

(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
25. Oktober 2007 (25.10.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/118478 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01C 15/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/003010

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. April 2006 (03.04.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
20 2006 005 643.2 31. März 2006 (31.03.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FARO TECHNOLOGIES INC. [US/US]; 125 Technologies Park, Lake Mary, FL 32746-6204 (US).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BECKER, Reinhard [DE/DE]; Mergentheimer Strasse 7, 71642 Ludwigsburg (DE).

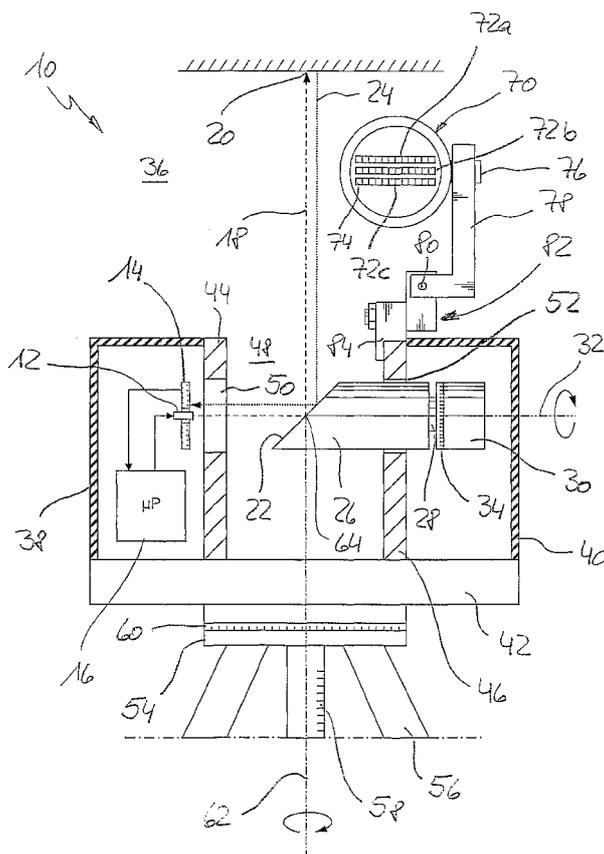
(74) Anwälte: DUHME, Torsten usw.; Witte, Weller & Partner, Postfach 105462, 70047 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR THREE-DIMENSIONAL COVERAGE OF A SPATIAL AREA

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM DREIDIMENSIONALEN ERFASSEN EINES RAUMBEREICHS



(57) Abstract: An apparatus for three-dimensional coverage of a spatial area has a rangefinder for finding the range to an object point (20) in the spatial area, and has an image recording unit (70). The rangefinder contains a transmitter (12) for transmission of a transmitted signal (18) which is largely in the form of a beam to the object point, a receiver (14) for receiving a reflected signal (24) from the object point, and an evaluation and control unit (16) which is designed to determine the range to the object point on the basis of the transmitted signal (18) and the reflected signal (24). The apparatus furthermore contains a beam scanning unit (22, 30, 54) which is designed to point the transmitted signal (18) in different spatial directions. The image recording unit (70) has a defined image recording area, and is coupled to the beam scanning unit (22, 30, 54) in order to align the image recording area and the transmitted signal (18) with the same object point.

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung zum dreidimensionalen Erfassen eines Raumbereichs besitzt einen Entfernungsmesser zum Bestimmen einer Entfernung zu einem Objektpunkt (20) im Raumbereich sowie eine Bildaufnahmeeinheit (70). Der Entfernungsmesser beinhaltet einen Sender (12) zum Aussenden eines weitgehend strahlförmigen Sendesignals (18) zu dem Objektpunkt, einen Empfänger (14) zum Empfangen eines Reflexionssignals (24) von dem Objektpunkt und eine Auswerte- und Steuereinheit (16), die dazu ausgebildet ist, die Entfernung zu dem Objektpunkt anhand des Sendesignals (18) und des Reflexionssignals (24) zu bestimmen. Des weiteren beinhaltet die Vorrichtung eine

Strahlenschwenkeinheit (22, 30, 54), die dazu ausgebildet ist, das Sendesignal (18) in unterschiedliche

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/118478 A1



SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Vorrichtung und Verfahren
zum dreidimensionalen Erfassen eines Raumbereichs

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum dreidimensionalen Erfassen eines Raumbereichs, mit einem Entfernungsmesser zum Bestimmen einer Entfernung zu einem Objektpunkt im Raumbereich, wobei der Entfernungsmesser einen Sender zum Aus-senden eines weitgehend strahlförmigen Sendesignals zu dem Objektpunkt, einen Empfänger zum Empfangen eines Reflexionssig-nals von dem Objektpunkt und eine Auswerte- und Steuereinheit besitzt, die dazu ausgebildet ist, die Entfernung zu dem Ob-jektpunkt anhand des Sendesignals und des Reflexionssignals zu

BESTÄTIGUNGSKOPIE

bestimmen, und mit einer Strahlschwenkeinheit, die dazu ausgebildet ist, das Sendesignal in unterschiedliche Raumrichtungen zu richten.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum dreidimensionalen Erfassen eines Raumbereichs, mit den Schritten: Aussenden eines weitgehend strahlförmigen Sendesignals zu einem Objektpunkt in dem Raumbereich, Empfangen eines Reflexionssignals von dem Objektpunkt und Bestimmen einer Entfernung zu dem Objektpunkt anhand des Sendesignals und des Reflexionssignals, und Ausrichten des Sendesignals in unterschiedliche Raumrichtungen mit Hilfe einer Strahlschwenkeinheit.

Eine solche Vorrichtung und ein solches Verfahren sind aus DE 202 08 077 U1 bekannt.

Die bekannte Vorrichtung verwendet einen Laserstrahl, der mit Hilfe eines rotierenden Spiegels in unterschiedliche Raumrichtungen abgelenkt wird. Der Spiegel rotiert um eine horizontale Drehachse und ist gegenüber der Drehachse um etwa 45° geneigt, so dass der Laserstrahl einen vertikalen Flächenbereich überstreicht. Zusätzlich wird der Messkopf mit dem Sender, Empfänger und dem Drehspiegel um eine vertikale Achse gedreht. Damit kann die bekannte Vorrichtung einen Raumbereich nahezu vollständig abtasten. Lediglich nach unten hin ist der Laserstrahl durch das Gehäuse des Messkopfes und/oder die Aufstandsfläche beschränkt.

Mit der bekannten Vorrichtung lässt sich ein dreidimensionales Entfernungsabbild eines Raumes oder Raumbereichs aufnehmen. Bevorzugte Anwendungen für eine solche Vorrichtung sind bspw.

die Vermessung von Tunnelröhren, Gebäuden, Denkmälern oder auch die Führung fahrerloser Transportsysteme. Auf Grund der erhaltenen Entfernungsinformationen lassen sich Abmessungen innerhalb des Raumes oder Raumbereichs auch nachträglich anhand der aufgenommenen Daten bestimmen. Die reinen Entfernungsdaten sind jedoch für einen visuellen Eindruck des aufgenommenen Raumbereichs ungünstig. Aus diesem Grund bestimmt die bekannte Vorrichtung auch Intensitätswerte des Reflexionssignals, womit sich Intensitätsbilder erzeugen lassen, die in etwa mit einem Schwarzweißbild des Raums oder Raumbereichs vergleichbar sind. Obwohl sich hiermit bereits ein guter visueller Eindruck eines aufgenommenen Raumbereichs vermitteln lässt, besteht der Wunsch, die dreidimensionale Erfassung und Wiedergabe noch realitätsgetreuer zu machen.

Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren der eingangs genannten Art weiterzubilden, um einen noch realistischeren und realitätsgetreueren Eindruck eines dreidimensional erfassten Raumbereichs zu erzeugen.

Diese Aufgabe wird gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung mit Hilfe einer Bildaufnahmeeinheit zum Aufzeichnen eines Abbildes des Raumbereichs gelöst, wobei die Bildaufnahmeeinheit einen definierten Bildaufnahmebereich (Blickbereich) besitzt, und wobei die Bildaufnahmeeinheit mit der Strahlschwenkeinheit gekoppelt ist, um den Bildaufnahmebereich und das Sendesignal auf denselben Objektpunkt auszurichten.

Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung wird diese Aufgaben durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei dem

außerdem ein Abbild des Raumbereichs mit einer Bildaufnahmeeinheit aufgezeichnet wird, wobei die Bildaufnahmeeinheit (70) einen definierten Bildaufnahmebereich besitzt, und wobei die Bildaufnahmeeinheit mit der Strahlschwenkeinheit gekoppelt wird, um den Bildaufnahmebereich und das Sendesignal auf eine Vielzahl gleicher Objektpunkte auszurichten.

Die vorliegende Erfindung kombiniert also eine Vorrichtung und ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art mit einer Bildaufnahmeeinheit oder „Kamera“, mit deren Hilfe ein „normales“ Foto des Raumbereichs gemacht werden kann. Bevorzugt handelt es sich um eine digitale Bildaufnahmeeinheit, so dass die Bilddaten in digitaler Form vorliegen und zusammen mit den typischerweise ebenfalls digitalen Entfernungsinformationen abgespeichert werden können.

Erfindungsgemäß ist die Bildaufnahmeeinheit mit der Strahlschwenkeinheit so gekoppelt, dass der von der Bildaufnahmeeinheit aufgenommene Raumbereich den Entfernungsinformationen des Entfernungsmessers passgenau zugeordnet werden kann. Damit können die Entfernungsinformationen des Entfernungsmessers sehr einfach und exakt mit den rein visuellen Bildinformationen der Bildaufnahmeeinheit in Übereinstimmung gebracht werden. Man erhält durch die Kombination ein sehr realitätsgetreues Abbild des erfassten Raumbereichs, wie man es von fotografischen Aufnahmen gewohnt ist. Die Qualität eines solchen Abbildes ist höher als der optische Eindruck, der sich aus dem Intensitätsabbild des Entfernungsmessers ableiten lässt. Zusätzlich zu dem qualitativ hochwertigen optischen Abbild stellt die neue Vorrichtung jedoch auch die Entfernungsinformationen zu den Ob-

jektpunkten zur Verfügung, und sie bietet damit alle Vorteile und Einsatzmöglichkeiten der bekannten Vorrichtung.

Auf Grund der hohen Bildqualität, die die neue Vorrichtung mit Hilfe der Bildaufnahmeeinheit bietet, lassen sich optische Details im Raumbereich besser erkennen und auswerten. Damit erschließen sich neue Anwendungsmöglichkeiten, wie z.B. eine dreidimensionale Aufnahme eines Unfall- oder Tatortes zur Dokumentation polizeilicher Ermittlungen.

Insgesamt bietet die neue Vorrichtung eine kostengünstige Möglichkeit, um einen Raumbereich mit einer hohen Detailtreue dreidimensional zu erfassen und realistisch wiederzugeben. Die oben genannte Aufgabe ist daher vollständig gelöst.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Bildaufnahmeeinheit dazu ausgebildet, ein farbiges optisches Abbild des Raumbereichs aufzuzeichnen.

Mit dieser Ausgestaltung wird eine noch realitätsnähere Erfassung des Raumbereichs erreicht. Einzelne Details innerhalb des Raumbereichs lassen sich noch genauer anhand der erfassten Bildinformationen beurteilen.

In einer weiteren Ausgestaltung ist die Bildaufnahmeeinheit dazu ausgebildet, ein thermisches Abbild des Raumbereichs oder auch ein Abbild des Raumbereichs in anderen Wellenlängenbereichen aufzuzeichnen.

In dieser Ausgestaltung besitzt die Bildaufnahmeeinheit insbesondere die Fähigkeit, ein Infrarotabbild des Raumbereichs

aufzuzeichnen. Damit lassen sich weitere Eigenschaften des Raumbereichs erfassen und für eine spätere Auswertung dokumentieren. Der Einsatzbereich der neuen Vorrichtung wird in vorteilhafter Weise noch weiter vergrößert.

In einer weiteren Ausgestaltung ist die Auswerte- und Steuereinheit dazu ausgebildet, ein Graustufenabbild des Raumbereichs anhand von Signalamplituden des Reflexionssignals zu bestimmen.

Diese Ausgestaltung ist für sich genommen auch schon bei der bekannten Vorrichtung realisiert. Sie besitzt in Kombination mit der vorliegenden Erfindung den besonderen Vorteil, dass sich die Bildinformationen, die mit der Bildaufnahmeeinheit aufgenommen wurden, mit den „Bildinformationen“ des Entfernungsmessers vergleichen lassen, um weitere Rückschlüsse über die Eigenschaften des erfassten Raumbereichs zu erhalten. Insbesondere können durch einen Vergleich eines farbigen optischen Abbildes mit dem Graustufenbild des Entfernungsmessers Rückschlüsse auf die Reflexionseigenschaften und damit Rückschlüsse auf Materialeigenschaften von Objekten in dem Raumbereich getroffen werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Auswerte- und Steuereinheit ferner dazu ausgebildet, das Graustufenabbild und das Abbild der Bildaufnahmeeinheit passgenau (und vorzugsweise vollständig, d.h. für jeden Messpunkt des Entfernungsmessers) zu überlagern.

Mit dieser Ausgestaltung kann das optische Abbild des Raumbereichs, das mit der Bildaufnahmeeinheit aufgenommen wurde, sehr einfach und exakt den Entfernungsinformationen, die mit dem

Entfernungsmesser bestimmt wurden, zugeordnet werden. Insbesondere ermöglicht es diese Ausgestaltung, das Graustufenbild, in dem jedem Bildpunkt eine Entfernungsinformation zugeordnet ist, mit dem optischen Abbild der Bildaufnahmeeinheit „einzufärben“, um ein äußerst realitätsgetreues Abbild mit zusätzlichen Entfernungsinformationen zu jedem Objektpunkt zu erhalten.

In einer weiteren Ausgestaltung weist die Strahlschwenkeinheit einen ersten Drehantrieb auf, um das strahlförmige Sendesignal um eine erste, vorzugsweise vertikale Drehachse zu drehen.

Diese Ausgestaltung vereinfacht die Aufzeichnung eines Panoramabildes bzw. Rundumbildes des Raumbereichs mit Hilfe der neuen Bildaufnahmeeinheit. Damit ermöglicht diese Ausgestaltung eine sehr einfache Erfassung des Raumbereichs über einen 360°-Winkel im Azimut.

In einer weiteren Ausgestaltung weist die Bildaufnahmeeinheit einen Bildsensor mit einer Vielzahl von zeilenförmig nebeneinander angeordneten Bildzellen (Pixeln) auf, die eine Bildzellenzeile bilden, wobei die Bildzellenzeile parallel zu der ersten Drehachse positionierbar ist.

Diese Ausgestaltung beinhaltet Realisierungen mit einem Bildsensor, der eine Vielzahl von Bildzellen in einer matrixartigen Anordnung aufweist, sofern die Bildzellen einer Bildzellenzeile oder -spalte, die parallel zu der ersten Drehachse liegt oder positionierbar ist, gezielt ausgelesen werden kann. Die Ausgestaltung ist vorteilhaft, weil die optische Bildaufnahme bei der Drehung der Bildaufnahmeeinheit um die erste Drehachse in einer abtastenden Art und Weise erfolgt, was der Arbeitsweise des

Entfernungsmessers entspricht. Daher lassen sich die optischen Bildinformationen und die Entfernungsinformationen einfacher und exakter zuordnen. Unabhängig davon beinhaltet diese Ausgestaltung einerseits Realisierungen, bei denen die Bildaufnahmeeinheit in einer festen Position zu dem Entfernungsmesser angeordnet ist, als auch Realisierungen, bei denen die Bildaufnahmeeinheit verschwenkbar oder anderweitig variabel in Bezug auf den Entfernungsmesser ist. Dementsprechend kann die Bildzellenzeile dauerhaft parallel zu der ersten Drehachse sein, oder sie wird nur für die Bildaufnahme in eine solche Ausrichtung verschwenkt.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist der Bildsensor ein Zeilensensor.

Zeilensensoren im Sinne dieser Ausgestaltung sind Bildsensoren, die lediglich über eine geringe Anzahl von Zeilen bzw. Spalten mit Bildzellen zur Aufnahme einer Bildinformation verfügen. Ein bevorzugter Zeilensensor für eine monochrome Bildaufnahme (schwarz-weiß) besitzt lediglich eine einzige Zeile bzw. Spalte von Bildzellen. Ein besonders bevorzugter Zeilensensor zur Aufnahme eines farbigen Abbildes des Raumbereichs besitzt hingegen drei zueinander parallele Bildzellenzeilen, wobei eine erste Bildzellenzeile zur Aufnahme einer ersten Farbkomponente (z.B. rot), eine zweite Bildzellenzeile zur Aufnahme einer zweiten Farbkomponente (z.B. grün) und eine dritte Bildzellenzeile zur Aufnahme einer dritten Farbkomponente (z.B. blau) vorgesehen ist. Diese Ausgestaltungen ermöglichen eine besonders kostengünstige Realisierung. Außerdem können die Bildinformationen der Bildaufnahmeeinheit in dieser Ausgestaltung sehr einfach und schnell ausgelesen und den Entfernungsinforma-

tionen des Entfernungsmessers zugeordnet werden. Des Weiteren trägt diese Ausgestaltung dazu bei, die Größe der Bilddateien zu reduzieren, ohne Einbußen bei der Bildqualität in Kauf zu nehmen.

In einer weiteren Ausgestaltung besitzt der Bildsensor mehrere zueinander parallele Bildzellenzeilen zur Aufnahme unterschiedlicher Farbkomponenten, wobei die parallelen Bildzellenzeilen jeweils in einem definierten Abstand zueinander angeordnet sind, und wobei der erste Drehantrieb eine Drehgeschwindigkeit besitzt, die an den definierten Abstand angepasst ist bzw. wird, so dass jede der parallelen Bildzellenzeilen dieselben Objektpunkte aufnimmt.

Diese Ausgestaltung ist besonders vorteilhaft in Verbindung mit einem Bildsensor, der drei parallele Bildzellenzeilen zur Aufnahme von drei verschiedenen Farbkomponenten bzw. verschiedenfarbigen Zeilenbildern besitzt, insbesondere zur Aufnahme eines roten, eines grünen und eines blauen Zeilenabbildes des Raumbereichs. Mit der angepassten Drehgeschwindigkeit des ersten Drehantriebs wird erreicht, dass die drei Farbbilder sehr einfach und vor allem passgenau übereinander gelegt werden können, um auf diese Weise ein „buntes“ Abbild des Raumbereichs zu erhalten. Besonders bevorzugt ist es in dieser Ausgestaltung, wenn die Drehgeschwindigkeit des ersten Drehantriebes in Abhängigkeit von dem Abstand der Bildzellenzeilen, der vorhandenen oder eingestellten Zeilenauflösung bei der Bildaufnahme und/oder in Abhängigkeit von der Belichtungszeit, die für eine einzelne Zeilenaufnahme benötigt wird, einstellbar ist, weil sich in dieser Ausgestaltung eine optimale Bildqualität in Abhängigkeit von der Umgebungssituation erreichen lässt.

In einer weiteren Ausgestaltung weist die Strahlschwenkeinheit einen zweiten Drehantrieb auf, um das Sendesignal um eine zweite, vorzugsweise horizontale Drehachse zu drehen.

Diese Ausgestaltung ermöglicht eine nahezu vollständige Erfassung eines Raumbereichs im Azimut und in der Elevation auf eine sehr einfache Weise.

In einer weiteren Ausgestaltung ist die Bildzellenzeile senkrecht zu der zweiten Drehachse positionierbar.

Diese Ausgestaltung ist von Vorteil, weil sich die seriell ausgelesenen Bildzellen sehr gut zu den Objektpunkten zuordnen lassen, die mit einem um die zweite Drehachse gedrehten Sendesignal abgetastet werden.

In einer weiteren Ausgestaltung definieren die erste und die zweite Drehachse einen Achsenschnittpunkt, und die Bildaufnahmeeinheit besitzt eine optische Achse, die zumindest wahlweise im Bereich des Achsenschnittpunktes positionierbar ist. Vorzugsweise ist die Bildaufnahmeeinheit so positionierbar, dass ihre optische Achse durch den Achsenschnittpunkt der beiden Drehachsen verläuft.

Mit dieser Ausgestaltung wird eine Parallaxe zwischen dem Blickwinkel der Bildaufnahmeeinheit und dem Blickwinkel des Entfernungsmessers reduziert oder gar minimiert. Daher lassen sich mit dieser Ausgestaltung die Entfernungsinformationen und die Bildinformationen noch einfacher und exakter zuordnen. Parallaxenfehler lassen sich besser vermeiden.

In einer weiteren Ausgestaltung beinhaltet die Vorrichtung einen in der Höhe verstellbaren Ständer mit einer Höhenskalisierung zum genauen Positionieren der Bildaufnahmeeinheit.

Die erfindungsgemäße Kombination der Bildaufnahmeeinheit mit dem Entfernungsmesser ist in der praktischen Realisierung insofern schwierig, weil die Bildaufnahmeeinheit den Sichtbereich des Entfernungsmessers beeinträchtigen kann. Dies gilt in besonderem Maße, wenn die Bildaufnahmeeinheit mit ihrer optischen Achse in den Bereich des Achsenschnittpunktes gebracht werden soll. Die bevorzugte Ausgestaltung ermöglicht es, die Bildaufnahmeeinheit oberhalb oder unterhalb des Achsenschnittpunktes anzuordnen. Mit Hilfe der Höhenskalisierung kann die Abweichung ausgeglichen werden, indem man zunächst in einem ersten Durchgang das Entfernungsabbild ohne Bildaufnahmeeinheit aufnimmt und anschließend in einem zweiten Durchgang das optische Abbild aufzeichnet, wobei der Ständer (z.B.: ein dreibeiniges Stativ oder eine höhenverstellbare Säule) zwischen den beiden Durchgängen genau so weit abgesenkt oder angehoben wird, dass die Bildaufnahmeeinheit in den Achsschnittpunkt der Drehachsen des ersten Durchlauf gelangt. Die Ausgestaltung ist eine sehr einfache und kostengünstige Möglichkeit, um die Bildaufnahmeeinheit und den Entfernungsmesser in einer Vorrichtung zu kombinieren.

In einer weiteren Ausgestaltung beinhaltet die Strahlschwenkeinheit einen Drehspiegel, der dazu ausgebildet ist, das Sendesignal in verschiedene Raumrichtungen umzulenken, wobei die Bildaufnahmeeinheit zumindest wahlweise im Bereich des Drehspiegels positionierbar ist.

Diese Ausgestaltung ist eine besonders elegante Möglichkeit, um eine Bildaufnahmeeinheit in eine Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art zu integrieren. Dadurch, dass die Bildaufnahmeeinheit im Bereich des Drehspiegels positionierbar ist, können Parallaxenfehler auf sehr einfache Weise auf ein Minimum reduziert werden.

In einer weiteren Ausgestaltung besitzt die Vorrichtung eine Gehäusestruktur mit zumindest zwei voneinander getrennten Gehäuseteilen, und sie besitzt einen Halter für die Bildaufnahmeeinheit, der lösbar mit zumindest einem Gehäuseteil verbunden ist.

Diese Ausgestaltung ermöglicht es, die neue Vorrichtung wahlweise mit oder ohne Bildaufnahmeeinheit zu betreiben, so dass die Bildaufnahmeeinheit optional verwendet werden kann. Des Weiteren lassen sich ältere Vorrichtungen mit dieser Ausgestaltung sehr einfach mit der neuen Bildaufnahmeeinheit nachrüsten.

In einer weiteren Ausgestaltung weist der Halter einen verschwenkbaren Arm auf, an dem die Bildaufnahmeeinheit angeordnet ist, und zwar vorzugsweise ebenfalls lösbar.

Diese Ausgestaltung hat sich in praktischen Ausführungsbeispielen als eine sehr einfache und robuste Möglichkeit erwiesen, die sowohl eine einfache Bedienung als auch eine hohe Genauigkeit bei der Überlagerung bzw. Zuordnung der Bildinformationen und Entfernungsinformationen ermöglicht.

In einer weiteren Ausgestaltung weist der Halter eine in etwa U-förmige Klammer auf, um den Halter auf das zumindest eine Gehäuseteil aufzustecken.

Diese Ausgestaltung hat sich als sehr einfache und vorteilhafte Lösung erwiesen, um vorhandene Vorrichtungen mit der neuen Bildaufnahmeeinheit nachzurüsten.

In einer weiteren Ausgestaltung ist die Bildaufnahmeeinheit mit Hilfe des Halters in eine Ebene verschwenkbar, die zwischen den zumindest zwei Gehäuseteilen liegt. Vorzugsweise verläuft auch die Drehachse des ersten Drehantriebs in dieser Ebene, so dass der Bildsensor mit dem Halter in etwa deckungsgleich zu der Drehachse positionierbar ist.

Diese Ausgestaltung besitzt den Vorteil, dass die Bildaufnahmeeinheit einerseits sehr nah an das Zentrum der neuen Vorrichtung herangebracht werden kann, das üblicherweise den Koordinatenursprung für den Entfernungsmesser definiert. Andererseits kann die Bildaufnahmeeinheit auch einfach aus diesem Bereich herausgeschwenkt werden, wodurch der Entfernungsmesser eine weitgehend freie Sicht auf die Objektpunkte des Raumbereichs erhält. Diese Ausgestaltung kombiniert daher einen relativ einfachen, kostengünstigen und robusten Aufbau mit der Möglichkeit, die Bildaufnahmeeinheit nahezu optimal im Zentrum der neuen Vorrichtung zu platzieren.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen

oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der neuen Vorrichtung in einer vereinfachten, teilweise geschnittenen Darstellung,
- Fig. 2 eine Detailansicht der Vorrichtung aus Fig. 1 mit der Bildaufnahmeeinheit, die über einen Halter an einem Gehäuseteil der Vorrichtung befestigt ist,
- Fig. 3 eine vereinfachte, schematische Darstellung der neuen Bildaufnahmeeinheit, und
- Fig. 4 die Vorrichtung aus Fig. 1 in einer zweiten Betriebsposition.

In den Figuren 1 bis 4 ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der neuen Vorrichtung in seiner Gesamtheit mit der Bezugsziffer 10 bezeichnet.

Die Vorrichtung 10 beinhaltet einen Sender 12 und einen Empfänger 14, die beide mit einer Auswerte- und Steuereinheit 16 verbunden sind. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel beinhaltet der Sender 12 eine Laserdiode, die dazu ausgebildet ist, einen Laserstrahl 18 auszusenden, um einen Objektpunkt 20 im Raumbereich zu beleuchten. Typischerweise ist der Laserstrahl

18 moduliert. Die Erfindung ist jedoch nicht auf solche Arten von Entfernungsmessern beschränkt. Bspw. könnte das Sendesignal auch ein Ultraschallsignal oder ein anderes optisches oder elektromagnetisches Signal sein.

Der Laserstrahl 18 wird in diesem Ausführungsbeispiel über einen Spiegel 22 zu dem Objektpunkt 20 umgelenkt. Mit der Bezugsziffer 24 ist ein reflektierter Strahl bezeichnet, der von dem Objektpunkt 20 reflektiert wird und über den Spiegel 22 zum Empfänger 14 umgelenkt wird. Die Auswerte- und Steuereinheit 16 ist hier in der Lage, die Entfernung der Vorrichtung 10 zu dem Objektpunkt 20 aus der Laufzeit des ausgesendeten Laserstrahls 18 und des empfangenen reflektierten Strahls 24 zu bestimmen. Hierzu wird die zeitliche Differenz zwischen den beiden Signalen anhand von Phasenlagen und/oder Impulsen ausgewertet. Dementsprechend bilden der Sender 12, der Empfänger 14 und die Auswerte- und Steuereinheit 16 einen Entfernungsmesser.

Der Spiegel 22 ist hier an der vorderen Stirnfläche eines Zylinders 26 ausgebildet, der über eine Welle 28 mit einem Drehantrieb 30 verbunden ist. Mit Hilfe des Drehantriebes 30 kann der Spiegel 22 um eine Drehachse 32 gedreht werden. Die jeweilige Drehstellung des Spiegels 22 lässt sich mit Hilfe eines Encoders 34 bestimmen. Die Ausgangssignale des Encoders 34 sind ebenfalls der Auswerte- und Steuereinheit 16 zugeführt (hier aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt).

In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Drehachse 32 horizontal angeordnet und der Spiegel 22 ist gegenüber der Drehachse 32 in einem Winkel von etwa 45° geneigt. Eine Drehung des Spiegels 22 um die Horizontalachse 32 hat damit zur Folge,

dass der Laserstrahl 18 entlang einer Vertikalebene abgelenkt wird, die senkrecht zu der Drehachse 32 steht. Der Laserstrahl 18 bildet gewissermaßen einen Fächer, mit dem der Raumbereich 36 in einer Vertikalebene abgetastet wird.

Die Vorrichtung 10 besitzt in diesem Ausführungsbeispiel eine Gehäusestruktur, die im Wesentlichen zwei Gehäuseteile 38, 40 aufweist, die auf einer gemeinsamen Grundplatte 42 angeordnet sind. In dem in Fig. 1 linken Gehäuseteil 38 sind der Sender 12, der Empfänger 14 und die Auswerte- und Steuereinheit 16 untergebracht. Der in Fig. 1 rechte Gehäuseteil 40 beherbergt den Drehantrieb 30 mit dem Encoder 34 und dem Zylinder 26, wobei der Zylinder 26 mit dem Spiegel 22 aus dem Gehäuseteil 40 herausragt, so dass der Spiegel 22 etwa mittig zwischen den beiden Gehäuseteilen 38, 40 angeordnet ist. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel besitzen die beiden Gehäuseteile 38, 40 jeweils eine verstärkte Seitenwand 44 bzw. 46, die parallel zueinander gegenüberstehen und den Zwischenraum 48 zwischen den Gehäuseteilen 38, 40 begrenzen. Die Seitenwand 44 besitzt eine Öffnung 50, durch die der Laserstrahl 18 aus dem Gehäuseteil 38 nach außen treten kann und der reflektierte Strahl 24 wieder in das Gehäuseteil 38 eintreten kann. Die Öffnung 50 ist in bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung mit einem Fenster verschlossen, um das Eindringen von Schmutz in das Gehäuseteil 38 zu verhindern.

Die Gehäusewand 46 besitzt eine Öffnung 52, durch die der Zylinder 26 in den Zwischenraum 48 hineinragt. In den bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung bilden die Seitenwände 44, 46 die tragenden Teile der Gehäusestruktur, die fest mit der Grundplatte 42 verbunden sind, während die Gehäuseteile 38, 40

von der Grundplatte 42 bzw. den Seitenwänden 44, 46 entfernt werden können.

Die Grundplatte 42 ist auf einem Drehantrieb 54 angeordnet, der seinerseits auf einem Stativ 56 sitzt. Das Stativ 56 ist in der Höhe verstellbar und besitzt eine Skalierung 58, um eine exakte und reproduzierbare Höheneinstellung vornehmen zu können. Mit der Bezugsziffer 60 ist ein Encoder bezeichnet, mit dessen Hilfe sich die Drehposition des Drehantriebes 54 bestimmen lässt. Die Ausgangssignale des Encoders 60 sind ebenfalls der Auswerte- und Steuereinheit 16 zugeführt (hier nicht dargestellt).

Der Drehantrieb 54 ermöglicht eine Drehung der Vorrichtung 10 um eine vertikale Drehachse 62, die zusammen mit der Drehachse 32 einen Achsenschnittpunkt 64 definiert. Der Achsenschnittpunkt 64 liegt in etwa mittig auf dem Spiegel 22 und definiert in bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung den Ursprung eines Koordinatensystems, auf das sämtliche Entfernungsmesswerte des Entfernungsmessers bezogen sind. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel liegt der Achsenschnittpunkt 64 etwa mittig in dem Zwischenraum 48 zwischen den Seitenwänden 44, 46.

Mit Hilfe des Drehantriebes 54 kann der „Abtastfächer“, der mit Hilfe des Drehantriebes 30 erzeugt wird, um bis zu 360° im Azimut gedreht werden. Damit kann der Laserstrahl 18 nahezu jeden Objektpunkt 20 in der Umgebung der Vorrichtung 10 beleuchten. Eine Abschattung findet lediglich nach unten hin durch die Grundplatte 42 statt, so dass der Blickwinkel des Entfernungsmessers nach unten hin auf etwa 70° gegenüber der Vertikalen begrenzt ist.

Mit der Bezugsziffer 70 ist eine Bildaufnahmeeinheit bezeichnet, die in diesem Ausführungsbeispiel einen Zeilensensor 72 mit einer Vielzahl von zeilenförmig nebeneinander angeordneten Bildzellen 74 besitzt. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel besitzt der Zeilensensor 72 drei parallel nebeneinander angeordnete Bildzellenzeilen 72a, 72b, 72c, die mit einem relativen Abstand zueinander angeordnet sind, der etwa der Breite von drei bis zehn Bildzellen 74 entspricht (hier nicht maßstabsgetreu dargestellt). Über jeder Bildzellenzeile 72a, 72b, 72c ist ein anderes Farbfilter (hier nicht dargestellt) angeordnet, so dass die Bildzellenzeilen 72a, 72b, 72c verschiedenfarbige Zeilenbilder aufnehmen, die zusammen ein RGB-Farbzeilenbild ergeben. Weitere Details der Bildaufnahmeeinheit 70 sind weiter unten anhand Fig. 3 beschrieben.

Die Bildaufnahmeeinheit 70 ist hier über einen Zapfen 76 lösbar an einem Schwenkarm 78 befestigt. Der Schwenkarm 78 ist L-förmig ausgebildet, wobei die Bildaufnahmeeinheit 70 an einem ersten Schenkel des Schwenkarms 78 angeordnet ist. Der zweite Schenkel des Schwenkarms 78 ist mit einem Zapfen 80 an einem Halter 82 verschwenkbar gelagert. Fig. 1 zeigt die Bildaufnahmeeinheit 70 in einer ersten Schwenkposition des Schwenkarms 78. Fig. 4 zeigt die Bildaufnahmeeinheit 70 in einer zweiten Schwenkposition, wobei die Bildaufnahmeeinheit 70 hier zumindest teilweise in den Zwischenraum 48 zwischen den Seitenwänden 44, 46 hineinragt.

Fig. 2 zeigt den Halter 82 mit der Bildaufnahmeeinheit 70 in einer seitlichen Ansicht auf die Seitenwand 46. Wie man hier erkennen kann, beinhaltet der Halter 82 eine etwa U-förmige Klammer 84, die von oben auf die Seitenwand 46 aufgeschoben

ist. Die seitlichen Schenkel 86 der Klammer 84 umgreifen den oberen Bereich der Seitenwand 46. Sie sind mit Hilfe von Klemmschrauben 88 fixiert, die in entsprechende Bohrungen 90 an der Klammer 84 und - in bevorzugten Ausführungsbeispielen - in der Seitenwand 46 eingreifen. Durch Lösen der Schrauben 88 kann die Klammer 84 nach oben von der Seitenwand 46 abgezogen werden, so dass der gesamte Halter 82 mit der Bildaufnahmeeinheit 70 von der verbleibenden Vorrichtung 10 getrennt werden kann.

Die Klammer 84 besitzt einen Schlitz 92, durch den ein Zapfen 94 ragt, der über ein Zwischenteil 96 mit dem Schwenkarm 78 verbunden ist. Der Zapfen 94 ist über eine Mutter an der Klammer 84 fixiert.

Die Bildaufnahmeeinheit 70 besitzt hier einen Tubus 100, in dem der Zeilensensor 72 angeordnet ist. Des Weiteren ist ein Speicher 102 in dem Tubus 100 untergebracht, in dem die Bilddaten des Zeilensensors 72 zwischengespeichert werden. Der Speicher 102 ist mit der Auswerte- und Steuereinheit 16 verbunden (hier nicht dargestellt).

Die Bildaufnahmeeinheit 70 besitzt in diesem Ausführungsbeispiel eine Optik mit einem sog. Fisheye-Objektiv 104, das einen sehr großen Bildaufnahmebereich 106 ermöglicht. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel reicht der Bildaufnahmebereich 106 von etwa -70° bis etwa $+70^\circ$ bezogen auf die optische Achse 108 der Bildaufnahmeeinheit 70. Der Zeilensensor 72 besitzt in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel eine Auflösung von etwa 5000 Bildpunkten.

Fig. 1 zeigt die Bildaufnahmeeinheit 70 in einer Schwenkposition, die eine störungsfreie Entfernungsmessung mit der Vorrichtung 10 in einem ersten Datenerfassungsdurchgang ermöglicht. In diesem ersten Durchgang wird der Spiegel 22 um die Drehachse 32 gedreht, während die Vorrichtung 10 um die Hochachse 62 gedreht wird. Gleichzeitig sendet der Sender 12 den modulierten Laserstrahl 18 aus, der auf Grund der beiden Drehbewegungen den Raumbereich 36 um die Vorrichtung 10 herum abtastet. Mit Hilfe des reflektierten Strahls 24 und der Winkelpositionen der Drehantriebe 30, 54, die mit den Encodern 34, 60 bestimmt werden, bestimmt die Auswerte- und Steuereinheit 16 zu jedem Objektpunkt 20 die Entfernung bezogen auf den Achsenschnittpunkt 64. Außerdem wertet die Auswerte- und Steuereinheit 16 die Amplitude der reflektierten Strahlen 24 zu jedem Objektpunkt 20 aus, um ein Intensitätsabbild bzw. ein Graustufenabbild des Raumbereichs 36 zu erzeugen.

Nachdem die Vorrichtung 10 den interessierenden Raumbereich 36 mit Hilfe des Entfernungsmessers 12, 14, 16 erfasst hat, wird der Sender 12 abgeschaltet. Die Bildaufnahmeeinheit 70 wird mit Hilfe des Halters 82 in die in Fig. 4 dargestellte Position gebracht. Wie dort dargestellt ist, ist der Halter 82 so ausgebildet, dass der Zeilensensor 72 in dieser Position parallel zu der Drehachse 62 und in etwa mittig und deckungsgleich dazu positioniert wird. Die optische Achse 108 ist dann mit der Drehachse 62 ausgerichtet, schneidet diese jedoch unter einem rechten Winkel. Allerdings sitzt die Bildaufnahmeeinheit 70 hier noch etwas höher als der Achsenschnittpunkt 64 bei der Erfassung der Entfernungswerte war. Daher wird die gesamte Vorrichtung 10 in den bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung mit Hilfe des Stativs 56 nach unten bewegt, und zwar

um die Distanz D , die in etwa dem vertikalen Abstand der optischen Achse 108 zum Achsenschnittpunkt 64 entspricht. Anschließend wird die Vorrichtung 10 mit Hilfe des Drehantriebes 54 ein zweites Mal umlaufend bewegt, wobei die Bildaufnahmeeinheit 70 den umgebenden Raumbereich 36 zeilenweise abtastet und aufnimmt. Die Bilddaten aus dem Zeilensensor 72 werden im Zwischenspeicher 102 zwischengespeichert und der Auswerte- und Steuereinheit 16 zugeführt. Die Auswerte- und Steuereinheit 16 kann dann die Daten des Entfernungsmessers und die Bilddaten der Bildaufnahmeeinheit 70 passgenau und vor allem in Bezug auf alle Bildpunkt (vollständig) überlagern, weil Parallaxenfehler zwischen dem Entfernungsmesser und der Bildaufnahmeeinheit vermieden sind. In besonders bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung ist die Auswerte- und Steuereinheit 16 dazu ausgebildet, das Graustufenbild des Entfernungsmessers und das zeilenweise aufgenommene Abbild aus der Bildaufnahmeeinheit automatisch zu überlagern, wobei die Informationen der Encoder 34, 60 verwendet werden. Vorzugsweise wird die Position der Bildaufnahmeeinheit 70 für diesen Zweck vorher anhand eines definierten Testbildes kalibriert.

Alternativ hierzu erfolgt die Überlagerung und Zuordnung der Bilddaten und der Daten des Entfernungsmessers, indem die Bilddaten und das Graustufenbild des Entfernungsmessers - ggf. unter manueller Nachbearbeitung - einander passgenau überlagert werden.

In bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung ist die Auswerte- und Steuereinheit 16 ein PC, der in dem Gehäuseteil 38 der Vorrichtung 10 untergebracht ist. Alternativ hierzu kann der Gehäuseteil 38 jedoch auch eine Vorstufe der Auswerte- und

Steuereinheit 16 beinhalten, die im Wesentlichen eine digitale Signalaufbereitung durchführt. Die eigentliche Auswertung und vor allem die Überlagerung bzw. Zusammenführung der Bilddaten und der Daten des Entfernungsmessers kann dann in einem externen PC (hier nicht dargestellt) erfolgen, was den Vorteil besitzt, dass ein externer PC auf Grund des beschränkten Raumangebotes in der Vorrichtung 10 eine höhere Rechenleistung besitzen kann.

Der Drehantrieb 54 ist hier in der Lage, die Bildaufnahmeeinheit mit unterschiedlichen Drehgeschwindigkeiten zu drehen. In einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Drehantrieb 54 mit der Auswerte- und Steuereinheit 16 gekoppelt (hier nicht dargestellt), die die Drehgeschwindigkeit des Antriebs 54 steuert. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel steuert die Auswerte- und Steuereinheit 16 zunächst einen ersten Bildaufnahmeumlauf, um die Umgebungshelligkeit zu bestimmen. In Abhängigkeit davon stellt die Auswerte- und Steuereinheit 16 die Belichtungszeit und/oder Blende der angeschlossenen Bildaufnahmeeinheit 70 ein. Des weiteren bestimmt die Auswerte- und Steuereinheit 16 in Abhängigkeit von der Belichtungszeit/Blende und der eingestellten Zeilenauflösung (z.B. 3600 Zeilenbilder für einen 360° Umlauf) die optimale Drehgeschwindigkeit des Drehantriebs 54. Die Drehgeschwindigkeit wird so eingestellt, dass die parallelen Zeilensensoren 72a, 72b, 72c trotz ihres seitlichen Versatzes jeweils genau dieselben Objektpunkte aufnehmen, so dass zu jedem Objektpunkt drei Farbkomponenten zur Verfügung gestellt werden, die zusammen ein RGB-Farbzeilenbild ergeben. Der seitliche Abstand der drei Bildzellenzeilen wird also durch die Drehbewegung der Bildaufnahmeeinheit 70 ausgeglichen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum dreidimensionalen Erfassen eines Raumbereichs (36), mit einem Entfernungsmesser zum Bestimmen einer Entfernung zu einem Objektpunkt (20) im Raumbereich (36), wobei der Entfernungsmesser einen Sender (12) zum Aussenden eines weitgehend strahlförmigen Sendesignals (18) zu dem Objektpunkt (20), einen Empfänger (14) zum Empfangen eines Reflexionssignals (24) von dem Objektpunkt (20) und eine Auswerte- und Steuereinheit (16) besitzt, die dazu ausgebildet ist, die Entfernung zu dem Objektpunkt (20) anhand des Sendesignals (18) und des Reflexionssignals (24) zu bestimmen, und mit einer Strahlschwenkeinheit (22, 30, 54), die dazu ausgebildet ist, das Sendesignal (18) in unterschiedliche Raumrichtungen zu richten, gekennzeichnet durch eine Bildaufnahmeeinheit (70) zum Aufzeichnen eines Abbildes des Raumbereichs (36), wobei die Bildaufnahmeeinheit (70) einen definierten Bildaufnahmebereich (106) besitzt, und wobei die Bildaufnahmeeinheit (70) mit der Strahlschwenkeinheit (22, 30, 54) gekoppelt ist, um den Bildaufnahmebereich (106) und das Sendesignal (18) auf denselben Objektpunkt (20) auszurichten.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahmeeinheit (70) dazu ausgebildet ist, ein farbiges optisches Abbild des Raumbereichs (36) aufzuzeichnen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahmeeinheit (70) dazu ausgebildet ist, ein thermisches Abbild des Raumbereichs (36) aufzuzeichnen.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerte- und Steuereinheit (16) ferner dazu ausgebildet ist, ein Graustufenbild des Raumbereichs (36) anhand von Signalamplituden des Reflexions-signals (24) zu bestimmen.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerte- und Steuereinheit (16) ferner dazu ausgebildet ist, das Graustufenbild und das Abbild der Bildaufnahmeeinheit (70) passgenau zu überlagern.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlschwenkeinheit (22, 30, 54) einen ersten Drehantrieb (54) aufweist, um das strahlförmige Sendesignal (18) um eine erste, vorzugsweise vertikale Drehachse (62) zu drehen.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahmeeinheit (70) einen Bildsensor (72) mit einer Vielzahl von zeilenförmig nebeneinander angeordneten Bildzellen (74) aufweist, die eine Bildzellenzeile bilden, wobei die Bildzellenzeile parallel zu der ersten Drehachse (62) positionierbar ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Bildsensor (72) ein Zeilensensor ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Bildsensor (72) mehrere zueinander parallele Bildzellenzeilen (72a, 72b, 72c) zur Aufnahme unterschiedlicher Farbkomponenten besitzt, wobei die parallelen Bildzellenzeilen (72a, 72b, 72c) jeweils in einem definierten Abstand zueinander angeordnet sind, und wobei der erste Drehantrieb (54) eine Drehgeschwindigkeit besitzt, die an den definierten Abstand angepasst ist, so dass jede der parallelen Bildzellenzeilen (72a, 72b, 72c) denselben Objektpunkt (20) aufnimmt.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlschwenkeinheit (22, 30, 54) einen zweiten Drehantrieb (30) aufweist, um das Sendesignal (18) um eine zweite, vorzugsweise horizontale Drehachse (32) zu drehen.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildzellenzeile senkrecht zu der zweiten Drehachse (32) positionierbar ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Drehachse (62, 32) einen Achsenschnittpunkt (64) definieren, und dass die Bildaufnahmeeinheit (70) eine optische Achse (108) besitzt, die zumindest wahlweise im Bereich des Achsenschnittpunktes (64) positionierbar ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch einen in der Höhe verstellbaren Ständer

- (56) mit einer Höhenskalierung (58) zum genauen Positionieren der Bildaufnahmeeinheit (70).
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlschwenkeinheit (22, 30, 54) einen Drehspiegel (22) beinhaltet, der dazu ausgebildet ist, das Sendesignal (18) in verschiedene Raumrichtungen umzulenken, wobei die Bildaufnahmeeinheit (70) zumindest wahlweise im Bereich des Drehspiegels (22) positionierbar ist.
 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, gekennzeichnet durch eine Gehäusestruktur mit zumindest zwei voneinander getrennten Gehäuseteilen (38, 40, 44, 46), und durch einen Halter (82) für die Bildaufnahmeeinheit (70), der lösbar mit zumindest einem Gehäuseteil (40, 46) verbunden ist.
 16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Halter (82) einen verschwenkbaren Arm (78) aufweist, an dem die Bildaufnahmeeinheit (70) angeordnet ist.
 17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Halter (82) eine in etwa U-förmige Klammer (84) aufweist, um den Halter (82) auf das zumindest eine Gehäuseteil (40, 46) aufzustecken.
 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahmeeinheit (70) mit Hilfe des Halters (82) in eine Ebene verschwenkbar, die zwischen den zumindest zwei Gehäuseteilen (38, 40) liegt.

19. Verfahren zum dreidimensionalen Erfassen eines Raumbereichs (36), mit den Schritten:

- Aussenden eines weitgehend strahlförmigen Sendesignals (18) zu einem Objektpunkt (20) in dem Raumbereich (36),
- Empfangen eines Reflexionssignals (24) von dem Objektpunkt (20) und Bestimmen einer Entfernung zu dem Objektpunkt (20) anhand des Sendesignals (18) und des Reflexionssignals (24),
- Ausrichten des Sendesignals (18) in unterschiedliche Raumrichtungen mit Hilfe einer Strahlschwenkeinheit (22, 30, 54),

dadurch gekennzeichnet, dass außerdem ein Abbild des Raumbereichs (36) mit einer Bildaufnahmeeinheit (70) aufgezeichnet wird, wobei die Bildaufnahmeeinheit (70) einen definierten Bildaufnahmebereich (106) besitzt, und wobei die Bildaufnahmeeinheit (70) mit der Strahlschwenkeinheit (22, 30, 54) gekoppelt wird, um den Bildaufnahmebereich (106) und das Sendesignal (18) auf eine Vielzahl gleicher Objektpunkte (20) auszurichten.

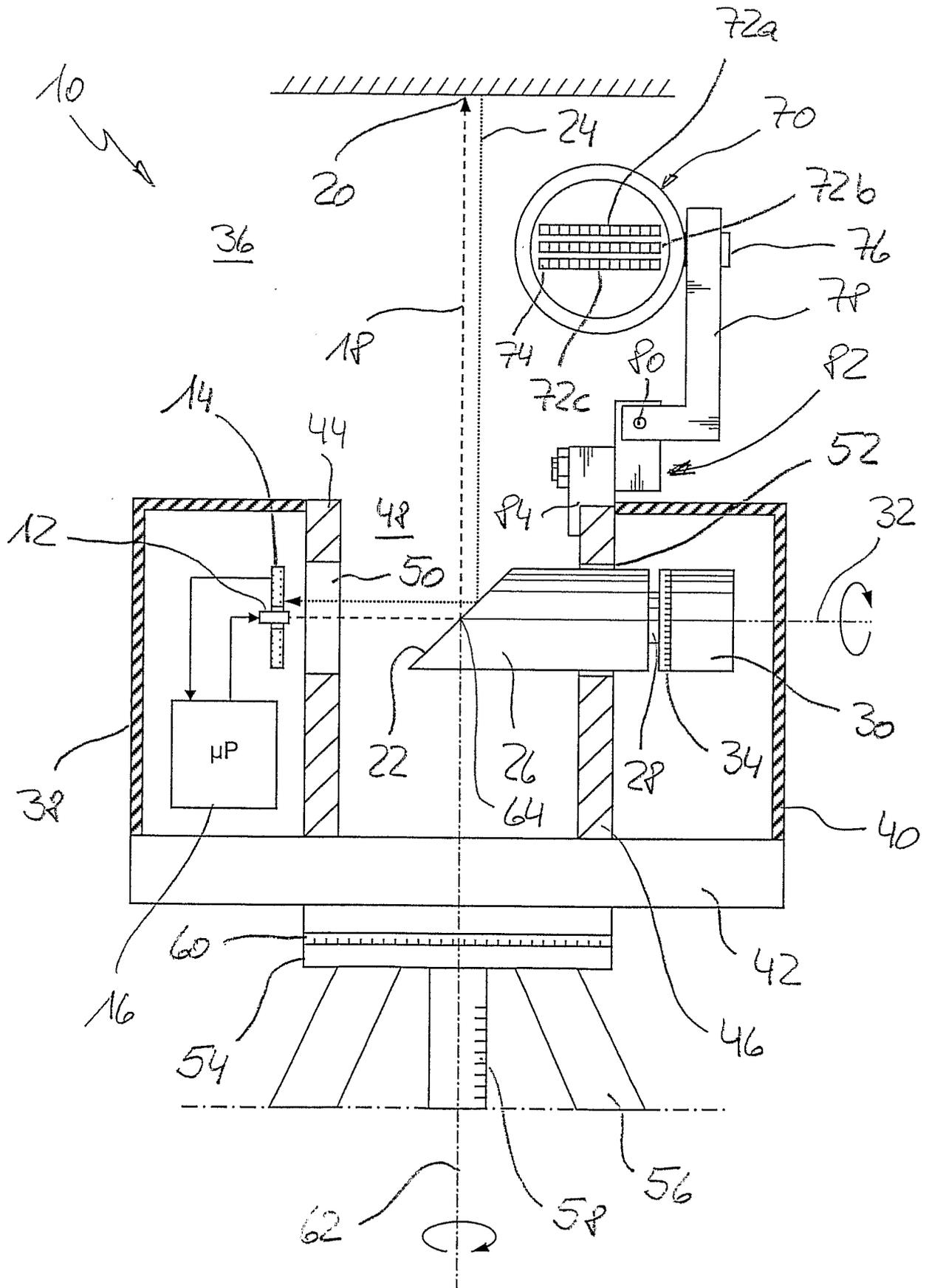


Fig. 1

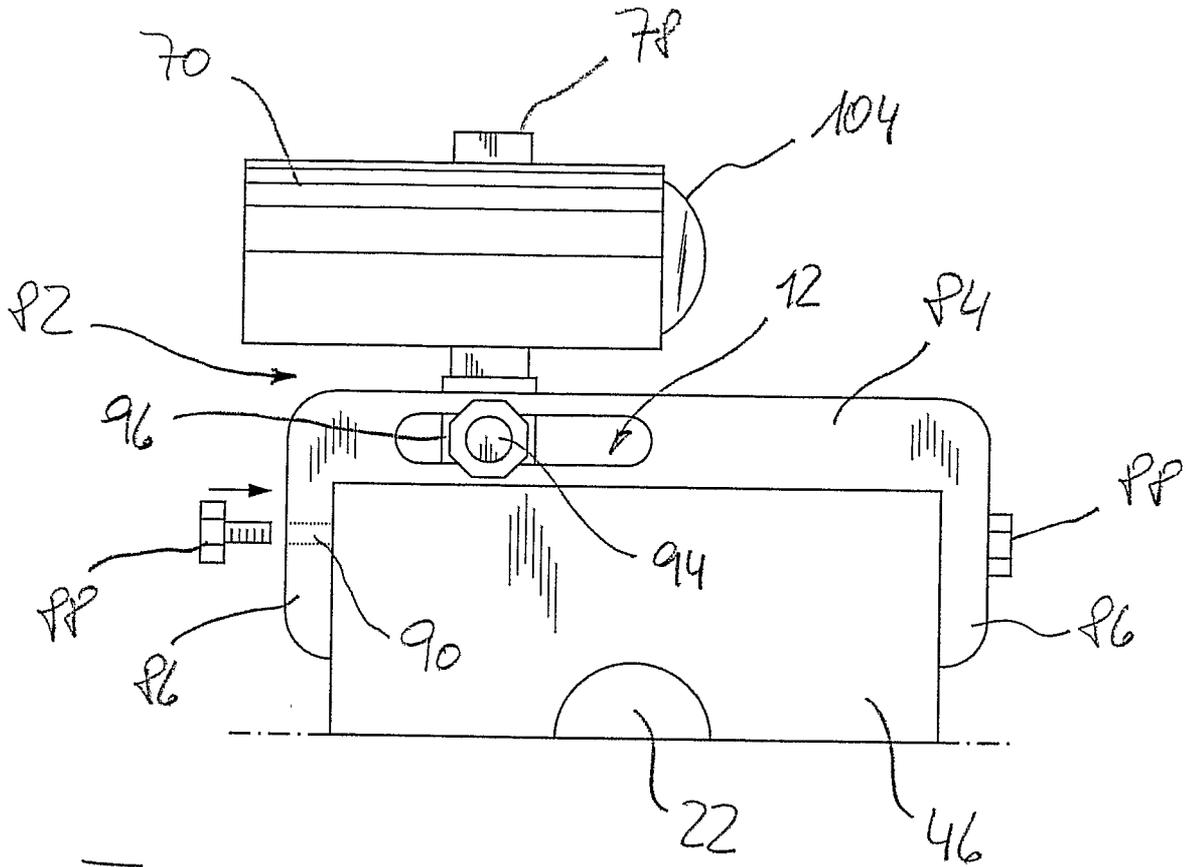


Fig. 2

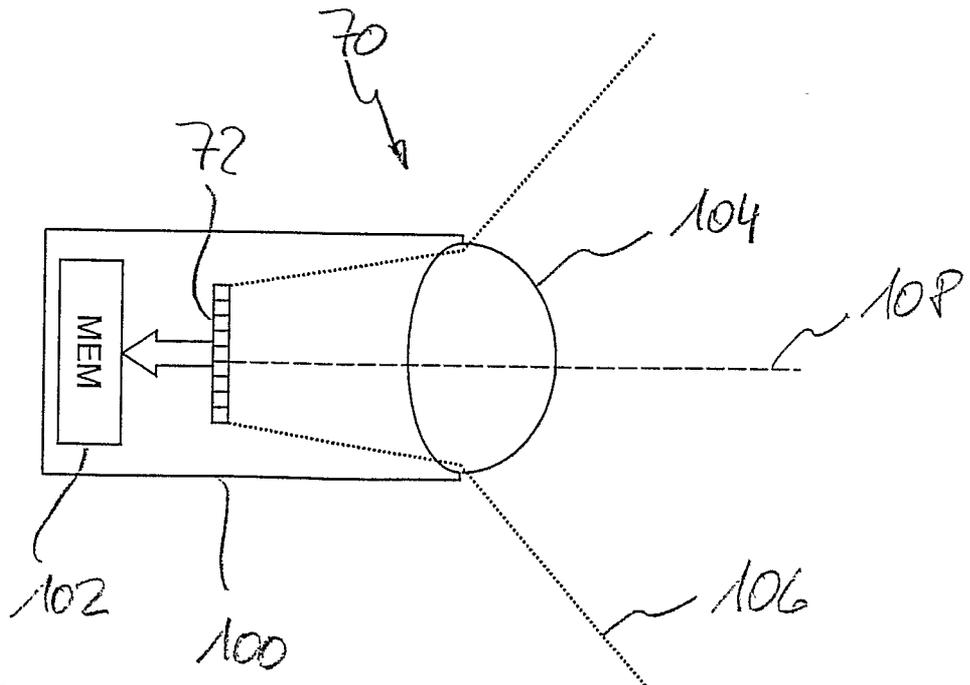


Fig. 3

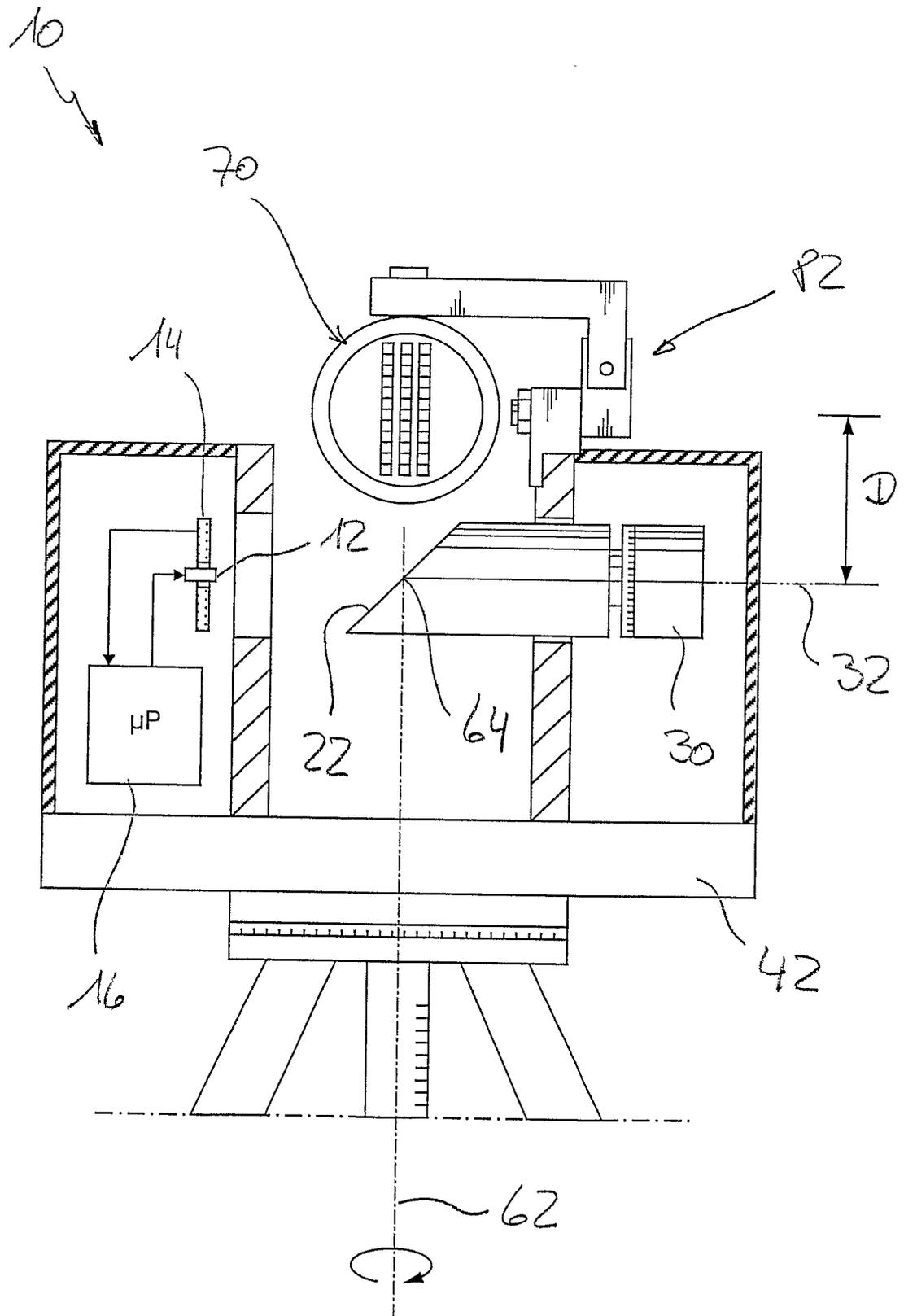


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/003010

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G01C15/00		
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) G01C G01B H04N		
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 practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, IBM-TDB, INSPEC, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/059042 A1 (KACYRA BEN K [US] ET AL) 16 May 2002 (2002-05-16) abstract; figures 1,2 paragraphs [0114], [0115]; figures 3A,3B paragraphs [0034], [0141], [0214]; figure 6a paragraph [0130]; figure 8 paragraphs [0158], [0159]; figures 11A,11B paragraph [0121]; figure 12	1-7, 10-19
X	EP 1 347 267 A (TOPCON CORP [JP]) 24 September 2003 (2003-09-24) abstract; figure 1 paragraphs [0020] - [0032]; figures 3,4	1,6,7, 10-13,19
X	JP 2003 156330 A (NEC CORP) 30 May 2003 (2003-05-30)	1,2,4,6, 19
A	abstract; figure 1	7,8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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	"I" 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	
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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	
"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)	"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.	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 4 December 2006	Date of mailing of the international search report 11/12/2006	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Jakob, Clemens	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/003010

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002059042	A1	16-05-2002	NONE
EP 1347267	A	24-09-2003	CN 1445509 A 01-10-2003 JP 2003279351 A 02-10-2003 US 2003179361 A1 25-09-2003
JP 2003156330	A	30-05-2003	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/003010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01C15/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01C G01B H04N		
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, WPI Data, IBM-TDB, INSPEC, COMPENDEX		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/059042 A1 (KACYRA BEN K [US] ET AL) 16. Mai 2002 (2002-05-16) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Absätze [0114], [0115]; Abbildungen 3A,3B Absätze [0034], [0141], [0214]; Abbildung 6a Absatz [0130]; Abbildung 8 Absätze [0158], [0159]; Abbildungen 11A,11B Absatz [0121]; Abbildung 12	1-7, 10-19
X	EP 1 347 267 A (TOPCON CORP [JP]) 24. September 2003 (2003-09-24) Zusammenfassung; Abbildung 1 Absätze [0020] - [0032]; Abbildungen 3,4	1,6,7, 10-13,19
X	JP 2003 156330 A (NEC CORP) 30. Mai 2003 (2003-05-30)	1,2,4,6, 19
A	Zusammenfassung; Abbildung 1	7,8
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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" älteres Dokument, 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 anderen 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 4. Dezember 2006		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 11/12/2006
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Jakob, Clemens

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/003010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2002059042 A1	16-05-2002	KEINE	
EP 1347267 A	24-09-2003	CN 1445509 A JP 2003279351 A US 2003179361 A1	01-10-2003 02-10-2003 25-09-2003
JP 2003156330 A	30-05-2003	KEINE	