



(10) **DE 10 2010 032 725 B4** 2012.04.26

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 032 725.5**
(22) Anmeldetag: **26.07.2010**
(43) Offenlegungstag: **26.01.2012**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **26.04.2012**

(51) Int Cl.: **G01S 7/481** (2006.01)
G01S 17/42 (2012.01)
G01S 7/497 (2006.01)
G02B 26/10 (2006.01)
G01C 15/00 (2006.01)

Innerhalb von drei 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:
Hosenthien-Held und Dr. Held, 70193, Stuttgart, DE

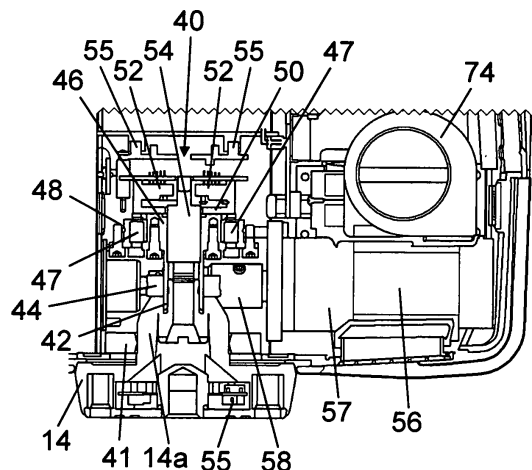
(72) Erfinder:
Becker, Reinhard, Dr., 71642, Ludwigsburg, DE;
Homann, Norbert, 74385, Pleidelsheim, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 203 20 216 U1
DE 20 2006 005 643 U1

(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
a) einem Lichtsender (17), der einen Sendelichtstrahl (18) aussendet,
b) einem Lichtempfänger (21), der einen von einem Objekt (O) in der Umgebung des Laserscanners (10) reflektierten oder sonst irgendwie gestreuten Empfangslichtstrahl (20) empfängt,
c) einer Steuer- und Auswertevorrichtung (22), die für eine Vielzahl von Messpunkten (X) jeweils wenigstens die Distanz zum Objekt (O) ermittelt,
d) einer Tragstruktur (30) eines Messkopfes (12), welcher relativ zu einem im stationären Bezugssystem des Laserscanners (10) ruhenden Fuß (14) drehbar ist, und
e) einem Schwenkachsenmodul (40), welches als vormontierte Baugruppe einerseits den Fuß (14) und andererseits Teile aufweist, die an der Tragstruktur (30) zu befestigen sind, und welches in einen Aufnahmeschacht einer Traverse (30a) der Tragstruktur (30) eingeführt ist, wobei die mechanischen und elektrischen Schnittstellen zwischen dem Schwenkachsenmodul (40) und den an der Tragstruktur...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum optischen Abtasten und Vermessen einer Umgebung, die als Laserscanner ausgebildet ist, wie sie aus der DE 20 2006 005 643 U1 bekannt ist. In der DE 203 20 216 U1 wird für den Laserscanner ein modularer Aufbau vorgeschlagen, wonach eine Tragstruktur mit der Traverse und einem Getriebe für die vertikale Schwenkachse ein erstes Modul, ein Motor zum Antrieb des Getriebes ein zweites Modul, ein um die horizontale Achse rotierende Spiegel mit seinem Antrieb ein drittes Modul, Lichtsender und Lichtempfänger ein viertes Modul und ein Rechner mit Bedienfeld ein fünftes Modul bilden.

[0002] 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. Die Erfindung bietet den Vorteil, dass das Schwenkachsenmodul gesondert hergestellt und geprüft werden kann.

[0003] Die Komponenten des Laserscanners sind in zwei Teilen des Messkopfes und einer diese verbindenden Traverse der Tragstruktur angeordnet. Um das Gewicht des Laserscanners zu verringern, ist als Teil des Gehäuses eine Schale vorgesehen, vorzugsweise für jede der beiden Teile des Messkopfes je eine Schale, welche aus einem leichten Material, beispielsweise Kunststoff, bestehen kann und welche die betreffenden Komponenten des Laserscanners zum Schutz abdeckt. Um wiederum die Schale zu schützen, ist ein Bügel vorgesehen, vorzugsweise für jede Schale je ein Bügel, welcher die Außenseite der Schale teilweise abdeckt und welcher ebenfalls aus einem leichten Material, beispielsweise Aluminium, bestehen kann.

[0004] Die Tragstruktur, welche vorzugsweise aus Gewichtsgründen ebenfalls aus Aluminium besteht, weist vorzugsweise Wände auf, welche der Befestigung der Komponenten mit der Optik und dem rotierenden Spiegel dienen. Die Wände können auch die halboffenen Schalen schließen. Der Bügel läuft vorzugsweise entlang der Außenkanten und/oder schräg über die Außenflächen der Schale und ist an der Tragstruktur befestigt, vorzugsweise an seinen Enden, gegebenenfalls auch in seiner Mitte an einer der beiden Wände. In den Bügel können zusätzlich zur Schutzfunktion weitere Funktionen integriert sein.

[0005] Die Parameter des Laserscanners, insbesondere die Temperatur, können sich während des laufenden Betriebs ändern. Für eine Korrektur ist eine Vergleichsmessung notwendig. Es bietet sich daher an, den Fleck des Sendelichtstrahls zeitweise entlang eines Prismas zu bewegen, welches eine bekann-

te Geometrie und einen bekannte Distanz zum Zentrum des Laserscanners aufweist. Ferner weist das Prisma wenigstens zwei unterschiedliche Helligkeiten und/oder Farben auf, um unterschiedliche Signalpegel des Empfangslichtstrahls zu erzeugen. Die unterschiedlichen Helligkeiten und/oder Farben wechseln vorzugsweise entlang der Bewegungsrichtung des Flecks des Sendelichtstrahls ab.

[0006] Während der Rotation des Spiegels wird der Sendelichtstrahl bei jeder Umdrehung einmal auf die Traverse der Tragstruktur geworfen, ohne dass die Umgebung unterhalb davon gemessen werden kann. Vorzugsweise ist das Prisma daher an der Traverse ausgebildet. Eine bestimmte geometrische Form senkrecht zur Bewegungsrichtung des Flecks des Sendelichtstrahls (oder in Bewegungsrichtung) kann den Abbildungseigenschaften der empfangenden Optik Rechnung tragen und damit die resultierende Signalqualität kontrollieren. Die Steuer- und Auswertevorrichtung nimmt mittels der unterschiedlichen Helligkeiten und/oder Farben und der bekannten Distanz des Prismas eine (Korrektur der) Distanzkorrektur vor.

[0007] Für den Zusammenbau des Laserscanners weisen die Komponenten mechanische und elektrische Schnittstellen auf. Besonders zwischen den relativ zu einander drehbaren Teilen ist dann eine hohe Präzision erforderlich. Der Laserscanner weist daher ein Schwenkachsenmodul auf, welches als vormontierte Baugruppe einerseits den im stationären Bezugssystem des Laserscanners ruhenden Fuß und andererseits Teile aufweist, die an der Tragstruktur des relativ zum Fuß drehbaren Messkopfes zu befestigen sind. Die relativ zueinander drehbaren Schnittstellen sind dann ins Innere des Schnittstellenmoduls verlagert. Die Schnittstellen zwischen dem Schwenkachsenmodul und den weiteren Teilen des Messkopfes können einfach(er) ausgebildet werden, so dass sie beim Einführen des Schwenkachsenmoduls, beispielsweise in einen Aufnahmeschacht der Tragstruktur, in Einführrichtung geschlossen werden.

[0008] Im Laserscanner produzieren die Motoren zur Rotation des Messkopfes und des Spiegels sowie die Steuer- und Auswertevorrichtung und die weitere Elektronik Wärme, die abgeführt werden muss. Der Laserscanner weist hierfür eine integrierte Kühlvorrichtung auf, basierend auf einer Lüftung. Die Luft wird hierzu von einem Lufteinlass in einen Zwischenraum zwischen der Tragstruktur und einer als Gehäuse dienenden Schale geleitet und gelangt von dort in einem gegenüber dem Inneren der Tragstruktur abgedichteten Ansaugkanal in das Innere der Kühlvorrichtung. Von dort bläst ein Lüfter die erwärmte Luft über einen weiteren, gegen das Innere der Tragstruktur abgedichteten Ausblaskanal und einen Luftauslass nach außen. Damit kann vorzugsweise die Wärme abgeführt werden ohne die Dichtigkeit zen-

traler Komponenten zu beeinträchtigen. Je ein Filter am Lufteinlass und Luftauslass verhindern das Eindringen von Staub und gröberen Schmutz in die Zwischenräume und Kanäle der Kühlvorrichtung. Der Lufteinlass und der Luftauslass sind, beispielsweise mittels Lamellen, so gerichtet, dass die Luftströme voneinander wegweisen, d. h. kreuzungsfrei sind in möglichst auseinander gespreizten Richtungen. Der Ansaugkanal und der Ausblaskanal, beispielsweise mit rechteckigem Profil, sind abgedichtet an das Gehäuse des Lüfters angeschlossen. Zudem können die Kanäle durch geeignete Stopfen bei Bedarf völlig abgedichtet werden. Die vorzugsweise zwei Schalen sind jeweils halboffen ausgebildet und jeweils durch eine Wand der Tragstruktur geschlossen, wobei vorzugsweise an genau eine der beiden Schalen der Lufteinlass und der Luftauslass münden, abgedichtet gegeneinander und gegenüber dem Zwischenraum. Eine Dichtung der außen angeordneten Schalen gegen die Tragstruktur gewährleistet damit eine vollständige Abdichtung des Laserscanners. Zusätzlich zu dieser Lüftung weist die Kühlvorrichtung vorzugsweise noch passive Kühlelemente auf, beispielsweise Kühlrippen und/oder Wärmeleitungen, um die Wärme (aus Teilbereichen des Inneren der Tragstruktur) zu den aktiven Kühlelementen zu transportieren. Dies kann die Wärme der Elektronik oder, wenn die Tragstruktur in zwei zueinander abgedichtete Hälften unterteilt ist, die Wärme aus der anderen Hälfte (ohne aktive Kühlelemente) sein.

[0009] Im Folgenden ist die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen

[0010] [Fig. 1](#) eine perspektivische Ansicht des Laserscanners,

[0011] [Fig. 2](#) eine leicht perspektivische Seitenansicht des Laserscanners,

[0012] [Fig. 3](#) die Untersicht des Laserscanners,

[0013] [Fig. 4](#) einen Schnitt durch den Laserscanners im Bereich des Schwenkachsenmoduls,

[0014] [Fig. 5](#) eine perspektivische Teilansicht des Laserscanners ohne Schale,

[0015] [Fig. 6](#) eine Teilansicht der Kühlvorrichtung mit der Perspektive von [Fig. 5](#), und

[0016] [Fig. 7](#) eine schematische Darstellung des Laserscanners im Betrieb.

[0017] 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 Spiegel **16** auf. Der Schnittpunkt der beiden Drehachsen sei als Zentrum C_{10} des Laserscanners **10** bezeichnet.

[0018] 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.

[0019] 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.

[0020] 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 Laserscanners **10** definiert für einen solchen Scan den Ursprung des lokalen stationären Bezugssystems. In diesem lokalen stationären Bezugssystem ruht der Fuß **14**.

[0021] Jeder Messpunkt X umfasst außer der Distanz d zum Zentrum C_{10} des Laserscanners **10** als Wert 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. Optional können mittels einer Farbkamera noch Bilder erzeugt werden, mittels derer den Messpunkten noch Farben (R, G, B) als Wert zugeordnet werden können.

[0022] An die Steuer- und Auswertevorrichtung **22** ist eine Anzeigevorrichtung **24** angeschlossen. Die Anzeigevorrichtung **24** ist in den Laserscanner **10** integriert, vorliegend in den Messkopf **12**. Die Anzeigevorrichtung **24** zeigt eine Vorschau des Scans an.

[0023] Der Laserscanner **10** weist eine Tragstruktur **30** auf, welche als "Skelett" des Messkopfes **12** dient und an welcher verschiedene Komponenten des Laserscanners **10** befestigt sind. Die metallische Tragstruktur **30** ist vorliegend aus Aluminium einstückig ausgebildet. Von außen sichtbar weist die Tragstruktur **30** oberhalb des Fußes **14** eine Traverse **30a** auf, die an beiden Enden zwei Wände **30b** trägt, welche parallel zueinander von der Traverse **30a** nach oben abstehen. Zwei Schalen **32** sind jeweils als ein zu einer Seite hin offenes Gehäuse ausgebildet, vorzugsweise aus Kunststoff. Jede der beiden Schalen **32** deckt einen Teil der an der Tragstruktur **30** befestigten Komponenten des Laserscanners **10** ab und ist einer der beiden Wände **30b** zugeordnet, an welcher sie (mit einer Dichtung abgedichtet) befestigt ist. Somit dienen die Wände **30b** und die Schalen **32** als Gehäuse des Laserscanners **10**.

[0024] Auf der Außenseite jeder der beiden Schalen **32** ist ein – vorzugsweise metallischer – Bügel **34** angeordnet, der die zugeordnete Schale **32** teilweise abdeckt und dadurch schützt. Jeder Bügel **34** ist an der Tragstruktur **30** befestigt, genauer gesagt auf der Unterseite der Traverse **30a**. Vorliegend ist jeder Bügel aus Aluminium ausgebildet und seitlich des Fußes **14** an der Traverse **30a** angeschraubt. Jeder Bügel **34** läuft von seiner Befestigung an der Unterseite der Traverse **30a** aus schräg zur nächstgelegenen Außenecke der zugeordneten Schale **32**, von dort aus entlang der Außenkante der Schale **32** zur oberhalb davon gelegenen Außenecke der Schale **32**, auf der Oberseite der Schale **32** schräg bis zur Wand **32b**, ein kurzes Stück an dieser entlang, und dann spiegelsymmetrisch zum beschriebenen Verlauf auf der Oberseite der Schale **32** schräg zur anderen Außenecke, entlang der Außenkante der Schale **32** zur unterhalb davon gelegenen Außenecke der Schale **32** und schräg zur anderen Befestigung an der Unterseite der Traverse **30a**.

[0025] Die beiden Bügel **34** zusammen umschreiben einen (konvexen) Raum, innerhalb dessen die beiden Schalen **32** vollständig angeordnet sind, d. h.

die beiden Bügel **34** zusammen stehen über alle Außenkanten und Außenflächen der Schalen **32** über. Auf der Oberseite und auf der Unterseite stehen jeweils die schräg verlaufenden Abschnitte der Bügel **34** über die Oberseite bzw. Unterseite der Schalen **32** über, auf den vier anderen Seiten jeweils zwei entlang einer Außenkante der Schalen **32** verlaufenden Abschnitte. Somit werden die Schalen **32** großflächig geschützt. Jeder der Bügel **34** hat zwar primär die Schutzfunktion, insbesondere vor Stößen, welche die Schalen **32** und die darunter angeordneten Komponenten des Laserscanners **10** beschädigen können. Jedoch können weitere Funktionen in einen oder beide Bügel **34** integriert werden, beispielsweise eine Greifmöglichkeit zum Tragen des Laserscanners **10** und/oder eine Beleuchtung.

[0026] Auf der Oberseite der Traverse **30a** ist ein Prisma **36** vorgesehen, welches parallel zu den Wänden **30b** verläuft. Vorliegend ist das Prisma **36** ein angeformter (d. h. einstückig ausgebildeter) Bestandteil der Trägerstruktur **30**, jedoch ist auch eine separate Ausbildung und Befestigung an der Traverse **30a** denkbar. Wenn der Spiegel **16** rotiert, wirft er den Sendelichtstrahl **18** bei jeder Umdrehung einmal auf die Traverse **30a**, genauer gesagt auf das Prisma **36**, und bewegt den vom Sendelichtstrahl **18** erzeugten Fleck entlang des Prismas **36**. Senkrecht zur Bewegungsrichtung des Flecks des Sendelichtstrahls **18** ist das Profil des Prismas **36** so ausgebildet, dass von der Oberseite der Traverse **30a** her zwei nach unten weisende Trapeze herausgearbeitet sind, welche zwischen sich ein nach oben weisendes gleichschenkeliges Dreieck herausragen lassen. In der Regel ist der Fleck des Sendelichtstrahls **18** so klein, dass er zwar die Spitze des Dreiecks trifft, aber die Schenkel nur teilweise beleuchtet. Die Oberfläche des Prismas **36** ist so beschaffen, dass entlang der Bewegungsrichtung des Flecks des Sendelichtstrahls **18** wenigstens zwei unterschiedliche Helligkeiten und/oder Farben vorgesehen sind. Beispielsweise kann die zuerst beleuchtete Hälfte eine große Helligkeit ("hellgrau", "weiß") und die nach beleuchtete Hälfte eine kleine Helligkeit ("dunkelgrau", "schwarz") aufweisen. Eine umgekehrte Reihenfolge oder ein Streifenmuster mit mehreren Wechseln der Helligkeiten ist auch möglich.

[0027] Aufgrund von Nichtlinearitäten in den elektronischen Bausteinen, beispielsweise im Lichtempfänger **21**, hängen die gemessenen Distanzen d von der Signalstärke, d. h. der Helligkeit, der Temperatur und weiteren Parameter ab. Daher ist eine Distanzkorrektur notwendig, welche als Funktion der Helligkeit gespeichert ist und nichtlinear verläuft. Da das Prisma **36** eine bekannte Distanz d und bekannte Helligkeiten hat, kann mit Hilfe des Prismas **36** eine Korrektur der Distanzkorrektur erfolgen, und zwar online, d. h. im laufenden Betrieb können die Einflüsse der Temperatur und der anderen Parameter kompensiert wer-

den, indem an den Helligkeiten des Prismas **36** entsprechenden Werten die Kurve der Distanzkorrektur an den Unterschied zwischen der bekannten Distanz und der gemessenen Distanz angepasst wird. Diese Korrektur der Distanzkorrektur wird vorzugsweise in der Steuer- und Auswertevorrichtung **22** vorgenommen.

[0028] Die Traverse **30a** weist einen nach unten offenen Aufnahmeschacht auf, in welchen ein Schwenkachsenmodul **40** eingeführt ist. Das Schwenkachsenmodul **40** ist eine vormontierte Baugruppe, welche einerseits an der Tragstruktur **30** zu befestigende Teile und andererseits – relativ dazu drehbar – den Fuß **14** und an ihm befestigte Teile umfasst. Der Fuß **14** weist einen nach oben abstehenden Dom auf, an welchem eine vertikal nach oben abstehende Schwenkachse **42** befestigt, vorliegend angeschraubt, ist. An der Schwenkachse **42** ist ein horizontal angeordnetes Schneckenrad **44** befestigt. Die Schwenkachse **42** trägt einen Innenkopf **46**, auf welchem mittels eines Kreuzrollenlagers **47** ein Außenkopf **48** gelagert ist. Am oberen Ende des Innenkopfes **46** ist eine horizontal angeordnete Encoderscheibe **50** befestigt, oberhalb derer der Außenkopf **48** Encoderleseköpfe **52** aufweist. Ferner sind zwischen dem Innenkopf **46** und dem Außenkopf **48** Schleifringe **54** für die interne (d. h. im Schwenkachsenmodul **40** erfolgende) Übertragung der Daten und der Energie der Stromversorgung vorgesehen. Am oberen Ende des Außenkopfes **48** und am unteren Ende des Fußes **14** sind elektrische Steckkontakte **55** für die Übertragung der Daten und Energie vom und zum Messkopf **12** vorgesehen.

[0029] Zum Zusammenwirken mit dem Schneckenrad **44** ist ein Motor **56** mit einem Planetengetriebe **57** vorgesehen, welcher in der Tragstruktur **30** gelagert ist und eine Schnecke **58** antreibt, welche mit dem Schneckenrad **44** kämmt. Das beschriebene Schwenkachsenmodul **40** wird in die Traverse **30a** eingeführt, so dass die Steckkontakte **55** am Außenkopf **48** mit passenden Gegenkontakte zusammengesteckt werden, die Schnecke **58** mit dem Schneckenrad **44** kämmt, der Außenkopf **48** an der Tragstruktur **30** befestigt werden kann und zwischen dem Fuß **14** und der Trägerstruktur **30** eine Dichtung **59** zu liegen kommt. Im Schwenkachsenmodul **40** sind dann die Schwenkachse **42**, das Schneckenrad **44**, der Innenkopf **46** und die Encoderscheibe **50** am Fuß **14** befestigt, während relativ dazu drehbar an der Tragstruktur **30** der Außenkopf **48** und die Encoderleseköpfe **52** befestigt und der Motor **56** mit Planetengetriebe **57** und Schnecke **58** gelagert sind. Dadurch ist der Messkopf **12** relativ zum Fuß **14** um eine vertikale Achse drehbar.

[0030] Der Laserscanner **10** weist eine integrierte Kühlvorrichtung **70** auf, die mittels Luft kühlt, welche durch abgedichtete Kanäle strömt. Die Kühlvorrich-

tung **70** umfasst einen Ansaugkanal **72**, der vorzugsweise mit rechteckigem Profil ausgebildet ist, einen Lüfter **74** und einen Ausblaskanal **76**, der vorzugsweise ebenfalls mit rechteckigem Profil ausgebildet ist. Der Lüfter **74** ist mit seinem Gehäuse abgedichtet an den Ansaugkanal **72** und an den Ausblaskanal **76** angeschlossen. Der Ansaugkanal **72** ist zwischen dem Motor **56** für die Schwenkbewegung des Messkopfes **12** und einem oberhalb davon angeordneten Motor für die Rotation des Spiegels **16** angeordnet. Der Ausblaskanal **76** ist zwischen dem Motor **56** und einer Elektronik angeordnet.

[0031] Der Ansaugkanal **72** öffnet sich zu einem (weitgehend) abgedichteten Zwischenraum **Z** zwischen der Tragstruktur **30** und der Schale **32**. Die Abdichtung des Zwischenraums **Z** (gegenüber dem Inneren der Tragstruktur **30**) verhindert das Eindringen von Schmutz und Staub in das Innere der Tragstruktur. Die Tragstruktur **30** weist unmittelbar neben dem Motor **56** Kühlrippen **78** auf, welche die Wärme aus dem Inneren der Tragstruktur **30** in den Zwischenraum **Z** leiten. Die Luft gelangt von außen über einen Lufteinlass **80**, vorzugsweise ein Lüftungsgitter mit Lamellen, in den Zwischenraum **Z**. Ein Filter (beispielsweise eine Filtermatte) am Lufteinlass **80** verhindert das Eindringen von grobem Schmutz und Staub in den Zwischenraum **Z**.

[0032] Der Ausblaskanal **76** mündet – gegenüber dem Zwischenraum **Z** abgedichtet – an einem Luftauslass **82**, vorzugsweise einem Lüftungsgitter mit lamellen. Der Lufteinlass **80** und der Luftauslass **82** sind voneinander beabstandet und vorliegend durch den Bügel **34** getrennt in der Schale **32** auf deren Unterseite ausgebildet ist. Vorzugsweise sind die Lamellen der Lüftungsgitter so gerichtet, dass die Luftströme zum Lufteinlass **80** und aus dem Luftauslass **82** heraus voneinander wegweisen, d. h. keine erwärmte Luft angesaugt wird. Zusätzlich verläuft zwischen dem Bereich des Messkopfes **12** mit der Steuer- und Auswertevorrichtung **22** und dem Ansaugkanal **72** eine Wärmeleitung, welche ebenfalls Wärme an die Kühlvorrichtung **70** liefert. Der Lüfter **74** saugt Luft über den Lufteinlass **80**, den Zwischenraum **Z** und den Ansaugkanal **72** an und bläst die Luft über den Ausblaskanal **76** und den Luftauslass **82** wieder aus dem Laserscanner **10** aus. Dadurch erfolgt eine Kühlung.

[0033] Vorzugsweise weist der Laserscanner **10** verschiedene Sensoren auf, beispielsweise Thermometer, Neigungsmesser, Höhenmesser, Kompass, Kreiselkompass, GPS etc., die vorzugsweise an die Steuer- und Auswertevorrichtung **22** angeschlossen sind. Mittels der besagten Sensoren werden die Betriebsbedingungen des Laserscanners **10** überwacht, welche durch bestimmte Parameter, beispielsweise geometrische Ausrichtung oder Temperatur, definiert werden. Weisen ein oder mehrerer Parameter einen

Drift auf, wird dieser mit den zugeordneten Sensoren erkannt und kann von der Steuer- und Auswertevorrichtung **22** kompensiert werden. Mittels der besagten Sensoren kann auch eine plötzliche Änderung der Betriebsbedingungen erkannt werden, beispielsweise ein die Ausrichtung ändernder Schlag auf den Laserscanner **10** oder eine Verschiebung des Laserscanners **10**. Wenn der Umfang der besagten Änderung nicht genau genug erfasst werden kann, ist der Scanvorgang zu unterbrechen oder abzubrechen. Wenn der Umfang der besagten Änderung der Betriebsbedingungen grob abgeschätzt werden kann, kann der Messkopf **12** ein paar Winkelgrade zurückgedreht werden (bis eine Überlappung mit dem Bereich besteht, welcher vor der plötzlichen Änderung gescannt wurde), und der Scanvorgang wird fortgesetzt. Die zwei verschiedenen Teile des Scans können durch Auswertung des überlappenden Bereichs zusammengefügt werden.

Bezugszeichenliste

10	Laserscanner
12	Messkopf
14	Fuß
16	Spiegel
17	Lichtsender
18	Sendelichtstrahl
20	Empfangslichtstrahl
21	Lichtempfänger
22	Steuer- und Auswertevorrichtung
24	Anzeigevorrichtung
30	Tragstruktur
30a	Traverse
30b	Wand
32	Schale
34	Bügel
36	Prisma
40	Schwenkachsenmodul
42	Schwenkachse
44	Schneckenrad
46	Innenkopf
47	Kreuzrollenlager
48	Außenkopf
50	Encoderscheibe
52	Encoderlesekopf
54	Schleifring
55	Steckkontakte
56	Motor
57	Planetengetriebe
58	Schnecke
70	Kühlvorrichtung
72	Ansaugkanal
74	Lüfter
76	Ausblaskanal
78	Kühlrippe
80	Lufteinlass
82	Luftauslass
C₁₀	Zentrum des Laserscanners

d	Distanz
O	Objekt
X	Messpunkt
Z	Zwischenraum

Patentansprüche

- Vorrichtung zum optischen Abtasten und Vermessen einer Umgebung, die als Laserscanner **(10)** ausgebildet ist, mit
 - einem Lichtsender **(17)**, der einen Sendelichtstrahl **(18)** aussendet,
 - einem Lichtempfänger **(21)**, der einen von einem Objekt **(O)** in der Umgebung des Laserscanners **(10)** reflektierten oder sonst irgendwie gestreuten Empfangslichtstrahl **(20)** empfängt,
 - einer Steuer- und Auswertevorrichtung **(22)**, die für eine Vielzahl von Messpunkten **(X)** jeweils wenigstens die Distanz zum Objekt **(O)** ermittelt,
 - einer Tragstruktur **(30)** eines Messkopfes **(12)**, welcher relativ zu einem im stationären Bezugssystem des Laserscanners **(10)** ruhenden Fuß **(14)** drehbar ist, und
 - einem Schwenkachsenmodul **(40)**, welches als vormontierte Baugruppe einerseits den Fuß **(14)** und andererseits Teile aufweist, die an der Tragstruktur **(30)** zu befestigen sind, und welches in einen Aufnahmeschacht einer Traverse **(30a)** der Tragstruktur **(30)** eingeführt ist, wobei die mechanischen und elektrischen Schnittstellen zwischen dem Schwenkachsenmodul **(40)** und den an der Tragstruktur **(30)** befestigten Teilen des Laserscanners **(10)** aufgrund des Einführens des Schwenkachsenmoduls **(40)** in den Aufnahmeschacht geschlossen sind.
- Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwenkachsenmodul **(40)** eine am Fuß **(14)** befestigte Schwenkachse **(42)** aufweist.
- Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwenkachsenmodul **(40)** ein Schneckenrad **(44)** aufweist, welches insbesondere an der Schwenkachse **(42)** befestigt ist, und welches mit einer Schnecke **(58)** kämmt, welche insbesondere im Messkopf **(12)** gelagerter Motor **(56)** antreibt.
- Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwenkachsenmodul **(40)** einen Innenkopf **(46)**, welcher insbesondere am Fuß **(14)** befestigt ist, und einen Außenkopf **(48)** aufweist, welcher relativ zum Innenkopf **(46)** drehbar gelagert ist, insbesondere mittels eines Kreuzrollenlagers **(47)**.
- Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwenkachsenmodul **(40)** eine Encoderscheibe **(50)**, die insbesondere am Innenkopf **(46)** befestigt ist, und wenigstens einen relativ zur Encoderscheibe **(50)** drehbaren Encoderlesekopf **(52)**, der insbesondere am Außenkopf **(48)** befestigt

ist, aufweist, und/oder dass das Schwenkachsenmodul (40) Schleifringe (54) zwischen den relativ zu einander drehbaren Teilen für die interne Übertragung der Daten und der Energie und/oder Steckkontakte (55) für die Übertragung der Daten und Energie vorn und zum Messkopf (12).

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Teil eines Gehäuses des Laserscanners (10) wenigstens eine Schale (32) vorgesehen ist, welche auf ihrer Außenseite teilweise von wenigstens einem als Schutz dienenden Bügel (34) abgedeckt wird.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Fleck des Sendelichtstrahls (18) sich zeitweise entlang eines Prismas (36) des Laserscanners (10) bewegt, welches wenigstens zwei unterschiedliche Helligkeiten und/oder Farben aufweist.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Laserscanner (10) eine Kühlvorrichtung (70) mit einem Zwischenraum (Z) zwischen einer Tragstruktur (30) und einer als Gehäuse dienenden Schale (32) aufweist, welcher sich mittels eines Lufteinlasses (80) nach außen öffnet und ansonsten gegenüber dem Inneren der Tragstruktur (30) und gegenüber der Schale (32) abgedichtet ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

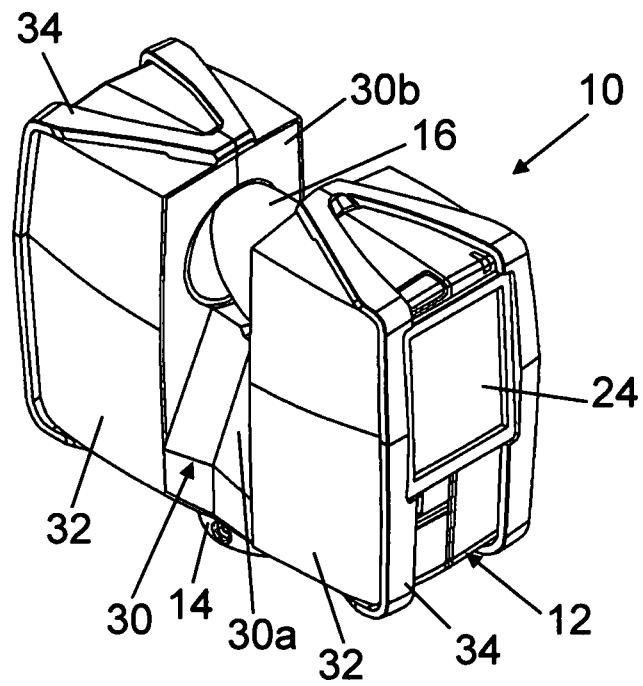


Fig. 1

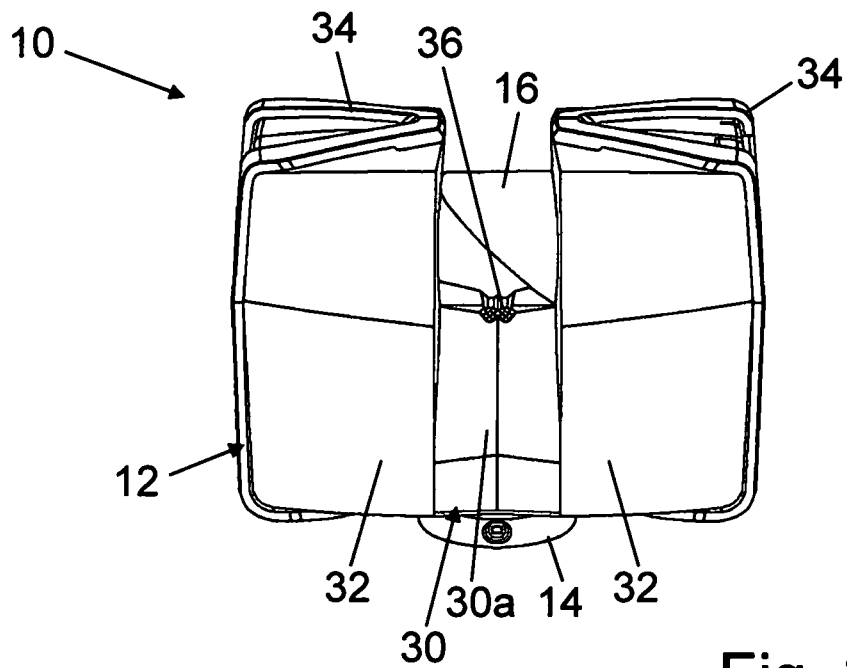


Fig. 2

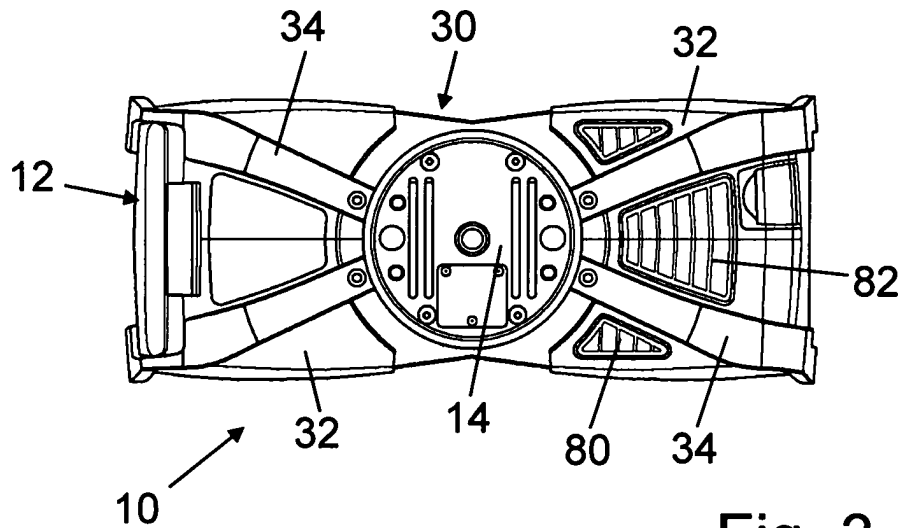


Fig. 3

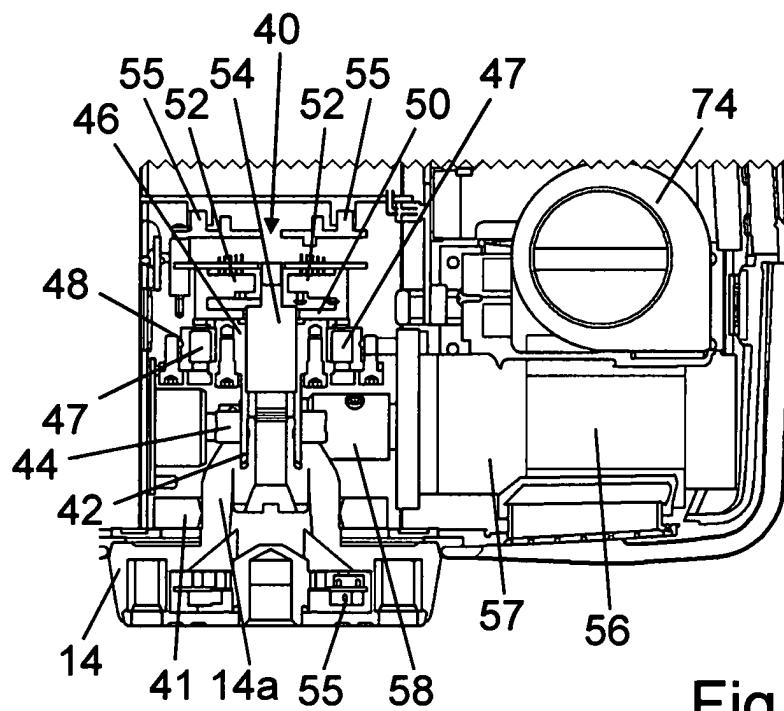


Fig. 4

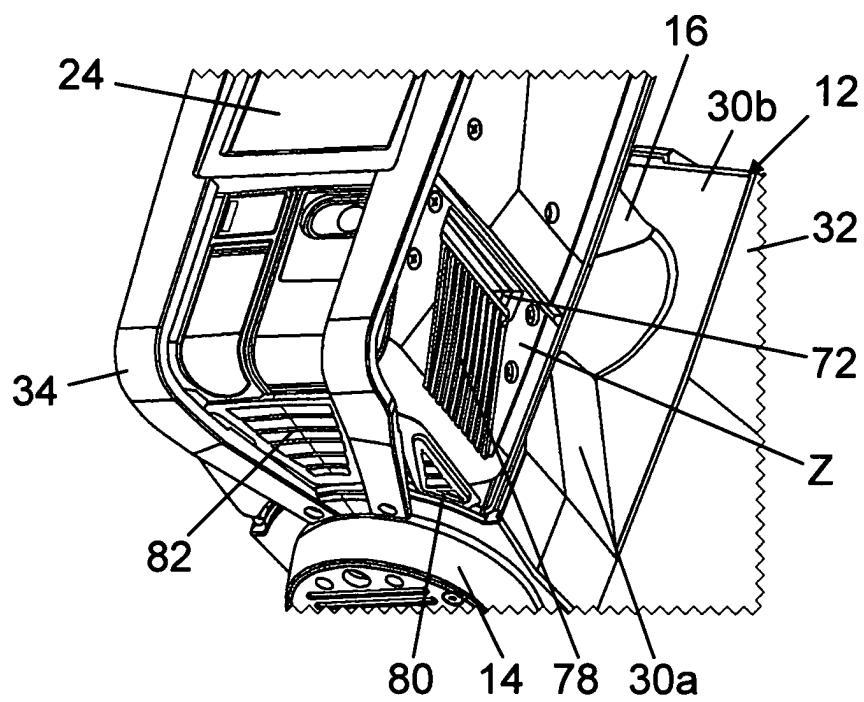


Fig. 5

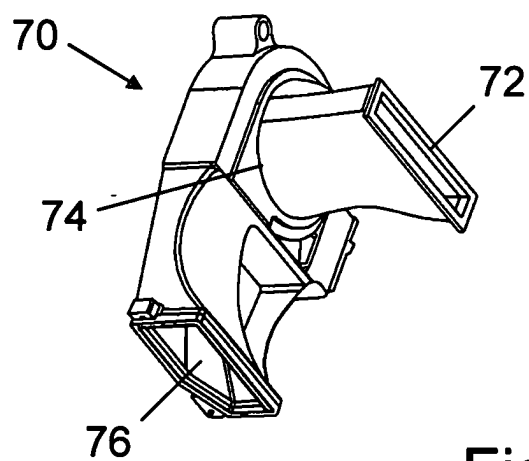


Fig. 6

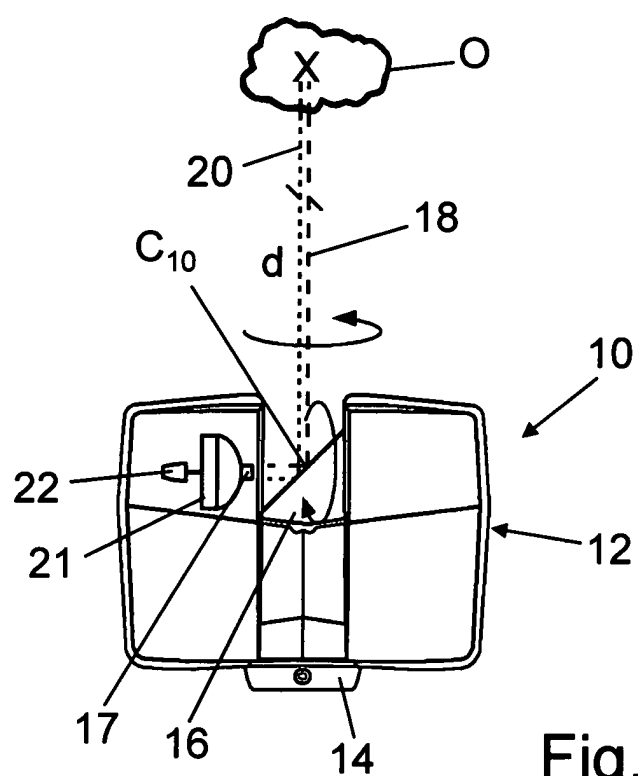


Fig. 7