



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.04.2016 Patentblatt 2016/17

(51) Int Cl.:
F21S 8/10^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15183957.8**

(22) Anmeldetag: **04.09.2015**

(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:
MA

(71) Anmelder: **Automotive Lighting Reutlingen GmbH**
72762 Reutlingen (DE)

(72) Erfinder: **Gebauer, Matthias**
72770 Reutlingen (DE)

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

(30) Priorität: **22.09.2014 DE 102014218991**

(54) **LEUCHE FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG**

(57) Vorgestellt wird eine Leuchte für ein Kraftfahrzeug mit einer Leuchte, welche wenigstens eine Lichtquelle, ein Lichteinkoppelmodul und einen transparenten Leuchtkörper aufweist, der eine langgestreckte Lichtaustrittsfläche aufweist. Die Leuchte zeichnet sich dadurch aus, dass der transparente Leuchtkörper eine Lichteinkopelfacetten aufweisende langgestreckte Lichteintrittsfläche und Auskoppelfacetten aufweist und dazu eingerichtet ist, die Auskoppelfacetten mit homogenem und

um eine Vorzugsrichtung herum gebündelten Licht der Lichtquelle zu beleuchten und dass die Auskoppelfacetten auf sie einfallendes Licht der Lichtquelle auskoppeln und auf die Lichteinkopelfacetten richten, wobei Licht, das über eine Auskoppelfacetten ausgekoppelt wurde, auf genau eine Lichteinkopelfacetten konzentriert wird und wobei die Lichteinkopelfacetten auf sie einfallendes Licht einkoppeln und auf einen Teilbereich der Lichtaustrittsfläche richten.

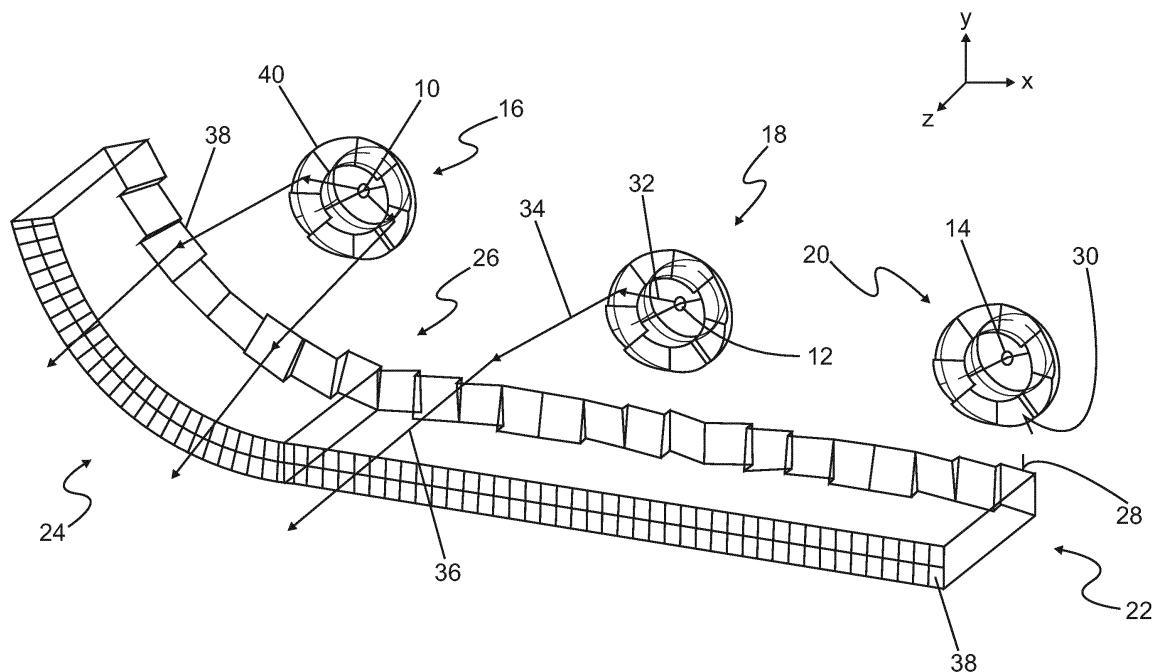


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Leuchte für ein Kraftfahrzeug, welche wenigstens eine Lichtquelle, ein Lichteinkoppelmodul und einen transparenten Leuchtkörper aufweist, der eine langgestreckte Lichtaustrittsfläche aufweist. Eine Leuchte ist eine Signallichtfunktionen erfüllende Beleuchtungseinrichtung und unterscheidet sich dadurch von einem Scheinwerfer, der das Umfeld mit einem wesentliche größeren Lichtstrom aktiv beleuchtet.

[0002] Eine solche Leuchte ist aus der DE 199 25 363 A1 bekannt. Diese Schrift zeigt einen flachen Lichtleiter, bei dem das Lichteinkoppelmodul in den als transparenter Leuchtkörper dienenden Lichtleiter integriert ist. Das Lichteinkoppelmodul besteht aus einer nahezu kreisförmigen Ausnehmung. Das Licht der Lichtquelle wird über die Grenzfläche der Ausnehmung eingekoppelt. Die langgestreckte Lichtaustrittsfläche liegt auf einer in radialer Richtung ersten Seite der kreisförmigen Öffnung. Über den der Lichtaustrittsfläche notwendigerweise abgewandten Halbkreis eingekoppeltes Licht besitzt dann eine Ausbreitungsrichtung, die es von der Lichtaustrittsfläche wegführt. Um auch dieses Licht zur Lichtaustrittsfläche zu lenken, ist die der Lichtaustrittsfläche abgewandte Rückseite des Lichtleiters als Parabelreflektor ausgestaltet, der das Licht nach vorn umlenkt und parallel ausrichtet, was für die Erzeugung einer regelkonformen Lichtverteilung günstig ist.

[0003] Ein Nachteil dieser Lösung ergibt sich daraus, dass das direkt nach vorn eingekoppelte Licht nicht parallelisiert wird, was entsprechend ungünstig für die Erzeugung einer regelkonformen Lichtverteilung ist.

[0004] Nachteilig ist auch, dass das Licht bei einer starken Krümmung der des plattenförmigen Lichtleiters an den gebogenen Seitenwänden wegreflektiert wird, was eine homogene Ausleuchtung der Lichtaustrittsfläche verhindert und die Erzeugung einer regelkonformen Lichtverteilung erschwert.

[0005] Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der Erfindung in der Angabe einer Leuchte der eingangs genannten Art, die auch eine Verwendung von stark gekrümmten Lichtleiterplatten, beziehungsweise transparenten Leuchtkörpern erlaubt, ohne dabei die genannten Nachteile in Kauf nehmen zu müssen.

[0006] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Von dem eingangs genannten Stand der Technik unterscheidet sich die Erfindung dadurch, dass der transparente Leuchtkörper eine Lichteinkopelfacetten aufweisende langgestreckte Lichteintrittsfläche aufweist, wobei das Lichteinkoppelmodul Auskopelfacetten aufweist und dazu eingerichtet ist, die Auskopelfacetten mit homogenem und um eine Vorzugsrichtung herum gebündeltes Licht der Lichtquelle zu beleuchten und wobei die Auskopelfacetten dazu eingerichtet sind, auf sie einfallendes Licht der Lichtquelle auszukoppeln und auf die Lichteinkopelfacetten zu richten, wobei Licht, das über eine Auskopelfacetten ausgekoppelt wur-

de, auf genau eine Lichteinkopelfacetten konzentriert wird und wobei die Lichteinkopelfacetten dazu eingerichtet sind, auf sie einfallendes Licht einzukoppeln und auf einen Teilbereich der Lichtaustrittsfläche zu richten.

[0007] Dadurch, dass der transparente Leuchtkörper eine Lichteinkopelfacetten aufweisende langgestreckte Lichteintrittsfläche aufweist, kann das Licht bereits breit verteilt eingekoppelt werden, was die angestrebte homogene, das heißt gleichmäßig helle Beleuchtung der Lichtaustrittsfläche begünstigt.

[0008] Dadurch, dass das Lichteinkoppelmodul Auskopelfacetten aufweist, kann das Licht der Lichtquelle in dem Lichteinkoppelmodul aufgeteilt werden und die Anteile können durch individuelle Ausgestaltung der Facetten individuell behandelt werden. Sie können zum Beispiel durch die Auskopelfacetten in individuell verschiedene Vorzugsrichtungen gebündelt ausgekoppelt werden, was ebenfalls für die angestrebte homogene Beleuchtung der Lichtaustrittsfläche genutzt werden kann.

[0009] Dadurch, dass das Lichteinkoppelmodul dazu eingerichtet ist, die Auskopelfacetten mit homogenem und um eine Vorzugsrichtung herum gebündeltes Licht der Lichtquelle zu beleuchten, kann das Design der Auskopelfacetten mit Blick auf die jeweils gewünschte Richtungsänderung optimiert werden. Die mit diesem Ziel erfolgende Gestaltung der Auskopelfacetten wird nämlich dadurch erleichtert, dass das um eine Vorzugsrichtung herum gebündelte (und im Idealfall parallele) Licht gewissermaßen einheitlich auf Formänderungen der Auskopelfacetten reagiert.

[0010] Dadurch, dass die Auskopelfacetten dazu eingerichtet sind, auf sie einfallendes Licht der Lichtquelle auszukoppeln und auf die Lichteinkopelfacetten zu richten, kann das bereits vorgeformte Licht in einer für das angestrebte Ergebnis einer homogenen Beleuchtung der Lichtaustrittsfläche günstigen Verteilung über die Länge der Lichteintrittsfläche verteilt eingekoppelt werden.

[0011] Dadurch, dass Licht, das über eine Auskopelfacetten ausgekoppelt wurde, auf genau eine Lichteinkopelfacetten konzentriert wird, kann eine sehr zielgenaue und, gemessen am angestrebten Ziel der homogenen und parallelen Beleuchtung der Lichtaustrittsfläche, lokal bedarfsgerechte Einkopplung erfolgen. Darüber hinaus erlaubt die zielgenaue Einkopplung auch eine optimierte Einkopplung in gekrümmte Bereiche des transparenten Leuchtkörpers in der Hinsicht, dass Lichtbündel des Lichteinkoppelmoduls, die eine für einen bestimmten gekrümmten Bereich des transparenten Leuchtkörpers geeignete Lichtbündelzusammensetzung aufweisen, zielgenau in diesen gekrümmten Bereich eingekoppelt werden können. Zur Veranschaulichung stelle man sich ringförmig angeordnete Auskopelfacetten und ringförmig angeordnete Einkopelfacetten eines entsprechend gekrümmten transparenten Leuchtkörpers vor. Es liegt auf der Hand, dass eine zum Beispiel bei 6 Uhr liegende Auskopelfacetten zur Beleuchtung einer bei ebenfalls 6 Uhr liegenden Einkopelfacetten geeignet ist.

[0012] Dadurch, dass die Lichteinkopelfacetten dazu

eingerrichtet sind, auf sie einfallendes Licht einzukoppeln und auf einen Teilbereich der Lichtaustrittsfläche zu richten, kann die angestrebte homogene Ausleuchtung der Lichtaustrittsfläche (oder auch jede andere angestrebte Art der Ausleuchtung) durch eine entsprechende Ausrichtung und Ausgestaltung der Einkoppelfacetten verwirklicht werden.

[0013] Dabei muss das Licht, das aus dem Lichteinkoppelmodul austritt, nicht parallel sein, auch nicht im transparenten Leuchtkörper. Das Lichtbündel soll in dem hypothetischen Fall, dass die Lichtaustrittsfläche glatt ist und damit insbesondere keine eingeformten Kissen oder Walzen aufweist, erst nach dem Austritt parallel sein, was zum Beispiel bei im Leuchtkörper noch nicht parallelen Licht durch eine Krümmung einer glatten Lichtaustrittsfläche erzielt werden kann. Da in die Lichtaustrittsfläche eine Walzenoptik oder Kissenoptik eingeformt ist, besteht die Möglichkeit, das einzelne Lichtbündel bei der Ausbreitung in einer entsprechenden Leuchte nie parallel sind. Es ist beispielsweise vorteilhaft, wenn das Licht zwischen dem Lichteinkoppelmodul und dem transparenten Leuchtkörper leicht konvergent ist. Dadurch wird sichergestellt, dass Licht nur entsprechend der beabsichtigten Zuordnung von Auskoppelfacetten und Einkoppelfacetten auf die Lichteintrittsseite des transparenten Festkörpers einfällt.

[0014] Eine bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Auskoppelfacetten darüber hinaus dazu eingerichtet sind, Licht das über eine Auskoppelfacetten ausgekoppelt wurde, auf genau eine Lichteinkoppelfacetten des transparenten Leuchtkörpers zu konzentrieren.

[0015] Bevorzugt ist auch, dass der transparente Leuchtkörper um die Hauptlichtausbreitungsrichtung des in ihm propagierenden Lichtes herum gekrümmt ist.

[0016] Ferner ist bevorzugt, dass eine Lichteinkoppelfacetten des transparenten Leuchtkörpers, die in einem gekrümmten Bereich des transparenten Leuchtkörpers liegt, einer Auskoppelfacetten des ringförmigen Lichteinkoppelmoduls zugeordnet ist, die in einem Bereich des Lichteinkoppelmoduls liegt, der in die gleiche Richtung gekrümmt ist.

[0017] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass jedes Lichteinkoppelmodul eine Anzahl von Auskoppelfacetten aufweist, die untereinander verschieden sind.

[0018] Bevorzugt ist auch, dass der transparente Leuchtkörper an seiner schmalen und langgestreckten Rückseite, die als Lichteintrittsfläche dient, unterschiedliche Lichteinkoppelfacetten aufweist.

[0019] Ferner ist bevorzugt, dass jede Lichteinkoppelfacetten des transparenten Leuchtkörpers in einer Eins zu Eins - Zuordnung zu einer Auskoppelfacetten eines Lichteinkoppelmoduls ausgerichtet ist und umgekehrt.

[0020] Bevorzugt ist auch, dass das Lichteinkoppelmodul einen ersten zentralen Umlenker aufweist, dessen Form sich durch Rotation eines Parabelzweiges um eine Rotationsachse herum ergibt, die mit der Hauptabstrahl-

richtung der Lichtquelle zusammenfällt.

[0021] Ferner ist bevorzugt, dass die Lichtquelle im Brennpunkt dieses Parabelzweiges angeordnet ist.

[0022] Bevorzugt ist auch, dass das Lichteinkoppelmodul einen zweiten Umlenker aufweist, der als Kegelfläche verwirklicht ist, die um die Hauptabstrahlrichtung in einem festen Abstand herum verläuft und mit der Hauptabstrahlrichtung einen Winkel von 45° einschließt, der sich in der Hauptabstrahlrichtung öffnet.

[0023] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Lichteinkoppelfacetten dazu eingerichtet sind, die einzelnen, über sie eingekoppelten Lichtbündel in einer gemeinsamen Richtung auf die Lichtaustrittsfläche zu richten.

[0024] Bevorzugt ist auch, dass der transparente Leuchtkörper und das Lichteinkoppelmodul jeweils separate Bauteile sind.

[0025] Ferner ist bevorzugt, dass die Lichtaustrittsfläche des transparenten Leuchtkörpers eine Krümmung um eine zur Hauptlichtausbreitungsrichtung senkrechte Achse aufweist.

[0026] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Auskoppelfacetten der Lichteinkoppelmodule in der Form einer geschlossenen Schleife, insbesondere in Form einer kreisförmigen Schleife angeordnet sind.

[0027] Bevorzugt ist auch, dass die Auskoppelfacetten von jeweils einem Lichteinkoppelmodul nicht in einer geschlossenen Schleife, sondern in einer offenen Schleife, insbesondere einem Ausschnitt aus einem Kreis, insbesondere in einem Halbkreis oder einem noch kleineren Ausschnitt aus einem Kreis angeordnet sind.

[0028] 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.

[0029] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0030] Dabei zeigen, jeweils in schematischer Form:

Figur 1 wesentliche Elemente einer Leuchte für ein Kraftfahrzeug;

Figur 2 eine Zuordnung von Auskoppelfacetten eines Lichteinkoppelmoduls zu Einkoppelfacetten eines transparenten Leuchtkörpers;

Figur 3 eine Draufsicht auf einen Schnitt durch einen transparenten Leuchtkörper und ein Lichteinkoppelmodul;

Figur 4 den Gegenstand der Figur 3 mit einer veränderten Geometrie der Lichtaustrittsfläche;

- Figur 5 eine perspektivische Darstellung einer weiteren Ausgestaltung, bei der die Auskoppelfacetten in einem Halbkreis angeordnet sind;
- Figur 6 einen Querschnitt durch die Anordnung gemäß der Figur 5;
- Figur 7 eine auf dem Gegenstand der Figur 6 basierende Ausgestaltung, bei der jeweils zwei Lichteinkoppelmodule längs ihrer Rotationsachse hintereinander angeordnet sind.
- Figur 8 das Erscheinungsbild der Anordnung aus der Figur 6 in einem eingeschalteten Zustand;
- Figur 9 eine Anordnung eines transparenten Leuchtkörpers zusammen mit drei Lichteinkoppelmodulen mit Platinen und Kühlkörper;
- Figur 10 eine Ausgestaltung eines Leuchtkörpers als schmale Streuscheibe;
- Figur 11 eine Ausgestaltung, bei der die Lichteinkoppelmodule als Hohlspiegelreflektoren verwirklicht sind.
- Figur 12 eine weitere Ausgestaltung, die auf den Gegenständen der Figuren 1 bis 4 basiert und die sich in der Gestaltung des transparenten Leuchtkörpers von diesen Gegenständen unterscheidet; und
- Figur 13 den Gegenstand der Figur 12 aus einer auf die Lichtaustrittsflächen gerichteten Blickrichtung.

[0031] Dabei bezeichnen gleiche Bezugszeichen in sämtlichen Figuren gleiche oder zumindest ihrer Funktion nach vergleichbare Elemente.

[0032] Im Einzelnen zeigt die Figur 1 als wesentliche Elemente einer Leuchte $n =$ drei Lichtquellen 10, 12, 14, für jede der $n =$ drei Lichtquellen genau ein Lichteinkoppelmodul 16, 18, 20 und einen transparenten Leuchtkörper 22, der eine langgestreckte Lichtaustrittsfläche 24 und eine langgestreckte Lichteintrittsfläche 26 aufweist. Diese Bauteile bilden zusammen die wesentlichen lichttechnischen Bestandteile eines Lichtmoduls der Leuchte. Die Leuchte weist darüber hinaus selbstverständlich ein Gehäuse auf, in dem diese Bauteile befestigt angeordnet sind und dass eine Lichtaustrittsöffnung besitzt, die durch eine transparente Abdeckscheibe abgedeckt wird. In dem Gehäuse können weitere Lichtmodule untergebracht sein, welche weitere Signallichtfunktionen und/oder Scheinwerferlichtfunktionen erfüllen.

[0033] Die Zahl n ist natürlich nicht auf den Werte 3 festgelegt und liegt bevorzugt zwischen 1 und 20. Die langgestreckte Lichteintrittsfläche weist Lichteinkoppel-

facetten 28 auf und ist den Lichteinkoppelmodulen zugewandt. Unter einer langgestreckten Lichtaustrittsfläche wird in dieser Anmeldung eine Lichtaustrittsfläche verstanden, die wenigstens fünfmal so lang wie breit ist.

[0034] Jedes Lichteinkoppelmodul weist Auskoppelfacetten 30 auf. Wie weiter unten noch näher erläutert wird, ist das Lichteinkoppelmodul durch seine Materialeigenschaften wie Transparenz und Brechzahl in Verbindung mit seiner Geometrie dazu eingerichtet, seine Auskoppelfacetten von innen her mit homogenem und um eine Vorzugsrichtung herum gebündeltes Licht der Lichtquelle zu beleuchten. Im dargestellten Beispiel sind die Auskoppelfacetten ringförmig angeordnet.

[0035] Die Auskoppelfacetten sind durch ihre Form und Anordnung im Lichteinkoppelmodul dazu eingerichtet, auf sie einfallendes Licht 32 der Lichtquelle auszukoppeln und dieses ausgekoppelte Licht 34 auf die Lichteinkoppelfacetten 28 des transparenten Leuchtkörpers zu richten. Die Auskoppelfacetten sind darüber hinaus dazu eingerichtet, Licht 34, das über eine Auskoppelfacetten ausgekoppelt wurde, auf genau eine Lichteinkoppelfacetten 28 des transparenten Leuchtkörpers zu konzentrieren. Die Lichteinkoppelfacetten des transparenten Leuchtkörpers sind dazu eingerichtet, auf sie einfallendes Licht 34 einzukoppeln und dieses eingekoppelte Licht 36 auf einen Teilbereich der Lichtaustrittsfläche 24 des transparenten Leuchtkörpers 22 zu richten.

[0036] Dieses eingekoppelte Licht 36 tritt über die langgestreckte Lichtaustrittsfläche 24 aus dem transparenten Leuchtkörper 22 aus. Da die Erfindung eine weitgehend homogene Beleuchtung der langgestreckten Lichtaustrittsfläche 24 mit Lichtbündeln bewirkt, die einen kleinen Öffnungswinkel haben, der auch gleich null sein kann (paralleles Licht), ist es leicht möglich, mit in die Lichtaustrittsfläche 24 eingeförmten Kissen oder Walzen 38 eine regelkonforme Signallichtverteilung zu erzeugen, bei der z.B. eine Winkelbreite von $\pm 20^\circ$ in der Horizontalen und $\pm 10^\circ$ in der Vertikalen mit vorgeschriebenen Helligkeitswerten beleuchtet werden muss.

[0037] Die Winkelangaben beziehen sich dabei auf Winkelabweichungen zu einer Geraden, die bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung der Leuchte im Kraftfahrzeug parallel zur Fahrzeuglängsachse ist, durch die Leuchte geht und mit der Hauptabstrahlrichtung der Leuchte zusammenfällt. Die Hauptabstrahlrichtung ist die Richtung, in der das Helligkeitsmaximum erzielt wird. Beim Gegenstand der Figur 1 ist das die z-Richtung. Die x-Richtung ist z.B. parallel zur Fahrzeugquerachse, und die y-Richtung liegt parallel zur Fahrzeughochachse.

[0038] Figur 1 zeigt insbesondere auch eine Ausgestaltung mit einem stark gekrümmten transparenten Leuchtkörper 22. Der transparente Leuchtkörper ist insbesondere um die Hauptlichtausbreitungsrichtung des in ihm propagierenden Lichtes herum gekrümmt. Beim Gegenstand der Figur 1 ist dies die z-Richtung.

[0039] Bei einer solchen Ausgestaltung ist bevorzugt, dass eine Lichteinkoppelfacetten 38 des transparenten Leuchtkörpers, die in einem gekrümmten Bereich des

transparenten Leuchtkörpers liegt, einer Auskoppelfacetten 40 des ringförmigen Lichteinkoppelmoduls 16 zugeordnet ist, die in einem Bereich des Lichteinkoppelmoduls liegt, der in die gleiche Richtung gekrümmt ist.

[0040] Die Zuordnung ist dabei jeweils durch das Lichtbündel gegeben, welches die jeweilige Auskoppelfacetten 40 mit der jeweiligen Lichteinkoppelfacetten 38 verbindet, indem es von der jeweiligen Auskoppelfacetten 40 ausgeht und die jeweilige Lichteinkoppelfacetten 38 beleuchtet.

[0041] Die Figur 1 zeigt damit insbesondere eine Anordnung eines transparenten Leuchtkörpers 22 und davon separate Lichteinkoppelmodule 16, 18, 20. Jedes Lichteinkoppelmodul besitzt eine Anzahl von Auskoppelfacetten, die untereinander im Allgemeinen verschieden sind. Der transparente Leuchtkörper 22 besitzt an seiner schmalen und langgestreckten Rückseite, die als Lichteintrittsfläche 26 dient, unterschiedliche Lichteinkoppelfacetten, wobei bevorzugt jede Lichteinkoppelfacetten des transparenten Leuchtkörpers in einer Eins zu Eins - Zuordnung zu einer Auskoppelfacetten eines Lichteinkoppelmoduls ausgerichtet ist und umgekehrt.

[0042] Die Figur 2 veranschaulicht eine solche Zuordnung von Auskoppelfacetten 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, eines Lichteinkoppelmoduls 20 und Lichteinkoppelfacetten 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7', 8', eines transparenten Leuchtkörpers 22 durch Paare gleicher Zahlen. Das von der Auskoppelfacetten 1 ausgehende Lichtbündel ist auf die Lichteinkoppelfacetten 1' konzentriert. Eine analoge Eins zu Eins - Zuordnung ergibt sich für die anderen Paare von Zahlen.

[0043] Die Figur 3 zeigt eine Draufsicht auf einen Schnitt durch einen transparenten Leuchtkörper und ein Lichteinkoppelmodul in einer Ebene, in der sich das Licht zwischen dem Lichteinkoppelmodul und dem transparenten Leuchtkörper ausbreitet.

[0044] Das Lichteinkoppelmodul 20 ist hier ein transparenter Festkörper mit einer Brechzahl größer als Eins. Er weist eine Lichteintrittsfläche 40 auf. Dicht (Abstand kleiner als 1 mm) vor der Lichteintrittsfläche 40 ist ein Halbraumstrahler als Lichtquelle 14 angeordnet. Der Halbraumstrahler ist bevorzugt eine Halbleiterlichtquelle, beispielsweise eine Leuchtdiode. Ein von der Lichtquelle 14 ausgehendes Lichtbündel tritt über die Lichteintrittsfläche 40 in das Lichteinkoppelmodul 20 ein. Aufgrund der Brechung verringert sich dabei der Öffnungswinkel des Lichtbündels. Bevorzugt sind hier Halbraumstrahler, die eine annähernd rotationssymmetrische Abstrahlcharakteristik besitzen.

[0045] Ein erster zentraler Umlenker 42 lenkt das Licht der Lichtquelle durch interne Totalreflexion radial nach außen um. Die Form des Umlenkens 42 ergibt sich z.B. durch Rotation eines Parabelzweiges um eine Rotationsachse 44 herum, die mit der Hauptabstrahlrichtung der Lichtquelle 14 zusammenfällt. Die Lichtquelle ist bevorzugt im Brennpunkt dieses Parabelzweiges angeordnet, wobei dieser Brennpunkt, da er in Luft und damit in einem Medium mit anderer Brechzahl als der Brechzahl des

Lichteinkoppelmoduls 20 liegt, an einer anderen Stelle liegt, als wenn sich das Licht nur in einem einzigen Medium ausbreiten würde.

[0046] Unter den angegebenen Bedingungen propagiert das Licht nach der Umlenkung an dem ersten zentralen Umlenker 42 in zueinander parallelen Ebenen, die senkrecht zu der Hauptabstrahlrichtung und Rotationsachse liegen, und es propagiert außerdem in jeder solchen Ebene radial nach außen. Ein zweiter Umlenker 46 ist im Lichtweg des radial nach außen propagierenden Lichtes so angeordnet und ausgestaltet, dass er das auftreffende Licht parallel zur Hauptabstrahlrichtung der Lichtquelle umlenkt. Der zweite Umlenker 46 ist z.B. als Kegelfläche verwirklicht, die um die Hauptabstrahlrichtung in einem festen Abstand herum verläuft und mit der Hauptabstrahlrichtung einen Winkel von 45° einschließt, der sich in der Hauptabstrahlrichtung öffnet.

[0047] Der Zweck des zweiten Umlenkens 46 besteht darin, ein Lichtbündel zu erzeugen, das um die Hauptabstrahlrichtung der Halbleiterlichtquelle als Vorzugsrichtung herum gebündelt ist. In einer weiteren Ausgestaltung setzt sich der zweite Umlenker aus einzelnen Facetten zusammen. Wesentlich ist in jedem Fall, dass der zweite Umlenker ein möglichst weitgehend gebündeltes Licht 32 erzeugt.

[0048] Dieses gebündelte Licht 32 fällt von innen auf die Auskoppelfacetten 30 ein. Die Auskoppelfacetten 30 sind gerade so angeordnet, dass sie von dem gebündelten Licht beleuchtet werden. Gleichzeitig sind die einzelnen Auskoppelfacetten 30 gegeneinander verkippt so gestaltet, dass sie das austretende Licht gerade so brechen, dass dieses Licht 34 zielgenau auf die zugeordnete Lichteinkoppelfacetten 28 des transparenten Leuchtkörpers konzentriert wird und diese möglichst homogen ausleuchten.

[0049] Gegenüber einer Realisierung der Lichteinkoppelmodule als Hohlspiegelreflektoren hat die Realisierung als transparente Festkörper den Vorteil, dass sich durch die beschriebenen Umlenker 42, 46 leicht eine gleichmäßige Aufteilung des Lichtstroms auf die verschiedenen, zur Auskopplung dienenden Auskoppelfacetten der Lichteinkoppelmodule erzielen lässt.

[0050] Die einzelnen Lichteinkoppelfacetten 28 des transparenten Leuchtkörpers 22 lenken das eingekoppelte Licht auf die Lichtaustrittsfläche 24 des transparenten Leuchtkörpers. Die Lichteinkoppelfacetten 28 sind bevorzugt dazu eingerichtet, die einzelnen, über sie eingekoppelten Lichtbündel in einer gemeinsamen Richtung, also als Bündel, die zueinander parallel sind, auf die Lichtaustrittsfläche zu richten. Die genannte Richtung ist bevorzugt parallel zu den Schmalseitenkanten 48 des transparenten Leuchtkörpers, die zwischen der Lichteintrittsfläche und der Lichtaustrittsfläche des transparenten Leuchtkörpers liegen.

[0051] Wie bereits erwähnt, weist die Lichtaustrittsfläche 24 in einer Ausgestaltung eingeformte Kissen- und/oder Walzenoptiken auf. In einer alternativ bevorzugten Ausgestaltung ist die Lichtaustrittsfläche 24 glatt.

In diesem Fall sieht eine weitere bevorzugte Ausgestaltung eine Kissenscheibe im Lichtweg hinter der Lichtaustrittsfläche vor. Unter einer Kissenscheibe wird hier eine Streuscheibe verstanden, bei der lichtbrechende Kissen und/oder Walzen in die Lichteintrittsfläche oder Lichtaustrittsfläche der Streuscheibe eingeformt sind. Bevorzugt ist auch, dass die Lichtaustrittsfläche 24 gestuft ist, wobei sie, je nach Ausgestaltung, glatte oder eingeformte Kissens enthaltende Stufen aufweisen kann.

[0052] Die Figur 3 zeigt damit insbesondere eine Anordnung eines transparenten Leuchtkörpers 22 und ein davon separates Lichteinkoppelmodul 20. Jedes Lichteinkoppelmodul besitzt eine Anzahl von Auskoppelfacetten, die untereinander im Allgemeinen verschieden sind. Der transparente Leuchtkörper 22 besitzt an seiner schmalen und langgestreckten Rückseite unterschiedliche Lichteinkoppelfacetten 28, wobei bevorzugt jede Lichteinkoppelfacetten 28 des transparenten Leuchtkörpers 22 in einer Eins zu Eins -Zuordnung zu einer Auskoppelfacetten 30 eines Lichteinkoppelmoduls 20 ausgerichtet ist und umgekehrt.

[0053] Figur 4 zeigt den Gegenstand der Figur 3 mit einer veränderten Geometrie der Lichtaustrittsfläche, die hier eine Krümmung um eine zur Hauptlichtausbreitungsrichtung senkrechte Achse aufweist. Im Übrigen gilt die Beschreibung der Figur 3 auch für die Figur 4. Darüber hinaus gilt für alle Ausgestaltungen, dass alternativ oder ergänzend zu in die Lichtaustrittsfläche eingeformten Strukturen wie Zylinderoptiken oder konkaven oder konvexen Kissenoptiken solche Strukturen auch in wenigstens eine, gegebenenfalls aber auch mehrere oder auch alle Lichteinkoppelfacetten eingeformt sein können. Die bisher vorgestellten Ausgestaltungen besitzen Lichteinkoppelmodule, bei denen die Auskoppelfacetten eines einzelnen Lichteinkoppelmoduls in der Form einer geschlossenen Schleife, hier insbesondere einer kreisförmigen Schleife angeordnet sind.

[0054] Die Figur 5 zeigt eine perspektivische Darstellung einer weiteren Ausgestaltung, bei denen die Auskoppelfacetten 30 von jeweils einem Lichteinkoppelmodul nicht in einer geschlossenen Schleife, sondern in einer offenen Schleife, insbesondere einem Ausschnitt aus einem Kreis, insbesondere in einem Halbkreis oder einem noch kleineren Ausschnitt aus einem Kreis angeordnet sind.

[0055] Im Einzelnen zeigt die Figur 1 n = drei Lichtquellen 10, 12, 14, für jede der n = drei Lichtquellen genau ein Lichteinkoppelmodul 50, 52, 54 und einen transparenten Leuchtkörper 22, der eine langgestreckte Lichtaustrittsfläche 24 und eine langgestreckte Lichteintrittsfläche 26 aufweist. Die langgestreckte Lichteintrittsfläche 26 weist Lichteinkoppelfacetten auf. Unter einer langgestreckten Lichtaustrittsfläche wird auch hier eine Lichtaustrittsfläche verstanden, die wenigstens fünfmal so lang wie breit ist.

[0056] Jedes Lichteinkoppelmodul 50, 52, 54 weist Auskoppelfacetten 30 auf. Jedes Lichteinkoppelmodul ist durch seine Materialeigenschaften wie Transparenz

und Brechzahl in Verbindung mit seiner Geometrie dazu eingerichtet, seine Auskoppelfacetten 30 von innen her mit homogenem und um eine Vorzugsrichtung herum gebündeltem Licht 32 der Lichtquelle zu beleuchten. Im dargestellten Beispiel sind die Auskoppelfacetten 30 von jeweils einem Lichteinkoppelmodul halbkreisförmig angeordnet.

[0057] Die Auskoppelfacetten sind durch ihre Form und Anordnung im Lichteinkoppelmodul dazu eingerichtet, auf sie einfallendes Licht 32 der Lichtquelle auszukoppeln und dieses ausgekoppelte Licht 34 auf die Lichteinkoppelfacetten 28 des transparenten Leuchtkörpers zu richten. Die Auskoppelfacetten sind darüber hinaus dazu eingerichtet, Licht 34, das über eine Auskoppelfacetten ausgekoppelt wird, dabei auf genau eine Lichteinkoppelfacetten 28 des transparenten Leuchtkörpers 22 zu konzentrieren. Die Lichteinkoppelfacetten 28 des transparenten Leuchtkörpers sind dazu eingerichtet, auf sie einfallendes Licht 34 einzukoppeln und dieses eingekoppelte Licht 36 auf einen Teilbereich der Lichtaustrittsfläche des transparenten Leuchtkörpers zu richten.

[0058] Die Figur 6 zeigt einen Querschnitt durch die Anordnung gemäß der Figur 5. Der Querschnitt liegt mit den in der Figur angegebenen Richtungen x, y, und z parallel zu einer y-z-Ebene. Die Hauptlichtabstrahlrichtung 56 liegt daher in der Schnittebene, und die Schnittebene liegt quer zur Längserstreckung der Lichtaustrittsfläche 24 des transparenten Leuchtkörpers 22.

[0059] Das Lichteinkoppelmodul 52 ist auch hier ein transparenter Festkörper mit einer Brechzahl größer als Eins. Er weist eine Lichteintrittsseite 58 auf. Ein Unterschied zu dem Lichteinkoppelmodul, das in der Figur 4 dargestellt ist ergibt sich aus der Lage der Lichteintrittsseite. Beim Gegenstand der Figur 4 ist die Lichteintrittsseite eine den Auskoppelfacetten abgewandt gegenüberliegende Rückseite des Lichteinkoppelmoduls. Die Rotationsachse des Lichteinkoppelmoduls gemäß der Figur 4 steht senkrecht auf dieser Rückseite. Dagegen ist die Lichteintrittsseite 58 beim Lichteinkoppelmodul 52, das in der Figur 5 dargestellt ist, eine Seite, in der die Rotationsachse des Lichteinkoppelmoduls gemäß der Figur 6 liegt, oder eine Seite, die zumindest parallel zu dieser Rotationsachse ist.

[0060] Die Lichtquelle 12, die bevorzugt ein Halbraumstrahler, insbesondere eine Halbleiterlichtquelle wie eine Leuchtdiode ist, ist so angeordnet, dass ihre Hauptabstrahlrichtung radial zu dem Kreissegmentförmigen Lichteinkoppelmodul 52 ausgerichtet ist. Die Lichteintrittsseite 58 weist eine zentrale Ausnehmung 60 auf, die einen zentralen Bodenbereich 62 mit einem in der Zeichnungsebene konvexen Linsenquerschnitt und daran angrenzende Seitenwände 64 besitzt. Die Gesamtform der zentralen Ausnehmung 60 ergibt sich durch Rotation des in der Zeichnungsebene dargestellten und von der Linse sowie den Seitenwänden begrenzten Querschnitts um die Rotationsachse 44.

[0061] Außerhalb der Ausnehmung 60 wird das Lichteinkoppelmodul auf seiner Lichteintrittsseite von zwei

gekrümmten Flächen 66, 68 begrenzt, die als konvex gekrümmte Linien in der Zeichnungsebene erscheinen. Diese Flächen sind bevorzugt so gekrümmt, dass Licht der Lichtquelle 12, das über die Seitenwände 64 der Ausnehmung in das Lichteinkoppelmodul 52 eingetreten ist und das von innen her auf diese Flächen 66, 68 einfällt, in der Zeichnungsebene gebündelt oder parallel ausgerichtet ist. Dies wird zum Beispiel dadurch erzielt, dass die Form der Flächen durch Rotation der konvex gekrümmten Linien um die Rotationsachse 44 erzeugt wird und dass die konvex gekrümmten Linien 64, 66 Zweige einer Parabel sind, in deren Brennpunkt die Lichtquelle 12 angeordnet ist. Aufgrund der Brechung beim Lichteintritt in das Lichteinkoppelmodul wird dieser Brennpunkt ein wenig vom geometrischen Brennpunkt der Parabelzweige abweichen, was vom Fachmann aber beim Entwurf ausgeglichen werden kann.

[0062] Auch die Linse des zentralen Bodenbereichs 62 ist bevorzugt so gekrümmt, dass Licht der Lichtquelle 12, das über die zentrale Linsenfläche der Ausnehmung in das Lichteinkoppelmodul eingetreten ist, in der Zeichnungsebene parallel ausgerichtet ist. Das Licht breitet sich dann in dem Lichteinkoppelmodul so aus, wie es sich in dem Lichteinkoppelmodul gemäß den Figuren 1 bis 4 hinter dem dort verwendeten ersten Umlenker ausbreitet. Die Linsenfläche und die Parabelzweigförmig begrenzten Flächen stellen damit ein Beispiel eines ersten Umlenkens dar.

[0063] Unter den angegebenen Bedingungen propagiert das Licht dann in zueinander parallelen Ebenen, die senkrecht zu der Hauptabstrahlrichtung und Rotationsachse liegen, und es propagiert außerdem in jeder Ebene radial nach außen. Ein zweiter Umlenker 46 ist im Lichtweg des radial nach außen propagierenden Lichtes so angeordnet und ausgestaltet, dass er das auftreffende Licht quer zur Hauptabstrahlrichtung der Lichtquelle 12 umlenkt. Der zweite Umlenker 46 ist z.B. als Kegelfläche verwirklicht, die um die Hauptabstrahlrichtung in einem festen Abstand herum verläuft und mit der Hauptabstrahlrichtung einen Winkel von 45° einschließt, der sich in der Hauptabstrahlrichtung öffnet.

[0064] Der Zweck des zweiten Umlenkens 46 besteht auch hier darin, ein Lichtbündel zu erzeugen, das um die Hauptabstrahlrichtung der Halbleiterlichtquelle als Vorzugsrichtung herum gebündelt ist. In einer weiteren Ausgestaltung setzt sich der zweite Umlenker aus einzelnen Facetten zusammen. Wesentlich ist in jedem Fall, dass der zweite Umlenker ein möglichst weitgehend gebündeltes Licht erzeugt.

[0065] Dieses weitgehend parallele Licht fällt von innen auf die Auskoppelfacetten 30 ein. Die Auskoppelfacetten sind gerade so angeordnet, dass sie von dem gebündelten Licht beleuchtet werden. Gleichzeitig sind die einzelnen Auskoppelfacetten 30 gegeneinander verkippt so gestaltet, dass sie das austretende Licht gerade so brechen, dass dieses Licht zielgenau auf die zugeordnete Lichteinkoppelfacetten 28 des transparenten Leuchtkörpers konzentriert wird und diese möglichst homogen

ausleuchtet.

[0066] Die Auskoppelfacetten 28 sind durch ihre Form und Anordnung im Lichteinkoppelmodul dazu eingerichtet, in das Lichteinkoppelmodul eingekoppeltes Licht auf die Lichtaustrittsfläche des transparenten Leuchtkörpers zu richten. Die Auskoppelfacetten der Lichteinkoppelmodule sind darüber hinaus dazu eingerichtet, Licht 34, das über eine Auskoppelfacetten ausgekoppelt wurde, auf genau eine Lichteinkoppelfläche des transparenten Leuchtkörpers zu konzentrieren. Die Lichteinkoppelfacetten des transparenten Festkörpers sind dazu eingerichtet, auf sie einfallendes Licht 34 einzukoppeln und dieses eingekoppelte Licht 36 auf einen Teilbereich der Lichtaustrittsfläche 24 des transparenten Leuchtkörpers 22 zu richten.

[0067] Die Einkoppelfacetten 28 sind bevorzugt dazu eingerichtet, die einzelnen, über sie eingekoppelten Lichtbündel in einer gemeinsamen Richtung, also als Bündel, die zueinander parallel sind, auf die Lichtaustrittsfläche zu richten. Die genannte Richtung ist bevorzugt parallel zu den Schmalseitenkanten des transparenten Leuchtkörpers, die zwischen der Lichteintrittsfläche und der Lichtaustrittsfläche des transparenten Leuchtkörpers liegen.

[0068] Die Figur 7 zeigt eine Ausgestaltung, die auf der Ausgestaltung nach der Figur 6 basiert. Im Unterschied zum Gegenstand der Figur 6 sind bei der Figur 7 jeweils zwei Lichteinkoppelmodule 70, 72 längs ihrer Rotationsachse 44 hintereinander angeordnet. In dieser Hintereinanderanordnung ist das jeweils von dem transparenten Lichtleitkörper 22 weiter entfernte zweite Lichteinkoppelmodul 72 in radialer Richtung um so viel größer als das dem transparenten Lichtleitkörper 22 in dieser Anordnung nähere erste Lichteinkoppelmodul 70, dass das zweite Lichteinkoppelmodul 72 an dem ersten Lichteinkoppelmodul 70 vorbei auf die gleichen Einkoppelfacetten 1', 2', 3', 4', und so weiter des transparenten Leuchtkörpers 22 strahlt wie das erste Lichteinkoppelmodul 70 und die gleichen Kissen und/oder Walzen in der Lichtaustrittsfläche 24 des transparenten Leuchtkörpers 22 beleuchtet.

[0069] Die Lichtquellen der in diesem Sinne ersten Lichteinkoppelmodule und zweiten Lichteinkoppelmodule sind bevorzugt unterschiedlich und unterscheiden sich bevorzugt in ihrer Lichtfarbe. Bevorzugt ist, dass die Lichtquellen der ersten Lichteinkoppelmodule weißes Licht erzeugen und die Lichtquellen der zweiten Lichtquellen bevorzugt gelbes Licht erzeugen, oder umgekehrt. Mit dem weißen Licht kann eine Tagfahrlichtfunktion und, mit gedimmten Lichtquellen, eine Begrenzungslichtfunktion verwirklicht werden. Mit dem gelben Licht kann eine Blinklichtfunktion verwirklicht werden. So lassen sich an der Lichtaustrittsfläche des transparenten Leuchtkörpers drei verschiedene Lichtfunktionen zeitlich getrennt voneinander verwirklichen.

[0070] Ein Alternative sieht vor, Lichtquellen mit gleicher Lichtfarbe für die ersten Lichteinkoppelmodule und die zweiten Lichteinkoppelmodule zu verwenden, um ei-

nen entsprechend größeren Lichtstrom einheitlicher Lichtfarbe zu erzeugen.

[0071] Die Eins zu Eins - Zuordnung zwischen den Auskoppelfacetten der Lichteinkoppelmodule und den Einkoppelfacetten des transparenten Leuchtkörpers ergibt sich jeweils durch die Benennung mit gleichen Ziffern. Auch bei der Figur 7 sind vom transparenten Leuchtkörper 22 separate Lichteinkoppelmodule 70, 72 und so weiter vorgesehen. Figur 7 zeigt darüber hinaus einen Strahlengang 74 von Licht eines kleineren Lichteinkoppelmoduls und einen Strahlengang 76 von Licht eines größeren Lichteinkoppelmoduls eines Paares hintereinander angeordneter Lichteinkoppelmodule.

[0072] Die Figur 8 zeigt das Erscheinungsbild der Anordnung aus der Figur 6 oder Figur 7 in einem eingeschalteten Zustand aus einer der Hauptabstrahlrichtung entgegengesetzten Blickrichtung. In dem Erscheinungsbild bildet sich die langgestreckte Form der Lichtaustrittsfläche des transparenten Leuchtkörpers ab.

[0073] Figur 9 zeigt eine Anordnung eines transparenten Leuchtkörpers zusammen mit drei Lichteinkoppelmodulen mit Platinen und Kühlkörper. Jedes Lichteinkoppelmodul besitzt Befestigungsvorrichtungen 89 zur Befestigung an einer Platine 81 und/oder dem Kühlkörper. Ferner weist der Leuchtkörper bevorzugt ebenfalls Vorrichtungen zu seiner Befestigung auf. Die Lichteinkoppelmodule 16, 18, 20 werden bevorzugt relativ zum transparenten Leuchtkörper 22 ausgerichtet, wofür am Kühlkörper 78 Justagevorrichtungen vorhanden sein können. Bevorzugt ist jedes Lichteinkoppelmodul einzeln justierbar.

[0074] Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass zwischen den Lichteinkoppelmodulen und dem Leuchtkörper noch Blenden angebracht sind oder dass die Lichteinkoppelmodule in einem separaten Gehäuse untergebracht sind, um die Lichteinkoppelmodule für einen Betrachter weitgehend zu verbergen.

[0075] Die Figur 9 zeigt zusätzliche, musterförmig angeordnete Auskoppelstrukturen 82, die auf einer von der Lichteintrittsseite und einer Lichtaustrittsseite verschiedenen Oberseite und/oder Unterseite des transparenten Leuchtkörpers 22 angeordnet sind, um das Erscheinungsbild durch Stylingeffekte zu modifizieren. Diese Auskoppelstrukturen stellen lediglich optionale Elemente bevorzugter Ausgestaltungen dar.

[0076] Die Figur 10 zeigt eine Ausgestaltung eines Leuchtkörpers als schmale Streuscheibe 84. Diese Streuscheibe kann in sämtlichen Ausgestaltungen verwendet werden. Sie unterscheidet sich von dem bisher beschriebenen transparenten Leuchtkörper 22 im Wesentlichen dadurch, dass sie in der Richtung der Verlängerung der Rotationsachsen der Lichteinkoppelmodule eine von Oberflächenmodulationen abgesehen konstante Dicke in der Lichtausbreitungsrichtung aufweist. Diese Dicke beträgt bevorzugt 2 mm bis 5 mm. Ihre den Lichteinkoppelmodulen zugewandte Lichteintrittsseite ist genauso mit Facetten versehen wie es bei den Leuchtkörpern der anderen Figuren der Fall ist. Dies gilt analog für

eingeformte Kissen und/oder Walze auf der Lichteintrittsseite und/oder Lichtaustrittsseite.

[0077] Figur 11 zeigt eine Ausgestaltung, bei der die Lichteinkoppelmodule als Hohlspiegelreflektoren 86, 88, 90 verwirklicht sind. Wie weiter oben schon erwähnt wurde, haben transparente Festkörper als Einkoppelemente den Vorteil, dass sich durch die beschriebenen Umlenker leicht eine gleichmäßige Aufteilung des Lichtstroms auf die verschiedenen, zur Auskopplung dienenden Facetten erzielen lässt. Bei einem Reflektor kann dies jedoch durch Facetten 1 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, mit von Facette zu Facette veränderlicher Geometrie erzielt werden. Dazu wird die Reflektorfläche in einzelne Facetten unterteilt, die jeweils einen gleichen oder zumindest ähnlich großen Lichtstrom von der Lichtquelle erhalten. Dies kann analog zur Facettierung der als Lichteinkoppelmodule dienenden transparenten Festkörper dadurch erfolgen, dass ein in einer zur Hauptabstrahlrichtung der Halbraumstrahler-Lichtquelle liegender gedachter Kreis in eine Anzahl gleich großer Segmente unterteilt wird. Die resultierende Figur wird dann gedanklich auf die Reflektorfläche projiziert. Anschließend wird die Reflektorfläche gemäß der projizierten Figur in einzelnen Facetten unterteilt. Dann werden die so entstandenen Facetten bezüglich ihrer zugeordneten Einkoppelfacetten des transparenten Leuchtkörpers beim Entwurf ausgerichtet. Die Zuordnung zwischen den Auskoppelfacetten 1 bis m eines Hohlspiegels und den Lichteinkoppelfacetten 1' bis m' eines transparenten Leuchtkörpers 22 ergibt sich wieder durch die Paare gleicher Ziffern, zum Beispiel 1 und 1'. Die Zahl m ist bevorzugt eine Zahl aus dem Bereich von 1 bis 20.

[0078] Weiter oben wurde erwähnt, dass das Lichteinkoppelmodul dazu eingerichtet ist, die Auskoppelfacetten mit homogenem und um eine Vorzugsrichtung herum gebündeltem Licht der Lichtquelle zu beleuchten. Im Folgenden wird beschrieben, wie eine solche Homogenität erlangt werden kann. Grundsätzlich ist die Aufteilung der Auskoppelfacetten der Lichteinkoppelmodule abhängig von der Abstrahlcharakteristik der LED, die in der Regel ein Lambert-Strahler ist.

[0079] Bei einer annähernd rotationssymmetrischen Abstrahlung, wie sie bei LED oft angetroffen wird, können die Auskoppelfacetten regelmäßig angeordnet werden wie z.B. bei den Modulen 20.

[0080] Bei den Modulen 52 trifft das nicht mehr zu. Bei den Modulen 52 hat man das Profil einer katadioptrischen Vorsatzoptik, das um eine Achse parallel zur Lichtabstrahlrichtung der Leuchte rotiert wird. In dem Fall muss der Halbkreis so unterteilt werden, dass in jeden Sektor ähnlich viel Licht fällt. Das ist bei den Modulen 52 auch so und in den Figuren ist das zu erkennen - z.B. in Fig.7. Die Facette 1 hat im Halbkreis eine größere Winkelausdehnung als die Facette 2.

[0081] Die Vorgehensweise bei Verwendung eines Reflektors ist weiter oben beschrieben. Allerdings müssen auch dort die Lichtströme, die auf die Einzelfacetten fallen, untereinander ähnlich groß sein. Um dies zu ge-

währleisten wird bevorzugt die Abstrahlcharakteristik der LED beim Entwurf der Auskoppelfacetten berücksichtigt. Eine Aufteilung in untereinander gleich große Winkelbereiche ist noch nicht optimal, weil die LED als Lambert-Strahler in der senkrecht auf der Emitterfläche stehenden Richtung mehr Licht abstrahlt als unter großen Abstrahlwinkeln (z.B. bei 75°) zu dieser senkrechten Richtung. Um dies zu kompensieren, ist der von den Auskoppelfacetten abgedeckte Raumwinkelbereich bei zentral angeordneten Facetten kleiner als bei in den Randbereichen angeordneten Facetten.

[0082] Die allgemeinste Vorgehensweise zum Entwurf homogen beleuchteter Auskoppelfacetten besteht darin, das abgestrahlte Licht der Lichtquelle unter Berücksichtigung der Geometrie des Lichteinkoppelmoduls in Bereiche mit gleichem oder ähnlichem Lichtstrom zu unterteilen und diese Unterteilung auf die Lichtaustrittsfläche der Lichteinkoppelmodule zu projizieren. Das lässt sich wesentlich vereinfachen, wenn entsprechende Symmetrien genutzt werden.

[0083] Für die Module 20 bei annähernd rotationssymmetrischer Abstrahlung der LED können sämtliche Facetten der kreisrunden Lichtaustrittsfläche gleiche Winkel abdecken. Das hat dann zur Folge, dass die Facetten der Einkoppeloptik unterschiedlich hell sind, weil der gleiche Lichtstrom durch unterschiedliche Flächen hindurchtritt.

[0084] Alternativ kann man die Facetten der Lichteinkoppelmodule gleich groß machen, und dafür den Bereich/Abschnitt der Lichtauskoppelfläche des transparenten Leuchtkörpers hinsichtlich der Länge entsprechend anzupassen. Es spricht aber nichts dagegen die Methoden zu kombinieren.

[0085] Die Orientierung der Auskoppelfacetten der Lichteinkoppelmodule und die Orientierung der Lichteinkoppelfacetten des transparenten Leuchtkörpers kann mit bekannten Methoden der optischen Strahlberechnung erfolgen. Bei der Zuordnung der Facetten ist darauf zu achten, dass die Neigung der Facetten und damit die Umlenkwinkel der Strahlen in der Gesamtheit möglichst klein gehalten werden. Das ist bereits in den Figuren so dargestellt.

[0086] Figur 12 zeigt eine weitere Ausgestaltung, die auf den Gegenständen der Figuren 1 bis 4 basiert und die sich in der Gestaltung des transparenten Leuchtkörpers von diesen Gegenständen unterscheidet. Der transparente Leuchtkörper ist hier in $n = 3$ Teileuchtkörper 22.1, 22.2, 22.3 aufgeteilt. Jeder Teileuchtkörper wird hier von $m = 1$ Lichteinkoppelmodulen mit Licht gespeist. Der Wert von n liegt bevorzugt zwischen jeweils einschließlich 2 und 10. Der Wert vom m liegt bevorzugt zwischen jeweils 1 und 5.

[0087] Die in der Figur 12 aus jeweils m Lichteinkoppelmodulen und dem jeweils zugehörigen Teileuchtkörper gebildeten Module können prinzipiell beliebig und unabhängig voneinander angeordnet sein. Sie können insbesondere, wie gezeigt, in einer Reihe in Richtung der Längserstreckung ihrer Lichtaustrittsflächen nebenein-

ander angeordnet sein. Sie können aber auch in einer Reihe übereinander und/oder seitlich versetzt oder in einer Ebene versetzt zueinander angeordnet sein, Sie können auch auf einer gekrümmten Linie angeordnet sein und gleiche oder auch verschiedene Hauptabstrahlrichtungen aufweisen.

[0088] Ein weiterer Unterschied zu den Gegenständen der vorhergehenden Figuren besteht darin, dass die Lichtaustrittsfläche eines Teileuchtkörpers in separate Teilflächen 80 aufgeteilt ist, wobei jede Teilfläche das Ende eines Lichtleitfingers 82 bildet, der mit seinem anderen, seiner Teilfläche abgewandten Ende in den Rest des Teileuchtkörpers übergeht. Die Teilflächen liegen bevorzugt zumindest zum Teil nicht in der derselben Ebene miteinander und/oder dem übrigen Teileuchtkörper, aus dem sie wie Finger einer Hand herausführen. Um einen Höhenversatz zwischen dem übrigen Teileuchtkörper und einem Lichtfinger zu erzielen und das Licht gleichwohl bis zur Lichtaustrittsfläche zu leiten, weist der Teileuchtkörper eine erste Umlenfläche auf, die das Licht aus der Fläche herauslenkt, und er weist eine zweite Umlenfläche 86 auf, die das umgelenkte Licht dann zur Lichtaustrittsfläche umlenkt. Die Ausführungen zu den Teileuchtkörpern gelten natürlich alle auch für nicht geteilte Leuchtkörper. Die Figur 13 zeigt den Gegenstand der Figur 12 aus einer auf die Lichtaustrittsflächen gerichteten Blickrichtung. Die Umlenflächen ergeben sich gewissermaßen dadurch, dass der transparente Leuchtkörper Knicke aufweist, welche die Umlenflächen begrenzen. Solche Knicke und damit Umlenflächen können mit jeder der hier vorgestellten Ausgestaltungen kombiniert werden. Mit dem Höhenversatz können zum Beispiel die Leuchtdioden mit der dazugehörigen Platine und dem oder den Kühlkörpern durch eine Blende verdeckt werden, während die Lichtaustrittsfläche durch die Blende nicht verdeckt wird.

Patentansprüche

1. Leuchte für ein Kraftfahrzeug, welche wenigstens eine Lichtquelle (10, 12, 14), ein Lichteinkoppelmodul (16, 18, 20) und einen transparenten Leuchtkörper (22) aufweist, der eine langgestreckte Lichtaustrittsfläche (24) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der transparente Leuchtkörper eine Lichteinkoppelfacetten (28) aufweisende langgestreckte Lichteintrittsfläche (26) aufweist, wobei das Lichteinkoppelmodul Auskoppelfacetten (30) aufweist und dazu eingerichtet ist, die Auskoppelfacetten mit homogenem und um eine Vorzugsrichtung herum gebündeltem Licht (32) der Lichtquelle zu beleuchten und wobei die Auskoppelfacetten dazu eingerichtet sind, auf sie einfallendes Licht (32) der Lichtquelle auszukoppeln und auf die Lichteinkoppelfacetten zu richten, wobei Licht (34), das über eine Auskoppelfacetten ausgekoppelt wurde, auf genau eine Lichteinkoppelfacetten konzentriert wird und wobei die

- Lichteinkoppelfacetten dazu eingerichtet sind, auf sie einfallendes Licht (34) einzukoppeln und auf einen Teilbereich der Lichtaustrittsfläche zu richten.
2. Leuchte nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auskoppelfacetten darüber hinaus dazu eingerichtet sind, Licht (34), das über eine Auskoppelfacetten ausgekoppelt wurde, auf genau eine Lichteinkoppelfacetten (28) des transparenten Leuchtkörpers zu konzentrieren. 5
 3. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der transparente Leuchtkörper um die Hauptlichtausbreitungsrichtung des in ihm propagierenden Lichtes herum gekrümmt ist. 10
 4. Leuchte nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Lichteinkoppelfacetten (38) des transparenten Leuchtkörpers, die in einem gekrümmten Bereich des transparenten Leuchtkörpers liegt, einer Auskoppelfacetten (40) des ringförmigen Lichteinkoppelmoduls (16) zugeordnet ist, die in einem Bereich des Lichteinkoppelmoduls liegt, der in die gleiche Richtung gekrümmt ist. 15
 5. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Lichteinkoppelmodul eine Anzahl von Auskoppelfacetten aufweist, die untereinander verschieden sind. 20
 6. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der transparente Leuchtkörper (22) an seiner schmalen und langgestreckten Rückseite, die als Lichteintrittsfläche (26) dient, unterschiedliche Lichteinkoppelfacetten aufweist. 25
 7. Leuchte nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Lichteinkoppelfacetten des transparenten Leuchtkörpers in einer Eins zu Eins - Zuordnung zu einer Auskoppelfacetten eines Lichteinkoppelmoduls ausgerichtet ist und umgekehrt. 30
 8. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lichteinkoppelmodul einen ersten zentralen Umlenker (42) aufweist, dessen Form sich durch Rotation eines Parabelzweiges um eine Rotationsachse (44) herum ergibt, die mit der Hauptabstrahlrichtung der Lichtquelle (14) zusammenfällt. 35
 9. Leuchte nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtquelle im Brennpunkt dieses Parabelzweiges angeordnet ist. 40
 10. Leuchte nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lichteinkoppelmodul einen zweiten Umlenker (46) aufweist, der als Kegelfläche verwirklicht ist, die um die Hauptabstrahlrichtung in einem festen Abstand herum verläuft und mit der Hauptabstrahlrichtung einen Winkel von 45° einschließt, der sich in der Hauptabstrahlrichtung öffnet. 45
 11. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichteinkoppelfacetten (28) dazu eingerichtet sind, die einzelnen, über sie eingekoppelten Lichtbündel in einer gemeinsamen Richtung auf die Lichtaustrittsfläche zu richten. 50
 12. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der transparente Leuchtkörpers (22) und das Lichteinkoppelmodul (20) jeweils separate Bauteile sind. 55
 13. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtaustrittsfläche des transparenten Leuchtkörpers eine Krümmung um eine zur Hauptlichtausbreitungsrichtung senkrechte Achse aufweist.
 14. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auskoppelfacetten der Lichteinkoppelmodule in der Form einer geschlossenen Schleife, insbesondere in Form einer kreisförmigen Schleife angeordnet sind.
 15. Leuchte nach einem Ansprüche 1 -14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auskoppelfacetten (30) von jeweils einem Lichteinkoppelmodul nicht in einer geschlossenen Schleife, sondern in einer offenen Schleife, insbesondere einem Ausschnitt aus einem Kreis, insbesondere in einem Halbkreis oder einem noch kleineren Ausschnitt aus einem Kreis angeordnet sind.

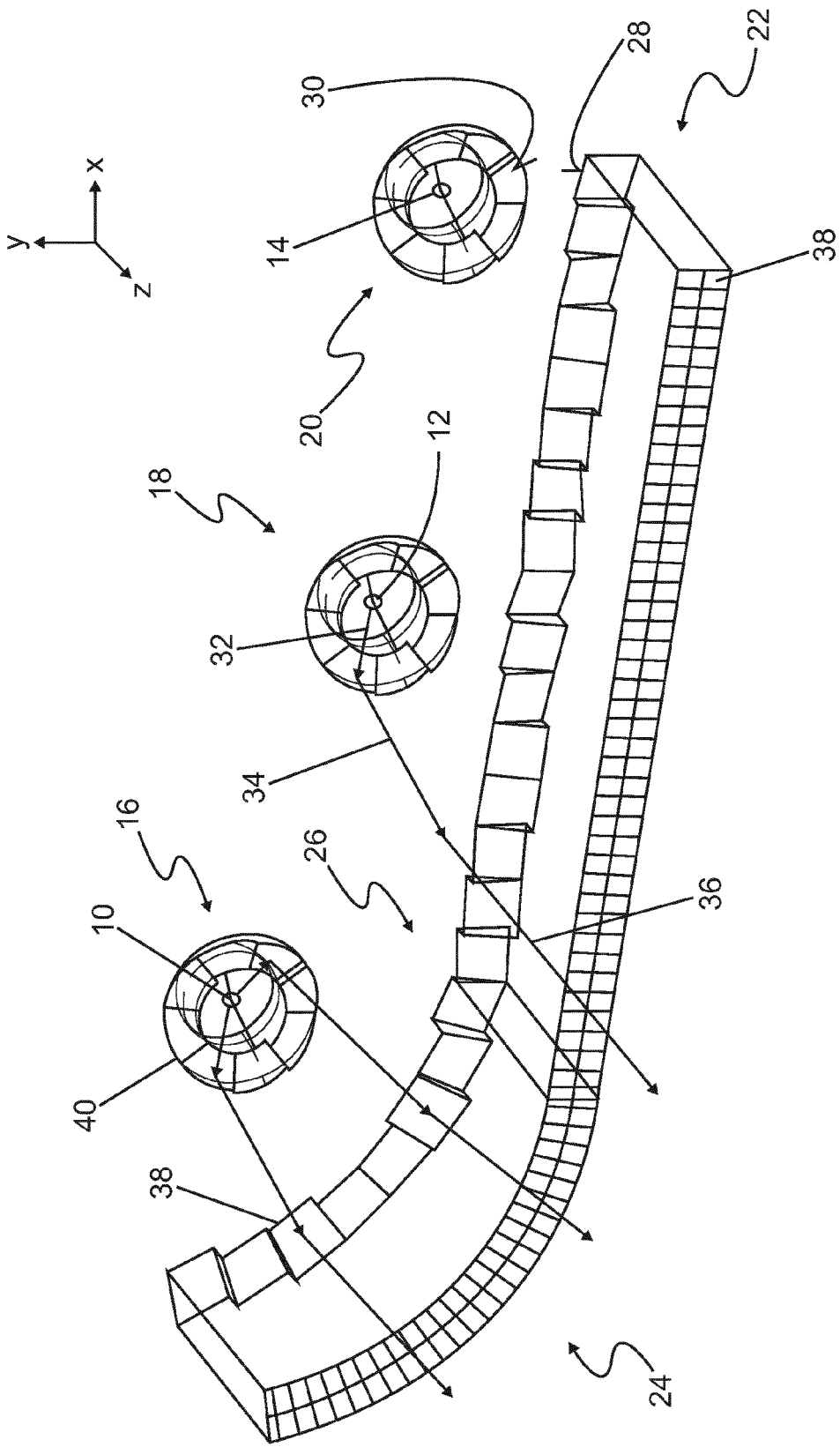


Fig. 1

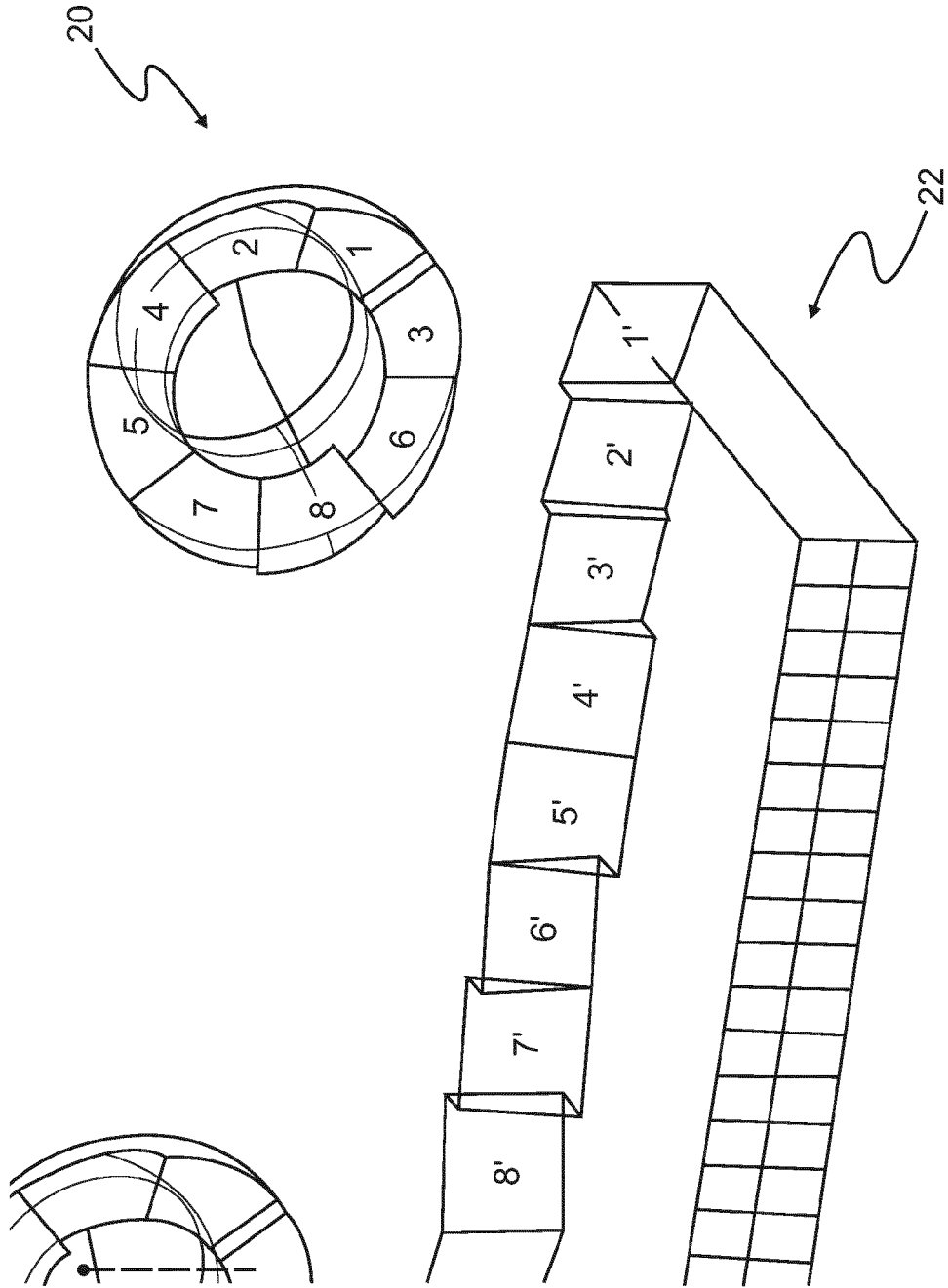


Fig. 2

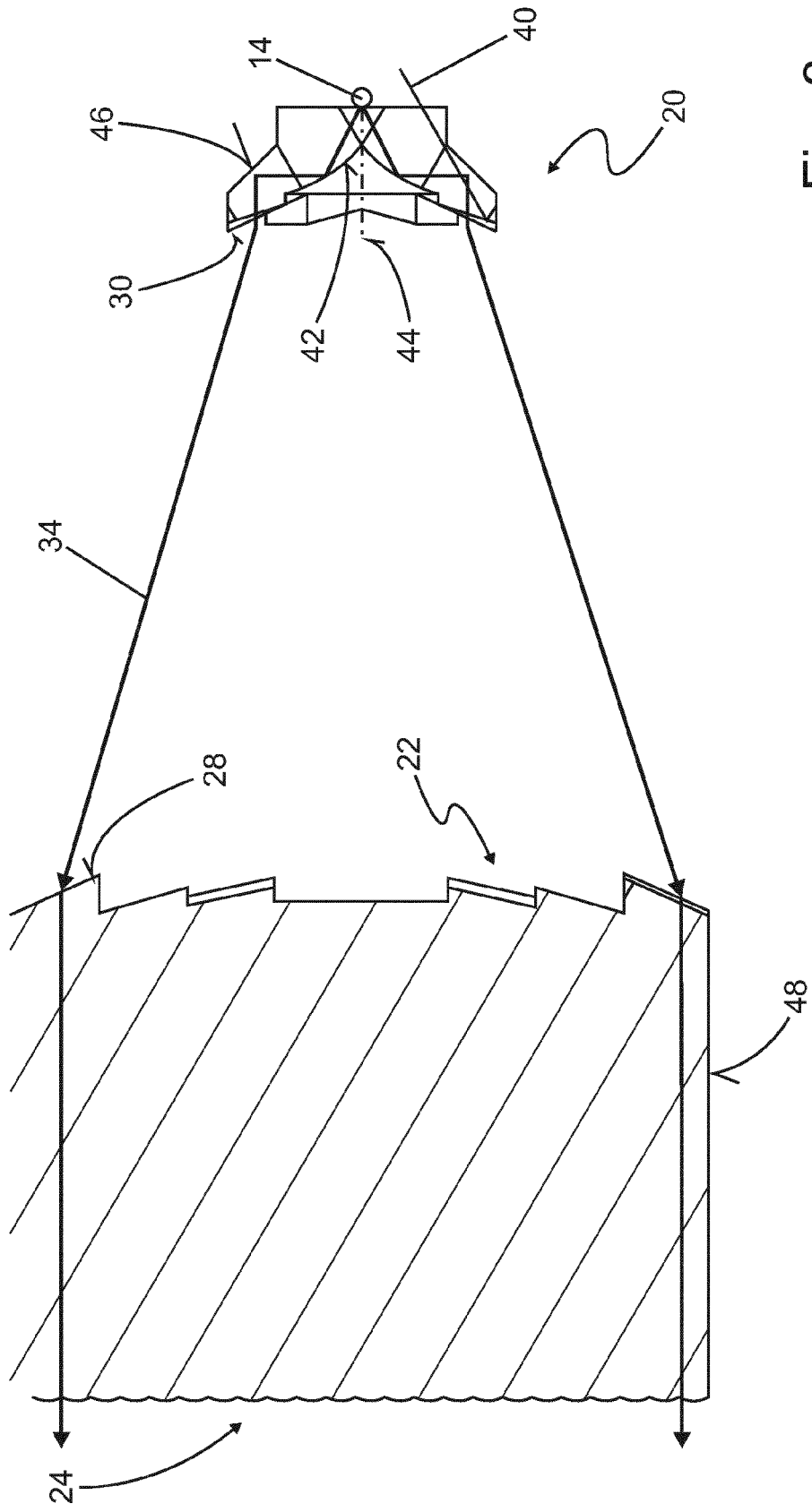


Fig. 3

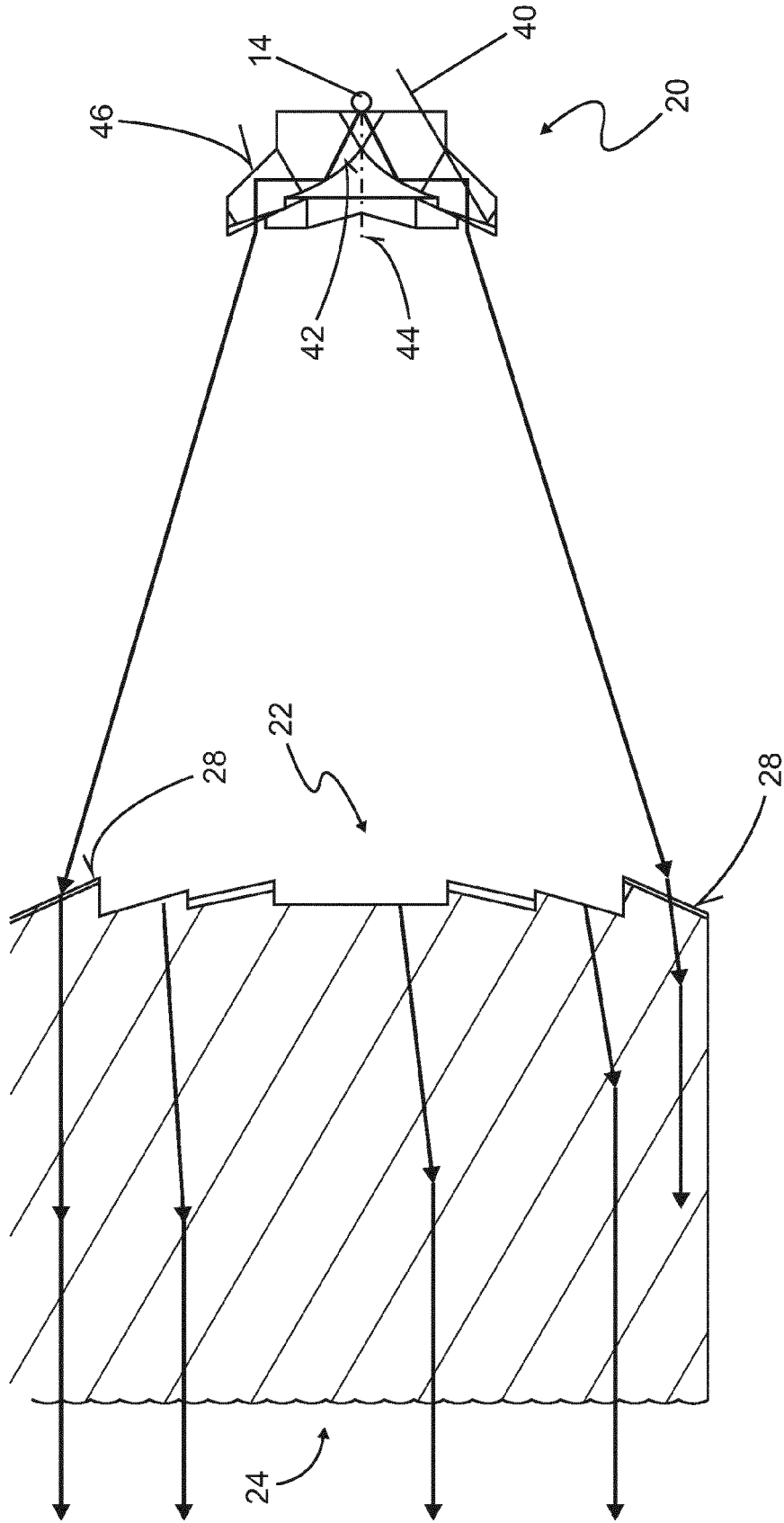


Fig. 4

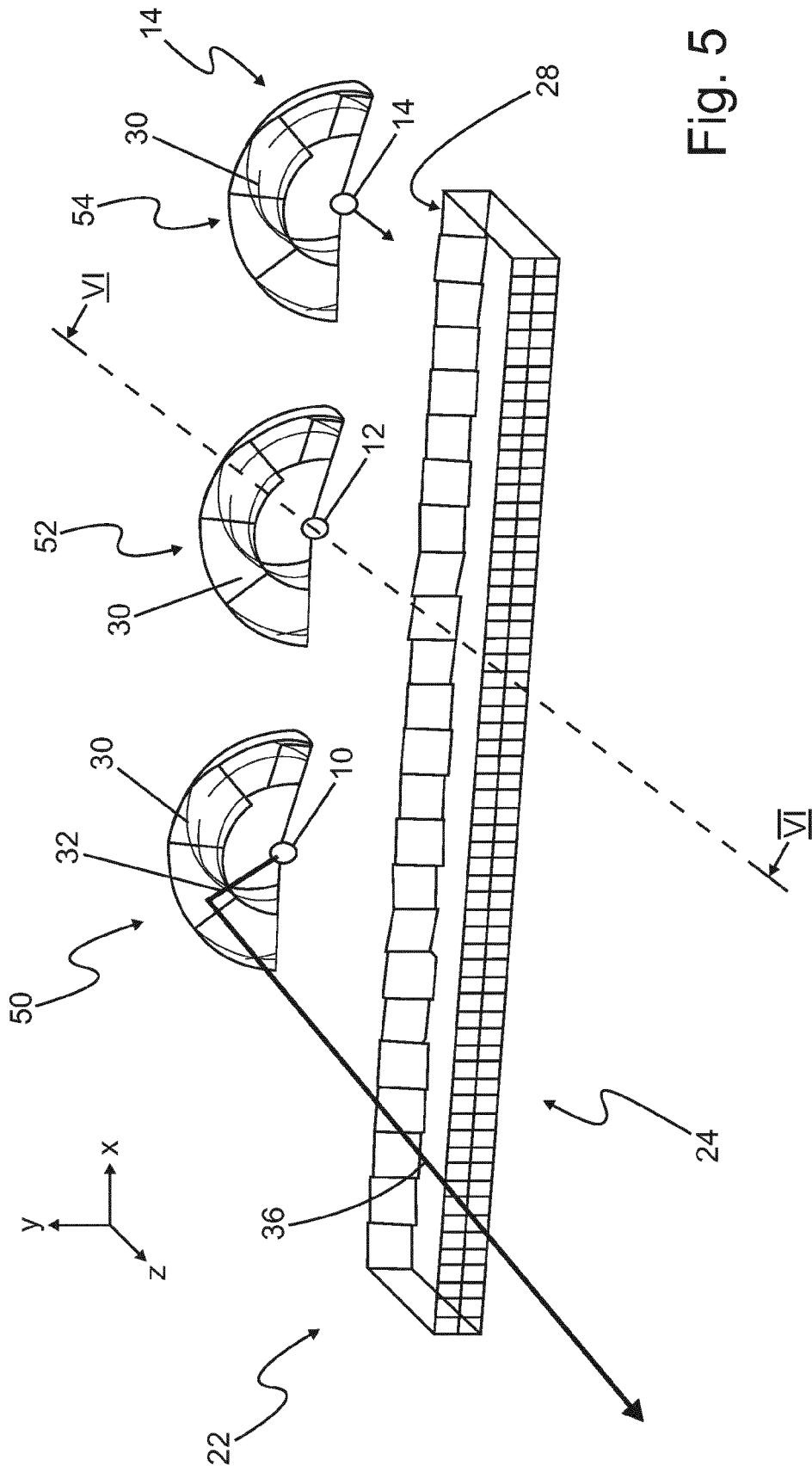


Fig. 5

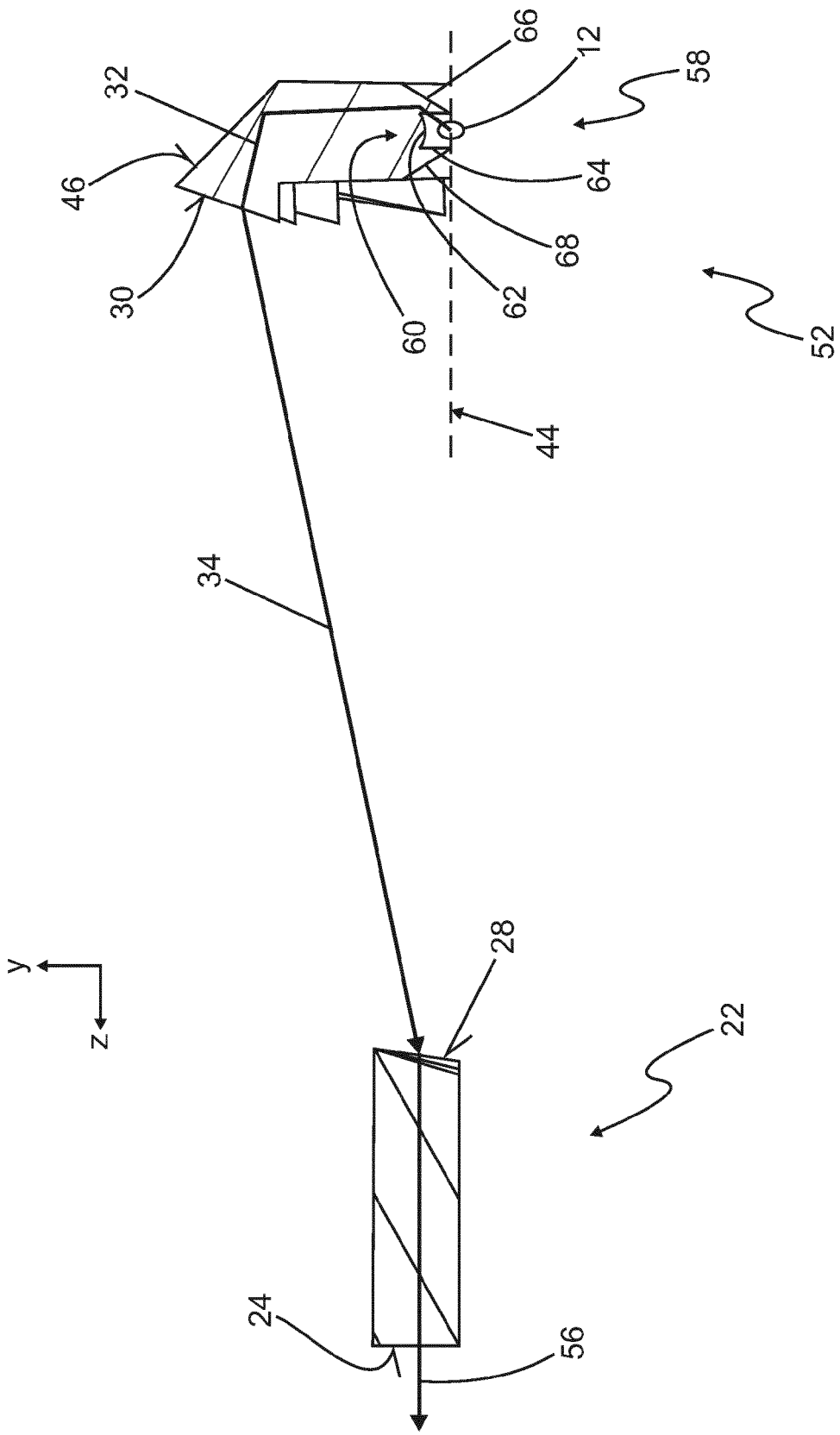


Fig. 6

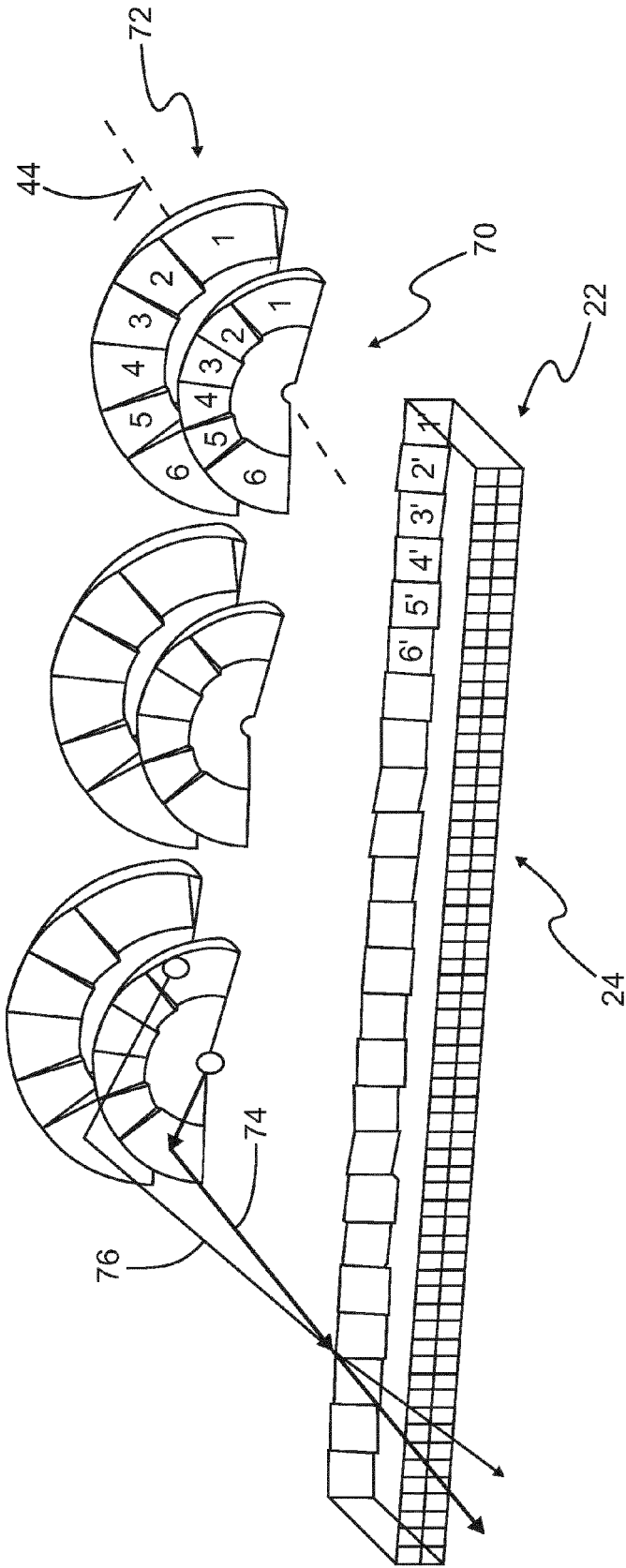


Fig. 7

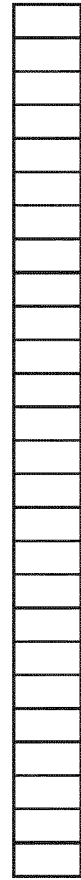


Fig. 8

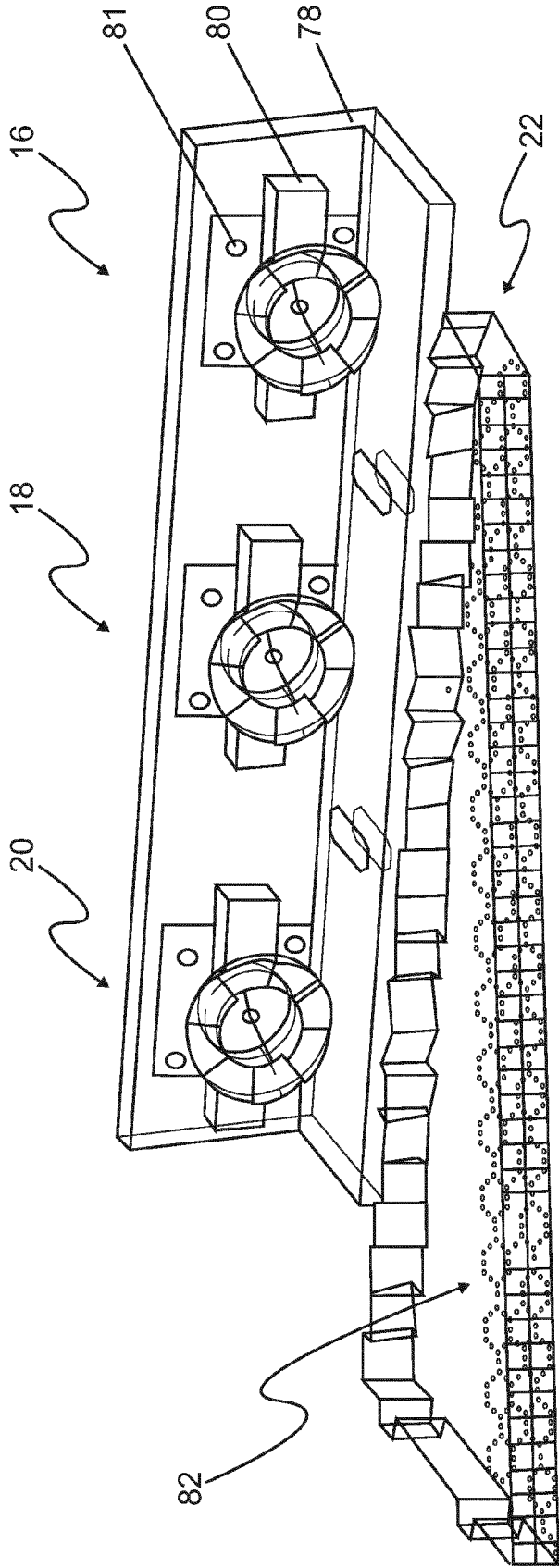


Fig. 9

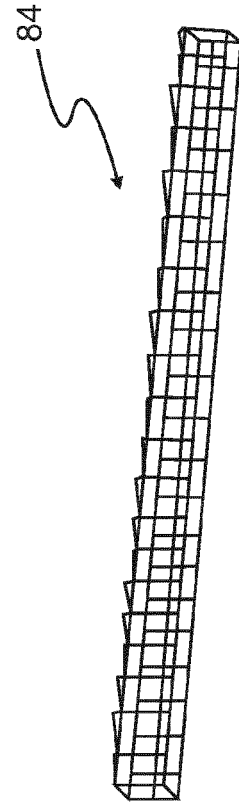


Fig. 10

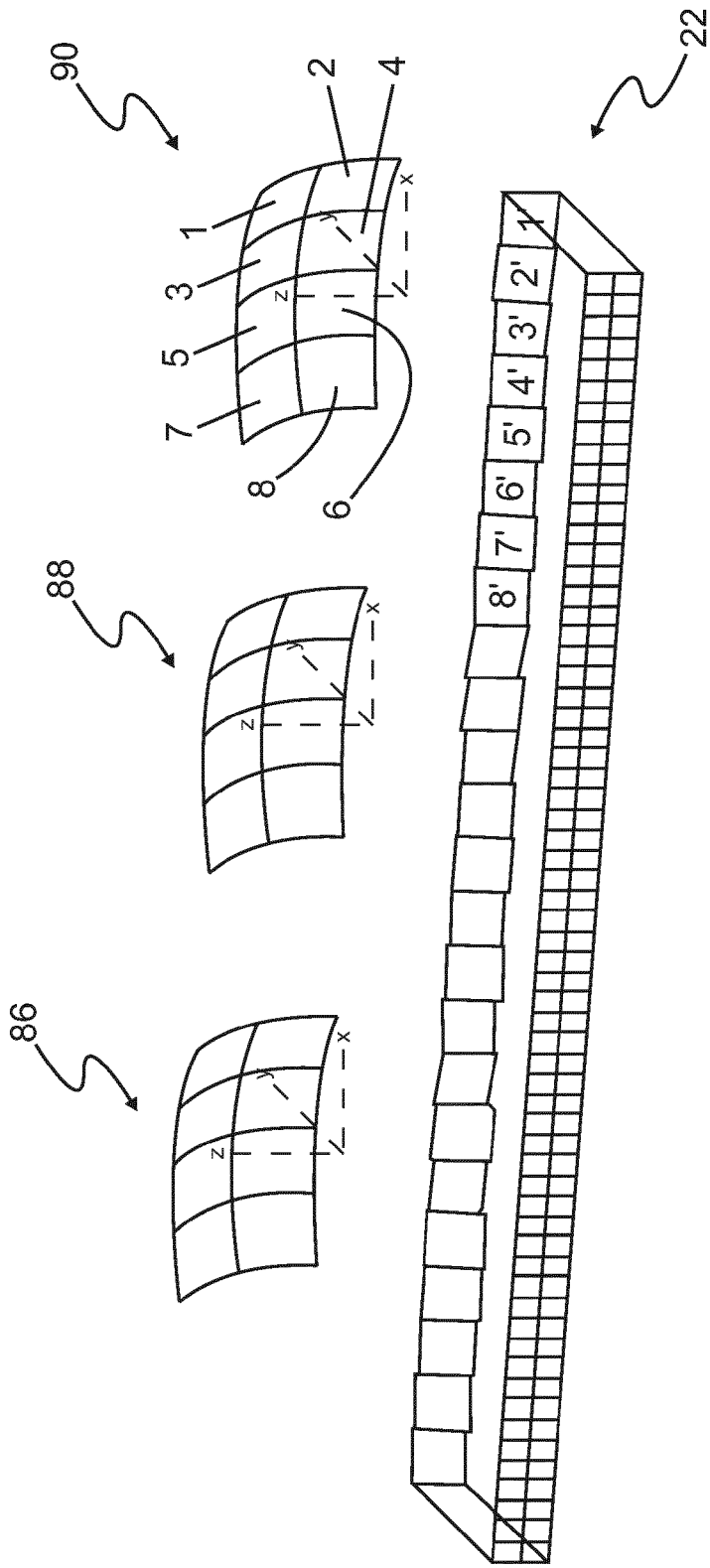


Fig. 11

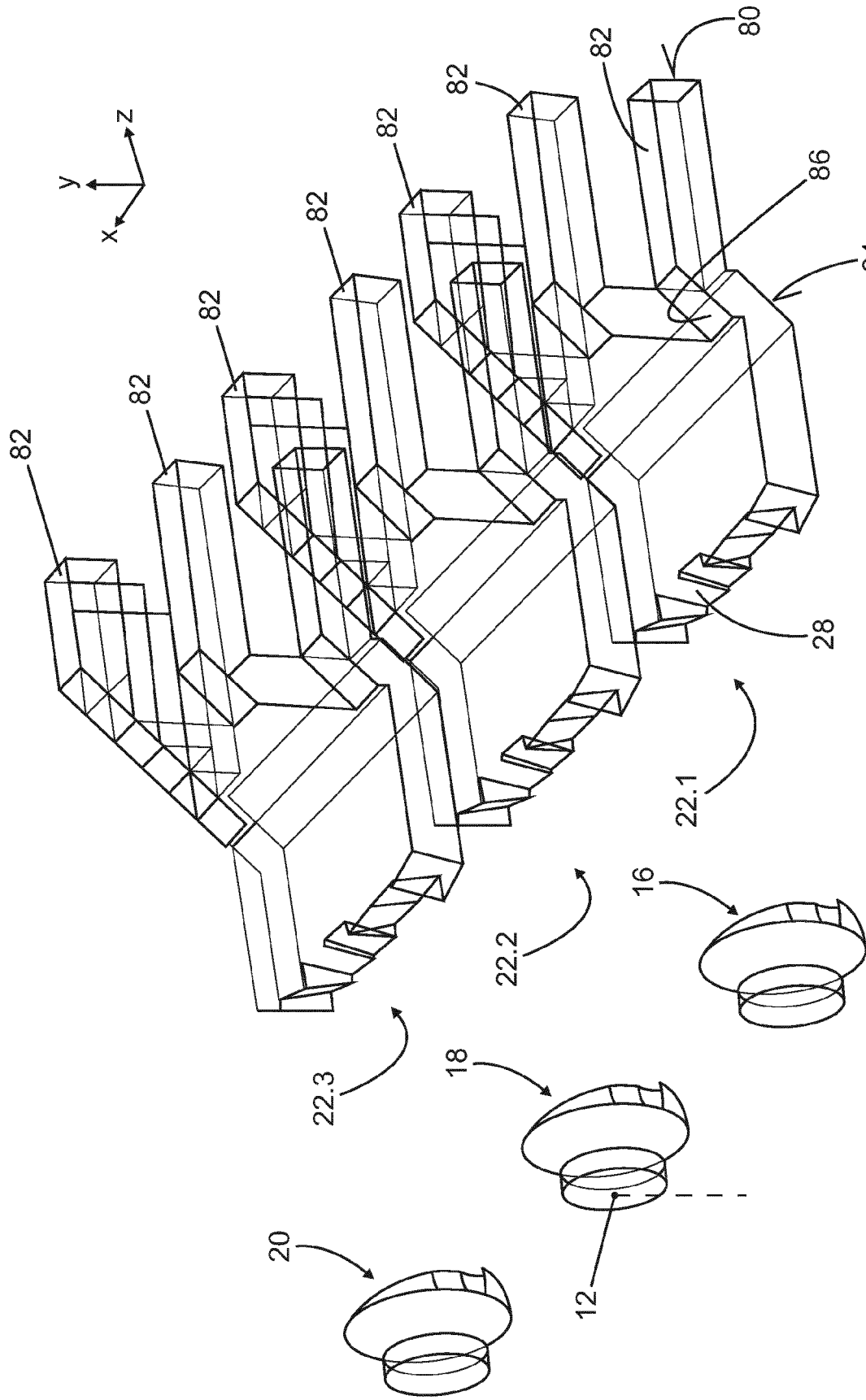


Fig. 12

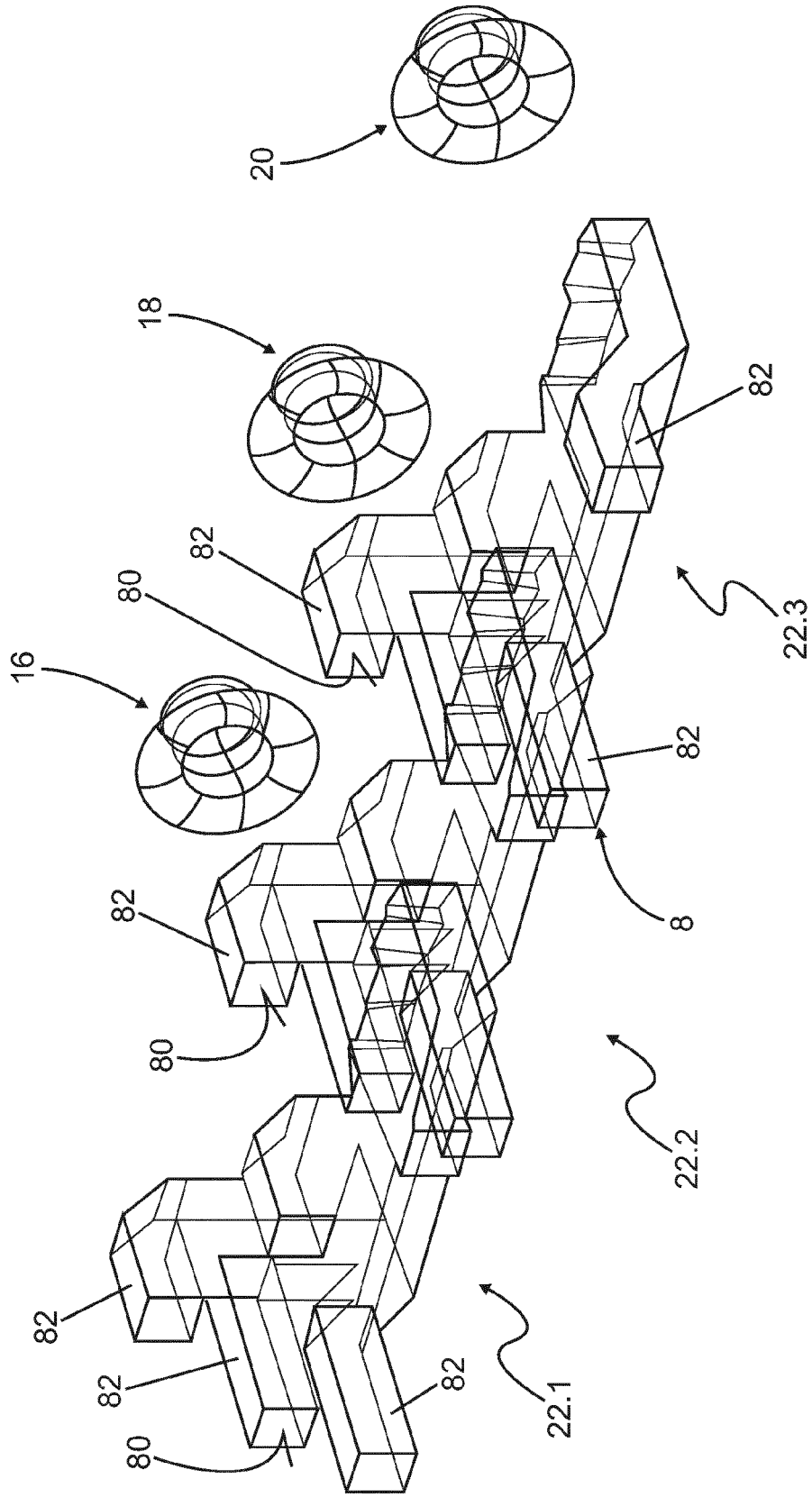


Fig. 13



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 18 3957

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)
A	EP 2 587 120 A1 (ODELO GMBH [DE]) 1. Mai 2013 (2013-05-01) * das ganze Dokument * -----	1-15	INV. F21S8/10
A	DE 10 2014 100058 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 10. Juli 2014 (2014-07-10) * Zusammenfassung; Abbildungen * -----	1-15	
A	DE 10 2013 100557 A1 (HELLA KGAA HUECK & CO [DE]) 24. Juli 2014 (2014-07-24) * Zusammenfassung; Abbildungen * -----	1-15	
A	DE 10 2012 112076 A1 (HELLA KGAA HUECK & CO [DE]) 12. Juni 2014 (2014-06-12) * Zusammenfassung; Abbildungen * -----	1-15	
A	US 2014/071703 A1 (MOTOMURA KENICHI [JP]) 13. März 2014 (2014-03-13) * Zusammenfassung; Abbildungen * -----	1-15	
A	US 2013/021815 A1 (KOIZUMI HIROYA [JP]) 24. Januar 2013 (2013-01-24) * Zusammenfassung; Abbildungen * -----	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F21S
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. März 2016	Prüfer Berthommé, Emmanuel
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 : nichtschriftliche 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03) 2

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

EP 15 18 3957

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.

18-03-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2587120 A1	01-05-2013	KEINE	
DE 102014100058 A1	10-07-2014	CN 103912833 A DE 102014100058 A1 RU 142299 U1 US 2014192547 A1 US 2015316226 A1	09-07-2014 10-07-2014 27-06-2014 10-07-2014 05-11-2015
DE 102013100557 A1	24-07-2014	CN 104033817 A DE 102013100557 A1 US 2014204600 A1	10-09-2014 24-07-2014 24-07-2014
DE 102012112076 A1	12-06-2014	KEINE	
US 2014071703 A1	13-03-2014	CN 103672659 A EP 2708800 A2 JP 2014075331 A US 2014071703 A1	26-03-2014 19-03-2014 24-04-2014 13-03-2014
US 2013021815 A1	24-01-2013	CN 102889533 A JP 2013026008 A US 2013021815 A1	23-01-2013 04-02-2013 24-01-2013

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

- DE 19925363 A1 [0002]