

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2010년 11월 11일 (11.11.2010)

(10) 국제공개번호
WO 2010/128824 A2

PCT

(51) 국제특허분류:
H04L 12/02 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2010/002921

(22) 국제출원일: 2010년 5월 7일 (07.05.2010)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2009-0040467 2009년 5월 8일 (08.05.2009) KR
61/225,219 2009년 7월 14일 (14.07.2009) US
10-2010-0042989 2010년 5월 7일 (07.05.2010) KR

(71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **한국 전자 통신 연구원 (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) [KR/KR]**; 대전광역시 유성구 가정동 161, 305-350 Daejeon (KR).

(72) 발명자; 겸

(75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **정운철 (JEONG, Wun-Cheol) [KR/KR]**; 대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 304-701, 305-761 Daejeon (KR). **신창섭 (SHIN, Chang-Sub) [KR/KR]**; 대전광역시 유성구 신성동 대림두레아파트 107-1302, 305-720 Daejeon (KR). **이안석 (LEE, Anseok) [KR/KR]**; 대전광역시 유성구 가정동 236-1 번지, 2 동 318 호, 305-350 Daejeon (KR). **주성순 (JOO, Seong-Soon) [KR/KR]**; 대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 129-1108, 305-755 Daejeon (KR). **채종석 (CHAE, Jong-Suk) [KR/KR]**; 대전광역시 유성구 도룡동 391 번지 타운하우스 11 동 201 호, 305-340 Daejeon (KR).

(74) 대리인: **리앤목특허법인 (Y.P.LEE, MOCK & PARTNERS)**; 서울시 서초구 서초동 1575-1, 137-875 Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

(54) Title: OPERATING METHOD FOR A WPAN DEVICE

(54) 발명의 명칭: WPAN 디바이스의 동작 방법

[Fig. 1]

이름 AA	타입 BB	유효 범위 CC
ChannelOffset	정수 DD	0~255
ChannelSequenceRequest	정수 DD	0~1

AA ... Name CC ... Available Range
BB ... Type DD ... Integer

(57) Abstract: Disclosed is an operating method for a device which enables periodic hopping at a certain interval using a channel-hopping sequence for improving the degradation of RF reliability that arises in a channel access scheme based on a single frequency.

(57) 요약서: 단일 주파수 기반 채널 접근 방식에서 야기되는 RF 신뢰성 저하를 개선하기 위하여 채널 호핑 시퀀스를 이용하여 일정한 간격을 주기적으로 호핑할 수 있도록 하는 디바이스의 동작 방법을 개시한다.



WO 2010/128824 A2

명세서

발명의 명칭: WPAN 디바이스의 동작 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 WPAN에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 무선 멀티 홉 환경에서의 디바이스 동작 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 저전력 기반의 무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Network, WSN) 시스템에서 실시간성 및 높은 신뢰성을 요구하는 서비스를 구현하기 위한 MAC(Media Access Control) 기술 중 가장 대표적인 기술로 IEEE 802.15.4 MAC 시스템이 있다. IEEE 802.15.4는 PAN 코디네이터(Personal Area Network Coordinator, PNC)로부터 시작되는 트리 구조로 네트워크를 형성하고, 각 노드는 스케줄링 방법에 따라 독립된 액티브 기간(active duration)을 할당받은 후 해당 액티브 기간 동안 통신을 지원한다.
- [3] 각 노드 자신이 비컨(beacon)을 전송할 경우 이 액티브 기간을 아웃고잉 슈퍼프레임 기간(Outgoing superframe duration, OSD)이라 하고, 트리 구조상 자신의 부모 노드가 비컨을 전송할 경우 이 기간을 인커밍 슈퍼프레임 기간(Incoming Superframe Duration, ISD)이라고 하며, 인접한 노드들의 OSD들은 비컨 충돌을 막기 위해 시간상 서로 겹치지 않도록 스케줄 된다.
- [4] 노드는 부모 노드와의 통신을 위해 기본적으로 경쟁 기반 채널 접근 구간(Contention Access Period, CAP)동안 CSMA-CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)를 사용하여 데이터를 전달받는다. 비컨 기반의 동작 모드에서 노드가 채널 접근을 원할 경우, 자식 노드는 지정된 타임 슬롯을 통한 스케줄링 기반의 채널 접근 방법을 사용할 수 있다. 즉 PNC로부터 one-hop 통신할 수 있는 노드들의 경우 GTS(Guaranteed Time Slot)를 할당받아 스케줄 방식의 데이터 통신을 한다. 이를 위해 PNC에 직접적으로 통신할 수 있는 노드들은 GTS 요청프레임을 통해 독립적인 시간을 요구하고, PNC는 비컨을 통해 시간 할당 여부를 전달한다.
- [5] 그러나 이러한 MAC 시스템에서는 링크의 사용 기간 동안 단일 주파수를 사용하기 때문에 동일 RF 대역의 간섭신호에 대해 취약하고, 통신 링크 대역폭을 가변적으로 스케줄하기 어려운 문제점이 있다. 또한 트리 토폴로지를 사용하기 때문에 부모노드와 자식노드간의 통신만이 가능하며 자식노드간 통신이 불가능하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 단일 주파수 기반 채널 접근 방식에서 야기되는 RF 신뢰성 저하를 개선하기 위하여 채널 호핑 시퀀스를

이용하여 일정한 간격을 주기적으로 호핑할 수 있도록 하는 디바이스의 동작 방법을 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

- [7] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 디바이스에게 코디네이터와의 연결 요청을 허락하는 연결 요청 프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 연결 요청 프리미티브는, 채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타내는 제1 파라미터; 및 디폴트 채널 호핑 시퀀스 사용을 가리키는 제2 파라미터;를 포함한다.
- [8] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 연결 요청 명령의 수신을 가리키는데 사용되는 연결 지시 프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 연결 지시 프리미티브는, 채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타내는 제1 파라미터; 및 디폴트 채널 호핑 시퀀스 사용을 가리키는 제2 파라미터;를 포함한다.
- [9] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 연결 지시 프리미티브에 대한 응답을 시작하는데 사용되는 연결 응답 프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 연결 응답 프리미티브는, 채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타내는 제1 파라미터; 채널 호핑 시퀀스의 길이를 나타내는 제2 파라미터; 및 다음 상위 계층에 의해 설정되는 논리적 채널 번호의 시퀀스를 나타내는 제3 파라미터;를 포함한다.
- [10] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 연결 요청이 성공적인지 여부를 착수 디바이스의 다음 상위 계층에게 알리는데 사용되는 연결 확인 프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 연결 확인 프리미티브는, 채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타내는 제1 파라미터; 채널 호핑 시퀀스의 길이를 나타내는 제2 파라미터; 및 다음 상위 계층에 의해 설정되는 논리적 채널 번호의 시퀀스를 나타내는 제3 파라미터;를 포함한다.
- [11] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 디바이스에게 비컨이 정상 동작 조건 동안 수신되는 때를 알리는 방법을 정의한 지시 프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 지시 프리미티브는, 채널 호핑 기술(Specification)의 내용을 포함하는 파라미터를 포함한다.
- [12] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, PAN 코디네이터 또는 목적지 디바이스에게 슬롯의 할당 요청을 전송하는 것을 허락하는 요구 프리미티브를 수신하는 단계; 및 상기 요구 프리미티브에 포함된 플래그 정보에 따라 슬롯 할당에 채널 적응 모드 및 채널 호핑 모드를 포함하는 채널 다이버시티를 적용하는 단계;를 포함한다.
- [13] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일

실시예는, 수신된 비컨에 대한 기술자(Descriptor)를 포함하는 시작 요구 프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 기술자는, 디폴트 채널 호핑 시퀀스의 사용을 가라키는 제1 요소; 채널 호핑 시퀀스의 길이를 나타내는 제2 요소; 상위 계층에 의해 설정되는 논리적 채널 번호들의 시퀀스를 나타내는 제3 요소; 채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타내는 제4 요소; 해당 채널 오프셋이 사용되었는지 여부를 나타내는 채널 오프셋 비트맵의 길이를 나타내는 제5 요소; 및 채널 오프셋 비트맵을 포함하는 제6 요소;를 포함한다.

[14] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 비컨 프레임을 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 비컨 프레임은, 채널 적응 모드 및 채널 호핑 모드를 포함하는 채널 다이버시티 모드 중 DSME가 어떤 모드에서 운영되는지를 나타내는 필드를 포함한다.

[15] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 연결 요청 명령에 대한 연결 응답 명령 프레임을 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 연결 응답 명령 프레임은 채널 호핑 시퀀스 오프셋 복사를 포함하는 연결 상태 필드를 포함한다.

[16] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 연결 요청 명령 프레임을 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 연결 요청 명령 프레임은 PAN과의 연계를 원하는 비연결 디바이스의 오프셋 값이 설정된 채널 오프셋 필드를 포함한다.

[17] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 연결 응답 명령 프레임을 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 연결 응답 명령 프레임은 PAN이 비컨 가능 모드 및 채널 호핑 모드에서 동작하는 경우에, PAN에서 사용되는 채널 호핑 시퀀스의 길이를 나타내는 채널 호핑 시퀀스 길이 필드; 및 PAN에서 사용되는 채널 호핑 시퀀스를 나타내는 채널 호핑 시퀀스 필드;를 포함한다.

[18] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, DSME 특징 필드를 포함하는 핸드셰이크 명령 프레임을 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 DSME 특징 필드는 채널 적응 모드 또는 채널 호핑 모드를 가리키는 채널 다이버시티 모드 서브필드를 포함한다.

[19] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 동일한 채널이 간섭 범위 내의 다른 디바이스들에 의해 사용되는 것을 방지하기 위하여 다른 디바이스들의 채널 오프셋 값과 다른 채널 오프셋 값을 선택하는 단계; 및 다수의 슈퍼프레임으로 구성된 멀티 슈퍼프레임의 전체 슬롯들에 걸쳐 채널 오프셋을 반영한 채널 호핑 시퀀스를 반복하는 단계;를 포함한다.

[20] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 비컨 프레임을 수신하는 단계; 상기 비컨 프레임의 채널 다이버시티 기술 필드로 PAN 기술자(Descriptor)의 채널 다이버시티 기술 필드의 값을

갱신하는 단계; 상기 채널 다이버시티 기술 필드의 값을 확인 프리미티브를 통해 상위 계층으로 전송하는 단계; 및 상기 비컨 프레임의 채널 오프셋 서브필드의 값으로 MAC PIB의 채널 오프셋 비트맵을 갱신하는 단계;를 포함한다.

- [21] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, PAN이 DSEM와 채널 호핑 모드를 사용하는 경우, MAC 서브계층이 요구 프리미티브 내의 DCHDescriptor 파라미터로 DCHDescriptor의 값을 갱신하는 단계;를 포함한다.

- [22] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, DSME와 채널 호핑 모드가 PAN에서 사용되는 경우, MAC 서브계층이 비컨 프레임의 채널 다이버시티 기술 필드를 설정하는 단계; 및 1-홉 이웃 디바이스들에서 사용중인 채널 오프셋을 나타내는 채널 오프셋 비트맵 필드의 값으로 MAC PIB 속성을 설정하는 단계;를 포함한다.

- [23] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 물리계층 주파수 호핑을 위한 채널 호핑 시퀀스의 각각과 논리적 채널 번호를 매핑하는 단계; 및 PHY-FH는 MAC 호핑 시퀀스의 논리적 채널 번호에 해당하는 채널 호핑 시퀀스를 사용하는 단계;를 포함한다.

발명의 효과

- [24] 본 발명에 따르면, 채널 호핑 시퀀스를 이용하여 주기적으로 호핑함으로써 채널 다이버시티 이득을 얻게 되어 신뢰성 개선의 효과를 갖는다.

- [25] 또한 채널 호핑 시퀀스를 디바이스간 공유하도록 함으로써 트리 구조가 아닌 메쉬 구조를 지원하며, 이를 통해 디바이스는 채널 상태와 시스템 자원을 바탕으로 최적의 중계 디바이스를 선택함으로써 지연 시간을 최소화한다. 메쉬 구조는 상위 계층으로 하여금 다중 중계 경로 선택을 가능하게 하므로 이를 통한 다이버시티 이득을 얻을 수 있다.

- [26] 또한 Three-way 핸드셰이킹을 사용하여 디바이스의 채널 호핑 시퀀스 독점으로 인한 네트워크 확장성 문제를 해결한다. 분산 방식의 타임 슬롯 할당 방법은 집중형 스케줄링에서 야기될 수 있는 특정 디바이스의 복잡성 및 계산 전력 소모에 의한 디바이스 수명 단축 문제를 해결할 수 있고, 링크 형성 결정에 대한 특정 노드의 의존성을 제거함으로써 네트워크의 안정성을 향상시킬 수 있다.

- [27] 또한 오프셋 관리를 통한 스타-토폴로지를 형성할 수 있어 IEEE 802.15.4 MAC을 사용하는 디바이스들과 호환성을 잃지 않고 네트워크에서 공존할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [28] 도 1은 MLME-ASSOCIATE 요구 프리미티브의 일부 파라미터를 도시한 도면,
 [29] 도 2는 MLME-ASSOCIATE 지시 프리미티브의 일부 파라미터를 도시한 도면,
 [30] 도 3은 MLME-ASSOCIATE 응답 프리미티브의 일부 파라미터를 도시한 도면,

- [31] 도 4는 MLME-ASSOCIATE 확인 프리미티브의 일부 파라미터를 도시한 도면,
- [32] 도 5는 MLME-DSME-START 요구 프리미티브의 일부 파라미터를 도시한 도면,
- [33] 도 6은 MLME-DSME-START 요구 프리미티브의 DCHDescriptor 파라미터의 상세 내용을 도시한 도면,
- [34] 도 7은 MLME-DSME-BEACON-NOTIFY 지시 프리미티브의 일부 파라미터를 도시한 도면,
- [35] 도 8은 본 발명에 따른 멀티-슈퍼프레임 구조의 일 예를 도시한 도면,
- [36] 도 9는 본 발명에 따른 비컨 프레임 포맷의 일 예를 도시한 도면,
- [37] 도 10은 도 9의 비컨 프레임 포맷 중 DSME 슈퍼프레임 기술 필드의 상세 포맷의 일 예를 도시한 도면,
- [38] 도 11은 도 9의 비컨 프레임 포맷 중 채널 호핑 기술 필드의 상세 포맷의 일 예를 도시한 도면,
- [39] 도 12는 본 발명에 따른 연결 응답 명령의 연결 상태 필드의 일 예를 도시한 도면,
- [40] 도 13은 본 발명에 따른 DSME-연결 요청 명령 포맷의 일 예를 도시한 도면
- [41] 도 14는 DSME-연결 요청 명령의 용량 정보 필드의 상세 포맷을 도시한 도면,
- [42] 도 15는 본 발명에 따른 DSME-연결 응답 명령 포맷의 일 예를 도시한 도면,
- [43] 도 16은 DSME 핸드셰이크 명령의 포맷의 일 예를 도시한 도면,
- [44] 도 17은 DSME 핸드셰이크 명령의 DSME 특징 필드의 상세 포맷의 일 예를 도시한 도면,
- [45] 도 18는 본 발명에 따른 TAB 서브-블록의 일 예를 도시한 도면,
- [46] 도 19은 본 발명에 따른 물리계층에서의 채널 호핑 방법의 일 예를 도시한 도면,
- [47] 도 20은 본 발명에 따른 논리적 채널 넘버링의 일 예를 도시한 도면,
- [48] 도 21는 논리적 채널 개념을 이용한 PHY 채널 호핑 시퀀스들의 일 예를 도시한 도면,
- [49] 도 22은 본 발명에 따른 MAC PIB 속성의 일부를 도시한 도면,
- [50] 도 23는 하나의 호핑 시퀀스를 오프셋 값을 이용하여 재사용하는 일 예를 도시한 도면,
- [51] 도 24는 디바이스가 MLME-DSME 요구 프리미티브의 수신시 동작과정의 일 예를 도시한 흐름도,
- [52] 도 25은 채널 호핑 오프셋 값을 이용한 채널 호핑 시퀀스의 운영 방법의 일 예를 도시한 흐름도,
- [53] 도 26은 연결 요청/응답 명령 프레임의 처리 절차의 일 예를 도시한 도면,
그리고,
- [54] 도 27은 논리적 채널 개념을 이용한 PHY 채널 호핑 시퀀스의 운영 방법의 일 예를 도시한 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [55] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 디바이스에게 코디네이터와의 연결 요청을 허락하는 연결 요청 프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 연결 요청 프리미티브는, 채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타내는 제1 파라미터; 및 디폴트 채널 호핑 시퀀스 사용을 가리키는 제2 파라미터;를 포함한다.
- [56] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 연결 요청 명령의 수신을 가리키는데 사용되는 연결 지시 프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 연결 지시 프리미티브는, 채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타내는 제1 파라미터; 및 디폴트 채널 호핑 시퀀스 사용을 가리키는 제2 파라미터;를 포함한다.
- [57] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 연결 지시 프리미티브에 대한 응답을 시작하는데 사용되는 연결 응답 프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 연결 응답 프리미티브는, 채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타내는 제1 파라미터; 채널 호핑 시퀀스의 길이를 나타내는 제2 파라미터; 및 다음 상위 계층에 의해 설정되는 논리적 채널 번호의 시퀀스를 나타내는 제3 파라미터;를 포함한다.
- [58] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 연결 요청이 성공적인지 여부를 착수 디바이스의 다음 상위 계층에게 알리는데 사용되는 연결 확인 프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 연결 확인 프리미티브는, 채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타내는 제1 파라미터; 채널 호핑 시퀀스의 길이를 나타내는 제2 파라미터; 및 다음 상위 계층에 의해 설정되는 논리적 채널 번호의 시퀀스를 나타내는 제3 파라미터;를 포함한다.
- [59] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 디바이스에게 비컨이 정상 동작 조건 동안 수신되는 때를 알리는 방법을 정의한 지시 프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 지시 프리미티브는, 채널 호핑 기술(Specification)의 내용을 포함하는 파라미터를 포함한다.
- [60] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, PAN 코디네이터 또는 목적지 디바이스에게 슬롯의 할당 요청을 전송하는 것을 허락하는 요구 프리미티브를 수신하는 단계; 및 상기 요구 프리미티브에 포함된 플래그 정보에 따라 슬롯 할당에 채널 적응 모드 및 채널 호핑 모드를 포함하는 채널 다이버시티를 적용하는 단계;를 포함한다.
- [61] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 수신된 비컨에 대한 기술자(Descriptor)를 포함하는 시작 요구 프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 기술자는, 디폴트 채널 호핑

시퀀스의 사용을 가라키는 제1 요소; 채널 호핑 시퀀스의 길이를 나타내는 제2 요소; 상위 계층에 의해 설정되는 논리적 채널 번호들의 시퀀스를 나타내는 제3 요소; 채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타내는 제4 요소; 해당 채널 오프셋이 사용되었는지 여부를 나타내는 채널 오프셋 비트맵의 길이를 나타내는 제5 요소; 및 채널 오프셋 비트맵을 포함하는 제6 요소;를 포함한다.

[62] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 비컨 프레임을 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 비컨 프레임은, 채널 적응 모드 및 채널 호핑 모드를 포함하는 채널 다이버시티 모드 중 DSME가 어떤 모드에서 운영되는지를 나타내는 필드를 포함한다.

[63] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 연결 요청 명령에 대한 연결 응답 명령 프레임을 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 연결 응답 명령 프레임은 채널 호핑 시퀀스 오프셋 복사를 포함하는 연결 상태 필드를 포함한다.

[64] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 연결 요청 명령 프레임을 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 연결 요청 명령 프레임은 PAN과의 연계를 원하는 비연결 디바이스의 오프셋 값이 설정된 채널 오프셋 필드를 포함한다.

[65] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 연결 응답 명령 프레임을 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 연결 응답 명령 프레임은 PAN이 비컨 가능 모드 및 채널 호핑 모드에서 동작하는 경우에, PAN에서 사용되는 채널 호핑 시퀀스의 길이를 나타내는 채널 호핑 시퀀스 길이 필드; 및 PAN에서 사용되는 채널 호핑 시퀀스를 나타내는 채널 호핑 시퀀스 필드;를 포함한다.

[66] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, DSME 특징 필드를 포함하는 핸드셰이크 명령 프레임을 생성하는 단계;를 포함하며, 상기 DSME 특징 필드는 채널 적응 모드 또는 채널 호핑 모드를 가리키는 채널 다이버시티 모드 서브필드를 포함한다.

[67] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 동일한 채널이 간섭 범위 내의 다른 디바이스들에 의해 사용되는 것을 방지하기 위하여 다른 디바이스들의 채널 오프셋 값과 다른 채널 오프셋 값을 선택하는 단계; 및 다수의 슈퍼프레임으로 구성된 멀티 슈퍼프레임의 전체 슬롯들에 걸쳐 채널 오프셋을 반영한 채널 호핑 시퀀스를 반복하는 단계;를 포함한다.

[68] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 비컨 프레임을 수신하는 단계; 상기 비컨 프레임의 채널 다이버시티 기술 필드로 PAN 기술자(Descriptor)의 채널 다이버시티 기술 필드의 값을 갱신하는 단계; 상기 채널 다이버시티 기술 필드의 값을 확인 프리미티브를 통해 상위 계층으로 전송하는 단계; 및 상기 비컨 프레임의 채널 오프셋 서브필드의

값으로 MAC PIB의 채널 오프셋 비트맵을 갱신하는 단계;를 포함한다.

[69] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, PAN이 DSEM와 채널 호핑 모드를 사용하는 경우, MAC 서브계층이 요구 프리미티브 내의 DCHDescriptor 파라미터로 DCHDescriptor의 값을 갱신하는 단계;를 포함한다.

[70] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, DSME와 채널 호핑 모드가 PAN에서 사용되는 경우, MAC 서브계층이 비컨 프레임의 채널 다이버시티 기술 필드를 설정하는 단계; 및 1-홉 이웃 디바이스들에서 사용중인 채널 오프셋을 나타내는 채널 오프셋 비트맵 필드의 값으로 MAC PIB 속성을 설정하는 단계;를 포함한다.

[71] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명에 따른 WPAN 동작 방법의 일 실시예는, 물리계층 주파수 호핑을 위한 채널 호핑 시퀀스의 각각과 논리적 채널 번호를 매핑하는 단계; 및 PHY-FH는 MAC 호핑 시퀀스의 논리적 채널 번호에 해당하는 채널 호핑 시퀀스를 사용하는 단계;를 포함한다.

발명의 실시를 위한 형태

[72] 이하에서, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 WPAN 디바이스의 동작 방법에 대해 상세히 설명한다.

[73] 본 발명에서 사용되는 채널 다이버시티(channel diversity) 방법으로는 크게 채널 적응(Channel Adaptation) 방법 및 채널 호핑(Channel Hopping) 방법이 있다. 채널 적응은 수신된 신호 품질이 설정된 임계값 이하로 떨어지기 전까지 사용중인 채널을 변경하지 않는 반면, 채널 호핑은 미리 정의된 채널 호핑 패턴에 따라 각 시간 슬롯마다 채널을 스위칭한다. 채널 호핑 패턴, 즉 채널 호핑 시퀀스는 다음 상위 계층(Next Higher Layer, NHL)에 의해 설정된다.

[74] PAN 동작 모드로는 비컨 가능 모드(Beacon enable mode)와 비-비컨 가능 모드(non beacon enabled mode)를 가진다. 채널 적응과 채널호핑 모드는 비컨 가능 PAN에서 DSME(Distributed Synchronous Multi-Channel Extension, 즉 enhanced GTS(EGTS)) 구조상에 구현된다.

[75] 프리미티브(primitive)는 서비스 이용자와 제공자 간의 서비스를 주안점으로하여 규정한 것으로서 요구(request), 지시(indication), 응답(response) 및 확인(Confirm)의 네 종류가 있다. 프리미티브 중 본 발명에 따른 디바이스의 동작과 관련된 프리미티브를 중심으로 살펴보면 또한 각 프리미티브는 본 명세서에서 설명하지 아니한 종래의 다양한 파라미터들을 포함할 수 있음은 물론이다. 디바이스는 각 프리미티브를 목적에 맞게 생성하여 사용할 수 있다.

[76] 도 1은 MLME-ASSOCIATE 요구 프리미티브의 일부 파라미터를 도시한 도면이다.

[77] MLME-ASSOCIATE 요구 프리미티브는 디바이스가 코디네이터에게 연결을 요청하기 위한 것으로 디바이스의 NHL에서 MAC계층으로 연결 요청 내용을

- 전달하기 위해 사용된다. MLME-ASSOCIATE 요구 프리미티브는 ChannelOffset 파라미터, ChannelSequenceRequest 파라미터 등을 포함한다.
- [78] ChannelOffset 파라미터는 디바이스가 사용하실 희망하는 채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타낸다.
- [79] ChannelSequenceRequest 파라미터는 디폴트 채널 호핑 시퀀스의 사용을 나타낸다. 만약 이 파라미터가 '1'이면 자신의 코디네이터에게 채널 호핑 시퀀스를 요구한다.
- [80] 도 2는 MLME-ASSOCIATE 지시 프리미티브의 일부 파라미터를 도시한 도면이다.
- [81] MLME-ASSOCIATE 지시 프리미티브는 연결 요청 명령의 수신을 NHL에 알리기 위하여 사용된다. MLME-ASSOCIATE 지시 프리미티브는 ChannelOffset 파라미터, ChannelSequenceRequest 파라미터 등을 포함한다.
- [82] ChannelOffset 파라미터와 ChannelSequenceRequest 파라미터의 내용은 도 1에서 설명한 파라미터와 동일하므로 여기서 이에 대한 설명은 생략한다.
- [83] 도 3은 MLME-ASSOCIATE 응답 프리미티브의 일부 파라미터를 도시한 도면이다.
- [84] MLME-ASSOCIATE 응답 프리미티브는 MLME-ASSOCIATE 지시 프리미티브에 대한 응답을 게시하기 위하여 사용된다. MLME-ASSOCIATE 응답 프리미티브는 ChannelOffset 파라미터, ChannelHoppingSequenceLength 파라미터, ChannelHoppingSequence 파라미터 등을 포함한다.
- [85] ChannelOffset 파라미터는 채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타낸다.
- [86] ChannelHoppingSequenceLength 파라미터는 채널 호핑 시퀀스의 길이를 나타낸다.
- [87] ChannelHoppingSequence 파라미터는 다음 상위 계층(next higher layer)에 의해 설정된 논리적 채널 번호의 시퀀스를 나타내며, 연결을 요청한 착수 디바이스(initiating device)가 연결 요청에서 ChannelSequenceRequest 파라미터가 1인 경우 ChannelHoppingSequence값이 셋팅된다. PAN 코디네이터는 PAN을 형성할 때 사용할 시퀀스를 선택한다.
- [88] 도 4는 MLME-ASSOCIATE 확인 프리미티브의 일부 파라미터를 도시한 도면이다.
- [89] MLME-ASSOCIATE 확인 프리미티브는 착수 디바이스(initiating device)의 다음 상위 계층에게 연결 요청이 성공적인지 여부를 알리는데 사용된다. MLME-ASSOCIATE 확인 프리미티브는 ChannelOffset 파라미터, ChannelHoppingSequenceLength 파라미터, ChannelHoppingSequence 파라미터 등을 포함한다. 이 파라미터는 도 3에서 설명한 파라미터와 그 내용이 동일하므로 도 4의 파라미터에 대한 구체적인 설명은 생략한다.
- [90] 채널 다이버시티의 두 모드는 DSME 핸드셰이크 명령을 통해 DSME 슬롯들을 할당한다. 디바이스간에 채널과 DSME 슬롯 사용을 교환하기 위하여, 채널

호핑은 DSME 타임슬롯 할당 비트맵(TAB)을 이용한다.

- [91] MLME-DSME-GTS 요구 프리미티브의 수신시 동작과정을 도 24를 참조하여 좀 더 구체적으로 살펴보면, 소스 디바이스의 MLME는 MLME-DSME-GTS 요구 프리미티브를 수신하면(S251), DSME 할당을 위한 DSME 핸드셰이크 명령 프레임 생성한다(S252). 이때 DSME 핸드셰이크 명령 프레임의 DSME 특징 필드의 특징 타입 서브필드는 '1'(즉, DSME 할당)로 설정되고, DSME 핸드셰이크 타입 서브필드도 '1'(즉, DSME 요구)로 설정된다. 그리고 소스 디바이스의 MLME는 목적지 디바이스에게 핸드셰이크 명령 프레임을 전송한다(S253).
- [92] 도 5는 MLME-DSME-START 요구 프리미티브의 일부 파라미터를 도시한 도면이고, 도 6은 MLME-DSME-START 요구 프리미티브의 DCHDescriptor 파라미터의 상세 내용을 도시한 도면이다.
- [93] MLME-DSME-START 요구 프리미티브는 PAN Coordinator가 새로운 PAN을 형성하거나 또는 디바이스가 새로운 네트워크에 접속한 후 MAC 동작에 필요한 설정값을 지정하여 동작을 시작하기 위함이다.
- [94] 도 6을 참조하면, DCHDescriptor 파라미터는 그 구성요소로서, DefaultSequenceFlag, ChannelHoppingSequenceLength, ChannelHoppingSequence, ChannelOffset, ChannelOffsetBitmapLength, ChannelOffsetBitmap 등을 포함한다.
- [95] DefaultSequenceFlag는 디폴트 채널 호핑 시퀀스의 사용을 가리킨다. 만약 이 요소의 값이 '1'이면 디폴트 채널 호핑 시퀀스가 사용되며 디바이스는 PAN에 연결될 때 채널 호핑 시퀀스를 요청하지 않는다.
- [96] ChannelHoppingSequenceLength는 채널 호핑 시퀀스의 길이를 나타낸다.
- [97] ChannelHoppingSequence는 다음상위 계층(Next Higher Layer)에 의해 설정되는 논리적 채널 번호들의 시퀀스를 나타낸다. PAN 코디네이터는 PAN을 형성할 때 사용할 시퀀스를 선택한다.
- [98] ChannelOffset는 채널호핑시퀀스 요소의 오프셋 값을 나타낸다.
- [99] ChannelOffsetBitmapLength는 ChannelOffsetBitmap의 길이를 나타낸다.
- [100] ChannelOffsetBitmap 시퀀스의 비트 값은 해당 채널 오프셋이 사용중인지를 나타낸다. 만약 해당 채널 오프셋이 사용중이라면 그 비트 값은 '1'로 설정되며 그렇지 않다면 '0'으로 설정된다. 예를 들어, 채널오프셋비트맵길이 요소의 값이 16이고 1,2,4번째 채널 오프셋이 사용중이라면, 채널오프셋비트맵 요소의 시퀀스는 '0110100000000000'이 된다.
- [101] 도 7은 MLME-DSME-BEACON-NOTIFY 지시 프리미티브의 일부 파라미터를 도시한 도면이다.
- [102] MLME-DSME-BEACON-NOTIFY 지시 프리미티브는 비컨이 정상 동작 조건에서 수신될 때를 디바이스가 알 수 있는 방법을 정의한다. MLME-DSME-BEACON-NOTIFY 지시 프리미티브는 ChannelHoppingSpecification 파라미터를 포함한다.
- [103] ChannelHoppingSpecification 파라미터는 채널 호핑 기술(Specification)의

내용을 나타낸다.

- [104] 도 8은 본 발명에 따른 멀티-슈퍼프레임 구조의 일 예를 도시한 도면이다.
- [105] 도 8을 참조하면, 멀티-슈퍼프레임은 다수의 슈퍼프레임으로 구성되며, 각각의 슈퍼프레임은 비컨구간, 경쟁기반 채널 접근 구간(CAP) 및 비경쟁 기반 채널 접근 구간(Contention Free Period, CFP)으로 구성된다.
- [106] 비컨 프레임은 비컨 구간 동안 전송되며, 비컨을 수신하는 디바이스들은 시각동기를 위한 시각정보, 네트워크 구성 및 유지를 위한 정보, 채널 호핑 오프셋 값과 같은 주파수 자원 정보 등을 청취한다.
- [107] CAP는 GTS를 할당받거나 할당된 GTS를 알리기 위한 제어신호 등을 포함한다. GTS의 스케줄링이 이 구간 동안 이루어지지만, 단발성의 긴급메시지나 스케줄링이 비효율적인 메시지에 대한 데이터 교환도 이 구간에서 이루어진다.
- [108] GTS는 CFP에 할당된다. CFP의 타임슬롯은 채널 적응 혹은 채널 호핑 방법을 사용하여 데이터 프레임을 교환하는데 사용된다. 이중 채널 호핑 방법은, 도 9와 같이 채널 호핑을 하게 되며 이때 채널의 호핑은 정해진 시퀀스에 따라 타임슬롯 단위로 호핑된다. 호핑 시퀀스의 길이는 일반적으로 한 슈퍼프레임 내의 GTS 개수보다 길며, 한 GTS 구간 동안 호핑할 시퀀스가 끝나지 않을 경우 다음 슈퍼프레임 내의 GTS에서 연결하여 호핑된다.
- [109] 특정 타임슬롯에서 호핑할 채널이 호핑 시퀀스의 마지막일 경우, 다음 타임슬롯에서 호핑할 채널은 시퀀스의 첫 번째 값이 된다. 즉 특정 타임슬롯에서 사용할 채널은 하나의 호핑 시퀀스의 사이클릭 쉬프트에 의해 얻어진다.
- [110] 한 네트워크에서 복수개의 채널 호핑 시퀀스가 사용될 수 있으며, 각 호핑 시퀀스는 네트워크 구성 요구사항에 따라 복수 개의 디바이스를 갖는 서브넷 단위로 재사용될 수 있다. 여기서, 하나의 호핑 시퀀스를 공유하는 복수 개의 디바이스가 이루는 네트워크를 서브넷이라 한다. 호핑 시퀀스 관리의 복잡성을 피하기 위하여, 한 서브넷에서 공유되는 호핑 시퀀스는 동일하며 호핑 시퀀스의 직교성을 원하는 디바이스들은 동일 호핑 시퀀스에서 서로 다른 오프셋 값으로 호핑 시퀀스를 재사용한다.
- [111] 채널 호핑 모드(즉, 비컨프레임의 채널다이버시티 모드가 '1'인 경우, 도 11 참조)에서, 각 DSME-GTS 슬롯은 수신을 위한 서로 다른 채널을 사용한다. 각 DSME 슬롯들에서 사용되는 일련의 채널들을 채널 호핑 시퀀스(Channel Hopping Sequence)라고 한다. 동일한 채널 호핑 시퀀스는 멀티 슈퍼프레임 내의 전체 DSME 슬롯들 상에서 반복된다. 디바이스는 동일 통신 채널에 의한 간섭 신호의 영향을 최소화하기 위하여 RF 간섭 신호 범위 내의 디바이스들 사이에서 동일한 채널이 사용되는 것을 방지하기 위한 채널 오프셋 값(Channel Offset Value)을 선택할 수 있다. 더구나 하나의 채널 호핑 시퀀스를 가진 PAN 내의 디바이스들이 서로 다른 채널 호핑 오프셋 값들을 가진 경우, 시간과 주파수에서의 직교성 때문에 그 디바이스들은 주어진 DSME 슬롯에서 서로 다른 채널에 접근할 수 있다.

- [112] 즉, 도 25와 같이 하나의 채널 호핑 시퀀스를 사용하는 PAN 또는 서브 넷의 디바이스는 다른 디바이스들과의 상이한 채널 오프셋 값을 선택한다(S261). 그리고 디바이스는 그 오프셋 값을 반영하여 채널 호핑 시퀀스를 멀티 슈퍼프레임 내 전체 DSME-GTS 슬롯상에서 반복한다(S262).
- [113] 채널 호핑 모드에서 채널들과 DSME들의 스케줄의 일 예를 설명하면 다음과 같다. 채널 호핑 시퀀스가 {1,2,3,4,5,6}이고, 두 디바이스의 채널 호핑 오프셋 값이 각각 0과 2이다. 0의 채널 호핑 오프셋 값을 가진 디바이스를 위한 DSME 슬롯들(타임슬롯, 채널)은 (1,1) (2,2) (3,3) (4,4) (5,5) (6,6) (7,1) (8,2) (9,3) 등이다. 비슷하게 2의 채널 호핑 오프셋 값을 가진 디바이스의 경우, DSME-GTS 슬롯들은 (1,3) (2,4) (3,5) (4,6) (5,1) (6,2) 등이다. 따라서 두 디바이스가 한 슬롯에서 동일한 채널을 사용하는 것을 방지할 수 있다.
- [114] 주어진 DSME-GTS 슬롯 인덱스 i 에서 채널 번호 C 는 다음 수학적 식 1과 같이 결정된다.
- [115] 수학적 식 1
- $$C(i) = CHSeq([i + CHOffset + BSN] \% CHSeqLength)$$
- [116] $C(i) = CHSeq([(i + CHOffset + BSN) \% CHSeqLength])$
- [117] 여기서, $CHSeq[j]$ 는 사용 중인 채널 호핑 시퀀스에서 j 번째 채널 번호를 나타내고, $CHOffset$ 은 채널 오프셋 값이며, BSN 은 비컨 시퀀스 번호이고, $CHSeqLength$ 는 채널 호핑 시퀀스의 길이이다.
- [118] 그리고 멀티 슈퍼프레임에서 전체 DSME-GTS 슬롯 수($NoSlot$)는 수학적 식 2와 같다.
- [119] 수학적 식 2
- $$NoSlot = (7 * 2^{(MO-SO)}) Slots, \text{ if the value of CAP reduction field is '0'}$$
- $$NoSlot = (15 * 2^{(MO-SO)}) Slots, \text{ if the value of CAP reduction field is '1'}$$
- [120] 여기서, MO 는 하나의 멀티 슈퍼프레임으로 간주되는 슈퍼프레임 그룹이 액티브되는 시간의 길이를 나타내며, 이 값은 아래에서 살필 비컨 프레임(도 9 및 도 10)에 포함된 값이다. SO 는 MAC PIB(PAN Information Base) 속성(attribute) 중 $macSuperframeOrder$ 을 가리키며 슈퍼프레임의 길이를 나타낸다.
- [121] 도 9는 본 발명에 따른 비컨 프레임 포맷의 일 예를 도시한 도면이다.
- [122] 도 9를 참조하면, 비컨 프레임은 크게 MAC 헤더(MHR), MAC 페이로드 및 MAC footer(MFR)로 구성된다.
- [123] MAC 헤더는 프레임 컨트롤(frame control) 필드, 시퀀스 번호(sequence number) 필드, 어드레싱 필드들(addressing fields), 보조 보안 헤더(auxiliary security header)를 포함하며, MAC 페이로드는 슈퍼 프레임 기술(superframe specification) 필드, 현 주소 필드들(pending address fields), DSME 슈퍼프레임 기술 필드, 채널 호핑 기술(channel hopping specification) 필드, 시각 동기화 기술(time

synchronization specification) 필드, 비컨 비트맵(beacon bitmap) 필드, 비컨 페이로드(beacon payload) 필드를 포함한다. MFR은 FCS(Frame Check Sequence)를 포함한다.

- [124] MAC 헤더, MFR 및 MAC 페이로드의 슈퍼 프레임 필드, 현 주소 필드들, 시각 동기화 기술 필드, 비컨 페이로드 필드 등은 종래 비컨 프레임의 포맷의 내용과 동일하므로 이하에서 상세한 설명은 생략하며, 다만 본 발명에 따라 새롭게 추가 또는 변경되는 필드를 중심으로 살펴본다.
- [125] 도 10은 도 9의 비컨 프레임 포맷 중 DSME 슈퍼프레임 기술 필드의 상세 포맷의 일 예를 도시한 도면이다.
- [126] 도 10을 참조하면, DSME 슈퍼프레임 기술 필드는 멀티 슈퍼프레임 오더(Multi-Superframe Order, MO) 서브필드, CAP 리덕션(reduction) 플래그 서브필드, 임베디드 CAP/CFP 플래그 서브필드, 채널 다이버시티 모드(Channel Diversity Mode) 서브필드, CAP 인덱스 서브필드, 서브슬롯 개수 서브필드, GACK 플래그 서브필드, ECFP 시작 슬롯 길이 서브필드, ECFP 시작 슬롯 서브필드를 포함한다.
- [127] MO 필드는 하나의 멀티-슈퍼 프레임으로 간주되는 슈퍼 프레임들 그룹이 활성화되는 시간 구간의 길이를 나타낸다.
- [128] CAP 리덕션 플래그 서브필드는 CAP 리덕션이 가능하면 '1'로 그렇지 않으면 '0'으로 설정된다. 임베디드 CAP/CFP 플래그 서브필드는 임베디드 CAP가 사용되면 '0'으로 설정된다. CAP 인덱스 서브필드는 다음 CAP가 시작하기 전 슈퍼프레임 수를 나타낸다.
- [129] 서브슬롯 개수 서브필드는 슬롯 내에 분할된 서브 슬롯들 수를 나타낸다.
- [130] 그리고, 채널 다이버시티 모드 서브필드는 채널 다이버시티의 타입을 나타낸다. 이 서브필드의 값이 '0'이면 DSME는 채널 적응 모드(channel adaption mode)에서 운영되고, '1'이면 DSME는 채널 호핑 모드(Channel Hopping Mode)에서 운영된다. 만약 이 서브필드가 '0'이면 도 10에 도시된 비컨 프레임의 채널 호핑 기술 필드의 값은 존재하지 않는다.
- [131] GACK 플래그 서브필드는 전송 디바이스가 DSME 멀티-프레임 구조를 사용하고 있는지 여부를 나타낸다. ECFP 시작 슬롯 길이 서브필드는 ECFP 시작 서브필드의 길이를 나타내고, ECFP 시작 슬롯 서브필드는 GACK 프레임 전송 타임슬롯 수를 나타낸다.
- [132] 도 11은 도 9의 비컨 프레임 포맷 중 채널 호핑 기술 필드의 상세 포맷의 일 예를 도시한 도면이다. 도 11에 도시된 채널 호핑 기술 필드는 채널 다이버시티 모드 서브필드의 값에 따라 비컨 프레임에 존재하거나 존재하지 않을 수 있다.
- [133] 도 11을 참조하면, 비컨 프레임의 채널호핑기술 필드는 디폴트시퀀스플래그 서브필드, 채널오프셋 서브필드, 채널오프셋비트맵길이 서브필드, 채널오프셋비트맵 서브필드를 포함한다.
- [134] 비컨 프레임의 DSME 슈퍼프레임 기술 필드의 채널 다이버시티 모드

서브필드가 '1'로 설정된 경우, 도 11에 도시된 채널 호핑 기술 필드가 비컨 프레임에 존재한다.

- [135] 디폴트시퀀스플래그 서브필드는 디폴트 호핑 시퀀스의 사용을 가리킨다. 이 값이 '1'이면 디폴트 채널 호핑 시퀀스가 사용됨을 비컨 프레임을 통해 알린다.
- [136] 채널오프셋 서브필드는 디바이스의 채널 호핑 오프셋 값을 기술한다.
- [137] 채널오프셋비트맵길이 서브필드는 채널 오프셋 비트맵 서브필드의 길이를 기술한다.
- [138] 채널오프셋비트맵 서브필드는 이웃 디바이스들 중에서 채널 호핑 오프셋 값들의 점유를 가리키며, 비트맵으로 표현된다. 해당하는 채널 호핑 오프셋 값이 이미 이웃 디바이스에 의해 차지되었다면 각 비트는 '1'로 설정되고, 반면 해당 채널 호핑 값이 차지되지 않았다면 '0'으로 설정된다.
- [139] 예를 들어, '1100100...0'의 채널오프셋비트맵은 0,1,4의 채널 호핑 오프셋 값이 이웃 디바이스에 의해 사용되고 있음을 가리킨다. 여기서 채널 오프셋 비트맵에서 i번째 비트는 (i-1)번째 채널 오프셋 값에 해당한다. 채널오프셋비트맵 서브필드의 길이는 가변적이며, 이는 채널오프셋비트맵길이 서브필드에서 명기된 값에 의해 정의된다.
- [140] 수신된 비컨 프레임의 채널 다이버시티 기술(Channel Diversity Specification)로 PANDescriptor의 채널 호핑 기술(ChannelHoppingSpecification) 필드의 값을 업데이트한다.
- [141] 이 값은 MLME-SCAN.confirm 프리미티브를 통해 다음 상위 계층에서 전송된다. MLME-SCAN.confirm 프리미티브는 IEEE 802.15.4-2006에서 정의된 프리미티브이므로 여기서 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [142] 수신된 비컨의 채널 오프셋 서브필드(도 11 참조)의 값으로 MAC PIB 속성의 macChannelOffsetBitmap의 값을 갱신한다. 예를 들어, 채널오프셋이 0x01로 설정된 경우, 채널에 해당하는 macChannelOffsetBitmap의 값은 '1'로 설정된다. 더구나 macChannelOffsetBitmap의 값은 채널 오프셋 값이 1-hop 이웃 디바이스들에 의해 사용되는지를 표시된다.
- [143] PAN이 DSME와 채널 호핑 모드(즉, ChannelDiversityMode가 '1'인 경우)를 이용하면, MAC 서브계층의 MAC PIB는 DCHDescriptor의 값을 DCHDescriptor 파라미터의 값으로 갱신한다.
- [144] DSME와 채널 호핑 모드(즉, ChannelDiversityMode가 '1'인 경우)가 PAN에서 사용되는 경우, MAC 서브계층은 비컨 프레임의 채널 다이버시티 기술(Channel Diversity Specification) 필드를 설정한다. 1홉의 이웃 디바이스들 사이에서 사용된 채널 오프셋을 나타내는 ChannelOffsetBitmap 필드의 값으로 MAC PIB 속성의 macChannelOffsetBitmap의 값을 설정된다.
- [145] 도 12는 본 발명에 따른 연결 응답 명령의 연결 상태 필드의 일 예를 도시한 도면이다.
- [146] 도 12를 참조하면, 연결 응답 명령 프레임에서 연결 상태 필드는 연결 성공,

PAN 연결 거부 등을 포함하며, 특히 채널 호핑 시퀀스 오프셋 중복을 포함한다. 오프셋 중복은 연결을 요청한 디바이스에서 설정한 채널 오프셋의 값이 요청받은 코디네이터 디바이스가 가지고 있는 1홉 내의 주변 디바이스가 사용하고 있는 오프셋과 중복이 될 경우, 이를 요청 디바이스에 알리기 위해 사용된다. 이를 통해 연결을 요청한 디바이스는 자신이 요청한 오프셋 값이 이웃 디바이스에서 사용되고 있음을 알 수 있다.

- [147] 디바이스는 도 26과 같이, 연결 요청 명령 프레임을 수신하는 경우(S271) 이에 대한 응답으로서 도 12에 도시된 연결 상태 필드를 포함하는 연결 응답 명령 프레임을 생성하여(S272) 이를 전송한다(S273). 여기서 연결 요청 명령 프레임이나 연결 응답 명령 프레임은 MAC 명령 프레임들의 일종이며, 특히 DSME에서의 연결 요청 명령 프레임과 연결 응답 명령 프레임에 대해서는 도 13 내지 도 15를 참조하여 설명한다. 소스 디바이스가 도 13의 DSME-연결 요청 명령 프레임을 생성하여 전송하면, 그 프레임을 수신한 목적지 디바이스는 도 15의 DSME-연결 응답 명령 프레임을 생성하여 소스 디바이스로 전송한다.
- [148] 도 13은 본 발명에 따른 DSME-연결 요청 명령 포맷의 일 예를 도시한 도면이고, 도 14는 DSME-연결 요청 명령의 용량 정보 필드의 상세 포맷을 도시한 도면이다.
- [149] 도 13을 참조하면, DSME-연결 요청 명령 포맷은 MHR 필드들, 명령 프레임 식별자 필드, 용량 정보 필드 및 채널 오프셋 필드를 포함한다.
- [150] 채널 오프셋 필드는 PAN과 연결을 원하는 비연결 디바이스의 오프셋 값으로 설정된다. 이 값은 다음 상위 계층에 의해 특징된다. 용량 정보 필드에 대해서는 도 15을 참조하여 설명한다. 나머지 서브 필드의 내용은 종래 연결 요청 명령 포맷의 내용과 동일하므로 이에 대한 설명은 생략한다.
- [151] 도 14를 참조하면, DSME-연결 요청 명령 포맷의 용량 정보 필드는 용량 정보 필드는 선택적 PAN 코디네이터 서브필드, 디바이스 타입 서브필드, 파워 소스 서브필드, 휴지상태(idle)의 수신자 서브필드, 채널 시퀀스 요구 서브필드, 보안 용량 서브필드, 주소 할당 서브필드를 포함한다.
- [152] 채널 시퀀스 요구 서브필드는 1비트의 길이를 가지며, PAN이 비컨 가능 모드 및 채널 호핑 모드에서 운영되는 경우 '1'로 설정된다. 나머지 서브 필드의 내용은 기존 연결 요청 명령 포맷의 내용과 동일하므로 이에 대한 설명은 생략한다.
- [153] 도 15는 본 발명에 따른 DSME-연결 응답 명령 포맷의 일 예를 도시한 도면이다.
- [154] 도 15를 참조하면, DSME-연결 응답 명령 프레임은 MHR 필드들, 명령 프레임 식별자 필드, 단축 주소(short address) 필드, 연결 상태 필드, 채널 호핑 시퀀스 길이 필드 및 채널 호핑 시퀀스 필드를 포함한다.
- [155] 채널 호핑 시퀀스 길이 필드는 PAN이 비컨 가능 모드 및 채널 호핑 모드에서 동작하면 PAN에서 사용되는 채널 호핑 시퀀스의 길이를 나타낸다.
- [156] 채널 호핑 시퀀스 필드의 길이는 채널 호핑 시퀀스 길이 필드에 의해 정의되며,

채널 호핑 시퀀스 필드는 PAN이 비컨 가능 모드 및 채널 호핑 모드에서 운영되면 PAN에서 사용되는 채널 호핑 시퀀스를 나타낸다. 나머지 서브 필드의 내용은 기존 연결 응답 명령 포맷의 내용과 동일하므로 이에 대한 설명은 생략한다.

- [157] 도 16은 DSME 핸드셰이크 명령의 포맷의 일 예를 도시한 도면이며, 도 17은 DSME 핸드셰이크 명령의 DSME 특징 필드의 상세 포맷의 일 예를 도시한 도면이다.
- [158] 도 16을 참조하면, DSME 핸드셰이크 명령 프레임은 MHR 필드, 명령 프레임 식별자 필드 및 DSME 특징 필드를 포함한다. MHR 필드 및 명령 프레임 식별자 필드는 종래 DSME 핸드셰이크 명령 프레임의 내용과 동일하므로 여기서 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [159] 도 17을 참조하면, DSME 핸드셰이크 명령 프레임의 DSME 특징 필드는 채널 다이버시티 모드 서브필드, DSME 길이 서브필드, DSME 방향 서브필드, DSME 특징 타입 서브필드, DSME 핸드셰이크 타입 서브필드, 우선 채널 접근 서브필드, DSME 기술자 서브필드, DSME ABT(Allocation Bit Table) 기술 서브필드를 포함한다.
- [160] 채널 다이버시티 모드 서브필드는 1비트의 길이를 가지며 채널 적응 모드이면 '0', 채널 호핑 모드이면 '1'로 설정된다.
- [161] DSME ABT 기술 서브필드는 DSME ABT 서브-블록 길이 서브필드, DSME ABT 서브-블록 인덱스 서브필드 및 DSEM ABT 서브-블록 서브필드로 구성된다. DSME ABT 서브-블록 길이 서브필드는 단위 DSME ABT 서브-블록의 길이를 나타내고, DSME ABT 서브-블록 인덱스 서브필드는 전체 ABT에서 ABT 서브-블록의 시작을 알리며, DSME ABT 서브-블록은 할당 비트맵 테이블의 서브-블록을 포함한다.
- [162] 나머지 필드들은 종래 DSME 핸드셰이크 명령 프레임의 내용과 동일하므로 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [163] 도 18은 본 발명에 따른 TAB 서브-블록의 일 예를 도시한 도면이다.
- [164] 도 18을 참조하면, 채널 호핑 모드가 채널 다이버시티 이득(gain)을 획득하기 위하여 사용될 때, 즉 채널다이버시티모드 서브필드의 값이 '1'인 경우, 두 디바이스간 타임슬롯 할당을 위하여 핸드셰이킹 과정에 DSME ABT 대신에 타임슬롯 할당 비트맵(Timeslot Allocation Bitmap, TAB)을 사용한다. TAB의 비트맵은 해당 DSME 슬롯들의 사용을 나타내며, 만약 해당 슬롯이 전송(Tx) 또는 수신(Rx)을 위해 할당되면 '1'로 설정되고, 슬롯이 이용가능하다면 '0'으로 설정된다. 채널 적응에서 비슷하게, DSME ABT 서브-블록 인덱스 및 DSME ABT 서브-블록 길이는 TAB 서브-블록의 시작 위치 및 길이를 나타낸다. 또한 전체 TAB의 서브 블록은 스케줄링을 위해 교환된다.
- [165] 도 19는 본 발명에 따른 물리계층에서의 채널 호핑 방법의 일 예를 도시한 도면이다.

- [166] 채널 다이버시티 방법들은 물리계층에 수행되는 채널 호핑 방법과 함께 존재할 수 있다. MAC과 물리계층(PHY)에서의 채널 호핑 방법의 근본적 차이는 채널 스위칭이 PPDU(Protocol Data Unit)의 전송 동안 발생하는가이다. 도 19를 참조하여 두 계층에서의 호핑 방법을 살펴보면, 먼저 MAC 채널 호핑(MAC-CH) 구조(도 19a)의 경우 각 PPDU는 서로 다른 주파수 채널에서 전송되는 반면 PHY-FH의 경우(도 19b)에는 PPDU를 세그먼트로 분해하고 각 세그먼트를 PHY-FH에서 서로 다른 주파수 채널을 가진 서브 타임 슬롯에서 전송한다.
- [167] 예를 들어, MAC-CH를 위한 채널 호핑 시퀀스 {1,2,3,4}를 가정하자. 제1 PPDU를 전송하기 전에, PHY는 MAC-CH 및 PHY-FH를 위하여 채널 호핑 시퀀스로부터 획득한 물리적 채널 정보를 설정한다. PHY는 프레임의 어느 채널을 사용하여 전송할지를 결정하지 못하므로, 본 발명에서는 논리적 채널 번호 개념을 도입한다.
- [168] 도 20은 본 발명에 따른 논리적 채널 넘버링의 일 예를 도시한 도면이다.
- [169] 도 20을 참조하면, 논리적 채널 번호를 PHY-FH를 위해 사용되는 채널 호핑 시퀀스로 어떻게 매핑하는지 보여준다. PHY-FH가 채널 호핑 시퀀스 {1,3,5,7}, {2,4,6,8}, {9,11,13,15} 및 {10,12,14,16}을 채용하면, 각 시퀀스는 논리적 채널 번호 1 내지 4로 표기된다. 그리고 MAC이 논리적 채널 번호 1을 설정하면, PHY는 PPDU의 전송을 위해 채널 호핑 시퀀스 (1,3,5,7)을 사용한다.
- [170] 즉, 도 27과 같이 디바이스는 PHY-FH를 위한 채널 호핑 시퀀스들과 논리적 채널 번호들을 매핑하고(S281), PHY-FH는 MAC 호핑 시퀀스의 논리적 채널 번호에 해당하는 채널 호핑 시퀀스를 사용한다(S282).
- [171] 도 21에는 이러한 논리적 채널 개념을 이용한 PHY 채널 호핑 시퀀스들의 일 예가 도시되어 있다. 예를 들어, MAC 호핑 시퀀스가 {2,3,4,1}인 경우, PHY 채널 호핑 시퀀스는 논리적 채널번호 2에 해당하는 {2,4,6,8}, 논리적 채널 번호 3에 해당하는 {9,11,13,15}, 논리적 채널번호 4에 해당하는 {10,12,14,16}, 그리고 논리적 채널번호 1에 해당하는 {1,3,5,7}의 순서가 된다.
- [172] 도 22는 본 발명에 따른 MAC PIB 속성의 일부를 도시한 도면이다.
- [173] 도 22를 참조하면, MAC PIB 속성은 macChannelDiversityMode, macChannelHoppingSequence, macChannelOffset를 포함한다. MAC PIB 속성은 이러한 속성 외에 다른 속성들도 포함하나 도 22는 본 발명의 실시예와 관련된 속성들을 위주로 표시하였다.
- [174] 먼저 macChannelDiversityMode는 채널 다이버시티 모드의 타입을 가리키다. macChannelDiversityMode의 값이 0x00이면 채널 적응(디폴트), 0x11이면 채널 호핑을 가리키며 이 값들은 non-비컨 가능 PAN에 대해서는 유효하지 않다.
- [175] macChannelHoppingSequence는 논리적 채널 번호들의 시퀀스를 나타낸다. 이 시퀀스는 다음 상위 계층(Next Higher Layer)에 의해 설정된다.
- [176] macChannelOffset은 채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타낸다. 디폴트 값은 0이다.

- [177] 도 23은 하나의 호핑 시퀀스를 오프셋 값을 이용하여 재사용하는 일 예를 도시한 도면이다.
- [178] 도 23을 참조하면, 노드 A와 노드 B는 동일 채널 호핑 시퀀스 C를 공유하고 있으며, 이는 서로 다른 채널 오프셋 값을 사용함으로써 서로간의 직교성을 유지하여 이들 간의 주파수 간섭을 회피할 수 있다.
- [179] 그러나 한 서브넷의 노드들은 동일 오프셋 값을 사용할 수 있다. 이는 모든 노드가 서로 다른 오프셋 값을 가질 경우, 허용되는 최대 노드의 수가 호핑 시퀀스가 제공하는 직교 코드 시퀀스 수에 제한되어 네트워크의 확장성이 취약해지는 문제점을 해결한다. 예를 들어, 도 23에서 노드간에 호핑 시퀀스 C의 요소가 서로 같지 않다면(즉, $c_i \neq c_j$), 이를 사용하여 동시에 동작할 수 있는 최대 노드의 개수는 N개로 제한된다. 채널 호핑 시퀀스는 MAC PIB에 저장되며, 노드는 복수개의 시퀀스를 가질 수 있다.
- [180] 채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값은 통신 링크 구성과 관련하여 중요한 정보이며, 이는 비컨 프레임의 정보를 바탕으로 노드간의 오프셋 값 정보를 갱신할 수 있다. 비컨에는 채널 시퀀스 오프셋 및 타임 슬롯 할당과 관련하여 자원할당 필드가 있으며, 이 필드를 통해 노드는 분산형 자원 할당을 할 것인지 중앙 집중형 자원 할당을 할 것인지를 판단한다.
- [181] 먼저, 분산형 오프셋 할당을 살펴보면,
- [182] 비컨 프레임에 포함된 오프셋 정보는 비컨 프레임을 전송하는 노드를 기준으로 1-hop 거리에 있는 노드들의 오프셋 정보를 포함하기 때문에 비컨 프레임을 스캔하여 오프셋 값을 선택하는 노드들은 2-hop 거리의 노드들의 오프셋 정보를 바탕으로 원하는 오프셋 값을 설정한다.
- [183] 다음으로 집중형 오프셋 할당을 살펴보면,
- [184] 이 방식 또한 분산형 방식과 마찬가지로 비컨을 스캔하는 것으로 시작한다. 이를 통해 노드는 비컨의 자원할당 필드가 집중형 방식을 알리며, CAP 구간에서 독립적인 호핑 시퀀스 오프셋을 요구하는 것이 아니라 통신을 위한 링크를 요청한다. 즉 필요한 타임슬롯 개수와 링크를 형성하고자 하는 노드 ID를 송신하면, 해당 요청을 집중형 자원 할당 과정을 관리하는 서버에 전달되고, 서버는 이를 바탕으로 채널과 타임슬롯 인덱스(즉, 호핑을 위한 채널 번호와 송/수신을 위한 타임슬롯번호)을 알려준다.
- [185] 통신을 위한 타임슬롯 할당 과정도 오프셋 관리와 마찬가지로 분산형 방식과 집중형 방식으로 나뉘며, 집중형 방식은 위 오프셋 할당 방법에서 설명하였으므로 이하에서는 분산형 할당 방식에 대해서만 설명한다.
- [186] 먼저, 소스 디바이스는 목적지 디바이스에게 필요한 타임슬롯 개수와 사용 가능한 타임슬롯 비트맵과 자신이 사용하는 채널 호핑 시퀀스 오프셋 값을 유니캐스로 전송한다. 이를 수신한 목적지 디바이스는 자신의 사용 가능한 타임 슬롯 비트맵과 소스 디바이스로부터 수신한 타임 슬롯 비트맵을 XOR 연산하여 할당 가능한 타임 슬롯 비트맵을 생성하고 이중 소스 디바이스가 요청한

타임슬롯 개수만큼 선택하여 비트맵으로 표시하고 자신의 채널 호핑 시퀀스 오프셋 값과 함께 소스 디바이스에게 전송한다. 이때 할당된 타임 슬롯 비트맵은 유니캐스트가 아닌 브로드캐스트를 통해 전달하여 주변의 디바이스들이 이를 청취할 수 있게 한다.

- [187] 소스 디바이스는 목적지 디바이스로부터 수신한 타임 슬롯 할당 비트맵을 점검하여 타당한지 여부를 확인하고, 만족할 경우 목적지 디바이스에게 새로운 타임슬롯 할당 테이블을 notify 프레임을 통해 재전송한다. 이때도 브로드캐스트를 통해 주변 노드들이 청취할 수 있도록 한다. 이러한 Three-way 핸드셰이킹 방법은 동일 오프셋을 사용하는 이웃 노드들로 하여금 타임슬롯 가용정보를 갱신하도록 하는 것뿐만 아니라 히든 노드 문제를 해결한다.
- [188] 호핑 시퀀스를 구성하고 있는 특정 채널에 대해 지속적인 품질 저하가 관찰되면, 해당 채널은 블록 채널로 지정되어 채널 비트맵에서 사용 가능하지 않는 시퀀스 요소로 판단한다. 이러한 블록 채널 정보는 PIB에 저장되어 따로 관리되며 이를 채널 블랙 리스트라고 한다. 마찬가지로 사용되는 채널 중 특히 채널 품질이 좋은 채널들을 채널 화이트 리스트라고 하고 PIB에 저장하여 따로 관리한다.
- [189] 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- [190] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] WPAN 디바이스가 동작하는 방법에 있어서,
디바이스에게 코디네이터와의 연결 요청을 허락하는 연결 요청
프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며,
상기 연결 요청 프리미티브는,
채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타내는 제1 파라미터; 및
디폴트 채널 호핑 시퀀스 사용을 가리키는 제2 파라미터;를
포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스 동작 방법.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
상기 제2 파라미터의 값이 '1'이면, 자신의 코디네이터에게 채널
호핑 시퀀스를 요청하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는
WPAN 디바이스 동작 방법.
- [청구항 3] WPAN 디바이스가 동작하는 방법에 있어서,
연결 요청 명령의 수신을 가리키는데 사용되는 연결 지시
프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며,
상기 연결 지시 프리미티브는,
채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타내는 제1 파라미터; 및
디폴트 채널 호핑 시퀀스 사용을 가리키는 제2 파라미터;를
포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스 동작 방법.
- [청구항 4] 제 3항에 있어서,
상기 제2 파라미터의 값이 '1'이면, 자신의 코디네이터에게 채널
호핑 시퀀스를 요청하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는
WPAN 디바이스 동작 방법.
- [청구항 5] WPAN 디바이스가 동작하는 방법에 있어서,
연결 지시 프리미티브에 대한 응답을 시작하는데 사용되는 연결
응답 프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며,
상기 연결 응답 프리미티브는,
채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타내는 제1 파라미터;
채널 호핑 시퀀스의 길이를 나타내는 제2 파라미터; 및
다음 상위 계층에 의해 설정되는 논리적 채널 번호의 시퀀스를
나타내는 제3 파라미터;를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN
디바이스 동작 방법.
- [청구항 6] 제 5항에 있어서,
PAN 코디네이트가 PAN을 생성시 사용할 시퀀스를 선택하는
단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작
방법.
- [청구항 7] WPAN 디바이스가 동작하는 방법에 있어서,

연결 요청이 성공적인지 여부를 착수 디바이스의 다음 상위 계층에게 알리는데 사용되는 연결 확인 프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며,
 상기 연결 확인 프리미티브는,
 채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타내는 제1 파라미터;
 채널 호핑 시퀀스의 길이를 나타내는 제2 파라미터; 및
 다음 상위 계층에 의해 설정되는 논리적 채널 번호의 시퀀스를 나타내는 제3 파라미터;를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스 동작 방법.

[청구항 8]

제 7항에 있어서,
 PAN 코디네이트가 PAN을 생성시 사용할 시퀀스를 선택하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.

[청구항 9]

WPAN 디바이스가 동작하는 방법에 있어서,
 디바이스에게 비컨이 정상 동작 조건 동안 수신되는 때를 알리는 방법을 정의한 지시 프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며,
 상기 지시 프리미티브는,
 채널 호핑 기술(Specification)의 내용을 포함하는 파라미터를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.

[청구항 10]

WPAN 디바이스가 동작하는 방법에 있어서,
 PAN 코디네이터 또는 목적지 디바이스에게 슬롯의 할당 요청을 전송하는 것을 허락하는 요구 프리미티브를 수신하는 단계; 및
 상기 요구 프리미티브에 포함된 플래그 정보에 따라 슬롯 할당에 채널 적응 모드 및 채널 호핑 모드를 포함하는 채널 다이버시티를 적용하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.

[청구항 11]

제 10항에 있어서, 상기 채널 다이버시티를 적용하는 단계는,
 핸드셰이크 명령을 통해 슬롯을 할당하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.

[청구항 12]

제 10항에 있어서, 채널 다이버시티를 적용하는 단계는,
 채널 호핑 모드의 경우 타임슬롯 할당 비트맵(TAB)을 이용하여 디바이스간 채널 및 슬롯 사용을 교환하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.

[청구항 13]

WPAN 디바이스가 동작하는 방법에 있어서,
 수신된 비컨에 대한 기술자(Descriptor)를 포함하는 시작 요구 프리미티브를 생성하는 단계;를 포함하며,
 상기 기술자는,
 디폴트 채널 호핑 시퀀스의 사용을 가라키는 제1 요소;

채널 호핑 시퀀스의 길이를 나타내는 제2 요소;
 상위 계층에 의해 설정되는 논리적 채널 번호들의 시퀀스를 나타내는 제3 요소;
 채널 호핑 시퀀스의 오프셋 값을 나타내는 제4 요소;
 해당 채널 오프셋이 사용되었는지 여부를 나타내는 채널 오프셋 비트맵의 길이를 나타내는 제5 요소; 및
 채널 오프셋 비트맵을 포함하는 제6 요소;를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스 동작 방법.

[청구항 14]

제 13항에 있어서,
 상기 시작 요구 프리미티브는 소스 디바이스가 PAN 코디네이터 또는 목적지 디바이스에게 슬롯의 할당 요청을 전송하는 것을 허락하는 프리미티브인 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법

[청구항 15]

WPAN 디바이스가 동작하는 방법에 있어서,
 비컨 프레임을 생성하는 단계;를 포함하며,
 상기 비컨 프레임은,
 채널 적응 모드 및 채널 호핑 모드를 포함하는 채널 다이버시티 모드 중 DSME가 어떤 모드에서 운영되는지를 나타내는 필드를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.

[청구항 16]

제 15항에 있어서,
 상기 비컨 프레임은 채널 호핑 기술 필드를 포함하며,
 상기 생성하는 단계는, 상기 필드가 DSME가 채널 적응 모드를 가리키는 경우 상기 채널 호핑 기술 필드를 포함하지 않은 비컨 프레임을 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.

[청구항 17]

제 15항에 있어서, 상기 비컨 프레임을 생성하는 단계는,
 상기 필드가 채널 호핑 모드를 가리키는 경우 채널 호핑 기술 필드를 포함한 비컨 프레임을 생성하는 단계;를 포함하며,
 상기 채널 호핑 기술 필드는,
 디바이스의 채널 호핑 오프셋 값을 나타내는 제1 서브필드;
 이웃 디바이스들의 채널 호핑 오프셋 값의 점유를 나타내는 채널 오프셋 비트맵의 길이를 나타내는 제2 서브필드;
 상기 채널 오프셋 비트맵을 포함하는 제3 서브필드;를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.

[청구항 18]

WPAN 디바이스가 동작하는 방법에 있어서,
 연결 요청 명령에 대한 연결 응답 명령 프레임을 생성하는 단계;를 포함하며,
 상기 연결 응답 명령 프레임은 채널 호핑 시퀀스 오프셋 복사를

포함하는 연결 상태 필드를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.

[청구항 19]

WPAN 디바이스가 동작하는 방법에 있어서,
연결 요청 명령 프레임을 생성하는 단계;를 포함하며,
상기 연결 요청 명령 프레임은 PAN과의 연계를 원하는 비연결 디바이스의 오프셋 값이 설정된 채널 오프셋 필드를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.

[청구항 20]

제 19항에 있어서,
상기 연결 요청 명령 프레임은 용량 정보 필드를 포함하며, 상기 용량 정보 필드는 채널 시퀀스 요청 서브필드를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.

[청구항 21]

WPAN 디바이스가 동작하는 방법에 있어서,
연결 응답 명령 프레임을 생성하는 단계;를 포함하며,
상기 연결 응답 명령 프레임은 PAN이 비컨 가능 모드 및 채널 호핑 모드에서 동작하는 경우에,
PAN에서 사용되는 채널 호핑 시퀀스의 길이를 나타내는 채널 호핑 시퀀스 길이 필드; 및
PAN에서 사용되는 채널 호핑 시퀀스를 나타내는 채널 호핑 시퀀스 필드;를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.

[청구항 22]

WPAN 디바이스가 동작하는 방법에 있어서,
DSME 특징 필드를 포함하는 핸드셰이크 명령 프레임을 생성하는 단계;를 포함하며,
상기 DSME 특징 필드는 채널 적응 모드 또는 채널 호핑 모드를 가리키는 채널 다이버시티 모드 서브필드를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.

[청구항 23]

제 22항에 있어서,
상기 핸드셰이크 명령 프레임은,
채널 호핑 모드의 경우에 해당 DSME 슬롯들의 사용여부를 나타내는 타임슬롯 할당 비트맵을 포함하고,
채널 적응 모드의 경우에 타임슬롯 할당 비트맵의 서브 블록의 시작 위치 및 길이를 나타내는 필드를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.

[청구항 24]

WAPN 디바이스가 동작하는 방법에 있어서,
동일한 채널이 간섭 범위 내의 다른 디바이스들에 의해 사용되는 것을 방지하기 위하여 다른 디바이스들의 채널 오프셋 값과 다른 채널 오프셋 값을 선택하는 단계; 및
다수의 슈퍼프레임으로 구성된 멀티 슈퍼프레임의 전체 슬롯들에

- 걸쳐 채널 오프셋을 반영한 채널 호핑 시퀀스를 반복하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.
- [청구항 25] 제 24항에 있어서,
i번째 슬롯 인덱스에 해당하는 채널번호는 다음 수학식에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는 WAPN 디바이스의 동작 방법
채널번호 = ((DSME 슬롯 인덱스 + 채널 오프셋 값 + 비컨 시퀀스 번호) % (채널 시퀀스 길이)).
- [청구항 26] 제 24항에 있어서,
멀티 슈퍼프레임내 전체 DSME 슬롯 수는,
CAP 리덕션 필드의 값이 '0'이면 전체 DSME 슬롯 수 = $(7 \cdot 2^{(MO-SO)})$ 이고,
CAP 리덕션 필드의 값이 '1'이면 전체 DSME 슬롯 수 = $(15 \cdot 2^{(MO-SO)})$ 이며,
여기서 MO는 하나의 멀티 슈퍼프레임으로 간주되는 슈퍼프레임 그룹이 액티브되는 시간 구간의 길이를 나타내며, SO는 슈퍼프레임의 길이를 나타내는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법
- [청구항 27] WPAN 디바이스가 동작하는 방법에 있어서,
비컨 프레임 수신하는 단계;
상기 비컨 프레임의 채널 다이버시티 기술 필드로 PAN 기술자(Descriptor)의 채널 다이버시티 기술 필드의 값을 갱신하는 단계;
상기 채널 다이버시티 기술 필드의 값을 확인 프리미티브를 통해 상위 계층으로 전송하는 단계; 및
상기 비컨 프레임의 채널 오프셋 서브필드의 값으로 MAC PIB의 채널 오프셋 비트맵을 갱신하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 WAPN 디바이스의 동작 방법.
- [청구항 28] WPAN 디바이스가 동작하는 방법에 있어서,
PAN이 DSEM와 채널 호핑 모드를 사용하는 경우, MAC 서브계층이 요구 프리미티브 내의 DCHDescriptor 파라미터로 DCHDescriptor의 값을 갱신하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.
- [청구항 29] WPAN 디바이스가 동작하는 방법에 있어서,
DSME와 채널 호핑 모드가 PAN에서 사용되는 경우, MAC 서브계층이 비컨 프레임의 채널 다이버시티 기술 필드를 설정하는 단계; 및
1-홉 이웃 디바이스들에서 사용중인 채널 오프셋을 나타내는 채널 오프셋 비트맵 필드의 값으로 MAC PIB 속성을 설정하는 단계;를

[청구항 30]

포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.

WPAN 디바이스가 동작하는 방법에 있어서,

물리계층 주파수 호핑을 위한 채널 호핑 시퀀스의 각각과 논리적 채널 번호를 매핑하는 단계; 및

PHY-FH는 MAC 호핑 시퀀스의 논리적 채널 번호에 해당하는 채널 호핑 시퀀스를 사용하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 WPAN 디바이스의 동작 방법.

[Fig. 1]

이름	타입	유효 범위
ChannelOffset	정수	0~255
ChannelSequenceRequest	정수	0~1

[Fig. 2]

이름	타입	유효 범위
ChannelOffset	정수	0~255
ChannelSequenceRequest	정수	0~1

[Fig. 3]

이름	타입	유효 범위
ChannelOffset	정수	0~255
ChannelHoppingSequenceLength	정수	0~255
ChannelHoppingSequence	옥텟 셋	-

[Fig. 4]

이름	타입	유효 범위
ChannelOffset	정수	0~255
ChannelHoppingSequenceLength	정수	0~255
ChannelHoppingSequence	옥텟 셋	-

[Fig. 5]

이름	타입	유효 범위
DCHDescriptor	DCHDescriptor 값	도6 참조

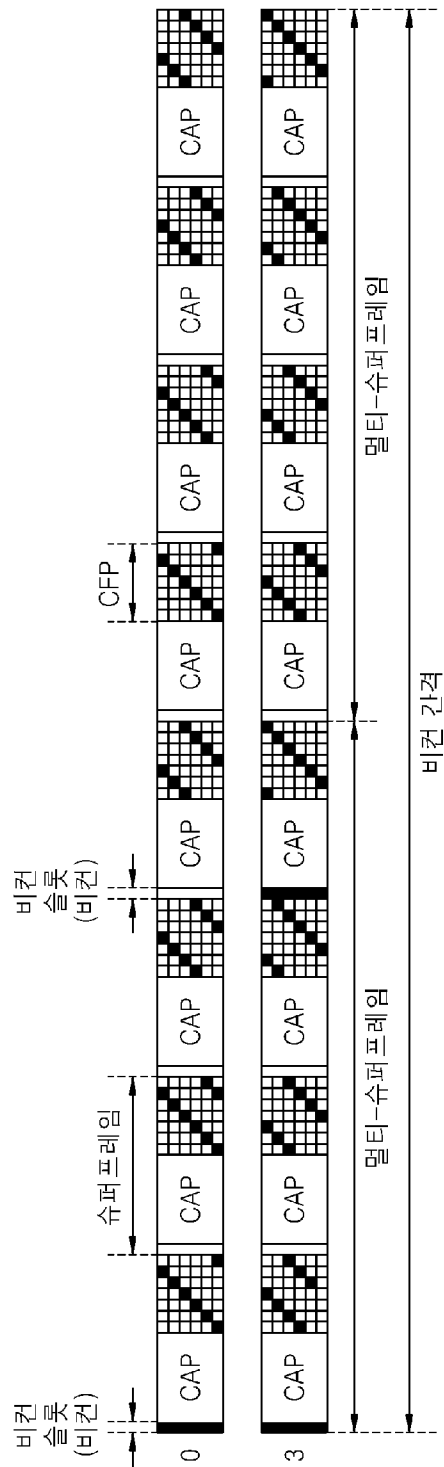
[Fig. 6]

이름	타입	유효 범위
DefaultSequenceFlag	정수	0~1
ChannelHoppingSequenceLength	정수	0~255
ChannelHoppingSequence	옥텟 셋	-
ChannelOffset	정수	0~255
ChannelOffsetBitmapLength	정수	0~255
ChannelOffsetBitmap	옥텟 셋	-

[Fig. 7]

이름	타입	유효 범위
ChannelHoppingSpecification	옥텟 셋	-

[Fig. 8]



octets: 2	1	4/10	0/5/6/10/14	2	variable	variable	4	variable	variable	2	
프레임 제어	시퀀스 번호	어드레싱 필드들	보조 보안 헤더	슈퍼 프레임 기술	GTS	현주소 필드들	DMSE 슈퍼 프레임 기술	채널 호핑 기술	시각 동기화 기술	비컨 비트맵	
MHR				MAC payload							MFR

[Fig. 10]

bit: 0~3	4	5	6	7~22	23~30	31	32~34	variable
멀티 슈퍼프레임 오더 (MO)	CAP 리덕션 플래그	임베디드 CAP/CFP 플랜	채널 다이버시티 모드	CAP 인덱스	서브 슬롯수	GACK 플래그	ECFP 시작 슬롯 길이	ECFP 시작 슬롯

[Fig. 11]

octet: 1	1	1	variable
디플트 시퀀스 플래그	채널 오프셋	채널 길이 오프셋 비트맵 길이	채널 오프셋 비트맵

[Fig. 12]

연결 상태	내용
0x00	연결 성공
0x01	PAN at capacity
0x02	PAN 접근 거부
0x03	채널 호핑 시퀀스 오프셋 중복
0x7f	예약
0x80~0xff	MAC 프리미티브 값을 위해 예약

[Fig. 13]

octets	1	1	1
MHR fields	명령 프레임 식별자	용량 정보	채널 오프셋

[Fig. 14]

bit: 0	1	2	3	4	5	6	7
선택적 PAN 코디네이터	디바이스 타입	파워 소스 타입	휴지 상태의 수신자	채널 시퀀스 요구	예약	보안 용량	주소 할당

[Fig. 15]

octets	1	2	1	1	1
MHR fields	명령 프레임 식별자	단축 주소	연결 상태	채널 호핑 시퀀스 길이	채널 호핑 시퀀스

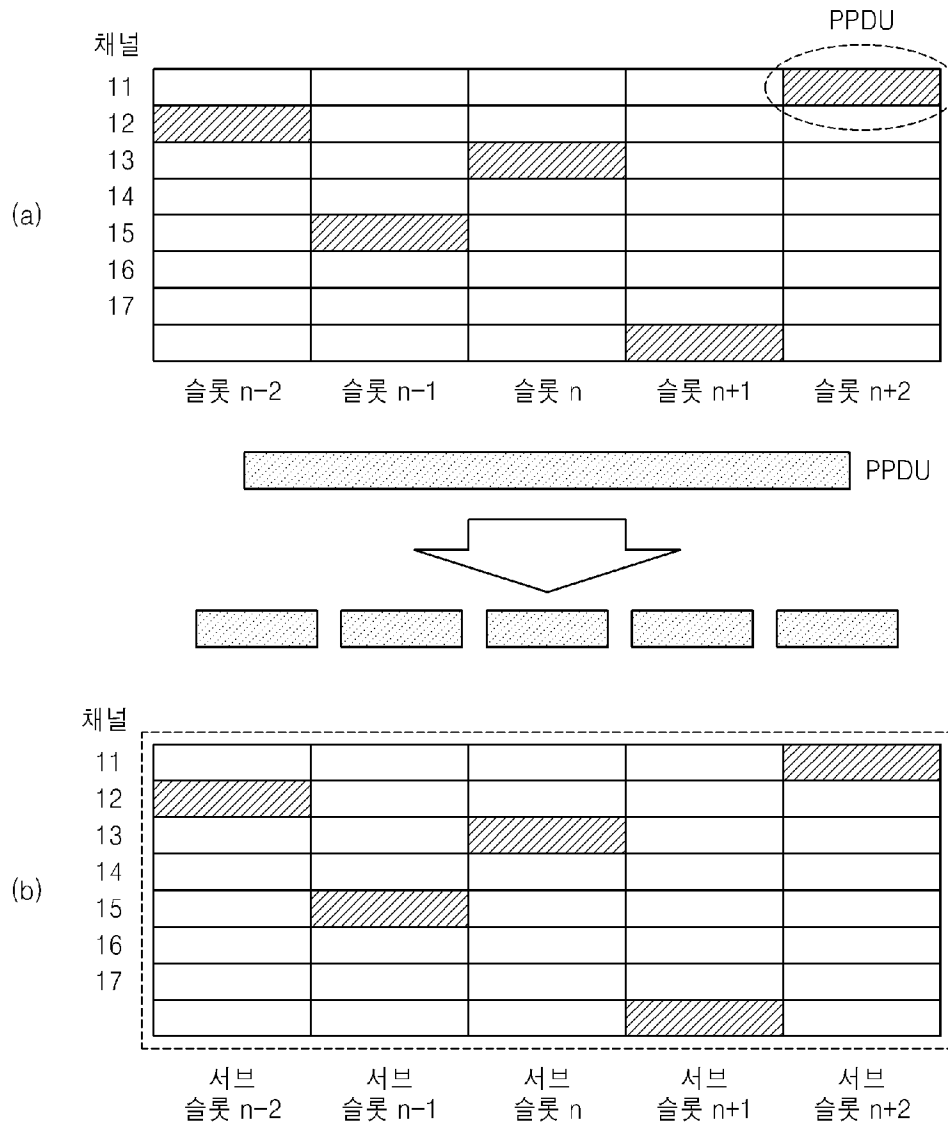
[Fig. 16]

octets	1	variable
MHR fields	명령 프레임 식별자	DSME 특징

[Fig. 17]

bit: 0	1~8	9	10~12	13~14	15	16~55	variable
채널 다이버시티 모드	DSME 길이	DSME 방향	DSME 특징 타입	DSME 핸드셰이크 타입	우선 채널 접근	DSME 기술자	DSME ABT 기술

[Fig. 19]



[Fig. 20]

PHY 호핑 시퀀스	논리적 채널 번호
{1,3,5,7}	1
{2,4,6,8}	2
{9,11,13,15}	3
{10,12,14,16}	4

[Fig. 21]

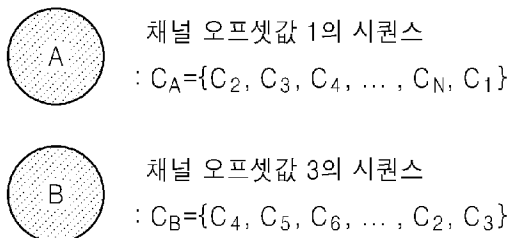
MAC 호핑 시퀀스	PHY 채널 호핑 시퀀스
{1,2,3,4}	{{1,3,5,7},{2,4,6,8},{9,11,13,15}, {10,12,14,16}}
{2,3,4,1}	{{2,4,6,8},{9,11,13,15}, {10,12,14,16},{1,3,5,7}}
{3,4,1,2},	{{9,11,13,15},{10,12,14,16},{1,3,5,7}, {2,4,6,8}}
{4,1,2,3},	{{10,12,14,16},{1,3,5,7}, {2,4,6,8},{9,11,13,15}}

[Fig. 22]

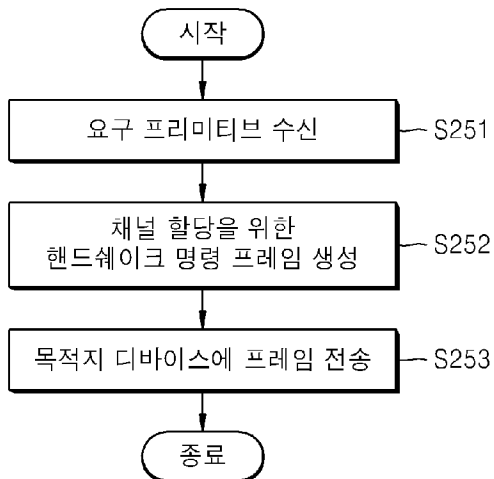
속성	식별자	타입	유효 범위
macChannelDiversityMode	0x62	정수	0~1
macChannelHoppingSequence	0x69	비트맵	-
macChannelOffset	0x6a	정수	0x00~0xFF

[Fig. 23]

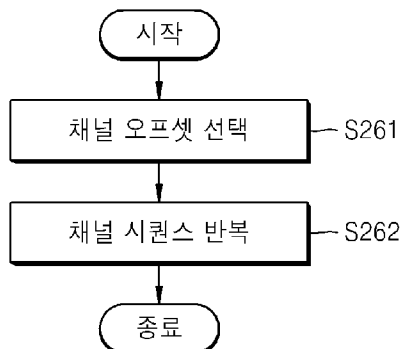
채널 호핑 시퀀스 $C=\{C_1, C_2, C_3, \dots, C_N\}$



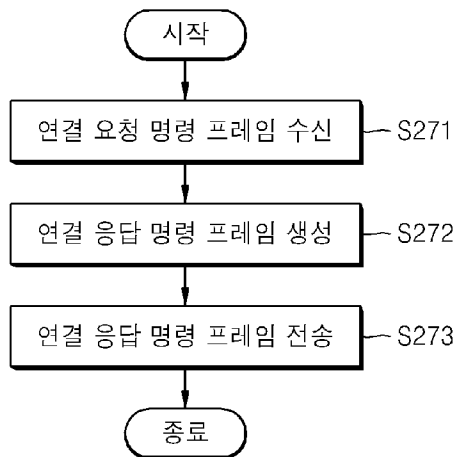
[Fig. 24]



[Fig. 25]



[Fig. 26]



[Fig. 27]

