



(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2020 005 210.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2020/033359**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2021/106301**
(86) PCT-Anmeldetag: **03.09.2020**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **03.06.2021**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **28.07.2022**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **22.05.2025**

(51) Int Cl.: **F04B 43/04 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2019-215163 **28.11.2019** **JP**

(72) Erfinder:
Kawabata, Yutoku, Nagaokakyo-shi, Kyoto, JP;
Tanaka, Nobuhira, Nagaokakyo-shi, Kyoto, JP

(73) Patentinhaber:
MURATA MANUFACTURING CO., LTD.,
Nagaokakyo-shi, Kyoto, JP

(56) Ermittelte Stand der Technik:

(74) Vertreter:
Lorenz Seidler Gossel Rechtsanwälte
Patentanwälte Partnerschaft mbB, 80538
München, DE

DE	11 2007 000 722	T5
DE	11 2019 006 369	T5
US	2019 / 0 170 133	A1
EP	2 568 174	A1
EP	2 568 177	A1
EP	3 109 472	A1
CN	2 07 135 005	U

(54) Bezeichnung: **Aktuator mit größerer Dicke des Verbindungskörpers als der ersten Hauptplatte und Fluidsteuerungsvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Aktuator (11, 11A1, 11A2, 11A3, 11B, 11C, 11D), aufweisend:

eine erste Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D);
einen Rahmenkörper (22), der an einer Außenseite einer Außenkante der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) und getrennt von der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) angeordnet ist;

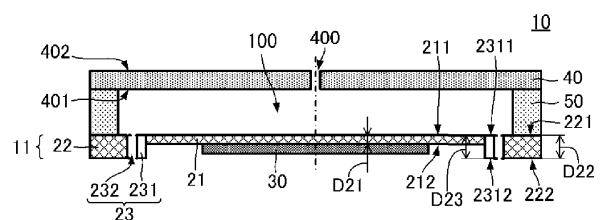
ein Verbindungsteil (23), das zwischen der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) und dem Rahmenkörper (22) angeordnet ist; und

einen Antriebskörper, der an der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) angeordnet ist, und der die erste Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) veranlasst, eine Biegeschwingung durchzuführen,

wobei das Verbindungsteil (23) einen Verbindungskörper (231) und einen Spalt (232) aufweist, die entlang der Außenkante angeordnet sind, wobei das Verbindungsteil (23) mit der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) und dem Rahmenkörper (22) verbunden ist, wobei der Spalt (232) dem Verbindungskörper (231) benachbart ist, wobei die erste Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) und der Verbindungskörper (231) aus demselben Material hergestellt sind, und

wobei eine durchschnittliche Dicke des Verbindungskör-

pers (231) größer ist als eine durchschnittliche Dicke der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D).



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Aktuator mit einer Platte, die schwingt, und einem Mechanismus, der die Platte trägt, so dass die Platte schwingen kann, sowie eine Fluidsteuerungsvorrichtung mit dem Aktuator.

[0002] Das Patentdokument JP 2013- 057 247 A beschreibt eine Fluidsteuerungsvorrichtung mit einer Membraneinheit. Die Membraneinheit in JP 2013- 057 247 A umfasst eine Membran, eine Rahmenplatte und ein Verbindungsteil. Die Rahmenplatte hat eine Form, die einen äußeren Rand der Membran umgibt. Das Verbindungsteil verbindet den äußeren Rand der Membran und die Rahmenplatte miteinander.

[0003] Hier hat das Anschlusssteil eine leicht verformbare Form und stützt die Membran elastisch ab. Daher kann die Membran, auch wenn die Rahmenplatte fixiert ist, eine vorgegebene Biegeschwingung ausführen.

[0004] Weitere Fluidsteuervorrichtungen sind aus CN 2 07 135 005 U, DE 11 2007 000 722 T5, DE 11 2019 006 369 T5, EP 2 568 174 A1, EP 3 109 472 A1 und US 2019 / 0 170 133 A1 bekannt.

[0005] Da jedoch ein Verbindungsteil wie das Verbindungsteil in JP 2013- 057 247 A eine leicht verformbare Form hat, neigt das Verbindungsteil dazu, beispielsweise durch äußere Stöße beschädigt zu werden. Wenn aufgrund des Betriebs einer Pumpe, die ein Beispiel für eine Fluidsteuerungsvorrichtung ist, eine Druckdifferenz zwischen einer oberen Fläche und einer unteren Fläche des Aktuators (einer oberen Fläche und einer unteren Fläche der Membran) einschließlich der Membran und des Verbindungsteils auftritt, wird das Verbindungsteil verformt, wodurch eine Spannung in einem auf der Membran angeordneten Antriebskörper erzeugt wird, und somit neigt der Antriebskörper dazu, beschädigt zu werden.

[0006] Daher ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, einen Aktuator bereitzustellen, der nicht leicht zu beschädigen ist, während er eine gewünschte Schwingung realisiert. Ein weiteres Ziel ist die Bereitstellung einer Fluidsteuervorrichtung mit einer dahingehend optimierten Aktuator.

[0007] Ein Aktuator im Sinne der Erfindung umfasst eine erste Hauptplatte, einen Rahmenkörper, ein Verbindungsteil und einen Antriebskörper. Der Rahmenkörper ist an einer Außenseite einer Außenkante der ersten Hauptplatte und entfernt von der ersten Hauptplatte angeordnet. Das Verbindungsteil ist zwischen der ersten Hauptplatte und dem Rahmenkörper

per angeordnet. Der Antriebskörper ist an der ersten Hauptplatte angeordnet und veranlasst die erste Hauptplatte, eine Biegeschwingung auszuführen. Das Verbindungsteil hat einen Verbindungskörper und einen Spalt, die entlang der Außenkante angeordnet sind, wobei der Verbindungskörper mit der ersten Hauptplatte und dem Rahmenkörper verbunden ist und der Spalt dem Verbindungskörper benachbart ist. Die erste Hauptplatte und der Verbindungskörper sind aus demselben Material hergestellt. Die durchschnittliche Dicke des Verbindungskörpers ist größer als die durchschnittliche Dicke der ersten Hauptplatte.

[0008] Da der Verbindungskörper bei dieser Struktur dick ist, wird die strukturelle Beständigkeit des Verbindungskörpers gegenüber einer äußeren Kraft erhöht, so dass der Verbindungskörper nicht so leicht beschädigt wird. Da eine Schwingung, die ein Merkmal des Aktuators ist, an der ersten Hauptplatte erzeugt wird, kann eine vorbestimmte Schwingung erzielt werden.

[0009] Erfindungsgemäß ist es möglich, einen Aktuator zu realisieren, der nicht leicht zu beschädigen ist und gleichzeitig eine gewünschte Schwingung erzeugt.

[Fig. 1] Fig. 1 ist eine perspektivische Explosionsdarstellung einer Fluidsteuerungsvorrichtung mit einem Aktuator gemäß einer ersten Ausführungsform.

[Fig. 2] Fig. 2 ist eine Schnittdarstellung, die eine Struktur der Fluidsteuerungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform zeigt.

[Fig. 3] Fig. 3 ist eine Draufsicht auf eine ebene Platte, die eine erste Hauptplatte des Aktuators gemäß der ersten Ausführungsform enthält.

[Fig. 4] Fig. 4(A), 4(B) und 4(C) sind jeweils eine Schnittansicht, die ein abgeleitetes Beispiel für einen Stützmodus der ersten Hauptplatte des Aktuators gemäß der ersten Ausführungsform zeigen.

[Fig. 5] Fig. 5 ist eine Schnittdarstellung, die eine Struktur einer Fluidsteuerungsvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform zeigt.

[Fig. 6] Fig. 6 ist eine Schnittdarstellung, die eine Struktur einer Fluidsteuerungsvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform zeigt.

[Fig. 7] Fig. 7 ist eine Schnittdarstellung, die eine Struktur einer Fluidsteuerungsvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform zeigt.

[Fig. 8] Fig. 8 ist eine Schnittdarstellung, die eine Struktur einer Fluidsteuerungsvorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform zeigt.

[Fig. 9] Fig. 9 ist eine Draufsicht, die ein weiteres Beispiel für eine flache Platte zeigt, die eine erste Hauptplatte eines Aktuators enthält.

[0010] Eine Fluidsteuerungsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. **Fig. 1** ist eine perspektivische Explosionsdarstellung der Fluidsteuerungsvorrichtung mit einem Aktuator gemäß der ersten Ausführungsform. **Fig. 2** ist eine Schnittansicht, die eine Struktur der Fluidsteuerungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform zeigt. **Fig. 3** ist eine Draufsicht auf eine flache Platte, die eine erste Hauptplatte des Aktuators gemäß der ersten Ausführungsform enthält. Man beachte, dass in **Fig. 3** Dickenunterschiede durch unterschiedliche Schraffuren gekennzeichnet sind.

[0011] In jeder Figur, die eine entsprechende der nachstehenden Ausführungsformen zeigt, ist die Form jedes Strukturelements aus Gründen der Klarheit teilweise oder vollständig in übertriebener Weise dargestellt. Zum leichteren Verständnis der Zeichnungen werden einige Bezugszeichen von Strukturelementen, die eindeutig vermutet werden können, weggelassen.

[0012] Wie in den **Fig. 1** und **2** gezeigt, umfasst eine Fluidsteuerungsvorrichtung 10 eine erste Hauptplatte 21, einen Rahmenkörper 22, ein Verbindungsteil 23, ein piezoelektrisches Element 30, eine zweite Hauptplatte 40 und ein Verbindungselement 50. Das piezoelektrische Element 30 entspricht im Rahmen der vorliegenden Erfindung einem „Antriebskörper“. Die erste Hauptplatte 21, der Rahmenkörper 22, das Verbindungsteil 23 und das piezoelektrische Element 30 bilden einen Aktuator 11.

[0013] Wie in den **Fig. 1** und **3** gezeigt, ist die erste Hauptplatte 21 eine flache Platte, die in der Draufsicht eine kreisförmige Form hat. Die erste Hauptplatte 21 hat eine kreisförmige erste Hauptfläche 211 und eine kreisförmige zweite Hauptfläche 212. Die erste Hauptfläche 211 und die zweite Hauptfläche 212 sind einander zugewandt. Die erste Hauptplatte 21 besteht zum Beispiel aus einem Metall. Die erste Hauptplatte 21 ist eine solche, die eine Biegeschwingung aufgrund einer unten beschriebenen Verformung des piezoelektrischen Elements 30 ausführt. Eine „Biegeschwingung“ ist eine Schwingung, bei der die erste Hauptfläche 211 und die zweite Hauptfläche 212 in der Seitenansicht der ersten Hauptplatte 21 wellenförmig verschoben werden.

[0014] Der Rahmenkörper 22 ist eine flache Platte, und die Form des Rahmenkörpers 22 in der Draufsicht ist so, dass eine innere Umfangsform eine kreisförmige Ringform ist. Der Rahmenkörper 22 hat eine ringförmige erste Hauptfläche 221 und eine

ringförmige zweite Hauptfläche 222. Die erste Hauptfläche 221 und die zweite Hauptfläche 222 sind einander zugewandt. Der Rahmenkörper 22 ist an einer Außenseite einer Außenkante der ersten Hauptplatte 21 angeordnet. Der Rahmenkörper 22 ist von der Außenkante der ersten Hauptplatte 21 entfernt angeordnet und umschließt in der Draufsicht die erste Hauptplatte 21. Das heißt, die erste Hauptplatte 21 ist in einem Raum angeordnet, der sich an einer Innenseite eines inneren Umfangsendes des Rahmenkörpers 22 befindet.

[0015] Das Verbindungsteil 23 ist zwischen der ersten Hauptplatte 21 und dem Rahmenkörper 22 angeordnet. Das Verbindungsteil 23 ist in einer Umfangsrichtung der Außenkante der ersten Hauptplatte 21 angeordnet. Genauer gesagt hat das Verbindungsteil 23 eine Vielzahl von Verbindungskörpern 231 und eine Vielzahl von Spalten 232. Die Vielzahl von Verbindungskörpern 231 und die Vielzahl von Spalten 232 sind abwechselnd nebeneinander in Umfangsrichtung der Außenkante der ersten Hauptplatte 21 angeordnet. Die Vielzahl von Verbindungskörpern 231 sind mit dem Außenrand der ersten Hauptplatte 21 und dem inneren Umfangsende des Rahmenkörpers 22 verbunden und bilden einen Träger. Die Spalte 232 sind in der Draufsicht bogenförmige Nuten, die sich von der ersten Hauptfläche 211 der ersten Hauptplatte 21 und der ersten Hauptfläche 221 des Rahmenkörpers 22 zur zweiten Hauptfläche 212 der ersten Hauptplatte 21 und der zweiten Hauptfläche 222 des Rahmenkörpers 22 erstrecken.

[0016] Die erste Hauptplatte 21, der Rahmenkörper 22 und die Vielzahl von Verbindungskörpern 231 sind integral aus einer Platte geformt. Das heißt, die erste Hauptplatte 21, der Rahmenkörper 22 und die Vielzahl von Verbindungskörpern 231 werden durch Ausbilden der Vielzahl von Spalten 232 in einer Platte und Ausbilden der äußeren Form des Rahmenkörpers 22 gebildet. Daher sind die erste Hauptplatte 21, der Rahmenkörper 22 und die Vielzahl von Verbindungskörpern 231 aus demselben Material hergestellt. Es ist zu beachten, dass die Anzahl der Verbindungskörper 231 nicht auf drei beschränkt ist und vier oder mehr betragen kann.

[0017] Aufgrund einer solchen Struktur wird die erste Hauptplatte 21 von dem Verbindungsteil 23 (genauer gesagt von der Vielzahl von Verbindungskörpern 231) gehalten, so dass die erste Hauptplatte 21 in Bezug auf den Rahmenkörper 22 schwingen kann.

[0018] Das piezoelektrische Element 30 besteht aus einem piezoelektrischen Scheibenkörper und Antriebselektroden. Die Antriebselektroden sind auf zwei Hauptflächen des piezoelektrischen Scheibenkörpers gebildet.

[0019] Das piezoelektrische Element 30 ist auf der zweiten Hauptfläche 212 der ersten Hauptplatte 21 angeordnet. Hier stimmen in der Draufsicht die Mitte des piezoelektrischen Elements 30 und die Mitte der ersten Hauptplatte 21 im Wesentlichen überein. Das piezoelektrische Element 30 wird durch Anlegen eines Antriebssignals an die Antriebsselektroden verzerrt. Die erste Hauptplatte 21 führt aufgrund dieser Verformung eine Biegeschwingung aus.

[0020] Aufgrund der obigen Struktur wird der Aktuator 11 bereitgestellt, der eine vorbestimmte Funktion aufgrund der Biegung der ersten Hauptplatte 21 ausführt.

[0021] Die zweite Hauptplatte 40 ist in der Draufsicht eine kreisförmige flache Platte. Es ist wünschenswert, dass die zweite Hauptplatte 40 aus einem Material besteht, das kaum eine Biegeschwingung ausführt, eine bestimmte Dicke hat, usw.

[0022] Die äußere Form der zweiten Hauptplatte 40 hat eine Größe, die die äußere Form eines Abschnitts umfasst, der die erste Hauptplatte 21, das Verbindungsteil 23 und den Rahmenkörper 22 aufweist. Die zweite Hauptplatte 40 hat eine kreisförmige Hauptfläche 401 und eine kreisförmige Hauptfläche 402. Die Hauptfläche 401 und die Hauptfläche 402 sind einander zugewandt.

[0023] Die zweite Hauptplatte 40 enthält ein Durchgangsloch 400. Die Seite der Hauptfläche-401 und die Seite der Hauptfläche-402 der zweiten Hauptplatte 40 stehen über das Durchgangsloch 400 miteinander in Verbindung. Das Durchgangsloch 400 befindet sich an einer Stelle, die die Mitte der zweiten Hauptplatte 40 überlappt. Beachten Sie, dass die Position, in der das Durchgangsloch 400 angeordnet ist, nicht auf die Position beschränkt ist, die die Mitte der zweiten Hauptplatte 40 überlappt. Zum Beispiel kann es eine Vielzahl von Durchgangslöchern 400 geben, und die Vielzahl von Durchgangslöchern 400 kann in Form eines Rings um die Mitte der zweiten Hauptplatte als Ursprung angeordnet sein.

[0024] Die zweite Hauptplatte 40 ist so angeordnet, dass ihre Hauptflächen in Bezug auf die erste Hauptplatte 21 parallel zueinander liegen. Dabei die Hauptfläche 401 der zweiten Hauptplatte 40 und die erste Hauptfläche 211 der ersten Hauptplatte 21 einander zugewandt. Die Mitte der zweiten Hauptplatte 40 in der Draufsicht und die Mitte der ersten Hauptplatte 21 in der Draufsicht stimmen im Wesentlichen überein.

[0025] Das Verbindungselement 50 ist ein ringförmiger zylindrischer Körper. Es ist wünschenswert, dass das Verbindungselement 50 aus einem Material besteht, das kaum eine Biegeschwingung ausführt, eine bestimmte Dicke hat, usw. Das Verbindungsele-

ment 50 ist zwischen dem Rahmenkörper 22 und der zweiten Hauptplatte 40 angeordnet. Ein Ende des Verbindungselements 50 in Höhenrichtung ist mit der ersten Hauptfläche 221 des Rahmenkörpers 22 verbunden. Das andere Ende des Verbindungselements 50 in der Höhenrichtung ist mit der Hauptfläche 401 der zweiten Hauptplatte 40 verbunden. Es ist zu beachten, dass das Verbindungselement 50 getrennt von dem Rahmenkörper 22 oder der zweiten Hauptplatte 40 oder integral mit diesen ausgebildet sein kann.

[0026] Aufgrund dieser Struktur umfasst die Fluidsteuerungsvorrichtung 10 einen Raum, der von einer flachen Platte, der zweiten Hauptplatte 40 und dem Verbindungselement 50 umgeben ist, wobei die flache Platte die erste Hauptplatte 21, die Vielzahl von Verbindungskörpern 231 des Verbindungsteils 23 und den Rahmenkörper 22 umfasst. In diesem Raum befindet sich zwischen der ersten Hauptplatte 21 und der zweiten Hauptplatte 40 ein Raum, der im Wesentlichen eine Pumpenkammer 100 der Fluidsteuerungsvorrichtung 10 darstellt. Die Pumpenkammer 100 steht in Verbindung mit dem Durchgangsloch 400 und der Vielzahl von Spalten 232 des Verbindungsteils 23. Mit anderen Worten, die Pumpenkammer 100 steht über das Durchgangsloch 400 und die Vielzahl von Spalten 232 des Verbindungsteils 23 mit dem Außenraum der Fluidsteuerungsvorrichtung 10 in Verbindung.

[0027] Bei einer solchen Struktur kommt es aufgrund einer Biegeschwingung der ersten Hauptplatte 21 zu einer Druckverteilung innerhalb der Pumpenkammer 100. Aufgrund der Biegeschwingung der ersten Hauptplatte 21 ändert sich die Druckverteilung innerhalb der Pumpenkammer 100 mit der Zeit, und die Fluidsteuerungsvorrichtung 10 kann ein Fluid in einer Richtung parallel zur ersten Hauptfläche 211 der ersten Hauptplatte 21 transportieren. Daher kann die Fluidsteuerungsvorrichtung 10 beispielsweise ein Fluid aus den Spalten 232 ansaugen und das Fluid aus dem Durchgangsloch 400 ablassen. Alternativ kann die Fluidsteuerungsvorrichtung 10 ein Fluid in einer entgegengesetzten Richtung transportieren.

[0028] Wie in **Fig. 2** gezeigt, ist eine Dicke D23 der Vielzahl von Verbindungskörpern 231 größer als eine Dicke D21 der ersten Hauptplatte 21. Es ist zu beachten, dass in der vorliegenden Ausführungsform, da die Dicke der ersten Hauptplatte 21 konstant ist, die durchschnittliche Dicke der ersten Hauptplatte 21 gleich der Dicke D21 ist.

[0029] Aufgrund einer solchen Struktur ist die Vielzahl von Verbindungskörpern 231, die dazu konfiguriert sind, die erste Hauptplatte 21 halten, so dass die erste Hauptplatte 21 schwingen kann, dick und lässt sich nicht leicht verformen. Daher wird die struktu-

relle Beständigkeit der Vielzahl von Verbindungskörpern 231 gegenüber einer äußeren Kraft erhöht. Das heißt, dass die Vielzahl von Verbindungskörpern 231 nicht leicht durch eine äußere Kraft gebrochen oder gerissen werden können. Andererseits wird eine Schwingung zur Realisierung einer gewünschten Funktion des Aktuators 11 und der Fluidsteuerungsvorrichtung 10 durch eine Biegeschwingung der ersten Hauptplatte 21 realisiert. Daher kann aufgrund dessen, dass diese Struktur verwirklicht ist, eine Biegeschwingung der ersten Hauptplatte 21, die für den Aktuator 11 und die Fluidsteuerungsvorrichtung 10 erforderlich ist, gewährleistet werden.

[0030] Folglich werden der Aktuator 11 und die Fluidsteuerungsvorrichtung 10 der vorliegenden Ausführungsform nicht leicht beschädigt, während eine gewünschte Schwingung realisiert wird, und die Zuverlässigkeit des Aktuators 11 und der Fluidsteuerungsvorrichtung 10 der vorliegenden Ausführungsform wird verbessert. Wenn ferner aufgrund des Betriebs einer Pumpe, die ein Beispiel für die Fluidsteuerungsvorrichtung 10 ist, eine Druckdifferenz zwischen einer oberen Fläche und einer unteren Fläche des Aktuators (der ersten Hauptfläche 211 und der zweiten Hauptfläche 212 der ersten Hauptplatte 21) einschließlich der ersten Hauptplatte 21 und der Vielzahl von Verbindungskörpern 231 auftritt, kann eine durch die Verformung der Verbindungskörper 231 verursachte Spannung auf das piezoelektrische Element 30 unterdrückt werden. Daher kann eine Beschädigung des piezoelektrischen Elements 30 verhindert werden. Folglich wird die Zuverlässigkeit der Fluidsteuerungsvorrichtung 10 weiter verbessert.

[0031] Die Struktur der vorliegenden Ausführungsform weist die folgenden Merkmale auf. Wie in **Fig. 2** gezeigt, ist die Dicke D22 des Rahmenkörpers 22 die gleiche wie die Dicke D23 der Vielzahl von Verbindungskörpern 231. Daher wird jede Schwingung, die auf den Rahmenkörper 22 übertragen wird, unterdrückt. Folglich werden die Wirkungsgrade des Aktuators 11 und der Fluidsteuerungsvorrichtung 10 im Vergleich zu einem dünnen Rahmenkörper 22 erhöht. Es ist zu beachten, dass die Dicke D22 des Rahmenkörpers 22 größer oder gleich der Dicke D23 der Vielzahl von Verbindungskörpern 231 ist, und dass mit zunehmender Dicke D23 das Ausreten von Schwingungen unterdrückt werden kann. Die „Dicke“ bezieht sich hier auf die durchschnittliche Dicke, und wie in **Fig. 2** gezeigt, ist die Dicke gleich der durchschnittlichen Dicke, wenn die Dicke konstant ist. Dieses Konzept wird auch auf andere Teile der vorliegenden Anwendung angewandt.

[0032] In der Struktur der vorliegenden Ausführungsform sind die erste Hauptfläche 211 der ersten Hauptplatte 21, die erste Hauptfläche 221 des Rahmenkörpers 22 und die ersten Hauptflächen 2311 der

Vielzahl von Verbindungskörpern 231 bündig miteinander. Andererseits sind die zweite Hauptfläche 222 des Rahmenkörpers 22 und die zweiten Hauptflächen 2312 der Vielzahl von Verbindungskörpern 231 bündig miteinander, und die zweite Hauptfläche 212 der ersten Hauptplatte 21 liegt näher als die zweite Hauptfläche 222 des Rahmenkörpers 22 und die zweiten Hauptflächen 2312 der Vielzahl von Verbindungskörpern 231 an der ersten Hauptfläche 211 der ersten Hauptplatte 21.

[0033] Da bei dieser Struktur zumindest ein Teil des piezoelektrischen Elements 30 innerhalb eines Raums angeordnet ist, der durch eine Stufe gebildet wird, die von den zweiten Hauptflächen 2312 der Vielzahl von Verbindungskörpern 231 und der zweiten Hauptfläche 212 der ersten Hauptplatte 21 gebildet wird, können der Aktuator 11 und die Fluidsteuerungsvorrichtung 10 dünn ausgeführt werden.

[0034] **Fig. 4(A)**, **4(B)** und **4(C)** sind jeweils eine Schnittansicht, die ein abgeleitetes Beispiel für einen Stützmodus der ersten Hauptplatte des Aktuators gemäß der ersten Ausführungsform zeigen.

[0035] Im Modus in **Fig. 4(A)** ist ein Aktuator 11A1 so beschaffen, dass eine zweite Hauptfläche 212 einer ersten Hauptplatte 21, eine zweite Hauptfläche 222 eines Rahmenkörpers 22 und zweite Hauptflächen 2312 einer Vielzahl von Verbindungskörpern 231 bündig miteinander sind. In dieser Struktur ist eine erste Hauptfläche 211 der ersten Hauptplatte 21 näher an der zweiten Hauptfläche 212 der ersten Hauptplatte 21 positioniert als erste Hauptflächen 2311 der Vielzahl von Verbindungskörpern 231. Daher kann das Volumen einer Pumpenkammer 100 vergrößert werden, solange die oben beschriebene Struktur der Fluidsteuerungsvorrichtung verwendet wird.

[0036] In der Betriebsart in **Fig. 4(B)** ist ein Aktuator 11A2 so beschaffen, dass eine erste Hauptplatte 21 mit mittleren Positionen auf einer Vielzahl von Verbindungskörpern 231 in einer Dickenrichtung davon verbunden ist. Im Modus in **Fig. 4(C)** ist ein Aktuator 11A3 so beschaffen, dass eine erste Hauptplatte 21 mit einem Verbindungskörper 231 verbunden ist, so dass eine zweite Hauptfläche 212 bündig mit einer zweiten Hauptfläche 2312 ist. Außerdem ist die erste Hauptplatte 21 mit dem anderen Verbindungskörper 231 verbunden, so dass eine erste Hauptfläche 211 mit einer ersten Hauptfläche 2311 bündig ist. Auch diese Strukturen sind in der Lage, nicht leicht beschädigt zu werden, während die oben erwähnte gewünschte Schwingung realisiert wird.

[0037] Eine Fluidsteuerungsvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. **Fig. 5** ist eine Schnittdarstellung,

die eine Struktur der Fluidsteuerungsvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform zeigt.

[0038] Wie in **Fig. 5** gezeigt, unterscheidet sich eine Fluidsteuerungsvorrichtung 10B gemäß der zweiten Ausführungsform von der Fluidsteuerungsvorrichtung 10 gemäß der ersten Ausführungsform durch die Struktur eines Aktuators 11B. Die anderen Strukturen der Fluidsteuerungsvorrichtung 10B sind die gleichen wie die der Fluidsteuerungsvorrichtung 10, und die gleichen Abschnitte werden nicht beschrieben.

[0039] Der Aktuator 11B umfasst eine erste Hauptplatte 21B. Die erste Hauptplatte 21B hat einen ersten Bereich 201 und einen zweiten Bereich 202. Der erste Bereich 201 und der zweite Bereich 202 sind in dieser Reihenfolge von der Mitte bis zu einem äußeren Rand der ersten Hauptplatte 21B angeordnet. Mit anderen Worten, der erste Bereich 201 ist ein Bereich, der den äußeren Rand der ersten Hauptplatte 21B nicht aufweist, und der zweite Bereich 202 ist ein Bereich, der den ersten Bereich 201 umgibt und der den äußeren Rand der ersten Hauptplatte 21B aufweist.

[0040] Eine Dicke D201 des ersten Bereichs 201 ist größer als eine Dicke D202 des zweiten Bereichs 202. Die Hauptflächen des ersten Bereichs 201 und des zweiten Bereichs 202, die sich auf einer Seite der Pumpenkammer 100 befinden, sind so miteinander verbunden, dass sie bündig miteinander sind und eine erste Hauptfläche 211 bilden. Eine zweite Hauptfläche 2012 des ersten Bereichs 201 ist weiter von der ersten Hauptfläche 211 entfernt als eine zweite Hauptfläche 2022 des zweiten Bereichs 202.

[0041] Ein piezoelektrisches Element 30 ist auf der zweiten Hauptfläche 2012 des ersten Bereichs 201 angeordnet.

[0042] Bei einer solchen Struktur kann die erste Hauptplatte 21B dünn ausgeführt werden, um eine vorgegebene Resonanzfrequenz zu erreichen. Daher kann die Schwingungsverschiebung der ersten Hauptplatte 21B erhöht werden. Infolgedessen kann beispielsweise die Antriebsspannung des piezoelektrischen Elements 30 reduziert und die Effizienz des Aktuators 11B und der Fluidsteuerungsvorrichtung 10B erhöht werden.

[0043] Da die Dicke D202 des zweiten Bereichs 202 kleiner ist als die durchschnittliche Dicke der ersten Hauptplatte 21B, kann die Schwingungsverschiebung in der Nähe der Außenkante der ersten Hauptplatte 21B weiter erhöht werden. Daher kann die Effizienz des Aktuators 11B und der Fluidsteuerungsvorrichtung 10B weiter erhöht werden.

[0044] Da die erste Hauptfläche 211 der ersten Hauptplatte 21B von der Mitte bis zur Außenkante flach ist, d.h. die gesamte Oberfläche auf der Seite der Pumpenkammer 100 ist eine flache Oberfläche, kann die ebene Fläche der Pumpenkammer 100, die die Funktion der Fluidsteuerung (Fluidtransport) der Fluidsteuerungsvorrichtung 10 wesentlich beeinflusst, vergrößert werden, und das Volumen kann vergrößert werden. Daher kann die Effizienz der Fluidsteuerungsvorrichtung 10B weiter erhöht werden.

[0045] In der Struktur des Aktuators 11B sind eine obere Endfläche (die erste Hauptfläche 211) der ersten Hauptplatte 21B in einer Dickenrichtung, obere Endflächen (erste Hauptflächen 2311) von Verbindungskörpern 231 in der Dickenrichtung und eine obere Endfläche (eine erste Hauptfläche 221) eines Rahmenkörpers 22 in der Dickenrichtung bündig miteinander. Ferner sind eine untere Endfläche (die zweite Hauptfläche 2012 des ersten Bereichs 201) der ersten Hauptplatte 21B in der Dickenrichtung, untere Endflächen (zweite Hauptflächen 2312) der Verbindungskörper 231 in der Dickenrichtung und eine untere Endfläche (eine zweite Hauptfläche 222) des Rahmenkörpers 22 in der Dickenrichtung miteinander bündig. Daher können die Dicken der ersten Hauptplatte 21B, der Verbindungskörper 231 und des Rahmenkörpers 22 stabil bereitgestellt werden und ein Strukturkörper von diesen kann gebildet werden. Folglich können Schwankungen in den Schwingungseigenschaften des Aktuators 11B reduziert werden.

[0046] Eine Fluidsteuerungsvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. **Fig. 6** ist eine Schnittdarstellung, die eine Struktur der Fluidsteuerungsvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform zeigt.

[0047] Wie in **Fig. 6** gezeigt, unterscheidet sich eine Fluidsteuerungsvorrichtung 10C gemäß der dritten Ausführungsform von der Fluidsteuerungsvorrichtung 10 gemäß der ersten Ausführungsform durch die Struktur eines Aktuators 11C. Die anderen Strukturen der Fluidsteuerungsvorrichtung 10C sind die gleichen wie die der Fluidsteuerungsvorrichtung 10, und die gleichen Teile werden nicht beschrieben.

[0048] Der Aktuator 11C umfasst eine erste Hauptplatte 21C. Die erste Hauptplatte 21C hat einen ersten Bereich 201 und einen zweiten Bereich 202. Der erste Bereich 201 und der zweite Bereich 202 sind in dieser Reihenfolge von der Mitte zu einer Außenkante der ersten Hauptplatte 21C angeordnet.

[0049] Eine Dicke D201 des ersten Bereichs 201 ist größer als eine Dicke D202 des zweiten Bereichs 202. Die Hauptflächen des ersten Bereichs 201 und

des zweiten Bereichs 202, die sich auf einer Seite befinden, die einer Seite der Pumpenkammer 100 gegenüberliegt, sind so miteinander verbunden, dass sie bündig miteinander sind und eine zweite Hauptfläche 212 bilden. Eine erste Hauptfläche 2011 des ersten Bereichs 201 ist weiter von der zweiten Hauptfläche 212 entfernt als eine erste Hauptfläche 2021 des zweiten Bereichs 202.

[0050] Ein piezoelektrisches Element 30 ist auf der zweiten Hauptfläche 212 angeordnet und überlappt in der Draufsicht teilweise den ersten Bereich 201.

[0051] Bei einer solchen Struktur kann, ähnlich wie bei der Fluidsteuerungsvorrichtung 10B gemäß der zweiten Ausführungsform, die Schwingungsverschiebung der ersten Hauptplatte 21C erhöht werden. Daher können die Wirkungsgrade des Aktuators 11C und der Fluidsteuerungsvorrichtung 10C erhöht werden.

[0052] Hier ist es wünschenswert, dass die Dicke D202 des zweiten Bereichs 202 kleiner ist als die durchschnittliche Dicke der ersten Hauptplatte 21C. Aufgrund einer solchen Struktur kann die Schwingungsverschiebung in der Nähe der Außenkante der ersten Hauptplatte 21C weiter erhöht werden. Daher kann die Effizienz des Aktuators 11C und der Fluidsteuerungsvorrichtung 10C weiter erhöht werden.

[0053] In der Struktur des Aktuators 11C sind eine obere Endfläche (die erste Hauptfläche 2011 des ersten Bereichs 201) der ersten Hauptplatte 21C in einer Dickenrichtung, obere Endflächen (erste Hauptflächen 2311) von Verbindungskörpern 231 in der Dickenrichtung und eine obere Endfläche (eine erste Hauptfläche 221) eines Rahmenkörpers 22 in der Dickenrichtung miteinander bündig. Ferner sind eine untere Endfläche (die zweite Hauptfläche 212) der ersten Hauptplatte 21C in Dickenrichtung, untere Endflächen (zweite Hauptflächen 2312) der Verbindungskörper 231 in der Dickenrichtung und eine untere Endfläche (eine zweite Hauptfläche 222) des Rahmenkörpers 22 in der Dickenrichtung miteinander bündig. Daher können die Dicken der ersten Hauptplatte 21C, der Verbindungskörper 231 und des Rahmenkörpers 22 stabil bereitgestellt und ein Strukturkörper von diesen gebildet werden. Folglich können Schwankungen in den Schwingungseigenschaften des Aktuators 11C reduziert werden.

[0054] Eine Fluidsteuerungsvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. **Fig. 7** ist eine Schnittdarstellung, die eine Struktur der Fluidsteuerungsvorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform zeigt.

[0055] Wie in **Fig. 7** gezeigt, unterscheidet sich eine Fluidsteuervorrichtung 10D gemäß der vierten Ausführungsform von der Fluidsteuervorrichtung 10B gemäß der zweiten Ausführungsform durch die Struktur eines Aktuators 11D. Die anderen Strukturen der Fluidsteuervorrichtung 10D sind die gleichen wie die der Fluidsteuervorrichtung 10B, und die gleichen Abschnitte werden nicht beschrieben.

[0056] Der Aktuator 11D unterscheidet sich von dem Aktuator 11B gemäß der zweiten Ausführungsform dadurch, dass der Aktuator 11D eine erste Hauptplatte 21D aufweist. Die anderen Strukturen des Aktuators 11D sind die gleichen wie die des Aktuators 11B, und die gleichen Abschnitte werden nicht beschrieben.

[0057] Die erste Hauptplatte 21D unterscheidet sich von der ersten Hauptplatte 21B gemäß der zweiten Ausführungsform dadurch, dass die erste Hauptplatte 21D einen vertieften Abschnitt 213 aufweist. Die anderen Strukturen der ersten Hauptplatte 21D sind die gleichen wie die der ersten Hauptplatte 21B, und die gleichen Abschnitte werden nicht beschrieben.

[0058] Der vertiefte Abschnitt 213 hat eine zylindrische Form, die das Zentrum eines ersten Bereichs 201, d. h. das Zentrum der ersten Hauptplatte 21D, aufweist. Der vertiefte Abschnitt 213 hat eine Form, die von einer ersten Hauptfläche 211 in dem ersten Bereich 201 vertieft ist. Hier ist es wünschenswert, dass die Form des vertieften Abschnitts 213 in einem Bereich liegt, in dem die Dicke D202 eines zweiten Bereichs 202 kleiner ist als die durchschnittliche Dicke des ersten Bereichs 201.

[0059] Selbst mit einer solchen Struktur bieten der Aktuator 11D und die Fluidsteuerungsvorrichtung 10D die gleichen Betriebseffekte wie die des Aktuators 11B und der oben beschriebenen Fluidsteuerungsvorrichtung 10B. Ferner kann die Fluidsteuerungsvorrichtung 10D aufgrund einer solchen Struktur den Kontakt eines zentralen Abschnitts der ersten Hauptplatte 21D mit einer zweiten Hauptplatte 40 unterdrücken, der durch eine Biegeschwingung der ersten Hauptplatte 21D verursacht wird.

[0060] Eine Fluidsteuerungsvorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. **Fig. 8** ist eine Schnittdarstellung, die eine Struktur der Fluidsteuerungsvorrichtung gemäß der fünften Ausführungsform zeigt.

[0061] Wie in **Fig. 8** gezeigt, unterscheidet sich eine Fluidsteuerungsvorrichtung 10E gemäß der fünften Ausführungsform von der Fluidsteuerungsvorrichtung 10 gemäß der ersten Ausführungsform durch die Struktur eines Verbindungselements 50E. Die

anderen Strukturen der Fluidsteuervorrichtung 10E sind die gleichen wie die der Fluidsteuervorrichtung 10, und die gleichen Abschnitte werden nicht beschrieben.

[0062] Das Verbindungselement 50E weist eine Vielzahl von Perlen 51 und einen Klebstoff 52 auf. Die Vielzahl von Perlen 51 haben einen vorbestimmten Partikeldurchmesser. Es ist zu beachten, dass der Partikeldurchmesser der Vielzahl von Perlen 51 nicht konstant sein muss, sondern entsprechend der Höhe einer Pumpenkammer 100 eingestellt werden kann.

[0063] Das Verbindungselement 50E ist so konfiguriert, dass eine Hauptfläche 401 einer zweiten Hauptplatte 40 und eine erste Hauptfläche 221 eines Rahmenkörpers 22 durch den Klebstoff 52 aneinander haften. Dabei liefert der Partikeldurchmesser der Vielzahl von Perlen 51, die mit dem Klebstoff 52 vermischt sind, den Abstand zwischen der Hauptfläche 401 der zweiten Hauptplatte 40 und der ersten Hauptfläche 221 des Rahmenkörpers 22, d. h. die Höhe der Pumpenkammer 100.

[0064] Selbst mit einer solchen Struktur kann die Fluidsteuervorrichtung 10E die gleichen Betriebseffekte wie die Fluidsteuervorrichtung 10 erzielen.

[0065] Es ist zu beachten, dass das Verbindungsteil 23 in der obigen Beschreibung eine Vielzahl von Verbindungskörpern 231 und eine Vielzahl von Spalten 232 aufweist, die abwechselnd in einer Umfangsrichtung nebeneinander angeordnet sind. Das Verbindungsteil 23 kann jedoch auch Spalten aufweisen, die in einer radialen Richtung (eine Richtung orthogonal zu einer Umfangsrichtung und einer Dickenrichtung) an einen Verbindungskörper angrenzen. **Fig. 9** ist eine Draufsicht, die ein weiteres Beispiel für eine flache Platte zeigt, die eine erste Hauptplatte eines Aktuators umfasst.

[0066] Wie in **Fig. 9** gezeigt, hat ein Verbindungsteil einen ringförmigen Verbindungskörper 231 und eine Vielzahl von Spalten 232. Der ringförmige Verbindungskörper 231 hat eine durchgehende Form über den gesamten Umfang entlang einer Außenkante einer ersten Hauptplatte 21. Die Vielzahl von Spalten 232 haben eine Bogenform und sind neben dem ringförmigen Verbindungskörper 231 in der radialen Richtung orthogonal zur Umfangsrichtung angeordnet. Mit anderen Worten, die Vielzahl von Spalten 232 sind zwischen dem ringförmigen Verbindungskörper 231 und der ersten Hauptplatte 21 und zwischen dem ringförmigen Verbindungskörper 231 und einem Rahmenkörper 22 angeordnet.

[0067] Die Vielzahl von Spalten 232 sind in Umfangsrichtung voneinander getrennt angeordnet.

An Abschnitten zwischen der Vielzahl von Spalten 232 ist der ringförmige Verbindungskörper 231 mit der ersten Hauptplatte 21 und dem Rahmenkörper 22 verbunden. Auch die Abschnitte zwischen der Vielzahl von Spalten 232 können in einem Teil des Verbindungskörpers der vorliegenden Anwendung enthalten sein.

[0068] Auch bei einer solchen Struktur können durch die Anwendung des oben beschriebenen Verhältnisses zwischen den Dicken die oben beschriebenen Wirkungen erzielt werden.

[0069] In jeder der oben beschriebenen Ausführungsformen können die oben beschriebenen Strukturen angewendet werden, auch wenn die Form der ersten Hauptplatte in der Draufsicht kreisförmig ist, selbst, wenn die Form eine regelmäßige polygonale Form ist, insbesondere eine regelmäßige polygonale Form mit vielen Winkeln. Wenn die erste Hauptplatte jedoch eine kreisförmige Form hat, wird die Schwingung gleichmäßig um den gesamten Umfang herum erzeugt, und somit wird die Schwingungseffizienz erhöht, was wünschenswerter ist. Hier ist es wünschenswert, dass eine innere Kante des Rahmenkörpers eine kreisförmige Form entlang der äußeren Kante der ersten Hauptplatte hat. Da die innere Kante des Rahmenkörpers eine kreisförmige Form hat, wird die kreisförmige erste Hauptplatte auf balancierte Weise einfach gestützt. In jeder der oben beschriebenen Ausführungsformen, obwohl eine Außenkante des Rahmenkörpers 22 eine kreisförmige Form hat, ist die äußere Form des Rahmenkörpers 22 nicht auf eine kreisförmige Form beschränkt und kann nach Belieben eingestellt werden.

[0070] Obwohl jedes oben beschriebene Teil eine konstante Dicke hat, kann sich jedes oben beschriebene Teil teilweise in der Dicke unterscheiden, solange der Unterschied innerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt (z. B. innerhalb eines Herstellungsfehlerbereichs, eines zulässigen Bereichs in Bezug auf die Leistung). In diesem Fall kann die Dicke jedes der oben genannten Teile als Durchschnittdicke angesehen werden.

[0071] In jeder der oben beschriebenen Ausführungsformen sind die erste Hauptplatte, der Rahmenkörper und die Vielzahl von Verbindungskörpern integral miteinander ausgebildet. Die erste Hauptplatte und die Vielzahl von Verbindungskörpern können jedoch integral miteinander ausgebildet sein, und der Rahmenkörper kann getrennt von der ersten Hauptplatte und der Vielzahl von Verbindungskörpern ausgebildet sein. Alternativ können die erste Hauptplatte, die Vielzahl von Verbindungskörpern und der Rahmenkörper getrennt voneinander ausgebildet sein. In diesem Fall ist eine Struktur zu verwenden, die die strukturelle Haltbarkeit der Vielzahl von

Verbindungskörpern in Bezug auf eine äußere Kraft erhöht, z. B. ein Material mit einer hohen Steifigkeit. Durch die Verwendung der Struktur gemäß einer der oben genannten Ausführungsformen können jedoch die oben beschriebenen Betriebseffekte realisiert werden, während der Aktuator und die Fluidsteuervorrichtung einfach gebildet werden, was praktisch effektiver ist.

[0072] Die Strukturen der oben beschriebenen Ausführungsformen können beliebig miteinander kombiniert werden, und die den einzelnen Kombinationen entsprechenden Betriebseffekte können erzielt werden.

Bezugszeichenliste

10, 10B, 10C, 10D, 10E	Fluidsteuervorrichtung
11, 11A1, 11A2, 11A3, 11B, 11C, 11D	Aktuator
21, 21B, 21C, 21D	erste Hauptplatte
22	Rahmenkörper
23	Verbindungsteil
30	piezoelektrisches Element
40	zweite Hauptplatte
50, 50E	Verbindungselement
51	Perle
52	Klebstoff
100	Pumpenkammer
201	erster Bereich
202	zweiter Bereich
211	erste Hauptfläche der ersten Hauptplatte 21
212	zweite Hauptfläche der ersten Hauptplatte 21
213	vertiefter Teil
221	erste Hauptfläche des Rahmenkörpers 22
222	zweite Hauptfläche des Rahmenkörpers 22
231	Verbindungskörper
232	Spalt
400	Durchgangsloch

401	Hauptfläche der zweiten Hauptplatte 40
402	Hauptfläche der zweiten Hauptplatte 40
2011	erste Hauptfläche des ersten Bereichs 201
2012	zweite Hauptfläche des ersten Bereichs 201
2021	erste Hauptfläche des zweiten Bereichs 202
2022	zweite Hauptfläche des zweiten Bereichs 202
2311	erste Hauptfläche des Verbindungskörpers 231
2312	zweite Hauptfläche des Verbindungskörpers 231

Patentansprüche

1. Aktuator (11, 11A1, 11A2, 11A3, 11B, 11C, 11D), aufweisend:
 eine erste Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D);
 einen Rahmenkörper (22), der an einer Außenseite einer Außenkante der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) und getrennt von der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) angeordnet ist;
 ein Verbindungsteil (23), das zwischen der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) und dem Rahmenkörper (22) angeordnet ist; und
 einen Antriebskörper, der an der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) angeordnet ist, und der die erste Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) veranlasst, eine Biegeschwingung durchzuführen, wobei das Verbindungsteil (23) einen Verbindungskörper (231) und einen Spalt (232) aufweist, die entlang der Außenkante angeordnet sind, wobei das Verbindungsteil (23) mit der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) und dem Rahmenkörper (22) verbunden ist, wobei der Spalt (232) dem Verbindungskörper (231) benachbart ist, wobei die erste Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) und der Verbindungskörper (231) aus demselben Material hergestellt sind, und wobei eine durchschnittliche Dicke des Verbindungskörpers (231) größer ist als eine durchschnittliche Dicke der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D).

2. Aktuator (11, 11A1, 11A2, 11A3, 11B, 11C, 11D) nach Anspruch 1, wobei eine durchschnittliche Dicke des Rahmenkörpers (22) größer oder gleich der durchschnittlichen Dicke des Verbindungskörpers (231) ist.

3. Aktuator (11, 11A1, 11A2, 11A3, 11B, 11C, 11D) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die erste Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) einen ersten Bereich (201), der die Außenkante nicht enthält, und einen zweiten Bereich (202) aufweist, der den ersten Bereich (201) umgibt und die Außenkante enthält, und wobei eine durchschnittliche Dicke des ersten Bereichs (201) größer ist als eine durchschnittliche Dicke des zweiten Bereichs (202).

4. Aktuator (11, 11A1, 11A2, 11A3, 11B, 11C, 11D) nach Anspruch 3, wobei die durchschnittliche Dicke des zweiten Bereichs (202) kleiner ist als die durchschnittliche Dicke der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D).

5. Aktuator (11, 11A1, 11A2, 11A3, 11B, 11C, 11D) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die erste Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D), der Verbindungskörper (231) und der Rahmenkörper (22) integral miteinander ausgebildet sind, und wobei ein oberes Ende der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) in einer Dickenrichtung, ein oberes Ende des Verbindungskörpers (231) in der Dickenrichtung und ein oberes Ende des Rahmenkörpers (22) in der Dickenrichtung miteinander bündig sind, oder ein unteres Ende der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) in der Dickenrichtung, ein unteres Ende des Verbindungskörpers (231) in der Dickenrichtung und ein unteres Ende des Rahmenkörpers (22) in der Dickenrichtung miteinander bündig sind.

6. Aktuator (11, 11A1, 11A2, 11A3, 11B, 11C, 11D) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die erste Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) eine Kreisform aufweist.

7. Aktuator (11, 11A1, 11A2, 11A3, 11B, 11C, 11D) nach Anspruch 6, wobei eine Innenkante des Rahmenkörpers (22) entlang der Außenkante der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) eine Kreisform aufweist.

8. Fluidsteuerungsvorrichtung, aufweisend: den Aktuator (11, 11A1, 11A2, 11A3, 11B, 11C, 11D) nach einem der Ansprüche 1 bis 7; eine zweite Hauptplatte (40), die von der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) in einer Richtung orthogonal zu einer Hauptfläche (211) der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) entfernt angeordnet ist; und ein Verbindungselement (50, 50E), das zwischen der zweiten Hauptplatte (40) und dem Rahmenkörper

(22) angeordnet ist und das mit der zweiten Hauptplatte (40) und dem Rahmenkörper (22) verbunden ist,

wobei eine Hauptfläche (401) der zweiten Hauptplatte (40) parallel zu der Hauptfläche (211) der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) angeordnet ist, wobei die zweite Hauptplatte (40) ein Durchgangsloch (400) aufweist, das sich in einer Richtung orthogonal zu der Hauptfläche (401) der zweiten Hauptplatte (40) erstreckt, und wobei die Fluidsteuervorrichtung (10, 10B, 10C, 10D, 10E) eine Pumpenkammer (100) aufweist, die von der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D), der zweiten Hauptplatte (40) und dem Verbindungsteil (23) umgeben ist, und die über den Spalt (232) des Verbindungsteils (23) und das Durchgangsloch (400) der zweiten Hauptplatte (40) mit einer Außenumgebung kommuniziert.

9. Fluidsteuerungsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei eine Hauptfläche der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) eine Form hat, die nicht uneben ist, wobei die Hauptfläche der zweiten Hauptplatte (40) zugewandt ist.

10. Fluidsteuervorrichtung (10, 10B, 10C, 10D, 10E) nach Anspruch 8, wobei eine Hauptfläche der ersten Hauptplatte (21, 21B, 21C, 21D) eine Außenkante aufweist, die stärker vertieft ist als eine Mitte, wobei die Hauptfläche der zweiten Hauptplatte (40) zugewandt ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

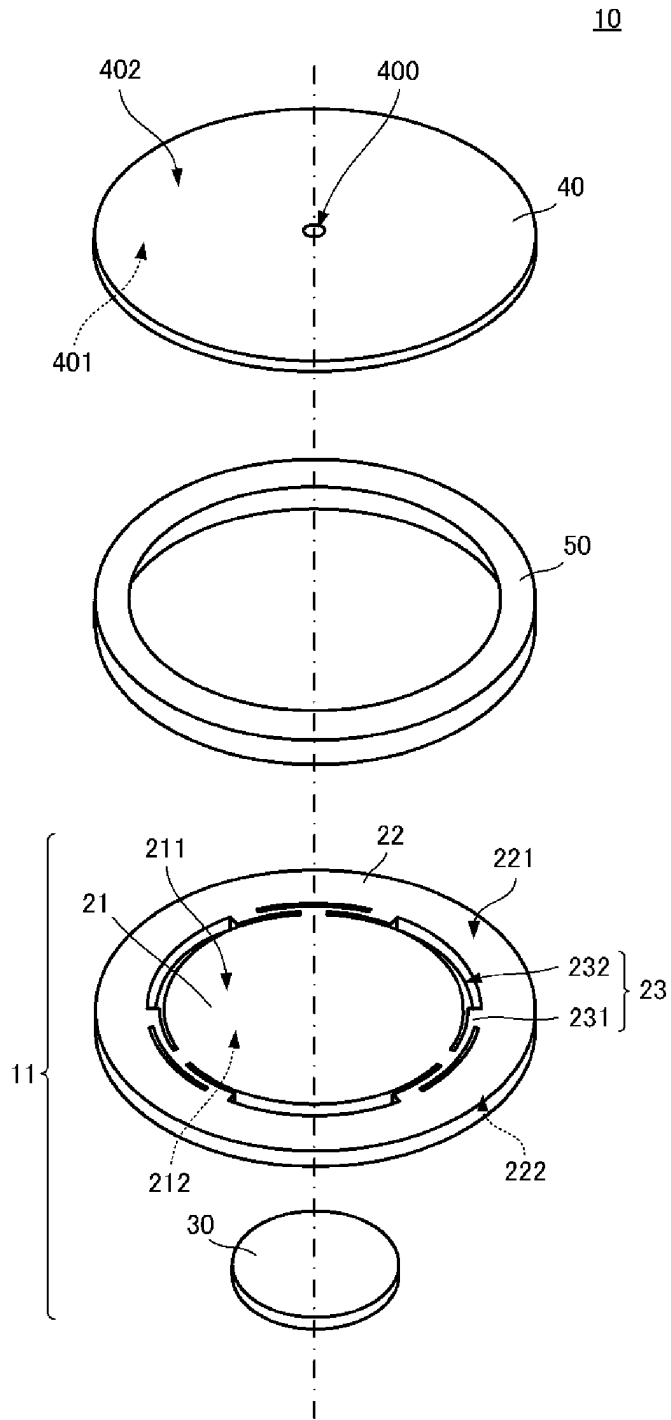


FIG. 2

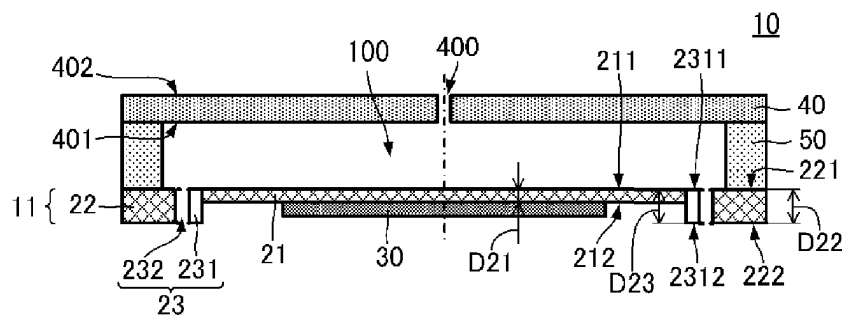


FIG. 3

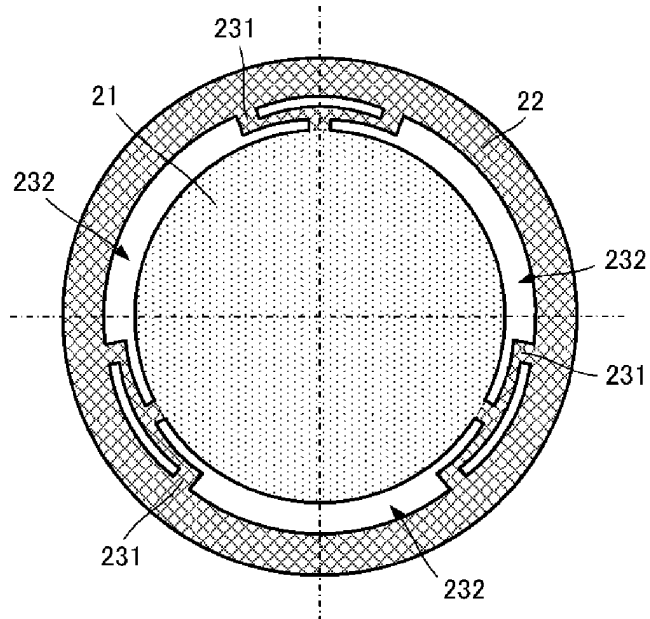


FIG. 4

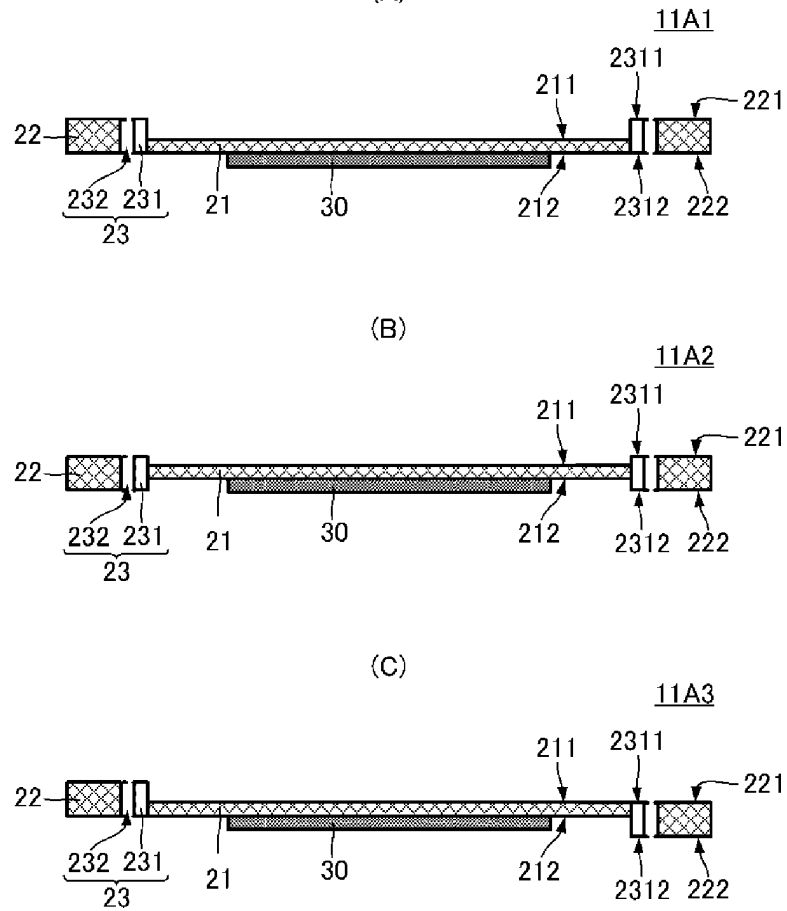


FIG. 5

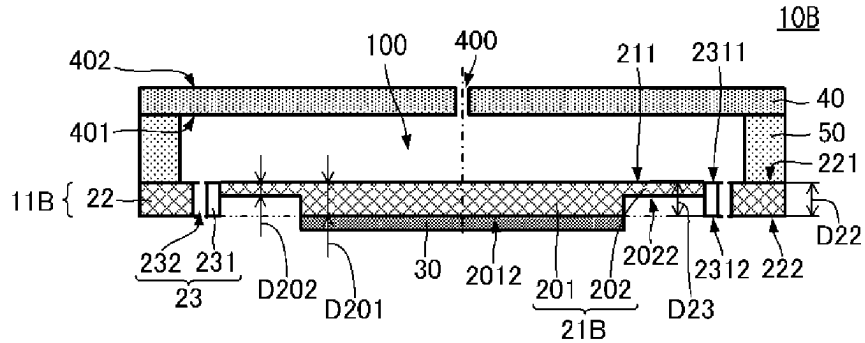


FIG. 6

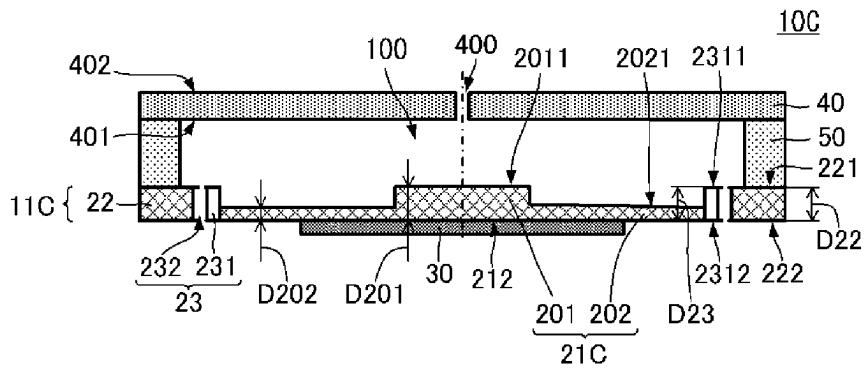


FIG. 7

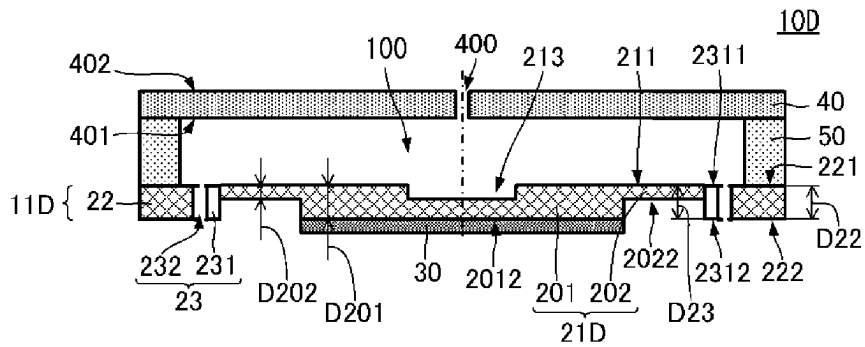


FIG. 8

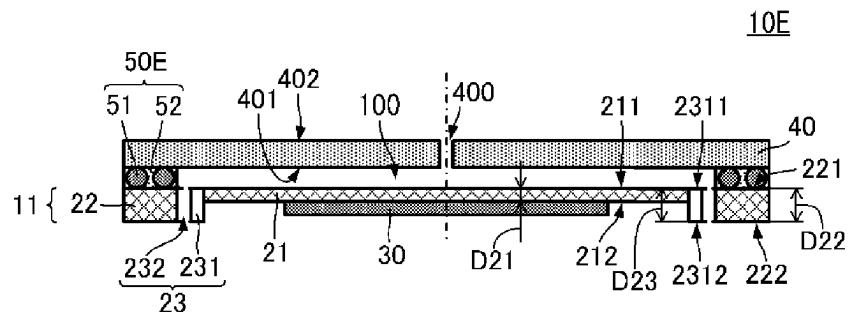


FIG. 9

