

(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
31. August 2006 (31.08.2006)

PCT

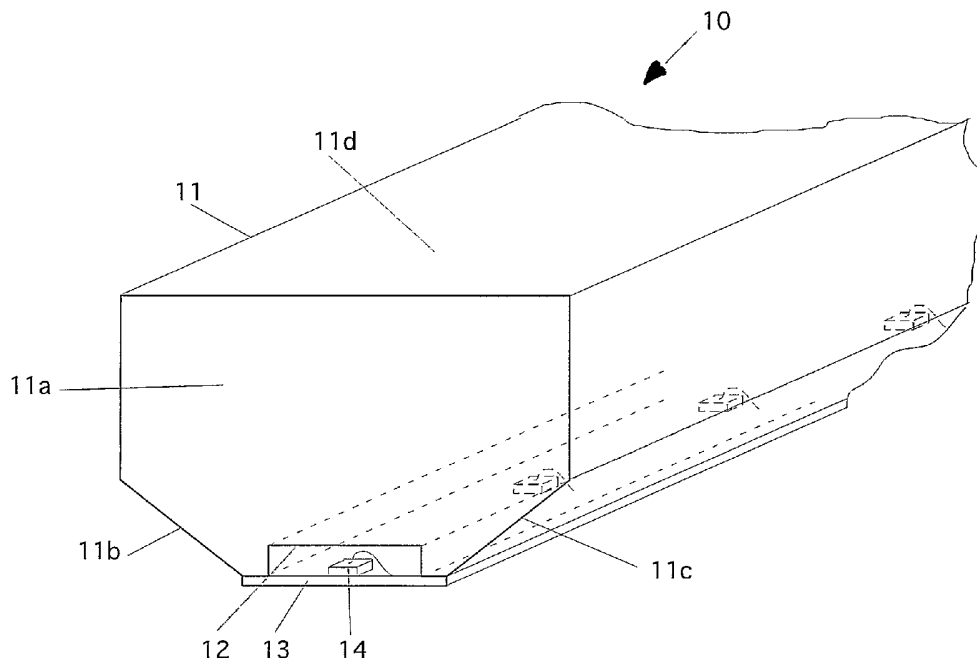
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/089450 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: **Nicht klassifiziert**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH2006/000120
- (22) Internationales Anmeldedatum: 27. Februar 2006 (27.02.2006)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
345/05 28. Februar 2005 (28.02.2005) CH
796/05 6. Mai 2005 (06.05.2005) CH
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **LUCEA AG WEY & SPIESS TREUHAND- UND REVISIONSGESELLSCHAFT** [CH/CH]; Gotthardstrasse 18, CH-6300 Zug (CH).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **STAUERT, Gerhard** [CH/CH]; Schulhausstrasse 8, CH-4800 Zofingen (CH).
- (74) Anwalt: **FREI PATENTANWALTSBÜRO AG**; Postfach 1771, CH-8032 Zürich (CH).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LIGHT SOURCE

(54) Bezeichnung: LICHTQUELLE



(57) Abstract: The invention relates to a light source comprising a linear arrangement of a plurality of sub-groups of at least one unhoused LED chip (14). Said sub-groups are arranged along a line at defined, preferably regular distances from each other. The LED chips are applied to a carrier (13) for electrically contacting the same. According to the invention, a (single) body (11) of optically transparent material is provided, said body at least partially surrounding each LED chip such that light emitted from the LED chip is diffused through the body, the at least one carrier being mechanically fixed to the body.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/089450 A2



NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Lichtquelle besitzt eine Mehrzahl von Untergruppen von je mindestens einem ungehäuteten LED-Chip 14), wobei die Untergruppen in einer linearen Anordnung vorhanden sind. Die Untergruppen sind in definierten, vorzugsweise regelmäßigen Abständen voneinander entlang einer Linie angeordnet. Die LED-Chips sind auf einen sie elektrisch kontaktierenden Träger (13) aufgebracht. Erfindungsgemäss ist ein (einzig) Körper (11) aus optisch transparentem Material vorhanden, der jeden LED-Chip mindestens teilweise umschliesst, so, dass von den LED-Chips abgestrahltes Licht sich im Körper ausbreitet, wobei der mindestens eine Träger am Körper mechanisch fixiert ist.

LICHTQUELLE

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lichtquelle mit LED-Chips als lichtgebenden Elementen.

Lineare Lichtquellen (d.h. Lichtquellen mit einem insgesamt länglichen lichtgebenden Körper) gibt es in den unterschiedlichsten Ausführungen und für eine
5 Vielzahl von Anwendungen. Sie sind bspw. zur äusseren Beleuchtung flächiger Objekte wie beispielsweise Tafeln, Plakaten oder Bildern in der Praxis wohlbekannt.

Oft werden sie mit mindestens einer oder mehreren in einer Reihe angeordneten Leuchtstoffröhren ausgeführt. Für eine einigermaßen effiziente Nutzung des von den Leuchtstoffröhren rundum homogen abgegebenen Lichtes werden in der Regel
10 einseitig langgezogene Reflektorelemente angeordnet, die das Licht zu einem möglichst grossen Anteil auf das zu beleuchtende flächige Objekt umlenken sollen. Derartige lineare Lichtquellen weisen folgende Nachteile auf:

- Durch den relativ grossen, d.h. auch im besten Fall mindestens ca. 7 mm betragenden, Durchmesser der Leuchtstoffröhren sind für eine einigermaßen
15 effiziente Umlenkung des Lichtes Reflektorelemente mit grossen Reflektorflächen notwendig, d.h. der Querschnitt der linearen Lichtquelle erstreckt sich über mehrere Zentimeter, womit eine solche Lichtquelle in vielen

Fällen als das zu beleuchtende Objekt störend in Erscheinung tritt. Werden die Reflektoren mit möglichst kleinem Querschnitt gestaltet, müssen erheblich grössere Lichtverluste in Kauf genommen werden.

- 5 - Es tritt immer Streulicht in der Grössenordnung einiger 10% auf. Dies reduziert nicht nur prinzipiell die Effizienz der linearen Lichtquelle, sondern es bewirkt auch eine Blendung des Betrachters.

- 10 - Mit derartigen Anordnungen ist es äusserst schwierig, eine homogene Ausleuchtung des flächigen Objektes zu erreichen, ohne dass ein Grossteil des Lichtes unerwünschterweise auch die Umgebung des flächigen Objektes ausleuchtet.

Aus der Praxis sind auch lineare Lichtquellen zur äusseren Beleuchtung flächiger Objekte bekannt, die mit einer linearen Anordnung einer Vielzahl von gehäusten, das Licht bündelnden LED-Lampen ausgeführt sind.

- 15 Derartige Ausführungen haben den grossen Vorteil, dass die Streulichtverluste im Vergleich zu der Leuchtstoffröhren-Lösung reduziert sind und dass es durch die Verwendung von das Licht eng, d.h. beispielsweise auf $\pm 20^\circ$, bündelnden LED leichter möglich ist das Licht zu einem möglichst grossen Anteil auf das flächige Objekt zu konzentrieren. Sie haben aber ebenfalls den Nachteil, dass eine homogene Ausleuchtung des flächigen Objektes nur mit grossem Aufwand zu erreichen ist.

- 20 Aus Gründen der Effizienz ist es wünschenswert, dass die lineare Lichtquelle nahe entlang einer Kante des flächigen Objektes, also beispielsweise 10 cm oberhalb und

10 cm vor dieser, angeordnet werden kann und exakt das Objekt, und nicht dessen Umgebung, streiflichtartig ausleuchtet.

Werden zur Erzeugung der linearen Lichtquelle gehäuste LED-Lampen verwendet, die ihr Licht rotationssymmetrisch zu ihrer optischen Achse abgeben, so entstehen
5 bei Anordnung der linearen Lichtquelle in der Nähe einer Kante des flächigen Objektes entlang dieser Kante unerwünschte kegelartige helle Zonen. Zusätzlich wird ein grösserer Teil des Lichtes in der Nähe der Lichtquelle auf das Objekt auftreffen, womit auch in der von der Lichtquelle weglaufenden Richtung des flächigen Objektes eine ungleichmässige Ausleuchtung entsteht.

10 Lineare Lichtquellen zur inneren Beleuchtung aus sich herausleuchtender, flächiger Objekte wie beispielsweise Lichtkästen in der Werbung sind ebenfalls aus der Praxis bekannt. Neben konventionellen Lösungen unter Verwendung von beispielsweise
Leuchtstoffröhren, sind vermehrt Lösungen zu finden, bei denen das Licht von linear
15 in Abständen von beispielsweise 1 cm angeordneten gehäusten LED-Lampen in mindestens eine der Kanten einer transparenten Platte eingekoppelt wird. Die grossen
Oberflächen der transparenten Platte wirken dann, mittels Totalreflexion, als
Lichtleiter, und das Licht wird über die ganze Platte verteilt. Gezielte Strukturen auf
mindestens einer der grossen Oberflächen oder im Innern der Platte gezielt erzeugte
Inhomogenitäten sorgen für den gewünschten Lichtaustritt.

20 Eine solche mittels LED-Lampen aufgebaute lineare Lichtquelle hat folgende Nachteile:

- Nicht alles Licht der LED-Lampen wird in die Platte eingekoppelt, ein nicht unbeträchtlicher Anteil wird reflektiert (Fresnelsches Gesetz). Dieser reflektierte

Anteil wird umso grösser in je breiterem Winkelbereich die LED-Lampen ihr Licht abgeben.

- In diesem Sinne wäre es also wünschenswert, dass die LED-Lampen das Licht sehr eng bündeln. Damit treten aber im Randbereich der Platte unerwünschte, kegelförmige helle Zonen auf. Eine Möglichkeit ist, diese kegelförmig hellen Zonen durch einen entsprechend breiten undurchsichtigen Randstreifen zu verdecken, was aber als hässlich empfunden wird und was die nutzbare Zone der Platte einschränkt. Die andere Möglichkeit, eine Lichtabgabe in weiterem Winkel, beispielsweise auch die Verwendung ovaler LED-Lampen, bringt nicht nur wie erwähnt deutliche Wirkungsgradverluste durch Reflexion mit sich, sondern das reflektierte Licht tritt zusätzlich als störendes Streulicht in Erscheinung.

Für linearen Lichtquellen zur äusseren Beleuchtung flächiger Objekte wie beispielsweise Tafeln, Plakaten oder Bildern, die aus Gründen der Effizienz in der Nähe und entlang einer Kante des zu beleuchtenden flächigen Objektes angeordnet werden soll, sind folgende Anforderungen zu stellen:

- Sie soll möglichst wenig Streulicht und damit möglichst wenig Blendung des Betrachters erzeugen.
- Sie soll aus Kostengründen mit möglichst wenigen diskreten lichterzeugenden Elementen aufgebaut werden.
- Die diskreten lichterzeugenden Elemente müssen zur Vermeidung von kegelartig hellen Zonen ihr Licht in Längsrichtung der Lichtquelle möglichst homogen in

einem breiten Winkelbereich, also beispielsweise in einem Bereich der grösser als $\pm 50^\circ$ ist, abgeben.

- Die lineare Lichtquelle soll in der Ebene senkrecht zum flächigen Objekt und zu ihrer Längsrichtung ihr Licht vorteilhafterweise in dem Sinne asymmetrisch zu ihrer optischen Achse abgeben, dass sie mehr Licht zu den entfernten Zonen des flächigen Objektes sendet als zu den nahen und so eine homogene Ausleuchtung erzeugt.

Dieselben Anforderungen gelten für lineare Lichtquellen zur inneren Beleuchtung flächiger Objekte, wie beispielsweise Lichtkästen in der Werbung.

- 10 Auch für andere als lineare Lichtquellen – bspw. für die diffuse Beleuchtung von Objekten etc. – gelten ähnliche Anforderungen:

- Die Lichtquelle soll möglichst wenig Streulicht und damit möglichst wenig Blendung des Betrachters erzeugen.
- Sie soll mit möglichst wenigen diskreten lichterzeugenden Elementen aufgebaut werden.
- 15 - Die diskreten lichterzeugenden Elemente müssen zur Vermeidung von kegelartig hellen Zonen ihr Licht möglichst homogen in einem breiten Winkelbereich abgeben.

Schliesslich sind für technische Anwendungen – also für Anwendungen, bei denen das erzeugte Licht (inklusive IR, oder UV-Licht) dazu verwendet wird, einen chemischen oder physikalischen Prozess zu bewirken – die Anforderungen oft ein wenig verschieden. Ebenfalls erwünscht ist, dass möglichst wenige lichterzeugende
5 Elemente verwendet werden müssen und dass möglichst wenig Streulicht erzeugt werden soll, aber oft ist eine möglichst hohe Energiedichte erwünscht, d.h. der Winkelbereich ist oft möglichst schmal.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Lichtquelle mit lichterzeugenden Elementen – bspw. in einer linearen Anordnung – zur Verfügung zu stellen, welche Nachteile
10 gemäss dem Stand der Technik überwindet und welche eine möglichst grosse Beleuchtungseffizienz bei einem möglichst einfachen Aufbau ermöglicht und dabei möglichst kostengünstig ist. Vorzugsweise sollte die Lichtquelle möglichst vielen der obigen Anforderungen gerecht werden.

Die Lichtquelle besitzt eine Mehrzahl von Untergruppen von je mindestens einem
15 ungehäusten LED-Chip.

Gemäss einer ersten Version sind die Untergruppen in einer linearen Anordnung vorhanden sind. Eine „lineare“ Anordnung bedeutet beispielsweise, dass die Untergruppen eine gerade Linie bilden; auch eine leicht gekrümmte Linie die insgesamt einen Kreis, eine Ellipse, ein Kreis- oder Ellipsensegment etc. bildet ist
20 möglich, wobei der mittlere Krümmungsradius der Linie dann viel grösser als der Abstand zweier Untergruppen ist. Auch ein zickzackförmiger, mäandrierender oder ähnlicher Verlauf ist denkbar, solange eine Linie definiert ist und der durchschnittliche Abstand jedes LED-Chips von einer gerade verlaufenden Mittellinie viel kleiner (bspw. um mindestens einen Faktor 5, oder mindestens einen
25 Faktor 10) kleiner ist als die Länge der Linie. Die Untergruppen sind in definierten,

vorzugsweise regelmässigen Abständen voneinander entlang der Linie angeordnet. Natürlich auch mit umfasst sind Anordnungen, in denen eine Mehrzahl von Linien gebildet wird.

5 Gemäss einer zweiten Version sind die Untergruppen in einer von einer linearen Anordnung verschiedenen Art verteilt, bspw. rasterartig.

Jede der Untergruppen umfasst jeweils mindestens einen LED-Chip, sie kann aber auch aus mehreren unterschiedlichen Chips bestehen. So kann es zur Erzeugung beliebiger Lichtfarben beispielsweise sinnvoll sein, eine Gruppe aus mehreren Chips zusammen zu setzen die rotes, grünes oder blaues Licht abgeben.

10 Die LED-Chips sind auf einen sie elektrisch kontaktierenden Träger aufgebracht. Gemäss einer ersten Variante sind alle LED-Chips auf einem gemeinsamen, bspw. platinen- oder flexprintartigen Träger aufgebracht. Gemäss einer weiteren Variante ist pro Untergruppe oder pro Einheit von mehreren Unterguppen ein Träger vorhanden, wobei elektrische Verbindungen zwischen den Trägern existieren.

15 Erfindungsgemäss ist ein (einzig), vorzugsweise voller (also keine Hohlräume aufweisender) Körper aus optisch transparentem Material vorhanden, der die LED-Chips mindestens teilweise umschliesst, so dass die lichtabstrahlenden Flächen jedes LED-Chips umhüllt sind und so, dass von den LED-Chips abgestrahltes Licht sich im optisch transparenten Material ausbreitet, wobei der mindestens eine Träger am
20 optisch transparenten Körper mechanisch fixiert ist. Das von den LED-Chips erzeugte und sich im optisch transparenten Material ausbreitende Licht wird vom optisch transparenten Körper über eine gewünschte Fläche nach aussen ausgekoppelt.

Der optisch transparente Körper ist vorzugsweise so gestaltet, dass er das Licht der Chips mittels mindestens teilweiser Reflexion an mindestens einer Grenzfläche, in der Regel mittels Totalreflexion, so umlenkt wird, dass die gewünschte Lichtverteilung entsteht. Durch die mindestens teilweise Reflexion wird sichergestellt, dass das Licht zur gewünschten Lichtaustrittsfläche gelenkt wird und gleichzeitig verhindert, dass Licht an unerwünschten Orten als Streulicht austritt. Zu diesem Zweck sind die LED-Chips an einer Ausformung oder an Ausformungen vorhanden, welche lichtumlenkende Grenzflächen aufweisen. Die Ausformungen haben in einer Umgebung der LED-Chips eine sich gegen die LED-Chips hin verjüngende Form. Diese Form kann im Falle einer linearen Anordnung der Chips kammartig sein, wobei die LED-Chips in der Nähe der Kammlinie angeordnet sind. Oft ist die Ausformung in der Umgebung der Kammlinie abgeflacht, wobei die Abflachung eine Trägerfläche bildet, an der der oft flache Träger anliegt. Im Falle einer Anordnung, in welcher die LED-Chips keine lineare Anordnung bilden, sind die Ausformungen hügelartig, wobei am – bspw. ebenfalls abgeflachten – Scheitelpunkt („der Hügelkuppe“) jeweils ein oder mehrere LED-Chips vorhanden ist/sind. Die LED-Chips sind so orientiert, dass ihre Hauptabstrahlrichtung von der Kammlinie bzw. Hügelkuppe weg ins Innere des optisch transparenten Körpers gerichtet ist. Durch die sich verjüngende Form wird von den LED-Chips seitlich abgestrahltes Licht mittels der mindestens teilweisen Reflexion in eine der Hauptabstrahlrichtung entsprechende Richtung umgelenkt – seitliches Austreten aus dem optisch transparenten Körper wird verhindert. Die bezüglich der LED-Chips seitlichen Flächenabschnitte wirken also quasi als Lichtumlenkflächen.

Auch an die Lichtumlenkflächen anschliessende Seitenflächen-Abschnitte des Körpers können – bis auf eventuelle Auskoppel-Teilflächen mit entsprechenden Auskoppelstrukturen – lichtleitend wirken. Die Lichtverteilung kann richtungsabhängig und allenfalls asymmetrisch sein.

Die Lichtumlenkflächen oder die ganzen Seitenwände können unter Umständen auch mindestens abschnittsweise verspiegelt sein.

Die Erfindung bietet mit diesen Merkmalen einen verblüffend einfachen Ansatz, mit dem die eingangs gestellte Aufgabe gelöst wird und die so in vielen Fällen
5 Verbesserungen gegenüber dem Stand der Technik bringt. Dadurch, dass sich die LED-Chips nicht ausserhalb des flächigen Objektes befinden, sondern ihr Licht direkt im Innern der mit Licht zu durchflutenden Platte abgeben, werden Streulichtverluste weitgehend vermieden. Die Lichtquelle ist darüber hinaus kostengünstig herstellbar und kann problemlos so ausgeführt werden, dass sie gegen
10 Umwelteinflüsse robust ist. Dadurch, dass die LED-Chips im Allgemeinen nur mit dem Träger und dem sie umschliessenden optisch transparenten Körper im Kontakt stehen und das Umgebungsmedium nicht an die LED-Chips gelangt, sind diese auf natürliche Weise vor Umwelteinflüssen geschützt. Vorzugsweise gibt es keine Gaseinschlüsse zwischen den LEDs und dem optisch transparenten Körper.

15 Die Tatsache, dass ein einziger, alle LED-Chips gemeinsam mindestens teilweise umschliessender optisch transparenter Körper vorhanden ist, bedeutet nicht, dass der optisch transparente Körper einstückig bzw. monolithisch-homogen sein muss. Er kann auch aus mehreren Komponenten aus unter Umständen unterschiedlichen Materialien aufgebaut sein, die transparent sind. Vorzugsweise haben solche
20 unterschiedlichen Materialien einen ähnlichen Brechungsindex, der sich bspw. um höchstens 30%, noch besser um höchstens 20% oder gar höchstens 15% oder 10% unterscheidet. Am optisch transparenten Körper können zusätzliche, bspw. auch nicht transparente Elemente befestigt sein, bspw. Verspiegelungen etc.

LED-Chips strahlen in der Regel Licht in den Halbraum ab, genauer in einen
25 bestimmten Raumwinkel, bspw. $\pm 70^\circ$, $\pm 80^\circ$ oder $\pm 90^\circ$. Dies hat im Sinne der

Erfindung den Vorteil, dass kein „nach rückwärts“ austretendes Licht umgelenkt, sondern nur das „nach vorne“ austretende Licht in den gewünschten Raumbereich gebündelt werden muss. Hieraus resultieren nicht nur drastisch reduzierte Streulichtverluste, sondern es ermöglicht auch auf einfache Weise die Erzeugung gerichteter, unter Umständen völlig asymmetrischer Lichtverteilungen. Insbesondere ist es möglich, in einer Richtung eine sehr breite Lichtverteilung von beispielsweise $\pm 70^\circ$, $\pm 80^\circ$ oder $\pm 90^\circ$ und in einer Richtung senkrecht zu der Ersten eine wesentlich engere Lichtverteilung von beispielsweise $\pm 10^\circ$ bis $\pm 40^\circ$ zu erzeugen.

Das Zentrum des Raumwinkels wird oft als optische Achse des LED-Chips bezeichnet. Gemäss einer Ausführungsform der Erfindung – in der Version „lineare Anordnung“ – verlaufen die optischen Achsen einer Mehrzahl der LED-Chips, meist aller LED-Chips, in einer gemeinsamen Ebene. Die Lichtverteilung des von der Lichtquelle emittierten Lichts in dieser Ebene unterscheidet sich von derjenigen senkrecht zu der Ebene. In der Regel wird sie in der genannten Ebene wesentlich breiter sein als senkrecht zu dieser Ebene. Es ist aber auch möglich, dass die Lichtverteilung senkrecht zur Ebene bezüglich dieser asymmetrisch ist.

Im einfachsten Falle einer linearen Anordnung der LED-Chips kann der genannte optisch transparente Körper beispielsweise einfach ein zylindrischer Körper mit einem Querschnitt sein, der beispielsweise ein Rechteck ist, dessen beiden Ecken an der die LED-Chips beinhaltenden Ebene abgeschrägt sind. Auf diese Weise erhält man in Längsrichtung (in Bezug auf die lineare Anordnung) des langen transparenten Körpers eine Lichtverteilung, welche derjenigen der ungehäuteten LED-Chips entspricht, während das Licht in Querrichtung an den genannten schrägen Flächen durch Totalreflexion umgelenkt und für viele Fälle genügend gut gebündelt wird (d.h. die genannten schrägen Flächen wirken als die Lichtumlenkflächen). Eine Verbesserung des Bündelungsverhaltens kann dadurch erreicht werden, dass man die Lichtumlenkflächen ungefähr parabolisch gestaltet. Eine solche parabolische Form

kann man auch durch mehrere, bspw. drei, Konen mit unterschiedlichen Steigungen nachbilden. Dies kann für die Herstellung kleiner Serien eine bevorzugte Option sein. Eine weitere Verbesserung der Bündelungswirkung kann erreicht werden, indem die den LED-Chips gegenüber liegende Fläche nicht eben, sondern im Sinne
5 einer zylindrischen Linse gestaltet ist.

In obigen oder in anderen Fällen kann der lange transparente Körper sich in seiner Längsrichtung allenfalls wiederholende zusätzliche Formen wie quer zur Längsrichtung verlaufende V-förmige Nuten oder kuppelartige Formen aufweisen. Mit solchen zusätzlichen Formen ist es auf einfache Weise möglich auch das in
10 Längsrichtung des langen transparenten Körpers aus den LED-Chips austretende Licht auf einen gewünschten Raumwinkel zu bündeln.

Die beiden Endflächen (oder Stirnflächen) des langen transparenten Körpers können auch als nicht einfach senkrechte Ebenen gestaltet sein, sondern sie können durch Schrägstellen und/oder durch eine angenähert parabolische Form den Lichtaustritt an
15 den Enden der linearen Lichtquelle auf gewünschte Weise formen.

In diversen Ausführungsformen ist die Lichtquelle so ausgebildet, dass das von den LED-Chips abgestrahlte Licht mehrheitlich durch eine Lichtaustrittsfläche des optisch transparenten Körpers ausgekoppelt wird, welche der Trägerfläche gegenüberliegt. In dieser Konfiguration wird die vorstehend genannte Richtwirkung
20 ausgenutzt. Die Richtwirkung kann noch verstärkt werden, indem die Lichtaustrittsfläche eine zylinderlinsenartige oder domlinsenartige oder sonstwie refraktiv und/oder diffraktiv kollimierend wirkende Struktur besitzt. Eine weitere Richtwirkung kann dadurch erzielt werden, dass der Träger verspiegelt ist und eine hohlspiegelartige Form besitzt.

Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist die Lichtquelle ein flächiges Objekt, welches Licht durch mindestens eine der grossen Seitenflächen abstrahlt, also bspw. eine von innen beleuchtete Tafel. Diese Ausführungsform kann als Kombination einer linearen Lichtquelle mit einem grossflächigen transparenten Körper angesehen werden. In dieser Ausführungsform besitzen die Seitenflächen also vergleichsweise grosse parallel und vorzugsweise senkrecht zur Trägerfläche und parallel zu den optischen Achsen der LED-Chips verlaufende Abschnitte. Mindestens einer der Seitenwand-Abschnitte kann mit Auskoppelstrukturen versehen sein.

Gemäss weiteren Ausführungsformen kann der optisch transparente Körper die Form eines Torus haben, bei dem die LED-Chips entlang der inneren Umfangslinie angeordnet sind und nach aussen strahlen. Es ergibt sich eine entlang der Torusebene praktisch isotrope Abstrahlcharakteristik. Bei einem torusartigen optisch transparenten Körper können die LED-Chips – und mit ihnen die Ausformung mit den Lichtumlenkflächen – auch entlang der äusseren Umfangslinie angeordnet sein, was die Erzeugung von hohen Lichtdichten im Inneren des Torus ermöglicht. Dies ist insbesondere für technische Anwendungen von Interesse. Anstelle eines Torus kann der optisch transparente Körper auch durch mehrere quasi aufeinandergestapelte Tori mit identischen Radien oder mit verschiedenen Radien gebildet werden.

Gemäss noch anderer Ausführungsformen ist die Lichtquelle flächig in dem Sinne, dass der optisch transparente Körper flächig ausgebildet ist und eine Ebene definiert und die LED-Chips über diese Ebene verteilt angeordnet sind. Entlang der Ebene können die LED-Chips mehrere lineare Anordnungen bilden.

Die Lichtquelle kann so ausgebildet sein, dass sie Strukturen aufweist, welche zusätzlich zu einer möglichst isotropen Abstrahlcharakteristik noch als „Spots“ – d.h.

gerichtete Strahler – wirken. Solche Spots können durch Ausformungen in der Form von bspw. rotationsparabelartigen Kollimationsstrukturen gebildet werden.

- Oft sind in den verschiedenen Ausführungsformen alle LED-Chips der Lichtquelle miteinander elektrisch verbunden. Das bedeutet i.A., dass alle LED-Chips der
- 5 Lichtquelle durch das Anlegen einer Spannung zwischen zwei Elektroden gleichzeitig zum Leuchten gebracht werden können. Die LED-Chips können gruppenweise seriell geschaltet sein, wobei die Gruppen parallel geschaltet sind. Sind mehrere Träger vorhanden, sind diese bspw. durch Drähte oder Litzen miteinander verbunden.
- 10 Die elektrischen Bahnen des Trägers können so ausgebildet sein, dass eine Kontaktierung von aussen jeweils zwischen – bspw. zwei beliebigen – LED-Chip-Untergruppen stattfinden kann. Zum Beispiel kann der Träger zwei getrennte Verbindungsbahnen, ev. jeweils mit einer Erweiterung zwischen den Untergruppen vorhanden sein. Kontaktiert werden kann durch das Bohren eines dünnen Loches an
- 15 den zu kontaktierenden Stellen und das Einpressen von Kontaktierungsstiften, die einen leicht grösseren Durchmesser als die gebohrten Löcher haben, wodurch ein Kontakt hergestellt ist. Dies klappt auch dann, wenn der Träger und Leiterbahnen vollständig vom transparenten Material des Grundkörpers (bzw. des Silikon in der Rille) umschlossen sind.
- 20 Die Erfindung betrifft auch eine Pixelwand, d.h. eine flächige Anordnung von zweidimensional nebeneinander angeordneten, individuell ansteuerbaren Lichtquellen. Die Lichtquellen der Pixelwand sind gemäss der Erfindung ausgestaltet. Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform besitzen mindestens einiger der Lichtquellen der Pixelwand LED-Chips mit verschiedenen
- 25 Emissionswellenlängen, bspw. rote, grüne und blaue LEDs. Die LEDs von sich

- unterschiedenen Wellenlängen sind dann unabhängig voneinander ansteuerbar (und also nicht miteinander elektrisch verbunden), so dass das Pixel in einer gewünschten Farbe leuchten kann. Gemäss einer ersten Alternative dazu sind die Lichtquellen monochrom, mit mehr oder weniger identischen Emissionswellenlängen, so dass nur ein Hell-Dunkel-Bild darstellbar ist. Gemäss einer weiteren Alternative ist jede Lichtquelle monochrom, aber es existieren Lichtquellen mit (bspw. drei) unterschiedlichen Emissionswellenlängen, wobei Gruppen mit je einer Lichtquelle jeder der Emissionswellenlänge vorhanden sind, ähnlich dem Prinzip gewisser Farbfernseher.
- 5
- 10 Die Lichtquellen der Pixelwand sind vorzugsweise als flächige Objekte ausgebildet, von denen Licht durch eine der grossen Seitenflächen abgestrahlt wird. Die optischen Achsen der LED-Chips bilden also einen Winkel zur Pixelwand-Ebene und stehen vorzugsweise senkrecht oder annähernd senkrecht (Winkel zwischen 80° und 90°) zu ihr.
- 15 Auch der Träger kann transparent sein, was speziell bei der Pixelwand vorteilhaft ist. Wenn der Träger dann dicht am Nachbarelement anliegt (und bspw. noch durch eine transparente dauerelastische Schicht mit diesem verbunden ist), koppelt Licht vom Nachbarelement in den Träger ein und lässt diesen gegen aussen hell erscheinen. Der Träger kann auf seiner Oberseite zusätzlich verspiegelt sein, so dass das
- 20 eingekoppelte Licht des Nachbarelementes zurück reflektiert und so die Helligkeit des Nachbarelementes optimiert wird. Der Brechungsindex des Trägermaterials kann so gewählt sein, dass er nicht oder nur um wenig – bspw. höchstens um 30% oder gar um höchstens 20% oder 10% – von demjenigen des optisch transparenten Körpers abweicht – dann funktioniert das Einkoppeln des Lichts vom Nachbarelement
- 25 besonders gut. Nebst dem transparenten Hauptkörper und der eventuellen Verspiegelung weist der Träger natürlich noch Leiterstrukturen für die Kontaktierung der LED-Chips auf; diese müssen selbstverständlich nicht transparent sein.

Der lange, im Wesentlichen optisch transparente Körper soll, wie erwähnt die LED-Chips so umschliessen, dass Einkoppelungsverluste minimiert werden.

Dies lässt sich auf einfache Weise erreichen indem der Träger mit den LED-Chip und der lange transparente Körper unabhängig von einander hergestellt und nachträglich vereinigt werden. Zu diesem Zwecke muss der lange transparente Körper auf einer seiner Seiten eine Nut aufweisen, deren Form und Rauheit keinen wesentlichen Einfluss hat und die deshalb sehr kostengünstig herstellbar ist. Zum Zwecke der Vereinigung der beiden genannten Komponenten wird zunächst diese Nut mit einem dünnflüssigen, mindestens teilweise aushärtbaren, transparenten Material, wie beispielsweise einem geeigneten Silikon, gefüllt. Dieses Füllmaterial sollte nach dem Aushärten einen optischen Brechungsindex aufweisen, der demjenigen des langen transparenten Körpers möglichst nahe kommt, wobei ein Unterschied von beispielsweise 0.1 bis 0.2 gemäss dem Fresnelschen Gesetz keine entscheidende Rolle spielt.

Das zunächst dünnflüssige Füllmaterial gleicht sämtliche Unregelmässigkeiten der genannten Nut so aus, dass diese optisch keine Rolle mehr spielen. In das noch dünnflüssige Füllmaterial wird in einem zweiten Schritt der die LED-Chips tragende Träger so eingelegt, dass das Füllmaterial mindestens die Chips, allenfalls aber auch den Träger vollständig umhüllt. Danach wird das Füllmaterial ausgehärtet, wobei zur Vermeidung von für die LED-Chips ungünstigen mechanischen Spannungen ein Material mit dauerelastischen Eigenschaften nach dem Aushärten vorzuziehen ist.

Erfindungsgemässe Lichtquellen lassen sich mit diesem sehr einfachen Verfahren herstellen, welches auch für kleine Stückzahlen ökonomisch ist. Auch das Verfahren ist Gegenstand der Erfindung. Das Verfahren beinhaltet wie vorstehend dargelegt die Schritte:

- Einbringen einer rillenartigen Vertiefung in eine längliche Vertiefung eines optisch transparenten Körpers,
 - Füllen der rillenartigen Vertiefung mit flüssigem oder plastisch oder elastisch deformierbarem transparentem Material,
- 5 - Anbringen von mindestens einem Träger mit darauf angebrachten elektrisch kontaktierten ungehäusten LED-Chips, so, dass die LED-Chips in das flüssige oder deformierbare Material hineinragen und von diesem mindestens teilweise umschlossen werden,
- mindestens teilweises Aushärten des flüssigen oder deformierbaren Materials.
- 10 Die Schritte 2 und 3 können auch in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden, d.h. zunächst wird der Träger mit den LED-Chips in die rillenartige Vertiefung eingelegt bzw. eingeschoben und danach lässt man von einem Ende her das flüssige transparente Material in die Vertiefung einfließen. Zu diesem Zweck kann es vorteilhaft sein, wenn der Querschnitt der rillenartigen Vertiefung eine Stufe
- 15 aufweist auf welche der Träger so aufgelegt wird, dass die LED-Chips im tieferen Teil der Rille frei schweben. Der tiefere Teil der Rille kann dann so tief wie möglich ausgeführt sein, damit das Einfließen des flüssigen, transparenten Materials erleichtert wird.

Die Lichtquelle kann in bspw. sehr langen Stücken hergestellt und nachträglich in

20 Teilstücke zertrennt werden, die je mindestens eine LED-Gruppe umfassen. Dies beeinträchtigt auch nicht die Möglichkeit einer nicht zur Grundfläche (entsprechend der Trägerfläche nach dem Anbringen des Trägers) senkrechten ebenen Form der Endflächen: Die Trennung kann so erfolgen, dass dabei eine gewünschte Form (schiefe Ebene oder parabelartige Form etc.) entsteht.

Es versteht sich von selbst, dass erfindungsgemässe Lichtquellen auch mit einem anderen als dem hier beschriebenen Verfahren hergestellt werden können.

Es versteht sich, dass „Licht“ in diesem Text generell elektromagnetische Strahlung bezeichnet und wo von der Anwendung her sinnvoll nebst sichtbarem Licht
5 insbesondere Infrarot- und Ultraviolettstrahlung mit einschliesst.

Im Folgenden wird die erfindungsgemässe lineare Lichtquelle mit asymmetrischer Lichtabstrahlung anhand beispielhafter Ausführungsformen erläutert.

- Figur 1 zeigt eine schematische Schrägansicht einer einfachen linearen Lichtquelle zur äusseren Beleuchtung von flächigen Objekten.
- 10 - Die Figuren 2a bis 2d zeigen schematisch unterschiedlich optisch wirksame Querschnitte der einfachen linearen Lichtquelle von Figur 1.
- Die Figuren 3a und 3b zeigen schematische Schrägansichten linearer Lichtquellen mit optischen Elementen zur Beeinflussung der Lichtverteilung in der längs der linearen Lichtquelle verlaufenden Ebene.
- 15 - Figur 4 zeigt eine schematische Schrägansicht einer einfachen linearen Lichtquelle zur inneren Beleuchtung eines flächigen Objektes.

- Figur 5 zeigt eine schematische Schrägansicht einer einfachen linearen Lichtquelle zur inneren Beleuchtung eines flächigen Objektes mit einer Variante zur Erzeugung weissen Lichtes.
- 5 - Figur 6 zeigt schematisch den Querschnitt durch eine Pixelwand die mit Hilfe von Elementen gemäss Figur 4 aufgebaut ist.
- Figuren 7a bis 7c zeigen Prinzipskizzen mit verschiedenen Querschnittsformen von Ausformungen, die die LED-Chips aufweisen und deren Seitenflächen lichtumlenkend wirken,
- 10 - Figur 8 zeigt die Ansicht einer torusförmigen Lichtquelle gemäss der Erfindung mit Lichtabstrahlrichtung nach Aussen,
- Figur 9 zeigt die Ansicht einer torusförmigen Lichtquelle gemäss der Erfindung mit Lichtabstrahlrichtung nach Innen,
- Figuren 10 und 11 je eine Licht gegen eine Innenseite abstrahlende Lichtquelle mit einer Mehrzahl von durch LED-Chips gebildeten Linien,
- 15 - Figur 12 und 13 je eine flächige Lichtquelle mit einer Mehrzahl von durch LED-Chips gebildeten Linien,
- Figuren 14 bis 16 Ausführungsformen flächiger Lichtquellen mit zusätzlichen Kollimationsstrukturen.

Figur 1 zeigt die schematische Schrägansicht einer einfachen linearen Lichtquelle 10 zur äusseren Beleuchtung beispielsweise von flächigen Objekten.

Die lineare Lichtquelle besteht aus einem langen transparenten Grundkörper 11 mit einer Lichtaustrittsfläche 11d und einer rillenartigen Vertiefung 12 auf der
5 Gegenseite der Lichtaustrittsfläche 11d. Die beiden Seitenflächen weisen an den Übergängen zu der Gegenseite der Lichtaustrittsfläche 11d ebene Abschrägungen 11b bzw. 11c auf.. Das transparente Material, aus dem der Grundkörper 11 besteht, kann Glas oder ein geeigneter Kunststoff wie Acrylglas (PMMA) oder Polycarbonat sein.

10 Eine Vielzahl von LED-Chips 14 ist in definierten Abständen auf einem geeigneten Träger 13 montiert und mittels dieses Trägers 13 elektrisch kontaktiert und elektrisch mit einander verbunden (Parallel- und/oder Serienschaltung). Statt jeweils eines LED-Chips 14 können auch Gruppen von mehreren, d.h. beispielsweise 2 bis 9, LED-Chips in definierten Abständen auf dem Träger 13 angeordnet sein. Die LED-
15 Chips 14 können auf dem Träger 13 schon vor der Vereinigung mit dem transparenten Grundkörper 11 mit einem – nicht dargestellten – transparenten Schutzmaterial umgeben sein. Ein geeignetes transparentes Schutzmaterial kann beispielsweise ein dauerelastisches Silikon sein. Weiter können die LED-Chips 14 von einem, allenfalls in das genannte Schutzmaterial eingemischten,
20 Lichtkonversions-Farbstoff (Phosphor) umgeben sein, der beispielsweise die Aufgabe hat blaues von den LED-Chip 14 abgegebenes Licht in Weiss zu wandeln.

Die rillenartige Vertiefung 12 ist mit einem zunächst relativ dünnflüssigen transparenten Material gefüllt, das nach der Vereinigung von dem Grundkörpers 11 und dem Träger 13 mit den LED-Chips 14 mindestens teilweise aushärtet. Zu
25 bevorzugen ist ein transparentes Füllmaterial, das nach dem Aushärten dauerelastisch

bleibt. Ein geeignetes transparentes Füllmaterial kann beispielsweise ein dauerelastisches Silikon sein.

Der Grundkörper bildet zusammen mit dem Füllmaterial einen optisch transparenten Körper, an welchem durch die ebenen Abschrägungen 11b, 11c endseitig eine
5 Ausformung gebildet wird, welche sich gegen eine Kammlinie (nämlich die Linie, entlang derer die LED-Chips angeordnet sind) hin verjüngt..

Diese Ausformung hat die Funktion, dass bezüglich einer optischen Achse der LED-Chips seitlich abgestrahltes Licht durch mindestens teilweise Reflexion so umgelenkt wird, dass es einstweilen im optisch transparenten Körper verbleibt und zusammen
10 mit dem in Vorwärtsrichtung (der LED-Chips) abgestrahlten Licht nutzbar ist. Die Neigung der ebenen Abschrägungen 11b und 11c ist zu diesem Zweck so gewählt, dass das von den LED-Chip abgegebene Licht an den Flächen 11b und 11c durch Totalreflexion umgelenkt wird und in gewünschter Lichtverteilung zur Fläche 11d austritt. Die Abschrägungen 11b, 11c wirken also als Lichtumlenkflächen

15 Die Stirnflächen 11a sind hier senkrecht zur linearen LED-Anordnung (zur Zylinderachse des im Wesentlichen zylindrischen transparenten Körpers 11) ausgebildet, sie können aber ebenfalls Abschrägungen oder dergleichen aufweisen.

Bei einer totalen Breite der linearen Lichtquelle 10 von ca. 2.5 mm, einer totalen Höhe derselben von ca. 2 mm, einer Breite der ebenen unteren Fläche des
20 Grundkörpers 11 von 1 mm und einer Höhe der Abschrägungen 11b und 11c von 0.8 mm lässt sich mit einem solchen Aufbau eine Lichtverteilung in der gemeinsamen Mittelebene aller LED-Chips 14 von beispielsweise $\pm 80^\circ$ und in der Ebene senkrecht zu dieser Mittelebene von beispielsweise $\pm 35^\circ$ erreichen.

In Figur 1 ist – ebenso wie in den folgenden Figuren – nur ein LED-Chip pro Untergruppe gezeichnet, Es können aber ebensogut mehrere LED-Chips pro Untergruppe vorhanden sein; die Untergruppen können jeweils dieselbe oder eine voneinander verschiedene Anzahl LED-Chips aufweisen. Nicht alle Chips müssen –
5 wie in den gezeichneten Ausführungsformen – streng auf einer geraden Linie liegen. Es sind auch Konfigurationen denkbar, in denen eine Zickzack- oder vergleichbare Anordnung vorhanden ist, wobei das Ensemble der LED-Chips eine Ausdehnung hat, welche in einer Dimension grösser als in den zwei anderen Dimensionen ist und also eine Linie definiert.

10 Natürlich sind auch Aufbauten mit wesentlich grösseren Abmessungen problemlos realisierbar.

Die **Figuren 2a bis 2d** zeigen schematisch Beispiele unterschiedlicher Querschnitte mit unterschiedlichen Lichtverteilungen einer linearen Lichtquelle 20.

Figur 2a zeigt den schematischen Querschnitt einer linearen Lichtquelle 20, bei dem
15 die nicht senkrecht zur Trägerfläche verlaufenden Abschnitte 21b und 21c der beiden Seitenwände (die Seitenwände bestehen hier aus diesen Abschnitten, d.h. beinhalten keine parallel zueinander und senkrecht zur Trägerfläche verlaufende Abschnitte) des transparenten Grundkörpers 21 symmetrisch zur Mittelebene der linearen Lichtquelle sind und parabelähnliche Form aufweisen. Mit einem solchen Aufbau lässt sich die
20 Lichtverteilung senkrecht zur Mittelebene der linearen Lichtquelle wesentlich enger gestalten als mit der in Figur 1 gezeigten Konfiguration. Mit parabelähnlichen Seitenwänden bzw. Seitenwand-Abschnitten sind bei den zu Figur 1 beschrieben Grössenverhältnissen problemlos Lichtverteilungen von weniger als $\pm 15^\circ$ erreichbar.

Figur 2b zeigt den schematischen Querschnitt einer linearen Lichtquelle 20, mit weitgehend entsprechendem Aufbau wie bei Figur 2a. Zusätzlich zu den parabelähnlichen Seitenwänden 21b und 21c ist hier die Lichtaustrittsfläche 21d nicht eben sondern im Sinne einer Zylinderlinse gestaltet. Mit einem solchen Aufbau lässt sich die Lichtverteilung senkrecht zur Mittelebene der linearen Lichtquelle noch enger gestalten als mit der in Figur 2a gezeigten Konfiguration. Bei den zu Figur 1 beschriebenen Grössenverhältnissen sind hier problemlos Lichtverteilungen von weniger als $\pm 10^\circ$ erreichbar.

Figur 2c zeigt den schematischen Querschnitt einer linearen Lichtquelle 20, bei dem die beiden Seitenwände 21b und 21c des transparenten Grundkörpers 21 asymmetrisch zur Mittelebene der linearen Lichtquelle sind und eine parabelähnliche Form aufweisen und bei dem die hier ebene Lichtaustrittsfläche 21d schief zur Mittelebene der linearen Lichtquelle 20 steht. Mit einem solchen Aufbau lässt sich eine deutlich asymmetrische Lichtverteilung senkrecht zur Mittelebene der linearen Lichtquelle erreichen.

Figur 2d zeigt den schematischen Querschnitt einer linearen Lichtquelle 20, bei dem die beiden Seitenwände 21b und 21c des transparenten Grundkörpers 21 asymmetrisch zur Mittelebene der linearen Lichtquelle sind und parabelähnliche Form aufweisen und bei dem der Träger 23 mit den LED-Chips 24 schief zur Mittelebene der linearen Lichtquelle 20 steht. Auch mit einem solchen Aufbau lässt sich eine deutlich asymmetrische Lichtverteilung senkrecht zur Mittelebene der linearen Lichtquelle erreichen.

Es kann mit beliebigen Kombinationen der in Figur 1 und Figur 2 skizzierten Elemente gearbeitet werden, um Konfigurationen mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften zu erzeugen.

Die **Figuren 3a und 3b** zeigen schematische Schrägansichten linearer Lichtquellen mit optischen Elementen zur Beeinflussung der Lichtverteilung in der längs der linearen Lichtquelle verlaufenden Mittelebene.

- Figur 3a entspricht in allen Punkten der in Figur 1 beschriebenen Konfiguration.
- 5 Zusätzlich ist jedoch der die LED-Chips 34 tragende Träger 33 verspiegelt und so umgeformt, dass zwischen den LED-Chips, bzw. zwischen allfälligen LED-Chip Gruppen, schiefe Ebenen vorhanden sind, die das in Richtung der Mittelebene der linearen Lichtquelle abgegebene Licht in einer gewünschten Lichtverteilung zur Austrittsfläche 31d des transparenten Grundkörpers 31 austreten lassen.
- 10 Die Umformung des Trägers 33 kann auch so geschehen, dass beliebig geformte Mantellinien, also insbesondere auch in einer Umgebung der LED-Chip-Untergruppen im Querschnitt parabelähnliche Verläufe, entstehen.

Figur 3b verdeutlicht zwei weitere Möglichkeiten zur Beeinflussung der Lichtverteilung in Richtung der Mittelebene aller LED-Chips 34.

- 15 Zum einen ist die Lichtaustrittsfläche 31d des transparenten Grundkörpers 31 pro LED-Chip bzw. pro eventuelle LED-Chip-Gruppe im Sinne einer Zylinderlinse gestaltet. Dies ermöglicht eine Formung der Lichtverteilung in Richtung der genannten Mittelebene. Bei einer Kombination mit der Struktur von Figur 2b ergeben sich domlinsenartige Strukturen, durch die die Lichtverteilung sowohl in
- 20 Richtung der Ebene als auch senkrecht dazu beeinflusst wird.

Zum Zweiten sind die Endflächen 31a – die bisher bei allen Konfigurationen senkrechte Ebenen waren – als parabelähnliche Flächen gestaltet. Dies bewirkt eine

Einengung der Lichtverteilung in Richtung der genannten Mittelebene an den Enden der linearen Lichtquelle 30.

Die in den Figuren 3a und 3b gezeigten Merkmale können mit denjenigen der Figuren 1 und/oder 2 kombiniert werden, wodurch fast beliebige gewünschte
5 Lichtverteilungen in der Mittelebene aller LED-Chips 34 und senkrecht zu dieser Mittelebene erzeugbar sind.

Figur 4 zeigt eine schematische Schrägansicht einer einfachen linearen Lichtquelle zur inneren Beleuchtung eines flächigen Objektes.

Die lineare Lichtquelle ist in einem flächigen transparenten Grundkörper 41
10 integriert, der eine rillenartige Vertiefung 42 hat. Die beiden Seitenflächen weisen an den Übergängen zu der Ebene, welche diese rillenartige Vertiefung 42 beinhaltet, ebene Abschrägungen 41b bzw. 41c auf. Das transparente Material, aus dem der Grundkörper 41 besteht, kann Glas oder ein geeigneter Kunststoff wie Acrylglas (PMMA) oder Polycarbonat sein.

15 Wie auch bei den vorstehend und nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen ist eine Vielzahl von LED-Chips 44 in definierten Abständen auf einem geeigneten Träger 43 montiert und mittels dieses Trägers 43 elektrisch kontaktiert und elektrisch mit einander verbunden. Statt jeweils eines LED-Chips 44 können auch Gruppen von mehreren, d.h. beispielsweise 3 bis 9, LED-Chips in definierten Abständen auf dem
20 Träger 43 angeordnet sein. Die LED-Chip 44 können auf dem Träger 43 schon vor der Vereinigung mit dem transparenten Grundkörper 41 mit einem – nicht dargestellten - transparenten Schutzmaterial umgeben sein. Ein geeignetes transparentes Schutzmaterial kann beispielsweise ein dauerelastisches Silikon sein.

Weiter können die LED-Chip 44 von einem, allenfalls in das genannte Schutzmaterial eingemischten, Lichtkonversions-Farbstoff (Fluoreszenzfarbstoff, Phosphor) umgeben sein, der beispielsweise die Aufgabe hat blaues von den LED-Chip 44 abgegebenes Licht in Weiss zu wandeln.

- 5 Die rillenartige Vertiefung 42 ist mit einem zunächst relativ dünnflüssigen transparenten Material gefüllt, das nach der Vereinigung von dem Grundkörpers 41 und dem Träger 43 mit den LED-Chips 44 mindestens teilweise aushärtet. Zu bevorzugen ist ein transparentes Füllmaterial, das nach dem Aushärten dauerelastisch bleibt. Ein geeignetes transparentes Füllmaterial kann beispielsweise ein
10 dauerelastisches Silikon sein.

Die LEDs können auch in den transparenten Block als Ganzen eingebracht – bspw. eingegossen oder umspritzt – sein. Dann können die rillenartigen, mit transparentem Füllmaterial gefüllten Vertiefungen entfallen.

- Die Neigung der ebenen Abschrägungen 41b und 41c ist so gewählt, dass das von
15 den LED-Chip abgegebene Licht an den Flächen 41b und 41c durch Totalreflexion umgelenkt wird und durch Totalreflexion innerhalb des flächigen Grundkörpers 41 verbleibt. Mindestens eine der grossen Seitenflächen des Grundkörpers 41 ist so strukturiert, dass auf sie auftreffendes Licht teilweise nach aussen auskoppelt, wobei Licht unter Umständen teilweise durch die gegenüberliegende Fläche austritt und
20 teilweise innerhalb des Grundkörpers 41 bleibt. Die Gestaltung einer solchen Strukturierung ist wohlbekannt und muss hier nicht weiter geschildert werden.

Bei einer totalen Dicke des flächigen Grundkörpers 41 von ca. 2.5 mm und einer Breite der ebenen unteren Fläche des Grundkörpers 41 von 1 mm und einer Höhe der

Abschrägungen 41b und 41c von 0.8 mm lässt sich mit einem solchen Aufbau eine Lichtverteilung in der gemeinsamen Mittelebene aller LED-Chips 44 von beispielsweise $\pm 80^\circ$ und in der Ebene senkrecht zu dieser Mittelebene von beispielsweise $\pm 35^\circ$ erreichen. Dabei verbleiben weit über 90% des von den LED-Chips abgegebenen Lichtes innerhalb des flächigen Grundkörpers 41.

Dies bedeutet, dass dank der breiten Lichtverteilung in Richtung der genannten Mittelebene nur wenige LED-Chips notwendig sind, um einen völlig homogen erscheinenden Lichtaustritt aus den flächigen Grundkörper schon in einem mm Abstand von den LED-Chips 44 zu gewährleisten. Es bedeutet weiterhin, dank der relativ engen Lichtverteilung in der Senkrechten zur genannten Mittelebene und dem erwähnten sehr hohen Einkoppelungsgrad von über 90%, dass das von den LED-Chip abgestrahlte Licht auch einen flächigen Grundkörper mit Dimensionen bis zu 2 m Höhe vollständig und homogen zu durchleuchten vermag.

Sämtliche in den Figuren 2a bis 2d gezeigten Konfigurationen können auch bei einer flächigen Lichtquelle gemäss der Figur 4 zum Einsatz kommen.

Figur 5 zeigt prinzipiell denselben Aufbau wie Figur 4. Im Unterschied zu Figur 4 ist ein allfällig vorhandener Farbkonversionsfarbstoff jedoch nicht in unmittelbarer Nähe der LED-Chips 54 angeordnet, sondern der Farbkonversionsfarbstoff 51e bedeckt mindestens eine der grossen Seitenflächen des flächigen Grundkörpers 51. Dies hat den Vorteil, dass keine zusätzliche Struktur zur Auskoppelung des Lichtes von Nöten ist, und dass Licht das von der Farbkonversionsschicht 51e „nach hinten,“ abgestrahlt wird nicht verloren geht, sondern zur gegenüber liegenden grossen Fläche des flächigen Grundkörpers 51 austritt.

Figur 6 zeigt schematisch den Querschnitt durch eine lichtdurchlässige Pixelwand die mit Hilfe von Elementen 60 gemäss Figur 4 aufgebaut ist und die beispielsweise an Hausfassaden oder an Böden, Decken und Wänden von Räumen ein beliebiges Bild im Sinne eines Bildschirms erzeugen kann.

- 5 Die flächigen Elemente sind 60 sind in den zwei in derselben Fläche liegenden Richtungen dicht an dicht angeordnet. Die LED-Chips 64 sind in Untergruppen angeordnet die jeweils eine Mischung aus rotes, grünes und blaues Licht abgebenden LED besteht. Sie werden mittels des Trägers 63 so kontaktiert, dass Rot, Grün und Blau innerhalb eines Elements 60 jeweils unabhängig von einander angesteuert
10 werden können.

Die dicht an dicht angeordneten Elemente 60 sind mittels Abstandhaltern 66 auf einem grossflächigen Tragelement 65 montiert. Der durch die Abstandhalter 66 gewährleistete Abstand beträgt einen Bruchteil eines mm bis einige mm. Das grossflächige Tragelement kann ein Fensterglas oder eine Hauswand oder eine
15 Raumdecke oder eine beliebige grosse ebene Fläche sein.

Jedes Element 60 wirkt als ein Pixel eines digitalen Bildes. Um hohe Auflösungen des Bildes zu erreichen müssen die Pixel, d.h. die Elemente 60, relativ klein sein, was beispielsweise für die Fassade eines Hochhauses eine Elementgrösse von ca. 20 x 20 cm und für Boden Decke oder Wände eines Innerraumes Elementgrösse von
20 wenigen Zentimetern bedeutet. Dies bedeutet aber auch, dass nicht beleuchtete Ränder zwischen den Pixeln bzw. den Elementen 60 minimal sein müssen.

Um dies zu erreichen besteht der Träger 63 beispielsweise aus demselben transparenten Material wie der flächige Grundkörper 61 und besitzt an seiner den

LEDs zugewandten Oberfläche Leiter für deren Kontaktierung. Die dicht-an-dicht-Anordnung der Elemente 60 geschieht mittels eines transparenten Materials mit ähnlichem Brechungsindex, also beispielsweise mit einem Silikon. Auf diese Weise koppelt Licht vom Nachbarelement in den Träger 63 ein und lässt diesen gegen
5 aussen hell erscheinen. Der Träger 63 ist auf seiner Oberseite 63a (d.h. an seiner den LEDs zugewandten Oberfläche) zusätzlich verspiegelt, so dass das eingekoppelte Licht des Nachbarelementes zurück reflektiert und so die Helligkeit des Nachbarelementes optimiert wird.

Die zur Lichtbündelung notwendige schiefe Fläche 61c ergibt einen Spalt 61f
10 zwischen auf einander folgenden Elementen 60, der als dunkler Rand in Erscheinung treten kann. Durch eine geeignete Gestaltung der Fläche 61c wird dies vermieden. Die Fläche 1c ist so geneigt, dass ein wohl definierter, kleiner Anteil des von den LED-Chips 64 auf sie auftreffenden Lichte nicht mittels Totalreflexion umgelenkt wird, sondern direkt auskoppelt. Auf diese Weise wird erreicht, dass auch der Spalt
15 61f gegen aus in derselben Helligkeit wie das restliche Element 60 erscheint.

In Summe ist so eine Pixelwand gestaltet, die keinerlei dunkle Ränder zwischen den einzelnen Pixeln aufweist und deshalb sehr kleine Pixel zulässt.

Wenn eine solche Pixelwand an der Aussenfassade eines (Hoch-)Hauses installiert wird, ist ein zusätzliches transparentes Schutzelement 67 notwendig, das
20 beispielsweise aus einer dünnen Glasscheibe oder einer geeigneten transparenten Kunststofffolie besteht.

Zusätzlich ist es in diesem Falle oft erwünscht, dass der gesamte Aufbau zwar nicht durchsichtig aber lichtdurchlässig ist. Wenn das grossflächige Tragelement 65

lichtdurchlässig, also beispielsweise Glas ist, wird eine solche Lichtdurchlässigkeit vom geschilderten Aufbau gewährleistet.

Mit Ausnahme der Figuren 2a bis 2d sind in den gezeichneten Ausführungsformen die – kammartigen – Ausformungen mit den lichtumlenkenden
5 Seitenwandabschnitten immer als abgeschrägte Seitenflächen gezeichnet. Figur 7a bis 7c zeigen ergänzend zu Figuren 2a bis 2d Prinzipskizzen mit Variationen von Querschnitten durch Ausformungen, welche an optisch transparenten Körpern von Ausführungsformen der Erfindung vorhanden sein können und welche LED-Chips
10 74 aufweisen. Die Ausformungen der in Figuren 7a bis 7c gezeichneten Art können ebenso wie diejenigen der Figuren 2a bis 2d oder Abwandlungen an optisch transparenten Körpern verschiedenster Ausformungen vorhanden sein, beispielsweise wie in den vorstehenden oder nachfolgenden Figuren gezeichnet.

Das Prinzip der einfachsten Ausgestaltung mit ebenen Abschrägungen 71b ist noch einmal in Figur 7a skizziert. Die Pfeile verdeutlichen, wie von den LED-Chips
15 bezüglich einer optischen Achse 74a seitlich abgestrahltes Licht durch Totalreflektion so umgelenkt wird, dass es im optisch transparenten Körper verbleibt.

Anstatt einer einzigen Abschrägung kann die kammarige Ausformung auch mehrere abgeschrägte Seitenwand-Abschnitte 71b, 71c aufweisen, die verschiedene Winkel zur optischen Achse bilden und bspw. einen parabelähnlichen Verlauf imitieren, wie
20 das in Figur 7b dargestellt ist. Dies erhöht die Bündelungswirkung, d.h. die Streuung der Lichtrichtungen wird kleiner.

Eine weitere Variationsmöglichkeit ist ebenfalls in Figur 7b skizziert: Die Position des LED-Chips kann variiert werden. Hier ist der LED-Chip entlang seiner optischen

Achse gegen ein Inneres der Lichtquelle leicht verschoben; ein distanzhaltendes Element 78 ist in der Figur symbolisch dargestellt.

- Figur 7c schliesslich zeigt wie Figuren 2a-2d einen gekrümmten Verlauf der Seitenwandabschnitte 71h. Im Unterschied zu den parabelähnlichen Verläufen in Figuren 2a bis 2d ist aber die Trägerfläche 71i deutlich breiter. Die Kammlinie im Sinne der Erfindung befindet sich hier in der Mitte der Trägerfläche 71i. Viele weitere Ausführungsformen sind denkbar, bspw. sogar mit abschnittweise konkaven Verläufen; die Ausformung kann auch anwendungsspezifisch gezielt gewählt sein und bspw. bestimmte gewünschte Bündelungscharakteristika bewirken.
- 10 Die Lichtquelle gemäss **Figur 8** ist als von innen nach aussen strahlender Torus-Strahler ausgebildet. Eine lineare Anordnung von LED-Chips 84 befindet sich auf der Innenseite eines torusförmigen optisch transparenten Körpers 81, nämlich entlang dessen innerer Umfangslinie. Die lichtabstrahlenden Flächen der LED-Chips sind gegen die Aussenseite des Torus hin ausgerichtet. Die Seitenwand-Abschnitte
- 15 81b, welche durch eine Ausformung der in den Figuren 2a-2d und 7a bis 7c skizzierten Art gebildet werden, lenken von den LED-Chips erzeugtes Licht durch Reflexion nach aussen ab. Das Licht wird durch eine hier entlang der äusseren Umfangslinie des Torus verlaufende Lichtaustrittsfläche 81d abgegeben. Es ergibt sich eine Abstrahlcharakteristik, wie sie im kleinen Bild links in der Figur skizziert
- 20 ist. Die Lichtquelle gemäss Figur 8 kann insbesondere für die Raumbelichtung vorteilhaft sein, da sie bei geeigneter Anordnung auch bei hoher Lichtleistung nicht blendet und die Raumwände gleichmässig ausleuchten kann.
- Ebenfalls einen torusförmigen optisch transparenten Körper weist die Lichtquelle gemäss **Figur 9** auf. Die LED-Chips 94 sind entlang der äusseren Umfangslinie des
- 25 optisch transparenten Körpers so angeordnet, dass die lichtabstrahlenden Flächen

- gegen innen orientiert sind. Die Ausformungen mit den lichtumlenkenden Seitenwänden 91b schliessen entsprechend an die äussere Umfanglinie an und lenken von den LED-Chips seitlich abgegebenes Licht nach innen ab. Die Lichtaustrittsfläche 91d befindet sich an der Innenseite. Die Lichtquelle gemäss
- 5 Figur 9 kann eine hohe Lichtintensität im Torus-Zentrum bewirken. Dies kann bei technischen Anwendungen vorteilhaft sein, bspw. für die Aushärtung von Kunststoffen, die Belichtung fotosensitiver Materialien, die Entkeimung (insbesondere mit UV-Licht) usw. Die Entwicklung von LED-Chips, welche bei der für die Entkeimung von Wasser benötigten Wellenlängen strahlen, ist im Gange.
- 10 Anstelle der torusförmigen Lichtquelle gemäss Figur 9 kann gemäss demselben Prinzip auch eine scheibenförmige Lichtquelle zur Verfügung gestellt werden, bei welcher die LED-Chips und die Ausformungen mit den lichtumlenkenden Seitenwänden entlang der äusseren Umfanglinie angeordnet sind. Mindestens eine der grossen Flächen der scheibenförmigen Lichtquelle besitzt dann vorzugsweise
- 15 lichtauskoppelnde Strukturen, so dass die Lichtquelle als gleichmässig leuchtende Scheibe wirkt.

- Die Lichtquellen der **Figuren 10 und 11** haben ebenfalls die Topologie eines Torus (die Oberflächen sind „topologisch äquivalent“ zum Torus), d.h. sie sind als Körper mit durchgehender Öffnung ausgebildet. Sie bestehen quasi aus einer Mehrzahl von
- 20 aufeinander gestapelten Tori der Art der Lichtquelle von Figur 9. Der optisch transparente Körper 101 der Lichtquelle von Figur 10 hat die Form eines Hohlzylinders mit einer Mehrzahl von in der Art eines Abgeflachten Kammes auf der Aussenseite verlaufenden Ausformungen. Jede der Ausformungen trägt aussenseitig nach innen strahlende LED-Chips 104 und wirkt durch die Seitenflächen
- 25 101b lichtumlenkend für seitlich abgestrahlte elektromagnetische Strahlung. Im Zylinderinnern kann zu beleuchtendes Material (bspw. zu entkeimendes Wasser etc.) in Richtung der Zylinderachse transportiert werden. Alternativ dazu kann die

Lichtquelle auch zur Beleuchtung eines länglichen Objektes dienen. Anstelle des gezeichneten Verlaufs mit ringartigen Linien können die LED-Chips auch spiralartig entlang des Zylindermantels verlaufen.

Die Lichtquelle von Figur 11 unterscheidet sich von derjenigen von Figur 10
5 dadurch, dass die Abstrahlrichtung – sie wird durch die Anordnung der LED-Chips 114 und die Orientierung der Ausformungen bestimmt – in Funktion der axialen Position variiert. Dies so, dass die Lichtdichte im Innern des vom optisch transparenten Körpers 111 gebildeten Hohlraum gegen das Zentrum des Körpers hin zunimmt. Diese Konfiguration ist besonders günstig für Fälle, wo eine hohe
10 Lichtdichte an einem bestimmten Punkt gewünscht wird. Auch die Ausformungen und LED-Chip-Linien der Ausführungsform von Figur 11 können spiralartig verlaufen.

Die Ausführungsformen gemäss den **Figuren 12 und 13** sind Beispiele von flächigen Lichtquellen, bei denen sich im Gegensatz zur ebenfalls flächigen
15 Lichtquelle gemäss Figur 4 lineare Anordnungen der LED-Chips eine Ebene aufspannen, welche hier parallel zur Lichtaustrittsfläche verläuft. In der Anordnung gemäss Figur 12 bilden die LED-Chips 124 und die Ausformungen mit den lichtumlenkenden Seitenwänden 121b eine Mehrzahl von konzentrischen Kreisen, die in der Summe die im wesentlichen scheibenförmige Lichtquelle bilden. Die
20 Lichtaustrittsfläche ist die in der Figur nicht sichtbare untere Oberfläche des optisch transparenten Körpers 121. Anstelle der Anordnung mit mehreren konzentrischen Kreisen könnten die LED-Chips und die Ausformungen auch eine spiralartige Struktur bilden oder mäandrieren. Die Lichtquelle als ganze kann auch oval sein, d.h. eine elliptische Umfangslinie aufweisen, oder eine andere Umfangsform besitzen.
25 Der mindestens eine – wie in allen Figuren 8 bis 13 nicht gezeichnete – Träger der LED-Chips kann linear und bspw. biegsam sein und der Anordnung der LED-Chips folgen. Alternativ dazu kann er auch als Platte ausgebildet sein, welche im

Wesentlichen die ganze Rückseite der Lichtquelle – in der Figur entspricht diese der Oberseite – überspannt und eine die LED-Chip-Anordnung widerspiegelnde Leiterbahnstruktur besitzt.

5 Bezüglich der Beschaffenheit des Trägers analog kann die Lichtquelle gemäss Figur 13 aufgebaut sein, welche bspw. in ihrer Grundform rechteckig ist und bei welcher die linearen Anordnungen von Lichtquellen Geraden bilden, die hier im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen.

10 Sowohl bei der Ausführungsform gemäss Figur 12 als auch bei derjenigen gemäss Figur 13 ist nicht zwingend, dass alle LED-Chips 124 bzw. 134 in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind; vielmehr kann der Abstand zur Lichtaustrittsfläche von linearer Anordnung zu linearer Anordnung, unter Umständen auch von LED zu LED innerhalb der linearen Anordnungen verschieden sein.

15 Alternativ zu den gezeichneten Ausführungsformen mit einer Mehrzahl von kammartigen Ausformungen, die je lineare Anordnungen von LEDs tragen, ist auch eine Ausführungsform mit einer Mehrzahl von hügelartigen Ausformungen denkbar, die je einen LED-Chip oder eine Gruppe von LED-Chips tragen. Die hügelartigen Ausformungen können eine ungefähr konische Form aufweisen und rasterartig verteilt sein. Die LED-Chips oder Gruppen von LED-Chips sind vorzugsweise an den Scheitelpunkten der Ausformungen angeordnet.

20 Die Lichtquelle gemäss Figur 14 entspricht bspw. in Geometrie und Grundaufbau (Anordnung einer Mehrzahl von LED-Chips 144 auf einem Träger 143 sowie lichtablenkende Seitenwand-Abschnitte 141b) derjenigen von Figur 4 oder derjenigen von Figur 5. Gemäss einer ersten Variante sind im Unterschied zur Figur

4 alle Flächen des optisch transparenten Körpers 141 glatt und transparent. Dann tritt
Licht durch die schmalen Flächen 141a, 141d aus. Gemäss einer zweiten Variante ist
die im Bild obere grosse Fläche 141e strukturiert und bspw. zusätzlich noch
verspiegelt. Auch die schmalen Flächen 141a, 141d sind bspw. verspiegelt. Dann tritt
5 Licht durch die untere grosse Fläche 141f diffus aus. Gemäss weiteren Varianten
(ergänzend oder alternativ) ist die als Lichtaustrittsfläche dienende untere grosse
Fläche aufgerauht oder sonstwie mit auskoppelnden Strukturen versehen.

Zusätzlich besitzt der optisch transparente Körper an seiner Oberseite rotations-
parabolische Kollimationsstrukturen 141g, an deren Scheitel je ein LED-Chip oder
10 mehrere LED-Chips 145 angebracht sind. Ein separater Träger 146 dient der
Kontaktierung dieser LED-Chips 145. Diese LED-Chips 146 mit rotations-
parabolischen Kollimationsstrukturen 141g erzeugen gebündeltes Licht, welches
ebenfalls auf der gegenüberliegenden Seite 141f austritt.

Die Lichtquelle der Figur 14 kann überall dort angewendet werden, wo eine diffuse
15 Grundbeleuchtung mit einer Quelle gebündelten Lichts kombiniert werden soll,
bspw. als Automobil- Schienenfahrzeug- oder Flugzeug-Innenbeleuchtung mit
Leseleuchte. Es kann auch nur eine oder es können mehr als zwei
Kollimationsstrukturen verwendet werden.

Figur 15 zeigt eine Variante der Lichtquelle von Figur 14, welche ermöglicht, dass
20 die linear angeordneten LED-Chips 154 und den Kollimationsstrukturen 151g
zugeordneten LED-Chips auf einer gemeinsamen, als Träger dienenden Leiterplatte
153 angebracht sind. Dies wird durch eine Umlenkfläche 151h des optisch
transparenten Körpers 151 ermöglicht. Die Ausformung mit den lichtumlenkenden
Seitenwänden 151b ist so angeordnet, dass die optisch Achse der linear angeordneten
25 LED-Chips 154 ungefähr senkrecht zu den grossen Flächen 151e, 151f liegen. Die

Umlenkfläche 151h hat einen Winkel von ungefähr 45° zu den grossen Flächen und bewirkt, dass das Licht eine Ebene parallel zu den grossen Flächen abgelenkt, in dieser Ebene geführt und bspw. wie in der Ausführungsform gemäss Figur 14 ausgekoppelt wird.

- 5 Die Ausführungsform gemäss **Figur 16**, schliesslich kombiniert die Ansätze der Figuren 12 und 13 (flächige Lichtquelle mit Anordnung von LED-Chips, welche eine Fläche aufspannen) einerseits und 14 und 15 („Spots“, welche mit rotations-parabolischen Strukturen 161g und zugeordneten LED-Chips 166 gebildet werden) andererseits.

- 10 In jeder der Ausführungsformen der Figuren 14 bis 16 können für die Spots anstelle von rotations-parabolischen Kollimationsstrukturen auch andere lichtbündelnde Strukturen verwendet werden, zum Beispiel näherungsweise rotations-parabolische Strukturen; diese können abschnittsweise konisch sein.

PATENTANSPRÜCHE

1. Lichtquelle mit einer Mehrzahl von Untergruppen von je mindestens einem ungehäusten LED-Chip (14, 24, 34, 44, 54, 64, 74, 84, 94, 104, 114, 124, 134, 144, 154, 164) mit einer lichtabstrahlenden Fläche, sowie mit einem Körper (11, 21, 31, 41, 51, 61, 81, 91, 101, 111, 121, 131, 141, 151, 161) aus optisch transparentem Material, der die lichtabstrahlende Fläche jedes LED-Chips einhüllt, so, dass sich von den LED-Chips abgestrahltes Licht im optisch transparenten Material ausbreitet, und dass mindestens ein Teil des von den LED-Chips bezüglich einer optischen Achse seitlich abgestrahlten Lichtes durch mindestens teilweise Reflexion an mindestens einer Grenzfläche des Körpers umgelenkt wird, wobei die LED-Chips auf mindestens einem sie elektrisch kontaktierenden Träger (13, 23, 33, 43, 53, 63, 143, 153, 163) aufgebracht sind, wobei der mindestens eine Träger am optisch transparenten Körper mechanisch fixiert ist.
2. Lichtquelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der optisch transparente Körper mindestens eine Ausformung aufweist, welche sich gegen eine Kammlinie oder einen Scheitelpunkt hin verjüngt, wobei mindestens einige der LED-Chips an der Ausformung bzw. den Ausformungen angeordnet sind, und wobei diese LED-Chips so angeordnet sind, dass mindestens ein Teil des von den LED-Chips abgestrahlten Lichtes durch Reflexion an einer Grenzfläche der Ausformung umgelenkt wird.
3. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Untergruppen in mindestens einer linearen, eine Linie definierenden Anordnung vorhanden sind.

4. Lichtquelle nach Anspruch 3 bezogen auf Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausformung bzw. Ausformungen kammartig ist bzw. sind und dass die LED-Chips entlang der Kammlinie angeordnet sind.
5. Lichtquelle nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der bzw. die Träger an einer Trägerfläche des Körpers vorhanden ist bzw. sind, an welche bezüglich der Linie seitlich Seitenwände anschliessen.
6. Lichtquelle nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Seitenwände einen Abschnitt mit Abschrägungen (11b, 11c, 21b, 21c, 31b, 31c, 41b, 41c, 51b, 51c, 71b, 71c, 81b, 91b, 101b, 121b, 141b, 151b) besitzen, welcher Abschnitt zu der Trägerfläche keinen rechten Winkel bildet, sondern eine an die Trägerfläche anschliessende schiefe Ebene bildet oder einen gekrümmten Verlauf aufweist, wobei die Krümmung vorzugsweise parabelartig verläuft.
7. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass von den LED-Chips abgestrahltes Licht mehrheitlich durch eine der Trägerfläche gegenüberliegende Lichtaustrittsfläche (11d, 21d, 31d, 81d, 91d) aus dem Körper ausgekoppelt wird.
8. Lichtquelle nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtaustrittsfläche (21d, 31d) eine zylinderlinsenartige oder domlinsenartige Struktur besitzt.
9. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet dass die Lichtverteilung in einer Mittelebene der optischen Achsen sich von derjenigen senkrecht zu der Mittelebene unterscheidet

10. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzflächen des Körpers so ausgebildet sind, dass von den LED-Chips seitlich und senkrecht zur Linie abgestrahltes Licht durch mindestens teilweise Reflexion umgelenkt wird.
- 5 11. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper beiderseits bezüglich der Linie Seitenwände aufweist, die als lichtumlenkende Flächen wirken, durch welche vorzugsweise bis auf eventuelle Teilflächen mit Auskoppelstrukturen kein Licht oder insgesamt maximal 20% des von den LED-Chips erzeugten Lichtes austritt.
- 10 12. Lichtquelle nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Seitenfläche des Körpers Auskoppelstrukturen aufweist.
13. Lichtquelle nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Achsen einer Mehrzahl der LED-Chips, vorzugsweise aller LED-Chips, in einer Ebene verlaufen..
- 15 14. Lichtquelle nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Ebene parallel zu Abschnitten von Seitenflächen des Körpers ist.
- 15 15. Lichtquelle einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lage der Grenzflächen und der Brechungsindex des Körpers so gewählt sind, dass von den LED-Chips seitlich abgestrahltes Licht durch
20 Totalreflexion umgelenkt wird.

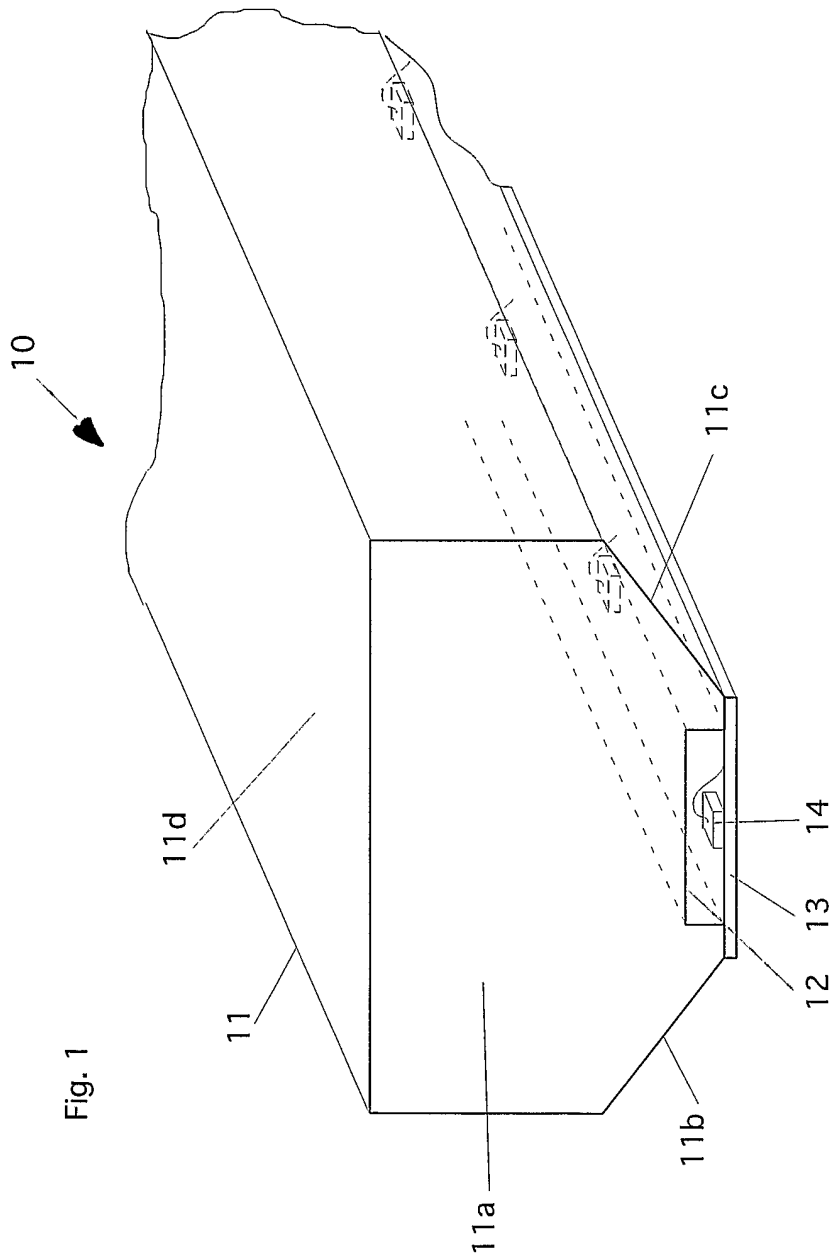
16. Lichtquelle nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass elektrisch leitende Verbindungen zwischen die LED-Chips kontaktierenden Kontakten des Trägers bzw. der Träger existieren, so dass alle LED-Chips miteinander elektrisch verbunden sind.
- 5 17. Lichtquelle nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet dass eine Mehrzahl von Trägern vorhanden ist und dass die Träger durch Drähte oder Litzen miteinander verbunden sind.
18. Lichtquelle nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Konversionsfarbstoff (51e) welcher entweder in einer mindestens einige
10 der LED-Chips umgebenden Schicht oder an einer Oberfläche vorhanden ist, durch welche Licht aus dem Körper auskoppelt.
19. Lichtquelle nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der optisch transparente Körper eine durchgehende
15 Öffnung aufweist, und dass die LED-Chips entlang einer Innenseite des optisch transparenten Körpers so angebracht sind, dass von ihnen abgestrahltes Licht auf einer Aussenseite aus dem Körper austritt
20. Lichtquelle nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der optisch transparente Körper eine durchgehende Öffnung aufweist, und dass die LED-Chips entlang einer Aussenseite des optisch transparenten Körpers so
20 angebracht sind, dass von ihnen abgestrahltes Licht in die durchgehende Öffnung austritt..

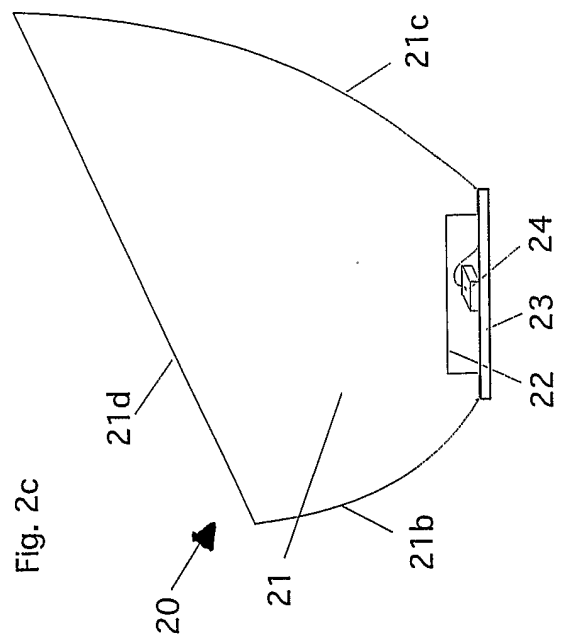
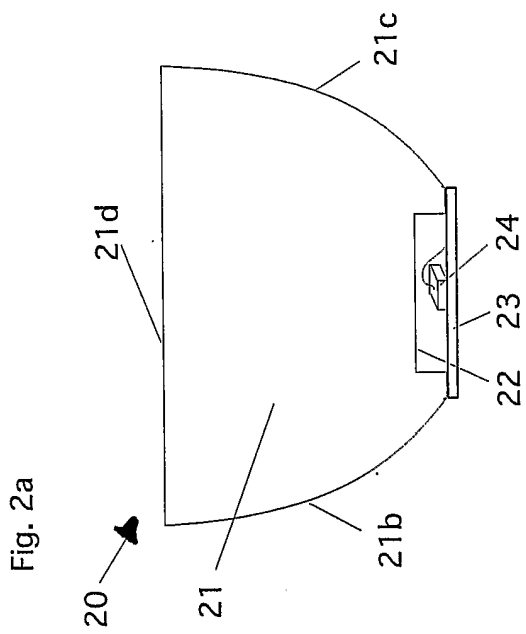
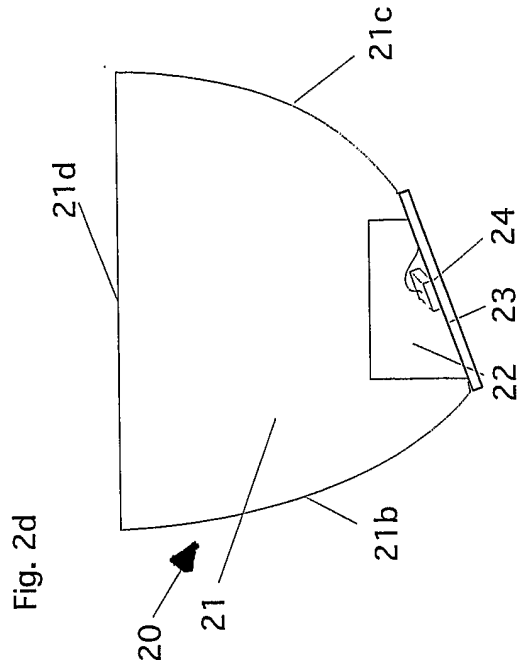
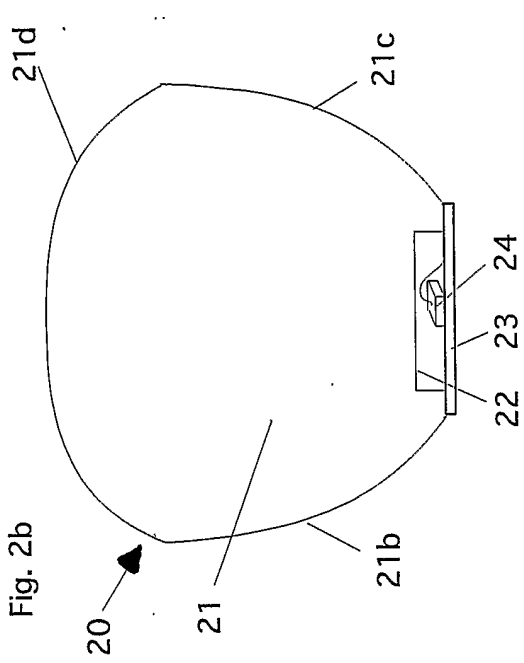
21. Lichtquelle nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die LED-Chips in einer Anordnung vorhanden sind, in welcher sie eine Ebene aufspannen, wobei die optische Achse der LED-Chips zu dieser Ebene senkrecht steht oder zu ihr einen Winkel bildet.
- 5 22. Lichtquelle nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie zusätzliche, Kollimationsstrukturen bildende Ausformungen (141g, 151g, 161g) aufweist, denen zusätzliche LED-Chips (146, 156, 166) zugeordnet sind
- 10 23. Pixelwand, aufweisend eine Mehrzahl von Lichtquellen (60) gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Lichtquellen einzeln ansteuerbar sind.
24. Pixelwand nach Anspruch 23, wobei mindestens einige der Lichtquellen LED-Chips mit verschiedenen Emissionswellenlängen aufweist, und wobei die LED-Chips mit sich unterscheidenden Wellenlängen unabhängig voneinander angesteuert werden können.
- 15 25. Pixelwand nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, sie eine Pixelwand-Ebene definiert, in welcher die je ein Pixel bildenden Lichterzeugenden Elemente nebeneinander angeordnet sind, und dass die optischen Achsen der LED-Chips einen Winkel zur Pixelwand-Ebene bilden und vorzugsweise senkrecht zu ihr stehen.
- 20 26. Pixelwand nach einem der Ansprüche 23 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger transparent ist, und dass einen Hauptkörper des Trägers bildendes Material vorzugsweise einen optischen Brechungsindex aufweist,

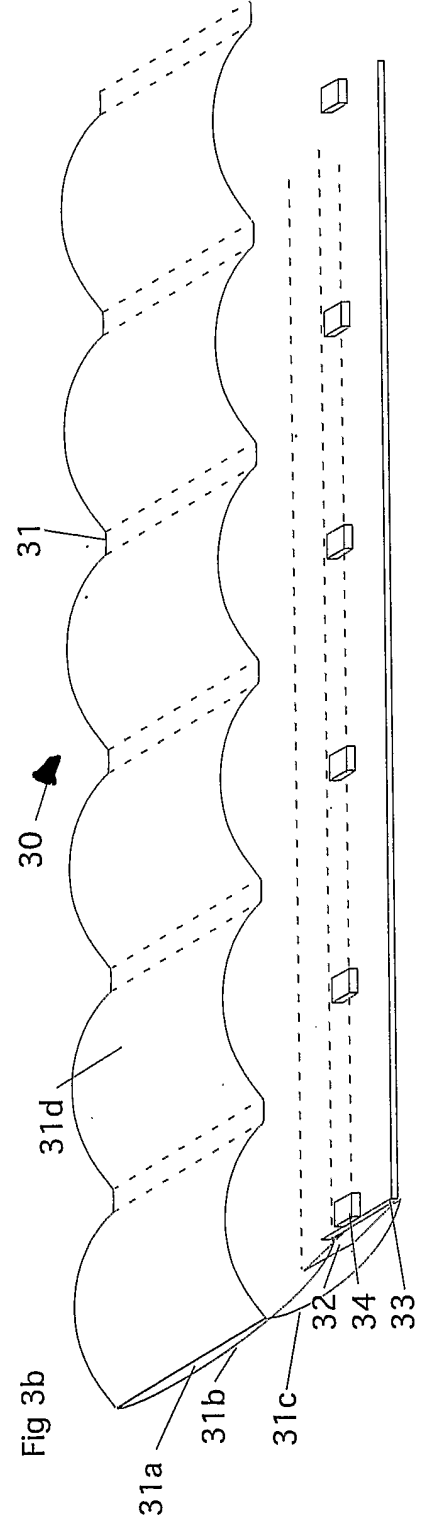
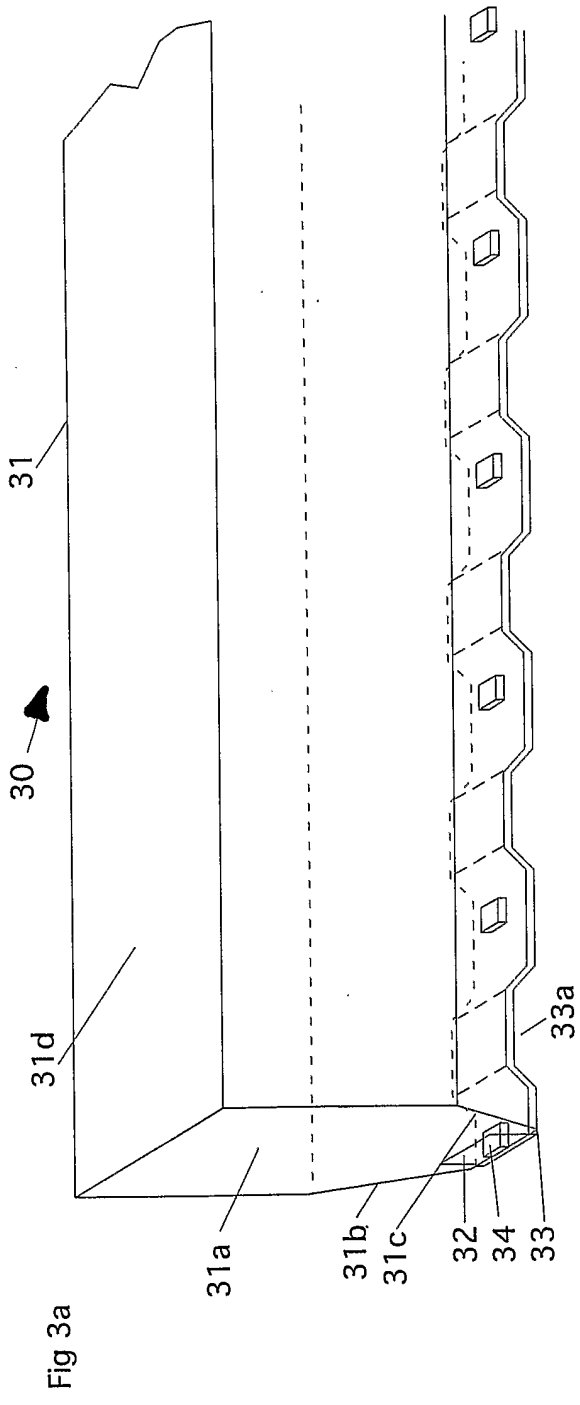
welcher um höchstens 30% von demjenigen des Körpers aus optisch transparentem Material abweicht.

27. Verfahren zur Herstellung einer Lichtquelle, mit den Verfahrensschritten
- 5 a) zur Verfügung-Stellen eines Körpers aus optisch transparentem Material mit einer länglichen Grundfläche und daran angrenzenden Abschnitten von Seitenflächen, welche Abschnitte nicht senkrecht zur Grundfläche verlaufen,
- b) anbringen einer rillenartigen Vertiefung in der Grundfläche,
- 10 c) füllen der rillenartigen Vertiefung mit flüssigem oder plastisch oder elastisch deformierbarem transparentem Material,
- d) anbringen von mindestens einem Träger mit darauf angebrachten elektrisch kontaktierten ungehäusten LED-Chips,
- so, dass die LED-Chips in das flüssige oder deformierbare Material hineinragen und von diesem mindestens teilweise umschlossen werden,
- 15 e) aushärten des flüssigen oder deformierbaren Materials,
- wobei die Verfahrensschritte c) und d) in beliebiger Reihenfolge durchführbar sind.
28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass der optische Brechungsindex des flüssigen oder deformierbaren Materials nach dem
- 20 Aushärten sich um höchstens 30%, vorzugsweise höchstens 20% von demjenigen des Körpers unterscheidet.

29. Verfahren nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper nach dem Aushärten in Teilstücke zertrennt wird, so, dass jedes Teilstück als eigenständige Lichtquelle funktionsfähig ist.







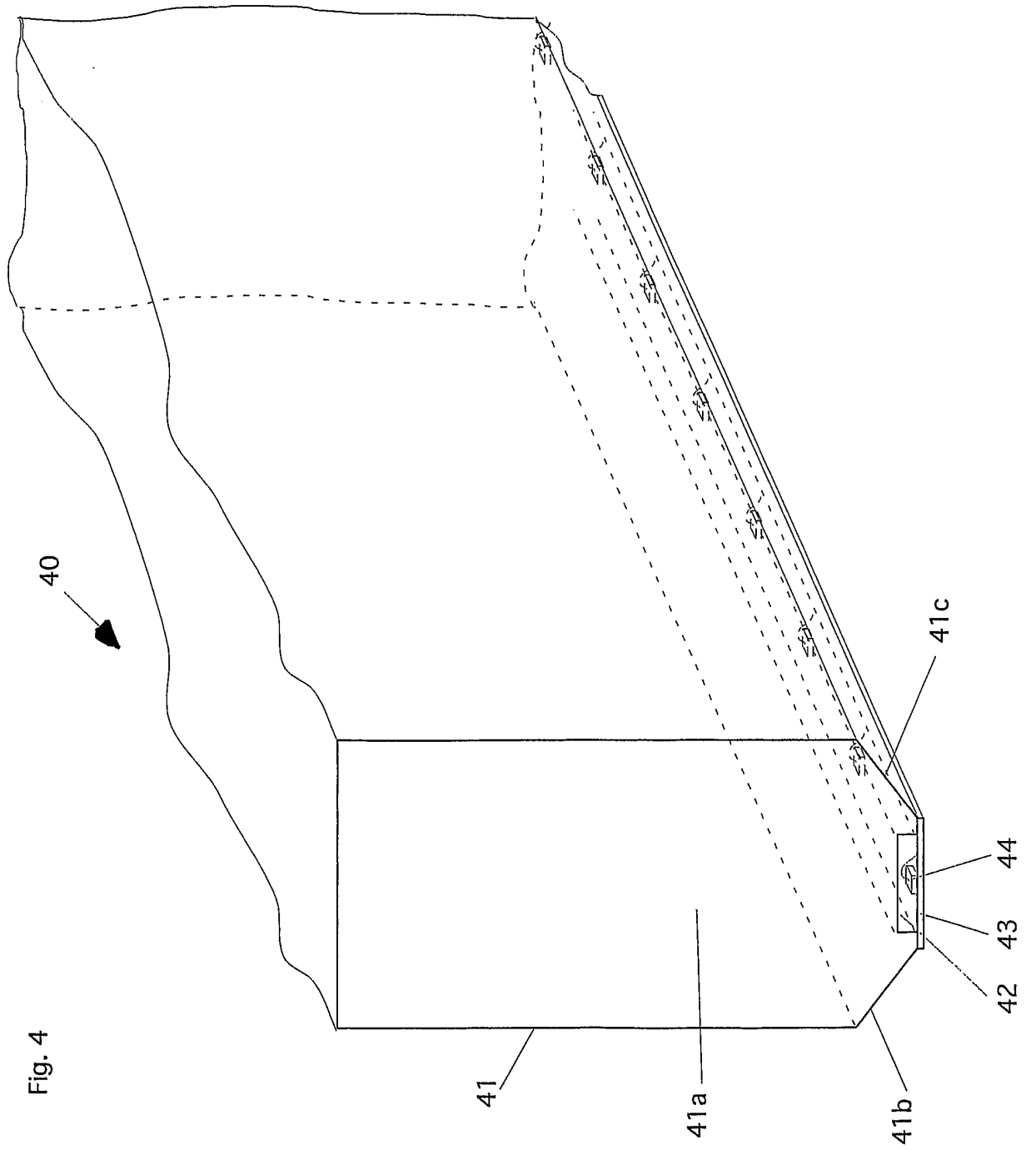


Fig. 4

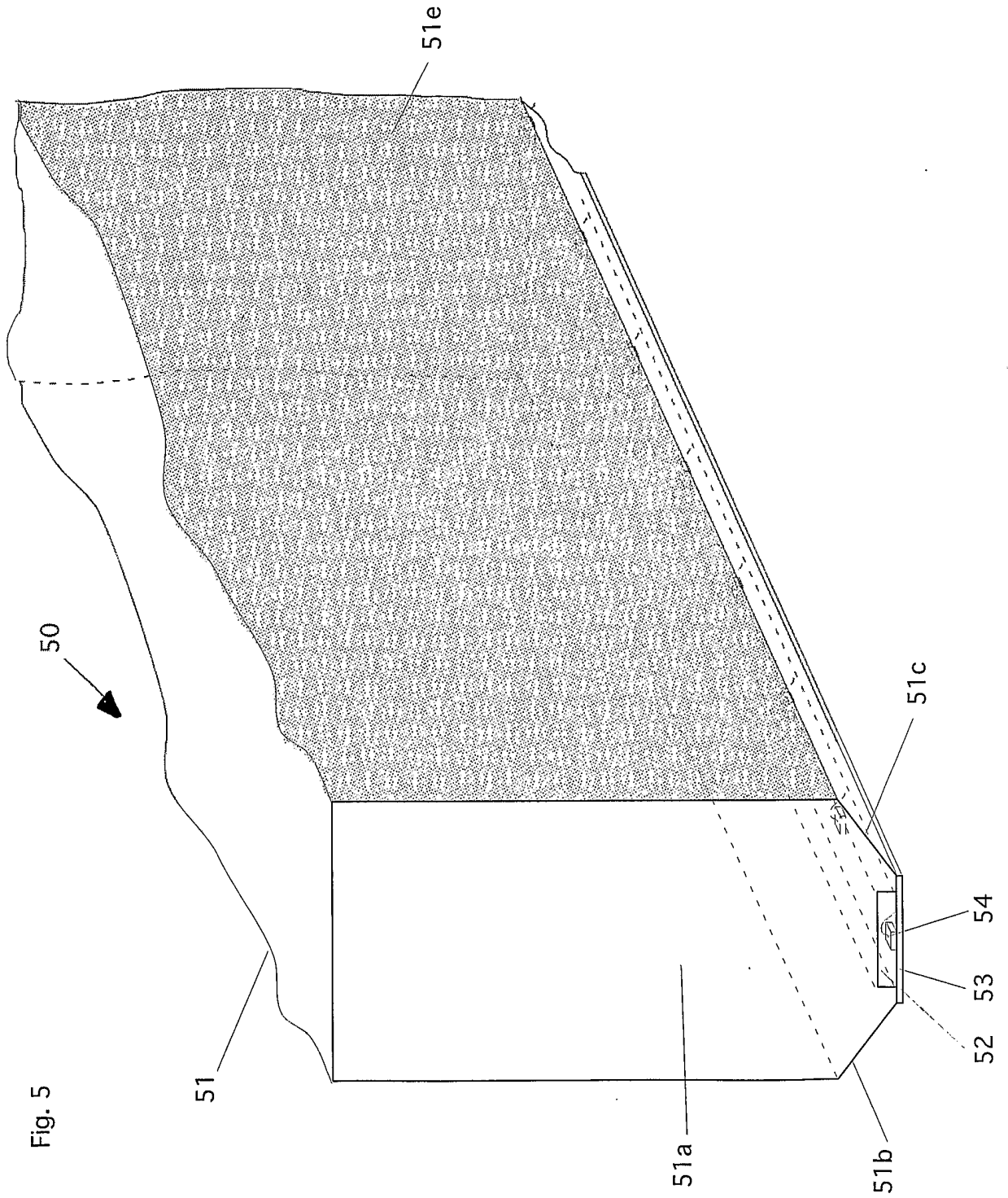
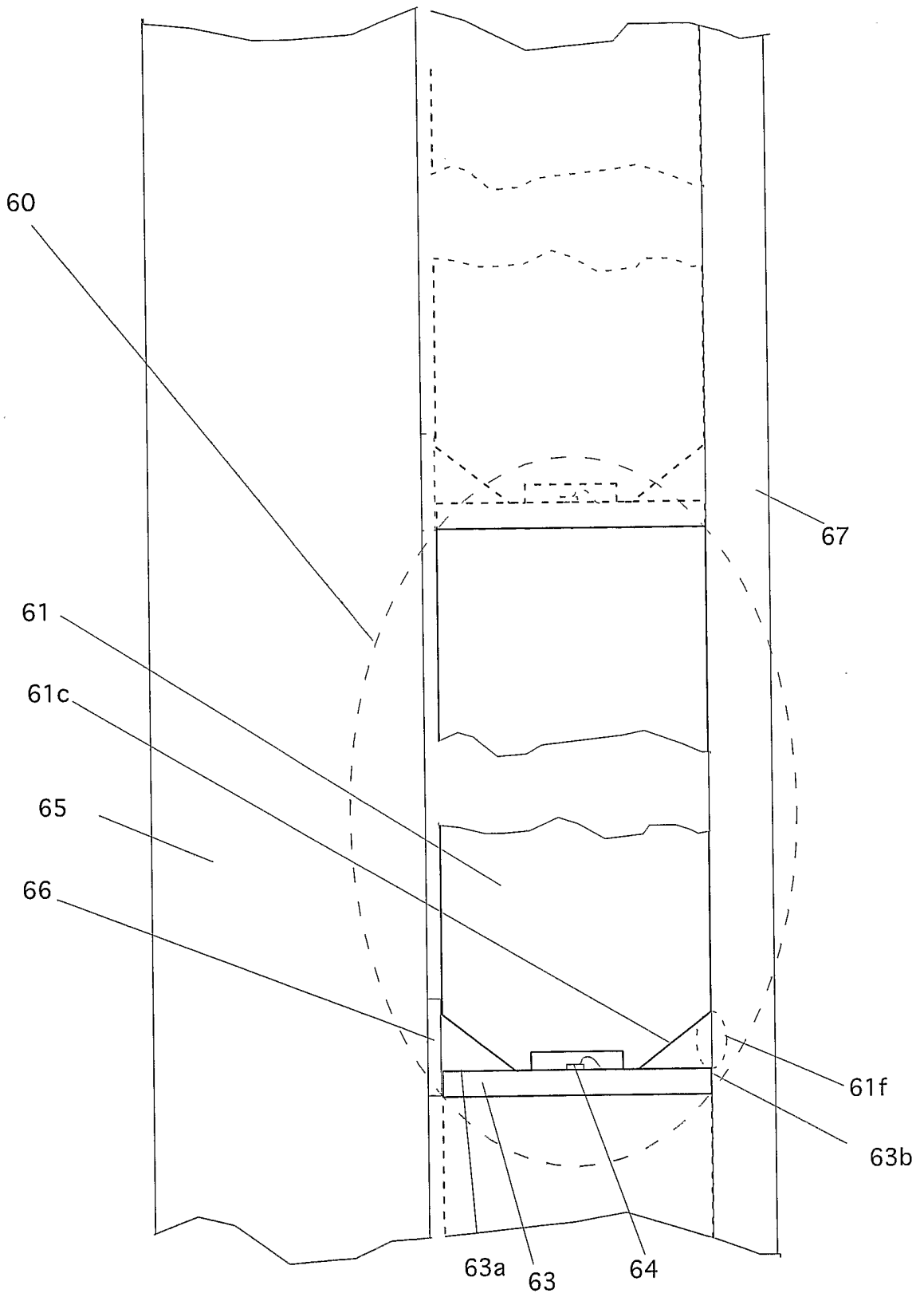


Fig. 6



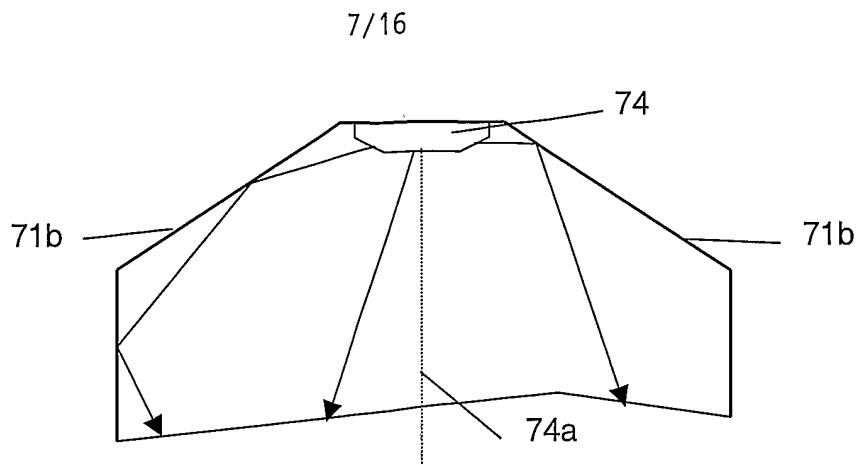


Fig. 7a

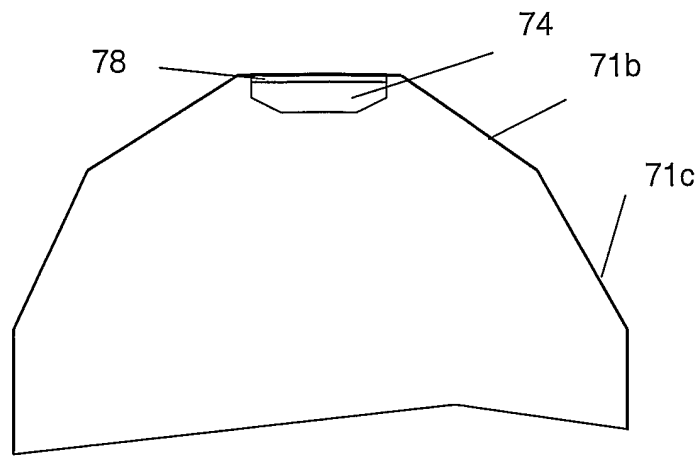


Fig. 7b

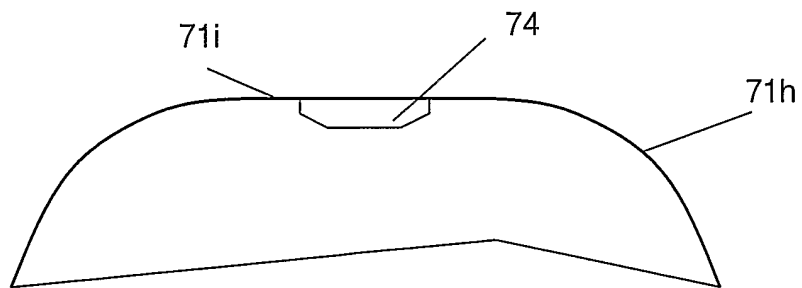


Fig. 7c

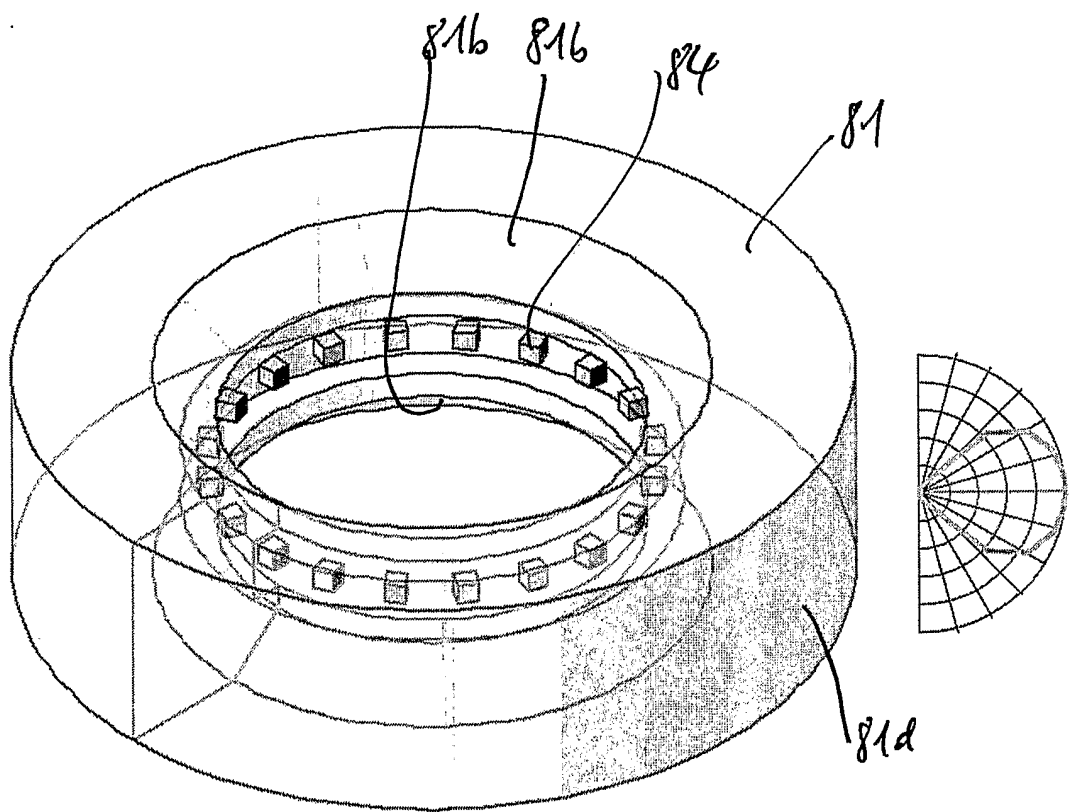


Fig. 8

9/16

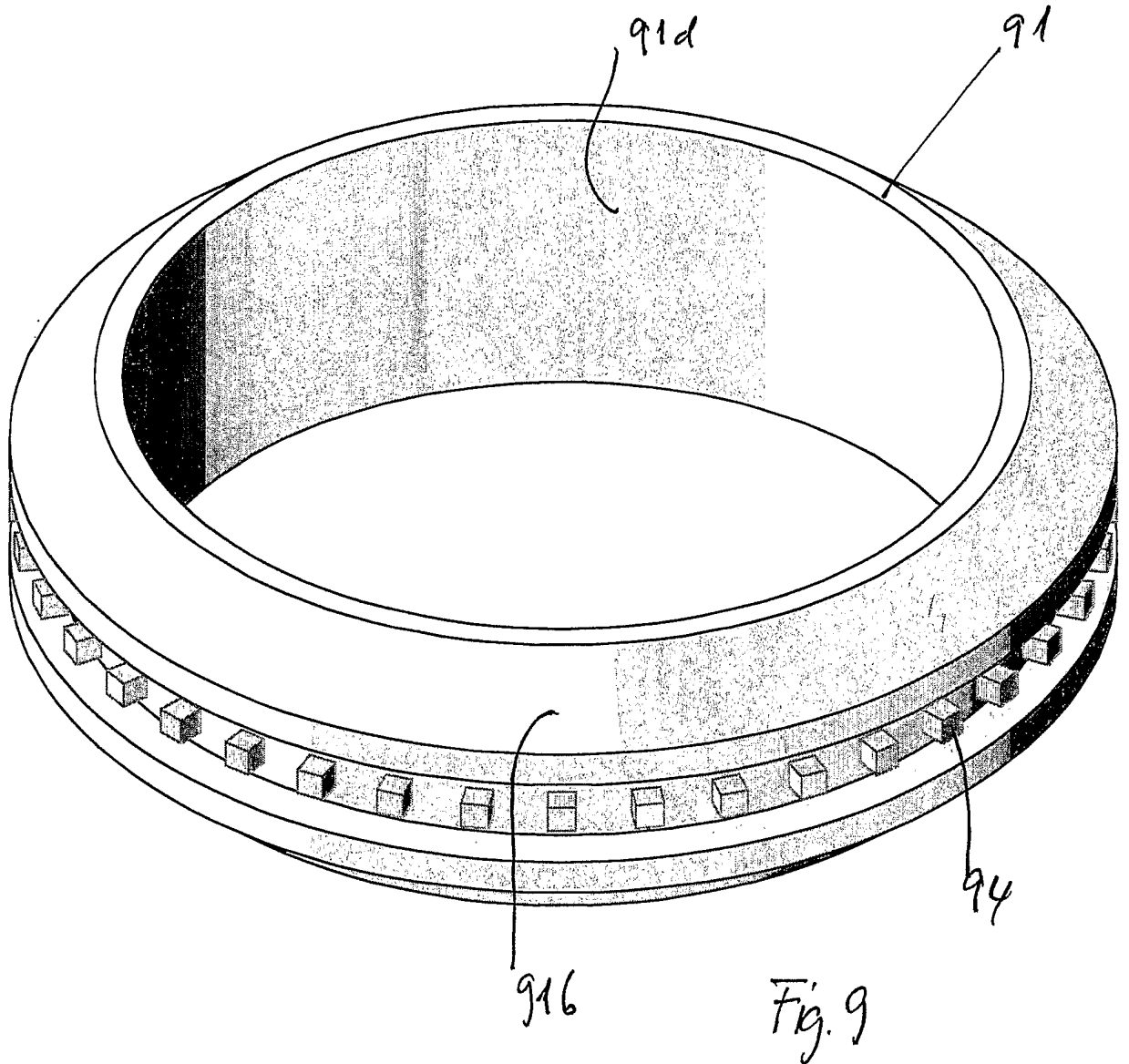


Fig. 9

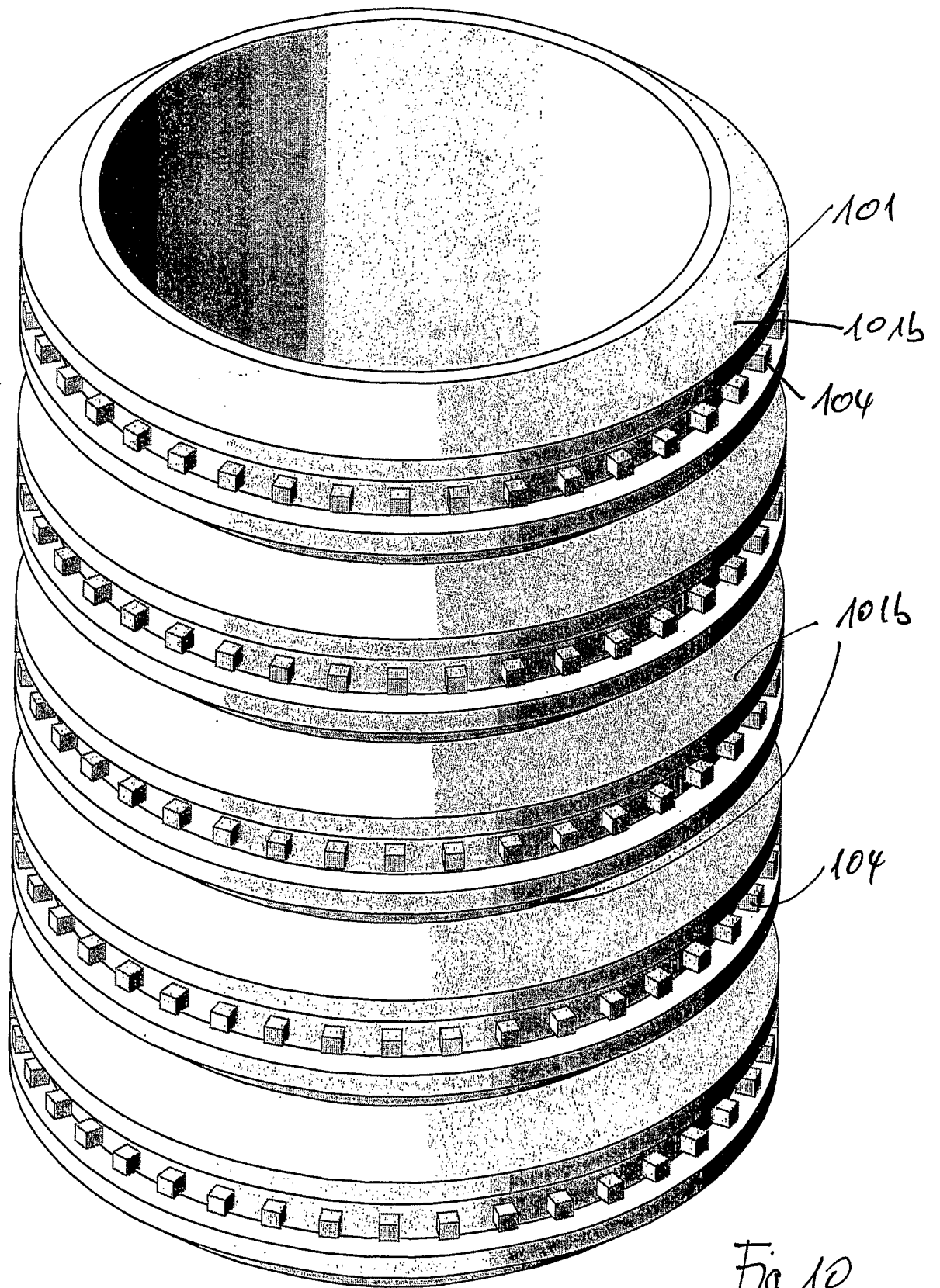


Fig. 10

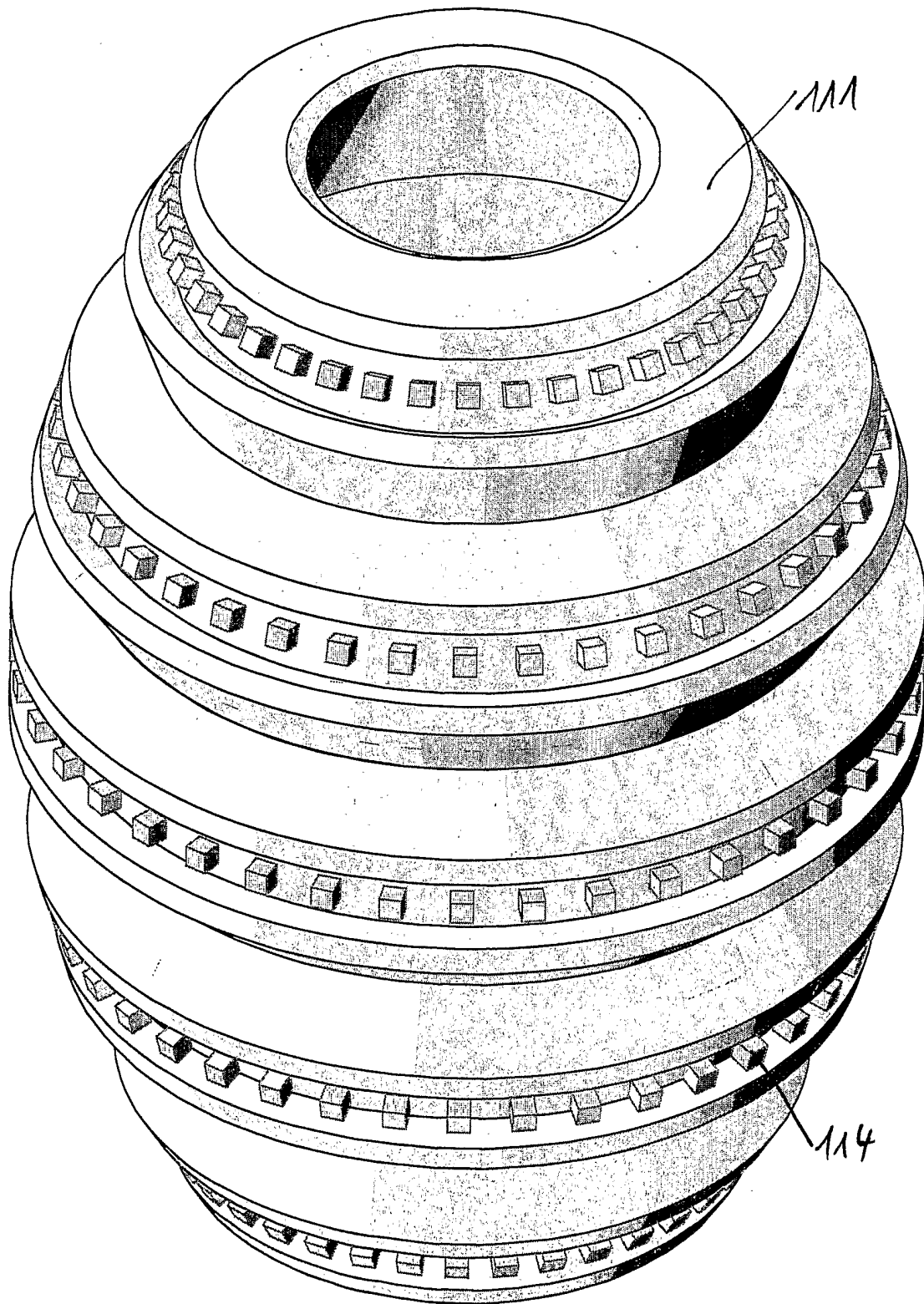


Fig. 11

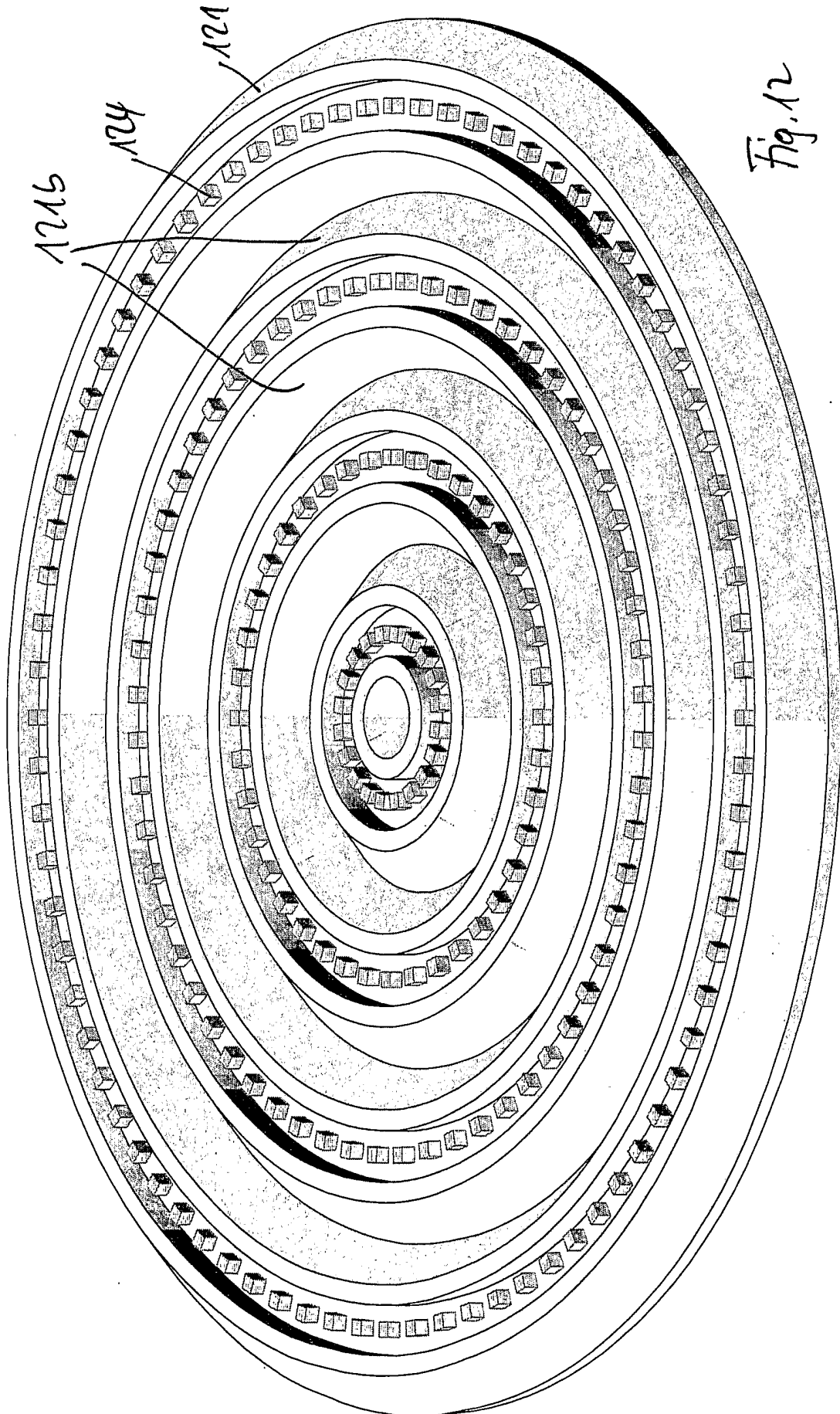


Fig. 12

13/16

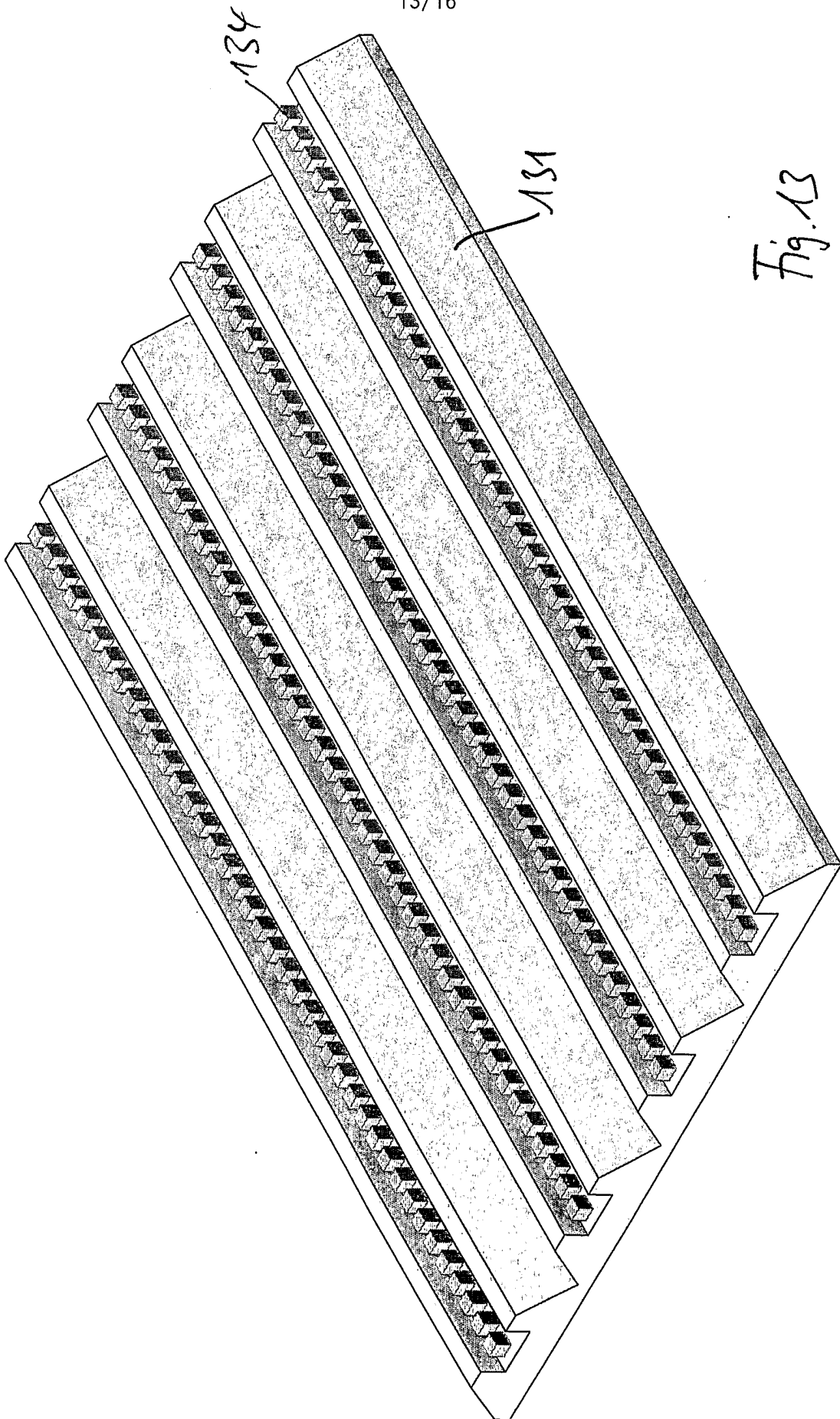
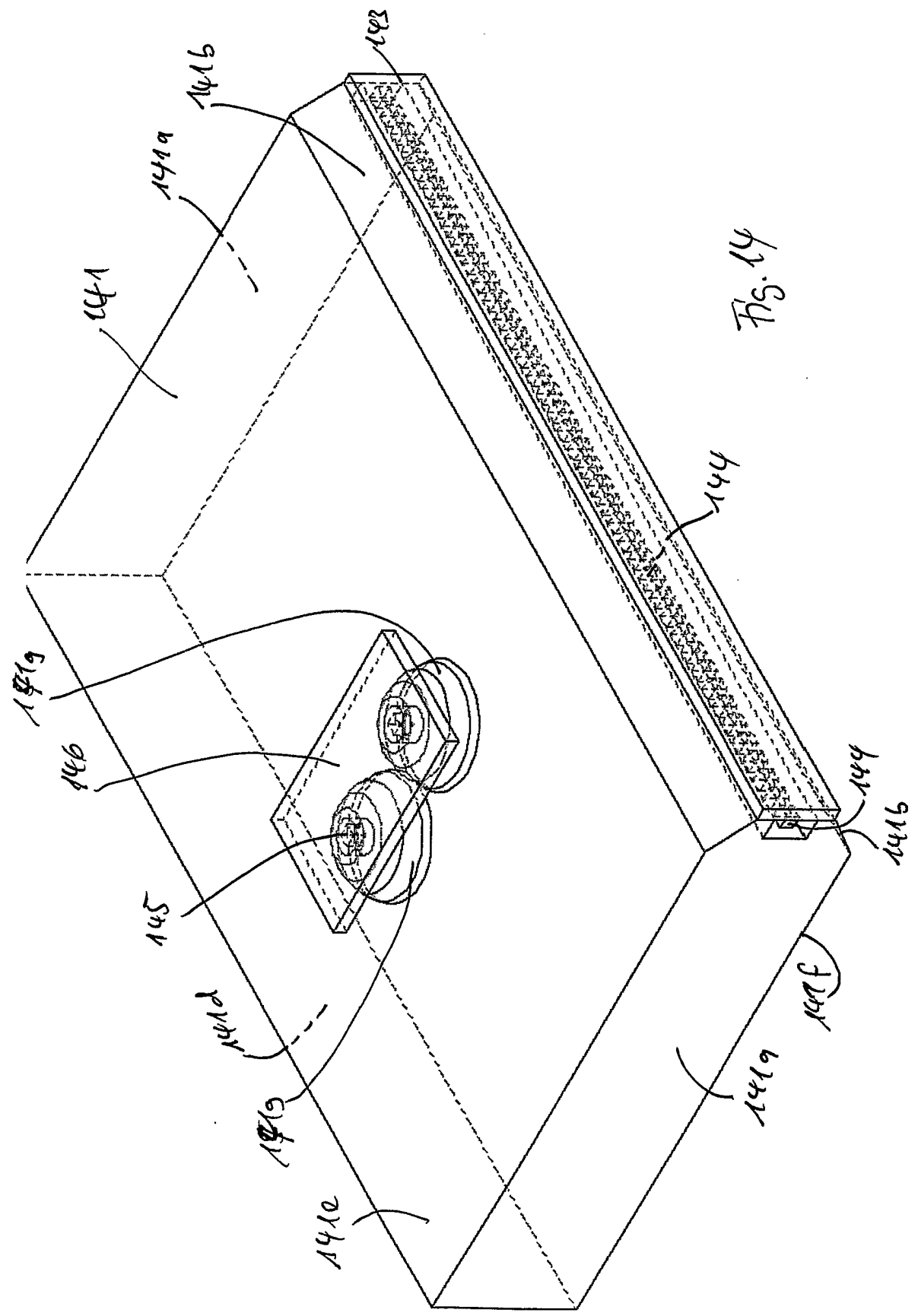


Fig. 13

14/16



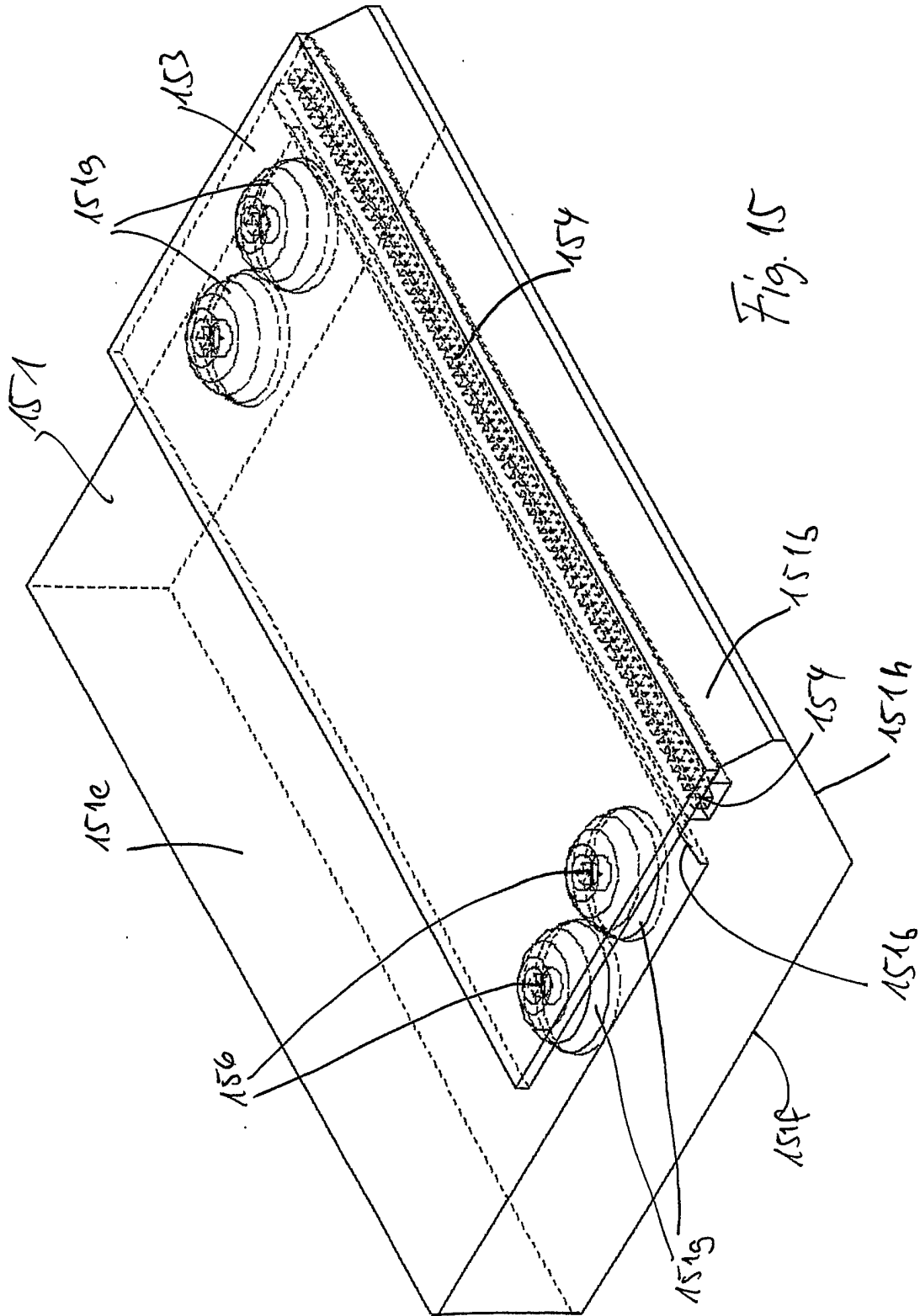


Fig. 15

16/16

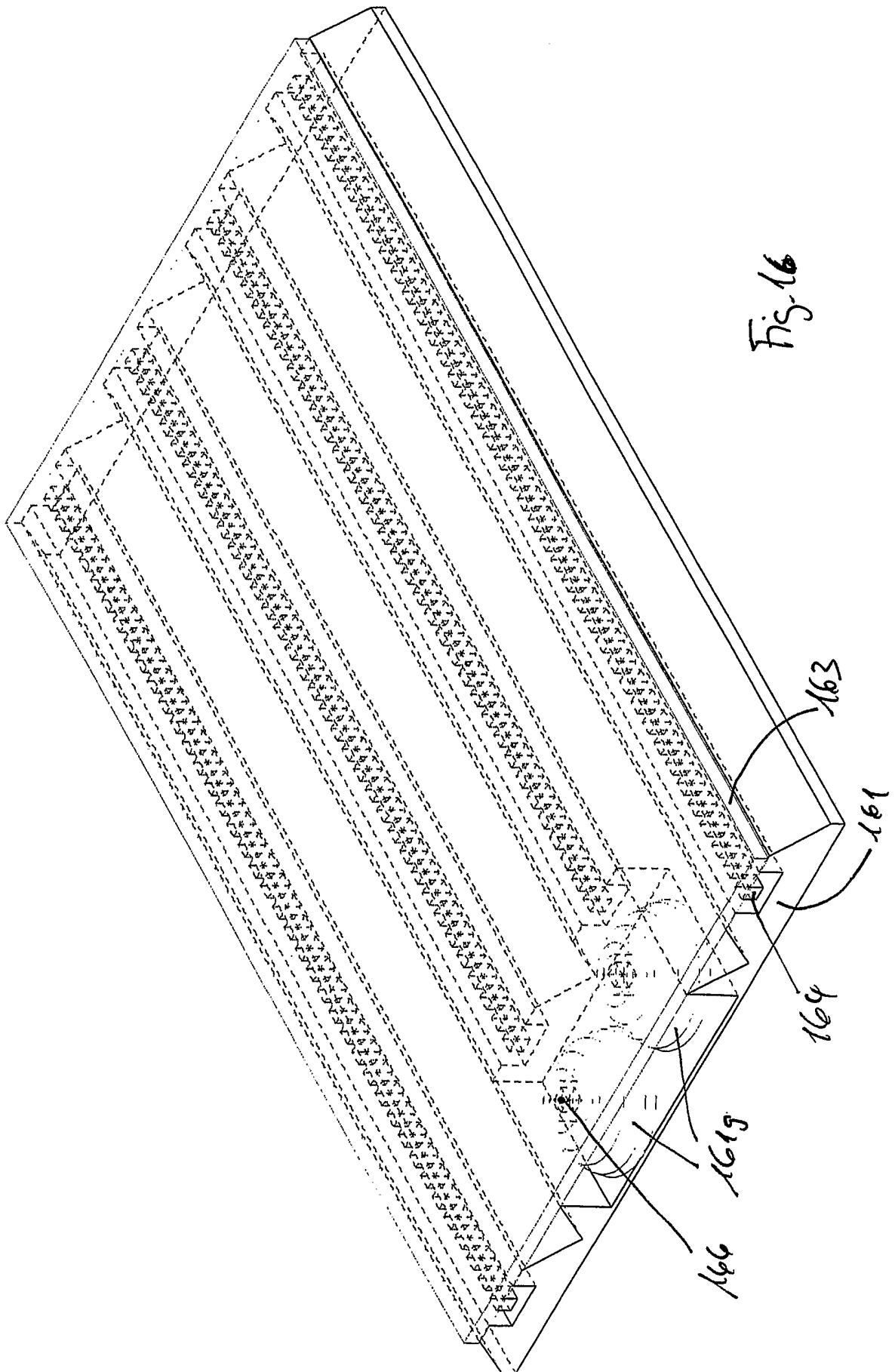


Fig. 16