



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 223 929.4**
(22) Anmeldetag: **20.12.2012**
(43) Offenlegungstag: **26.06.2014**

(51) Int Cl.: **G01S 17/06 (2006.01)**
G01C 11/00 (2006.01)
G01C 3/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
Hilti Aktiengesellschaft, Schaan, LI

(74) Vertreter:
**TER MEER STEINMEISTER & PARTNER
PATENTANWÄLTE, 81679, München, DE**

(72) Erfinder:
**Gogolla, Torsten, Schaan, LI; Winter, Andreas,
Feldkirch, AT**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

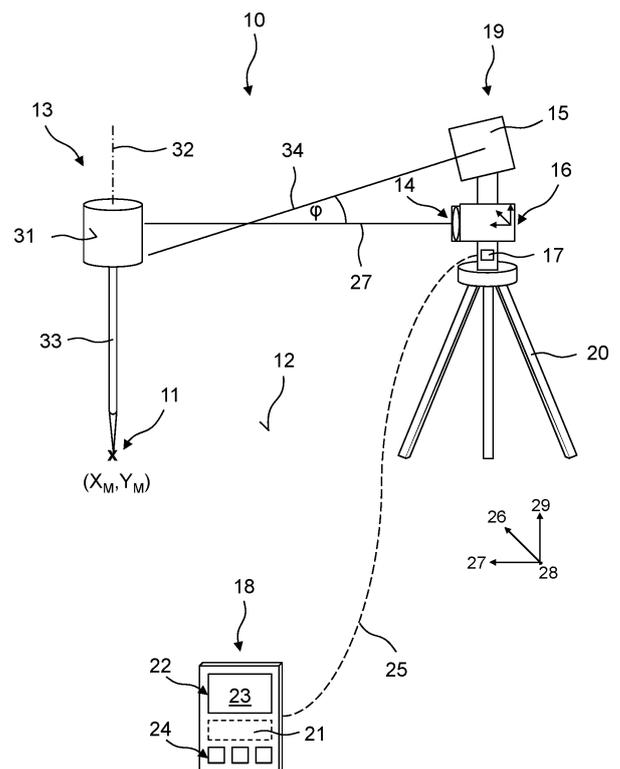
| | | |
|-----------|-------------------------|-----------|
| US | 2007 / 0 183 041 | A1 |
| EP | 0 481 278 | A1 |
| EP | 1 947 477 | A1 |
| WO | 97/ 14 015 | A1 |

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Bestimmen der zweidimensionalen Ortskoordinaten eines Zielobjektes**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Bestimmen der Ortskoordinaten (X_M , Y_M) eines Zielobjektes (11) in einer Messebene (12) in zwei Dimension, mit den Schritten:
– eine Zieleinrichtung (13) mit einem Reflektorelement (31) wird am Zielobjekt (11) positioniert,
– ein Laserstrahl wird von einem Sendeelement einer Lasereinrichtung (14) entlang einer Ausbreitungsrichtung (27) im Wesentlichen parallel Messebene (12) auf die Zieleinrichtung (13) ausgesandt,
– zumindest ein Teil des Laserstrahls wird am Reflektorelement (31) teilweise reflektiert,
– ein Bild der Zieleinrichtung (31) mit dem zumindest teilweise reflektierten Laserstrahl als Lichtreflex wird von einer Kameraeinrichtung (15) aufgenommen, wobei eine Blickrichtung (34) der Kameraeinrichtung (15) unter einem Elevationswinkel (φ) zur Messebene (12) geneigt ist,
– im Bild der Zieleinrichtung (13) wird ein Schwerpunkt des Lichtreflexes bestimmt,
– aus einer Brennweite der Kameraeinrichtung (15), dem Elevationswinkel und einer ersten und zweiten Bildkoordinate des Schwerpunktes des Lichtreflexes im Koordinatensystem der Kameraeinrichtung werden ein erster und zweiter Abstand berechnet, und
– die Ortskoordinaten des Zielobjektes (11) werden aus dem ersten und zweiten Abstand berechnet.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen der zweidimensionalen Ortskoordinaten eines Zielobjektes gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zum Bestimmen der zweidimensionalen Ortskoordinaten eines Zielobjektes gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 6.

Stand der Technik

[0002] Aus EP 0 481 278 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen der zweidimensionalen 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 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 Winkelmesseinrichtung zum Bestimmen eines Azimutwinkels. 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 der Azimutwinkel wird von der Winkelmesseinrichtung bestimmt. Die zweidimensionalen Ortskoordinaten werden aus dem Distanzwert und dem Azimutwinkel berechnet.

[0003] 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 muss der Laserstrahl zur Laserdistanzmessung und zur Winkelmessung präzise auf das Zielobjekt ausgerichtet werden.

Darstellung der Erfindung

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Entwicklung eines Verfahrens zum Bestimmen der zweidimensionalen Ortskoordinaten eines Zielobjektes, das für die Anwendung in Innenräumen geeignet ist und die Ortskoordinaten mit geringem Aufwand für den Bediener bestimmt. Außerdem soll eine für das erfindungsgemäße Verfahren geeignete

nete Vorrichtung zum Bestimmen der zweidimensionalen Ortskoordinaten eines Zielobjektes entwickelt werden.

[0005] Diese Aufgabe wird bei dem eingangs genannten Verfahren zum Bestimmen der zweidimensionalen Ortskoordinaten eines Zielobjektes erfindungsgemäß durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 und bei der eingangs genannten Vorrichtung zum Bestimmen von zweidimensionalen Ortskoordinaten eines Zielobjektes durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 6 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0006] Erfindungsgemäß weist das Verfahren zum Bestimmen der Ortskoordinaten eines Zielobjektes in einer Messebene in zwei Dimensionen die Schritte auf:

- eine Zieleinrichtung mit einem Reflektorelement wird am Zielobjekt positioniert,
- ein Laserstrahl wird von einem Sendeelement einer Lasereinrichtung entlang einer Ausbreitungsrichtung im Wesentlichen parallel Messebene auf die Zieleinrichtung ausgesandt,
- 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, wobei eine Blickrichtung der Kameraeinrichtung unter einem Elevationswinkel zur Messebene geneigt ist,
- im Bild der Zieleinrichtung wird ein Schwerpunkt des Lichtreflexes bestimmt,
- aus einer Brennweite der Kameraeinrichtung, dem Elevationswinkel und einer ersten und zweiten Bildkoordinate des Schwerpunktes des Lichtreflexes im Koordinatensystem der Kameraeinrichtung werden ein erster und zweiter Abstand berechnet, und
- die Ortskoordinaten des Zielobjektes werden aus dem ersten und zweiten Abstand berechnet.

[0007] Die Ortskoordinaten eines Zielobjektes mit Hilfe eines Lichtreflexes in einem Bild einer Kameraeinrichtung zu bestimmen, hat den Vorteil, dass neben der Kameraeinrichtung nur eine Lasereinrichtung erforderlich ist. Dadurch, dass keine Winkelmesseinrichtung erforderlich ist, kann eine kostengünstige Vorrichtung realisiert werden. Der Bediener kann die Ortskoordinaten des Zielobjektes mit geringem Aufwand bestimmen.

[0008] 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 ei-

nem Öffnungswinkel kleiner als 10° ausgebildet sein. 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 sowohl Bilder der Zieleinrichtung mit Lichtreflex als auch Bilder ohne Lichtreflex auf.

[0009] 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 stärksten Lichtreflex kann mit Hilfe bekannter Bildverarbeitungstechniken bestimmt werden.

[0010] 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 ausgesandt wird. Die Mittelung über mehrere Bilder mit einem Lichtreflex kann mit Hilfe bekannter Bildverarbeitungstechniken erfolgen.

[0011] In einer bevorzugten Ausführung des Verfahrens werden die Aufnahme der Bilder der Zieleinrichtung mit der Kameraeinrichtung und das Aussenden des Laserstrahls von der Lasereinrichtung gleichzeitig von einer Kontrolleinrichtung gesteuert.

[0012] Insbesondere zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Bestimmen der zweidimensionalen Ortskoordinaten eines Zielobjektes in einer Messebene:

- eine Zieleinrichtung mit einem Reflektorelement, das die Ortskoordinaten des Zielobjektes festlegt,
- eine Lasereinrichtung mit einem Sendeelement, das einen sich entlang einer Ausbreitungsrichtung im Wesentlichen parallel zur Messebene ausbreitenden Laserstrahl aussendet, und einem Kontrollelement,
- eine Kameraeinrichtung mit einer Empfangseinrichtung und einem Kontrollelement, wobei eine Blickrichtung der Kameraeinrichtung unter einem Elevationswinkel zur Messebene geneigt ist,
- 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 Lasereinrichtung und der Kameraeinrichtung sowie einem Auswerteelement zum Berechnen der Ortskoordinaten des Zielobjektes.

[0013] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Bestimmen der zweidimensionalen Ortskoordinaten eines Zielobjektes ermöglicht es, die Ortskoordinaten eines Zielobjektes ohne Winkelmesseinrichtung zu bestimmen. Dadurch, dass keine Winkelmesseinrichtung erforderlich ist, kann eine kostengünstige Vorrichtung realisiert werden. Der Bediener kann die Ortskoordinaten des Zielobjektes mit geringem Aufwand bestimmen.

[0014] Das Reflektorelement ist in einer bevorzugten Ausführung als rotationssymmetrischer Körper oder als Abschnitt eines rotationssymmetrischen Körpers ausgebildet. Für zweidimensionale Messungen eignen sich Kreiszyylinder oder Kreiszyylinderabschnitte als Reflektorelement. 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 Zylinderachse des Kreiszyinders. Der Radius des Kreiszyinders ist in der Kontrolleinrichtung gespeichert oder wird vom Bediener in die Kontrolleinrichtung eingegeben. Für die Berechnung der Ortskoordinaten wird der Radius der Zieleinrichtung bei der Berechnung berücksichtigt.

[0015] In einer ersten Variante weist die Lasereinrichtung eine Strahlformungsoptik auf, die den Laserstrahl in einer Richtung parallel zur Messebene mit einem Öffnungswinkel grösser als 80° aufweitet. Dabei kollimiert oder fokussiert die Strahlformungsoptik den Laserstrahl besonders bevorzugt in einer zur Messebene senkrechten Richtung. Diese Strahlformungsoptik 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 des Laserstrahls erforderlich. Die begrenzte Leistung des Laserstrahls wird durch die Strahlformungsoptik in der Messebene verteilt. Die Aufweitung des Laserstrahls durch eine Strahlformungsoptik bietet die Möglichkeit, eine ruhende Lasereinrichtung einzusetzen.

[0016] 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 Strahlformungsoptik

tiken zur Aufweitung eines Laserstrahls eignen sich Zylinderlinsen, Kegelspiegel und ähnliche optische Elemente.

[0017] In einer zweiten Variante weist die Lasereinrichtung eine Motoreinheit auf, wobei die Motoreinheit den Laserstrahl um eine zur Messebene senkrechte Drehachse bewegt. Die Drehung des Laserstrahls bietet sich an, wenn die Leistungsdichte des Laserstrahls nach der Aufweitung zu gering ist, um für die Auswertung im Bild der Kameraeinrichtung einen sichtbaren Lichtreflex 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 Motoreinheit der zweiten Variante kann mit einer Strahlformungs-optik, die den Laserstrahl kollimiert oder fokussiert, kombiniert werden.

[0018] In einer dritten Variante weist die Lasereinrichtung eine Strahlformungs-optik und eine Motoreinheit auf, wobei die Strahlformungs-optik den Laserstrahl in einer Richtung parallel zur Messebene mit einem Öffnungswinkel bis 10° aufweitet und die Motoreinheit den Laserstrahl um eine zur Messebene senkrechte Drehachse bewegt. Die Aufweitung des Laserstrahls und die Drehung um eine Drehachse lassen sich kombinieren. Der Laserstrahl wird von einer Strahlformungs-optik bis zu 10° aufgeweitet und der aufgeweitete Laserstrahl wird von einer Motoreinheit um eine Drehachse bewegt. Die Kombination von Strahlaufweitung und Drehung ermöglicht die Detektion eines Empfangsstrahls mit einer ausreichend starken Leistungsdichte für die Auswertung des Lichtreflexes. Die Drehung des Laserstrahls kann als rotierende, scannende oder trackende Bewegung ausgeführt werden.

[0019] 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

[0020] 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 un-

mittelbar 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 Erfindung 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 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.

[0021] Es zeigen:

[0022] Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Bestimmen der zweidimensionalen Ortskoordinaten eines Zielobjektes in einer Messebene mit einer Zieleinrichtung, einer Lasereinrichtung, einer Kameraeinrichtung, einer Referenzeinrichtung und einer Kontrolleinrichtung;

[0023] Fig. 2 die Vorrichtung der Fig. 1 mit der Lasereinrichtung, der Kameraeinrichtung und der Kontrolleinrichtung in Form eines Blockdiagramms; und

[0024] 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.

[0025] Fig. 1 zeigt eine erste erfindungsgemäße Vorrichtung **10** zum Bestimmen der Ortskoordinaten X_M , Y_M eines Zielobjektes **11** in einem Messgebiet **12**. Das Messgebiet **12** ist als Messebene ausgebildet und die Ortskoordinaten X_M , Y_M des Zielobjektes **11** sind zweidimensional.

[0026] Die Vorrichtung **10** umfasst eine Zieleinrichtung **13**, eine Lasereinrichtung **14**, eine Kameraeinrichtung **15**, eine Referenzeinrichtung **16**, eine Kontrolleinrichtung **17** und ein Handteil **18**. Die Lasereinrichtung **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 Geräteständer **20** angebracht ist. Das Handteil **18** weist ein Kontrollelement **21**, eine Anzeigeeinrichtung **22** mit einem Display **23** sowie eine Bedienungseinrichtung **24** auf. Alternativ zur 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. Alternativ zur in **Fig. 1** gezeigten Trennung von Zieleinrichtung **13** und Handteil **16** kann die Zieleinrichtung in das Handteil integriert sein.

[0027] 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 des Messgerätes **19** auf. Ein dritte Achse **29** verläuft senkrecht zur ersten und zweiten Achse **26, 27** durch den Schnittpunkt **28** der beiden Achsen **26, 27**. Eine von der ersten Achse **26** und der zweiten Achse **27** aufgespannte Ebene verläuft parallel zur Messebene **12** und die Ausbreitungsrichtung der Lasereinrichtung **14** verläuft parallel zur zweiten Achse **27**. Wenn die Ortskoordinaten des Zielobjektes **11** in einem externen Koordinatensystem bestimmt werden sollen, das vom internen Koordinatensystem **26, 27** des Messgerätes **19** abweicht, werden die Koordinatensysteme übereinander gelegt oder die Verschiebung und/oder Verdrehung zwischen dem externen Koordinatensystem und dem internen Koordinatensystem des Messgerätes **19** wird bestimmt und am Messgerät **19** manuell eingegeben oder automatisch an die Kontrolleinrichtung **17** übermittelt.

[0028] Die Position des Zielobjektes **11** in der Messebene **12** wird mit Hilfe der Zieleinrichtung **13** markiert. Die Zieleinrichtung **13** weist ein Reflektorelement **31** zum Reflektieren eines Laserstrahls der Lasereinrichtung **14** auf. Das Reflektorelement **31** ist in der in **Fig. 1** gezeigten Ausführung als Kreiszyylinder 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. Der Radius R des Kreiszyinders **31** 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.

[0029] Die Lasereinrichtung **14** sendet einen Laserstrahl aus, der auf die Zieleinrichtung **13** gerichtet ist. Die Ausbreitungsrichtung des Laserstrahls der Lasereinrichtung **14** verläuft parallel zur zweiten Achse **27** und parallel zur Messebene **12**. Um die Ortskoordinaten X_M, Y_M des Zielobjektes **11** über einen an der Zieleinrichtung **13** reflektierten Laserstrahl bestimmen zu können, muss eine Blickrichtung **34** der Kameraeinrichtung **15** unter einem Elevationswinkel φ zur Messebene **12** geneigt sein. Das Koordinatensystem der Kameraeinrichtung **15** ist um den Elevationswinkel φ gegenüber dem internen Koordinatensystem **26, 27** des Messgerätes **19** verdreht und um einen Abstand verschoben. Die Kameraeinrichtung **15** kann um eine Drehachse oder um einen Drehpunkt drehbar ausgebildet sein. Durch die Drehbarkeit der Kameraeinrichtung **15** kann die Blickrichtung **34** der Kameraeinrichtung **15** auf die Mitte des Messbereichs ausgerichtet werden.

[0030] Der Koordinatenursprung des Koordinatensystems der Kameraeinrichtung **15** kann zusätzlich gegenüber dem Koordinatenursprung des internen Koordinatensystems **26, 27** des Messgerätes **19** verschoben sein. Die Verdrehung des Koordinatensystems der Kameraeinrichtung **15** bezüglich des Elevationswinkels gegenüber dem internen Koordinatensystem ist notwendig für die Bestimmung der Ortskoordinaten, die Verschiebung und eine Verdrehung bezüglich eines Azimutwinkels hingegen nicht. Wenn eine Verschiebung und eine Verdrehung bezüglich des Azimutwinkels vorliegen, müssen diese Größen bekannt sein und zusätzlich zur Bestimmung der Ortskoordinaten im internen Koordinatensystem des Messgerätes **19** berücksichtigt werden.

[0031] 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.

[0032] **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 die Lasereinrichtung **14**, die Kameraeinrichtung **15** und die Kontrolleinrichtung **17**.

[0033] Die Lasereinrichtung **14** umfasst ein als Laserdiode ausgebildetes Sendeelement **41**, eine Strahlformungsoptik **42** und ein Kontrollelement **43**. Die Laserdiode **41** sendet einen Laserstrahl **44** aus, der auf die Zieleinrichtung **13** gerichtet ist. Die Strahlformungsoptik **42** kann als einzelnes optisches Element oder als System aus mehreren optischen Elementen ausgebildet sein. Um die Ortskoordinaten von sich bewegenden Zielobjekten bestimmen zu können, ist es bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung **10** erforderlich, dass der Laserstrahl **44** einen größeren Winkelbereich erfasst. Dies kann durch eine Aufweitung des Laserstrahls **44** in der Messebene **12** oder durch eine Drehung des Laserstrahls **44** um eine Drehachse senkrecht zur Messebene **12** erzielt werden. **Fig. 2** zeigt eine Laserdistanzmesseinrichtung **14**, bei der der Laserstrahl **44** mittels einer geeigneten Strahlformungsoptik **42** aufgeweitet wird. Als Strahlformungsoptiken **42** zur Aufweitung eignen sich unter anderem Zylinderlinsen und Kegeloptiken.

[0034] Die Kameraeinrichtung **15** ist beispielsweise als CCD-Kamera ausgebildet und umfasst eine Empfangseinrichtung **45** und ein Kontrollelement **46** zur Steuerung der Kameraeinrichtung **15** und zur Auswertung der aufgenommenen Bilder. Die Kontrolleinrichtung **17** steuert das erfindungsgemäße Verfahren zum Bestimmen der Ortskoordinaten des Zielobjektes **11** mittels der Lasereinrichtung **14** und der Kameraeinrichtung **15**. Die Kontrolleinrichtung **17** umfasst ein Steuerelement **47** zum Steuern der Lasereinrichtung **14** und der Kameraeinrichtung **15** sowie ein Auswerteelement **48** zum Berechnen der Ortskoordinaten X_M, Y_M des Zielobjektes **11**.

[0035] Der Bediener startet die Bestimmung der Ortskoordinaten über einen Startbefehl am Handteil **18**. Der Startbefehl wird vom Steuerelement **48** der Kontrolleinrichtung **17** in einen ersten Steuerbefehl an die Lasereinrichtung **14** und einen zweiten Steuerbefehl an die Kameraeinrichtung **15** umgesetzt. Aufgrund des ersten Steuerbefehls sendet das Sendeelement **41** der Lasereinrichtung **14** den Laserstrahl **44** aus, der auf das Reflektorelement **31** trifft und am Reflektorelement **31** teilweise reflektiert wird. Aufgrund des zweiten Steuerbefehls nimmt die Kameraeinrichtung **15** eine Folge von Bildern der Zieleinrichtung **13** auf. Der am Reflektorelement **31** teilweise reflektierte Laserstrahl **46** ist in mindestens einem Bild der Zieleinrichtung **13** als Lichtreflex sichtbar. Das Kontrollelement **46** der Kameraeinrichtung **15** bestimmt mit Hilfe bekannter Bildverarbeitungstechniken beispielsweise 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.

[0036] **Fig. 3** zeigt ein Bild **61** der Zieleinrichtung **13** mit einem Lichtreflex **62**, das für die Bestimmung der

Ortskoordinaten X_M, Y_M 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.

[0037] Im Bild **61** der Zieleinrichtung **13** wird mit Hilfe bekannter Bildverarbeitungstechniken vom Kontrollelement **46** der Kameraeinrichtung **15** ein Schwerpunkt **63** des Lichtreflexes **62** bestimmt. Der Schwerpunkt **63** des Lichtreflexes **62** weist im Koordinatensystem 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** im Koordinatensystem der Kameraeinrichtung **15** wird mit einer Brennweite f der Kameraeinrichtung **15** sowie der Verdrehung und einer möglichen Verschiebung des Koordinatensystem der Kameraeinrichtung **15** zum internen Koordinatensystem **26, 27** des Messgerätes **19** ein erster Abstand d_1 und ein zweiter Abstand d_2 berechnet. Aus dem ersten und zweiten Abstand d_1, d_2 werden anschließend die Ortskoordinaten X_M, Y_M des Zielobjektes **11** berechnet.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 0481278 A1 [0002]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen der Ortskoordinaten (X_M , Y_M) eines Zielobjektes (11) in einer Messebene (12) in zwei Dimension (X, Y), mit den Schritten:

- eine Zieleinrichtung (13) mit einem Reflektorelement (31) wird am Zielobjekt (11) positioniert,
- ein Laserstrahl (44) wird von einem Sendeelement (41) einer Lasereinrichtung (14) entlang einer Ausbreitungsrichtung (27) im Wesentlichen parallel zur Messebene (12) auf die Zieleinrichtung (13) ausgesandt,
- zumindest ein Teil des Laserstrahls (44) wird am Reflektorelement (31) teilweise reflektiert,
- ein Bild (61) der Zieleinrichtung (13) mit dem zumindest teilweise reflektierten Laserstrahl (44) als Lichtreflex (62) wird von einer Kameraeinrichtung (15) aufgenommen, wobei eine Blickrichtung (34) der Kameraeinrichtung (15) unter einem Elevationswinkel (φ) zur Messebene (12) geneigt ist,
- im Bild (61) der Zieleinrichtung (13) wird ein Schwerpunkt (63) des Lichtreflexes (62) bestimmt,
- aus einer Brennweite (f) der Kameraeinrichtung (15), dem Elevationswinkel (φ) und einer ersten und zweiten Bildkoordinate (X_S , Y_S) des Lichtreflexes (62) werden ein erster und zweiter Abstand (d_1 , d_2) berechnet,
- die Ortskoordinaten (X_M , Y_M) des Zielobjektes (11) werden aus dem ersten und zweiten Abstand (d_1 , d_2) berechnet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Folge von Bildern der Zieleinrichtung (13) mit der Kameraeinrichtung (15) aufgenommen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **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.

4. Verfahren nach Anspruch 2, **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.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahme der Bilder der Zieleinrichtung (13) mit der Kameraeinrichtung (15) und das Aussenden des Laserstrahls (44) von der Lasereinrichtung (14) gleichzeitig von einer Kontrolleinrichtung (17) gesteuert werden.

6. Vorrichtung (10) zum Bestimmen der Ortskoordinaten (X_M , Y_M) eines Zielobjektes (11; 51) in einer Messebene (12) in zwei Dimensionen (X, Y) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, aufweisend:

- eine Zieleinrichtung (13) mit einem Reflektorelement (31), das die Ortskoordinaten (X_M , Y_M) des Zielobjektes (11) festlegt,
- eine Lasereinrichtung (14) mit einem Sendeelement (41), das einen sich entlang einer Ausbreitungsrichtung (27) im Wesentlichen parallel Messebene (12) ausbreitenden Laserstrahl (44) aussendet,
- eine Kameraeinrichtung (15) mit einer Empfangseinrichtung (45) und einem Kontrollelement (46), wobei eine Blickrichtung (34) der Kameraeinrichtung (15) unter einem Elevationswinkel (φ) zur Messebene (12) geneigt ist,
- 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 (47) zum Steuern der Lasereinrichtung (14) und der Kameraeinrichtung (15) sowie einem Auswerteelement (48) zum Berechnen der Ortskoordinaten (X_M , Y_M) des Zielobjektes (11).

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Reflektorelement als rotations-symmetrischer Körper (31) oder als Abschnitt eines rotationssymmetrischen Körpers ausgebildet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lasereinrichtung (14) eine Strahlformungsoptik (42) aufweist, die den Laserstrahl (44) in einer Richtung im Wesentlichen parallel zur Messebene (12) mit einem Öffnungswinkel grösser als 80° aufweitet.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strahlformungsoptik (42) den Laserstrahl (44) in einer zur Messebene (12) im Wesentlichen senkrechten Richtung kollimiert oder fokussiert.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lasereinrichtung (14) eine Motoreinheit aufweist, wobei die Motoreinheit den Laserstrahl (44) um eine zur Messebene (12) senkrechte Drehachse bewegt.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lasereinrichtung (14) eine Strahlformungsoptik und eine Motoreinheit aufweist, wobei die Strahlformungsoptik den Laserstrahl (44) in einer Richtung im Wesentlichen parallel zur Messebene (12) mit einem Öffnungswinkel bis 10° aufweitet und die Motoreinheit den Laserstrahl (44) um eine zur Messebene (12) senkrechte Drehachse bewegt.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zieleinrichtung

tung an einem handgeführten Werkzeuggerät angebracht ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

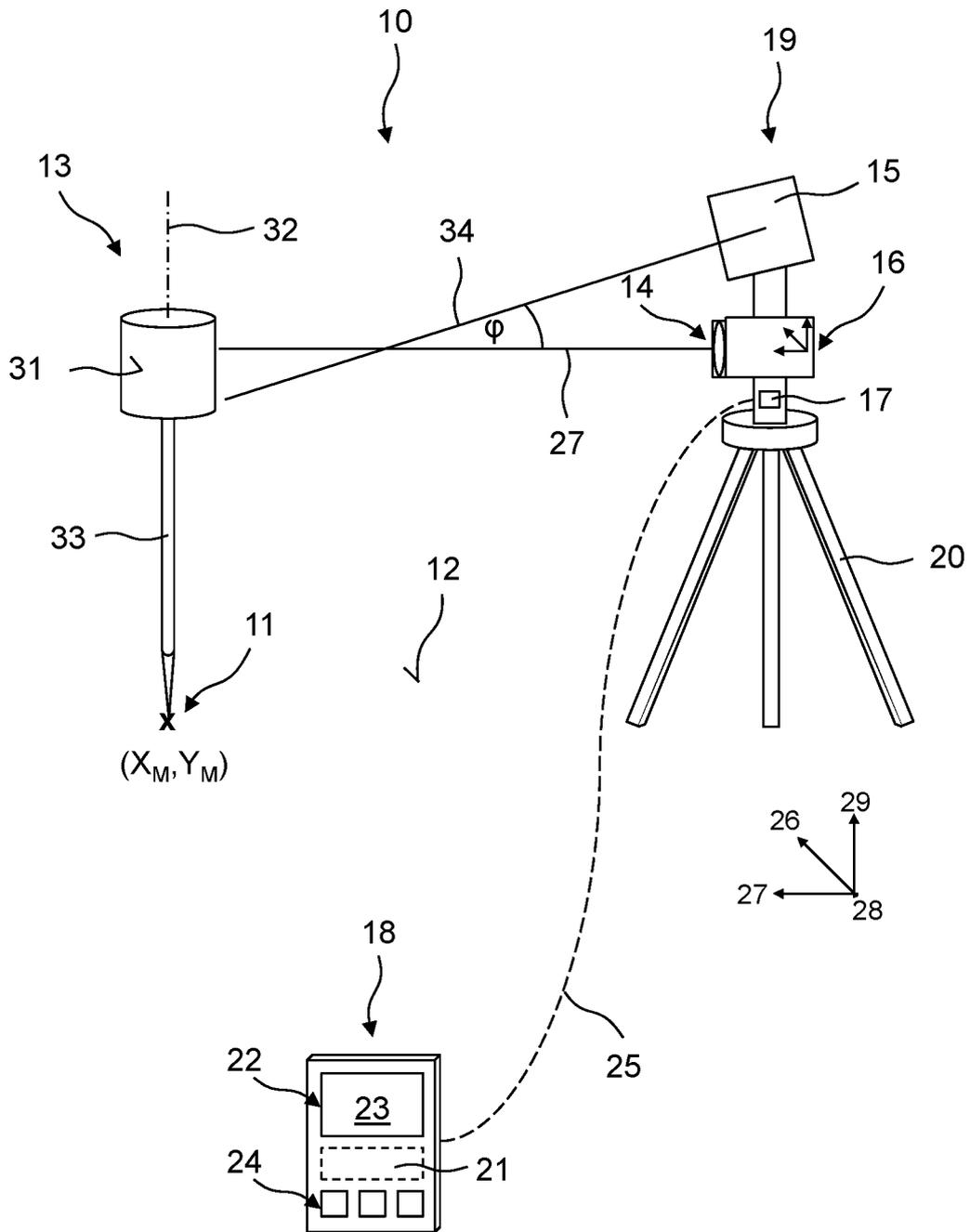


FIG. 1

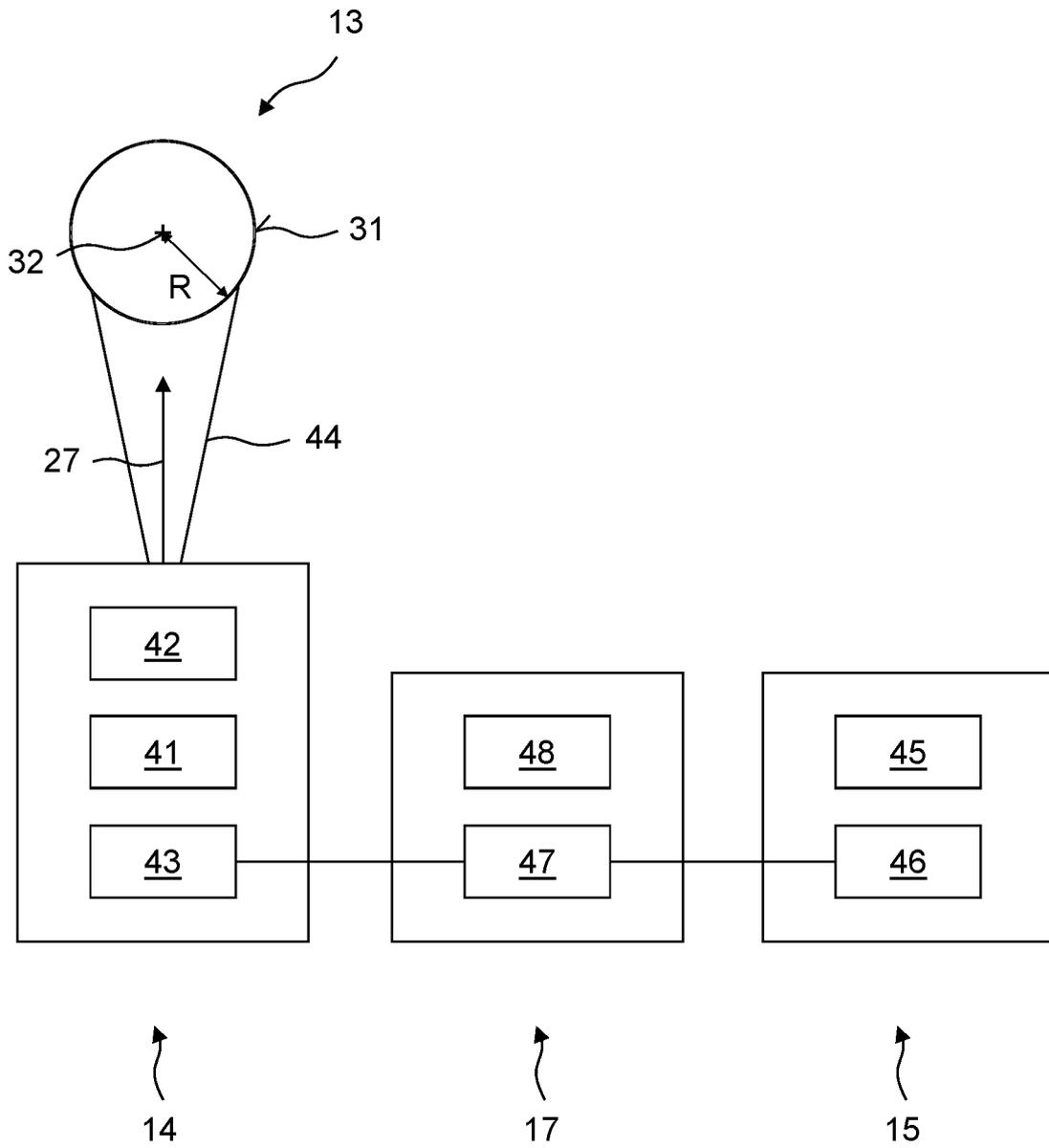


FIG. 2

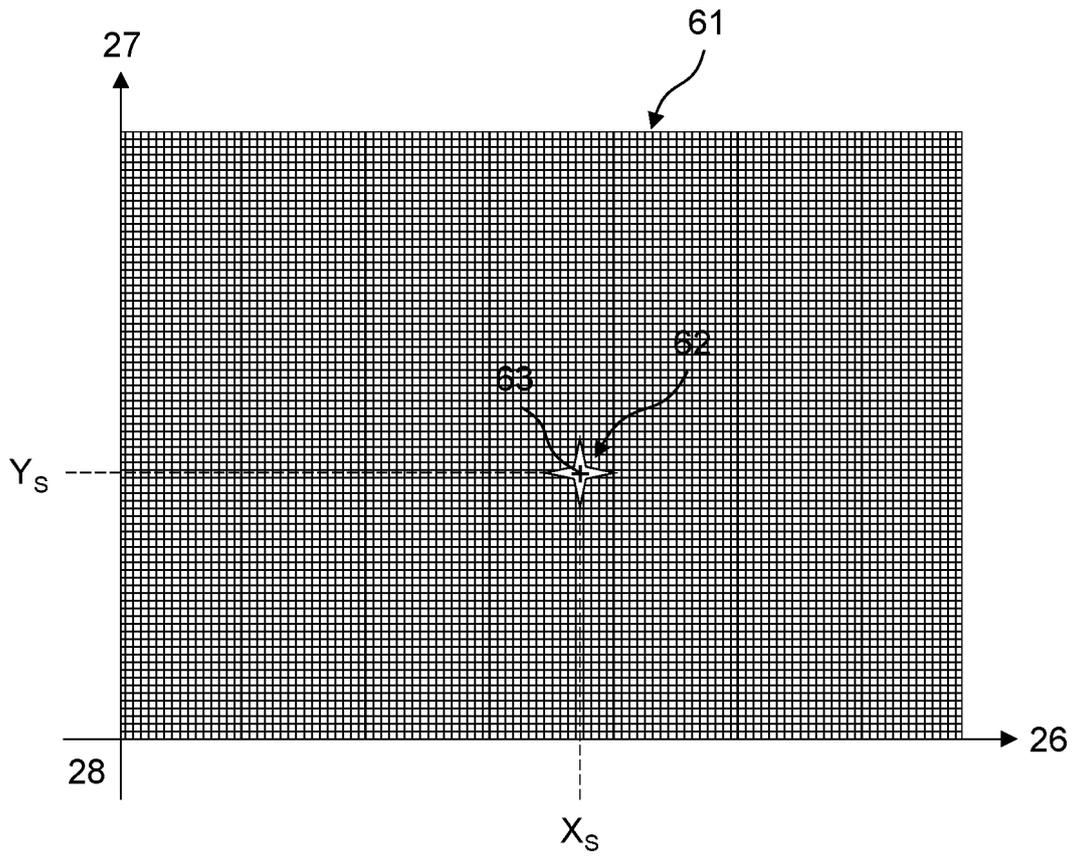


FIG. 3