



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/127197**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 005 226.0**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/031856**
(86) PCT-Anmeldetag: **24.08.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **06.07.2023**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **12.09.2024**

(51) Int Cl.: **G03B 17/02 (2021.01)**
G03B 30/00 (2021.01)
G03B 17/08 (2021.01)
H04N 23/52 (2023.01)
B06B 1/06 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2021-214631 28.12.2021 JP

(71) Anmelder:
**Murata Manufacturing Co., Ltd., Nagaokakyo-shi,
Kyoto, JP**

(74) Vertreter:
**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler, Zinkler,
Schenk & Partner mbB Patentanwälte, 81373
München, DE**

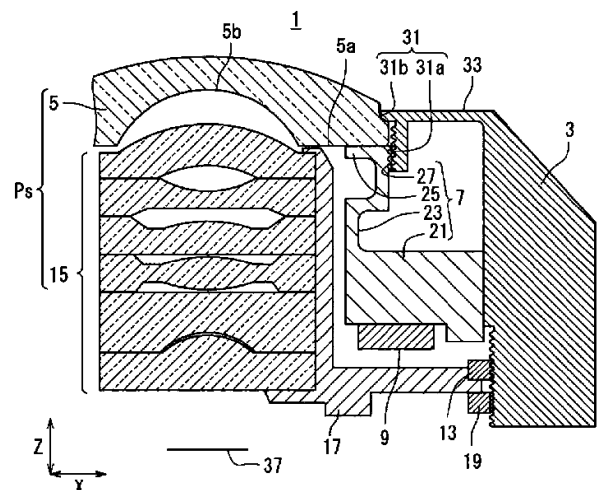
(72) Erfinder:
**Nakadoi, Takahide, Nagaokakyo-shi, Kyoto, JP;
Sakaguchi, Hitoshi, Nagaokakyo-shi, Kyoto, JP;
Kishi, Noritaka, Nagaokakyo-shi, Kyoto, JP; Ishii,
Yuuki, Nagaokakyo-shi, Kyoto, JP; Higashida, Rei,
Nagaokakyo-shi, Kyoto, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **VIBRATIONSVORRICHTUNG UND BILDERZEUGUNGSVORRICHTUNG**

(57) Zusammenfassung: Eine Vibrationsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist versehen mit: einem internen Vibrationselement zum Verstärken einer Vibration; einem piezoelektrischen Element, das mit einem Ende des internen Vibrationselements verbunden ist; und einem lichtdurchlässigen Körper, der mit dem anderen Ende des internen Vibrationselements verbunden ist. Die Vibrationsvorrichtung ist ferner versehen mit einem externen Vibrationselement mit einem ersten Verbindungsabschnitt, der mit dem lichtdurchlässigen Körper verbunden ist, und einem zweiten Verbindungsabschnitt, der sich von dem ersten Verbindungsabschnitt außerhalb des lichtdurchlässigen Körpers erstreckt und der eine Vibration dämpft.



Beschreibung

Lösung des Problems

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vibrationsvorrichtung und eine Bilderzeugungsvorrichtung und bezieht sich insbesondere auf eine Vibrationsvorrichtung unter Verwendung eines piezoelektrischen Elements.

Hintergrundtechnik

[0002] In der verwandten Technik ist eine Vibrationsvorrichtung bekannt, die Flüssigkeitströpfchen entfernt, die an einer Lichtstromdurchlaufregion eines Lichtdurchlasskörpers anhaften.

[0003] Beispielsweise offenbart Patentdokument 1 eine Vibrationsvorrichtung mit einer Vibrationseinheit, die mit einem Endabschnitt des Lichtdurchlasskörpers verbunden ist, um eine Biegevibration in dem Lichtdurchlasskörper zu erzeugen. Bei der in Patentdokument 1 offenbarten Vibrationsvorrichtung wird eine Vibration der Vibrationseinheit gesteuert und wird eine vorbestimmte Vibration für den Lichtdurchlasskörper erzeugt, um das Anhaften von Flüssigkeitströpfchen zu minimieren und diese zu entfernen.

Referenzliste

Patentdokument

[0004] Patentdokument 1: internationale Veröffentlichungs-Nr. 2021/186898

Zusammenfassung der Erfindung

Technisches Problem

[0005] Bei der in Patentdokument 1 offenbarten Vibrationsvorrichtung jedoch ist ein Ende eines Gehäuses mit einem dünnen Abschnitt verbunden, der die Vibration verstärkt, und ist das andere Ende mit einer Basisplatte verbunden, die eine Bilderzeugungseinheit trägt. Deshalb könnte in einigen Fällen abhängig von einer Vibrationsfrequenz der Vibrationseinheit die Vibration des dünnen Abschnitts durch das Gehäuse an die Basisplatte übertragen werden, die Vibrationsvorrichtung könnte als Ganzes in Schwingung versetzt werden und auch die Bilderzeugungsvorrichtung könnte in Schwingung versetzt werden.

[0006] Deshalb stellt die vorliegende Erfindung eine Vibrationsvorrichtung und eine Bilderzeugungsvorrichtung bereit, die eine Möglichkeit reduziert, dass eine Vibration eines internen Vibrationskörpers an einen äußeren Teil übertragen wird.

[0007] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Vibrationsvorrichtung bereitgestellt, die einen internen Vibrationskörper, der eine Vibration verstärkt, ein piezoelektrisches Element, das mit einem Ende des internen Vibrationskörpers verbunden ist, einen Lichtdurchlasskörper, der mit dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers verbunden ist, und einen externen Vibrationskörper aufweist, der einen ersten Verbindungsabschnitt, der mit dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers verbunden ist, und einen zweiten Verbindungsabschnitt umfasst, der sich außerhalb des Lichtdurchlasskörpers von dem ersten Verbindungsabschnitt erstreckt, um die Vibration zu dämpfen.

[0008] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Bilderzeugungsvorrichtung bereitgestellt, die eine Vibrationsvorrichtung und einen Bildsensor aufweist. Die Vibrationsvorrichtung umfasst einen internen Vibrationskörper, der eine Vibration verstärkt, ein piezoelektrisches Element, das mit einem Ende des internen Vibrationskörpers verbunden ist, eine Linse, die mit dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers verbunden ist, einen externen Vibrationskörper, der einen ersten Verbindungsabschnitt, der mit der anderen Endseite des internen Vibrationskörpers verbunden ist, einen zweiten Verbindungsabschnitt, der sich außerhalb des Lichtdurchlasskörpers von dem ersten Verbindungsabschnitt erstreckt, um die Vibration zu dämpfen, und ein Linsenmodul, das an einer optischen Achse der Linse angeordnet ist. Der Bildsensor ist an der optischen Achse der Linse und des Linsenmoduls angeordnet.

Vorteilhafte Auswirkungen der Erfindung

[0009] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, eine Vibrationsvorrichtung und eine Bilderzeugungsvorrichtung bereitzustellen, die eine Möglichkeit reduzieren, dass eine Vibration eines internen Vibrationskörpers an einen äußeren Teil übertragen wird.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine perspektivische Außenansicht, die eine Vibrationsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel zeigt.

Fig. 2 ist eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht der Vibrationsvorrichtung in **Fig. 1**.

Fig. 3 ist eine Schnittansicht der Vibrationsvorrichtung in **Fig. 1** entlang eines Pfeils III.

Fig. 4 ist eine Schnittansicht der Vibrationsvorrichtung in **Fig. 1** entlang eines Pfeils IV.

Fig. 5 ist eine Schnittansicht, die eine Bilderzeugungsvorrichtung mit der Vibrationsvorrichtung des Ausführungsbeispiels zeigt.

Fig. 6 ist eine Ansicht, die ein Simulationsergebnis einer Verschiebungsmengenverteilung in der Vibrationsvorrichtung zeigt.

Fig. 7 ist eine Ansicht, die ein Simulationsergebnis einer Belastungsverteilung in der Vibrationsvorrichtung zeigt.

Fig. 8 ist eine Schnittansicht, die eine Vibrationsvorrichtung gemäß einem Modifizierungsbeispiel des Ausführungsbeispiels zeigt.

Fig. 9 ist eine perspektivische Ansicht, die ein erstes Modifizierungsbeispiel der Vibrationsvorrichtung in **Fig. 1** zeigt.

Fig. 10 ist eine Schnittansicht entlang einer Linie X-X in **Fig. 9**.

Fig. 11 ist eine Schnittansicht, die ein zweites Modifizierungsbeispiel der Vibrationsvorrichtung in **Fig. 1** zeigt.

Fig. 12 ist eine Schnittansicht, die ein drittes Modifizierungsbeispiel der Vibrationsvorrichtung in **Fig. 1** zeigt.

Fig. 13 ist eine erste perspektivische Ansicht, die ein viertes Modifizierungsbeispiel der Vibrationsvorrichtung in **Fig. 1** zeigt.

Fig. 14 ist eine zweite perspektivische Ansicht, die das vierte Modifizierungsbeispiel der Vibrationsvorrichtung in **Fig. 1** zeigt.

Fig. 15 ist eine perspektivische Ansicht, die ein fünftes Modifizierungsbeispiel der Vibrationsvorrichtung in **Fig. 1** zeigt.

Fig. 16 ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XVI-XVI in **Fig. 15**.

Fig. 17 ist eine perspektivische Ansicht, die ein Pressbauteil der Vibrationsvorrichtung in **Fig. 15** zeigt.

Fig. 18 ist eine perspektivische Ansicht, die ein sechstes Modifizierungsbeispiel der Vibrationsvorrichtung in **Fig. 1** zeigt.

Fig. 19 ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XIX-XIX in **Fig. 18**.

Fig. 20 ist eine Schnittansicht, die ein siebtes Modifizierungsbeispiel der Vibrationsvorrichtung in **Fig. 1** zeigt.

Fig. 21 ist eine Schnittansicht, die ein achttes Modifizierungsbeispiel der Vibrationsvorrichtung in **Fig. 1** zeigt.

Fig. 22 ist eine Schnittansicht, die ein neuntes Modifizierungsbeispiel der Vibrationsvorrichtung in **Fig. 1** zeigt.

Fig. 23 ist ein Graph, der eine Beziehung zwischen einer Dimension eines zweiten Bauteils der Vibrationsvorrichtung in **Fig. 22** in einer ersten Richtung und einem Belastungswert zeigt, der auf einen Abschnitt ausgeübt wird, an den ein zweiter Verbindungsabschnitt und ein Fixierabschnitt gefügt sind.

Fig. 24 ist eine Schnittansicht, die ein zehntes Modifizierungsbeispiel der Vibrationsvorrichtung in **Fig. 1** zeigt.

Fig. 25 ist eine Schnittansicht, die ein elftes Modifizierungsbeispiel der Vibrationsvorrichtung in **Fig. 1** zeigt.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0010] Eine Vibrationsvorrichtung gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst einen internen Vibrationskörper, der eine Vibration verstärkt, ein piezoelektrisches Element, das mit einem Ende des internen Vibrationskörpers verbunden ist, einen Lichtdurchlasskörper, der mit dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers verbunden ist, und einen externen Vibrationskörper, der einen ersten Verbindungsabschnitt, der mit der anderen Endseite des internen Vibrationskörpers verbunden ist, und einen zweiten Verbindungsabschnitt aufweist, der sich außerhalb des Lichtdurchlasskörpers von dem ersten Verbindungsabschnitt erstreckt, um die Vibration zu dämpfen.

[0011] Gemäß dieser Konfiguration ist es möglich, eine Möglichkeit zu reduzieren, dass eine Vibration eines internen Vibrationskörpers an einen äußeren Teil übertragen wird.

[0012] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung erstreckt sich in der Vibrationsvorrichtung des ersten Aspekts der zweite Verbindungsabschnitt in einer Richtung senkrecht zu einer Richtung, in der Licht durch den Lichtdurchlasskörper durchgelassen wird. Auf diese Weise ist es möglich, eine Möglichkeit zu reduzieren, dass die Vibration des zweiten Verbindungsabschnitts die Vibration des Lichtdurchlasskörpers beeinflusst.

[0013] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung erstreckt sich in der Vibrationsvorrichtung des zweiten Aspekts der zweite Verbindungsabschnitt ringförmig. Auf diese Weise ist es möglich, eine Möglichkeit zu reduzieren, dass der interne Vibrationskörper gegenüber Wassertropfen oder Feuchtigkeit ausgesetzt ist, und ist es möglich, Korrosionsermüdung des internen Vibrationskörpers zu reduzieren.

[0014] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist in der Vib-

rationsvorrichtung gemäß einem des ersten bis dritten Aspekts der zweite Verbindungsabschnitt näher an dem piezoelektrischen Element angeordnet als ein Ende des ersten Verbindungsabschnitts, das von dem piezoelektrischen Element in der ersten Richtung entfernt ist.

[0015] Auf diese Weise tritt, wenn die vorliegende Erfindung auf eine Kamera angewendet wird, eine Sichtfeldversperrung, die sich in einem Video widerspiegelt, weniger wahrscheinlich auf. Deshalb kann die vorliegende Erfindung dem entsprechen, dass der Lichtdurchlasskörper einen Weitsichtwinkel aufweist.

[0016] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem fünften Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst in der Vibrationsvorrichtung gemäß einem des ersten bis vierten Aspekts der externe Vibrationskörper einen Fixierabschnitt, der mit dem zweiten Verbindungsabschnitt verbunden ist, und weist der zweite Verbindungsabschnitt eine Dicke auf, die kleiner ist als eine Dicke des Fixierabschnitts. Auf diese Weise ist es möglich, eine Absorption der Vibration in dem zweiten Verbindungsabschnitt weiter zu verbessern.

[0017] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem sechsten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst in der Vibrationsvorrichtung gemäß einem des ersten bis fünften Aspekts der erste Verbindungsabschnitt einen Vorstehabschnitt, der zu einer Lichtdurchlasskörperseite vorsteht, und ist der Lichtdurchlasskörper zwischen dem Vorstehabschnitt des ersten Verbindungsabschnitts und dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers eingeklemmt. Eine mechanische Fixierung kann das Verhindern eines Abfallens des Lichtdurchlasskörpers sicherstellen.

[0018] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem siebten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst in der Vibrationsvorrichtung gemäß einem des ersten bis fünften Aspekts die Vibrationsvorrichtung ferner ein Pressbauteil, das den Lichtdurchlasskörper zusammen mit dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers in der ersten Richtung einklemmt. Der erste Verbindungsabschnitt ist mit dem Lichtdurchlasskörper verbunden, wobei das Pressbauteil zwischen denselben angeordnet ist. Ein Spalt ist zwischen dem ersten Verbindungskörper und dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers in einer Radialrichtung in Bezug auf eine optische Achse vorgesehen, die sich entlang der ersten Richtung des Lichtdurchlasskörpers erstreckt. Das Pressbauteil umfasst einen Hauptkörperabschnitt, der sich in einer Umfangsrichtung in Bezug auf die optische Achse des Lichtdurchlasskörpers erstreckt und der dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers in der ersten Richtung zugewandt ist, wobei sich der Lichtdurchlasskörper zwischen dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers und dem Haupt-

körperabschnitt befindet, einen ersten Schenkelabschnitt und einen zweiten Schenkelabschnitt, die jeweils in dem Hauptkörperabschnitt vorgesehen sind, die sich in einem Abstand in der Umfangsrichtung in Bezug auf die optische Achse befinden und die sich in dem Spalt befinden, indem sie sich von dem Hauptkörperabschnitt in Richtung des anderen Endes des internen Vibrationskörpers entlang der ersten Richtung erstrecken, einen ersten Vorspringabschnitt, der in einem Ende des ersten Schenkelabschnitts vorgesehen ist, das in der ersten Richtung von dem Hauptkörperabschnitt entfernt ist, und sich in Bezug auf die optische Achse in einer Radialrichtung nach innen erstreckt, wobei der Lichtdurchlasskörper und das andere Ende des internen Vibrationskörpers sich zwischen dem Hauptkörperabschnitt und dem ersten Vorstehabschnitt in der ersten Richtung befinden, und einen zweiten Vorspringabschnitt, der in einem Ende des zweiten Schenkelabschnitts, das in der ersten Richtung von dem Hauptkörperabschnitt entfernt ist, vorgesehen ist und sich in der Radialrichtung nach außen erstreckt, wobei der erste Verbindungsabschnitt sich zwischen dem Hauptkörperabschnitt und dem zweiten Vorstehabschnitt in der ersten Richtung befindet. Eine mechanische Fixierung kann die Verhinderung eines Abfallens des Lichtdurchlasskörpers sicherstellen.

[0019] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem achten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst in der Vibrationsvorrichtung gemäß einem des ersten bis fünften Aspekts die Vibrationsvorrichtung ferner einen Deckel mit einem Deckelkörper, der den ersten Verbindungsabschnitt in der Richtung bedeckt, die die erste Richtung schneidet, und einen Deckel mit einem Vorstehabschnitt, der in einem Ende des Deckelkörpers vorgesehen ist, das von dem piezoelektrischen Element in der ersten Richtung entfernt ist, der entlang der Richtung, die die erste Richtung schneidet, in Richtung des Lichtdurchlasskörpers vorsteht und dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers in der ersten Richtung zugewandt ist, wobei der Deckel den ersten Verbindungsabschnitt mit dem Lichtdurchlasskörper verbindet durch Einklemmen des Lichtdurchlasskörpers zwischen dem Vorstehabschnitt und dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers. Während eine mechanische Fixierung die Verhinderung eines Abfallens des Lichtdurchlasskörpers sicherstellen kann, kann eine Last des Lichtdurchlasskörpers reduziert werden.

[0020] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem neunten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst in der Vibrationsvorrichtung gemäß einem des ersten bis fünften Aspekts die Vibrationsvorrichtung ferner einen Deckel mit einem Deckelkörper, der sich zwischen dem Lichtdurchlasskörper und dem ersten Verbindungsabschnitt in der Richtung befindet, die die erste Richtung schneidet, und sich entlang der ersten Richtung erstreckt, und einem Vorstehab-

schnitt, der in einem Ende des Deckelkörpers, das von dem piezoelektrischen Element in der ersten Richtung entfernt ist, vorgesehen ist, in Richtung des Lichtdurchlasskörpers entlang der Richtung vorsteht, die die erste Richtung schneidet, und dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers in der ersten Richtung zugewandt ist. Ein Spalt ist zwischen dem Lichtdurchlasskörper und dem ersten Verbindungsabschnitt in der Richtung vorgesehen, die die erste Richtung schneidet. Der Deckelkörper befindet sich in dem Spalt. Der Deckel verbindet den ersten Verbindungsabschnitt mit dem Lichtdurchlasskörper durch Einklemmen des Lichtdurchlasskörpers zwischen dem Vorstehabschnitt und dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers. Während ein mechanisches Fixieren das Verhindern eines Abfallens des Lichtdurchlasskörpers sicherstellen kann, kann eine Last des Lichtdurchlasskörpers reduziert werden.

[0021] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem zehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst in der Vibrationsvorrichtung gemäß einem des ersten bis neunten Aspekts die Vibrationsvorrichtung ferner einen Passabschnitt, der mit dem ersten Verbindungsabschnitt des externen Vibrationskörpers an der anderen Endseite des internen Vibrationskörpers verbunden ist. Der Passabschnitt des internen Vibrationskörpers und der erste Verbindungsabschnitt des externen Vibrationskörpers sind fixiert durch Anziehen einer Schraubstruktur. Eine Anziehstärke wird gesteuert durch eine Drehmomentmenge einer Schraube und ein Vibrationsverhalten kann stabilisiert werden.

[0022] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem elften Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst in der Vibrationsvorrichtung gemäß einem des ersten bis neunten Aspekts der interne Vibrationskörper einen Passabschnitt, der in dem anderen Ende in der ersten Richtung vorgesehen und mit dem ersten Verbindungsabschnitt des externen Vibrationskörpers verbunden ist. Der Passabschnitt umfasst einen Vorspringabschnitt, der sich außerhalb des Lichtdurchlasskörpers von dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers in der ersten Richtung entlang der Richtung erstreckt, die die erste Richtung schneidet. Der erste Verbindungsabschnitt umfasst einen zweiten zurückgesetzten Abschnitt, der den Vorspringabschnitt einpassbar unterbringt. Der Passabschnitt des internen Vibrationskörpers und der erste Verbindungsabschnitt des externen Vibrationskörpers sind fixiert durch Einpassen zwischen dem Vorsprungabschnitt und dem zweiten zurückgesetzten Abschnitt. Auf diese Weise können Kosten zum Fixieren des internen Vibrationskörpers und des externen Vibrationskörpers reduziert werden.

[0023] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem zwölften Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst

in der Vibrationsvorrichtung gemäß einem des ersten bis neunten Aspekts die Vibrationsvorrichtung ferner einen Zwischenkörper zum Fixieren des internen Vibrationskörpers und des externen Vibrationskörpers. Der interne Vibrationskörper umfasst einen Passabschnitt, der in dem anderen Ende in der ersten Richtung vorgesehen ist und mit dem ersten Verbindungsabschnitt des externen Vibrationskörpers verbunden ist. Ein Spalt, an den der Zwischenkörper gepasst ist, ist zwischen dem ersten Verbindungsabschnitt und dem Passabschnitt in der Richtung vorgesehen, die die erste Richtung schneidet. Der Passabschnitt des internen Vibrationskörpers und der erste Verbindungsabschnitt des externen Vibrationskörpers sind durch Einpassen des Zwischenkörpers in den Spalt fixiert. Auf diese Weise können Kosten zum Fixieren des internen Vibrationskörpers und des externen Vibrationskörpers reduziert werden.

[0024] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem dreizehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst in der Vibrationsvorrichtung gemäß einem des ersten bis neunten Aspekts der interne Vibrationskörper einen Passabschnitt, der in dem anderen Ende in der ersten Richtung vorgesehen und mit dem ersten Verbindungsabschnitt des externen Vibrationskörpers verbunden ist. Jeder des internen Vibrationskörpers und des externen Vibrationskörpers ist dazu ausgebildet, um eine Rotationsachse, die sich entlang der ersten Richtung erstreckt, in Bezug auf den anderen des internen Vibrationskörpers und des externen Vibrationskörpers drehbar zu sein. Eine Mehrzahl von Rillenabschnitten, die sich jeweils in einer Umfangsrichtung in Bezug auf die Rotationsachse erstrecken, ist in einem des ersten Verbindungsabschnitts und des Passabschnitts vorgesehen. Eine Mehrzahl von Hakenabschnitten, die sich jeweils in einer Radialrichtung in Bezug auf die Rotationsachse erstrecken und so untergebracht sind, dass sie jeweils an die Mehrzahl von Rillenabschnitten einpassbar sind, ist in dem anderen des ersten Verbindungsabschnitts und des Passabschnitts vorgesehen. Der Passabschnitt des internen Vibrationskörpers und der erste Verbindungsabschnitt des externen Vibrationskörpers sind fixiert durch das Einpassen zwischen der Mehrzahl von Rillenabschnitten und der Mehrzahl von Hakenabschnitten. Auf diese Weise können Kosten zum Fixieren des internen Vibrationskörpers und des externen Vibrationskörpers reduziert werden.

[0025] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem vierzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist in der Vibrationsvorrichtung des fünften Aspekts der Lichtdurchlasskörper eine Linse. Die Vibrationsvorrichtung umfasst ferner ein Linsenmodul, das an einer optischen Achse der Linse angeordnet ist. Auf diese Weise kann die Vibrationsvorrichtung 1 als ein optisches Bilderzeugungssystem verwendet werden.

[0026] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem fünfzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist in der Vibrationsvorrichtung des vierzehnten Aspekts das Linsenmodul mit einem Fixierabschnitt des externen Vibrationskörpers verbunden. Auf diese Weise kann ein optisches Verhalten sichergestellt werden durch Verwenden der Linse und des Linsenmoduls als Satz und kann die Vibrationsvorrichtung zu einer Bilderzeugungsvorrichtung zusammengesetzt werden, und zwar in der gleichen Handhabungsweise, wie für ein normales Linsenmodul.

[0027] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem sechzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist in der Vibrationsvorrichtung gemäß einem des ersten bis fünfzehnten Aspekts der interne Vibrationskörper eine zylindrische Form auf und weist der externe Vibrationskörper eine hohle viereckige Säulenform auf. Auf diese Weise kann ein Volumen des Fixierabschnitts des externen Vibrationskörpers erhöht werden und kann die Vibration weiter reduziert werden.

[0028] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem siebzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist in der Vibrationsvorrichtung gemäß einem des ersten bis sechzehnten Aspekts ein Youngscher Modul des Materials des internen Vibrationskörpers höher als ein Youngscher Modul eines Materials des externen Vibrationskörpers. Da die Youngschen Moduli des internen Vibrationskörpers und des externen Vibrationskörpers voneinander unterschiedlich sind, kann ein erwünschtes Vibrationsverhalten erhalten werden.

[0029] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem achtzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst in der Vibrationsvorrichtung gemäß einem des ersten bis siebzehnten Aspekts der externe Vibrationskörper einen Fixierabschnitt, der mit dem zweiten Verbindungsabschnitt verbunden ist. Ein Youngscher Modul des zweiten Verbindungsabschnitts des externen Vibrationskörpers ist höher als ein Youngscher Modul des Fixierabschnitts des externen Vibrationskörpers. Auf diese Weise ist die Vibration des Fixierabschnitts des externen Vibrationskörpers vorteilhafterweise begrenzt.

[0030] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem neunzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst in der Vibrationsvorrichtung gemäß einem des ersten bis siebzehnten Aspekts der externe Vibrationskörper einen Fixierabschnitt, der mit dem zweiten Verbindungsabschnitt verbunden ist. Eine Dichte des zweiten Verbindungsabschnitts des externen Vibrationskörpers ist niedriger als eine Dichte des Fixierabschnitts des externen Vibrationskörpers. Auf diese Weise kann eine Vibrationsstabilität des Fixierabschnitts des externen Vibrationskörpers weiter verbessert werden.

[0031] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem zwanzigsten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst in der Vibrationsvorrichtung des achtzehnten Aspekts oder des neunzehnten Aspekts der zweite Verbindungsabschnitt ein erstes Bauteil, das in der ersten Richtung weiter entfernt von dem piezoelektrischen Element als dem Fixierabschnitt angeordnet ist, und sich von dem ersten Verbindungsabschnitt entlang der Richtung erstreckt, die die erste Richtung schneidet, und ein zweites Bauteil, das sich von einem Ende des ersten Bauteils, das von dem ersten Verbindungsabschnitt in der Richtung entfernt ist, die die erste Richtung schneidet, in Richtung des piezoelektrischen Elements entlang der ersten Richtung erstreckt. Der Fixierabschnitt umfasst einen Fügeabschnitt, der in einem Ende vorgesehen ist, das in der ersten Richtung nahe an dem ersten Bauteil ist, der sich entlang der Richtung erstreckt, die die erste Richtung schneidet, und an den das zweite Bauteil gefügt ist. Eine Dimension des zweiten Bauteils in der ersten Richtung ist größer oder gleich einer Dimension des ersten Bauteils in der ersten Richtung. Auf diese Weise kann eine Belastung, die auf einen Fügeabschnitt zwischen dem zweiten Verbindungsbauteil und dem Fixierabschnitt ausgeübt wird, reduziert werden.

[0032] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem einundzwanzigsten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst in der Vibrationsvorrichtung des achtzehnten Aspekts oder des neunzehnten Aspekts der zweite Verbindungsabschnitt ein erstes Bauteil, das sich in der ersten Richtung weiter entfernt von dem piezoelektrischen Element als dem Fixierabschnitt befindet und sich von dem ersten Verbindungsabschnitt entlang der Richtung erstreckt, die die erste Richtung schneidet, und ein zweites Bauteil, das sich von einem Ende des ersten Bauteils, das entfernt von dem ersten Verbindungsabschnitt in der Richtung ist, die die erste Richtung schneidet, in Richtung des piezoelektrischen Elements entlang der ersten Richtung erstreckt. Der Fixierabschnitt umfasst einen Fügeabschnitt, der in einem Ende vorgesehen ist, das entfernt von dem internen Vibrationskörper in der Richtung ist, die die erste Richtung schneidet, der sich entlang der ersten Richtung erstreckt und an den das zweite Bauteil gefügt ist. Auf diese Weise liegt der Fügeabschnitt nicht gegenüber einem äußeren Teil frei.

[0033] Deshalb wird eine Fügezuverlässigkeit zwischen dem zweiten Verbindungsabschnitt und dem Fixierabschnitt verbessert.

[0034] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem zweiundzwanzigsten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst in der Vibrationsvorrichtung gemäß einem des ersten bis einundzwanzigsten Aspekts der externe Vibrationskörper einen Fixierabschnitt, der mit dem zweiten Verbindungsabschnitt verbun-

den ist. Der Lichtdurchlasskörper weist eine optische Achse auf, die sich entlang der ersten Richtung erstreckt. Eine Entfernung von der optischen Achse in einer Radialrichtung in Bezug auf die optische Achse zu einem Innenseitenende zumindest eines Abschnitts des Fixierabschnitts in der Radialrichtung ist kürzer als eine Entfernung von der optischen Achse in der Radialrichtung zu einem Außenseitenende des internen Vibrationskörpers in der Radialrichtung. Auf diese Weise kann ein Volumen des Fixierabschnitts erhöht werden. Deshalb kann eine Vibrationsstabilität des Fixierabschnitts des externen Vibrationskörpers weiter verbessert werden.

[0035] Als Vibrationsvorrichtung gemäß einem dreiundzwanzigsten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst in der Vibrationsvorrichtung gemäß einem des ersten bis zweiundzwanzigsten Aspekts der interne Vibrationskörper einen Röhrenkörperabschnitt und einen dünnen Abschnitt und weist der dünne Abschnitt eine kleinere Dicke auf als der Röhrenkörperabschnitt. Da der dünne Abschnitt in dem internen Vibrationskörper vorgesehen ist, kann eine Verhaltensverschlechterung, die verursacht wird durch Anheften von Wassertröpfchen, weiter reduziert werden.

[0036] Eine Bilderzeugungsvorrichtung gemäß einem vierundzwanzigsten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst eine Vibrationsvorrichtung und einen Bildsensor. Die Vibrationsvorrichtung umfasst einen internen Vibrationskörper, der eine Vibration verstärkt, ein piezoelektrisches Element, das mit einem Ende des internen Vibrationskörpers verbunden ist, eine Linse, die mit dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers verbunden ist, einen externen Vibrationskörper, der einen ersten Verbindungsabschnitt, der mit der anderen Endseite des internen Vibrationskörpers verbunden ist, und einen zweiten Verbindungsabschnitt aufweist, der sich außerhalb eines Lichtdurchlasskörpers von dem ersten Verbindungsabschnitt erstreckt, um die Vibration zu dämpfen, sowie ein Linsenmodul, das an einer optischen Achse der Linse angeordnet ist. Der Bildsensor ist an der optischen Achse der Linse und des Linsenmoduls angeordnet.

[0037] Gemäß dieser Konfiguration wird die Vibration der Linse durch den zweiten Verbindungsabschnitt absorbiert. Deshalb ist es möglich, eine Möglichkeit zu verhindern, dass aufgrund der Vibration der Linse ein verschwommenes Bild erfasst wird.

[0038] Als Bilderzeugungsvorrichtung gemäß einem fünfundzwanzigsten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist in der Bilderzeugungsvorrichtung des vierundzwanzigsten Aspekts eine Position einer unteren Oberfläche des externen Vibrationskörpers in einer optischen Achsenrichtung zwischen einer unteren Oberfläche des piezoelektrischen Elements und

einer Bilderzeugungsebene des Bildsensors angeordnet. Auf diese Weise gleitet der Bildsensor nicht in die Vibrationsvorrichtung. Deshalb wird die Bilderzeugungsvorrichtung ohne weiteres zusammengebaut.

[0039] Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung Bezug nehmend auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Die folgende Beschreibung ist im Grunde lediglich ein Beispiel und soll die vorliegende Erfindung nicht einschränken, auch nicht ein zutreffendes Objekt derselben oder eine Anwendung derselben. Ferner sind die Zeichnungen schematisch und fallen Proportionen jeweiliger Abmessungen nicht notwendigerweise mit den tatsächlichen Proportionen zusammen.

(Ausführungsbeispiel)

[0040] Zuerst wird ein Objekt der vorliegenden Erfindung detaillierter beschrieben. Eine Kamera, die draußen verwendet wird, wie zum Beispiel eine an einem Fahrzeug angebrachte Kamera, eine Überwachungskamera oder eine Kamera, die an einer Drohne angebracht ist, ist mit einer freiliegenden Linse oder einer Abdeckung versehen, die aus Glas oder transparentem Kunststoff gebildet ist, um eine Linse abzudecken. Wenn Wassertröpfchen an der Linse oder der Abdeckung anhaften, könnten in einigen Fällen Fremdsubstanzen in einem Bild widerspiegelt werden, das durch die Kamera erfasst wird, und kann kein klares Bild erhalten werden, da ein Sichtfeld der Kamera blockiert ist.

[0041] Eine Vibrationsvorrichtung 1 des Ausführungsbeispiels wird Bezug nehmend auf die **Fig. 1** und **2** beschrieben. **Fig. 1** ist eine perspektivische Außenansicht der Vibrationsvorrichtung 1 des Ausführungsbeispiels. **Fig. 2** ist eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht der Vibrationsvorrichtung 1. Eine Z-Achse (Beispiel einer ersten Richtung) ist ein Beispiel einer optischen Achsenrichtung einer Linse 5 und eines Linsenmoduls 15 und eine X-Achse (Beispiel einer Richtung, die die erste Richtung schneidet) ist ein Beispiel einer Radialrichtung der Linse 5.

[0042] Die Vibrationsvorrichtung 1 umfasst einen externen Vibrationskörper 3, die Linse 5, einen internen Vibrationskörper 7, ein piezoelektrisches Element 9, einen Leistungszuführer 11, einen ersten Anschlagring 13, das Linsenmodul 15, einen Linsenzylinder 17 und einen zweiten Anschlagring 19.

[0043] Die Vibrationsvorrichtung 1 überträgt eine Vibration des piezoelektrischen Elements 9, das in Kontakt mit dem internen Vibrationskörper 7 angeordnet ist, an die Linse 5, wobei der interne Vibrationskörper 7 zwischen denselben angeordnet ist, verursacht eine Vibration der Linse 5 und entfernt

Fremdstoffen, wie zum Beispiel Wassertröpfchen oder Schmutz, die an der Linse 5 anhaften.

[0044] Jede Komponente, die die Vibrationsvorrichtung 1 bildet, wird im Folgenden Bezug nehmend auf die Fig. 3 und 4 detailliert beschrieben. Fig. 3 ist eine Schnittansicht der Vibrationsvorrichtung 1. Fig. 4 ist eine teilweise vergrößerte Ansicht der Vibrationsvorrichtung 1.

[0045] Der interne Vibrationskörper 7 verstärkt die Vibration, die von dem piezoelektrischen Element 9 übertragen wird, um eine Vibration der Linse 5 zu verursachen. Beispielsweise weist der interne Vibrationskörper 7 eine zylindrische Form auf und ein Metallmaterial oder eine Keramik kann verwendet werden. Beispielsweise umfasst das Metallmaterial rostfreien Stahl, Aluminium, Eisen, Titan und Dural. Um einen engen Kontakt eines Haftmittels auf einer Oberfläche des internen Vibrationskörpers 7 zu verbessern, ist es wünschenswert, eine Oberflächenbehandlung durchzuführen, wie zum Beispiel eine Oxidationsbehandlung oder Aluminid-Behandlung. Wenn beispielsweise die Oberfläche des internen Vibrationskörpers 7 durch die Oberflächenbehandlung eine schwarze Farbe aufweist, ist es möglich, weiter zu verhindern, dass ein optisches Verhalten aufgrund von Lichtstreuung verschlechtert wird.

[0046] Der interne Vibrationskörper 7 ist ein Röhrenbauteil mit einem Röhrenkörperabschnitt 21, einem dünnen Abschnitt 23, einem Befestigungsabschnitt 25 und einem Passabschnitt 27. Das piezoelektrische Element 9 ist an dem Röhrenkörperabschnitt 21 an einer Endseite des internen Vibrationskörpers 7 angebracht und das piezoelektrische Element 9 verursacht eine Vibration des Röhrenkörperabschnitts 21. Der dünne Abschnitt 23 verbindet den Röhrenkörperabschnitt 21 und den Befestigungsabschnitt 25. Der dünne Abschnitt 23 weist eine kleinere Dicke auf als der Röhrenkörperabschnitt 21. Deshalb dient der dünne Abschnitt 23 als Feder und kann die Vibration erweitern. Deshalb spielt der dünne Abschnitt 23 eine Rolle einer Erweiterung der Vibration, wenn die Vibration, die in dem Röhrenkörperabschnitt 21 erzeugt wird, an die Linse 5 übertragen wird. Wenn ein Youngscher Modul eines Materials des internen Vibrationskörpers 7 hoch ist, kann ein Verlust reduziert werden, wenn die Vibration erweitert wird.

[0047] In dem internen Vibrationskörper 7 ist der Befestigungsabschnitt 25 an der anderen Endseite weiter weg von dem dünnen Abschnitt 23 gebildet. Der Befestigungsabschnitt 25 ist flach gebildet und ein Außenperipherieabschnitt der Linse 5 ist an dem Befestigungsabschnitt 25 befestigt. Die Linse 5 kann unter Verwendung eines Haftmittels an dem Befestigungsabschnitt 25 fixiert sein. Der Befestigungsabschnitt 25 weist eine Form auf, die von

dem dünnen Abschnitt 23 nach innen vorsteht. Der Passabschnitt 27 ist an dem Außenseitenabschnitt in einer Radialrichtung des Befestigungsabschnitts 25 gebildet, an der anderen Endseite des internen Vibrationskörpers 7. Der Passabschnitt 27 umfasst eine Schraubstruktur und ist mit dem externen Vibrationskörper 3 (der später beschrieben wird) verbunden.

[0048] Der externe Vibrationskörper 3 kann verhindern, dass die Vibration des internen Vibrationskörpers 7 zu einem anderen Bauteil als der Linse 5 entweicht und kann die Vibration effizient an die Linse 5 übertragen. Zusätzlich ist der externe Vibrationskörper 3 vorgesehen, um den gesamten internen Vibrationskörper 7 derart zu bedecken, dass der interne Vibrationskörper 7 oder das Linsenmodul 15 von dem Außenseitenabschnitt geschützt wird. Der externe Vibrationskörper 3 ist aus einem Metallmaterial, wie zum Beispiel rostfreiem Stahl, Aluminium, Eisen, Titan und Dural, oder einem Harz gebildet. Beispielsweise weist der externe Vibrationskörper 3 eine hohle viereckige Säulenform auf.

[0049] Der externe Vibrationskörper 3 umfasst einen ersten Verbindungsabschnitt 31, einen zweiten Verbindungsabschnitt 33 und einen Fixierabschnitt 35. Eine Schraubstruktur 31a ist an einer Endseite des ersten Verbindungsabschnitts 31 gebildet und der erste Verbindungsabschnitt 31 des externen Vibrationskörpers 3 und der Passabschnitt 27 des internen Vibrationskörpers 7 sind durch Anziehen der Schraubstruktur fixiert.

[0050] Der erste Verbindungsabschnitt 31 umfasst einen Vorstehabschnitt 31b, der in Richtung einer Seite der Linse 5 an der anderen Endseite vorsteht. Die Linse 5 ist zwischen dem Vorstehabschnitt 31b des ersten Verbindungsabschnitts 31 und dem Befestigungsabschnitt 25 an der anderen Endseite des internen Vibrationskörpers 7 eingeklemmt. Auf diese Weise ist die Linse 5 zwischen dem Außenseitenabschnitt und dem Innenseitenabschnitt der Linse 5 eingeklemmt. Deshalb ist es, selbst wenn die Linse 5 vibriert, möglich, zu verhindern, dass die Linse 5 von der Vibrationsvorrichtung 1 getrennt wird.

[0051] Der zweite Verbindungsabschnitt 33 weist eine Rolle auf, bei der die Vibration, die durch die Linse 5 erzeugt wird, derart absorbiert wird, dass die Vibration nicht an den Fixierabschnitt 35 übertragen wird, der mit dem zweiten Verbindungsabschnitt 33 verbunden ist. Beispielsweise erstreckt sich der zweite Verbindungsabschnitt 33 ringförmig in einer Richtung senkrecht zu der optischen Achsenrichtung der Linse 5. Die Dicke des zweiten Verbindungsabschnitts 33 ist kleiner als die Dicke des Fixierabschnitts 35 und beispielsweise ist die Dicke größer oder gleich 0,2 mm und kleiner oder gleich 1,0 mm. Zusätzlich ist die Dicke des zweiten Verbindungsab-

schnitts 33 größer oder gleich 0,2-mal und kleiner oder gleich 1,5-mal die Dicke des dünnen Abschnitts 23. Der zweite Verbindungsabschnitt 33 weist auf diese Weise eine dünne Dicke auf. Deshalb weist der zweite Verbindungsabschnitt 33 eine Eigenschaft einer Tellerfeder auf.

[0052] Beispielsweise weist der Fixierabschnitt 35 die folgende Rolle auf. Ein Bauteil, wie zum Beispiel ein Gehäuse, das den Bildsensor oder das Linsenmodul 15 unterbringt, ist mit dem Fixierabschnitt 35 verbunden. Der Fixierabschnitt 35 umfasst einen Knoten zum Unterdrücken dessen, dass die Vibration 1/100 oder weniger einer Verschiebungsmenge der Linse 5 ist, so dass sich die Vibration nicht zu diesen Bauteilen ausbreitet. Mit steigendem Volumen des Fixierabschnitts 35 kann die Vibration des Fixierabschnitts 35 unterdrückt werden. Andererseits muss eine Größe der Bilderzeugungsvorrichtung klein sein und es ist schwierig, einfach die Größe zu vergrößern.

[0053] Deshalb ist bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Außenform des Fixierabschnitts 35 viereckig. Gemäß dieser Form kann das Volumen des Fixierabschnitts 35 erhöht werden, ohne die Größe der Bilderzeugungsvorrichtung zu vergrößern. Beispielsweise ist das Volumen eines Quaders mit der Größe 25 mm × 25 mm größer als das Volumen einer Säulenform mit einem Durchmesser von 25 mm. Deshalb kann, wenn das Viereck eingesetzt wird, das Volumen von vier Eckabschnitten wirksam eingesetzt werden und kann das Volumen des Fixierabschnitts 35 erhöht werden, ohne die Größe der Bilderzeugungsvorrichtung zu vergrößern.

[0054] Wenn der externe Vibrationskörper 3 eine Ausnehmung aufweist, wie zum Beispiel eine Rille, verursacht die Ausnehmung, dass sich Fremdsubstanzen, wie zum Beispiel Wassertröpfchen oder Schmutz, in der Ausnehmung ansammeln, und verursacht ferner, dass sich das Vibrationsverhalten aufgrund der angesammelten Fremdsubstanzen verschlechtert. Beispielsweise sind Eckabschnitte des externen Vibrationskörpers 3 um R 2,5 oder mehr abgeschrägt. Auf diese Weise liegt ein vorteilhafter Effekt eines Reduzierens einer Metallermüdung vor, die durch Ultraschallvibration verursacht wird. Zusätzlich ist es, da die Eckabschnitte des externen Vibrationskörpers 3 abgeschrägt sind, selbst wenn die Linse 5 einen breiten Sichtwinkel von 180 Grad oder mehr aufweist, möglich, eine Möglichkeit zu reduzieren, dass die Eckabschnitte des externen Vibrationskörpers 3 auf ein erfasstes Bild abgebildet werden.

[0055] Ein Verhalten, das für Materialien des externen Vibrationskörpers 3 und des internen Vibrationskörpers 7 benötigt wird, ist unterschiedlich. Wenn der externe Vibrationskörper 3 einen niedrigeren Young-

schen Modul aufweist, kann die Vibration durch den zweiten Verbindungsabschnitt 33 gedämpft werden. Zusätzlich weist beispielsweise in dem externen Vibrationskörper 3 der zweite Verbindungsabschnitt 33 den niedrigeren Youngschen Modul auf als der Fixierabschnitt 35.

[0056] Die Linse 5 bildet eine optische Bilderzeugungsebene in Zusammenarbeit mit dem Linsenmodul 15 und ist in einer äußersten Schicht eines optischen Systems Ps mit der Linse 5 und dem Linsenmodul 15 angeordnet. Die Linse 5 ist aus Glas bildet. Eine obere Oberfläche der Linse 5 weist eine vorstehende Form auf und die Oberfläche ist mit einer wasserabweisenden Beschichtung und einem Antireflexionsfilm (AR-Beschichtung) beschichtet. Die Oberfläche der Linse 5 an der Seite der optischen Bilderzeugungsebene umfasst einen planaren Abschnitt 5a und eine zurückgesetzte Form 5b und der planare Abschnitt 5a ist mit dem Befestigungsabschnitt 25 des internen Vibrationskörpers 7 durch ein Haftmittel verbunden.

[0057] Das piezoelektrische Element 9 weist einen piezoelektrischen Körper und eine Elektrode auf. Das piezoelektrische Element 9 ist mit dem Röhrenkörperabschnitt 21 des internen Vibrationskörpers 7 durch ein Haftmittel verbunden. Beispielsweise umfasst das Material des piezoelektrischen Körpers geeignete piezoelektrische Keramiken, wie zum Beispiel Bariumtitanat (BaTiO_3), Bleizirkonattitanat (PZT: $\text{PbTiO}_3 \cdot \text{PbZrO}_3$), Bleititanat (PbTiO_3), Bleimantaniobat (PbNb_2O_6), Wismuttitanat ($\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$) und (K,Na) NbO_3 , oder einen geeigneten piezoelektrischen Einkristall, wie zum Beispiel LiTaO_3 und LiNbO_3 .

[0058] Beispielsweise kann die Elektrode eine Ni-Elektrode sein. Die Elektrode kann eine Elektrode sein, die aus einem Metaldünnsfilm gebildet ist, wie zum Beispiel Ag oder Au, der durch ein Zerstäubungsverfahren gebildet ist. Alternativ kann die Elektrode gebildet sein durch Plattieren oder Aufdampfung, zusätzlich zu dem Zerstäubungsverfahren.

[0059] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das piezoelektrische Element 9, das die Vibration erzeugt, bei Betrachtung in einer Axialrichtung (Z-Richtung) des internen Vibrationskörpers 7 in einer Ringform gebildet. Ohne Einschränkung darauf könnte das piezoelektrische Element 9 jedoch eine beliebige Form aufweisen, solange der interne Vibrationskörper 7 vibrieren kann.

[0060] Das piezoelektrische Element 9 wird gesteuert durch beispielsweise eine Steuereinheit. Beispielsweise umfasst die Steuereinheit eine Treiberschaltung zum Anlegen eines Treibersignals zum Erzeugen der Vibration. Beispielsweise ist die

Treiberschaltung mit dem piezoelektrischen Element 9 verbunden, wobei der Leistungszuführer 11 zwischen denselben angeordnet ist. Der Leistungszuführer 11 ist mit dem piezoelektrischen Element 9 durch ein Haftmittel verbunden, um ein Potenzial an das piezoelektrische Element 9 anzulegen. Als Leistungszuführer 11 werden flexible gedruckte Schaltungen (FPC; FPC = flexible printed circuits) mit Flexibilität verwendet und eine Verdrahtungsleitung ist aus einer Kupferfolie auf einem Polyimid-Substrat gebildet.

[0061] Die Treiberschaltung umfasst eine gedruckte Schaltungsplatine, an der Befestigungskomponenten befestigt sind, und weist eine Funktion eines Erzeugens eines AC-Potenzials mit einer geeigneten Frequenz und eines Anlegens des Potenzials durch den Leistungszuführer 11 an einen piezoelektrischen Körper auf. Das piezoelektrische Element 9 verursacht eine Vibration des internen Vibrationskörpers 7 in einer Dickenrichtung (Z-Richtung) der Vibrationsvorrichtung 1 basierend auf einem Treibersignal von der Treiberschaltung. Das piezoelektrische Element 9 vibriert derart, dass der interne Vibrationskörper 7 in der Dickenrichtung (Z-Richtung) vibriert. In der Vibrationsvorrichtung 1 wird verursacht, dass die Linse 5 vibriert, durch Verursachen einer Vibration des internen Vibrationskörpers 7, und werden die Fremdstoffen, wie zum Beispiel das Wassertröpfchen, das an der Linse 5 anhaftet, entfernt.

[0062] Das Linsenmodul 15 umfasst eine Mehrzahl von Linsen und wird durch den Linsenzylinder 17 getragen. Da die Linse 5 und das Linsenmodul 15 kombiniert sind, weist das Linsenmodul 15 ein optisches Verhalten, bei dem ein Bild gebildet werden kann, als Bildsensor auf.

[0063] Der Linsenzylinder 17 umfasst einen Flansch und der Flansch ist mit dem Fixierabschnitt 35 des externen Vibrationskörpers 3 verbunden. Da die Linse 5 und das Linsenmodul 15 nicht in Kontakt miteinander stehen, wird die Vibration der Linse 5 auch an das Linsenmodul 15 übertragen, wodurch eine Verschlechterung des Vibrationsverhaltens verhindert wird.

[0064] Der erste und der zweite Anschlagring 13 und 19 passen eine Position des Linsenmoduls 15 entlang der optischen Achse an. Außenumfänge des ersten und zweiten Anschlagrings 13 und 19 sind mit eingeschnittenen Schrauben versehen und der Linsenzylinder 17 ist zwischen dem ersten und dem zweiten Anschlagring 13 und 19 eingeklemmt und an eine Schraubstruktur gepasst, die im Inneren des Fixierabschnitts 35 gebildet ist. Deshalb kann die Position des Linsenzylinders 17 entlang der optischen Achse fein angepasst werden durch eine Anziehungsmenge des ersten und zweiten Anschlagrings 13 und 19. Der erste und der zweite Anschlagring 13

und 19 sind Beispiele eines Verfahrens zum Fixieren des Linsenmoduls 15.

[0065] Ein Haftmittel ist zwischen dem internen Vibrationskörper 7, der Linse 5 und dem externen Vibrationskörper 3 und zwischen dem internen Vibrationskörper 7, dem piezoelektrischen Element 9 und dem Leistungszuführer 11 aufgetragen. Das Material des Haftmittels ist ein Feststoffmaterial, wie zum Beispiel ein Epoxidharz. Da das Haftmaterial mit einem hohen Youngscher Modul verwendet wird, kann ein Verlust der Vibration reduziert werden.

[0066] Die optische Bilderzeugungsebene 37 ist eine Ebene, an der ein Bild durch die Linse 5 und das Linsenmodul 15 gebildet wird. Wie in **Fig. 5** gezeigt ist, kann, da der Bildsensor 41, wie zum Beispiel ein CMOS-Bildsensor, an dieser Position angeordnet ist, eine Bilderzeugungsvorrichtung 51 gebildet werden. **Fig. 5** ist eine Schnittansicht, die die Bilderzeugungsvorrichtung 51 mit der Vibrationsvorrichtung 1 zeigt. Eine Position einer unteren Oberfläche des externen Vibrationskörpers 3 in der optischen Achsenrichtung befindet sich zwischen einer unteren Oberfläche des piezoelektrischen Elements 9 und der Bilderzeugungsebene des Bildsensors 41. Die Bilderzeugungsebene des Bildsensors 41 ist die gleiche wie die optische Bilderzeugungsebene 37.

[0067] Wie in **Fig. 5** gezeigt ist, kann, da der Bildsensor 41 außerhalb der Vibrationsvorrichtung 1 angeordnet ist, die Bilderzeugungsvorrichtung 51 ohne weiteres zusammengebaut werden. Beispielsweise ist der Bildsensor 41 mit einem Substrat 43 verbunden. Ein Bilderzeugungsobjekt außerhalb der Vibrationsvorrichtung 1 kann durch den Bildsensor 41 durch das Linsenmodul 15 und die Linse 5 der Vibrationsvorrichtung 1 abgebildet werden. Die Vibrationsvorrichtung 1 ist beispielsweise an dem Substrat 43 fixiert, wobei ein Gehäuse 45 zwischen denselben angeordnet ist.

[0068] Als Nächstes werden bei einem Herstellungsverfahren der Vibrationsvorrichtung 1 ein Abschnitt zwischen der Linse 5 und dem internen Vibrationskörper 7 und ein Abschnitt zwischen der Linse 5 und dem externen Vibrationskörper 3 mit Haftmitteln gefüllt. Der externe Vibrationskörper 3 wird angezogen, bevor die Haftmittel sich verfestigen, und danach verfestigen die Haftmittel. Durch dieses Herstellungsverfahren ist es möglich, eine Kraft zum Einklemmen der Linse 5 zwischen dem externen Vibrationskörper 3 und dem internen Vibrationskörper 7 kontinuierlich aufrechtzuerhalten. Schraubchnittabschnitte des externen Vibrationskörpers 3 und des internen Vibrationskörpers 7 sind auch mit den Haftmitteln gefüllt und das Haftmittel besitzt eine Funktion des Verhinderns eines Lösens der Schraube. Deshalb können, wenn das Haftmittel ein leitfähiges Haftmittel ist, der externe Vibrations-

körper 3 und der interne Vibrationskörper 7 elektrisch und stabil leitfähig sein.

[0069] Ein Simulationsergebnis einer Verschiebungsmengenverteilung und einer Belastungsverteilung in der Vibrationsvorrichtung 1 ist Bezugnehmend auf die **Fig. 6** und **7** beschrieben. In der Simulation wird eine piezoelektrische Analyse (Resonanzanalyse) durchgeführt unter Verwendung eines Femtet (eingetragene Marke), hergestellt von Murata Software Co., Ltd. Berechnungsbedingungen der Simulation sind wie folgt. Das Material der Linse 5 entspricht Bleiglas mit einer Dichte von $4,65 \text{ g/cm}^3$ und einem Youngschen Modul von 125 GPa . Ein Durchmesser der Linse 5 beträgt $14,4 \text{ mm}$. Das Material des internen Vibrationskörpers 7 entspricht SUS420J2 mit einer Dichte von $7,75 \text{ g/cm}^3$ und einem Youngschen Modul von 200 GPa . Das piezoelektrische Element 9 besitzt eine Dichte von $7,83 \text{ g/cm}^3$ und eine Spannung von 60 Vp-p ist an die obere und die untere Oberfläche (Oberfläche in Kontakt mit dem internen Vibrationskörper 7 und Oberfläche, die dem gegenüberliegt) des piezoelektrischen Elements 9 angelegt. Das piezoelektrische Element weist einen Außendurchmesser von 18 mm , einen Innendurchmesser von 12 mm und die Dicke von 1 mm auf.

[0070] **Fig. 6** zeigt ein Simulationsergebnis einer Verschiebungsmengenverteilung in der Vibrationsvorrichtung 1 des Ausführungsbeispiels. **Fig. 6** zeigt, dass die Verschiebungsmenge mit dunklerer Farbe ansteigt. Wie in **Fig. 6** gezeigt ist, ist, während die Linse 5 stark vibriert, der gesamte Fixierabschnitt 35 des externen Vibrationskörpers 3 ein Knoten und leckt die Vibration nicht. Die Verschiebungsmenge des zweiten Verbindungsabschnitts 33 des externen Vibrationskörpers 3 ist mit näherer Lage des zweiten Verbindungsabschnitts 33 von dem ersten Verbindungsabschnitt 31 zu dem Fixierabschnitt 35 auf null reduziert. Ein Betrag einer Amplitude in dem Fixierabschnitt 35 ist kleiner oder gleich $1/100$ einer Amplitude in der Linse 5, selbst in einem Fall einer maximalen Amplitudenmenge. Aus diesem Grund ist zu erkennen, dass eine Übertragung der Vibration des internen Vibrationskörpers 7 durch den ersten und den zweiten Verbindungsabschnitt 31 und 33 an den Fixierabschnitt 35 unterdrückt wird. Deshalb breitet sich die Vibration nicht durch den externen Vibrationskörper 3 zu dem Linsenmodul 15 oder dem Gehäuse des Bildsensors aus. Zusätzlich ist es möglich, die Fremdsubstanzen, wie zum Beispiel Wassertröpfchen oder Schmutz, die an der Linse 5 anhaften, effizient zu entfernen.

[0071] **Fig. 7** zeigt ein Simulationsergebnis einer Belastungsverteilung in der Vibrationsvorrichtung 1 des Ausführungsbeispiels. **Fig. 7** zeigt, dass eine Belastung mit dunklerer Farbe ansteigt. Der interne Vibrationskörper 7 weist einen Ort mit großer Belas-

tung auf, die Belastung des externen Vibrationskörpers 3 ist jedoch klein. Deshalb wird eine Struktur eines Freilegens des externen Vibrationskörpers 3 eingesetzt, Korrosionsermüdung tritt jedoch weniger wahrscheinlich auf.

[0072] Die Vibrationsvorrichtung 1 des vorliegenden Ausführungsbeispiels umfasst den internen Vibrationskörper 7, der die Vibration verstärkt, das piezoelektrische Element 9, das mit einem Ende des internen Vibrationskörpers 7 verbunden ist, und die Linse 5, die mit dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers 7 verbunden ist. Die Vibrationsvorrichtung 1 umfasst ferner den externen Vibrationskörper 3, der den ersten Verbindungsabschnitt 31, der mit der anderen Endseite des internen Vibrationskörpers 7 verbunden ist, und den zweiten Verbindungsabschnitt 33 umfasst, der sich außerhalb der Linse 5 von dem ersten Verbindungsabschnitt 31 erstreckt, um die Vibration zu dämpfen.

[0073] Da der zweite Verbindungsabschnitt 33 die Vibration, die von der Linse 5 und dem internen Vibrationskörper 7 übertragen wird, dämpft, kann die Vibration, die an den gesamten externen Vibrationskörper 3 übertragen wird, reduziert werden und kann die Vibration, die an andere Bauteile übertragen wird, die mit dem externen Vibrationskörper 3 verbunden sind, reduziert werden. Auf diese Weise ist es möglich, eine Möglichkeit zu unterdrücken, dass die Vibration aus der Linse 5 entweicht. Deshalb kann die Linse 5 effizient vibrieren.

[0074] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf jedes der oben beschriebenen Ausführungsbeispiele eingeschränkt und kann wie folgt modifiziert werden.

(1) Bei dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel sind der zweite Verbindungsabschnitt 33 und der Fixierabschnitt 35 des externen Vibrationskörpers 3 aus dem gleichen Material gebildet, die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht darauf eingeschränkt. Wie in **Fig. 8** gezeigt ist, könnte ein Material verwendet werden, das sich von den Materialien des zweiten Verbindungsabschnitts 33 und des Fixierabschnitts 35 unterscheidet. Beispielsweise kann eine Vibrationsabsorption des zweiten Verbindungsabschnitts 33 weiter verbessert werden durch jeweiliges Verwenden von Materialien, bei denen der Youngsche Modul des zweiten Verbindungsabschnitts 33 des externen Vibrationskörpers 3 höher ist als der Youngsche Modul des Fixierabschnitts 35. Zusätzlich kann eine Vibrationsstabilität des Fixierabschnitts 35 weiter verbessert werden durch jeweiliges Verwenden von Materialien, bei denen die Dichte des zweiten Verbindungsabschnitts 33 des externen Vibrationskörpers 3 niedriger ist als die Dichte des Fixierabschnitts 35.

(2) Bei dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel ist der erste Verbindungsabschnitt 31 des externen Vibrationskörpers 3 mit sowohl der Linse 5 als auch dem internen Vibrationskörper 7 verbunden, die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht darauf eingeschränkt. Der erste Verbindungsabschnitt 31 könnte mit der Linse 5 verbunden sein, ohne mit dem internen Vibrationskörper 7 verbunden zu sein.

(3) Bei dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel liegt die Linse 5 von der Vibrationsvorrichtung 1 frei, die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht darauf eingeschränkt. Die Linse 5 könnte innerhalb der Vibrationsvorrichtung 1 angeordnet sein und kann beispielsweise mit dem ersten Verbindungsabschnitt 31 und dem internen Vibrationskörper 7 durch Verwenden einer Glasabdeckung als Lichtdurchlasskörper verbunden sein. In diesem Fall kann sich der zweite Verbindungsabschnitt 33 in einer Richtung senkrecht zu einer Richtung erstrecken, in der das Licht durch die Abdeckung durchgelassen wird.

(4) Bei dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel ist der Bildsensor außerhalb der Vibrationsvorrichtung 1 angeordnet, die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht darauf eingeschränkt. Die Vibrationsvorrichtung 1 kann als Bilderzeugungsvorrichtung verwendet werden, indem der Bildsensor innerhalb der Vibrationsvorrichtung 1 untergebracht ist.

(5) Der Passabschnitt 27 des internen Vibrationskörpers 7 und der erste Verbindungsabschnitt 31 des externen Vibrationskörpers 3 sind nicht auf die Schraubstruktur eingeschränkt und könnten durch eine andere Passstruktur als die Schraubstruktur fixiert sein. Beispielsweise umfasst die andere Passstruktur als die Schraubstruktur eine Einführstruktur unter Verwendung physikalischer Eigenschaften eines Materials, eine Einklemmstruktur unter Verwendung eines Zwischenkörpers, wie zum Beispiel einer Harz- oder Metalldünnplatte, eine Einführstruktur unter Verwendung einer Mehrzahl von Vorspringabschnitten und einer Mehrzahl zurückgesetzter Abschnitte und eine Passstruktur unter Verwendung einer Einschnappung. Die **Fig. 9 bis 21** zeigen ein Beispiel der Vibrationsvorrichtung 1, die mit der anderen Passstruktur als der Schraubstruktur versehen ist. In den **Fig. 9 bis 21** könnte das Linsenmodul 15 in einigen Fällen weggelassen sein.

[0075] Die Vibrationsvorrichtung 1 in den **Fig. 9** und **10** ist derart ausgebildet, dass der Passabschnitt 27 des internen Vibrationskörpers 7 und der erste Verbindungsabschnitt 31 des externen Vibrationskörpers 3 fixiert sind durch Einpassen zwischen einem Vorspringabschnitt 271 und einem zweiten zurückge-

setzten Abschnitt 311. Auf diese Weise können Kosten zum Fixieren des internen Vibrationskörpers 7 und des externen Vibrationskörpers 3 reduziert werden. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel umfasst, wie in **Fig. 9** gezeigt ist, die Vibrationsvorrichtung 1 den externen Vibrationskörper 3 mit einer im Wesentlichen zylindrischen Form und die Linse 5 (Beispiel des Lichtdurchlasskörpers) mit im Wesentlichen einer Scheibenform. Wie in **Fig. 10** gezeigt ist, ist ein Vorspringabschnitt 501, der sich in der Radialrichtung nach außen erstreckt, in einem äußeren Ende der Linse 5 in der Radialrichtung vorgesehen.

[0076] Wie in **Fig. 10** gezeigt ist, umfasst der Passabschnitt 27 den Vorspringabschnitt 271, der in dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers 7 in einer ersten Richtung (beispielsweise der Z-Richtung) vorgesehen ist. Der Vorspringabschnitt 271 erstreckt sich außerhalb der Linse 5 von dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers 7 in einer ersten Richtung Z entlang einer Richtung (der X-Richtung beispielsweise), die die erste Richtung Z schneidet.

[0077] Wie in **Fig. 10** gezeigt ist, erstreckt sich der erste Verbindungsabschnitt 31 von einem Ende nahe an dem internen Vibrationskörper 7 in einer Richtung X, die die erste Richtung Z des zweiten Verbindungsabschnitts 33 schneidet, in der ersten Richtung Z und entlang einer Richtung weg von dem piezoelektrischen Element 9. Der erste Verbindungsabschnitt 31 umfasst den zweiten zurückgesetzten Abschnitt 311, der den Vorspringabschnitt 271 einpassbar unterbringt. In der Vibrationsvorrichtung 1 in den **Fig. 9** und **10** umfasst der erste Verbindungsabschnitt 31 einen plattenförmigen 312, zwei Vorstehabschnitte 31b und einen gekrümmten Abschnitt 313. Der plattenförmige Abschnitt 312 erstreckt sich entlang der ersten Richtung Z und bildet dabei eine untere Oberfläche des zweiten zurückgesetzten Abschnitts 311. Die Vorstehabschnitte 31b erstrecken sich jeweils von beiden Enden des plattenförmigen Abschnitts 312 in der ersten Richtung Z in der Richtung, die die erste Richtung Z schneidet, und in einer Richtung näher zu der Linse 5. Der gekrümmte Abschnitt 313 verbindet eine Spitze des Vorstehabschnitts 31b nahe an dem zweiten Verbindungsabschnitt 33 und ein Ende nahe an dem internen Vibrationskörper 7 in der Richtung, die die erste Richtung Z schneidet, des zweiten Verbindungsabschnitts 33. Der zweite zurückgesetzte Abschnitt 311 weist eine im Wesentlichen rechteckige Querschnittsform auf und ist derart ausgebildet, dass der Vorspringabschnitt 271 des Passabschnitts 27 und der Vorspringabschnitt 501 der Linse 5 gleichzeitig einpassbar untergebracht sind. Dies bedeutet, dass der Vorspringabschnitt 271 des Passabschnitts 27 und der Vorspringabschnitt 501 der Linse 5 in dem zweiten zurückgesetzten Abschnitt 311 untergebracht und an diesen gepasst sind, in einem Zustand eines Einklemmens und Haltens zwischen den beiden Vorste-

abschnitten 31b. Auf diese Weise sind der Passabschnitt 27 des internen Vibrationskörpers 7 und der erste Verbindungsabschnitt 31 des externen Vibrationskörpers 3 fixiert.

[0078] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist als Beispiel der interne Vibrationskörper 7 ein röhrenförmiger Körper und umfasst einen ersten Abschnitt 71 in Kontakt mit der Linse 5, einen zweiten Abschnitt 72, an dem das piezoelektrische Element 9 angebracht ist, und einen dritten Abschnitt 73 mit einer im Wesentlichen S-förmigen Querschnittsform, die den ersten Abschnitt 71 und den zweiten Abschnitt 72 verbindet. Der erste Abschnitt 71 weist eine zylindrische Form auf, deren Form sich in der Axialrichtung (das heißt der ersten Richtung Z) des röhrenförmigen Körpers erstreckt. Der erste Abschnitt 71 erstreckt sich in der Radialrichtung des röhrenförmigen Körpers, um den Passabschnitt 27 zu bilden. Der zweite Abschnitt 72 ist ein Abschnitt, der mit der Vibration des piezoelektrischen Elements 9 vibriert, und weist eine größere Plattendicke als der erste Abschnitt 71 und der dritte Abschnitt 73 auf. Auf diese Weise wird die Vibration des piezoelektrischen Elements 9 ohne Weiteres und effizient durch die Linse 5 übertragen. Der dritte Abschnitt 73 ist ein Abschnitt, der den ersten Abschnitt 71 trägt und die Vibration des zweiten Abschnitts 72 an den ersten Abschnitt 71 überträgt. Der erste Abschnitt 71, der zweite Abschnitt 72 und der dritte Abschnitt 73 können einstückig gebildet oder einzeln gebildet sein. Wie in **Fig. 10** gezeigt ist, ist eine maximale Außenabmessung des dritten Abschnitts 73 (= maximale Abmessung in der X-Richtung) größer als die maximale Außenabmessung des ersten Abschnitts 71 und ist eine maximale Außenabmessung des zweiten Abschnitts 72 größer als eine maximale Außenabmessung des dritten Abschnitts 73. Auf diese Weise kann die Vibration des piezoelektrischen Elements 9 effizient an die Linse 5 übertragen werden.

[0079] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel befindet sich der zweite Verbindungsabschnitt 33 näher an dem piezoelektrischen Element 9 als ein Ende 316 des ersten Verbindungsabschnitts 31, das von dem piezoelektrischen Element 9 in der ersten Richtung Z entfernt ist. Auf diese Weise tritt bei Anwendung auf die Kamera ein Versperren des Sichtfelds, das sich in dem Video widerspiegelt, weniger wahrscheinlich auf. Deshalb kann die vorliegende Erfindung dem entsprechen, dass die Linse 5 einen breiten Sichtwinkel aufweist (beispielsweise Linse mit einem Sichtwinkel von 190°).

[0080] Die Vibrationsvorrichtung 1 in den **Fig. 9** und **10** könnte so ausgebildet sein, wie in **Fig. 11** gezeigt ist. Die Vibrationsvorrichtung 1 in **Fig. 11** unterscheidet sich von der Vibrationsvorrichtung 1 in den **Fig. 9** und **10** in folgenden Punkten.

[0081] Die Spitze, die der unteren Oberfläche des zweiten zurückgesetzten Abschnitts 311 und der unteren Oberfläche des Vorspringabschnitts 271 zugewandt ist, ist so geneigt, dass sie von der Linse 5 in der Richtung weg zeigt, die die erste Richtung Z schneidet, wenn die Spitze von dem piezoelektrischen Element 9 in der ersten Richtung Z entfernt ist. Auf diese Weise sind der Vorspringabschnitt 271 und der zweite zurückgesetzte Abschnitt 311 eingepasst und fixiert durch eine Elastizität der Materialien des ersten Verbindungsabschnitts 31 und des internen Vibrationskörpers 7.

[0082] Der erste Verbindungsabschnitt 31 umfasst den plattenförmigen Abschnitt 312 und einen Vorstehabschnitt 31b. Ein Ende des plattenförmigen Abschnitts 312, das nahe an dem zweiten Verbindungsabschnitt 33 in der ersten Richtung Z ist, ist mit dem zweiten Verbindungsabschnitt 33 verbunden und der Vorstehabschnitt 31b ist in einem Ende des plattenförmigen Abschnitts 312 vorgesehen, das von dem zweiten Verbindungsabschnitt 33 in der ersten Richtung Z entfernt ist.

[0083] In der Vibrationsvorrichtung 1 in **Fig. 11** ist ein elastischer Körper, wie z. B. Gummi oder eine Haftschrift, in einem Abschnitt 100 vorgesehen, der umgeben ist durch die Linse 5, den ersten Verbindungsabschnitt 31 des externen Vibrationskörpers 3 und den ersten Abschnitt 71 des internen Vibrationskörpers 7. Auf diese Weise wird eine Last auf die Linse 5 reduziert.

[0084] Die Vibrationsvorrichtung 1 in **Fig. 12** umfasst einen Zwischenkörper 60 zum Fixieren des internen Vibrationskörpers 7 und des externen Vibrationskörpers 3. Auf diese Weise können Kosten zum Fixieren des internen Vibrationskörpers 7 und des externen Vibrationskörpers 3 reduziert werden. Der Zwischenkörper 60 verformt sich beispielsweise aufgrund der Einpassung zwischen dem internen Vibrationskörper 7 und dem externen Vibrationskörper 3 und ein Radialdruck, der auf den internen Vibrationskörper 7 und den externen Vibrationskörper 3 ausgeübt wird, wird höher als derjenige in einem Zustand, in dem der Zwischenkörper 60 nicht vorhanden ist. Auf diese Weise sind der interne Vibrationskörper 7 und der externe Vibrationskörper 3 physikalisch fixiert. Beide können chemisch auf derartige Weise fixiert sein, dass eine dünne Platte zwischen dem internen Vibrationskörper 7 und dem externen Vibrationskörper 3 gebildet wird durch Verwenden eines Materials mit einer Rolle eines Harzhaftmittels. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Zwischenkörper 60 aus dem Harz oder der Metalldünnplatte gebildet und ist derart ausgebildet, dass eine Härte oder der Youngsche Modul niedriger ist als die/derjenige des internen Vibrationskörpers 7 und des externen Vibrationskörpers 3. Beispielsweise ist ein unterer Grenzwert des Youngschen Moduls des Zwi-

schenkörpers 60 0,01 GPa und ist ein oberer Grenzwert des Youngschen Moduls des Zwischenkörpers 60 ein Wert, der kleiner ist als der des Youngschen Moduls des internen Vibrationskörpers 7 und des externen Vibrationskörpers 3. Da der Zwischenkörper 60 sich durch den internen Vibrationskörper 7 und den externen Vibrationskörper 3 verformen muss, muss der obere Grenzwert des Youngschen Moduls des Zwischenkörpers 60 kleiner sein als derjenige der Youngschen Moduli beider Vibrationskörper. Der untere Grenzwert des Youngschen Moduls des Zwischenkörpers 60 ist in einem Bereich definiert, der ein Vibrationsverhalten nicht beeinflusst. Der vorspringende Bereich 501, der sich in der Radialrichtung nach außen erstreckt, ist in einem äußeren Ende der Linse 5 in der Radialrichtung vorgesehen.

[0085] Wie in **Fig. 12** gezeigt ist, umfasst der interne Vibrationskörper 7 den Passabschnitt 27, der in dem anderen Ende in der ersten Richtung Z vorgesehen ist und dem ersten Verbindungsabschnitt 31 des externen Vibrationskörpers 3 in der Richtung zugewandt ist, die die erste Richtung Z schneidet. Ein Spalt 61 ist zwischen dem plattenförmigen Abschnitt 312 des ersten Verbindungsabschnitts 31 und dem Passabschnitt 27 in der Richtung vorgesehen, die die erste Richtung Z schneidet. Der Spalt 61 ist derart gebildet, dass der Zwischenkörper 60 einpassbar ist. Der Passabschnitt 27 des internen Vibrationskörpers 7 und der erste Verbindungsabschnitt 31 des externen Vibrationskörpers 3 sind dadurch fixiert, dass sie in den Spalt 61 des Zwischenkörpers 60 eingepasst sind.

[0086] Die Vibrationsvorrichtung 1 in den **Fig. 13** und **14** ist derart ausgebildet, dass der Passabschnitt 27 des internen Vibrationskörpers 7 und der erste Verbindungsabschnitt 31 des externen Vibrationskörpers 3 fixiert sind durch Einpassen zwischen einer Mehrzahl von Rillenabschnitten und einer Mehrzahl von Hakenabschnitten. Jeder des internen Vibrationskörpers 7 und des externen Vibrationskörpers 3 ist dazu ausgebildet, um eine Rotationsachse L, die sich entlang der ersten Richtung Z erstreckt, in Bezug auf den anderen des internen Vibrationskörpers 7 und des externen Vibrationskörpers 3 drehbar zu sein. Auf diese Weise können Kosten zum Fixieren des internen Vibrationskörpers 7 und des externen Vibrationskörpers 3 reduziert werden. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist, wie in den **Fig. 13** und **14** gezeigt ist, sowohl der interne Vibrationskörper 7 als auch der externe Vibrationskörper 3 eine im Wesentlichen zylindrische Form auf.

[0087] Wie in **Fig. 13** gezeigt ist, ist eine Mehrzahl von Rillenabschnitten 314, die sich jeweils in der Umfangsrichtung in Bezug auf die Rotationsachse L erstrecken, in dem ersten Verbindungsabschnitt 31 des externen Vibrationskörpers 3 vorgesehen. Wie

in **Fig. 14** gezeigt ist, ist der Passabschnitt 27 mit einer Mehrzahl von Hakenabschnitten 272 versehen, die sich jeweils in der Radialrichtung in Bezug auf die Rotationsachse L erstrecken und in der Mehrzahl von Rillenabschnitten 314 jeweils einpassbar untergebracht sind. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel umfasst der externe Vibrationskörper 3 vier Rillenabschnitte 314 (nur zwei sind in **Fig. 13** gezeigt), die sich in einem gleichmäßigen Abstand in der Umfangsrichtung befinden, und der interne Vibrationskörper 7 umfasst vier Hakenabschnitte 272, die den vier Rillenabschnitten 314 entsprechen. Jeder der Rillenabschnitte 314 umfasst eine Öffnung, die dem internen Vibrationskörper 7 in der Radialrichtung zugewandt ist. Ein Ende des Rillenabschnitts 314 in der Umfangsrichtung ist blockiert, um die Bewegung des untergebrachten Hakenabschnitts 272 in der Umfangsrichtung einzuschränken. Jeder der Hakenabschnitte 272 steht in einer Richtung weg von der Rotationsrichtung L entlang der Radialrichtung vor, während er sich in der Umfangsrichtung von der Spitze des Vorspringabschnitts 271 in der Radialrichtung erstreckt.

[0088] Eine Mehrzahl von Hakenabschnitten kann in dem ersten Verbindungsabschnitt 31 des externen Vibrationskörpers 3 vorgesehen sein und eine Mehrzahl von Rillenabschnitten kann in dem Passabschnitt 27 des internen Vibrationskörpers 7 vorgesehen sein. Dies bedeutet, dass die Mehrzahl der Rillenabschnitte in dem Passabschnitt 27 vorgesehen sein kann, ohne auf den ersten Verbindungsabschnitt 31 eingeschränkt zu sein, und die Mehrzahl der Hakenabschnitte in dem ersten Verbindungsabschnitt 31 vorgesehen sein kann, ohne auf den Passabschnitt 27 eingeschränkt zu sein. In diesem Fall steht beispielsweise jeder der Hakenabschnitte in einer Richtung näher an der Rotationsachse L entlang der Radialrichtung vor, während er sich in der Umfangsrichtung von dem plattenförmigen Abschnitt 312 des ersten Verbindungsabschnitts 31 erstreckt. Jeder der Rillenabschnitte umfasst eine Öffnung, die dem externen Vibrationskörper 3 in der Radialrichtung zugewandt ist. Ein Ende des Rillenabschnitts in der Umfangsrichtung ist blockiert, um die Bewegung des untergebrachten Hakenabschnitts in der Umfangsrichtung einzuschränken.

[0089] Nachdem jeder der Rillenabschnitte 314 mit einem Haftmittel gefüllt ist, kann der Hakenabschnitt 272, der jedem der Rillenabschnitte 314 entspricht, eingepasst werden. Auf diese Weise können der interne Vibrationskörper 7 und der externe Vibrationskörper 3 fester fixiert werden.

[0090] Die Vibrationsvorrichtung 1 in den **Fig. 15** bis **17** umfasst ein Pressbauteil 80, das die Linse 5 zusammen mit dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers 7 in der ersten Richtung Z einklemmt. Ein mechanisches Fixieren kann die Verhinderung

eines Abfallens der Linse 5 sicherstellen. Der erste Verbindungsabschnitt 31 des externen Vibrationskörpers 3 ist mit der Linse 5 verbunden, wobei das Pressbauteil 80 zwischen denselben angeordnet ist. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist, wie in **Fig. 15** gezeigt ist, sowohl der externe Vibrationskörper 3 als auch die Linse 5 eine im Wesentlichen zylindrische Form auf. Wie in **Fig. 16** gezeigt ist, ist der vorspringende Abschnitt 501, der sich in der Radialrichtung nach außen erstreckt, in einem äußeren Ende der Linse 5 in der Radialrichtung vorgesehen.

[0091] Wie in **Fig. 16** gezeigt ist, ist in der Vibrationsvorrichtung 1 in den **Fig. 15 bis 17** ein Spalt 801 zwischen dem ersten Verbindungsabschnitt 31 und dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers 7 in der Radialrichtung (beispielsweise der X-Richtung) in Bezug auf die optische Achse der Linse 5 vorgesehen.

[0092] Wie in den **Fig. 16 und 17** gezeigt ist, umfasst das Pressbauteil 80 einen Hauptkörperabschnitt 81, einen ersten Schenkelabschnitt 82, einen zweiten Schenkelabschnitt 83, einen ersten Vorspringabschnitt 84 und einen zweiten Vorspringabschnitt 85.

[0093] Wie in **Fig. 17** gezeigt ist, weist der Hauptkörperabschnitt 81 als Beispiel eine im Wesentlichen ringförmige Form auf, die sich in der Umfangsrichtung in Bezug auf die optische Achse der Linse 5 erstreckt. Wie in **Fig. 16** gezeigt ist, ist der Hauptkörperabschnitt 81 dem ersten Abschnitt 71 zugewandt, der das andere Ende des internen Vibrationskörpers 7 in der ersten Richtung Z ist, und ist der Vorspringabschnitt 501 der Linse 5 zwischen dem Hauptkörperabschnitt 81 und dem ersten Abschnitt 71 des internen Vibrationskörpers 7 angeordnet.

[0094] Wie in **Fig. 17** gezeigt ist, sind der erste Schenkelabschnitt 82 und der zweite Schenkelabschnitt 83 jeweils in dem Hauptkörperabschnitt 81 vorgesehen und befinden sich in einem Abstand in der Umfangsrichtung. Wie in **Fig. 16** gezeigt ist, erstreckt sich jeder des ersten Schenkelabschnitts 82 und des zweiten Schenkelabschnitts 83 von dem Hauptkörperabschnitt 81 in Richtung des anderen Endes des internen Vibrationskörpers 7 entlang der ersten Richtung Z und befindet sich in dem Spalt 801. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel umfasst das Pressbauteil 80 vier erste Schenkelabschnitte 82 und vier zweite Schenkelabschnitte 83, die abwechselnd in der Umfangsrichtung ausgerichtet sind. Sowohl der erste Schenkelabschnitt 82 und der zweite Schenkelabschnitt 83 befindet sich an einem Zwischenabschnitt des Hauptkörperabschnitts 81 in der Radialrichtung.

[0095] Wie in **Fig. 16** gezeigt ist, ist der erste Vorspringabschnitt 84 in einem Ende des ersten Schen-

kelabschnitts 82 vorgesehen, das entfernt von dem Hauptkörperabschnitt 81 in der ersten Richtung Z ist, und erstreckt sich in der Radialrichtung nach innen. In der ersten Richtung Z sind die Linse 5 und der erste Abschnitt 71 des internen Vibrationskörpers 7 zwischen dem ersten Vorspringabschnitt 84 und dem Hauptkörperabschnitt 81 positioniert. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist der erste Vorspringabschnitt 84 eine Form auf, die in der Radialrichtung nach innen spitz zuläuft. Ein Abschnitt des ersten Vorspringabschnitts 84, der dem Hauptkörperabschnitt 81 in der ersten Richtung Z zugewandt ist, steht in Kontakt mit dem ersten Abschnitt 71 des internen Vibrationskörpers 7. Der zweite Vorspringabschnitt 85 ist in einem Ende des zweiten Schenkelabschnitts 83 vorgesehen, das entfernt von dem Hauptkörperabschnitt 81 in der ersten Richtung Z ist, und erstreckt sich in der Radialrichtung nach außen. In der ersten Richtung Z befindet sich der erste Verbindungsabschnitt 31 zwischen dem zweiten Vorspringabschnitt 85 und dem Hauptkörperabschnitt 81. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist der zweite Vorspringabschnitt 85 eine Form auf, die in der Radialrichtung nach außen spitz zuläuft. Ein Abschnitt des zweiten Vorspringabschnitts 85, der dem Hauptkörperabschnitt 81 in der ersten Richtung Z zugewandt ist, steht in Kontakt mit dem ersten Verbindungsabschnitt 31 des externen Vibrationskörpers 3.

[0096] Beispielsweise wird ein Zusammenbau der Vibrationsvorrichtung 1 in den **Fig. 15 bis 17** wie folgt durchgeführt.

[0097] Das Pressbauteil 80 wird an dem externen Vibrationskörper 3 angebracht, um eine Einheit zu bilden.

[0098] Die Linse 5 und der interne Vibrationskörper 7 werden an der gebildeten Einheit angebracht.

[0099] In dem Pressbauteil 80 können alle Komponenten einstückig gebildet sein oder können einige oder alle Komponenten separat gebildet sein. Der Hauptkörperabschnitt 81 ist nicht auf die im Wesentlichen ringförmige Form eingeschränkt und könnte beispielsweise eine Vieleckringform aufweisen. Beispielsweise kann der Hauptkörperabschnitt 81 durch Wärmeverstemmen gebildet sein. Die Längen des ersten Vorspringabschnitts 84 und des zweiten Vorspringabschnitts 85 in der Radialrichtung können gleich sein oder voneinander unterschiedlich sein. Ein elastischer Körper, wie zum Beispiel Gummi oder eine Haftmittelschicht, kann in einem Abschnitt 110 (in **Fig. 16** gezeigt), der durch die Linse 5, den internen Vibrationskörper 7 und das Pressbauteil 80 umgeben ist, vorgesehen sein. Auf diese Weise wird eine Last auf die Linse 5 reduziert.

[0100] Die Vibrationsvorrichtung 1 in den **Fig. 18** und **19** umfasst einen Deckel 90. Die mechanische Fixierung kann eine Last auf die Linse 5 reduzieren, während die Verhinderung eines Abfallens der Linse 5 sichergestellt wird. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist, wie in **Fig. 18** gezeigt ist, sowohl der externe Vibrationskörper 3 als auch die Linse 5 eine im Wesentlichen zylindrische Form auf. Wie in **Fig. 19** gezeigt ist, ist der Vorspringabschnitt 501, der sich in der Radialrichtung nach außen erstreckt, in einem äußeren Ende der Linse 5 in der Radialrichtung vorgesehen.

[0101] Wie in **Fig. 19** gezeigt ist, umfasst der Deckel 90 einen Deckelkörper 91 und einen Vorstehabschnitt 92 und ist beispielsweise aus einem Harz oder Metall gebildet.

[0102] Der Deckelkörper 91 bedeckt den ersten Verbindungsabschnitt 31 in der Richtung (beispielsweise der X-Richtung), die die erste Richtung Z schneidet. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel erstreckt sich der Deckelkörper 91 entlang der ersten Richtung Z, befindet sich in der Radialrichtung außerhalb des ersten Verbindungsabschnitts 31 und steht in Kontakt mit dem ersten Verbindungsabschnitt 31.

[0103] Der Vorstehabschnitt 92 ist in einem Ende des Deckelkörpers 91 vorgesehen, von dem piezoelektrischen Element 9 das in der ersten Richtung Z entfernt ist. Der Vorstehabschnitt 92 steht in Richtung der Linse 5 entlang der Richtung vor, die die erste Richtung Z schneidet, und ist dem ersten Abschnitt 71 zugewandt, der das andere Ende des internen Vibrationskörpers 7 in der ersten Richtung Z ist. Der Vorspringabschnitt 501 der Linse 5 befindet sich zwischen dem Vorstehabschnitt 92 und dem ersten Abschnitt 71 des internen Vibrationskörpers 7. Bei der Vibrationsvorrichtung 1 in den **Fig. 18** und **19** ist die Linse 5 zwischen dem Vorstehabschnitt 92 und dem ersten Abschnitt 71 des internen Vibrationskörpers 7 eingeklemmt und ist der erste Verbindungsabschnitt 31 mit der Linse 5 verbunden.

[0104] Ein elastischer Körper, wie zum Beispiel Gummi oder eine Haftmittelschicht, kann in einem Abschnitt 120 (in **Fig. 19** gezeigt) vorgesehen sein, der durch die Linse 5, den externen Vibrationskörper 3, den internen Vibrationskörper 7 und den Deckel 90 umgeben ist. Auf diese Weise wird eine Last auf die Linse 5 reduziert.

[0105] Die Vibrationsvorrichtung 1, die in den **Fig. 18** und **19** gezeigt ist, kann ausgebildet sein, wie in **Fig. 20** gezeigt ist. Bei der Vibrationsvorrichtung 1 in **Fig. 20** unterscheiden sich die folgenden Punkte von denjenigen der Vibrationsvorrichtung 1 in den **Fig. 18** und **19**.

[0106] Der Deckelkörper 91 befindet sich in einem Spalt 901 zwischen der Linse 5 und dem ersten Verbindungsabschnitt 31 in der Richtung (beispielsweise der X-Richtung), die die erste Richtung Z schneidet.

[0107] Der Deckel 90 umfasst einen zweiten Vorstehabschnitt 93, der sich in einer Richtung entgegengesetzt zu dem Vorstehabschnitt 92 von dem Deckelkörper 91 erstreckt.

[0108] Anstelle einer Bereitstellung des zweiten Vorstehabschnitts 93 kann beispielsweise, wie in **Fig. 21** gezeigt ist, ein Vorstehabschnitt 315 in dem ersten Verbindungsabschnitt 31 vorgesehen sein. Der Vorstehabschnitt 315 ist in einem Ende des ersten Verbindungsabschnitts 31 vorgesehen, das entfernt von dem zweiten Verbindungsabschnitt 33 in der ersten Richtung Z ist, und erstreckt sich von dem ersten Verbindungsabschnitt 31 in Richtung der Linse 5 entlang der Richtung, die die erste Richtung Z schneidet. Der Vorstehabschnitt 315 ist dem ersten Abschnitt 71 des internen Vibrationskörpers 7 in der ersten Richtung Z zugewandt und klemmt den Deckelkörper 91 zusammen mit dem ersten Abschnitt 71 in der ersten Richtung Z ein.

[0109] (6) Der zweite Verbindungsabschnitt 33 und der Fixierabschnitt 35 des externen Vibrationskörpers 3 sind nicht auf einen Fall eingeschränkt, in dem diese aus dem gleichen Material gebildet sind, und könnte aus unterschiedlichen Materialien gebildet sein. Ein Beispiel dieses Falls ist in **Fig. 22** gezeigt. Bei der Vibrationsvorrichtung 1 in **Fig. 22** umfasst der zweite Verbindungsabschnitt 33 ein erstes Bauteil 331 und ein zweites Bauteil 332 und der Fixierabschnitt 35 umfasst einen Fügeabschnitt 351.

[0110] Das erste Bauteil 331 befindet sich in der ersten Richtung Z weiter weg von dem piezoelektrischen Element 9 als der Fixierabschnitt 35 und erstreckt sich von dem ersten Verbindungsabschnitt 31 entlang der Richtung (beispielsweise der X-Richtung), die die erste Richtung Z schneidet. Das zweite Bauteil 332 erstreckt sich von einem Ende des ersten Bauteils 331, das entfernt von dem ersten Verbindungsabschnitt 31 in der Richtung ist, die die erste Richtung Z schneidet, in Richtung des piezoelektrischen Elements 9 entlang der ersten Richtung Z. Der Fügeabschnitt 351 ist in einem Ende des ersten Bauteils 331 vorgesehen, das nahe an dem Fixierabschnitt 35 in der ersten Richtung Z liegt, und erstreckt sich entlang der Richtung, die die erste Richtung Z schneidet, derart, dass das zweite Bauteil 332 angefügt ist. Eine Dimension W1 des zweiten Bauteils 332 in der ersten Richtung Z ist größer als eine Dimension W2 des ersten Bauteils 331 in der ersten Richtung Z.

[0111] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel umfasst der Fügeabschnitt 351 eine Oberfläche, die sich in der Richtung erstreckt, die die erste Richtung Z schneidet. Das zweite Bauteil 332 weist einen im Wesentlichen L-förmigen Querschnitt auf und umfasst einen Abschnitt 333, der sich von dem ersten Bauteil 331 entlang der ersten Richtung Z erstreckt, und einen Abschnitt 334, der sich entlang des Fügeabschnitts 351 erstreckt. Der Abschnitt 333, der sich entlang der ersten Richtung Z erstreckt, kann parallel zu der ersten Richtung Z sein oder kann die erste Richtung Z schneiden.

[0112] Bei der Vibrationsvorrichtung 1 in **Fig. 22** wird eine Beziehung zwischen der Dimension W1 des zweiten Bauteils 332 in der ersten Richtung Z und einem Belastungswert, der auf einen Abschnitt ausgeübt wird, an dem der zweite Verbindungsabschnitt 33 und der Fixierabschnitt 35 aneinandergesetzt sind, durch eine Simulation berechnet. Bei der Simulation werden eine piezoelektrische Analyse und eine Belastungsanalyse durchgeführt unter Verwendung von Femtet (eingetragene Marke), hergestellt von Murata Software Co., Ltd. Berechnungsbedingungen der Simulation sind wie folgt.

[0113] Der zweite Verbindungsabschnitt 33: gebildet aus einem Material, das Aluminium entspricht, mit einer Dichte von 2.698,9 kg/m³ und einem Youngschen Modul von 68,5 GPa. Die Dimension (= Dicke) W2 in der ersten Richtung Z ist auf 0,4 mm eingestellt.

[0114] Der Fixierabschnitt 35: gebildet aus einem Material, das SUS420J2 entspricht, mit einer Dichte von 7.750 kg/m³ und einem Youngschen Modul von 200 GPa.

[0115] Ein Ergebnis der Simulation ist in **Fig. 23** gezeigt. Wie in **Fig. 23** gezeigt ist, wird, wenn W1 0,4 mm (W2) oder mehr beträgt, der Belastungswert, der auf den Abschnitt ausgeübt wird, an dem der zweite Verbindungsabschnitt 33 und der Fixierabschnitt 35 aneinandergesetzt sind, erheblich reduziert. Dies bedeutet, dass, da die Vibrationsvorrichtung 1 so ausgebildet ist, wie in **Fig. 22** gezeigt ist, Belastung, die auf den Abschnitt ausgeübt wird, an dem der zweite Verbindungsabschnitt 33 und der Fixierabschnitt 35 aneinandergesetzt sind, reduziert werden kann.

[0116] In Anbetracht des Vibrationsverhaltens ist es vorzuziehen, dass ein Ausdruck „ $W2 \times 1 \leq W1 \leq W2 \times 10$ “ erfüllt ist. Wenn W1 „ $W2 \times 10$ “ überschreitet, ist ein Volumen des Fixierabschnitts 35 zu klein, wodurch eine Möglichkeit verursacht wird, dass sich das Vibrationsverhalten verschlechtert.

[0117] Die Vibrationsvorrichtung 1 in **Fig. 22** kann so ausgebildet sein, wie in **Fig. 24** gezeigt ist. Bei der

Vibrationsvorrichtung 1 in **Fig. 24** unterscheiden sich die folgenden Punkte von denjenigen der Vibrationsvorrichtung 1 in **Fig. 22**. In **Fig. 24** ist das Linienmodul 15 weggelassen.

[0118] Das zweite Bauteil 332 des zweiten Verbindungsabschnitts 33 erstreckt sich zu einer Position, die in der ersten Richtung Z weiter getrennt von dem ersten Bauteil 331 ist als dem piezoelektrischen Element 9.

[0119] Der Verbindungsabschnitt 351 des Fixierabschnitts 35 ist an einem Ende entfernt von dem internen Vibrationskörper 7 in der Richtung (beispielsweise der X-Richtung) vorgesehen, die die erste Richtung Z schneidet, und erstreckt sich entlang der ersten Richtung Z derart, dass das zweite Bauteil 332 angefügt ist.

[0120] Gemäß der Konfiguration der Vibrationsvorrichtung 1 in **Fig. 24** liegt der Fügeabschnitt 351 nicht nach außen hin frei. Deshalb wird eine Fügezuverlässigkeit zwischen dem zweiten Verbindungsabschnitt 33 und dem Fixierabschnitt 35 verbessert. Bei der Vibrationsvorrichtung 1 in **Fig. 24** ist das zweite Bauteil 332 an die gesamte Oberfläche des Fügeabschnitts 351 gefügt, das zweite Bauteil 332 könnte jedoch an einen Abschnitt des Fügeabschnitts 351 gefügt sein.

[0121] (7) Beispielsweise kann der Fixierabschnitt 35 des externen Vibrationskörpers 3 so ausgebildet sein, wie in **Fig. 25** gezeigt ist. In der Vibrationsvorrichtung 1 in **Fig. 25** ist eine Entfernung L1 von einer optischen Achse OA in der Radialrichtung in Bezug auf die optische Achse OA bis zu einem inneren Ende des Fixierabschnitts 35 zumindest eines Abschnitts in der Radialrichtung kürzer als eine Entfernung L2 von der optischen Achse OA in der Radialrichtung bis zu einem äußeren Ende des internen Vibrationskörpers 7 in der Radialrichtung. Auf diese Weise kann das Volumen des Fixierabschnitts 35 erhöht werden. Deshalb kann eine Vibrationsstabilität des Fixierabschnitts 35 weiter verbessert werden. Zusätzlich tritt, da die Entfernung L1 kürzer ist, weniger wahrscheinlich eine Verformung des Innendurchmessers der Röhrenform des Fixierabschnitts 35 auf. Der Innendurchmesser der Röhrenform ist bis zu der vierten Potenz wirksam, basierend auf einem geometrischen Trägheitsmoment. Deshalb ist die Vibration verglichen mit einem Fall wirksam begrenzt, in dem einfach das Volumen in einer vertikalen Richtung erhöht wird.

[0122] Mögliche erwünschte Ausführungsbeispiele oder Modifizierungsbeispiele in verschiedenen Ausführungsbeispielen oder Modifizierungsbeispielen, die oben beschrieben sind, können geeignet kombiniert werden, um jeden vorteilhaften Effekt derselben zu erzielen. Zusätzlich kann eine Kombination der

Ausführungsbeispiele, eine Kombination der Beispiele oder eine Kombination der Ausführungsbeispiele und der Beispiele eingesetzt werden und kann eine Kombination von Charakteristika zwischen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen oder zwischen unterschiedlichen Beispielen ebenso eingesetzt werden.

[0123] Die vorliegende Erfindung wurde in jedem Ausführungsbeispiel mit einem bestimmten Detailmaß beschrieben. Die offenbaren Inhalte der Ausführungsbeispiele müssen jedoch in Details der Konfigurationen geändert werden und Änderungen an den Kombinationen und der Reihenfolge von Elementen in jedem Ausführungsbeispiel können umgesetzt werden, ohne von dem Schutzbereich und dem Konzept der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

Bezugszeichenliste

1	Vibrationsvorrichtung
3	externer Vibrationskörper
5	Linse
501	Vorspringabschnitt
5a	planarer Abschnitt
5b	zurückgesetzte Form
7	interner Vibrationskörper
71	erster Abschnitt
72	zweiter Abschnitt
73	dritter Abschnitt
9	piezoelektrisches Element
10	Leistungszuführer
13	erster Anschlagring
15	Linsenmodul
17	Linsenzylinder
19	zweiter Anschlagring
21	Röhrenkörperabschnitt
23	dünner Abschnitt
25	Befestigungsabschnitt
27	Passabschnitt
271	Vorspringabschnitt
272	Hakenabschnitt
31	erster Verbindungsabschnitt
311	zweiter zurückgesetzter Abschnitt
312	plattenförmiger Abschnitt
313	gekrümmter Abschnitt
314	Rillenabschnitt

315	Vorstehabschnitt
31a	Schraubstruktur
31b	Vorstehabschnitt
33	zweiter Verbindungsabschnitt
331	erstes Bauteil
332	zweites Bauteil
35	Fixierabschnitt
351	Fügeabschnitt
37	optische Bilderzeugungsebene
41	Bildsensor
43	Substrat
45	Gehäuse
51	Bilderzeugungsvorrichtung
60	Zwischenkörper
61	Spalt
80	Pressbauteil
81	Hauptkörperabschnitt
82	erster Schenkelabschnitt
83	zweiter Schenkelabschnitt
801	Spalt
90	Deckel
901	Spalt
91	Deckelkörper
92	Vorstehabschnitt
93	zweiter Vorstehabschnitt
100	Abschnitt
Ps	optisches System

Patentansprüche

1. Eine Vibrationsvorrichtung, die folgende Merkmale aufweist:
einen internen Vibrationskörper, der eine Vibration verstärkt;
ein piezoelektrisches Element, das mit einem Ende des internen Vibrationskörpers in einer ersten Richtung verbunden ist;
einen Lichtdurchlasskörper, der mit dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers in der ersten Richtung verbunden ist; und
einen externen Vibrationskörper, der folgende Merkmale aufweist:
einen ersten Verbindungsabschnitt, der mit dem Lichtdurchlasskörper verbunden ist, und
einen zweiten Verbindungsabschnitt, der sich außerhalb des Lichtdurchlasskörpers von dem ersten Verbindungsabschnitt entlang einer Richtung

erstreckt, die die erste Richtung schneidet, um die Vibration zu dämpfen.

2. Die Vibrationsvorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der sich der zweite Verbindungsabschnitt in einer Richtung senkrecht zu einer Richtung erstreckt, in der Licht durch den Lichtdurchlasskörper durchgelassen wird.

3. Die Vibrationsvorrichtung gemäß Anspruch 2, bei der sich der zweite Verbindungsabschnitt ringförmig erstreckt.

4. Die Vibrationsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der der zweite Verbindungsabschnitt näher an dem piezoelektrischen Element positioniert ist als ein Ende des ersten Verbindungsabschnitts, das von dem piezoelektrischen Element in der ersten Richtung entfernt ist.

5. Die Vibrationsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der der externe Vibrationskörper einen Fixierabschnitt umfasst, der mit dem zweiten Verbindungsabschnitt verbunden ist, und der zweite Verbindungsabschnitt eine Dicke aufweist, die kleiner ist als eine Dicke des Fixierabschnitts.

6. Die Vibrationsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der der erste Verbindungsabschnitt einen Vorstehabschnitt umfasst, der zu einer Lichtdurchlasskörperseite vorsteht, und der Lichtdurchlasskörper zwischen dem Vorstehabschnitt des ersten Verbindungsabschnitts und dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers eingeklemmt ist.

7. Die Vibrationsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, die ferner folgendes Merkmal aufweist:

ein Pressbauteil, das den Lichtdurchlasskörper zusammen mit dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers in der ersten Richtung einklemmt, wobei der erste Verbindungsabschnitt mit dem Lichtdurchlasskörper verbunden ist, wobei das Pressbauteil zwischen denselben angeordnet ist, ein Spalt zwischen dem ersten Verbindungsabschnitt und dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers in einer Radialrichtung in Bezug auf eine optische Achse vorgesehen ist, die sich entlang der ersten Richtung des Lichtdurchlasskörpers erstreckt, und

das Pressbauteil folgende Merkmale aufweist:

einen Hauptkörperabschnitt, der sich in einer Umfangsrichtung in Bezug auf die optische Achse des Lichtdurchlasskörpers erstreckt und dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers in der ersten Richtung zugewandt ist, wobei sich der Licht-

durchlasskörper zwischen dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers und dem Hauptkörperabschnitt befindet,

einen ersten Schenkelabschnitt und einen zweiten Schenkelabschnitt, die jeweils in dem Hauptkörperabschnitt vorgesehen sind, die sich in einem Abstand in der Umfangsrichtung in Bezug auf die optische Achse befinden, und die in dem Spalt positioniert sind durch Erstrecken von dem Hauptkörperabschnitt in Richtung des anderen Endes des internen Vibrationskörpers entlang der ersten Richtung, einen ersten Vorspringabschnitt, der in einem Ende des ersten Schenkelabschnitts vorgesehen ist, das entfernt von dem Hauptkörperabschnitt in der ersten Richtung ist, und sich in einer Radialrichtung nach innen in Bezug auf die optische Achse erstreckt, wobei der Lichtdurchlasskörper und das andere Ende des internen Vibrationskörpers zwischen dem Hauptkörperabschnitt und dem ersten Vorspringabschnitt in der ersten Richtung angeordnet sind, und einen zweiten Vorspringabschnitt, der in einem Ende des zweiten Schenkelabschnitts vorgesehen ist, das entfernt von dem Hauptkörperabschnitt in der ersten Richtung ist, und sich in der Radialrichtung nach außen erstreckt, wobei der erste Verbindungsabschnitt zwischen dem Hauptkörper und dem zweiten Vorspringabschnitt in der ersten Richtung positioniert ist.

8. Die Vibrationsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, die ferner folgendes Merkmal aufweist:

einen Deckel, der folgende Merkmale aufweist:

einen Deckelkörper, der den ersten Verbindungsabschnitt in der Richtung bedeckt, die die erste Richtung schneidet, und

einen Vorstehabschnitt, der in einem Ende des Deckelkörpers vorgesehen ist, das von dem piezoelektrischen Element in der ersten Richtung entfernt ist, in Richtung des Lichtdurchlasskörpers entlang der Richtung vorsteht, die die erste Richtung schneidet, und dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers in der ersten Richtung zugewandt ist, wobei der Deckel den ersten Verbindungsabschnitt des Lichtdurchlasskörpers verbindet durch Einklemmen des Lichtdurchlasskörpers zwischen dem Vorstehabschnitt und dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers.

9. Die Vibrationsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, die ferner folgendes Merkmal aufweist:

einen Deckel, der Folgendes aufweist:

einen Deckelkörper, der sich zwischen dem Lichtdurchlasskörper und dem ersten Verbindungsabschnitt in der Richtung befindet, die die erste Richtung schneidet, und sich entlang der ersten Richtung erstreckt, und

einen Vorstehabschnitt, der in einem Ende des Deckelkörpers vorgesehen ist, das von dem piezo-

elektrischen Element in der ersten Richtung entfernt ist, in Richtung des Lichtdurchlasskörpers entlang der Richtung vorsteht, die die erste Richtung schneidet, und dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers in der ersten Richtung zugewandt ist, wobei ein Spalt zwischen dem Lichtdurchlasskörper und dem ersten Verbindungsabschnitt in der Richtung vorgesehen ist, die die erste Richtung schneidet, der Deckelkörper sich in dem Spalt befindet und der Deckel den ersten Verbindungsabschnitt mit dem Lichtdurchlasskörper verbindet durch Einklemmen des Lichtdurchlasskörpers zwischen dem Vorstehtabschnitt und dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers.

10. Die Vibrationsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, die ferner folgendes Merkmal aufweist:
einen Passabschnitt, der mit dem ersten Verbindungsabschnitt des externen Vibrationskörpers an der anderen Endseite des internen Vibrationskörpers verbunden ist, wobei der Passabschnitt des internen Vibrationskörpers und der erste Verbindungsabschnitt des externen Vibrationskörpers fixiert sind durch Anziehen einer Schraubstruktur.

11. Die Vibrationsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der der interne Vibrationskörper einen Passabschnitt aufweist, der in dem anderen Ende in der ersten Richtung vorgesehen ist und mit dem ersten Verbindungsabschnitt des externen Vibrationskörpers verbunden ist, der Passabschnitt einen Vorspringabschnitt umfasst, der sich außerhalb des Lichtdurchlasskörpers von dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers in der ersten Richtung entlang der Richtung erstreckt, die die erste Richtung schneidet, der erste Verbindungsabschnitt einen zweiten zurückgesetzten Abschnitt aufweist, der den Vorspringabschnitt einpassbar unterbringt, und der Passabschnitt des internen Vibrationskörpers und der erste Verbindungsabschnitt des externen Vibrationskörpers fixiert sind durch Einpassen zwischen dem Vorspringabschnitt und dem zweiten zurückgesetzten Abschnitt.

12. Die Vibrationsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, die ferner folgendes Merkmal aufweist:
einen Zwischenkörper zum Fixieren des internen Vibrationskörpers und des externen Vibrationskörpers, wobei der interne Vibrationskörper einen Passabschnitt aufweist, der in dem anderen Ende in der ersten Richtung vorgesehen ist und dem ersten Verbindungsabschnitt des externen Vibrationskörpers in der Richtung zugewandt ist, die die erste Rich-

tung schneidet, ein Spalt, an den der Zwischenkörper gepasst ist, zwischen dem ersten Verbindungsabschnitt und dem Passabschnitt in der Richtung vorgesehen ist, die die erste Richtung schneidet, und der Passabschnitt des internen Vibrationskörpers und der erste Verbindungsabschnitt des externen Vibrationskörpers fixiert sind durch Einpassen des Zwischenkörpers in den Spalt.

13. Die Vibrationsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der der interne Vibrationskörper einen Passabschnitt aufweist, der in dem anderen Ende in der ersten Richtung vorgesehen ist und mit dem ersten Verbindungsabschnitt des externen Vibrationskörpers verbunden ist, einer des internen Vibrationskörpers und des externen Vibrationskörpers dazu ausgebildet ist, um eine Rotationsachse, die sich entlang der ersten Richtung erstreckt, in Bezug auf den anderen des internen Vibrationskörpers und des externen Vibrationskörpers drehbar zu sein, eine Mehrzahl von Rillenabschnitten, die sich jeweils in einer Umfangsrichtung in Bezug auf die Rotationsachse erstrecken, in einem des ersten Verbindungsabschnitts und des Passabschnitts vorgesehen ist, eine Mehrzahl von Hakenabschnitten, die sich jeweils in einer Radialrichtung in Bezug auf die Rotationsachse erstrecken und so untergebracht sind, dass sie jeweils an die Mehrzahl von Rillenabschnitten einpassbar sind, in dem anderen des ersten Verbindungsabschnitts und des Passabschnitts vorgesehen ist, und der Passabschnitt des internen Vibrationskörpers und der erste Verbindungsabschnitt des externen Vibrationskörpers fixiert sind durch das Einpassen zwischen der Mehrzahl von Rillenabschnitten und der Mehrzahl von Hakenabschnitten.

14. Die Vibrationsvorrichtung gemäß Anspruch 5, bei der der Lichtdurchlasskörper eine Linse ist und die Vibrationsvorrichtung ferner ein Linsenmodul aufweist, das an einer optischen Achse der Linse angeordnet ist.

15. Die Vibrationsvorrichtung gemäß Anspruch 14, bei der das Linsenmodul mit dem Fixierabschnitt des externen Vibrationskörpers verbunden ist.

16. Die Vibrationsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15, bei der der interne Vibrationskörper eine zylindrische Form aufweist und der externe Vibrationskörper eine hohle viereckige Säulenform aufweist.

17. Die Vibrationsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, bei der ein Youngscher Modul eines Materials des internen Vibrationskörpers höher ist als ein Youngscher Modul eines Materials des externen Vibrationskörpers.

18. Die Vibrationsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17, bei der der externe Vibrationskörper einen Fixierabschnitt aufweist, der mit dem zweiten Verbindungsabschnitt verbunden ist, und ein Youngscher Modul des zweiten Verbindungsabschnitts des externen Vibrationskörpers höher ist als ein Youngscher Modul des Fixierabschnitts des externen Vibrationskörpers.

19. Die Vibrationsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17, bei der der externe Vibrationskörper einen Fixierabschnitt aufweist, der mit dem zweiten Verbindungsabschnitt verbunden ist, und eine Dichte des zweiten Verbindungsabschnitts des externen Vibrationskörpers niedriger ist als eine Dichte des Fixierabschnitts des externen Vibrationskörpers.

20. Die Vibrationsvorrichtung gemäß Anspruch 18 oder 19, bei der der zweite Verbindungsabschnitt folgende Merkmale aufweist:
ein erstes Bauteil, das in der ersten Richtung weiter entfernt von dem piezoelektrischen Element als der Fixierabschnitt liegt und sich von dem ersten Verbindungsabschnitt entlang der Richtung erstreckt, die die erste Richtung schneidet, und
ein zweites Bauteil, das sich von einem Ende des ersten Bauteils, das von dem ersten Verbindungsabschnitt in der Richtung entfernt ist, die die erste Richtung schneidet, in Richtung des piezoelektrischen Elements entlang der ersten Richtung erstreckt,
der Fixierabschnitt einen Fügabschnitt aufweist, der in einem Ende nahe an dem ersten Bauteil in der ersten Richtung vorgesehen ist, sich entlang der Richtung erstreckt, die die erste Richtung schneidet, und an den das zweite Bauteil gefügt ist, und
eine Dimension des zweiten Bauteils in der ersten Richtung größer oder gleich einer Dimension des ersten Bauteils in der ersten Richtung ist.

21. Die Vibrationsvorrichtung gemäß Anspruch 18 oder 19, bei der der zweite Verbindungsabschnitt folgende Merkmale aufweist:
ein erstes Bauteil, das in der ersten Richtung weiter entfernt von dem piezoelektrischen Element als der Fixierabschnitt liegt und sich von dem ersten Verbindungsabschnitt entlang der Richtung erstreckt, die die erste Richtung schneidet, und
ein zweites Bauteil, das sich von einem Ende des

ersten Bauteils, das von dem ersten Verbindungsabschnitt in der Richtung entfernt ist, die die erste Richtung schneidet, in Richtung des piezoelektrischen Elements entlang der ersten Richtung erstreckt,
der Fixierabschnitt einen Fügabschnitt aufweist, der in einem Ende entfernt von dem internen Vibrationskörper in der Richtung vorgesehen ist, die die erste Richtung schneidet, sich entlang der ersten Richtung erstreckt, und an das zweite Bauteil gefügt ist.

22. Die Vibrationsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 21, bei der der externe Vibrationskörper einen Fixierabschnitt aufweist, der mit dem zweiten Verbindungsabschnitt verbunden ist,
der Lichtdurchlasskörper eine optische Achse aufweist, die sich entlang der ersten Richtung erstreckt, und
eine Entfernung von der optischen Achse in einer Radialrichtung in Bezug auf die optische Achse bis zu einem Innenseitenende zumindest eines Abschnitts des Fixierabschnitts in der Radialrichtung kürzer ist als eine Entfernung von der optischen Achse in der Radialrichtung zu einem Außenseitenende des internen Vibrationskörpers in der Radialrichtung.

23. Die Vibrationsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 22, bei der der interne Vibrationskörper einen Röhrenkörperabschnitt und einen dünnen Abschnitt aufweist und
der dünne Abschnitt eine kleinere Dicke aufweist als der Röhrenkörperabschnitt.

24. Eine Bilderzeugungsvorrichtung, die folgende Merkmale aufweist:
eine Vibrationsvorrichtung, die folgende Merkmale aufweist:
einen internen Vibrationskörper, der eine Vibration verstärkt,
ein piezoelektrisches Element, das mit einem Ende des internen Vibrationskörpers verbunden ist,
eine Linse, die mit dem anderen Ende des internen Vibrationskörpers verbunden ist,
einen externen Vibrationskörper, der einen ersten Verbindungsabschnitt, der mit der anderen Endseite des internen Vibrationskörpers verbunden ist, und einen zweiten Verbindungsabschnitt aufweist, der sich außerhalb der Linse von dem ersten Verbindungsabschnitt erstreckt, um die Vibration zu dämpfen, und
ein Linsenmodul, das an einer optischen Achse der Linse angeordnet ist; und
einen Bildsensor, der an der optischen Achse der Linse und des Linsenmoduls angeordnet ist.

25. Die Bilderzeugungsvorrichtung gemäß Anspruch 24, bei der eine Position einer unteren Oberfläche des externen Vibrationskörpers in einer optischen Achsenrichtung zwischen einer unteren Oberfläche des piezoelektrischen Elements und einer Bilderzeugungsebene des Bildsensors angeordnet ist.

Es folgen 15 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

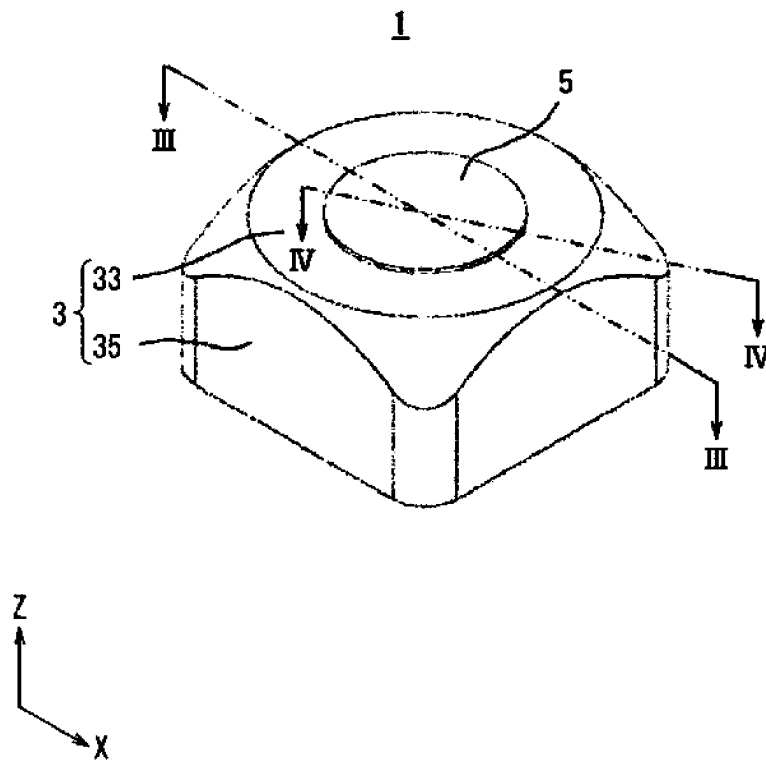


Fig. 1

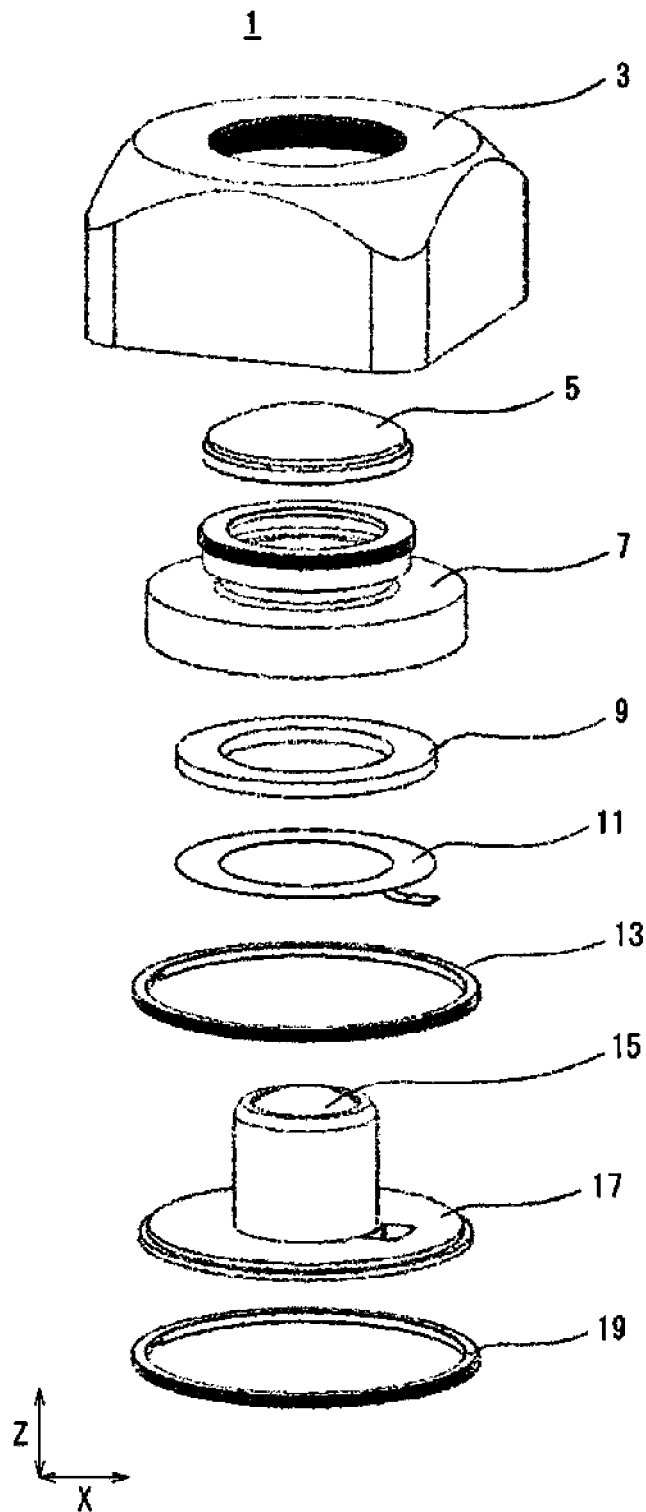


Fig. 2

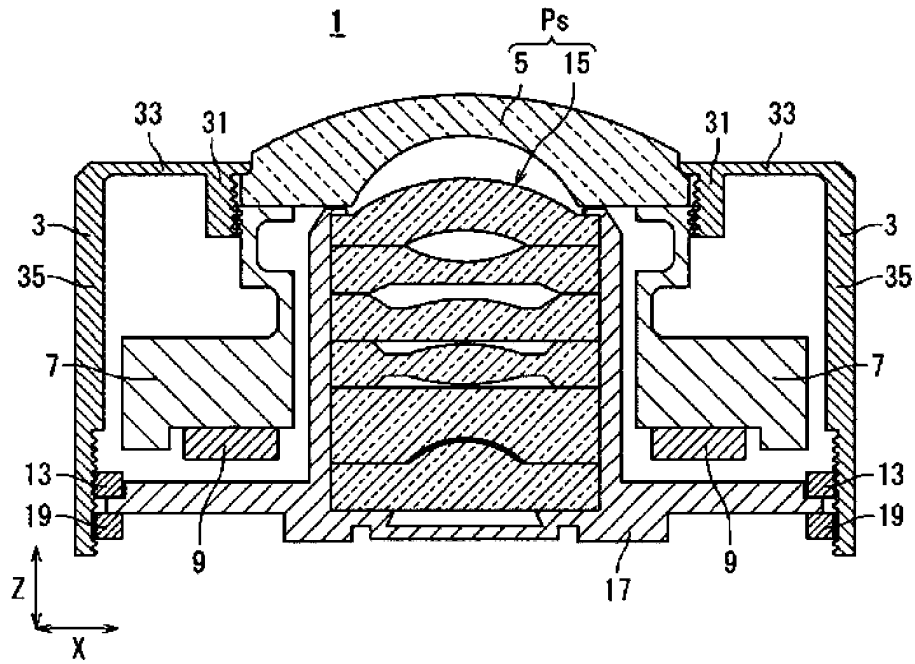


Fig. 3

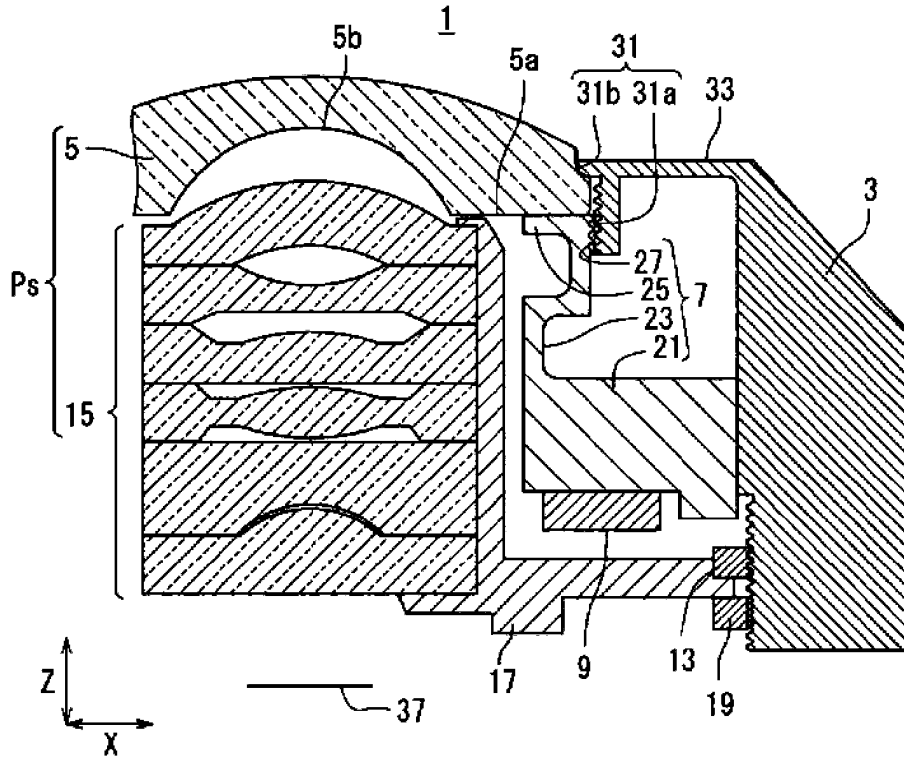


Fig. 4

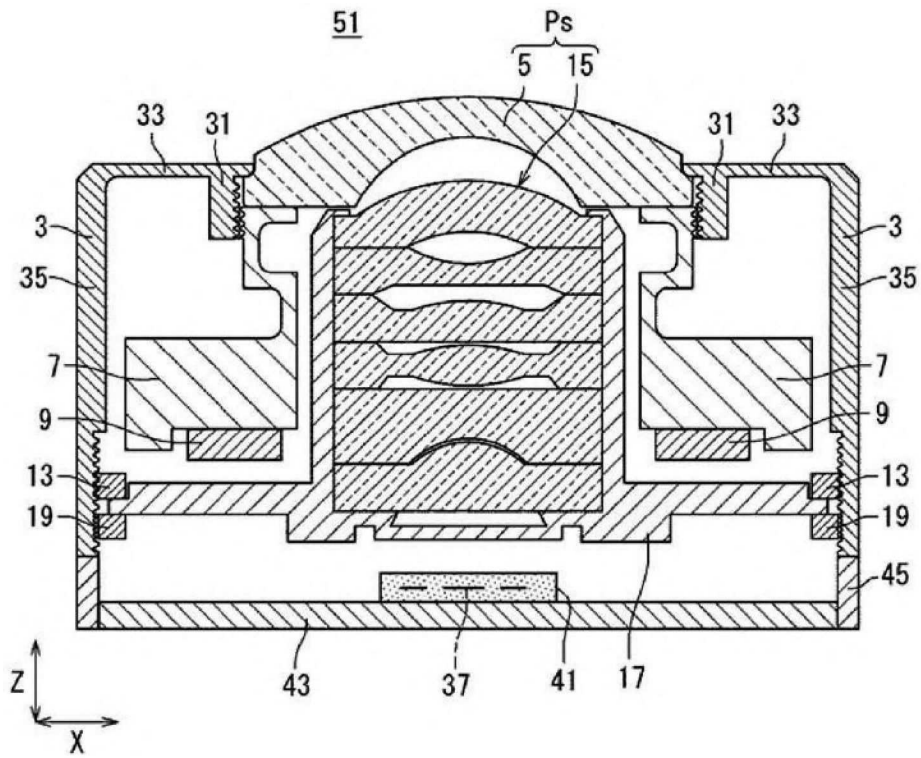


Fig. 5

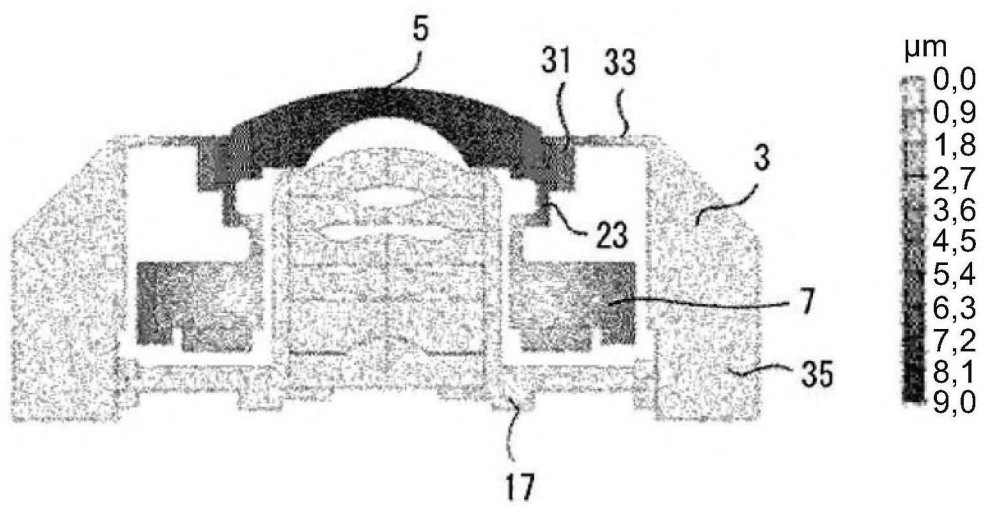


Fig. 6

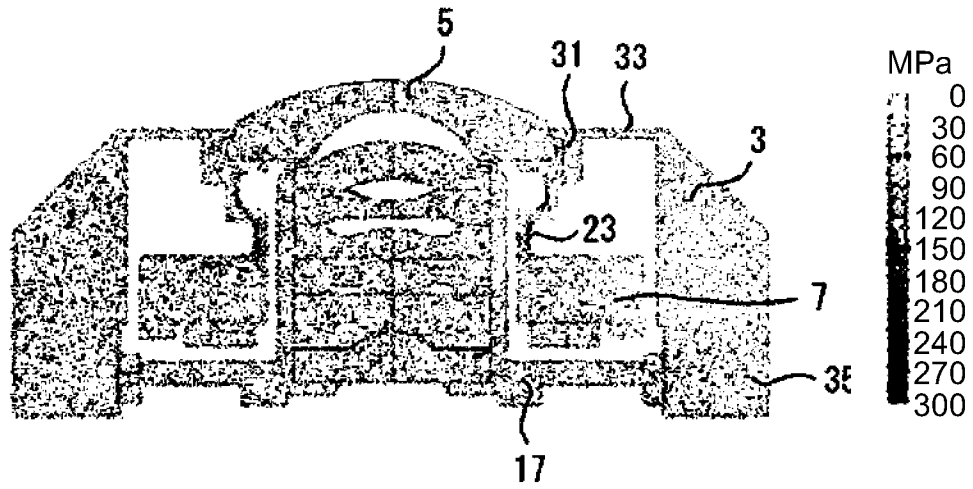


Fig. 7

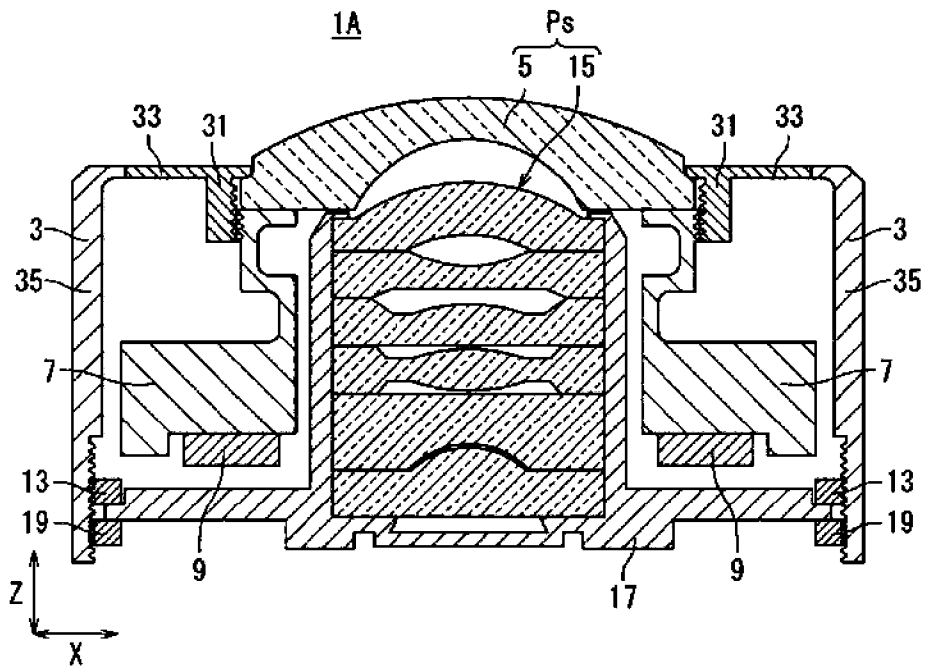


Fig. 8

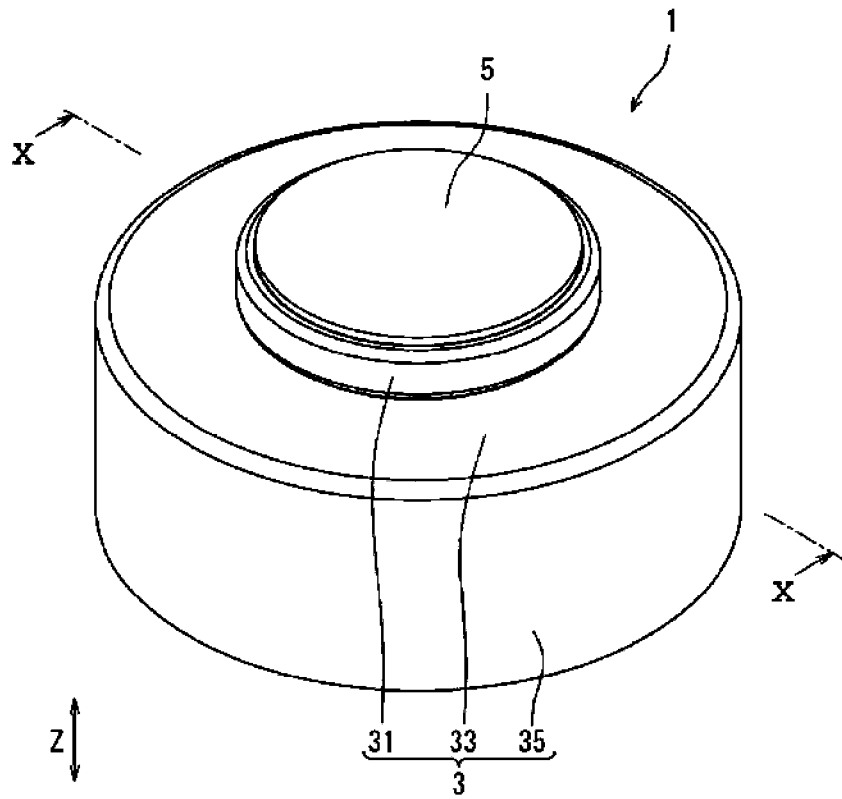


Fig. 9

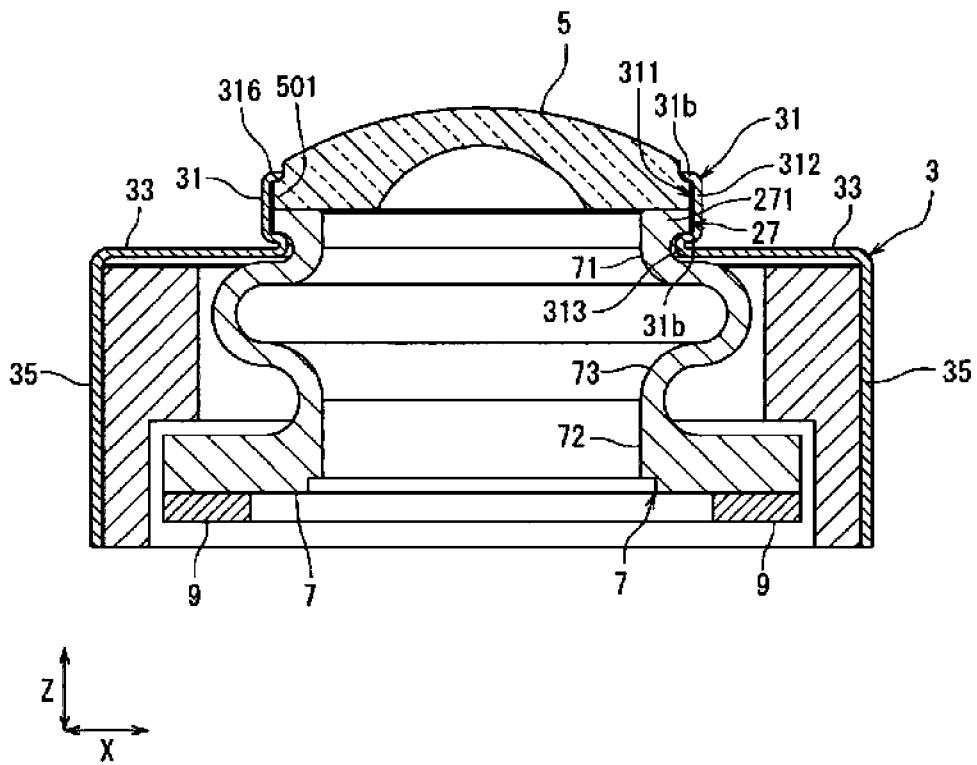


Fig. 10

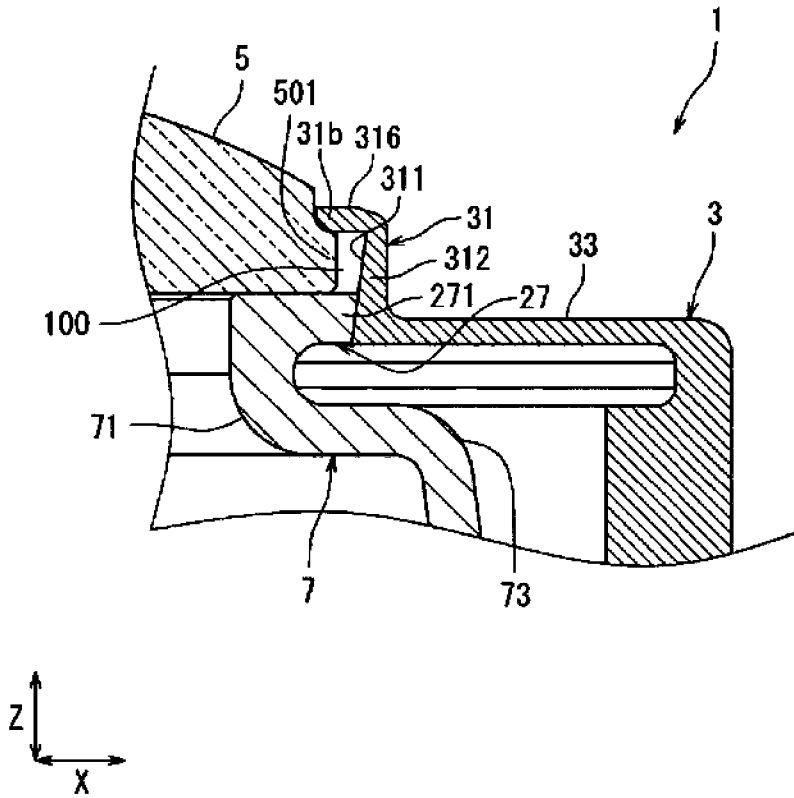


Fig. 11

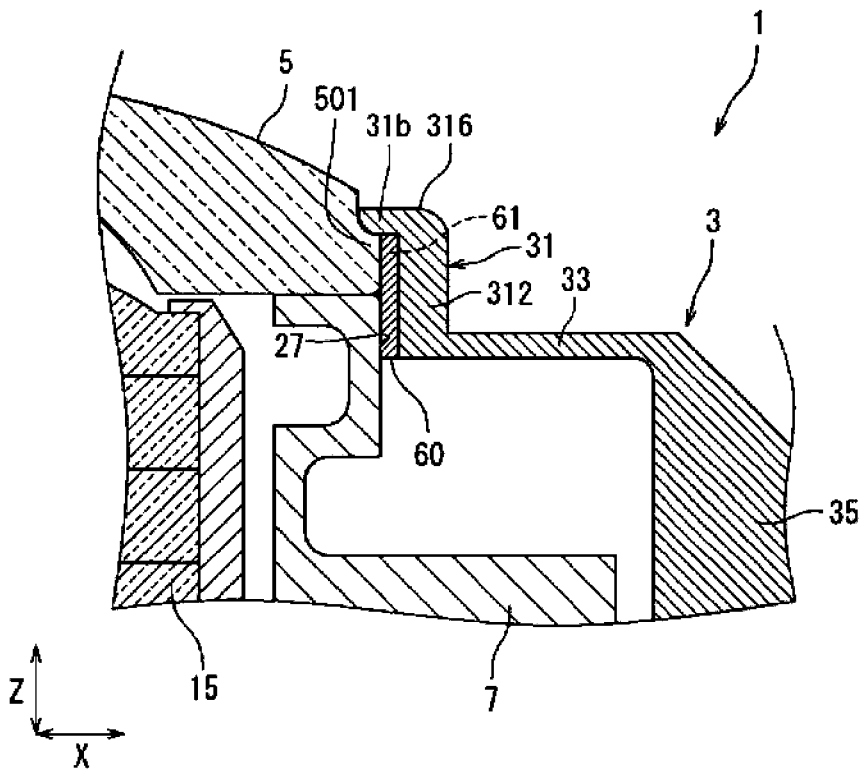


Fig. 12

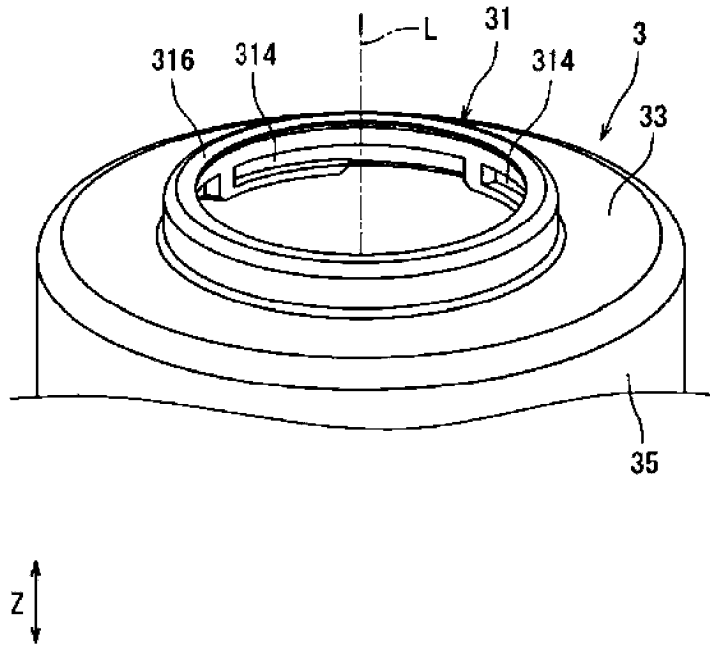


Fig. 13

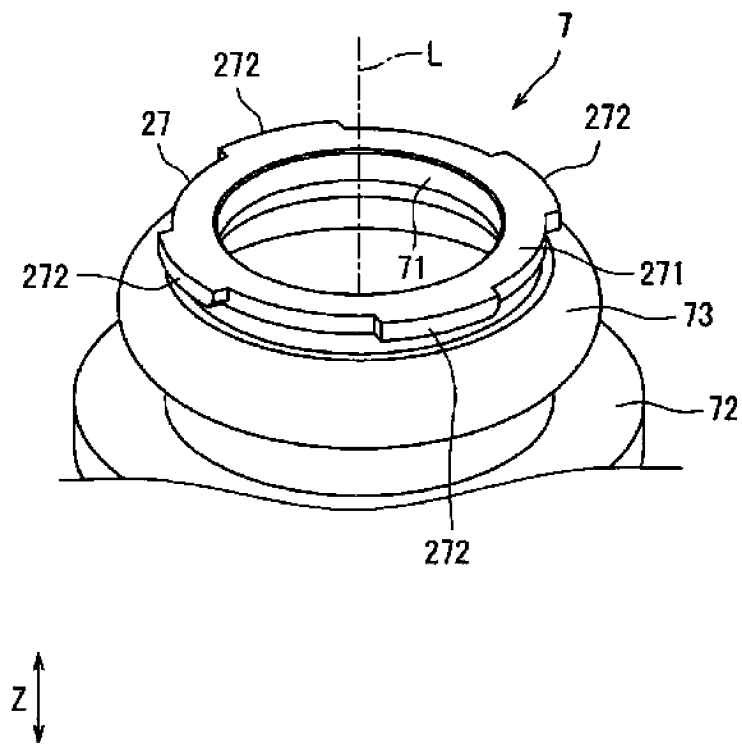


Fig. 14

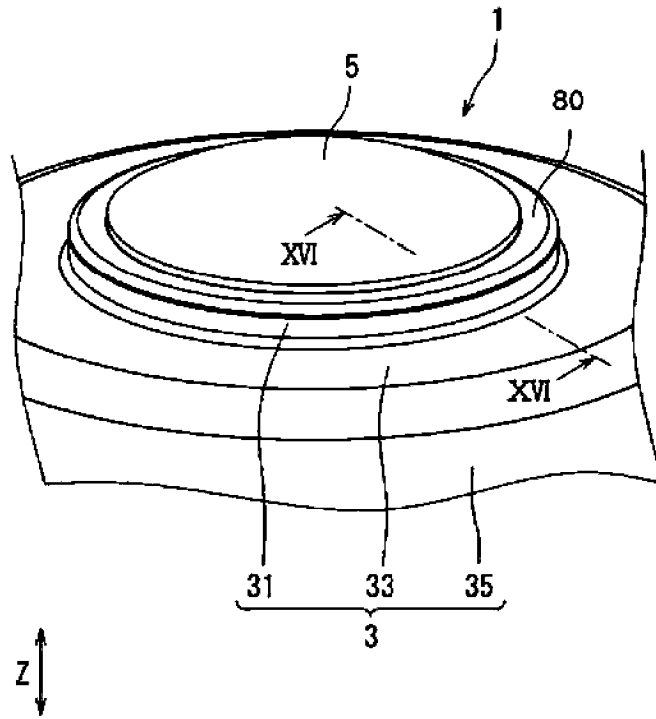


Fig. 15

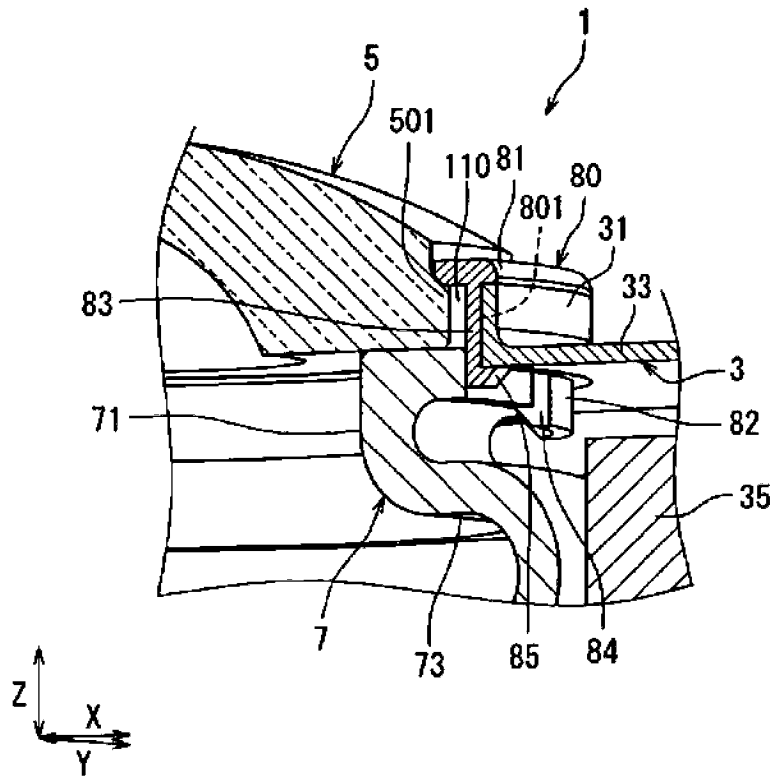


Fig. 16

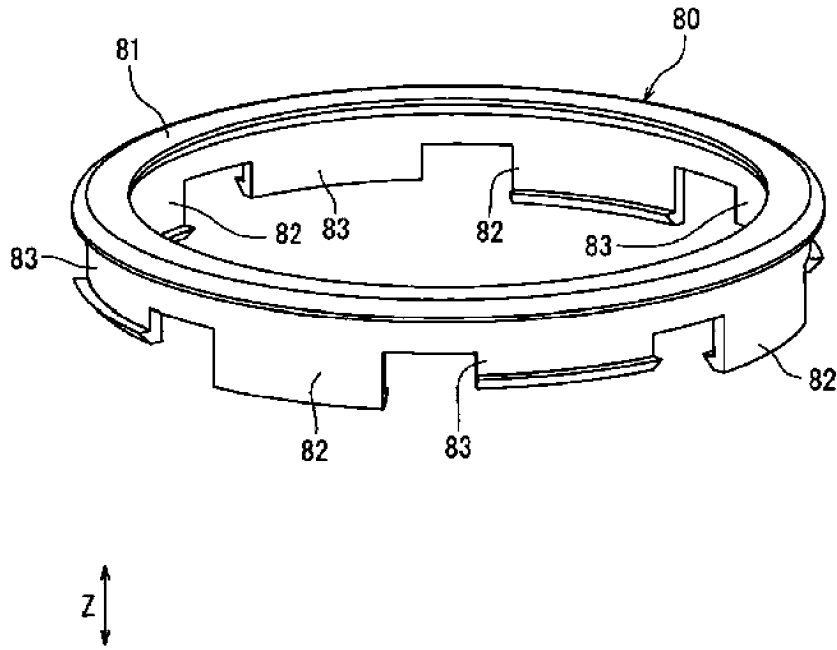


Fig. 17

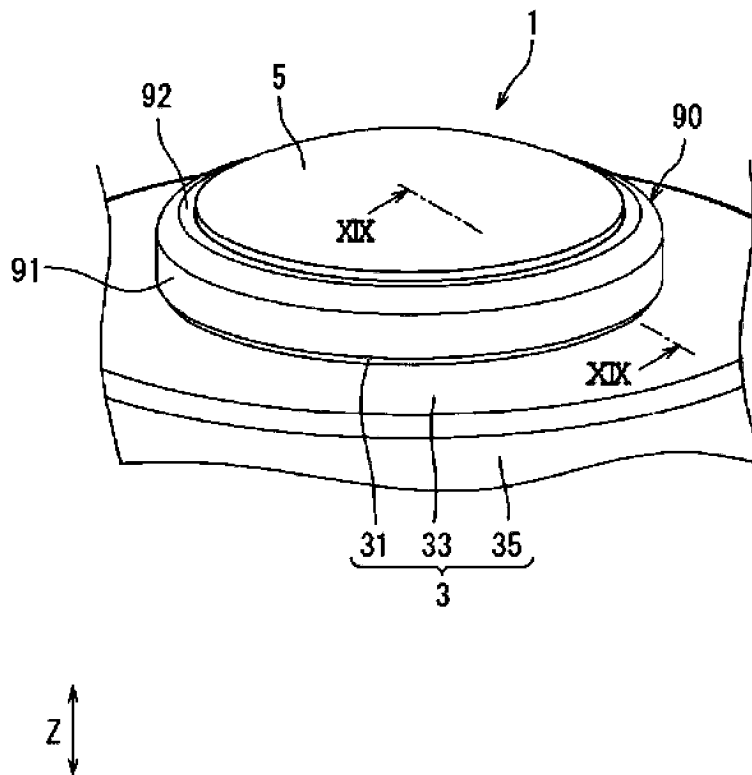


Fig. 18

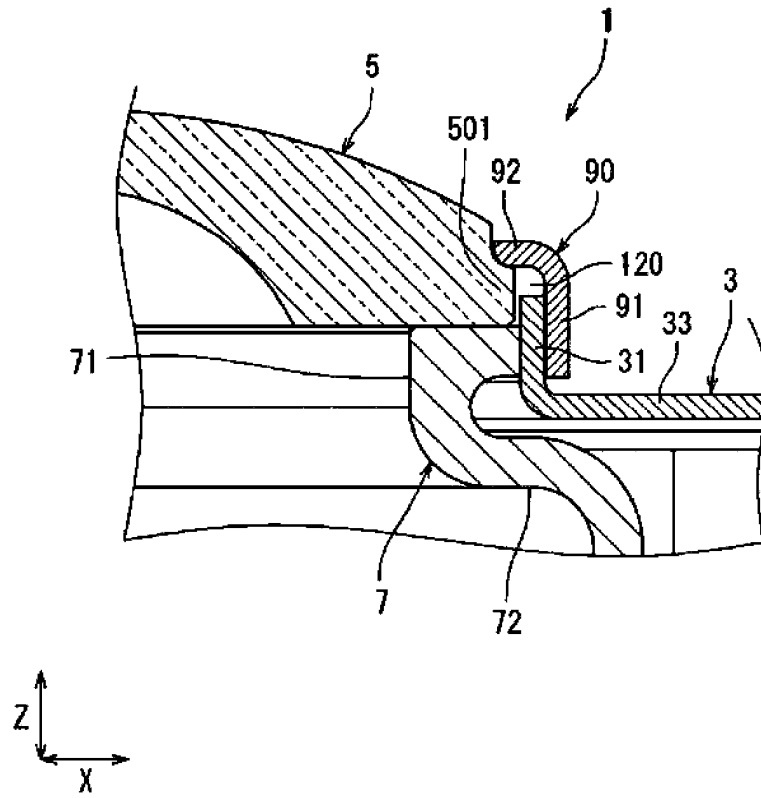


Fig. 19

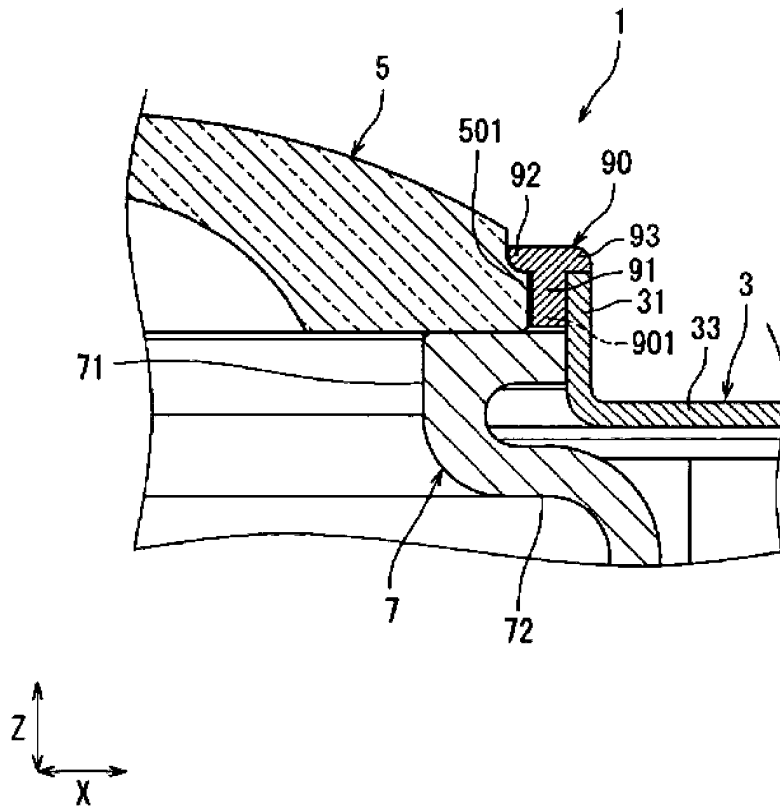


Fig. 20

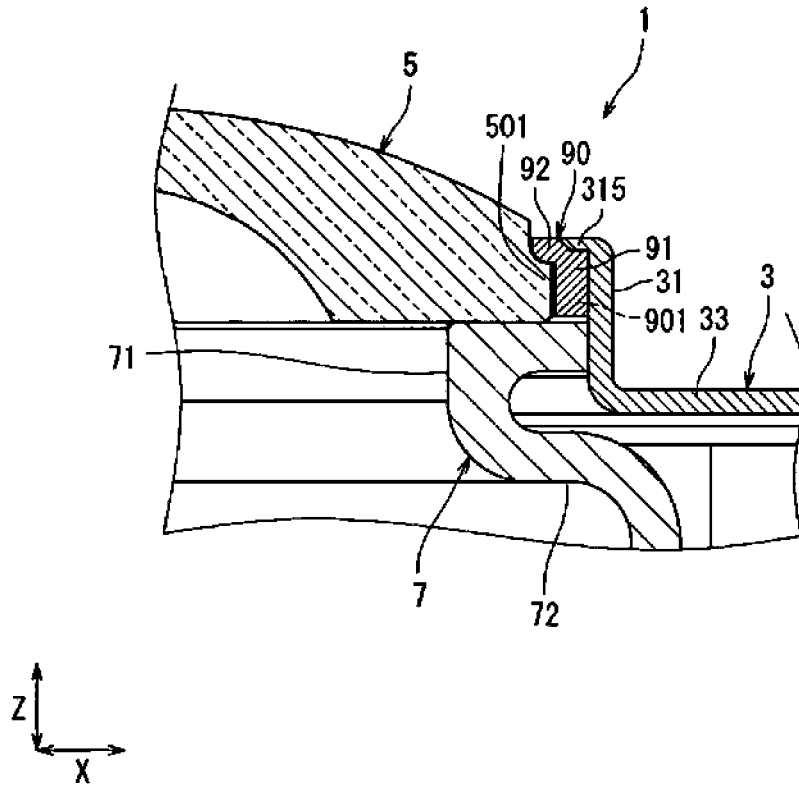


Fig. 21

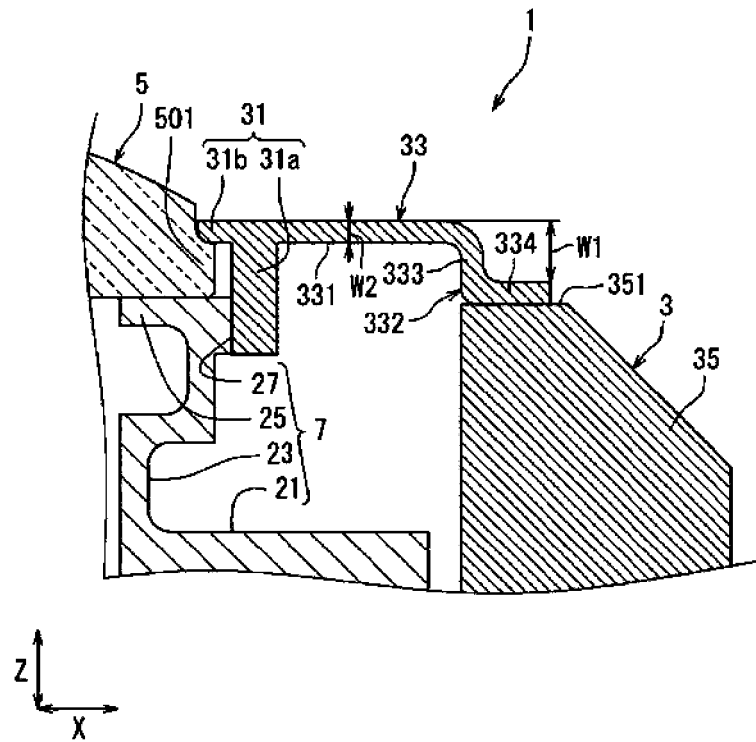


Fig. 22

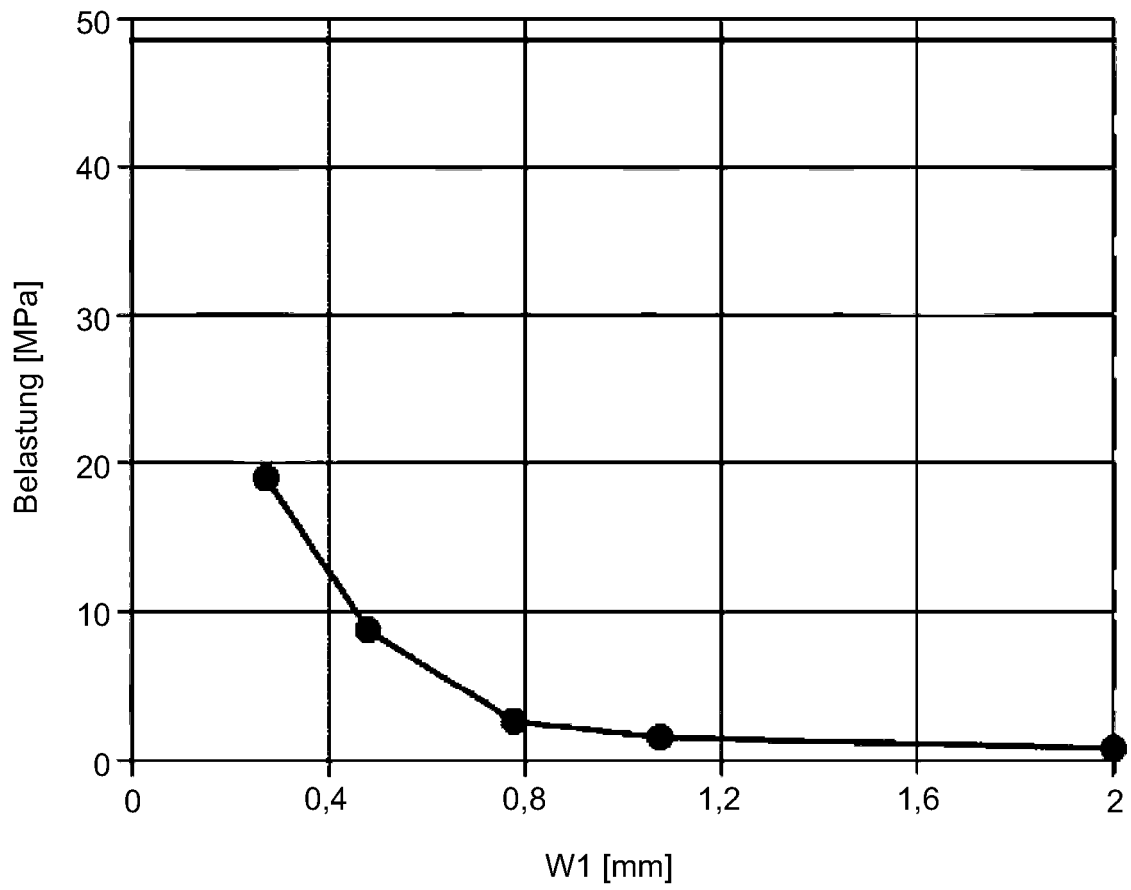


Fig. 23

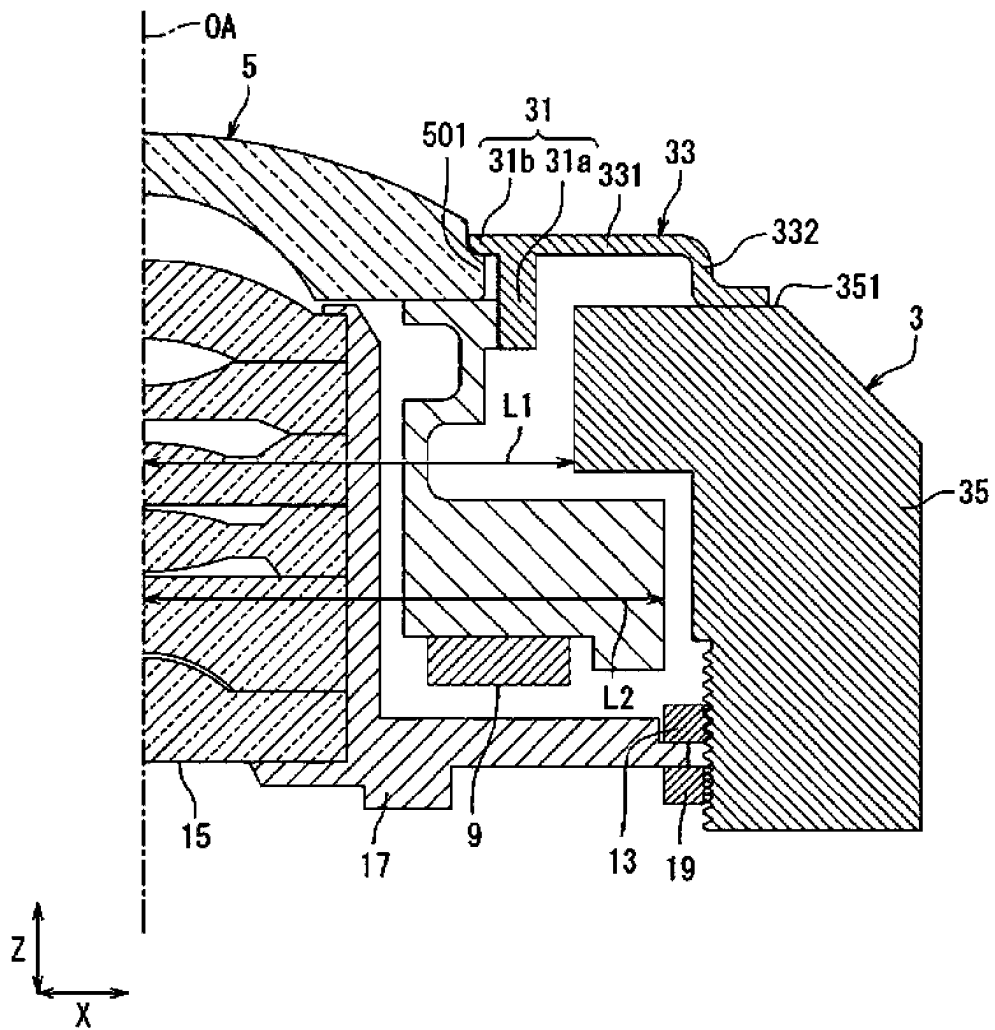


Fig. 25