



(10) **DE 10 2017 205 504 A1** 2018.10.04

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 205 504.9**
(22) Anmeldetag: **31.03.2017**
(43) Offenlegungstag: **04.10.2018**

(51) Int Cl.: **G02B 26/10** (2006.01)
G02B 27/00 (2006.01)
G01S 7/481 (2006.01)

(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Bogatscher, Siegwart, 74372 Sersheim, DE;
Hasselbach, Juergen, 70178 Stuttgart, DE;
Sparbert, Jan, 71277 Rutesheim, DE; Has,
Remigius, 71120 Grafenau, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

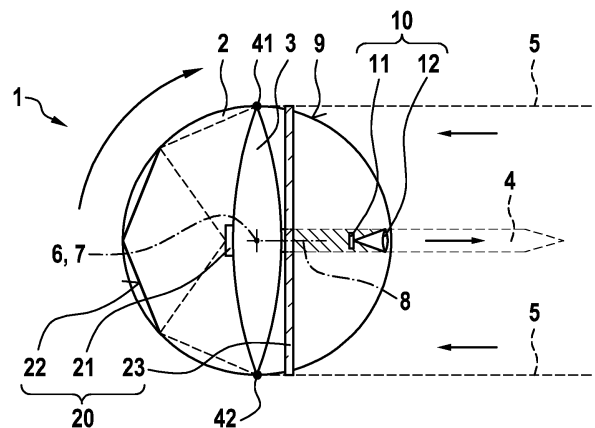
DE	101 37 263	A1
DE	198 00 553	A1
DE	20 2013 103 233	U1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Optisches Scansystem**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein optisches Scansystem (1), umfassend einen Rotor (2), welcher dazu eingerichtet ist, bei einem Scanvorgang um eine Rotationsachse (6) zu rotieren, eine optische Linse (3), die derart auf dem Rotor (2) angeordnet ist, dass die Linse (3) auf der Rotationsachse (6) liegt, eine optische Sendeeinheit (10), die an dem Rotor (2) angeordnet ist und dazu eingerichtet ist, einen Scanstrahl (4) in Richtung einer optischen Achse (8) der Linse (3) auszusenden, und eine optische Empfangseinheit (20), die an dem Rotor (2) angeordnet ist und einen Detektor (21) umfasst, der dazu eingerichtet ist, einen reflektierten Scanstrahl (5) zu empfangen, wobei der Detektor (21) derart angeordnet ist, dass der reflektierte Scanstrahl (5) mittels der Linse (3) auf den Detektor (21) fokussiert wird.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein optisches Scansystem. Aktuelle Scansysteme, insbesondere biaxiale, rotierende 3D-Laserscanner, sogenannte Makroscanner, bei denen die optischen Achsen von Sende- und Empfangseinheit unter einem gewissen Abstand parallel zueinander verlaufen, weisen eine gewisse Baugröße auf. Dies gilt sowohl für Makroscanner, bei denen ein Spiegel oder ein Spiegelsystem rotiert, als auch für Makroscanner, bei denen Sende- und Empfangseinheit parallel zueinander auf dem Rotor angeordnet sind.

[0002] Für die Integration in bestimmten Umgebungen, bspw. in Fahrzeugscheinwerfern, ist jedoch eine besonders flache Bauform mit geringer Bauhöhe und mit kleinem Rotordurchmesser vorteilhaft. Ein Ansatz, um die Baugröße eines Makroscanners zu reduzieren ist es, Sende- und Empfangsstrahlengang teilweise über die gleiche Linse zu führen. Da damit die optische Achse von Sende- und Empfangseinheiten außerhalb des Sensors identisch sind, kann man derartige Scanner auch koaxial nennen.

[0003] Aus der US8836922B1 ist ein koaxialer Makroscanner bekannt, in dem eine Empfangslinse gleichzeitig auch als Kollimationslinse für einen Sendepfad genutzt wird. Ein Nachteil des dort offenbarten Ansatzes ist es, dass der Sendestrahl nicht bis zu einem maximalen Linsendurchmesser aufgeweitet und gleichzeitig kollimiert werden kann, was jedoch für eine erhöhte Sendeleistung und damit eine erhöhte Reichweite bei gleichzeitig sichergestellter Augensicherheit vorteilhaft wäre. Weiterhin ist dabei der Durchmesser der Empfangsapparatur kleiner als der Rotordurchmesser.

[0004] Die DE102012102244B4 und die DE102013215627A1 offenbaren dazu weitere optische Scansysteme.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Das erfindungsgemäße optische Scansystem umfasst einen Rotor, welcher dazu eingerichtet ist, bei einem Scanvorgang um eine Rotationsachse zu rotieren, eine optische Linse, die derart auf dem Rotor angeordnet ist, dass die Linse auf der Rotationsachse liegt, eine optische Sendeeinheit, die an dem Rotor angeordnet ist und dazu eingerichtet ist, einen Scanstrahl in Richtung einer optischen Achse der Linse auszusenden und eine optische Empfangseinheit, die an dem Rotor angeordnet ist und einen Detektor umfasst, der dazu eingerichtet ist, einen reflektierten Scanstrahl zu empfangen, wobei der Detektor derart angeordnet ist, dass der reflektierte

Scanstrahl mittels der Linse auf den Detektor fokussiert wird.

[0006] Sowohl die optische Sendeeinheit als auch die optische Empfangseinheit sind an dem Rotor angeordnet. Dies bedeutet, dass eine mechanische Verbindung zwischen der optischen Sendeeinheit und dem Rotor und zwischen der optischen Empfangseinheit und dem Rotor besteht, sodass bei einer Rotation des Rotors auch die optische Sendeeinheit und die optische Empfangseinheit um die Rotationsachse bewegt werden. Da die optische Linse ebenfalls auf dem Rotor angeordnet ist, rotiert diese mit dem Rotor um die Rotationsachse. Der Rotor ist bevorzugt eine Kreisscheibe. Die optische Linse, die optische Sendeeinheit und die optische Empfangseinheit sind bevorzugt auf einer gemeinsamen Seite des Rotors angeordnet.

[0007] Durch eine Apertur der Linse wird eine Empfindlichkeit des optischen Scansystems wesentlich beeinflusst. Daher ist es vorteilhaft, wenn die Linse möglichst groß ausgeführt wird. Bei der erfindungsgemäßen Anordnung der optischen Linse rotiert diese mit dem Rotor. Daher benötigt die Linse, welche ein besonders großes Bauelement des optischen Scansystems ist, einen minimalen Raum für die Rotation. Somit wird ein besonders kompakter Aufbau des optischen Scansystems ermöglicht. Das optische Scansystem kann somit besonders in seiner Höhe und in seinem Durchmesser besonders kompakt ausgeführt werden. Ferner wird durch das erfindungsgemäße optische Scansystem eine maximale Empfangsapertur ermöglicht, welche direkt abhängig von einem Durchmesser des Rotors ist. Es kann somit ein optisches Scansystem mit besonders hoher Reichweite bei geringen Ausmaßen des optischen Scansystems geschaffen werden. Da der Rotor mit den darauf befindlichen Einheiten um die Rotationsachse rotiert, wird eine Messung über 360° in einer Scanebene, bspw. horizontal, ermöglicht.

[0008] Es wird daher ein optisches Scansystem geschaffen, dessen Empfangsapertur dem Rotordurchmesser entspricht und dessen Sendestrahl zur Erhöhung der Sendeleistung bei gleichzeitig sichergestellter Augensicherheit aufgeweitet ist. Ferner weist das erfindungsgemäße optische Scansystem den Vorteil auf, dass dieses einfach justierbar ist. So können besonders große optische Elemente zum Einsatz kommen, wodurch sich Toleranzen einfacher beherrschen lassen oder lediglich einen relativ geringen Einfluss auf die Qualität des optischen Scansystems haben. Da das Scansystem ein koaxiales Scansystem ist, sind Toleranzen gegenüber dem Rotor wenig relevant. Das optische System ist zudem kostengünstig herzustellen, da lediglich eine minimale Anzahl von optischen Elementen verwendet wird. Insbesondere wenn die Linse in ihrem Zentrum eine Durchgangsöffnung oder einen Montagesockel auf

der Oberfläche aufweist, kann dieses zu einer toleranzarmen Verpressung oder Justage, einschließlich Verklebung mit Sendeelementen, genutzt werden.

[0009] Die Unteransprüche zeigen bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

[0010] Bevorzugt ist die optische Linse derart angeordnet, dass ein Schwerpunkt der Linse auf der Rotationsachse liegt. Die Linse ist somit derart angeordnet, dass diese bei einer Rotation des Rotors um ihren Schwerpunkt rotiert. Der Schwerpunkt ist dabei ein Masseschwerpunkt der Linse oder ein geometrischer Schwerpunkt der Linse. Besonders bevorzugt ist der Schwerpunkt sowohl ein Masseschwerpunkt als auch ein geometrischer Schwerpunkt der Linse.

[0011] Bevorzugt wird durch einen äußeren Umfang der Linse bei einer Rotation um die Rotationsachse eine Hüllfläche definiert und die optische Sendeeinheit und die optische Empfangseinheit sind derart auf dem Rotor angeordnet, dass ein Bereich der optischen Sendeeinheit und/oder der optischen Empfangseinheit auf oder innerhalb der Hüllfläche angeordnet ist. Mit anderen Worten ist es also vorteilhaft, wenn die optische Sendeeinheit und die optische Empfangseinheit derart auf dem Rotor angeordnet sind, dass ein Punkt der optischen Linse, welcher am weitesten von der Rotationsachse entfernt ist, weiter von der Rotationsachse entfernt ist als ein Punkt der optischen Empfangseinheit und der optischen Sendeeinheit. Die Hüllfläche ist eine Oberfläche eines Rotationskörpers, welcher bei der Rotation der Linse um die Rotationsachse geformt wird. Dies gilt insbesondere dann, wenn diese Betrachtung für eine einzelne Ebene erfolgt, die senkrecht auf der Rotationsachse steht. Mit einfachen Worten gesagt bedeutet dies, dass die Sendeeinheit und die optische Empfangseinheit in einem Raum um die optische Linse angeordnet sind, der für eine Rotation der optischen Linse benötigt wird. Da die Empfangseinheit und die Sendeeinheit jedoch mit der Linse rotieren, kommt es zu keiner Kollision. Es kann somit ein besonders kompaktes optisches Scansystem geschaffen werden.

[0012] Auch ist es vorteilhaft, wenn die optische Achse der Linse senkrecht auf der Rotationsachse steht. Auf diese Weise wird ein besonders großes Sichtfeld für das optische Scansystem, beispielsweise in einer horizontalen Ebene, geschaffen.

[0013] Ferner ist es vorteilhaft, wenn die optische Empfangseinheit einen ersten Spiegel umfasst, wobei der erste Spiegel derart angeordnet ist, dass der reflektierte Scanstrahl nach einem Durchlaufen der Linse durch den ersten Spiegel auf den Detektor gelenkt wird. Es wird somit ermöglicht, dass ein Empfangsstrahlengang zwischen Linse und Detektor

Platz findet, da dieser mithilfe des ersten Spiegels gefaltet wird. Abhängig von einer Anordnung der optischen Bauelemente der Empfangseinheit ist es vorteilhaft, wenn die optische Empfangseinheit weitere Linsen und Spiegel umfasst.

[0014] Ferner ist es vorteilhaft, wenn der erste Spiegel eine fokussierende Oberfläche, insbesondere eine gewölbte Oberfläche aufweist. Der erste Spiegel ist somit gekrümmt. Auf diese Weise können Aberrationen der Linse teilweise kompensiert werden.

[0015] Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn die optische Sendeeinheit einen optischen Emitter und einen zweiten Spiegel umfasst, wobei der zweite Spiegel derart angeordnet ist, dass der von dem optischen Emitter ausgesandte Scanstrahl durch den zweiten Spiegel in Richtung der optischen Achse der Linse umgelenkt wird. Der optische Emitter ist bevorzugt ein Laser, insbesondere eine Laserdiode. Durch eine solche Anordnung eines zweiten Spiegels wird ermöglicht, dass lediglich der zweite Spiegel, nicht aber der gesamte optische Emitter vor der Linse angeordnet ist. Es wird somit eine maximale Nutzfläche der Linse erreicht. Dies führt zu einer hohen Empfindlichkeit des optischen Scansystems.

[0016] Ferner ist es vorteilhaft, wenn die optische Sendeeinheit eine Kollimationslinse umfasst. Auf diese Weise wird die Kollimationslinse platzsparend in das optische Scansystem integriert. Das optische Scansystem kann somit auf einfache Weise für eine bestimmte Scandistanz optimiert werden. Die Kollimationslinse ist dabei insbesondere eine Linse einer Linsenanordnung durch welche ein einzelner Scanstrahl oder mehrere Scanstrahlen kollimiert werden.

[0017] Auch ist es vorteilhaft, wenn die optische Empfangseinheit und/oder die optische Sendeeinheit einen optischen Filter umfasst. Durch solche Filter kann die Empfindlichkeit des optischen Scansystems bei gleichbleibend geringer Bauform erreicht werden.

[0018] Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn das optische Scansystem ein koaxialer Makroscanner ist.

Figurenliste

[0019] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitende Zeichnung im Detail beschrieben. In der Zeichnung ist:

Fig. 1 eine Darstellung eines erfindungsgemäßen optischen Scansystems gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2 eine Darstellung eines erfindungsgemäßen Scansystems gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 3 eine Darstellung des erfindungsgemäßen Scansystems gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 4 eine Darstellung eines erfindungsgemäßen Scansystems gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung, und

Fig. 5 eine Darstellung einer vorteilhaften Sendeeinheit.

Ausführungsformen der Erfindung

[0020] **Fig. 1** zeigt ein erfindungsgemäßes optisches Scansystem **1** gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Dabei ist das optische Scansystem **1** in einem Schnittbild entlang einer ersten Schnittebene dargestellt. Dabei steht eine Rotationsachse des optischen Scansystems senkrecht auf der dargestellten ersten Schnittebene.

[0021] Das optische Scansystem **1** ist ein koaxialer Makroscanner. Dies bedeutet, dass ein Scanstrahl **4**, welcher von dem optischen Scansystem **1** ausgesandt wird, eine parallele, in dieser ersten Ausführungsform identische, Achse mit einem reflektierten Scanstrahl **5** aufweist, der von dem optischen Scansystem **1** empfangen wird. Das optische Scansystem **1** umfasst einen Rotor **2**, eine optische Linse **3**, eine optische Sendeeinheit **10** und eine optische Empfangseinheit **20**.

[0022] Der Rotor **2** ist dazu eingerichtet, bei einem Scanvorgang um eine Rotationsachse **6** zu rotieren. In dieser ersten Ausführungsform der Erfindung ist der Rotor **2** eine Kreisscheibe und die Rotationsachse **6** steht senkrecht auf einer kreisrunden Oberfläche des Rotors **2** und durchläuft dabei einen Mittelpunkt der kreisrunden Oberfläche des Rotors **2**. Es wird darauf hingewiesen, dass der Rotor **2** in alternativen Ausführungsformen eine andere Form aufweisen kann. So kann der Rotor **2** bspw. aus einzelnen Elementen bestehen, welche eine Halterung für weitere Elemente des optischen Scansystems **1**, insbesondere für die optische Linse **3**, die optische Sendeeinheit **10** und/oder die optische Empfangseinheit **20** bilden. Bevorzugt weist der Rotor **2** Ausnehmungen auf, die eine Ausbalancierung des Rotors **2** und der darauf angeordneten Komponenten ermöglicht, sodass eine Unwucht bei der Rotation vermieden wird. Das optische Scansystem **1** umfasst einen Motor, durch welchen der Rotor **2** angetrieben wird, um die Rotationsachse **6** zu rotieren.

[0023] Die optische Linse **3** ist die derart auf dem Rotor **2** angeordnet ist, dass ein Schwerpunkt **7** der optischen Linse **3** auf der Rotationsachse **6** liegt. Da somit ein Punkt der optischen Linse **3** auf der Rotationsachse **6** liegt, ist die optische Linse **3** auf der Rotationsachse angeordnet. Die optische Linse **3** ist in dieser ersten Ausführungsform z.B. eine bikonvexe Lin-

se. Ein geometrischer Schwerpunkt und ein Massenschwerpunkt der optischen Linse **3** fallen dabei auf einen gemeinsamen Schwerpunkt **7**. Die optische Linse **3** weist einen Linsendurchmesser auf, der einem Durchmesser des Rotors **2** entspricht. Die optische Linse **3** ist zentral auf dem Rotor **2** angeordnet. Dabei ist eine optische Achse **8** der Linse **3** derart ausgerichtet, dass diese senkrecht auf der Rotationsachse **6** steht. In **Fig. 1** ist die Rotationsachse **6** als ein Punkt dargestellt, da diese aus der in **Fig. 1** dargestellten Ebene heraustritt. Die optische Achse **8** der Linse **3** liegt somit in einer Ebene, die parallel zu einer Ebene ist, in welcher der Rotor **2** rotiert.

[0024] Die optische Sendeeinheit **10** ist an dem Rotor **2** angeordnet und ist dazu eingerichtet, einen Scanstrahl **4** in Richtung der optischen Achse **8** der Linse **3** auszusenden. In dieser ersten Ausführungsform der Erfindung umfasst die optische Sendeeinheit **10** einen optischen Emitter **11**, der eine Laserdiode ist, und eine Kollimationslinse **12**. Der Emitter **11** ist auf einer ersten Seite der optischen Linse **3** über dem Rotor **2** angeordnet. Dabei ist der optische Emitter **11** auf der optischen Achse **8** der optischen Linse **3** angeordnet. Der optische Emitter **11** ist dabei derart ausgerichtet, dass dieser einen Laserstrahl abgibt, der sich entlang der optischen Achse **8** der Linse **3** von der Linse **3** weg ausbreitet. Der von dem optischen Emitter **11** abgegebene Laserstrahl ist der Scanstrahl **4**. Bevor der Scanstrahl **4** in ein Umfeld des optischen Scansystems **1** abgegeben wird, trifft dieser auf die Kollimationslinse **12**, welche vor dem optischen Emitter **11** angeordnet ist. Alternativ ist anstelle der Kollimationslinse **12** eine Linsenordnung angeordnet, welche mehrere Kollimationslinsen umfasst. Durch einen Abstand der Kollimationslinse **12** zu dem optischen Emitter **11** bzw. durch eine Linsenkrümmung der Kollimationslinse **12** kann eine Aufweitung des Scanstrahls **4** definiert werden. Da der optische Emitter **11** und die Kollimationslinse **12** hintereinander auf der optischen Achse **8** der Linse **3** angeordnet sind, wird nur ein minimaler Bereich der Linse **3** durch die optische Sendeeinheit **10** abgeschattet.

[0025] Das optische Scansystem **1** umfasst ferner die optische Empfangseinheit **20**, die an dem Rotor **2** angeordnet ist und einen Detektor **21** umfasst, der dazu eingerichtet ist, einen reflektierten Scanstrahl **5** zu empfangen, wobei der Detektor **21** derart angeordnet ist, dass der reflektierte Scanstrahl **5** mittels der optischen Linse **3** auf den Detektor **21** fokussiert wird. Dabei umfasst die optische Empfangseinheit **20** einen ersten Spiegel **22**. Der erste Spiegel **22** ist derart angeordnet, dass der reflektierte Scanstrahl **5** nach einem Durchlaufen der Linse **3** durch den ersten Spiegel **22** auf den Detektor **21** gelenkt wird. Dabei können zur Optimierung eines optischen Strahlengangs in der Empfangseinheit **20** zwischen der Linse **3** und dem ersten Spiegel **22** optional wei-

tere optische Elemente angeordnet sein. Auch zwischen erstem Spiegel **22** und Detektor **21** können optional weitere optische Elemente, insbesondere weitere Linsen und/oder Spiegel, angeordnet sein.

[0026] Ferner umfasst die optische Empfangseinheit **20** einen optischen Filter **23**. Der optische Filter **23** ist auf der ersten Seite der Linse **3** angeordnet, wobei der optische Filter **23** zwischen der Sendeeinheit **10** und der optischen Linse **3** angeordnet ist. Der optische Filter **23** erstreckt sich über eine gesamte Oberfläche der optischen Linse **3**. Der optische Filter **23** ist dabei derart gewählt, dass dieser lediglich für Licht mit einer Wellenlänge durchlässig ist, welches in einem Wellenlängenbereich um die Wellenlänge des Scanstrahls **4** liegt.

[0027] Der erste Spiegel **22** ist auf einer zweiten Seite der optischen Linse **3** angeordnet, welche eine der ersten Seite der optischen Linse **3** gegenüberliegende Seite ist. Der erste Spiegel **22** ist ein Hohlspiegel. Insbesondere weist der erste Spiegel **22** einzelne ebene Flächen auf, die jeweils unterschiedlich ausgerichtet sind. Durch den ersten Spiegel **22** wird das Licht des reflektierten Scanstrahls **5**, welches auf diesen fällt, in Richtung des Detektors **21** umgelenkt und auf diesen fokussiert. Der Detektor **21** ist ein sogenannter Sensor Array. Das bedeutet, dass der Detektor **21** eine Oberfläche aufweist, auf der eine Vielzahl von Fotosensoren angeordnet ist. Der Detektor **21** ist auf der zweiten Seite der optischen Linse **3** angeordnet. Dabei ist eine aktive Fläche des Detektors **21** derart ausgerichtet, dass diese von der optischen Linse **3** weg gerichtet ist. Der Detektor **21** ist dabei in einem Zentrum einer Oberfläche der optischen Linse **3**, also vor deren Schwerpunkt **7**, angeordnet.

[0028] Wurde der Scanstrahl **4** von der optischen Sendeeinheit **10** und somit von dem optischen Scansystem **1** ausgesandt, so wird dieser an Objekten in einer Umgebung des optischen Scansystems **1** reflektiert. Ist dies der Fall, so wird dieser als reflektierter Scanstrahl **5** zurückgeworfen. Der reflektierte Scanstrahl **5** ist somit weniger fokussiert als der Scanstrahl **4**. Der reflektierte Scanstrahl **5** wird aus der Richtung zurückgeworfen, in welche der Scanstrahl **4** kurz zuvor ausgesandt wurde. Eine minimale Bewegung des Rotors **2** durch dessen Rotation wurde bei dieser Annahme vernachlässigt. Der reflektierte Scanstrahl **5** trifft somit auf die optische Linse **3** und wird durch diese verjüngt. Dieser verjüngte reflektierte Scanstrahl **5** trifft auf den ersten Spiegel **22** und wird von diesem reflektiert. Dabei wird der reflektierte Scanstrahl **5** weiter verjüngt und auf den Detektor **21** fokussiert. Der reflektierte Scanstrahl **5** wird somit nach einem Durchlaufen der Linse **3** durch den ersten Spiegel **22** auf den Detektor **21** gelenkt. Dadurch, dass der erste Spiegel **22** als ein Hohlspiegel ausgeführt ist, weist dieser eine fokussierende Oberfläche auf, welche eine gewölbte Oberfläche ist. Die gewölb-

te Oberfläche ist dabei die reflektierende Oberfläche des ersten Spiegels **22**, welche derart angeordnet ist, dass diese auf einer Seite des ersten Spiegels **22** liegt, die aufseiten der optischen Linse **3** liegt.

[0029] In dieser in **Fig. 1** dargestellten ersten Ausführungsform ist ein besonders kompaktes optisches Scansystem **1** dargestellt. Bei dem in **Fig. 1** dargestellten optischen Scansystem **1** sind die optische Empfangseinheit **20** und die optische Sendeeinheit **10** besonders nah an der optischen Linse **3** angeordnet. Das optische Scansystem **1** ist dabei derart gestaltet, dass die optische Sendeeinheit **10** und die optische Empfangseinheit **20** derart auf dem Rotor angeordnet sind, dass ein Bereich der optischen Sendeeinheit **10** und der optischen Empfangseinheit **20** innerhalb einer Hüllfläche **9** angeordnet sind. Die Hüllfläche **9** ist dabei durch einen äußeren Umfang der Linse **3** bei einer Rotation der optischen Linse **3** um die Rotationsachse **6** definiert. Wird die in **Fig. 1** dargestellte optische Linse **3** in Rotation versetzt, so wird diese bei schneller Rotation als eine Kugel wahrgenommen, da die optische Linse **3** einen kreisrunden äußeren Umfang aufweist. Eine Rotationsform der optischen Linse **3** ist somit eine Kugel. Entsprechend ist die Kugeloberfläche die Hüllfläche **9** der rotierenden optischen Linse **3**. Die Hüllfläche **9** ist in dem dargestellten Schnittbild somit ein Kreis, welcher durch die äußersten Punkte **41**, **42** auf dem äußeren Umfang der optischen Linse **3** abgelaufen wird. Die optische Sendeeinheit **10** und die optische Empfangseinheit **20** sind in der dargestellten ersten Schnittebene vollständig innerhalb dieses Kreises und somit vollständig innerhalb der Hüllfläche **9** angeordnet.

[0030] In dieser ersten Ausführungsform befindet sich sowohl die Sendeeinheit **10** als auch der Detektor **21** in der optischen Achse **8** der optischen Linse **3** und somit des optischen in der optischen Achse des optischen Sensorsystems **1**. Die optische Achse **8** ist eine Achse, die durch die Mitte der optischen Linse **3** verläuft. Zwischen der optischen Linse **3** und der Sendeeinheit **10** können optional auch ein optischer Filter **23**, insbesondere ein Bandpassfilter, oder andere optische Filter platziert sein.

[0031] **Fig. 2** zeigt eine Darstellung eines optischen Scansystems **1** gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung. Die zweite Ausführungsform der Erfindung entspricht im Wesentlichen der ersten Ausführungsform der Erfindung. Dabei ist in **Fig. 2** die erste Schnittfläche dargestellt, die auch in **Fig. 1** dargestellt ist.

[0032] Die zweite Ausführungsform der Erfindung unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform der Erfindung darin, dass der Detektor **21** und der optische Emitter **11** auf der Oberfläche des Rotors **2** angeordnet sind. Dabei ist der Emitter **11** derart angeordnet, dass der Scanstrahl **5** parallel zu der Rotati-

onsachse 6 abgestrahlt wird. Auf der ersten Seite der optischen Linse 3 ist im Bereich des Zentrums der Oberfläche der optischen Linse 3 ein zweiter Spiegel 13 angeordnet. Dieser ist bevorzugt an der optischen Linse 3 befestigt. Dabei steht der zweite Spiegel 13 in einem 45 °-Winkel gegenüber dem von dem Emitter 11 ausgesandten Scanstrahl 4. Der Scanstrahl 4 wird daher um 90 ° abgelenkt und verläuft dann entlang der optischen Achse 8 der optischen Linse 3.

[0033] Der Detektor 21 ist auf der zweiten Seite der optischen Linse 3 auf der Oberfläche des Rotors 2 angeordnet, wobei eine aktive Oberfläche des Detektors 21 von dem Rotor 2 weg gerichtet ist. Um diese Anordnung des Detektors 21 zu ermöglichen, ist eine Position und Krümmung des ersten Spiegels 22 und eine Wölbung des ersten Spiegels 22 entsprechend gewählt.

[0034] In dieser zweiten Ausführungsform sind der optische Emitter 11 und der Detektor 21 somit in einer durch die optische Achse 8 der optischen Linse 3 definierten Richtung außerhalb der Linsenoberfläche der optischen Linse 8 angeordnet. Dadurch wird vermieden, dass es zu einer Abschattung der Linse durch den der optischen Emitter 11 und den Detektor 21 kommt.

[0035] In dieser zweiten Ausführungsform kommt mit dem zweiten Spiegel 13 ein kleiner Umlenkspiegel in der Mitte der optischen Linse 3 zum Einsatz, der optional auch gekrümmt sein kann. Dieser Umlenkspiegel lenkt den Scanstrahl 4 in Richtung der optischen Achse 8 der optischen Linse 3 um und erzeugt die gewünschte vertikale Divergenz. Der optional gekrümmte erste Spiegel 22 im Empfangsstrahlengang ist in dieser zweiten Ausführungsform geneigt, damit die Empfangsstrahlen auf den Detektor 21 fokussiert werden können. Die Anzahl der Linsen im Empfangspfad kann bei Bedarf zur Verbesserung der Abbildungsqualität erhöht werden, bspw. indem eine weitere Linse vor dem Detektor 21 angeordnet wird.

[0036] Fig. 3 zeigt das optische Scansystem 1 gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung. Dabei ist das optische Scansystem 1 in einem Schnittbild entlang einer zweiten Schnittebene dargestellt, in welcher die Rotationsachse 6 liegt.

[0037] Dabei ist aus Fig. 3 ersichtlich, dass der zweite Spiegel 13 an dem optischen Filter 23 befestigt ist. Es entfallen somit zusätzliche Halterungselemente für den zweiten Spiegel 13. Ferner ist in dem Scanstrahl 4 zwischen dem optischen Emitter 11 und dem zweiten Spiegel 13 eine Kollimationslinse 12 angeordnet. Somit wird in dieser Ausführungsform eine Anpassung des Scanstrahls 4 für bestimmte Scansbereiche ermöglicht. Wird der Scanstrahl 4 von dem optischen Emitter 11 abgegeben, so durchläuft die-

ser die Kollimationslinse 12 und trifft auf den zweiten Spiegel 13. Durch eine entsprechende Neigung des zweiten Spiegels 13 gegenüber dem abgegebenen Scanstrahl 4 wird dieser entlang der optischen Achse 8 der Linse 3 ausgerichtet. Der zweite Spiegel 13 ist somit derart angeordnet, dass der von dem optischen Emitter 11 ausgesandte Scanstrahl 4 durch den zweiten Spiegel 13 in Richtung der optischen Achse 8 der Linse 3 umgelenkt wird. Es ist ersichtlich, dass die optische Linse 3 auf einer Halterung 30 angeordnet ist.

[0038] Fig. 4 ist eine Darstellung eines optischen Scansystems 1 gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung. Die dritte Ausführungsform der Erfindung entspricht im Wesentlichen der zweiten Ausführungsform der Erfindung. Dabei ist in Fig. 4 die zweite Schnittebene dargestellt, die auch in Fig. 3 dargestellt ist.

[0039] Das in Fig. 4 dargestellte Scansystem 1 gemäß der dritten Ausführungsform der Erfindung umfasst die in Fig. 5 dargestellte optische Sendeeinheit 10. Dabei ist die optische Sendeeinheit 10 ein Mehrfachstrahlteiler. In dieser sind zwischen der Kollimationslinse 12 und dem zweiten Spiegel 13 ein erstes Prisma 31, ein zweites Prisma 32 und ein drittes Prisma 33 angeordnet. Die Anzahl der Prismen ist in dieser dritten Ausführungsform beispielhaft gewählt und kann in alternativen weiteren Ausführungsformen höher oder niedriger gewählt sein. In allen Ausführungsformen ist es jedoch vorteilhaft, wenn alle oder einige der Prismen 31, 32, 33 zu einem monolithischen Bauteil gekittet sind.

[0040] Der Scanstrahl 4 trifft nach Durchlaufen der Kollimationslinse 12 auf das erste Prisma 31 und wird von diesem aufgeteilt. Ein Anteil des Scanstrahls trifft als ein erster Scanstrahl 4a auf den zweiten Spiegel 13. Der erste Scanstrahl 4a wird durch den zweiten Spiegel 13 in eine Richtung parallel zu der optischen Achse der optischen Linse 3 umgelenkt. Ein weiterer Anteil des Scanstrahls wird von dem ersten Prisma 31 auf das zweite Prisma 32 gelenkt.

[0041] Durch das zweite Prisma 32 wird der Anteil des Scanstrahls 4 aufgeteilt, welcher von dem ersten Prisma 31 auf das zweite Prisma 33 gelenkt wurde. Dabei wird ein Teil des Scanstrahls 4 als ein zweiter Scanstrahl 4b auf den zweiten Spiegel 13 gelenkt, und von diesem abgelenkt wird, um parallel zu der optischen Achse 8 der optischen Linse 3 zu verlaufen. Ein weiterer Anteil des Scanstrahls 4 wird von dem zweiten Prisma 32 auf das dritte Prisma 33 gelenkt und von diesem als ein dritter Scanstrahl 4c auf den zweiten Spiegel 13 gelenkt. Der dritte Scanstrahl 4c wird von dem zweiten Spiegel 13 derart abgelenkt, dass dieser ebenfalls parallel zu der optischen Achse der optischen Linse 3 verläuft.

[0042] Es sei darauf hingewiesen, dass das erste und das zweite Prisma **31**, **32** ebenfalls halbdurchlässige Spiegel sein können, und dass das dritte Prisma **33** ein Spiegel sein kann.

[0043] Falls als Laser ein Kantenemitter zum Einsatz kommt, kann die Kollimationslinse **12** die schnelle Achse der Laserdiode kollimieren und gleichzeitig die langsame Achse auf den zweiten Spiegel **13** fokussieren. Wenn zur Strahlervielfachung ein monolithisches Mehrfachstrahlteilerprisma zum Einsatz kommt, so kann der Sendestrahlangang wie in **Fig. 5** dargestellt, ausgeführt werden.

[0044] Zusammenfassend ist es also Gegenstand der Erfindung, eine Empfangslinse, also die optische Linse **3**, in der Mitte eines Rotors **2** zu platzieren, damit der Linsendurchmesser dem Rotordurchmesser entspricht, was der prinzipiell größtmöglichen Empfangsapertur eines rotierenden Scanners entspricht. Damit der Empfangsstrahlengang zwischen optischer Linse **3** und Detektor **21** innerhalb des Rotors **2** Platz findet, wird dieser mithilfe des ersten Spiegels **22** gefaltet. Dieser erste Spiegel **22** kann optional gekrümmt sein, damit die Aberrationen der optischen Linse **3** teilweise kompensiert werden können. Die Sendeeinheit **10** bestehend aus Laser **11**, Kollimationslinse **12**, optionalem Mehrfachstrahlteiler und einem optionalen kleinen Umlenkspiegel befindet sich bevorzugt auf der anderen Seite der optischen Linse **3**.

[0045] Die Strahlaufweitung wird in der entlang der Rotationsachse **6** (z. B. vertikale Achse) über einen divergenten Strahl erreicht. In der orthogonalen (z. B. horizontalen) Achse wird der Sendestrahle **4** kollimiert und optional zur Erhöhung der Augensicherheit vervielfacht, beispielsweise durch den in **Fig. 5** dargestellten Mehrfachstrahlteiler. Dadurch ergeben sich mehrere parallele Linienstrahlen, die einen Abstand aufweisen, der größer als die maximale Pupillenöffnung des menschlichen Auges ist (z. B. 8 mm). Empfangsseitig bildet die Empfangslinse die unterschiedlichen, gleichbeleuchteten (vertikalen) Senderichtungen auf den eindimensionalen Detektor ab. Die Bildauflösung der zweiten (horizontalen) Achse wird über die Rotation des Scankopfs, also des Rotors **3**, erreicht.

[0046] Nebst obenstehender Offenbarung wird explizit auf die Offenbarung der **Fig. 1** bis **Fig. 5** verwiesen.

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

- US 8836922 B1 [0003]
- DE 102012102244 B4 [0004]
- DE 102013215627 A1 [0004]

Patentansprüche

1. Optisches Scansystem (1), umfassend:

- einen Rotor (2), welcher dazu eingerichtet ist, bei einem Scanvorgang um eine Rotationsachse (6) zu rotieren,
- eine optische Linse (3), die derart auf dem Rotor (2) angeordnet ist, dass die Linse (3) auf der Rotationsachse (6) liegt,
- eine optische Sendeeinheit (10), die an dem Rotor (2) angeordnet ist und dazu eingerichtet ist, einen Scanstrahl (4) in Richtung einer optischen Achse (8) der Linse (3) auszusenden, und
- eine optische Empfangseinheit (20), die an dem Rotor (2) angeordnet ist und einen Detektor (21) umfasst, der dazu eingerichtet ist, einen reflektierten Scanstrahl (5) zu empfangen, wobei der Detektor (21) derart angeordnet ist, dass der reflektierte Scanstrahl (5) mittels der Linse (3) auf den Detektor (21) fokussiert wird.

2. Optisches Scansystem (1) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Schwerpunkt (7) der Linse (3) auf der Rotationsachse (6) liegt.

3. Optisches Scansystem (1) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch einen äußeren Umfang der Linse (3) bei einer Rotation um die Rotationsachse (6) eine Hüllfläche (9) definiert wird, und die optische Sendeeinheit (10) und die optische Empfangseinheit (20) derart auf dem Rotor (2) angeordnet sind, dass ein Bereich der optischen Sendeeinheit (10) und/oder der optischen Empfangseinheit (20) auf oder innerhalb der Hüllfläche (9) angeordnet ist.

4. Optisches Scansystem (1) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optische Achse (8) der Linse (3) senkrecht auf der Rotationsachse (6) steht.

5. Optisches Scansystem (1) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optische Empfangseinheit (20) einen ersten Spiegel (22) umfasst, wobei der erste Spiegel (22) derart angeordnet ist, dass der reflektierte Scanstrahl nach einem Durchlaufen der Linse (3) durch den ersten Spiegel (22) auf den Detektor (21) gelenkt wird.

6. Optisches Scansystem (1) gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Spiegel (22) eine fokussierende Oberfläche, insbesondere eine gewölbte Oberfläche, aufweist.

7. Optisches Scansystem (1) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optische Sendeeinheit (10) einen optischen Emitter (11) und einen zweiten Spiegel (13) umfasst, wobei der zweite Spiegel (13) derart ange-

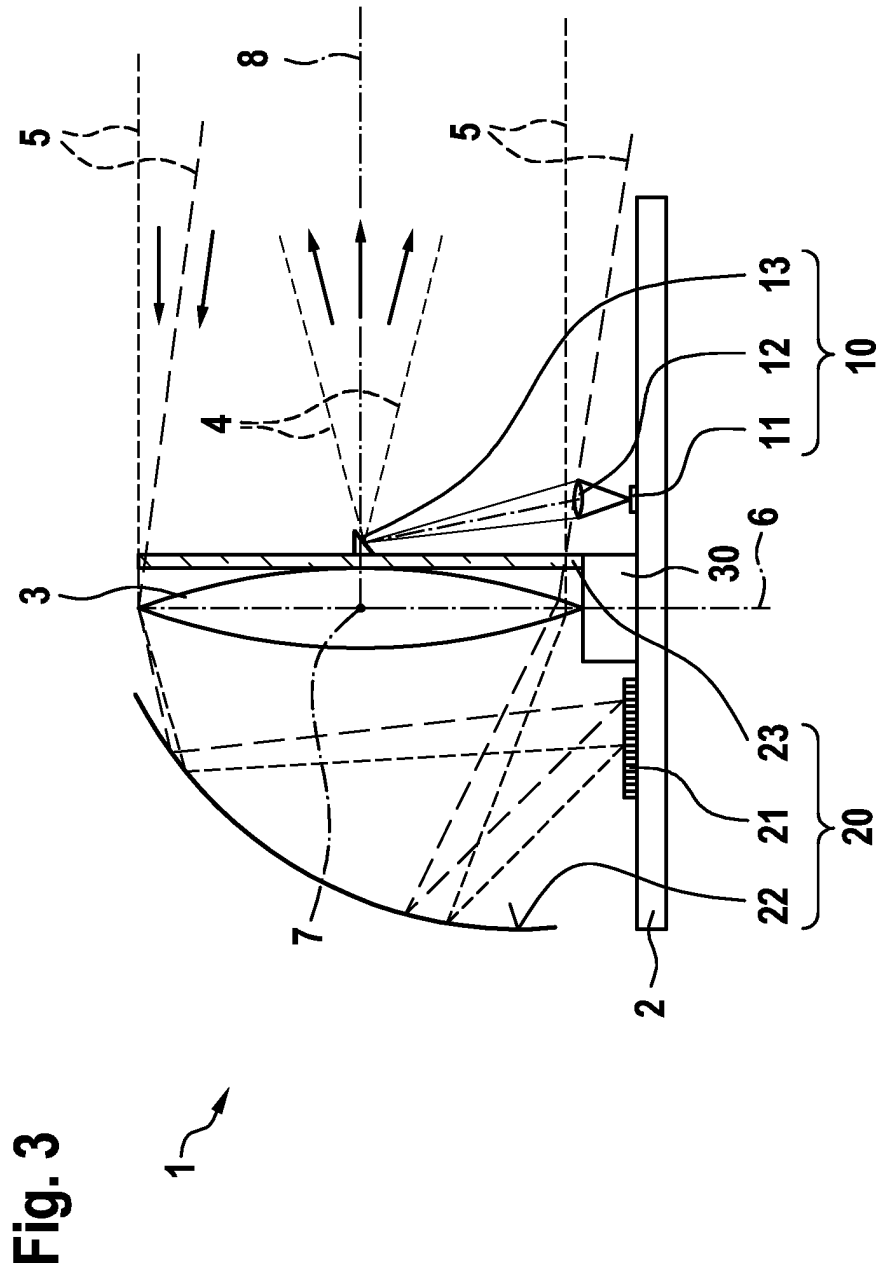
ordnet ist, dass der von dem optischen Emitter (11) ausgesandte Scanstrahl (4) durch den zweiten Spiegel (13) in Richtung der optischen Achse (8) der Linse (3) umgelenkt wird.

8. Optisches Scansystem (1) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optische Sendeeinheit (10) eine Kollimationslinse (12) umfasst.

9. Optisches Scansystem (1) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optische Empfangseinheit (20) und/oder die optische Sendeeinheit (10) einen optischen Filter (23) umfasst.

10. Optisches Scansystem (1) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das optische Scansystem (1) ein koaxialer Makroscanner ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen



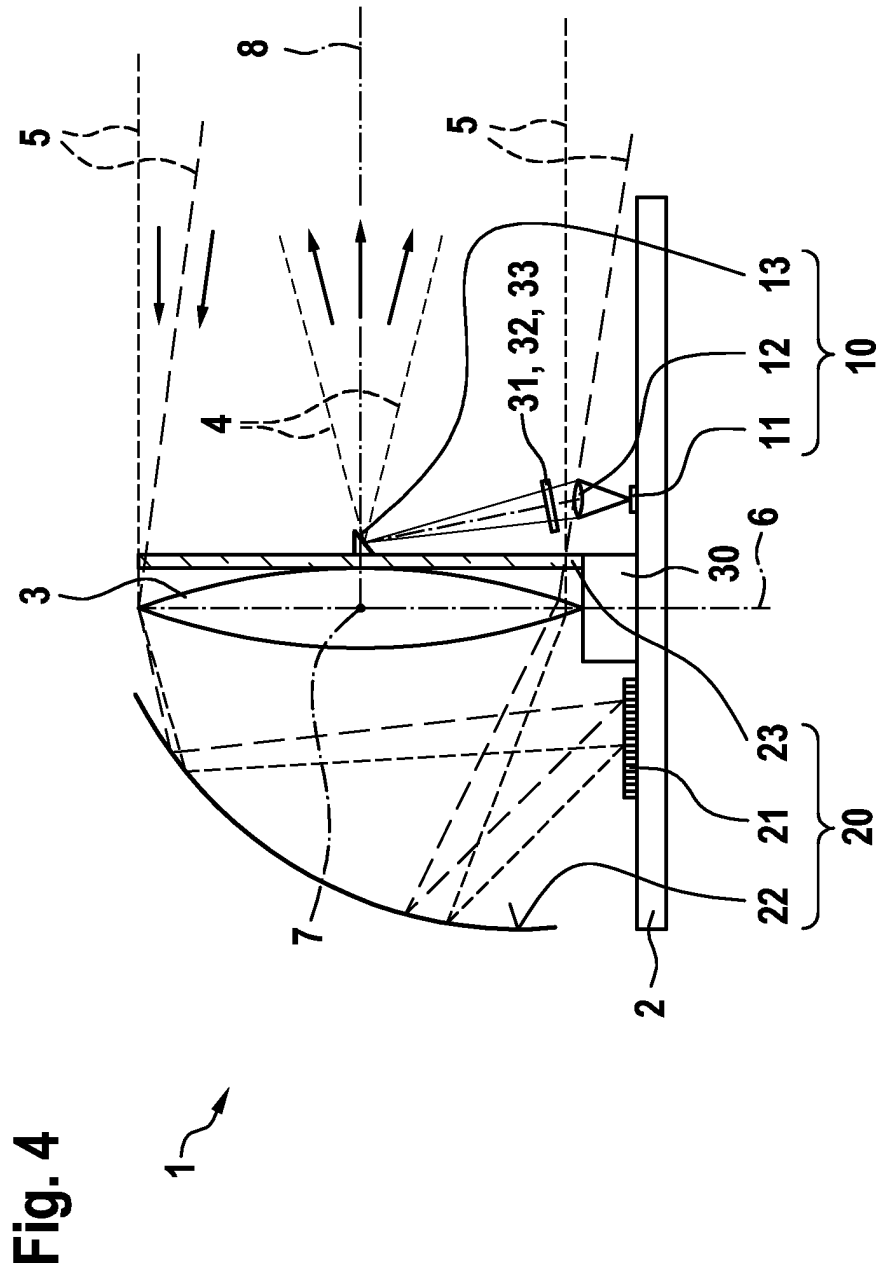


Fig. 5

