 순위 값이 큰 디바이스의 데이터 패킷의 전송이 완료되면, 상기 백오프된 디바이스에서 상기 코디네이터의 상기 온(on) 구간에 자신의 데이터 패킷을 전송하는 단계를 포함하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 온(on) 구간에 자신의 데이터 패킷을 전송하는 단계는,

상기 코디네이터에서 상기 다음 트래픽 체크 구간에 상기 무선 개인 영역 네트워크의 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하지 않으면 상기 코디네이터의 RF를 슬립(sleep)상태로 유지하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 데이터 전송 우선 순위 테이블은

상기 코디네이터의 이전 비컨 인터벌에서의 데이터 패킷을 전송한 디바이스, 상기 데이터 패킷을 전송한 디바이스의 데이터 패킷의 크기, 및 상기 코디네이터에서 상기 무선 개인 영역 네트워크의 각 디바이스에 부여한 고유 식별자에 따라 데이터 전송의 우선 순위가 확률적으로 부여된 테이블인 것을 특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도는

상기 직전의 비컨 인터벌 동안 총 수신한 데이터 트래픽에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 방법.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도는

상기 직전의 비컨 인터벌 동안 상기 무선 개인 영역 네트워크에 존재하는 디바이스에서 상기 코디네이터의 트래픽 체크 구간에 전송한 트래픽 통보 메시지에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 트래픽 통보 메시지는

상기 트래픽 통보 메시지의 페이로드(payload) 중 3비트에 디바이스 자신이 전송할 데이터량을 포함하는 것을 특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 방법.

청구항 16

제 1 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 수행할 수 있도록 프로그램으로 기록된 기록매체.

청구항 17

비컨을 발신하는 코디네이터(coordinator)와 상기 코디네이터의 비컨에 따라 상기 코디네이터와 통신을 수행하는 복수 개의 디바이스를 포함하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크(Wireless Personal Area Network:WPAN)에서의 에너지 관리 시스템에 있어서,

상기 코디네이터는

상기 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도를 연산하는 통신 복잡도 연산부;

상기 연산된 통신 복잡도에 따라 상기 코디네이터의 슈퍼프레임에 존재하는 복수 개의 트래픽 체크 구간을 설정하는 트래픽 체크 구간 설정부;

상기 설정된 트래픽 체크 구간, 코디네이터의 비컨 인터벌, 및 상기 코디네이터의 슈퍼프레임 주기를 포함하는 데이터 통신 주기를 코디네이터 비컨 프레임에 저장하는 코디네이터 비컨 프레임 생성부;

상기 복수 개의 디바이스에 상기 코디네이터 비컨 프레임을 전송하고, 특정 디바이스에서 데이터 트래픽이 발생할 경우 상기 특정 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하고, 트래픽 통보 메시지의 충돌이 발생할 경우 충돌 메시지를 수신하는 송수신부; 및

상기 트래픽 체크 구간에 상기 송수신부에서 수신된 트래픽 통보 메시지에 따라 다음 트래픽 체크 구간까지 상기 코디네이터의 RF를 온(on)시키고, 상기 설정된 트래픽 체크 구간에 상기 복수 개의 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하지 않을 경우 다음 트래픽 체크 구간까지 상기 코디네이터의 RF를 슬립(sleep) 상태로 유지하며, 상기 충돌 메시지를 수신할 경우 트래픽 체크 구간을 추가로 설정하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 시스템.

청구항 18

제 17항에 있어서,

상기 통신 복잡도 연산부는

상기 코디네이터의 직전의 비컨 인터벌 동안 상기 송수신부에서 총 수신된 데이터 트래픽 또는 상기 트래픽 체크 구간에 트래픽 통보 메시지에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 시스템.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 트래픽 통보 메시지는

상기 트래픽 통보 메시지의 페이로드(payload) 중 3비트에 디바이스 자신이 전송할 데이터량을 포함하는 것을

특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 시스템.

청구항 20

제 17 항에 있어서,

상기 코디네이터는

상기 코디네이터의 이전 비컨 인터벌에서의 데이터 패킷을 전송한 디바이스, 상기 데이터 패킷을 전송한 디바이스의 데이터 패킷의 크기, 및 상기 코디네이터에서 상기 무선 개인 영역 네트워크의 각 디바이스에 부여한 고유 식별자에 따라 디바이스 간 데이터 전송의 우선 순위를 확률적으로 부여한 데이터 전송 우선 순위 테이블을 저장하는 데이터 전송 우선 순위 테이블 저장부를 더 포함하고,

상기 코디네이터 비컨 프레임은

상기 데이터 전송 우선 순위 테이블을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 무선 개인 영역 네트워크에 관한 것으로서, 특히 네트워크 복잡도를 감안한 슈퍼프레임의 턴 온 및 슬립을 조절하여 에너지 효율을 높이면서도 데이터의 전송 처리율을 유지할 수 있는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법, 그 시스템 및 이를 기록한 기록매체에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> IEEE 802.15.4 표준은 제한된 전력과 완화된 처리량이 요구되는 저비용의 개인 영역 네트워크(Personal Area Network, 이하, PAN이라 함.)를 위해 개발된 단순하고 저렴한 네트워크 표준이다. 지그비(ZigBee) 역시, 사용자와 네트워크를 연결해주는 PAN의 일종으로, 물리(PHY) 및 MAC 하위 계층은 IEEE 802.15.4 표준에 따르고, 지그비 협회(ZigBee Alliance)에서는 상위 계층에 네트워크와 응용 계층의 표준화를 진행하고 있다. 이처럼 저전력 소모 구조의 IEEE 802.15.4 PHY 및 MAC 계층 위에 지그비 프로토콜 스택을 올려 저전력 저속의 개인 무선 통신 환경을 구축하고 무선 센서 망 등을 구축하는데 사용하고 있다.
- <3> IEEE 802.15.4는 네트워크의 계층에서 에너지소모 관리의 중요성을 고려하여 클러스터-트리(Cluster-Tree) 방식의 네트워크 구성이 가능하다. 도 1은 무선 센서 네트워크의 구조도로서, 클러스터-트리 방식의 네트워크 구조를 도시한 것이다.
- <4> 도 1에 도시된 바와 같이, PAN은 비컨을 발신하는 코디네이터(coordinator)와 해당 코디네이터와 통신을 수행하는 복수개의 디바이스를 포함한다. 각 디바이스들은 사용 가능한 통신 채널을 파악하기 위해 명시된 채널 리스트를 스캐닝한다. 스캔하며, 중복되지 않는 PAN ID를 선택하면 비컨 발신이 가능한 FFD(full function device)에 의해 최초 PAN(PAN ID 1)이 구성된다. FFD는 코디네이터의 역할을 수행하여 동일한 PAN 내의 디바이스들에게 비컨 프레임(Beacon frame)을 주기적으로 전송(Broadcasting)할 수 있으며, 네트워크 설정, 노드 관리, 노드정보 저장, 노드 간 메시지 경로 설정 등의 기능을 수행할 수 있다.
- <5> 최초 PAN(PAN ID 1)의 최초 코디네이터는 PAN이 존재함을 알리는 비컨 프레임을 다른 디바이스에게 전송하여 기기발견(Device Discovery) 과정이 시작된다. 이 비컨 프레임을 수신한 디바이스들은 연합(Association)과정에 의해 해당 PAN에 참여한다.
- <6> 최초 PAN(PAN ID 1)이 구축되면, 이를 중심으로 다른 PAN(PAN ID 2, PAN ID 3, PAN ID 4, PAN ID 5, PAN ID 6, PAN ID 7)들이 트리 형태로 연계되어 멀티-클러스터(Multi-Cluster) 네트워크를 구축함으로써 통신 범위를 확장할 수 있다. 코디네이터는 동기를 맞추기 위해 비컨 프레임을 송신하여, 코디네이터의 활성화와 구간에 맞춰 디바이스들도 해당 구간에 활성화되도록 함으로써 코디네이터와 디바이스들 간 통신이 가능하다.
- <7> 이와 같이, IEEE 802.15.4에서의 비컨 활성화 모드(Beacon-enabled mode)에서는 코디네이터가 주기적으로 전송하는 비컨 패킷(beacon packet)에 의해 데이터 전송이 허락되는 슈퍼프레임 구조가 형성된다.

- <8> 여기서, 비컨 인터벌(Beacon interval)의 시작은 비컨 패킷이 전송되는 시점으로부터 정의되고, 코디네이터가 비컨을 발신하는 데에는, 연속된 2개의 비컨 프레임 사이의 시간을 활성(ACTIVE) 구간과 비활성(INACTIVE) 구간으로 분할하여 사용하는 슈퍼프레임(Superframe) 구조가 존재한다.
- <9> 모든 장치들은 코디네이터가 전송하는 비컨 패킷을 통해 동기화를 맞춘 후, 활동 구간 동안 CSMA/CA 방식을 이용하여 데이터를 전송하고, 휴면기간 동안은 통신 전원을 오프(off)하여 에너지를 절약한다
- <10> 기존의 IEEE 802.15.4 기준에서는 제한된 자원을 가진 장치들간의 저전력 무선 통신망을 구축하기 위한 물리 계층과 MAC 계층을 정의한 국제 표준으로서 코디네이터가 전송하는 비컨 패킷을 통해 주기적으로 활동 및 휴면 구간을 반복함으로써 에너지 소모를 최소화할 수 있는 비컨 인에이블드 모드(beacon-enabled mode)기법을 지니고 있다.
- <11> 이 기법에서는 일반 장치들은 활동 구간 동안 데이터 통신에 참여하고, 휴면 구간 동안에는 전원은 off 시킴으로써 에너지를 절약할 수 있다.
- <12> 그러나, 종래의 IEEE 802.15.4 에서의 에너지 관리 기법은 이러한 활동 구간 시간이 코디네이터와 비컨 패킷에 의해 고정되기 때문에 불필요한 에너지 소모 및 낮은 데이터 전송 처리율 문제가 발생하고, 만약, 특정 시간 동안 일반 장치들에 전송하기 위한 통신 데이터량이 거의 없을 경우, 데이터 통신에 참석하지 않음에도 불구하고 계속해서 자신의 통신 전원을 소모해야 하는 아이들 리스닝(idle listening) 문제가 발생하게 된다.
- <13> 반대로, 휴면시간을 늘릴 경우에는, 에너지 소모는 효율적이지만 데이터 전송 처리율이 낮아져 전송 지연이 발생하게 되는데, 즉 IEEE 802.15.4 기준의 beacon-enabled mode에서는 고정된 활동 및 휴면 구간 시간 때문에 에너지 효율성과 데이터 전송 처리율을 동시에 만족시킬 수 없는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자 하는 과제

- <14> 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 IEEE 802.15.4 비컨 인에이블드 모드에서 코디네이터 주변의 복수 개의 노드에서 충돌할 가능성이 높은 경우, 충돌 노드의 갯수에 따라 결정되는 재전송 확률에 따라 슈퍼프레임의 트래픽 체크 프레임 수를 네트워크 트래픽 복잡도에 기반하여 조절함으로써 네트워크 데이터 전송 처리율을 증가시킬 수 있는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법을 제공하는 것이다.
- <15> 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 IEEE 802.15.4 비컨 인에이블드 모드에서 슈퍼프레임의 구간을 네트워크 트래픽의 복잡도에 따라 제어하여 네트워크 데이터 전송 처리율을 유지하면서도 에너지 효율성을 높일 수 있는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법을 제공하는 것이다.
- <16> 본 발명이 해결하고자 하는 세 번째 과제는 상기 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법을 적용한 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 시스템을 제공하는 것이다.
- <17> 본 발명이 해결하고자 하는 네 번째 과제는 상기 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법을 컴퓨터에서 수행할 수 있도록 프로그램으로 기록된 기록매체를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- <18> 상기 첫 번째 과제를 해결하기 위하여 본 발명은,
- <19> 비컨을 발신하는 코디네이터(coordinator)와 상기 코디네이터의 비컨에 따라 상기 코디네이터와 통신을 수행하는 복수 개의 디바이스를 포함하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크(Wireless Personal Area Network:WPAN)에서의 에너지 관리 방법에 있어서, 상기 코디네이터에서 상기 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도를 연산하고, 연산된 통신 복잡도에 따라 상기 코디네이터의 슈퍼프레임에 존재하는 복수 개의 트래픽 체크 구간을 설정하는 단계; 상기 코디네이터에서 상기 설정된 트래픽 체크 구간, 코디네이터 비컨 인터벌, 상기 코디네이터의 슈퍼프레임 주기, 및 상기 코디네이터의 비컨 인터벌을 포함하는 데이터 통신 주기를 코디네이터 비컨 프레임에 담아 브로드캐스팅하는 단계; 상기 복수 개의 디바이스에서 상기 브로드캐스팅된 코디네이터 비컨 프레임에 따라 상기 코디네이터의 데이터 통신 주기를 업데이트하고, 특정 디바이스에서 데이터 트래픽이 발생할 경우 상기 업데이트된 코디네이터의 데이터 통신 주기 중 트래픽 체크 구간에 상기 특정 디바이스에서 상

기 코디네이터로 트래픽 통보 메시지를 전송하는 단계; 상기 코디네이터에서 상기 트래픽 체크 구간에서 상기 특정 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하면, 다음 트래픽 체크 구간까지 상기 코디네이터의 RF를 온(on)시켜 상기 특정 디바이스로부터 데이터 패킷을 수신하는 단계; 및 상기 코디네이터에서 상기 다음 트래픽 체크 구간에서 상기 무선 개인 영역 네트워크의 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하지 않으면 상기 코디네이터의 RF를 슬립(sleep)상태로 유지하는 단계를 포함하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법을 제공한다.

- <20> 한편, 상기 트래픽 체크 구간은 상기 무선 개인 영역 네트워크의 특정 디바이스에서 송신한 트래픽 통보 메시지를 수신하는 구간인 것을 특징으로 한다.
- <21> 그리고, 상기 트래픽 체크 구간의 갯수는 상기 무선 개인 영역 네트워크에 존재하는 디바이스의 수에 따라 미리 결정되는 것을 특징으로 한다.
- <22> 또한, 상기 코디네이터의 RF를 슬립 상태로 유지하는 단계는, 상기 코디네이터에서 단위 비컨 인터벌 동안 상기 무선 개인 영역 네트워크의 복수 개의 디바이스로부터 총 수신한 데이터 트래픽에 따라 통신 복잡도를 연산하고, 연산된 통신 복잡도에 따라 다음 단위 비컨 인터벌의 슈퍼프레임에 존재하는 트래픽 체크 구간의 각각의 주기를 갱신하는 단계; 및 상기 갱신된 트래픽 체크 구간의 각각의 주기를 상기 복수 개의 디바이스에 브로드캐스팅하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- <23> 아울러, 상기 트래픽 체크 구간의 각각의 주기를 갱신하는 단계는, 상기 코디네이터의 현재 트래픽 체크 구간에서 온(on) 구간에서 수신한 데이터 트래픽의 총 합이 이전 비컨 인터벌까지 수신한 데이터 트래픽의 평균값보다 큰 경우 다음 비컨 인터벌에서의 온(on) 구간의 주기를 증가시키고, 상기 코디네이터의 현재 트래픽 체크 구간에서 온(on) 구간에서 수신한 데이터 트래픽이 이전 비컨 인터벌까지 수신한 데이터 트래픽의 평균값보다 작은 경우 다음 비컨 인터벌에서의 온(on) 구간의 주기를 감소시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <24> 그리고, 상기 트래픽 체크 구간에서의 온(on) 구간의 주기는, 비컨 인터벌의 인덱스 k 에 대하여, 상기 이전 비컨 인터벌까지 수신한 데이터 트래픽의 평균값을 $Avg_{traffic\ k-1}$ 라고 하고, 상기 코디네이터의 온(on) 구간에서 수신한 데이터 트래픽의 총 합이 Sum_k 이고, 현재 트래픽 체크 구간에서 온(on) 구간의 주기가 D_{TCP_ON-1} 이고, 다음 비컨 인터벌에서의 온(on) 구간의 주기를 D_{TCP_ON} 이라고 할 때, 수학적식 $D_{TCP_ON} = D_{TCP_ON-1} + 1$, $Sum_k > Avg_{traffic\ k-1}$ $D_{TCP_ON-1} - 1$, $Sum_k < Avg_{traffic\ k-1}$ 에 따라 연산되는 것을 특징으로 한다.
- <25> 또한, 상기 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도는 상기 직전의 비컨 인터벌 동안 총 수신한 데이터 트래픽에 따라 결정되는 것을 특징으로 한다.
- <26> 아울러, 상기 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도는 상기 직전의 비컨 인터벌 동안 상기 무선 개인 영역 네트워크에 존재하는 디바이스에서 상기 코디네이터의 트래픽 체크 구간에서 전송한 트래픽 통보 메시지에 따라 결정되는 것을 특징으로 한다.
- <27> 그리고, 상기 트래픽 통보 메시지는 상기 트래픽 통보 메시지의 페이로드(payload) 중 3비트에 디바이스 자신이 전송할 데이터량을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <28> 상기 두 번째 과제를 해결하기 위하여 본 발명은,
- <29> 비컨을 발신하는 코디네이터(coordinator)와 상기 코디네이터의 비컨에 따라 상기 코디네이터와 통신을 수행하는 복수 개의 디바이스를 포함하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크(Wireless Personal Area Network:WPAN)에서의 에너지 관리 방법에 있어서, 상기 코디네이터에서 상기 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도 및 복수 개의 디바이스 간의 데이터 전송 우선 순위 테이블을 설정하고, 연산된 통신 복잡도에 따라 상기 코디네이터의 슈퍼프레임에 존재하는 복수 개의 트래픽 체크 구간을 설정하는 단계; 상기 코디네이터에서 상기 데이터 전송 우선 순위 테이블, 상기 설정된 트래픽 체크 구간, 코디네이터 비컨 인터벌, 상기 코디네이터의 슈퍼프레임 주기, 및 상기 코디네이터의 비컨 인터벌을 포함하는 데이터 통신 주기를 코디네이터 비컨 프레임에 담아 브로드캐스팅하는 단계; 상기 복수 개의 디바이스에서 상기 브로드캐스팅된 코디네이터 비컨 프레임에 따라 상기 코디네이터의 데이터 통신 주기를 업데이트하고, 복수 개의 디바이스에서 데이터 트래픽이 발생할 경우

상기 업데이트된 코디네이터의 데이터 통신 주기 중 트래픽 체크 구간에 상기 복수 개의 디바이스에서 상기 코디네이터로 트래픽 통보 메시지를 전송하는 단계; 상기 복수 개의 디바이스로부터 전송된 트래픽 통보 메시지가 충돌 하여 충돌 메시지가 코디네이터에 전송되면, 상기 코디네이터에서 자신의 RF를 다음 트래픽 체크 구간까지 온(on)시키고, 트래픽 체크 구간을 추가로 구성하는 단계; 상기 우선 순위 테이블에 따라 우선 순위 값이 큰 디바이스에서 상기 추가로 구성된 트래픽 체크 구간에 트래픽 통보 메시지를 전송하여, 상기 온(on) 구간에 자신의 데이터 패킷을 전송하고, 상기 충돌이 발생한 다른 디바이스는 백오프를 수행하는 단계; 및 상기 우선 순위 값이 큰 디바이스의 데이터 패킷의 전송이 완료되면, 상기 백오프된 디바이스에서 상기 코디네이터의 상기 온(on) 구간에 자신의 데이터 패킷을 전송하는 단계를 포함하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법을 제공한다.

<30> 또한, 상기 온(on) 구간에 자신의 데이터 패킷을 전송하는 단계는, 상기 코디네이터에서 상기 다음 트래픽 체크 구간에 상기 무선 개인 영역 네트워크의 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하지 않으면 상기 코디네이터의 RF를 슬립(sleep)상태로 유지하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

<31> 그리고, 상기 데이터 전송 우선 순위 테이블은 상기 코디네이터의 이전 비컨 인터벌에서의 데이터 패킷을 전송한 디바이스, 상기 데이터 패킷을 전송한 디바이스의 데이터 패킷의 크기, 및 상기 코디네이터에서 상기 무선 개인 영역 네트워크의 각 디바이스에 부여한 고유 식별자에 따라 데이터 전송의 우선 순위가 확률적으로 부여된 테이블인 것을 특징으로 한다.

<32> 한편, 상기 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도는 상기 직전의 비컨 인터벌 동안 총 수신한 데이터 트래픽에 따라 결정되는 것을 특징으로 한다.

<33> 또한, 상기 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도는 상기 직전의 비컨 인터벌 동안 상기 무선 개인 영역 네트워크에 존재하는 디바이스에서 상기 코디네이터의 트래픽 체크 구간에 전송한 트래픽 통보 메시지에 따라 결정되는 것을 특징으로 한다.

<34> 아울러, 상기 트래픽 통보 메시지는 상기 트래픽 통보 메시지의 페이로드(payload) 중 3비트에 디바이스 자신이 전송할 데이터량을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<35> 상기 세 번째 과제를 해결하기 위하여 본 발명은,

<36> 비컨을 발신하는 코디네이터(coordinator)와 상기 코디네이터의 비컨에 따라 상기 코디네이터와 통신을 수행하는 복수 개의 디바이스를 포함하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크(Wireless Personal Area Network:WPAN)에서의 에너지 관리 시스템에 있어서, 상기 코디네이터는 상기 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도를 연산하는 통신 복잡도 연산부; 상기 연산된 통신 복잡도에 따라 상기 코디네이터의 슈퍼프레임에 존재하는 복수 개의 트래픽 체크 구간을 설정하는 트래픽 체크 구간 설정부; 상기 설정된 트래픽 체크 구간, 코디네이터의 비컨 인터벌, 및 상기 코디네이터의 슈퍼프레임 주기를 포함하는 데이터 통신 주기를 코디네이터 비컨 프레임에 저장하는 코디네이터 비컨 프레임 생성부; 상기 복수 개의 디바이스에 상기 코디네이터 비컨 프레임을 전송하고, 특정 디바이스에서 데이터 트래픽이 발생할 경우 상기 특정 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하고, 트래픽 통보 메시지의 충돌이 발생할 경우 충돌 메시지를 수신하는 송수신부; 및 상기 트래픽 체크 구간에 상기 송수신부에서 수신된 트래픽 통보 메시지에 따라 다음 트래픽 체크 구간까지 상기 코디네이터의 RF를 온(on)시키고, 상기 설정된 트래픽 체크 구간에 상기 복수 개의 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하지 않을 경우 다음 트래픽 체크 구간까지 상기 코디네이터의 RF를 슬립(sleep) 상태로 유지하며, 상기 충돌 메시지를 수신할 경우 트래픽 체크 구간을 추가로 설정하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 시스템을 제공한다.

<37> 여기서, 상기 통신 복잡도 연산부는 상기 코디네이터의 직전의 비컨 인터벌 동안 상기 송수신부에서 총 수신된 데이터 트래픽 또는 상기 트래픽 체크 구간에 트래픽 통보 메시지에 따라 결정되는 것을 특징으로 한다.

<38> 한편, 상기 트래픽 통보 메시지는 상기 트래픽 통보 메시지의 페이로드(payload) 중 3비트에 디바이스 자신이 전송할 데이터량을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<39> 아울러, 상기 코디네이터는 상기 코디네이터의 이전 비컨 인터벌에서의 데이터 패킷을 전송한 디바이스, 상기 데이터 패킷을 전송한 디바이스의 데이터 패킷의 크기, 및 상기 코디네이터에서 상기 무선 개인 영역 네트워크의 각 디바이스에 부여한 고유 식별자에 따라 디바이스 간 데이터 전송의 우선 순위를 확률적으로 부여한 데이터 전송 우선 순위 테이블을 저장하는 데이터 전송 우선 순위 테이블 저장부를 더 포함하고, 상기 코디네이터

비컨 프레임은 상기 데이터 전송 우선 순위 테이블을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

<40> 상기 네 번째 과제를 해결하기 위하여 본 발명은,

<41> 상기 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크에서의 에너지 관리 방법을 컴퓨터에서 수행할 수 있도록 프로그램으로 기록된 기록매체를 제공한다.

효 과

<42> 본 발명에 의하면, IEEE 802.15.4 기준의 비컨의 슈퍼프레임 주기 내에서 네트워크 복잡도를 감안한 슈퍼프레임의 턴 온 및 슬립을 조절하여 에너지 효율을 높이면서도 데이터의 전송 처리율을 유지하고, 에너지를 효율적으로 관리할 수 있으며, 기존의 IEEE 802.15.4 기준을 변경시키지 않고 본 발명을 적용할 수 있어 표준 장비와 호환이 용이한 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<43> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면에 의거하여 상세히 설명하기로 한다.

<44> 그러나, 다음에 예시하는 본 발명의 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형할 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예는 당 업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공된다.

<45> 도 2는 본 발명에 적용되는 네트워크 토폴로지를 도시한 것이다.

<46> 도 2를 참조하면 본 발명에 적용되는 네트워크는 스타형 토폴로지일 수 있으며, 다양한 형태의 네트워크 토폴로지도 적용가능하다.

<47> 바람직하게는, IEEE 802.15.4의 WPAN 망을 기준으로 본 발명이 적용될 수 있으므로 대부분 스타형 네트워크 토폴로지를 구성하게 된다.

<48> 에너지 효율성과 데이터 전송 처리율의 증가를 위하여 본 발명은 데이터 트래픽 정보를 기반으로 슈퍼프레임의 활동구간을 적응적으로 변화시킨다.

<49> 본 발명에서는 네트워크 내의 일반 디바이스들의 데이터 전송 요청을 알아내기 위한 구간을 트래픽 체크 구간(traffic check period)이라고 정의할 수 있고, 또한 일반 장치의 데이터 전송 요청이 발생한 경우 코디네이터가 자신의 슈퍼프레임 주기 중 어느 시간 동안 자신의 무선 주파수(Radio Frequency:RF)를 턴 온 시킬지에 대한 구간을 액티브 구간(Active duration), 오프 시키는 구간을 슬립 구간(Sleep duration)으로 정의한다.

<50> 한번의 비컨 인터벌(Beacon Interval:BI)이 끝난 뒤에는 이전 비컨 인터벌 주기 동안 발생한 트래픽 양을 기준으로 하여 새로운 액티브 구간과 슬립 구간을 연산하고, 그 연산 값을 비컨 프레임에 넣어 전송한다.

<51> 액티브 구간과 슬립 구간은 네트워크의 복잡도와 관계가 있는데, 네트워크의 복잡도는 코디네이터와 연결된 디바이스 중 몇 개의 디바이스가 송신을 시도했느냐로 연산할 수 있다.

<52> 네트워크의 복잡도를 k 까지 둔다면, k 를 N 개의 디바이스로 나눈 값이 네트워크 복잡도를 세분화하는 단위가 된다.

<53> 즉, k/N 개의 디바이스가 한 비컨 인터벌에서 전송을 시도했다면 네트워크의 복잡도는 1이 되며, $2k/N$ 개의 노드가 전송을 시도했다면 네트워크의 복잡도는 2가 되는 방식이다.

<54> 코디네이터와 연결된 노드들은 새로 수정된 액티브 구간과 슬립 구간을 기준으로 코디네이터와 통신하게 된다.

<55> 본 발명에서는 슈퍼프레임이라고 하더라도 데이터 트래픽이 없다고 판단될 경우, 에너지를 절약하기 위하여 다음 트래픽 체크 구간까지 코디네이터를 오프시킨다.

<56> 이러한 동작을 통하여 전송할 데이터가 없음에도 불구하고 계속 통신 에너지를 소모하는 아이들 리스닝(idle listening) 문제를 해결할 수 있다.

<57> 만약, 트래픽 체크 구간에서 일반 장치의 데이터 트래픽 존재를 파악하게 되면 다음 액티브 구간 동안 코디네이터 장치를 온(on) 하여 데이터를 전송할 수 있도록 한다.

- <58> 도 3은 본 발명에 따른 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 방법의 일 실시예를 도시한 것이다.
- <59> 본 발명은, 비컨을 발신하는 코디네이터(coordinator)와 상기 코디네이터의 비컨에 따라 상기 코디네이터와 통신을 수행하는 복수 개의 디바이스를 포함하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크(Wireless Personal Area Network:WPAN)에서의 에너지 관리 방법을 수행한다.
- <60> 우선, 코디네이터에서 상기 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도를 연산하고, 연산된 통신 복잡도에 따라 상기 코디네이터의 슈퍼프레임에 존재하는 복수 개의 트래픽 체크 구간을 설정한다(S310).
- <61> 한편, 통신 복잡도는 코디네이터의 직전의 비컨 인터벌 동안 총 수신한 트래픽을 기반으로 설정될 수 있고, 직전의 비컨 인터벌 동안 상기 무선 개인 영역 네트워크에 존재하는 디바이스에서 코디네이터의 트래픽 체크 구간에 코디네이터에 전송한 트래픽 통보 메시지에 의해 설정될 수 있다.
- <62> 상기 트래픽 체크 구간은 무선 개인 영역 네트워크의 특정 디바이스에서 상기 코디네이터로 송신한 트래픽 통보 메시지를 수신하는 구간일 수 있다.
- <63> 여기서, 트래픽 통보 메시지는 각 디바이스에서 코디네이터로 전송하는 메시지로, 각 디바이스에서 데이터 트래픽이 발생할 경우, 상기 코디네이터에 디바이스 자신이 전송할 데이터 트래픽이 존재한다는 것을 통지하는 메시지이다.
- <64> 즉, 코디네이터에서 통신 복잡도를 연산하기 위한 기준을 제공하기 위하여, 각 디바이스는 트래픽 통보 메시지의 페이로드 중 3비트에 디바이스 자신이 전송할 데이터량을 포함할 수 있다.
- <65> 여기서, 트래픽 체크 구간의 갯수는 무선 개인 영역 네트워크에 존재하는 디바이스의 수에 따라 미리 결정될 수 있으며, 이는 무선 개인 영역 네트워크의 네트워크 구성 상태, 및 통신 환경에 따라 다양하게 설정할 수 있음은 물론이다.
- <66> 그 다음, 상기 코디네이터에서 상기 설정된 트래픽 체크 구간, 코디네이터 비컨 인터벌, 상기 코디네이터의 슈퍼프레임 주기, 및 상기 코디네이터의 비컨 인터벌을 포함하는 데이터 통신 주기를 코디네이터 비컨 프레임에 담아 브로드캐스팅한다(S320).
- <67> 본 발명에 적용되는 네트워크는 무선 개인 영역 네트워크, 즉 IEEE 802.15.4를 기준으로 구성된 네트워크로, 코디네이터의 비컨 프레임 전송은 주위의 디바이스에 브로드캐스팅 형태로 데이터를 전송하며, 네트워크의 전체적인 형태는 스타 토폴로지(Star Topology)일 수 있다.
- <68> 그 다음, 상기 복수 개의 디바이스에서 상기 브로드캐스팅된 코디네이터 비컨 프레임에 따라 상기 코디네이터의 데이터 통신 주기를 업데이트하고, 특정 디바이스에서 데이터 트래픽이 발생할 경우 상기 업데이트된 코디네이터의 데이터 통신 주기 중 트래픽 체크 구간에 상기 특정 디바이스에서 상기 코디네이터로 트래픽 통보 메시지를 전송한다(S330).
- <69> 각각의 디바이스는 전술한 스타 토폴로지 형태로 코디네이터를 중심으로 산발적으로 흩어져 있으며, 각 디바이스는 코디네이터의 비컨 프레임에 포함된 데이터 통신 주기에 따라 데이터 전송의 싱크(Sync)를 맞추게 된다.
- <70> 한편, 특정 디바이스에서 데이터 트래픽이 발생한 경우, 상기 특정 디바이스는 코디네이터의 트래픽 체크 구간에 코디네이터로 전송할 데이터 트래픽이 있음을 통지하는 트래픽 통보 메시지를 전송하게 된다.
- <71> 그 다음, 상기 코디네이터에서 상기 트래픽 체크 구간에 상기 특정 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하면, 다음 트래픽 체크 구간까지 상기 코디네이터의 RF를 온(on) 시켜 상기 특정 디바이스로부터 데이터 패킷을 수신한다(S340).
- <72> 즉, 전술한 바와 같이 본 발명에서 코디네이터는 슈퍼 프레임의 주기동안 항상 턴 온되어 있는 것이 아니라, 시스템의 상황에 맞추어 유동적으로 턴 온 구간과 슬립구간을 나누어 에너지 소모의 효율성을 도모한다.
- <73> 이를 위하여, 상기 코디네이터는 슈퍼 프레임의 주기 내에 디바이스로부터 전송할 데이터가 있음을 체크하는 트래픽 체크 구간의 갯수를 미리 설정하고, 설정된 트래픽 체크 구간에 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하면, 바로 자신의 코디네이터의 RF를 온 시켜 다음 트래픽 체크 구간까지 온 상태를 유지하고, 다음 트래픽 체크 구간에 동일한 과정으로 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하지 않으면 그 다음 트래픽 체크 구간까지 슬립 상태로 유지하도록 한다.
- <74> 여기서, 트래픽 체크 구간의 갯수는 네트워크에 존재하는 디바이스의 수에 따라 미리 결정될 수 있다.

- <75> 마지막으로, 상기 코디네이터에서 상기 다음 트래픽 체크 구간에 상기 무선 개인 영역 네트워크의 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하지 않으면 상기 코디네이터의 RF를 슬립(sleep)상태로 유지한다(S350).
- <76> 이는 전술한 바와 같이, 코디네이터의 슈퍼프레임 중 트래픽 체크 구간에 디바이스로부터 전송되는 트래픽 통보 메시지가 수신되면, 턴 온 상태로 활성화되고, 반대로 트래픽 통보 메시지가 수신되지 않으면, 슈퍼프레임의 주기라 하더라도 슬립상태로 유지하도록 하여 에너지 소모를 줄임으로써 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 효율을 향상시킬 수 있다.
- <77> 한편 상기 단계(S350)은 코디네이터에서 단위 비컨 인터벌 동안 무선 개인 영역 네트워크의 복수 개의 디바이스로부터 총 수신한 데이터 트래픽에 따라 통신 복잡도를 다시 연산하고, 연산된 통신 복잡도에 따라 다음 단위 비컨 인터벌의 슈퍼프레임에 존재하는 트래픽 체크 구간의 각각의 주기를 갱신하고, 갱신된 트래픽 체크 구간의 각각의 주기를 복수 개의 디바이스에 브로드캐스팅하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- <78> 이는 코디네이터의 슈퍼프레임에 존재하는 트래픽 체크 구간 사이에 해당하는 각각의 주기를 통신 복잡도에 따라 유동적으로 조절하기 위한 것으로, 특정 트래픽 체크 구간 사이에 해당하는 주기에 디바이스의 데이터 패킷 전송이 몰릴 경우 이 주기를 증가시켜 데이터 전송의 충돌을 방지하기 위함이다.
- <79> 이는 코디네이터의 현재 트래픽 체크 구간에 따른 온(on) 구간에서 수신한 데이터 트래픽의 총 합이 이전 비컨 인터벌까지 수신한 데이터 트래픽의 평균값보다 큰 경우, 다음 비컨 인터벌에서의 온(on) 구간의 주기를 증가시킨다.
- <80> 한편, 코디네이터의 현재 트래픽 체크 구간에 따른 온(on) 구간에서 수신한 데이터 트래픽의 총 합이 이전 비컨 인터벌까지 수신한 데이터 트래픽의 평균값보다 작은 경우, 다음 비컨 인터벌에서의 온(on) 구간의 주기를 감소시킨다.
- <81> 하기의 수학적 식 1은 네트워크 복잡도에 따라 트래픽 체크 구간 사이의 주기를 어떻게 설정할 것인지를 나타낸 수학적식이다.

수학적 식 1

$$D_{TCP_ON} = D_{TCP_ON-1} + 1, \text{ Sum}_k > \text{Avg}_{\text{traffic } k-1}$$

$$D_{TCP_ON-1} - 1, \text{ Sum}_k < \text{Avg}_{\text{traffic } k-1}$$

- <82>
- <83> 상기 수학적 식 1에서 상기 트래픽 체크 구간에서의 온(on) 구간의 주기는 비컨 인터벌의 인덱스 k 에 대하여, 상기 이전 비컨 인터벌까지 수신한 데이터 트래픽의 평균값을 $\text{Avg}_{\text{traffic } k-1}$ 라고 하고, 상기 코디네이터의 온(on) 구간에서 수신한 데이터 트래픽의 총 합이 Sum_k 이고, 현재 트래픽 체크 구간에 따른 온(on) 구간의 주기가 D_{TCP_ON-1} 이고, 다음 비컨 인터벌에서의 온(on) 구간의 주기를 D_{TCP_ON} 라고 할 때, 상기 수학적 식 1에 따라 네트워크의 복잡도가 증가 또는 감소함에 따라 점진적으로 트래픽 체크 구간에서의 온 구간의 주기는 증가 또는 감소할 수 있다.
- <84> 도 4는 본 발명에 따른 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 방법의 다른 실시예를 도시한 것이다.
- <85> 하기에 상술되는 본 발명에 따른 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 방법의 다른 실시예는 상기 도 3과 중복되는 상술은 가급적 생략하기로 한다.
- <86> 본 발명은, 비컨을 발신하는 코디네이터(coordinator)와 상기 코디네이터의 비컨에 따라 상기 코디네이터와 통신을 수행하는 복수 개의 디바이스를 포함하는 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크(Wireless Personal Area Network:WPAN)에서의 에너지 관리 방법을 기반으로 한다.
- <87> 도 4를 참조하면, 우선, 상기 코디네이터에서 상기 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도 및 복수 개의 디바이스 간의 데이터 전송 우선 순위 테이블을 설정하고, 연산된 통신 복잡도에 따라 상기 코디네이터의 슈퍼프레임에 존재하는 복수 개의 트래픽 체크 구간을 설정한다(S410).
- <88> 여기서, 통신 복잡도는 직전의 비컨 인터벌 동안 총 수신한 데이터 트래픽에 따라 결정될 수 있으며, 또한 직전의 비컨 인터벌 동안 상기 무선 개인 영역 네트워크에 존재하는 디바이스에서 상기 코디네이터의 트래픽 체크

구간에 전송한 트래픽 통보 메시지에 의해 결정될 수 있다.

- <89> 여기서, 트래픽 통보 메시지는 상기 트래픽 통보 메시지의 페이로드 중 3비트에 디바이스 자신이 전송할 데이터량을 포함할 수 있다.
- <90> 한편, 상기 복수 개의 디바이스 간의 데이터 전송 우선 순위 테이블을 설정하는 이유는 코디네이터의 특정 트래픽 체크 구간에 복수 개의 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 전송할 경우에는 상기 트래픽 통보 메시지가 상호 충돌하게 된다.
- <91> 이 경우, 코디네이터는 상기 트래픽 통보 메시지가 충돌했다는 충돌 메시지를 수신하게 되고, 이에 따라 코디네이터에서 트래픽 체크 구간을 추가로 구성하게 된다.
- <92> 그러면, 트래픽 통보 메시지가 충돌한 복수 개의 디바이스는 복수 개의 디바이스 간의 데이터 전송 우선 순위 테이블을 참조하여 데이터 전송 우선 순위가 높은 디바이스가 상기 추가로 구성된 트래픽 체크 구간에 트래픽 통보 메시지를 다시 전송할 기회(chance)를 가지게 되고, 이에 의해 데이터 전송 우선 순위가 높은 디바이스가 데이터 패킷을 전송할 수 있다.
- <93> 그리고, 나머지 트래픽 통보 메시지가 충돌한 복수 개의 디바이스는 백오프를 수행하고, 상기 데이터 전송 우선 순위 값이 큰 디바이스의 데이터 패킷의 전송이 완료되면, 상기 백오프된 디바이스에서 상기 코디네이터의 상기 온(on) 구간에 자신의 데이터 패킷을 전송하게 된다.
- <94> 이와 같은 알고리즘을 구성하기 위하여 코디네이터는 상기 코디네이터의 이전 비컨 인터벌에서의 데이터 패킷을 전송한 디바이스, 상기 데이터 패킷을 전송한 디바이스의 데이터 패킷의 크기, 및 상기 코디네이터에서 상기 무선 개인 영역 네트워크의 각 디바이스에 부여한 고유 식별자에 따라 데이터 전송의 우선 순위가 확률적으로 부여된 테이블인 데이터 전송 우선 순위 테이블을 구성하게 된다.
- <95> 그 다음, 상기 코디네이터에서 상기 데이터 전송 우선 순위 테이블, 상기 설정된 트래픽 체크 구간, 코디네이터 비컨 인터벌, 상기 코디네이터의 슈퍼프레임 주기, 및 상기 코디네이터의 비컨 인터벌을 포함하는 데이터 통신 주기를 코디네이터 비컨 프레임에 담아 브로드캐스팅한다(S420).
- <96> 그 다음, 상기 복수 개의 디바이스에서 상기 브로드캐스팅된 코디네이터 비컨 프레임에 따라 상기 코디네이터의 데이터 통신 주기를 업데이트하고, 복수 개의 디바이스에서 데이터 트래픽이 발생할 경우 상기 업데이트된 코디네이터의 데이터 통신 주기 중 트래픽 체크 구간에 상기 복수 개의 디바이스에서 상기 코디네이터로 트래픽 통보 메시지를 전송한다(S430).
- <97> 그러면, 상기 복수 개의 디바이스로부터 전송된 트래픽 통보 메시지가 충돌 하여 충돌 메시지가 코디네이터에 전송되면, 상기 코디네이터에서 자신의 RF를 다음 트래픽 체크 구간까지 온(on)시키고, 트래픽 체크 구간을 추가로 구성한다(S440).
- <98> 그 다음, 상기 우선 순위 테이블에 따라 우선 순위 값이 큰 디바이스에서 상기 추가로 구성된 트래픽 체크 구간에 트래픽 통보 메시지를 전송하여, 상기 온(on) 구간에 자신의 데이터 패킷을 전송하고, 상기 충돌이 발생한 다른 디바이스는 백오프를 수행한다(S440).
- <99> 마지막으로, 상기 우선 순위 값이 큰 디바이스의 데이터 패킷의 전송이 완료되면, 상기 백오프된 디바이스에서 상기 코디네이터의 상기 온(on) 구간에 자신의 데이터 패킷을 전송한다(S450).
- <100> 상기 단계(S450)는 상기 코디네이터에서 다음 트래픽 체크 구간에 무선 개인 영역 네트워크의 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하지 않으면, 상기 코디네이터의 RF를 슬립 상태로 유지하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- <101> 이는, 전송한 바와 같이, 코디네이터의 슈퍼프레임 중 트래픽 체크 구간에 디바이스로부터 전송되는 트래픽 통보 메시지가 수신되면, 턴 온 상태로 활성화되고, 반대로 트래픽 통보 메시지가 수신되지 않으면, 슈퍼프레임의 주기라 하더라도 슬립상태로 유지하도록 하여 에너지 소모를 줄임으로써 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 효율을 향상시킬 수 있다.
- <102> 도 5는 본 발명에 적용되는 슈퍼프레임 주기(Superframe Duration:SD)의 트래픽 체크 구간을 도시한 것이다. 여기서 트래픽 체크 구간은 상기 슈퍼 프레임 구주의 1/3마다 실행될 때를 예를 들어 설명하고 있다.
- <103> 도 5에서 액티브 트래픽 체크 구간은 새로운 트래픽이 발생하여 데이터 패킷의 송수신이 가능한 트래픽 체크

구간을 의미하며, 인액티브 트래픽 체크 구간은 트래픽이 발생하지 않아 비활성화된 트래픽 체크 구간을 의미한다.

- <104> 도 5에서 코디네이터는 첫 번째 트래픽 체크 구간에서 디바이스들이 전송할 트래픽이 없다는 것을 감지하였으므로, 다음 주기까지의 모든 장치가 슬립 상태를 유지한다.
- <105> 그 후, 다음 구간 동안 새로운 트래픽 'a'가 디바이스 A에서 발생하였다. 디바이스 A는 이 트래픽을 전송하기 위하여 다음 트래픽 체크 구간에 깨어나 전송할 트래픽이 있음을 코디네이터에 알리고, 코디네이터에게 데이터 전송을 시도한다.
- <106> 이 때, 코디네이터는 액티브 구간까지 활동 구간을 유지하지만, 디바이스 A는 자신이 전송하고자 하는 데이터가 모두 전송될 경우 바로 슬립 상태를 유지하여 에너지 소모를 최소화한다.
- <107> 장치 B의 입장에서는 자신이 전송할 데이터를 가지고 있지 않으므로 계속 슬립 상태를 유지한다.
- <108> 그 후, 다음 트래픽 체크 구간 사이에 새로운 트래픽 'b', 'c'가 디바이스 B에서 발생하면 다음 트래픽 체크 구간에서 데이터 존재 여부를 코디네이터에 전송한 후, 액티브 구간에서 트래픽 'b', 'c'를 코디네이터에게 전송한다.
- <109> 이 기법에서 각 디바이스가 자신이 전송하고자 하는 데이터 트래픽 정보를 코디네이터에게 알려주기 위하여 트래픽 통보 메시지를 생성하여 트래픽 체크 구간 동안 코디네이터로 전송한다.
- <110> 만약, 주변 여러 디바이스들이 전송할 데이터를 가지고 있을 경우 트래픽 통보 메시지가 이 트래픽 체크 구간에서 충돌할 가능성이 있다.
- <111> 이 때는, 도 6에서와 같이 트래픽 체크 구간을 하나 더 둔다.
- <112> 그러나, 한번 충돌이 발생한 디바이스 중 전송한 데이터 전송 우선 순위 테이블에 따라 우선 순위가 높은 디바이스는 그 다음 트래픽 체크 구간에서는 $1/N$ 의 확률로 자신이 전송할 데이터가 있음을 코디네이터에게 알린다. 즉, 트래픽 체크 구간에서의 충돌 확률을 줄여 코디네이터가 온 되는 구간에서 각 디바이스들의 전송률을 최대화할 수 있다.
- <113> 도 7은 상기 도 6의 트래픽 통보 메시지의 충돌시의 코디네이터와 디바이스 간의 데이터 흐름을 데이터 흐름도로 도시한 것이다.
- <114> 트래픽 표시 패킷은 두 가지 종류가 있는데, 하나는 일반 데이터의 페이로드(payload)를 0으로 한 패킷으로 사용하여 기존 IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜과 이상 없이 통신할 수 있는 방법이고, 다른 하나는 페이로드(payload) 중 3비트만 사용하여 자신이 전송할 데이터량을 표시할 수 있는 방법이다.
- <115> 첫 번째 방법은 기존 IEEE 802.15.4와 이상 없이 통신할 수 있는 장점이 있는 대신 자신이 어느 정도의 데이터를 전송하는지에 대한 정보를 코디네이터에게 알려줄 수 없어 코디네이터가 네트워크의 트래픽 복잡도를 예측하는데 도움을 줄 수 없다.
- <116> 두 번째 방법은 위의 단점을 보완한 방법으로 자신이 앞으로 전송할 데이터의 양을 단계를 두어 나타낼 수 있다.
- <117> 이 정보를 이용하여 코디네이터는 다음 비컨 인터벌에서의 트래픽 양을 예측할 수 있다.
- <118> 만약, 액티브 트래픽 체크 구간 동안 모든 디바이스가 아이들(idle) 상태를 가리키거나 어떠한 트래픽 표시 패킷도 전송되지 않을 경우에는 현재 모든 디바이스가 전송할 데이터를 가지고 있지 않은 것으로 판단한다.
- <119> 도 8은 본 발명에 적용되는 슈퍼프레임 주기의 트래픽 체크 구간의 또 다른 예를 도시한 것이다.
- <120> 도 8을 참조하면, 액티브 트래픽 체크 구간은 한 비컨 인터벌 단위 시간 내에 송수신한 네트워크 트래픽 양에 기준하거나 트래픽 체크 구간에 일반 장치들이 코디네이터에게 전송한 트래픽 통보 메시지를 기준으로 그 값이 변경될 수 있다.
- <121> 첫 번째 방식에서는 한 비컨 인터벌 내에 네트워크 트래픽이 지난 평균 네트워크 트래픽보다 많으면 그 다음 인터벌에서도 네트워크 트래픽이 많을 것이라는 판단을 할 수 있기 때문에 그 다음 비컨 인터벌에서는 네트워크 복잡도를 현재보다 더 높여 코디네이터가 온 되는 시간을 더 길게 설정한다.

- <122> 즉, 이전 비컨 인터벌까지의 연속된 트래픽 갯수의 평균보다 현재 비컨 인터벌에서의 트래픽 갯수가 크면, 다음 슈퍼프레임 주기내에 포함되는 트래픽 체크 구간사이의 온 되는 구간의 크기를 증가시키고, 이전 비컨 인터벌까지의 연속된 트래픽 갯수의 평균보다 현재 비컨 인터벌에서의 트래픽 갯수가 작으면, 트래픽 체크 구간사이의 온 되는 구간의 크기를 감소시킨다.
- <123> 두 번째 방식, 즉 트래픽 체크 구간에 자신이 전송할 데이터의 양에 대한 정보를 함께 전송하는 방법에서는 자신이 전송할 양에 대한 정보를 전송해주기 때문에 코디네이터는 앞으로 수신할 데이터의 양을 미리 예측할 수 있어 트래픽 복잡도를 예측할 수 있다.
- <124> 만일 다음 비컨 인터벌에 전송할 데이터가 없다고 판단되면, 네트워크 복잡도를 최소로 하여 코디네이터의 온 시간을 최소로 하는 식으로 연산하여 좀 더 정밀한 네트워크 복잡도 계산 및 송신이 필요한 일반 장치를 미리 알아 그에 대한 대처를 빠르게 수행할 수 있는 이점이 존재한다.
- <125> 도 9는 본 발명에 적용되는 코디네이터의 동작 흐름을 도시한 상세 흐름도이다.
- <126> 도 9를 참조하면, 우선 코디네이터는 자신의 배터리가 있음을 확인하고(S910), 배터리가 존재하면, 우선 코디네이터의 비컨 전송 주기인지의 여부를 확인(S920)한다.
- <127> 여기서, 코디네이터의 비컨 전송 주기에 해당하면, 트래픽 체크 구간의 주기, 코디네이터의 비컨 인터벌, 코디네이터의 슈퍼 프레임 주기 및 복수 개의 디바이스 간의 데이터 전송 우선 순위 테이블을 설정하여 코디네이터 비컨 프레임에 담아 복수 개의 디바이스로 브로드캐스팅한다(S930).
- <128> 한편, 코디네이터는 트래픽 체크 구간인지의 여부를 체크(S940)하고, 트래픽 체크 구간이 아니면 대기(S941)하며, 트래픽 체크 구간에 해당하면 디바이스의 트래픽 통보 메시지가 수신되는지를 감시한다(S950).
- <129> 그리고, 트래픽 체크 구간 내에 디바이스들의 전송 요청 또는 충돌이 발생하는지의 여부를 확인하여(S960), 디바이스들의 전송 요청 또는 충돌이 발생하지 않으면 코디네이터를 슬립상태로 유지하고(S961), 그 다음 트래픽 체크 구간에 달하여 슬립 구간이 종료되면(S970), 처음 단계(S910)로 다시 돌아간다.
- <130> 한편, 디바이스들의 트래픽 통보 메시지를 수신하면, 코디네이터는 자신의 RF를 온 시켜(S962) 디바이스의 데이터 패킷을 수신하고(S980), 수신된 트래픽을 합산하여 통신 복잡도를 연산할 때 사용하게 된다.
- <131> 또한, 디바이스들의 트래픽 통보 메시지가 충돌하였다는 충돌 메시지를 수신하면 코디네이터는 트래픽 체크 구간을 추가로 구성한다(S963).
- <132> 한편, 마찬가지로, 그 다음 트래픽 체크 구간에 달하여 온 구간이 종료되면 다시 처음 단계(S910)로 돌아가게 되고 이와 같은 과정이 반복되게 된다.
- <133> 도 10은 본 발명에 적용되는 디바이스의 동작 흐름을 도시한 상세 흐름도이다.
- <134> 우선, 디바이스 역시 자신의 배터리 잔량 여부를 확인하고(S1010), 코디네이터 비컨 프레임 수신 구간인지를 확인하여(S1020), 코디네이터 비컨 프레임 수신 구간에 해당하면 코디네이터의 비컨 프레임을 수신하며(S1021), 코디네이터 비컨 프레임 수신 구간이 아닌 경우, 코디네이터에게 전송할 트래픽 발생 여부를 체크한다(S1030).
- <135> 코디네이터에게 전송할 트래픽이 발생하지 않으면, 상기 디바이스는 슬립 상태를 유지(S1031)하고, 코디네이터에게 전송할 트래픽이 발생하면, 코디네이터의 트래픽 체크 구간인지의 여부를 확인한다(S1040).
- <136> 여기서 코디네이터의 트래픽 체크 구간에 해당하면 상기 디바이스는 코디네이터에 트래픽 통보 메시지를 전송하고(S1050), 코디네이터의 트래픽 체크 구간에 해당하지 않으면 코디네이터가 현재 온(on) 상태인지의 여부를 확인하여(S1060), 온 상태가 아니면 트래픽 체크 구간까지 대기하고, 코디네이터가 온 상태이면 채널이 아이들(idle) 상태인지를 확인하여, 아이들(idle) 상태이면 데이터 패킷을 코디네이터에 전송(S1080)하고, 아이들(idle) 상태가 아니면 백오프 시간 동안 대기(S1062)한다.
- <137> 한편, 트래픽 통지 메시지를 전송(S1050)한 디바이스는 코디네이터로 부터 응답(ACK)을 수신하면, 데이터 패킷을 전송(S1080)하나, 코디네이터로 부터 응답(ACK)을 수신하지 않으면, 다른 디바이스와의 트래픽 통지 메시지와 충돌이 발생한 것으로 간주하고, 코디네이터의 비컨 프레임으로부터 수신한 데이터 전송 우선 순위 테이블에 따라 데이터 패킷을 전송한다(S1071).
- <138> 도 11은 본 발명에 따른 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 시스템의 일 실시예를 도시한 것이다.

- <139> 이하, 기술한 내용과 중복된 설명은 발명의 구성의 명확화를 위하여 과감하게 생략하기로 한다.
- <140> 도 11을 참조하면, 본 발명에 따른 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 시스템은 비컨을 발신하는 코디네이터(coordinator)(1100)와 상기 코디네이터의 비컨에 따라 상기 코디네이터와 통신을 수행하는 복수 개의 디바이스(1190 내지 1199: 이하, 1190이라 함.)를 포함하며, 트래픽 복잡도를 고려한 무선 개인 영역 네트워크(Wireless Personal Area Network:WPAN)에서의 에너지 관리 시스템을 제공한다.
- <141> 한편, 상기 코디네이터(1100)는 통신 복잡도 연산부(1110), 트래픽 체크 구간 설정부(1120), 코디네이터 비컨 프레임 설정부(1130), 송수신부(1140) 및 제어부(1150)를 포함할 수 있다.
- <142> 여기서, 통신 복잡도 연산부(1110)는 무선 개인 영역 네트워크의 통신 복잡도를 연산한다.
- <143> 여기서, 통신 복잡도는 상기 코디네이터(1100)의 직전의 비컨 인터벌 동안 상기 송수신부(1140)에서 총 수신된 데이터 트래픽 또는 트래픽 체크 구간에 트래픽 통보 메시지에 따라 결정될 수 있다.
- <144> 여기서, 상기 트래픽 통보 메시지는 상기 트래픽 통보 메시지의 페이로드(payload) 중 3비트에 디바이스 자신이 전송할 데이터량을 포함할 수 있다.
- <145> 한편, 트래픽 체크 구간 설정부(1120)는 상기 연산된 통신 복잡도에 따라 상기 코디네이터의 슈퍼프레임에 존재하는 복수 개의 트래픽 체크 구간을 설정한다.
- <146> 그리고, 코디네이터 비컨 프레임 생성부(1130)는 상기 설정된 트래픽 체크 구간, 코디네이터의 비컨 인터벌, 및 상기 코디네이터의 슈퍼프레임 주기를 포함하는 데이터 통신 주기를 코디네이터 비컨 프레임에 저장한다.
- <147> 한편, 송수신부(1140)는 상기 복수 개의 디바이스에 상기 코디네이터 비컨 프레임을 전송하고, 특정 디바이스에서 데이터 트래픽이 발생할 경우 상기 특정 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하고, 트래픽 통보 메시지의 충돌이 발생할 경우 충돌 메시지를 수신한다.
- <148> 제어부(1150)는 상기 트래픽 체크 구간에 상기 송수신부(1140)에서 수신된 트래픽 통보 메시지에 따라 다음 트래픽 체크 구간까지 상기 코디네이터의 RF를 온(on)시키고, 상기 설정된 트래픽 체크 구간에 상기 복수 개의 디바이스로부터 트래픽 통보 메시지를 수신하지 않을 경우 다음 트래픽 체크 구간까지 상기 코디네이터의 RF를 슬립(sleep) 상태로 유지하며, 상기 충돌 메시지를 수신할 경우 트래픽 체크 구간을 추가로 설정한다.
- <149> 본 발명에 따른 무선 개인 영역 네트워크(Wireless Personal Area Network:WPAN)에서의 에너지 관리 방법은 소프트웨어를 통해 실행될 수 있다. 소프트웨어로 실행될 때, 본 발명의 구성 수단들은 필요한 작업을 실행하는 코드 세그먼트들이다. 프로그램 또는 코드 세그먼트들은 프로세서 판독 가능 매체에 저장되거나 전송 매체 또는 통신망에서 반송파와 결합된 컴퓨터 데이터 신호에 의하여 전송될 수 있다.
- <150> 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 장치의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, DVD±ROM, DVD-RAM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 하드 디스크(hard disk), 광데이터 저장장치 등이 있다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 장치에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- <151> 한편, 이상에서 설명한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 기술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니라고 할 것이다.

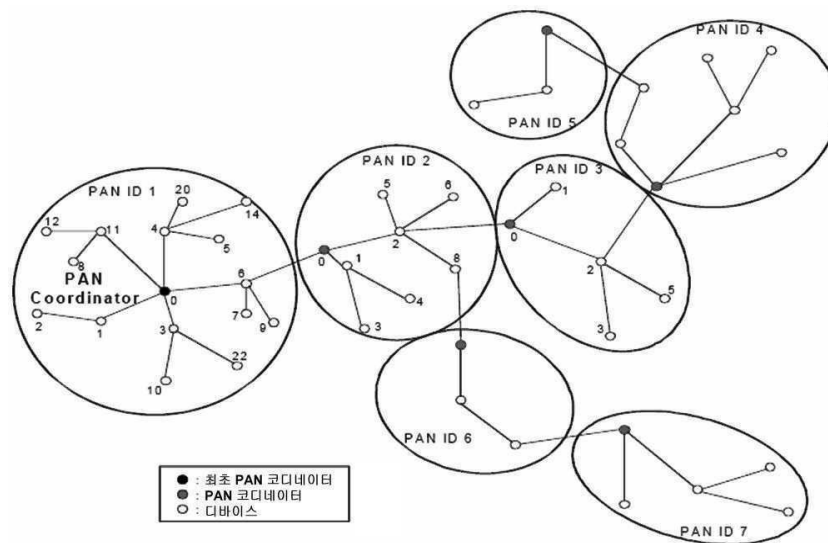
도면의 간단한 설명

- <152> 도 1은 무선 센서 네트워크의 구조도이다.
- <153> 도 2는 본 발명에 적용되는 네트워크 토폴로지를 도시한 것이다.
- <154> 도 3은 본 발명에 따른 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 방법의 일 실시예를 도시한 것이다.
- <155> 도 4는 본 발명에 따른 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 방법의 다른 실시예를 도시한 것이다.
- <156> 도 5는 본 발명에 적용되는 슈퍼프레임 주기(Superframe Duration:SD)의 트래픽 체크 구간의 일 예를 도시한 것이다.

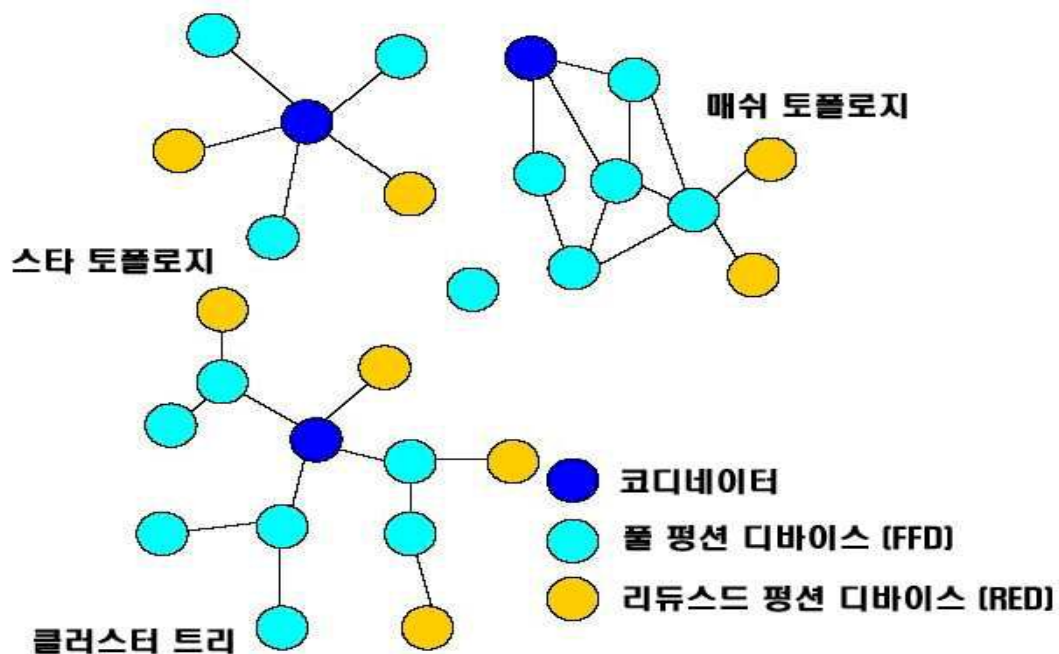
- <157> 도 6은 본 발명에 적용되는 슈퍼프레임 주기의 트래픽 체크 구간의 다른 예를 도시한 것이다.
- <158> 도 7은 상기 도 6의 트래픽 통보 메시지의 충돌시의 코디네이터와 디바이스 간의 데이터 흐름을 데이터 흐름도로 도시한 것이다.
- <159> 도 8은 본 발명에 적용되는 슈퍼프레임 주기의 트래픽 체크 구간의 또 다른 예를 도시한 것이다.
- <160> 도 9는 본 발명에 적용되는 코디네이터의 동작 흐름을 도시한 상세 흐름도이다.
- <161> 도 10은 본 발명에 적용되는 디바이스의 동작 흐름을 도시한 상세 흐름도이다.
- <162> 도 11은 본 발명에 따른 무선 개인 영역 네트워크의 에너지 관리 시스템의 일 실시예를 도시한 것이다.

도면

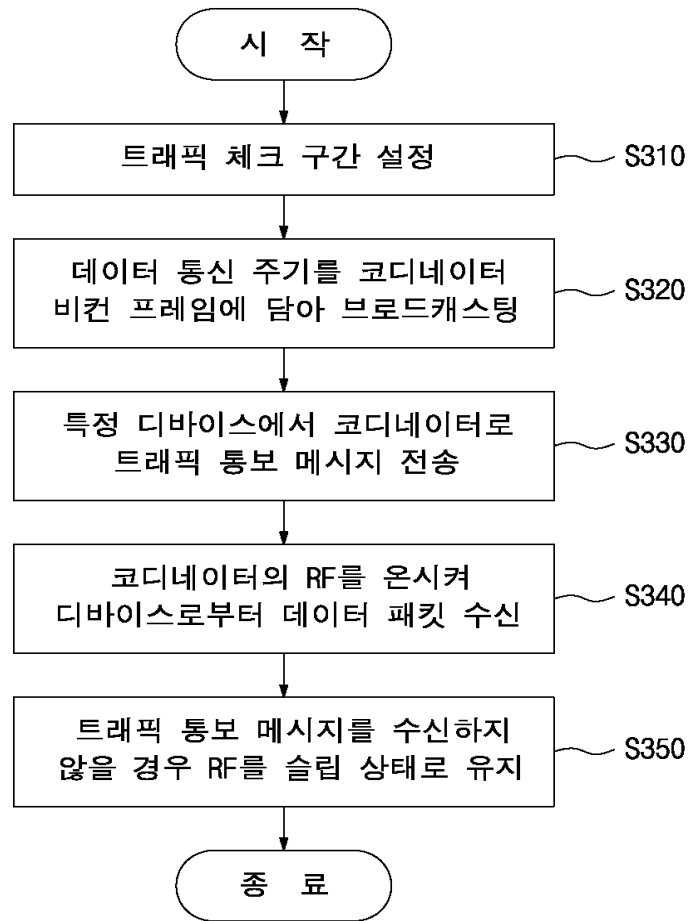
도면1



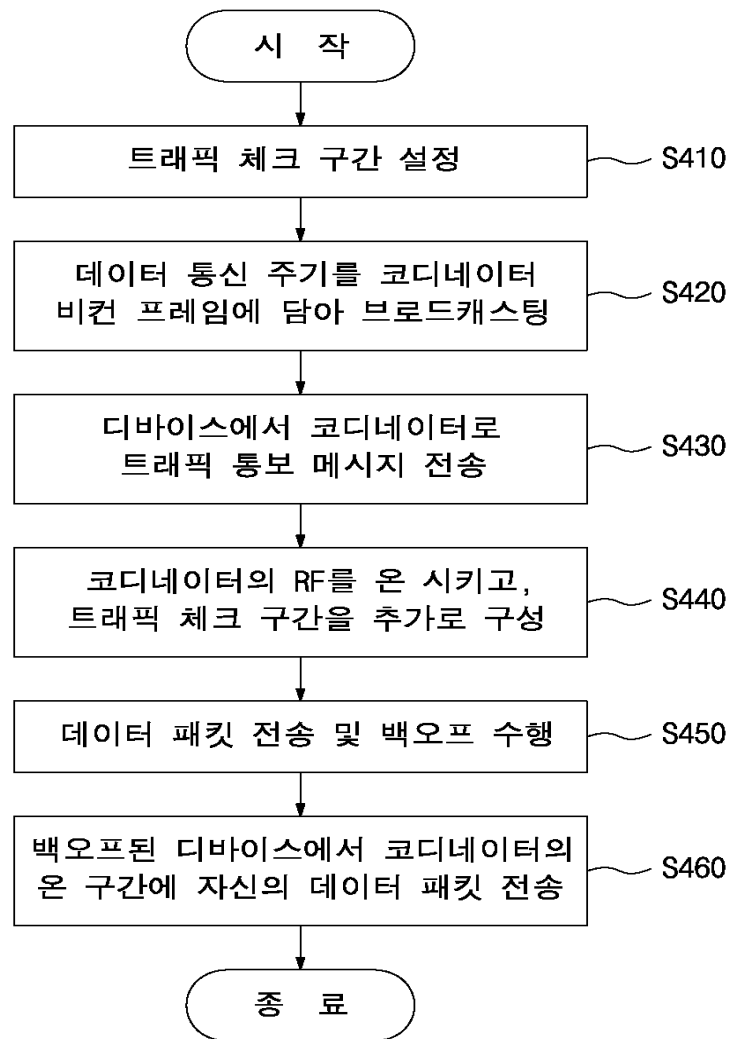
도면2



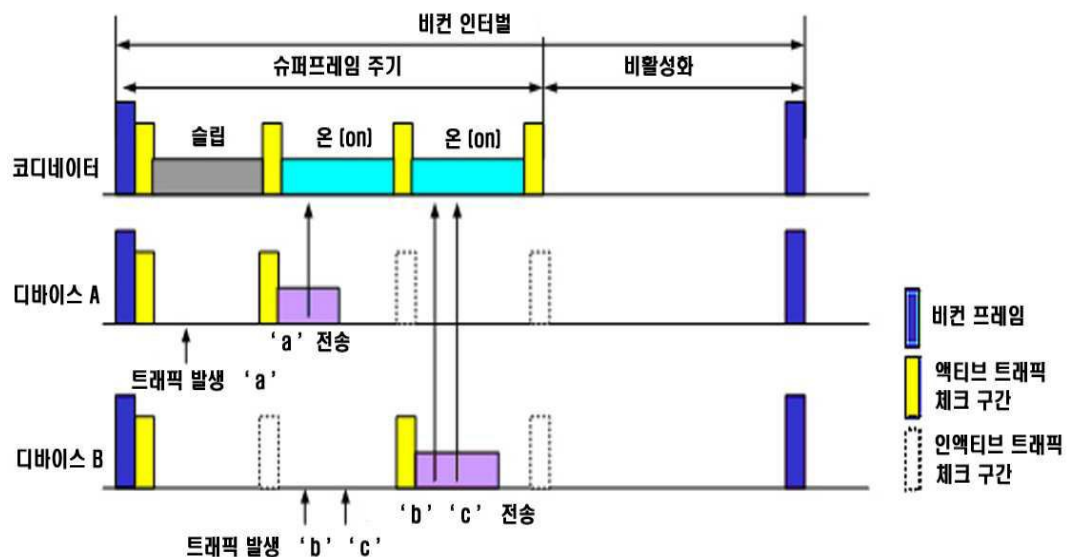
도면3



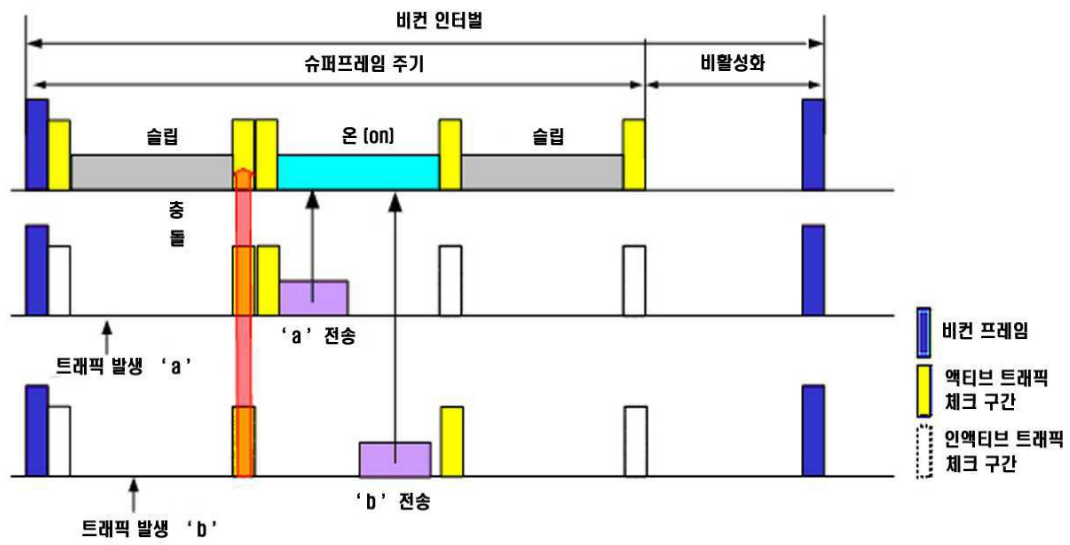
도면4



도면5



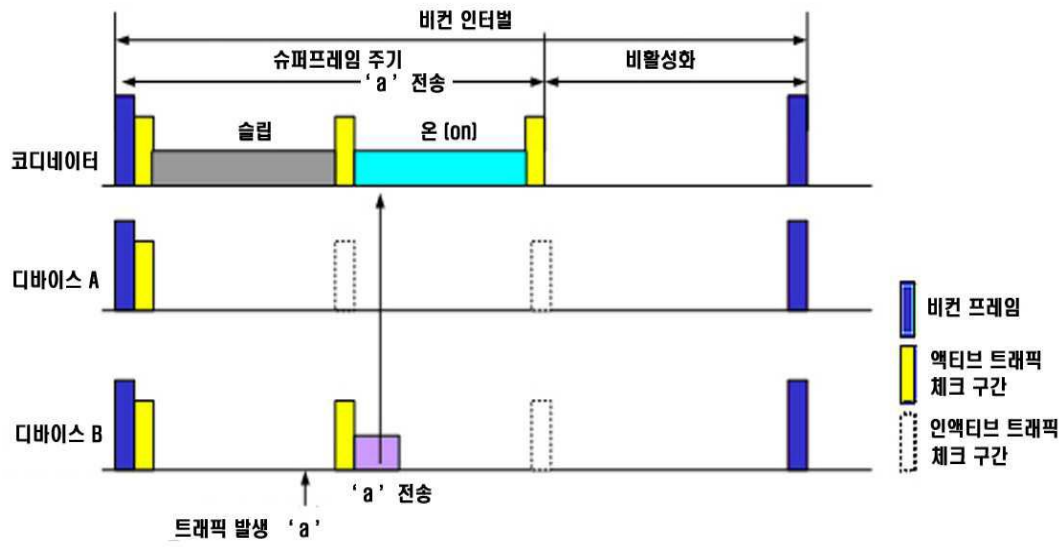
도면6



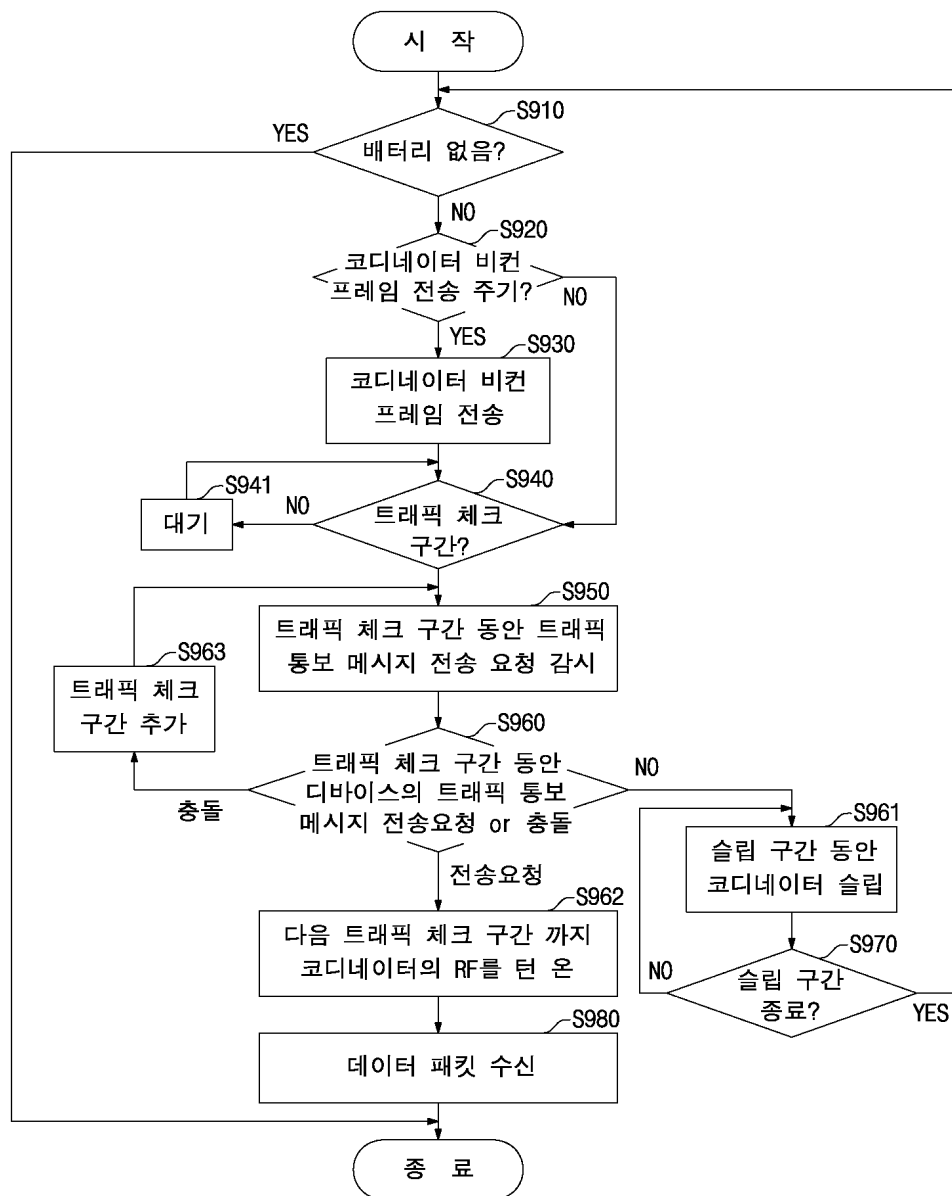
도면7



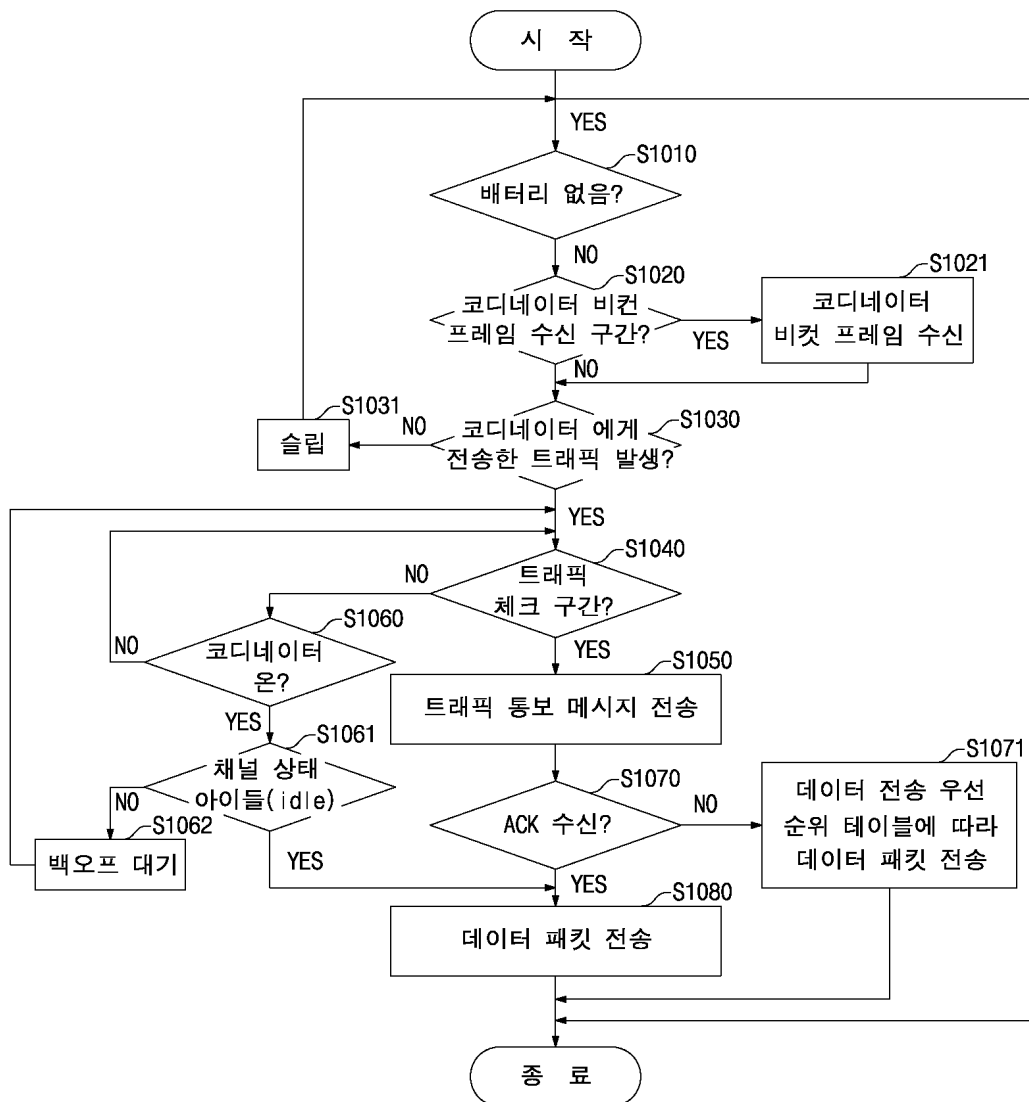
도면8



도면9



도면10



도면11

