

(19)



(11)

EP 3 715 705 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

21.12.2022 Patentblatt 2022/51

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F21S 41/26 ^(2018.01) **F21S 41/27** ^(2018.01)
F21S 41/148 ^(2018.01) **F21S 41/255** ^(2018.01)
F21S 41/32 ^(2018.01) **F21S 41/365** ^(2018.01)
F21W 102/135 ^(2018.01) **F21S 41/265** ^(2018.01)

(21) Anmeldenummer: **20161977.2**

(22) Anmeldetag: **10.03.2020**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F21S 41/148; F21S 41/255; F21S 41/26;
F21S 41/265; F21S 41/27; F21S 41/32;
F21S 41/321; F21S 41/36; F21S 41/365;
F21S 41/322; F21W 2102/135

(54) **LICHTMODUL FÜR EINEN KRAFTFAHRZEUGSCHEINWERFER MIT N IN EINER REIHE NEBENEINANDER ANGEORDNETEN TEILLICHTMODULEN**

LIGHT MODULE FOR A MOTOR VEHICLE HEADLAMP COMPRISING PARTIAL LIGHT MODULES ARRANGED SIDE BY SIDE IN A ROW

MODULE LUMINEUX POUR UN PROJECTEUR DE VÉHICULE AUTOMOBILE POURVU DE N MODULES LUMINEUX PARTIELS AGENCÉS EN UNE RANGÉE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **29.03.2019 DE 102019108233**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.09.2020 Patentblatt 2020/40

(73) Patentinhaber: **Marelli Automotive Lighting**
Reutlingen (Germany)
GmbH
72762 Reutlingen (DE)

(72) Erfinder:

- **Leute, Robert**
89150 Laichingen (DE)
- **Arnold, Stefan**
72762 Reutlingen (DE)

(74) Vertreter: **DREISS Patentanwälte PartG mbB**
Friedrichstraße 6
70174 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 3 006 821 **FR-A1- 3 063 796**
JP-A- 2010 218 964 **JP-A- 2011 025 820**
US-A1- 2004 022 067 **US-A1- 2015 138 822**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 715 705 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Lichtmodul für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer mit n in einer Reihe nebeneinander angeordneten Teillichtmodulen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein solches Lichtmodul ist aus der JP 2010 218964 A bekannt.

[0002] Aus der EP 3 163 155 A1, der DE 10 2016 125 887 A1, der US 6,948,836 B2 und der DE 10 2005 015 007 A1 sind Teillichtmodule aufweisende Lichtmodule bekannt, bei denen jedes i -te Teillichtmodul der $i = 1$ bis n Teillichtmodule eine i -te Lichtquelle, eine der i -ten Lichtquelle zugeordnete i -te Primäroptik und eine der i -ten Lichtquelle zugeordnete i -te Sekundäroptik aufweist und wobei jedes Teillichtmodul dazu eingerichtet ist, einen zentralen Raumwinkelbereich zu beleuchten. Damit ist insbesondere eine periodische Anordnung von optischen Einzelsystemen bekannt. Die Einzelsysteme sind bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung des Kraftfahrzeugscheinwerfers in einer horizontalen Reihe nebeneinander angeordnet.

[0003] Lichtmodule für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer werden häufig als Projektionsmodule realisiert, bei denen eine innerhalb des Moduls erzeugte und damit interne Lichtverteilung durch Sekundäroptiken als äußere Lichtverteilung auf die Straße (oder einen Messschirm) abgebildet wird. Die Sekundäroptiken sind meistens als Projektionslinsen verwirklicht. Die Herausforderung liegt oftmals darin, durch Primäroptiken die interne Lichtverteilung den Kundenwünschen und legalen Anforderungen entsprechend zu formen und gleichzeitig die Apertur der Projektionslinse derart auszuleuchten, dass die Gesamteffizienz hoch ist. Unter der Gesamteffizienz wird dabei der Anteil des von der Lichtquelle oder den Lichtquellen des Lichtmoduls ausgehenden Lichtstroms an dem Lichtstrom verstanden, der letztlich in einen Raumwinkel abgestrahlt wird, welcher der äußeren Lichtverteilung entspricht.

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Angabe eines Lichtmoduls der eingangs genannten Art, das eine verbesserte Gesamteffizienz aufweist.

[0005] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Danach sind die Sekundäroptiken gleiche Projektionslinsen, die periodisch angeordnet sind, und wobei jedes Teillichtmodul den gleichen zentralen Raumwinkelbereich beleuchtet wie jedes andere der Teillichtmodule.

[0006] In Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs wird dadurch die für jede Lichtquelle nutzbare Apertur der Sekundäroptik vergrößert. Die Vergrößerung erfolgt dadurch, dass mit dem von einer Lichtquelle ausgehenden Lichtbündel mehr als eine Projektionslinse beleuchtet wird. Als vorteilhafte Folge der Vergrößerung der Apertur übersteigt die Lichtausbeute des Gesamtsystems die Summe der Lichtausbeuten der Einzelsysteme.

[0007] Das Lichtmodul besteht bevorzugt aus einer pe-

riodischen Anordnung einzelner optischer Bauteile, wobei Projektionslinsen als Sekundäroptiken verwendet werden. Dabei überschneiden sich die sogenannten Petzvalflächen, bzw. die Bereiche mit scharfer Abbildung der einzelnen Sekundäroptik-Projektionslinsen. Durch Primäroptiken werden auf diesen Petzvalflächen innerhalb der Teillichtmodule Lichtverteilungen erzeugt. Diese werden nun nicht nur durch eine einzelne Sekundäroptik abgebildet, sondern auch durch deren nächst benachbarte und unter Umständen auch übernächst benachbarte Projektionslinse. Die für das Licht jeweils einer der Lichtquellen nutzbare Apertur wird dadurch drastisch erhöht. Die periodische Anordnung erlaubt eine sehr gute Kontrolle über die Art der Abbildung. Die Teillichtmodule sind durch die jeweils mehrere Projektionslinsen ausleuchtenden Lichtbündel jeweils einer der Lichtquellen optisch gekoppelt und lassen sich aufeinander abstimmen. Analog zum physikalischen Kristallgitter, das durch eine periodische Anordnung definiert ist, wird im Folgenden der Begriff des Modulgitters verwendet.

[0008] Eine bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Zuordnung jeweils durch einen Lichtstrahl definiert ist, der von der i -ten Lichtquelle in der Hauptabstrahlrichtung der i -ten Lichtquelle ausgeht und die i -te Primäroptik zumindest berührt und der keine andere der übrigen $n-1$ Primäroptiken berührt, und der genau die i -te Sekundäroptik zumindest berührt und der keine andere der übrigen $n-1$ Sekundäroptiken berührt.

[0009] Bevorzugt ist auch, dass die Reihe der Teillichtmodule bei einer der bestimmungsgemäßen Verwendung entsprechenden Lage im Raum horizontal ausgerichtet ist.

[0010] Weiter ist bevorzugt, dass $n = 2$ ist.

[0011] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass n größer oder gleich 3 ist und dass die Primäroptik von jedem Teillichtmodul, zu dem das Lichtmodul ein übernächstbenachbartes Teillichtmodul aufweist, dazu eingerichtet und angeordnet ist, einen Teil des von der Lichtquelle dieses Teilmoduls ausgehenden Lichtes an der Sekundäroptik dieses Teillichtmoduls vorbei so auf eine Sekundäroptik eines zu diesem Teillichtmodul übernächst benachbarten Teillichtmoduls zu richten, dass das übernächstbenachbarte Teillichtmodul mit diesem Licht einen weiteren peripheren Raumwinkelbereich beleuchtet, der sich mit dem peripheren Raumwinkelbereich durchdringt und der dabei über den peripheren Raumwinkelbereich seitlich herausragt.

[0012] Erfindungsgemäß beleuchtet jedes Teillichtmodul den gleichen zentralen Raumwinkelbereich wie jedes andere der Teillichtmodule.

[0013] Weiter ist bevorzugt, dass das Lichtmodul dazu eingerichtet ist, die Lichtquellen gemeinsam ein- und auszuschalten.

[0014] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Primäroptiken jeweils als Hohlspiegelreflektor oder als transparenter Festkörper-Reflektor, als Linse oder als eine katadioptrische Optik

verwirklicht sind.

[0015] Bevorzugt ist auch, dass jede Primäroptik eines Teillichtmoduls einen lichtbrechenden oder reflektierenden Bereich aufweist, der dazu eingerichtet ist, von der Lichtquelle dieses Teillichtmoduls her einfallendes Licht auf einen Sekundäroptikteilbereich eines nächstbenachbarten Teillichtmoduls zu richten.

[0016] Weiter ist bevorzugt, dass wenigstens eines der Teillichtmodule jeweils eine zwischen der Primäroptik und der Sekundäroptik angeordnete Spiegelblende aufweist, die eine Kante aufweist, die von einem Lichtbündel beleuchtet wird, in dem von der Lichtquelle des wenigstens einen Teillichtmoduls ausgehendes Licht von der Primäroptik dieses Teillichtmoduls zu der Sekundäroptik dieses Teillichtmoduls propagiert.

[0017] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Sekundäroptiken jeweils als Reflexionsoptik, Totalreflexionsoptik, Linse oder Kombination dieser Alternativen verwirklicht sind.

[0018] Bevorzugt ist auch, dass jede Sekundäroptik dazu eingerichtet ist, einen primäroptikseitig gelegenen Bereich abzubilden und dass sich die abzubildenden Bereiche von Sekundäroptiken benachbarter Teillichtmodule überschneiden.

[0019] Weiter ist bevorzugt, dass jede Sekundäroptik eine plan-konvexe Projektionslinse ist.

[0020] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass jede Sekundäroptik als Kombination aus zwei orthogonal zueinander ausgerichteten Walzenoptiken verwirklicht ist.

[0021] Bevorzugt ist auch, das Lichtmodul wenigstens zwei Reihen von Teillichtmodulen aufweist, von denen jede bei einer der bestimmungsgemäßen Verwendung entsprechenden Lage im Raum horizontal ausgerichtet ist und die in vertikaler Richtung versetzt zueinander angeordnet sind.

[0022] Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, den Zeichnungen und den Unteransprüchen. Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0023] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0024] Dabei zeigen, jeweils in schematischer Form:

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel eines Kraftfahrzeugscheinwerfers mit einem Lichtmodul;

Figur 2 eine perspektivische Darstellung einer Anordnung von $n = 4$ Teillichtmodulen;

Figur 3 eine Draufsicht auf die Anordnung aus der Figur 2;

Figur 4 eine Draufsicht auf ein einzelnes Teillichtmodul;

Figur 5 eine Draufsicht auf das Teillichtmodul aus der Figur 4 zusammen mit zwei exemplarischen Strahlengängen;

Figur 6 eine Draufsicht auf eine Anordnung von $n = 4$ Teillichtmodulen mit Strahlengängen, welche verdeutlichen, wie Licht mehrerer Lichtquellen an der Ausleuchtung einer einzelnen Projektionslinse beteiligt sind;

Figur 7 eine Draufsicht auf den Gegenstand der Figur 6 mit Strahlengängen, welche verdeutlichen, wie sich das Licht einer einzelnen Lichtquelle auf mehrere Sekundäroptiken verteilt;

Figur 8 eine Draufsicht auf den Gegenstand der Figur 6 mit Strahlengängen, welche verdeutlichen, wie eine innere Lichtverteilung eines einzelnen Teillichtmoduls durch mehr als eine Projektionslinse auch anderer Projektionslinsen abgebildet wird;

Figur 9 stark schematisiert, aus der Abbildung resultierende Lichtverteilungen;

Figur 10 eine Draufsicht auf eine Anordnung von $n = 4$ Teillichtmodulen mit markierten Bereichen der Primäroptiken, die für eine gezielte Umlenkung von Licht einer Lichtquelle eines Teillichtmoduls auf Projektionslinsen nächst benachbarter oder übernächst benachbarter Teillichtmodule eingerichtet sind;

Figur 11 einen Vertikalschnitt eines Teillichtmoduls aus der Figur 10;

Figur 12 eine Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls, bei dem die Teillichtmodule mehrteilige Sekundäroptiken aufweisen;

Figur 13 eine Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls, bei dem die Sekundäroptiken reflektierende Sekundäroptiken sind; und

Figur 14 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls mit in Zeilen und Spalten regelmäßig und damit matrixartig angeordneten Teillichtmodulen.

[0025] Im Einzelnen zeigt die Figur I ein Ausführungsbeispiel eines Kraftfahrzeugscheinwerfers 10 mit einem Lichtmodul 12. Das Lichtmodul 12 ist im Inneren eines Gehäuses 14 angeordnet, dessen Lichtaustrittsöffnung

von einer transparenten Abdeckscheibe 16 abgedeckt wird.

[0026] Ein typisches Lichtmodul 12 für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer in Projektionstechnik besteht aus einer oder mehreren Lichtquellen 18 und einer Primäroptik 20 (beispielsweise einem Reflektor), die das Licht innerhalb des Lichtmoduls 12 formt. Eine horizontale Spiegelblende 22 (oder vertikale Blende) dient zur Erzeugung einer Kante, die durch eine Sekundäroptik 26 als Helligkeits-Grenze einer äußeren Lichtverteilung abgebildet wird, die außerhalb des Kraftfahrzeugscheinwerfers 10 und vor diesem lokalisiert ist. Figur 1 zeigt insbesondere einen Vertikalschnitt durch einen Kraftfahrzeugscheinwerfer 10 mit einem Lichtmodul 12. Die x-Richtung entspricht einer Hauptabstrahlrichtung des Lichtmoduls 12 und des Kraftfahrzeugscheinwerfers 10. Die y-Richtung ist parallel zu einer Querachse des Kraftfahrzeugs, und die z-Richtung ist parallel zu einer Hochachse des Kraftfahrzeugs.

[0027] Die Figur 2 zeigt eine Anordnung aus $n = 4$ Teillichtmodulen 24.1 bis 24.4. Jedes Teillichtmodul 24.1 bis 24.4 weist den in Verbindung mit der Figur 1 beschriebenen Aufbau auf. Die $n = 4$ Teillichtmodule 24.1 bis 24.4 sind in einer Reihe in y-Richtung angeordnet. Bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung ist die y-Richtung parallel zum Horizont. Die Anordnung ist periodisch. Die optischen Systeme (Primäroptiken und Sekundäroptiken) der $n = 4$ Teillichtmodule 24.1 bis 24.4 sind baulich nicht voneinander getrennt und können einander beeinflussen. Die Zahl n kann auch von vier abweichen. Sie ist in jedem Fall größer oder gleich zwei.

[0028] Figur 3 zeigt eine Draufsicht auf die Anordnung aus der Figur 2. Jeweils eine Lichtquelle 18.1 bis 18.4 ist genau einer Primäroptik 20.1 bis 20.4 und genau einer Sekundäroptik 26.1 bis 26.4 zugeordnet. Die Zuordnung ist dabei jeweils durch einen Lichtstrahl 28 definiert, der von einer Lichtquelle mit Index $i = 1$ bis n in der Hauptabstrahlrichtung der i -ten Lichtquelle ausgeht und eine i -te Primäroptik zumindest berührt und der keine andere der übrigen $n-1$ Primäroptiken berührt, und der genau eine i -te Sekundäroptik zumindest berührt und der keine andere der übrigen $n-1$ Sekundäroptiken berührt. Jede Sekundäroptik 26.1 bis 26.4 ist bevorzugt, aber nicht zwingend, eine plan-konvexe Projektionslinse.

[0029] Im Gegensatz zu Teilfernlichtmodulen, bei denen die Lichtquellen auf einer Leiterplatte so geschaltet sind, dass sie unabhängig voneinander eingeschaltet und ausgeschaltet oder gedimmt werden können, ist sind die Lichtquellen des erfindungsgemäßen Lichtmoduls 12 bevorzugt dazu eingerichtet und geschaltet, gemeinsam ein- und ausgeschaltet zu werden.

[0030] Figur 4 zeigt eine Draufsicht auf ein einzelnes Teillichtmodul 24. Die konkave Form der Blendenkante 30 folgt der Form der Petzvalfläche 32 der Projektionslinse 34, die hier als Sekundäroptik 26 dient. Je größer der Winkel α zur zentralen optischen Achse 36 ist, umso breiter wird die durch die Projektionslinse 34 erfolgende Abbildung.

[0031] Die Figur 5 zeigt eine Draufsicht auf das Teillichtmodul 24 aus der Figur 4 zusammen mit zwei exemplarischen Strahlengängen 38, 40. Der durchgehend gezeichnete Pfeil repräsentiert hier wie auch in den anderen Figuren einen Strahlengang 40 durch den inneren Bereich eines Teillichtmoduls 24, der durch die durch die oben definierte Zuordnung zu diesem Teillichtmodul 24 gehört und daher durch die zu diesem Teillichtmodul 24 zugehörige Projektionslinse 34 hindurchtritt. Abhängig von der Apertur der Projektionslinse 34 können jedoch nicht alle Bereiche der Petzvalfläche gleich beleuchtet werden. Die gestrichelt dargestellten Pfeile repräsentieren hier wie auch in den anderen Figuren jeweils einen Strahlengang 38, der achsfernere Bereiche der Petzvalfläche beleuchtet. Diese Bereiche würden einer breiteren Lichtverteilung entsprechen. Da die Strahlen aber die Apertur der Projektionslinse 34 verfehlen, können sie nicht zur Lichtverteilung dieses Teillichtmoduls 24 beitragen.

[0032] Für die Breite und Intensität der äußeren Lichtverteilung eines Projektionsmoduls ist das Abbildungsverhalten der Sekundäroptik, die meistens eine Projektionslinse ist, von entscheidender Bedeutung. Betrachtet man die Fläche scharfer Abbildung, also die Petzvalfläche 32 einer Projektionslinse 34, so lässt sich der Winkel α zur zentralen optischen Achse 36 der Projektionslinse 34 definieren, wie er in Figur 4 dargestellt ist. Je größer der Winkel ist, unter dem eine innere Lichtverteilung durch die Projektionslinse 34 abgebildet wird, desto breiter wird die resultierende äußere Lichtverteilung. Die innere Lichtverteilung ist ein primäroptikseitig von einer Sekundäroptik gelegener Bereich, der von der Sekundäroptik als äußere Lichtverteilung abgebildet wird. Für die Ausleuchtung der Projektionslinse 34 muss jedoch der innere Strahlengang 40 berücksichtigt werden, der in der Figur 5 als durchgezogener Pfeil dargestellt ist. Durch die begrenzte Apertur der Projektionslinse 34 kann deren Petzvalfläche 32 nicht beliebig beleuchtet werden. Die durchgehenden Pfeile zeigen in der Figur 5 und weiteren Figuren jeweils einen Strahlengang 40, der die Petzvalfläche relativ achsnah schneidet, die Projektionslinse 34 trifft und somit zur äußeren Lichtverteilung beitragen kann. Der gestrichelte Strahlengang 38 hingegen beleuchtet einen achsferneren Bereich der Petzvalfläche 32, verläuft aber außerhalb der Apertur der Projektionslinse 34 und trägt somit nicht zur äußeren Lichtverteilung bei.

[0033] Als unerwünschte Folge ist die Breite der äußeren Lichtverteilung durch die Geometrie des einzelnen Teillichtmoduls 24 stark beschränkt. Dieser unerwünschte Effekt wird durch den vorherrschenden Trend zur Miniaturisierung verstärkt.

[0034] Im Folgenden wird unter Bezug auf die Figuren 6 und 7 erläutert, wie diese unerwünschte Einschränkung mit einer Kombination mehrerer Teillichtmodule 24 in einer periodischen Gitteranordnung überwunden wird.

[0035] Figur 6 zeigt eine Draufsicht auf eine Anordnung von $n = 4$ Teillichtmodulen 24.1 bis 24.4 mit Strah-

längängen 38, 40 welche verdeutlichen, wie Licht mehrerer Lichtquellen 18.1 bis 18.4 an der Ausleuchtung einer einzelnen Projektionslinse 34.1 bis 34.4 beteiligt ist. Durch die periodische Anordnung gleicher Projektionslinsen 34.1 bis 34.4 entsteht ein physikalisches Gitter, vergleichbar einem 1-dimensionalen Kristall. Die innere Lichtverteilung eines Teillichtmoduls wird durch benachbarte Projektionslinsen in höheren Ordnungen abgebildet, und die Betrachtung eines einzelnen Teillichtmoduls als Elementarzelle erlaubt die Vorhersage der gesamten äußeren Lichtverteilung des Modulgitters. Die Figur 6 zeigt insbesondere, dass bei der periodischen Anordnung die Apertur einer Projektionslinse 34.2 eines Teillichtmoduls 24.2 auch mit Licht von zu diesem Teillichtmodul 24.2 nächst benachbarten Teillichtmodulen 24.1, 24.3 und übernächst benachbarten Teillichtmodulen 24.4 mitverwendet wird (gestrichelte Strahlengänge 38). Somit wird durch die so beleuchtete Projektionslinse 34.2 ein weit größerer Einfallswinkelbereich abgedeckt als bei einer Beleuchtung, die nur aus der dieser Projektionslinse 34.2 zugeordneten Primäroptik 20.2 erfolgt.

[0036] Die Figur 7 zeigt eine Draufsicht auf den Gegenstand der Figur 6 mit Strahlengängen, welche verdeutlichen, wie sich das Licht einer einzelnen Lichtquelle auf mehrere Sekundäroptiken verteilt.

[0037] Die Figur 7 zeigt insbesondere eine Draufsicht auf den Gegenstand der Figur 6 mit Strahlengängen, welche verdeutlichen, wie sich das Licht einer einzelnen Lichtquelle auf mehrere Sekundäroptiken verteilt.

[0038] Figur 7 zeigt, wie aus der Primäroptik 20.2 des Teillichtmoduls 24.2 nicht nur die dieser Primäroptik zugeordnete Projektionslinse 34.2, sondern zusätzlich auch die Projektionslinsen 34.1, 34.3 nächst benachbarter Teillichtmodule 24.1, 24.2 und eine Projektionslinse 34.4 eines übernächst benachbarten Teillichtmoduls 24.4 beleuchtet wird. Dies gilt analog für sämtliche Teillichtmodule und trägt zu dem Vorteil einer erheblichen Effizienzsteigerung bei.

[0039] Die Figuren 6 und 7 zeigen damit insgesamt, wie die Apertur einer einzelnen Linse nicht nur durch eine zugehörige Primäroptik genutzt wird, sondern auch durch ihre Nachbarn. Gleichzeitig steht jeder Primäroptik nicht nur eine Apertur zur Verfügung sondern auch die Aperturen benachbarter Teillichtmodule, was die Lichtausbeute des Systems weiter verbessert.

[0040] Die resultierende Lichtverteilung ist dabei nicht chaotisch oder von Streulicht geprägt.

[0041] Die Figur 8 zeigt eine Draufsicht auf den Gegenstand der Figur 3 mit Strahlengängen 42, 44, 46, welche verdeutlichen, wie eine innere Lichtverteilung 48 eines einzelnen Teillichtmoduls 24.2 nicht nur durch die Projektionslinse 34.2 dieses Teillichtmoduls 24.2, sondern zusätzlich auch noch durch mehr als eine Projektionslinse 34.3, 34.4 auch anderer Teillichtmodule 24.3, 24.4 abgebildet wird.

[0042] Die Figur 9 zeigt, stark schematisiert, aus der Abbildung resultierende äußere Lichtverteilungen 50, 52,

54, wie sie sich auf einem Schirm einstellen, der senkrecht zur Hauptabstrahlrichtung vor dem Kraftfahrzeugscheinwerfer aufgebaut ist. Auf der Abszisse sind nach links (negativ) und nach rechts Winkelabweichungen von der Hauptabstrahlrichtung aufgetragen, und auf der Ordinate sind nach oben (positiv) und unten (negativ) Winkelabweichungen von Lichtstrahlrichtungen des Lichtmoduls von der Hauptabstrahlrichtung (0° , 0°) aufgetragen. Der Ordinatenwert 0 entspricht der Höhe des Horizonts. Die gestrichelte Linie entspricht der Hell-Dunkel-Grenze 56 einer asymmetrischen Lichtverteilung. In vertikaler Richtung ist nur die obere Lichtverteilung 50 lagerichtig eingezeichnet. Die beiden anderen Lichtverteilungen 52, 54 sind der besseren Erkennbarkeit wegen vertikal versetzt dargestellt. In der Realität werden die Lichtverteilungen 50, 52, 54 vertikal gleich hoch angeordnet sein.

[0043] Jede der drei äußeren Lichtverteilungen 50, 52, 54 ist jeweils ein Bild derselben inneren Lichtverteilung 48 aus der Figur 8. Diese innere Lichtverteilung 48 wird durch mehrere benachbarte Projektionslinsen 34.2, 34.3, 34.4 unter unterschiedlichen Winkeln abgebildet. Jede der äußeren Lichtverteilungen 50, 52, 54 entspricht einem Raumwinkel, der zu einer Abbildungs-Ordnung der Projektionslinsen 34.2, 34.3, 34.4 entspricht: Der oberste Raumwinkel entspricht einer 0. Ordnung der Abbildung der inneren Lichtverteilung 48. Die äußere mittlere Lichtverteilung 52 wird durch eine Abbildung der inneren Lichtverteilung 48 eines Teillichtmoduls durch die Projektionslinse eines zu diesem Teillichtmodul nächst benachbarten Teillichtmoduls erzeugt und entspricht einer 1-ten Ordnung. Die unterste Lichtverteilung 54 wird durch eine Abbildung der inneren Lichtverteilung 48 eines Teillichtmoduls durch die Projektionslinse eines zu diesem Teillichtmodul übernächst benachbarten Teillichtmoduls erzeugt und entspricht einer 2-ten Ordnung. Die Raumwinkel dieser Abbildungen durchdringen (überlagern) sich teilweise, was zu einer Überlappung der äußeren Lichtverteilungen 50, 52, 54 in horizontaler Richtung und zu einer erwünschten Verbreiterung der Lichtverteilung in der horizontalen Richtung führt. In gleicher Weise wie für die in der Figur 9 dargestellte linksseitige Verbreiterung ergibt sich auch eine rechtsseitige Verbreiterung, denn das Prinzip wirkt selbstverständlich auch symmetrisch auf der anderen Seite.

[0044] Die Figuren 8 und 9 zeigen insbesondere eine Ausgestaltung, bei der die Primäroptik 20.2 von jedem Teillichtmodul 24.2, zu dem das Lichtmodul ein übernächstbenachbartes Teillichtmodul 24.4 aufweist, dazu eingerichtet und angeordnet ist, einen Teil des von der Lichtquelle 18.2 dieses Teillichtmoduls 24.2 ausgehenden Lichtes an der Sekundäroptik 26.2 dieses Teillichtmoduls 24.2 vorbei so auf eine Sekundäroptik 26.4 eines zu diesem Teillichtmodul 24.2 übernächst benachbarten Teillichtmoduls 24.4 zu richten, dass das übernächst benachbarte Teillichtmodul 24.4 mit diesem Licht einen weiteren peripheren Raumwinkelbereich beleuchtet, der sich mit dem peripheren Raumwinkelbereich durchdringt

und der dabei über den peripheren Raumwinkelbereich seitlich herausragt.

[0045] Dabei beleuchtet bevorzugt jedes Teillichtmodul 24.i mit $i = 1$ bis n den gleichen zentralen Raumwinkelbereich wie jedes andere der Teillichtmodule. Jede Sekundäroptik ist dazu eingerichtet, einen primäroptikseitig gelegenen Bereich abzubilden. Die abzubildenden Bereiche von Sekundäroptiken benachbarter Teillichtmodule überschneiden sich.

[0046] Die Figuren 8 und 9 veranschaulichen damit insbesondere das Prinzip der Abbildungen höherer Ordnungen. Eine innere Lichtverteilung eines Teillichtmoduls wird durch verschiedene Projektionslinsen verschiedener Teillichtmodule in unterschiedliche Winkelbereiche abgebildet. Es entsteht ein horizontaler Versatz der exakt aus den Brennweiten der Projektionslinsen und der Periodizität des Modulgitters definiert ist und somit bei der Konstruktion des Lichtmoduls gezielt entworfen werden kann. Vertikal ergibt sich kein Versatz, wenn die Anordnung der Teillichtmodule entlang der Horizontalen erfolgt. Durch die mehrfache Abbildung in höheren Ordnungen wird sowohl die Effizienz als auch die erreichbare horizontale Breite der resultierenden äußeren Lichtverteilung erheblich verbessert.

[0047] Dementsprechend ist der Innenbereich der Teillichtmodule nicht nur durch die Abwesenheit trennender Blenden (wie sie bei manchen Teilfernlichtmodulen vorhanden sind) geprägt, sondern Segmente der Primäroptiken sind auch dazu eingerichtet, Licht explizit in benachbarte Projektionslinsen benachbarter Teillichtmodule zu lenken.

[0048] In der Figur 10 sind Segmente 58.1 bis 58.4 der Primäroptiken 20.1 bis 20.4 markiert, die auf die höheren Ordnungen ausgelegt werden. Diese Segmente können dabei kontinuierlich und ohne Kante und damit stetig differenzierbar in die übrige Primäroptik übergehen.

[0049] Die Segmente sind insofern auf den genannten Zweck ausgelegt, dass sie für eine gezielte Umlenkung von Licht einer Lichtquelle eines Teillichtmoduls auf Projektionslinsen nächst benachbarter oder übernächst benachbarter Teillichtmodule eingerichtet sind.

[0050] Figur 11 zeigt einen Vertikalschnitt eines Teillichtmoduls aus der Figur 10 in einem Vertikalschnitt. Das in dieser Darstellung als Dreieck erscheinende Segment 58 einer Primäroptik 20 ist dazu eingerichtet, benachbarte zu der dargestellten Projektionslinse 34 benachbarte Projektionslinsen (vergleiche Figur 8) zu beleuchten und somit Abbildungen höherer Ordnung zu erzeugen.

[0051] Die Figur 12 zeigt eine Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls 12, bei dem die Teillichtmodule mehrteilige Sekundäroptiken 26 aufweisen. Die Sekundäroptik 26 von jedem Teillichtmodul 24 ist hier aus zwei Walzenoptiken 60, 62 zusammengesetzt. Die Achsen der Walzenoptiken liegen dabei quer zueinander.

[0052] Figur 13 zeigt eine Ausgestaltung, bei der die Sekundäroptiken 26 reflektierende Sekundäroptiken 64,

insbesondere Halbschalenreflektoren sind. An Stelle von spiegelnd beschichteten Halbschalenreflektoren kommen auch transparente Festkörperreflektoren in Frage, die Grenzflächen aufweisen, an denen interne Totalreflexionen auftreten.

[0053] Losgelöst von der Figur 13 gilt allgemein, dass die Sekundäroptiken jeweils als Reflexionsoptik, Totalreflexionsoptik, Linse oder Kombination dieser Alternativen verwirklicht sein können. Die Sekundäroptik kann aus mehreren optischen Bauteilen bestehen. Auch die Primäroptiken können als Reflexionsoptik, Totalreflexionsoptik, Linsen oder auch Kombinationen davon realisiert sein.

[0054] Figur 14 zeigt eine Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls 12 mit in Zeilen und Spalten regelmäßig und damit matrixartig angeordneten Teillichtmodulen 24 eines Lichtmoduls. Das Modulgitter kann also mehrdimensional aufgebaut sein. Die Gesamtanzahl n der gekoppelten Teillichtmodule eines Lichtmoduls ist nicht auf einen bestimmten Wert festgelegt, beträgt aber mindestens zwei.

[0055] Im Inneren der Teillichtmodule kann eine horizontale, eine vertikale oder auch keine Blende zur Erzeugung einer Hell-Dunkel-Grenze vorhanden sein (vergleiche Figur 1, Blende 22).

Patentansprüche

1. Lichtmodul (12) für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer (10) mit n in einer Reihe nebeneinander angeordneten Teillichtmodulen (24.1, 24.2, 24.3, 24.4), von denen jedes i -te Teillichtmodul der $i = 1$ bis n Teillichtmodule eine i -te Lichtquelle (18.1, 18.2, 18.3, 18.4), eine der i -ten Lichtquelle zugeordnete i -te Primäroptik (20.1, 20.2, 20.3, 20.4) und eine der i -ten Lichtquelle zugeordnete i -te Sekundäroptik (26.1, 26.2, 26.3, 26.4) aufweist, wobei jedes Teillichtmodul dazu eingerichtet ist, einen zentralen Raumwinkelbereich zu beleuchten, wobei die Primäroptik von jedem der n Teillichtmodule (24.2) dazu eingerichtet und angeordnet ist, einen Teil des von der Lichtquelle (18.2) dieses Teillichtmoduls (24.2) ausgehenden Lichtes an der Sekundäroptik (26.2) dieses Teillichtmoduls (24.2) vorbei so auf eine Sekundäroptik (26.3) eines zu diesem Teillichtmodul (24.2) nächstbenachbarten Teillichtmoduls (24.3) zu richten, dass das nächstbenachbarte Teillichtmodul (24.3) mit diesem Licht einen peripheren Raumwinkelbereich beleuchtet, der sich mit dem zentralen Raumwinkelbereich durchdringt und der dabei über den zentralen Raumwinkelbereich seitlich herausragt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sekundäroptiken gleiche Projektionslinsen (34.1, 34.2, 34.3, 34.4) sind, die periodisch angeordnet sind, und dass jedes Teillichtmodul (24.1, 24.2, 24.3, 24.4) den gleichen zentralen Raumwinkelbereich beleuchtet wie jedes andere der Teillichtmodule (24.1, 24.2, 24.3, 24.4).

2. Lichtmodul (12) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuordnung jeweils durch einen Lichtstrahl (28) definiert ist, der von der i-ten Lichtquelle in der Hauptabstrahlrichtung der i-ten Lichtquelle ausgeht und die i-te Primäroptik zumindest berührt und der keine andere der übrigen n-1 Primäroptiken berührt, und der genau die i-te Sekundäroptik zumindest berührt und der keine andere der übrigen n-1 Sekundäroptiken berührt. 5
3. Lichtmodul (12) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reihe der Teillichtmodule bei einer der bestimmungsgemäßen Verwendung entsprechenden Lage im Raum horizontal ausgerichtet ist. 10
4. Lichtmodul (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** n = 2 ist. 15
5. Lichtmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** n größer oder gleich 3 ist und dass die Primäroptik (20.2) von jedem Teillichtmodul (24.2), zu dem das Lichtmodul (12) ein übernächst benachbartes Teillichtmodul (24.4) aufweist, dazu eingerichtet und angeordnet ist, einen Teil des von der Lichtquelle (18.2) dieses Teillichtmoduls ausgehenden Lichtes an der Sekundäroptik (26.2) dieses Teillichtmoduls vorbei so auf eine Sekundäroptik (26.4) eines zu diesem Teillichtmodul übernächst benachbarten Teillichtmoduls (24.4) zu richten, dass das übernächstbenachbarte Teillichtmodul mit diesem Licht einen weiteren peripheren Raumwinkelbereich beleuchtet, der sich mit dem peripheren Raumwinkelbereich durchdringt und der dabei über den peripheren Raumwinkelbereich seitlich herausragt. 20 25 30 35
6. Lichtmodul (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lichtmodul (12) dazu eingerichtet ist, die Lichtquellen (18.1, 18.2, 18.3, 18.4) gemeinsam ein- und auszuschalten. 40
7. Lichtmodul (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Primäroptiken (20.1, 20.2, 20.3, 20.4) jeweils als Hohlspiegelreflektor oder als transparenter Festkörper-Reflektor, als Linse oder als eine katadioptrische Optik verwirklicht sind. 45 50
8. Lichtmodul (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Primäroptik (20.1, 20.2, 20.3, 20.4) eines Teillichtmoduls (24.1, 24.2, 24.3, 24.4) ein lichtbrechendes oder reflektierendes Segment (58.1, 58.2, 58.3, 58.4) aufweist, das dazu eingerichtet ist, von der Lichtquelle dieses Teillichtmoduls her einfallendes Licht auf eine Sekundäroptik eines nächst benach-

barten Teillichtmoduls und/oder übernächst benachbarten Teillichtmoduls zu richten.

9. Lichtmodul (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eines der Teillichtmodule (24.i) jeweils eine zwischen der Primäroptik und der Sekundäroptik angeordnete Spiegelblende (22) aufweist, die eine Kante aufweist, die von einem Lichtbündel beleuchtet wird, in dem von der Lichtquelle des wenigstens einen Teillichtmoduls ausgehendes Licht von der Primäroptik dieses Teillichtmoduls zu der Sekundäroptik dieses Teillichtmoduls propagiert. 5 10
10. Lichtmodul (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Sekundäroptik dazu eingerichtet ist, einen primäroptikseitig gelegenen Bereich abzubilden und dass sich die abzubildenden Bereiche von Sekundäroptiken benachbarter Teillichtmodule überschneiden. 15 20
11. Lichtmodul (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Sekundäroptik eine plan-konvexe Projektionslinse ist. 25
12. Lichtmodul (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Sekundäroptik als Kombination aus zwei orthogonal zueinander ausgerichteten Walzenoptiken verwirklicht ist. 30
13. Lichtmodul (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lichtmodul wenigstens zwei Reihen von Teillichtmodulen aufweist, von denen jede bei einer der bestimmungsgemäßen Verwendung entsprechenden Lage im Raum horizontal ausgerichtet ist und die in vertikaler Richtung versetzt zueinander angeordnet sind. 35 40

Claims

1. Light module (12) for a motor vehicle headlight (10) having n partial light modules (24.1, 24.2, 24.3, 24.4) which are arranged next to one another in a row and of which each i-th partial light module of the i = 1 to n partial light modules comprises an i-th light source (18.1, 18.2, 18.3, 18.4), an i-th primary optical system (20.1, 20.2, 20.3, 20.4) assigned to the i-th light source and an i-th secondary optical system (26.1, 26.2, 26.3, 26.4) assigned to the i-th light source, each partial light module being designed to illuminate a central solid angle region, the primary optical system of each of the n partial light modules (24.2) being designed and arranged to direct a part of the light emerging from the light source (18.2) of this partial light module (24.2) at the secondary optical system 45 50 55

(26.2) of this partial light module (24.2) past a secondary optical system (26.3) of a partial light module (24.3) closest to this partial light module (24.2) in such a way that the closest partial light module (24.3) illuminates a peripheral solid angle region, which intersects with the central solid angle region and projects laterally beyond the central solid angle region, with this light, **characterized in that** the secondary optical systems are identical projection lenses (34.1, 34.2, 34.3, 34.4) which are arranged periodically, and **in that** each partial light module (24.1, 24.2, 24.3, 24.4) illuminates the same central solid angle region as every other one of the partial light modules (24.1, 24.2, 24.3, 24.4).

2. Light module (12) according to claim 1, **characterized in that** the assignment in each case is defined by a light beam (28) which emanates from the i-th light source in the main emission direction of the i-th light source, and at least contacts the i-th primary optical system and does not contact any other of the remaining n-1 primary optical systems, and contacts precisely the i-th secondary optical system and does not contact any other of the remaining n-1 secondary optical systems.
3. Light module (12) according to claim 1, **characterized in that** the row of partial light modules is aligned horizontally in space in a position corresponding to the intended use.
4. Light module (12) according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** $n = 2$.
5. Light module according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** n is greater than or equal to 3 and **in that** the primary optical system (20.2) of each partial light module (24.2) to which the light module (12) has a next-but-one adjacent partial light module (24.4) is designed and arranged to direct a part of the light emanating from the light source (18.2) of this partial light module at the secondary optical unit (26.2) past onto a secondary optical unit (26.4) of a partial light module (24.4) which is next-but-one adjacent to this partial light module such that the next-but-one adjacent partial light module illuminates a further peripheral solid angle region, which intersects with the peripheral solid angle region and projects laterally beyond the peripheral solid angle region, with this light.
6. Light module (12) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the light module (12) is designed to switch the light sources (18.1, 18.2, 18.3, 18.4) on and off together.
7. Light module (12) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the primary optical

systems (20.1, 20.2, 20.3, 20.4) are implemented in each case as concave mirror reflectors or as transparent solid-state reflectors, as lenses or as a catadioptric optical system.

8. Light module (12) according to any of the preceding claims, **characterized in that** each primary optical system (20.1, 20.2, 20.3, 20.4) of a partial light module (24.1, 24.2, 24.3, 24.4) comprises a light-refracting or reflective segment (58.1, 58.2, 58.3, 58.4) which is designed to direct incident light from the light source of this partial light module onto a secondary optical system of a next adjacent partial light module and/or next-but-one adjacent partial light module.
9. Light module (12) according to any of the preceding claims, **characterized in that** at least one of the partial light modules (24.i) comprises in each case a mirror diaphragm (22) which is arranged between the primary optical system and the secondary optical system and has an edge which is illuminated by a light beam in which light emanating from the light source of the at least one partial light module propagates from the primary optical system of this partial light module to the secondary optical system of this partial light module.
10. Light module (12) according to any of the preceding claims, **characterized in that** each secondary optical system is designed to image a region located on the primary optical system side and **in that** the regions of secondary optical systems of adjacent partial light modules to be imaged intersect.
11. Light module (12) according to any of the preceding claims, **characterized in that** each secondary optical system is a plano-convex projection lens.
12. Light module (12) according to any of claims 1 to 10, **characterized in that** each secondary optical system is implemented as a combination of two cylindrical lenses oriented orthogonally to one another.
13. Light module (12) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the light module has at least two rows of partial light modules, each of which is oriented horizontally in space when in a position corresponding to the intended use and which are arranged offset with respect to one another in the vertical direction.

Revendications

1. Module d'éclairage (12) pour un phare de véhicule automobile (10) comprenant n modules d'éclairage partiels (24.1, 24.2, 24.3, 24.4) agencés les uns à

- côté des autres en une rangée, dont chaque ième module d'éclairage partiel des $i = 1$ à n modules d'éclairage partiels comprend une ième source d'éclairage (18.1, 18.2, 18.3, 18.4), une ième optique primaire (20.1, 20.2, 20.3, 20.4) associée à la ième source d'éclairage et une ième optique secondaire (26.1, 26.2, 26.3, 26.4) associée à la ième source d'éclairage, chaque module d'éclairage partiel étant configuré pour éclairer une zone d'angle spatial centrale, l'optique primaire de chacun des n modules d'éclairage partiels (24.2) étant configurée et agencée pour faire passer une partie de la lumière provenant de la source d'éclairage (18.2) de ce module d'éclairage partiel (24.2) de telle façon à côté de l'optique secondaire (26.2) de ce module d'éclairage partiel (24.2) et jusque sur une optique secondaire (26.3) d'un module d'éclairage partiel (24.3) directement voisin de ce module d'éclairage partiel (24.2), que le module d'éclairage partiel (24.3) directement voisin éclaire avec cette lumière une zone d'angle spatial périphérique qui se chevauche avec la zone d'angle spatial centrale et qui fait saillie latéralement au-delà de la zone d'angle spatial centrale, **caractérisé en ce que** les optiques secondaires sont des lentilles de projection (34.1, 34.2, 34.3, 34.4) identiques qui sont agencées périodiquement, et **en ce que** chaque module d'éclairage partiel (24.1, 24.2, 24.3, 24.4) éclaire la même zone d'angle spatial centrale que chacun des autres modules d'éclairage partiel (24.1, 24.2, 24.3, 24.4).
2. Module d'éclairage (12) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'association est définie respectivement par un rayon d'éclairage (28) qui provient de la ième source d'éclairage dans la direction de rayonnement principale de la ième source d'éclairage et atteint au moins la ième optique primaire et qui n'atteint aucune autre des $n-1$ optiques primaires restantes, et qui atteint au moins exactement la ième optique secondaire et qui n'atteint aucune autre des $n-1$ optiques secondaires restantes.
 3. Module d'éclairage (12) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la rangée de modules d'éclairage partiel est orientée horizontalement dans l'espace dans une position correspondant à l'utilisation conforme à la destination.
 4. Module d'éclairage (12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** $n = 2$.
 5. Module d'éclairage selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** n est supérieur ou égal à 3 et **en ce que** l'optique primaire (20.2) de chaque module d'éclairage partiel (24.2), pour lequel le module d'éclairage (12) comprend un module d'éclairage partiel (24.4) voisin au suivant, est configurée et agencée de manière à faire passer une partie de la lumière provenant de la source d'éclairage (18.2) de ce module d'éclairage partiel de telle façon à côté de l'optique secondaire (26.2) de ce module d'éclairage partiel et jusque sur une optique secondaire (26.4) d'un module d'éclairage partiel (24.4) voisin au suivant de ce module d'éclairage partiel, que le module d'éclairage partiel voisin au suivant éclaire avec cette lumière une autre zone d'angle spatial périphérique, qui se chevauche avec la zone d'angle spatial périphérique et qui fait saillie latéralement au-delà de la zone d'angle spatial périphérique.
 6. Module d'éclairage (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le module d'éclairage (12) est configuré pour allumer et éteindre conjointement les sources d'éclairage (18.1, 18.2, 18.3, 18.4).
 7. Module d'éclairage (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les optiques primaires (20.1, 20.2, 20.3, 20.4) sont réalisées respectivement sous la forme d'un réflecteur à miroir concave ou d'un réflecteur à l'état solide transparent, d'une lentille ou d'une optique catadioptrique.
 8. Module d'éclairage (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque optique primaire (20.1, 20.2, 20.3, 20.4) d'un module d'éclairage partiel (24.1, 24.2, 24.3, 24.4) comprend un segment de réfraction ou de réflexion de lumière (58.1, 58.2, 58.3, 58.4) qui est configuré pour diriger la lumière incidente à partir de la source d'éclairage de ce module d'éclairage partiel sur une optique secondaire d'un module d'éclairage partiel voisin immédiat et/ou d'un module d'éclairage partiel voisin au suivant.
 9. Module d'éclairage (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'** au moins l'un des modules d'éclairage partiel (24.i) comprend respectivement un diaphragme à miroir (22) agencé entre l'optique primaire et l'optique secondaire, qui comprend un bord qui est éclairé par un faisceau d'éclairage dans lequel la lumière provenant de la source d'éclairage dudit au moins un module d'éclairage partiel se propage de l'optique primaire de ce module d'éclairage partiel vers l'optique secondaire de ce module d'éclairage partiel.
 10. Module d'éclairage (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque optique secondaire est configurée pour représenter une zone située du côté de l'optique primaire et pour que les zones à représenter des optiques secondaires de modules d'éclairage partiels voisins se chevauchent.

11. Module d'éclairage (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque optique secondaire est une lentille de projection plan-convexe. 5
12. Module d'éclairage (12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** chaque optique secondaire est réalisée sous la forme d'une combinaison de deux optiques à cylindres orientées orthogonalement l'une par rapport à l'autre. 10
13. Module d'éclairage (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le module d'éclairage comprend au moins deux rangées de modules d'éclairage partiels, dont chacune est orientée horizontalement dans l'espace dans une position correspondant à l'utilisation conforme à la destination et qui sont agencés en décalé les uns par rapport aux autres dans la direction verticale. 15 20

25

30

35

40

45

50

55

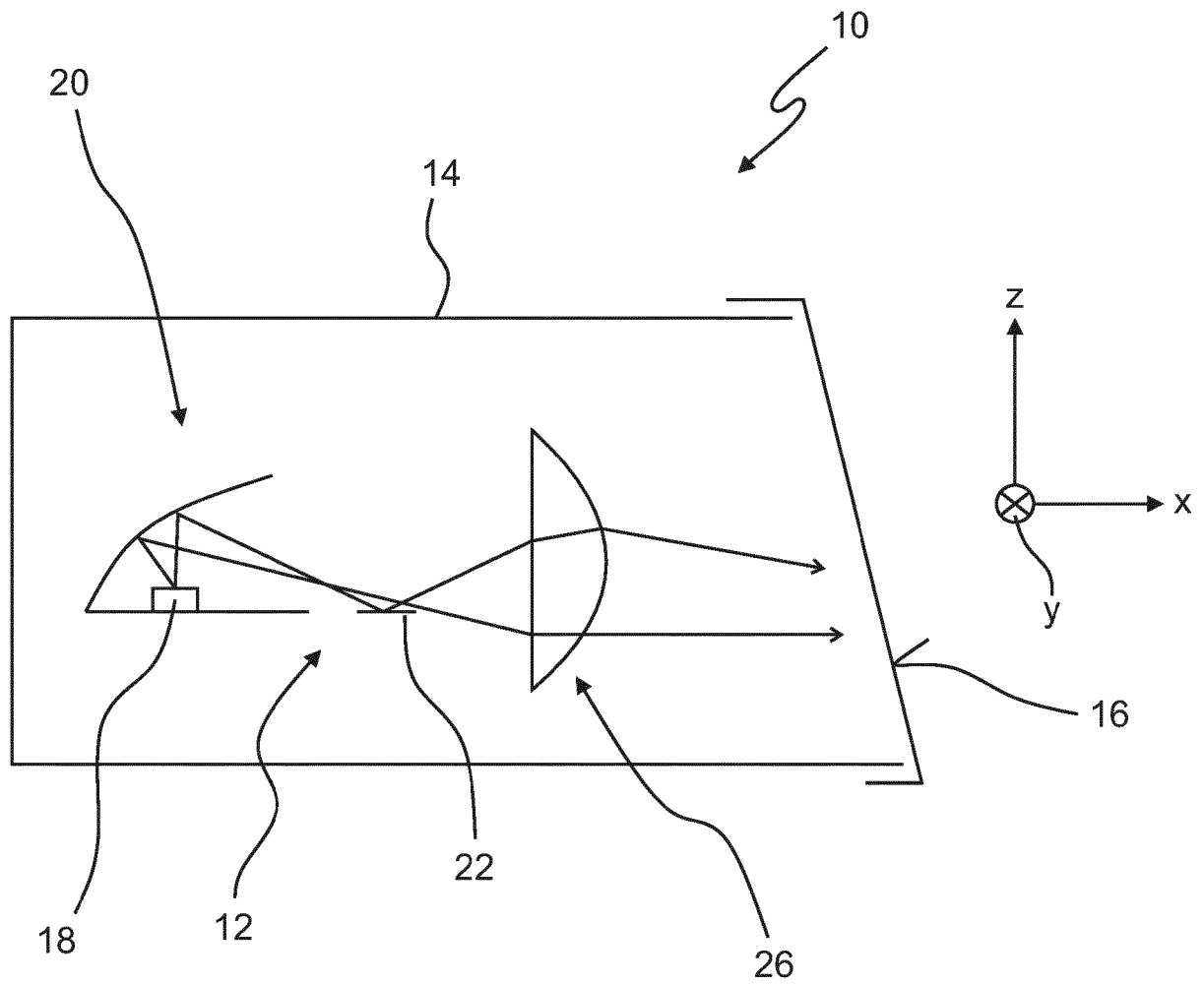


Fig. 1

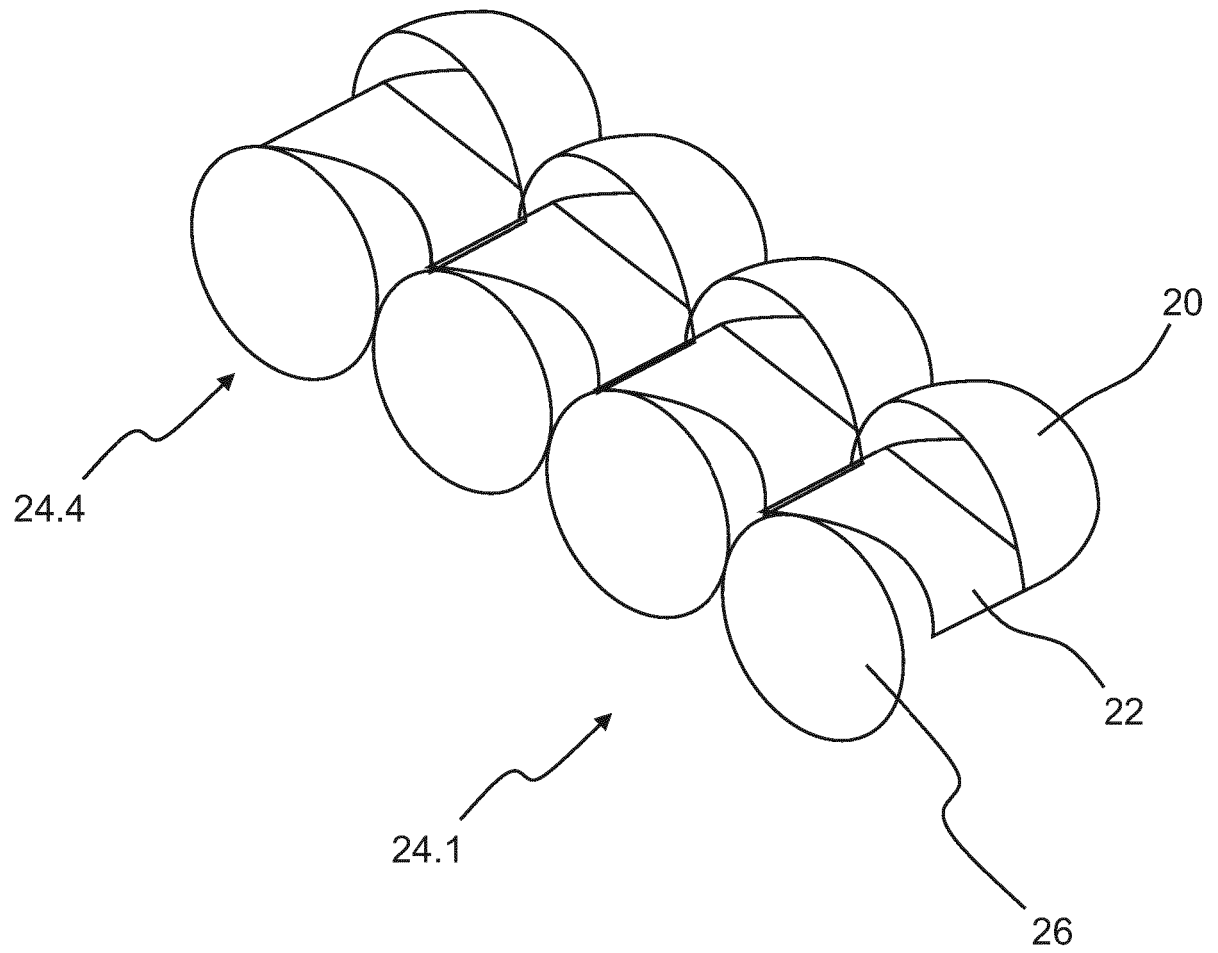


Fig. 2

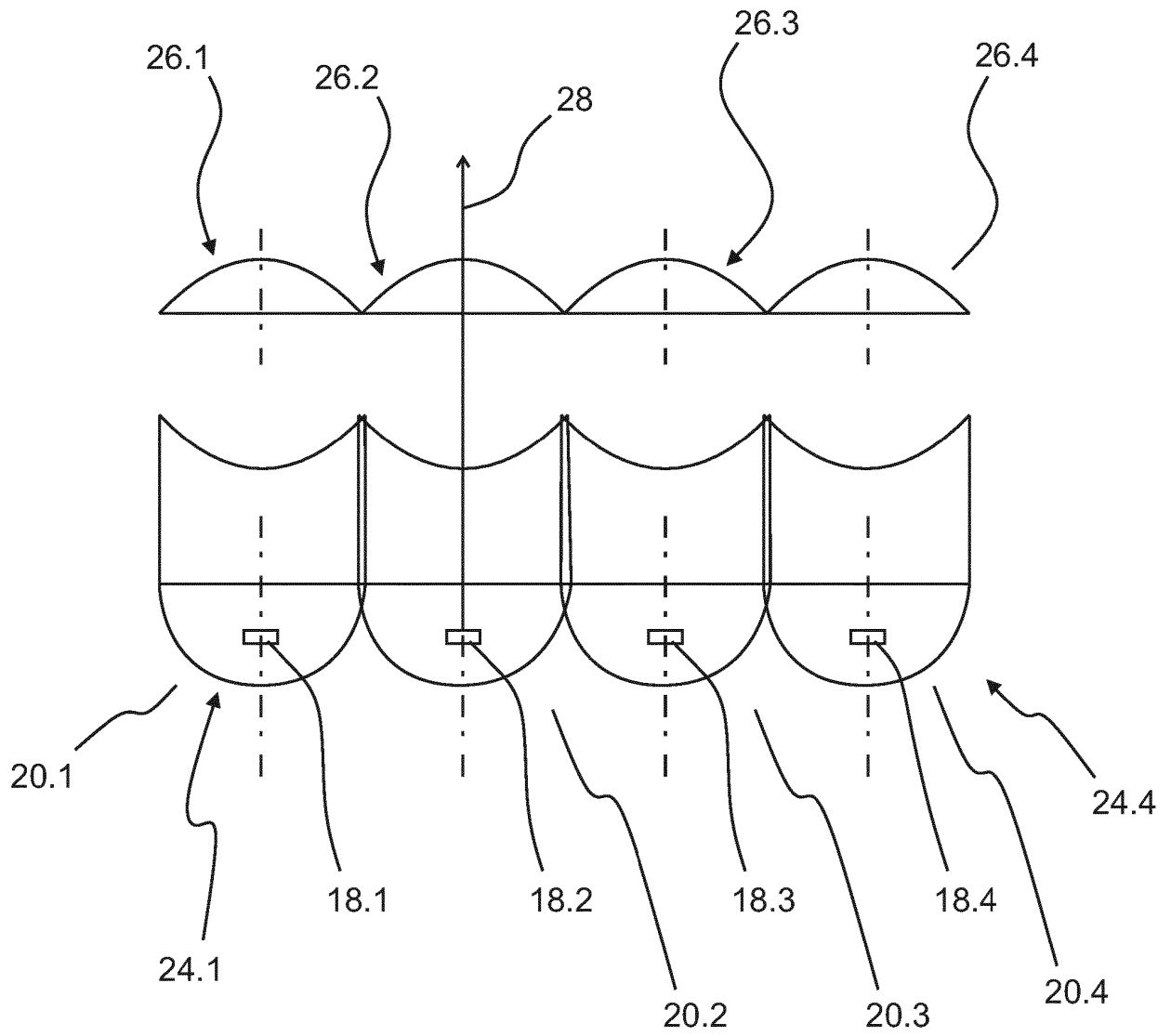
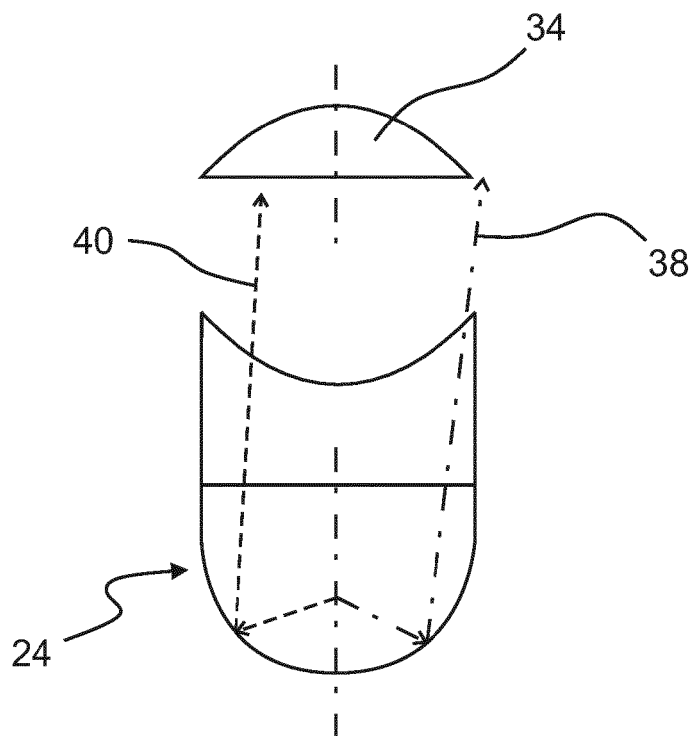
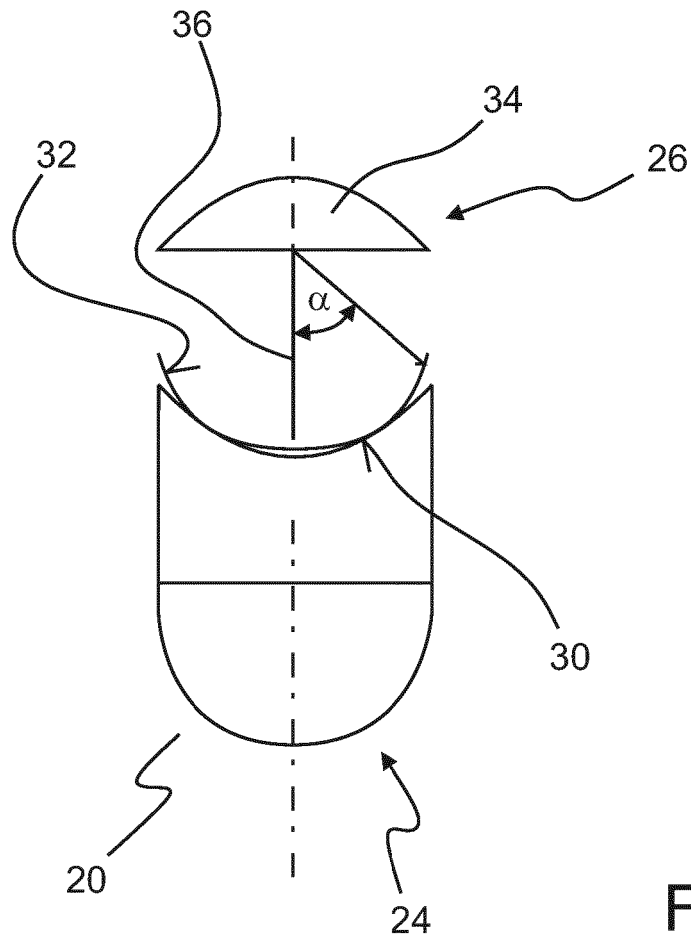


Fig. 3



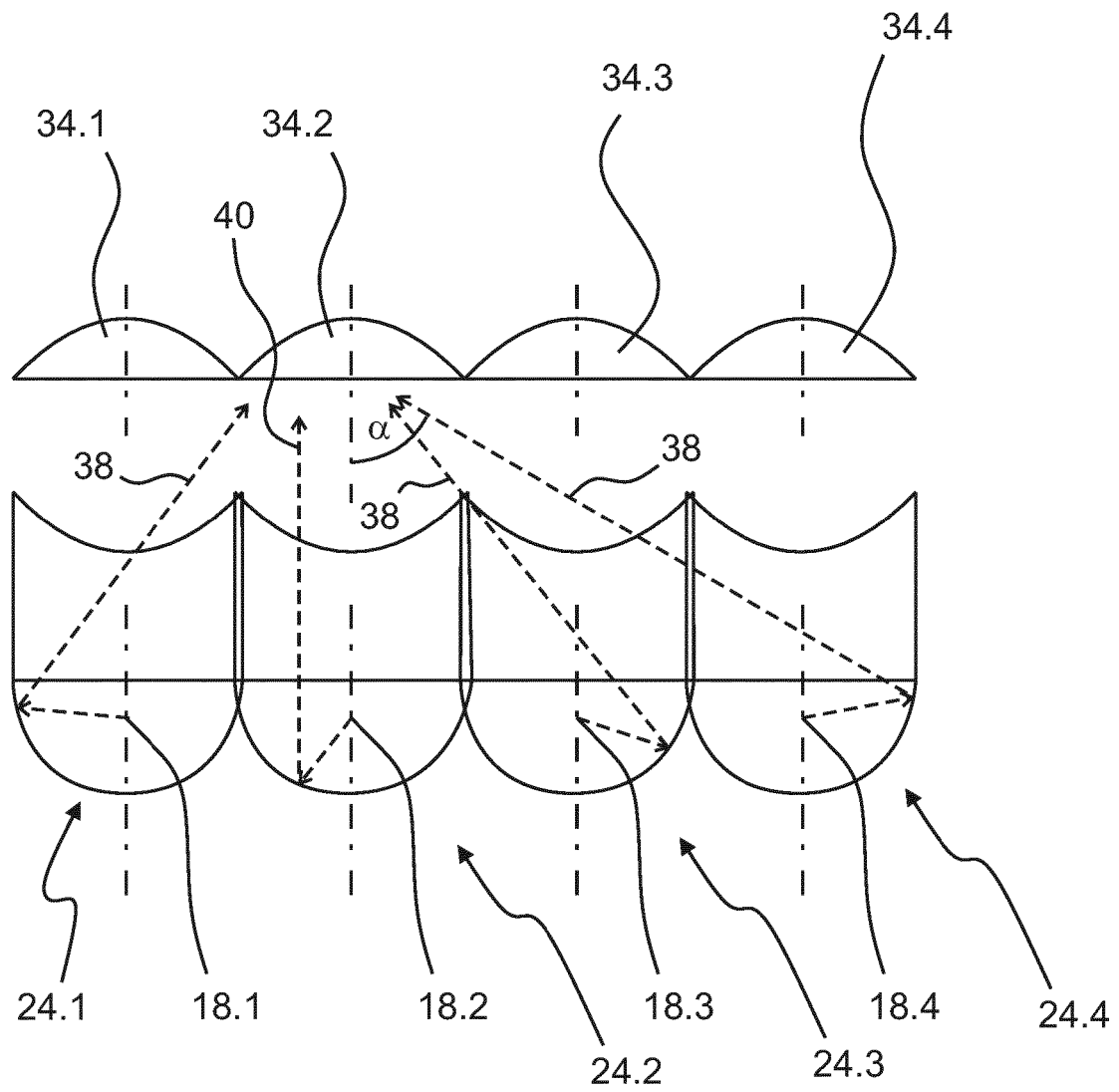


Fig. 6

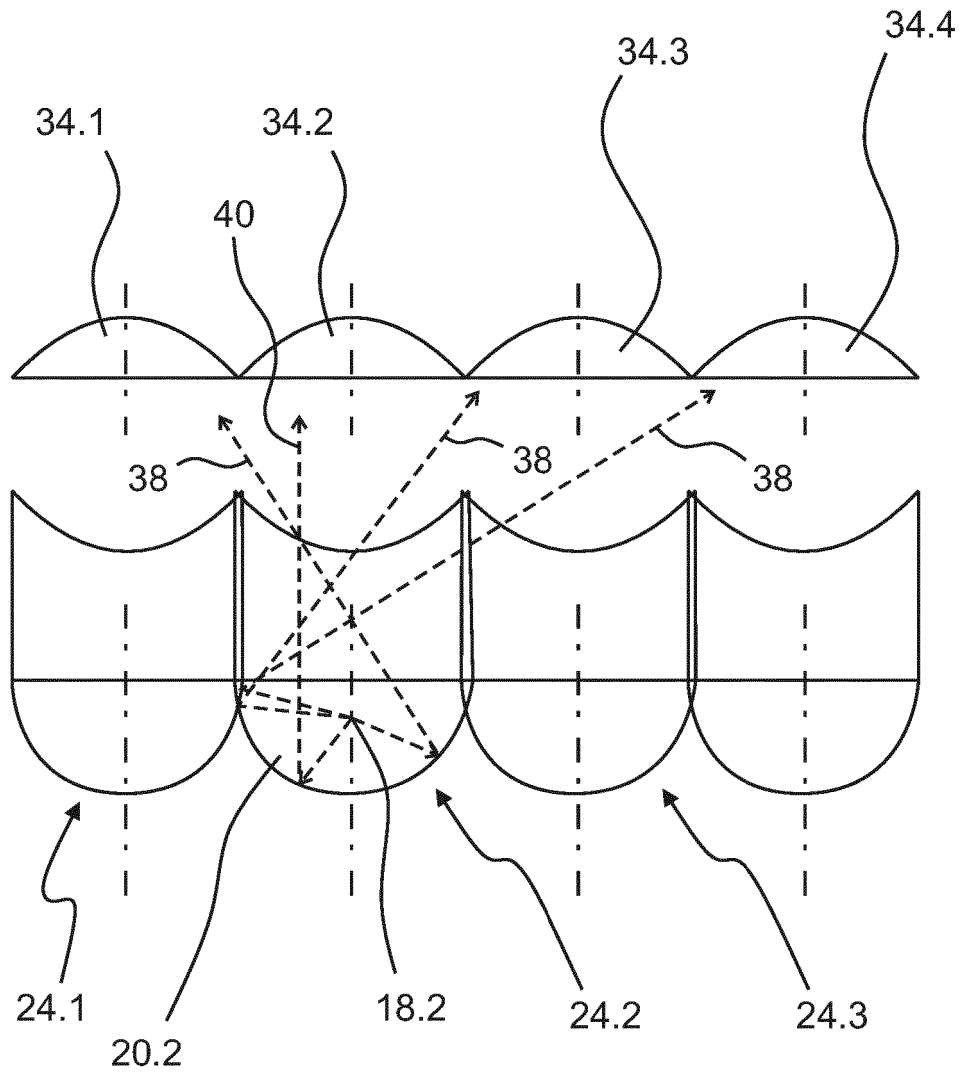


Fig. 7

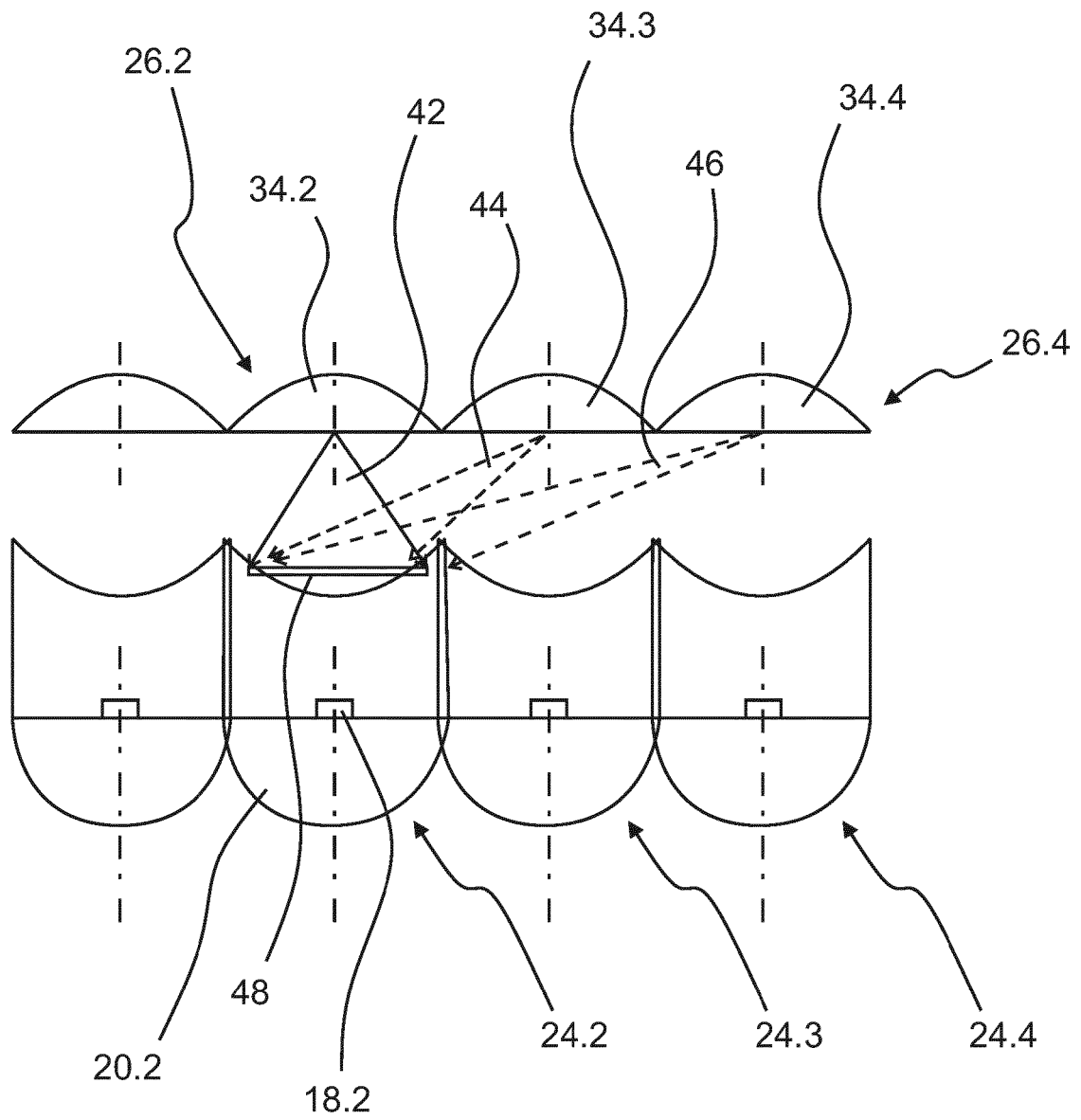


Fig. 8

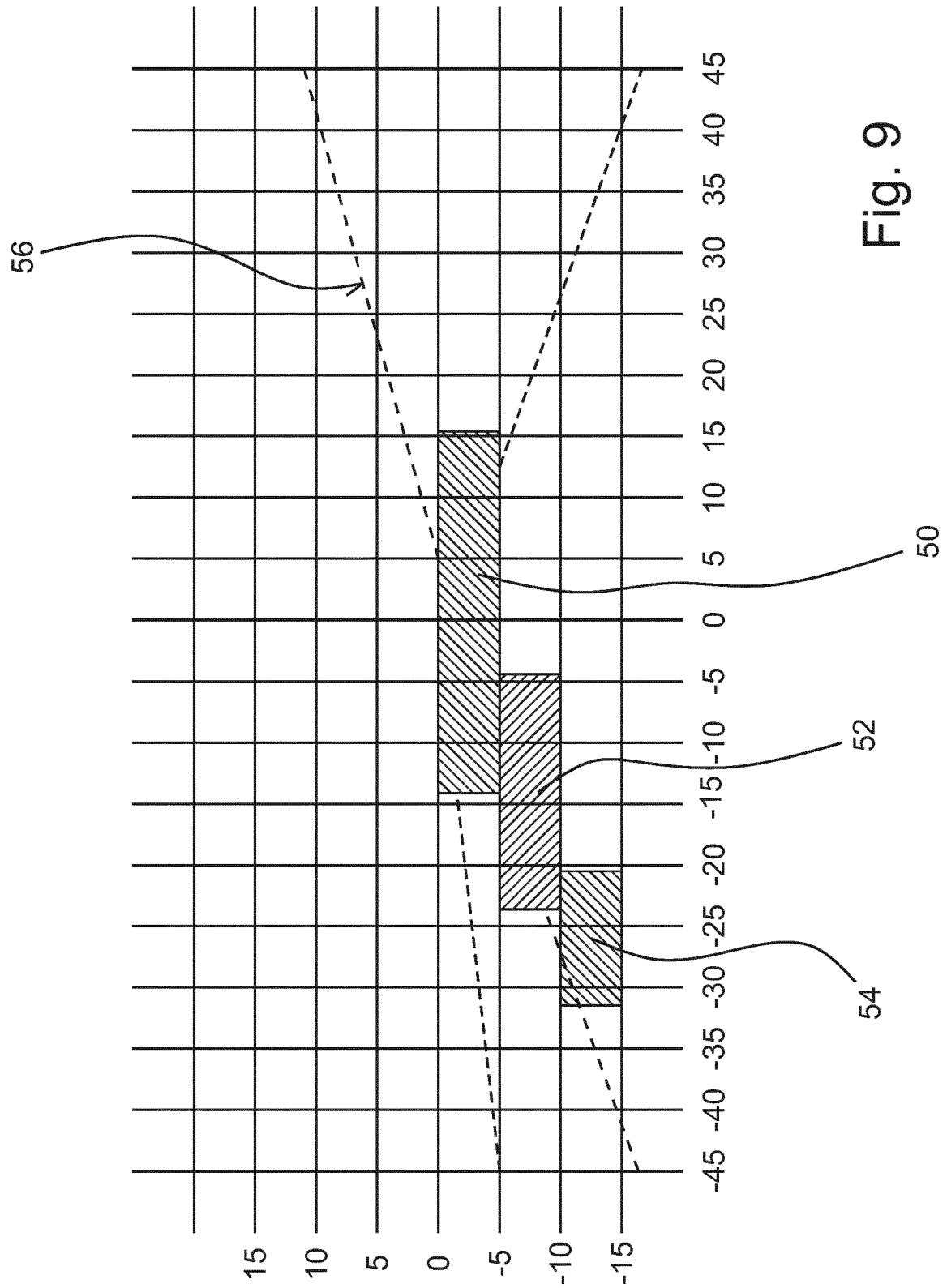


Fig. 9

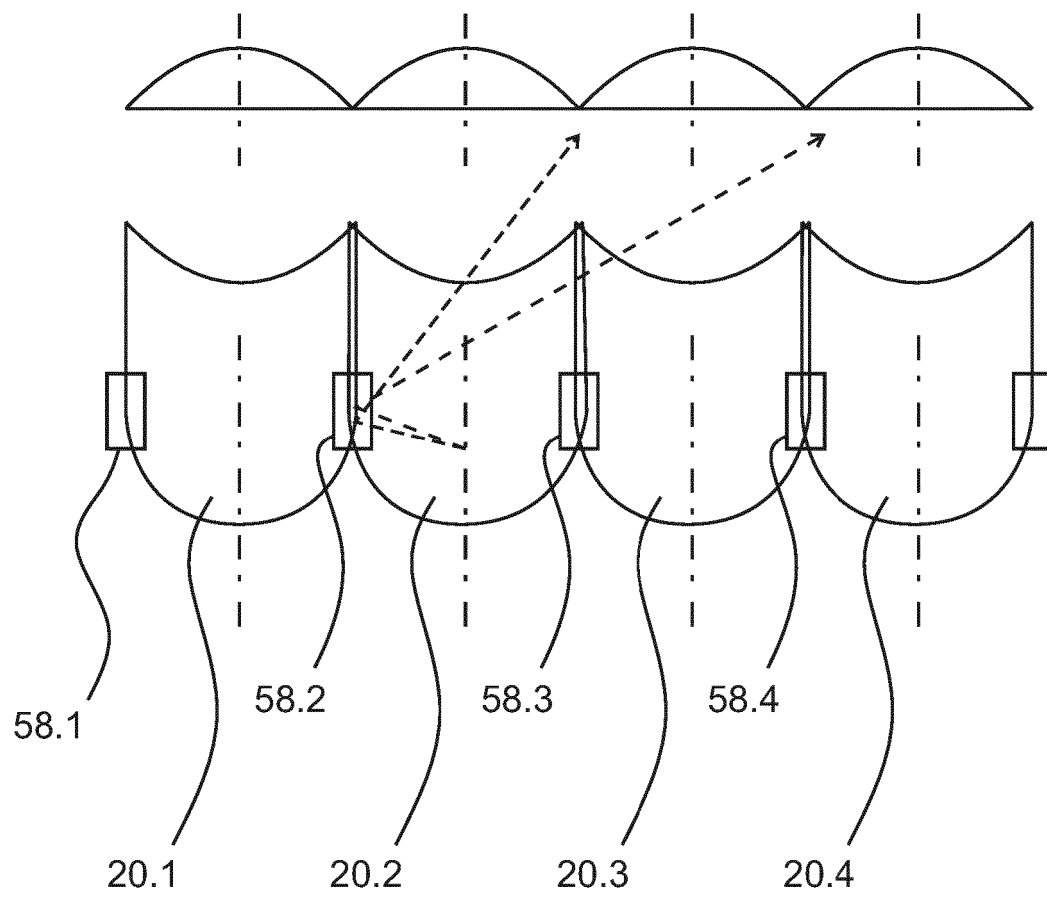


Fig. 10

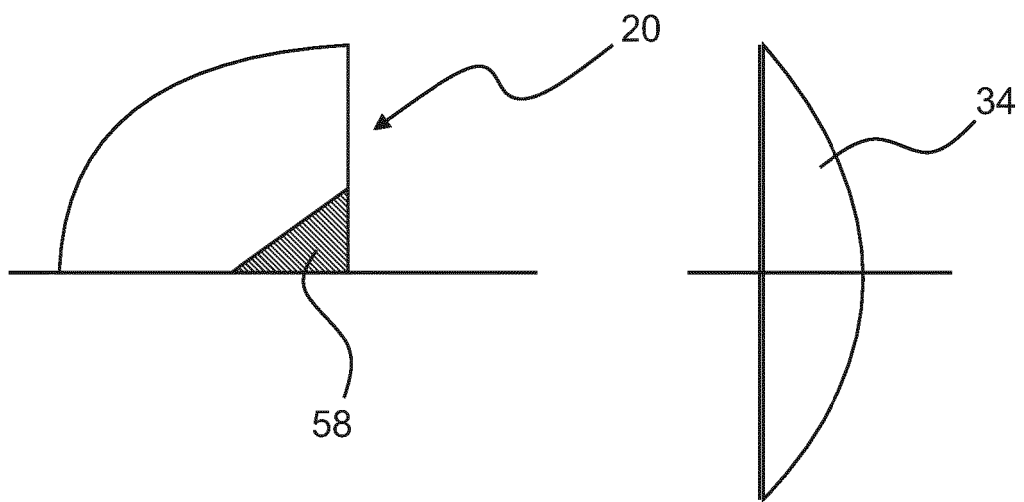


Fig. 11

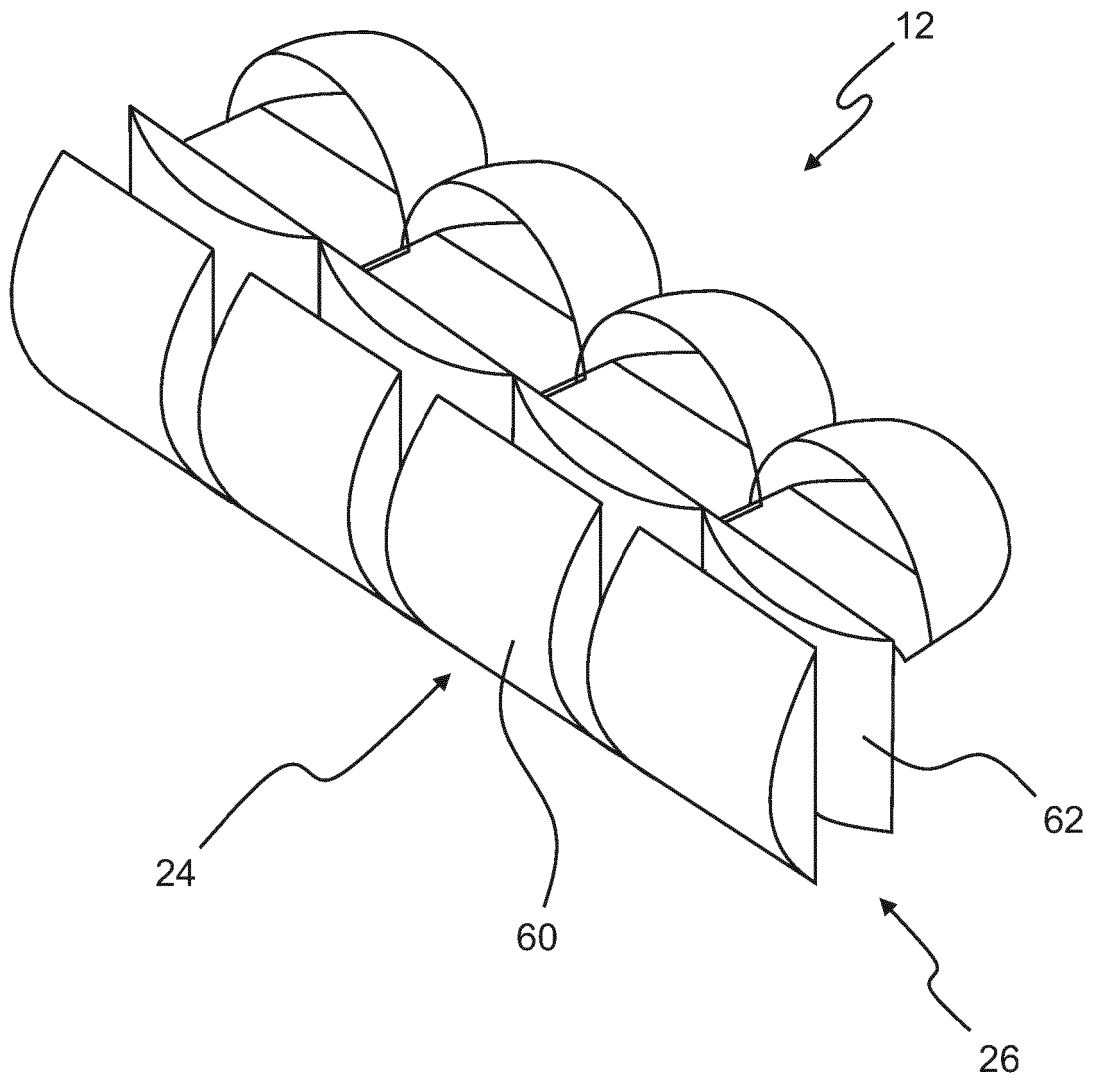


Fig. 12

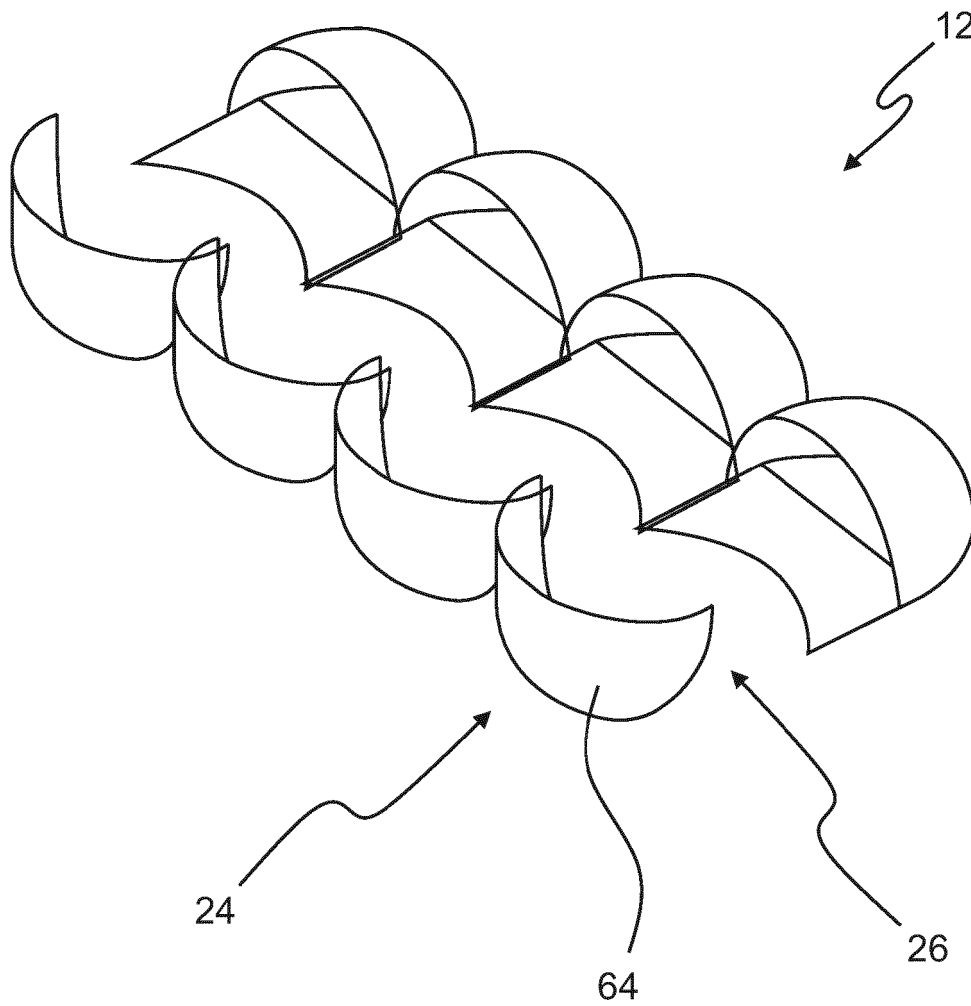


Fig. 13

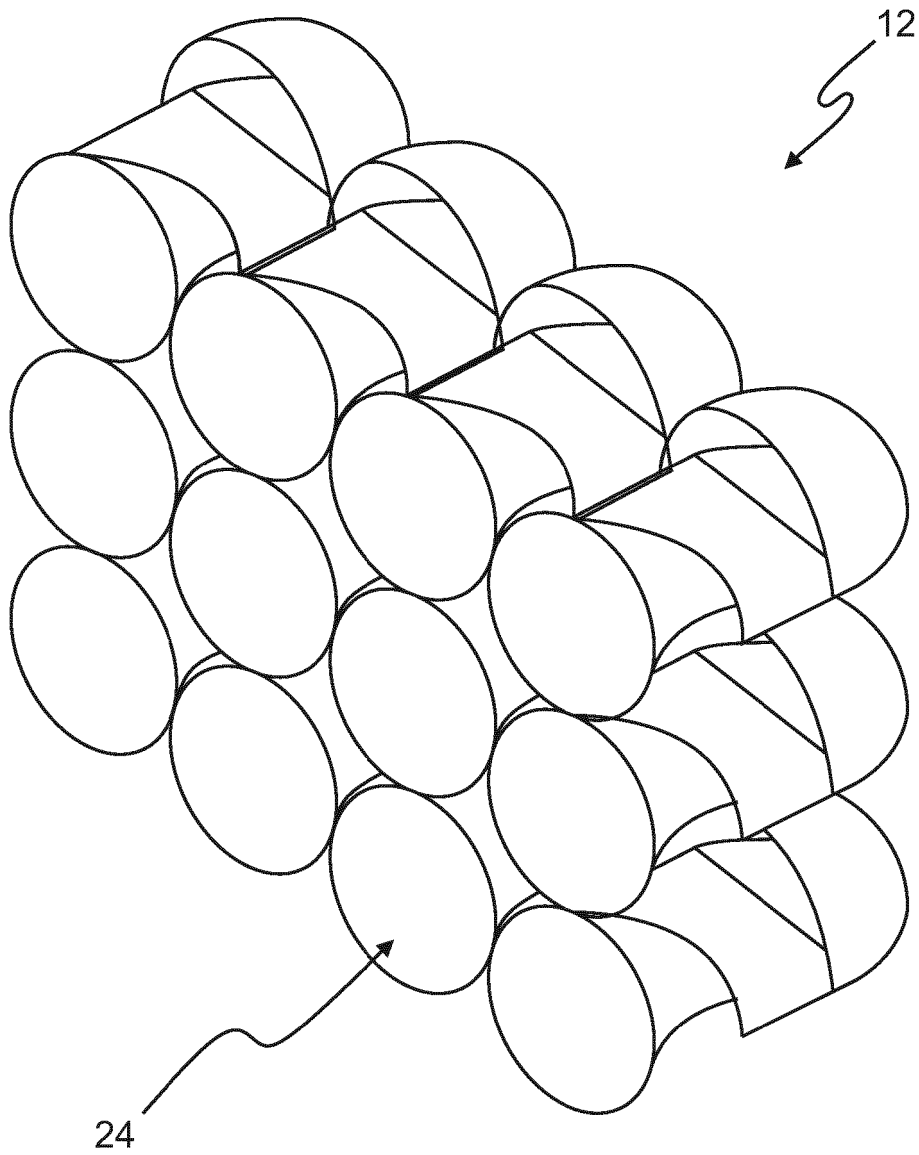


Fig. 14

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- JP 2010218964 A [0001]
- EP 3163155 A1 [0002]
- DE 102016125887 A1 [0002]
- US 6948836 B2 [0002]
- DE 102005015007 A1 [0002]