



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0057262
(43) 공개일자 2017년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 24/10 (2009.01) H04W 56/00 (2009.01)
H04W 64/00 (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 24/10 (2013.01)
H04W 56/009 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7006928
(22) 출원일자(국제) 2015년08월28일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2017년03월13일
(86) 국제출원번호 PCT/US2015/047561
(87) 국제공개번호 WO 2016/043954
국제공개일자 2016년03월24일
(30) 우선권주장
62/050,674 2014년09월15일 미국(US)
14/837,775 2015년08월27일 미국(US)

(71) 출원인
퀄컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(72) 발명자
창, 시아오신
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775 퀄컴 인코포레이티드
창, 닝
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775 퀄컴 인코포레이티드
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

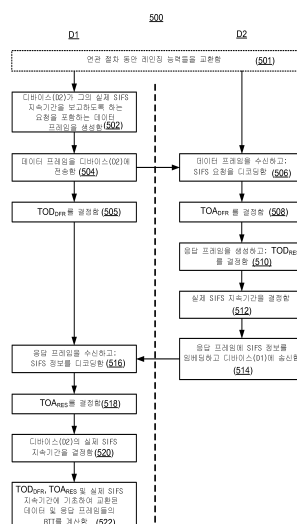
전체 청구항 수 : 총 30 항

(54) 발명의 명칭 고효율 포지셔닝을 위한 IEEE 802.11 강화들

(57) 요약

제 1 무선 디바이스와 제 2 무선 디바이스 사이의 레인징 동작(ranging operation)은, 제 2 무선 디바이스가 그 자신의 실제 SIFS 지속기간을 제 1 무선 디바이스에 보고하도록 하는 요청을 포함하는 데이터 프레임을, 제 2 무선 디바이스에 전송하고; 데이터 프레임의 TOD(time of departure)를 결정하고; 제 2 무선 디바이스로부터, 제 2 무선 디바이스의 실제 SIFS 지속기간을 나타내는 SIFS 정보를 포함하는 응답 프레임을 수신하고; 응답 프레임의 TOA(time of arrival)를 결정하고; 그리고 데이터 프레임의 TOD, 응답 프레임의 TOA 및 제 2 무선 디바이스의 실제 SIFS 지속기간을 사용하여 데이터 프레임 및 응답 프레임의 RTT(round trip time)를 결정함으로써 수행될 수 있다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

H04W 64/00 (2013.01)

Y02B 60/50 (2013.01)

(72) 발명자

엘다나, 칼로스 호라시오

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775 켈컴 인코포레이티드

김, 유한

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775 켈컴 인코포레이티드

두아, 프라빈

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775 켈컴 인코포레이티드

아가왈, 메그나

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775 켈컴 인코포레이티드

명세서

청구범위

청구항 1

제 1 무선 디바이스와 제 2 무선 디바이스 사이에서 레인징 동작(ranging operation)을 수행하는 방법으로서,
 상기 방법은 상기 제 1 무선 디바이스의 하나 또는 그 초과 프로세서들에 의해 수행되고, 상기 방법은,
 상기 제 2 무선 디바이스가 그 자신의 실제 SIFS(Short Interframe Space) 지속기간을 상기 제 1 무선 디바이스에 보고하도록 하는 요청을 포함하는 데이터 프레임을, 상기 제 2 무선 디바이스에 전송하는 단계;
 상기 데이터 프레임의 TOD(time of departure)를 결정하는 단계;
 상기 제 2 무선 디바이스로부터, 상기 제 2 무선 디바이스의 실제 SIFS 지속기간을 나타내는 SIFS 정보를 포함하는 응답 프레임을 수신하는 단계;
 상기 응답 프레임의 TOA(time of arrival)를 결정하는 단계; 및
 상기 데이터 프레임의 TOD, 상기 응답 프레임의 TOA 및 상기 제 2 무선 디바이스의 실제 SIFS 지속기간을 사용하여 상기 데이터 프레임 및 상기 응답 프레임의 RTT(round trip time)를 결정하는 단계를 포함하는,
 제 1 무선 디바이스와 제 2 무선 디바이스 사이에서 레인징 동작을 수행하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 실제 SIFS 지속기간은, (1) 상기 제 2 무선 디바이스가 상기 제 1 무선 디바이스로부터 상기 데이터 프레임의 마지막 심볼의 끝을 수신하는 시간과 (2) 상기 제 2 무선 디바이스가 상기 응답 프레임의 제 1 심볼의 시작을 상기 제 1 무선 디바이스에 송신한 시간 간의 시간 지속기간을 나타내는,
 제 1 무선 디바이스와 제 2 무선 디바이스 사이에서 레인징 동작을 수행하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 데이터 프레임은 FTM(fine timing measurement) 프레임을 포함하는,
 제 1 무선 디바이스와 제 2 무선 디바이스 사이에서 레인징 동작을 수행하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 데이터 프레임은 HT/VHT(high throughput/very high throughput) 프로토콜을 사용하여 상기 제 2 무선 디바이스가 상기 응답 프레임을 송신하도록 하는 요청을 더 포함하는,
 제 1 무선 디바이스와 제 2 무선 디바이스 사이에서 레인징 동작을 수행하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 응답 프레임은 상기 SIFS 정보를 저장하기 위한 필드를 포함하는 ACK(Acknowledgement) 프레임을 포함하는,

제 1 무선 디바이스와 제 2 무선 디바이스 사이에서 레인징 동작을 수행하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 SIFS 정보는 상기 실제 SIFS 지속기간과 표준 SIFS 지속기간 간의 시간 차이를 나타내는 차이 값을 포함하는,

제 1 무선 디바이스와 제 2 무선 디바이스 사이에서 레인징 동작을 수행하는 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 표준 SIFS 지속기간은 IEEE 802.11 표준들에 의해 정의되는,

제 1 무선 디바이스와 제 2 무선 디바이스 사이에서 레인징 동작을 수행하는 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 응답 프레임은, 상기 차이 값을 저장하기 위한 제 1 필드를 포함하고 상기 제 2 무선 디바이스의 중간(median) SIFS 지속기간을 저장하기 위한 제 2 필드를 포함하는 ACK(acknowledgement) 프레임을 포함하는,

제 1 무선 디바이스와 제 2 무선 디바이스 사이에서 레인징 동작을 수행하는 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 응답 프레임은 상기 SIFS 정보를 저장하기 위한 필드를 적어도 포함하는 IE(information element)를 포함하는,

제 1 무선 디바이스와 제 2 무선 디바이스 사이에서 레인징 동작을 수행하는 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 무선 디바이스는 상기 데이터 프레임을 상기 제 2 무선 디바이스에 전송하기 위해 단일 송신 체인을 사용하며; 그리고

상기 데이터 프레임은 상기 제 2 무선 디바이스가 상기 제 1 무선 디바이스에 상기 응답 프레임을 송신하기 위해 상기 단일 송신 체인을 사용하도록 하는 요청을 더 포함하는,

제 1 무선 디바이스와 제 2 무선 디바이스 사이에서 레인징 동작을 수행하는 방법.

청구항 11

제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 수행하도록 구성된 제 1 무선 디바이스로서,
 적어도 상기 제 2 무선 디바이스와 신호들을 교환하기 위한 하나 또는 그 초과와 트랜시버들;
 하나 또는 그 초과와 프로세서들; 및
 명령들을 저장한 메모리를 포함하고,
 상기 명령들은, 상기 하나 또는 그 초과와 프로세서들에 의해 실행될 때, 상기 제 1 무선 디바이스로 하여금,
 상기 제 2 무선 디바이스가 그 자신의 실제 SIFS(Short Interframe Space) 지속기간을 상기 제 1 무선 디바이스
 에 보고하도록 하는 요청을 포함하는 데이터 프레임들, 상기 제 2 무선 디바이스에 전송하게 하고;
 상기 데이터 프레임의 TOD(time of departure)를 결정하게 하고;
 상기 제 2 무선 디바이스로부터, 상기 제 2 무선 디바이스의 실제 SIFS 지속기간을 나타내는 SIFS 정보를 포함
 하는 응답 프레임들 수신하게 하고;
 상기 응답 프레임의 TOA(time of arrival)를 결정하게 하고; 그리고
 상기 데이터 프레임의 TOD, 상기 응답 프레임의 TOA 및 상기 제 2 무선 디바이스의 실제 SIFS 지속기간을 사용
 하여 상기 데이터 프레임 및 상기 응답 프레임의 RTT(round trip time)를 결정하게 하는
 제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 수행하도록 구성된 제 1 무선 디바이스.

청구항 12

제 11 항에 있어서,
 상기 데이터 프레임은 FTM(fine timing measurement) 프레임들 포함하는,
 제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 수행하도록 구성된 제 1 무선 디바이스.

청구항 13

제 11 항에 있어서,
 상기 데이터 프레임은 상기 제 2 무선 디바이스가 HT/VHT(high throughput/very high throughput) 프로토콜을
 사용하여 상기 응답 프레임들 송신하도록 하는 요청을 더 포함하는,
 제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 수행하도록 구성된 제 1 무선 디바이스.

청구항 14

제 11 항에 있어서,
 상기 응답 프레임은 상기 SIFS 정보를 저장하기 위한 필드들 포함하는 ACK(Acknowledgement) 프레임들
 포함하는,
 제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 수행하도록 구성된 제 1 무선 디바이스.

청구항 15

제 11 항에 있어서,
 상기 SIFS 정보는 상기 실제 SIFS 지속기간과 표준 SIFS 지속기간 간의 시간 차이를 나타내는 차이 값을 포함하
 는,

제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 수행하도록 구성된 제 1 무선 디바이스.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 표준 SIFS 지속기간은 IEEE 802.11 표준들에 의해 정의되는,

제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 수행하도록 구성된 제 1 무선 디바이스.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 응답 프레임은, 상기 차이 값을 저장하기 위한 제 1 필드를 포함하고 상기 제 2 무선 디바이스의 중간 SIFS 지속기간을 저장하기 위한 제 2 필드를 포함하는 ACK(acknowledgement) 프레임을 포함하는,

제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 수행하도록 구성된 제 1 무선 디바이스.

청구항 18

제 11 항에 있어서,

상기 응답 프레임은 상기 SIFS 정보를 저장하기 위한 필드를 적어도 포함하는 IE(information element)를 포함하는,

제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 수행하도록 구성된 제 1 무선 디바이스.

청구항 19

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 무선 디바이스는 상기 데이터 프레임을 상기 제 2 무선 디바이스에 전송하기 위해 단일 송신 체인을 사용하며; 그리고

상기 데이터 프레임은 상기 제 2 무선 디바이스가 상기 제 1 무선 디바이스에 상기 응답 프레임을 송신하기 위해 상기 단일 송신 체인을 사용하도록 하는 요청을 더 포함하는,

제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 수행하도록 구성된 제 1 무선 디바이스.

청구항 20

제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 수행하도록 구성된 제 1 무선 디바이스로서,

상기 제 2 무선 디바이스가 그 자신의 실제 SIFS(Short Interframe Space) 지속기간을 상기 제 1 무선 디바이스에 보고하도록 하는 요청을 포함하는 데이터 프레임을, 상기 제 2 무선 디바이스에 전송하기 위한 수단;

상기 데이터 프레임의 TOD(time of departure)를 결정하기 위한 수단;

상기 제 2 무선 디바이스로부터, 상기 제 2 무선 디바이스의 실제 SIFS 지속기간을 나타내는 SIFS 정보를 포함하는 응답 프레임을 수신하기 위한 수단;

상기 응답 프레임의 TOA(time of arrival)를 결정하기 위한 수단; 및

상기 데이터 프레임의 TOD, 상기 응답 프레임의 TOA 및 상기 제 2 무선 디바이스의 실제 SIFS 지속기간을 사용하여 상기 데이터 프레임 및 상기 응답 프레임의 RTT(round trip time)를 결정하기 위한 수단을 포함하는,

제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 수행하도록 구성된 제 1 무선 디바이스.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 데이터 프레임은 FTM(fine timing measurement) 프레임을 포함하는,

제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 수행하도록 구성된 제 1 무선 디바이스.

청구항 22

제 20 항에 있어서,

상기 응답 프레임은 상기 SIFS 정보를 저장하기 위한 필드를 포함하는 ACK(Acknowledgement) 프레임을 포함하는,

제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 수행하도록 구성된 제 1 무선 디바이스.

청구항 23

제 20 항에 있어서,

상기 SIFS 정보는 상기 실제 SIFS 지속기간과 표준 SIFS 지속기간 간의 시간 차이를 나타내는 차이 값을 포함하는,

제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 수행하도록 구성된 제 1 무선 디바이스.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 응답 프레임은, 상기 차이 값을 저장하기 위한 제 1 필드를 포함하고 상기 제 2 무선 디바이스의 중간 SIFS 지속기간을 저장하기 위한 제 2 필드를 포함하는 ACK(acknowledgement) 프레임을 포함하는,

제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 수행하도록 구성된 제 1 무선 디바이스.

청구항 25

제 20 항에 있어서,

상기 응답 프레임은 상기 SIFS 정보를 저장하기 위한 필드를 적어도 포함하는 IE(information element)를 포함하는,

제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 수행하도록 구성된 제 1 무선 디바이스.

청구항 26

명령들을 포함하는 하나 또는 그 초과 프로그램들을 저장하는 비-일시적인 컴퓨터-판독 가능 저장 매체로서,

상기 명령들은 제 1 무선 디바이스의 하나 또는 그 초과 프로세서들에 의해 실행될 때, 상기 제 1 무선 디바이스로 하여금,

제 2 무선 디바이스가 그 자신의 실제 SIFS(Short Interframe Space) 지속기간을 상기 제 1 무선 디바이스에 보

고하도록 하는 요청을 포함하는 데이터 프레임을, 상기 제 2 무선 디바이스에 전송하는 동작;

상기 데이터 프레임의 TOD(time of departure)를 결정하는 동작;

상기 제 2 무선 디바이스로부터, 상기 제 2 무선 디바이스의 실제 SIFS 지속기간을 나타내는 SIFS 정보를 포함하는 응답 프레임을 수신하는 동작;

상기 응답 프레임의 TOA(time of arrival)를 결정하는 동작; 및

상기 데이터 프레임의 TOD, 상기 응답 프레임의 TOA 및 상기 제 2 무선 디바이스의 실제 SIFS 지속기간을 사용하여 상기 데이터 프레임 및 상기 응답 프레임의 RTT(round trip time)를 결정하는 동작을 수행하게 하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능 저장 매체.

청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 데이터 프레임은 FTM(fine timing measurement) 프레임을 포함하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능 저장 매체.

청구항 28

제 26 항에 있어서,

상기 응답 프레임은 상기 SIFS 정보를 저장하기 위한 필드를 포함하는 ACK(Acknowledgement) 프레임을 포함하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능 저장 매체.

청구항 29

제 26 항에 있어서,

상기 SIFS 정보는 상기 실제 SIFS 지속기간과 표준 SIFS 지속기간 간의 시간 차이를 나타내는 차이 값을 포함하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능 저장 매체.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 응답 프레임은, 상기 차이 값을 저장하기 위한 제 1 필드를 포함하고 상기 제 2 무선 디바이스의 중간 SIFS 지속기간을 저장하기 위한 제 2 필드를 포함하는 ACK(acknowledgement) 프레임을 포함하는,

비-일시적인 컴퓨터-판독 가능 저장 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

[0001] 예시적인 실시예들은 일반적으로 무선 네트워크들에 관한 것이며, 특히 Wi-Fi 가능 디바이스들 사이에서 수행되는 레인징 동작들(ranging operations)에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] WLAN(wireless local area network)의 Wi-Fi 액세스 포인트의 최근 확산은 특히, 활성 Wi-Fi 액세스 포인트들이 고도로 집중되어 있는 영역들(예를 들어, 도심, 쇼핑센터, 사무실 건물 등)에서 내비게이션 시스템이 포지션 결정을 위해 이러한 액세스 포인트들을 사용할 수 있게 했다. 예를 들어, 셀 전화 또는 태블릿 컴퓨터와 같은 클라이언트 디바이스 또는 스테이션(STA)은 STA와 AP들 사이의 거리들을 결정하기 위해, 액세스 포인트(AP)로 송신되고 이로부터 송신되는 신호들의 RTT(round trip time)를 사용할 수 있다. STA와 3개 또는 그 초과 AP들 사이의 거리가 결정되면, STA의 위치는 삼각측량 기술들을 사용하여 추정될 수 있다.

[0003] 보다 일반적으로, 한 쌍의 디바이스들 사이의 거리는 레인징 동작들 동안 디바이스들 간에 교환되는 신호들의 RTT를 사용하여 결정될 수 있다. 레인징 동작들이 (예를 들어, 실내 포지셔닝에 대해) 점점 더 중요해지고 있으므로, 무선 매체의 최소 용량을 사용하여 레인징 동작들의 정확도를 증가시키는 것이 바람직하다.

발명의 내용

[0004] 이 요약은 아래의 상세한 설명에서 추가로 설명되는 다양한 개념들을 단순화된 형태로 소개하도록 제공된다. 이 요약은 청구된 청구 대상의 주요 특징들 또는 필수 특징들을 식별하기 위한 것이 아니며 또한 청구된 청구 대상의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다.

[0005] 제 1 무선 디바이스가 제 2 무선 디바이스의 SIFS 지속기간을 추정하지 않고 단지 2개의 프레임들의 교환을 사용하여 그 자신과 제 2 무선 디바이스 사이의 RTT 값을 결정하도록 허용할 수 있는 방법들 및 장치들이 개시된다. 보다 구체적으로, 예시적인 실시예들에 따라, 제 1 무선 디바이스는 제 2 무선 디바이스에 데이터 프레임을 전송함으로써 제 2 무선 디바이스와의 레인징 동작을 개시할 수 있다. 데이터 프레임은 제 2 무선 디바이스가, 응답 프레임에서 제 1 무선 디바이스에 자신의 실제 SIFS 지속기간을 보고하게 한다. 제 1 무선 디바이스는 제 2 무선 디바이스의 실제 SIFS 지속기간을 나타내는 정보를 포함하는 응답 프레임을 수신할 수 있다. 제 1 무선 디바이스는 그 후, 데이터 프레임의 TOD, 응답 프레임의 TOA 및 제 2 무선 디바이스의 실제 SIFS 지속기간을 사용하여 데이터 프레임 및 응답 프레임의 RTT 값을 결정할 수 있다. 이러한 방식으로, 본원에서 개시되는 예시적인 레인징 동작들은 제 2 무선 디바이스의 SIFS 지속기간을 추정하지 않고 수행될 수 있고, 그리하여 제 2 무선 디바이스의 SIFS 지속기간의 불확실성들로부터 발생하는 레인징 에러들을 제거한다.

[0006] 또한, 본원에서 개시되는 예시적인 레인징 동작들은 RTT 값들을 결정하기 위해 단지 2개의 교환되는 프레임들을 사용하기 때문에, 무선 매체 상의 트래픽이 감소될 수 있다. 또한, 제 2 무선 디바이스는 레인징 동작 동안 제 1 무선 디바이스에 단지 하나의 프레임만을 전송하기 때문에, 제 2 무선 디바이스의 전력 소비는 (예를 들어, 교환되는 프레임들의 수를 더 많이 요구하는 레인징 동작들에 비해) 감소될 수 있다. 레인징 동작들 동안 제 2 무선 디바이스의 전력 소비를 감소시키는 것은, 예를 들어, 제 2 무선 디바이스가 제한된 전력 공급기(예를 들어, 배터리)를 갖는 모바일 디바이스일 때 중요할 수 있다.

[0007] 적어도 일부 예시적인 실시예들에 대해, 제 1 무선 디바이스와 제 2 무선 디바이스 사이의 레인징 동작(ranging operation)은, 제 2 무선 디바이스가 그 자신의 실제 SIFS(Short Interframe Space) 지속기간을 제 1 무선 디바이스에 보고하도록 하는 요청을 포함하는 데이터 프레임을, 제 2 무선 디바이스에 전송하고; 데이터 프레임의 TOD(time of departure)를 결정하고; 제 2 무선 디바이스로부터, 제 2 무선 디바이스의 실제 SIFS 지속기간을 나타내는 SIFS 정보를 포함하는 응답 프레임을 수신하고; 응답 프레임의 TOA(time of arrival)를 결정하고; 그리고 데이터 프레임의 TOD, 응답 프레임의 TOA 및 제 2 무선 디바이스의 실제 SIFS 지속기간을 사용하여 데이터 프레임 및 응답 프레임의 RTT(round trip time)를 결정함으로써 수행될 수 있다. 데이터 프레임은 FTM(fine timing measurement) 프레임일 수 있다. 응답 프레임은 SIFS 정보를 저장하기 위한 필드 또는 IE(information element)를 포함하는 ACK(acknowledgement) 프레임 또는 BA(block acknowledgement) 프레임일 수 있다.

[0008] 일부 구현들에 대해, SIFS 정보는 예를 들어, IEEE 802.11 계열의 표준들에 의해 정의된 바와 같은 표준 SIFS 지속기간과 실제 SIFS 지속기간 간의 시간 차이를 나타내는 차이 값을 포함할 수 있다. 다른 구현들에 대해, SIFS 정보는 차이 값 및 제 2 무선 디바이스의 중간 SIFS 지속기간을 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 적어도 일부 실시예들에서, 제 1 무선 디바이스는 데이터 프레임을 제 2 무선 디바이스에 전송하기 위해 단일 송신 체인을 사용하고, 데이터 프레임은, 응답 프레임을 제 1 무선 디바이스에 송신하기 위해 제 2 무선 디바이스가 단일 송신 체인을 사용하도록 하는 요청을 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, CSD(cyclic

shift diversity)로부터 발생하는 에러들이 방지될 수 있다.

- [0010] 적어도 하나의 실시예에 대해, 데이터 프레임은, HT/VHT(high throughput/very high throughput) 프로토콜을 사용하여 제 2 무선 디바이스가 응답 프레임을 송신하도록 하는 요청을 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 예시적인 실시예들은 예로서 도시되며, 첨부 도면의 그림들에 의해 제한되도록 의도되지 않는다. 유사한 번호들은 도면들 및 명세서 전반에 걸쳐 유사한 엘리먼트들을 참조한다.
- [0012] 도 1a는 예시적인 레인징 동작을 도시하는 시퀀스도이다.
- [0013] 도 1b는 다른 예시적인 레인징 동작을 도시하는 시퀀스도이다.
- [0014] 도 2는 예시적인 실시예들이 구현될 수 있는 무선 시스템의 블록도이다.
- [0015] 도 3은 일부 실시예들에 따른 무선 디바이스의 블록도이다.
- [0016] 도 4는 일부 실시예들에 따른 레인징 동작을 도시하는 시퀀스도이다.
- [0017] 도 5는 예시적인 실시예들에 따라, 도 4의 레인징 동작을 도시하는 예시적인 흐름도이다.
- [0018] 도 6a는 일부 실시예들에 따른 예시적인 확인응답 프레임을 도시한다.
- [0019] 도 6b는 일부 실시예들에 따른 예시적인 블록 확인응답 프레임을 도시한다.
- [0020] 도 7a는 다른 실시예들에 따른 예시적인 확인응답 프레임을 도시한다.
- [0021] 도 7b는 다른 실시예들에 따른 예시적인 블록 확인응답 프레임을 도시한다.
- [0022] 도 8은 일부 실시예들에 따라 응답 프레임들에서 SIFS(Short Interframe Space) 정보를 보고하기 위한 예시적인 정보 엘리먼트를 도시한다.
- [0023] 도 9는 본원에서 교시된 바와 같은 레인징 동작들을 수행하도록 구성된 장치의 몇개의 샘플 양상들의 다른 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 예시적인 실시예들은 단지 단순함을 위해 WLAN 시스템들의 맥락에서 하기에 설명된다. 예시적인 실시예들은, 다른 무선 네트워크들(예를 들어, 셀룰러 네트워크들, 피코 네트워크들, 랩토 네트워크들, 위성 네트워크들)은 물론, 하나 또는 그 초과 유선 표준들 또는 프로토콜들(예를 들어, 이더넷 및/또는 Home Plug/PLC 표준들)의 신호들을 사용하는 시스템에 대해 그리고 다양한 디바이스들 사이(예를 들어, STA와 무선 AP 사이, AP들 사이 등)에서 레인징 동작을 수행하기 위해 균등하게 적용 가능하다는 것이 이해될 것이다. 본원에서 이용되는 바와 같이, "WLAN" 및 "Wi-Fi®"라는 용어들은 IEEE 802.11 계열의 표준들, Bluetooth, HiperLAN(주로 유럽에서 사용되는, IEEE 802.11 표준들에 필적하는 무선 표준들의 세트), 및 상대적으로 짧은 라디오 전파 범위를 갖는 다른 기술들에 의해 관리되는 통신들을 포함할 수 있다. 따라서, "WLAN"과 "Wi-Fi"라는 용어들은 본원에서 상호 교환 가능하게 사용될 수 있다. 또한, 하나 또는 그 초과 AP들 및 다수의 STA들을 포함하는 인프라스트럭처 WLAN 시스템의 관점에서 후술하지만, 예시적인 실시예들은 예를 들어, 다수의 WLAN, IBSS(Independent Basic Service Set) 네트워크들, 애드-혹(ad-hoc) 네트워크들, (예를 들어 Wi-Fi Direct 프로토콜에 따라 동작하는) P2P(peer-to-peer) 네트워크들 및/또는 핫스팟들을 포함하는 다른 WLAN 시스템들에도 균등하게 적용 가능하다.
- [0013] 또한, 무선 디바이스들 간에 프레임들을 교환하는 관점에서 본원에서 설명되지만, 예시적인 실시예들은 무선 디바이스들 간의 임의의 데이터 유닛, 패킷 및/또는 프레임의 교환에 적용될 수 있다. 따라서, "프레임"이라는 용어는 예를 들어, PDU들(protocol data units), MPDU들(MAC protocol data units) 및 PPDU들(physical layer convergence procedure protocol data units)과 같은 임의의 프레임, 패킷 또는 데이터 유닛을 포함할 수 있다. "A-MPDU"라는 용어는 어그리게이팅된 MPDU들을 지칭할 수 있다.
- [0014] 이하의 설명에서, 본 개시의 철저한 이해를 제공하도록 특정한 컴포넌트들, 회로들, 및 프로세스들의 예들과 같은 다수의 특정한 세부사항이 기술된다. 또한, 다음의 설명에서 그리고 설명을 목적으로, 특정한 명명법은 예시적인 실시예의 철저한 이해를 제공하기 위해 기술된다. 그러나 이들 특정한 세부사항들이 예시적인

실시예들을 실시하기 위해 필요로 되지 않을 수 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 다른 인스턴스들에서, 잘 알려진 회로들 및 디바이스들은 본 개시를 모호하게 하는 것을 방지하기 위해 블록도 형태로 도시된다. 본원에서 이용된 "커플링된"이란 용어는 직접 연결되거나 또는 하나 또는 그 초과와 개재 컴포넌트들 또는 회로들을 통해 연결된다는 것을 의미한다. 본원에서 설명되는 다양한 버스들 상에서 제공된 신호들 중 임의의 것은 다른 신호들과 시간-멀티플렉싱되고 하나 또는 그 초과와 공통 버스들을 통해 제공될 수 있다. 또한, 회로 엘리먼트들 또는 소프트웨어 블록들 사이의 상호연결은 버스들로서 또는 단일 신호 라인들로서 도시할 수 있다. 버스들 각각은 대안적으로 단일 신호 라인일 수 있고 단일 신호 라인들 각각은 대안적으로 버스일 수 있고, 단일 라인 또는 버스는 컴포넌트들 간의 통신을 위한 매우 많은 물리적 또는 논리적 메커니즘 중 임의의 하나 또는 그 초과를 나타낼 수 있다. 예시적인 실시예들은 여기서 설명되는 특정한 예들로 제한되는 것으로서 해석되어서는 안 되고, 오히려, 첨부된 청구항들에 의해 정의되는 그들의 범위들 내에서 모든 실시예들을 포함하도록 해석된다.

[0015] [0027] 이어지는 본 개시의 몇몇 부분들은 컴퓨터 메모리 내의 데이터 비트들에 대한 동작의 절차들, 로직 블록들, 프로세싱 및 다른 기호적 표현들의 관점에서 제시된다. 이러한 설명들 및 표현들은 데이터 프로세싱 기술 분야의 당업자에 의해 그들의 작업의 내용을 다른 당업자에게 가장 효과적으로 전달하기 위해 사용되는 수단이다. 이 개시에서, 절차, 로직 블록, 프로세스 등은 원하는 결과로 이어지는 단계들 또는 명령들의 자기-부합적인 시퀀스인 것으로 간주된다. 단계들은 물리적인 양의 물리적인 조작들을 요구하는 것들이다. 대체로, 반드시 그러한 것은 아니지만, 이러한 양들은 컴퓨터 시스템에서 저장, 전송, 결합, 비교되고, 다르게 조작될 수 있는 전기 또는 자기 신호들의 형태를 취할 수 있다.

[0016] [0028] 그러나 이러한 그리고 유사한 용어들 전부는 적절한 물리량들과 연관되어야 하며 이러한 양들에 적용되는 단지 편리한 표시들일 뿐이라는 것을 염두에 두어야 한다. 다음의 논의로부터 명백한 바와 같이 달리 구체적으로 언급되지 않는 한, 본 개시 전반에 걸쳐, "엑세스", "수신", "전송", "사용", "선택", "결정", "정규화", "곱셈", "평균화", "모니터링", "비교", "적용", "업데이트", "측정" 또는 "유도" 등과 같은 용어들을 활용한 논의들은, 컴퓨터 시스템의 레지스터들 및 메모리들 내의 물리적(전자) 양으로서 표현된 데이터를 컴퓨터 시스템 메모리들 또는 레지스터들 또는 다른 이러한 정보 저장, 전송 또는 디스플레이 디바이스들 내의 물리적인 양들로서 유사하게 표현되는 다른 데이터로 조작 및 변환하는 컴퓨터 시스템 또는 유사한 전자 컴퓨팅 디바이스의 동작들 및 프로세스들을 지칭한다는 것이 인지된다.

[0017] [0029] 본원에서 설명되는 실시예들은 하나 또는 그 초과와 컴퓨터들 또는 다른 디바이스들에 의해 실행되는, 프로그램 모듈들과 같은 프로세서-관독 가능 매체의 일부 형태 상에 상주하는 프로세서-실행 가능 명령들의 일반적인 맥락에서 논의될 수 있다. 일반적으로, 프로그램 모듈은 특정한 추상 데이터 타입들을 구현하거나 특정한 작업들을 수행하는 루틴, 프로그램, 오브젝트, 컴포넌트, 데이터 구조 등을 포함한다. 프로그램 모듈들의 기능성은 다양한 실시예들에서 원하는 대로 결합되거나 분배될 수 있다.

[0018] [0030] 본원에서 설명되는 기술들은 특정 방식으로 구현되는 것으로 구체적으로 설명되지 않는 한, 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 임의의 결합으로 구현될 수 있다. 모듈들 또는 컴포넌트들로서 설명된 모든 특징들은 또한, 통합 로직 디바이스에서 함께 또는 개별적이지만 상호 동작 가능한 로직 디바이스들로서 별개로 구현될 수 있다. 소프트웨어로 구현되는 경우, 기술들은, 실행될 때 위에서 설명된 방법들 중 하나 또는 그 초과를 수행하는 명령들을 포함하는 비-일시적인 프로세서-관독 가능 저장 매체에 의해 적어도 부분적으로 실현될 수 있다. 비-일시적인 프로세서-관독 가능 데이터 저장 매체는 패키징 재료들을 포함할 수 있는 컴퓨터 프로그램 제품의 일부를 형성할 수 있다.

[0019] [0031] 비-일시적인 프로세서-관독 가능 저장 매체는, SDRAM(synchronous dynamic random access memory)과 같은 RAM(random access memory), ROM(read only memory), NVRAM(non-volatile random access memory), EEPROM(electrically erasable programmable read-only memory), 플래시 메모리, 다른 알려진 저장 매체 등을 포함할 수 있다. 기술들은 부가적으로 또는 대안적으로, 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 코드를 전달 또는 통신하고 컴퓨터 또는 다른 프로세서에 의해 액세스, 관독 및/또는 실행될 수 있는 프로세서-관독 가능 통신 매체에 의해 적어도 부분적으로 실현될 수 있다.

[0020] [0032] 본원에서 개시되는 실시예들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 로직 블록들, 모듈들, 회로들 및 명령들은, 하나 또는 그 초과와 DSP들(digital signal processors), 범용 마이크로프로세서들, ASIC들(application specific integrated circuits), ASIP들(application specific instruction set processors), FPGA들(field programmable gate arrays) 또는 다른 동등한 통합 또는 이산 로직 회로와 같은 하나 또는 그 초과와 프로세서

들에 의해 실행될 수 있다. 본원에서 사용된 바와 같은 "프로세서"란 용어는 위의 구조 또는 본원에서 설명되는 기술들의 구현에 적합한 임의의 다른 구조 중 임의의 것을 지칭할 수 있다. 또한, 일부 양상들에서, 본원에서 설명되는 기능성은 본원에서 설명된 바와 같이 구성된 전용 소프트웨어 모듈들 또는 하드웨어 모듈들 내에서 제공될 수 있다. 또한, 기술들은 하나 또는 그 초과 회로들 또는 로직 엘리먼트들에서 완전히 구현될 수 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서일 수 있지만, 대안적으로, 프로세서는 임의의 종래 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수 있다. 프로세서는 또한 컴퓨팅 디바이스들의 결합(예를 들어, DSP와 마이크로프로세서의 결합), 복수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 연결된 하나 또는 그 초과 마이크로프로세서들 또는 임의의 다른 적합한 구성으로서 구현될 수 있다.

[0021] [0033] 위에서 언급된 바와 같이, 한 쌍의 무선 디바이스들 간의 거리는 (예를 들어, 레인징 동작 동안) 무선 디바이스들 간에 교환되는 신호들 또는 프레임들의 RTT를 사용하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 도 1a의 예시적인 레인징 동작(100)을 참조하면, 제 1 무선 디바이스(D1)와 제 2 무선 디바이스(D2) 사이의 거리(d)는 $d = c \cdot \text{RTT} / 2$ 로서 추정될 수 있으며, 여기서 c는 빛의 속도이고, RTT는 제 1 디바이스(D1)와 제 2 디바이스(D2) 사이에서 교환되는 요청(REQ) 프레임 및 확인응답(ACK) 프레임의 실제 신호 전파 시간의 합이다. 보다 구체적으로, 디바이스(D2)는 디바이스(D2)로부터 송신된 REQ 프레임의 출발시간(TOD), 디바이스(D2)에 의해 수신된 ACK 프레임의 도달시간(TOA) 및 디바이스(D1)의 SIFS 지속기간을 사용하여 RTT의 값을 추정할 수 있다.

[0022] [0034] 짧은 프레임간 공간 지속기간(Short Interframe Space duration)을 나타내는 SIFS 지속기간은, 디바이스가 REQ 프레임을 수신하고 디바이스(D1)가 ACK 프레임을 송신하는 사이의 시간의 지속기간에 대응한다. 무선 디바이스들이 (예를 들어, REQ 프레임 수신하기 위한) 수신 모드로부터 (예를 들어, ACK 프레임 송신하기 위한) 송신 모드로 그의 트랜시버를 스위칭할 수 있는 시간인 SIFS 지속기간은, 무선 디바이스가 수신된 프레임(예를 들어, REQ 프레임)을 프로세싱하고 응답 프레임(예를 들어, ACK 프레임)의 송신을 개시하기 위해 요구되는 시간으로서 정의될 수 있다.

[0023] [0035] 무선 디바이스들의 상이한 제조 및 모델(및 때때로, 심지어 동일한 제조 및 모델)이 상이한 프로세싱 지연들을 가질 수 있기 때문에, SIFS의 정확한 값은 디바이스들 사이에서(그리고 심지어 동일한 디바이스의 연속적인 프레임 수신/송신 사이에서도) 변동될 수 있다. 결과적으로, SIFS의 값은 통상적으로 추정되며, 이는 종종 2개의 디바이스들 사이의 거리를 추정하는데 있어 어려움으로 이어진다. 보다 구체적으로, IEEE 802.11 표준들은 현재 2.4 GHz 주파수 대역에서 송신되는 신호들에 대해 10 마이크로초(us) +/- 900 나노초(ns), 5 GHz 주파수 대역에서 송신되는 신호들에 대해 16 us +/- 900 ns, 및 60 GHz 주파수 대역에서 송신되는 신호들에 대해 3 us +/- 900 ns로서 SIFS 지속기간을 정의한다. 이러한 "표준" SIFS 지속기간의 허용오차는 RTT 추정들의 정확도를 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 디바이스(D1)의 SIFS 지속기간이 +/- 25 ns 내에서 추정될 수 있더라도, +/- 7.5 미터의 레인징 에러가 발생할 수 있다(이는 다수의 포지셔닝 시스템들에서 수락 불가능할 수 있음).

[0024] [0036] SIFS 지속기간의 불확실성들로부터 발생하는 레인징 에러들을 감소시키기 위해, IEEE 802.11 표준들의 최근 개정들은 착신 및 발신 프레임들의 타임스탬프들을 캡처하도록 각각의 레인징 디바이스에 요청하여서 SIFS 지속기간들을 사용하지 않고 RTT의 값이 결정될 수 있게 한다. 예를 들어, 도 1b는 IEEE 802.11REVmc 표준들에 따라 FTM(Fine Timing Measurement) 프레임들을 사용하여 수행되는, 디바이스(D1)와 디바이스(D2) 사이의 레인징 동작을 도시하는 예시적인 레인징 동작(110)을 도시한다. 도 1b의 예의 경우, 디바이스(D2)는 레인징 동작을 요청하고, 이에 따라 개시자 디바이스로서 지정될 수 있고; 디바이스(D1)는 요청된 레인징 동작에 응답하고, 이에 따라 응답자 디바이스로서 지정될 수 있다. 도 1b에 도시된 바와 같이, 디바이스(D2)는 FTM_REQ(Fine Timing Measurement Request) 프레임을 디바이스(D1)에 전송하고 디바이스(D1)는 ACK 프레임으로 응답한다. FTM_REQ 프레임과 ACK 프레임의 교환은, 레인징 동작을 수행할 의도를 시그널링할 뿐만 아니라 디바이스들(D1 및 D2) 각각이, 디바이스들(D1 및 D2) 중 다른 것이 타임스탬프들의 캡처링을 지원하는지 여부를 결정하도록 허용하는 핸드셰이크 프로세스(111)이다.

[0025] [0037] 디바이스(D1) 및 디바이스(D2) 둘 다가 타임스탬프들의 캡처링을 지원한다고 가정하면, 디바이스(D1)는 시간(t_1)에서, 디바이스(D2)에 제 1 FTM 프레임(FTM_1)을 전송함으로써 레인징 동작(112)을 개시하고 FTM_1의 TOD를 캡처한다. 디바이스(D2)는 시간(t_2)에서, FTM_1을 수신하고 FTM_1의 TOA를 캡처한다. 디바이스(D2)는 시간(t_3)에서, ACK 프레임으로 응답하고, ACK 프레임의 TOD를 캡처한다. 디바이스(D1)는 시간(t_4)에서, ACK 프레임을 수신하고 ACK 프레임의 TOA를 캡처한다. 시간(t_5)에서, 디바이스(D1)는 시간들(t_1 및 t_4)에서 캡처된 타임스탬프들을 포함하는 제 2 FTM 프레임(FTM_2)을 디바이스(D2)에 전송한다. 디바이스(D2)는 시간(t_6)에서,

FTM_2 프레임을 수신하고 그의 타임스탬프를 캡처할 수 있다. 디바이스(D2)는 시간(t_7)에서, 디바이스(D1)에 ACK 프레임을 전송한다. 디바이스(D1)는 시간(t_8)에서 ACK 프레임을 수신한다.

[0026] [0038] 시간(t_6)에서 FTM_2를 수신하면, 디바이스(D2)는, 디바이스(D1)로부터의 FTM_1의 TOD, 디바이스(D2)에서의 FTM_1의 TOA, 디바이스(D2)로부터의 ACK 프레임의 TOD 및 디바이스(D1)에서의 ACK 프레임의 TOA에 각각 대응하는, 시간들(t_1 , t_2 , t_3 및 t_4)에 대한 타임스탬프 값들을 갖는다. 그 후, 디바이스(D2)는 $(t_4 - t_3) + (t_2 - t_1)$ 으로 RTT를 결정할 수 있다. RTT 값을 결정하는 것이 디바이스(D1) 또는 디바이스(D2)에 대한 SIFS 지속기간을 추정하는 것을 포함하지 않기 때문에, 결정된 RTT 값은 SIFS 지속기간들의 불확실성들로부터 발생하는 에러들을 포함하지 않는다.

[0027] [0039] 도 1a의 예시적인 레인징 동작(100)보다 더 정확하지만, 도 1b의 예시적인 레인징 동작(110)은 단일 RTT 측정을 획득하기 위해 6개의 프레임들의 교환(예를 들어, 도 1a에 도시된 예시적인 레인징 동작(100)에서의 단지 2개의 프레임들의 교환과 비교됨)을 포함하며, 이는 쓰루풋에 바람직하지 않게 영향을 미치고 레이턴시를 증가시킨다. 또한, 디바이스(D2)가 레인징 동작(110)을 요청했다라도, 디바이스(D1)는 FTM 프레임들을 송신하고, 타임스탬프들을 캡처하고, 캡처된 타임스탬프들을 디바이스(D2)로 송신하며, 이들 모두는 전력 및 자원들을 소비한다. 디바이스(D1)가 배터리에 의해 전력을 공급받는 모바일 스테이션인 환경들에 대해, (디바이스(D1)가 레인징 동작을 요청하지 않았더라도) 이러한 전력 소비는 디바이스(D1)의 배터리 수명을 감소시킬 수 있다.

[0028] [0040] 따라서, 예시적인 실시예들에 따라, 응답자 디바이스의 SIFS 지속기간을 추정함 없이, 단지 2개의 프레임들의 교환을 사용하여 개시자 디바이스와 응답자 디바이스 간의 RTT 값을 결정할 수 있는 레인징 동작을 수행하기 위한 방법들 및 장치들이 개시된다. 보다 구체적으로, 본원에서 개시되는 레인징 동작들은, 응답자 디바이스에 전송된 데이터 프레임에서, 응답 프레임에서 개시자 디바이스에 자신의 실제 SIFS 지속기간을 보고하도록 응답자 디바이스에 요청함으로써 (예를 들어, 도 1a의 예시적인 레인징 동작(100)과 비교하여) 무선 디바이스들 간에 RTT 측정의 정확도를 증가시킬 수 있다. 이러한 방식으로, 개시자 디바이스는 응답자 디바이스의 SIFS 지속기간을 추정해야 할 필요가 없다. 예를 들어, 일부 구현들에서, 개시자 디바이스는 응답자 디바이스에 데이터 프레임을 전송함으로써 응답자 디바이스와 레인징 동작을 개시할 수 있다. 데이터 프레임은 응답자 디바이스가 응답 프레임에서 개시자 디바이스에 자신의 실제 SIFS 지속기간을 보고하게 한다. 개시자 디바이스는 응답자 디바이스의 실제 SIFS 지속기간을 나타내는 정보를 포함하는 응답 프레임을 수신할 수 있다. 개시자 디바이스는 그 후 개시자 디바이스로부터 데이터 프레임의 TOD, 개시자 디바이스에서의 응답 프레임의 TOA 및 응답자 디바이스의 실제 SIFS 지속기간을 사용하여 데이터 프레임 및 응답 프레임의 RTT 값을 결정할 수 있다. 이러한 방식으로, 예시적인 실시예들의 레인징 동작들은 개시자 디바이스가 응답자 디바이스의 SIFS 지속기간을 추정함 없이 RTT 값을 결정하기 위해 단지 2개의 교환된 프레임들만을 사용하여 수행될 수 있고, 그리하여 응답자 디바이스의 SIFS 지속기간에서의 불확실성들로부터 발생하는 레인징 에러들을 제거한다. 또한, 응답자 디바이스는, 예시적인 실시예들의 레인징 동작들 동안 개시자 디바이스에 단지 하나의 프레임만을 전송하기 때문에, (예를 들어, 도 1b의 예시적인 레인징 동작(110)과 비교하여) 응답자 디바이스의 전력 소비는 감소될 수 있다. 레인징 동작들 동안 응답자 디바이스의 전력 소비를 감소시키는 것은, 예를 들어, 응답자 디바이스가 제한된 전력 공급기(예를 들어, 배터리)를 갖는 모바일 디바이스일 때 중요할 수 있다. 이들은, 전술한 기술적 문제들에 대해 예시적인 실시예들에 의해 제공된 기술적 해결책들 중 적어도 일부이다.

[0029] [0041] 도 2는 예시적인 실시예들이 구현될 수 있는 무선 시스템(200)의 블록도이다. 무선 시스템(200)은 4개의 무선 스테이션들(STA1-STA4), 무선 액세스 포인트(AP)(210) 및 무선 로컬 영역 네트워크(WLAN)(220)를 포함하는 것으로 도시된다. WLAN(220)은 IEEE 802.11 계열의 표준들에 따라(또는 다른 적합한 무선 프로토콜들에 따라) 동작할 수 있는 복수의 Wi-Fi 액세스 포인트들(AP들)에 의해 형성될 수 있다. 따라서, 단순함을 위해 단지 하나의 AP(210)만이 도 2에 대해 도시되었지만, WLAN(220)은 AP(210)와 같은 임의의 수의 액세스 포인트들에 의해 형성될 수 있다는 것이 이해될 것이다. AP(210)에는 예를 들어, 액세스 포인트의 제조자에 의해 프로그래밍된 고유한 매체 액세스 제어(MAC) 어드레스가 할당된다. 유사하게, STA1 내지 STA4 각각에는 또한 고유한 MAC 어드레스가 할당된다. 일부 실시예들에 대해, 무선 시스템(200)은 다중-입력 다중-출력(MIMO) 무선 네트워크에 대응할 수 있다. 또한, WLAN(220)이 인프라스트럭처 BSS(basic service set) 네트워크로서 도 2에 도시되지만, 다른 예시적인 실시예들에 대해, WLAN(220)은 IBSS(independent basic service set) 네트워크, 애드-혹(ad-hoc) 네트워크 또는 P2P(peer-to-peer) 네트워크(예를 들어, Wi-Fi Direct 프로토콜들에 따라 동작함)일 수 있다. 유사하게, 4개의 스테이션들(STA1-STA4)이 도 2에서 도시되지만, WLAN(220) 및/또는 AP(210)는 다른 수의 스테이션들과 연관될 수 있다.

- [0030] [0042] 스테이션들(STA1-STA4) 각각은 예를 들어, 셀 전화, 개인용 디지털 보조기기(PDA), 태블릿 디바이스, 랩톱 컴퓨터 등을 포함하는 임의의 적합한 Wi-Fi 가능 무선 디바이스일 수 있다. 스테이션들(STA1-STA4) 각각은 또한 사용자 장비(UE), 가입자 스테이션, 모바일 유닛, 가입자 유닛, 무선 유닛, 원격 유닛, 모바일 디바이스, 무선 디바이스, 무선 통신 디바이스, 원격 디바이스, 모바일 가입자 스테이션, 액세스 단말, 모바일 단말, 무선 단말, 원격 단말, 핸드셋, 사용자 에이전트, 모바일 클라이언트, 클라이언트, 또는 임의의 다른 적합한 전문용어로서 지칭될 수 있다. 적어도 일부 실시예들에서, 스테이션들(STA1-STA4) 각각은 하나 또는 그 초과 트랜시버들, 하나 또는 그 초과 프로세싱 자원들(예를 들어, 프로세서들 및/또는 ASIC들), 하나 또는 그 초과 메모리 자원들 및 전원(예를 들어, 배터리)을 포함할 수 있다. 메모리 자원들은 도 5와 관련하여 아래에서 설명되는 동작들을 수행하기 위한 명령들을 저장하는 비-일시적 컴퓨터-판독 가능 매체(예를 들어, EPROM, EEPROM, 플래시 메모리, 하드 드라이브 등과 같은 하나 또는 그 초과 비-휘발성 메모리 엘리먼트들)를 포함할 수 있다.
- [0031] [0043] AP(210)는, Wi-Fi, 블루투스, 또는 임의의 다른 적합한 무선 통신 표준들을 사용하는 AP(210)를 통해 하나 또는 그 초과 무선 디바이스들이 네트워크(예를 들어, 로컬 영역 네트워크(LAN), 광역 네트워크(WAN), 메트로폴리탄 영역 네트워크(MAN) 및/또는 인터넷)에 연결되도록 허용하는 임의의 적합한 디바이스일 수 있다. 적어도 일부 실시예에서, AP(210)는 하나 또는 그 초과 트랜시버들, 하나 또는 그 초과 프로세싱 자원들(예를 들어, 프로세서들 및/또는 ASIC들), 하나 또는 그 초과 메모리 자원들 및 전원을 포함할 수 있다. 메모리 자원들은 도 5와 관련하여 아래에서 설명되는 동작들을 수행하기 위한 명령들을 저장하는 비-일시적 컴퓨터-판독 가능 매체(예를 들어, EPROM, EEPROM, 플래시 메모리, 하드 드라이브 등과 같은 하나 또는 그 초과 비-휘발성 메모리 엘리먼트들)를 포함할 수 있다.
- [0032] [0044] 스테이션들(STA1-STA4) 및/또는 AP(210)에 대해, 하나 또는 그 초과 트랜시버들은 무선 통신 신호들을 송신 및 수신하기 위해 Wi-Fi 트랜시버들, 블루투스 트랜시버들, 셀룰러 트랜시버들 및/또는 다른 적합한 라디오 주파수(RF) 트랜시버들(단순함을 위해 도시되지 않음)을 포함할 수 있다. 각각의 트랜시버는 별개의 동작 주파수 대역들에서 및/또는 별개의 통신 프로토콜들을 사용하여 다른 무선 디바이스들과 통신할 수 있다. 예를 들어, Wi-Fi 트랜시버는 2.4 GHz 주파수 대역 내에서, IEEE 802.11 규격에 따라 5 GHz 주파수 대역 내에서 및/또는 60 GHz 주파수 대역 내에서 통신할 수 있다. 셀룰러 트랜시버는 제 3 세대 파트너십 프로젝트(3GPP)에 의해 기술된 4G LTE(Long Term Evolution) 프로토콜에 따라(예를 들어, 대략 700 MHz와 대략 3.9 GHz 사이) 및/또는 다른 셀룰러 프로토콜들(예를 들어, GSM(Global System for Mobile) 통신 프로토콜)에 따라 다양한 RF 주파수 대역들 내에서 통신할 수 있다. 다른 실시예들에서, 각각의 스테이션들(STA1-STA4) 내에 포함된 트랜시버들은 ZigBee 규격으로부터의 규격에 의해 기술된 ZigBee 트랜시버, WiGig 트랜시버 및/또는 HomePlug Alliance로부터의 규격에 기술된 HomePlug 트랜시버와 같은 임의의 기술적으로 실행 가능한 트랜시버일 수 있다.
- [0033] [0045] 또한, 본원에서 설명되는 예시적인 실시예들에서, 각각의 스테이션들(STA1-STA4)(및 AP(210))은, 본원에서 설명되는 레인징 기술들을 이용하여 그 자신과 하나 그 초과 다른 Wi-Fi 가능 디바이스 간의 거리를 추정하는데 사용될 수 있는(예를 들어, 잘-알려진 소프트웨어 모듈들, 하드웨어 컴포넌트들, 및/또는 이들의 적합한 조합을 이용하여 형성되는) 라디오 주파수(RF) 레인징 회로를 포함할 수 있다. 또한, 각각의 스테이션들(STA1-STA4) 및/또는 AP(210)는 Wi-Fi 액세스 포인트 및 스테이션 데이터의 캐시를 저장하기 위한 로컬 메모리(단순함을 위해 도 2에 도시되지 않음)를 포함할 수 있다.
- [0034] [0046] 적어도 일부 실시예들에서, 본원에서 설명되는 레인징 동작은 예컨대, 다수의 스테이션들을 애드-혹 또는 피어-투-피어 모드에서 동작시킴으로써 AP(210)를 사용하지 않고 수행될 수 있고, 그리하여 AP(210) 또는 가시적인 WLAN(또는 다른 무선 네트워크)의 수신 범위 밖에 있을 때에도 스테이션들이 서로 레인징하도록 허용한다. 또한, 적어도 일부 실시예들에서, 본원에서 설명되는 레인징 동작들은 서로의 무선 범위에 있는 2개의 AP들 사이에서 수행될 수 있다.
- [0035] [0047] 도 3은 도 2의 스테이션들(STA1-STA4) 및/또는 AP(210)의 일 실시예일 수 있는 무선 디바이스(300)를 도시한다. 무선 디바이스(300)는 다수의 트랜시버들(320), 프로세서(330), 메모리(340) 및 다수의 안테나들(350(1)-350(n))을 포함할 수 있다. 트랜시버들(320)은 직접적으로 또는 안테나 선택 회로(단순함을 위해 도시되지 않음)를 통해 안테나들(350(1)-350(n))에 커플링될 수 있다. 트랜시버들(320)은 다른 무선 디바이스들(예를 들어, AP들 및/또는 STA들)로 신호들을 송신하고 이로부터 신호들을 수신하는데 사용될 수 있으며, 주변 환경을 스캔하여(예를 들어, 무선 디바이스(300)의 무선 범위 내의) 근처 액세스 포인트들 및/또는 STA들을 검출 및 식별하는데 사용될 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 트랜시버(320)는 임의의 수의 트랜시버 체인들(321(1)-321(m))을 포함할 수 있으며, 이들 각각은 신호들을 프로세싱하여 안테나(350(1)-350(n))를 통해 다른

무선 디바이스로 신호들을 송신하는 송신 체인을 포함하고 안테나들(350(1)-350(n))로부터 수신된 신호들을 프로세싱하기 위한 수신 체인을 포함한다. 따라서, 예시적인 실시예들에 대해, 무선 디바이스(300)는 MIMO 동작들을 위해 구성될 수 있다. MIMO 동작들은 단일-사용자 MIMO(SU-MIMO) 동작들 및 다중-사용자 MIMO(MU-MIMO) 동작들을 포함할 수 있다.

- [0036] [0048] 단순함을 위해 도 3에서 도시되지 않았지만, 무선 디바이스(300)는 프로세서(330) 및/또는 메모리(340)로부터 수신된 신호들을 프로세싱하고 프로세싱된 신호들을 안테나들(350(1)-350(n)) 중 하나 또는 그 초과를 통해 송신하기 위해 트랜시버들(320)로 포워딩하도록 하나 또는 그 초과와 기저대역 프로세서들을 포함할 수 있고, 트랜시버들(320)을 통해 안테나들(350(1)-350(n)) 중 하나 또는 그 초과로부터 수신된 신호들을 프로세싱하고 프로세싱된 신호들을 프로세서(330) 및/또는 메모리(340)로 포워딩하는데 사용될 수 있다.
- [0037] [0049] 프로세서(330)가 트랜시버들(320) 및 메모리(340) 사이에 커플링되는 것으로서 도 3의 예에 도시되지만, 다른 실시예들에 대해, 트랜시버들(320), 프로세서(330) 및/또는 메모리(340)는 하나 또는 그 초과와 버스들(단순함을 위해 도시되지 않음)을 사용하여 함께 연결될 수 있다.
- [0038] [0050] 메모리(340)는 위치 데이터, 구성 정보, 데이터 레이트들, MAC 어드레스들, 및 다수의 무선 디바이스에 대한 다른 적합한 정보를 저장할 수 있는 Wi-Fi 데이터베이스(341)를 포함할 수 있다. Wi-Fi 데이터베이스(341)는 또한 다수의 무선 디바이스들에 대한 프로파일 정보를 저장할 수 있다. 주어진 무선 디바이스에 대한 프로파일 정보는 예를 들어, 무선 디바이스의 SSID, 채널 정보, RSSI 값들, 굿풋 값들(goodput values), 채널 상태 정보(CSI) 및 무선 디바이스(300)와의 연결 이력을 포함하는 정보를 포함할 수 있다.
- [0039] [0051] 메모리(340)는 또한 예를 들어, 무선 디바이스(300)에 대한 다수의 이전에 결정된 SIFS 지속기간들, 무선 디바이스(300)에 대한 하나 또는 그 초과와 중간 SIFS 지속기간들, 및/또는 다른 무선 디바이스들이 예시적인 실시예들에 따른 레인징 동작들을 지원하는지 여부를 저장할 수 있는 SIFS 데이터베이스(342)를 포함할 수 있다.
- [0040] [0052] 메모리(340)는 또한 다음의 소프트웨어(SW) 모듈들을 저장할 수 있는 비-일시적 컴퓨터-판독 가능 매체(예를 들어, EPROM, EEPROM, 플래시 메모리, 하드 드라이브 등과 같은 하나 또는 그 초과와 비휘발성 메모리 엘리먼트들)를 포함할 수 있다:
- [0041] · (예를 들어, 도 5의 하나 또는 그 초과와 동작들에 대해 설명된 바와 같이) 무선 디바이스(300)와 다른 디바이스 간의 RTT 값들 및/또는 거리를 결정하는 레인징 SW 모듈(343);
- [0042] · (예를 들어, 도 5의 하나 또는 그 초과와 동작들에 대해 설명된 바와 같이) 레인징 SW 모듈(343)에 의해 결정된 거리에 기초하여 및/또는 다른 Wi-Fi 가능 디바이스의 위치들에 기초하여 무선 디바이스(300)의 위치를 결정하기 위한 포지셔닝 SW 모듈(344);
- [0043] · (예를 들어, 도 5의 하나 또는 그 초과와 동작들에 대해 설명된 바와 같이) 타임스탬프들(예를 들어, 프레임 TOD 및/또는 프레임 TOA 정보)을 캡처하고 무선 디바이스(300)의 프레임 교환과 연관된 실제 SIFS 지속기간을 결정하기 위한 타임스탬프 SW 모듈(345); 및
- [0044] · (예를 들어, 도 5의 하나 또는 그 초과와 동작들에 대해 설명된 바와 같이) 예시적인 실시예들의 데이터 프레임들 및 응답 프레임들(및 다른 적합한 데이터 프레임들, 액션 프레임들 및 제어 프레임들)을 생성하고 이들을 다른 무선 디바이스들로 전송하고 그리고/또는 이 다른 무선 디바이스들로부터 수신하고, 다른 무선 디바이스들에 송신되는 프레임들 내로 SIFS 요청들을 임베딩하고 그리고/또는 응답 프레임들 내로 무선 디바이스(300)의 실제 SIFS 지속기간을 나타내는 정보를 임베딩하기 위한 프레임 형성 및 교환 SW 모듈(346).
- [0045] 각각의 소프트웨어 모듈은 프로세서(330)에 의해 실행될 때 무선 디바이스(300)가 대응하는 기능들을 수행하게 하는 명령들을 포함한다. 메모리(340)의 비-일시적인 컴퓨터-판독 가능 매체는 이에 따라, 도 5의 동작들의 전부 또는 일부를 수행하기 위한 명령들을 포함한다.
- [0046] [0053] 트랜시버들(320) 및 메모리(340)에 커플링된 것으로서 도 3의 예에 도시된 프로세서(330)는 무선 디바이스(300)(예를 들어, 메모리(340) 내에)에 저장된 하나 또는 그 초과와 소프트웨어 프로그램들의 스크립트들 또는 명령들을 실행할 수 있는 임의의 적합한 하나 또는 그 초과와 프로세서들일 수 있다. 예를 들어, 프로세서(330)는 레인징 SW 모듈(343), 포지셔닝 SW 모듈(344), 타임스탬프 SW 모듈(345) 및 프레임 형성 및 교환 SW 모듈(346)을 실행할 수 있다. 레인징 SW 모듈(343)은 RF 레인징 동작들을 이용하여 무선 디바이스(300)와 다른 Wi-Fi 가능 디바이스 사이의 거리를 결정하기 위해 프로세서(330)에 의해 실행될 수 있다. 포지셔닝 SW 모듈

(344)은 근처 Wi-Fi 가능 디바이스들을 기준점들로서 사용하여 무선 디바이스(300)의 위치를 결정하기 위해 프로세서(330)에 의해 실행될 수 있다. 타임스탬프 SW 모듈(345)은 타임스탬프(예를 들어, 프레임 TOD 및/또는 프레임 TOA 정보)를 캡처하고 무선 디바이스(300)의 프레임 교환과 연관된 실제 SIFS 지속기간들을 결정하기 위해 프로세서(330)에 의해 실행될 수 있다. 프레임 형성 및 교환 SW 모듈(346)은 예시적인 실시예들의 데이터 프레임들 및 응답 프레임들(및 다른 적합한 데이터 프레임들, 액션 프레임들 및 제어 프레임들)을 생성하고 이들을 다른 무선 디바이스들로 전송하고 그리고/또는 이 다른 무선 디바이스들로부터 수신하고, 다른 무선 디바이스들에 송신되는 프레임들 내로 SIFS 요청들을 임베딩하고 그리고/또는 응답 프레임들 내로 무선 디바이스(300)의 실제 SIFS 지속기간을 나타내는 정보를 임베딩하기 위해 프로세서(330)에 의해 실행될 수 있다.

[0047] [0054] 도 4는 예시적인 실시예들에 따라 2개의 무선 디바이스들(D1 및 D2) 간에 수행되는 예시적인 레인징 동작(400)을 도시하는 시퀀스도이다. 디바이스들(D1 및 D2)은 예를 들어, 모바일 디바이스(예를 들어, 스마트폰 또는 태블릿 컴퓨터) 또는 정적인 디바이스(예를 들어, 무선 액세스 포인트 또는 다른 레인징 디바이스)를 포함하는 임의의 적합한 Wi-Fi 가능 디바이스들일 수 있다. 본원에서의 논의를 위해, 디바이스(D1)는 개시자 디바이스이고, 디바이스(D2)는 응답자 디바이스이다. 적어도 일부 실시예들에서, 디바이스들(D1 및 D2)은 각각 도 2의 AP(210) 또는 스테이션들(STA1-STAN) 중 하나일 수 있다.

[0048] [0055] 도 5의 예시적인 흐름도(500)를 또한 참조하면, 무선 디바이스들(D1 및 D2)은 일부 실시예들에 대해, 연관 절차 동안 레인징 능력들을 교환할 수 있다(501). 레인징 능력들의 교환은 디바이스들(D1 및 D2) 각각에, 디바이스들(D1 및 D2) 중 다른 하나가 타임스탬프들의 캡처를 지원하는지 그리고/또는 그 자신의 SIFS 지속기간을 결정할 수 있는지를 통지할 수 있다. 적어도 하나의 실시예에 대해, 레인징 능력들의 교환은 또한, 디바이스(D2)(응답자 디바이스)가, 디바이스(D1)(개시자 디바이스)에 전송되는 응답 프레임들에 그 자신의 SIFS 정보를 임베딩함으로써 디바이스(D1)에 의해 전송된 하나 또는 그 초과와 선택된 타입들의 프레임들에 응답하게 할 수 있다. 디바이스(D1)에 의해 전송된 선택된 타입들의 프레임들은 예를 들어, 디바이스(D2)와의 레인징 동작을 개시하는 프레임들 또는 신호들을 포함할 수 있다.

[0049] [0056] 도 4에 도시된 레인징 동작(400)은 디바이스(D2)가 디바이스(D1)에 그 자신의 실제 SIFS 지속기간을 보고하도록 하는 요청을 포함하는 데이터 프레임(410)을 디바이스(D1)이 생성하는 것으로 시작한다(502). 디바이스(D2)가 그 자신의 실제 SIFS 지속기간을 디바이스(D1)에 보고하도록 하는 요청은 이하 "SIFS 요청"으로서 지칭될 수 있다. 데이터 프레임(410)은 디바이스(D2)와 레인징 동작을 개시하는 (또는 적어도, 디바이스(D2)가 그 자신의 실제 SIFS 지속기간을 포함하는 프레임으로 응답하게 하는) 임의의 적합한 데이터 프레임일 수 있다. 일부 실시예들에서, 데이터 프레임(410)은 FTM 프레임일 수 있다. 다른 실시예들에서, 데이터 프레임(410)은 SIFS 요청을 포함하고 예시적인 레인징 동작(400)을 개시하는 임의의 적절한 액션 프레임, 제어 프레임 또는 관리 프레임일 수 있다.

[0050] [0057] SIFS 요청은 디바이스(D2)에 의해 수신되고 디코딩될 때, 디바이스(D2)가 그 자신의 실제 SIFS 지속기간 (또는 적어도 그 자신의 실제 SIFS 지속기간을 나타내는 정보)을 디바이스(D1)에 보고하게 하는 임의의 적합한 비트 패턴일 수 있다. SIFS 요청은 데이터 프레임(410)의 임의의 적합한 필드 내에 임베딩될 수 있거나, 데이터 프레임(410)에 첨부될 수 있다. 예를 들어, SIFS 요청은, 데이터 프레임(410)의 다수의 예약된 비트들 내에 임베딩될 수 있거나, 데이터 프레임(410) 내에 제공되거나 데이터 프레임(410)에 첨부된 정보 엘리먼트(IE)에 임베딩될 수 있거나, 데이터 프레임(410) 내에 제공되거나 데이터 프레임(410)에 첨부된 벤더-특정 정보 엘리먼트(VSIE)에 임베딩될 수 있다.

[0051] [0058] 위에서 언급된 바와 같이, 적어도 일부 실시예들에 대해, 디바이스(D2)는 연관 절차 동안, 디바이스(D1)에 전송된 응답 프레임에서 디바이스(D1)에 그 자신의 SIFS 정보를 보고하도록 합의할 수 있다. 이들 실시예들에 대해, 예를 들어, 디바이스(D1)로부터 송신된 하나 또는 그 초과와 선택된 타입들의 프레임들에 응답하고 그리고/또는 그의 수신을 확인응답 할 때, 디바이스(D2)가 자동으로 그 자신의 SIFS 정보를 보고할 수 있기 때문에, 디바이스(D1)는 디바이스(D2)에 전송된 데이터 프레임(410)에 명시적인 SIFS 요청을 포함하지 않을 수 있다.

[0052] [0059] 일단 데이터 프레임(410)이 생성되면, 디바이스(D1)는 시간(t_1)에서, 데이터 프레임(410)을 디바이스(D2)에 전송한다(504). 디바이스(D1)는, 예를 들어, 시간(t_1)에서, 타임스탬프를 캡처함으로써 데이터 프레임(410)의 TOD(예를 들어, $TOD_{DFR} = t_1$)를 결정한다(505). 일부 구현들에 대해, 디바이스(D1)는 TOD_{DFR} 을 캡처하도록 도 3의 타임스탬프 SW 모듈(345)을 실행하고 메모리(340)에 TOD_{DFR} 의 값을 저장할 수 있다.

- [0053] [0060] 시간(t_2)에서, 디바이스(D2)는 디바이스(D1)로부터 송신된 데이터 프레임(410)을 수신하고, SIFS 요청을 디코딩한다(506). 디바이스(D2)는 예를 들어, 시간(t_2)에서, 타임스탬프를 캡처함으로써 수신된 데이터 프레임(410)의 TOA(예를 들어, $TOA_{DFR} = t_2$)를 결정할 수 있다(508). 일부 구현들에 대해, 디바이스(D2)는 TOA_{DFR} 을 캡처하도록 도 3의 타임스탬프 SW 모듈(345)을 실행하고 메모리(340)에 TOA_{DFR} 의 값을 저장할 수 있다.
- [0054] [0061] 디바이스(D2)는 디바이스(D1)에 다시 송신하기 위해 응답 프레임(420)을 생성하고 예를 들어, 시간(t_3)에서, 타임스탬프를 캡처함으로써 응답 프레임(420)의 TOD(예를 들어, $TOD_{RES} = t_3$)를 결정한다(510). 일부 구현들에 대해, 디바이스(D2)는 TOD_{RES} 을 캡처하도록 도 3의 타임스탬프 SW 모듈(345)을 실행하고 메모리(340)에 TOD_{RES} 의 값을 저장할 수 있다. 디바이스(D1)로부터 송신된 데이터 프레임(410)의 수신을 확인응답할 수 있는 응답 프레임(420)은 아래에서 보다 상세히 설명된 바와 같이 디바이스(D2)의 실제 SIFS 지속기간을 나타내는 정보를 포함할 수 있다.
- [0055] [0062] 디코딩된 SIFS 요청에 응답하여, 디바이스(D2)는 그 자신의 실제 SIFS 지속기간을 결정할 수 있다(512). 대안적으로, 데이터 프레임(410)이 SIFS 요청을 포함하지 않고, 디바이스(D2)가 디바이스(D1)로부터 하나 또는 그 초과 선택된 타임들의 프레임들을 수신하는 것에 대한 응답으로 그 자신의 SIFS 정보를 보고하도록(예를 들어, 연관 중에) 합의한다면, 디바이스(D2)는 그 자신의 실제 SIFS 지속기간을 자동으로 결정할 수 있다. 디바이스(D2)는 임의의 적합한 방식으로 그 자신의 실제 SIFS 지속기간을 결정할 수 있다. 예를 들어, 디바이스(D2)의 실제 SIFS 지속기간은 $SIFS_{actual} = t_3 - t_2 = TOD_{RES} - TOA_{DFR}$ 로서 표현될 수 있다. 따라서, 일부 실시예들에서, 디바이스(D2)는, (1) 데이터 프레임(410)의 마지막 심볼의 끝이 디바이스(D1)로부터 수신되는 시간과 (2) 응답 프레임(420)의 제 1 심볼의 시작이 디바이스(D1)로 송신되는 시간 간의 시간 지속기간으로서 그 자신의 실제 SIFS 지속기간을 결정할 수 있다. 다른 실시예들에 대해, 디바이스(D2)는 디바이스(D1)와의 하나 또는 그 초과 이전 프레임 교환들에 기초하여(또는 대안적으로 다른 무선 디바이스와의 하나 또는 그 초과 이전 프레임 교환들에 기초하여) 그 자신의 실제 SIFS 지속기간을 이미 결정했을 수 있다. 또한, 적어도 하나의 실시예에 대해, 디바이스(D2)는 (예를 들어, 디바이스(D1) 및/또는 다른 무선 디바이스와의 이전 프레임 교환의 대응하는 수에 대한) 다수의 이전에 결정된 SIFS 지속기간들의 평균값 또는 중간값에 기초하여 그 자신의 실제 SIFS 지속기간을 결정할 수 있다.
- [0056] [0063] 다음으로, 디바이스(D2)는 그 자신의 실제 SIFS 지속기간을 나타내는 SIFS 정보를 응답 프레임(420)에 임베딩하고, 시간(t_3)에서 디바이스(D1)에 응답 프레임(420)을 송신한다(514). 응답 프레임(420)은 디바이스(D1)로부터 송신된 데이터 프레임(410)의 수신에 응답하거나 확인응답하는 임의의 적합한 프레임일 수 있다. 예를 들어, 응답 프레임(420)은 확인응답(ACK) 프레임 또는 블록 확인응답(BA) 프레임일 수 있다. 적어도 일부 실시예들에 대해, 응답 프레임(420)은 예를 들어, 도 6a 내지 도 6b 및 도 7a 내지 7b에 관하여 아래에서 보다 상세히 설명되는 바와 같이, 예시적인 실시예들에 따라 수정된 ACK 프레임 또는 BA 프레임일 수 있다. 다른 실시예들에서, 응답 프레임(420)은 SIFS 정보를 포함하는 임의의 적합한 액션 프레임, 제어 프레임 또는 관리 프레임일 수 있다.
- [0057] [0064] SIFS 정보는 디바이스(D1)가 디바이스(D2)의 실제 SIFS 지속기간을 획득하거나, 유도하거나 또는 결정할 수 있는 임의의 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, SIFS 정보는 디바이스(D2)의 실제 SIFS 지속기간일 수 있고, 실제 SIFS 지속기간과 미리 결정된 SIFS 지속기간(예를 들어, IEEE 802.11 계열의 표준들에 의해 정의된 "표준" SIFS 지속기간) 사이의 시간 차이를 나타내는 차이 값일 수 있고 그리고/또는 디바이스(D2)의 다수의 이전에 결정된 SIFS 지속기간들의 평균값 또는 중간값일 수 있다. SIFS 정보는 미리 결정된 시간 단위(예를 들어, 마이크로초)에 대응하는 2진수로서 표현될 수 있다.
- [0058] [0065] SIFS 정보는 응답 프레임(420)의 임의의 적합한 필드 내에 임베딩될 수 있거나, 응답 프레임(420)에 첨부될 수 있다. 예를 들어, SIFS 정보는, 응답 프레임(420)의 다수의 예약된 비트들 내에 임베딩될 수 있거나, 응답 프레임(420) 내에 제공되거나 응답 프레임(420)에 첨부된 IE에 임베딩될 수 있거나, 응답 프레임(420) 내에 제공되거나 응답 프레임(420)에 첨부된 VSIE에 임베딩될 수 있다. 적어도 일부 실시예들에 대해, SIFS 정보는 예를 들어, 도 6a 내지 도 6b 및 도 7a 내지 도 7b에 관하여 아래에서 보다 상세히 논의된 바와 같이, 응답 프레임(420)과 연관된 새로운 필드 내에 임베딩될 수 있다.
- [0059] [0066] 시간(t_4)에서, 디바이스(D1)는 디바이스(D2)로부터 송신된 응답 프레임(420)을 수신하고, 그 내부에 임

배당된 SIFS 정보를 디코딩한다(516). 디바이스(D1)는 예를 들어, 시간(t_4)에서, 타임스탬프를 캡처함으로써 응답 프레임(420)의 TOA(예를 들어, $TOA_{RES} = t_4$)를 결정할 수 있다(518). 일부 구현들에 대해, 디바이스(D1)는 TOA_{RES} 을 캡처하도록 도 3의 타임스탬프 SW 모듈(345)을 실행하고 메모리(340)에 TOA_{RES} 의 값을 저장할 수 있다.

[0060] [0067] 디코딩된 SIFS 정보에 응답하여, 디바이스(D1)는 디바이스(D2)의 실제 SIFS 지속기간을 결정할 수 있다(520). 실제 SIFS 지속기간은, 예를 들어, 도 6a 내지 6b 및 도 7a 내지 7b에 관하여 아래에서 보다 상세히 설명되는 바와 같이, 임의의 적합한 방식으로 응답 프레임(420)에 제공된 SIFS 정보로부터 획득되거나, 유도되거나 또는 결정될 수 있다.

[0061] [0068] 그 후, 디바이스(D1)는, 데이터 프레임(410)의 TOD, 응답 프레임(420)의 TOA 및 디바이스(D2)의 실제 SIFS 지속기간에 기초하여, 교환된 데이터 프레임(410) 및 응답 프레임(420)의 RTT 값을 결정할 수 있다(522). 디바이스들(D1 및 D2) 간의 RTT 값을 결정하기 위해 디바이스(D2)의 실제 SIFS 지속기간을 사용하는 것은 예를 들어, (예를 들어, 도 1a의 예시적인 레인징 동작(100)에서 도시된 바와 같이) RTT 값들을 결정하기 위해 추정된 SIFS 지속기간들을 이용하는 레인징 동작들에 비교하면 레인징 동작(400)의 정확도를 증가시킬 수 있다. 또한, 디바이스(D2)가 그 자신의 실제 SIFS 지속기간을 나타내는 정보를 응답 프레임(420)에 임베딩하기 때문에, 레인징 동작(400)은 예를 들어, 도 1b의 예시적인 레인징 동작(110)에서 8개의 프레임들의 교환과 비교하면, 단지 2개의 프레임들의 교환을 사용하여 정확한 RTT 값을 제공할 수 있다. 이러한 방식으로, 예시적인 실시예들은, 도 1b의 예시적인 레인징 동작(110)보다 적은 프레임 교환들을 이용하면서, 디바이스(D1)가 도 1a의 예시적인 레인징 동작(100)보다 더 정확한 RTT 측정들을 결정하도록 허용할 수 있다.

[0062] [0069] 일부 실시예들에 대해, 디바이스(D1) 및/또는 디바이스(D2)는 그의 각각의 MAC(media access control) 층에서 타임스탬프들을 캡처할 수 있다. 다른 실시예들에서, 디바이스(D1) 및/또는 디바이스(D2)는 펌웨어를 사용하여 타임스탬프들을 캡처할 수 있다. 또한, 적어도 일부 실시예들에 대해, 디바이스(D1)는 데이터 프레임(410)의 마지막 심볼의 끝이 디바이스(D1)로부터 송신되는 시간으로서 (시간(t_1)에서) TOD_{DFR} 에 대한 타임스탬프를 캡처할 수 있고; 디바이스(D2)는 데이터 프레임(410)의 마지막 심볼의 끝이 수신되는 시간으로서 (시간(t_2)에서) TOA_{DFR} 에 대한 타임스탬프를 캡처할 수 있고; 디바이스(D2)는 응답 프레임(420)의 제 1 심볼의 시작이 디바이스(D2)로부터 송신된 시간으로서 (시간(t_3)에서) TOD_{RES} 에 대한 타임스탬프를 캡처할 수 있고; 그리고 디바이스(D1)는 응답 프레임(420)의 제 1 심볼의 시작이 수신되는 시간으로서 (시간(t_4)에서) TOA_{RES} 에 대한 타임스탬프를 캡처할 수 있다. 그 후, 디바이스(D2)는 $SIFS_{actual} = t_3 - t_2$ 로서 그 자신의 실제 SIFS 지속기간을 결정할 수 있고, 디바이스(D1)는 $RTT = t_4 - t_1 - SIFS_{actual}$ 로서 RTT 값을 결정할 수 있다. 이러한 방식으로, RTT 값은 데이터 프레임(410) 및 응답 프레임(420)의 길이에 관계없이 결정될 수 있다.

[0063] [0070] 다른 실시예들에 대해, 디바이스(D1)는 데이터 프레임(410)의 제 1 심볼의 시작이 디바이스(D1)로부터 송신되는 시간으로서 TOD_{DFR} 에 대한 타임스탬프들을 캡처할 수 있고 그리고/또는 응답 프레임(420)의 마지막 심볼의 끝이 수신되는 시간으로서 TOA_{RES} 에 대한 타임스탬프들을 캡처할 수 있다. 도 3을 또한 참조하면, 적어도 하나의 실시예에 대해, 디바이스(D2)는 그 안테나들(350(1) 내지 350(n)) 중 대응하는 하나의 포트에서 응답 프레임(420)의 TOD 및 데이터 프레임(410)의 TOA 모두를 결정할 수 있다.

[0064] [0071] 위에서 언급된 바와 같이, 디바이스(D2)는 그 자신의 실제 SIFS 지속기간을 나타내는 정보를 응답 프레임(420)에 임베딩함으로써 디바이스(D1)에 그 자신의 실제 SIFS 지속기간을 보고할 수 있다. 보다 구체적으로, 일부 실시예들에 대해, 응답 프레임(420)은 디바이스(D2)의 SIFS 정보를 저장하기 위해 전용된 새로운 필드를 포함하도록 수정된 ACK 프레임일 수 있다. 수정된 ACK 프레임은 이하 "ACK-RTT 프레임"으로서 지칭될 수 있다.

[0065] [0072] 예를 들어, 도 6a는 예시적인 실시예들에 따른 예시적인 ACK-RTT 프레임(600)을 도시한다. ACK-RTT 프레임(600)은 도 4에 도시된 예시적인 레인징 동작(400)에서 응답 프레임(420)으로서 사용될 수 있다. 예시적인 ACK-RTT 프레임(600)은 2-바이트 프레임 제어 필드(601), 2-바이트 지속기간 필드(602), 6-바이트 수신기 어드레스(RA) 필드(603), 3-바이트 SIFS 델타 필드(604) 및 4-바이트 프레임 제어 시퀀스(FCS) 필드(605)를 포함할 수 있다. 프레임 제어 필드(601)는 2-비트 프레임 타입 필드(601A) 및 4-비트 서브 타입 필드(601B)를 포함할 수 있다. 다른 실시예들에 대해, 예시적인 ACK-RTT 프레임(600)의 필드 길이들은 다른 적합한 값들을 가질 수 있다.

[0066] [0073] 예시적인 실시예들에 따라, 타입 필드(601A) 및 서브 타입 필드(601B)는 도 6a에 도시된 바와 같이, 대

응하는 프레임이 ACK-RTT 프레임(600)임을 나타내도록 현재 사용되지 않거나 예약된 비트 패턴들로 각각 채워질 수 있다. 예를 들어, 서브 타입 필드(601B)에 대한 "1101"의 비트 패턴이(예를 들어, IEEE 802.11 계열의 표준들에 정의된 바와 같이) ACK 프레임을 나타내는 반면, 서브 타입 필드(601B)에 대한 사용되지 않거나 예약된 비트 패턴들 중 선택된 하나는 프레임이 ACK-RTT 프레임(600)임을 나타내는데 사용될 수 있다.

[0067] [0074] SIFS 델타 필드(604)는 현재 IEEE 802.11 표준들에 의해 정의되지 않은 새로운 필드이다. 예시적인 실시예들에 따라, SIFS 델타 필드(604)는 디바이스(D2)의 실제 SIFS 지속기간과 "표준" SIFS 지속기간 사이의 시간의 차이를 나타내는 차이 값을 저장하는데 사용될 수 있다. 이하, "SIFS 델타 값"으로서 지칭될 수 있는 차이 값은 $SIFS_{\text{delta}} = SIFS_{\text{actual}} - SIFS_{\text{standard}}$ 로서 표현될 수 있다. 따라서 2.4 GHz 주파수 대역에서 동작하는 무선 디바이스의 경우 $SIFS_{\text{delta}} = SIFS_{\text{actual}} - 10 \text{ us}$ 이고; 5 GHz 주파수 대역에서 동작하는 무선 디바이스의 경우 $SIFS_{\text{delta}} = SIFS_{\text{actual}} - 16 \text{ us}$ 이고; 그리고 60 GHz 주파수 대역에서 동작하는 무선 디바이스의 경우 $SIFS_{\text{delta}} = SIFS_{\text{actual}} - 3 \text{ us}$ 이다.

[0068] [0075] SIFS 델타 필드(604)가 3 바이트들(예를 들어, 24 비트들)을 포함하는 예시적인 실시예들에 대해, SIFS 델타 필드(604)는 비트 당 분해능이 0.1 ns 일 때 $\pm 900 \text{ ns}$ 의 SIFS 델타 값을 저장할 수 있다. 다른 실시예들에 대해, SIFS 델타 필드는 다른 수의 비트들을 포함할 수 있고 그리고/또는 비트 당 분해능은 0.1 ns 이외의 다른 값들일 수 있다.

[0069] [0076] 다른 실시예들에 대해, 응답 프레임(420)은 SIFS 델타 필드(604)를 포함하도록 수정된 블록 확인응답(BA) 프레임일 수 있다. 수정된 BA 프레임은 이하 "BA-RTT 프레임"으로서 지칭될 수 있다. 예를 들어, 도 6b는 예시적인 실시예들에 따른 예시적인 BA-RTT 프레임(610)을 도시한다. BA-RTT 프레임(610)은 도 4에 도시된 예시적인 레인징 동작(400)에서 응답 프레임(420)으로서 사용될 수 있다. 예시적인 BA-RTT 프레임(610)은 2-바이트 프레임 제어 필드(611), 2-바이트 지속기간/ID 필드(612), 6-바이트 수신기 어드레스(RA) 필드(603), 6-바이트 송신기 어드레스(TA) 필드(613), 3-바이트 SIFS 델타 필드(604), 2-바이트 BA 제어 필드(614), 가변-길이 BA 정보 필드(615) 및 4-바이트 FCS 필드(605)를 포함할 수 있다. 프레임 제어 필드(611)는 2-비트 프레임 타입 필드(611A) 및 4-비트 서브 타입 필드(611B)를 포함할 수 있다. 다른 실시예들에 대해, 예시적인 BA-RTT 프레임(610)의 필드 길이들은 다른 적합한 값들을 가질 수 있다.

[0070] [0077] 예시적인 실시예들에 따라, 타입 필드(611A) 및 서브 타입 필드(611B)는 도 6b에 도시된 바와 같이, 대응하는 프레임이 BA-RTT 프레임(610)임을 나타내도록 현재 사용되지 않거나 예약된 비트 패턴들로 각각 채워질 수 있다. 예를 들어, 서브 타입 필드(611B)에 대한 "1001"의 비트 패턴이(예를 들어, IEEE 802.11 계열의 표준들에 정의된 바와 같이) BA 프레임을 나타내는 동안, 서브 타입 필드(611B)에 대한 사용되지 않거나 예약된 비트 패턴들 중 선택된 하나는 프레임이 BA-RTT 프레임(610)임을 나타내는데 사용될 수 있다.

[0071] [0078] 도 6a 내지도 6b에 관하여 위에서 설명된 바와 같이 디바이스(D2)의 실제 SIFS 지속기간이 "표준" SIFS 지속기간을 참조하는 것은, "표준" SIFS 지속기간들이 다른 무선 디바이스들에 의해 알려지고 그리고/또는 일정하게 유지된다고 가정할 수 있다. 다른 실시예들에 대해, 디바이스(D2)의 실제 SIFS 지속기간은(예를 들어, "표준" SIFS 지속기간들 보다는) 디바이스(D2)의 하나 또는 그 초과에 이전에 결정된 SIFS 지속기간들을 참조할 수 있다. 예를 들어, 실제 SIFS 지속기간은 도 7a 내지 도 7b에 관하여 아래에서 보다 상세히 설명되는 바와 같이, 디바이스(D2)의 이전에 결정된 SIFS 지속기간들의 중간 값을 참조할 수 있다.

[0072] [0079] 도 7a는 예시적인 실시예들에 따른 다른 예시적인 ACK-RTT 프레임(700)을 도시한다. ACK-RTT 프레임(700)은, ACK-RTT 프레임(600)의 3-바이트 SIFS 델타 필드(604)가 도 7a의 예시적인 ACK-RTT 프레임(700)의 1-바이트 중간 SIFS 필드(704) 및 2-바이트 SIFS 델타 필드(705)로 대체된다는 것을 제외하면, 도 6a의 ACK-RTT 프레임(600)과 유사하다. 대응하는 프레임이 ACK-RTT 프레임임을 나타내는, 현재 사용되지 않거나 예약된 비트 패턴으로 각각 채워질 수 있는 ACK-RTT 프레임(700)의 타입 필드(701A) 및 서브 타입 필드(701B)는, 도 6a에 관하여 위에서 설명된 예시적인 ACK-RTT 프레임(600)의 타입 필드(601A) 및 서브 타입 필드(601B)에 대해 사용된 비트 패턴들과 상이할 수 있다.

[0073] [0080] 중간 SIFS 필드(704)의 8비트들은 디바이스(D2)와 연관된 다수의 이전 프레임 교환들에 대한 중간 SIFS 지속기간을 나타내는 중간 SIFS 지속기간을 저장할 수 있다. 예를 들어, 100 ns 유닛이 각각의 비트에 대해 사용되면, 중간 SIFS 필드(704)의 8비트는 25.5 us까지의 중간 SIFS 지속기간들을 나타낼 수 있다. 2-바이트 SIFS 델타 필드(705)는 현재 프레임 교환의 실제 SIFS 지속기간과(예를 들어, 중간 SIFS 필드(704)에 저장된 바와 같은) 중간 SIFS 지속기간 간의 시간 차이를 나타내기 위해 사용될 수 있다. 이러한 방식으로, SIFS 차이

값은 $SIFS_{\Delta} = SIFS_{actual} - SIFS_{median}$ 로서 표현될 수 있다. 출원인은, 0.1ns의 비트 당 분해능이 $SIFS_{\Delta}$ 에 대해 사용되는 경우, SIFS 델타 필드(705)의 16비트는 +/- 900ns의 차이 값을 나타낼 수 있다는 것에 주목한다. 다른 실시예들에 대해, 예시적인 ACK-RTT 프레임(700)의 필드 길이는 다른 적합한 값들을 가질 수 있다.

[0074] [0081] 중간 SIFS 정보는 또한 예시적인 실시예들에 따라 구성된 블록 확인응답(BA) 프레임에서 제공될 수 있다. 예를 들어, 도 7b는 예시적인 실시예들에 따른 다른 예시적인 BA-RTT 프레임(710)을 도시한다. BA-RTT 프레임(710)은, BA-RTT 프레임(610)의 3-바이트 SIFS 델타 필드(604)가 도 7b의 예시적인 BA-RTT 프레임(710)의 1-바이트 중간 SIFS 필드(704) 및 2-바이트 SIFS 델타 필드(705)로 대체된다는 것을 제외하면, 도 6b의 BA-RTT 프레임(610)과 유사하다. 대응하는 프레임이 BA-RTT 프레임임을 나타내는, 현재 사용되지 않거나 예약된 비트 패턴으로 각각 채워질 수 있는 BA-RTT 프레임(710)의 타입 필드(711A) 및 서브 타입 필드(711B)는, 도 6a에 관하여 위에서 설명된 예시적인 BA-RTT 프레임(610)의 타입 필드(611A) 및 서브 타입 필드(611B)에 대해 사용된 비트 패턴들과 상이할 수 있다. 예시적인 BA-RTT 프레임(710)에서의 1-바이트 중간 SIFS 필드(704) 및 2-바이트 SIFS 델타 필드(705)는 도 7a의 예시적인 ACK-REQ 프레임(700)에서의 1-바이트 중간 SIFS 필드(704) 및 2-바이트 SIFS 델타 필드(705)와 유사하다. 다른 실시예들에 대해, 예시적인 BA-RTT 프레임(710)의 필드 길이는 다른 적합한 값들을 가질 수 있다.

[0075] [0082] 일부 실시예들에 대해, 새로운 정보 엘리먼트(IE)는, 디바이스(D2)(또는 임의의 적합한 응답자 디바이스)의 SIFS 정보를 디바이스(D1)(또는 임의의 적합한 개시자 디바이스)에 보고하도록 정의될 수 있다. 예를 들어, 도 8은 예시적인 실시예들에 따라, SIFS 정보를 다른 디바이스에 보고하기 위해 제어 프레임(또는 다른 적합한 프레임)에 포함될 수 있는 예시적인 SIFS IE(800)를 도시한다. SIFS IE(800)는 1-바이트 엘리먼트 ID 필드(810), 1-바이트 길이 필드(820), 3-바이트 SIFS 보고 필드(830) 및 비-확장 가능 필드(840)를 포함한다. 엘리먼트 ID 필드(810)는 정보 엘리먼트가 SIFS IE(800)임을 나타내기 위해 임의의 현재 사용되지 않거나 예약된 IE ID 값을 저장할 수 있다. 길이 필드(820)는 SIFS IE(800)의 길이를 나타내며, 이는 도 8의 예에서, 5 바이트이다. SIFS 보고 필드(830)는 (1) $SIFS_{\Delta}$ 에 대한 3바이트 값 또는 (2) $SIFS_{median}$ 에 대한 1바이트 값 및 $SIFS_{\Delta}$ 에 대한 2바이트 값 중 어느 하나를 저장할 수 있다. 다른 실시예들에 대해, 예시적인 SIFS IE(800)의 다양한 필드들은 다른 적합한 값들을 가질 수 있다.

[0076] [0083] 레인징 정확도를 최대화하기 위해, 본원에서 설명되는 레인징 동작들은 예를 들어, 순환 시프트 다이버시티(CSD)로부터 발생하는 에러들을 방지하기 위해, 개시자 디바이스 및 응답자 디바이스 모두에서 단일 송신 체인(및 단일 안테나)을 사용하여 수행될 수 있다. 일부 실시예들에 대해, 데이터 프레임(410)(또는 레인징 동작을 개시하는 임의의 적합한 프레임)의 선택된 비트는, 응답 프레임(420)(또는 응답자 디바이스의 SIFS 정보를 포함하는 임의의 적합한 프레임)을 개시자 디바이스에 송신할 때 단일 송신 체인을 이용하도록 응답자 디바이스에 요청하는데 사용될 수 있다. 선택된 비트는 데이터 프레임(410)의 L-SIG 필드의 예약된 비트(4), 데이터 프레임(410)의 서비스 필드의 예약된 비트들(7-15) 중 임의의 것, 또는 데이터 프레임(410)의 임의의 다른 적합한 비트일 수 있다.

[0077] [0084] 위에서 언급된 바와 같이, 디바이스(D1) 및 디바이스(D2)는 예를 들어, 예시적인 실시예들에 따라 레인징 동작을 지원하는 그들의 어빌리티(ability)를 서로에게 통지하도록 연관 절차 동안 능력들을 교환할 수 있다. 보다 구체적으로, 디바이스(D1)와 디바이스(D2) 사이에서 교환된 능력은, 각각의 디바이스가 ACK-RTT 프레임(600), ACK-RTT 프레임(700), BA-RTT 프레임(610) 및/또는 BA-RTT 프레임(710)의 생성 및/또는 수신을 지원하는지를 표시할 수 있다. 디바이스(D1) 및 디바이스(D2) 모두가 위에서 설명된 ACK-RTT 프레임들(600/700) 및/또는 BA-RTT 프레임들(610/710)의 사용을 지원하는 경우, 디바이스(D1) 및 디바이스(D2)는 각각, 종래의 ACK 프레임들 및 종래의 BA 프레임들을 이용하기 보단, ACK-RTT 프레임들(600/700) 및/또는 BA-RTT 프레임들(610/710)을 이용하여 데이터 프레임들의 수신을 서로 확인응답하도록 구성될 수 있다. 이러한 방식으로, 응답자 디바이스(예를 들어, 위의 예에서 디바이스(D2))는, 확인응답 프레임들에 그 자신의 SIFS 정보를 항상 임베딩할 수 있으며, 이는 결국 개시자 디바이스(예를 들어, 위의 예에서 디바이스(D1))가 예를 들어, 특정 레인징 동작을 특별히 요청함 없이 임의의 프레임 교환에 레인징 동작들을 수행하도록 허용한다.

[0078] [0085] 일부 실시예들에 대해, 연관 동안 교환된 프레임의 확장된 능력 엘리먼트에서 예약된 비트들 중 하나는 본원에서 개시되는 ACK-RTT 및 BA-RTT 프레임들의 지원을 표시하는데 사용될 수 있다. 다른 실시예들에 대해, (예를 들어, 레인징 동작을 개시하기 위해) 개시자 디바이스로부터 응답자 디바이스로 전송된 데이터 프레임(410)의 예약된 비트들 중 하나는 데이터 프레임(410)에 대한 응답으로 ACK-RTT 프레임 또는 BA-RTT 프레임이 기대되는지를 표시하는데 사용될 수 있다. 일 예에 대해, 데이터 프레임(410)의 L-SIG 필드의 예약된 비트(4)

는 ACK-RTT 프레임 또는 BA-RTT 프레임을 사용하여 응답을 요청하는데 사용될 수 있다. 다른 예에 대해, 데이터 프레임(410)의 서비스 필드의 예약된 비트들(7-15) 중 임의의 것은 ACK-RTT 프레임 또는 BA-RTT 프레임을 사용하여 응답을 요청하는데 사용될 수 있다.

[0079] [0086] 데이터 프레임(410)이 FTM 프레임인 실시예에 대해, FTM 프레임의 비트들 중 하나는, FTM 프레임에 대한 응답으로 ACK-RTT 프레임 또는 BA-RTT 프레임이 기대되는지를 표시하는데 사용될 수 있다. 일 예에 대해, FTM 프레임의 L-SIG 필드의 예약된 비트(4)는 ACK-RTT 프레임 또는 BA-RTT 프레임을 사용하여 응답을 요청하는데 사용될 수 있다. 다른 예에 대해, FTM 프레임의 서비스 필드의 예약된 비트들(7-15) 중 임의의 것은 ACK-RTT 프레임 또는 BA-RTT 프레임을 사용하여 응답을 요청하는데 사용될 수 있다. 또 다른 예에 대해, FTM 프레임의 새롭게 추가된 비트는 ACK-RTT 프레임 또는 BA-RTT 프레임을 사용하여 응답을 요청하는데 사용될 수 있다.

[0080] [0087] 예시적인 실시예들은 또한 IEEE 802.11 표준들의 HT/VHT(high throughput/very high throughput) 프로토콜들과 호환 가능한 디바이스들에도 적용 가능하다. 그러한 디바이스들에 대해, 연관 프레임의 확장된 능력 엘리먼트의 하나의 비트, 데이터 프레임(410)의 예약된 비트들 중 하나, 데이터 프레임(410)의 L-SIG 필드의 예약된 비트(4), 및/또는 데이터 프레임(410)의 서비스 필드의 예약된 비트들(7-15) 중 임의의 것은 HT/VHT 프로토콜들에 따라 동작할 때 ACK-RTT 프레임들 및 BA-RTT 프레임들에 대한 지원을 표시하는데 사용될 수 있다. 대안적으로, (예를 들어, 레인징 동작을 개시하기 위해) 개시자 디바이스로부터 응답자 디바이스로 전송된 FTM 프레임의 비트들 중 하나는 HT/VHT 프로토콜들에 따라 동작할 때 ACK-RTT 프레임들 및 BA-RTT 프레임들에 대한 지원을 표시하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, FTM 프레임의 예약된 비트는 L-SIG 필드의 비트(4)일 수 있고, 서비스 필드의 예약된 비트들(7-15) 중 임의의 것일 수 있으며, 그리고/또는 FTM 프레임의 새로 추가된 비트일 수 있다.

[0081] [0088] 예시적인 실시예들은 또한 예를 들어, 응답자 디바이스가 CTS 프레임에서 그 자신의 SIFS 정보를 개시자 디바이스에 보고할 수 있는, RTS/CTS(ready-to-send/clear-to-send) 프레임 교환들에 적용 가능하다. 예시적인 실시예들은 또한 제어 프레임들 및 데이터 프레임들에 적용 가능하다. 예를 들어, AP가 업링크 다중-사용자(MU) 프레임들을 요청하기 위해 다수의 STA들에 트리거 프레임을 전송하면, STA들은 예를 들어, 특수 엘리먼트로서 MU 프레임에서 그 자신의 SIFS 정보를 보고할 수 있다.

[0082] [0089] 도 9는 일련의 상관된 기능 모듈들로서 표현된 예시적인 제 1 무선 디바이스 또는 장치(900)를 도시한다. 제 2 무선 디바이스에 데이터 프레임을 송신하기 위한 모듈(901)은 적어도 일부 양상들에서, 예를 들어, 본원에서 논의된 바와 같은 프로세서(예를 들어, 프로세서(330)) 및/또는 본원에서 논의된 하나 또는 그 초과기의 트랜시버들(예를 들어, 트랜시버들(320))에 대응할 수 있다. 데이터 프레임(410)의 TOD(time of departure)를 결정하기 위한 모듈(902)은 적어도 일부 양상들에서, 예를 들어, 본원에서 논의된 바와 같은 프로세서(예를 들어, 프로세서(330))에 대응할 수 있다. 제 2 무선 디바이스로부터 응답 프레임(420)을 수신하기 위한 모듈(903)은 적어도 일부 양상들에서, 예를 들어, 본원에서 논의된 바와 같은 프로세서(예를 들어, 프로세서(330)) 및/또는 본원에서 논의된 하나 또는 그 초과기의 트랜시버들(예를 들어, 트랜시버들(320))에 대응할 수 있다. 응답 프레임(420)의 TOA(time of arrival)를 결정하기 위한 모듈(904)은 적어도 일부 양상들에서, 예를 들어, 본원에서 논의된 바와 같은 프로세서(예를 들어, 프로세서(330))에 대응할 수 있다. 데이터 프레임(410) 및 응답 프레임(420)의 RTT(round trip time)를 결정하기 위한 모듈(905)은 적어도 일부 양상들에서, 예를 들어, 본원에서 논의된 바와 같은 프로세서(예를 들어, 프로세서(330))에 대응할 수 있다.

[0083] [0090] 도 9의 모듈들의 기능은 본원에서의 교시들에 부합하는 다양한 방식으로 구현될 수 있다. 일부 설계들에서, 이들 모듈들의 기능성은 하나 또는 그 초과기의 전기 컴포넌트들로서 구현될 수 있다. 일부 설계들에서, 이들 블록들의 기능성은 하나 또는 그 초과기의 프로세서 컴포넌트들을 포함하는 프로세싱 시스템으로서 구현될 수 있다. 일부 설계들에서, 이들 모듈들의 기능성은 예를 들어, 하나 또는 그 초과기의 집적 회로들(예를 들어, ASIC)의 적어도 일부를 사용하여 구현될 수 있다. 본원에서 논의된 바와 같이, 집적 회로는 프로세서, 소프트웨어, 다른 관련된 컴포넌트들 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 따라서, 상이한 모듈들의 기능성은, 예를 들어, 집적 회로의 상이한 서브세트들로서, 소프트웨어 모듈들의 세트의 상이한 서브세트들로서, 또는 이들의 조합으로서 구현될 수 있다. 또한, (예를 들어, 집적 회로의 및/또는 소프트웨어 모듈들의 세트의) 주어진 서브세트는 2개 이상의 모듈에 대한 기능성의 적어도 일부를 제공할 수 있다는 것이 인지될 것이다.

[0084] [0091] 또한, 도 9에 표현된 컴포넌트들 및 기능들은 물론, 본원에서 설명되는 다른 컴포넌트들 및 기능들은 임의의 적합한 수단을 사용하여 구현될 수 있다. 이러한 수단은 또한 본원에서 교시된 대응하는 구조를 사용하여

적어도 부분적으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 도 9의 컴포넌트들"을 위한 모듈"과 관련하여 위에서 설명된 컴포넌트들은 또한, 유사하게 지정된 기능성"을 위한 수단"에 대응할 수 있다. 따라서, 일부 양상들에서, 그러한 수단 중 하나 또는 그 초과는 본원에서 교시된 바와 같은 프로세서 컴포넌트들, 집적 회로들, 또는 다른 적합한 구조 중 하나 또는 그 초과를 이용하여 구현될 수 있다.

[0085] [0092] 당업자들은, 정보 및 신호들이 다양한 다른 기술들 및 기법들 중 임의의 것을 이용하여 표현될 수 있다는 것을 인지할 것이다. 예를 들어, 위의 설명 전반에 걸쳐 참조될 수 있는 데이터, 명령들, 커맨드들, 정보, 신호들, 비트들, 심볼들 및 칩들은 전압들, 전류들, 전자기파들, 자기 필드들 또는 자기 입자들, 광 필드들 또는 광 입자들, 또는 이들의 임의의 조합으로 표현될 수 있다.

[0086] [0093] 더욱이, 당업자는 본원에서 개시되는 양상들에 관련하여 설명되는 다양한 예시적인 로직 블록들, 모듈들, 회로들, 및 알고리즘 단계들이 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 이 둘의 결합들로서 구현될 수 있다는 것을 인지할 것이다. 하드웨어와 소프트웨어의 상호 교환 가능성을 명확하게 설명하기 위해, 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들, 및 단계들이 이들의 기능성의 관점에서 일반적으로 상술되었다. 이러한 기능이 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되는지 여부는 전체 시스템에 부과된 설계 제약들 및 특정 애플리케이션에 의존한다. 당업자는 각각의 특정 애플리케이션 마다 다양한 방식으로 설명된 기능을 구현할 수 있지만, 이러한 구현 결정은 본 개시의 범위를 벗어나게 하는 것으로 해석되어서는 안 된다.

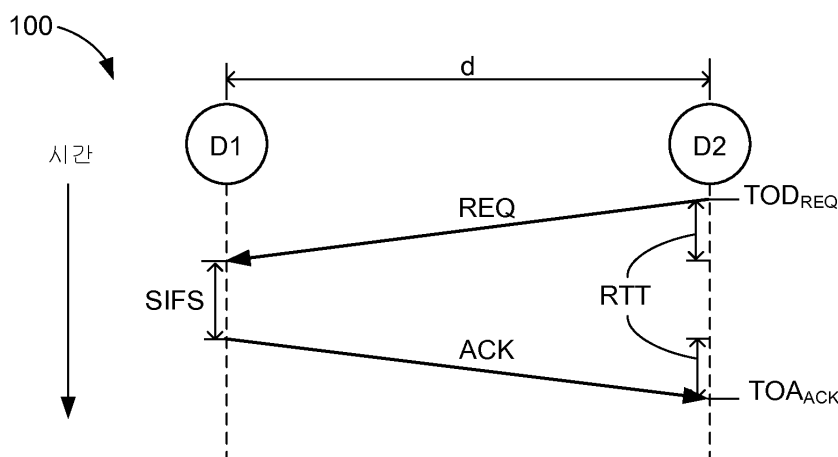
[0087] [0094] 본원에서 개시되는 양상들과 관련하여 설명된 방법들, 시퀀스들 또는 알고리즘들은 직접 하드웨어, 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈, 또는 이 둘의 결합으로 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈은, RAM 메모리, 플래시 메모리, ROM 메모리, EPROM 메모리, EEPROM 메모리, 레지스터들, 하드 디스크, 제거 가능 디스크, CD-ROM, 또는 당 분야에 알려진 임의의 다른 형태의 저장 매체에 상주할 수 있다. 예시적인 저장 매체는 프로세서에 커플링되어, 프로세서는 저장 매체로부터 정보를 판독하고, 저장 매체에 정보를 기록할 수 있다. 대안적으로, 저장 매체는 프로세서에 통합될 수 있다.

[0088] [0095] 따라서, 본 개시의 일 양상은 비-정지제도 위성 통신 시스템들에서 시간 및 주파수 동기화를 위한 방법을 구현하는 비-일시적 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함할 수 있다. "비-일시적"이라는 용어는 임의의 물리적 저장 매체 또는 메모리를 배제하지 않으며, 특히, 동적 메모리(예를 들어, 종래의 랜덤 액세스 메모리(RAM))를 배제하는 것이 아니라, 오히려 매체가 일시적인 전파 신호로서 해석될 수 있다는 해석만을 배제한다.

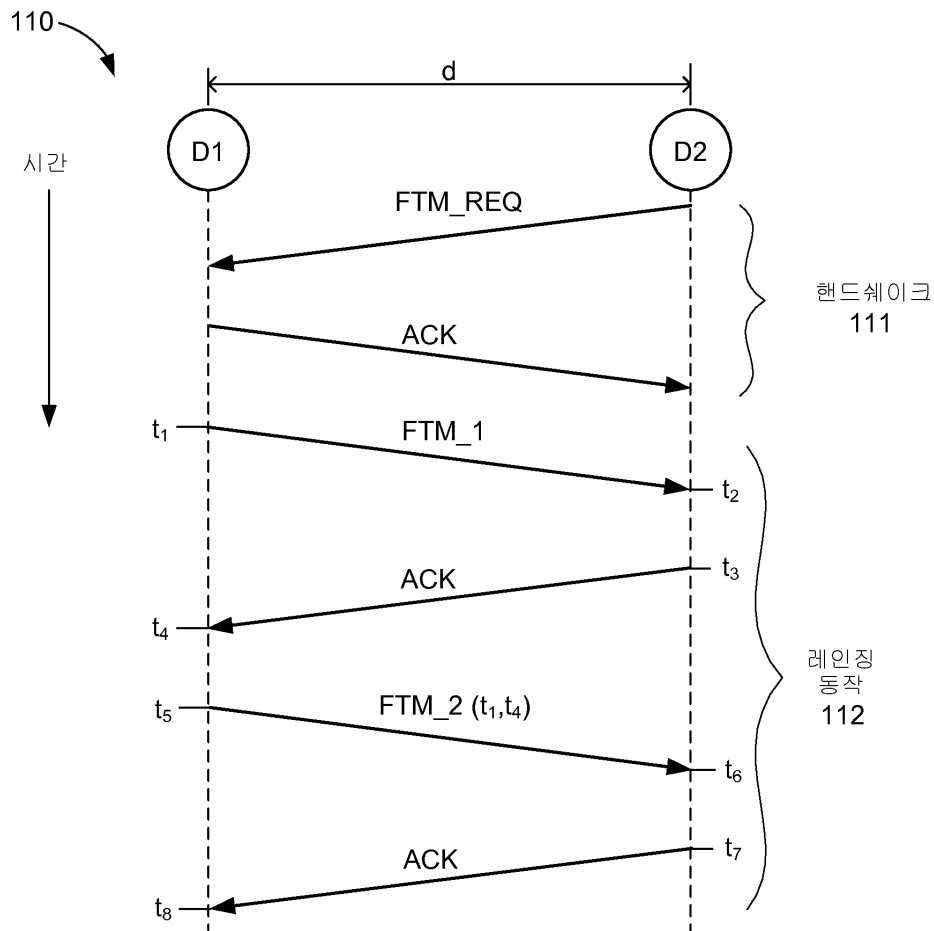
[0089] [0096] 위의 명세서에서, 예시적인 실시예들은 그의 특정한 예시적인 실시예를 참조하여 설명되었다. 그러나 첨부된 청구항들에 기재된 개시의 광범위한 범위로부터 벗어남 없이, 다양한 수정 및 변경들이 이루어질 수 있음이 명백할 것이다. 따라서 명세서 및 도면들은, 제한적인 의미보단, 예시적인 의미로 간주될 것이다. 예를 들어, 도 5의 흐름도에서 도시된 방법 단계들은 다른 적합한 순서로 수행될 수 있고 그리고/또는 하나 또는 그 초과 방법 단계들이 생략될 수 있다.

도면

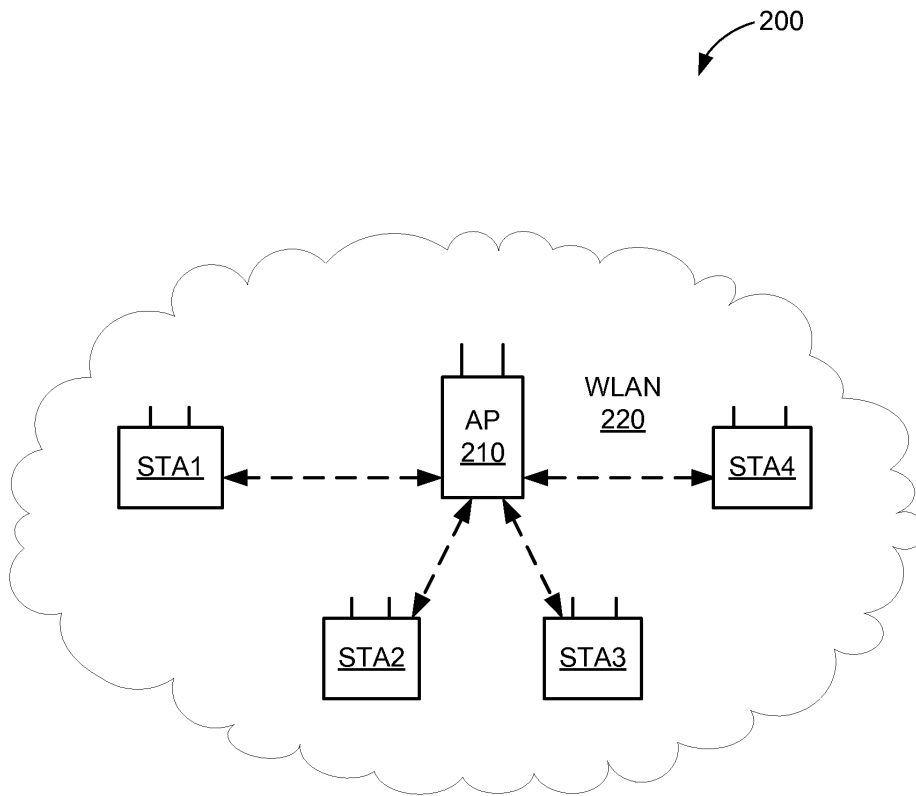
도면1a



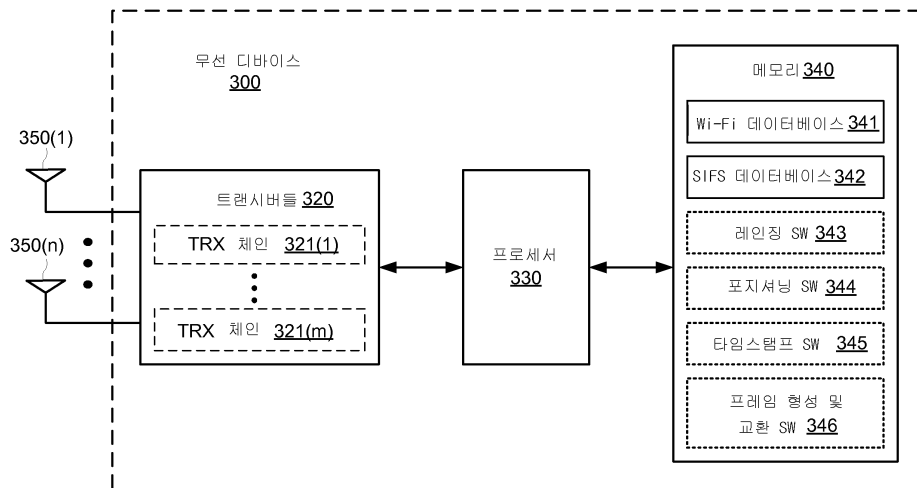
도면1b



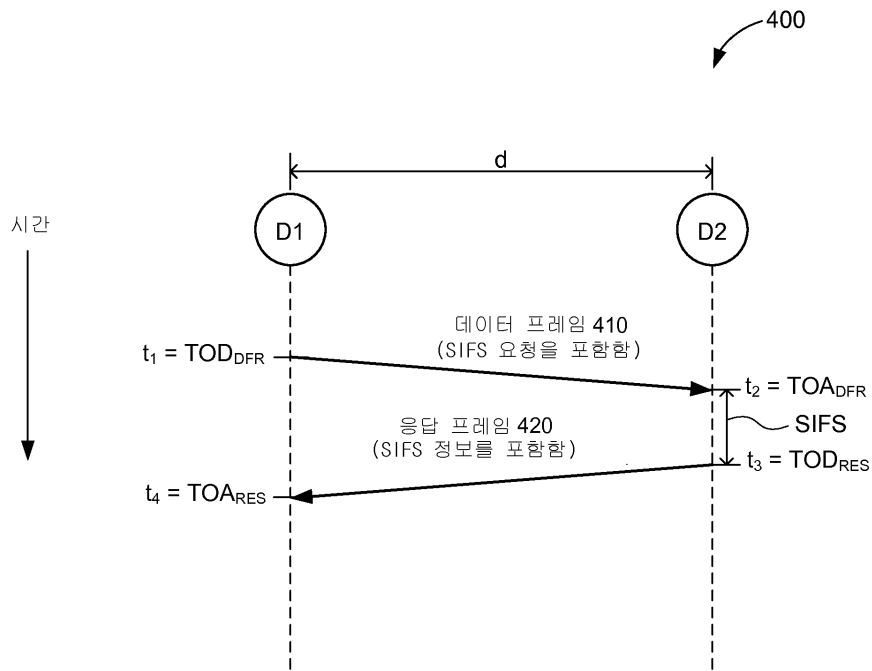
도면2



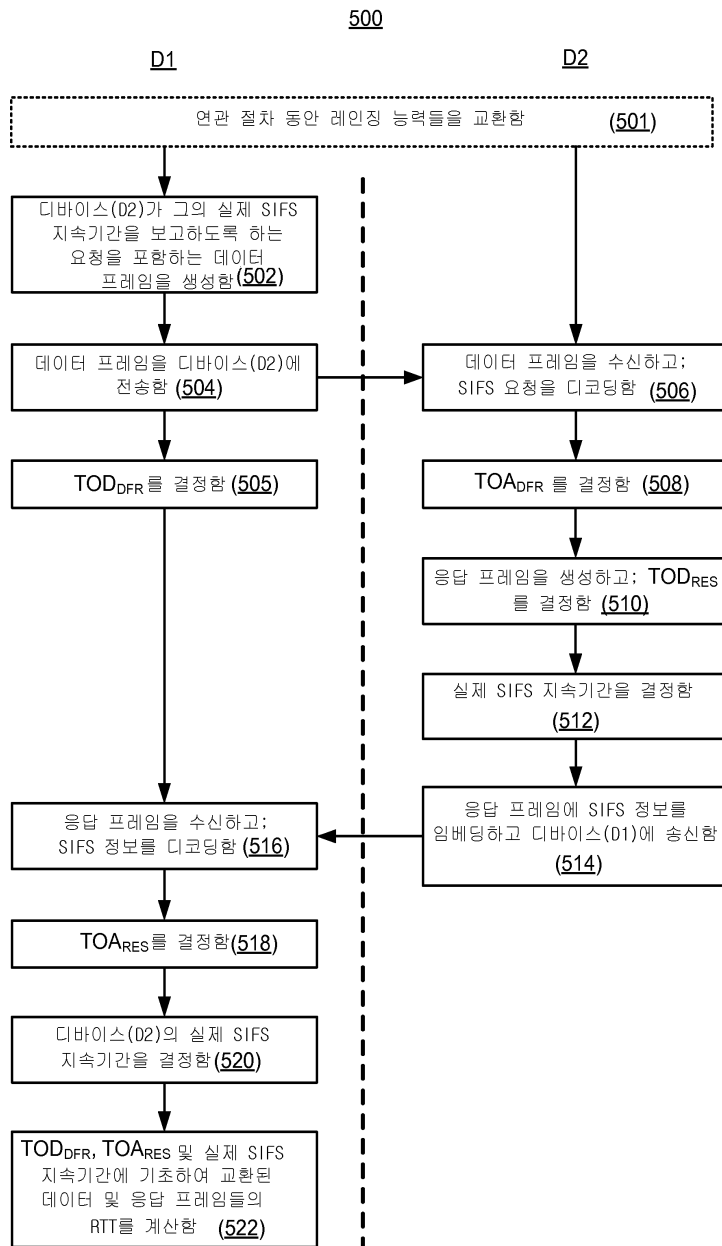
도면3



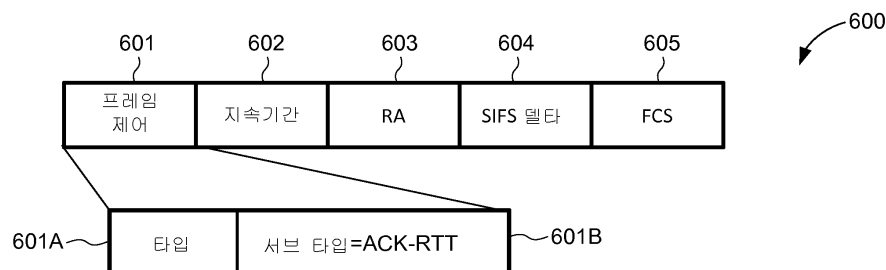
도면4



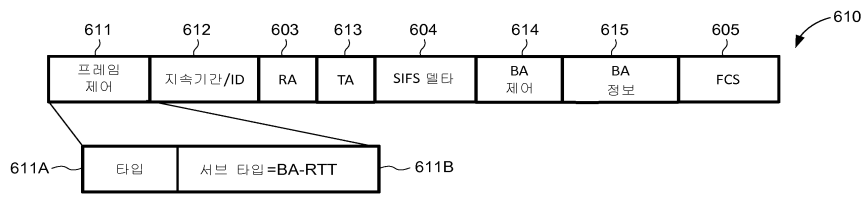
도면5



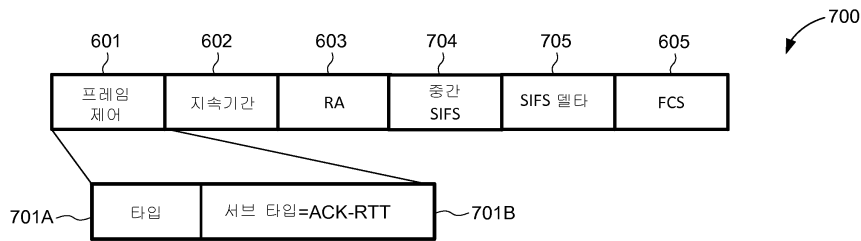
도면6a



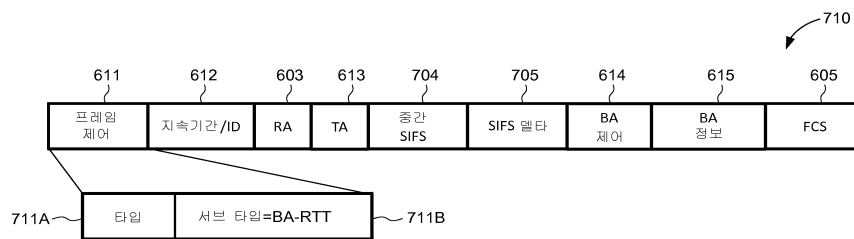
도면6b



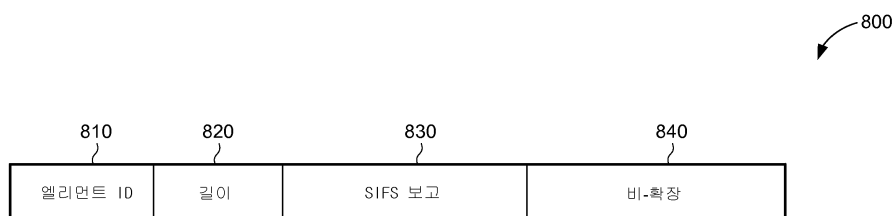
도면7a



도면7b



도면8



도면9

