



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0098360
(43) 공개일자 2018년09월03일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 7/481 (2006.01) G01S 17/89 (2006.01)
G02B 26/10 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01S 7/481 (2013.01)
G01S 17/89 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7021417
- (22) 출원일자(국제) 2017년01월16일
심사청구일자 2018년07월26일
- (85) 번역문제출일자 2018년07월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2017/001229
- (87) 국제공개번호 WO 2017/130770
국제공개일자 2017년08월03일
- (30) 우선권주장
JP-P-2016-016353 2016년01월29일 일본(JP)

- (71) 출원인
각쿄호진 메이지다이가쿠
일본 도쿄도 지요다쿠 간다스루가다이 1-1
- (72) 발명자
구로다 요지
일본 가나가와켄 가와사키시 다마쿠 히가시-미타
1-1-1 메이지다이가쿠 이쿠타 캠퍼스 내
- (74) 대리인
특허법인태평양

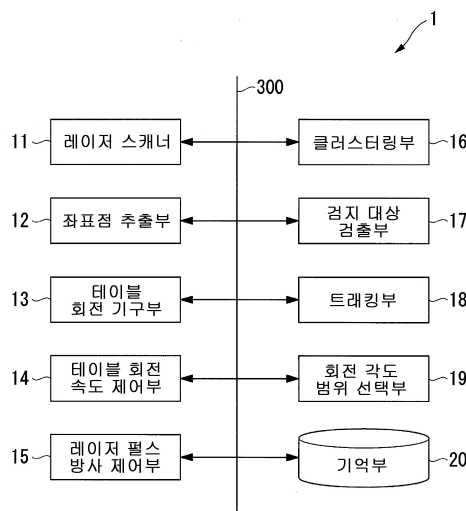
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 레이저 스캔 시스템, 레이저 스캔 방법, 이동 레이저 스캔 시스템 및 프로그램

(57) 요약

본 발명의 레이저 스캔 시스템은 제1 회전축을 회전 중심으로 하여 소정의 제1 회전축 회전 속도로 회전하는 제1 회전 기구와, 제1 회전 기구의 제1 회전축 회전 속도를 제어하는 제1 회전 속도 제어부와, 제1 회전 기구에 마련되어, 제1 회전 기구와 함께 회전하고, 레이저를 조사하여 검지 대상의 거리를 계측하는 레이저 거리 계측 유닛을 가지는 레이저 스캐너를 구비하고, 제1 회전 속도 제어부가 검지 대상이 존재하는 영역에 대응하는 검지 회전 각도 범위 및 검지 대상이 존재하지 않는 영역에 대응하는 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 제1 회전축 회전 속도를 제어한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
G02B 26/10 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

제1 회전축을 회전 중심으로 하여 소정의 제1 회전축 회전 속도로 회전하는 제1 회전 기구와,
 상기 제1 회전 기구의 상기 제1 회전축 회전 속도를 제어하는 제1 회전 속도 제어부와,
 상기 제1 회전 기구에 마련되어, 상기 제1 회전 기구와 함께 회전하고, 레이저를 조사하여 검지 대상의 거리를
 계측하는 레이저 거리 계측 유닛을 가지는 레이저 스캐너를 구비하고,
 상기 제1 회전 속도 제어부가, 검지 대상이 존재하는 영역에 대응하는 검지 회전 각도 범위 및 검지 대상이 존
 재하지 않는 영역에 대응하는 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 제1 회전축 회전 속도를 제어하는 것을
 특징으로 하는 레이저 스캔 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 검지 대상이 존재하는 영역을 검지하는 검지 대상 검지부를 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 레이저
 스캔 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,
 상기 검지 대상 검지부가 상기 검지 대상을 검지한 상기 제1 회전 기구의 회전 각도의 범위를 나타내는 상기 검
 지 회전 각도 범위와, 상기 검지 대상을 검지하고 있지 않은 상기 제1 회전 기구의 회전 각도의 범위를 나타내
 는 상기 비검지 회전 각도 범위를 구하는 회전 각도 범위 선택부를 추가로 가지는 것을 특징으로 하는 레이저
 스캔 시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,
 미리 설정된 추출 조건에 대응하는 상기 검지 대상을 검지한 상기 제1 회전 기구의 회전 각도의 범위를 상기 검
 지 회전 각도 범위로서 추출하는 대상 물체 추출부를 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 레이저 스캔 시스템.

청구항 5

청구항 4에 있어서,
 상기 추출 조건에 대응하는 상기 검지 대상이 존재하는 상기 제1 회전 기구의 회전 각도의 범위를 나타내는 상
 기 검지 회전 각도 범위와, 당해 검지 대상이 존재하지 않는 상기 제1 회전 기구의 회전 각도의 범위를 나타내
 는 상기 비검지 회전 각도 범위를, 상기 검지 대상과 레이저 스캔 시스템의 상대 위치 관계 및 상대 속도의 각
 각에 기초하여 추정하는 회전 각도 범위 추정부를 추가로 가지는 것을 특징으로 하는 레이저 스캔 시스템.

청구항 6

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 제1 회전 속도 제어부가 상기 검지 회전 각도 범위에 있어서의 상기 제1 회전축 회전 속도를, 상기 비검지
 회전 각도 범위에 있어서의 상기 제1 회전축 회전 속도보다 느리게 하는 제어를 행하는 것을 특징으로 하는 레
 이저 스캔 시스템.

청구항 7

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 레이저 스캐너가,

소정의 주사면상에 상기 레이저가 조사되도록, 당해 레이저의 방사 방향을 주사하는 기구를 가지는 것을 특징으로 하는 레이저 스캔 시스템.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 레이저 스캐너가,

상기 레이저의 방사 방향을 디지털 미러 디바이스로 주사하는 것을 특징으로 하는 레이저 스캔 시스템.

청구항 9

청구항 1 내지 청구항 8 중 어느 한 항에 있어서,

상기 레이저 스캐너가,

상기 제1 회전축에 대해서 소정의 각도를 이루는 직선을 제2 회전축으로 하고, 상기 제2 회전축에 대해서 소정의 각도 방향으로 레이저를 방사하는 레이저 거리 계측 유닛을 소정의 제2 회전축 회전 속도로 회전시키는 제2 회전 기구를 가지는 것을 특징으로 하는 레이저 스캔 시스템.

청구항 10

청구항 7에 있어서,

상기 제1 회전축과, 상기 제2 회전축이 이루는 상기 각도가 0도를 초과하고, 180도 미만인 것을 특징으로 하는 레이저 스캔 시스템.

청구항 11

청구항 9 또는 청구항 10에 있어서,

상기 검지 회전 각도 범위 및 상기 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 상기 제2 회전축 회전 속도를 제어하는 제2 회전 속도 제어부를 추가로 가지는 것을 특징으로 하는 레이저 스캔 시스템.

청구항 12

청구항 1 내지 청구항 11 중 어느 한 항에 있어서,

n개의 상기 레이저 스캐너가 상기 제1 회전 기구에, 상기 제1 회전축의 회전에 대해서 n회 대칭인 위치에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 레이저 스캔 시스템.

청구항 13

청구항 1 내지 청구항 12 중 어느 한 항에 기재된 레이저 스캔 시스템을 이동체에 탑재한 것을 특징으로 하는 이동 레이저 스캔 시스템.

청구항 14

제1 회전 속도 제어부가, 제1 회전축을 회전 중심으로 하여 소정의 제1 회전축 회전 속도로 회전하는 제1 회전 기구에 있어서, 상기 제1 회전축 회전 속도를 제어하는 제1 회전 속도 제어 과정과,

레이저 스캐너가, 상기 제1 회전 기구에 마련되어, 상기 제1 회전 기구와 함께 회전하고, 레이저를 조사하여 검지 대상의 거리를 계측하는 레이저 거리 계측 유닛을 가지는 레이저 스캐너 조작 과정을 포함하고,

상기 제1 회전 속도 제어부가, 검지 대상이 존재하는 영역에 대응하는 검지 회전 각도 범위 및 검지 대상이 존재하지 않는 영역에 대응하는 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 제1 회전축 회전 속도를 제어하는 것을 특징으로 하는 레이저 스캔 방법.

청구항 15

컴퓨터를,

제1 회전축을 회전 중심으로 하여 소정의 제1 회전축 회전 속도로 회전하는 제1 회전 기구에 있어서, 상기 제1 회전축 회전 속도를 제어하는 제1 회전 속도 제어 수단,

상기 제1 회전 기구에 마련되어, 상기 제1 회전 기구와 함께 회전하고, 레이저를 조사하여 검지 대상의 거리를 측정하는 레이저 거리 측정 유닛을 조작하는 레이저 스캐너 조작 수단으로서 기능시키고,

상기 제1 회전 속도 제어 수단이, 검지 대상이 존재하는 영역에 대응하는 검지 회전 각도 범위 및 검지 대상이 존재하지 않는 영역에 대응하는 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 제1 회전축 회전 속도를 제어하는 처리를 행하는 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 레이저 스캔 시스템, 레이저 스캔 방법, 이동 레이저 스캔 시스템 및 프로그램에 관한 것이다.

[0002] 본원은 2016년 1월 29일에, 일본국에 출원된 일본 특허출원 2016-016353호에 기초하여 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

배경 기술

[0003] 종래부터, 전방(前方)을 레이저에 의해 스캔하여 장애물 감지를 행하는 것을 목적으로 하여, 방사(放射)된 레이저 펄스가 장애물에 의해 반사된 반사광을 수광하여 장애물의 위치 및 형상을 검지하는 레이저 스캔 장치가 이용되고 있다(예를 들면, 특허 문헌 1 참조).

[0004] 장애물 감지에 있어서 높은 정밀도로 장애물의 형상을 추정하기 위해서는, 스캔하여 얻어지는 장애물에 있어서의 반사점(공간 광 점)의 밀도, 즉 단위면적당 레이저 펄스의 방사 밀도를 증가시킬 필요가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1: 일본 특개 2005-128722호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 그렇지만, 상기 특허 문헌 1 등의 레이저 스캔 시스템에 있어서, 조사 범위 전체의 단위면적당 레이저 펄스의 방사 밀도를 증가시키기 위해서는, 보다 많은 레이저 펄스를 방사하는 레이저 스캐너를 가지는 장치를 이용할 필요가 있다.

[0007] 이 때문에, 장애물(검지 대상물) 감지의 정밀도를 향상시키는 경우, 레이저 스캔 시스템이 대형화됨과 아울러 가격이 증가해 버린다.

[0008] 본 발명은 이러한 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 레이저 스캐너의 개수를 증가시키지 않고, 레이저 스캔 시스템의 대형화, 및 고가격화를 억제하고, 검지 대상물의 감지의 정밀도를 향상시키는 레이저 스캔 시스템, 레이저 스캔 방법, 이동 레이저 스캔 시스템 및 프로그램을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은 상술한 과제를 해결하기 위해서 이루어진 것으로, 본 발명의 레이저 스캔 시스템은, 제1 회전축을 회전 중심으로 하여 소정의 제1 회전축 회전 속도로 회전하는 제1 회전 기구와, 상기 제1 회전 기구의 상기 제1 회전축 회전 속도를 제어하는 제1 회전 속도 제어부와, 상기 제1 회전 기구에 마련되어, 상기 제1 회전 기구와 함께 회전하고, 레이저를 조사하여 검지 대상의 거리를 측정하는 레이저 거리 측정 유닛을 가지는 레이저 스캐너를 구비하고, 상기 제1 회전 속도 제어부가 검지 대상이 존재하는 영역에 대응하는 검지 회전 각도 범위 및

검지 대상이 존재하지 않는 영역에 대응하는 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 제1 회전축 회전 속도를 제어하는 것을 특징으로 한다.

- [0010] 본 발명의 레이저 스캔 시스템은, 상기 검지 대상이 존재하는 영역을 검지하는 검지 대상 검지부를 추가로 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 본 발명의 레이저 스캔 시스템은, 상기 검지 대상 검지부가 상기 검지 대상을 검지한 상기 제1 회전 기구의 회전 각도의 범위를 나타내는 상기 검지 회전 각도 범위와, 상기 검지 대상을 검지하고 있지 않은 상기 제1 회전 기구의 회전 각도의 범위를 나타내는 상기 비검지 회전 각도 범위를 구하는 회전 각도 범위 선택부를 추가로 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 본 발명의 레이저 스캔 시스템은, 미리 설정된 추출 조건에 대응하는 상기 검지 대상을 검지한 상기 제1 회전 기구의 회전 각도의 범위를 상기 검지 회전 각도 범위로서 추출하는 대상 물체 추출부를 추가로 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 본 발명의 레이저 스캔 시스템은, 상기 추출 조건에 대응하는 상기 검지 대상이 존재하는 상기 제1 회전 기구의 회전 각도의 범위를 나타내는 상기 검지 회전 각도 범위와, 당해 검지 대상이 존재하지 않는 상기 제1 회전 기구의 회전 각도의 범위를 나타내는 상기 비검지 회전 각도 범위를, 상기 검지 대상과 레이저 스캔 시스템의 상대 위치 관계 및 상대 속도의 각각에 기초하여 추정하는 회전 각도 범위 추정부를 추가로 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 본 발명의 레이저 스캔 시스템은, 상기 제1 회전 속도 제어부가 상기 검지 회전 각도 범위에 있어서의 상기 제1 회전축 회전 속도를, 상기 비검지 회전 각도 범위에 있어서의 상기 제1 회전축 회전 속도보다 느리게 하는 제어를 행하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명의 레이저 스캔 시스템은, 상기 레이저 스캐너가 소정의 주사면상에, 상기 레이저가 조사되도록, 당해 레이저의 방사 방향을 주사하는 기구를 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 발명의 레이저 스캔 시스템은, 상기 레이저 스캐너가 상기 레이저의 방사 방향을 디지털 미러 디바이스로 주사하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 본 발명의 레이저 스캔 시스템은, 상기 레이저 스캐너가 상기 제1 회전축에 대해서 소정의 각도를 이루는 직선을 제2 회전축으로 하고, 상기 제2 회전축에 대해서 소정의 각도 방향으로 레이저를 방사하는 레이저 거리 계측 유닛을 소정의 제2 회전축 회전 속도로 회전시키는 제2 회전 기구를 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 발명의 레이저 스캔 시스템은, 상기 제1 회전축과 상기 제2 회전축이 이루는 상기 각도가 0도를 초과하고, 180도 미만인 것을 특징으로 한다.
- [0019] 본 발명의 레이저 스캔 시스템은, 상기 검지 회전 각도 범위 및 상기 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 상기 제2 회전축 회전 속도를 제어하는 제2 회전 속도 제어부를 추가로 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 본 발명의 레이저 스캔 시스템은 n개의 상기 레이저 스캐너가 상기 제1 회전 기구에, 상기 제1 회전축의 회전에 대해서 n회 대칭인 위치에 배치되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 본 발명의 이동 레이저 스캔 시스템은, 상기 어느 것에 기재된 레이저 스캔 시스템을 이동체에 탑재한 것을 특징으로 한다.
- [0022] 본 발명의 레이저 스캔 방법은, 제1 회전 속도 제어부가, 제1 회전축을 회전 중심으로 하여 소정의 제1 회전축 회전 속도로 회전하는 제1 회전 기구에 있어서, 상기 제1 회전축 회전 속도를 제어하는 제1 회전 속도 제어 과정과, 레이저 스캐너가, 상기 제1 회전 기구에 마련되어, 상기 제1 회전 기구와 함께 회전하고, 레이저를 조사하여 검지 대상의 거리를 계측하는 레이저 거리 계측 유닛을 가지는 레이저 스캐너 조작 과정을 포함하고, 상기 제1 회전 속도 제어부가, 검지 대상이 존재하는 영역에 대응하는 검지 회전 각도 범위 및 검지 대상이 존재하지 않는 영역에 대응하는 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 제1 회전축 회전 속도를 제어하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 본 발명의 프로그램은, 컴퓨터를, 제1 회전축을 회전 중심으로 하여 소정의 제1 회전축 회전 속도로 회전하는 제1 회전 기구에 있어서, 상기 제1 회전축 회전 속도를 제어하는 제1 회전 속도 제어 수단, 상기 제1 회전 기구에 마련되어, 상기 제1 회전 기구와 함께 회전하고, 레이저를 조사하여 검지 대상의 거리를 계측하는 레이저 거리 계측 유닛을 조작하는 레이저 스캐너 조작 수단으로서 기능시켜, 상기 제1 회전 속도 제어 수단, 검지 대

상이 존재하는 영역에 대응하는 검지 회전 각도 범위 및 검지 대상이 존재하지 않는 영역에 대응하는 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 제1 회전축 회전 속도를 제어하는 처리를 행하는 프로그램이다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에 의하면, 레이저 스캐너의 개수를 증가시키지 않고, 검지 대상물의 검지의 정밀도를 향상시키고, 검지의 정밀도 향상에 따른 시스템의 대형화, 회로의 복잡화, 고가격화를 억제하는 레이저 스캔 시스템, 레이저 스캔 방법 및 프로그램을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 제1 실시 형태에 따른 레이저 스캔 시스템의 구성예를 나타내는 도면이다.
- 도 2는 레이저 스캐너(11)가 방사하는 레이저 펄스에 의해, 좌표점 추출부(12)가 검지 대상물에 대응하는 공간 광 점의 삼차원 공간에 있어서의 좌표를 추출하는 처리를 설명하는 도면이다.
- 도 3은 지면(地面)에 대응하는 공간 광 점이 제거된 점군(point group)에 있어서의 공간 광 점의 각각의 클러스터링(clustering) 처리를 설명하는 도면이다.
- 도 4는 검지 대상 검지부(17)가 특징량을 검지하여 클러스터의 삼차원 점군으로부터 클러스터(cluster)의 분류를 행하는 처리를 설명하는 도면이다.
- 도 5는 트래킹부(18)가 행하는 클러스터의 삼차원 점군의 트래킹 처리를 설명하는 도면이다.
- 도 6은 회전 테이블의 회전과 레이저 스캐너(11)의 레이저 펄스의 방사 방향의 관계를 설명하는 도면이다.
- 도 7은 회전 테이블을 0° 에서부터 360° 의 회전 각도 범위에서 공전(公轉)시키고, 레이저 펄스의 방사 방향을 0° 에서부터 270° 의 회전 각도 범위에서 자전(自轉)시켰을 경우의 레이저 펄스의 방사면을 나타내는 도면이다.
- 도 8은 회전 테이블의 회전 속도에 대응하여 변화하는 레이저 펄스의 방사 밀도를 나타내는 도면이다.
- 도 9는 회전 테이블의 회전에 있어서의 검지 회전 각도 범위 및 비검지 회전 각도 범위의 각각을 설명하는 도면이다.
- 도 10은 회전 테이블의 회전 속도에 대응한 검지 회전 각도 범위 및 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 레이저 펄스의 방사 밀도를 나타내는 도면이다.
- 도 11은 제2 실시 형태에 따른 레이저 스캔 시스템의 구성예를 나타내는 도면이다.
- 도 12는 제4 실시 형태에 따른 레이저 스캔 시스템의 구성예를 나타내는 도면이다.
- 도 13은 제4 실시 형태에 있어서의 검지 회전 각도 범위에 대한 레이저 펄스의 조사 밀도의 조정 결과의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 14는 제5 실시 형태에 따른 레이저 스캔 시스템의 구성예를 나타내는 도면이다.
- 도 15는 제5 실시 형태에 따른 자세 및 위치의 추정을 행하는 처리의 동작예를 나타내는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 본 발명은 검지 대상물이 검지된 방향에 있어서, 고밀도로 레이저를 방사하는 고밀도 방사 각도 범위를 선택하고, 당해 고밀도 방사 각도 범위에 있어서의 레이저의 방사하는 밀도를 다른 범위와 비교하여 고밀도화하여, 검지 대상물의 검지의 정밀도를 향상시키는 것이다.

[0027] <제1 실시 형태>

[0028] 도 1은 본 발명의 제1 실시 형태에 따른 레이저 스캔 시스템(1)의 구성예를 나타내는 도면이다. 제1 실시 형태에 따른 레이저 스캔 시스템은 레이저 스캐너(11), 좌표점 추출부(12), 테이블 회전 기구부(13), 테이블 회전 속도 제어부(14), 레이저 펄스 방사 제어부(15), 클러스터링부(16), 검지 대상 검지부(17), 트래킹부(18), 회전 각도 범위 선택부(19) 및 기억부(20)의 각각을 구비하고 있다. 또, 데이터 버스(300)는 레이저 스캐너(11), 좌표점 추출부(12), 테이블 회전 기구부(13), 테이블 회전 속도 제어부(14), 레이저 펄스 방사 제어부(15), 클러스터링부(16), 검지 대상 검지부(17), 트래킹부(18), 회전 각도 범위 선택부(19) 및 기억부(20)의 각각의 사이

에서, 데이터 및 제어 신호가 전달되는 데이터 버스이다.

- [0029] 레이저 스캐너(11)는 제1 회전축(도 6에 있어서의 제1 회전축 P1)과 소정의 제1 각도(도 6에 있어서의 각도 θ_1)를 이루는 제2 회전축(도 6에 있어서의 제2 회전축 P2)에 대해서 소정의 제2 각도로 레이저 펄스를 방사하면서, 이 레이저 펄스의 방사 방향을 제2 회전축을 회전 중심으로 하여 회전시키는 제2 회전 기구를 가지고 있다. 여기서, 제1 각도는 0도를 초과하고, 180도 미만인 각도 범위 중 어느 것이다. 제2 각도는 0도를 초과하고, 90도 이하이다, 예를 들면, 도 6에 있어서의 각도 θ_2 이다.
- [0030] 레이저 스캐너(11)는, 본 실시 형태에 있어서, 레이저 거리 측정 유닛(후술하는 레이저 펄스 방사 제어부(15)에 상당)이 마련되어 있다. 레이저 거리 측정 유닛은, 예를 들면, 레이저 펄스를 제2 회전축에 수직인 제2 각도($\theta_2=90$ 도)로 방사하고, 제2 회전축에 수직인 면에 대해서 평행하게 레이저의 방사 방향을 소정의 제2 회전축 회전 속도로 변화시켜, 주기적으로 레이저 펄스를 방사한다. 또, 레이저 스캐너(11)는 방사된 펄스 레이저의 반사광(검지 대상물로부터의 반사광도 포함함)이 입사된다. 본 실시 형태에 있어서, 제2 각도를 90도로 하여 설명하고 있지만, 이미 설명한 것처럼, 0도를 초과하고, 90도 이하이면 어느 각도여도 된다.
- [0031] 좌표점 추출부(12)는 상기 검지 공간에 있어서, 회전 테이블의 회전 각도와, 레이저 스캐너(11)에 있어서의 레이저 펄스의 방사 방향과, 방사하고 나서 반사광이 입사될 때까지의 지연 시간으로부터 구해지는 측거(測距)한 거리의 정보로부터, 삼차원 공간인 검지 공간에 있어서의 공간 광 점의 위치 좌표를 검지한다. 본 실시 형태에 있어서는, 레이저 스캔 시스템을 원점(原点)으로 한 삼차원 공간을 상기 검지 공간으로 한다. 또, 공간 광 점이란, 방사된 레이저 펄스가 반사된 반사점을 나타내고, 검지 공간에 있어서의 좌표치로 나타내진다.
- [0032] 또, 본 실시 형태에 있어서는, 레이저 스캐너(11)에 있어서의 펄스 레이저로부터 방사되는 레이저 펄스를 일례로서 설명한다. 그렇지만, 레이저 스캐너(11)로부터 방사되는 레이저는, 펄스 발진은 아니고 연속 발진을 행하는 통상의 CW(Continuous wave) 레이저여도 된다. 즉, 본 실시 형태의 레이저 스캐너(11)로서는, CW 레이저가 편입되어, CW 레이저를 방사한 방사점으로부터 레이저광이 반사된 공간 광 점까지의 측정 거리의 처리가 행해지는 구성이면 어느 것을 이용해도 된다.
- [0033] 테이블 회전 기구부(13)는 회전 테이블을 회전시키는 구동 기구, 예를 들면 회전 매니플레이터(manipulator)를 구비하고, 회전 테이블을 제1 회전축을 회전 중심으로 하여 소정의 제1 회전축 회전 속도로 회전시킨다. 본 실시 형태에 있어서는, 레이저 스캐너(11)를 회전시키는 기구로서 회전 테이블을 이용하고 있다. 그렇지만, 본 실시 형태에 있어서는, 레이저 스캐너(11)를 소정의 제1 회전축을 중심으로 하여 회전시킬 수 있으면, 고정구로 직접 제1 회전축에 고정하거나, 제1 회전축에 대해 고정대를 장착하고, 이 고정대에 마련하도록 하는 회전 기구를 이용해도 된다.
- [0034] 테이블 회전 속도 제어부(14)(제1 회전 속도 제어부)는 회전 테이블의 제1 회전축 회전 속도를, 후술하는 소정의 각도 범위마다 테이블 회전 기구부(13)를 제어하여 변경한다.
- [0035] 레이저 펄스 방사 제어부(15)(제2 회전 속도 제어부)는 레이저 스캐너(11)에 있어서의 레이저 펄스의 방사 방향 및 레이저 펄스의 방사 주기를 제어한다. 본 실시 형태에 있어서는, 레이저 스캐너(11)로부터 레이저 펄스 방사 제어부(15)의 기능을 분리하여 기재하고 있지만, 레이저 스캐너(11) 내부에 레이저 펄스 방사 제어부(15)를 마련해도 된다.
- [0036] 클러스터링부(16)는 상기 검지 공간에 있어서, 검지 대상의 검지에 불필요한 지면에 있어서의 공간 광 점의 점군을 제거한다.
- [0037] 또, 클러스터링부(16)는 지면(地面)에 있어서의 공간 광 점을 제거하고, 입체적인 입체물을 나타내는 공간 광 점의 점군에 대해, 유클리드 거리(Euclid distance)에 기초하는 클러스터링을 행한다. 여기서, 클러스터링부(16)는 사람, 벽면, 나무 등의 크고 작은 다양한 입체물의 클러스터를 생성한다.
- [0038] 검지 대상 검지부(17)는 클러스터링부(16)가 생성한 클러스터에 대해서 바운딩 박스(bounding box)를 생성하고, 바운딩 박스에 의해 클러스터(복수의 검지 대상의 공간 광 점의 점군인 한 덩어리)로부터, 검지 대상 단위의 분리 클러스터를 추출한다. 또, 검지 대상 검지부(17)는 각 분리 클러스터에 있어서의 공간 광 점의 점군의 특징량을 각각 추출하고, 추출한 특징량에 의해 분리 클러스터의 공간 광 점의 점군이 나타내는 검지 대상을 사람과, 사람 이외의 입체물로 분류한다.
- [0039] 트래킹부(18)는, 예를 들면, 사람으로 분류된 분리 클러스터에 대해서, 칼만 필터(Kalman filter)를 이용하여 위치의 소정의 시각에 있어서의 예측을 행한다.

- [0040] 그리고, 트래킹부(18)는 이 예측한 예측 분리 클러스터와 새롭게 관측된 분리 클러스터의 대응지움(association)을 행하여, 각 분리 클러스터의 트래킹 처리를 행한다. 여기서, 트래킹부(18)는 일례로서, 새롭게 관측된 분리 클러스터에 대해, 유사성에 의해서 예측한 예측 분리 클러스터와 대응지움을, 공분산 행렬(covariance matrix)을 고려한 마하라노비스 거리(Mahalanobis distance)에 의해서 행한다. 트래킹부(18)는 검지 대상의 분리 클러스터의 삼차원 공간에 있어서의 좌표 정보를, 출력한다.
- [0041] 회전 각도 범위 선택부(19)는 트래킹부(18)로부터 공급되는 검지 대상의 분리 클러스터의 삼차원 공간에 있어서의 좌표 정보에 의해, 검지 대상이 존재하는 영역에 대해서 레이저 펄스가 방사되는 회전 테이블의 회전 각도 범위인 검지 회전 각도 범위(제1 실시 형태에 있어서의 검지 회전 각도 범위는 제1 검지 회전 각도 범위임)를 구한다. 또, 회전 각도 범위 선택부(19)는 상기 검지 회전 각도 범위 이외의 각도를 비검지 회전 각도 범위로 한다.
- [0042] 기억부(20)에는 미리 검지 회전 각도 범위 및 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 제1 회전축 회전 속도가 각각 기입되어 기억되어 있다.
- [0043] 테이블 회전 속도 제어부(14)는 기억부(20)를 참조하여, 검지 회전 각도 범위 및 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 제1 회전축 회전 속도를 각각 읽어낸다. 그리고, 테이블 회전 속도 제어부(14)는 읽어낸 제1 회전축 회전 속도를 이용하여, 검지 회전 각도 범위 및 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 회전 각도의 속도 제어(예를 들면, 소정 시간에 있어서의 회전 각도의 변경량의 제어)를 행한다.
- [0044] 도 2는 레이저 스캐너(11)가 방사하는 레이저 펄스에 의해, 좌표점 추출부(12)가 검지 대상물에 대응하는 공간 광 점의 삼차원 공간에 있어서의 좌표를 추출하는 처리를 설명하는 도면이다. 좌표점 추출부(12)는 검지 대상물인 건물, 사람 등의 입체물(40)(도 3에 있어서의 건물(51), 바운딩 박스(50)로 둘러싸인 사람 등), 및 지면(52)으로부터의 레이저 펄스의 반사광에 의해, 삼차원 공간에 있어서의 검지 대상물에 대응한 공간 광 점을 추출한다.
- [0045] 또, 클러스터링부(16)는 좌표점 추출부(12)가 추출한 공간 광 점의 점군 정보로부터, 검지 대상물의 입체물(40)의 검지 처리에 불필요한 지면(52)에 대응하는 공간 광 점(레이저 펄스가 지면에 의해 반사된 반사광의 좌표점)을 제거하는 처리를 행한다.
- [0046] 즉, 클러스터링부(16)는 취득한 공간 광 점의 점군을 2차원의 그리드맵(grid map)에 투영하여, 그리드맵을 형성하는 각 셀에 있어서의 공간 광 점의 높이의 수치(z축 좌표치)의 최고점과 최하점의 차분을 구한다. 그리고, 클러스터링부(16)는 구한 차분이 미리 설정한 임계치 이하인 셀에는 입체 형상을 한 검지 대상이 존재하지 않는다고 판정한다. 그리고, 클러스터링부(16)는 입체 형상을 한 검지 대상이 존재하지 않는 셀에 투영된 공간 광 점을 좌표점 추출부(12)가 검지한 점군으로부터 삭제한다. 또한, 본 실시 형태에 있어서는, 입체 형상의 검지 대상이 존재하는 셀에 있어서의 지면(52)의 공간 광 점도 제거하기 위해, 주목점(注目点)과 인접하는 근방의 4개의 공간 광 점의 각각을 접속하는 접속선(링(ring))의 2차원 평면에 대한 기울기를 구한다. 그리고, 4개의 공간 광 점과의 접속선의 기울기가 소정의 기울기 이하인 경우, 주목점의 공간 광 점을 제거함으로써, 취득한 공간 광 점의 점군으로부터, 검지 대상물인 입체물(40)의 검지 처리에 불필요한 지면(52)에 대응하는 공간 광 점의 제거를 행한다.
- [0047] 도 3은 지면(부호 52)에 대응하는 공간 광 점이 제거된 점군에 있어서의 공간 광 점의 각각의 클러스터링 처리를 설명하는 도면이다. 이미 설명한 것처럼, 클러스터링부(16)는 입체 형상의 검지 대상물(부호 50의 바운딩 박스로 둘러싸인 사람, 건물(51))을 나타내는 공간 광 점의 점군에 있어서, 삼차원 공간에 있어서의 각 공간 광 점간의 유클리드 거리에 의해, 점군의 각각의 공간 광 점의 클러스터링 처리를 행한다. 상술한 처리에 있어서, 사람은 물론 벽면이나 나무 등 환경 내에는 입체 형상의 크고 작은 다양한 물체가 포함되어 있다. 그 사람 이외의 입체 형상의 물체의 근방에 사람이 있는 경우, 혹은 복수의 사람이 줄지어 걷고 있는 경우 등, 클러스터링부(16)는 클러스터간의 거리가 가까운 경우에, 복수의 클러스터가 한 덩어리의 동일한 복합 클러스터로서 모아져 버린다.
- [0048] 이 때문에, 본 실시 형태에 있어서는, 클러스터링부(16)가 주성분 분석 및 바운딩 박스(예를 들면, 도 3에 있어서의 부호 50)를 이용한 클러스터의 분리를 행하고 있다. 클러스터링부(16)는 생성된 클러스터에 대해서, 복수의 클러스터가 한 덩어리로 된 복합 클러스터를, 각각의 분리 클러스터로 동일 기준으로 분리하기 위해, 주성분 분석을 행한다. 클러스터링부(16)는 이 주성분 분석에 의해, 공분산 행렬에 대한 고유치 분해에 의해서 주성분(주성분축)을 얻을 수 있다. 주성분축은, 예를 들면 사람 키의 높이 방향, 사람 몸의 앞뒤 두께 방향, 사람 몸

의 가로폭 방향의 3개의 축이다. 클러스터링부(16)는 각 클러스터를 산출된 주성분축을 기초로, 센서 원점을 기준으로 한 회전 행렬을 이용하여 회전시킴으로써, 주성분축의 방향을 맞춤으로써, 각 클러스터를 일반화한다. 센서 원점은 레이저 스캔 시스템에 있어서의 삼차원 공간의 중심점이다.

- [0049] 주성분 분석을 행한 클러스터에 대해, 바운딩 박스를 형성함으로써, 클러스터의 크기를 검지하여, 사람 키의 높이 방향 및 사람 몸의 가로폭 방향의 주성분 축에 의해 형성되는 면과, 바운딩 박스에 의해, 복합 클러스터를 각 분리 클러스터로 분리하는 분리면을 결정한다. 여기서, 바운딩 박스는 삼차원 형상의 물체를 포괄하는 경계면이고, 삼차원 공간에 있어서의 경계 내의 영역을 사각형 박스로서 취급함으로써, 삼차원 형상의 물체의 높이, 두께 및 폭을 용이하게 표현하기 위해서 이용한다.
- [0050] 상술한 것처럼, 클러스터링부(16)는 주성분 분석과 바운딩 박스를 이용함으로써, 좌표점 추출부(12)로부터 얻어진 점군에 있어서의 각 공간 광 점의 클러스터링 처리를 행하여, 분리 클러스터를 얻는다.
- [0051] 도 4는 검지 대상 검지부(17)가 특징량을 검지하여 클러스터의 삼차원 점군으로부터 클러스터의 분류를 행하는 처리를 설명하는 도면이다. 도 4의 (a)는 좌표점 추출부(12)로부터 얻은 점군에 있어서의 클러스터에 있어서, 사람을 나타내는 공간 광 점의 삼차원 점군을 나타내고 있다.
- [0052] 한편, 도 4의 (b)는 좌표점 추출부(12)로부터 얻은 점군에 있어서의 분리 클러스터에 있어서, 사람 이외의 삼차원 형상의 물체를 나타내는 공간 광 점의 삼차원 점군을 나타내고 있다.
- [0053] 사람은 키 높이나 옷의 색 등의 다양한 외관을 가지고 있지만, 사람이 보유하는 형상적인 외관은, 어느 사람에 있어서도 마찬가지로, 정상적(經常的)인 특징에 큰 차이는 없다.
- [0054] 따라서, 검지 대상 검지부(17)는 분리 클러스터의 삼차원 점군으로부터, 이 삼차원 점군의 삼차원 형상의 형상 정보를 특징량으로서 추출한다. 그리고, 검지 대상 검지부(17)는 추출한 특징량을 이용하여, 점군을 클러스터링한 각 분리 클러스터 중에서, 사람에게 대응하는 분리 클러스터를 추출한다. 검지 대상 검지부(17)는, 미리 검지하는 검지 대상인 사람 등의 형상 정보로부터 추출한 특징량을 이용하고, SVM(Support Vector Machine)을 이용하여 학습함으로써, 검지 대상물의 각각의 참조 특징량을 학습 데이터로서 얻는다. 검지 대상 검지부(17)는 삼차원 점군으로부터 추출한 추출 특징량과 참조 특징량을 비교하여, 추출 특징량과 참조 특징량의 유사도 등으로부터, 삼차원 점군을 예를 들면 사람인지 그 이외인지로 분류하는 처리를 행한다.
- [0055] 도 5는 트래킹부(18)가 행하는 클러스터의 삼차원 점군의 트래킹 처리를 설명하는 도면이다. 트래킹부(18)는 이미 기재한 것처럼, 칼만 필터 등으로 예측한 예측 분리 클러스터와, 새롭게 측정된 점군으로부터 추출한 분리 클러스터를 비교하여, 각 분리 클러스터의 예측 분리 클러스터와의 대응지음을 행한다. 즉, 검지 대상인 실제 세계의 공간에 있어서는, 장애물이나 다른 사람의 존재에 의해 생기는 오클루션(occlusion)의 영향으로, 분리 클러스터에 있어서의 삼차원 점군의 모두를 항상 취득하는 것은 곤란하다. 그 때문에, 트래킹부(18)는 사람으로서의 분리 클러스터를 안정되게 검지하기 위해, 상술한 트래킹 처리를 행한다. 이것에 의해, 트래킹부(18)는 시간마다 얻어지는 분리 클러스터의 관련지음을 행하여, 동일한 분리 클러스터로서의, 즉 분리 클러스터로서의 사람의 이동 궤적을 얻을 수 있다. 도 5에 있어서는, 시각이 $t=0$ 에서부터 4초 간격으로 $t=32$ (초)까지의 검지된 사람의 이동 궤적을 나타내고 있다.
- [0056] 도 6은 회전 테이블의 회전과 레이저 스캐너(11)의 레이저 펄스의 방사 방향의 관계를 설명하는 도면이다. 상술한 것처럼, 테이블 회전 속도 제어부(14)는 테이블 회전 기구부(13)를 제어하여, 회전 테이블(100)을 제1 회전축 P1(Z축)에 대해서 소정의 제1 회전축 회전 속도로 X축 및 Y축으로 이루어지는 2차원 평면에 회전 테이블면이 평행하게 되도록 회전(이하, 공전)시킨다. 여기서, X축, Y축 및 Z축의 각각은 직교하여, 본 실시 형태의 레이저 스캔 시스템에 있어서의 검지 공간으로서의 삼차원 공간을 형성한다. 또, 레이저 스캐너(11)는 제1 회전축 P1의 둘레를 공전하여, 레이저 펄스 LP를 방사하는 방사 방향 H를 제2 회전축 P2(z축)에 대해서 소정의 제2 회전축 회전 속도로 회전(이하, 자전)시킨다. x축, y축 및 z축의 각각은 직교하여, 레이저 펄스 LP의 방사 방향의 자전을 나타내는 삼차원 공간을 형성한다.
- [0057] 2차원 평면(105)에는 방사 방향 H를 제2 회전축 P2를 회전 중심으로 하여 자전시킴으로써 원(101)이 형성된다. 여기서, 레이저 스캐너(11)는 원(101)이 형성되는 2차원 평면(105)이, 회전 테이블(100)의 제1 회전축 P1에 대해서 소정의 제3 각도 θ_3 의 각도를 가지도록, 레이저 펄스의 방사 방향을, 소정의 제2 회전축 회전 속도로 주기적으로 변경한다(방사 방향을 제2 회전축을 중심으로 하여 회전시킨다). 제3 각도 θ_3 은 본 실시 형태에 있어서는 30° 이다. 방사 방향은, 제2 회전축에 있어서의 레이저 펄스를 조사하는 회전 각도이다. 제2 회전축 P2는 상기 소정의 제3 각도 θ_3 으로 하는 제1 각도 θ_1 이 되도록, 제1 회전축 P1에 대해서 설정된다. 이 경우, 일례

로서 제2 각도 θ_2 는 90도로 설정되어 있다.

- [0058] 도 6에 나타내는 것처럼, 테이블 회전 속도 제어부(14)는, 예를 들면, 검지 회전 각도 범위와 비검지 회전 각도 범위에 있어서의 각도 변화를 상이하게 함으로써, 회전 속도의 변경을 제어하고 있다. 예를 들면, 검지 회전 각도 범위에 있어서의 소정 시간당 n° 회전시키는 경우, 소정 시간당 비검지 회전 각도 범위에서는 $\alpha \times n^\circ$ 회전시킨다($\alpha > 1$). 이것에 의해, 테이블 회전 속도 제어부(14)는 회전 테이블의 검지 회전 각도 범위에 있어서의 제1 회전축 회전 속도를 저하시키고, 비검지 회전 각도 범위에 있어서의 회전 속도를 상승시킨다. 이것에 의해, 검지 회전 각도 범위에 있어서, 레이저 펄스의 방사 밀도가 증가한다. 비검지 회전 각도 범위에 있어서, 레이저 펄스의 방사 밀도가 저하한다.
- [0059] 이것에 의해, 검지 회전 각도 범위가 비검지 회전 각도 범위에 대해서 α 배의 밀도를 필요로 하게 된다. 레이저 스캐너(11)는 검지 회전 각도 범위에 있어서 n° 회전할 때마다, 또, 비검지 회전 각도 범위에 있어서 $\alpha \times n^\circ$ 회전할 때마다, 레이저 펄스 LP의 방사 방향 H를 원(101)의 원주를 따라서 1회전시킨다. 즉, 레이저 스캐너(11)는, 스텝핑 동작에 의해, n° 혹은 $\alpha \times n^\circ$ 각도가 변경할 때마다, 변경한 각도에 있어서, 레이저 펄스 LP의 방사 방향 H를 원(101)의 원주를 따라서 1회전시킨다.
- [0060] 본 실시 형태에 있어서, 레이저 펄스의 방사 방향의 회전은, 레이저 스캐너(11) 내에 마련된 회전 기구(제2 회전 기구)에 의해 행해진다. 이 회전 기구의 하나의 구성은, 레이저 펄스를 방사하는 레이저 헤드를 제2 회전축을 중심축으로 하여 회전시켜, 레이저 펄스의 방사 방향을 변경시키는 구성이다. 또, 회전 기구의 다른 구성은, 레이저 헤드의 위치를 고정한 상태에서, 레이저 헤드로부터 방사된 레이저 펄스의 방사 방향을, 폴리곤 미러 혹은 디지털 미러 디바이스에 의해 반사시켜 변경하는 구성으로 해도 된다. 특히, 디지털 미러 디바이스를 이용한 경우, 디지털 미러 디바이스가 미소(微少)한 반도체 디바이스이기 때문에, 레이저 스캐너(11)는 소형화될 수 있다. 이 디지털 미러 디바이스에 있어서, 디지털 미러의 각도를 조정하여, 레이저 헤드로부터 방사되는 레이저 펄스의 방사 방향을, 소정의 주사 범위(주사면)를 주사하도록 변경한다. 또, 이 디지털 미러 디바이스를 이용하는 경우에는, 방사 방향의 변경폭이 작기 때문에, 복수의 레이저와 디지털 미러 디바이스의 세트를 마련하는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 필요한 레이저 펄스의 주사 범위는, 필요 최소한의 레이저 헤드와 디지털 미러 디바이스의 조합의 구성에 의해 조정할 수 있다. 이 때문에, 레이저 스캔 시스템은, 소형이고 또한 경량으로 실현할 수 있고, 또, 코스트면에서도 바람직한 구성이 된다.
- [0061] 도 7은 회전 테이블을 0° 에서부터 360° 의 회전 각도 범위에서 공전시키고, 레이저 펄스의 방사 방향을 0° 에서부터 270° 의 회전 각도 범위에서 자전시켰을 경우의 레이저 펄스의 방사면을 나타내는 도면이다. 이 방사면은, 도 6에 있어서의 X축, Y축 및 Z축의 각각에 의해 형성되는 삼차원의 검지 공간에 있어서 도시되어 있다.
- [0062] 이 도 7은 레이저 스캐너(11)로부터 방사되는 레이저 펄스의 등거리에 있어서의 방사면을 도시하고 있기 때문에, 구형(球形)상의 방사면으로 되어 있다. 즉, 레이저 펄스는 레이저 스캐너의 방사점을 원점(본 실시 형태의 삼차원 공간의 원점이기도 함)으로 하여, 구면을 방사면으로 하여 조사되는 거리가 연장되어 간다.
- [0063] 따라서, 좌표점 추출부(12)는 레이저 펄스의 방사된 방사 방향(공전에 있어서의 회전 각도 및 자전에 있어서의 회전 각도로부터 정해지는 방향)과, 원점으로부터 공간 광 점까지의 측정 거리에 의해, 삼차원 공간에 있어서의 좌표를 구할 수 있다.
- [0064] 즉, 상술한 제1 회전축 P1과 제2 회전축 P2의 관계에 있어서, 좌표점 추출부(12)는 공간 광 점을 구할 때, x축, y축 및 z축으로 이루어지는 삼차원 공간에 있어서의 레이저 펄스의 방사 방향을, 레이저 펄스의 방사된 시점에 있어서의 공전으로의 회전 테이블의 회전 각도에 대응시켜, X축, Y축 및 Z축으로 이루어지는 삼차원 공간에 있어서의 레이저 펄스의 방사 방향으로 좌표 변환한다.
- [0065] 그리고, 좌표점 추출부(12)는 이 좌표 변환한 방사 방향의 레이저 펄스의 반사점까지의 거리를 산출하여, X축, Y축 및 Z축으로 이루어지는 삼차원 공간에 있어서의 레이저 펄스의 공간 광 점의 좌표치를 구한다.
- [0066] 도 8은 회전 테이블의 회전 속도에 대응하여 변화하는 레이저 펄스의 방사 밀도를 나타내는 도면이다. 도 8의 (a)는 1Hz의 회전 속도로 회전 테이블을 회전시켰을 때 방사된 레이저 펄스의 궤적을 나타내고 있다. 도 8의 (b)는 0.5Hz의 회전 속도로 회전 테이블을 회전시켰을 때 방사된 레이저 펄스의 궤적을 나타내고 있다. 도 8의 (c)는 0.1Hz의 회전 속도로 회전 테이블을 회전시켰을 때 방사된 레이저 펄스의 궤적을 나타내고 있다.
- [0067] 상술한 도 8의 (a), 도 8의 (b) 및 도 8의 (c)의 각각으로부터, 회전 속도를 저하시킬 때마다, 소정의 회전 각도 범위(검지 회전 각도 범위로서 설정되는 회전 각도 범위)에 있어서의 조사되는 레이저 펄스의 방사의 밀도가 상승하고 있는 것을 알 수 있다. 회전 속도의 저하는, 소정 시간에 있어서의 회전 테이블의 회전 각도의 변화량

을 비검지 회전 각도 범위와 비교하여 작게 함으로써 실현한다.

- [0068] 도 9는 회전 테이블의 회전에 있어서의 검지 회전 각도 범위 및 비검지 회전 각도 범위의 각각을 설명하는 도면이다.
- [0069] 검지 회전 각도 범위는, 삼차원 공간에 있어서, 검지 대상물(200)이 검지된 검지 영역에 대해서 레이저 펄스가 조사되는 회전 테이블(100)의 각도 범위를 나타내고 있다.
- [0070] 즉, 도 9에 있어서, 회전 테이블(100)의 회전에 있어서, 레이저 스캐너(11)가 검지 대상물(200)에 대해 거리가 가까워져 가는 상태인 경우, 검지 대상물(200)의 검지 영역에 레이저 펄스가 방사되는 방사 방향이 방사 방향 LDL1에서부터 방사 방향 LDL2까지의 범위이다. 또, 회전 테이블(100)의 회전에 있어서, 레이저 스캐너(11)가 검지 대상물(200)로부터의 거리가 멀어져 가는 상태인 경우, 검지 대상물(200)의 검지 영역에 레이저 펄스가 조사되는 방사 방향은, 방사 방향 LDL3에서부터 방사 방향 LDL4까지의 범위이다.
- [0071] 도 9에 있어서는, 회전 각도는 회전 테이블의 면과 평행한 X축 및 Y축으로 이루어지는 2차원 평면에 있어서의 X축과, 제1 회전축 P1과 원(101)의 중심을 잇는 선분을 X축 및 Y축으로 이루어지는 상기 2차원 평면에 투영한 선 LL이 이루는 각도로 하고 있다. 방사 방향 LDL1에서부터 방사 방향 LDL2까지의 범위에 레이저 펄스를 조사할 때의 검지 회전 각도 범위는, 각도 $\beta 1$ 에서부터 각도 $(\beta 1 + \gamma)$ 이다. 한편, 방사 방향 LDL3에서부터 방사 방향 LDL4까지의 범위로 레이저 펄스를 조사할 때의 검지 회전 각도 범위는, 각도 $\beta 2$ 에서부터 각도 $(\beta 2 + \gamma)$ 이다.
- [0072] 따라서, 도 9에 있어서의 검지 회전 각도 범위 σ 는 $\beta 1 \leq \sigma \leq (\beta 1 + \gamma)$ 와, $\beta 2 \leq \sigma \leq (\beta 2 + \gamma)$ 의 각각 2개의 각도 범위가 된다. 이 검지 회전 각도 범위 σ 에 있어서의 회전 테이블(100)의 회전 속도를 저하시킴으로써, 검지 회전 각도 범위 σ 에 있어서의 레이저 펄스의 조사 밀도를 증가시킨다. 상기 $\beta 1 \leq \sigma \leq (\beta 1 + \gamma)$ 와, $\beta 2 \leq \sigma \leq (\beta 2 + \gamma)$ 의 각각 2개의 각도 범위 이외가 비검지 회전 각도 범위가 된다.
- [0073] 도 10은 회전 테이블의 회전 속도에 대응한 검지 회전 각도 범위 및 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 레이저 펄스의 방사 밀도를 나타내는 도면이다. 도 9의 레이저 펄스의 방사 방향 LDL1에서부터 방사 방향 LDL2까지의 범위에 대응하는 $\beta 1 \leq \sigma \leq (\beta 1 + \gamma)$ 와, 레이저 펄스의 방사 방향 LDL3에서부터 방사 방향 LDL4까지의 범위에 대응하는 $\beta 2 \leq \sigma \leq (\beta 2 + \gamma)$ 의 각각 2개의 검지 회전 각도 범위에 대응하여, 검지 대상물(200)이 검지된 검지 영역 S에 있어서의 레이저 펄스의 방사 밀도가, 비검지 회전 각도 범위와 비교하여 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 도 10에 나타내는 것처럼, 검지 대상물(200)이 검지된 검지 영역에 있어서의 레이저 펄스의 방사 밀도를 다른 영역과 비교하여 조밀하게 할(향상시킬) 수 있어, 검지 회전 각도 범위에 있어서의 공간 광 점의 점군의 밀도가 증가한다. 이 점군의 밀도의 증가에 의해, 검지 대상 검지부(17)는 각 분리 클러스터에 있어서의 공간 광 점의 점군의 특징량을 보다 높은 정밀도로 추출할 수 있다. 이 결과, 검지 대상 검지부(17)는 추출한 특징량에 의해 분리 클러스터의 공간 광 점의 점군이 나타내는 검지 대상을 사람과, 사람 이외의 입체물로 분류하는 정밀도를 향상, 혹은 검지하고 싶은 검지 대상을 식별하는 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0074] 상술한 것처럼, 본 실시 형태는 회전 테이블의 제1 회전축 회전 속도를, 검지 대상의 존재에 따라서 가변으로 제어한다. 이 구성에 의해, 본 실시 형태는 검지 대상에 대해서 방사하는 레이저 펄스의 밀도를 향상시켜, 예를 들면, 도 7에 도시하는 검지 회전 각도 범위에 대응한 레이저 펄스의 방사 영역 D에 있어서의 검지 대상의 검지 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0075] 또, 본 실시 형태는 물체의 형상이 복잡하거나, 다수의 물체가 밀집되어 있는 장소에 있어서, 복잡한 형상 및 다수의 물체의 밀집을 검지함으로써, 이미 언급한 것처럼, 검지 회전 각도 범위 및 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 회전 테이블의 회전 속도를 제어하도록 구성해도 된다. 즉, 본 실시 형태는 복잡한 형상 및 다수의 물체의 밀집이 검지된 회전 각도 범위를 검지 회전 각도 범위로 하여, 비검지 회전 각도 범위와 비교하여 회전 테이블의 제1 회전축 회전 속도를 저하시킨다. 본 실시 형태는 검지 회전 각도 범위로 방사되는 레이저 펄스의 밀도를 향상시키고, 그 외의 영역에 대해서 방사되는 레이저 펄스의 밀도를 저하시킨다. 이것에 의해, 본 실시 형태는 높은 정밀도의 검지 처리가 필요한 영역에 대해서, 검지 회전 각도 범위를 설정하여, 리소스를 집중시켜 충분한 정보를 취득할 수 있다.
- [0076] 또, 본 실시 형태는, 상술한 것처럼, 제1 회전축을 중심으로 하여 360도의 범위에 있어서의 회전 각도의 모두에 있어서 레이저 펄스를 방사하도록 설명했다. 그렇지만, 제1 회전축을 중심으로 하여, 제1 회전축 회전 속도로 회전은 하지만, 검지 대상의 검지를 필요로 하는 임의의 회전 각도의 범위인 필요 방사 회전 각도 범위를 설정하고, 이 필요 방사 회전 각도 범위의 호(弧)를 왕복하는 회전만으로 레이저 펄스를 방사하는 구성이어도 된다. 이 필요 방사 회전 각도 범위의 호에 있어서, 이미 설명한 검지 회전 각도 범위와 비검지 회전 각도 범위의 각

각이 설정된다. 이 경우, 레이저 펄스 방사 제어부(15)는 회전 테이블의 회전 각도가 필요 방사 회전 각도 범위인 경우만, 레이저 스캐너(11)에 대해서, 레이저 펄스를 방사시키는 제어를 행한다.

[0077] 또, 본 실시 형태에 있어서는, 상술한 것처럼, 레이저 펄스에 의해 검지된 검지 대상의 삼차원 공간에 있어서의 위치에 대응하여 검지 회전 각도 범위를 구하는 구성으로서 설명했다. 그렇지만, CCD(Charge Coupled Devices)나 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor) 등에 의한 촬상 장치에 의한 촬상 화상으로부터, 삼차원의 검지 공간에 있어서의 검지 대상이 존재하는 영역인 검지 대상 존재 영역을 구하고, 이 검지 대상 존재 영역에 대응시켜 검지 회전 각도 범위를 구하는 구성으로 해도 된다. 이 경우, 검지 대상 검지부(17)는 상기 촬상 장치에서 촬상한 촬상 화상으로부터, 촬상 화상의 화상 공간에 있어서의 검지 대상의 좌표를, 검지 공간에 대해서 좌표 변환하고, 이 좌표 변환한 검지 대상 존재 영역에 대응시켜, 검지 회전 각도 범위를 구한다.

[0078] <제2 실시 형태>

[0079] 본 발명의 제2 실시 형태에 따른 레이저 스캔 시스템의 구성은, 제1 실시 형태의 도 1의 구성과 같다. 이하, 제2 실시 형태에 따른 레이저 스캔 시스템이 제1 실시 형태와 상이한 동작만을 설명한다.

[0080] 제1 실시 형태에 있어서는, 레이저 스캐너(11)에 있어서의 레이저 펄스의 방사 방향을, 제2 회전축에 대해서 회전시키는 제2 회전축 회전 속도를 고정(일정 속도)으로서 설명했다.

[0081] 제2 실시 형태에 있어서는, 검지 대상이 검지된 검지 영역에 대응하여, 제1 회전축에 대한 회전 각도에 있어서의 검지 회전 각도 범위(이하, 제1 검지 회전 각도 범위)와 비검지 회전 각도 범위(제1 비검지 회전 각도 범위)의 각각에 더하여, 제2 회전축에 대한 회전 각도에 있어서도 제2 검지 회전 각도 범위와 제2 비검지 회전 각도 범위를 마련한다. 제2 검지 회전 각도 범위는 레이저 스캐너에 있어서의 검지 대상이 존재하는 영역에 대응하는, 제2 회전축에 대해서 레이저 펄스의 방사 방향이 회전하는 회전 각도 범위를 나타내고 있다. 한편, 제2 비검지 회전 각도 범위는 레이저 스캐너에 있어서의 검지 대상이 존재하지 않는 영역에 대응하는, 제2 회전축에 대해서 레이저 펄스의 방사 방향이 회전하는 회전 각도 범위를 나타내고 있다.

[0082] 회전 각도 범위 선택부(19)는 트래킹부(18)로부터 공급되는 검지 대상의 분리 클러스터의 삼차원 공간에 있어서의 좌표 정보에 의해, 검지 대상이 존재하는 영역에 대해서 레이저 펄스가 방사되는 회전 테이블의 제1 회전축에 대한 공전에 있어서의 회전 각도 범위인 제1 검지 회전 각도 범위와, 레이저 펄스의 방사 방향의 제2 회전축에 대한 자전에 있어서의 회전 각도 범위인 제2 검지 회전 각도 범위를 구한다. 한편, 회전 각도 범위 선택부(19)는 상기 제1 검지 회전 각도 범위 이외의 제1 회전축에 대한 공전에 있어서의 회전 각도를 제1 비검지 회전 각도 범위로 하고, 상기 제2 검지 회전 각도 범위 이외의 제2 회전축에 대한 자전에 있어서의 회전 각도를 제2 비검지 회전 각도 범위로 한다.

[0083] 테이블 회전 속도 제어부(14)(제1 회전 속도 제어부)는 회전 테이블의 제1 회전축 회전 속도를, 제1 검지 회전 각도 범위와 제1 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서, 테이블 회전 기구부(13)를 제어하여 변경한다.

[0084] 또, 레이저 펄스 방사 제어부(15)(제2 회전 속도 제어부)는, 레이저 스캐너(11)에 있어서의 레이저 펄스의 방사 방향의 제2 회전축 회전 각도를, 제2 검지 회전 각도 범위와 제2 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서 변경한다.

[0085] 여기서, 레이저 펄스 방사 제어부(15)는, 제2 회전축 회전 속도를, 제2 비검지 회전 각도 범위와 비교하여 제2 검지 회전 각도 범위에 있어서 느리게 하여, 제1 검지 회전 각도 범위와 마찬가지로, 제2 검지 회전 각도 범위에 있어서의 레이저 펄스의 방사 밀도를 증가시킨다. 제2 회전축 회전 속도를 느리게 한다는 것은, 소정 시간에 있어서의 레이저 펄스의 방사 방향의 회전 각도의 변화량을 제2 비검지 회전 각도 범위와 비교하여 작게 하는 것을 나타내고 있다.

[0086] 또, 제2 검지 회전 각도 범위에 있어서의 레이저 펄스의 방사 밀도를 증가시킬 수 있는 방사 조건이면, 제2 검지 회전 각도 범위에 있어서의 제2 회전축 회전 속도를, 제2 비검지 회전 각도 범위에 있어서의 제2 회전축 회전 속도와 비교하여 빠르게 하는 제어를 행해도 된다. 예를 들면, 방사 조건으로서, 제2 검지 회전 각도 범위에 있어서의 제2 회전축 회전 속도를, 제2 비검지 회전 각도 범위에 있어서의 제2 회전축 회전 속도와 비교하여 빠르게 하고, 또한 제2 검지 회전 각도 범위에 있어서 직전의 레이저 펄스가 조사된 위치와 상이한 위치에, 다음의 레이저 펄스가 조사되는 조건이다. 이 방사 조건이 되는 레이저 펄스의 조사의 제어를 행함으로써, 제2 검지 회전 각도 범위에 있어서의 레이저 펄스의 방사 밀도를, 제2 비검지 회전 각도 범위와 비교하여 증가시켜도 된다. 이 때, 테이블 회전 속도 제어부(14)는 레이저 스캐너(11)에 있어서의 방사 방향의 회전 각도가 레이저 펄스를 방사하는 회전 각도 범위에 있어서의 회전을 종료하는 타이밍에 동기하여, 공전에 있어서의 회전 각도를

변경한다.

- [0087] 상술한 것처럼, 레이저 펄스 방사 제어부(15)는 공전에 있어서의 회전 각도가 제1 검지 회전 각도 범위인 경우에 동기하여, 제2 검지 회전 각도 범위와 제2 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 제2 회전축 회전 속도의 제어를 행한다.
- [0088] 즉, 기억부(20)에는 미리 제1 검지 회전 각도 범위 및 제1 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 제1 회전축 회전 속도와, 제2 검지 회전 각도 범위 및 제2 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 제2 회전축 회전 속도가 각각 기입되어 기억되어 있다.
- [0089] 테이블 회전 속도 제어부(14)는 기억부(20)를 참조하여, 제1 검지 회전 각도 범위 및 제1 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 제1 회전축 회전 속도를 각각 읽어낸다. 그리고, 테이블 회전 속도 제어부(14)는 읽어낸 제1 회전축 회전 속도에 의해, 제1 검지 회전 각도 범위 및 제1 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 회전 각도의 속도 제어(예를 들면, 소정 시간에 있어서의 회전 각도의 변경량의 제어)를 행한다.
- [0090] 또, 레이저 펄스 방사 제어부(15)는 기억부(20)를 참조하여, 제2 검지 회전 각도 범위 및 제2 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 제2 회전축 회전 속도를 각각 읽어낸다. 그리고, 레이저 펄스 방사 제어부(15)는 읽어낸 제2 회전축 회전 속도에 의해, 제2 검지 회전 각도 범위 및 제2 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 회전 각도의 속도 제어(예를 들면, 소정 시간에 있어서의 회전 각도의 변경량의 제어)를 행한다.
- [0091] 상술한 것처럼, 본 실시 형태는 삼차원의 검지 공간에 있어서의 레이저 펄스를 방사하는 방사면 영역(예를 들면, 도 7에 있어서의 삼차원 공간에 있어서의 방사 영역 E)을, 제1 검지 회전 각도 범위와 제2 검지 회전 각도 범위로 설정한 스팟적인 영역으로서, 레이저 펄스의 방사 밀도를 증가시키는 영역으로서 설정할 수 있다. 이 때문에, 본 실시 형태는 제1 실시 형태에 있어서의 방사면 영역(예를 들면, 도 7에 있어서의 삼차원 공간에 있어서의 방사 영역 D)과 비교하여, 보다 검지 대상을 검지하기 위한 리소스로서의 레이저 펄스의 조사를 집중시킬 수 있어, 제1 실시 형태보다 상세하게 검지 대상을 검지할 수 있다.
- [0092] 또, 레이저 펄스 방사 제어부(15)는 공전에 있어서의 회전 각도가 제1 검지 회전 각도 범위인 경우에 동기하지 않고, 모든 공전의 각도 범위에 있어서, 제2 검지 회전 각도 범위와 제2 비검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서의 제2 회전축 회전 속도의 제어를 행하는 구성으로 해도 된다.
- [0093] 또, 본 실시 형태는, 레이저 스캐너(11)에 있어서, 제2 검지 회전 각도 범위에 있어서의 레이저 펄스의 방사 방향의 회전 속도를 변경할 때, 회전 각도를 소정의 변경량으로 변화시킨 후에 레이저 펄스를 방사하는 구성으로서 설명하고 있다.
- [0094] 그렇지만, 본 실시 형태는 회전 각도의 변경량을 조정함으로써, 소정의 회전 각도 범위의 레이저 펄스의 방사 밀도를 증가시키는 것이 아니라, 제2 회전축 회전 속도를 일정하게 하고, 소정의 회전 각도가 되었을 때 레이저 펄스가 방사되도록, 레이저 펄스의 방사하는 타이밍 자체를 제어하는 구성으로 해도 된다. 즉, 본 실시 형태는 레이저 펄스의 방사 방향의 소정의 시간에 있어서의 방사 횟수를 증가시켜, 제2 검지 회전 각도 범위에 있어서의 레이저 펄스의 방사 밀도를 증가시키는 구성으로 해도 된다.
- [0095] <제3 실시 형태>
- [0096] 제1 실시 형태 및 제2 실시 형태에 있어서는, 회전 테이블에 1개의 레이저 스캐너를 마련하고 있었지만, 회전 테이블에 2개 혹은 3개 이상의 복수의 레이저 스캐너(제1 실시 형태 혹은 제2 실시 형태에 있어서의 레이저 스캐너(11))를 마련하는 구성으로 해도 된다. 도 11은 본 발명의 제2 실시 형태에 따른 레이저 스캔 시스템의 구성예를 나타내는 도면이다. 이 도 11에 있어서의 제2 실시 형태에 따른 레이저 스캔 시스템은, 레이저 스캐너(11_1, 11_2 및 11_3), 좌표점 추출부(12), 테이블 회전 기구부(13), 테이블 회전 속도 제어부(14), 레이저 펄스 방사 제어부(15), 클러스터링부(16), 검지 대상 검지부(17), 트래킹부(18), 회전 각도 범위 선택부(19) 및 기억부(20)의 각각을 구비하고 있다. 또, 데이터 버스(300)는 레이저 스캐너(11_1, 11_2 및 11_3), 좌표점 추출부(12), 테이블 회전 기구부(13), 테이블 회전 속도 제어부(14), 레이저 펄스 방사 제어부(15), 클러스터링부(16), 검지 대상 검지부(17), 트래킹부(18), 회전 각도 범위 선택부(19) 및 기억부(20)의 각각의 사이에서, 데이터 및 제어 신호가 전달되는 데이터 버스이다.
- [0097] 도 11의 제2 실시 형태의 레이저 스캔 시스템에 있어서, 제1 실시 형태에 있어서의 구성과 같은 구성에 동일한 부호를 부여하고 있다. 상이한 점은, 1개의 레이저 스캐너(11)를 대신하여, 이 레이저 스캐너(11)와 같은 구성인 레이저 스캐너(11_1, 11_2 및 11_3)의 각각이 마련되어 있는 것이다.

- [0098] 예를 들면, 도 11의 구성에 있어서는, 3개의 레이저 스캐너(11_1, 11_2 및 11_3)의 각각을 회전 테이블에 배치하는 경우, 제1 회전축을 중심에 3회 대칭이 되는 위치에, 3개의 레이저 스캐너(11_1, 11_2, 11_3) 각각을 배치한다.
- [0099] 상기 3개의 레이저 스캐너(11_1, 11_2 및 11_3)의 각각은, 이미 설명한 레이저 스캐너(11)와 같은 구성이며, 같은 동작을 행한다.
- [0100] 또, 3개의 레이저 스캐너(11_1, 11_2 및 11_3)의 각각을 회전 테이블에 3회 대칭 위치에 배치했을 경우, 테이블 회전 속도 제어부(14)는 공전에 있어서의 레이저 펄스를 방사하는 회전 각도의 각각이, 각각의 레이저 스캐너의 1회전에 있어서, 동일한 회전 각도가 되지 않는 제어를 행한다. 즉, 테이블 회전 속도 제어부(14)는 3개의 레이저 스캐너의 각각의 레이저 펄스를 방사하는 회전 각도가, 동일 위치에서 중첩되지 않도록 설정된 회전 각도의 변화량에 기초하여, 회전 테이블을 제1 회전축 회전 속도에 의해 회전시킨다. 이것에 의해, 3개의 레이저 스캐너(11_1, 11_2 및 11_3)의 각각에 의해서, 제1 실시 형태와 비교하여 레이저 펄스의 방사 밀도가 3배, 즉 공간 광 점의 밀도가 3배가 되어, 검지 대상의 검지의 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0101] 또, 회전 각도 범위 선택부(19)는 레이저 스캐너(11_1, 11_2 및 11_3)의 각각에 대해, 이미 제1 실시 형태에서 설명한 것처럼, 검지 대상을 검지한 검지 공간의 위치에 대응하여, 각각 제1 검지 회전 각도 범위를 구한다.
- [0102] 그리고, 테이블 회전 속도 제어부(14)는 레이저 스캐너(11_1, 11_2 및 11_3)의 각각을, 각각에 대해 설정한 제1 검지 회전 각도 범위에 있어서, 제1 회전축 회전 속도를 느리게 하는 제어를 행한다.
- [0103] 이것에 의해, 본 실시 형태는 제1 검지 회전 각도 범위에 대한 레이저 펄스의 방사 밀도를 증가시킬 수 있다. 즉, 본 실시 형태는, 도 7에 있어서의 검지 공간에 있어서의 레이저 펄스의 방사 영역 D에 대해, 레이저 펄스의 방사 밀도를 증가시킬 수 있다.
- [0104] 여기서, 테이블 회전 속도 제어부(14)는 제1 검지 회전 각도 범위에서 제1 회전축 회전 속도를 저하시키는 경우에 있어서도, 상술한 제어에 의해, 회전 테이블을 회전시킨다. 즉, 테이블 회전 속도 제어부(14)는 공전에 있어서의 레이저 펄스를 방사하는 3개의 레이저 스캐너의 회전 각도의 각각이, 각각의 레이저 스캐너의 1회전에 있어서, 동일한 회전 각도가 되지 않도록, 설정된 회전 각도의 변화량에 기초하여, 회전 테이블을 회전시킨다.
- [0105] 또, 본 실시 형태는, 제2 실시 형태와 같이, 검지 대상의 검지 공간에 있어서의 위치로부터 구한 제1 검지 회전 각도 범위 및 제2 검지 회전 각도 범위의 각각에 있어서, 제1 회전축 회전 속도, 제2 회전축 회전 속도 각각을 느리게 하는 제어를 행하는 구성으로 해도 된다. 본 실시 형태는, 이 구성에 있어서도, 삼차원의 검지 공간에 있어서 소정의 영역(도 7에 있어서의 방사 영역 E)에 있어서의 레이저 펄스의 방사 밀도를 증가시킬 수 있다. 이 방사 밀도를 증가시킬 때에도, 테이블 회전 속도 제어부(14)는 공전에 있어서의 레이저 펄스를 방사하는 회전 각도의 각각이, 각각의 레이저 스캐너의 1회전에 있어서, 동일한 회전 각도가 되지 않도록 설정된 회전 각도의 변화량에 기초하여, 회전 테이블을 제1 회전축을 중심으로 하여 공전시킨다.
- [0106] 상술한 것처럼, 본 실시 형태는 레이저 펄스의 방사 방향의 제2 회전축 회전 속도를 일정하게 한 구성의 경우, 검지 회전 각도 범위에 있어서의 회전 테이블의 제1 회전축 회전 속도가 제1 비검지 회전 각도 범위와 비교하여 느려지고, 또한 복수의 레이저 스캐너의 레이저 펄스를 방사시키는 회전 각도가 동일하게 되지 않도록, 회전 각도의 변화량을 가변으로 제어한다. 이것에 의해, 본 실시 형태는 검지 대상이 존재하는 영역(도 7에 있어서의 방사 영역 D)에 대해서 방사하는 레이저 펄스의 밀도를, 제1 실시 형태와 비교하여 향상시키는 것이 가능해져, 검지 대상의 검지 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0107] 또, 본 실시 형태는, 제2 검지 회전 각도 범위에 있어서의 제2 회전축 회전 속도를 변경하는 구성의 경우, 제1 검지 회전 각도 범위에 있어서의 회전 테이블의 제1 회전축 회전 속도를, 복수의 레이저 스캐너의 각각의 레이저 펄스를 방사시키는 회전 각도가 동일하게 되지 않도록, 검지 대상의 존재에 따라서 느려지도록 가변으로 제어한다. 또한, 본 실시 형태는 각각의 레이저 스캐너의 제2 검지 회전 각도 범위에 있어서의 제2 회전축 회전 속도를, 제2 검지 회전 각도 범위와 비교하여 저하시킴으로써, 삼차원의 검지 공간에 있어서의 검지 대상이 존재하는 소정의 영역(도 7에 있어서의 방사 영역 E)의 레이저 펄스의 방사 밀도를 스팟적으로 증가시킬 수 있어, 검지 대상의 검지 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0108] 또, 상술한 제1 실시 형태, 제2 실시 형태 및 제3 실시 형태의 각각은, 상술한 설명에 있어서는 지상(地上)을 주행하는 자동차 혹은 로봇 등에 탑재한 구성을 일례로 하고 있지만, 이것으로 한정하지 않고, 비상체(예를 들면, 무선에 의해 조종하는 무인의 비행 물체 등)에 탑재하여, 공중에서, 이 비상체 주위의 삼차원 공간 모두를,

검지 대상을 검지하는 검지 공간으로 한 운용을 행해도 된다. 또, 제1 실시 형태, 제2 실시 형태 및 제3 실시 형태의 각각은, 잠수정 등에 탑재하여, 수중에서 잠수정 주위의 삼차원 공간 모두를, 상술한 공중에서의 경우와 마찬가지로, 검지 대상을 검지하는 검지 공간으로 해도 된다.

[0109] 또, 상술한 제1 실시 형태, 제2 실시 형태 및 제3 실시 형태의 각각은, 클러스터링부(16)에서 생성한 분리 클러스터를, 검지 대상 검지부(17)가 검지 대상으로서 사람과, 사람 이외의 입체물로 분류하여 사람을 추적하고 있다. 그렇지만, 상술한 제1 실시 형태, 제2 실시 형태 및 제3 실시 형태의 각각은, 입체물의 분리에 이용되는 특징량의 기준이 사람으로 한정되지 않는 것은 말할 필요도 없다. 상술한 제1 실시 형태, 제2 실시 형태 및 제3 실시 형태의 각각은, 클러스터를 분리하는 특징량의 기준을 사람 이외의 복수의 입체물에 대응하도록 설정하고, 설정한 복수의 종류의 입체물의 각각을 검지 대상으로 하는 구성으로 해도 된다.

[0110] <제4 실시 형태>

[0111] 도 12는 본 발명의 제4 실시 형태에 따른 레이저 스캔 시스템의 구성예를 나타내는 도면이다. 상술한 제1 실시 형태 내지 제3 실시 형태는, 검지 대상이 정지한 상태를 전제로 하여 레이저 펄스의 조사의 제어를 행하고 있었다. 본 실시 형태는, 검지 대상이 이동하는 것을 전제로 하여 레이저 펄스의 조사의 제어를 행하는 구성이다. 제4 실시 형태에 따른 레이저 스캔 시스템(1)은 레이저 스캐너(11), 좌표점 추출부(12), 테이블 회전 기구부(13), 테이블 회전 속도 제어부(14A), 레이저 펄스 방사 제어부(15), 클러스터링부(16), 검지 대상 검지부(17A), 트래킹부(18A), 기억부(20), 삼차원 복원부(21), 대상 물체 추출부(22) 및 회전 각도 범위 추정부(23)의 각각을 구비하고 있다. 또, 데이터 버스(300A)는 레이저 스캐너(11), 좌표점 추출부(12), 테이블 회전 기구부(13), 테이블 회전 속도 제어부(14A), 레이저 펄스 방사 제어부(15), 클러스터링부(16), 검지 대상 검지부(17A), 트래킹부(18A), 기억부(20), 삼차원 복원부(21), 대상 물체 추출부(22) 및 회전 각도 범위 추정부(23)의 각각의 사이에서, 데이터 및 제어 신호가 전달되는 데이터 버스이다. 제4 실시 형태에 있어서, 제1 실시 형태와 마찬가지로의 구성에 대해서는, 동일한 부호를 부여하고 있다. 이하, 제1 실시 형태와 상이한 구성 및 동작에 대해 설명한다.

[0112] 검지 대상 검지부(17A)는, 본 실시 형태에 있어서, 제1 실시 형태와 마찬가지로, 검지 대상 단위의 분리 클러스터를 추출한다. 제1 실시 형태는 사람과 사람 이외의 입체물로 분류하고 있다. 그렇지만, 본 실시 형태는 조사 밀도를 다른 것과 비교하여 고밀도로 하는 레이저 펄스를 조사하는 대상의 물체(이하, 대상 물체)의 후보(이하, 대상 물체 후보)로서, 미리 설정된 형상 및 상태, 예를 들면 정지 상태 혹은 이동 상태 등의 물체를 추출한다.

[0113] 트래킹부(18A)는 칼만 필터를 이용하여, 추출된 대상 물체 후보의 각각의 소정의 시각에 있어서의 위치의 예측을 행한다. 여기서, 트래킹부(18A)는 제1 실시 형태에 있어서의 트래킹부(18)의 처리에 더하여, 대상 물체 후보의 분리 클러스터가 이동하고 있는지 여부에 대한 검출을 행한다. 즉, 트래킹부(18A)는 대상 물체 후보가 정지 상태에 있는지, 혹은 이동 상태에 있는 지에 대한 판정을 행한다.

[0114] 삼차원 복원부(21)는 좌표점 추출부(12)가 생성한 공간 광 점의 좌표치의 좌표 변환을, 회전 행렬 및 병진 행렬의 각각을 이용하여 행한다. 삼차원 복원부(21)는 검지 공간 좌표계로부터, 소정의 기준의 삼차원의 좌표계인 기준 좌표계로 좌표 변환한다. 회전 행렬 및 병진 행렬의 각각은, 이미 알고 있는 행렬로서, 외부 장치로부터 레이저 스캔 시스템에 공급된다. 여기서, 검지 공간 좌표계는, 레이저를 조사한 시점에 있어서의 레이저 스캔 시스템의 검지 공간의 삼차원의 좌표계이며, 도 6의 Z축상의 점을 원점으로 하는 삼차원의 좌표계이다. 또, 본 실시 형태의 기준 좌표계는, 예를 들면, 레이저 스캔 시스템의 위치가 도시된, 다른 장치가 관리하는 관리 공간으로서의 세계 좌표계이다. 여기서, 삼차원 복원부(21)는 좌표점이 생성될 때마다, 생성된 상기 공간 광 점의 좌표치를 검지 공간 좌표계로부터 기준 좌표계로 좌표 변환한다. 이것에 의해, 본 실시 형태의 레이저 스캔 시스템은, 관리 공간의 세계 좌표계에 레이저 스캔 시스템이 검출한 대상 물체의 삼차원 형상을 부가시킬 수 있다.

[0115] 또, 상술한 검지 대상 검지부(17A) 및 트래킹부(18A)의 각각은, 회전 테이블이 0° 에서부터 360° 의 회전 각도 범위에서 1 공전한 시점, 즉 주사 범위에 대응한 검지 공간 전체에 레이저 펄스가 조사된 시점에, 검지 대상을 검지하는 처리를 행한다. 레이저 펄스는 회전 테이블이 1 공전함으로써, 주사 범위에 대해서 소정의 밀도로 조사된다. 검지 대상 검지부(17A)는 기준 좌표계에 있어서, 레이저 스캔 시스템의 주위의 3차원 형상을 나타내는 공간 광 점의 각각의 좌표치를 얻는다. 검지 대상 검지부(17A)는 이 3차원 형상으로부터 분리 클러스터를 추출하는 처리를 행한다.

[0116] 대상 물체 추출부(22)는 트래킹부(18A)의 트래킹 처리의 결과에 의해, 대상 물체 후보 중에서, 미리 설정된 추

출 조건에 대응한 대상 물체를 추출한다. 여기서, 추출 조건이란, 조사 밀도를 다른 것과 비교하여 고밀도로 레이저 펄스를 조사하는 대상 물체의 추출을 위해, 미리 유저가 임의로 설정하는 조건이다. 대상 물체는 검지 대상 중에서, 특히 상세하게 물체의 삼차원 형상 및 움직임을 취득하고 싶은 검지 대상이다.

[0117] 회전 각도 범위 추정부(23)는 대상 물체에 대해서, 조사 밀도가 다른 영역 보다도 고밀도로 레이저 펄스를 조사한다. 이 때문에, 회전 각도 범위 추정부(23)는 대상 물체가 존재하는 각도 범위로서, 회전 테이블의 회전 각도 범위(제1 회전축의 회전 각도 범위)에 있어서의 검지 회전 각도 범위를 추정한다. 회전 각도 범위 추정부(23)는 대상 물체를 검지 대상물(200)로 하고, 대상 물체가 정지해 있는 경우, 이미 제1 실시 형태에 있어서, 도 1을 이용하여 설명한 회전 각도 범위 선택부(19)와 마찬가지로의 동작을 행한다. 여기서, 회전 각도 범위 추정부(23)는 이 대상 물체가 존재하는 회전 각도 범위(도 9의 $\beta_1 \leq \sigma \leq (\beta_1 + \gamma)$ 와, $\beta_2 \leq \sigma \leq (\beta_2 + \gamma)$)를 조사 범위로 하는 검지 회전 각도 범위를 구한다.

[0118] 한편, 회전 각도 범위 추정부(23)는 대상 물체가 이동하고 있는 경우, 대상 물체의 현재의 위치와, 트래킹부(18)가 추정하는 대상 물체의 이동 속도와, 현시점에 있어서 레이저 펄스가 조사되고 있는 각도 방향을 나타내는 제1 회전축의 회전 각도와, 제1 회전축 회전 속도의 각각에 의해, 소정의 연산식에 의해 검지 회전 각도 범위를 추정한다. 즉, 회전 각도 범위 추정부(23)는 대상 물체 및 레이저 스캔 시스템 사이의 상대 거리와, 대상 물체 및 제1 회전축 회전 속도 사이의 상대 속도에 의해, 대상 물체에 레이저 펄스의 조사 방향이 추종하는 시간을 구한다. 회전 각도 범위 추정부(23)는 구한 시간에서의 대상 물체의 위치를 추정하고, 이 위치에 대응하는 제1 회전축의 회전 각도의 범위를 검지 회전 각도 범위로서 구한다. 또, 회전 각도 범위 추정부(23)는 제1 회전축의 회전 각도 범위에 있어서, 검지 회전 각도 범위 이외의 각도 범위를 비검지 회전 각도 범위로 한다.

[0119] 그리고, 회전 각도 범위 추정부(23)는 검지 회전 각도 범위 및 비검지 회전 각도 범위의 각각을 테이블 회전 속도 제어부(14A)에 대해서 출력한다. 이 때, 회전 각도 범위 추정부(23)는 대상 물체가 이동하고 있는 경우, 검지 회전 각도 범위를 대상 물체의 이동에 추종시킬 필요가 있다. 이 때문에, 회전 각도 범위 추정부(23)는 이동하는 대상 물체의 회전 테이블의 회전 방향을 따른 이동 속도와, 검지 회전 각도 범위를 이동시키는 속도의 속도차인 상대 속도를 「0」으로 하여, 장래의 단위 시간당 검지 회전 각도 범위를 구한다. 회전 각도 범위 추정부(23)는 구한 검지 회전 각도 범위를, 테이블 회전 속도 제어부(14A)에 대해서 출력한다. 테이블 회전 속도 제어부(14A)는 단위 시간마다 공급되는 검지 회전 각도 범위에 대응시켜, 제1 회전축 회전 속도를 미리 설정된 회전수로 저하시켜, 레이저 펄스의 조사 밀도를 고밀도로 한다. 한편, 테이블 회전 속도 제어부(14A)는 상기 검지 회전 각도 범위 외의 비검지 회전 각도 범위에 있어서의 제1 회전축 회전 속도를 미리 설정된 회전수로 상승시킴으로써, 레이저 펄스의 조사 밀도를 낮게 한다.

[0120] 상술한 것처럼, 본 실시 형태는, 상기 추출 조건에 대응하여 검지된 대상물이 존재하는 영역을 포함하도록, 레이저 펄스의 조사 밀도를 다른 각도 범위보다 높게 하는 검지 회전 각도 범위로서 설정하는 구성이다. 이 결과, 본 실시 형태는 추출 조건에 대응하는 대상 물체의 삼차원 형상 등의 검지 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0121] 또, 본 실시 형태는 정지한 검지 대상에 대해서 검지 회전 각도 범위를 설정하는 제1 실시 형태와 달리, 대상 물체가 이동하는 것을 전제로 하여, 소정의 시각에 있어서의 대상 물체의 이동 위치를 추정한다. 이것에 의해, 본 실시 형태는 대상 물체의 이동에 추종시켜, 검지 회전 각도 범위에 대상 물체가 포함되도록, 이 검지 회전 각도 범위를 가변으로 하는 제어를 행한다. 본 실시 형태는 회전 테이블의 제1 회전축 회전 속도를 단위 시간마다, 검지 회전 각도 범위가 변하도록 제어한다. 이 때문에, 본 실시 형태는 항상 이동하는 대상 물체가 검지 회전 각도 범위에 포함되고, 방사하는 레이저 펄스의 조사 밀도를 고밀도로 하여, 검지 회전 각도 범위에 있어서의 대상 물체의 삼차원 형상 등의 검지 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0122] 또, 제2 실시 형태에는, 레이저 펄스의 조사 방향을 제2 회전축에 대해서 회전시키는 제2 회전축 회전 속도를 대상 물체의 위치에 대응시켜 제2 검지 회전 각도 범위를 가변으로 하는 구성이 기재되어 있다. 본 실시 형태는 제2 실시 형태와 마찬가지로, 제2 회전축 회전 속도를 대상 물체의 위치에 대응시켜 제2 검지 회전 각도 범위를 가변으로 하는 구성으로 해도 된다. 본 실시 형태는 대상물이 이동하는 상태에 대응시키고, 본 실시 형태의 검지 회전 각도 범위(제1 검지 회전 각도 범위)와 마찬가지로, 단위 시간마다 대상 물체의 이동 위치를 추정하고, 이 대상 물체의 이동 위치에 대응하여 제2 검지 회전 각도 범위를 구한다. 이것에 의해, 본 실시 형태는 단위 시간마다 제2 검지 회전 각도 범위를 갱신하여, 대상 물체의 이동에 제2 검지 회전 각도 범위를 추종시킨다.

[0123] 이 구성에 의해서, 본 실시 형태는 삼차원의 검지 공간에 있어서의 레이저 펄스를 조사하는 조사면 영역을, 제1 검지 회전 각도 범위와 제2 검지 회전 각도 범위로 설정한 스팟적인 영역으로 한다. 즉, 본 실시 형태는, 예를 들면, 도 7에 있어서의 삼차원 공간에 있어서의 방사 영역 E와 같이, 레이저 펄스의 조사 밀도를 증가시키는 스

빔 영역으로서 설정한다. 본 실시 형태는 이동하는 대상 물체가 스팟 영역에 포함되도록, 이 스팟 영역을 대상 물체에 추종시켜 이동시키는 제어를 행한다. 이 구성에 의하면, 본 실시 형태는, 상술한 제4 실시 형태에 대해서, 이동하는 대상 물체를 검지하기 위한 리소스로서의 레이저 펄스의 조사를 이동하는 대상 물체에 대해서 집중시킬 수 있다. 본 실시 형태는 제1 회전축 회전 속도만을 제어하는 경우와 비교하여, 보다 상세하게 대상 물체의 삼차원 형상을 검지할 수 있다.

[0124] <제4 실시 형태의 응용예>

[0125] 도 13은 제4 실시 형태에 있어서의 검지 회전 각도 범위에 대한 레이저 펄스의 조사 밀도의 조정 결과의 일례를 나타내는 도면이다. 제4 실시 형태는 상술한 것처럼, 검지 대상 중에서 추출 조건에 의해 대상 물체를 추출하고, 추출한 대상 물체에 조사하는 레이저 펄스의 조사 밀도를 고밀도로 하는 제어를 행한다. 이 응용예에 있어서, 대상 물체를 추출하는 추출 조건은, 정지해 있는 물체이고, 또한 레이저 스캔 시스템으로부터 3m 떨어진 위치에 있는 검지 대상이다. 도 13의 (a)의 화상에 있어서의 대상물 후보 901, 902 및 903이 레이저 스캔 시스템(950)(도 12에 나타내는 구성의 레이저 스캔 시스템)의 근방에 배치되어 있다. 도 13의 (b)는 레이저 스캔 시스템(950)으로부터, 대상물 후보 901, 902 및 903의 각각까지의 거리를 나타내는 평면도이다. 도 13의 (c)는 대상물 후보 902가 대상물로서 추출되고, 대상물 후보 902가 위치하는 영역이 포함되는 제1 회전축의 회전 각도 범위가 레이저 스캔 시스템의 검지 회전 각도 범위로 되어, 레이저 펄스의 조사가 행해진 것을 나타내고 있다. 도 13의 (c)는 대상물 후보 902에 대한 레이저 펄스의 조사 밀도가, 이 대상물 후보 902 보다 레이저 스캔 시스템(950)에 가까운 대상물 후보 903과 비교하여, 조사되는 레이저 펄스의 조사 밀도가 고밀도로 제어되고 있는 것을 나타내고 있다. 이것에 의해, 도 13의 응용예로부터, 제4 실시 형태는 추출 조건에 대응하여 대상물의 추출을 행하고, 추출된 대상물에 대해서 레이저 펄스의 조사 밀도를 다른 영역보다 고밀도로 하여, 대상물의 상세한 검지를 행할 수 있는 것을 알 수 있다.

[0126] <제5 실시 형태>

[0127] 도 14는 본 발명의 제5 실시 형태에 따른 레이저 스캔 시스템의 구성예를 나타내는 도면이다. 도 14에 있어서, 제5 실시 형태에 따른 레이저 스캔 시스템(1)은 레이저 스캐너(11), 좌표점 추출부(12), 테이블 회전 기구부(13), 테이블 회전 속도 제어부(14A), 레이저 펄스 방사 제어부(15), 클러스터링부(16), 검지 대상 검지부(17A), 트래킹부(18A), 기억부(20), 삼차원 복원부(21B), 대상 물체 추출부(22), 회전 각도 범위 추정부(23B), 자세 추정부(24) 및 환경 매칭부(25)의 각각을 구비하고 있다. 또, 데이터 버스(300B)는 레이저 스캐너(11), 좌표점 추출부(12), 테이블 회전 기구부(13), 테이블 회전 속도 제어부(14A), 레이저 펄스 방사 제어부(15), 클러스터링부(16), 검지 대상 검지부(17A), 트래킹부(18A), 기억부(20), 삼차원 복원부(21B), 대상 물체 추출부(22), 회전 각도 범위 추정부(23B), 자세 추정부(24) 및 환경 매칭부(25)의 각각의 사이에서, 데이터 및 제어 신호가 전달되는 데이터 버스이다.

[0128] 제5 실시 형태에 있어서, 제4 실시 형태와 마찬가지로의 구성에 대해서는, 동일한 부호를 부여하고 있다. 이하, 제4 실시 형태와 상이한 구성 및 동작에 대해 설명한다. 본 실시 형태는 제1 실시 형태, 제2 실시 형태 및 제3 실시 형태와 마찬가지로, 레이저 스캔 시스템 자체가, 소정의 이동 속도로 이동하는 자세 및 위치의 각각이 시계열로 변화하는 이동체에 탑재되어 있다. 여기서, 이동체는, 예를 들면, 차량, 사람, 동물, 비상체 등이다. 본 실시 형태는 이동체의 자세 및 위치에 대응한 레이저 펄스의 조사의 제어가 행해져, 상기 이동체의 자세 및 위치에 대응하여 대상 물체가 검지된다. 이것에 의해, 본 실시 형태는 제1 실시 형태, 제2 실시 형태 및 제3 실시 형태와 비교하여 대상물의 검지에 대한 정밀도가 보다 높아진다.

[0129] 자세 추정부(24)는 레이트 자이로(rate gyro, 800)가 계측한 x축(롤(roll)축), y축(피치(pitch)축) 및 z축(요잉(yawing)축)의 각각에 대한 회전각(검출 회전각)으로, 레이저 스캔 시스템(이동체)의 자세를 추정한다. 레이트 자이로(800)는 이동체에 장착되어 있다. 자세 추정부(24)는 자세 및 이동 속도(후에 상술)를 이용하여, 이동 거리로부터 이동체의 위치의 추정을 행한다. 본 실시 형태는, 동적 시스템의 상태를 추정하는 필터로서, 예를 들면 칼만 필터를 이용하여 레이저 스캔 시스템의 자세 및 위치의 추정을 행한다. 자세 추정부(24)는 레이트 자이로(800)로부터의 검출 회전각 및 이동체의 위상 속도를 이용하여, 이동체에 탑재된 레이저 스캔 시스템의 자세 및 위치의 추정을, 칼만 필터로 시계열로 행한다. 즉, 자세 추정부(24)는 레이저 펄스를 조사한 시점에 있어서의 레이저 스캐너의 자세 및 위치를, 상기 칼만 필터를 이용하여 추정한다. 또, 본 실시 형태는 칼만 필터를 이용하여 자세 및 위치의 추정을 행하는 구성으로서 설명했다. 그렇지만, 본 실시 형태는 오차가 있는 관측치를 이용하여, 소정의 동적 시스템의 자세 및 위치의 추정을 행할 수 있는 무한 임펄스(impulse) 응답 필터이면, 칼만 필터 이외의 필터를 이용해도 된다.

- [0130] 이와 같이, 레이저 스캔 시스템이 이동하고 있는 경우, 레이저 스캔 시스템의 자세 및 위치는, 레이저 펄스가 조사될 때마다 변화해 버린다. 따라서, 레이저 스캔 시스템의 검지 공간 좌표계는, 레이저 펄스가 조사될 때마다, 원점 및 x축, y축 및 z축의 축방향이 상이한 다른 검지 공간 좌표계로 변경된다.
- [0131] 이 때문에, 대상 물체의 검지의 처리에 있어서, 레이저 펄스가 조사되어 얻어진 공간 광 점의 좌표치의 각각은, 공간 광 점이 얻어질 때마다, 상이한 검지 공간 좌표계의 각각으로부터, 동일한 기준 좌표계로 좌표 변환된다. 또, 제4 실시 형태에 있어서는, 기준 좌표계로서 세계 좌표계를 이용하여 설명했다. 본 실시 형태의 기준 좌표계는 세계 좌표계가 아니고, 레이저 스캔 시스템이 기동되었을 때 취득한 검지 공간 좌표계(이하, t0 검지 공간 좌표계로 나타냄)를 이용한다.
- [0132] 자세 추정부(24)는 칼만 필터에 의해 추정된 레이저 스캔 시스템의 자세 및 위치를, 레이저 펄스가 조사될 때, 삼차원 복원부(21B)에 대해서 출력한다.
- [0133] 삼차원 복원부(21B)는 레이저가 조사되는 시간 n에 있어서, 자세 추정부(24)로부터 공급되는 자세 및 위치에 의해, 기준 좌표계에 대한, tn 검지 공간 좌표계의 원점의 이동량 및 x축, y축 및 z축의 축방향의 변화 각도량을 구한다. 여기서, tn 검지 공간 좌표계는 레이저 스캔 시스템이 기동되고 나서 시간 n이 경과하여 레이저 펄스가 조사되었을 때의 검지 공간 좌표계이다. 그리고, 삼차원 복원부(21B)는 얻어진 원점의 이동량 및 x축, y축 및 z축의 축방향의 변화 각도량에 의해, 회전 행렬 및 병진 행렬을 구한다. 삼차원 복원부(21B)는 구한 회전 행렬 및 병진 행렬에 의해, tn 검지 공간 좌표계에 있어서의 공간 광 점의 좌표치를, 기준 좌표계에 있어서의 좌표치로 좌표 변환한다.
- [0134] 이것에 의해, 삼차원 복원부(21B)는 레이저 스캔 시스템의 자세 및 이동 거리가 시계열로 변화하더라도, 레이저 펄스가 조사되었을 때의 tn 검지 공간 좌표계에 있어서의 공간 광 점의 좌표치를, 차례로, 기준 좌표계로 좌표 변환할 수 있다.
- [0135] 또, 삼차원 복원부(21B)는, 레이저 스캔 시스템에 있어서의 회전 테이블이 1 공전한 시점에, 이 방사면에 대해서 조사한 레이저 펄스로부터 얻어진 공간광 점의 좌표치군으로부터, 레이저 스캔 시스템의 주위의 3차원 형상을 나타내는 삼차원 점군의 화상을 차례로 생성한다. 도 7에 도시하는 방사면 전면(全面)(주사 범위 전체)에 대한 레이저 펄스의 조사는, 회전 테이블의 1 공전에 있어서 종료한다. 그리고, 삼차원 복원부(21B)는 방사면 전면에 대한 레이저 펄스의 조사가 종료될 때마다, 이 종료된 시점 m에 있어서 생성한 삼차원 점군(이하, m시점 삼차원 점군)을 생성한다. 삼차원 복원부(21B)는 생성한 m시점 삼차원 점군을, 환경 매칭부(25)에 대해서 차례로 출력한다.
- [0136] 환경 매칭부(25)는 기준 좌표계에 있어서 정지해 있는 상태에서 취득한 삼차원 점군(이하, 0시점 삼차원 점군)과, m시점 삼차원 점군의 각각에 있어서의 동일한 수평면을 가지는 벽면(예를 들면, 건물의 벽, 담의 벽 등 평면에 대해서 수직인 면)을 추출한다. 그리고, 환경 매칭부(25)는 0시점 삼차원 점군 및 m시점 삼차원 점군의 각각의 벽면으로부터, 이 벽면의 법선(법선 벡터)을 추출한다. 그리고, 환경 매칭부(25)는 0시점 삼차원 점군의 벽면의 법선에 대해 m시점 삼차원 점군의 벽면의 법선이 이루는 각도(3차원)를 구하고, 구한 2개의 법선이 이루는 각도의 정보(법선 오차 정보)를, 자세 추정부(24)에 대해서 출력한다(환경 매칭 처리). 환경 매칭부(25)는 벽면으로부터의 법선 추출에 있어서, 벽면의 좌표점군에 대해 법선 추정 처리(주성분 분석 등을 이용한 서페이스(surface) 추정 처리)를 행하여, 벽면의 법선을 추정한다.
- [0137] 또, 자세 추정부(24)는 레이트 자이로(800)로부터 소정의 주기로 공급되는 검출 회전각인 x축, y축 및 z축의 각각의 회전 각도와, 그 시점에 있어서의 칼만 필터에 의해 추정된 레이저 스캔 시스템의 자세를 비교한다. 그리고, 자세 추정부(24)는 추정 결과가 레이트 자이로(800)로부터 공급되는 검출 회전각으로 구한 자세가 되도록, 칼만 필터의 자세 추정을 행하는 파라미터를 조정한다.
- [0138] 또한, 자세 추정부(24)는 환경 매칭부(25)로부터 공급되는 법선 오차 정보를 이용하여, 0시점 삼차원 점군을 취득한 시점과, m시점 삼차원 점군을 취득한 시점 m에 있어서의 레이저 스캔 시스템의 자세 및 위치의 각각의 차분을 구한다. 자세 추정부(24)는 구한 자세 및 위치의 각각의 차분과, 0시점 삼차원 점군을 취득한 시점의 자세 및 위치에 의해, 기준 좌표계에 있어서의 시점 m에 있어서의 레이저 스캔 시스템의 자세 및 위치를 구한다.
- [0139] 그리고, 자세 추정부(24)는 환경 매칭부(25)로부터 공급되는 법선 오차 정보에 기초하여 생성한 자세 및 위치와, 그 시점에 있어서의 칼만 필터에 의해 추정된 자세 및 위치를 비교한다. 자세 추정부(24)는 칼만 필터의 추정 결과가 법선 오차 정보에 기초하여 생성한 자세 및 위치가 되도록, 칼만 필터의 자세 및 위치의 각각의 추정을 행하는 파라미터를 조정한다. 또, 자세 추정부(24)는 시점 m-1과 시점 m의 각각에서 구한 위치로부터,

시점 $m-1$ 및 시점 m 사이에서 이동한 이동 거리를 구한다. 자세 추정부(24)는 구한 이동 거리를, 시점 m 과 시점 $m-1$ 의 시간차로 나누어, 이동 속도를 구하여, 칼만 필터의 파라미터를 조정한다.

- [0140] 회전 각도 범위 추정부(23B)는 추출된 대상 물체에 대해서 다른 영역보다 조사 밀도를 고밀도로 레이저 펄스를 조사하는 각도 범위로 하여, 회전 테이블의 회전 각도 범위(제1 회전축의 회전 각도 범위)에 있어서의 검지 회전 각도 범위를 추정한다. 이 때, 회전 각도 범위 추정부(23B)는 대상 물체가 정지한 물체인 경우, 레이저 스캔 시스템의 추정된 자세 및 위치에 대응하여, 대상 물체가 존재하는 회전 각도 범위(도 9의 $\beta_1 \leq \sigma \leq (\beta_1 + \gamma)$ 와, $\beta_2 \leq \sigma \leq (\beta_2 + \gamma)$)를 조사 범위로 하는 검지 회전 각도 범위를 구한다.
- [0141] 한편, 회전 각도 범위 추정부(23B)는 대상 물체의 현재의 위치와, 이동 속도와, 현시점의 제1 회전축의 회전 각도와, 제1 회전축 회전 속도와, 레이저 스캔 시스템의 자세 및 위치의 각각에 의해, 소정의 연산식에 의해 검지 회전 각도 범위를 추정한다. 이동 속도는 트래킹부(18A)가 추정하는 대상 물체가 이동하는 속도이다. 현시점의 제1 회전축의 회전 각도는, 레이저 펄스가 조사되고 있는 각도 방향을 나타낸다.
- [0142] 즉, 회전 각도 범위 추정부(23B)는 대상 물체와 레이저 스캔 시스템의 상대 거리와 대상 물체 · 제1 회전축의 회전 각도 · 레이저 스캔 시스템 사이의 상대 속도에 의해, 대상 물체에 레이저 펄스의 조사 방향을 추종시키는 시간을 구한다. 그리고, 회전 각도 범위 추정부(23B)는 그 구한 시간에 있어서의 대상 물체의 위치와, 레이저 스캔 시스템의 자세 및 위치의 각각을 추정하고, 추정 결과에 대응하는 제1 회전축의 회전 각도의 범위를 검지 회전 각도 범위로서 구한다. 또, 회전 각도 범위 추정부(23B)는 제1 회전축의 회전 각도 범위에 있어서, 상술한 바와 같이 구한 검지 회전 각도 범위 이외의 각도 범위를 비검지 회전 각도 범위로 한다.
- [0143] 다음에, 도 15는 본 발명의 제5 실시 형태에 의한 자세 및 위치의 추정을 행하는 처리의 동작예를 나타내는 순서도이다.
- [0144] 레이저 스캐너(11)는 그 시점에 있어서의 자세 및 위치에 있어서 레이저 펄스를 1 조사한다(스텝 S1).
- [0145] 자세 추정부(24)는 레이트 자이로(800)로부터 검출 회전각이 공급되었는지 여부에 의해, 칼만 필터에 대한 제1 보정 타이밍인지 여부에 대한 판정을 행한다. 이 때, 자세 추정부(24)는 검출 회전각이 공급되면 제1 보정 타이밍인 것으로 하여 처리를 스텝 S3으로 진행하고, 한편 검출 회전각이 공급되지 않으면 제1 보정 타이밍이 아닌 것으로 하여 처리를 스텝 S4로 진행한다(스텝 S2).
- [0146] 자세 추정부(24)는 레이트 자이로(800)로부터 공급되는 검출 회전각에 의해, 칼만 필터의 파라미터의 조정을 행한다(스텝 S3). 자세 추정부(24)는 레이저 조사했을 때의 레이저 스캔 시스템의 자세 및 위치의 추정을 칼만 필터를 이용하여 행한다(스텝 S4). 삼차원 복원부(21B)는 레이저 스캔 시스템의 자세 및 위치에 의해, t_n 검지 공간 좌표계에 있어서의 공간 광 점의 좌표치를, 기준 좌표계의 좌표치로 좌표 변환한다(스텝 S5).
- [0147] 자세 추정부(24)는 방사면 전면에 대한 레이저 펄스의 조사가 종료되었는지 여부에 의해, 칼만 필터에 대한 제2 보정 타이밍인지 여부에 대한 판정을 행한다. 이 때, 자세 추정부(24)는 방사면 전면에 대한 레이저 펄스의 조사가 종료되었을 경우, 제2 보정 타이밍인 것으로 하여 처리를 스텝 S7로 진행한다. 한편, 자세 추정부(24)는 방사면 전면에 대한 레이저 펄스의 조사가 종료되지 않은 경우, 제2 보정 타이밍이 아닌 것으로 하여 처리를 스텝 S9로 진행한다(스텝 S6).
- [0148] 환경 매칭부(25)는 환경 매칭 처리를 행하여, 범선 오차 정보를 구한다(스텝 S7). 그리고, 자세 추정부(24)는 환경 매칭부(25)로부터 공급되는 범선 오차 정보에 의해, 칼만 필터의 파라미터의 조정(칼만 필터가 출력하는 위치 및 자세의 보정)을 행한다(스텝 S8). 본 실시 형태에 있어서는, 제1 보정 타이밍 및 제2 보정 타이밍의 각각의 칼만 필터의 보정 처리에 기초하여, 레이저 스캔 시스템의 자세 및 위치의 추정을, 레이트 자이로(800) 및 환경 매칭의 각각에 의한 퓨전 처리(fusion process)로서 행하고 있다.
- [0149] 대상 물체 추출부(22)는 검지 대상 검지부(17A) 및 트래킹부(18A)에 의해 검출된 대상 물체 후보 중에서, 추출 조건에 대응한 대상 물체를 추출한다(스텝 S9). 그리고, 대상 물체 추출부(22)는 현시점에 있어서의 대상 물체의 이동 속도를, 시점 $m-1$ 및 시점 m 사이에서 이동한 이동 거리를 구하고, 이 이동 거리를 시점 m 과 시점 $m-1$ 의 시간차로 나눔으로써 구한다(스텝 S10).
- [0150] 회전 각도 범위 추정부(23B)는 대상 물체의 위치와, 추정된 대상 물체의 이동 속도와, 레이저 펄스가 조사되는 각도를 나타내는 제1 회전축의 회전 각도와, 제1 회전축 회전 속도와, 레이저 스캔 시스템의 자세 및 위치에 의해, 소정의 연산식에 의해 검지 회전 각도 범위를 추정한다(스텝 S11).
- [0151] 그리고, 테이블 회전 속도 제어부(14A)는 단위 시간마다 공급되는 검지 회전 각도 범위에 대응시켜, 제1 회전축

회전 속도를 미리 설정된 회전수로 저하시킨다. 테이블 회전 속도 제어부(14A)는 제1 회전축 회전 속도를 저하시킴으로써, 레이저 펄스의 조사 밀도를 비검지 회전 각도 범위와 비교하여 고밀도로 한다.

[0152] 상술한 것처럼, 본 실시 형태는 제4 실시 형태와 마찬가지로, 미리 설정한 추출 조건에 대응한 대상물을 검지하여, 이 대상물이 존재하는 영역이 포함되도록, 레이저 펄스의 조사 밀도를 다른 각도 범위보다 고밀도로 하는 검지 회전 각도 범위로서 설정한다. 이 구성에 의해, 본 실시 형태는 추출 조건에 대응하는 대상 물체에 조사되는 레이저 펄스의 조사 밀도를 고밀도로 하여, 삼차원 형상 등의 검지 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0153] 또, 본 실시 형태는 레이저 스캔 시스템이 정지했을 경우에 있어서의 검지 회전 각도 범위를 설정하는 제4 실시 형태와 달리, 이동하는 레이저 스캔 시스템에 의해 이동하는 대상 물체를 검지하는 것을 전제로 하고 있다. 이 때문에, 본 실시 형태는 이동하는 대상 물체의 이동 위치를 추정하여, 레이저 스캔 시스템의 이동 상태에 대응하여 검지 회전 각도 범위를 구한다. 이것에 의해, 본 실시 형태는 대상 물체의 이동에 추종시켜, 검지 회전 각도 범위에 대상 물체가 포함되도록, 이 검지 회전 각도 범위를 레이저 스캔 시스템의 이동에 대응하여 가변으로 한다. 본 실시 형태는 대상 물체의 이동에 대응시켜, 회전 테이블의 제1 회전축 회전 속도를 단위 시간마다 제어한다. 이 때문에, 본 실시 형태는 항상 이동하는 대상 물체의 움직임에 대응하여, 검지 회전 각도 범위를 추종시키는 것을 가능하게 하고, 검지 회전 각도 범위의 검지에 의해, 대상 물체의 삼차원 형상의 검지 정밀도를 향상시킨다.

[0154] 상술한 것처럼, 제4 및 제5 실시 형태에 있어서, 회전 각도 범위 추정부(23, 23B)의 각각은, 검지 회전 각도 범위와 비검지 회전 각도 범위의 각각을, 검지 대상과 레이저 스캔 시스템의 상대 위치 관계 및 상대 속도의 각각에 기초하여 추정한다. 검지 회전 각도 범위는 검지 대상 검지부(17A)가 검지 대상의 검지를 행하는 제1 회전축의 회전 각도의 범위를 나타낸다. 비검지 회전 각도 범위는 검지 대상을 검지를 행하지 않는 제1 회전축의 회전 각도의 범위를 나타낸다.

[0155] 또한, 제1 실시 형태에 있어서, 레이저 스캔 시스템에 활상 장치를 마련하는 것이 기재되어 있다. 이 경우, 레이저 스캔 시스템은, 상기 활상 장치의 활상 화상을 이용하여, 레이저 펄스에 의해 검지된 주위의 삼차원 공간에 있어서의 삼차원 형상의 종류의 판정을 행하는 구성(삼차원 형상 종류 판정부)을 구비하고 있어도 된다. 여기서, 삼차원 공간에 있어서의 삼차원 형상의 종류란, 도로, 잔디, 나무, 담, 강, 흙 등의 형상의 차이를 나타내는 종류이다. 예를 들면, 이동체가 레이저 스캔 시스템을 탑재하고 있는 경우, 이동체는 레이저 스캔 시스템이 검지하는 삼차원 공간을 주행한다. 그리고, 이 삼차원 공간을 레이저 스캔 시스템이 이동하고 있는 경우, 상기 삼차원 형상 종류 판정부는, 예를 들면, 활상 화상에 의해 이동체의 주행 방향에 있어서의 삼차원 형상의 종류를 판정하여, 잔디 영역의 중앙에 도로가 존재한다고 판정한다.

[0156] 즉, 삼차원 형상 종류 판정부는, 삼차원 공간에 있어서의 삼차원 형상의 각각에 대응한, 활상 화상에 있어서의 화상 영역 각각을 추출하여, 이 화상 영역의 삼차원 형상의 종류를 판정한다. 이 때, 삼차원 형상 종류 판정부는 미리 가지고 있는 특징량과 삼차원 형상의 종류가 대응지어진 테이블로부터, 추출한 화상 영역의 색, 형상, 텍스처(texture) 등의 복수의 특징량에 기초하여 검색함으로써, 삼차원 형상에 대응한 종류를 추출한다.

[0157] 이 종류의 판정 결과에 의해, 삼차원 형상 종류 판정부는 레이저 스캔 시스템을 탑재하는 이동체가, 삼차원 공간에 있어서의 주위의 삼차원 형상의 종류에 따라서, 이동 가능한지 여부에 대한 검출을 행하여, 이 검출 결과를 이동체의 제어부에 출력한다. 이것에 의해, 예를 들면, 레이저 스캔 시스템이 이동체에 탑재되어 있는 경우, 이동체의 제어부는 이동체가 주행이 불가능한 영역에 침입하는 것을 억제할 수 있다.

[0158] 이 때, 삼차원 공간의 각 좌표점과 활상 장치의 활상 화상(이차원 공간)의 좌표점의 정합성은, 카메라 캘리브레이션(camera calibration)에 의해 조정되어 있다.

[0159] 또, 도 1, 도 11, 도 12 및 도 14의 각각에 있어서의 레이저 스캔 시스템에 있어서의 검지 대상의 검지 처리의 각각의 기능을 실현하기 위한 프로그램을 컴퓨터가 판독 가능한 기록 매체에 기록하고, 이 기록 매체에 기록된 프로그램을 컴퓨터 시스템에 읽어들이게 하여, 실행시킴으로써 검지 대상의 검지 처리를 행해도 된다. 또한, 여기서 말하는 「컴퓨터 시스템」이란 OS나 주변 기기 등의 하드웨어를 포함하는 것으로 한다.

[0160] 또, 「컴퓨터 시스템」은 WWW 시스템을 이용하고 있는 경우이면, 홈 페이지 제공 환경(혹은 표시 환경)도 포함하는 것으로 한다.

[0161] 또, 「컴퓨터 판독 가능한 기록 매체」란 플렉서블 디스크(flexible disk), 광 자기 디스크, ROM, CD-ROM 등의 휴대용 매체, 컴퓨터 시스템에 내장되는 하드 디스크 등의 기억 장치를 말한다. 또한 「컴퓨터 판독 가능한 기록 매체」란 인터넷 등의 네트워크나 전화 회선 등의 통신 회선을 통해서 프로그램을 송신하는 경우의 통신선과

같이, 단시간 동안, 동적으로 프로그램을 유지하는 것, 그 경우의 서버나 클라이언트가 되는 컴퓨터 시스템 내부의 휘발성 메모리와 같이, 일정 시간 프로그램을 유지하고 있는 것도 포함하는 것으로 한다. 또 상기 프로그램은 전술한 기능의 일부를 실현하기 위한 것이어도 되고, 추가로 전술한 기능을 컴퓨터 시스템에 이미 기록되어 있는 프로그램의 조합으로 실현할 수 있는 것이어도 된다.

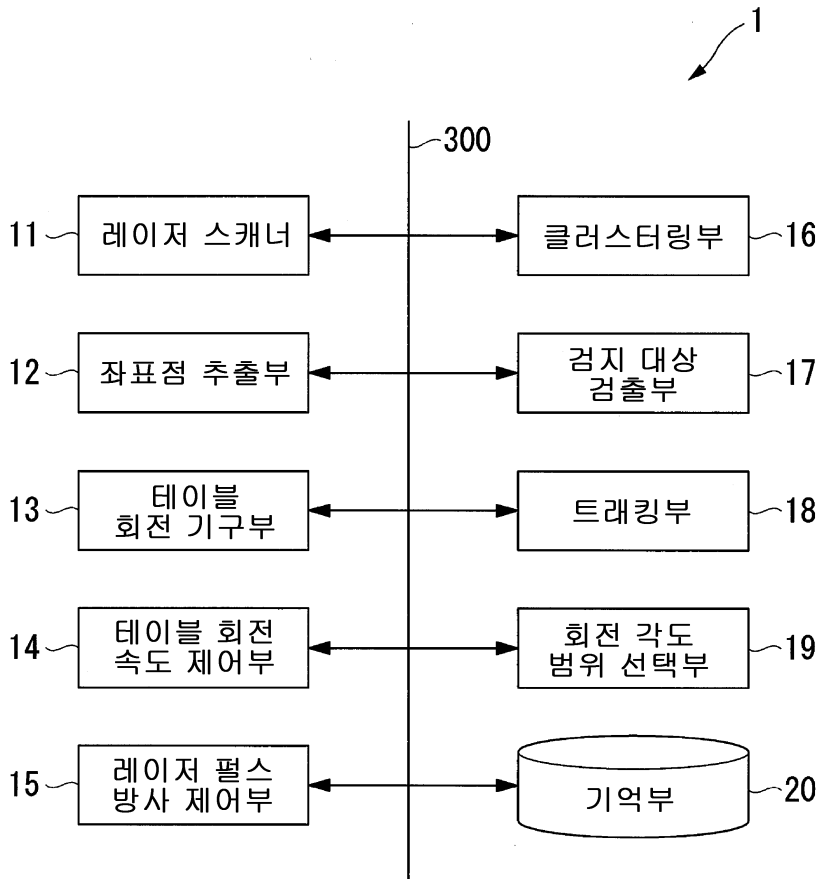
[0162] 이상, 본 발명의 실시 형태를 도면을 참조하여 상술해 왔지만, 구체적인 구성은 이 실시 형태로 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위의 설계 등도 포함된다.

부호의 설명

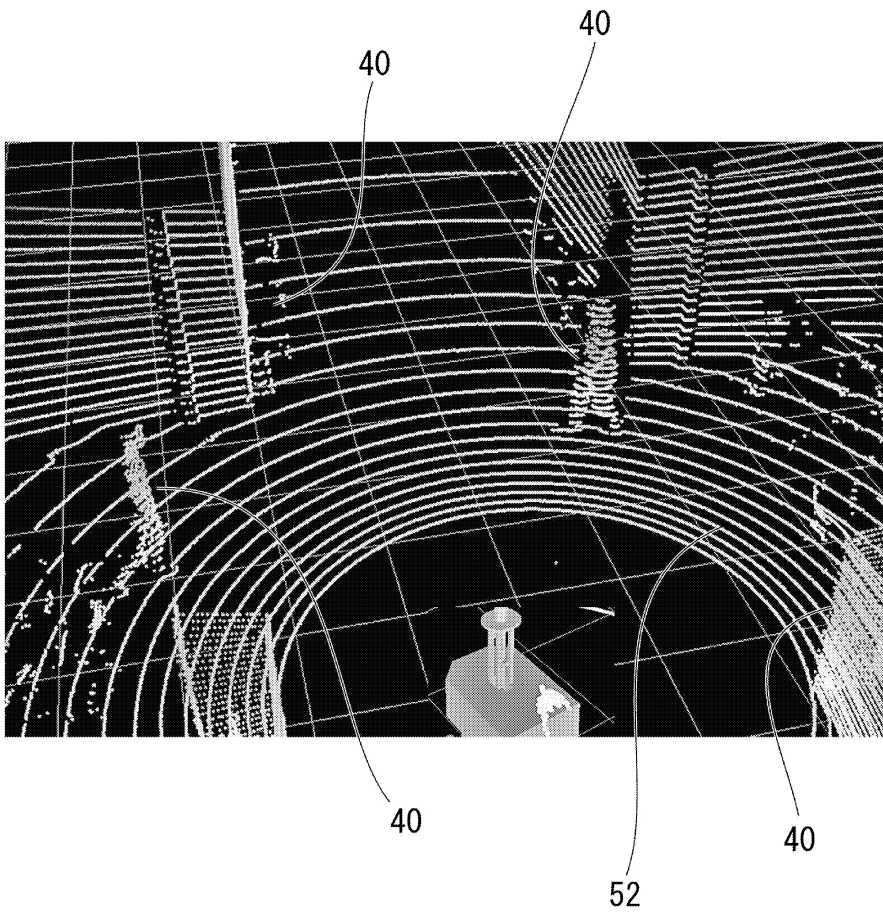
- [0163] 1...레이저 스캔 시스템 11...레이저 스캐너
 12...좌표점 추출부 13...테이블 회전 기구부
 14, 14A...테이블 회전 속도 제어부 15...레이저 펄스 방사 제어부
 16...클러스터링부 17, 17A...검지 대상 검지부
 18, 18A...트래킹부 19...회전 각도 범위 선택부
 20...기억부 21, 21B...삼차원 복원부
 22...대상 물체 추출부 23, 23B...회전 각도 범위 추정부
 24...자세 추정부 25...환경 매칭부
 D, E...방사 영역

도면

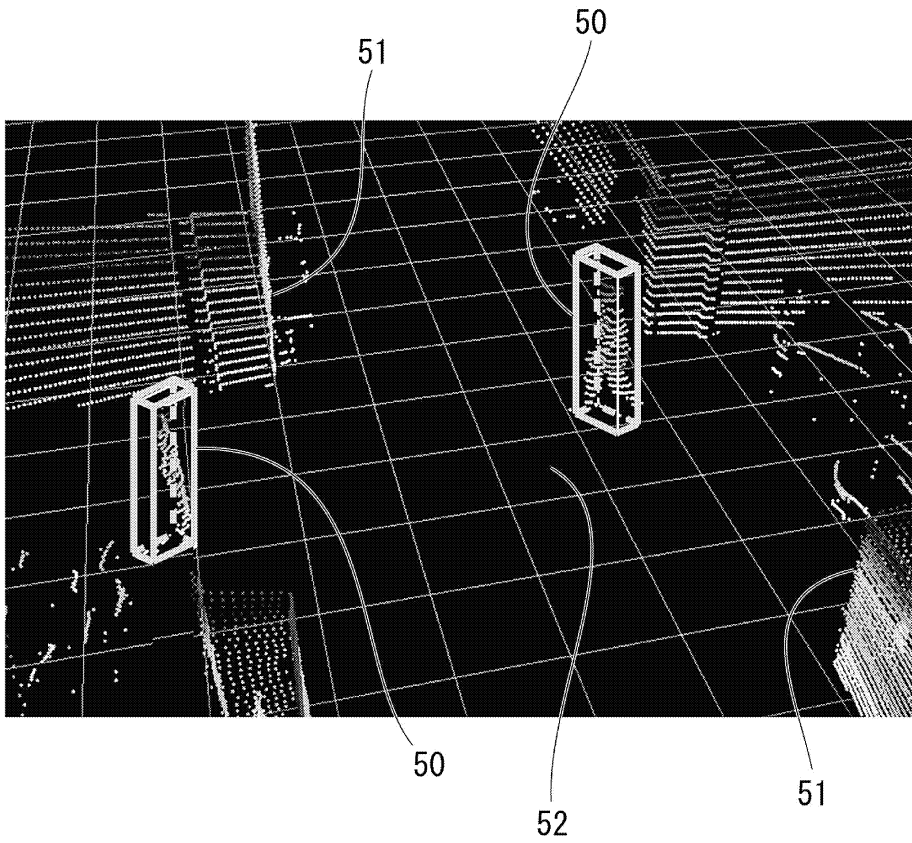
도면1



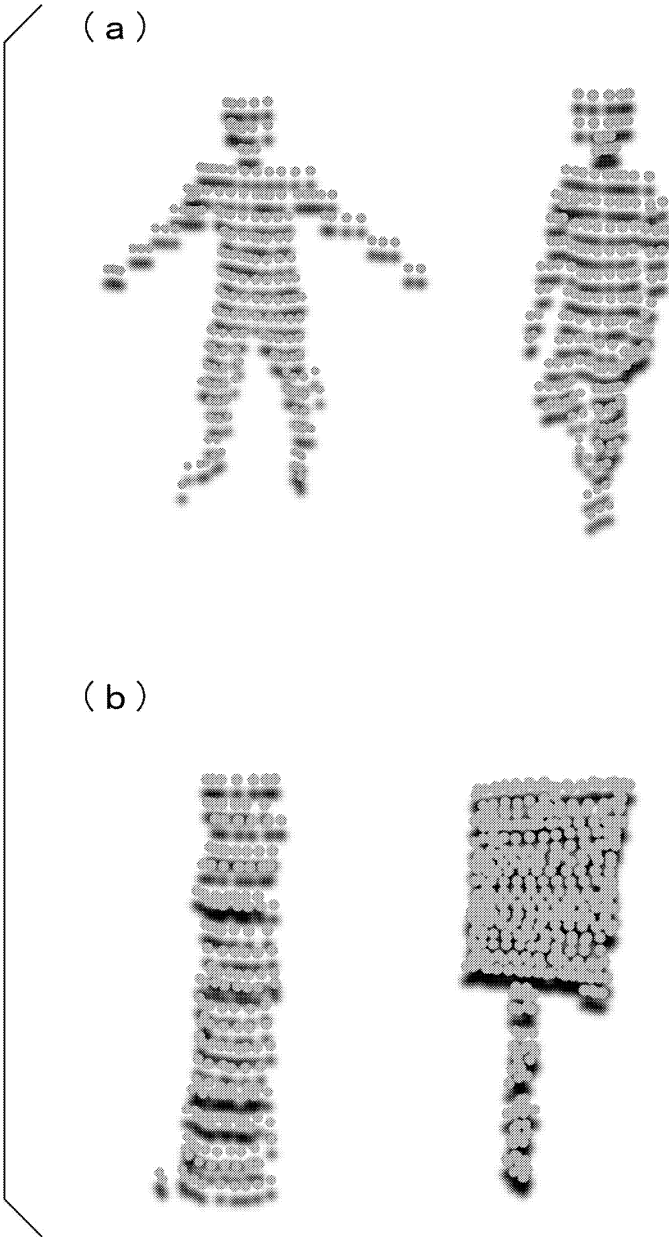
도면2



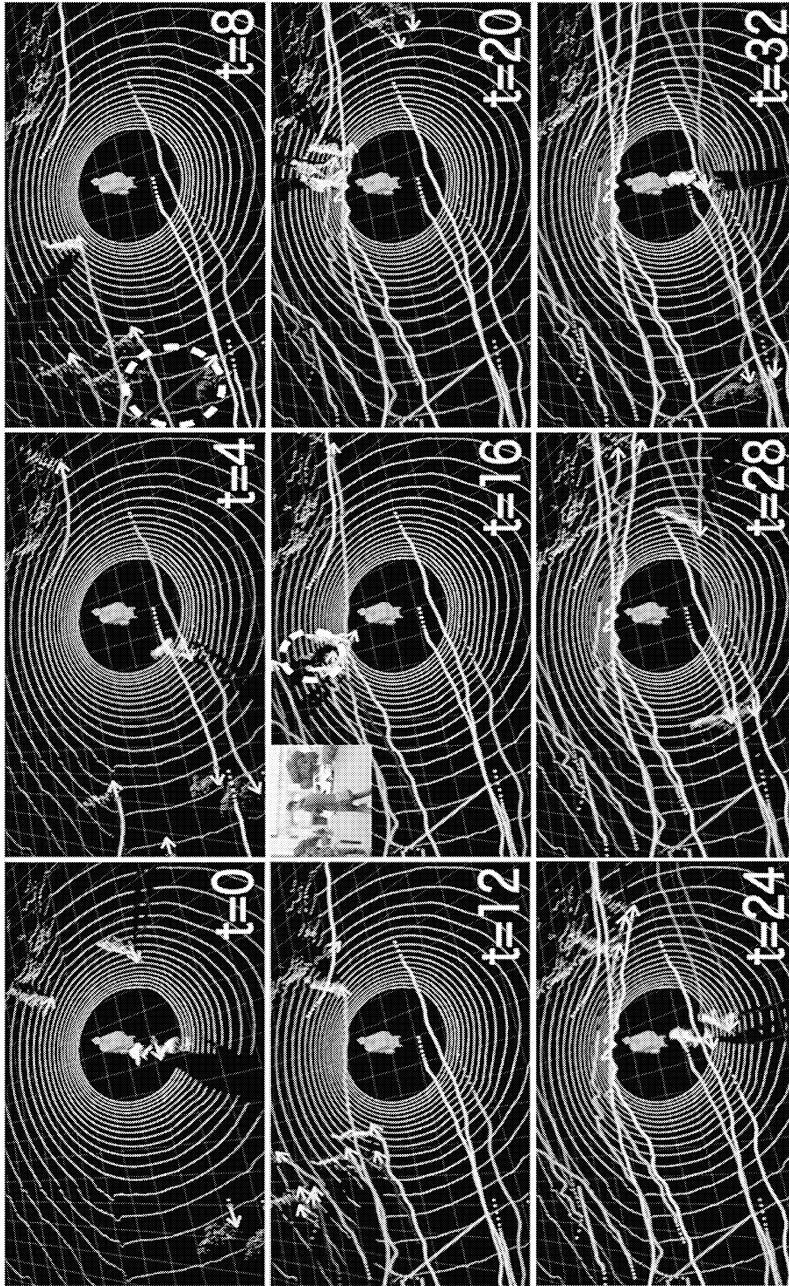
도면3



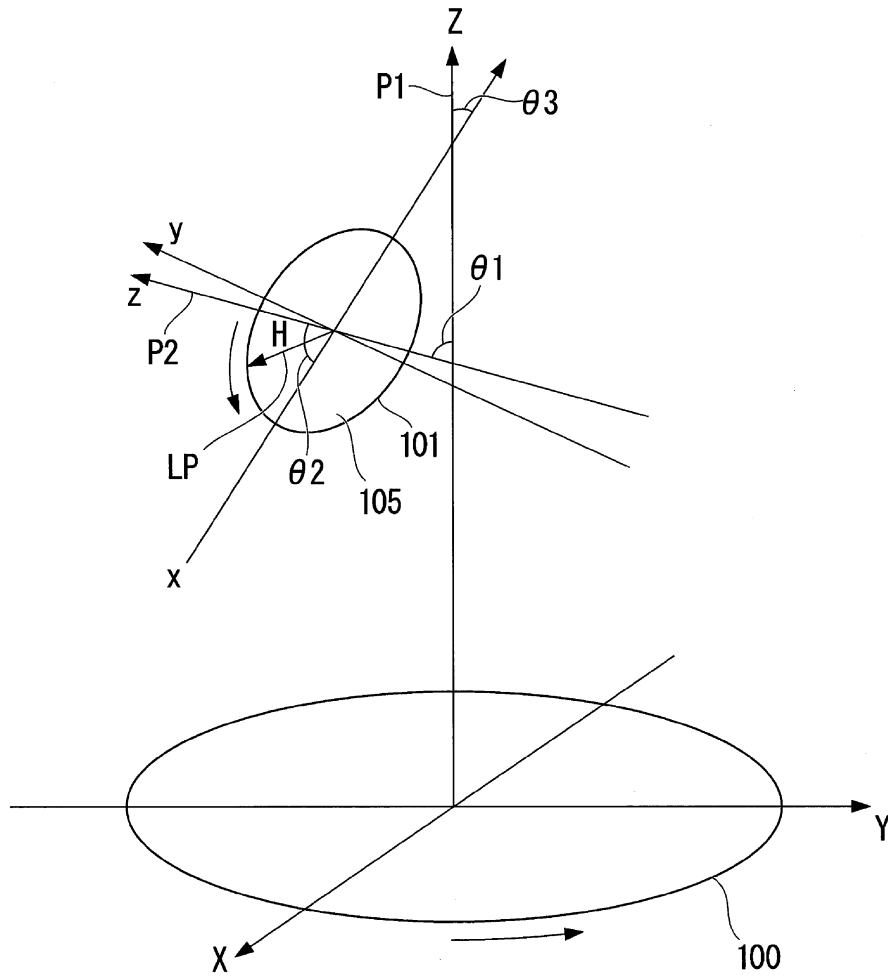
도면4



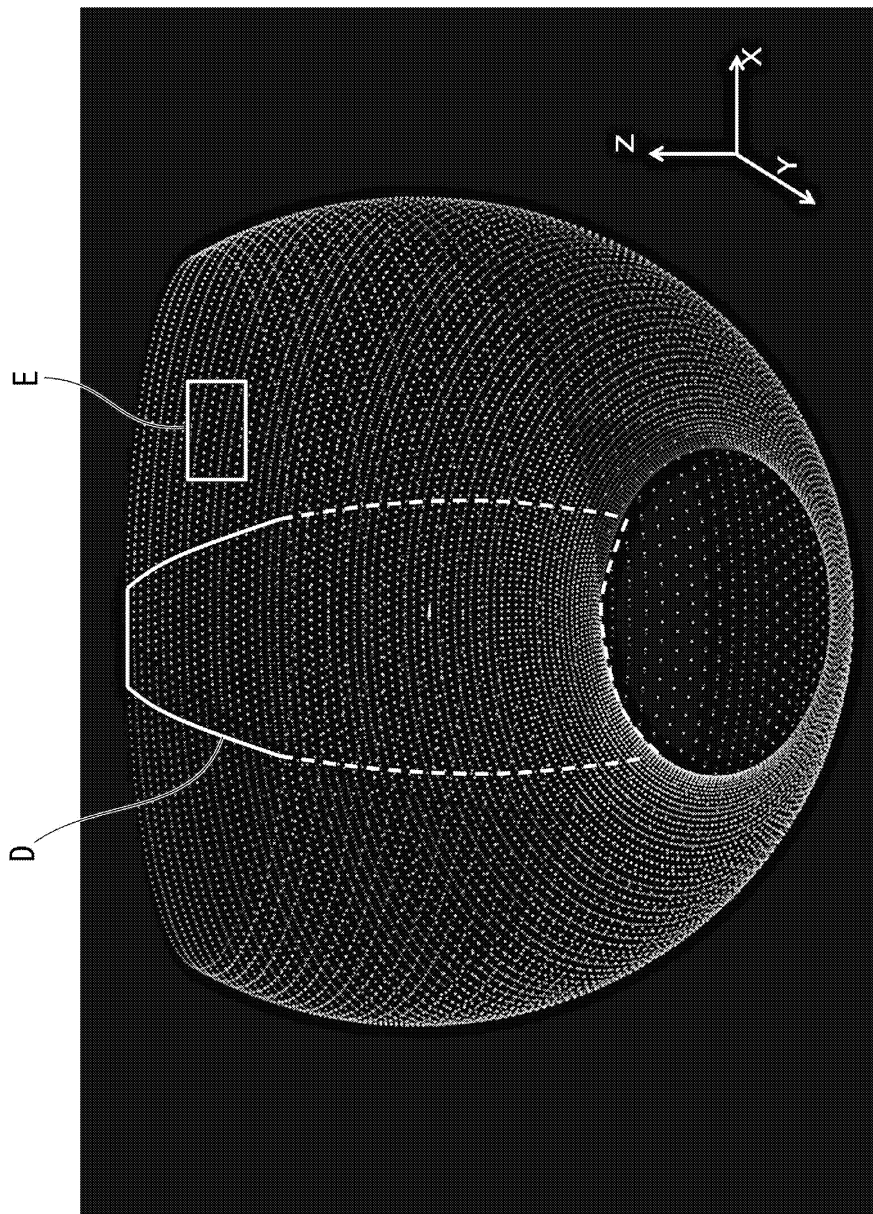
도면5



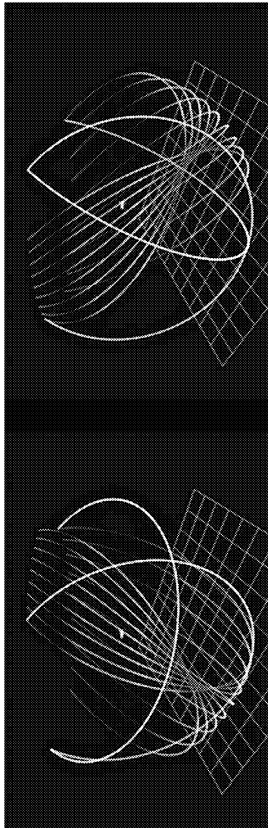
도면6



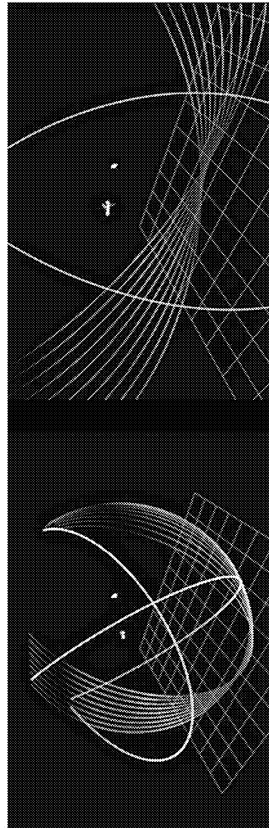
도면7



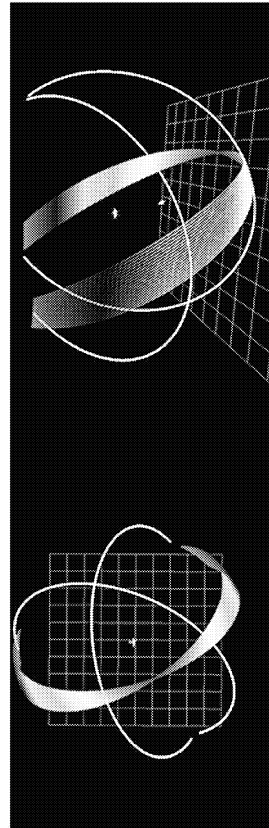
도면8



(a) 1.0 Hz

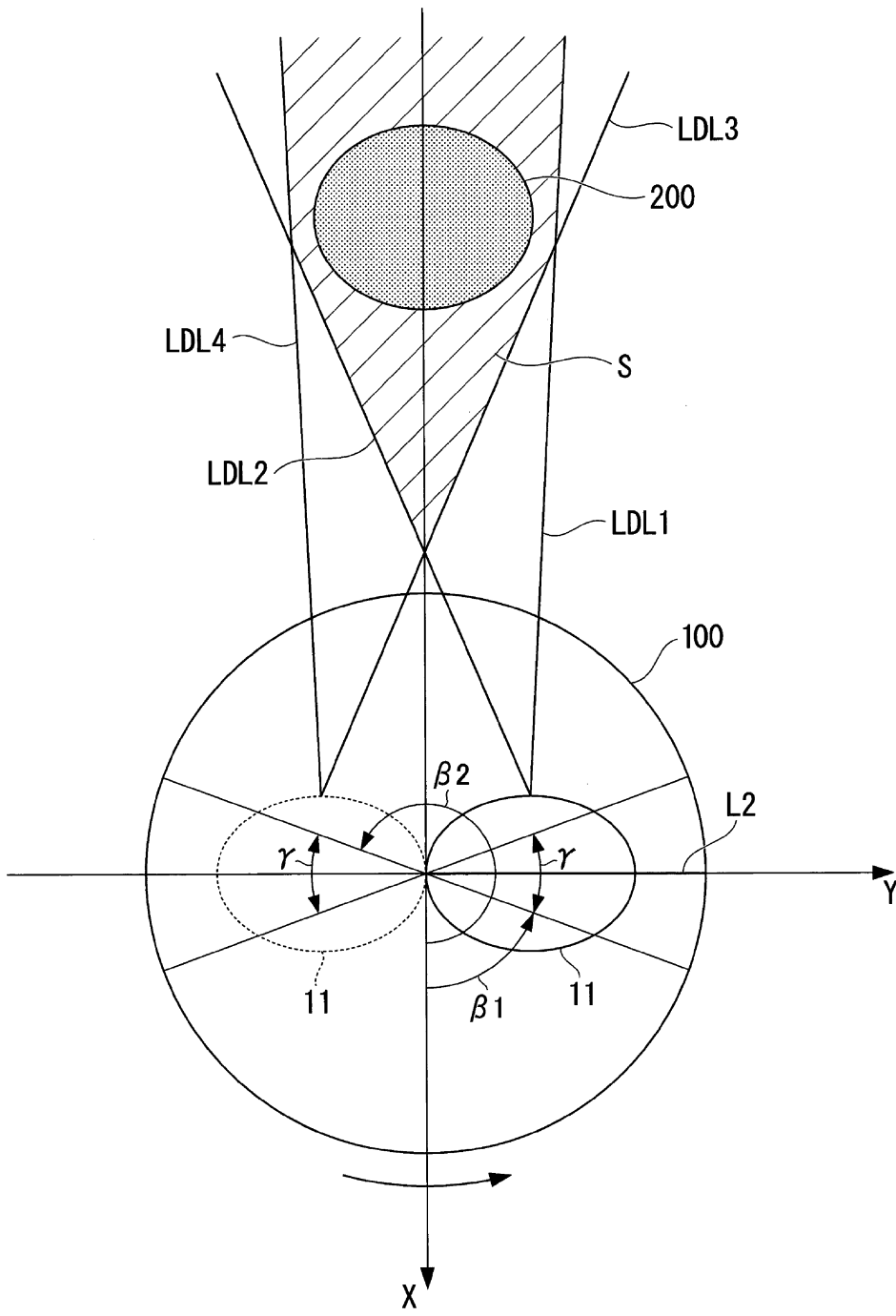


(b) 0.5 Hz

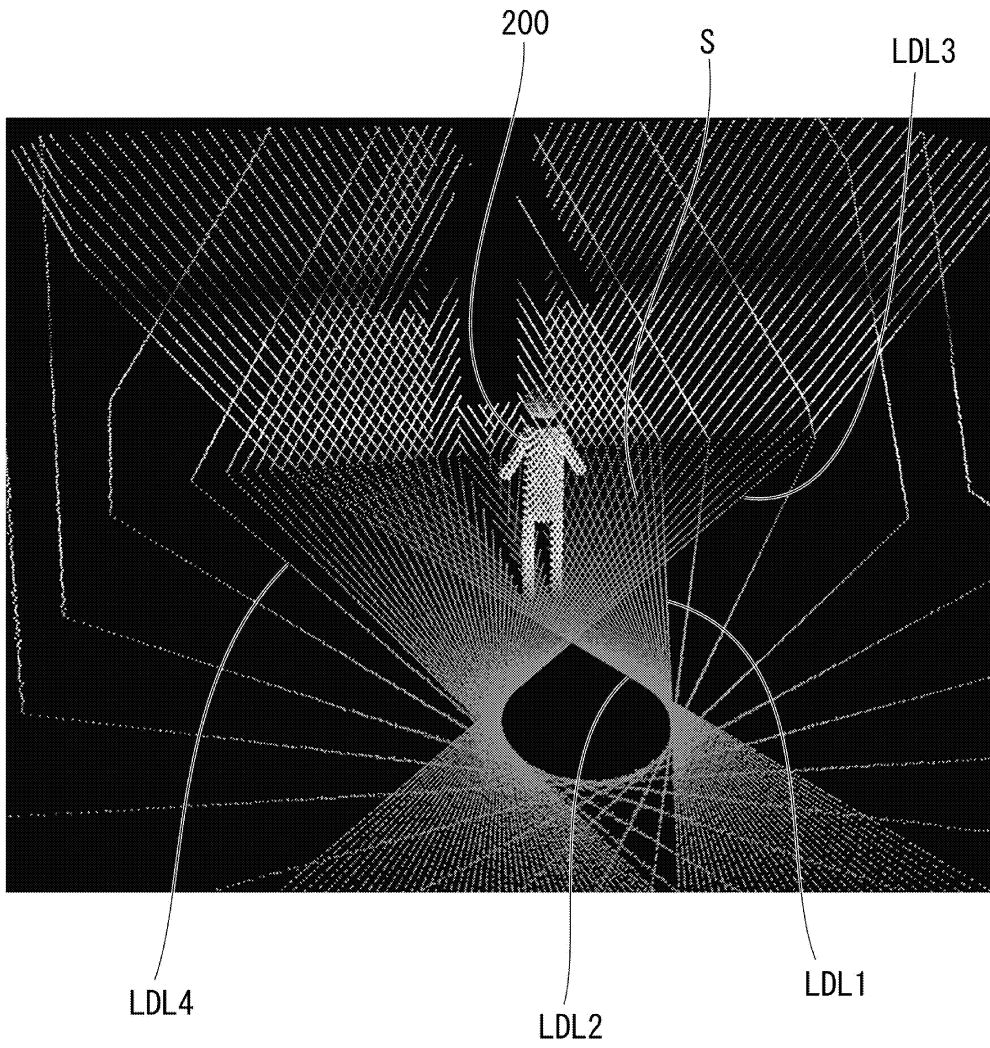


(c) 0.1 Hz

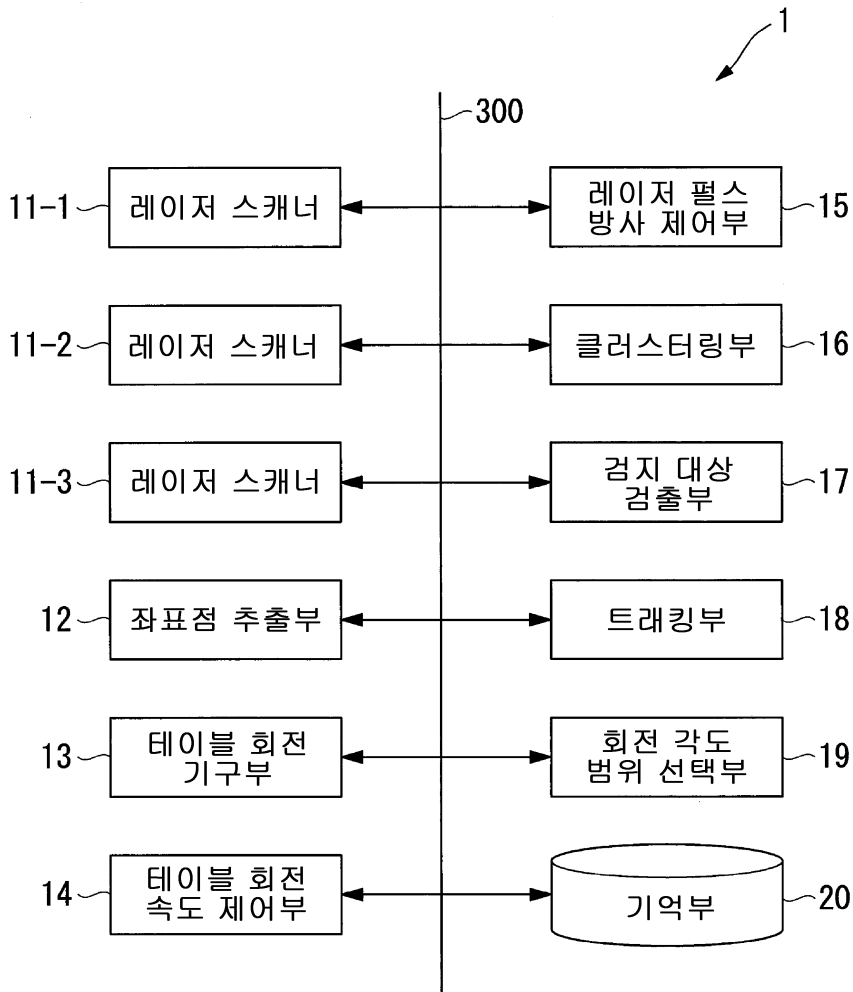
도면9



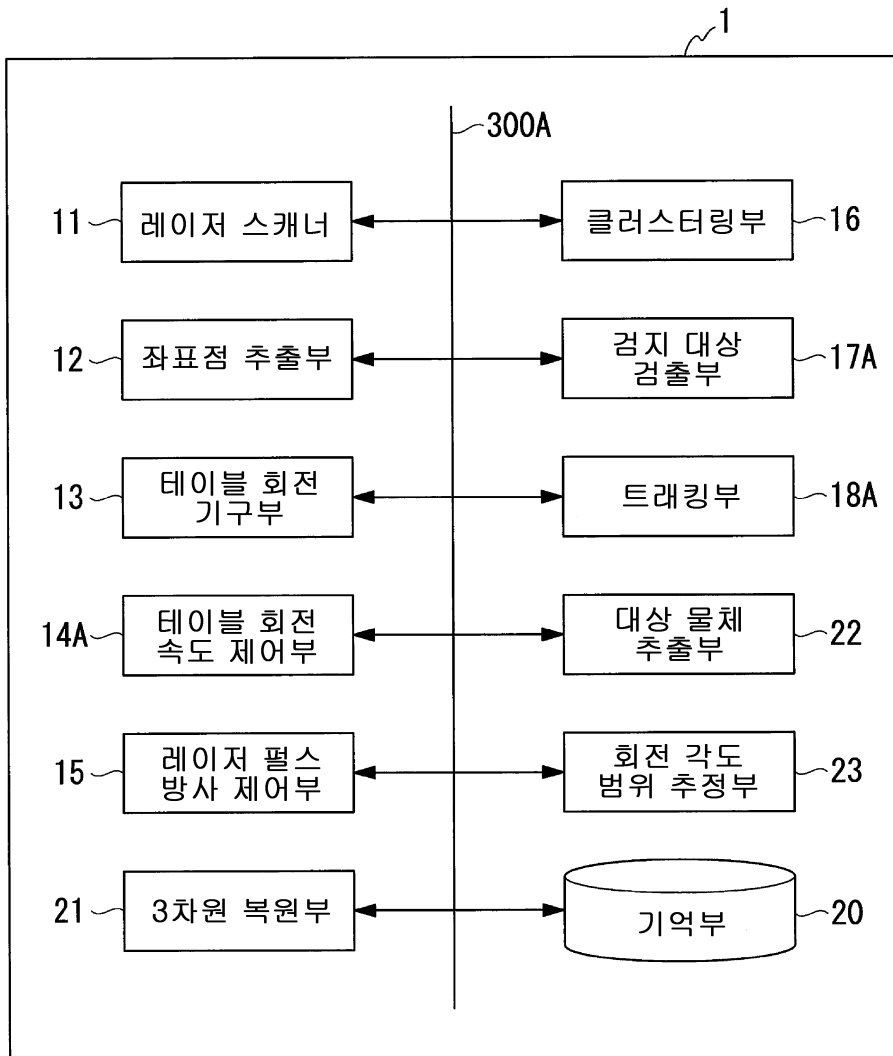
도면10



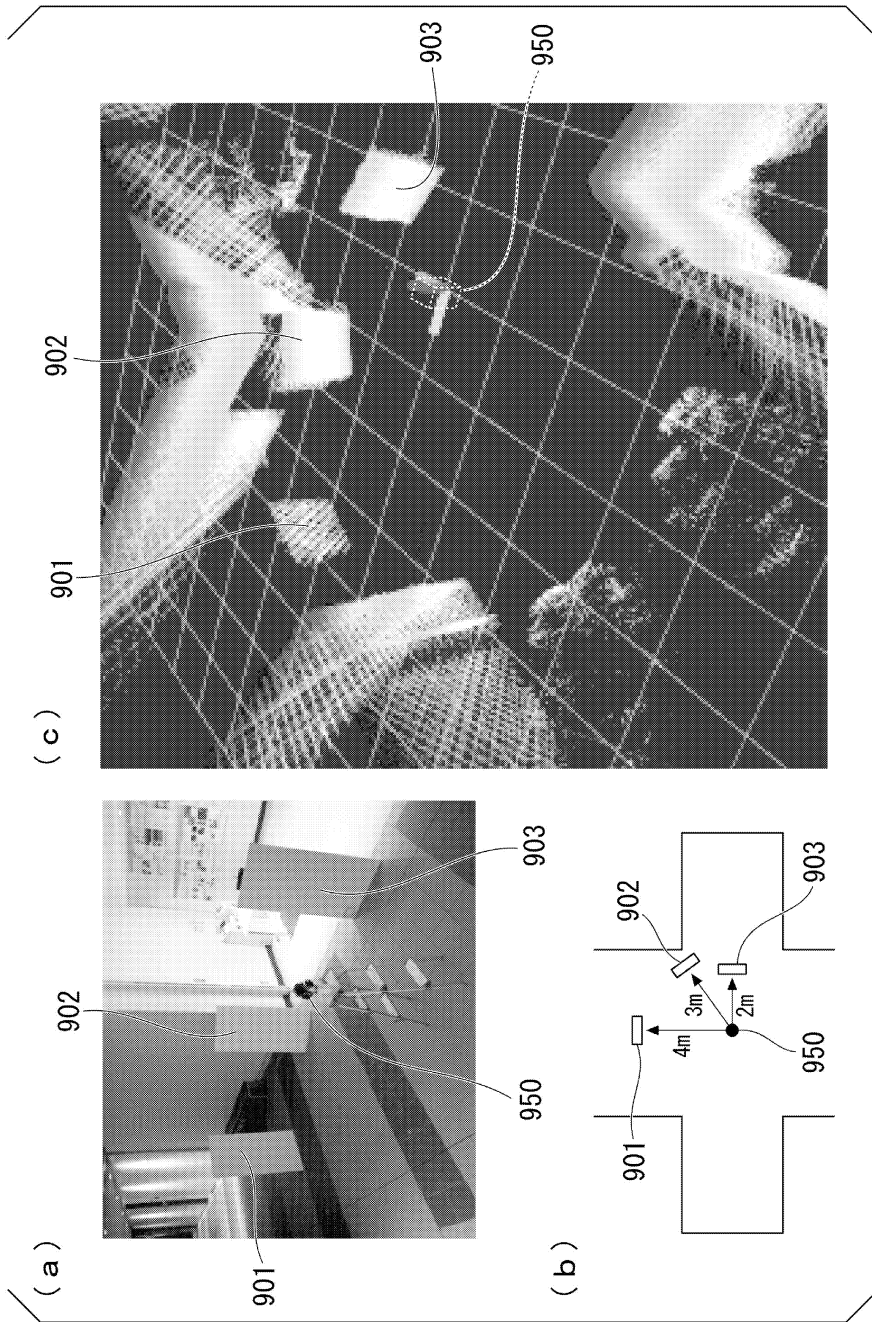
도면11



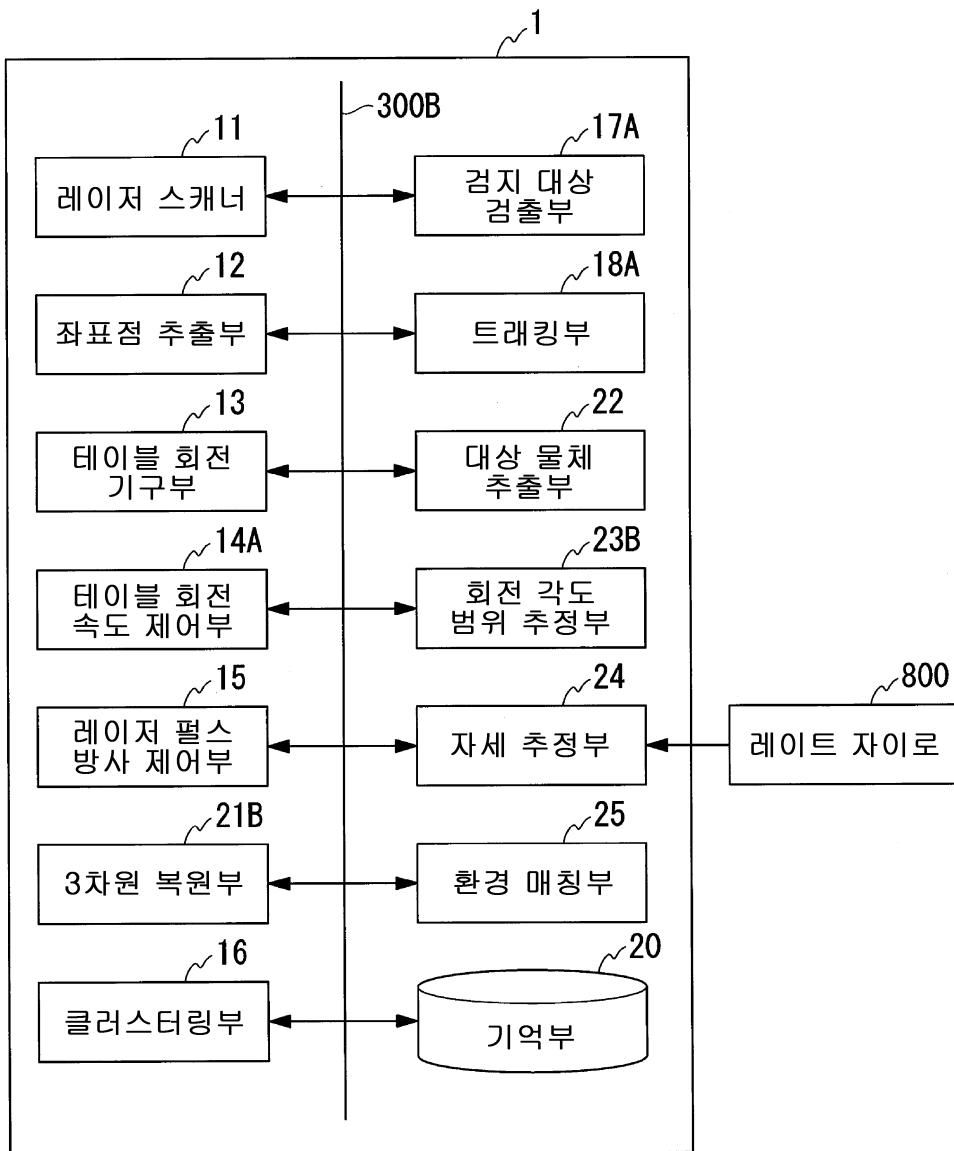
도면12



도면13



도면14



도면15

