(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0080691
(43) 공개일자 2009년07월27일

(51) Int. Cl.
H04B 7/24 (2006.01) *H04L 12/28* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0006591
(22) 출원일자 2008년01월22일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제캠퍼스내
(72) 발명자
김의직
경기 수원시 권선구 곡반정동 503-6 302호
김선기
서울 송파구 오륜동 올림픽선수촌아파트 104동 804호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
윤동열

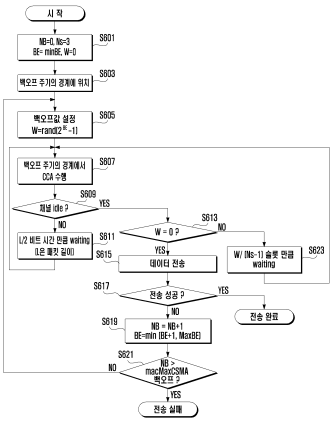
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 무선 센서 네트워크의 단말 및 그의 데이터 전송 방법

(57) 요 약

본 발명은 무선 센서 네트워크의 단말 및 그의 데이터 전송 방법에 관한 것으로, 데이터 생성 시, 캐리어 센싱(carrier sensing) 횟수인 Ns와 백오프 값인 W를 설정하고, 채널 유휴 상태를 확인하는 과정과, 채널 유휴 시 W가 0인지 여부를 확인하는 과정과, W가 0이면 생성된 데이터를 전송하고, W가 0이 아니면, W/(Ns-1)슬롯 만큼의 시간동안 기다린 뒤 채널 유휴 상태 확인 과정으로 복귀하는 과정을 포함한다. 본 발명에 따르면, 종래 기술인 IEEE 802.11의 채널 접속 우수성과 IEEE 802.15.4의 에너지 효율성을 살릴 수 있다. 즉, 본 발명은 IEEE 802.11보다 적은 캐리어 센싱을 수행하고 IEEE 802.15.4에서 채널 접속에 소비되는 시간을 줄임으로서 채널 접속 효율이 상승되고, 에너지 절감을 극대화할 수 있다.

대 표 도 - 도6



(72) 발명자

최효현

서울 서초구 서초2동 1357-31 2층 201호

김정근

경기 용인시 기흥구 서천동 1번지 경희대학교수원캠퍼스

특허청구의 범위

청구항 1

네트워크 조정자와 복수 개의 네트워크 디바이스들로 구성되는 무선 센서 네트워크에서의 데이터 전송 방법에 있어서,

데이터 생성 시, 캐리어 센싱(carrier sensing) 횟수인 Ns와 백오프 값인 W를 설정하고, 채널 유휴 상태를 확인하는 과정과,

상기 채널 유휴 시, 상기 W가 0인지 여부를 확인하는 과정과,

상기 W가 0이면, 상기 생성된 데이터를 전송하고, 상기 W가 0이 아니면, W/(Ns-1) 슬롯만큼의 시간동안 기다린 뒤, 상기 채널 유휴 상태 확인 과정으로 복귀하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 단말의 데이터 전송 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 전송 또는 복귀 과정은,

상기 W가 0이면, 백오프 주기의 경계에서 채널 유휴 상태를 재확인하는 과정과,

상기 채널 유휴 시, 상기 생성된 데이터를 전송하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 단말의 데이터 전송 방법.

청구항 3

제1 항 또는 제2 항에 있어서, 상기 백오프 값은,

0에서 $(2^{BE}-1)$ 범위 내에서 임의의 정수를 선택하여 설정되고, 상기 BE는 백오프 지수값인 것을 특징으로 하는 단말의 데이터 전송 방법.

청구항 4

제3 항에 있어서, 상기 W의 0 여부 확인 과정은,

상기 채널이 유휴하지 않으면, 상기 백오프 주기를 L/2 비트 시간으로 설정한 뒤, 상기 채널 유휴 상태 확인 과정으로 복귀하는 과정을 더 포함하고,

상기 L은 상기 생성된 데이터 패킷의 길이인 것을 특징으로 하는 단말의 데이터 전송 방법.

청구항 5

제1 항에 있어서, 상기 전송 또는 복귀 과정은,

상기 생성된 데이터 전송 시, 상기 전송이 실패하면, 상기 백오프 지수값을 두 배로 증가시키는 과정을 더 포함하고,

상기 두 배로 증가된 백오프 지수값은 설정된 값에 도달하면, 더 이상 증가시키지 않고, 동일한 값을 사용하는 것을 특징으로 하는 단말의 데이터 전송 방법.

청구항 6

제2 항에 있어서, 상기 전송 또는 복귀 과정은,

상기 채널 유휴 재확인 시, 상기 채널이 유휴하지 않으면, 상기 백오프 지수값을 두 배로 증가시키는 과정을 더 포함하고,

상기 두 배로 증가된 백오프 지수값은 설정된 값에 도달하면, 더 이상 증가시키지 않고, 동일한 값을 사용하는 것을 특징으로 하는 단말의 데이터 전송 방법.

청구항 7

네트워크 조정자와 복수 개의 네트워크 디바이스들을 포함하는 무선 센서 네트워크의 단말에 있어서,

생성된 데이터를 저장하는 메모리부와,

상기 데이터 생성 시, 캐리어 센싱 횟수인 Ns와 백오프 값인 W를 설정하고, 채널 유휴 상태를 확인하여 상기 채널 유휴 시, 상기 W가 0인지 여부를 확인하며, 상기 W가 0이면 상기 생성된 데이터를 전송하고, 상기 W가 0이 아니면 W/(Ns-1) 슬롯만큼의 시간동안 기다린 뒤 상기 채널 유휴 상태 확인하는 제어부와,

상기 데이터를 송수신하는 무선 통신부를 포함하는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 8

제7 항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 W가 0이면, 백오프 주기의 경계에서 채널 유휴 상태를 재확인하고, 상기 채널 유휴 시, 상기 생성된 데이터를 전송하는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 9

제7 항 또는 제8 항에 있어서, 상기 백오프 값은,

0에서 $(2^{BE}-1)$ 범위 내에서 임의의 정수를 선택하여 설정되고, 상기 BE는 백오프 지수값인 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 10

제9 항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 채널 유휴 상태 확인 시, 상기 채널이 유휴하지 않으면, 상기 백오프 주기를 L/2 비트 시간으로 설정한 뒤, 상기 채널 유휴 상태 확인 과정으로 복귀하고, 상기 L은 상기 생성된 데이터의 길이인 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 11

제7 항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 생성된 데이터 전송 시, 상기 전송이 실패하면, 상기 백오프 지수값을 두 배로 증가시키고, 상기 두 배로 증가된 백오프 지수값은 설정된 값에 도달하면, 더 이상 증가시키지 않고, 동일한 값을 사용하는 것을 특징으로 하는 단말.

청구항 12

제8 항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 채널 유휴 재확인 시, 상기 채널이 유휴하지 않으면, 상기 백오프 지수값을 두 배로 증가시키고, 상기 두 배로 증가된 백오프 지수값은 설정된 값에 도달하면, 더 이상 증가시키지 않고, 동일한 값을 사용하는 것을 특징으로 하는 단말.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 무선 센서 네트워크의 단말 및 그의 데이터 전송 방법에 관한 것으로, 특히 백오프 주기 동안에 설정된 횟수의 캐리어 센싱을 수행함으로써 채널 접속 효율이 상승되고, 에너지 절감을 극대화할 수 있는 무선 센서 네트워크의 단말 및 그의 데이터 전송 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 일반적으로 무선 센서 네트워크 기술은 인식 거리에 따라 크게 무선랜(WLAN; Wireless Local Area Network;

WLAN) 기술과 무선 사설망(Wireless Personal Area Network; WPAN) 기술로 구분된다. 이 때 무선랜은 IEEE 802.11에 기반한 기술로서, 반경 100m 내외에서 기간망에 접속할 수 있는 기술이다. 그리고 무선 사설망은 IEEE 802.15에 기반한 기술로서, 블루투스(Bluetooth), 지그비(ZigBee), 초광대역 통신(Ultra Wide Band; UWB) 등이 있다. 이러한 무선 센서 네트워크 기술이 구현되는 무선 센서 네트워크는 다수개의 통신 단말기들로 이루어진다. 이 때 다수개의 통신 단말기들은 단일 채널(channel)을 이용하여 액티브 구간(ACTIVE)에서 통신을 수행한다. 즉 통신 단말기들은 실시간으로 패킷을 수집하고, 액티브 구간에서 수집된 패킷을 전송한다.

<3> 그런데, IEEE 802.11에 기반한 WLAN의 경우, 단말은 채널의 유휴(idle) 상태 확인을 위하여 계속해서 캐리어 센싱을 수행한다. 즉, 단말은 다른 단말에서 데이터를 전송하여 채널이 유휴하지 않으면, 유휴한 상태가 될 때까지 계속해서 캐리어 센싱을 수행한다. 여기서, 캐리어 센싱이란, CCA(Clear Channel Assessment; 빈 채널 평가)를 통한 반송파(carrier) 감지로서, 채널의 유휴 상태 여부를 확인할 수 있다. 이로 인해, IEEE 802.11에 기반한 WLAN은 채널 접속의 효율성은 좋지만, 에너지 효율성 측면에서는 문제가 있다.

<4> 그리고 IEEE 802.15.4에 기반한 WPAN의 경우, 단말은 백오프의 마지막에 한 번 캐리어 센싱을 수행한다. 단말은 채널이 유휴하지 않으면, 경쟁 윈도우(contention window)를 2 배로 증가시켜 백오프를 설정한 뒤, 캐리어 센싱을 수행한다. 즉, 단말은 액티브 구간에 경쟁 윈도우를 설정한 다음, 해당 경쟁 윈도우에서 수집한 패킷의 전송을 시도한다. 즉 통신 단말기는 해당 경쟁 윈도우에서 채널이 유휴하면, 수집된 패킷을 전송한다. 그리고 단말은 해당 경쟁 윈도우에서 채널이 유휴하지 않거나, 패킷의 전송이 실패하면, 경쟁 윈도우보다 지수적으로 확장된 사이즈의 다른 경쟁 윈도우를 추가하여 설정한 다음, 수집 패킷의 전송을 재시도한다.

<5> 이로 인해, IEEE 802.15.4에 기반한 WPAN은 IEEE 802.11에 기반한 WLAN에서의 연속적인 캐리어 센싱이 수행되지 않는다는 점에서 WLAN보다 에너지 절감의 효과가 있다. 그러나, 채널의 유휴 시점을 정확히 알 수 없다는 점과 다른 단말의 채널 사용만으로 경쟁 윈도우의 사이즈를 기하급수적으로 확장하는 보수적인 특성 때문에 단말에서 채널을 사용하는데 효율성이 저하되는 문제가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<6> 따라서, 본 발명의 목적은 IEEE 802.11에 기반한 WLAN에서와 같은 계속적인 물리적 센싱으로 인한 에너지 효율 저하에 대한 문제점을 해결할 수 있는 무선 센서 네트워크의 단말 및 그의 데이터 전송 방법을 제공하는 데 있다.

<7> 본 발명의 다른 목적은 IEEE 802.15.4에 기반한 WPAN에서와 같은 데이터 전송을 위해 소비되는 시간을 절감시켜 비효율적 채널 접속에 대한 문제점을 해결할 수 있는 무선 센서 네트워크의 단말 및 그의 데이터 전송 방법을 제공하는 데 있다.

<8> 본 발명의 또 다른 목적은 IEEE 802.11에 기반한 WLAN에서의 채널 접속 우수성과 IEEE 802.15.4에 기반한 WPAN에서의 에너지 효율성을 살릴 수 있는 무선 센서 네트워크의 단말 및 그의 데이터 전송 방법을 제공하는 데 있다.

과제 해결수단

<9> 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은 네트워크 조정자와 복수 개의 네트워크 디바이스들로 구성되는 근거리 무선 네트워크에서의 채널 접속 방법으로서, 데이터 생성 시, 캐리어 센싱(carrier sensing) 횟수인 Ns와 백오프 값인 W를 설정하고, 채널 유휴 상태를 확인하는 과정과, 상기 채널 유휴 시, 상기 W가 0인지 여부를 확인하는 과정과, 상기 W가 0이면, 상기 생성된 데이터를 전송하고, 상기 W가 0이 아니면, W/(Ns-1) 슬롯만큼의 시간동안 기다린 뒤, 상기 채널 유휴 상태 확인 과정으로 복귀하는 과정을 포함한다.

<10> 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 다른 발명은 네트워크 조정자와 복수 개의 네트워크 디바이스들을 포함하는 무선 센서 네트워크의 단말로서, 생성된 데이터를 저장하는 메모리부와, 상기 데이터 생성 시, 캐리어 센싱 횟수인 Ns와 백오프 값인 W를 설정하고, 채널 유휴 상태를 확인하여 상기 채널 유휴 시, 상기 W가 0인지 여부를 확인하며, 상기 W가 0이면 상기 생성된 데이터를 전송하고, 상기 W가 0이 아니면 W/(Ns-1) 슬롯만큼의 시간동안 기다린 뒤 상기 채널 유휴 상태 확인하는 제어부와, 상기 데이터를 송수신하는 무선 통신부를 포함한다.

효 과

<11> 본 발명에 따르면, 종래 기술인 IEEE 802.11의 채널 접속 우수성과 IEEE 802.15.4의 에너지 효율성을 살릴 수 있다.

<12> 즉, 본 발명은 IEEE 802.11보다 적은 캐리어 센싱을 수행하고 IEEE 802.15.4에서 소비되는 시간을 줄임으로서 채널 접속 효율이 상승되고, 에너지 절감을 극대화할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<13> 이하, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

<14> 실시예를 설명함에 있어서 본 발명이 속하는 기술 분야에 익히 알려져 있고 본 발명과 직접적으로 관련이 없는 기술 내용에 대해서는 설명을 생략한다. 이는 불필요한 설명을 생략함으로써 본 발명의 요지를 흐리지 않고 더욱 명확히 전달하기 위함이다.

<15> 마찬가지 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 개략적으로 도시되었다. 또한, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다.

실 시 예

<16> 도 1은 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크를 개략적으로 나타낸 도면이다.

<17> 도 1을 참조하면, 무선 센서 네트워크(500)는 하나의 네트워크 조정자(network coordinator; 100)와 복수 개의 네트워크 디바이스(network device; 200)들로 구성된다.

<18> 무선 센서 네트워크(500)는 본 실시예에 따라 조정자 역할을 하는 무선 센서 네트워크 장치가 존재하는 네트워크 형태로서, 네트워크 조정자(100)를 중심으로 독립된 단일의 무선 센서 네트워크(500)를 형성한다. 일정한 공간 내에 다수의 무선 센서 네트워크가 존재하는 경우에 각각의 무선 센서 네트워크는 다른 무선 센서 네트워크와 구별하기 위하여 고유한 식별 정보를 갖게된다. 무선 센서 네트워크(500)에서 네트워크 조정자(100)와 네트워크 디바이스들(200)은 단일 채널(channel)을 통해 통신을 수행한다.

<19> 무선 센서 네트워크(500)의 예시적인 프로토콜로서는, 블루투스(Bluetooth), UWB(IEEE 802.15.3), ZigBee(IEEE 802.15.4) 등이 있으며, 이들은 표준화 단계를 거쳤거나 표준화 과정에 있다. 본 명세서에서는 이러한 무선 센서 네트워크(500)의 하나인 IEEE 802.15.4를 기반으로 설명하겠으나, 이는 본 발명의 일 실시예에 불과하며 이에 한정되는 것은 아니다.

<20> 무선 센서 네트워크(500)는 도 1에 도시된 바와 같이, 하나의 네트워크 조정자(100)를 구비하거나, 다수개의 네트워크 조정자(100)들을 구비하고, 네트워크 조정자(100)들이 계층적으로 연결되는 구조로 구현될 수 있다. 여기서, 하위 계층의 네트워크 조정자(100)는 상위 계층의 네트워크 조정자(100)에 대하여 네트워크 디바이스(200)로서 동작할 수 있다. 이 때, 단말(100, 200)들은 수퍼 프레임(Superframe)을 단위로 통신을 수행한다.

<21> 네트워크 조정자(100)는 지정된 장치이거나, 네트워크 조정자로서 기능하도록 선택된 네트워크 디바이스들 중 하나의 네트워크 디바이스일 수 있다. 네트워크 조정자(100)는 무선 센서 네트워크(500) 내의 각종 제어를 통해 통신이 이루어지도록 하고, 각 네트워크 디바이스(200)들은 네트워크 조정자(100)의 제어 정보를 받아 통신에 필요한 정보를 얻는다. 각 네트워크 디바이스(200)들은 기본적으로 네트워크 조정자(100)와의 통신을 실시한다.

<22> 네트워크 조정자(100)는 주기적으로 비콘(Beacon) 메시지를 방사한다. 네트워크 조정자(100)는 특정 데이터를 해당 무선 센서 네트워크(500)의 단말(200)들로 전송할 수 있다. 네트워크 디바이스(200)들은 비콘 메시지 수신시, 각각 해당 무선 센서 네트워크(500)의 네트워크 조정자(100)와 통신을 수행한다. 이 때 동일한 무선 센서 네트워크(500)의 네트워크 디바이스(200)들은 단일 채널을 이용해야 하기 때문에, 상호 경쟁을 통해 채널을 선점해야 한다. 그리고 채널을 선점하면, 네트워크 디바이스(200)는 데이터를 네트워크 조정자(100)로 전송할 수 있다.

<23> 이와 같이, 무선 센서 네트워크(500)에서 통신을 수행하는 기본 단위를 의미하는 수퍼 프레임을 도 2를 참조하여 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다. 도 2는 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크에서 사용되는 신호 프레임의 구조를 도시하는 구조도이다.

<24> 도 2를 참조하면, 수퍼 프레임은 다수개의 비콘 구간(Beacon Interval; 210)으로 이루어진다. 이러한 비콘 구간(210)은 연속된 비콘 메시지(220)들 사이의 시간으로 정의된다. 비콘 구간(210)은 액티브(ACTIVE) 구간(230)을

포함한다. 그리고 비콘 구간(210)은 인액티브(INACTIVE) 구간(240)을 더 포함할 수 있다. 이 때, 액티브 구간(230)에서 단말(100, 200)들은 온(on) 상태, 즉 활성 상태로 전환될 수 있으며, 채널을 통해 접속하여 패킷을 송수신할 수 있다. 그리고 인액티브 구간(240)에서 단말(100, 200)들은 배터리 전력을 절약하기 위하여, 오프(off) 상태, 즉 비활성 상태 또는 저전력 상태로 전환되며, 일부 또는 모든 동작을 중단한다. 이 때, 액티브 구간(230)과 인액티브 구간(240)의 길이는 네트워크 조정자(100)에 의해 결정되며, 비콘 메시지(220)를 통해 네트워크 디바이스(200)들로 통보된다. 즉, 네트워크 조정자(100)는 비콘 메시지(220)를 통해 액티브 구간(230)의 시점 및 종점을 통보한다.

<25> 액티브 구간(230)은 경쟁 접근 구간(Contention Access Period; CAP; 231) 및 경쟁 회피 구간(Contention Free Period; CFP; 233)으로 구분된다. 경쟁 접근 구간(231)에서, 단말(100, 200)은 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance) 기법을 이용하여 동일 계층의 다른 단말(100, 200)과 경쟁한다. 즉, 단말(100, 200)은 채널을 선점하기 위하여, 경쟁 접근 구간(231)에 경쟁 윈도우를 설정하고, 해당 경쟁 윈도우에서 동일 계층의 다른 단말(100, 200)과 경쟁한다. 그리고 채널 선점 시, 단말(100, 200)은 데이터를 수신 단말(100, 200)로 전송한다. 경쟁 회피 구간(233)에서, 단말(100, 200)은 보증 시간 슬롯(Guaranteed Time Slot; GTS) 기법을 이용하여 채널에 접근한다.

<26> 이하, 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크의 단말 구조에 대하여 설명한다. 도 3은 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크의 단말의 구조를 개략적으로 나타낸 블록도이다.

<27> 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크의 단말(100, 200)은 무선 통신부(310), 제어부(320) 및 메모리(330)를 포함한다.

<28> 무선 통신부(310)는 단말(100, 200)의 무선 통신 기능을 수행한다. 무선 통신부(310)는 송신되는 신호의 주파수를 상승 변환 및 증폭하는 RF송신기와, 수신되는 신호를 잡음 증폭하고 주파수를 하강 변환하는 RF수신기 등을 포함한다.

<29> 제어부(320)는 단말(100, 200)의 전반적인 동작을 제어하는 기능을 수행한다. 그리고 제어부(320)는 송신되는 신호를 부호화 및 변조하는 송신기와 수신되는 신호를 복조 및 복호화하는 수신기 등을 구비하는 데이터 처리부를 포함한다. 이러한 데이터 처리부는 모뎀(MODEM) 및 코덱(CODEC)으로 구성될 수 있다.

<30> 제어부(320)는 본 발명에 따라 무선 통신부(310)를 이용하여 실시간으로 데이터를 수집 및 생성한다. 제어부(320)는 무선 통신부(310)를 통해 비콘 메시지를 수신하고, 생성된 데이터를 전송하고자 할 때, 먼저 NB, Ns, CW, BE, W 등을 설정한다. 여기서, NB는 CSMA/CA 알고리즘에서 현재 전송을 수행하면서 시도된 백오프의 횟수이다. NB는 최초 시도 시, 일반적으로 0으로 설정된다. Ns는 백오프 기간 동안의 캐리어 센싱 횟수이다. CW는 경쟁 윈도우(contention window)로서, 단말이 데이터를 전송하기 위하여 액티브 구간에서 설정하는 랜덤 지연시간의 최대값을 의미한다. 이 때 CW는 일정한 시간 간격으로 이루어지는 다수개의 타임 슬롯(time slot)들을 포함한다. 이는 IEEE 802.11에서 정의하는 경쟁 윈도우의 정의로서, 본 발명에서는 IEEE 802.15.4에서 사용되는 CW의 정의를 사용한다. 즉, IEEE 802.15.4에서 CW는 데이터의 전송 시작 전에 채널이 유휴한 것으로 판단되는 기간에서의 백오프 주기 횟수를 의미하는 것으로서, 최초 시도 시, 일반적으로 2로 정의된다. 즉, CW가 2로 정의된 경우, 단말(100, 200)은 CW가 0일 때 데이터를 전송하는 것으로서, 슬롯을 2 번 체크해본 뒤에 데이터를 전송하게 된다. BE는 백오프 지수로서, 최초 시도 시, 최소값(BE=minBE), 예컨대 0으로 정의된다. W는 백오프 값으로서, 최초 시도 시, 0으로 정의되고, 전송 시도가 반복되면서 균등하게 분포된 0과 $(2^{BE}-1)$ 사이의 정수로 설정된다.

<31> 제어부(320)는 NB, CW, BE, W, Ns가 초기값으로 설정되면, 백오프 값인 W를 설정한다. W는 0과 $(2^{BE}-1)$ 범위 내에서 임의의 수를 선택하여 설정된다. 제어부(320)는 백오프 값이 설정되면, 백오프 주기의 경계에서 CCA를 수행한다. 여기서, CCA는 빈 채널 평가(Clear Channel Assessment)로서, 반송파(carrier)의 감지 여부로부터 채널의 사용 여부를 확인한다. 즉, 채널의 유휴 여부를 확인할 수 있다.

<32> 채널 유휴 시, 제어부(320)는 백오프 값이 0이 될 때까지 기다린 뒤에 생성된 데이터를 전송한다. 여기서, 제어부(320)는 백오프 값이 0이 아니면, W/2 만큼의 시간동안 기다리거나, W/(Ns-1) 만큼의 시간동안 기다린 뒤에 백오프 값이 0이 되면, 생성된 데이터를 전송한다. 즉, 제어부(320)는 백오프 값의 1/2 또는 1/(Ns-1) 만큼에 해당하는 시간마다 채널이 유휴한지를 확인한다. 여기서, Ns가 커져서, 여러 번의 캐리어 센싱이 이루어지는 경우, 본 발명은 전술한 IEEE 802.11과 유사하게 연속적인 캐리어 센싱이 이루어지게 된다. 그러나, 본 발명에서는 연속적인 캐리어 센싱으로 인한 에너지 효율성 저하 문제를 해결하기 위하여, Ns가 2 또는 3인 경우를 예로

들어 설명한다. 한편, 제어부(320)는 W가 0이 되는 시점에서 데이터를 바로 전송하는 것이 아니라, CCA를 한 번 더 수행한 뒤, 채널이 유휴할 때 데이터를 전송할 수도 있다.

<33> 제어부(320)는 CCA를 통해 채널이 유휴하지 않음이 확인되면, 백오프 주기를 L/2로 설정한다. 여기서, L은 전송하고자 하는 데이터의 길이, 즉 패킷의 길이이다. 패킷 길이가 가변적인 경우는 패킷 길이의 평균값을 L로 설정할 수 있다. 즉, 제어부(430)는 패킷 길이의 절반에 해당하는 시간 뒤에 현재 채널이 유휴 상태를 확인한다. 여기서, 백오프 주기를 L/3, L/4 등으로 설정할 경우, 여러 번의 캐리어 센싱이 이루어지므로, 본 발명은 전술한 IEEE 802.11과 유사하게 연속적인 캐리어 센싱이 이루어지게 된다. 그러나, 본 발명에서는 연속적인 캐리어 센싱으로 인한 에너지 효율성 저하 문제를 해결하기 위하여, 백오프 주기를 L/2로 설정한 것을 예로 들어 설명한다.

<34> 제어부(320)는 W가 0이 되는 시점에서 CCA를 한 번 더 수행 시, 채널이 유휴하지 않거나, 데이터 전송 후에 데이터의 전송이 성공하지 못한 경우, BE 값을 1 증가시킨다. 즉, 백오프 값을 지수적으로 확장시킨다. 여기서, BE 값이 최대값을 초과하면, 단말(100, 200)은 패킷 전송에 실패하게 된다. 따라서, BE 값을 무한대로 증가시키는 것이 아니라, BE 증가의 한계를 설정한다. 즉, MaxBE를 설정한다. 본 실시예는 BE의 증가값에 한계를 두는 것을 예로 들어 설명하지만, 이에 한정되는 것은 아니고, 무한대로 증가될 수도 있다. 그리고 제어부(320)는 NB의 횟수에도 한계를 설정한다. 즉, NB의 한계를 macMAXCSMA 백오프로 설정하여, 이를 초과할 시, 단말(100, 200)은 패킷 전송에 실패하게 된다.

<35> 메모리부(330)는 프로그램 메모리 및 데이터 메모리들로 구성된다. 프로그램 메모리는 단말(100, 200)의 동작 프로그램 및 본 발명의 실시예에 따라 무선 센서 네트워크에서 통신하기 위한 프로그램을 저장한다. 데이터 메모리는 프로그램 수행 중에 발생되는 데이터를 저장한다. 메모리부(330)는 본 발명에 따라 제어부(320)의 제어하에, 실시간으로 생성되는 데이터를 저장한다. 메모리부(330)는 단말(100, 200)에서 설정된 백오프 값인 W, 캐리어 센싱 횟수인 Ns, NB, CW, BE의 초기값, BE의 한계값인 MaxBE와 NB의 한계값인 macMAXCSMA 백오프 값을 저장한다.

<36> 이하, 본 발명의 제1 실시예에 따른 무선 센서 네트워크에서의 단말의 데이터 전송 방법에 대하여 설명한다. 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 단말의 데이터 전송 방법을 개략적으로 나타낸 흐름도이다.

<37> 도 4를 참조하여, 본 발명의 제1 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 단말의 데이터 전송 방법을 살펴보면, 비콘 메시지 수신 시, 제어부(320)가 먼저 NB, CW, BE, W의 초기값을 설정한다(S401). 제어부(320)는 NB=0, CW=2, BE=minBE, W=0으로 각각의 초기값을 설정한다.

<38> 이어서, 제어부(320)는 백오프의 시작을 위한 경계점을 찾는다(S403).

<39> 다음으로, 제어부(320)는 백오프 값인 W를 설정한다(S405). W는 0에서 $(2^{BE}-1)$까지의 범위 내에서 임의의 정수를 선택하여 설정된다. 여기서, BE는 전술한 바와 같이, 백오프 지수로서, 최초에는 일반적으로 0으로 설정된다. 실제 백오프 과정을 통해서 기다리는 시간은 W값과 한 슬롯에 해당하는 시간 단위의 곱에 해당한다.

<40> 이어서, 제어부(320)는 백오프 주기의 경계에서 CCA를 수행한다(S407). 제어부(320)는 채널을 사용할 수 있는지 여부를 확인하기 위하여 CCA를 수행하고, 이 때 제어부(320)는 경쟁 윈도우의 선택된 타임 슬롯의 단에서 채널 사용의 가능 여부를 판단할 수 있으므로 백오프 주기의 경계에서 이를 수행한다.

<41> 다음으로, 제어부(320)는 CCA의 결과로부터 채널의 유휴 여부를 확인한다(S409). 채널이 유휴하지 않으면, 제어부(320)는 백오프 주기를 L/2 비트 시간으로 설정하고(S411) 그 시간만큼 기다린 후, 전술한 S407 과정으로 복귀한다. 여기서, 비트 시간은 한 비트를 보내는 데 걸리는 시간에 해당한다. 유의할 것은 L/2 비트 시간만큼 기다리지만, 이 값을 W에 설정하는 것이 아니므로 이전의 W 값은 그대로 유지된다. L은 전송하고자 하는 패킷의 길이이다. 제어부(430)는 패킷 길이의 절반에 해당하는 시간 뒤에 현재 채널이 유휴 상태를 확인한다. 여기서, 백오프 주기를 L/2 비트 시간으로 설정한 것은 한 예로서, 이러한 형태에 한정되는 것은 아니다.

<42> 한편, 전술한 S409 과정에서 채널 유휴 시, 제어부(320)는 W/2 슬롯 만큼 기다린 뒤에(S413), W가 0인지 여부를 확인한다(S415). CCA를 수행한 시점에 채널이 유휴 상태이더라도, 다른 단말로부터 패킷 전송이 곧바로 수행될 수도 있으므로, 제어부(320)는 W/2 슬롯 만큼의 시간 동안 기다린다. W가 0이 아니면, 제어부(320)는 전술한 S407 과정으로 복귀한다. 즉, 제어부(320)는 백오프 값의 1/2에 해당하는 슬롯 시간마다 채널의 유휴 상태 여부를 확인하게 된다. 여기서, 1/2라는 값은 한 예로서, 이러한 형태에 한정되는 것은 아니다.

<43> 한편, 전술한 S415 과정에서 W가 0이면, 제어부(320)는 백오프 주기의 경계에서 다시 CCA를 수행한다(S417). 그 후에 제어부(320)는 채널의 유휴 상태를 확인하고(S419), 채널이 유휴하면 CW를 1회 감소시킨다(S425). 즉, 제어부(320)는 CW=CW-1을 수행한다. CW는 전술한 S401 과정에서 초기값을 2로 설정하였으므로, 본 과정을 통해 CW는 1이 된다.

<44> 이어서, 제어부(320)는 CW가 0인지 여부를 확인하고(S427), CW가 0이 아니면, 전술한 S417 과정으로 복귀한다. 한편, CW가 0이면, 제어부(320)는 데이터를 전송하여, 전송을 완료시킨다. 즉, CW가 2로 정의된 경우, 제어부(320)는 슬롯을 2 번 체크해본 뒤에 데이터를 전송하게 된다.

<45> 한편, 전술한 S419 과정에서 채널이 유휴하지 않으면, 제어부(320)는 CW의 값은 초기값으로 유지하고, NB는 1회 증가시키며, BE는 1 증가시킨다(S421). 여기서, BE 값은 무한대로 증가되지 않고, BE 증가의 한계(MaxBE)가 설정되어 있다.

<46> 다음으로, 제어부(320)는 재설정된 NB의 값이 한계값을 초과하였는지 여부를 확인한다(S423). 제어부(320)는 NB>macMAXCSMA 백오프를 확인한다. NB가 한계값을 초과한 경우, 데이터 전송이 실패된다. 한편, NB가 한계값을 초과하지 않은 경우, 제어부(320)는 전술한 S405 과정으로 복귀한다.

<47> 이하, 본 발명의 제2 실시예에 따른 무선 센서 네트워크에서의 단말의 데이터 전송 방법에 대하여 설명한다. 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 단말의 데이터 전송 방법을 개략적으로 나타낸 흐름도이다.

<48> 도 5를 참조하여, 본 발명의 제2 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 단말의 데이터 전송 방법을 살펴보면, 비콘 메시지 수신 시, 제어부(320)가 먼저 NB, BE, W의 초기값을 설정한다(S501). 제어부(320)는 NB=0, BE=minBE, W=0으로 각각의 초기값을 설정한다.

<49> 이어서, 제어부(320)는 백오프 주기의 경계에 위치한다(S503). 제어부(320)는 백오프의 시작을 위한 경계점을 찾는다.

<50> 다음으로, 제어부(320) 백오프 값인 W를 설정한다(S505). W는 $(2^{BE}-1)$ 범위 내에서 임의의 수를 선택하여 설정된다. 여기서, BE는 전술한 바와 같이, 백오프 지수로서, 최초에는 일반적으로 0으로 설정된다.

<51> 이어서, 제어부(320)는 백오프 주기의 경계에서 CCA를 수행한다(S507). 제어부(320)는 채널을 사용할 수 있는지 여부를 확인하기 위하여 CCA를 수행하고, 이 때 제어부(320)는 경쟁 윈도우의 선택된 타임 슬롯의 단에서 채널 사용의 가능 여부를 판단할 수 있으므로 백오프 주기의 경계에서 이를 수행한다.

<52> 다음으로, 제어부(320)는 채널의 유휴 여부를 확인한다(S509). 채널이 유휴하지 않으면, 제어부(320)는 백오프 주기를 L/2 비트 시간으로 설정하고(S511), 전술한 S507 과정으로 복귀한다. 여기서, L은 전송하고자 하는 패킷의 길이이다. 제어부(430)는 패킷 길이의 절반에 해당하는 시간 뒤에 현재 채널이 유휴 상태를 확인한다. 여기서, 백오프 주기를 L/2 비트 시간으로 설정한 것은 한 예로서, 이러한 형태에 한정되는 것은 아니다.

<53> 한편, 전술한 S509 과정에서 채널 유휴 시, 제어부(320)는 W가 0인지 여부를 확인한다(S513). W가 0이 아니면, 제어부(320)는 W/2 슬롯만큼 기다린 뒤에(S523), 전술한 S507 과정으로 복귀한다. CCA를 수행한 시점에 채널이 유휴 상태이더라도, 다른 단말로부터 패킷 전송이 곧바로 수행될 수도 있으므로, 제어부(320)는 W가 0이 아니면, W/2 슬롯만큼의 시간 동안 기다린다. 즉, 제어부(320)는 백오프 값의 1/2에 해당하는 시간마다 채널의 유휴 상태 여부를 확인하게 된다. 여기서, 1/2라는 값은 한 예로서, 이러한 형태에 한정되는 것은 아니다.

<54> 한편, 전술한 S513 과정에서 W가 0이면, 제어부(320)는 생성된 데이터를 전송한다(S515). 그 후에, 제어부(320)는 데이터 전송의 성공 여부를 확인하고(S517), 성공 시, 데이터 전송을 완료한다.

<55> 한편, 전술한 S517 과정에서 데이터 전송이 성공하지 않으면, 제어부(320)는 NB를 1회 증가시키고, BE를 1 증가시킨다(S519). 여기서, BE 값은 무한대로 증가되지 않고, BE 증가의 한계(MaxBE)가 설정되어 있다.

<56> 다음으로, 제어부(320)는 재설정된 NB의 값이 한계값을 초과하였는지 여부를 확인한다(S521). 제어부(320)는 NB>macMAXCSMA 백오프를 확인한다. NB가 한계값을 초과한 경우, 데이터 전송이 실패된다. 한편, NB가 한계값을 초과하지 않은 경우, 제어부(320)는 전술한 S505 과정으로 복귀한다.

<57> 이하, 본 발명의 제3 실시예에 따른 무선 센서 네트워크에서의 단말의 데이터 전송 방법에 대하여 설명한다. 본 실시예에 따른 단말의 데이터 전송 방법은 전술한 제1 및 제2 실시예에 따른 단말의 데이터 전송 방법을 일반화

한 것이다. 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 단말의 데이터 전송 방법을 개략적으로 나타낸 흐름도이다.

<58> 도 6을 참조하여, 본 발명의 제3 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 단말의 데이터 전송 방법을 살펴보면, 비콘 메시지 수신 시, 제어부(320)가 먼저 NB, Ns, BE, W의 초기값을 설정한다(S601). 제어부(320)는 NB=0, Ns=3, BE=minBE, W=0으로 각각의 초기값을 설정한다. 여기서, Ns의 초기값이 3인 것을 예로 들어 설명하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

<59> 이어서, 제어부(320)는 백오프 주기의 경계에 위치한다(S603). 제어부(320)는 백오프의 시작을 위한 경계점을 찾는다.

<60> 다음으로, 제어부(320) 백오프 값인 W를 설정한다(S605). W는 $(2^{BE}-1)$ 범위 내에서 임의의 수를 선택하여 설정된다. 여기서, BE는 전술한 바와 같이, 백오프 지수로서, 최초에는 일반적으로 0으로 설정된다.

<61> 이어서, 제어부(320)는 백오프 주기의 경계에서 CCA를 수행한다(S607). 제어부(320)는 채널을 사용할 수 있는지 여부를 확인하기 위하여 CCA를 수행하고, 이 때 제어부(320)는 경쟁 윈도우의 선택된 타임 슬롯의 단에서 채널 사용의 가능 여부를 판단할 수 있으므로 백오프 주기의 경계에서 이를 수행한다.

<62> 다음으로, 제어부(320)는 채널의 유휴 여부를 확인한다(S609). 채널이 유휴하지 않으면, 제어부(320)는 백오프 주기를 L/2 비트 시간으로 설정하고(S611), 전술한 S607 과정으로 복귀한다. 여기서, L은 전송하고자 하는 패킷의 길이이다. 제어부(430)는 패킷 길이의 절반에 해당하는 시간 뒤에 현재 채널이 유휴 상태를 확인한다. 여기서, 백오프 주기를 L/2 비트 시간으로 설정한 것은 한 예로서, 이러한 형태에 한정되는 것은 아니다.

<63> 한편, 전술한 S609 과정에서 채널 유휴 시, 제어부(320)는 W가 0인지 여부를 확인한다(S613). W가 0이 아니면, 제어부(320)는 W/(Ns-1) 슬롯만큼 기다린 뒤에(S623), 전술한 S607 과정으로 복귀한다. CCA를 수행한 시점에 채널이 유휴 상태이더라도, 다른 단말로부터 패킷 전송이 곧바로 수행될 수도 있으므로, 제어부(320)는 W가 0이 아니면, W/(Ns-1) 슬롯만큼의 시간 동안 기다린다. 즉, Ns의 초기값이 3으로 설정되었으므로, 제어부(320)는 백오프 값의 1/3에 해당하는 슬롯 시간마다 채널의 유휴 상태 여부를 확인하게 된다. 여기서, Ns의 값은 변경 가능하다.

<64> 한편, 전술한 S613 과정에서 W가 0이면, 제어부(320)는 생성된 데이터를 전송한다(S615). 그 후에, 제어부(320)는 데이터 전송의 성공 여부를 확인하고(S617), 성공 시, 데이터 전송을 완료한다.

<65> 한편, 전술한 S617 과정에서 데이터 전송이 성공하지 않으면, 제어부(320)는 NB를 1회 증가시키고, BE를 1 증가시킨다(S619). 여기서, BE 값은 무한대로 증가되지 않고, BE 증가의 한계(MaxBE)가 설정되어 있다.

<66> 다음으로, 제어부(320)는 재설정된 NB의 값이 한계값을 초과하였는지 여부를 확인한다(S621). 제어부(320)는 NB>macMAXCSMA 백오프를 확인한다. NB가 한계값을 초과한 경우, 데이터 전송이 실패된다. 한편, NB가 한계값을 초과하지 않은 경우, 제어부(320)는 전술한 S605 과정으로 복귀한다.

<67> 한편, 전술한 S613 과정에서 W가 0인 경우, 제어부(320)가 바로 데이터를 전송하는 것이 아니라, 도 4를 참조하여 설명한 본 발명의 제1 실시예에 따른 단말의 데이터 전송 방법에서와 같이 CCA를 다시 수행할 수도 있다. 즉, 제어부(320)는 S613 과정에서 W가 0인 경우, 도 4의 S417 과정과 S419 과정을 수행한 후에 본 실시예에 따른 S619 과정과 S621 과정을 수행할 수도 있다. 또는 제어부(320)는 S613 과정에서 W가 0인 경우, 도 4의 S417 과정과 S419 과정을 수행한 후에, S425 과정과 S427 과정을 수행할 수도 있다.

<68> 한편, 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크의 단말 및 그의 데이터 전송 방법은 전술한 실시예에 한정되지 않고 본 발명의 기술적 중심 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 이는 본원발명이 속하는 기술 분야에 종사하는 자라면 쉽게 알 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

<69> 도 1은 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크를 개략적으로 나타낸 도면이다.

<70> 도 2는 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크에서 사용되는 신호 프레임의 구조를 도시하는 구조도이다.

<71> 도 3은 본 발명에 따른 무선 센서 네트워크의 단말의 구조를 개략적으로 나타낸 블록도이다.

<72> 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 단말의 데이터 전송 방법을 개략적으로 나타낸 흐름

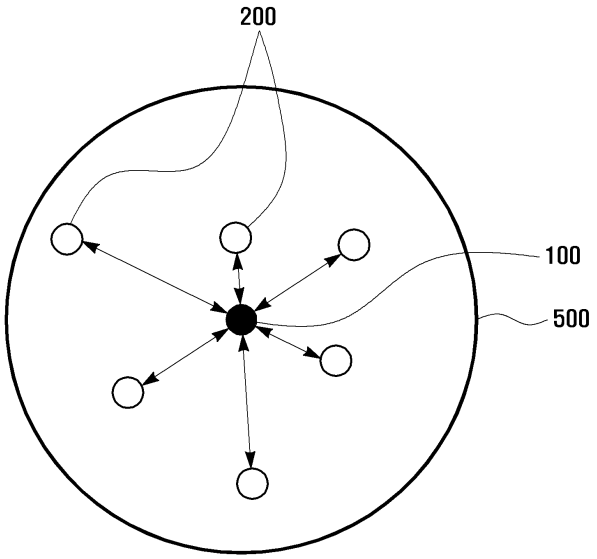
도이다.

<73> 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 단말의 데이터 전송 방법을 개략적으로 나타낸 흐름도이다.

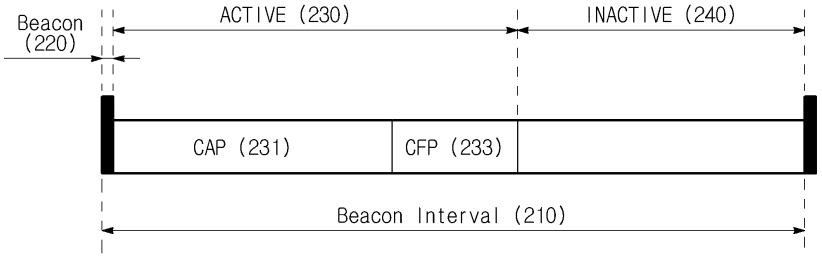
<74> 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 단말의 데이터 전송 방법을 개략적으로 나타낸 흐름도이다.

도면

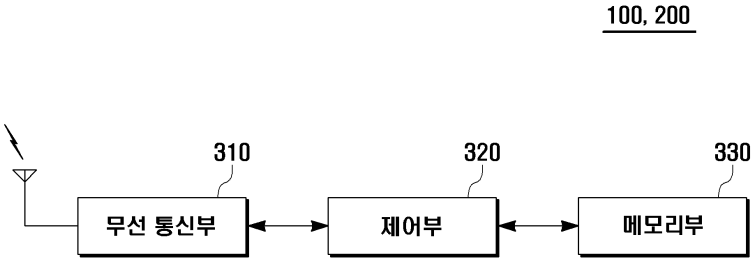
도면1a



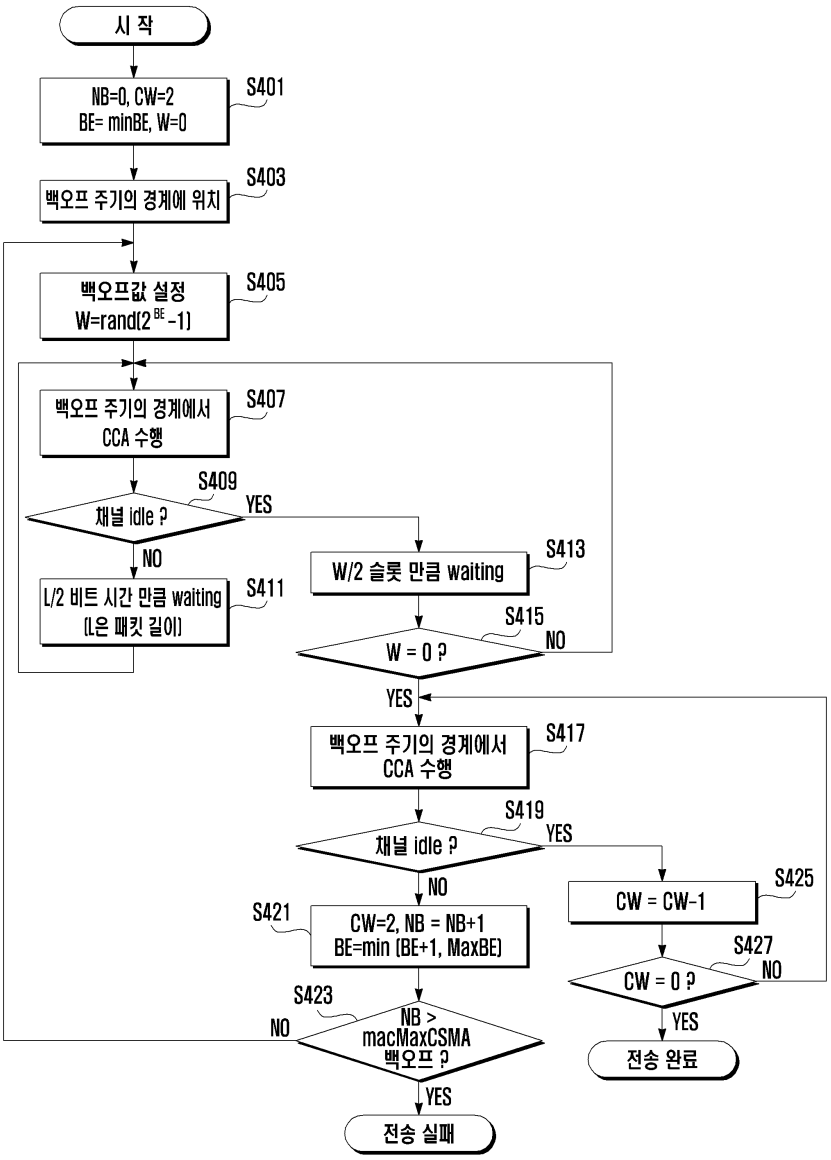
도면2



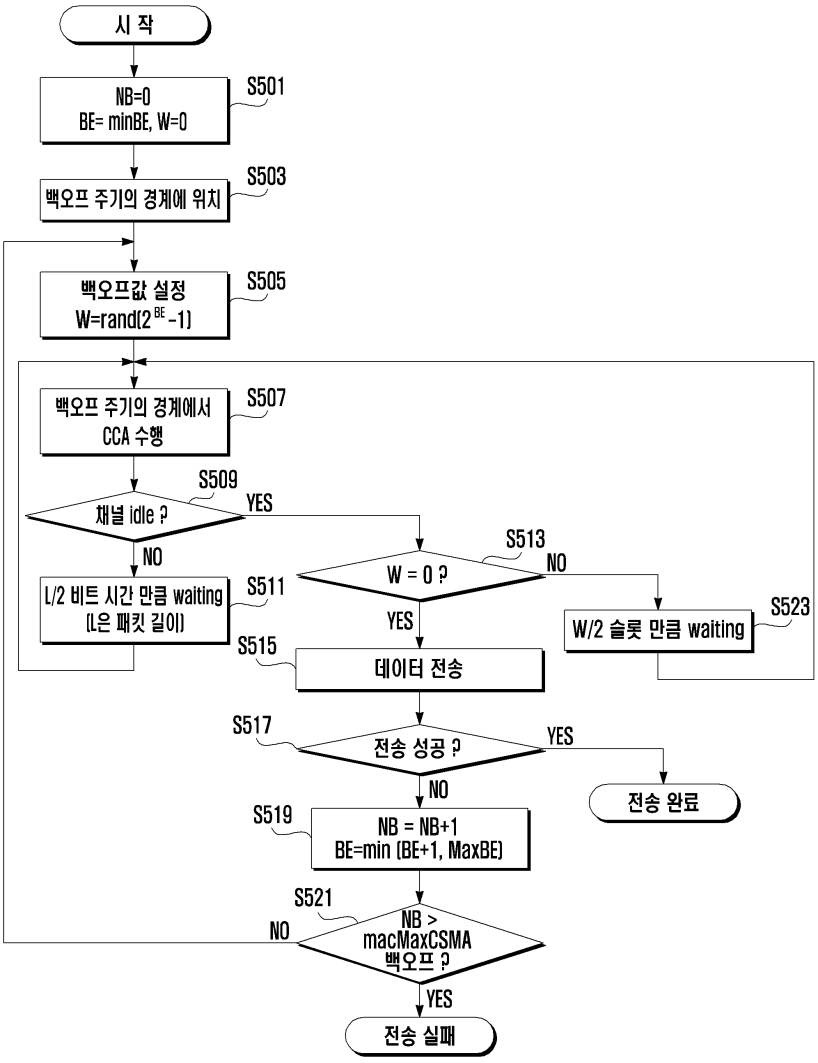
도면3



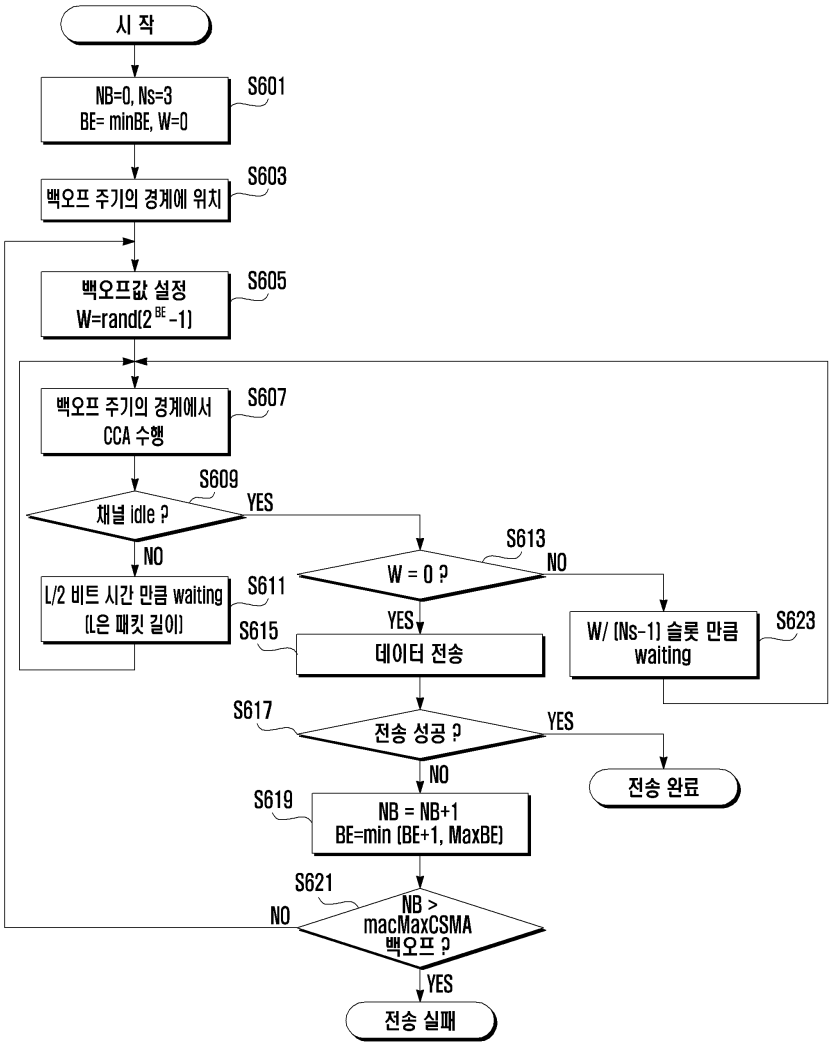
도면4


시 작
NB=0, CW=2
BE= minBE, W=0
S401
백오프 주기의 경계에 위치
S403
백오프값 설정
W=rand(2^BE-1)
S405
백오프 주기의 경계에서
CCA 수행
S407
채널 idle ?
S409
YES
NO
L/2 비트 시간 만큼 waiting
(L은 패킷 길이)
S411
W/2 슬롯 만큼 waiting
S413
W = 0 ?
S415
NO
YES
백오프 주기의 경계에서
CCA 수행
S417
채널 idle ?
S419
YES
NO
CW=2, NB = NB+1
BE=min (BE+1, MaxBE)
S421
CW = CW-1
S425
CW = 0 ?
S427
NO
YES
NB >
macMaxCSMA
백오프 ?
S423
NO
YES
전송 완료
전송 실패

도면5


시 작
NB=0
BE= minBE, W=0
S501
백오프 주기의 경계에 위치
S503
백오프값 설정
W=rand(2^BE-1)
S505
백오프 주기의 경계에서
CCA 수행
S507
채널 idle ?
S509
YES
NO
L/2 비트 시간 만큼 waiting
(1은 패킷 길이)
S511
W = 0 ?
S513
NO
YES
W/2 슬롯 만큼 waiting
S523
데이터 전송
S515
전송 성공 ?
S517
YES
NO
전송 완료
NB = NB+1
BE=min (BE+1, MaxBE)
S519
NB >
macMaxCSMA
백오프 ?
S521
NO
YES
전송 실패

도면6


시 작
NB=0, Ns=3
BE= minBE, W=0
S601
백오프 주기의 경계에 위치
S603
백오프값 설정
W=rand(2^BE-1)
S605
백오프 주기의 경계에서
CCA 수행
S607
채널 idle ?
S609
YES
NO
L/2 비트 시간 만큼 waiting
(L은 패킷 길이)
S611
W = 0 ?
S613
NO
YES
데이터 전송
S615
W/ (Ns-1) 슬롯 만큼
waiting
S623
전송 성공 ?
S617
YES
NO
전송 완료
NB = NB+1
BE=min (BE+1, MaxBE)
S619
NB >
macMaxCSMA
백오프 ?
S621
NO
YES
전송 실패