

(19)



(11)

EP 3 715 705 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.09.2020 Patentblatt 2020/40

(21) Anmeldenummer: **20161977.2**

(22) Anmeldetag: **10.03.2020**

(51) Int Cl.:
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)

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

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

(71) Anmelder: **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)**

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

(57) Vorgestellt wird ein Lichtmodul für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer mit n in einer Reihe nebeneinander angeordneten Teillichtmodulen, von 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, wobei jedes Teillichtmodul dazu eingerichtet ist, einen zentralen Raumwinkelbereich zu beleuchten. Das Lichtmodul zeichnet sich dadurch aus, dass die Primäroptik von jedem der n Teillicht-

module dazu eingerichtet und angeordnet ist, einen Teil des von der Lichtquelle dieses Teilmoduls ausgehenden Lichtes an dessen Sekundäroptik vorbei so auf eine Sekundäroptik eines nächst benachbarten Teillichtmoduls zu richten, dass das nächstbenachbarte Teillichtmodul mit diesem Licht einen peripheren Raumwinkelbereich beleuchtet, der sich mit dem zentralen Raumwinkelbereich durchdringt und der dabei über den zentralen Raumwinkelbereich seitlich herausragt.

EP 3 715 705 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Lichtmodul für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer mit n in einer Reihe nebeneinander angeordneten Teillichtmodulen, von 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, wobei jedes Teillichtmodul dazu eingerichtet ist, einen zentralen Raumwinkelbereich zu beleuchten. Derartige Lichtmodule sind zum Beispiel 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 bekannt. 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.

[0002] 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.

[0003] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Angabe eines Lichtmoduls der eingangs genannten Art, das eine verbesserte Gesamteffizienz aufweist.

[0004] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Danach ist die Primäroptik von jedem der n Teillichtmodule dazu eingerichtet und angeordnet, einen Teil des von der Lichtquelle dieses Teilmoduls ausgehenden Lichtes an der Sekundäroptik dieses Teillichtmoduls vorbei so auf eine Sekundäroptik eines zu diesem Teillichtmodul nächst benachbarten Teillichtmoduls zu richten, dass das nächstbenachbarte Teillichtmodul mit diesem Licht einen peripheren Raumwinkelbereich beleuchtet, der sich mit dem zentralen Raumwinkelbereich durchdringt und der dabei über den zentralen Raumwinkelbereich seitlich herausragt.

[0005] 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.

[0006] Das Lichtmodul besteht bevorzugt aus einer periodischen Anordnung einzelner optischer Bauteile, wobei bevorzugt 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.

[0007] 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.

[0008] Bevorzugt ist auch, dass die Reihe der Teillichtmodule bei einer der bestimmungsgemäßen Verwendung entsprechenden Lage im Raum horizontal ausgerichtet ist.

[0009] Weiter ist bevorzugt, dass $n = 2$ ist.

[0010] 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.

[0011] Bevorzugt ist auch, dass jedes Teillichtmodul den gleichen zentralen Raumwinkelbereich beleuchtet wie jedes andere der Teillichtmodule.

[0012] Weiter ist bevorzugt, dass das Lichtmodul dazu eingerichtet ist, die Lichtquellen gemeinsam ein- und

auszuschalten.

[0013] 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.

[0014] Bevorzugt ist auch, dass jede Primäroptik eines Teillichtmoduls einen lichtbrechenden oder reflektierenden Bereich aufweisen, der dazu eingerichtet ist, von der Lichtquelle dieses Teillichtmoduls her einfallendes Licht auf einen Sekundäroptikteilbereich eines nächstbenachbarten Teillichtmoduls zu richten.

[0015] 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.

[0016] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Sekundäroptiken jeweils als Reflexionsoptik, Totalreflexionsoptik, Linse oder Kombination dieser Alternativen verwirklicht sind.

[0017] 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.

[0018] Weiter ist bevorzugt, dass jede Sekundäroptik eine plan-konvexe Projektionslinse ist.

[0019] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass jede Sekundäroptik als Kombination aus zwei orthogonal zueinander ausgerichteten Walzenoptiken verwirklicht ist.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0023] Dabei zeigen, jeweils in schematischer Form:

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel eines Kraftfahrzeugscheinwerfers mit einem Lichtmodul;

Figur 2 eine perspektivische Darstellung einer An-

ordnung 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.

[0024] Im Einzelnen zeigt die Figur 1 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.

[0025] 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 Hell-Dunkel-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.

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] 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, sind die Lichtquellen des erfindungsgemäßen Lichtmoduls 12 bevorzugt dazu eingerichtet und geschaltet, gemeinsam ein- und ausgeschaltet zu werden.

[0029] Figur 4 zeigt eine Draufsicht auf ein einzelnes Teillichtmodul 24. Die konkave Form der Blendenkante 30 folgt der Form der Petzvalfläche 32 der Projektions-

linse 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.

[0030] 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.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] Figur 6 zeigt eine Draufsicht auf eine Anordnung von $n = 4$ Teillichtmodulen 24.1 bis 24.4 mit Strahlengängen 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.

[0035] 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.

[0036] 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. 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.

[0037] 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 stehen jeder Primäroptik nicht nur eine Apertur zur Verfügung sondern auch die Aperturen benachbarter Teillichtmodule, was die Lichtausbeute des Systems weiter verbessert. Die resultierende Lichtverteilung ist dabei nicht chaotisch oder von Streulicht geprägt.

[0038] 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 Projekti-

onslinse 34.3, 34.4 auch anderer Teillichtmodule 24.3, 24.4 abgebildet wird.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] 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.

[0043] 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.

[0044] 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.

[0045] 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.

[0046] 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.

[0047] 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.

[0048] 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.

[0049] 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.

[0050] 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.

[0051] 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.

[0052] 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, **dadurch gekennzeichnet, dass** 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) nächst benachbarten 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.

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
6. Lichtmodul (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Teillichtmodul (24.1, 24.2, 24.3, 24.4) den gleichen zentralen Raumwinkelbereich beleuchtet wie jedes andere der Teillichtmodule. 35
40
7. 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. 45
8. 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. 50
55
9. 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 benachbarten Teillichtmoduls und/oder übernächst benachbarten Teillichtmoduls zu richten.
10. 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.
11. Lichtmodul (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sekundäroptiken jeweils als Reflexionsoptik, Totalreflexionsoptik, Linse oder Kombination dieser Alternativen verwirklicht sind.
12. Lichtmodul (12) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Sekundäroptik dazu eingerichtet ist, einen primäroptikseitig gelegenen Bereich abzubilden und dass sich die abzubildenden Bereiche von Sekundäroptiken benachbarter Teillichtmodule überschneiden.
13. Lichtmodul (12) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Sekundäroptik eine plan-konvexe Projektionslinse ist.
14. Lichtmodul (12) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Sekundäroptik als Kombination aus zwei orthogonal zueinander ausgerichteten Walzenoptiken verwirklicht ist.
15. 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.

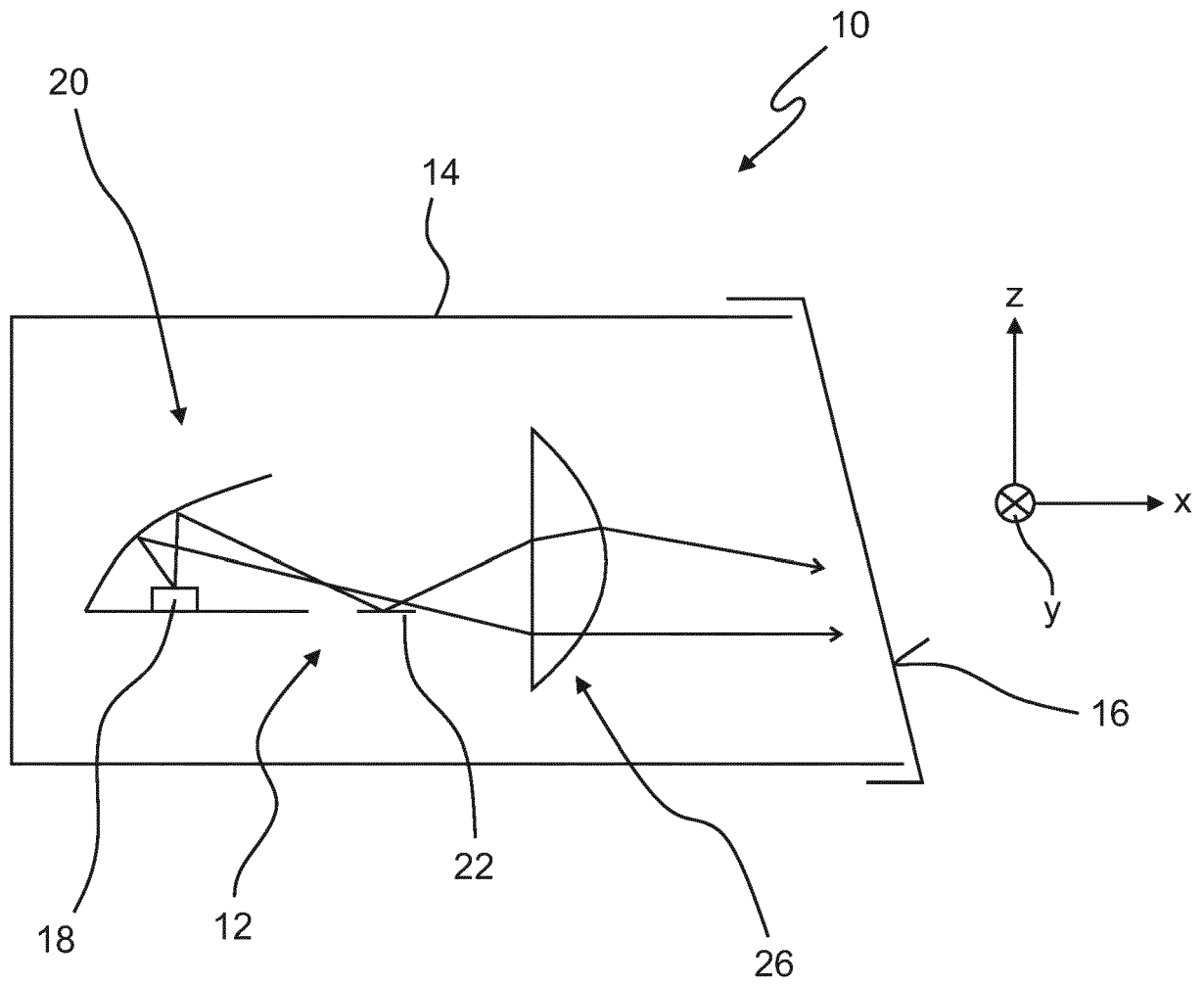


Fig. 1

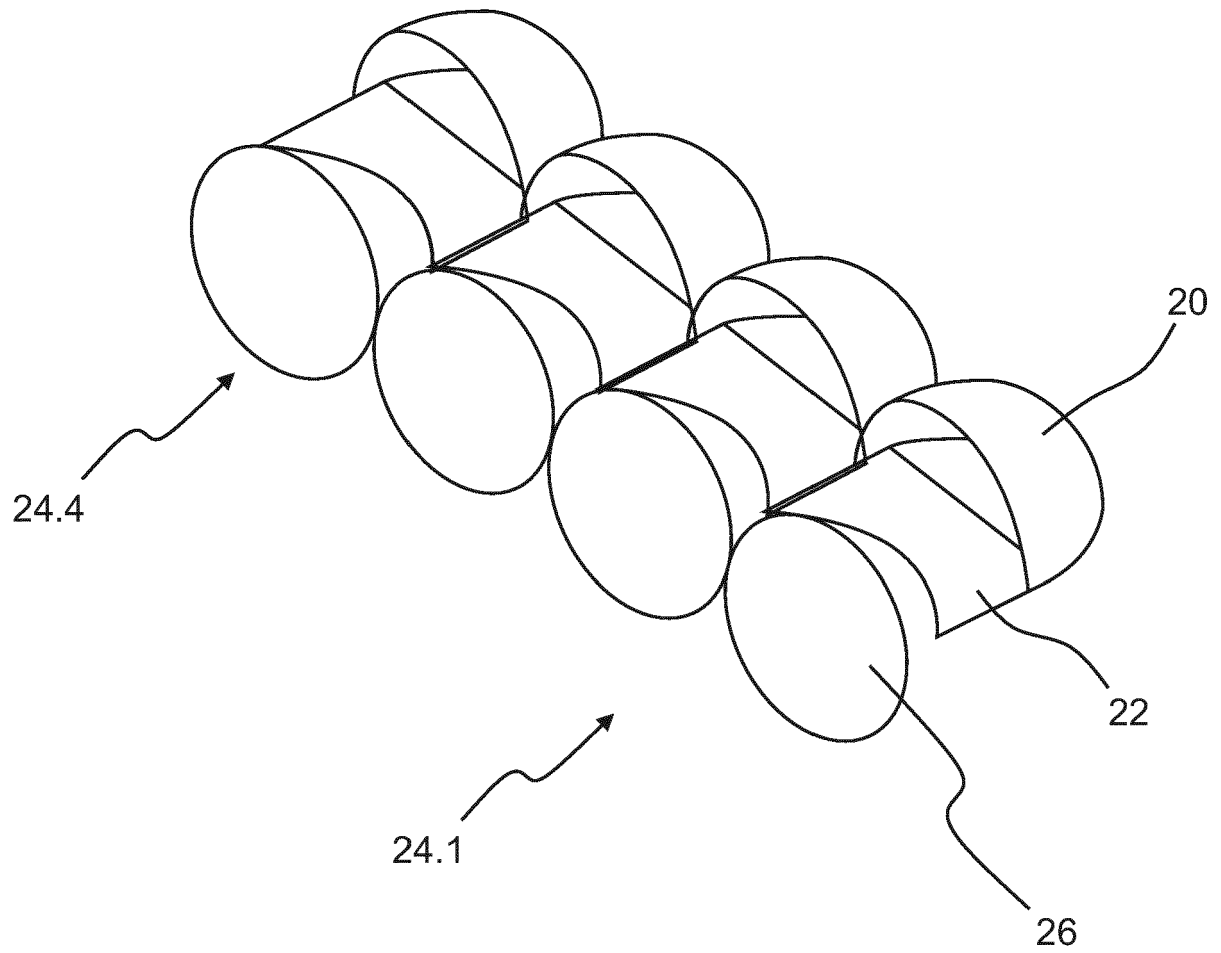


Fig. 2

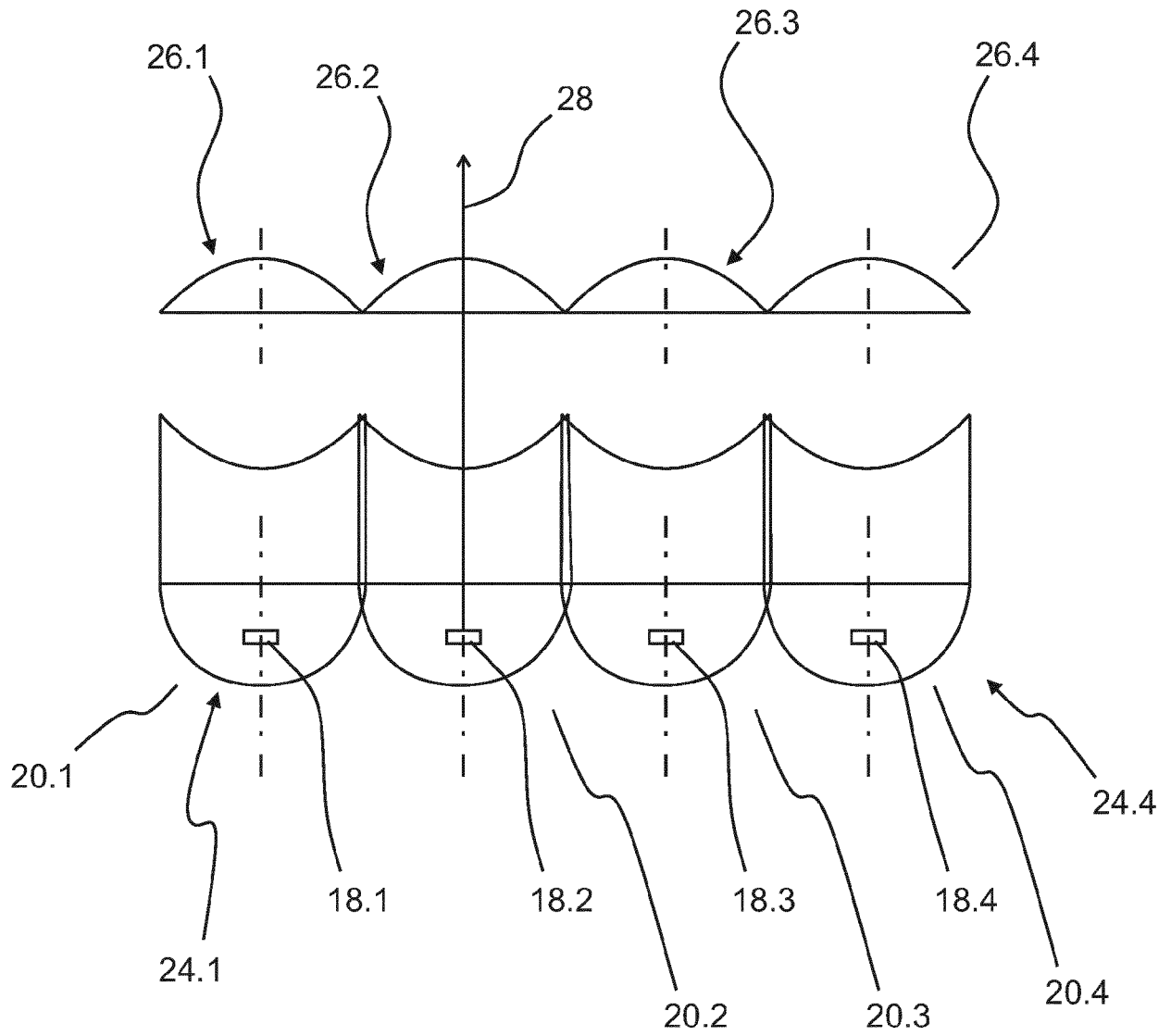


Fig. 3

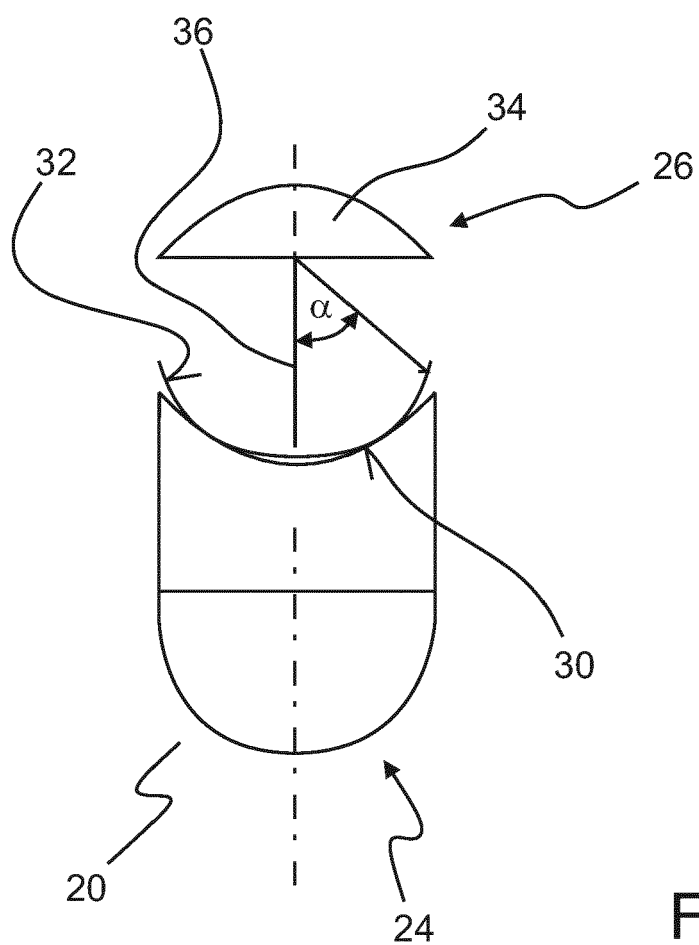


Fig. 4

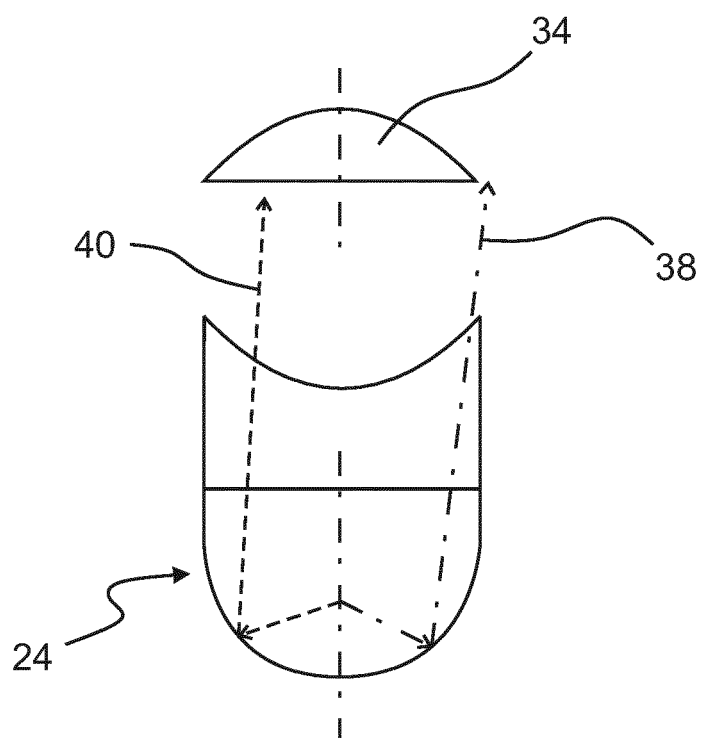


Fig. 5

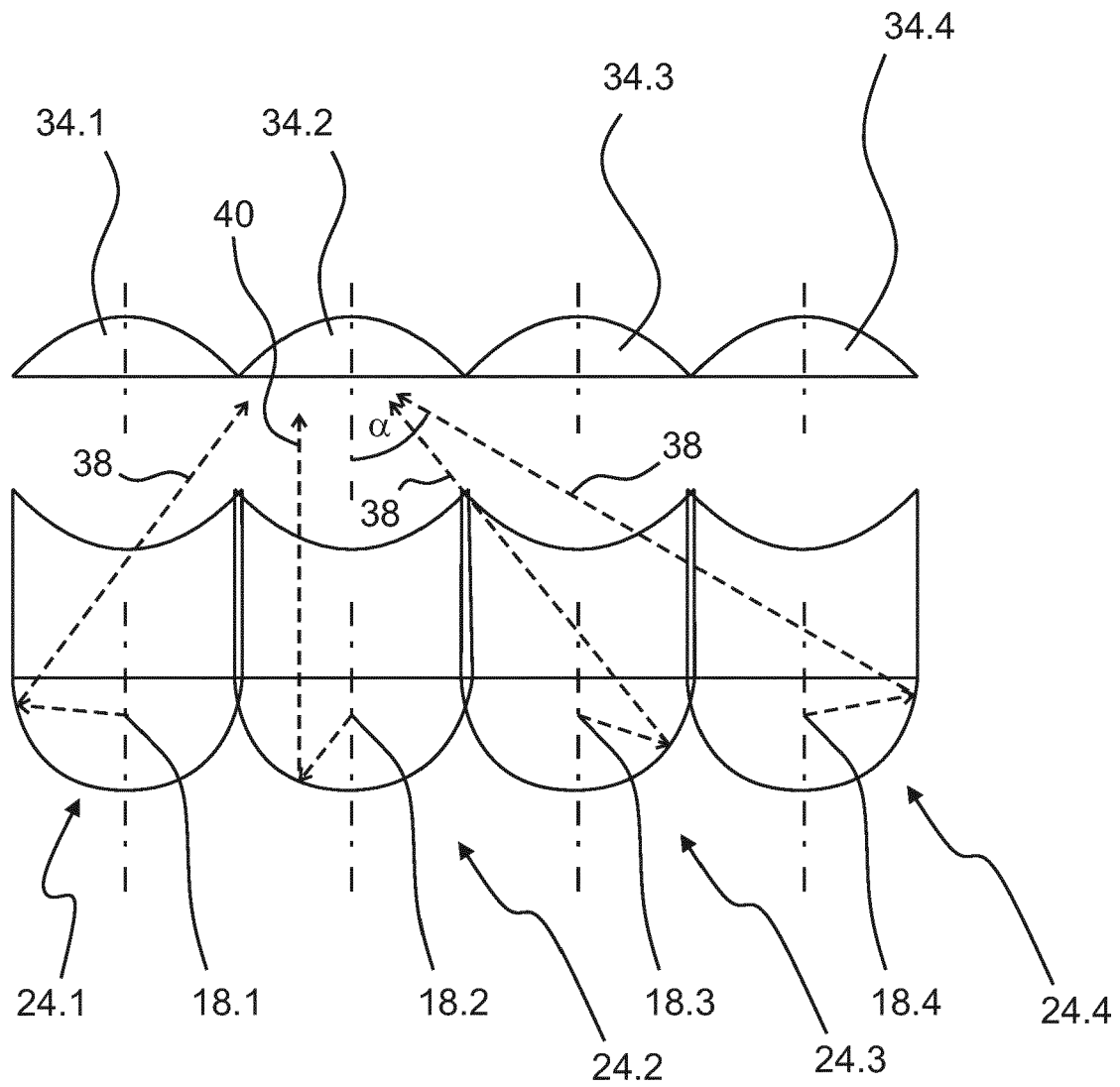


Fig. 6

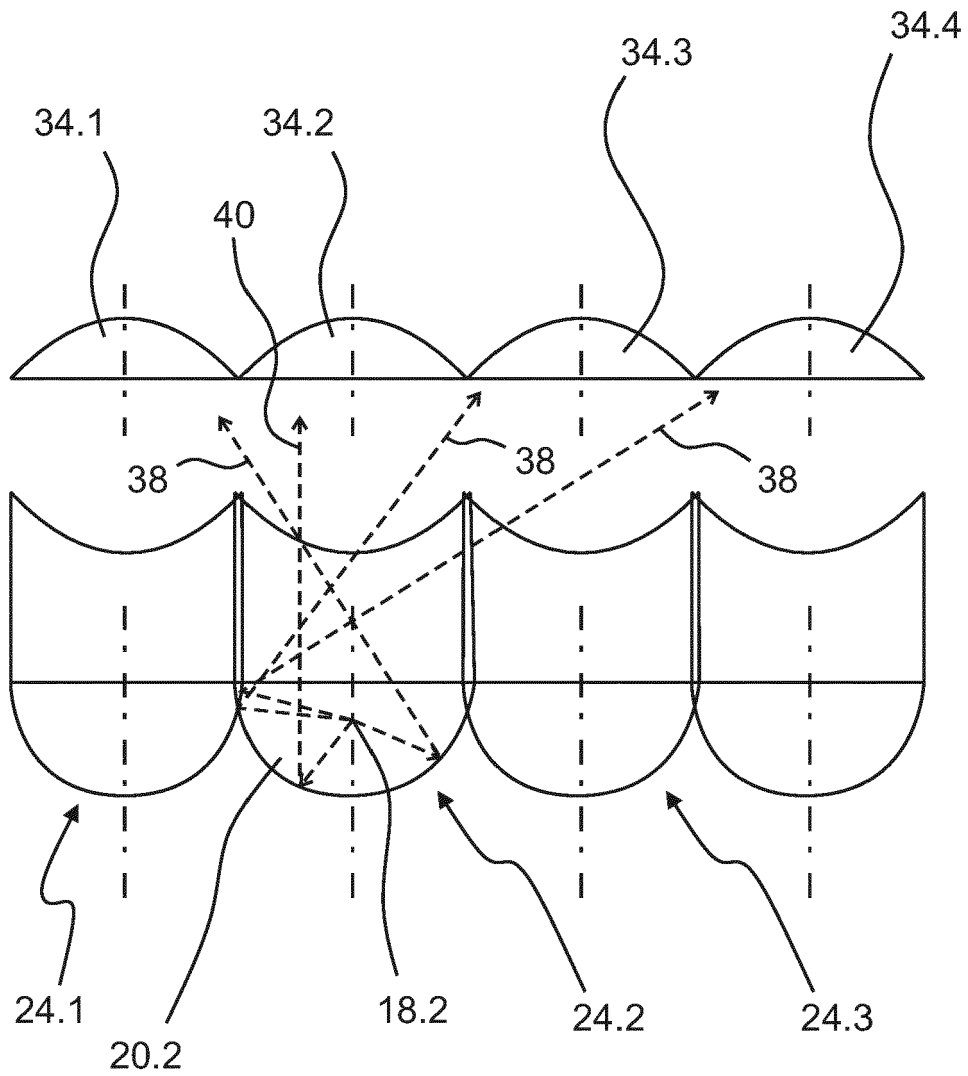


Fig. 7

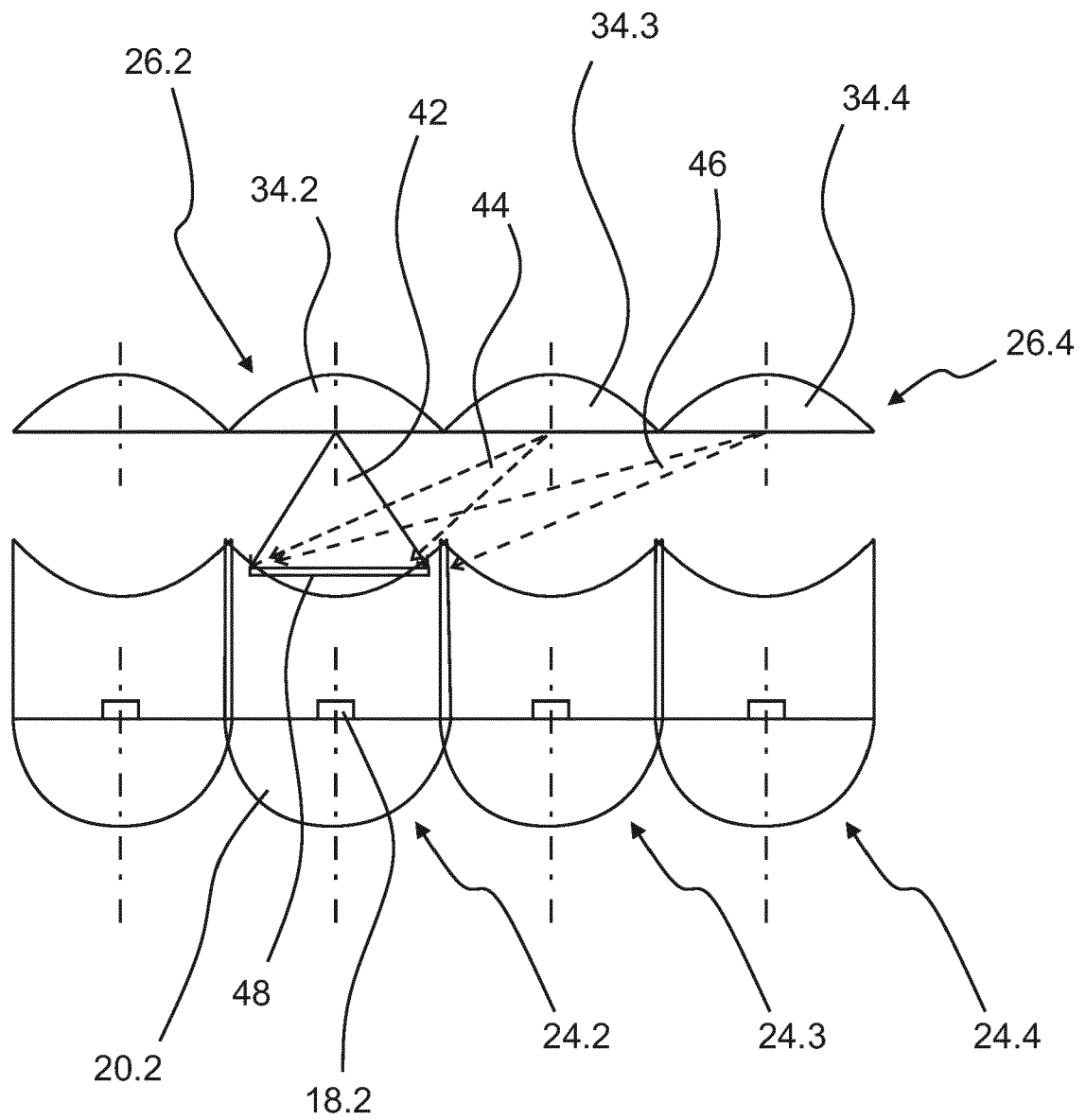


Fig. 8

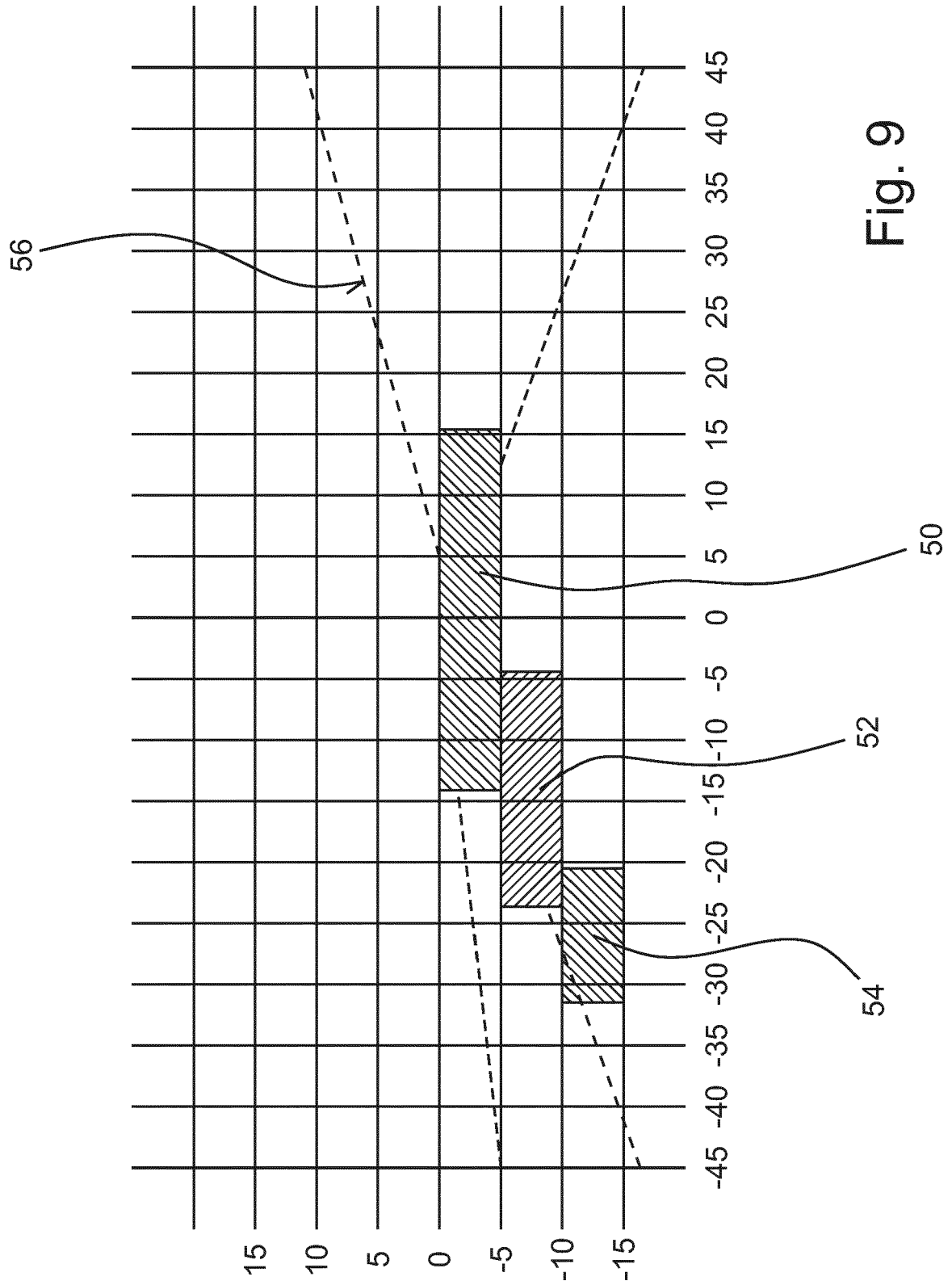


Fig. 9

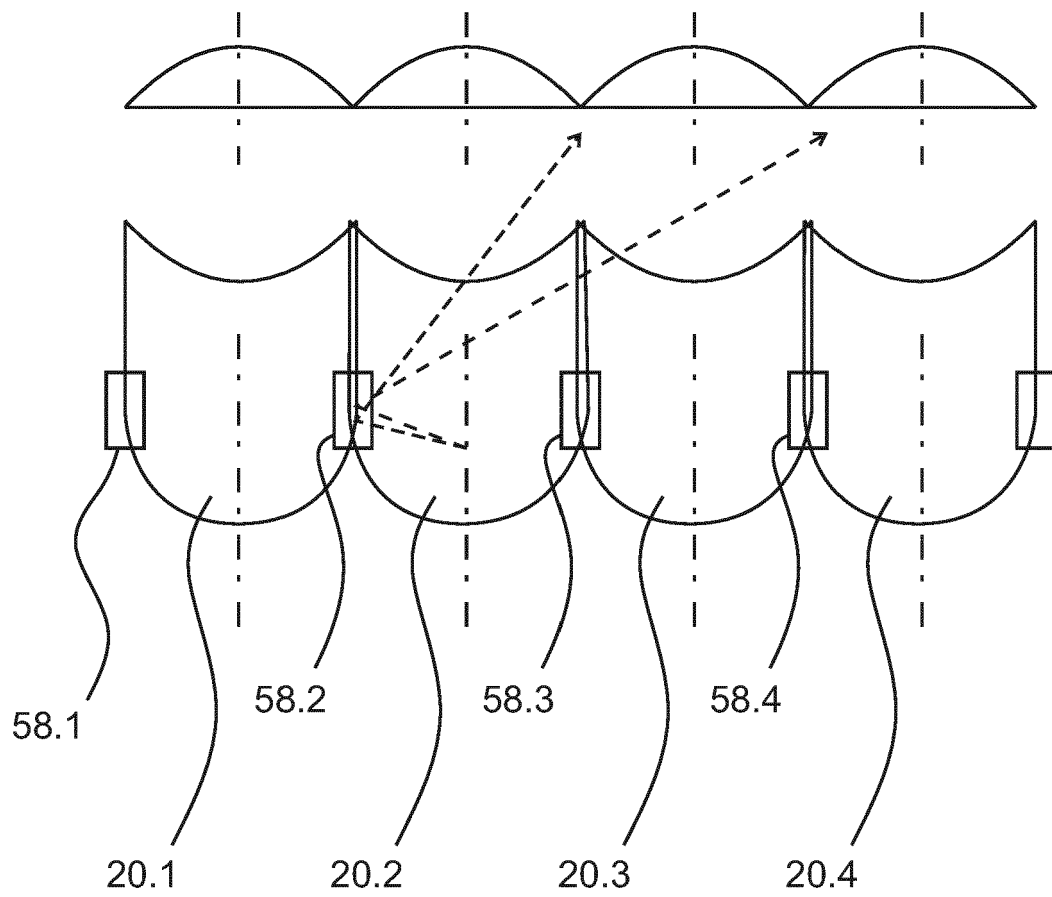


Fig. 10

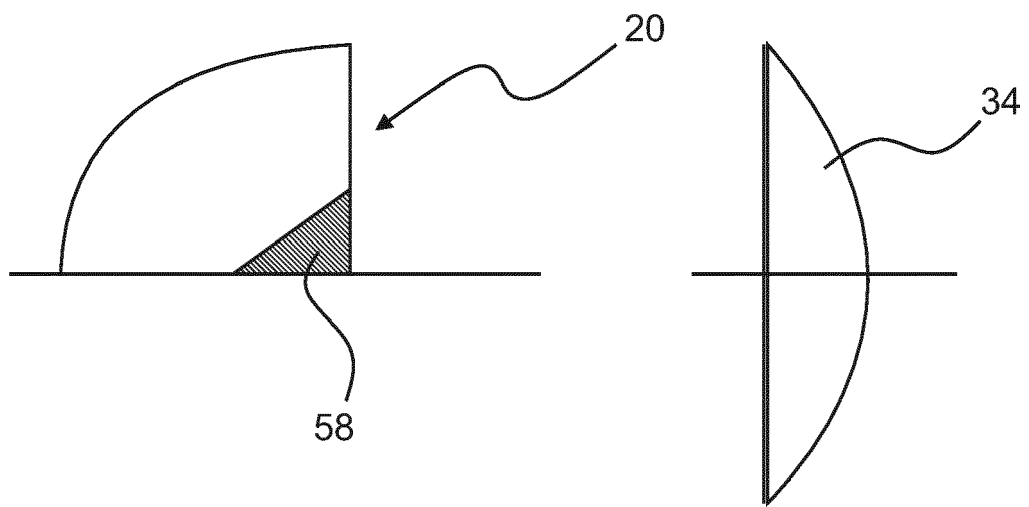


Fig. 11

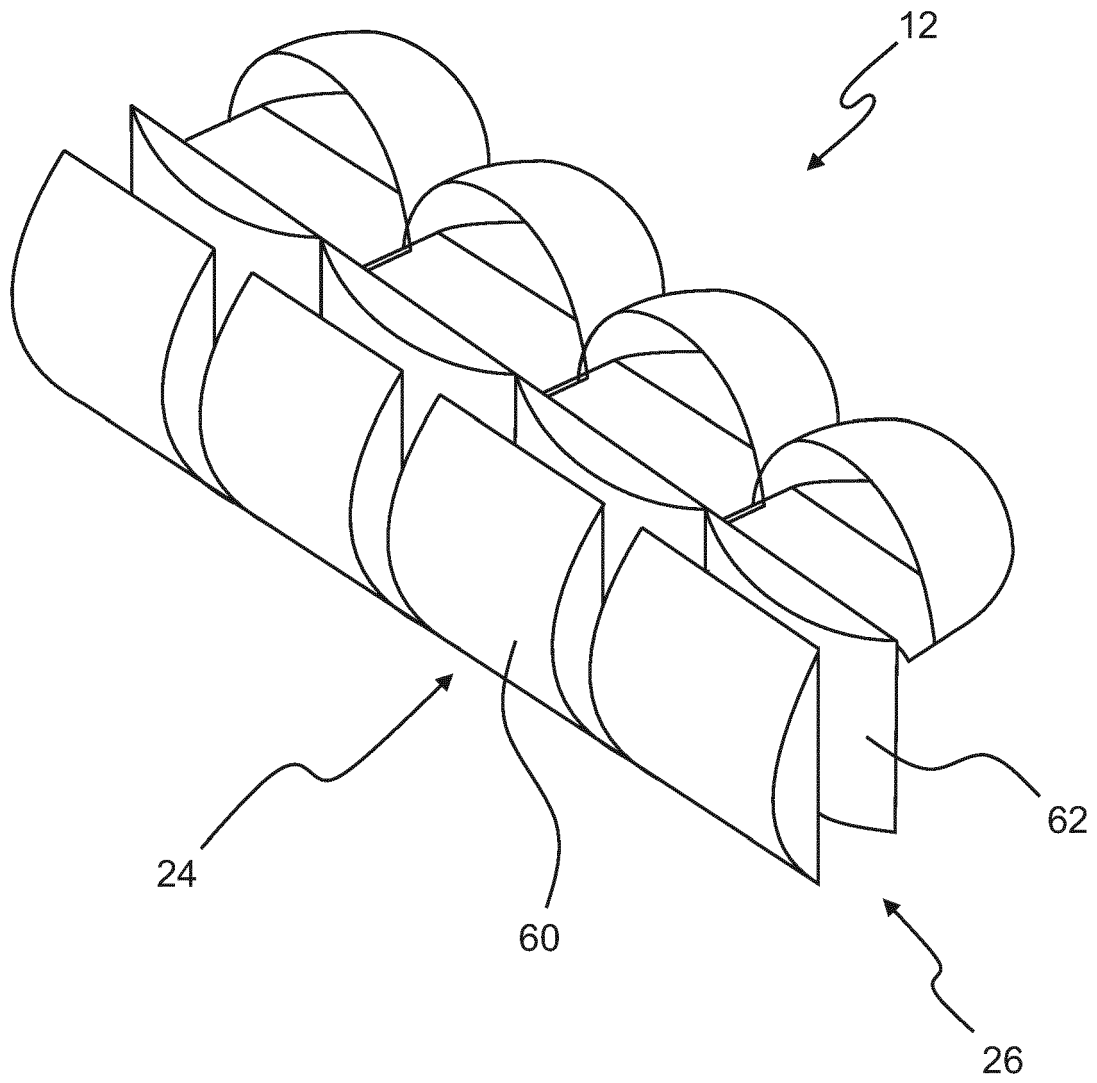


Fig. 12

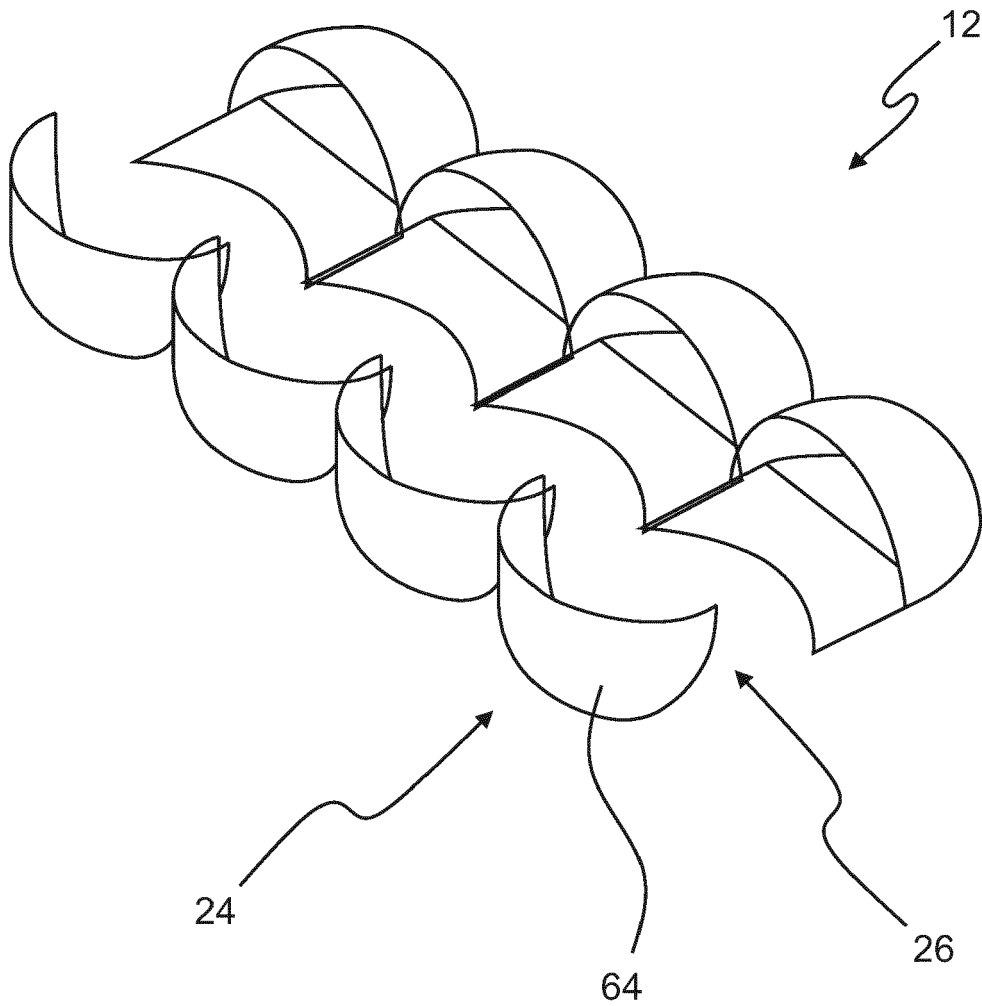


Fig. 13

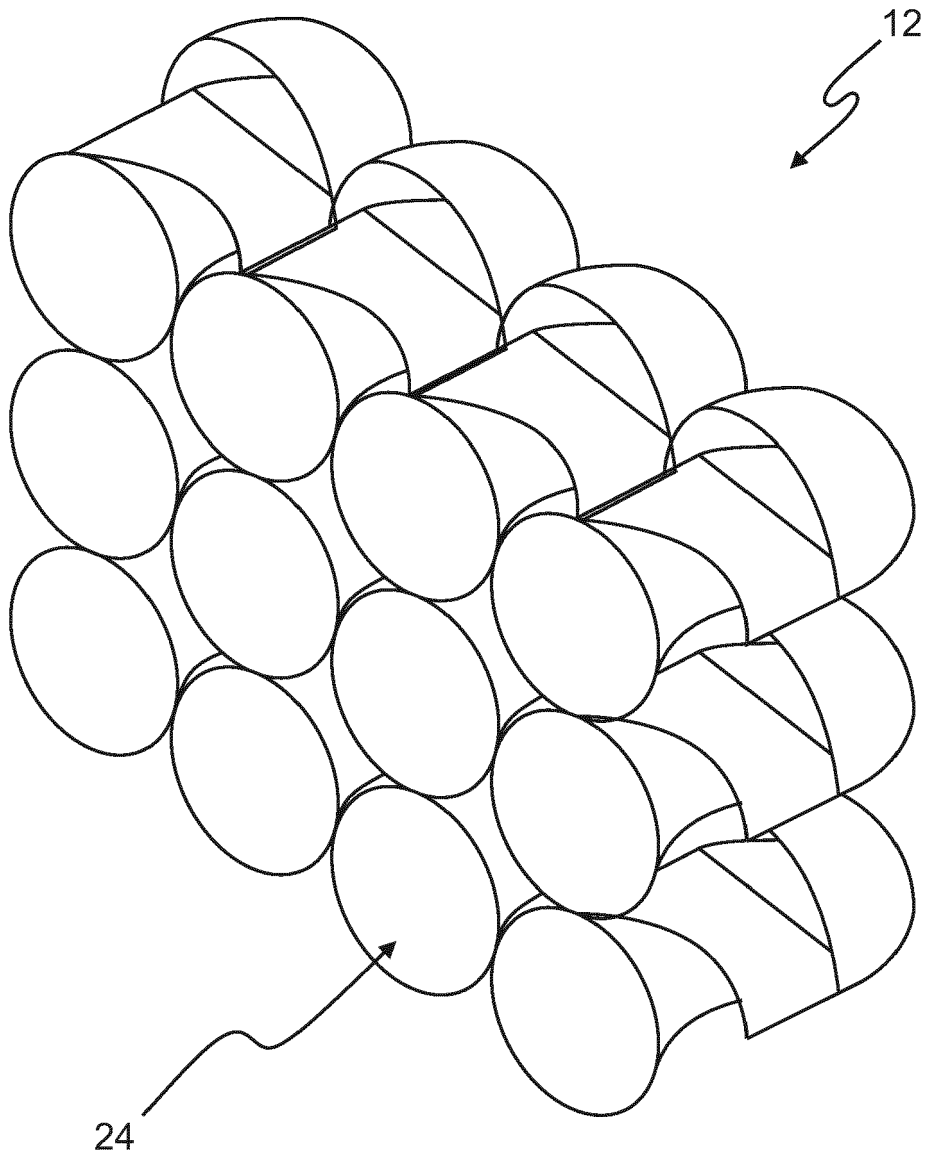


Fig. 14



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 16 1977

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 2010 218964 A (ICHIKOH INDUSTRIES LTD) 30. September 2010 (2010-09-30) * Ansprüche 1-3; Abbildungen 1-10 *	1-4,7-13	INV. F21S41/26 F21S41/27 F21S41/148 F21S41/255 F21S41/32 F21S41/365 F21W102/135
A	JP 2011 025820 A (STANLEY ELECTRIC CO LTD) 10. Februar 2011 (2011-02-10) * Abbildungen 4-9 *	1-15	
A	EP 3 006 821 A1 (KOITO MFG CO LTD [JP]) 13. April 2016 (2016-04-13) * Ansprüche 1-9; Abbildungen 1-4 *	1-15	
A	FR 3 063 796 A1 (VALEO VISION [FR]) 14. September 2018 (2018-09-14) * Ansprüche 1-9; Abbildungen 1-7 *	1-15	
A	US 2004/022067 A1 (TANIUCHI HITOSHI [JP]) 5. Februar 2004 (2004-02-05) * Anspruch 1; Abbildungen 5-9B *	1-15	
A	US 2015/138822 A1 (TATSUKAWA MASASHI [JP]) 21. Mai 2015 (2015-05-21) * Ansprüche 1-6; Abbildungen 1-4 *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F21S F21W
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 2. Juli 2020	Prüfer Giraud, Pierre
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 16 1977

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-07-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2010218964 A	30-09-2010	JP 5304363 B2 JP 2010218964 A	02-10-2013 30-09-2010
JP 2011025820 A	10-02-2011	KEINE	
EP 3006821 A1	13-04-2016	CN 105247276 A CN 107255249 A EP 3006821 A1 EP 3643963 A1 US 2016084465 A1 US 2017261171 A1 WO 2014192711 A1	13-01-2016 17-10-2017 13-04-2016 29-04-2020 24-03-2016 14-09-2017 04-12-2014
FR 3063796 A1	14-09-2018	KEINE	
US 2004022067 A1	05-02-2004	JP 2003331617 A US 2004022067 A1	21-11-2003 05-02-2004
US 2015138822 A1	21-05-2015	CN 104364579 A JP 6203174 B2 JP W02013183240 A1 US 2015138822 A1 WO 2013183240 A1	18-02-2015 27-09-2017 28-01-2016 21-05-2015 12-12-2013

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 3163155 A1 **[0001]**
- DE 102016125887 A1 **[0001]**
- US 6948836 B2 **[0001]**
- DE 102005015007 A1 **[0001]**