



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년02월07일
 (11) 등록번호 10-1703774
 (24) 등록일자 2017년02월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 7/497 (2006.01) *G01C 15/00* (2006.01)
G01S 17/42 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7030598
- (22) 출원일자(국제) 2012년05월10일
 심사청구일자 2013년11월19일
- (85) 번역문제출일자 2013년11월19일
- (65) 공개번호 10-2013-0143137
- (43) 공개일자 2013년12월30일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2012/058656
- (87) 국제공개번호 WO 2012/156277
 국제공개일자 2012년11월22일
- (30) 우선권주장
 11165971.0 2011년05월13일
 유럽특허청(EPO)(EP)
- (56) 선행기술조사문헌
 US7623224 B2*
 US20110023578 A1
 US7733544 B2
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
헥사곤 테크놀로지 센터 게엠베하
 스위스 체하-9435 히어브루크 하인리히-빌트-슈트라쎄
- (72) 발명자
헌더링 위르크
 스위스 체하-9437 마르바흐 케렌슈트라쎄 11
고르돈 비앙카
 독일 88138 바이젠스베르크 키르히슈트라쎄 36
발저 베른트
 스위스 체하-9435 히어브루크 루슈트라쎄 16
- (74) 대리인
정홍식, 이현수, 김태현

전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 정소연

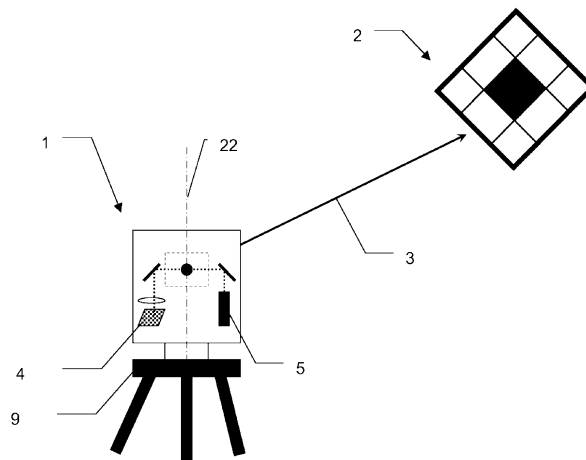
(54) 발명의 명칭 **스캔 기능을 가지는 장치에 대한 교정 방법**

(57) 요약

본 발명은, 타겟 축선(3)으로서 레이저 축선을 가지는 전기-광학 거리 측정 요소(5), 편향각만큼 타겟 축선(3)을 편향시키는 동력화된 광학 편향 유닛(7), 편향 유닛(7)의 적어도 하나의 각도 위치를 결정하기 위한 각도 측정 요소를 포함하는, 스캔 기능(1)을 가지는 장치, 특히 극좌표들에서 측정하는 장치의 교정 방법에 관한 것이다.

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



이를 위해, 다음과 같은 단계들, 즉 제1 위치로서 편향 유닛(7)의 제1 각도 위치에서 레티클의 각도 좌표들의 제1 측정, 및 제2 위치로서 편향 유닛(7)의 제2 각도 위치에서 레티클의 각도 좌표들의 제2 측정이 행해지고, 제1 위치 및 제2 위치는 서로 다르고, 특히 양 위치들에서의 레티클이 적어도 대략 동일한 공간 방향을 가리키도록 제1 위치는 2개의 축선들에서 제2 위치에 대해 회전된다. 레티클의 제1 및 제2 측정들은 카메라(4)에 의해 촬영된 이미지들에 기초하여 행해지고, 카메라의 광축은 편향 유닛에 의해 편향되고, 교정 파라미터들은 제1 및 제2 위치들에서 각도 위치들 및 각도 좌표들에 기초하여 결정된다.

명세서

청구범위

청구항 1

3D 스캐너의 극좌표 측량에서 포인트 클라우드(point cloud)의 형태로 물체를 공간적으로 측정하기 위한 스캔 기능을 가지는 장치(1)를 위한 필드 교정 방법(field calibration method)으로서, 상기 스캔 기능을 가지는 장치(1)는

- 거리를 알아내기 위해 타겟 축선(3)으로서 레이저 축선(laser axis)을 갖는 전기-광학 거리 측정 장치(5),
- 상기 전기-광학 거리 측정 장치(5)에 대해 가변 편향각(32,33)에 의해 상기 타겟 축선(3)을 편향시키는 동력화된(motorized) 광학 편향 유닛(7)으로서, 상기 타겟 축선(3)은 상기 전기-광학 거리 측정 장치에 대해 이동 가능한 미러에 의해 편향되는, 상기 동력화된 광학 편향 유닛(7), 및
- 상기 편향 유닛(7)의 제1 및 제2 각도 위치(31,34)를 결정하기 위한 각도 측정 장치를 가지며,

상기 방법은 다음과 같은 단계들

- 제1 면(first face)으로서 상기 편향 유닛(7)의 제1 각도 위치(31, 34)에서의 타겟 마크(41, 43, 44)의 각도 좌표들의 제1 측량 및
- 제2 면으로서 상기 편향 유닛(7)의 제2 각도 위치(31, 34)에서의 상기 타겟 마크(41, 43, 44)의 각도 좌표들의 제2 측량을 가지며,

상기 제1 면 및 제2 면은 상이하고, 상기 제1 면은 양면들에서 상기 레이저 축선이 동일 공간 방향을 가리키도록 2개의 축선들에서 제2 면에 대해 회전되는, 필드 교정 방법에 있어서,

상기 제1 및 제2 측량들은 상기 편향 유닛(7)에 의해 광축이 편향되는 카메라(4)에 의해 캡처되는 이미지들(200, 201)을 이용하여 행해지고, 그리고 상기 제1 및 제2 면들에서의 상기 각도 좌표들 및 상기 제1 및 제2 각도 위치(31, 34)에 기초한 교정 파라미터들의 결정을 이용하고, 상기 파라미터들의 결정은 조정 계산을 이용하여 행해지고,

상기 타겟 마크(41, 43, 44)의 상기 제1 및 제2 측량들은 상기 카메라(4)의 이미지 좌표들에서 이미지 처리를 이용하여 행해지는 것을 특징으로 하는, 필드 교정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 타겟 축선의 칼리메이션 또는 인덱스 에러를 위한 적어도 하나의 파라미터는 상기 타겟 축선의 고도에 의존하는 것을 특징으로 하는, 필드 교정 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 측량은 상기 제1 및 제2 면들 모두에서의 상기 이미지 좌표들에 기초한 상기 타겟 마크(41, 43, 44)에 대한 방향의 결정에 의해 행해지는 것을 특징으로 하는, 필드 교정 방법.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 측량은 상기 제1 및 제2 면들 모두에서의 상기 이미지 좌표들에 기초한 상기 타겟 마크(41, 43, 44)의 회전에 의해 행해지는 것을 특징으로 하는, 필드 교정 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 측량은 상기 타겟 마크(41, 43, 44)의 상기 이미지 좌표들의 각도 5초 이하의 해상도(resolution)로 행해지는 것을 특징으로 하는, 필드 교정 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 측량은 상기 제1 및 제2 면들로부터 상기 이미지들(200, 201)에 있는 상기 타겟 마크들(41, 43, 44)의 적어도 하나의 시각적 특징(210)을 비교 및 매칭하여, 상기 이미지들에서의 상기 시각적 특징의 서브화소 해상도로, 행해지는 것을 특징으로 하는, 필드 교정 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 교정 파라미터들은 기계적 셋업, 및 상기 스캔 기능을 가지는 장치(1)의 비임 안내를 표현하는 수학적 장치 모델에 기초하여 확인되고, 상기 수학적 장치 모델은 상기 편향 유닛의 회전 축선에 대한 편향되지 않은 레이저 축선의 방향 각도 편차를 상기 교정 파라미터들 중 하나로서 가지는 것을 특징으로 하는, 필드 교정 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

- 상기 전기-광학 거리 측정 장치(5)에 통합된 참조 섹션을 이용하는 상기 전기-광학 거리 측정 장치(5)의 거리 교정,
- 상기 제1 면 및 상기 제2 면에서 상기 거리-교정된 전기-광학 거리 측정 장치(5)를 이용한 상기 타겟 마크(41, 43, 44)로부터의 거리(36)의 측정, 및
- 상기 교정 파라미터들의 상기 확인 중 이들 거리들(36)의 통합을 포함하는 것을 특징으로 하는, 필드 교정 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 카메라(4)를 이용한 상기 타겟 마크(41, 43, 44) 위로의 상기 레이저 축선의 입사점(211)의 확인에 의해, 상기 카메라(4)의 이미지 좌표들에서의 상기 타겟 축선(3)의 교정을 포함하는 것을 특징으로 하는, 필드 교정 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

복수의 타겟 마크들(41, 43, 44)에 기초하여 스캔 기능을 가지는 장치(1)의 필드 셋업에서 상기 스캔 기능을 가지는 장치(1)의 상기 교정 파라미터들의 상기 결정 및 각각의 경우에 상기 제1 및 제2 면에서의 교정 파라미터들을 측정하는 것을 포함하고, 상기 교정 방법은 상기 타겟 마크(41, 43, 44)의 위치를 알 수 없어도 상기 스캔 기능을 가지는 장치(1)의 단일 필드 셋업(single field setup)에서, 재배치(re-stationing) 없이, 행해질 수 있고, 상기 타겟 마크들(41, 43, 44)은 각각의 경우에, 상이한 조준각들(102, 103, 104, 112, 113, 114, 115, 117, 127, 137, 118, 128, 138, 116, 126, 136, 119, 129, 139) 하에서 보여질 수 있고, 상기 타겟 마크들(41, 43, 44)은 상기 스캔 기능을 가지는 장치(1)에 대해 상이한 위치들에 설치되는 2 내지 10개의 타겟 플레이트들(2)에 부착되는(applied) 것을 특징으로 하는, 필드 교정 방법.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 확인된 교정 파라미터들 및 상기 장치 모델에 기초하여, 상기 스캔 기능을 가지는 장치(1)에 의해 상기 타겟 마크들(41, 43, 44)의 추천(recommended) 셋업 영역의 확인 및 디스플레이를 포함하는 것을 특징으로 하는,

필드 교정 방법.

청구항 12

포인트 클라우드(point cloud)의 형태로 물체를 공간적으로 측정하기 위한, 스캔 기능을 가지는 장치(1)로서,

- 타겟 축선(3)의 방향에서 거리(36)를 확인하기 위한 전기-광학 거리 측정 장치(5),
- 상기 타겟 축선(3)에 대해 모터에 의해 이동 가능한 적어도 하나의 미러(29)를 가지는, 상기 전기-광학 거리 측정 장치(5)에 대해 상기 타겟 축선(3)의 가변 각도 편향을 위한 동력화된 편향 유닛(7),
- 상기 편향 유닛(7)의 상기 각도 편향(31, 34)을 확인하기 위한 각도 측정 장치,
- 적어도 부분적으로 자동화된 상기 측정의 태스크들 실행을 위한 제어 유닛을 포함하며,

상기 편향 유닛(7)은 카메라(4)에 대해 상기 카메라(4)의 광축을 편향시키고, 제1 및 제2 각도 위치(31, 34)에서 제1 및 제2 면을 가지며, 상기 스캔 기능을 가지는 장치(1)는 상기 제1 및 제2 각도 위치(31, 34)에서 상기 카메라(4)에 의해 캡처된 적어도 하나의 타겟 마크(41, 43, 44)의 이미지들(200, 201)에 기초하여 필드에서 교정 가능하고, 그리고 상기 제2 면은 상기 제1 면에 대해 2개의 축선들에서 회전되어, 상기 제1 면 및 제2 면에서의 상기 타겟 축선(3)이 동일한 공간 방향을 가리키도록 구성되고, 캡처된 이미지들에서의 각도 측정 정밀도가 각도 5초 이내로 상기 카메라(4) 및 제어 유닛을 이용하여 달성 가능하고,

상기 제어 유닛은, 상기 타겟 마크들(41, 43, 44)의 시각적 특징(210)을 수치 이미지 처리(numerical image processing) 및 상기 카메라(4)에 의해 제1 및 제2 각도 위치(31, 34)에서 캡처되는 상기 타겟 마크들(41, 43, 44)의 상기 이미지들(200, 201)에 기초하여 측량 가능하도록 구성되고, 상기 측정 유닛은 제1 및 제2 각도 위치(31, 34)로부터의 상기 이미지들(200, 201)의 상기 시각적 특징(210)이 일치되게 하는 기하학적 이미지 변환들을 이용하는 측량들에 기초하여 교정 가능한 것을 특징으로 하는, 스캔 기능을 가지는 장치(1).

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 카메라(4)에 의해 캡처될 수 없는, 상기 전기-광학 거리 측정 장치(5)의 타겟 축선(3)이 타겟 축선의 각도 위치에서 측량 가능하도록 구성되는 콜리메이터(17), 또는 제1 및 제2 각도 위치(31, 34)에서 상기 타겟 축선(3)을 측량하기 위한 PSD 또는 광학 위치 센서를 갖는 콜리메이터(17)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 스캔 기능을 가지는 장치(1).

청구항 14

제12항에 있어서,

스캔 기능을 가지는 장치(1)를 교정하기 위한 교정 타겟을 더 포함하고,

상기 교정 타겟은,

- 교호하는(alternately) 명(43) 및 암(44) 표면 영역들에 의해 표현되는(imaged) 적어도 2개의 인접한 대조면들(two adjoining contrast surfaces; 43, 44)을 갖는 시각적 특징,
- 역반사면을 가지는 레이저 반사 영역(41), 및
- 카메라(4)를 이용하여 광학적으로 판독될 수 있는 타겟 플레이트의 식별을 위해 그래픽 코딩을 가지는 코드 영역(42)을 가지는 적어도 2개의 평면 교정 타겟 플레이트들(2)을 가지며, 상기 적어도 2개의 교정 타겟 플레이트들(2)은, 서로 일정한 거리를 가지고 상하로 배열되는 것을 특징으로 하는, 스캔 기능을 가지는 장치(1).

청구항 15

스캔 기능을 가지는 장치(1)를 위한 필드 교정 방법을 실행하기 위해 제14항에 청구된 적어도 하나의 교정 타겟 플레이트(2)를 가지는 상기 스캔 기능을 가지는 장치(1)의 시스템.

청구항 16

프로그램 코드가 저장된 기계-판독 캐리어로서, 상기 프로그램 코드가 스캔 기능을 가지는 장치(1)의 제어 유닛

에서 행해질 때, 제1항에 청구된 체크 및 교정 방법을 통해 사용자의 안내를 허용하는, 기계-판독 캐리어.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 교정 타겟은,

상기 타겟 마크(41, 43, 44)의 상기 제1 및 제2 측량들이 상기 카메라(4)의 이미지 좌표들에서 디지털 이미지 처리를 이용하여 행해지는 필드 교정 방법을 더 포함하고,

상기 측량은 상기 제1 및 제2 면들 모두에서의 상기 이미지 좌표들에 기초한 상기 타겟 마크(41, 43, 44)에 대한 방향의 결정 또는 상기 타겟 마크(41, 43, 44)의 회전에 의한 방법으로 수행되는 것을 특징으로 하는, 스캔 기능을 가지는 장치(1).

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 교정 타겟은,

상기 측량이 상기 타겟 마크(41, 43, 44)의 상기 이미지 좌표들의 각도 5초 이하의 해상도(resolution)로 행해지는 방법을 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 스캔 기능을 가지는 장치(1).

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 제1항의 전제부에 따른 물체들을 공간적으로 측량하기 위한 스캔 기능을 가지는 장치를 위한 필드 교정 방법, 및 제10항의 전제부에 따른 스캔 기능을 가지는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 3D 스캐닝은 분들 또는 초들 내에서 물체들의 수많은(millions of) 공간 측정 포인트들을 생성하는 매우 효과적인 기술이다. 점점 더, 지상파(terrestrial) 3D 스캐너들이 또한 전통적인 측량 태스크들 및 프로젝트들을 위해 사용된다. 그러나, 바로 지금, 상기 스캐너들은 여전히 예컨대 측지 측량에는 이례적인 필드 작업흐름, 불충분한 측정 정밀도 또는 원하는 측정 결과들을 준비하기 위해 사무실에서 후속 데이터 처리의 필요와 같은 몇몇 결함들 또는 약점들을 가진다.

[0003] 레이저 스캐너들의 확립된 제조업자들은 현재 전통적인 측량의 수요에 3D 스캐너들의 작업흐름 관리를 매칭시키는 작업을 하고 있다. 여기서 제1 단계는 스캐너 장치들의 크기를 감소시키고, 예컨대 건설 현장들과 같은 거친 환경들에서 이들의 필드 사용을 허용하도록 이들의 강인성(robustness)을 개선시키는 것이다. 측정 장치들의 휴대성 및 유연하고 신속한 셋업은 측량 응용들에서 기본 요건들이다. 이와 같은 스캐너 장치들의 예들은 예를 들어 DE 20 2006 005643 U1 또는 US 2009/147319에 기재되어 있는 라이카 지오시스템(Leica Geosystems)에 의한 ScanStation C10, TRIMBLE GX 3D 또는 Faro Photon 120이다.

[0004] 예컨대 빌딩들 또는 토목 공학 구조들을 기록하는 것과 같은 전통적인 측량 태스크들을 위해, 이와 같은 종래 기술의 스캐너들의 측정 정밀도는 종종 너무 낮다. 특히 스틸 구조들의 경우에, 높은 포인트 정밀도는 피할 수 없는데 그 이유는 이 경우에 사용되는 구조적 요소들이 통상 좁은 측정 허용오차들을 요구하기 때문이다. 그러므로, 이와 같은 스캐너 장치들의 각각의 발전 세대로 높은 측정 정밀도를 달성하기 위한, 특히 새로운 시장 및 다른 측량 태스크들을 커버하기 위한 위치에 있도록 하기 위한 시도들이 있다.

[0005] 최근 스캐너 응용들의 예들은:

[0006] - 형상, 침하, 틸팅 등의 변화들에 대해 기존 빌딩들을 감시;

[0007] - 건설 현장들에서의 건설 과정을 모니터링하고 수행되어 온 작업의 치수 정밀도를 모니터링;

[0008] - 예컨대 기둥들, 파이프라인들, 구멍들(openings), 창들, 문들, 레디-믹스트 콘크리트 부분들(ready-mixed concrete parts) 등과 같은, 건설 현장들에서의 여러 구성요소들의 셋업 및 정렬 중인 지지체;

- [0009] - 예를 들어 재건축들 또는 확장들을 계획할 때, 지도 표현 또는 3D 모델링을 위한 기존 빌딩들의 물품 목록들 (inventories);
- [0010] - 예를 들어, 발생 장면들(incidence scenes) 또는 사고 현장들에서의 사건들을 디지털적으로 재구성하기 위한 법의학적/범죄-기술 응용;
- [0011] - 전통적인 측량 태스크들 예컨대 육지 측량들, 공간 계획, 빌딩들의 마킹, 지역제 법규 체크(checking zoning regulations) 등;
- [0012] - 역사성 회복(historical restoration)이다.
- [0013] 기본 구성의 면에서, 이와 같은 스캐너들은 거리 측정 유닛, 통상적으로 전기-광학 및 레이저-기반 거리 측정 유닛을 이용하여, 측정 지점으로부터의 거리를 획득하도록 구성된다. 마찬가지로 존재하는 방향-편향 유닛은 여기서는 거리 측정 유닛으로부터의 측정 비임이 적어도 2개의 공간 방향들에서 편향되고, 그 결과 공간 측정 영역이 캡처될 수 있도록 구성된다. 편향 유닛은 이동하는 미리 형태로 또는 대안으로 예컨대 회전 가능한 프리즘들, 가동 광 가이드들, 변형 가능 광학 구성요소들 등과 같은 광학 방사선의 제어된 각도 편향에 적합한 다른 요소들에 의해 실현될 수 있다. 측정은 표현 및 추가 처리 목적들을 위한 카테시안 좌표들로 또한 변환될 수 있는, 즉 구면 좌표들에서, 거리 및 각도들을 결정하여 통상적으로 행해진다. 거리 측정 유닛은 예를 들어 비행시간(time-of-flight; TOF) 측정, 위상 측정, 파형 디지털라이저(wave form digitizer; WFD) 측정 또는 간섭(interferometric) 측정의 원리들에 따라 설계될 수 있다. 신속하고 정확한 스캐너들을 위해, 특히 동시에 높은 측정 정밀도, 마이크로초 또는 밀초의 범위에서 개개의 포인트들의 측정 시간들 동안 예를 들어 밀리미터 범위 또는 그 이하의 거리 정밀도를 달성하면서, 측정 시간은 짧아야 한다.
- [0014] 스캐너들에 자주 사용되는 거리 측정 유닛들은 거리 측정, 특히 거리 오프셋의 교정이 그것에 의해 행해질 수 있고 따라서 거리 측정의 고정밀도가 얻어질 수 있도록 내부 참조 섹션들을 가진다. 오늘날의 거리 측정 유닛들에서의 슬로프 에러 또는 스케일링 에러는 종종 1 ppm 보다 훨씬 낮아야 하므로 재교정은 거의 필요하지 않다. 그러나, 거리 오프셋은 시간이 지남에 따라 변할 수 있고, 그 때문에 필드 교정들이 오늘날 널리 알려져 있다. 구형 장치들에 있어서, 스캐너들의 포인트 정밀도는, 최대 3D 거리 편차 및 따라서 공간에서의 측정 지점의 에러로서, 종종 거리 측정 유닛의 측정 정밀도에 의해 제한되었다. 더 정밀한 거리 측정들은 상응하여 더 긴 측정 시간들을 요구했고, 그 결과 거리 측정 정밀도들의 증가는 단위 시간 당 측정된 공간 포인트들로서, 측정 또는 스캐닝 속도의 감소를 수반했다. 전기-광학 거리 측정 분야에서의 진보에 의해, 높은 거리 측정 정밀도를 또한 가지는 고속 내지 초고속용의 레이저 거리 측정 유닛들이 오늘날 이용 가능하다.
- [0015] 따라서, 포인트 정밀도에 대한 토탈 시스템에서의 중요한 링크는 거리 측정 정밀도로부터 각도 측정 정밀도의 영역으로 이동되었다. 증가된 정밀도 요건들을 충족시킬 수 있도록 하기 위해, 광-기계식 시스템의 장기간 안정성에 대한 중요성이 증가하고 있다.
- [0016] 높은 정밀도를 갖는 시판 중인 스캐너들은 오늘날 200 m 이하의 측정 거리들을 위해 5 mm 내지 20 mm 범위의 포인트 정밀도를 달성하고 있다. 50 m 까지의 거리들에 대해, 달성 가능한 포인트 정밀도는 2 mm 내지 6 mm 이고 25 m 이하의 측정 거리들에 대해, 대략 1 mm 내지 4 mm 의 포인트 정밀도가 확실히 달성 가능하다. 방향 정밀도 또는 각도 측정 정밀도에 관해, 예를 들어 50 m 의 거리에서 5 mm 의 섹션은, 이미 종래 기술에서 높은 각도 측정 정밀도를 나타내는, 20" (각도 초들) 또는 대략 100 μ rad 의 각도 측정 정밀도에 대응한다.
- [0017] 시장에서 현재 이용 가능한 최고 정밀도의 스캐너들은 8" 와 12" 사이의 정밀도를 가지는 제품 클래스로 확실히 재분류될 수 있다. 그러나, 20" 보다 양호한, 특히 12" 보다 양호한 특정 방향 정밀도 또는 각도 측정 정밀도를 갖는 이와 같은 스캐너 장치들은 덜 정밀한 스캐너들에서 중요하지 않거나 단지 부차적으로 중요한 새로운 문제들과 부딪힌다. 위에서 언급한 높은 특정된 각도 측정 정밀도를 가지는 3D 스캐너는 상기 정밀도를 유지하기 위해 조심스런 취급, 사용 및 주의를 요한다. 특히 현장 사용을 위한 모바일, 휴대 가능 장치들에서, 기계적 오조정 및 수반하는 감소된 측정 정밀도를 초래할 수 있는, 예컨대 직접 태양 방사선, 충돌들(bumps), 충격들 등과 같은 환경으로부터의 영향들이 예측되어야 한다. 이와 같은 고정밀 스캐너들은 그러므로 실험실에서 사용하기에는 적합하지만 현장에서 사용하기에는 적합하지 않다.
- [0018] 알려진 스캐너들은 또한, 타키미터 측정 장치들에서는 관행인, 최종 사용자가 지나친 노력 없이 현장에서 기구의 정밀도를 체크하는 것을 허용하지 않는다. 약간의 정밀도 보장이 기껏해야 제조업자에 의해 제공될 수 있지만, 이것은 공장에서 시간 집약적이고 비용 집약적인 짧은 체크 기간들 및 재교정을 필요로 한다. 그를 위해 상응하여 갖추어지는 기관(institute)에서 또는 국가 시험실에서, 제조업자에 의해 확인되는 축선 에러값들(예를

들어 각도들 및 거리들(오프셋들) 형태의)은 통상적으로 직접 입력되어 기구 소프트웨어에 저장된다.

- [0019] 또한, 극(polar) 측정 원리를 가지는 스캐닝 측정 시스템들, 예컨대 지상과 레이저 스캐너를 측지 실무(geodetic practice)에 도입하기 위해, 접근방법들이 또한 이들 장치들에 대한 측정 정밀도를 교정 및 체크하기 위해 개발되어 왔다.
- [0020] 그러나, 에러 결정은 여기서 일반적으로 타키메트릭 측정 원리와 유사한 구성에 기초한다. 그러나, 스캐너들은 전체적으로 상이한 구성을 가지는 데, 그것은 이와 같은 접근방법이 적용되지 않기 때문이다. 특히 레이저 축선의 에러 영향들은 타키미터 레이저 축선의 것들과는 크게 다를 수 있다.
- [0021] 알려진 교정 방법은 예를 들어 상이한 기구 셋업들에서 수회 스캔되는, 공간에 배열되는 평면들의 세트를 이용한다. 시점(points of view)을 결합하는 알려진 알고리즘들에 기초하여, 교정 방법은 하나 이상의 조정 계산들을 이용하여, 동일한 물체 평면들로부터 시스템의 정밀도 또는 교정 파라미터들을 결정한다.
- [0022] 상이한 스캐너 셋업들에서 개개의 스캔 사이클들로부터의 측정 데이터의 조합으로서, 스캔된 포인트 클라우드들을 등록하기 위해, 동일한 포인트들에 대한 변환(예를 들어 헬머트(Helmert) 변환)이 행해질 수 있다. 동일한 포인트들은 스캔된 타겟 마크들의 데이터로부터 유도되고, 여기서 그러나, 상업적 시판의 타겟 마크들 또는 타겟들은 종종 요구되는 정밀도를 갖는 스캐너에 의해 측정될 수 없다. 그 후 측정이 또한 행해지는 이와 같은 셋업에서의 정밀도 결정은 또한 이러한 방법의 빈번한 위치 변화들에 바람직할 수 있다. 전체 교정 프로세스는 상대적으로 복잡한데, 그 이유는 기구 에러들의 충분히 정밀한 결정을 위해, 측지학에서 관례적인 현장 사용을 위해서는 비실용적인, 예를 들어 적어도 3개의 셋업들에서의 10개 이상의 평면들이 필요하기 때문이다.
- [0023] 다른 알려진 방법은 많은 수의 반사성 타겟 마크들 형태로, 예를 들어 홀(hall)에서, 벽들 및 천장에 고정된 알려진 고정밀 참조 지점 필드를 이용한다. 이들 반사성 타겟 마크들의 좌표들은 초기에는 고정밀 좌표 측정 기계, 예컨대 세오돌라이트를 이용하여 정확하게 교정되고, 그 후 정확하게 알려진 이들 사전 결정된 좌표들은 수학적 교정 모델에 의해 스캐너 데이터와 상관된다. 이와 같은 절차는 일반적인 현장 사용을 위해서는 너무 복잡하므로, 실용적이지 않다. 다른 문제점은 각도와 거리 측정 간의 동기화에서 대기 시간들(latency times) 때문에 각도 교정의 추가의 변조(falsification)가 있다. 참조 물체들 또는 참조 지점들의 확인된 공간 좌표들은 특히 전형적으로 100 Hz 의 빠른 회전 축선을 갖는 스캐너에서, 동적 스캐닝 프로세스 때문에 변조된다. 100 Hz 로 이미 회전하고 있는 스캐너에서 예를 들어 100 ns 의 동기화 지연은 스캐닝 이동과 거의 관계가 없는 13의 각도초의 물체 오프셋을 생성한다. 이러한 에러는 교정 파라미터들의 결정에서 인덱스 에러로서 상기 방법에 반영된다.
- [0024] 또한 다음과 같은 것을 발생시키는, 측지학에서 전자 세오돌라이트들에서 일반적으로 사용되는 역측정법이 알려져 있다: 시준 장치는, 2개의 망원경 면들에서 하나 이상의 타겟 마크들을 정확하게 중심적으로 그리고 정밀하게 초까지, 즉 수 각도초 이하의 범위의 정밀도로 측정하기 위해 사용된다. 축선-관련 시스템 파라미터들이 결정될 수 있고 또는 시스템 정밀도는 정확한 측정들과 관련된 측정 각도들에 기초하여 증명될 수 있다. 시스템은 여기서 초기 상태에서는 (X, Y) 끈의 방향에서 사용되고 회전 상태에서는 대략 (X+200, 400-Y) 끈에서 사용되고, 여기서 에러들을 포함하고 방향, 예컨대 수직축, 트리니온 축선 특히 시준 장치의 레이저 축선을 결정하는 모든 요소들은 회전된다.
- [0025] 이러한 원리에 따라, 세오돌라이트들 또는 유사하게 구성된 기구들에서 다음과 같은 교정 파라미터들에 의해 실질적으로 표현될 수 있는, 많은 수의 에러들을 결정하는 것이 가능하다.
- [0026] l ,q: 2-축선 경사 센서, 또는 수직축 경사의 인덱스 에러
- [0027] i: 수직각 센서의 인덱스 에러(angular offset)
- [0028] c: 컬리메이션 라인의 컬리메이션 에러
- [0029] k: 트리니온 축선 틸트.
- [0030] 이와 같은 파라미터화 또는 유사한 파라미터화를 가지는 모델은 또한 이하에서 세오돌라이트 모델로서 불릴 것이다.
- [0031] 예로서, 인덱스 및 컬리메이션 에러들은 바람직하게는 수평 컬리메이션 라인을 갖는 2면 측정을 이용하여 결정되는데, 그 이유는 이러한 장치에 의해 2가지 유형의 에러가 다른 파라미터들의 영향들로부터 크게 떨어질 수 있기 때문이다.

[0032] 비록 레이저 스캐너가 또한 원칙적으로 센서 헤드의 2개의 정렬들로 위에 기재한 것과 같이 물체를 스캔하는 것을 가능하게 하지만, 제1 및 제2 정렬들로부터 포인트 클라우드들을 이용하는 스캐너 축선의 각도 에러들 및 거리들(오프셋들)의 영향들은 확인될 수 없고 동일한 형태로 제거될 수 있다. 한가지 이유는, 이것은 정확한 포인트 관련성이, 특히 5 mm 이상의 래스터의 포인트 밀도들로 래스터 표현형 측정 때문에 항상 제공되지 않기 때문이다. 다른 이유는 교정 모델들이 전부 세오돌라이트 또는 타키미터 모델에 의해 취급되고 후자가 스캐너의 측정 시스템을 정확하게 기술하지 않기 때문이다. 그 결과, 비현실적이거나 심지어 허용할 수 없는 기구 파라미터들이 결정되고, 게다가, 좌표 편차들에 대한 이들의 영향들이 부정확하게 모델링되어, 그 자체로는 의도된 개선들로 이어질 수 없다.

[0033] 스캐너들의 역 측정을 위해, 2개의 정렬들에서 하나의 스캐닝 프로세스에서 시험 물체들로서 나무로 만들어진 적어도 6개의 백 마킹 구체들(구형들)을 기록하는 것이 종래 기술에 알려져 있다. 측정값들은 여기서, 구체 중심 포인트들의 좌표들이 계산되고 그 뒤에 축선 에러들이 모델링 및 조정 계산에 의해 확인되는 구면들의 캡처된 부분들의 좌표들이다. 그러나, 스캐너들을 이용하는 구체 중심 포인트들의 좌표들의 결정은 전 오차들(gross errors)을 많이 포함한다. 예를 들어, 기껏해야 대략 3 mm의 계통 에러들이 50 m의 거리에서 알려진 3차원 시험 물체들을 이용하여 달성될 수 있고, 여기서 표준 편차는 대략 동일한 크기 정도이다. 그러므로, 정밀한 교정이 특히 스캐너의 측정 시스템을 정확하게 기술하지 않는 기초로서의 장치 모델과 함께 가능하지 않다. 위에 언급한 정밀도들은 간단히 스캐너의 측정 시스템의 에러들을 교정하기에는 충분하지 않다.

[0034] 고정밀 에러 결정을 위해, 고수준의 정밀도로 알려진 위에서 언급한 참조 지점 필드에서조차, 잔차들 또는 잡음 성분들은 참조 데이터에 의한 스캐너 데이터의 조정 계산을 위해서는 너무 크다. 레이저 스캐너들에 있어서, 역 측정의 위에서 언급한 파라미터 세트는 또한 더 이상 이러한 형태로 적용할 수 없고, 초까지 정밀한 측정을 위한 시준 장치는 없다.

[0035] 비록 레이저 비임은 일견 칼리메이션 라인을 나타내는 것으로 고려될 수 있지만, 그것은 변형예들에서 방향에 대해 전부 상이한 특성들을 가진다. 이러한 새로운 유형의 의존성 또는 칼리메이션 라인의 파라미터화는 지금까지 측량 시 이러한 형태로 고려되어 오지 않아 왔고, 또는 그것은 또한 지금까지 전혀 알려져 있지도 않고 또는 적어도 교정의 그것의 영향은 이러한 형태로 알려져 있지 않았다.

[0036] 이미 언급한 것과 같이, 전체 3D 스캐너 장치의 대응하는 강인성은 또한 필요한 각도 측정 정밀도들을 보장하고 높은 정밀도 및 재현 가능 측정 결과들을 얻기 위해 필요하다. 이러한 이유 때문에, 레이저-비임 안내를 위한 구성요소들, 특히 정적 또는 회전하는 편향 유닛들은 환경 영향들에 견디도록 높은 강성을 가져야 한다. 한편, 위에서 언급한 신속한 거리 측정에 더하여, 일반적인 스캐너 장치들은 또한 짧은 시간 기간 내에서 물체들을 스캔하기 위해 상응하는 높은 속도로 측정 레이저 비임을 이동시켜야 한다. 이러한 스캔 이동은 예를 들어 신속하게 진동하거나 회전하는 미러들로, 예를 들어 높은 회전 속도 또는 초당 200 이상의 회전들의 빈도(frequency)로 실현될 수 있다. 동적 이유들 때문에, 높은 강성 조건들과 일치하지 않는, 가능한 한 작게 유지되어야 하는 가동 부분의 치수 때문에, 심지어 예로서 언급한 200 Hz의 편향 주파수 이하의 중간 속도들이 필요하다.

[0037] 전통적인 측량 기구들 예컨대 세오돌라이트들 또는 타키미터들의 사용자들은 언제라도 이들 측정 시스템의 정밀도를 체크할 수 있도록 익숙해질 수 있고, 지나친 노력 없이, 그것이 예를 들어 알려진 참조 마크들과 함께 공간에 있거나 또는 2개의 면들에서 적절한 타겟들을 측정하여 필드에 있게 한다. 알려진 스캐너들은 이러한 가능성을 제공하지 못하고, 사용자는 실제로 장치의 측정 정밀도를 정확하게 결정 또는 증명하거나 또는 장치를 교정하는 선택의 여지가 없을 것이다.

발명의 내용

[0038] 그러므로, 본 발명의 하나의 목적은 현장 사용을 포함해서, 스캔 기능을 가지는 신뢰성 있고 정밀한 장치를 제공하는 것이다.

[0039] 사용자가 시스템 정밀도를 체크하거나 보정하고 단순하지만 정확한 방식으로 장치의 교정을 가능하게 하는, 스캔 기능을 가지는 정밀한 장치를 제공하는 것이 목적이다.

[0040] 다른 목적은, 현장에 있는 사용자 자신이 측정 정밀도를 체크하고 및/또는 만약 적절하다면, 제 자리에서 교정 파라미터들을 새로 결정할 수 있도록, 사용자에게 스캔 기능을 가지는 장치를 위한 체크 및 측정 프로세스를 제공하는 것이다.

[0041] 여기서 다른 목적은, 특히 이와 같은 스캐너들에 특히 부합되는 장치 또는 에러 모델에 의해, 또한 현장에서 단

순한 실행을 위해 특히 적합한 방법에 의해, 스캔 기능을 가지는 장치의 정밀도 및/또는 교정을 확인하기 위한 방법을 제공하는 것이다.

- [0042] 다른 목적은, 상기 방법이 단일 장치 셋업으로 확인 가능한 스캔 기능을 가지는 장치의 정밀도 결정 및/또는 교정을 제공하는 것이다.
- [0043] 여기서 다른 목적은 측량되지 않은 타겟 물체들, 즉 토달 스테이션 또는 다른 측량 장치들을 이용하여 얻어진 공간 좌표들이 없는 타겟 물체들에 대해 현장에서 적합한, 스캔 기능을 가지는 장치의 정밀도 결정 및/또는 교정을 위한 방법을 제공하는 것이다.
- [0044] 다른 목적은 이러한 방법이 적어도 부분적으로 자동화된 방식으로, 특히 정밀도 체크 및/또는 교정 프로세스의 자동 또는 반자동 실행을 위해 대응하는 사용자 안내에 의해 행해질 수 있는 것이다.
- [0045] 이들 목적들은 독립 청구항들의 특징화 특징들의 실현에 의해 달성된다. 대안의 또는 유리한 방식으로 본 발명을 발전시키는 특징들은 종속 청구항들로부터 수집될 수 있다.
- [0046] 이미 나타낸 것과 같이, 전통적인 측량 기구들 예컨대 세오돌라이트들의 사용자는 간단한 측정 방법들을 이용하여 기구의 각도 측정 정밀도를 체크하고, 필요하다면 교정할 수 있다. 측량사의 관점(viewpoint)으로부터, 스캐너들은 또한, 세오돌라이트들 또는 토달 스테이션들로부터 알려진 것과 유사하게, 사용자 자신에 의해 필드 교정을 위한 가능성을 제공해야 한다. 현재의 배치에서 현재의 측정들을 위한 측량사를 위해서 여기서 1차적으로 중요성은 실험실 조건들 하에서의 이론적인 장치 정밀도가 아닌 현재의 시스템 정밀도이다.
- [0047] 이하에서 상세히 설명될 본 발명에 따른 교정 방법은 스캔 기능을 가지는 장치, 특히 극좌표들에서 측정하는 장치, 예를 들어 타겟 축선으로서 레이저 축선을 갖는 전기-광학 거리 측정 장치, 거리 측정 장치에 대해 가변 편향각에 의해 레이저 축선을 편향시키는 동력화된 광학 편향 유닛 - 여기서 타겟 축선(3)은 거리 측정 장치에 이동 가능한 미러에 의해 편향됨 -, 및 편향 유닛의 각도 위치를 결정하기 위한 적어도 하나의 각도 측정 장치를 가지는 3D 스캐너에 관한 것이다.
- [0048] 교정 방법은 다음과 같은 단계들을 포함하고:
- [0049] · 제1 면으로서 편향 유닛의 제1 각도 위치에서의 타겟 마크의 각도 좌표들의 제1 측량 및
- [0050] · 제2 면으로서 편향 유닛의 제2 각도 위치에서의 타겟 마크의 각도 좌표들의 제2 측량,
- [0051] 여기서 제1 면 및 제2 면은 상이하고, 특히 여기서 제1 면은 양 면들에서 레이저 축선이 적어도 대략 동일한 공간 방향으로 지향하도록 2개의 축선들에서 제2 면에 대해 회전된다.
- [0052] 2개의 축선들은 이 경우에 측량이 기초하는 이론적인 축선 시스템과 비교되는 잘못 위치될 수 있는, 편향 유닛의 축선에 대응한다. 축선 중 하나는 예를 들어 대략 200 콘만큼 회전되는 수직축이고, 다른 축선은 약 400 콘에서 제1 면에서 수직축에 대한 그것의 각도 위치를 뺀 것만큼 회전되는 트러니온 축선이다.
- [0053] 여기서, 타겟 마크의 제1 및 제2 측량들은 이미지들을 이용하여 행해지고, 시야를 카메라에 의해, 그것의 광축이 카메라에 대해 편향 유닛에 의해 편향되고, 교정 파라미터들은 제1 및 제2 면들에서 각도 위치들 및 각도 좌표들에 기초하여 결정된다.
- [0054] 여기서, 측량은 타겟 마크의 이미지 좌표들의 해상도로, 시야의 높은(각도) 해상도로, 특히 3의 각도 초 이하의, 바람직하게는 카메라 이미지들의 서브화소 보간에 의해 달성될 수 있는, 1의 각도 초 이하의 이미지들의 해상도로, 이미지들을 이용하여 행해진다.
- [0055] 여기서 사용되는 기초는 특히 스캔 기능을 가지는 장치의 기계적 셋업 및 비임 안내를 표현하는 수학적 장치 모델, 특히 (세오돌라이트 모델에 대한) 레이저 축선의 고도에 의존하는 레이저 축선의 컬리메이션 및/또는 인덱스 에러들을 가지는 장치 모델이다.
- [0056] 그 뒤에, 정밀도, 잔차들 및/또는 시스템 정밀도의 통계적 특성들은 교정에 기초하여 확인될 수 있다. 교정은, 교정 파라미터들 형태로, 그 뒤에 확인되는 측정값들, 특히 포인트 클라우드들을 정정하기 위해 사용될 수 있다. 교정 파라미터들은 적어도 하나의 축선, 특히 그러나 양 축선의 각도 위치들, 및 제1 및 제2 면들에서의 각도 좌표들에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0057] 처음에, 본 발명의 부분 양상으로서, 및 추가 설명들의 기초로서, 수학적 장치 모델 및 레이저 광학 스캐너의 교정-관련 파라미터들이 식별된다. 이를 위해, 이하에 설명되는 스캐너의 예시적인 실시예의 양상들이

논의된다. 여기서 만들어진 비임 안내에 대한 일반적인 고려사항들은 대안의 실시예들에 대해 또한 이 기술분야에서 숙련된 사람에게 의해 유사하게 적용될 수 있다.

- [0058] 스캐너 회전 헤드의 위에서 언급한 높은 회전 속도들 때문에, 스캐너들에, 레이저 소스가 지지체에 통상적으로 배열된다. 따라서 세오돌라이트 모델에서 발견될 수 있는 트리니온 축선에 대한 레이저 축선의 직접 결합은 더 이상 존재하지 않는데, 그 이유는 레이저 소스가 트리니온 축선과 함께 직접 이동되지 않기 때문이다. 그 결과, 2면 측정에서, 컬리메이션 라인은 흔히 있는 일지지만 예를 들어 세오돌라이트의 경우에 회전되지 않는다. 그 결과, 특정 에러들은 세오돌라이트들에서 행해지는 것과 같이, 전통적인 2면 측정에 의해서도 스캐너에서 상응하여 특이하게 식별될 수 없다.
- [0059] 특히 위에 기재한 레이저 배열을 갖는, 스캐너의 예시적인 실시예의 교정 파라미터들의 하나의 가능한 파라미터 세트는 예를 들어 다음과 같다:
- [0060] l, q : 2-축선 경사 센서 또는 수직축 경사의 인덱스 에러;
- [0061] i : 수직각 센서의 인덱스 에러(angular offset);
- [0062] rc, ri : 회전 또는 트리니온 축선에 대한 레이저 소스의 각도 에러;
- [0063] pci : 회전 또는 트리니온 축선에 대한 회전 미러의 각도 에러;
- [0064] k : 수직축에 대한 회전 또는 트리니온 축선의 경사.
- [0065] 만약 장치 셋업의 거리 및/또는 경사 각도가 다른 파라미터들로서 또한 포함되면, 전체 측량 시스템에 대한 시스템 교정 문제가 일어난다. 상기 시스템 교정에서, 축선, 셋업 및 거리 측정 정밀도가 하나의 방법으로 체크되고 만약 적절하다면, 만약 후자가 사양들 또는 요건들에 대응하지 않는다면, 교정된다.
- [0066] 단순성을 위해, 주로 축선의 각도 에러들이 이하에 상세히 논의될 것이다. 예시적인 실시예들에 있어서, 축선 거리들(오프셋들)은 명확하게 고려되지 않지만, 일반적인 경우를 배제하지 않고, 여기서 상기 축선 거리들 및 추가의 교정 파라미터들은 또한 본 발명에 따라 결정된다. 예로서, 축선 오프셋들은 다수의 거리들에서 각도 에러 결정에 기초하여 확인될 수 있다. 측량 장치들에서 에러 결정의 기술에서 숙련된 사람은 또한 본 발명에 따라 토달 시스템의 추가의 시스템 교정 파라미터들을 유사한 또는 비슷한 방식으로 결정할 수 있고 이들을 측지학에서 알려지고 일상적인 방안들인 추가의 방법들과 조합된다.
- [0067] 물체 기록들에서 나중에 발생하는 포인트 클라우드는 이때 확실성을 갖는 특정된 또는 필요한 높은 측정 정밀도를 달성할 수 있다.
- [0068] 체크 및/또는 교정 프로세스의 동작은 스캐너 상에서 국부 사용자 인터페이스를 통해 직접 제 자리에서 이용 가능하게 될 수 있다. 사용자 인터페이스는 대안으로 또한 케이블 또는 무선 신호들을 이용하여 또는 PC, 랩톱, 태블릿 PC, 스마트폰 등 상의 소프트웨어에 의해 연결되는 원격 사용자 인터페이스에 의해 실현될 수 있다. 본 발명의 일부 양상은 특히 또한 사용자 인터페이스를 이용하는 사용자에게, 바람직하게는 센서 헤드의 2개의 정렬들에서, 스캔 및 식별 가능한 물체들 또는 타겟 마크들의 스캐너 데이터를 이용하여 스캐너의 체계적인 축선 및 오프셋 에러들을 확인할 것을 지시하는 교정 프로그램의 제공이다.
- [0069] 스캐너들에서, 초까지 정확한 측정을 위한 시준 장치의 부족은 세오돌라이트들로부터 알려진 교정 방법을 실행하는 것을 곤란하게 한다. 측량사들은 분산-공분산 에러 전파 때문에 부정확한 관측들 및 측정들 때문에 교정 파라미터들의 정밀도 손실에 충분히 친숙하다. 그러나, 위에서 설명한 것과 같이, 현대의 거리 측정 유닛들을 갖는 스캐너들에 있어서, 그것은 특히, 달성될 수 있는 포인트 정밀도에 대해 중요한 구성요소로 되는 각도 측정이다. 스캐너들에서 타겟 마크들에 대한 각도 측정 정밀도는 통상 더 이상 10 아크초 이상의 정밀도가 아니고, 그 결과 이와 같은 관측들을 이용하여 생성되는 교정은 측지학에서 요구되는 정밀도를 달성할 수 없다. 그를 위해 적합하거나 권장되는 타겟 마크들의 부족이 있을 뿐만 아니라, 필요한 정밀도까지 스캐너들에서 에러 결정 및 에러 할당을 실행할 수 있는 상응하는 응용 프로그램들 및 사용자 인터페이스들이 있다.
- [0070] 그러나, 타겟 마크들 또는 타겟 물체들에 대한 극 측정들의 높은 각도 정밀도는 카메라를 이용하는 측정에 의해 달성될 수 있다. 현대의 스캐너들에는 통합된 카메라가 종종 장비되고, 이것에 의해 또한 측량된 공간 포인트들의 포인트 클라우드들과 연관된 이미지 정보가 기록될 수 있다. 풀돔 기록들(full dome recordings)로서도 불리는, 특히 파노라마 이미지들이 알려져 있다. 여기서, 카메라는 통상적으로 포커스 및/또는 줌 기능을 가지는 적어도 하나의 대물렌즈 및 표현형 이미지 센서를 가진다.

- [0071] 본 발명은 스캐너에 통합된 이와 같은 카메라를 이용하고, 카메라는 축선 시스템에 대해 고정되고 정확하게 규정되는 위치에 장착된다. 예로서, 카메라는 지지체에서 트리온 축선의 연장선에 장착된다. 거리 측정 유닛의 레이저는 동일축에, 또는 대안으로 트리온 축선의 반대축에 배치될 수 있다. 카메라는 바람직하게는 스캐너 또는 레이저 축선이 카메라에 의해 캡처 가능한 각도 영역으로서, 그것의 시야(또는 시계)에 배치되도록 배열된다. 이러한 방식으로 배열되는 카메라들은 또한 조준 카메라들로서 불린다. 에러들이 없는 축선 시스템에서, 이상적인 스캐너 레이저 축선은 트리온 축선에 대해 법평면에 놓일 수 있고, 3개의 축선은 포인트에서 수직축과 함께 교차할 수 있고, 교차점은 통상적으로 또한 측정된 극좌표들의 원점에 대응한다. 본 발명에 따른 원리는 대안으로 또한 단순성을 위해, 스캐너 레이저 축선에 대해 시차(parallax)를 가지는 카메라에 가능하고, 제한 없이, 이하의 설명들은 조준 카메라를 언급할 것이다.
- [0072] 통합 카메라들의 실시예들에 있어서, 2개의 양상들이 특히 주목할 만한 가치가 있다. 먼저, 상응하여 정확한 교정을 위해, 카메라의 획득 가능한 각도 해상도 및 따라서 또한 각도 측정 정밀도는 각도 초 범위에 있어야 한다. 확실히, 카메라는 교정에 의해 얻어지는 각도 정밀도보다 작은 각도들을 분해할 수 있어야 한다. 게다가, 카메라의 시계는 너무 작지 않아야 한다. 전형적인 시야들은 적어도 대략 15 이상이다.
- [0073] 실제 체크를 시작하기 전에, 3D 스캐너는 가능한 한 잘 레벨링되어야 하고, 그 결과 그것은 또한 경사 센서의 체크를 행하는 것이 가능하고, 예를 들어 후자에 의해 마찬가지로, 수직축 및 경사에 대한 회전이 적어도 2개의 알려진 각도 위치들에서 결정된다. 어떤 경우에는, 교정 및 측정 중 스캐너는 안정된 위치를 가지고, 가라 앉을 (sink) 수 없고, 가능하다면, 직사 일조에 대해 보호되는 것이 보장되어야 한다.
- [0074] 측량 기구로서의 스캐너의 이미 설명한 안정된 셋업에 더하여, 타겟 물체는 단지 안정된 것이 요구된다. 예를 들어, A4 타겟 플레이트는 특히 스캐너에 대해 고정된 위치에, 예를 들어 15 m 내지 30 m 의 거리에 배열되고, 가능한 한 타겟 축선 또는 레이저 축선에 수직이다. 타겟 마크로서의 타겟 플레이트의 고정은 여기서 0.2 mm 또는 그보다 좋은 중심 지점 결정 또는 정렬의 정밀도를 보장해야 한다. 교정 프로세스 중, 기구 및 타겟 플레이트의 셋업은 변하지 않아야 한다.
- [0075] 타겟 플레이트는 여기서, 전형적으로 1 내지 5 각도 초의 정밀도로 카메라에 의한 광학적 특징의 위치를 결정, 예를 들어 타겟 플레이트의 중심 지점 결정하는 것이 가능하도록 구성된다. 타겟 플레이트의 정의는 예를 들어 PDF 파일로서 존재할 수 있다. 그것의 물리적 실현은 이후 시판의 프린터를 이용하여 제조될 수 있다. 대안으로, 2차원 또는 3차원 형상들 및 큰 휘도 콘트라스트들을 갖는 다른 타겟 물체들이 또한 사용될 수 있다. 어떤 경우에, 카메라를 갖는 스캐너는 타겟 물체로서 타겟 플레이트에 대한 방해받지 않은 시야(view)를 필요로 한다.
- [0076] 예시적인 체크 및 교정 프로세스가 이하에 설명될 것이고, 이 프로세스는 시스템 정밀도를 증명하기 위해 충분히 정확한 각도 결정을 보장한다. 이 프로세스는 또한 사용자에게 의해 현장에서 행해질 수 있다. 스캐너는 이전에 기재된 2면 방법으로부터 알려진 것과 같이, 각각의 경우에 2개의 측정면들에서 측정 동작을 행할 수 있는 능력을 가진다.
- [0077] 카메라를 가지는 본 발명에 따른 스캐너를 이용하는 체크 프로세스는 이 경우에 예로서 상세히 설명될 다음과 같은 단계들을 포함할 수 있다. 단계들의 특정 조합, 시퀀스 및 실현 가능한 구성은 위치 상황 및 필요한 정밀도들에 의존하여 결정될 파라미터들에 의존할 수 있다. 체크 및 교정 프로세스는 바람직하게는 단일 스캐너 셋업을 이용하여 얻어질 수 있다.
- [0078] 제1 단계에서, 스캐너의 셋업이 선택되어야 한다. 굳은 땅 위에서의 고정 셋업은 이 경우에 기본이다. 스캐너는 이 경우에, 타겟 마크들 또는 - 타겟 물체들이 이미 사전에 알려져 있다면 - 타겟 물체들로부터 권장 거리에 설치될 수 있다. 대안으로, 스캐너 위치는 또한 자유롭게 선택될 수 있고, 타겟 플레이트들은 그 후 단계 2에 기재된 것과 같이, 상응하여 위치될 수 있다. 후속 측정이 또한 행해지는 위치에 설치함으로써, 그것은 또한 고정과 측정 사이에서의 스캐너의 배치시의 변경으로 인한 어떠한 오정렬들도 회피하는 것이 가능하다.
- [0079] 제2 단계에서, 사용자는 체크될 교정 파라미터들, 예를 들어 모든 파라미터들 또는 이들의 선택적 선택을 정의한다. 게다가, 사용자는 토털 시스템에 대해 또는 각각의 파라미터에 대해 따로따로 달성될 미리 특정된 정밀도를 규정할 수 있다.
- [0080] 본 발명에 따른 스캐너는 타겟 물체들, 타겟 플레이트들 또는 타겟 심볼들이 유리하게는 적용되는, 수평선 위 또는 아래의 고도 섹터의 연장부를 갖는 "스캔 필드(scan field)"의 고도에 대한 제안(proposal)을 계산하고 디스플레이한다. 더욱이, 기구, 또는 특히 거기에 통합된 또는 대응하는 소프트웨어를 가지는 운영 장치에 통합된

디지털 계산기는 타겟 물체들로부터의 권장된 최적 거리 또는 거리 범위를 계산한다. 전형적인 체크 거리들은 타겟 플레이트들과 스캐너 사이에서 예를 들어 10 m 내지 50 m 이다. 예로서, 레이저 축선 에러를 결정하기 위한 세오돌라이트 체크 방법들에서 또한 행해지는 것과 같이, 100 콘에서 가능한 한 수평선에 가깝게 그리고 레이저 축선에 대해 가능한 한 수직으로 적어도 하나의 타겟 플레이트를 위치시키는 것이 유리할 수 있다.

- [0081] 만약 예를 들어, 고정 타겟들의 적어도 일부가 미리 특정되면, 가능하다면, 타겟 플레이트 위치들은 주변들 때문에 제한되고, 또는 만약 경험이 많은 측량사가 유리한 타겟 위치들을 이미 추정할 수 있다면, 또한 적어도 대략 장치에 알려진 타겟 위치들을 제공하거나, 또는 스캐너로 하여금 자동화된 검색 실행으로 타겟 플레이트들을 자체적으로 식별하게 하는 것이 가능하다. 심지어 타겟 플레이트들을 이용할 때조차 교정 프로세스 동안 고정된 확실한 셋업을 보장할 필요가 있다.
- [0082] 체크될 이전에 선택된 파라미터들을 수 n 을 체크하기 위해, 일반적으로(조건 방정식들을 고려하지 하지) 적절히 구성된 타겟 마크들의 적어도 n 개의 측정 좌표들이 기록되어야 한다. 이 경우에, 적절히 구성되거나 또는 유리하게는 셋업은 특히 타겟 플레이트들이 장치에 의해 제안된 위치들에 또는 등가의 위치들에 적어도 대략 장착되고, 타겟 플레이트들이 2개의 면들에서 관측될 수 있는 것을 의미한다.
- [0083] 사용자는 또한 대응하는 고도 섹터에서 예를 들어 1개 내지 10개의 타겟 마크들을 배치하고, 상응하는 적절한 천연 타겟 마크들을 이들 영역들에서 결정할 것을 사용자 인터페이스에 의해 요청받을 수 있다. 사용자는 또한 교정 파라미터들의 확정성(determinability)을 최적화하기 위해 권장되는, 가능하게는 타겟 플레이트를 재조정하기 위해 추천을 받을 수 있다.
- [0084] 만약 스캐너가 가시 마킹 레이저를 가지면, 스캐너는 그것을 예를 들어 제안된 타겟 플레이트 위치 또는 대응하는 위치 영역을 마킹하고 예를 들어 거리 측정 유닛을 이용하여 모니터링하고, 광학적으로, 음향적으로 또는 권장 거리 범위에 도달한 사용자에게 대한 원격 사용자 인터페이스를 이용하여 시그널링하기 위해 사용할 수 있다.
- [0085] 예를 들어 이 경우에 타겟 포인트들의 일부가 만약 가능하다면 여러 조준각들에서, 예를 들어 고도 섹터의 상측 및 하측 에지에서 그리고 또한 측정을 위한 수평선(100 콘)에 가까운 수직각들로 배치되는, 제안된 타겟 위치의 선택 기준이 있을 수 있다. 레이저 스캐너의 기능 모델의 감도 분석을 이용하여 개발된, 특히 소프트웨어 프로그램이 사용자 안내 책임을 맡고 있다.
- [0086] 적절히 구성된 타겟 플레이트들 또는 천연 타겟들의 최적 교정 필드에 의해, 교정 파라미터의 결정에서 필요한 정밀도가 보장될 수 있다. 그러나, 방법은 또한 환경으로 인해 제안된 타겟 마크 위치들의 필요 편차들이 존재하는데서, 만약 적절하다면, 사용자 인터페이스의 사용자 안내가 또한 적절히 지적될 수 있는 최적 배열과 비교되는 교정 프로세스의 감소된 정밀도 또는 신뢰도로 행해질 수 있다.
- [0087] 그 뒤에, 타겟 포인트들에 대한 방향들의 수동, 반자동 또는 완전 자동 교정이 행해지고, 여기서 스캐너 장치는 타겟들을 인식하고 및/또는 식별하고 그 후 정확한 측량을 위해 목표를 설정한 방식(targeted manner)으로 이들을 자동으로 측정할 수 있다. 스캐너는 이 경우에 또한 타겟 물체들이 필요한 거리 범위 및 권장 고도 섹터에 있는지를 체크할 수 있다. 동시에, 또한 레이저 축선에 대한 타겟 플레이트들의 방향이 대략 체크되는 것이 가능하다. 완전 자동 동작에 있어서, 카메라 지지체들은 타겟 포인트들을 탐색한다. 카메라는 또한 타겟 마크의 특정 휘도 콘트라스트를 확인하고 그것이 정밀한 각도 결정을 위해 충분한지를 체크한다.
- [0088] 그 뒤에, 현재의 축선 시스템에 대한 카메라의 선택적 교정이 행해질 수 있고, 여기서 이러한 단계는 이 방법이 행해질 때마다 행해질 수 없지만, 예를 들어 단지 작업 교정의 상황에서 또는 상대적으로 큰 체크 구간들에서 행해질 수 있다. 많은 수의 일반 스캐너들에서, 수직 및 트러니온 축선에 대한 카메라의 이미징 옵틱스 및 배열의 높은 안정성이 취해질 수 있다. 카메라 교정의 이러한 선택 단계는 또한 만약 수직축에 대한 트러니온 축선의 경사가 여전히 결정되지 않는다면 행해질 수 있다.
- [0089] 카메라의 영점의 선택적 결정은 예를 들어 천정 타겟팅 동작으로 행해질 수 있다. 이와 같은 천정 타겟팅 동작은 다음과 같이 행해질 수 있다.
- [0090] - 천장에 행으로 하나 이상의 타겟 플레이트들을 부착하는 것(예를 들어 천정에 장착하는 것).
- [0091] - 카메라로 면 1 및 2에서 $V=0$ 콘에서 타겟 플레이트를 결정하는 것.
- [0092] - 타겟 플레이트가 카메라의 시계의 에지에 위치될 때까지 V 방향에서 레이저 축선을 이동시키는 것.
- [0093] - 이러한 고도 방향에서 각도 인코더를 이용하여 V 각도를 결정하고 카메라를 이용하여 면 1 및 면 2에서 타겟

플레이트를 캡처하는 것.

- [0094] - 추가의 V 방향에서 레이저 축선을 이동시키고 다시 각도 인코더를 이용하여 이러한 제3 고도 방향에서 V 각도를 결정하고 카메라를 이용하여 면 1 및 면 2에서 타겟 플레이트를 캡처하는 것.
- [0095] 카메라의 영점을 포함하는 모든 관련 교정 파라미터들은 측정 데이터 및 프로세스에서 확인된 카메라 이미지들로부터 결정될 수 있다. 카메라의 영점은 이 경우에 방향 파라미터들(rc,ri)=(0,0)을 가지는 임의의 방향에서 규정될 수 있고, 그 결과 레이저 축선의 체크 및/또는 새로운 교정이 단순화된다. 만약 카메라의 영점이 이러한 방식으로 알려지면, 추가의 측정이 카메라의 좌표계에서 파라미터들(rc, ri)을 이용하여 레이저 비임 방향을 직접 결정하기 위해 사용될 수 있다. 추가의 내부 카메라 파라미터들 예컨대 길이 등의 선택적 체크 및 교정은 레이저 축선에 대략 수직으로, 바람직하게는 대략 V=100 콘에 배치되는 타겟 플레이트 위에서 매트릭스형 스캐닝 동작을 이용하여 행해진다.
- [0096] 제1의 서브단계에서, 장치는 필요한 미리 특정된 정밀도 및 타겟 플레이트의 이미지의 콘트라스트로부터 후속 매트릭스 스캔의 필요한 측정 포인트 밀도를 결정한다. 스캐너의 카메라의 시야 및 레이저 축선은 그 후 타겟 플레이트 위에 래스터-형 방식으로 이동하고, 그 동안 카메라는 타겟 플레이트의 이미지들을 각각의 경우에 기록하고, 여기서 편향 유닛의 각도 센서들은 예를 들어 수직축의 수평 각도로서의 Hz 및 트리니온 축선의 수직각으로서의 V로, 이미지들에 할당된 축선의 각도 위치들을 캡처한다. 그 결과는 관련된 축선 위치들을 갖는 타겟 플레이트의 이미지들의 세트이고 이미지들은 매트릭스 스캔의 2D 래스터에 기록되고 매트릭스 래스터에 따라 디스플레이된다. 이미지 처리 소프트웨어를 이용하여, 카메라 좌표들에서, 즉 이미지 평면에서, 타겟 플레이트의 시각적 특징의 위치들, 예를 들어 그것의 중심 지점이 계산된다. 이것에 기초하여, 축선 시스템에 대한 카메라의 교정 파라미터들 예컨대 회전 및/또는 각도 센서들에 대한 카메라 화소들의 스케일링이 결정될 수 있다. 화소 좌표들과 축선 시스템 사이에서 이렇게 결정된 변환 매트릭스의 직교성으로부터의 편차들은 트리니온 축선의 어떤 각도 에러들의 제1 표시를 준다.
- [0097] 추가의 측정에서, 카메라의 좌표계에 대한 레이저 비임 방향이 결정될 수 있다. 이러한 프로세스는 스캐너의 내부 셋업의 특정 실시예에 크게 의존한다. 가장 단순한 경우에, 타겟 플레이트의 위치가 카메라에 의해 캡처되고 카메라의 이미지로 측량되는 동일한 타겟 플레이트 위로 레이저 스폿이 투영된다. 그것에 의해 카메라 좌표계에서의 레이저 타겟 방향이 결정된다.
- [0098] 다음 단계에서, 스캐너 기구는 기구 정밀도를 확인하기 위해 실제 데이터 평가를 시작한다. 카메라는 대응하는 2개의 이미지들에서 카메라를 이용하여, 2개의 면들에서, 미리 셋업 타겟들을 사진술로 기록하기 위해 사용된다. 그 후, 유사성 변환이, 특히 이미지 회전 및 이미지 변환 형태로 2개의 면들에서 각각의 경우에 기록된 이미지들 사이에서 행해진다. 알려진 타겟 물체 패턴들에서, 이것은 예를 들어 템플레이트 매칭으로서 알려진 것을 이용하여 행해질 수 있다. 스캐너에 부합하는 기하학적 모델을 이용하여, 각각의 타겟 플레이트들의 여러 조준각들 하에서 기록된 이미지들의 유사성 변환의 데이터로부터 스캐너의 축선 에러를 계산하는 것이 가능하다. 위에서 이미 설명한 것과 같이, 각도 센서들과 함께 카메라 이미지는 이러한 프로세스가 각도 초 범위에서 각도 해상도로 행해지게 한다.
- [0099] 대안으로, 카메라를 이용하여 확인된 타겟 방향들 및 회전들은 또한 회귀 분석(regression analysis)을 이용하여 평가될 수 있다. 면 1 및 면 2에서의 타겟 플레이트의 관측들은 공간 스캐너 좌표계의 모델과 상관된다. 조정 계산을 이용하여, 예를 들어 가우스-마르코프(Gauss-Markov)에 따라 또는 더 일반적으로 가우스-헬머트 모델에 따라, 결정될 축선 파라미터들에 대한 추정값들이 그로부터 확인된다. 그 결과 동시에, 개선점들(improvements) 또는 잔차들이 이 경우에 존재한다. 잔차들은 타겟 플레이트들에서의 포인트 측정 정밀도 및 따라서 스캐너 기구의 현재 달성된 각도 측정 정밀도에 대한 정보를 제공한다.
- [0100] 교정 모델의 보조인자(cofactor) 매트릭스로서 알려진 것으로부터 유도되는 추정 파라미터들의 공분산 매트릭스가 체크될 기구의 통계적 측정 정밀도의 척도로서 사용될 수 있다. 신규(new and old) 파라미터들 간의 차들은 체계적 측정 편차들 및 일반 스캐너 시스템 안정성에 대한 정보를 제공한다.
- [0101] 예를 들어, 스캐너 기구는 작동 유닛의 디스플레이 위에 선택된 교정 파라미터들의 신규 획득값들(old and new ascertained values)을 표시한다. 타당성을 체크하기 위해, 추가로 신규 파라미터들에 대한 신뢰 구간들(confidence intervals)이 표시되거나 장치에 적합하게 될 수 있다.
- [0102] 잔차들 또는 새로 추정 파라미터들이 필요 또는 특정 정밀도 구간 내에 있으면, 사용자는 새로운 교정 파라미터들을 저장할 수 있고 체크 프로세스를 종료한다. 새로운 교정 파라미터들은 이후 측정값들을 결정할 때 고려될

수 있다. 그러나, 만약 위에서 언급한 단계들 후 각도 측정 정밀도가 불충분하면, 사용자는 다음과 같이 진행할 수 있다.

- [0103] 만약 어떤 이유들이든, 필요하고 특정된 정밀도가 얻어지지 않으면, 사용자에게 이것이 알려진다.
- [0104] 하나의 이유는 타겟 물체들에 대한 스캐너 셋업의 바람직하지 않은 배열일 수 있다. 이 경우에, 기구는 어떻게 교정을 위한 타겟 플레이트들이 더 유리하게 배치될 수 있고 그 뒤에 체크 및 교정 프로세스를 반복할 수 있는가에 대해 사용자에게 제안할 수 있다.
- [0105] 불충분한 정밀도의 다른 이유는 스캐너 및/또는 타겟 플레이트들의 위치를 변경하여 가능하게는 완화될 수 있는 바람직하지 않은 광 조건들과 관련이 있을 수 있다. 대안으로, 타겟 플레이트들의 인공 조명이 또한 도움이 될 수 있다. 바람직하지 않은 광 조건들에 독립적이도록 하기 위해, 본 발명에 따른 장치에는 또한 예들여 타겟 조명 수단이 장비될 수 있다. 이와 같은 타겟 조명 수단은 예를 들어 자동 카메라-지지 타겟 측정을 갖는 토탈 스테이션들로부터 알려져 있다. 이렇게 장비된 스캐너는 외부 조명 상황과 독립적으로 필요한 측정들을 행할 수 있다.
- [0106] 일단 스캐너가 교정되면, 평가 유닛은 축선 에러들의 영향들을 보정할 수 있고 따라서 스캔된 물체들의 정밀 및 고정확 포인트 클라우드들을 생성할 수 있다. 따라서, 스캐너 장치의 시스템 정밀도 또는 측정 정밀도는 상당히 증가될 수 있다.
- [0107] 일반적으로, 특히 일단 스캐너가 새로 설치되면, 각각의 정밀도 측정 전에 다시 정밀도-관련 교정 파라미터들을 체크하고 만약 적절하다면 다시 결정하는 것이 권장된다.
- [0108] 특히 기구 에러들의 결정이 다음과 같은 상황들에서 실행되는 것이 권장된다:
- [0109] - 높은 정밀도들 및 신뢰성을 필요로 하는 정밀도 측정들 전에;
- [0110] - 장치가 충격, 충돌 또는 진동 스트레스들에 노출될 수 있는 상대적으로 긴 이송들 후,
- [0111] - 특히 20℃ 이상의 온도 변화 후;
- [0112] - 장치의 비교적 긴 저장 기간 후.
- [0113] 본 발명에 따른 방법 및 본 발명에 따른 장치는 도면들에 개략적으로 도시된 구체적인 예시적인 실시예들에 대해 단지 예로서 더 상세히 이하에 설명될 것이고, 본 발명의 추가의 이점들을 간단히 언급될 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0114] 도 1은 스캔 기능을 가지는 본 발명에 따른 장치의 사용 중 예시적인 측지 작업흐름의 실례를 나타내고;
- 도 2a 및 2b는 스캔 기능을 가지는 본 발명에 따른 정밀한 장치에 의한 2면 측정의 원리의 도해를 나타내고;
- 도 3은 지지체에 횡방향으로 수용되는, 조준 카메라를 갖는 스캔 기능을 가지는 본 발명에 따른 장치의 제1 예시적인 실시예의 실례를 나타내고;
- 도 4는 레이저에 평행하게 중첩되는 조준 카메라를 갖는 스캔 기능을 가지는 본 발명에 따른 장치의 제2의 예시적인 실시예의 도해를 나타내고;
- 도 5a는 본 발명에 따른 체크 또는 교정 방법을 위한 타겟 플레이트의 예시적인 실시예의 도해를 나타내고;
- 도 5b는 카메라를 이용하는 광학적 특징의 예시적인 측량의 도해를 나타내고;
- 도 6은 2차원 경사 센서를 갖는 스캔 기능을 가지는 본 발명에 따른 장치의 제3의 예시적인 실시예의 도해를 나타내고;
- 도 7은 예시적인 레이저 축선 에러를 갖는 스캔 기능을 가지는 본 발명에 따른 정밀한 장치의 제4 예시적인 실시예의 도해를 나타내고;
- 도 8은 예시적인 콜리메이션-축 및 트러니온-축선 경사 에러를 가지는 스캔 기능을 가지는 본 발명에 따른 정밀한 장치의 제5 예시적인 실시예의 도해를 나타내고;
- 도 9는 레이저 비임 방향을 위한 추가 콜리메이터를 갖는 스캔 기능을 가지는 본 발명에 따른 장치의 실시예의 도해를 나타내고;

도 10a, 10b, 10c 및 10d는 스캔 기능을 가지는 본 발명에 따른 장치에서 2개의 면들에서 조준 카메라를 이용하여 예시적인 관측들의 도해를 나타내고;

도 11은 예시적인 체크 및 교정 프로세스의 프로세스의 플로차트를 나타내고;

도 12는 본 발명에 따른 교정 타겟의 추가의 예시적인 실시예를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0115] 도 1를 참조하면, 가능한 측지 작업흐름이 이하에 예로서 설명될 것이다. 전통적인 측량 태스크들에 있어서, 세오돌라이트 또는 토탈 스테이션과 같은 측정 기구는 알려진 지면 지점(9001, 9002, 9003) 위에 배치된다.
- [0116] 빈번하게, 휴대형 기구들은, 특히 설치할 때, 예를 들어 장치가 어댑터에 래치(latch)될 경우, 높은 충격형 가속도들을 받는다. 장치가 센터링 풋(centering foot)에 위치될 때조차, 각도 센서들, 홀더들(holders) 또는 레이저 축선 가이드들, 예를 들어 레이저 미러들에서의 방향-관련 요소들은 이들의 위치를 최소로 변경할 수 있다. 그 결과, 저장된 교정값들 또는 교정 모델들은 가능하게는 더 이상 완전하게 유효하지 않고, 그 후, 특히 방위 및 고도의 각도 측정들의 측정 정밀도는 또한 더 이상 특정 범위들 내에 있지 않다. 이 경우에, 요구되는 또는 특정 측정 정밀도를 달성할 수 있도록 하기 위해, 스캐너는 적어도 부분적인 재교정 또는 가능하게는 완전히 새로운 교정을 필요로 한다.
- [0117] 장치의 측지학적 배치(geodetic stationing)는 무엇보다도 기구의 수직 위치결정, 기구 높이의 입력, 북쪽을 향한 방향, 및 적어도 하나의 후시 지점(back-sight point; 12)에 의해 셋업의 확립을 포함한다. 후시 지점(12)은 예를 들어 할당된 지면 지점 위에서 알려진 높이를 갖는 타겟 마크일 수 있다. 측지학에 사용하기 위한 스캐너들(1)에는, 세오돌라이트들과 비교할 때, 마찬가지로 참조 지점 위에 설치하기 위해 센터링 어댑터, 스캐너의 트리니온 축선(미러의 회전 축선)의 높이 참조, 특정 프로세스들이 세오돌라이트들 또는 토탈 스테이션들을 이용하는 전통적인 측량의 알려진 작업 프로세스들에 가능한 한 매칭하도록 이들 및 다른 기능들을 작동시키기 위한 경사 센서 및 대응하는 사용자 소프트웨어가 장비된다.
- [0118] 일단 배치가 완료되면, 측정 기구(1)는 공간 또는 종속 좌표계(14)에 대해 참조된다. 후시 타겟(12)을 이용하여, 스캐너(1)는 또한 좌표계(14)에 확립된다. 만약 스캐너(1)가 지점(9001) 위에 위치되면, 그것은 예를 들어 또한, 이들 추가의 지점들에서 후속 셋업에서 서로 이렇게 하여 얻어진 다수의 스캔의 데이터 아이템들을 관련 짓기 위해 추가의 지점들(9002, 9003)을 측정할 수 있다. 선택적으로, 또한 캡처 가능한 측정 장치의 시야에서 기존의 참조 타겟들(10)을 측정하는 것이 가능하고, 측정 장치에 의해 측정들이 공간 또는 종속 네트워크 또는 좌표계에 대해 참조될 수 있다. 측량될 물체들의 도시된 예들은 빌딩들(11, 13), 도로(15), 또는 한 무리의 수목들을 갖는 지형(16)이다.
- [0119] 그러나, 스캔 기능을 가지는 본 발명에 따른 장치들 및 기재된 방법들은 또한 빌딩들, 광산들 등의 내부에서 유사하게 사용될 수 있다.
- [0120] 시스템의 측정 정밀도는 여기서, 개개의 셋업 지점들 및 물체 스캐닝 데이터 자체를 측정할 때 모두 중요한 요소이다. 높은 측정 정밀도는, 만약 체크되거나 새로 결정되면, 일반적으로 단지 보장될 수 있고, 적절하다면, 또한 제 자리에서 보정 또는 교정될 수 있다. 그러므로, 본 발명에 따른 정밀도 체크 및/또는 교정은 만약 가능하다면, 배치 직후, 좌표계에서 확립 또는 다른 측정들 전에 행해진다.
- [0121] 도 2a 및 2b는 바람직하게는 2개의 면들에서 행해지는, 본 발명에 따른 교정 프로세스를 위한 타겟 플레이트(2)에 대한 스캐너(1)의 셋업을 예로서 나타낸다. 도 2a 및 도 2b는 제1 및 제2 면에서의 각각의 경우에서의 타겟(2)의 스캐너 측정을 나타낸다. 스캐너(1)는 여기서 2개의 회전 축선들, 즉 수직축으로서 불리는 관련 방위각 센서를 축선(22), 및 트리니온 축선으로서 불리는, 관련 고도 또는 수직각 센서를 갖는 축선(23)을 가진다. 라인(21)은 축선(22, 23)에 대한 수선(수선)을 나타낸다. 이상적이고 에러가 없는 셋업 및 교정의 경우에, 축선(22)의 수직각은 0 곤(gon)에 대응하고, 축선 수선(21)의 수직각은 100 곤(gon)에 대응한다. 에러들이 없는 정확한 레벨링의 경우에, 축선(23)은 수평면에 놓인다. 화살표(3)는 타겟 축선(3) 및 동시에 예시적인 타겟(2) 위로 조준된 기구(1)의 거리 측정 유닛의 측정 방향을 나타낸다. 각도(34)는 조준각 또는 고도각이고 여각(31)은 수직각으로서 불린다.
- [0122] 도 2b는 도 2a와 비교할 때, 2면 측정의 다른 위치에 있는 기구를 나타내고, 여기서, 수직축(22)(화살표(32)로 나타냄)은 대략 200 곤만큼 회전되고 회전 축선(23)(화살표(33)로 나타냄)은 (400 곤-VI)만큼 회전되고, 여기서 VI는 제1 면에서 수직각을 나타낸다. 그 결과, 에러가 없거나 충분히 교정된 경우에, 동일한 타겟 지점이 측정

되고, 또는 어떠한 에러들도 발생하는 방향 편차들에 기초하여 결정 가능하다.

- [0123] 이러한 경우에서의 에러의 결정 가능한 유형들은 또한 스캐너(1)의 좌표계에 대한 타겟들(2)의 위치결정에 의존한다. 사용자에게 의해 특정되는 정밀도 요건들에 의존하여, 기구(1)는 위에서 설명한 것과 같이, 배치될 타겟 플레이트들(2)의 수에 관한 표시들을 제공하고 또한 이들이 장착되어야 하는 거리들(36) 및 고도각들(34)을 제안한다.
- [0124] 도 3은, 이 실시예에서 지지체에 횡방향으로 부용되는 조준 카메라(4)를 가지는 본 발명에 따른 스캐너(1)의 예를 개략적으로 나타낸다. 이 경우에, 비임 경로에서 단지 하나의 마지막 미러가 빠른 축선(통상적으로 - 그렇지만 반드시는 아닌 - 트리니온 축선)에 대해 이동된다. 스캐너의 추가의 부분들은 정적 부분에 또는 제2의 느린 축선(22)에서 상대적으로 느린 속도로 이동되거나 회전되는 부분에 수용된다. 대부분이지만 반드시는 아니게 - 이것은 수직축이다. 이와 같은 장치들에서, 카메라(4) 자신은 일반적으로 매우 빠르게 회전하는 내측 축선(트리니온 축선)을 중심으로 회전되지 않는다. 전체 거리 측정 유닛 또는 거리 측정 유닛의 적어도 레이저 소스(5)는 통상 또한 빠른 내측 축선 밖에 배열된다.
- [0125] 극좌표들에서 측정하는 장치로서의 스캐너는 특히 미러 편향 때문에, 예컨대 타겟 및 트리니온 축선 에러들과 같은 계통 에러들이 예를 들어 타키미터들의 경우에서와 같이 전통적인 2면 측정 및 평균화를 이용하여 결정될 수 있도록 더 이상 구성되지 않는다. 장치들의 상이한 구성, 특히 측정 방사선의 비임 안내 때문에, 이것은 교정시 고려되어야 한다.
- [0126] 교정 모델에 대해, 이것은 타키미터 세오돌라이트의 경우와 같이, 불변량/상수로서 더 이상 발생하지 않는 컬리메이션 에러들 및 인덱스 에러들을 초래한다. 거기서, 망원경은, 면 1로부터 면 2로의 변경시, 시선 및 레이저 거리 측정 유닛 - 즉 전체 망원경 - 과 함께 레이저 축선을 중심으로 200 콘만큼 회전되고, 여기서 컬리메이션 및 인덱스 에러들이 수선(21)에 대해 일정한 각도 오프셋들로서 발생한다. 한편, 스캐너에 있어서, 2면 측정의 타키미터 교정 모델이 실패한다. 스캐너의 수학적 모델은 타키메트릭 측정 원리(tachymetric measurement principle)의 것과 다르다. 레이저(5) 또는 레이저와 관련되어 있는 전기-광학 거리 측정 유닛(5)은 또한, 도시된 예에서, 트리니온 축선 밖에, 즉 지지체 바로 위에 위치된다. 개략적으로 나타낸 것과 같이, 카메라(4)는 표면형 이미지 센서(예를 들어 CCD 또는 CMOS 칩) 및 렌즈에 의해 상정화된 광학 유닛으로 실현될 수 있다.
- [0127] 예로서, 상업적 CCD 또는 CMOS 센서들은 6 내지 12 메가화소의 화소수를 갖는 1/1.8 인치들, 1/1.5 인치들 또는 1 인치의 크기를 가지며, 화소 크기는 전형적으로 약 2.5 μm 이다. 통합된 카메라의 실용예에 있어서, 예를 들어, 8 메가화소의 해상도를 갖는 2/3-인치 CMOS 센서가 사용될 수 있다. CMOS 센서의 활성면의 중형비는 전형적으로 4:3이고, 그 결과 화소수는 3264 화소 x 2448 화소이다. 이와 같은 센서는, 대응하는 초점 거리를 갖는 대물렌즈와 조합하여, 위에서 언급한 시야 요건들을 모두 충족시킬 수 있고 대략 1 아크초의 필요한 각도 측정 정밀도를 가능하게 할 수 있다. 전형적으로, 1/50 화소들의 화소 보간들이 달성될 수 있다.
- [0128] 광학 유닛은, 요건들에 의존하여, 고정-초점 또는 초점을 맞출 수 있는(focusable) 광학 유닛으로서 구성될 수 있고, 여기서 후자는 예를 들어 거리 측정 유닛의 측정된 거리 정보를 이용하여 포커싱될 수 있다. 연속적으로 가변 또는 스텝 포커스(steppped focus) 및/또는 줌 기능의 경우에, 본 발명에 따르면, 현재의 줌율(zoom factor) 및 타겟 라인 프로세스 에러들이 교정 및 측정 중 그에 따라 고려되는 것이 특히 보장되어야 한다.
- [0129] 레이저 및 카메라의 비임 경로들은 도 3의 실시예에서, 예를 들어 미러들을 이용하여 빠른 내측 축선에 중첩된다. 타키미터 세오돌라이트의 것으로부터 벗어나는 이러한 배치(constellation)는 수학적 교정 모델 및 특히 스캐너를 이용하는 2면 측정의 구성에서 고려되어야 한다. 또한 고정되어 장착된 스탠드(9)의 셋업, 및 스캐너(1)에서, 거리 측정을 위한 레이저 비임의 방향에 의해 결정되는, 타겟 플레이트로 조준되는 타겟 축선(3)을 가지는 타겟 마킹들을 가지는 타겟 플레이트(2)의 예가 도시된다.
- [0130] 도 4는 빠른 축선(23)(트리니온 축선)을 중심으로 회전 가능한 회전 헤드(7) 및 경사된 반사면(29)으로 구성되는, 스캐너에서 비임 편향을 위한 추가의 통상적인 실시예를 나타낸다. 레이저(5)를 이용하여 거리 측정 모듈에 의해 방출되는 측정 비임과 평행한 비임 경로 위로 바람직하게는 다이크로닉-비임 스플리터(6)를 이용하는 조준 카메라(4)(상징적으로 도시됨)의 시야의 광축이 중첩된다. 카메라의 광축은 대안으로 또한 대향 축선축으로부터 중공 샤프트를 이용하여 중첩될 수 있고, 그 결과 레이저의 시야에 대한 카메라의 시야가 직경(diametral)이다. 본 발명에 따른 정밀도 결정 및 교정 프로세스를 위해, 이것은, 만약 그것이 적절히 고려된다면, 관련이 없다. 비임 편향 및 또한 비임 안내들의 추가의 대안의 실시예들의 양 구성들은 본 발명과 호환 가능하다.
- [0131] 도 5a는 이와 같은 타겟 마크의 몇몇 특징들을 설명하기 위해 사용되는 타겟 플레이트(2)로서의 본 발명에 따라

적합한 타겟 마킹(41, 43, 44)의 그래픽 구성의 예를 나타낸다. 그러나, 이와 같은 특정 타겟 플레이트들(2)에 더하여, 기재된 특징들을 대응하는 정도까지 만족시키는 천연 타겟들(natural targets)이 확실히 또한 사용될 수 있다. 그러나, 가장 높은 정밀도를 달성하기 위해, 특히 이들 특징들을 염두하여 설계된 타겟 플레이트들(2)을 사용하는 것이 권장된다.

- [0132] 예시적인 타겟 마킹들(41, 43, 44)은 기하학적으로 표시된 대칭 지점 또는 마킹 지점(41)을 가진다. 마킹들을 가지는 타겟 물체는 평면 타겟 플레이트(2)로서 또는 공간적으로 구성된 타겟 물체(2)로서 구성될 수 있다. 그러나, 3차원 타겟 물체들의 사용은 본 발명에 따르면 절대적으로 필요한 것은 아니다.
- [0133] 이전에 언급한 마킹(41)은 카메라에 대해 우선적으로 최적화되도록 의도되지만, 레이저에 대해서도 최적화되도록 의도되고, 즉 카메라 이미지에 대한 양호한 가시성에 더하여, 그것은 또한 레이저 비임 거리 측정 유닛으로 다시 반사되도록 의도된다. 예로서, 백색 존(41), 또는 반사성 필름을 가지는 존(41)이, 전체 비임 단면에 걸쳐 스캐너의 측정 레이저를 균일하게 영상화하고 상응하여 그것은 다시 거리 측정 유닛 및 카메라에 대해 상응하여 반사시키기 위해 타겟 플레이트(2)의 중심에 위치된다.
- [0134] 타겟 마크들(41, 43, 44)의 강한 휘도 콘트라스트들은 제어 및 평가 소프트웨어가 자동적으로 타겟 플레이트를 발견하고, 방위를 식별하고, 마킹 지점 또는 더 일반적으로 타겟 플레이트의 국부 좌표계의 원점의 좌표들을 결정하고, 동시에 방위각 및 고도에서 높은 각도 해상도를 보장하는 것을 더 용이하게 한다. 예로서, 도시된 패턴은 이것이 전체 권장 거리 범위에 걸쳐 에일리어싱(aliasing) 없이 카메라에 의해 캡처 가능하도록 많은 예지들 및 크기 및 방위를 갖는 카메라의 과장 범위에서 높은 콘트라스트를 가진다. 흑(44) 및 백(43) 기하학적 도형들을 갖는 예시적인 패턴은 여기서 많은 변형들 중 단지 하나이다. 고정-초점 광학 유닛을 갖는 통합된 카메라의 특정 경우에 있어서, 패턴들은 어떠한 아웃 포커스(out-of-focus) 이미지들이 또한 여전히 평가 가능하도록 하기 위해, 너무 작지 않아야 한다.
- [0135] 타겟들을 개별적으로 식별할 수 있도록 하기 위해, 식별 코드를 포함하고 및/또는 카메라 이미지를 이용하여 상응하여 평가될 수 있는, 공간에서 플레이트의 방위의 결정을 허용하는 추가의 영역(42)이 제공될 수 있다. 선택적인, 역반사 존은 예를 들어 타겟 플레이트들을 자동적으로 발견하도록 기능할 수 있다.
- [0136] 덜 정밀한 교정들을 위해, 예를 들어 제조업자에 의해 PDF 파일로서 제공되고 프린터를 이용하여 사용자 자신에 의해 물리적으로 재생될 수 있는 하나의 타겟 마크만으로 충분하다. 높은 클래스의 정밀도를 위해, 안정된, 치수적으로 정밀한 타겟 플레이트(2)가, 예를 들어 평탄한 보강된, 자착식 필름(planar stiffened, self-adhesive film) 또는 플라스틱 또는 금속 플레이트가 권장된다.
- [0137] 도 5b는 이전에 교정된 카메라 및 이미지 처리를 이용하는 측량의 원리를 나타낸다. 표면형 이미지 센서에 의해 이미지 포인트들 또는 화소들의 해상도로 캡처 가능하게 되는 카메라의 시야는 직사각형들(200, 201)로 표현된다. 시야(200)는 이 경우에, 제1 면에서의 기록된 이미지를 나타내고, 시야(201)는 제2 면에서의 기록된 이미지를 나타낸다. 이미지는 관측된 타겟 플레이트의 국부 좌표 축선(210)을 L 심볼로서 상징적으로 나타낸다. 타겟 플레이트(예를 들어 콘의)의 국부 좌표들과 카메라의 화소 좌표들 사이의 기준(이러한 셋업을 위해 정확히 유효한)이 타겟 마크들(41, 43, 44)을 이용하여 결정될 수 있다. 패턴은 레이저 축선에 대한 방향 및 회전 각도에 대한 절대 코딩에 대응하고, 코딩 패턴의 중심 지점은 예를 들어 방향 측정을 위해 사용될 수 있고, 패턴의 정렬은 레이저 축선에 대한 회전 각도를 캡처하기 위해 사용될 수 있다. 카메라의 영점($rc=0$ 및 $ri=0$ 을 가짐)은 타겟 방향의 영점으로서 결정될 수 있고, 이미 위에서 상세히 설명된 것과 같이, 예를 들어 수직축 방향에 의해 천정 겨냥(zenith aiming)을 이용하여 결정 가능하다. 따라서, 방향(212, 213)은 타겟 플레이트 및 그것의 회전 또는 경사(214)에 대해 정확하게 규정되고 측량 가능하다. 추가의 선택적 단계에서, 레이저는 온으로 되고, 레이저 축선은 광점(laser spot)(211)으로부터 필드(41) 위에서 카메라에 대해 보이게 된다. 이미지 처리 수단은 타겟 라인의 각도 위치를 이미지 좌표들에서 측량되는 거리 측정 레이저의 광점에 기초하여 계산한다. 그 결과, 레이저와 카메라 사이의 방위가 알려진다. 또한, 유효 초점 길이(교정된 초점 길이)가 거리 측정을 이용하여 선택적으로 체크될 수 있다. 포인트(211)는 기재된 것과 같이 카메라 좌표들에서 측량 가능한, 카메라에 의한 타겟 마크 상의 거리 측정 레이저의 입사점의 이미지를 상징화하고, 그럼으로써, 레이저의 2개의 방향 파라미터들(rc , ri)이 확인되고 유효 스캐너 레이저 축선이 이렇게 규정된다.
- [0138] 동일한 타겟 플레이트가 양 스캐너 면들에서 측정되므로, 전체 방향 좌표 방위각(Hz) 및 고도/조준각(V)은 에러가 없는 축선 시스템에 대응한다. 그에 반해, 만약 축선이 에러들을 포함하면, 카메라에 의해 캡처된 방향들 및 물체 회전들은 에러가 없는 시스템의 예측된 변환들에 대해 상이하다. 예로서, 에러들은 제1 및 제2 면들로부터 2개의 이미지들을 중첩(superposition)에 의해, 도 5b의 하반부에 도시된 것과 같이, 확인될 수 있다. 2개의

이미지들(200, 201)의 국부 좌표 축선(210)이 중첩되도록 중첩은 선택된다. 측정 화살표들에 의해 여기에 도시된 치수들은 병진 및 회전 형태로 필요한 이미지 변환들을 이용하고, 여기서 분명히 다른 변환들 예컨대 스케일링 또는 이미지 왜곡 또는 왜곡 보정이 또한 사용될 수 있다. 병진들은 V 인덱스 에러 및 트리니온 축선 경사와 관련되고, 물체 회전을 벗어나는 것은 편향 미러 트리니온 축선의 각도 에러를 표시한다. 물체 방향에 더하여, 또한 레이저 축선에 대해 예측된 회전의 벗어남을 캡처하는, 이러한 이미지-기반 평가 방법에 대한 대안으로서, 더 단순한, 단지 방향-기반 방법이 도 10에 관한 설명들에 기재된다.

[0139] 스캐너의 축선 시스템 및 약간의 예시적인 에러들 및 이들의 효과들이 설명 목적 상 개략적으로 도시된 도 6은 예로서 스캐너(1)를 도시한다. 이러한 형태의 도해는 또한 도 7 및 도 8에 유사하게 계속될 것이다.

[0140] 도 6은 이중 축선 센서를 이용하는 경사 측정을 설명하는 기능을 한다. 그것은 장치(1)의 수직 셋업에도 불구하고 에러-포함 플러멧 방향(24)의 측정을 나타내고, 참의 플러멧 방향은 수직축(22)과 일치한다. 종 및 횡방향 에러들은 수선(21)에 대해 평행선(20)을 이용하여 축선(22)에 대해 법평면에서 규정된다. 정확하고 고정밀 측정들을 위해, 참의 플러멧 방향(22)에 관한 중방향 각도(50) 및 횡방향 각도(51)의 편차들이 통상의 반전법들을 이용하여 결정되어야 한다. 이러한 목적을 위해 사용되는 프로세스는 통상의 세오돌라이트에서 사용되는 것에 비교 가능하고, 통상의 세오돌라이트의 교정 프로세스에서 각도 오프셋들(50, 51)은 수직축의 임의의 시작 각도에서 측정된 경사를 이용하여 그리고 200 콘(180°)만큼 이동되는 수직축에 의해 평균화되고/감산된다. 수직축의 다른 이동 각도들에서의 측정값들은 물론 또한 달성 가능한 정밀도를 증가시키고 및/또는 통계적 특성 변수들을 결정하기 위해 고려될 수 있다. 더욱이, 도 6은 참의 수평면(25)을 나타낸다.

[0141] 도 7에 관해, 본 발명에 따른 스캐너들(1)에서의 레이저 축선 편차의 영향이 설명될 것이다. 시준 장치로서 망원경을 이용하여 전통적인 측량 기구들에서, 원격 타겟 포인트는 정확한 방향을 갖는 2개의 면들에서 측정되고, 그 결과 V 인덱스로 불리는 것이 상수로서 결정될 수 있다. 3D 스캐너들(1)에 있어서, 이것은 망원경 타겟팅 유닛, 및 극히 복잡한 방식으로 각도의 제2 정밀도로 정렬 가능한 레이저 비임의 부족 때문에 이러한 형식으로는 거의 불가능하다. 상기 에러를 기술하는 파라미터들이 이러한 단순한 형태로는 더 이상 존재하지 않기 때문에, 레이저 비임의 각도 방향(angular orientation)에 대한 에러 영향들의 더 정확한 분석은 또한 수직각 인덱스(V 인덱스)가 망원경 기구들에 존재하는 것을 나타낸다. 이것은 상이하게 구성된 셋업 및 장치에서의 광경로 또는 레이저 축선의 프로파일 때문이다. 알려진 수직각 인덱스 대신에, 스캐너(1)에서, 측정된 수직각을 위조하는 상이한 영향을 주는 파라미터들이 발생하고, 이것은 본 발명에 따른 교정 방법에서 상응하여 고려된다.

[0142] 수직각(31)은, 수직축(22) 및 타겟 또는 타겟 축선(3)에 대해, 스캐너(1)에서 마찬가지로 각도(53)만큼 각도 측정 방향(3')으로부터 벗어날 수 있지만, 후자는 스캐너(10)에서 비임 안내의 기하학 때문에 고도 영역에 걸쳐 더 이상 일정할 필요는 없다. 스캐너들에서, 특히 거리 측정 유닛의 레이저 소스를 또한 이동시키지 않는 것들에서, 이것은 하나 또는 양 축선 위치들에 의존할 수 있다. 따라서, 이것은 수학적으로 모델링되어야 하고 에러-포함 각도 측정(3')의 방향 및 교정 파라미터들을 결정할 때 고려되어야 한다.

[0143] 도 8은 컬리메이션 에러(54) 및 스캐너(1)의 트리니온 축선 경사(53)를 나타낸다. 트리니온 축선 경사(53) 및 컬리메이션 에러(54)(Hz 컬리메이션)는 시준 장치를 이용하는 전통적인 측량 장치들로부터 알려진 파라미터들이고, 파라미터들은 트리니온 축선(23)에 대해 이상적인 100 콘 각도에 대한 레이저 축선의 수평 편차를 기술한다.

[0144] 도해는 다시 수직축(22) 및 트리니온 축선(23), 및 타겟 축선(3)을 나타내고, 타겟 축선(3)은 트리니온 축선(23)에 대해 대칭인 수직축(22)을 포함하는 평면에서, 컬리메이션 에러(54)만큼 이론적인 소정의 레이저 축선(3')으로부터 수평 방향으로 벗어난다. 더욱이, 또한 각도(53)를 이용하여 수직축(22)에 대해 이론적으로 직교하는 트리니온 축선(23)에 대해 에러-포함 트리니온 축선(26)의 트리니온 축선 경사(53)가 도시된다.

[0145] 실현 가능한 시스템들에 있어서, 각각 여기서 따로따로 설명된 에러들은 통상 그들만에 의해서는 발생하지 않고 임의의 조합으로 발생한다.

[0146] 스캐너(1)에 대해, 에러 영향들에 부합하는 새로운 교정 모델은, 수직축, 트리니온 축선, 빠른 축선으로서의 트리니온 축선(55, 56)에 대한 레이저 축선, 회전 축선에 대한 회전 미러의 편향각들, 및 각도 센서들과 레이저 축선 사이의 관계에 관한 가능하게는 추가의 관련 축선을 정량적으로 기술하기 위해 필요하다. 더욱이, 기구를 떠나는 레이저 비임의 광축은 여기서 레이저 축선인 것으로 고려된다. 임의의 축선 오프셋들, 즉 축선 간의 거리들은, 주로 가까운 범위에서 작용하고; 큰 거리들에서 이들의 영향은 양호한 근사(good approximation)에서 무시할 수 있다. 축선 오프셋들은 측정되고 제조업자에 의해 교정 모델에서 고려되고, 그러므로 필드 교정은 이

점에서 필요하지 않다는 것이 여기서 가정된다.

- [0147] 레이저 비임이 통합된 카메라에 의해서는 관측할 수 없는, 도 9에 예로서 도시된 실시예의 경우에, 예를 들어 레이저 광장 또는 기하학적 배열(geometrical arrangement) 때문에, 대안으로, 외부에서 결합되거나 예를 들어 지지체에 통합될 수 있는 보조 장치(17)는 지지체 및 현재 유효한 V 인덱스에 대해 레이저 비임의 2개의 방향각들(r_c, r_i)을 측정하기 위해 사용될 수 있다. 게다가, 위치적으로 민감한 검출기(positionally sensitive detector; PSD) 또는 추가의 카메라가 결합되거나 또는 지지체 위에 제2 정밀도로 장착될 수 있으므로, 트러니온 축선 각도 센서에서 V 각도와 함께 레이저 비임 방향을 결정할 수 있다. 이 경우에, 보조 장치(17)는 이 경우에 수개의 위치들에서 - 여러 V 각도들에서 - 장치(1)에 연결될 수 있다. PSD 센서를 가지는 이와 같은 콜리메이터는, 카메라에 의해 캡처할 수 없는 레이저 스폿의 경우에, 이론적인 레이저 축선 및/또는 카메라의 광축의 미리 결정된 방향에 대한 비임 편차를 높은 정밀도로 결정하는 데 사용될 수 있다. 측방향 광전 효과에 기초한 PSD 센서들에 대한 대안으로서, 다른 광학 위치 센서들은 또한 예컨대 포토다이오드들, 구상(quadrature) 포토다이오드들, CCD/CMOS 카메라들과 같은 광점의 위치를 결정하는 데 사용될 수 있다. 결합될 수 있는 보조 장치(17)로부터 규정되고 알려진 방향들을 이용하여, 카메라의 영점을 포함하는 교정 모델의 모든 파라미터들이, 특히 만약 보조 장치가 상이한 V 각도들에서 장착될 수 있다면, 특이하게 결정될 수 있다.
- [0148] 이전의 도해에 따르면, 조준 카메라(4)에 의해 관측되는 축선 에러들이 더 상세히 그리고 이에 대해 도 10a, 10b, 10c, 10d에서 공통인 보조 반구 도형 형태로 스캐너(1)를 교정하기 위한 본 발명에 따른 원리들의 구체 구성 가능성들에 관해 설명된다. 도 10a, 10b, 10c 및 10d는 타겟 플레이트 평면의 좌표들이 어떻게 카메라의 것들과 상관하는지를 질적으로 도시한다.
- [0149] 본 발명에 따른 필드 교정 방법은 상이한 예시적인 실시예들 및 변형예들로 구현될 수 있다. 알려진 좌표들을 타겟 플레이트들(2)의 경우에, 이들은 단일 스캐너 셋업으로 그리고 하나 또는 2개의 면들로 측정될 수 있다. 제1 단계로서, 레이저 방향(r_c, r_i) - 예를 들어 이미 이전에 설명된 것과 같이 - 은 카메라에 의해 확인되고 체크될 수 있다. 그 뒤에, 레이저를 사용하지 않고, 예컨대 카메라의 영점, V 인덱스, 트러니온 축선 경사 및 미리 경사와 같은 파라미터들은 축선 모델들 및 조정 계산을 이용하여 결정될 수 있다. 방법의 이러한 가능한 실시예는 실행하기는 상대적으로 간단하지만 준비면에서는 상당히 복잡한데, 그 이유는 타겟 플레이트들(2)이 예를 들어 세오돌라이트를 이용하여 미리 상응하여 정확하게 교정되어야 하기 때문이다.
- [0150] 본 발명에 따른 방법의 다른 실시예는 또한 참조되지 않은 타겟 플레이트들(2)에 의해 교정을 행할 수 있다. 타겟 플레이트들의 좌표들은 이 경우에 알려져 있지 않다. 본 발명에 따른 교정의 제1 변형예는 도 5b를 참조하여 이미 설명되었고, 여기서는 방향들에 더하여, 각도상 초들(seconds)의 이미지 회전들이 또한 카메라에 의해 정확하게 측정된다.
- [0151] 체크 프로세스의 더 단순화된 변형예에 있어서, 타겟 플레이트들(2)에 대한 방향들이 측정된다. 조정 계산에 필요로 되는 모델 매트릭스가 놀랍게도 단수형(singular)이기 때문에, 이와 같은 프로세스에 의해 - 본 발명에 따른 카메라 측정 없이 - 모든 축선 파라미터들은 단일 스캐너 셋업에서, 2면 측정을 이용해도 결정할 수 없다는 것을 알 수 있다.
- [0152] 그에 반해, 본 발명에 따른 방법을 이용할 경우, 이러한 문제는 일어나지 않는데 그 이유는 예를 들어 레이저 및 회전 축선의 축선 파라미터들의 결정이 따로따로 다루어질 수 있기 때문이다. 레이저 방향의 축선 파라미터들(r_c, r_i)은 타겟 플레이트(2) 상의 레이저 포인트의 카메라 관측을 이용하여 또는 도 9에 기재된 것과 같은 보조 수단(17)을 이용하여 확인될 수 있다. 기계적 축선 파라미터들 예컨대 p_{ci}, k 및 i 는 다수의 n 개의 타겟 플레이트들을 겨냥하는 카메라를 이용하는 2면 측정에서 결정된다. 타겟 플레이트들에 대한 스캐너의 단일 셋업은 여기서 충분하다.
- [0153] 도 10a는 수직축(22) 및 트러니온 축선(23) 및 카메라의 시야 및 레이저 또는 타겟 축선(3)을 편향시키는 중앙 회전 미러(29)를 갖는 이상적인 축선 시스템을 구면 도해로 나타낸다. "L" 심볼(101)은 카메라의 국부 좌표계를 나타내고, 각각의 경우에 카메라의 센서 평면의 이미지에 대응하여 도시된다. "L"의 2개의 방향들은 또한 빠른 회전 또는 트러니온 축선에 대한 레이저 소스의 비임 방향의 가능한 각도 편차들(r_c, r_i)을 나타내도록 고려될 수 있다. 이들 각도 편차들에 의해, 카메라의 국부 좌표계는 또한 가능한 레이저 비임 편차들을 기술할 수 있다. 도 10a는 L 심볼에 대해, 특히 $V = 100$ 콘에서의 수평 겨냥(104)과 $V = 0$ 콘에서의 천정 겨냥(103) 사이의 타겟에서의 국부 카메라 좌표들의 100 콘 이동을 도시한다.
- [0154] 도 10b는 $V = 100$ 콘의 수직각에서의 2면 측정이 레이저 비임 방향(r_c, r_i)의 파라미터들을 결정하는데 적절하

지 않은 이유를 도시한다. 카메라 좌표들(101) 및 따라서 또한 양 측정들로부터의 레이저 비임 방향은 좌표 축선(115)에 따라 일치한다. 이것은 세오들라이트들에서의 칼리메이션 에러의 타키미터 측정으로부터 알려져 있지 않고, 그러므로, 측량사에 대해 예측되지 않는다. 그러나, 타겟 축선(3)에 의해 도시된, $V = 50$ 콘 또는 350 콘에서, 제1 및 제2 면에서의 카메라 좌표들의 방향들은 "L" 심볼들(113)(면 1) 및 (114)(면 2)에 대해 볼 수 있는 것과 같이, 100 콘만큼 서로에 대해 회전되고, 그 결과 rc 및 ri 가 예를 들어 도 6b의 방법에 따라 결정 가능하다.

[0155] 도 10c은 트리니온 축선 에러, 즉 제1 면에서 수직축(22)에 대해 경사진 내측 회전 축선(22A) 또는 제2 면에서 22B를 갖는 축선 시스템을 보조 반구로 나타낸다. $V = 100$ 콘에서, 카메라 상의 타겟 좌표들은 "L" 심볼들(117, 118)로 도시된, 제1 및 제2 면들에서 서로에 대해 회전된다. (과선으로 나타낸 원호들을 따라) $V = 0$ 콘까지 증가하는 고도에 의해, $V = 50$ 콘을 갖는 타겟(127, 128) 상의 국부 카메라 좌표들 및 $V = 0$ 콘에서의 타겟(137, 138) 상의 국부 카메라 좌표들에 의해 도시된 것과 같이 평행이동(translation)이 추가된다.

[0156] 회전 미러의 각도 에러는 다시, 도 10d의 도면에 도시된 약간 다른 효과를 가진다. 원뿔형 에러 형태로 회전 미러에 의해 생성되는 에러 영향은 양면들에서 타겟 위치의 고도-의존, 순수 평행이동을 실행한다. 이것은 제1 면에서 타겟(116, 126, 136) 상의 국부 카메라 좌표들 및 제2 면에서 대응하는 좌표들(119, 129, 139)에 의해(또한 각각의 경우에 과선들로 그려진 고도를 따라)에 의해 도시된다.

[0157] 구체적인 예시적인 실시예에 있어서, 카메라는 예를 들어 기존의 축선 시스템에 대해, 특히 수직축에 대해, 대략 수평선(horizon)에서 조준될 수 있는 대략 20 m 거리에 있는 타겟 플레이트를 겨냥하는 스캐너에 의해 재조정될 수 있다. 스캐너는 타겟 플레이트 위에서 래스터 또는 매트릭스 형태로 작은 단계들(steps)로 이동한다. 여기서, 타겟 플레이트들의 이미지들은 교정될 카메라에 의해 기록된다. 동시에, 수직축 및 트리니온 축선(Hz, V)의 각도 센서들이 판독된다. 그 뒤에, 제어 유닛은 이미지 처리를 이용하는 카메라의 국부 좌표계의 화소 유닛들에서 타겟 중심 포인트들(타겟 마크의 시각적 특징의 예로서)을 결정하거나 측량한다. 각도 센서들(콘)과 카메라(화소들)의 좌표계 사이의 변환이 각도 센서값들 및 관련 카메라 위치값들로부터 구성되는 이러한 데이터 세트로부터 조정 계산을 이용하여 확인된다. 이렇게 하여, 카메라는 각도의 제2 정밀도 또는 그 이상으로 교정된다. 환언하면, 카메라의 교정은 각도 센서값들을 이미지 정보로부터의 관련 측량 결과들과 상관지워 행해진다. 그 결과, 장치 모델 때문에 존재하는 반전(reversal) 측정의 심지어 기하학적 제한들이 고려될 수 있다.

[0158] 이미지 평가 중, 이미지 센서 상의 타겟 마크의 2개의 인접한 콘트라스트 표면들 사이의 에지의 이미지의 위치는 알려진 방식으로 보간되고, 따라서, 서브화소 정밀도로 확인된다. 그것에 의해, 과도 화소 내의 에지의 위치가 타겟 플레이트의 2개의 콘트라스트 표면들 사이의 과도 화소의 휘도에 대해 추론될 수 있고, 달성 가능한 위치는 전형적으로 대략 1/50 화소들이다.

[0159] 축선 교차점에 대해 수선에 의해 형성되는 이상적인 타겟 방향은 예로서, 수직축 및 트리니온 축선으로부터, 카메라 시스템의 영점으로서 규정될 수 있다. 그러나, 양 시스템들 - 카메라 모듈 및 레이저 소스 - 는 동일한 회전체(도시된 경우에는 수직축) 위에 장착되므로, 2개 사이에 강한 접속(rigid connection)이 있다. 서로에 대한 이들의 공간 안정성 때문에, 카메라의 영점은 에러가 없는 레이저 타겟팅 방향으로서 규정될 수 있다. 카메라 영점의 이러한 유형의 정의는 이미 도 10a에 기재되어 있고, 도 10a에서 "L" 심볼의 2개의 방향들은 빠른 회전 또는 트리니온 축선에 대해 레이저 소스의 비임 방향의 가능한 각도 편차들(rc , ri)을 나타내는 것으로 고려된다. 여기서 카메라의 국부 좌표계의 바람직한 영점은 "L" 심볼의 코너에 대응한다.

[0160] 장치 구조의 기술적 안정성 고려사항들의 이유 때문에, 많은 경우들에, 2개의 회전 축선들에 대한 카메라(영점)의 광축의 교정은 각각의 장치 셋업에 절대적으로 필요하지 않은데, 그 이유는 이들의 배열이 통상 매우 안정적이기 때문이다. 얻을 수 있는 지점 정밀도에 대해 높은 감도를 갖는 가장 불안정한 파라미터들은 일반적으로 트리니온 축선(k)의 및 회전 미러(pci)의 레이저의 각도 편차들(rc , ri) 및 V 인덱스(i)이다.

[0161] 본 발명에 따른 방법들을 위해, 기구는, 교정 파라미터들의 새로운 결정이 기재된 방법에 기초하여 필드에서 사용자에게 의해 행해지는 소프트웨어 프로그램을 이용할 수 있게 한다. 사용자는 여기서 장치의 어느 파라미터들이 체크되어야 하고 어느 것이 교정 측정 프로세스를 이용하여 개별적으로 다시 결정되어야 하는지를 선택할 수 있다.

[0162] 하나의 셋업에서 2면 측정에 기초하는, 에러 결정을 위한 하나의 예시적인 실시예가 이하에 설명될 것이다. 단지 스캐너의 축선 에러들을 체크하고 결정하기 위한 데이터는 카메라 지지체에 의해 측정되는 방향들을 포함한다.

다. 이를 위해, 스캐너는 그것의 카메라를 주변에, 이들 중 전형적으로 대략 1, 2, ..., 8, 10가 미리 장착된 타겟 플레이트들로 겨냥한다. 이들은 카메라에 의해 각각의 경우에 2개의 면들에 기록되고, 여기서 다시 수직 및 트러니온 축선(Hz, V)의 각도 센서들은 동시에 관측된다. 적절히 구성되는 관측들을 위해, 타겟 포인트들이 상기한 조준각들에서 볼 수 있어야 하는 것이 여기서 주의해 한다. 필요한 타겟 플레이트들의 특정 수 및 이들의 권장되는 셋업 위치들은 실질적으로 결정될 교정 파라미터들에 의존한다.

[0163] 그 결과, 모든 타겟 마크들의 기하학적 중심 포인트들의 각도 좌표들은 각각의 경우에 양 스캐너 면들(Hz_I, V_I) 및 (Hz_{II}, V_{II})에 대해 이용 가능하다. 위에서 또한 기재된 타겟 라인에 대한 타겟 플레이트들의 회전들의 결정은 상기 방법의 이러한 예시적인 실례가 되는 가장 단순한 실시예에서 생략된다. 만약 거리가 동시에 캡처되면, 완전한 카테시안 좌표들, (x_I, y_I, z_I) 및 (x_{II}, y_{II}, z_{II})가 알려지거나 측정된 극좌표들로부터 계산 가능하다.

[0164] 제1 평가 단계에서, 스캔 기능(1)을 가지는 본 발명에 따른 장치는 카메라의 좌표계에서 레이저 축선의 임의의 각도 편차들을 확인하기 위해 사용될 수 있다. 이것은 카메라 및 레이저가 동일한 방향으로 지향되고 레이저 스폿이 카메라에 의해 캡처될 수 있는 스캐너들에 대해 특히 간단하다. 턴-온 레이저는 이 경우에 타겟 플레이트로 겨냥되고 카메라는 레이저 광 스폿의 중심 지점 또는 이미지 좌표들에서의 타겟 플레이트 상의 레이저 스폿을 측량한다. 만약 레이저 파장 범위가 카메라에 의해 캡처 가능하지 않으면, 타겟 플레이트는 적어도 특별히 제공되는 영역에서, 레이저 광 등 하에서 형광을 내는(fluoresce) 표면에 의해, 카메라에 대한 레이저 스폿을 볼 수 있도록 구성될 수 있다.

[0165] 레이저 및 카메라가 지지체들의 각각 대향측들에 통합되고 카메라 및 거리 측정 유닛의 광축이 각각 상이한 방향들에서 회전 미러에 의해 편향되는 스캐너들의 실시예들에 있어서, 교정은 약간 더 복잡하다. 예를 들어, 제2의 정밀한 광학 편향 수단이 카메라에 의해 캡처 가능한 레이저를 제공하기 위해 이용될 수 있고, 또는 이들 기구들에서 양측 상에 사용되는 회전 미러는, 레이저 방사선의 일부가 카메라 위에 직접 입사되어 레이저 포인트가 직접 보여지도록, 레이저 광에 대한 특정 잔여 투과율이 제공될 수 있다.

[0166] 또한 결정될 남은 축선 파라미터들(pci, k 및 i)은 제2 단계에서 확인된다. 2면 측정의 측정 데이터를 평가하고 교정 파라미터들을 다시 결정하기 위해, 복수의 특정 방법들이 알려져 있고 이 기술분야에서 대응하는 문헌을 포함해서 이용 가능하다. 면 1 및 면 2에 대한 데이터의 대응하는 세트들은 상이한 구성(difference formation)을 이용하여 상관된다. 면 1 및 면 2에서의 기하학적 조건들로 인한 제한들은 여기서 절대적으로(implicitly) 고려된다.

[0167] 대응하는 물체 공간 좌표들 또는 타겟 플레이트 좌표들의 차이는

$$3D : (\Delta x, \Delta y, \Delta z) = L3D$$

$$2D : (\Delta Hz, \Delta V) = L2D$$

[0168] 에 대해 관측들(L)을 규정하고,
 [0169] 여기서 Hz=방위각, V=수직각이고,
 [0170] 차들:
 [0171]

$$3D : \Delta x_k = x_{II_k} - x_{I_k}$$

$$\Delta y_k = y_{II_k} - y_{I_k}$$

$$\Delta z_k = z_{II_k} - z_{I_k}$$

[0172]

$$2D: \Delta Hz_k = Hz_{H_k} - 200 - Hz_{I_k}$$

$$\Delta V_k = 400 - V_{H_k} - V_{I_k}$$

[0173] 이다.

[0174] 극좌표들에서의 물체의 표현은 "2D"로서 불리고, 카테시안 공간에서는 "3D"로서 불린다.

[0175] 교정 파라미터들 및 측정 데이터는 수학적 파라미터 추정을 위한 초기 면(initial face)으로서의 기능 모델(F)로 예를 들어 $F(L,X)=0$ 의 형태로 결합되고, 여기서 L은 측정 변수들(관측들)을 나타내고 X는 필요 파라미터들을 나타낸다. 조정 계산의 사상에 따르면, 새로운 파라미터 세트(X)는 최적화 방법들을 이용하여 발견되고, 여기서 F는 최소로 필요로 된다. 공학 측량은 종종 가우스-마르코프(Gauss-Markov)에 따른 조정 계산 또는 가우스-헬머트(Gauss-Helmert)에 따른 더 일반적인 모델들을 사용한다. 게다가, 방정식 체계(F)는 선형화되어, 모델 매트릭스(A)(Jacobi matrix) 및 수선 방정식 매트릭스(N)를 초래한다. 수학적 표현은 이 경우에

$$L + v = A * X .$$

[0176]

[0177] 이 경우에:

[0178] X = 알려진 파라미터의 벡터;

[0179] A = 측정값들을 갖는 설계 또는 모델 매트릭스, 이것은 파라미터들 X에 대한 기능 관계의 도출에 의해 만들어지고;

[0180] L = 관측들, 측정값들;

[0181] V = 잔차들(향상들(improvements)로서도 불림).

[0182] 측정된 관측들에 대한 가중 잔차 자승 합의 최소화에 대한 요구는 알려진 파라미터들의 방정식 체계를 초래한다. 새로 결정된 교정 파라미터들, 예를 들어 트리니온 축선 에러(k), 미러 에러(pci) 및 V 인덱스(i)는 새로운 방정식 체계의 결과이다. 모델링 및 측정된 변수들 간의 잔여 차들은 잔차들로서 불린다.

[0183] 잔차들은 달성된 측정 정밀도의 표시를 부여한다. 대안으로, 측정 정밀도의 표시는 또한 사용자의 작업 환경에 부합될 수 있다. 그러므로, 다른 예를 들어 통계적 정밀도 표시들 예컨대 전체 각도의 표준 편차도 또한 사용자 인터페이스에 대해 결정 가능하고 표시 가능하다.

[0184] 정밀도 결정을 위해, 새로운 잔차들의 귀납적 변화(a-posteriori variance)가 계산된다. 다음의 표준 편차는 글로벌 테스트(global test)로서 불린다.

$$\sqrt{\frac{\sum_k (residuals_k)^2}{K - u}} =$$

[0185] 단위 중량의 변화(variance of unit weight)

[0186] 단, k = 측정들의 수이고, u = 제한들의 수이다.

[0187] 선택적, 추가적인 계산 단계에 의해 추정된 파라미터들의 공분산들(covariances)이 이때 또한 이용 가능하다.

[0188] 위에 기재한 것과 같이 2개의 면들에서 측정들로부터의 쌍들을 직접 비교하는 것 대신에, 모든 관측들은 또한 서로 독립적으로 매트릭스(A)로 조합된다. 예를 들어 구조상으로(constructively) 또는 기하학적으로 제동되는, 2면 측정의 제한들 또는 추가의 요건들은 이때 조정 문제에서 제한들로서 불리는 조건 방정식들로서 포함될 수 있다. 제한들은 예를 들어

$$Hz_{II} - Hz_I = 200 \text{ gon}$$

$$V_{II} + V_I = 400 \text{ gon}$$

- [0189]
- [0190] 초래한다.
- [0191] 가우스-헬머트 방법 또는 전최소 자승법(total least square method)이 또한, 이 경우에 해법(solution method)으로서 사용될 수 있다. 제한들은 여기서 라그랑즈 승수법(Lagrange multipliers)을 이용하여 조정 계산의 방정식 체계에 포함된다. 가중 이차 조정 방법(weighted quadratic adjustment method) 외에, 다른 추정 함수들이 시스템 파라미터들을 도출하기 위해 또한 가능하다는 것을 이 기술분야에서 숙련된 사람에게 명백할 것이다.
- [0192] 본 발명에 따라 확인된 교정 파라미터들에 기초하여, 후속 측정들에서 측정값들의 보정들이 온라인 또는 오프라인으로 행해질 수 있다. 또한, 통계적 특성값들에 기초하여, 본 발명에 따른 정밀도 체크로부터, 측정 결과들의 정밀도에 관한 서술들(statements)이 특정 측정이 예측되게 하는 것을 가능하게 하고, 이 측정은 특히 이 분야에서 최근 도입되고 여전히 일반적이지 않은 측정 장치들 및 측정 방법들에서 실제로 종종 도움이 되고 또는 심지어 필요하다.
- [0193] 도 11은 특히 사용자 인터페이스를 이용하는 장치 소프트웨어의 사용자에게 대화식 사용자 안내 형태로 이용할 수 있게 하는, 본 발명에 따른 체크 및/또는 교정 방법의 예시적인 진행 시퀀스의 플로차트를 나타낸다. 여기서, 참조 번호들은 다음과 같은 것을 나타낸다:
- [0194] 300: 기구 셋업;
- [0195] 301: 입력: 교정될 파라미터들 및 이들의 미리 특정된 정밀도들;
- [0196] 302: 출력: 감도 분석(온라인으로 확인됨)에 기초하여 확인된 교정 필드, 고도 섹터들 및 거리 범위들을 갖는 타겟 플레이트들의 수를 제안
- [0197] 303: 선택: 레이저의 카메라 및/또는 각도 에러의 교정? (예/아니오);
- [0198] 304: 축선 시스템 및/또는 레이저의 각도 에러들에 대한 변환 카메라 시스템의 결정;
- [0199] 305: 측정: 카메라의 지지체를 갖는 타겟 물체들의 2-면 측정;
- [0200] 306: 출력: 계산된 새로운 교정 파라미터들, 오래된 파라미터들, 잔차들, 달성된 통계적 측정 정밀도, 시스템 정밀도, ...;
- [0201] 307: 선택: 새로운 파라미터들 인정? (예/아니오);
- [0202] 308: 새로운 파라미터들의 저장. 종료;
- [0203] 309: 선택: 반복?(예/아니오);
- [0204] 310: 종료;
- [0205] 311: 출력: 최적화된 교정 필드 제안: 추가로 "위를 보라(see above)".
- [0206] 상세하게는, 제1 단계 300에서, 장치의 셋업이 이미 기재된 것과 같이 행해진다.
- [0207] 그 뒤에, 단계 301에서, 사용자는 교정 또는 체크될 파라미터들 및/또는 관련된 미리 특정된 정밀도들을 입력, 또는 이들을 다수의 미리 특정된 데이터 세트들로부터 선택할 수 있다. 선택적으로, 체크하도록 의도된 셋업들의 수가 기구에 입력될 수 있다.
- [0208] 다음에, 장치는 단계 302에서 특히 온라인으로 확인된 감도 분석에 기초하여 교정 필드를 결정하고, 설정될 다수의 타겟 플레이트들 및 이들의 고도 섹터들 및 거리 범위들을 사용자에게 제안하고, 또는 사용자는 교정을 위해 이들의 유용성에 대해 장치에 의해 증명된, 사이트-의존하는, 대안의 타겟 플레이트 셋업 위치들을 제안할 수 있다.
- [0209] 감도 분석은 이 경우에, 단순화된 표현들로, 교정 프로세스에서 확인된 측정값들을 갖는 장치 모델의 모델 매트

릭스(또는 보조인자 매트릭스(cofactor matrix)로 불림)이 불량하게 조정되지 않거나 또는 심지어 이상하게 되어, 각도 파라미터들의 정밀한 결정에 비생산적이고 잠재적으로 높은 표준 편차로 이어질 수 있는 프로세스를 가리킨다. 제안되거나 선택된 타겟 플레이트 셋업들에 대해 확인될 교정 파라미터들의 감도가 분석될 뿐만 아니라, 서로에 대한 이들의 상관관계들이 분석된다. 감도 분석에 따라, 타겟 플레이트들의 바람직하거나 또는 부적절한 공간 구성들이 이렇게 평가될 수 있고, 따라서 교정 프로세스가 미리 특정된 정밀도 요건들을 충족시킬 수 있는 것이 보장될 수 있다.

[0210] 사용자는 비록 기재된 단계 304가 각 교정 프로세스에 대해 많은 경우에 반드시 실행되지 않아야 하지만, 선택 303을 갖는 카메라 교정의 단계 304를 선택적으로 시작할 수 있다. 카메라 또는 레이저 타겟 라인이 교정되는 단계 304는 예를 들어 건너뛴 수 있다.

[0211] 다음에, 단계 305에서, 미리 셋업 또는 선택된 타겟 플레이트들 또는 타겟 물체들의 실제 측량이 각각의 경우에 2개의 면들에서, 즉 (예러가 없는 경우에) 동일한 타겟 지점이 측정되는 2개의 장치 축선의 이들 2개의 정렬들에서 행해진다. 여기서, 임의의 예러들은 이미지 처리 소프트웨어를 이용하는 카메라 이미지들을 평가하여 식별 및 결정된다. 축선의 카메라 및 각도 측정 장치를 이용하여 식별 및 결정되는 편차들로부터, 그 후에 장치 정밀도가 또한 결정 가능하게 된다.

[0212] 단계 306에서, 새로운 교정 파라미터들, 향상들(improvements), 통계적 특성값들(예컨대 달성된 통계적 측정 정밀도, 시스템 정밀도 등)이 계산될 수 있고, 교정 파라미터들과의 비교들이 결정될 수 있고, 다량의 추가 정보가 결정될 수 있고, 만약 적절하다면, 또한 사용자를 위해 수치 또는 그래픽 형태로 표시될 수 있다.

[0213] 확인된 교정 파라미터들 및 정밀도 상세들은 사용자에게 의해 선택 307과 관련하여 증명될 수 있고, 만약 적절하다면, 단계 308에서 후속 측정들을 위해 수용 및 저장될 수 있다. 만약 확인된 교정 파라미터들이 필요한 정밀도 요건들을 충족시키지 못하면, 교정 프로세스와 관련하여 불충분함을 나타내는 값들(예를 들어 충격들, 타겟 플레이트들의 셋업들의 최적인 아닌 선택, 장치 또는 타겟 플레이트들의 불안정한 셋업, 바람직하지 않은 광 조건들 또는 다른 방해하는 영향들), 또는 이와 같은 교정 파라미터들은 장치 소프트웨어에 의해 식별되고, 선택 309는 체크 및 교정 프로세스를 반복하기 위해 사용될 수 있고 또는 교정 프로세스는 단계 310에 의해 차단될 수 있다.

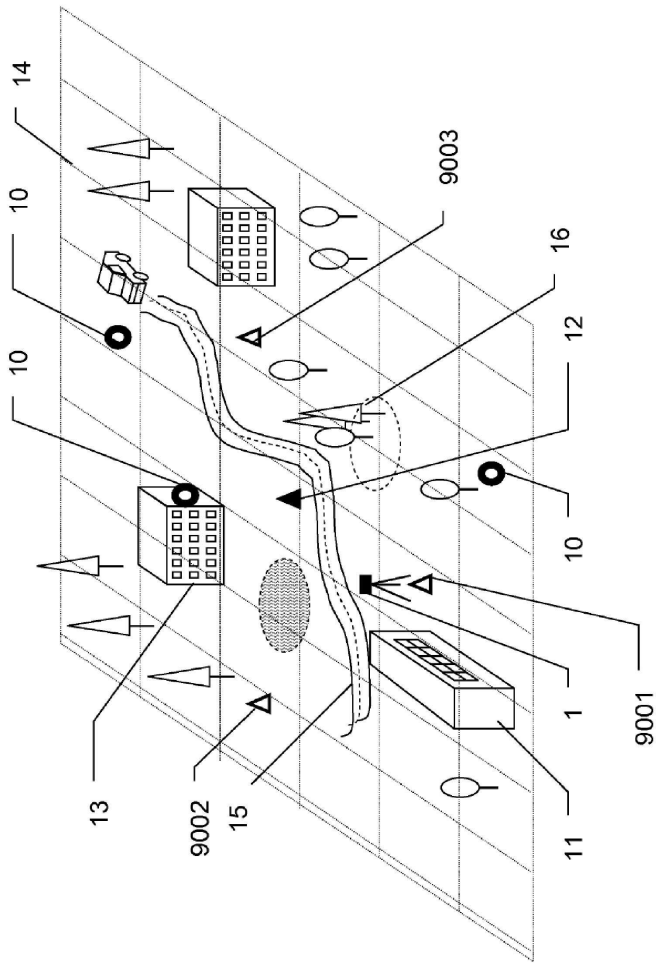
[0214] 단계 311에서의 반복이 만약 적절하다면, 장치 소프트웨어가 사용자에게 대응하는 제안들을 할 수 있는 단계 302에서 시작하는, 상응하여 최적화되는 교정 필드에 의해 그 경우에 행해질 수 있다. 대안으로, 단계 305에서의 측정만이 반복될 수 있다. 확인된 정밀도 및 교정 정보는 그 후 결정된 측정 데이터와 함께 추가의 정보로서 장치의 측정 동작에서 저장될 수 있고, 상응하여 이들의 평가에 고려될 수 있다.

[0215] 하나의 예시적인 실시예에 있어서, 도 12에서의 것과 같이, 플레이트들의 셋업 중, 이들이 중력으로 인해 자신들을 배열하여, 이들이 규정된 거리를 갖고 이층으로 수직이 되도록, 교정 타겟은 구성되고 및 배열되는 적어도 2개의 타겟 플레이트들에 의해 구성될 수 있다. 예로서, 이와 같은 교정 타겟은 카메라에 의해 검출 가능하고 플래닛 라인(99) 또는 추 라인(plumb line)에서 서로에 대해 규정된 거리(98)에 배열되는, 콘트라스트 표면들을 갖는 2개의 타겟 플레이트들(2)로 구성될 수 있다. 교정 타겟의 2개의 타겟 플레이트들은 이 경우에 또한 예를 들어 공통 캐리어 위에 길다란 플레이트로서 구성될 수 있고, 이 플레이트는 서로 알려진 거리에서 상부 및 하부에 콘트라스트 패턴을 가지며, 콘트라스트 표면 패턴은 카메라에 의해 측정 가능하고, 중력의 영향 하에서, 자신을 수직이 되도록 지향시키고 또는 사용자에게 의해 수직이 되도록 설정된다. 대안으로, 셀프-레벨링(self-leveling)되거나 또는 레벨 또는 중력 센서를 이용하여 레벨링될 수 있는, 서로로부터 알려진 거리를 가지는 2개의 타겟 플레이트들의 구성이 또한 사용될 수 있다. 서로에 대한 장치 및 교정 타겟의 임의의 공간 셋업에서, 단일 장치 및 교정-타겟 셋업에서의 교정은 여기서 2개의 면들에서 카메라를 이용하여 교정 플레이트들(2)을 측정하고 장치(1)와 타겟 플레이트들(2) 사이의 거리를 결정하여 실행될 수 있다.

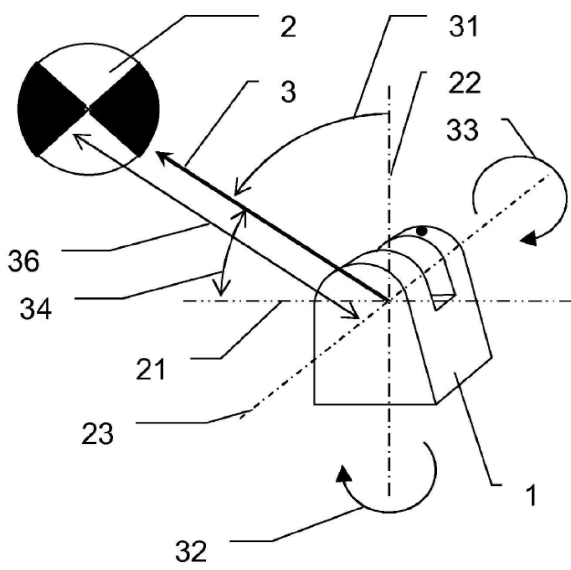
[0216] 교정 파라미터들을 계산하기 위해, 여기서는 장치의 수직축이 수직인, 즉 타겟 플레이트들(2)의 수직인 배열에 대해 평행한 것이 가정될 수 있다. 2개의 타겟 플레이트들(2) 사이의 알려진 수직 거리(98)와 함께 측정 데이터에 기초하여, 삼각형(타겟 플레이트 A - 스캐너 - 타겟 플레이트 B)이 여기서 생성되고, 그것에 의해(예를 들어 조정 계산에 의해) 축선 시스템의 모든 각도 파라미터들이, 프로세스에서 singlar 방정식 체계(singular equation system)를 얻지 않고, 결정될 수 있다. 장치에 대한 교정 타겟들의 셋업은 이 경우 미리 알려지지 않아도 되고, 예를 들어 필드에서의 측정 전에, 즉 측정이 또한 그 뒤에 행해지는 장치 셋업에서 우세한 국부 조건들(prevaling local conditions)에 매칭되는 방식으로 선택될 수 있다.

도면

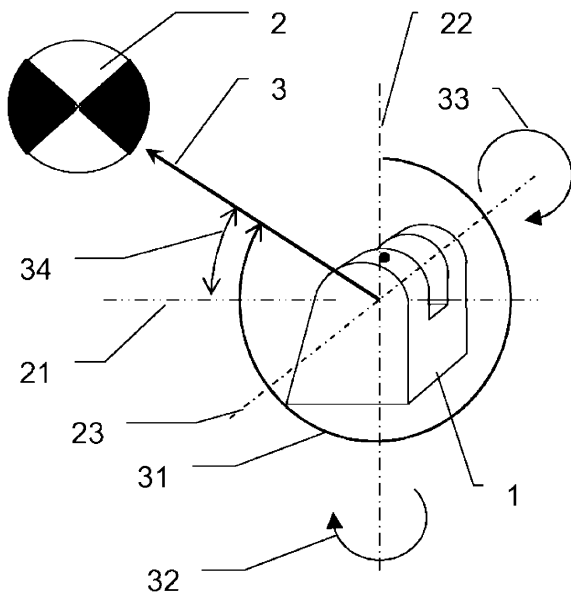
도면1



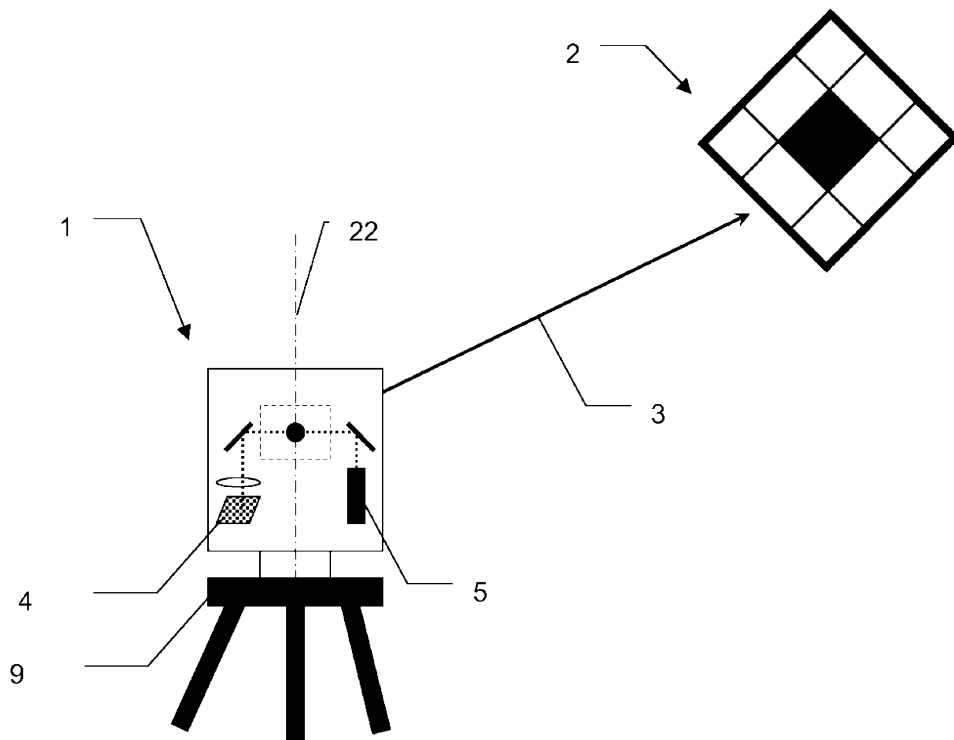
도면2a



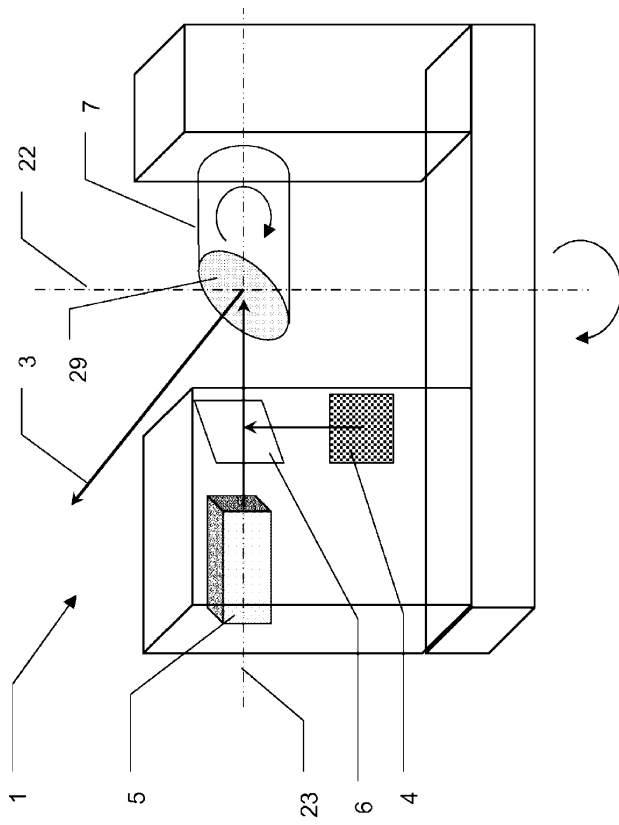
도면2b



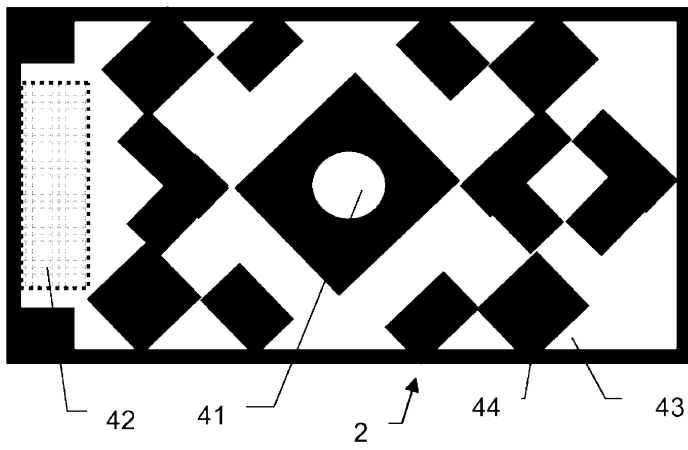
도면3



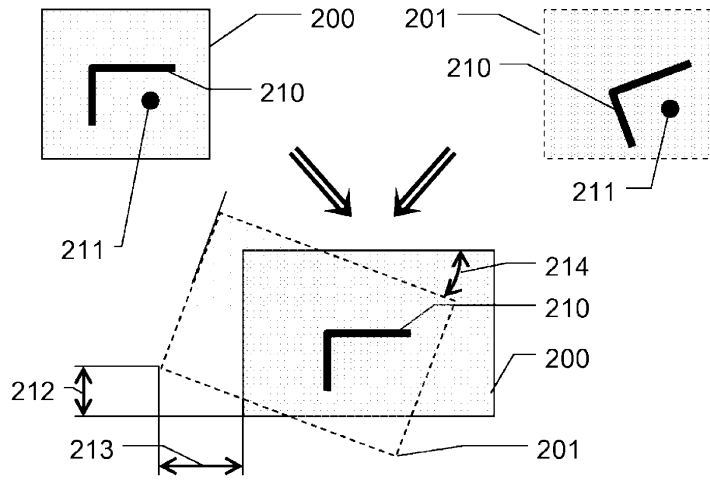
도면4



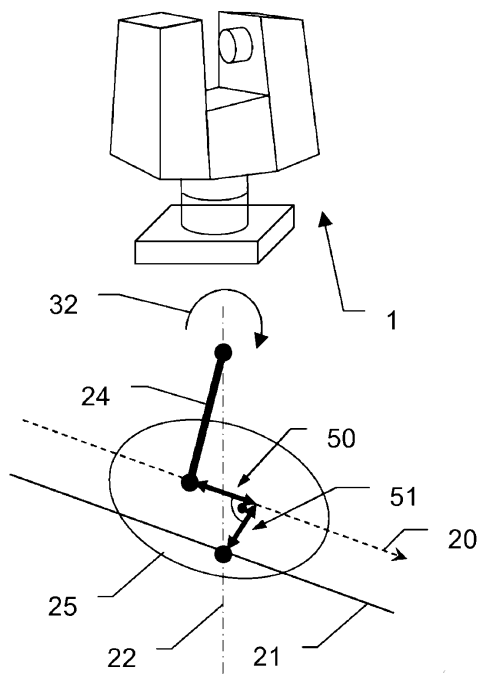
도면5a



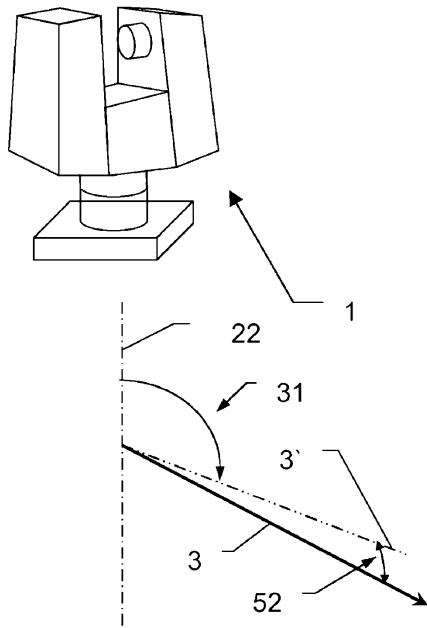
도면5b



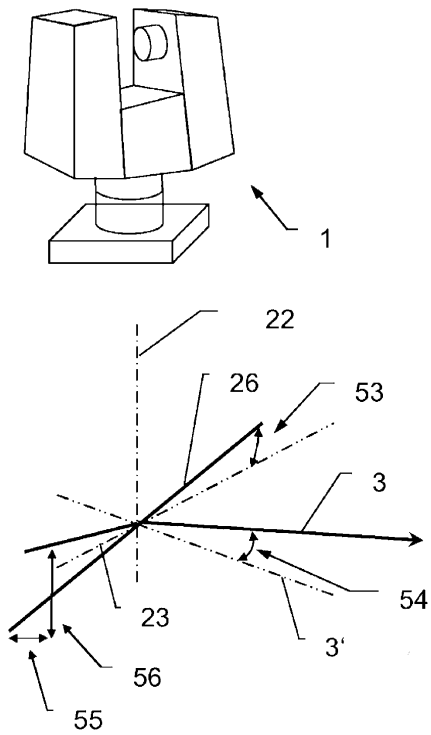
도면6



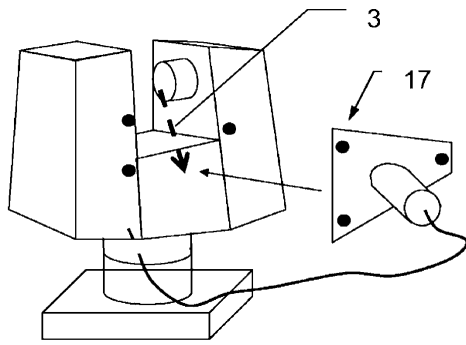
도면7



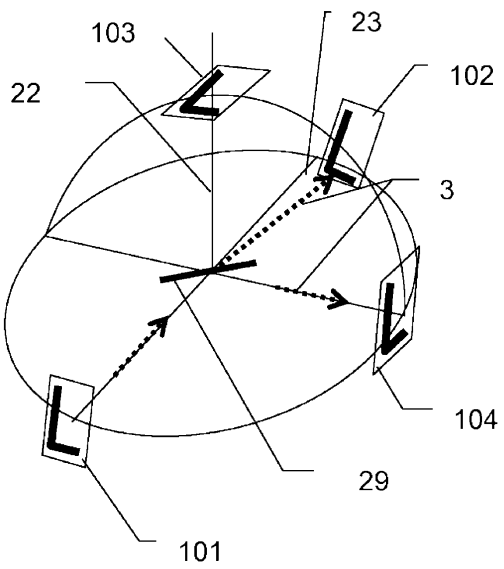
도면8



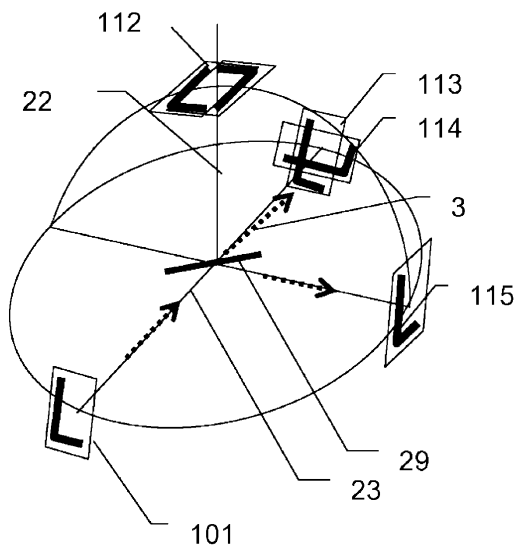
도면9



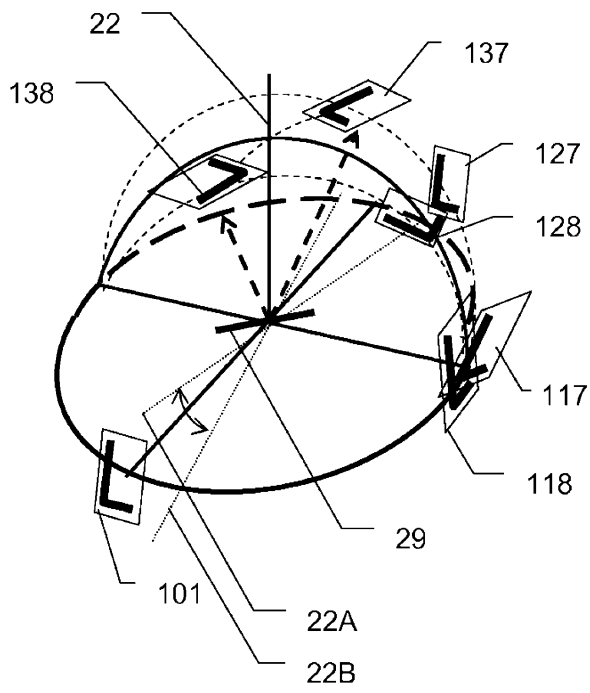
도면10a



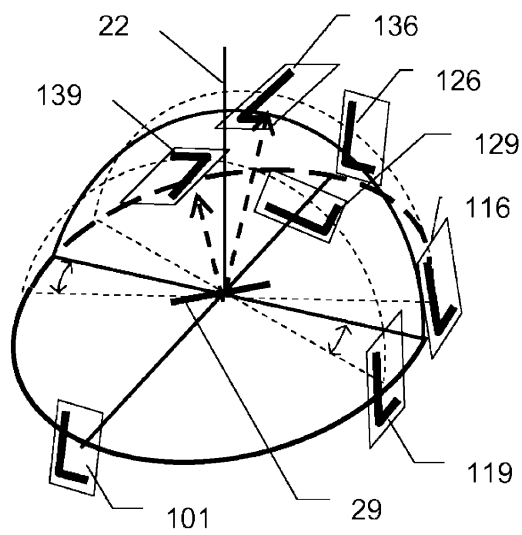
도면10b



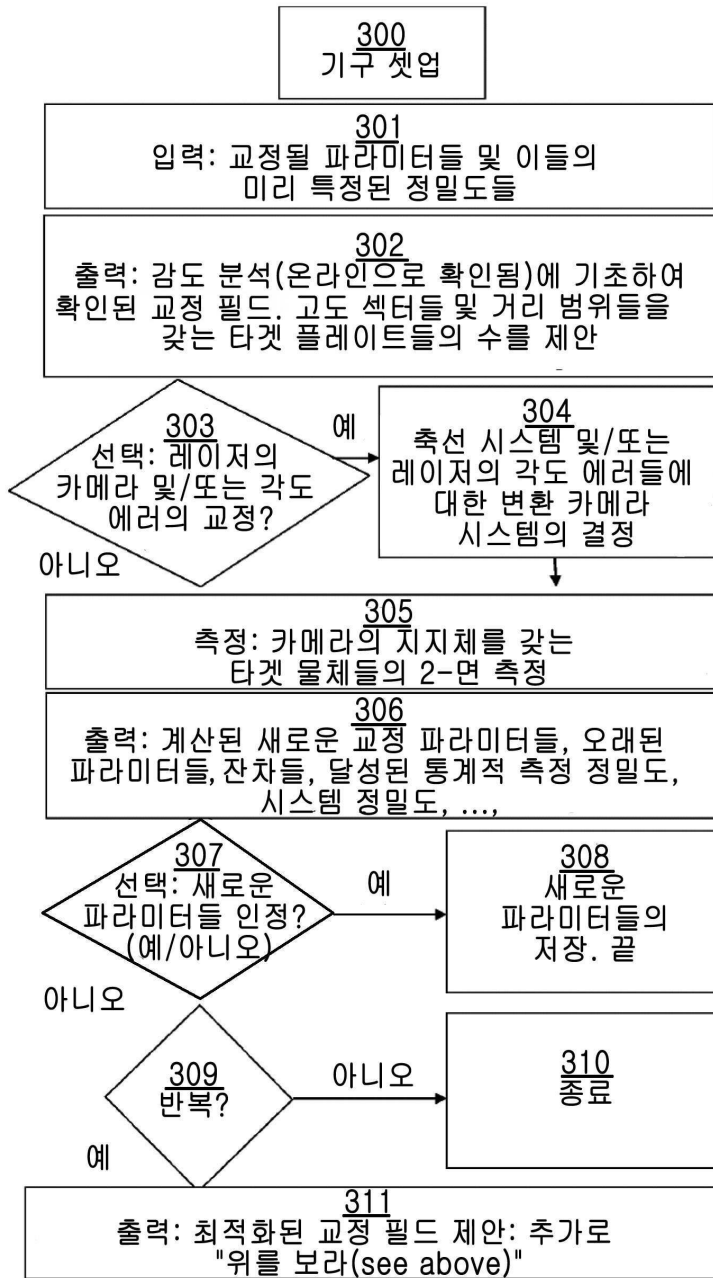
도면10c



도면10d



도면11



도면12

