



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 002 112 T2 2007.03.01**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 620 649 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 002 112.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB2004/001955**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 731 392.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/099620**

(86) PCT-Anmeldetag: **06.05.2004**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **18.11.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.02.2006**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **23.08.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **01.03.2007**

(51) Int Cl.⁸: **F04C 27/00 (2006.01)**

F04C 25/00 (2006.01)

F04C 18/12 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0310615 08.05.2003 GB

(73) Patentinhaber:

The BOC Group plc, Windlesham, Surrey, GB

(74) Vertreter:

**Fleuchaus & Gallo, Patentanwalt Wolfgang Gallo,
86152 Augsburg**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, TR**

(72) Erfinder:

**BIRCH, Peter Hugh, Horsham, West Sussex RH13
8LE, GB; TURRELL, David Alan, Burgess Hill,
West Sussex RH15 0LX, GB; GRAY, Malcolm
William, Crawley, Sussex RH10 3AN, GB;
TURNER, Neil, Milford, Godalming GU8 5EG, GB**

(54) Bezeichnung: **VERBESSERUNG IN DICHTUNGSANORDNUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf Dichtungsanordnungen, insbesondere auf in Vakuumpumpen benutzte Dichtungsanordnungen, und mehr insbesondere in mehrstufigen ölfreien (trockenen) Vakuumpumpen.

[0002] Es sind Vakuumpumpen bekannt, die in ihren Vakuumkammern ölfrei sind und die deshalb in sauberen Umgebungen brauchbar sind, wie beispielsweise in denen, die man in der Halbleiterindustrie findet. In einer solchen Fertigungsumgebung könnten, falls Schmiermittel in den Vakuumkammern vorhanden wären, diese Materialien möglicherweise zurück in die Prozesskammer wandern und dabei eine Kontamination des hergestellten Produkts verursachen. Solche trockenen Vakuumpumpen sind üblicherweise mehrstufige Verdrängungspumpen, die mit ineinander greifenden Rotoren in jeder Vakuumkammer arbeiten. Die Rotoren können in jeder Kammer die gleiche Profilart haben, oder das Profil kann von Kammer zu Kammer wechseln.

[0003] In einer Vorrichtung entweder einer Roots- oder Northey- ("Klauen-") Bauart (siehe beispielsweise US-A-4 990 069) ist jede Kammer typischerweise aus zwei getrennten bearbeiteten Statorkomponenten gebildet, wobei die Rotorkomponenten in dem zwischen diesen gebildeten Hohlraum angeordnet sind. Es ist notwendig, ein Dichtungsmittel zwischen den beiden Statorkomponenten vorzusehen, um eine Leckage des Prozessgases aus der Pumpe zu verhindern, und zu verhindern, dass irgendwelche Umgebungsluft in die Pumpe eintritt. Typischerweise ist ein O-Ring vorgesehen, um diese Dichtungsfunktion zu erfüllen. Bei der gegebenen, stark korrosiven Natur der Prozessgase werden jedoch diese O-Ringe leicht angegriffen und müssen häufig ersetzt werden, was kostspielige Abschaltzeiten für den gesamten Prozeß bedeutet. Des weiteren können die Kontaktflächen des Stators Korrosion erfahren, das zu Anomalien in diesen Oberflächen führen kann, derart, dass ein Verziehen des Pumpengehäuses auftreten kann. Dieses Verziehen führt zu einer Verringerung des Spielraums zwischen umlaufenden und feststehende Komponenten, was wiederum die mechanische Zuverlässigkeit der Pumpe beeinträchtigen kann.

[0004] Es sind herkömmliche Systeme bekannt, die mechanische Sperren vorsehen, um die statischen Dichtungsmechanismen zu schützen, indem verhindert wird, dass etwas von dem schädlichen/korrosiven gasförmigen Material die O-Ringkomponente erreicht. Jedoch muß Kompatibilität erreicht werden zwischen dem zur Bildung dieser zur mechanischen Barriere gewählten Material und dem Prozessgas. Des weiteren wird durch die Anwesenheit einer solchen mechanischen Sperre zusätzlich Komplexität in

das System eingeführt, und eine solche mechanische Sperre schützt die Kontaktflächen der Statorn nicht grundsätzlich.

[0005] Die vorliegende Erfindung bezweckt, die oben erwähnten Probleme durch Vorsehen eines alternativen einfachen Mittels zum Schutz des Dichtungsmechanismus und der einander berührenden Statorflächen zu schaffen.

[0006] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine Dichtungsanordnung für den Schutz einer statischen Dichtungsanordnung zur Verwendung in einer Vakuumpumpe vorgesehen, wobei die Dichtungsanordnung umfasst:

mindestens zwei dicht miteinander zu verbindende Komponenten, eine O-Ring-Dichtung, die zwischen den beiden Komponenten angeordnet ist, um einen Strömungsmitteldurchtritt in die und aus der Pumpe zwischen diesen beiden Komponenten zu verhindern, und einen Strömungsmittelkanal in der Ebene des O-Rings, der zwischen der O-Ring-Dichtung und einem Prozessgas-Strömungspfad angeordnet ist, wobei der Kanal eine Konfiguration aufweist, um im Betrieb einen Pfad für einzuleitendes Sperrmedium zu bilden, und wobei der Kanal einen mit einer externen Sperrmediumquelle verbindbaren Einlaß und einen in Strömungsverbindung mit einem gestrichenen Pumpenvolumen befindlichen Auslaß aufweist.

[0007] Der Strömungsmittelkanal kann in einer oder in beiden der Statorkomponenten vorgesehen sein und kann Seitenkanäle aufweisen, um eine radiale Leckage zum Hohlraum hin zu vergrößern. Die O-Ring-Dichtung kann aus einem elastomerischen Material hergestellt sein, und sie kann innerhalb des Strömungsmittelkanals angeordnet sein. Es kann eine Vakuumpumpe mit einer Mehrzahl von Statorkomponenten vorgesehen sein, wobei jedes Paar von Statorkomponenten in Relation zueinander zur Bildung eines Hohlraums zwischen ihnen positioniert sein kann. Prozessgase können durch diesen Hohlraum im Betrieb hindurchpassieren. Eine Dichtungsanordnung nach der Erfindung kann eingeschlossen sein, um eine strömungsmitteldichte Abdichtung zwischen benachbarten Statorkomponenten zu schaffen.

[0008] Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird nunmehr unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0009] [Fig. 1](#) eine Frontansicht einer Statorkomponente darstellt, die Komponenten eines Beispiels der Erfindung zeigt,

[0010] [Fig. 2](#) schematische Seitenansichten verschiedener Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung zeigt, und

[0011] **Fig. 3** ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0012] **Fig. 1** zeigt eine Fläche einer Statorkomponente **1** einer Stufe einer trockenen Pumpe. Eine Fläche einer zweiten Statorkomponente (nicht dargestellt) wird in Kontakt mit der entsprechenden Fläche **3** der ersten Statorkomponente **1** gebracht, und ein Hohlraum **2** wird zwischen diesen Komponenten gebildet. Der Hohlraum **2** ist dafür vorgesehen, die Rotorkomponente (nicht dargestellt) aufzunehmen, wenn die Pumpe zusammengebaut wird. Eine solche Pumpe umfasst typischerweise mehrere derartige Stufen, wobei der Hohlraum **2** jeder Stufe mit der nächsten Stufe durch eine Zwischenstufenöffnung **9** in Verbindung steht.

[0013] Wie bei herkömmlichen Pumpen dieser Bauart ist eine O-Ring-Dichtung **4** um die Peripherie des Hohlraums herum vorgesehen. Diese Dichtung **4** erzeugt eine strömungsdichte Abdichtung zwischen benachbarten Statorkomponenten, so dass Prozessgase an einem Austreten aus dem Hohlraum **2** gehindert werden und Umgebungsluft am Eintreten in den Hohlraum gehindert wird, wenn die Pumpe sich im Betrieb befindet. Jedoch können diese Prozessgase besonders aggressiv sein und leicht sowohl an der O-Ring-Dichtung **4** und den Kontaktflächen **3** der Statorkomponenten Schaden verursachen.

[0014] Bei diesem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist der O-Ring **4** aus einem elastomeren Material hergestellt und innerhalb einer Nut **5** angeordnet. Diese Nut wird in die Fläche **3** der Statorkomponente eingearbeitet. Ein zusätzlicher Kanal **6** ist in der Kontaktfläche **3** der Statorkomponente **1** gebildet. Dieser Kanal **6** ist zwischen der O-Ring-Nut **5** und dem Hohlraum **2** angeordnet, durch welchen im Betrieb Prozessgase hindurchpassieren.

[0015] Eine Pumpe wird typischerweise mit einem Spülgas versorgt, wobei dieses Gas so gewählt ist, dass es unter den gegebenen Bedingungen nicht reagiert, wie beispielsweise Stickstoff. Dieses Spülgas dient zum Verdünnen der Prozessgase in der Pumpe, um den Partialdruck des Prozessgases unter dem Sättigungswert zu halten, bei welchem das Einsetzen von Kondensation beginnen könnte. Es ist wünschenswert, eine solche Kondensation zu vermeiden, da dies zu Korrosion von Pumpenkomponenten führen kann oder alternativ zum Bilden von Ablagerungen innerhalb der Spielräume zwischen den Rotor- und den Statorkomponenten führen könnte. Solche Effekte führen zu einer Verringerung der Pumpenzuverlässigkeit, da Toleranzen beeinträchtigt werden können, und in einem extremen Fall könnte ein Klemmen auftreten, insbesondere beim Neustart der Pumpe nach einer gewissen Abschaltzeit. In manchen Pumpen wird ein solches Spülgas direkt in

den Hohlraum **2** durch einen Spülgaseinlaß **7** durch die Zwischenstufenöffnung **9** (wie in **Fig. 1** dargestellt) eingeleitet, um sich mit den Prozessgasen zu vermischen. Dieses Spülgas befindet sich typischerweise auf einem gegenüber den Prozessgasen erhöhten Druck und gelangt daher ohne übermäßigen Widerstand in den Hohlraum **2**.

[0016] Bei der vorliegenden Erfindung ist dieser herkömmliche Spülgaseinlaß **7** unter Verwendung eines Stopfens **10** (in **Fig. 1** gezeigt) blockiert, und es ist ein alternativer Spülgaseinlaß **7a** vorgesehen. Das Spülgas unter erhöhtem Druck gelangt durch eine Öffnung **8** im Betrieb in den Strömungsmittelkanal **6**, um als Sperrgas zu wirken. Das Sperrgas wandert entlang des Strömungskanal **6** in beiden Richtungen und tritt aus dem Kanal über eine Öffnung **8a** in die Zwischenstufenöffnung **9** aus, um die herkömmliche Spülfunktion innerhalb des Pumpenmechanismus auszuüben. Im Betrieb wandert dieses Sperrgas entlang des Kanals **6** und bildet ein Hindernis, um das Maß zu minimieren, mit welchem Prozessgas die O-Ring-Dichtung **4** erreicht. Der erhöhte Druck dieses Sperrgases stellt sicher, dass der kleine vorgesehene Leckagewert, der aus dem Sperrgaskanal **6** auftritt, eine Tendenz hat, aus dem Kanal in Richtung zum Hohlraum **2** zu gelangen. Da das Sperrgas und das Spülgas das gleiche Material aus der gleichen Quelle sind, ist der Einfluß dieser Leckage auf die Leistungsfähigkeit der Pumpe vernachlässigbar.

[0017] Der Druckgradient zwischen dem Sperrgas und dem Prozessgas verhindert weiter, dass Prozessgas in Berührung mit der O-Ring-Dichtung **4** gelangt. Wenn jedoch ein gewisser Übergangszustand stattfindet, kann der vorteilhafte Druckgradient nicht aufrechterhalten werden. In einer solchen Situation kann etwas Prozessgas in Berührung mit der O-Ring-Dichtung **4** gelangen. Unter diesen Bedingungen dient das Sperrgas zum Verdünnen des möglicherweise korrosiven Prozessströmungsmittels, so dass seine schädliche Wirkung auf die O-Ring-Dichtung **4** signifikant reduziert wird. Des Weiteren, wenn solche Bedingungen auftreten, wodurch der geschützte Bereich kontaminiert wird, spült das Sperrgas den Bereich sauber, nachdem der Übergangszustand überwunden ist.

[0018] **Fig. 2a** zeigt einen Schnitt einer Pumpe nach der vorliegenden Erfindung. Diese Figur zeigt, wie mehrfache Statorabschnitte **1** nebeneinander positioniert sind, um eine Reihe von Hohlräumen **2** zu bilden. Die elastomerische Dichtung **4** ist in einer Nut **5** angeordnet, um eine strömungsdichte Abdichtung herzustellen. Der Kanal **6** ist radial einwärts der Dichtung **4** positioniert, um die Schutzschicht zwischen dem Hohlraum **2** und der Dichtung **4** zu schaffen und das Spülen des Bereichs zwischen den Kontaktflächen **3** im Betrieb durch Spülgas zu ermöglichen.

[0019] Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung können der Kanal **6** und die Nut **5** zu einer einzigen Anordnung kombiniert werden, so dass der Kanal sowohl das Sperrgas als auch die O-Ring-Dichtung **4** aufnimmt, wie in [Fig. 2b](#) dargestellt ist.

[0020] An die bei der Herstellung der mechanischen Sperre der herkömmlichen Dichtungsmittel verwendeten Materialien wird die Anforderung gestellt, dass sie für die besonders aggressiven Prozessgase geeignet sind, die wahrscheinlich in die Pumpe eintreten. Durch Verwenden einer nicht reaktiven Gassperre, wie sie durch die vorliegende Erfindung vorgesehen ist, kann ein größerer Bereich von Kompatibilität mit verschiedenen Prozessgasen erreicht werden, so dass diese Auswahlfunktion vereinfacht wird. Des Weiteren, während die Pumpe zum Auswechseln der mechanischen Sperre gegen eine anderer Zusammensetzung auseinander genommen werden muß, ist es direkt möglich, ein alternatives kompatibles Spül/Sperrgas einzusetzen, wenn ein anderer Prozeß vorgenommen wird. Tatsächlich kann diese Flexibilität mit größerem Vorteil in diversen Prozessen angewendet werden, wo ein Bereich möglicherweise inkompatibler Materialien zu verwenden ist, die das Umschalten auf ein alternatives Spülgas erfordern können. Da das Spülgas auch als Sperrgas dient, ist die Auswahl von Materialien bereits durchgeführt und kann daher als kompatibel betrachtet werden.

[0021] Da herkömmliche mechanische Sperren durch aggressive Prozessgase angegriffen werden, hat die herkömmliche Sperre nur eine begrenzte Standzeit. Der Austausch dieser Sperren und Dichtungen führt zu einer kostspieligen Unterbrechung des Fertigungsprozesses. Jedoch kann das Sperrgas nach der vorliegenden Erfindung konstant zugeführt werden und trägt daher nicht zum Serviceintervall der Pumpeinrichtung bei.

[0022] Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist der Schutz der Kontaktflächen benachbarter Statorkomponenten. Wenn diese im allgemeinen metallenen Flächen in Berührung mit aggressiven Prozessgasen kommen, tritt Korrosion auf. Da das Korrosionsprodukt ein größeres Volumen als das ursprüngliche Metall einnimmt, schwellen die Metallflächen an, während sie korrodieren. Diese Volumenzunahme drückt benachbarte Statorkomponenten im Sinne einer Trennung voneinander weg. Bei Betrachtung von der Seite (wie in [Fig. 2](#)) sei angenommen, dass eine der äußeren Statorkomponenten relativ zum Pumpengehäuse festgelegt ist. Wenn eine solche Korrosion auftritt, bewegt sich die benachbarte Statorkomponente von der ersten Komponente längs einer Achse senkrecht zu den Kontaktflächen weg. Wenn diese Korrosion an allen solchen Kontaktflächen auftritt, addieren sich die von jeder nachfolgenden Statorkomponente erfahrenen Auslenkungen.

Infolgedessen bewegen sich die Statoren, die von der ersten festgelegten Statorkomponente entfernt sind, mehr als diejenigen, die nahe dazu sind, aufgrund der Effekte dieser Korrosion. Wenn die Statorkomponenten verschoben werden, verschieben sich auch die zwischen diesen Komponenten gebildeten Hohlräume **2** von der anfänglichen festgelegten Statorkomponente weg. Die Rotorkomponenten bewegen sich jedoch nicht in Relation zu dieser ursprünglichen festgelegten Statorposition. Dies hat die Wirkung eines relativen Versatzes irgendeiner einzelnen Rotorkomponente nach einer Seite des zugeordneten Hohlraums derart, dass die axiale Spielraum zwischen einer Rotorkomponente und ihren benachbarten Statorkomponenten in Ungleichgewicht kommt. Unter extremen Umständen kann der Spielraum zwischen einer Rotorkomponente und der zugeordneten Statorkomponente sich auf Null reduzieren, so dass die beiden Komponenten in Berührung miteinander kommen. Die Möglichkeit des Auftretens einer solchen Situation kann beim Neustart einer Pumpe nach einer Abschaltperiode gesteigert sein.

[0023] Eine herkömmliche mechanische Sperre ist so positioniert, dass die elastomerische Dichtung geschützt wird, und sie gibt keinen Schutz für die Kontaktflächen benachbarter Statorkomponenten. Die Leckage von etwas Sperrgas, das zum Schutz der elastomerischen Dichtung bei der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird, tritt über diese Kontaktflächen auf, wie in [Fig. 3](#) tatsächlich dargestellt, und der Kanal **6** kann weiter beispielsweise durch das Einführen seitlicher Nuten oder Kanäle **11** modifiziert werden, um eine solche Leckage zu begünstigen. Die Anwesenheit des Sperrgases in diesem Bereich zwischen den Kontaktflächen reduziert effektiv die Konzentration aggressiven Prozessgases in diesem Bereich und reduziert dadurch den Korrosionspegel dieser Kontaktflächen, und steigert infolgedessen die Pumpenzuverlässigkeit/Standzeit.

[0024] In außerordentlich harschen Umgebungen, wo die Prozessgase besonders aggressiv sind, kann die vorliegende Erfindung seriell mit herkömmlichen mechanischen Sperrvorrichtungen oder weiterer Gassperren kombiniert werden, um den Schutz der O-Ring-Dichtung weiter zu verbessern.

Patentansprüche

1. Dichtungsanordnung für den Schutz einer statischen Dichtungsanordnung zur Verwendung in einer Vakuumpumpe, wobei die Dichtungsanordnung umfasst:
 mindestens zwei dicht miteinander zu verbindende Komponenten,
 eine O-Ring-Dichtung, die zwischen den beiden Komponenten angeordnet ist, um einen Strömungsmitteldurchtritt in die und aus der Pumpe zwischen diesen beiden Komponenten zu verhindern, und

einen Strömungsmittelkanal in der Ebene des O-Rings, der zwischen der O-Ring-Dichtung und einem Prozessgas-Strömungspfad angeordnet ist, wobei der Kanal eine Konfiguration aufweist, um im Betrieb einen Pfad für einzuleitendes Sperrmedium zu bilden, und wobei der Kanal einen mit einer externen Sperrmediumquelle verbindbaren Einlaß aufweist, und gekennzeichnet durch einen den Strömungsverbindung mit einem bestrichenen Pumpenvolumen befindlichen Auslaß.

2. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1, wobei der Strömungsmittelkanal in mindestens einer der Komponenten vorgesehen ist.

3. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die O-Ring-Dichtung aus einem elastomerischen Material hergestellt ist.

4. Dichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die O-Ring-Dichtung im Strömungsmittelkanal angeordnet ist.

5. Dichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Strömungsmittelkanal weiter seitliche Kanäle zur Begünstigung einer Leckage eines Sperrgases in Richtung des Hohlraums im Betrieb aufweist.

6. Vakuumpumpe mit einer Mehrzahl von Stator-komponenten, wobei jedes Paar von Stator-komponenten in Bezug zu einem anderen so positioniert ist, dass dazwischen ein Hohlraum gebildet wird, durch welchen im Betrieb Prozessgase hindurchpassieren können, und mit einer Dichtungsanordnung nach einer der vorhergehenden Ansprüche zum Herstellen einer strömungsdichten Abdichtung zwischen benachbarten Stator-komponenten.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

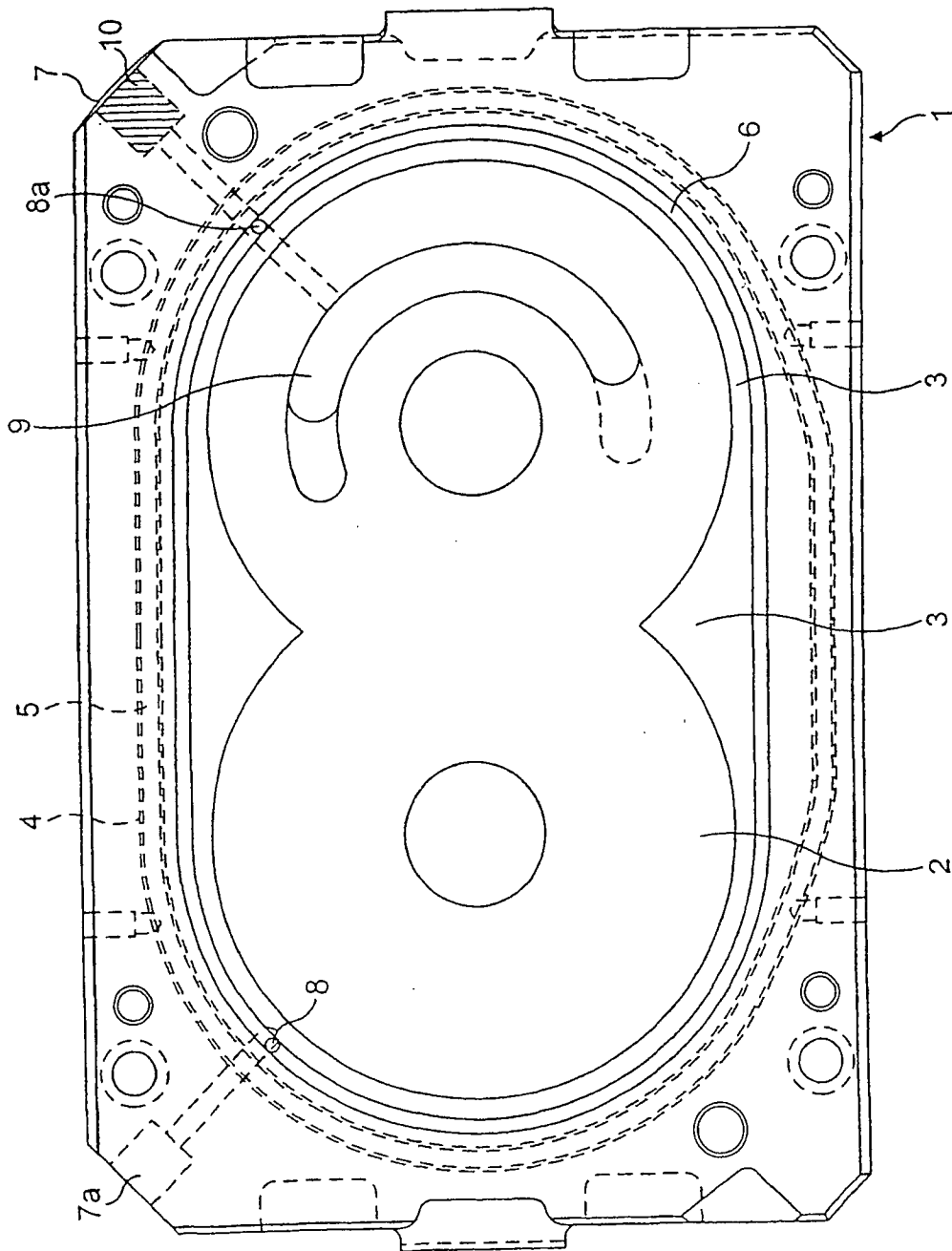


FIG. 1

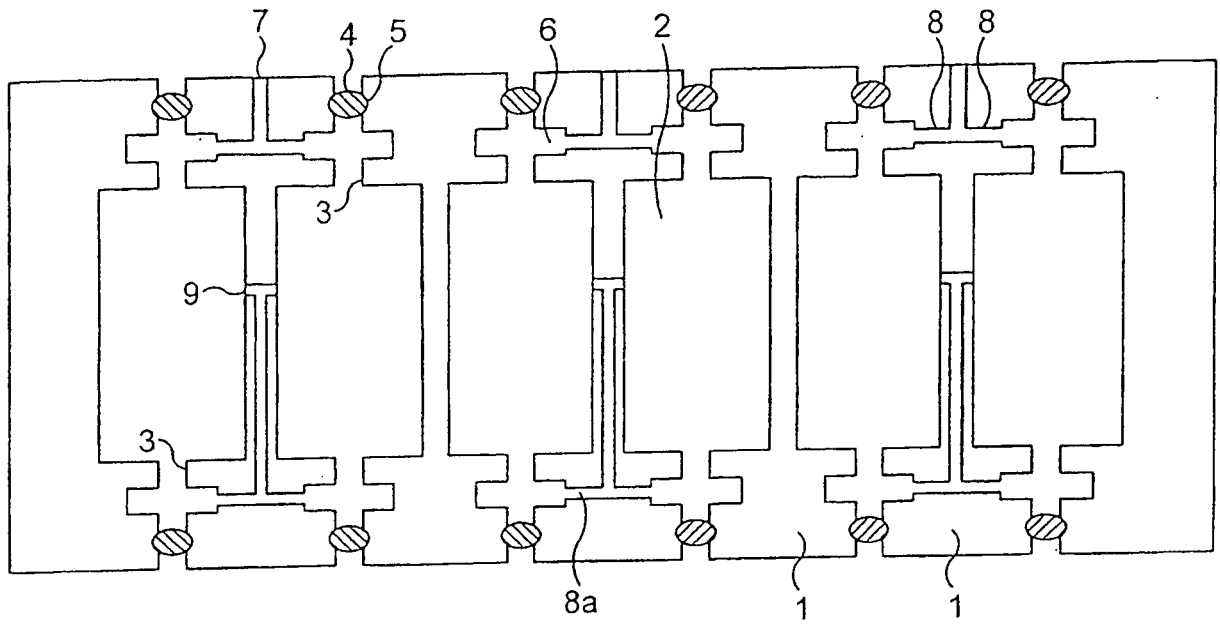


FIG. 2a

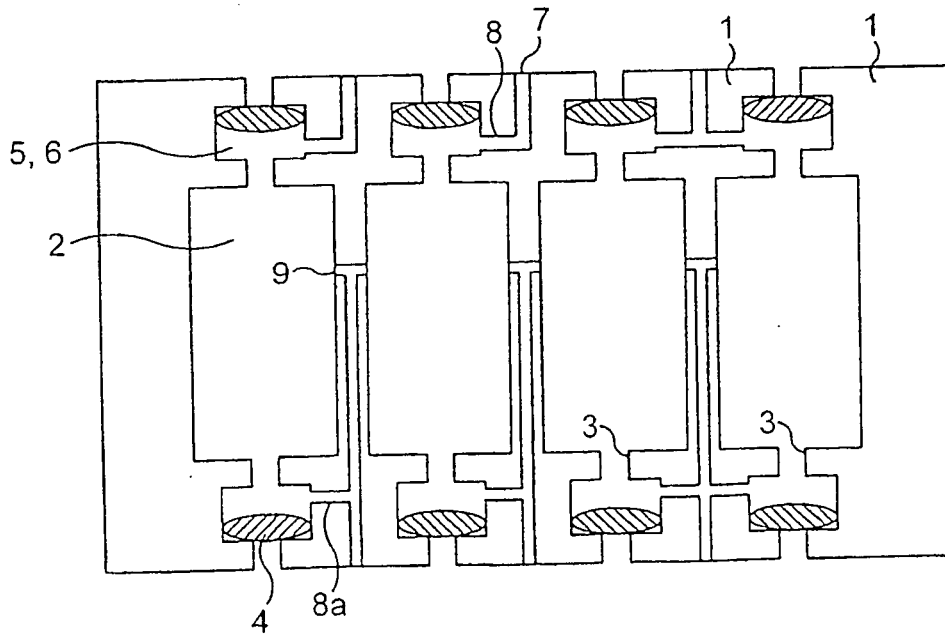


FIG. 2b

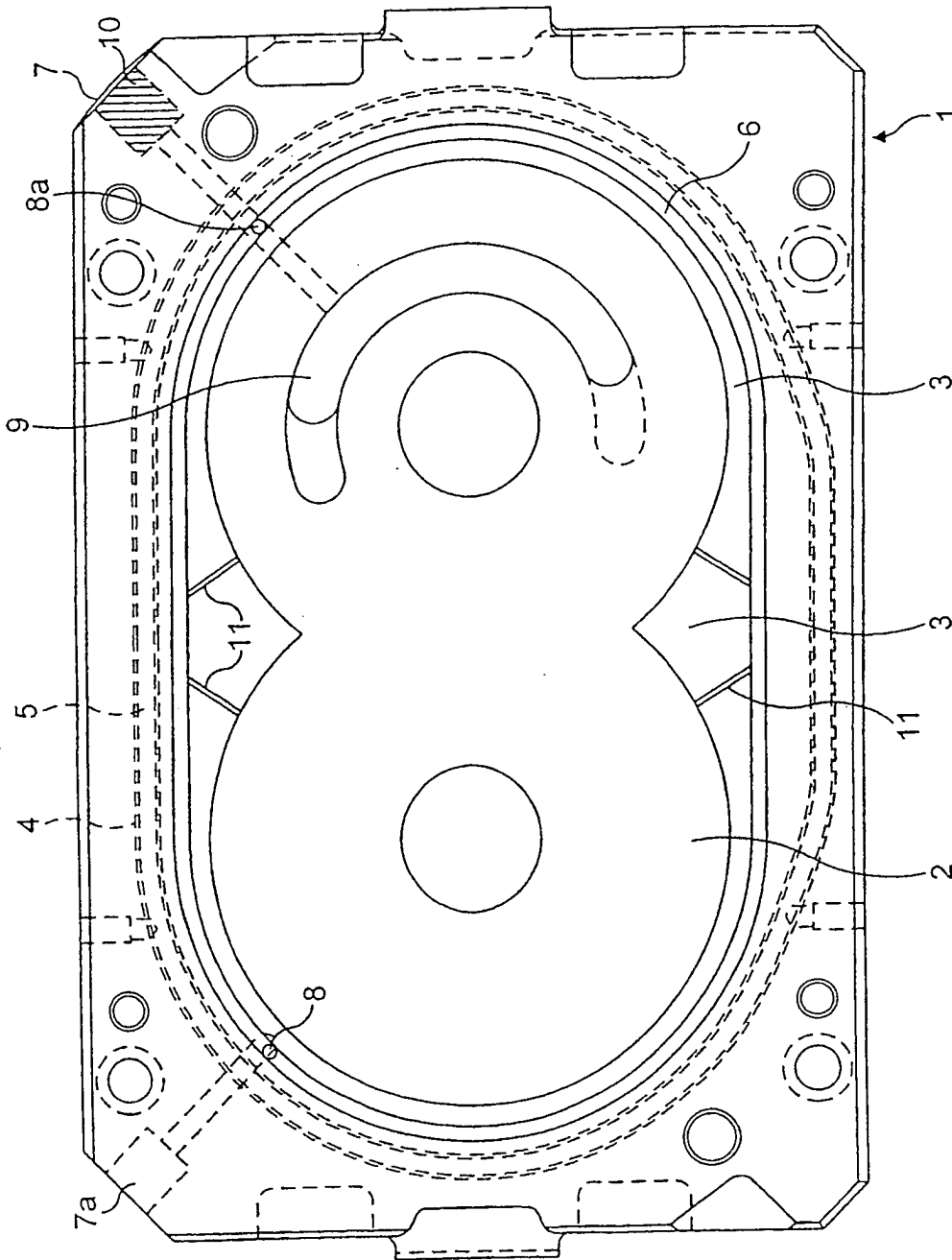


FIG. 3