

(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
27. Mai 2010 (27.05.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/057553 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G02B 5/02 (2006.01) *F21V 8/00* (2006.01)
G02B 6/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/007440

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Oktober 2009 (16.10.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
20 2008 015 402.2
19. November 2008 (19.11.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **CERION GMBH** [DE/DE]; Lübbecker Strasse
240, 32429 Minden (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WIENKAMP, Andre-
as** [DE/DE]; Am Biemker Bach 27, 32429 Minden (DE).

(74) Anwalt: **NUNNENKAMP, Jörg**; Andrejewski • Honke,
Theaterplatz 3, 45127 Essen (DE).

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

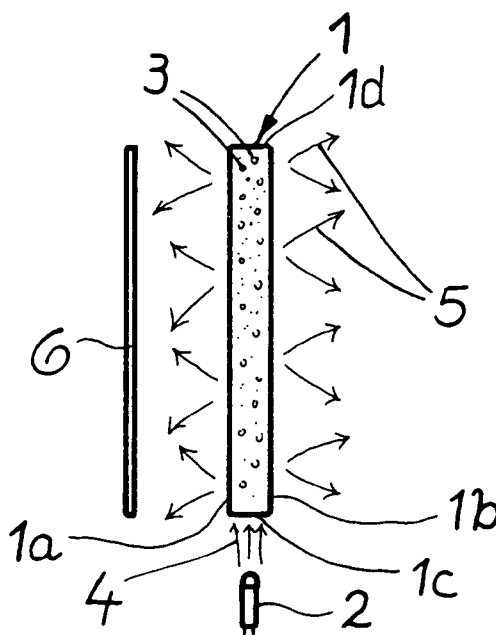
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTICAL LIGHT SCATTERING DEVICE

(54) Bezeichnung : OPTISCHE LICHTSTREUEINHEIT

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to an optical light scattering device having a transparent scattering body, and having at least one light source, the emitted light thereof being coupled into the scattering body and scattered upon passing through inhomogeneities present in the interior, characterized in that the inhomogeneities are formed as surface markings and/or sub-surface markings made in the scattering body by electromagnetic radiation.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/057553 A1



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Optische Lichtstreuereinheit, mit einem transparenten Streukörper, und mit wenigstens einer Lichtquelle, deren emittiertes Licht in den Streukörper eingekoppelt und bei seinem Durchtritt an im Inneren vorhandenen Inhomogenitäten gestreut wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Inhomogenitäten als durch elektromagnetische Strahlung in den Streukörper eingebrachte Oberflächenmarkierungen und/oder Suboberflächenmarkierungen ausgebildet sind.

Optische Lichtstreueinheit

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine optische Lichtstreueinheit, mit einem transparenten
5 Streukörper, und mit wenigstens einer Lichtquelle, deren emittiertes Licht in den Streukörper eingekoppelt und bei seinem Durchtritt an im Inneren vorhandenen Inhomogenitäten gestreut wird.

Transparenter Streukörper meint einen Streukörper, welcher für das eingekoppelte Licht ganz oder zumindest teilweise durchlässig ist und das besagte
10 Licht der Lichtquelle nicht vollständig absorbiert. Die im Inneren vorhandenen Inhomogenitäten können sich bis zur Oberfläche des Streukörpers erstrecken bzw. an der Oberfläche vorhanden sein und ins Innere des Streukörpers ragen. In jedem Fall erstreckt sich die fragliche Inhomogenität ins Innere des Streukörpers, sofern sie an der Oberfläche vorhanden ist bzw. ist vollständig im
15 Inneren des Streukörpers angeordnet.

Im Rahmen der Erfindung findet überwiegend eine Streuung in Vorwärtsrichtung statt, bei welcher die von der Lichtquelle ausgesandten Lichtstrahlen
20 an den einzelnen im Streukörper vorhandenen Streuzentren unter einem Winkel von nicht mehr als 90° abgelenkt werden. Selbstverständlich kann es auch zu einer Streuung in Rückwärtsrichtung kommen. Meistens ist jedoch die Intensität des gestreuten Lichtes in Vorwärtsrichtung größer als die Intensität des gestreuten Lichtes in Rückwärtsrichtung.

25 Optische Lichtstreueinheiten des eingangs beschriebenen Aufbaus sind in großem Umfang aus der Praxis bekannt und werden beispielsweise im Rahmen der DE 101 53 380 A1 beschrieben. Hier geht es um eine Leuchte mit einer lichtdurchlässigen Scheibe, welche mit einer Mikrostruktur ausgerüstet ist.

30

Eine ähnliche Struktur beschreibt die DE 10 2004 049 260 A1, um Behälter oder allgemein Gebinde zu beleuchten und ihr Bild mit Hilfe einer oder mehrerer Kameras aufzunehmen. Durch die DE 10 2006 061 164 A1 ist eine lichtemittierende Vorrichtung bekannt geworden, bei welcher eine Strahlungsquelle
5 mit einem gekrümmten Lichtleitkörper zusammenwirkt. In den Lichtleitkörper wird die von der Strahlungsquelle emittierte Strahlung eingekoppelt und in einem Winkel zu seiner Längsachse ausgekoppelt.

Schlussendlich beschäftigt sich die DE 101 23 263 B4 mit einem Lichtleitsystem
10 für den Innenraum eines Kraftfahrzeuges. Dabei geht es zusammenfassend um eine großflächige, homogene und blendfreie Aufhellung eines Fahrzeugdaches im Überkopfbereich von Fahrzeuginsassen. Zu diesem Zweck ist neben der eigentlichen Lichtquelle ein Lichtleiter zur Lichtführung vorgesehen. Der Lichtleiter ist flächig ausgebildet, wobei die Einkopplung des Lichts an einer oder
15 mehreren Seitenflächen erfolgt. Die Auskopplung des Lichts wird durch Aufrauung, Prägung oder Bohrung mit bestimmter Struktur erreicht.

Der Stand der Technik kann nicht in allen Punkten überzeugen. Denn die Anordnung und Einbringung der Streuzentren im Inneren des Streukörpers
20 erfordert oftmals einen erhöhten mechanischen Aufwand und lässt sich nur mit großer Mühe gezielt und mit bestimmter Anordnung und Ausrichtung realisieren. Hier setzt die Erfindung ein.

Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, eine derartige optische
25 Lichtstreueinheit so weiter zu entwickeln, dass die Streuzentren in den transparenten Streukörper einfach und definiert eingebracht werden können.

Zur Lösung dieser technischen Problemstellung ist eine gattungsgemäße optische Lichtstreueinheit dadurch gekennzeichnet, dass die Inhomogenitäten
30 bzw. Streuzentren im transparenten Streukörper als durch elektromagnetische Strahlung eingebrachte Oberflächenmarkierungen und/oder Suboberflächenmarkierungen ausgebildet sind.

Im Rahmen der Erfindung werden also die Inhomogenitäten im Streukörper nicht durch mechanische oder chemische Behandlung des Streukörpers im Inneren oder an seiner Oberfläche definiert. Sondern vielmehr dadurch, dass mit Hilfe der elektromagnetischen Strahlung Markierungen unter die Oberfläche, so genannte Suboberflächenmarkierungen oder allgemein Strukturen bzw. Sub-
5 oberflächenstrukturen eingebracht werden. Alternativ oder zusätzlich können auch Oberflächenmarkierungen mit Hilfe der elektromagnetischen Strahlung realisiert werden. Diese Oberflächenmarkierungen sind grundsätzlich mit Ein- und/oder Ausformungen an der Oberfläche flankiert, welche die eigentlichen
10 Inhomogenitäten im Inneren des Streukörpers darstellen.

Insgesamt geht die Erfindung von der Erkenntnis aus, dass sich mit Hilfe der in den Streukörper eingekoppelten elektromagnetischen Strahlung Energiedichten von mehreren J/cm^2 erzielen lassen, so dass am Ort des Brennpunktes Mole-
15 külbindungen dauerhaft zerstört und im Allgemeinen ein Plasma erzeugt wird.

Als Folge hiervon finden sich in dem Material bzw. an seiner Oberfläche mikroskopische Strukturen in Gestalt von Risssternchen bzw. (glattwandigen) Eintiefungen oder Vertiefungen, die sich hinsichtlich Gestalt, Größe und Lage im
20 Wesentlichen durch die Parameter Leistung der elektromagnetischen Strahlung und Brennweite einer zugehörigen Optik zur Fokussierung verändern lassen. Das ist grundsätzlich in Verbindung mit dem Einschreiben und Auslesen von Informationen in transparente Materialkörper bekannt, wie die DE 237 972 A3, die US 3 715 734 oder auch die DE 691 25 378 T2 belegen. Ergänzend sei auf
25 die DE 199 25 801 B4 Bezug genommen, die ein Verfahren zur regelbaren Veränderung der Punkgröße bei der Laserinnengravur beschreibt und ebenso die US 5 637 244, welche verschiedene im Inneren eines transparenten Materialkörpers anbringbare dreidimensionale Strukturen bildlich darstellt.

30 Die bisherigen Dokumente zur Laserinnengravur beschäftigen sich entweder damit, Informationen unverlierbar in den transparenten Materialkörper einzubringen oder allgemein dreidimensionale Strukturen zu definieren. Diese an sich bekannten Vorgehensweisen werden jedoch nicht gezielt dazu eingesetzt,

Inhomogenitäten bzw. Streuzentren in einen Streukörper im Zusammenhang mit einer optischen Lichtstreuung einzubringen. In diesem Zusammenhang hat es sich bewährt, wenn die Inhomogenitäten bzw. Streuzentren als Lasermarkierungen ausgestaltet sind, also mit Hilfe eines Lasers in den transparenten Streukörper eingebracht werden. In der Regel wird hier mit elektromagnetischer Strahlung im nahen Infrarot, im sichtbaren oder sogar im UV-Bereich gearbeitet. Beispielsweise mag ein Nd:YAG-Laser mit einer Wellenlänge von 1,064 μm oder auch einer solchen von 532 nm zum Einsatz kommen. Grundsätzlich lassen sich an dieser Stelle auch Wellenlängen von 355 nm oder auch 266 nm realisieren. Alternativ hierzu können die fraglichen Inhomogenitäten auch mit Hilfe eines CO₂-Lasers erzeugt werden.

Die zuvor als Erstes angesprochenen Nd:YAG-Laser emittieren Laserpulse mit einer Pulsdauer von nicht mehr als 10^{-6} sek Dauer, insbesondere werden sogar Pulsdauern von 10^{-8} sek oder weniger erzeugt. Dadurch lassen sich Leistungsdichten von über 10^7 W/cm² erreichen und die bereits zuvor angesprochenen Energiedichten von mehreren J/cm² realisieren. Für CO₂-Laser gilt, dass diese Ausgangsleistungen bis zu ca. 20 kW zur Verfügung stellen und sowohl kontinuierlich als auch gepulst betrieben werden. In diesem Zusammenhang können ähnliche Leistungsdichten wie zuvor beschrieben erzeugt werden. Die Ausgangswellenlänge liegt im mittleren Infrarot bei ca. 10,6 μm , gelegentlich auch bei 9,4 μm .

Im Gegensatz zu der elektromagnetischen Strahlungsquelle, welche die Inhomogenitäten bzw. Streuzentren oder allgemein Strukturen im Inneren des Streukörpers definiert und im infraroten, im sichtbaren oder im UV-Bereich emittiert, arbeitet die Lichtquelle durchgängig im sichtbaren Spektralbereich, d. h. sendet das vom menschlichen Auge wahrzunehmende Lichtspektrum aus. Der Wellenlängenbereich der Lichtquelle reicht also ungefähr von 380 nm bis 750 nm. Dabei kann selbstverständlich sowohl mit einem kontinuierlichen Lichtspektrum als auch mit einem diskontinuierlichen und natürlich auch mit einem gepulsten Lichtspektrum gearbeitet werden, welches von der Lichtquelle emit-

tiert wird. Die Inhomogenitäten bzw. Streuzentren verfügen in der Regel über eine Größe im Mikrometerbereich.

Wie bereits erläutert, sind die Inhomogenitäten vorteilhaft als Lasermarkierungen oder Laserstrukturierungen ausgestaltet. Diese werden in den transparenten Streukörper eingebracht bzw. an seiner Oberfläche angebracht, indem mit Hilfe des Lasers die Zerstörschwelle im Streukörper punktuell überschritten wird. Als Folge hiervon bleibt der transparente Streukörper natürlich nach wie vor durchlässig für das von der Lichtquelle emittierte Lichtspektrum, werden lediglich die von der Lichtquelle emittierten Lichtstrahlen ganz oder teilweise an den Inhomogenitäten bzw. Streuzentren gestreut.

Dabei wird die Auslegung üblicherweise so getroffen, dass die Inhomogenitäten anisotrop im Inneren des Streukörpers verteilt sind. Die Anisotropie lässt sich dadurch herstellen, dass die Inhomogenitäten eine bestimmte und vorgegebene Dichte und/oder eine bestimmte und vorgegebene topologische Struktur beschreiben. Dabei können die einzelnen Inhomogenitäten über das Volumen bzw. die Oberfläche des Streukörpers gesehen selbstverständlich unterschiedliche Dichten aufweisen. Auch räumlich verschiedene topologische Strukturen sind denkbar. Auf diese Weise sorgen die Inhomogenitäten bzw. Streuzentren dafür, dass das eingestrahlte Licht anisotrop in vorgegebene Raumrichtungen gestreut wird. D. h., mit Hilfe der Inhomogenitäten lassen sich ausgangsseitig des transparenten Streukörpers gezielt bestimmte Richtungen für das gestreute Licht bevorzugen.

Neben einer ausgangsseitig des Streukörpers realisierten homogenen Helligkeitsverteilung ist folglich auch eine solche möglich, bei welcher das Licht kontrolliert und anisotrop in bestimmte Raumrichtungen abgelenkt wird. Dabei lassen sich je nach in den Streukörpern eingebrachter Struktur auch geometrische Muster realisieren.

Das an den Inhomogenitäten gestreute und aus dem Streukörper austretende Licht definiert eine bestimmte räumliche Streulichtverteilung. Diese hängt von

der Größe der Inhomogenitäten bzw. Streuzentren, deren Dichte sowie ihrer räumlichen Ausdehnung und schließlich ihrer räumlichen Orientierung ab. Dabei kann grundsätzlich auch mit unterschiedlich großen Inhomogenitäten in ein und demselben Streukörper gearbeitet werden. In diesem Zusammenhang
5 hat es sich bei einem Verfahren zur Herstellung einer solchen optischen Lichtstreueinheit bewährt, zunächst einmal in den transparenten Streukörper mittels der elektromagnetischen Strahlung, vorzugsweise Laserstrahlung, die Oberflächenmarkierungen und/oder Suboberflächenmarkierungen einzubringen. Außerdem wird das emittierte Licht der Lichtquelle in den solchermaßen hergestellten Streukörper eingekoppelt. Die Größe und/oder Dichte
10 und/oder räumliche Ausdehnung der Inhomogenitäten bzw. Streuzentren gibt nun die räumliche Streulichtverteilung außerhalb des Streukörpers vor.

Dabei kann im Rahmen der Erfindung vorteilhaft so vorgegangen werden, dass
15 die Größe und/oder Dichte und/oder räumliche Ausdehnung der besagten Inhomogenitäten bzw. Streuzentren nach Maßgabe einer gewünschten räumlichen Streulichtverteilung während des Herstellungsprozesses beispielsweise im Sinne einer Regelung eingestellt wird. Hierbei wird so vorgegangen, dass in den Streukörper die Lichtquelle eingekoppelt wird, und zwar schon während
20 des Herstellungsprozesses. D. h., das eingekoppelte und von der Lichtquelle emittierte Licht wird beim Einbringen der Oberflächenmarkierungen und/oder Suboberflächenmarkierungen an diesen bereits während des Herstellungsprozesses gestreut. Indem nun die räumliche Streulichtverteilung während der Herstellung aufgenommen wird, lässt sich der Herstellungsprozess so steuern,
25 dass an seinem Ende der Streukörper die zuvor gewünschte räumliche Streulichtverteilung des eingekoppelten Lichtes erzeugt.

In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich beispielsweise, die ausgangsseitig des Streukörpers erzeugte räumliche Streulichtverteilung mit Hilfe beispielsweise
30 bildgebender Verfahren zu erfassen. Hierzu mag auf eine oder mehrere Kameras, Fotodioden etc. zurückgegriffen werden. Jedenfalls kann während des Herstellungsprozesses des Streukörpers bzw. beim Einbringen der Inhomogenitäten mit Hilfe der elektromagnetischen Strahlung respektive vorzugsweise

der Laserstrahlung gleichsam in situ deren Streuwirkung beobachtet und erfasst werden. In dem nun die jeweils tatsächlich gemessene räumliche Streulichtverteilung mit einer gewünschten vorgegebenen räumlichen Streulichtverteilung verglichen wird, kann die elektromagnetische Strahlungsquelle bzw. der Laser
5 entsprechend geführt werden, um die vorgegebene räumliche Streulichtverteilung zu erhalten. Das geschieht üblicherweise im Sinne einer Regelung. Dadurch kann der Streukörper und mit ihm die optische Lichtstreueinheit im Zuge des Herstellungsprozesses zielgenau an den späteren Einsatzzweck und insbesondere die in diesem Zusammenhang gewünschte räumliche Streulicht-
10 verteilung angepasst werden.

Dabei versteht es sich in diesem Zusammenhang, dass regelmäßig die eingesetzte Lichtquelle, deren emittiertes Licht in den Streukörper eingekoppelt und bei seinem Durchtritt an den im Inneren vorhandenen Inhomogenitäten gestreut
15 wird, für den anschließenden Einsatzzweck beibehalten wird. Grundsätzlich ist aber auch ein Austausch möglich. Ebenso hat es sich bewährt, wenn die fragliche Lichtquelle oder die mehreren Lichtquellen vor dem An- oder Einbringen der Inhomogenitäten zunächst beispielsweise unabhängig vom Streukörper betrieben werden, um beispielsweise alterungsbedingte Helligkeitsveränderungen
20 während der anschließenden Nutzungsdauer so gering wie möglich einzustellen. Das gilt insbesondere für den Fall, dass als eine Lichtquelle oder mehrere Lichtquellen LEDs und hier besonders Weißlicht-LEDs zum Einsatz kommen. So oder so lässt sich die erfindungsgemäße optische Lichtstreueinheit bzw. der eingesetzte transparente Streukörper hinsichtlich seiner erzeugten
25 räumlichen Streulichtverteilung während des Herstellungsprozesses gezielt an den anschließenden Einsatzzweck anpassen.

Denkbar ist es beispielsweise, mit Hilfe der Inhomogenitäten bzw. Streuzentren das mittels der Lichtquelle eingestrahlte Licht so zu streuen, dass sich aus-
30 gangsseitig des transparenten Streukörpers auf einer Projektionsfläche Kreise, Lamellen, Linien, Quadrate oder andere Formen und Strukturen mit oder ohne gestalterischen Effekt realisieren lassen. An der jeweils verfolgten technischen

Wirkung und den physikalischen Zusammenhängen ändert sich hierdurch nichts.

Insgesamt hat es sich bewährt, wenn der transparente Streukörper flächig und als Streuplatte ausgebildet ist. In jedem Fall verfügt der Streukörper vor dem Einbringen der Inhomogenitäten über eine geschlossene und glatte Oberfläche, die insbesondere keine Mikrostrukturierung aufweist, wie dies der Stand der Technik lehrt. Dadurch lässt sich die Oberfläche leicht reinigen und ist zugleich schmutzunempfindlich, was insbesondere für einen Einsatz im Außenbereich von besonderer Bedeutung ist. Diese Eigenschaft wird insbesondere beobachtet, wenn lediglich Suboberflächenmarkierungen im Inneren erzeugt werden.

In der Regel verfügen die Lichtquelle bzw. das von ihr ausgesandte und das gestreute Licht über eine im Wesentlichen übereinstimmende Richtung, wobei zwischen der Lichtquelle und dem gestreuten Licht der Streukörper eingeschaltet ist. Diese im Wesentlichen übereinstimmende Richtung ergibt sich aufgrund der Tatsache, dass das von der Lichtquelle emittierte und in den Streukörper eingekoppelte Licht überwiegend in Vorwärtsrichtung an den Inhomogenitäten elastisch gestreut wird. Außerdem beobachtet man alternativ oder zusätzlich Reflexionen an den Inhomogenitäten.

In diesem Zusammenhang kann der Streukörper auch vorteilhaft als gleichsam Projektionsfläche genutzt werden. Das ist unter anderem zur Realisierung von Displays, Anzeigeeinheiten etc. günstig. In diesem Fall ist die Lichtquelle vorteilhaft als Projektor und der Streukörper als die bereits angesprochene Projektionsfläche ausgeführt. Ein von der Lichtquelle bzw. dem Projektor erzeugtes Bild lässt sich auf diese Weise im Inneren oder grundsätzlich auch an der Oberfläche des Streukörpers durch die dort vorhandenen Inhomogenitäten bzw. Streuzentren sichtbar machen. Der Streukörper fungiert in diesem Zusammenhang als Projektionsfläche, wobei grundsätzlich aber auch räumliche Darstellungen denkbar sind, sodass der Streukörper in diesem Fall einen Projektionsraum darstellt.

Es ist grundsätzlich aber auch möglich, dass die Lichtquelle und das gestreute Licht winklig zueinander angeordnet sind. Beispielsweise ist eine rechtwinklige oder nahezu rechtwinklige Anordnung der Lichtquelle und des gestreuten Lichtes denkbar und wird von der Erfindung umfasst. In diesem Fall kann die
5 Lichtquelle über eine Kante in den (flächigen) Streukörper eingekoppelt werden.

Von besonderer und selbständiger Bedeutung für die Erfindung ist des Weiteren die Tatsache, dass die Inhomogenitäten im Inneren und/oder an der Oberfläche des Streukörpers eine variierende Dichte aufweisen können. Auf
10 diese Weise kann beispielsweise die Lichtausbreitung begrenzt werden. So ist es denkbar, dass das eingestrahlte Licht der Lichtquelle beispielsweise nur zwischen zuvor eingebrachten Anhäufungen der Inhomogenitäten gestreut wird. Auch lässt sich hierdurch die Richtung der Lichtausbreitung begrenzen. Dadurch lassen sich beispielsweise Spiegelungen vermeiden, wenn die
15 optische Lichtstreueinheit als Display oder allgemeine Anzeigeeinheit genutzt wird. Darüber hinaus lässt sich über die variierende Dichte und/oder Größe und/oder Orientierung der Inhomogenitäten in dem Streukörper einer Abschwächung der Lichtstrahlen durch Streuung entgegenwirken. Das heißt, durch diese Maßnahmen kann der abnehmenden Lichtintensität durch Streuung
20 und/oder Reflexion entgegengewirkt werden.

Es ist auch möglich, die Inhomogenitäten gezielt dazu einzusetzen und in den Streukörper einzubringen, um einer Absorption des eingestrahnten Lichtes im Material des Streukörpers entgegenzuwirken. Diese Absorption kann beispiels-
25 weise durch eine Materialtrübung hervorgerufen werden. Jedenfalls lässt sich über beispielsweise die variierende Dichte der Inhomogenitäten eine Kompensation der abnehmenden Lichtintensität beim Durchtritt durch den Streukörper bzw. beim Austritt aus diesem entgegenwirken.

30 Tatsächlich werden die Lichtstrahlen mit zunehmender Länge ihres Weges innerhalb des Streukörpers an den Inhomogenitäten mehr und mehr abgelenkt. Grundsätzlich ist auch eine zunehmende Absorption denkbar. Meistens ist der Streukörper jedoch durchweg transparent gestaltet, so dass die Abnahme der

Lichtintensität auf die mit zunehmendem Weg des Lichtstrahls durch den Streukörper verstärkte Streuung an den Inhomogenitäten zurückzuführen ist. Dieser sinkenden Lichtintensität kann durch eine erhöhte Streuung mit zunehmender Entfernung von der Lichtquelle Rechnung getragen werden. Diese erhöhte

5 Streuung lässt sich durch eine zunehmende Dichte der Streuzentren und somit Inhomogenitäten in dem transparenten Streukörper erzeugen.

Im Ergebnis ist es in diesem Zusammenhang also vorteilhaft, wenn die Dichte der Inhomogenitäten bzw. Streuzentren in dem transparenten Streukörper mit

10 zunehmender Entfernung von der Lichtquelle steigt. Auf diese Weise kann beispielsweise einer sinkenden Lichtintensität und folglich abnehmenden Helligkeit im Inneren des Streukörpers begegnet werden, indem diese abnehmende Helligkeit durch eine zunehmende Anzahl an Streuzentren ganz oder teilweise kompensiert wird. Das Ergebnis ist ein Streukörper bzw. eine

15 Streuplatte mit homogener Lichtausstrahlung, und zwar auch dann, wenn die Lichtquelle über eine Kante eingekoppelt wird.

Als Materialien für den eingesetzten Streukörper empfiehlt die Erfindung Gläser, beispielsweise mineralische Gläser oder auch Kunststoffe, wie z. B. Acrylglas,

20 Polykarbonat, PVC, PET etc. Darüber hinaus können Festkörperkristalle wie beispielsweise Saphir, Quarz etc. zur Anwendung kommen. Entscheidend ist einzig und allein die Eigenschaft der eingesetzten Materialien, für das von der Lichtquelle emittierte Lichtspektrum transparent zu sein und im Übrigen die Möglichkeit zu eröffnen, per Laserinnengravur und/oder Laseroberflächengravur

25 oder dergleichen dauerhaft Markierungen definieren zu können. Dabei wird man die Auslegung ergänzend so treffen, dass die Markierungen bzw. Strukturen als Bläschen, Risssternchen, Eintiefungen oder auch Vertiefungen vorliegen. Diese Strukturen führen makroskopisch zu einer Materialtrübung oder auch einem Linseneffekt im betroffenen Bereich, wobei allerdings das Material des Streu-

30 körpers zwischen den einzelnen Strukturen selbstverständlich transparent bleibt und keine Trübung oder einen Linseneffekt erfährt.

Schlussendlich schlägt die Erfindung noch vor, dass der Streukörper zumindest einseitig oder auch beidseitig reflektierend ausgebildet ist. Das kann geschehen, indem beispielsweise auf eine Oberfläche des Streukörpers eine reflektierende Schicht aufgedampft wird, eine solche Schicht aufgeklebt wird oder
5 auch eine reflektierende Schicht beabstandet von der betreffenden Oberfläche eine Anordnung erfährt. Alternativ hierzu kann aber auch von vornherein mit Spiegelglas gearbeitet werden, also einem Glaskörper oder einer Glasscheibe, die zumindest einseitig bereits eine aufgebrachte Spiegelschicht aufweist. Die Spiegelschicht kann als aufgedampfte Aluminiumschicht ausgebildet sein.
10 Jedenfalls wird das gestreute Licht noch weiter gerichtet und erfährt eine räumliche Führung.

Dabei lassen sich die Inhomogenitäten im Streukörper so anordnen, dass insgesamt ein geometrischer Körper beschrieben wird. Bei diesem geometrischen
15 Körper kann es sich um Kreise, Wendeln, Lamellen, Linien, Quadrate, Buchstaben, Ziffern, Schriftzeichen, Logos etc. handeln. Mit Hilfe der Form und Größe dieser Strukturen lassen sich nicht nur gestalterische Effekte erreichen, sondern kann auch das über die Lichtquelle eingekoppelte Licht geführt werden.

20 Gegenstand der Erfindung ist auch ein Flächenstrahler, welcher durch eine optische Lichtstreueinheit gekennzeichnet ist, die über die zuvor beschriebenen Spezifikationen verfügt. Bei diesem Flächenstrahler kann es sich beispielhaft um ein Display oder eine Anzeigeeinheit, eine Lampe, Wandelemente, Raumelemente wie Raumteiler, Projektionsflächen in Gestalt einer gläsernen Leinwand, Raum- oder Deckenbeleuchtungen, beleuchtete Wärmeflächen etc.
25 handeln. Meistens wird man Flächenstrahler realisieren, die eine homogene Lichtabstrahlung zur Verfügung stellen oder mit deren Hilfe eine gezielte Lichtlenkung erzeugt wird.

30 Die Erfindung bezieht sich auch auf die Verwendung einer elektromagnetischen Strahlungsquelle zur Erzeugung von Oberflächenmarkierungen und/oder Suboberflächenmarkierungen in einem transparenten Streukörper im Zuge der

Nutzung dieses Streukörpers in Verbindung mit einer Lichtquelle, deren emittiertes Licht in den Streukörper eingekoppelt und bei seinem Durchtritt an den solchermaßen erzeugten und im Inneren vorhandenen Inhomogenitäten gestreut wird, um eine optische Lichtstreueinheit zu realisieren.

5

Im Ergebnis werden eine optische Lichtstreueinheit sowie ein Flächenstrahler beschrieben, die sich besonders kostengünstig, schnell und effizient an die jeweils spezifischen Anforderungen anpassen lassen. Hierzu trägt insbesondere der Umstand bei, dass die für die Lichtlenkung letztlich verantwortlichen
10 Inhomogenitäten bzw. Streuzentren im Inneren des transparenten Streukörpers praktisch beliebig hinsichtlich Größe, Gestalt und Anordnung (Größe und/oder Dichte und/oder räumliche Ausdehnung) vorgegeben werden können. Denn die fraglichen Streuzentren oder Inhomogenitäten werden nach vorteilhafter Ausgestaltung mit Hilfe eines Laserstrahls in den fraglichen Streukörper einge-
15 bracht, welcher punktuell die Zerstörquelle im Streukörper überschreitet.

Indem entweder der Laserstrahl zweidimensional und/oder dreidimensional bewegt wird und/oder der Streukörper eine zweidimensionale und/oder dreidimensionale Bewegung erfährt, lassen sich beliebige räumliche Strukturen im
20 Inneren und/oder an der Oberfläche des Streukörpers festlegen. Als Folge hiervon wird das in den Streukörper eingekoppelte und von der Lichtquelle emittierte Licht in die gewünschten Richtungen an den Streuzentren abgelenkt. Hierin sind die wesentlichen Vorteile zu sehen.

25 Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 und 2 zwei verschiedene Ausführungsformen einer optischen Lichtstreueinheit bzw. eines Flächenstrahlers, welcher entsprechend der
30 Erfindung arbeitet,

Fig. 3 und 4 abgewandelte Ausführungsformen entsprechend der Erfindung,

Fig. 5 A, B die Ausgestaltungen nach den Fig. 3 und 4 schematisch in Aufsicht und erneut jeweils unterschiedlicher Gestaltung und

5 Fig. 5 C ein Diagramm zur Intensitätsverteilung der gestreuten Lichtintensität unter Berücksichtigung eines Streukörpers entsprechend der Fig. 5 B.

10 In den Fig. 1 und 2 ist eine optische Lichtstreueinheit dargestellt, die in ihrem grundsätzlichen Aufbau über einen transparenten Streukörper 1 und wenigstens eine Lichtquelle 2 verfügt. Die optische Lichtstreueinheit mit dem Streukörper 1 und der Lichtquelle 2 mag Bestandteil eines Flächenstrahlers sein, der sich auf diese Weise realisieren lässt. Das wird insbesondere anhand der Fig. 2 deutlich. Denn für einen Betrachter B erscheint die optische Lichtstreueinheit so, als ob der gesamte transparente Streukörper 1 flächig beleuchtet wird, beispielsweise eine gleichmäßige homogene Lichtstärke abgibt.

15 In diesem Zusammenhang kann der Streukörper 1 bei der Variante nach Fig. 2 auch als Projektionsfläche fungieren bzw. eine solche darstellen. Dann mag die Lichtquelle 2 als Projektor 2 ausgeführt sein. Die Lichtquelle bzw. der Projektor 20 2 projiziert ein Bild, welches im Inneren oder an der Oberfläche des Streukörpers 1 als zugehörige Projektionsfläche erscheint. Eine solche Vorgehensweise kann realisiert werden, um beispielsweise ein Display, eine Anzeigeeinheit etc. zu definieren.

25 Um dies im Detail zu erreichen, wird das von der Lichtquelle 2 emittierte Licht in den Streukörper 1 eingekoppelt. Das kann bei der Variante nach Fig. 2 dergestalt erfolgen, dass das von der Lichtquelle 2 emittierte Licht in eine rückseitige Fläche 1a in den Streukörper 1 ein und aus der gegenüberliegenden frontseitigen Fläche 1b wieder nach der Streuung an Inhomogenitäten 3 im Inneren des Streukörpers 1 austritt. Zusätzlich oder alternativ hierzu ist es aber auch 30 möglich, dass der Lichteintritt nicht über die zuvor in Bezug genommenen Breitseiten 1a, 1b in den als Streuscheibe bzw. quaderförmige Streuplatte ausgeführten Streukörper 1 erfolgt, sondern vielmehr über dessen Schmalseiten 1c

bzw. 1d. Dann erfolgt nach Streuung des eingekoppelten Lichtes an den Inhomogenitäten bzw. Streuzentren 3 im Inneren des Streukörpers 1 ein Lichtaustritt über die beiden Breitseiten 1a, 1b bzw. die rückseitige Fläche 1a und die frontseitige Fläche 1b, wie dies beispielhaft in der Fig. 1 dargestellt ist.

5

Im Rahmen der Alternative nach Fig. 2 kommt als Lichtquelle 2 ein üblicher thermischer Strahler bzw. eine geeignete Weißlichtquelle zum Einsatz. Bei der Lichtquelle 2 entsprechend der Fig. 1 handelt es sich demgegenüber um einen oder mehrere punktförmige Strahler, beispielsweise eine LED, die zudem auch farbig emittieren mag. So oder so deckt das von der Lichtquelle 2 emittierte Spektrum ganz oder teilweise das Lichtspektrum, also den sichtbaren Bereich, ab.

Die Inhomogenitäten bzw. Streuzentren 3 im Inneren und/oder an der Oberfläche des Streukörpers 1 werden im Zuge einer Innenbearbeitung und/oder Oberflächenbearbeitung eingebracht, welche mit Hilfe eines Lasers, beispielsweise eines Nd:YAG-Lasers oder CO₂-Lasers erfolgt. Bei diesem Vorgang werden die Inhomogenitäten bzw. Lasermarkierungen 3 derart erzeugt, dass mit Hilfe des Laserstrahls die Zerstörschwelle im Streukörper 1 oder an seiner Oberfläche punktuell überschritten wird. Zu diesem Zweck erfährt der Laserstrahl eine entsprechende Fokussierung, so dass es zum sogenannten dielektrischen Durchbruch und einer Ionisation kommt. Als Folge hiervon wird der Streukörper 1 lokal aufgeschmolzen und es bilden sich im Wesentlichen makroskopisch sichtbare Bläschen oder Strukturen, die oftmals zusätzlich noch durch von ihrer Oberfläche abstehende Risse gekennzeichnet sind, also sogenannte Risssternchen. Diese Strukturen besitzen eine Größe im Mikrometerbereich und fungieren insgesamt als Streuzentren 3. Das gilt jedenfalls für Inhomogenitäten bzw. Streuzentren 3, die vollständig im Inneren des Streukörpers angeordnet sind.

30

Grundsätzlich können die Inhomogenitäten bzw. Streuzentren 3 aber auch teilweise im Inneren des Streukörpers 1 vorhanden sein und sich beispielsweise zur Oberfläche hin öffnen. Dann sind die Inhomogenitäten bzw. Streuzentren 3

üblicherweise als Eintiefungen oder Vertiefungen ausgebildet und verfügen über eine glattwandige Oberfläche. Auch in diesem Fall ist von Inhomogenitäten bzw. Streuzentren 3 im Inneren des Streukörpers 1 die Rede, allerdings mit einer Öffnung 3a und einer Einformung 3b, wie sie in Fig. 3 im Detail dargestellt sind.

Die Streuzentren bzw. Inhomogenitäten 3 sorgen dafür, dass das von der Lichtquelle 2 ausgesandte bzw. emittierte Licht 4 hieran im Rahmen der Darstellung nach Fig. 2 überwiegend in Vorwärtsrichtung gestreut wird und den Streukörper 1 als gestreutes Licht 5 verlässt. Bei dieser Variante kann der Streukörper 1 – wie beschrieben – als Projektionsfläche für ein den Projektor 2 verlassendes Bild fungieren. Grundsätzlich ist auch eine räumliche Darstellung im Streukörper 1 denkbar. Dann fungiert der Streukörper 1 als Projektionsraum.

Die Fig. 1 zeigt dagegen eine winklige Streuung mit Streuwinkeln im Bereich um 90° oder mehr. Dabei können die Inhomogenitäten 3 das eingestrahlte Licht auch anisotrop in vorgegebene Raumrichtungen streuen, wenn die Inhomogenitäten 3 über eine bestimmte Struktur im Inneren des Streukörpers 1 oder an seiner Oberfläche verfügen, wie dies bereits einleitend beschrieben wurde.

Der Streukörper 3 verfügt bei den Beispielen nach den Fig. 1 und 2 insgesamt über eine geschlossene und glatte Oberfläche, weil die Inhomogenitäten bzw. Streuzentren 3 vollständig im Inneren des Streukörpers 1 angeordnet sind und die beschriebene Laserinnengravur die Oberfläche nicht schädigt. Folglich lässt sich die Oberfläche einfach reinigen und neigt nicht zu Verschmutzungen. Dadurch ist die dargestellte optische Lichtstreueinheit bzw. ein damit realisierter Flächenstrahler für einen Einsatz im Außenbereich prädestiniert. Beispielsweise kann mit Hilfe der Lichtstreueinheit unschwer eine Anzeigeeinheit oder ein Display realisiert werden. Auch lassen sich Lampen, Wandlelemente etc. herstellen.

Der Streukörper 1 kann aus den zuvor bereits beschriebenen Materialien wie Glas, Kunststoff oder auch kristallinen Stoffen sowie Mischungen hergestellt

werden. Beispielsweise ist es denkbar, den Streukörper 1 als Streuplatte oder Streuscheibe aus beispielsweise Acrylglas, Glas, PVC, PET zu fertigen.

Im Rahmen der Variante nach Fig. 2 weisen die Lichtquelle 2 und das von ihr emittierte Licht 4 sowie das gestreute Licht 5 eine im Wesentlichen übereinstimmende Richtung auf, wobei der Streukörper bzw. die Streuplatte oder Streuscheibe 1 zwischengeschaltet ist. Dagegen verfolgt die Fig. 1 eine Variante, bei welcher die Lichtquelle 2 bzw. das ausgesandte Licht 4 und das gestreute Licht 5 winklig, z. B. überwiegend rechtwinklig, zueinander angeordnet sind. Auf diese Weise wird erreicht, dass das über die Schmalseite 1c in den Streukörper bzw. die Streuscheibe 1 eintretende Licht 4 nach der Streuung an den Inhomogenitäten bzw. Streuzentren 3 an den beiden Breitseiten 1a bzw. 1b austritt und auch austreten kann. Eine zusätzliche und von der Streuscheibe 1 beabstandete Reflexionsschicht 6 mag dafür sorgen, dass das gestreute Licht 5 primär aus der frontseitigen Fläche 1b austritt und eine gerichtete Führung nach rechts in der Darstellung in Fig. 1 erfährt.

Die Fig. 1 deutet schließlich an, dass die Inhomogenitäten bzw. Streuzentren 3 eine variierende Dichte im Inneren des Streukörpers 2 aufweisen können. Tatsächlich ist die Auslegung so getroffen, dass die Dichte der Inhomogenitäten bzw. Streuzentren 3 mit zunehmender Entfernung von der Lichtquelle 2 steigt. Alternativ oder zusätzlich kann sich aber auch die Größe respektive Gestalt der Streuzentren 3 mit zunehmender Entfernung von der Lichtquelle ändern. Jedenfalls lässt sich auf diese Weise einer wachsenden Streuung des von der Lichtquelle 2 ausgesandten bzw. emittierten Lichtes 4 an den Inhomogenitäten respektive Streuzentren 3 Rechnung tragen. Denn durch diesen Umstand nimmt die Helligkeit der ausgesandten Lichtstrahlen 4 im Inneren des Streukörpers 1 mit zunehmender Entfernung von der Lichtquelle 2 ab.

Um diesen Effekt zu kompensieren oder abzuschwächen, wird mit zunehmendem Abstand von der Lichtquelle 2 mit einer wachsenden Anzahl an Streuzentren 3 gearbeitet. Alternativ oder zusätzlich kann aber auch die Größe und/oder Gestalt der Streuzentren 3 geändert werden. Als Folge hiervon wird

selbst bei der Ausführungsform nach Fig. 1 mit gleichsam seitlich angebrachter Lichtquelle 2 erreicht, dass die Lichtstärke des gestreuten Lichtes 5 über die Austrittsfläche 1a, 1b gesehen im Wesentlichen gleich ist. D. h., selbst bei der Variante nach Fig. 1 wird letztlich ein homogener Flächenstrahler zur Verfügung
5 gestellt.

Im Rahmen der Variante nach den Fig. 3 bis 5 wird ebenfalls eine optische Lichtstreuungseinheit gezeigt, die über unterschiedlich ausgebildete Streukörper 1 und wenigstens eine Lichtquelle 2 verfügt. In Übereinstimmung mit dem Bei-
10 spiel nach den Fig. 1 und 2 sind die Inhomogenitäten 3 unverändert im Inneren des Streukörpers 1 vorhanden, allerdings vorliegend und überwiegend an seiner Oberfläche. Das heißt, die Inhomogenitäten 3 verfügen über die bereits angesprochene Öffnung 3a zur Oberfläche hin. Dabei wird man die Auslegung so treffen, dass sich die Inhomogenitäten 3 mit ihrer Einformung 3b ins Innere
15 des Streukörpers 1 erstrecken, also nach wie vor im Inneren des Streukörpers 1 vorhanden sind. Tatsächlich handelt es sich bei den Inhomogenitäten 3 nach den Fig. 3 bis 5 um Materialvertiefungen, die mit Hilfe der elektromagnetischen Strahlung in die Oberfläche des Streukörpers 1 eingebracht worden sind. Zu diesem Zweck kommt erneut Laserstrahlung zum Einsatz. Meistens wird man
20 hier auf einen CO₂-Laser in Kombination mit einer Lichtablenkeinheit (beispielsweise einem Galvanometer-Scanner) zurückgreifen. Diese Lichtablenkeinheit kann grundsätzlich - auch in Verbindung mit dem bereits beschriebenen Nd:YAG-Laser - zum Einsatz kommen.

25 Jedenfalls finden sich die fraglichen Inhomogenitäten 3 entsprechend der Darstellung in den Fig. 3 und 4 erneut im Inneren des Streukörpers 1, und zwar in Gestalt von Vertiefungen, die mit ihren Öffnungen 3a der Oberfläche zugewandt sind, wohingegen die zugehörige Einformung 3b ins Innere des Streukörpers 1 weist bzw. im Inneren vorhanden ist. Die Öffnungen 3a sind dabei beispiels-
30 weise an einer Längsseite bzw. Breitseite 1a, 1b des Streukörpers 1 ausgebildet. Typischerweise liegen die Durchmesser der Öffnungen 3a im Bereich von 1 µm bis 500 µm, vorzugsweise im Bereich von 5 µm bis 100 µm. Das hängt vom Fokussdurchmesser des eingesetzten Lasers unterhalb einer zugehö-

rigen Fokussierlinse ab. Die Tiefe der Einformung 3b mag wenige μm bis hin zu einigen mm betragen.

5 Je nach Bewegungsmuster des die jeweilige Inhomogenität 3 in den Streukörper 1 einschreibenden Lasers oder allgemein der elektromagnetischen Strahlung, lassen sich ganz unterschiedliche Strukturen und auch Formen der jeweiligen Inhomogenität 3 definieren. So ist es denkbar, beispielsweise punktförmige Einformungen, Kreise, Quadrate, Linienzüge, Dreiecke, Schriftzeichen, Zahlen, Buchstaben, Logos etc. einbringen zu können, wie dies beispielhaft in
10 der Fig. 5A für einzelne verschieden ausgebildete Inhomogenitäten 3 dargestellt ist. Auf diese Weise lässt sich das in den Streukörper 1 und von der Lichtquelle 2 emittierte Licht auf ganz unterschiedliche Art und Weise einkoppeln und aus dem Streukörper 1 herausstreuen.

15 Tatsächlich tritt das von der Lichtquelle 2 emittierte Licht 4 im Rahmen der Beispielfälle nach den Fig. 3 und 4 in eine Schmalseite 1c bzw. in beide Schmalseiten 1c, 1d des Streukörpers 1 ein. Dabei ist es auch möglich, dass zwei Lichtquellen 2 das entsprechend emittierte Licht 4 über die beiden sich gegenüberliegenden Schmalseiten 1c, 1d in den fraglichen Streukörper 1 einkoppeln,
20 wie die Figur 4 zeigt.

Im Inneren des Streukörpers 1 erfolgt nach der Streuung des eingekoppelten Lichtes 4 an den Inhomogenitäten bzw. Streuzentren 3 ein Lichtaustritt bzw. tritt das gestreute Licht 5 aus. Befinden sich die Inhomogenitäten 3 beispielsweise
25 an lediglich der einen Breitseite 1a, so tritt das eingekoppelte Licht 4 überwiegend an der anderen Breitseite 1b als gestreutes Licht 5 aus, wie die Fig. 4 zeigt. Das lässt sich im Wesentlichen auf die im Inneren des Streukörpers 1 stattfindende Totalreflexion zurückführen. Denn das eingekoppelte Licht 4 läuft zickzackförmig zwischen beispielsweise den beiden Flächen 1a und 1b bzw.
30 den zugehörigen Plattenoberflächen des Streukörpers 1 hin und her. Auf diese Weise kann das eingekoppelte Licht 4 nicht nur an der Breitseite 1b, sondern auch an der Breitseite 1a mit den dort vorhandenen Inhomogenitäten 3 ganz oder teilweise aus dem Streukörper 1 wieder austreten (vgl. Fig. 4).

Sobald jedoch das eingekoppelte Licht 4 auf die jeweilige Inhomogenität 3 trifft, wird das Licht 4 je nach Gestaltung der Inhomogenität 3 hieran derart reflektiert, dass es den Streukörper 1 beispielsweise auf der gegenüberliegenden Fläche 1b verlässt. Denn dann wird die Winkelbedingung für Totalreflexion nicht mehr eingehalten.

Anhand der Aufsicht nach der Fig. 5B wird deutlich, dass sich die Dichte der Inhomogenitäten bzw. Streuzentren 3 über die Fläche des Streukörpers 1 gesehen ändern kann. Außerdem wird im Rahmen des Beispiels nach Fig. 5A mit unterschiedlichen Strukturen der jeweiligen Inhomogenitäten 3 gearbeitet. Auf diese Weise können die Inhomogenitäten 3 anisotrop im Inneren des Streukörpers 1 respektive an seiner Oberfläche verteilt angeordnet werden. Dabei lassen sich üblicherweise sowohl die Dichte als auch die topologische Struktur der einzelnen Streuzentren respektive Inhomogenitäten 3 ändern. Das gilt auch für ihre räumliche Orientierung.

Selbstverständlich kann auch die Tiefe der Einformung 3b, ebenso wie die Gestalt der Inhomogenität 3 im Ganzen, eine Veränderung erfahren. Diese verschiedenen Möglichkeiten sind in den Fig. 5A und 5B dargestellt. Die Fig. 5C beschreibt nun ein Diagramm zur Intensitätsverteilung des aus dem Streukörper 1 entsprechend der Fig. 5B austretenden Lichtes $I(X, Y)$.

Anhand dieser Skizze 5C erkennt man, dass je nach Orientierung der Inhomogenitäten bzw. Streuzentren 3 das Licht im Beispielfall nach der Fig. 5B überwiegend in Richtung X gestreut und reflektiert wird, dagegen weniger in die Richtung Y. Das wird durch die Ausrichtung der linienförmigen Inhomogenitäten 3 im Rahmen des dargestellten Beispiels nach Fig. 5B erzielt, die in Y-Richtung verlaufen.

Tatsächlich handelt es sich hier um im Bereich der Oberfläche bzw. der Fläche 1a des Streukörpers 1 eingebrachte linienförmige Inhomogenitäten 3 in der Anordnung und Verteilung gemäß Fig. 5B. Sobald von den beiden Lichtquellen

2 über die Schmalseiten 1c bzw. 1d eingekoppeltes Licht 4 in den Streukörper 1 gelangt, wird das fragliche und eingekoppelte Licht 4 vorzugsweise in Richtung X gestreut und reflektiert. Dagegen beobachtet man eine Streuung und Reflexion in Richtung Y weniger bis gar nicht. Auf diese Weise kann eine
5 winkelabhängige Lichtabstrahlung erzeugt und genutzt werden, um beispielsweise unerwünschte Blendungen oder Reflexionen zu vermeiden. Das ist für Anwendungen des Streukörpers 1 als Display von besonderer Bedeutung.

Die Länge der Pfeile nach der Skizze nach Fig. 5C steht für die Stärke der
10 Lichtintensität $I(X, Y)$ in der angegebenen Richtung X bzw. Y. Man erkennt, dass in X-Richtung mehr Licht durch den Streukörper 1 hindurchgeführt wird und diesen verlässt als in Y-Richtung. Für dazwischen liegende Winkel wird ein entsprechender Übergang beobachtet. Das deutet die jeweilige und von der Richtung abhängige Intensität $I(X, Y)$ in der Fig. 5C an. Das eingekoppelte
15 Licht 4 tritt in X-Richtung in den Streukörper 1 bzw. über seine Schmalseiten 1c, 1d ein. Im Anschluss daran wird das eingekoppelte Licht 4 teilweise an den Inhomogenitäten 3 gestreut bzw. reflektiert und verlässt den Streukörper 1 über seine Breitseiten 1a, 1b als gestreutes Licht 5 in Y-Richtung.

20 Die Länge der Pfeile in der Skizze nach der Fig. 5C steht für die Stärke der Lichtintensität in der angegebenen Richtung X bzw. Y. Man erkennt, dass in X-Richtung mehr Licht durch den Streukörper 1 hindurch geführt wird als in Y-Richtung. Für dazwischen liegende Winkel wird ein entsprechender Übergang beobachtet. Das deutet die jeweilige und von der Richtung abhängige Intensi-
25 tät $I(X, Y)$ in der Fig. 5C an. Das eingekoppelte Licht 4 tritt in X-Richtung in den Streukörper 1 bzw. über seine Schmalseiten 1c, 1d ein. Im Anschluss daran wird das eingekoppelte Licht 4 teilweise an den Inhomogenitäten gestreut bzw. reflektiert und verlässt den Streukörper 1 über seine Breitseiten 1a, 1b als gestreutes Licht 5 in Vertikalrichtung bzw. Y-Richtung. Da jedoch nur ein mehr
30 oder minder geringer Teil des Lichtes gestreut wird, erklärt sich, dass die Lichtintensität $I(X, Y)$ in X-Richtung gegenüber derjenigen in Y-Richtung größer ist.

Als Material für den Streukörper 1 empfehlen sich grundsätzlich transparente Materialien, also solche, die für das von beispielsweise LEDs emittierte Licht durchgängig sind. Hierbei handelt es sich beispielhaft und nicht einschränkend um Glas, Kunststoff, beispielsweise Polykarbonat usw.. Selbstverständlich kann
5 der Streukörper 1 auch eingefärbt werden. Neben LEDs als Lichtquelle 2 können auch OLEDs, Leuchtstoffröhren oder ähnliche Lichtquellen 2 zum Einsatz kommen.

Ganz abgesehen davon, kann der beschriebene Streukörper 1 mit einem
10 Spiegel bzw. einer spiegelnden Struktur kombiniert werden. Dabei lassen sich die Inhomogenitäten 3 entweder auf einer spiegelnden Seite oder auf der gegenüberliegenden Seite oder auf beiden Seiten einbringen. D. h., unter Berücksichtigung des Ausführungsbeispiels nach Fig. 3 kann auf die Fläche 1a, auf die Fläche 1b oder auf beide Flächen 1a, 1b eine spiegelnde Oberfläche
15 aufgebracht werden. Wird die Struktur bzw. werden die Inhomogenitäten 3 vor dem Aufbringen bzw. Aufdampfen der spiegelnden Schicht in den Streukörper 1 eingebracht, lassen sie sich mit verspiegeln. Dadurch wird eine besonders intensive Lichtstreuung und -reflexion beobachten. Auf diese Weise lassen sich derart hergestellte Spiegel über beispielsweise die Schmalseiten 1c und/oder
20 1d beleuchten. Als Folge hiervon ist die aus der unstrukturierten und unverspiegelten Fläche 1b austretende Lichtintensität hoch. Dadurch können Spiegel mit gleichsam integrierter Beleuchtung durch seitlich eingekoppeltes Licht realisiert werden.

25 Eine andere Möglichkeit besteht darin, Displays, Anzeigeeinstrumente oder allgemein Bildschirme respektive Monitore mit einer homogenen Ausleuchtung des Hintergrundes auszurüsten. In diesem Fall wird das Licht über beispielsweise die beiden Flächen respektive Schmalseiten 1c und 1d in einen transparenten Flächenlichtleiter hinter einem zugehörigen Display eingekoppelt. Das
30 kann über ein oder mehrere LEDs erfolgen. Bei dem Flächenlichtleiter handelt es sich um eine Streuplatte des beschriebenen Aufbaus.

Da solche Flächenlichtleiter üblicherweise über eine nicht unerhebliche Ausdehnung verfügen, empfiehlt es sich, die Dichte der Inhomogenitäten 3 zu variieren. Beispielsweise mag die Dichte der Inhomogenitäten 3 bzw. Streuzentren 3 mit dem Abstand von der zugehörigen Lichtquelle 2 zunehmen, weil die Lichtintensität exponentiell mit größerer Entfernung von der Lichtquelle 2 abnimmt. Meistens wird man dem mit einem exponentiellen Anstieg der Dichte der Inhomogenitäten 3 bzw. Streuzentren 3 in Abhängigkeit vom Abstand zur Lichtquelle 2 begegnen. Alternativ oder zusätzlich kann auch die Größe und/oder Struktur und/oder Tiefe der jeweiligen Inhomogenitäten bzw. Streuzentren 3 in Abhängigkeit vom Abstand zur Lichtquelle 2 so verändert werden, dass das gestreute Licht mit dem Abstand von der Lichtquelle 2 zunimmt, und zwar ebenfalls exponentiell. Dadurch lässt sich zusammenfassend eine homogene Lichtauskopplung realisieren. Die solchermaßen beleuchtete Fläche erscheint gleichmäßig hell, obwohl das Licht nur an einer Seite, beispielsweise über die Seite 1c oder über beide Seiten 1c, 1d eingekoppelt wird. Eine solche Situation ist in der Fig. 5B dargestellt.

Anhand der Fig. 5B erkennt man, dass die Dichte der Inhomogenitäten 3 mit zunehmenden Abstand von der Lichtquelle 2 exponentiell ansteigt und im mittleren Bereich des Streukörpers 1 maximal ist. Denn vorliegend wird mit zwei sich gegenüberliegenden Lichtquellen 2 gearbeitet, die jeweils in die sich gegenüberliegenden Schmalseiten 1c, 1d eingekoppelt werden.

Patentansprüche

1. Optische Lichtstreueinheit, mit einem transparenten Streukörper (1), und mit wenigstens einer Lichtquelle (2), deren emittiertes Licht (4) in den Streukörper (1) eingekoppelt und bei seinem Durchtritt an im Inneren vorhandenen Inhomogenitäten (3) gestreut wird, d a d u r c h g e k e n n z e i c h - n e t , dass die Inhomogenitäten (3) als durch elektromagnetische Strahlung in den Streukörper (1) eingebrachte Oberflächenmarkierungen und/oder Suboberflächenmarkierungen ausgebildet sind.
2. Optische Lichtstreueinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Inhomogenitäten (3) als Lasermarkierungen ausgestaltet sind, die mittels eines die Zerstörschwelle im Streukörper (1) punktuell überschreitenden Laserstrahls eingebracht werden.
3. Optische Lichtstreueinheit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Inhomogenitäten (3) das eingestrahlte Licht (4) anisotrop in vorgegebene Raumrichtungen streuen.
4. Optische Lichtstreueinheit nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Inhomogenitäten (3) im Inneren des Streukörpers (1) eine vorgegebene Dichte und/oder topologische Struktur beschreiben.
5. Optische Lichtstreueinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der transparente Streukörper (1) als Streuplatte (1) ausgebildet ist.
6. Optische Lichtstreueinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das von der Lichtquelle (2) ausgesandte Licht (4) und das gestreute Licht (5) eine im Wesentlichen übereinstimmende Richtung aufweisen, wobei vorzugsweise die Lichtquelle (2) als Projektor (2) und der Streukörper (1) als Projektionsfläche ausgebildet sind.

7. Optische Lichtstreueinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das ausgesandte Licht (4) und das gestreute Licht (5) winklig, überwiegend rechtwinklig, zueinander angeordnet sind.
- 5 8. Optische Lichtstreueinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das ausgesandte Licht (4) über zumindest eine Kante (1c, 1d) in den Streukörper (1) eingekoppelt wird.
9. Optische Lichtstreueinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch
10 gekennzeichnet, dass die Inhomogenitäten (3) eine variierende Dichte im Inneren des Streukörpers (1) aufweisen.
10. Optische Lichtstreueinheit nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,
15 dass die Dichte der Inhomogenitäten (3) mit zunehmender Entfernung von der Lichtquelle (2) beispielsweise exponentiell steigt, um eine zunehmende Streuung des ausgesandten Lichtes (4) ganz oder teilweise zu kompensieren.
11. Optische Lichtstreueinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch
20 gekennzeichnet, dass der Streukörper (1) aus einem Glas, Kunststoff oder einem kristallinen transparenten Material hergestellt ist.
12. Optische Lichtstreueinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch
25 gekennzeichnet, dass der Streukörper (1) zumindest einseitig reflektierend ausgebildet ist und/oder dem Streukörper (1) wenigstens eine reflektierende Fläche (6) zugeordnet ist.
13. Optische Lichtstreueinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch
30 gekennzeichnet, dass die Inhomogenitäten (3) einen geometrischen Körper oder Zahlen, Buchstaben, Schriftzeichen, Logos etc. beschreiben.
14. Verfahren zur Herstellung einer optischen Lichtstreueinheit, wonach in einen transparenten Streukörper (1) mittels elektromagnetischer Strahlung Oberflächenmarkierungen und/oder Suboberflächenmarkierungen zur Erzeu-

gung von Inhomogenitäten (3) eingebracht werden, wonach ferner emittiertes Licht (4) einer Lichtquelle (2) in den Streukörper (1) eingekoppelt wird, und wonach die Größe und/oder Dichte und/oder räumliche Ausdehnung der erzeugten Inhomogenitäten (3) nach Maßgabe einer gewünschten räumlichen

5 Streulichtverteilung außerhalb des Streukörpers (1) während des Prozesses bzw. Produktionsprozesses im Sinne einer Regelung eingestellt wird.

15. Flächenstrahler, gekennzeichnet durch eine optische Lichtstreueinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 13.

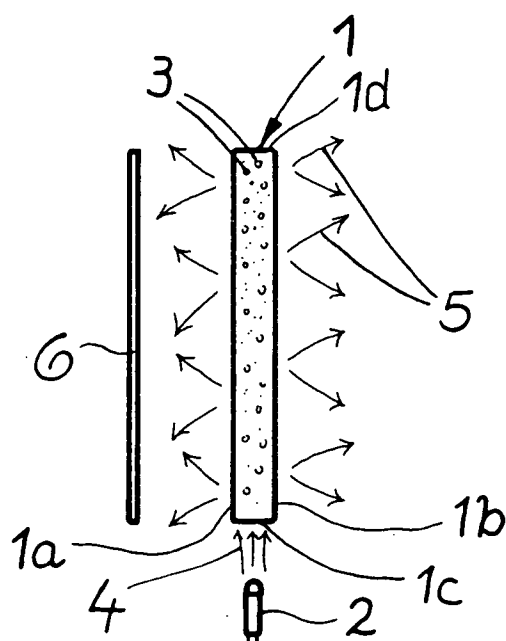
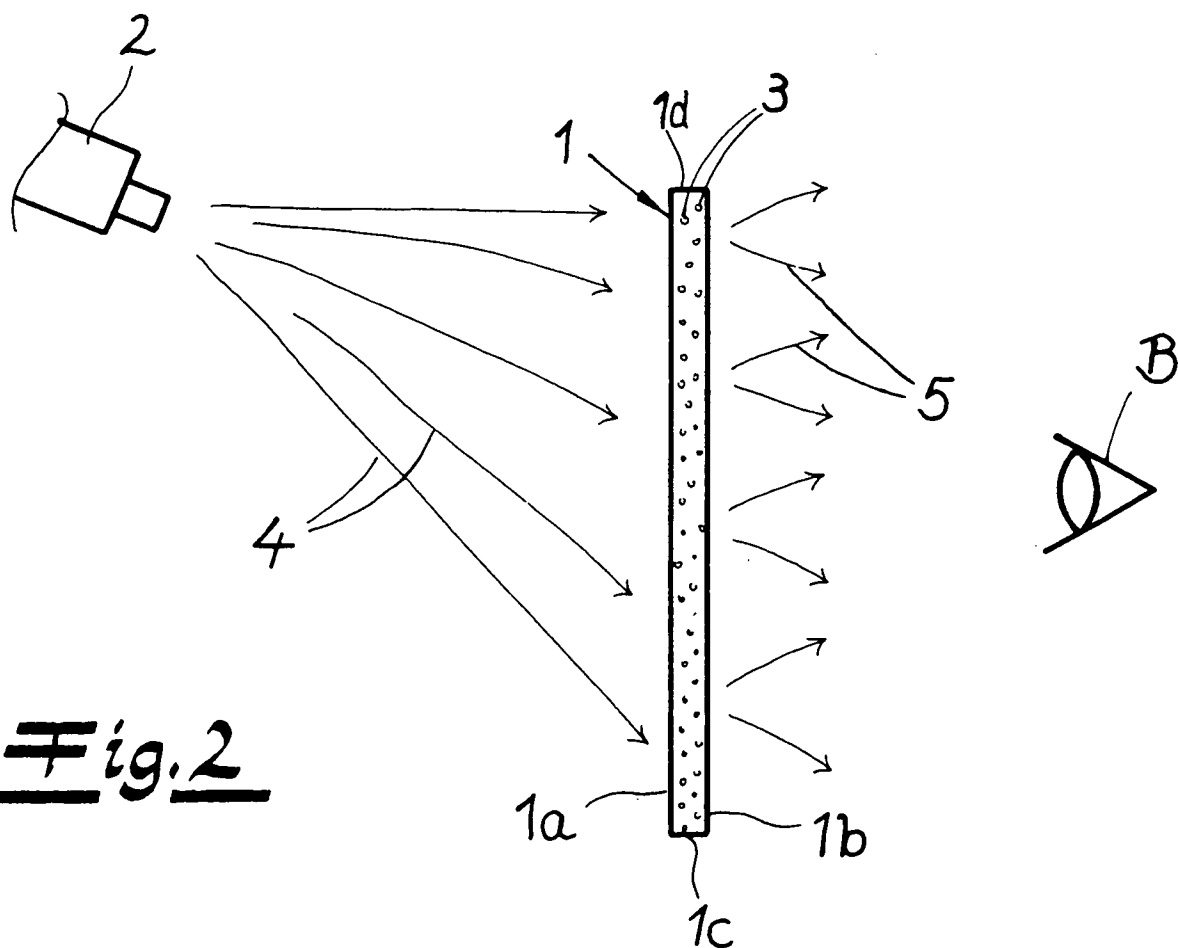
Fig. 1Fig. 2

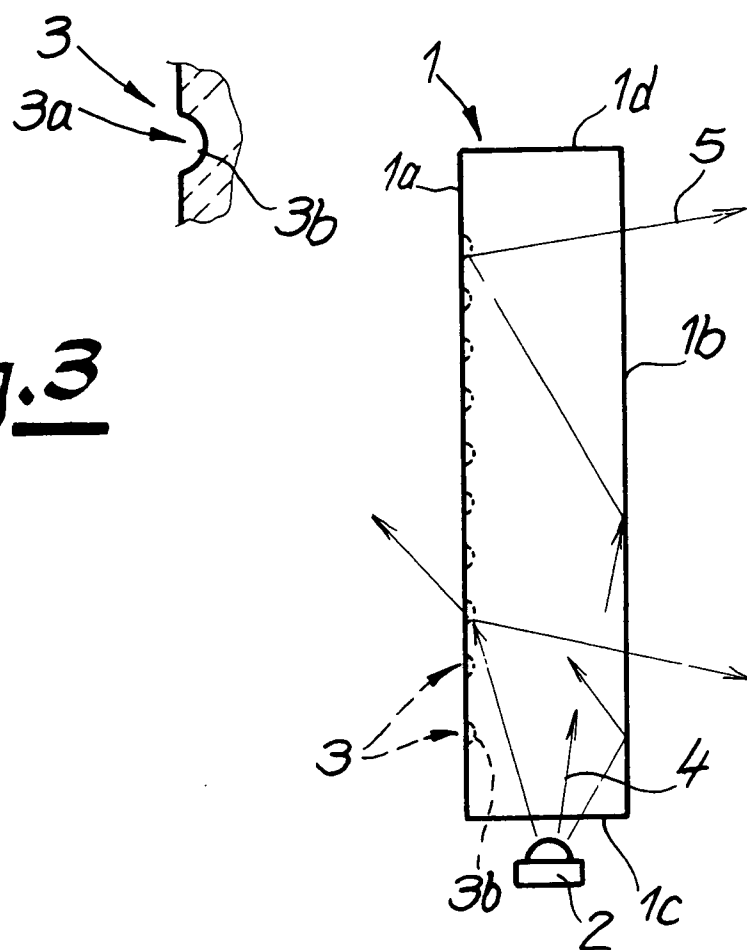
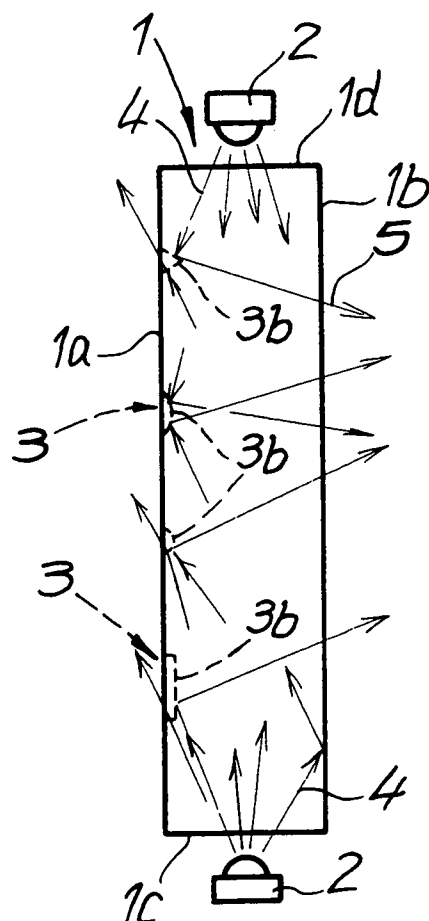
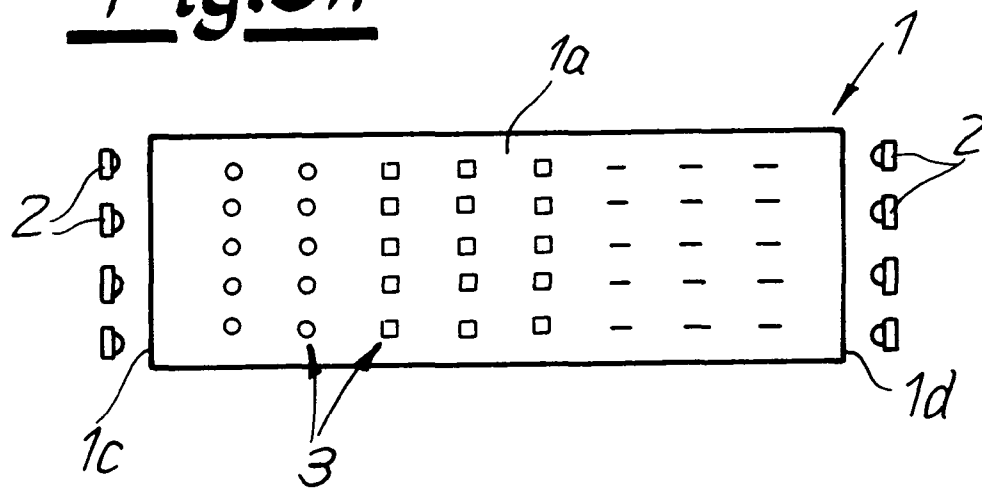
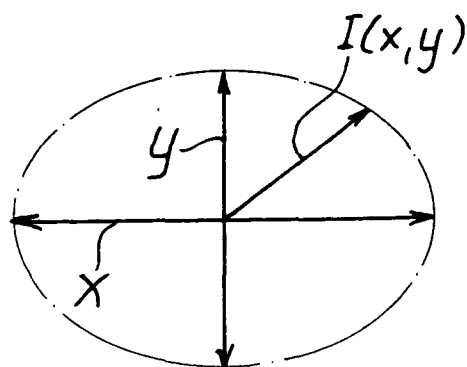
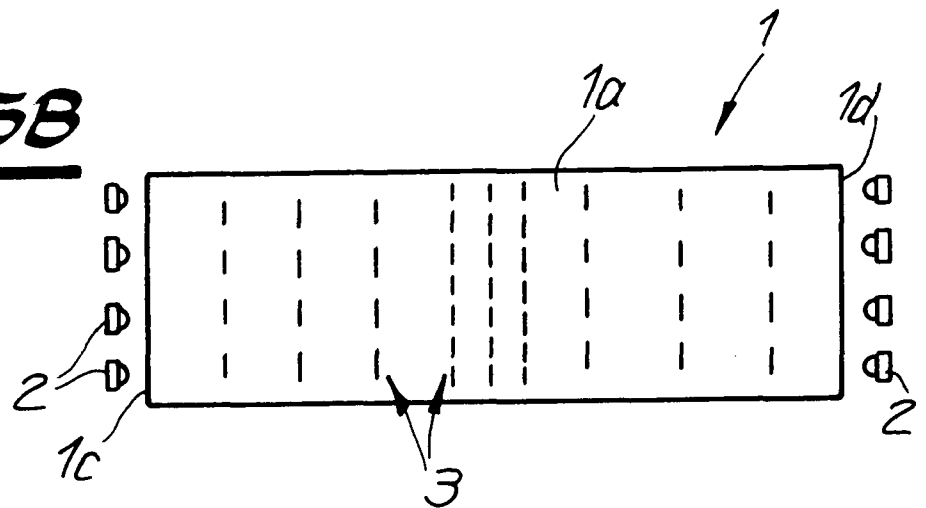
Fig. 3Fig. 4

Fig. 5A**Fig. 5B****Fig. 5C**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/007440

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G02B5/02 G02B6/00 F21V8/00

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02B

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 practical, 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 Y	US 2002/093829 A1 (PINSON GHISLAINE [FR] ET AL) 18 July 2002 (2002-07-18) paragraphs [0038] - [0045] figures 1A,1B,2	1-2,4-9, 11,14-15 3
X	EP 1 533 632 A1 (TOYOTA JIDOSHOKKI KK [JP]) 25 May 2005 (2005-05-25) paragraphs [0021] - [0028] figures 1,2	1-2,4-5, 7-9, 11-12, 14-15
X	US 2006/083020 A1 (TAI CHUNG-YUNG [TW] ET AL) 20 April 2006 (2006-04-20) paragraphs [0036], [0037] figures 8-12	1-2,4-6, 9,11, 14-15
	----- -/--	

☒ 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 document 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

27 January 2010

Date of mailing of the international search report

03/02/2010

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

Kloppenburger, Martin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/007440

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2005 018212 A1 (HELLA KGAA HUECK & CO [DE]) 26 October 2006 (2006-10-26) paragraph [0041] figures -----	1-2, 4-5, 7-11, 13-15
X	DE 103 47 763 A1 (BSH BOSCH SIEMENS HAUSGERAETE [DE]) 12 May 2005 (2005-05-12) paragraph [0023] figures 1,2 -----	1-2, 4-5, 7-9, 11, 13-15
X	DE 103 47 424 A1 (MEILLER AUFZUGTUEREN GMBH [DE]) 19 May 2005 (2005-05-19) paragraph [0008] figures -----	1-2, 4-5, 7-9, 11, 13-15
Y	DE 102 92 319 T5 (DAICEL CHEM [JP]) 23 September 2004 (2004-09-23) paragraph [0021] figures 1,2 -----	3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/007440

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002093829	A1	18-07-2002	FR 2819040 A1	05-07-2002
			JP 4336075 B2	30-09-2009
			JP 2002237206 A	23-08-2002
EP 1533632	A1	25-05-2005	CN 1619382 A	25-05-2005
			JP 2005158370 A	16-06-2005
			KR 20050049412 A	25-05-2005
			US 2005169012 A1	04-08-2005
US 2006083020	A1	20-04-2006	NONE	
DE 102005018212	A1	26-10-2006	AT 401529 T	15-08-2008
			EP 1715244 A1	25-10-2006
DE 10347763	A1	12-05-2005	NONE	
DE 10347424	A1	19-05-2005	NONE	
DE 10292319	T5	23-09-2004	WO 02099474 A1	12-12-2002
			US 2003156238 A1	21-08-2003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G02B5/02 G02B6/00 F21V8/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G02B

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	US 2002/093829 A1 (PINSON GHISLAINE [FR] ET AL) 18. Juli 2002 (2002-07-18)	1-2, 4-9, 11, 14-15
Y	Absätze [0038] - [0045] Abbildungen 1A, 1B, 2	3
X	EP 1 533 632 A1 (TOYOTA JIDOSHOKKI KK [JP]) 25. Mai 2005 (2005-05-25)	1-2, 4-5, 7-9, 11-12, 14-15
	Absätze [0021] - [0028] Abbildungen 1, 2	
X	US 2006/083020 A1 (TAI CHUNG-YUNG [TW] ET AL) 20. April 2006 (2006-04-20)	1-2, 4-6, 9, 11, 14-15
	Absätze [0036], [0037] Abbildungen 8-12	
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

E älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. Januar 2010

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

03/02/2010

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

Kloppenburg, Martin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2005 018212 A1 (HELLA KGAA HUECK & CO [DE]) 26. Oktober 2006 (2006-10-26) Absatz [0041] Abbildungen	1-2,4-5, 7-11, 13-15
X	DE 103 47 763 A1 (BSH BOSCH SIEMENS HAUSGERÄTE [DE]) 12. Mai 2005 (2005-05-12) Absatz [0023] Abbildungen 1,2	1-2,4-5, 7-9,11, 13-15
X	DE 103 47 424 A1 (MEILLER AUFZUGTÜREN GMBH [DE]) 19. Mai 2005 (2005-05-19) Absatz [0008] Abbildungen	1-2,4-5, 7-9,11, 13-15
Y	DE 102 92 319 T5 (DAICEL CHEM [JP]) 23. September 2004 (2004-09-23) Absatz [0021] Abbildungen 1,2	3

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/007440

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2002093829	A1	18-07-2002	FR	2819040 A1	05-07-2002
			JP	4336075 B2	30-09-2009
			JP	2002237206 A	23-08-2002
EP 1533632	A1	25-05-2005	CN	1619382 A	25-05-2005
			JP	2005158370 A	16-06-2005
			KR	20050049412 A	25-05-2005
			US	2005169012 A1	04-08-2005
US 2006083020	A1	20-04-2006	KEINE		
DE 102005018212	A1	26-10-2006	AT	401529 T	15-08-2008
			EP	1715244 A1	25-10-2006
DE 10347763	A1	12-05-2005	KEINE		
DE 10347424	A1	19-05-2005	KEINE		
DE 10292319	T5	23-09-2004	WO	02099474 A1	12-12-2002
			US	2003156238 A1	21-08-2003