

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013년 4월 25일 (25.04.2013)



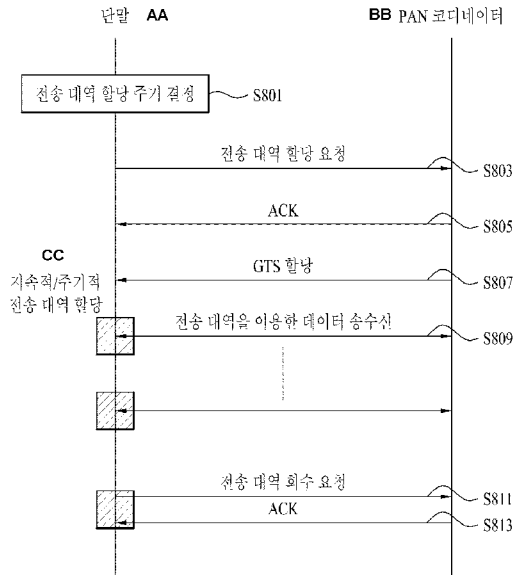
(10) 국제공개번호
WO 2013/058577 A2

- (51) 국제특허분류: H04W 72/04 (2009.01) H04W 52/02 (2009.01)
H04W 72/12 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/008553
- (22) 국제출원일: 2012년 10월 18일 (18.10.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 61/548,231 2011년 10월 18일 (18.10.2011) US
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 150-721 서울 영등포구 여의도동 20, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 임재원 (LIM, Jaewon); 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 김서욱 (KIM, Suhwook); 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 김봉희 (KIM, Bonghoe); 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 138-861 서울 송파구 잠실동 175-9 현대빌딩 7층 KBK 특허법률사무소, 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, BN, 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, KR, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: SCHEDULING METHOD IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM AND DEVICE THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 스케줄링 방법 및 이를 위한 장치



AA ... Terminal
BB ... PAN coordinator
CC ... Continuous/periodic transmission band allocation
S801 ... Transmission band allocation interval is determined
S803 ... Transmission band allocation is requested
S807 ... GTS is allocated
S809 ... Data is transmitted and received by using transmission band
S811 ... Transmission band recovery is requested

(57) Abstract: The present invention provides a scheduling method in a wireless personal area network (WPAN) system and a device therefor. Specifically, a method for allocating a guaranteed time slot (GTS) in a WPAN system comprises the steps of: receiving a GTS request command for requesting periodic GTS allocation from a device; and transmitting a beacon frame which includes periodic GTS allocation information to the device, wherein a GTS allocation interval is determined by GTS interval information included in the GTS request command, and an allocated periodic GTS expires if data or an acknowledgement (ACK) frame is not transmitted from the device within a section determined by the GTS allocation interval.

(57) 요약서: 본 발명에서는 WPAN(Wireless Personal Area Network) 시스템에서 스케줄링 방법 및 이를 위한 장치가 개시된다. 구체적으로, WPAN 시스템에서 GTS(guaranteed time slot)를 할당하는 방법에 있어서, 장치로부터 주기적 GTS 할당을 요청하기 위한 GTS 요청 커맨드(GTS request command)를 수신하는 단계 및 주기적 GTS 할당 정보를 포함하는 비콘(beacon) 프레임에 장치에 전송하는 단계를 포함하되, GTS 할당 주기는 GTS 요청 커맨드에 포함된 GTS 주기(GTS interval) 정보에 의하여 결정되고, GTS 할당 주기에 의하여 결정된 구간 내에 장치로부터 데이터 또는 ACK(acknowledgement) 프레임이 전송되지 않으면, 할당된 주기적 GTS가 만료(expiration)된다.

WO 2013/058577 A2



공개:

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

명세서

발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 스케줄링 방법 및 이를 위한 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게 WPAN(Wireless Personal Area Network) 시스템에서 전송 대역을 스케줄링하는 방법 및 이를 지원하는 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 개인 휴대 기기들은 저속도 무선 개인 영역 네트워크(LR-WPAN: Low-Rate Wireless Personal Area Networks)를 구축하여 통신을 수행할 수 있다. LR-WPAN의 예로서 IEEE 802.15.4 표준을 따르는 네트워크가 있다. IEEE 802.15.4 표준은 868/915 MHz 대역에서는 BPSK(Binary Phase-Shift Keying)를 사용하여 20 Kbps와 40 Kbps의 전송 속도를 제공하고, 2.45 GHz 대역에서는 O-QPSK(Offset Quadrature Phase-Shift Keying)를 사용하여 250 Kbps의 전송 속도를 제공한다. IEEE 802.15.4b 표준에서는 868/915 MHz 대역에서도 O-QPSK를 사용하여 250 Kbps의 전송 속도를 제공한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [3] 본 발명의 목적은 무선 통신 시스템, 바람직하게 WPAN(Wireless Personal Area Network) 시스템에서 코디네이터(coordinator)와 장치(device) 간 데이터를 원활하게 송수신하기 위한 방법 및 이를 위한 장치를 제안한다.
- [4] 또한, 본 발명의 목적은 WPAN 시스템에서 장치를 위한 전송 대역을 원활하게 스케줄링하기 위한 방법 및 이를 위한 장치를 제안한다.
- [5] 또한, 본 발명의 목적은 WPAN 시스템에서 구현되는 장치의 전력 소모를 감소시키기 위한 방법 및 이를 위한 장치를 제안한다.
- [6] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [7] 본 발명의 일 양상은, WPAN 시스템에서 GTS(guaranteed time slot)를 할당하는 방법에 있어서, 장치로부터 주기적 GTS 할당을 요청하기 위한 GTS 요청 커맨드(GTS request command)를 수신하는 단계 및 주기적 GTS 할당 정보를 포함하는 비콘(beacon) 프레임을 장치에 전송하는 단계를 포함하되, GTS 할당 주기는 GTS 요청 커맨드에 포함된 GTS 주기(GTS interval) 정보에 의하여 결정되고, GTS 할당 주기에 의하여 결정된 구간 내에 장치로부터 데이터 또는

- ACK(acknowledgement) 프레임이 전송되지 않으면, 할당된 주기적 GTS가 만료(expiration)된다.
- [8] 본 발명의 다른 양상은, WPAN 시스템에서 GTS를 할당하는 코디네이터(coordinator)에 있어서, 무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛 및 장치로부터 주기적 GTS 할당을 요청하기 위한 GTS 요청 커맨드(GTS request command)를 수신하고, 주기적 GTS 할당 정보를 포함하는 비콘(beacon) 프레임을 장치에 전송하는 프로세서를 포함하되, GTS 할당 주기는 GTS 요청 커맨드에 포함된 GTS 주기(GTS interval) 정보에 의하여 결정되고, GTS 할당 주기에 의하여 결정된 구간 내에 장치로부터 데이터 또는 ACK(acknowledgement) 프레임이 전송되지 않으면, 할당된 주기적 GTS가 만료(expiration)된다.
- [9] 바람직하게, GTS 할당 주기에 의하여 결정된 구간은 $(2 \times n)$ 수퍼 프레임(superframe)이고, n 값은 GTS 할당 주기에 의하여 결정된다.
- [10] 바람직하게, GTS 할당 주기는 GTS 주기 정보를 지수화(exponentiation)하여 결정된다.
- [11] 바람직하게, 장치에 비콘 프레임을 통하여 주기적 GTS 할당의 지원 여부에 대한 정보를 전송한다.
- [12] 바람직하게, 비콘 프레임은 GTS 설명(GTS Specification) 필드를 포함하고, GTS 설명 필드는 주기적 GTS 할당의 지원 여부를 지시하는 주기적 GTS 허용(periodic GTS permit) 서브필드를 포함한다.
- [13] 본 발명의 일 양상은, WPAN 시스템에서 GTS를 할당받는 방법에 있어서, 주기적 GTS 할당을 요청하기 위한 GTS 요청 커맨드(GTS request command)를 코디네이터(coordinator)에 전송하는 단계 및 코디네이터로부터 주기적 GTS 할당 정보를 포함하는 비콘(beacon) 프레임을 수신하는 단계를 포함하되, GTS 할당 주기는 GTS 요청 커맨드에 포함된 GTS 주기(GTS interval) 정보에 의하여 결정되고, GTS 할당 주기에 의하여 결정된 구간 내에 장치로부터 데이터 또는 ACK(acknowledgement) 프레임이 전송되지 않으면, 할당된 주기적 GTS가 만료(expiration)된다.
- [14] 본 발명의 다른 일 양상은, WPAN 시스템에서 GTS를 할당받는 장치에 있어서, 무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛 및 주기적 GTS 할당을 요청하기 위한 GTS 요청 커맨드(GTS request command)를 코디네이터(coordinator)에 전송하고, 코디네이터로부터 주기적 GTS 할당 정보를 포함하는 비콘(beacon) 프레임을 수신하는 프로세서를 포함하되, GTS 할당 주기는 GTS 요청 커맨드에 포함된 GTS 주기(GTS interval) 정보에 의하여 결정되고, GTS 할당 주기에 의하여 결정된 구간 내에 장치로부터 데이터 또는 ACK(acknowledgement) 프레임이 전송되지 않으면, 할당된 주기적 GTS가 만료(expiration)된다.
- [15] 바람직하게, GTS 할당 주기에 의하여 결정된 구간은 $(2 \times n)$ 수퍼

프레임(superframe)이고, n 값은 GTS 할당 주기에 의하여 결정된다.

[16] 바람직하게, GTS 할당 주기는 GTS 주기 정보를 지수화(exponentiation)하여 결정된다.

[17] 바람직하게, 코디네이터로부터 비콘 프레임을 통하여 주기적 GTS 할당의 지원 여부에 대한 정보를 수신한다.

[18] 바람직하게, 비콘 프레임은 GTS 설명(GTS Specification) 필드를 포함하고, GTS 설명 필드는 주기적 GTS 할당의 지원 여부를 지시하는 주기적 GTS 허용(periodic GTS permit) 서브필드를 포함한다.

발명의 효과

[19] 본 발명의 실시예에 따르면, 무선 통신 시스템, 바람직하게는 WPAN 시스템에서 코디네이터와 장치 간 데이터를 원활하게 송수신할 수 있다.

[20] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, WPAN 시스템에서 주기적인 전송 대역을 할당 및 만료(expiration) 시키는 방법을 정의함으로써 장치를 위한 전송 대역을 원활하게 스케줄링할 수 있다.

[21] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, WPAN 시스템에서 장치와 코디네이터 간 동기화된 전송 대역의 만료 시기를 통해 장치의 불필요한 동작을 방지함으로써 장치의 전력 소모를 감소시킬 수 있다.

[22] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[23] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 특징을 설명한다.

[24] 도 1은 IEEE 802.15.4 시스템에 따른 네트워크 토폴로지(Network Topology)를 나타낸다.

[25] 도 2는 IEEE 802.15.4 시스템의 프로토콜 스택(protocol stack)을 나타낸다.

[26] 도 3은 IEEE 802.15.4 시스템의 수퍼프레임 구조를 나타낸다.

[27] 도 4는 IEEE 802.15.4 시스템에서 MAC 계층과 PHY 계층에서의 각 프레임 포맷을 예시한다.

[28] 도 5는 IEEE 802.15.4 시스템의 GTS 할당 및 회수 절차에 대한 흐름도이다.

[29] 도 6은 IEEE 802.15.4 시스템의 비콘 프레임 및 GTS 기술자의 구조를 예시하는 도면이다.

[30] 도 7은 IEEE 802.15.4 시스템의 GTS 요청 커맨드(GTS request command)의 구조를 예시하는 도면이다.

[31] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 전송 대역 할당 방법을 예시하는 흐름도이다.

- [32] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 GTS 요청 커맨드(GTS request command)의 구조를 나타낸 도면이다.
- [33] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 비콘 프레임의 구조를 나타낸 도면이다.
- [34] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 GTS 요청 커맨드(GTS request command)의 구조를 나타낸 도면이다.
- [35] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 비콘 프레임의 구조를 나타낸 도면이다.
- [36] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 GTS 요청 커맨드(GTS request command)의 구조를 나타낸 도면이다.
- [37] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 비콘 프레임의 구조를 나타낸 도면이다.
- [38] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 비콘 프레임의 구조를 나타낸 도면이다.
- [39] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.

발명의 실시를 위한 형태

- [40] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적인 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적인 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다.
- [41] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다.
- [42] 본 명세서에서 본 발명의 실시예들을 기지국과 단말 간의 데이터 송신 및 수신에의 관계를 중심으로 설명한다. 여기서, 기지국은 단말과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(**terminal node**)로서의 의미를 갖는다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(**upper node**)에 의해 수행될 수도 있다. 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(**network nodes**)로 이루어지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음은 자명하다. '기지국(**BS: Base Station**)'은 고정국(**fixed station**), Node B, eNode B(**eNB**), 액세스 포인트(**AP: Access Point**), 코디네이터(**coordinator**), PAN 코디네이터(**Personal Area Network coordinator**), MBAN 코디네이터(**Medical Body Area Network coordinator**), PAN MBAN 코디네이터(**PAN MBAN coordinator**) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, '단말(**Terminal**)'은 UE(**User Equipment**), MS(**Mobile Station**), MSS(**Mobile Subscriber Station**), SS(**Subscriber Station**), AMS(**Advanced Mobile Station**), 장치(**device**), MTC(**Machine-Type Communication**) 장치, M2M(**Machine-to-Machine**) 장치, D2D 장치(**Device-to-Device**) 장치, 전체 기능

장치(FFD: Full Function Device), 축소 기능 장치(RFD: Reduced Function Device) 등의 용어로 대체될 수 있다.

- [43] 이하의 설명에서 사용되는 특정 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [44] 본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802 시스템, 3GPP 시스템, 3GPP LTE 및 LTE-A(LTE-Advanced)시스템 및 3GPP2 시스템 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 본 발명의 기술적 사상을 명확히 드러내기 위해 설명하지 않은 단계들 또는 부분들은 상기 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.
- [45] 이하의 기술은 CDMA(code division multiple access), FDMA(frequency division multiple access), TDMA(time division multiple access), OFDMA(orthogonal frequency division multiple access), SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 이용될 수 있다. CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.15, IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)은 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화이다.
- [46] 이하, 설명을 명확하게 하기 위해, IEEE 802.15.4 시스템을 위주로 기술하지만 본 발명의 기술적 특징이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [47] **1. 본 발명이 적용될 수 있는 IEEE 802.15.4 시스템**
- [48] **1.1. 시스템 일반**
- [49] 도 1은 IEEE 802.15.4 시스템에 따른 네트워크 토폴로지(Network Topology)를 나타낸다.
- [50] IEEE 802.15.4 시스템에 따른 네트워크에는 전체 기능 장치(FFD)와 축소 기능 장치(RFD) 두 가지 형태의 장치가 참여할 수 있다. IEEE 802.15 시스템에 따른 네트워크의 토폴로지는 네트워크에 참여하는 장치들의 기능에 따라 결정될 수 있다.
- [51] 도 1의 (a)는 스타형 토폴로지(star topology)의 예시이고, 도 1의 (b)는 피어-투-피어 토폴로지(peer-to-peer topology)의 예시이다.
- [52] FFD는 전체 기능을 수행할 수 있는 장치로서, 예를 들어, FFD 또는 RFD와

통신을 수행할 수 있고, 네트워크 초기화, 노드 관리, 노드 정보 저장 등의 기능을 수행할 수 있다. 특히, FFD 중에서 다른 장치들이 네트워크를 구성할 수 있도록 동작하는 FFD를 PAN 코디네이터(PAN coordinator)라고 한다. PAN 코디네이터는 MBAN 코디네이터, PAN MBAN 코디네이터 등으로 지칭할 수 있으며, 이하 설명의 편의를 위해 '코디네이터(coordinator)'로 통칭하여 설명한다. 이와 같은 코디네이터 역할을 수행하는 FFD에 의하여 상술한 네트워크 토폴로지가 구성될 수 있다.

- [53] 반면, RFD는 상기 FFD가 수행할 수 있는 기능보다 적은 기능을 수행한다. 특히, RFD가 통신을 수행할 수 있는 상대 장치는 FFD로 제한된다. 따라서, RFD는 코디네이터 역할을 수행할 수 없다. 따라서, RFD는 네트워크 기능을 FFD에 전담시킴으로써, 작은 크기의 스택 구조를 가질 수 있고, 연산/메모리 자원을 절약할 수 있다. 특히, RFD는 코디네이터를 찾아 데이터를 전송한 후 접속을 바로 끊고 절전 모드(또는 수면(Sleep) 모드)로 진입할 수 있으므로 전력 소모량이 매우 적으며 배터리 전원으로라도 장시간 동작될 수 있다.
- [54] 도 1을 참조하면, "F"라고 표시된 장치(device)는 FFD를 나타내고, "R"로 표시된 장치는 RFD를 나타내며, "P"로 표시된 장치는 코디네이터 역할을 수행하는 FFD를 나타낸다.
- [55] 도 1의 (a)에 도시된 스타형 토폴로지에서는 장치와 코디네이터 사이에서의 통신만이 이루어진다. 이 때, 장치들은 통신의 시작점 또는 종단점인 반면, 코디네이터는 시작점, 종단점 또는 라우터(router)가 될 수 있다.
- [56] 도 1의 (b)에 도시된 피어 투 피어 형 토폴로지에서는 장치와 코디네이터 간의 통신이 릴레이로서 기능하는 중간 장치들을 이용한 1회 이상의 홉(hop)을 따라 수행된다. 여기서, 각 장치는 네트워크 내의 어떤 다른 장치와도 통신할 수 있다. 따라서, 메시(mesh) 네트워크와 같이 더 복잡한 형태의 네트워크를 구성할 수도 있다. 여기서, 코디네이터는 상위층들로의 액세스 포인트로서 기능하며, 무선 센서 네트워크(WSN: Wireless Sensor Network)의 경우에서, 그것은 센서들에 의해 수집되는 데이터를 위한 싱크로서 기능한다.
- [57] 또한, 스타 토폴로지는 배터리 수명이 장시간 유지되도록 장치들을 운용할 수 있고, 피어 투 피어(Peer to Peer) 토폴로지는 하나 이상의 데이터 전달 경로를 구성할 수 있으므로 높은 데이터 신뢰성과 접속 인식률을 가진다.
- [58] 또한, 스타 토폴로지는 각 장치에 대한 통신 범위가 매우 제한적이며(예를 들어, 수미터), 피어-투-피어 토폴로지는 더 큰 영역이 커버되는 것을 허용한다. 토폴로지는 동적일 수 있어서, 장치들이 추가되거나 네트워크를 떠날 때 변화한다.
- [59] 따라서, 장치들은 일반적으로 이동성을 가지는 것에 반하여, 코디네이터는 이동성을 가지거나 고정형일 수 있다. 피어-투-피어 토폴로지는 네트워크를 신속하게 셋업 또는 변화시킬 것이 요구되거나 네트워크의 자기조직(self-organisation) 및 자기 치유(self-healing)를 허용할 것이 요구되는,

빠르게 변화하는 환경에 더 적합할 수 있다. 자기 치유는 예를 들어, 기존 코디네이터가 고장 나거나 네트워크를 떠난 경우에 새로운 코디네이터를 확립하는 것을 포함할 수 있다.

- [60] 동일한 위치 내에서 각 장치들이 자기 자신의 코디네이터를 갖는 다수의 스타 및/또는 피어-투-피어 토폴로지가 셋업될 수 있다. 이 경우, 개별 코디네이터들은 상호 간섭을 회피하고 데이터의 공유 또는 대조(collation)를 허용하기 위해 협업할 수 있다. IEEE 802.15.4 시스템에서는 이러한 네트워크를 '클러스터(cluster)'라고 말하며, 클러스터들에 대한 전체적인 코디네이터를 확립하고, 클러스터들을 분할 및 병합하기 위한 준비(provision)가 이루어질 수 있다.
- [61] 도 2는 IEEE 802.15.4 시스템의 프로토콜 스택(protocol stack)을 나타낸다.
- [62] 도 2를 참조하면, IEEE 802.15.4 시스템의 프로토콜 스택은 PHY 계층(Physical Layer), MAC 계층(Medium Access Control Layer), 상위 계층(Upper Layer)으로 이루어진다.
- [63] PHY 계층은 RF 송수신기 및 관련된 제어 메커니즘을 포함한다. PHY 계층은 물리 채널을 통하여 PHY PDU(Protocol Data Units)를 송수신하는 PHY 데이터 서비스(PHY data service)와 상기 PHY 계층을 관리하기 위한 PHY 관리 서비스(PHY management service)를 제공할 수 있다.
- [64] MAC 계층은 데이터 전송을 위한 물리 채널에 대한 액세스(access)를 제공한다. MAC 계층은 상기 물리 계층을 통하여 MAC PDU(Protocol Data Units)들을 송수신하기 위한 MAC 데이터 서비스(MAC data service)와 MAC 계층의 관리를 위한 MAC 관리 서비스(MAC management service)를 제공할 수 있다. MAC 계층은 비콘(beacon) 관리, 채널 접속, GTS(Guaranteed Time Slot) 관리, 프레임 확인, 보안 기능 등의 기능을 수행할 수 있다.
- [65] 상위 계층(Upper Layer)은 네트워크 계층(Network Layer)과 응용 계층(Application Layer)으로 구성된다. 네트워크 계층은 네트워크의 구성(configuration), 처리, 메시지 라우팅(routing) 등의 기능을 제공한다. 응용 계층은 장치가 목표하는 기능을 제공한다. 일 예로, IEEE 802.15.4 시스템에서의 장치는 탑재된 프로그램의 종류, 즉 응용 계층의 데이터를 처리하는 프로그램의 종류에 따라 RFD(Reduced Function Device), FFD(Full Function Device) 또는 코디네이터로 기능할 수 있다.
- [66] 도 3은 IEEE 802.15.4 시스템의 수퍼프레임 구조를 나타낸다.
- [67] IEEE 802.15.4 시스템은 주기적으로 방송되는 비콘을 기반으로 네트워크가 운용되는 비콘 이네이블드(beacon-enabled)와 통신 프레임의 교환을 위해 비 주기적으로 비콘을 요청하여 네트워크를 운용하는 논-비콘 이네이블드(non beacon-enabled) 동작으로 구분될 수 있다.
- [68] 비콘 이네이블드(beacon-enabled) 네트워크에서, 코디네이터는 비콘을 주기적으로 송신하고, 장치들은 네트워크에 동기화하고 채널에 액세스하기

위해 그 비콘을 주기적으로 청취한다. 채널 액세스는 도 3에 도시된 바와 같이, 코디네이터에 의해 정의되는 수퍼프레임 구조에 따라 수퍼프레임 내에서, 프레임의 단위로 순차적으로 송신된다.

[69] 수퍼 프레임은 코디네이터가 송신하는 비콘 프레임들 사이에 데이터 송수신을 위한 복수의 시간 슬롯(예를 들어, 16개)이 포함된 형태로 구성될 수 있다. 또한, 각 수퍼프레임은 비콘 프레임들 사이에 저전력 동작에 대한 요구 사항으로 인하여 활성 구간(active period) 및 비활성 구간(inactive period)을 포함하도록 구성될 수 있다. 활성 구간은 장치들 간의 데이터 송수신이 수행되는 구간으로서, 활성 구간은 데이터 송수신을 위해 사용되는 프레임들을 위한 시간 슬롯들로 구성된다. 반면, 비활성 구간은 상기 장치들 간의 데이터 송수신이 수행되지 아니하는 구간을 말한다. 즉, 비활성 구간 동안 코디네이터는 저전력 모드(또는 수면 모드)로 진입할 수 있다.

[70] 활성 구간 및 비활성 구간의 비율을 듀티 사이클(duty cycle)이라 한다. 듀티 사이클 값은 저전력 동작을 위한 요구 사항 및 동일한 물리적 전송 채널을 사용하는 통신 방식간의 공존을 위한 요구 사항을 고려하여 조절 될 수 있다.

[71] 활성 구간은 경쟁적 액세스 구간(CAP: Contention Access Period) 및 서비스 품질 요구조건을 갖는 어플리케이션들에 대한 보장된 액세스를 위한 그에 후속하는 비경쟁적 액세스 구간(CFP: Contention Free Period)를 포함하도록 구성될 수 있다.

[72] CAP는 네트워크에 참여한 장치들이 경쟁적으로 데이터 프레임을 전송하기 위한 시간 슬롯들로 구성된다. 따라서, 두 비콘 프레임들 사이의 CAP에 속한 시간 슬롯들을 이용하여 통신을 수행하고자 하는 장치는 다른 장치와 CSMA-CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) 방식을 이용한 경쟁 관계에 놓이게 된다.

[73] CFP는 특정 장치가 데이터 프레임을 전송할 수 있도록 할당된 타임 슬롯인 GTS(Guaranteed Time Slot)들로 구성된다. GTS는 장치 내의 응답 속도가 빠른(low-latency) 응용 프로그램 또는 특정 전송 대역폭(bandwidth)을 요구하는 응용 프로그램을 위해 사용될 수 있다. CFP는 수퍼 프레임 내에서 CAP 이후에 위치하고, 최대 7개의 GTS까지 포함하도록 구성될 수 있다. CFP는 하나의 장치를 위하여 복수의 GTS가 할당되도록 구성될 수도 있다.

[74] 코디네이터는 CFP 내의 각 GTS가 어느 장치에게 할당되는지 결정한다. 코디네이터에 의하여 결정된 CFP의 GTS 할당 정보는 수퍼 프레임의 최초 슬롯인 비콘 프레임에 포함되어 전송될 수 있다.

[75] 반면, non-beacon-enabled(non beacon-enabled) 네트워크에서, 코디네이터는 예를 들어, 네트워크 발견의 목적 등을 이유로 비콘을 요청 받지 않는 한 동기화를 위해 비콘을 전송하지 않는다. 채널 액세스는 수퍼프레임 구조에 의해 제한되지 않으며, 장치들은 비동기적이어서, CSMA-CA에 의해 모든 데이터 전송을 수행한다. 이들은 보낼 데이터를 가지고 있지 않은 장치들이 대부분의

시간 동안 수면 상태로 유지할 수 있고, 코디네이터가 각 데이터 프레임 앞에 웨이크 업 프리앰블을 두어, 데이터 도달 시에 수신 장치가 활성화될 것을 보장하는 센서-MAC(WiseMAC)과 같은 소정의 프로토콜에 따라 자기 자신의 수면 패턴을 따를 수 있다.

- [76] 상술한 바와 같이, 비콘 이네이블드(beacon-enabled) 네트워크 내의 코디네이터는 네트워크 장치들에 동기화 및 채널 액세스를 제공하는 것을 담당한다. 또한, 수퍼프레임의 시작과 끝은 코디네이터에 의해 정의된다. 코디네이터는 다른 네트워크들로의 잠재적인 통신, 및 예를 들어 충전된 배터리의 용이한 교체에 의한 충분한 전력 공급에의 액세스라는 2가지 주된 특징을 갖는다.
- [77] 도 4는 IEEE 802.15.4 시스템에서 MAC 계층과 PHY 계층에서의 각 프레임 포맷을 예시한다.
- [78] 도 4를 참조하면, MAC 계층에서의 프레임 포맷은 MAC 헤더(MHR: MAC Header), MAC 페이로드(MAC Payload) 및 MAC 풋터(MFR: MAC Footer)로 구성된다. MHR, MAC 페이로드 및 MFR은 하나의 MAC 데이터 프레임, 즉 MAC 프로토콜 데이터 유닛(MPDU: MAC protocol data unit)을 형성한다.
- [79] MHR은 프레임 제어 필드(Frame Control, 401), 시퀀스 번호 필드(Sequence Number, 403), 주소 필드(Addressing Field, 405) 및 보조 보안 헤더 필드(Auxiliary Security Header, 407)를 포함한다.
- [80] MHR을 구성하는 필드들 중, 프레임 제어 필드(401)는 프레임 포맷의 타입(또는 종류)을 나타내는 값을 포함하고, 시퀀스 번호 필드(403)는 macDSN의 현재 값을 포함하고, 주소 필드(405)는 수신 및/또는 발신 주소를 포함할 수 있다. 또한 보조 보안 헤더 필드(407)는 프레임의 보안 처리를 위해 필요한 정보를 포함할 수 있다.
- [81] MAC 페이로드는 도시하지 않았지만 명령 프레임 식별자(Command Frame Identifier) 및 명령 페이로드(Command Payload)를 포함하도록 구성될 수 있다. 또한, MFR은 프레임 검사 시퀀스(FCS: Frame Check Sequence, 411)를 포함하도록 구성될 수 있다. FCS(411)는 MHR 및 MAC 페이로드 부분에 대하여 데이터 전송의 오류가 있는지 여부를 판단하기 위하여 사용될 수 있다.
- [82] IEEE 802.15.4 네트워크에서는 비콘을 송신하기 위해 코디네이터에 의해 이용되는 비콘 프레임, 데이터 전송을 위해 이용되는 데이터 프레임, 성공적인 프레임 수신을 확인하기 위해 이용되는 확인응답 프레임 및 데이터 요청과 같은 모든 MAC 피어 엔티티 제어 전송을 다루기 위해 이용되는 MAC 명령(command) 프레임, 이처럼 4가지 상이한 타입의 프레임을 수반한다. 여기서, 비콘 프레임, 확인 응답 프레임 및 MAC 명령 프레임은, 각 경우에서 MAC 페이로드가 상이한 기능을 가지며 확인응답 프레임은 MAC 페이로드를 갖지 않는다는 점을 제외하고는 유사한 구조를 갖는다. 또한, 비콘 프레임, 확인 응답 프레임 및 MAC 명령 프레임은 상위 계층들의 관여 없이 MAC 서브층에서 발원할 수 있다.

- [83] 한편, MPDU는 PHY 서비스 데이터 유닛(PSDU: PHY Service Data Unit)으로서 PHY 계층에 전송되고, 이것이 PHY 계층에서의 PHY 페이로드가 된다. PHY 페이로드 앞에는 프리앰블 시퀀스(preamble sequence, 413) 및 프레임 시작 구획자(SFD: Start-of-Frame Delimiter, 415)를 포함하는 동기화 헤더(SHR: synchronization header) 및 옥텟(octet) 단위의 PHY 페이로드의 길이를 나타내는 프레임 길이/예약(417)을 포함하는 PHY 헤더(PHR: PHY Header)가 위치한다. 프리앰블 시퀀스(413) 및 데이터 SFD(415)는 수신기가 심볼 동기화를 달성하는 것을 가능하게 한다. 이와 같은 SHR, PHR 및 PHY 페이로드는 하나의 PHY 패킷, 즉 PHY 프로토콜 데이터 유닛(PPDU: PHY protocol data unit)을 형성한다.
- [84] **1. 2. GTS 할당(allocation)/회수(de-allocation)**
- [85] WPAN 시스템에서 특정 단말과 코디네이터 간의 배타적인 대역 할당을 통한 데이터 송수신을 위해 소정의 전송 대역이 할당되어야 하며, IEEE 802.15.4에서는 이와 같은 전송 대역으로서 GTS(guaranteed time slot)를 정의하였다. 이하, 설명의 편의를 위해 전송 대역의 할당은 IEEE 802.15.4에 따른 GTS의 할당을 가정한다.
- [86] 도 5는 IEEE 802.15.4 시스템의 GTS 할당 및 회수 절차에 대한 흐름도이다.
- [87] 도 5를 참조하면, 장치는 PAN 코디네이터로 전송할 데이터가 있는 경우, 필요한 GTS에 대한 파라미터가 포함된 GTS 할당 요청(GTS request command for GTS allocation)을 PAN 코디네이터로 전송함으로써, GTS 할당을 요청한다(S501). 이 때, GTS 할당 요청(GTS request command)에 포함된 GTS 특성(Characteristics) 필드 내의 특성 형태(Characteristics Type)를 1로 설정하여 GTS 할당 요청임을 나타낸다.
- [88] PAN 코디네이터는 단말에 대한 GTS 할당을 결정한 후, GTS를 할당하기로 결정하면 ACK(Acknowledgement)를 단말에게 전송한다(S503). 이후, PAN 코디네이터는 할당한 GTS에 대한 정보(GTS descriptor)를 포함한 비콘을 전송하여(S505), 비콘을 수신한 단말이 비콘에 포함된 정보에 따라 GTS를 사용할 수 있도록 한다.
- [89] 단말은 할당된 GTS를 이용하여 PAN 코디네이터와 데이터를 송수신한다.
- [90] 단말은, 더 이상 GTS를 사용할 필요가 없게 되면 GTS 회수 요청(GTS request command for GTS de-allocation)을 PAN 코디네이터로 전송한다(S509). 이 때 GTS 회수 요청(GTS request command)에 포함된 GTS 특성(Characteristics) 필드 내의 특성 형태(Characteristics Type)를 0으로 설정하여 GTS 회수 요청임을 나타낸다. 단말(100)로부터 GTS 회수 요청을 수신한 PAN 코디네이터는 단말(100)에게 할당한 GTS를 회수하고, 단말에게 ACK를 전송한다(S511).
- [91] 도 6은 IEEE 802.15.4 시스템의 비콘 프레임 및 GTS 기술자의 구조를 예시하는 도면이다.
- [92] 도 6을 참조하면, 비콘 프레임에 포함된 각 필드의 내용은 IEEE 802.15.4에서 정의한 내용을 따른다. 비콘 프레임은 MHR, MAC 페이로드 및 MFR을 포함한다.

MHR은 프레임 제어 필드(Frame Control, 601), 시퀀스 번호 필드 (Sequence Number, 603), 주소 필드(Addressing Fields, 605) 및 보조 보안 헤더 필드(Auxiliary Security Header, 607)를 포함한다. 그리고, 비콘 프레임의 MAC 페이로드는 수퍼프레임 설명 필드(Superframe specification, 609), GTS 설명 필드(GTS specification field, 611), GTS 방향 필드(GTS Direction field, 613), GTS 리스트 필드(GTS List field, 615), 보류 주소 필드(Pending Address fields, 617) 및 비콘 페이로드 필드(Beacon Payload, 619)를 포함할 수 있다. 또한, MFR은 프레임 검사 시퀀스(FCS, 621)를 포함하도록 구성될 수 있다.

- [93] 특히, 각 GTS에 대한 할당 내용은 PAN 코디네이터에 의해서 GTS 기술자(descriptor) 형식으로 설정된다. GTS 기술자(descriptor)들은 비콘의 GTS 리스트(list) 필드에 포함된다. 즉, GTS 리스트 필드(615)에 장치 간략 주소 서브필드(Device Short Address, 623), GTS 시작 슬롯 서브필드(GTS Starting Slot, 625) 및 GTS 길이 서브필드(GTS Length, 627)를 포함하도록 구성될 수 있다. 여기서, 장치 간략 주소 서브필드(623)는 GTS 기술자가 지시하는 디바이스에 대한 16 비트(bit) 길이의 간략 주소(short address)를 나타낸다. GTS 시작 슬롯 서브필드(625)는 4 비트 크기로 해당 GTS가 시작하는 슬롯(slot)의 번호를 표시한다. GTS 길이 서브필드(627)는 4 비트 크기로 해당 GTS가 몇 개의 슬롯으로 이루어졌는지 나타낸다.
- [94] 또한, 도시하지는 않았지만 수퍼프레임 설명 필드(609)는 비콘 순서, 수퍼프레임 순서, 마지막 CAP 슬롯, CAP, CFP, 활성 구간의 길이, 배터리 수명, 코디네이터로부터 전송되는지 여부 등에 대한 정보를 포함할 수 있으나, 이는 일례에 불과하며 수퍼프레임 설명 필드(609)에 포함되는 정보는 변경이 가능하다.
- [95] GTS 설명 필드(611)는 GTS 기술자 카운트(GTS descriptor count) 서브필드를 포함할 수 있다. GTS 기술자 카운트 서브필드는 GTS 리스트 필드(615)에 포함될 상술한 GTS 기술자(GTS descriptor)의 개수를 나타낸다. 예를 들어, GTS 기술자 카운트 서브필드의 크기가 3 비트(bits)인 경우에 GTS 리스트 필드(615)는 최대 7개의 GTS 기술자들을 포함할 수 있다.
- [96] GTS 방향 필드(613)는 서브 프레임 내의 GTS들의 방향을 나타내는 GTS 방향 마스크 (GTS Directions Mask) 서브 필드를 포함할 수 있다. 즉, 상기 GTS 방향 마스크 서브 필드는 GTS 리스트 필드(615)에 포함되는 각 GTS가 데이터 송신(transmit-only)을 위한 것인지 또는 데이터 수신(receive-only)을 위한 것인지를 나타낼 수 있다.
- [97] 도 7은 IEEE 802.15.4 시스템의 GTS 요청 커맨드(GTS request command)의 구조를 예시하는 도면이다.
- [98] 도 7을 참조하면, 비콘 프레임에 포함된 각 필드의 내용은 IEEE 802.15.4에서 정의한 내용을 따른다. GTS 요청 커맨드(GTS request command)는 프레임 제어 필드(Frame Control, 701), 시퀀스 번호 필드 (Sequence Number, 703), 주소

필드(Addressing Fields, 705), 보조 보안 헤더 필드(Auxiliary Security Header, 707), 커맨드 프레임 식별자 필드(Command Frame Identifier, 709), GTS 특성 필드(GTS Characteristics, 711) 및 프레임 검사 시퀀스(FCS, 713)를 포함하도록 구성될 수 있다.

- [99] 특히, GTS 요청 커맨드(GTS request command) 내의 GTS 특성 필드(711)는 장치가 요청하는 GTS의 성격 및 특징을 PAN 코디네이터에게 전달한다.
- [100] GTS 특성 필드(711)는 GTS 길이 서브필드(GTS Length, 715), GTS 방향 서브필드(GTS Direction, 717), 특성 형태 서브필드(Characteristics Type, 719) 및 예비 서브필드(Reserved, 721)를 포함한다. GTS 길이 서브필드(715)는 해당 GTS가 몇 개의 수퍼 프레임 슬롯으로 구성되어야 하는지 나타낸다. GTS 방향 서브필드(717)는 해당 GTS가 디바이스에 의해 수신 용도로 사용되는지 또는 전송 용도로 사용되는지 나타낸다. 특성 형태 서브필드(719)는 해당 GTS 요청 커맨드가 GTS 할당을 위해 사용되는지 또는 GTS 회수를 위해 사용되는지 나타낸다.
- [101] **1. 3. GTS 만료(expiration)**
- [102] IEEE 802.15.4 시스템에서는 GTS 만료(expiration) 동작은 다음과 같이 정의되어 있다.
- [103] 장치가 PAN 코디네이터로 전송하는 전송 GTS(transmit GTS)의 경우, PAN 코디네이터가 $(2 \times n)$ 수퍼 프레임 동안 장치로부터 해당 장치가 할당 받은 GTS를 통해 데이터가 수신되지 않는 경우, 해당 장치를 위해 할당한 GTS를 만료시켜 회수한다.
- [104] 반면, PAN 코디네이터가 장치에게 전송하는 수신 GTS(receive GTS)의 경우, PAN 코디네이터가 해당 GTS를 사용하여 데이터를 장치에게 전송한 후, $(2 \times n)$ 수퍼 프레임 동안 ACK(acknowledge) 프레임을 수신하지 못하는 경우 해당 수신 GTS를 만료시킨다. 다만, PAN 코디네이터가 장치에게 전송한 데이터가 ACK 프레임을 전송할 필요가 없는 데이터인 경우, PAN 코디네이터는 제한되지 않고 어느 때나 해당 GTS를 만료시킬 수 있다.
- [105] 여기서, 상술한 방식에서 n 값은 아래 수학적 식 1에 의하여 정의될 수 있다.
- [106] 수학적 식 1

$$n = 2^{(8 - \text{macBeaconOrder})} \quad (0 \leq \text{macBeaconOrder} \leq 8 \text{ 경우})$$

$$n = 1 \quad (9 \leq \text{macBeaconOrder} \leq 14 \text{ 경우})$$

- [107] 여기서, 'macBeaconOrder' 값은 IEEE 802.15.4 시스템에서 PAN 코디네이터가 장치에게 얼마나 자주 비콘(beacon)을 전송하는지를 의미한다. 즉, 비콘의 전송 주기를 의미하며, 그 값이 커질수록 긴 주기로 PAN 코디네이터는 비콘을 장치에게 전송하게 된다. 다만, 'macBeaconOrder' 값이 15일 때는 PAN 코디네이터는 비콘을 주기적으로 전송하지 않는다.

- [108] 또한, GTS 만료를 포함하는 상위 레이어에서의 GTS 회수 요청, 유지(maintenance) 등의 이유로 GTS 회수가 이뤄질 때, IEEE 802.15.4 표준에서는 'aGTSDescPersistenceTime' 파라미터 값만큼의 수퍼 프레임 뒤까지 특정 GTS의 회수가 이루어졌음을 의미하는 GTS 기술자(GTS descriptor)를 비콘에 포함시킨다.
- [109] **2. 지속적 스케줄링(persistent scheduling)**
- [110] 상술한 바와 같이, IEEE 802.15.4의 GTS 할당 방식에서는, PAN 코디네이터에 의해 장치가 GTS를 할당 받으면, 장치의 요청 또는 GTS 만료에 의해서 GTS 회수(deallocation)가 될 때까지 매 수퍼 프레임마다 계속적으로 GTS를 할당 받는다. 다만, 이와 같은 방식은 각 장치마다 필요한 GTS가 다를 수 있기 때문에 비효율적일 수 있다. 특정 장치가 한 번 GTS를 할당 받으면 할당된 GTS가 회수될 때까지 다른 장치들이 해당 GTS를 사용할 수 없기 때문이다.
- [111] 따라서, 장치 별로 다른 주기로 GTS를 할당 받을 수 있고, 다수의 장치가 하나의 GTS에 대하여 시간 분할 방식으로 GTS를 사용할 수 있도록 하기 위한 방법이 필요하다. 이하, 본 발명에서는 이를 위해 IEEE 802.15.4 WPAN 상에서 GTS를 통해 지속적(persistent) 또는 주기적(periodic)으로 무선 자원을 할당하는 방법을 제안한다. 이하, 설명의 편의를 위해 지속적(persistent)과 주기적(periodic)의 의미를 동일하게 사용한다.
- [112] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 전송 대역 할당 방법을 예시하는 흐름도이다.
- [113] 장치는 PAN 코디네이터로 전송할 데이터가 있는 경우, 데이터 송수신에 필요한 전송 대역의 할당을 요청할 수 있다. 여기서, 전송 대역의 일 예는 보장된 타임 슬롯(GTS: Guaranteed Time Slot)일 수 있다.
- [114] PAN 코디네이터에 전송 대역의 할당을 요청하는 경우, 장치는 자신이 가지고 있는 특성 정보에 기초하여 전송 대역의 할당 주기(interval 또는 period)를 결정할 수 있다(S801). 여기서, 특성 정보는, 전송할 데이터로부터 획득된 것 또는 장치 자신의 특성으로부터 획득된 것일 수 있다. 예를 들어, 전송할 데이터의 총량, 주기적으로 전송할 데이터인지 여부, 장치의 용도 등이 특성 정보에 해당될 수 있다. 이때, 장치는 전송 대역의 할당 주기를 결정할 때, 수퍼 프레임 단위로 결정할 수도 있고 또는 소정의 시간 단위로 결정할 수도 있다. 즉, 장치는 특성 정보에 기초하여 "3 수퍼프레임 당 1 번의 전송 대역" 또는 "20ms 당 1 번의 전송 대역" 같은 방식으로 할당 주기를 결정할 수 있다.
- [115] 이 후, 장치는 결정된 전송 대역의 할당 주기를 포함한 전송 대역 요청을 PAN 코디네이터로 전송할 수 있다(S803). 예를 들어, GTS의 할당을 요청하는 경우라면, 장치는 GTS 요청 커맨드(GTS request command)를 PAN 코디네이터로 전송할 수 있다. 이 때, GTS 요청 커맨드에 포함된 GTS 특성(GTS Characteristics) 필드 내의 특성 형태(Characteristics Type)를 1로 설정하여 GTS 할당 요청임을 나타낼 수 있다. 이때, GTS 요청 커맨드, GTS 특성 필드를 각각 주기적 GTS 요청

커맨드(Periodic GTS request command), 주기적 GTS 특성(Periodic GTS Characteristics) 필드라고 지칭할 수 있으나, 이하 설명의 편의를 위해 GTS 요청 커맨드, GTS 특성 필드로 통칭하여 설명한다.

- [116] 전송 대역 요청에는, GTS 할당을 원하는 시간(또는 수퍼프레임), 필요한 전송 대역에 관한 정보, 장치가 결정한 할당 주기 등을 포함할 수 있다. 이때, 전송 대역 요청은 IEEE 802.15.4에서 정의된 GTS 요청 커맨드(GTS request command) 프레임일 수 있다. 그리고, 전송 대역의 할당 주기는 GTS 요청 커맨드 프레임 내의 GTS 특성(Characteristics) 필드에 포함될 수 있다. 또한, GTS 특성(Characteristics) 필드는 GTS 주기(interval 또는 period) 필드를 더 포함할 수 있고, GTS 주기 필드는 장치가 결정한 전송 대역의 할당 주기를 나타낼 수 있다.
- [117] 장치로부터 전송 대역 요청을 수신한 PAN 코디네이터는 ACK(Acknowledgement)를 전송하여 전송 대역 할당의 승인을 장치에게 알릴 수 있다(S805). 또는 장치에게 할당할 전송 대역이 없는 경우, 전송 대역을 할당할 수 없다는 통지를 송신할 수도 있다. 장치에게 전송 대역을 할당하는 경우, PAN 코디네이터는 수신한 전송 대역 요청에 포함된 전송 대역의 할당 주기에 근거하여 전송 대역을 할당할 수 있다. 이 때, 장치가 요청한 대로 할당할 수도 있고, 자원 상황, 타 장치와의 통신 상황 등을 고려하여 장치의 요청과 다르게 할당할 수도 있다. 예를 들어, 장치는 "2 수퍼프레임 당 1 회의 전송 대역"을 요청하였으나, 할당 가능한 전송 대역이 부족하다면 "4 수퍼프레임 당 1 회의 전송 대역"을 할당할 수 있다.
- [118] PAN 코디네이터는 전송 대역의 할당 정보를 장치로 전송할 수 있다(S807). 전송 대역의 할당 정보는, PAN 코디네이터가 결정한 전송 대역의 할당 주기, 전송 대역의 시작 및 종료 시점 등이 될 수 있다.
- [119] PAN 코디네이터는 IEEE 802.15.4에서 정의한 비콘(beacon) 프레임의 GTS 기술자(descriptor)에 지속적 스케줄링을 위한 서브 필드를 포함시켜 전송 대역 할당 정보를 장치로 전송할 수 있다. 여기서, 전송 대역 할당 정보는 비콘 프레임 내의 GTS 리스트(list) 필드에 포함될 수 있다. 이 때, GTS 리스트(list) 필드는 시작 시퀀스 번호(Start Sequence Number) 필드 및 GTS 주기 필드를 더 포함할 수 있다. 시작 시퀀스 번호(Start Sequence Number) 필드는 장치에게 전송 대역이 할당되기 시작하는 수퍼 프레임의 시퀀스 번호(sequence number)를 나타내고, GTS 주기 필드는 장치에게 할당된 전송 대역의 주기를 나타낸다.
- [120] 장치는 PAN 코디네이터로부터 할당 받은 전송 대역을 통하여 데이터를 송수신할 수 있다(S809). 예를 들어, 비콘 프레임의 GTS 기술자를 통해 할당 받은 GTS에 대한 지속적 스케줄링 정보를 수신한 장치는 GTS 기술자에 표시된 시작 수퍼 프레임에서부터 특정 주기로 할당 받은 GTS를 이용하여 PAN 코디네이터와 주기적으로 데이터를 송수신할 수 있다.
- [121] 데이터의 송수신이 완료된 경우, 장치는 전송 대역 회수 요청을 송신할 수 있다(S811). 이 때, GTS 요청 커맨드에 포함된 GTS 특성(GTS Characteristics)

필드 내의 특성 형태(Characteristics Type)를 0으로 설정하여 GTS 할당 요청임을 나타낼 수 있다.

- [122] 이어, 회수 요청을 수신한 코디네이터는 ACK를 전송하고(S813), 더 이상의 전송 대역 할당을 중단한다.
- [123] 한편, S803 단계의 전송 대역 요청은, CFP(contention free period)에서 전송 대역을 할당할 것을 요청하는 것일 수 있다. 이 때, CFP에서 전송 대역을 할당 받는다면, 상술한 과정을 통하여 데이터를 송수신한다, 만약 CFP에서 전송 대역을 할당 받지 못한다면 장치는 CAP(Contention Access Period)에서 데이터를 전송한다.
- [124] 이하, 지속적 스케줄링(persistent scheduling)을 위하여 장치와 PAN 코디네이터 간 송수신하는 GTS 요청 커맨드(GTS request command) 프레임 및 비콘 프레임(Beacon Frame)의 구조를 설명한다.
- [125] **2. 1. GTS 요청 커맨드 & 비콘 프레임 - 1**
- [126] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 GTS 요청 커맨드(GTS request command)의 구조를 나타낸 도면이다. 도 9에서 각 필드/서브필드의 비트 수는 설명의 편의를 위한 예시에 불과하며, 각 필드/서브필드는 이와 다른 비트 수로 구성될 수 있음은 물론이다.
- [127] 도 9를 참조하면, GTS 요청 커맨드는 IEEE 802.15.4에서 정의된 GTS 특성(Characteristics) 필드에 GTS 주기 서브필드(GTS interval/period, 907) 서브필드를 더 포함할 수 있다. 즉, GTS 특성(Characteristics) 필드에 포함되는 GTS 길이 서브필드(GTS Length, 901), GTS 방향 서브필드(GTS Direction, 903), 특성 형태 서브필드(Characteristics Type, 907) 및 예비 서브필드(Reserved, 909) 서브필드 외에 GTS 주기 서브필드(GTS interval/period, 907)가 더 추가될 수 있다.
- [128] GTS 길이 서브필드(901)는 해당 주기적 GTS를 위해 요청되는 수퍼 프레임 슬롯의 개수를 나타낸다.
- [129] GTS 방향 서브필드(903)는 해당 주기적 GTS가 디바이스에 의해 수신 용도로 사용되는지 또는 전송 용도로 사용되는지 나타낸다. 예를 들어, 해당 주기적 GTS가 수신 전용 주기적 GTS(receive-only periodic GTS)인 경우 1로 설정되고, 반대로 전송 전용 주기적 GTS(transmit-only periodic GTS)인 경우 0으로 설정될 수 있다.
- [130] 특성 형태 서브필드(Characteristics Type, 907)는 해당 GTS 요청 커맨드가 주기적 GTS 할당을 위해 사용되는지 또는 주기적 GTS 회수를 위해 사용되는지 나타낸다. 예를 들어, 주기적 GTS 할당인 경우 1로 설정되고, 주기적 GTS 회수인 경우 0으로 설정될 수 있다.
- [131] GTS 주기 서브필드(907)는 장치가 결정한 주기적 GTS 할당 주기를 나타낸다. 즉, 장치는 현재 장치가 접속하고 있는 PAN의 수퍼 프레임의 크기 또는 자신이 필요한 데이터 전송량과 주기를 추정(또는 산출)하여 주기적 GTS 할당 주기를 결정하고, GTS 주기 서브필드(907)를 통해 PAN 코디네이터에 주기적 GTS

할당을 요청할 수 있다.

- [132] 여기서, 장치는 주기적 GTS 할당 주기를 수퍼 프레임(superframe) 단위로 지정할 수 있다. 예를 들어, 2번의 수퍼 프레임마다 1회씩의 GTS 할당을 요청하도록 GTS 주기 서브필드(907) 값을 설정할 수 있다. 또한, 장치는 주기적 GTS 할당 주기를 시간 단위로 지정할 수도 있다. 예를 들어, 10 밀리초(ms)마다 1회씩의 GTS 할당을 요청하도록 GTS 주기 서브필드(907) 값을 설정할 수도 있다. 이와 같이, GTS 주기 서브필드(907) 값은 주기적 GTS 할당 주기를 직접 나타낼 수 있다.
- [133] 또한, GTS 주기 서브필드(907) 값은 주기적 GTS 할당 주기를 정의하기 위한 값으로 사용될 수 있다. 이 경우, 소정의 상수와 GTS 주기 서브필드(907) 값을 이용하여 주기적 GTS 할당 주기가 결정될 수 있다. 예를 들어, GTS 주기 서브필드(907) 값을 지수화(exponentiation)하여 GTS 할당 주기가 결정될 수 있다. 즉, 특정 상수에 GTS 주기 서브필드(907) 값의 지수 배 값($2^{\text{GTS 주기 서브필드 값}}$ 또는 $2^{\text{GTS 주기 서브필드 값}+1}$)이 GTS 할당 주기가 될 수 있다. 또는 특정 상수에 GTS 주기 서브필드(907) 값을 곱한 값(상수 $\times$ GTS 주기 서브필드 값)이 GTS 할당 주기가 될 수 있다. 이때, 상수와 관련된 정보는 PAN 코디네이터와 장치가 미리 알고 있을 수 있으며, PAN 코디네이터가 장치로 전송할 수 있다.
- [134] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 비콘 프레임의 구조를 나타낸 도면이다. 도 10에서 각 필드/서브필드의 비트 수는 설명의 편의를 위한 예시에 불과하며, 각 필드/서브필드는 이와 다른 비트 수로 구성될 수 있음은 물론이다.
- [135] 도 10을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 비콘 프레임은 IEEE 802.15.4에서 정의된 GTS 리스트(list) 필드 내에 시작 시퀀스 번호 서브필드(Start Sequence Number, 1007)와 GTS 주기 서브필드(GTS interval/period, 1009)를 더 포함할 수 있다.
- [136] 즉, GTS 리스트 필드에 포함되는 장치 간략 주소 서브필드(Device Short Address, 623), GTS 시작 슬롯 서브필드(GTS Starting Slot, 625) 및 GTS 길이 서브필드(GTS Length, 627) 외에 시작 시퀀스 번호 서브필드(Start Sequence Number, 1007)와 GTS 주기 서브필드(GTS interval/period, 1009)가 더 추가될 수 있다. 또한, 예비 서브필드(Reserved, 1011)가 더 추가될 수도 있다.
- [137] 시작 시퀀스 번호 서브필드(1007)는 장치에게 주기적 GTS가 할당되기 시작하는 수퍼 프레임의 시퀀스 번호(sequence number)을 나타낸다. 여기서, 시퀀스 번호는 매 비콘 프레임에 포함되어 비콘이 전송되는 수퍼 프레임이 몇 번째 수퍼 프레임인지를 의미한다.
- [138] GTS 주기 서브필드(1009)는 장치에게 할당된 주기적 GTS의 주기를 나타낸다. GTS 주기 서브필드(1009) 값은 도 9에서의 GTS 요청 커맨드 프레임에 의하여 장치로부터 PAN 코디네이터에게 요청된 GTS 주기 값을 고려하여 PAN 코디네이터에 의하여 결정된 값이다. 이때, PAN 코디네이터의 자원 할당 정책이나 현재 GTS 할당 현황에 따라 장치가 요청한 값보다 커질 수 있으며,

작아질 수도 있다. 비콘 프레임에서, 장치에게 할당된 주기적 GTS의 할당 주기를 지정하는 방식은 GTS 요청 커맨드에서 주기적 GTS 할당 주기를 나타내는 방식과 동일한 방식을 사용할 수 있다.

[139] **2.2. GTS 요청 커맨드 & 비콘 프레임 - 2**

[140] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 GTS 요청 커맨드(GTS request command)의 구조를 나타낸 도면이다. 도 11에서 각 필드/서브필드의 비트 수는 설명의 편의를 위한 예시에 불과하며, 각 필드/서브필드는 이와 다른 비트 수로 구성될 수 있음은 물론이다. 이하, 설명의 편의를 위하여 도 9와 동일한 설명은 생략한다.

[141] 도 11을 참조하면, 기존 IEEE 802.15.4의 GTS 특성(Characteristics) 필드와 동일한 크기의 비트 수로 구성하기 위해, GTS 주기 서브필드(1107)를 2 비트 크기로 구성할 수 있다. 만약 2 비트만으로 더 긴 주기를 나타내기 어려운 경우에는 GTS 주기 서브필드(907) 값은 주기적 GTS 할당 주기를 정의하기 위한 값으로 사용될 수 있다. 이 경우, 소정의 상수와 GTS 주기 서브필드(1107) 값을 이용하여 주기적 GTS 할당 주기가 결정될 수 있다. 예를 들어, GTS 주기 서브필드(1107) 값을 지수화(exponentiation)하여 GTS 할당 주기가 결정될 수 있다. 즉, 특정 상수에 GTS 주기 서브필드(1107) 값의 지수 배 값($2^{\text{GTS 주기 서브필드 값}}$ 또는 $2^{\text{GTS 주기 서브필드 값}+1}$)이 GTS 할당 주기가 될 수 있다. 또는 특정 상수에 GTS 주기 서브필드(1107) 값을 곱한 값(상수 $\times$ GTS 주기 서브필드 값)이 GTS 할당 주기가 될 수 있다. 이때, 상수와 관련된 정보는 PAN 코디네이터와 장치가 미리 알고 있을 수 있으며, PAN 코디네이터가 장치로 전송할 수 있다.

[142] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 비콘 프레임의 구조를 나타낸 도면이다. 도 12에서 각 필드/서브필드의 비트 수는 설명의 편의를 위한 예시에 불과하며, 각 필드/서브필드는 이와 다른 비트 수로 구성될 수 있음은 물론이다. 이하, 설명의 편의를 위하여 도 10과 동일한 설명은 생략한다.

[143] 도 12를 참조하면, 비콘 프레임의 오버헤드(overhead)를 줄이기 위해 시작 시퀀스 번호(Start Sequence Number) 서브필드(1207)를 6 비트 길이로, GTS 주기(GTS interval) 서브필드(1209)를 2 비트 길이로 구성할 수 있다.

[144] 시작 시퀀스 번호 서브필드(1207)는 장치에게 주기적 GTS가 할당되기 시작하는 수퍼 프레임의 시퀀스 번호(sequence number)을 나타낸다. 여기서, 시퀀스 번호는 매 비콘 프레임에 포함되어 비콘이 전송되는 수퍼 프레임이 몇 번째 수퍼 프레임인지를 의미한다. 다만, 시작 시퀀스 번호 서브필드(1207)가 6 비트로 구성되면, 기존 비콘 프레임의 시퀀스 번호의 비트 수(8 비트)와는 크기가 상이할 수 있다. 따라서, 시작 시퀀스 번호 서브필드(1207)가 6 비트인 경우, 비콘 프레임의 시퀀스 번호의 아래(또는 낮은) 6 비트를 이용하여 주기적 GTS 할당이 시작되는 수퍼 프레임이 지시될 수 있다. 즉, PAN 코디네이터는 비콘 프레임의 시퀀스 번호의 아래(또는 낮은) 6 비트와 동일한지 여부를 확인하여 장치에게 할당되는 주기적 GTS가 시작하는 프레임을 지정할 수 있다.

- [145] GTS 주기 서브필드(1209)는 장치에게 할당된 주기적 GTS의 주기를 나타낸다. GTS 주기 서브필드(1209) 값은 도 11에서의 GTS 요청 커맨드 프레임에 의하여 장치로부터 PAN 코디네이터에게 요청된 GTS 할당 주기를 의미하는 GTS 주기 값을 고려하여 PAN 코디네이터에 의하여 결정된 값이다. 다만, GTS 주기 서브필드(1209)의 2 비트만으로 더 긴 주기를 나타내기에 어려운 경우에는 GTS 주기 서브필드(1209) 값은 주기적 GTS 할당 주기를 정의하기 위한 값으로 사용될 수 있다. 이 경우, 소정의 상수와 GTS 주기 서브필드(1209) 값을 이용하여 주기적 GTS 할당 주기가 지시될 수 있다. 예를 들어, GTS 주기 서브필드(1209) 값을 지수화(exponentiation)하여 GTS 할당 주기가 결정될 수 있다. 즉, 특정 상수에 GTS 주기 서브필드(1209) 값의 지수 배 값($2^{\text{GTS 주기 서브필드 값}}$ 또는 $2^{\text{GTS 주기 서브필드 값}+1}$)이 GTS 할당 주기가 될 수 있다. 또는 특정 상수에 GTS 주기 서브필드(1209) 값을 곱한 값(상수 $\times$ GTS 주기 서브필드 값)이 GTS 할당 주기가 될 수 있다. 이때, 상수와 관련된 정보는 PAN 코디네이터와 장치가 미리 알고 있을 수 있으며, PAN 코디네이터가 장치로 전송할 수 있다.
- [146] **2.3. GTS 요청 커맨드 & 비콘 프레임 - 3**
- [147] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 GTS 요청 커맨드(GTS request command)의 구조를 나타낸 도면이다. 도 13에서 각 필드/서브필드의 비트 수는 설명의 편의를 위한 예시에 불과하며, 각 필드/서브필드는 이와 다른 비트 수로 구성될 수 있음은 물론이다. 이하, 설명의 편의를 위하여 도 9와 동일한 설명은 생략한다.
- [148] 도 13을 참조하면, 기존 IEEE 802.15.4의 GTS 특성(Characteristics) 필드 내에 GTS 특성(Characteristics) 필드 내 시작 시퀀스 번호 서브필드(Start Sequence Number, 1307) 및 GTS 주기 서브필드(GTS interval, 1309)를 더 포함할 수 있다. 이로 인하여 GTS 특성(Characteristics) 필드의 크기가 변경될 수 있으며, 그 일례로, 1 옥텟(octet)/바이트(byte)가 추가될 수 있다.
- [149] 시작 시퀀스 번호 서브필드(1307)는 장치에게 할당되는 주기적 GTS가 시작되는 수퍼 프레임의 시퀀스 번호(sequence number)를 나타낸다. 여기서, 시작 시퀀스 번호 서브필드(1307)의 값은 현재의 수퍼 프레임으로부터 지정된 GTS 시작 시퀀스 번호의 값만큼 수퍼 프레임의 횟수 이후의 수퍼 프레임을 의미하는 상대값(relative value) 형식으로 지정될 수 있다. 즉, GTS 시작 시퀀스 번호 서브필드(1307)의 값은 현재 수퍼 프레임으로부터 장치가 요청하는 주기적 GTS의 최초 수퍼 프레임과의 차이값(수퍼 프레임의 개수)로 표현될 수 있다. 예를 들어, 현재 수퍼 프레임으로부터 (GTS 시작 시퀀스 번호 서브필드 값+1) 이후의 수퍼프레임이 주기적 GTS의 최초 수퍼 프레임이 될 수 있다.
- [150] GTS 주기 필드(1309)는 장치에게 할당된 GTS의 주기를 나타낸다. 여기서, GTS 주기 서브필드는 앞서 도 9와 마찬가지로 주기적 GTS 할당 주기를 정의하기 위한 값으로 사용될 수 있다. 이 경우, 소정의 상수와 GTS 주기 서브필드(1309) 값을 이용하여 주기적 GTS 할당 주기가 결정될 수 있다. 예를 들어, GTS 주기

서브필드(1309) 값을 지수화(exponentiation)하여 GTS 할당 주기가 결정될 수 있다. 즉, 특정 상수에 GTS 주기 서브필드(1309) 값의 지수 배 값($2^{\text{GTS 주기 서브필드 값}}$ 또는 $2^{\text{GTS 주기 서브필드 값}+1}$)이 GTS 할당 주기가 될 수 있다. 또는 특정 상수에 GTS 주기 서브필드(1309) 값을 곱한 값(상수 $\times$ GTS 주기 서브필드 값)이 GTS 할당 주기가 될 수 있다. 이때, 상수와 관련된 정보는 PAN 코디네이터와 장치가 미리 알고 있을 수 있으며, PAN 코디네이터가 장치로 전송할 수 있다.

[151] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 비콘 프레임의 구조를 나타낸 도면이다. 도 14에서 각 필드/서브필드의 비트 수는 설명의 편의를 위한 예시에 불과하며, 각 필드/서브필드는 이와 다른 비트 수로 구성될 수 있음은 물론이다. 이하, 설명의 편의를 위하여 도 10과 동일한 설명은 생략한다.

[152] 도 14를 참조하면, 앞서 도 6에서 도시한 기존 IEEE 802.15.4의 GTS 길이 서브필드의 영역인 20~23 비트를 시작 시퀀스 번호 서브필드(GTS Start Sequence Number, 1405)로 이용한다. 이를 통해 기존 IEEE 802.15.4의 GTS 기술자를 전송하기 위하여 필요한 비트 수를 유지함으로써 기존 IEEE 802.15.4 시스템과의 호환성을 유지할 수 있다. 기존 IEEE 802.15.4의 GTS 길이 서브필드는 GTS 요청 커맨드 프레임에 포함되어 장치로부터 PAN 코디네이터에 요청되었으므로 생략이 가능하다.

[153] 시작 시퀀스 번호 서브필드(1405)는 장치에게 할당되는 주기적 GTS가 시작되는 수퍼 프레임의 시퀀스 번호(sequence number)를 나타낸다. 여기서, 시작 시퀀스 번호 서브필드(1405)의 값은 현재의 수퍼 프레임으로부터 지정된 GTS 시작 시퀀스 번호의 값만큼 수퍼 프레임의 횟수 이후의 수퍼 프레임을 의미하는 상대값(relative value) 형식으로 지정될 수 있다. 즉, GTS 시작 시퀀스 번호 서브필드(1307)의 값은 현재 수퍼 프레임으로부터 장치가 요청하는 주기적 GTS의 최초 수퍼 프레임과의 차이값(수퍼 프레임의 개수)로 표현될 수 있다. 예를 들어, 현재 수퍼 프레임으로부터 (GTS 시작 시퀀스 번호 서브필드 값+1) 이후의 수퍼프레임이 주기적 GTS의 최초 수퍼 프레임이 될 수 있다.

[154] **2. 4. 지속적 스케줄링(persistent scheduling) 지시자**

[155] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 비콘 프레임의 구조를 나타낸 도면이다. 도 15에서 각 필드/서브필드의 비트 수는 설명의 편의를 위한 예시에 불과하며, 각 필드/서브필드는 이와 다른 비트 수로 구성될 수 있음은 물론이다.

[156] 도 15를 참조하면, PAN 코디네이터는 IEEE 802.15.4의 비콘 프레임의 GTS 설명 필드(GTS Specification)의 값에 해당 PAN 코디네이터가 지속적 스케줄링(persistent scheduling) 즉, 주기적 GTS(periodic GTS) 할당을 지원하는지 여부에 대하여 지시하는 주기적 GTS 허용 서브필드(Periodic GTS Permit, 1505)를 추가하여 장치에 전송할 수 있다. 여기서, 주기적 GTS 허용 서브필드(1505) 값이 0인 경우 해당 PAN 코디네이터에서 주기적 GTS 할당을 허용(또는 지원)하지 않음을 의미할 수 있으며, 주기적 GTS 허용 서브필드(1505) 값이 1인 경우 주기적 GTS 할당을 허용(또는 지원)함을 의미할 수 있다. 또는, 그 반대로 지시될

수도 있다.

[157] **2. 5. GTS 만료(expiration)**

[158] 본 발명에 따른 지속적 GTS 할당 방법을 사용할 때, GTS가 하나의 장치에게 할당되는 것이 아니며, GTS 할당의 주기성에 의하여 기존 IEEE 802.15.4의 GTS 만료 방식이 더 이상 유효하지 않고 변경되어야 할 필요가 있다. 이는 GTS 할당의 주기성에 의하여 장치와 PAN 코디네이터 간에 GTS 만료 시기에 대한 동기화가 이루어지지 않아 PAN 코디네이터에서는 장치에 할당한 GTS에 대하여 만료가 수행되었음에도 불구하고, 해당 장치는 이미 만료된 GTS에서 데이터 전송 또는 수신을 기다리는 불필요한 동작이 발생될 수 있기 때문이다. IEEE 802.15.4 시스템에서의 장치가 저전력 동작이 주된 기능 중에 하나라는 측면에서 살펴보면, 이러한 불필요한 동작은 장치의 저전력 동작을 저해시키는 문제가 발생시킬 수 있다. 이를 해결하기 위해 이하, 지속적 GTS 할당 방식에 따른 GTS 만료 방법에 대하여 제안한다. 이하, 설명하는 GTS 만료 방법에서 구체적으로 설명되지 않은 부분은 기존 IEEE 802.15.4의 GTS 만료 방식이 동일하게 적용될 수 있다.

[159] 주기적 GTS 할당 시, GTS 만료는 아래와 같이 수행될 수 있다. 즉, GTS 만료가 수행되기 위한 구간(기간) 또는 시점을 결정하기 위한 다양한 방법이 정의될 수 있다.

[160] **2. 5. 1. 제1 방식**

[161] PAN 코디네이터는 주기적으로 GTS가 할당되는 수퍼 프레임에서 GTS 주기(GTS interval)를 고려하여 적어도 (2×n 수퍼 프레임) 이후에 GTS 만료를 수행할 수 있다. 본 방법은 전송 주기적 GTS(transmit periodic GTS) 경우와 수신 주기적 GTS(receive periodic GTS) 경우 모두 적용될 수 있다.

[162] 구체적으로, 장치가 PAN 코디네이터로 전송하는 전송 주기적 GTS의 경우, GTS 할당이 이루어진 수퍼 프레임으로부터 적어도 (2 × n) 수퍼 프레임 동안 장치로부터 데이터 프레임이 전송되지 않은 경우, PAN 코디네이터는 해당 전송 주기적 GTS를 만료시킬 수 있다. 반면, PAN 코디네이터가 장치에게 전송하는 수신 주기적 GTS의 경우, PAN 코디네이터가 해당 GTS를 사용하여 데이터를 장치에게 전송한 후, 적어도 (2 × n) 수퍼 프레임 동안 GTS 내에서 장치로부터 ACK(acknowledge) 프레임이 전송되지 않은 경우, PAN 코디네이터는 해당 수신 주기적 GTS를 만료시킬 수 있다.

[163] 상술한 바와 같이 GTS 만료는 적어도 (2 × n) 수퍼 프레임 후에 발생하고, 여기서 n 값은 아래의 수학식 2와 같이 정의될 수 있다.

[164] 수학식 2

$$n = 2^{(8-\text{macBeaconOrder})} + \text{GTS 주기} \quad (0 \leq \text{macBeaconOrder} \leq 8 \text{ 경우})$$

$$n = 1 + \text{GTS 주기} \quad (9 \leq \text{macBeaconOrder} \leq 14 \text{ 경우})$$

[165] **2. 5. 2. 제2 방식**

[166] PAN 코디네이터는 주기적으로 GTS가 할당되는 수퍼 프레임에서 GTS 주기(GTS interval)를 고려하여 적어도 ($2 \times n + \text{GTS 주기}$) 수퍼 프레임 이후에 GTS 만료를 수행할 수 있다. 본 방법은 전송 주기적 GTS(transmit periodic GTS) 경우와 수신 주기적 GTS(receive periodic GTS) 경우 모두 적용될 수 있다.

[167] 구체적으로, 장치가 PAN 코디네이터로 전송하는 전송 주기적 GTS의 경우, GTS 할당이 이루어진 수퍼 프레임으로부터 적어도 ($2 \times n + \text{GTS 주기}$) 수퍼 프레임 동안 장치로부터 데이터 프레임이 전송되지 않은 경우, PAN 코디네이터는 해당 전송 주기적 GTS를 만료시킬 수 있다. 반면, PAN 코디네이터가 장치에게 전송하는 수신 주기적 GTS의 경우, PAN 코디네이터가 해당 GTS를 사용하여 데이터를 장치에게 전송한 후, 적어도 ($2 \times n + \text{GTS 주기}$) 수퍼 프레임 동안 GTS 내에서 장치로부터 ACK(acknowledge) 프레임이 전송되지 않은 경우, PAN 코디네이터는 해당 수신 주기적 GTS를 만료시킬 수 있다.

[168] 상술한 바와 같이 GTS 만료는 적어도 ($2 \times n + \text{GTS 주기}$) 수퍼 프레임 후에 발생하고, 여기서 n 값은 아래의 수학식 3과 같이 정의될 수 있다.

[169] 수학식 3

$$n = 2^{(8 - \text{macBeaconOrder})} \quad (0 \leq \text{macBeaconOrder} \leq 8 \text{ 경우})$$

$$n = 1 \quad (9 \leq \text{macBeaconOrder} \leq 14 \text{ 경우})$$

[170] **2. 5. 3. 제3 방식**

[171] PAN 코디네이터는 주기적으로 GTS가 할당되는 수퍼 프레임에서 GTS 주기(GTS interval)를 고려하여 적어도 ($2 \times n$) 수퍼 프레임 이후에 GTS 만료를 수행할 수 있다. 여기서, GTS 만료가 수행되는 수퍼 프레임의 시기를 GTS 주기(GTS interval)의 배수 배만큼으로 조정할 수 있다. 즉, n 값을 GTS 주기의 배수로 설정할 수 있다. 본 방법은 전송 주기적 GTS(transmit periodic GTS) 경우와 수신 주기적 GTS(receive periodic GTS) 경우 모두 적용될 수 있다.

[172] 구체적으로, 장치가 PAN 코디네이터로 전송하는 전송 주기적 GTS의 경우, GTS 할당이 이루어진 수퍼 프레임으로부터 적어도 ($2 \times n$) 수퍼 프레임 동안 장치로부터 데이터 프레임이 전송되지 않은 경우, PAN 코디네이터는 해당 전송 주기적 GTS를 만료시킬 수 있다. 반면, PAN 코디네이터가 장치에게 전송하는 수신 주기적 GTS의 경우, PAN 코디네이터가 해당 GTS를 사용하여 데이터를 장치에게 전송한 후, 적어도 ($2 \times n$) 수퍼 프레임 동안 GTS 내에서 장치로부터 ACK(acknowledge) 프레임이 전송되지 않은 경우, PAN 코디네이터는 해당 수신 주기적 GTS를 만료시킬 수 있다.

[173] 상술한 바와 같이 GTS 만료는 적어도 ($2 \times n$) 수퍼 프레임 후에 발생하고, 여기서 n 값은 아래의 수학식 4 또는 수학식 5과 같이 정의될 수 있다.

[174] 수학식 4

- $$n = 2^{(8-\text{macBeaconOrder})} \times \text{GTS 주기} \quad (0 \leq \text{macBeaconOrder} \leq 8 \text{ 경우})$$

$$n = 1 \times \text{GTS 주기} \quad (9 \leq \text{macBeaconOrder} \leq 14 \text{ 경우})$$
- [175] 수학식 5
- $$n = 2^{(8-\text{macBeaconOrder})} \times \text{GTS 주기} \quad (0 \leq \text{macBeaconOrder} \leq 8 \text{ 경우})$$

$$n = 1 \times \text{GTS 주기} \quad (9 \leq \text{macBeaconOrder} \leq 14 \text{ 경우})$$
- [176] **2. 5. 4. GTS 회수(deallocation) 기술자**
- [177] 상술한 바와 같이, GTS 회수가 이뤄질 때, IEEE 802.15.4 표준에서는 'aGTSDescPersistenceTime' 파라미터 값만큼의 수퍼 프레임 뒤까지 특정 GTS의 회수가 이루어졌음을 의미하는 GTS 기술자(GTS descriptor)를 비콘에 포함시킨다.
- [178] 다만, 지속적 GTS 스케줄링의 경우, 해당 GTS에 대하여 회수(deallocation)이 이루어졌음을 표시하는 GTS 기술자(descriptor)를 언제까지 전송해야 하는지를 나타내는 'aGTSDescPerstenceTime' 파라미터 또한 변경될 수 있다. 그 일례로, 지속적 GTS 할당 방법에서는 'aGTSDescPersistenceTime × GTS 주기' 값의 수퍼 프레임 이후까지 GTS 회수가 이루어졌음을 의미하는 GTS 기술자가 전송될 수 있다. 즉, PAN 코디네이터는 GTS 회수 이후 'aGTSDescPersistenceTime × GTS 주기' 값의 수퍼 프레임 내에서 매 수퍼 프레임 마다 전송되는 비콘 프레임에 GTS 회수를 나타내는 GTS 지시자를 포함시켜 장치에 전송할 수 있다.
- [179] 또한, GTS 기술자가 해당 GTS의 GTS 주기 값에 맞는 수퍼 프레임에 맞추어 주기적으로 'aGTSDescPersistenceTime × GTS 주기' 값의 수퍼 프레임 기간 동안 전송될 수도 있다. 즉, PAN 코디네이터는 GTS 회수 이후 'aGTSDescPersistenceTime × GTS 주기' 값의 수퍼 프레임 기간 동안 해당 GTS의 GTS 주기에 따른 수퍼 프레임에서 전송되는 비콘 프레임에 GTS 회수를 나타내는 GTS 지시자를 포함시켜 장치에 전송할 수도 있다.
- [180] **3. 본 발명이 적용될 수 있는 장치 일반**
- [181] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.
- [182] 도 16을 참조하면, 무선 통신 시스템은 코디네이터(160)과 코디네이터(160) 영역 내에 위치한 다수의 장치(170)를 포함한다.
- [183] 코디네이터(160)는 프로세서(processor, 161), 메모리(memory, 162) 및 RF부(radio frequency unit, 163)을 포함한다. 프로세서(161)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(161)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(162)는 프로세서(161)와 연결되어, 프로세서(161)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(163)는 프로세서(161)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.

- [184] 장치(170)는 프로세서(171), 메모리(172) 및 RF부(173)을 포함한다. 프로세서(171)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(171)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(172)는 프로세서(171)와 연결되어, 프로세서(171)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(173)는 프로세서(171)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.
- [185] 메모리(162, 172)는 프로세서(161, 171) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(161, 171)와 연결될 수 있다. 또한, 코디네이터(160) 및/또는 장치(170)는 한 개의 안테나(single antenna) 또는 다중 안테나(multiple antenna)를 가질 수 있다.
- [186] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.
- [187] 본 발명에 따른 실시예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 하나 또는 그 이상의 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.
- [188] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리는 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.
- [189] 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상술한 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

산업상 이용가능성

- [190] 본 발명에서 제안하는 방안은 IEEE 802.15.4 시스템에 적용되는 예를 중심으로 설명하였으나, IEEE 802.15.4 시스템 이외에도 다양한 무선 접속 시스템에 적용하는 것이 가능하다.

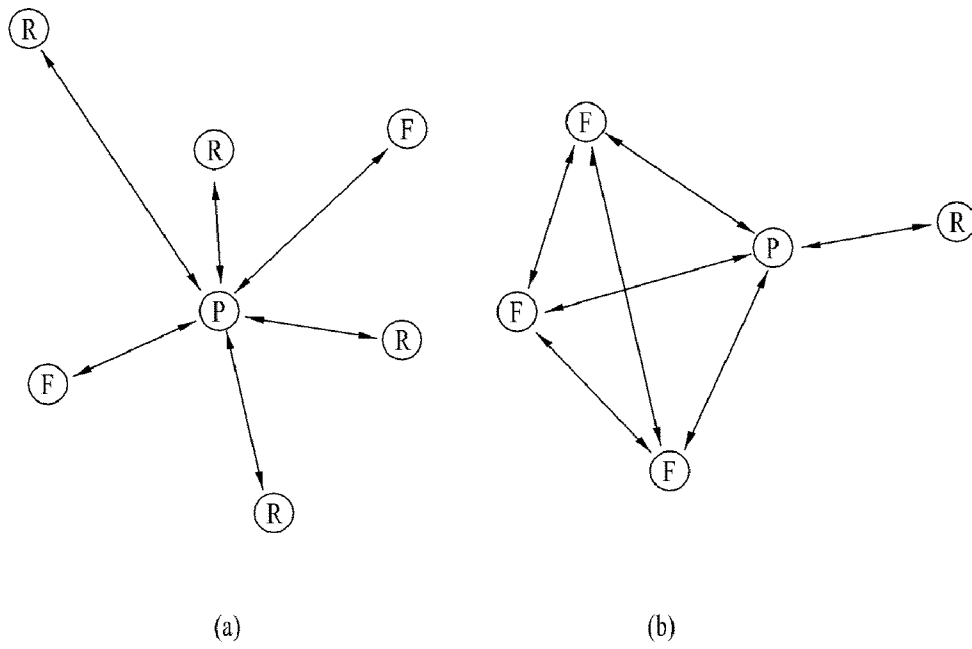
청구범위

- [청구항 1] WPAN(Wireless Personal Area Network) 시스템에서
GTS(guaranteed time slot)를 할당하는 방법에 있어서,
장치로부터 주기적 GTS 할당을 요청하기 위한 GTS 요청
커맨드(GTS request command)를 수신하는 단계; 및
주기적 GTS 할당 정보를 포함하는 비콘(beacon) 프레임을 상기
장치에 전송하는 단계를 포함하되,
GTS 할당 주기는 상기 GTS 요청 커맨드에 포함된 GTS 주기(GTS
interval) 정보에 의하여 결정되고,
상기 GTS 할당 주기에 의하여 결정된 구간 내에 상기 장치로부터
데이터 또는 ACK(acknowledgement) 프레임이 전송되지 않으면,
상기 할당된 주기적 GTS가 만료(expiration)되는, 스케줄링 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 GTS 할당 주기에 의하여 결정된 구간은 $(2 \times n)$ 수퍼
프레임(superframe)이고, 상기 n 값은 상기 GTS 할당 주기에
의하여 결정되는, 스케줄링 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 GTS 할당 주기는 상기 GTS 주기 정보를
지수화(exponentiation)하여 결정되는, 스케줄링 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 장치에 상기 비콘 프레임을 통하여 상기 주기적 GTS 할당의
지원 여부에 대한 정보를 전송하는 단계를 더 포함하는, 스케줄링
방법.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
상기 비콘 프레임은 GTS 설명(GTS Specification) 필드를 포함하고,
상기 GTS 설명 필드는 상기 주기적 GTS 할당의 지원 여부를
지시하는 주기적 GTS 허용(periodic GTS permit) 서브필드를
포함하는, 스케줄링 방법.
- [청구항 6] WPAN(Wireless Personal Area Network) 시스템에서
GTS(guaranteed time slot)를 할당받는 방법에 있어서,
주기적 GTS 할당을 요청하기 위한 GTS 요청 커맨드(GTS request
command)를 코디네이터(coordinator)에 전송하는 단계; 및
상기 코디네이터로부터 주기적 GTS 할당 정보를 포함하는
비콘(beacon) 프레임을 수신하는 단계를 포함하되,
GTS 할당 주기는 상기 GTS 요청 커맨드에 포함된 GTS 주기(GTS
interval) 정보에 의하여 결정되고,
상기 GTS 할당 주기에 의하여 결정된 구간 내에 상기 장치로부터

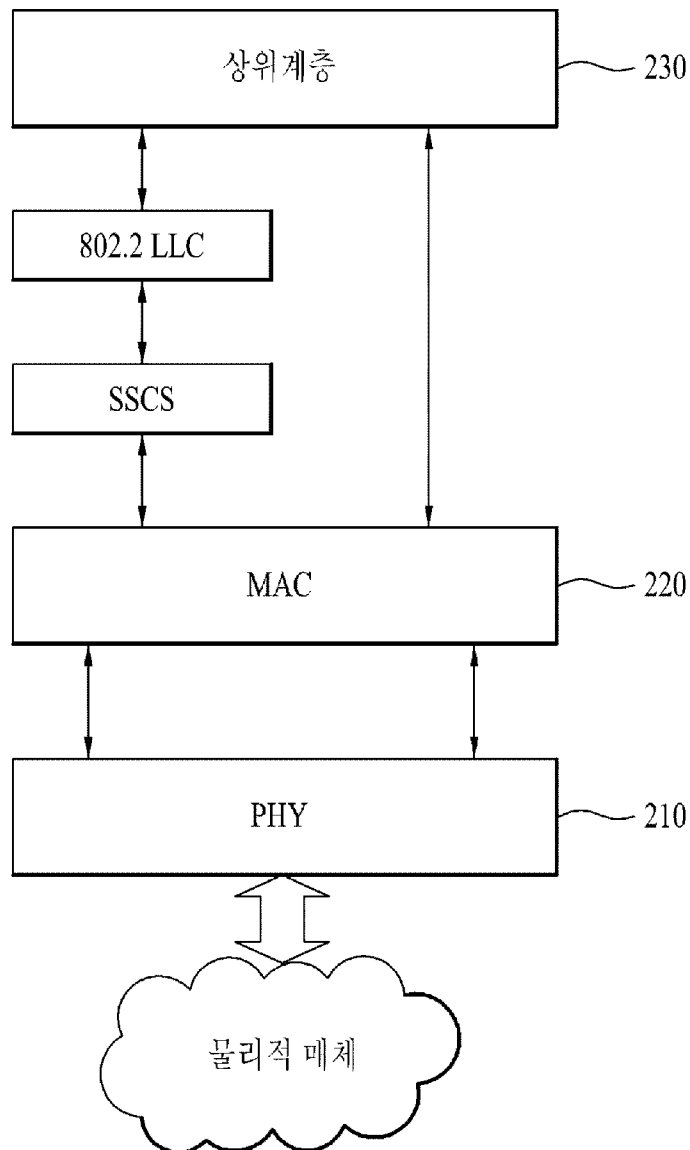
- 데이터 또는 ACK(acknowledgement) 프레임이 전송되지 않으면, 상기 할당된 주기적 GTS가 만료(expiration)되는, 스케줄링 방법.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 GTS 할당 주기에 의하여 결정된 구간은 $(2 \times n)$ 수퍼 프레임(superframe)이고, 상기 n 값은 상기 GTS 할당 주기에 의하여 결정되는, 스케줄링 방법.
- [청구항 8] 제6항에 있어서,
상기 GTS 할당 주기는 상기 GTS 주기 정보를 지수화(exponentiation)하여 결정되는, 스케줄링 방법.
- [청구항 9] 제6항에 있어서,
상기 코디네이터로부터 상기 비콘 프레임을 통하여 상기 주기적 GTS 할당의 지원 여부에 대한 정보를 수신하는 단계를 더 포함하는, 스케줄링 방법.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 비콘 프레임은 GTS 설명(GTS Specification) 필드를 포함하고, 상기 GTS 설명 필드는 상기 주기적 GTS 할당의 지원 여부를 지시하는 주기적 GTS 허용(periodic GTS permit) 서브필드를 포함하는, 스케줄링 방법.
- [청구항 11] WPAN(Wireless Personal Area Network) 시스템에서
GTS(guaranteed time slot)를 할당하는 코디네이터(coordinator)에 있어서,
무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛; 및
장치로부터 주기적 GTS 할당을 요청하기 위한 GTS 요청 커맨드(GTS request command)를 수신하고, 주기적 GTS 할당 정보를 포함하는 비콘(beacon) 프레임을 상기 장치에 전송하는 프로세서를 포함하되, GTS 할당 주기는 상기 GTS 요청 커맨드에 포함된 GTS 주기(GTS interval) 정보에 의하여 결정되고, 상기 GTS 할당 주기에 의하여 결정된 구간 내에 상기 장치로부터 데이터 또는 ACK(acknowledgement) 프레임이 전송되지 않으면, 상기 할당된 주기적 GTS가 만료(expiration)되는, 코디네이터.
- [청구항 12] WPAN(Wireless Personal Area Network) 시스템에서
GTS(guaranteed time slot)를 할당받는 장치에 있어서,
무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛; 및
주기적 GTS 할당을 요청하기 위한 GTS 요청 커맨드(GTS request command)를 코디네이터(coordinator)에 전송하고, 상기 코디네이터로부터 주기적 GTS 할당 정보를 포함하는 비콘(beacon) 프레임을 수신하는 프로세서를 포함하되, GTS 할당 주기는 상기 GTS 요청 커맨드에 포함된 GTS 주기(GTS interval)

정보에 의하여 결정되고, 상기 GTS 할당 주기에 의하여 결정된 구간 내에 상기 장치로부터 데이터 또는 ACK(acknowledgement) 프레임이 전송되지 않으면, 상기 할당된 주기적 GTS가 만료(expiration)되는, 장치.

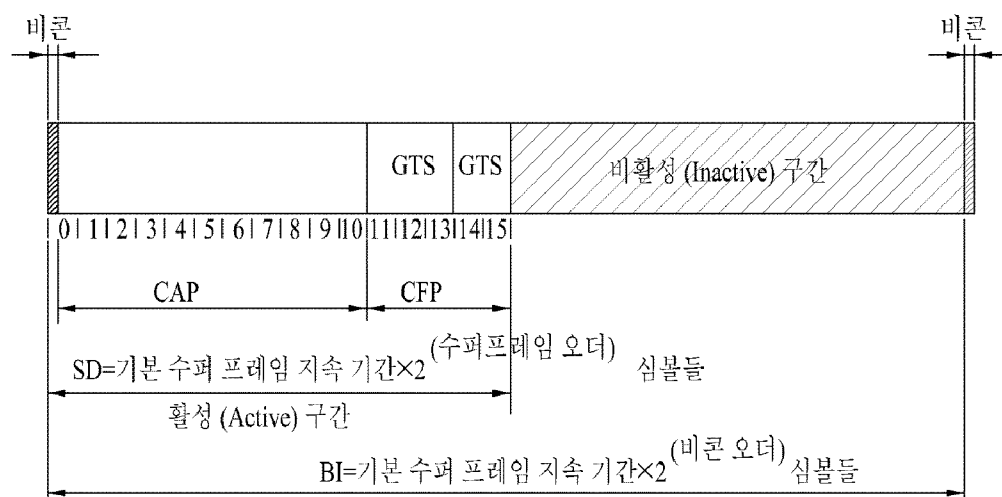
[Fig. 1]



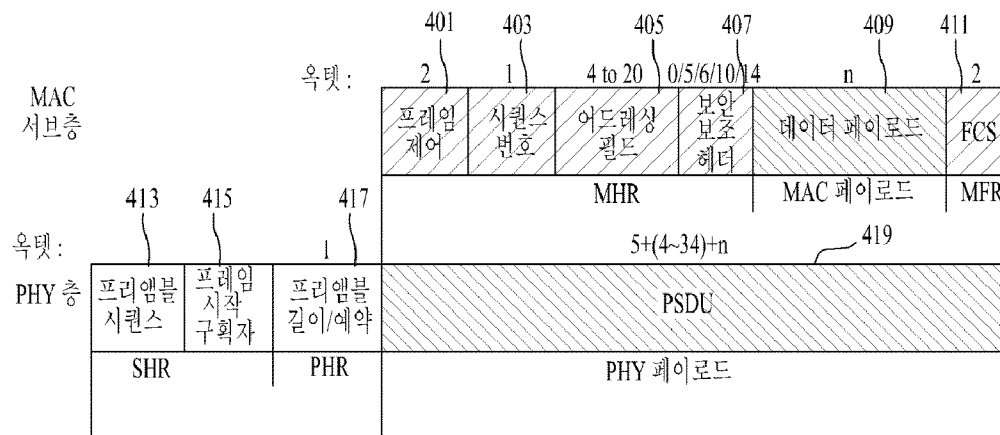
[Fig. 2]



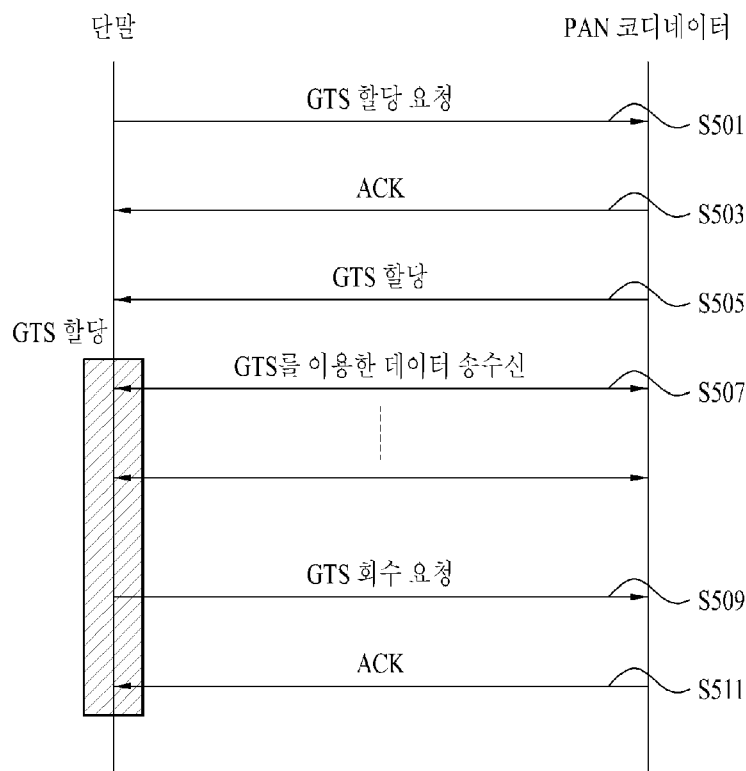
[Fig. 3]



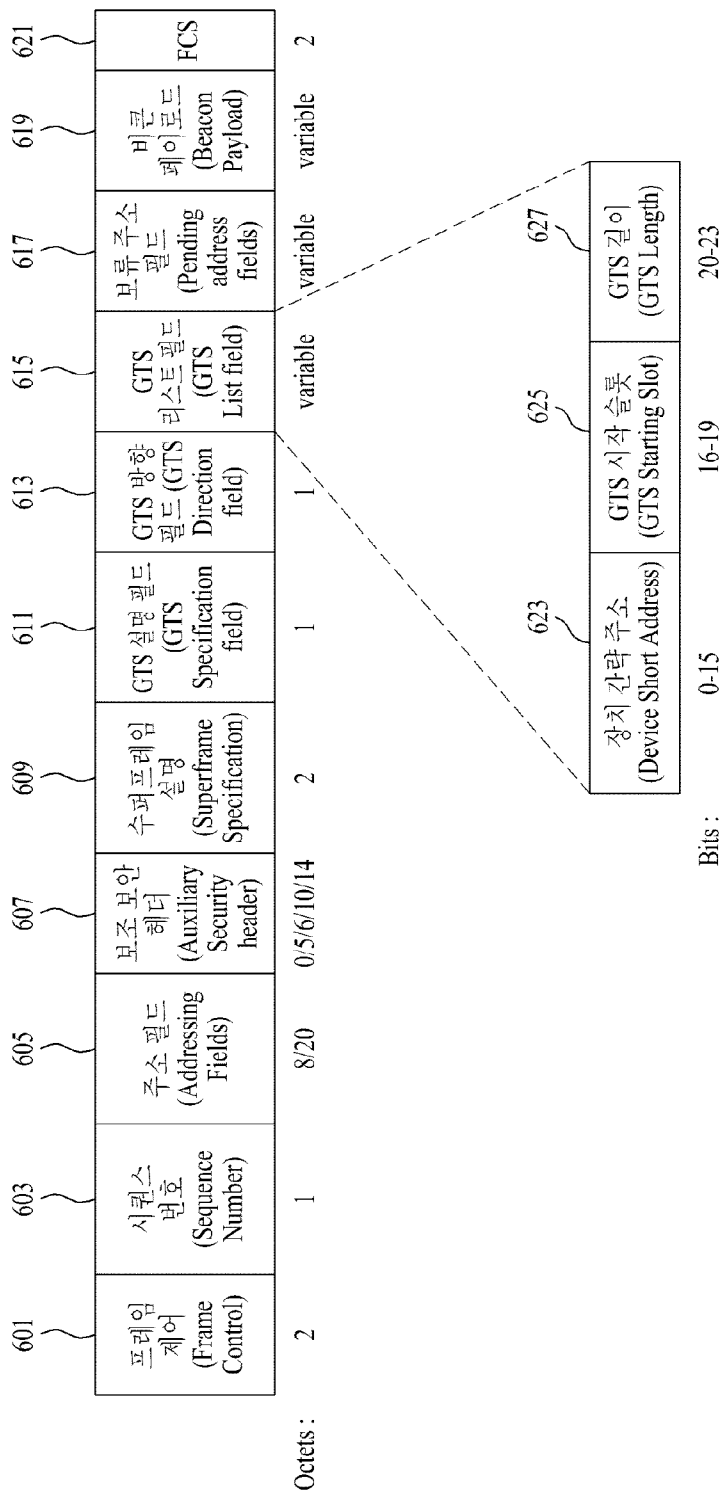
[Fig. 4]



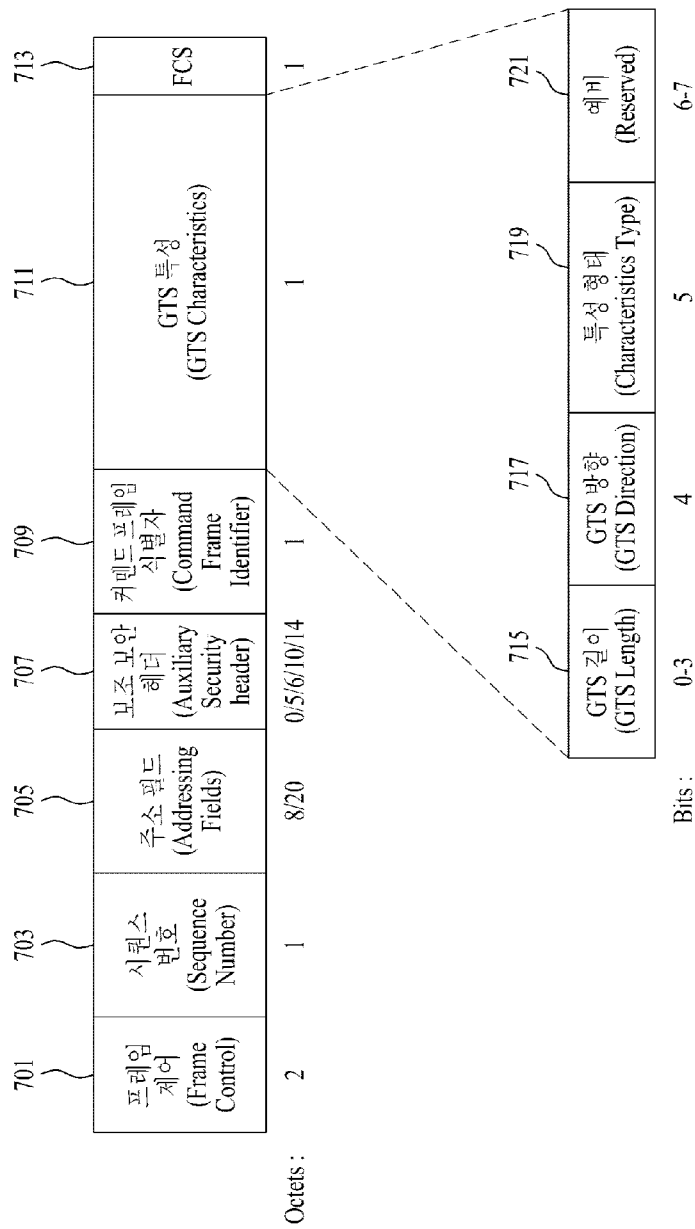
[Fig. 5]



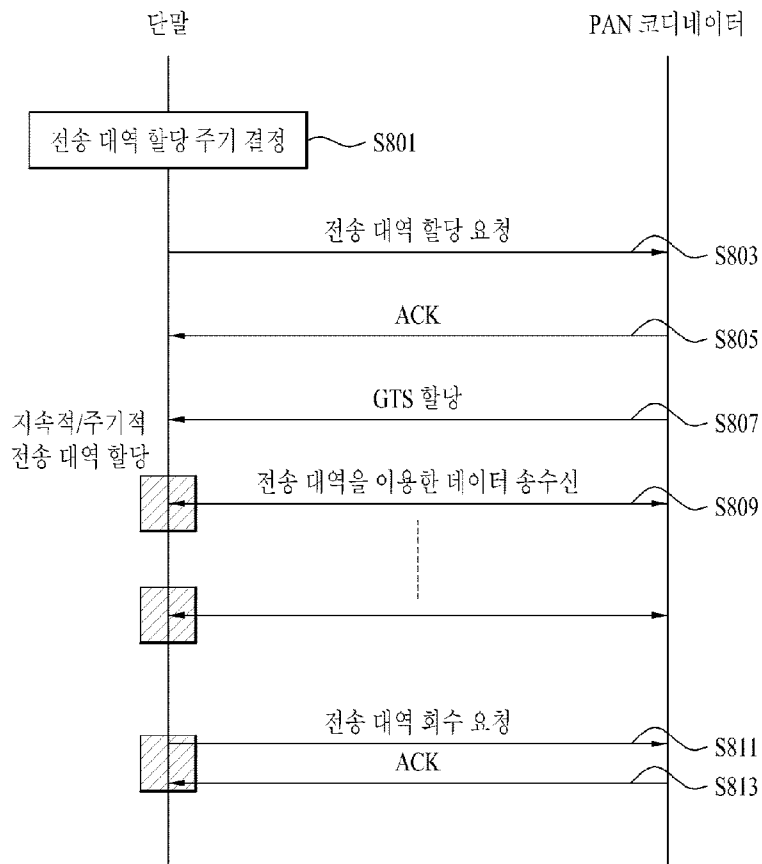
[Fig. 6]



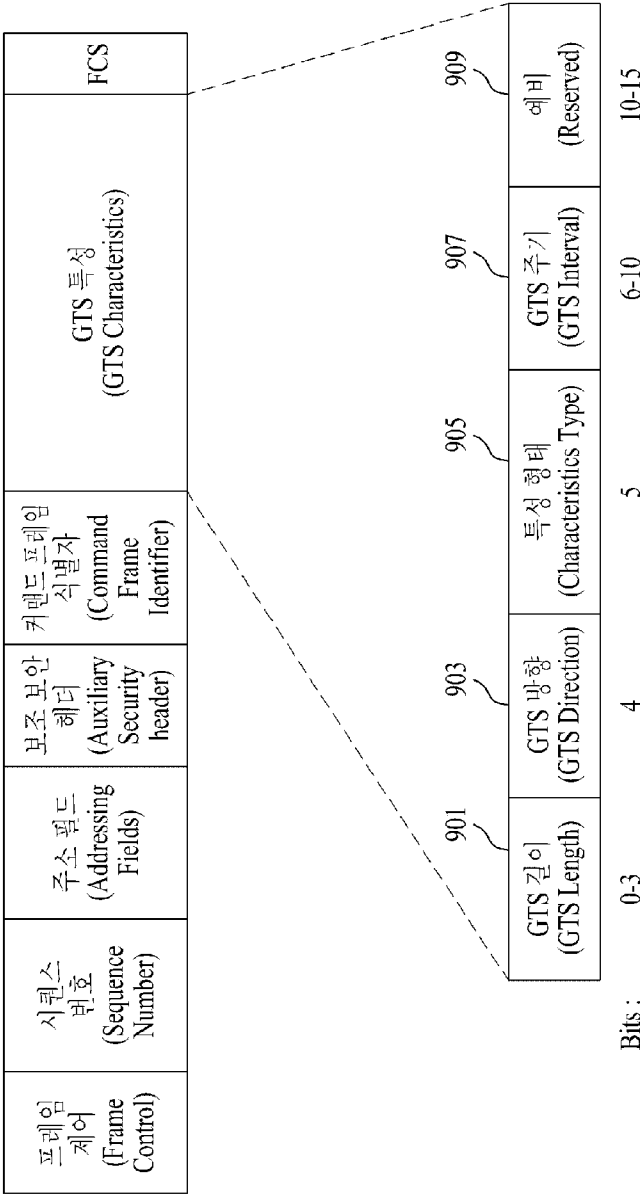
[Fig. 7]



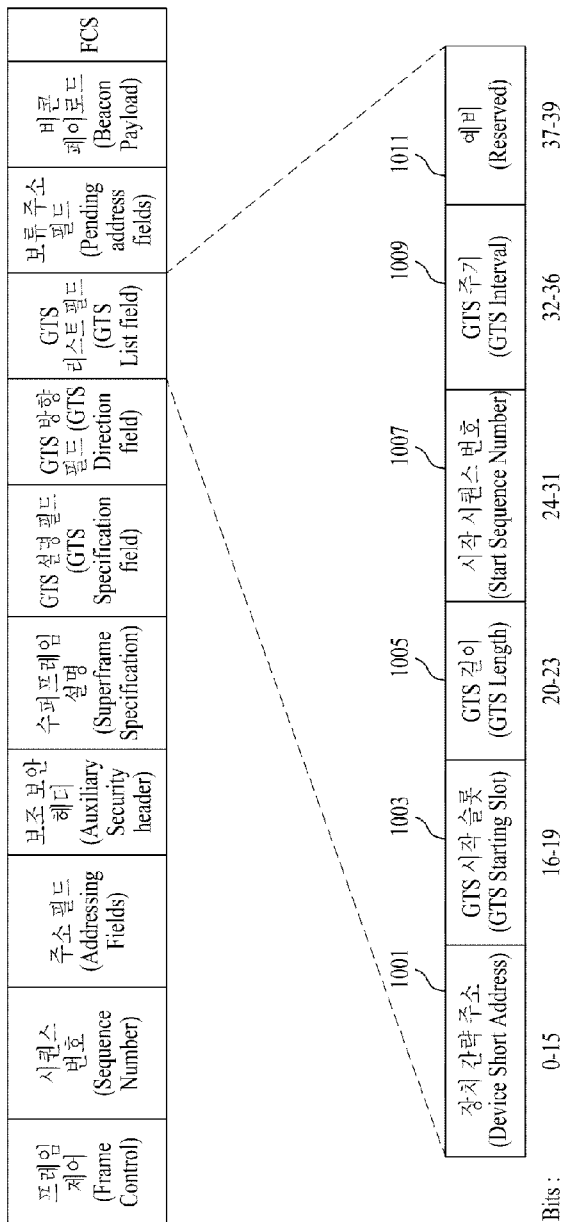
[Fig. 8]



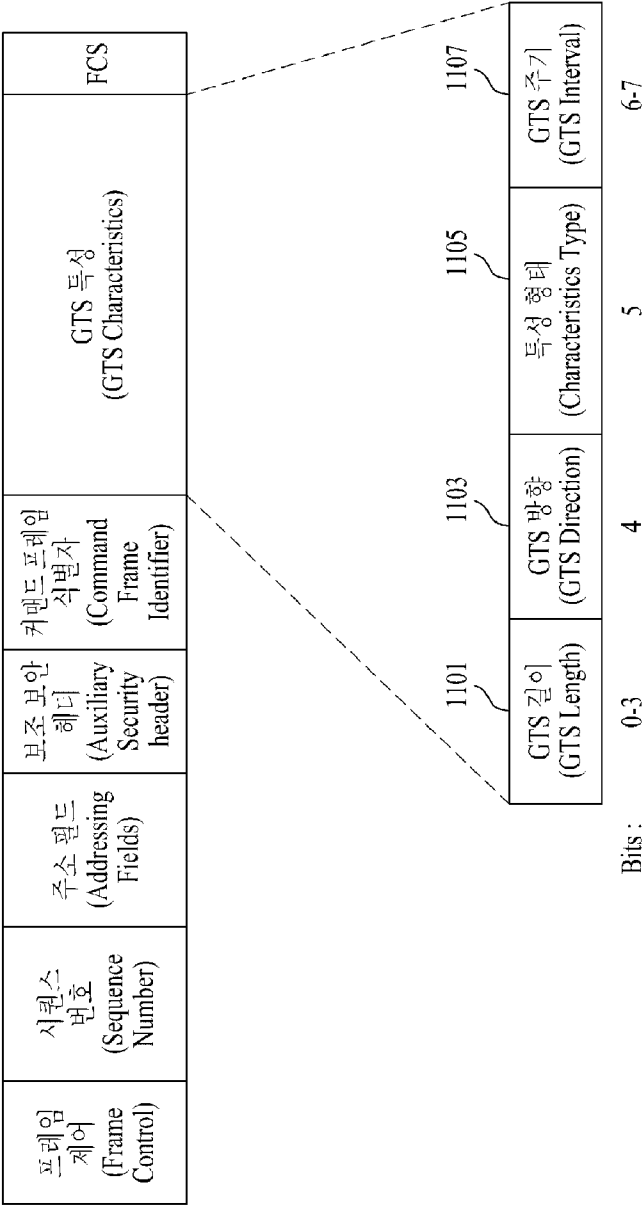
[Fig. 9]



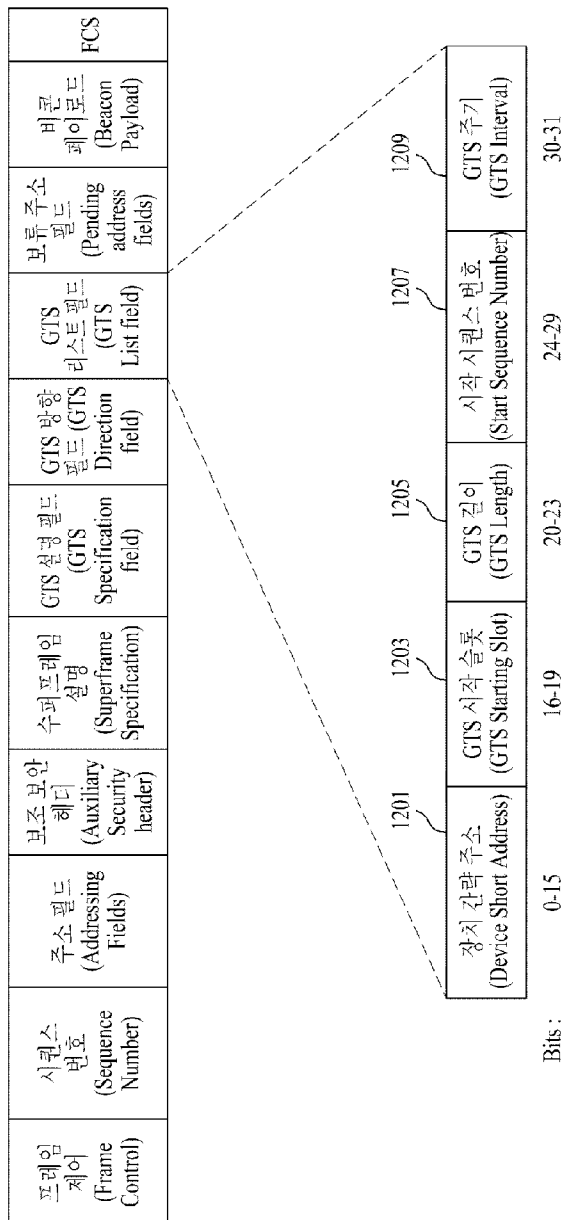
[Fig. 10]



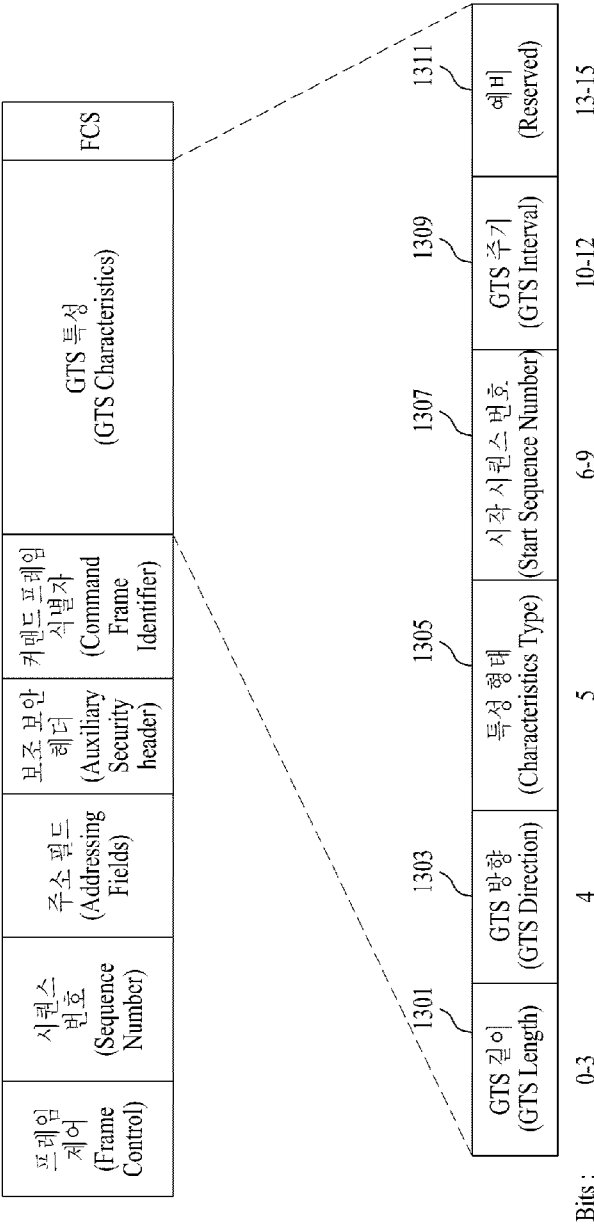
[Fig. 11]



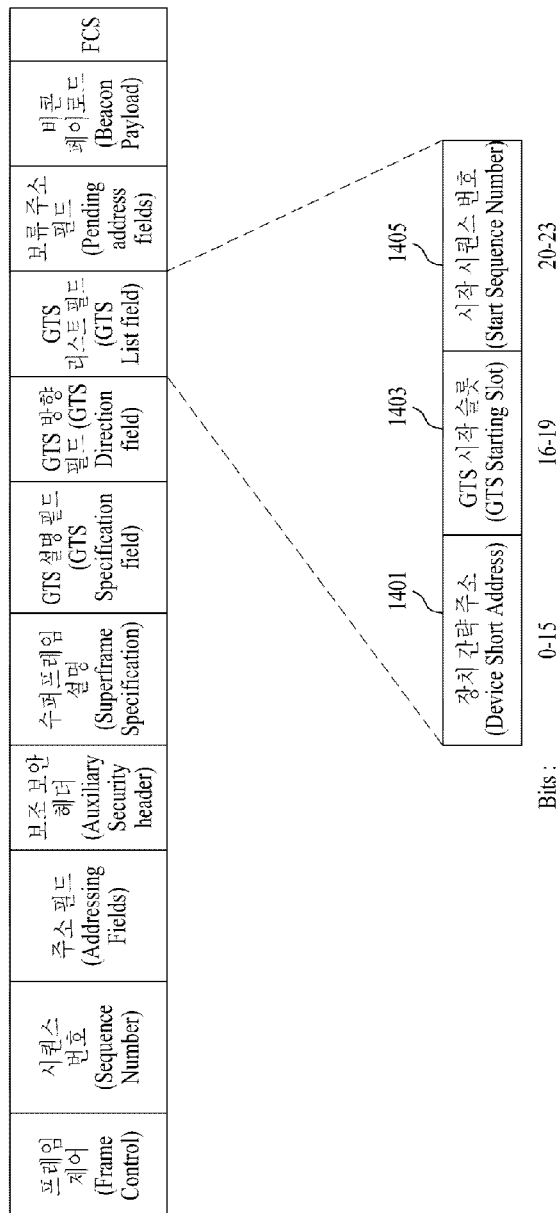
[Fig. 12]



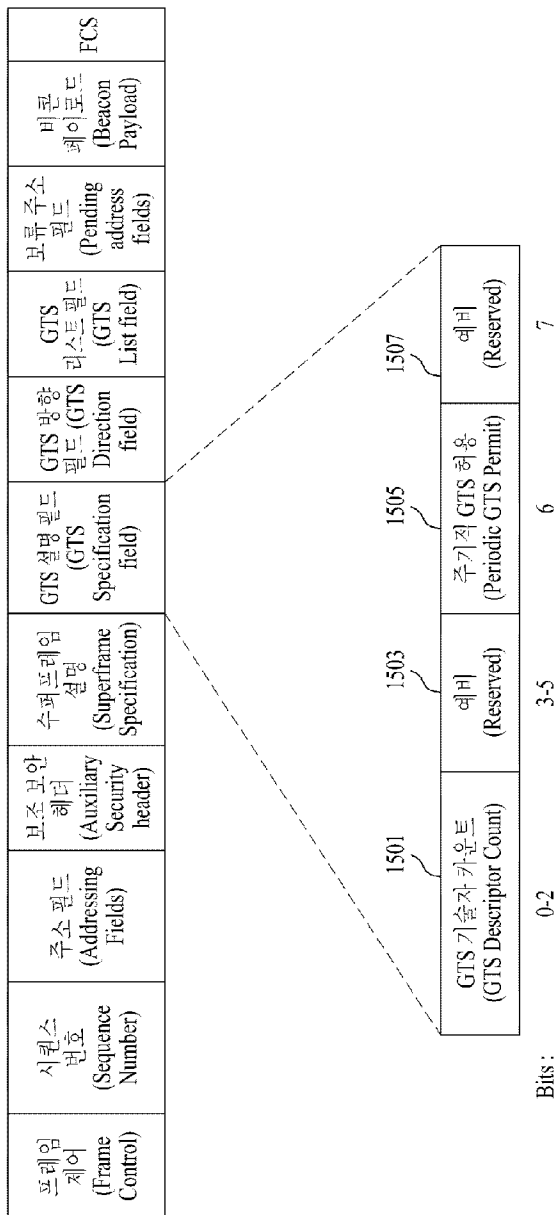
[Fig. 13]



[Fig. 14]



[Fig. 15]



[Fig. 16]

