

(19)



(11)

EP 3 765 781 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

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

03.08.2022 Patentblatt 2022/31

(21) Anmeldenummer: **19710374.0**

(22) Anmeldetag: **07.03.2019**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F21S 41/147 ^(2018.01) **F21S 41/25** ^(2018.01)
F21S 41/26 ^(2018.01) **F21S 41/265** ^(2018.01)
F21S 41/32 ^(2018.01) **F21S 41/43** ^(2018.01)
F21S 41/663 ^(2018.01) **F21S 43/14** ^(2018.01)
F21S 43/20 ^(2018.01) **F21S 43/31** ^(2018.01)
F21S 43/40 ^(2018.01) **F21S 41/365** ^(2018.01)
F21S 45/48 ^(2018.01) **G02B 9/06** ^(2006.01)
G02B 9/10 ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F21S 41/153; F21S 41/26; F21S 41/265;
F21S 41/322; F21S 41/365; F21S 43/26;
F21S 43/315; F21S 43/40; F21S 41/147;
F21S 41/43; F21S 41/663; F21S 43/14; F21S 45/47;
F21W 2102/13; F21W 2103/20; (Forts.)

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2019/055723

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2019/175018 (19.09.2019 Gazette 2019/38)

(54) **LICHTMODUL FÜR KRAFTFAHRZEUGSCHEINWERFER**

LIGHT MODULE FOR MOTOR VEHICLE HEADLIGHT

MODULE DE LUMIÈRE POUR PHARE DE VÉHICULE AUTOMOBILE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(30) Priorität: **13.03.2018 DE 102018105720**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

20.01.2021 Patentblatt 2021/03

(73) Patentinhaber: **Marelli Automotive Lighting**

**Reutlingen (Germany)
GmbH
72762 Reutlingen (DE)**

(72) Erfinder: **HOSSFELD, Wolfgang**

72810 Gomaringen (DE)

(74) Vertreter: **DREISS Patentanwälte PartG mbB**

**Friedrichstraße 6
70174 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A1- 3 163 155 EP-A1- 3 343 091
EP-A2- 2 357 398**

EP 3 765 781 B1

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

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC): (Forts.)
F21W 2103/55

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Anmeldung betrifft ein Lichtmodul für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein solches Lichtmodul ist aus der EP 3 163 155 A1 bekannt. Die US 8,733,992 B1 zeigt einen Nebelscheinwerfer. Aus der WO 2015/058227 A1 ist ein Mikroprojektoren aufweisendes Lichtmodul für Kraftfahrzeugscheinwerfer bekannt. Aus dem abstract der JP-2017-084581 A ist ein mehrere Primäroptiken und mehrere Sekundäroptiken aufweisendes Lichtmodul für ein Kraftfahrzeug bekannt.

[0003] Ortsangaben wie oben und unten beziehen sich in dieser Anmeldung immer auf eine Ausrichtung des Lichtmoduls, die seiner Ausrichtung bei bestimmungsgemäßer Verwendung in einem Kraftfahrzeug entspricht.

[0004] Die US 6,948,836 B2 offenbart ein Abblendlicht-Modul, welches durch eine ungefähr horizontal liegende verspiegelte Blende eine Hell-Dunkel-Grenze erzeugt. Das zur Erzeugung einer Abblendlichtverteilung dienende Licht wird durch eine Halbleiterlichtquelle erzeugt und durch einen Reflektor gebündelt. Das gebündelte Licht wird von oben auf die vordere Blendenkante gerichtet. Ein Bild der Blendenkante wird durch eine als Projektionslinse realisierte Lichtauskoppeloptik als Hell-Dunkel-Grenze einer Abblendlichtverteilung auf die Straße projiziert.

[0005] Aus der DE 10 2008 036 192 A1 ist ein LED-Bi-Funktionsmodul zur Erzeugung einer Abblendlicht- und Fernlichtverteilung eines KFZ-Scheinwerfers bekannt. Eine horizontal liegende Blende ist hier dünn ausgeführt und wird für die Erzeugung des Fernlichtanteils zusätzlich von unten beleuchtet. Für die Kollimierung des LED-Lichts werden Reflektoren oder katadioptrische Optiken verwendet.

[0006] Aus der DE 10 2014 226 650 A1 ist eine Beleuchtungseinrichtung für Kraftfahrzeuge bekannt, die mindestens drei Lichtfunktionen wie z.B. Abblendlicht, Fernlicht, Tagfahrlicht und/oder Positionslicht realisiert. Dabei wird das Abblendlicht analog zu der Beschreibung in der US 6,948,836 B2 und das Fernlicht und Tagfahrlicht auf ähnliche Art und Weise wie in der DE 10 2008 036 192 A1 erzeugt.

[0007] Ein als per se bekannt vorausgesetztes Lichtmodul weist eine erste Halbleiterlichtquelle und eine erste Primäroptik auf, die Licht der ersten Halbleiterlichtquelle in einen ersten Fokalbereich bündelt. Das bekannte Lichtmodul weist weiter eine zweite Halbleiterlichtquelle und eine zweite Primäroptik auf, die Licht der zweiten Halbleiterlichtquelle in einen zweiten Fokalbereich bündelt. Das bekannte Lichtmodul weist weiter eine in den ersten Fokalbereich und in den zweiten Fokalbereich hineinragende und von einer Blendenkante begrenzte Blendenkombination und eine lichtbrechende Sekundäroptik auf, die von den Fokalbereichen ausgehendes Licht der ersten Halbleiterlichtquelle und der zweiten Halbleiterlichtquelle sammelt und in ein Vorfeld des Lichtmoduls

richtet und damit zum Beispiel eine vor einem Kraftfahrzeug liegende Fahrbahn ausleuchtet.

[0008] Ausgehend von einem diese Merkmale aufweisenden Stand der Technik besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein möglichst kompaktes Lichtmodul zu konstruieren, mit dem wenigstens eine Abblendlichtverteilung erzeugt werden kann und das möglichst einfach ausgeführt ist und mit minimalem Herstellungs-und/oder Einstellungsaufwand seiner optischen Elemente herstellbar ist.

[0009] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dabei unterscheidet sich das erfindungsgemäße Lichtmodul von dem eingangs genannten Stand der Technik nach der EP 3 163 155 A1 durch seine kennzeichnenden Merkmale.

[0010] Dadurch, dass der zweite Fokalbereich von dem ersten Fokalbereich verschieden ist, und dass die Sekundäroptik ein erstes Teilvolumen aufweist, das im Strahlengang von Licht der ersten Halbleiterlichtquelle liegt, das von dem ersten Fokalbereich ausgeht, und ein zweites Teilvolumen aufweist, das im Strahlengang von Licht der zweiten Halbleiterlichtquelle liegt, das vom zweiten Fokalbereich ausgeht, ergeben sich ein erster Abblendlichtstrahlengang, der die erste Halbleiterlichtquelle, die erste Primäroptik und das erste Teilvolumen aufweist, und ein zweiter Abblendlichtstrahlengang, der die zweite Halbleiterlichtquelle, die zweite Primäroptik und das zweite Teilvolumen aufweist. Durch die beiden Abblendlichtstrahlengänge ergeben sich mehr Möglichkeiten der Optimierung der von dem Lichtmodul insgesamt erzeugten Lichtverteilungen als bei nur einem Abblendlichtstrahlengang.

[0011] Indem die Abblendlichtstrahlengänge zum Beispiel separat einschaltbar und ausschaltbar oder dimmbar sind, können durch verschiedene Kombinationen unterschiedliche Lichtverteilungen erzeugt werden, z.B. Stadtlicht oder Autobahnlicht. Stadtlicht zeichnet sich durch eine vergleichsweise breite Lichtverteilung mit vergleichsweise kleiner Reichweite aus, während sich Autobahnlicht durch eine vergleichsweise schmale Lichtverteilung und eine vergleichsweise große Reichweite auszeichnet.

[0012] Dadurch, dass das Lichtmodul eine einstückige, lichtbrechende Sekundäroptik aufweist, wird eine vorgegebene, geforderte Genauigkeit der Positionierung der beiden Teilvolumina der Sekundäroptik zueinander und in Beziehung zu den Fokalbereichen der Primäroptiken mit einer geringeren Fertigungspräzision der beteiligten Bauteile und/oder einem verringerten Justierungsaufwand erreicht als bei einer Verwendung von mehrteiligen Sekundäroptiken.

[0013] Dadurch, dass eine Lichteintrittsfläche des ersten Teilvolumens eine Form besitzt, die den ersten Strahlengang in einer bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Lichtmoduls horizontalen Richtung stärker bündelt als in einer bei dem bestimmungsgemäßen Gebrauch vertikalen Richtung, wird das in dem zugehörigen ersten Strahlengang propagierende Licht auf einen in horizon-

taler Richtung vergleichsweise schmalen Bereich konzentriert, so dass sich dort eine vergleichsweise große Helligkeit und Reichweite ergibt.

[0014] Dadurch, dass eine Lichtaustrittsfläche der Sekundäroptik für beide Teilvolumina eine Form besitzt, die das aus der Lichtaustrittsfläche austretende Licht der ersten Halbleiterlichtquelle und der zweiten Halbleiterlichtquelle bei der bestimmungsgemäßen Verwendung in vertikaler Richtung stärker bündelt als in horizontaler Richtung, wird ein für beide Teilvolumina ähnlicher Helligkeitsverlauf in vertikaler Richtung erzeugt.

[0015] Dadurch, dass die Lichteintrittsfläche des zweiten Teilvolumens so gestaltet ist, dass das zweite Teilvolumen insgesamt das Licht der zweiten Halbleiterlichtquelle in horizontaler Richtung weniger stark bündelt als in vertikaler Richtung, wird ein in horizontaler Richtung breiter Lichtanteil einer Abblendlichtverteilung erzeugt.

[0016] Eine bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Lichtaustrittsfläche der Sekundäroptik eine allgemein zylinderförmig-konvexe Lichtaustrittsfläche ist, wobei sich die Achse des Zylinders quer zu der Hauptabstrahlrichtung des Lichtmoduls erstreckt.

[0017] Bevorzugt ist auch, dass das Lichtmodul eine Kombination aus einem Abblendlichtmodul und einem Fernlichtmodul aufweist.

[0018] Weiter ist bevorzugt, dass das Lichtmodul dazu eingerichtet ist, wenigstens zwei Abblendlichtstrahlengänge und wenigstens zwei Fernlichtstrahlengänge zu erzeugen.

[0019] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die beiden Abblendlichtstrahlengänge einander benachbart zwischen den beiden Fernlichtstrahlengängen verlaufen.

[0020] Bevorzugt ist auch, dass die Sekundäroptik für jeden Abblendlichtstrahlengang und für jeden Fernlichtstrahlengang eine separate Lichteintrittsfläche aufweist.

[0021] Weiter ist bevorzugt, dass ein erster Abblendlichtstrahlengang mit folgenden Elementen erzeugt wird: zwei Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen, zwei katadioptrischen Primäroptiken zur Bündelung des Lichts der Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen, einer in den Fokalbereich der beiden Primäroptiken ragenden verspiegelten Blendenkombination, die eine Stufe aufweist, und mit einer Projektionslinse, die ein Teilvolumen der lichtbrechenden Sekundäroptik ist.

[0022] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass eine Lichteintrittsfläche dieses Teilvolumens dazu eingerichtet ist, das Licht in einer bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Lichtmoduls horizontalen Ebene stärker zu bündeln als in einer vertikalen Ebene.

[0023] Bevorzugt ist auch, dass der zweite Abblendlichtstrahlengang mit folgenden Elementen erzeugt wird: zwei Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen, zwei katadioptrischen Primäroptiken zur Bündelung des Lichts der Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen, einer in den Fokalbereich der beiden Primäroptiken ragenden verspiegelten Blendenhälfte, die keine Stufe aufweist, und mit einer

Linse, die ein weiteres Teilvolumen der lichtbrechenden Sekundäroptik ist.

[0024] Weiter ist bevorzugt, dass die Lichteintrittsfläche des weiteren Teilvolumens eine konkave Freiformfläche ist.

[0025] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass Abblendlicht- und Fernlicht-Primäroptiken katadioptrische Primäroptiken sind.

[0026] Bevorzugt ist auch, dass das Lichtmodul ein Signallichtmodul, beispielsweise ein Tagfahrlicht- und/oder ein Positionslicht- und/oder ein Blinklichtmodul aufweist.

[0027] Weiter ist bevorzugt, dass die katadioptrischen Abblendlicht- und Fernlicht-Primäroptiken zusammen mit einer Signallicht-Vorsatzoptik Bestandteile einer einstückig-stoffschlüssig zusammenhängenden Vorsatzoptikkombination aus transparentem Kunststoff sind.

[0028] Bevorzugt ist auch, dass die Signallicht-Vorsatzoptik eine Fresnel-Linse ist.

[0029] 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.

[0030] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0031] Dabei zeigen, jeweils in schematischer Form:

Figur 1 eine Draufsicht auf ein Ausführungsbeispiel eines Krafffahrzeugscheinwerfers;

Figur 2 eine Seitenansicht des Krafffahrzeugscheinwerfers aus der Figur 1;

Figur 3 eine Schrägansicht eines Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls;

Figur 4 eine Schrägansicht eines Kühlkörpers mit einer Platine des Lichtmoduls aus Figur 3;

Figur 5 eine Schrägansicht von Bestandteilen des Lichtmoduls der Figur 4 zusammen mit einer Vorsatzoptikkombination;

Figur 6 eine Schrägansicht der Bestandteile des Lichtmoduls der Figur 5 zusammen mit weiteren Bestandteilen eines Lichtmoduls;

Figur 7 eine Draufsicht auf Bestandteile des Lichtmoduls der Figur 6

Figur 8 eine Schrägansicht einer lichtbrechenden Sekundäroptik eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls;

- Figur 9 eine Draufsicht auf Bestandteile eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls mit zwei Abblendlichtstrahlengängen;
- Figur 10 eine Draufsicht auf Bestandteile eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls mit einem zweiten Abblendlichtstrahlengang;
- Figur 11 eine Draufsicht auf Bestandteile eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls mit zwei Fernlichtstrahlengängen;
- Figur 12 eine Draufsicht auf Bestandteile eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls mit zwei Abblendlichtstrahlengängen und zwei Fernlichtstrahlengängen;
- Figur 13 eine Draufsicht auf Bestandteile eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls mit einem Signallichtstrahlengang;
- Figur 14 eine Seitenansicht von Bestandteilen eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls mit Abblendlichtstrahlengängen und/oder Fernlichtstrahlengängen und einem Signallichtstrahlengang; und
- Figur 15 eine Schrägansicht von Bestandteilen eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls mit Abblendlichtstrahlengängen, Fernlichtstrahlengängen und einem Signallichtstrahlengang.

[0032] Dabei bezeichnen gleiche Bezugszeichen in verschiedenen Figuren jeweils gleiche oder zumindest ihrer Funktion nach vergleichbare Elemente.

[0033] Im Einzelnen zeigt die Figur 1 eine Draufsicht auf einen Kraftfahrzeugscheinwerfer 10 mit einem horizontal aufgeschnittenen Gehäuse 12, dessen Lichtaustrittsöffnung durch eine transparente Abdeckscheibe 14 abgedeckt wird. Figur 2 zeigt den Scheinwerfer aus der Figur 1 in einem seitlichen Schnitt. Im Inneren des Gehäuses 12 ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls 16 angeordnet. Das Lichtmodul 16 weist eine erste Halbleiterlichtquelle 18 und eine erste Primäroptik 20 auf, die Licht 22 der ersten Halbleiterlichtquelle 18 in einen ersten Fokalebereich 24 bündelt. Das Lichtmodul 16 weist weiter eine zweite Halbleiterlichtquelle 26 und eine zweite Primäroptik 28 auf, die Licht 30 der zweiten Halbleiterlichtquelle 26 in einen zweiten Fokalebereich 32 bündelt. Eine als Spiegelblende wirkliche Blendenkombination 34 ragt in den ersten Fokalebereich 24 und in den zweiten Fokalebereich 32 hinein. Eine im Lichtstrom stromabwärts von der Blende 34 angeordnete lichtbrechende Sekundäroptik 36 sammelt von den Fokalebereichen ausgehendes Licht der ersten Halbleiterlichtquelle und der zweiten Halbleiterlichtquelle und richtet dieses Licht in ein Vorfeld des Lichtmoduls

16 und des Kraftfahrzeugscheinwerfers 10, um zum Beispiel eine Fahrbahn zu beleuchten.

[0034] Der zweite Fokalebereich 32 ist von dem ersten Fokalebereich 24 verschieden. Beide Fokalebereiche 24, 32 liegen bevorzugt nebeneinander, wobei sie sich überlappen können. Die räumlichen Abmessungen beider Fokalebereiche 24, 32 können identisch sein. Die lichtbrechende Sekundäroptik 36 ist ein einstückig-stoffschlüssig zusammenhängender Festkörper und weist ein erstes Teilvolumen 36.6 auf, das im Strahlengang von Licht 22 der ersten Halbleiterlichtquelle 18 liegt, das von dem ersten Fokalebereich 24 ausgeht. Dieser Strahlengang ist ein erster Abblendlichtstrahlengang. Die Sekundäroptik 36 weist weiter ein zweites Teilvolumen 36.7 auf, das im Strahlengang von Licht 30 der zweiten Halbleiterlichtquelle 26 liegt, das vom zweiten Fokalebereich 32 ausgeht. Dieser Strahlengang ist ein zweiter Abblendlichtstrahlengang.

[0035] Erfindungsgemäß besitzt eine Lichteintrittsfläche des ersten Teilvolumens 36.6 eine Form, die den ersten Abblendlichtstrahlengang in einer bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Lichtmoduls 16 horizontalen Richtung stärker bündelt als in einer bei dem bestimmungsgemäßen Gebrauch vertikalen Richtung. Dabei besitzt eine Lichtaustrittsfläche der Sekundäroptik 36 für beide Teilvolumina 36.6, 36.7 eine Form, die das aus der Lichtaustrittsfläche austretende Licht 22 der ersten Halbleiterlichtquelle 18 und Licht 30 der zweiten Halbleiterlichtquelle 26 bei bestimmungsgemäßer Verwendung in vertikaler Richtung stärker bündelt als in horizontaler Richtung. Die Lichteintrittsfläche des zweiten Teilvolumens 36.7 ist so gestaltet, dass das zweite Teilvolumen 36.7 insgesamt das Licht der zweiten Halbleiterlichtquelle 26 in horizontaler Richtung weniger stark bündelt als in vertikaler Richtung.

[0036] Figur 3 zeigt ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls 16, das in der Lage ist, mehrere verschiedene Lichtverteilungen zu erzeugen.

[0037] An der Rückseite des Lichtmoduls 16 befindet sich ein Kühlkörper 38, welcher in der gezeigten Darstellungsform mehrere Kühlrippen aufweist. Der Kühlkörper 38 ist mechanisch mit einem Halterahmen 40 verbunden. An dem Halterahmen 40 und/oder dem Kühlkörper 38 sind die zur Erzeugung von Lichtverteilungen erforderlichen optischen Komponenten wie Lichtquellen und Primäroptiken und eine Sekundäroptik 36 befestigt.

[0038] Das Lichtmodul 16 weist eine Signallicht-Komponente auf, von der in der Figur 1 eine Streustruktur aufweisende, transparente Lichtscheibe 42 zu sehen ist. Darüber hinaus weist das Lichtmodul 16 eine Kombination aus einem Abblendlichtmodul und einem Fernlichtmodul auf, von welcher Kombination in der Figur 1 die lichtbrechende Sekundäroptik 36 sichtbar ist. Weitere Bestandteile der Signallicht-Komponente und der Kombination aus einem Abblendlichtmodul und einem Fernlichtmodul werden in der Figur 1 durch undurchsichtige Abdeckungen 44 verdeckt.

[0039] Weiterhin ist ein Ausleger 46 für die mechanische Leuchtweitenregelung an dem Halterahmen 40 des Lichtmoduls 16 befestigt. Durch eine zum Beispiel am Halterahmen 40 seitlich befestigte Aufhängung 48 wird eine Drehachse 50 einer Leuchtweitenregelung definiert. An dem Ausleger 46 greift unten ein nicht dargestellter Aktor an, der den Ausleger 46 und damit das ganze Lichtmodul 16 in der zur Drehachse 50 senkrechten Ebene verschwenkt.

[0040] Figur 4 zeigt den Kühlkörper 38 aus der Figur 3 zusammen mit einer daran befestigten Platine 52. Die Platine 52 weist erste Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen 18.1, 18.2 für einen ersten Abblendlichtstrahlengang, zweite Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen 26.1, 26.2 für einen zweiten Abblendlichtstrahlengang, erste Fernlicht-Halbleiterlichtquellen 54.1, 54.2 für einen ersten Fernlichtstrahlengang, zweite Fernlicht-Halbleiterlichtquellen 56.1, 56.2 für einen zweiten Fernlichtstrahlengang, sowie eine Signallicht-Halbleiterlichtquelle 58 auf.

[0041] Die Halbleiterlichtquellen besitzen bevorzugt eine viereckige Lichtaustrittsfläche. Die Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen 18.1, 18.2 des ersten Abblendlichtstrahlengangs sind gegenüber den Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen 26.1, 26.2 des zweiten Abblendlichtstrahlengangs verdreht angeordnet. Die Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen und die Fernlicht-Halbleiterlichtquellen sind nebeneinander angeordnet, wobei die Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen 18.1, 18.2, 26.1, 26.2 zentral angeordnet sind und die Fernlicht-Halbleiterlichtquellen 54.1, 54.2 des ersten Fernlichtstrahlengangs seitlich außen neben den Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen 18.1, 18.2 des ersten Abblendlichtstrahlengangs angeordnet sind und die Fernlicht-Halbleiterlichtquellen 56.1, 56.2 des zweiten Fernlichtstrahlengangs seitlich außen neben den Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen 26.1, 26.2 des zweiten Abblendlichtstrahlengangs angeordnet sind. In der Höhe liegen die Fernlicht-Halbleiterlichtquellen alle auf einer ersten Höhe, und die Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen liegen alle auf einer zweiten Höhe. Die zweite Höhe liegt oberhalb von der ersten Höhe. Die Halbleiterlichtquelle 58 für das Signallicht ist oberhalb der Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen und der Fernlicht-Halbleiterlichtquellen zentral angeordnet.

[0042] An der Platine 52 ist unterhalb der Halbleiterlichtquellen ein Stecker 60 angeordnet, der als Schnittstelle zur Energieversorgung der auf der Platine 52 angebrachten Halbleiterlichtquellen und zur Ansteuerung der Halbleiterlichtquellen durch ein Lichtsteuergerät dient.

[0043] Figur 5 zeigt den Gegenstand der Figur 4 nach der Montage einer Vorsatzoptikkombination 62. Die Vorsatzoptikkombination 62 besteht aus einer Vorsatzoptik 64 für die Signallicht-Halbleiterlichtquelle und jeweils einer Primäroptik 20.1, 20.2, 28.1, 28.2 für jede Abblendlicht-Halbleiterlichtquelle und jeweils einer Primäroptik 64.1, 64.2, 66.1, 66.2 für jede Fernlicht-Halbleiterlichtquelle. Die Vorsatzoptik 64 ist vor der Signallicht-Halbleiterlichtquelle 58 angeordnet. Jeweils eine Primäroptik

ist vor je einer Abblendlicht-Halbleiterlichtquelle und jeweils einer Fernlicht-Halbleiterlichtquelle angeordnet.

[0044] Die Vorsatzoptikkombination 62 ist bevorzugt ein einstückiges Kunststoffspritzgussteil. Die Signallicht-vorsatzoptik 64 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel eine Fresnellinse. Die Abblendlicht- und Fernlicht-Primäroptiken 20.1, 20.2, 28.1, 28.2, 64.1, 64.2, 66.1, 66.2 sind in der dargestellten Ausgestaltung katadioptrische Primäroptiken. Sie sind bevorzugt zusammen mit der Signallicht-Vorsatzoptik 64 Bestandteile der einstückig-stoffschlüssig zusammenhängenden Vorsatzoptikkombination 62 aus transparentem Kunststoff.

[0045] Die Figur 6 zeigt den Gegenstand der Figuren 3 bis 5 zusammen mit einer Blendenkombination 68, der strukturierten Lichtscheibe 42 für das Signallicht, der Sekundäroptik 36 und einem Sekundäroptikhalter 37, der zur Befestigung der Sekundäroptik 36 am übrigen Lichtmodul dient und der darüber hinaus keine optische Funktion ausübt.

[0046] Die Blendenkombination 68 dient als Blende für die Abblendlichtverteilung und liegt zwischen der Vorsatzoptikkombination 62 auf der einen Seite und der Sekundäroptik 36 auf der anderen Seite. Die Blendenkombination 68 ist in der dargestellten Ausgestaltung eine Spiegelblende, die eine spiegelnde Blendenfläche besitzt. Die spiegelnde Blendenfläche ragt in den Abblendlichtstrahlengang hinein. Dabei ist die Blendenkombination 68 so angeordnet, dass ihre der Sekundäroptik 36 zugewandte Blendenkante von sämtlichen Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen beleuchtet wird. Die spiegelnde Blendenfläche schließt mit von den Primäroptiken des Abblendlichtes her einfallenden Lichtstrahlen, die auf die spiegelnde Blendenfläche auftreffen, bevorzugt einen spitzen Winkel ein, also einen Winkel, der kleiner als 90° ist. Bevorzugt ist zumindest der größte Teil der spiegelnden Blendenfläche bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Lichtmoduls 16 horizontal ausgerichtet oder weist nur einen Neigungswinkel zur Horizontalen auf, der kleiner als 30° ist. Durch die spiegelnde Blendenfläche wird dort einfallendes Licht in den Abblendlichtstrahlengang zurück reflektiert, was zu einer guten optischen Effizienz des Lichtmoduls beiträgt. Die optische Effizienz ist dabei der Anteil am von den Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen erzeugten Licht, das letztlich zur Erzeugung der erwünschten Lichtverteilung im Vorfeld des Lichtmoduls beiträgt.

[0047] Die Blendenkombination 68 weist eine erste Blendenhälfte 68.1 und eine zweite Blendenhälfte 68.2 auf. Die erste Blendenhälfte 68.1 weist eine Stufe 68.3 auf. Die Stufe 68.3 besteht aus drei Teilflächen, die jeweils paarweise aneinander grenzen und von denen die beiden äußeren Teilflächen bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung des Lichtmoduls in vertikaler Richtung zueinander versetzt angeordnet sind. Die Stufe ist so angeordnet, dass eine Flächennormale der zwischen den beiden äußeren Teilflächen liegenden inneren Teilfläche quer zu der Hauptabstrahlrichtung 70 des Lichtmoduls liegt.

[0048] Eine der Sekundäroptik 36 zugewandte und von einer Blendenkante begrenzte Seite der Blendenkombination 68 ragt in die Fokalbereiche 24, 32 (vergleiche Figur 1) der Abblendlichtstrahlengänge hinein. Dabei ist die Stufe 68.3 so angeordnet, dass sie in den Strahlengang des ersten Abblendlichtstrahlengangs hineinragt. Diese Stufe 68.3 dient zur Erzeugung einer Stufe in der Hell-Dunkel-Grenze einer asymmetrischen Abblendlichtverteilung. Der die Stufe 68.3 aufweisende (erste) Abblendlichtstrahlengang ist ein Abblendlichtstrahlengang, der das Licht stark bündelt.

[0049] Der andere Abblendlichtstrahlengang ist der zweite Abblendlichtstrahlengang, der das Licht weniger stark bündelt und eher breit verteilt. Die in diesen zweiten Abblendlichtstrahlengang ragende zweite Blendenhälfte weist bevorzugt keine Stufe auf. Prinzipiell ist es möglich, anstelle einer Blendenkombination 68 auch mehrere einzelne Blenden zu verwenden. Um die Anzahl der Bauteile des Lichtmoduls 16 zu verringern, ist eine Ausgestaltung in Form einer einstückigen Blendenkombination 68 bevorzugt.

[0050] Weiter ist es prinzipiell auch möglich, dass die Blendenkombination 68 entlang der Hauptlichtausbreitungsrichtung des Lichtes in den Abblendlichtstrahlengängen nur schmal ist (z.B. wie die Schmalseite eines Bleches, das z.B. weniger als 1 mm dick ist), so dass die Stufe 68.3 nur ein Teil einer konturierten Kante eines dünnen Bleches ist. Die Blende kann sich in diesem Fall auch von der optisch wirksamen Blendenkante ausgehend in vertikaler Richtung erstrecken. Die optisch wirksame Blendenkante, die als Hell-Dunkel-Grenze der Abblendlichtverteilung in das Vorfeld des Lichtmoduls abgebildet wird, ist dann eine obere Kante der Blende.

[0051] Die Figur 6 zeigt insbesondere eine bevorzugte Ausgestaltung der Lichtaustrittsfläche 36.1 der Sekundäroptik 36 als allgemein zylinderförmig-konvexe Lichtaustrittsfläche, wobei sich eine Achse 71 des Zylinders quer zu der Hauptabstrahlrichtung 70 des Lichtmoduls 16 erstreckt. Die Hauptabstrahlrichtung 70 fällt bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung des Lichtmoduls 16 mit der Geradeaus-Fahrtrichtung des Kraftfahrzeuges zusammen und liegt parallel zu einer gedachten Linie, die in der Figur 4 durch die Mittelpunkte der Fernlicht-Halbleiterlichtquellen 54.1, 54.2, 56.1, 56.2 läuft und parallel zu einer weiteren gedachten Linie, die durch die Mittelpunkte der Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen 18.1, 18.2, 26.1, 26.2 läuft. In zu diesen Linien senkrechten Ebenen, die die Sekundäroptik 36 schneiden, ändert sich die Querschnittsform der lichtbrechenden Sekundäroptik 36 nicht. Eine Ausnahme gilt allenfalls für das linke und rechte Ende der Lichtaustrittsfläche 36.1, das sich aber jeweils über weniger als 5% der Länge der Lichtaustrittsfläche 36.1 in Richtung der Zylinderachse erstreckt.

[0052] Figur 7 zeigt Teile des Lichtmoduls 16 in einer Draufsicht. Im dargestellten Beispiel verläuft das aus dem von links her gesehen zweiten Paar von Primäroptiken 20.1, 20.2 austretende Licht der zugehörigen Halb-

leiterlichtquellen in einem ersten Abblendlichtstrahlengang, und das aus dem von links her gesehen dritten Paar von Primäroptiken 28.1, 28.2 austretende Licht der zugehörigen Halbleiterlichtquellen verläuft in einem zweiten Abblendlichtstrahlengang. Links von den beiden Abblendlichtstrahlengängen verläuft ein erster Fernlichtstrahlengang, und rechts von den beiden Abblendlichtstrahlengängen verläuft ein zweiter Fernlichtstrahlengang.

[0053] Figur 7 zeigt auch, dass die Lichteintrittsflächen der lichtbrechenden Sekundäroptik 36 in einer Ebene, in der die Zylinderachse 71 und die Hauptabstrahlrichtung 70 des Lichtmoduls 16 liegen, verschiedene Formen aufweisen. Die Sekundäroptik weist für jeden Abblendlichtstrahlengang und jeden Fernlichtstrahlengang eine separate Lichteintrittsfläche auf. Die Lichteintrittsfläche 36.2 ist eine Lichteintrittsfläche des ersten Fernlichtstrahlengangs. Die Lichteintrittsfläche 36.3 ist eine Lichteintrittsfläche des ersten Abblendlichtstrahlengangs und begrenzt ein abbildendes Teilvolumen 36.6 der lichtbrechenden Sekundäroptik 36. Die Lichteintrittsfläche 36.4 ist eine Lichteintrittsfläche des zweiten Abblendlichtstrahlengangs und begrenzt ein horizontal auffächern- des und vertikal fokussierendes Teilvolumen (36.7) der lichtbrechenden Sekundäroptik. Die Lichteintrittsfläche 36.5 ist eine Lichteintrittsfläche des zweiten Fernlichtstrahlengangs. Dabei liegen die einzelnen Lichteintrittsflächen in derselben Reihenfolge nebeneinander wie die zugehörigen Paare von Primäroptiken.

[0054] Figur 8 zeigt die Sekundäroptik aus der Figur 7 mit Blick auf die vier Lichteintrittsflächen 36.2, 36.3, 36.4, 36.5 der vier Strahlengänge. Die lichtbrechende Sekundäroptik 36 ist ein einstückiges Bauteil. Die Form der beiden Lichteintrittsflächen 36.2, 36.5 der Teilvolumina der lichtbrechenden Sekundäroptik der Fernlichtstrahlengänge und der Lichteintrittsfläche 36.3 des Teilvolumens der lichtbrechenden Sekundäroptik des ersten Abblendlichtstrahlengangs sind in der genannten Ebene, in der die Zylinderachse 71 und die Hauptabstrahlrichtung 70 des Lichtmoduls 16 liegen, konvex, während die Form der Lichteintrittsfläche 36.4 des Teilvolumens der lichtbrechenden Sekundäroptik des des zweiten Abblendlichtstrahlengangs in der genannten Ebene konkav ist.

[0055] Zusammenfassend ergeben sich somit die folgenden strukturellen und funktionalen Merkmale und Eigenschaften. Eine Abblendlichtverteilung wird durch Überlagerung von in wenigstens zwei Abblendlichtstrahlengängen propagierendem Licht erzeugt, wobei ein erster Abblendlichtstrahlengang ein abbildendes Teilvolumen einer lichtbrechenden Sekundäroptik aufweist, während ein zweiter Abblendlichtstrahlengang ein Teilvolumen der lichtbrechenden Sekundäroptik aufweist, das Licht in der horizontalen Ebene zerstreut und in der vertikalen Ebene fokussiert. Die beiden Abblendlichtstrahlengänge sind unmittelbar benachbart (d.h. ohne zwischen ihnen verlaufende weitere Strahlengänge/Lichtbündel) nebeneinander angeordnet, so dass der Bündel-

querschnitt des in dem jeweiligen Strahlengang propagierenden Lichtes durch die einstückige Blendenkombination begrenzt werden kann und auch begrenzt wird, wobei die in die jeweiligen Strahlengänge ragenden Flächen der Blendenkombination in vertikaler Richtung nur durch die Höhe einer Stufe gegeneinander versetzt sind, die als Stufe einer asymmetrischen Abblendlichtverteilung in ein Vorfeld des Lichtmoduls projiziert wird. Dadurch kann die Blendenkombination einfach und mit geringen Toleranzen bzgl. des Höhenversatzes zueinander hergestellt werden. Die Anzahl der Abblendlicht- oder Fernlichtstrahlengänge kann erhöht werden, indem Strahlengänge horizontal ergänzt werden oder Strahlengänge übereinander gesetzt werden. Durch die beschriebenen Maßnahmen wird die Anzahl der Teile, aus denen das Lichtmodul 16 besteht, reduziert. Dadurch wird das System einfacher und kostengünstiger. Außerdem werden die Systemtoleranzen verringert. Die einstückige Realisierung der Sekundäroptik hat gegenüber einer separaten Realisierung einer Lichteintrittslinsen-Kombination und einer Zylinderlinse den Vorteil, dass eine exakte Positionierung einer solchen Linsenkombination zur Zylinderlinse, sei es durch präzise gefertigte Halterungen oder Justierung, entfällt.

[0056] Figur 9 zeigt eine Draufsicht auf die Strahlengänge der im dargestellten Beispiel zwei Abblendlichtstrahlengänge 72 und 74.

[0057] Ein erster Abblendlichtstrahlengang 72 wird mit folgenden Elementen erzeugt: Zwei Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen 18.1, 18.2, zwei katadioptrischen Primäroptiken 20.1, 20.2 zur Bündelung des Lichts der Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen 18.1, 18.2, einer in den Fokalebereich der beiden Primäroptiken 20.1, 20.2 ragenden verspiegelten Blendenkombination 68 mit Stufe 68.3 und eine Projektionslinse, die ein Teilvolumen 36.6 einer lichtbrechenden Sekundäroptik 36 ist. Die Lichteintrittsfläche dieses Teilvolumens 36.6 bündelt das Licht in der horizontalen Ebene stärker als in der vertikalen Ebene. Die Lichtaustrittsfläche 36.1 weist die beschriebene Zylinderform auf und bündelt damit das Licht in horizontalen Ebenen weniger stark als in der vertikalen Ebenen.

[0058] Der zweite Abblendlichtstrahlengang 74 wird mit folgenden Elementen erzeugt: Zwei Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen 26.1, 26.2, zwei katadioptrischen Primäroptiken 28.1, 28.2 zur Bündelung des Lichts der Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen 26.1, 26.2, einer in den Fokalebereich der beiden Primäroptiken 28.1, 28.2 ragenden verspiegelten Blendenhälfte 68.2 ohne Stufe, einer Linse, die ein weiteres Teilvolumen 36.7 einer lichtbrechenden Sekundäroptik 36 ist. Die Lichteintrittsfläche 36.4 dieses weiteren Teilvolumens 36.7 ist bevorzugt eine konkave Freiformfläche. Die Lichtaustrittsfläche 36.1 weist die beschriebene Zylinderform auf und bündelt damit das Licht in horizontalen Ebenen weniger stark als in der vertikalen Ebenen.

[0059] Die Lichteintrittsfläche 36.4 ist damit so gestaltet, dass das zugehörige weitere Teilvolumen 36.7 der lichtbrechenden Sekundäroptik 36 das Licht in der hori-

zontalen Ebene weniger bündelt als in der vertikalen Ebene. In der horizontalen Ebene wirkt dieses weitere Teilvolumen 36.7 als Zerstreulinse, während es in der vertikalen Ebene als Sammellinse mit demselben Bildpunkt wie das Teilvolumen 36.6 des ersten Abblendlichtstrahlengangs 72 wirkt.

[0060] Die katadioptrischen Primäroptiken der Abblendlichtstrahlengänge, im beschriebenen Ausführungsbeispiel also die Primäroptiken 20.1, 20.2, 28.1, 28.2, sind so ausgelegt, dass sie das Licht der Halbleiterlichtquellen bündeln und umlenken, so dass von diesen Primäroptiken ausgehendes Licht der Halbleiterlichtquellen von schräg oben auf die vordere Blendenkante fällt und in der Umgebung der Blendenkante, also in einen Fokalebereich der Primäroptiken, fokussiert wird. Auf diese Weise entsteht in der Ebene der Blendenkante eine Lichtmodul-interne Lichtverteilung mit einer Hell-Dunkel-Grenze. Die genaue Form dieser Hell-Dunkel-Grenze wird durch die Form der Blendenkante vorgegeben. In dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel ist eine in den ersten Fokalebereich, also in den Fokalebereich des ersten Abblendlichtstrahlengangs ragende Blendenhälfte 68.1 der Blendenkombination 68, mit einer Stufe 68.3 versehen, um auf diese Weise eine Stufe im Verlauf der Hell-Dunkel-Grenze der sich im Vorfeld des Lichtmoduls ergebenden externen Abblendlichtverteilung zu erzeugen.

[0061] Diese Blendenhälfte 68.1 liegt im ersten Abblendlichtstrahlengang 72. Die andere Blendenhälfte 68.2 der Blendenkombination 68 liegt im zweiten Abblendlichtstrahlengang 74 und weist keine Stufe auf. Auf diese Weise erzeugt der zweite Abblendlichtstrahlengang 74 eine gerade, horizontal verlaufende externe Hell-Dunkel-Grenze.

[0062] Die lichtbrechende Sekundäroptik 36 ist so ausgestaltet, dass sie die interne Lichtverteilung, die in der Ebene der Blendenkante mit Stufe 68.3 erzeugt wird, auf die Straße abbildet. Da die Lichteintrittsfläche 36.3 des Teilvolumens 36.6 der lichtbrechenden Sekundäroptik 36, das zum ersten Abblendlichtstrahlengang 72 gehört, horizontal stärker bündelt als vertikal und die Lichtaustrittsfläche dieses Teilvolumens das Licht vertikal stärker bündelt als horizontal, entsteht eine verzerrte Abbildung, d.h. der vertikale und der horizontale Abbildungsmaßstab sind nicht gleich.

[0063] In dem zweiten Abblendlichtstrahlengang 74 wird die zugehörige, keine Stufe aufweisende Blendenhälfte 68.2 der Blendenkombination 68 ausgeleuchtet. In dem zweiten Abblendlichtstrahlengang 74 ist die zugehörige Lichteintrittsfläche 36.4 der lichtbrechenden Sekundäroptik 36 konkav ausgeformt und bündelt das Licht schwächer als die entsprechende Lichteintrittsfläche 36.3 des ersten Abblendlichtstrahlengangs 72. Als Folge ergibt sich, dass die im dem zweiten Abblendlichtstrahlengang 74 aus der lichtbrechenden Sekundäroptik 36 austretenden Lichtstrahlen eine horizontal breitere Richtungsverteilung besitzen als die im ersten Abblendlichtstrahlengang 72 aus der lichtbrechenden Sekundär-

optik 36 austretenden Lichtstrahlen. Durch diese Auffächerung der Strahlen in der horizontalen Ebene wird die Breite der Abblendlichtverteilung vergrößert. Durch die Ausformung der als Lichteintrittsfläche 36.4 dienenden Freiformfläche kann die Verteilung des Lichts und die Breite der Lichtverteilung gesteuert werden.

[0064] Figur 10 zeigt eine Draufsicht auf den zweiten Abblendlichtstrahlengang 74. Es ist erkennbar, dass durch die schwächere Bündelung in der horizontalen Ebene der Lichtkegel an der zylindrischen Lichtaustrittsfläche 36.1 der lichtbrechenden Sekundäroptik breiter als an der zugehörigen Lichteintrittsfläche ist.

[0065] Wie Figur 9 zeigt, ist die Breite des ersten Abblendlichtstrahlengangs 72 beim Lichtaustritt aus der lichtbrechenden Sekundäroptik 36 ungefähr gleich groß wie beim Eintritt in die lichtbrechende Sekundäroptik 36. Es ist sinnvoll, den zweiten Abblendlichtstrahlengang 74 nicht als außen liegenden Strahlengang zu realisieren. Der zweite Abblendlichtstrahlengang 74 liegt im dargestellten Ausführungsbeispiel zwischen dem benachbarten ersten Abblendlichtstrahlengang 72 und dem benachbarten zweiten Fernlichtstrahlengang. Durch diese Lage zwischen zwei benachbarten Strahlengängen kann ein breiter Bereich der Lichtaustrittsfläche 36.1 der lichtbrechenden Sekundäroptik 36 für die Erzeugung des breit verteilten Abblendlichtanteils verwendet werden. Die Funktion der benachbarten Strahlengänge wird dadurch nicht gestört. Als erwünschte Folge kann die horizontale Breite des Lichtmoduls 16 klein gehalten werden.

[0066] Figur 11 zeigt eine Draufsicht auf die Fernlichtstrahlengänge 76, 78. Jeder Fernlichtstrahlengang besteht aus folgenden Elementen: zwei Fernlicht-Halbleiterlichtquellen, zwei Primäroptiken zur Bündelung des Lichts der zwei Fernlicht-Halbleiterlichtquellen, einer Projektionslinse, die ein Teilvolumen einer lichtbrechenden Sekundäroptik ist. Jede Lichteintrittsfläche eines Teilvolumens bündelt das Licht in der horizontalen Ebene stärker als in der vertikalen Ebene. Die zylindrische Lichtaustrittsfläche bündelt das Licht in der vertikalen Ebene jeweils stärker als in der horizontalen Ebene.

[0067] Figur 12 zeigt eine Draufsicht auf die zwei Abblendlichtstrahlengänge 72, 74 und die zwei Fernlichtstrahlengänge 76, 78 im Vergleich. Die Brennweiten der Primäroptiken des Abblendlichts und des Fernlichts sind in der beschriebenen Ausführung gleich groß. Der Fokuspunkt der Primäroptiken für die Abblendlichtstrahlengänge liegt ungefähr auf der Vorderkante der Blendenkombination 68, der Fokuspunkt der Primäroptiken für die Fernlichtstrahlengänge liegt ungefähr in der gleichen Ebene. Im Allgemeinen können die Brennweiten aber auch unterschiedlich ausgelegt werden, was das System in der Auslegung sehr flexibel macht. Dadurch kann die Gesamtvergrößerung des optischen Systems für die Fernlichtstrahlengänge 76, 78 anders gestaltet werden als für die Abblendlichtstrahlengänge 72, 74. Das kann vorteilhaft sein, da an Abblendlicht- und Fernlichtverteilungen unterschiedliche Anforderungen bzgl. Breite, Höhe und maximaler Beleuchtungsstärke gestellt werden.

[0068] Figur 13 zeigt eine Draufsicht auf einen Signallichtstrahlengang 80. Das Licht der Signallicht-Halbleiterlichtquelle 58 wird durch die Fresnel-Linse 64 gebündelt und auf die strukturierte Lichtscheibe 42 gerichtet. Prismenförmige Strukturen auf der strukturierten Lichtscheibe 42 bündeln das Licht weiter und verteilen es in den gewünschten Winkelbereich einer Signallicht- bzw. Positionslichtverteilung. Dadurch, dass jedes Prisma ungefähr denselben Winkelbereich beleuchtet, entsteht vorteilhafterweise ein helles und gleichförmiges Erscheinungsbild der gesamten strukturierten Lichtscheibe 42.

[0069] Figur 14 zeigt die Strahlengänge 72, 74, 76, 78, 80 aller Lichtfunktionen des Lichtmoduls 16 Funktionen in einer Seitenansicht und Figur 15 zeigt die Strahlengänge 72, 74, 76, 78, 80 aller Funktionen in einer Schrägsicht.

[0070] In einer bevorzugten Ausgestaltung sind die Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen separat schaltbar und/oder dimmbar. Dadurch können unterschiedliche Lichtverteilungen erzeugt werden, z.B. ein breites Stadtlicht durch einen großen Lichtstrom des zweiten Abblendlichtstrahlengangs bei nicht so großem Lichtstrom des ersten Abblendlichtstrahlengangs oder ein Autobahnlicht durch einen großen Lichtstrom des ersten Abblendlichtstrahlengangs bei nicht so großem Lichtstrom des zweiten Abblendlichts.

[0071] Durch Einsetzen von zusätzlichen Blenden in die Fernlichtstrahlengänge, die eine vertikal verlaufende Kante in der Zwischenbildebene des Fernlichtstrahlengangs aufweisen, können externe Fernlichtverteilungen mit vertikal verlaufenden Hell-Dunkel-Grenzen erzeugt werden. Dadurch können unterschiedliche Fernlichtstrahlengänge unterschiedliche Winkelbereiche ausleuchten, und so kann ein elektronisch steuerbares Teilfernlicht realisiert werden. (sog. "Matrix-Beam").

[0072] Die Anzahl der Abblendlicht- oder Fernlichtstrahlengänge kann erhöht werden, indem Strahlengänge horizontal ergänzt werden oder Strahlengänge übereinander gesetzt werden. Im ersten Fall muss die lichtbrechende Sekundäroptik einfach horizontal verlängert werden. Im zweiten Fall benötigt man eine zusätzliche lichtbrechende Sekundäroptik pro zusätzlicher Ebene. Um Bauraum zu sparen und die Konstruktion stabil zu machen, ist es in diesem Fall von Vorteil, die Strahlengänge beim Übereinanderschichten versetzt zueinander anzuordnen, so dass jeweils ein Abblendlichtstrahlengang über einem Fernlichtstrahlengang und ein Fernlichtstrahlengang über einem Abblendlichtstrahlengang angeordnet ist.

[0073] Der Signallichtstrahlengang kann alternativ oder zusätzlich als Strahlengang für ein Blinklicht genutzt werden. Es ist vorteilhaft, dafür gelb leuchtende Halbleiterlichtquellen zu verwenden, insbesondere wenn der Strahlengang parallel für Signallicht genutzt werden soll. Es ist aber auch möglich, weißes Licht emittierende Halbleiterlichtquellen zu verwenden und die Vorsatzoptik und/oder die strukturierte Scheibe gelb einzufärben.

[0074] Um die leuchtende Fläche für eine Tagfahrlicht-

funktion als Signallichtfunktion zu vergrößern, können die Fernlichtstrahlengänge auch für die Tagfahrlichtfunktion genutzt werden. Dafür werden sie stark gedimmt und zusammen mit der Tagfahr(-Signal-)lichtquelle eingeschaltet, wodurch sowohl die Fläche der strukturierten Lichtscheibe als auch die zugehörige Fläche der lichtbrechenden Sekundäroptik beleuchtet werden.

[0075] Indem das Lichtmodul um eine vertikale Achse drehbar gelagert wird und über einen geeigneten Aktuator kontrolliert drehbar ist, kann das erfindungsgemäße Lichtmodul als Kurvenlicht-Modul verwendet werden.

[0076] Die Halbleiterlichtquellen sind bevorzugt Leuchtdioden. An Stelle von Leuchtdioden als Halbleiterlichtquellen kann auch eine Laserlichtquelle in Verbindung mit einem vom Laser beleuchteten und dadurch angeregten Phosphorplättchen als Lichtquelle verwendet werden. Dies gilt sowohl für eine Teilmenge der Lichtquellen als auch für sämtliche Lichtquellen des Lichtmoduls. Dadurch kann ggf. die Leuchtdichte der Lichtquelle und damit die maximale Beleuchtungsstärke erhöht werden.

[0077] In einer bevorzugten Ausgestaltung weist das Lichtmodul keine zur Erzeugung einer Signallicht-Lichtverteilung dienenden Bestandteile auf. Das Lichtmodul ist in diesem Fall ein Bi-Funktions-Lichtmodul, mit dem Abblendlichtverteilungen und Fernlichtverteilungen erzeugt werden können.

[0078] Die katadioptrischen Primäroptiken können ganz oder zum Teil als auch als Hohlspiegelreflektoren realisiert werden, die zum Beispiel metallisch-spiegelnd beschichtet sind und ein mit Luft erfülltes Reflexionsvolumen begrenzen. In diesem Fall ist bevorzugt, dass die Platinenebene ungefähr horizontal liegt und die darauf angeordneten Halbleiterlichtquellen nach oben, bevorzugt senkrecht nach oben, in die Reflektoren strahlen, um ihr Licht in Fahrtrichtung in die verschiedenen Zwischenbildebene, bzw. Fokalbereiche zu richten.

[0079] Die katadioptrischen Primäroptiken können auch ganz oder zum Teil durch Linsen oder Linsensysteme ersetzt werden. Weiter ist es auch möglich, die katadioptrischen Primäroptiken können ganz oder zum Teil durch Lichtleiteroptiken zu ersetzen.

Patentansprüche

1. Lichtmodul (16) für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer (10) mit einer ersten Halbleiterlichtquelle (18) und einer ersten Primäroptik (20), die Licht (22) der ersten Halbleiterlichtquelle (18) in einen ersten Fokalebereich (24) bündelt, mit einer zweiten Halbleiterlichtquelle (26) und einer zweiten Primäroptik (28), die Licht (30) der zweiten Halbleiterlichtquelle (26) in einen zweiten Fokalebereich (32) bündelt, mit einer in den ersten Fokalebereich (24) und in den zweiten Fokalebereich (32) hineinragenden Blendenkombination (34; 68) und mit einer lichtbrechenden Sekundäroptik (36), die von den Fokalbereichen (24, 32)

ausgehendes Licht (22) der ersten Halbleiterlichtquelle (18) und der zweiten Halbleiterlichtquelle (26) sammelt und in ein Vorfeld des Lichtmoduls (16) richtet, wobei der zweite Fokalebereich (32) von dem ersten Fokalebereich (24) verschieden ist, und die lichtbrechende Sekundäroptik (36) einstückig ist, ein erstes Teilvolumen (36.6) aufweist, das im Strahlengang von Licht (22) der ersten Halbleiterlichtquelle (18) liegt, das von dem ersten Fokalebereich (24) ausgeht, und ein zweites Teilvolumen (36.7) aufweist, das im Strahlengang von Licht (30) der zweiten Halbleiterlichtquelle (26) liegt, das vom zweiten Fokalebereich (34) ausgeht, wobei eine Lichteintrittsfläche (36.3) des ersten Teilvolumens (36.6) eine Form besitzt, die den ersten Strahlengang (72) in einer bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Lichtmoduls (16) horizontalen Richtung stärker bündelt als in einer bei dem bestimmungsgemäßen Gebrauch vertikalen Richtung, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Lichtaustrittsfläche (36.1) der Sekundäroptik (36) für beide Teilvolumina (36.6, 36.7) eine Form besitzt, die das aus der Lichtaustrittsfläche (36.1) austretende Licht der ersten Halbleiterlichtquelle und der zweiten Halbleiterlichtquelle bei der bestimmungsgemäßen Verwendung in vertikaler Richtung stärker bündelt als in horizontaler Richtung, und dass die Lichteintrittsfläche (36.4) des zweiten Teilvolumens (36.7) so gestaltet ist, dass das zweite Teilvolumen (36.7) insgesamt das Licht der zweiten Halbleiterlichtquelle in horizontaler Richtung weniger stark bündelt als in vertikaler Richtung.

2. Lichtmodul (16) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtaustrittsfläche (36.1) der Sekundäroptik (36) eine allgemein zylinderförmig-konvexe Lichtaustrittsfläche ist, wobei sich die Achse (71) des Zylinders quer zu der Hauptabstrahlrichtung (70) des Lichtmoduls (16) erstreckt.

3. Lichtmodul (16) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lichtmodul (16) eine Kombination aus einem Abblendlichtmodul und einem Fernlichtmodul aufweist.

4. Lichtmodul (16) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lichtmodul (16) dazu eingerichtet ist, wenigstens zwei Abblendlichtstrahlengänge (72, 74) und wenigstens zwei Fernlichtstrahlengänge (76, 78) zu erzeugen.

5. Lichtmodul (16) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Abblendlichtstrahlengänge (72, 74) einander benachbart zwischen den beiden Fernlichtstrahlengängen (76, 78) verlaufen.

6. Lichtmodul (16) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sekundäroptik (36) für jeden Abblendlichtstrahlengang (72, 74) und für je-

den Fernlichtstrahlengang (76, 78) eine separate Lichteintrittsfläche (36.3, 36.4, 36.2, 36.5) aufweist.

7. Lichtmodul (16) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster Abblendlichtstrahlengang (72) mit folgenden Elementen erzeugt wird: zwei Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen (18.1, 18.2), zwei katadioptrischen Primäroptiken (20.1, 20.2) zur Bündelung des Lichts der Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen (18.1, 18.2), einer in den Fokalebereich der beiden Primäroptiken (20.1, 20.2) ragenden verspiegelten Blendenkombination (68), die eine Stufe (68.3) aufweist, und mit einer Projektionslinse, die ein Teilvolumen (36.6) der lichtbrechenden Sekundäroptik (36) ist.
8. Lichtmodul (16) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Lichteintrittsfläche (36.3) dieses Teilvolumens (36.6) dazu eingerichtet ist, das Licht in einer bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Lichtmoduls (16) horizontalen Ebene stärker zu bündeln als in einer vertikalen Ebene.
9. Lichtmodul (16) nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Abblendlichtstrahlengang (74) mit folgenden Elementen erzeugt wird: zwei Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen (26.1, 26.2), zwei katadioptrischen Primäroptiken (28.1, 28.2) zur Bündelung des Lichts der Abblendlicht-Halbleiterlichtquellen (26.1, 26.2), einer in den Fokalebereich der beiden Primäroptiken (28.1, 28.2) ragenden verspiegelten Blendenhälfte (68.2), die keine Stufe aufweist, und mit einer Linse, die ein weiteres Teilvolumen (36.7) der lichtbrechenden Sekundäroptik (36) ist.
10. Lichtmodul (16) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichteintrittsfläche (36.4) des weiteren Teilvolumens (36.7) eine konkave Freiformfläche ist.
11. Lichtmodul (16) nach einem der Ansprüche 3 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** Abblendlicht- und Fernlicht-Primäroptiken (20.1, 20.2, 28.1, 28.2, 64.1, 64.2, 66.1, 66.2) katadioptrische Primäroptiken sind.
12. Lichtmodul (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ein Tagfahrlicht- / ein Positionslicht- oder ein Blinklichtmodul aufweist.
13. Lichtmodul (16) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die katadioptrischen Abblendlicht- und Fernlicht- Primäroptiken (20.1, 20.2, 28.1, 28.2, 64.1, 64.2, 66.1, 66.2) zusammen mit einer Tagfahrlicht-, Positionslicht- oder Blinklicht-Vorsatzoptik (64) Bestandteile einer einstückig-stoffschlüssig zusammenhängenden Vorsatzoptikkombination

(62) aus transparentem Kunststoff sind.

14. Lichtmodul (16) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tagfahrlicht-, Positionslicht- oder Blinklicht-Vorsatzoptik (64) eine Fresnel-Linse ist.

Claims

1. Light module (16) for a motor vehicle headlight (10), comprising a first semiconductor light source (18) and a first primary optical system (20) which focuses light (22) from the first semiconductor light source (18) into a first focal region (24), comprising a second semiconductor light source (26) and a second primary optical system (28) which focuses light (30) from the second semiconductor light source (26) into a second focal region (32), comprising an aperture combination (34; 68) projecting into the first focal region (24) and into the second focal region (32), and comprising a refractive secondary optical system (36) which collects light (22) from the first semiconductor light source (18) and the second semiconductor light source (26), which light emanates from the focal regions (24, 32), and directs said light into an area in front of the light module (16), the second focal region (32) being different from the first focal region (24), and the refractive secondary optical system (36) being in one piece, having a first partial volume (36.6) which is in the beam path of light (22) from the first semiconductor light source (18), which light emanates from the first focal region (24), and having a second partial volume (36.7) which is in the beam path of light (30) from the second semiconductor light source (26), which light emanates from the second focal region (34), a light entry surface (36.3) of the first partial volume (36.6) having a shape that focuses the first beam path (72) more strongly in a direction that is horizontal when the light module (16) is used as intended than in a direction that is vertical when used as intended, **characterized in that** a light exit surface (36.1) of the secondary optical system (36) for the two partial volumes (36.6, 36.7) has a shape that focuses the light from the first semiconductor light source and the second semiconductor light source, which light exits from the light exit surface (36.1), more strongly in the vertical direction than in the horizontal direction when used as intended, and **in that** the light entry surface (36.4) of the second partial volume (36.7) is designed in such a way that the second partial volume (36.7) focuses the light from the second semiconductor light source less strongly overall in the horizontal direction than in the vertical direction.
2. Light module (16) according to claim 1, **characterized in that** the light exit surface (36.1) of the sec-

- ondary optical system (36) is a generally cylindrical-convex light exit surface, the axis (71) of the cylinder extending transversely to the main emission direction (70) of the light module (16).
3. Light module (16) according to claim 1, **characterized in that** the light module (16) has a combination of a low-beam module and a high-beam module.
 4. Light module (16) according to claim 3, **characterized in that** the light module (16) is designed to generate at least two low-beam beam paths (72, 74) and at least two high-beam beam paths (76, 78).
 5. Light module (16) according to claim 4, **characterized in that** the two low-beam beam paths (72, 74) extend adjacently to one another between the two high-beam beam paths (76, 78).
 6. Light module (16) according to claim 4 or claim 5, **characterized in that** the secondary optical system (36) has a separate light entry surface (36.3, 36.4, 36.2, 36.5) for each low-beam beam path (72, 74) and for each high-beam beam path (76, 78).
 7. Light module (16) according to any of claims 4 to 6, **characterized in that** a first low-beam beam path (72) is produced having the following elements: two low-beam semiconductor light sources (18.1, 18.2), two catadioptric primary optical systems (20.1, 20.2) for focusing the light from the low-beam semiconductor light sources (18.1, 18.2), a mirrored aperture combination (68) which projects into the focal region of the two primary optical systems (20.1, 20.2) and which has a step (68.3), and a projection lens which is a partial volume (36.6) of the refractive secondary optical system (36).
 8. Light module (16) according to claim 7, **characterized in that** a light entry surface (36.3) of this partial volume (36.6) is designed to focus the light more strongly in a plane that is horizontal when the light module (16) is used as intended than in a vertical plane.
 9. Light module (16) according to any of claims 4 to 8, **characterized in that** the second low-beam beam path (74) is generated having the following elements: two low-beam semiconductor light sources (26.1, 26.2), two catadioptric primary optical systems (28.1, 28.2) for focusing the light from the low-beam semiconductor light sources (26.1, 26.2), a mirrored aperture half (68.2) which projects into the focal region of the two primary optical systems (28.1, 28.2) and has no step, and a lens which is a further partial volume (36.7) of the refractive secondary optical system (36).
 10. Light module (16) according to claim 9, **characterized in that** the light entry surface (36.4) of the further partial volume (36.7) is a concave free-form surface.
 11. Light module (16) according to any of claims 3 to 10, **characterized in that** the low-beam and high-beam primary optical systems (20.1, 20.2, 28.1, 28.2, 64.1, 64.2, 66.1, 66.2) are catadioptric primary optical systems.
 12. Light module (16) according to any of the preceding claims, **characterized in that** it has a daytime-running-light, position-light or indicator-light module.
 13. Light module (16) according to claim 11, **characterized in that** the catadioptric low-beam and high-beam primary optical systems (20.1, 20.2, 28.1, 28.2, 64.1, 64.2, 66.1, 66.2), together with a daytime-running-light, position-light or indicator-light attachment optical system (64), are components of a one-piece integral attachment optical system combination (62) made of transparent plastics material.
 14. Light module (16) according to claim 13, **characterized in that** the daytime-running-light, position-light or indicator-light attachment optical system (64) is a Fresnel lens.
- ### 30 Revendications
1. Module d'éclairage (16) pour un phare de véhicule automobile (10), comprenant une première source de lumière à semi-conducteur (18) et une première optique primaire (20) qui concentre la lumière (22) de la première source de lumière à semi-conducteur (18) dans une première zone focale (24), une seconde source de lumière à semi-conducteur (26) et une seconde optique primaire (28) qui concentre la lumière (30) de la seconde source de lumière à semi-conducteur (26) dans une seconde zone focale (32), une combinaison de diaphragmes (34; 68) faisant saillie dans la première zone focale (24) et dans la seconde zone focale (32) et une optique secondaire photoréfractive (36) qui collecte la lumière (22) provenant des zones focales (24, 32) de la première source de lumière à semi-conducteur (18) et de la seconde source de lumière à semi-conducteur (26) et les dirige dans un tablier du module d'éclairage (16), la seconde zone focale (32) étant différente de la première zone focale (24), et l'optique secondaire photoréfractive (36) étant d'un seul tenant, comprenant un premier volume partiel (36.6) qui se situe dans le trajet de faisceau de la lumière (22) de la première source de lumière à semi-conducteur (18) qui émane de la première zone focale (24), et comprenant un second volume partiel (36.7) qui se situe dans le trajet de faisceau de la lumière (30) de la

- seconde source de lumière à semi-conducteur (26) qui émane de la seconde zone focale (34), une surface d'entrée de lumière (36.3) du premier volume partiel (36.6) ayant une forme qui concentre le premier trajet de faisceau (72) plus intensément dans une direction qui est horizontale lors d'une utilisation conforme à la destination du module d'éclairage (16), que dans une direction qui est verticale lors de l'utilisation conforme à la destination, **caractérisé en ce qu'**une surface de sortie de lumière (36.1) de l'optique secondaire (36) pour les deux volumes partiels (36.6, 36.7) a une forme qui concentre la lumière, émanant de la surface de sortie de lumière (36.1) de la première source de lumière à semi-conducteur et de la seconde source de lumière à semi-conducteur, plus intensément dans une direction verticale que dans une direction horizontale lors de l'utilisation conforme à la destination, et **en ce que** la surface d'entrée de lumière (36.4) du second volume partiel (36.7) est conçue de telle manière que le second volume partiel (36.7) concentre globalement la lumière de la seconde source de lumière à semi-conducteur moins intensément dans une direction horizontale que dans une direction verticale.
2. Module d'éclairage (16) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la surface de sortie de lumière (36.1) de l'optique secondaire (36) est une surface de sortie de lumière de manière générale convexe en forme de cylindre, l'axe (71) du cylindre s'étendant transversalement à la direction de rayonnement principale (70) du module d'éclairage (16).
 3. Module d'éclairage (16) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le module d'éclairage (16) présente une combinaison d'un module de feux de croisement et d'un module de feux de route.
 4. Module d'éclairage (16) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le module d'éclairage (16) est conçu pour produire au moins deux trajets de faisceau de feux de croisement (72, 74) et au moins deux trajets de faisceau de feux de route (76, 78).
 5. Module d'éclairage (16) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les deux trajets de faisceau de feux de croisement (72, 74) s'étendent l'un à côté de l'autre entre les deux trajets de faisceau de feux de route (76, 78).
 6. Module d'éclairage (16) selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** l'optique secondaire (36) comprend une surface d'entrée de lumière séparée (36.3, 36.4, 36.2, 36.5) pour chaque trajet de faisceau de feux de croisement (72, 74) et pour chaque trajet de faisceau de feux de route (76, 78).
 7. Module d'éclairage (16) selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce qu'**un premier trajet de faisceau de feux de croisement (72) est généré à l'aide des éléments suivants: deux sources de lumière à semi-conducteur de feux de croisement (18.1, 18.2), deux optiques primaires catadioptriques (20.1, 20.2) pour concentrer la lumière des sources de lumière à semi-conducteur de feux de croisement (18.1, 18.2), une combinaison de diaphragmes réfléchissants (68) faisant saillie dans la zone focale des deux optiques primaires (20.1, 20.2), qui comprend un gradin (68.3), et avec une lentille de projection qui est un volume partiel (36.6) de l'optique secondaire photoréfractive (36).
 8. Module d'éclairage (16) selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'**une surface d'entrée de lumière (36.3) de ce volume partiel (36.6) est conçue pour concentrer la lumière dans un plan horizontal plus fortement que dans un plan vertical lorsque le module d'éclairage (16) est utilisé conformément à sa destination.
 9. Module d'éclairage (16) selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, **caractérisé en ce que** le second trajet de faisceau de feux de croisement (74) est généré à l'aide des éléments suivants: deux sources de lumière à semi-conducteur de feux de croisement (26.1, 26.2), deux optiques primaires catadioptriques (28.1, 28.2) pour concentrer la lumière des sources de lumière à semi-conducteur de feux de croisement (26.1, 26.2), une moitié de diaphragme réfléchissant (68.2) qui fait saillie dans la zone focale des deux optiques primaires (28.1, 28.2) et qui ne comprend pas de gradin, et une lentille qui est un volume partiel supplémentaire (36.7) de l'optique secondaire photoréfractive (36).
 10. Module d'éclairage (16) selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la surface d'entrée de lumière (36.4) du volume partiel supplémentaire (36.7) est une surface de forme libre concave.
 11. Module d'éclairage (16) selon l'une quelconque des revendications 3 à 10, **caractérisé en ce que** les optiques primaires de feux de croisement et de feux de route (20.1, 20.2, 28.1, 28.2, 64.1, 64.2, 66.1, 66.2) sont des optiques primaires catadioptriques.
 12. Module d'éclairage (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il comporte un module de feux de jour, de feux de position ou de feux clignotants.
 13. Module d'éclairage (16) selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** les optiques primaires catadioptriques de feux de croisement et de feux de route (20.1, 20.2, 28.1, 28.2, 64.1, 64.2, 66.1, 66.2), avec une optique supplémentaire de feux de jour, de feux

de position ou de feux clignotants (64), sont des composants d'une combinaison optique supplémentaire (62) cohérente d'un seul tenant et venue de matière en matière plastique transparente.

5

14. Module d'éclairage (16) selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** l'optique supplémentaire de feux de jour, de feux de position ou de feux clignotants (64) est une lentille de Fresnel.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

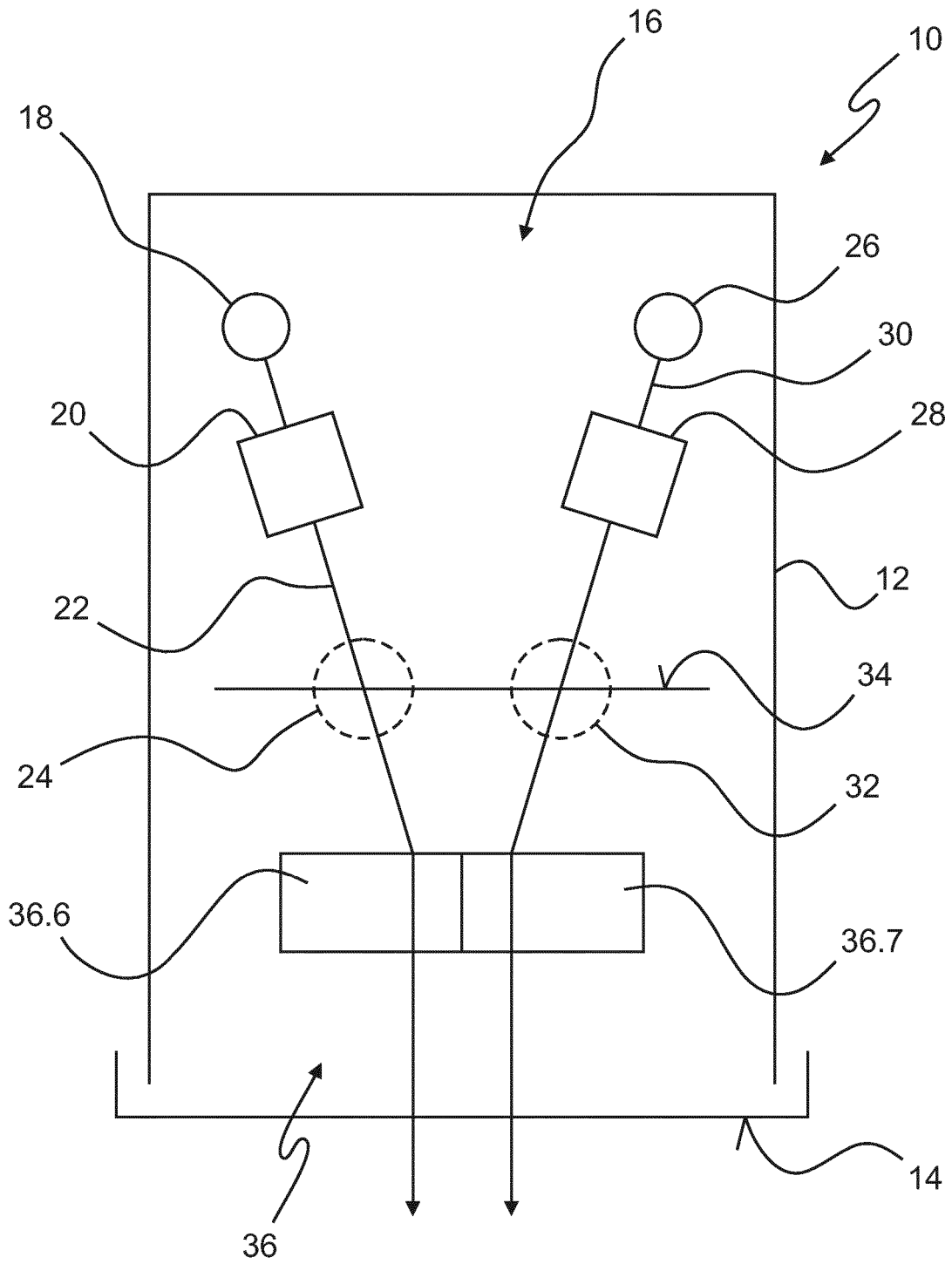


Fig. 1

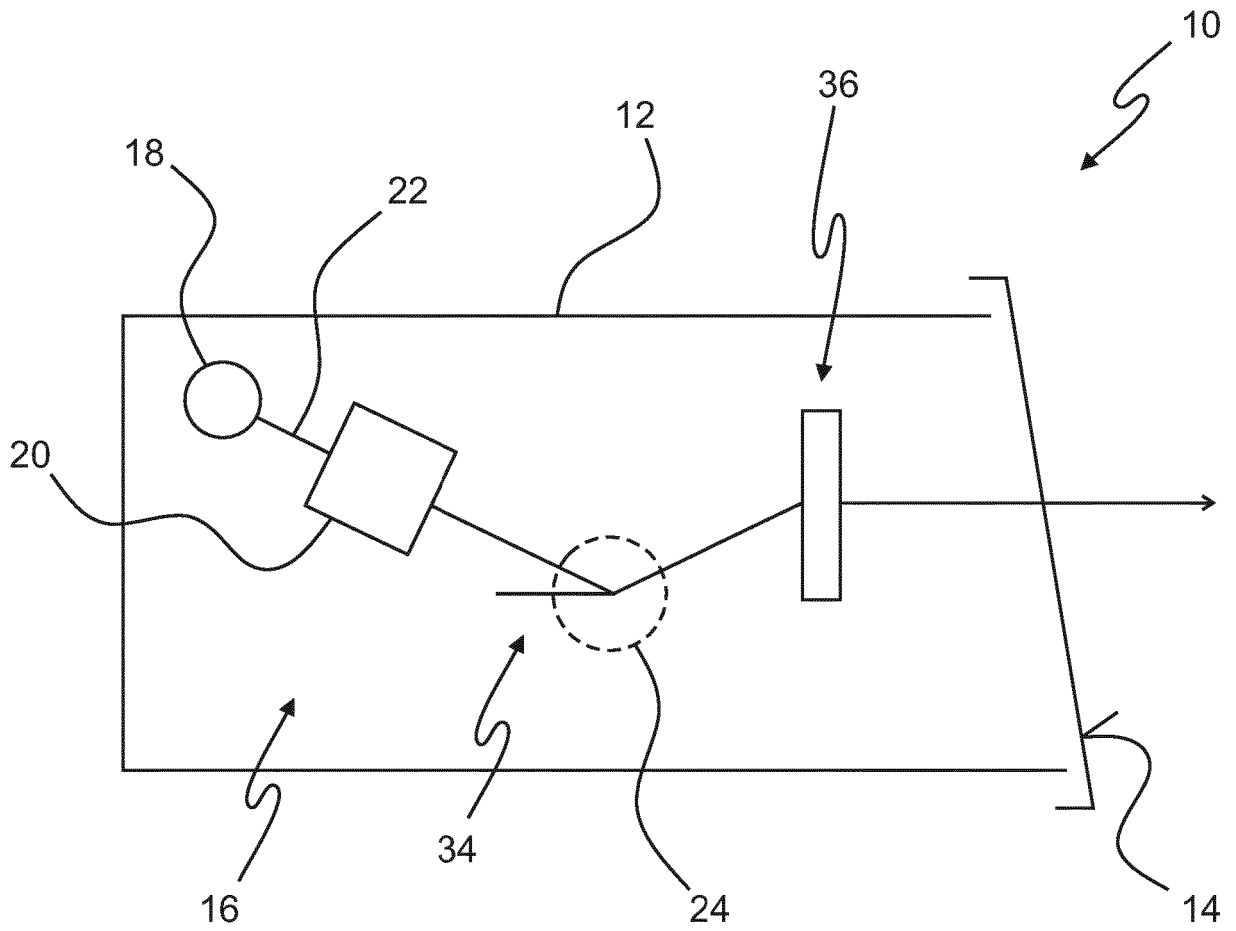


Fig. 2

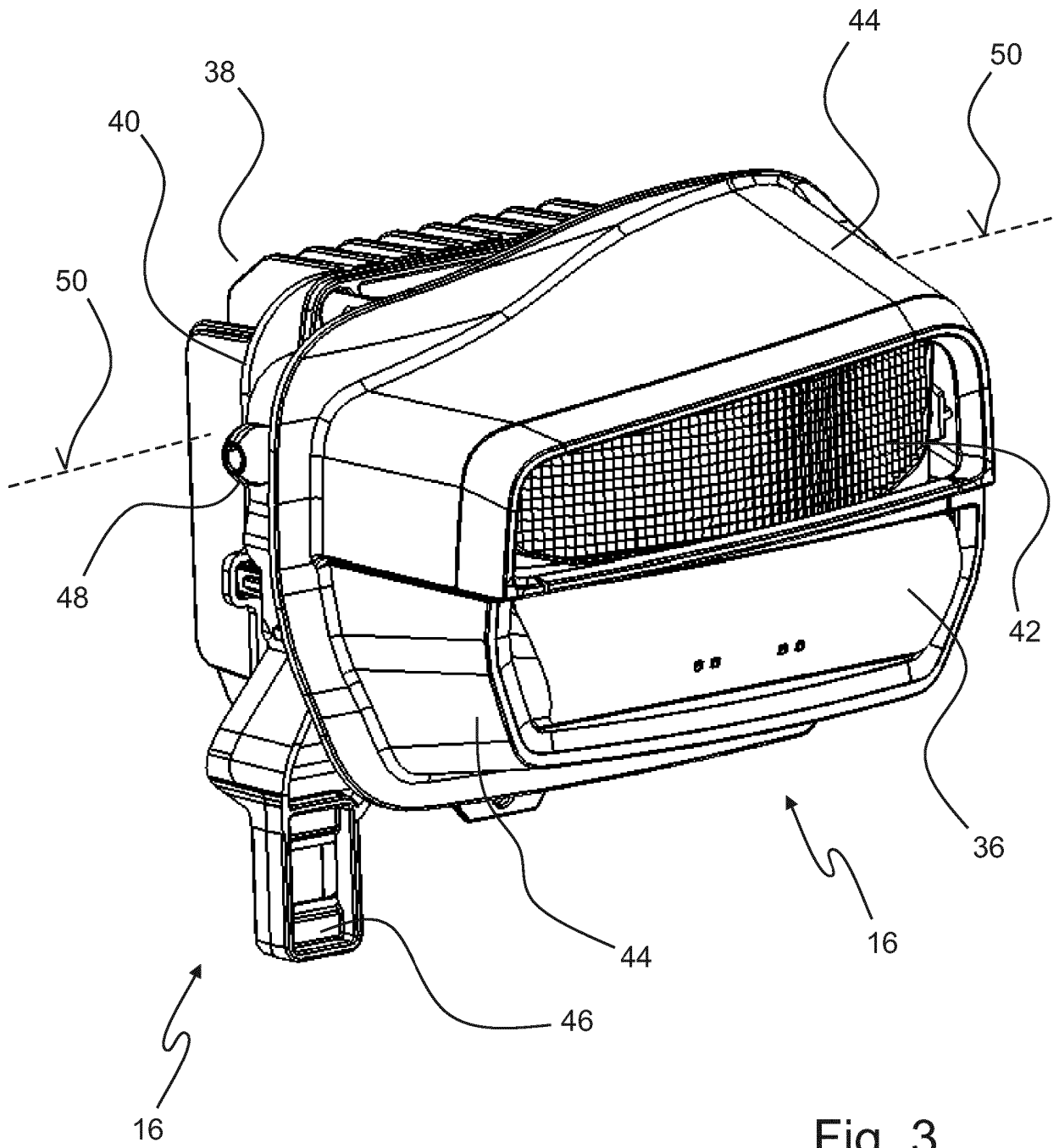


Fig. 3

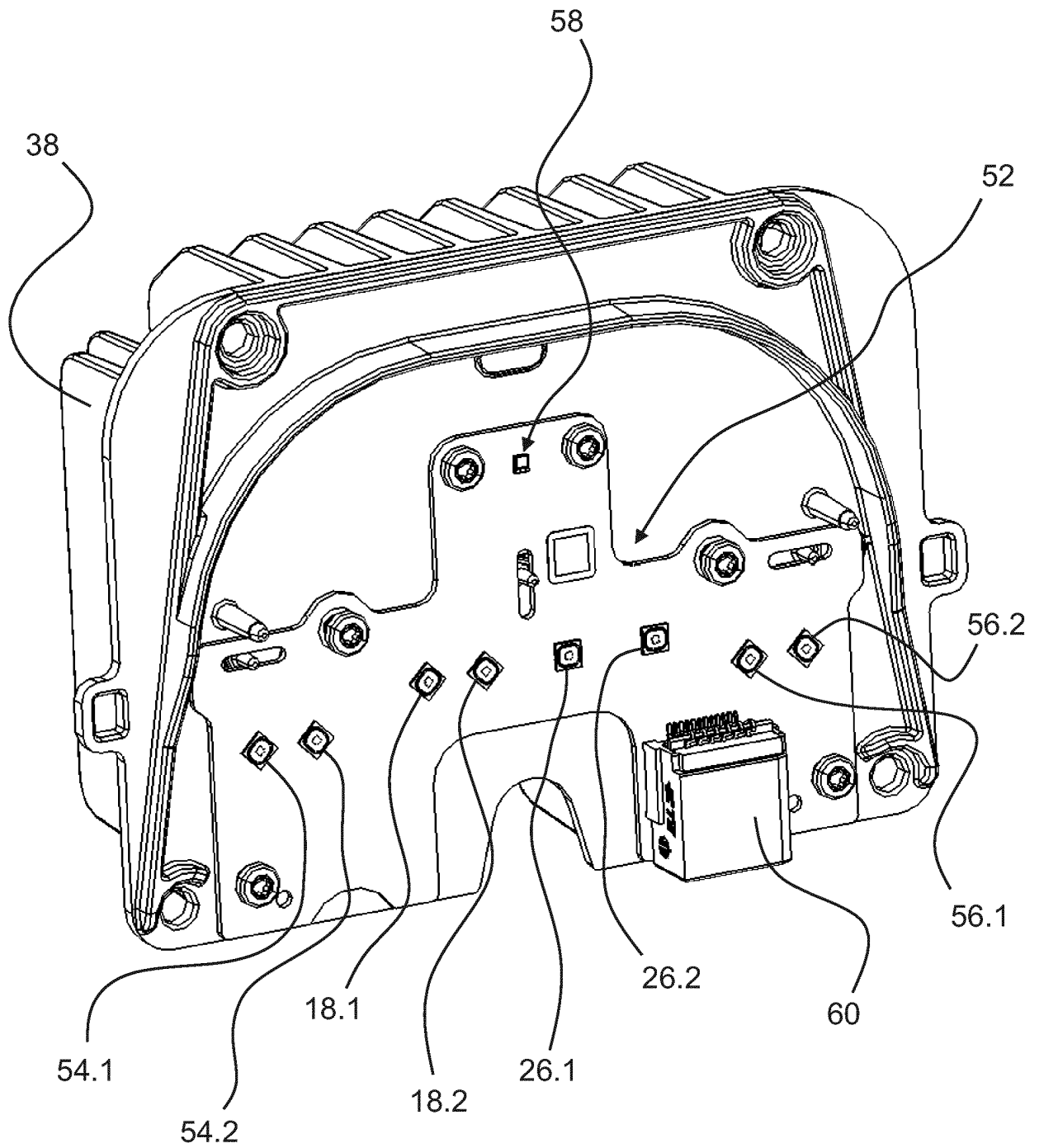


Fig. 4

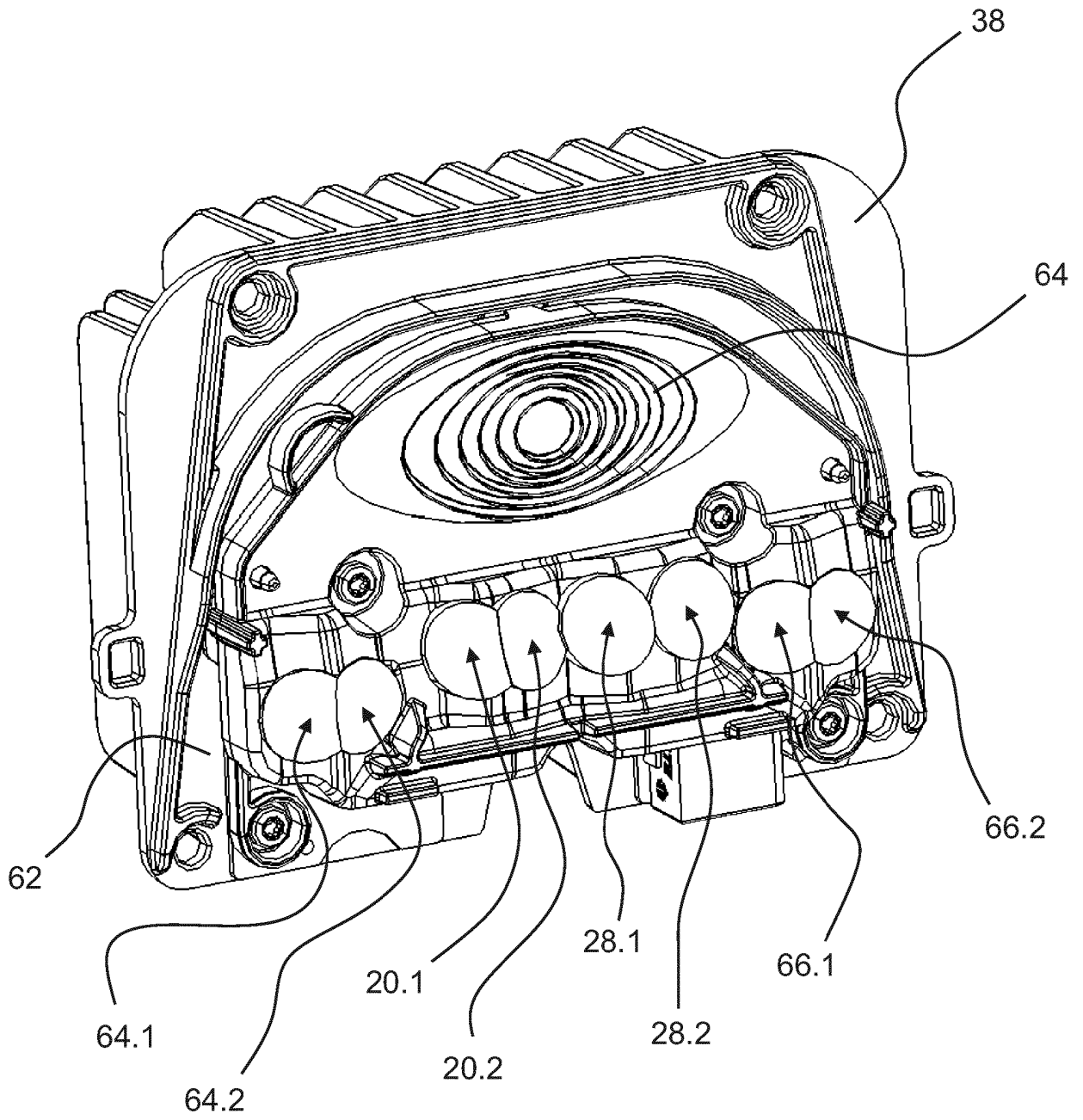


Fig. 5

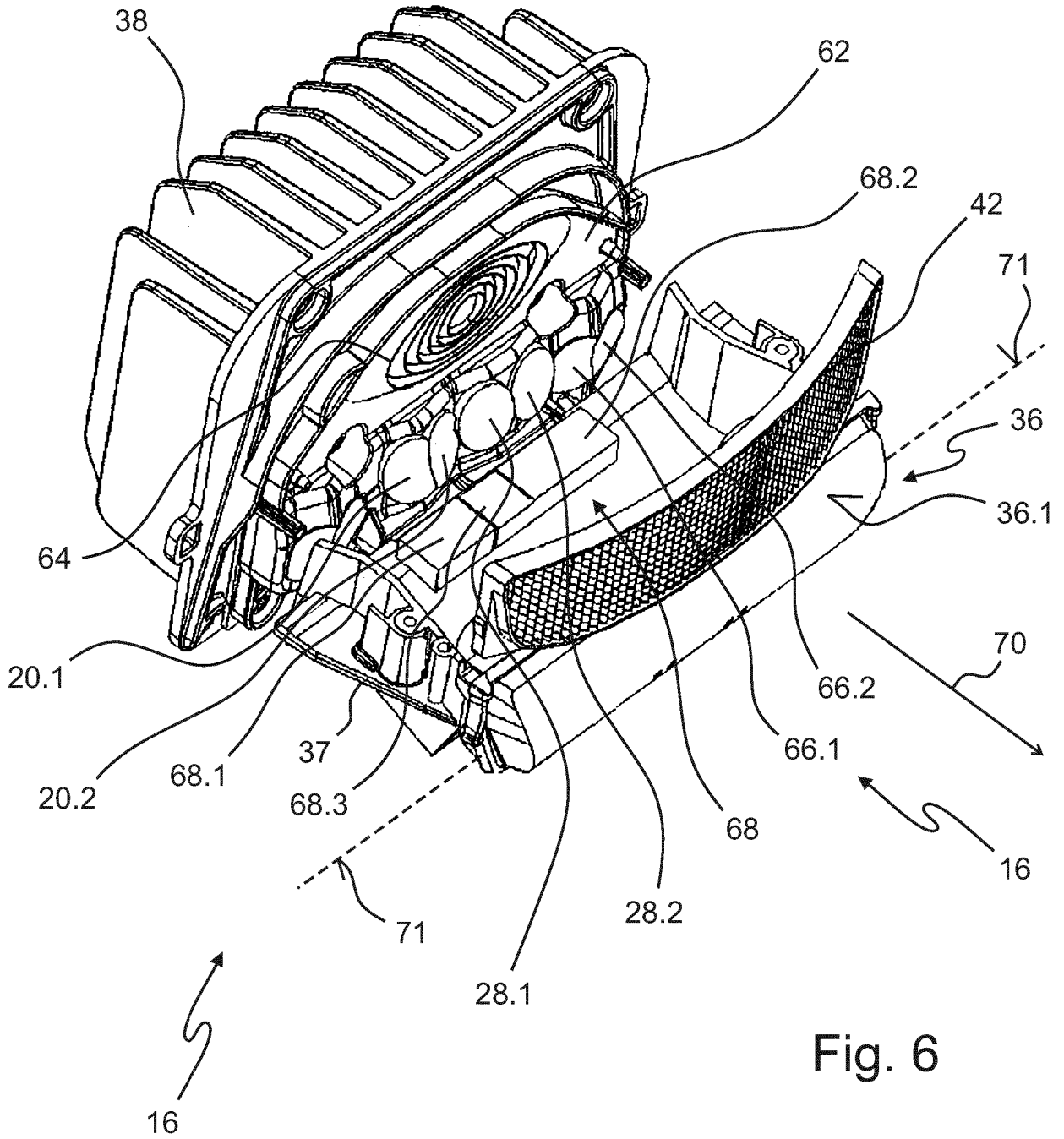


Fig. 6

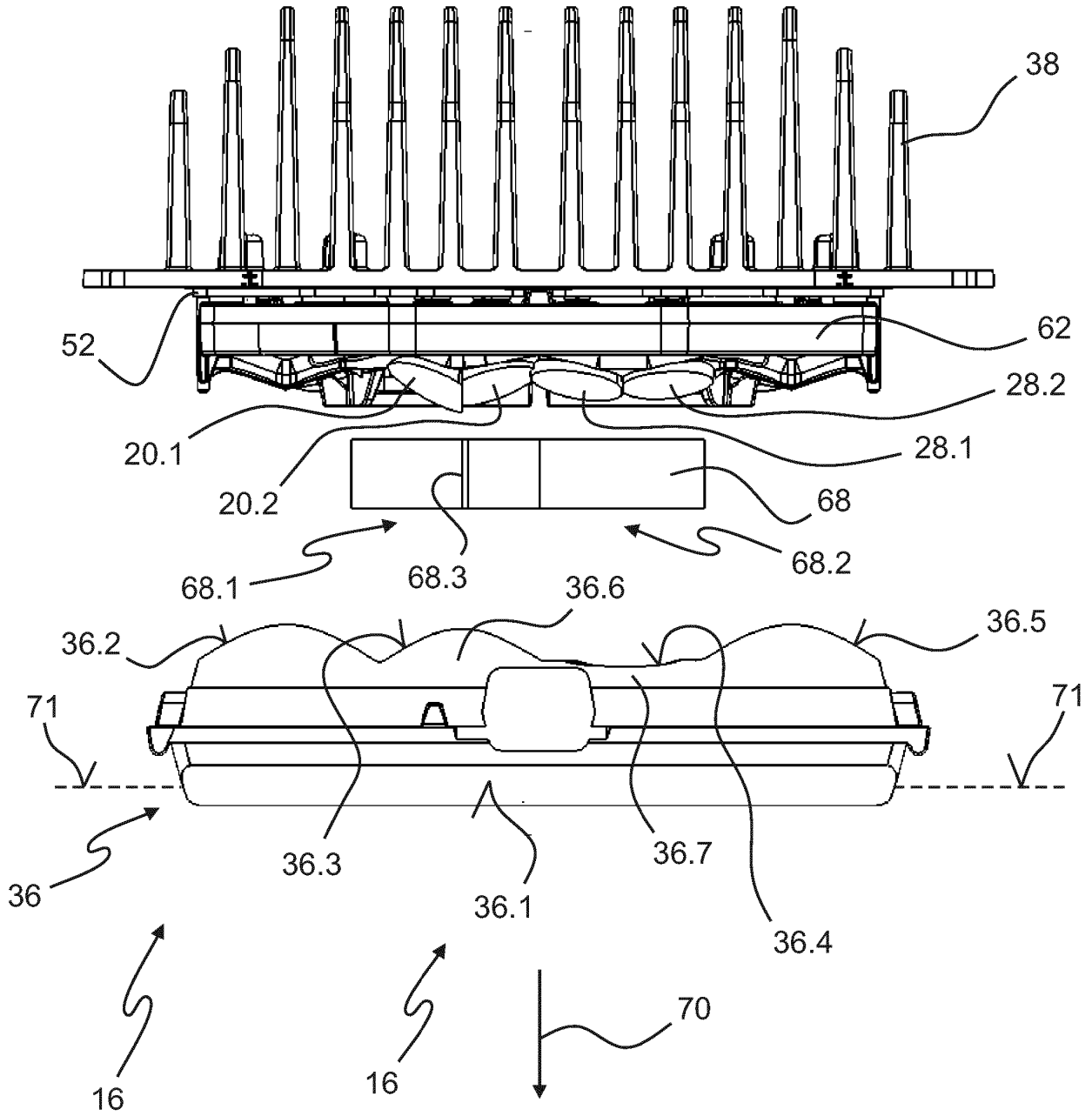


Fig. 7

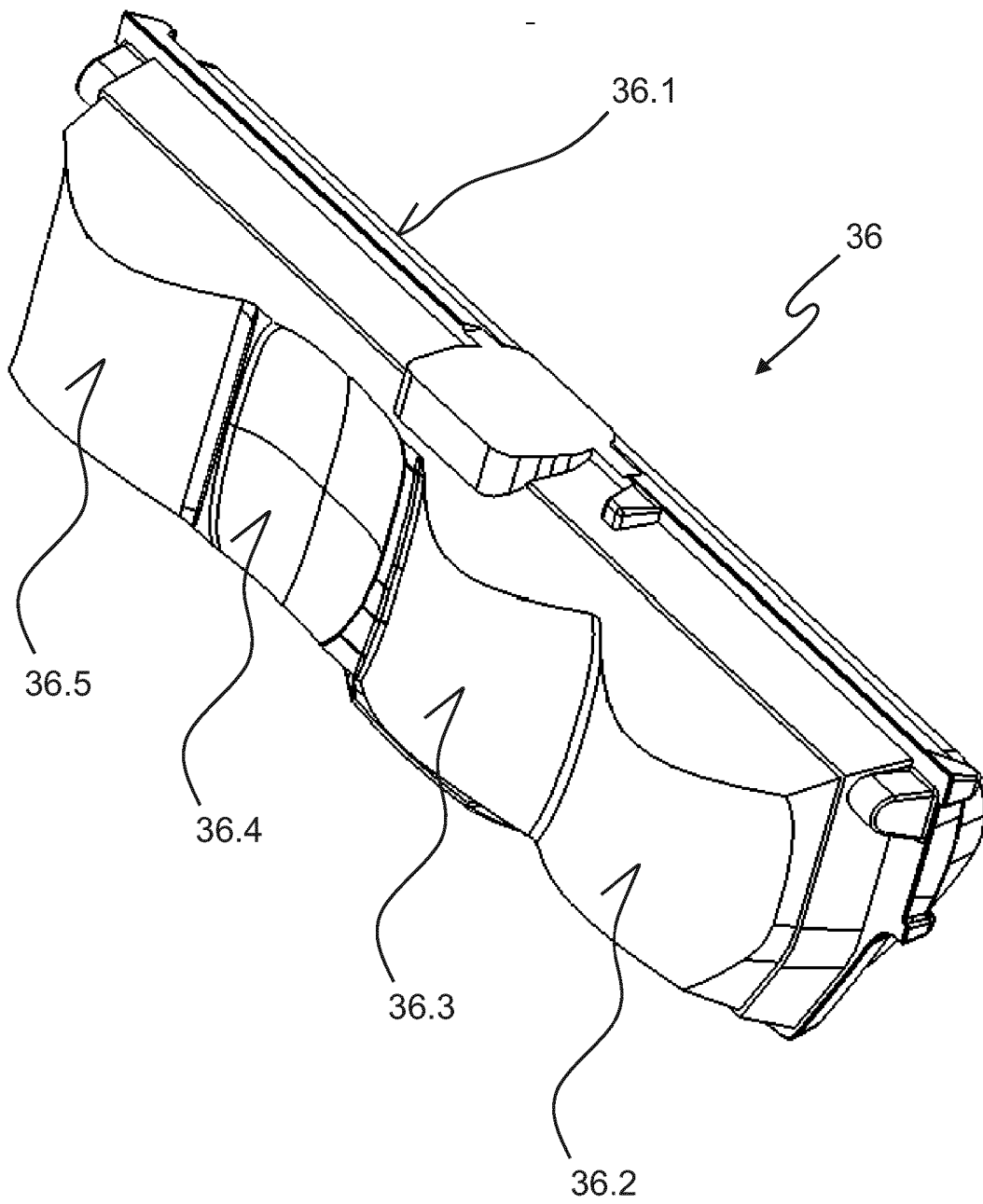


Fig. 8

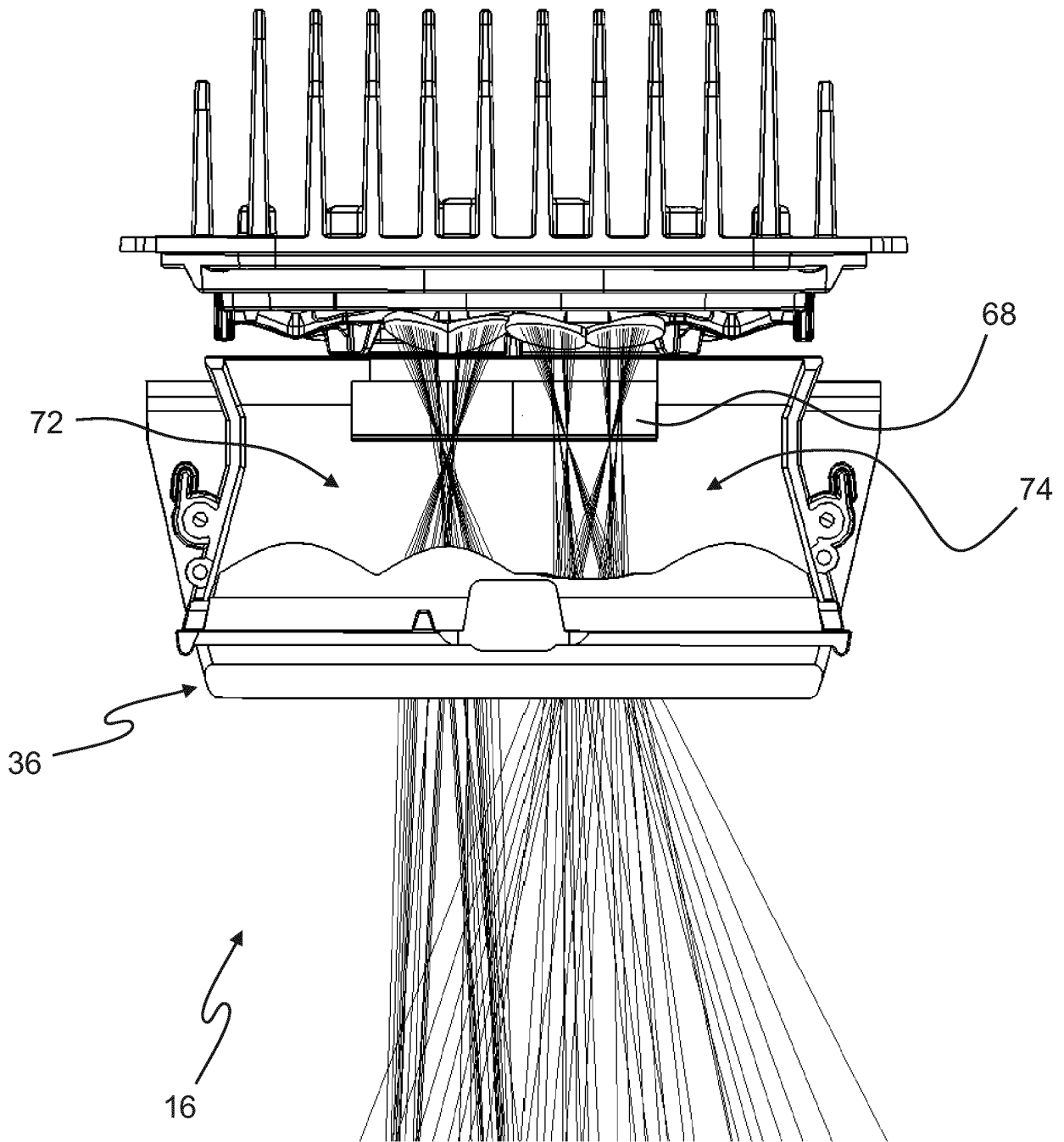


Fig. 9

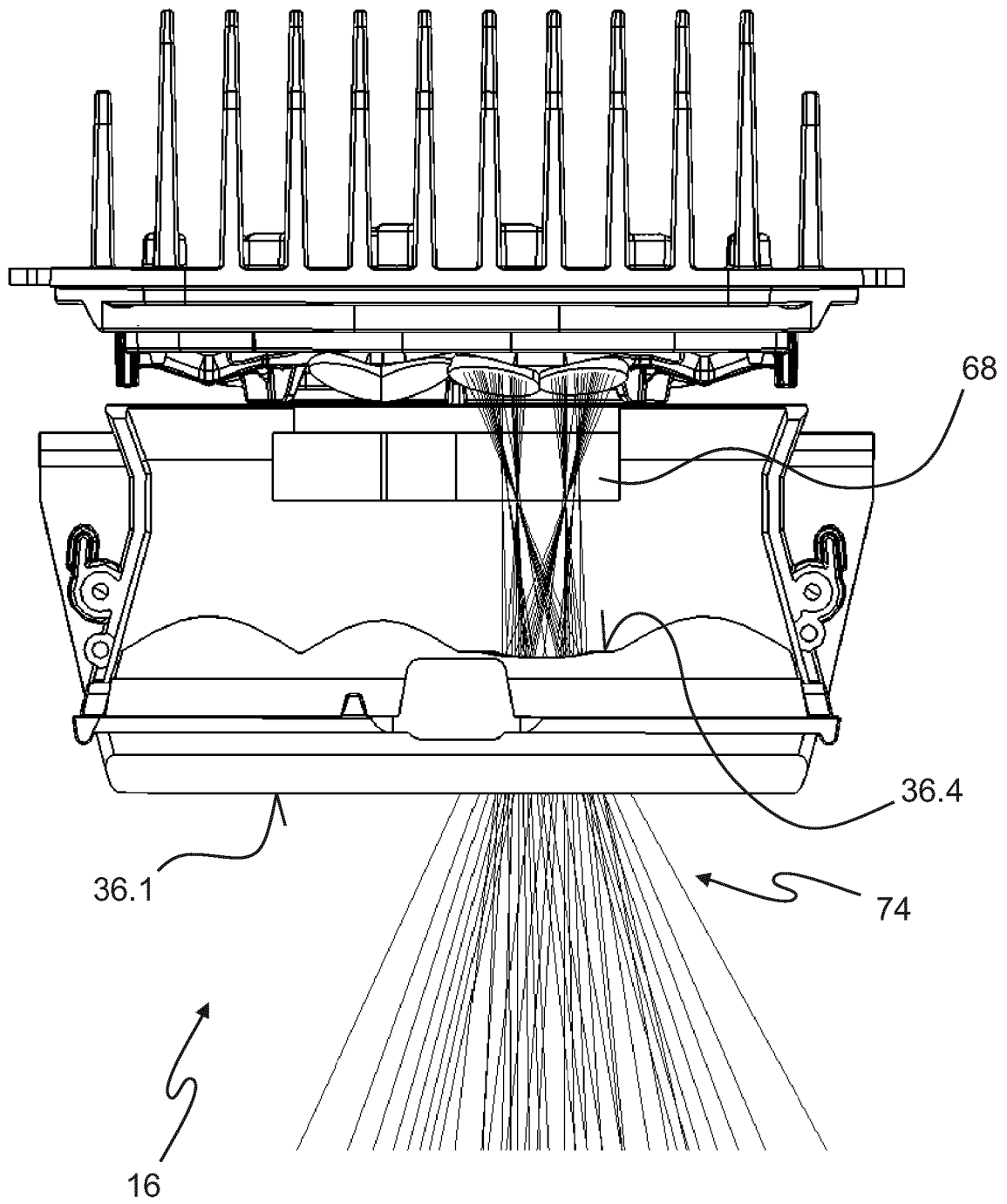
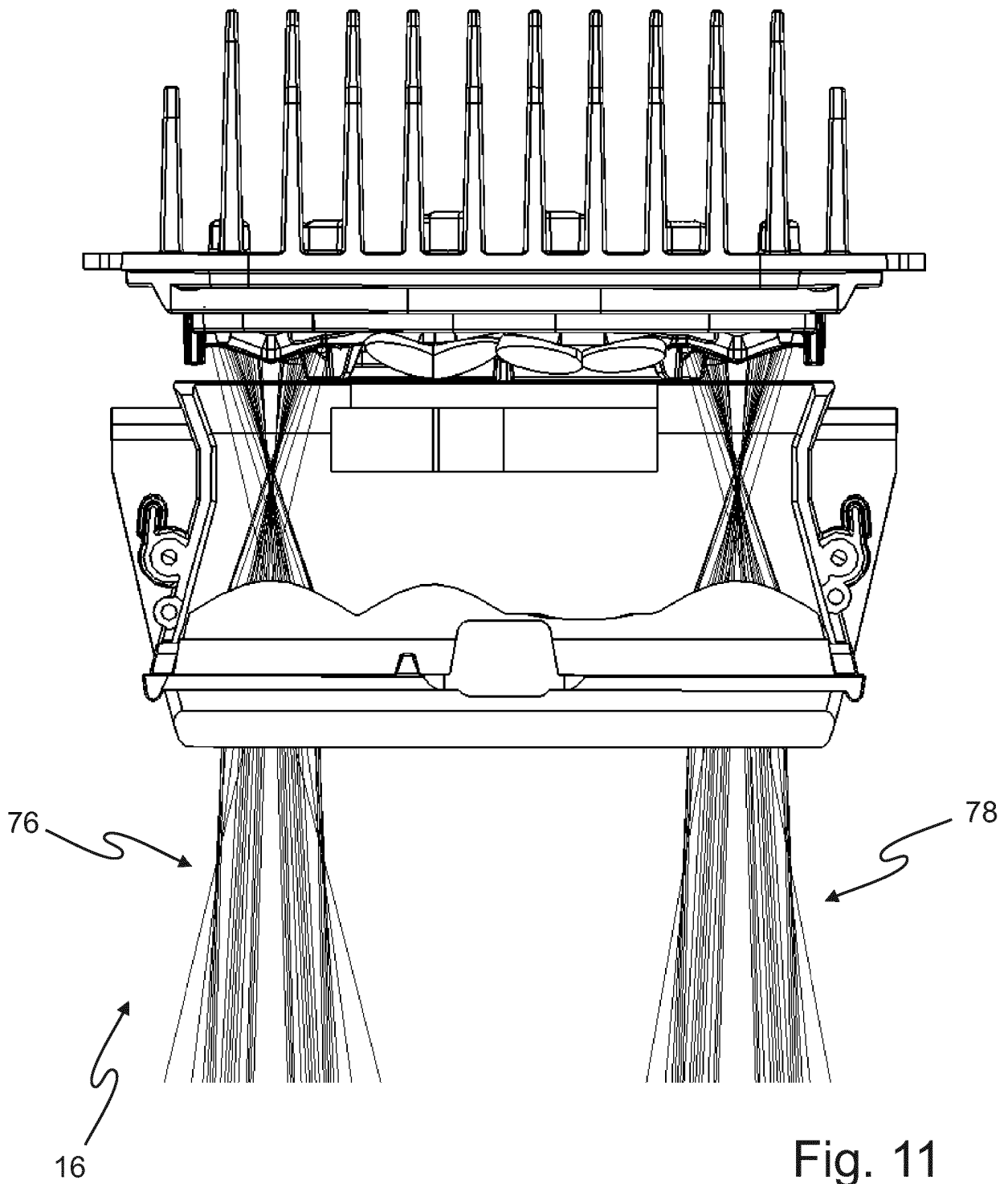


Fig. 10



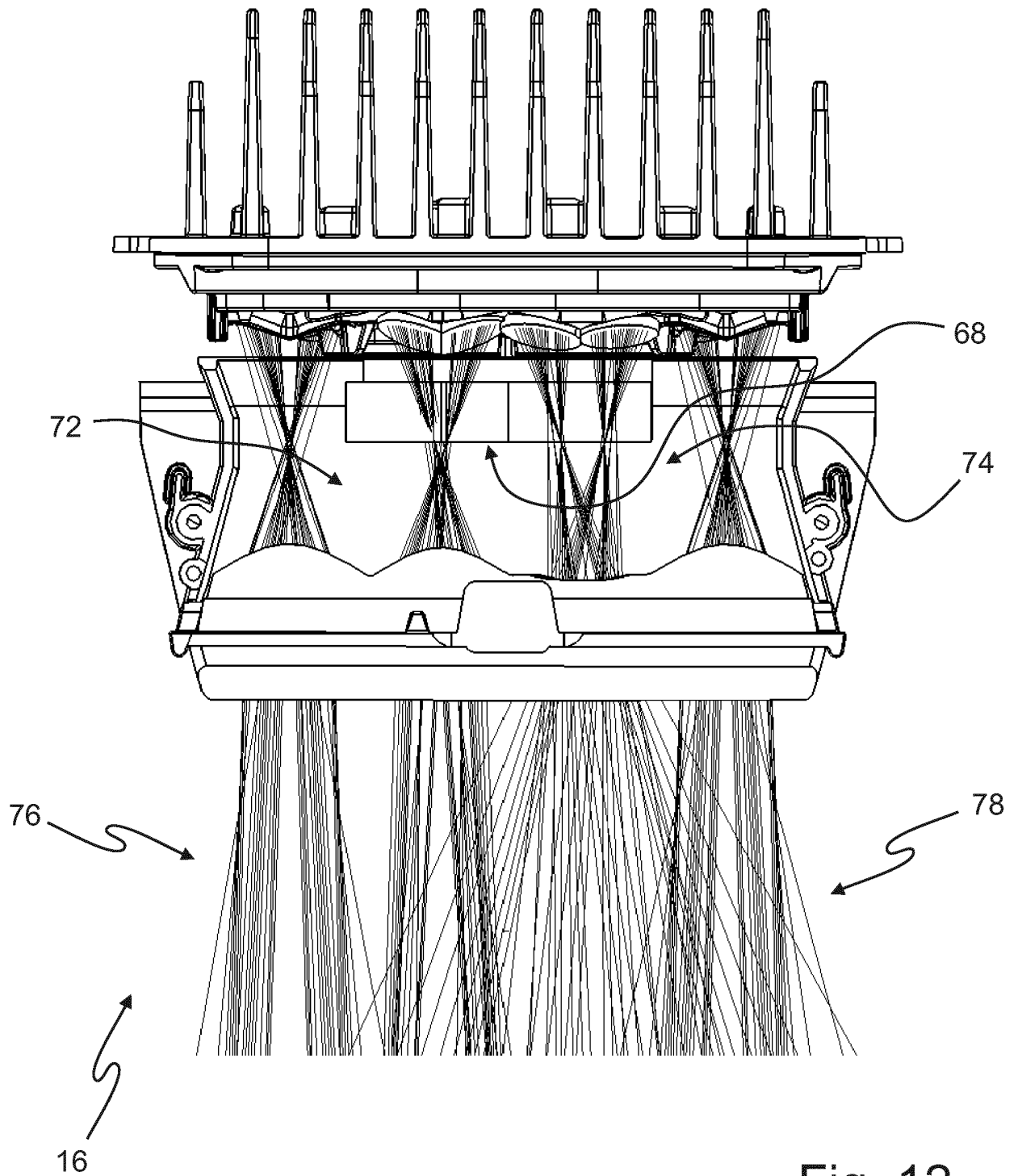


Fig. 12

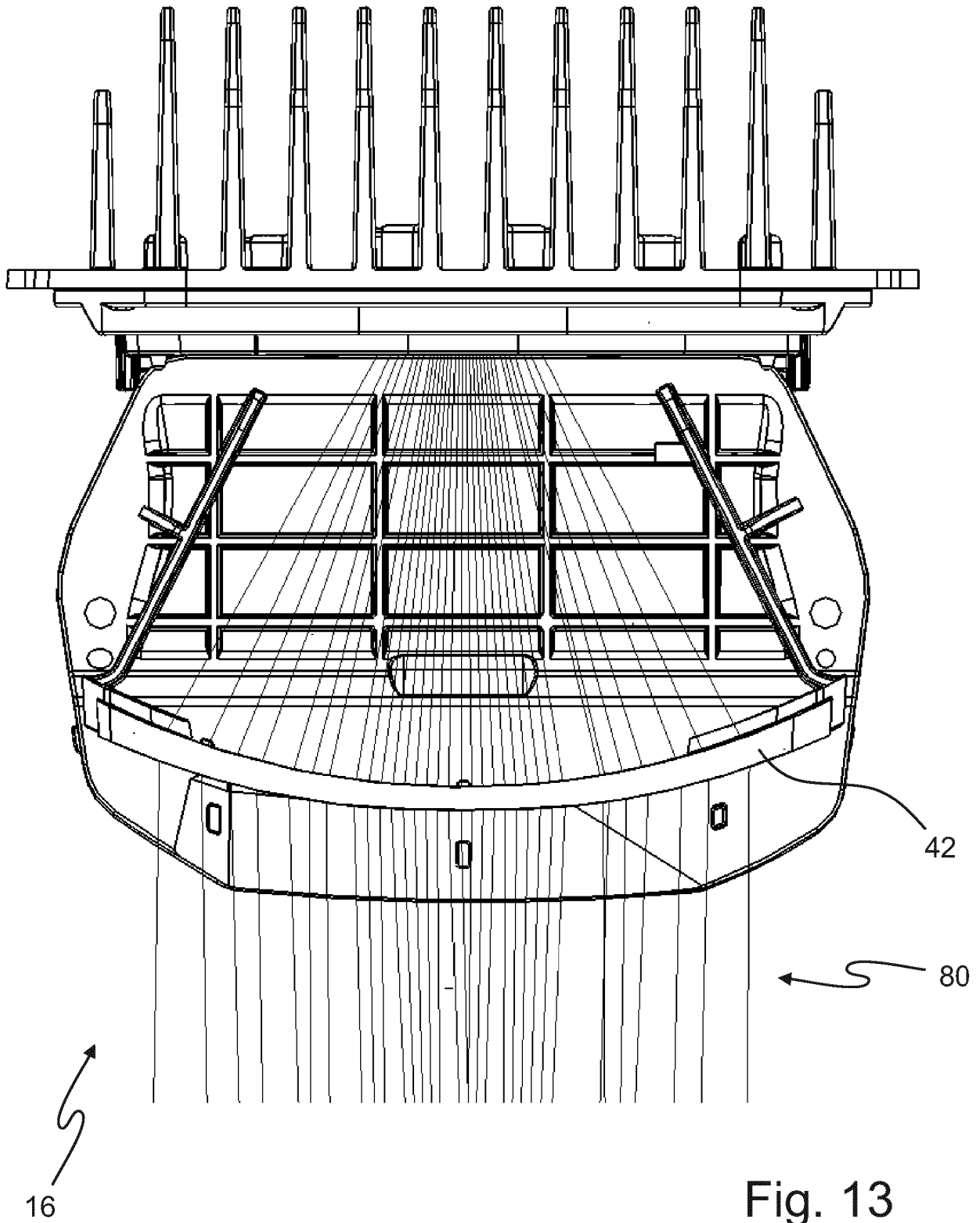


Fig. 13

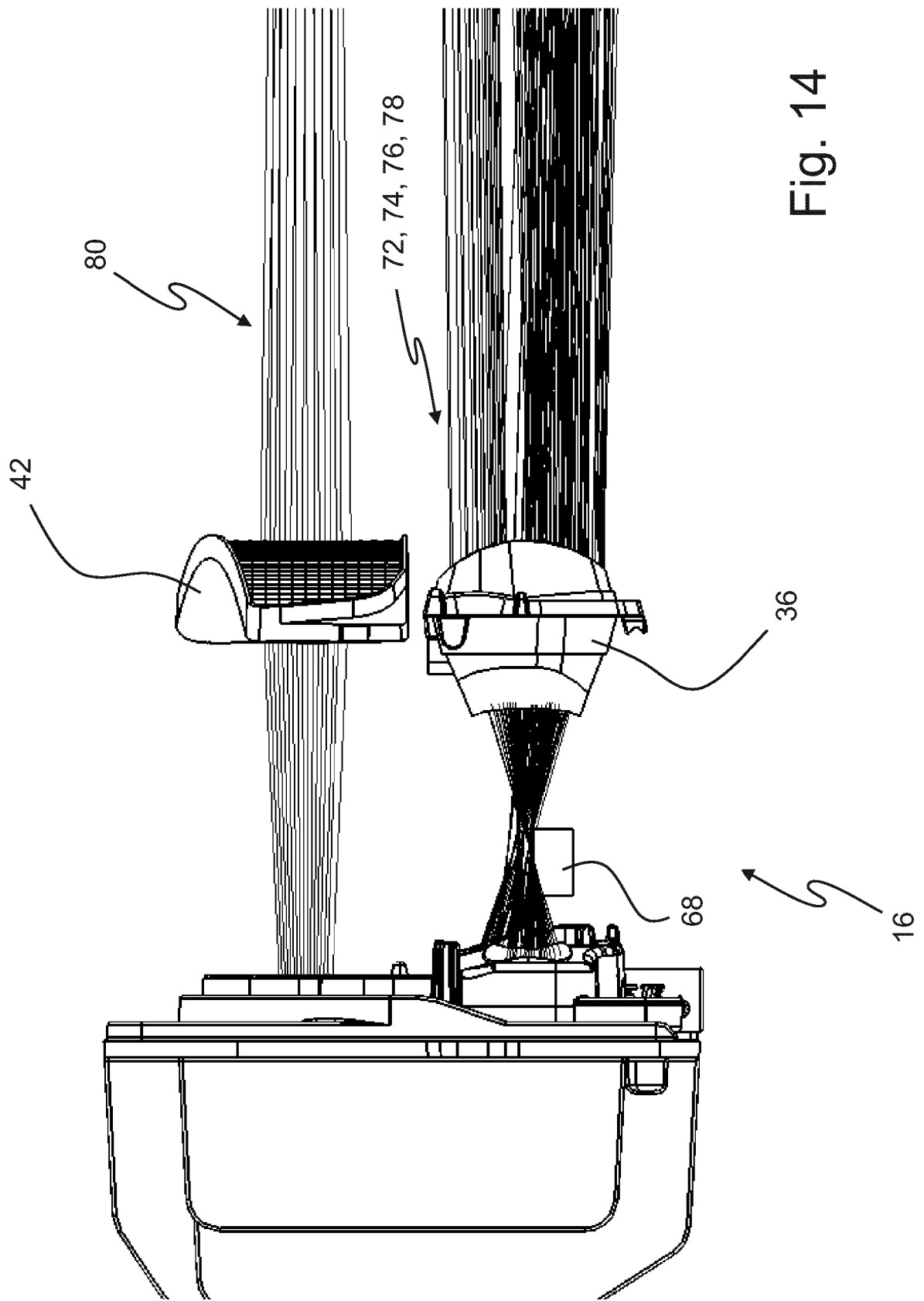


Fig. 14

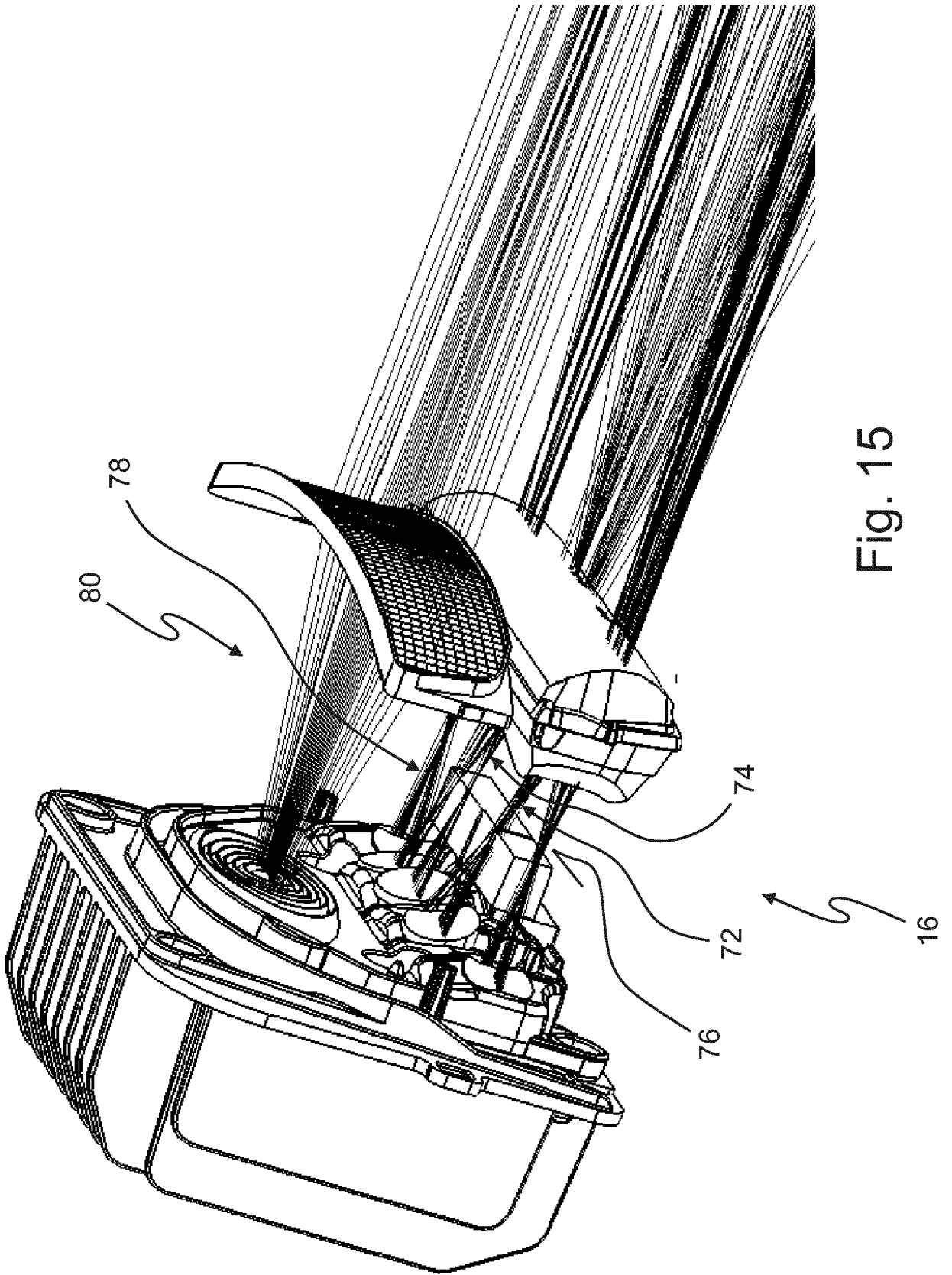


Fig. 15

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 [0002] [0009]
- US 8733992 B1 [0002]
- WO 2015058227 A1 [0002]
- JP 2017084581 A [0002]
- US 6948836 B2 [0004] [0006]
- DE 102008036192 A1 [0005] [0006]
- DE 102014226650 A1 [0006]