



(10) **DE 10 2013 205 589 A1** 2014.10.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 205 589.7**

(22) Anmeldetag: **28.03.2013**

(43) Offenlegungstag: **02.10.2014**

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

G01S 17/08 (2006.01)

G01C 3/06 (2006.01)

G02B 27/09 (2006.01)

(71) Anmelder:

Hilti Aktiengesellschaft, Schaan, LI

(74) Vertreter:

**TER MEER STEINMEISTER & PARTNER
PATENTANWÄLTE, 81679 München, DE**

(72) Erfinder:

**Winter, Andreas, Feldkirch, AT; Gogolla, Torsten,
Schaan, LI; Eyrich, Petra, Widnau, CH**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 101 24 433 A1

DE 198 40 049 A1

DE 10 2011 076 493 A1

DE 20 2010 013 902 U1

EP 1 154 284 A1

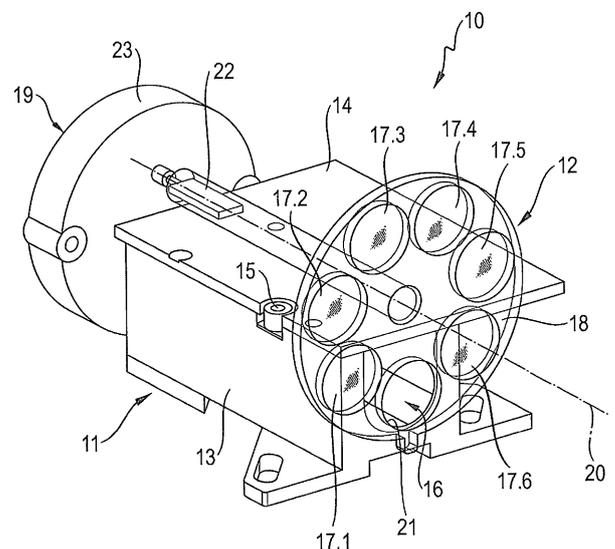
WO 2010/ 020 755 A2

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur optischen Messung einer Distanz zu einem reflektierenden oder streuenden Zielobjekt**

(57) Zusammenfassung: Vorrichtung (10) zur optischen Messung einer Distanz zu einem reflektierenden oder streuenden Zielobjekt mit einer Distanzmesseinrichtung (11) und einer außerhalb der Distanzmesseinrichtung (11) angeordneten, Einstelleinrichtung (12) mit einer zwischen einer ersten und zweiten Position verstellbaren, zweiten Sendeoptik (17.1–17.6) zur Strahlformung des Laserstrahls, wobei die zweite Sendeoptik (17.1–17.6) in der ersten Position im Laserstrahl und in der zweiten Position außerhalb des Laserstrahls angeordnet ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur optischen Messung einer Distanz zu einem reflektierenden oder streuenden Zielobjekt gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] DE 197 27 988 A1 offenbart eine bekannte Vorrichtung zur optischen Distanzmessung zu einem Zielobjekt bestehend aus einem Teleskop, einer Distanzmesseinrichtung und einer Einstelleinrichtung zum Anpassen der Laserstrahldivergenz oder des Laserstrahldurchmessers. Die Distanzmesseinrichtung umfasst eine Strahlquelle, die einen Laserstrahl aussendet, einen Detektor, der einen am Zielobjekt reflektierten und/oder gestreuten Empfangsstrahl empfängt, und ein Strahlformungssystem mit einer Sendeoptik zur Strahlformung des Laserstrahls und einer Empfangsoptik zur Strahlformung des Empfangsstrahls. Die Laserstrahldivergenz oder der Laserstrahldurchmesser können über den Austrittswinkel des Laserstrahls an der Strahlquelle, über die Veränderung der optischen Weglänge zwischen der Strahlquelle und der Sendeoptik oder durch eine zusätzliche Sendeoptik hinter der Strahlquelle verändert werden. Nachteilig ist, dass alle vorgeschlagenen Maßnahmen zum Anpassen der Laserstrahldivergenz oder des Laserstrahldurchmessers innerhalb der Distanzmesseinrichtung und die Stabilität der Distanzmesseinrichtung reduzieren.

[0003] Aus DE 198 40 049 A1 ist eine Vorrichtung zur optischen Distanzmessung zu einem reflektierenden oder streuenden Zielobjekt bekannt. Die Vorrichtung umfasst eine Distanzmesseinrichtung und eine Einstelleinrichtung zum Anpassen des Laserstrahls an das Zielobjekt. Die Distanzmesseinrichtung umfasst eine oder zwei Strahlquellen, einen Detektor und ein Strahlformungssystem mit einer Sendeoptik und einer Empfangsoptik. Die Strahlquellen erzeugen einen ersten Laserstrahl mit einer großen Strahldivergenz und einen zweiten Laserstrahl mit einer geringen Strahldivergenz, wobei der erste Laserstrahl zur Distanzmessung von streuenden Zielobjekten und der zweite Laserstrahl zur Distanzmessung von reflektierenden Zielobjekten vorgesehen sind.

[0004] Die Auswahl eines geeigneten Laserstrahls kann an den Strahlquellen oder am Detektor erfolgen. In einer Ausführungsform werden der erste und zweite Laserstrahl gleichzeitig ausgesandt und treffen auf das Zielobjekt. Im Strahlengang des Empfangsstrahls sind vor dem Detektor optische Filter angeordnet, die nur den ersten oder zweiten Laserstrahl hindurch lassen. Die optischen Filter sind in einem manuell bedienbaren oder motorisch angetriebenen

Filterrad oder Filterschieber angeordnet, die einzelne optische Filter in den Strahlengang des Empfangsstrahls einbringen. Nachteilig ist, dass zwei Laserstrahlen mit unterschiedlichen Strahldivergenzen erforderlich sind, um die Distanzmessung an das Zielobjekt anzupassen. Um die unterschiedlichen Strahldivergenzen zu erzeugen, sind mehrere Strahlengänge und Strahlformungsoptiken erforderlich, die den Platzbedarf erhöhen.

Darstellung der Erfindung

[0005] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Entwicklung einer Vorrichtung zur optischen Distanzmessung für reflektierende und streuende Zielobjekte, bei der die Anzahl an optischen Komponenten reduziert ist und bei der die Anforderungen an die Fertigungstoleranzen der Komponenten ebenfalls reduziert sind.

[0006] Diese Aufgabe wird bei der eingangs genannten Vorrichtung zur optischen Distanzmessung erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0007] Erfindungsgemäß ist eine außerhalb der Distanzmesseinrichtung angeordnete Einstelleinrichtung mit einer zwischen einer ersten und zweiten Position verstellbaren, zweiten Sendeoptik zur Strahlformung des Laserstrahls vorgesehen, wobei die zweite Sendeoptik in der ersten Position im Laserstrahl und in der zweiten Position außerhalb des Laserstrahls angeordnet ist. Die zweite Sendeoptik hat den Vorteil, dass die Strahldivergenz, der Strahldurchmesser oder die Strahldivergenz und der Strahldurchmesser des Laserstrahls an die Eigenschaften des Zielobjektes und/oder die Entfernung zum Zielobjekt angepasst werden können. Durch die Anordnung der Einstelleinrichtung außerhalb der Distanzmesseinrichtung wird die Stabilität der Distanzmesseinrichtung nicht beeinträchtigt. Der ausgesandte Laserstrahl wird zunächst von der ersten Sendeoptik kollimiert und der kollimierte Laserstrahl trifft auf die zweite Sendeoptik. Dadurch, dass der kollimierte Laserstrahl auf die zweite Sendeoptik trifft, sind die Toleranzanforderungen an die Einstelleinrichtung reduziert gegenüber einer Ausführung, bei der ein divergenter Laserstrahl auf die Einstelleinrichtung trifft.

[0008] Bevorzugt weist die Distanzmesseinrichtung einen Optikträger mit einer ersten Aufnahme zur Befestigung einer ersten der elektro-optischen Komponenten und einer zweiten Aufnahme zur Befestigung des ersten Strahlformungssystems auf. Der Optikträger ist besonders bevorzugt monolithisch ausgebildet und ermöglicht einen kompakten Aufbau der Distanzmesseinrichtung. Besonders bevorzugt weist die Distanzmesseinrichtung eine Leiterplatte mit einer Aufnahme zur Befestigung einer zweiten der elektro-op-

tischen Komponenten und einer Verbindungseinrichtung, die die Leiterplatte mit dem Optikträger verbindet, auf.

[0009] In einer bevorzugten Ausführung ist die erste Sendeoptik als Kollimationsoptik und die zweite Sendeoptik als Zerstreungsoptik ausgebildet. Die Kollimationsoptik der Distanzmesseinrichtung erzeugt einen kollimierten Laserstrahl, der anschließend auf die Zerstreungsoptik der Einstelleinrichtung trifft. Dabei sind die optischen Eigenschaften der Kollimationsoptik an streuende Zielobjekte angepasst und die Zerstreungsoptik ist für die Distanzmessung von reflektierenden Zielobjekten vorgesehen. Die erste Position der zweiten Sendeoptik im Laserstrahl ist für reflektierende Zielobjekte vorgesehen und die zweite Position der zweiten Sendeoptik außerhalb des Laserstrahls für streuende Zielobjekte. Der Vorteil der Kollimationsoptik bei der Distanzmessung von reflektierenden Zielobjekten besteht darin, dass die Anforderungen an die Fertigungstoleranzen der Einstelleinrichtung und die Genauigkeit beim Verstellen reduziert sind, wenn ein kollimierter Laserstrahl statt eines divergenten Laserstrahls auf die Einstelleinrichtung trifft.

[0010] Besonders bevorzugt weist die Einstelleinrichtung mehrere, zweite Sendeoptiken zur Strahlformung des Laserstrahls auf, wobei die zweiten Sendeoptiken als Zerstreungsoptiken mit verschiedenen aufweitenden Eigenschaften ausgebildet sind. Dabei sind die aufweitenden Eigenschaften der Zerstreungsoptiken an unterschiedliche Entfernungsbereiche der reflektierenden Zielobjekte angepasst. Um sicherzustellen, dass der Laserstrahl am Zielobjekt reflektiert wird und als reflektierter Empfangsstrahl von der Distanzmesseinrichtung erfasst wird, ist in geringen Entfernungen zum Zielobjekt eine starke Strahlaufweitung des Laserstrahls erforderlich. Bei großen Entfernungen der Distanzmesseinrichtung zum Zielobjekt würde eine starke Aufweitung des Laserstrahls dazu führen, dass nur ein geringer Anteil des Laserstrahls am Zielobjekt reflektiert wird und als reflektierter Empfangsstrahl auf die Distanzmesseinrichtung trifft. Ist die vom Detektor gemessene Intensität des Empfangsstrahls zu gering, nimmt die Ungenauigkeit der Distanzmessung zu. Eine Einstelleinrichtung mit verschiedenen Zerstreungsoptiken ermöglicht es, die Strahlaufweitung des Laserstrahls an den Entfernungsbereich der reflektierenden Zielobjekte anzupassen.

[0011] Eine automatische Auswahl einer geeigneten Zerstreungsoptik kann in einem iterativen Verfahren erfolgen. In einem ersten Schritt erfolgt eine Distanzmessung mit einer ersten Zerstreungsoptik. Die Intensität des gemessenen Distanzwertes wird mit einem vorgegebenen Wertebereich verglichen. Unterschreitet die Intensität die untere Grenze des Wertebereichs, wurde der Laserstrahl zu stark auf-

geweitet, überschreitet die Intensität die obere Grenze des Wertebereichs, wurde der Laserstrahl nicht stark genug aufgeweitet. Liegt die gemessene Intensität innerhalb des Wertebereichs, ist die geeignete Zerstreungsoptik im Laserstrahl angeordnet. Wenn die Intensität außerhalb des Wertebereichs liegt, wird eine zweite Zerstreungsoptik im Laserstrahl angeordnet und eine weitere Distanzmessung ausgeführt. Der Distanzwert wird wieder mit dem Wertebereich verglichen. Vorteilhaft ist es, die Zerstreungsoptiken in aufsteigender Weise (zunehmende Strahlaufweitung) oder in absteigender Weise (abnehmende Strahlaufweitung) im Laserstrahl anzuordnen. Grundsätzlich möglich ist auch eine beliebige Auswahl der Zerstreungsoptiken, um die geeignete Zerstreungsoptik iterativ zu ermitteln.

[0012] In einer bevorzugten Ausführung umfasst die Einstelleinrichtung ein Optikrad, das um eine Drehachse verstellbar ist. In ein Optikrad, das um eine Drehachse drehbar ausgebildet ist, können mehrere Zerstreungsoptiken integriert werden, so dass die Strahlaufweitung des Laserstrahls an den Entfernungsbereich der reflektierenden Zielobjekte angepasst werden kann. Ein Optikrad weist einen geringen Platzbedarf auf. Der Antrieb des Optikrades kann motorisch mittels einer motorischen Antriebseinrichtung erfolgen oder manuell vom Bediener durchgeführt werden.

[0013] In einer alternativen Ausführung umfasst die Einstelleinrichtung einen Optikschieber, der entlang einer Translationsachse verstellbar ist. Der Antrieb des Optikschiebers kann motorisch mittels einer motorischen Antriebseinrichtung erfolgen oder manuell vom Bediener durchgeführt werden.

[0014] In einer bevorzugten Weiterentwicklung weist die Einstelleinrichtung eine zwischen einer ersten und zweiten Position verstellbare, zweite Empfangsoptik zur Strahlformung des Empfangsstrahls auf, wobei die zweite Empfangsoptik in der ersten Position im Empfangsstrahl und in der zweiten Position außerhalb des Empfangsstrahls angeordnet ist. Die zweite Empfangsoptik hat den Vorteil, dass die Eigenschaften der Einstelleinrichtung an die Eigenschaften des reflektierenden Zielobjektes und/oder die Entfernung zum reflektierenden Zielobjekt angepasst werden können. Mit Hilfe der zweiten Empfangsoptik kann der am Zielobjekt reflektierte Empfangsstrahl gedämpft werden, um ein Übersteuern des Detektors zu verhindern.

[0015] Besonders bevorzugt ist die erste Empfangsoptik als Fokussieroptik und die zweite Empfangsoptik als Streuscheibe ausgebildet. Der am Zielobjekt reflektierte Laserstrahl trifft zunächst auf die Streuscheibe. Über die Eigenschaften der Streuscheibe kann der Anteil des reflektierten Laserstrahls angepasst werden, der auf die Fokussieroptik trifft.

[0016] Besonders bevorzugt weist die Einsteleinrichtung mehrere, zweite Empfangsoptiken zur Strahlformung des Empfangsstrahls auf, wobei die zweiten Empfangsoptiken als Streuscheiben mit verschiedenen Eigenschaften ausgebildet sind. Dabei sind die Eigenschaften der zweiten Empfangsoptiken an unterschiedliche Entfernungsbereiche der reflektierenden Zielobjekte angepasst. Über die Eigenschaften der verschiedenen Streuscheiben kann der Anteil des reflektierten Empfangsstrahls angepasst werden, der auf die Fokussieroptik trifft.

[0017] In einer bevorzugten Weiterentwicklung sind die zweite Sendeoptik und die zweite Empfangsoptik in eine gemeinsame zweite Strahlformungsoptik integriert. Dabei ist die zweite Strahlformungsoptik besonders bevorzugt zwischen einer ersten und zweiten Position verstellbar, wobei die zweite Sendeoptik in der ersten Position im Laserstrahl und in der zweiten Position außerhalb des Laserstrahls angeordnet ist und die zweite Empfangsoptik in der ersten Position im Empfangsstrahl und in der zweiten Position außerhalb des Empfangsstrahls angeordnet ist. Die Integration der zweiten Sendeoptik und der zweiten Empfangsoptik in eine gemeinsame zweite Strahlformungsoptik vereinfacht den Aufbau der Einsteleinrichtung und reduziert die Anzahl der benötigten Komponenten. Je weniger Komponenten erforderlich sind, umso kompakter können die Distanzmesseinrichtung und die Einstelleinrichtung ausgestaltet sein.

[0018] Bei einem koaxialen Aufbau der Distanzmesseinrichtung sind die Sende- und Empfangsoptiken koaxial zueinander angeordnet und bei einem paraaxialen Aufbau der Distanzmesseinrichtung sind die Sende- und Empfangsoptiken nebeneinander angeordnet.

Ausführungsbeispiele

[0019] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Diese soll die Ausführungsbeispiele nicht notwendigerweise maßstäblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterung dienlich, in schematischer und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der aus der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass vielfältige Modifikationen und Änderungen betreffend die Form und das Detail einer Ausführungsform vorgenommen werden können, ohne von der allgemeinen Idee der Erfindung abzuweichen. Die in der Beschreibung, der Zeichnung sowie den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln für sich als auch in beliebiger Kombination für die Weiterbildung der Erfindung wesentlich sein. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, der Zeichnung und/

oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale. Die allgemeine Idee der 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.

[0020] Es zeigen:

[0021] Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur optischen Distanzmessung zu einem reflektierenden oder streuenden Zielobjekt bestehend aus einer Distanzmesseinrichtung und einer außerhalb der Distanzmesseinrichtung angeordneten, motorisch verstellbaren Einstelleinrichtung;

[0022] Fig. 2 den Aufbau der Distanzmesseinrichtung und der motorisch verstellbaren Einstelleinrichtung der Fig. 1 im Detail;

[0023] Fig. 3 eine alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur optischen Distanzmessung bestehend aus einer Distanzmesseinrichtung und einer Einstelleinrichtung;

[0024] Fig. 4 eine alternative Ausführungsform für die Einstelleinrichtung der Fig. 3; und

[0025] Fig. 5 die in Fig. 1 dargestellte erfindungsgemäße Vorrichtung zur optischen Distanzmessung in einem Vermessungsgerät mit einer Kameraeinrichtung.

[0026] Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung **10** zur optischen Distanzmessung zu einem reflektierenden oder streuenden Zielobjekt bestehend aus einer Distanzmesseinrichtung **11** und einer außerhalb der Distanzmesseinrichtung **11** angeordneten Einstelleinrichtung **12**. Dabei wird die Distanz aus einer Zeitdifferenz zwischen einem ausgesandten Laserstrahl und einem, am Zielobjekt reflektierten und/oder gestreuten Empfangsstrahl bestimmt. Mit Hilfe der Einstelleinrichtung **12** werden der Laserstrahl und der Empfangsstrahl an die Eigenschaften des Zielobjektes und ggfs. den Entfernungsbereich zum Zielobjekt angepasst. Bei den Zielobjekten werden reflektierende Zielobjekte, bei denen der Laserstrahl überwiegend reflektiert wird, und streuende Zielobjekte, bei denen der Laserstrahl überwiegend gestreut wird, unterschieden.

[0027] Die Distanzmesseinrichtung **11** umfasst einen Optikträger **13** und eine Leiterplatte **14**, die über eine Verbindungseinrichtung **15** mit dem Optikträger **13** verbunden ist. In der Distanzmesseinrichtung **11** wird ein Laserstrahl erzeugt, der über eine Auskopelöffnung **16** im Optikträger **13** aus der Messeinrichtung **11** austritt und auf die Einstelleinrichtung **12** trifft. Die Einstelleinrichtung **12** umfasst sechs verschiedene optische Elemente **17.1–17.6**, die in einem drehbaren Optikrad **18** befestigt sind und mittels einer motorischen Antriebseinrichtung **19** um eine Drehachse **20** drehbar sind.

[0028] Die optischen Elemente **17.1–17.6** der Einstelleinrichtung **12** sind als Strahlformungsoptiken mit einer Sendeoptik für den Laserstrahl und einer Empfangsoptik für den Empfangsstrahl ausgebildet. Dabei sind die Sendeoptiken und die Empfangsoptiken jeweils koaxial zueinander angeordnet und in die Strahlformungsoptiken **17.1–17.6** integriert. Die Strahlformungsoptiken **17.1–17.6** unterscheiden sich in ihren strahlformenden Eigenschaften und sind zur Distanzmessung von reflektierenden Zielobjekten in verschiedenen Entfernungsbereichen vorgesehen. Die Sendeoptiken sind als Zerstreungsoptiken mit unterschiedlicher Strahlaufweitung des Laserstrahls ausgebildet. Je geringer die Entfernung des reflektierenden Zielobjektes zur Distanzmesseinrichtung **11** ist, umso stärker muss der Laserstrahl aufgeweitet werden. Die Empfangsoptiken sind als Streuscheiben ausgebildet. Über die Eigenschaften der Streuscheiben wird der Anteil des reflektierten Empfangsstrahls angepasst, der auf die Distanzmesseinrichtung **11** trifft. Das Optikrad **18** weist neben den sechs Strahlformungsoptiken **17.1–17.6** eine weitere Aufnahme **21** auf, in der keine Strahlformungsoptik eingesetzt ist und keine Strahlformung des Laserstrahls und des Empfangsstrahls erfolgt.

[0029] Das Optikrad **18** ist drehfest mit einem Achselement **22** verbunden, das von einem Antriebsmotor **23** um die Drehachse **20** drehbar ist; mittels einer Winkelsensoreinrichtung wird der Drehwinkel des Antriebsmotors **23** erfasst. Der Antrieb des Optikrades **18** um die Drehachse **20** kann alternativ über eine manuelle Dreheinrichtung erfolgen. Das Optikrad **18** kann durch eine Drehung um die Drehachse **20** in sieben Winkelpositionen angeordnet werden. In sechs Winkelpositionen ist eine der Strahlformungsoptiken **17.1–17.6** im Laserstrahl angeordnet und in der siebten Winkelposition sind die Strahlformungsoptiken **17.1–17.6** außerhalb des Laserstrahls und außerhalb des Empfangsstrahls angeordnet. Die siebte Winkelposition ist zur Distanzmessung von streuenden Zielobjekten vorgesehen, wohingegen die Winkelpositionen, in denen eine der Strahlformungsoptiken **17.1–17.6** im Laserstrahl und im Empfangsstrahl angeordnet ist, zur Distanzmessung von reflektierenden Zielobjekten vorgesehen sind.

[0030] Fig. 2 zeigt den Aufbau der Distanzmesseinrichtung **11** und der motorisch verstellbare Einstelleinrichtung **12** der erfindungsgemäßen Vorrichtung **10** zur optischen Distanzmessung der Fig. 1 im Detail.

[0031] Die Distanzmesseinrichtung **11** umfasst eine als Strahlquelle **31** ausgebildete erste elektro-optische Komponente, eine als Detektor **32** ausgebildete zweite elektro-optische Komponente, ein Strahlformungssystem **33**, eine Strahlteilungsoptik **34**, den Optikträger **13** und die Leiterplatte **14**. Das Strahlformungssystem **33** umfasst eine Sendeoptik **35** zur Strahlformung des Laserstrahls und eine Empfangsoptik **36** zur Strahlformung des Empfangsstrahls, die in eine gemeinsame Strahlformungsoptik **33** integriert sind. Die Strahlquelle **31**, die Strahlformungsoptik **33** und die Strahlteilungsoptik **34** sind am Optikträger **13** befestigt und der Detektor **32** ist an der Leiterplatte **14** befestigt. Der Optikträger **13** weist eine erste Aufnahme **37** für die Strahlquelle **31**, eine zweite Aufnahme **38** für die Strahlformungsoptik **33** und eine dritte Aufnahme **39** für die Strahlteilungsoptik **34** auf. Der Detektor **32** ist auf der Leiterplatte **14** in einer weiteren Aufnahme **40** befestigt.

[0032] Die Strahlquelle **31** ist als Laserdiode ausgebildet, die einen sichtbaren oder infraroten Laserstrahl **41** erzeugt. Der Detektor **32** ist als Fotodiode ausgebildet, die einen vom Zielobjekt reflektierten und/oder gestreuten Empfangsstrahl **42** empfängt. Die Strahlteilungsoptik **34** trennt den Laserstrahl vom koaxial verlaufenden Empfangsstrahl, sie ist im Strahlengang des Laserstrahls zwischen der Strahlquelle **31** und der Strahlformungsoptik **33** und im Strahlengang des Empfangsstrahls zwischen der Strahlformungsoptik **33** und dem Detektor **32** angeordnet. Eine Steuer- und Auswerteeinrichtung **43** ist mit der Strahlquelle **31** und dem Detektor **32** verbunden und bestimmt aus einer Zeitdifferenz zwischen einem Referenzstrahl und dem Empfangsstrahl die Distanz zum Zielobjekt.

[0033] Der Detektor **32** ist auf einer dem Optikträger **13** zugewandten Vorderseite **44** der Leiterplatte **14** angeordnet und mit der Leiterplatte **14** fest über eine Lötverbindung verbunden, wobei der Detektor **32** beispielsweise bei der Herstellung der Leiterplatte **14** automatisch bestückt und verlötet werden kann. Der Detektor **32** ist ausschließlich von der Leiterplatte **14** mechanisch gehalten, es sind keine Verbindungsmittel vorhanden, die den Detektor **32** unmittelbar mit dem Optikträger **13** verbinden. Der Optikträger **13** ist an einer, dem Detektor **32** zugewandten, Seite offen ausgebildet und mit einer Kontaktfläche über die Verbindungseinrichtung **15** mit der Leiterplatte **14** verbunden. Die Verbindungseinrichtung **15** ist während der Justierung der Distanzmesseinrichtung **11** lösbar ausgebildet.

[0034] Im Strahlengang des Laserstrahls **41** ist zwischen der Strahlquelle **31** und der Strahlteilungsoptik **33** eine Blende **45** angeordnet, die in den monolithischen Optikträger **13** integriert ist. Die Blende **45** dient dazu, den Öffnungswinkel der Strahlquelle **31** zu begrenzen und die Geometrie des Laserstrahls **41** an die Strahlteilungsoptik **34** und die Strahlformungsoptik **33** anzupassen. Zwischen der Strahlquelle **31** und der Blende **45** ist eine Lichtfalle **46** angeordnet, die wie die Blende **45** in den monolithischen Optikträger **13** integriert ist. Die Lichtfalle **46** dient dazu, auftreffendes Licht zu absorbieren und unerwünschte Reflektionen zu verhindern. Dazu ist die Lichtfalle **46** auf der Innenseite mit einer reflexarmen, absorbierenden Beschichtung versehen. Durch die Blende **45** und die Lichtfalle **46** werden optisches und elektrisches Übersprechen von der Strahlquelle **31** zum Detektor **32** reduziert.

[0035] Bei der in **Fig. 2** gezeigten Vorrichtung **10** wird die Distanz zu einem reflektierenden Zielobjekt **47** gemessen, das sich in kurzer Entfernung zur Distanzmesseinrichtung **11** befindet. Die Strahlformungsoptik **17.1** ist für die Distanzmessung zu reflektierenden Zielobjekten in kurzer Entfernung vorgesehen und daher im Strahlengang des Laserstrahls und des Empfangsstrahls angeordnet. Die Strahlformungsoptik **17.1** weist einen Sendebereich **48** zur Strahlformung des Laserstrahls **41** und einen Empfangsbereich **49** zur Strahlformung des Empfangsstrahls **42** auf. Der Sendebereich wird als zweite Sendeoptik **48** und der Empfangsbereich als zweite Empfangsoptik **49** bezeichnet. Die zweite Sendeoptik **48** und die zweite Empfangsoptik **49** sind in die gemeinsame Strahlformungsoptik **17.1** integriert. Analog zur Strahlformungsoptik **17.1** weisen die Strahlformungsoptiken **17.2–17.6** des Optikrades **18** jeweils einen Sendebereich **48** und einen Empfangsbereich **49** auf, die als zweite Sendeoptik **48** und zweite Empfangsoptik **49** bezeichnet werden.

[0036] Die Strahlquelle **31** sendet den Laserstrahl **41** aus, der auf die Strahlteilungsoptik **34** gerichtet ist. An der Strahlteilungsoptik **34** wird ein größtmöglicher Teil des Laserstrahls **41** transmittiert und trifft auf die erste Sendeoptik **35**, an der eine erste Strahlformung erfolgt. Die erste Sendeoptik **35** ist als Kollimationsoptik ausgebildet, die den Laserstrahl **41** kollimiert und als kollimierten Laserstrahl **51** auf die zweite Sendeoptik **48** richtet. Die optischen Eigenschaften der Kollimationsoptik **35** sind an die Distanzmessung von streuenden Zielobjekten angepasst. Der kollimierte Laserstrahl **51** trifft auf die zweite Sendeoptik **48**, die im Strahlengang des kollimierten Laserstrahls **51** angeordnet ist und an der eine Aufweitung des Laserstrahls **51** erfolgt. Der aufgeweitete Laserstrahl **52** trifft auf das Zielobjekt **47** und wird am Zielobjekt **47** reflektiert.

[0037] Der am Zielobjekt **47** reflektierte Empfangsstrahl **42** trifft auf die zweite Empfangsoptik **49**, die den Empfangsstrahl **42** formt und als einfach geformten Empfangsstrahl **53** auf die erste Empfangsoptik **36** richtet. An der ersten Empfangsoptik **36** erfolgt eine weitere Strahlformung des Empfangsstrahls **53**. Der zweifach geformte Empfangsstrahl **54** wird auf die Strahlteilungsoptik **34** gerichtet und an der Strahlteilungsoptik **34** umgelenkt. Der umgelenkte Empfangsstrahl **55** trifft auf den Detektor **32**. Die Strahlteilungsoptik **34** sorgt dafür, dass die optische Achse des umgelenkten Empfangsstrahls **55** und die optische Achse des ausgesandten Laserstrahls **41** voneinander verschieden sind.

[0038] **Fig. 3** zeigt eine alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung **60** zur optischen Distanzmessung zu einem reflektierenden oder streuenden Zielobjekt bestehend aus einer Distanzmesseinrichtung **61** und einer Einstelleinrichtung **62**. Die Distanzmesseinrichtung **61** unterscheidet sich von der Distanzmesseinrichtung **11** dadurch, dass der Strahlengang des Laserstrahls und des Empfangsstrahls parallel versetzt angeordnet sind. Die Distanzmesseinrichtung **11** weist eine sogenannte koaxiale Anordnung der Strahlquelle **31** und des Detektors **32** auf und die Distanzmesseinrichtung **61** eine paraaxiale Anordnung.

[0039] Die Distanzmesseinrichtung **61** umfasst neben der Strahlquelle **31** und dem Detektor **32** ein Strahlformungssystem **63** mit einer ersten Sendeoptik **64** zur Strahlformung des Laserstrahls und einer ersten Empfangsoptik **65** zur Strahlformung des Empfangsstrahls. Die Strahlquelle **31**, die erste Sendeoptik **64** und die erste Empfangsoptik **65** sind am Optikträger **13** befestigt und der Detektor **32** ist an der Leiterplatte **14** befestigt. Der monolithische Optikträger **13** weist eine erste Aufnahme **66** für die Strahlquelle **31**, eine zweite Aufnahme **67** für die erste Sendeoptik **64** und eine dritte Aufnahme **68** für die erste Empfangsoptik **65** auf. Der Detektor **32** ist auf der Leiterplatte **14** in einer weiteren Aufnahme **69** befestigt.

[0040] Die Einstelleinrichtung **62** besteht aus einer ersten Einstelleinrichtung **71** für den Laserstrahl und einer zweiten Einstelleinrichtung **72** für den Empfangsstrahl. Die erste Einstelleinrichtung **71** umfasst ein optisches Element **73**, das in einem ersten Optikrad **74** befestigt ist und um eine erste Drehachse **75** drehbar ausgebildet ist. Das optische Element **73** ist als Zerstreungsoptik ausgebildet und wird als zweite Sendeoptik **73** bezeichnet. Das erste Optikrad **74** weist neben der zweiten Sendeoptik **73** eine weitere Aufnahme **76** auf, in die keine Strahlformungsoptik eingesetzt ist; außerdem können weitere, zweite Sendeoptiken **73** mit unterschiedlicher Strahlaufweitung im ersten Optikrad **74** angeordnet sein. Die zweite Einstelleinrichtung **72** umfasst ein optisches Element **77**, das in einem zweiten Optikrad **78** befestigt

ist und um eine zweite Drehachse **79** drehbar ausgebildet ist. Das optische Element **77** ist als Streuscheibe ausgebildet und wird als zweite Empfangsoptik **77** bezeichnet. Das zweite Optikrad **78** weist neben der zweiten Empfangsoptik **77** eine weitere Aufnahme **80** auf, in die keine Strahlformungsoptik eingesetzt ist; außerdem können weitere, zweite Empfangsoptiken **77** mit unterschiedlichen Streueigenschaften im zweiten Optikrad **78** angeordnet sein.

[0041] Fig. 4 zeigt eine alternative Ausführungsform einer Einstelleinrichtung **92** für die erfindungsgemäße Vorrichtung **60** zur optischen Distanzmessung. Die Einstelleinrichtung **92** unterscheidet sich von der Einstelleinrichtung **62** der Fig. 3 dadurch, dass die zweite Sendeoptik **73** zur Strahlformung des Laserstrahls und die zweite Empfangsoptik **77** zur Strahlformung des Empfangsstrahls in einem gemeinsamen Optikrad **93** angeordnet sind. Das Optikrad **93** ist um eine Drehachse **94** drehbar ausgebildet und weist zusätzlich die weiteren Aufnahmen **76**, **80** auf, in die keine Strahlformungsoptiken eingesetzt sind.

[0042] Das Optikrad **93** ist zwischen zwei verschiedenen Winkelpositionen verstellbar. Bei der in Fig. 4 gezeigten, ersten Winkelposition des Optikrades **93** sind die zweite Sendeoptik **73** im Laserstrahl und die zweite Empfangsoptik **77** im Empfangsstrahl angeordnet. Die zweite Sendeoptik **73** und die zweite Empfangsoptik **77** sind auf die Distanzmessung eines reflektierenden Zielobjektes angepasst. Wird das Optikrad **93** in die zweite Winkelposition gedreht, sind die zweite Sendeoptik **73** außerhalb des Laserstrahls und die zweite Empfangsoptik **77** außerhalb des Empfangsstrahls angeordnet.

[0043] Fig. 5 zeigt die in Fig. 1 dargestellte erfindungsgemäße Vorrichtung **10** zur optischen Distanzmessung, die mit einer Kameraeinrichtung **101** in einem Gerätegehäuse **102** angeordnet ist. Der in der Distanzmesseinrichtung **11** erzeugte Laserstrahl trifft auf die Einstelleinrichtung **12**, die den Laserstrahl an das Zielobjekt anpasst. Damit der Strahlengang der Kameraeinrichtung **101** und der Strahlengang des Laserstrahls koaxial zueinander angeordnet sind, sind im Gerätegehäuse **102** ein erster und zweiter teildurchlässiger Spiegel **103**, **104** angeordnet. Die Kameraeinrichtung **101** umfasst eine Sensoreinrichtung **105** und eine Kameraoptik **106**. Der Laserstrahl tritt über eine Auskoppelöffnung **107** aus dem Gerätegehäuse **102** aus und der am Zielobjekt reflektierte und/oder gestreute Empfangsstrahl tritt über die Auskoppelöffnung **107** in das Gerätegehäuse **102** ein.

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

- DE 19727988 A1 [0002]
- DE 19840049 A1 [0003]

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10; 60) zur optischen Messung einer Distanz zu einem reflektierenden oder streuenden Zielobjekt (47) mit einer Distanzmesseinrichtung (11; 61), wobei die Distanzmesseinrichtung (11; 61) umfasst:

- eine Strahlquelle (31), die als elektro-optische Komponente ausgebildet ist und einen Laserstrahl (41) aussendet,
- einen Detektor (32), der als weitere elektro-optische Komponente ausgebildet ist und einen am Zielobjekt (47) reflektierten und/oder gestreuten Empfangsstrahl (42) empfängt, und
- ein erstes Strahlformungssystem (33; 63) mit einer ersten Sendeoptik (35; 64) zur Strahlformung des Laserstrahls (41) und einer ersten Empfangsoptik (36; 65) zur Strahlformung des Empfangsstrahls (42), gekennzeichnet durch eine außerhalb der Distanzmesseinrichtung (11; 61) angeordnete, Einstelleinrichtung (12; 62; 92) mit einer zwischen einer ersten und zweiten Position verstellbaren, zweiten Sendeoptik (17.1–17.6; 48; 73) zur Strahlformung des Laserstrahls (41), wobei die zweite Sendeoptik (17.1–17.6; 48; 73) in der ersten Position im Laserstrahl (41) und in der zweiten Position außerhalb des Laserstrahls (41) angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Distanzmesseinrichtung (11; 61) einen Optikträger (13) mit einer ersten Aufnahme (37; 66) zur Befestigung einer ersten der elektro-optischen Komponenten (31; 32) und einer zweiten Aufnahme (38; 67, 68) zur Befestigung des ersten Strahlformungssystems (33; 63) aufweist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Distanzmesseinrichtung (11; 61) eine Leiterplatte (14) mit einer Aufnahme (40; 69) zur Befestigung einer zweiten der elektro-optischen Komponenten (32; 31) und einer Verbindungseinrichtung (15), die die Leiterplatte (14) mit dem Optikträger (13) verbindet, aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Sendeoptik als Kollimationsoptik (35; 64) und die zweite Sendeoptik als Zerstreuungsoptik (17.1–17.6; 48; 73) ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einstelleinrichtung (12; 62) mehrere, zweite Sendeoptiken (17.1–17.6; 73) aufweist, wobei die zweiten Sendeoptiken als Zerstreuungsoptiken (17.1–17.6; 73) mit verschiedenen aufweitenden Eigenschaften ausgebildet sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einstelleinrichtung (12; 71; 92) ein Optikrad (18; 74; 93) umfasst, das um eine Drehachse (20; 75; 94) verstellbar ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einstelleinrichtung einen Optikschieber umfasst, der entlang einer Translationsachse verstellbar ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einstelleinrichtung (12; 62; 92) eine zwischen einer ersten und zweiten Position verstellbare, zweite Empfangsoptik (17.1–17.6; 77) zur Strahlformung des Empfangsstrahls (42) aufweist, wobei die zweite Empfangsoptik (17.1–17.6; 77) in der ersten Position im Empfangsstrahl (42) und in der zweiten Position außerhalb des Empfangsstrahls (42) angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Empfangsoptik als Fokussieroptik (36; 65) und die zweite Empfangsoptik als Streuscheibe (49; 77) ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einstelleinrichtung (12; 62) mehrere, zweite Empfangsoptiken (49; 77) zur Strahlformung des Empfangsstrahls (42) aufweist, wobei die zweiten Empfangsoptiken als Streuscheiben (49; 77) mit verschiedenen Eigenschaften ausgebildet sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Sendeoptik (48) und die zweite Empfangsoptik (49) in eine gemeinsame zweite Strahlformungsoptik (17.1–17.6) integriert sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Strahlformungsoptik (17.1–17.6) zwischen einer ersten und zweiten Position verstellbar ist, wobei die zweite Sendeoptik (48) in der ersten Position im Laserstrahl (41) und in der zweiten Position außerhalb des Laserstrahls (41) angeordnet ist und die zweite Empfangsoptik (49) in der ersten Position im Empfangsstrahl (42) und in der zweiten Position außerhalb des Empfangsstrahls (42) angeordnet ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

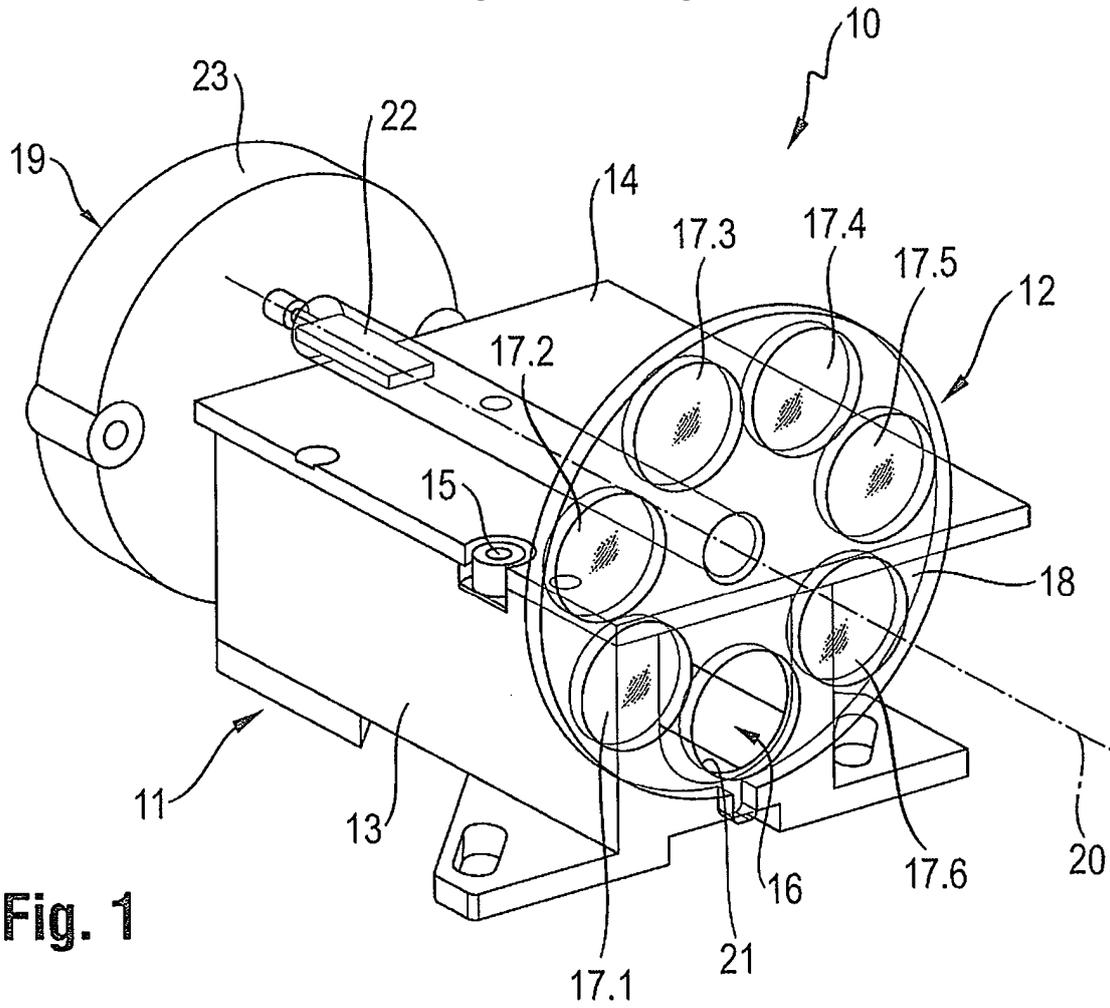


Fig. 1

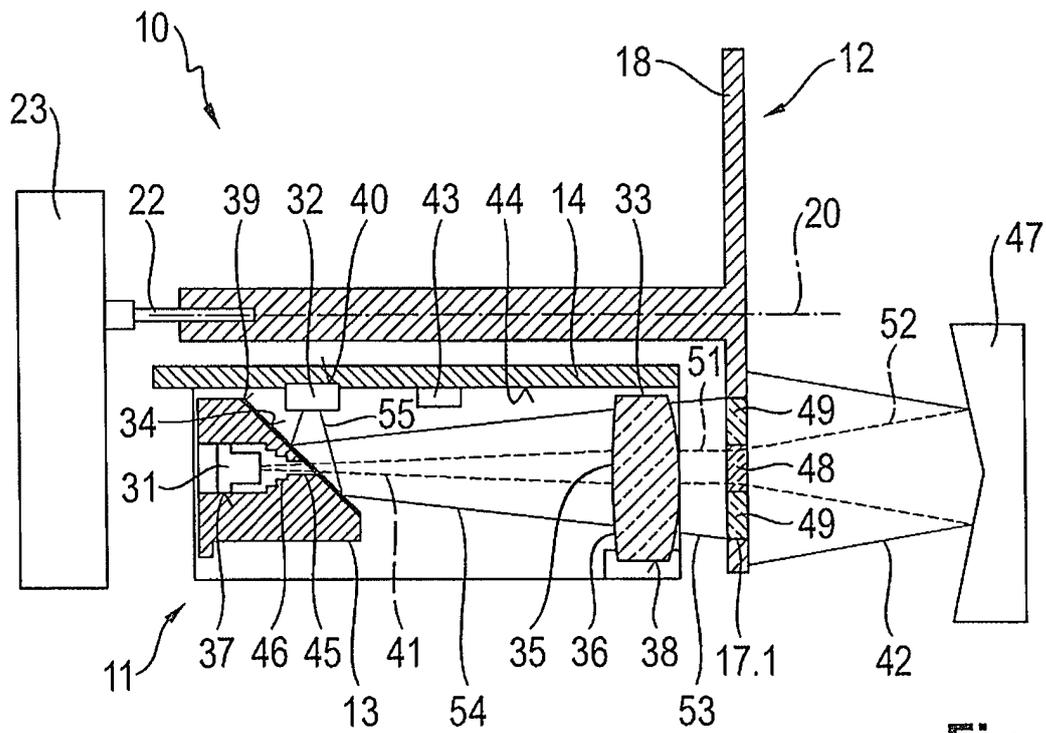


Fig. 2

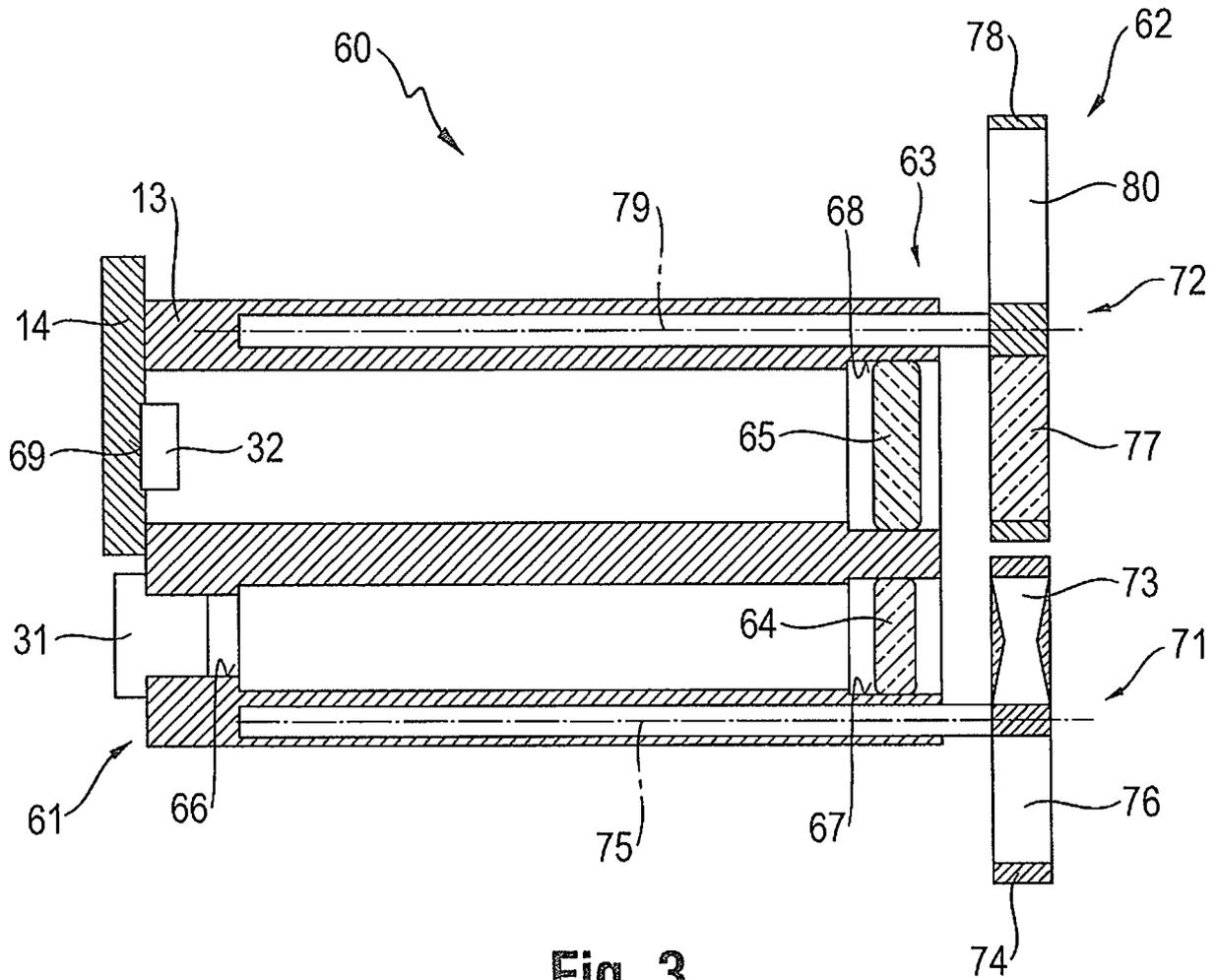


Fig. 3

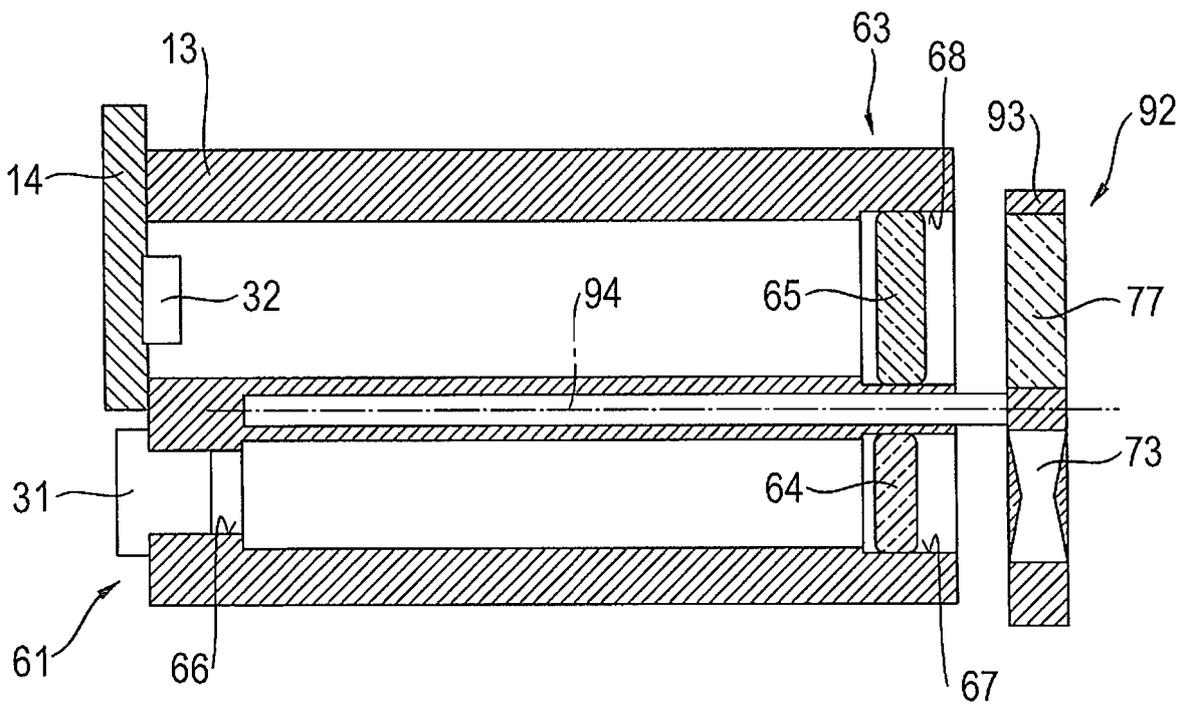


Fig. 4

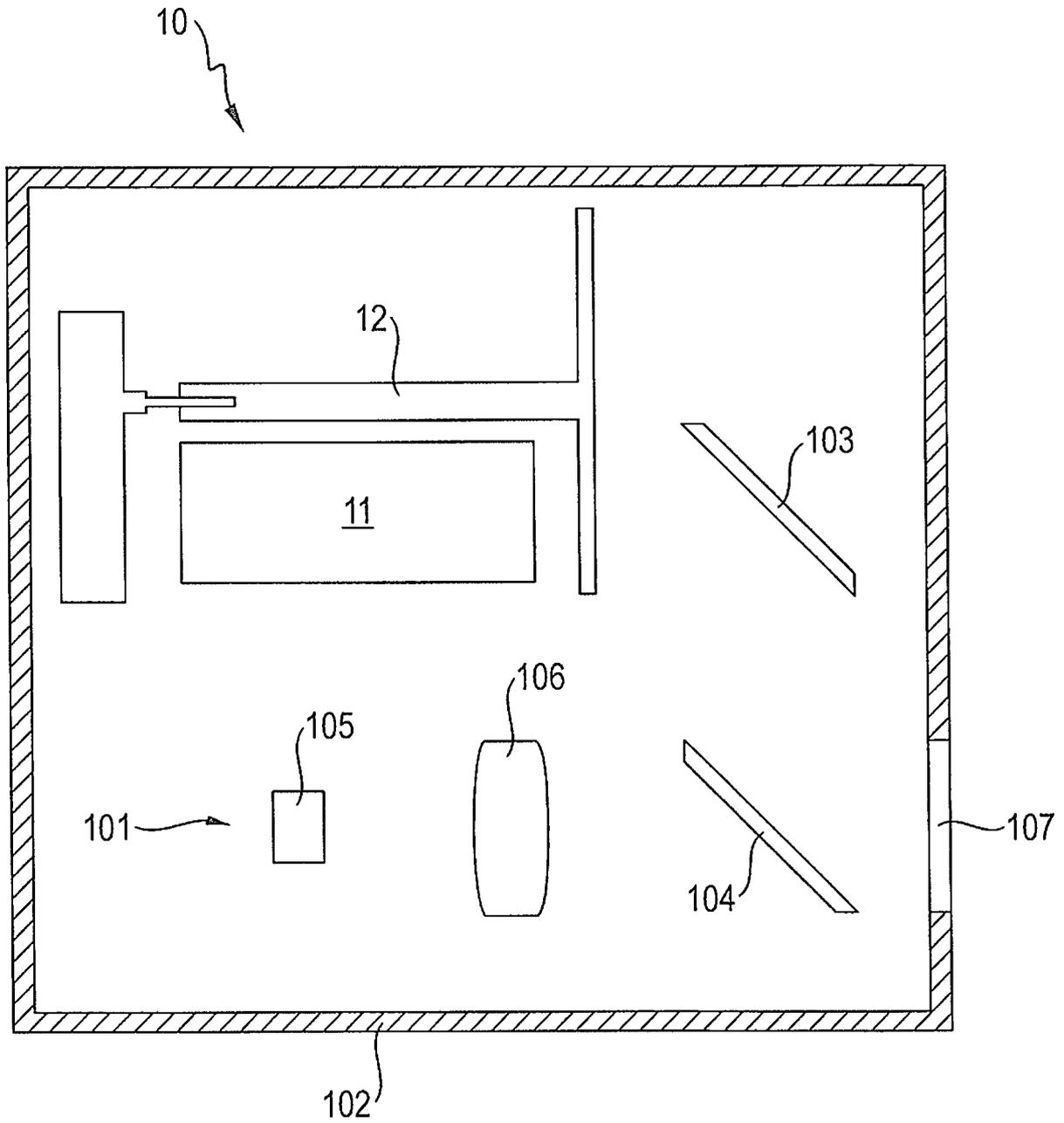


Fig. 5