

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges

Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum

26. Juni 2014 (26.06.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2014/095784 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 17/02 (2006.01) G01S 17/46 (2006.01)

G01C 15/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/076802

(22) Internationales Anmeldedatum:

17. Dezember 2013 (17.12.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2012 223 928.6

20. Dezember 2012 (20.12.2012)

DE

(71) Anmelder: HILTI AKTIENGESELLSCHAFT [LI/LI];
Feldkircherstr. 100, FL-9494 Schaan (LI).

(72) Erfinder: GOGOLLA, Torsten; Obergass 54, FL-9494
Schaan (LI). WINTER, Andreas; Im Glend 5a, A-6800
Feldkirch (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING THE POSITION COORDINATES OF A TARGET OBJECT

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BESTIMMEN DER ORTSKOORDINATEN EINES ZIELOBJEKTES

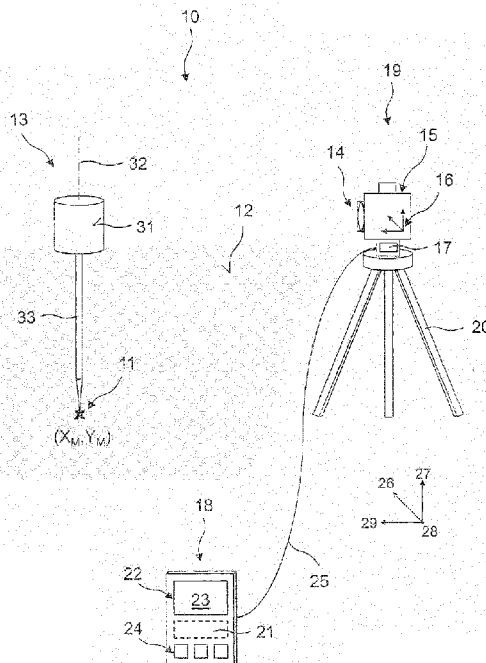


FIG. 1

(57) Abstract: Method for determining the position coordinates (X_M , Y_M , Z_M) of a target object (11) in a measurement range (12) in at least two dimensions (X , Y , Z), with the steps: ■ a target device (13) with a reflector element (31) is positioned at the target object (11), ■ a laser beam (46) is transmitted from a transmitting element (41) of a laser distance measurement device (14) onto the target device (13), ■ at least a part of the laser beam (46) is partially reflected on the reflector element (31), ■ a camera device (15) records an image of the target device (13) with the at least partially reflected laser beam as a light reflection, ■ the focus of the light reflection in the image of the target device (13) is determined, ■ a receiver element in the laser distance measuring device (14) receives the laser beam partially reflected on the reflector element (31) as the received beam, ■ a distance to the target object (11) is calculated from the received beam, ■ a first offset is calculated from a focal length of the camera device (15), the calculated distance to the target object (11) and a first image coordinate of the focus of the light reflection, ■ the position coordinates (X_M , Y_M , Z_M) of the target object (11) are calculated from the distance and the first offset.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Verfahren zum Bestimmen der Ortskoordinaten (X_M , Y_M , Z_M) eines Zielobjektes (11) in einem Messgebiet (12) in mindestens zwei Dimensionen (X , Y , Z), mit den Schritten: ■ eine Zieleinrichtung (13) mit einem Reflektorelement (31) wird am Zielobjekt (11) positioniert, ■ ein Laserstrahl (46) wird von einem Sendeelement (41) einer Laserdistanzmesseinrichtung (14) auf die Zieleinrichtung (13) ausgesandt, ■ zumindest ein Teil des Laserstrahls (46) wird am Reflektorelement (31) teilweise reflektiert, ■ ein Bild der Zieleinrichtung (13) mit dem zumindest teilweise reflektierten Laserstrahl als Lichtreflex wird von einer Kameraeinrichtung (15) aufgenommen, ■ im Bild der Zieleinrichtung (13) wird ein Schwerpunkt des Lichtreflexes bestimmt, ■ der am Reflektorelement (31) teilweise reflektierte Laserstrahl wird als Empfangsstrahl von einem Empfangselement der Laserdistanzmesseinrichtung (14) empfangen, ■ aus dem Empfangsstrahl wird eine Distanz zum Zielobjekt (11) berechnet, ■ aus einer Brennweite der Kameraeinrichtung (15), der berechneten Distanz zum Zielobjekt (11) und einer ersten Bildkoordinate des Schwerpunktes des Lichtreflexes wird ein erster Abstand berechnet, ■ die Ortskoordinaten (X_M , Y_M , Z_M) des Zielobjektes (11) werden aus der Distanz und dem ersten Abstand berechnet.

Verfahren und Vorrichtung zum Bestimmen der Ortskoordinaten eines Zielobjektes

5 Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen der Ortskoordinaten eines Zielobjektes gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zum Bestimmen der Ortskoordinaten eines Zielobjektes gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 8.

Stand der Technik

- 10 Aus EP 0 481 278 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen von zwei- oder dreidimensionalen Ortskoordinaten eines Zielobjektes bekannt. Die Vorrichtung umfasst eine Laserdistanzmesseinrichtung, eine Kameraeinrichtung, eine Referenzeinrichtung und eine Kontrolleinrichtung. Die Laserdistanzmesseinrichtung weist ein Sendeelement, das einen Laserstrahl aussendet, und ein Empfangselement, das einen am Zielobjekt zumindest
- 15 teilweise reflektierten Laserstrahl als Empfangsstrahl empfängt, auf. Die Referenzeinrichtung weist eine erste und zweite Achse auf, die senkrecht zueinander angeordnet sind und ein internes Koordinatensystem aufspannen; eine dritte Achse des Koordinatensystems verläuft senkrecht zur ersten und zweiten Achse durch den Schnittpunkt der Achsen. Die Vorrichtung umfasst außerdem eine erste und zweite Winkelmesseinrichtung zum Bestimmen eines
- 20 Azimutwinkels und eines Elevationswinkels. Das Zielobjekt wird über die Kameraeinrichtung präzise anvisiert und dabei werden die Zielachse der Laserdistanzmesseinrichtung und die Visierachse der Kameraeinrichtung auf das Zielobjekt ausgerichtet. Die Laserdistanzmessung wird von der Laserdistanzmesseinrichtung ausgeführt und die Winkelwerte für den Azimut- und Elevationswinkel werden von den Winkelmesseinrichtungen bestimmt. Die
- 25 zweidimensionalen Ortskoordinaten werden aus dem Distanzwert und dem Azimutwinkel berechnet, für die dreidimensionalen Ortskoordinaten ist zusätzlich der Elevationswinkel erforderlich.

Die bekannte Vorrichtung zum Bestimmen der Ortskoordinaten eines Zielobjektes weist den Nachteil auf, dass mindestens eine Winkelmesseinrichtung erforderlich ist, die die Komplexität und Kosten der Vorrichtung zum Bestimmen der Ortskoordinaten erhöhen. Außerdem

30

muss der Laserstrahl zur Laserdistanzmessung und zur Winkelmessung präzise auf das Zielobjekt ausgerichtet werden.

Darstellung der Erfindung

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Entwicklung eines Verfahrens zum Bestimmen der Ortskoordinaten eines Zielobjektes in zwei oder drei Dimensionen, das für die Anwendung in Innenräumen geeignet ist. Außerdem soll eine für das erfindungsgemäße Verfahren geeignete Vorrichtung zum Bestimmen der Ortskoordinaten eines Zielobjektes entwickelt werden, wobei die Ortskoordinaten mit hoher Genauigkeit bei begrenztem apparativem Aufwand berechnet werden kann.

- 5 Diese Aufgabe wird bei dem eingangs genannten Verfahren zum Bestimmen der Ortskoordinaten eines Zielobjektes erfindungsgemäß durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 und bei der eingangs genannten Vorrichtung zum Bestimmen der Ortskoordinaten eines Zielobjektes durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 8 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.
- 10 Erfindungsgemäß weist das Verfahren zum Bestimmen der Ortskoordinaten eines Zielobjektes in einem Messgebiet in mindestens zwei Dimensionen die Schritte auf:
- eine Zieleinrichtung mit einem Reflektorelement wird am Zielobjekt positioniert,
 - ein Laserstrahl wird von einem Sendeelement einer Laserdistanzmesseinrichtung auf die Zieleinrichtung ausgesandt,
 - 20 ▪ zumindest ein Teil des Laserstrahls wird am Reflektorelement teilweise reflektiert,
 - ein Bild der Zieleinrichtung mit dem zumindest teilweise reflektierten Laserstrahl als Lichtreflex wird von einer Kameraeinrichtung aufgenommen,
 - im Bild der Zieleinrichtung wird ein Schwerpunkt des Lichtreflexes bestimmt,
 - der am Reflektorelement zumindest teilweise reflektierte Laserstrahl wird als Empfangsstrahl von einem Empfangselement der Laserdistanzmesseinrichtung empfangen,
 - 25 ▪ aus dem Empfangsstrahl wird eine Distanz zum Zielobjekt berechnet,
 - aus einer Brennweite der Kameraeinrichtung, der berechneten Distanz zum Zielobjekt und einer ersten Bildkoordinate des Schwerpunktes des Lichtreflexes wird ein erster Abstand berechnet,
 - 30 ▪ die Ortskoordinaten des Zielobjektes werden aus der Distanz und dem ersten Abstand berechnet.

Die Ortskoordinaten des Zielobjektes mit Hilfe einer Laserdistanzmessung und einem Lichtreflex in einem Bild einer Kameraeinrichtung zu bestimmen, hat den Vorteil, dass keine teure Winkelmesseinrichtung erforderlich ist und die Ortskoordinaten dennoch mit einer hohen

Genauigkeit bestimmt werden können. Das Reflektorelement der Zieleinrichtung erzeugt einen reflektierten Laserstrahl, der in einem Bild der Zieleinrichtung als Lichtreflex sichtbar ist. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich für ruhende Zielobjekte und bewegte Zielobjekte.

- 5 In einer Weiterentwicklung des Verfahrens wird aus der Brennweite der Kameraeinrichtung, der Distanz zum Zielobjekt und einer zweiten Bildkoordinate des Schwerpunktes des Lichtreflexes ein zweiter Abstand berechnet und die Ortskoordinaten des Zielobjektes werden zusätzlich aus dem zweiten Abstand berechnet. Der zweite Abstand ermöglicht die Bestimmung von dreidimensionalen Ortskoordinaten eines Zielobjektes in einem Messraum. Die
- 10 Geometrie der Zieleinrichtung bestimmt unter anderem, ob das Verfahren zum Bestimmen von zwei- oder dreidimensionalen Ortskoordinaten eingesetzt werden kann. Zur Bestimmung zweidimensionaler Ortskoordinaten wird eine Zieleinrichtung in Form eines Kreiszylinders oder eines Kreiszylinderabschnitts eingesetzt und zur Bestimmung dreidimensionaler Ortskoordinaten wird eine kugelförmige oder kugelabschnittsförmige Zieleinrichtung eingesetzt.
- 15 Bevorzugt wird eine Folge von Bildern der Zieleinrichtung mit der Kameraeinrichtung aufgenommen. Der Laserstrahl, der auf die Zieleinrichtung gerichtet wird, kann als aufgeweiteter Laserstrahl mit einem Öffnungswinkel grösser als 80° , als bewegter Laserstrahl oder als bewegter Laserstrahl mit einem Öffnungswinkel kleiner als 10° ausgebildet sein. Die Aufweitung des Laserstrahls kann in einer Richtung oder in zwei Richtungen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des Laserstrahls erfolgen. Bei einem aufgeweiteten, nicht-bewegten Laserstrahl wird der Laserstrahl am Reflektorelement der Zieleinrichtung zumindest teilweise reflektiert und erzeugt im Bild der Kameraeinrichtung einen Lichtreflex. Nimmt die Kameraeinrichtung eine Folge von Bildern der Zieleinrichtung auf, ist der Lichtreflex sichtbar, solange der Laserstrahl ausgesandt wird. Bei einem bewegten Laserstrahl nimmt die Kameraeinrichtung
- 20 sowohl Bilder der Zieleinrichtung mit Lichtreflex als auch Bilder ohne Lichtreflex auf.
- 25

In einer ersten Variante des Verfahrens wird als Bild der Zieleinrichtung mit dem Lichtreflex aus der Folge der mit der Kameraeinrichtung aufgenommenen Bilder das Bild mit dem stärksten Lichtreflex bestimmt. Die erste Variante eignet sich vor allem für bewegte Laserstrahlen, bei denen in der Folge der mit der Kameraeinrichtung aufgenommenen Bilder sowohl Bilder mit Lichtreflex als auch Bilder ohne Lichtreflex vorhanden sind. Das Bild mit dem

30 stärksten Lichtreflex kann mit Hilfe bekannter Bildverarbeitungstechniken bestimmt werden.

In einer zweiten Variante des Verfahrens wird das Bild der Zieleinrichtung mit dem Lichtreflex durch Mittelung über mehrere Bilder aus der Folge der mit der Kameraeinrichtung aufgenommenen Bilder bestimmt. Die zweite Variante eignet sich vor allem für nicht-bewegte Laserstrahlen, bei denen der Lichtreflex in den Bildern sichtbar ist, solange der Laserstrahl

35

ausgesandt wird. Die Mittelung über mehrere Bilder mit einem Lichtreflex kann mit Hilfe bekannter Bildverarbeitungstechniken erfolgen.

In einer bevorzugten Ausführung des Verfahrens werden die Aufnahme der Bilder der Zieleinrichtung mit der Kameraeinrichtung und die Distanzmessung zur Zieleinrichtung mit der Laserdistanzmesseinrichtung gleichzeitig von einer Kontrolleinrichtung gestartet. Durch den zeitgleichen Start der Distanzmessung und der Aufnahme der Bilder der Zieleinrichtung sind die Laserdistanzmesseinrichtung und die Kameraeinrichtung synchronisiert. Die Synchronisierung ist für bewegte Zielobjekte vorteilhaft. Da sich die Messzeit für eine Distanzmessung und die Belichtungszeit für die Kameraeinrichtung in der Regel voneinander unterscheiden, werden die Distanzwerte und die Bilder der Zieleinrichtung nicht zeitgleich ermittelt. Durch die Synchronisierung können die gemessenen Distanzwerte und aufgenommenen Bilder der Zieleinrichtung einander zugeordnet werden. Je näher die Zeitpunkte für die Distanzmessung und die Aufnahme des Bildes beieinander liegen, umso kleiner ist der Fehler bei den Ortskoordinaten. Für schnell bewegte Zielobjekte ist die richtige Zuordnung zwischen Distanzwert und aufgenommenem Bild der Zieleinrichtung wichtig, um den Fehler zu begrenzen.

Besonders bevorzugt wird einem von der Laserdistanzmesseinrichtung gemessenen Distanzwert von der Kontrolleinrichtung ein mit der Kameraeinrichtung aufgenommenes Bild der Zieleinrichtung zugeordnet. Die richtige Zuordnung zwischen den gemessenen Distanzwerten und den aufgenommenen Bildern der Zieleinrichtung ist vor allem für schnell bewegte Zielobjekte wichtig, um Ungenauigkeiten bei den Ortskoordinaten zu reduzieren. Das Kontrollelement der Laserdistanzmesseinrichtung kann jedem gemessenen Distanzwert einen Zeitpunkt nach dem Start der Distanzmessung zuordnen und das Kontrollelement der Kameraeinrichtung kann jedem aufgenommenen Bild der Zieleinrichtung ebenfalls einen Zeitpunkt nach dem Start der Bildaufnahme zuordnen. Durch den zeitgleichen Start kann ein Auswertelement der Kontrolleinrichtung die gemessenen Distanzwerte und die aufgenommenen Bilder der Zieleinrichtung einander zuordnen. Als Kriterium für die Zuordnung eignet sich beispielsweise, dass einem Distanzwert das zeitlich folgende Bild der Zieleinrichtung zugeordnet wird oder dass einem Bild der zeitlich folgende Distanzwert zugeordnet wird.

Insbesondere zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Bestimmen der Ortskoordinaten eines Zielobjektes in einem Messgebiet in mindestens zwei Dimensionen:

- eine Zieleinrichtung mit einem Reflektorelement, das die Ortskoordinaten des Zielobjektes festlegt,

- eine Laserdistanzmesseinrichtung mit einem Sendeelement, das einen Laserstrahl aussendet, einem Empfangselement, das einen vom Reflektorelement zumindest teilweise reflektierten Laserstrahl als Empfangsstrahl empfängt, und einem Kontrollelement,
- eine Kameraeinrichtung mit einer Empfangseinrichtung und einem Kontrollelement,
- 5 ▪ eine Referenzeinrichtung mit einer ersten Achse und einer zweiten Achse, wobei die erste und zweite Achse senkrecht zueinander angeordnet sind und sich in einem Schnittpunkt schneiden, und
- eine Kontrolleinrichtung mit einem Steuerelement zum Steuern der Laserdistanzmesseinrichtung und der Kameraeinrichtung sowie einem Auswerteelement zum Berechnen der
- 10 Ortskoordinaten des Zielobjektes.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht es, die Ortskoordinaten eines Zielobjektes ohne Winkelmesseinrichtung zu bestimmen. Dadurch, dass keine Winkelmesseinrichtung erforderlich ist, kann eine kostengünstige Vorrichtung realisiert werden, die die Ortskoordinaten des Zielobjektes mit hoher Genauigkeit messen kann. Über das Steuerelement der Kontrol-

15 leinrichtung können die Distanzmessung mit der Laserdistanzmesseinrichtung und die Aufnahme der Bilder der Zieleinrichtung mit der Kameraeinrichtung zeitgleich gestartet werden.

Das Reflektorelement ist in einer bevorzugten Ausführung als rotationssymmetrischer Körper oder als Abschnitt eines rotationssymmetrischen Körpers ausgebildet. Die Geometrie des Reflektorelementes der Zieleinrichtung entscheidet, ob die Vorrichtung zum Bestimmen von

20 zwei- oder dreidimensionalen Ortskoordinaten eingesetzt werden kann. Für zweidimensionale Messungen eignen sich Kreiszylinder oder Kreiszylinderabschnitte als Reflektorelement und für dreidimensionale Messungen eignen sich Kugeln oder Kugelabschnitte. Ein rotationssymmetrischer Körper hat den Vorteil, dass der Abstand von der Oberfläche zum Mittelpunkt aus allen Richtungen identisch ist. Die Ortskoordinaten des Zielobjektes liegen auf der

25 Zylinderachse des Kreiszylinders oder im Mittelpunkt der Kugel. Der Radius des Kreiszylinders oder der Kugel ist in der Kontrolleinrichtung gespeichert oder wird vom Bediener in die Kontrolleinrichtung eingegeben. Für die Berechnung der Ortskoordinaten wird der Radius der Zieleinrichtung zur gemessenen Distanz der Laserdistanzmesseinrichtung und zu den Bildkoordinaten des Lichtreflexes addiert.

30 In einer ersten Variante weist die Laserdistanzmesseinrichtung eine Strahlformungsoptik auf, die den Laserstrahl mit einem Öffnungswinkel grösser als 80° aufweitet. Dabei kann die Aufweitung des Laserstrahls in einer Richtung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung oder in zwei Richtungen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des Laserstrahls erfolgen. Die Aufweitung in einer Richtung erzeugt einen Linienstrahl, der für die Bestimmung zweidimensionaler Orts-

35 koordinaten geeignet ist, und die Aufweitung in zwei Richtungen erzeugt einen kugelsegmentartig aufgeweiteten Laserstrahl für die Bestimmung dreidimensionaler Ortskoordinaten.

Die Aufweitung des Laserstrahls durch eine Strahlformungsoptik bietet die Möglichkeit, eine ruhende Laserdistanzmesseinrichtung einzusetzen. Das Messgerät mit der Laserdistanzmesseinrichtung wird außerhalb des Messgebietes oder am Rand des Messgebietes angeordnet und so ausgerichtet, dass der aufgeweitete Laserstrahl das gesamte Messgebiet erfassen kann. Die Aufweitung des Laserstrahls mit einem Öffnungswinkel grösser als 80° eignet sich vor allem für die Bestimmung zweidimensionaler Ortskoordinaten. Wird der Laserstrahl kugelsegmentartig in zwei senkrechten Richtungen jeweils um einen Öffnungswinkel grösser als 80° aufgeweitet, besteht bei einer begrenzten Leistung des Laserstrahls die Gefahr, dass die Leistungsdichte des Empfangsstrahls für die Auswertung zu gering ist. Wenn eine ausreichende Leistung für den Laserstrahl verfügbar ist, kann ein kugelsegmentartig aufgeweiteter Laserstrahl mit Öffnungswinkeln grösser als 80° zur Bestimmung dreidimensionaler Ortskoordinaten eingesetzt werden.

Unter dem Begriff "Strahlformungsoptik" werden sämtliche strahlformenden optischen Elemente, die einen Laserstrahl aufweiten, kollimieren oder fokussieren, zusammengefasst. Die Strahlformungsoptik kann aus einem optischen Element, in das eine oder mehrere optische Funktionen integriert sind, oder aus mehreren nacheinander angeordneten optischen Elementen bestehen. Als Strahlformungsoptiken zur Aufweitung eines Laserstrahls eignen sich Zylinderlinsen, Kegelspiegel und ähnliche optische Elemente.

Besonders bevorzugt weitet die Strahlformungsoptik den Laserstrahl in einer Richtung im Wesentlichen parallel zur Messebene auf. Dabei kollimiert oder fokussiert die Strahlformungsoptik den Laserstrahl besonders bevorzugt in einer zur Messebene im Wesentlichen senkrechten Richtung. Diese Strahlformungsoptik eignet sich vor allem für die Bestimmung zweidimensionaler Ortskoordinaten und hat den Vorteil, dass die verfügbare Leistung des Laserstrahls optimal genutzt wird. Bei der Bestimmung von zweidimensionalen Ortskoordinaten in der Messebene ist in der zur Messebene senkrechten Richtung keine Aufweitung der Laserstrahlen erforderlich. Die begrenzte Leistung des Laserstrahls wird in der Messebene verteilt.

In einer zweiten Variante weist die Laserdistanzmesseinrichtung eine Motoreinheit auf, wobei die Motoreinheit den Laserstrahl um eine zur Messebene senkrechte Drehachse oder um einen Drehpunkt schwenkt. Die Drehung der Laserstrahlen bietet sich an, wenn die Leistungsdichte der Laserstrahlen nach der Aufweitung zu gering ist, um einen für die Laserdistanzmessung ausreichend starken Empfangsstrahl zu erhalten. Die Drehung des Laserstrahls um die zur Messebene senkrechte Drehachse kann als rotierende, scannende oder trackende Bewegung ausgeführt werden. Dabei wird der Laserstrahl bei der rotierenden Bewegung kontinuierlich um die Drehachse gedreht, bei der scannenden Bewegung um die Drehachse periodisch hin und her bewegt und bei der trackenden Bewegung folgt der Laserstrahl der

Zieleinrichtung. Die Drehung des Laserstrahls um einen Drehpunkt ist für die Bestimmung dreidimensionaler Ortskoordinaten vorgesehen und wird bevorzugt mit einer Trackingeinrichtung, die die bewegte Zieleinrichtung verfolgt, eingesetzt. Die Motoreinheit der zweiten Variante kann mit einer Strahlformungsoptik, die den Laserstrahl kollimiert oder fokussiert, kombiniert werden.

In einer dritten Variante weist die Laserdistanzmesseinrichtung eine Strahlformungsoptik und eine Motoreinheit auf, wobei die Strahlformungsoptik den Laserstrahl mit einem Öffnungswinkel bis 10° aufweitet und die Motoreinheit den Laserstrahl um eine zur Messebene senkrechte Drehachse oder um einen Drehpunkt bewegt. Die Aufweitung des Laserstrahls und die Drehung um eine Drehachse (zweidimensional) oder einen Drehpunkt (dreidimensional) lassen sich kombinieren. Der Laserstrahl wird von einer Strahlformungsoptik bis zu 10° aufgeweitet und der aufgeweitete Laserstrahl wird von einer Motoreinheit um eine Drehachse oder um einen Drehpunkt bewegt. Die Kombination von Strahlaufweitung und Drehung ermöglicht die Detektion eines Empfangsstrahls mit einer ausreichend starken Leistungsdichte für die Auswertung des Lichtreflexes. Die Aufweitung des Laserstrahls kann in einer oder zwei Richtungen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des Laserstrahls erfolgen. Die Drehung des Laserstrahls kann als rotierende, scannende oder trackende Bewegung ausgeführt werden.

In einer ersten bevorzugten Ausführung ist die Zieleinrichtung der erfindungsgemäßen Vorrichtung an einem handgeführten Werkzeuggerät angebracht. Während der Bearbeitung mit dem handgeführten Werkzeuggerät können mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung die aktuellen Ortskoordinaten des Werkzeuggerätes ermittelt werden.

Ausführungsbeispiele

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Diese soll die Ausführungsbeispiele nicht notwendigerweise maßstäblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterung dienlich, in schematischer und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der aus der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass vielfältige Modifikationen und Änderungen betreffend die Form und das Detail einer Ausführungsform vorgenommen werden können, ohne von der allgemeinen Idee der Erfindung abzuweichen. Die in der Beschreibung, der Zeichnung sowie den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln für sich als auch in beliebiger Kombination für die Weiterbildung der Erfindung wesentlich sein. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, der Zeichnung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale. Die allgemeine Idee der Erfin-

5 dung ist nicht beschränkt auf die exakte Form oder das Detail der im Folgenden gezeigten und beschriebenen bevorzugten Ausführungsform oder beschränkt auf einen Gegenstand, der eingeschränkt wäre im Vergleich zu dem in den Ansprüchen beanspruchten Gegenstand. Bei gegebenen Bemessungsbereichen sollen auch innerhalb der genannten Grenzen
5 liegende Werte als Grenzwerte offenbart und beliebig einsetzbar und beanspruchbar sein. Der Einfachheit halber sind nachfolgend für identische oder ähnliche Teile oder Teile mit identischer oder ähnlicher Funktion gleiche Bezugszeichen verwendet.

Es zeigen:

- 10 FIG. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Bestimmen der Ortskoordinaten eines Zielobjektes in einer Messebene bestehend aus einer Zieleinrichtung, einer Laserdistanzmesseinrichtung, einer Kameraeinrichtung, einer Referenzeinrichtung, einer Kontrolleinrichtung und einem Handteil;
- FIG. 2 die Vorrichtung der FIG. 1 mit der Laserdistanzmesseinrichtung, der Kameraeinrichtung und der Kontrolleinrichtung in Form eines Blockdiagramms; und
- 15 FIG. 3 ein mit der Kameraeinrichtung aufgenommenes Bild der Zieleinrichtung mit einem reflektierten Laserstrahl als Lichtreflex, der zur Bestimmung der Ortskoordinaten des Zielobjektes ausgewertet wird.

FIG. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 10 zum Bestimmen der Ortskoordinaten X_M , Y_M eines Zielobjektes 11 in einem Messgebiet 12. Das Messgebiet 12 ist als Fläche ausgebildet und die Ortskoordinaten X_M , Y_M des Zielobjektes 11 sind zweidimensional. FIG. 1 zeigt
20 die wesentlichen Komponenten der Vorrichtung 10 in einer schematischen Darstellung.

Die Vorrichtung 10 umfasst eine Zieleinrichtung 13, eine Laserdistanzmesseinrichtung 14, eine Kameraeinrichtung 15, eine Referenzeinrichtung 16, eine Kontrolleinrichtung 17 und ein Handteil 18. Alternativ zur in FIG. 1 gezeigten Trennung von Zieleinrichtung 13 und Handteil
25 16 kann die Zieleinrichtung in das Handteil integriert sein. Die Laserdistanzmesseinrichtung 14, die Kameraeinrichtung 15, die Referenzeinrichtung 16 und die Kontrolleinrichtung 17 sind in ein Messgerät 19 integriert, das in der in FIG. 1 dargestellten Ausführung auf einem Gerätetänder 20 angebracht ist. Das Handteil 18 weist ein Kontrollelement 21, eine Anzeigeeinrichtung 22 mit einem Display 23 sowie eine Bedienungseinrichtung 24 auf. Alternativ zur
30 Anordnung im Messgerät 19 kann die Kontrolleinrichtung 17 im Handteil 18 angeordnet sein. Das Messgerät 19 und das Handteil 18 sind über eine kabellose Kommunikationsverbindung 25 miteinander verbunden.

Die Referenzeinrichtung 16 umfasst eine erste und zweite Achse **26, 27**, die senkrecht zueinander angeordnet sind und sich in einem Schnittpunkt **28** schneiden. Die erste und zweite Achse 26, 27 spannen ein internes Koordinatensystem auf. Ein dritte Achse **29** des Koordinatensystems verläuft senkrecht zur ersten und zweiten Achse 26, 27 durch den Schnittpunkt 28 der beiden Achsen 26, 27. Die erste und zweite Achse 26, 27 spannen eine Bildebene der Kameraeinrichtung 15 auf und die Blickrichtung der Kameraeinrichtung 15 verläuft parallel zur dritten Achse 29.

Die Position des Zielobjektes 11 in der Messebene 12 wird mit Hilfe der Zieleinrichtung 13 markiert. Die Zieleinrichtung 13 weist ein Reflektorelement **31** zum teilweisen Reflektieren eines Laserstrahls der Laserdistanzmesseinrichtung 14 auf. Das Reflektorelement 31 ist in der in FIG. 1 gezeigten Ausführung als Kreiszylinder ausgebildet und die Ortskoordinaten des Zielobjektes 11 liegen auf der Zylinderachse **32** des Reflektorelementes 31. Für die erfindungsgemäße Vorrichtung 10 ist wichtig, dass die Ortskoordinaten des Zielobjektes 11, die im Mittelpunkt angeordnet sind, zu jedem Punkt auf der Oberfläche den gleichen Abstand aufweisen. Diese Bedingung ist in der Ebene durch einen Kreis bzw. einen Kreisabschnitt erfüllt. Der Abstand von der Oberfläche des Reflektorelementes 31 zum Zielobjekt 11 ist in der Kontrolleinrichtung 17 gespeichert oder wird vom Bediener in die Kontrolleinrichtung 17 eingegeben. Das Reflektorelement 31 kann an einer Messlatte **33** befestigt sein und wird vom Bediener am Zielobjekt 11 positioniert. Um die Zylinderachse 32 des Reflektorelementes 31 senkrecht zur Messebene 12 auszurichten, kann eine Nivelliereinrichtung, beispielsweise in Form einer Libelle oder eines anderen Neigungssensors, in die Messlatte 33 integriert sein. Alternativ zur Messlatte 33 kann die Zieleinrichtung 13 an einer Wand oder einer Decke befestigt sein, auf einen Boden gestellt werden oder beispielsweise an einem Fahrzeug oder einem Werkzeuggerät befestigt sein.

Die zweidimensionalen Ortskoordinaten X_M , Y_M des Zielobjektes 11 werden aus der Distanz D zwischen der Laserdistanzmesseinrichtung 14 und dem Zielobjekt 11 sowie einer Bildkoordinate des reflektierten Laserstrahls im Bild der Kameraeinrichtung 15 bestimmt. Die Zieleinrichtung 13 wird in der Messebene 12 am Zielobjekt 11 positioniert. Dabei wird sichergestellt, dass die Zylinderachse 32 des Reflektorelementes 31 senkrecht zur Messebene 12 ausgerichtet ist. Wenn die Ortskoordinaten des Zielobjektes 11 in einem externen Koordinatensystem bestimmt werden sollen, das von dem internen Koordinatensystem 26, 27 des Messgerätes 19 abweicht, werden die Koordinatensysteme übereinander gelegt oder die Verschiebung und/oder Verdrehung werden bestimmt und am Messgerät 19 manuell eingegeben oder automatisch an die Kontrolleinrichtung 17 übermittelt. Die Achsen 26, 27, 29 des Messgerätes 19 werden beispielsweise parallel zu den Koordinatenachsen des externen Koordinatensystems ausgerichtet. Nach der Ausrichtung des Koordinatensystems kann die

Messung durchgeführt werden, der Bediener startet die Messung über einen Startknopf oder einen Startbefehl am Handteil 18.

Neben der Bestimmung von Ortskoordinaten eines vorhandenen Zielobjektes kann die Vorrichtung 10 auch zum Auffinden von Ortskoordinaten verwendet werden. Dazu führt der Benutzer ein mit einer Messspitze oder ähnlichem ausgestattetes Reflektorelement, das auch im Handteil integriert sein kann, über eine Messfläche und sucht vorgegebene Ortskoordinaten. Die Ortskoordinaten können im Handteil manuell eingegeben werden oder sie werden über eine Kommunikationsverbindung von einem anderen Gerät an die Vorrichtung übermittelt.

- 10 **FIG. 2** zeigt die wesentlichen Komponenten des Messgerätes 19 und ihr Zusammenspiel bei der Bestimmung der Ortskoordinaten des Zielobjektes 11 in Form eines Blockdiagramms. Im Messgerät 19 befinden sich Laserdistanzmesseinrichtung 14, die Kameraeinrichtung 15 und die Kontrolleinrichtung 17.

Die Laserdistanzmesseinrichtung 14 weist einen coaxialen Aufbau auf und umfasst ein als Laserdiode ausgebildetes Sendeelement 41, ein als Fotodetektor ausgebildetes Empfangselement 42, eine Strahlteilungsoptik 43, eine Strahlformungsoptik 44 und ein Kontrollelement 45. Die Laserdiode 41 sendet einen Laserstrahl 46 aus, der auf die Zieleinrichtung 13 gerichtet ist. Ein am Reflektorelement 31 der Zieleinrichtung 13 zumindest teilweise reflektierter Laserstrahl wird als Empfangsstrahl 47 vom Fotodetektor 42 detektiert. Das Kontrollelement 45 ist mit der Laserdiode 41 und dem Fotodetektor 42 verbunden. Bei dem in FIG. 2 dargestellten coaxialen Aufbau der Laserdistanzmesseinrichtung 14 wird der von der Laserdiode 41 ausgesandte Laserstrahl 46 mit Hilfe der Strahlteilungsoptik 43 räumlich vom Empfangsstrahl 47 getrennt. Statt einer coaxialen Laserdistanzmesseinrichtung kann eine biaxiale Laserdistanzmesseinrichtung, bei der der ausgesandte Laserstrahl und der Empfangsstrahl parallel versetzt sind, eingesetzt werden.

Die Strahlformungsoptik 44 kann als einzelnes optisches Element oder als System aus mehreren optischen Elementen ausgebildet sein und formt sowohl den Laserstrahl 46 als auch den Empfangsstrahl 47. Im Unterschied zu bekannten Laserdistanzmesseinrichtungen, die einen fokussierten punktförmigen Laserstrahl verwenden, ist es bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 erforderlich, dass der Laserstrahl 46 einen größeren Winkelbereich erfasst. Dies kann durch eine Aufweitung des Laserstrahls 46 in der Messebene 12 und/oder durch eine Drehung des Laserstrahls 46 um eine Drehachse senkrecht zur Messebene 12 erzielt werden. FIG. 2 zeigt eine Laserdistanzmesseinrichtung 14, bei der der Laserstrahl 46 mittels einer geeigneten Strahlformungsoptik 44 aufgeweitet wird. Als Strahlformungsoptiken 44 zur Aufweitung eignen sich unter anderem Zylinderlinsen und Kegeloptiken.

Die Kameraeinrichtung 15 ist beispielsweise als CCD-Kamera ausgebildet und umfasst eine Empfangseinrichtung 48 und ein Kontrollelement 49 zur Steuerung der Kameraeinrichtung 15 und zur Auswertung der aufgenommenen Bilder. Zum Bestimmen von zweidimensionalen Ortskoordinaten ist eine Reihe von Pixeln erforderlich, die in der Messebene 12 angeordnet sind. Bei dreidimensionalen Ortskoordinaten weist die Kameraeinrichtung 15 mehrere Reihen von Pixeln auf.

Die Kontrolleinrichtung 17 steuert das erfindungsgemäße Verfahren zum Bestimmen der Ortskoordinaten des Zielobjektes 11 mittels der Laserdistanzmesseinrichtung 14 und der Kameraeinrichtung 15. Die Kontrolleinrichtung 17 umfasst ein Steuerelement 51 zum Steuern der Laserdistanzmesseinrichtung 14 und der Kameraeinrichtung 15 sowie ein Auswerteelement 52 zum Berechnen der Ortskoordinaten X_M , Y_M des Zielobjektes 11.

Bei dem in FIG. 2 dargestellten Aufbau der Laserdistanzmesseinrichtung 14 und der Kameraeinrichtung 15 weist die Laserdistanzmesseinrichtung 14 das Kontrollelement 45 und die Kameraeinrichtung 15 das Kontrollelement 49 auf. Die Kontrollelemente 45, 49 können als separate Kontrollelemente ausgebildet sein oder mit der Kontrolleinrichtung 17 in eine gemeinsame Kontrolleinrichtung integriert sein. Eine gemeinsame Kontrolleinrichtung bietet sich an, wenn die Kontrolleinrichtung 17 im Messgerät 19 angeordnet ist. Wenn die Kontrolleinrichtung 17 hingegen im Handteil 18 angeordnet ist, sind separate Kontrollelemente vorteilhaft, da die Rohdaten der Laserdistanzmesseinrichtung 14 und der Kameraeinrichtung 15 nicht über die Kommunikationsverbindung 25 an das Handteil 18 übertragen werden müssen.

Der Bediener startet die Bestimmung der Ortskoordinaten über einen Startbefehl am Handteil. Der Startbefehl wird vom Steuerelement 51 der Kontrolleinrichtung 17 in einen ersten Steuerbefehl an die Laserdistanzmesseinrichtung 14 und einen zweiten Steuerbefehl an die Kameraeinrichtung 15 umgesetzt. Aufgrund des ersten Steuerbefehls sendet das Sendeelement 41 der Laserdistanzmesseinrichtung 14 den Laserstrahl 46 aus, der auf das Reflektorelement 31 trifft und am Reflektorelement 31 teilweise reflektiert wird. Der reflektierte Anteil des Laserstrahls 46 trifft als Empfangsstrahl 47 auf das Empfangselement 42 der Laserdistanzmesseinrichtung 14. Das Kontrollelement 45 der Laserdistanzmesseinrichtung 14 bestimmt aus dem Empfangsstrahl 47 und einem Referenzstrahl, der aus dem Laserstrahl 46 ausgekoppelt wurde, die Distanz zwischen der Laserdistanzmesseinrichtung 14 und dem Reflektorelement 31. Für die Distanz D zum Zielobjekt 11 wird der Radius R des kreiszylinderförmigen Reflektorelementes 31 addiert.

Aufgrund des zweiten Steuerbefehls nimmt die Kameraeinrichtung 15 eine Folge von Bildern der Zieleinrichtung 13 auf. Die Bilder der Kameraeinrichtung 15 werden mit Hilfe bekannter

Bildverarbeitungstechniken ausgewertet. Der am Reflektorelement 31 teilweise reflektierte Laserstrahl 46 ist in mindestens einem Bild der Zieleinrichtung 13 als Lichtreflex sichtbar. Das Kontrollelement 52 der Kameraeinrichtung 15 bestimmt mit Hilfe bekannter Bildverarbeitungstechniken das Bild der Zieleinrichtung 13, das den stärksten Lichtreflex aufweist. Alternativ zum Bild mit dem stärksten Lichtreflex können mehrere Bilder, in denen ein Lichtreflex sichtbar ist, gemittelt werden.

FIG. 3 zeigt ein Bild **61** der Zieleinrichtung 13 mit einem Lichtreflex **62**, der für die Bestimmung der Ortskoordinaten des Zielobjektes 11 ausgewertet wird. Das Bild 61 besteht aus einem Array von Pixeln, die in Reihen und Spalten angeordnet sind, wobei die Anzahl der Pixel durch die Auflösung der Kameraeinrichtung 15 festgelegt ist.

Im Bild 61 der Zieleinrichtung 13 wird mit Hilfe bekannter Bildverarbeitungstechniken vom Kontrollelement 49 der Kameraeinrichtung 15 ein Schwerpunkt **63** des Lichtreflexes 62 bestimmt. Der Schwerpunkt 63 des Lichtreflexes 62 weist im internen Koordinatensystem 26, 27 der Kameraeinrichtung 15 eine erste Bildkoordinate X_s und eine zweite Bildkoordinate Y_s auf. Aus den Bildkoordinaten X_s , Y_s des Schwerpunktes 63 des Lichtreflexes 62 wird mit einer Brennweite f der Kameraeinrichtung 15 ein erster Abstand d_1 und ein zweiter Abstand d_2 berechnet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen der Ortskoordinaten (X_M , Y_M , Z_M) eines Zielobjektes (11) in einem Messgebiet (12) in mindestens zwei Dimensionen (X , Y , Z), mit den Schritten:
 - 5 ▪ eine Zieleinrichtung (13) mit einem Reflektorelement (31) wird am Zielobjekt (11) positioniert,
 - ein Laserstrahl (46) wird von einem Sendeelement (41) einer Laserdistanzmesseinrichtung (14) auf die Zieleinrichtung (13) ausgesandt,
 - zumindest ein Teil des Laserstrahls (46) wird am Reflektorelement (31) teilweise reflektiert,
 - 10 ▪ ein Bild (61) der Zieleinrichtung (13) mit dem zumindest teilweise reflektierten Laserstrahl (46) als Lichtreflex (62) wird von einer Kameraeinrichtung (15) aufgenommen,
 - im Bild (61) der Zieleinrichtung (13) wird ein Schwerpunkt (63) des Lichtreflexes (62) bestimmt,
 - der am Reflektorelement (31) zumindest teilweise reflektierte Laserstrahl (46) wird als
15 Empfangsstrahl (47) von einem Empfangselement (42) der Laserdistanzmesseinrichtung (14) empfangen,
 - aus dem Empfangsstrahl (47) wird eine Distanz (D) zum Zielobjekt (11) berechnet,
 - aus einer Brennweite (f) der Kameraeinrichtung (15), der berechneten Distanz (D) zum Zielobjekt (11) und einer ersten Bildkoordinate (X_S) des Schwerpunktes (63) des
20 Lichtreflexes (62) wird ein erster Abstand (d_1) berechnet, und
 - die Ortskoordinaten (X_M , Y_M , Z_M) des Zielobjektes (11) werden aus der Distanz (D) und dem ersten Abstand (d_1) berechnet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Brennweite (f) der Kameraeinrichtung (15), der berechneten Distanz (D) zum Zielobjekt (11) und einer zweiten Bildkoordinate (Y_S) des Schwerpunktes (63) des Lichtreflexes (62) ein zweiter Abstand (d_2) berechnet wird und die Ortskoordinaten (X_M , Y_M , Z_M) des Zielobjektes (11) zusätzlich aus dem zweiten Abstand (d_2) berechnet werden.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Folge von Bildern der Zieleinrichtung (13) mit der Kameraeinrichtung (15) aufgenommen wird.
- 30 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Bild (61) der Zieleinrichtung (13) mit dem Lichtreflex (62) aus der Folge der mit der Kameraeinrichtung (15) aufgenommenen Bilder das Bild mit dem stärksten Lichtreflex bestimmt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Bild (61) der Zieleinrichtung (13) mit dem Lichtreflex (62) durch Mittelung über mehrere Bilder aus der Folge der mit der Kameraeinrichtung (15) aufgenommenen Bilder bestimmt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahme der Bilder der Zieleinrichtung (13) mit der Kameraeinrichtung (15) und die Distanzmessung zur Zieleinrichtung (13) mit der Laserdistanzmesseinrichtung (14) gleichzeitig von einer Kontrolleinrichtung (17) gestartet werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass einem von der Laserdistanzmesseinrichtung (14) gemessenen Distanzwert von der Kontrolleinrichtung (17) ein mit der Kameraeinrichtung (15) aufgenommenes Bild der Zieleinrichtung (13) zugeordnet wird.
8. Vorrichtung (10) zum Bestimmen der Ortskoordinaten (X_M , Y_M , Z_M) eines Zielobjektes (11) in einem Messgebiet (12) in mindestens zwei Dimensionen (X , Y , Z) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, aufweisend:
 - eine Zieleinrichtung (13) mit einem Reflektorelement (31), das die Ortskoordinaten (X_M , Y_M , Z_M) des Zielobjektes (11) festlegt,
 - eine Laserdistanzmesseinrichtung (14) mit einem Sendeelement (41), das einen Laserstrahl (46) aussendet, einem Empfangselement (42), das einen vom Reflektorelement (31) zumindest teilweise reflektierten Laserstrahl (46) als Empfangsstrahl (47) empfängt, und einem Kontrollelement (45),
 - eine Kameraeinrichtung (15) mit einer Empfangseinrichtung (48) und einem Kontrollelement (49),
 - eine Referenzeinrichtung (16) mit einer ersten Achse (26) und einer zweiten Achse (27), wobei die erste und zweite Achse (26, 27) senkrecht zueinander angeordnet sind und sich in einem Schnittpunkt (28) schneiden, und
 - eine Kontrolleinrichtung (17) mit einem Steuerelement (51) zum Steuern der Laserdistanzmesseinrichtung (14) und der Kameraeinrichtung (15) sowie einem Auswerteelement (52) zum Berechnen der Ortskoordinaten (X_M , Y_M , Z_M) des Zielobjektes (11).
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Reflektorelement als rotationssymmetrischer Körper (31) oder als Abschnitt eines rotationssymmetrischen Körpers ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserdistanzmesseinrichtung (14) eine Strahlformungsoptik (44) aufweist, die den Laserstrahl (46) mit einem Öffnungswinkel grösser als 80° aufweitet.
- 5 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlformungsoptik (44) den Laserstrahl (46) in einer Richtung im Wesentlichen parallel zur Messebene (12) aufweitet.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlformungsoptik (44) den Laserstrahl (46) in einer zur Messebene (12) im Wesentlichen senkrechten Richtung kollimiert oder fokussiert.
- 10 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserdistanzmesseinrichtung (14) eine Motoreinheit aufweist, wobei die Motoreinheit den Laserstrahl (46) um eine zur Messebene (12) senkrechte Drehachse oder um einen Drehpunkt schwenkt.
- 15 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserdistanzmesseinrichtung (14) eine Strahlformungsoptik und eine Motoreinheit aufweist, wobei die Strahlformungsoptik den Laserstrahl (46) mit einem Öffnungswinkel bis 10° aufweitet und die Motoreinheit den Laserstrahl um eine zur Messebene senkrechte Drehachse oder um einen Drehpunkt bewegt.
- 20 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Zieleinrichtung an einem handgeführten Werkzeuggerät angebracht ist.

1/3

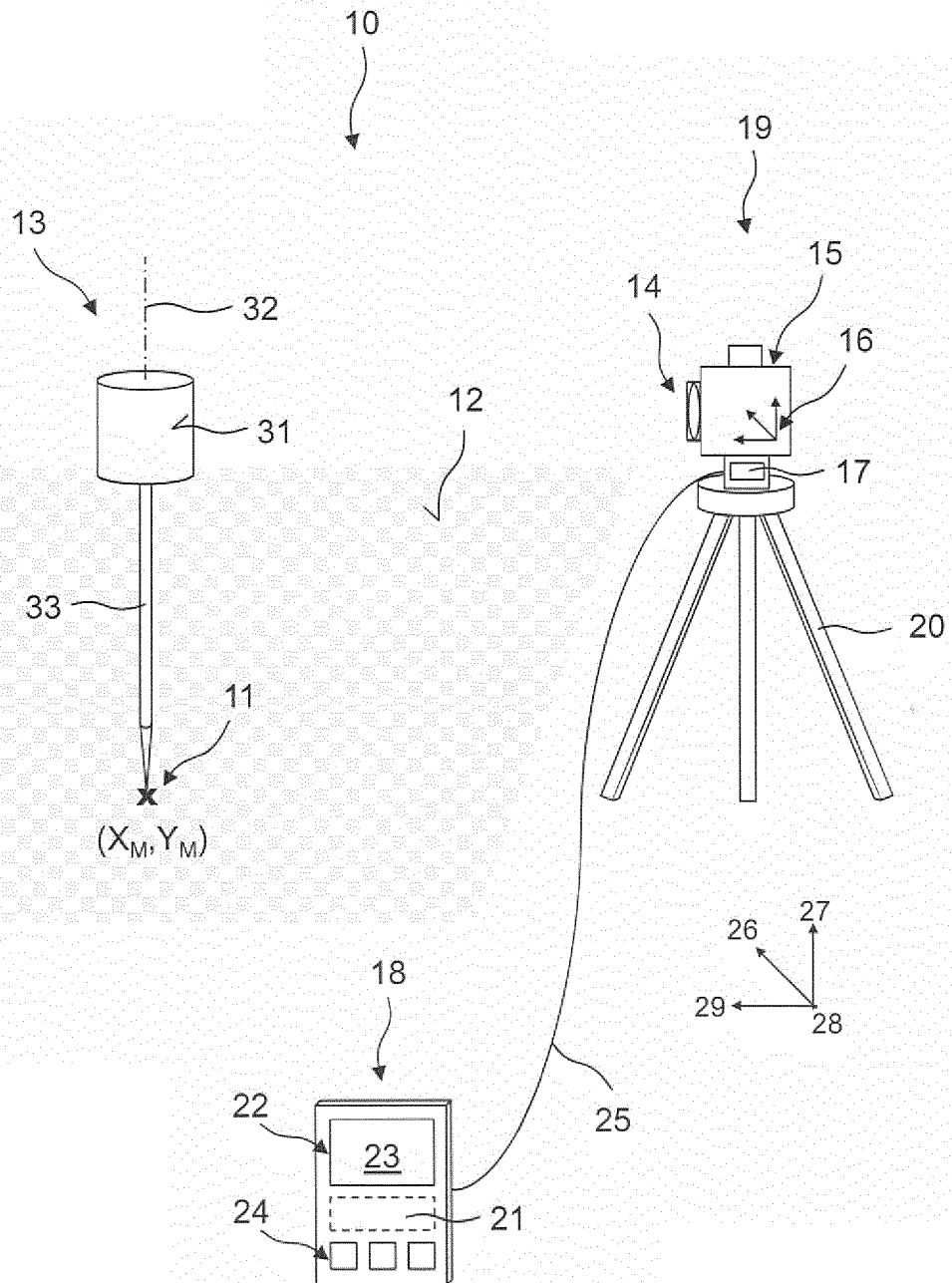


FIG. 1

2/3

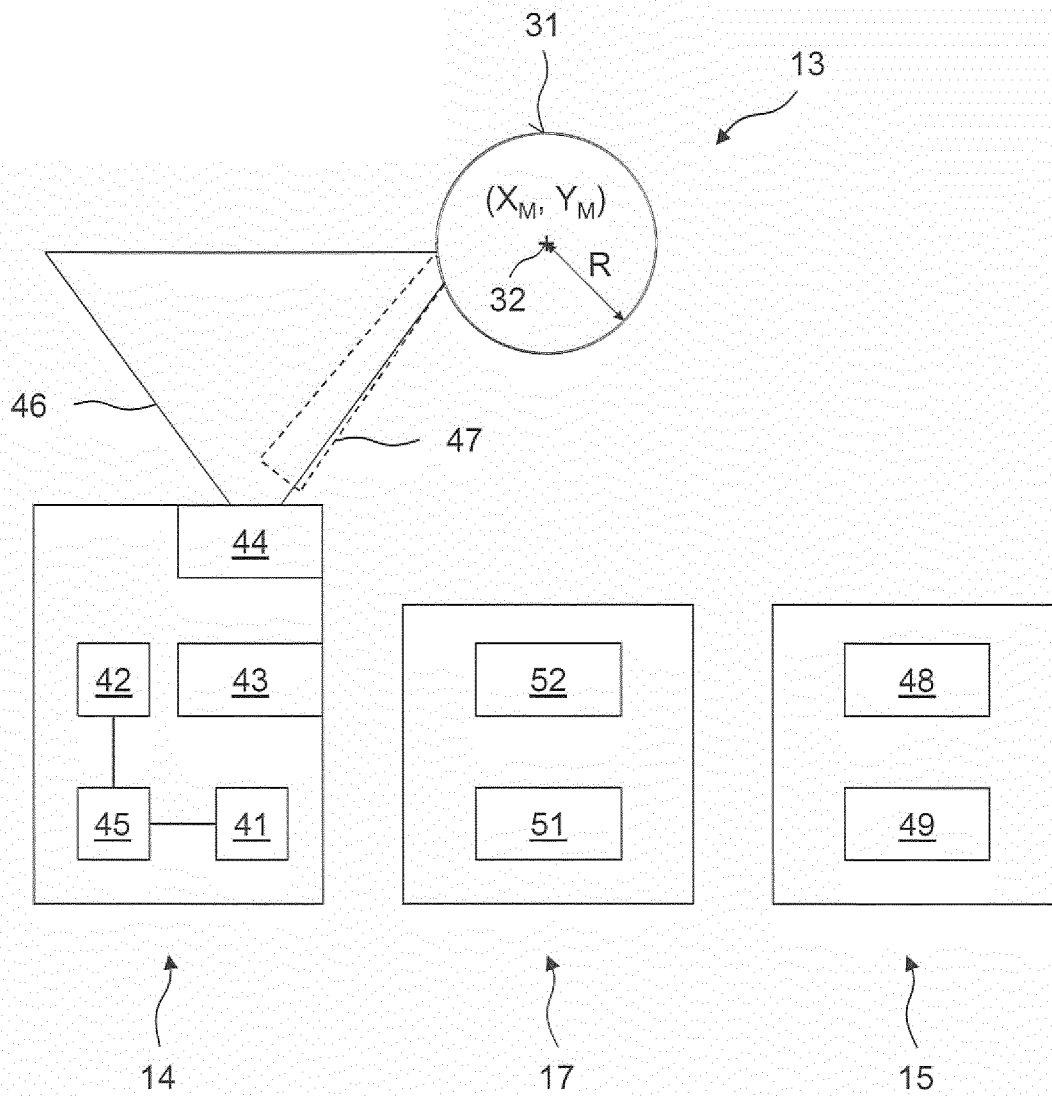


FIG. 2

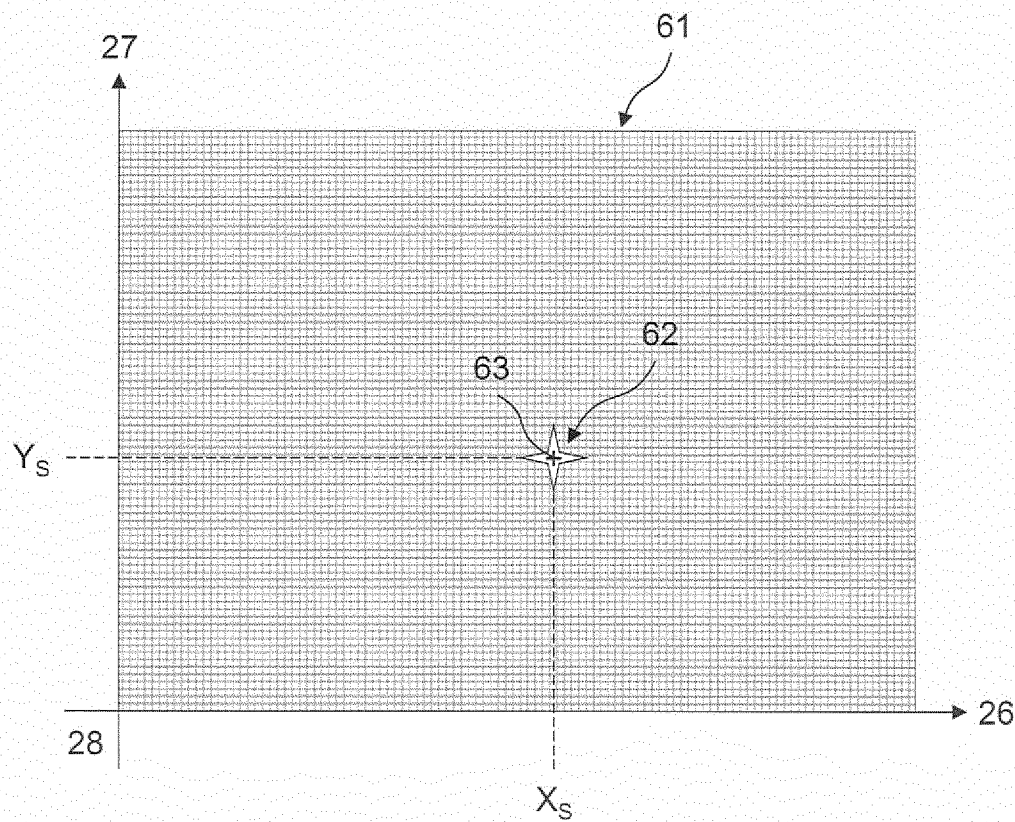


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/076802

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01S17/02 G01C15/00 G01S17/46
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01S G01C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 422 499 A2 (TOPCON CORP [JP]) 26 May 2004 (2004-05-26) paragraphs [0010], [0015] - [0020], [0022], [0028], [0029], [0032]; figures 1-3,5	1-15
X	EP 1 605 230 A1 (TOPCON CORP [JP]) 14 December 2005 (2005-12-14) paragraphs [0050] - [0051]	1
A	EP 2 447 735 A1 (HILTI AG [LI]) 2 May 2012 (2012-05-02) paragraphs [0017], [0018], [0024], [0042], [0039]; figure 5	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 January 2014

Date of mailing of the international search report

07/02/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Metz, Carsten

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/076802

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1422499	A2	26-05-2004	EP 1422499 A2	26-05-2004
			JP 2004170355 A	17-06-2004
			US 2004101164 A1	27-05-2004

EP 1605230	A1	14-12-2005	CN 1707219 A	14-12-2005
			DE 602005003057 T2	07-08-2008
			EP 1605230 A1	14-12-2005
			JP 4427389 B2	03-03-2010
			JP 2005351745 A	22-12-2005
			US 2005275824 A1	15-12-2005

EP 2447735	A1	02-05-2012	CN 102538744 A	04-07-2012
			DE 102010043136 A1	03-05-2012
			EP 2447735 A1	02-05-2012
			US 2012105825 A1	03-05-2012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01S17/02 G01C15/00 G01S17/46
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01S G01C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 422 499 A2 (TOPCON CORP [JP]) 26. Mai 2004 (2004-05-26) Absätze [0010], [0015] - [0020], [0022], [0028], [0029], [0032]; Abbildungen 1-3,5 -----	1-15
X	EP 1 605 230 A1 (TOPCON CORP [JP]) 14. Dezember 2005 (2005-12-14) Absätze [0050] - [0051] -----	1
A	EP 2 447 735 A1 (HILTI AG [LI]) 2. Mai 2012 (2012-05-02) Absätze [0017], [0018], [0024], [0042], [0039]; Abbildung 5 -----	1-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

31. Januar 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/02/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Metz, Carsten

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/076802

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1422499	A2	26-05-2004	EP 1422499 A2 26-05-2004
			JP 2004170355 A 17-06-2004
			US 2004101164 A1 27-05-2004

EP 1605230	A1	14-12-2005	CN 1707219 A 14-12-2005
			DE 602005003057 T2 07-08-2008
			EP 1605230 A1 14-12-2005
			JP 4427389 B2 03-03-2010
			JP 2005351745 A 22-12-2005
			US 2005275824 A1 15-12-2005

EP 2447735	A1	02-05-2012	CN 102538744 A 04-07-2012
			DE 102010043136 A1 03-05-2012
			EP 2447735 A1 02-05-2012
			US 2012105825 A1 03-05-2012
