



(10) **DE 10 2009 055 989 B4** 2017.02.16

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 055 989.2**  
(22) Anmeldetag: **20.11.2009**  
(43) Offenlegungstag: **16.06.2011**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **16.02.2017**

(51) Int Cl.: **G01S 7/481 (2006.01)**  
**G01S 17/89 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Faro Technologies, Inc., Lake Mary, Fla., US**

(74) Vertreter:  
**Hosentien-Held und Dr. Held, 70193 Stuttgart,  
DE**

(72) Erfinder:  
**Schumann, Philipp, Dr., 70469 Stuttgart, DE;**  
**Ossig, Martin, Dr., 71732 Tamm, DE; Zeller,  
Joachim, 70435 Stuttgart, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

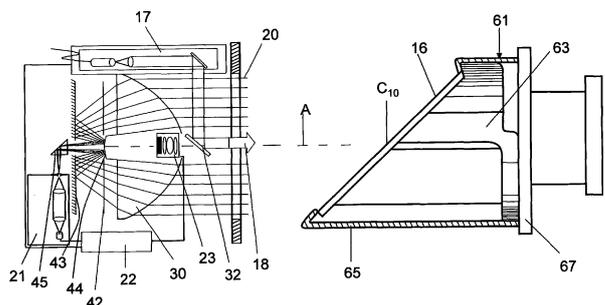
DE	32 27 980	A1
DE	196 07 345	A1
DE	199 28 958	A1
DE	20 2006 005 643	U1
US	3 899 145	A

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum optischen Abtasten und Vermessen einer Umgebung**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum optischen Abtasten und Vermessen einer Umgebung, die als Laserscanner (10) ausgebildet ist, mit

- einem Rotorspiegel (16),
- einem Lichtsender (17), der mittels des Rotorspiegels (16) einen Sendelichtstrahl (18) aussendet,
- eine Empfangslinse (30), die eine optische Achse (A) aufweist und die einen von einem Objekt (O) in der Umgebung des Laserscanners (10) reflektierten oder sonst irgendwie gestreuten Empfangslichtstrahl (20) nach dem Passieren des Rotorspiegels (16) bricht,
- einem hinteren Spiegel (43), der auf der optischen Achse (A) hinter der Empfangslinse (30) vorgesehen ist und der den von der Empfangslinse (30) gebrochenen Empfangslichtstrahl (20) zur Empfangslinse (30) hin reflektiert,
- einer Maske (42), die auf der optischen Achse (A) zwischen der Empfangslinse (30) und dem hinteren Spiegel (43) vorgesehen ist und die den – bezüglich der optischen Achse (A) – radial äußeren Teil des Empfangslichtstrahls (20) teilweise abschattet,
- einem mittleren Spiegel (44), der auf der optischen Achse (A) zwischen der Empfangslinse (30) und dem hinteren Spiegel (43) vorgesehen ist und der den vom hinteren Spiegel (43) reflektierten Empfangslichtstrahl (20) zum hinteren Spiegel (43) hin reflektiert, wobei der mittlere Spiegel (44) im Zentrum der Maske (42) angeordnet ist, welches insbesondere von einer Farbkamera (23) und/oder einem Sensespiegel (32) und/oder dem Lichtsender (17) vor oder in der Empfangslinse (30) abgeschattet ist,

- h) einem Lichtempfänger (21), der den Empfangslichtstrahl (20) empfängt, und
- i) einer Steuer- und Auswertevorrichtung (22), die für eine Vielzahl von Messpunkten (X) jeweils wenigstens die Distanz zum Objekt (O) ermittelt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum optischen Abtasten und Vermessen einer Umgebung, die als Laserscanner ausgebildet ist, mit einem Lichtsender, der mittels eines Rotorspiegels einen Sendelichtstrahl aussendet, einen Lichtempfänger, der einen von einem Objekt in der Umgebung des Laserscanners reflektierten oder sonst irgendwie gestreuten Empfangslichtstrahl nach dem Passieren des Rotorspiegels und einer optischen Achse aufweisenden Empfangslinse empfängt, und einer Steuer- und Auswertevorrichtung, die für eine Vielzahl von Messpunkten jeweils wenigstens die Distanz zum Objekt ermittelt.

**[0002]** Mit einer aus der DE 20 2006 005 643 U1 bekannten Vorrichtung dieser Art, die als Laserscanner ausgebildet ist, kann die Umgebung des Laserscanners optisch abgetastet und vermessen werden. Der sich drehende Rotorspiegel, welcher als eine polierte Platte eines metallischen Rotors ausgebildet ist, lenkt sowohl den Sendelichtstrahl als auch den Empfangslichtstrahl um. Der Kollimator des Lichtsenders sitzt im Zentrum der Empfangslinse. Die Empfangslinse bildet den Empfangslichtstrahl auf den auf der optischen Achse hinter der Empfangslinse angeordneten Lichtempfänger ab. Für zusätzliche Informationen ist auf dem Laserscanner eine Zeilen-Kamera montiert, die RGB-Signale aufnimmt, so dass die Messpunkte des Scans um eine Farbinformation ergänzt werden können. Eine weitere Vorrichtung der eingangs genannten Art ist aus der DE 196 07 345 A1 bekannt.

**[0003]** Bei katadioptrische Systemen wird der Empfangsstrahl durch ein System von Spiegeln und Linsen mehrfach gespiegelt und/oder gebrochen ("gefalteten Optik"), so dass eine geringe Baugröße gegenüber reinen Linsensystemen erreicht wird. Derartige katadioptrische Systeme sind beispielsweise aus der DE 32 27 980 A1, der DE 199 28 958 A1, oder der US 3 899 145 A bekannt.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu verbessern. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0005]** Indem auf der optischen Achse hinter der Empfangslinse ein hinterer Spiegel vorgesehen ist, welcher den von der Empfangslinse gebrochenen Empfangslichtstrahl zur Empfangslinse hin reflektiert, kann der Bauraum besser ausgenutzt werden. Zur Vervollständigung der "gefalteten Optik" ist ein mittlerer Spiegel zwischen Empfangslinse und hinterem Spiegel vorgesehen, welcher den Empfangslichtstrahl zum hinteren Spiegel reflektiert. Eine geeignete Form der Spiegel unterstützt die Fokussie-

rung, wobei die Fokuslänge gegenüber der ungefalteten Optik noch vergrößert werden kann.

**[0006]** Die Maske, in deren Zentrum der mittlere Spiegel angeordnet ist, wird – vorzugsweise ebenso wie der vorzugsweise asphärisch ausgebildete mittlere Spiegel – zur Nahfeldkorrektur eingesetzt, indem die Intensität aus dem Nahfeld im Vergleich zum Fernfeld reduziert.

**[0007]** Eine weitere Bauraumeinsparung ergibt sich durch eine Anordnung des Lichtempfängers radial zur optischen Achse der Empfangslinse (in einem durch die optische Achse definierten Zylinderkoordinatensystem).

**[0008]** Die Anordnung einer Farbkamera auf der optischen Achse der Empfangslinse, bezüglich des Rotorspiegels auf der gleichen Seite, hat den Vorteil, dass Parallaxenfehler praktisch vollständig vermieden werden, da Lichtempfänger und Farbkamera die Umgebung unter dem gleichen Blickwinkel aufnehmen, und zwar mit der gleichen Seite des Rotorspiegels. Zudem kann für den Rotorspiegel die gleiche Mechanik benutzt werden. Auch die genutzte Seite des Rotorspiegels ist die gleiche. Die Empfangslinse nimmt vorzugsweise den Platz des Lichtempfängers ein, so dass keine Änderung der Abschattung auftritt. Um den Sendelichtstrahl wieder einspeisen zu können, ist vorzugsweise ein Sendespiegel vor der Farbkamera vorgesehen, welcher für den Sendelichtstrahl reflektierend und für die Farbkamera durchsichtig ist.

**[0009]** Der Aufbau des Rotors als Hybridstruktur, d. h. als mehrteiliges Gebilde aus unterschiedlichen Materialien, erlaubt eine kurze Bauweise, die trotz der Schrägstellung des Rotorspiegels ausgewuchtet bleibt. Bevorzugt ist eine Kombination aus einem metallischen Halter, einem Rotorspiegel aus beschichtetem Glas und einem Gehäuse aus Kunststoff, jedoch ist auch eine andere Kombination möglich. Der hinsichtlich der Masse dominierende Halter ermöglicht das Auswuchten, während das Gehäuse als Berührungsschutz dient. Klebstoff zwischen den Bestandteilen des Rotors ermöglicht einen Ausgleich der unterschiedlichen Temperaturendeckungskoeffizienten, ohne das dynamische Verhalten zu beeinträchtigen.

**[0010]** Im Folgenden ist die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen

**[0011]** Fig. 1 eine teilweise geschnittene Teilansicht des Laserscanners,

**[0012]** Fig. 2 eine schematische Darstellung des Laserscanners, und

**[0013]** Fig. 3 eine perspektivische Ansicht des Halters des Rotors.

**[0014]** Ein Laserscanner **10** ist als Vorrichtung zum optischen Abtasten und Vermessen einer Umgebung des Laserscanners **10** vorgesehen. Der Laserscanner **10** weist einen Messkopf **12** und einen Fuß **14** auf. Der Messkopf **12** ist als eine um eine vertikale Achse drehbare Einheit auf dem Fuß **14** montiert. Der Messkopf **12** weist einen um eine horizontale Achse drehbaren Rotorspiegel **16** auf. Der Schnittpunkt der beiden Drehachsen sei als Zentrum  $C_{10}$  des Laserscanners **10** bezeichnet.

**[0015]** Der Messkopf **12** weist ferner einen Lichtsender **17** zum Aussenden eines Sendelichtstrahls **18** auf. Der Sendelichtstrahl **18** ist vorzugsweise ein Laserstrahl im Bereich von ca. 300 bis 1600 nm Wellenlänge, beispielsweise 790 nm, 905 nm oder weniger als 400 nm, jedoch sind prinzipiell auch andere elektromagnetische Wellen mit beispielsweise größerer Wellenlänge verwendbar. Der Sendelichtstrahl **18** ist mit einem – beispielsweise sinusförmigen oder rechteckförmigen – Modulationssignal amplitudenmoduliert. Der Sendelichtstrahl **18** wird vom Lichtsender **17** auf den Rotorspiegel **16** gegeben, dort umgelenkt und in die Umgebung ausgesandt. Ein von einem Objekt **O** in der Umgebung reflektierter oder sonst irgendwie gestreuter Empfangslichtstrahl **20** wird vom Rotorspiegel **16** wieder eingefangen, umgelenkt und auf einen Lichtempfänger **21** gegeben. Die Richtung des Sendelichtstrahls **18** und des Empfangslichtstrahls **20** ergibt sich aus den Winkelstellungen des Rotorspiegels **16** und des Messkopfes **12**, welche von den Stellungen ihrer jeweiligen Drehantriebe abhängen, die wiederum von jeweils einem Encoder erfasst werden.

**[0016]** Eine Steuer- und Auswertevorrichtung **22** steht mit dem Lichtsender **17** und dem Lichtempfänger **21** im Messkopf **12** in Datenverbindung, wobei Teile derselben auch außerhalb des Messkopfes **12** angeordnet sein können, beispielsweise als ein am Fuß **14** angeschlossener Computer. Die Steuer- und Auswertevorrichtung **22** ist dazu ausgebildet, für eine Vielzahl von Messpunkten **X** die Distanz **d** des Laserscanners **10** zu dem (beleuchteten Punkt am) Objekt **O** aus der Laufzeit des Sendelichtstrahls **18** und des Empfangslichtstrahls **20** zu ermitteln. Hierzu kann beispielsweise die Phasenverschiebung zwischen den beiden Lichtstrahlen **18**, **20** bestimmt und ausgewertet werden.

**[0017]** Mittels der (schnellen) Drehung des Rotorspiegels **16** wird entlang einer Kreislinie abgetastet. Mittels der (langsamen) Drehung des Messkopfes **12** relativ zum Fuß **14** wird mit den Kreislinien nach und nach der gesamte Raum abgetastet. Die Gesamtheit der Messpunkte **X** einer solchen Messung sei als Scan bezeichnet. Das Zentrum  $C_{10}$  des Laser-

scanners **10** definiert für einen solchen Scan den Ursprung des lokalen stationären Bezugssystems. In diesem lokalen stationären Bezugssystem ruht der Fuß **14**.

**[0018]** Jeder Messpunkt **X** umfasst außer der Distanz **d** zum Zentrums  $C_{10}$  des Laserscanners **10** noch eine Helligkeit, welche ebenfalls von der Steuer- und Auswertevorrichtung **22** ermittelt wird. Die Helligkeit ist ein Graustufenwert, welcher beispielsweise durch Integration des bandpass-gefilterten und verstärkten Signals des Lichtempfängers **21** über eine dem Messpunkt **X** zugeordnete Messperiode ermittelt wird. Für bestimmte Anwendungsfälle ist es wünschenswert, wenn zusätzlich zum Graustufenwert noch Farbinformationen vorhanden sind. Daher weist der Laserscanner **10** noch eine Farbkamera **23** auf, die ebenfalls an die Steuer- und Auswertevorrichtung **22** angeschlossen ist. Die Farbkamera **23** ist beispielsweise als eine CCD-Kamera oder CMOS-Kamera ausgebildet und liefert ein im Farbraum dreidimensionales Signal, vorzugsweise ein RGB-Signal, für ein im Ortsraum zweidimensionales Bild. Die Steuer- und Auswertevorrichtung **22** verknüpft den (im Ortsraum dreidimensionalen) Scan des Laserscanners **10** mit den (im Ortsraum zweidimensionalen) Farbbildern der Farbkamera **23**, was als "Mapping" bezeichnet wird. Die Verknüpfung erfolgt bildweise für jedes der aufgenommenen Farbbilder, um im Endergebnis jedem Messpunkt **X** des Scans eine Farbe (in RGB-Anteilen) zu geben, d. h. den Scan einzufärben.

**[0019]** Im Folgenden wird auf Details des Messkopfes **12** eingegangen.

**[0020]** Der vom Rotorspiegel **16** reflektierte Empfangslichtstrahl **20** fällt auf eine vorzugsweise plan-konvexe, sphärische Empfangslinse **30**, welche vorliegend eine nahezu halbkugelförmige Gestalt hat. Die optische Achse **A** der Empfangslinse **30** ist auf das Zentrum  $C_{10}$  des Laserscanners ausgerichtet. Die Wölbung der stark brechenden Empfangslinse **30** ist dem Rotorspiegel **16** zugewandt. Die Farbkamera **23** ist auf der gleichen Seite des Rotorspiegels **16** wie die Empfangslinse **30** und auf deren optischer Achse **A** angeordnet, vorliegend an der zum Rotorspiegel **16** nächstgelegenen Stelle der Empfangslinse **30**. Sie kann dabei an der (unbearbeiteten) Oberfläche der Empfangslinse **30** befestigt, beispielsweise aufgeklebt, oder in eine eigens ausgebildete Vertiefung der Empfangslinse **30** eingebracht sein.

**[0021]** Vor der Farbkamera **23**, d. h. näher zum Rotorspiegel **16** hin, ist ein Sendespiegel **32** angeordnet, welcher dichroitisch ist, d. h. vorliegend sichtbares Licht durchlässt und (rotes) Laserlicht reflektiert. Der Sendespiegel **32** ist somit für die Farbkamera **23** durchsichtig, d. h. er bietet einen freien Blick auf den Rotorspiegel **16**. Der Sendespiegel **32** steht in einem

Winkel zur optischen Achse A der Empfangslinse **30**, so dass der Lichtsender **17** seitlich der Empfangslinse **30** angeordnet sein kann. Der Lichtsender **17**, bestehend aus einer Laserdiode und einem Kollimator, gibt den Sendelichtstrahl **18** auf den Sendespiegel **32**, von dem aus der Sendelichtstrahl **18** dann auf den Rotorspiegel **16** geworfen wird. Um die Farbbilder aufzunehmen, dreht sich der Rotorspiegel **16** langsam und schrittweise, zur Aufnahme des Scans schnell (100 Hz) und kontinuierlich. Die Mechanik des Rotorspiegels **16** bleibt die gleiche.

**[0022]** Aufgrund der Anordnung der Farbkamera **23** auf der optischen Achse A der Empfangslinse **30** tritt praktisch keine Parallaxe zwischen dem Scan und den Farbbildern auf. Da bei bekannten Laserscannern der Lichtsender **17** (und sein Anschluss) anstelle der Farbkamera **23** (und ihrem Anschluss, beispielsweise einer Flexplatine) angeordnet ist, ändert sich die Abschattung der Empfangslinse **30** aufgrund der Farbkamera **23** (und des Sendespiegels **32**) nicht oder allenfalls unwesentlich.

**[0023]** Um einerseits mit einer großen Fokusslänge auch entfernte Messpunkte X aufzunehmen und andererseits wenig Bauraum zu beanspruchen, weist der Laserscanner **10** eine "gefaltete Optik" auf. Hierzu ist auf der optischen Achse A hinter der Empfangslinse **30** eine Maske **42** angeordnet, welche koaxial zur optischen Achse A ausgerichtet ist. Die Maske **42** weist radial innen (bezogen auf die optische Achse A) einen (großen) freien Bereich auf, um den von entfernten Objekten O reflektierten Empfangslichtstrahl **20** ungehindert passieren zu lassen, während die Maske **42** radial außen (kleinere) abgeschattete Bereiche aufweist, um die Intensität des von nahe gelegenen Objekten O reflektierten Empfangslichtstrahls **20** zu reduzieren, so dass insgesamt vergleichbare Intensitäten vorliegen.

**[0024]** Auf der optischen Achse A hinter der Maske **42** ist ein hinterer Spiegel **43** angeordnet, der plan ausgebildet ist und senkrecht zur optischen Achse A steht. Dieser hintere Spiegel **43** reflektiert den von Empfangslinse **30** gebrochenen Empfangslichtstrahl **20**, welcher auf einen mittleren Spiegel **44** fällt. Der mittlere Spiegel **44** ist in dem – von der Farbkamera **23** (und dem Sendespiegel **32**) abgeschatteten – Zentrum der Maske **42** auf der optischen Achse A angeordnet. Der mittlere Spiegel **44** ist ein asphärischer Spiegel, welcher sowohl als Negativlinse wirkt, d. h. die Fokusslänge vergrößert, als auch als Nahfeldkorrekturlinse dient, d. h. den Fokus des von nahe gelegenen Objekten O reflektierten Empfangslichtstrahls **20** verschiebt. Zudem ist eine Reflexion nur von demjenigen Teil des Empfangslichtstrahls **20** vorgesehen, welcher die auf den mittleren Spiegel **44** aufgebrachte Maske **42** passiert. Der mittlere Spiegel **44** reflektiert den Empfangslichtstrahl **20**, welcher

durch eine zentrale Öffnung des hinteren Spiegels **43** auf dessen Rückseite fällt.

**[0025]** Auf der Rückseite des hinteren Spiegels **43** ist der Lichtempfänger **21** angeordnet, bestehend aus einer Eingangsblende, einem Kollimator mit Filter, einer Sammellinse und einem Detektor. Um Bauraum zu sparen, ist vorzugsweise ein Empfangsspiegel **45** vorgesehen, welcher den Empfangslichtstrahl **20** um 90° umlenkt, so dass der Lichtempfänger **21** radial zur optischen Achse A angeordnet sein kann. Mit der gefalteten Optik kann die Fokusslänge gegenüber bekannten Laserscannern etwa verdoppelt werden.

**[0026]** Der Rotorspiegel **16** als flächiges Gebilde ist Teil eines Rotors **61**, welcher als körperliches Gebilde vom zugeordneten Drehantrieb gedreht und dessen Winkelstellung vom zugeordneten Encoder gemessen wird. Um auch Bauraum beim Rotorspiegel **16** durch einen kurzen Aufbau des Rotors **61** zu sparen und den Rotor **61** ausgewuchtet zu halten, ist der Rotor **61** als Hybridstruktur aufgebaut, bestehend aus einem Halter **63**, dem am Halter **63** befestigten Rotorspiegel **16** und einem Gehäuse **65** aus Kunststoff, welches den Rotorspiegel **16** zusätzlich hält.

**[0027]** Der metallische Halter **63** weist eine zylindrische Grundform mit einer 45°-Fläche und verschiedenen Aussparungen auf. Zwischen diesen Aussparungen verbleiben Materialpartien, beispielsweise Flügel, Absätze und Vorsprünge, welche jeweils zum Auswuchten des Rotors **61** dienen. Eine zentrale Bohrung dient der Aufnahme der Motorwelle des zugeordneten Drehantriebs. Der Rotorspiegel **16** besteht aus Glas, welches beschichtet ist und im relevanten Wellenlängenbereich reflektiert. Die Befestigung des Rotorspiegels **16** an der 45°-Fläche des Halters **63** erfolgt vorliegend mittels Klebstoff, wofür vorzugsweise spezielle Befestigungsflächen **63b** am Halter **63** vorgesehen sind.

**[0028]** Das aus Kunststoff bestehende Gehäuse **65** hat die Form eines unter 45° abgeschnittenen Hohlzylinders und umgibt wenigstens den Halter **63**. Das Gehäuse **65** kann mit dem Rotorspiegel **16** verklebt oder anderweitig befestigt sein. Das Gehäuse **65** kann den Rotorspiegel **16** am Rand – vorzugsweise formschlüssig – übergreifen, gegebenenfalls unter Zwischenlage einer Dichtung aus Gummi oder dergleichen. Das Gehäuse **65** kann auch mit dem Halter **63** verklebt oder anderweitig direkt daran befestigt sein, oder es kann durch die Montage des Rotors **61** mit dem Halter **63** verbunden, beispielsweise verschraubt, sein, vorzugsweise mittels einer Endplatte **67**. Der verwendete Klebstoff muss einerseits die unterschiedlichen Temperaturexpansionskoeffizienten der verwendeten Materialien ausgleichen und andererseits das dynamische Verhalten unbeeinflusst lassen, beispielsweise keine allzu gro-

ße Elastizität aufweisen, um drehzahlabhängige Unwuchten zu vermeiden.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Laserscanner
<b>12</b>	Messkopf
<b>14</b>	Fuß
<b>16</b>	Rotorspiegel
<b>17</b>	Lichtsender
<b>18</b>	Sendelichtstrahl
<b>20</b>	Empfangslichtstrahl
<b>21</b>	Lichtempfänger
<b>22</b>	Steuer- und Auswertevorrichtung
<b>23</b>	Farbkamera
<b>30</b>	Empfangslinse
<b>32</b>	Sendespiegel
<b>42</b>	Maske
<b>43</b>	hinterer Spiegel
<b>44</b>	mittlerer Spiegel
<b>45</b>	Empfangsspiegel
<b>61</b>	Rotor
<b>63</b>	Halter
<b>63b</b>	Befestigungsfläche
<b>65</b>	Gehäuse
<b>67</b>	Endplatte
<b>A</b>	optische Achse (der Empfangslinse)
<b>C<sub>10</sub></b>	Zentrum des Laserscanners
<b>d</b>	Distanz
<b>O</b>	Objekt
<b>X</b>	Messpunkt

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum optischen Abtasten und Vermessen einer Umgebung, die als Laserscanner (**10**) ausgebildet ist, mit

- einem Rotorspiegel (**16**),
- einem Lichtsender (**17**), der mittels des Rotorspiegels (**16**) einen Sendelichtstrahl (**18**) aussendet,
- eine Empfangslinse (**30**), die eine optische Achse (A) aufweist und die einen von einem Objekt (O) in der Umgebung des Laserscanners (**10**) reflektierten oder sonst irgendwie gestreuten Empfangslichtstrahl (**20**) nach dem Passieren des Rotorspiegels (**16**) bricht,
- einem hinteren Spiegel (**43**), der auf der optischen Achse (A) hinter der Empfangslinse (**30**) vorgesehen ist und der den von der Empfangslinse (**30**) gebrochenen Empfangslichtstrahl (**20**) zur Empfangslinse (**30**) hin reflektiert,
- einer Maske (**42**), die auf der optischen Achse (A) zwischen der Empfangslinse (**30**) und dem hinteren Spiegel (**43**) vorgesehen ist und die den – bezüglich der optischen Achse (A) – radial äußeren Teil des Empfangslichtstrahls (**20**) teilweise abschattet,
- einem mittleren Spiegel (**44**), der auf der optischen Achse (A) zwischen der Empfangslinse (**30**) und dem hinteren Spiegel (**43**) vorgesehen ist und der den vom hinteren Spiegel (**43**) reflektierten Empfangslichtstrahl (**20**) zum hinteren Spiegel (**43**) hin re-

flektiert, wobei der mittlere Spiegel (**44**) im Zentrum der Maske (**42**) angeordnet ist, welches insbesondere von einer Farbkamera (**23**) und/oder einem Sendespiegel (**32**) und/oder dem Lichtsender (**17**) vor oder in der Empfangslinse (**30**) abgeschattet ist, h) einem Lichtempfänger (**21**), der den Empfangslichtstrahl (**20**) empfängt, und i) einer Steuer- und Auswertevorrichtung (**22**), die für eine Vielzahl von Messpunkten (X) jeweils wenigstens die Distanz zum Objekt (O) ermittelt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mittlere Spiegel (**44**) asphärisch ausgebildet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der hintere Spiegel (**43**) plan ausgebildet ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der vom mittleren Spiegel (**44**) reflektierte Empfangslichtstrahl (**20**) durch eine zentrale Öffnung des hinteren Spiegels (**43**) fällt.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der optischen Achse (A) hinter dem hinteren Spiegel (**44**) ein Empfangsspiegel (**45**) vorgesehen ist, welcher den Empfangslichtstrahl (**20**) umlenkt und auf den Lichtempfänger (**21**) gibt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Lichtempfänger (**21**) radial zur optischen Achse (A) angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Messkopf (**12**) vorgesehen ist, der um eine vertikale Achse rotiert und der den Lichtsender (**17**), die Empfangslinse (**30**), den hinteren Spiegel (**43**), den Lichtempfänger (**21**) und den Rotorspiegel (**16**) lagert, wobei der Rotorspiegel (**16**) um die horizontal angeordnete optische Achse (A) rotiert.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

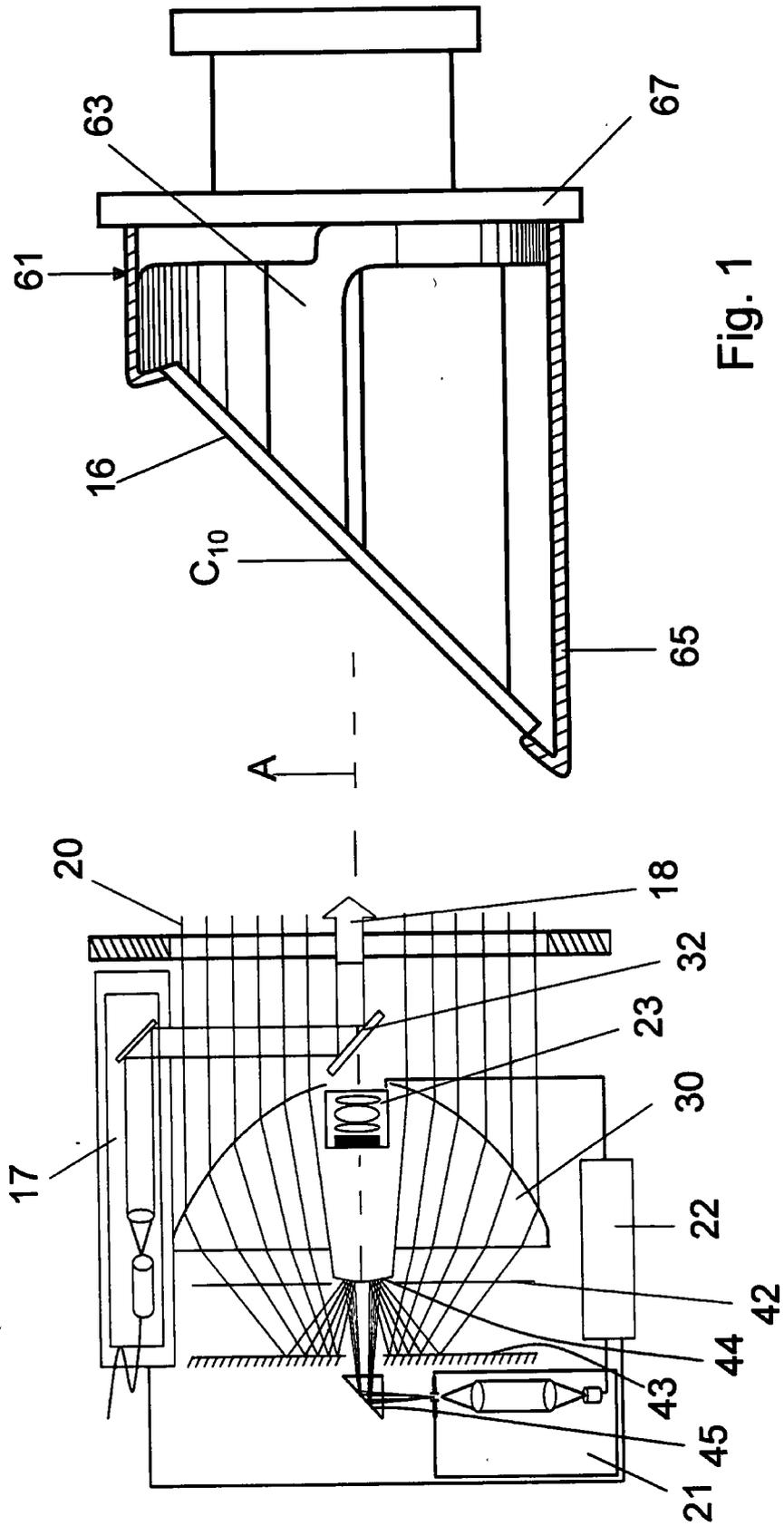


Fig. 1

