

(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
19. November 2020 (19.11.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/229189 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 7/481 (2006.01) F16P 3/14 (2006.01)
G01S 17/89 (2020.01) H01S 5/42 (2006.01)

(72) Erfinder: **MACHER, Heinz**, Lochstrasse 12, 8200 Schaffhausen (CH). **HUNZIKER, Urs**; Seestrasse 996, 8706 Meilen (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/061962

(74) Anwalt: **SCHINDELMANN, Peter**; Dilg, Haeusler, Schindelmann Patentanwalts-gesellschaft mbH, Leonrodstr. 58, 80636 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. April 2020 (29.04.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

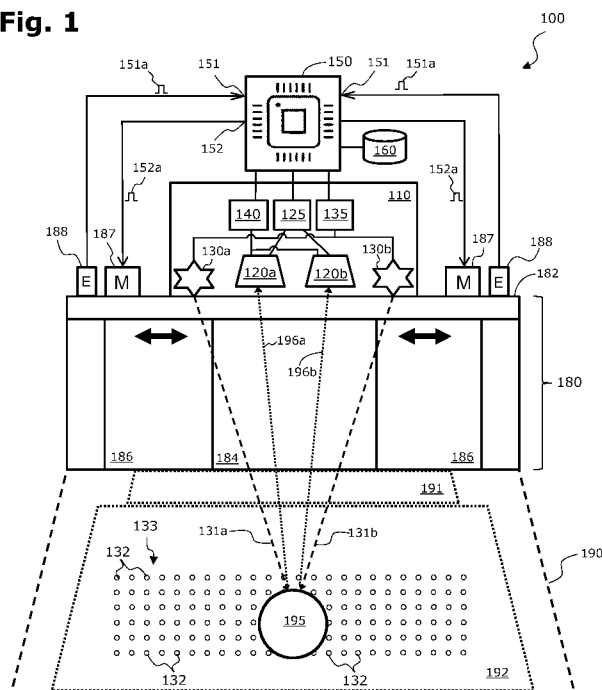
(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 112 340.2
10. Mai 2019 (10.05.2019) DE

(71) Anmelder: **BIRCHER REGLOMAT AG** [CH/CH]; Wiesengasse 20, 8222 Beringen (CH).

(54) Title: TOF SENSOR SYSTEM WITH A LIGHTING DEVICE COMPRISING AN ARRAY OF INDIVIDUAL LIGHT SOURCES

(54) Bezeichnung: TOF SENSORSYSTEM MIT EINER BELEUCHTUNGSEINRICHTUNG MIT EINEM ARRAY VON EINZELLICHTQUELLEN

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a sensor system (100) and to a method for three-dimensionally capturing a scene (190). The sensor system (100) has: (a) a lighting device (130a, 130b) for lighting the scene (190) with illuminating light (131a, 131b; 331); (b) a measuring device (110) (b1) for receiving measurement light (196a, 196b), which is illuminating light (331a, 131b; 331) at least partially backscattered by at least one object (195) contained in the scene (190), and (b2) for measuring distances between the sensor system (100) and the at least one object (195) on the basis of the time of flight of the illuminating light (131a, 131b; 331) and of the measurement light (196a, 196b); and (c) a data-processing device (150) connected downstream of the measuring device (110) for ascertaining a three-dimensional characteristic of the scene (190) on the basis of the measured distances. The lighting device (130a, 130b) has an array of individual light sources (334a) which generate a spatial pattern (133) of illuminating points (132) in the scene (190). The invention additionally relates to the use of such a sensor system (100) to control a coverage characteristic of an opening (184), through which an object (195) can pass, by at least one closing body (186).

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird ein Sensorsystem (100) und ein Verfahren zum dreidimensionalen Erfassen einer Szene (190). Das Sensorsystem (100) weist auf (a) eine Beleuchtungseinrichtung (130a, 130b) zum Beleuchten der Szene (190) mit Beleuchtungslicht (131a, 131b; 331); (b) eine Messeinrichtung (110) (b1) zum Empfangen von Messlicht (196a, 196b), welches zumindest teilweise von zumindest einem in der Szene (190) enthaltenen Objekt (195) zurückgestreutes Beleuchtungslicht (131a, 131b; 331) ist, und (b2) zum Messen von



WO 2020/229189 A1

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, 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)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Distanzen zwischen dem Sensorsystem (100) und dem zumindest einen Objekt (195) basierend auf einer Lichtlaufzeit des Beleuchtungslichts (131a, 131b; 331) und des Messlichts (196a, 196b); und (c) eine der Messeinrichtung (110) nachgeschaltete Datenverarbeitungseinrichtung (150) zum Ermitteln einer dreidimensionalen Charakteristik der Szene (190) basierend auf den gemessenen Distanzen. Die Beleuchtungseinrichtung (130a, 130b) weist ein Array von Einzellichtquellen (334a) auf, welches in der Szene (190) ein räumliches Raster (133) von Beleuchtungspunkten (132) erzeugt. Ferner wird beschrieben eine Verwendung eines solchen Sensorsystems (100) für ein Steuern einer Bedeckungscharakteristik einer von einem Objekt (195) zu passierenden Öffnung (184) durch zumindest einen Verschleißkörper (186).

5 TOF Sensorsystem mit einer Beleuchtungseinrichtung mit
einem Array von Einzellichtquellen

10

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Sensorsystem sowie ein Verfahren zum
dreidimensionalen Erfassen einer Szene basierend auf Laufzeitmessungen. Ferner
15 betrifft die vorliegende Erfindung eine Verwendung eines solchen Sensorsystems.

Hintergrund der Erfindung

20 Zum Öffnen und/oder Verschließen von Öffnungen oder Passagen werden häufig
mittels Aktuatoren betriebene Verschließkörper verwendet, welche für
Bedienpersonen die Handhabung des betreffenden Verschließkörpers erleichtern
oder ohne jede Bedienaktion automatisch betrieben werden, wenn beispielsweise
ein die Öffnung zu passierendes Objekt in den Bereich der Öffnung gelangt. Eine
25 solche Öffnung kann beispielsweise ein Durchgang in einem Gebäude sein. Ein
Verschließkörper kann beispielsweise eine Tür sein.

Um eine hohe Betriebssicherheit von automatisch zu öffnenden und zu
schließenden Verschließkörpern zu erreichen, ist es bekannt, den Bereich vor
30 oder innerhalb einer mit einem Verschließkörper bedeckbaren Öffnung mittels
eines optischen Sensorsystems zu erfassen. Damit kann zum einen sichergestellt
werden, dass beim Verschießen der Öffnung nicht versehentlich ein Objekt,
beispielsweise eine Person, von dem Verschließkörper eingeklemmt wird.
Außerdem kann bei manchen Applikationen ein solches Sensorsystem ein

- 2 -

automatisches Öffnen und/oder Schießen des Verschließkörpers bzw. der Öffnung veranlassen.

Aus EP 2 453 252 B1 ist für den Anwendungsbereich der Überwachung von
5 automatisch zu öffnenden Türen ein 3D-Sensorsystem bekannt, welches auf dem
Prinzip der Laufzeitmessung von Lichtstrahlen beruht, die von Beleuchtungs-
quellen ausgesandt und nach einer zumindest teilweisen Reflexion bzw. 180°
Rückstreuung von einem Lichtempfänger detektiert werden. Solche
Sensorsysteme werden allgemein als "Time-of-Flight" (TOF) Sensorsysteme
10 bezeichnet. TOF Sensorsysteme haben jedoch den Nachteil, dass mit
zunehmendem Abstand d des zu erfassenden Objekts die Intensität des von
einem Lichtempfänger des TOF Sensors zu erfassenden (zurückgestreuten)
Messlichts in zweifacher Hinsicht geschwächt ist. Im Falle einer punktförmigen
Beleuchtungslichtquelle ohne eine spezielle Fokussierung skaliert diese
15 Schwächung des von den Beleuchtungsquellen ausgesandten Beleuchtungslichts
mit $1/d^2$, wobei d der Abstand zu der Beleuchtungslichtquelle ist. Gleiches gilt
für das Messlicht, wenn man eine Stelle des Objekts, an welcher das
Beleuchtungslicht isotrop gestreut wird, als Punktlichtquelle auffasst. Im Ergebnis
führt dies in diesem Fall zu einer $1/d^4$ Skalierung der Intensität des
20 empfangenen Messlichts. Bei einer auf irgendeine Art und Weise realisierten
Strahlformung, beispielsweise einer Fokussierung des Beleuchtungslichts
und/oder des Messlichts in Richtung des Lichtempfängers, ist die
Intensitätsschwächung entsprechend geringer, trägt jedoch trotzdem zu einem
signifikanten Verlust an Lichtleistung bei. Dies wiederum führt zu einer
25 entsprechend schlechten Energieeffizienz eines TOF Sensorsystems.

Aus WO 2018/064745 A1 ist ein System zum automatischen Überwachen einer
Öffnung bekannt, welche von zwei Schiebetüren verschlossen werden kann. Auch
hier werden 3D Kameras verwendet, welche auf dem TOF Prinzip basieren. Ein zu
30 erfassender räumlicher Bereich um einen Bewegungsbereich der Schiebetüren
herum wird in zwei Unterbereiche aufgeteilt, die separat voneinander

- 3 -

ausgewertet werden. In einem ersten Unterbereich wird auf Sicherheit geachtet, um zu verhindern, dass ein Objekt von den Schiebetüren eingeklemmt wird. In dem zweiten Unterbereich erfolgt eine Bildauswertung in Hinblick auf einen anderen Zweck, beispielsweise für eine Aktivierung der Schiebetüren oder für ein
5 Zählen von Objekten, welche diesen zweiten Unterbereich passieren.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, insbesondere auf dem Gebiet der automatischen Überwachung von Öffnungen, die mittels zumindest eines Verschießkörpers verschließbar sind, eine aus energetischer Sicht
10 effiziente und trotzdem zuverlässige dreidimensionale Erfassung einer Szene zu ermöglichen.

Zusammenfassung der Erfindung

15

Diese Aufgabe wird gelöst durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

20

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird beschrieben ein Sensorsystem zum dreidimensionalen Erfassen einer Szene. Das beschriebene Sensorsystem weist auf (a) eine Beleuchtungseinrichtung zum Beleuchten der Szene mit Beleuchtungslicht; (b) eine Messeinrichtung (b1) zum Empfangen von Messlicht, welches zumindest teilweise von zumindest einem in der Szene enthaltenen
25 Objekt zurückgestreutes Beleuchtungslicht ist, und (b2) zum Messen von Distanzen zwischen dem Sensorsystem und dem zumindest einen Objekt basierend auf einer Lichtlaufzeit des Beleuchtungslichts und des Messlichts; und
30 (c) eine der Messeinrichtung nachgeschaltete Datenverarbeitungseinrichtung zum Ermitteln einer dreidimensionalen Charakteristik der Szene basierend auf den gemessenen Distanzen. Erfindungsgemäß weist die Beleuchtungseinrichtung

- 4 -

ein Array von Einzellichtquellen auf, welches in der Szene ein räumliches Raster von Beleuchtungspunkten erzeugt.

Dem beschriebenen Sensorsystem liegt die Erkenntnis zugrunde, dass durch eine
5 punktuelle Ausleuchtung der Szene die Lichtintensität an den erzeugten
Beleuchtungspunkten lokal besonders groß sein kann, ohne insgesamt eine über
die gesamte Szene hinweg starke Beleuchtungsintensität bereitstellen zu
müssen. Dadurch ist im Vergleich zu einer durchgehend flächigen hellen
Ausleuchtung beim Betrieb des Sensorsystems der Energiebedarf der
10 Beleuchtungseinrichtung deutlich reduziert.

Die Beleuchtungspunkte, welche real natürlich erst dann entstehen, wenn die
Lichtstrahlen der Einzellichtquellen auf ein Objekt oder eine sonstige reale
Struktur in der Szene treffen, liegen zumindest in Bezug auf die Winkel der von
15 der Beleuchtungseinrichtung ausgesandten einzelnen Lichtstrahlen der
Einzellichtquellen auf einem vordefinierten räumlichen Raster. Dieser
Winkelbezug bedeutet, dass die Lichtstrahlen der Einzellichtquellen derart in der
Szene projiziert werden, dass die Beleuchtungspunkte in einer virtuellen Ebene
der Szene, welche Ebene senkrecht zu einer zentralen optischen Mittelachse der
20 Beleuchtungseinrichtung orientiert ist, eine regelmäßiges räumliches Raster von
Beleuchtungspunkten bilden. Dieses regelmäßige räumliche Raster wird durch
schräge Projektionsflächen und insbesondere auf dreidimensionalen Objekten,
die sich in der Szene befinden, verzerrt. Bei sich bewegenden Objekten
verändert sich diese Verzerrung mit der Zeit. Dies ändert aber nichts daran, dass
25 die hohe lokale Beleuchtungsintensität zu einem punktuell starken
Rückstreuverhalten an der Oberfläche von in der Szene enthaltenen Objekt führt,
so dass die Messeinrichtung von jedem der Beleuchtungspunkte einen
vergleichsweise intensiven Lichtstrahl von Messlicht empfängt.

30 Selbstverständlich hängt die räumliche Auflösung des beschriebenen
Sensorsystems von der Dichte bzw. dem mittleren Abstand zwischen den

- 5 -

einzelnen Beleuchtungspunkten ab. Da es in den meisten Anwendungsfällen jedoch nicht erforderlich ist, die Szene mit einer extrem hohen räumlichen Auflösung zu erfassen, kann durch die erfindungsgemäße Verwendung des Arrays von Einzellichtquellen der Energieverbrauch des Sensorsystems erheblich
5 reduziert und gleichzeitig gewährleistet werden, dass in der Szene befindliche Objekte zuverlässig erkannt werden.

Anschaulich ausgedrückt wird mit dem erfindungsgemäßen Sensorsystem für einen bestimmten und typischerweise sehr kleinen zu überwachenden
10 Raumwinkelbereich jeweils ein rückgestreuter Messlichtstrahl erzeugt, der eine vergleichsweise hohe Lichtintensität aufweist. Dies gilt auch dann, wenn zumindest eine optische Komponente verwendet wird, welche die Gesamtheit von den von der Mehrzahl der Einzellichtquellen ausgesandten Lichtstrahlen von
15 Beleuchtungslicht und/oder die Gesamtheit des von der Messeinrichtung erfassten Rückstreulichts von der Mehrzahl von Beleuchtungspunkten aufweitet. Auf alle Fälle kann für jeden Auflösungspixel der Messeinrichtung eine im Vergleich zu einer großflächigen Ausleuchtung hohe Anzahl an Messlicht-
Photonen akkumuliert werden.

20 In der Praxis sind Oberflächen von zu erfassenden Objekten optisch meist von einer heterogenen Struktur und haben ein lokal unterschiedliches Rückstreuverhalten. Dies bedeutet, dass die Objekte eine Kombination von mehr und weniger stark reflektierenden Teilbereichen darstellen. Durch die Verwendung von einem Array von Einzellichtquellen als Beleuchtungseinrichtung
25 kann auf vorteilhafte und einfache Weise eine große Anzahl von hochkonzentrierten einzelnen Beleuchtungspunkten bzw. kleinen Beleuchtungsflächen im jeweiligen Raumsegment erzeugt werden. Dadurch steigt die Wahrscheinlichkeit, dass zumindest einer der einzelnen Lichtstrahlen des Beleuchtungslichts auf einen hochreflektierenden Teilbereich eines Objekts trifft
30 und durch besonders stark reflektiert bzw. gestreut wird. Dadurch wird für die Messeinrichtung ein Auflösungspixel des Sensorsystems generiert, der aufgrund

- 6 -

der hohen Intensität von empfangenem Messlicht ein Signal mit einem hohen Signal zu Rausch Verhältnis erzeugt.

5 Unter dem Begriff "Szene" kann insbesondere derjenige räumliche Bereich verstanden werden, welcher von dem Sensorsystem mittels Methoden der Bildverarbeitung ausgewertet wird, wobei eine Erfassung der Szene in einem gewissen räumlichen Bereich erfolgt. In der Szene befindliche Objekte werden durch eine geeignete Bildauswertung erkannt. Dazu kann von der Datenverarbeitungseinrichtung auf bekannte Methoden zur Bildauswertung und/oder Bildanalyse zurückgegriffen werden. Die Datenverarbeitungseinrichtung kann demzufolge ein spezieller Bildverarbeitungsprozessor sein und/oder einen solchen aufweisen, wobei der Bildverarbeitungsprozessor konfiguriert ist, bekannte Verfahren zur Bildauswertung und/oder Bildverarbeitung anzuwenden bzw. durchzuführen.

15 Unter dem Begriff "Beleuchtungslicht" sind in diesem Dokument diejenigen elektromagnetischen Wellen zu verstehen, welche von den Einzellichtquellen der Beleuchtungseinrichtung ausgesandt werden und auf das betreffende zumindest eine Objekt der Szene treffen. Das "Messlicht" sind die von bzw. an dem Objekt zurückgestreuten elektromagnetischen Wellen, welche von der Messeinrichtung bzw. einem Lichtempfänger der Messeinrichtung empfangen und für die dreidimensionale Auswertung der Szene verwendet werden.

25 Die Begriffe "optisch" und/oder "Licht" können sich auf elektromagnetische Wellen beziehen, die eine bestimmte Wellenlänge bzw. Frequenz oder ein bestimmtes Spektrum von Wellenlängen bzw. Frequenzen haben. Insbesondere können die zum Einsatz kommenden elektromagnetischen Wellen dem für das menschliche Auge sichtbaren Spektralbereich zugeordnet werden. Alternativ oder in Kombination können auch elektromagnetische Wellen verwendet werden, die dem ultravioletten (UV) oder dem infraroten (IR) Spektralbereich zugeordnet sind. Der IR Spektralbereich kann sich bis in den langwelligen IR Bereich mit

30

- 7 -

Wellenlängen zwischen 3,5 µm bis 15 µm erstrecken, welche mittels des Lichtempfängers des Sensors erfasst werden können.

Unter dem Begriff "Objekt" kann jede räumlich körperliche Struktur verstanden werden, welche eine Oberflächenbeschaffenheit aufweist, die zu einer zumindest teilweisen Reflexion bzw. Streuung von Beleuchtungslicht führt und damit durch das resultierende Messlicht für die Messeinrichtung sichtbar ist. Das Objekt kann ein Gegenstand wie beispielsweise ein Kraftfahrzeug oder ein Lebewesen wie beispielweise ein Mensch sein. Das Objekt kann ein in Bezug auf das Sensorsystem statisches oder ruhendes Objekt sein. Ferner kann sich das Objekt auch innerhalb der Szene bewegen, diese verlassen oder in diese eintreten. Durch eine wiederholte Szenenerfassung kann dann (durch einen Vergleich der mit verschiedenen Szenenerfassungen ermittelten verschiedenen Ortspositionen) die Bewegung (nach der Gesetzmäßigkeit $\text{Geschwindigkeit} = \text{Weg} / \text{Zeit}$) des Objekts bestimmt werden. Hierbei können je nach Anwendungsfall der Absolutwert der Geschwindigkeit und/oder der Bewegungsvektor, d.h. zusätzlich die Bewegungsrichtung, ermittelt werden.

Die Datenverarbeitungseinrichtung kann ein beliebiger Prozessor sein, welcher mittels eines Computerprogramms auf geeignete Weise konfiguriert ist, um die erforderlichen Aufgaben auszuführen. Die Datenverarbeitungseinrichtung kann also mittels einer Software sowie mittels einer oder mehrerer spezieller elektronischer Schaltungen, d.h. in Hardware, realisiert werden. Die Datenverarbeitungseinrichtung kann logisch und/oder apparativ mittels eines gemeinsamen Prozessors bzw. Funktionsblocks oder mittels mehrerer Prozessoren bzw. Funktionsblöcke realisiert werden. Auch eine Realisierung in beliebig hybrider Form, d.h. mittels Software-Komponenten und Hardware-Komponenten, ist möglich.

Unter dem Begriff "Array" ist in diesem Dokument jede beliebige regelmäßige räumliche Anordnung der Einzellichtquellen zu verstehen. Dabei bezieht sich der

- 8 -

Ausdruck regelmäßig auf gleichmäßige Abstände zwischen zumindest einigen Einzellichtquellen, die zueinander benachbart sind. Ein Array ist insbesondere ein zweidimensionales Array, bei dem die Einzellichtquellen innerhalb einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind.

5

Unter dem Begriff "Beleuchtungspunkt" ist in diesem Dokument insbesondere ein Beleuchtungsfleck zu verstehen, der im Vergleich zu der Beabstandung zu einem benachbarten Beleuchtungspunkt eine (deutlich) kleinere räumliche Ausdehnung bzw. Dimension hat. Der Ausdruck "Beleuchtungspunkt" ist also nicht im

10 mathematischen Sinne zu verstehen. Die Größe bzw. genauer die Fläche, bei Kreisen der Durchmesser, eines Beleuchtungspunktes hängt insbesondere von der Divergenz des betreffenden Lichtstrahls ab, der den Beleuchtungspunkt erzeugt.

15

Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Einzellichtquellen auf einem Chip realisiert. Dies hat den Vorteil, dass die Mehrzahl von Einzellichtquellen mittels eines einzigen (Halbleiter) Produktionsprozesses hergestellt werden können. Dadurch können auf effiziente Weise viele Hunderte oder sogar Tausende von Einzellichtquellen erzeugt werden, so dass die Szene

20 mit einer entsprechend hohen Anzahl an Beleuchtungspunkten beleuchtet wird. Eine hohe Anzahl an Beleuchtungspunkten bedeutet, dass, bei einer bestimmten Größe der zu erfassenden Szene, der mittlere Abstand zwischen benachbarten Beleuchtungspunkten entsprechend klein und die räumliche Auflösung des beschriebenen Sensorsystems entsprechend groß ist.

25

Ferner können durch eine Zusammenfassung der (Herstellung von) Einzellichtquellen auf einem Chip Helligkeitsunterschiede zwischen verschiedenen Einzellichtquellen, die von (unerwünschten) Toleranzen bei einer separaten Produktion der Einzellichtquellen verursacht werden, stark reduziert oder sogar

30 eliminiert werden. Dadurch kann in vielen Anwendungsfällen auf eine individuelle Ansteuerung der Einzellichtquellen zur Erstellung einer uniformen Beleuchtung

- 9 -

der Szene verzichtet werden. Damit kann das beschriebene Sensorsystem auf kostengünstige Weise mit vergleichsweise wenigen (elektronischen) Komponenten hergestellt werden. Da jede einzelne (elektronische) Komponente des Sensorsystems stets einen gewissen Energieverbrauch hat, kann durch eine
5 Minimierung der Anzahl der Komponenten der insgesamt Energieverbrauch des Sensorsystems minimiert werden.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Einzellichtquellen im Wesentlichen in einer Hauptebene angeordnet, welche durch
10 eine x-Richtung und eine dazu senkrechte y-Richtung definiert ist. Ferner haben zumindest einige der Einzellichtquellen entlang einer z-Richtung, welche senkrecht zu der x-Richtung und der z-Richtung ist, zu der Hauptebene einen Abstand von weniger als 1 Millimeter, insbesondere weniger als 50 Mikrometer und weiter insbesondere weniger als 2 Mikrometer.

15 Durch eine solche nur sehr geringfügige Streuung bzw. Variation der Positionen der Einzellichtquellen entlang der z-Richtung, welche senkrecht zu der durch die x- und die y- Richtung aufgespannte Hauptebene verläuft, kann auf einfache und präzise Weise eine optische Abbildung von den Lichtstrahlen realisiert werden,
20 welche von allen oder zumindest von den meisten der Einzellichtquellen ausgesandt werden. Insbesondere kann für eine solche optische Abbildung ein parallel zu der Hauptebene orientiertes (zweidimensionales) Linsenarray verwendet werden, welche eine Vielzahl von Mikrolinsen und/oder Fresnel-Linsen aufweist.

25 Die beschriebene zumindest entlang der z-Richtung hochpräzise räumliche Anordnung der Einzellichtquellen kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass die Einzellichtquellen mittels Halbleitertechnik gemeinsam auf einem Halbleiterchip angeordnet werden, so wie vorstehend beschrieben. Alternativ
30 können die Einzellichtquellen auch als diskrete Bauelemente mittels eines hochpräzisen Montageverfahrens an einer Leiterplatte angeordnet werden. Dies

kann ein herkömmliches SMD-Bestückverfahren typischerweise nicht leisten. Allerdings können geeignete Licht emittierende Chips als Einzellichtquellen im Rahmen einer hochpräzisen Leiterplattenfertigung in eine Leiterplatte eingebettet werden.

5

Es wird darauf hingewiesen, dass es nicht erforderlich ist, dass alle der Einzellichtquellen des beschriebenen Arrays die vorstehende Bedingung einer extrem geringen Positionstoleranz entlang der z-Richtung erfüllen müssen. In vielen Fällen ist es ausreichend, wenn zumindest einige, bevorzugt mehr als 10 50%, weiter bevorzugt mehr als 80% und noch weiter bevorzugt mehr als 95% der Einzellichtquellen diese Bedingung erfüllen.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Einzellichtquellen des Arrays innerhalb eine Fläche von kleiner als 10 cm^2 , 15 insbesondere kleiner als 2 cm^2 , weiter insbesondere kleiner $0,8 \text{ cm}^2$ angeordnet. In bestimmten Ausführungsbeispielen ist diese Fläche sogar kleiner als $4 \mu\text{m}^2$ (= 4 Mikrometer x Mikrometer).

Die beschriebene kompakte räumliche Anordnung der Einzellichtquellen hat den 20 Vorteil, dass die Lichtstrahlen, die von allen Einzellichtquellen ausgesendet werden, auch mit vergleichsweise einfachen und damit billigen optischen Komponenten optisch präzise geformt und insbesondere gut fokussiert werden können. Dadurch können vergleichsweise scharfe Beleuchtungspunkte erzeugt werden, so dass die Konzentration der Beleuchtungsenergie, die von dem 25 gesamten Array von Einzellichtquellen bereitgestellt wird, auf die Beleuchtungspunkte besonders hoch ist.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Einzellichtquellen in dem Array derart angeordnet sind, dass deren 30 zweidimensionale Packungsdichte höher ist als bei einer schachbrettartigen Anordnung der Einzellichtquellen. Dies bedeutet, dass die Dichte der

Einzellichtquellen, so wie sie innerhalb der vorstehend beschriebenen Hauptebene angeordnet sind, besondere hoch ist. Auch dies trägt zu einer besonders guten optischen Fokussierbarkeit des von den verschiedenen Einzellichtquellen ausgesandten Beleuchtungslichts bei.

5

In diesem Zusammenhang ist unter dem Begriff "schachbrettartige Anordnung" zu verstehen, dass sich die Positionen der Einzellichtquellen auf einem quadratischen Raster befinden. Dies bedeutet, dass es sowohl Reihen von Einzellichtquellen entlang einer x-Richtung als auch Reihen von Einzellichtquellen entlang einer dazu senkrechten y-Richtung gibt. Bei der schachbrettartigen Anordnung weisen zwei einander benachbarte Reihen in x-Richtung keinen Versatz entlang der x-Richtung auf. Sie sind nur entlang der y-Richtung voneinander beabstandet. Gleiches gilt für benachbarte Reihen in y-Richtung, die keinen Versatz entlang der y-Richtung aufweisen sondern nur entlang der x-Richtung voneinander beabstandet sind.

10
15

Die hier beschriebene Erhöhung der zweidimensionalen Packungsdichte kann dadurch realisiert werden, dass beispielsweise in Bezug auf zwei Reihen entlang der x-Richtung ein bestimmter Versatz entlang der x-Richtung vorgesehen ist, so dass diese "x-Reihen" entlang der y-Richtung näher aneinanderrücken können. Dieses "Näher Aneinanderrücken" ist deshalb möglich, weil die Einzellichtquellen (in einer Draufsicht) typischerweise eine nicht rein quadratische Form haben. Die Form kann beispielsweise zumindest annähernd kreisförmig sein. Die beiden "x-Reihen" können in der Regel dann zueinander einen minimalen Abstand entlang der y-Richtung haben, wenn der Versatz genau die Hälfte des "x-Abstandes" zwischen zwei einander benachbarten Einzellichtquellen der betreffenden "x-Reihe" beträgt. Gleiches gilt selbstverständlich auch für die "y-Reihen" entlang der y-Richtung.

20
25

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung weist das Sensorsystem ferner auf eine Beleuchtungslicht-Steuereinrichtung welche

30

informationstechnisch mit der Beleuchtungseinrichtung gekoppelt ist und welche konfiguriert ist, einzelne Beleuchtungslichtquellen oder einzelne Gruppen von Beleuchtungslichtquellen des Arrays von Einzellichtquellen individuell anzusteuern. Dies hat den Vorteil, dass eine dynamische und/oder
5 situationsadaptive Anpassung der Szenenbeleuchtung durchgeführt werden kann.

Bevorzugt ist jede Einzellichtquelle, ggf. zusammen mit einer oder mehreren anderen Einzellichtquellen, einem bestimmten Raumwinkelbereich der Szene zugeordnet. Dann können beispielsweise gezielt einzelne Teilbereiche der Szene
10 unterschiedlich hell beleuchtet werden. So kann beispielsweise bei einem Einsatz des beschriebenen Sensorsystems für ein Steuern einer Bedeckungscharakteristik einer von einem Objekt zu passierenden Öffnung durch zumindest einen Verschießkörper ein sicherheitsrelevanter Teilbereich heller erleuchtet werden als ein Teilbereich, welcher lediglich für eine Aktivierung (einer
15 Bewegung) des Verschießkörpers relevant ist. Der sicherheitsrelevante Teilbereich kann derjenige Bereich in der Szene sein, welcher der unmittelbaren Bewegung des Verschießkörpers zugeordnet ist, so dass Objekte, die sich in diesem Teilbereich befinden, potentiell mit dem sich bewegenden Verschießkörper kollidieren und ggf. eingeklemmt werden können.

20 In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass für die beiden Aufgaben "Sicherheit" in dem sicherheitsrelevanten Teilbereich und die Aufgabe "Aktivierung" in einem von dem Verschießkörper etwas weiter entfernten Teilbereich bei herkömmlichen Systemen typischerweise zwei unterschiedliche
25 Arten von Sensoren eingesetzt werden. Für die Aufgabe "Aktivierung" werden beispielsweise Radarsensoren, 3D Sensoren oder Wärmebildkameras eingesetzt. Für die Aufgabe "Sicherheit" werden beispielsweise Kontaktleisteten oder Lichtschranken eingesetzt. Im Gegensatz dazu wird bei der hier beschriebenen Lösung ein einziger Typ von 3D Sensor verwendet, um beide Teilbereiche zu
30 erfassen. Dies bedeutet, dass die Aufgaben "Sicherheit" und "Aktivierung" nicht von zwei unterschiedlichen Sensortypen erfüllt werden. Dies stellt einen weiteren

Vorteil in Bezug auf einen möglichst geringen Energieverbrauch dar.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Beleuchtungslicht-Steuerleinrichtung informationstechnisch gekoppelt mit der Datenverarbeitungseinrichtung. Ferner ist die Datenverarbeitungseinrichtung programmtechnisch eingerichtet, bei einem Erkennen zumindest eines Teiles eines Objektes die Beleuchtungslicht-Steuerleinrichtung zu veranlassen, von einem ersten Beleuchtung-Betriebsmodus in den zweiten Beleuchtung-Betriebsmodus umzuschalten.

10

In dem zweiten Beleuchtung-Betriebsmodus kann zumindest ein Teilbereich der Szene heller ausgeleuchtet sein als in dem ersten Beleuchtung-Betriebsmodus. Dies bedeutet, dass der Energiebedarf der Beleuchtungseinrichtung und damit des gesamten Sensorsystems in dem ersten Beleuchtung-Betriebsmodus geringer ist als in dem zweiten Beleuchtung-Betriebsmodus. Der erste Beleuchtung-Betriebsmodus kann beispielsweise in einem Ruhezustand oder in einem Stand-By Betriebszustand des Sensorsystems aktiviert sein, in dem die Szene lediglich mit einer sehr geringen Genauigkeit überwacht wird und in dem demzufolge lediglich eine vergleichsweise schwache bzw. wenig intensive Beleuchtung zumindest eines Teilbereiches der Szene erforderlich ist.

15

20

Bei diesem Ausführungsbeispiel kann auf vorteilhafte Weise nach einer zumindest teilweisen Objekterkennung eine verbesserte Beleuchtungssituation hergestellt werden, so dass mit einer nachfolgenden Erfassung das betreffende Objekt genauer und/oder vollständiger erkannt werden kann.

25

Selbstverständlich kann auch zumindest ein dritter Beleuchtung-Betriebsmodus vorgesehen sein, so dass für verschiedene Charakteristiken der Szene jeweils situationsadaptiv eine möglichst optimale Szenenbeleuchtung realisiert werden kann. Für die Einstellung solch einer optimalen Szenenbeleuchtung kann eine Gewichtung zwischen energetischen Aspekten (eine helle Beleuchtung erfordert

30

- 14 -

mehr elektrische Energie) und dem Bedürfnis einer möglichst hellen Beleuchtung zum Zwecke einer zuverlässigen Objekterkennung erfolgen.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist dem ersten
5 Beleuchtung-Betriebsmodus eine Ausleuchtung eines ersten Teilbereiches des Szene zugeordnet ist und dem zweiten Beleuchtung-Betriebsmodus ist eine Ausleuchtung eines zweiten Teilbereiches des Szene zugeordnet.

Den beiden Teilbereiche können unterschiedlichen Erkennungsaufgaben
10 zugeordnet sein. Wie bereits vorstehend beschrieben, kann bei der Steuerung eines Verschleißkörpers ein Teilbereich ein sicherheitsrelevanter Teilbereich (Sicherheitsbereich) sein und der andere Teilbereich kann ein sog. Aktivierungsbereich sein, welcher für eine Aktivierung des Verschleißkörpers, insbesondere für eine Bewegung des Verschleißkörpers von einer Schließposition
15 zu einer Öffnungsposition, berücksichtigt wird, wenn in diesem Aktivierungsbereich ein Objekt erkannt wird.

Bevorzugt sind dem ersten Teilbereich eine erste Anzahl der Einzellichtquellen zugeordnet und dem zweiten Teilbereich sind eine zweite Anzahl der
20 Einzellichtquellen zugeordnet. Dies hat insbesondere bei Anwendungen, bei denen ein Teilbereich ein sicherheitsrelevanter Teilbereich der Szene ist, den Vorteil, dass eine klare optische Beleuchtungsgrenze zwischen den beiden Teilbereichen erreicht werden kann. So kann beispielsweise für eine Beleuchtung der Szene außerhalb dieses Sicherheitsbereiches bzw. außerhalb einer
25 Schließkante bzw. einer Verschlusslinie eines Verschleißkörpers Energie eingespart werden, in dem dieser "Außerhalb-Teilbereich" nur sehr schwach oder im Extremfall (zumindest zu bestimmten Zeiten) gar nicht ausgeleuchtet wird.

Je nach spezifischem Anwendungsfall können die Teilbereiche räumlich
30 verschieden bzw. voneinander getrennt sein oder die Teilbereiche können überlappen. Ein Teilbereich kann auch den anderen Teilbereich vollständig

einschließen.

Die Beleuchtung in den unterschiedlichen Teilbereichen bzw. in den unterschiedlichen Beleuchtung-Betriebsmodi kann sich insbesondere durch die
5 Lichtintensität unterscheiden. Alternativ oder in Kombination können den unterschiedlichen Beleuchtung-Betriebsmodi auch andere charakteristische Lichteigenschaften wie beispielsweise unterschiedliche Wellenlängen und/oder unterschiedliche Polarisations-eigenschaften zugeordnet sein. Eine Selektion der Wellenlänge kann durch geeignete wellenlängenabhängige Filter realisiert
10 werden. Eine Selektion der Polarisation kann durch geeignete Polarisatoren bzw. polarisationsempfindliche Filter realisiert werden.

Die beschriebene Aufteilung der Szene in unterschiedliche Teilbereiche kann auch dynamisch, beispielsweise abhängig von einer zwischenzeitlichen "Vorerkennung"
15 eines Objekts oder von dem Betriebszustand einer externen Komponente, beispielsweise eines Verschieb Körpers für eine Öffnung erfolgen. Die dynamische Aufteilung kann dabei so weit gehen, dass in einem der beiden Beleuchtung-Betriebsmodi die Größe eines Teilbereiches Null ist. Dies bedeutet, dass dann keine räumliche Aufteilung in (zumindest) zwei Teilbereiche stattfindet. Eine
20 solche "Schrumpfung auf die Größe Null" kann beispielsweise dann sinnvoll sein, wenn der Verschieb Körper in Ruhe ist, bevorzugt in seiner Schließposition. Dann ist nämlich keine Kollision mit einem Objekt zu besorgen, weil sich der Verschieb Körper nur in Richtung seiner Öffnungsposition bewegen kann. In dem anderen der beiden Betriebsmodi ist bei dem hier beschriebenen Ausführungs-
25 beispiel der gesamte räumliche Bereich in (zumindest) zwei Teilbereiche aufgeteilt.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Einzellichtquellen Laser, insbesondere VCSEL.

30

Durch die Realisierung des Arrays mittels (Halbleiter-)Laserlichtquellen steht als

- 16 -

Beleuchtungsquelle ein Lasersystem zur Verfügung, welches aufgrund der Kohärenz des ausgesandten Laserlichts zu einer Ausbildung von sog. Specklemustern führt. Diese Specklemuster können von einem Lichtdetektor der Messeinrichtung zu einer verbesserten Akkumulation von Photonen und damit zu einer Erhöhung der Sensitivität der TOF-Messung verwendet werden.

Eine solche Ausbildung von Speckles führt auf dem Lichtdetektor zu einem pseudozufälligen Muster von helleren und dunkleren Zonen. Bei der Verwendung von mehreren Arrays von Einzellichtquellen und einer entsprechenden Anzahl von Lichtdetektoren entstehen bei der Überlagerung von mehreren solchen Specklemustern in der Szene erste Orte, an welchen ein erstes Array von Einzellichtquellen dominant beleuchtet und welchen ein erstes Messlicht zugeordnet ist, das auf entsprechenden Stellen eines zweiten Lichtdetektors für eine erhöhte Photonenakkumulation sorgt. Ferner entstehen in der Szene zweite Orte, an welchen ein zweites Array von Einzellichtquellen dominant beleuchtet und welchen ein zweites Messlicht zugeordnet ist, das auf entsprechenden Stellen eines zweiten Lichtdetektors für eine erhöhte Photonenakkumulation sorgt.

Bei einem Einsatz von mehreren Kombinationen von Einzellichtquellen-Array und Lichtdetektor entsteht durch die pseudozufällige örtliche Verteilung dieser Specklemuster eine örtlich pseudozufällige Verteilung der Orte, denen eine erhöhte Photonenakkumulation zugeordnet ist. Dadurch erreicht das beschriebene Sensorsystem an diesen pseudozufällig verteilten Orten eine erhöhte Messgenauigkeit und/oder eine erhöhte Empfindlichkeit mit einem verbesserten Signal zu Rausch Verhältnis. Bevorzugt können für die Beleuchtung der Szene mit unterschiedlichen Einzellichtquellen-Arrays unterschiedliche Lichtfrequenzen verwendet werden. Dann kann bei einer entsprechenden Filterung des spektral unterschiedlichen Messlichts eine eindeutige Zuordnung zwischen Beleuchtungslicht und Messlicht erfolgen. Ein "Übersprechen" zwischen verschiedenen Kombinationen von Einzellichtquellen-Array und zugehörigem

- 17 -

Lichtdetektor kann durch ein solches "Frequenz Multiplex Prinzip" verhindert oder zumindest stark reduziert werden. Alternativ oder in Kombination kann auch eine zeitliche Diskriminierung zwischen einer ersten gepulsten Beleuchtung der Szene durch das erste Einzellichtquellen-Array und einer zweiten gepulsten Beleuchtung
5 der Szene durch das zweite Einzellichtquellen-Array und eine entsprechend zeitlich versetzte Messlicht-Erfassung durch den ersten Lichtdetektor bzw. den zweiten Lichtdetektor erfolgen ("Zeit Multiplex Prinzip"). Eine Zuordnung zwischen Einzellichtquellen-Array und Lichtdetektor kann auch durch eine zeitliche Modulation des (sendeseitigen) Beleuchtungslichts mit einer
10 vorgegebenen Modulationsfrequenz und einer entsprechenden (empfangsseitigen) Signalfilterung der Messsignale des jeweiligen Lichtdetektors erfolgen, wobei bei der (empfangsseitigen) Signalfilterung nur diejenigen Signalanteile ausgewertet werden, welche mit der vorbestimmten Modulationsfrequenz auftreten (sog. Lock-in Prinzip).

15 Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Einzellichtquellen eingerichtet, Beleuchtungslicht im infraroten Spektralbereich zu erzeugen. Dadurch kann bei einem relativ geringen Energieverbrauch Beleuchtungslicht mit einer relativ hohen Lichtintensität erzeugt werden. Dies gilt
20 insbesondere dann, wenn die Einzellichtquellen Halbleiter-Einzellichtquellen wie Halbleiterlaser oder Leuchtdioden sind.

Ein weiterer Vorteil der Verwendung von infrarotem Beleuchtungslicht kann bei vielen Anwendungen darin bestehen, dass dieses von Menschen (und vielen
25 Tieren) nicht wahrgenommen werden kann. Damit werden Menschen auch von einem ggf. gepulsten Beleuchtungslicht nicht gestört.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Sensorsystem gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei
30 die Beleuchtungseinrichtung zumindest ein weiteres Array von Einzellichtquellen aufweist, welches ein weiteres Beleuchtungslicht erzeugt, das in der Szene ein

weiteres räumliches Raster von Beleuchtungspunkten erzeugt. In diesem Fall wird die Szene mit zumindest einem weiteren Beleuchtungslicht beleuchtet, so dass insgesamt eine erhöhte Intensität von Beleuchtungslicht erzeugt werden kann.

5

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist das Array einer Teilregion der Szene zugeordnet und das weitere Array ist einer weiteren Teilregion der Szene zugeordnet. Die beiden Teilregionen sind unterschiedlich und haben einen gewissen räumlichen Überlapp. Dies hat den Vorteil, dass auf einfache Weise ein sog. "Multi Sensor" Sensorsystem realisiert werden kann, wobei in dem Überlappungsbereich aufgrund der Redundanz der Beleuchtung eine besonders zuverlässige Szenenerfassung möglich ist.

Bei manchen Ausführungsbeispielen weist die Messeinrichtung zwei bevorzugt als Halbleiterchip ausgebildete Lichtempfänger auf, wobei ein Lichtempfänger dem Array und ein weiterer Lichtempfänger dem weiteren Array zugeordnet ist. Dabei kann die Zuordnung derart ausgestaltet sein, dass abgesehen von einem eventuellen unerwünschten Übersprechen zwischen (i) einem Messkanal mit dem Array und dem Lichtempfänger und (ii) einem weiteren Messkanal mit dem weiteren Array und dem weiteren Lichtempfänger das Beleuchtungslicht von dem Array nur von dem Lichtempfänger und das (weitere) Beleuchtungslicht von dem weiteren Array nur von dem weiteren Lichtempfänger empfangen wird.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung beleuchtet das Array von Einzellichtquellen die Szene aus einer ersten Richtung und das weitere Array von Einzellichtquellen beleuchtet die Szene aus einer zweiten Richtung. Die zweite Richtung ist unterschiedlich zu der ersten Richtung. Dies hat den Vorteil, dass in der Szene unerwünschte Abschattungseffekte bei der Erfassung von räumlich versetzten Objekten zumindest reduziert werden können. Dadurch kann eine vollständigere Szenenerfassung realisiert werden.

30

Auf besonders vorteilhafte Weise können Abschattungseffekte reduziert werden, wenn die Messeinrichtung einen Lichtdetektor und zumindest einen weiteren Lichtdetektor aufweist, so dass, wie vorstehend beschrieben, jedem Array von Einzellichtquellen genau ein Lichtdetektor zugeordnet ist. Dabei kann die

5 räumliche Anordnung der Lichtdetektoren an die räumliche Anordnung der Arrays von Einzellichtquellen derart angepasst werden, dass Abschattungseffekte auch in Bezug auf das jeweilige Messlicht reduziert werden können. Ferner kann durch eine geeignete Anordnung der Lichtdetektoren in Bezug zu dem jeweiligen Array von Einzellichtquellen erreicht werden, dass die Intensität des durch eine

10 anisotrope Streuung erzeugten Messlichts möglichst hoch ist.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Szene das weitere räumliche Raster von Beleuchtungspunkten räumlich versetzt zu dem räumlichen Raster von Beleuchtungspunkten.

15

Durch einen solchen räumlichen Versatz der von unterschiedlichen Arrays von Einzellichtquellen erzeugten räumlichen Rastern von Beleuchtungspunkten kann die Ortsauflösung des Sensorsystems auf einfache und effiziente Weise verbessert bzw. erhöht werden. Ein solcher Versatz kann auch als ein

20 "räumliches Interleaving" bezeichnet werden.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung erzeugt im Betrieb des Sensorsystems das Array von Einzellichtquellen das Beleuchtungslicht mit einer vorbestimmten Modulationsfrequenz. Ferner erzeugt das weitere Array von

25 Einzellichtquellen das weitere Beleuchtungslicht mit einer weiteren vorbestimmten Modulationsfrequenz, welche unterschiedlich ist zu der vorbestimmten Modulationsfrequenz. Dadurch kann das von unterschiedlichen Arrays von Einzellichtquellen erzeugte Beleuchtungslicht anhand von unterschiedlichen Modulationsfrequenzen unterschieden werden. Dies ermöglicht

30 durch den Einsatz einer entsprechenden empfängerseitigen Filterung des jeweils gestreuten Messlichts eine Unterscheidung nach dem sog. Lock-in-Prinzip, von

- 20 -

welchem Beleuchtungslicht das jeweils empfangene Messlicht durch Streuung an einer Objektoberfläche entstanden ist. Diese "Lock-in-Zuordnung" kann auf vorteilhafte Weise insbesondere dann verwendet werden, wenn die Beleuchtungswinkel von Beleuchtungslicht und weiterem Beleuchtungslicht unterschiedlich sind. Dann können nämlich auch noch Informationen über Streuwinkel gewonnen werden. Dadurch können nach dem Prinzip der Stereometrie Informationen über die Orientierung von Teilbereichen von Oberflächen von in der Szene befindlichen Objekten gewonnen werden. Dies wird am einfachsten bei zumindest teilweise spiegelnden Oberflächen deutlich, an denen weniger eine Lichtstreuung als vielmehr eine Lichtreflexion mit der Bedingung "Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel" auftritt.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Datenverarbeitungseinrichtung derart konfiguriert, dass eine Bedeckungscharakteristik einer Öffnung durch zumindest einen Verschießkörper steuerbar ist.

Durch das beschriebene Sensorsystem kann die Öffnung, welche beispielsweise ein Eingang (bzw. ein Ausgang) eines Gebäudes ist, auf energetisch günstige Weise automatisch überwacht werden. Durch eine geeignete Ansteuerung eines Aktuators kann der Verschießkörper automatisch zwischen einer geöffneten Position (Öffnungsposition) und einer geschlossenen Position (Schließposition) oder umgekehrt bewegt werden. Dazu kann die Datenverarbeitungseinrichtung des beschriebenen Sensorsystems mit der Steuerung eines bekannten Steuersystems für einen Verschießkörper gekoppelt werden.

Der Verschießkörper kann jedes beliebige Barriereelement sein, mittels welchem eine Öffnung temporär zumindest teilweise verschlossen werden kann. Der Verschießkörper kann beispielsweise sein (i) eine Schiebetür, (ii) eine Drehtür, (iii) ein Drehkreuz, (iv) ein Tor, insbesondere ein Garagentor, (v) eine Schranke, insbesondere an einem Bahnübergang oder einer Fahrzeugeinfahrt oder

Fahrzeugausfahrt.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung weist die Datenverarbeitungseinrichtung einen Dateneingang zum Empfangen eines
5 Eingangssignals auf, welches für einen aktuellen Betriebszustand des Verschleißkörpers indikativ ist. Ferner ist die Datenverarbeitungseinrichtung konfiguriert, die Beleuchtungseinrichtung basierend auf dem aktuellen Betriebszustand des Verschleißkörpers anzusteuern.

- 10 Die Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung kann durch die vorstehend beschriebene Beleuchtungslicht-Steuereinrichtung erfolgen. Insbesondere kann die Beleuchtungslicht-Steuereinrichtung die Beleuchtungseinrichtung so steuern, dass sie in einem ersten Betriebsmodus einen ersten Energieverbrauch hat und
15 in einem zweiten Betriebsmodus einen zweiten Energieverbrauch hat, welcher kleiner ist als der erste Energieverbrauch.

Anschaulich ausgedrückt ermöglicht das beschriebene zumindest eine Array von Einzellichtquellen bei einer geeigneten "Verdrahtung" der elektrischen Anschlüsse eine individuelle Ansteuerung von jeder einzelnen Einzellichtquellen. Dies kann
20 insbesondere dahingehend utlisiert werden, dass je nach konkretem Betriebszustand des Verschleißkörpers einzelne dieser Quellen ausgeschaltet werden können. So kann zum Beispiel bei einer geöffneten Türe, solange sich sowieso ein Objekt im Sicherheitsbereich der Türe befindet, die Intensität der Beleuchtung in einer Fernzone (Aktivierungsbereich) reduziert werden oder die
25 Beleuchtung in dieser Fernzone ganz ausgeschaltet werden, weil während dieser Zeit des aus Gründen der Sicherheit geforderten Offenhaltens des Verschleißkörpers keine zusätzliche Aktivierung des Verschleißkörpers erforderlich bzw. sinnvoll ist.

- 30 Durch die Anhängigkeit (der Intensität) der Beleuchtung kann der Energieverbrauch eines 3D Sensor(system)s, welcher Energieverbrauch

- 22 -

typischerweise deutlich größer ist als der eines 2D Sensors, auf einfache Weise dadurch deutlich reduziert werden, dass dieser 3D Sensor bzw. das 3D Sensorsystem immer dann in einem "Energiesparmodus" betrieben wird, wenn die Anforderungen an eine Szenenüberwachung nicht so groß sind. Dies ist bei
5 einem 3D Sensor, der für die Überwachung einer Öffnung, die von einem Verschließkörper verschlossen werden kann, beispielsweise dann der Fall, wenn der Verschließkörper in Ruhe ist oder wenn sich dieser in Richtung einer Öffnungsposition bewegt wird. Dann ist nämlich die Gefahr, dass ein Objekt, insbesondere eine Person, welche(s) sich in einem Bewegungsbereich des
10 Verschließkörpers befindet, von dem Verschließkörper eingeklemmt wird, nicht vorhanden oder zumindest deutlich reduziert.

Der Betriebszustand des Verschließkörpers kann ein Bewegungszustand sein und insbesondere dadurch bestimmt sein, ob sich der Verschließkörper in Richtung
15 seiner Öffnungsposition oder seiner Verschließposition bewegt. Auch die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Verschließkörper bewegt, kann den Bewegungszustand charakterisieren. Ferner kann der Betriebszustand auch von der aktuellen Position des Verschließkörpers abhängen, wobei diese Position eine Ruheposition oder eine aktuelle Position sein kann, über welche sich der
20 Verschließkörper gerade hinweg bewegt.

Der Betriebsmodus der Beleuchtungseinrichtung und/oder ggf. auch ein Betriebsmodus der Messeinrichtung kann jede Art von Betriebsmodus sein, welche den Energieverbrauch des gesamten Sensorsystems (mit)bestimmt.
25 Dabei kann sich der Energieverbrauch auf die Beleuchtungseinrichtung und ggf. auch auf die Messeinrichtung beziehen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird beschrieben ein Verfahren zum dreidimensionalen Erfassen einer Szene mittels eines Sensorsystems und
30 insbesondere mittels eines Sensorsystems des vorstehend beschriebenen Typs. Das beschriebene Verfahren weist auf (a) ein Beleuchten der Szene mit

- 23 -

Beleuchtungslicht, welches von einer Beleuchtungseinrichtung ausgesandt wird;
(b) ein Empfangen von Messlicht, welches zumindest teilweise von zumindest
einem in der Szene enthaltenen Objekt zurückgestreutes Beleuchtungslicht ist,
mittels einer Messeinrichtung; (c) ein Messen von Distanzen zwischen dem
5 Sensorsystem und dem zumindest einen Objekt basierend auf einer Lichtlaufzeit
des Beleuchtungslichts und des Messlichts mittels der Messeinrichtung; und (d)
ein Ermitteln einer dreidimensionalen Charakteristik der Szene basierend auf den
gemessenen Distanzen mittels einer der Messeinrichtung nachgeschalteten
Datenverarbeitungseinrichtung. Erfindungsgemäß wird das Beleuchten mittels
10 eines Arrays von Einzellichtquellen durchgeführt, welches in der Szene ein
räumliches Raster von Beleuchtungspunkten erzeugt.

Auch dem beschriebenen Verfahren liegt die Erkenntnis zugrunde, dass durch
eine räumliche Konzentration der bei einem gewissen Energieverbrauch zur
15 Verfügung stehenden Lichtintensität eine lokal an den erzeugten
Beleuchtungspunkten gegebene Beleuchtungsintensität besonders groß sein
kann. Dadurch kann an diesen Stellen die Szene mit einem hohen Signal zu
Rausch Verhältnis erfasst und somit eine hohe Mess- bzw. Erfassungsgenauigkeit
für in der Szene vorhandene Objekten erreicht werden.

20 Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung weist das Verfahren ferner auf
(a) ein Erfassen eines in der Szene befindlichen Objekts; (b) ein Vergleichen des
erfassten Objekts mit zumindest einem in einer Datenbank hinterlegten
Vergleichsobjekt; und, (c) wenn das Objekt innerhalb vorgegebener zulässiger
25 Abweichungen mit einem Vergleichsobjekt übereinstimmt, ein Identifizieren des
Objekts als ein für eine bestimmte Aktion zugelassenes Objekt.

Die zugelassene Aktion kann beispielsweise eine erlaubtes Passieren durch eine
Öffnung in einem Gebäude sein, welche Öffnung vor der Identifizierung des
30 erkannten Objekts als ein zugelassenes Objekt durch einen Verschießkörper
verschlossen ist und erst nach der erfolgreichen Identifizierung durch eine

entsprechende Bewegung des Verschließkörpers geöffnet wird. Die zu identifizierenden Objekte können bevorzugt Personen und/oder Fahrzeuge sein. Eine erfolgreiche Identifizierung kann zur Steuerung bzw. zur Aktivierung eines Verschließmechanismus für einen Verschließkörper vor einer Öffnung eines Gebäudes sein. Falls (mittels einer geeigneten Bildauswertung) keine annähernde Übereinstimmung zwischen einem erkannten Objekt und der Beschreibung eines Vergleichsobjekts festgestellt wird, dann kann der Verschließkörper nicht aktiviert werden. Der Verschließkörper verbleibt dann in seiner Schließposition.

10

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird beschrieben eine Verwendung eines Sensorsystems des vorstehend beschriebenen Typs für ein Steuern einer Bedeckungscharakteristik einer von einem Objekt zu passierenden Öffnung durch zumindest einen Verschließkörper.

15

Der beschriebenen Verwendung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass durch die Ausbildung einer Beleuchtungseinrichtung als eine Array von Einzellichtquellen auf energetisch effiziente Weise die Szene an dem räumlichen Raster von Beleuchtungspunkten mit einem vergleichsweise intensiven Beleuchtungslicht beleuchtet werden kann. Aufgrund der lokal hohen Intensität kann die Szene an den Rasterpunkten mit einem hohen Signal zu Rausch Verhältnis und damit mit einer hohen Messgenauigkeit erfasst bzw. charakterisiert werden.

20

Durch die erfindungsgemäße Verwendung des vorstehend beschriebenen Sensorsystems mit lokal sehr hellen Beleuchtungspunkten können auf energetisch effiziente Weise auch größere Distanzen überwacht werden, was naturgemäß zu einem früheren Erkennen einer Öffnungsanforderung des Verschließkörpers führt. Dies kann insbesondere bei sich schnell bewegenden Objekten von großem Vorteil sein. Ferner kann die Szene mit einem breiteren Erfassungswinkel erfasst werden, was beispielsweise zu einem frühzeitigen Erkennen von sich quer zur Öffnung bewegenden Querverkehr und damit zu

25

30

- 25 -

einem zuverlässigeres Erkennen von Objekten in einem Gefährdungsbereich führen kann.

5 Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Öffnung ein Eingang oder ein Ausgang, insbesondere ein Notausgang in einem Gebäude. Durch das Erkennen eines zwar vorhandenen, aber sich ggf. nicht bewegenden Objektes in einem Durchgangsbereich kann ein Eingang oder Ausgang überwacht, insbesondere ein blockierter Notausgang erkannt, und die entsprechende Information an ein angegliedertes System, beispielsweise an ein Überwachungs-
10 system, übermittelt werden.

15 Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist das Objekt eine Person oder ein Fahrzeug. In diesem Fall kann das Gebäude insbesondere ein Haus bzw. eine Garage sein.

Es wird darauf hingewiesen, dass Ausführungsformen der Erfindung mit Bezug auf unterschiedliche Erfindungsgegenstände beschrieben wurden. Insbesondere sind einige Ausführungsformen der Erfindung mit Vorrichtungsansprüchen und andere Ausführungsformen der Erfindung sind mit Verfahrens- bzw.
20 Verwendungsansprüchen beschrieben. Dem Fachmann wird jedoch bei der Lektüre dieser Anmeldung sofort klar werden, dass, sofern nicht explizit anders angegeben, zusätzlich zu einer Kombination von Merkmalen, die zu einem Typ von Erfindungsgegenstand gehören, auch eine beliebige Kombination von Merkmalen möglich ist, die zu unterschiedlichen Typen von Erfindungsgegen-
25 ständen gehören.

Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden beispielhaften Beschreibung derzeit bevorzugter Ausführungsformen.

30

- 26 -

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Figur 1 zeigt die Verwendung eines Sensorsystems zum Steuern einer Bedeckungscharakteristik einer Öffnung mittels als Schiebetüren ausgebildeten Verschießkörpern.

Figur 2 zeigt ein Array von aus VCSEL ausgebildeten Einzellichtquellen, die auf einem Halbleiterchip realisiert sind.

10

Detaillierte Beschreibung

Figur 1 zeigt die Verwendung eines Sensorsystems 100 zum Steuern einer Bedeckungscharakteristik einer Öffnung 184 abhängig von der Charakteristik einer von dem Sensorsystem 100 überwachten Szene 190. Gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Öffnung 184 eine Eintrittsöffnung für Personen in ein Gebäude oder eine Garageneinfahrt für Kraftfahrzeuge. Die entsprechende Eingangsstruktur ist mit dem Bezugszeichen 180 versehen. Ein in der Szene befindliches Objekt 195 soll eine solche Person oder ein Kraftfahrzeug symbolisieren.

Die Eingangsstruktur 180 umfasst eine stationäre Haltestruktur 182, welche einen Rahmen sowie eine Führung für zwei als Schiebetüren ausgebildete Verschießkörper 186 darstellt. Die Schiebetüren 186 können jeweils mittels eines Motors 187 entlang der durch zwei dicke Doppelpfeile dargestellten Verschieberichtungen bewegt werden. Die Ansteuerung der Motoren 187 erfolgt, wie im Folgenden dargelegt, mittels einer Datenverarbeitungseinrichtung 150 des in diesem Dokument beschriebenen Sensorsystems 100.

Gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel wird ein Betriebszustand der beiden Schiebetüren 186 mittels jeweils eines Encoders 188 erfasst, welcher im

Vergleich zu dem jeweiligen Motor 187 eine separate Einheit darstellt. In anderen Ausführungsformen kann der Encoder auch in dem jeweiligen Motor 187 integriert sein. Außerdem kann die Funktion des Encoders auch von der Datenverarbeitungseinrichtung 150 übernommen werden.

5

Der Betriebszustand der Schiebetüren 186 kann die jeweils aktuelle Position der Schiebetüren 186 und/oder die jeweils aktuelle Geschwindigkeit sein, mit welcher sich die Schiebetüren 186 von einer Öffnungsposition in eine Schließposition oder umgekehrt von der Schließposition zur der Öffnungsposition bewegen.

10

Das Sensorsystem 100 weist auf eine Time Of Flight (TOF) Messeinrichtung 110, die Datenverarbeitungseinrichtung 150 sowie eine Datenbank 160.

Die TOF-Messeinrichtung 110 wiederum weist eine Beleuchtungseinrichtung sowie eine Lichtempfangseinrichtung auf. Gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel weist die Beleuchtungseinrichtung zwei Beleuchtungseinheiten, eine erste Beleuchtungseinheit 130a und eine zweite Beleuchtungseinheit 130b auf. Die Lichtempfangseinrichtung weist zwei Lichtempfänger, einen ersten Lichtempfänger 120a und einen zweiten Lichtempfänger 120b auf.

15

20

Gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel weist die TOF-Messeinrichtung 110 auf bzw. sind der TOF-Messeinrichtung 110 zugeordnet (i) eine Beleuchtungslicht-Steuereinrichtung 135 zum Steuern des Betriebs der beiden Beleuchtungseinheiten 130a, 130b, (ii) eine den beiden Lichtempfängern 120a, 120b nachgeschaltete Messeinheit 125 zum Messen einer Lichtlaufzeit zwischen von der jeweiligen Beleuchtungseinheit 130a bzw. 130b ausgesandten Beleuchtungslicht 131a bzw. 131b und von dem jeweiligen Lichtempfänger 120a bzw. 120b nach einer Streuung an dem Objekt 195 empfangenen Messlicht 196a bzw. 196b und (iii) eine Lichtempfänger-Steuereinrichtung 140 zum Steuern des

25

30

- 28 -

Betriebs bzw. zum Auswählen eines Betriebsmodus für den jeweiligen Lichtempfänger 120a, 120b.

Für die beiden Lichtempfänger kann ein zweiter Betriebsmodus mit einem
5 geringeren Energieverbrauch darin bestehen, dass nicht alle Pixel des betreffenden Sensorchips aktiviert werden. Dies hat eine reduzierte örtliche Auflösung zur Folge. Alternativ oder in Kombination kann eine Repetitionsrate von zeitlich aufeinander folgenden Bilderfassungen reduziert werden. Dies hat eine reduzierte zeitliche Auflösung der Szenenerfassung zur Folge.

10

Gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist der erste Lichtempfänger 120a der ersten Beleuchtungseinheit 130a zugeordnet. Dies bedeutet, dass der erste Lichtempfänger 120a in Bezug auf die erste Beleuchtungseinheit 130a derart angeordnet und konfiguriert ist und ferner derart betrieben wird, dass der
15 erste Lichtempfänger 120a dasjenige Messlicht 196a empfängt, welches durch eine Streuung bzw. Reflexion von dem Beleuchtungslicht 131a an dem Objekt 195 erzeugt wird. In entsprechender Weise ist der zweite Lichtempfänger 120a der zweiten Beleuchtungseinheit 130b zugeordnet. In anderen Ausführungsbeispielen ist eine solche feste Zuordnung nicht gegeben. Dies
20 bedeutet, dass beide Lichtempfänger 120a und 120b das gesamte zur Verfügung stehende Messlicht 196a und 196b empfangen (können).

Die beiden Beleuchtungseinheit 130a und 130b sind jeweils als ein Array von Einzellichtquellen realisiert, welche auf einem Halbleiterchip ausgebildet sind.

25

Jede Einzellichtquelle wird durch einen Oberflächenemitter bzw. VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) gebildet. Die einzelnen räumlich diskreten Lichtstrahlen des Beleuchtungslichts 131a, 131b erzeugen in der Szene bzw. genauer auf Projektionsflächen der Szene ein räumliches Raster 133 von
30 Beleuchtungspunkten 132. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind in der Figur 1 nur jeweils ein Lichtstrahl des Beleuchtungslichts 131a bzw. 131b sowie nur die Lichtstrahlen des zugehörigen Messlichts 196a bzw. 196b eingezeichnet. Ferner

sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht alle Beleuchtungspunkte 132 der beiden von den Beleuchtungseinheiten 130a und 130b erzeugten Raster von Beleuchtungspunkten 132 dargestellt.

5 Gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel sind in der TOF-Messeinrichtung 110 alle optischen Komponenten des Sensorsystems 100 untergebracht. Bevorzugt ist das ganze Sensorsystem 100 (im Gegensatz zu der Darstellung von Figur 1) als ein Modul aufgebaut, welches innerhalb einer kompakten Bauweise neben der TOF-Messeinrichtung 110 auch noch die
10 Datenverarbeitungseinrichtung 150 sowie die Datenbank 160 aufweist.

Im Betrieb des Sensorsystems steuert die Datenverarbeitungseinrichtung 150 die beiden Motoren 187. Eine dafür erforderliche elektrische Leistung zum Betätigen der Türen 186 wird jeweils von einer Endstufe bzw. einem Verstärker
15 bereitgestellt, die bzw. der gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel in dem Gehäuse des jeweiligen Motors 187 integriert ist. Angesteuert werden die beiden Endstufen jeweils über ein Signal 152a, welches an einem Datenausgang 152 von der Datenverarbeitungs- und Steuereinrichtung 150 ausgegeben wird und in diesem Dokument deshalb als Ausgangssignal 152a bezeichnet wird.

20

Gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel hat der Betriebszustand der Türen 186 zumindest einen gewissen Einfluss auf den Betrieb der TOF
Messeinrichtung 110. Konkret bestimmt dieser Betriebszustand den Betrieb der Beleuchtungseinheiten 130a und 130b und optional zusätzlich den Betrieb der
25 beiden Lichtempfänger 120a und 120b (mit). Dieser Einfluss manifestiert sich in zwei Betriebsmodi des TOF Messeinrichtung 110. In einem ersten Betriebsmodus haben das Sensorsystem 100 und insbesondere die TOF Messeinrichtung 110 und weiter insbesondere die Beleuchtungseinheiten 130a und 130b einen ersten Energieverbrauch. In einem zweiten Betriebsmodus haben diese Komponenten
30 einen zweiten Energieverbrauch, der im Vergleich zu dem ersten Energieverbrauch geringer ist.

- 30 -

Der erste Betriebsmodus ist dann aktiviert, wenn die Szene mit einer höheren Genauigkeit erfasst werden soll. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn sich eine Person in der Nähe der geöffneten Schiebetüren 186 befindet und sichergestellt werden muss, dass diese Person 195 nicht von sich schließenden Schiebetüren 186 eingeklemmt wird. Ggf. muss eine Schließbewegung der Schiebetüren 186 sofort beendet werden, wenn sich diese Person 195 weiter in Richtung des Gefährdungsbereiches der Schiebetüren 186 bewegt. Dies erfordert nicht nur eine schnelle sondern auch eine zuverlässige Erkennung der Position und/oder Geschwindigkeit dieser Person 195, was gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel nur dann möglich ist, wenn das Beleuchtungslicht 130a, 130b besonders stark ist.

Der zweite Betriebsmodus ist dann aktiviert, wenn es ausreichend ist, die Szene 190 mit einer geringeren Genauigkeit zu erfassen. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn sich keine Person in der Szene 190 befindet oder wenn sich eine Person 195 zwar in der Szene 190 befindet, diese Person jedoch noch weit von dem Gefährdungsbereich der Schiebetüren 186 entfernt ist. Dann ist nämlich zumindest kurzfristig eine Kollision der Person 195 mit den Schiebetüren 186 zu besorgen. Der zweite Betriebsmodus kann sich von dem ersten Betriebsmodus dadurch unterscheiden, dass eine gepulste Beleuchtung mit einer geringeren Repetitionsrate durchgeführt wird, so dass das Sensorsystem 100 eine reduzierte zeitliche Auflösung hat. Alternativ oder in Kombination können in dem zweiten Betriebsmodus auch nicht alle Einzellichtquellen angesteuert werden, so dass zumindest einige Einzellichtquellen, beispielsweise jede zweite Einzellichtquelle, nicht leuchtet. Dadurch werden die (mittleren) Abstände zwischen benachbarten Beleuchtungspunkten 132 erhöht, was im Ergebnis zu einer geringeren örtlichen Auflösung des Sensorsystems 100 führt.

Der vorstehend beschriebene Betriebszustand der Schiebetüren 186 wird mittels eines Datensignals bzw. einer Abfolge von Datensignalen von den beiden Encodern 188 an jeweils einen Dateneingang 151 der Datenverarbeitungs-

einrichtung 150 übermittelt. Dieses Datensignal wird in diesem Dokument- aus
Sicht der Datenverarbeitungseinrichtung 150- auch als Eingangssignal 151a
bezeichnet. Gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel verarbeitet die
Datenverarbeitungseinrichtung 150 dieses Eingangssignal 151a auf geeignete
5 Weise und steuert, u.a. abhängig von diesem Eingangssignal 151a, die
Beleuchtungslicht-Steuerinrichtung 135 und optional auch die Lichtempfänger-
Steuerinrichtung 140 derart, dass sich eine Betriebsmodus einstellt, der den
Energieverbrauch der beiden Beleuchtungseinheiten 130a, 130b und optional
auch den Betriebsmodus der beiden Lichtempfängers 120a, 120b (mit)bestimmt.

10

Die Abhängigkeit des Betriebsmodus insbesondere der beiden Beleuchtungs-
einheiten 130a, 130b von dem Betriebszustand der beiden Schiebetüren 186
besteht gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel darin, dass der erste
Betriebsmodus mit dem höheren Energieverbrauch dann aktiviert ist, wenn die
15 beiden Schiebetüren 186 bewegt werden, insbesondere von ihrer
Öffnungsposition in ihre Schließposition. Der zweite Betriebsmodus mit dem
niedrigeren Energieverbrauch ist dann aktiviert, wenn sich die beiden
Schiebetüren 186 in Ruhe befinden.

20

Die Szene 190 wird von dem Sensorsystem in einem räumlichen Bereich erfasst,
welcher einen ersten Teilbereich 191 und einen zweiten Teilbereich 192 umfasst.
Der erste Teilbereich 191 ist ein sog. Gefährdungsbereich. Wie bereits
vorstehend erwähnt, besteht dann, wenn sich ein Objekt in diesem
Gefährdungsbereich 191 befindet, grundsätzlich die Gefahr, dass dieses bei einer
25 Schließbewegung der Türen 186 eingeklemmt und ggf. verletzt wird. Daher ist
das Sensorsystem 100 derart konfiguriert, diesen Gefährdungsbereich 191
grundsätzlich mit einer sehr hohen Genauigkeit zu erfassen. Dazu sind in dem
vorstehend beschriebenen ersten Betriebsmodus eine entsprechend helle
Beleuchtung dieses Gefährdungsbereiches 191 sowie eine Erfassung mit einer
30 hohen Genauigkeit erforderlich. In diesem Zusammenhang ist es offensichtlich,
dass dies relativ viel Energie erfordert. Wenn sich die Türen 186 jedoch nicht

bewegen, dann ist die Gefahr eines Einklemmens bzw. eines Verletzen eines Objekts nicht gegeben. Daher ist es in einem zweiten Betriebsmodus völlig ausreichend, wenn der Gefährdungsbereich 191 von den Beleuchtungseinheiten 130a, 130b mit einer geringeren Intensität beleuchtet und/oder wenn die
5 Lichtempfänger 120a, 120b den Gefährdungsbereich 191 mit einer reduzierten Genauigkeit erfassen.

Gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist der zweite Teilbereich 192 ein Bereich, in dem Objekte erfasst werden, damit die Türen 186 in geeigneter
10 Weise bewegt werden. Der zweite Teilbereich 192 wird in diesem Dokument deshalb als Aktivierungsbereich 192 bezeichnet. Der Aktivierungsbereich 192 ist in der Regel nicht sicherheitsrelevant (in Bezug auf eine Kollision einer Tür 186 mit einem Objekt 195). Deshalb wird der Aktivierungsbereich 192 bei der hier beschriebenen Ausführungsform unabhängig von dem Betriebszustand der Türen
15 186 immer nur so überwacht, dass auf Kosten der Genauigkeit der Szenenerfassung eine möglichst gute Energieeffizienz gegeben ist.

Gemäß dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Sensorsystem 100 in der Lage, eine Objekterkennung vorzunehmen. Dazu greift die
20 Datenverarbeitungseinrichtung 150 auf einen in der Datenbank 160 abgelegten Datensatz von Referenzobjekten zu, welche ausgewählten Objekten entsprechen, die autorisiert sind, die Öffnung 184 zu passieren. Dies bedeutet, dass bei einer geeigneten Annäherung des Objekts 195 an den Eingang 184 die Schiebetüren 186 lediglich dann geöffnet werden, wenn das erkannte Objekt 195 zumindest
25 annähernd mit einem der hinterlegten Referenzobjekten übereinstimmt. Dies bedeutet anschaulich, dass bei der hier beschriebenen Verwendung des Sensorsystems 100 eine objektbasierte Zugangskontrolle stattfindet.

Figur 2 zeigt ein Array von aus VCSEL ausgebildeten Einzellichtquellen 334a, die
30 auf einem Halbleiterchip 334 realisiert sind. Jede dieser Einzellichtquellen 334a erzeugt einen Lichtstrahl von Beleuchtungslicht 331, der u.a. durch nicht zu

- 33 -

vermeidende Beugungseffekte durch die optischen Begrenzungen des jeweiligen VCSEL Resonators eine gewisse Divergenz bzw. Aufweitung aufweist, die in Figur 2 jeweils durch einen Lichtkegel illustriert ist. Die optischen Achsen der Lichtkegel sind in Figur 2 durch jeweils einen Pfeil illustriert.

5

Es wird angemerkt, dass der Begriff "aufweisen" nicht andere Elemente ausschließt und dass das "ein" nicht eine Mehrzahl ausschließt. Auch können Elemente, die in Zusammenhang mit unterschiedlichen Ausführungsbeispielen beschrieben sind, kombiniert werden. Es sollte auch angemerkt werden, dass

10

Bezugszeichen in den Ansprüchen nicht als den Schutzbereich der Ansprüche beschränkend ausgelegt werden sollen.

BEZUGSZEICHEN:

	100	Sensorsystem
	110	TOF Messeinrichtung
5	120a	Lichtempfangseinrichtung / erster Lichtempfänger
	120b	Lichtempfangseinrichtung / zweiter Lichtempfänger
	125	Messeinheit
	130a	Beleuchtungseinrichtung / erste Beleuchtungseinheit
	130b	Beleuchtungseinrichtung / zweite Beleuchtungseinheit
10	131a	Beleuchtungslicht
	131b	Beleuchtungslicht
	132	Beleuchtungspunkte
	133	Raster
	135	Beleuchtungslicht-Steuereinrichtung
15	140	Lichtempfänger-Steuereinrichtung
	150	Datenverarbeitungseinrichtung
	151	Dateneingang
	151a	Eingangssignal
	152	Datenausgang
20	152a	Ausgangssignal
	160	Datenbank
	180	Eingangsstruktur
	182	stationäre Haltestruktur
	184	Öffnung
25	186	Verschließkörper / Schiebetür
	187	Motor M
	188	Encoder E
	190	Szene
	191	erster Teilbereich
30	192	zweiter Teilbereich
	195	Objekt

- 35 -

196a Messlicht

196b Messlicht

331 Beleuchtungslicht

5 334 Chip

334a Einzellichtquellen

- 36 -

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Sensorsystem (100) zum dreidimensionalen Erfassen einer Szene (190), das Sensorsystem (100) aufweisend
- 5 eine Beleuchtungseinrichtung (130a, 130b) zum Beleuchten der Szene (190) mit Beleuchtungslicht (131a, 131b; 331);
eine Messeinrichtung (110)
zum Empfangen von Messlicht (196a, 196b), welches zumindest teilweise von
zumindest einem in der Szene (190) enthaltenen Objekt (195) zurückgestreutes
10 Beleuchtungslicht (131a, 131b; 331) ist, und
zum Messen von Distanzen zwischen dem Sensorsystem (100) und dem
zumindest einen Objekt (195) basierend auf einer Lichtlaufzeit des
Beleuchtungslichts (131a, 131b; 331) und des Messlichts (196a, 196b); und
eine der Messeinrichtung (110) nachgeschaltete
15 Datenverarbeitungseinrichtung (150) zum Ermitteln einer dreidimensionalen
Charakteristik der Szene (190) basierend auf den gemessenen Distanzen; wobei
die Beleuchtungseinrichtung (130a, 130b) ein Array von Einzellichtquellen (334a)
aufweist, welches in der Szene (190) ein räumliches Raster (133) von
Beleuchtungspunkten (132) erzeugt.
- 20
2. Sensorsystem (100) gemäß dem vorangehenden Anspruch, wobei
die Einzellichtquellen (334a) auf einem Chip (334) realisiert sind.
3. Sensorsystem (100) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei
25 die Einzellichtquellen (334a) im Wesentlichen in einer Hauptebene angeordnet
sind, welche durch eine x-Richtung und eine dazu senkrechte y-Richtung
definiert ist, und wobei
zumindest einige der Einzellichtquellen (334a) entlang einer z-Richtung, welche
senkrecht zu der x-Richtung und der z-Richtung ist, zu der Hauptebene einen
30 Abstand von weniger als 1 mm, insbesondere weniger als 50 µm und weiter
insbesondere weniger als 2 µm haben.

- 37 -

4. Sensorsystem (100) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Einzellichtquellen des Arrays innerhalb eine Fläche von kleiner als 10 cm^2 , insbesondere kleiner als 2 cm^2 , weiter insbesondere kleiner $0,8 \text{ cm}^2$ angeordnet sind. In bestimmten Ausführungsbeispielen ist diese Fläche sogar
5 kleiner als $4 \mu\text{m}^2$.
5. Sensorsystem (100) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Einzellichtquellen in dem Array derart angeordnet sind, dass deren zweidimensionale Packungsdichte höher ist als bei einer schachbrettartigen
10 Anordnung der Einzellichtquellen.
6. Sensorsystem (100) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, ferner aufweisend
eine Beleuchtungslicht-Steuereinrichtung (135) welche
15 informationstechnisch mit der Beleuchtungseinrichtung (130a, 130b) gekoppelt ist und welche konfiguriert ist, einzelne Beleuchtungslichtquellen (334a) oder einzelne Gruppen von Beleuchtungslichtquellen (334a) des Arrays von Einzellichtquellen (334a) individuell anzusteuern.
- 20 7. Sensorsystem (100) gemäß dem vorangehenden Anspruch, wobei die Beleuchtungslicht-Steuereinrichtung (135) informationstechnisch gekoppelt mit der Datenverarbeitungseinrichtung (150) und die Datenverarbeitungseinrichtung (150) programmtechnisch eingerichtet ist, bei einem Erkennen zumindest eines Teiles eines Objektes (195) die
25 Beleuchtungslicht-Steuereinrichtung (135) zu veranlassen, von einem ersten Beleuchtung-Betriebsmodus in den zweiten Beleuchtung-Betriebsmodus umzuschalten.
8. Sensorsystem (100) gemäß dem vorangehenden Anspruch, wobei
30 dem ersten Beleuchtung-Betriebsmodus eine Ausleuchtung eines ersten Teilbereiches (191) des Szene (190) zugeordnet ist und dem zweiten

Beleuchtung-Betriebsmodus eine Ausleuchtung eines zweiten Teilbereiches (192) des Szene (190) zugeordnet ist.

5 9. Sensorsystem (100) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Einzellichtquellen (334a) Laser sind, insbesondere VCSEL.

10 10. Sensorsystem (100) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Einzellichtquellen (334a) eingerichtet sind, Beleuchtungslicht (131a, 131b) im infraroten Spektralbereich zu erzeugen.

15 11. Sensorsystem (100) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Beleuchtungseinrichtung zumindest ein weiteres Array (130b) von Einzellichtquellen (334a) aufweist, welches ein weiteres Beleuchtungslicht (131b) erzeugt, das in der Szene (190) ein weiteres räumliches Raster (133) von Beleuchtungspunkten (132) erzeugt.

20 12. Sensorsystem (100) gemäß dem vorangehenden Anspruch, wobei das Array einer Teilregion der Szene zugeordnet ist und das weitere Array einer weiteren Teilregion der Szene zugeordnet ist, wobei die beiden Teilregionen unterschiedlich sind aber räumlich überlappen.

25 13. Sensorsystem (100) gemäß einem der beiden vorangehenden Ansprüche, wobei das Array von Einzellichtquellen die Szene aus einer ersten Richtung beleuchtet und das weitere Array von Einzellichtquellen die Szene aus einer zweiten Richtung beleuchtet, wobei die zweite Richtung unterschiedlich ist zu der ersten Richtung.

30 14. Sensorsystem (100) gemäß einem der drei vorangehenden Ansprüche, wobei in der Szene (190) das weitere räumliche Raster von Beleuchtungspunkten räumlich versetzt ist zu dem räumlichen Raster von Beleuchtungspunkten.

15. Sensorsystem (100) gemäß einem der vier vorangehenden Ansprüche, wobei
im Betrieb
das Array (130a) von Einzellichtquellen (334a) das Beleuchtungslicht (131a) mit
einer vorbestimmten Modulationsfrequenz erzeugt und
5 das weitere Array (130b) von Einzellichtquellen (334a) das weitere
Beleuchtungslicht (131b) mit einer weiteren vorbestimmten Modulationsfrequenz
erzeugt, welche unterschiedlich ist zu der vorbestimmten Modulationsfrequenz.
16. Sensorsystem (100) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei
10 die Datenverarbeitungseinrichtung (150) derart konfiguriert ist, dass eine
Bedeckungscharakteristik einer Öffnung (184) durch zumindest einen
Verschließkörper (186) steuerbar ist.
17. Sensorsystem (100) gemäß dem vorangehenden Anspruch, wobei
15 die Datenverarbeitungseinrichtung (150) aufweist einen Dateneingang (151) zum
Empfangen eines Eingangssignals (151a), welches für einen aktuellen
Betriebszustand des Verschließkörpers (186) indikativ ist, und
die Datenverarbeitungseinrichtung (150) konfiguriert ist, die
Beleuchtungseinrichtung (130a, 130b) basierend auf dem aktuellen
20 Betriebszustand des Verschließkörpers (186) anzusteuern.
18. Verfahren zum dreidimensionalen Erfassen einer Szene (190) mittels eines
Sensorsystems (100), insbesondere mittels eines Sensorsystems (100) gemäß
einem der vorangehenden Ansprüche, das Verfahren aufweisend
25 Beleuchten der Szene (190) mit Beleuchtungslicht (131a, 131b), welches
von einer Beleuchtungseinrichtung (130a, 130b) ausgesandt wird;
 Empfangen von Messlicht (196a, 196b), welches zumindest teilweise von
zumindest einem in der Szene (190) enthaltenen Objekt (195) zurückgestreutes
Beleuchtungslicht (131a, 131b) ist, mittels einer Messeinrichtung (110);
30 Messen von Distanzen zwischen dem Sensorsystem (100) und dem
zumindest einen Objekt (195) basierend auf einer Lichtlaufzeit des

- 40 -

Beleuchtungslichts (131y, 131b) und des Messlichts (196a, 196b) mittels der Messeinrichtung (110); und

Ermitteln einer dreidimensionalen Charakteristik der Szene (190) basierend auf den gemessenen Distanzen mittels einer der Messeinrichtung (110) nachgeschalteten Datenverarbeitungseinrichtung (150); wobei
5 das Beleuchten mittels eines Arrays von Einzellichtquellen (334a) durchgeführt wird, welches in der Szene (190) ein räumliches Raster (133) von Beleuchtungspunkten (132) erzeugt.

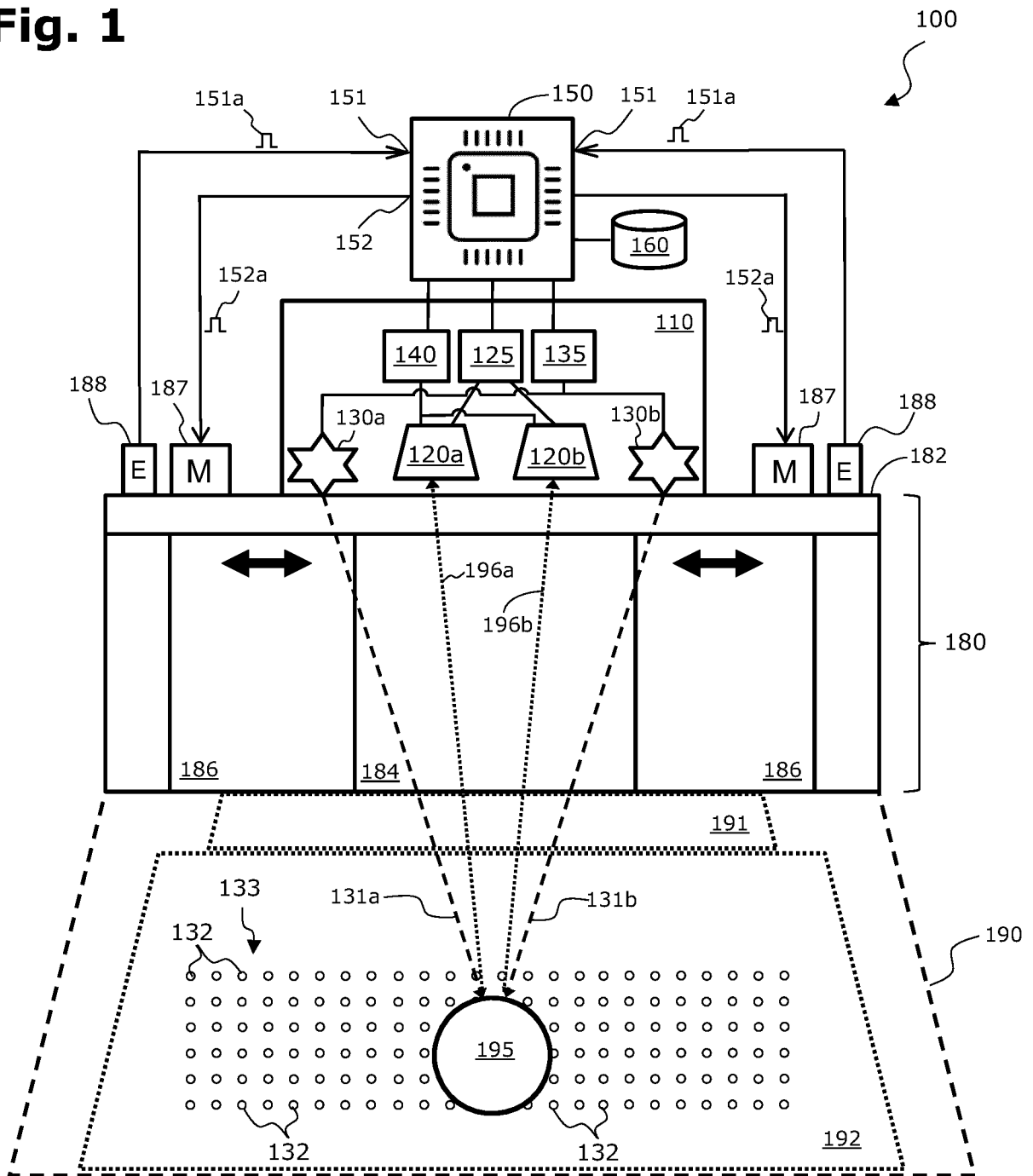
10 19. Verfahren gemäß dem vorangehenden Anspruch, ferner aufweisend Erfassen eines in der Szene (190) befindlichen Objekts (195);
Vergleichen des erfassten Objekts (195) mit zumindest einem in einer Datenbank (160) hinterlegten Vergleichsobjekt; und,
wenn das Objekt (195) innerhalb vorgegebener zulässiger Abweichungen
15 mit einem Vergleichsobjekt übereinstimmt, Identifizieren des Objekts (195) als ein für eine bestimmte Aktion zugelassenes Objekt (195).

20. Verwendung eines Sensorsystems (100) gemäß einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 17 für ein Steuern einer Bedeckungscharakteristik einer von
20 einem Objekt (195) zu passierenden Öffnung (184) durch zumindest einen Verschießkörper (186).

21. Verwendung gemäß dem vorangehenden Anspruch, wobei die Öffnung (184) ein Eingang oder ein Ausgang ist, insbesondere ein
25 Notausgang in einem Gebäude.

22. Verwendung gemäß einem der beiden vorangehenden Ansprüche, wobei das Objekt (195) eine Person oder ein Fahrzeug ist.

Fig. 1



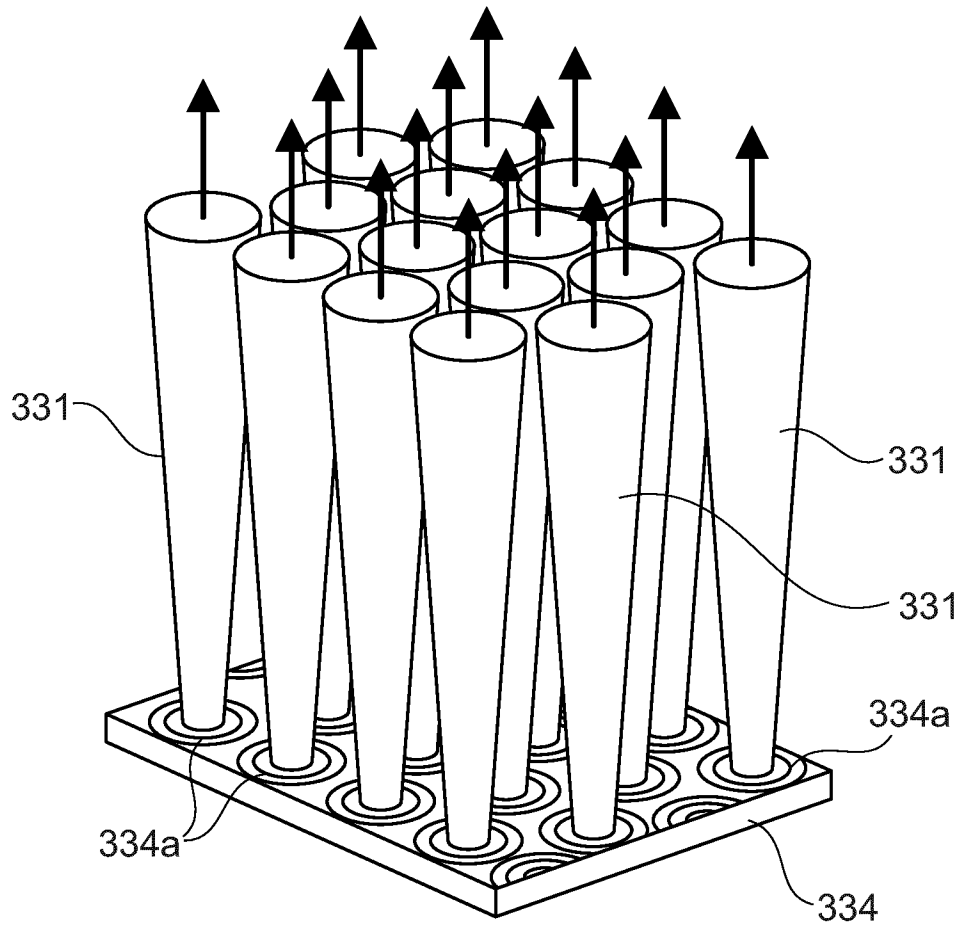


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/061962

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G01S 7/481</i> (2006.01)i; <i>G01S 17/89</i> (2020.01)i; <i>F16P 3/14</i> (2006.01)i; <i>H01S 5/42</i> (2006.01)i		
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) G01S; F16P; H01S		
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	WO 2019020395 A1 (LUMILEDS HOLDING BV [NL]; LUMILEDS LLC [US]) 31 January 2019 (2019-01-31) page 14 - page 17; figures 1-6	1,2,6-10,18
X	US 2018301872 A1 (BURROUGHS SCOTT [US] ET AL) 18 October 2018 (2018-10-18) paragraphs [0041] - [0046], [0053], [0059], [0066] - [0067]; figures 1,3,5	1-10,18
A	US 2019109436 A1 (HEGBLOM ERIC R [US]) 11 April 2019 (2019-04-11) paragraph [0020]; figure 1A	5
X	EP 2926422 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]; PHILIPS GMBH [DE]) 07 October 2015 (2015-10-07) paragraphs [0007] - [0008], [0018], [0025] - [0027]; figures 1-3	1,11-15,18
X	US 2015362585 A1 (GHOSH CHUNI LAL [US] ET AL) 17 December 2015 (2015-12-17) paragraph [0086] - paragraph [0092]; figure 8	1,11-15,18
X	EP 2418517 A2 (DORMA GMBH & CO KG [DE]) 15 February 2012 (2012-02-15) paragraphs [0033] - [0038], [0042], [0056], [0061], [0089] - [0095], [0110] - [0125], [0132] - [0134], [0157]; figures 1-3	1,16-22
<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 07 September 2020		Date of mailing of the international search report 18 September 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer TheiBing, Nikolaus Telephone No.

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-10, 18

Physical design of the sensor chip.

2. claims: 11-15

Increasing the reliability of the measurement by redundancy.

3. claims: 16, 17, 19-22

Use of measurement results for an alternative application.

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/061962

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2019020395	A1	31 January 2019	TW	201909501	A	01 March 2019
				WO	2019020395	A1	31 January 2019
US	2018301872	A1	18 October 2018	CN	110679049	A	10 January 2020
				CN	110692171	A	14 January 2020
				CN	110692172	A	14 January 2020
				CN	110710072	A	17 January 2020
				CN	110869796	A	06 March 2020
				EP	3593163	A1	15 January 2020
				EP	3593422	A1	15 January 2020
				EP	3593423	A1	15 January 2020
				EP	3593424	A1	15 January 2020
				EP	3593425	A1	15 January 2020
				US	2018301589	A1	18 October 2018
				US	2018301865	A1	18 October 2018
				US	2018301872	A1	18 October 2018
				US	2018301874	A1	18 October 2018
				US	2018301875	A1	18 October 2018
				US	2020119522	A1	16 April 2020
				US	2020161834	A1	21 May 2020
				US	2020161835	A1	21 May 2020
				WO	2018191478	A1	18 October 2018
				WO	2018191489	A1	18 October 2018
				WO	2018191491	A1	18 October 2018
				WO	2018191495	A1	18 October 2018
				WO	2018191516	A1	18 October 2018
US	2019109436	A1	11 April 2019	CN	109672085	A	23 April 2019
				KR	20190040915	A	19 April 2019
				US	2019109436	A1	11 April 2019
EP	2926422	A1	07 October 2015	BR	112015012073	A2	11 July 2017
				CN	104798271	A	22 July 2015
				EP	2926422	A1	07 October 2015
				JP	6270863	B2	31 January 2018
				JP	2016507886	A	10 March 2016
				RU	2015125550	A	10 January 2017
				US	2015316368	A1	05 November 2015
				WO	2014083485	A1	05 June 2014
US	2015362585	A1	17 December 2015	NONE			
EP	2418517	A2	15 February 2012	DE	102010033818	A1	09 February 2012
				EP	2418517	A2	15 February 2012

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01S7/481 G01S17/89 F16P3/14 H01S5/42
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01S F16P H01S

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten 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	WO 2019/020395 A1 (LUMILEDS HOLDING BV [NL]; LUMILEDS LLC [US]) 31. Januar 2019 (2019-01-31) Seite 14 - Seite 17; Abbildungen 1-6 -----	1,2, 6-10,18
X	US 2018/301872 A1 (BURROUGHS SCOTT [US] ET AL) 18. Oktober 2018 (2018-10-18) Absätze [0041] - [0046], [0053], [0059], [0066] - [0067]; Abbildungen 1,3,5 -----	1-10,18
A	US 2019/109436 A1 (HEGBLOM ERIC R [US]) 11. April 2019 (2019-04-11) Absatz [0020]; Abbildung 1A -----	5
	-/--	

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

7. September 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/09/2020

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

TheiBing, Nikolaus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 926 422 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]; PHILIPS GMBH [DE]) 7. Oktober 2015 (2015-10-07) Absätze [0007] - [0008], [0018], [0025] - [0027]; Abbildungen 1-3 -----	1,11-15, 18
X	US 2015/362585 A1 (GHOSH CHUNI LAL [US] ET AL) 17. Dezember 2015 (2015-12-17) Absatz [0086] - Absatz [0092]; Abbildung 8 -----	1,11-15, 18
X	EP 2 418 517 A2 (DORMA GMBH & CO KG [DE]) 15. Februar 2012 (2012-02-15) Absätze [0033] - [0038], [0042], [0056], [0061], [0089] - [0095], [0110] - [0125], [0132] - [0134], [0157]; Abbildungen 1-3 -----	1,16-22

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-10, 18

Physikalische Auslegung des Sensorchips.

2. Ansprüche: 11-15

Erhöhung der Zuverlässigkeit der Messung durch Redundanz.

3. Ansprüche: 16, 17, 19-22

Verwendung der Messergebnisse für einen alternativen Anwendungsfall.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/061962

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2019020395 A1	31-01-2019	TW 201909501 A WO 2019020395 A1	01-03-2019 31-01-2019
US 2018301872 A1	18-10-2018	CN 110679049 A CN 110692171 A CN 110692172 A CN 110710072 A CN 110869796 A EP 3593163 A1 EP 3593422 A1 EP 3593423 A1 EP 3593424 A1 EP 3593425 A1 US 2018301589 A1 US 2018301865 A1 US 2018301872 A1 US 2018301874 A1 US 2018301875 A1 US 2020119522 A1 US 2020161834 A1 US 2020161835 A1 WO 2018191478 A1 WO 2018191489 A1 WO 2018191491 A1 WO 2018191495 A1 WO 2018191516 A1	10-01-2020 14-01-2020 14-01-2020 17-01-2020 06-03-2020 15-01-2020 15-01-2020 15-01-2020 15-01-2020 15-01-2020 18-10-2018 18-10-2018 18-10-2018 18-10-2018 18-10-2018 18-10-2018 16-04-2020 21-05-2020 21-05-2020 18-10-2018 18-10-2018 18-10-2018 18-10-2018 18-10-2018
US 2019109436 A1	11-04-2019	CN 109672085 A KR 20190040915 A US 2019109436 A1	23-04-2019 19-04-2019 11-04-2019
EP 2926422 A1	07-10-2015	BR 112015012073 A2 CN 104798271 A EP 2926422 A1 JP 6270863 B2 JP 2016507886 A RU 2015125550 A US 2015316368 A1 WO 2014083485 A1	11-07-2017 22-07-2015 07-10-2015 31-01-2018 10-03-2016 10-01-2017 05-11-2015 05-06-2014
US 2015362585 A1	17-12-2015	KEINE	
EP 2418517 A2	15-02-2012	DE 102010033818 A1 EP 2418517 A2	09-02-2012 15-02-2012