(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 699 487 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.08.2022 Patentblatt 2022/34

(21) Anmeldenummer: **20155528.1**

(22) Anmeldetag: **05.02.2020**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F21S 41/255 *(2018.01)* ***F21S 41/26*** *(2018.01)*
F21S 41/265 *(2018.01)* ***F21S 41/147*** *(2018.01)*
F21S 41/63 *(2018.01)* ***F21S 41/36*** *(2018.01)*
F21S 41/365 *(2018.01)* ***F21S 41/675*** *(2018.01)*
F21S 41/19 *(2018.01)* ***F21S 41/25*** *(2018.01)*
F21S 41/20 *(2018.01)*

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F21S 41/147; F21S 41/19; F21S 41/25; F21S 41/285; F21S 41/365; F21S 41/635; F21S 41/675

(54) **KRAFTFAHRZEUGSCHEINWERFERLICHTMODUL MIT EINER VERÄNDERLICHEN FOKUSWEITE**

MOTOR VEHICLE HEADLIGHT MODULE WITH VARIABLE FOCAL LENGTH

MODULE D'ÉCLAIRAGE DE PHARE DE VÉHICULE AUTOMOBILE À DISTANCE FOCALE VARIABLE

(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: **07.02.2019 DE 102019103033**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.08.2020 Patentblatt 2020/35

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

(72) Erfinder: **Maier, Felix**
72770 Reutlingen (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 234 716
DE-A1-102011 087 306
DE-A1-102016 108 675
DE-U1-202007 018 181
JP-A- H02 119 001
WO-A1-2015/058227
DE-A1-102014 213 636
DE-T2- 69 613 748
FR-A- 352 391

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

EP 3 699 487 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein solches Lichtmodul ist aus der DE 10 2014 213 636 A1 bekannt. Ein aus der DE 10 2017 203 573 A1 bekanntes Lichtmodul weist Mittel zum Erzeugen einer inneren Lichtverteilung und eine Projektionsoptik auf. Die Projektionsoptik weist eine erste Linse und eine zweite Linse auf und ist dazu eingerichtet, die innere Lichtverteilung als äußere Lichtverteilung des Scheinwerfers abzustrahlen. Die Projektionsoptik weist eine variable Brennweite und ein zum Verstellen der Brennweite eingerichtetes Stellantriebsmittel aufweist, wobei das Stellantriebsmittel dazu eingerichtet ist, eine Lage von wenigstens einer der beiden Linsen zu der anderen der beiden Linsen zu verändern.

[0003] Aus der Druckschrift DE 1 290 357 A von Alvarez ist ein System aus zwei speziell geformten optischen Linsen, mit denen unterschiedliche Brechkräfte realisierbar waren, bekannt. Die beiden Linsen sind so aufeinander abgestimmt, dass eine quer zur Richtung des durch Linsen hindurchtretenden Lichtes relativ zueinander erfolgende Verschiebung der beiden Linsen die Brechkraft des aus beiden Linsen gebildeten Linsensystems verändert. Die ursprüngliche Intention von Alvarez bestand darin, eine Brille zu entwickeln, mit der auf einfache Weise unterschiedliche Sehentfernungen scharf dargestellt werden können. In diesem Bereich werden die Alvarez-Linsen in den letzten Jahren stetig weiterentwickelt, da sie eine kostengünstige Alternative zu teuren Gleitsichtgläsern darstellen.

[0004] Aus der Druckschrift Barbero, Rubinstein: Adjustable-Focus lenses based on the Alvarez Principle ist eine im Vergleich zur DE 1 290 357 A allgemeinere Flächenformel für brechende Flächen der Alvarez-Linsen bekannt.

[0005] Aus der EP 3 301 497 A1 ist ein Lichtmodul mit einer flüssigkeitsgefüllten Linse bekannt, deren Form und damit Brechkraft z.B. durch Druck variierbar ist. Aus der DE 10 2016 108 675 A1 und aus der DE 10 2011 087 306 A1 sind staubdichte Lichtmodule bekannt.

[0006] Das aus der DE 10 2017 203 573 A1 bekannte Lichtmodul ist ein Fernlichtmodul mit verstellbarer Leuchtweite, das außerhalb des Fernlichtbetriebs zur Projektion von Informationen auf die vor dem Kraftfahrzeug liegende Fahrbahn verwendbar ist. Für die Projektion von Informationen wird die Abstrahlrichtung des Lichtmoduls nach unten geschwenkt und die Brennweite des Lichtmoduls wird durch eine Verschiebung wenigstens einer Linse des Lichtmoduls so verringert, dass die Information scharf auf die Fahrbahn abgebildet wird.

[0007] Die Information ist dabei ein Bild einer inneren Lichtverteilung oder Richtungsverteilung von Lichtstrahlen, die von einem DMD-Chip (DMD: Digital Mirror Device) reflektiert werden. Ein solcher DMD-Chip weist eine sehr große Zahl (Größenordnung: 1 Million) von Mikrospiegeln auf, deren Spiegelstellung einzeln steuerbar ist und spiegelindividuell zwischen zwei Stellungen umschaltbar ist. Der DMD-Chip, der eine Gesamtspiegelfläche in der Größenordnung von weniger als 10 Quadratzentimetern hat, wird von einer Lichtquelle beleuchtet. Je nach Stellung der Spiegel wird das einfallende und am jeweiligen Spiegel reflektierte Licht zur Projektionsoptik oder an andere Orte reflektiert. Das zur Projektionsoptik reflektierte Licht wird auf die Fahrbahn projiziert und bildet das Muster der Stellungen der Mikrospiegel ab. Das übrige Licht wird zum Beispiel auf einen Absorber reflektiert.

[0008] Als Folge der großen Zahl von (untereinander gleichgroßen) Mikrospiegeln ist die reflektierende Fläche eines einzelnen Mikrospiegels sehr klein. Dies führt dazu, das Verunreinigungen, die zum Beispiel durch Staub bedingt sein können, die Abbildung der Spiegel stört, was sich durch dunkle Flecken und verwaschen erscheinende Bereiche in der äußeren Lichtverteilung bemerkbar macht.

[0009] Die Probleme des Standes der Technik werden durch das KFZ-Scheinwerfer-Lichtmodul gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0010] Die beim Stand der Technik verwendete Verschiebung einer Linse entlang ihrer optischen Achse wirkt sich tendenziell in einer Vergrößerung der erforderlichen Einbautiefe aus.

[0011] Die verwendete quer zur optischen Achse der Linsen erfolgende Verschiebung ist leichter in ein staubdichtes Gehäuse integrierbar als die aus dem Stand der Technik bekannte längs der optischen Achse erfolgende Verschiebung.

[0012] Eine bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Projektionsoptik dazu eingerichtet ist, eine Entfernung einer scharfen Abbildung der inneren Lichtverteilung von dem Kraftfahrzeugscheinwerfer durch das Verschieben zu verändern.

[0013] Bevorzugt ist auch, dass die Projektionsoptik eine erste Endlage der Verschiebung und eine zweite Endlage der Verschiebung aufweist.

[0014] Weiter ist bevorzugt, dass die Projektionsoptik dazu eingerichtet ist, die innere Lichtverteilung in der ersten Endlage in einer Entfernung zum Scheinwerfer scharf abzubilden, die zwischen 10m und 15m liegt.

[0015] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Projektionsoptik dazu eingerichtet ist, die innere Lichtverteilung in der zweiten Endlage in einer Entfernung zum Scheinwerfer scharf abzubilden, die zwischen 3m und 8m liegt.

[0016] Bevorzugt ist auch, dass die Kraftfahrzeugscheinwerfervorrichtung dazu eingerichtet ist, die Lage mit einem Elektromotor zu verstellen, der einen Gewindeantrieb antreibt, der eine mit dem Elektromotor gekoppelte Antriebsseite und eine mit einer der Beiden Linsen gekoppelte Abtriebsseite aufweist.

[0017] Erfindungsgemäß weist das Lichtmodul ein staubdichtes Gehäuse auf, und die beiden Linsen sind in dem staubdichten Gehäuse angeordnet.

[0018] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die erste Linse und die zweite Linse durch einen Luftspalt voneinander getrennt sind.

[0019] Bevorzugt ist auch, dass die erste Linse eine der abzubildenden inneren Lichtverteilung zugewandte erste äußere Fläche und eine dem Luftspalt zugewandte erste innere Fläche aufweist.

[0020] Weiter ist bevorzugt, dass die erste äußere Fläche eine ebene Fläche ist.

[0021] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die erste äußere Fläche konkav und/oder konvex gewölbt ist.

[0022] Bevorzugt ist auch, dass die zweite Linse eine dem Luftspalt zugewandte zweite innere Fläche und eine der Projektionslinse zugewandte zweite äußere Fläche aufweist.

[0023] Weiter ist bevorzugt, dass die zweite äußere Fläche eine ebene Fläche ist.

[0024] Bevorzugt ist auch, dass die zweite äußere Fläche konkav und/oder konvex gewölbt ist.

[0025] Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, den Zeichnungen und den Unteransprüchen.

[0026] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0027] Dabei zeigen, jeweils in schematischer Form:

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugscheinwerfers;

Figur 2 eine bevorzugte Ausgestaltung eines Lichtmoduls als staubdichtes Lichtmodul; und

Figur 3 einen DMD-Chip des Lichtmoduls aus der Figur 2.

[0028] Dabei bezeichnen gleiche Bezugszeichen in verschiedenen Figuren jeweils gleiche oder zumindest ihrer Funktion nach vergleichbare Elemente.

[0029] Im Einzelnen zeigt die Figur 1 einen Kraftfahrzeugscheinwerfer 10, der dazu eingerichtet ist, einen vor dem Kraftfahrzeugscheinwerfer 10 lokalisierten Bereich 12 durch eine transparente Abdeckscheibe 14 des Kraftfahrzeugscheinwerfers 10 hindurch mit einer äußeren Lichtverteilung zu beleuchten. Die äußere Lichtverteilung ergibt sich zum Beispiel als heller Bereich auf einer Fahrbahn oder einem vom dem Kraftfahrzeugscheinwerfer 10 stehenden Schirm.

[0030] Der Kraftfahrzeugscheinwerfer 10 weist ein Lichtmodul 16 auf. Das Lichtmodul 16 weist Mittel 18 zum Erzeugen einer innerhalb des Lichtmoduls 16 lokalisierten inneren Lichtverteilung auf. Darüber hinaus weist das Lichtmodul 16 eine Projektionsoptik 20 auf, die dazu eingerichtet ist, die innere Lichtverteilung als die äußere Lichtverteilung in einer Abbildungsentfernung 22 (Fokusweite) von mehreren Metern zu dem Lichtmodul 16 scharf in den vor dem Kraftfahrzeugscheinwerfer 10 lokalisierten Bereich 12 abzubilden.

[0031] Die Projektionsoptik 20 weist im dargestellten Ausführungsbeispiel eine Projektionslinse 48, eine erste Linse 42.1, eine zweite Linse 42.2 und Stellantriebsmittel 24 auf.

[0032] Die Projektionsoptik 20 ist dazu eingerichtet, die innere Lichtverteilung als äußere Lichtverteilung des Scheinwerfers 10 abzustrahlen. Die Projektionsoptik 20 weist eine variable Brennweite auf. Das Stellantriebsmittel 24 ist dazu eingerichtet, eine Lage von wenigstens einer der beiden Linsen 42.1, 42.2 zu der jeweils anderen der beiden Linsen 42.2, 42.1 zu verändern. Das Stellantriebsmittel 24 ist dazu eingerichtet, die Lage durch ein quer zu einer optischen Achse 44 der Projektionsoptik 20 erfolgendes Verschieben der ersten Linse 42.1 gegen die zweite Linse 42.2 und/oder der zweiten Linse 42.2 gegen die erste Linse 42.1 zu verändern.

[0033] Das Stellantriebsmittel 24 ist beispielsweise ein Elektromotor 24.1, beispielsweise ein Schrittmotor, der mit einem ersten Ende an einem Gehäuse 16.1 des Lichtmoduls 16 befestigt ist und der mit einem zweiten Ende über einen Gewindeantrieb 24.2 mit der ersten Linse 42.1 und/oder der zweiten Linse 42.2 verbunden ist. Der Schrittmotor dreht zum Beispiel eine Mutter auf einem Gewindestab, der mit der der ersten Linse 42.1 oder mit der zweiten Linse 42.2 verbunden ist, so dass eine Drehung der Mutter die angekoppelte Linse quer zu einer optischen Achse der Linse bewegt. Es wäre auch eine gleichzeitige Verschiebung der beiden Linsen gegeneinander denkbar.

[0034] Die erste Linse 42.1 und die zweite Linse 42.2 sind dazu eingerichtet, auf die Veränderung der Lage mit einer Veränderung der Brennweite der Projektionsoptik 20 zu reagieren.

[0035] Die Brechkraft der Projektionsoptik 20 beträgt zum Beispiel 20 Dioptrien. Durch eine entsprechende Gestaltung der einander zugewandten brechenden Flächen der ersten Linse 42.1 und der zweiten Linse 42.2 kann die Brechkraft der Projektionsoptik 20 nach der oben genannten Druckschrift von Barbero um ca. ein Viertel variiert werden. Mit einer erwünschten Verstellbandbreite 26 von ca. 7m (minimaler Abstand zum Beispiel 5m, maximaler Abstand zum Beispiel 12,5m) für den Abstand des Lichtmoduls 16, bzw. der Abdeckscheibe 14 von einer äußeren Lichtverteilung, die ein scharfes Bild der inneren Lichtverteilung ist, muss die Änderung der Brechkraft der Projektionsoptik 20 etwa gleich 0,15 sein, so dass sich mit dem oben genannten Beispielwert von 20 ein geänderter Wert von 20,15 ergibt.

[0036] Der Wert von 0,15 Dioptrien liegt sicher in dem Bereich von einem Viertel der Brechkraft von 20 Dioptrien, so dass eine erwünschte Verstellbandbreite 26 der Entfernung, in der ein scharfes Bild der inneren Lichtverteilung entsteht, realisierbar ist. Die Projektionsoptik 48 weist eine erste Endlage und eine zweite Endlage der relativ zueinander erfolgenden Verschiebung der beiden Linsen 42.1, 42.2 auf.

[0037] In der ersten Endlage bildet die Projektionsoptik

20 die innere Lichtverteilung in einer Entfernung zum Scheinwerfer 10 scharf ab, die zwischen 10m und 15m liegt. Dies ist die Endlage, die auch im normalen Betrieb des Lichtmoduls 16, in dem das Lichtmodul 16 zum Beispiel als Fernlichtmodul betrieben wird, eingestellt wird.

[0038] In der zweiten Endlage bildet die Projektionsoptik 20 die innere Lichtverteilung in einer Entfernung zum Scheinwerfer 10 scharf ab, die zwischen 3m und 8m liegt. Diese Endlage wird zum Beispiel bei Schrittgeschwindigkeit eingestellt, wie sie zum Beispiel bei Parksituationen oder im Stop and Go Betrieb auftreten.

[0039] Die innere Lichtverteilung, bzw. Richtungsverteilung reflektierter Strahlen ergibt sich zum Beispiel durch Beleuchtung der Mikrospiegel eines DMD Chips 28 durch eine Lichtquelle 50. Die Lichtquelle 50, das Stellantriebsmittel 24 und die Stellung der Mikrospiegel des DMD-Chips 28 werden von einem Steuergerät 43 gesteuert.

[0040] Eine Richtung z fällt mit der optischen Achse 44 zusammen und weist von dem DMD-Chip 28 zur Projektionsoptik 48. Die z-Richtung bildet zusammen mit einer x-Richtung und einer y-Richtung ein rechtshändiges Koordinatensystem.

[0041] Figur 2 zeigt eine bevorzugte Ausgestaltung eines Lichtmoduls 16 als staubdichtes Lichtmodul 16.

[0042] Die erste Linse 42.1 und die zweite Linse 42.2 sind durch einen Luftspalt 45 voneinander getrennt.

[0043] Die erste Linse 42.1 weist eine der abzubildenden inneren Lichtverteilung (hier: Anordnung der Mikrospiegel des DMD-Chips 28) zugewandte erste äußere Fläche 42.1.1 und eine dem Luftspalt 45 zugewandte erste innere Fläche 42.1.2 auf. Die erste äußere Fläche 42.1.1 ist zum Beispiel eine ebene Fläche.

[0044] Die zweite Linse 42.2 weist eine dem Luftspalt 45 zugewandte zweite innere Fläche 42.2.1 und eine der Projektionslinse 48 zugewandte zweite äußere Fläche 42.2.2 auf. Die zweite äußere Fläche 42.2.2 ist zum Beispiel eine ebene Fläche.

[0045] Die äußeren Flächen 42.1.1 und 42.2.2 können auch konkav oder konvex gewölbte Flächen sein. In diesem Fall beziehen sich die folgenden, die Dicke der ersten Linse 42.1 betreffenden Ausführungen jeweils auf einen Abstand einer ersten gedachten ebenen Fläche, die senkrecht zur optischen Achse 44 in der ersten Linse 42.1 liegt, von der ersten inneren Fläche 42.1.2. Analog beziehen sich die folgenden, die Dicke der zweiten Linse 42.2 betreffenden Ausführungen in diesem Fall jeweils auf einen Abstand einer zweiten gedachten ebenen Fläche, die senkrecht zur optischen Achse 44 in der zweiten Linse 42.2 liegt, von der zweiten inneren Fläche 42.2.1. Die optische Achse 44 ist in der Figur 1 dargestellt und fällt in der Figur 2 mit dem Lichtstrahl 56 zusammen.

[0046] Ein Abstand z1 der ersten inneren Fläche 42.1.2 von der ersten ebenen Fläche (gedacht oder real, z.B. 42.1.1) genügt in einer Ausgestaltung der Gleichung

$$z1=A\left(xy^2+\frac{x^3}{3}\right)+E$$

wobei A und E Konstanten sind.

[0047] Ein Abstand z2 der zweiten inneren Fläche 42.2.1 von der zweiten ebenen Fläche (gedacht oder real, z.B. 42.2.2) genügt in einer Ausgestaltung der Gleichung

$$z2=(-A)\left(xy^2+\frac{x^3}{3}\right)+E$$

[0048] Die Erfindung ist nicht auf diesen Formeln genügende Ausgestaltungen beschränkt. Wie eingangs ausgeführt, ist aus der Druckschrift Barbero, Rubinstein: "Adjustable-Focus lenses based on the Alvarez Principle" eine im Vergleich zur DE 1 290 357 A allgemeinere Flächenformel für brechende Flächen der Alvarez-Linsen bekannt.

[0049] Erste und zweite Linsen, die diesen Formeln genügen, stellen Beispiele einer ersten Linse 42.1 und einer zweiten Linse 42.2 dar, die dazu eingerichtet sind, auf die Veränderung der Lage mit einer Veränderung der Brennweite der Projektionsoptik zu reagieren.

[0050] Als Mittel 18 zum Erzeugen der innerhalb des Lichtmoduls 16 lokalisierten inneren Lichtverteilung weist das Lichtmodul 16 die Lichtquelle 50, eine Primäroptik 52 und einen DMD-Chip 28 auf. Die Lichtquelle 50 ist eine Halbleiterlichtquelle, die auf einer ersten Leiterplatte 54 angeordnet ist und die Licht 56 in Richtung zu der Primäroptik 52 abstrahlt. Die Primäroptik 52 weist einen lichtbrechenden Teil 52.1 und einen Reflektor 52.2 auf. Der lichtbrechende Teil 52.1 wird von der Lichtquelle 50 beleuchtet und richtet das Licht 56 auf den Reflektor 52.2. Der Reflektor 52.2 lenkt das auf ihn vom lichtbrechenden Teil 52.1 her einfallende Licht 56 auf eine spiegelnde Fläche einer Vorderseite 28.1 des DMD-Chips 28, wobei die spiegelnde Fläche aus einer Vielzahl von Mikrospiegeln besteht. Wesentlich ist dabei, dass die Primäroptik 52 das Licht 56 der Lichtquelle 50 auf den DMD-Chip 28 richtet. Wie und mit welchen optischen Elementen dies im Einzelnen geschieht, ist für die Erfindung nicht wesentlich.

[0051] 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 52 her einfallende Licht auf die Projektionsoptik 20 um. Jeder Mikrospiegel, der sich in der zweiten Schwenkstellung befindet, lenkt das auf ihn von der Primäroptik 52 her einfallende Licht 56 so ab, dass das abgelenkte Licht nicht auf die Projektionsoptik 20 fällt. Dieses Licht wird zum Beispiel auf einen Absorber 58 gelenkt und dort absorbiert, so dass es keine störenden Lichtef-

fekte erzeugen kann.

[0052] Die Projektionsoptik 20 richtet das auf sie von dem DMD-Chip 28 her einfallende Licht 56 in den vor dem Kraftfahrzeugscheinwerfer 10 lokalisierten Bereich 12 (vgl. Figur 1). Bei einer bestimmungsgemäßen Verwendung des Lichtmoduls 16 wird mit diesem Licht die vor dem Kraftfahrzeug liegende Fahrbahn ausgeleuchtet. Die Projektionsoptik 20 weist eine Projektionslinse 48 aus transparentem Kunststoff oder Glas auf. Die Projektionsoptik 20 kann auch mehrere Linsen aufweisen, zum Beispiel eine Anordnung aus einem Achromaten und einer abbildenden Linse.

[0053] Bei dem erfindungsgemäßen Scheinwerfer 10 liegt der Weg des Lichtes 56 von der Lichtquelle 50 bis zu seinem durch die Projektionsoptik 20 hindurch erfolgenden Austritt aus der Projektionsoptik 20 vollständig in dem staubdicht abgedichteten Innenraum 60. Dieser Innenraum 60 wird durch ein Gehäusevorderteil 62, ein zentrales Trägerelement 64, den DMD-Chip 28, eine erste Leiterplatte 54, die Projektionsoptik 20 und eine staubdichte Druckausgleichsmembrane 68 begrenzt. Die erste Leiterplatte 54 dient zur Kontaktierung der Lichtquelle. Eine zweite Leiterplatte 55 dient zur Kontaktierung des DMD-Chips 28. Die zweite Leiterplatte liegt vollständig außerhalb des staubdichten Innenraums 60. Weiter ist bevorzugt, dass das Gehäusevorderteil 62 aus Kunststoff besteht und dass Dichtungen und an Flanschbereiche des Gehäusevorderteils 62 angeformte Dichtlippen 66 aus Dichtungsmaterial bestehen.

[0054] Das zentrale Trägerelement 64 weist eine dem Innenraum 60 zugewandte Vorderseite 64.1 und eine Rückseite 64.2 auf. Das zentrale Trägerelement 64 weist einen Lichtquellen- und Primäroptik-seitigen ersten Teilbereich 64.3 und einen DMD-Chip-seitigen zweiten Teilbereich 64.4 auf. Diese beiden Teilbereiche 64.3 und 64.4 sind räumlich voneinander getrennt, hängen aber stoffschlüssig zusammen und bilden zusammen das einstückige zentrale Trägerelement 64. Die beiden Teilbereiche 64.3 und 64.4 schließen einen Winkel ein, der größer als 90°, aber kleiner als 180° ist. Das zentrale Trägerelement 64 besteht bevorzugt aus Metall und dient auch als Kühlkörper, der die in der Lichtquelle 50 frei werdende Wärme aufnimmt und an die Umgebung des Lichtmoduls 16 abgibt.

[0055] Die erste Leiterplatte 54 ist fest mit der Vorderseite 64.1 des zentralen Trägerelements 64 in dessen erstem Teilbereich 64.3 verbunden. Die Verbindung ist zum Beispiel eine Schraub- und/oder Klebeverbindung. Eine Vorderseite der ersten Leiterplatte 54 trägt die als Halbleiterlichtquelle verwirklichte Lichtquelle 50 und die Primäroptik 52. Eine Rückseite der ersten Leiterplatte 54 ist der Vorderseite 64.1 des zentralen Trägerelements 64 zugewandt. Der seitlich überstehende Rand der Vorderseite 64.1 des zentralen Trägerelements 64 bildet einen Teil eines innenraumseitigen Flanschbereiches 64.5 des zentralen Trägerelements 64.

[0056] Der zweite Teilbereich 64.4 des zentralen Trägerelements 30 weist ein Trägerelementfenster 72 auf. Ein das Trägerelementfenster 72 umlaufender Fenster-Randbereich bildet auf der Rückseite 64.2 des zentralen Trägerelements 64 einen Fenster-Flanschbereich 36. Der DMD-Chip 28 ist auf der Rückseite 64.2 des zentralen Trägerelements 64 in dessen zweiten Teilbereich 64.4 so angeordnet, dass er das Trägerelementfenster 72 abdeckt.

[0057] Wie Figur 3 zeigt, weist der DMD-Chip 28 zwei Breitseiten in Form einer Vorderseite 28.1 und einer Rückseite auf, wobei Vorderseite und Rückseiten durch zwischen ihnen liegende seitliche Schmalseiten 28.3 voneinander getrennt sind. Dabei ist seine die Mikrospiegel 28.4 tragende Vorderseite 28.1 dem Trägerelementfenster 72 und damit dem Innenraum 60 zugewandt. Die Vorderseite 28.1 des DMD-Chips 28 weist einen zentralen Chip-Bereich auf, in dem die Mikrospiegel 28.4 angeordnet sind, und er weist einen den zentralen Chip-Bereich in einer geschlossenen Kurve umlaufenden Flanschbereich 28.5 auf, in dem keine Mikrospiegel 28.4 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.

[0058] Die Figuren 2 und 3 zeigen in Kombination miteinander, dass der DMD-Chip 28 insgesamt so angeordnet ist, dass die beiden Flanschbereiche 74 und 28.5 einander gegenüberliegen. Zwischen den beiden Flanschbereichen 74 und 28.5 liegt eine DMD-Chip-Dichtung 76 in Form einer Flachdichtung, die von den Flanschbereichen 78 und 28.5 mit einer diese Flanschbereiche aufeinander pressenden Anpresskraft gehalten wird und die das Trägerelementfenster 72 in einer geschlossenen Kurve umläuft.

[0059] Optional weist die Projektionsoptik 20 eine weitere Linse auf, die zusammen mit der Projektionslinse 48 eine anamorphotische Projektionsoptik 20 bildet.

Patentansprüche

1. Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16), das Mittel zum Abbilden einer inneren Lichtverteilung mit einer eine Projektionslinse (48), eine erste Linse (42.1) und eine zweite Linse (42.2) aufweisenden Projektionsoptik (20), die dazu eingerichtet ist, die innere Lichtverteilung als äußere Lichtverteilung abzubilden, wobei die Projektionsoptik (20) eine variable Brennweite und ein zum Verstellen der Brennweite eingerichtetes Stellantriebsmittel (24) aufweist, wobei das Stellantriebsmittel (24) dazu eingerichtet ist, eine Lage von wenigstens einer der ersten und zweiten Linsen (42.1, 42.2) zu der anderen der beiden ersten und zweiten Linsen zu verändern, und wobei die Stellantriebsmittel (24) dazu eingerichtet sind, die Lage durch ein quer zu einer optischen Achse (44) der Projektionsoptik (20) erfolgendes Ver-

schieben der ersten Linse (42.1) gegen die zweite Linse (42.2) und/oder der zweiten Linse (42.2) gegen die erste Linse (42.1) zu verändern und wobei die erste Linse (42.1) und die zweite Linse (42.1) dazu eingerichtet sind, auf die Veränderung der Lage mit einer Veränderung der Brennweite der Projektionsoptik (20) zu reagieren und wobei sich die innere Lichtverteilung durch Beleuchtung der Mikrospiegel eines DMD Chips (28) durch eine Lichtquelle (50) ergibt, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16) ein staubdichtes Gehäuse (16.1) aufweist und dass die beiden Linsen (42.1, 42.1) in dem staubdichten Gehäuse (16.1) angeordnet sind und dass dessen Innenraum (60) durch ein Gehäusevorderteil (62), ein zentrales Trägerelement, den DMD-Chip (28), eine erste Leiterplatte (54), die Projektionslinse (48) der Projektionsoptik (20) und eine staubdichte Druckausgleichsmembrane (68) begrenzt wird.

2. Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Projektionsoptik (20) dazu eingerichtet ist, eine Entfernung einer scharfen Abbildung der inneren Lichtverteilung von dem Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16) durch das Verschieben zu verändern.

3. Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Projektionsoptik (20) eine erste Endlage der Verschiebung und eine zweite Endlage der Verschiebung aufweist.

4. Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Projektionsoptik (20) dazu eingerichtet ist, die innere Lichtverteilung in der ersten Endlage in einer Entfernung zum Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16) scharf abzubilden, die zwischen 10m und 15m liegt.

5. Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Projektionsoptik (20) dazu eingerichtet ist, die innere Lichtverteilung in der zweiten Endlage in einer Entfernung zum Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16) scharf abzubilden, die zwischen 3m und 8m liegt.

6. Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16) dazu eingerichtet ist, die Lage mit einem Elektromotor (24.1) zu verstellen, der einen Gewindeantrieb (24.2) antreibt, der eine mit dem Elektromotor (24.1) gekoppelte Antriebsseite und eine mit einer der beiden Linsen gekoppelte Abtriebsseite aufweist.

7. Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Linse (42.1) und die zweite Linse (42.2) durch einen Luftspalt (45) voneinander getrennt sind.

8. Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Linse (42.1) eine der abzubildenden inneren Lichtverteilung zugewandte erste äußere Fläche (42.1.1) und eine dem Luftspalt (45) zugewandte erste innere Fläche (42.1.2) aufweist.

9. Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste äußere Fläche (42.1.1) eine ebene Fläche ist.

10. Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste äußere Fläche (42.1.1) konkav und/oder oder konvex gewölbt ist.

11. Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Linse (42.2) eine dem Luftspalt (45) zugewandte zweite innere Fläche (42.2.1) und eine der Projektionslinse (48) zugewandte zweite äußere Fläche (42.2.2) aufweist.

12. Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite äußere Fläche (42.2.2) eine ebene Fläche ist.

13. Kraftfahrzeugscheinwerfer-Lichtmodul (16) nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite äußere Fläche (42.2.2) konkav und/oder konvex gewölbt ist.

Claims

1. Motor vehicle headlight light module (16) which means for imaging an internal light distribution using projection optics (20) having a projection lens (48), a first lens (42.1) and a second lens (42.2), the optics being designed to image the internal light distribution as external light distribution, the projection optics (20) having a variable focal length and an actuator means (24) designed to adjust the focal length, the actuator means (24) being designed to adjust a position of at least one of the first and the second lens (42.1, 42.2) with respect to the other of the two first and second lenses, and the actuator means (24) being designed to change the position by moving, transversely to an optical axis (44) of the projection

optics (20), the first lens (42.1) against the second lens (42.2) and/or the second lens (42.2) against the first lens (42.1), and the first lens (42.1) and the second lens (42.1) being designed to react to the change in position with a change in the focal length of the projection optics (20), and the internal light distribution resulting from illumination of the micromirrors of a DMD chip (28) by means of a light source (50), **characterized in that** the motor vehicle headlight light module (16) has a dust-proof housing (16.1) and **in that** the two lenses (42.1, 42.1) are arranged in the dust-proof housing (16.1) and **in that** its interior (60) is delimited by a housing front part (62), a central support element, the DMD chip (28), a first printed circuit board (54), the projection lens (48) of the projection optics (20) and a dust-proof pressure equalization membrane (68).

2. Motor vehicle headlight light module (16) according to claim 1, **characterized in that** the projection optics (20) are designed to change, by means of the movement, a distance from the motor vehicle headlight light module (16) at which the internal light distribution is sharply imaged.

3. Motor vehicle headlight light module (16) according to claim 1, **characterized in that** the projection optics (20) have a first end position of the movement and a second end position of the movement.

4. Motor vehicle headlight light module (16) according to claim 3, **characterized in that** the projection optics (20) are designed to sharply image the internal light distribution in the first end position at a distance from the motor vehicle headlight light module (16) of between 10m and 15m.

5. Motor vehicle headlight light module (16) according to claim 3 or claim 4, **characterized in that** the projection optics (20) are designed to sharply image the internal light distribution in the second end position at a distance from the motor vehicle headlight light module (16) of between 3m and 8m.

6. Motor vehicle headlight light module (16) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the motor vehicle headlight light module (16) is designed to adjust the position using an electric motor (24.1) which drives a threaded drive (24.2) that has a drive side coupled to an electric motor (24.1) and an output side coupled to one of the two lenses.

7. Motor vehicle headlight light module (16) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the first lens (42.1) and the second lens (42.2) are separated from one another by an air gap (45).

8. Motor vehicle headlight light module (16) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the first lens (42.1) has a first outer surface (42.1.1) facing the internal light distribution to be imaged and a first inner surface (42.1.2) facing the air gap (45).

9. Motor vehicle headlight light module (16) according to claim 8, **characterized in that** the first outer surface (42.1.1) is a flat surface.

10. Motor vehicle headlight light module (16) according to claim 8, **characterized in that** the first outer surface (42.1.1) is curved concavely and/or convexly.

11. Motor vehicle headlight light module (16) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the second lens (42.2) has a second inner surface (42.2.1) facing the air gap (45) and a second outer surface (42.2.2) facing the projection lens (48).

12. Motor vehicle headlight light module (16) according to claim 11, **characterized in that** the second outer surface (42.2.2) is a flat surface.

13. Motor vehicle headlight light module (16) according to claim 11 or claim 12, **characterized in that** the second outer surface (42.2.2) is curved concavely and/or convexly.

Revendications

1. Module de lumière de phare de véhicule automobile (16) qui comprend des moyens destinés à imager une distribution intérieure de lumière et ayant une optique de projection (20) qui présente une lentille de projection (48), une première lentille (42.1) et une deuxième lentille (42.2) et qui est agencée pour imager la distribution intérieure de lumière en tant que distribution extérieure de lumière, dans lequel l'optique de projection (20) présente une distance focale variable et un moyen de mécanisme de commande (24) agencé pour régler la distance focale, dans lequel ledit moyen de mécanisme de commande (24) est agencé pour modifier une position d'au moins l'une des première et deuxième lentilles (42.1, 42.2) par rapport à l'autre des deux, première et deuxième, lentilles, et dans lequel le moyen de mécanisme de commande (24) est agencé pour modifier la position par un déplacement transversal à un axe optique (44) de l'optique de projection (20), de la première lentille (42.1) contre la deuxième lentille (42.2) et/ou de la deuxième lentille (42.2) contre la première lentille (42.1), et dans lequel la première lentille (42.1) et la deuxième lentille (42.1) sont agencées pour réagir à la modification de la position par un changement de la distance focale de l'optique de projection (20), et dans lequel la distribution intérieure de lumière résulte en éclairant les micro-miroirs d'une puce

DMD (28) par une source de lumière (50), **caractérisé par le fait que** le module de lumière de phare de véhicule automobile (16) présente un boîtier (16.1) étanche à la poussière et que les deux lentilles (42.1, 42.1) sont disposées à l'intérieur du boîtier (16.1) étanche à la poussière et que son intérieur (60) est délimité par une partie avant de boîtier (62), un élément de support central, la puce DMD (28), une première carte de circuit imprimé (54), la lentille de projection (48) de l'optique de projection (20) et une membrane d'équilibrage de pression (68) étanche à la poussière.

2. Module de lumière de phare de véhicule automobile (16) selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** l'optique de projection (20) est agencée pour modifier par le déplacement une distance d'une image nette de la distribution intérieure de lumière par rapport au module de lumière de phare de véhicule automobile (16).

3. Module de lumière de phare de véhicule automobile (16) selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** l'optique de projection (20) présente une première position terminale du déplacement et une deuxième position terminale du déplacement.

4. Module de lumière de phare de véhicule automobile (16) selon la revendication 3, **caractérisé par le fait que** l'optique de projection (20) est agencée pour imager nettement la distribution intérieure de lumière dans la première position terminale à une distance du module de lumière de phare de véhicule automobile (16), qui se situe entre 10 m et 15 m.

5. Module de lumière de phare de véhicule automobile (16) selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé par le fait que** l'optique de projection (20) est agencée pour imager nettement la distribution intérieure de lumière dans la deuxième position terminale à une distance du module de lumière de phare de véhicule automobile (16), qui se situe entre 3 m et 8 m.

6. Module de lumière de phare de véhicule automobile (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** le module de lumière de phare de véhicule automobile (16) est agencé pour régler la position au moyen d'un moteur électrique (24.1) qui entraîne un entraînement fileté (24.2) lequel présente un côté moteur couplé au moteur électrique (24.1) et un côté de sortie couplé à l'une des deux lentilles.

7. Module de lumière de phare de véhicule automobile (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** la première lentille (42.1) et la deuxième lentille (42.2) sont séparées l'une de l'autre par un intervalle d'air (45).

8. Module de lumière de phare de véhicule automobile (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** la première lentille (42.1) présente une première surface extérieure (42.1.1) tournée vers la distribution intérieure de lumière à imager ainsi qu'une première surface intérieure (42.1.2) tournée vers l'intervalle d'air (45).

9. Module de lumière de phare de véhicule automobile (16) selon la revendication 8, **caractérisé par le fait que** la première surface extérieure (42.1.1) est une surface plane.

10. Module de lumière de phare de véhicule automobile (16) selon la revendication 8, **caractérisé par le fait que** la première surface extérieure (42.1.1) est bombée de manière concave et/ou convexe.

11. Module de lumière de phare de véhicule automobile (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** la deuxième lentille (42.2) présente une deuxième surface intérieure (42.2.1) tournée vers l'intervalle d'air (45) ainsi qu'une deuxième surface extérieure (42.2.2) tournée vers la lentille de projection (48).

12. Module de lumière de phare de véhicule automobile (16) selon la revendication 11, **caractérisé par le fait que** la deuxième surface extérieure (42.2.2) est une surface plane.

13. Module de lumière de phare de véhicule automobile (16) selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12, **caractérisé par le fait que** la deuxième surface extérieure (42.2.2) est bombée de manière concave et/ou convexe.

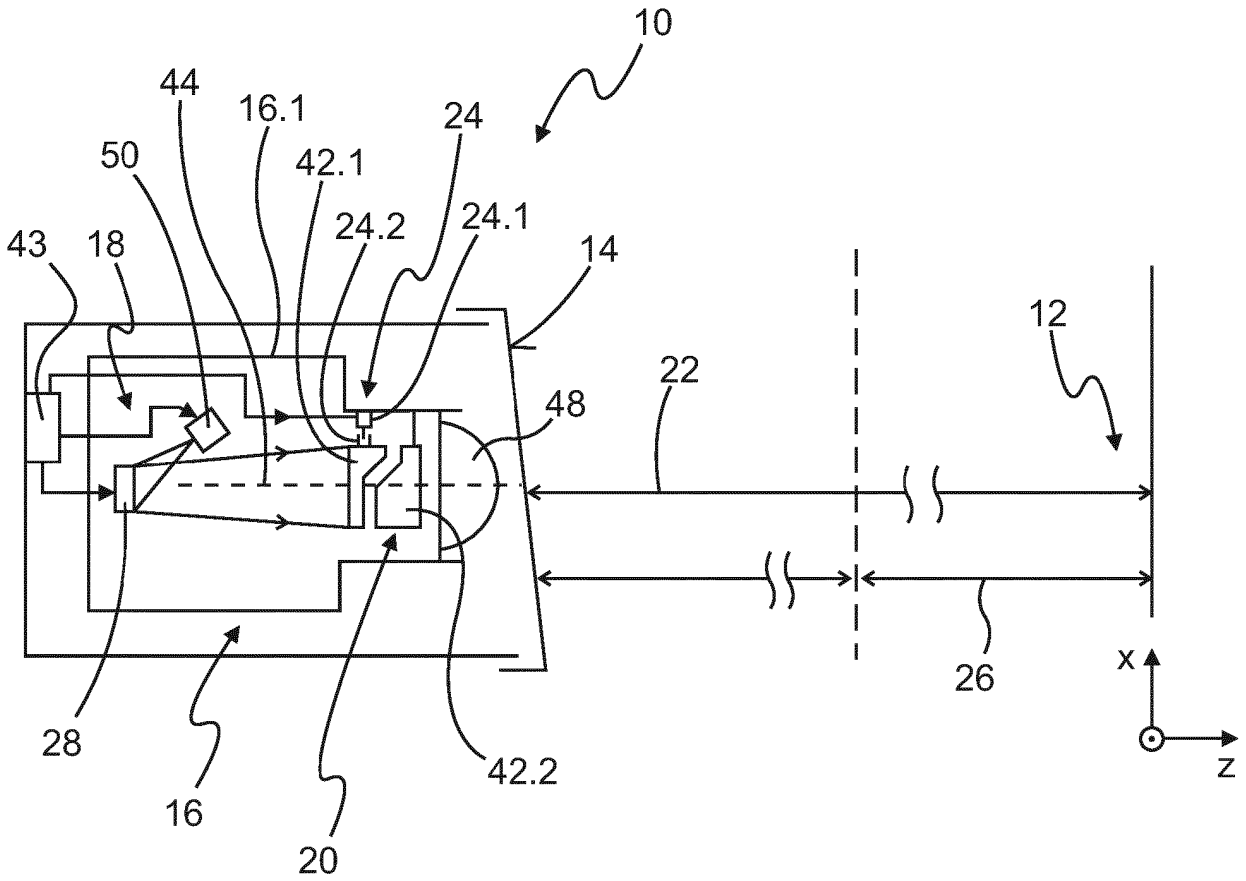

Fig. 1

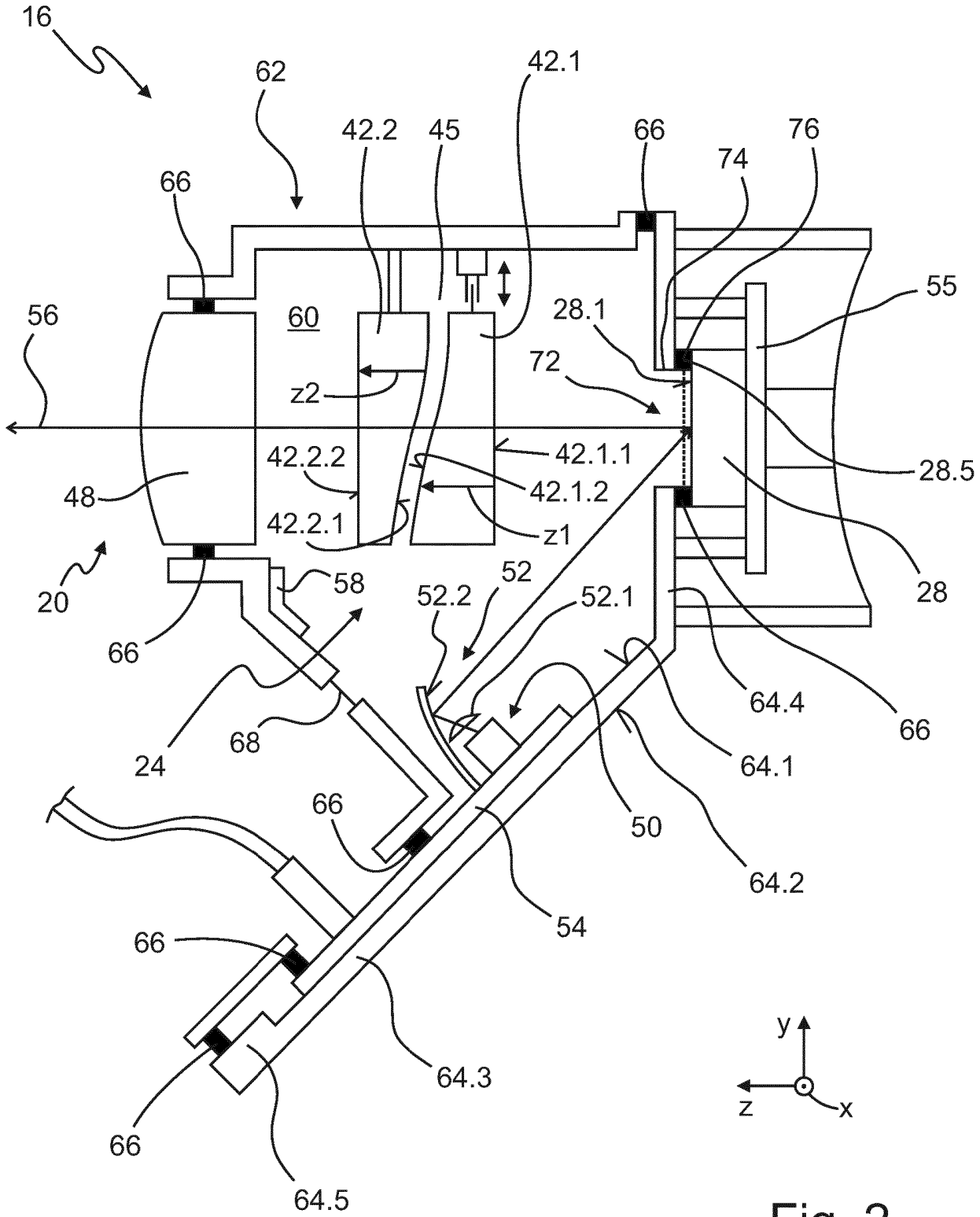
16
62
42.1
42.2
45
66
76
74
66
55
56
60
28.1
72
z2
42.2.2
42.1.1
28.5
48
42.1.2
42.2.1
z1
28
20
58
52
52.2
52.1
66
64.4
66
24
68
64.1
66
50
64.2
54
66
64.3
66
64.5
y
z
x

Fig. 2

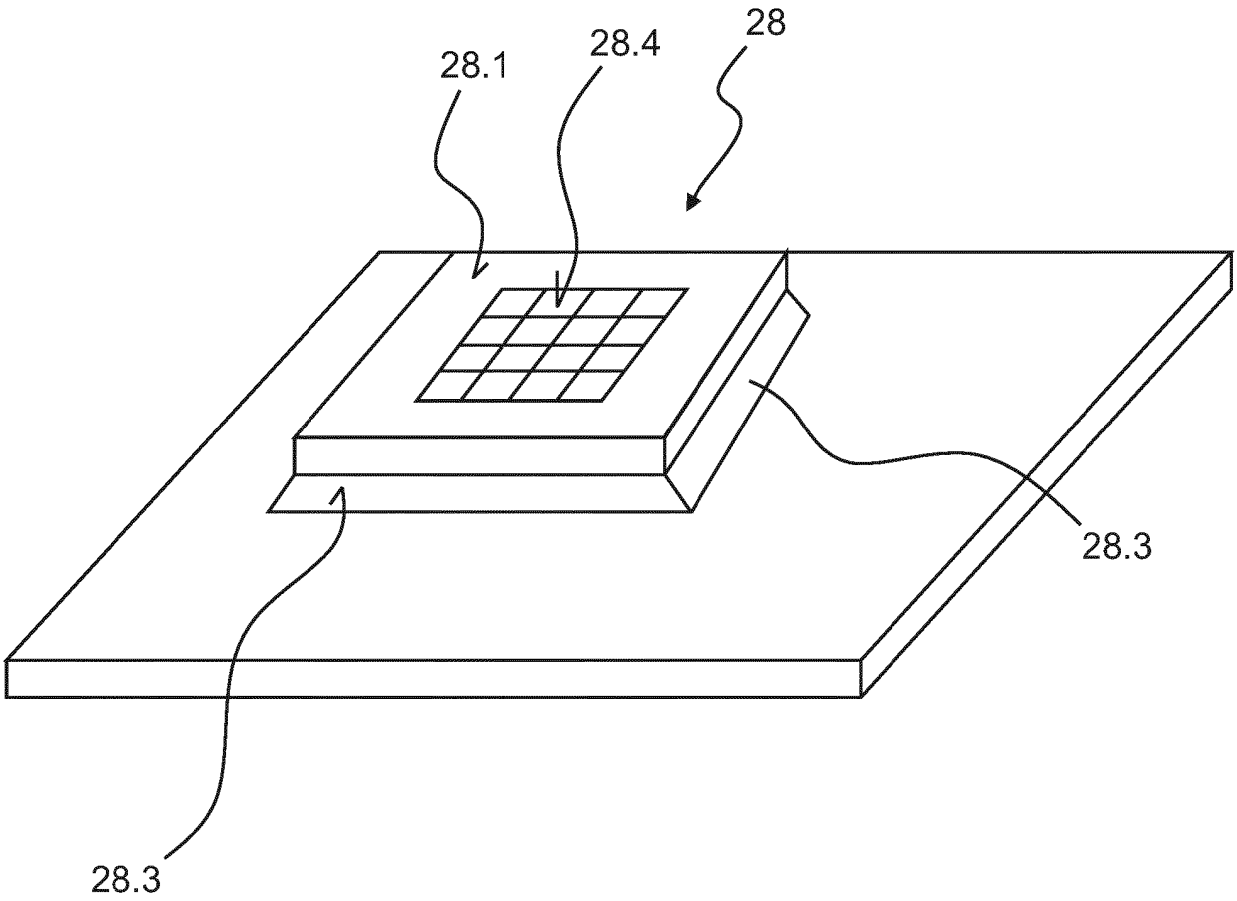

Fig. 3

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 102014213636 A1 **[0002]**
- DE 102017203573 A1 **[0002] [0006]**
- DE 1290357 A **[0003] [0004] [0048]**
- EP 3301497 A1 **[0005]**
- DE 102016108675 A1 **[0005]**
- DE 102011087306 A1 **[0005]**