

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 2005/2008**

(22) Anmeldetag: **23.12.2008**

(43) Veröffentlicht am: **15.07.2010**

(51) Int. Cl.<sup>8</sup>: **G01S 7/481 (2006.01),  
G01S 17/89 (2006.01)**

(73) Patentinhaber:

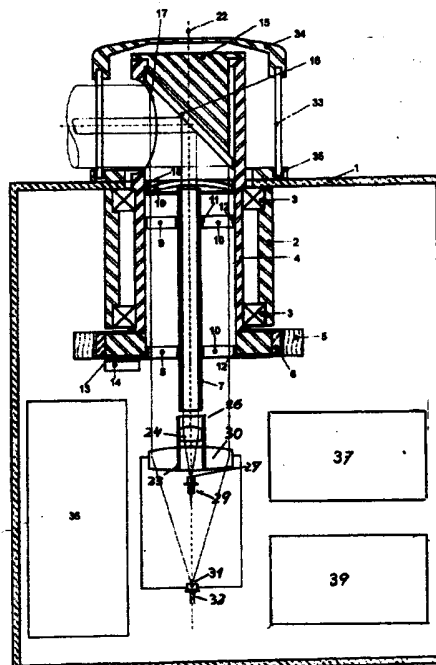
RIEGL LASER MEASUREMENT SYSTEMS  
GMBH  
A-3580 HORN (AT)

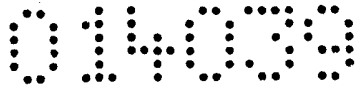
(72) Erfinder:

RIEGL JOHANNES DR.  
TRABENREITH (AT)  
ULLRICH ANDREAS DR.  
GABLITZ (AT)  
REICHERT RAINER ING.  
HORN (AT)  
PFENNIGBAUER MARTIN DIPL.ING. DR.  
TULLN (AT)

(54) **EINRICHTUNG ZUR ABTASTUNG EINES OBJEKTRAUMES**

(57) Einrichtung zur Abtastung eines Objektraumes mit einem opto-elektronischen Entfernungsmesser nach einem Signal-Laufzeitverfahren, ferner mit einer Scan-Einrichtung zur Ablenkung der optischen Achsen von Sende- und Empfangseinrichtung, wobei die Sende- und Empfangsstrahlenbündel koaxial verlaufen, ferner mit einer Auswerteeinrichtung (36), die aus der Laufzeit der Echosignale Objektentfernungen ermittelt, wobei die Scan-Einrichtung einen um eine Achse (22) rotierenden Spiegel (16) umfasst und die Rotationsachse (22) desselben mit der optischen Achse der koaxialen Sende- und Empfangsstrahlenbündel im Bereich zwischen der Sende- und Empfangseinrichtung (29 bzw. 32) einerseits und dem rotierenden Spiegel (16) andererseits ident ist und der rotierende Spiegel (16) von einem Gehäuse (33-35) mit einem zylindrischen Fenster (33) aus einem für die Laserstrahlung transparentem Material umschlossen ist und die Zylinderachse des Fensters mit der Rotationsachse (22) des Spiegels (16) zusammenfällt, und optische Korrekturmittel (19) zur Kompensation der durch das zylindrische Fenster (33) verursachten Brechkraftänderungen und / oder optischen Aberrationen vorgesehen sind, wobei die optischen Korrekturmittel (19) vorteilhaft zusammen mit dem Spiegel (16) um die Rotationsachse (22) desselben rotieren.





**RIEGL**  
**Laser Measurement Systems GmbH.**  
**HORN**

5

### **Zusammenfassung.**

10

15

20

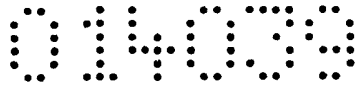
25

Einrichtung zur Abtastung eines Objektraumes mit einem opto-elektronischen Entfernungsmesser nach einem Signal-Laufzeitverfahren, ferner mit einer Scan-Einrichtung zur Ablenkung der optischen Achsen von Sende- und Empfangseinrichtung, wobei die Sende- und Empfangsstrahlenbündel coaxial verlaufen, ferner mit einer Auswerteeinrichtung, die aus der Laufzeit der Echosignale Objektentfernungen ermittelt, wobei die Scan-Einrichtung einen um eine Achse rotierenden Spiegel umfasst und die Rotationsachse desselben mit der optischen Achse der coaxialen Sende- und Empfangsstrahlenbündel im Bereich zwischen der Sende- und Empfangseinrichtung einerseits und dem rotierenden Spiegel andererseits ident ist und der rotierende Spiegel von einem Gehäuse mit einem zylindrischen Fenster aus einem für die Laserstrahlung transparentem Material umschlossen ist und die Zylinderachse des Fensters mit der Rotationsachse des Spiegels zusammenfällt, und optische Korrekturmittel zur Kompensation der durch das zylindrische Fenster verursachten Brechkraftänderungen und / oder optischen Aberrationen vorgesehen sind, wobei die optischen Korrekturmittel vorteilhaft zusammen mit dem Spiegel um die Rotationsachse desselben rotieren.

30

Horn, am 23. Dezember 2008

**RIEGL**  
**Laser Measurement Systems GmbH**



**RIEGL**  
**Laser Measurement Systems GmbH.**  
**HORN**

5

### **Einrichtung zur Abtastung eines Objektraumes.**

10

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Abtastung eines Objektraumes mit einem opto-elektronischen Entfernungsmesser nach einem Signal-Laufzeitverfahren mit einer Sendeeinrichtung zum Aussenden von Laser-Impulsen und einer Empfangseinrichtung zum Empfangen von Laserstrahlung, die von im Zielraum befindlichen Objekten reflektiert wird. Eine solche Einrichtung soll ferner mit einer Scan-Einrichtung zur Ablenkung der optischen Achsen von Sende- und Empfangseinrichtung ausgestattet sein. Die Scan-Einrichtung soll die optischen Achsen von Sende- und Empfangseinrichtung in mindestens eine Richtung, ablenken, wobei die Sende- und Empfangsstrahlenbündel im Wesentlichen koaxial verlaufen. Ferner soll die Scan-Einrichtung mit einer Auswerteeinrichtung ausgerüstet sein, die aus der Laufzeit der Echosignale Objektentfernungen ermittelt, wobei die Scan-Einrichtung einen um eine Achse rotierenden Spiegel umfasst und die Rotationsachse desselben mit der optischen Achse der koaxialen Sende- und Empfangsstrahlenbündel im Bereich zwischen der Sende- und Empfangseinrichtung einerseits und dem rotierenden Spiegel andererseits ident ist. Der rotierende Spiegel soll von einem Gehäuse mit einem zylindrischen Fenster aus einem für die Laserstrahlung transparentem Material Fenster umschlossen sein, wobei die Zylinderachse des Fensters mit der Rotationsachse des Spiegels im Wesentlichen zusammenfällt.

20

25

30

Durch die Anordnung eines zylindrischen Fensters im Strahlengang der Sende- und Empfangseinrichtung verändern sich zwangsläufig die Brechkräfte des gesamten optischen



Systems und zwar unterschiedlich in den beiden Hauptachsenrichtungen. Darüber hinaus werden durch das zylindrische Fenster Aberrationen in das optische Gesamtsystem eingeführt. Es handelt sich hier sowohl um geometrische als auch um chromatische Aberrationen, welche zu einer Verschlechterung der Abbildungsqualität führen können.

5

Es ist ein Ziel der Erfindung, die durch die Einführung eines zylindrischen Fensters bewirkten optischen Wirkungen im Sende- und im Empfangsstrahlengang zu kompensieren und damit eine optimale Abbildungsqualität sicherzustellen.

10

Erfindungsgemäß wird dies dadurch gewährleistet dass, optische Korrekturmittel zur Kompensation der durch das zylindrische Fenster verursachten Brechkraftänderungen und / oder der optischen Aberrationen vorgesehen sind, wobei die Korrekturmittel in Richtung der Zylinderachse und normal hierzu unterschiedliche optische Wirkungen aufweisen und die optischen Korrekturmittel vorzugsweise in dem Bereich angeordnet sind, in welchem die optische Achse der koaxialen Strahlenbündel ident mit der Rotationsachse des Spiegels ist und vorteilhaft zusammen mit dem Spiegel um die Rotationsachse desselben rotieren.

15

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der rotierende Spiegel gekrümmt ausgebildet, wobei in Richtung der Normalebene auf den Spiegel, welche die Rotationsachse enthält und normal hierzu der Spiegel unterschiedliche Krümmungen aufweist.

20

In einer anderen Ausführung der Erfindung umfassen die Korrekturmittel mindestens eine Linse, welche in Richtung der Normalebene auf den Spiegel, welche die Rotationsachse enthält und normal hierzu unterschiedliche optische Wirkungen, insbes. unterschiedliche Brechkräfte aufweist, wobei die Linse bzw. die Linsen synchron und phasengleich mit dem Spiegel um die Rotationsachse desselben rotiert bzw. rotieren und vorzugsweise mit diesem starr verbunden ist bzw. sind.

25

Erfindungsgemäß kann das Fenster als geschlossener Zylindermantel ausgebildet und die Scan-Einrichtung als 360°-Rund-um-Scanner einsetzbar sein.

30



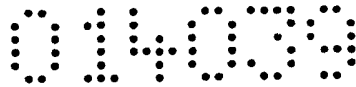
Vorteilhaft ist der Spiegel um eine Achse, die normal zu seiner Rotationsachse verläuft, einstellbar, so dass die optische Achse des Sende- und des Empfangsstrahlenbündels im Raum Kegelflächen beschreibt, deren Öffnungswinkel durch die Spiegeleinstellung  
5 definiert ist.

In einer vorteilhaften Weiterentwicklung der Erfindung ist der Spiegel um eine, normal zur Rotationsachse desselben verlaufende, Achse rotierbar bzw. schwenkbar gelagert und verfügt über einen Antrieb, der den Spiegel um diese Achse in Rotation versetzt bzw.  
10 zwischen zwei Endstellungen periodisch verschwenkt, so dass aus den gemessenen Entfernungswerten in Verbindung mit den beiden zugehörigen Ablenkungswinkeln des rotierenden Spiegels ein 3D-Datensatz, vorzugsweise ein 360°-Rund-um Entfernungsbild bzw. Modell generierbar ist.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einiger Ausführungsbeispiele und unter Bezugnahme auf die Zeichnung. In dieser stellt die Fig. 1 einen 360°-Rundum bzw. Panorama-Scanner, teilweise im Axialschnitt, dar. Die Figuren 2 und 3 zeigen zwei verschiedene Ausführungsbeispiele in axionometrischer Darstellung.

Bei dem Scanner gemäß Fig. 1 ist in einem Gehäuse 1 ein gerätefester Lagerbock 2 angeordnet, in welchem mit zwei Wälzlagern 3 ein Rohr 4 gelagert ist. Auf dem Lagerbock 2 ist der Stator 5 eines Elektromotors angeordnet. Der Rotor 6 dieses Motors ist am Rohr 4 befestigt und liegt unmittelbar dem Stator 5 gegenüber. Im Inneren des Rohres 4 ist ein zweites Rohr 7 mit einem relativ kleineren Durchmesser angeordnet. Dieses Rohr 7 wird  
25 mit zwei Scheiben 8 und 9 im Rohr 4 fixiert. Die beiden Scheiben weisen große Durchbrüche auf, so dass die Scheiben de facto auf Naben 11 und Felgen 12 reduziert sind, die durch jeweils drei schmale Speichen miteinander verbunden sind.

Im unteren Bereich des Rohres 4 ist eine Scheibe 13 befestigt, die zusammen mit einem  
30 am Lagerbock 2 gerätefest montierten Sensor 14 einen Winkeldecoder ergibt.



Im oberen Bereich ist das Rohr 4 mit einem zylindrischen, unter 45° abgeschragten Trägerelement 15 abgeschlossen. An der Schrägfläche dieses Trägerelementes ist ein Spiegel 16 befestigt. Das Rohr 4 weist einen zylindrischen Durchbruch 17 auf, der als Streulichtblende für eintretendes Licht wirkt. Unterhalb des Spiegels 16 ist in einer Fassung 18 eine Linse 19 befestigt.

Unter dem Rohr 7 ist in einem relativ geringen Abstand gerätefest ein gleichartiges Rohr 26 angeordnet, das in einer zentrischen Bohrung 23 einer Linse 30 fixiert ist. Das Rohr 26 dient als Fassung für eine Optik 24, in deren Brennpunkt 27 eine Laserdiode 29 angeordnet ist. Die Laserdiode 29 wird durch einen Laser-Transmitter 37 angesteuert. Ein kleiner Teil der Impulsenergie bzw. der Laserstrahlung wird als Startimpuls einer Auswerteschaltung 36 zugeleitet. Im Brennpunkt 31 der Linse 30 ist eine Photodiode 32 od. dgl. vorgesehen, deren Ausgangssignale der Auswerteschaltung 36 als Echoimpulse zugeleitet werden, in welcher aus der Zeitdifferenz zwischen dem Einlangen des Start- und des Echo-Impulses die Pulslaufzeit und in der weiteren Folge die Entfernung berechnet wird..

Der obere Bereich des Rohres 4 mit dem Spiegel 16 wird durch einen Zylinder 33 umschlossen. Dieser Zylinder dient als Fenster für die ausgesandten Laserstrahlen und für die von den Objekten im Messfeld reflektierte Strahlung. Der Zylinder 33 kann aus Glas oder Kunststoff bestehen. Wesentlich ist, dass das verwendete Material für den Wellenlängenbereich der Laserdiode 29 transparent ist. Der Zylinder kann eine Beschichtung aufweisen, die Licht anderer Wellenlängenbereiche ausfiltert.

Der Zylinder 33 wird an seiner oberen Seite durch eine Kappe 34 verschlossen. Die andere Seite des Zylinders 33 ist am Gehäuse 1 mittels eines Ringes 35 befestigt. Sämtliche Verbindungen im Bereich des Zylinders 33 aber auch des Gehäuses 1 sind durch nicht dargestellte Dichtungen gegen das Eindringen von Feuchtigkeit und / oder Staub abgedichtet.



Die Funktion der Einrichtung wird im Folgenden näher erläutert: Die Laser-Diode 29 sendet, angesteuert vom Laser-Transmitter 37 Folgen von kurzen Impulsen aus. Die von der Laserdiode 29 ausgesandten Laser-Strahlen werden durch die Optik 24 gebündelt. Die Laserstrahlung wird anschließend in den Rohren 26 und 7 geführt, um störendes Streulicht zu vermeiden. Vorzugsweise weisen die beiden Rohre an ihrer Innenseite Oberflächen mit geringem Reflexionsvermögen auf. Während das Rohr 26 gerätefest angeordnet ist, rotiert das Rohr 7, das in dem Rohr 4 fixiert ist und damit vom Motor 5 und 6 angetrieben wird, mit hoher, konstanter Winkelgeschwindigkeit um die Achse 22. Die Sendestrahlenbündel passieren den zentralen Teil der ebenfalls rotierenden Korrekturlinse 19, werden durch den um die Achse 22 rotierenden Spiegel 16 umgelenkt und treten durch das zylindrische Fenster 33 aus dem Gerät aus. Je nach Einsatz des Gerätes wird das Fenster 33 als vollständiger Zylinder oder als entsprechendes Zylindersegment ausgeführt. Im ersteren Fall wird der Raum durch einen ebenen, einen Winkel von  $360^\circ$  überstreichenden Laserstrahl-Fächer abgetastet. Die Korrekturlinse 19 ist so ausgelegt, dass die optischen Wirkungen des zylindrischen Fensters auf die Strahldivergenz und die Aberrationen weitestgehend kompensiert werden.

Die Laserstrahlen werden an Objekten im Messfeld reflektiert, wobei ein Teil der Strahlung zum Gerät zurückgeworfen wird. Dieses Empfangsstrahlenbündel tritt durch das Fenster 33 wieder in das Gerät ein und wird durch den rotierenden Spiegel 16 um  $90^\circ$  nach unten abgelenkt, passiert die Korrekturlinse 19, welche die optischen Wirkungen des Fensters 33 kompensiert und wird durch das Rohr 4 zum gerätefesten Prisma 20 geführt. Das Strahlenbündel wird durch die Linse 30 auf der Photodiode 32 konzentriert. Das Signal der Photodiode 32 wird einer Auswerteschaltung 36 zugeführt, in welcher aus der Zeitspanne zwischen dem von der Laserdiode 29 abgeleiteten Startimpuls und dem von der Photodiode 32 empfangenen Echoimpuls die Pulslaufzeit (time of flight) ermittelt wird, aus welcher direkt die Entfernung zwischen dem Gerät und dem betreffenden Objekt im Messfeld berechnet werden kann. Vom Winkeldecoder 13 und 14 wird der zu dem jeweiligen Entfernungswert gehörige Winkelwert zur Auswerteschaltung 36 gesendet, in welcher aus diesen Daten die Position des Objektes im Messfeld ermittelt wird. Sowohl

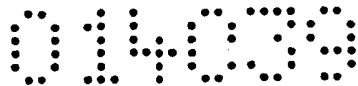


der Antriebsmotor als auch die gesamte Elektronik wird durch die schematisch dargestellte Stromversorgungseinheit 39 mit Energie versorgt.

In der Fig. 2 ist ein Detail eines anderen Ausführungsbeispiels der Erfindung dargestellt.

5 Die übrigen Bauteile der Einrichtung stimmen weitgehend mit den in der Fig. 1 gezeigten überein. In Analogie mit dem Gerät gemäß Fig. 1 sind zwei miteinander verbundene Rohre 4 und 7 vorgesehen, die gemäß dieser Ausführung über einen Riementrieb durch einen Motor 50 angetrieben werden und um ihre Achse 22 rotieren. Im Gegensatz zu der oben beschriebenen Ausführung ist der am Rohr 4 befestigte Spiegel 51 nicht starr  
10 angeordnet sondern in einem U-förmigen Lagerbock 59 um eine Achse 56 schwenkbar gelagert. Die Verstellung des Spiegels 51 erfolgt über einen Kurbeltrieb 52 und 53. An der Schubstange 53 des Kurbeltriebes ist eine Rolle 54 gelagert, welche durch eine nicht dargestellte Feder an eine Steuerscheibe 55 angepresst wird und auf dieser läuft. Wird diese Steuerscheibe 55 in axialer Richtung verschoben, so wird diese Bewegung auf die  
15 Rolle 54 übertragen. Über den Kurbeltrieb 52,53 wird der Spiegel 51 um die Achse 56 verschwenkt. Der Verstellwinkel wird durch einen Winkeldecoder 57 gemessen und der Auswerteschaltung 36 zugeführt. Die Verstellung der Steuerscheibe 55 kann sowohl manuell erfolgen, als auch mit einem gesonderten Antrieb. In Fig. 2 ist ein Linearmotor 58 gezeigt, der die Steuerscheibe 55 entsprechend in axialer Richtung verschiebt. Durch die  
20 Verstellung des Ablenkspiegels 51 aus der 45° Stellung wird erreicht, dass die Abtastung des Messfeldes nicht mit einem ebenen Strahlenfächer erfolgt. Der Strahlenfächer beschreibt dann einen Kegelmantel, wobei der Öffnungswinkel des Kegels, durch den Verstellwinkel des Spiegels 51 definiert wird.

25 Während die Verstellung des Spiegels 51 gemäß der Fig. 2 primär der Justage und Verstellung mit geringer Geschwindigkeit dient und damit der zu vermessenden Raum im Wesentlich 2-dimensional abgetastet wird, hat die Einrichtung gemäß der Fig. 3 den Zweck, eine 3-dimensionale Abtastung zu erreichen. Da die Einrichtung einen Abtastwinkel von 360° aufweist, kann damit ein 3-dimensionales Panorama-  
30 Entfernungsbild bzw. ein 3-D Panorama-Modell erzeugt werden. Die Einrichtung ist

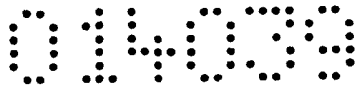


ähnlich aufgebaut, wie der in Fig. 2 gezeigte Scanner. Abweichend vom Gegenstand der Fig. 2 wird die Steuerscheibe 65 permanent angetrieben und weist an der der Rolle 54 zu gewandten Seite eine oder mehrere Nocken auf, die über die Rolle 54 und den Kurbeltrieb 52, 53 den Spiegel in eine hin- und hergehende Schwenkbewegung versetzt. Während der Spiegel 51 mit hoher und konstanter Geschwindigkeit um die Achse 22 rotiert, rotiert die Steuerscheibe 65 mit einer deutlich geringeren Drehzahl, wobei der Raum zeilenweise abgetastet wird. Die Steuerscheibe kann über einen eigenen Antriebsmotor verfügen, sie kann aber auch, wie in Fig. 3 gezeigt wird über ein nicht dargestelltes Reduktionsgetriebe vom Antriebsmotor 50 angetrieben werden. Die exakte Winkelposition des Entfernungsmessstrahles wird einerseits durch einen Decoder 13, 14 (siehe Fig. 1) gemessen, andererseits durch einen an der Achse 56 angeordneten Decoder 57. In Verbindung mit dem zugehörigen Entfernungswert wird damit der Messpunkt im Raum eindeutig definiert.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Beispiele beschränkt, sondern kann in vielfacher Weise abgeändert werden ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. So kann z.B. der Spiegel 51 durch einen eigenen Antriebsmotor auf der Achse 56 direkt angetrieben werden, wobei er mit einer konstanten Drehzahl um die Achse 56 rotiert.

Horn, am 23. Dezember 2008

**RIEGL**  
**Laser Measurement Systems GmbH**



**RIEGL**  
**Laser Measurement Systems GmbH.**  
**HORN**

5

### **Patentansprüche.**

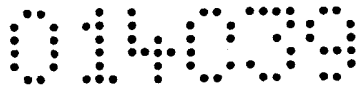
10

1. Einrichtung zur Abtastung eines Objektraumes mit einem opto-elektronischen Entfernungsmesser nach einem Signal-Laufzeitverfahren mit einer Sendeeinrichtung zum Aussenden von Laser-Impulsen und einer Empfangseinrichtung zum Empfangen von Laserstrahlung, die von im Zielraum befindlichen Objekten reflektiert wird, ferner mit einer Scan-Einrichtung zur Ablenkung der optischen Achsen von Sende- und Empfangseinrichtung in mindestens eine Richtung, wobei die Sende- und Empfangsstrahlenbündel im Wesentlichen koaxial verlaufen, ferner mit einer Auswerteeinrichtung, die aus der Laufzeit der Echosignale Objektentfernungen ermittelt, wobei die Scan-Einrichtung einen um eine Achse rotierenden Spiegel umfasst und die Rotationsachse desselben mit der optischen Achse der koaxialen Sende- und Empfangsstrahlenbündel im Bereich zwischen der Sende- und Empfangseinrichtung einerseits und dem rotierenden Spiegel andererseits ident ist und der rotierende Spiegel von einem Gehäuse mit einem zylindrischen Fenster aus einem für die Laserstrahlung transparentem Material umschlossen ist und die Zylinderachse des Fensters mit der Rotationsachse des Spiegels im Wesentlichen zusammenfällt, **dadurch gekennzeichnet, dass** optische Korrekturmittel zur Kompensation der durch das zylindrische Fenster verursachten Brechkraftänderungen und / oder optischen Aberrationen vorgesehen sind, wobei die Korrekturmittel in Richtung der Zylinderachse und normal hierzu unterschiedliche optische Wirkungen aufweisen und die optischen Korrekturmittel

20

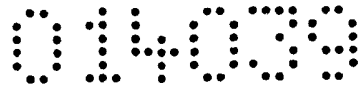
25

30



vorzugsweise in dem Bereich angeordnet sind, in welchem die optische Achse der koaxialen Strahlenbündel ident mit der Rotationsachse des Spiegels ist und vorteilhaft zusammen mit dem Spiegel um die Rotationsachse desselben rotieren.

- 5        2. Einrichtung nach Patentanspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der rotierende Spiegel gekrümmt ausgebildet ist, wobei in Richtung der Normalebene auf den Spiegel, welche die Rotationsachse enthält und normal hierzu der Spiegel unterschiedliche Krümmungen aufweist.
- 10
3. Einrichtung nach Patentanspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Korrekturmittel mindestens eine Linse umfassen, welche in Richtung der Normalebene auf den Spiegel, welche die Rotationsachse enthält und normal hierzu unterschiedliche optische Wirkungen, insbes. unterschiedliche positive Brechkräfte aufweist, wobei die Linse bzw. die Linsen synchron und phasengleich mit dem Spiegel um die Rotationsachse desselben rotiert bzw. rotieren und vorzugsweise mit diesem starr verbunden ist bzw. sind
- 15
- 20       4. Einrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Fenster als geschlossener Zylindermantel ausgebildet ist und die Scan-Einrichtung als 360°-Rund-um-Scanner einsetzbar ist.
- 25       5. Einrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Spiegel um eine Achse, die normal zu seiner Rotationsachse verläuft, einstellbar ist, so dass die optische Achse des Sende- und des Empfangsstrahlenbündels im Raum

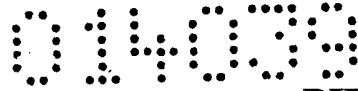


Kegelflächen beschreibt, deren Öffnungswinkel durch die Spiegeleinstellung definiert ist.

6. Einrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 4,

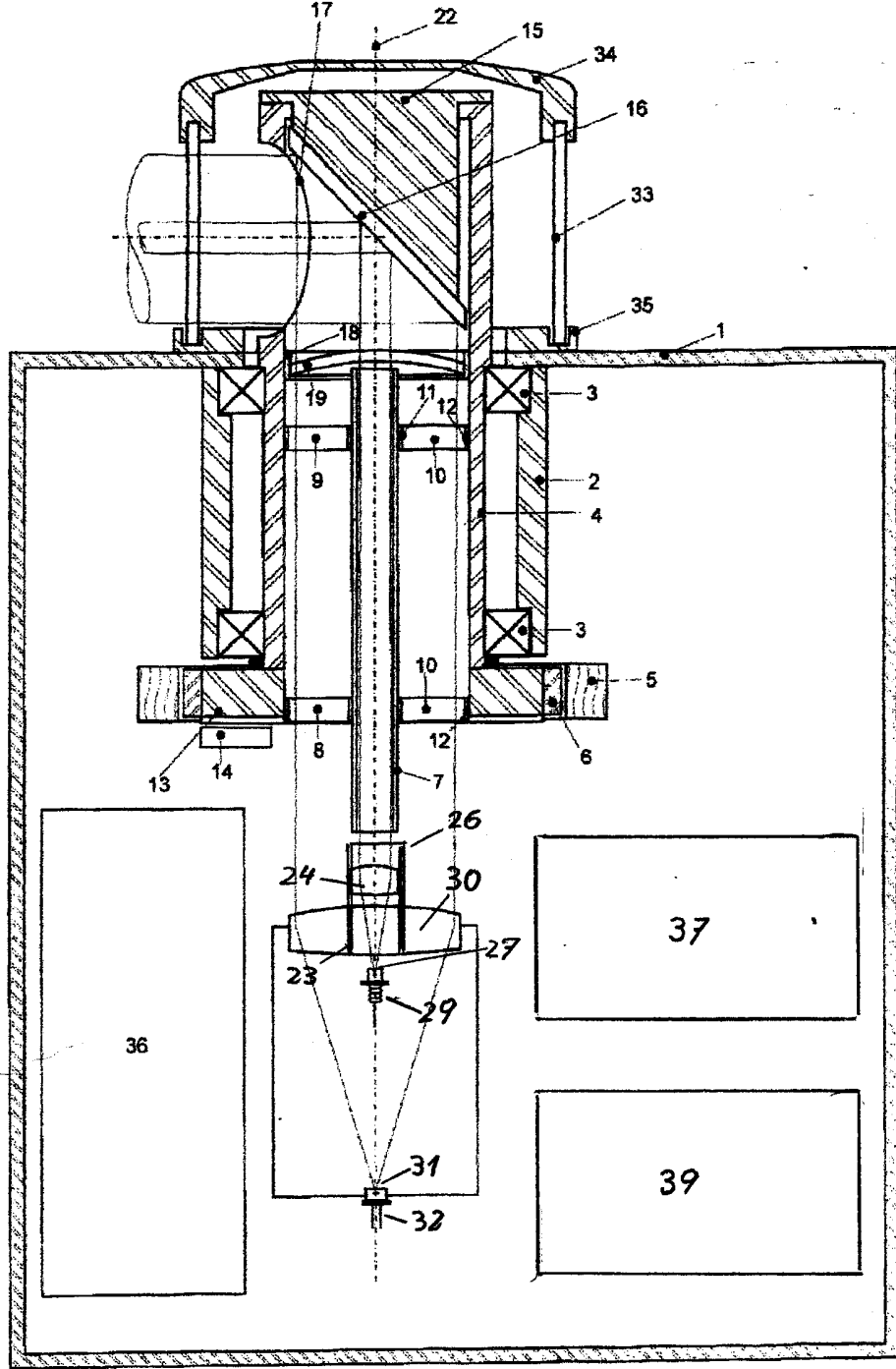
5 **dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Spiegel um eine normal zur Rotationsachse desselben verlaufende Achse  
(Kippachse) schwenkbar gelagert ist und über einen Antrieb verfügt, welcher den  
Spiegel um diese Kippachse zwischen zwei Endstellungen periodisch verschwenkt, so  
10 dass aus den gemessenen Entfernungswerten in Verbindung mit den beiden  
zugehörigen Ablenkwinkeln des rotierenden Spiegels ein 3D-Datensatz, vorzugsweise  
ein 360°-Rund-um Entfernungsbild bzw. Modell generierbar ist.

15 Horn, am 23. Dezember 2008 **RIEGL**  
**Laser Measurement Systems GmbH**



**RIEGL**  
**Laser Measurement Systems GmbH.**  
**HORN**

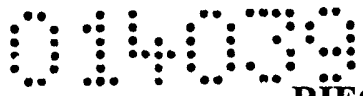
**FIG. 1**



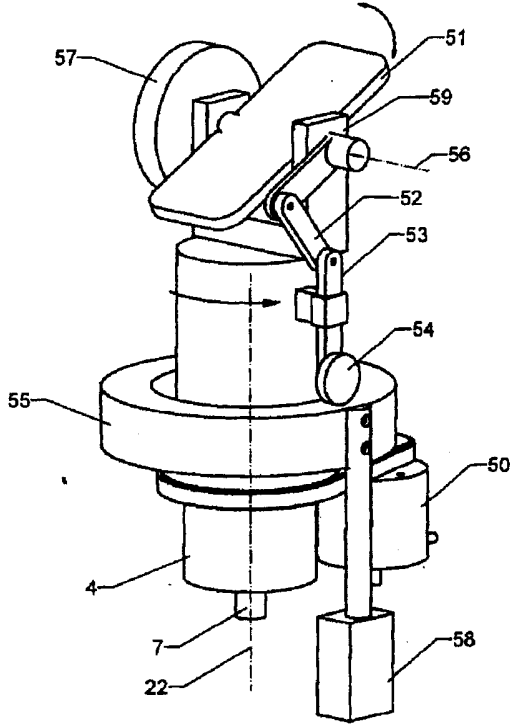
Horn, am 23. Dezember 2008



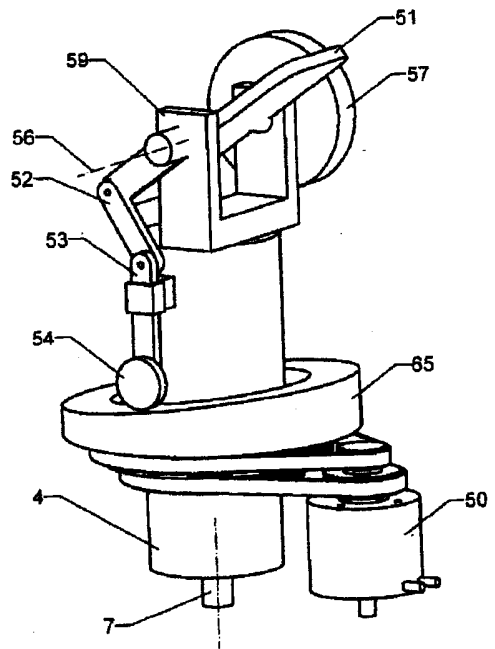
**RIEGL**  
**Laser Measurement Systems GmbH**

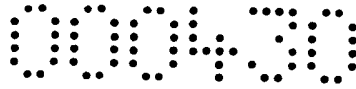


**FIG. 2**



**FIG. 3**





**RIEGL**  
**Laser Measurement Systems GmbH.**  
**HORN**

5

### **Patentansprüche.**

10

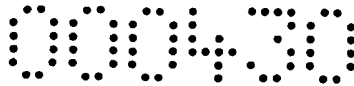
1. Einrichtung zur Abtastung eines Objektraumes mit einem opto-elektronischen Entfernungsmesser nach einem Signal-Laufzeitverfahren mit einer Sendeeinrichtung zum Aussenden von Laser-Impulsen und einer Empfangseinrichtung zum Empfangen von Laserstrahlung, die von im Zielraum befindlichen Objekten reflektiert wird, ferner mit einer Scan-Einrichtung zur Ablenkung der optischen Achsen von Sende- und Empfangseinrichtung in mindestens eine Richtung, wobei die Sende- und Empfangsstrahlenbündel im Wesentlichen koaxial verlaufen, ferner mit einer Auswerteeinrichtung, die aus der Laufzeit der Echosignale Objektentfernungen ermittelt, wobei die Scan-Einrichtung einen um eine Achse rotierenden Spiegel umfasst und die Rotationsachse desselben mit der optischen Achse der koaxialen Sende- und Empfangsstrahlenbündel im Bereich zwischen der Sende- und Empfangseinrichtung einerseits und dem rotierenden Spiegel andererseits ident ist und der rotierende Spiegel von einem Gehäuse mit einem zylindrischen Fenster aus einem für die Laserstrahlung transparentem Material umschlossen ist und die Zylinderachse des Fensters mit der Rotationsachse des Spiegels im Wesentlichen zusammenfällt, **dadurch gekennzeichnet, dass** optische Korrekturmittel (19) zur Kompensation der durch das zylindrische Fenster (33) verursachten Brechkraftänderungen und / oder optischen Aberrationen vorgesehen sind, wobei die Korrekturmittel (19) in Richtung der Zylinderachse (22) und normal hierzu unterschiedliche optische Wirkungen aufweisen und die optischen

20

25

30

**NACHGEREICHT**



Korrekturmittel (19) vorzugsweise in dem Bereich angeordnet sind, in welchem die optische Achse (22) der koaxialen Strahlenbündel ident mit der Rotationsachse (22) des Spiegels (16) ist und vorteilhaft zusammen mit dem Spiegel (16) um die Rotationsachse (22) desselben rotieren. (Fig. 1)

5

2. Einrichtung nach Patentanspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der rotierende Spiegel (16) gekrümmt ausgebildet ist, wobei in Richtung der Normalebene auf den Spiegel (16), welche die Rotationsachse (22) enthält und normal hierzu der Spiegel (16) unterschiedliche Krümmungen aufweist.

10

3. Einrichtung nach Patentanspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Korrekturmittel (19) mindestens eine Linse umfassen, welche in Richtung der Normalebene auf den Spiegel (16), welche die Rotationsachse (22) enthält und normal hierzu unterschiedliche optische Wirkungen, insbes. unterschiedliche positive Brechkräfte aufweist, wobei die Linse (19) bzw. die Linsen synchron und phasengleich mit dem Spiegel (16) um die Rotationsachse (22) desselben rotiert bzw. rotieren und vorzugsweise mit diesem starr verbunden ist bzw. sind. (Fig. 1)

15

20

4. Einrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 3,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Fenster (33) als geschlossener Zylindermantel ausgebildet ist und die Scan-Einrichtung als 360°-Rund-um-Scanner einsetzbar ist. (Fig. 1)

25

5. Einrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 4,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der Spiegel (51) um eine Achse (56), die normal zu seiner Rotationsachse (22) verläuft, einstellbar ist, so dass die optische Achse des Sende- und des



Empfangsstrahlenbündels im Raum Kegelflächen beschreibt, deren Öffnungswinkel durch die Spiegeleinstellung definiert ist. (Fig. 2)

6. Einrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 4,

5

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der Spiegel (51) um eine normal zur Rotationsachse (22) desselben verlaufende Achse (56) (Kippachse) schwenkbar gelagert ist und über einen Antrieb (50, 52-54, 65) verfügt, welcher den Spiegel (51) um diese Kippachse (56) zwischen zwei Endstellungen periodisch verschwenkt, so dass aus den gemessenen

10

Entfernungswerten in Verbindung mit den beiden zugehörigen Ablenk winkeln des rotierenden Spiegels (51) ein 3D-Datensatz, vorzugsweise ein 360°-Rund-um Entfernungsbild bzw. Modell generierbar ist. (Fig. 3)

15

Horn, am 15. Jänner 2010

**RIEGL**  
**Laser Measurement Systems GmbH**