



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년04월19일  
(11) 등록번호 10-2388055  
(24) 등록일자 2022년04월14일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01S 5/10 (2006.01) B65G 1/04 (2006.01)  
G01S 13/74 (2006.01) G01S 13/76 (2006.01)  
G01S 17/74 (2006.01) G01S 5/00 (2006.01)  
G01S 5/12 (2006.01) G01S 5/16 (2006.01)  
G01S 5/26 (2006.01) G01S 5/28 (2006.01)  
H04W 64/00 (2009.01)
- (52) CPC특허분류  
G01S 5/10 (2013.01)  
B65G 1/0464 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7019959
- (22) 출원일자(국제) 2018년12월20일  
심사청구일자 2020년07월09일
- (85) 번역문제출일자 2020년07월09일
- (65) 공개번호 10-2020-0097768
- (43) 공개일자 2020년08월19일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2018/086105
- (87) 국제공개번호 WO 2019/122080  
국제공개일자 2019년06월27일
- (30) 우선권주장  
1722290.2 2017년12월21일 영국(GB)
- (56) 선행기술조사문헌  
EP02653886 A1\*  
US20150094103 A1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
오카도 이노베이션 리미티드  
영국 에이엘10 9유엘 햇필드-헐츠 모스키토 웨이  
1 트라이던트 플레이스 더 리걸 디파트먼트
- (72) 발명자  
샤프 데이비드  
영국 에이엘10 9유엘 햇필드 허트포드셔셔어 모스  
키토 웨이 1 트라이던트 플레이스 더 리걸 디파  
먼트 오카도 이노베이션 리미티드
- (74) 대리인  
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 30 항

심사관 : 나영준

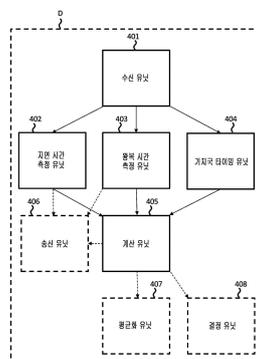
(54) 발명의 명칭 위치설정 디바이스, 통신 시스템 및 방법

(57) 요약

통신 시스템 내에서 그 위치를 결정하기 위한 디바이스가 제공된다. 특히, 이러한 디바이스는 여러 디바이스가 위치 결정의 정확도 또는 레이턴시에 부정적인 영향이 없이 하나의 구역 내에서 사용되게 하는 규모변경 가능한 (scalable) 솔루션을 제공한다. 특히, 이러한 디바이스는 통신 시스템에서 동작하도록 구성되고, 통신 시스템은

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



제 1 기지국 및 제 2 기지국을 포함한다. 제 1 기지국은 제 1 신호를 제 2 기지국에 송신하도록 구성되고, 제 2 기지국은 제 1 신호를 수신하고, 제 1 신호에 응답하여 제 2 신호를 제 1 기지국에 송신하도록 구성된다. 더욱이, 제 1 기지국은 상기 제 2 신호를 수신하고 제 2 신호에 응답하여 제 3 신호를 제 2 기지국에 송신하도록 구성된다. 이러한 디바이스는 제 1 및 제 3 신호 각각을 제 1 기지국으로부터 수신하고 제 2 신호를 제 2 기지국으로부터 수신하도록 구성되는 수신 유닛을 포함한다. 이러한 디바이스는, 제 1 지연 시간을 제 1 신호를 제 1 기지국으로부터 수신하는 것과 제 2 신호를 제 2 기지국으로부터 수신하는 것 사이의 시간으로서 측정하도록 구성되는 지연 시간 측정 유닛을 더 포함한다. 왕복 시간 측정 유닛은 제 1 왕복 시간을, 제 2 신호를 제 2 기지국으로부터 수신하는 것과 제 3 신호를 제 1 기지국으로부터 수신하는 것 사이의 시간으로서 측정하도록 구성된다. 기지국 타이밍 유닛은 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간을 적어도 하나의 수신된 신호로부터 결정하도록 구성되고, 계산 유닛은 제 1 도달 시간차를 제 1 왕복 시간, 제 1 지연 시간, 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간에 기반하여 계산하도록 구성된다.

(52) CPC특허분류

*G01S 13/74* (2013.01)  
*G01S 13/765* (2013.01)  
*G01S 17/74* (2013.01)  
*G01S 5/0081* (2013.01)  
*G01S 5/12* (2021.01)  
*G01S 5/16* (2013.01)  
*G01S 5/26* (2013.01)  
*G01S 5/28* (2021.01)  
*H04W 64/00* (2013.01)

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

통신 시스템으로서,

디바이스;

제 1 기지국; 및

제 2 기지국을 포함하고,

상기 제 1 기지국은 제 1 신호를 상기 제 2 기지국에 송신하도록 구성되며,

상기 제 2 기지국은 상기 제 1 신호를 수신하고, 제 1 신호에 응답하여 제 2 신호를 상기 제 1 기지국에 송신하도록 구성되고,

상기 제 1 기지국은 상기 제 2 신호를 수신하고, 상기 제 2 신호에 응답하여 제 3 신호를 상기 제 2 기지국에 송신하도록 구성되며,

상기 디바이스는,

상기 제 1 신호와 상기 제 3 신호 각각을 상기 제 1 기지국으로부터, 그리고 상기 제 2 신호를 상기 제 2 기지국으로부터 수신하도록 구성되는 수신 유닛;

제 1 지연 시간을 상기 제 1 신호를 상기 제 1 기지국으로부터 수신하는 것과 상기 제 2 신호를 상기 제 2 기지국으로부터 수신하는 것 사이의 시간으로서 측정하도록 구성되는 지연 시간 측정 유닛;

제 1 왕복 시간을 상기 제 2 신호를 상기 제 2 기지국으로부터 수신하는 것과 상기 제 3 신호를 상기 제 1 기지국으로부터 수신하는 것 사이의 시간으로서 측정하도록 구성되는 왕복 시간 측정 유닛;

제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간을 적어도 하나의 수신된 신호로부터 결정하도록 구성되는 기지국 타이밍 유닛; 및

상기 제 1 왕복 시간, 상기 제 1 지연 시간, 상기 제 2 왕복 시간, 상기 제 2 지연 시간, 광속, 및 상기 제 1 기지국과 상기 제 2 기지국 사이의 거리를 표시하는 값에 기반하여 제 1 도달 시간차를 계산하도록 구성되는 계산 유닛을 포함하고,

상기 제 1 기지국은 상기 제 2 왕복 시간을 상기 제 1 신호를 송신하는 것과 상기 제 2 신호를 수신하는 것 사이의 시간으로서 측정하도록 구성되고,

상기 제 1 기지국은 상기 제 2 지연 시간을 상기 제 2 신호를 수신하는 것과 상기 제 3 신호를 송신하는 것 사이의 시간으로서 측정하도록 더 구성되며,

상기 제 3 신호는 측정된 제 2 왕복 시간 및 측정된 제 2 지연 시간을 표시하는 정보를 포함하고,

상기 기지국 타이밍 유닛은 상기 제 2 왕복 시간 및 상기 제 2 지연 시간을 상기 제 3 신호로부터 상기 제 2 왕복 시간 및 상기 제 2 지연 시간을 디코딩함으로써 결정하도록 구성되고,

상기 제 1 도달 시간차는 상기 제 1 기지국과 상기 디바이스 사이의, 그리고 상기 제 2 기지국과 상기 디바이스 사이의 신호 전파의 시간차에 관련된 것인, 통신 시스템.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 디바이스는,

적어도 하나의 신호를 적어도 하나의 기지국 및/또는 송신 유닛을 포함하는 다른 디바이스에 송신하도록 구성되는 송신 유닛을 더 포함하는, 통신 시스템.

**청구항 3**

제 2 항에 있어서,

적어도 하나의 기지국 및/또는 송신 유닛을 포함하는 다른 디바이스에 송신된 상기 적어도 하나의 신호는, 측정된 왕복 시간 및 측정된 지연 시간을 표시하는 정보를 포함하는, 통신 시스템.

**청구항 4**

제 2 항에 있어서,

적어도 하나의 기지국 및/또는 송신 유닛을 포함하는 다른 디바이스에 송신된 상기 적어도 하나의 신호는, 디바이스로부터의 상기 신호의 송신 시간을 표시하는 정보를 포함하는, 통신 시스템.

**청구항 5**

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 기지국은 상기 제 3 신호를 수신하고 제 4 신호를 상기 제 1 기지국에 송신하도록 구성되고,

상기 유닛은 상기 제 4 신호를 상기 제 2 기지국으로부터 수신하도록 더 구성되며,

상기 기지국 타이밍 유닛은 제 3 왕복 시간 및 제 3 지연 시간을 결정하도록 더 구성되고;

상기 계산 유닛은 제 2 도달 시간차를 상기 제 1 왕복 시간, 상기 제 1 지연 시간, 상기 제 3 왕복 시간 및 상기 제 3 지연 시간에 기반하여 계산하도록 더 구성되는, 통신 시스템.

**청구항 6**

제 5 항에 있어서,

상기 제 2 기지국은 제 3 왕복 시간을 상기 제 2 신호를 송신하는 것과 상기 제 3 신호를 수신하는 것 사이의 시간으로서 측정하도록 구성되고,

상기 제 2 기지국은 상기 제 3 지연 시간을 상기 제 1 신호를 수신하는 것과 상기 제 2 신호를 송신하는 것 사이의 시간으로서 측정하도록 더 구성되며,

상기 제 4 신호는 측정된 제 3 왕복 시간 및 측정된 제 3 지연 시간을 표시하는 정보를 포함하고,

상기 기지국 타이밍 유닛은 상기 제 3 왕복 시간 및 상기 제 3 지연 시간을, 상기 제 4 신호로부터 상기 제 3 왕복 시간 및 상기 제 3 지연 시간을 디코딩함으로써 결정하도록 구성되는, 통신 시스템.

**청구항 7**

제 5 항에 있어서,

상기 제 2 신호는 상기 제 2 기지국에서의 상기 제 1 신호의 수신 시간의 제 4 표시 및 상기 제 2 기지국으로부터의 상기 제 2 신호의 송신 시간의 제 5 표시를 포함하고,

상기 제 4 신호는 상기 제 2 기지국에서의 상기 제 3 신호의 수신 시간의 제 6 표시를 포함하며,

상기 기지국 타이밍 유닛은 제 3 왕복 시간 및 제 3 지연 시간을, 상기 제 3 왕복 시간을 상기 제 6 표시와 상기 제 5 표시 사이의 시간차로서 계산하고, 상기 제 3 지연 시간을 상기 제 5 표시와 상기 제 4 표시 사이의 시간차로서 계산함으로써 결정하도록 구성되는, 통신 시스템.

**청구항 8**

제 5 항에 있어서,

상기 계산 유닛은 상기 제 2 도달 시간차를 상기 제 1 왕복 시간, 상기 제 1 지연 시간, 상기 제 3 왕복 시간, 상기 제 3 지연 시간, 광속 및 상기 제 1 기지국과 상기 제 2 기지국 사이의 거리를 표시하는 값에 기반하여 계산하도록 더 구성되는, 통신 시스템.

**청구항 9**

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 디바이스는,

적어도 두 개의 계산된 도달 시간차를 상기 계산 유닛으로부터 수신하도록 구성되고, 계산된 도달 시간차들을 평균화하도록 구성되는 평균화 유닛을 더 포함하는, 통신 시스템.

**청구항 10**

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 통신 시스템은 적어도 하나의 제 3 기지국을 더 포함하고,

기지국들은 임의의 다른 기지국과 신호를 송수신하도록 구성되며,

상기 디바이스는 임의의 기지국들 사이에서 송신된 신호를 수신하고, 도달 시간차를 수신된 신호에 기반하여 계산하도록 구성되는, 통신 시스템.

**청구항 11**

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 디바이스는,

적어도 두 개의 도달 시간차를 수신하도록 구성되고, 상기 디바이스의 위치를 수신된 도달 시간차의 다변 측량에 의해 결정하도록 구성되는 결정 유닛을 더 포함하는, 통신 시스템.

**청구항 12**

제 11 항에 있어서,

상기 결정 유닛은 상기 디바이스의 위치를, 수신된 도달 시간차 및 상기 디바이스가 위치된 환경의 제약을 표시하는 정보에 기반한 다변 측량에 의해 결정하도록 구성되는, 통신 시스템.

**청구항 13**

제 11 항에 있어서,

상기 결정 유닛은 상기 디바이스의 위치를, 수신된 도달 시간차 및 수신 신호 바이어스를 표시하는 정보에 기반한 다변 측량에 의해 결정하도록 구성되는, 통신 시스템.

**청구항 14**

보관 시스템으로서,

복수 개의 격자 공간을 포함하는 격자 패턴을 형성하도록, 실질적으로 수평인 평면에서 X-방향으로 연장되는 평행 레일 또는 트랙의 제 1 세트, 및 상기 제 1 세트를 가로질러 Y-방향으로 연장되는 평행 레일 또는 트랙의 제 2 세트;

레일들 아래에 위치되고, 각각의 스택이 단일 격자 공간의 점유공간 내에 위치되도록 배치되는, 컨테이너의 복수 개의 스택;

다수의 로드 처리 디바이스 - 각각의 로드 처리 디바이스는 레일 상의 스택 위에서, 선택적으로 X 및 Y 방향으로 측방향 이동하도록 구성됨 -; 및

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 따른 통신 시스템을 포함하고,

기지국들 각각은 상기 컨테이너의 복수 개의 스택 주위, 안 또는 위의 위치에 위치되며,

상기 다수의 로드 처리 디바이스 각각은 디바이스를 포함하는, 보관 시스템.

**청구항 15**

제 14 항에 있어서,

각각의 로드 처리 디바이스는, 하나의 격자 공간을 점유하는 로드 처리 디바이스가 X 및 Y 방향으로 인접한 격자 공간을 점유 또는 트래버스하는 로드 처리 디바이스를 방해하지 않도록, 상기 보관 시스템 내의 단일 격자 공간만을 점유하는 점유공간(footprint)을 가지는, 보관 시스템.

**청구항 16**

통신 시스템을 작동시키는 방법으로서,

제 1 기지국에 의해 제 1 신호를 제 2 기지국에 송신하는 단계;

제 2 기지국에 의해 상기 제 1 신호를 수신하는 단계;

제 2 기지국에 의해 상기 제 1 신호에 응답하여 제 2 신호를 상기 제 1 기지국에 송신하는 단계;

제 1 기지국에 의해 상기 제 2 신호를 수신하는 단계

제 1 기지국에 의해 상기 제 2 신호에 응답하여 제 3 신호를 상기 제 2 기지국에 송신하는 단계;

디바이스에 의해, 상기 제 1 신호와 상기 제 3 신호 각각을 상기 제 1 기지국으로부터, 그리고 상기 제 2 신호를 상기 제 2 기지국으로부터 수신하는 단계;

디바이스에 의해, 제 1 지연 시간을 상기 제 1 신호를 상기 제 1 기지국으로부터 수신하는 것과 상기 제 2 신호를 상기 제 2 기지국으로부터 수신하는 것 사이의 시간으로서 측정하는 단계;

디바이스에 의해, 제 1 왕복 시간을 상기 제 2 신호를 상기 제 2 기지국으로부터 수신하는 것과 상기 제 3 신호를 상기 제 1 기지국으로부터 수신하는 것 사이의 시간으로서 측정하는 단계;

디바이스에 의해, 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간을 적어도 하나의 수신된 신호로부터 결정하는 단계;

디바이스에 의해, 상기 제 1 왕복 시간, 상기 제 1 지연 시간, 상기 제 2 왕복 시간, 상기 제 2 지연 시간, 광속, 및 상기 제 1 기지국과 상기 제 2 기지국 사이의 거리를 표시하는 값에 기반하여 제 1 도달 시간차를 계산하는 단계;

제 1 기지국에 의해, 상기 제 2 왕복 시간을 상기 제 1 신호를 송신하는 것과 상기 제 2 신호의 수신하는 것 사이의 시간으로서 측정하는 단계; 및

제 1 기지국에 의해, 상기 제 2 지연 시간을 상기 제 2 신호의 수신하는 것과 상기 제 3 신호의 송신하는 것 사이의 시간으로서 측정하는 단계

를 포함하고,

상기 제 3 신호는 측정된 제 2 왕복 시간 및 측정된 제 2 지연 시간을 표시하는 정보를 포함하고,

상기 결정하는 단계는, 디바이스에 의해 제 2 왕복 시간 및 상기 제 2 지연 시간을 상기 제 3 신호로부터 상기 제 2 왕복 시간 및 상기 제 2 지연 시간을 디코딩함으로써 결정하고,

상기 제 1 도달 시간차는 상기 제 1 기지국과 상기 디바이스 사이의, 그리고 상기 제 2 기지국과 상기 디바이스 사이의 신호 전파의 시간차에 관련된 것인, 디바이스 작동 방법.

**청구항 17**

제 16 항에 있어서,

상기 제 1 신호는 상기 제 1 기지국으로부터의 상기 제 1 신호의 송신 시간의 제 1 표시를 포함하고,

상기 제 3 신호는 상기 제 1 기지국에서의 상기 제 2 신호의 수신 시간의 제 2 표시 및 상기 제 1 기지국으로부터의 상기 제 3 신호의 송신 시간의 제 3 표시를 포함하며,

상기 결정하는 단계는, 상기 제 2 왕복 시간 및 상기 제 2 지연 시간을, 상기 제 2 왕복 시간을 상기 제 2 표시와 상기 제 1 표시 사이의 시간차로서 계산하고 상기 제 2 지연 시간을 상기 제 3 표시와 상기 제 2 표시 사이의 시간차로서 계산함으로써 결정하는, 디바이스 작동 방법.

**청구항 18**

제 16 항 또는 제 17 항에 있어서,

상기 계산하는 단계는, 상기 제 1 도달 시간차를 상기 제 1 왕복 시간, 상기 제 1 지연 시간, 상기 제 2 왕복 시간, 상기 제 2 지연 시간, 광속 및 상기 제 1 기지국과 상기 제 2 기지국 사이의 거리를 표시하는 값에 기반하여 계산하는, 디바이스 작동 방법.

**청구항 19**

제 16 항 또는 제 17 항에 있어서,

상기 방법은,

적어도 하나의 신호를 적어도 하나의 기지국 및/또는 송신하는 단계를 수행하는 다른 디바이스에 송신하는 단계를 더 포함하는, 디바이스 작동 방법.

**청구항 20**

제 19 항에 있어서,

적어도 하나의 기지국 및/또는 송신하는 단계를 수행하는 다른 디바이스에 송신된 상기 적어도 하나의 신호는, 측정된 왕복 시간 및 측정된 지연 시간을 표시하는 정보를 포함하는, 디바이스 작동 방법.

**청구항 21**

제 19 항에 있어서,

적어도 하나의 기지국 및/또는 송신하는 단계를 수행하는 다른 디바이스에 송신된 상기 적어도 하나의 신호는, 디바이스로부터의 상기 신호의 송신 시간을 표시하는 정보를 포함하는, 디바이스 작동 방법.

**청구항 22**

제 16 항 또는 제 17 항에 있어서,

상기 제 2 기지국은 상기 제 3 신호를 수신하고 제 4 신호를 상기 제 1 기지국에 송신하도록 구성되고, 상기 방법은,

제 4 신호를 상기 제 2 기지국으로부터 수신하는 단계;

제 3 왕복 시간 및 제 3 지연 시간을 결정하는 단계; 및

제 2 도달 시간차를 상기 제 1 왕복 시간, 상기 제 1 지연 시간, 상기 제 3 왕복 시간 및 상기 제 3 지연 시간에 기반하여 계산하는 단계를 더 포함하는, 디바이스 작동 방법.

**청구항 23**

제 22 항에 있어서,

상기 제 2 기지국은 제 3 왕복 시간을 상기 제 2 신호를 송신하는 것과 상기 제 3 신호를 수신하는 것 사이의 시간으로서 측정하도록 구성되고,

상기 제 2 기지국은 상기 제 3 지연 시간을 상기 제 1 신호를 수신하는 것과 상기 제 2 신호를 송신하는 것 사이의 시간으로서 측정하도록 더 구성되며,

상기 제 4 신호는 측정된 제 3 왕복 시간 및 측정된 제 3 지연 시간을 표시하는 정보를 포함하고,

상기 결정하는 단계는, 상기 제 3 왕복 시간 및 상기 제 3 지연 시간을, 상기 제 4 신호로부터 상기 제 3 왕복 시간 및 상기 제 3 지연 시간을 디코딩함으로써 결정하는, 디바이스 작동 방법.

**청구항 24**

제 22 항에 있어서,

상기 제 2 신호는 상기 제 2 기지국에서의 상기 제 1 신호의 수신 시간의 제 4 표시 및 상기 제 2 기지국으로부터의 상기 제 2 신호의 송신 시간의 제 5 표시를 포함하고,

상기 제 4 신호는 상기 제 2 기지국에서의 상기 제 3 신호의 수신 시간의 제 6 표시를 포함하며,

상기 결정하는 단계는 상기 제 3 왕복 시간 및 상기 제 3 지연 시간을, 상기 제 3 왕복 시간을 상기 제 6 표시와 상기 제 5 표시 사이의 시간차로서 계산하고, 제 3 지연 시간을 상기 제 5 표시와 상기 제 4 표시 사이의 시간차로서 계산함으로써 결정하는, 디바이스 작동 방법.

#### 청구항 25

제 22 항에 있어서,

상기 계산하는 단계는, 상기 제 2 도달 시간차를 상기 제 1 왕복 시간, 상기 제 1 지연 시간, 상기 제 3 왕복 시간, 상기 제 3 지연 시간, 광속 및 상기 제 1 기지국과 상기 제 2 기지국 사이의 거리를 표시하는 값에 기반하여 계산하는, 디바이스 작동 방법.

#### 청구항 26

제 16 항 또는 제 17 항에 있어서,

상기 방법은,

적어도 두 개의 계산된 도달 시간차를 수신하는 단계; 및

계산된 도달 시간차를 평균화하는 단계를 더 포함하는, 디바이스 작동 방법.

#### 청구항 27

제 16 항 또는 제 17 항에 있어서,

상기 통신 시스템은 적어도 하나의 제 3 기지국을 더 포함하고,

기지국들은 임의의 다른 기지국과 신호를 송수신하도록 구성되며,

상기 방법은,

임의의 기지국들 사이에서 송신된 신호를 수신하는 단계; 및

도달 시간차를 수신된 신호에 기반하여 계산하는 단계를 더 포함하는, 디바이스 작동 방법.

#### 청구항 28

제 16 항 또는 제 17 항에 있어서,

상기 방법은,

적어도 두 개의 도달 시간차를 수신하는 단계; 및

상기 디바이스의 위치를 수신된 도달 시간차의 다변 측량에 의해 결정하는 단계를 더 포함하는, 디바이스 작동 방법.

#### 청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 위치를 결정하는 단계는 상기 디바이스의 위치를, 수신된 도달 시간차 및 상기 디바이스가 위치된 환경의 제약을 표시하는 정보에 기반한 다변 측량에 의해 결정하는, 디바이스 작동 방법.

#### 청구항 30

제 28 항에 있어서,

상기 위치를 결정하는 단계는 상기 디바이스의 위치를, 수신된 도달 시간차 및 수신 신호 바이어스를 표시하는 정보에 기반한 다변 측량에 의해 결정하는, 디바이스 작동 방법.

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 출원은 그 전체 내용이 본 명세서에 원용에 의해 통합되고 2017년 12월 21일에 출원된 영국 특허 출원 번호 제 1722290.2에 대한 우선권을 주장한다.

[0002] 본 발명은 일반적으로 위치설정 디바이스의 분야에 관한 것이고, 특히 디바이스의 위치를 결정하기 위한 디바이스, 디바이스 작동 방법, 통신 시스템, 통신 시스템 작동 방법 및 보관 시스템에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 위치설정 디바이스의 분야에서, 디바이스의 위치를 제공하기 위한 여러 기법이 존재한다. 예를 들어, 1미터 정확도 내로의 국지화(localisation)가 가능해지게 하는 현존하는 여러 무선 기술, 예를 들어 Wi-Fi 핑거프린팅(fingerprinting) 및 GPS 기술이 존재한다. 그러나, 미터 미만의 정확도가 요구되는 경우에는 이러한 기술이 유용하지 않다. 더욱이, GPS는 실내 환경에서는 이용가능성이 부족하다.

[0004] 미터 미만의 정확도는, 예를 들어 그들의 클록의 더 세밀한 분해능에 기인하여(부분적으로) 높은 정확도가 가능해지게 하는 데카웨이브(Decawave) DW1000 마이크로칩(이것은 15.625 피코초의 증분으로 카운팅하기 때문에, 광 또는 무선 신호가 1미터를 이동하는데 걸리는 시간 동안 약 200번 카운팅함)을 사용하는 초광대역(Ultra Wide Band) 기반 솔루션을 활용하여 제공될 수 있다. 초광대역 시스템은 그들의 다중경로 감쇄에 대한 높은 면역성에 기인하여, 위치설정 문제점을 해결하는 데에도 적합하다.

[0005] Decawave DW1000은 비대칭 양방향 거리측정(Asymmetric Two-Way Ranging; ATWR)이라고 불리는 기법을 활용하여, 미터 미만의 위치설정이 가능해지게 한다. "거리측정(ranging)" 기법의 목표는 일반적으로, 알려진 위치에 있는 고정 기지국과 모르는 위치에 있는 모바일 디바이스 사이의 신호의 교환을 통해서 기지국과 모바일 디바이스 사이의 거리(또는 "범위(range)")를 결정하는 것이다. 모르는 위치의 임의의 주어진 (모바일) 디바이스에 대하여, 알려진 위치까지의 각각의 범위가, 알려진 위치 주위에 모바일 디바이스가 있을 수 있는 구면을 결정하기 위하여 사용될 수 있다(세 개의 차원에서). 다수의 구면을 교차시킴으로써, 하나의 위치가 얻어질 수 있다. 이와 같이, 네 개의 관측치가 있으면 위치를 찾기에 충분하지만, 더 많은 관측치가 있으면 도움이 될 수 있다. 도 1은 이러한 기법을 2차원의 예에서 시연한다. 특히, 원(101)은 BS1으로부터의 송신 필드에 대응한다. 이와 유사하게, 원(102 및 103)은 BS2 및 BS3 각각으로부터의 송신 필드에 대응한다. 모르는 위치의 디바이스(D)는 이를 통하여, BS1 내지 BS3 각각의 고정된 위치를 알고 있기 때문에 BS1 내지 BS3 각각으로부터의 자신의 거리를 결정함으로써 자신의 위치를 결정할 수 있고, 따라서 자신의 위치를 결정할 수 있다.

[0006] 본 명세서에 원용에 의해 통합되는, Neiryneck 등에 의해 2016년 10월 21일자 "An Alternative Double-Sided Two-Way Ranging Method"에 제안된 기법은, 비대칭 양방향 거리측정 솔루션에 대한 클록 안정성에 매우 민감한 일반적인 기법으로부터의 진화된 내용을 공개하는데, 이러한 경우 클록의 안정성은 중요하지 않게 된다.

[0007] 도 2에 도시된 바와 같이, ATWR 기법은 고정된 위치의 기지국(BS) 및 모르는 위치의 디바이스(D) 사이에 전송된 신호에 의존한다. 이러한 기법에 따르면, 기지국은 제 1 신호(201)를 디바이스(D)에 전송한다. 동시에, 기지국(BS)은 제 1 신호(201)가 송신된 시간을 기록한다. 디바이스(D)는 제 1 신호(201)를 수신하고 응답을 제 2 신호(202)로서 송신한다. 더욱이, 디바이스(D)는 제 1 신호(201)를 수신하는 것부터 제 2 신호(202)를 송신하는 것까지 걸린 지연 시간을 디바이스 지연 시간  $D_d$ 로 기록한다. 더욱이, 디바이스(D)는 제 2 신호(202)가 송신된 시간을 기록한다. 기지국(BS)은 제 2 신호(202)를 수신하고 기지국 왕복 시간  $R_{BS}$ 를 제 1 신호를 송신하는 것과 제 2 신호를 수신하는 것 사이의 시간으로서 계산한다.

[0008] 기지국(BS)은, 기지국 왕복 시간  $R_{BS}$  및 제 2 신호(202)를 수신하는 것과 제 3 신호(203)를 송신하는 것 사이의

시간인 기지국 지연 시간  $D_{BS}$ 에 대한 정보를 포함하는 제 3 신호(203)를 디바이스(D)에 송신한다. 디바이스(D)는 그 안에 포함된 정보를 포함하는 제 3 신호를 수신하고, 기지국(BS)과 디바이스(D) 사이의 이동 시간을 다음과 같이 계산한다:

$$T_{\text{flight}} = \frac{R_{BS}R_D - D_{BS}D_D}{R_{BS} + D_{BS} + R_D + D_D}$$

[0009]

이동 시간은 기지국(BS)과 디바이스(D) 사이의 거리를 표시한다. 디바이스(D)는 알려진 위치의 다른 기지국과 동일한 ATWR 교환을 수행함으로써 다른 기지국으로부터의 이동 시간 측정치에 기반하여, 예를 들어 도 1에 도시된 바와 같이 기지국들로부터의 원/구에 있는 중첩 부분을 찾음으로써 자신의 위치를 결정한다. 이것은 최적화에 의한 삼변 측량을 통해서 통상적으로 채용되는 삼변 측량법이라고 알려져 있다.

[0010]

[0011]

ATWR은 이론상으로는, 밀리미터 미만의 정확도를 제공하는 측정치를 얻을 수 있다. 실제로는, 노이즈 및 다른 인자의 영향 때문에, 10cm에 달하는 정확도가 가능하다. 이것은 결정 클록을 사용하여 약 7m의 오차를 가지는 다른 공지된 양방향 거리측정 기법과 다르다.

[0012]

그러나 ATWR은 모르는 위치에 있는 디바이스 모두가 그들의 범위를 결정하기 위해서 메시지를 기지국에 각각 송신해야 하기 때문에 규모변경은 가능하지 않다. 또한, 디바이스들은 기지국으로부터 답신을 수신하고 응답을 전송해야 한다. 따라서 많은 수의 디바이스를 포함하는 셋업을 위해 너무 많은 통신이 이루어지고, 또한 손실성/무신뢰 "시도하거나 재시도함(try else retry)" 시스템을 피할 수 없다면 이러한 통신들을 조율해야 할 필요가 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0013]

공지된 양방향 거리측정 기법의 문제점들을 고려하여, 본 발명은 여러 디바이스가 레이턴시 또는 정확도 문제가 없이 하나의 구역에서 사용될 수 있도록 하는, 이러한 위치 결정 디바이스를 위한 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0014]

본 발명에 따르면, 통신 시스템에서 작동하도록 구성되는 디바이스가 제공된다. 통신 시스템은 제 1 기지국 및 제 2 기지국을 포함한다. 제 1 기지국은 제 1 신호를 제 2 기지국에 송신하도록 구성되고, 제 2 기지국은 제 1 신호를 수신하고, 제 1 신호에 응답하여 제 2 신호를 제 1 기지국에 송신하도록 구성된다. 더욱이, 제 1 기지국은 상기 제 2 신호를 수신하고 제 2 신호에 응답하여 제 3 신호를 제 2 기지국에 송신하도록 구성된다. 이러한 디바이스는 제 1 및 제 3 신호 각각을 제 1 기지국으로부터 수신하고 제 2 신호를 제 2 기지국으로부터 수신하도록 구성되는 수신 유닛을 포함한다. 지연 시간 측정 유닛은 제 1 지연 시간을 제 1 신호를 제 1 기지국으로부터 수신하는 것과 제 2 신호를 제 2 기지국으로부터 수신하는 것 사이의 시간으로서 측정하도록 구성된다. 왕복 시간 측정 유닛은 제 1 왕복 시간을, 제 2 신호를 제 2 기지국으로부터 수신하는 것과 제 3 신호를 제 1 기지국으로부터 수신하는 것 사이의 시간으로서 측정하도록 구성된다. 기지국 타이밍 유닛은 적어도 하나의 수신된 신호로부터 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간을 결정하도록 구성된다. 계산 유닛은 제 1 도달 시간차를 제 1 왕복 시간, 제 1 지연 시간, 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간에 기반하여 계산하도록 구성된다.

[0015]

본 발명은 제 1 기지국, 제 2 기지국, 및 전송된 바와 같은 디바이스를 포함하는 통신 시스템을 더 제공한다. 상기 제 1 기지국은 제 1 신호를 상기 제 2 기지국에 송신하도록 구성되며, 제 2 기지국은 상기 제 1 신호를 수신하고 상기 제 1 신호에 응답하여 상기 제 2 신호를 상기 제 1 기지국에 송신하도록 구성되고, 제 1 기지국은 상기 제 2 신호를 수신하고 상기 제 2 신호에 응답하여 제 3 신호를 상기 제 2 기지국에 송신하도록 구성된다.

[0016]

본 발명은 보관 시스템을 더 제공한다. 보관 시스템은, X-방향으로 연장되는 평행 레일 또는 트랙의 제 1 세트, 및 실질적으로 수평인 평면에서 제 1 세트를 가로지르는 Y-방향으로 연장되어 복수 개의 격자 공간을 포함하는 격자 패턴을 형성하는 평행 레일 또는 트랙의 제 2 세트를 포함한다. 더욱이, 레일 밑에 위치되고 각각의 스택이 단일 그리드 공간의 점유공간 내에 위치되도록 배치되는 컨테이너의 복수 개의 스택 및 다수의 로드 처리 디바이스를 포함하는데, 각각의 로드 처리 디바이스는 레일 상의 스택 위에서 X 및 Y 방향으로 선택적으로 측방향 이동하도록 배치된다. 보관 시스템은 전송된 바와 같은 통신 시스템을 더 포함하며, 기지국 각각은 컨테이너의 복수 개의 스택 주위, 안 또는 위에 위치되고, 다수의 로드 처리 디바이스는 디바이스를 각각 포함한다.

다.

[0017] 또한, 본 발명은 통신 시스템에서 디바이스를 작동시키는 방법을 제공한다. 통신 시스템은 제 1 기지국 및 제 2 기지국을 포함한다. 제 1 기지국은 제 1 신호를 제 2 기지국에 송신하도록 구성되고, 제 2 기지국은 제 1 신호를 수신하고, 제 1 신호에 응답하여 제 2 신호를 제 1 기지국에 송신하도록 구성된다. 더욱이, 제 1 기지국은 상기 제 2 신호를 수신하고 제 2 신호에 응답하여 제 3 신호를 제 2 기지국에 송신하도록 구성된다. 이러한 방법은, 제 1 및 제 3 신호 각각을 제 1 기지국으로부터 수신하고 제 2 신호를 제 2 기지국으로부터 수신하는 단계, 제 1 지연 시간을 제 1 신호를 제 1 기지국으로부터 수신하는 것과 제 2 신호를 제 2 기지국으로부터 수신하는 것 사이의 시간으로서 측정하는 단계, 제 1 왕복 시간을 제 2 신호를 제 2 기지국으로부터 수신하는 것과 제 3 신호를 제 1 기지국으로부터 수신하는 것 사이의 시간으로서 측정하는 단계, 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간을 적어도 하나의 수신된 신호로부터 결정하는 단계, 및 제 1 도달 시간차를 제 1 왕복 시간, 제 1 지연 시간, 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간에 기반하여 계산하는 단계를 포함한다.

[0018] 또한, 본 발명은 통신 시스템을 작동시키는 방법으로서, 제 1 기지국에 의하여, 제 1 신호를 제 2 기지국에 송신하는 단계, 상기 제 2 기지국에 의하여, 상기 제 1 신호를 수신하는 단계, 상기 제 2 기지국에 의하여, 상기 제 1 신호에 응답하여 제 2 신호를 상기 제 1 기지국에 송신하는 단계, 상기 제 1 기지국에 의하여, 상기 제 2 신호를 수신하는 단계, 상기 제 1 기지국에 의하여, 상기 제 2 신호에 응답하여 제 3 신호를 상기 제 2 기지국에 송신하는 단계, 및 전송된 바와 같은 디바이스를 작동시키는 방법을 포함하는, 통신 시스템 작동 방법을 제공한다.

**도면의 간단한 설명**

[0019] 본 발명의 실시예가 오직 예시를 통하여, 유사한 참조 번호가 동일하거나 대응하는 부분을 표시하는 첨부된 도면을 참조하여 이제 설명될 것이다.

도 1은 공지된 양-방향 거리측정 시스템에서 자신의 위치를 결정하는 디바이스(D)를 보여주는 개략도이다.

도 2는 거리측정의 ATWR 기법에 따라서 기지국 및 디바이스(D) 사이에서 송신되는 신호들을 보여주는, 도 1의 시스템의 신호 다이어그램이다.

도 3은 제 1 및 제 2 기지국을 포함하는 통신 시스템에서 동작하는, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 디바이스의 신호 다이어그램이다.

도 4는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 통신 시스템에서 동작하는 디바이스를 보여주는 개략도이다.

도 5는 제 1 실시예의 기법을 사용하여 자신의 위치를 결정하는 제 1 실시예의 디바이스(D)의 개략도이다.

도 6은 엔티티들 사이의 신호의 이동 시간이 표시된, 제 1 기지국(BS1), 제 2 기지국(BS2) 및 디바이스(D)의 예시적인 레이아웃의 개략도이다.

도 7은 엔티티들 사이에서의 신호의 이동 시간의 추가적 세부사항을 포함하는, 도 3에 대응하는 신호 다이어그램이다.

도 8은 안테나 지연의 효과를 보여주는 디바이스에 대한 신호 다이어그램이다.

도 9는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 디바이스에 의해 수행되는 프로세스를 나타내는 흐름도이다.

도 10은 공지된 보관 시스템 내의 빈들의 복수 개의 스택을 수용하기 위한 프레임 구조체의 개략적인 사시도이다.

도 11은 도 10의 프레임워크 구조체의 일부의 개략적인 평면도이다.

도 12a 및 도 12b는 도 10 및 도 11의 프레임 구조체와 함께 사용되기 위한 로드 핸들러 디바이스의 일 형태의 전방 및 후방에서 각각 바라본 개략적인 사시도이고, 도 12c는 빈을 상승시킬 때 사용되는 공지된 로드 핸들러 디바이스의 개략적인 사시도이다.

도 13은 도 10 및 도 11의 프레임 구조체 상에 탑재된 도 12a, 도 12b 및 도 12c에 도시된 타입의 복수 개의 로드 핸들러 디바이스를 포함하는 공지된 보관 시스템의 개략 사시도이고, 보관 시스템은 복수 개의 드롭 오프 포인트와 출구 포트를 포함한다.

도 14는 도 10 및 도 11의 프레임 구조체 상에 탑재된 도 12a, 도 12b 및 도 12c에 도시된 타입의 복수 개의 로

드 핸들러 디바이스를 포함하는 공지된 보관 시스템의 개략도이고, 로드 핸들러 디바이스는 제 1 실시예의 디바이스를 사용하여 프레임 구조체에 대하여 자신의 위치를 결정한다.

도 15는 제 1 실시예에 대한 변경예에 따른 디바이스(D)의 개략도이다. 이러한 디바이스는 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 기지국을 사용하여, 제 1 실시예의 수정된 기법을 사용해서 비대칭 도달 시간차를 결정하도록 구성된다.

도 16은 도 15에 대응하는 신호 다이어그램이다. 이러한 도면은 다중응신(multireply) 기법을 채용하는 제 1 실시예에 따른 비대칭 도달 시간차의 수정된 기법의 추가적 세부사항을 포함한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0020] 제 1 실시예
- [0021] 도 3은 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 디바이스(D)를 도시한다. 디바이스(D)는 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2)을 포함하는 통신 시스템 내에 위치된다.
- [0022] 도 3에서 도시되는 바와 같이, 이러한 실시예에서 디바이스(D)는 신호를 기지국에 송신하지 않는다. 그 대신에, 디바이스(D)는 제 1 기지국 및 제 2 기지국 사이에서 송신되는 신호를 수신한다. 디바이스(D)는 도달 시간차(time difference of arrival; TDOA)를 기지국들 사이에서 송신되는 신호에 기반하여 계산한다.
- [0023] 좀 더 자세하게 설명하면, 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2)은 이격되게 배치된다. 일반적으로, 제 1 기지국(BS1)과 제 2 기지국(BS2) 사이의 거리는 디바이스(D)에 알려져 있지만, 반드시 그래야 하는 것은 아니다. 디바이스(D)의 위치는 기지국에 또는 디바이스(D) 자체에 알려져 있지 않다.
- [0024] 도 3에 도시된 바와 같이, 제 1 기지국의 왕복 시간  $R_{BS1}$ 은 제 1 신호(301)를 송신하는 것과 응답을 제 2 신호(302)의 형태로 제 2 기지국(BS2)으로부터 수신하는 것 사이의 시간이다. 더욱이, 제 1 기지국의 지연 시간  $D_{BS1}$ 은 제 2 신호(302)를 수신하는 것과 제 2 기지국(BS2)에 제 3 신호(303)를 송신하는 것 사이의 시간이다.
- [0025] 디바이스의 지연 시간  $D_0$ 는 제 1 신호(301)를 수신하는 것과 제 2 신호(302)를 수신하는 것 사이의 시간이다. 더욱이, 디바이스의 왕복 시간  $R_0$ 는 제 2 신호(302)를 수신하는 것과 제 3 신호(303)를 수신하는 것 사이의 시간이다.
- [0026] 선택적으로, 제 2 기지국의 지연 시간  $D_{BS2}$ 는 제 1 신호(301)를 수신하는 것과 제 2 신호(302)를 송신하는 것 사이의 시간이다. 더욱이, 제 2 기지국의 왕복 시간  $R_{BS2}$ 는 제 2 신호(302)를 송신하는 것과 제 3 신호(303)를 수신하는 것 사이의 시간이다.
- [0027] 좀 더 상세하게 설명하면, 제 1 기지국(BS1)은 제 1 신호(301)를 제 2 기지국(BS2)에 송신한다. 이해될 수 있는 것처럼, 신호는 여러 형태 중 하나를 취할 수 있고, 예를 들어 신호는 무선 주파수 송신, 광 송신, 음향, 초음파, 또는 신호가 제 1 기지국(BS1)으로부터 제 2 기지국(BS2)으로 송신되는 동안 디바이스(D)가 신호를 수신할 수 있는 임의의 다른 송신 수단일 수 있다.
- [0028] 제 1 신호(301)는 반드시 임의의 특정한 정보를 보유할 필요는 없고, 그 대신에 송신의 동작은 단지 도달 시간차를 결정하기 위해서 디바이스(D)에 의해 사용될 수도 있다. 그러나, 제 1 신호(301)는: 이것이 송신된 제 1 신호라는 것, 어떤 기지국으로부터 출발했는지, 어떤 기지국을 향해 송신되었는지, 제 1 신호(301)가 송신된 제 1 기지국(BS1)에서의 시간 중 임의의 것을 포함할 수도 있다. 제 1 신호(301)는 제 1 기지국(BS1)과 제 2 기지국(BS2) 사이의 거리를 트래버스하고 이러한 프로세스에서 디바이스(D)에 의해 수신된다.
- [0029] 선택적으로, 제 1 기지국(BS1)은 제 1 신호(301)의 송신이 발생된 시간을 기록할 수 있다. 대안적으로, 제 1 기지국(BS1)은 제 1 신호(301)의 송신이 발생할 때 타이머를 시작할 수 있다. 이와 유사하게, 디바이스(D)가 제 1 신호(301)를 수신하면, 디바이스는 제 1 신호(301)를 수신한 시간을 기록하거나 타이머를 시작할 수 있다. 제 2 기지국(BS2)이 제 1 신호(301)의 수신 시간을 기록할 필요가 없으며, 반면에 제 2 기지국(BS2) 이러한 시간을 기록하거나 타이머를 시작할 수 있다.
- [0030] 제 1 신호(301)를 수신한 제 2 기지국(BS2)은 응답을 제 2 신호(302)로서 제 1 기지국(BS1)에 송신하도록 구성된다. 제 2 신호(302)는 임의의 콘텐츠를 가질 필요가 없고, 단지 제 2 신호(302)를 디바이스(D)가 수신하기만 하면 도달 시간차를 결정하기에 충분하다. 그러나, 제 2 신호(302)는: 이것이 송신된 제 2 신호라는 것, 어떤

기지국으로부터 출발했는지, 어떤 기지국을 향해 송신되었는지, 또는 제 2 신호(302)가 송신된 제 2 기지국(BS2)에서의 시간 중 임의의 것을 포함할 수도 있다. 선택적으로, 제 2 신호(302)는 제 2 기지국(BS2)에서의 제 1 신호(301)의 수신 시간의 표시를 포함할 수 있다.

- [0031] 선택적으로, 제 2 신호(302)의 송신 시에 제 2 기지국(BS2)은, 제 2 신호(302)의 송신 시간을 기록하거나 제 1 신호(301)의 수신 시에 시작된 타이머를 중지시키도록 구성될 수 있다. 이러한 방식으로, 제 2 기지국(BS2)은 제 2 기지국의 지연 시간  $D_{BS2}$ 을 선택적으로 결정한다. 이러한 시간은, 제 1 신호(301)를 수신하고 제 2 신호(302)를 송신하는 동안 제 2 기지국(BS2)에 의해 초래된 지연을 표시한다.
- [0032] 선택적으로, 제 2 기지국(BS2)은 제 2 신호(302)의 송신 시간을 기록하거나 제 2 신호(302)의 송신 시에 타이머를 리셋하고 시작한다.
- [0033] 디바이스(D)는 제 2 신호(302)를 수신하고, 수신 시간을 기록하거나 제 1 신호(301)의 수신 시에 시작된 타이머를 정지시킬 수 있다. 이러한 방식으로, 디바이스(D)는 디바이스(D)가 제 1 신호(301)를 수신하는 것과 제 2 신호(302)를 수신하는 것 사이의 지연에 의해 초래된 디바이스의 지연시간  $D_D$ 를 측정한다. 추가적으로, 디바이스는 신호(302)의 수신 시간을 기록하거나 제 2 신호(302)의 수신 시에 타이머를 리셋하고 시작할 수 있다.
- [0034] 제 1 기지국(BS1)은 제 2 신호(302)를 수신한다. 선택적으로, 제 1 기지국(BS1)은 제 2 신호(302)의 수신 시간을 기록하거나 제 1 신호(301)의 송신 시에 시작된 타이머를 중지할 수 있다. 선택적으로, 제 1 기지국(BS1)은 제 1 기지국의 왕복 시간  $R_{BS1}$ 을 제 1 신호를 송신하는 것과 제 2 신호를 수신하는 것 사이의 시간으로서 측정할 수 있다. 더욱이, 제 1 기지국(BS1)은 선택적으로, 제 2 신호(302)를 수신한 시간을 기록하거나 타이머를 리셋 및 시작할 수 있다. 제 1 기지국(BS1)은 제 3 신호(303)를 제 2 기지국(BS2)에 송신함으로써 제 2 신호(302)에 응답한다.
- [0035] 선택적으로, 제 1 기지국(BS1)이 제 3 신호(303)를 송신할 때, 제 1 기지국(BS1)은 제 3 신호(303)를 송신한 시간을 기록하거나 제 2 신호(302)의 수신 시에 시작된 타이머를 중지할 수 있다. 이러한 방식으로, 제 1 기지국(BS1)은 제 2 신호(302)를 수신하는 것과 제 3 신호(303)를 송신하는 것 사이의 제 1 기지국의 지연 시간  $D_{BS1}$ 을 기록할 수 있다. 송신된 제 3 신호(303)는 선택적으로, 제 1 기지국의 측정된 왕복 시간  $R_{BS1}$  및 제 1 기지국의 측정된 지연 시간  $D_{BS1}$ 을 표시하는 정보를 포함할 수 있다.
- [0036] 디바이스(D)는 제 3 신호(303)를 수신하고, 제 3 신호(303)의 수신 시간을 기록하거나 제 2 신호(302)의 수신 시에 시작된 타이머를 중지할 수 있다. 이러한 방식으로, 디바이스(D)는 디바이스의 왕복 시간  $R_D$ 를 측정한다. 비한정적인 일 실시예에서, 후술되는 바와 같이, 디바이스(D)는 제 3 신호(303)에 포함될 수 있는 제 1 기지국의 측정된 왕복 시간  $R_{BS1}$  및 제 1 기지국의 측정된 지연 시간  $D_{BS1}$ 을 디코딩할 수 있다.
- [0037] 제 3 신호(303)는 제 2 기지국(BS2)에 의해 수신된다. 선택적으로, 제 2 기지국(BS2)은 제 3 신호(303)가 수신된 시간을 기록하거나 제 2 신호(302)의 송신 시에 시작된 타이머를 정지한다. 이러한 방식으로 제 2 기지국(BS2)은 제 2 기지국의 왕복 시간  $R_{BS2}$ 를 제 2 신호(302)를 송신하는 것과 제 3 신호(303)를 수신하는 것 사이의 시간으로서 측정할 수 있다.
- [0038] 선택적으로, 후술되는 바와 같이, 제 2 기지국(BS2)은 제 2 기지국의 측정된 지연 시간  $D_{BS2}$  및 제 2 기지국의 왕복 시간  $R_{BS2}$ 을 포함하는 제 4 신호(304)를 송신하도록 구성될 수 있다. 제 4 신호(304)는 제 2 기지국(BS2)이 제 3 신호(303)를 수신한 후의 임의의 시점에 송신된다는 것이 예상된다. 예를 들어, 제 4 신호(304)는 제 2 신호(302)로서 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2) 사이의 장래의 신호 교환 중에 송신될 수 있다.
- [0039] 디바이스(D)가 정확한 위치를 계속 결정하기 위해서는, 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2)이 전송된 제 1 내지 제 3 신호의 교환(exchange)을 반복적으로 송신해야 한다는 것이 이해될 것이다.
- [0040] 도 4와 관련하여, 디바이스(D)의 상세한 동작이 이제 설명될 것이다. 특히, 디바이스(D)는 수신 유닛(401), 지연 시간 측정 유닛(402), 왕복 시간 측정 유닛(403), 기지국 타이밍 유닛(404) 및 계산 유닛(405)을 포함한다. 선택적으로, 디바이스(D)는 송신 유닛(406), 평균화 유닛(407) 및/또는 결정 유닛(408) 중 임의의 것을 더 포함할 수 있다.
- [0041] 도 3과 관련하여, 수신 유닛(401)은 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2) 각각에 의해 송신된 신호를 수신하

도록 구성된다. 특히, 수신 유닛(401)은 제 1 신호(301), 제 2 신호(302) 및 제 3 신호(303)를 수동적인 방식으로 수신하도록 구성된다. 좀 더 구체적으로는, 수신 유닛(401)은 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2) 사이에서 또는 그 반대로 송신되는 그러한 신호를 인터셉트한다.

[0042] 더욱이, 수신 유닛(401)은 제 4 신호(304)를 수신하도록 더 구성될 수 있다. 이해될 수 있는 것처럼, 수신 유닛(401)은 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2) 각각에 의해 송신된 신호들의 타이밍을 수신하는 형태를 취하도록 구현된다. 예를 들어, 신호가 무선 주파수 신호이면, 수신 유닛(401)은 무선 주파수 신호를 수신하도록 구성될 것이다. 이와 유사하게, 신호가 광 신호이면, 수신 유닛(401)은 광 신호를, 예를 들어 포토다이오드를 사용하여 수신하도록 구성될 것이다. 수신된 신호가 신호, 예를 들어 신호가 제 1 신호(301), 제 2 신호(302) 또는 제 3 신호(303)인지에 대한 넘버링 정보를 포함하는 경우, 수신 유닛(401)은 어떤 신호가 수신되었는지 결정한 후 수신된 신호의 표시를 적절할 때 지연 시간 측정(402) 및 왕복 시간 측정 유닛(403)에 제공하도록 더 구성될 수 있다는 것이 예상된다. 특히, 지연 시간 측정 유닛(402)은 제 1 신호(301) 및 제 2 신호(302)의 표시를 수신하도록 구성된다. 왕복 시간 측정 유닛(403)은 제 2 신호(302) 및 제 3 신호(303)의 표시를 수신하도록 구성된다.

[0043] 이와 유사하게, 제 1, 제 2 또는 제 3 신호가 송신 또는 수신 시간에 대한 정보를 포함한다면, 예를 들어 제 1 신호(301)가 제 1 기지국(BS1)으로부터의 제 1 신호(301)의 송신 시간을 표시하는 정보를 포함한다면, 수신 유닛(401)은 송신 시간 정보를 디코딩하고 이것을 기지국 타이밍 유닛(404)에 전달하도록 구성된다. 이와 유사하게, 제 3 신호(303)가 제 1 기지국(BS1)에서의 제 2 신호(302)의 수신 시간을 표시하는 정보를 포함하고, 제 3 신호(303)가 제 1 기지국(BS1)으로부터의 제 3 신호(303)의 송신 시간을 표시하는 정보를 포함하면, 수신 유닛(401)은 시간 표시를 디코딩하고 이것을 기지국 타이밍 유닛(404)에 전달하도록 구성된다.

[0044] 선택적으로, 제 2 신호(302)는 제 2 기지국(BS2)에서의 제 1 신호(301)의 수신 시간의 표시 및 제 2 기지국(BS2)에서의 제 2 신호(302)의 송신 시간의 표시를 포함할 수 있다. 따라서, 수신 유닛(401)은 그러한 표시들을 디코딩하고 이것을 기지국 타이밍 유닛(404)에 전달하도록 구성될 수 있다. 이와 유사하게, 선택적으로, 송신된 제 4 신호(304)는 제 2 기지국(BS2)에서의 제 3 신호(303)의 수신 시간의 표시를 포함할 수 있고, 따라서 수신 유닛(401)은 이러한 표시를 디코딩하고 이것을 기지국 타이밍 유닛(404)에 전달하도록 구성될 수 있다.

[0045] 지연 시간 측정 유닛(402)은 제 1 신호(301) 및 제 2 신호(302)를 표시하는 정보를 수신하고, 디바이스의 지연 시간  $D_0$ 를 제 1 신호(301)를 수신하는 것과 제 2 신호(302)를 수신하는 것 사이의 시간량으로서 측정하도록 구성된다. 비한정적인 일 예에서, 지연 시간 측정 유닛(402)은 제 1 신호(301)가 수신된 시간을 기록하도록 구성될 수 있다. 이러한 관점에서, 기록된 시간은 제 1 신호(301)가 수신되는 디바이스(D)에 국지적인 시간일 것이다. 지연 시간 측정 유닛(402)은 제 2 신호(302)가 수신되는 시간을 기록하도록 더 구성될 것이다. 다르게 말하면, 시간은 제 2 신호(302)가 수신되는 디바이스(D)에 국지적인 시간이다. 따라서, 지연 시간 측정 유닛(402)은 제 2 신호(302)의 수신 시간을 제 1 신호(301)의 수신 시간에서 감산함으로써 디바이스의 지연시간  $D_0$ 를 결정하도록 구성된다. 대안적으로, 다른 비한정적인 예에서, 지연 시간 측정 유닛(402)은 제 1 신호(301)가 수신될 때 타이머를 리셋하고 시작하도록 구성될 수 있다. 지연 시간 측정 유닛(402)은 제 2 신호(302)가 수신될 때 타이머를 정지하도록 더 구성될 수 있다. 이러한 방식으로, 타이머의 값은 디바이스의 지연시간  $D_0$ 의 값이 된다.

[0046] 왕복 시간 측정 유닛(403)은 제 2 신호(302) 및 제 3 신호(303)를 표시하는 정보를 수신하고, 디바이스의 왕복 시간  $R_0$ 를 제 2 신호(302)를 수신하는 것과 제 3 신호(303)를 수신하는 것 사이의 시간량으로서 측정하도록 구성된다. 비한정적인 일 예에서, 왕복 시간 측정 유닛(403)은 제 2 신호(302)가 수신된 시간을 기록하도록 구성될 수 있다. 이러한 관점에서, 기록된 시간은 제 2 신호(302)가 수신되는 디바이스(D)에 국지적인 시간일 것이다. 왕복 시간 측정 유닛(403)은 제 3 신호(303)가 수신되는 시간을 기록하도록 더 구성될 것이다. 다르게 말하면, 시간은 제 3 신호(303)가 수신되는 디바이스(D)에 국지적인 시간이다. 따라서, 왕복 시간 측정 유닛(403)은 제 3 신호(303)의 수신 시간을 제 2 신호(302)의 수신 시간에서 감산함으로써 디바이스의 왕복 시간  $R_0$ 를 결정하도록 구성된다. 대안적으로, 다른 비한정적인 예에서, 왕복 시간 측정 유닛(403)은 제 2 신호(302)가 수신될 때 타이머를 리셋하고 시작하도록 구성될 수 있다. 왕복 시간 측정 유닛(403)은 제 3 신호(303)가 수신될 때 타이머를 정지하도록 더 구성될 수 있다. 이러한 방식으로, 타이머의 값은 디바이스의 왕복 시간  $R_0$ 의 값이 된다.

- [0047] 기지국 타이밍 유닛(404)은 제 1 기지국(BS1) 왕복 시간  $R_{BS1}$  및 제 1 기지국(BS1) 지연 시간  $D_{BS1}$ 을 적어도 하나의 수신된 신호에 기반하여 결정하도록 구성된다. 예를 들어, 수신된 제 1, 제 2 및 제 3 신호에 기반하여, 결정 유닛은 제 1 기지국(BS1) 왕복 시간  $R_{BS1}$  및 제 1 기지국(BS1) 지연 시간  $D_{BS1}$ 을 결정하도록 구성된다.
- [0048] 비한정적인 일 예에서, 제 1 기지국(BS1) 왕복 시간  $R_{BS1}$  및 제 1 기지국(BS1) 지연 시간  $D_{BS1}$ 은 제 3 신호(303)에 있는 시간 정보에 기반하여 결정된다. 제 1 기지국(BS1)에 의해 송신된 제 3 신호(303)는 제 1 기지국(BS1) 왕복 시간  $R_{BS1}$  및 제 1 기지국(BS1) 지연 시간  $D_{BS1}$ 을 표시하는 정보를 포함할 수 있고, 그러면 기지국 타이밍 유닛(404)은 제 3 신호(303)에 있는 정보를 디코딩하도록 구성된다. 이러한 방식으로, 제 1 기지국(BS1)은 제 1 기지국(BS1), 제 2 기지국(BS2) 및 디바이스(D)에 걸쳐 동기화된 클럭을 요구하지 않고서, 디바이스(D)에게 제 1 기지국(BS1) 왕복 시간  $R_{BS1}$  및 제 1 기지국(BS1) 지연 시간  $D_{BS1}$ 을 제공한다. 선택적으로, 제 4 신호(304)가 기지국 타이밍 유닛(404)에 의해 수신되고 제 2 기지국(BS2) 왕복 시간  $R_{BS2}$  및 제 2 기지국(BS2) 지연 시간  $D_{BS2}$ 를 표시하는 정보를 포함하면, 기지국 타이밍 유닛(404)은 제 4 신호(304)에 있는 정보를 디코딩하도록 구성된다.
- [0049] 비한정적인 다른 예에서, 제 1 기지국(BS1) 왕복 시간  $R_{BS1}$  및 제 1 기지국(BS1) 지연 시간  $D_{BS1}$ 은 제 3 신호(303) 내의 시간 정보에 기반하여 결정된다. 제 1 신호(301)는 제 1 기지국(BS1)으로부터의 제 1 신호(301)의 송신 시간을 표시하는 정보를 포함할 수 있고, 제 3 신호는 제 1 기지국(BS1)에서의 제 2 신호(302)의 수신 시간을 표시하는 정보 및 제 1 기지국(BS1)으로부터의 제 3 신호(303)의 송신 시간을 표시하는 정보를 포함할 수 있다. 기지국 타이밍 유닛(404)은 이러한 표시들을 수신하고 제 1 기지국(BS1) 왕복 시간  $R_{BS1}$  및 제 1 기지국(BS1) 지연 시간  $D_{BS1}$ 을 이러한 표시에 기반하여 계산하도록 구성된다. 특히, 기지국 타이밍 유닛(404)은 제 1 기지국(BS1) 왕복 시간  $R_{BS1}$ 을 제 2 신호(302)의 수신 시간의 표시 및 제 1 신호(301)의 송신 시간의 표시 사이의 차로서 계산하도록 구성된다. 이러한 방식으로 제 1 기지국(BS1) 왕복 시간  $R_{BS1}$ 이 디바이스(D)에 의해 제 1 기지국(BS1)의 시간-베이스에서 계산되고, 따라서 동기화된 클럭이 제 1 기지국(BS1), 제 2 기지국(BS2) 및 디바이스(D)에 걸쳐 요구되지 않는다. 이와 유사하게, 기지국 타이밍 유닛(404)은 제 1 기지국(BS1) 지연 시간  $D_{BS1}$ 을 제 3 신호(303)의 송신 시간의 표시 및 제 2 신호(302)의 수신 시간의 표시 사이의 차로서 계산하도록 구성된다. 이러한 방식으로, 관련된 왕복 시간 및 지연 시간이, 제 1 기지국(BS1)이 아니라 디바이스(D)에 의해 계산된다.
- [0050] 선택적으로, 제 2 신호(302)는 제 1 신호(301)의 제 2 기지국(BS2)에서의 수신 시간 및 제 2 신호(302)의 제 2 기지국(BS2)으로부터의 송신 시간을 포함할 수 있다. 더욱이, 제 3 신호(303)의 제 2 기지국(BS2)에서의 수신 시간의 표시를 포함하는 선택적인 제 4 신호(304)가 디바이스(D)에 의해 수신될 수 있다. 이러한 예에서, 기지국 타이밍 유닛(404)은 제 2 기지국(BS2) 왕복 시간  $R_{BS2}$  및 제 2 기지국(BS2) 지연 시간  $D_{BS2}$ 를 계산하도록 구성될 수 있다. 특히, 제 2 기지국(BS2) 지연 시간  $D_{BS2}$ 은 제 2 신호(302)의 송신 시간의 표시 및 제 1 신호(301)의 수신 시간의 표시 사이의 차로서 계산될 수 있다. 더욱이, 제 2 기지국(BS2) 왕복 시간  $R_{BS2}$ 은 제 3 신호(303)의 수신 시간의 표시 및 제 2 신호(302)의 송신 시간 사이의 시간차로서 계산될 수 있다. 이러한 방식으로, 관련된 왕복 시간 및 지연 시간이, 제 2 기지국(BS2)이 아니라 디바이스(D)에 의해 계산된다.
- [0051] 기지국 타이밍 유닛(404)은 이러한 신호로부터, 정보가 인코딩된 관련된 포맷으로 정보를 디코딩하도록 구성된다. 예를 들어, 신호가 맨체스터 인코딩 디지털 데이터를 인코딩하기 위해서 주파수 변조에 의존한다면, 기지국 타이밍 유닛(404)은 맨체스터 인코딩 디지털 데이터를 주파수 변조로부터 추출한 후 맨체스터 인코딩으로부터 디지털 데이터를 추가적으로 추출함으로써, 디지털 데이터를 디코딩하도록 구성된다. 다른 형태의 변조 및 인코딩이 구현될 수 있고, 기지국 타이밍 유닛(404)이 디지털 또는 아날로그 데이터를 복조 및 디코딩하도록 구성된다는 것이 예상된다.
- [0052] 계산 유닛(405)은 디바이스의 지연시간  $D_0$ 를 지연 시간 측정 유닛(402)으로부터, 디바이스의 왕복 시간  $R_0$ 를 왕복 시간 측정 유닛(403)으로부터, 그리고 제 1 기지국의 지연 시간  $D_{BS1}$  및 제 1 기지국의 왕복 시간  $R_{BS1}$ 의 표시를 기지국 타이밍 유닛(404)으로부터 수신하도록 구성된다. 이러한 수신된 표시에 기반하여, 계산 유닛(405)은 제 1 도달 시간차를 계산하도록 구성된다. 도 5를 참조하여 후술되는 바와 같이, 계산된 제 1 도달 시간차는 디바이스(D)를 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2) 사이의 쌍곡선에 위치시킨다. 본 발명의 발명자들은 그

들의 접근법을 "비대칭 도달 시간차(Asymmetric Time Difference of Arriva; ATDOA)"라고 명명했는데, 그 이유는 이러한 접근법이 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2) 사이에서의 비대칭 시그널링에 의존하기 때문이고, 제 1 기지국(BS1)은 두 신호(제 1 신호(301) 및 제 3 신호(303))를 송신하는 반면에 제 2 기지국(BS2)은 하나의 신호(제 2 신호(302))만을 송신한다.

[0053] 비한정적인 실시예에서, 제 1 도달 시간차는 지연 시간 측정 유닛(402)으로부터의 디바이스의 지연시간  $D_0$ , 왕복 시간 측정 유닛(403)으로부터의 디바이스의 왕복 시간  $R_0$  및 기지국 타이밍 유닛(404)으로부터의 제 1 기지국의 지연 시간  $D_{BS1}$  및 제 1 기지국의 왕복 시간  $R_{BS1}$ 의 표시, 광속 및 제 1 기지국(BS1)과 제 2 기지국(BS2) 사이의 거리의 표시에 기반하여 계산된다. 이해될 수 있는 것처럼, 광속은 제 1 기지국(BS1), 제 2 기지국(BS2) 및 디바이스(D)가 동작하는 매질에 따라 달라지고, 따라서 광속에 기반한 계산은 디바이스(D)가 동작하는 환경에 기반하여 맞춤화된다. 바람직하게는, 이러한 비한정적인 실시예는, 물리적 거리를, 예를 들어 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2)에 대해 1차원, 2차원 또는 3 차원의 공간에서 미터로 측정된 위치로서 결정하는 능력을 가지는 디바이스(D)를 제공한다.

[0054] 더욱이, 제 1 기지국(BS1)과 제 2 기지국(BS2) 사이의 거리의 표시는 여러 방식으로 발견될 수도 있다. 예를 들어, 거리는 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2)을 설치할 때 결정될 수 있고, 거리는 임의의 수동 수단으로 측정될 수 있고, 디바이스(D)는 측정된 거리로 프로그래밍된다. 그 대신에 또는 추가적으로, 거리는 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2)이 동작하게 되면, 발명의 배경 부분에서 설명된 거리측정 알고리즘(예를 들어, ATWR 기법)과 같은 거리 탐색 수단을 사용하여 측정될 수 있다. 이러한 방식으로, 디바이스(D)는 제 1 기지국(BS1)과 제 2 기지국(BS2) 사이의 거리의 표시를 포함하는 다른 신호(미도시)에 의해 정보를 받을 수 있다.

[0055] 도 5와 관련하여, 2 차원의 예에서의 비대칭 도달 시간차 ATDOA를 사용한 위치설정이 도시된다. 전술된 바와 같이, 각각의 ATDOA 측정의 결과, 디바이스(D)를 두 기지국 교환 신호들 사이의 쌍곡선에 위치시키게 된다. 도시된 예에서, 세 개의 ATDOA 측정이 디바이스(D)에 의하여 BS1 및 BS2 사이, BS2 및 BS3 사이, 및 BS1 및 BS3 고정 기지국 사이에서 이루어지는데, 그러면 쌍곡선들(501, 502 및 503)의 인터섹션에 의해서 가동 디바이스(D)의 위치를 식별할 수 있게 된다.

[0056] 특히, 곡선 501은 BS1 및 BS2 로부터의 측정된 ATDOA에 기반하는, 디바이스(D)의 가능한 ATDOA 위치(다르게 말하면, 쌍곡선)에 관한 것이다. 이와 유사하게, 곡선 502는 BS2 및 BS3 로부터의 측정된 ATDOA에 기반하는, 디바이스(D)의 가능한 ATDOA 위치에 관한 것이다. 이와 유사하게, 곡선 503은 BS1 및 BS3 로부터의 측정된 ATDOA에 기반하는, D의 가능한 ATDOA 위치에 관한 것이다.

[0057] 알려진 위치의 단일 기지국로부터 범위를 측정하는 것이 아니라, 비대칭 도달 시간차 ATDOA는 제 1 기지국(BS1)으로부터 모르는 위치의 디바이스(D)까지와 제 2 기지국(BS2)으로부터 동일한 디바이스(D)까지의 이동 시간차(신호 전파 시간)를 계산하기 위해서, 알려진 위치의 두 개의 기지국(제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2))에 의존한다. 이러한 측정은 디바이스(D)를 쌍곡선면에 배치하기 위해서 사용될 수 있고(3차원에서), 기지국의 상이한 쌍 및 동일한 디바이스(D)로부터의 이러한 관측치가 여러 개 있으면, 결과적인 표면의 교점을 취하면 위치가 결정된다.

[0058] 본 발명의 발명자들은, 공지된 위치설정 시스템에 비해서 ATDOA가 다음의 장점을 가진다는 것을 인식했다:

[0059] - 디바이스(D)(모르는 위치의 디바이스)가 ATDOA 측정치를 수집하기 위해서 메시지를 송신할 필요가 없고, 따라서 자신의 위치를 스스로 계산할 수 있다.

[0060] - 이러한 시스템의 확장가능 특성이 더 유리해진다 - 디바이스들의 세트가 조밀하면, 통신 기지국의 더 작은 세트가 존재할 경우의 통신이 없이도 그들의 위치가 위치결정될 수 있다.

[0061] - 어떤 구역 내에 더 많은 디바이스를 추가해도 위치 탐색(추가적인 기지국에 대한)을 지원하기 위해서 임의의 추가적인 기반구조가 필요가 없고, 추가적 통신 오버헤드가 없으며, 임의의 다른 디바이스에 대한 레이턴시가 추가되지 않는다.

[0062] - 이러한 기법은, 통상적인 결정 클록의 경우에도 클록 오차에 탄력적이다.

[0063] 특히, ATDOA는 클록 오차에 대해서, 특히 정확한 ATDOA 측정을 생성하기 위해서 온도 보상된 수정 발진기(TCXO)가 필요하지 않는 지점까지 견실하다 - 초기 프로토타입에서의 15cm까지 정확한 측정들은, 결정 클록(전력 소

모가 더 효율적이고, 저렴하며 더 쉽게 입tn가능함)을 사용하면 충분하다는 것을 제안한다. 이러한 사실은, 클록 오차가 프로토타입 시스템의 판독치에 있는 노이즈에 실질적으로 기여하지 않을 것이라고 제안하는 아래의 수학적 분석에 의해 더욱 뒷받침된다.

[0064] 후속하는 내용은 본 발명의 제 1 실시예의 디바이스(D)에 관하여 이전에 설명된 바와 같은 비대칭 도달 시간차(ATDOA) 기법의 수학적 분석을 개시한다.

[0065] 후속하는 분석에서, 세 개의 엔티티인 제 1 기지국(BS1), 제 2 기지국(BS2) 및 디바이스(D)가 셋업되는데, c는 신호의 전파 속도이고, 통상적으로 광속에 대응한다. 특히, 도 6을 참조하면, 엔티티들 각각 사이에서의 신호의 이동 시간은 다음과 같이 정의되는 u, v 및 t로 표시된다:

$$\begin{aligned} u &= \frac{1}{c} \|BS1 - D\| \\ v &= \frac{1}{c} \|D - BS2\| \\ t &= \frac{1}{c} \|BS1 - BS2\| \end{aligned} \tag{1}$$

[0066]

[0067] 이러한 명명법에서, BS1 및 BS2 사이에서의 D에서의 도달 시간차(TDOA)  $\tau$ 는 다음과 같이 규정된다:

$$\tau = u - v$$

[0068]

[0069] TDOA에 대한 후속 설명되는 계산은 클록 드리프트에 대해서 견실하기도 하고 안테나 지연을 교정하기 위한 양호한 속성을 가진다.

[0070] 분석 목적은  $w = t + u - v$ 의 정확한 측정치를 얻는 것이다. 도 7은 도 3에 대응하지만 엔티티들 각각 사이에 표시된 신호의 이동 시간을 표시한다. 공지된 시간 t 및 w의 정확한 근사화를 사용하면, BS1 및 BS2 사이의 D에서의 TDOA  $\tau$ 의 정확한 근사화가 획득될 수 있다.

[0071] 도 7을 참조하면, 다음의 수학적식들이 유도된다:

$$R_{BS1} = D_D + u + (t - v) = D_D + w \tag{2}$$

$$R_D = D_{BS1} + (t - v) + u = D_{BS1} + w \tag{3}$$

[0074]  $R_{BS1}$  및  $R_D$ 의 곱을 수학적식 2 및 3으로부터 취하면 다음이 된다:

$$\begin{aligned} R_{BS1}R_D &= (D_D + w)(D_{BS1} + w) \\ \Rightarrow R_{BS1}R_D - D_{BS1}D_D &= w(D_D + D_{BS1} + w) \\ \Rightarrow w &= \frac{R_{BS1}R_D - D_{BS1}D_D}{D_D + D_{BS1} + w} \end{aligned} \tag{4}$$

[0075]

[0076] 수학적식 2 및 3 각각으로부터, w에 대한 두 형태인  $w_{BS1}$  및  $w_D$ 가 얻어진다:

$$w_{BS1} = \frac{R_{BS1}R_D - D_{BS1}D_D}{R_{BS1} + D_{BS1}} \tag{5}$$

[0077]

$$w_D = \frac{R_{BS1}R_D - D_{BS1}D_D}{R_D + D_D} \tag{6}$$

[0078]

[0079] 그러면  $w_{BS1}$  및  $w_D$ 에 대한 정확한 근사화가 주어지면 t를 빼냄으로써(수학적식 1로부터)  $\tau$ 에 대한 정확한 근사화를 복원하는 것이 쉬워진다.

[0080] 클록 드리프트에 대한 견실성에 대해서는, 본 명세서에서 원용에 의해 통합되는, Neiryck 등의 2016년 10월 21일자 "An Alternative Double-Sided Two-Way Ranging Method" 에서 개시된 것과 같은 명명법을 활용하면서 클록 드리프트에 대한 후속하는 분석이 수행된다. 디바이스(D), 제 1 기지국(BS1), 제 2 기지국(BS2)이  $e_D$ ,

$e_{BS1}$ ,  $e_{BS2}$  ppm(parts per million)까지 정확한 클록을 가진다고 가정하고, 측정된 간격 대 실제 간격에 대한 영향을 고려하는데, 여기에서, 예를 들어  $\hat{R}_D$ 는  $R_D$ 의 측정된 형태이다.

[0081] 편의상,  $k_D = 1 + e_D$  라고 쓰고, 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2) 각각에 대해서도 유사하다.

[0082] 우선,  $w_{BS1}$ 의 측정을 살펴본다.

$$\begin{aligned} \hat{w}_{BS1} &= \frac{\hat{R}_{BS1}\hat{R}_D - \hat{D}_{BS1}\hat{D}_D}{\hat{R}_{BS1} + \hat{D}_{BS1}} \\ &= \frac{(k_{BS1}R_{BS1})(k_DR_D) - (k_{BS1}D_{BS1})(k_DD_D)}{(k_{BS1}R_{BS1}) + (k_{BS1}D_{BS1})} \quad (7) \\ &= \frac{k_{BS1}k_D}{k_{BS1}} \frac{R_{BS1}R_D - D_{BS1}D_D}{R_{BS1} + D_{BS1}} = k_D w_{BS1} \end{aligned}$$

[0083]  $\implies \hat{w}_{BS1} - w_{BS1} = e_D w_{BS1}$

[0084] 대안적으로,  $w_D$ 의 측정을 살펴본다.

$$\begin{aligned} \hat{w}_D &= \frac{\hat{R}_{BS1}\hat{R}_D - \hat{D}_{BS1}\hat{D}_D}{\hat{R}_D + \hat{D}_D} \\ &= \frac{(k_{BS1}R_{BS1})(k_DR_D) - (k_{BS1}D_{BS1})(k_DD_D)}{(k_DR_D) + (k_DD_D)} \quad (8) \\ &= \frac{k_{BS1}k_D}{k_D} \frac{R_{BS1}R_D - D_{BS1}D_D}{R_D + D_D} = k_{BS1} w_D \end{aligned}$$

[0085]  $\implies \hat{w}_D - w_D = e_{BS1} w_D$

[0086] 그러므로,  $w_{BS1}$  및  $w_D$  양자 모두의 자릿수가 작으면, 클록 오차  $e_D$  및  $e_{BS1}$  각각에 기인한 오차  $(\hat{w}_{BS1} - w_{BS1})$  및  $(\hat{w}_D - w_D)$  가 상대적으로 작다.

[0087] 구체적으로 설명하면,  $w = t + u - v$ 의 정의는  $w_{BS1}$  및  $w_D$ 가 100 미터를 커버하는 시스템의 경우 약  $10^{-6}$ 이어야 한다는 것을 암시한다.  $\pm 20$  ppm(IEEE 802.15.4a 표준에서도 규정된 바와 같음)까지 정확한 표준 결정 클록의 경우, 오차는 대략 다음과 같다.

[0088]  $\pm e w = \pm(20 \times 10^{-6})(10^{-6}) = \pm 2 \times 10^{-13} \text{ seconds} = \pm 6 \times 10^{-5} \text{ metres}$

[0089] 클록 오차의 이러한 모델은 밀리미터 미만의 정확도를 제안하지만, 실제의 경우 이것은, 이러한 알고리즘이 있는 이러한 시스템에서의 클록 오차가 측정의 정확도에 영향을 주지 않을 것이라는 것을 암시한다.

[0090] 안테나 지연의 영향을 고려하고 신호 레벨 바이어스를 수신하는 것도 역시 중요하다. 좀 더 구체적으로는, UWB 위치설정 스킴의 성능에 대한 하나의 추가적 쌍의 인자는 송신 및 수신 안테나 지연이다. 이러한 개념이 본 명세서에서 원용에 의해 통합되는, Decawave의 "APS014: Antenna Delay Calibration of DW1000, APS012: DW1000 Production Tests, APS011: Sources of error in TWR schemes"에 개시된다. 안테나 지연을 넘어, 수신 신호 레벨(Receive Signal Level; RSL)의 추가적인 영향도 존재한다.

[0091] 도 8과 관련하여, 디바이스 D, 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2) 간격에 의해 측정된 간격에 대한 안테나 지연의 영향을 결정하는 것이 중요하다. 각각 디바이스 D에 대한 송신 및 수신 안테나 지연인 두 개의 파라미터  $\alpha_D^{TX}$  및  $\alpha_D^{RX}$ 를 각각 고려하는데, 이들은 메시지에 대해 요청된 송신 시간 및 이것이 전송된 실제 시간, 또는 메시지의 실제 수신 시간과 이것이 수신된 것으로 표시된 시간 중 하나 사이의 지연을 비공식적으로 표현한다. 동시에, 제 1 기지국(BS1)에 대한  $\alpha_{BS1}^{TX}$  및  $\alpha_{BS1}^{RX}$ 과 제 2 기지국(BS2)에 대한  $\alpha_{BS2}^{TX}$  및  $\alpha_{BS2}^{RX}$ 를 고려한다. 분

석은 이제 이들 중 어느 것이 교정을 요구할 것인지를 고려할 것이다.

[0092] 아래의 명명법에서, 변수 위의 틸드(예를 들어  $\tilde{t}$ )는 이것이 안테나 지연을 고려하는 시스템에 의한 변수의 측정치라는 것을 표시하기 위하여 사용된다. 이하, 파라미터  $\alpha_{BS1}^{TX}$  및  $\alpha_{BS1}^{RX}$ 를 고려하면서 제 1 기지국(BS1)에 의한 간격 I의 측정의 영향을 검사한다.

[0093]메시지 요청이 시간  $\sim t_{TX}$ 에 제 1 기지국(BS1)으로부터 전송된다고 가정한다.  $\alpha_{BS1}^{TX}$ 의 지연 후에 메시지가 실제로 전송되었다고 가정하고, 따라서 다음이 된다.

[0094] 
$$t_{TX} = \tilde{t}_{TX} + \alpha_{BS1}^{TX}$$

[0095]또한, 메시지가 그 후에 제 1 기지국(BS1)에 시간  $t_{RX}$ 에서 수신되지만,  $\alpha_{BS1}^{RX}$ 의 수신 안테나 지연에 기인하여, 해당 메시지의 수신은  $\tilde{t}_{RX}$ 까지는 표시되지 않고, 따라서 다음이라고 가정한다.

[0096] 
$$t_{RX} = \tilde{t}_{RX} - \alpha_{BS1}^{RX}$$

[0097]도 8을 참조하면, 측정된 지속기간  $\tilde{I}$ 가 실제 지속기간과 비교되고, 따라서 다음이 된다.

$$\begin{aligned} \tilde{I} &= \tilde{t}_{RX} - \tilde{t}_{TX} \\ &= (t_{RX} - t_{TX}) + (\alpha_{BS1}^{RX} + \alpha_{BS1}^{TX}) \\ &= I + \alpha_{BS1} \end{aligned} \tag{9}$$

[0098] □

[0099]여기에서

[0100] 
$$\alpha_{BS1} = \alpha_{BS1}^{TX} + \alpha_{BS1}^{RX}$$

[0101]는 제 1 기지국(BS1)에 대한 복합 안테나 지연이다.

[0102]이와 유사하게, 처음 제 1 기지국(BS1)에 수신된 메시지와 제 1 기지국(BS1)에서 그 다음 송신된 메시지 사이의 간격  $I'$ 의 측정  $\tilde{I}'$ 을 검사한다:

[0103] 
$$I' = \tilde{I}' - \alpha_{BS1}$$

[0104]두 개의 수신 타임스탬프들 사이의 제 1 기지국(BS1)에서의 간격 측정의 경우에, 안테나 지연이 없다는 것에 주의한다(적어도, 온도의 작은 영향이 고려/모델링되지 않는다면). 간격 측정이 두 개의 송신 타임스탬프들 사이라면 동일한 관찰이 적용된다.

[0105]더욱이, ATDOA에서의 안테나 지연과 관련하여, 동일한 안테나 지연 간격 측정 분석이, 복합 안테나 지연  $\alpha_{BS2}$  및  $\alpha_D$  각각이 있는 ATDOA 스킴에서의 제 2 기지국(BS2) 및 디바이스(D)에 적용된다.

[0106]그러면,  $w_D$ 에 대하여, 수학적 6에 따라서 그 측정  $\tilde{w}_D$ 를 고려하기로 한다. 안테나 지연의 영향을 제 1 기지국(BS1) 및 디바이스(D)에서 측정된 간격에 대입한다.

$$\begin{aligned}\tilde{w}_D &= \frac{\tilde{R}_{BS1}\tilde{R}_D - \tilde{D}_{BS1}\tilde{D}_D}{\tilde{R}_D + \tilde{D}_D} \\ &= \frac{(R_{BS1} + \alpha_{BS1})R_D - (D_{BS1} - \alpha_{BS1})D_D}{R_D + D_D} \\ &= \frac{(R_{BS1}R_D - D_{BS1}D_D) + \alpha_{BS1}(R_D + D_D)}{R_D + D_D}\end{aligned}\tag{10}$$

[0107] =  $w_D + \alpha_{BS1}$

[0108] 이로부터, 이러한 시스템에 대한 안테나 지연을 교정하는 것은 간단해야 한다: 제 1 기지국(BS1), 제 2 기지국(BS2), 및 디바이스(D)를 포함하는 시스템에서는, 안테나 지연을 관리하기 위해서 BS1에서의 복합 안테나 지연인  $\alpha_{BS1}$ 의 교정만이 필요하다. 그러면,  $\alpha_{BS1}$ 이 제 1 기지국(BS1), 제 2 기지국(BS2) 및 디바이스(D)를 알려진 위치에 배치하고, 많은 측정치들을 평균화하며, 수학적 10으로부터 얻어지는 선형 방정식을 풀어냄으로써 쉽게 얻어진다는 것에 주의한다.

[0109] ATDOA가, 하나의 엔티티만 교정이 필요한 안테나 지연 교정에 관하여 ATWR보다 유리한 속성을 가진다는 것에 주의해야 한다. 구체적으로 설명하면, ATDOA에서는 디바이스(D)가 교정을 요구하지 않는다. 예를 들어, 엔티티는 디바이스(D), 제 1 기지국(BS1) 또는 제 2 기지국(BS2) 중 하나일 수 있다.

[0110] 또한, ATWR에서 안테나 지연에 대한 교정은, 본 명세서에서 원용에 의해 통합되는 문서 "APS014 Application Note Antenna Delay Calibration of DW1000-based Products and Systems", 버전 1.01에서 2014년에 Decawave에 의해 개시된 방정식을 풀기 위해서, 세 엔티티들이 삼각형 형식으로 등거리에 배치되어야 하고 엔티티들의 쌍들 각각 사이에서 ATWR 기법을 실행할 것을 요구한다. 반면에, ATDOA에 대한 교정은 불필요한 엔티티나 더 복잡한 연립방정식을 푸는 것을 요구하지 않는다는 것에 주의해야 한다.

[0111] 본 명세서에 원용에 의해 통합되는, Decawave 저 "APS014: Antenna Delay Calibration of DW1000, APS012: DW1000 Production Tests, APS011: Sources of error in TWR schemes, Decawave Documentation"에 따른 수신 신호 레벨 RSL 바이어스에 관하여, "정확한 값과 비교할 때 수신된 신호 레벨 RSL과 함께 변하는 바이어스가 보고된 타임-스탬프에서 관찰될 수 있다". 그러므로, 제 1 기지국(BS1), 제 2 기지국(BS2) 및 디바이스(D)에 대하여, RSL 바이어스 함수  $\delta_{BS1}(x)$ ,  $\delta_{BS2}(x)$  및  $\delta_D(x)$ 가 존재한다고 가정하는 것이 가능하고,  $x$ 는 RSL이다 (또는 대안적으로, 고정된 셋업 및 남용하는(abusing) 명명법의 경우,  $x$ 는 신호가 BS1, BS2, 또는 D 각각으로 전송되는 소스인 엔티티이다).

[0112] 이제 모델을  $\tilde{w}_D$ 에 대해서 확장시켜, 다음의 개정된 수학적식을 관찰한다:

$$\begin{aligned}\tilde{R}_{BS1} &= R_{BS1} + (\alpha_{BS1} + \delta_{BS1}(BS2)) \\ \tilde{R}_D &= R_D + (\delta_D(BS1) - \delta_D(BS2)) \\ \tilde{D}_{BS1} &= D_{BS1} - (\alpha_{BS1} + \delta_{BS1}(BS2)) \\ \tilde{D}_D &= D_D - (\delta_D(BS1) - \delta_D(BS2))\end{aligned}\tag{11}$$

[0113]

[0114] 따라서  $\tilde{w}_D$ 의 개정된 형태는 다음이다:

$$\begin{aligned}\tilde{w}_D &= \frac{\tilde{R}_{BS1}\tilde{R}_D - \tilde{D}_{BS1}\tilde{D}_D}{\tilde{R}_D + \tilde{D}_D} \\ &= \frac{(R_{BS1} + (\alpha_{BS1} + \delta_{BS1}(BS2)))(R_D + (\delta_D(BS1) - \delta_D(BS2))) - (D_{BS1} - (\alpha_{BS1} + \delta_{BS1}(BS2)))(D_D - (\delta_D(BS1) - \delta_D(BS2)))}{(R_D + (\delta_D(BS1) - \delta_D(BS2))) + (D_D - (\delta_D(BS1) - \delta_D(BS2)))} \\ &= \frac{R_{BS1}R_D - D_{BS1}D_D + (\delta_D(BS1) - \delta_D(BS2))(R_{BS1} + D_{BS1}) + (\alpha_{BS1} + \delta_{BS1}(BS2))(R_D + D_D)}{R_D + D_D} \\ &= w + \delta_D(BS1) - \delta_D(BS2) + \alpha_{BS1} + \delta_{BS1}(BS2)\end{aligned}\tag{12}$$

[0115]

[0116] RSL 바이어스를 보상하기 위한 제 1 기법은, D가 BS1 및 BS2에 등거리가 되도록 테스트 베드를 구성하는 것이고,  $|\delta_D(BS1) \approx \delta_D(BS2)|$  이 되며 따라서  $\alpha_{BS1} + \delta_{BS1}(BS2) \approx \tilde{w}_D - w$  이 된다. 이러한 방식으로, 함수  $\delta_{BS1}$  이 반복된 측정 및 테스트 베드의 조절에 의해서 근사화될 수 있다는 것이 이해된다.

[0117] 구체적으로 설명하면,  $\alpha_{BS1}$  를 고정함으로써(예컨대 앞선 섹션에서 전술된 안테나 지연 교정을 사용함에 의하여), 함수  $\delta_{BS1}(x)$  를 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2)을 디바이스(D)로부터 대칭적으로 이동시킴으로써 교정하는 것이 가능하다. 수학적들이 보여주는 바와 같이, 안테나 지연  $\alpha_{BS1}$ 의 거친 교정에 있는 임의의 부정확성이 함수  $\delta_{BS1}(x)$  에 의해 정정될 것이다.

[0118] 더 나아가, BS1 및 D가 적절하게 유사한 디자인 및 제조를 거친다는 가정 하에, 안테나 지연의 이전의 교정에서 정확하게 캡처되지 않은  $\alpha_{BS1}$ 의 성분을 나타내는 일부 상수  $\gamma$ 에 대하여,  $\delta_D(x) \approx \delta_{BS1}(x) + \gamma$  라고 제안하는 것이 가능하다.

[0119] 그러면  $\delta_D(x) - \delta_D(y) = (\delta_{BS1}(x) + \gamma) - (\delta_{BS1}(y) + \gamma) = \delta_{BS1}(x) - \delta_{BS1}(y)$  를 고려함으로써, 함수  $\delta_D(x)$ 가  $\delta_D(x) - \delta_D(y)$ 의 형태로만 나타난다는 것에 주목하는 것이 가능하고, 따라서 상수 바이어스 항  $\gamma$ 가 결정되지 않는다는 것이 중요하지 않으며, 따라서 함수  $\delta_D$ 에 대해서  $\delta_{BS1}$ 을 사용하면 충분하다.

[0120] 학습된 함수  $\delta_{BS1}$ 를 RSL 바이어스 함수의 추가적 교정을 수행할 필요가 없이 BS1과 유사한 기능을 수행하는 다른 엔티티에서 다시 전개하기 위하여, 안테나 지연  $\alpha_{BS1}$ 의 초기 교정이 설정된 거리/RSL에서 이루어지지 않는다는 것이 제안된다. 그 대신에, 그러한 새로운 엔티티가 해당하는 동일한 고정된 거리/RSL에서의 안테나 지연에 대해서 교정되기만 하면 충분하다.

[0121] 또한, RSL 바이어스 함수도 사용되는 채널과 채용되는 펄스 반복 주파수(PRF) 설정에 따라 변할 것이라는 것이 이해되는 것에 주의해야 한다.

[0122] 그러나, 일부 상황들에서, 함수  $\delta_{BS1}(x)$ ,  $\delta_{BS2}(x)$ ,  $\delta_D(x)$ 로의 입력으로서 수신된 신호 세기를 직접적으로 측정하는 것은 RSL 바이어스를 정확하게 보상하기 위해서 충분하지 않다. 구체적으로 설명하면, 시간의 정확한 측정을 위해서 고안된 엔티티들은 신호 세기의 정확한 측정을 위해서 고안되지 않을 수도 있다. 다변 측량에 대해서 후술되는 바와 같이, 전술된 제 1 기법보다 유리한 속성을 가지는 RSL 바이어스 보상의 제 2 기법이 개시된다.

[0123] 더욱이, 현존 TDOA 시스템에서의 정확도를 개선하기 위해 시도하는 하나의 방법은 고정된 케이블, 클록 리피터 등을 사용하여 기지국들 사이에 클록 동기화를 수행하는 것이다. 이것은 시스템의 품위를 해치고, 또한 기반구조의 비용을 증가시킨다. 이에 반해, ATDOA 방법은 클록이 동기화되지 않는다고 가정하고, 고가이며 불편한 배선이 요구되는 가능성을 잠재적으로 제거한다.

[0124] 다시 계산 유닛(405)으로 돌아가면, 바람직한 비한정적인 실시예에서, 계산 유닛(405)은 디바이스의 지연시간  $D_0$ 를 지연 시간 측정 유닛(402)으로부터 수신하고, 디바이스의 왕복 시간  $R_0$ 를 왕복 시간 측정 유닛(403)으로부터 수신하며, 선택적으로 제 2 기지국의 지연 시간  $D_{BS2}$  및 제 2 기지국의 왕복 시간  $R_{BS2}$ 의 결정된 표시를 기지국 타이밍 유닛(404)으로부터 더 수신할 수 있다. 이러한 수신된 표시에 기반하여, 계산 유닛(405)은 선택적으로, 디바이스(D)를 제 2 기지국(BS2) 및 제 1 기지국(BS1) 사이의 쌍곡선 상에 배치시키는 제 2 도달 시간차를 계산하도록 구성된다.

[0125] 바람직한 실시예에서, 제 2 도달 시간차는 지연 시간 측정 유닛(402)으로부터의 디바이스의 지연시간  $D_b$ , 왕복 시간 측정 유닛(403)으로부터의 디바이스의 왕복 시간  $R_b$  및 기지국 타이밍 유닛(404)으로부터의 제 2 기지국의 지연 시간  $D_{BS2}$  및 제 2 기지국의 왕복 시간  $R_{BS2}$ 의 표시, 광속 및 제 2 기지국(BS2)과 제 1 기지국(BS1) 사이의 거리의 표시에 기반하여 계산된다. 이해될 수 있는 것처럼, 광속은 제 1 기지국(BS1), 제 2 기지국(BS2) 및 디바이스(D)가 동작하는 매질에 따라 달라지고, 따라서 광속에 기반한 계산은 디바이스(D)가 동작하는 환경에 기반하여 맞춤화된다.

[0126] 제 2 기지국(BS2)으로부터의 측정을 포함함으로써, 추가적 레이턴시 또는 상당한 통신 오버헤드가 없이 작은 이득이 정확도에 추가될 수 있다.

[0127] 수학적 식 5 및 6에서, ATDOA의 앞선 계산이 제 1 기지국(BS1) 및 디바이스(D)에서 측정된 간격을 사용하여 제시되었다. 이러한 특정한 스킴에서는, 따라서 표시된 간격  $(R_{BS1}, D_{BS1}, R_D, D_D)$ 이 주어지면 디바이스(D)가 를 즉시 계산할 수 있는 것이 분명하다.

[0128] 그러나, 간격  $R_{BS2}$  및  $D_{BS2}$ 를 추가함으로써,  $w$ 에 대한 두 표현의 평균(예를 들어)이 "더 양호한/더 노이즈가 적은" 결과를 얻어낼 수 있다.  $w' = t + v - u = t - \tau$ 를 사용한다:

$$w' = \frac{R_{BS2}D_D - D_{BS2}R_D}{R_{BS2} + D_{BS2}} \quad (13)$$

[0129] 더욱이,  $\tau = w - t = t - w'$ 에 주의하면,  $\tau$ 에 대한 새로운 근사화가 얻어진다:

$$\begin{aligned} \tau &= w - t = t - w' \\ \Rightarrow \tau &= \frac{1}{2}[(w - t) + (t - w')] \\ \Rightarrow \tau &= \frac{1}{2}(w - w') = \frac{1}{2} \left( \frac{R_{BS1}R_D - D_{BS1}D_D}{R_{BS1} + D_{BS1}} - \frac{R_{BS2}D_D - D_{BS2}R_D}{R_{BS2} + D_{BS2}} \right) \end{aligned} \quad (14)$$

[0130] 이해될 수 있는 것처럼,  $\alpha_{BS1}$ 에 대해서 전술된 것과 유사한  $\alpha_{BS2}$ 에 대한 교정이 전술된 제 4 신호(304)를 활용하여 수행될 수 있다.

[0131] 바람직한 실시예에서, 디바이스(D)는 선택적인 송신 유닛(406)을 더 포함한다. 이것은 디바이스(D)가 적어도 하나의 신호를 제 1 기지국(BS1) 및/또는 제 2 기지국(BS2) 및/또는 역시 선택적인 송신 유닛(406)을 포함하는 다른 디바이스(D)에 송신할 수 있다는 점에서, 디바이스(D)가 기지국과 유사한 방식으로 동작하게 하는 효과를 가진다.

[0132] 그 이후에, 선택적인 송신 유닛(406)을 포함하는 디바이스(D)는 그 위치가 알려지지 않은 상태로 남아 있는 다른 디바이스(D)의 위치설정을 지원할 수 있다.

[0133] 디바이스(D)는 자신의 위치에 대한 선행 지식이 없이 시작할 수 있다. 디바이스(D)가 자신의 위치를 결정할 수 있도록, 디바이스(D)는 신호를 다른 기지국(알려진 위치의)으로부터 수신하도록 구성된다. 이해될 수 있는 것처럼, 다른 디바이스(D)가 이러한 디바이스(D)의 기지국 및/또는 선택적인 송신 유닛(406)을 포함하는 다른 디바이스(D)까지의 상대 거리를 학습한 바 있는 한, 디바이스의 정확한 위치(D)는 결정될 필요가 없다.

[0134] 이것은 디바이스(D)에 가용한 ATDOA 관측치의 개수를 증가시키는 것에 도움이 될 수 있거나, 또는 기지국 중 많은 것들의 범위를 벗어나는 구역에서 도움이 될 수 있다. 이러한 방식으로, 이것은 환경의 범주 내에 배치된 기지국의 개수를 감소시키기 위해서도 사용될 수 있는데(그 개수를 제로로 감소시킬 수 있음), 이것은 파워 서플라이, 유지보수 및 다른 공학적 이유 때문에 편리할 수 있다.

[0135] 비한정적인 일 예에서, 송신 유닛(406)은 측정된 왕복 시간 및 측정된 지연 시간을 표시하는 정보를 포함하는 적어도 하나의 신호를 송신하도록 구성될 수 있다. 따라서, 송신 유닛(406)은 디바이스(D)가 전술된 기지국과 유사한 방식으로 동작하게 한다. 대안적으로 또는 추가적으로, 송신 유닛(406)은 디바이스(D)로부터의 적어도

하나의 신호의 송신 시간을 표시하는 정보를 포함하는 적어도 하나의 신호를 송신하도록 구성될 수 있다. 이와 유사하게, 이러한 동작은 디바이스가 전송된 기지국과 유사한 방식으로 동작하게 한다.

- [0138] 비한정적인 추가적 예에서, 디바이스(D)는, 계산 유닛(405)으로부터 적어도 두 도달 시간차를 수신하도록 구성되고 적어도 두 도달 시간차에 평균화 기능을 수행하도록 구성되는 평균화 유닛(407)을 더 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, 노이즈를 모델링함으로써(예컨대 측정치의 가우시안 성분으로서), 통계적 기법(예를 들어 평균화)에 의해서 노이즈를 감소시키는 것이 가능할 수 있다. 이것은 시스템의 레이턴시를 증가시키는 위험이 있지만, 일부 구성들에서는 여전히 유용할 수 있다.
- [0139] 일 예에서, 평균화 유닛(407)은 제 1 및 제 2 도달 시간차를 계산 유닛(405)으로부터 수신하도록 구성될 수 있는데, 이것들은 제 1 기지국(BS1)으로부터의 측정 및 제 2 기지국(BS2)으로부터의 측정 각각으로부터 계산되었다. 평균화 유닛(407)은 제 1 및 제 2 도달 시간차를 평균화하도록 더 구성될 수 있다.
- [0140] 대안적으로 또는 추가적으로, 디바이스(D)가 기지국들의 동일한 세트로부터 정지된 동안 다수의 ATDOA 관측치를 캡처하는 것이 가능할 수 있다. 예를 들어, 반복된 도달 시간차를 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2)의 신호로부터 획득하는 것이고, 다르게 말하면 제 1 도달 시간차를 반복적으로 캡처한 후 반복된 측정치를 평균화하는 것이다.
- [0141] 비록 상기 설명은 하나의 디바이스(D) 및 두 개의 기지국에 대해서 설명하지만, 본 발명의 발명자는 적어도 두 개의 기지국이 있는 환경에서 동작하는 적어도 하나의 디바이스(D)를 예상한다. 이해될 수 있는 것처럼, 모르는 위치의 디바이스(D)의 정확한 위치를 3 차원의 공간에서 결정하려면 세 개 이상의 기지국이 요구된다. 예를 들어, 2 차원의 솔루션을 보여주는 도 5에서 도시되는 바와 같이, 그 교점이 디바이스(D)의 위치인 적어도 두 개의 쌍곡선(제 3 쌍곡선도 제 1 기지국(BS1) 및 제 3 기지국(BS3) 사이에서 결정될 수 있지만)을 얻으려면 세 개의 기지국이 요구된다. 이해될 수 있는 것처럼, 세 차원에서는 기지국들의 쌍에 의해 결정된 세 개의 쌍곡선의 3 차원의 공간에서의 교점이 단일 포인트에서 만나도록, 적어도 세 개의 기지국이 요구된다.
- [0142] 도 5에 도시된 바와 같이, 기지국 쌍들의 각각에 대해서, 디바이스(D)에 의해 계산된 도달 시간차에 기반하여 잠재적 디바이스(D) 위치의 쌍곡선이 표시된다. 이해될 수 있는 것처럼, 이를 얻기 위해서, 세 개의 기지국 각각이 임의의 다른 기지국과 신호를 송수신하도록 구성된다. 디바이스(D)는 임의의 기지국들 사이에서 송신된 신호를 수신하고 수신된 신호에 기반하여 도달 시간차를 계산하도록 구성된다.
- [0143] 바람직한 추가적 실시예에서, 본 발명의 발명자는 디바이스(D)의 위치를 결정하기 위한 유용한 솔루션은 다변 측량을 활용하는 것이라는 것을 발견했다. 따라서, 바람직한 실시예에서, 결정 유닛(408)은 디바이스(D)의 위치를 다변 측량을 활용하여 결정하도록 구성된다. 양호한 다변 측량은, 적어도 두 개의 도달 시간차를 수신하고 수신된 적어도 두 개의 도달 시간차의 다변 측량에 의해서 디바이스(D)의 위치를 계산하는 디바이스(D)에 달려 있다.
- [0144] 일 예에서, 디바이스는 자신의 환경에 대해서 알려져 있는 제약을 활용하여, 자신의 위치를 더 적은 도달 시간차 및/또는 신뢰성이 낮은 정보에 기반하는 도달 시간차로써 결정할 수 있다. 예를 들어, 디바이스(D)가 10m X 10m 구역과 같은 환경의 어떤 구역 내에서 동작하는 것으로 알려져 있으면, 이러한 구역 밖의 위치의 쌍곡선은 무시되어 쌍곡선 교점을 한정할 수 있고, 이를 통하여 디바이스(D)의 위치를 해당 환경 내의 특정 구역으로 한정할 수 있다. 이와 유사하게, 디바이스(D)가 2 차원의 구역에서만 동작하고 임의의 수직 운동을 수행하지 않는 것으로 알려져 있으면, 해당 동작 구역 위아래로 연장되는 쌍곡선면은 무시될 수 있다. 이러한 방식으로, 디바이스(D)는 자신의 위치를 수신된 도달 시간차 및 디바이스(D)가 위치된 환경의 제약을 표시하는 정보에 기반하여 계산한다. 더욱이, 전송된 바와 같이, 다변 측량은 도달 시간차 및 수신 신호 바이어스를 표시하는 정보를 활용하여 수행될 수도 있다.
- [0145] 좀 더 구체적으로는, ATDOA 값 및 기지국의 구성으로부터 다변 측량을 수행하기 위해서 최적화 기법이 채택될 수 있다.
- [0146] 우선, 각각의 알려진 위치  $\{p(A_1), p(A_2), \dots, p(A_n)\}$  이 있는  $n$  개의 고정 기지국의 세트인  $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$  을 가정한다.
- [0147] 두 번째로, 다음은 두 개의 고정 기지국  $A_k$  및  $A_l$  및 위치  $p(T)$  인 디바이스 T가 주어질 경우의 기대된 ATDOA 값

을 계산하는 방법이다:

[0148]  $\tau(A_k, A_i, T) = \|p(A_k) - p(T)\| - \|p(A_i) - p(T)\|$

[0149] 세 번째로, 모르는 위치  $p(T)$ 의 디바이스 T에서의 ATDOA의 N 개의 측정의 세트에 대해서 다음이 성립한다:

[0150]  $\mathcal{M} = \{m(A_{i_1}, A_{j_1}, T), m(A_{i_2}, A_{j_2}, T), \dots, m(A_{i_N}, A_{j_N}, T)\}$

[0151] 고정 기지국의 주어진 쌍  $(A_k, A_i)$ 에 대하여  $\mathcal{M}$ 에는 다수의 측정이 존재할 수 있다는 것에 주의한다.

[0152] 최적화를 하기 위하여, 측정  $\mathcal{M}$ 과 매칭되는 T'(즉 위치  $p(T')$ 의 디바이스의 구성)를 찾는다.

[0153] 네 번째로, 측정  $\mathcal{M}$ 에 대한 현재의 후보 T'에 있는 오차를 평가하는 수단이 필요하다. 예를 들어:

[0154]  $error(\mathcal{M}, T') = \sum_{m(A_k, A_i, T) \in \mathcal{M}} [m(A_k, A_i, T) - \tau(A_k, A_i, T')]^2$

[0155] 다섯 째로, 최적화의 방법이 필요하다 - 이에 대한 많은 방법이 존재하지만 이들은 모두 일부 목표(이러한 경우에는 T')를 최소화하는 일부 값(이러한 경우에는  $error(\mathcal{M}, T')$ )을 찾기 위한 것이다.

[0156] 최적화기가 자신의 임무를 정확하게 수행하고 측정치  $\mathcal{M}$ 이 양호하면, 낮은 오차  $error(\mathcal{M}, T')$ 와 매칭하는 T'를 찾는다.

[0157] 여섯 째로, 최적화 알고리즘은 처리하기 위해 한 쌍 이상의 파라미터를 통상적으로 필요로 한다.

[0158] 이를 고려하면, 작업을 시작할 T'의 초기 후보 구성, 및 출력, 수렴 기준들, 및 다른 유사한 제어의 정밀도에 관련된 다른 구성과 같은, 이러한 문제의 일부 경계가 제공될 필요가 있다(예를 들어, 디바이스 T가 자신의 좌표 상의 간단한 경계를 가지고 정의된 구역 내에서 측정을 수행했다는 것).

[0159] 이러한 관점에서, T'에 대한 양호한 값을 선택하는 것이 고려될 수 있다. 이러한 목적을 위해서, 최근의 성공적인 다변 측량이 어떤 위치를 생성했으면, T'의 양호한 후보 구성은 이러한 위치를  $p(T')$ 에 대해 사용하는 것일 수 있다. 그러나, 최근의 위치 추정이 없는 경우를 포함하는 일부 상황에서는, T'의 초기 구성  $p(T')$ 가 관련된 기지국에 의해 규정되는 다각형의 중앙에 위치되도록 선택되는 것이 흔히 유리하다. 예를 들어, 기지국(BS1, BS2 및 BS3)(이들 각각은 다각형의 모서리로서의 역할을 하여 삼각형을 형성함)에 의해 형성된 다각형과 그 중심이 T'의 초기 후보 구성에서 위치  $p(T')$ 를 위해서 사용될 수 있다.

[0160] 전술된 제 1 기법보다 유리한 속성을 가지는 RSL 바이어스 보상의 제 2 기법이 개시된다. 특히, 유리한 제 2 기법은 시간의 측정을 통한 RSL 바이어스의 보상에 의존한다.

[0161] 특히,  $\tau$ 에 대한 공식에서, 캡처된 것은, 안테나 지연, RSL 바이어스 또는 클록 이슈가 없는 시스템에서 이론적으로 측정될 것이 아니라, 실제로 측정될 것으로 기대되는 것이라는 것이 명백하다. 이를 고려하면, 거리  $x$ 로부터 수신된 신호에 대한 RSL 바이어스를 캡처한 함수  $\delta(x)$ 가 주어지면, RSL 바이어스를 캡처하는 함수  $\tau$ 에 대한 대안적인 형태  $\tau'$ 를 사용함으로써, T의 위치가 측정의 세트  $\mathcal{M}$ 과 매칭된다:

[0162]  $\tau'(A_k, A_i, T) = \tau(A_k, A_i, T) + \delta(\|p(A_k) - p(T)\|) - \delta(\|p(A_i) - p(T)\|) + \delta(\|p(A_i) - p(A_k)\|)$

[0163] 이러한 제 2 기법의 장점은, 수신 신호 세기를 측정할 필요가 없이 RSL 바이어스 정정을 적용하는 것이 가능하다는 것이다. 그러면 하드웨어에 대한 요구 사항 하나가 줄어든다 - 즉 이것은 수신 신호 세기를 측정하는 데 활용하지 않아도 되고, 본 발명의 발명자들이 DW1000 칩이 수신 신호 세기를 측정하도록 잘 구성되지 않았다는

것을 발견했기 때문에 이것은 운이 좋은 것이다.

[0164] 함수  $\delta$ 를 얻기 위하여, 양방향 거리측정의 더 간단한 기법으로 변하는 것이 필요하다. 특히, 본 명세서에 인용에 의해 통합되는 Decawave의 2014년의 문서 "APS011 Application Note Sources of Error in DW1000 based Two-Way Ranging(TWR) Schemes", 버전 1.0은 TWR 필드에서의 현존하는 예에 따라서, RSL 바이어스를 상대적으로 간단히 보상하는 것이 가능하다는 것을 개시한다. 좀 더 구체적으로는, 이러한 문서의 페이지 10, 섹션 3.2가 범위를 정정하기 위하여 간단한 룩업 테이블을 활용하는 RSL 바이어스의 처리를 개시한다. 그러나, 본 발명의 발명자들은, 포인트  $P_1$  및  $P_2$ 에 있는 두 엔티티 사이의 이동 시간  $T_f$ 를 TWR에 의해 결정하기 위하여, RSL 바이어스를 포함하는 그 측정의 적절한 모델  $\tilde{T}_f$ 가 다음이라는 것을 발견했다:

[0165] 
$$\tilde{T}_f = T_f + \delta(\|P_2 - P_1\|)$$

[0166] 본 발명의 발명자는, 따라서  $\delta$ 를 교정하기 위하여, 우선 측정된 거리로부터 정정 인자로의 매핑인 함수  $\delta'$ 를 생성하여 실제 거리를 얻으면 충분하다는 것을 발견했다(이러한 포인트들 사이의 많은 거리  $T_f = \|P_2 - P_1\|$ 에 대한 많은 측정  $\tilde{T}_f$ 를 기록하고, 각각의 거리에 대한 오차  $(\tilde{T}_f - T_f)$ 를 평균화함으로써 구축됨). 이러한 방식으로, 평균적으로 다음이 성립된다:

[0167] 
$$\tilde{T}_f - \delta'(T_f) = T_f$$

[0168] 본 발명의 발명자들은, 그러면 함수  $\delta$ 가 요구되는 속성에 의하여 규정될 수 있어서, 각각의 거리  $x$ 에 대하여, 다음이 성립하도록 거리  $\tilde{x} = x + \delta(x)$ 를 측정할 수 있고(범위 바이어스 효과를 포함함):

[0169] 
$$\tilde{x} - \delta'(\tilde{x}) = x$$

[0170] 즉, 측정된 거리  $\tilde{x}$ 를  $\delta'$ 로 정정한 것이 참 거리  $x$ 와 같아지게 된다.

[0171] 그러므로  $\delta(x)$ 가 다음이 성립하도록 계산된다:

[0172] 
$$\delta(x) = \tilde{x} - x = \delta'(\tilde{x}) = \delta'(x + \delta(x))$$

[0173] 마지막으로, 따라서 이러한 기법은 신호 세기의 임의의 정확한 측정을 요구하지 않으며, 또한 다변 측량 중에 ATDOA에서의 RSL 바이어스를 고려할 수 있다는 것에 주의한다.

[0174] 도 9는 제 1 실시예에 따르면 도 4에 도시된 바와 같은 디바이스(D)에 의해 수행되는 프로세스를 보여준다. 특히, 흐름도는 디바이스(D)에 대한 도달 시간차를 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2) 사이에서 송신되는 신호에 기반하여 계산하는 것을 보여준다.

[0175] 이전에 설명된 바와 같이, 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2)은 도 3에 도시된 바와 같은 일련의 신호, 즉 제 1 신호(301), 제 2 신호(302) 및 제 3 신호(303)를 송신하려고 시도하면서 서로 통신하도록 구성된다. 선택적으로, 제 4 신호(304)는 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2) 사이에서 송신된다.

[0176] 디바이스(D)는 신호들 각각을 수신하도록 구성되고, 적어도 하나의 도달 시간차를 수신된 신호에 기반하여 결정하도록 구성된다.

[0177] 특히, 단계 S901에서, 디바이스(D)는 제 1 및 제 3 신호 각각을 제 1 기지국으로부터, 그리고 제 2 신호를 제 2 기지국으로부터 수신한다. 전송된 바와 같이, 신호들은 정보를 포함하지 않거나 신호가 몇 번째 신호인지에 대한 표시, 기지국으로부터의 측정된 지연 시간 또는 측정된 왕복 시간에 관련된 정보 또는 기지국에서의 신호의 송신 또는 수신 시간의 표시를 포함할 수 있다. 따라서, 디바이스(D)는 도달 시간차를 계산하기 위하여 필요한 정보를 수신한다. 비한정적인 일 예에서, 이러한 계산 전부는 디바이스(D)에서, 예를 들어 디바이스(D)가 각각의 기지국에서의 신호의 송신 또는 수신 시간을 표시하는 정보를 수신하면 수행된다. 비한정적인 다른 예에서,

계산 중 일부만이 디바이스(D)에서 수행되는데, 이것은 디바이스(D)가 기지국의 측정된 왕복 시간 및/또는 지연 시간을 기지국으로부터 수신하는 경우에 발생되고, 이를 통하여, 디바이스(D)가 이러한 측정된 시간을 계산할 필요가 없기 때문에 디바이스(D)에 대한 계산 부하가 감소된다.

[0178] 단계 S902에서, 디바이스(D)는 제 1 지연 시간을 수신된 제 1 신호 및 제 2 신호에 기반하여 측정한다. 특히, 디바이스(D)는 제 2 신호를 제 2 기지국으로부터 수신하는 것 및 제 1 신호를 제 1 기지국으로부터 수신하는 것 사이의 시간차를 측정한다. 이러한 시간을 측정하기 위한 여러 옵션들이 구상된다. 예를 들어, 디바이스(D)는 제 1 신호가 수신된 시간을 디바이스(D)의 시간-베이스에서 기록하고, 제 2 신호가 수신된 시간을 디바이스(D)의 시간-베이스에서 기록할 수 있다. 따라서, 디바이스(D)는 두 수신들 사이의 시간차를 결정하고, 이를 통하여 제 1 지연 시간을 결정할 수 있다. 대안적으로, 디바이스(D)는 제로로 리셋되고 디바이스(D)가 제 1 신호를 수신할 때 시작되는 타이머를 활용할 수 있다. 타이머는 디바이스(D)가 제 2 신호의 수신을 대기하는 동안 계속될 것이다. 제 2 신호가 수신되면, 디바이스(D)는 타이머를 정지하고, 제 1 신호의 수신과 제 2 신호의 수신 사이의 시간차를 표시하는 타이머의 값을 판독할 것이다.

[0179] 단계 S903에서, 디바이스(D)는 제 1 왕복 시간을 수신된 제 2 신호 및 제 3 신호에 기반하여 측정한다. 특히, 디바이스(D)는 제 3 신호를 제 1 기지국으로부터 수신하는 것 및 제 2 신호를 제 2 기지국으로부터 수신하는 것 사이의 시간차를 측정한다. 이러한 시간을 측정하기 위한 여러 옵션들이 구상된다. 예를 들어, 디바이스(D)는 제 2 신호가 수신된 시간을 디바이스(D)의 시간-베이스에서 기록하고, 제 3 신호가 수신된 시간을 디바이스(D)의 시간-베이스에서 기록할 수 있다. 따라서, 디바이스(D)는 두 수신들 사이의 시간차를 결정하고, 이를 통하여 제 1 왕복 시간을 결정할 수 있다. 대안적으로, 디바이스(D)는 제로로 리셋되고 디바이스(D)가 제 2 신호를 수신할 때 시작되는 타이머를 활용할 수 있다. 타이머는 디바이스(D)가 제 3 신호의 수신을 대기하는 동안 계속될 것이다. 제 3 신호가 수신되면, 디바이스(D)는 타이머를 정지하고, 제 2 신호의 수신과 제 3 신호의 수신 사이의 시간차를 표시하는 타이머의 값을 판독할 것이다.

[0180] 단계 S904에서, 디바이스(D)는 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간을 적어도 하나의 수신된 신호로부터 결정한다. 특히, 결정된 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간은 기지국, 예를 들어 제 1 기지국의 왕복 시간 및 지연 시간에 관련된다. 비한정적인 일 예에서, 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간은 제 3 신호에 있는 정보를 디코딩함으로써 결정된다. 특히, 제 1 기지국이 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간에 관련된 제 3 신호에 있는 정보를 인코딩하도록 구성되면, 단계 S904가 이것을 디코딩한다. 이러한 예에서, 제 1 기지국(BS1)은 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간의 계산을 수행한다. 제 2 왕복 시간에 관하여, 제 1 기지국(BS1)은 제 1 신호를 제 1 기지국(BS1)에 송신하는 것 및 제 2 신호를 제 2 기지국(BS2)으로부터 수신하는 것 사이의 시간을 측정한다. 이와 유사하게, 제 1 기지국(BS1)은 제 2 지연 시간을 제 2 신호를 제 2 기지국(BS2)으로부터 수신하는 것 및 제 3 신호를 제 2 기지국(BS2)에 송신하는 것 사이의 시간을 측정함으로써 측정한다. 측정된 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간은 송신될 때 제 3 신호에 인코딩된다. 이러한 방식으로, 디바이스(D)는 상세한 계산을 수행할 필요가 없고, 그 대신에 이러한 정보를 제 3 신호로부터 디코딩할 수 있다.

[0181] 대안적으로, 디바이스(D)는 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간의 계산을 수행할 수도 있다. 이러한 예에서, 제 1 기지국(BS1)은 송신 시간의 제 1 기지국(BS1)의 시간-베이스에서의 시간의 표시를 가지는 제 1 신호를 송신한다. 이와 유사하게, 제 1 기지국(BS1)은 제 2 신호의 수신 시간 및 제 3 신호의 송신 시간의 표시를 가지는 제 3 신호를 송신한다. 이러한 방식으로, 디바이스(D)는 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간을 수신된 표시에 기반하여 계산할 수 있다. 특히, 제 2 왕복 시간은 제 1 신호의 송신 시간 및 제 2 신호의 수신 시간의 표시의 시간차에 기반하여 계산될 수 있다. 이와 유사하게, 제 2 지연 시간은 제 2 신호의 수신 시간 및 제 3 신호의 송신 시간의 표시의 시간차로서 계산될 수 있다. 이해될 수 있는 것처럼, 제 1 신호의 송신 시간의 표시가 반드시 제 1 신호에 포함되어야 하는 것은 아니다. 그 대신에, 제 1 신호의 송신 시간의 표시가 제 3 신호에 대신 포함될 수 있다. 이러한 방식으로, 제 3 신호는 디바이스(D)가 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간을 계산하는데 필요한 정보 모두를 포함한다. 특히, 제 3 신호는 제 1 신호 및 제 3 신호의 송신 시간의 표시 및 제 2 신호의 수신 시간의 표시를 포함할 수 있다.

[0182] 단계 S905에서, 디바이스(D)는 제 1 도달 시간차를 측정된 제 1 왕복 시간, 측정된 제 1 지연 시간, 결정된 제 2 왕복 시간 및 결정된 제 2 지연 시간에 기반하여 계산한다. 특히, 이전에 제공된 수학적들이, 디바이스(D)가 그 위치를 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2) 사이의 쌍곡선으로서 계산하게 하는 계산을 제공한다. 바람직한 실시예에서, 이러한 계산은 또한, 디바이스(D)가 동작하고 있는 환경에서의 광속 및 제 1 기지국(BS1)과 제 2 기지국(BS2) 사이의 거리의 표시를 고려해서 수행된다. 이해될 수 있는 것처럼, 거리를 줄자/테이프 척도로 수동으로 측정하는 것 등과 같이, 차이를 결정하는 여러 방법이 구상된다. 대안적으로, 발명의 배경 섹션에

서 설명된 ATWR과 같은 자동 거리 탐색 시스템이 사용될 수도 있다. 거리는 동작 전에 디바이스(D)에 프로그래밍될 수 있고, 그렇지 않으면 도달 시간차 계산을 수행하기 전에 디바이스에 송신될 수 있다.

[0183] 선택적으로, 효과적으로 디바이스(D)가 기지국의 기능을 수행하게 하는 단계 S906 이 제공될 수 있다. 특히, 디바이스(D)는 적어도 하나의 신호를 적어도 하나의 기지국 및/또는 송신 단계를 수행하는 다른 디바이스에 송신할 수 있다. 이러한 방식으로, 디바이스(D)는 측정된 왕복 시간 및 측정된 지연 시간에 대한 정보를 모르는 위치의 다른 디바이스에 송신할 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 적어도 하나의 시간은 디바이스(D)에서의 신호의 송신 또는 수신 시간을 표시하는 정보를 포함할 수 있다. 따라서, 디바이스(D)는 자신의 학습된 위치 정보를 활용하여 모르는 위치의 다른 디바이스를 위치설정하는 것을 도울 수 있다. 따라서, 네트워크는 커지게 되고 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2)의 디바이스 밖의 디바이스에 위치 서비스를 제공할 수 있다.

[0184] 선택적으로, 단계 S907에서, 제 3 왕복 시간 및 제 3 지연 시간이 제 2 기지국(BS2)에 대해서 계산될 수 있다. 그러면, 제 2 기지국(BS2)의 정보에 기반한 제 2 도달 시간차의 계산을 허용함으로써, 위치 정확도가 향상된다. 이를 달성하기 위하여, 제 2 기지국(BS2)은 제 4 신호를 송신하도록 구성된다. 제 4 신호는 제 3 신호 이후에 별개의 신호로서 송신될 수 있다. 대안적으로, 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2) 사이에서의 신호의 장래의 교환 중에, 제 2 기지국(BS2)에 의해 송신되는 바와 같은 장래의 교환의 제 2 신호는 제 4 신호의 정보를 포함할 수 있다. 특히, 제 4 신호는 제 2 기지국(BS2)에 의해 측정되는 제 3 왕복 시간 및 제 3 지연 시간의 정보를 포함할 수 있다.

[0185] 대안적으로, 제 4 신호는 제 2 기지국(BS2)에서의 제 2 신호의 송신 시간 및 제 3 신호의 수신 시간의 표시를 포함할 수 있다. 선택적으로, 제 4 신호는 제 2 기지국(BS2)에서의 제 1 신호의 수신 시간의 표시를 포함할 수 있거나, 제 2 신호는 제 1 신호의 수신 시간 및 제 2 신호의 송신 시간의 시간을 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, 디바이스(D)는 제 3 왕복 시간을 제 2 기지국(BS2)이 제 2 신호를 송신하는 것과 제 2 기지국(BS2)이 제 3 신호를 수신하는 것 사이의 시간차로서 결정하기 위해서 필요한 계산을 수행할 수 있다. 더욱이, 디바이스(D)는 제 3 지연 시간을 제 1 신호를 수신하는 것과 제 2 신호를 송신하는 것 사이의 시간으로서 계산하는 것을 수행할 수 있다. 이러한 방식으로, 디바이스(D)는 제 2 도달 시간차를 제 1 왕복 시간, 제 1 지연 시간, 제 3 왕복 시간 및 제 3 지연 시간에 기반하여 계산할 수 있다. 선택적으로, 제 2 도달 시간차는 디바이스가 동작하고 있는 환경에서의 광속 및 제 1 기지국(BS1)과 제 2 기지국(BS2) 사이의 거리에 더 기반하여 계산될 수 있다.

[0186] 선택적인 단계 S908은 평균화에 기반하여 계산된 도달 시간차의 정확도를 개선하는 것에 관련된다. 특히, 이러한 단계는 적어도 두 개의 계산된 도달 시간차를 수신한다. 예를 들어, 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2) 각각으로부터의 도달 시간차를 제공하기 위하여, 도달 시간차가 단계 S905 및 S907에 따라 계산될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 디바이스(D)는 단일 위치에 머무를 수 있고, 동일한 위치에서 반복적으로 제 1 도달 시간차를 결정할 수 있다. 적어도 두 개의 도달 시간차에 기반하여, 단계 S908은 이들을 평균화하여 더 정확한 도달 시간차를 결정한다.

[0187] 전술된 바와 같이, 디바이스는 신호를 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2)으로부터 수신한다. 이러한 위치는 디바이스(D)가 기지국들 사이의 쌍곡선에 존재하는 곳이다. 통신 시스템은 하나의 제 3 기지국을 더 포함할 수 있다. 기지국들은 신호를 서로 송수신하도록 구성된다. 따라서, 디바이스(D)는 더 많은 신호를 더 많은 기지국으로부터 수신하여 기지국들 사이의 다른 쌍곡선 상에서 자신의 위치를 더 규정할 수 있다. 이러한 방식으로, 쌍곡선의 교점이 디바이스(D)의 위치를 제공한다. 예를 들어, 제 3 기지국(BS3)이 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2)과 통신하면, 적어도 두 개의 도달 시간차, 즉 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2) 사이, 제 1 기지국(BS1) 및 제 3 기지국(BS3) 사이 그리고 제 2 기지국(BS2) 및 제 3 기지국(BS3) 사이와 같은 도달 시간차가 디바이스(D)에 의해서 계산될 수 있다.

[0188] 단계 S909에서, 적어도 두 개의 도달 시간차가 수신된다. 전술된 바와 같이, 이러한 계산된 도달 시간차의 여러 상이한 소스가 가능하고, 예컨대, 한 위치에서 다수의 도달 시간차를 반복 측정하는 것, 제 1 기지국(BS1) 및 제 2 기지국(BS2) 각각으로부터 도달 시간차를 수신하는 것, 적어도 두 개의 추가적 도달 시간차를 결정하도록 제 3 기지국과 같은 다른 기지국과 신호를 수신하는 것이 가능하다. 복수 개의 도달 시간차에 기반하여, 디바이스(D)는 수신된 도달 시간차의 다변 측량의 기법을 활용하여 디바이스(D)의 위치를 결정하도록 구성될 수 있다. 선택적으로, 다변 측량 기법은 디바이스(D)가 동작하고 있는 환경의 제약을 고려해서 더 수행될 수 있다. 예를 들어, 아마도 기계적 제약에 기인하여 디바이스(D)의 수평 이동이 허락되지 않으면, 디바이스(D)의 위치는 추가적 도달 시간차가 필요 없이 더 정제될 수 있다. 이와 유사하게, 디바이스(D)의 위치가 공지된 치수의 구역 내에 있다는 것이 알려지면, 공지된 구역 밖의 위치는 무시될 수 있다. 더욱이, 전술된 바와 같이,

다변 측량은 도달 시간차 및 수신 신호 바이어스를 표시하는 정보를 활용하여 수행될 수도 있다. 이러한 방식으로, 정확한 디바이스(D)의 위치가 많은 수의 디바이스를 위해서 규모변경 가능한 솔루션으로 획득된다.

- [0189] 변경예 및 변형예
- [0190] 많은 변경과 변형이 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서 전술된 실시예에 이루어질 수 있다.
- [0191] 하나의 예시적인 변경예에서, 기지국 타이밍 유닛(404)의 피쳐들은 생성 유닛에 의해 수행된다. 생성 유닛은 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간을 적어도 하나의 수신된 신호로부터 생성하도록 구성된다. 본 발명의 발명자들은, 기지국 타이밍 유닛의 피쳐가 타이밍 기능을 수행하는 것으로 한정되지 않고, 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간을 적어도 하나의 수신된 신호로부터 결정하는 것이라는 것을 구상한다. 이러한 방식으로, 기지국 타이밍 유닛/생성 유닛의 기능은 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간을 생성하는 것이다.
- [0192] 이전에 설명된 바와 같이, 하나의 예시적인 실시예에서, 생성 유닛은 제 2 왕복 시간 및 제 2 지연 시간을 제 3 신호로부터 디코딩/추출하여 생성하도록 구성된다. 다른 예시적인 실시예에서, 생성 유닛은 제 2 왕복 시간을 제 2 표시와 제 1 표시 사이의 시간차로서 계산하고 제 2 지연 시간을 제 3 표시와 제 2 표시 사이의 시간차로서 계산하도록 구성되는데, 이러한 표시들은 제 1 기지국에서 제 1 신호를 송신하는 시간, 제 2 신호를 수신하는 시간 및 제 3 신호를 송신하는 시간에 대응한다.
- [0193] 더욱이, 생성 유닛은 제 2 기지국에 대응하는 제 3 왕복 시간 및 제 3 지연 시간을 결정하도록 구성될 수 있다. 일 예에서, 생성 유닛은 제 3 왕복 시간 및 제 3 지연 시간을 제 4 신호로부터 디코딩/추출함으로써 제 3 왕복 시간 및 제 3 지연 시간을 생성하도록 구성된다.
- [0194] 다른 예에서, 생성 유닛은 제 3 왕복 시간을 제 6 표시와 제 5 표시 사이의 시간차로서 계산하고, 제 3 지연 시간을 제 5 표시와 제 4 표시 사이의 시간차로서 계산함으로써, 제 3 왕복 시간 및 제 3 지연 시간을 생성하도록 구성된다. 이러한 경우 표시들은 제 2 기지국에서 제 1 신호를 수신하는 시간, 제 2 신호를 송신하는 시간 및 제 3 신호를 수신하는 시간에 대응한다.
- [0195] 전술된 제 1 실시예는 다중응신 비대칭 도달 시간차를 포함하도록 변경될 수 있다. 특히, 이러한 기법은 제 1 기지국으로부터의 신호에 응신하는 두 개 이상의 기지국에 의존한다. 예를 들어, 제 2 기지국 및 제 3 기지국은 제 1 기지국으로부터의 단일 송신에 응신할 수 있다. 이러한 방식으로, 변경된 기법은 이전에 설명된 것보다 더 규모변경이 가능해질 수 있다. 다른 관점에서, 다중응신 비대칭 도달 시간차(MATDOA)는 이전에 설명된 비대칭 도달 시간차(ATDOA)와 유사하다.
- [0196] 도 15를 참조하면, 네 개의 기지국이 디바이스(D)가 도달 시간차를 결정하는 것을 돕도록 위치된다. 이러한 예에서는 네 개의 기지국이 표시되지만, ATDOA에 대한 이러한 변경된 접근법, 즉 MATDOA 접근법이 임의의 개수의 기지국, 바람직하게는 세 개 이상의 기지국과 함께 채택될 수 있다는 것이 이해될 것이다.
- [0197] 이러한 예에서, 제 1 내지 제 3 기지국(BS1, BS2 및 BS3) 각각은 BS1에 의해 송신된 신호의 범위 내에 위치된다. 이러한 방식으로, BS2 및 BS3은 BS1에 의해 송신된 신호에 응답할 수 있다. 반면에, 제 4 기지국(BS4)은, 예를 들어 BS1으로부터의 거리, BS1과 BS4 사이의 경로에 있는 장애물, BS1과 BS4 사이의 대상물에 의해 초래되는 노이즈 또는 다중경로 반사 또는 다른 유사한 이유에 기인하여 BS1으로부터의 신호를 수신할 수 없는 위치에 위치될 수 있다.
- [0198] 도 16은 제 1 실시예에 따르지만 다중응신 요청을 허용하도록 변경된, ATDOA와 일반적으로 대응하는 MATDOA 신호를 보여준다. 이러한 도면에서, "R"은 왕복 시간을 표시하기 위해 사용되고 "D"는 지연 시간을 표시하기 위해 사용된다. 아래첨자, 예를 들어  $R_{BS1}^{(1,2)}$ 의 "BS1"은 간격이 측정되는 기지국 또는 디바이스를 나타내도록 사용된다. 위첨자, 예를 들어  $R_{BS1}^{(1,2)}$ 의 "(1, 2)"는 통신 라운드(여기에서 첫 번째 라운드는 첫 번째 요소인 "1"로 표시됨), 및 응신하는 기지국 번호(여기에서 두 번째 요소인 "2"가 BS2로부터의 응신을 나타냄)를 나타내도록 사용된다.
- [0199] 도 16에 도시된 바와 같이, 제 1 기지국, (BS1)은 제 1 신호(1601)를 전송한다. 제 1 신호(1601)는, 제 2 기지국(BS2)이 제 1 신호(1601)에 제 2 신호(1602)로 응답하라는 요청(선택적으로 또한 BS2에, BS2에서의 제 1 신호(1601)의 수신 시간으로부터 제 2 신호(1602)의 바람직한 송신 시간까지의 지연의 일부 측정을 제공함), 및 추가적으로 제 3 기지국(BS3)이 제 1 신호(1601)에 제 3 신호(1603)로 응답하라는 요청(선택적으로 또한 BS3에, BS3에서의 제 1 신호(1601)의 수신 시간과 제 3 신호(1603)의 바람직한 송신 시간 사이의 지연의 일부 측정을

제공함)을 포함한다. 이러한 관계에서, 제 1 신호(1601)는 BS2, BS3 및 디바이스(D) 모두에 의해 수신된다. 이러한 예에서, BS4는 이러한 신호를 수신할 수 없다.

[0200] BS1은 제 1 신호(1601)가 전송된 시간을 기록하도록 구성된다. BS1으로부터의 수신된 신호에 기반하여, BS2 및 BS3 각각은 그들 자신의 신호를 송신하도록 구성된다. 이러한 방식으로, BS1에 의해 송신된 단일 신호(1601)로부터, 하나는 BS2로부터의 송신이고 다른 하나는 BS3로부터의 송신인 두 신호가 생성된다. 이러한 방식으로, 다수의 응답이 단일 신호로부터 생성된다. 특히, BS2는 제 2 신호(1602)를 생성하는 반면에 BS3는 제 3 신호(1603)를 생성한다.

[0201] BS1으로부터 수신되는 생성된 신호(1602 및 1603)에 기반하여, BS1은 제 2 신호(1602) 및 제 3(1603) 신호가 수신되는 시간을 모니터링할 수 있다. 이와 같이, BS1은  $R_{BS1}^{(1,2)}$  및  $R_{BS1}^{(1,3)}$  을 계산할 수 있다. 이러한 관점에서,  $R_{BS1}^{(1,2)}$  는 제 1 신호(1601)의 송신과 BS2로부터의 대응하는 수신인 제 2 신호(1602)의 BS1에서의 수신 사이의 간격의 측정치이다. 이와 유사하게,  $R_{BS1}^{(1,3)}$  는 제 1 신호(1601)의 송신과 BS3로부터 오는 대응하는 수신인 제 3 신호(1603)의 BS1에서의 수신 사이의 간격의 측정치이다.

[0202] BS1은 제 2 신호(1602) 및 제 3 신호(1603)의 수신 이후의 어떤 시간에 제 4 신호(1604)를 송신하도록 더 구성될 수 있다. 제 1 신호(1601)에 유사한 제 4 신호(1604)가 BS2, BS3 및 D 각각으로부터 수신될 것이다. 제 4 신호(1604)는 계산된 간격  $R_{BS1}^{(1,2)}$  및  $R_{BS1}^{(1,3)}$  을 포함할 수 있다. 더욱이, 제 4 신호(1604)에 대한 송신 시간을 미리 결정함으로써, BS1은 간격  $D_{BS1}^{(1,2)}$  및  $D_{BS1}^{(1,3)}$  을 제 4 신호(1604)에 역시 인코딩하도록 구성될 수 있다. 이러한 관점에서,  $D_{BS1}^{(1,2)}$  는 BS1에서의 제 2 신호(1602)의 수신 및 제 4 신호(1604)의 송신 사이의 간격의 측정치이다. 이에 대응하여,  $D_{BS1}^{(1,3)}$  는 BS1에서의 제 3 신호(1603)의 수신 및 제 4 신호(1604)의 송신 사이의 간격의 측정치이다.

[0203] 제 1 신호(1601), 제 2 신호(1602), 제 3 신호(1603) 및 제 4 신호(1604)는 디바이스(D)에 의해 수신되고, 이것은 제 1 신호(1601), 제 2 신호(1602), 제 3 신호(1603) 및 제 4 신호(1604)의 수신 시간을 기록함으로써, 간격  $R_D^{(1,2)}$ ,  $R_D^{(1,3)}$ ,  $D_D^{(1,2)}$  및  $D_D^{(1,3)}$  을 계산하도록 구성된다.  $R_D^{(1,2)}$  는 D에서의 제 2 신호(1602)의 수신 및 D에서의 제 4 신호(1604)의 수신 사이의 간격의 측정치이다. 이와 유사하게,  $R_D^{(1,3)}$  는 D에서의 제 3 신호(1603) 및 제 4 신호(1604)의 수신에 관련된다.  $D_D^{(1,2)}$  는 D에서의 제 1 신호(1601)의 수신 및 D에서의 제 2 신호(1602)의 수신 사이의 간격의 측정치이다. 이에 대응하여,  $D_D^{(1,3)}$  은 제 1 신호(1601) 및 제 3 신호(1603)의 수신에 관련된다.

[0204] 이전에 설명된 것과 유사한 방식으로, 디바이스(D)는 BS1 및 BS2 사이의 도달 시간차를 계산할 수 있고, BS1 및 BS3 사이의 도달 시간차를 더 계산할 수 있다. 특히, BS1 및 BS2 사이에서의 도달 시간차는 간격  $R_D^{(1,2)}$ ,  $D_D^{(1,2)}$ ,  $R_{BS1}^{(1,2)}$  및  $D_{BS1}^{(1,2)}$  를 사용하여 D에 의해 계산될 수 있다. 이와 유사하게, BS1 및 BS3 사이의 도달 시간차는 간격  $R_D^{(1,3)}$ ,  $D_D^{(1,3)}$ ,  $R_{BS1}^{(1,3)}$  및  $D_{BS1}^{(1,3)}$  을 사용하여 D에 의해 계산될 수 있다.

[0205] 이러한 방식으로, BS1은 단일 시작 신호인 제 1 신호(1601)를 사용하여 BS2 및 BS3 양자 모두와 MATDOA를 개시할 수 있다.

[0206] 이러한 간격들의 등가 인코딩은, 디바이스(D)가 이러한 도달 시간차 측정치들을 계산할 수 있도록, 디바이스(D)와 통신하기 위해서 사용될 수 있다. MATDOA 라운드도 16에 도시되는 다섯 개 이상의 임의의 개수의 기지국을 수반할 수 있다는 것도 이해될 것이다.

[0207] 추가적인 변경예에서, BS1은 MATDOA 라운드를 개시할 다음 기지국의 표시를 제 4 신호(1604) 안에서 송신하도록 구성될 수 있다.

- [0208] 예를 들어, 도 16에 도시된 바와 같이, BS1은 BS2가 MATDOA 라운드를 후속하여 개시해야 한다는 것을 제 4 신호(1604) 안에 표시할 수 있다. 도시된 바와 같이, BS2는, 이러한 예에서는 S3 및 BS4(오직 예시를 위해 선택됨)와 함께, BS2 및 BS3과 함께 BS1에 의해 개시된 MATDOA 라운드와 관련하여 전송된 것과 유사한 방식으로, MATDOA 라운드를 후속하여 개시한다. 특히, BS2는 제 5 신호(1605)를 송신함으로써 MATDOA 라운드를 개시한다. 제 5 신호(1605)는 BS1, BS3, BS4 및 D 각각에 의해서 수신될 수 있다. 이러한 예에서, 명확화를 위하여, MATDOA 기법의 신호들만이 D에 대해서 BS2, BS3 및 BS4에 대해 표시된다. 다르게 말하면, BS1과 관련된 신호는 도시되지 않지만, 이러한 계산이 상세히 전송된 것처럼 수행될 수 있다는 것이 예상되고, 예를 들어 BS2가 제 5 신호(1605)가 있는 MATDOA 라운드에 참여하도록 BS1에 요청하도록 구성될 수 있다.
- [0209] 특히, BS2는 BS3, BS4 및 D에 의해서 후속 수신되는 제 5 신호(1605)를 송신한다. 제 5 신호(1605)는 BS3 및 BS4가 제 5 신호(1605)에 응답하도록 초대할 수 있다.
- [0210] 도시된 바와 같이, 제 4 기지국(BS4)은 BS2 및 BS3로부터 송신된 제 2 신호(1602), 제 3 신호(1603) 및 제 5 신호(1605)를 그들까지의 근접성에 기인하여 수신할 수 있다. 전송된 바와 같이, BS4가 BS1으로부터 신호를 수신할 수 없기 때문에, 이것은 유리하다. 그러므로, 제 1 신호(1601) 및 제 5 신호(1605)에 의해 트리거링된 바와 같은, BS2 및 BS3에 의해 생성된 신호를 사용하여, 이제 BS4는 디바이스(D)에 대한 MATDOA의 프로시저를 역시 수행할 수 있다.
- [0211] 후속하여, BS4는 BS2, BS3 및 D에 의해 수신되는 제 6 신호(1606)를 송신할 수 있다. 이러한 예에서, BS1은 제 6 신호(1606)가 BS4의 범위 밖이기 때문에 수신하지 않는 것으로 도시된다. 그러나, BS4가 BS1과 비교할 때 상이한 송신 파워를 가질 수 있고, 따라서 신호를 BS1에 송신할 수 있다는 것이 구상된다. 추가적으로 또는 대안적으로, BS1 및 BS4 사이의 장애물이 이동되었을 수 있고, 따라서 BS4 및 BS1 사이의 송신 및 그 반대의 송신을 허용한다. 그러나, 이러한 예에서, BS1은 BS4의 범위 밖인 것으로 도시되고, BS4는 BS1의 범위 밖인 것으로 도시된다.
- [0212] 더욱이, BS3는 BS2, BS4 및 D에 의해 수신될(BS1에 의해서도) 제 7 신호(1607)를 송신할 수 있다. 이러한 수신된 신호에 기반하여, BS2는  $R_{BS2}^{(2,4)}$  및  $R_{BS2}^{(2,3)}$  을 전송된 방식으로 계산할 수 있다. 이와 유사하게, 자신의 수신 시간에 기반하여, D는  $D_D^{(2,4)}$  및  $D_D^{(2,3)}$  을 계산할 수 있다.
- [0213] BS2는 계산된  $R_{BS2}^{(2,4)}$  및  $R_{BS2}^{(2,3)}$  를 포함하는 제 8 신호(1608)를 다음으로 송신할 수 있다. 제 8 신호(1608)도 새롭게 계산된  $D_{BS2}^{(2,3)}$  및  $D_{BS2}^{(2,4)}$  를 포함할 수 있다.
- [0214] 디바이스(D)는 제 8 신호(1608) 및 계산된 간격을 수신할 수 있다. 더욱이, 제 8 신호(1608)의 수신에 기반하여, D는  $R_D^{(2,3)}$  및  $R_D^{(2,4)}$  을 더욱 계산할 수 있다. 후속하여, D는 BS2 및 BS3 사이의 도달 시간차를 계산할 수 있고, BS2 및 BS4 사이의 도달 시간차를 간격  $R_D^{(2,3)}, R_D^{(2,4)}, D_D^{(2,3)}, D_D^{(2,4)}, R_{BS2}^{(2,3)}, R_{BS2}^{(2,4)}, D_{BS2}^{(2,3)}$  및  $D_{BS2}^{(2,4)}$  를 사용하여 추가적으로 계산할 수 있다.
- [0215] 이러한 방식으로, 여러 기지국 쌍에 관련된 디바이스(D)에서의 다수의 도달 시간차 측정을 계산하기 위해서 요구되는 신호들의 개수가 줄어든다. 더욱이, 여러 기지국 쌍에 관련된 디바이스(D)에서의 다수의 도달 시간차 측정을 계산하기 위해서 요구되는 시간이 줄어든다.
- [0216] 변경된 프로시저에 관련하여 설명된 바와 같이, 따라서 채택된 매질에 대한 최대 송신 거리보다 더 먼 거리에 걸쳐서 동작하는 통신 프로토콜을 고안하는 것이 가능해진다. 예를 들어, 전송된 바와 같이, 신호는 BS1으로부터 BS3로 전파되고 BS4로는 전파되지 않는 것으로 도시되는데, 그 이유는 BS4가 BS1의 범위 밖이기 때문이다. 그러나, BS4는 BS2가 BS3 및 BS4와 MATDOA 라운드를 개시할 때 프로토콜에 추후에 참여할 수 있다.
- [0217] 더욱이, MATDOA 프로시저는 실패한 기지국을 식별하고, 복구를 위한 동작을 취하게 한다. 예를 들어, BS2가 제 2 신호(1602)를 전송한 후에 동작을 중단한다면, BS1은 제 4 신호(1604)를 전송한 후에 이러한 고장을 식별할 수 있게 될 것이다: BS2가 제 4 신호를 성공적으로 수신했고 그에 작용했다면, BS1은 BS2에 의해 개시된 MATDOA 라운드의 시작을 제 5 신호(1605)에서 청취할 수 있을 것이다. 이것을 청취하지 않으면, 예를 들어 어느 정도의 타임아웃 이후에, BS1은 다음 중 적어도 하나를 수행할 수 있다: (a) 다른 기지국, 예를 들어 BS3에게

MATDOA 라운드를 개시하라고 요청하는 새로운 신호를 전송하는 것, (b) 기지국에 대한 제어 시스템에 통지하는 것, (c) 모니터링 소프트웨어에 이벤트를 첨부하는 것, 및 (d) BS2가 다시 온라인일 수 있는 시점(예를 들어, BS2가 재부팅된 후)인 추후의 시간에 제 4 신호(1604)의 변형을 전송하려고 시도하는 것.

- [0218] 신호의 충돌은 MATDOA 개시 신호에 각각의 기지국에 대한 바람직한 지연 시간을 포함함으로써 회피될 수 있다. 예를 들어, 제 1 신호(1601)는 바람직한 지연 시간을 포함할 수 있다. BS2에서 제 1 신호(1601)를 수신하면, BS2는 제 2 신호(1602)를 송신할 때까지 바람직한 지연 시간 동안 대기할 수 있다. 대응하지만 상이한 바람직한 지연 시간도 BS4에 대해서 제 1 신호(1601)에 포함될 수 있다. 따라서, BS4는 제 3 신호(1603)를 송신할 때까지, 제 1 신호를 수신한 후에 수신된 지연 시간만큼 지연할 수 있다. 대안적으로, BS2 및 BS3은 제 1 신호(1601)의 수신 및 그 응답의 송신 사이의 미리 결정된 지연 시간을 저장할 수 있고, 이러한 방식으로, 제 1 신호(1601)는 지연 시간을 포함할 필요가 없다. 대안적으로, 각각의 수신 기지국은 랜덤 지연 시간을 채택할 수 있다. 대안적으로, 각각의 수신 기지국은 제 1 신호(1601)에 있는 다른 데이터에 기반하여 지연을 계산할 수 있다. 예를 들어, 제 1 신호(1601)가 어느 것이 송신할지에 대한 정보를 포함하기 때문에, BS2 및 BS3은 이러한 정보를 사용하여 동조(sympathetic) 지연 시간을 생성할 수 있다.
- [0219] 지연 시간을 사용하면, BS1은, 응신들이 충돌하지 않아서 디바이스(D)가 제 1 신호(1601), 제 2 신호(1602), 제 3 신호(1603) 및 제 4 신호(1604) 각각을 성공적으로 수신할 수 있도록, 기지국의 응신들을 조율할 수 있다.
- [0220] 온라인 식료품 및 슈퍼마켓과 같이 여러 제품 라인을 판매하는 온라인 소매 비즈니스에는, 수 십 개 또는 심지어 수 백 수 천 개의 상이한 제품 라인을 보관할 수 있는 시스템이 요구된다. 이러한 경우에 단일-제품 스택을 사용하는 것은 실용적이지 않을 수 있는데, 그 이유는 요구되는 스택 모두를 수용하려면 매우 넓은 바닥면적이 요구될 것이기 때문이다. 더욱이, 상하거나 가끔 주문되는 제품과 같은 일부 아이템은 적은 양만 보관하는 것이 바람직할 수 있어서, 단일-제품 스택이 비효율적인 솔루션이 된다.
- [0221] 그 내용이 본 명세서에서 원용에 의해 통합되는 국제 특허 출원 WO 98/049075A(Autostore)는 컨테이너의 다중 제품 스택이 프레임 구조체 내에 배치되는 시스템을 기술한다.
- [0222] PCT 공개 번호 제 W02015/185628A(Ocado)는 빈 또는 컨테이너의 스택이 프레임워크 구조체 내에 배치되는, 추가적인 공지된 보관 및 실현 시스템을 기술한다. 빈(bin) 또는 컨테이너는 프레임 구조체의 상단에 위치한 트랙에서 동작하는 화물 처리 디바이스에 의해 액세스된다. 화물 처리 디바이스는 빈 또는 컨테이너를 스택으로부터 들어올리고, 스택의 최저 위치에 위치한 빈 또는 컨테이너에 액세스하기 위해서 여러 수화물 처리 디바이스가 협동한다. 이러한 타입의 시스템은 개략적으로 첨부 도면 중 도 10 내지 도 13에 예시된다.
- [0223] 도 10 및 도 11에 도시된 바와 같이, 빈(10)이라고 알려지는 바와 같은 적층가능 컨테이너가 서로의 위에 적층되어 스택(12)을 형성한다. 스택(12)은 창고 또는 제조 환경에 있는 격자 프레임워크 구조체(14) 내에 배치된다. 도 10은 프레임워크 구조체(14)의 개략적인 사시도이고, 도 11은 프레임워크 구조체(14) 내에 배치된 빈(10)의 스택(12)을 보여주는 상면도이다. 각각의 빈(10)은 통상적으로 복수 개의 제품 아이템(미도시)을 수용하고, 어떤 빈(10) 내의 제품 아이템은 애플리케이션에 따라서 동일할 수도 있고 또는 상이한 제품 타입일 수도 있다.
- [0224] 프레임워크 구조체(14)는 수평 부재(18, 20)를 지지하는 복수 개의 직립 부재(16)를 포함한다. 평행 수평 부재(18)의 제 1 세트는 평행 수평 부재(20)의 제 2 세트에 수직으로 배치되어 직립 부재(16)에 의해 지지되는 복수 개의 수평 격자 구조체를 형성한다. 부재(16, 18, 20)는 통상적으로 금속으로 제조된다. 빈(10)은 프레임워크 구조체(14)의 부재(16, 18, 20) 사이에서 스택되어, 프레임워크 구조체(14)가 빈(10)의 스택(12)의 수평 이동을 방지하고, 빈(10)의 수직 이동을 유도하게 한다.
- [0225] 프레임 구조체(14)의 상단 레벨은 스택(12)의 상단에 걸쳐서 격자 패턴으로 배치된 레일(22)을 포함한다. 도 12 및 도 13을 더욱 참조하면, 레일(22)은 복수 개의 로봇식 로드 처리 디바이스(30)를 지지한다. 평행 레일(22)의 제 1 세트(22a)는 프레임 구조체(14)의 상단에 걸친 제 1 방향(X)에서의 로드 처리 디바이스(30)의 이동을 유도하고, 제 1 세트(22a)에 수직으로 배열된 평행 레일(22)의 제 2 세트(22b)는 제 1 방향에 수직인 제 2 방향(Y)에서의 로드 처리 디바이스(30)의 이동을 유도한다. 이러한 방식으로, 레일(22)은 수평 X-Y 평면에서 측방향 두 차원으로 화물 처리 디바이스(30)가 이동되게 함으로써, 화물 처리 디바이스(30)가 스택(12) 중 임의의 것 위의 위치로 이동될 수 있게 된다.
- [0226] 화물 처리 디바이스(30)의 일 형태가, 그 내용이 본 명세서에서 원용에 의해 통합되는 노르웨이 특허 번호 317366에 더 설명된다. 도 12a 및 도 12b는 빈을 쌓는 로드 처리 디바이스(30)의 전방 및 후방 각각으로부터의

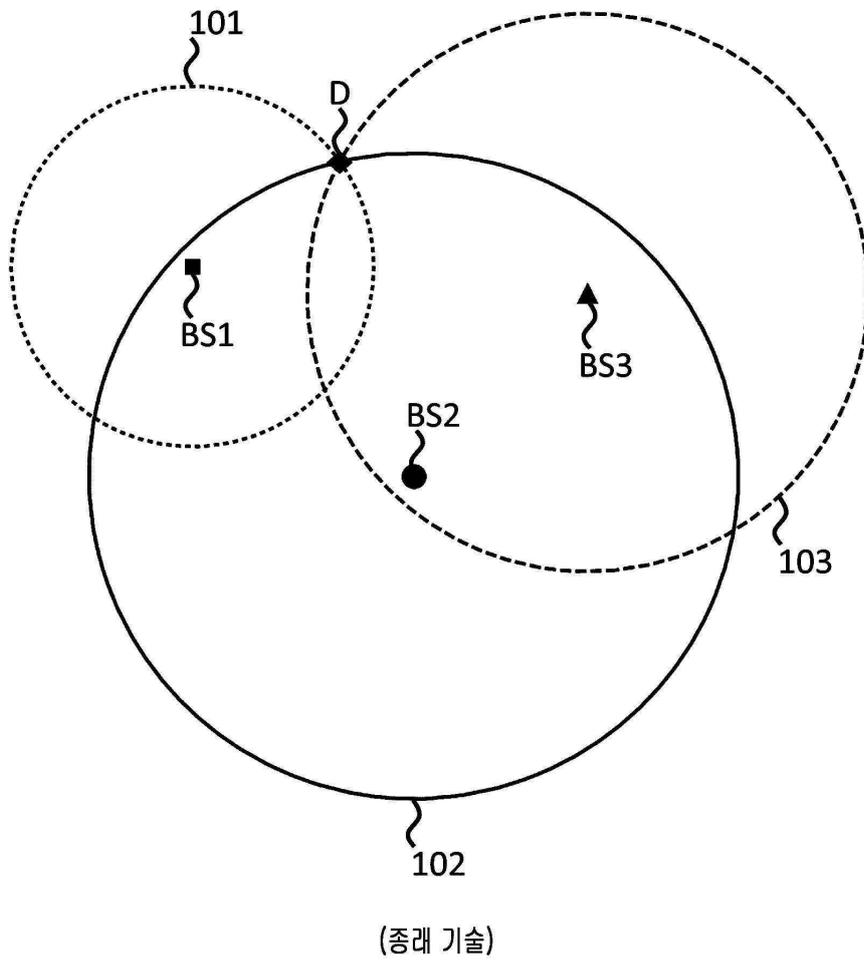
개략적인 사시도이고, 도 12c는 빈(10)을 인양하는 로드 처리 디바이스(30)의 개략적인 전면 사시도이다. 그러나, 본 명세서에서 설명된 시스템과 조합하여 사용될 수 있는 다른 형태의 화물 처리 디바이스가 존재한다. 예를 들어, 로봇식 화물 처리 디바이스의 추가적 형태가 본 명세서에 원용에 의해 통합되는(PCT) 특허 공개 번호 제(WO2015)/019055에 설명되는데(Ocado), 여기에서 각각의 로봇식 로드 핸들러는 프레임워크 구조체의 하나의 격자 공간만을 커버하여, 로드 핸들러의 밀도가 높아지게 하고 주어진 크기의 시스템에 대해 쓰루풋이 높아지게 한다.

- [0227] 각각의 로드 처리 디바이스(30)는 스택(12) 위에서 프레임 구조체(14)의 레일(22) 상의 X 및 Y 방향으로 이동하도록 배치되는 운송체(32)를 포함한다. 운송체(32)의 전면에 있는 휠(34)의 쌍과 운송체(32)의 후면에 있는 휠(34)의 쌍을 포함하는 휠(34)의 제 1 세트는, 레일(22)의 제 1 세트(22a)의 두 개의 인접한 레일과 결속되도록 배치된다. 이와 유사하게, 운송체(32)의 측면 각각에 있는 휠(36)의 쌍을 포함하는 휠(36)의 제 2 세트는 레일(22)의 제 2 세트(22b)의 두 개의 인접한 레일과 결속되도록 배치된다. 휠(34, 36)의 각각의 세트는 승강되어, 휠(34)의 제 1 세트 또는 휠(36)의 제 2 세트의 중 하나가 임의의 시점에 레일(22a, 22b)의 각각의 세트와 결속되도록 할 수 있다.
- [0228] 휠(34)의 제 1 세트가 레일(22a)의 제 1 세트와 결속되고 휠(36)의 제 2 세트가 레일(22)에서 떨어지게 상승되면, 휠(34)은 로드 처리 디바이스(30)를 X 방향으로 구동하도록, 운송체(32) 내에 수용된 드라이브 메커니즘(미도시)에 의하여 구동될 수 있다. 로드 처리 디바이스(30)를 Y 방향으로 이동시키려면, 휠(34)의 제 1 세트가 레일(22)에서 떨어지게 상승되고 휠(36)의 제 2 세트는 레일(22a)의 제 2 세트와 결속되도록 하강된다. 그러면 Y 방향으로 이동하도록 휠(36)의 제 2 세트를 구동시키기 위해서 구동 메커니즘이 사용될 수 있다.
- [0229] 화물 처리 디바이스(30)에는 승강 디바이스가 장착된다. 승강 디바이스(40)는 화물 처리 디바이스(32)의 몸체로부터 네 개의 케이블(38)에 의해 매달리는 그리퍼 플레이트(39)를 포함한다. 케이블(38)은 운송체(32) 내에 수용된 권선 메커니즘(미도시)에 연결된다. 케이블(38)은 화물 처리 디바이스(32)로부터 안팎으로 스폐링될 수 있어서, 운송체(32)에 대한 그리퍼 플레이트(39)의 위치가(Z) 방향으로 조절될 수 있게 된다.
- [0230] 그리퍼 플레이트(39)는 빈(10)의 상단과 결속되도록 적응된다. 예를 들어, 그리퍼 플레이트(39)는, 빈(10)의 상단면을 형성하는 림 내의 대응하는 홀(미도시)과 맞춤되는 핀(미도시), 및 빈(10)을 파지하도록 림과 결속될 수 있는 슬라이딩 클립(미도시)을 포함할 수 있다. 클립은 그리퍼 플레이트(39) 내에 수용된 적합한 드라이브 메커니즘에 의해 빈(10)과 결속되도록 구동되는데, 이것은 케이블(38) 자체 또는 별개의 제어 케이블(미도시)을 통해 전달되는 신호에 의해 급전되고 제어된다.
- [0231] 빈(10)을 스택(12)의 상단으로부터 제거하기 위해서, 화물 처리 디바이스(30)는 필요에 따라 X 및 Y 방향으로 이동되어, 그리퍼 플레이트(39)가 스택(12) 위에 위치되게 한다. 그러면, 도 12c에 도시된 바와 같이, 그리퍼 플레이트(39)는 수직으로(Z) 방향을 따라 하강되어 스택(12)의 상단 상의 빈(10)과 결속된다. 그리퍼 플레이트(39)는 빈(10)을 파지하고, 빈(10)이 부착된 상태로 케이블(38)에서 상향으로 견인된다. 그 수직 여행로의 맨 위에서, 빈(10)은 운송체 보디(32) 내에 수용되고 레일(22)의 레벨 위로 홀딩된다. 이러한 방식으로, 화물 처리 디바이스(30)는, 빈(10)을 운반하면서 X-Y 평면 내의 상이한 위치로 이동되고, 빈(10)을 다른 위치로 수송할 수 있다. 케이블(38)은 화물 처리 디바이스(30)가 바닥 레벨을 포함하는 스택(12)의 임의의 레벨로부터 빈을 취출하고 위치시키게 하기에 충분히 길다. 운송체(32)는 빈(10)의 무게를 상쇄하고 인양 프로세스 중에 안정을 유지하도록 충분히 무겁다. 운송체(32)의 무게는 부분적으로 휠(34, 36)의 구동 메커니즘에 급전하기 위하여 사용된 배터리로 이루어질 수 있다.
- [0232] 도 13에 도시된 바와 같이, 각각의 화물 처리 디바이스(30)가 시스템의 쓰루풋을 증가시키도록 동시에 동작할 수 있도록, 복수 개의 동일한 화물 처리 디바이스(30)가 제공된다. 도 13에 도시된 시스템은, 빈(10)이 시스템 내로 전달되거나 그로부터 나오는, 포트(24)라고 알려진 두 특정 위치를 포함한다. 추가적인 콘베이어 시스템(미도시)이 각각의 포트(24)와 연관되어, 화물 처리 디바이스(30)에 의해서 포트(24)로 수송되는 빈(10)이 콘베이어 시스템에 의해서 다른 위치, 예를 들어 픽업 스테이션(미도시)으로 전달될 수 있게 한다. 이와 유사하게, 빈(10)은 콘베이어 시스템에 의해서 외부 위치로부터 포트(24)로, 예를 들어 빈-충진 스테이션(미도시)으로 이동되고, 시스템 내의 스택을 보충하도록 화물 처리 디바이스(30)에 의해 스택(12)으로 수송될 수 있다.
- [0233] 각각의 화물 처리 디바이스(30)는 한 번에 하나의 빈(10)을 상승시키고 이동시킬 수 있다. 스택(12)의 상단에 위치된 빈(10)("타겟 빈")을 취출해야 하면, 타겟 빈(10)으로의 액세스를 허용하도록 오버라이딩 빈(10)("비-타겟 빈")이 우선 이동되어야 한다. 이것은 이제부터 "디깅(digging)"이라고 불릴 동작에 의해 달성된다.

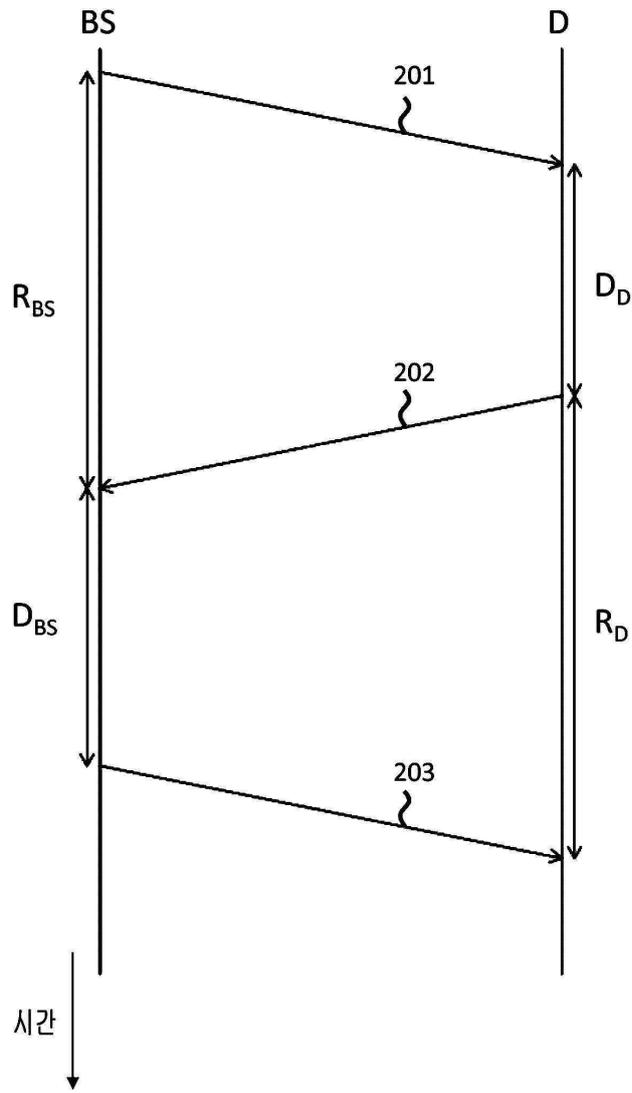
- [0234] 도 13을 참조하면, 디깅 동작 중에, 화물 처리 디바이스(30) 중 하나가 타겟 빈(10)을 보유한 스택(12)으로부터 각각의 비-타겟 빈(10a)을 순차적으로 상승시키고, 이것을 다른 스택(12) 내의 빈 위치 내에 배치한다. 그러면, 타겟 빈(10b)이 화물 처리 디바이스(30)에 의해 액세스되고 추가적인 수송을 위해서 포트(24)로 이동될 수 있다.
- [0235] 화물 처리 디바이스(30) 각각은 중앙 컴퓨터의 제어를 받는다. 시스템 내의 각각의 개별 빈(10)이 추적되어, 적절한 빈(10)이 필요에 따라 취출, 수송, 및 교체될 수 있게 한다. 예를 들어, 디깅 동작 중에, 비-타겟 빈(10a) 각각의 위치가 로깅되어, 비-타겟 빈(10a)이 추적될 수 있게 한다.
- [0236] 도 10 내지 도 13을 참조하여 설명된 시스템은 많은 장점을 가지고, 광범위한 보관 및 취출 동작을 위해 적합하다. 특히, 제품이 매우 조밀하게 보관될 수 있게 되고, 픽업을 위해서 요구되면 빈(10) 모두에 경제적으로 타당하게 접근하면서 빈(10) 내의 광범위한 상이한 아이템을 매우 경제적으로 보관할 수 있는 방법을 제공한다.
- [0237] 그러나, 이러한 시스템에는, 모두 타겟 빈(10b)이 스택(12)의 상단에 있지 않으면 수행되어야 하는 전술된 디깅 동작으로부터 기인하는 일부 단점도 존재한다.
- [0238] 도 14에 도시된 바와 같이, 하나의 변경예에서, 제 1 실시예의 디바이스(D)는 도 10 내지 도 13에 도시되는 보관 시스템에 대해서 활용될 수 있다. 좀 더 구체적으로는, 프레임워크 구조체(14)에서 동작하는 로드 처리 디바이스(30)가, 정지될 때, 방향을 바꿀 때, 윈칭(winch) 시에, 아이들 일 때 등의 경우에, 이력 로드 처리 디바이스 상태, 휠 인코더, 관성 모션 유닛 등과 같은 현존하는 데이터 소스와 잠재적으로 완전히 독립적인 방식으로 그들의 위치를 확정하거나 상태가 손실될 경우나 다른 고장 시에 그들의 위치를 결정하는 것이 소망된다.
- [0239] 이러한 제약으로부터 요약되는 가장 어려운 문제점은, 많은 로드 처리 디바이스(30)로 하여금 어떤 위치에 그들이 각각이 위치하는지를 짧은 시간 프레임 내에(예를 들어 방향을 바꾸는데 걸리는 시간보다 적은 시간 안에) 동시에 찾아내게 하는 시스템을 생성하는 것이다. 10cm 내지 20cm의 위치 정확도가 바람직하다.
- [0240] 제 1 실시예의 디바이스(D)의 솔루션은 또한 규모변경 가능해야 하고(셀들의 개수, 로드 처리 디바이스(30)의 개수 및 프레임워크 구조체(14)의 치수에 따라서), 가격이 합리적이며, 이상적으로는 무선이어야 한다.
- [0241] 따라서, 도 14에 도시된 바와 같이, 로드 처리 디바이스(30) 각각은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 디바이스(D)를 포함하도록 구성된다. 이러한 예에서, 로드 처리 디바이스(D)는 프레임워크 구조체(14)에서 동작하도록 구성된다. 프레임워크 구조체(14) 주위/위/아래에는 세 개의 기지국(BS1, BS2 및 BS3)이 배치된다. 기지국의 상대적인 위치는 디바이스(D)에 알려져 있을 수 있다. 기지국(BS1, BS2 및 BS3) 각각은, 안테나(A)로부터의 무선 신호를 사용하여 다른 기지국 각각과 메시지를 송수신하도록 구성되지만, 광 통신과 같은 다른 통신 수단도 예상된다. 이러한 방식으로, 전술된 바와 같이, 디바이스(D)는 기지국들의 도달 시간차를 계산하여 자신의 위치를 위치설정하고, 따라서 프레임워크 구조체(14)에서의 로드 처리 디바이스(30)의 위치를 신호를 임의의 다른 기지국 및/또는 디바이스(D)에 송신할 필요 없이 위치설정한다. 일 예에서, 디바이스(D)는 수직 모션이 없이 두 차원에서 동작한다는 것, 및 공지된 치수의 미리 정의된 프레임워크 구조체(14) 내에서 동작한다는 제약을 사용하여, 일부 도달 시간차 신호가 신뢰도가 낮고 및/또는 신뢰도가 부족하더라도 그 위치를 계산할 수 있다. 도 14에 역시 도시되는 바와 같이, 로드 처리 디바이스의 각각은 프레임워크 구조체(14) 상의 단일 공간만을 차지한다.
- [0242] 이해될 수 있는 것처럼, 본 발명의 발명자들은 본 발명의 제 1 실시예의 위치 결정 디바이스(D)를 다르게 사용하는 모든 방식들을 의도한다. 예를 들어, 디바이스(D)는 드론, 무인 자동차, 사람 추적, 농업 분야, 헬스케어 및 응급/구조 서비스에 의한 사용, 보안 클리어런스 및 특히 높은 정확도를 요구하는 모바일 유닛의 밀집한 모 집단에 의해 특히 우려되는 것들을 위해서 포함될 수 있고, 이러한 상황에는 제 1 실시예의 디바이스(D)가 유리할 것이다.
- [0243] 본 발명의 실시예에 대한 전술된 설명은 예시와 설명을 위하여 제공되었다. 이것은 망라적인 것이거나 본 발명을 개시된 구체적인 형태로 한정하려는 것이 아니다. 수정 및 변형이 본 개시물의 사상 및 범위에서 벗어나지 않으면서 이루어질 수도 있다.

도면

도면1

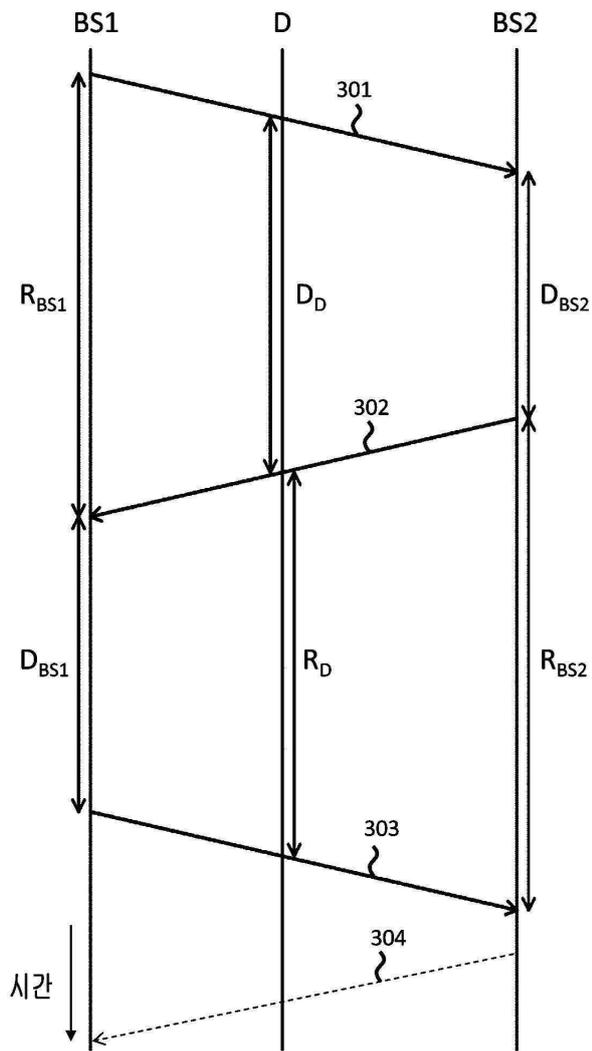


도면2

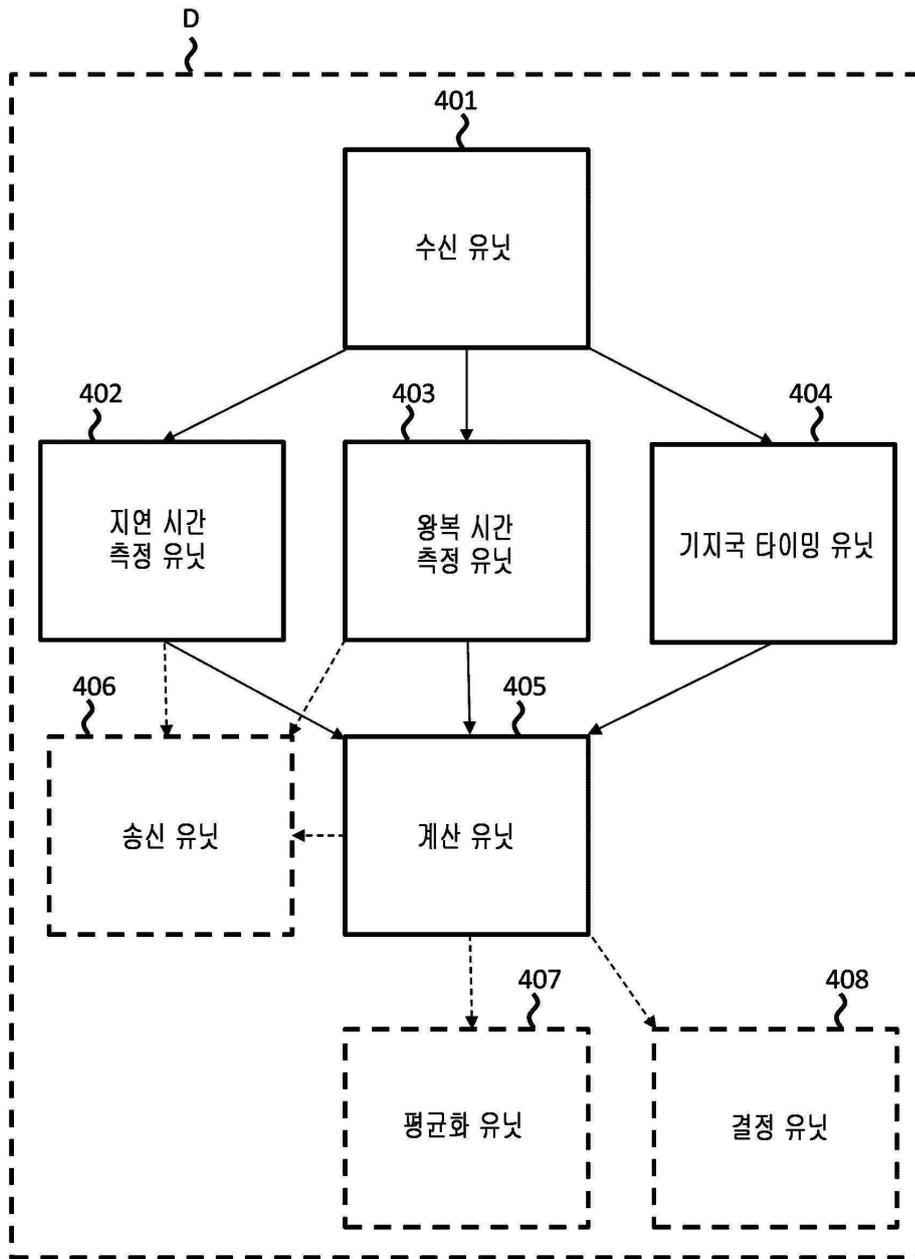


(종래 기술)

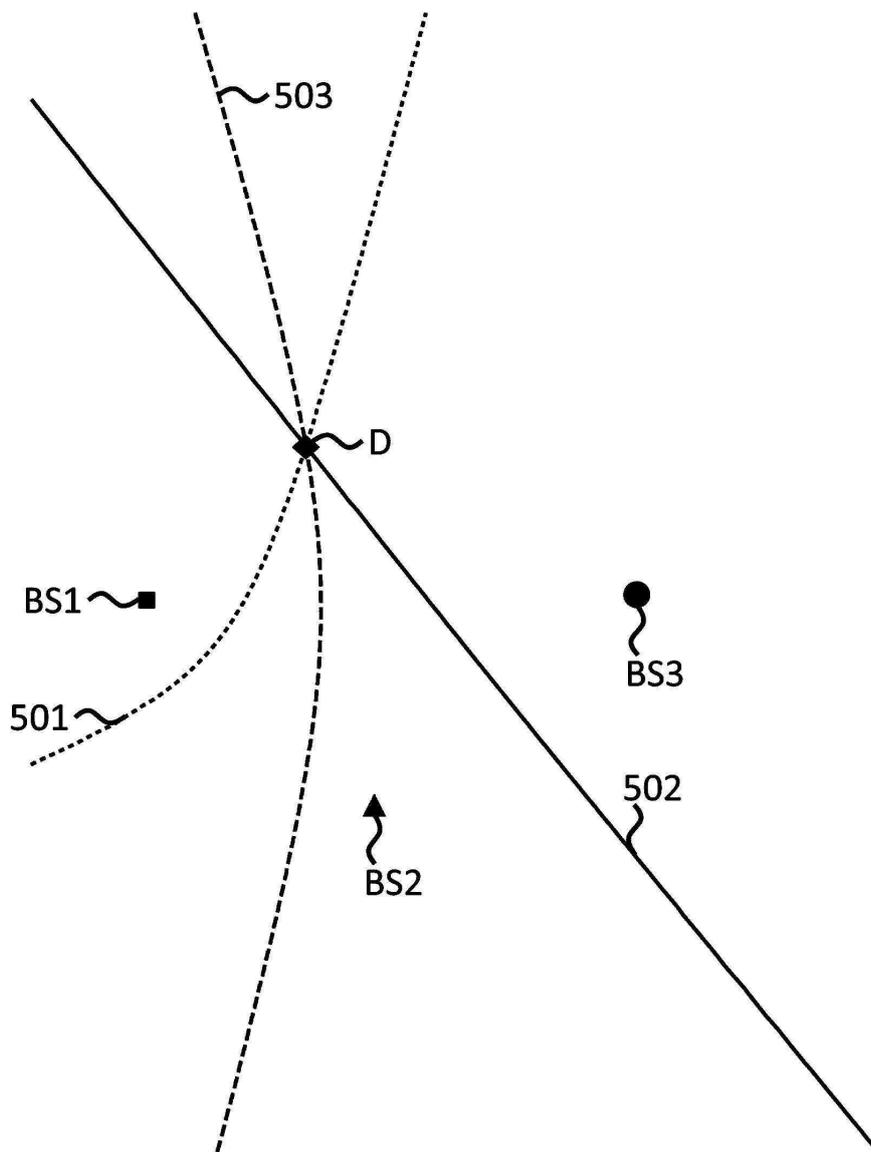
도면3



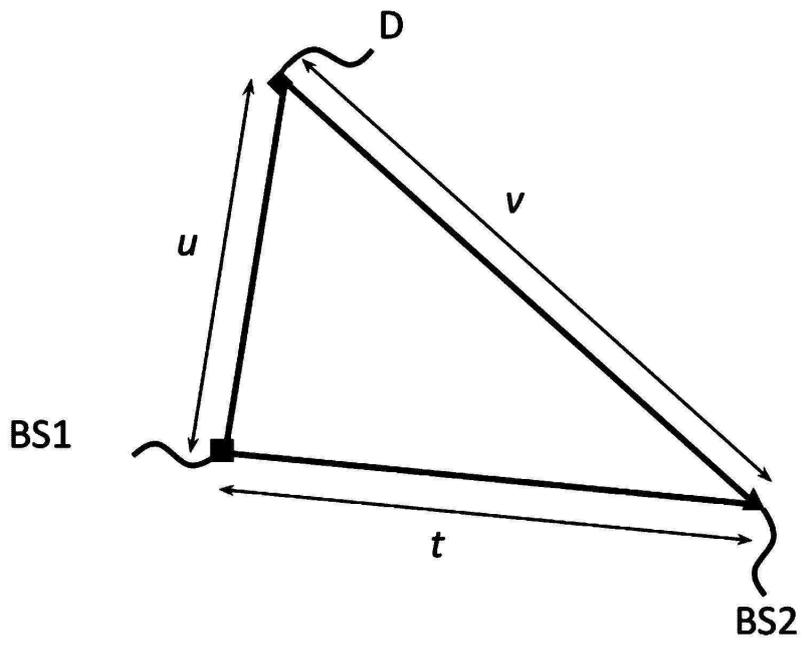
도면4



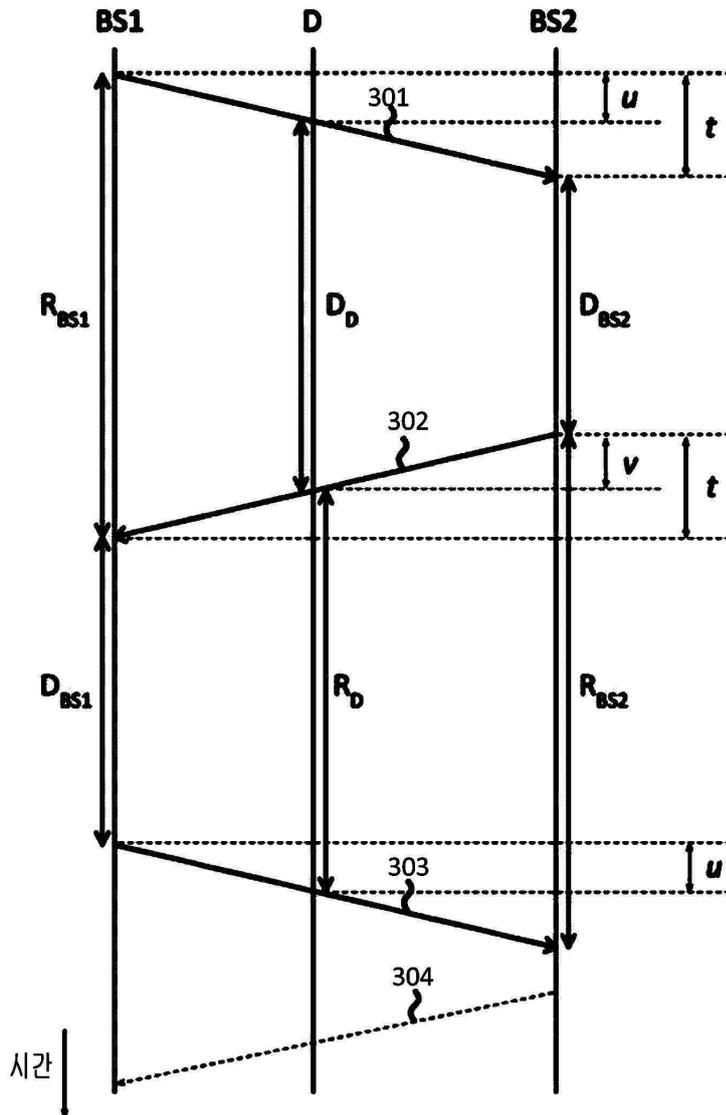
도면5



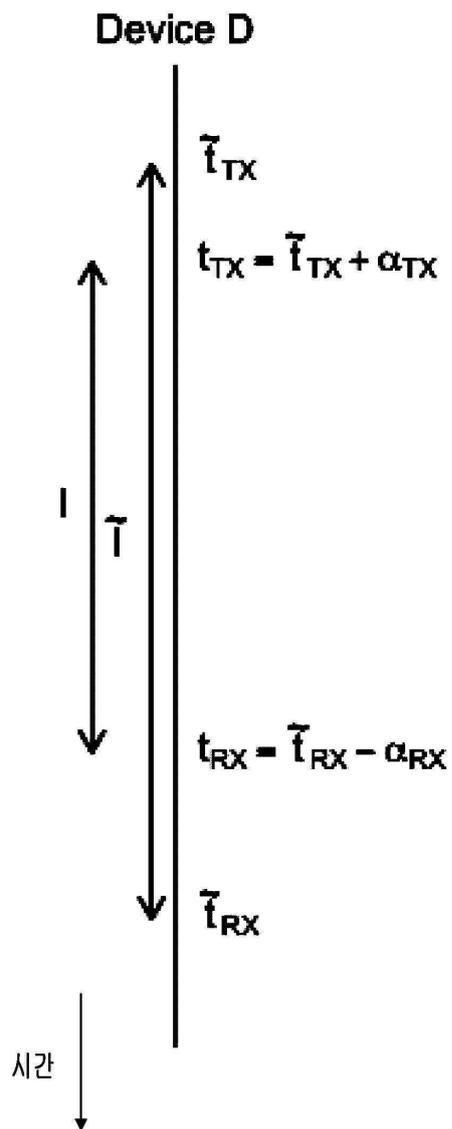
도면6



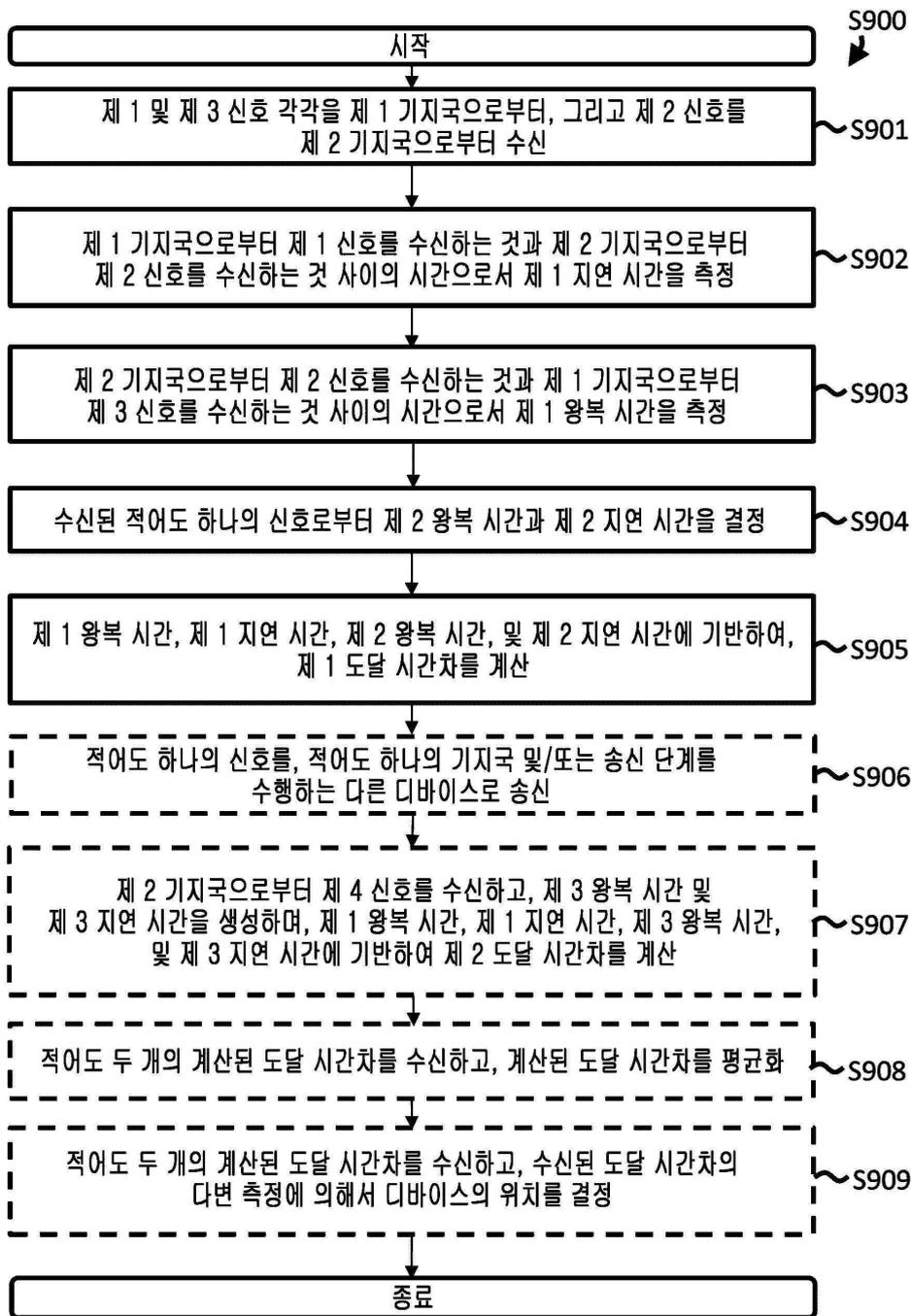
도면7



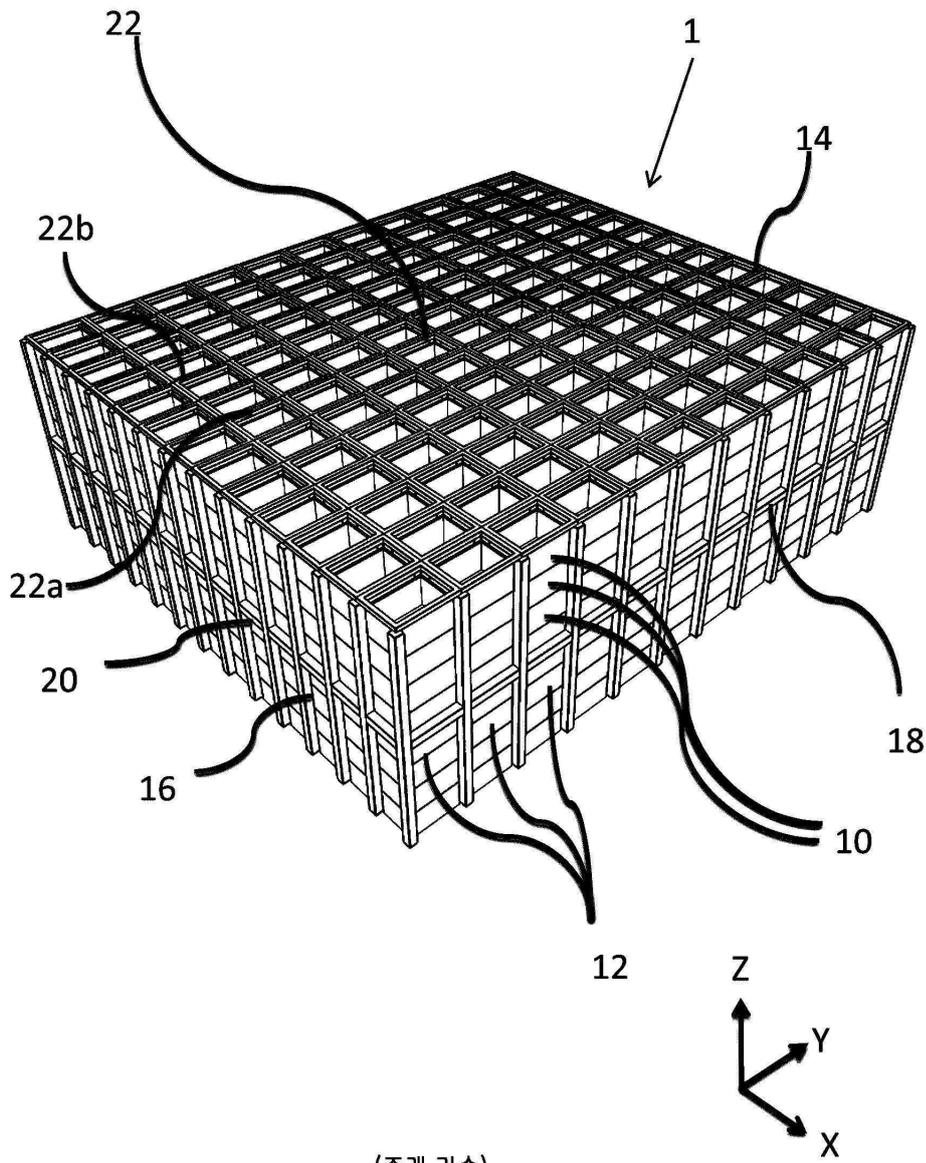
도면8



도면9

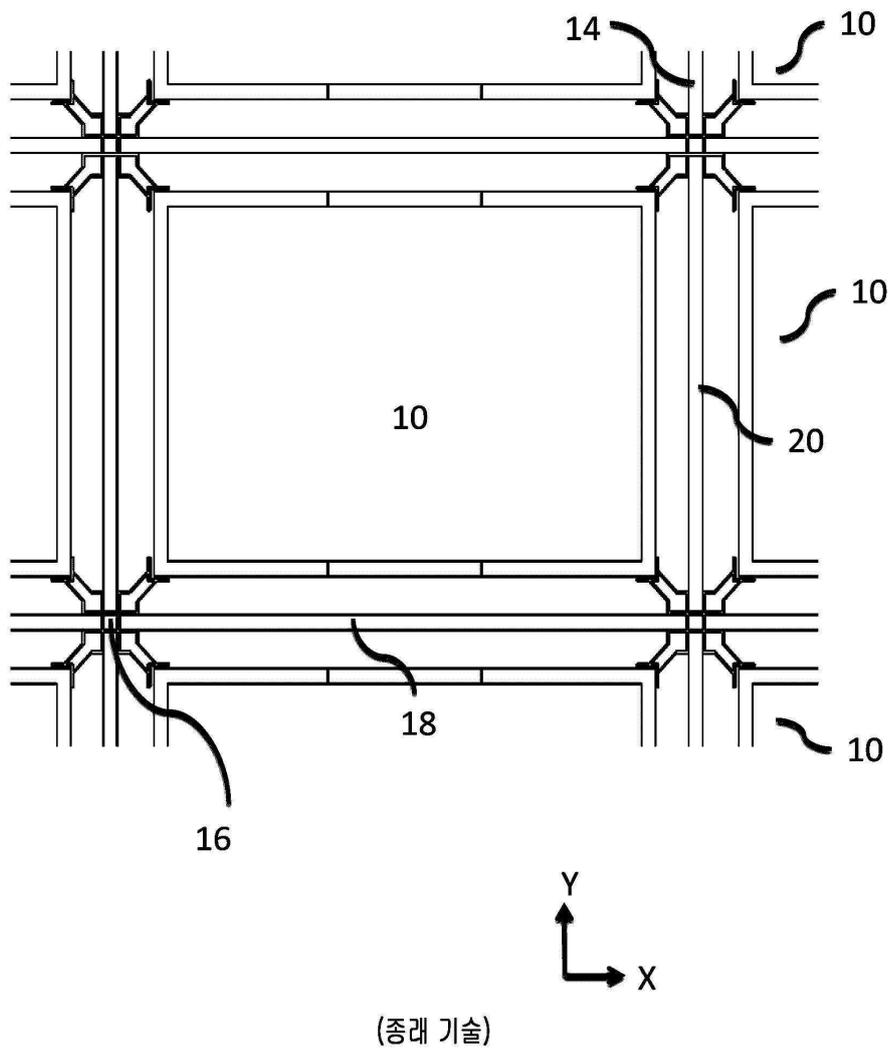


도면10

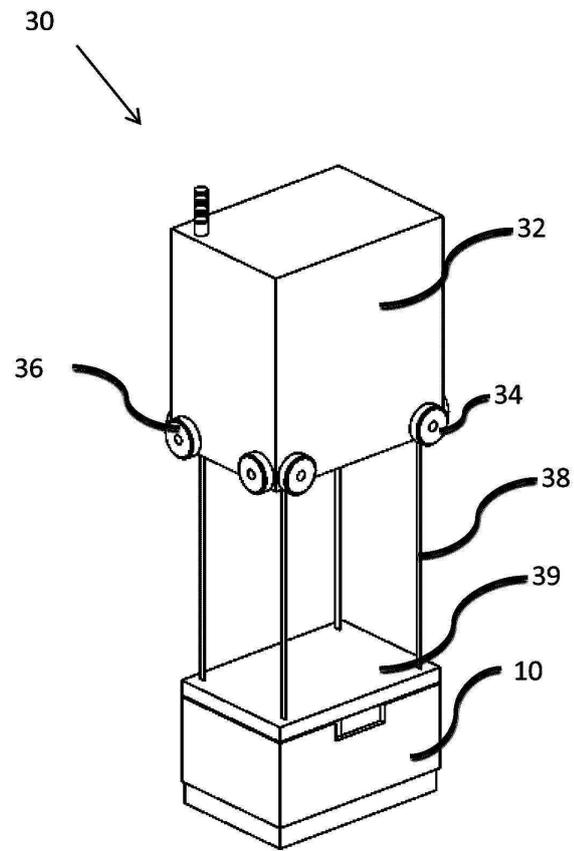


(종래 기술)

도면11

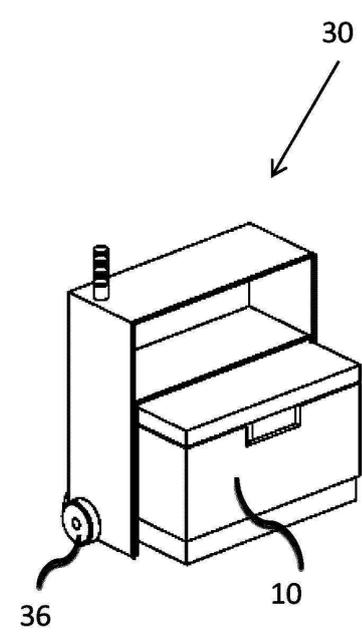


도면12a



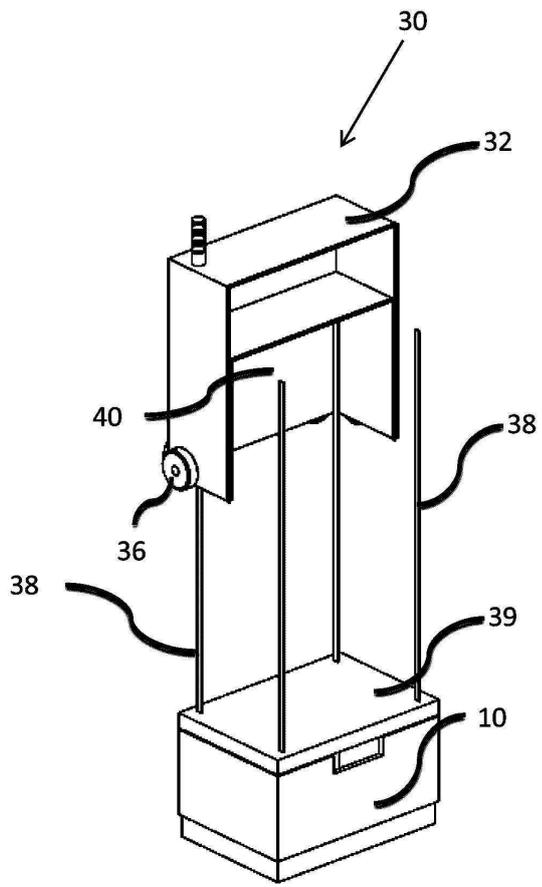
(종래 기술)

도면12b



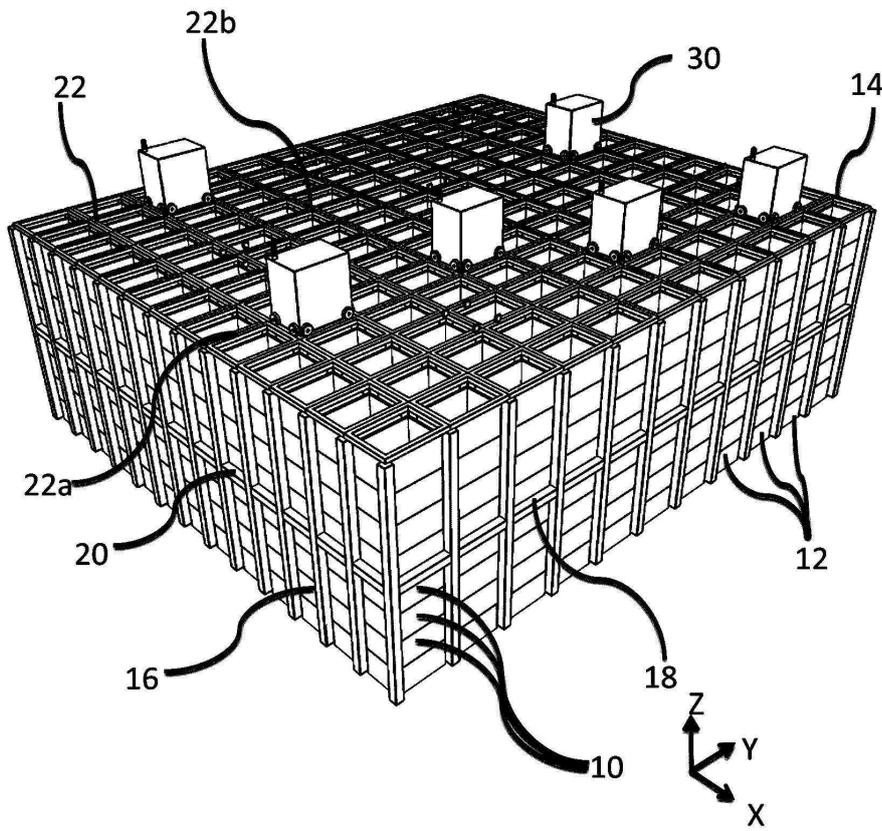
(종래 기술)

도면12c



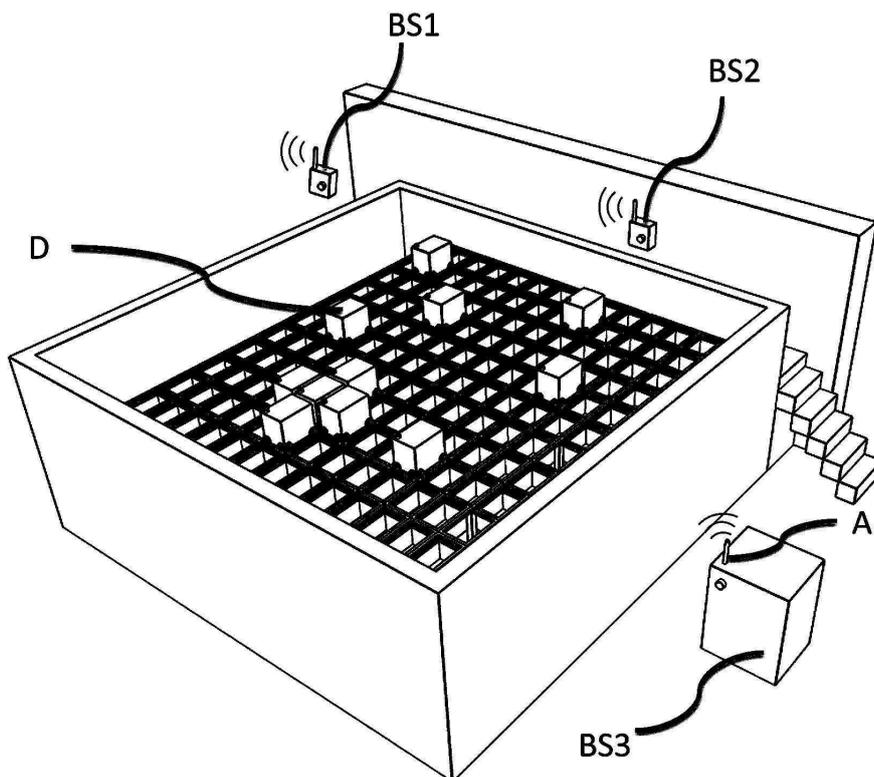
(종래 기술)

도면13

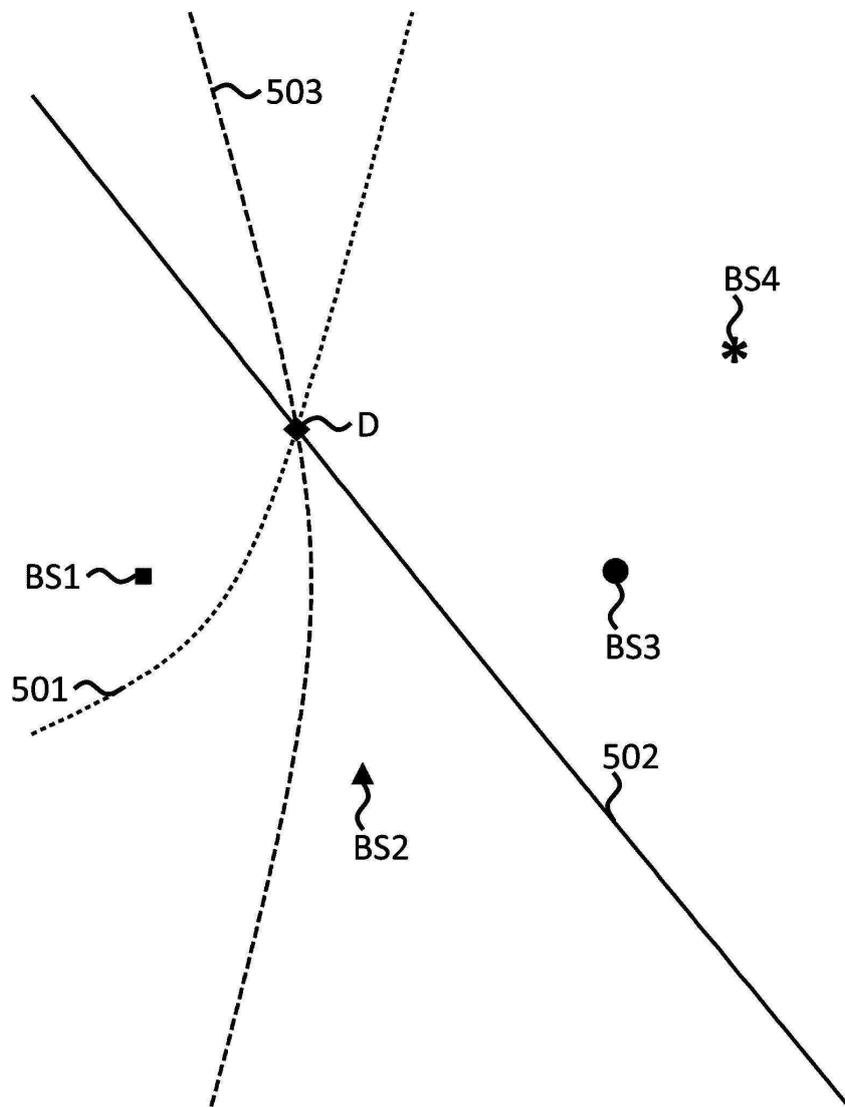


(종래 기술)

도면14



도면15



도면16

