



(10) **DE 10 2010 008 756 A1** 2011.06.30

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 008 756.4**

(22) Anmeldetag: **17.02.2010**

(43) Offenlegungstag: **30.06.2011**

(51) Int Cl.: **G02B 7/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Carl Zeiss Laser Optics GmbH, 73447,
Oberkochen, DE**

(74) Vertreter:

Witte, Weller & Partner, 70173, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

**Holderer, Hubert, 73447, Oberkochen, DE; Abele,
Klaus, 73527, Schwäbisch Gmünd, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

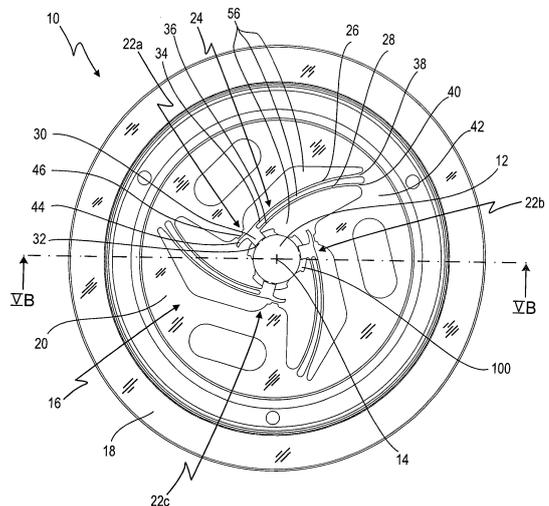
DE	102008026979	B3
DE	102006060088	A1
US	2005/1 28 607	A1
JP	10-1 86 198	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Optische Anordnung**

(57) Zusammenfassung: Eine optische Anordnung (10) weist ein optisches Element (12) und eine Fassung (16) auf, an der das optische Element (12) festgelegt ist. Das optische Element (12) ist an der Fassung (16) über zumindest ein nachgiebiges Lager (22a-c) festgelegt, wobei das Lager (22a-c) eine Federbeinanordnung (24) aufweist, die ein erstes Federbein (26) und zumindest ein zweites Federbein (28) und einen Kontaktbereich (30) aufweist, an dem das optische Element (12) an einer Kontaktstelle (32) festgelegt ist. Das erste und das zweite Federbein (26, 28) sind mit einem jeweiligen ersten Ende (34, 36) mit dem Kontaktbereich (30) verbunden und mit einem jeweiligen vom Kontaktbereich (30) abgewandten zweiten Ende (38, 40) mit einem äußeren Fassungsring (42) verbunden. Das erste und das zweite Federbein (26, 28) erstrecken sich ausgehend von dem Kontaktbereich (30), in Richtung ihrer Nachgiebigkeit voneinander beabstandet, zur selben Seite von dem Kontaktbereich (30) weg und im Wesentlichen parallel zueinander. (Fig. 5A)



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine optische Anordnung, mit einem optischen Element und mit einer Fassung, an der das optische Element festgelegt ist, wobei das optische Element an der Fassung über zumindest ein nachgiebiges Lager festgelegt ist, wobei das Lager eine Federbeinanordnung aufweist, die ein erstes Federbein und zumindest ein zweites Federbein und einen Kontaktbereich aufweist, an dem das optische Element an einer Kontaktstelle festgelegt ist, wobei das erste und das zweite Federbein mit einem jeweiligen ersten Ende mit dem Kontaktbereich fest verbunden und mit einem jeweiligen vom Kontaktbereich abgewandten zweiten Ende mit einem äußeren Fassungsbereich verbunden sind.

[0002] Eine solche optische Anordnung ist allgemein durch ihre Verwendung bekannt.

[0003] Eine optische Anordnung der eingangs genannten Art kann insbesondere ein optisches Element aufweisen, das verhältnismäßig klein ist, das beispielsweise eine kleine Linse mit kreisförmigem oder eckigem Umfang ist. Unter einem "kleinen" optischen Element, beispielsweise einer "kleinen" Linse, wird hier verstanden, dass im Falle eines kreisförmigen optischen Elements der Durchmesser beispielsweise im Bereich von etwa 5 mm bis etwa 30 mm liegt.

[0004] In optischen Systemen, in denen eine optische Anordnung der eingangs genannten Art verwendet werden kann, werden zur Korrektur von Abbildungsfehlern zuweilen so genannte Dubletten eingesetzt, worunter zwei Linsen zu verstehen sind, die einen sehr kleinen Luftabstand von beispielsweise weniger als 1 mm aufweisen, wobei der Luftabstand typischerweise im Bereich von 10 µm bis etwa 100 µm liegt. Diese Dublettenlinsen haben einen großen Einfluss auf die gesamten Bildfehler des optischen Systems. Die vorliegende Erfindung ist insbesondere für optische Anordnungen, die Dublettenlinsen aufweisen, geeignet.

[0005] Neben einer guten Material- und Oberflächenqualität, die die optischen Elemente aufweisen sollten, sollte auch durch die Fassung möglichst keine Beeinträchtigung der korrekten Position und der Oberflächenform des oder der optischen Elemente induziert werden, und insbesondere sollte auch eine spannungsinduzierte Doppelbrechung vermieden werden.

[0006] Die Anforderungen an die lagestabile Position des optischen Elements, an die Beibehaltung der Oberflächenform und an die Vermeidung von spannungsinduzierter Doppelbrechung sind teilweise schwierig miteinander zu vereinen. Für eine lagestabile Positionierung ist eine stabile Verbindung zwi-

schen dem optischen Element und der Fassung erforderlich, jedoch kann eine stabile Verbindung des optischen Elements mit der Fassung im optischen Element Spannungen induzieren, die die Oberflächenform verändern und Doppelbrechung erzeugen. Diese zueinander gegenläufigen Effekte verstärken sich weiterhin dann, wenn sich das optische Element und/oder die Fassung während des Betriebs aufgrund von Absorption erwärmt. Durch die Erwärmung dehnt sich das optische Element aus, wodurch ebenfalls Spannungen in dem optischen Element erzeugt werden können, die die optischen Eigenschaften des optischen Elements beeinträchtigen.

[0007] Herkömmliche optische Anordnungen weisen eine Fassung auf, die beispielsweise als Ring ausgebildet ist, und an der ein ringförmiger Absatz ausgebildet ist, auf den das optische Element mit seinem Außenumfang axial aufgelegt wird. Zwischen dem Außenumfang des optischen Elements und dem eigentlichen Körper der Fassung verbleibt ein Spalt frei, der mit einem Klebstoff ausgefüllt wird, um das optische Element mit der Fassung zu fügen. Bedingt durch die Umgebungsbedingungen im Objektiv (Luftfeuchte, kurzweiliges Licht) ändert sich das Volumen des Klebers, und das Kräftegleichgewicht zwischen der Fassung und der Linse wird verändert, woraus Änderungen in der Linsenform und/oder -position entstehen können, die die optischen Eigenschaften beeinträchtigen.

[0008] Gegenüber diesen herkömmlichen optischen Anordnungen sind auch optische Anordnungen bekannt, bei denen das optische Element an der Fassung über zumindest ein, üblicherweise drei, in Umfangsrichtung um das optische Element verteilt angeordnete(n) nachgiebige(n) Lager festgelegt ist. Jedes der Lager weist dabei eine Federbeinanordnung auf, die ein erstes Federbein und zumindest ein zweites Federbein aufweist, wobei das erste Federbein und das zumindest eine zweite Federbein sich beidseits eines Kontaktbereiches, über den die Federbeinanordnung mit dem optischen Element verbunden ist, weg erstrecken und mit ihren anderen Enden mit einem äußeren Fassungsbereich verbunden sind. Eine solche Federbeinanordnung wird auch als doppelseitiges Federbein bezeichnet.

[0009] Die Ausgestaltung eines nachgiebigen Lagers mit einem doppelseitigen Federbein lässt sich jedoch für sehr kleine Linsen, beispielsweise Linsen in dem oben angegebenen Durchmesserbereich, nicht ohne Weiteres verwenden. Da die Dicke der doppelseitigen Federbeine fertigungstechnisch auf etwa 0,2 bis etwa 0,3 mm beschränkt ist, andererseits aber die maximal mögliche Länge der doppelseitigen Federbeine durch die zwei benachbarten Federbeinanordnungen der jeweils beiden anderen Lager eingegrenzt wird, kann mit einer solchen doppelseitigen Federbeinanordnung keine ausreichende Nach-

giebigkeit der Lager erreicht werden. Eine Deformation des doppelseitigen Federbeins aufgrund einer Wärmeausdehnung des optischen Elements führt daher zu unerwünschten hohen Spannungen in der Federbeinanordnung, durch die auf das optische Element eine entsprechend hohe Druckkraft ausgeübt wird, die Doppelbrechung induzieren und außerdem das optische Element verformen kann.

[0010] Für kleine optische Elemente wurde daher weiterhin vorgeschlagen, die zuvor genannten doppelseitigen Federbeine durch einfache, einseitige Federbeine zu ersetzen, d. h. von dem Kontaktbereich erstreckt sich nur ein Federbein zu einer Seite des Kontaktbereiches weg und ist mit dem anderen Ende mit dem Fassungskörper fest verbunden. Das zuvor genannte Raumproblem besteht bei dieser Ausgestaltung der Federbeinanordnungen nicht mehr, d. h. das einzelne Federbein kann im Vergleich zu den beiden Federbeinen des doppelseitigen Federbeins länger sein, wodurch es bei gleichzeitig größerer möglicher Deformation weniger Spannungen auf das optische Element ausübt als ein doppelseitiges Federbein.

[0011] Aber auch die Ausgestaltung der Federbeinanordnung mit nur einem einseitigen Federbein hat Nachteile. Ein erster Nachteil besteht darin, dass bei einer thermisch bedingten Ausdehnung des optischen Elements relativ zur Fassung die Kontaktstelle zwischen dem Kontaktbereich und dem optischen Element mit einem Biegemoment beaufschlagt wird, das zur Abschälung der Klebung oder der Lötung, mittels der das optische Element an dem Kontaktbereich gefügt ist, führen kann. Dadurch ist die Lagestabilität des optischen Elements nicht gewährleistet. Ein weiterer Nachteil ist, dass das einseitige einfache Federbein keine ausreichende Steifigkeit besitzt, um Resonanzen in der optischen Anordnung bei Schwingungen/Vibrationen des Systems, in dem die optische Anordnung verwendet wird, zu vermeiden. Resonanzen in der optischen Anordnung führen zu Positionsschwankungen des optischen Elements, die die optischen Eigenschaften beeinträchtigen. Eine höhere Steifigkeit kann durch eine geringere Länge des Federbeins erreicht werden, jedoch wieder unter dem vorstehend genannten Nachteil des schlechteren Verhältnisses aus Deformation zur Spannung in dem Federbein.

[0012] Somit ist auch diese Art der Festlegung des optischen Elements an der Fassung über Federbeinanordnungen, die einseitige Federbeine aufweisen, hinsichtlich der oben genannten Anforderungen nicht zufriedenstellend.

[0013] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine optische Anordnung der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, dass das

optische Element durch die Fassung möglichst positionsstabil und möglichst spannungsfrei gehalten wird.

[0014] Diese Aufgabe wird hinsichtlich der eingangs genannten optischen Anordnung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das erste und das zweite Federbein sich ausgehend von dem Kontaktbereich zur selben Seite von dem Kontaktbereich weg, in Richtung ihrer Nachgiebigkeit voneinander beabstandet, und im Wesentlichen parallel zueinander erstrecken.

[0015] Die Federbeinanordnung des zumindest einen Lagers der erfindungsgemäßen optischen Anordnung weist somit ein Parallelfederbein auf, wobei sich das Parallelfederbein, das aus zumindest zwei parallelen Federbeinen gebildet wird, bezüglich des Kontaktbereiches einseitig von diesem weg erstreckt. Gegenüber den Federbeinanordnungen der bekannten optischen Anordnungen, die jeweils nur ein einfaches, einseitiges Federbein aufweisen, hat das Parallelfederbein der erfindungsgemäßen optischen Anordnung den Vorteil, dass sich bei einer Ausdehnung des optischen Elements kein resultierendes Drehmoment an der Kontaktstelle zwischen dem Kontaktbereich und dem optischen Element einstellt, das zur Ablösung der Klebung oder Lötung an der Kontaktstelle Anlass gibt. Das Parallelfederbein erzeugt nämlich, bedingt durch seine Bauart, schon selbst ein Moment in dem Kontaktbereich, das dazu führt, dass der Kontaktbereich nur noch eine translatorische Bewegung ausführen kann, die lediglich zu einer Drehung des optischen Elements führt, ohne dass sich der Mittelpunkt des optischen Elements verschiebt. Die von dem ersten Federbein und dem zumindest einen zweiten Federbein auf den Kontaktbereich ausgeübten Kräfte sind gleich groß, wirken jedoch in entgegengesetzter Richtung auf den Kontaktbereich. Aus dem Abstand der beiden Federbeine voneinander in Richtung ihrer Nachgiebigkeit ergibt sich dann ein Drehmoment, das dem Drehmoment, das von dem optischen Element bei dessen Ausdehnung erzeugt wird, entgegenwirkt. Es entsteht dann kein resultierendes Drehmoment in der Kontaktstelle zwischen dem Kontaktbereich und dem optischen Element.

[0016] Ein weiterer Vorteil des Parallelfederbeins der erfindungsgemäßen optischen Anordnung besteht in der höheren Eigensteifigkeit einer solchen Federbeinanordnung gegenüber einer Federbeinanordnung mit einem einfachen, einseitigen Federbein. Die höhere Eigensteifigkeit einer solchen Federbeinanordnung gewährleistet zum einen per se eine bessere Positionsstabilität des optischen Elements in der Fassung als eine Federbeinanordnung mit geringerer Eigensteifigkeit. Darüber hinaus wird durch die höhere Eigensteifigkeit des bzw. der Lager, das bzw. die die Parallelfederbeinanordnung aufweist bzw. aufweisen, die Eigenfrequenz der optischen Anordnungen zu höheren Frequenzen hin verschoben. Dies hat

den Vorteil, dass Schwingungen oder Vibrationen im optischen System, in dem die optische Anordnung verbaut ist, nicht zu Eigenschwingungen der optischen Anordnung führen können, wodurch die Lagestabilität des optischen Elements gegenüber Schwingungen und Vibrationen verbessert ist.

[0017] Aufgrund der höheren Eigensteifigkeit des Parallelfederbeins können die einzelnen Federbeine des Parallelfederbeins mit größerer Länge ausgeführt werden, was wiederum den Vorteil hat, dass ein günstigeres Verhältnis aus Deformation zur Spannung in der Federbeinanordnung erreicht wird, d. h. auch größere Auslenkungen der Federbeinanordnung bei einer radialen Ausdehnung des optischen Elements führen weniger stark zu Spannungen in der Federbeinanordnung, die zu Spannungen in dem optischen Element und insbesondere zu spannungsinduzierter Doppelbrechung in dem optischen Element Anlass geben können.

[0018] Die Federbeine sind vorzugsweise als Blattfedern ausgebildet, können jedoch auch drahtförmig, durch Schlitzte in der Fassung oder dergleichen ausgebildet sein.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weisen das erste und das zweite Federbein zwischen ihrem jeweiligen ersten Ende und ihrem jeweiligen zweiten Ende jeweils eine Krümmung in der Ebene ihrer Nachgiebigkeit auf.

[0020] Die Ausgestaltung des Parallelfederbeins, bei der die Federbeine zueinander parallel verlaufend gekrümmt sind, ist besonders in Bezug auf die Biegemomentfreiheit im Bereich der Kontaktstelle des optischen Elements mit dem Kontaktbereich vorteilhaft.

[0021] Dabei ist es weiterhin bevorzugt, wenn die Krümmungen der Federbeine vom optischen Element aus gesehen konkav sind.

[0022] Die vom optischen Element aus gesehen konkave Ausgestaltung der Parallelfederbeinanordnung hat den Vorteil einer besseren Rückstellwirkung der Parallelfederbeinanordnung nach radialer Ausdehnung, beispielsweise, wenn sich die optische Anordnung nach dem Betrieb wieder abkühlt.

[0023] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weisen die Federbeine eine im Wesentlichen gleiche Länge auf.

[0024] Die Ausgestaltung der Parallelfederbeinanordnung mit im Wesentlichen gleich langen Federbeinen hat den Vorteil einer besseren Bestimmbarkeit der Federeigenschaften des Parallelfederbeins als Ganzes.

[0025] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist zumindest eines der Federbeine über seine Länge eine unterschiedliche Dicke und/oder Form auf, derart, dass in dem Federbein bei Verschiebung des Kontaktbereiches eine gleichmäßige Spannungsverteilung herrscht.

[0026] Vorzugsweise weisen beide Federbeine der Parallelfederbeinanordnung über ihre Länge eine unterschiedliche Dicke und/oder Form auf, so dass in den Federbeinen eine gleichmäßige Spannungsverteilung bei Verschiebung des Kontaktbereiches herrscht.

[0027] Gleichmäßig dicke Federbeine haben den Nachteil, dass sie bei Deformation in der Nähe ihrer Verbindung zum Fassungskörper höhere Spannungen erzeugen als beispielsweise in der Längemitte der Federbeine. Hierdurch wird das Verhältnis von Deformationsweg zu Steifigkeit begrenzt. Mit anderen Worten muss die Steifigkeit verringert werden, um bei einer gegebenen Deformation die entstehenden Spannungen gering zu halten. Wird jedoch der Form- und/oder Dickenverlauf des Federbeins über seine Länge unterschiedlich ausgelegt, können selbst bei maximaler Auslenkung die gleichen Biegespannungen über die gesamte Länge des Federbeins herrschen. Insbesondere werden dadurch plastische Verformungen der Parallelfederbeinanordnung vermieden, die zu Spannungsänderungen der Einspannung des optischen Elements und dabei zu einer Verlagerung des optischen Elements aus seiner optimalen Lage heraus führen können. Um die Federbeine der Parallelfederbeinanordnung über ihre Länge mit unterschiedlichen Dicken und/oder Formen herstellen zu können, wird die Fassung vorzugsweise monolithisch hergestellt, wobei die Federbeine beispielsweise durch Drahterosion mit dem gewünschten Dicken- und/oder Formverlauf aus dem Vollmaterial herausgearbeitet werden.

[0028] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist die Fassung drei nachgiebige Lager auf, von denen jedes eine Federbeinanordnung aufweist, wobei jeweils zwei benachbarte der drei Kontaktbereiche der drei Lager um das optische Element herum vorzugsweise um 120° zueinander versetzt sind.

[0029] In diesem Fall weist jedes der drei nachgiebigen Lager jeweils eine Federbeinanordnung auf, die jeweils als Parallelfederbein ausgebildet ist. Die drei Parallelfederbeine sind dabei in gleicher Richtung orientiert angeordnet, d. h. das Parallelfederbein jedes der Lager erstreckt sich von dem jeweiligen Kontaktbereich in Umfangsrichtung um das optische Element gesehen in gleicher Richtung von diesem weg. Eine thermisch bedingte Ausdehnung des optischen Elements oder der Fassung führt dabei lediglich zu einer Rotation des optischen Elements um seine Achse, und dies ohne Verlagerung des Mittelpunkts des

optischen Elements aus seiner gewünschten Position.

[0030] Alternativ zu der zuvor genannten Ausgestaltung kann die Fassung zumindest vier nachgiebige Lager aufweisen, von denen jedes eine Federbeinordnung aufweist, wobei jeweils zwei benachbarte der zumindest vier Kontaktbereiche der zumindest vier Lager um das optische Element herum vorzugsweise um 90° zueinander versetzt sind.

[0031] Auch bei dieser Ausgestaltung sind die Parallelfederbeinordnungen der zumindest vier nachgiebige Lager in gleicher Richtung um das optische Element herum orientiert. Eine höhere Anzahl von nachgiebigen Lagern als vier ist ebenfalls im Rahmen der Erfindung möglich, wobei mehrere oder alle der Lager eine erfindungsgemäße Federbeinordnung aufweisen.

[0032] Vorzugsweise sind im Fall der zuvor genannten Ausgestaltungen mit drei oder vier nachgiebige Lagern die drei bzw. vier Federbeinordnungen untereinander identisch ausgebildet.

[0033] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist die optische Anordnung eine Eigenfrequenz von größer als 1000 Hz, vorzugsweise größer als 2000 Hz, auf.

[0034] Diese Eigenschaft der erfindungsgemäßen optischen Anordnung hat den Vorteil, dass Vibrationen oder Schwingungen des optischen Systems, in dem die optische Anordnung verbaut ist, deren Frequenzen unter 1000 Hz liegen, nicht zur Anregung von Resonanzen in der optischen Anordnung führen können. Die hohe Eigenfrequenz von größer als 1000 Hz wird gerade durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der optischen Anordnung mit Parallelfederbeine ermöglicht, weil diese bei gleichzeitig hoher Nachgiebigkeit eine hohe Eigensteifigkeit besitzen.

[0035] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist die optische Anordnung ein zweites optisches Element und eine diesem zugeordnete zweite Fassung auf, wobei das erste optische Element von dem zweiten optischen Element in Lichtausbreitungsrichtung um weniger als 1 mm beabstandet ist, und wobei die erste Fassung eine erste Anzahl an ersten Lagern für das erste optische Element und die zweite Fassung eine zweite Anzahl an zweiten Lagern für das zweite optische Element aufweisen, wobei die erste Anzahl von der zweiten Anzahl verschieden ist.

[0036] Diese Ausgestaltung eignet sich besonders vorteilhaft für die Fassung einer Dublette, wobei die beiden einzelnen Linsen der Dublette vorzugsweise mit jeweils einer Fassung gemäß der Erfindung eingefasst sind. Die unterschiedliche Anzahl von nachgiebigen Lagern für die beiden optischen Elementen

te, die erfindungsgemäß jeweils mit einem Parallelfederbein ausgestaltet sind, hat den Vorteil, dass hierdurch unterschiedliche Bewegungsmoden und Eigenfrequenzen generiert werden und dadurch die gegenseitige Anregung der beiden Fassungen vermieden wird.

[0037] Die nachfolgenden Ausgestaltungen tragen einem weiteren Aspekt der erfindungsgemäßen optischen Anordnung Rechnung. Wenn das optische Element an der Kontaktstelle durch Klebung mit dem Kontaktbereich gefügt ist, muss darauf geachtet werden, dass der Klebstoff nicht durch die Bestrahlung mit Nutzlicht zerstört wird. Kurzwelliges Licht (Wellenlänge < 400 nm, vor allem Licht im UV-Bereich) zerstört Klebstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis, indem die Kohlenwasserstoffbindungen aufgebrochen werden. Die Zerstörung des Klebstoffes hat zur Folge, dass der Kontakt zwischen dem optischen Element und den Kontaktbereichen der Fassung verlorengeht und das optische Element nicht mehr in seiner Position gehalten wird. Darüber hinaus können aufgebrochene Kohlenwasserstoffverbindungen ausgasen und beispielsweise die Oberflächen des oder der optischen Elemente kontaminieren und somit die Transmission oder die Abbildungseigenschaften beeinträchtigen. Daher ist bei der vorliegenden Erfindung vorzugsweise vorgesehen, dass die Kontaktstelle zwischen Kontaktbereich und optischem Element vor Lichteinfluss geschützt wird.

[0038] Dazu ist in einer ersten bevorzugten Ausgestaltung dieses Aspekts vorgesehen, dass ein Umfangsrand des optischen Elements zumindest im Bereich der zumindest einen Kontaktstelle mit einer reflektierenden und/oder absorbierenden Beschichtung versehen ist.

[0039] Diese Maßnahme verhindert vorteilhafterweise, dass Licht aus dem optischen Element selbst heraus "von innen" auf die Kontaktstelle auftrifft. Solches "inneres Licht" kann durch Streuung im optischen Material des optischen Elements erzeugt werden.

[0040] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist eine Blende vorhanden, die die zumindest eine Kontaktstelle gegen Streu-/Falschlicht abschattet.

[0041] Diese Maßnahme verhindert vorteilhafterweise, dass "äußeres Licht", d. h. Streu- oder Falschlicht, das von anderen optischen Elementen des optischen Systems, von der Fassung des optischen Elements oder anderen Fassungen anderer optischer Elemente herrührt, auf die Kontaktstelle trifft.

[0042] Vorzugsweise werden die beiden zuvor genannten Ausgestaltungen auch miteinander kombiniert.

[0043] In einer Weiterbildung der zuletzt genannten Ausgestaltung ist die Blende in nächster Nähe zu der zumindest einen Kontaktstelle angeordnet, wobei die Blende auch als Beschichtung auf einem optischen Element ausgebildet sein kann, das sich in nächster Nähe zu der Kontaktstelle befindet.

[0044] Grundsätzlich ist es vorteilhaft, wenn die Blende in geringem Abstand zur Kontaktstelle angeordnet ist, damit auch ein großer Streulichtanteil abgeschirmt werden kann.

[0045] Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und der beigegebenen Zeichnung.

[0046] 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.

[0047] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden mit Bezug auf diese hiernach näher beschrieben. Es zeigen:

[0048] [Fig. 1](#) eine optische Anordnung gemäß dem Stand der Technik in einer Prinzipdarstellung;

[0049] [Fig. 2](#) die optische Anordnung in [Fig. 1](#) im Fall, dass sie ein kleines optisches Element aufweist;

[0050] [Fig. 3](#) eine weitere optische Anordnung gemäß dem Stand der Technik in einer Prinzipdarstellung;

[0051] [Fig. 4](#) einen Ausschnitt der optischen Anordnung in [Fig. 3](#) zur Erläuterung der Folgen einer Wärmeausdehnung des optischen Elements der optischen Anordnung in [Fig. 3](#);

[0052] [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) eine optische Anordnung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei [Fig. 5A](#) eine Draufsicht auf und [Fig. 5B](#) einen Schnitt durch die optische Anordnung entlang der Linie VB-VB in [Fig. 5A](#) zeigt;

[0053] [Fig. 6a](#)) bis [Fig. 6c](#)) eine Prinzipdarstellung eines Ausschnitts der optischen Anordnung in [Fig. 5A](#), [Fig. 5B](#), zur Erläuterung der Folgen einer Wärmeausdehnung des optischen Elements der optischen Anordnung in [Fig. 5A](#), [Fig. 5B](#);

[0054] [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) eine optische Anordnung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei [Fig. 7A](#) eine Draufsicht auf und [Fig. 7B](#) einen Schnitt durch die optische Anordnung entlang der Linie VIII-B-VIII-B in [Fig. 7A](#) zeigt; und

[0055] [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) eine optische Anordnung, die eine Kombination der optischen Anordnungen gemäß [Fig. 5A](#), [Fig. 5B](#) und [Fig. 7A](#), [Fig. 7B](#) darstellt, wobei [Fig. 8A](#) eine Draufsicht auf und [Fig. 8B](#) einen Schnitt durch die optische Anordnung entlang der Linie VIII-B-VIII-B in [Fig. 8A](#) zeigt.

[0056] In [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) sind optische Anordnungen gemäß dem Stand der Technik dargestellt.

[0057] In [Fig. 1](#) ist eine optische Anordnung **200** in einer Prinzipdarstellung gezeigt. Die optische Anordnung **200** weist ein optisches Element **202** auf, das eine optische Achse **204** (senkrecht zur Zeichenebene) definiert. Die optische Anordnung **200** weist ferner eine Fassung **206** auf, die in [Fig. 1](#) und auch in den weiteren [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) lediglich schematisch als raumfeste Bezugspunkte dargestellt ist.

[0058] Das optische Element **202** ist an der Fassung **206** über drei Lager **208a**, **208b** und **208c** festgelegt. Jedes Lager **208a**, **208b** und **208c** ist in Bezug auf die optische Achse **204** radial nachgiebig.

[0059] Die Lager **208a**, **208b** und **208c** weisen jeweils eine Federbeinanordnung **210a**, **210b** und **210c** auf. Da die drei Lager **208a**, **208b** und **208c**, die am Außenumfang des optischen Elements **202** gleichmäßig verteilt angeordnet sind, d. h. paarweise einen Winkelabstand von 120° zueinander aufweisen, und auch die Federbeinanordnungen **210a**, **210b** und **210c** untereinander gleich ausgebildet sind, wird nachfolgend nur die Federbeinanordnung **210a** näher beschrieben.

[0060] Die Federbeinanordnung **210a** ist in Form eines doppelseitigen Federbeins ausgebildet und weist ein erstes Federbein **212** und ein zweites Federbein **214** auf. Die Federbeine **212** und **214** erstrecken sich ausgehend von einem Kontaktbereich **216**, über den die Federbeinanordnung **210a** mit dem optischen Element **202** fest verbunden ist, zu beiden Seiten des Kontaktbereiches **216** und sind mit ihrem jeweiligen, von dem Kontaktbereich **216** abgewandten Ende **218** bzw. **220** am Körper der Fassung **206** festgelegt.

[0061] In [Fig. 1](#) ist mit durchgezogenen Linien der Grundzustand der optischen Anordnung **200** dargestellt, in dem die Federbeinanordnungen **210a**, **210b** und **210c** im Wesentlichen entspannt sind. Dehnt sich von diesem Zustand aus das optische Element **202** radial in Bezug auf die optische Achse **204** aus (unterbrochene Linien), werden die Federbeinanordnungen **210a**, **210b** und **210c** entsprechend radial von der optischen Achse **204** weg gespannt.

[0062] Die Ausgestaltung der Federbeinanordnungen **210a**, **210b** und **210c** als doppelseitige Federbeine lässt sich bei kleinen optischen Elementen, wie in [Fig. 2](#) dargestellt ist, nicht mit entsprechender Länge

der einzelnen Federbeine ausführen. In **Fig. 2** weist das optische Element **202'** einen gegenüber dem optischen Element **202** in **Fig. 1** wesentlich geringeren Durchmesser auf. Bei einem derartig kleinen optischen Element **202'** müssen sich die Federbeinanordnungen **210a'**, **210b'** und **210c'** gegenseitig kreuzen. Dies ist jedoch mechanisch und fertigungstechnisch nicht realisierbar.

[0063] Gemäß **Fig. 3** ist daher im Stand der Technik vorgeschlagen worden, bei einer optischen Anordnung **200''** zur Festlegung des optischen Elements **202''** an der Fassung **206''** Federbeinanordnungen **210a''**, **210b''** und **210c''** zu verwenden, die anstelle eines doppelseitigen Federbeins nur ein einseitiges Federbein **218''** aufweisen, so dass die Federbeinanordnungen **210a''**, **210b''** und **210c''** nur an jeweils einer Stelle **220''**, wie für die Federbeinanordnung **210a''** gezeigt ist, mit der Fassung **206''** fest verbunden sind.

[0064] Hierdurch werden auch bei kleiner Größe des optischen Elements **202''** mechanische Interferenzen der Federbeinanordnungen **210a''**, **210b''** und **210c''** vermieden. Außerdem sind die Federbeinanordnungen **210a''**, **210b''** und **210c''** wegen ihrer nur einseitigen Verbindung mit der Fassung **206''** weicher bzw. weisen eine geringere Federhärte auf, d. h. die Federbeinanordnungen **210a''**, **210b''** und **210c''** weisen eine geringere Eigensteifigkeit auf, die zu Eigenfrequenzen der optischen Anordnung **200''** bei tieferen Frequenzen Anlass gibt.

[0065] Die Ausgestaltung gemäß **Fig. 3** hat des Weiteren den Nachteil, wie in **Fig. 4** dargestellt ist, dass auf den Kontaktbereich **216''**, genauer gesagt eine Kontaktstelle **222''**, mit der das optische Element **202''** gefügt ist, bei einer Ausdehnung des optischen Elements **202''** (unterbrochene Linien in **Fig. 3**) Biegemomente wirken, wie mit einem Pfeil **224''** angedeutet ist, wodurch sich in der Kontaktstelle **222''** eine Spannungsverteilung einstellt, die mit Pfeilen **226''** angedeutet ist, die zu Zugspannungen auf die Kontaktstelle **222''** führen. Derartige Zugspannungen können eine Abschälung beispielsweise des Klebstoffes oder des Lotes, mit dem der Kontaktbereich **216''** an das optische Element **202''** gefügt ist, hervorrufen, wodurch eine lagestabile Lagerung des optischen Elements **202''** an der Fassung **206''** nicht mehr gewährleistet ist.

[0066] Nachfolgend werden erfindungsgemäße optische Anordnungen mit Bezug auf die weiteren **Fig. 5** bis **Fig. 8** beschrieben, bei denen die vorstehend genannten Nachteile des Standes der Technik vermieden werden.

[0067] **Fig. 5A** und **Fig. 5B** zeigen eine optische Anordnung **10**, mit einem optischen Element **12**, das

hier eine optische Achse **14** definiert, und mit einer Fassung **16**.

[0068] Das optische Element **12** ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel eine plan-konvexe Linse mit kreisförmigem Umfang. Das optische Element **12** ist insbesondere eine kleine Linse mit einem Durchmesser von wenigen Millimetern. Das optische Element **12** kann auch ein nicht-rotationssymmetrisches Element, bspw. eine Zylinderlinse oder dergleichen, sein. Das Vorhandensein der optischen Achse **14** ist daher nur beispielhaft zu verstehen.

[0069] Die Fassung **16**, die vorzugsweise einen metallischen Körper aufweist, der insgesamt monolithisch hergestellt ist, weist einen ringförmigen Umfangsrand **18** sowie einen Boden **20** auf.

[0070] Das optische Element **12** ist an der Fassung **16** über drei nachgiebige Lager **22a**, **22b** und **22c** festgelegt. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Nachgiebigkeit radial bezüglich der optischen Achse **14**. Da die drei Lager **22a** bis **22c** untereinander identisch ausgebildet sind, wird nachfolgend exemplarisch nur das Lager **22a** näher beschrieben. Die folgende Beschreibung trifft ebenso auf die Lager **22b** und **22c** zu.

[0071] Das Lager **22a** weist eine Federbeinanordnung **24** auf, die ein erstes Federbein **26** und ein zweites Federbein **28** sowie einen Kontaktbereich **30** aufweist. Das optische Element **12** ist an dem Kontaktbereich **30** an einer Kontaktstelle **32** durch Klebung oder Lötung festgelegt. Der Kontaktbereich **30** ist in Form eines Kontaktfootes ausgebildet.

[0072] Ein erstes Ende **34** des ersten Federbeins **26** und ein erstes Ende **36** des zweiten Federbeins **28** sind mit dem Kontaktbereich **30**, hier einstückig, verbunden. Die Enden **34** und **36** sind dabei in Richtung der Längserstreckung der Federbeine **26** und **28** auf etwa gleicher Höhe zueinander angeordnet bzw. sind einander gegenüberliegend angeordnet.

[0073] Die Federbeine **26** und **28** sind als Blattfedern ausgebildet.

[0074] Beide Federbeine **26**, **28** erstrecken sich von dem Kontaktbereich **30** zu einer Seite desselben von diesem weg. Ein zweites Ende **38** des ersten Federbeins **26** und ein zweites Ende **40** des zweiten Federbeins **28**, die vom Kontaktbereich **30** abgewandt sind, sind mit einem vom optischen Element **12** aus gesehen äußeren Fassungsbereich, hier des äußeren Bereichs des Bodens **20** der Fassung **16**, verbunden, hier ebenfalls einstückig. Auch die Enden **38** und **40** sind einander gegenüberliegend angeordnet.

[0075] Das erste Federbein **26** und das zweite Federbein **28** sind in Richtung ihrer Nachgiebigkeit, die

hier in einer Ebene senkrecht zur optischen Achse **14** (d. h. in der Zeichenebene gemäß **Fig. 5A**) liegt, voneinander beabstandet, wobei der Abstand im Verhältnis zur Länge der Blattfedern **26**, **28** gering ist. Das erste Federbein **26** und das zweite Federbein **28** erstrecken sich dabei im Wesentlichen parallel zueinander zwischen ihren ersten Enden **34**, **36** und den zweiten Enden **38**, **40** und bilden somit ein Parallelfederbein. "Im Wesentlichen parallel" schließt hier auch ein, dass die Federbeine **26**, **28** einen kleinen Winkel von weniger als 10° zueinander einnehmen.

[0076] Das erste Federbein **26** und das zweite Federbein **28** verlaufen zwischen ihrem jeweiligen ersten Ende **34** bzw. **36** und ihrem jeweiligen zweiten Ende **38** bzw. **40** in der Ebene ihrer Nachgiebigkeit gekrümmt, wobei die Krümmung der beiden Federbeine **26**, **28** vom optischen Element **12** aus gesehen konkav ist. Des Weiteren weisen das erste Federbein **26** und das zweite Federbein **28** im Wesentlichen eine gleiche Länge auf, wobei das erste Federbein **26** als das "äußere" Federbein aufgrund der Krümmung geringfügig länger ist als das zweite Federbein **28**.

[0077] Während die Blattfederanordnung **24** in dem gezeigten Ausführungsbeispiel zwei Federbeine **26**, **28** aufweist, kann auch eine größere Anzahl an Federbeinen, beispielsweise drei oder vier Federbeine, in der Blattfederanordnung **24** vorgesehen sein, wobei eine Erhöhung der Anzahl an Federbeinen zu einer Erhöhung der Eigensteifigkeit der Federbeinanordnung **24** führt.

[0078] Die Federbeinanordnung **24** weist jedoch bereits mit ihren zwei Federbeinen **26**, **28** eine hohe Eigensteifigkeit auf, so dass die gesamte optische Anordnung **10** eine Eigenfrequenz von größer als 1000 Hz, im gezeigten Ausführungsbeispiel sogar von größer als 2000 Hz, aufweist.

[0079] Wie bereits oben beschrieben, weist die Fassung **16** der optischen Anordnung **10** insgesamt drei nachgiebige Lager **22a**, **22b** und **22c** auf, wobei die Lager **22b** und **22c** jeweils ebenfalls eine Federbeinanordnung, die durch ein Parallelfederbein gebildet ist, aufweisen, die mit der Federbeinanordnung **24** bis auf ihre Position identisch sind, wie in **Fig. 5A** dargestellt ist. Die einzelnen Federbeinanordnungen der Lager **22a**, **22b** und **22c** sind um das optische Element **12** herum gleich orientiert, wobei die Kontaktbereiche der drei Parallelfederbeinanordnungen paarweise um 120° um das optische Element **12** herum versetzt sind.

[0080] Der Kontaktbereich **30** (das Gleiche gilt für die beiden Kontaktbereiche der Lager **22b**, **22c**) weist ferner einen Anschlag **44** auf, der hier in Form eines Fortsatzes des Kontaktbereiches **30** ausgebildet ist, der mit einem Gegenanschlag **46** am Fassungskörper der Fassung **16** zusammenwirkt, um den Be-

wegungsweg der Federbeinanordnung **24** zu begrenzen. Dies dient dazu, beim Einbau des optischen Elements **12** zu verhindern, dass die Federbeinanordnung **24** überdehnt wird, was zu einer bleibenden Verformung und damit zu anderen, undefinierten Spannungszuständen in der Federbeinanordnung **24** führen kann.

[0081] Nachfolgend wird anhand der Prinzipdarstellung gemäß **Fig. 6a**) bis c) beschrieben, welche Auswirkung eine Ausdehnung des optischen Elements **12** auf die Verbindung des Kontaktbereiches **30** mit dem optischen Element **12** an der Kontaktstelle **32** hat.

[0082] **Fig. 6a)** zeigt die Federbeinanordnung **24** in **Fig. 5A** in schematisch vereinfachter Darstellung im entspannten Zustand. Dehnt sich das optische Element **12** (in **Fig. 6** nicht dargestellt) radial aus, übt das optische Element **12** eine Kraft F auf den Kontaktbereich **30** aus, was zu einer Auslenkung der Parallelfederbeine **26** und **28** führt, wie in **Fig. 6b)** übertrieben dargestellt ist. Im Unterschied zu einem einfachen einseitigen Federbein wie in **Fig. 4** entsteht jedoch an der Kontaktstelle **32** zwischen dem Kontaktbereich **30** und dem optischen Element **12** kein Biegemoment, das zu einer Abschälung der Klebung oder Lötung zwischen dem Kontaktbereich **30** und dem optischen Element **12** führen kann. Dies wird durch die Ausgestaltung der Federbeinanordnung **24** als Parallelfederbein bewirkt. Während bei der Auslenkung nämlich das erste Federbein **26** eine Kraft F_1 gemäß einem Pfeil **50** in **Fig. 6c)** auf den Kontaktbereich **30** ausübt, übt das zweite Federbein **28** auf den Kontaktbereich **30** eine Kraft F_2 gemäß einem Pfeil **52** in **Fig. 6c)** aus, wobei die Kräfte F_1 und F_2 gleich groß sind, jedoch entgegengesetzt wirken. Aus dem Abstand der beiden Federbeine **26**, **28** in Richtung ihrer Nachgiebigkeit ergibt sich dann ein Drehmoment M gemäß einem Pfeil **54** in **Fig. 6c)**, das dem Drehmoment aus der von dem optischen Element **12** ausgeübten Kraft F entgegenwirkt. Somit entsteht dann kein resultierendes Drehmoment in der Kontaktstelle **32** zwischen dem Kontaktbereich **30** und dem optischen Element **12**. Mit anderen Worten erzeugt das Parallelfederbein aus den Federbeinen **26** und **28** selbst ein Moment in dem Kontaktbereich **30**, das dem vom optischen Element **12** ausgeübten Drehmoment entgegenwirkt, was dazu führt, dass der Kontaktbereich **30** nur noch eine translatorische Bewegung ausführen kann. Bei einer Wärmeausdehnung des optischen Elements **12** oder einer Ausdehnung der Federbeinanordnungen der Lager **22a**, **22b** und **22c** wird lediglich eine geringfügige Drehung des optischen Elements **12** um seine Achse erzeugt, ohne dass die Kontaktstelle zwischen dem optischen Element **12** und den Kontaktbereichen der Lager **22a**, **22b** und **22c** ein zu einer Abschälung der Klebung oder Lötung Anlass gebendes Biegemoment erfährt.

[0083] Die Federbeinordnung **24** (und ebenso die Federbeinordnungen der Lager **22b** und **22c**) der optischen Anordnung **10** gemäß [Fig. 5A](#), [Fig. 5B](#) sind vorzugsweise einstückig mit dem übrigen Körper der Fassung **16** ausgebildet. Die Federbeinordnung **24** und die Federbeinordnungen der Lager **22b**, **22c** werden vorzugsweise aus dem Boden **20** der Fassung **16** herausgearbeitet, beispielsweise durch Drahterosion. Die gesamte Fassung **16** ist somit vorzugsweise monolithisch. Die Federbeinordnung **24** und die Federbeinordnungen der Lager **22b**, **22c** entstehen dabei durch Materialaussparungen **56** im Boden **20**, wobei weitere Materialaussparungen, die in [Fig. 5A](#) in Form von Langlöchern ausgebildet sind, im Boden **20** vorgesehen werden können.

[0084] Die monolithische Herstellung der Fassung **16** einschließlich der Federbeinordnung **24** und der Federbeinordnungen der Lager **22b**, **22c** hat den Vorteil, dass die Federbeine **26**, **28** über ihre Länge zwischen den ersten Enden **34**, **36** und den zweiten Enden **38**, **40** mit einem unterschiedlichen Dicken- und/oder Formverlauf hergestellt werden können, um zu erreichen, dass in den Federbeinen **26**, **28** bei einer radialen Verschiebung des Kontaktbereiches **30** stets eine gleichmäßige Spannungsverteilung herrscht.

[0085] Gleichmäßig dicke Federbeine haben nämlich den Nachteil, dass sie bei Deformation in der Nähe der zweiten Enden **38**, **40**, also der Verbindungsstelle zum übrigen Körper der Fassung **16**, höhere Spannungen haben als beispielsweise in der Mitte der Federbeine **26**, **28**. Dies limitiert das Verhältnis von Deformationsweg zu Steifigkeit, d. h. die Steifigkeit muss verringert werden, um bei einer gegebenen Deformation die entstehenden Spannungen gering zu halten. Als Grenze für die zulässigen Spannungen wird bei kurzzeitiger einmaliger Belastung, beispielsweise beim Einbau des optischen Elements **12** in die Fassung **16**, die $R_{p_{0,2}}$ -Grenze verwendet. Unter der R_{p_x} -Grenze wird die Spannung verstanden, bei der nach Entlastung eine bleibende Dehnung von $x\%$ zurückbleibt. Für Betriebszustände, die länger andauern oder häufig vorkommen, wird die zulässige maximale Spannung sogar auf die $R_{p_{0,05}}$ -Grenze limitiert. Damit wird vermieden, dass die Federbeine **26**, **28** durch Relaxation plastisch verformt werden und sich über den nunmehr neuen theoretisch spannungsfreien Zustand Spannungsänderungen ergeben, die zu einer Verschiebung des Mittelpunkts des optischen Elements **12** führen können. Federbeine, die aus Stahlblech ausgeschnitten werden und eingebaut werden, können wirtschaftlich nur gleich dick hergestellt werden. Daher wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung die Fassung **16** vorzugsweise monolithisch, beispielsweise durch Drahterosion, hergestellt, um die Dicke und/oder Form der Federbeine **26**, **28** über deren Länge frei gestalten zu können.

Mittels der Finite-Elemente-Methode wird der Dickenverlauf und/oder Formverlauf der Federbeine **26**, **28** so optimiert, dass sie bei der maximalen Auslenkung über die gesamte Länge der Federbeine **26**, **28** die gleichen Spannungen haben.

[0086] In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist das erste Federbein **26** im Bereich seines zweiten Endes **38** um etwa 25% dicker (in der Ebene senkrecht zur optischen Achse **14**) als im Bereich seines ersten Endes **34**.

[0087] Ein Teil der Spannungen, die durch die unterschiedliche Ausdehnung von optischem Element **12** und Fassung **16** entstehen, kann auch dadurch verhindert werden, indem für die Fassung **16** ein Werkstoff verwendet wird, der bezüglich der Wärmeausdehnung gut zum optischen Element **12** passt. Wenn für das optische Element **12** Quarz mit einer sehr niedrigen Ausdehnung (0,5 ppm) verwendet wird, eignet sich für die Fassung **16** besonders die Eisen-Nickel-Legierung INVAR, die eine Ausdehnung von etwa 1,5 bis 2,5 ppm aufweist. Wenn das optische Element **12** aus CaF_2 (Ausdehnung 19 ppm) gefertigt ist, eignet sich als Material für die Fassung **16** insbesondere Aluminium (Ausdehnung 22 ppm). Bei der Ermittlung des optimalen Werkstoffes für die Fassung **16** bezüglich der Wärmeausdehnung ist auf den Temperaturverlauf zu achten, der sich über die gesamte Fassung **16** einstellt. Dieser ist abhängig von der in dem optischen Element **12** und der Fassung **16** absorbierten Energie. Vor allem muss auf die Kontaktstelle **32** zwischen dem optischen Element **12** und dem Kontaktbereich **30** und damit der Fassung **16** geachtet werden, damit beispielsweise die Klebung oder Lötung nicht schon durch die thermisch bedingten Spannungen zerstört wird.

[0088] In [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer optischen Anordnung **60** dargestellt, wobei diejenigen Einzelheiten der optischen Anordnung **60**, die mit denjenigen der optischen Anordnung **10** identisch, ähnlich oder vergleichbar sind, mit den gleichen Bezugszeichen wie bei der optischen Anordnung **10**, erhöht um **50**, versehen sind.

[0089] Die optische Anordnung **60** weist ein optisches Element **62** auf, das als konkav-konvexe Linse ausgebildet ist. Das optische Element **62** ist wiederum eine kleine Linse, jedoch größer als das optische Element **12** der optischen Anordnung **10**, und weist beispielsweise einen Durchmesser von etwa 15 bis 20 mm auf. Das optische Element **62** definiert auch hier eine optische Achse **64**.

[0090] Die optische Anordnung **60** weist weiterhin eine Fassung **66** auf, die einen Umfangsrand **68** und einen Boden **70** aufweist.

[0091] Das optische Element **62** ist über zumindest vier, hier genau vier nachgiebige Lager **72a**, **72b**, **72c** und **72d** an der Fassung **66** gelagert. Jedes der Lager **72a**, **72b**, **72c** und **72d** weist eine Federbeinordnung auf, wobei die Federbeinordnungen der Lager **72a**, **72b**, **72c** und **72d** untereinander identisch ausgebildet sind, so dass nachfolgend nur eine Federbeinordnung **74** des Lagers **72a** beschrieben wird.

[0092] Die Federbeinordnung **74** weist ein erstes Federbein **76** und ein zweites Federbein **78** auf, die zusammen ein Parallelfederbein bilden, wie bei der optischen Anordnung **10** in Bezug auf die Federbeine **26** und **28** beschrieben wurde. Die Federbeinordnung **74** weist weiterhin einen Kontaktbereich **80** auf, der über eine Kontaktstelle **82** mit dem optischen Element **62**, beispielsweise durch Klebung oder Lötung, gefügt ist.

[0093] Hinsichtlich der Ausgestaltung der Federbeinordnung **74** kann vollumfänglich auf die Beschreibung der Federbeinordnung **24** der optischen Anordnung **10** in [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) verwiesen werden.

[0094] Im Unterschied zu der optischen Anordnung **10** weist die optische Anordnung **60** insgesamt vier Lager **72a** bis **72d** und entsprechend vier Federbeinordnungen wie die Federbeinordnung **74** auf, und die Federbeinordnungen der Lager **72a** bis **72d** sind um das optische Element **62** herum paarweise um 90° zueinander versetzt, wobei die Federbeine, wie die Federbeine **76**, **78** der Federbeinordnung **74**, von Lager zu Lager um das optische Element **62** herum gleich orientiert sind.

[0095] Auch die Fassung **66** ist insgesamt monolithisch, einschließlich der Federbeine der Federbeinordnungen der Lager **72a** bis **72d** hergestellt.

[0096] [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) zeigen eine weitere optische Anordnung **90**, die durch einen Zusammenbau der optischen Anordnung **10** mit der optischen Anordnung **60** gebildet ist.

[0097] Wie aus [Fig. 8B](#) hervorgeht, ist die optische Anordnung **60** in die optische Anordnung **10** eingesetzt, derart, dass das optische Element **12** und das optische Element **62** in Richtung der Lichtausbreitung, d. h. hier in Richtung der optischen Achse **94**, um weniger als 1 mm beabstandet sind, wobei im gezeigten Ausführungsbeispiel zwischen dem optischen Element **12** und dem optischen Element **62** sogar nur ein minimaler Luftspalt vorhanden ist.

[0098] Das optische Element **12** und das optische Element **62** bilden in diesem Fall eine Dublette, wie sie in einem optischen System zur Korrektur von Abbildungsfehlern eingesetzt wird.

[0099] Aufgrund dessen, dass die Fassung **16** das optische Element **12** mit den drei nachgiebigen Lagern **22a**, **22b**, **22c** fasst und die Fassung **66** das optische Element **62** mit den vier nachgiebigen Lagern **72a**, **72b**, **72c**, **72d**, die entsprechend beim axialen Zusammenbau der optischen Anordnungen **10** und **60** um die optische Achse **94** herum gegeneinander versetzt sind, besteht ein Vorteil dieser Anordnung darin, dass unterschiedliche Bewegungsmoden und Eigenfrequenzen der beiden optischen Anordnungen **10** und **60** entstehen und dadurch die gegenseitige Anregung zwischen der optischen Anordnung **10** und der optischen Anordnung **60** zu Eigenschwingungen vermieden wird.

[0100] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung sind bei den optischen Anordnungen **10**, **60** und **90** Maßnahmen getroffen, um die Kontaktstellen **32** und/oder **82**, über die die entsprechenden Kontaktbereiche **30** bzw. **80** mit dem optischen Element **12** bzw. **62** gefügt sind, vor der Einwirkung von Licht, sei es das im Betrieb der optischen Anordnung **10**, **60** oder **90** verwendete Nutzlicht oder auftretendes Streulicht bzw. Falschlicht, zu beaufschlagen. Solches Licht kann nämlich im Falle einer Klebung an der Kontaktstelle **32** bzw. **82** zu einer Zerstörung des Klebstoffes führen, insbesondere wenn dieser auf Kohlenwasserstoff-Basis hergestellt ist.

[0101] Eine erste Maßnahme besteht darin, dass das optische Element **62** und/oder das optische Element **12** zumindest im Bereich der Kontaktstelle **32** bzw. **82** an seinem Umfangsrand **96** bzw. **98** (siehe [Fig. 8B](#)) mit einer Beschichtung versehen ist, die für das verwendete Nutzlicht bzw. das auftretende Streulicht bzw. Falschlicht reflektierend und/oder absorbierend wirkt. Diese Maßnahme verhindert, dass "inneres Licht", d. h. Licht, das in dem jeweiligen optischen Element **12** bzw. **62** radial zum Umfangsrand **96** bzw. **98** hin gestreut wird, auf die Kontaktstelle **32** bzw. **82** gelangt.

[0102] Eine zweite Maßnahme besteht darin, eine Blende für die optische Anordnung **10**, **60** bzw. **90** vorzusehen, wie für die optische Anordnung **10** und die optische Anordnung **90** dargestellt ist. In [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) sowie in [Fig. 8B](#) ist eine solche Blende **100** dargestellt. Die Blende **100** sitzt, in Lichtausbreitungsrichtung gesehen, in nächster Nähe vor den Kontaktstellen **32** des optischen Elements **12** mit den Kontaktbereichen **30** vor dem optischen Element **12** und verhindert somit wirksam, dass Falschlicht bzw. Streulicht zu dem Klebstoff an den Kontaktstellen **32** gelangt.

[0103] Bei dem optischen Element **62** ist eine Verringerung der Beaufschlagung der Kontaktstellen **82** mit Falsch- oder Streulicht bereits dadurch gewährleistet, dass das optische Element **62** einen radial erweiterten Randbereich **102** aufweist, der sich von dem op-

tisch genutzten Bereich **104** des optischen Elements **62** nach außen erstreckt, wodurch die Kontaktstelle **82** bereits durch diese Maßnahme radial so weit nach außen verlegt ist, dass Falschlicht bzw. Streulicht die Kontaktstellen **82** nicht oder nur in geringerem Maße trifft.

[0104] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten Maßnahmen zum Schutz der Kontaktstellen **32** bzw. **82** miteinander kombiniert werden können.

Patentansprüche

1. Optische Anordnung, mit einem optischen Element (**12**; **62**) und mit einer Fassung (**16**; **66**), an der das optische Element (**12**; **62**) festgelegt ist, wobei das optische Element (**12**; **62**) an der Fassung (**16**; **66**) über zumindest ein nachgiebiges Lager (**22a-c**; **72a-d**) festgelegt ist, wobei das Lager (**22a-c**; **72a-d**) eine Federbeinanordnung (**24**; **74**) aufweist, die ein erstes Federbein (**26**; **76**) und zumindest ein zweites Federbein (**28**; **78**) und einen Kontaktbereich (**30**; **80**) aufweist, an dem das optische Element (**12**; **62**) an einer Kontaktstelle (**32**; **82**) festgelegt ist, wobei das erste und das zweite Federbein (**26**, **28**; **76**, **78**) mit einem jeweiligen ersten Ende (**34**, **36**; **84**, **86**) mit dem Kontaktbereich (**30**; **80**) verbunden und mit einem jeweiligen vom Kontaktbereich (**30**; **80**) abgewandten zweiten Ende (**38**, **40**; **88**, **90**) mit einem äußeren Fassungsbereich (**42**; **92**) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste und das zweite Federbein (**26**, **28**; **76**, **78**) sich ausgehend von dem Kontaktbereich (**30**; **80**) zur selben Seite von dem Kontaktbereich (**30**; **80**) weg, in Richtung ihrer Nachgiebigkeit voneinander beabstandet, und im Wesentlichen parallel zueinander erstrecken.

2. Optische Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite Federbein (**26**, **28**; **76**, **78**) jeweils als Blattfeder ausgebildet sind.

3. Optische Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite Federbein (**26**, **28**; **76**, **78**) zwischen seinem jeweiligen ersten Ende (**34**, **36**; **84**, **86**) und seinem jeweiligen zweiten Ende (**38**, **40**; **88**, **90**) jeweils eine Krümmung in der Ebene ihrer Nachgiebigkeit aufweisen.

4. Optische Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmungen der Federbeine (**26**, **28**; **76**, **78**) vom optischen Element (**12**; **62**) aus gesehen konkav sind.

5. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Federbeine (**26**, **28**; **76**, **78**) eine im Wesentlichen gleiche Länge aufweisen.

6. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eines der Federbeine (**26**, **28**; **76**, **78**) über seine Länge eine unterschiedliche Dicke und/oder Form aufweist, derart, dass in dem Federbein (**26**, **28**; **76**, **78**) bei Verschiebung des Kontaktbereichs (**30**; **80**) in Richtung der Nachgiebigkeit des Federbeins (**26**, **28**; **76**, **78**) eine gleichmäßige Spannungsverteilung herrscht.

7. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Fassung (**16**) drei nachgiebige Lager (**22a-c**) aufweist, von denen jedes eine Federbeinanordnung (**24**) aufweist, wobei jeweils zwei benachbarte der drei Kontaktbereiche (**30**) der drei Lager (**22a-c**) um das optische Element (**12**; **62**) herum vorzugsweise um 120° zueinander versetzt sind.

8. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Fassung (**66**) zumindest vier nachgiebige Lager (**72a-d**) aufweist, von denen jedes eine Federbeinanordnung (**74**) aufweist, wobei jeweils zwei benachbarte der zumindest vier Kontaktbereiche (**80**) der zumindest vier Lager (**22a-d**) um das optische Element (**12**; **62**) herum vorzugsweise um 90° zueinander versetzt sind.

9. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch eine Eigenfrequenz von größer als 1000 Hz.

10. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch ein zweites optisches Element (**62**) und eine diesem zugeordnete zweite Fassung (**66**), wobei das erste optische Element (**12**) von dem zweiten optischen Element (**62**) in Lichtausbreitungsrichtung um weniger als 1 mm beabstandet ist, und wobei die erste Fassung (**66**) eine erste Anzahl an ersten Lagern (**22a-c**) für das erste optische Element (**12**) und die zweite Fassung (**66**) eine zweite Anzahl an zweiten Lagern (**72a-d**) für das zweite optische Element (**62**) aufweisen, wobei die erste Anzahl von der zweiten Anzahl verschieden ist.

11. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Umfangsrand (**96**; **98**) des optischen Elements (**12**; **62**) zumindest im Bereich der zumindest einen Kontaktstelle (**32**; **82**) mit einer reflektierenden und/oder absorbierenden Beschichtung versehen ist.

12. Optische Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Blende (**100**) vorhanden ist, die die zumindest eine Kontaktstelle (**32**) gegen Streu-/Falschlicht abschattet.

13. Optische Anordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Blende (**100**) in

nächster Nähe zu der zumindest einen Kontaktstelle
(32) angeordnet ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

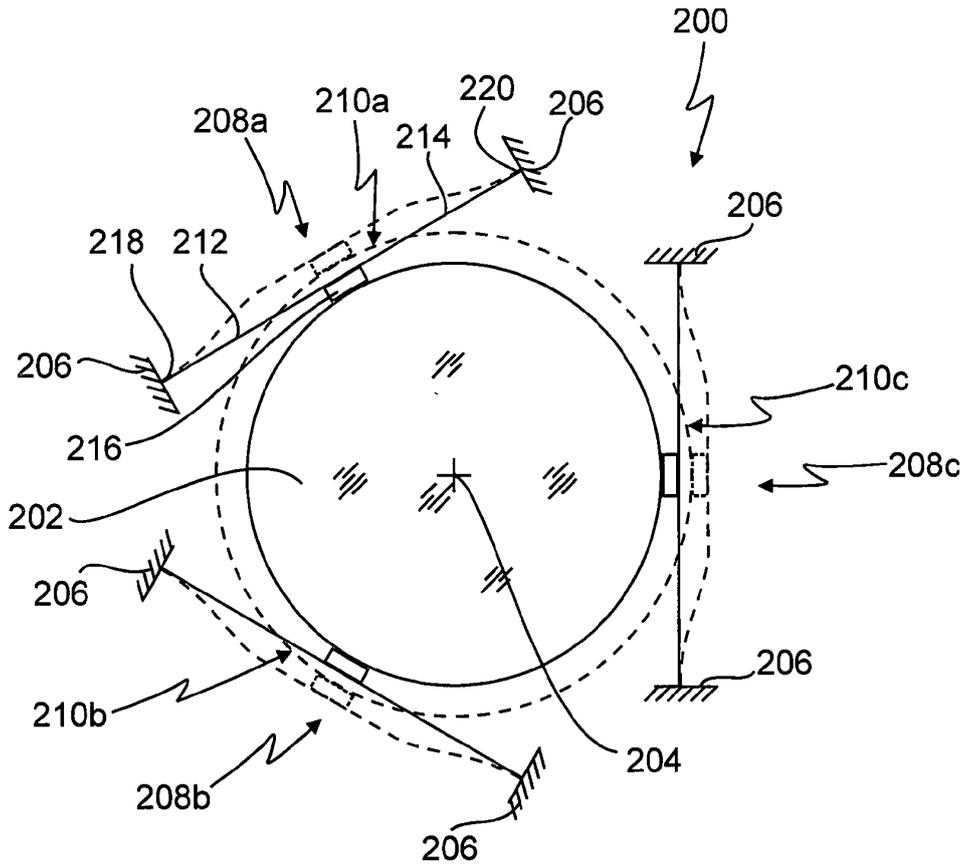


Fig. 1 (Stand der Technik)

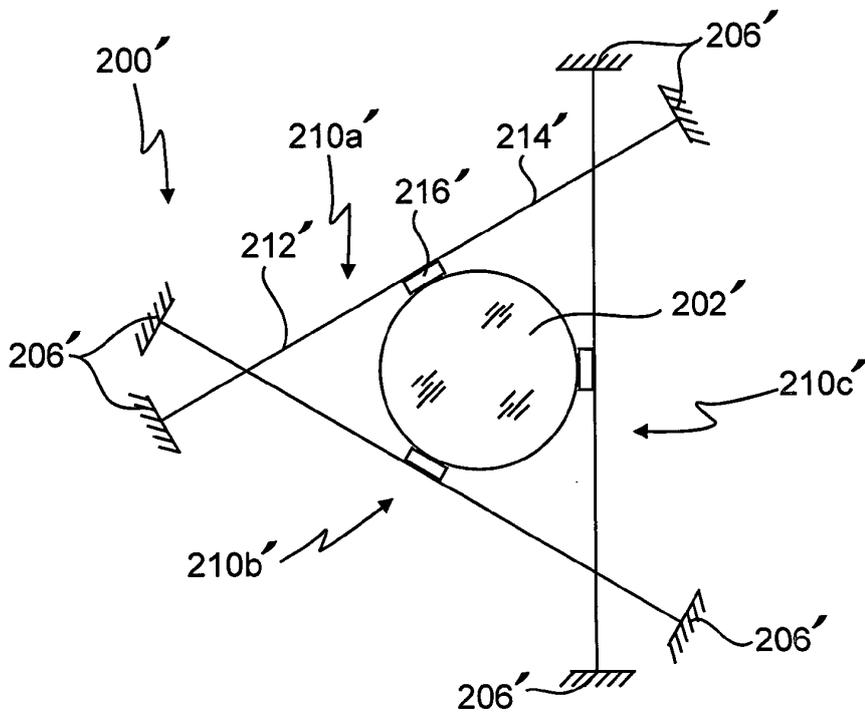


Fig. 2 (Stand der Technik)

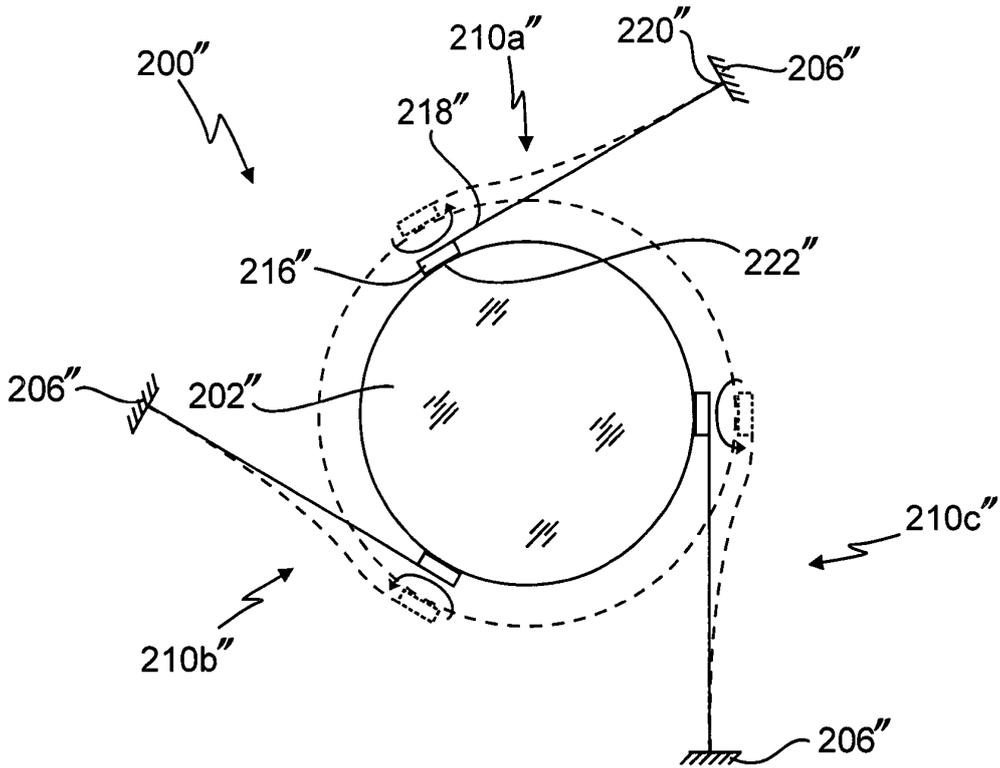


Fig. 3 (Stand der Technik)

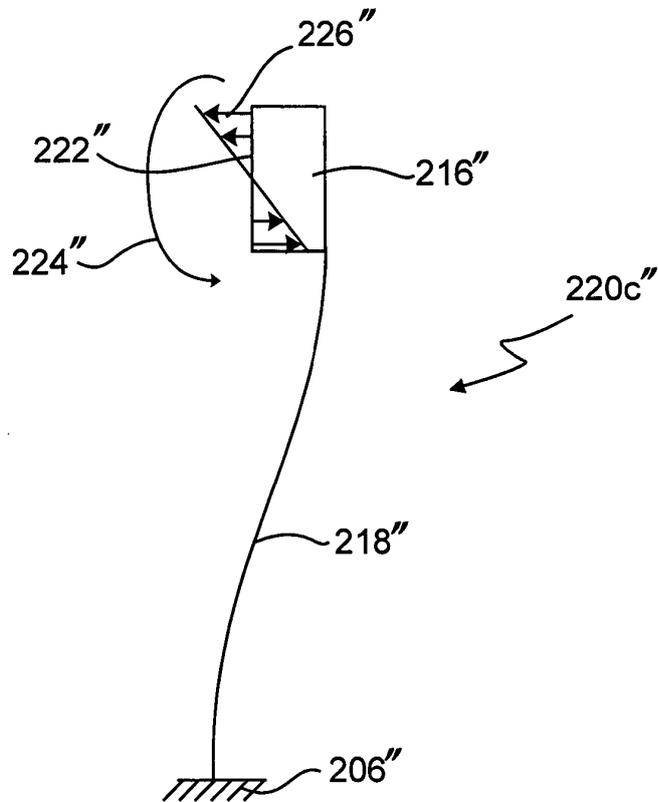


Fig. 4 (Stand der Technik)

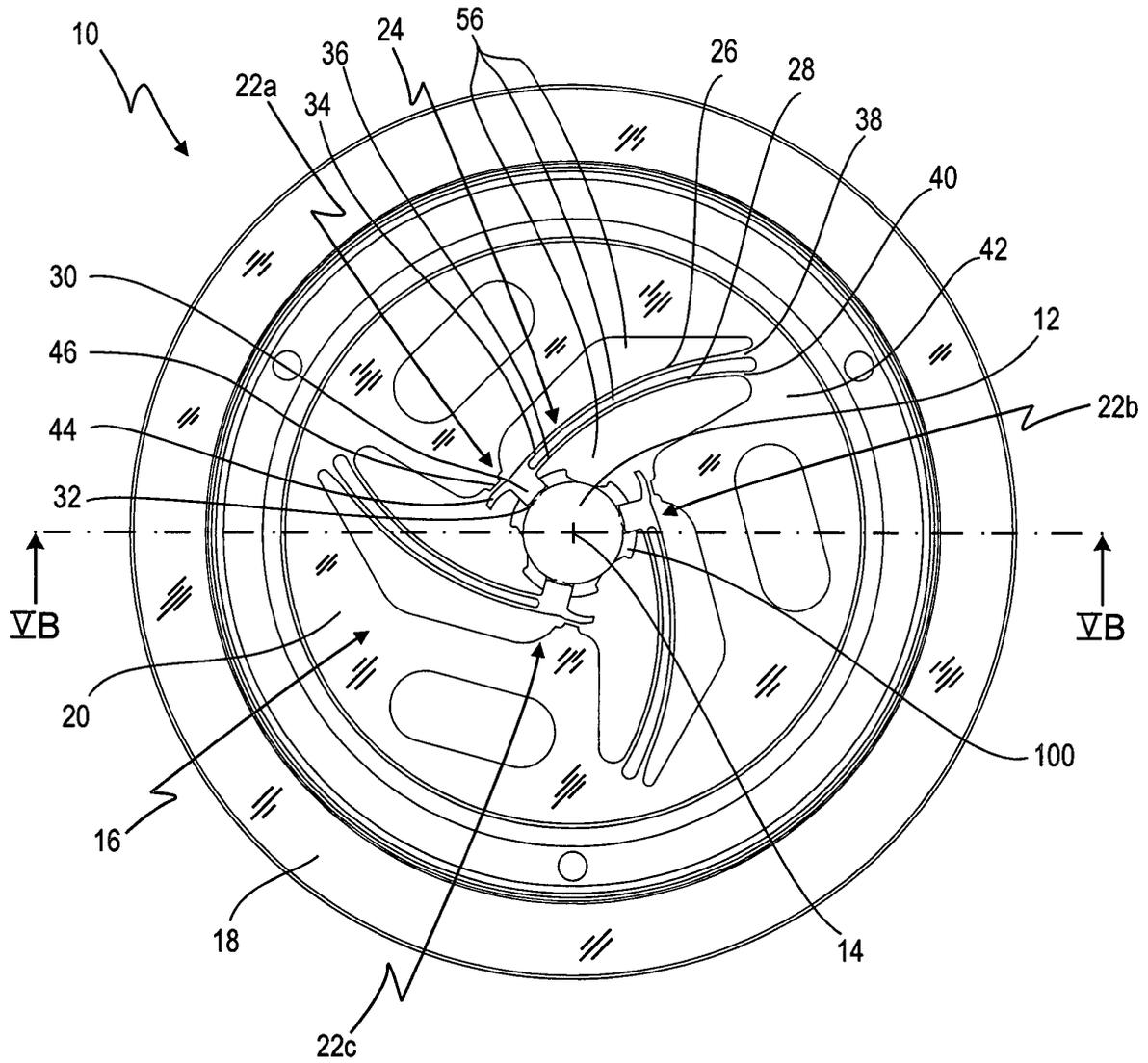


Fig. 5A

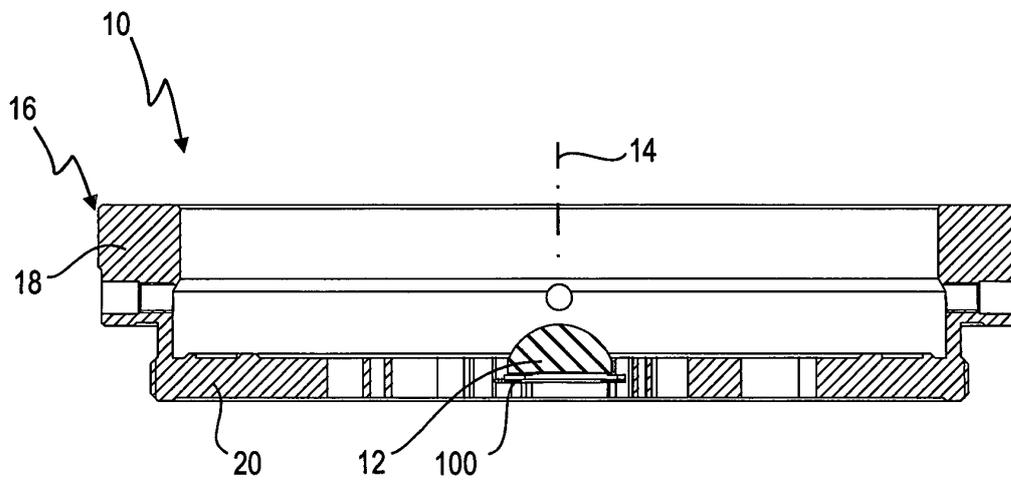


Fig. 5B

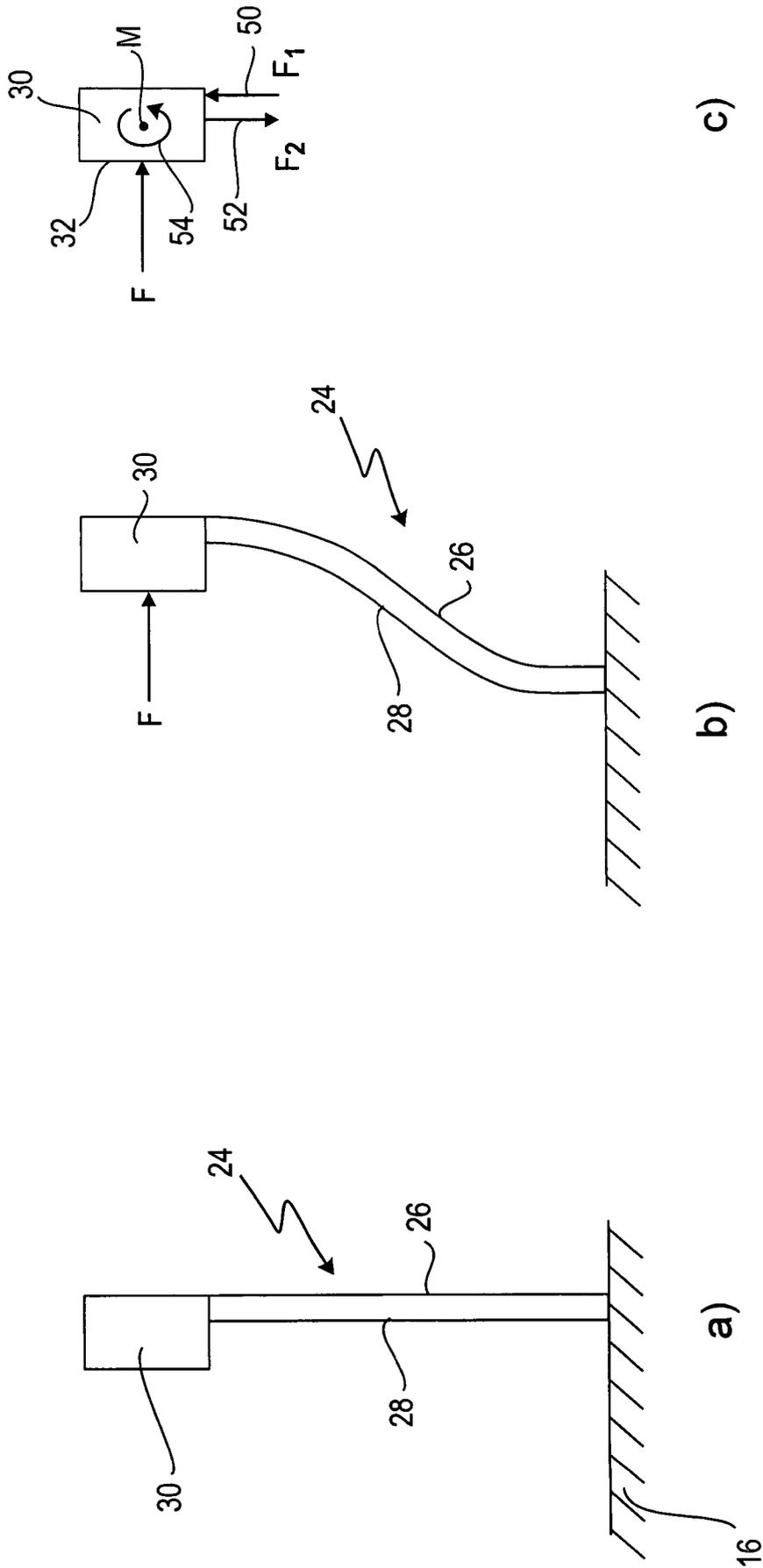


Fig. 6

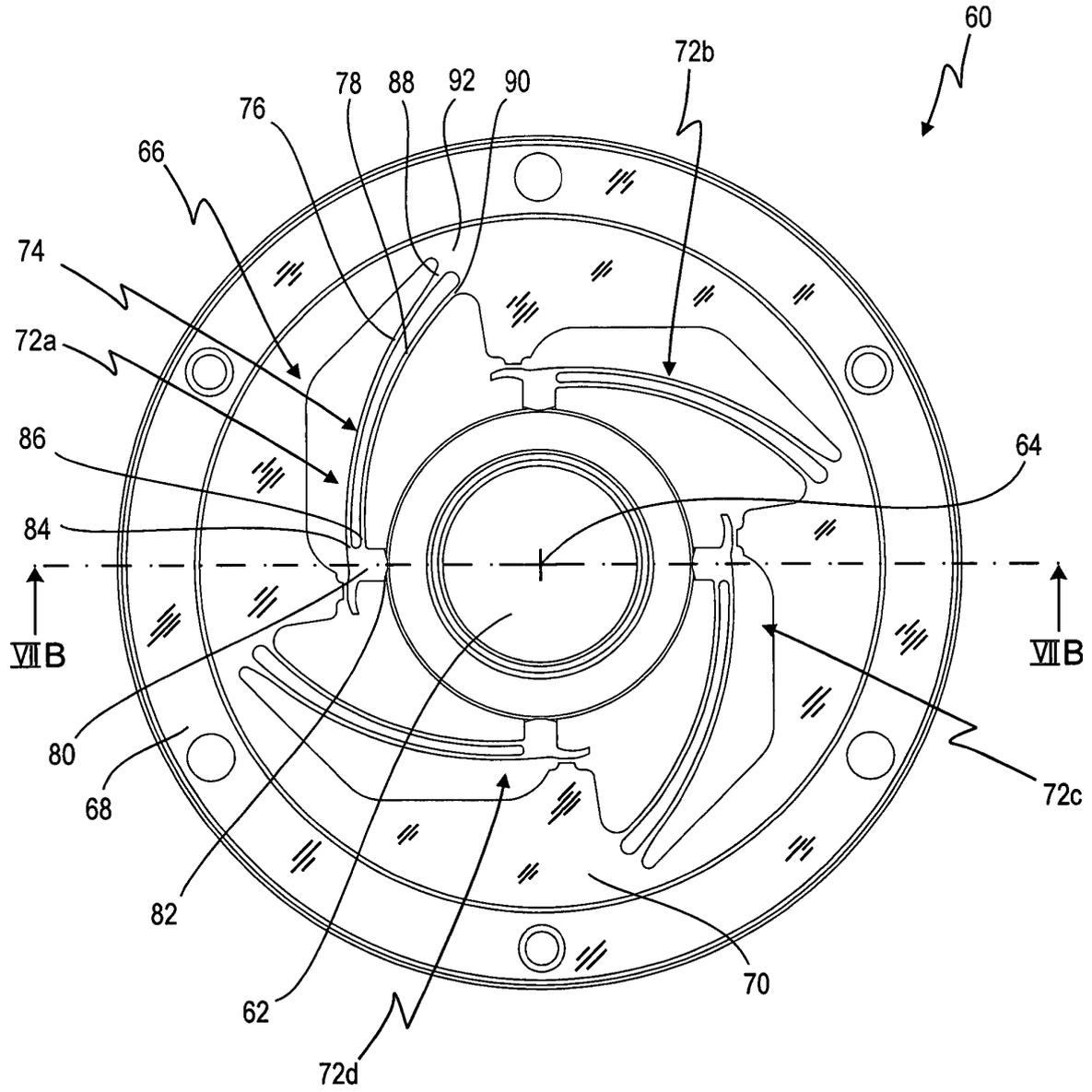


Fig. 7A

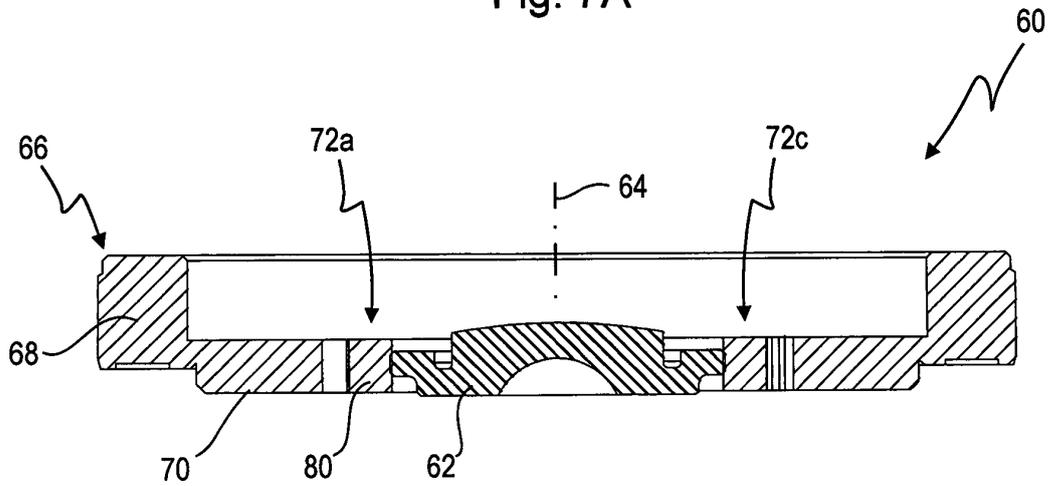


Fig. 7B

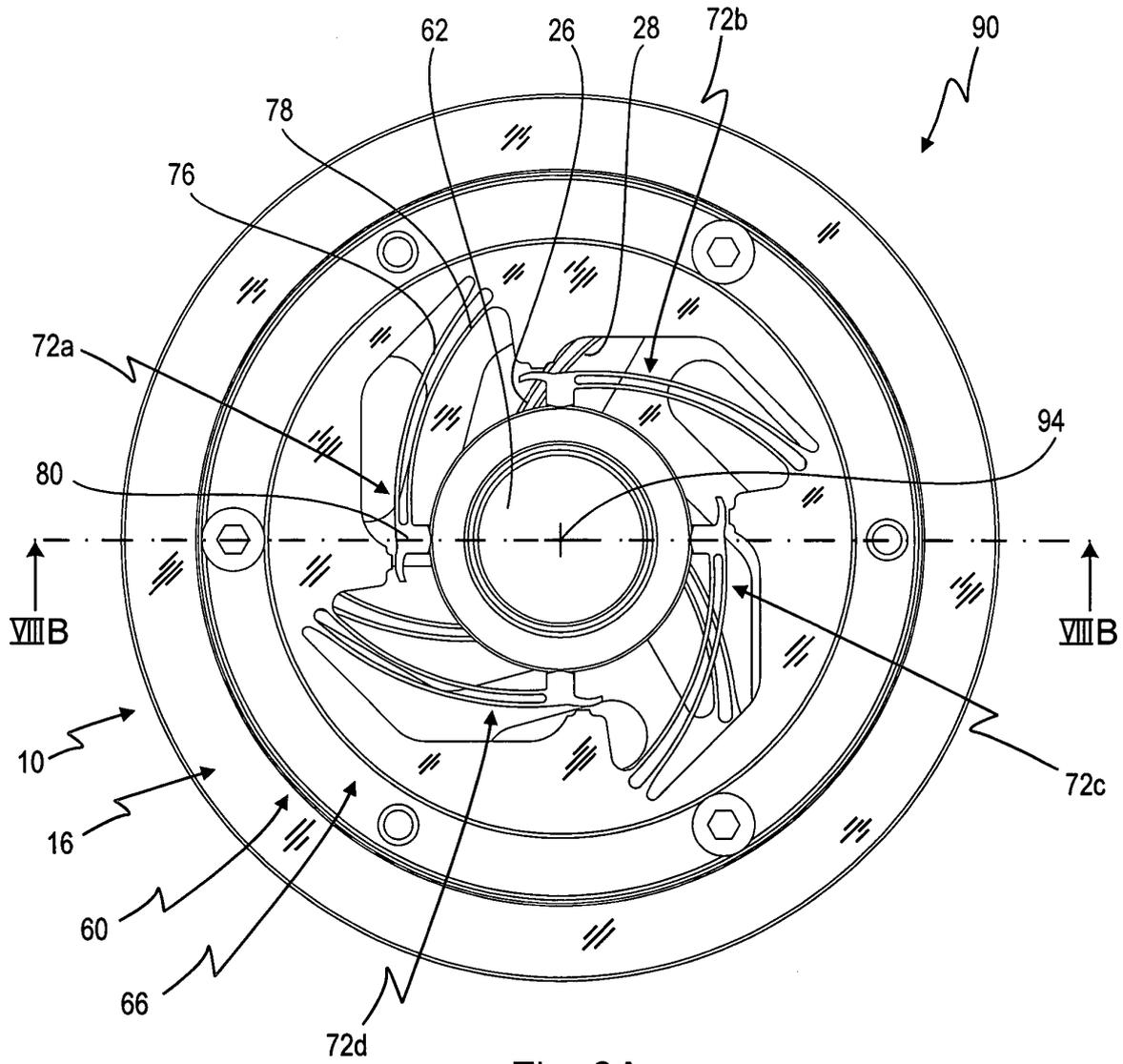


Fig. 8A

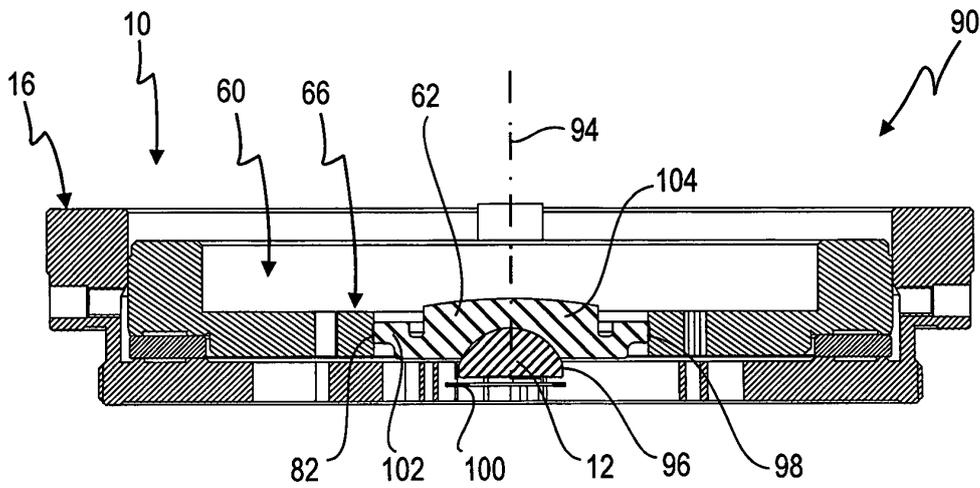


Fig. 8B