

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
20. November 2014 (20.11.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/183884 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G02B 13/06 (2006.01) G02B 19/00 (2006.01)
G02B 5/00 (2006.01) G03B 37/00 (2006.01)
G02B 27/12 (2006.01) G08B 13/196 (2006.01)

Joachim; Warschauer Straße 5, 15234 Frankfurt/Oder (DE). HEINRICH, Dirk; Siemensstraße 34, 14482 Potsdam (DE). DANKWORTH, Gert; Birkenweg 6, 15890 Schlaubetal, OT Fünfeichen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/053364

(74) Anwalt: TANNER, Andreas; Patentanwälte, Maikowski & Ninnemann, Postfach 15 09 20, 10671 Berlin (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Februar 2014 (20.02.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 208 722.5 13. Mai 2013 (13.05.2013) DE

(71) Anmelder: UNIVERSITÄT POTSDAM [DE/DE]; Am Neuen Palais 10, 14469 Potsdam (DE).

(72) Erfinder: DE FRIES, Reinhold; Birkenallee 13, 15232 Frankfurt/Oder (DE). BOBDA, Christophe C.; Department of Computer Science & Computer Engineering, 504 J.B. Hunt Building, 1 University of Arkansas, Fayetteville, AR 72701 (US). ZÖBISCH,

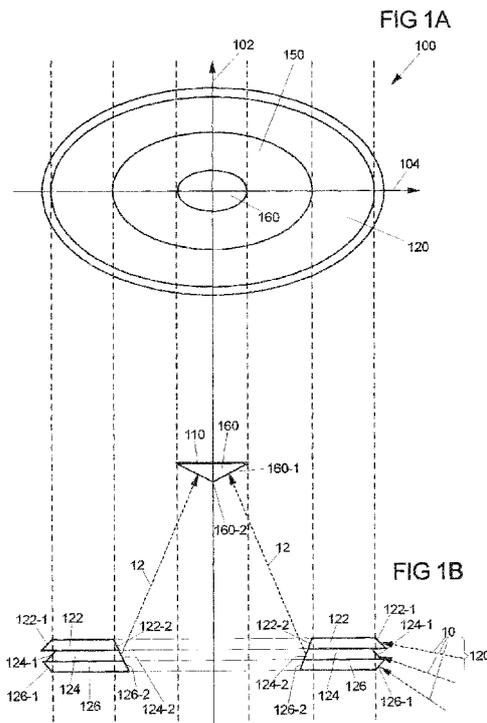
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: RADIAL OBJECTIVE FOR A SENSOR FOR GENERATING AN OPTICAL IMAGE OF A SENSING RANGE

(54) Bezeichnung : RADIALOBJEKTIV FÜR EINEN SENSOR ZUM ERZEUGEN EINER OPTISCHEN ABBILDUNG EINES ERFASSUNGSBEREICHES



(57) Abstract: The present invention relates to a radial objective arrangement (100) for generating an optical image of a sensing range. The radial objective arrangement (100) comprises a central light-deflecting unit (120) which is designed and arranged to refract light (10) coming from the sensing range and to pass on this light in a directional manner. In addition, the radial objective arrangement (100) comprises a light-collecting unit (160) which is designed and arranged to receive light (12) passed on by the central light-deflecting unit (120) and to project it onto an observation area (110) of the light-collecting unit (160). In accordance with the invention, the central light-deflecting unit (120) comprises a number of optical rings (122, 124, 126) which are arranged fixed in position in the radial objective arrangement (100; 200), wherein a corresponding one of the number of optical rings (122, 124, 126) comprises an outer lateral surface (122-1; 124-1; 126-1) which points in the radial direction, and wherein the central light-deflecting unit (120) is arranged in such a way that the light (10) coming from the sensing range is incident on the corresponding outer lateral surface (122-1; 124-1; 126-1). In this case, a monolithic piece of material of the radial objective arrangement (100; 200) surrounds the central light-deflecting unit (120) and the light-collecting unit (160).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/183884 A1



GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,

CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Radialobjektivanordnung (100) zum Erzeugen einer optischen Abbildung eines Erfassungsbereichs. Die Radialobjektivanordnung (100) umfasst eine zentrale Lichtumlenkeinheit (120), die ausgebildet und angeordnet ist, aus dem Erfassungsbereich kommendes Licht (10) zu brechen und gerichtet weiterzuleiten. Ferner umfasst die Radialobjektivanordnung (100) eine Lichtsammleinheit (160), die ausgebildet und angeordnet ist, von der zentralen Lichtumlenkeinheit (120) weitergeleitetes Licht (12) zu empfangen und auf eine Beobachtungsfläche (110) der Lichtsammleinheit (160) zu projizieren. Erfindungsgemäß umfasst die zentrale Lichtumlenkeinheit (120) eine Anzahl von optischen Ringen (122, 124, 126), welche ortsfest in der Radialobjektivanordnung (100; 200) angeordnet sind, wobei ein jeweiliger der Anzahl von optischen Ringen (122, 124, 126) eine äußere Manteloberfläche umfasst (122-1; 124-1; 126-1), welche in radiale Richtung weist, und wobei die zentrale Lichtumlenkeinheit (120) derart angeordnet ist, dass das aus dem Erfassungsbereich kommende Licht (10) an der jeweiligen äußeren Manteloberfläche (122-1; 124-1; 126-1) einfällt. Dabei umfasst ein monolithisches Materialstück der Radialobjektivanordnung (100; 200) die zentrale Lichtumlenkeinheit (120) und die Lichtsammleinheit (160).

15 RADIALOBJEKTIV FÜR EINEN SENSOR ZUM ERZEUGEN EINER OPTISCHEN ABBILDUNG EINES
ERFASSUNGSBEREICHES

Beschreibung

20 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Radialobjektivanordnung zum Erzeugen einer optischen Abbildung eines Erfassungsbereichs, insbesondere eine Radialobjektivanordnung für einen optischen Rundumsichtsensor.

Eine Objektivanordnung für eine Rundumsichtkamera ist beispielsweise aus der
25 DE 20 2006 013 714 U1 bekannt. Dort ist eine Rundumsichtkamera zur Umgebungsüberwachung beschrieben, welche eine zentrale Lichtumlenkeinheit in Gestalt eines Objektivs aufweist, das aus einem Erfassungsbereich kommendes Licht bricht und gerichtet weiterleitet auf eine Lichtsammleinheit in Gestalt eines konvexen oder kegelförmigen Spiegels. Die vorbekannte Rundumsichtkamera weist
30 Bewegungssensoren auf, die seitlich in einem Gehäusemantel der Rundumsichtkamera angeordnet sind und derart ausgerichtet sind, dass ein Bereich von 360° bezogen auf eine optische Achse der Rundumsichtkamera erfasst wird. Meldet ein Bewegungssensor eine Bewegung, erfolgt eine Auslösung der Rundumsichtkamera und die über den Spiegel reflektierten Bildinformationen werden von einem Halbleiterchip der
35 Rundumsichtkamera in digitale Daten umgewandelt.

Nachteilig an der vorbekannten Rundumsichtkamera ist, dass für den Betrieb besagte Bewegungssensoren vorgesehen sein müssen, um ein Detektieren eines Objektes in den Erfassungsbereich sicherstellen zu können.

40

Die DE 600 37 040 T2 offenbart eine Radialobjektivanordnung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Nachteilig an der aus dieser Schrift bekannten Radialobjektivanordnung ist die ungenaue Positionierung der Lichtsammelinheit, die in der Schrift als „allgemeiner parabolischer omnidirektionaler Spiegel“ bezeichnet ist und in
5 den dortigen Figuren mit der Bezugsziffer 112 gekennzeichnet ist. Dieser Spiegel ist als separates Bauelement ausgeführt und muss in Bezug auf die Lichtumlenkeinheit genau positioniert werden, was jedoch nur mit einer begrenzten Genauigkeit erfolgen kann. Aufgrund der dieser nur ungenau möglichen Positionierung ist ein auf die Beobachtungsfläche projiziertes Bild unscharf und/oder unvollständig.

10

Es ist eine der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe, eine Radialobjektivanordnung zum Erzeugen einer optischen Abbildung eines Erfassungsbereichs bereitzustellen, welche einen einfacheren und kompakteren Aufbau aufweist.

15 Diese technische Aufgabe wird gelöst durch eine Radialobjektivanordnung nach Anspruch 1. Merkmale vorteilhafter Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Radialobjektivanordnung umfasst die zentrale Lichtumlenkeinheit (im Rahmen der
20 Beschreibung der vorliegenden Erfindung gelegentlich auch einfach als ‚Lichtumlenkeinheit‘ bezeichnet), die ausgebildet und angeordnet ist, aus dem Erfassungsbereich kommendes Licht zu brechen und zunächst gerichtet weiterzuleiten. Der Erfassungsbereich ist beispielsweise ein oberhalb bis/und/oder unterhalb der Radialobjektivanordnung liegender Bereich. Wird beispielsweise ein Mittelpunkt der
25 Radialobjektivanordnung als Mittelpunkt eines Kugelkoordinatensystems betrachtet, so umfasst der Erfassungsbereich Koordinaten, die einen beliebigen Azimutwinkel zwischen -180° bis $+180^\circ$ aufweisen sowie einen Polarwinkel zwischen etwa 0° bis 90° und/oder 90° bis 180° . Der Erfassungsbereich beginnt an den äußeren Manteloberflächen der zentralen Lichtumlenkeinheit. Der Erfassungsbereich erstreckt sich unterhalb
30 bis/und/oder oberhalb der zentralen Lichtumlenkeinheit, wobei das einfallende Licht an der äußeren Manteloberfläche eines jeweiligen der Anzahl von optischen Ringen einfällt.

Die Lichtsammelinheit ist ausgebildet und angeordnet, von der zentralen Lichtumlenkeinheit weitergeleitetes Licht zu empfangen und auf eine Beobachtungsfläche
35 der Lichtsammelinheit zu projizieren. Die Lichtsammelinheit ist beispielsweise als optischer Kegel ausgestaltet, wobei eine Grundfläche des Kegels die Beobachtungsfläche bildet. Von der Beobachtungsfläche aus ist das Licht bevorzugt

einer Auswerteeinheit zugeführt, die beispielsweise ausgebildet ist, eine Helligkeit zu messen und/oder eine Helligkeitsänderung zu detektieren. Die Kegelgrundfläche des Kegels ist beispielsweise kreisförmig. Je nach Anwendungsbereich kommen jedoch auch andere Formen für die Kegelgrundfläche in Betracht. Beispielsweise ist eine im Wesentlichen ellipsenförmige Kegelgrundfläche für die Erfassung eines Spielfeldes eines Sportstadions zweckmäßig.

Die Anzahl von optischen Ringen der Lichtsammereinheit fungiert als Linse der Radialobjektivanordnung. Die optischen Ringe sind derart angeordnet, dass das aus dem Erfassungsbereich kommende Licht an der jeweiligen äußeren Manteloberfläche einfällt. Die zentrale Lichtumlenkeinheit kann insbesondere auch nur einen einzigen optischen Ring umfassen.

Erfindungsgemäß ist ferner vorgesehen, dass die zentrale Lichtumlenkeinheit und die Lichtsammereinheit aus einem monolithischen Materialstück geformt sind. Das monolithische Materialstück der Radialobjektivanordnung umfasst also die zentrale Lichtumlenkeinheit und die Lichtsammereinheit. Sowohl die Lichtsammereinheit als auch die zentrale Lichtumlenkeinheit sind in demselben, einzigen und zusammenhängenden (monolithischen) Materialstück ausgebildet. Bei dem monolithischen Materialstück kann es sich beispielsweise um ein Plexiglasstück handeln, das zur Ausbildung der zentralen Lichtsammereinheit und der Lichtumlenkeinheit verarbeitet worden ist, beispielsweise durch einen Schleifvorgang.

Aufgrund der gemeinsamen Ausbildung der zentralen Lichtumlenkeinheit und der Lichtsammereinheit in dem monolithischen Materialstück sind die zentrale Lichtumlenkeinheit und die Lichtsammereinheit exakt aufeinander ausgerichtet. Sämtliches, aus dem Erfassungsbereich kommendes Licht wird exakt auf die Beobachtungsfläche der Lichtsammereinheit projiziert. Es lässt sich insbesondere in einfacher Weise sicherstellen, dass die zentrale Lichtumlenkeinheit und die Lichtsammereinheit eine gemeinsame optische Achse aufweisen, welche entlang einer z-Achse der Radialobjektivanordnung verläuft und einen jeweiligen Mittelpunkt der Anzahl von optischen Ringen umfasst. Dieser Aspekt wird weiter unten näher erläutert werden.

Die erfindungsgemäße Radialobjektivanordnung zeichnet sich ferner durch eine einfache Linsengestaltung aus, die vorteilhaft in einem optischen Sensor und/oder in einem Kommunikationssensor integriert werden kann. Insbesondere weist die erfindungsgemäße Radialobjektivanordnung keine bewegten optischen Teile auf.

Aufgrund der Ausbildung der zentralen Lichtumlenkeinheit und der Lichtsammelereinheit in dem monolithischen Materialstück sind Abstandsrelationen insbesondere zwischen der Lichtsammelereinheit und der Lichtumlenkeinheit fix und veränderlich. Bevorzugt umfasst die erfindungsgemäße Radialobjektivanordnung ausschließlich die in dem monolithischen Materialstück ausgebildete Lichtumlenkeinheit und Lichtsammelereinheit. Die Radialobjektivanordnung ist also vollständig starr und auch gegenüber Erschütterungen unempfindlich. Neben dem monolithischen Materialstück, in welchem die Lichtumlenkeinheit und die Lichtsammelereinheit ausgebildet sind, sind keine weiteren Bauteile notwendig, um die optische Abbildung zu produzieren.

5

Üblicherweise werden gemäß Stand der Technik zur Erzeugung von Rundumansichten bewegte Linsen oder bewegte Kameras eingesetzt. Alternativ zu bewegten Linsen oder bewegten Kameras kommen Linsen zum Einsatz, die beispielsweise 120° weite Winkel erfassen können. Demnach wären gemäß Stand der Technik drei dieser Linsen notwendig, um eine Rundumansicht zu erzeugen.

10

Demgegenüber müssen weder die erfindungsgemäße Radialobjektivanordnung als solche noch die darin enthaltenen Elemente, insbesondere nicht die zentrale Lichtumlenkeinheit, zum Erzeugen der optischen Abbildung eines Rundumbereichs nicht bewegt oder positioniert werden. Daher zeichnet sich die erfindungsgemäße Radialobjektivanordnung auch durch eine hohe Lebensdauer aus, da die Ortsfestigkeit sowohl der Radialobjektivanordnung als auch der darin befindlichen optischen Elemente im Gegensatz zu beweglichen Teilen keinen Verschleiß herbeiführt. Dadurch, dass keine beweglichen optischen Elemente vorgesehen sind, werden durch eine fehlerhafte Bewegung optischer Elemente begründete Messfehler vollständig vermieden.

15

20

25

Aufgrund des einfachen und kostengünstigen Aufbaus eignet sich die erfindungsgemäße Radialobjektivanordnung hervorragend für eine Massenproduktion. Darüber hinaus ist der Hardwareeinsatz für Optik und Sensorik signifikant reduziert.

30

Die erfindungsgemäße Radialobjektivanordnung eignet sich insbesondere, um in den technischen Gebieten der Bewegungserkennung, Bewegungsdetektion, Bilderkennung und der Lichtintensitätsbestimmung sowie im Bereich der Datenkommunikation eingesetzt zu werden. Insbesondere eignet sich die erfindungsgemäße Radialobjektivanordnung zum Erzeugen einer Abbildung einer 360°-Rundumsicht des Erfassungsbereichs. Die erfindungsgemäße Radialobjektivanordnung eignet sich ferner insbesondere, im Rahmen eines bewegungsfreien Sensors für Kommunikationssignale

35

und/oder Umgebungsabbildungen eingesetzt zu werden. Die Radialobjektivanordnung taugt sowohl für den Taggebrauch als auch für den Nachtgebrauch.

5 Nachfolgend werden weitere Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Radialobjektivanordnung beschrieben. Die zusätzlichen Merkmale dieser weiteren Ausführungsbeispiele können zur Bildung weiterer Ausführungsformen miteinander kombiniert werden, sofern sie nicht ausdrücklich als alternativ zueinander beschrieben sind.

10 Die Radialobjektivanordnung ist bevorzugt durch eine selbsttragende Konstruktion gebildet, welche vor einer Verwendung bevorzugt keine Kalibrierung oder Justage erfordert. Vielmehr ist die Radialobjektivanordnung nach ihrer Herstellung ohne weiteres einsatzbereit. Dies ergibt sich insbesondere aus der Verwendung des monolithischen Materialstücks.

15

Ein jeweiliger der Anzahl von optischen Ringen umfasst bevorzugt eine innere Manteloberfläche, welche in eine der radialen Richtung entgegengesetzte Richtung weist. Die zentrale Lichtumlenkeinheit ist bevorzugt ausgebildet, das aus dem Erfassungsbereich kommende Licht über die jeweilige innere Manteloberfläche
20 auszukoppeln und an die Lichtsammelereinheit weiterzuleiten.

Dabei soll die Formulierung ‚Anzahl von optischen Ringen‘ nicht etwa suggerieren, dass die Radialobjektivanordnung mehrere Bauteile umfasst. Vielmehr umfasst die Radialobjektivanordnung bevorzugt nur ein einziges Bauteil, nämlich besagtes
25 monolithisches Materialstück, in welchem die Lichtsammelereinheit und die Lichtumlenkeinheit ausgebildet sind. Die ‚Anzahl‘ der optischen Ringe, die – wie gesagt – auch Eins betragen kann, ergibt sich durch die Ausgestaltung der äußeren und/oder inneren Manteloberflächen. Dabei können in Abhängigkeit des gewünschten Erfassungsbereichs verschiedene Krümmungswinkel bzw. Ansträgungswinkel und/oder
30 Wölbungen gewählt werden (was an späterer Stelle genauer erläutert werden wird), sodass quasi eine Mehrzahl von optischen Ringen entsteht. Jedenfalls sind sämtliche optische Ringe der Lichtumlenkeinheit in dem monolithischen Materialstück ausgebildet, sodass die Radialobjektivanordnung stets im Wesentlichen nur dieses Materialstück umfasst und keinerlei weitere Komponenten. Keine Komponenten der
35 Radialobjektivanordnung müssen bewegt oder positioniert werden, um eine die optische Abbildung zu gewinnen.

Die zentrale Lichtumlenkeinheit ist bevorzugt ausgebildet, das aus dem Erfassungsbereich kommende Licht derart zu brechen, dass ein Lichttransport im Strahlengang, also beim Durchtreten der Beobachtungsfläche, einen parallelen Verlauf aufweist. Ferner ist die zentrale Lichtumlenkeinheit bevorzugt derart ausgebildet, dass
5 Licht außerhalb des parallelen Verlaufs an einer oberen und/oder einer unteren Manteloberfläche der zentralen Lichtsammelereinheit gestreut und/oder gedämpft wird. Dieses gestreute und/oder gedämpfte Licht verliert sich dadurch im Rauschen. Mit diesem Ansatz sind die Lichtbrechung und der Lichttransport an einfache Berechnungsalgorithmen gebunden.

10

Die Anzahl von optischen Ringen sind bevorzugt ausgebildet, einen Lichttransport in einem parallelen Strahlengang bereitzustellen und/oder in einem fokussierten Lichttransport mit totaler Reflektion.

15

Bei einer Ausführungsform haben die Anzahl von optischen Ringen jeweils eine Form eines Hohlzylinders, wobei der Außenradius des jeweiligen Hohlzylinders bevorzugt ein Vielfaches der Höhe beträgt. Bevorzugt beträgt auch der Innenradius des jeweiligen Hohlzylinders ein Vielfaches der Höhe.

20

Beispielsweise beträgt der Außenradius etwa 10 bis 120 mm. Die Höhe eines jeweiligen optischen Rings beträgt beispielsweise 1,5 bis 7 mm. Die Höhe der bevorzugt als optischer Kegel ausgebildeten Lichtsammelereinheit ist beispielsweise identisch zu der Gesamthöhe aller optischen Ringe. Der Abstand der Lichtsammelereinheit zur zentralen Lichtumlenkeinheit kann bei der Herstellung der Radialobjektivanordnung durch
25 Ausbilden der Lichtsammelereinheit und der Lichtumlenkeinheit in dem monolithischen Materialstück eingestellt werden.

30

Bei einer weiteren Ausführungsform ist die Lichtsammelereinheit der Radialobjektivanordnung als optischer Kegel oder Zylinder ausgestaltet, wobei eine
30 Grundfläche des Kegels bzw. des Zylinders die Beobachtungsfläche bildet, auf die das weitergeleitete Licht von der Lichtsammelereinheit projiziert wird. Das von der Lichtsammelereinheit gesammelte Licht fällt also bevorzugt senkrecht auf die Beobachtungsfläche. Von dort aus kann es beispielsweise auf eine fotoresistive Fläche gerichtet werden, welche bevorzugt an einer Auswertereinheit, wie ein Kameramodul,
35 angeschlossen ist.

Der Mittelpunktswinkel des optischen Kegels ist beispielsweise konstant und beträgt beispielsweise 45 Grad. Je nach Anwendungsbereich ist zumindest ein Teil der Kegeloberfläche bei einer Ausführungsform der Radialobjektivanordnung beispielsweise konkav und/oder konvex und/oder linsenförmige ausgebildet.

5

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weisen die Lichtsammelinheit und die zentrale Lichtumlenkeinheit der Radialobjektivanordnung eine gemeinsame optische Achse auf, welche entlang einer z-Achse der Radialobjektivanordnung verläuft und einen jeweiligen Mittelpunkt der Anzahl von optischen Ringen umfasst. Die Anzahl von optischen Ringen haben also eine gemeinsame Mittelachse, die entlang der z-Achse verläuft. Die Mittelachse der Lichtsammelinheit verläuft ebenfalls entlang dieser z-Achse. Beispielsweise verläuft diese z-Achse in Lotrichtung und bei einer Ausführungsform sind die Anzahl von optischen Ringen der zentralen Lichtumlenkeinheit sowie die Lichtsammelinheit lotrecht übereinander angeordnet. Dies kann in vorteilhafter Weise insbesondere dadurch erreicht werden, dass die Lichtsammelinheit und die Lichtumlenkeinheit in dem monolithischen Materialstück ausgebildet werden.

10

15

20

25

Die bevorzugt als Hohlzylinder ausgestalteten optischen Ringe definieren einen Innenraum, dessen zentrale Achse die gemeinsame Mittelachse bildet. Die Lichtsammelinheit ist bevorzugt derart angeordnet, sprich: derart in dem monolithischen Materialstück ausgebildet, dass ihre optische Achse ebenfalls auf die gemeinsame Mittelachse fällt, also mit dieser identisch ist. Die Lichtsammelinheit kann wahlweise in dem Innenraum oder unterhalb bzw. oberhalb des Innenraums angeordnet sein, wobei die optische Achse der Lichtsammelinheit stets auf die optische Achse der zentralen Lichtumlenkeinheit fällt.

30

35

Zum Erfassen des aus dem Erfassungsbereich kommenden Lichts weist bei einer bevorzugten Ausführungsform der Radialobjektivanordnung wenigstens einer der Anzahl von optischen Ringe eine relativ zur z-Achse angeschrägte äußerer Manteloberfläche auf, welche in eine radiale Richtung, also in einer von der z-Achse abgekehrten Richtung, weist. Eine Normale der äußeren Manteloberfläche liegt also nicht senkrecht zur z-Achse, sondern in einem äußeren Ansträngungswinkel von beispielsweise 70° bzw. 110° . Die äußere Manteloberfläche der Lichtumlenkeinheit kann auch voneinander verschiedene Ansträngungswinkel aufweisen, sodass es angemessen ist, von der ‚Anzahl der optischen Ringe‘ zu sprechen, wobei ein jeweiliger der optischen Ringe einen separaten Ansträngungswinkel und/oder Innen- und/oder Außendurchmesser aufweist, der sich von

den Anstrahlungswinkeln und/oder Innen- und/oder Außendurchmessern der übrigen Ringe unterscheiden kann.

5 Durch die Wahl des Anstrahlungswinkels kann definiert werden, welcher Erfassungsbereich von der Radialobjektivanordnung abzugreifen ist. Dabei ist grundsätzlich auf die zu beobachteten Flächenbereiche abzustellen. Mit einer solchen Festlegung sind eine Beobachtungshöhe und eine Entfernung der Objekte fixiert, d.h. die Bestimmung der Brennpunkte zur Schärfeneinstellung. Umfasst die zentrale Lichtumlenkeinheit nicht nur einen optischen Ring, sondern mehrere, so können die
10 Anstrahlungswinkel durchaus voneinander verschieden gewählt werden, so dass das einfallende Licht stets zur Lichtsammelinheit weitergeleitet wird. Mehrere optische Ringe definieren unterschiedliche Beobachtungsbereiche des Erfassungsbereichs. Die Lichtsammelinheit projiziert das weitergeleitete Licht sodann auf die Beobachtungsfläche.

15

Ist die Lichtsammelinheit als Kegel ausgebildet, so ist dieser bevorzugt derart angeordnet, dass ein Mittelpunkt der Grundfläche des Kegels sowie eine Kegelspitze ebenfalls auf der z-Achse liegen, also auf der gemeinsamen optischen Achse der Lichtsammelinheit und der zentralen Lichtumlenkeinheit. Dabei ist die zentrale
20 Lichtumlenkeinheit mit der Anzahl von optischen Ringen derart angeordnet, dass das weitergeleitete Licht auf die Kegelmanteloberfläche einfällt und sodann von dem Kegel auf die Grundfläche, also auf die Beobachtungsfläche projiziert wird, bevorzugt derart, dass das projizierte Licht senkrecht durch die Grundfläche/Beobachtungsfläche fällt.

25 Dazu weist die angeschrägte äußere Manteloberfläche bevorzugt einen konkaven Umfangsverlauf auf.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Radialobjektivanordnung umfasst wenigstens einer der Anzahl der optischen Ringe der zentralen Lichtumlenkeinheit zum
30 Weiterleiten des Lichts eine relativ zur z-Achse angeschrägte innere Manteloberfläche, welche zur z-Achse weist. Ein entsprechender innerer Anstrahlungswinkel ist bevorzugt derart gewählt, dass die zentrale Lichtumlenkeinheit das einfallende Licht auf die Kegelmanteloberfläche der Lichtsammelinheit weiterleitet, so dass diese das weitergeleitete Licht auf die Beobachtungsfläche projizieren kann.

35

Bei einer weiteren Ausführungsform der Radialobjektivanordnung weist wenigstens einer der optischen Ringe eine im Wesentlichen trapezförmige Querschnittsfläche auf. Dabei

sind der innere Anstrahlungswinkel und der äußere Anstrahlungswinkel bevorzugt derart gewählt, dass das weitergeleitete Licht auf die Kegelmanteloberfläche der Lichtsammelinheit weitergeleitet wird, so dass die Lichtsammelinheit das weitergeleitete Licht auf die Beobachtungsfläche projizieren kann.

5

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Radialobjektivanordnung weist die Beobachtungsfläche der Lichtsammelinheit einen konvexen Umfangsverlauf auf. In dieser Weise ist ein Brennpunkt exakt definiert.

- 10 Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Radialobjektivanordnung ist die Anzahl von optischen Ringen schichtartig aufeinander angeordnet. Bevorzugt liegen die optischen Ringe jeweils parallel zueinander.

Das monolithische Materialstück, in welchem die zentrale Lichtumlenkeinheit mit der Anzahl der optischen Ringe und die Lichtsammelinheit ausgebildet sind, umfasst bevorzugt einen transparenten optischen Werkstoff. Der Werkstoff des monolithischen Materialstücks kann in Abhängigkeit des Anwendungsbereichs frei gewählt werden. Beispielsweise handelt es sich bei dem monolithischen Materialstück um ein optisches Glas, ein Quarzglas und/oder um Acryl.

20

Ein zwischen der zentralen Umlenkeinheit und der Lichtsammelinheit befindlicher Zwischenraum ist bevorzugt mit einem Gas befüllt, wie beispielsweise Luft. Es kommen aber auch je nach gewünschtem Grad der Lichtbrechung und/oder Lichtdämpfung andere Gase in Betracht. Die Erfindung ist keinesfalls auf die Verwendung von Luft als Gas für den Zwischenraum beschränkt. Zum Verhindern des Austritts des Gases kann die Radialobjektivanordnung mit einem Abdeckungsmittel versehen werden, das an dem monolithischen Materialstück angeordnet ist, um das Gas in dem Zwischenraum zu halten.

- 25 30 Erfindungsgemäß wird ferner ein optischer Sensor zum Überwachen eines Erfassungsbereichs vorgeschlagen, der eine Radialobjektivanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung aufweist.

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden bei der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren deutlich.

35

Es zeigen:

Fig. 1A schematisch und exemplarisch eine Draufsicht auf eine erste Ausführungsform einer Radialobjektivanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung;

5

Fig. 1B schematisch und exemplarisch eine Seitenansicht der ersten Ausführungsform;

Fig. 2A schematisch und exemplarisch eine Draufsicht auf eine zweite Ausführungsform einer Radialobjektivanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung;

10

Fig. 2B schematisch und exemplarisch eine Seitenansicht der zweiten Ausführungsform; und

15

Fig. 2C schematisch und exemplarisch eine Seitenansicht einer Abwandlung der zweiten Ausführungsform.

Fig. 1A zeigt schematisch und exemplarisch eine Draufsicht auf eine erste Ausführungsform 100 einer Radialobjektivanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung. Fig. 1B zeigt schematisch und exemplarisch dazu eine Seitenansicht dieser ersten Ausführungsform 100. Die sechs gestrichelten Vertikallinien stellen horizontale Abmessungen bei der Radialobjektivanordnung 100 dar.

Die Radialobjektivanordnung 100 umfasst eine zentrale Lichtumlenkeinheit 120 sowie eine mittig dazu ausgebildete Lichtsammelereinheit 160. Obschon die zentrale Lichtumlenkeinheit 120 und die Lichtsammelereinheit 160 als separate Komponenten dargestellt sind, sei bereits an dieser Stelle betont, dass für alle Ausführungsformen gilt, dass ein monolithisches Materialstück der Radialobjektivanordnung die zentrale Lichtumlenkeinheit 120 und die Lichtsammelereinheit 160 umfasst. Sowohl die Lichtsammelereinheit 160 als auch die Lichtumlenkeinheit 120 sind in dem monolithischen Materialstück ausgebildet.

Ein Kugelkoordinatensystem, auf das im Folgenden Bezug genommen wird, beinhaltet die eine fiktive z-Achse 102 sowie eine senkrecht dazu liegende fiktive x-Achse 104, die auch als y-Achse bezeichnet werden könnte.

35

Die Radialobjektivanordnung 100 dient dem Erzeugen einer optischen Abbildung eines Erfassungsbereichs, der sich bei der dargestellten Ausführungsform unterhalb der Radialobjektivanordnung 100 befindet. In Kugelkoordinaten ausgedrückt umfasst der Erfassungsbereich der Radialobjektivanordnung 100 Koordinaten mit einem Azimutwinkel
5 zwischen -180° und 180° , einen Polarwinkel zwischen 90° und 180° , beispielsweise zwischen 100° und 175° , sowie einen Radius, der größer ist als der größte Außenradius der zentralen Lichtumlenkeinheit 160.

Die Radialobjektivanordnung 100 ist beispielsweise in einer Laterne angeordnet und
10 überwacht einen unterhalb der Laternenlampe befindlichen Erfassungsbereich, so dass die Laterne in Abhängigkeit einer Anwesenheit eines Objekts in diesem Erfassungsbereich eingeschaltet oder ausgeschaltet werden kann. Ein anderer Anwendungsbereich ist die Tierbeobachtung. Die Radialobjektivanordnung 100 bildet dazu beispielsweise einen Teil der Optik einer Kamera für die Tierbeobachtung. So kann
15 ein unterhalb der Beobachtungsposition der Kamera befindlicher Erfassungsbereich in Abhängigkeit der Anwesenheit eines Tiers für eine Präsenzmeldung und/oder eine Bilderzeugung verwendet werden. Die Radialobjektivanordnung 100 ist beispielsweise in einer Höhe von 2 m über Grund angeordnet.

Die zentrale Lichtumlenkeinheit empfängt aus dem Erfassungsbereich kommendes Licht
20 10, bricht dieses und leitet es gerichtet weiter zur Lichtsammleinheit 160. Die Lichtsammleinheit 160 empfängt das weitergeleitete Licht 12 und projiziert dieses auf eine Beobachtungsfläche 110 der Lichtsammleinheit 160. Von dort aus kann das Licht einer Kamera oder einer Fozelle zum Zwecke einer Auswertung zugeführt werden.

25

Die zentrale Lichtumlenkeinheit 120 umfasst einen ersten optischen Ring 122, einen zweiten optischen Ring 124 sowie einen dritten optischen Ring 126. Die optischen Ringe 122, 124 und 126 sind ortsfest in der Radialobjektivanordnung 100 angeordnet, nämlich im besagten monolithischen Materialstück ausgebildet. Als Material für das monolithische
30 Materialstück kommt beispielsweise ein Acryl, optisches Glas, Plexiglas oder ein sonstiger transparenter Werkstoff in Betracht.

Die Lichtsammleinheit 160 ist bei dem gezeigten Beispiel als Kegel ausgebildet, dessen Grundfläche die Beobachtungsfläche 110 bildet. Die zentrale Lichtumlenkeinheit 120
35 leitet das einfallende Licht 10 auf eine Kegelmanteloberfläche 160-1 der Lichtsammleinheit 160, so dass diese das Licht auf die Beobachtungsfläche 110 projizieren kann.

Die zentrale Lichtumlenkeinheit 120 und die Lichtsammelinheit weisen eine gemeinsame optische Achse auf, welche entlang einer z-Achse 102 der Radialobjektivanordnung 100 verläuft und einen jeweiligen Mittelpunkt der Anzahl von optischen Ringen 122, 124 und 126 umfasst. Beispielsweise verläuft die z-Achse 102 in Lotrichtung, so dass die Lichtsammelinheit 160 und die optischen Ringe 122, 124 und 126 lotrecht übereinander angeordnet sind.

Die Lichtsammelinheit 160 ist derart angeordnet, dass die Beobachtungsfläche 110 senkrecht zur z-Achse 102 liegt und dass eine Kegelspitze 160-2 ebenfalls auf der z-Achse 102 liegt.

Zum Erfassen des aus dem Erfassungsbereich kommenden Lichts 10 umfasst jeder der optischen Ringe 122, 124 und 126 eine relativ zur z-Achse 102 angeschrägte äußere Manteloberfläche 122-1, 124-1 bzw. 126-1. Diese äußeren Manteloberflächen 122-1, 124-1 und 126-1 weisen jeweils in radiale Richtung. Ein entsprechender äußerer Ansträgungswinkel ist derart gewählt, dass ein Strahlengang, wie er in Fig. 1B schematisch dargestellt ist, realisiert wird. Beispielsweise erfolgt die Ansträgung einer jeweiligen äußeren Manteloberfläche gemäß einer Parabelgleichung, welche einen konvexen oder konkaven Verlauf definiert. Der äußere Ansträgungswinkel kann aber je nach Erfassungsbereich variiert werden. Ebenso können dazu die angeschrägten äußeren Manteloberflächen 122-1, 124-1 und 126-1 einen jeweiligen konkaven Umfangsverlauf aufweisen.

Zum Weiterleiten des Lichts umfassen die optischen Ringe 122, 124 und 126 eine relativ zur z-Achse 102 angeschrägte innere Manteloberfläche 122-2, 124-2 bzw. 126-2, welche zur z-Achse 102 weisen, also entgegengesetzt zur radialen Richtung. Auch ein entsprechender innerer Ansträgungswinkel ist derart gewählt, dass ein in Fig.1B schematisch dargestellter Strahlengang realisiert werden kann. Durch die Wahl des äußeren Ansträgungswinkels und durch die Wahl des inneren Ansträgungswinkels ist sichergestellt, dass die zentrale Lichtumlenkeinheit 120 das aus dem Erfassungsbereich kommende Licht 10 auf die Kegelmanteloberfläche 160-1 der Lichtsammelinheit 160 weiterleitet, so dass diese das weitergeleitete Licht 12 auf die Beobachtungsfläche 110 projizieren kann. Die projizierten Lichtstrahlen durchkreuzen die Beobachtungsfläche 110 in einer Richtung, die im Wesentlichen senkrecht zur Beobachtungsfläche 110 liegt, also in etwa parallel zur z-Achse 102.

Im Ergebnis weisen die optischen Ringe 122, 124 und 126 jeweils eine im Wesentlichen trapezförmige Querschnittsfläche auf. Die optischen Ringe 122, 124 und 126 sind schichtartig aufeinander und parallel zueinander angeordnet in dem monolithischen Materialstück ausgebildet.

5

In einem zwischen der zentralen Umlenkeinheit 120 und der Lichtsammleinheit 160 vorhandenen Zwischenraum 150 befindet sich ein Gas, wie beispielsweise Luft.

10 Zum Definieren eines Brennpunktes weist die Lichtsammleinheit 160 einen konvexen Umfangsverlauf auf.

Das aus dem Erfassungsbereich kommende Licht 10 wird von der zentralen Umlenkeinheit 120, also über die angeschrägten äußeren Manteloberflächen 122, 124 und 126, empfangen und über die angeschrägten inneren Manteloberflächen 122-2, 124-15
2 und 126-2 auskoppelt und an die Lichtsammleinheit 160 weitergeleitet.

Fig. 2A zeigt schematisch und exemplarisch eine Draufsicht auf eine zweite Ausführungsform 200 einer Radialobjektivanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung. Fig. 2B zeigt schematisch und exemplarisch eine Seitenansicht dieser zweiten
20 Ausführungsform 200. Fig. 2C illustriert eine Abwandlung von der zweiten Ausführungsform 200, bei der kein Zwischenraum 150 zwischen den optischen Ringen 122, 124 und 126 einerseits und der Lichtsammleinheit 160 andererseits vorgesehen ist.

Die Radialobjektivanordnung 200 ist im Wesentlichen aus denselben Komponenten
25 gebildet wie die Radialobjektivanordnung 100, wobei bei der Radialobjektivanordnung 200 die Lichtsammleinheit 160 in Gestalt eines Kegels umgekehrt ausgebildet ist.

Ferner ist die Lichtsammleinheit 160 nicht oberhalb oder unterhalb der zentralen Lichtumlenkeinheit 120 ausgebildet, sondern in einem Zwischenraum 150, der durch die
30 drei optischen Ringe 122, 124 und 126 gebildet ist, und zwar derart, dass die Kegelspitze 160-2 in einer durch eine erste Stirnseite des ersten optischen Rings 122 definierten Ebene mündet und die Grundfläche des Kegels 160, also die Beobachtungsfläche 110, in einer durch eine zweite Stirnseite des dritten optischen Rings 126 gebildeten Ebene. Ferner sind bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2B die inneren Manteloberflächen
35 122-2, 124-4 und 126-2 nicht angeschrägt, sondern liegen im Wesentlichen parallel zur z-Achse 102.

Bei der Abwandlung gemäß Fig. 2C sind die inneren Manteloberflächen 122-2, 124-2, 126-6 der zentralen Umlenkeinheit 120 mit der Kegelmanteloberflächenfläche 160-1 vereint worden; wie weisen also jeweils eine entsprechende Ansträgung gegenüber der z-Achse 102 auf.

5

Der Mittelpunktswinkel des Kegels bei den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 2A – 2C beträgt beispielsweise 45 Grad. Die Höhe des Kegels und damit die Gesamthöhe der drei optischen Ringen 122, 124 und 126 beträgt beispielsweise 10 mm und der Durchmesser der etwa kreisförmigen Beobachtungsfläche 110 beträgt z.B. 25 mm. Die optischen
10 Ringen 122, 124 und 126 haben beispielsweise einen Durchmesser von jeweils etwa 215 mm.

Die beschriebenen Ausführungsbeispiele eignen sich jeweils insbesondere, um in den technischen Gebieten der Bewegungserkennung, Bewegungsdetektion, Bilderkennung
15 und der Lichtintensitätsbestimmung sowie im Bereich der Datenkommunikation eingesetzt zu werden. Insbesondere eignen sie sich zum Erzeugen einer Abbildung einer 360°-Rundumsicht des Erfassungsbereichs. Ferner eignen sie sich, im Rahmen eines bewegungsfreien Sensors für Kommunikationssignale und/oder Umgebungsabbildungen eingesetzt zu werden; sie taugen sowohl für den Taggebrauch als auch für den
20 Nachtgebrauch.

Bezugszeichenliste

10	Einfallendes Licht
12	Weitergeleitetes Licht
100	Erste Ausführungsform der Radialobjektivanordnung
102	z-Achse
104	x-Achse
110	Beobachtungsfläche
120	Zentrale Lichtumlenkeinheit
122	Erster optischer Ring
122-1	Äußere Manteloberfläche des ersten optischen Rings
122-2	Innere Manteloberfläche des zweiten optischen Rings
124	Zweiter optischer Ring
124-1	Äußere Manteloberfläche des zweiten optischen Rings
124-2	Innere Manteloberfläche des zweiten optischen Rings
126	Dritter optischer Ring
126-1	Äußere Manteloberfläche des dritten optischen Rings
126-2	Innere Manteloberfläche des dritten optischen Rings
160	Lichtsammeleinheit
160-1	Kegelmanteloberfläche
160-2	Kegelspitze
200	Zweite Ausführungsform der Radialobjektivanordnung

* * * * *

Ansprüche

1. Radialobjektivanordnung (100; 200) zum Erzeugen einer optischen Abbildung eines Erfassungsbereichs, umfassend

- 5 - eine zentrale Lichtumlenkeinheit (120), die ausgebildet und angeordnet ist, aus dem Erfassungsbereich kommendes Licht (10) zu brechen und gerichtet weiterzuleiten;
- eine Lichtsammelinheit (160), die ausgebildet und angeordnet ist, von der zentralen Lichtumlenkeinheit (120) weitergeleitetes Licht (12) zu empfangen und auf eine Beobachtungsfläche (110) der Lichtsammelinheit (160) zu projizieren;
- 10 wobei die zentrale Lichtumlenkeinheit (120) eine Anzahl von optischen Ringen (122, 124, 126) umfasst, welche ortsfest in der Radialobjektivanordnung (100; 200) angeordnet sind, wobei ein jeweiliger der Anzahl von optischen Ringen (122, 124, 126) eine äußere Manteloberfläche umfasst (122-1; 124-1; 126-1), welche in
- 15 radiale Richtung weist, und wobei die zentrale Lichtumlenkeinheit (120) derart angeordnet ist, dass das aus dem Erfassungsbereich kommende Licht (10) an der jeweiligen äußeren Manteloberfläche (122-1; 124-1; 126-1) einfällt;

dadurch gekennzeichnet, dass

- 20 die zentrale Lichtumlenkeinheit (120) und die Lichtsammelinheit (160) in einem monolithischen Materialstück der Radialobjektivanordnung (100; 200) ausgebildet sind.

- 25 2. Radialobjektivanordnung (100; 200) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein jeweiliger der Anzahl von optischen Ringen (122, 124, 126) eine innere Manteloberfläche umfasst (122-2; 124-2; 126-2), welche in eine der radialen Richtung entgegengesetzte Richtung weist, und die zentrale Lichtumlenkeinheit (120) ausgebildet ist, das aus dem Erfassungsbereich kommende Licht (10) über die
- 30 jeweilige innere Manteloberfläche (122-2; 124-2; 126-2) auszukoppeln und an die Lichtsammelinheit (160) weiterzuleiten.

3. Radialobjektivanordnung (100; 200) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtsammelinheit (160) als optischer Kegel oder Zylinder ausgestaltet ist,
- 35 wobei eine Grundfläche des Kegels bzw. des Zylinders die Beobachtungsfläche (110) ausbildet.

4. Radialobjektivanordnung (100; 200) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zentrale Lichtumlenkeinheit (120) und die Lichtsammelereinheit (160) eine gemeinsame optische Achse aufweisen, welche entlang einer z-Achse (102) der Radialobjektivanordnung (100; 200) verläuft und einen jeweiligen Mittelpunkt der Anzahl von optischen Ringen (122, 124, 126) umfasst.
5
5. Radialobjektivanordnung (100; 200) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äußere Manteloberfläche (122-1; 124-1; 126-1) wenigstens eines der Anzahl der optischen Ringe (122, 124, 126) zum Erfassen des aus dem Erfassungsbereich kommenden Lichts (10) relativ zur z-Achse (102) angeschragt ist.
10
6. Radialobjektivanordnung (100; 200) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die angeschragte äußere Manteloberfläche (122-1; 124-1; 126-1) einen konkaven Umfangsverlauf aufweist.
15
7. Radialobjektivanordnung (100; 200) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens einer der Anzahl der optischen Ringe (122, 124, 126) zum Weiterleiten des Lichts (10, 12) eine relativ zur z-Achse (102) angeschragte innere Manteloberfläche (122-2; 124-2; 126-2) umfasst, welche zur z-Achse (102) weist.
20
8. Radialobjektivanordnung (100; 200) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtsammelereinheit (160) einen konvexen Umfangsverlauf aufweist.
25
9. Radialobjektivanordnung (100; 200) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens einer der optischen Ringe (122, 124, 126) eine im Wesentlichen trapezförmige Querschnittsfläche aufweist.
30
10. Radialobjektivanordnung (100; 200) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl von optischen Ringen (122, 124, 126) in dem monolithischen Materialstück schichtartig aufeinander angeordnet ausgebildet sind.
35
11. Radialobjektivanordnung (100; 200) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das monolithische Materialstück, in welchem die zentrale Lichtumlenkeinheit mit der Anzahl der optischen Ringe und die

Lichtsammleinheit ausgebildet sind, einen transparenten optischen Werkstoffumfasst.

- 5 12. Optischer Sensor zum Überwachen eines Erfassungsbereichs, **dadurch gekennzeichnet, dass** der optische Sensor eine Radialobjektivanordnung (100; 200) nach einem der vorstehenden Ansprüche aufweist.

* * * * *

FIG 1A

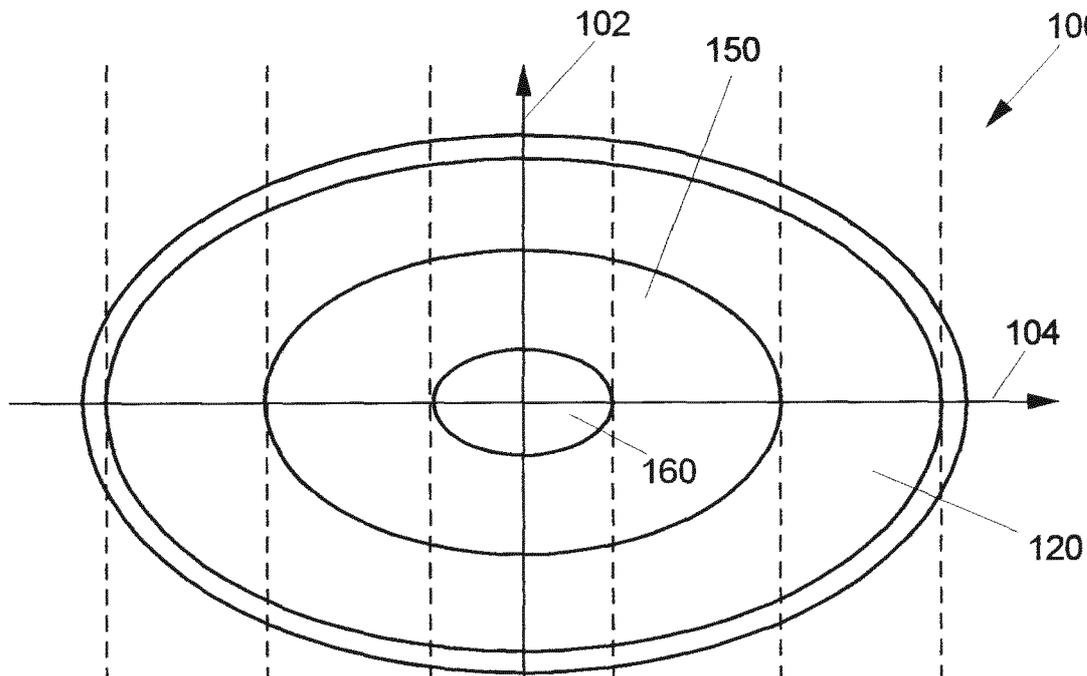
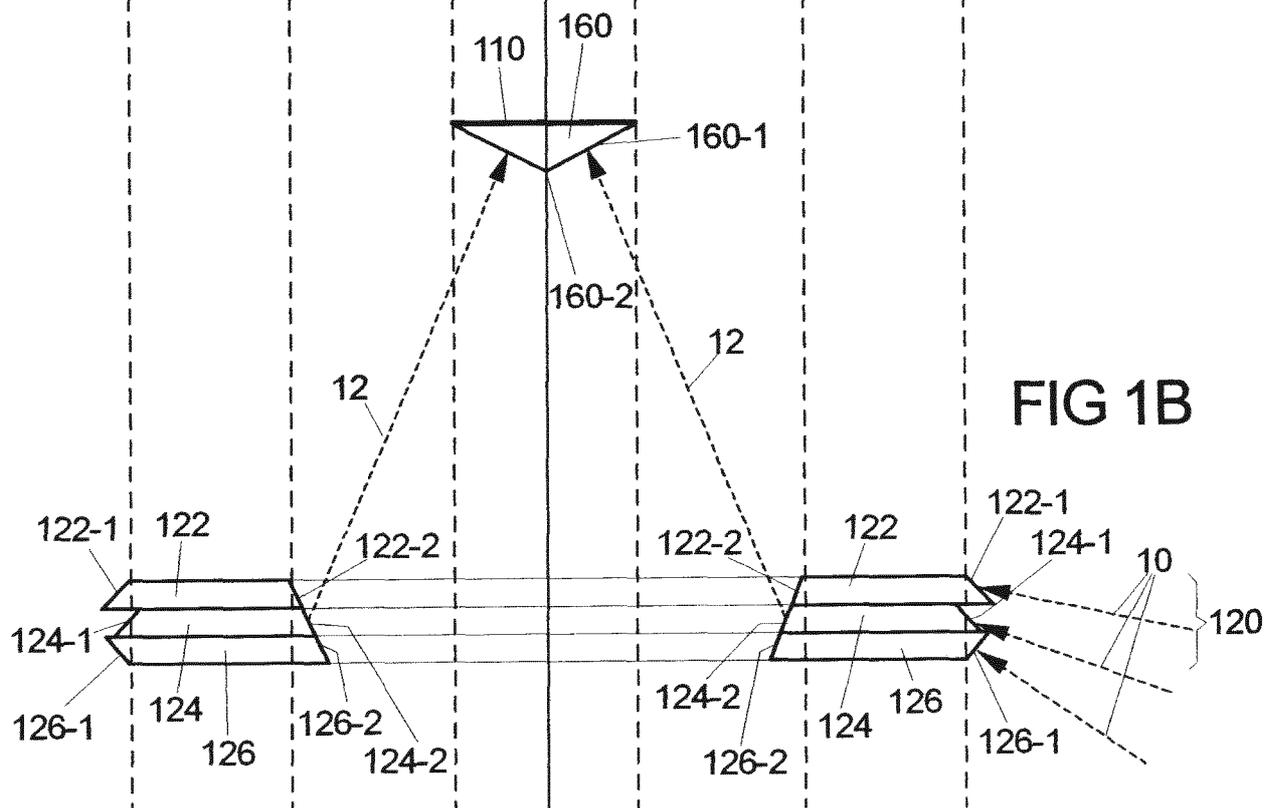


FIG 1B



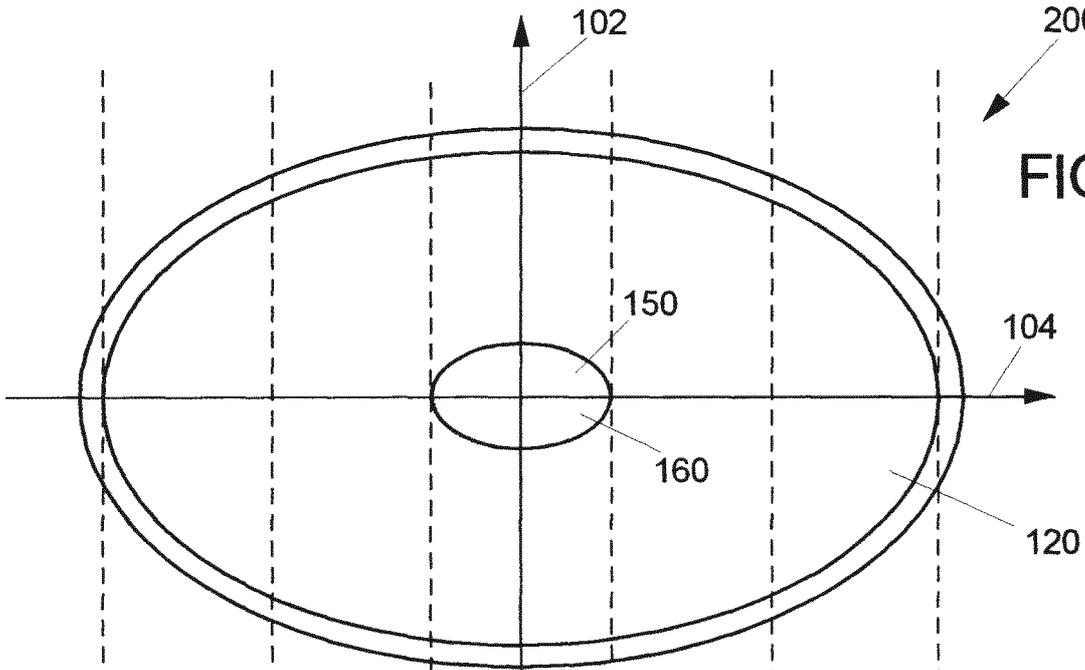


FIG 2A

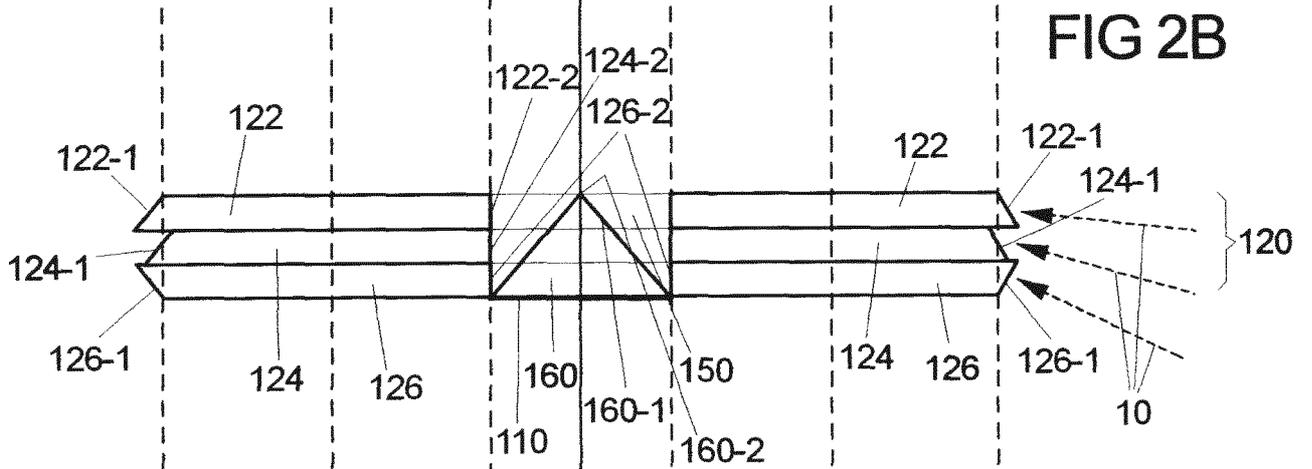


FIG 2B

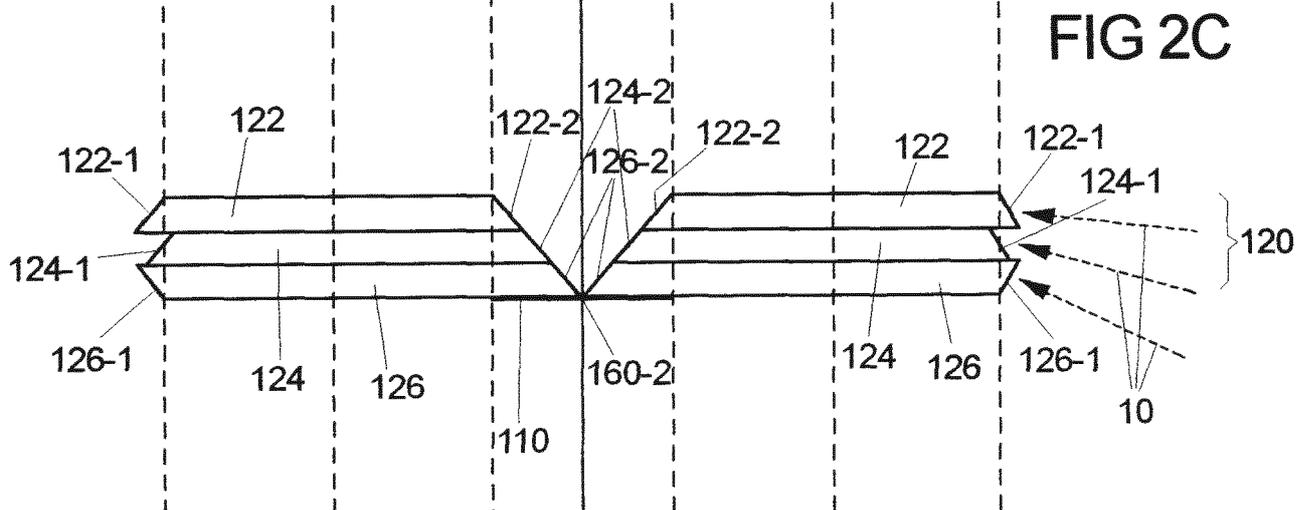


FIG 2C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/053364

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G02B13/06 G02B5/00 G02B27/12 G02B19/00 G03B37/00 G08B13/196 ADD. According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B G03B G08B Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 575 196 A (CLEGG JOHN E [US]) 11 March 1986 (1986-03-11) figures 1,2 -----	1
X	EP 2 354 806 A1 (SICK AG [DE]) 10 August 2011 (2011-08-10) figures 1,2	1,12
Y	-----	1-12
X	US 5 017 783 A (MOUSAVI ALI R [US]) 21 May 1991 (1991-05-21) figures 1,2,4 -----	1,12
Y	-----	1-12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
15 May 2014		26/05/2014
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Rödig, Christoph

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2014/053364

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4575196	A	11-03-1986	NONE	
EP 2354806	A1	10-08-2011	AT 557293 T	15-05-2012
			EP 2354806 A1	10-08-2011
US 5017783	A	21-05-1991	AU 6910691 A	31-05-1991
			EP 0450063 A1	09-10-1991
			US 5017783 A	21-05-1991
			WO 9106837 A1	16-05-1991

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/053364

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G02B13/06 G02B5/00 G02B27/12 G02B19/00 G03B37/00
 G08B13/196

ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G02B G03B G08B

Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 575 196 A (CLEGG JOHN E [US]) 11. März 1986 (1986-03-11) Abbildungen 1,2 -----	1
X	EP 2 354 806 A1 (SICK AG [DE]) 10. August 2011 (2011-08-10) Abbildungen 1,2	1,12
Y	-----	1-12
X	US 5 017 783 A (MOUSAVI ALI R [US]) 21. Mai 1991 (1991-05-21) Abbildungen 1,2,4 -----	1,12
Y	-----	1-12

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. Mai 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/05/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Rödig, Christoph

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/053364

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4575196	A	11-03-1986 KEINE	

EP 2354806	A1	10-08-2011 AT 557293 T EP 2354806 A1	15-05-2012 10-08-2011

US 5017783	A	21-05-1991 AU 6910691 A EP 0450063 A1 US 5017783 A WO 9106837 A1	31-05-1991 09-10-1991 21-05-1991 16-05-1991
