(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
14. Mai 2020 (14.05.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/094876 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01S 7/48 (2006.01) *G01S 17/04* (2020.01)
G01S 17/58 (2006.01) *B61D 19/02* (2006.01)
G01S 17/89 (2020.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/080762

(22) Internationales Anmeldedatum:
08. November 2019 (08.11.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 128 012.2
08. November 2018 (08.11.2018) DE

(71) Anmelder: **DILAX INTELCOM GMBH** [DE/DE]; Alt-Moabit 96b, 10559 BERLIN (DE).

(72) Erfinder: **RIEDLE, Thomas**; Großgörschenstraße 35, 10827 BERLIN (DE).

(74) Anwalt: **DANTZ, Dirk**; dantzhoehne. PATENT & RECHT, Kurfürstendamm 43, 10719 BERLIN (DE).

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

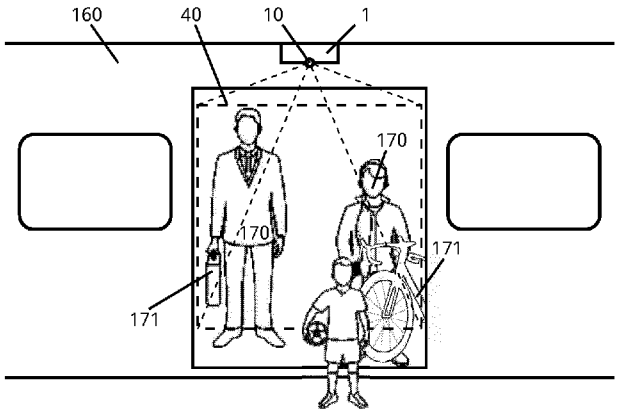
(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW,

WO 2020/094876 A1

(54) **Title:** DEVICE AND METHOD FOR DIFFERENTIATING BETWEEN AND COUNTING PERSONS AND OBJECTS

(54) **Bezeichnung:** VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR UNTERSCHEIDUNG UND ZÄHLUNG VON PERSONEN UND GEGENSTÄNDEN

Fig. 1



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for differentiating between, detecting, and counting persons and/or objects in facilities and/or vehicles for conveying persons and/or goods, having the steps of: emitting radiation from a radiation source, deflecting the radiation using an element for deflecting the radiation, generating a light pattern in a detection region, detecting the radiation scattered back from persons and/or objects located in the detection region in a radiation detector, and counting the persons and/or objects in a counting region, wherein the counting region is arranged in a region between 30 cm in front of and 30 cm behind an entrance into facilities and/or a vehicle for conveying persons and/or objects. The invention additionally relates to a corresponding device for carrying out the method.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen und/oder Objekten in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen zur Personen- und/oder Güterbeförderung mit den Verfahrensschritten: Aussenden einer Strahlung von einer Strahlungsquelle, Ablenken der Strahlung mit einem Element zur Ablenkung der Strahlung, Erzeugen eines Lichtmusters in einem Erfassungsbereich, Erfassen der von in dem Erfassungsbereich befindlichen Personen und/oder Objekten rückgestreuten Strahlung in einem Strahlungsdetektor und Zählen der Personen und/oder Objekte in einem Zählbereich, wobei der Zählbereich in einem Bereich zwischen 30 cm vor und 30cm hinter einem Zugang zu Einrichtungen und/oder zum Fahrzeug zur Personen- und/oder Objektbeförderung angeordnet ist. Die Erfindung betrifft weiterhin eine entsprechende Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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)*

VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR UNTERSCHEIDUNG UND ZÄHLUNG VON PERSONEN UND GEGENSTÄNDEN

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen und/oder Objekten in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen zur Personen- und/oder Güterbeförderung mit den folgenden Verfahrensschritten: Aussenden einer Strahlung von einer Strahlungsquelle, Ablenken der Strahlung mit einem Element zur Ablenkung der Strahlung, Erzeugen eines Lichtmusters in einem Erfassungsbereich und Erfassen der von in dem Erfassungsbereich befindlichen Personen und/oder Objekten rückgestreuten Strahlung in einem Strahlungsdetektor, sowie eine entsprechende Personen- und/oder Objektzählvorrichtung.

Stand der Technik

Die Lenkung von Personenströmen, insbesondere in urbanen Umgebungen, erfordert eine genaue Erfassung und eine vorausschauende Analyse der Fahrgastströme. Dazu müssen die in das Fahrzeug (insbesondere Bus, Bahn etc.) ein- und aus dem Fahrzeug aussteigenden Personen und die Gegenstände, die sie ggf. mit sich führen (Koffer, Fahrrad etc.), genau und zuverlässig erfasst und klassifiziert werden. Dazu werden bereits bekannte Verfahren und Sensoren in den genannten Umgebungen eingesetzt.

Eine bekannte Lösung verwendet mehrere Sensoren im Abstand von ca. 30 cm. Die Zählung ein- und austretender Personen erfolgt durch Triangulation im Sensor. Die Zählereignisse pro Durchgang werden in einer separaten Auswerteeinheit aggregiert.

Eine weitere Lösung verwendet einen Zählsensor, der auf dem Prinzip Time-of-Flight (ToF) basiert. Dazu wird ein zu überwachender Bereich mit einem kurzen modulierten Lichtimpuls beleuchtet. Ein Photomischdetektor wertet die Signallaufzeit aus und stellt Signale bereit die einen direkten Bezug zur 3D-Information haben. Aus der algorithmischen Behandlung der 3D Daten werden Zähldaten generiert.

Eine weitere bekannte Lösung wertet die Intensität des von Personen und Gegenständen reflektierten Lichtes aus. Eine weitere eingesetzte Lösung verwendet zwei Kameras, die ein stereoskopisches Bild der Personen und Gegenstände auswertet. Eine weitere Lösung verwendet einen Zählsensor, der aktiv stereoskopisch arbeitet, d.h. zusätzlich zur Stereokamera eine Lichtquelle verwendet.

Die hier genannten Systeme und Verfahren weisen diverse Nachteile auf. Eine Verwendung von mehreren Sensoren ist aufwändig, damit teuer und kann aufgrund ihrer Abmessungen nicht in jede Umgebung, die überwacht werden soll, integriert werden. Die Verwendung eines kurzen modulierten Lichtimpulses erfordert einen hohen Energieinhalt des Pulses, um den zu überwachenden Bereich genügend stark auszuleuchten, so dass eine genügende reflektierte Lichtstärke zur Belichtung des PMD-Chips zur Verfügung steht. Der Sensor braucht also viel Energie. Insbesondere die Impulscharakteristik in der Stromaufnahme muss schaltungstechnisch gemanagt werden. Zudem entsteht aufgrund des endlichen Wirkungsgrades der Lichtquellen eine bedeutende Menge an Wärmeenergie. Dies macht ein aufwändiges thermisches Management notwendig.

Die Erfassung der Reflexion des ausgestrahlten Lichtes ist abhängig vom Material des Reflektors. Personen sind durch unterschiedliche Kleidung und Haare sehr unterschiedlich in ihrer Reflexion für Licht. Die alleinige Auswertung von Lichtintensitäten durch Reflexion kann bei bekannten Geräten zu unzuverlässigen Zählergebnissen führen.

Stereoskopische Kameras sind prinzipbedingt darauf angewiesen, beim Vergleich der beiden korrespondierenden Bilder eindeutige Merkmale zu identifizieren. Üblicherweise werden Kontraste im Bild, die durch Kanten oder Umrisse verursacht werden, als Merkmal verwendet. Wenn eine Szene kontrastarm ist, kann dies zu Problemen in der Berechnung von Tiefendaten führen. Zu wenig Umgebungslicht oder Personen, die aufgrund ihrer Bekleidung optisch mit der Umgebung verschmelzen, können Ursachen für mangelnden Kontrast sein. Ein Mangel an korrekten Tiefendaten kann zu fehlerhafter Zählung führen.

Eine Verwendung von Lichtquellen zur großflächigen Beleuchtung des zu überwachenden Bereichs kann bei Stereokameras das Problem von zu wenig Umgebungslicht lösen. Das Problem von Kontrastarmut in speziellen Szenen wird dadurch nicht gelöst.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bereit zu stellen, mit dem eine effiziente und kostengünstige Unterscheidung von Personen und Gegenständen, deren Bewegungsrichtung sowie deren Zählung beim Ein- und Aussteigen aus einem Fahrzeug des öffentlichen Nahverkehrs möglich ist. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, eine entsprechende Sensoreinrichtung zur Durchführung des Verfahrens bereitzustellen.

Die Aufgabe wird durch das Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargelegt.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen und/oder Objekten in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen zur Personen- und/oder Güterbeförderung weist vier Verfahrensschritte auf:

Im ersten Verfahrensschritt sendet eine Strahlungsquelle eine Strahlung aus. Das Umgebungslicht kann Sonnenlicht oder Licht aus künstlichen Beleuchtungsquellen enthalten. Daher ist zu erwarten, dass im Umgebungslicht Strahlung aus dem nahen, infraroten Wellenlängenbereich enthalten ist. Solches Umgebungslicht kann das Licht, das ausgesandt wird, überlagern. Als Lösung wird als Strahlung kontinuierlich abgestrahltes monochromatisches Licht verwendet. Die Wellenlänge wird so gewählt, dass diese entfernt vom Maximum der spektralen Bestrahlungsstärke der Sonne und von üblichen künstlichen Lichtquellen liegt, gleichzeitig aber noch von günstigen Detektoren auf Siliziumbasis empfangen werden kann. Zusätzlich wird gefordert, dass die Strahlung unsichtbar für das menschliche Auge ist. Für die Realisierung der Erfindung ist Licht der Wellenlänge von 780 nm bis 1000 nm geeignet. Bei Verwendung eines spektral selektiven Detektors arbeitet die Erfindung damit zuverlässig unter den Umgebungsbedingungen im Mobilbereich.

Im zweiten Verfahrensschritt wird die Strahlung durch ein Element zur Ablenkung der Strahlung abgelenkt. Die Strahlung wird durch eine Linse kollimiert und senkrecht auf z.B.

ein diffraktives Optisches Element (DOE) gelenkt. DOE's weisen einige Vorteile gegenüber der Strahlformung durch z.B. Masken auf. Strahlteile mit zu geringer Intensität werden nicht einfach durch eine Maske ausgeblendet, sondern die Intensität des Strahls wird prinzipbedingt nur durch die Beugungseffizienz der diffraktiven Struktur begrenzt. Dadurch kann die Strahlenergieeffizient ausgenutzt werden.

Im dritten Verfahrensschritt wird ein Lichtmuster in einem Erfassungsbereich erzeugt. Das Element zur Ablenkung der Strahlung ist so strukturiert, dass ein geeignetes Lichtmuster hinter dem Element zur Ablenkung der Strahlung entsteht. Im Sinne der Erfindung kann jede optische Anordnung verwendet werden, die ein Lichtmuster mit den beschriebenen Eigenschaften erzeugt.

Das projizierte Lichtmuster besteht aus kleinen, abgegrenzten, beleuchten Bereichen und aus dunklen, d.h. nicht beleuchteten Bereichen. Die beleuchteten Bereiche lassen sich in guter Näherung als Lichtpunkte abstrahieren. Die Lage der Lichtpunkte lässt sich beschreiben unter der Modellannahme von Lichtstrahlen, die von einem zentralen Projektionspunkt in der Strahlungsquelle herrühren.

Das Licht des Lichtmuster-Projektors fällt von einem zentralen Projektionspunkt aus in den zu überwachenden Raumbereich. Der Strahlungsdetektor ist derart ausgerichtet, dass sein räumlicher Sichtbereich weitgehend mit dem ausgeleuchteten Raumbereich identisch ist. Der gemeinsame Raumbereich ist der Erfassungsbereich der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten.

Der Erfassungsbereich wird durch den Raumwinkel der Zentralprojektion beschrieben. Je nach Wahl der Apertur wird der Erfassungsbereich durch geeignete geometrische Figuren beschrieben, deren geometrischer Ursprung im zentralen Projektionspunkt der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten liegen. Bei rechteckiger Apertur ist es die Pyramide mit rechteckigem und ebenem Umriss, bei einer runden Apertur ist es der gerade Kreiskegel. Der Raumwinkel des geraden Kreiskegels ist: $\Omega = 4\pi \sin 2 (\varphi/4)$, wobei φ der volle Öffnungswinkel ist. Der Raumwinkel der Pyramide ist: $\Omega = 4 \arcsin(\sin(\varphi x / 2) \sin(\varphi y/2))$, wobei φx und φy die beiden vollen Öffnungswinkel sind. Für die Anwendung der Erfindung mit dem Erfordernis der Richtungserkennung genügen

zwei Lichtstrahlen. Die beiden Strahlen sind leicht divergent zueinander, erfassen aber überwiegend den gleichen Raumbereich. Mit dieser Geometrie kann ein Raumwinkel von mindestens $\Omega = 0{,}006$ sr erfasst werden. Durch die Verwendung von zusätzlichen Strahlen kann der Erfassungsbereich ausgedehnt werden bis zur Hemisphäre. Die Raumhälfte unterhalb der Montageebene der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten wird dann komplett überwacht, der Raumwinkel beträgt 2π sr.

Im vierten Verfahrensschritt wird die von im Erfassungsbereich befindlichen Personen und/oder Objekten rückgestreute Strahlung in einem Strahlungsdetektor erfasst. Zur Ausführung der Erfindung genügt es, den Erfassungsbereich so zu wählen, dass zumindest ein Teil des menschlichen Körpers einer Person und/oder ein Teil eines Objekts in dem definierten Raumbereich erfasst wird.

Im fünften Verfahrensschritt werden die Personen und/oder Objekte in einem Zählbereich gezählt. Der Zählbereich ist erfindungsgemäß in einem Bereich zwischen 30 cm vor und 30 cm hinter einem Zugang zu Einrichtungen und/oder zum Fahrzeug zur Personen- und/oder Objektbeförderung angeordnet.

Der Zählbereich ist eine definierte Fläche oder ein definierter Raum und Teil des Erfassungsbereichs. Soll z.B. der Durchtritt durch ein Türportal (Zugang) überwacht werden, so kann der Zählbereich als Fläche oder Raum innerhalb der Portalöffnung definiert werden. Der Zählbereich liegt dann erfindungsgemäß 30 cm vor bis 30 cm hinter der Öffnung des Türportals. Im allgemeinen Fall von gekrümmten Türportalflächen und einem gekrümmten Zählbereich bezieht sich der Abstand auf die kürzeste Distanz zwischen Fläche und Bereich. Sich bewegende Personen und/oder Objekte müssen den Zählbereich vollständig durchtreten, um ein Zählereignis auszulösen. Auf diese Weise wird vermieden, dass ein Zählereignis generiert wird, obwohl die Person oder das Objekt die Einrichtung oder das Fahrzeug gar nicht betreten, weil sie z.B. nur ermitteln wollen, ob ein Sitzplatz frei ist und währenddessen in Kontakt mit dem Zählbereich kommen.

Einrichtungen und/oder Fahrzeuge zur Personen- und/oder Güterbeförderung im Sinne dieser Erfindung können Bahnhöfe, Haltestellen, Häfen, Flughäfen oder Teile oder Bereiche

davon, sowie Busse, Züge, U-Bahnen, S-Bahnen, Schiffe und Flugzeuge sowie jede weitere Einrichtung oder Teil einer Einrichtung sowie Fahrzeuge jeglicher Art sein.

Ein Zugang im Sinne dieser Erfindung ist eine Grenzfläche oder ein Grenzvolumen in einer Öffnung zwischen dem Innenraum einer Einrichtung und/oder eines Fahrzeugs zur Personen- und/oder Güterbeförderung und deren Außenseite.

In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausgestaltung trägt das Lichtmuster eine Codierung welche die Eindeutigkeit herstellt. Dies wird beispielsweise durch eine spezifische Anordnung der Lichtpunkte des Lichtmusters gewährleistet, in dem jeder Punkt des Lichtmusters eine ihm eindeutig zuzuordnende Umgebung (Submatrix) von Lichtpunkten aufweist.

In einem weiteren Aspekt der Erfindung ist der Zählbereich in einem Bereich zwischen 20 cm vor und 20 cm hinter einem Zugang zu Einrichtungen und/oder zum Fahrzeug zur Personen- und/oder Objektbeförderung und bevorzugt in einem Bereich zwischen 10 cm vor und 10 cm hinter einem Zugang zu Einrichtungen und/oder zum Fahrzeug zur Personen- und/oder Objektbeförderung angeordnet. Auf diese Weise wird den räumlichen Gegebenheiten im Bereich des Zählbereichs Rechnung getragen.

In einer weiteren Ausführung der Erfindung umfasst der Zählbereich ein im Raum definiertes Volumen, das zumindest teilweise Teil des Erfassungsbereichs ist. Ein Zählereignis tritt dann ein, wenn sich bewegende Personen und/oder Objekte in den Zählbereich eintreten bzw. den Zählbereich verlassen.

In einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst der Zählbereich eine im Raum definierte Zählfläche, die den Erfassungsbereich schneidet. Lage und Ausdehnung der Zählfläche sind variabel und können den räumlichen Bedingungen angepasst werden. Soll z.B. der Durchtritt durch ein Türportal überwacht werden, so kann die Zählfläche als Ebene parallel zur Portalöffnung verlaufend definiert werden. Ein Zählereignis tritt dann ein, wenn sich bewegende Personen und/oder Objekte in die Zählfläche eintreten bzw. die Zählfläche verlassen.

In einer weiteren Gestaltung der Erfindung umfasst der Zählbereich zwei im Raum definierte Zählflächen, die den Erfassungsbereich schneiden. Lage und Ausdehnung der Zählfläche sind variabel und können den räumlichen Bedingungen angepasst werden. Üblicherweise sind die beiden Zählflächen parallel zueinander und beabstandet voneinander im Erfassungsbereich angeordnet. Ein Zählereignis tritt dann ein, wenn sich bewegende Personen und/oder Objekte in eine der Zählflächen eintreten bzw. eine der Zählflächen verlassen.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist eine erste Zählfläche einem Fahrzeuginnenraum und eine zweite Zählfläche dem Fahrzeugäußeren zugewandt. Ein Zählereignis tritt dann ein, wenn eine Person und/oder ein Objekt in die erste Zählfläche eintritt bzw. die zweite Zählfläche verlässt. Auf diese Weise wird die Zuverlässigkeit der Zählung erhöht, indem beide Zählflächen passiert werden müssen.

In einer weiteren Ausbildung der Erfindung wird die Lage des Zählbereichs und/oder der Zählfläche in Abhängigkeit der Art des erkannten Objekts gewählt. Die Lage des Zählbereichs und/oder der Zählfläche ist insbesondere von der Ausdehnung des erkannten Objekts senkrecht zum Zählbereich und/oder zur Zählfläche abhängig. So ist die Lage des Zählbereichs und/oder die Zählfläche jeweils unterschiedlich, wenn z.B. das Objekt als ein Fahrrad erkannt wird, als wenn das Objekt z.B. als Person erkannt wird. Ein Fahrrad hat üblicherweise eine größere Ausdehnung senkrecht zum Zählbereich und/oder zur Zählfläche als eine Person. Im Falle des Fahrrades wird die Lage des Zählbereichs und/oder der Zählfläche derart verschoben, dass ein Zählereignis erst dann eintritt, wenn ein längerer Bereich des Fahrrades senkrecht zum Zählbereich und/oder zur Zählfläche in den Zählbereich bzw. die Zählfläche eintritt.

In einer weiteren Ausführung der Erfindung wird im Erfassungsbereich ein Lichtmuster erfasst. Jede im Erfassungsbereich befindliche Person und/oder Objekt führt zu einem veränderten Lichtmuster als das ursprünglich im Erfassungsbereich erzeugte Lichtmuster. Diese von Personen und/oder Objekten veränderten Lichtmuster werden erfasst.

In einer weiteren Gestaltung der Erfindung wird im Erfassungsbereich eine Bewegung des Lichtmusters erfasst. Die gedachte Linie zwischen der optischen Achse der Strahlungsquelle und der optischen Achse des Strahlungsdetektors wird als Baseline bezeichnet. Tritt im zeitlichen Verlauf eine Person in den Erfassungsbereich, beobachtet der Strahlungsdetektor eine Bewegung von Teilen des erzeugten Lichtmusters entlang der Baseline.

In einer weiteren Ausbildung der Erfindung wird im Erfassungsbereich eine Verschiebung des Lichtmusters erfasst. Die erfassten Lichtmuster werden mit dem projizierten Lichtmuster verglichen. Für kleine Bildbereiche, welche eine Verschiebung in Bezug zum erzeugten Lichtmuster erfahren haben, wird die Verschiebung erfasst.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird die Länge der Verschiebung berechnet. Die erfassten Lichtmuster werden mit dem projizierten Lichtmuster verglichen. Für kleine Bildbereiche, welche eine Verschiebung in Bezug zum erzeugten Lichtmuster erfahren haben, wird eine Verschiebung erfasst und deren Länge berechnet.

In einer weiteren Ausführung der Erfindung wird aus der Länge der Verschiebung ein Tiefenwert bestimmt. Aus der Längenverschiebung kann anhand der geometrischen Zusammenhänge ein Tiefenwert zu einem kleinen Bildbereich berechnet werden. Als Ergebnis steht eine 3D-Punktwolke zur weiteren Auswertung bereit. Informationen über die Szene im Erfassungsbereich, inklusive vorhandener Personen und Objekte, werden durch die Tiefenwerte der 3D-Punktwolke repräsentiert. Personen bzw. Objekte haben im Raum eine charakteristische, dreidimensionale Form.

In einer weiteren Gestaltung der Erfindung werden die erfassten, synchron verschobenen Lichtmuster mit charakteristischen bekannten Mustern verglichen. Die bekannten Muster sind z.B. in einem Speicher abgelegt. Mit diesen bekannten Mustern werden die synchron verschobenen erfassten Lichtmuster verglichen, um zu identifizieren, ob es sich bei den synchron verschobenen erfassten Lichtmustern um Personen und/oder Objekte handelt.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird das Lichtmuster zu einem Objekttyp zugeordnet. Ein Objekttyp ist z.B. eine Person oder ein Körperteil einer Person, z.B. das Gesicht, oder auch ein Gegenstand wie beispielsweise ein Koffer, Fahrrad usw.

In einer weiteren Ausbildung der Erfindung wird für das zugeordnete Lichtmuster ein charakteristischer Punkt bestimmt. Der charakteristische Punkt repräsentiert rechnerisch das synchron verschobene Lichtmuster. In einem weiteren Aspekt der Erfindung wird der charakteristische Punkt mit Hilfe der Schwerpunktmethode bestimmt. Andere Methoden sind denkbar.

In einer weiteren Gestaltung der Erfindung wird durch die Berührung eines Zählbereichs durch das Lichtmuster und/oder den charakteristischen Punkt ein Zählereignis ausgelöst. Im zeitlichen Verlauf entstehen durch Auswertung vieler Daten eine Reihe solcher charakteristischer Punkte, die eine Trajektorie mit bekanntem Richtungsverlauf bilden. Schneidet die Trajektorie den Zählbereich, wird ein Zählereignis generiert.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird die Bewegungsrichtung des Lichtmusters und/oder des charakteristischen Punktes erfasst. Durch diese Ausgestaltung kann erkannt werden, ob eine Person und/oder das Objekt die Einrichtung und/oder das Fahrzeug betritt oder verlässt.

In einer weiteren Ausbildung der Erfindung wird aus der Bewegungsrichtung des Lichtmusters und/oder der charakteristischen Punkte das Zählereignis anhand vordefinierter Eigenschaften klassifiziert. Betreten viele Personen und/oder Objekte die Einrichtung und/oder das Fahrzeug, kann das Zählereignis z.B. im Hinblick auf eine bevorstehende Überfüllung des Fahrzeuges klassifiziert werden. Ebenso kann eine Unterbelegung erfasst werden. Der Anwender erhält auf diese Weise über einen beliebig langen Zeitraum statistische Daten über die Auslastung oder die Nutzung der Einrichtung und/oder des Fahrzeugs.

In einer weiteren Gestaltung der Erfindung ist das Verfahren geeignet, Personen und Objekte in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen zur Personen- und/oder Güterbeförderung zu unterscheiden, zu erfassen und zu zählen.

In einer weiteren Ausführung der Erfindung beträgt die Strahlendichte ρ_s zwischen $5*10^2/4*\pi$ sr^{-1} und $10^6/4*\pi$ sr^{-1}. Das Lichtmuster und/oder die Punktdichte des erzeugten Lichtmusters ist so zu wählen, dass das erzeugte Lichtmuster in kleinen Bildausschnitten entlang der Verschiebungsrichtung der Personen und/oder Objekten an jeder möglichen Position eindeutig ist. Gleichzeitig soll im Gegensatz dazu das erzeugte Datenvolumen so gering wie möglich sein.

Es hat sich herausgestellt, dass für den typischen Betrieb in Fahrzeugen zur Personen- und/oder Güterbeförderung eine Punktdichte des Lichtmusters am günstigsten ist, die einer Strahlendichte ρ_s von mindestens $5*10^2/4*\pi$ sr^{-1} und maximal $10^6/4*\pi$ sr^{-1} entspricht, abhängig von der Entfernung von den zu erfassenden Personen und/oder Objekten bzw. dem Erfassungsbereich von der Strahlenquelle.

In einer weiteren Ausführung der Erfindung beträgt die Strahlendichte ρ_s mindestens $1* 10^3/4*\pi$ sr^{-1}, bevorzugt $5* 10^3/4*\pi$ sr^{-1}und besonders bevorzugt $1* 10^4/4*\pi$ sr^{-1}. Das Lichtmuster und/oder die Punktdichte des erzeugten Lichtmusters ist so zu wählen, dass das erzeugte Lichtmuster in kleinen Bildausschnitten entlang der Verschiebungsrichtung der Personen und/oder Objekten an jeder möglichen Position eindeutig ist. Gleichzeitig soll im Gegensatz dazu das erzeugte Datenvolumen so gering wie möglich sein.

Es hat sich herausgestellt, dass für den typischen Betrieb in Fahrzeugen zur Personen- und/oder Güterbeförderung eine Punktdichte des Lichtmusters am günstigsten zu wählen ist, die einer Strahlendichte ρ_s von mindestens $1* 10^3/4*\pi$ sr^{-1} und besonders bevorzugt $1* 10^4/4*\pi$ sr^{-1} entspricht, abhängig von der Entfernung von den zu erfassenden Personen und Objekten bzw. dem Erfassungsbereich.

In einem weiteren Aspekt der Erfindung beträgt die Strahlendichte ρ_s maximal $5* 10^5/4*\pi$ sr^{-1}, bevorzugt $1* 10^5/4*\pi$ sr^{-1}und besonders bevorzugt $5* 10^4/4*\pi$ sr^{-1}. Das Lichtmuster und/oder

die Punktdichte des erzeugten Lichtmusters ist so zu wählen, dass das erzeugte Lichtmuster in kleinen Bildausschnitten entlang der Verschiebungsrichtung der Personen und/oder Objekten an jeder möglichen Position eindeutig ist. Gleichzeitig soll im Gegensatz dazu das erzeugte Datenvolumen so gering wie möglich sein. Es hat sich herausgestellt, dass für den typischen Betrieb in Fahrzeugen zur Personen- und/oder Güterbeförderung eine Punktdichte des Lichtmusters am günstigsten ist, die einer Strahlendichte ρ_s von maximal $1* 10^5/4*\pi$ sr^{-1} und besonders bevorzugt $5* 10^4/4*\pi$ sr^{-1} entspricht, abhängig von der Entfernung von den zu erfassenden Personen und Objekten bzw. dem Erfassungsbereich von der Strahlenquelle.

Die Aufgabe wird ebenfalls durch die Vorrichtung gemäß Anspruch 23 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargelegt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen zur Personen- und/oder Objektbeförderung weist eine Strahlungsquelle, einen Strahlungsdetektor sowie ein Element zur Ablenkung der aus der Strahlungsquelle austretenden Strahlung auf.

Die Personen- und/oder Objektzählvorrichtung ist geeignet, in einem Zählbereich die in diesem befindlichen Personen und/oder Objekte zu zählen. Der Zählbereich ist ein Teilbereich des Erfassungsbereichs und ist zumindest teilweise in einem Bereich zwischen 30 cm vor und 30cm hinter einem Zugang zur Einrichtungen und/oder zum Fahrzeug zur Personen und/oder Objektbeförderung angeordnet.

Die Strahlungsquelle erzeugt eine kontinuierliche monochromatische Laserstrahlung mit einer Wellenlänge im Bereich von 780 nm bis 1000 nm. Das Element zur Ablenkung der aus der Strahlungsquelle austretenden Strahlung ist erfindungsgemäß derart ausgeführt, dass es geeignet ist, ein Lichtmuster in einem Erfassungsbereich mit einer Strahlendichte von $5* 10^2/4*\pi$ $sr^{-1} \leq \rho_s \leq 10^6/4*\pi$ sr^{-1} zu erzeugen. Das projizierte Lichtmuster besteht aus kleinen, abgegrenzten, beleuchten Bereichen und aus dunklen, d.h. nicht beleuchteten Bereichen. Die beleuchteten Bereiche lassen sich in guter Näherung als Lichtpunkte abstrahieren. Die Lage der Lichtpunkte lässt sich beschreiben unter der Modellannahme von Lichtstrahlen, die von einem zentralen Projektionspunkt in der Strahlungsquelle herrühren.

Ein wichtiges Merkmal der Erfindung ist die Überwachung eines Raumbereichs. Das Licht des Lichtmuster-Projektors fällt von einem zentralen Projektionspunkt aus in diesen Raumbereich. Der Strahlungsdetektor ist derart ausgerichtet, dass sein räumlicher Sichtbereich weitgehend mit dem ausgeleuchteten Raumbereich identisch ist. Der gemeinsame Raumbereich ist der Erfassungsbereich der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten.

Die Strahlungsquelle und optische Elemente erzeugen das gewünschte zu projizierende Lichtmuster. Eine mögliche Ausführung verwendet eine Laserdiode als Strahlungsquelle, eine Kollimatorlinse und ein diffraktives Optisches Element (DOE). Der Bildsensor bildet zusammen mit dem Objektiv und dem Bandpass-Filter den Strahlungsdetektor.

In einem weiteren Aspekt der Erfindung weist die Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten eine Schnittstelle zu einer Steuer- und/oder Auswerteeinheit auf.

In einer weiteren Ausführung der Erfindung weist die Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten eine Steuer- und/oder Auswerteeinheit auf. Die Steuer- und Auswerteeinheit weist einen Speicher sowie eine Rechnereinheit auf.

In einer weiteren Gestaltung der Erfindung ist der Strahlungsdetektor geeignet, die von Personen und/oder Objekten im Erfassungsbereich rückgestreute Strahlung des Lichtmusters zu erfassen. Ein im Strahlungsdetektor eingebauter Bandpass-Filter ist nur durchlässig für Licht in einem engen spektralen Fenster. Die Zentralwellenlänge des Bandpass-Filters entspricht der Wellenlänge des von der Strahlungsquelle ausgesandten Lichts. Damit wird Licht anderer Wellenlängen daran gehindert, den Bildsensor zu belichten. Durch die Verwendung der Strahlungsquelle stellt die Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten aktiv Licht bereit und kann auch in dunklen Umgebungen arbeiten.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Steuer- und/oder Auswerteeinheit geeignet, ein Programm auszuführen, das anhand der von den Personen und/oder Objekten im Erfassungsbereich rückgestreuten Lichtmuster den Lichtmustern einen Objekttyp zuordnet. Ein Objekttyp ist z.B. eine Person oder ein Körperteil einer Person, z.B. das Gesicht, oder auch ein Gegenstand wie beispielsweise ein Koffer, Fahrrad usw.

In einer weiteren Ausführung der Erfindung ist die Steuer- und/oder Auswerteeinheit geeignet, ein Programm auszuführen, das die Verschiebung von Personen und/oder Objekten anhand der rückgestreuten Lichtmuster hinsichtlich ihrer Richtung und/oder Länge verfolgt.

Informationen über die Szene im Erfassungsbereich, inklusive vorhandener Personen und Objekte, werden durch die Tiefenwerte der 3D-Punktwolke repräsentiert. Personen bzw. Objekte haben im Raum eine charakteristische, dreidimensionale Form. Ein geeignetes Programm, z.B. ein Erkennungsalgorithmus, sucht Teile solcher charakteristischen Formen in den Daten der 3D-Punkwolke. Bei Übereinstimmung ist eine Form erkannt. Die Position einer bestimmten Person bzw. eines bestimmten Objekts kann durch einen charakteristischen Punkt, der z.B. durch die Schwerpunktmethode bestimmt wird, abstrahiert werden.

Im zeitlichen Verlauf entstehen durch Auswertung vieler Daten des Strahlungsdetektors eine Reihe solcher charakteristischeren Punkte, die eine Trajektorie mit bekanntem Richtungsverlauf bilden. Aus der Richtung der Trajektorie kann bestimmt werden, ob die Person in das Fahrzeug einsteigt oder aus dem Fahrzeug aussteigt bzw. die Einrichtung betritt oder verlässt. Das gleiche Prinzip kann für Objekte angewandt werden, z.B. für Fahrräder oder Koffer, die in den Erfassungsbereich gebracht werden.

In einer weiteren Ausbildung der Erfindung ist die Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten geeignet, die Berührung eines Lichtmusters mit einem im Erfassungsbereich befindlichen Zählbereich zu erfassen. Informationen über die Szene im Erfassungsbereich, inklusive vorhandener Personen und Objekte, werden durch die Tiefenwerte der 3D-Punktwolke repräsentiert. Die Position einer bestimmten Person bzw.

eines bestimmten Objekts kann durch einen charakteristischen Punkt, der z.B. durch die Schwerpunktmethode bestimmt wird, abstrahiert werden. Schneidet die Trajektorie eine vordefinierte Fläche im Raum, den Zählbereich, wird ein Zählereignis generiert.

In einer weiteren Ausführung der Erfindung umfasst der Zählbereich ein im Raum vordefiniertes Volumen, das zumindest teilweise Teil des Erfassungsbereichs ist. Ein Zählereignis tritt dann ein, wenn sich bewegende Personen und/oder Objekte in den Zählbereich eintreten bzw. den Zählbereich verlassen.

In einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst der Zählbereich eine im Raum definierte Zählfläche, die den Erfassungsbereich schneidet. Lage und Ausdehnung der Zählfläche sind variabel und können den räumlichen Bedingungen angepasst werden. Soll z.B. der Durchtritt durch ein Türportal überwacht werden, so kann die Zählfläche als Ebene parallel zur Portalöffnung verlaufend definiert werden. Ein Zählereignis tritt dann ein, wenn sich bewegende Personen und/oder Objekte in die Zählfläche eintreten bzw. die Zählfläche verlassen.

In einer Weiterbildung der Erfindung umfasst der Zählbereich mindestens zwei Ebenen, deren Lage vordefiniert ist. Lage und Ausdehnung der Zählflächen sind variabel und können den räumlichen Bedingungen angepasst werden. Typischerweise werden zwei parallel zueinander angeordnete Zählflächen verwendet. Die Person oder das Objekt muss sich dann mindestens teilweise durch eine Zählfläche bewegen und mit einer zeitlichen Verzögerung die zweite Fläche ebenfalls mindestens teilweise wieder durchstoßen. Erst bei Detektion der Durchtrittsfolge wird ein Zählereignis ausgelöst.

In einer weiteren Gestaltung der Erfindung ist der Zählbereich in einem Bereich zwischen 30 cm vor und 30 cm hinter dem Zugang der Einrichtung und/oder des Fahrzeugs zur Personen- und/oder Objektbeförderung angeordnet.

In einem weiteren Aspekt der Erfindung ist der Zählbereich in einem Bereich zwischen 20 cm vor und 20 cm hinter dem Zugang der Einrichtung und/oder des Fahrzeugs zur Personen- und/oder Objektbeförderung und bevorzugt in einem Bereich zwischen 10 cm vor und 10 cm

hinter dem Zugang der Einrichtung und/oder des Fahrzeugs zur Personen- und/oder Objektbeförderung angeordnet.

In einer weiteren Ausbildung der Erfindung beträgt die erzeugte Strahlendichte ρ_s mindestens $1* 10^3/4*\pi$ sr^{-1}, bevorzugt $5* 10^3/4*\pi$ sr^{-1}und besonders bevorzugt $1* 10^4/4*\pi$ sr^{-1}. Das Lichtmuster und/oder die Punktdichte des erzeugten Lichtmusters ist so zu wählen, dass das erzeugte Lichtmuster in kleinen Bildausschnitten entlang der Verschiebungsrichtung der Personen und/oder Objekten an jeder möglichen Position eindeutig ist. Gleichzeitig soll im Gegensatz dazu das erzeugte Datenvolumen so gering wie möglich sein.
Es hat sich herausgestellt, dass für den typischen Betrieb in Fahrzeugen zur Personen- und/oder Güterbeförderung eine Punktdichte des Lichtmusters am günstigsten ist, die einer Strahlendichte ρ_s von mindestens $1* 10^3/4*\pi$ sr^{-1} und besonders bevorzugt $1* 10^4/4*\pi$ sr^{-1} entspricht, abhängig von der Entfernung von den zu erfassenden Personen und Objekten bzw. dem Erfassungsbereich.

In einem weiteren Aspekt der Erfindung beträgt die erzeugte Strahlendichte ρ_s maximal $5* 10^5/4*\pi$ sr^{-1}, bevorzugt $1* 10^5/4*\pi$ sr^{-1} und besonders bevorzugt $5* 10^4/4*\pi$ sr^{-1}. Das Lichtmuster und/oder die Punktdichte des erzeugten Lichtmusters ist so zu wählen, dass das erzeugte Lichtmuster in kleinen Bildausschnitten entlang der Verschiebungsrichtung der Personen und/oder Objekten an jeder möglichen Position eindeutig ist. Gleichzeitig soll im Gegensatz dazu das erzeugte Datenvolumen so gering wie möglich sein. Es hat sich herausgestellt, dass für den typischen Betrieb in Fahrzeugen zur Personen- und/oder Güterbeförderung eine Punktdichte des Lichtmusters am günstigsten ist, die einer Strahlendichte ρ_s von maximal $1* 10^5/4*\pi$ sr^{-1} und besonders bevorzugt $5* 10^4/4*\pi$ sr^{-1} entspricht, abhängig von der Entfernung von den zu erfassenden Personen und Objekten bzw. dem Erfassungsbereich.

Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen und/oder Objekten in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen zur Personen- und/oder Güterbeförderung und der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen zur Personen- und/oder Objektbeförderung sind in den Zeichnungen

schematisch vereinfacht dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 Anordnung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten und Lage des Erfassungsbereichs.

Fig. 2 Lage des Erfassungsbereichs mit erzeugtem Lichtmuster.

Fig. 3 Erfassung von Personen und/oder Objekten im Erfassungsbereich.

Fig. 4 a Erzeugte 3D-Punktwolke der Personen und/oder Objekte im Erfassungsbereich.

Fig. 4 b Erzeugte 3D-Punktwolke bei Bewegung der Personen und/oder Objekte im Erfassungsbereich.

Fig. 5 a Bestimmung der geeigneten Dichte der Musterpunkte des von der Strahlungsquelle erzeugten Lichtmusters, Punktdichte zu gering.

Fig. 5 b Bestimmung der geeigneten Dichte der Musterpunkte des von der Strahlungsquelle erzeugten Lichtmusters, Punktdichte geeignet.

Fig. 5 c Bestimmung der geeigneten Dichte der Musterpunkte des von der Strahlungsquelle erzeugten Lichtmusters, Punktdichte geeignet.

Fig. 5 d Bestimmung der geeigneten Dichte der Musterpunkte des von der Strahlungsquelle erzeugten Lichtmusters, Punktdichte geeignet.

Fig. 5 e Bestimmung der geeigneten Dichte der Musterpunkte des von der Strahlungsquelle erzeugten Lichtmusters, Punktdichte geeignet.

Fig. 5 f Bestimmung der geeigneten Dichte der Musterpunkte des von der Strahlungsquelle erzeugten Lichtmusters, Punktdichte zu hoch.

Fig. 6 Erfassungsbereich der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten an einem Türportal.

Fig. 7 a Ausrichtung und Lage einer Zählfläche an einem Türportal.

Fig. 7 b Ausrichtung und Lage von zwei parallelen Zählflächen an einem Türportal.

Fig. 7 c Ausrichtung und Lage eines Zählvolumens an einem Türportal.

Fig. 8 a Seitenansicht der Lage des charakteristischen Punktes, Bestimmung des Punktes mit geringstem Abstand zur Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten.

Fig. 8 b Seitenansicht der Lage des charakteristischen Punktes, Bestimmung des Flächenschwerpunktes.

Fig. 8 c Seitenansicht der Lage des charakteristischen Punktes, Bestimmung des Volumenschwerpunktes.

Fig. 9 a Seitenansicht unterschiedlich gestalteter Zählbereiche und die Generierung eines Zählereignisses beim Eintreten einer Person, Zählbereich als Zählvolumen ausgeführt.

Fig. 9 b Seitenansicht unterschiedlich gestalteter Zählbereiche und die Generierung eines Zählereignisses beim Verlassen einer Person, Zählbereich als Zählvolumen ausgeführt.

Fig. 9 c Seitenansicht unterschiedlich gestalteter Zählbereiche und die Generierung eines Zählereignisses beim Eintreten einer Person, Zählbereich mit zwei Zählflächen.

Fig. 9 d Seitenansicht unterschiedlich gestalteter Zählbereiche und die Generierung eines Zählereignisses beim Verlassen einer Person, Zählbereich mit zwei Zählflächen.

Fig. 9 e Seitenansicht unterschiedlich gestalteter Zählbereiche und die Generierung eines Zählereignisses beim Eintreten einer Person, Zählbereich mit einer Zählfläche.

Fig. 9 f Seitenansicht unterschiedlich gestalteter Zählbereiche und die Generierung eines Zählereignisses beim Verlassen einer Person, Zählbereich mit einer Zählfläche.

Fig. 10 Aufbau eines Ausführungsbeispiels der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten.

Eine typische Szene im Ein- bzw. Ausstiegsbereich eines Fahrzeugs zur Personenbeförderung, z.B. eines Fahrzeugs des öffentlichen Personenverkehrs, zeigt Fig. 1. Kennzeichnend für diesen Bereich sind Personen unterschiedlicher Körpergröße und damit unterschiedlicher Volumina, außerdem tragen die Personen unterschiedliche Kleidung und weisen unterschiedliche Haarfarben und -trachten auf. Sie sind daher unterschiedlich in ihrer Reflexion für Licht. Die Personen können auch Objekte wie Taschen, Koffer, Fahrräder usw. mit sich führen. Diese Personen und die Objekte werden von der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 gleichzeitig erfasst, zugeordnet und gezählt.

Die Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 weist eine Strahlungsquelle 10, ein Element zur Ablenkung der Strahlung 30 sowie einen Strahlungsdetektor 20 auf. Außerdem ist in oder in Kommunikationsreichweite der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 eine elektronische Steuer- und Auswerteeinrichtung 60 verbaut, die mittels Schnittstellen miteinander verbunden sind.

Die Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 befindet sich in allen hier gezeigten Ausführungsbeispielen im oberen Bereich des Ein- bzw. Ausstiegsbereichs der Einrichtung oder des Fahrzeugs.

Zur Beschreibung der Lage der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 im Raum wird der zentrale Projektionspunkt der Strahlungsquelle 10 benutzt und die Lage der optischen Achse der Strahlungsquelle 10, also die Gerade, welche senkrecht auf dem Element zur Ablenkung der Strahlung 30 steht und den zentralen Projektionspunkt enthält. Wenn die Elemente der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 fest miteinander verbunden sind, ist damit auch die geometrische Lage der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 im Raum eindeutig definiert. Um die Funktionalität der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 zu gewährleisten, liegt der Projektionspunkt zwischen 1,7 m (minimal)

und 20 m (maximal) lotrecht über dem Boden des Fahrzeugs. Bei typischen Fahrzeugen liegt der Projektionspunkt 1,8 m bis 3 m lotrecht über dem Boden des Fahrzeugs.

Zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen und/oder Objekten in Fahrzeugen zur Personen- und/oder Güterbeförderung sendet die Strahlungsquelle 10 der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 im ersten Verfahrensschritt eine Strahlung S aus. Das Umgebungslicht kann Sonnenlicht oder Licht aus künstlichen Beleuchtungsquellen enthalten. Daher ist zu erwarten, dass im Umgebungslicht Strahlung aus dem nahen, infraroten Wellenlängenbereich enthalten ist. Solches Umgebungslicht kann das Licht, das von der Strahlungsquelle 10 ausgesandt wird, überlagern. Als Lösung wird monochromatische Laserstrahlung und ein spektral selektiver Detektor verwendet. Die Wellenlänge ist so gewählt, dass die Strahlung unsichtbar für das menschliche Auge ist. Bei der Wahl der Wellenlänge ist sicherzustellen, dass der Bildsensor des Strahlungsdetektors 20 eine hinreichend hohe Quanteneffizienz aufweist, um genügend Photoelektronen zu generieren. Für die Realisierung der Erfindung ist Licht der Wellenlänge von 780 nm bis 1000 nm geeignet. Damit arbeitet die Erfindung zuverlässig unter den Umgebungsbedingungen im Mobilbereich.

Die Laserstrahlung S wird durch eine Linse kollimiert und senkrecht auf das Element zur Ablenkung der Strahlung 30 gelenkt. Das Element zur Ablenkung der Strahlung 30 ist üblicherweise ein Diffraktives Optisches Element (DOE), das derart strukturiert ist, dass im zweiten Verfahrensschritt zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen und/oder Objekten in Fahrzeugen zur Personen- und/oder Güterbeförderung ein geeigneter Erfassungsbereich 40, der eine Zählfläche 80 aufweist, hinter dem DOE 30 entsteht. Im Sinne der Erfindung kann aber auch jede optische Anordnung verwendet werden, die ein Lichtmuster 50 erzeugt. Die Zählfläche 80 ist in diesem Ausführungsbeispiel so gewählt, dass sie mit dem Türausschnitt des Ein- bzw. Ausstiegsbereichs zusammenfällt.

Fig. 2 zeigt exemplarisch das von der Strahlungsquelle 10 der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 erzeugte Lichtmuster 50 im Erfassungsbereich 40. Zur besseren Verdeutlichung sind die Personen und Objekte aus dieser Darstellung entfernt.

Die Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 weist eine Strahlungsquelle 10, ein Element zur Ablenkung der Strahlung 30 sowie einen Strahlungsdetektor 20 auf. Außerdem ist in oder in Kommunikationsreichweite der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 eine elektronische Steuer- und Auswerteeinrichtung 60 verbaut, die mittels Schnittstellen miteinander verbunden sind. Die Strahlungsquelle 10 erzeugt eine kontinuierliche monochromatische Laserstrahlung S mit einer Wellenlänge im Bereich von 780 nm bis 1000 nm.

Im dritten Verfahrensschritt zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen und/oder Objekten in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen zur Personen- und/oder Güterbeförderung erzeugt die Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 ein Lichtmuster 50. Das projizierte Lichtmuster 50 besteht aus kleinen, abgegrenzten, beleuchten Bereichen und aus dunklen, d.h. nicht beleuchteten Bereichen. Die beleuchteten Bereiche lassen sich in guter Näherung als Lichtpunkte abstrahieren. Die Lage der Lichtpunkte lässt sich beschreiben unter der Modellannahme von Lichtstrahlen, die von einem zentralen Projektionspunkt in der Strahlungsquelle 10 herrühren.

Zentral für die Erfindung ist die Generierung von 3D-Tiefendaten aus einem Raumbereich. Um solche 3D-Daten zu erhalten, wird das Triangulationsprinzip in die dritte Raumdimension erweitert. Um eindeutige Tiefendaten zu erhalten, muss das Korrespondenzproblem zwischen Merkmalen der erfassten Bilder des Strahlungsdetektors 20 und den Merkmalen, die in den Raum projiziert werden, gelöst werden. Das Lichtmuster 50 stellt die Merkmale bereit, welche zur Lösung des Korrespondenzproblems benötigt werden.

Das Lichtmuster 50 ist dabei so gestaltet, dass das projizierte Lichtmuster 50 in kleinen Bildausschnitten entlang der Verschiebungsrichtung der Personen und/oder Objekten an jeder möglichen Position eindeutig ist.

Die Dichte der Musterpunkte bestimmt die Auflösung der erfassten Personen und Objekte. Da die Musterpunkte durch Zentralprojektion entstehen, ist die Anzahl der Lichtstrahlen pro Raumwinkel ein Maß für die resultierende Punktdichte. Der Raumwinkel Ω ist definiert als der Flächeninhalt A einer Teilfläche einer Kugeloberfläche, dividiert durch das Quadrat des Radius r der Kugel $\Omega = A / r^2$. Der Mittelpunkt der Kugel liegt hierbei im zentralen Projektionspunkt. N ist die Anzahl der Lichtstrahlen, welche in den Erfassungsbereich fallen. Diese Lichtstrahlen durchstoßen eine Kugeloberfläche mit dem Radius 1 m und dem Raumwinkel 4π sr. Damit ergibt sich die Strahlendichte im Erfassungsbereich 40 zu $\rho_s = N/4\pi\ sr^{-1}$. Im einfachsten Fall reichen zur Personenzählung zwei Lichtstrahlen. Die Strahlendichte ist dann $1/2\pi\ sr^{-1}$. Um mehr Daten zu erhalten, können bis zu 10^6 Punkte im Erfassungsbereich 40 verwendet werden. Die Strahlendichte ist dann $10^6/4\pi\ sr^{-1}$.

Das Lichtmuster weist eine Codierung auf, welche die Eindeutigkeit herstellt. Dies wird hier durch eine spezifische Anordnung der Lichtpunkte des Lichtmusters gewährleistet, in dem jeder Punkt des Lichtmusters eine ihm eindeutig zuzuordnende Umgebung (Submatrix) von Lichtpunkten aufweist.

Die Erfassung von Personen und/oder Objekten im Erfassungsbereich 40 zeigt Fig. 3. Die Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 weist eine Strahlungsquelle 10, ein Element zur Ablenkung der Strahlung 30 sowie einen Strahlungsdetektor 20 auf. Außerdem ist in oder in Kommunikationsreichweite der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 eine elektronische Steuer- und Auswerteeinrichtung 60 verbaut, die mittels Schnittstellen miteinander verbunden sind. Die Strahlungsquelle 10 erzeugt eine kontinuierliche monochromatische Laserstrahlung S mit einer Wellenlänge im Bereich von 780 nm bis 1000 nm.

Im vierten Verfahrensschritt zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen und/oder Objekten in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen zur Personen- und/oder Güterbeförderung wird die rückgestreute Strahlung von Personen und/oder Objekten, die sich im Erfassungsbereich 40 befinden, im Strahlungsdetektor 20 erfasst. Die gedachte Linie zwischen der optischen Achse der Strahlungsquelle 10 und der optischen Achse des

Strahlungsdetektors 20 wird als Baseline bezeichnet. Tritt im zeitlichen Verlauf eine Person in den Erfassungsbereich 40, beobachtet der Strahlungsdetektor 20 eine Verschiebung von Teilen des Lichtmusters 50 entlang der Baseline. Das Programm, das auf der Steuer- und Auswerteeinrichtung 60 ausgeführt wird, vergleicht die erfassten Bilder des Strahlungsdetektors 20 mit dem projizierten Lichtmuster 50. Für kleine Bildbereiche, welche eine Verschiebung in Bezug zum bekannten Lichtmuster 50 erfahren haben, berechnet das Programm die Länge der Verschiebung, die sogenannte Disparität. Da das Lichtmuster 50 auf kleinen Bildbereichen entlang der Baseline eindeutig ist, wird für jeden Bildbereich genau eine Disparität gefunden. Aus der Disparität kann anhand der geometrischen Zusammenhänge ein Tiefenwert zu einem kleinen Bildbereich berechnet werden. Im Ergebnis steht nun eine 3D-Punktwolke 190 zur weiteren Auswertung bereit. Optional kann auch ein codiertes Lichtmuster (siehe Fig. 2) verwendet werden.

Fig. 4 zeigt die 3D-Punktwolke 190 bei Bewegung der Personen und/oder Objekte im Erfassungsbereich 40. Die Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 weist eine Strahlungsquelle 10, ein Element zur Ablenkung der Strahlung 30 sowie einen Strahlungsdetektor 20 auf. Außerdem ist in oder in Kommunikationsreichweite der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 eine elektronische Steuer- und Auswerteeinrichtung 60 verbaut, die mittels Schnittstellen miteinander verbunden sind. Die Strahlungsquelle 10 erzeugt eine kontinuierliche monochromatische Laserstrahlung S mit einer Wellenlänge im Bereich von 780 nm bis 1000 nm.

Informationen über die Szene im Erfassungsbereich 40, inklusive vorhandener Personen und Objekte, werden durch die Tiefenwerte der 3D-Punktwolke 190 repräsentiert (Fig.4 a). Personen bzw. Objekte haben im Raum eine charakteristische, dreidimensionale Form. Ein geeignetes Programm, z.B. ein Erkennungsalgorithmus, sucht Teile solcher charakteristischen Formen in den Daten der 3D-Punkwolke 190. Bei Übereinstimmung ist eine Form erkannt. Die Position einer bestimmten Person bzw. eines bestimmten Objekts kann durch einen charakteristischen Punkt 200, der z.B. durch die Schwerpunktmethode bestimmt wird, abstrahiert werden.

Im zeitlichen Verlauf entstehen durch Auswertung vieler Daten des Strahlungsdetektors 20 eine Reihe solcher charakteristischer Punkte 200, die eine Trajektorie mit bekanntem Richtungsverlauf bilden (Fig. 4 b). Schneidet die Trajektorie eine vordefinierte Fläche im Raum, die Zählfläche 80, wird ein Zählereignis generiert. Aus der Richtung der Trajektorie kann bestimmt werden, ob die Person in das Fahrzeug einsteigt oder aus dem Fahrzeug aussteigt. Das gleiche Prinzip kann für Objekte angewandt werden, z.B. für Fahrräder oder Koffer, die in den Erfassungsbereich 40 gebracht werden und die Zählfläche 80 überschreiten. Optional kann auch ein codiertes Lichtmuster (siehe Fig. 2) verwendet werden.

Die Bestimmung der geeigneten Dichte der Musterpunkte des von der Strahlungsquelle 10 erzeugten Lichtmusters 50 verdeutlicht Fig. 5. Die in dieser Abbildung gezeigte Anzahl der Musterpunkte zeigt lediglich eine Tendenz, keine absolute Anzahl. Die Punktdichte des Lichtmusters 50 ist so zu wählen, dass das projizierte Lichtmuster 50 in kleinen Bildausschnitten entlang der Verschiebungsrichtung der Personen und/oder Objekten an jeder möglichen Position eindeutig ist. Der Erkennungsalgorithmus muss außerdem charakteristische Formen von Personen und/oder Objekten zuverlässig erkennen. Gleichzeitig soll im Gegensatz dazu das erzeugte Datenvolumen in der Steuer- und Auswerteeinrichtung 60 so gering wie möglich sein. Unter diesen genannten Bedingungen ist die Punktdichte des Lichtmusters 50, gezeigt in Fig. 5 a, zu gering gewählt. Das erzeugte Datenvolumen ist zwar gering, eine eindeutige Zuordnung der Person ist aber nicht möglich, ebenso eine zuverlässige Erkennung der Person. Im Gegensatz dazu ist die Punktdichte des Lichtmusters 50, gezeigt in Fig. 5 f, zu hoch gewählt. Zum einen können die einzelnen Punkte des Lichtmusters nicht mehr vom Detektor unterschieden werden, zum anderen werden die zu verarbeitenden Datenmengen so groß, dass eine deutlich leistungsfähigere Steuereinrichtung und Speicher mit größeren Kapazitäten nötig wären und so zu deutlich höheren Kosten führen würden.

Es hat sich herausgestellt, dass für den typischen Betrieb in Fahrzeugen zur Personen- und/oder Güterbeförderung eine Punktdichte des Lichtmusters 50 am günstigsten ist, die einer Strahlendichte ρ_s von mindestens $1* 10^3/4*\pi$ sr^{-1} und maximal $5* 10^4/4*\pi$ sr^{-1} entspricht, abhängig von der Entfernung der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von

Personen und/oder Objekten 1 von den zu erfassenden Personen und Objekten bzw. dem Erfassungsbereich 40. Veranschaulichungen dieser Punktdichten des Lichtmusters 50 sind in Fig. 5 b-e gezeigt. Der Einfachheit halber sind in Fig. 5 a – f regelmäßige Lichtmuster gezeigt. Optional kann aber auch ein codiertes Lichtmuster (siehe Fig. 2) verwendet werden.

Fig. 6 zeigt den Erfassungsbereich 40 der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten an einem Türportal 150 einer Einrichtung für den öffentlichen Personennahverkehr. Die Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 befindet sich im oberen Bereich in einem Abstand zum Türportal 150.

Die Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 weist eine Strahlungsquelle 10, ein Element zur Ablenkung der Strahlung 30 sowie einen Strahlungsdetektor 20 auf. Außerdem ist in oder in Kommunikationsreichweite der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 eine elektronische Steuer- und Auswerteeinrichtung 60 verbaut, die mittels Schnittstellen miteinander verbunden sind. Die Strahlungsquelle 10 erzeugt eine kontinuierliche monochromatische Laserstrahlung S mit einer Wellenlänge im Bereich von 780 nm bis 1000 nm.

Ein wichtiges Merkmal der Erfindung ist die Überwachung eines Raumbereichs. Das Licht des Lichtmuster-Projektors 100 fällt von einem zentralen Projektionspunkt aus in diesen Raumbereich. Der Strahlungsdetektor 20 ist derart ausgerichtet, dass sein räumlicher Sichtbereich weitgehend mit dem ausgeleuchteten Raumbereich identisch ist. Der gemeinsame Raumbereich ist der Erfassungsbereich 40 der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1.

Der Erfassungsbereich 40 wird durch den Raumwinkel der Zentralprojektion beschrieben. Je nach Wahl der Apertur wird der Erfassungsbereich 40 durch geeignete geometrische Figuren beschrieben, deren geometrischer Ursprung im zentralen Projektionspunkt der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 liegen. Bei rechteckiger Apertur ist es die Pyramide mit rechteckigem und ebenem Umriss, bei einer

runden Apertur ist es der gerade Kreiskegel. Der Raumwinkel des geraden Kreiskegels ist: $\Omega = 4\pi \sin2 (\varphi/4)$, wobei φ der volle Öffnungswinkel ist. Der Raumwinkel der Pyramide ist: $\Omega = 4 \arcsin(\sin(\varphi x / 2) \sin(\varphi y/2))$, wobei φx und φy die beiden vollen Öffnungswinkel sind. Für die Anwendung der Erfindung mit dem Erfordernis der Richtungserkennung genügen zwei Lichtstrahlen. Die beiden Strahlen sind leicht divergent zueinander, erfassen aber überwiegend den gleichen Raumbereich. Mit dieser Geometrie kann ein Raumwinkel von mindestens $\Omega = 0{,}006$ sr erfasst werden. Durch die Verwendung von zusätzlichen Strahlen kann der Erfassungsbereich 40 ausgedehnt werden bis zur Hemisphäre. Die Raumhälfte unterhalb der Montageebene der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 wird dann komplett überwacht, der Raumwinkel beträgt 2π sr. Zur Ausführung der Erfindung genügt es, den Erfassungsbereich 40 so zu wählen, dass zumindest ein Teil des menschlichen Körpers einer Person und/oder ein Teil eines Objekts in dem definierten Erfassungsbereich 40 erfasst wird.

Die Ausrichtung und Lage der Zählflächen 80, 81 bzw. des Zählvolumens 90 ist in Fig. 7 dargestellt. Die Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 befindet sich im oberen Bereich in einem Abstand zum Türportal 150. Die Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 weist eine Strahlungsquelle 10, ein Element zur Ablenkung der Strahlung 30 sowie einen Strahlungsdetektor 20 auf. Außerdem ist in oder in Kommunikationsreichweite der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 eine elektronische Steuer- und Auswerteeinrichtung 60 verbaut, die mittels Schnittstellen miteinander verbunden sind. Die Strahlungsquelle 10 erzeugt eine kontinuierliche monochromatische Laserstrahlung S mit einer Wellenlänge im Bereich von 780 nm bis 1000 nm.

Eine Zählfläche 80 ist eine definierte Fläche im Erfassungsbereich 40 (Fig. 7 a). Soll z.B. der Durchtritt durch ein Türportal 150 überwacht werden, so kann die Zählfläche 80 als Ebene parallel zur Portalöffnung definiert werden. Die Zählebene 80 liegt bevorzugt 10 cm vor bis 10 cm hinter der Öffnung des Türportals 150. Um das Türportal 150 auf geeignete Weise zu überwachen, sind Abstände der Zählebene 80 von der Öffnung des Türportals 150 von bis zu 30 cm von Vorteil.

Im Sinne der Erfindung sind ebenfalls Abstände von maximal 250 cm vor bis 250 cm der Zählebene 80 hinter der Öffnung des Türportals möglich. Im allgemeinen Fall von gekrümmten Türportalflächen und gekrümmten Zählflächen 80, 81 bezieht sich der Abstand auf die kürzeste Distanz zwischen den Flächen. Im Sinne der Erfindung wird mindestens eine Zählfläche 80 definiert, die den Erfassungsbereich 40 schneidet. Sich bewegende Personen und/oder Objekte müssen mindestens teilweise die Zählfläche 80 durchtreten, um ein Zählereignis auszulösen.

Um die Zuverlässigkeit der Zählung zu erhöhen, können auch zwei (Fig. 7 b) oder mehrere Zählflächen 80, 81 verwendet werden. Typischerweise werden zwei parallel zueinander angeordnete Zählflächen 80, 81 verwendet. Die Person oder das Objekt muss sich dann mindestens teilweise durch eine Zählfläche 80, 81 des durch die beiden Zählflächen 80, 81 definierten Zählvolumens (Fig. 7 c) bewegen und mit einer zeitlichen Verzögerung die zweite Fläche ebenfalls mindestens teilweise wieder durchstoßen. Erst bei Detektion der Durchtrittsfolge wird ein Zählereignis ausgelöst.

Fig. 8 zeigt eine Seitenansicht der Lage des charakteristischen Punktes 200, der die Position einer Person bzw. eines Objektes repräsentiert, unter Verwendung unterschiedlicher Algorithmen zu seiner Bestimmung aus den Tiefenwerten der 3D-Punktwolke 190.
Im einfachsten Fall wird der charakteristische Punkt 200 aus den Punkten der 3D-Punktwolke 190 zur Repräsentation einer Person bzw. eines Objektes bestimmt, der den geringsten Abstand zur Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 aufweist (Fig. 8 a).
Der charakteristische Punkt 200 kann auch durch eine Schwerpunktmethode bestimmt werden (Fig. 8 b, c). Dann liegt der charakteristische Punkt 200 innerhalb des Raumes der durch die Person oder durch das Objekt beanspruchten Volumens. Bei Bestimmung des Flächenschwerpunktes (Fig. 8 b) der Punkte der 3D-Punktwolke 190 liegt der charakteristische Punkt 200 in einem geringeren Abstand zur Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 als bei der Bestimmung des Volumenschwerpunktes (Fig. 8 c).

Eine Seitenansicht unterschiedlich gestalteter Zählbereiche (70) und die Generierung eines Zählereignisses beim Durchgang einer Person durch den Zählbereich (70) zeigt Fig. 9. Das gleiche Prinzip ist auch auf Objekte anwendbar, die durch den Zählbereich (70) gebracht werden.

Der Zählbereich (70) kann als Zählvolumen 90 ausgeführt sein (Fig. 9 a, b). Die das Zählvolumen 90 passierende Person ist dann sinnvollerweise durch die von ihr erzeugte 3D-Punktwolke 190 repräsentiert.

Beim Eintreten der Person (Fig. 9 a) in die Einrichtung oder das Fahrzeug zur Personen- und/oder Güterbeförderung gelangt zuerst ein Punkt der 3D-Punktwolke 190 in das Zählvolumen 90, im weiteren Zeitverlauf immer weitere Punkte der 3D-Punktwolke 190, bis schließlich alle Punkte der 3D-Punktwolke 190 im Zählvolumen 90 zu verorten sind. Im weiteren zeitlichen Verlauf werden immer weniger Punkte der 3D-Punktwolke 190 im Zählvolumen 90 verortet, weil die Person das Zählvolumen 90 durchquert. Der Abstand der 3D-Punktwolke 190 zur Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 verringert sich. Ein Zählereignis wird genau dann generiert, wenn die gesamte von der Person erzeugte 3D-Punktwolke 190 das Zählvolumen 90 durchquert hat, innerhalb des Zählvolumens 90 also kein Punkt der von der Person erzeugten 3D-Punkwolke 190 mehr zu verorten ist.

Beim Verlassen der Person (Fig. 9 b) der Einrichtung oder des Fahrzeugs zur Personen- und/oder Güterbeförderung gelangt zuerst ein Punkt der 3D-Punktwolke 190 in das Zählvolumen 90, im weiteren Zeitverlauf immer weitere Punkte der 3D-Punktwolke 190, bis schließlich alle Punkte der 3D-Punktwolke 190 im Zählvolumen 90 zu verorten sind. Im weiteren zeitlichen Verlauf werden immer weniger Punkte der 3D-Punktwolke 190 im Zählvolumen 90 verortet, weil die Person das Zählvolumen 90 durchquert. Der Abstand der 3D-Punktwolke 190 zur Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 vergrößert sich. Ein Zählereignis wird genau dann generiert, wenn die gesamte von der Person erzeugte 3D-Punktwolke 190 das Zählvolumen 90 durchquert hat, innerhalb des Zählvolumens 90 also kein Punkt der von der Person erzeugten 3D-Punkwolke 190 mehr zu verorten ist.

Das Programm der Steuer- und Auswerteeinrichtung 60 verfolgt im zeitlichen Verlauf die Trajektorie der 3D-Punktwolke 190 und erkennt so, ob eine Person die Einrichtung bzw. das Fahrzeug betritt oder verlässt.

Der Zählbereich (70) kann außerdem durch zwei Zählflächen 80, 81 definiert sein (Fig. 9 c, d), die parallel zueinander und beabstandet voneinander angeordnet sind. Die das Zählvolumen 90 passierende Person ist dann sinnvollerweise durch einen charakteristischen Punkt 200 repräsentiert.

Beim Eintreten der Person (Fig. 9 c) in die Einrichtung oder das Fahrzeug zur Personen- und/oder Güterbeförderung durchstößt der charakteristische Punkt 200 die erste Zählfläche 80, im weiteren Zeitverlauf die zweite Zählfläche 81. Ein Zählereignis wird genau dann generiert, wenn der charakteristische Punkt 200 die zweite Zählfläche 81 passiert hat.

Beim Verlassen der Person (Fig. 9 d) der Einrichtung oder des Fahrzeugs zur Personen- und/oder Güterbeförderung durchstößt der charakteristische Punkt 200 die zweite Zählfläche 81, im weiteren Zeitverlauf die erste Zählfläche 80. Ein Zählereignis wird genau dann generiert, wenn der charakteristische Punkt 200 die erste Zählfläche 80 passiert hat.

Das Programm der Steuer- und Auswerteeinrichtung 60 verfolgt im zeitlichen Verlauf das Durchstoßen der Reihenfolge der Zählflächen 80, 81 und erkennt so, ob eine Person die Einrichtung bzw. das Fahrzeug betritt oder verlässt.

Der Zählbereich (70) kann ebenfalls durch eine Zählfläche 80 definiert sein (Fig. 9 e, f). Die das Zählvolumen 90 passierende Person ist dann sinnvollerweise durch einen charakteristischen Punkt 200 repräsentiert.

Beim Eintreten der Person (Fig. 9 e) in die Einrichtung oder das Fahrzeug zur Personen- und/oder Güterbeförderung durchstößt der charakteristische Punkt 200 die Zählfläche 80, ebenso durchstößt der charakteristische Punkt 200 beim Verlassen der Person (Fig. 9 f) die Zählfläche 80. Ein Zählereignis wird genau dann generiert, wenn der charakteristische Punkt 200 die Zählfläche 80 passiert hat.

Das Programm der Steuer- und Auswerteeinrichtung 60 verfolgt im zeitlichen Verlauf die Trajektorie des charakteristischen Punktes 200 und erkennt so, ob eine Person die Einrichtung bzw. das Fahrzeug betritt oder verlässt.

Fig. 10 zeigt den Aufbau eines Ausführungsbeispiels der Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1. Der Lichtmuster-Projektor 100 enthält die Strahlungsquelle 10 und optische Elemente 30, um das gewünschte zu projizierende Lichtmuster 50 zu erzeugen. Eine mögliche Ausführung verwendet eine Laserdiode als Strahlungsquelle 10, eine Kollimatorlinse und ein Diffraktives Optisches Element (DOE) 30. Die Strahlungsquelle 10 erzeugt eine kontinuierliche monochromatische Laserstrahlung S mit einer Wellenlänge im Bereich von 780 nm bis 1000 nm.

Der Bildsensor 130 bildet zusammen mit dem Objektiv 110 und dem Bandpass-Filter 120 den Strahlungsdetektor 20. Der Bandpass-Filter 120 ist nur durchlässig für Licht in einem engen spektralen Fenster. Die Zentralwellenlänge des Bandpass-Filters 120 entspricht der Wellenlänge des von der Strahlungsquelle 10 ausgesandten Lichts. Damit wird Licht anderer Wellenlängen daran gehindert, den Bildsensor 130 zu belichten. Die Bilddaten werden von der Steuer- und Auswerteeinrichtung 60 verarbeitet und mittels eines geeigneten Programms ausgewertet. Die Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 ist dazu über eine Schnittstelle mit der Steuer- und Auswerteeinrichtung 60 verbunden. Die Trägerstruktur 140 bringt den Strahlungsdetektor 20 und den Lichtmuster-Projektor 100 in eine definierte Position und realisiert so die sog. Baseline.

Durch die Verwendung des Lichtmuster-Projektors 100 stellt die Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten 1 aktiv Licht bereit und kann auch in dunklen Umgebungen arbeiten. Da die Beleuchtung nicht großflächig ist, sondern nur Licht in Musterbereiche geleitet wird, ist eine kleinere Lichtleistung erforderlich als bei einer großflächigen Beleuchtung. Entsprechend wird weniger Energie verbraucht und es entsteht weniger Abwärme.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Vorrichtung zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen und/oder Objekten
10	Strahlungsquelle
20	Strahlungsdetektor
30	Element zur Ablenkung der Strahlung
40	Erfassungsbereich
50	Lichtmuster
60	Steuer- und Auswerteeinrichtung
70	Zählbereich
80, 81	Zählfläche
90	Zählvolumen
100	Lichtmuster-Projektor
110	Objektiv
120	Bandpass-Filter
130	Bildsensor
140	Trägerstruktur
150	Türportal
160	Einrichtung oder Fahrzeug zur Personen- und/oder Güterbeförderung
170	Person
171	Objekt
190	Punkt der 3D-Punktwolke
200	Charakteristischer Punkt
S	Ausgesendete Strahlung

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung mit den folgenden Verfahrensschritten:

   - Aussenden einer Strahlung (S) von einer Strahlungsquelle (10)
   - Ablenken der Strahlung (S) mit einem Element zur Ablenkung der Strahlung (30)
   - Erzeugen eines Lichtmusters (50) in einem Erfassungsbereich (40)
   - Erfassen der von in dem Erfassungsbereich (40) befindlichen Personen und/oder Objekten rückgestreuten Strahlung (S) in einem Strahlungsdetektor (20)
   - Zählen der Personen und/oder Objekte in einem Zählbereich (70) wobei der Zählbereich (70) in einem Bereich zwischen 30 cm vor und 30cm hinter einem Zugang (150) zur Einrichtungen und/oder zum Fahrzeug zur Personen und/oder Objektbeförderung angeordnet ist.

2. Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach Anspruch 1

   dadurch gekennzeichnet, dass

   der Zählbereich (70) in einem Bereich 20 cm vor und/oder 20cm hinter Zugang (150) zur Einrichtungen und/oder zum Fahrzeug zur Personen- und/oder Objektbeförderung und bevorzugt zischen 10 cm vor und/oder 10 cm hinter dem Zugang (150) zur Einrichtungen und/oder zum Fahrzeug zur Personen- und/oder Objektbeförderung angeordnet ist.

3. Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach Anspruch 1 oder 2

dadurch gekennzeichnet, dass

der Zählbereich (70) ein Zählvolumen (90) umfasst,
wobei ein Zählereignis eintritt, wenn eine Person und/oder ein Objekt in den Zählvolumen (90) eintritt und/oder den Zählvolumen (90) verlässt.

4. Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3

dadurch gekennzeichnet, dass

der Zählbereich (70) eine Zählfläche (80, 81) umfasst,
wobei ein Zählereignis eintritt, wenn eine Person und/oder ein Objekt in die Zählfläche(80, 81) eintritt und/oder die Zählfläche (80, 81) verlässt.

5. Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4

dadurch gekennzeichnet, dass

der Zählbereich (70) zwei Zählflächen (80, 81) umfasst,
wobei ein Zählereignis eintritt, wenn eine Person und/oder ein Objekt in eine der Zählebenen (80, 81) eintritt und/oder eine der Zählfläche (80, 81) verlässt.

6. Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach Anspruch 5

dadurch gekennzeichnet, dass

eine erste Zählfläche (80) einem Fahrzeuginnenraum und eine zweite Zählfläche (81) dem Fahrzeugäußeren zugewandt ist,

wobei ein Zählereignis eintritt, wenn eine Person und/oder ein Objekt in die erste Zählfläche (80) eintritt und/oder die zweite Zählfläche (81) verlässt.

7. Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6

dadurch gekennzeichnet, dass

die Lage des Zählbereichs (78) und/oder der Zählfläche (81, 80) in Abhängigkeit der Art des erkannten Objekts gewählt wird.

8. Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach Anspruch 7

dadurch gekennzeichnet, dass

ein Lichtmuster (50) im Erfassungsbereich (40) erfasst wird.

9. Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach Anspruch 8

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Verschiebung des Lichtmusters (50) im Erfassungsbereich (40) erfasst wird.

10. Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach Anspruch 9

daurch gekennzeichnet, dass

die Länge der Verschiebung berechnet und aus der Länge der Verschiebung eine Tiefenwert bestimmt wird.

11. Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach Anspruch 12

dadurch gekennzeichnet, dass

die erfassten synchron verschobenen Lichtmuster (50) mit charakteristischen bekannten Mustern verglichen werden.

12. Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 11

dadurch gekennzeichnet, dass

das Lichtmuster (50) zu einem Objekttyp zugeordnet wird.

13. Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12

dadurch gekennzeichnet, dass

das Zählereignis durch den Eintritt und/oder das Verlassen des Zählbereichs (70) und/oder der Zählfläche (80, 81) des Lichtmusters (50) ausgelöst wird.

14. Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13

dadurch gekennzeichnet, dass

das Verfahren geeignet ist, Personen und Objekte in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen zur Personen- und/oder Güterbeförderung zu unterscheiden, zu erfassen und/oder zu zählen.

15. Verfahren zur Unterscheidung, Erfassung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14

dadurch gekennzeichnet, dass

das Lichtmuster (50) eine Strahlendichte ρ_s von
$5^* 10^2/4^*\pi\ sr^{-1} \leq \rho_s \leq 10^6/4^*\pi\ sr^{-1}$
bevorzugt mindestens $1^* 10^3/4^*\pi\ sr^{-1}$ und
besonders bevorzugt mindestens $5^* 10^3/4^*\pi\ sr^{-1}$
und/oder
bevorzugt höchstens $5^* 10^5/4^*\pi\ sr^{-1}$ und
besonders bevorzugt höchstens $1^* 10^5/4^*\pi\ sr^{-1}$
aufweist.

16. Personen- und/oder Objektzählvorrichtung (1) zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung, die aufweist:

- eine Strahlungsquelle (10),
- einen Strahlungsdetektor (20),
- ein Element (30) zur Ablenkung der aus der Strahlungsquelle (10) austretenden Strahlung (S)
  wobei das Element (30) zur Ablenkung der aus der Strahlungsquelle (10) austretenden Strahlung (S) geeignet ist, ein Lichtmuster (50) in einem Erfassungsbereich (40) zu erzeugen, und

wobei die Personen- und/oder Objektzählvorrichtung geeignet ist, in einem Zählbereich (70) in diesem befindliche Personen und/oder Objekte zu zählen, wobei der Zählbereich (70) einen Teilbereich des Erfassungsbereichs (50) umfasst und in einem Bereich zwischen 30 cm vor und 30cm hinter einem Zugang (150) zur Einrichtungen und/oder zum Fahrzeug zur Personen und/oder Objektbeförderung angeordnet ist.

17. Personen- und/oder Objektzählvorrichtung (1) zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach Anspruch 16

dadurch gekennzeichnet, dass

der Zählbereich (70) in einem Bereich 20 cm vor und/oder 20cm hinter einem Zugang (150) der Einrichtung und/oder des Fahrzeugs zur Personen und/oder Objektbeförderung und bevorzugt zwischen 10 cm vor und/oder 10 cm hinter dem Zugang (150) zur Einrichtungen und/oder zum Fahrzeug zur Personen und/oder Objektbeförderung angeordnet ist.

18. Personen- und/oder Objektzählvorrichtung (1) zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach Anspruch 16 oder 17

dadurch gekennzeichnet, dass

der Zählbereich (70) ein Zählvolumen (90) umfasst,
wobei ein Zählereignis eintritt, wenn eine Person und/oder ein Objekt in den Zählvolumen (90) eintritt und/oder den Zählvolumen (90) verlässt.

19. Personen- und/oder Objektzählvorrichtung (1) zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 18

dadurch gekennzeichnet, dass

der Zählbereich (70) eine Zählfläche (80, 81) umfasst,
wobei ein Zählereignis eintritt, wenn eine Person und/oder ein Objekt in die Zählfläche (80, 81) eintritt und/oder die Zählfläche (80, 81) verlässt.

20. Personen- und/oder Objektzählvorrichtung (1) zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 19

dadurch gekennzeichnet, dass

der Zählbereich (70) zwei Zählflächen (80, 81) umfasst,
wobei ein Zählereignis eintritt, wenn eine Person und/oder ein Objekt in eine der Zählebenen (80, 81) eintritt und/oder eine der Zählfläche (80, 81) verlässt.

21. Personen- und/oder Objektzählvorrichtung (1) zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach Anspruch 20

dadurch gekennzeichnet, dass

eine erste Zählfläche (80) dem Fahrzeuginnenraum und eine zweite Zählfläche (81) dem Fahrzeugäußeren zugewandt ist,

wobei ein Zählereignis eintritt, wenn eine Person und/oder ein Objekt in die erste Zählfläche (80) eintritt und/oder die zweite Zählfläche (81) verlässt.

22. Personen- und/oder Objektzählvorrichtung (1) zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 21

dadurch gekennzeichnet, dass

die Lage des Zählbereichs (70) und/oder der Zählfläche (80, 81) in Abhängigkeit der Art des erkannten Objekts gewählt wird.

23. Personen- und/oder Objektzählvorrichtung (1) zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 22

dadurch gekennzeichnet, dass

die Lage der Zählflächen (80, 81) vordefiniert ist.

24. Personen- und/oder Objektzählvorrichtung (1) zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder

Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 23

dadurch gekennzeichnet, dass

die Personen- und/oder Objektzählvorrichtung (1) eine Schnittstelle (70) zu einer Steuer- und/oder Auswerteeinrichtung (60) aufweist.

25. Personen- und/oder Objektzählvorrichtung (1) zur Erfassung, Zuordnung und Zählung von Personen (170) und/oder Objekten (171) in Einrichtungen und/oder Fahrzeugen (160) zur Personen- und/oder Güterbeförderung nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 24

dadurch gekennzeichnet, dass

das Lichtmuster (50) eine Strahlendichte ρ_s von
$5 * 10^2/4*\pi\ sr^{-1} \leq \rho_s \leq 10^6/4*\pi\ sr^{-1}$
bevorzugt mindestens $1 * 10^3/4*\pi\ sr^{-1}$ und
besonders bevorzugt mindestens $5 * 10^3/4*\pi\ sr^{-1}$
und/oder
bevorzugt höchstens $5 * 10^5/4*\pi\ sr^{-1}$ und
besonders bevorzugt höchstens $1 * 10^5/4*\pi\ sr^{-1}$
aufweist.

Fig. 1

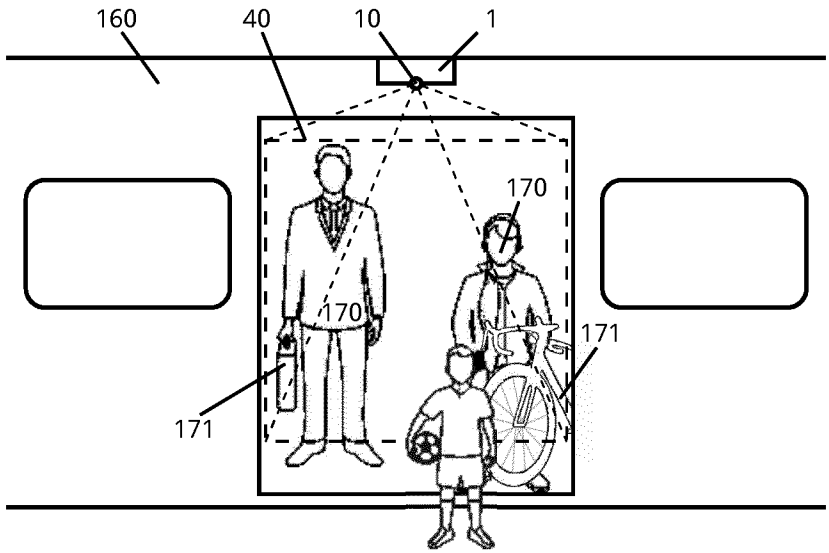


Fig. 2

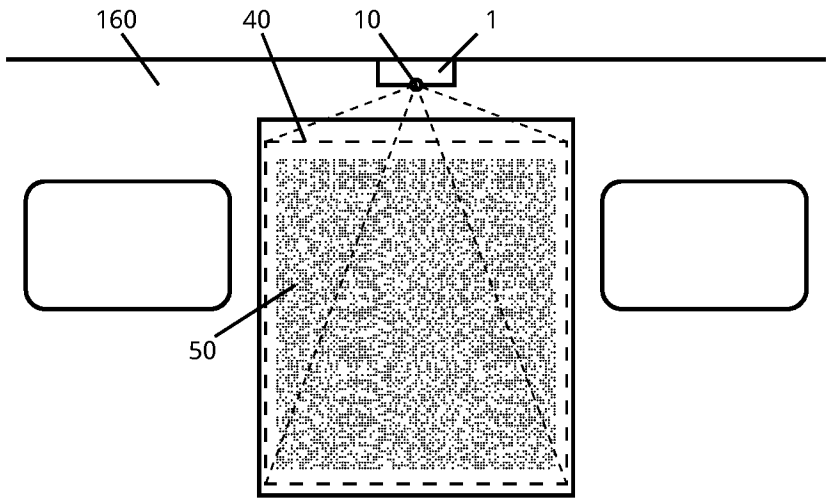
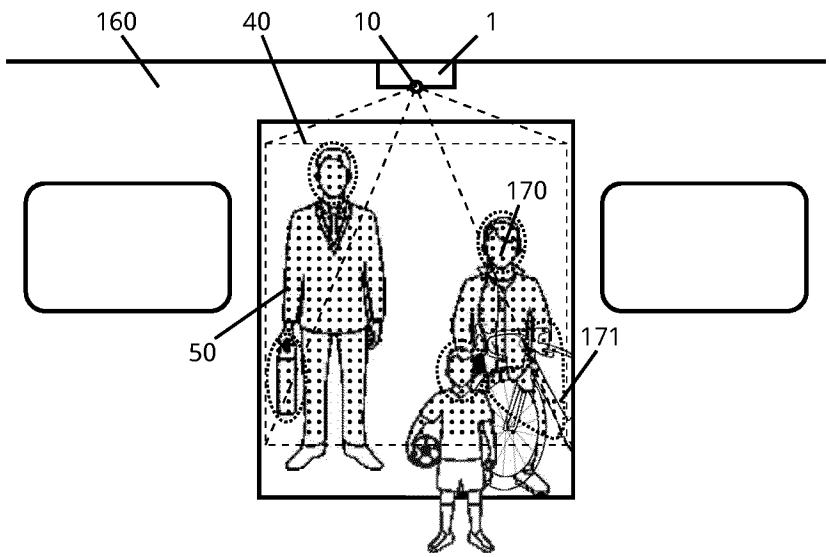


Fig. 3



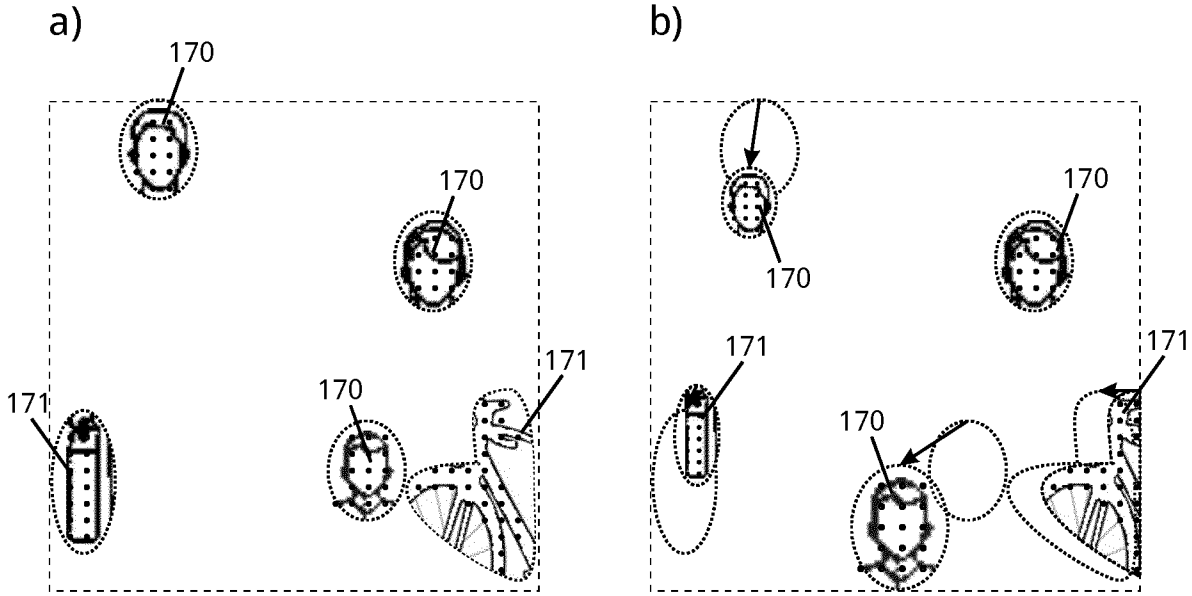

a)
170
170
171
170
171
b)
170
170
171
171
170

Fig. 4

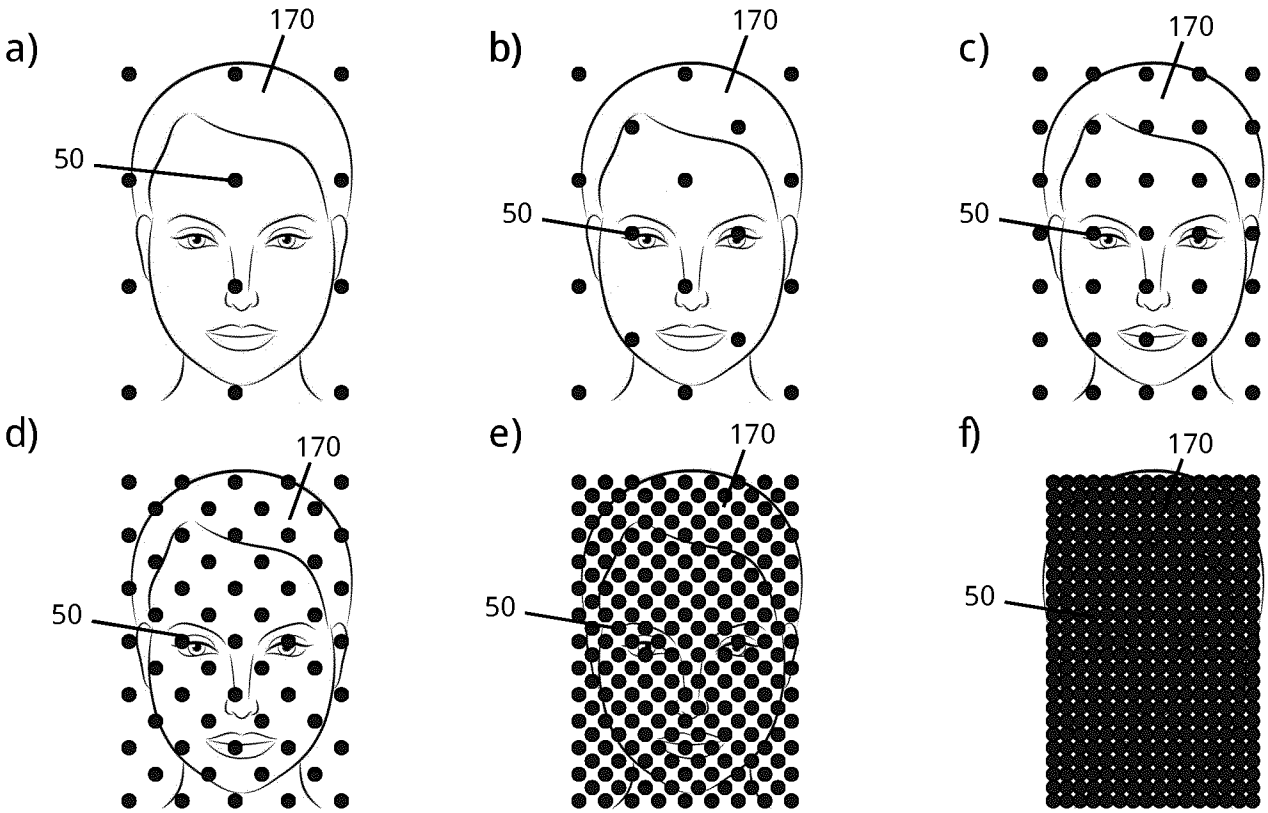

a)
170
50
b)
170
50
c)
170
50
d)
170
50
e)
170
50
f)
170
50

Fig. 5

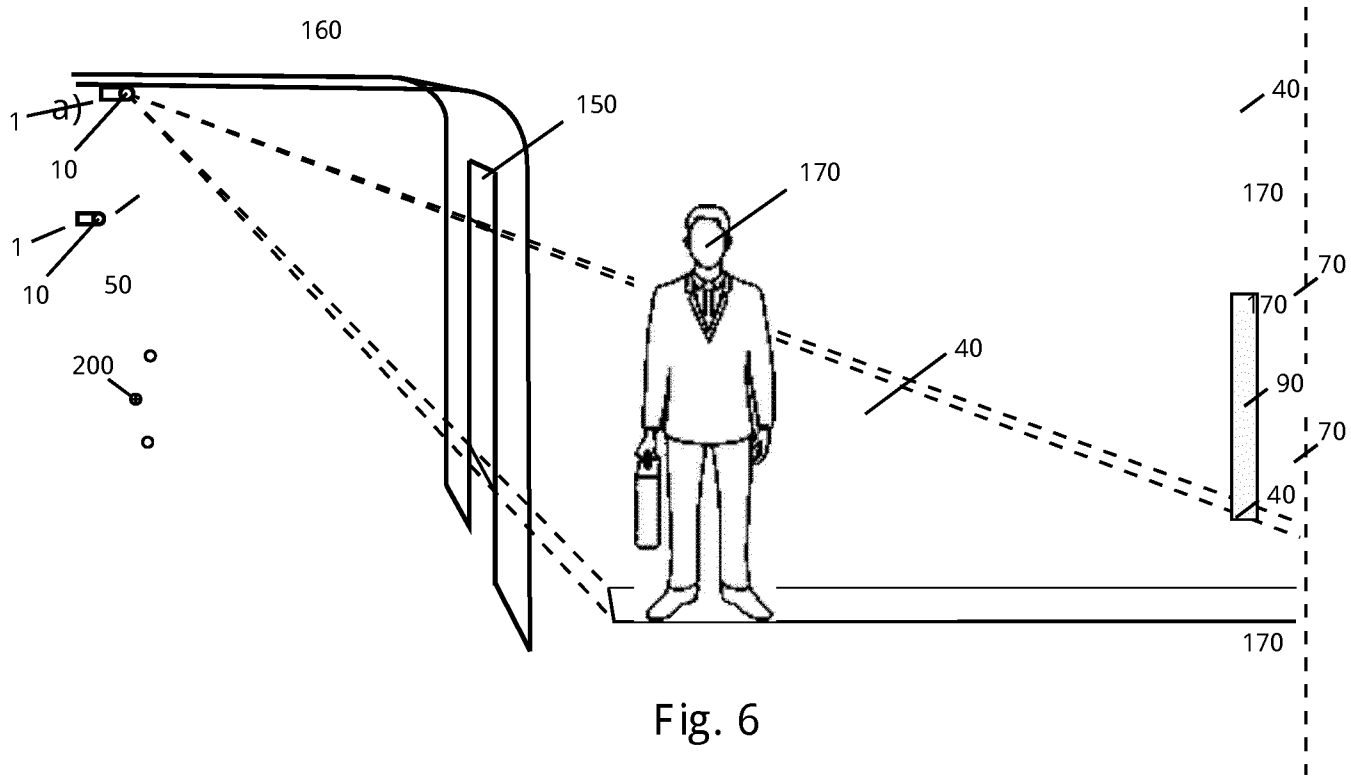

160
a)
1
10
150
170
40
170
1
10
50
70
170
200
40
90
70
40
170

Fig. 6

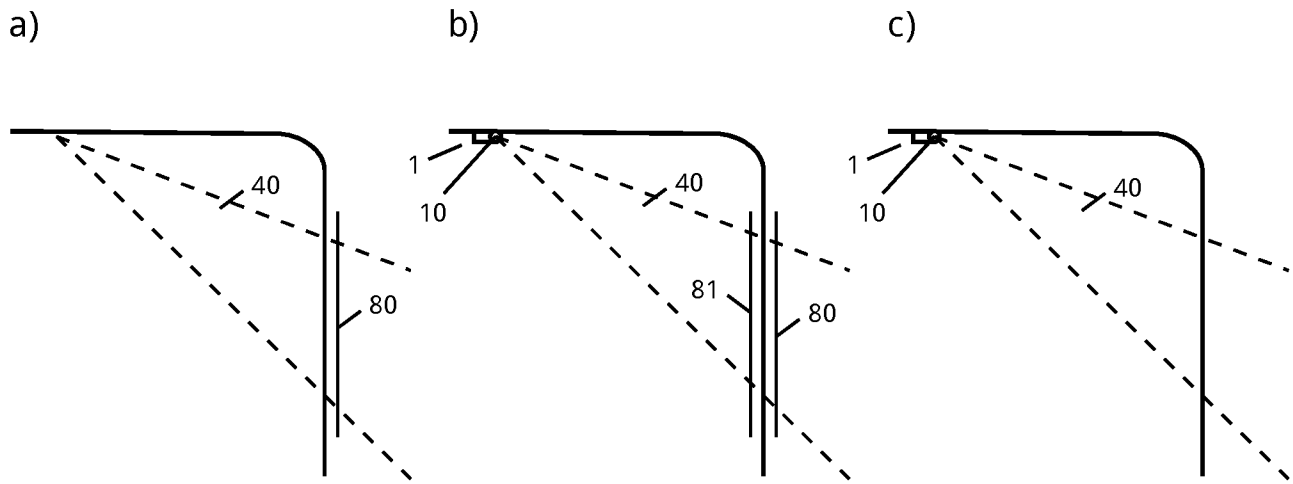

a)
b)
c)
40
80
1
10
40
81
80
1
10
40

Fig. 7

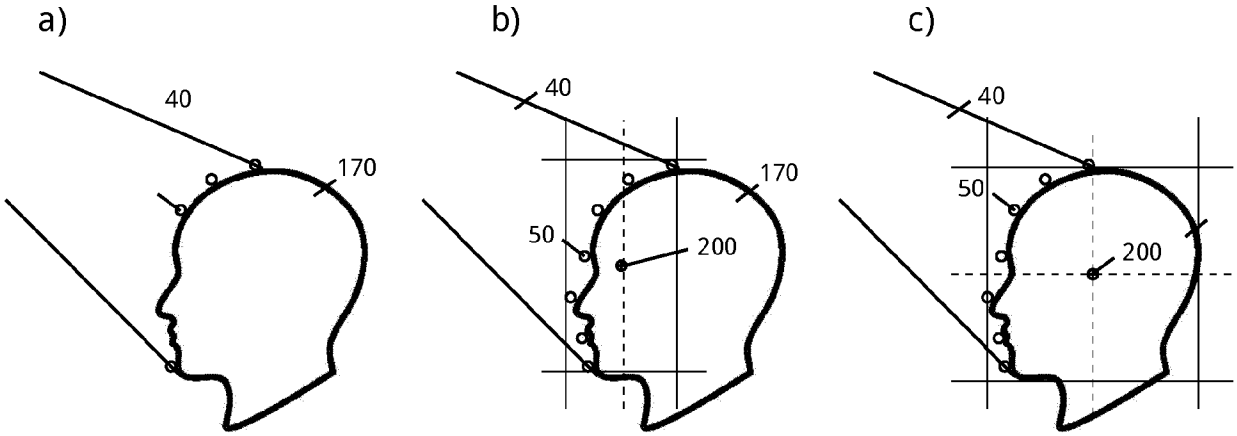

a)
40
170
b)
40
170
50
200
c)
40
50
200

Fig. 8

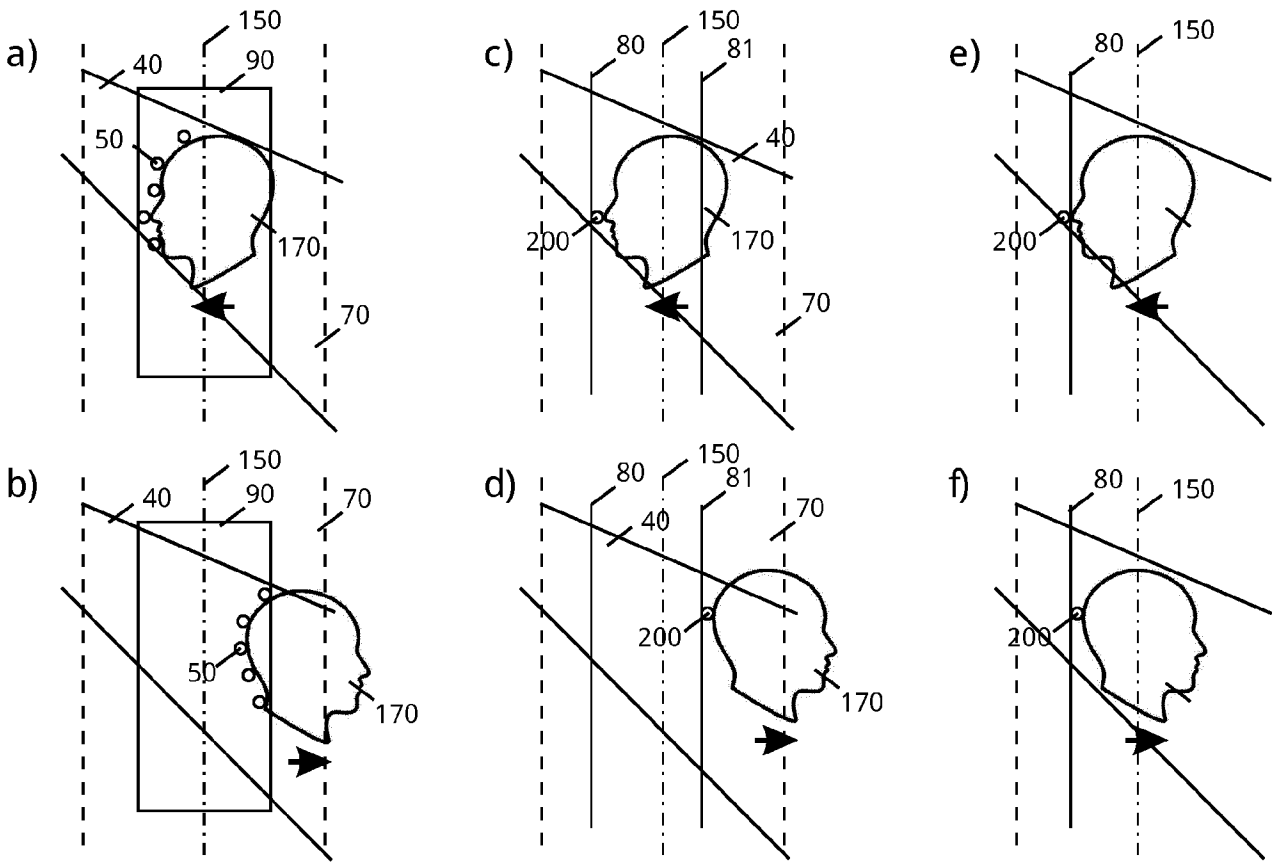

a)
150
40
90
50
170
70
b)
150
40
90
70
50
170
c)
150
80
81
40
200
170
70
d)
150
80
81
40
70
200
170
e)
150
80
200
f)
150
80
200

Fig. 9

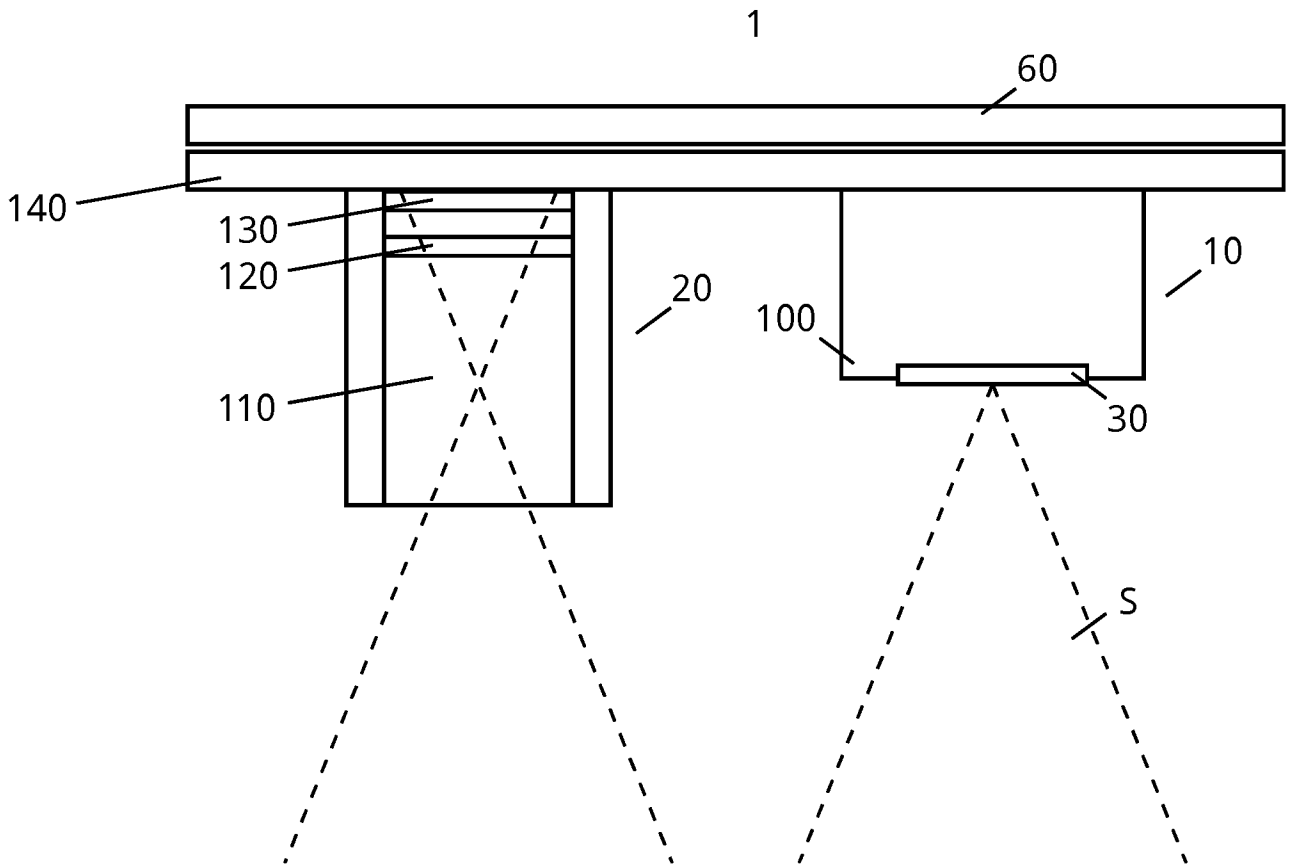


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2019/080762

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 7/48(2006.01)i; ***G01S 17/58***(2006.01)i; ***G01S 17/89***(2020.01)i; ***G01S 17/04***(2020.01)i; ***B61D 19/02***(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; B61K; B61D

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, INSPEC, 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 2011023602 A1 (KNORR BREMSE GMBH [AT]; SCHNABL ANDREAS [AT]) 03 March 2011 (2011-03-03)	1-10,14,16-24
Y	page 1, line 9 - page 2, line 16 page 5, line 32 - page 6, line 5 page 6, line 30 - page 10, line 28 figures 1, 2	11-13,15,25
Y	US 2018203122 A1 (GRAUER YOAV [IL] ET AL) 19 July 2018 (2018-07-19) paragraphs [0007], [0027] paragraph [0034] - paragraph [0058]	11-13,15,25

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 February 2020	**25 February 2020**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands**	**Hirsch, Stefanie**
Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2019/080762

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2011023602 A1	03 March 2011	AU 2010288642 A1	22 March 2012
		BR 112012004267 A2	16 February 2016
		CA 2772153 A1	03 March 2011
		CN 102648117 A	22 August 2012
		DE 102009039162 A1	17 March 2011
		EP 2470407 A1	04 July 2012
		US 2012188346 A1	26 July 2012
		WO 2011023602 A1	03 March 2011
US 2018203122 A1	19 July 2018	IL 239919 A	30 November 2016
		US 2018203122 A1	19 July 2018
		WO 2017009848 A1	19 January 2017

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/080762

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01S7/48 G01S17/58 G01S17/89 G01S17/04 B61D19/02
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01S B61K B61D

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, INSPEC, 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 2011/023602 A1 (KNORR BREMSE GMBH [AT]; SCHNABL ANDREAS [AT]) 3. März 2011 (2011-03-03)	1-10,14, 16-24
Y	Seite 1, Zeile 9 - Seite 2, Zeile 16 Seite 5, Zeile 32 - Seite 6, Zeile 5 Seite 6, Zeile 30 - Seite 10, Zeile 28 Abbildungen 1, 2	11-13, 15,25

Y	US 2018/203122 A1 (GRAUER YOAV [IL] ET AL) 19. Juli 2018 (2018-07-19) Absätze [0007], [0027] Absatz [0034] - Absatz [0058]	11-13, 15,25

☐ 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
11. Februar 2020	25/02/2020

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

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/080762

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011023602 A1	03-03-2011	AU 2010288642 A1	22-03-2012
		BR 112012004267 A2	16-02-2016
		CA 2772153 A1	03-03-2011
		CN 102648117 A	22-08-2012
		DE 102009039162 A1	17-03-2011
		EP 2470407 A1	04-07-2012
		US 2012188346 A1	26-07-2012
		WO 2011023602 A1	03-03-2011
US 2018203122 A1	19-07-2018	IL 239919 A	30-11-2016
		US 2018203122 A1	19-07-2018
		WO 2017009848 A1	19-01-2017