

(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
22. Juni 2017 (22.06.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/102545 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01N 21/47 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/080270

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. Dezember 2016 (08.12.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 121 898.4
16. Dezember 2015 (16.12.2015) DE

(71) Anmelder: VALEO SCHALTER UND SENSOREN
GMBH [DE/DE]; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-
Bissingen (DE).

(72) Erfinder: HENZ, Dieter; Kernerstr. 4, 75428 Illingen
(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, 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, 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,
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)

(54) Title: FINE DUST SENSOR FOR A MOTOR VEHICLE, MOTOR VEHICLE, AND METHOD FOR DETERMINING A
FINE DUST CONCENTRATION

(54) Bezeichnung : FEINSTAUBSENSOR FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG, KRAFTFAHRZEUG UND VERFAHREN ZUM
BESTIMMEN EINER FEINSTAUBKONZENTRATION

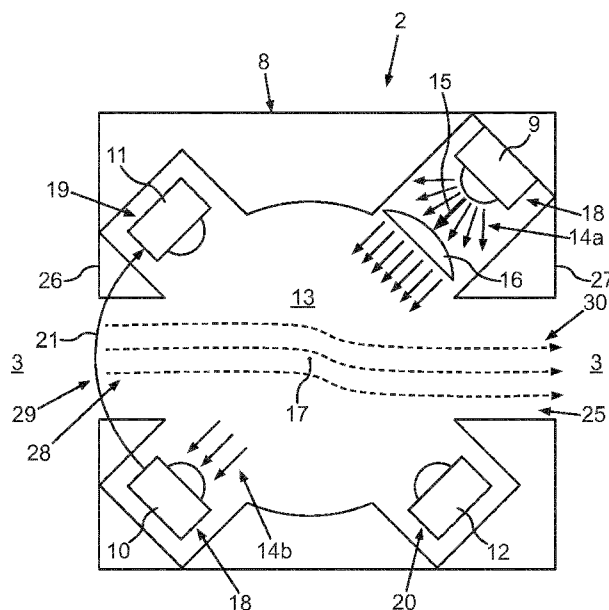


Fig.4

(57) Abstract: The invention relates to a fine dust sensor (2) for a motor vehicle (1), comprising a housing (8) and a transmitting unit (9) arranged in the housing (8) for emitting electromagnetic radiation (14a), and a receiving unit (10) arranged in the housing (8) for receiving the emitted electromagnetic radiation (14a), wherein the fine dust sensor (2) is designed to determine a fine dust concentration in an interior space (3) of the motor vehicle (1) and/or in a surroundings area (5) of the motor vehicle (1) depending on a parameter ratio, a parameter characterizing the electromagnetic radiation (14a, 14b), of the emitted electromagnetic radiation (14a) to the received electromagnetic radiation (14b), wherein in addition to the first receiving unit (10) arranged at a first position (18) in the housing (8), the fine dust sensor (2) has at least one second receiving unit (11) arranged in the housing (8) at a second position (19) different from the first position (18) for receiving the emitted electromagnetic radiation (14a).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Die Erfindung betrifft einen Feinstaubsensor (2) für ein Kraftfahrzeug (1), mit einem Gehäuse (8) und einer in dem Gehäuse (8) angeordneten Sendeeinheit (9) zum Aussenden einer elektromagnetischen Strahlung (14a) und einer in dem Gehäuse (8) angeordneten Empfangseinheit (10) zum Empfangen der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung (14a), wobei der Feinstaubsensor (2) ausgebildet ist, eine Feinstaubkonzentration in einem Innenraum (3) des Kraftfahrzeugs (1) und/oder in einem Umgebungsbereich (5) des Kraftfahrzeugs (5) abhängig von einem Parameterverhältnis, eines die elektromagnetische Strahlung (14a, 14b) charakterisierenden Parameters, der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung (14a) zu der empfangenen elektromagnetischen Strahlung (14b) zu bestimmen, wobei der Feinstaubsensor (2) zusätzlich zu der an einer ersten Position (18) in dem Gehäuse (8) angeordneten ersten Empfangseinheit (10) zumindest eine an einer von der ersten Position (18) unterschiedlichen zweiten Position (19) in dem Gehäuse (8) angeordnete zweite Empfangseinheit (11) zum Empfangen der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung (14a) aufweist.

Feinstaubsensor für ein Kraftfahrzeug, Kraftfahrzeug und Verfahren zum Bestimmen einer Feinstaubkonzentration

Die Erfindung betrifft einen Feinstaubsensor für ein Kraftfahrzeug mit einem Gehäuse. In dem Gehäuse sind eine Sendeeinheit zum Aussenden einer elektromagnetischen Strahlung und eine Empfangseinheit zum Empfangen der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung angeordnet. Der Feinstaubsensor ist ausgebildet, eine Feinstaubkonzentration in einem Innenraum des Kraftfahrzeugs und/oder in einem Umgebungsbereich des Kraftfahrzeugs abhängig von einem Parameterverhältnis, eines die elektromagnetische Strahlung charakterisierenden Parameters, der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung zu der empfangenen elektromagnetischen Strahlung zu bestimmen. Die Erfindung betrifft auch ein Kraftfahrzeug mit einem Feinstaubsensor sowie ein Verfahren zum Bestimmen einer Feinstaubkonzentration in einem Innenraum eines Kraftfahrzeugs und/oder in einem Umgebungsbereich des Kraftfahrzeugs. Es wird mit einer Sendeeinheit eine elektromagnetische Strahlung ausgesandt und die ausgesandte elektromagnetische Strahlung wird nach dem Strahlen durch einen Luftraum eines Gehäuses von einer Empfangseinheit empfangen. Die Feinstaubkonzentration wird abhängig von einem Parameterverhältnis, eines die elektromagnetische Strahlung charakterisierenden Parameters, der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung zu der empfangenen elektromagnetischen Strahlung bestimmt.

Feinstaubsensoren sind aus dem Stand der Technik bekannt. So weist das Kraftfahrzeug aus der DE 10 2008 014 401 A1 einen Sensor zur Erfassung der Luftgüte beziehungsweise der Feinstaubkonzentration der Luft im Fahrzeuginnenraum auf. Durch Feinstaubsensoren kann beispielsweise Feinstaub mit einer Partikelgröße zwischen 5 nm und 2500 nm erfasst werden.

Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Feinstaubsensor, ein Kraftfahrzeug sowie ein Verfahren bereitzustellen, mit welchem beziehungsweise bei welchem eine Feinstaubkonzentration in einem Innenraum eines Kraftfahrzeugs und/oder in einem Umgebungsbereich des Kraftfahrzeugs präziser und zuverlässiger bestimmt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Feinstaubsensor, durch ein Kraftfahrzeug sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß den jeweiligen unabhängigen Ansprüchen gelöst.

Ein erfindungsgemäßer Feinstaubsensor für ein Kraftfahrzeug umfasst ein Gehäuse. In dem Gehäuse sind eine Sendeeinheit zum Aussenden einer elektromagnetischen Strahlung und eine Empfangseinheit zum Empfangen der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung angeordnet. Der Feinstaubsensor ist dazu ausgebildet, eine Feinstaubkonzentration in einem Innenraum des Kraftfahrzeugs und/oder in einem Umgebungsbereich des Kraftfahrzeugs abhängig von einem Parameterverhältnis, eines die elektromagnetische Strahlung charakterisierenden Parameters, der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung zu einer empfangenen elektromagnetischen Strahlung zu bestimmen. Als ein wesentlicher Gedanke der Erfindung ist vorgesehen, dass der Feinstaubsensor zusätzlich zu der an einer ersten Position in dem Gehäuse angeordneten ersten Empfangseinheit zumindest eine an einer von der ersten Position unterschiedlichen zweiten Position in dem Gehäuse angeordnete zweite Empfangseinheit zum Empfangen der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung aufweist.

Durch den erfindungsgemäßen Feinstaubsensor kann die Feinstaubkonzentration in dem Innenraum des Kraftfahrzeugs und/oder in dem Umgebungsbereich des Kraftfahrzeugs präziser und zuverlässiger bestimmt werden.

Bei dem Feinstaubsensor wird die ausgesendete elektromagnetische Strahlung von der ersten Empfangseinheit empfangen. Sind zwischen der Sendeeinheit und der ersten Empfangseinheit keine freien Staubpartikel vorhanden, so wird im Wesentlichen die gesamte ausgesendete elektromagnetische Strahlung von der ersten Empfangseinheit empfangen. Sind Feinstaubpartikel zwischen der Sendeeinheit und der ersten Empfangseinheit, insbesondere in einem Luftraum des Gehäuses zwischen der Sendeeinheit und der ersten Empfangseinheit, so wird die von der Sendeeinheit ausgesendete elektromagnetische Strahlung zumindest teilweise durch die Feinstaubpartikel abgelenkt und die ausgesendete elektromagnetische Strahlung wird nur noch teilweise von der ersten Empfangseinheit empfangen. Dies wird durch das Parameterverhältnis quantitativ beschrieben. So kann der die elektromagnetische Strahlung charakterisierende Parameter beispielsweise Photonen der elektromagnetischen Strahlung beschreiben. Damit wäre das Parameterverhältnis ein Photonenverhältnis der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung zu der empfangenen elektromagnetischen Strahlung.

Durch die zweite Empfangseinheit kann die Feinstaubkonzentration nun genauer und zuverlässiger bestimmt werden. So ist die zweite Empfangseinheit derart in dem Gehäuse

angeordnet, dass bei einem idealerweise partikelfreien Luftraum des Gehäuses keinerlei ausgesendete elektromagnetische Strahlung durch die zweite Empfangseinheit empfangen wird. Lediglich bei Vorhandensein von Feinstaubpartikeln zwischen der Sendeeinheit und der ersten Empfangseinheit, insbesondere in dem Luftraum des Gehäuses, wird die ausgesendete elektromagnetische Strahlung derart durch die Feinstaubpartikel abgelenkt, dass zumindest ein Teil der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung von der zweiten Empfangseinheit empfangen wird.

Die Feinstaubkonzentration in dem Luftraum des Gehäuses kann folgendermaßen bestimmt werden. Empfängt lediglich die erste Empfangseinheit die ausgesendete elektromagnetische Strahlung und nicht die zweite Empfangseinheit, so kann von einem feinstaubpartikelfreien Luftraum des Gehäuses ausgegangen werden. Dies lässt wiederum einen Rückschluss auf eine Luftqualität des Innenraums und/oder des Umgebungsbereichs bezüglich der Feinstaubbelastung zu. Sind allerdings Feinstaubpartikel in dem Luftraum des Gehäuses vorhanden, so empfängt die erste Empfangseinheit weniger, als dies bei partikelfreiem Luftraum der Fall ist, und die zweite Empfangseinheit empfängt mehr der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung, als dies bei partikelfreiem Luftraum des Gehäuses der Fall ist. Es lässt sich damit also allgemein sagen, dass je mehr Photonen der ausgesendeten Strahlung von der zweiten Empfangseinheit empfangen werden, desto mehr Feinstaubpartikel werden in dem Luftraum als vorhanden angenommen und folglich wird dadurch auch auf eine schlechtere Luftqualität bezüglich der Feinstaubbelastung rückgeschlossen.

Durch den Feinstaubsensor kann insbesondere die Feinstaubkonzentration von Feinstaubpartikeln mit der Größe von 5 nm bis 2500 nm bestimmt werden. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass in den Luftraum einströmende Luft aus dem Innenraum und/oder dem Umgebungsbereich, beispielsweise mittels eines Filters, derart vorbehandelt beziehungsweise gefiltert wird, dass eine andere Höchstgröße der Feinstaubpartikel, welche der Messung der Feinstaubkonzentration zugrunde gelegt werden, bestimmt wird. Dadurch kann die Luftqualität im Innenraum und/oder im Umgebungsbereich abhängig von der Größe der Feinstaubpartikel vielfältig bestimmt werden.

Insbesondere ist es vorgesehen, dass die erste Empfangseinheit in Umlaufrichtung um eine Längsachse des Gehäuses betrachtet um 180° zu der Sendeeinheit in dem Gehäuse versetzt angeordnet ist, und die elektromagnetische Strahlung mit einer Hauptabstrahlrichtung der Sendeeinheit in Richtung der ersten Empfangseinheit

ausgesendet wird. So sind die erste Empfangseinheit und die Sendeeinheit also insbesondere gegenüber, insbesondere diametral, zueinander angeordnet. Dadurch ist die erste Empfangseinheit insbesondere in der Hauptabstrahlrichtung der Sendeeinheit angeordnet. Die elektromagnetische Strahlung, welche durch die Sendeeinheit ausgesendet wird, trifft also, insbesondere direkt, insbesondere ohne abgelenkt zu werden, auf die erste Empfangseinheit. Es kann ein Vorhandensein der Feinstaubpartikel in dem Luftraum des Gehäuses festgestellt werden, wenn durch die erste Empfangseinheit weniger von der elektromagnetischen Strahlung empfangen wird, als dies bei einem partikelfreien Luftraum der Fall ist. Die Feinstaubkonzentration kann dadurch präziser bestimmt werden.

Vorzugsweise ist es vorgesehen, dass die zweite Position der zweiten Empfangseinheit in einem Winkel, insbesondere 90°, in Umlaufrichtung einer Längsachse des Gehäuses zu der ersten Position der ersten Empfangseinheit angeordnet ist. Dadurch ist die zweite Empfangseinheit vorzugsweise nicht im Bereich der unabgelenkten ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung angeordnet. Die zweite Empfangseinheit empfängt dadurch also insbesondere keine elektromagnetische Strahlung, wenn der Luftraum feinstaubpartikelfrei ist. Dadurch kann die zweite Empfangseinheit eigenständig neben der ersten Empfangseinheit zum Bestimmen der Feinstaubkonzentration verwendet werden. Weiterhin kann dadurch beispielsweise eine mit der ersten Empfangseinheit bestimmte Feinstaubkonzentration durch die zweite Empfangseinheit überprüft werden. Wird das Parameterverhältnis zwischen der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung und der durch die erste Empfangseinheit empfangenen elektromagnetischen Strahlung größer, so ist es insbesondere vorgesehen, dass das Parameterverhältnis zwischen der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung und der durch die zweite Empfangseinheit empfangenen elektromagnetischen Strahlung kleiner wird. Vorteilhaft ist also, dass durch die Anordnung der zweiten Empfangseinheit in dem Winkel die Feinstaubkonzentration genauer und zuverlässiger bestimmt werden kann.

Weiterhin ist es vorzugsweise vorgesehen, dass der Feinstaubsensor eine an einer von der ersten Position und der zweiten Position unterschiedlichen dritten Position in dem Gehäuse angeordnete dritte Empfangseinheit zum Empfangen der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung aufweist. Die dritte Empfangseinheit kann insbesondere durch die Eigenschaften der zweiten Empfangseinheit charakterisiert sein. So ist die dritte Empfangseinheit insbesondere ebenfalls derart in dem Gehäuse angeordnet, dass die ausgesendete elektromagnetische Strahlung bei dem feinstaubpartikelfreien Luftraum nicht von der dritten Empfangseinheit empfangen wird. Vorzugsweise wird also lediglich

durch Feinstaubpartikel innerhalb des Luftraums des Gehäuses abgelenkte ausgesendete elektromagnetische Strahlung von der dritten Empfangseinheit empfangen. Dadurch kann die dritte Empfangseinheit auch wieder genutzt werden, um die Feinstaubkonzentration in dem Innenraum und/oder dem Umgebungsbereich präziser und zuverlässiger zu bestimmen. Weiterhin ist die dritte Empfangseinheit vorteilhaft, da eine weitere nach dem Prinzip der zweiten Empfangseinheit arbeitende Empfangseinheit bereitgestellt wird und eine gesamte Zuverlässigkeit des Feinstaubsensors erhöht werden kann.

Vorzugsweise ist es vorgesehen, dass die dritte Empfangseinheit in Umlaufrichtung um eine Längsachse des Gehäuses betrachtet zwischen 160° und 200° , insbesondere um 180° zu der zweiten Empfangseinheit in dem Gehäuse versetzt angeordnet ist. Dadurch ist die dritte Empfangseinheit möglichst weit von der zweiten Empfangseinheit entfernt in dem Gehäuse angeordnet. Der Luftraum des Gehäuses wird dadurch gleichmäßig für das Empfangen der ausgesendeten und durch Feinstaubpartikel abgelenkten elektromagnetischen Strahlung abgedeckt. Die Feinstaubkonzentration kann dadurch wiederum präziser bestimmt werden, als wenn die zweite Empfangseinheit und die dritte Empfangseinheit unmittelbar nebeneinander in dem Gehäuse angeordnet wären.

Weiterhin kann es vorgesehen sein, dass das Gehäuse einen sich radial zu einer Längsachse des Gehäuses erstreckenden, insbesondere vollständig von einer ersten Gehäuseseite des Gehäuses zu einer zweiten Gehäuseseite des Gehäuses durchgehenden, ersten Luftkanal aufweist, durch welchen Luft von dem Innenraum und/oder dem Umgebungsbereich in einen Luftraum des Gehäuses einströmbar ist. Durch den ersten Luftkanal kann die Luft von dem Innenraum und/oder dem Umgebungsbereich in den Luftraum des Gehäuses einströmen und es kann dort dann die Feinstaubkonzentration bestimmt werden. Der erste Luftkanal ist insbesondere als vollständig durch das Gehäuse durchgängiger Kanal ausgebildet und kann beispielsweise für Systeme mit konstantem Luftfluss in eine bestimmte Richtung, wie beispielsweise Belüftungsschächte, genutzt werden. Durch den ersten Luftkanal kann der Luftaustausch zwischen dem Innenraum und/oder dem Umgebungsbereich mit dem Luftraum zuverlässiger bereitgestellt werden.

In einer weiteren Ausführungsform kann es vorgesehen sein, dass das Gehäuse einen, insbesondere vollständig von einer dritten Gehäuseseite des Gehäuses zu einer vierten Gehäuseseite des Gehäuses durchgehenden, zweiten Luftkanal aufweist, durch welchen Luft von dem Innenraum und/oder dem Umgebungsbereich in einen Luftraum des

Gehäuses einströmbar ist. Durch den zweiten Luftkanal ist der Luftraum des Gehäuses insbesondere nach allen Seiten des Gehäuses geöffnet. Dadurch kann eine bessere Zirkulation als mit lediglich dem ersten Luftkanal innerhalb des Luftraums ermöglicht werden. Durch den ersten Luftkanal und den zweiten Luftkanal kann der Luftaustausch zwischen dem Innenraum und/oder dem Umgebungsbereich mit dem Luftraum effektiver und schneller erfolgen.

Weiterhin kann es vorgesehen sein, dass eine erste Längsachse des ersten Luftkanals und eine zweite Längsachse des zweiten Luftkanals senkrecht zueinander angeordnet sind. Durch die Anordnung der Längsachsen senkrecht zueinander kann das Einströmen der Luft in den Luftraum weiterhin verbessert werden. So kann der Feinstaubsensor auch an Orten des Kraftfahrzeugs angeordnet werden, welche unregelmäßig oder von unterschiedlichen Richtungen aus mit Luft beströmt werden. Die Feinstaubkonzentration kann dadurch also wieder präziser und zuverlässiger bestimmt werden. Insbesondere kreuzen sich der erste Luftkanal und der zweite Luftkanal dadurch.

In einer weiteren Ausführungsform kann es vorgesehen sein, dass der Feinstaubsensor zumindest einen Lüfter aufweist, durch welchen eine Luftströmung erzeugbar ist, welche das Einströmen von Luft von dem Innenraum und/oder dem Umgebungsbereich in einen Luftraum des Gehäuses aktiv unterstützt. Durch den Lüfter können Öffnungen des ersten Luftkanals und/oder des zweiten Luftkanals beispielsweise kleiner ausgebildet werden, als dies ohne den Lüfter der Fall wäre. Durch die kleineren Öffnungen an den jeweiligen Gehäuseseiten des Gehäuses kann wiederum das Einfallen von Störlicht beziehungsweise unerwünschter elektromagnetischer Strahlung in den Luftraum von außerhalb des Gehäuses reduziert werden. Auch kann der Lüfter den Luftaustausch zwischen dem Luftraum und dem Innenraum und/oder dem Umgebungsbereich auch bei Räumen mit geringer Luftzirkulation ausreichend ermöglichen. Dadurch kann der Feinstaubsensor auch wieder an wenig luftdurchströmten Einbaulagen an dem Kraftfahrzeug angeordnet werden. Die Feinstaubkonzentration kann durch den Lüfter wiederum präziser und zuverlässiger bestimmt werden.

In einer Ausführungsform kann es vorgesehen sein, dass eine Achse des Lüfters, um welcher ein Lüfterrad des Lüfters rotiert, coaxial zu einer Längsachse des Gehäuses angeordnet ist. Dadurch wird die Luft insbesondere axial zu der Längsachse in den Luftraum eingeströmt. Vorteilhaft ist dadurch, dass das Gehäuse mit einer geringen Breite, bezogen auf eine Ebene in welcher sich die Sendeeinheit und die Empfangseinheiten erstrecken, ausgebildet werden kann. Durch den coaxial zu der

Längsachse angeordneten Lüfter erstreckt sich das Gehäuse eher weiter in eine Höhe senkrecht zu dieser Ebene.

In einer weiteren Ausführungsform kann es vorgesehen sein, dass ein Lüfterrad des Lüfters in radialer Richtung zu einer Längsachse des Gehäuses betrachtet seitlich neben dem Luftraum angeordnet ist, insbesondere ist das Lüfterrad in einer Ebene angeordnet, in welcher die Sendeeinheit und die jeweilige Empfangseinheit angeordnet sind. Durch den seitlich neben dem Luftraum angeordneten Lüfter wird die Luft vorzugsweise radial in den Luftraum eingeströmt. Der seitlich neben dem Luftraum angeordnete Lüfter führt dazu, dass das Gehäuse sich eher in die Breite erstreckt und mit einer geringen Höhe bezüglich der Ebene ausgebildet werden kann.

Es können auch mehrere Lüfter an dem Gehäuse vorgesehen sein. So können beispielsweise auch der koaxial angeordnete Lüfter und der seitlich neben dem Luftraum angeordnete Lüfter gemeinsam in dem Gehäuse angeordnet sein. Dadurch kann das Einströmverhalten der Luft in den Luftraum weiterhin verbessert werden.

Vorzugsweise ist es vorgesehen, dass vor der ersten Empfangseinheit und/oder vor der zweiten Empfangseinheit eine lichtsammelnde Linse angeordnet ist. Ergänzend oder alternativ kann vor der ersten Empfangseinheit auch eine lichtzerstreuende Linse angeordnet sein. So ist die lichtzerstreuende Linse vor der ersten Empfangseinheit vorzugsweise angeordnet, um bei der Auswertung der ersten Empfangseinheit nicht in einen Sättigungsbereich zu kommen. Beabsichtigt ist also, dass dadurch nicht mehr Photonen auf die erste Empfangseinheit einstrahlen, als diese messtechnisch verarbeiten kann. Das Parameterverhältnis kann dadurch genauer bestimmt werden. Ergänzend oder alternativ ist vor der ersten Empfangseinheit und/oder der zweiten Empfangseinheit und/oder der dritten Empfangseinheit eine lichtsammelnde Linse angeordnet. Durch die lichtsammelnde Linse wird möglichst viel Streulicht, also durch Feinstaubpartikel in den Luftraum abgelenkte ausgesendete elektromagnetische Strahlung empfangen. Ein Empfangsbereich der zweiten Empfangseinheit und/oder der dritten Empfangseinheit für die durch die Feinstaubpartikel abgelenkte ausgesendete elektromagnetische Strahlung kann durch die lichtsammelnde Linse vergrößert werden. Es wird dadurch beispielsweise ermöglicht, dass die zweite Empfangseinheit und/oder die dritte Empfangseinheit oberhalb einer Mindestdetektionsgrenze von einfallender elektromagnetischer Strahlung betrieben wird. Die Feinstaubkonzentration kann dadurch wieder präziser und zuverlässiger bestimmt werden.

Der Feinstaubsensor kann beispielsweise im infraroten Bereich der elektromagnetischen Strahlung oder aber im Bereich des sichtbaren Lichts der elektromagnetischen Strahlung oder aber im ultravioletten Bereich der elektromagnetischen Strahlung betrieben werden. Durch das Betreiben des Feinstaubsensors mit sichtbarem Licht oder ultravioletter elektromagnetischer Strahlung, kann die elektromagnetische Strahlung, beispielsweise durch die geringere Wellenlänge, stärker an den Feinstaubpartikeln gestreut werden und die Feinstaubkonzentration kann genauer bestimmt werden. Damit kann der Fokus der Feinstauberkennung auf eine bestimmte Partikelgröße gelegt werden. Es können dann kleine Partikel, beispielsweise von Zigarettenrauch, weniger in Betracht gezogen werden als große Partikel, beispielsweise von Fahrzeugabgasen.

Die Erfindung betrifft auch ein Kraftfahrzeug mit einem erfindungsgemäßen Feinstaubsensor. Das Kraftfahrzeug kann auch mehrere der Feinstaubsensoren aufweisen. Der Feinstaubsensor weist insbesondere ein Kraftfahrzeugbefestigungselement auf, um an dem Kraftfahrzeug befestigt zu werden. Der Feinstaubsensor kann in einem Innenraum des Kraftfahrzeugs angebracht werden, um die Feinstaubkonzentration in dem Innenraum zu bestimmen. Alternativ kann der Feinstaubsensor aber auch derart an dem Kraftfahrzeug angeordnet werden, dass die Feinstaubkonzentration in einem Umgebungsbereich des Kraftfahrzeugs und somit die Feinstaubkonzentration einer äußeren Umgebungsluft des Kraftfahrzeugs bestimmt wird. In dem Innenraum des Kraftfahrzeugs kann der Feinstaubsensor beispielsweise an einer Dachverkleidung des Kraftfahrzeugs angeordnet sein.

Weiterhin ist es vorzugsweise vorgesehen, dass der Feinstaubsensor als separates Modul oder als in andere Bauteile des Kraftfahrzeugs integrierbares Modul ausgebildet ist. So kann der Feinstaubsensor beispielsweise als alleinstehendes separates Modul an dem Kraftfahrzeug angeordnet werden oder der Feinstaubsensor kann in ein bereits vorhandenes Bauteil des Kraftfahrzeugs integriert werden. So kann der Feinstaubsensor beispielsweise an ein Bauteil an einer Innenseite einer Fahrzeugfrontscheibe des Kraftfahrzeugs, wie beispielsweise einem Regensensor und/oder einem elektrisch abblendbaren Innenspiegel und/oder einer Frontkamera des Kraftfahrzeugs angeordnet werden beziehungsweise mit diesen Bauteilen zusammen in einem gemeinsamen Gehäuse integriert werden.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Bestimmen einer Feinstaubkonzentration in einem Innenraum eines Kraftfahrzeugs und/oder in einem Umgebungsbereich des Kraftfahrzeugs. Bei dem Verfahren wird mit einer Sendeeinheit eine elektromagnetische

Strahlung ausgesandt und die ausgesandte elektromagnetische Strahlung wird nach dem Strahlen durch einen Luftraum eines Gehäuses von einer Empfangseinheit empfangen. Die Feinstaubkonzentration wird abhängig von einem Parameterverhältnis, eines die elektromagnetische Strahlung charakterisierenden Parameters, der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung zu einer empfangenen elektromagnetischen Strahlung bestimmt. Als ein wesentlicher Gedanke der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Feinstaubkonzentration zusätzlich abhängig von einer von zumindest einer zweiten Empfangseinheit empfangenen elektromagnetischen Strahlung bestimmt wird.

Die mit Bezug auf den erfindungsgemäßen Feinstaubsensor vorgestellten bevorzugten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten entsprechend für das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug sowie für das erfindungsgemäße Verfahren.

Mit Angaben „oben“, „unten“, „vorne“, „hinten“, „horizontal“, „vertikal“ etc. sind die bei bestimmungsgemäßem Gebrauch und bestimmungsgemäßem Anordnen des Feinstaubsensors gegebenen Positionen und Orientierungen angegeben.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der Figurenbeschreibung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Es sind somit auch Ausführungen von der Erfindung als umfasst und offenbart anzusehen, die in den Figuren nicht explizit gezeigt und erläutert sind, jedoch durch separierte Merkmalskombinationen aus den erläuterten Ausführungen hervorgehen und erzeugbar sind. Es sind auch Ausführungen und Merkmalskombinationen als offenbart anzusehen, die somit nicht alle Merkmale eines ursprünglich formulierten unabhängigen Anspruchs aufweisen.

Die Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert.

Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug mit einem Feinstaubsensor;

- Fig. 2 eine schematische Darstellung des Feinstaubsenors mit einer Sendeeinheit, einer ersten Empfangseinheit, einer zweiten Empfangseinheit und einer dritten Empfangseinheit;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung des Feinstaubsenors analog zu Fig. 2, bei welchem ein Luftraum eines Gehäuses des Feinstaubsenors Feinstaubpartikel aufweist;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung des Feinstaubsenors mit einem ersten Luftkanal;
- Fig. 5 eine schematische Darstellung des Feinstaubsenors mit dem ersten Luftkanal und einem zweiten Luftkanal;
- Fig. 6 eine schematische Darstellung des Feinstaubsenors mit einem Lüfter mit einem Lüfterrad, welches coaxial zu einer Längsachse des Gehäuses rotiert; und
- Fig. 7 eine schematische Darstellung des Feinstaubsenors mit einem Lüfter mit einem Luftrad, welches seitlich neben dem Luftraum angeordnet ist.

In den Figuren werden gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

In Fig. 1 ist schematisch eine Draufsicht auf ein Kraftfahrzeug 1 mit einem Feinstaubsensor 2 gezeigt. Der Feinstaubsensor 2 ist gemäß dem Ausführungsbeispiel in einem Innenraum 3 des Kraftfahrzeugs 1 angeordnet. In dem Innenraum 3 ist der Feinstaubsensor 2 in einem vorderen Bereich einer Dachinnenseite 4 des Kraftfahrzeugs 1 angeordnet, dort wo üblicherweise ein Innenspiegel des Kraftfahrzeugs 1 angeordnet ist. Die Anordnung des Feinstaubsenors 2 ist allerdings vielfältig möglich, vorzugsweise so, dass eine Feinstaubkonzentration in dem Innenraum 3 und/oder in einem Umgebungsbereich 5 des Kraftfahrzeugs 1 bestimmt werden kann. Der Feinstaubsensor 2 kann dabei als separates Modul oder als in andere Bauteile des Kraftfahrzeugs integrierbares Modul ausgebildet sein. Die anderen Bauteile des Kraftfahrzeugs 1 können

dabei beispielsweise als Regensensor, elektrisch abblendbarer Innenspiegel oder Frontkamera ausgebildet sein. Vorzugsweise ist der Feinstaubsensor 2 an einer Innenseite 6 einer Fahrzeugfrontscheibe 7 des Kraftfahrzeugs 1 angeordnet.

Der Feinstaubsensor 2 ist dazu ausgebildet, eine Feinstaubkonzentration in dem Innenraum 3 und/oder dem Umgebungsbereich 5 des Kraftfahrzeugs 1 abhängig von einem Parameterverhältnis, eines eine elektromagnetische Strahlung charakterisierenden Parameters, von einer ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung zu einer empfangenen elektromagnetischen Strahlung zu bestimmen. Der Feinstaubsensor 2 kann beispielsweise im infraroten Bereich der elektromagnetischen Strahlung oder aber im Bereich des sichtbaren Lichts oder aber im ultravioletten Bereich der elektromagnetischen Strahlung betrieben werden.

Fig. 2 zeigt den Feinstaubsensor 2. Der Feinstaubsensor 2 weist ein Gehäuse 8 auf. In dem Gehäuse sind eine Sendeeinheit 9, eine erste Empfangseinheit 10, eine zweite Empfangseinheit 11 und eine dritte Empfangseinheit 12 angeordnet. Weiterhin weist das Gehäuse 8 in seiner Mitte einen Luftraum 13 auf.

Durch die Sendeeinheit 9 wird eine elektromagnetische Strahlung 14a ausgesendet. Die elektromagnetische Strahlung 14a kann dabei entweder im infraroten Spektralbereich, welcher sich beispielsweise zwischen 780 nm und 1 mm Wellenlänge befindet, oder dem sichtbaren Spektralbereich oder dem ultravioletten Spektralbereich erzeugt werden. Die elektromagnetische Strahlung 14a wird von der Sendeeinheit 9 über den Luftraum 13 entlang einer Hauptabstrahlrichtung 15 zu der ersten Empfangseinheit 10 ausgesendet und dort als empfangene elektromagnetische Strahlung 14b empfangen. Falls der Luftraum 13 feinstaubpartikelfrei ist, wird die ausgesendete elektromagnetische Strahlung 14a ungehindert von der ersten Empfangseinheit 10 empfangen. Vor der Sendeeinheit 9 kann beispielsweise, wie in dem Ausführungsbeispiel gezeigt, ein Kollimator 16 angeordnet sein. Der Kollimator 16 dient zur Erzeugung eines parallelen Strahlenverlaufs der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung 14a.

Die erste Empfangseinheit 10 ist in Umlaufrichtung um eine Längsachse 17 des Gehäuses 8 betrachtet um 180° zu der Sendeeinheit 9 in dem Gehäuse 8 versetzt angeordnet. Die erste Empfangseinheit 10 befindet sich an einer ersten Position 18 und ist dazu ausgebildet, die ausgesendete elektromagnetische Strahlung 14a zu empfangen. Ebenfalls zum Empfangen der elektromagnetischen Strahlung 14a ausgebildet sind die an einer zweiten Position 19 angeordnete zweite Empfangseinheit 11 und die an einer

dritten Position 20 angeordnete dritte Empfangseinheit 12. Die zweite Position 19 der zweiten Empfangseinheit 11 ist in einem Winkel 21 in Umlaufrichtung der Längsachse 17 zu der ersten Position 18 angeordnet. Der Winkel 21 beträgt gemäß dem Ausführungsbeispiel 90° . Die dritte Empfangseinheit 12 an der dritten Position 20 ist in Umlaufrichtung um die Längsachse 17 betrachtet gemäß dem Ausführungsbeispiel um 180° zu der zweiten Empfangseinheit 11 in dem Gehäuse 8 versetzt angeordnet. Die zweite Empfangseinheit 11 und die dritte Empfangseinheit 12 sind also in dem Gehäuse 8 gegenüber angeordnet. Insbesondere ist es vorgesehen, dass, falls der Luftraum 13 feinstaubpartikelfrei ist, im Wesentlichen keinerlei elektromagnetische Strahlung 14a von der Sendeeinheit 9 auf die zweite Empfangseinheit 11 und/oder die dritte Empfangseinheit 12 auftrifft.

Durch die erste Empfangseinheit 10, die zweite Empfangseinheit 11 und dritte Empfangseinheit 12 kann die Empfindlichkeit für das Erkennen der Feinstaubkonzentration mit dem Feinstaubsensor 2 erhöht werden. Der Feinstaubsensor 2 wird also robuster und kann dadurch feiner auflösen.

Fig. 3 zeigt den Feinstaubsensor 2 mit Feinstaubpartikeln 22 in dem Luftraum 13. Durch die Feinstaubpartikel 22 wird die ausgesendete elektromagnetische Strahlung 14a von der Richtung der Hauptabstrahlrichtung 15 abgelenkt. Dadurch gelangen zum einen weniger Photonen der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung 14a zu der ersten Empfangseinheit 10 und zum anderen gelangen mehr Photonen der elektromagnetischen Strahlung 14a zu der zweiten Empfangseinheit 11 und/oder der dritten Empfangseinheit 12, als wenn die Feinstaubpartikel 22 in dem Luftraum 13 nicht vorhanden wären. Je mehr Photonen der elektromagnetischen Strahlung 14a also von der zweiten Empfangseinheit 11 und/oder der dritten Empfangseinheit 12 detektiert werden, desto mehr Feinstaubpartikel 22 werden in dem Luftraum 13 angenommen. Gleichzeitig fällt bei wachsender Anzahl der Feinstaubpartikel 22 in dem Luftraum 13 die durch die erste Empfangseinheit 10 detektierte Anzahl an Photonen der elektromagnetischen Strahlung 14b. Die Anzahl der Photonen der elektromagnetischen Strahlung 14a, 14b kann beispielsweise als die elektromagnetische Strahlung 14a, 14b charakterisierender Parameter beschrieben werden. Dadurch kann dann ein Parameterverhältnis bestimmt werden, welches beispielsweise die durch die Sendeeinheit 9 ausgesandte Anzahl der Photonen zu der durch die jeweilige Empfangseinheit 10, 11, 12 empfangene Anzahl der Photonen in Verhältnis setzt.

Durch die zweite Empfangseinheit 11 und/oder dritte Empfangseinheit 12 kann also zusätzlich zu einer Auswertung der ersten Empfangseinheit 10 die Feinstaubkonzentration in dem Luftraum 13 bestimmt werden. Die Luft, welche in dem Luftraum 13 vorhanden ist, wird vorzugsweise kontinuierlich mit Luft aus dem Innenraum 3 und/oder dem Umgebungsbereich 5 ausgetauscht und kann daher damit im Wesentlichen bezüglich der Feinstaubkonzentration beziehungsweise einer Belastung mit den Feinstaubpartikeln 22 gleichgesetzt werden.

Durch die Mehrzahl der Empfangseinheiten 10, 11, 12 kann ein mit der jeweiligen Empfangseinheit 10, 11, 12 bestimmtes Ergebnis der Feinstaubkonzentration gegenseitig überprüft werden. Es können dadurch beispielsweise auch defekte Empfangseinheiten 10, 11, 12 erkannt werden.

Optional ergänzend kann vor der ersten Empfangseinheit 10 eine lichtzerstreuende Linse 23 angeordnet sein. Durch die lichtzerstreuende Linse 23 kann eine Übersättigung der ersten Empfangseinheit 10 bezüglich der eintreffenden elektromagnetischen Strahlung 14b verhindert werden. In einem nicht weiter dargestellten Ausführungsbeispiel kann vor der ersten Empfangseinheit 10, insbesondere anstatt der lichtzerstreuenden Linse 23, auch einelichtsammelnde Linse angeordnet sein. Ebenso optional ergänzend kann vor der zweiten Empfangseinheit 11 und/oder der dritten Empfangseinheit 12 einelichtsammelnde Linse 24 angeordnet sein. Durch dielichtsammelnde Linse 24 wird eine größere Anzahl von Photonen der elektromagnetischen Strahlung 14a aus dem Luftraum 13 auf die zweite Empfangseinheit 11 und/oder die dritte Empfangseinheit 12 geleitet. Es wird durch dielichtsammelnde Linse 24 also erreicht, dass schon eine geringere Anzahl von Feinstaubpartikeln 22 in dem Luftraum 13 detektiert werden kann, als dies ohne dielichtsammelnde Linse 24 der Fall wäre.

Fig. 4 zeigt den Feinstaubsensor 2 mit dem Gehäuse 8 mit einem ersten Luftkanal 25. Der erste Luftkanal 25 erstreckt sich radial zu der Längsachse 17 in dem Gehäuse 8. Weiterhin ist der erste Luftkanal 25 durch das Gehäuse 8 vollständig durchgehend und erstreckt sich somit von einer ersten Gehäuseseite 26 des Gehäuses 8 zu einer zweiten Gehäuseseite 27 des Gehäuses 8. Die erste Gehäuseseite 26 liegt dabei der zweiten Gehäuseseite 27 gegenüber. Durch den ersten Luftkanal 25 strömt gemäß dem Ausführungsbeispiel Luft 28 von dem Innenraum 3 des Kraftfahrzeugs 1 in den Luftraum 13 des Gehäuses 8. An der ersten Gehäuseseite 26 ist dazu eine erste Lufteinströmöffnung 29 angeordnet und an der zweiten Gehäuseseite 27 ist eine erste Luftausströmöffnung 30 angeordnet, um die durch die erste Lufteinströmöffnung 29 in

den Luftraum 13 eingeströmte Luft 28 wieder aus dem Luftraum 13 ausströmen zu können.

Fig. 5 zeigt den Feinstaubsensor 2 mit dem Gehäuse 8 mit dem ersten Luftkanal 25 und einem zweiten Luftkanal 31. Eine erste Längsachse 32 des ersten Luftkanals 25 ist senkrecht zu einer zweiten Längsachse 33 des zweiten Luftkanals 31 ausgerichtet. Der zweite Luftkanal 31 erstreckt sich ebenfalls wie der erste Luftkanal 25 vollständig durch das Gehäuse 8. Jedoch erstreckt sich der zweite Luftkanal 31 von einer dritten Gehäusesseite 34 des Gehäuses 8 zu einer vierten Gehäusesseite 35 des Gehäuses 8. Für den zweiten Luftkanal 31 ist dadurch analog eine zweite Lufteinströmöffnung 36 an der dritten Gehäusesseite 34 ausgebildet und es ist eine zweite Luftausströmöffnung 37 an der vierten Gehäusesseite 35 ausgebildet. Die Lufteinströmöffnungen 29, 36 können jeweils auch für das Ausströmen der Luft 28 verwendet werden und die Luftausströmöffnungen 30, 37 können auch für das Einströmen der Luft 28 verwendet werden.

Fig. 6 zeigt den Feinstaubsensor 2 mit einem Lüfter 38. Der Lüfter 38 ist dazu ausgebildet, einen Luftaustausch zwischen dem Innenraum 3 und dem Luftraum 13 bereitzustellen. Der Lüfter 38 ist gemäß dem Ausführungsbeispiel von Fig. 6 derart in dem Gehäuse 8 angeordnet, dass eine Achse 39 des Lüfters 38, um welche ein Lüfterrad 40 des Lüfters 38 rotiert, koaxial zu der Längsachse 17 angeordnet. Die Achse 39 und die Längsachse 17 sind vorliegend also insbesondere deckungsgleich. Durch den Lüfter 38 gemäß dem Ausführungsbeispiel 6 wird die Luft 28 vorzugsweise axial bezüglich der Längsachse 17 in den Luftraum 13 aktiv eingeströmt.

Durch den Lüfter 38 können die Lufteinströmöffnungen 29, 36 und/oder die Luftausströmöffnungen 30, 37 kleiner, als dies bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 5 beispielsweise der Fall ist, ausgebildet werden, um einen Luftaustausch in dem Luftraum 13 auf gleichem Niveau bereitstellen zu können. Weiterhin kann durch den Lüfter 38 bei kleineren Lufteinströmöffnungen 29, 36 beziehungsweise kleineren Luftausströmöffnungen 30, 37 ein gleicher Luftstrom durch den Luftraum 13 wie bei größeren Lufteinströmöffnungen 29, 36 beziehungsweise Luftausströmöffnungen 30, 37 ohne den Lüfter 38 erzeugt werden und zusätzlich der Einfall von Fremdlicht in den Luftraum 13 minimiert werden.

Fig. 7 zeigt den Feinstaubsensor 2 mit dem in dem Gehäuse 8 angeordneten Lüfter 38. Der Lüfter 38 ist gemäß Fig. 7 jedoch derart in dem Gehäuse 8 angeordnet, dass ein Lüfterrad 41 des Lüfters 38 in radialer Richtung zu der Längsachse 17 des Gehäuses 8

betrachtet seitlich neben dem Luftraum 13 angeordnet ist. Weiterhin ist das Lüfterrad 41 in einer Ebene angeordnet, in welcher die Sendeeinheit 9 und die Empfangseinheiten 10, 11, 12 angeordnet sind. Die Luft 28 wird also vorzugsweise radial zu der Längsachse 17 in den Luftraum 13 eingeströmt.

Patentansprüche

1. Feinstaubsensor (2) für ein Kraftfahrzeug (1), mit einem Gehäuse (8) und einer in dem Gehäuse (8) angeordneten Sendeeinheit (9) zum Aussenden einer elektromagnetischen Strahlung (14a) und einer in dem Gehäuse (8) angeordneten Empfangseinheit (10) zum Empfangen der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung (14a), wobei der Feinstaubsensor (2) ausgebildet ist, eine Feinstaubkonzentration in einem Innenraum (3) des Kraftfahrzeugs (1) und/oder in einem Umgebungsbereich (5) des Kraftfahrzeugs (1) abhängig von einem Parameterverhältnis, eines die elektromagnetische Strahlung (14a, 14b) charakterisierenden Parameters, der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung (14a) zu einer empfangenen elektromagnetischen Strahlung (14b) zu bestimmen, dadurch gekennzeichnet, dass der Feinstaubsensor (2) zusätzlich zu der an einer ersten Position (18) in dem Gehäuse (8) angeordneten ersten Empfangseinheit (10) zumindest eine an einer von der ersten Position (18) unterschiedlichen zweiten Position (19) in dem Gehäuse (8) angeordnete zweite Empfangseinheit (11) zum Empfangen der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung (14a) aufweist.
2. Feinstaubsensor (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Empfangseinheit (10) in Umlaufrichtung um eine Längsachse (17) des Gehäuses (8) betrachtet um 180° zu der Sendeeinheit (9) in dem Gehäuse (8) versetzt angeordnet ist, und die elektromagnetische Strahlung (14a) mit einer Hauptabstrahlrichtung (15) der Sendeeinheit (9) in Richtung der ersten Empfangseinheit (10) ausgesendet wird.
3. Feinstaubsensor (2) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Position (19) der zweiten Empfangseinheit (11) in einem Winkel (21), insbesondere 90°, in Umlaufrichtung einer Längsachse (17) des Gehäuses (8) zu der ersten Position (18) der ersten Empfangseinheit (10) angeordnet ist.

4. Feinstaubsensor (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
der Feinstaubsensor (2) eine an einer von der ersten Position (18) und der zweiten Position (19) unterschiedlichen dritten Position (20) in dem Gehäuse (8) angeordnete dritte Empfangseinheit (12) zum Empfangen der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung (14a) aufweist.
5. Feinstaubsensor (2) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass
die dritte Empfangseinheit (12) in Umlaufrichtung um eine Längsachse (17) des Gehäuses (8) betrachtet zwischen 160° und 200°, insbesondere um 180°, zu der zweiten Empfangseinheit (11) in dem Gehäuse (8) versetzt angeordnet ist.
6. Feinstaubsensor (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
das Gehäuse (8) einen sich radial zu einer Längsachse (17) des Gehäuses (8) erstreckenden, insbesondere vollständig von einer ersten Gehäuseseite (26) des Gehäuses (8) zu einer zweiten Gehäuseseite (27) des Gehäuses (8) durchgehenden, ersten Luftkanal (25) aufweist, durch welchen Luft (28) von dem Innenraum (3) und/oder dem Umgebungsbereich (5) in einen Luftraum (13) des Gehäuses (8) einströmbar ist.
7. Feinstaubsensor (2) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass
das Gehäuse (8) einen, insbesondere vollständig von einer dritten Gehäuseseite (34) des Gehäuses (8) zu einer vierten Gehäuseseite (35) des Gehäuses (8) durchgehenden, zweiten Luftkanal (31) aufweist, durch welchen Luft von dem Innenraum (3) und/oder dem Umgebungsbereich (5) in einen Luftraum (13) des Gehäuses (8) einströmbar ist.
8. Feinstaubsensor (2) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass
eine erste Längsachse (32) des ersten Luftkanals (25) und eine zweite Längsachse (33) des zweiten Luftkanals (31) senkrecht zueinander angeordnet sind.

9. Feinstaubsensor (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
der Feinstaubsensor (2) zumindest einen Lüfter (38) aufweist, durch welchen eine Luftströmung erzeugbar ist, welche das Einströmen von Luft (28) von dem Innenraum (3) und/oder dem Umgebungsbereich (5) in einen Luftraum (13) des Gehäuses (8) aktiv unterstützt.
10. Feinstaubsensor (2) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass
eine Achse (39) des Lüfters (38), um welche ein Lüfterrad (40) des Lüfters (38) rotiert, koaxial zu einer Längsachse (17) des Gehäuses (8) angeordnet ist.
11. Feinstaubsensor (2) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass
ein Lüfterrad (41) des Lüfters (38) in radialer Richtung zu einer Längsachse (17) des Gehäuses (8) betrachtet seitlich neben dem Luftraum (13) angeordnet ist, insbesondere das Lüfterrad (41) in einer Ebene angeordnet ist, in welcher die Sendeeinheit (9) und die jeweilige Empfangseinheit (10, 11, 12) angeordnet sind.
12. Feinstaubsensor (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
vor der ersten Empfangseinheit (10) und/oder vor der zweiten Empfangseinheit (11) eine lichtsammelnde Linse (24) angeordnet ist.
13. Kraftfahrzeug (1) mit einem Feinstaubsensor (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
14. Kraftfahrzeug (1) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass
der Feinstaubsensor (2) als separates Modul oder als in andere Bauteile des Kraftfahrzeugs (1) integrierbares Modul ausgebildet ist.
15. Verfahren zum Bestimmen einer Feinstaubkonzentration in einem Innenraum (3) eines Kraftfahrzeugs (1) und/oder in einem Umgebungsbereich (5) des Kraftfahrzeugs (1), wobei mit einer Sendeeinheit (9) eine elektromagnetische

Strahlung (14a) ausgesandt wird und die ausgesandte elektromagnetische Strahlung (14a) nach dem Strahlen durch einen Luftraum (13) eines Gehäuses (8) von einer Empfangseinheit (10) empfangen wird, und die Feinstaubkonzentration abhängig von einem Parameterverhältnis, eines die elektromagnetische Strahlung (14a, 14b) charakterisierenden Parameters, der ausgesendeten elektromagnetischen Strahlung (14a) zu einer empfangenen elektromagnetischen Strahlung (14b) bestimmt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Feinstaubkonzentration zusätzlich abhängig von einer von zumindest einer zweiten Empfangseinheit (11) empfangenen elektromagnetischen Strahlung (14b) bestimmt wird.

1/7

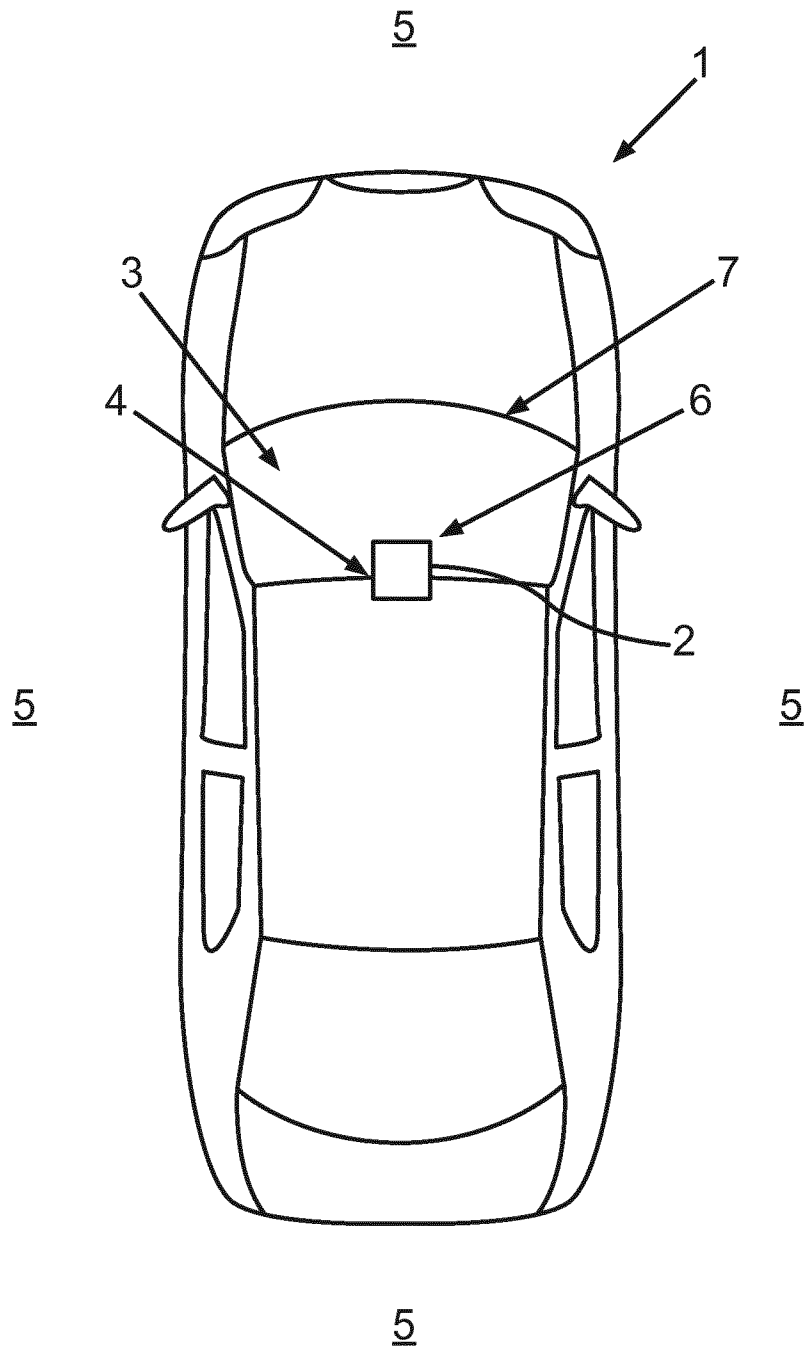


Fig.1

2/7

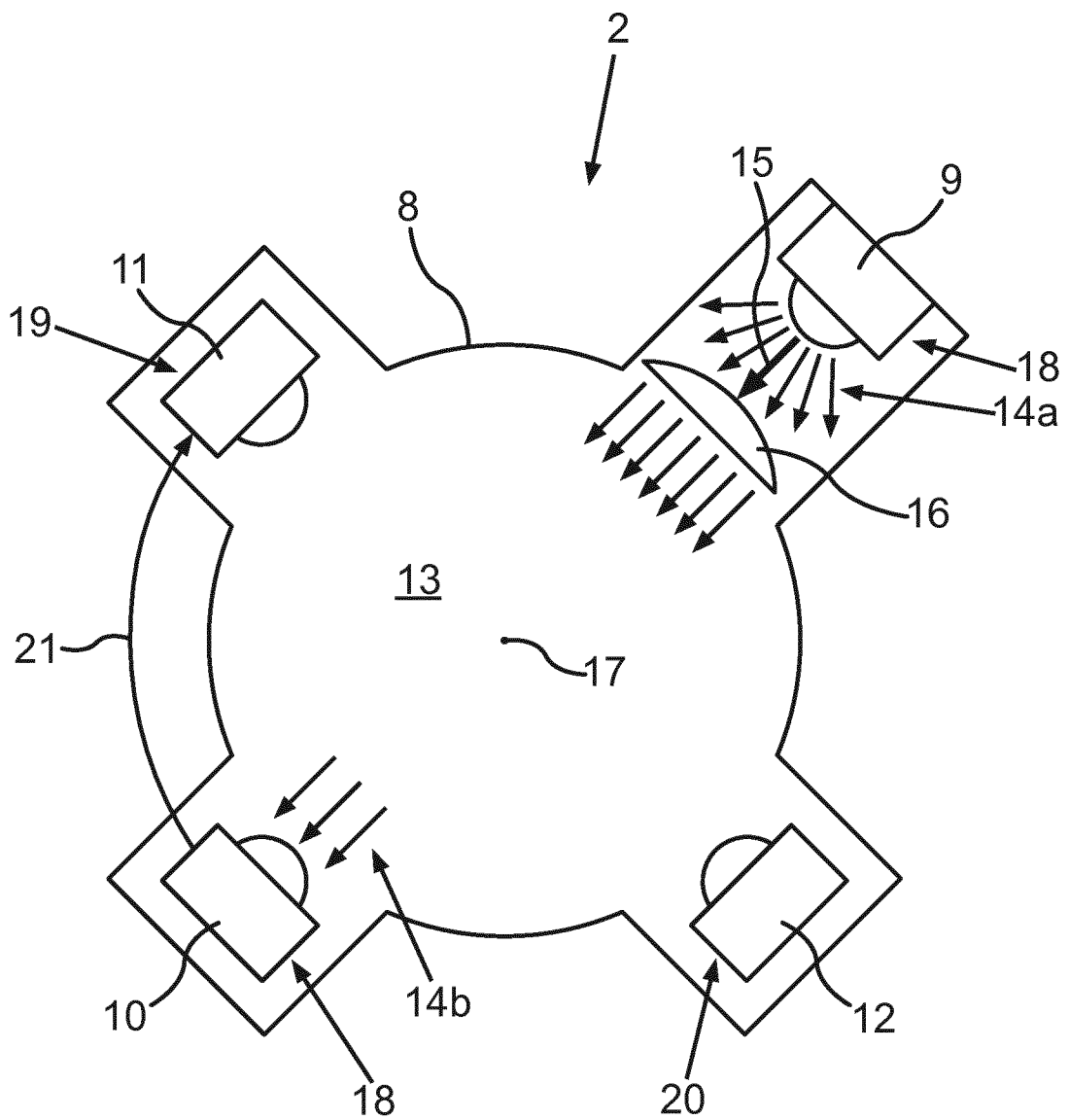


Fig.2

3/7

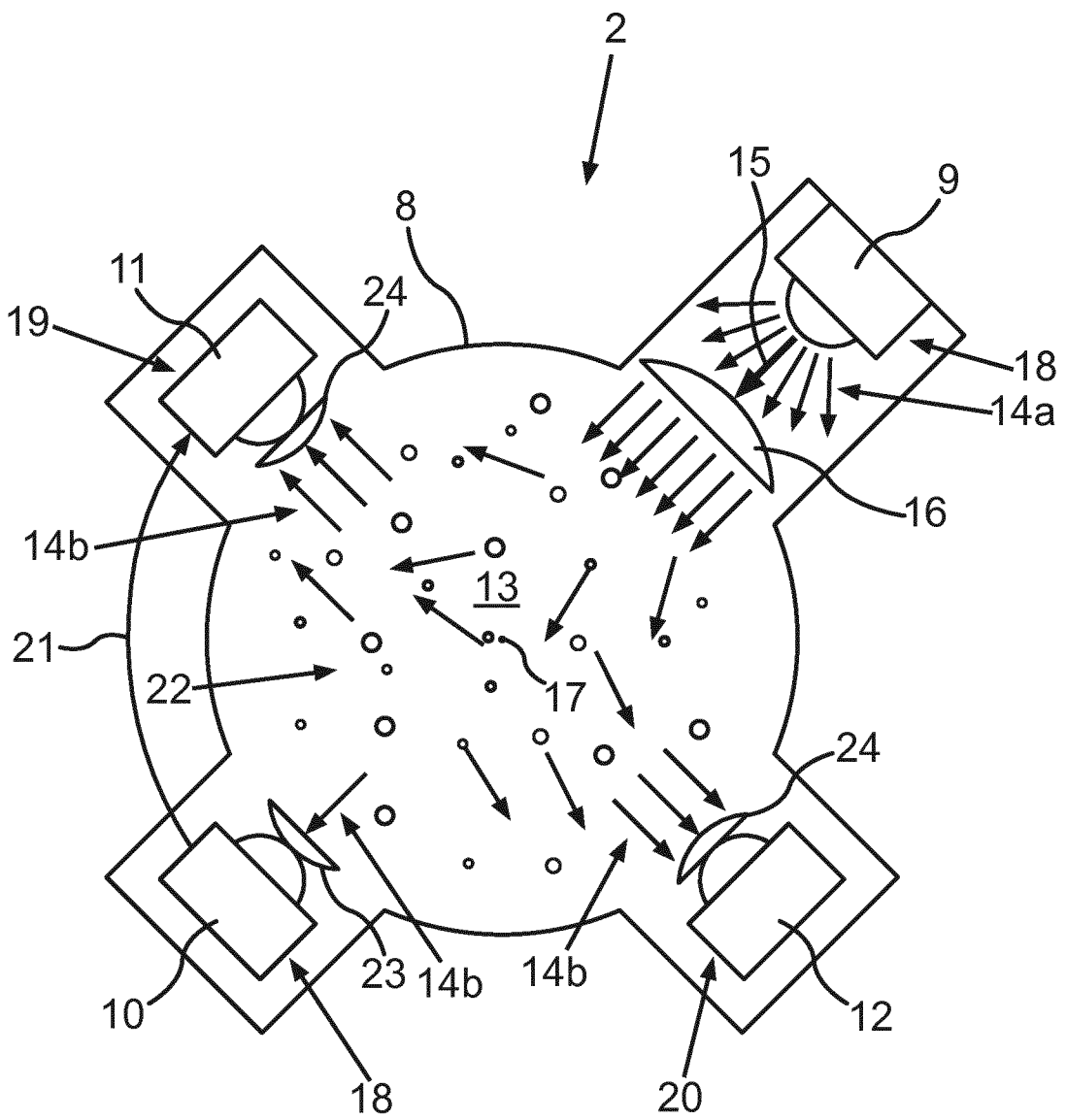


Fig.3

4/7

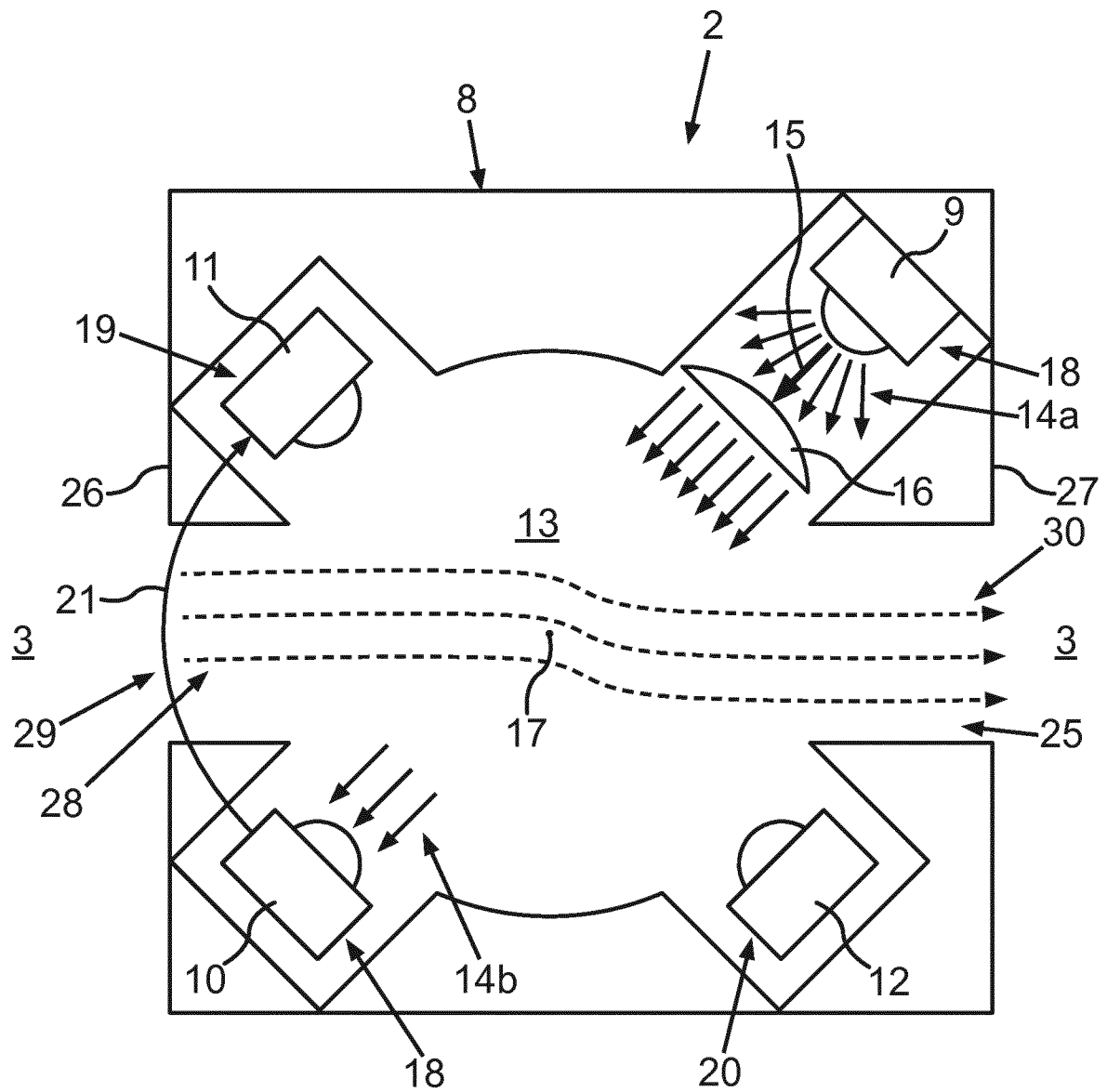


Fig.4

5/7

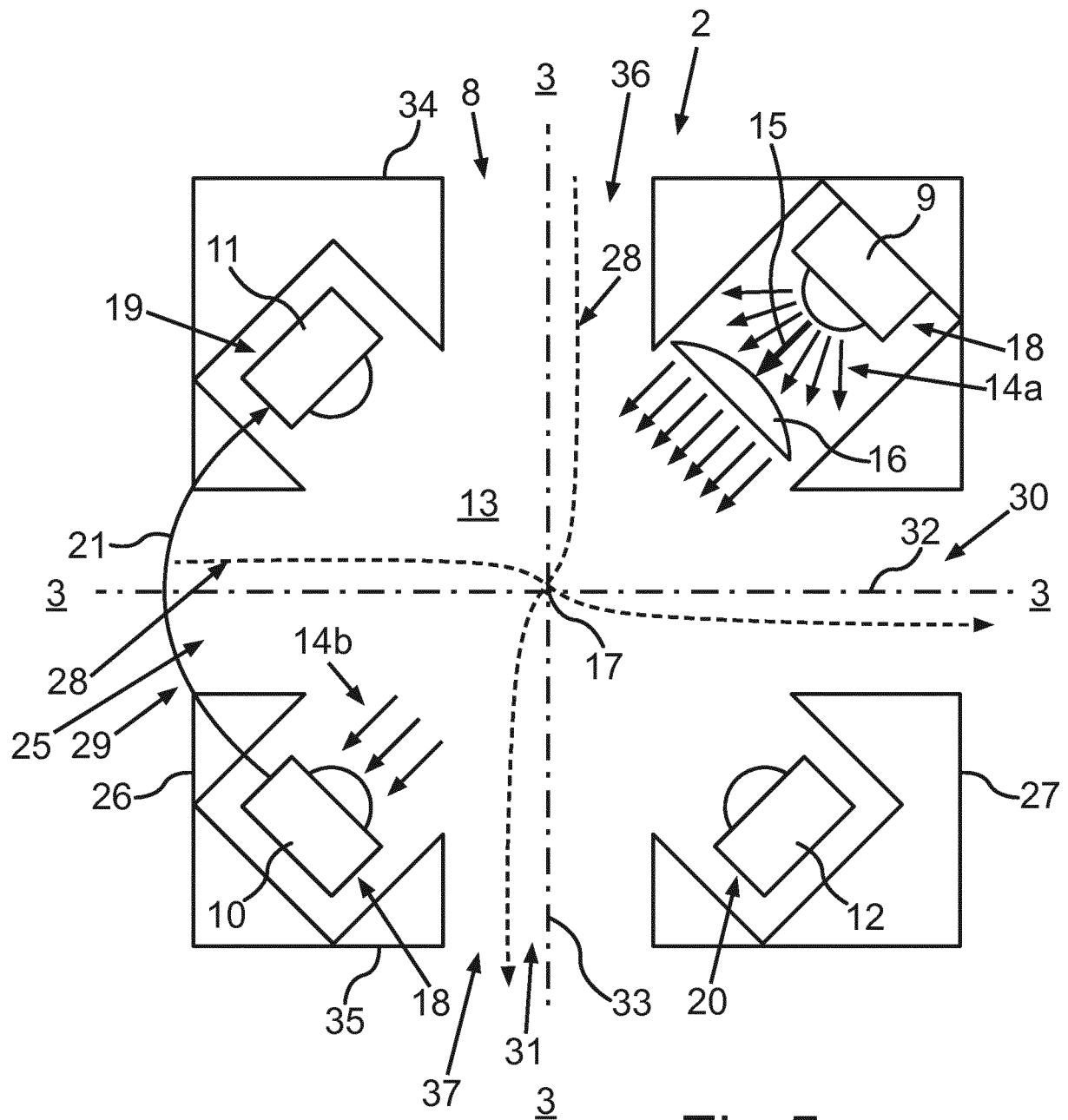


Fig.5

6/7

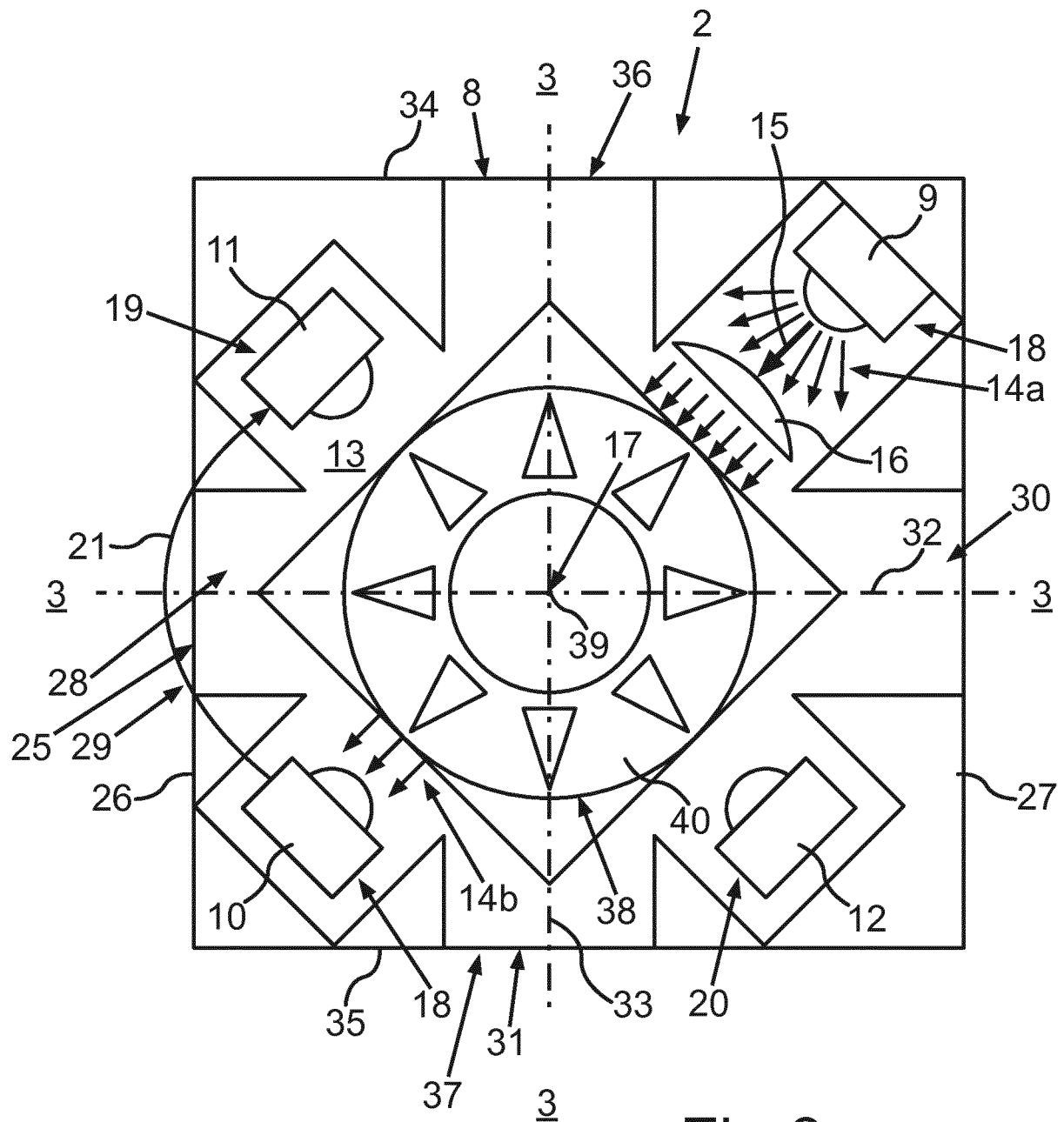


Fig.6

7/7

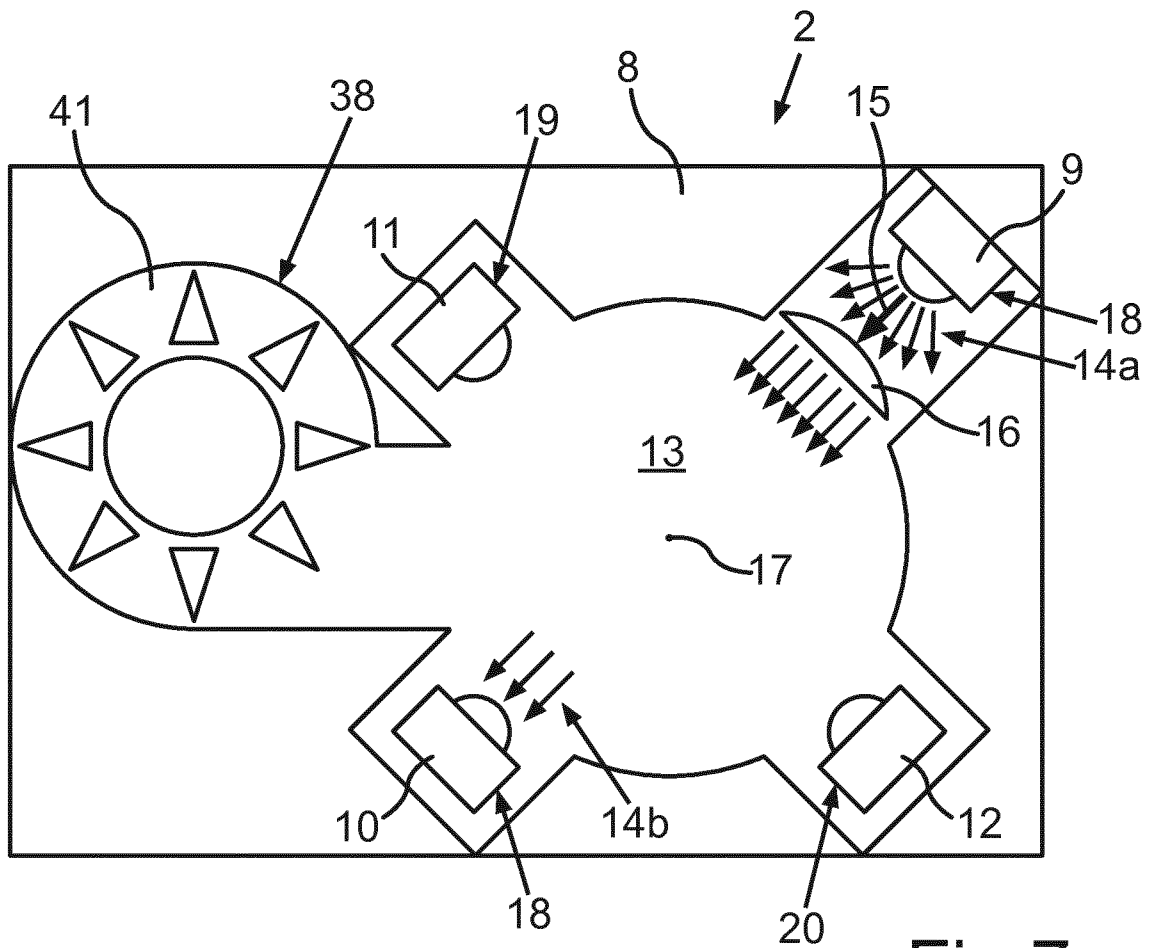


Fig.7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/080270

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01N21/47

ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N

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	GB 2 474 235 A (UNIV HERTFORDSHIRE [GB]) 13 April 2011 (2011-04-13)	1,6-10, 12-15
Y	figure 1 abstract page 7, line 36 page 9 - page 11	2-5,11
Y	----- WO 99/37383 A1 (MIE CORP [US]) 29 July 1999 (1999-07-29) figure 3 abstract page 1, line 5 - line 10 page 9 - page 10	2-5
Y	----- US 3 563 661 A (CHARLSON ROBERT J ET AL) 16 February 1971 (1971-02-16)	11
A	figures 1,3,5 column 6, line 38 - line 46 -----	1-10, 12-15



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

15 March 2017

Date of mailing of the international search report

23/03/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schrauwen, Annelore

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/080270

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2474235	A	13-04-2011	NONE

WO 9937383	A1	29-07-1999	EP 1059992 A1 20-12-2000
			JP 2002501182 A 15-01-2002
			US 6055052 A 25-04-2000
			WO 9937383 A1 29-07-1999

US 3563661	A	16-02-1971	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01N21/47
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01N

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	GB 2 474 235 A (UNIV HERTFORDSHIRE [GB]) 13. April 2011 (2011-04-13)	1,6-10, 12-15
Y	Abbildung 1 Zusammenfassung Seite 7, Zeile 36 Seite 9 - Seite 11	2-5,11
Y	WO 99/37383 A1 (MIE CORP [US]) 29. Juli 1999 (1999-07-29) Abbildung 3 Zusammenfassung Seite 1, Zeile 5 - Zeile 10 Seite 9 - Seite 10	2-5
Y	US 3 563 661 A (CHARLSON ROBERT J ET AL) 16. Februar 1971 (1971-02-16)	11
A	Abbildungen 1,3,5 Spalte 6, Zeile 38 - Zeile 46	1-10, 12-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. März 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/03/2017

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

Schrauwen, Annelore

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/080270

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2474235	A	13-04-2011	KEINE

WO 9937383	A1	29-07-1999	EP 1059992 A1 20-12-2000
			JP 2002501182 A 15-01-2002
			US 6055052 A 25-04-2000
			WO 9937383 A1 29-07-1999

US 3563661	A	16-02-1971	KEINE
