



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.10.2019 Patentblatt 2019/40

(51) Int Cl.:
F21S 41/675 (2018.01)

(21) Anmeldenummer: **19161297.7**

(22) Anmeldetag: **07.03.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **JOST, Anton**
72555 Metzingen (DE)
• **CHOR, Ralf**
71088 Holzgerlingen (DE)
• **BREITENBACH, Uwe**
72654 Neckartenzlingen (DE)

(30) Priorität: **29.03.2018 DE 102018107678**

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

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

(54) **MIKROSPIEGEL AUFWEISENDES LICHTMODUL FÜR EINEN KRAFTFAHRZEUGSCHEINWERFER**

(57) Vorgestellt wird ein Lichtmodul (10) für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer, mit einer Lichtquelle (12), einer Primäroptik (14), einer Anordnung von Mikrosiegeln (16.4) und mit einer lichtbrechenden Sekundäroptik (18), wobei die Lichtquelle (12), die Primäroptik (14), die Anordnung von Mikrosiegeln (16.4) und die Sekundäroptik (18) relativ zueinander so angeordnet sind, dass Licht (22), das von der Lichtquelle (12) ausgeht und von der Primäroptik (14) auf die Anordnung von Mikrosiegeln (16.4) gerichtet wird, von der Anordnung von Mikrosiegeln (16.4) auf die lichtbrechende Sekundäroptik (18) reflektierbar ist. Das Lichtmodul (10) zeichnet sich dadurch aus, dass es einen Innenraum (26) aufweist, der durch ein Gehäusevorderteil (28), ein zentrales Trägerelement (30), einen DMD-Chip (16), eine erste Leiterplatte (20), die Sekundäroptik (18) und durch eine staubdichte Druckausgleichsmembrane (32) staubdicht begrenzt wird.

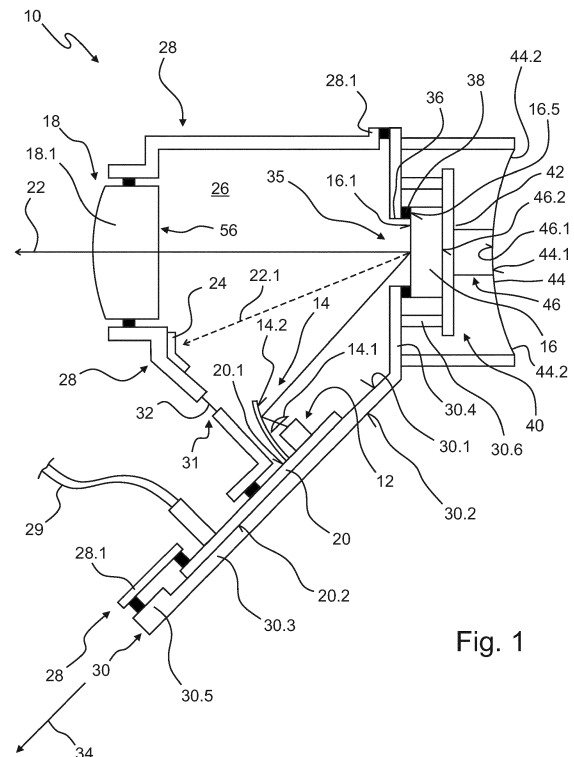


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Lichtmodul für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein solches Lichtmodul ist aus der DE 198 22 142 C2 bekannt und weist eine Lichtquelle, eine Primäroptik, eine Anordnung von Mikrospiegeln, deren Spiegelstellung steuerbar ist und eine Sekundäroptik auf, die wenigstens eine Sekundäroptiklinse aufweist. Die Lichtquelle, die Primäroptik, die Anordnung von Mikrospiegeln und die Sekundäroptik sind relativ zueinander so angeordnet, dass Licht, das von der Lichtquelle ausgeht und von der Primäroptik auf die Anordnung von Mikrospiegeln gerichtet wird, von der Anordnung von Mikrospiegeln auf die lichtbrechende Sekundäroptik reflektierbar ist.

[0002] Die Anordnung von Mikrospiegeln ist Bestandteil eines DMD-Chips (digital mirror device). Solche DMD-Chips können eine große Zahl (größer als eine Million) von Mikrospiegeln aufweisen. Jeder einzelne Mikrospiegel ist dabei zum Beispiel nur 8 x 8 Mikrometer groß. Eine Stellung jedes einzelnen Mikrospiegels ist zwischen zwei Stellungen umschaltbar. In einer Stellung reflektiert er das einfallende Licht auf die Sekundäroptik, und in der anderen Stellung reflektiert er das Licht zum Beispiel auf einen Absorber. Die Sekundäroptik bildet die Anordnung der Mikrospiegel in das Vorfeld des Lichtmoduls, das bei einem Kraftfahrzeugscheinwerfer zum Beispiel auf der Fahrbahn liegt, ab. Mikrospiegel, die Licht auf die Sekundäroptik spiegeln, erscheinen in der aus der Abbildung resultierenden Lichtverteilung als helle Pixel, während die Mikrospiegel, die Licht auf den Absorber spiegeln, in der Lichtverteilung als dunkle Pixel erscheinen. Im Ergebnis ist damit die Form der Lichtverteilung mit einer durch die Zahl der Pixel und damit durch die Zahl der Mikrospiegel vorgegebenen Feinheit steuerbar, was zum Beispiel kameragesteuerte Lichtverteilungen ermöglicht, bei denen Bereiche, die andere Verkehrsteilnehmer blenden würden, gezielt abgedunkelt werden können und andere Bereiche, zum Beispiel Verkehrsschilder oder Fußgänger, gezielt beleuchtet werden, damit sie vom Fahrer erkannt werden.

[0003] Es hat sich gezeigt, dass mit bekannten Lichtmodulen erzeugte Lichtverteilungen lokal dunkle Stellen oder unscharfe Abbildungen einzelner Mikrospiegel aufweisen.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Angabe eines Lichtmoduls der eingangs genannten Art, dessen Lichtverteilungen die nachteiligen dunklen Stellen und unscharfen Abbildungen nicht aufweisen.

[0005] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Das erfindungsgemäße Lichtmodul zeichnet sich dadurch aus, dass das Lichtmodul einen staubdichten Innenraum aufweist und dass die Lichtquelle, die Primäroptik und die Anordnung von Mikrospiegeln in dem staubdichten Innenraum angeordnet sind.

[0006] Damit basiert die Erfindung auf der Erkenntnis, dass die lokal unerwünscht dunklen Stellen und unschar-

fen Abbildungen einzelner Mikrospiegel durch Staubpartikel erzeugt werden, die sich im Strahlengang des Lichtes insbesondere zwischen der Anordnung der Mikrospiegel und der Sekundäroptik befinden. Die Größe von Staubpartikeln liegt zwischen 0,1 Mikrometern und 100 Mikrometern. Ein typisches Bauvolumen eines Lichtmoduls liegt bei 0,2 m x 0,2 m x 0,1 m. Es hat sich gezeigt, dass kleinere Partikel, zum Beispiel 0,5 Mikrometer große Partikel, zu Lichteinbußen durch unscharfe Abbildungen führen und dass Partikel, die größer als etwa 10 Mikrometer sind vollständig aus dem Strahlengang heraus gehalten werden müssen. Die Staubbefreiheit des Innenraums entspricht bevorzugt der Schutzklasse IP6K2. Die Montage der an der staubdichten Abdichtung des Innenraums beteiligten Bauteile der Lichtmodule erfolgt bevorzugt in einem Reinraum.

[0007] Eine bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass der staubdichte Innenraum durch ein Gehäusevorderteil, ein zentrales Trägerelement, einen DMD-Chip, eine erste Leiterplatte, die Sekundäroptiklinse und durch eine staubdichte Druckausgleichsmembran umschlossen wird. Damit werden ohnehin vorhandene Bauteile für die Abdichtung verwendet.

[0008] Bevorzugt ist auch, dass das Gehäusevorderteil in einem Teil des Gehäusevorderteils, welcher der ersten Leiterplatte zugewandt ist, ein Gehäusefenster aufweist, das von der ersten Leiterplatte staubdicht abgedeckt wird. Diese Ausgestaltung erlaubt eine elektrische Kontaktierung der ersten Leiterplatte, die bis auf ihren das Gehäusefenster abdeckenden Oberflächenbereich vollständig im staubdichten Innenraum liegt, ohne dass die Leiterplatte oder ein Kabelbaum durch eine Dichtungsfläche (d.h. durch eine Fläche, in der eine Dichtung liegt) hindurchgeführt werden muss.

[0009] Weiter ist bevorzugt, dass das Gehäusevorderteil eine Lichtaustrittsöffnung aufweist, die durch die Sekundäroptiklinse staubdicht abgedeckt wird. Der staubdichte Innenraum muss zwangsläufig ein transparentes Fenster aufweisen, durch welches das Licht aus dem Innenraum austreten kann. Die Nutzung der Sekundäroptiklinse für diese Funktion macht eine Verwendung eines zusätzlichen Fensters unnötig, was Lichtverluste vermeidet und eine Komplexität und Bauteilezahl reduziert.

[0010] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass das Gehäusevorderteil eine Druckausgleichsöffnung aufweist, die durch die staubdichte Druckausgleichsmembran abgedeckt wird, wobei die Druckausgleichsmembran gasdurchlässig ist. Diese Ausgestaltung erlaubt einen Druckausgleich trotz des aufgrund der staubdichten Abdichtung erschwerten Teilchenaustausches zwischen Innenraum und dessen Umgebung.

[0011] Bevorzugt ist auch, dass das zentrale Trägerelement ein Trägerelementfenster aufweist, dessen Öffnung von einem die Anordnung der Mikrospiegel tragenden DMD-Chip abgedeckt wird. Dieses Merkmal erlaubt eine Anordnung der die Mikrospiegel tragenden Vorder-

seite im staubdichten Außenraum, während die elektrische Kontaktierung durch eine vollständig außerhalb des Innenraums liegend zweite Leiterplatte erfolgen kann.

[0012] Weiter ist bevorzugt, dass der DMD-Chip auf einer dem Innenraum abgewandten Rückseite des zentralen Trägerelements angeordnet ist, wobei die Anordnung von Mikrospiegeln vor der Öffnung des Trägerelementfensters angeordnet ist. Damit wird der DMD-Chip selbst zur Abdichtung verwendet, was die Komplexität des Aufbaus reduziert.

[0013] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass das zentrale Trägerelement einen innenraumseitigen Flanschbereich aufweist, der entlang einer geschlossenen räumlichen Kurve verläuft, und dass das Gehäusevorderteil einen Gehäuse-Flanschbereich aufweist, dessen Form ein Negativ der Form des Flanschbereichs des zentralen Trägerelements ist, so dass sich beide Flanschbereiche bei einem Zusammenfügen des Gehäusevorderteils und des zentralen Trägerelements entlang der gesamten Länge der räumlichen Kurve des Flanschbereichs flächig berühren oder eine zwischen ihnen liegende Dichtung jeweils flächig berühren.

[0014] Bevorzugt ist auch, dass eine Dichtung auf einem innenraumseitigen Rand des Gehäusefensters über die gesamte Länge des Randes des Gehäusefensters liegt.

[0015] Weiter ist bevorzugt, dass das Gehäusevorderteil aus Kunststoff besteht und dass die Dichtungen und an Flanschbereiche des Gehäusevorderteils angeformte Dichtlippen aus Dichtungsmaterial sind.

[0016] 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.

[0017] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0018] Dabei zeigen, jeweils in schematischer Form:

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls in einem zu einer optischen Achse des Lichtmoduls parallelen Schnitt;

Figur 2 einen DMD-Chip;

Figur 3 eine zweite Leiterplatte mit einem Leiterplattenfenster;

Figur 4 eine Schrägansicht der Rückseite eines zentralen Trägerelements vor der Montage des DMD-Chips;

Figur 5 eine Draufsicht auf die Vorderseite eines zentralen Trägerelements mit erster Leiterplatte, Trägerelementfenster und einem innenraumseitigen Flanschbereich des zentralen Trägerelements;

Figur 6 Figur 6 zeigt ein zu dem zentralen Trägerelement aus Figur 5 komplementäres Gehäusevorderteil;

Figur 7 ein Befestigungsstück, das zur Halterung einer Sekundäroptiklinse in dem Gehäusevorderteil dient;

Figur 8 das Gehäusevorderteil mit einem inneren Dichtbereich von vorn; und

Figur 9 das Befestigungsstück mit eingesetzter Sekundäroptiklinse.

[0019] Dabei bezeichnen gleiche Bezugszeichen in verschiedenen Figuren jeweils gleiche oder zumindest ihrer Funktion nach vergleichbare Elemente.

[0020] Im Einzelnen zeigt die Figur 1 einen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Lichtmoduls 10 eines Kraftfahrzeugscheinwerfers. Das Lichtmodul weist eine Lichtquelle 12, eine Primäroptik 14, einen DMD-Chip 16 und eine Sekundäroptik 18 auf. Die Lichtquelle 12 ist eine Halbleiterlichtquelle, die auf einer ersten Leiterplatte 20 angeordnet ist und die Licht 22 in Richtung zu der Primäroptik 14 abstrahlt. Die Primäroptik 14 weist einen lichtbrechenden Teil 14.1 und einen Reflektor 14.2 auf. Der lichtbrechende Teil 14.1 wird von der Lichtquelle 12 beleuchtet und richtet das Licht 22 auf den Reflektor 14.2. Der Reflektor 14.2 lenkt das auf ihn vom lichtbrechenden Teil 14.1 her einfallende Licht 22 auf eine spiegelnde Fläche einer Vorderseite 16.1 des DMD-Chips 16, wobei die spiegelnde Fläche aus einer Vielzahl von Mikrospiegeln besteht. Wesentlich ist dabei, dass die Primäroptik das Licht der Lichtquelle auf den DMD-Chip richtet. Wie und mit welchen optischen Elementen dies im Einzelnen geschieht, ist für die Erfindung nicht wesentlich.

[0021] Eine Schwenkstellung der Mikrospiegel ist individuell für jeden Mikrospiegel oder zumindest für eine Teilmenge der Mikrospiegel zwischen einer ersten Schwenkstellung und einer zweiten Schwenkstellung umschaltbar. Jeder Mikrospiegel, der sich in der ersten Schwenkstellung befindet, lenkt das auf ihn von der Primäroptik 14 her einfallende Licht auf die Sekundäroptik 18 um. Jeder Mikrospiegel, der sich in der zweiten Schwenkstellung befindet, lenkt das auf ihn von der Primäroptik 14 her einfallende Licht 22 so ab, dass dieses Licht 22.1 nicht auf die Sekundäroptik 18 fällt. Dieses Licht 22.1 wird zum Beispiel auf einen Absorber 24 gelenkt und dort absorbiert, so dass es keine störenden Lichteffekte erzeugen kann.

[0022] Die Sekundäroptik 18 richtet das auf sie von

dem DMD-Chip 16 her einfallende Licht 22 in das Vorfeld des Lichtmoduls 10. Bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung des Lichtmoduls wird mit diesem Licht 22 die vor dem Kraftfahrzeug liegende Fahrbahn ausgeleuchtet. Die Sekundäroptik 18 weist eine Sekundäroptiklinse 18.1 aus transparentem Kunststoff oder Glas auf. Die Sekundäroptik 18 kann auch mehrere Linsen aufweisen, zum Beispiel eine Anordnung aus einem Achromaten und einer abbildenden Linse.

[0023] Bei dem erfindungsgemäßen Lichtmodul 10 liegt der Weg des Lichtes 22 von der Lichtquelle 12 bis zu seinem durch die Sekundäroptik 18 hindurch erfolgenden Austritt aus der Sekundäroptik 18 vollständig in einem staubdicht abgedichteten Innenraum 26. Dieser Innenraum 26 wird durch ein Gehäusevorderteil 28, ein zentrales Trägerelement 30, den DMD-Chip 16, die erste Leiterplatte 20, die Sekundäroptik 18 und eine staubdichte Druckausgleichsmembrane 32 begrenzt.

[0024] Das zentrale Trägerelement 30 weist eine dem Innenraum 26 zugewandte Vorderseite 30.1 und eine Rückseite 30.2 auf. Das zentrale Trägerelement 30 weist einen Lichtquellen- und Primäroptik-seitigen ersten Teilbereich 30.3 und einen DMD-Chip-seitigen zweiten Teilbereich 30.4 auf. Diese beiden Teilbereiche 30.3 und 30.4 sind räumlich voneinander getrennt, hängen aber stoffschlüssig zusammen und bilden zusammen das einstückige zentrale Trägerelement 30. Die beiden Teilbereiche 30.3 und 30.4 schließen einen Winkel ein, der größer als 90°, aber kleiner als 180° ist. Das zentrale Trägerelement 30 besteht bevorzugt aus Metall und dient auch als Kühlkörper, der die in der Lichtquelle 12 frei werdende Wärme aufnimmt und an die Umgebung des Lichtmoduls 10 abgibt.

[0025] Die erste Leiterplatte 20 ist fest mit der Vorderseite 30.1 des zentralen Trägerelements 30 in dessen erstem Teilbereich 30.3 verbunden. Die Verbindung ist zum Beispiel eine Schraub- und/oder Klebeverbindung. Eine Vorderseite 20.1 der ersten Leiterplatte 20 trägt die als Halbleiterlichtquelle verwirklichte Lichtquelle 12 und die Primäroptik 14. Eine Rückseite 20.2 der ersten Leiterplatte 20 ist der Vorderseite 30.1 des zentralen Trägerelements 30 zugewandt. In quer zur Vorderseite 20.1 und zur Rückseite 20.2 der ersten Leiterplatte 20 weisenden Richtungen ragt das zentrale Trägerelement 30 über die erste Leiterplatte 20 hinaus. Diese Richtungen werden im Folgenden auch als seitliche Richtungen 34 bezeichnet. Ein Beispiel einer seitlichen Richtung 34 ist in der Figur 1 angegeben. Andere seitliche Richtungen stehen senkrecht auf der Zeichnungsebene. Der seitlich überstehende Rand der Vorderseite 30.1 des zentralen Trägerelements 30 bildet einen Teil eines innenraumseitigen Flanschbereiches 30.5 des zentralen Trägerelements 30.

[0026] Der zweite Teilbereich 30.4 des zentralen Trägerelements 30 weist ein Trägerelementfenster 35 auf. Ein das Trägerelementfenster 35 umlaufender Fenster-Randbereich bildet auf der Rückseite 30.2 des zentralen Trägerelements 30 einen Fenster-Flanschbereich 36.

Der DMD-Chip 16 ist auf der Rückseite 30.2 des zentralen Trägerelements 30 in dessen zweiten Teilbereich 30.4 so angeordnet, dass er das Trägerelementfenster 35 abdeckt.

[0027] Wie Figur 2 zeigt, weist der DMD-Chip 16 zwei Breitseiten in Form einer Vorderseite 16.1 und einer Rückseite auf, wobei Vorderseite und Rückseiten durch zwischen ihnen liegende seitliche Schmalseiten 16.3 voneinander getrennt sind. Dabei ist seine die Mikrospiegel 16.4 tragende Vorderseite 16.1 dem Trägerelementfenster 35 und damit dem Innenraum 26 zugewandt. Die Vorderseite 16.1 des DMD-Chips 16 weist einen zentralen Chip-Bereich auf, in dem die Mikrospiegel 16.4 angeordnet sind, und er weist einen den zentralen Chip-Bereich in einer geschlossenen Kurve umlaufenden Flanschbereich 16.5 auf, in dem keine Mikrospiegel 16.4 angeordnet sind. Die Zahl der Mikrospiegel beträgt zum Beispiel ca. 1,3 Millionen, die in einer Matrix mit 1152 Spalten und 1152 Reihen angeordnet sind. Derartige DMD-Chips (digital mirror device) werden zum Beispiel von der Firma Texas Instruments hergestellt und vertrieben.

[0028] Figur 1 und Figur 2 zeigen in Kombination miteinander, dass der DMD-Chip 16 insgesamt so angeordnet ist, dass die beiden Flanschbereiche 36 und 16.5 einander gegenüberliegen. Zwischen den beiden Flanschbereichen 36 und 16.5 liegt eine DMD-Chip-Dichtung 38 in Form einer Flachdichtung, die von den Flanschbereichen 36 und 16.5 mit einer diese Flanschbereiche aufeinander pressenden Anpresskraft gehalten wird und die das Trägerelementfenster 35 in einer geschlossenen Kurve umläuft.

[0029] Figur 2 zeigt auch, dass der DMD-Chip 16 in einem Sockel 40.1 einer zweiten Leiterplatte 40 angeordnet ist und gehalten wird. Dabei erfolgt die mechanische Halterung des DMD-Chips 16 in dem Sockel 40.1 über die seitlichen Schmalseiten 16.3 und ggf. zusätzlich über Teile der Rückseite des DMD-Chips 16, und die elektrische Kontaktierung erfolgt ebenfalls über die seitlichen Schmalseiten 16.3 und/oder über die Rückseite des DMD-Chips 16.

[0030] Die zweite Leiterplatte 40 ist fest mit dem zweiten Teilbereich 30.4 des zentralen Trägerelements 30 verbunden. Die Verbindung erfolgt bevorzugt als Klebeverbindung. In der Figur 1 wird dies durch die Berührung der zweiten Leiterplatte 40 durch Schraubdomme 30.6 des zentralen Trägerelements repräsentiert. Dabei übt die zweite Leiterplatte 40 aber nicht die senkrecht zur Fläche der zweiten Leiterplatte 40 und der Vorderseite 16.1 des DMD-Chips 16 wirkende Anpresskraft aus. Die zweite Leiterplatte 40 hält den DMD-Chip 16 mit ihrem Sockel jedoch in tangential zur Vorderseite 16.1 des DMD-Chips 16 und der zweiten Leiterplatte 40 weisenden Richtungen fest. Die zweite Leiterplatte 40 liegt vollständig außerhalb des abgedichteten Innenraums 26. Ein zentraler Bereich der Rückseite des DMD-Chips 16 dient als Schnittstelle zur Ableitung von Wärme aus dem DMD-Chip 16 und weist daher keine elektrischen Anschlüsse

auf.

[0031] Figur 3 zeigt schematisch eine Draufsicht auf die zweite Leiterplatte 40 mit einem Leiterplattenfenster 42. Die Öffnung des Leiterplattenfensters 42 liegt im fertig montierten Zustand dem keine elektrischen Anschlüsse aufweisenden zentralen Bereich der Rückseite des DMD-Chips 16 gegenüber.

[0032] Figur 4 zeigt eine Schrägansicht der Rückseite 30.2 eines zentralen Trägerelements 30 vor der Montage des DMD-Chips 16. Das zentrale Trägerelement 30 weist auf seiner Rückseite 30.2 einen das Trägerelementfenster 35 in einer geschlossenen Kurve umlaufenden äußeren Flanschbereich auf, der in der Figur 4 durch die DMD-Chip-Dichtung 38 abgedeckt wird. Die Konturen der DMD-Chip-Dichtung 38 entsprechen den Konturen des äußeren Flanschbereichs und des Trägerelementfensters 35. Figur 4 zeigt auch Schraubdomes 30.6, mit deren Hilfe der DMD-Chip 16 durch zusätzliche Bauteile auf die DMD-Chip-Dichtung 38 gepresst wird. Dadurch wird die Dichtfunktion sichergestellt, und der DMD-Chip 16 wird zusätzlich in seiner Endlage fixiert.

[0033] Figur 1 zeigt, wie die senkrecht zu der Vorderseite 16.1 und der Rückseite des DMD-Chips 16 wirkende Anpresskraft von einem elastischen Element 44 erzeugt und mit einem Stempel 46 durch das in Figur 3 dargestellte Leiterplattenfenster 42 hindurch auf den zentralen Teil der Rückseite des DMD-Chips 16 ausgeübt wird.

[0034] Das elastische Element 44 weist in Bezug auf den Stempel 46 einen proximalen Bereich 44.1 und zwei distale Enden 44.2 auf. Die distalen Enden 44.2 sind starr mit dem zentralen Trägerelement 30, insbesondere mit dessen zweitem Teilbereich 30.4 verbunden. Der proximale Bereich 44.1 ist kraft-und/oder formschlüssig mit einem ersten Ende 46.1 des Stempels 46 verbunden. Ein zweites Ende 46.2 des Stempels 46 liegt unter Vorspannung an der Rückseite des DMD-Chips 16 an. Die Vorspannung entspricht dabei einer Rückstellkraft des elastischen Elements 44, die durch elastische Verformung des elastischen Elements 44 bei dem Zusammenbau des Lichtmoduls 10 erzeugt wird.

[0035] Die Schraubdomes 30.6 werden bevorzugt zusätzlich zur Befestigung der distalen Enden 44.2 des elastischen Elements 44 an dem zentralen Trägerelement 30 verwendet. Insgesamt wird der DMD Chip 16 tangential zu seinen Breitseiten durch den Sockel 40.1 und damit durch die zweite Leiterplatte 42 gehalten. In der zu den Breitseiten des DMD-Chips 16 senkrechten Richtungen wird der DMD-Chip 16 zwischen dem federbelasteten Stempel 46 und dem äußeren Flanschbereich klemmend gehalten, der auf der Rückseite 30.2 des zentralen Trägerelements 30 das Trägerelementfenster 35 in einer geschlossenen Kurve umläuft. Dabei wird die vom elastischen Element 44 erzeugte Anpresskraft gleichzeitig auch auf die DMD-Chip-Dichtung 38 ausgeübt, was damit zu der staubdichten Abdichtung des Innenraums 26 beiträgt.

[0036] Figur 5 zeigt schematisch eine Draufsicht auf

die Vorderseite 30.1 des zentralen Trägerelements 30 mit erster Leiterplatte 20, Trägerelementfenster 35 und einem innenraumseitigen Flanschbereich 30.5 des zentralen Trägerelements 30, der die Form einer geschlossenen Kurve besitzt. Die Kurve liegt bei dem in der Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel, bei dem die beiden Teilbereiche 30.3 und 30.4 einen Winkel miteinander einschließen, der größer als 90° und kleiner als 180° ist, nicht in einer Ebene. Die Kurve kann, je nach Ausgestaltung, aber auch in einer Ebene verlaufen. In jedem Fall bildet die Kurve eine im Raum verlaufende und damit räumliche Kurve. Auf der ersten Leiterplatte 20 kann eine Flachdichtung oder eine Flanschverstärkung 50 aufliegen, die im mit dem Gehäusevorderteil 28 zusammengebauten Zustand um das Gehäusefenster 48 des Gehäusevorderteils herum läuft.

[0037] Figur 6 zeigt das zu dem zentralen Trägerelement 30 aus Figur 5 komplementäre Gehäusevorderteil 28. Dabei ist insbesondere eine dem Innenraum 26 des Lichtmoduls 10 zugewandte Innenseite des Gehäusevorderteils 28 mit dem Gehäuse-Flanschbereich 28.1 sichtbar. Das Gehäusevorderteil 28 weist einen Gehäuse-Flanschbereich 28.1 auf, dessen Form ein Negativ der Form des Flanschbereichs 30.5 des zentralen Trägerelements 30 ist, so dass sich beide Flanschbereiche 28.1, 30.5 beim Zusammenfügen des Gehäusevorderteils 28 und des zentralen Trägerelements 30 entlang der gesamten Länge der räumlichen Kurve des Flanschbereichs 30.5 flächig berühren oder eine zwischen ihnen liegende Dichtung jeweils flächig berühren. Auf dem Gehäuse-Flanschbereich 28.1 liegt über dessen gesamter Länge eine Dichtung 52 auf. Über die Länge des Randes des Gehäusefensters 48 liegt auf dem Rand eine Dichtung 54 auf.

[0038] Die Dichtungen 52 und 54 sind bevorzugt Dichtlippen aus Dichtungsmaterial, das an das bevorzugt aus Kunststoff bestehende Gehäusevorderteil 28 angeformt ist. Das Dichtungsmaterial ist beispielsweise ein plastisch verformbarer Kunststoff, beispielsweise Silikon. Silikon hat den Vorteil, dass es vor dem Zusammenbau ausgeheizt werden kann, was spätere Beeinträchtigungen optischer Flächen des Lichtmoduls 10 durch Niederschläge von verdampftem Dichtungsmaterial vermeidet. Beim Zusammenbau des Lichtmoduls 10 wird die Dichtung 52 zwischen den Flanschbereichen 28.1 und 30.5 zusammengepresst, und die Dichtung 54 wird zwischen der Flanschverstärkung 50 oder der ersten Leiterplatte 20 auf der einen Seite und dem Rand des Gehäusefensters 48 auf der anderen Seite zusammengepresst.

[0039] Das Projektionsmodul 10 weist bevorzugt Schraubverbindungen auf, mit denen die Flanschbereiche 30.5 und 28.1 aufeinander gepresst werden. Im zusammengefügten Zustand umgeben das Gehäusevorderteil 28 und das zentrale Trägerelement 30 den Innenraum 26.

[0040] Wie Figur 1 zeigt, liegt dabei zumindest die Rückseite 20.2 der ersten Leiterplatte 20, die der innenraumseitigen Vorderseite 30.1 des zentralen Trägerele-

ments 30 zugewandt ist, in dem Innenraum 26. Eine die Lichtquelle 12 und die Primäroptik 14 tragende Vorderseite 20.1 der ersten Leiterplatte 20 ist dem Gehäusevorderteil 28 zugewandt. Das Gehäusevorderteil 28 weist in einem Teil des Gehäusevorderteils 20, welcher der ersten Leiterplatte 20 zugewandt ist, ein Gehäusefenster 48 auf. Das Gehäusefenster ermöglicht eine elektrische Verbindung der in dem staubdicht abgedichteten Innenraum 26 des Lichtmoduls 10 angeordneten elektrischen Komponenten, insbesondere der Lichtquelle 12, mit einem von außen herangeführten Kabelbaum 29.

[0041] Der Rand des Gehäusefensters 48 bildet dabei auf seiner der ersten Leiterplatte 20 zugewandten Seite einen Gehäusefensterflansch, der die erste Leiterplatte 20 über seine ganze Länge hinweg flächig berührt oder der zumindest über seine ganze Länge hinweg eine die Öffnung des Fensters umlaufende Dichtung 54 flächig berührt, die ihrerseits über ihre ganze Länge hinweg die erste Leiterplatte 20 flächig berührt. Damit deckt die erste Leiterplatte 20 das Gehäusefenster 48 staubdicht ab.

[0042] Die Form des Gehäusevorderteils ist dabei mit der Lage der ersten Leiterplatte 20 auf dem zentralen Trägerelement 30 so abgestimmt, dass eine Berührung zwischen der ersten Leiterplatte 20 und dem Gehäusefensterflansch, beziehungsweise zwischen der ersten Leiterplatte 20, der Dichtung 54 und dem Gehäusefensterflansch bereits erfolgt, wenn zwischen dem Gehäuseflanschbereich 28.1 und dem innenraumseitigen Flanschbereich 30.5 des zentralen Trägerelements 30 noch ein kleiner Abstand besteht. Beim weiteren Zusammenfügen und Befestigen des Gehäusevorderteils 28 an dem zentralen Trägerelement 30 ergibt sich damit eine abdichtend wirkende Anpresskraft zwischen dem Gehäusefensterflansch und der ersten Leiterplatte 20, beziehungsweise zwischen dem Gehäusefensterflansch, der Dichtung 54 und der ersten Leiterplatte. Die Dichtungen 52 und 54 liegen also in zueinander versetzten Dichtebenen. Die um die Breitseiten der ersten Leiterplatte 20 herum verlaufende Schmalseite der ersten Leiterplatte 20 liegt in ihrer ganzen Länge innerhalb des Innenraums 26. Die elektrische Kontaktierung muss dadurch nicht in einer Dichtebene verlaufen, was die Zuverlässigkeit der Abdichtung verbessert.

[0043] Wie Figur 6 zeigt, weist das Gehäusevorderteil 28 eine Lichtaustrittsöffnung 56 auf. Der die lichte Weite der Lichtaustrittsöffnung 56 umlaufende Rand des Gehäusevorderteils ist als ein innerer Dichtbereich 58 des Gehäusevorderteils 28 ausgestaltet. In einer bevorzugten Ausgestaltung ist der innere Dichtbereich 58 ebenfalls mit Dichtungsmaterial belegt.

[0044] Figur 7 zeigt ein Befestigungsstück 60, das zur Halterung einer Sekundäroptiklinse in dem Gehäusevorderteil 28 dient. Das Befestigungsstück 60 besitzt einen äußeren Dichtbereich 62, dessen Form ein Negativ des inneren Dichtbereichs 58 des Gehäusevorderteils 28 ist. Eine Öffnung 64 im Befestigungsstück 60 und der diese Öffnung 64 umlaufende Rand besitzen eine Form, die soweit der Form eines Randbereichs der Sekundäropti-

klinse entspricht, dass das Befestigungsstück 60 die Sekundäroptiklinse in der Öffnung 64 formschlüssig aufnimmt. Ein innerer Rand des Befestigungsstücks 60, der die Öffnung 64 des Befestigungsstücks umläuft, ist als innerer Dichtbereich 65 ausgestaltet. In einer bevorzugten Ausgestaltung ist der innere Dichtbereich 65 ebenfalls mit Dichtungsmaterial belegt.

[0045] Figur 8 zeigt das Gehäusevorderteil 28 mit seinem inneren Dichtbereich 58 von vorn. Das Befestigungsstück 60 wird beim Zusammenbau von vorn und damit entgegen der Lichtaustrittsrichtung in die Lichtaustrittsöffnung 56 des Gehäusevorderteils 28 eingesetzt und an dem Gehäusevorderteil 28 befestigt. Die Befestigung erfolgt zum Beispiel mit Schraubverbindungen. Eine weitere Öffnung 68 im Gehäusevorderteil 28 wird durch eine staubdichte, aber gasdurchlässige und für Wasserdampf durchlässige Druckausgleichsmembran 70 abgedeckt, die einen Druckausgleich zwischen dem abgedichteten Innenraum 26 und der Umgebung des Lichtmoduls 10 ermöglicht.

[0046] Figur 9 zeigt das Befestigungsstück 60 mit eingesetzter Sekundäroptiklinse 18.1 und Gehäusevorderteil 28. Die Sekundäroptiklinse 18.1 deckt die verbleibende Öffnung 64 des Befestigungsstücks 60 ab, und die Verbindung aus Befestigungsstück und 60 und Sekundäroptiklinse 18.1 wird mit Dichtungsmaterial des inneren Dichtbereichs 65 des Befestigungsstücks 60 abgedichtet.

[0047] Das Befestigungsstück 60 legt die Position der Sekundäroptiklinse 18.1 in der einen Richtung einer optischen Achse der Sekundäroptik 18 durch einen in die Öffnung 64 radial hineinragenden Kragen formschlüssig fest (vergleiche Fig. 7).

[0048] Ein in den Figuren nicht dargestellter Linsenhalter erfasst einen vorderen Rand der Sekundäroptiklinse 18.1 durch Formschluss und legt die Position der Sekundäroptiklinse 18.1 in der anderen Richtung der optischen Achse formschlüssig fest und übt dabei eine zum Innenraum 26 gerichtete Anpresskraft auf die Sekundäroptiklinse 18.1 und damit auch auf das zwischen der Sekundäroptiklinse 18.1 und dem inneren Dichtbereich 65 des Befestigungsstücks 60 liegende Dichtungsmaterial aus. Der Linsenhalter wird bevorzugt am zentralen Trägerelement 30 befestigt. Dies kann zum Beispiel durch Schraubverbindungen erfolgen.

Patentansprüche

1. Lichtmodul (10) für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer, mit einer Lichtquelle (12), einer Primäroptik (14), einer Anordnung von Mikrospiegeln (16.4), deren Spiegelstellung steuerbar ist und mit einer Sekundäroptik (18), die wenigstens eine Sekundäroptiklinse (18.1) aufweist, wobei die Lichtquelle (12), die Primäroptik (14), die Anordnung von Mikrospiegeln (16.4) und die Sekundäroptik (18) relativ zueinander so angeordnet sind, dass Licht (22), das von der

- Lichtquelle (12) ausgeht und von der Primäroptik (14) auf die Anordnung von Mikrospiegeln (16.4) gerichtet wird, von der Anordnung von Mikrospiegeln (16.4) auf die lichtbrechende Sekundäroptik (18) reflektierbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lichtmodul (10) einen staubdichten Innenraum (26) aufweist und dass die Lichtquelle (12), die Primäroptik (14) und die Anordnung von Mikrospiegeln in dem staubdichten Innenraum (26) angeordnet sind.
2. Lichtmodul (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der staubdichte Innenraum (26) durch ein Gehäusevorderteil (28), ein zentrales Trägerelement (30), einen DMD-Chip (16), eine erste Leiterplatte (20), die Sekundäroptiklinse (18.1) und durch eine staubdichte Druckausgleichsmembrane (32) umschlossen wird.
3. Lichtmodul (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäusevorderteil (28) in einem Teil des Gehäusevorderteils (28), welcher der ersten Leiterplatte (20) zugewandt ist, ein Gehäusefenster (48) aufweist, das von der ersten Leiterplatte (20) staubdicht abgedeckt wird.
4. Lichtmodul (10) nach einem der Ansprüche 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäusevorderteil (28) eine Lichtaustrittsöffnung (56) aufweist, die durch die Sekundäroptiklinse (18.1) staubdicht abgedeckt wird.
5. Lichtmodul (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäusevorderteil (28) eine Druckausgleichsöffnung (31) aufweist, die durch die staubdichte Druckausgleichsmembran (32) abgedeckt wird, wobei die Druckausgleichsmembran (32) gasdurchlässig ist.
6. Lichtmodul (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zentrale Trägerelement (30) ein Trägerelementfenster (35) aufweist, dessen Öffnung von einem die Anordnung der Mikrospiegel (16.4) tragenden DMD-Chip (16) abgedeckt wird.
7. Lichtmodul (10) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der DMD-Chip (16) auf einer dem Innenraum (26) abgewandten Rückseite (30.2) des zentralen Trägerelements (30) angeordnet ist, wobei die Anordnung von Mikrospiegeln (16.4) vor der Öffnung des Trägerelementfensters (35) angeordnet ist.
8. Lichtmodul (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zentrale Trägerelement (30) einen innenraumseitigen Flanschbereich (30.5) aufweist, der entlang einer geschlossenen räumlichen Kurve verläuft, und dass das Gehäusevorderteil (28) einen Gehäuse-Flanschbereich (28.1) aufweist, dessen Form ein Negativ der Form des Flanschbereichs (30.5) des zentralen Trägerelements (30) ist, so dass sich beide Flanschbereiche (28.1, 30.5) beim Zusammenfügen des Gehäusevorderteils (28) und des zentralen Trägerelements (30) entlang der gesamten Länge der räumlichen Kurve des Flanschbereichs (30.5) flächig berühren oder eine zwischen ihnen liegende Dichtung (52) jeweils flächig berühren.
9. Lichtmodul (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Dichtung (54) auf einem innenraumseitigen Rand des Gehäusefensters (48) über die gesamte Länge des Randes des Gehäusefensters (48) liegt.
10. Lichtmodul (10) nach Anspruch 8 und 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäusevorderteil (28) aus Kunststoff besteht und dass die Dichtungen (52) und (54) an Flanschbereiche des Gehäusevorderteils (28) angeformte Dichtlippen aus Dichtungsmaterial sind.

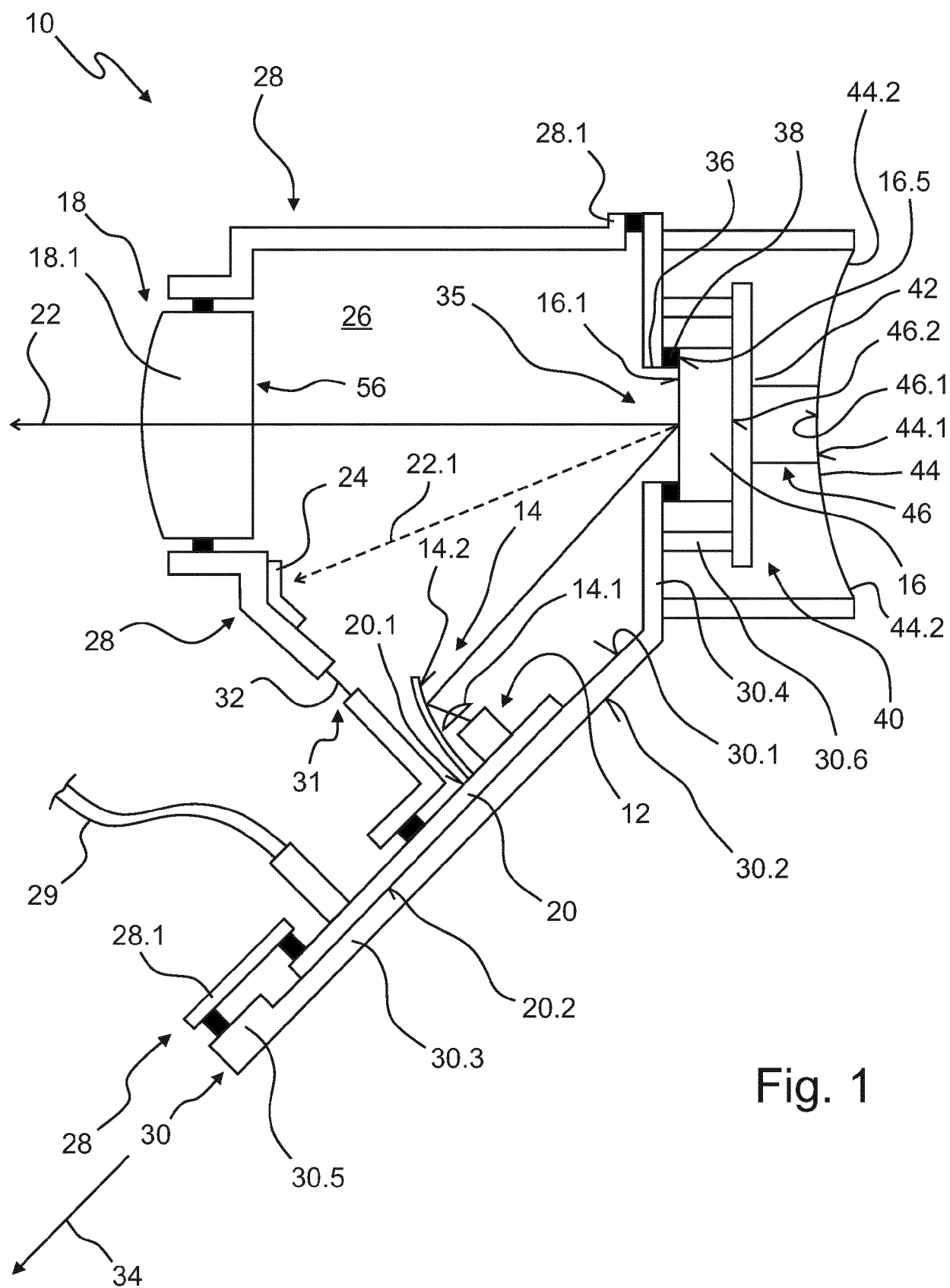


Fig. 1

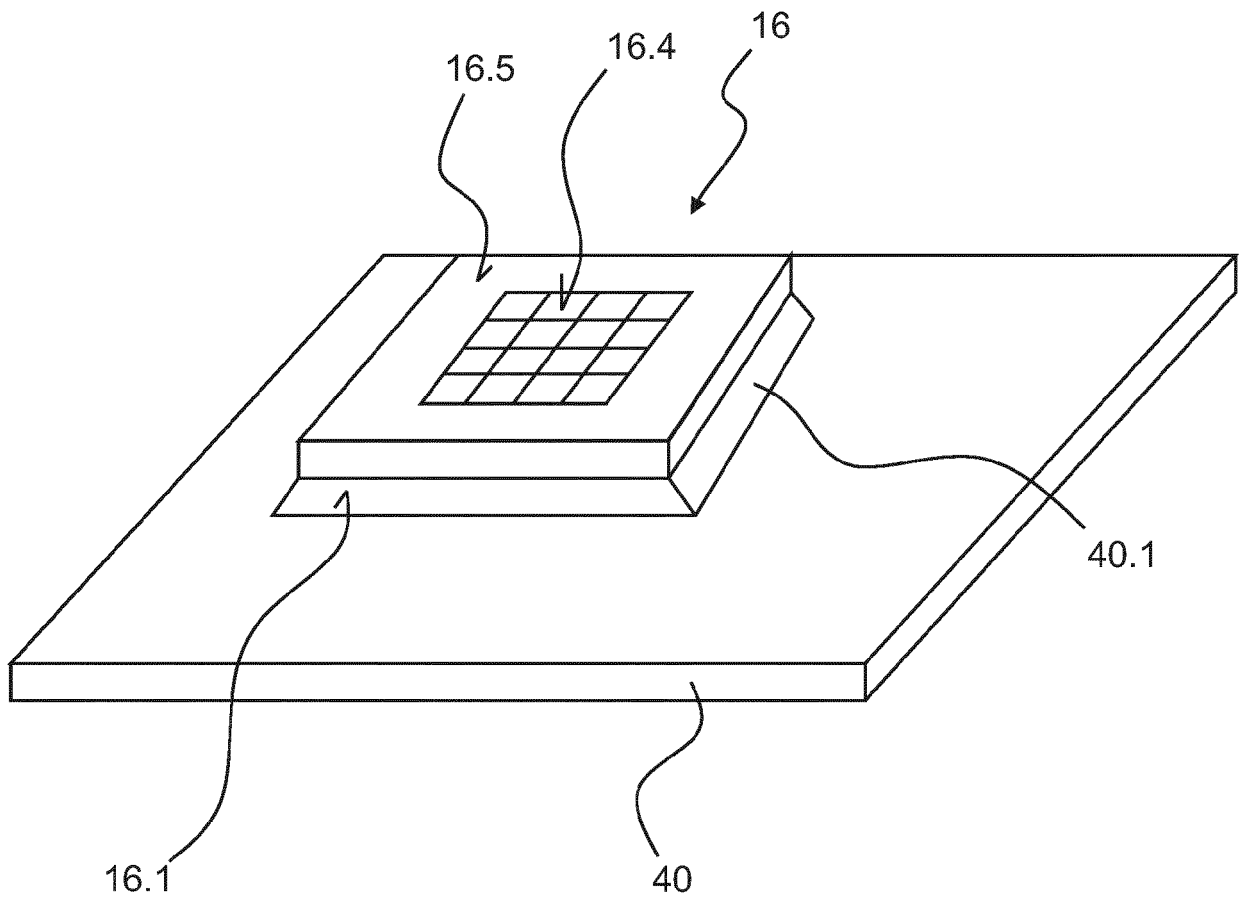


Fig. 2

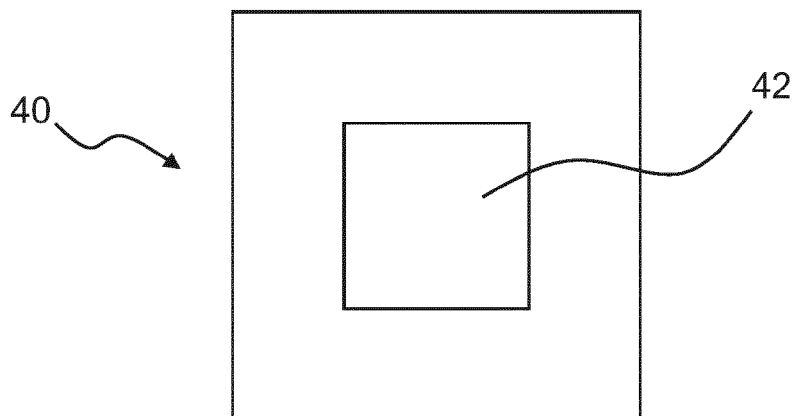


Fig. 3

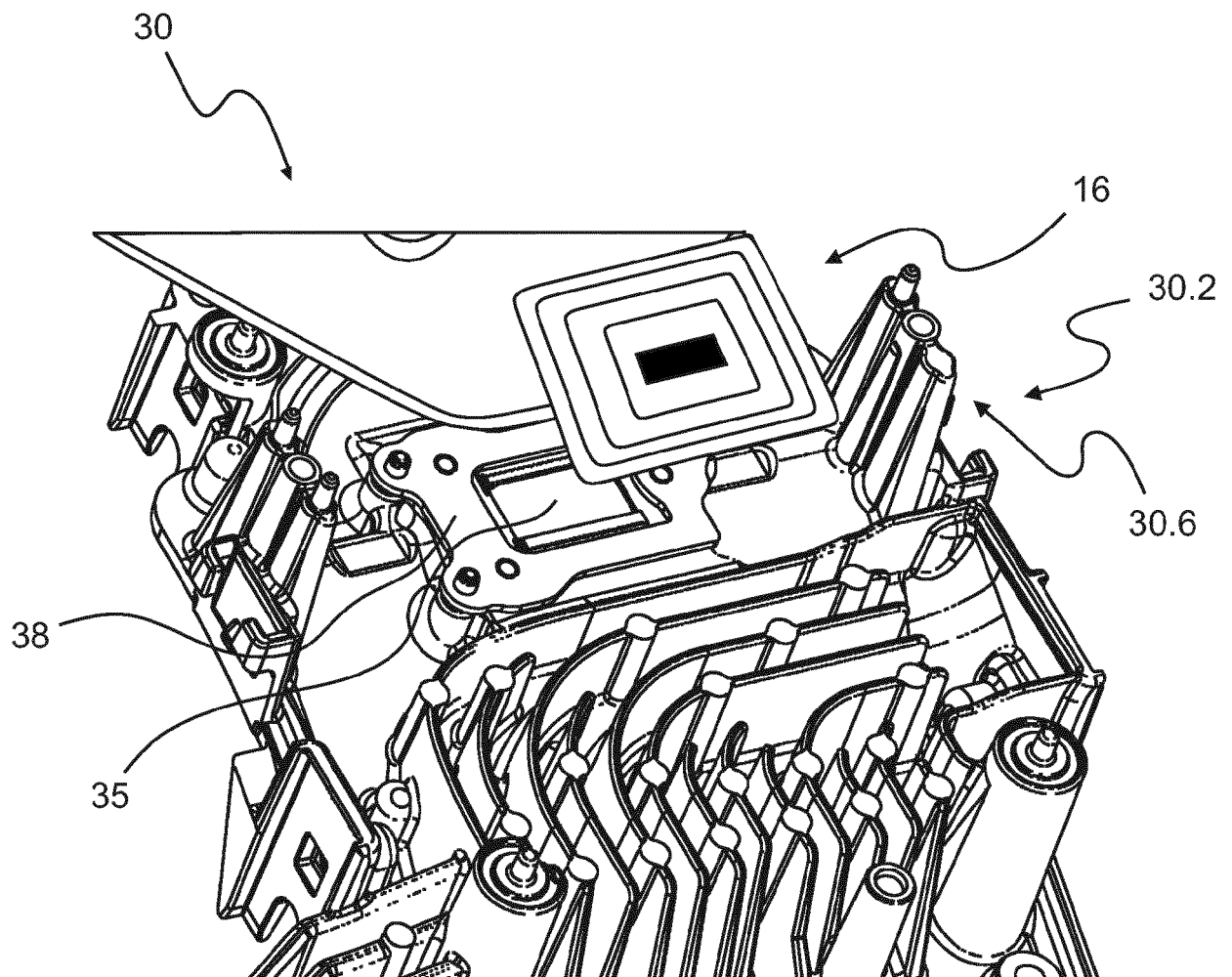


Fig. 4

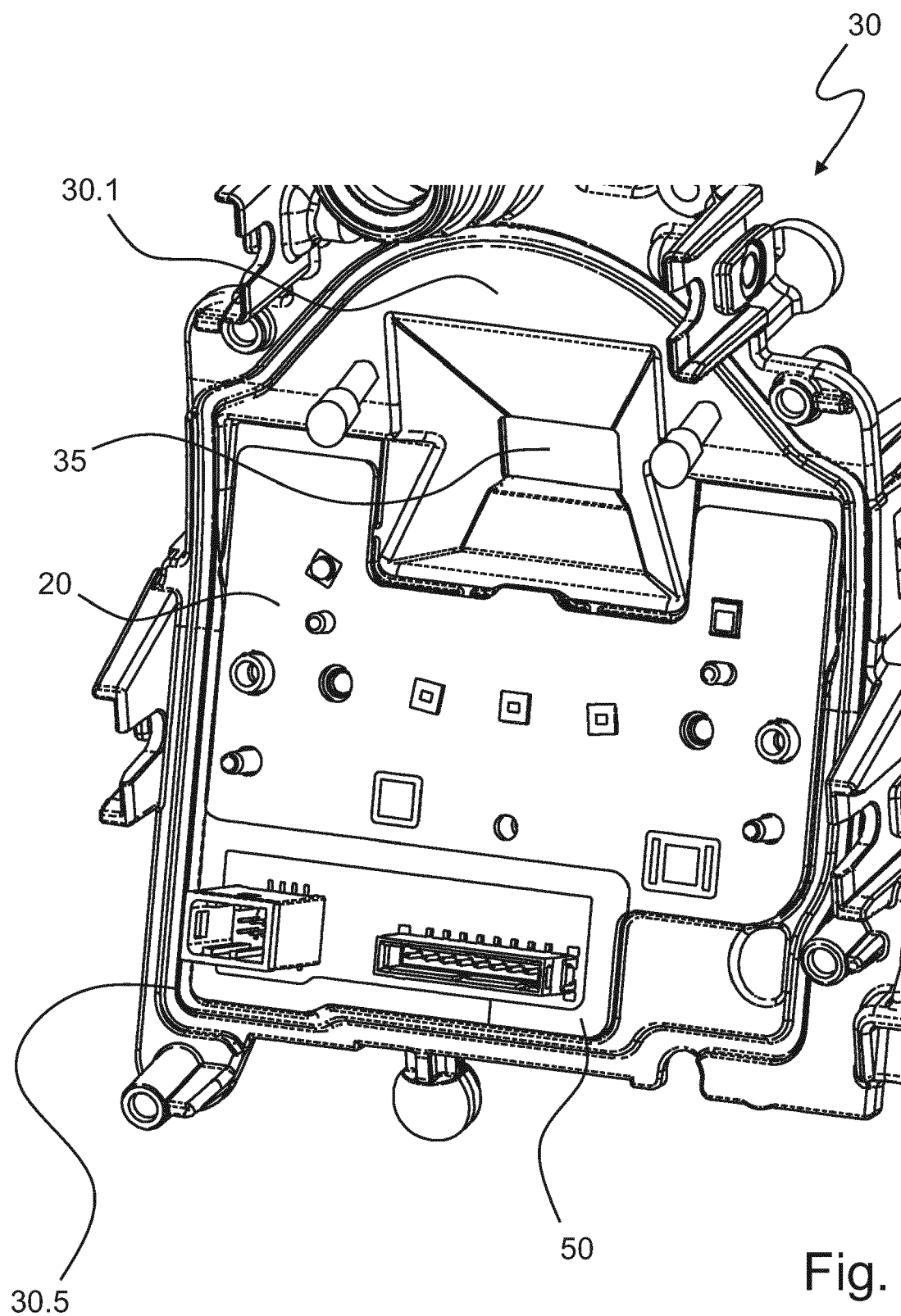


Fig. 5

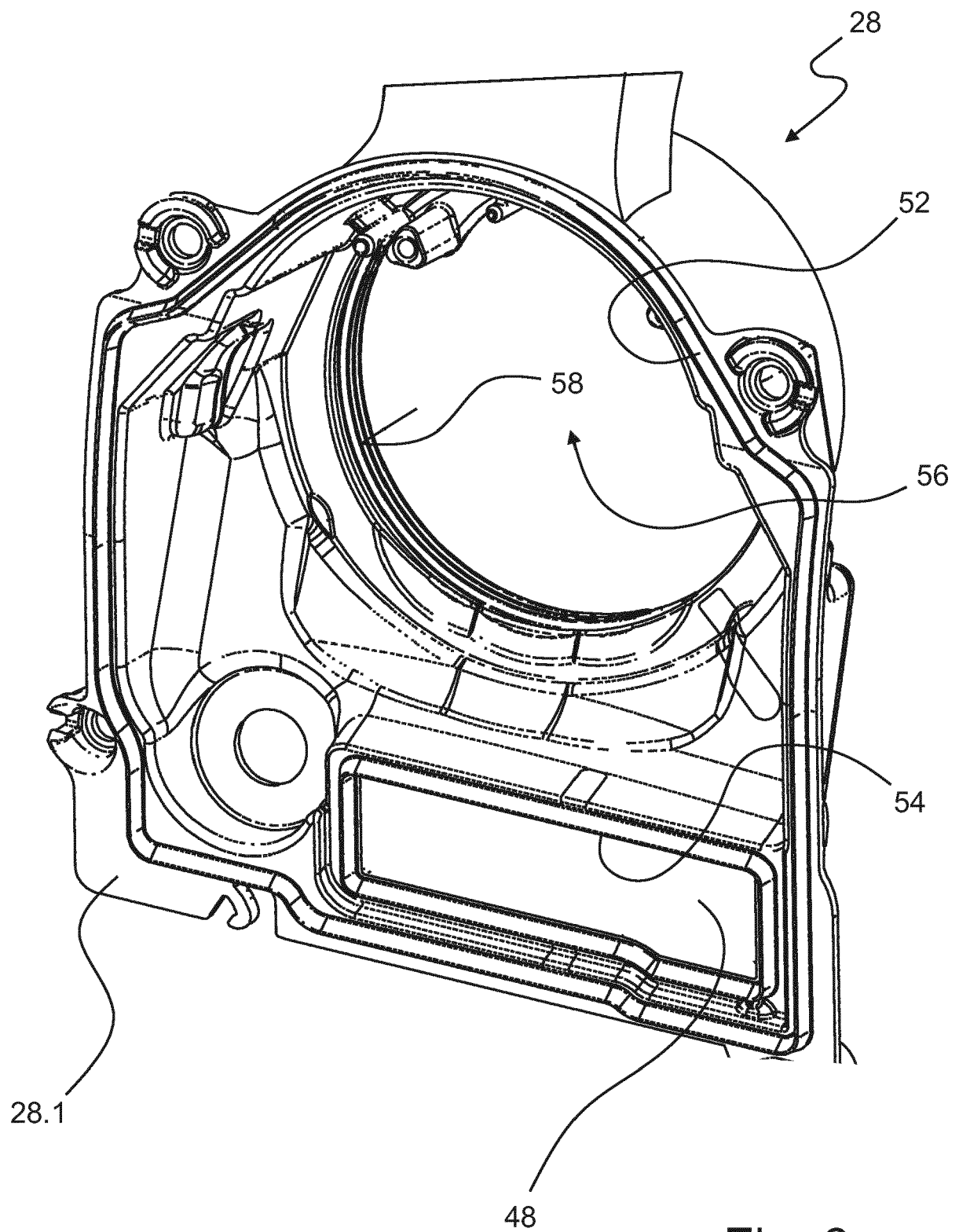


Fig. 6

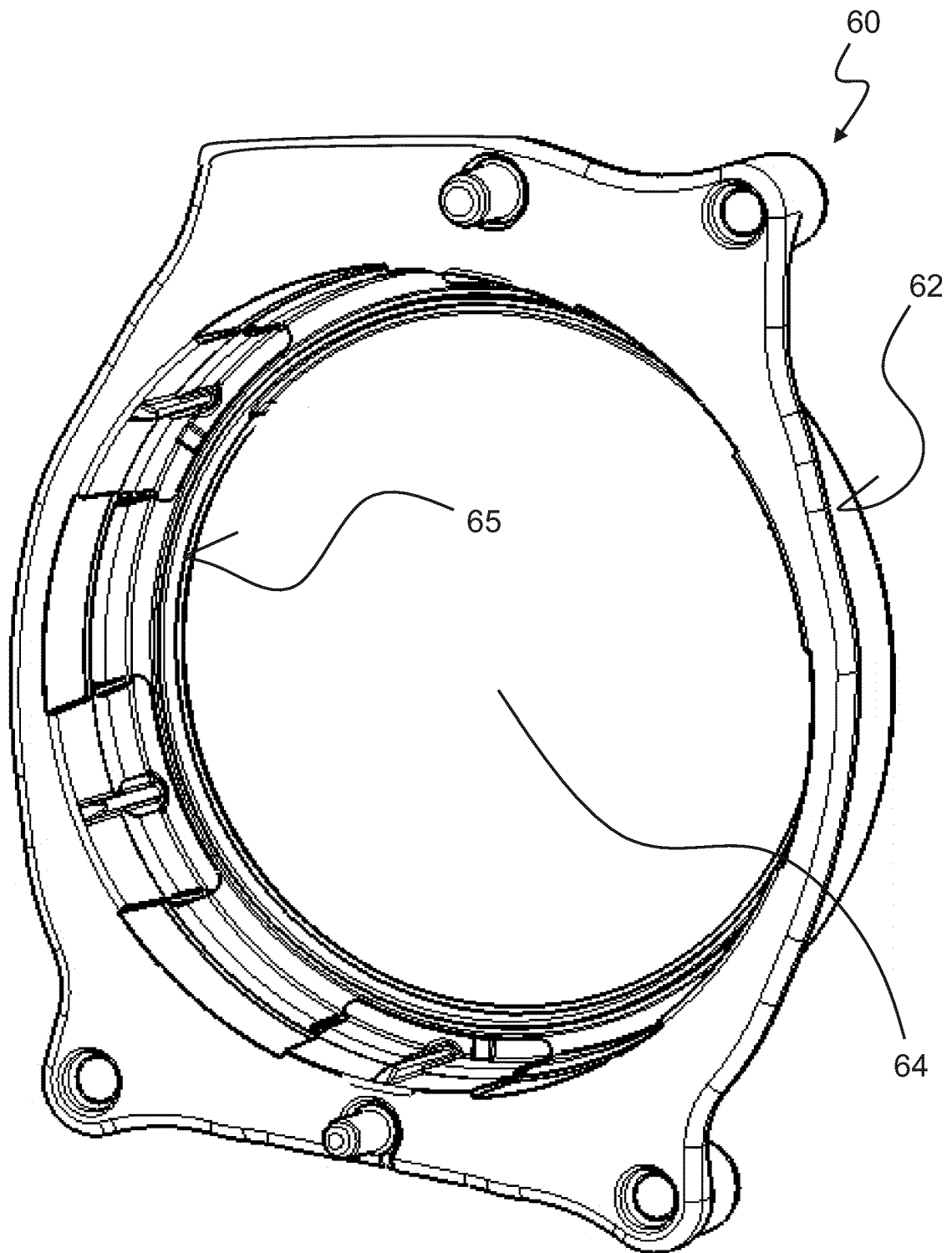
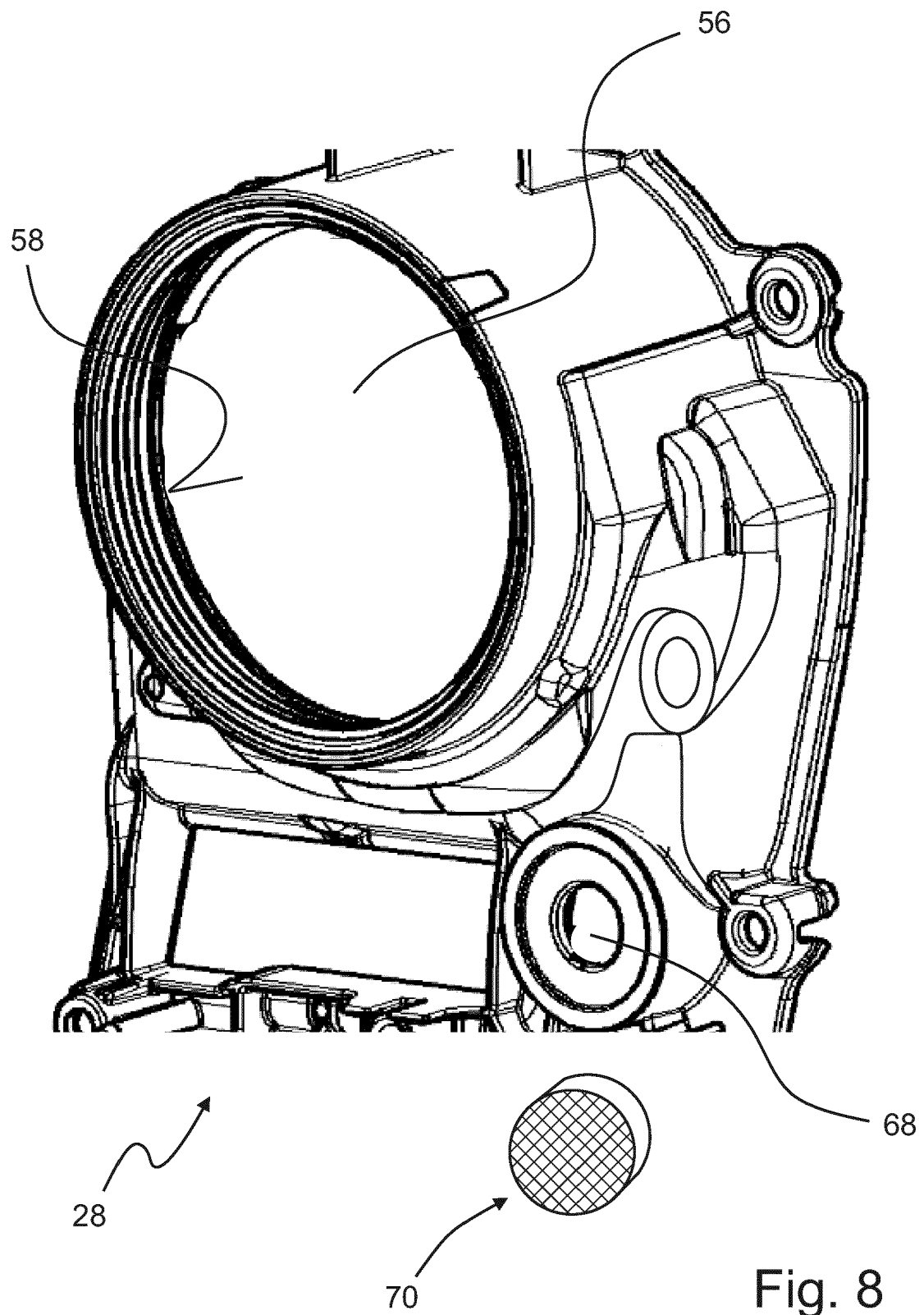


Fig. 7



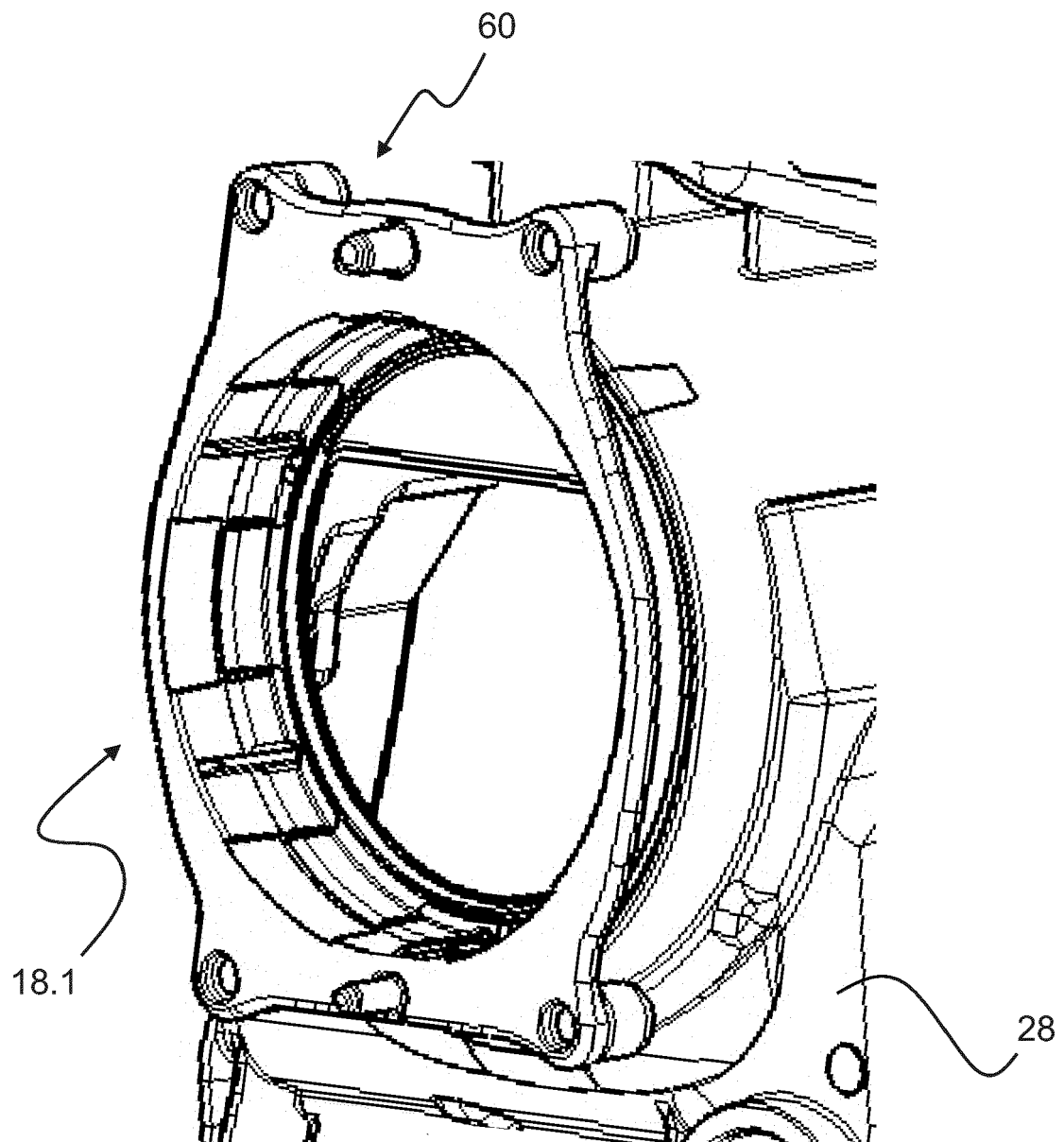


Fig. 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 16 1297

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,P	EP 3 382 268 A1 (ZKW GROUP GMBH [AT]) 3. Oktober 2018 (2018-10-03)	1	INV. F21S41/675
A,P	* Absatz [0040] - Absatz [0082]; Abbildung 2 *	2-10	
A	US 2015/092435 A1 (YAMAMURA SATOSHI [JP] ET AL) 2. April 2015 (2015-04-02) * Abbildung 1 *	1-10	
A	US 2015/211703 A1 (NAKAZAWA MISAKO [JP] ET AL) 30. Juli 2015 (2015-07-30) * Absatz [0017] - Absatz [0033]; Abbildung 1 *	1-10	
A	US 2017/067613 A1 (MOURI FUMIHIKO [JP] ET AL) 9. März 2017 (2017-03-09) * Absatz [0031] - Absatz [0057]; Abbildungen 2,3 *	1-10	
A	US 2017/160542 A1 (MOURI FUMIHIKO [JP] ET AL) 8. Juni 2017 (2017-06-08) * Abbildung 3 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	JP 2016 091976 A (KOITO MFG CO LTD) 23. Mai 2016 (2016-05-23) * Abbildungen 5-7 *	1	F21S
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 1. August 2019	Prüfer Billen, Karl
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 19 16 1297

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.

01-08-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3382268 A1	03-10-2018	AT 519775 A1	15-10-2018
		CN 108662548 A	16-10-2018
		EP 3382268 A1	03-10-2018
US 2015092435 A1	02-04-2015	CN 104515051 A	15-04-2015
		DE 102014219799 A1	02-04-2015
		JP 6254810 B2	27-12-2017
		JP 2015072765 A	16-04-2015
		US 2015092435 A1	02-04-2015
US 2015211703 A1	30-07-2015	CN 204345482 U	20-05-2015
		JP 6259672 B2	10-01-2018
		JP 2015138763 A	30-07-2015
		US 2015211703 A1	30-07-2015
US 2017067613 A1	09-03-2017	CN 106500026 A	15-03-2017
		DE 102016215882 A1	09-03-2017
		JP 2017054608 A	16-03-2017
		US 2017067613 A1	09-03-2017
US 2017160542 A1	08-06-2017	DE 102016224151 A1	08-06-2017
		JP 6386437 B2	05-09-2018
		JP 2017107691 A	15-06-2017
		US 2017160542 A1	08-06-2017
JP 2016091976 A	23-05-2016	JP 6472983 B2	20-02-2019
		JP 2016091976 A	23-05-2016

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 19822142 C2 [0001]