

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50418/2023
(22) Anmeldetag: 26.05.2023
(45) Veröffentlicht am: 15.02.2025

(51) Int. Cl.: **G01J 1/42** (2006.01)
B60W 40/02 (2006.01)
B60S 1/08 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2004/076231 A2
WO 2018/085799 A1
EP 4019917 A1
WO 2009/034515 A2
DE 102015001800 A1

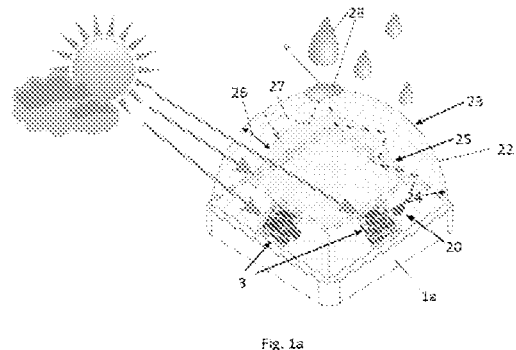
(73) Patentinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Brunnhofer Georg Dr.techn.
8042 Graz (AT)
Klug Andreas Dipl.-Ing. Dr. MBA
8102 Semriach (AT)
Leitgeb Christof
8010 Graz (AT)

(74) Vertreter:
Babeluk Patentanwälte GmbH
1080 Wien (AT)

(54) VERFAHREN ZUR ERKENNUNG VON EINER WETTER- ODER UMGEBUNGSBEDINGUNG

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung von einer Wetter- oder Umgebungsbedingung in der Umgebung eines Fahrzeugs, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist: Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs mit mehreren, vorzugsweise vier, Photosensoren (3) zu zumindest einem Zeitpunkt; Berechnung zumindest einer Maßzahl für die Streuung, vorzugsweise die Standardabweichung (s) oder der Varianz, zumindest eines Teils der Messwerte der Photosensoren (3) zu dem Zeitpunkt; Bestrahlung einer Innenfläche (24) zumindest einer Reflexionsschicht (22), die an dem Fahrzeug an dessen Außenfläche angeordnet ist, mit Licht (27) von zumindest einer Lichtquelle (20); Messung der an der Innenfläche (24) der Reflexionsschicht (22) reflektierten Strahlung der Lichtquelle (20) mit zumindest einem Photosensor; Ermittlung des Benetzungszustandes einer der Innenfläche (24) gegenüberliegenden Außenfläche (23) der Reflexionsschicht (22) auf Basis der Menge an gemessener Strahlung der Lichtquelle (20); Erkennung einer Wetter- oder Umgebungsbedingung zu dem Zeitpunkt auf Grundlage zumindest eines absoluten Helligkeitswertes auf Basis der Helligkeitsmesswerte (8a-8d) der Photosensoren (3), der Maßzahl und des ermittelten Benetzungszustandes



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung von einer Wetter- oder Umgebungsbedingung in der Umgebung eines Fahrzeugs oder eines Ortes, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

[0002] Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs oder des Ortes mit mehreren, vorzugsweise vier, Photosensoren zu zumindest einem Zeitpunkt;

[0003] Berechnung zumindest einer Maßzahl für die Streuung, vorzugsweise der Standardabweichung oder der Varianz, zumindest eines Teils der Messwerte der Photosensoren zu dem Zeitpunkt;

[0004] Bestrahlung einer Innenfläche zumindest einer Reflexionsschicht, die an dem Fahrzeug an dessen Außenfläche angeordnet ist, mit Licht von zumindest einer Lichtquelle;

[0005] Messung der an der Innenfläche der Reflexionsschicht reflektierten Strahlung der Lichtquelle mit zumindest einem Photosensor;

[0006] Ermittlung des Benetzungszustandes auf einer der Innenfläche gegenüberliegenden Außenfläche der Reflexionsschicht auf Basis der Menge an gemessener Strahlung der Lichtquelle;

[0007] Erkennung einer Wetter- oder Umgebungsbedingung zu dem Zeitpunkt auf Grundlage zumindest eines absoluten Helligkeitswertes auf Basis der Helligkeitsmesswerte der Photosensoren, der Maßzahl und des ermittelten Benetzungszustandes.

[0008] Sie betrifft auch eine Sensoranordnung zum Anbringen auf ein Fahrzeug und zur Bestimmung von Wetter- oder Umgebungsbedingungen mit mehreren, vorzugsweise vier, Photosensoren zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs, wobei die Sensoranordnung eine mit den Photosensoren verbundene Berechnungseinheit zur Berechnung zumindest einer Maßzahl für die Streuung, vorzugsweise der Standardabweichung oder der Varianz, aus zumindest einem Teil der Helligkeitsmesswerte der Photosensoren aufweist, dass die Sensoranordnung zumindest eine Reflexionsschicht und eine in Richtung der Reflexionsschicht ausgerichtete Lichtquelle aufweist, dass zumindest ein Photosensor dazu eingerichtet ist, das von der Reflexionsschicht reflektierte Licht zu messen und dass die Berechnungseinheit zur Ermittlung des Benetzungszustandes der Reflexionsschicht auf Basis der Menge an gemessener Strahlung der Lichtquelle eingerichtet ist und dass die Sensoranordnung eine mit der Berechnungseinheit verbundene Erkennungseinheit aufweist, welche zur Erkennung einer Wetter- oder Umgebungsbedingung auf Grundlage zumindest eines absoluten Helligkeitswertes auf Basis der Helligkeitsmesswerte der Photosensoren, der Maßzahl und des ermittelten Benetzungszustandes ausgebildet ist.

[0009] Insbesondere bei Testfahrten von Fahrzeugen mit zumindest einem Fahrassistenzsystem ist es sehr wichtig, die momentane Wetter- oder Umgebungsbedingung um das Fahrzeug unabhängig vom Fahrassistenzsystem festzustellen. Aber auch bei stationären Wetterstationen ist eine akkurate Messung von Umgebungsbedingungen wichtig. Die Wetter- oder Umgebungsbedingung umfasst dabei die Umgebungslichtbedingung, aber auch die Bedingungen in Bezug auf flüssige oder feste Teilchen in der Atmosphäre - alle Formen kondensierten Wassers, also auf Regen, Schnee, Hagel - oder andere Arten von flüssigen oder festen Teilchen wie Staub oder Flüssigkeit wie Spritzwasser oder von erhöhten Orten herabfallendes Wasser. Da Fahrassistenzsysteme meist eine Vielzahl an Sensoren und darunter auch optische Sensoren aufweisen, kann die Wetter- oder Umgebungsbedingung problematisch für die Funktion des Fahrassistenzsystems sein. Etwa kann die Objekterkennung durch Gegenlicht, Sonnenstrahlung, plötzliche und starke Wechsel der Beleuchtungsstärke etwa bei Ein-/Ausfahrten in Tunnelröhren oder ständige und schnelle Licht-Schatten-Wechsel etwa bei Fahrten durch Wälder oder starker Befeuchtung der Sensoren die Messwerte der optischen Sensoren weniger brauchbar machen. Dies kann zu stark unterschiedlichen Datenlagen bei verschiedenen Wetter- oder Umgebungsbedingungen wie starker Sonneneinstrahlung von vorne, starkem Regenfall, bewölktem Himmel, einer Tunnel-

fahrt usw. führen. Gleichzeitig kann die Wetter- oder Umgebungsbedingung einen wesentlichen Einfluss auf die Funktion der Sensoren sowie auf das Fahrverhalten und die Sicht des Fahrers haben. Während der Validierung dieser Fahrassistenzsysteme ist daher wesentlich, dass verschiedene Beleuchtungs- und Wetter- oder Umgebungsszenarien durchgemacht werden und es auch nachvollziehbar ist, wann welches Szenario vorgelegen ist, um die Reaktion des Fahrassistenzsystems und dessen Robustheit beurteilen zu können und in weiterer Folge die Entwicklung robusterer Fahrassistenzsysteme zu ermöglichen.

[0010] Daneben kann ein solcher Sensor auch während der normalen Fahrt von Fahrzeugen verwendet werden, um dessen Wetter- oder Umgebungsbedingungen zu erkennen, damit so das Fahrverhalten des Fahrzeugs angepasst werden kann.

[0011] In der DE 10 2017 000 474 A1 wird eine Vorrichtung zur Ermittlung von Umgebungslicht eines Fahrzeugs offenbart, wobei zwei Lichtsensoren parallel zueinander angeordnet werden, aber unterschiedliche Öffnungswinkel aufweisen. So können unterschiedliche Sonnenstände identifiziert werden. Jedoch ist die Identifikation mancher Wetter- oder Umgebungsbedingungen nach wie vor schwierig und ungenau.

[0012] Die WO 2004/076231 A1 offenbart ein System zur automatischen Aktivierung der Scheinwerfer eines Fahrzeugs. Dabei werden unter anderem atmosphärische Bedingungen erkannt, die zu nachteiligen Sichteffekten führen, wenn die Scheinwerfer eingeschaltet werden, beispielsweise Nebel oder starker Schneefall. Dafür wird mittels Kamera das Lichtfeld der eingeschalteten Leuchten des Fahrzeugs beobachtet und bei starker Lichtstreuung erkannt, dass eine Beleuchtung mittels der Scheinwerfer nachteilig ist. Dieses Verfahren ist sehr aufwendig und nur dann möglich, wenn keine weiteren Lichtquellen in der Umgebung eingeschaltet sind. Darüber hinaus können so nur solche Nebel- oder Schneebedingungen erkannt werden, die zu einer starken Streuung des Lichts führen. Leichter oder mittelstarker Regen hat nur eine geringe Wirkung auf die Streuung und würde damit nicht erkannt werden.

[0013] In der WO 2018/085799 A1 wird Verfahren zur Erkennung von einer Umgebungsbedingung in der Umgebung eines Fahrzeugs offenbart, wobei eine Bestrahlung einer Innenfläche einer Reflexionsschicht, die an dem Fahrzeug an dessen Außenfläche angeordnet ist, mit Licht einer Lichtquelle. Dies ermöglicht jedoch nur eine begrenzte Informationsgewinnung in Hinblick des Bewölkungsstatus und ist anfällig auf Verdrehungen der Sensoranordnung gegenüber äußerer Lichtquellen.

[0014] Aufgabe der Erfindung ist, ein Verfahren zur Erkennung von einer Wetter- oder Umgebungsbedingung und eine Sensoranordnung bereitzustellen, die möglichst einfach und kostengünstig realisierbar ist und eine exakte und möglichst unabhängige Erkennung der Wetter- oder Umgebungsbedingungen bereitstellt.

[0015] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gelöst, dass die Maßzahl für die Streuung im Wesentlichen invariant gegen eine Verdrehung der Photosensoren um eine Hochachse des Fahrzeugs ist.

[0016] Sie wird auch dadurch gelöst, dass Helligkeitsmesswerte für zumindest zwei unterschiedliche Wellenlängen des Lichtes durch zumindest einen Photosensor, der zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs eingerichtet ist, vorzugsweise zumindest alle Photosensoren, die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs eingerichtet sind, messbar sind und dass vorzugsweise diese Photosensoren, vorzugsweise zumindest alle dieser Photosensoren zumindest einen Infrarotsensor, einen Ultraviolettensensor und einen Sensor für sichtbares Licht umfassen.

[0017] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass eine Umgebungslichtbedingung zu dem Zeitpunkt auf Grundlage zumindest eines absoluten Helligkeitwertes auf Basis der Helligkeitwerte der Photosensoren und der Maßzahl erkannt wird und dass die Wetter- oder Umgebungsbedingung auf Basis der Umgebungslichtbedingung und des ermittelten Benetzungszustandes erkannt wird.

[0018] Mit Wetter- oder Umgebungsbedingung sind dabei die Einflüsse gemeint, die von außen auf das Fahrzeug wirken. Teil davon sind Umgebungslichtbedingungen, also die Art der Lichtein-

strahlung, die von außen auf das Fahrzeug wirkt, erzeugt durch künstliche oder natürliche Lichtquellen. Teil davon ist auch die Befeuchtung, also die äußere Einwirkung von Flüssigkeiten oder festen Partikel auf das Fahrzeug, also beispielsweise Regen, Nebel, Schnee oder Spritzwasser. Dabei steht stets im Vordergrund, welche Bedingungen von der Außenwelt für das Fahrzeug geschaffen werden.

[0019] Mit Menge an gemessener Strahlung ist vorzugsweise die Intensität, also der Helligkeitswert gemeint.

[0020] Die Berechnung der Maßzahl kann beispielsweise mittels einer Berechnungseinheit erfolgen.

[0021] Es kann vorgesehen sein, dass der Benetzungszustand quantitativ erfasst wird. Mit anderen Worten wird also erfasst, ob diese Benetzung stärker oder schwächer ist und nicht nur, ob eine Benetzung vorliegt, oder nicht. Dies kann in Stufen oder kontinuierlich erfolgen. Dem entsprechend kann vorgesehen sein, dass die Berechnungseinheit dazu eingerichtet ist, den Benetzungszustand quantitativ zu erfassen. Dies kann unter Einsatz künstlicher Intelligenz erfolgen.

[0022] Mit Streuung ist hier allgemein eine statistische Größe gemeint, die die Abweichung mehrerer Werte von einem Mittelwert angibt. Die Maßzahl für die Streuung gibt also an, wie stark die Messwerte der unterschiedlichen Photosensoren voneinander abweichen, also gestreut sind.

[0023] Es kann vorgesehen sein, dass die Sensoranordnung drei Photosensoren aufweist, welche in unterschiedliche Richtungen gerichtet sind. Dadurch kann bereits durch Triangulation die exakte Position einer Lichtquelle bestimmt werden.

[0024] Durch die Miteinbeziehung des absoluten Helligkeitswertes und gleichzeitig der Maßzahl für die Streuung kann überraschend exakt bestimmt werden, welchen Lichtverhältnissen die Sensoren des Fahrzeugs ausgesetzt sind. Liegt diffuser Lichteinfall vor, beispielsweise bei starker Bewölkung, so sind die Messwerte in einem engen Bereich. Bei starker Bestrahlung von einer bestimmten Seite hingegen, also bei starker Sonneneinstrahlung oder einer starken, künstlichen, punktuellen Lichtquelle, ist der Helligkeitswert zumindest eines Photosensors höher als jener von zumindest einem zweiten. Dies wird durch die unterschiedliche Position und eventuell auch Ausrichtung der Photosensoren zur Lichtquelle bedingt. So kann auch in Echtzeit erkannt werden, welche Umgebungslichtbedingung gerade vorliegt. Auch sind schnelle Wechsel der Umgebungslichtbedingung gut erkennbar. Die Erkennung der Umgebungslichtbedingung kann dabei auch die Identifikation einer oder mehrerer Lichtquellen und/oder die Art dieser Lichtquellen umfassen, beispielsweise die Sonne, Straßenbeleuchtungen oder Fahrzeugbeleuchtung anderer Fahrzeuge. Mit absolutem Helligkeitswert ist damit der reale Wert des Helligkeitswertes gemeint, im Gegensatz zu der Maßzahl, deren Wert nicht einen absoluten Wert der Helligkeit angibt, sondern die Streuung zumindest eines Teils der Messwerte der Photosensoren zu dem Zeitpunkt.

[0025] Gleichzeitig kann durch die optische Messung des Benetzungszustandes auf einfache Weise eine wesentliche Zusatzinformation zu den Beleuchtungsbedingungen erhalten werden und in die Erkennung der Wetter- oder Umgebungsbedingung miteinbezogen werden. Da diese durch die Art und Menge der Benetzung nicht durch die Beleuchtungsbedingung sicher identifiziert werden kann, ist diese Information sehr wichtig für eine sichere Erkennung des Wetter- oder Umgebungsbedingung. Insbesondere kann die Messung der Benetzung eine verbesserten Unterscheidbarkeit der Umgebungslichtbedingungen und/oder Identifikation einer Lichtquelle ermöglichen. Durch die optische Messung der Benetzungsbedingung können außerdem Synergien im Aufbau der Sensoranordnung bzw. in der Durchführung des Verfahrens erreicht werden. So können Photosensoren doppelt verwendet werden und die gleiche Berechnungseinheit verwendet werden. Darüber hinaus ist die Anordnung von Lichtquellen auf den Leiterplatten der Photosensoren einfach und kostengünstig realisierbar.

[0026] Eine Befeuchtung bedingt eine Benetzung, die sich auf die Eigenschaften der Reflexionsschicht auswirkt.

[0027] Es kann vorgesehen sein, dass die Sensoranordnung, vorzugsweise die Reflexionsschicht und/oder die Lichtverteilungsfläche, zumindest ein optisches Element aufweist. Das opti-

sche Element kann beispielsweise eine Linse, Spiegel und/oder Prisma sein. Diese optischen Elemente können zur gezielten Beeinflussung der Lichtstrahlen eingesetzt werden. Dem entsprechend kann auch vorgesehen sein, dass zumindest ein optisches Element die Strahlung der Lichtquelle beeinflusst.

[0028] Weiters kann vorteilhaft sein, wenn zumindest zwei Lichtquellen, vorzugsweise alle Lichtquellen im Wesentlichen drehsymmetrisch um eine Hochachse des Fahrzeugs und/oder senkrechte Achse der Sensoranordnung angeordnet sind oder werden.

[0029] Weiters kann die Sensoranordnung zumindest einen Näherungssensor aufweisen. Diese können beispielsweise zumindest eine weitere Lichtquelle, vorzugsweise eine Infrarotlichtquelle, und zumindest einen zusätzlichen Photosensor aufweisen. In diesem Sinne ist auch vorteilhaft, wenn vorgesehen ist, dass in der Nähe befindliche Tröpfchen oder Partikel durch zumindest einen Näherungssensor detektiert werden.

[0030] Es kann vorgesehen sein, dass zumindest eine Heizvorrichtung für die Reflexionsschicht vorgesehen ist. Diese Heizvorrichtung kann Teil der Reflexionsschicht sein. So kann Eis oder Schnee auf der Sensoranordnung geschmolzen werden. Die Heizvorrichtung kann beispielsweise eine ITO-Beschichtung (Indiumzinnoxid) umfassen.

[0031] Zur verbesserten Unterscheidbarkeit der Umgebungslichtbedingungen und/oder Identifikation einer Lichtquelle kann vorzugsweise weiters eine Unterscheidung der spektralen Lichtanteile vorgenommen werden, vorzugsweise zwischen Ultraviolett (UV), sichtbarem (Vis) und Infrarot (IR) Lichtanteil. Dadurch lassen sich diffuse Lichtbedingungen wie etwa starke Bewölkung von, zum Beispiel, Schattenbedingungen bei sonst sonnigen Verhältnissen unterscheiden.

[0032] Die Erkennungseinheit und die Berechnungseinheit können auch gemeinsam ausgeführt sein, beispielsweise in einem gemeinsamen Mikrocontroller oder gemeinsamen Computersystem. Dabei kann die Erkennungseinheit auch direkt mit den Photosensoren verbunden sein oder über die Berechnungseinheit Helligkeitsmesswerte der Photosensoren in bearbeiteter oder unbearbeiteter Form erhalten.

[0033] Photosensoren sind dabei jede Art von Sensoren, welche die Charakteristik von auf den Sensor fallenden Lichtes in ein verarbeitbares Signal, vorzugsweise elektrisches Signal umwandeln können. Dies kann beispielsweise eine einfache Photodiode sein, ein Dioden-Array, eine Kamera, oder auch großflächige photosensitive Elemente auf rigiden oder flexiblen Trägermaterialien, Strukturen oder Matten sein, sogenannte Large-Area (Flexible) Electronics Einheiten. Es kann auch vorgesehen sein, dass ein einzelnes Sensorelement, beispielsweise eine Sensorfolie, vorgesehen ist, wobei dieses Sensorelement mehrere Messbereiche aufweist, welche voneinander unabhängige Messwerte liefern. In diesem Fall entsprechen diese Messbereiche den Photosensoren.

[0034] Der Helligkeitsmesswert kann die Beleuchtungsstärke, gemessen in Lux, und/oder die Lichtstärke und/oder eine andere physikalische Größe oder eine Kombination dieser Größen sein, die das Licht, das aus einer bestimmten Richtung auf das Fahrzeug oder den Ort fällt, charakterisiert.

[0035] Es können auch mehrere Maßzahlen und/oder mehrere absolute Helligkeitswerte berechnet und in verschiedenen Kombinationen zur Erkennung mit einbezogen werden.

[0036] Die Umgebungslichtbedingungen können einerseits Wetterbedingungen sein, also beispielsweise strahlender Sonnenschein, bewölkte Situationen unter Tags, Sonnenauf- oder untergang oder keine Sonnenstrahlung während der Nachtzeit. Andererseits können die Umgebungslichtbedingungen auch durch andere Faktoren der Umgebung bzw. des Verkehrs bedingt sein, also beispielsweise eine geringe Beleuchtung wegen einer Tunnelfahrt, eine wiederholte starke Änderung der frontalen Beleuchtung bei einer Überlandfahrt bei Nacht und Gegenverkehr, bereichsweise Ausleuchtung durch Straßenbeleuchtung etc. Die Umgebungslichtbedingung gibt also an, welches Licht durch äußere Einflüsse - also durch natürliche oder künstliche Lichtquellen - auf das Fahrzeug oder die Wetterstation einwirkt.

[0037] Die Photosensoren sind vorzugsweise außerhalb des Fahrzeugs angeordnet und/oder zumindest nach außen gerichtet.

[0038] Dabei können zumindest teilweise die Helligkeitsmesswerte und/oder die Differenzen zumindest eines Teils der Helligkeitsmesswerte zu dem Zeitpunkt als absolute Helligkeitswerte in die Erkennung einer Umgebungslichtbedingung miteinbezogen werden.

[0039] Die Bestrahlung der Reflexionsschicht und/oder die Ermittlung des Benetzungszustandes können zu dem Zeitpunkt und/oder zu einem anderen Zeitpunkt erfolgen.

[0040] Die Reflexionsschicht ist vorzugsweise nach außen gerichtet. Die Reflexionsschicht ist vorzugsweise gekrümmt. Mit nach außen gerichtet ist gemeint, dass die Reflexionsschicht an einer Seite von der Sensoranordnung weg zeigt und so in Kontakt mit der Umgebung steht.

[0041] Vorzugsweise umfasst die Messung der an der Innenfläche der Reflexionsschicht reflektierten Strahlung der Lichtquelle die Messung der Helligkeit und/oder der Lichtstärke umfasst.

[0042] Die Reflexionsschicht ist vorzugsweise eine dünne Schicht, beispielsweise aus Acrylglas, Glas, Harz oder einem anderen geeigneten Material, insbesondere jedes lichttransparente Material, bevorzugt aus einem 3D-Druck Verfahren. Dabei ist die Reflexionsschicht vorzugsweise zumindest teilweise von der Außenfläche zur Innenfläche hin lichtdurchlässig. So stört es nicht, wenn die Reflexionsschicht die Photosensoren, die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung eingerichtet sind, abdeckt.

[0043] Es kann vorgesehen sein, dass die Reflexionsschicht, vorzugsweise an der Innenfläche, beschichtet ist. So kann erreicht werden, dass das Licht der Lichtquelle reflektiert wird, das über die Außenfläche einfallende Licht hingegen die Reflexionsschicht in Richtung der Innenfläche passieren kann.

[0044] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass das Licht der Lichtquelle an der Reflexionsschicht abhängig vom Benetzungszustand der Reflexionsschicht zumindest teilweise reflektiert wird. Durch die Abhängigkeit der Reflexion der Reflexionsschicht von dem Benetzungszustand korrespondiert die Intensität des empfangenen Lichtsignals mit der Benetzung der Reflexionsschicht. Entsprechendes gilt auch, wenn vorgesehen ist, dass die Reflexionsschicht dazu ausgebildet ist, das Licht der Lichtquelle abhängig vom Benetzungszustand der Reflexionsschicht zumindest teilweise zu reflektieren.

[0045] Weiters ist vorteilhaft, wenn das Licht der Lichtquelle in der kuppel-, halbkugel-, pyramiden-, rechtecks-, prisma- oder polyederförmigen Reflexionsschicht mehrmals reflektiert wird. Durch die Kuppelform wird einerseits erreicht, dass alle Richtungen des Fahrzeugs oder Ortes von der Messung abgedeckt werden können. Andererseits wird so eine mehrmalige Reflexion der Lichtstrahlen erreicht, bevor das Licht auf die Photosensoren trifft. Dies verbessert die Messgenauigkeit und räumliche Auflösung der Messung. Entsprechendes gilt auch, wenn vorgesehen ist, dass die Reflexionsschicht kuppelförmig ist und die Lichtquelle vorzugsweise in einem Innenbereich der Reflexionsschicht angeordnet ist.

[0046] Weiters ist besonders vorteilhaft, wenn das Licht der Lichtquelle in einen Reflexionsbereich zwischen der Reflexionsschicht und zumindest einer das Licht der Lichtquelle reflektierenden Lichtverteilungsfläche eintritt und zwischen diesen mehrmals zumindest teilweise reflektiert wird. Es kann sein, dass das Licht der Lichtquelle an der Lichtverteilungsfläche abhängig vom Befeuchtungszustand der Lichtverteilungsfläche reflektiert wird. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn die Lichtverteilungsfläche an einer Außenfläche ebenso mit der Umwelt in Kontakt kommt. Es kann auch vorgesehen sein, dass die Lichtverteilungsfläche stets in gleicher Intensität das Licht reflektiert. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn diese Lichtverteilungsfläche im Inneren der Sensoranordnung angeordnet ist. Durch die Lichtverteilungsfläche kann der Verlust an Licht von der Lichtquelle minimiert werden. Entsprechendes gilt auch, wenn vorgesehen ist, dass die Sensoranordnung zumindest eine das Licht der Lichtquelle reflektierende Lichtverteilungsfläche aufweist, welche der Reflexionsschicht zumindest teilweise gegenübersteht.

[0047] Weiters ist vorteilhaft, wenn vorgesehen ist, dass das Licht der Lichtquelle zumindest teil-

weise im Infrarotbereich liegt und die Messung der an der Reflexionsschicht reflektierten Strahlung der Lichtquelle die Messung der an der Reflexionsschicht reflektierten Infrarotstrahlung der Lichtquelle umfasst. Da Infrarotlicht nicht für den Menschen sichtbar ist, wird das austretende Licht nicht durch sie wahrgenommen oder dadurch gestört. Vorzugsweise ist die Lichtquelle eine Infrarotlichtquelle und besonders vorzugsweise eine reine Infrarotlichtquelle, sie emittiert also im Wesentlichen keine andere Strahlung. Weiters ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Lichtquelle zumindest eine Infrarotlichtquelle umfasst.

[0048] Weiters kann vorgesehen sein, dass zumindest zwei Photosensoren zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs und nicht zur Messung der an der Reflexionsschicht reflektierten Strahlung der Lichtquelle verwendet werden und dass zumindest ein anderer Photosensor zur Messung der an der Reflexionsschicht reflektierten Strahlung der Lichtquelle und nicht zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs verwendet wird. So können problemlos die Beleuchtungsbedingungen neben den Benetzungsbedingungen gleichzeitig gemessen werden. Entsprechendes gilt auch, wenn vorgesehen ist, dass zwei Photosensoren zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs und nicht zur Messung der an der Reflexionsschicht reflektierten Strahlung der Lichtquelle eingerichtet sind und dass zumindest ein anderer Photosensor zur Messung der an der Reflexionsschicht reflektierten Strahlung der Lichtquelle und nicht zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs einrichtet ist.

[0049] Es kann auch vorgesehen sein, dass zumindest ein Photosensor sowohl zur Messung der an der Reflexionsschicht reflektierten Strahlung der Lichtquelle als auch zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs dient. Durch diese Doppelverwendung können Photosensoren eingespart werden und es kann eine besonders kostengünstige Ausführungsform erreicht werden. Entsprechendes gilt auch, wenn vorgesehen ist, dass zumindest ein Photosensor zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs und zur Messung der an der Reflexionsschicht reflektierten Strahlung der Lichtquelle eingerichtet ist.

[0050] Weiters ist vorteilhaft, wenn die Messung der an der Reflexionsschicht reflektierten Strahlung der Lichtquelle und die Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs intermittierend, also alternierend, erfolgt. Die Messungen können dabei direkt aufeinander erfolgen. So ist der zeitliche Unterschied zwischen den Messungen zur Bestimmung der Umgebungsbedingung vernachlässigbar, jedoch können die gleichen Bauteile zur Messung verwendet werden. Darüber hinaus stören sich die Messungen so nicht gegenseitig, beispielsweise wird die Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung nicht durch die Lichtquelle gestört, da diese während der Messung deaktiviert werden kann.

[0051] Besonders vorteilhaft ist, wenn zu einem Zeitpunkt die Lichtquellen ein Lichtsignal aussenden und die an der Innenfläche der Reflexionsschicht reflektierten Strahlung der Lichtquelle mit zumindest einem Photosensor gemessen wird und zu einem anderen Zeitpunkt die Lichtquellen kein Lichtsignal oder ein anderes Lichtsignal aussenden und die Strahlung mit dem gleichen Photosensor gemessen wird und dass die Differenz dieser Messungen zur Ermittlung des Benetzungszustandes miteinbezogen wird. So kann die Messung durch Lichtstrahlung der Umwelt, die gegebenenfalls ebenso auf den Photosensor fällt, nicht gestört werden.

[0052] Besonders vorteilhaft ist, wenn vorgesehen ist, dass an der Messung der an der Reflexionsschicht reflektierten Strahlung der Lichtquelle zumindest zwei Photosensoren beteiligt sind und/oder dass zumindest zwei Lichtquellen unterschiedliche Lichtsignale aussenden, und dass anhand der Herkunft und/oder den gemessenen unterschiedlichen Lichtmengen an den Photosensoren des Lichtes auf die Verteilung der Flüssigkeit oder flüssigen oder festen Teilchen auf der Reflexionsschicht rückgeschlossen wird und dass diese Gleichmäßigkeit ebenso in die Erkennung einer Umgebungsbedingung miteinbezogen wird. So kann erkannt werden, ob die Flüssigkeit auf der Reflexionsschicht gleichmäßig oder ungleichmäßig verteilt ist und in welchen Bereichen mehr oder weniger Flüssigkeit vorliegt. Dies ist insbesondere vorteilhaft, da so erkannt werden kann, von welcher Seite beispielsweise Regen auf das Fahrzeug fällt. Entsprechendes gilt auch, wenn vorgesehen ist, wenn die Sensoranordnung zumindest zwei Lichtquellen aufweist,

welche dazu eingerichtet sind, unterschiedliche Lichtsignale auszusenden und/oder dass die Sensoranordnung zumindest Photosensoren aufweist, die zur Messung der an der Reflexionsschicht reflektierten Strahlung der Lichtquelle eingerichtet sind und dass diese Photosensoren voneinander beabstandet angeordnet sind.

[0053] Um eine besonders kompakte und geschützte Ausführungsform zu erreichen, kann vorgesehen sein, dass die Photosensoren zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs die durch die Reflexionsschicht hindurchgetretene Lichtstrahlung messen. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Photosensoren, die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs eingerichtet sind, von der Reflexionsschicht abgedeckt werden und/oder dass diese Photosensoren hinter der Reflexionsschicht angeordnet sind und/oder diese Photosensoren auf die Reflexionsschicht gerichtet sind. Somit kann die Reflexionsschicht als Schutzschicht für die Photosensoren wirken. Dazu ist die Reflexionsschicht vorzugsweise zumindest teilweise transparent, damit das Licht aus der Umgebung durch die Reflexionsschicht hindurchfallen kann. Entsprechendes gilt auch, wenn vorgesehen ist, dass die Photosensoren dazu eingerichtet sind die durch die Reflexionsschicht hindurchgetretene Lichtstrahlung zu messen. In diesem Sinne ist besonders vorteilhaft, wenn die Reflexionsschicht Teil einer Außenhülle der Sensoreinheit ist und vorzugsweise die Lichtverteilungsfläche im Inneren der Außenhülle angeordnet ist.

[0054] Um einen besonders langen Weg für das Licht der Lichtquelle bereitzustellen und damit eine besonders hohe Anzahl an Reflexionen zu ermöglichen, kann vorgesehen sein, dass zumindest eine Lichtquelle und zumindest ein zur Messung des Lichts dieser Lichtquelle eingerichteter Photosensor an gegenüberliegenden Seiten oder im Zentrum der Sensoreinheit angeordnet ist. So kann der Raum der Sensoreinheit ideal ausgenutzt werden.

[0055] Weiters ist besonders vorteilhaft, wenn zumindest eine Lichtquelle und zumindest ein zur Messung des Lichts dieser Lichtquelle eingerichteter Photosensor auf der gleichen Leiterplatte angeordnet sind. Dies kann zu einer besonders platzsparenden Anordnung führen.

[0056] Es ist besonders vorteilhaft, dass die Maßzahl für die Streuung im Wesentlichen invariant gegen eine Verdrehung der Photosensoren um eine Hochachse des Fahrzeugs ist. So bleibt die Maßzahl im Wesentlichen unverändert, wenn sich das Fahrzeug um seine Hochachse dreht, auch wenn die Sonne oder eine andere starke Lichtquelle aus einer bestimmten Richtung scheint. Die genaue Position der Lichtquelle kann aus den absoluten Helligkeitsmesswerten berechnet werden, während die Maßzahl jedoch zur Identifikation anderer Zustände wie den Bewölkungsgrad verwendet werden kann.

[0057] Mit Hochachse ist dabei eine Achse des Fahrzeugs gemeint, welche bei ebenem Stand des Fahrzeugs vertikal verläuft, welche also im Wesentlichen quer zur Radebene liegt. Mit Radebene ist dabei eine im Wesentlichen horizontale Ebene gemeint, wenn das Fahrzeug bestimmungsgemäß auf einem ebenen Untergrund steht und die Räder auf der gleichen Ebene, der Radebene liegen.

[0058] Weiters kann vorgesehen sein, dass der Mittelwert zumindest eines Teils der Messwerte der Photosensoren berechnet wird und als absoluter Helligkeitswert zur Erkennung einer Umgebungslichtbedingung herangezogen wird. Dabei können die Messwerte von einer Auswahl der Photosensoren herangezogen werden. Es kann auch vorgesehen sein, dass die Messwerte zumindest einer bestimmten Wellenlänge und/oder zumindest eines bestimmten Wellenlängenspektrums zur Berechnung des Mittelwertes herangezogen wird. Es kann auch vorteilhaft sein, dass die Messwerte von bestimmten Zeitpunkten zur Berechnung des Mittelwertes herangezogen werden. Der Mittelwert ist einfach und schnell berechenbar und ist ein guter Indikator, um die absolute Gesamthelligkeit einzuschätzen. Damit ermöglicht er eine Unterteilung der Umgebungslichtbedingung auf Basis typischer Beleuchtungsstärken, aber auch eine erste Abschätzung der Art der Lichtquelle und dessen derzeitigen Zustand, also beispielsweise eine Straßenbeleuchtung, die Sonne bei klarem Himmel und die Sonne bei bewölktem Himmel festzustellen.

[0059] Es kann auch vorgesehen sein, dass ein gemessener, absoluter Helligkeitsmesswert ei-

nes Photosensors, vorzugsweise der zu dem Zeitpunkt gemessene, höchste Helligkeitsmesswert, als absoluter Helligkeitswert zur Erkennung einer Umgebungsbedingung, vorzugsweise auch einer Umgebungslichtbedingung, herangezogen wird. Damit ist keine oder eine nur unwesentliche Berechnung oder Filterung des Messwertes zur Verwendung notwendig, was besonders schnell ist. Der höchste gemessene Helligkeitswert gibt am besten die Helligkeit der stärksten Lichtquelle wieder, wodurch diese genau identifiziert werden kann.

[0060] Besonders vorteilhaft ist, wenn die Photosensoren in unterschiedliche Richtungen zeigen. So kann die Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs mit mehreren Photosensoren aus mehreren, vorzugsweise vier, unterschiedlichen Richtungen erfolgen. Dies bedingt starke Unterschiede in den Helligkeitsmesswerten, wenn Licht aus einer bestimmten Richtung ausgestrahlt wird und erleichtert damit die Erkennung der Umgebungslichtbedingung. Bei starker Sonneneinstrahlung oder einer starken, künstlichen, punktuellen Lichtquelle, ist der Helligkeitswert der zu der Quelle gerichteten Photosensoren wesentlich höher als jener, die von ihr stärker abgewandt oder abgeneigt sind. Dies vereinfacht die Erkennung der Umgebungslichtbedingung und insbesondere die Erkennung und Positionsbestimmung von Lichtquellen und führt zu einer höheren Genauigkeit. Dies gilt auch, wenn vorgesehen ist, dass die Photosensoren der Sensoranordnung zumindest teilweise in unterschiedliche Richtungen gerichtet sind und der weitere Photosensor vorzugsweise in eine andere Richtung gerichtet ist als die Photosensoren. Wenn der weitere Photosensor in eine andere Richtung gerichtet ist als die Photosensoren, so wird der Informationsgehalt erweitert, indem nicht teilweise redundante Information zwischen zumindest einem Photosensor und dem weiteren Photosensor aufgenommen wird.

[0061] Es kann auch vorgesehen sein, dass die Photosensoren zumindest teilweise, vorzugsweise zumindest überwiegend in die gleiche Richtung zeigen, oder, dass die Photosensoren der Sensoranordnung zumindest teilweise, vorzugsweise zumindest überwiegend in unterschiedliche Richtungen gerichtet sind. Dies ergibt eine möglichst flache Ausführungsform, die beispielsweise besonders einfach auch einem Fahrzeugdach angeordnet werden kann. Die unterschiedlichen Bestrahlungswinkel der Photosensoren durch die Lichtquellen können dabei ausreichen, um Unterschiede in den Helligkeitsmesswerten zu erzeugen, die die Erkennung der Umgebungslichtbedingung möglich machen.

[0062] Um eine möglichst exakte Abbildung der Umgebungshelligkeit zu erreichen, kann vorgesehen sein, dass zumindest zwei, vorzugsweise vier Photosensoren, die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs dienen und vorzugsweise alle Photosensoren, die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs dienen im Wesentlichen dreh-symmetrisch um eine Hochachse des Fahrzeugs angeordnet werden. Entsprechendes gilt auch, wenn die Photosensoren und die Lichtquelle in einer Sensoreinheit angeordnet sind und dass vorzugsweise vorgesehen ist, dass zumindest die Photosensoren, die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs ausgebildet sind, im Wesentlichen dreh-symmetrisch um eine senkrechte Achse der Sensoreinheit angeordnet sind. Die Sensoreinheit kann dabei eine kompakte Form bedingen, welche einfach auf einem Fahrzeug, beispielsweise auf dem Dach des Fahrzeugs angebracht werden kann. Die Sensoreinheit kann auch als ein Sensorgehäuse ausgeführt sein oder ein Sensorgehäuse umfassen.

[0063] In einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass eine Kategorisiereinheit zumindest den absoluten Helligkeitswert und die Maßzahl empfängt, und zur Erkennung einer Umgebungslichtbedingung den absoluten Helligkeitswert und die Maßzahl mit Wertbereichen von gespeicherten, kategorisierten Umgebungslichtbedingungen vergleicht und dass diese erkannte Umgebungslichtbedingung in die Erkennung der Wetter- und Umgebungsbedingung miteinbezogen wird. Vorzugsweise kann weiters vorgesehen sein, dass die Erkennungseinheit jene gespeicherte Umgebungslichtbedingung für den Zeitpunkt auswählt, deren vorgespeicherte Werte mit jenen der gemessenen am besten übereinstimmt.

[0064] In der Regel ist für jede Umgebungslichtbedingung zumindest ein Wertebereich für den absoluten Helligkeitswert und einer für die Standardabweichung abgespeichert. Fallen beide gemessenen Werte in den Bereich, so wird damit erkannt, dass die betreffende Umgebungslichtbe-

dingung vorliegt. So kann die herrschende Umgebungslichtbedingung in eine definierte Kategorie eingeteilt werden, beispielsweise in „starker Sonnenschein“ (hoher Mittelwert bei hoher Standardabweichung), „schattige Fahrbedingung“ (geringer Mittelwert bei mittelhoher Standardabweichung), oder „minimale Beleuchtung“ (sehr geringer Mittelwert bei geringer Standardabweichung). Diese Prozesse können zukünftig durch selbstlernende, selbstkalibrierende und/oder selbstadaptierende Systeme auch eine feinere Kategorisierung automatisiert durchgeführt werden.

[0065] So kann sehr einfach und schnell eine Kategorisierung der Umgebungslichtbedingung durchgeführt werden und jeder untersuchte Zeitpunkt einer Kategorie zugeordnet werden. Dies ermöglicht eine einfache und schnelle Verarbeitung und Beurteilung einer Testfahrt. Diese gespeicherten Umgebungslichtbedingungen können in einer Datenbank oder in einem Datenspeicher gespeichert werden, die mit der Erkennungseinheit verbunden sein können.

[0066] Um ein exakteres Ergebnis zu erlangen, kann vorgesehen sein, dass weitere Messdaten, vorzugsweise die Uhrzeit im Bereich des Fahrzeugs, die Position des Fahrzeugs, besonders vorzugsweise die GPS-Position, und/oder die Lage und/oder geografische Ausrichtung des Fahrzeugs, bei der Erkennung der Umgebungslichtbedingung und/oder der Wetter- oder Umgebungsbedingung mit einbezogen werden. Dazu kann vorgesehen sein, dass die Sensoranordnung eine Ortungseinrichtung, vorzugsweise eine GPS-Ortungseinrichtung, und/oder eine Uhr und/oder zumindest einen Lagesensor oder einen Kompass aufweist. Die weiteren Messdaten müssen dabei nicht zwangsläufig vom Fahrzeug selbst gemessen werden. So kann beispielsweise die Uhrzeit per drahtloser Übertragung von einer weiter entfernten Uhr, beispielsweise einer Atomuhr abgefragt werden oder von GPS Daten stammen. Mit der Lage des Fahrzeugs wird die Neigung entlang der Längs- und/oder Querachse des Fahrzeugs gemeint, also Nick- oder Wankwinkel.

[0067] Die Messwerte der Photosensoren können mit den jeweiligen weiteren Daten kombiniert werden. Damit kann einerseits die Umgebungslichtbedingung und/oder die Wetter- oder Umgebungsbedingung besser festgestellt werden, etwa indem die vorherrschende Uhrzeit und eventuell auch das Datum der Beobachtung in die Beurteilung der Lichtquellen mit einfließt. Andererseits kann auch damit die erkannte Umgebungslichtbedingung und/oder der Wetter- oder Umgebungsbedingung einem Ort oder einer Uhrzeit zugeordnet werden und so die Weiterverarbeitung oder Analyse nach der Fahrt erleichtert werden. Auch hier kann eine Unterstützung durch selbstlernende Systeme erfolgen.

[0068] Weiters kann vorgesehen sein, dass zumindest ein weiterer Photosensor, der im Wesentlichen in Fahrtrichtung des Fahrzeugs gerichtet ist, zumindest einen Helligkeitsmesswert zu dem zumindest einem Zeitpunkt misst und dieser Helligkeitsmesswert in die Erkennung einer Umgebungslichtbedingung und/oder einer Wetter- oder Umgebungsbedingung mit einbezogen wird. Dies ist insbesondere vorteilhaft, um Gegenlichtsituationen oder sonstige Beleuchtungssituationen durch andere Verkehrsteilnehmer zu erkennen, da diese für visuell basierte Fahrtassistenzsysteme besonders schwierig bewältigbar sind. Entsprechendes gilt auch, wenn die Sensoranordnung einen weiteren Photosensor aufweist, welcher zum Anbringen in Fahrtrichtung des Fahrzeugs ausgebildet ist. Es kann auch die Sensoranordnung einen weiteren Photosensor aufweisen, welcher zum Anbringen entgegen der Fahrtrichtung des Fahrzeugs ausgebildet ist. Dabei ist vorzugsweise vorgesehen, dass der weitere Photosensor im Bereich eines Photosensors des Fahrtassistenzsystems angeordnet ist.

[0069] Besonders vorteilhaft ist in diesem Sinne, wenn der weitere Photosensor von der Sensoreinheit beabstandet ist. So kann der weitere Photosensor beispielsweise im Bereich der Motorhaube angeordnet sein, während die Sensoreinheit auf dem Dach des Fahrzeugs angeordnet sein kann. Der weitere Photosensor kann mit den übrigen Teilen der Sensoranordnung über Kabel oder drahtlos, beispielsweise per Funk, Bluetooth oder Wireless LAN miteinander verbunden sein. Weiters kann auch vorteilhaft sein, wenn zwei erfindungsgemäße Sensoranordnungen vorgesehen sind, die miteinander zur Kommunikation verbunden sind.

[0070] Um ein besonders gutes Ergebnis bezüglich der Gegenlichtsituation zu erreichen, ist vorzugsweise vorgesehen, dass der weitere Photosensor im Wesentlichen parallel zu einer Hochachse des Fahrzeugs steht.

[0071] Weiters kann vorgesehen sein, dass die Änderung des absoluten Helligkeitswertes und/oder der Maßzahl zwischen mehreren Zeitpunkten in die Erkennung der Umgebungslichtbedingung und/oder der Wetter- oder Umgebungsbedingung zu einem bestimmten Zeitpunkt mit einbezogen wird. Dies ist insbesondere sinnvoll, wenn schnelle Lichtwechsel vorliegen und diese eine bestimmte Lichtsituation anzeigen, beispielsweise das Ein- oder Ausfahren in einen Tunnel bei starkem Sonnenschein.

[0072] Um eine noch exaktere Erkennung der Umgebungslichtbedingung und/oder der Wetter- oder Umgebungsbedingung zu erreichen ist vorteilhaft, wenn zumindest einer der Photosensoren, die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs dienen, vorzugsweise alle Photosensoren, Helligkeitsmesswerte für zumindest zwei unterschiedliche Wellenlängen oder Wellenlängenbereiche des Lichts ermittelt und besonders vorzugsweise, dass alle Photosensoren, die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs dienen, Helligkeitsmesswerte für die gleichen Wellenlängen oder Wellenlängenbereiche des Lichts ermitteln und dass ganz besonders vorzugsweise zumindest einer der Photosensoren, die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs dienen, zumindest je einen Helligkeitsmesswert im Infrarotbereich, im Ultraviolettbereich und im Bereich des sichtbaren Lichts misst. Darüber hinaus kann beispielsweise auf den Bewölkungsstatus rückgeschlossen werden, da sich das Spektrum der Sonne durch Bewölkung verändert. Des Weiteren wird die Unterscheidbarkeit von zum Beispiel Schattensituationen gegenüber genereller Bewölkung dadurch eindeutig möglich. Entsprechendes gilt auch in Hinblick darauf, dass vorgesehen ist, dass Helligkeitsmesswerte für zumindest zwei unterschiedliche Wellenlängen des Lichtes durch zumindest einen Photosensor, der zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs eingerichtet ist, vorzugsweise zumindest alle Photosensoren, die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs eingerichtet sind, messbar sind und dass vorzugsweise diese Photosensoren, vorzugsweise zumindest alle dieser Photosensoren zumindest einen Infrarotsensor, einen Ultraviolettsensor und einen Sensor für sichtbares Licht umfassen.

[0073] Besonders vorteilhaft ist in diesem Sinne, wenn zumindest einer der Photosensoren, die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs dienen, vorzugsweise alle dieser Photosensoren, zumindest je einen Helligkeitsmesswert im Infrarotbereich, im Ultraviolettbereich und im Bereich des sichtbaren Lichts misst. Dadurch kann besonders einfach und umfassend Informationen über die Lichtquelle oder Lichtquellen erfasst werden und Lichtquellen voneinander unterschieden werden und/oder identifiziert werden, aber auch die Umgebungslichtverhältnisse. Entsprechendes gilt, auch wenn vorgesehen ist, dass die Photosensoren, vorzugsweise zumindest alle vier Photosensoren zumindest einen Infrarotsensor, einen Ultraviolettsensor und einen Sensor für sichtbares Licht umfassen.

[0074] In einer bevorzugten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass aus den gemessenen Helligkeitsmesswerten der Photosensoren, die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs dienen, die relative Position zumindest einer Lichtquelle, vorzugsweise zumindest der Sonne, zum Fahrzeug ermittelt wird. Dies kann zur Erkennung der Beleuchtungssituation beitragen, da beispielsweise eine tief stehende Sonne in Fahrtrichtung starkes Gegenlicht liefert, die Fahrt in die entgegengesetzte Richtung, also von der Sonne weg, die Sensoren des Fahrassistenzsystems anders belastet.

[0075] Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass die Erfindung die Berechnung der Leuchtdichte zumindest einer Lichtquelle umfasst. Dies ist insbesondere dann gut möglich, wenn eine große Zahl an Photosensoren zur Verfügung stehen.

[0076] Wenn die Photosensoren in Bezug zu einer Horizontalebene des Fahrzeugs geneigt angeordnet werden und vorzugsweise in einem Winkel zwischen 10° und 70° , besonders vorzugsweise zwischen 25° und 55° , ganz besonders vorzugsweise zwischen 40° und 50° angeordnet werden, so kann die Stellung der Photosensoren an jene der Sonne am Horizont in dem Erdteil, in dem die Erfindung ausgeführt wird, ideal angepasst werden. Beispielsweise ist eine Anordnung in einem Winkel von etwa 47° bei einer Verwendung in Mitteleuropa besonders vorteilhaft, da so möglichst viel Sonnenlicht auf die Sensoren fällt. Entsprechendes gilt auch, wenn die Sensorein-

heit zumindest eine Hauptauflagefläche zum Aufliegen am Fahrzeug aufweist und zumindest ein Photosensor der Sensoreinheit von der Hauptauflagefläche weg zeigt und in einem Winkel zwischen 10° und 70° , besonders vorzugsweise zwischen 25° und 55° , ganz besonders vorzugsweise zwischen 40° und 50° steht.

[0077] Die Horizontalebene ist dabei eine Ebene, welche bei ebener Anordnung des Fahrzeugs auf flachem Boden horizontal liegt. Sie entspricht also oder liegt parallel zur Radebene des Fahrzeugs und steht normal zur Hochachse des Fahrzeugs.

[0078] Die Erfindung betrifft auch ein Fahrzeug, insbesondere teil- oder vollautonome Fahrzeuge, mit zumindest einem Fahrassistenzsystem (ADAS, Advanced Driver Assistance System), wobei das ADAS zumindest einen Photosensor aufweist und wobei das Fahrzeug zusätzlich zu dem ADAS eine erfindungsgemäße Sensoranordnung aufweist. Dadurch kann einfach und schnell während einer Fahrt mit dem Fahrzeug, vorzugsweise ein Personenkraftwagen, die Umgebungsbedingung zu einem beliebigen Zeitpunkt während der Fahrt erkannt werden. Vorzugsweise ist die Sensoranordnung oder sind zumindest die Photosensoren auf dem Dach und/oder der Motorhaube des Fahrzeugs angeordnet. In der Regel ist der Photosensor des ADAS eine Kamera. Der Begriff Fahrzeug ist dabei breit zu verstehen, es kann sich dabei auch ein Schienenfahrzeug wie ein Zug, ein Wasserfahrzeug wie ein Schiff, ein Luftfahrzeug wie ein Helikopter oder Flugzeug, oder ein anderes Fahrzeug sein.

[0079] Dabei kann vorgesehen sein, dass der weitere Photosensor im Wesentlichen in Fahrtrichtung des Fahrzeugs zeigt und vorzugsweise im Bereich des zumindest einen Photosensors des ADAS liegt. Dies ermöglicht eine besonders gute Erkennung von Licht, das frontal auf das Fahrzeug fällt.

[0080] Weiters kann vorgesehen sein, dass die Messung eines Helligkeitsmesswerts der Umgebung des Fahrzeugs zu dem Zeitpunkt von einem Himmelslicht-Photosensor vorgesehen ist, und dass der Himmelslicht-Photosensor vor direkter Sonneneinstrahlung abgeschirmt ist. Dem entsprechend kann auch vorgesehen sein, dass die Sensoranordnung zumindest einen Himmelslicht-Photosensor aufweist, der gegenüber direkter Sonneneinstrahlung abgeschirmt ist. Eine solche Abschirmung kann beispielsweise durch eine entsprechende Abdeckung erreicht werden, oder in dem der Himmelslicht-Photosensor in Richtung des Untergrunds gerichtet ist, wobei vorzugsweise in diesem Fall gegenüber dem Himmelslicht-Photosensor eine lichtreflektierende Oberfläche angeordnet ist.

[0081] Durch einen solchen Himmelslicht-Photosensor kann das indirekte, diffuse Sonnenlicht, das durch die Atmosphäre gestreut wurde, das sogenannte Himmelslicht, besser bestimmt werden. Dieses kann bei klarem Himmel in Kombination mit direktem Sonnenschein als auch ohne direkten Sonnenschein, beispielsweise bei Bewölkung, auftreten. So können Schattenverhältnisse von bewölktem Himmel leichter unterschieden werden.

[0082] Weiters kann vorteilhaft sein, dass zumindest zwei Photosensoren, vorzugsweise die Photosensoren, die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs dienen, als gemeinsame Sensorfolie ausgeführt sind, welche zumindest zwei Sensorbereiche aufweisen, die vorzugsweise in unterschiedliche Richtungen gerichtet sind. Vorzugsweise sind alle Photosensoren als gemeinsame Sensorfolie ausgeführt. Solche Sensorfolien weisen in der Regel eine sehr große Zahl an einzelnen Photosensoren auf, welche meist matrixartig angeordnet sind. Diese Sensorfolie kann dabei zumindest abschnittsweise im Wesentlichen flach sein, die Photosensoren können also zumindest abschnittsweise im Wesentlichen in die gleiche Richtung gerichtet sein. Anhand der Intensitätsunterschiede der Helligkeitsmesswerte der Photosensoren kann so eine Umgebungsbedingung erkannt werden. Es kann auch vorgesehen sein, dass die Sensorfolie zumindest abschnittsweise im Wesentlichen gebeugt ist. Mit anderen Worten kann also vorgesehen sein, dass die Photosensoren der Sensorfolie zumindest abschnittsweise im Wesentlichen in unterschiedliche Richtungen gerichtet sind. Somit kann eine Vielzahl an Informationen aus verschiedensten Richtungen gesammelt werden. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Sensorfolie in zumindest eine Erstreckungsrichtung gebeugt ist. Beispielsweise kann die Sensorfolie halbkugelförmig ausgeführt werden. So können die Positionen von Licht-

quellen noch genauer bestimmt werden. Insbesondere bei einer flachen Ausführungsform der Folie ist vorteilhaft, wenn die Sensorfolie dabei im Wesentlichen parallel zu einer Horizontalebene des Fahrzeugs ausgerichtet ist und vom Fahrzeug weg zeigt, vorzugsweise nach oben zeigt, also in bestimmungsgemäßer Gebrauchsstellung vom Untergrund des Fahrzeugs weg zeigt.

[0083] Es kann vorgesehen sein, dass die Reflexionsschicht zumindest einen Lichtwellenleiter aufweist, der sich entlang der Reflexionsschicht erstreckt. Eine Lichtquelle kann derart angeordnet sein, dass dessen Licht zumindest größtenteils in den Lichtwellenleiter eindringt. So wird erreicht, dass das Licht sehr oft an der Reflexionsschicht reflektiert wird, bis es den Photosensor erreicht. Zusätzlich ist der Weg entlang der Reflexionsschicht genau bekannt, wodurch auf die Position einer Benetzung rückgeschlossen werden kann. Dem entsprechend kann vorgesehen sein, dass Licht von zumindest einer Lichtquelle entlang eines Lichtwellenleiters, der sich entlang der Reflexionsschicht erstreckt, geführt wird. Insbesondere in Kombination mit einer Umlenkung an zumindest einem Ende des Lichtwellenleiters über zumindest ein optisches Element kann das Licht zielgerichtet in den Lichtwellenleiter und von diesem zum Photosensor geführt werden.

[0084] Weiters wird die Erfindung anhand nicht einschränkender, erfindungsgemäßer Ausführungen näher erläutert. Es zeigen:

[0085] Fig. 1a eine erfindungsgemäße Sensoranordnung in einer schematischen Schrägansicht in einer ersten Ausführungsform;

[0086] Fig. 1b eine erfindungsgemäße Sensoranordnung in einer schematischen Schrägansicht in einer zweiten Ausführungsform;

[0087] Fig. 1c eine erfindungsgemäße Sensoranordnung in einer schematischen Schrägansicht in einer dritten Ausführungsform;

[0088] Fig. 2a die Sensoranordnung aus Fig. 1a in einer schematischen Schrägansicht in einer Ausführungsform ohne die Reflexionsschicht und die Lichtverteilungsfläche 25;

[0089] Fig. 2b einen Teil eines Schnittes durch eine Sensoranordnung gemäß der Fig. 2a, angeordnet auf einem Fahrzeugdach;

[0090] Fig. 3 einen Teil der Sensoreinheit der Sensoranordnung aus Fig. 1a in einer Draufsicht ohne die Reflexionsschicht und die Lichtverteilungsfläche 25;

[0091] Fig. 4 ein Diagramm der Helligkeitsmesswerte entlang der Zeit während einer Testfahrt und dem gegenübergestellt die errechneten Mittelwerte und Standardabweichungen;

[0092] Fig. 5 eine erfindungsgemäße Sensoranordnung in einer schematischen Schrägansicht in einer vierten Ausführungsform;

[0093] Fig. 6 eine alternative Ausführungsform einer Reflexionsschicht.

[0094] Fig. 1a, 2a, 2b und 3 zeigen eine Sensoranordnung 1 in einer ersten Ausführungsform mit einer Sensoreinheit 2, an der vier Photosensoren 3 angeordnet sind. Dabei stehen jeweils zwei Photosensoren 3 gegenüber den jeweils anderen zwei Photosensoren im 90° Winkel. Damit sind die Photosensoren 3 drehsymmetrisch um eine senkrechte Achse A der Sensoreinheit 2 angeordnet. Dabei ist die senkrechte Achse A normal zu einer Hauptauflagefläche 4 der Sensoreinheit orientiert, die zum Anbringen der Sensoranordnung 1 am Fahrzeug dient. In der Regel entspricht dann die Hochachse des Fahrzeugs der senkrechten Achse A oder ist zumindest parallel zu ihr.

[0095] Die Photosensoren 3 stehen in Bezug zur Hauptauflagefläche 4 schräg in einem Winkel α von 47° und zeigen vom Zentrum der Sensoreinheit 2 weg. Damit sind die Photosensoren 3 alle voneinander weg und in unterschiedliche Richtungen gerichtet. Die Sensoranordnung weist ein Kabel 6 zur Stromversorgung auf. In einer alternativen Ausführungsform kann die Sensoreinheit 2 über das Kabel 6 mit einem weiteren Sensor verbunden sein, der nicht in der Sensoreinheit 2 angeordnet ist. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die Sensoreinheit 2 einen Energiespeicher wie eine Batterie aufweist, die sie mit Energie versorgt.

[0096] Direkt neben jedem Photosensor 3 ist je eine Lichtquelle 20 vorgesehen, welche vorzugsweise als Infrarotlichtquelle ausgeführt ist. Die Lichtquellen 20 sind vorzugsweise LEDs. Vorzugsweise stehen sie im gleichen Winkel wie die Photosensoren 3, wie in den Figuren gezeigt.

[0097] Die Sensoranordnung 1 weist einen Gehäusegrundkörper 1a auf, der die Photosensoren 3 und die Lichtquellen 20 trägt. An diesem Gehäusegrundkörper 1a schließt an der Oberseite eine Reflexionsschicht 22 an, die den Gehäusegrundkörper 1a kuppelförmig oder halbkugelförmig überspannt. Damit deckt sie die Photosensoren 3 und die Lichtquellen 20 ab und schützt sie vor äußeren Einflüssen. Die Reflexionsschicht 22 weist eine nach außen gerichtete Außenfläche 23 und eine in Richtung der Photosensoren 3 und der Lichtquellen 20 gerichtete Innenfläche 24 auf. Das Licht aus der Umwelt der Sensoranordnung 1 kann durch die Reflexionsschicht 22 zumindest teilweise hindurchfallen. Dazu ist sie vorzugsweise transparent ausgeführt.

[0098] Des Weiteren ist eine kuppelförmige Lichtverteilungsfläche 25 vorgesehen, welche oberhalb der Photosensoren 3 und Lichtquellen 20 angeordnet ist. Dadurch bildet sich zwischen Lichtverteilungsfläche 25 und Reflexionsschicht 22 ein Reflexionsbereich 26, in dem das Licht der Lichtquellen 20 mehrmals hin und her reflektiert werden kann.

[0099] Das Licht der Lichtquellen 20 wird durch die Reflexionsschicht 22 reflektiert und verbleibt in dem Reflexionsbereich 26. Nach der Reflexion an der Lichtverteilungsfläche 25 strahlt es wieder in Richtung Reflexionsschicht 22, wo es abermals reflektiert wird. Dieser Weg ist durch Pfeil 27 angedeutet. So bewegt sich das Licht jeder Lichtquelle 20 zu der gegenüberliegenden Seite der Sensoranordnung 1, wo es vom dortigen Photosensor 3 detektiert wird. Die Photosensoren 3 werden in dieser Ausführungsform also sowohl für die Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs als auch für die Messung der an der Innenfläche 23 der Reflexionsschicht 22 reflektierten Strahlung der Lichtquelle 20 verwendet.

[00100] Ist die Reflexionsschicht 22 trocken, so wird ein bestimmter Anteil des Lichtes der Lichtquelle 20 reflektiert, vorzugsweise im Wesentlichen das gesamte Licht. Wenn jedoch die Reflexionsschicht 22 benetzt wird, beispielsweise durch Regentropfen 28 oder Spritzwasser, so wird ein geringerer Teil reflektiert, wenn der Lichtstrahl auf diese befeuchtete und benetzte Stelle trifft. Das gemessene Signal ist somit schwächer, womit auf den Grad der Befeuchtung oder Benetzung rückgeschlossen werden kann.

[00101] In Fig. 1b wird eine alternative Ausführungsform gezeigt, die der ersten ähnelt. Daher wird nur auf die wesentlichsten Unterschiede eingegangen. Gleichwirkende Elemente haben das gleiche Bezugszeichen.

[00102] Diese Ausführungsform weist Photosensoren 3a auf, die wie in der ersten Ausführungsform angeordnet sind. Sie dienen zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs. Auf einer Oberseite des Gehäusegrundkörpers 1a, die normal zur senkrechten Achse A steht, sind weitere Photosensoren 3b angeordnet, welche zur Messung der an der Innenfläche 23 der Reflexionsschicht 22 reflektierten Strahlung der Lichtquelle 20 verwendet werden. In dieser Ausführungsform sind zwei davon vorgesehen. Direkt neben diesen Photosensoren 3b sind die Lichtquellen 20 auf der gleichen Leiterplatte angeordnet.

[00103] In Fig. 1c wird eine dritte Ausführungsform gezeigt, die der ersten ähnelt. Daher wird nur auf die wesentlichsten Unterschiede eingegangen. Gleichwirkende Elemente haben das gleiche Bezugszeichen.

[00104] In dieser Ausführungsform sind sämtliche Lichtquellen 20 auf der Oberseite des Gehäusegrundkörpers 1a angeordnet, sie stehen also nicht parallel zu den Photosensoren 3, die sowohl für die Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs als auch für die Messung der an der Innenfläche 24 der Reflexionsschicht 22 reflektierten Strahlung der Lichtquelle 20 verwendet werden. Die Lichtquellen 20 sind asymmetrisch in einer Linie verteilt, sodass deren Licht vor allem auf zwei bestimmte Bereiche der Reflexionsschicht 22 einen Photosensor 3 fällt. So kann auf den Benetzungsgrad auf diese spezifischen Bereiche rückgeschlossen werden. Werden weitere Lichtquellen 20 angeordnet, die beispielsweise ein anderes Signal aufweisen, also beispielsweise eine andere Wellenlänge aufweist und/oder anders intermittierend, also alternie-

rend ausgeführt ist, so können damit bei geeigneter Anordnung andere Bereiche der Reflexionsschicht 22 abgedeckt werden.

[00105] In Fig. 2b ist ein Schnitt durch die Sensoranordnung 1 gemäß der ersten Ausführungsform dargestellt, wobei zugunsten der besseren Sichtbarkeit die Reflexionsschicht 22 und die Verteilungsfläche 25 nicht dargestellt wurden. Es ist gut sichtbar, dass der Photosensor 3 auf einer schrägen Seitenfläche der Sensoreinheit 2 angeordnet ist und damit in einem Winkel 5 zu einer Querachse der senkrechten Achse A steht. Somit ist der Photosensor 3 auf den Höhenstand der Sonne im europäischen und nordamerikanischen Raum orientiert. Abhängig vom Verwendungsort kann dieser Winkel variiert werden.

[00106] Die Fig. 3 zeigt einen Gehäusegrundkörper 1a der Sensoreinheit 2, auf dem die Photosensoren 3 (in Fig. 2b nicht dargestellt) angeordnet werden. Das Auflageteil 2e weist dafür vier Aufnahmeflächen 2a-2d auf, wobei jede gegenüber dessen benachbarten Aufnahmeflächen 2a-2d um die senkrechte Achse A um 90° verschwenkt ist. Wenn Licht aus einer Richtung 7 auf die Sensoranordnung fällt, so wird der Photosensor 3 auf der Auflagefläche 2b am stärksten bestrahlt und wird den höchsten Helligkeitsmesswert liefern. Der Photosensor 3 auf der Auflagefläche 2a wird schwächer bestrahlt und die jene auf den Auflageflächen 2c und 2d noch schwächer. So kann durch die Helligkeitsmesswerte die Richtung des Lichts bestimmt werden. Die Sensoranordnung 1 wird vorzugsweise derart auf das Fahrzeug angebracht, dass der Photosensor 3 auf der Auflagefläche 2a in Fahrtrichtung und jener auf der Auflagefläche 2c entgegen der Fahrtrichtung gerichtet ist.

[00107] In Fig. 3 ist schematisch auch eine Berechnungseinheit 29 eingezeichnet, die sich im Inneren der Sensoreinheit 2 angeordnet ist. Die Berechnungseinheit 29 ist mit allen Photosensoren 3 und auch allen Lichtquellen 20 elektrisch verbunden und erhält von den Sensoren die Messdaten, sowie von den Lichtquellen 20 die Information in welchem Betriebszustand sie sich befinden. Vorzugsweise steuert die Berechnungseinheit 29 auch die Lichtquellen 20. Die Berechnungseinheit 29 ist auch mit einer Erkennungseinheit 30 elektrisch verbunden, die die von der Berechnungseinheit 29 berechnete Maßzahl empfängt. Vorzugsweise erhält die Erkennungseinheit 30 über die Berechnungseinheit 29 auch die absoluten Helligkeitswerte zumindest eines Photosensors 3 sowie die Informationen, in welchem Betriebszustand sich die Lichtquellen 20 befinden. Die kann diese Werte auch direkt erhalten. Vorzugsweise ist die Erkennungseinheit auch als Kategorisierungseinheit ausgeführt, die die erhaltenen Daten mit Datensätzen aus einer Datenbank vergleicht und diesen Vergleich in die Erkennung der Umgebungsbedingung miteinbezieht.

[00108] In Fig. 4 sind entlang der Zeit in Sekunden die Helligkeitsmesswerte der Sensoranordnung aus den Figuren 1a, 2a und 2b, die für die Messung die Helligkeitsmesswerte der Umgebung des Fahrzeugs aufgezeichnet wurden, als Beleuchtungsstärke in Lux dargestellt. Darunter ist der errechnete Mittelwert m aller vier Helligkeitsmesswerte und die dazugehörige Standardabweichung s um den Mittelwert m dargestellt, zur besseren Übersicht in einem eigenen Diagramm. Der in Fahrtrichtung gerichtete Photosensor 3 liefert den Helligkeitsmesswert 8a, der nach links gerichtete Photosensor 3 liefert den Helligkeitsmesswert 8b, der entgegen der Fahrtrichtung gerichtete Photosensor 3 liefert den Helligkeitsmesswert 8c, und der nach rechts gerichtete Photosensor 3 liefert den Helligkeitsmesswert 8d. In einer ersten Fahrphase 9a sind sowohl starke Wertewechsel bei dem Mittelwert m als auch bei der Standardabweichung s erkennbar. Dies lässt auf eine Bewegung bei starkem Sonnenschein durch ein Gebiet schließen, bei dem die Sonne immer wieder durch Objekte wie Hochhäuser verdeckt wird. In einer zweiten Fahrphase 9b sind sowohl der Mittelwert m als auch die Standardabweichung s sehr hoch. Dies liegt bei starkem Sonnenschein und klarem Himmel vor. In einer dritten Fahrphase 9c sind sowohl der Mittelwert m als auch die Standardabweichung s minimal. Dies deutet auf eine Tunnelfahrt hin, insbesondere in Kombination mit einer Uhrzeit, bei der Sonnenschein zu erwarten ist. In einer vierten Fahrphase 9d liegt der Mittelwert m auf einem niedrigen Niveau und die Standardabweichung s ist ebenso sehr niedrig. Dies kann als Fahrt untertags bei stark bewölktem Himmel oder als Schatten, die durch Objekte wie Häuser geworfen werden, interpretiert werden. Diese Informationen können durch Kombination mit den Informationen aus der Messung des Benetzungszustandes noch weiter verfeinert werden. Wird etwa eine starke Benetzung in der zweiten Fahrphase 9b

detektiert, so kann darauf rückgeschlossen werden, dass das Fahrzeug höchstwahrscheinlich durch eine künstliche Flüssigkeitsquelle befeuchtet wird. Während eine starke Benetzung in der vierten Fahrphase 9d darauf hindeutet, dass es regnen dürfte. Diese Informationen kann beispielsweise in das Fahrverhalten miteinbezogen werden. Während nicht allzu starker Regen in der Regel eine geringere Anpassung des Fahrverhaltens bedeutet, weist eine starke Benetzung durch eine künstliche Flüssigkeitsquelle auf eine ungewöhnliche Fahrsituation hin und es sollte besondere Vorsicht im Fahrverhalten angewendet werden, beispielsweise durch Geschwindigkeitsreduktion, um den Bremsweg zu vermindern.

[00109] In Fig. 5 wird eine alternative Ausführungsform gezeigt, die der ersten ähnelt. Daher wird nur auf die wesentlichsten Unterschiede eingegangen. Gleichwirkende Elemente haben das gleiche Bezugszeichen. Diese Ausführungsform weist keine Lichtverteilungsfläche 25 auf, sondern weist an der kuppelförmigen Reflexionsschicht 22 gegenüberliegend von dem Gehäusegrundkörper 1a ein optisches Element 31 auf, das das auftreffende Licht in Richtung Gehäusegrundkörper 1a in einen zentralen Bereich führt. In dem zentralen Bereich ist eine Sensorfolie mit mehreren Photosensoren 3 angeordnet, welche das so abgeleitete Licht detektieren kann. Aufgrund der Position des Lichts an der Sensorfolie 32 kann auf dessen Herkunft rückgeschlossen werden.

[00110] In Fig. 6 wird eine alternative Ausführungsform einer Reflexionsschicht gezeigt, wie sie in der Ausführungsform aus Fig. 5 beispielsweise zur Anwendung kommen kann. Dazu muss nur eine Lichtquelle 20 wie in der Fig. 6 angedeutet entsprechend in der Sensoranordnung vorgesehen sein. Die Reflexionsschicht 22 weist einen Lichtwellenleiter 33 auf, der sich entlang der Reflexionsschicht 22 von unten bis zum obersten Punkt erstreckt. Das Licht 27, das durch diesen von der Lichtquelle 20 an dem unteren Ende eingestrahlt wird, wird so sehr oft an der Reflexionsschicht reflektiert. Am oberen Ende des Lichtwellenleiters 33 trifft das Licht 27 auf das optische Element und wird in Richtung der Sensorfolie 32 geleitet.

[00111] Es kann auch in einer alternativen Ausführungsform vorgesehen sein, dass die Lichtquelle 20 in einem zentralen Bereich angeordnet ist und der Photosensor 3 am unteren Ende des Lichtwellenleiters 33.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung von einer Umgebungsbedingung in der Umgebung eines Fahrzeugs oder eines Ortes, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:
 - Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs oder des Ortes mit mehreren, vorzugsweise vier, Photosensoren (3) zu zumindest einem Zeitpunkt;
 - Berechnung zumindest einer Maßzahl für die Streuung, vorzugsweise der Standardabweichung (s) oder der Varianz, zumindest eines Teils der Messwerte der Photosensoren (3) zu dem Zeitpunkt;
 - Bestrahlung einer Innenfläche (24) zumindest einer Reflexionsschicht (22), die an dem Fahrzeug an dessen Außenfläche angeordnet ist, mit Licht (27) von zumindest einer Lichtquelle (20);
 - Messung der an der Innenfläche (24) der Reflexionsschicht (22) reflektierten Strahlung der Lichtquelle (20) mit zumindest einem Photosensor;
 - Ermittlung des Benetzungszustandes einer der Innenfläche (24) gegenüberliegenden Außenfläche (23) der Reflexionsschicht (22) auf Basis der Menge an gemessener Strahlung der Lichtquelle (20);
 - Erkennung einer Umgebungsbedingung zu dem Zeitpunkt auf Grundlage zumindest eines absoluten Helligkeitswertes auf Basis der Helligkeitsmesswerte (8a-8d) der Photosensoren (3), der Maßzahl und des ermittelten Benetzungszustandes;

dadurch gekennzeichnet, dass die Maßzahl für die Streuung im Wesentlichen invariant gegen eine Verdrehung der Photosensoren (3) um eine Hochachse des Fahrzeugs ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Licht (27) der Lichtquelle (20) an der Reflexionsschicht (22) abhängig vom Benetzungszustand der Reflexionsschicht (22) zumindest teilweise reflektiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Licht (27) der Lichtquelle (20) in der kuppelförmigen Reflexionsschicht (22) mehrmals reflektiert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Licht (27) der Lichtquelle (20) in einen Reflexionsbereich (26) zwischen der Reflexionsschicht (22) und zumindest einer das Licht (27) der Lichtquelle (20) reflektierenden Lichtverteilungsfläche (25) eintritt und zwischen diesen mehrmals zumindest teilweise reflektiert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Licht (27) der Lichtquelle (20) zumindest teilweise im Infrarotbereich liegt und dass die Messung der an der Reflexionsschicht (22) reflektierten Strahlung der Lichtquelle (27) die Messung der an der Reflexionsschicht (22) reflektierten Infrarotstrahlung der Lichtquelle (20) umfasst.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Photosensoren (3) zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs und nicht zur Messung der an der Reflexionsschicht (22) reflektierten Strahlung der Lichtquelle (27) verwendet werden und dass zumindest ein anderer Photosensor (3) zur Messung der an der Reflexionsschicht (22) reflektierten Strahlung der Lichtquelle (27) und nicht zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Photosensor (3) sowohl zur Messung der an der Reflexionsschicht (22) reflektierten Strahlung der Lichtquelle (20) als auch zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs dient.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messung der an der Reflexionsschicht (22) reflektierten Strahlung der Lichtquelle (27) und die Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs intermittierend erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zu einem Zeitpunkt die Lichtquellen (20) ein Lichtsignal aussenden und die an der Innenfläche (24) der Reflexionsschicht (22) reflektierten Strahlung der Lichtquelle (20) mit zumindest einem Photosensor (3) gemessen wird und zu einem anderen Zeitpunkt die Lichtquellen (20) kein Lichtsignal oder ein anderes Lichtsignal aussenden und die Strahlung mit dem gleichen Photosensor (3) gemessen wird und dass die Differenz dieser Messungen zur Ermittlung des Benetzungszustandes miteinbezogen wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Messung der an der Reflexionsschicht (22) reflektierten Strahlung der Lichtquelle (20) zumindest zwei Photosensoren (3) beteiligt sind und/oder dass zumindest zwei Lichtquellen (20) unterschiedliche Lichtsignale aussenden, und dass anhand der Herkunft und/oder den gemessenen unterschiedlichen Lichtmengen an den Photosensoren (3) des Lichtes auf die Verteilung der Benetzung auf der Reflexionsschicht (22) rückgeschlossen wird und dass diese Gleichmäßigkeit ebenso in die Erkennung einer Wetter- oder Umgebungsbedingung miteinbezogen wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Photosensoren (3) zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs die durch die Reflexionsschicht (22) hindurchgetretene Lichtstrahlung messen.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Kategorisiereinheit zumindest den absoluten Helligkeitswert und die Maßzahl empfängt, und zur Erkennung einer Umgebungslichtbedingung den absoluten Helligkeitswert und die Maßzahl mit Wertebereichen von gespeicherten, kategorisierten Umgebungslichtbedingungen vergleicht und dass diese erkannte Umgebungslichtbedingung in die Erkennung der Wetter- oder Umgebungsbedingung miteinbezogen wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei, vorzugsweise vier Photosensoren (3), die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs dienen, und vorzugsweise alle Photosensoren (3), die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs dienen, im Wesentlichen dreh-symmetrisch um eine Hochachse des Fahrzeugs angeordnet werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus den gemessenen Helligkeitsmesswerten der Photosensoren (3) die relative Position zumindest einer Lichtquelle (20), vorzugsweise zumindest der Sonne, zum Fahrzeug ermittelt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einer der Photosensoren (3), die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs dienen, vorzugsweise alle Photosensoren (3), Helligkeitsmesswerte für zumindest zwei unterschiedliche Wellenlängen oder Wellenlängenbereiche des Lichts ermittelt und besonders vorzugsweise, dass alle Photosensoren (3), die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs dienen, Helligkeitsmesswerte für die gleichen Wellenlängen oder Wellenlängenbereiche des Lichts ermitteln und dass ganz besonders vorzugsweise zumindest einer der Photosensoren (3), die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs dienen, zumindest je einen Helligkeitsmesswert im Infrarotbereich, im Ultraviolettbereich und im Bereich des sichtbaren Lichts misst.
16. Sensoranordnung (1) zum Anbringen auf ein Fahrzeug oder Wetterstation und zur Bestimmung von Umgebungsbedingungen mit mehreren, vorzugsweise vier, Photosensoren (3) zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs, wobei die Sensoranordnung (1) eine mit den Photosensoren (3) verbundene Rechneinheit (29) zur Berechnung zumindest einer Maßzahl für die Streuung, vorzugsweise der Standardabweichung (s) oder der Varianz, aus zumindest einem Teil der Helligkeitsmesswerte der Photosensoren (3) aufweist, dass die Sensoranordnung (1) zumindest eine Reflexionsschicht (22) und eine in Richtung der Reflexionsschicht (22) ausgerichtete Lichtquelle (20) aufweist, dass zumindest ein Photosensor (3) dazu eingerichtet ist, das von der Reflexionsschicht (22) reflektierte

Licht (27) zu messen und dass die Berechnungseinheit (29) zur Ermittlung des Benetzungszustandes der Reflexionsschicht (22) auf Basis der Menge an gemessener Strahlung der Lichtquelle (20) eingerichtet ist und dass die Sensoranordnung (1) eine mit der Berechnungseinheit (29) verbundene Erkennungseinheit (30) aufweist, welche zur Erkennung einer Wetter- oder Umgebungsbedingung auf Grundlage zumindest eines absoluten Helligkeitswertes auf Basis der Helligkeitsmesswerte der Photosensoren (3), der Maßzahl und des ermittelten Benetzungszustandes ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass Helligkeitsmesswerte für zumindest zwei unterschiedliche Wellenlängen des Lichtes durch zumindest einen Photosensor (3), der zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs eingerichtet ist, vorzugsweise zumindest alle Photosensoren (3), die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs eingerichtet sind, messbar sind und dass vorzugsweise diese Photosensoren (3), vorzugsweise zumindest alle dieser Photosensoren (3) zumindest einen Infrarotsensor, einen Ultravioletsensor und einen Sensor für sichtbares Licht umfassen.

17. Sensoranordnung (1) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reflexionsschicht (22) dazu ausgebildet ist, das Licht (27) der Lichtquelle (20) abhängig vom Benetzungszustand der Reflexionsschicht (22) zumindest teilweise zu reflektieren.
18. Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reflexionsschicht (22) kuppelförmig ist und die Lichtquelle (20) vorzugsweise in einem Innenbereich der Reflexionsschicht (22) angeordnet ist.
19. Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoranordnung (1) zumindest eine das Licht (27) der Lichtquelle (20) reflektierende Lichtverteilungsfläche (25) aufweist, welche der Reflexionsschicht (22) zumindest teilweise gegenübersteht.
20. Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 17 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Photosensoren (3) und die Lichtquelle (20) in einer Sensoreinheit (2) angeordnet sind und dass vorzugsweise vorgesehen ist, dass zumindest die Photosensoren (3), die zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs oder Ortes ausgebildet sind, im Wesentlichen drehsymmetrisch um eine senkrechte Achse (A) der Sensoreinheit (2) angeordnet sind.
21. Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 17 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Lichtquelle (20) und zumindest ein zur Messung des Lichts (27) dieser Lichtquelle (20) eingerichteter Photosensor (3) an gegenüberliegenden Seiten der Sensoreinheit (2) angeordnet ist.
22. Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 17 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reflexionsschicht (22) Teil einer Außenhülle der Sensoreinheit (2) ist und vorzugsweise die Lichtverteilungsfläche (25) im Inneren der Außenhülle angeordnet ist.
23. Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 17 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtquelle (20) zumindest eine Infrarotlichtquelle umfasst.
24. Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 17 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Photosensoren (3) zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs und nicht zur Messung der an der Reflexionsschicht (22) reflektierten Strahlung der Lichtquelle (20) eingerichtet sind und dass zumindest ein anderer Photosensor (2) zur Messung der an der Reflexionsschicht (22) reflektierten Strahlung der Lichtquelle (20) und nicht zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs einrichtet ist.
25. Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 17 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Photosensor (2) zur Messung von Helligkeitsmesswerten der Umgebung des Fahrzeugs und zur Messung der an der Reflexionsschicht (22) reflektierten Strahlung der Lichtquelle (20) eingerichtet ist.

26. Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 17 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Lichtquelle (20) und zumindest ein zur Messung des Lichts (27) dieser Lichtquelle (20) eingerichteter Photosensor (3) auf der gleichen Leiterplatte angeordnet sind.
27. Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 17 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoranordnung (1) zumindest zwei Lichtquellen (20) aufweist, welche dazu eingerichtete sind, unterschiedliche Lichtsignale auszusenden und/oder dass die Sensoranordnung (1) zumindest Photosensoren (3) aufweist, die zur Messung der an der Reflexionsschicht (22) reflektierten Strahlung der Lichtquelle (20) eingerichtet sind und dass diese Photosensoren (2) voneinander beabstandet angeordnet sind.
28. Sensoranordnung (1) nach einem der Ansprüche 17 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Photosensoren (3) dazu eingerichtet sind, die durch die Reflexionsschicht (22) hindurchgetretene Lichtstrahlung zu messen.

Hierzu 9 Blatt Zeichnungen

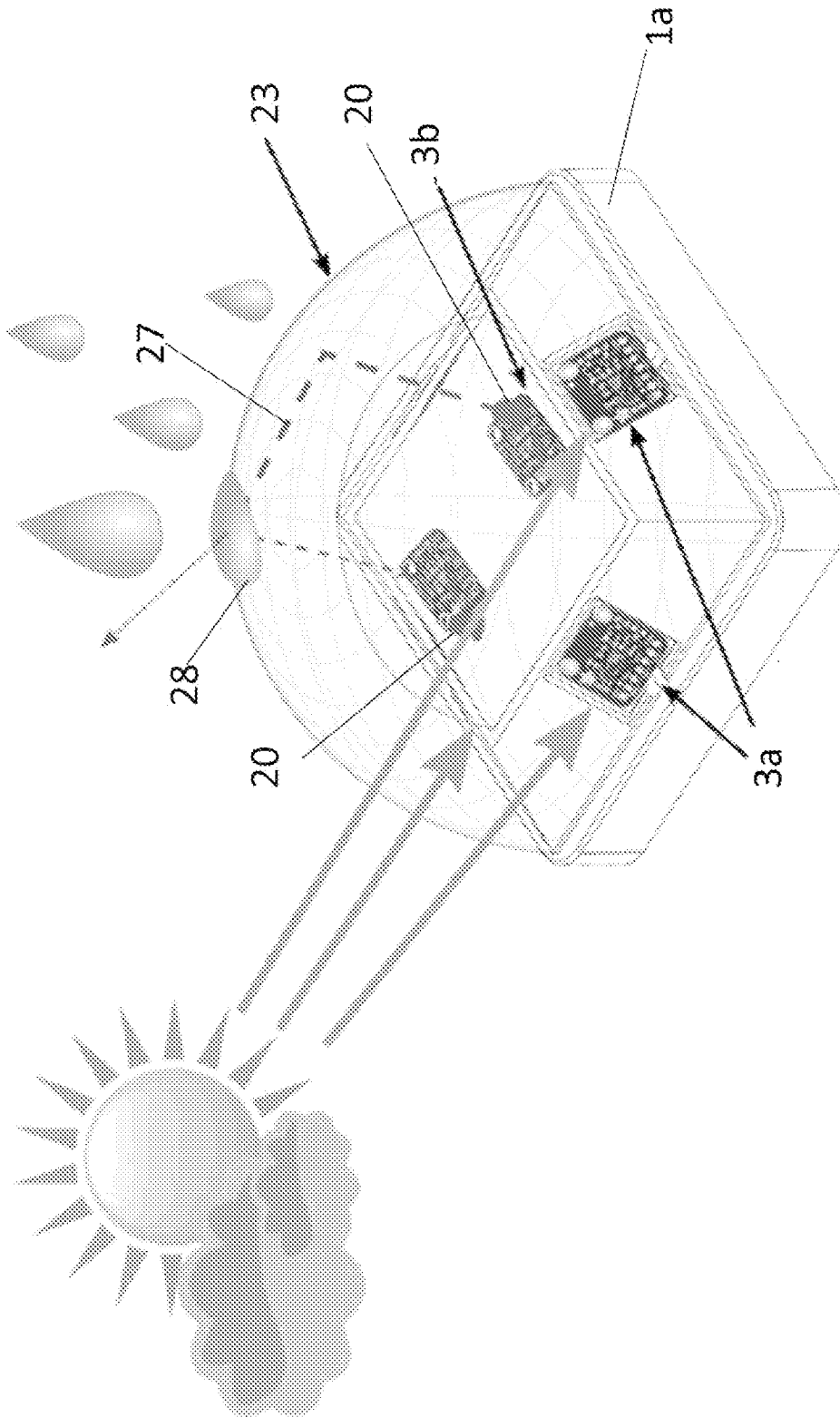


Fig. 1b

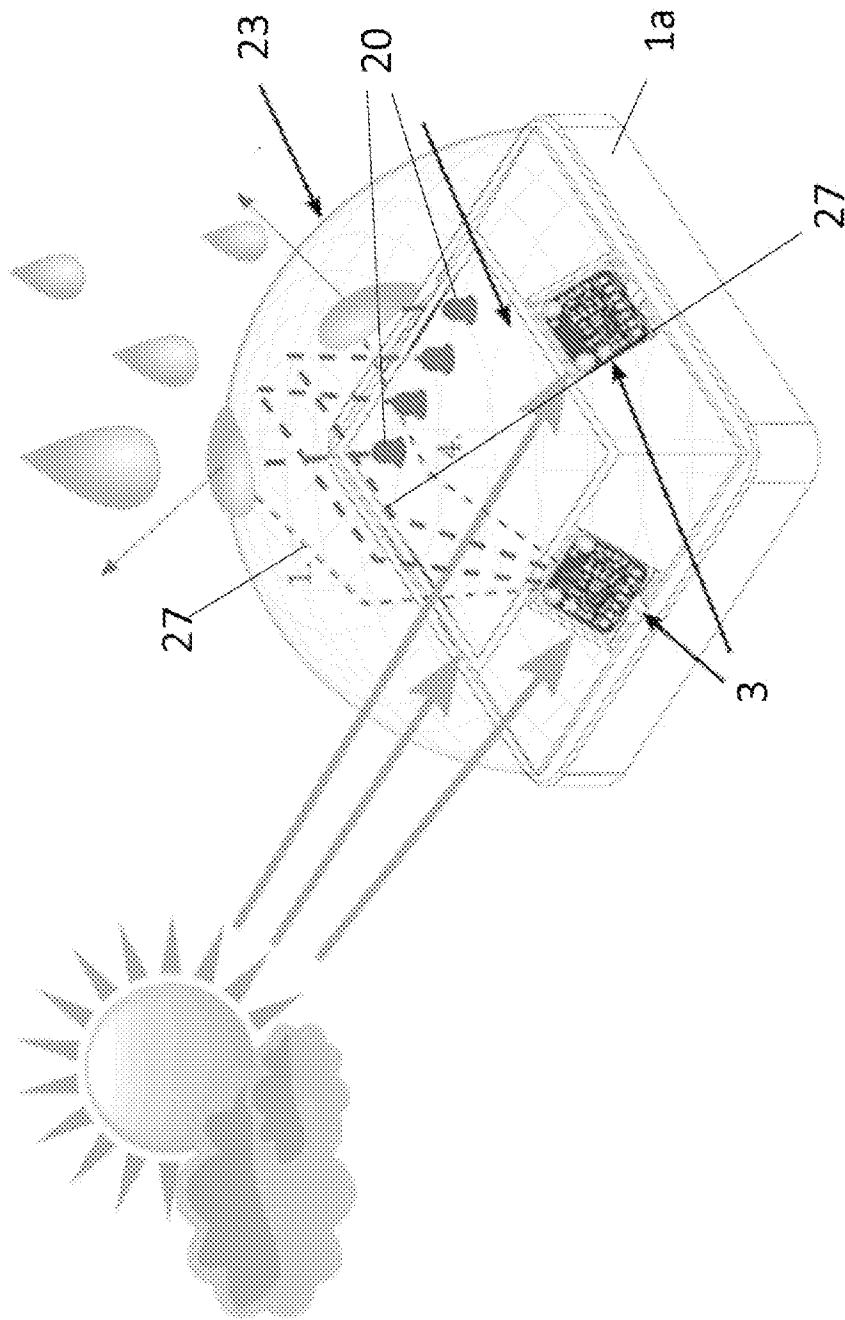


Fig. 1c

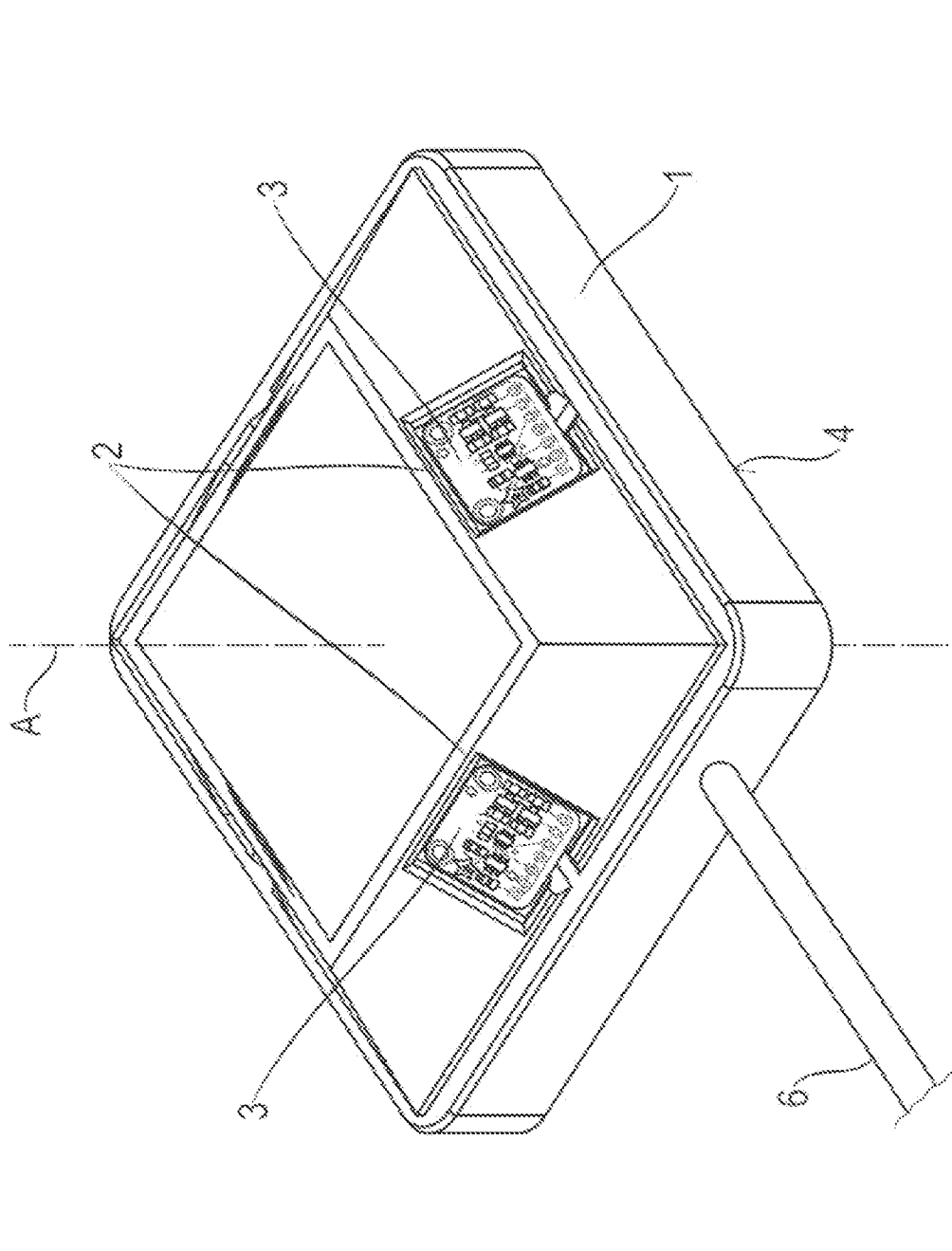


Fig. 2a

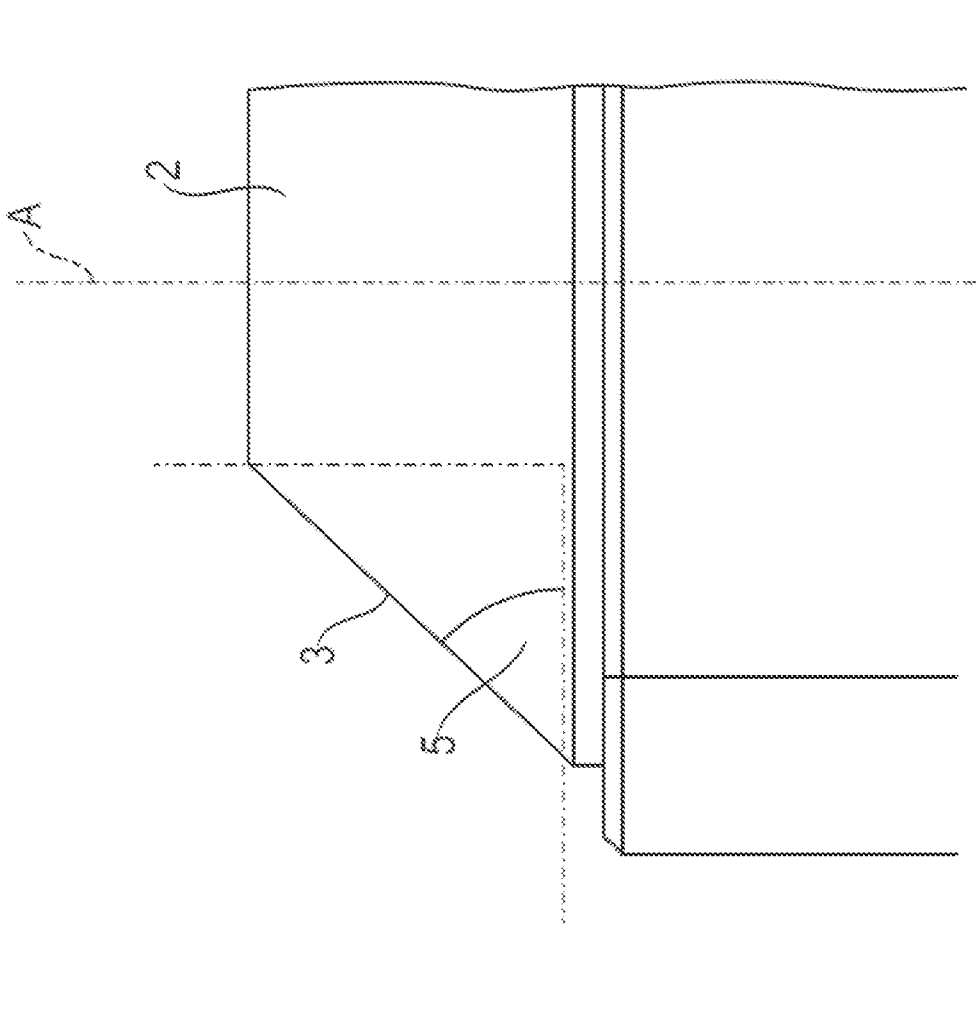


Fig. 2b

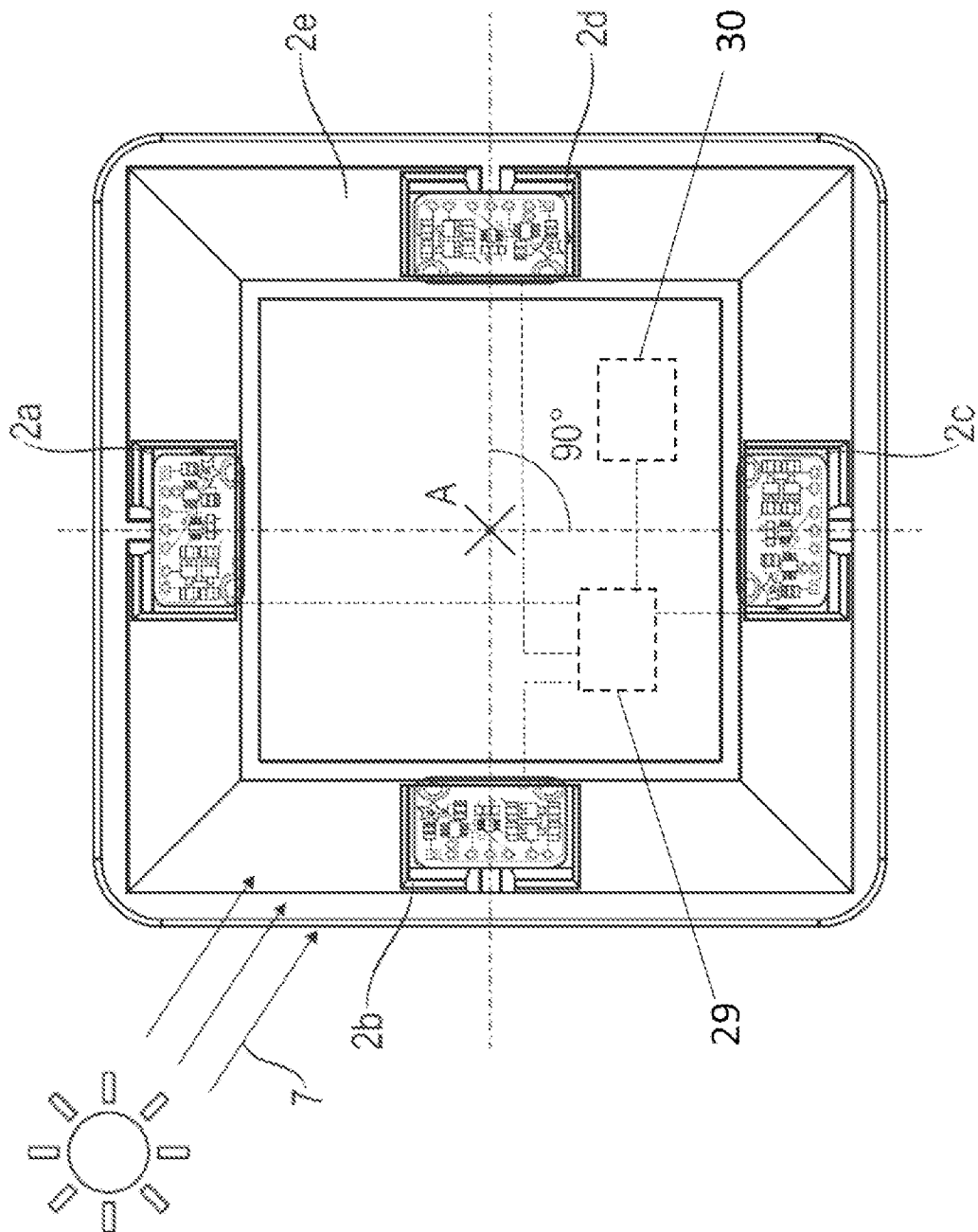


Fig. 3

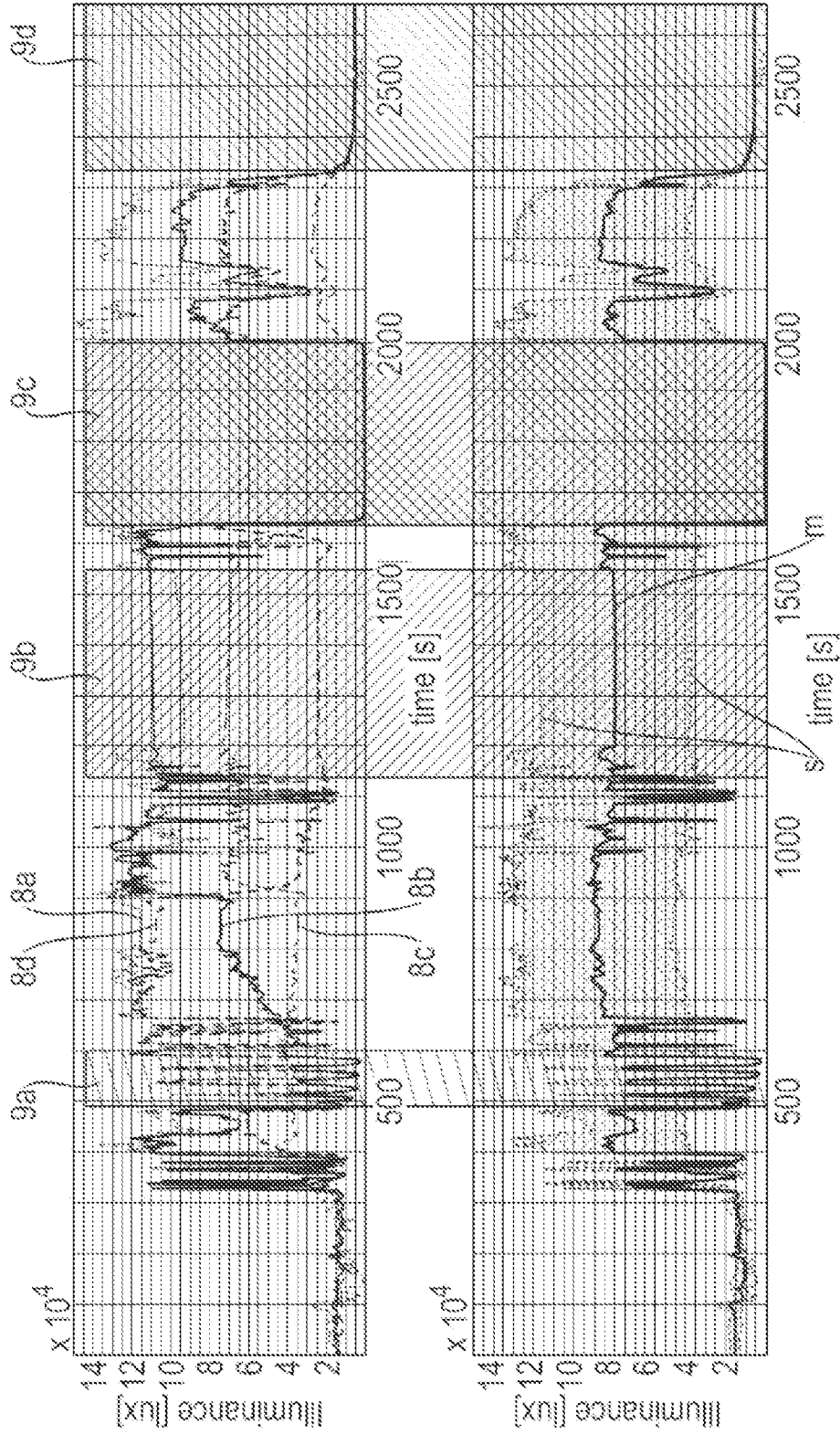


Fig. 4

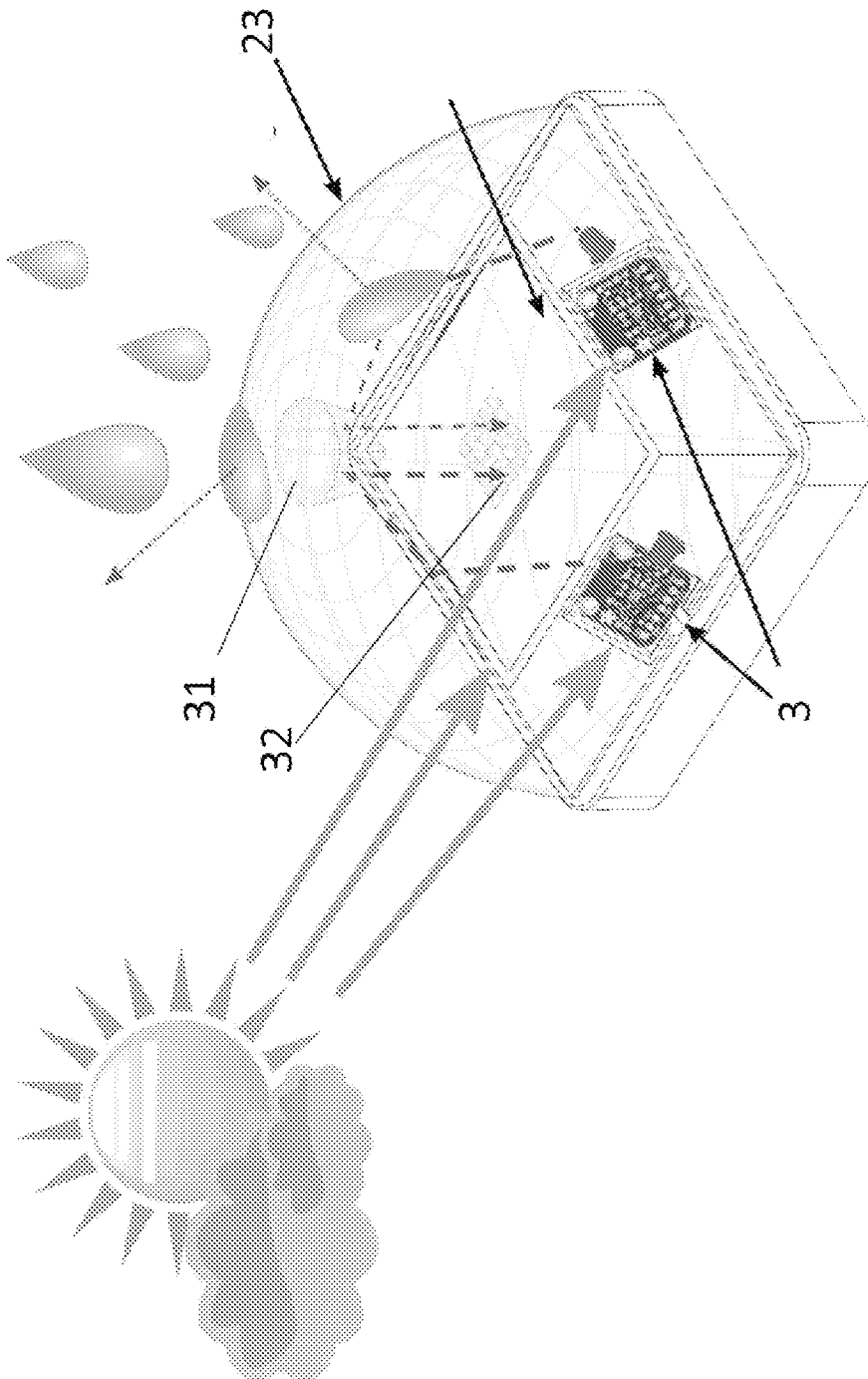


Fig. 5

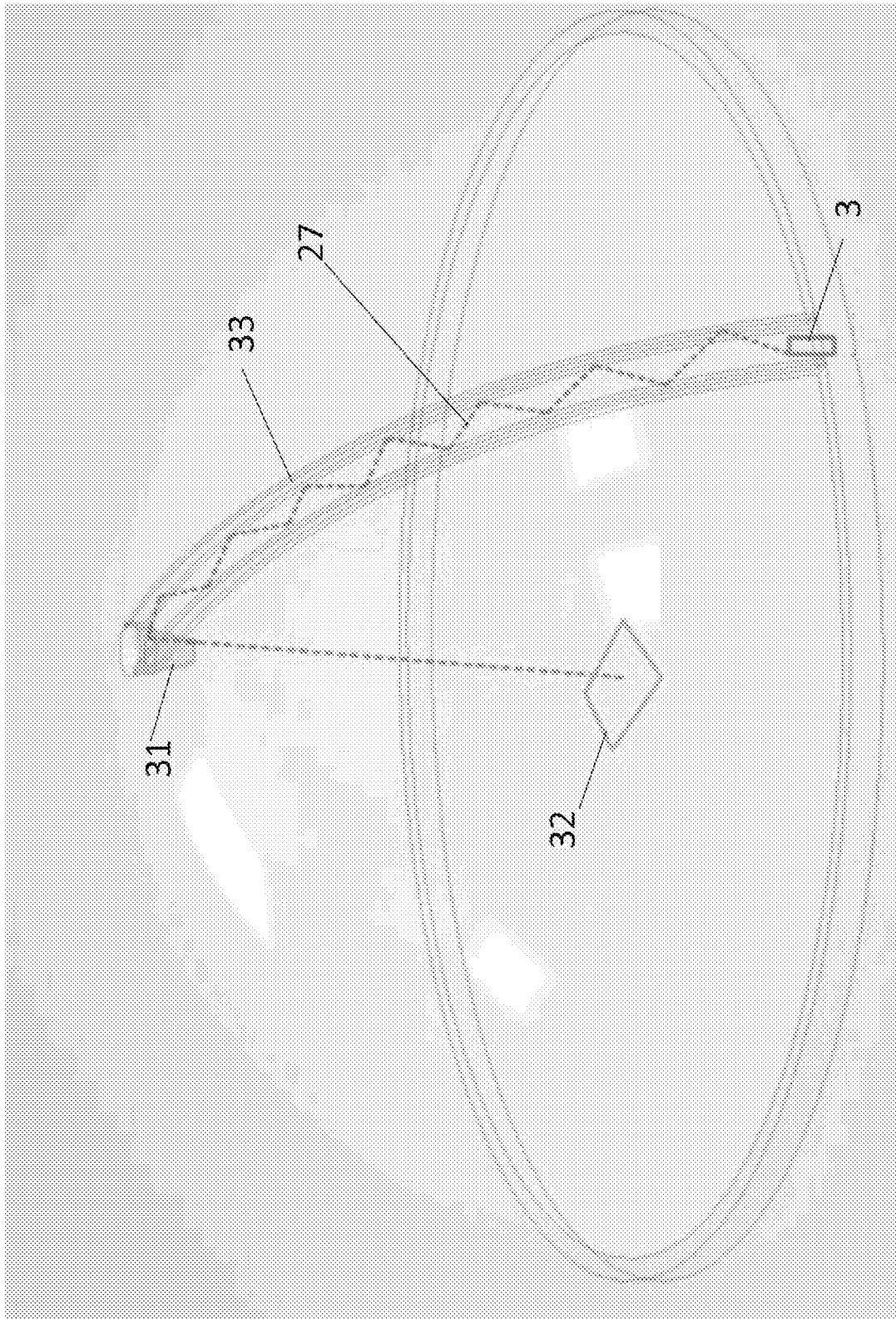


Fig. 6