

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 992/2011
(22) Anmeldetag: 07.07.2011
(45) Veröffentlicht am: 15.07.2015

(51) Int. Cl.: **F01C 1/22** (2006.01)
F01C 21/08 (2006.01)
F02B 55/02 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 4005023 A1

(73) Patentinhaber:
AVL LIST GMBH
8020 GRAZ (AUSTRIA)

(72) Erfinder:
Krobath Andreas Dipl.Ing.
8020 Graz (AUSTRIA)
Steinbauer Michael Dipl.Ing. (FH)
8052 Graz-Wetzelsdorf (AUSTRIA)

(74) Vertreter:
BABELUK MICHAEL DIPL.ING. MAG.
WIEN

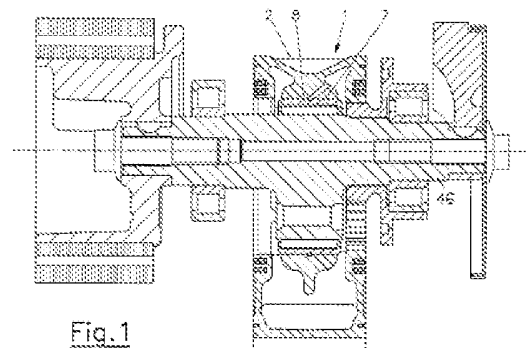
(54) **ROTATIONSKOLBENMASCHINE MIT EINER KOLBENBAUGRUPPE, FAHRZEUG MIT DIESER
ROTATIONSKOLBENMASCHINE SOWIE EIN HERSTELLVERFAHREN FÜR DIE KOLBENBAUGRUPPE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kolbenbaugruppe (1), wobei die Kolbengruppe (1) aufweist:

- einen Kreiskolben (2), wobei der Kreiskolben (2) eine erste Rotationsachse (6), eine Zentralbohrung (3) mit Bohrungsachse (5) und zumindest zwei insbesondere gekrümmte erste Begrenzungsflächen (4) aufweist, und wobei die Bohrungsachse (5) im Wesentlichen der ersten Rotationsachse (6) entspricht,
- einen im Wesentlichen hohlzylindrischen Lagerring (7), welcher zumindest teilweise in die Zentralbohrung (3) einlegbar ist, und
- zumindest einen Sicherungskörper (8), welcher ausgebildet ist, den Kreiskolben (2) und den Lagerring (7) formschlüssig zu verbinden, und welcher ausgebildet ist, zumindest zeitweise eine Kraft in beide entgegengesetzte axialen Richtungen bezüglich der ersten Rotationsachse (6) zwischen Kreiskolben (2) und Lagerring (7) zu übertragen.
- wobei die Zentralbohrung (3) von einer Bohrungswandung (9) begrenzt ist, wobei die Bohrungswandung (9) zumindest eine erste Ausnehmung (10) aufweist, und wobei der Lagerring (7) eine Lagerringaußenfläche (11) aufweist.

Um eine sichere axiale Führung des Lagerrings bei geringem Raumbedarf zu ermöglichen ist vorgesehen, dass

- die Lagerringaußenfläche (11) zumindest eine zweite Ausnehmung (12) aufweist, und
- der zumindest eine Sicherungskörper (8) zumindest teilweise sowohl von der ersten Ausnehmung (10) als auch von der zweiten Ausnehmung (12) formschlüssig aufgenommen ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kolbenbaugruppe, insbesondere für eine Rotationskolbenmaschine, wobei die Kolbengruppe aufweist:

- [0002]** • einen Kreiskolben, wobei der Kreiskolben eine erste Rotationsachse, eine Zentralbohrung mit Bohrungsachse und zumindest zwei insbesondere gekrümmte erste Begrenzungsflächen aufweist, und wobei die Bohrungsachse im Wesentlichen der ersten Rotationsachse entspricht,
- [0003]** • einen im Wesentlichen hohlzylindrischen Lagerring, welcher zumindest teilweise in die Zentralbohrung einlegbar ist, und
- [0004]** • zumindest einen Sicherungskörper, welcher ausgebildet ist, den Kreiskolben und den Lagerring formschlüssig zu verbinden, und welcher ausgebildet ist, zumindest zeitweise eine Kraft in beide entgegengesetzten axialen Richtung bezüglich der ersten Rotationsachse zwischen Kreiskolben und Lagerring zu übertragen
- [0005]** • wobei die Zentralbohrung von einer Bohrungswandung begrenzt ist, wobei die Bohrungswandung zumindest eine erste Ausnehmung aufweist, und wobei der Lagerring eine Lagerringaußenfläche aufweist.

[0006] Weiters betrifft die Erfindung eine Rotationskolbenmaschine mit dieser Kolbenbaugruppe. Die Rotationskolbenmaschine ist insbesondere für den Einsatz in einem Range-Extender mit Generator in elektrisch betriebenen Fahrzeugen geeignet. Insbesondere ist die Rotationskolbenmaschine als Kreiskolbenmaschine ausgebildet. Die Erfindung kann in Rotationskolbenmaschinen auch unabhängig von einem Range-Extender oder unabhängig von Fahrzeugen vorteilhaft Anwendung finden.

[0007] Aus dem Stand der Technik sind Rotationskolbenmaschinen bekannt, deren Kreiskolben mit einem Wälzlager oder mit einem Gleitlager auf einer Exzenterwelle gelagert sind. Der Kreiskolben ist zwischen benachbarten Seitenplatten bzw. vom Gehäuse der Rotationskolbenmaschine geführt. Nachfolgend sind unter einem Lagerring sowohl der äußere Lagerring des Wälzlagers als auch die Lagerbuchse eines Gleitlagers zu verstehen.

[0008] Einige Bauarten von Rotationskolbenmaschinen weisen eine unbefriedigende Lebensdauer auf.

[0009] Die DE 40 05 023 A1 beschreibt eine Lager- und Getriebeanordnung einer Rotationsbrennkraftmaschine mit trochoidenförmiger Mantellaufbahn und einem dreieckigen von einem aus Hohlrad und Ritzel bestehenden Synchrongetriebe gesteuerten Kolben, bei der die Zahnung des Hohlrades aus der Kolbenbohrung über deren gesamte Tiefe durch Stoßen oder Räumen herausgearbeitet ist. In die Kolbenbohrung ist eine mit dieser konzentrische weitere Bohrung von der vom Synchrongetriebe abliegenden Seite her bis zum Hohlrad eingebracht, die von der Zahnung nur Stümpfe stehen lässt, auf die die Lagerbuchse des Exzenterlagers eingepresst ist. Zur Sicherung der Lagerbuchse gegen axiales Verschieben ist in dem Kolben ein Sprengring vorgesehen, der mit seinem Rand auf den Zahnstümpfen anliegt. Der Sprengring wird dabei entweder von drei abgewinkelten Laschen gehalten oder er wird in einer Nut in die Bohrung eingepresst. Weiters ist die Lagerbuchse auf die Zahnstümpfe eingepresst. Ein Nachteil dieser Konfiguration besteht darin, dass der Kolben an jener Stelle, wo der Sprengring angeordnet werden soll, in jedem Fall so breit sein muss, dass eine Nut zur Aufnahme des Sprengringes vorhanden ist, oder dass eine Schraube zur Befestigung einer Lasche vorgesehen werden kann. Dies reduziert bei durch die Leistungsdaten der Rotationskolbenmaschine vorgegebenen Dimensionen des Kolbens die verfügbare Breite für die Lagerbuchse und damit auch für die in dieser Lagerbuchse vorgesehenen Lager. Eine solche Verringerung der verfügbaren Breite für die Lagerbuchse ist jedoch direkt mit einer Zunahme der Belastung auf die verbleibende Lagerung verbunden. Insbesondere bei Rotationskolbenmaschinen, wo große Zentrifugalkräfte durch den Kolben auf die Welle und im Allgemeinen auch nicht zu verhindernde Vibrationen auftreten, ist es von großem Nachteil die Fläche für die Lagerung zu vermindern.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, eine formschlüssige Führung eines Lagerrings in einem Kreiskolben einer Rotationskolbenmaschine bereitzustellen, bei welcher bei geringem Platzbedarf die Lebensdauer nicht nachteilig beeinflusst wird.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass

[0012] • die Lagerringaußenfläche zumindest eine zweite Ausnehmung aufweist, und

[0013] • der zumindest eine Sicherungskörper zumindest teilweise sowohl von der ersten Ausnehmung als auch von der zweiten Ausnehmung formschlüssig aufgenommen ist.

[0014] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die zweite Ausnehmung als Durchgangsloch im Lagerring ausgebildet ist.

[0015] Eine erfindungsgemäße Rotationskolbenmaschine weist eine Kolbenbaugruppe auf, wobei die Kolbenbaugruppe insbesondere auf einer Exzenterwelle der Rotationskolbenmaschine gelagert ist. Die Kolbenbaugruppe weist einen Kreiskolben auf. Der Kreiskolben rotiert innerhalb der Rotationskolbenmaschine um seine Rotationsachse, nachfolgend erste Rotationsachse genannt. Der Kreiskolben weist eine Zentralbohrung mit zugehöriger Bohrungsachse und zumindest zwei insbesondere gekrümmte erste Begrenzungsflächen auf. Die Bohrungsachse fällt im Wesentlichen mit der ersten Rotationsachse zusammen. Die Kolbenbaugruppe weist weiter einen im Wesentlichen hohlzylindrischen Lagerring auf. Der Lagerring ist vorgesehen, zumindest teilweise in die Zentralbohrung eingesetzt zu werden. Zudem weist die Kolbenbaugruppe zumindest einen Sicherungskörper auf, wobei der Sicherungskörper vorgesehen ist, den Kreiskolben und den Lagerring formschlüssig zu verbinden. Insbesondere ist der Sicherungskörper vorgesehen, zumindest zeitweise eine Kraft von dem Kreiskolben auf den Lagerring entlang der ersten Rotationsachse bzw. in axialer Richtung insbesondere bezüglich der ersten Rotationsachse zu übertragen, oder in umgekehrter Richtung.

[0016] Bei erfindungsgemäßer Ausbildung der Rotationskolbenmaschine wird insbesondere einer unerwünschten Verlagerung des Lagerrings relativ zum Kreiskolben entlang dessen erster Rotationsachse bzw. in axialer Richtung insbesondere bezüglich der ersten Rotationsachse entgegengewirkt. Indem der Sicherungskörper den Kreiskolben vorteilhaft durch Formschluss mit dem Lagerring verbindet, wird einer unerwünschten Relativbewegung von Lagerring und Kreiskolben entgegengewirkt. So wird einem erhöhten Verschleiß von Lagerring, Kreiskolben, Gehäuse bzw. benachbarter Seitenplatte begegnet und die zugrunde liegende Aufgabe gelöst. Weiter vorteilhaft bleiben Wälzkörper bzw. die Laufbuchse bzw. die Exzenterwelle im Wesentlichen unbeeinflusst.

[0017] Im Folgenden wird die Erfindung in Bezug auf einem Rotationskolbenmotor beschrieben, bei dem ein im Wesentlichen dreieckförmiger Kolben auf einer in einem Motorgehäuse angeordneten Exzenterwelle umläuft. Die Erfindung ist aber auch bei einem Rotationskolbenmotor mit zwei, vier oder mehr Kolbenecken anwendbar. Ferner kann die Erfindung generell auch bei Rotationskolbenmotoren mit zwei, drei oder mehr nebeneinander angeordneten Kolben eingesetzt werden.

[0018] Unter einem Rotationskolbenmaschine im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine Brennkraftmaschine mit einem Kreiskolben zu verstehen, wobei der Kreiskolben im Betrieb um seine Rotationsachse rotiert und insbesondere die Rotationsachse im Betrieb einer geschlossenen Bahnkurve folgt, insbesondere einer Kreisbahn.

[0019] Unter einem Kreiskolben im Sinne der Erfindung ist ein Körper zu verstehen, der insbesondere während des Betriebs einer Rotationskolbenmaschine um seine Rotationsachse innerhalb des Gehäuses der Rotationskolbenmaschine rotiert und insbesondere ein Drehmoment auf die Exzenterwelle der Rotationskolbenmaschine bewirkt. Insbesondere zur Wechselwirkung mit der Exzenterwelle und zur Lagerung auf der Exzenterwelle weist der Kreiskolben eine Zentralbohrung mit einer Bohrungsachse auf. Üblicherweise weist der Kreiskolben drei gekrümmte erste Begrenzungsflächen auf, wobei die vorliegende Erfindung nicht auf im Wesentlichen dreieckige Kreiskolben beschränkt ist. Gemeinsam mit dem Gehäuse der Rotationskolbenma-

schine bilden die ersten Begrenzungsflächen den Brennraum. Die ersten Begrenzungsflächen sind im Betrieb der Rotationskolbenmaschine zeitweise mit einem Gasdruck aus einem Verbrennungsvorgang beaufschlagt. Im Wesentlichen entspricht die Bohrungsachse des Kreiskolbens seiner Rotationsachse bzw. der ersten Rotationsachse.

[0020] Unter einem Lagerring im Sinne der Erfindung ist insbesondere ein Körper zu verstehen, welcher in die Zentralbohrung des Kreiskolbens einlegbar ist. Der Lagerring ist im Betrieb der Rotationskolbenmaschine von der Zentralbohrung zumindest teilweise, bevorzugt vollständig aufgenommen. Vorzugsweise ist der Lagerring als äußerer Lagerring eines Wälzlagers oder als Lagerbuchse eines Gleitlagers ausgebildet. Insbesondere dient der Lagerring der Lagerung des Kreiskolbens auf der Exzenterwelle der Rotationskolbenmaschine. Insbesondere dient der Lagerring als Lauffläche für Wälzkörper zwischen Kreiskolben und Exzenterwelle. Insbesondere dient der Lagerring als Lauffläche für einen Bereich der Exzenterwelle, sofern der Kreiskolben auf der Exzenterwelle gleitgelagert ist. Vorzugsweise ist ein im Wesentlichen hohlzylindrischer Lagerring kürzer bzw. schmaler bzw. niedriger als die Tiefe bzw. Länge der Zentralbohrung bzw. die Dicke des Kreiskolbens entlang seiner ersten Rotationsachse, insbesondere wenn die Zentralbohrung gleichzeitig mit einer Innenverzahnung ausgestattet ist.

[0021] Unter einem Sicherungskörper im Sinne der Erfindung ist ein Körper zu verstehen, welcher insbesondere den Kreiskolben mit dem Lagerring formschlüssig verbindet. Vorteilhaft wirkt der Sicherungskörper durch Formschluss einer unerwünschten Verlagerung des Lagerrings innerhalb der Zentralbohrung vorzugsweise in axialer Richtung insbesondere bzgl. der ersten Rotationsachse bzw. in Richtung der ersten Rotationsachse bzw. Bohrungsachse entgegen. Vorteilhaft dient der zumindest eine Sicherungskörper insbesondere dazu, zumindest zeitweise eine Kraft zwischen Kreiskolben und Lagerring entlang der ersten Rotationsachse zu übertragen. Sofern der Lagerring während des Betriebs der Rotationskolbenmaschine in der Zentralbohrung insbesondere durch Reaktionskräfte aus der Lagerung des Kreiskolbens zu einer Verlagerung gedrängt ist, übt der Sicherungskörper eine Gegenkraft aus, mittels welcher der Lagerring an seinem Ort gehalten wird.

[0022] Zur Erläuterung der bevorzugten Weiterbildungen werden die Begriffe „Bohrungswandung“ und „Lagerringaußenfläche“ eingeführt. Die Bohrungswandung begrenzt die Zentralbohrung des Kreiskolbens insbesondere in radialer Richtung. Weiter weist der Lagerring die sog. Lagerringaußenfläche auf, welche der Bohrungswandung zugewandt ist. Die Lagerringaußenfläche ist benachbart zu der Bohrungswandung angeordnet, wenn der Lagerring von der Zentralbohrung aufgenommen ist.

[0023] Nachfolgend werden zu bevorzugende Weiterbildungen und Ausführungsformen der Erfindung beschrieben.

[0024] Gemäß einer bevorzugten ersten Weiterbildung weist die Lagerringaußenfläche und/oder die Bohrungswandung eine Einsetzhilfe auf, welche insbesondere als schräge Fläche, vorzugsweise als Fase ausgebildet ist. Vorteilhaft dient die Einsetzhilfe dazu, insbesondere das Anordnen des Lagerrings in der Zentralbohrung zu erleichtern. Vorzugsweise weist der im Wesentlichen hohlzylindrische Lagerring und/oder die Bohrungswandung an beiden Enden je eine Fase auf. Vorteilhaft ist dadurch der Aufwand vermindert, den Lagerring vor dem Einsetzen in die Zentralbohrung zu orientieren.

[0025] Gemäß einer bevorzugten zweiten Weiterbildung ist der zumindest eine Sicherungskörper von einer Kraft beaufschlagt, die entlang eines Radius der Zentralbohrung wirkt. Nachfolgend wird dies als „Radialkraft“ bzw. „radiale Kraft“ bezeichnet. Vorteilhaft dient die Radialkraft dazu, einen Sicherungskörper in seine für den bestimmungsgemäßen Betrieb der Kolbenbaugruppe vorbestimmte Position zu bewegen oder zu drängen. Vorteilhaft ist ein eingesetzter Sicherungskörper durch die Radialkraft in seiner vorbestimmten Position gehalten. Vorzugsweise wird die Radialkraft von einer Federeinrichtung auf einen Sicherungskörper ausgeübt, wobei die Federeinrichtung insbesondere als Elastomerkörper, Spiralfeder, Tellerfeder, Blattfeder oder komprimiertes Fluidvolumen ausgebildet ist. Vorzugweise ist ein Sicherungskörper mit einer Radialkraft beaufschlagt, welche mittels Öldruck auf eine Begrenzungsfläche des Sicherungs-

körpers bewirkt ist. Vorzugsweise sind mehrere oder sämtliche der vorhandenen Sicherungskörper je mit einer Radialkraft beaufschlagt.

[0026] Gemäß einer bevorzugten ersten Ausführungsform weist die Bohrungswandung zumindest eine erste Ausnehmung bzw. Bohrungswandungsausnehmung auf. Vorzugsweise erstreckt sich die erste Ausnehmung ausgehend von der Bohrungswandung in das Material des Kreiskolbens. Eine erste Ausnehmung dient insbesondere der teilweisen Aufnahme zumindest eines Sicherungskörpers. Vorzugsweise weist die Bohrungswandung zwei, drei, vier oder mehr erste Ausnehmungen auf. Die Lagerringaußenfläche weist zumindest eine zweite Ausnehmung bzw. Lagerringausnehmung auf, welche insbesondere der teilweisen Aufnahme zumindest eines Sicherungskörpers dient. Derselbe Sicherungskörper ist zum Betrieb der Kolbenbaugruppe sowohl von einer ersten Ausnehmung als auch von einer zweiten Ausnehmung insbesondere formschlüssig aufgenommen. Vorteilhaft ist der Sicherungskörper insbesondere mittels Formschluss zur Vermittlung einer Kraft zwischen Kreiskolben und Lagerring befähigt. Vorzugsweise sind an mehreren verschiedenen Positionen der Bohrungswandung jeweils eine erste Ausnehmung und eine zweite Ausnehmung, insbesondere gegenüberliegend angeordnet und nehmen jeweils einen Sicherungskörper insbesondere formschlüssig auf. Vorteilhaft ist eine zwischen Lagerring und Kreiskolben zu übertragende Kraft auf mehrere Sicherungskörper verteilt. Vorzugsweise ist der Sicherungskörper im Wesentlichen stiftförmig, zylindrisch, prismatisch oder keilförmig mit einer Längsachse ausgebildet und entlang eines Radius der Zentralbohrung angeordnet, wobei die den Sicherungskörper aufnehmende erste Ausnehmung insbesondere als Sackloch im Kreiskolben ausgebildet ist. Vorzugsweise ist die zweite Ausnehmung im Lagerring als Durchgangsbohrung oder bevorzugt als Sackloch ausgebildet. Vorteilhaft wirkt der von den Ausnehmungen insbesondere formschlüssig aufgenommene Sicherungskörper einer unerwünschten Verlagerung des Lagerrings innerhalb der Zentralbohrung entlang der ersten Rotationsachse entgegen. Die bevorzugte erste Ausführungsform ist für erleichtertes Einsetzen des Lagerrings in die Zentralbohrung vorteilhaft mit der bevorzugten ersten Weiterbildung (Einsetzhilfe) kombinierbar.

[0027] In Kombination der bevorzugten ersten Ausführungsform mit der bevorzugten zweiten Weiterbildung kann ein Sicherungskörper gegen die Radialkraft in der ersten oder zweiten Ausnehmung im Wesentlichen vollständig versenkt werden, bevor der Lagerring in die Zentralbohrung eingesetzt wird. Vorteilhaft bewirkt die Radialkraft nachdem der Lagerring an seiner vorbestimmten Position platziert wurde, dass der Sicherungskörper zumindest teilweise in eine gegenüberliegende erste oder zweite Ausnehmung eintritt. So ist der Lagerring in seiner Position insbesondere in axialer Richtung gesichert.

[0028] Gemäß einer bevorzugten zweiten Ausführungsform weist die Bohrungswandung eine ringförmige erste Ausnehmung um die Zentralbohrung auf, welche insbesondere als umlaufende Nut mit insbesondere rechteckigem, U-förmigem oder V-förmigem Querschnitt und/oder insbesondere im Material des Kreiskolbens ausgebildet ist. Vorzugsweise ist eine Symmetrieebene der umlaufenden Nut senkrecht zur ersten Rotationsachse orientiert. Die Lagerringaußenfläche weist eine ringförmige zweite Ausnehmung um die Zentralbohrung auf, welche insbesondere als umlaufende Nut mit insbesondere rechteckigem, U-förmigem oder V-förmigem Querschnitt und/oder insbesondere im Material des Lagerrings ausgebildet ist. Vorzugsweise ist eine Symmetrieebene der umlaufenden Nut senkrecht zur ersten Rotationsachse orientiert. Der zumindest eine Sicherungskörper ist insbesondere im Betriebszustand der Kolbenbaugruppe sowohl von der ersten Ausnehmung als auch von der zweiten Ausnehmung insbesondere formschlüssig aufgenommen. Vorzugsweise sind mehrere Sicherungskörper sowohl von der ersten Ausnehmung als auch von der zweiten Ausnehmung insbesondere formschlüssig aufgenommen. Vorzugsweise weist der zumindest eine Sicherungskörper einen mehreckigen Querschnitt auf, welcher an die Querschnitte der ersten und zweiten Ausnehmungen angepasst ist. Vorzugsweise liegt der zumindest eine Sicherungskörper flächig jeweils in einer ersten Ausnehmung und einer zweiten Ausnehmung an. Vorteilhaft verbindet der Sicherungskörper den Kreiskolben mit dem Lagerring formschlüssig insbesondere zur Kraftübertragung zwischen Kreiskolben und Lagerring. Vorteilhaft wirkt der Sicherungskörper einer unerwünschten Verla-

gerung des Lagerrings innerhalb der Zentralbohrung entlang der ersten Rotationsachse entgegen.

[0029] Gemäß einer Weiterbildung der bevorzugten zweiten Ausführungsform ist der Sicherungskörper als Verbindungsring ausgebildet. Der Innendurchmesser des Verbindungsringes ist bevorzugt geringer als der Außendurchmesser des Lagerrings. Bevorzugt ist der Verbindungsring von einer dritten Ausnehmung unterbrochen und wird nachfolgend Ringabschnitt genannt. So erstreckt sich der als Ringabschnitt ausgebildete Sicherungskörper nur entlang eines Teiles der Bohrungswandung, vorzugsweise entlang einer ringförmigen ersten oder zweiten Ausnehmung zwischen 10° und 350° ihres Umfangs, weiter bevorzugt zwischen 190° und 340° , weiter bevorzugt zwischen 200° und 330° , weiter bevorzugt zwischen 200° und 330° , weiter bevorzugt zwischen 210° und 320° , weiter bevorzugt zwischen 220° und 310° , weiter bevorzugt zwischen 230° und 300° , weiter bevorzugt zwischen 240° und 290° , besonders bevorzugt zwischen 250° und 280° .

[0030] Gemäß einer weiteren Weiterbildung der bevorzugten zweiten Ausführungsform ist der insbesondere im Wesentlichen ringförmige Sicherungskörper in einen elastisch verformten Zustand insbesondere mit verändertem Innendurchmesser überführbar. Vorzugsweise ist der Sicherungskörper aus einem elastischen Werkstoff, vorzugsweise aus einem Stahlwerkstoff, besonders bevorzugt aus einem Federstahl gefertigt. In einem bevorzugten ersten elastisch verformten Zustand ist der Innendurchmesser des Sicherungskörpers größer als der Außendurchmesser des Lagerrings. In diesem Zustand kann der Sicherungskörper vorteilhaft in die zweite Ausnehmung eingesetzt werden. In einem bevorzugten zweiten elastisch verformten Zustand ist der Außendurchmesser des Sicherungskörpers vorzugsweise nicht größer als der Außendurchmesser des Lagerrings bevorzugt nicht größer als der Durchmesser der Zentralbohrung. In diesem Zustand kann vorteilhaft der Lagerring mit eingesetztem Sicherungskörper in die Zentralbohrung eingesetzt werden. Weiter vorteilhaft bewirkt eine elastische Rückstellkraft nachdem der Lagerring an seiner vorbestimmten Position platziert wurde, dass der Sicherungskörper mit Einnehmen seines entspannten Zustandes zumindest teilweise in die erste Ausnehmung eintritt. So ist der Lagerring in seiner Position gesichert. Die bevorzugte zweite Ausführungsform ist für erleichtertes Einsetzen des Lagerrings in die Zentralbohrung vorteilhaft mit der bevorzugten ersten Weiterbildung (Einsetzhilfe) kombinierbar.

[0031] Gemäß einer bevorzugten dritten Ausführungsform weist die Bohrungswandung eine ringförmige erste Ausnehmung um die Zentralbohrung auf, welche insbesondere als umlaufende Nut mit insbesondere rechteckigem, U-förmigem oder V-förmigem Querschnitt und/oder insbesondere im Material des Kreiskolbens ausgebildet ist. Vorzugsweise ist eine Symmetrieebene der umlaufenden Nut senkrecht zur ersten Rotationsachse orientiert. Die Lagerringaußenfläche weist eine ringförmige zweite Ausnehmung um die Zentralbohrung auf, welche insbesondere als umlaufende Nut mit insbesondere rechteckigem, U-förmigem oder V-förmigem Querschnitt und/oder insbesondere im Material des Lagerrings ausgebildet ist. Vorzugsweise ist eine Symmetrieebene der umlaufenden Nut senkrecht zur ersten Rotationsachse orientiert. Der zumindest eine Sicherungskörper ist insbesondere im Betriebszustand der Kolbenbaugruppe sowohl von der ersten Ausnehmung als auch von der zweiten Ausnehmung insbesondere formschlüssig aufgenommen. Vorzugsweise sind mehrere Sicherungskörper sowohl von der ersten Ausnehmung als auch von der zweiten Ausnehmung insbesondere formschlüssig aufgenommen.

[0032] Der zumindest eine Sicherungskörper dieser bevorzugten Ausführungsform zeichnet sich durch eine gestreckte Geometrie mit einer Hüllfläche bzw. Mantelfläche und einer Grundfläche aus. Der zumindest eine Sicherungskörper erstreckt sich aus der Grundfläche entlang einer Hauptstreckungsrichtung, welche im Wesentlichen der ersten Ausnehmung bzw. der zweiten Ausnehmung um die erste Rotationsachse folgt. Die einzelnen Querschnittsflächen des Sicherungskörpers entlang der Hauptstreckungsrichtung sind kleiner als die Querschnittsflächen je von erster Ausnehmung und zweiter Ausnehmung. Die Hüllfläche weist entlang der Hauptstreckungsrichtung zahlreiche Berührbereiche auf, welche dazu vorgesehen sind, je einen Normalkraftanteil auf die ersten und zweiten Ausnehmungen zu übertragen. Dieser Si-

cherungskörper dient dazu, insbesondere mittels der Berührbereiche Normalkraftanteile auf die Ausnehmungen zu übertragen. Der Sicherungskörper ist so beschaffen, dass er insbesondere vollständig in eine erste und/oder zweite Ausnehmung komprimierbar ist. Zur Vorbereitung für das Einsetzen des Lagerrings in die Zentralbohrung kann der Sicherungskörper überwiegend, vorzugsweise gänzlich, in eine erste oder zweite Ausnehmung eingesetzt werden und wird dabei vorzugsweise in einen elastisch verformten Zustand überführt. Nach dem Einsetzen des Lagerrings in die Zentralbohrung und insbesondere nach dem Ausrichten der ersten und zweiten Ausnehmung zueinander entspannt sich der Sicherungskörper teilweise, vorzugsweise vollständig, indem er teilweise in die der ihn aufnehmenden ersten oder zweiten Ausnehmung gegenüberliegende Ausnehmung eintritt. Vorzugsweise bleibt der Sicherungskörper auch nach Eintritt in die gegenüberliegende Ausnehmung elastisch verformt, insbesondere für verbesserte Kraftübertragung zwischen Lagerring und Kreiskolben. Beim teilweisen Eintreten in gegenüberliegende Ausnehmungen können Berührbereiche Kontakt auch mit der gegenüberliegenden Ausnehmung aufnehmen, um insbesondere Normalkraftanteile auf die Ausnehmungen zu übertragen. Vorteilhaft wirkt der elastisch verformte Sicherungskörper einer unerwünschten relativen Verlagerung von Lagerring und Kreiskolben entgegen, insbesondere auch in Umfangsrichtung bzgl. der ersten Rotationsachse.

[0033] Zur Fertigung eines Sicherungskörpers wird vorzugsweise ein langgestrecktes Vormaterial mit einer Hauptstreckungsrichtung verwendet, insbesondere ein Draht oder Band, welches zum Sicherungskörper insbesondere unter Verfestigung kaltverformt, vorzugsweise fließgepresst wird. Dabei wird das langgestreckte Vormaterial wiederholt in Ebenen quer zur Hauptstreckungsrichtung verlagert, wobei das Vormaterial insbesondere verfestigt. Beispiele bevorzugter, insbesondere regelmäßiger Geometrien sind ein zylindrisches Wendel, ein Mäander vorzugsweise mit im Wesentlichen unveränderlicher Periode. Besonders bevorzugt erfolgt die Verlagerung des Vormaterials wellenartig in zwei zueinander senkrechten Ebenen.

[0034] Diese bevorzugte Ausführungsform ist für erleichtertes Einsetzen des Lagerrings in die Zentralbohrung vorteilhaft mit der bevorzugten ersten Weiterbildung (Einsetzhilfe) kombinierbar.

[0035] Gemäß einer bevorzugten vierten Ausführungsform weist die Bohrungswandung eine ringförmige erste Ausnehmung um die Zentralbohrung auf, welche insbesondere als umlaufende Nut mit insbesondere rechteckigem, U-förmigem oder V-förmigem Querschnitt und/oder insbesondere im Material des Kreiskolbens ausgebildet ist. Vorzugsweise ist eine Symmetrieebene der umlaufenden Nut senkrecht zur ersten Rotationsachse orientiert. Die Lagerringaußenfläche weist eine ringförmige zweite Ausnehmung um die Zentralbohrung auf, welche insbesondere als umlaufende Nut mit insbesondere rechteckigem, U-förmigem oder V-förmigem Querschnitt und/oder insbesondere im Material des Lagerrings ausgebildet ist. Vorzugsweise ist eine Symmetrieebene der umlaufenden Nut senkrecht zur ersten Rotationsachse orientiert. Der zumindest eine Sicherungskörper ist insbesondere im Betriebszustand der Kolbenbaugruppe sowohl von der ersten Ausnehmung als auch von der zweiten Ausnehmung insbesondere formschlüssig aufgenommen. Vorzugsweise sind mehrere Sicherungskörper sowohl von der ersten Ausnehmung als auch von der zweiten Ausnehmung insbesondere formschlüssig aufgenommen.

[0036] Der zumindest eine Sicherungskörper dieser bevorzugten Ausführungsform zeichnet sich durch eine im Wesentlichen rechteckige Querschnittsfläche aus. Der Sicherungskörper weist eine bezüglich der ersten Rotationsachse innere und eine äußere Sicherungskörperumfangsfläche sowie zwei Stirnflächen auf. Die Stirnflächen sind je im Wesentlichen senkrecht zu den Sicherungskörperumfangsflächen und im Wesentlichen senkrecht zu der ersten Rotationsachse angeordnet. Die Sicherungskörperumfangsflächen und die Stirnflächen des Sicherungskörpers sind insbesondere vorgesehen, Normalkraftanteile auf eine erste Ausnehmung und eine zweite Ausnehmung zu übertragen.

[0037] Nach einer Weiterbildung dieser bevorzugten Ausführungsform ist der Sicherungskörper als Verbindungsring ausgebildet. Der Innendurchmesser des Verbindungsrings ist geringer als der Außendurchmesser des Lagerrings. Besonders bevorzugt ist der Verbindungsring von einer

ritten Ausnehmung unterbrochen und wird nachfolgend Ringabschnitt genannt. So erstreckt sich der als Ringabschnitt ausgebildete Sicherungskörper nur entlang eines Teiles der Bohrungswandung, vorzugsweise entlang einer ringförmigen Ausnehmung zwischen 10° und 350° ihres Umfangs, weiter bevorzugt zwischen 190° und 340° , weiter bevorzugt zwischen 200° und 330° , weiter bevorzugt zwischen 200° und 330° , weiter bevorzugt zwischen 210° und 320° , weiter bevorzugt zwischen 220° und 310° , weiter bevorzugt zwischen 230° und 300° , weiter bevorzugt zwischen 240° und 290° , besonders bevorzugt zwischen 250° und 280° . Gemäß einer weiteren Weiterbildung dieser bevorzugten Ausführungsform ist der Sicherungskörper in einen elastisch verformten Zustand insbesondere mit verändertem Innendurchmesser überführbar. Vorzugsweise ist dieser elastisch verformbare Sicherungskörper als Ringabschnitt ausgebildet. Der Flächeninhalt der Querschnittsfläche des Sicherungskörpers ist geringer als die Querschnittsfläche der den Sicherungskörper aufnehmenden ersten bzw. zweiten Ausnehmung. Vorzugsweise ist der Sicherungskörper aus einem elastischen Werkstoff, vorzugsweise aus einem Stahlwerkstoff, besonders bevorzugt aus einem Federstahl gefertigt. In einem bevorzugten ersten elastisch verformten Zustand ist der Innendurchmesser des Sicherungskörpers größer als der Außendurchmesser des Lagerrings. In diesem Zustand kann der Sicherungskörper vorteilhaft in die zweite Ausnehmung eingesetzt werden. In einem bevorzugten zweiten elastisch verformten Zustand ist der Außendurchmesser des Sicherungskörpers geringer als der Außendurchmesser des Lagerrings. In diesem Zustand kann vorteilhaft der Lagerring mit eingesetztem Sicherungskörper in die Zentralbohrung eingesetzt werden. Weiter vorteilhaft bewirkt eine elastische Rückstellkraft nachdem der Lagerring an seiner vorbestimmte Position platziert wurde, dass der Sicherungskörper mit Einnehmen seines entspannten Zustandes zumindest teilweise in die erste Ausnehmung eintritt. So ist der Lagerring in seiner axialen Position gesichert.

[0038] Gemäß einer weiteren Weiterbildung dieser bevorzugten Ausführungsform weist zumindest eine der Stirnflächen eine wellenförmige Gestalt auf. Entlang der wellenförmigen Stirnfläche sind sog. Stirnflächenerhebungen ausgebildet. Die Stirnflächenerhebungen dienen insbesondere der Berührung einer ersten und/oder zweiten Ausnehmung und insbesondere der Übertragung eines Normalkraftanteils auf eine erste und/oder zweite Ausnehmung. Vorzugsweise sind beide Stirnflächen wellenförmig mit Stirnflächenerhebungen ausgebildet. Vorteilhaft ist mit Stirnflächenerhebungen der Fertigungsaufwand für den Sicherungskörper vermindert, indem der Sicherungskörper nur im Bereich der Stirnflächenerhebungen mit geringer Maßtoleranz bearbeitet zu werden braucht. Weiter vorteilhaft gestatten die Stirnflächenerhebungen, dass ein Schmierstoff zwischen Lagerring und Kreiskolben ausgetauscht werden kann. Wenn an einer Position des Sicherungskörpers einer Stirnflächenerhebung einer ersten Stirnfläche keine Stirnflächenerhebung der gegenüberliegenden Stirnfläche gegenüberliegt, dann kann vorteilhaft der Sicherungskörper mit Einsetzen in eine erste oder zweite Ausnehmung in dieser Ausnehmung elastisch verformt werden. Vorteilhaft bewirken elastische Rückstellkräfte einen verbesserten Kontakt zwischen dem Sicherungskörper und einer ersten Ausnehmung und/oder einer zweiten Ausnehmung. Vorteilhaft wirkt der elastisch verformte Sicherungskörper einer unerwünschten relativen Verlagerung von Lagerring und Kreiskolben entgegen, insbesondere auch in Umfangsrichtung bzgl. der ersten Rotationsachse.

[0039] Zur Fertigung eines Sicherungskörpers dieser Ausführungsform bevorzugt ist ein langgestrecktes Vormaterial mit einer Haupterstreckungsrichtung, insbesondere ein Draht oder Band, welches zum Sicherungskörper insbesondere unter Verfestigung kaltverformt, vorzugsweise fließgepresst wird.

[0040] Gemäß einer weiteren Weiterbildung dieser bevorzugten Ausführungsform weist zumindest eine der Sicherungskörperumfangsflächen oder der Stirnflächen des Sicherungskörpers zumindest einen Stirnflächenvorsprung auf. Nur der zumindest eine Stirnflächenvorsprung der Stirnfläche ist vorgesehen, eine erste und/oder zweite Ausnehmung zu berühren, insbesondere zum Übertragen eines Normalkraftanteils. Vorzugsweise sind beide Stirnflächen mit Stirnflächenvorsprüngen ausgebildet. Vorteilhaft ist mit Stirnflächenerhebungen der Fertigungsaufwand für den Sicherungskörper vermindert, indem die Stirnflächenvorsprünge beim Einsetzen des

Sicherungskörpers in eine erste oder zweite Ausnehmung begrenzt verformbar sind. Weiter vorteilhaft gestatten die Stirnflächenvorsprünge, dass ein Schmierstoff zwischen Lagerring und Kreiskolben ausgetauscht werden kann. Zur Fertigung eines Sicherungskörpers dieser Ausführungsform bevorzugt ist ein langgestrecktes Vormaterial mit einer Hauptstreckungsrichtung, insbesondere ein Draht oder Band, wobei das Vormaterial zum Sicherungskörper insbesondere unter Verfestigung kaltverformt, vorzugsweise fließgepresst wird.

[0041] Gemäß einer weiteren Weiterbildung dieser bevorzugten Ausführungsform sind die Ausbildung des Sicherungskörpers als Ringabschnitt, als elastisch verformbarer Sicherungskörper und Stirnflächenerhebungen kombiniert. Vorteilhaft sind Fertigungskosten für den Sicherungskörper verringert, indem nur wenige Bereiche des Sicherungskörpers mit geringer Maßtoleranz hergestellt werden müssen. Weiter vorteilhaft ist mit federelastischer Ausbildung des Sicherungskörpers der Aufwand zur Herstellung der Kolbenbaugruppe verringert, indem der Sicherungskörper in einer der Ausnehmungen vor dem Einsetzen des Lagerrings in die Zentralbohrung versenkt werden kann.

[0042] Gemäß einer weiteren Weiterbildung dieser bevorzugten Ausführungsform sind die Ausbildung des Sicherungskörpers als Ringabschnitt, als elastisch verformbarer Sicherungskörper mit Stirnflächenvorsprüngen kombiniert. Vorzugsweise weist auch eine Sicherungskörperumfangsfläche zumindest einen Vorsprung auf, besonders bevorzugt die bezüglich der ersten Rotationsachse äußere Sicherungskörperumfangsfläche. Vorteilhaft sind Fertigungskosten für den Sicherungskörper verringert, indem nur wenige Bereiche des Sicherungskörpers mit geringer Maßtoleranz hergestellt werden müssen. Weiter vorteilhaft ist mit federelastischer Ausbildung des Sicherungskörpers der Aufwand zur Herstellung der Kolbenbaugruppe verringert, indem der Sicherungskörper in einer der Ausnehmungen vor dem Einsetzen des Lagerrings in die Zentralbohrung versenkt werden kann.

[0043] Die bevorzugte vierte Ausführungsform ist für erleichtertes Einsetzen des Lagerrings in die Zentralbohrung vorteilhaft mit der bevorzugten ersten Weiterbildung (Einsetzhilfe) kombinierbar.

[0044] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Sicherungskörper einen vorbestimmten Querschnitt auf. Die Gestalt des Sicherungskörpers mit vorbestimmtem Querschnitt dient insbesondere der Übertragung von Normalkraftanteilen auf eine erste Ausnehmung und/oder eine zweite Ausnehmung. Dazu sind insbesondere solche Querschnitte geeignet, welche eine linienförmige oder flächenförmige, insbesondere zur Kraftübertragung geeignete, Berührung ermöglichen zwischen einerseits Sicherungskörper und andererseits erster Ausnehmung und/oder zweiter Ausnehmung. So weist der Querschnitt insbesondere mehrere Ecken oder Scheitelpunkte auf, welche zur Berührung einer ersten Ausnehmung und/oder einer zweiten Ausnehmung vorgesehen sind. Vorzugsweise ist der Querschnitt dreieckig, viereckig, mehreckig, rechteckig, quadratisch, kreisförmig, X-förmig oder U-förmig ausgebildet. Vorzugsweise ist der Querschnitt ringförmig, elliptisch oder oval ausgebildet. Vorzugsweise ist der Sicherungskörper verdreht, sodass dieselbe Ecke bzw. Scheitelpunkt an verschiedenen Ausnehmungen insbesondere zur Kraftübertragung anliegt.

[0045] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Sicherungskörper mit zumindest einem metallischen Werkstoff ausgebildet. Mit dieser Ausbildung erträgt der Sicherungskörper höhere Flächenpressungen bzw. Belastungen, als z.B. viele Kunststoffe. Vorteilhaft ist dieser Sicherungskörper mit hoher Maßtoleranz herstellbar. Vorzugsweise ist ein metallischer Werkstoff aus einer Gruppe gewählt, welche Eisen, Aluminium, Kupfer, Zink (andere?) sowie Legierungen dieser Metalle beinhaltet. Vorzugsweise ist der metallische Werkstoff vor der Herstellung des Sicherungskörpers langgestreckt ausgebildet, besonders bevorzugt als Draht oder Band.

[0046] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Sicherungskörper mit einem Umformverfahren hergestellt, vorzugsweise mit einem Druckumformverfahren. Insbesondere wird der Werkstoff während des Umformens verfestigt. Vorteilhaft weist der mit einem Umformverfahren hergestellte Sicherungskörper eine geringe Maßtoleranz auf. Vorzugsweise ist der

metallische Werkstoff vor der Herstellung des Sicherungskörpers langgestreckt ausgebildet, besonders bevorzugt als Draht oder Band ausgebildet. Vorzugsweise ist der Sicherungskörper mit einem Fließpressverfahren hergestellt, besonders bevorzugt mittels Kaltfließpressen, für insbesondere verbesserte Maßhaltigkeit und insbesondere höhere Verfestigung des Werkstoffs. Vorzugsweise ist der metallische Werkstoff vor der Herstellung des Sicherungskörpers langgestreckt ausgebildet, besonders bevorzugt als Draht oder Band.

[0047] Vorteilhaft weist eine erfindungsgemäße Rotationskolbenmaschine eine Kolbenbaugruppe auf. Dabei ist die Rotationskolbenmaschine insbesondere als Kreiskolbenmaschine ausgebildet. Der Kreiskolben ist auf einer Exzenterwelle der Rotationskolbenmaschine insbesondere mittels eines Wälzlagers oder Gleitlagers gelagert. Der Lagerring der erfindungsgemäßen Kolbenbaugruppe ist dabei als äußerer Lagerring des Wälzlagers oder als Lagerbuchse des Gleitlagers ausgebildet. Der äußere Lagerring oder die Lagerbuchse sind in der Zentralbohrung des Kreiskolbens angeordnet. Insbesondere für verringerten Verschleiß der Rotationskolbenmaschine ist der Lagerring entlang der ersten Rotationsachse des Kreiskolbens mittels des zumindest einen Sicherungskörpers im Wesentlichen insbesondere axial unbeweglich aufgenommen. Vorteilhaft bewirkt die vorgeschlagene formschlüssige Verbindung von Lagerring und Kreiskolben, eine platzsparende und sichere axiale Festlegung. Vorteilhaft ist durch die insbesondere axiale Festlegung des Lagerrings in der Zentralbohrung die Lebensdauer der Lagerung verbessert. Vorzugsweise ist die Rotationskolbenmaschine mit einer erfindungsgemäßen Kolbenbaugruppe zum Antrieb eines Generators zur Elektroenergiebereitstellung vorgesehen, insbesondere in einem Fahrzeug, vorgesehen. Vorteilhaft ist diese erfindungsgemäßen Rotationskolbenmaschine mit geringeren Vibrationen betreibbar als eine Hubkolbenbrennkraftmaschine. Weiter vorteilhaft ist der Anlauf einer Rotationskolbenmaschine mit Kreiskolben von einem Passagier des Fahrzeugs weniger bemerkbar als der Anlauf einer Hubkolbenbrennkraftmaschine. Bevorzugt liefert die Rotationskolbenmaschine zeitweise eine mechanische Leistung von mindestens 1 KW, 2 KW, 5 KW, 10 KW, 20 KW, 50 KW, 100 KW, 200 KW oder mehr. Bevorzugt weist die Brennkolbenmaschine dazu mehrere Kolbenbaugruppen auf, welche insbesondere auf derselben Exzenterwelle gelagert sind. Vorzugsweise ist die Rotationskolbenmaschine bei einer Umgebungstemperatur zwischen -40°C und $+100^{\circ}\text{C}$ betreibbar.

[0048] Vorteilhaft weist ein Fahrzeug eine erfindungsgemäße Rotationskolbenmaschine mit zumindest einer Kolbenbaugruppe auf. Als Teil eines sogenannten "Range Extender" versorgt diese Rotationskolbenmaschine zumindest zeitweise einen Generator mit mechanischer Energie zur Wandlung in elektrische Energie. Die elektrische Energie wird insbesondere gleichgerichtet einer elektrochemischen Energiespeichereinrichtung bzw. Sekundärbatterie des Fahrzeugs und/oder einem Elektromotor des Fahrzeugs zugeführt. Der Elektromotor ist vorgesehen, zumindest ein Rad des Fahrzeugs anzutreiben. Vorteilhaft wird die Rotationskolbenmaschine gestartet, wenn die in der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung gespeicherte Energie zum Erreichen des Fahrtziels des Fahrzeugs nicht ausreichen wird. Vorteilhaft wird die Rotationskolbenmaschine gestartet, wenn die der Sekundärbatterie entnehmbare elektrische Leistung den Bedarf des Elektromotors unterschreitet.

[0049] Zum Herstellen einer erfindungsgemäßen Kolbenbaugruppe sind bereitzustellen ein Kreiskolben mit einer Zentralbohrung, ein im Wesentlichen hohlzylindrischer Lagerring sowie zumindest ein Sicherungskörper. Die Zentralbohrung weist zumindest eine erste Ausnehmung und der Lagerring weist zumindest eine zweite Ausnehmung auf. Diese Ausnehmungen sind zur Aufnahme des zumindest einen Sicherungskörpers vorgesehen. Das Herstellverfahren ist gekennzeichnet durch zwei Fertigungsschritte, wobei die zeitliche Reihenfolge dieser Schritte durch die Nummerierung im Anspruch nicht zwingend ist. Nachfolgend werden die Vorzüge beider zeitlicher Abfolgen beschrieben.

[0050] Gemäß einem bevorzugten ersten Herstellverfahren für die Kolbenbaugruppe wird der Lagerring zunächst in die Zentralbohrung eingesetzt, insbesondere in seine betriebsgemäße Position. Die ersten und zweiten Ausnehmungen werden ausgerichtet. Anschließend wird der zumindest eine Sicherungskörper formschlüssig durch die zweite Ausnehmung bis in die erste Ausnehmung eingesetzt. Vorteilhaft ist der Lagerring innerhalb der Zentralbohrung mittels

Formschluss durch den Sicherungskörper gegen unerwünschte Verlagerung entlang der ersten Rotationsachse gesichert.

[0051] Gemäß einem bevorzugten zweiten Herstellverfahren wird zunächst der zumindest eine Sicherungskörper in eine erste oder zweite Ausnehmung im Lagerring oder Kreiskolben angeordnet, insbesondere gegen eine Radialkraft aus einer Federeinrichtung, und vorzugsweise im Wesentlichen vollständig eingesetzt. Anschließend wird der Lagerring in die Zentralbohrung eingesetzt. Die ersten und zweiten Ausnehmungen werden derart zueinander ausgerichtet, dass der zumindest eine Sicherungskörper nur teilweise, insbesondere mittels der Radialkraft in die der ihn aufnehmenden Ausnehmung gegenüberliegende Ausnehmung gedrängt wird. Vorteilhaft ist der Lagerring innerhalb der Zentralbohrung mittels Formschluss durch den Sicherungskörper gegen unerwünschte Verlagerung entlang der ersten Rotationsachse gesichert.

[0052] Gemäß einem bevorzugten dritten Herstellverfahren wird zunächst der zumindest eine Sicherungskörper in eine erste oder zweite Ausnehmung eingesetzt, insbesondere derart, dass der Sicherungskörper vollständig in der ersten oder zweiten Ausnehmung versenkt ist. Vorzugsweise wird dabei der zumindest eine Sicherungskörper in einen elastisch verformten Zustand überführt. Anschließend wird der Lagerring in seine vorbestimmte Position innerhalb der Zentralbohrung eingesetzt. Die ersten und zweiten Ausnehmungen werden ausgerichtet. Nach dem Ausrichten der Ausnehmungen nimmt der elastisch verformte Sicherungskörper selbständig seinen entspannten Zustand ein, wobei er sich erfindungsgemäß nur teilweise aus der ihn aufnehmenden Ausnehmung in die gegenüberliegende Ausnehmung verlagert. Vorteilhaft ist der Lagerring innerhalb der Zentralbohrung mittels Formschluss durch den Sicherungskörper gegen unerwünschte Verlagerung entlang der ersten Rotationsachse gesichert.

[0053] Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Zusammenhang mit den Figuren. Es zeigt:

- [0054]** Fig. 1 Eine erfindungsgemäße Kolbenbaugruppe gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform im Einbauzustand,
- [0055]** Fig. 2 Eine erfindungsgemäße Kolbenbaugruppe sowie einen Sicherungskörper gemäß der vierten bevorzugten Ausführungsform mit wellenförmigen Stirnflächen des Sicherungskörpers,
- [0056]** Fig. 3 Eine erfindungsgemäße Kolbenbaugruppe gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform im Schnitt, einen vergrößerten Ausschnitt sowie einen Lagerring mit Fasen als Einsetzhilfe,
- [0057]** Fig. 4 Eine erfindungsgemäße Kolbenbaugruppe gemäß der vierten bevorzugten Ausführungsform mit wellenförmigen Stirnflächen des Sicherungskörpers im zerlegten Zustand,
- [0058]** Fig. 5 Die Kolbenbaugruppe gemäß Fig. 4, wobei der Sicherungskörper in die erste Ausnehmung der Bohrungswandung eingesetzt ist,
- [0059]** Fig. 6 Die Kolbenbaugruppe gemäß Figs. 4 und 5, wobei der Lagerring teilweise von der Zentralbohrung aufgenommen ist,
- [0060]** Fig. 7 Die Kolbenbaugruppe gemäß Figs. 4, 5 und 6, wobei der Lagerring in seiner bestimmungsgemäßen Position angeordnet ist,
- [0061]** Fig. 8 Einen Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Kolbenbaugruppe gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform,
- [0062]** Fig. 9 Einen Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Kolbenbaugruppe gemäß der dritten bevorzugten Ausführungsform mit einem aus Draht hergestellten Sicherungskörper,

[0063] Fig. 10 Einen Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Kolbenbaugruppe gemäß der vierten bevorzugten Ausführungsform mit elastisch verformbarem Sicherungskörper, mit Seitenflächenvorsprüngen und Vorsprüngen auf der äußeren Sicherungskörperumfangsfläche.

[0064] Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Kolbenbaugruppe 1 gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform im Einbauzustand. Die Kolbenbaugruppe 1 ist mittels eines Wälzlagers auf der Exzenterwelle 46 gelagert. Im Einbauzustand dargestellt sind der äußere Lagerring 7 des Wälzlagers, der Kreiskolben 2 sowie der in erste und zweite Ausnehmungen eingesetzte Sicherungskörper 8. Vorteilhaft wirkt der Sicherungskörper mittels Formschluss einer unerwünschten Verlagerung des äußeren Lagerrings 7 innerhalb der Zentralbohrung des Kreiskolbens 2 entgegen.

[0065] Figur 2 zeigt eine erfindungsgemäße Kolbenbaugruppe 1 sowie einen Sicherungskörper 8 gemäß der vierten bevorzugten Ausführungsform mit wellenförmigen Stirnflächen 17 des Sicherungskörpers 8. Der Kreiskolben 2 weist auf eine Zentralbohrung 3, drei gekrümmte erste Begrenzungsflächen 4, eine Bohrungsschse 5 und eine erste Rotationsachse 6. Vorliegend fallen die Bohrungsschse 5 und die erste Rotationsachse 6 zusammen. Der Kreiskolben weist auch eine Innenverzahnung 20 zur Wechselwirkung mit der nicht dargestellten Exzenterwelle auf. In der Zentralbohrung 3 sind der äußere Lagerring 7 sowie der Sicherungskörper 8, beide geschnitten dargestellt, angeordnet. Der Sicherungskörper 8 ist durch die dritte Ausnehmung 16 unterbrochen und weist wellenförmige Stirnflächen 17 auf. Vorteilhaft gestatten die Stirnflächenerhebungen, dass ein Schmierstoff zwischen Lagerring und Kreiskolben ausgetauscht werden kann. Die Stirnflächenerhebungen 21, 21a liegen einander gegenüber. Die Stirnflächenerhebungen 21, 21a sind zur Anlage bzw. zur formschlüssigen Verbindung mit erster und zweiter Ausnehmung vorgesehen. Der Sicherungskörper 8 ist in einen elastisch verformten Zustand überführbar, insbesondere für das Einsetzen des Lagerrings 7 in die Zentralbohrung 3.

[0066] Figur 3 zeigt eine erfindungsgemäße Kolbenbaugruppe 1 gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform im Schnitt sowie zwei vergrößerte Ausschnitte. In den Kreiskolben 2 ist der äußere Lagerring 7 eingesetzt und mittels eines Verbindungsringes 8 gegen unerwünschte axiale Verlagerung innerhalb des Kreiskolbens 2 gesichert. Der Lagerring 7 weist eine Fase 14 zum erleichterten Einsetzen in den Kreiskolben 2 auf. Die Bohrungswandung 9 und die Lageringaußenfläche 11 fallen zusammen. Auch ist dargestellt, dass der Verbindungsring 8 sowohl in der ersten Ausnehmung 10 als auch von der zweiten Ausnehmung 12 aufgenommen ist.

[0067] Figur 4 zeigt eine erfindungsgemäße Kolbenbaugruppe 1 gemäß der vierten bevorzugten Ausführungsform mit wellenförmigen Stirnflächen des Sicherungskörpers 8 im zerlegten Zustand. In die Bohrungswandung 9 ist eine erste Ausnehmung 10 als umlaufende Nut eingebracht. In den Lageraußenring 7 bzw. dessen Lagerringaußenfläche 11 ist eine zweite Ausnehmung 12 als umlaufende Nut eingearbeitet. Der Lagerring 7 weist zwei Fasen 14 auf.

[0068] Figur 5 zeigt die Kolbenbaugruppe 1 gemäß Figur 4, wobei der Sicherungskörper 8 in die erste Ausnehmung 10 der Bohrungswandung 9 eingesetzt ist. Der Sicherungskörper 8 ist als Verbindungsring ausgebildet und ist im elastisch gespannten Zustand in die erste Ausnehmung 10 eingesetzt. Nun kann der äußere Lagerring 7 in die Zentralbohrung des Kreiskolbens 2 eingesetzt werden.

[0069] Figur 6 zeigt die Kolbenbaugruppe 1 gemäß den Figuren 4 und 5, wobei der äußere Lagerring 7 teilweise von der Zentralbohrung aufgenommen ist. Der äußere Lagerring 7 hat seine vorbestimmte Position innerhalb der Zentralbohrung noch nicht erreicht.

[0070] Figur 7 zeigt die Kolbenbaugruppe 1 gemäß den Figuren 4, 5 und 6, wobei der äußere Lagerring 7 in seiner bestimmungsgemäßen Position innerhalb des Kreiskolbens 2 angeordnet ist. Es ist nicht dargestellt, dass der Verbindungsring 8, nach dem der äußere Lagerring 7 seine vorbestimmte Position erreichte, sich unter teilweiser Verlagerung in die nicht einsehbare zweite Ausnehmung entspannt hat.

[0071] Figur 8 zeigt einen Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Kolbenbaugruppe 1 gemäß

der ersten bevorzugten Ausführungsform.

[0072] Figur 8a zeigt die erfindungsgemäße Kolbenbaugruppe, wobei der Lagerring 7 in seiner vorbestimmten Position innerhalb der Zylinderbohrung angeordnet ist. So liegen sich die erste Ausnehmung 10 und die zweite Ausnehmung 12 gegenüber. Die Bohrungswandung 9 und die Lagerringaußenfläche 11 berühren einander. Der Sicherungskörper 8 weist einen rechteckigen Querschnitt auf, insbesondere ist der Sicherungskörper 8 als Ausschnitt aus einem Hohlzylinder ausgebildet. Die erste Ausnehmung 10 und die zweite Ausnehmung 12 sind je als Nut mit rechteckigem Querschnitt ausgebildet. Der Sicherungskörper 8 ist formschlüssig von der ersten Ausnehmung 10 und der zweiten Ausnehmung 12 aufgenommen. Der Sicherungskörper 8 ist mittels der Feder 19 mit einer Radialkraft in Richtung des Kreiskolbens 2 beaufschlagt. Durch den Formschluss des Sicherungskörpers 8 mit der ersten Ausnehmung 10 und der zweiten Ausnehmung 12 ist der äußere Lagerring 7 gegen unerwünschte Verlagerung bezüglich des Kreiskolbens 2 gesichert.

[0073] Figur 8b zeigt die erfindungsgemäße Kolbenbaugruppe im Schnitt, wobei der Lagerring 7 seine vorbestimmte Position innerhalb der Zentralbohrung noch nicht erreicht hat. So ist der federbelastete Sicherungskörper 8 im Wesentlichen vollständig von der zweiten Ausnehmung 12 aufgenommen. Mit Erreichen der vorbestimmten Position wären die erste Ausnehmung 10 und die zweite Ausnehmung 12 ausgerichtet. Der Sicherungskörper 8 würde in die erste Ausnehmung 10 gedrängt.

[0074] Figur 9 zeigt einen Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Kolbenbaugruppe gemäß der dritten bevorzugten Ausführungsform mit einem aus Draht hergestellten Sicherungskörper 8. Vorteilhaft erstreckt sich der Sicherungskörper 8 entlang einer Haupterstreckungsrichtung entlang der ersten Ausnehmung 10 und der zweiten Ausnehmung 12.

[0075] Figur 9a zeigt im Schnitt einen Kreiskolben 2 mit einer V-förmigen ersten Ausnehmung 10, einen äußeren Lagerring 7 mit einer zweiten ebenfalls V-förmigen Ausnehmung 12 sowie einen Sicherungskörper 8 gemäß der dritten bevorzugten Ausführungsform. Obwohl mit vier Kreisen dargestellt, besteht der Sicherungskörper 8 nur aus einem einzigen druckumgeformten Draht mit einer Haupterstreckungsrichtung entlang den als Nuten ausgebildeten ersten Ausnehmung 10 und zweiten Ausnehmung 12. Mit den Kreisen sind Querschnitte a, b, c, d an verschiedenen Positionen des Sicherungskörpers 8 dargestellt. So berührt der Sicherungskörper 8 an verschiedenen Positionen entlang seiner Haupterstreckungsrichtung verschiedene Begrenzungsflächen der ersten Ausnehmung 10 und der zweiten Ausnehmung 12. Den Raum, gebildet aus erster Ausnehmung 10 und zweiter Ausnehmung 12 nimmt der Sicherungskörper 8 in einem elastisch verformten Zustand ein. So drängen Berührbereiche des Sicherungskörpers 8 gegen die Begrenzungsflächen der ersten Ausnehmung 10 und der zweiten Ausnehmung 10 zur formschlüssigen Kraftübertragung sowohl auf den Kreiskolben 2 als auch den äußeren Lagerring 7.

[0076] Figur 9b zeigt den Lagerring 7 mit einer eingebrachten zweiten Ausnehmung 12, welche als V-förmige Nut ausgebildet ist. Entlang der zweiten Ausnehmung 12 erstreckt sich der Sicherungskörper 8, welcher als druckumgeformter Draht ausgebildet ist. Entlang seiner Haupterstreckungsrichtung weist der Sicherungskörper 8 mehrere Berührbereiche 15, 15a, 15b, 15c, 15d auf. Die Berührbereiche 15b und 15c berühren Begrenzungsflächen der zweiten Ausnehmung 12. Die Berührbereiche 15a und 15d berühren Begrenzungsflächen der nicht dargestellten ersten Ausnehmung im Kreiskolben. Der Lagerring 8 ist elastisch verformt.

[0077] Figur 10a zeigt einen Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Kolbenbaugruppe gemäß der vierten bevorzugten Ausführungsform mit elastisch verformbarem Sicherungskörper 8, mit Seitenflächenvorsprüngen 18, 18a, 18b, 18c. Der äußere Lagerring 7 weist eine zweite Ausnehmung 12 auf, welche als Nut ausgebildet ist. In die zweite Ausnehmung 12 ist der Sicherungskörper 8 eingesetzt. Der Sicherungskörper 8 weist mehrere Stirnflächenvorsprünge 18, 18a, 18b, 18c auf, welche je einen Normalkraftanteil auf die zweite Ausnehmung 12 übertragen. So ist der Lagerring 8 formschlüssig in die zweite Ausnehmung 12 aufgenommen. Nicht dargestellt ist, dass der Sicherungskörper 8 formschlüssig ebenso in der ersten Ausnehmung in der

Bohrungswandung aufgenommen ist. Vorzugsweise nimmt der Sicherungskörper 8 den Raum aus nicht dargestellter erster Ausnehmung und zweiter Ausnehmung 12 in einem elastisch verformten Zustand ein. Mit Ausbildung gemäß dieser Ausführungsform sind vorteilhaft Fertigungskosten reduziert, indem nur die Stirnflächenvorsprünge 18, 18a, 18b, 18c eine geringe Maßtoleranz aufzuweisen brauchen. Vorteilhaft werden mit dieser Ausführungsform Material und Energie gespart. Weiter vorteilhaft gestatten die Stirnflächenvorsprünge, dass ein Schmierstoff zwischen Lagerring und Kreiskolben ausgetauscht werden kann. Vorzugsweise ist der Sicherungskörper 8 als unterbrochener Verbindungsring ausgebildet. Vorteilhaft ist dieser Verbindungsring vor dem Einsetzen des Lagerrings 7 in die Zentralbohrung im Wesentlichen vollständig in der zweiten Ausnehmung 12 versenkbar, wobei insbesondere der Sicherungskörper 8 in einen elastisch verformten Zustand überführt wird.

[0078] Figur 10b zeigt einen Sicherungskörper 8, dessen Sicherungskörperumfangsfläche ebenfalls einen Vorsprung 18a aufweist. Dieser Vorsprung 18a dient insbesondere der Einsparung von Material und Bearbeitungskosten, indem anstelle der gesamten Sicherungskörperumfangsfläche nur der Vorsprung 18a mit geringer Maßtoleranz hergestellt zu werden braucht. Weiter vorteilhaft gestatten die Stirnflächenvorsprünge, dass ein Schmierstoff zwischen Lagerring und Kreiskolben ausgetauscht werden kann.

Patentansprüche

1. Kolbenbaugruppe (1), insbesondere für eine Rotationskolbenmaschine (41), wobei die Kolbengruppe (1) aufweist:
 - einen Kreiskolben (2), wobei der Kreiskolben (2) eine erste Rotationsachse (6), eine Zentralbohrung (3) mit Bohrungsachse (5) und zumindest zwei insbesondere gekrümmte erste Begrenzungsflächen (4) aufweist, und wobei die Bohrungsachse (5) im Wesentlichen der ersten Rotationsachse (6) entspricht,
 - einen im Wesentlichen hohlzylindrischen Lagerring (7), welcher zumindest teilweise in die Zentralbohrung (3) einlegbar ist, und
 - zumindest einen Sicherungskörper (8), welcher ausgebildet ist, den Kreiskolben (2) und den Lagerring (7) formschlüssig zu verbinden, und welcher ausgebildet ist, zumindest zeitweise eine Kraft in beide entgegengesetzte axiale Richtungen bezüglich der ersten Rotationsachse (6) zwischen Kreiskolben (2) und Lagerring (7) zu übertragen
 - wobei die Zentralbohrung (3) von einer Bohrungswandung (9) begrenzt ist, wobei die Bohrungswandung (9) zumindest eine erste Ausnehmung (10) aufweist, und wobei der Lagerring (7) eine Lagerringaußenfläche (11) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Lagerringaußenfläche (11) zumindest eine zweite Ausnehmung (12) aufweist, und
 - der zumindest eine Sicherungskörper (8) zumindest teilweise sowohl von der ersten Ausnehmung (10) als auch von der zweiten Ausnehmung (12) formschlüssig aufgenommen ist.
2. Kolbenbaugruppe (1) gemäß dem vorherigen Anspruch, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Ausnehmung (12) als Durchgangsloch im Lagerring (7) ausgebildet ist.
 3. Kolbenbaugruppe (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lagerringaußenfläche (11) und/oder die Bohrungswandung (9) zumindest bereichsweise eine Einsetzhilfe (14) aufweist, wobei die Einsetzhilfe (14) insbesondere vorgesehen ist, das Anordnen des Lagerrings (7) in der Zentralbohrung (3) zu erleichtern.
 4. Kolbenbaugruppe (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Sicherungskörper (8) mit einer bezüglich der Zentralbohrung (3) radialen Kraft beaufschlagt ist, vorzugsweise mittels einer Federeinrichtung (19).
 5. Kolbenbaugruppe (1) nach einem der Ansprüche 1, 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - die erste Ausnehmung (10) ringförmig ist,
 - die zweite Ausnehmung (12) ringförmig ist, und
 - vorzugsweise der Sicherungskörper (8) im Wesentlichen ringförmig ausgebildet ist, besonders bevorzugt mit einer dritten Ausnehmung (16),
 - besonders bevorzugt der zumindest eine Sicherungskörper (8) aus einem entspannten Zustand in einen elastisch verformten Zustand überführbar ist.
 6. Kolbenbaugruppe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - der zumindest eine Sicherungskörper (8) eine Hüllfläche aufweist, wobei die Hüllfläche mehrere Berührbereiche (15, 15a, 15b, 15c, 15d) aufweist, wobei ein Berührbereich (15, 15a, 15b, 15c, 15d) vorgesehen ist, einen Normalkraftanteil auf eine erste Ausnehmung (10) zu übertragen, und ein weiterer Berührbereich (15, 15a, 15b, 15c, 15d) vorgesehen ist, einen Normalkraftanteil auf eine zweite Ausnehmung (12) zu übertragen.

7. Kolbenbaugruppe (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Sicherungskörper (8)
- im Wesentlichen rechteckige Querschnittsfläche mit einer Sicherungskörperumfangsfläche ausgebildet ist, wobei die Sicherungskörperumfangsfläche im Wesentlichen parallel zu der Bohrungswandung (9) angeordnet ist, und/oder
 - zumindest eine Stirnfläche (17) aufweist, wobei die Stirnfläche (17) zumindest bereichsweise senkrecht zu der ersten Rotationsachse (6) bzw. der Sicherungskörperumfangsfläche orientiert ist, wobei vorzugsweise die Stirnfläche (17) bereichsweise sowohl an einer ersten Ausnehmung (10) als auch an einer zweiten Ausnehmung (12) anliegt, wobei vorzugsweise die zumindest eine Stirnfläche (17) vorgesehen ist, bereichsweise einen Normalkraftanteil auf eine erste Ausnehmung (10) und/oder auf eine zweite Ausnehmung (12) zu übertragen,
 - vorzugsweise die zumindest eine Stirnfläche (17) wellenförmig ausgebildet ist, besonders bevorzugt mit zumindest einer Stirnflächenenerhebung (21, 21a), wobei insbesondere die zumindest eine Stirnflächenenerhebung (21, 21a) zur Berührung einer ersten Ausnehmung (10) und/oder zweiten Ausnehmung (12) vorgesehen ist,
 - vorzugsweise die zumindest eine Stirnfläche (17) zumindest einen Stirnflächenvorsprung (18, 18a, 18b, 18c) aufweist, wobei insbesondere der zumindest eine Stirnflächenvorsprung (18, 18a, 18b, 18c) zum insbesondere flächigen Anliegen an einer ersten Ausnehmung (10) und/oder an einer zweiten Ausnehmung (12) vorgesehen ist, wobei vorzugsweise der zumindest eine Stirnflächenvorsprung (18, 18a, 18b, 18c) vorgesehen ist, einen Normalkraftanteil auf eine erste Ausnehmung (10) und/oder auf eine zweite Ausnehmung (12) zu übertragen.
8. Kolbenbaugruppe (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- der Querschnitt des zumindest einen Sicherungskörpers (8) insbesondere dreieckig, viereckig, mehreckig, rechteckig, quadratisch, kreisförmig, ringförmig, elliptisch, X-förmig oder U-förmig ausgebildet ist,
 - der Werkstoff des zumindest einen Sicherungskörpers (8) ein Metall aufweist, vorzugsweise Eisen, Aluminium, Kupfer, Zink oder deren Legierungen,
 - der zumindest eine Sicherungskörpers (8) mit einem Umformverfahren hergestellt ist,
 - der zumindest eine Sicherungskörpers (8) mit einem Druckumformverfahren, vorzugsweise mittels Fließpressen, besonders bevorzugt mittels Kaltfließpressen hergestellt ist, und/oder
 - der zumindest eine Sicherungskörpers (8) aus einem drahtartigen oder bandartigen Vormaterial hergestellt ist.
9. Rotationskolbenmaschine (41), mit zumindest einer Kolbenbaugruppe (1) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Kolbenbaugruppe (1) auf einer Exzenterwelle (46) insbesondere mittels eines Wälzlagers oder Gleitlagers gelagert ist.
10. Fahrzeug (40), insbesondere Elektrofahrzeug, zumindest aufweisend:
- eine Rotationskolbenmaschine (41) gemäß Anspruch 9.

Hierzu 12 Blatt Zeichnungen

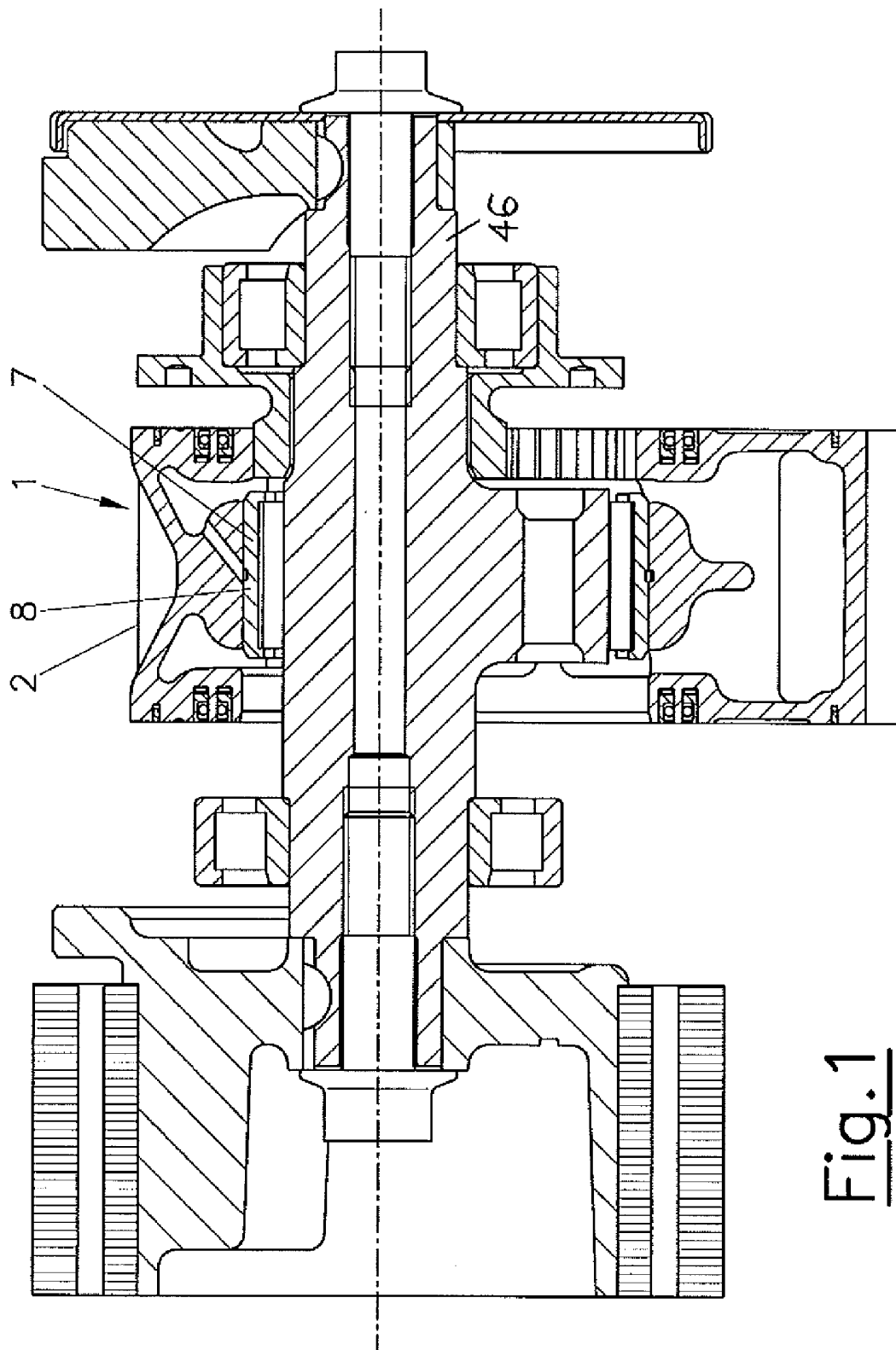


Fig. 1

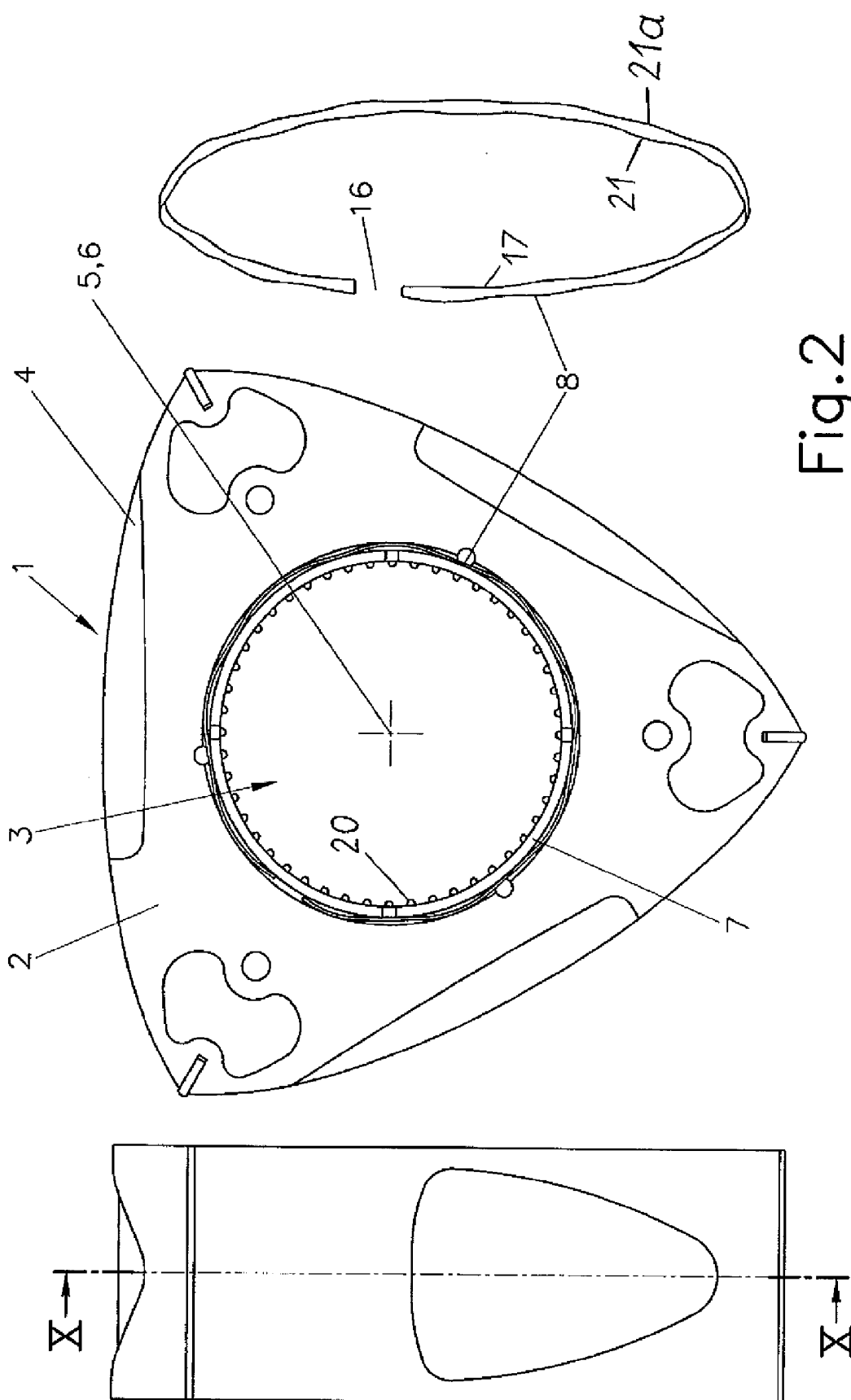


Fig.2

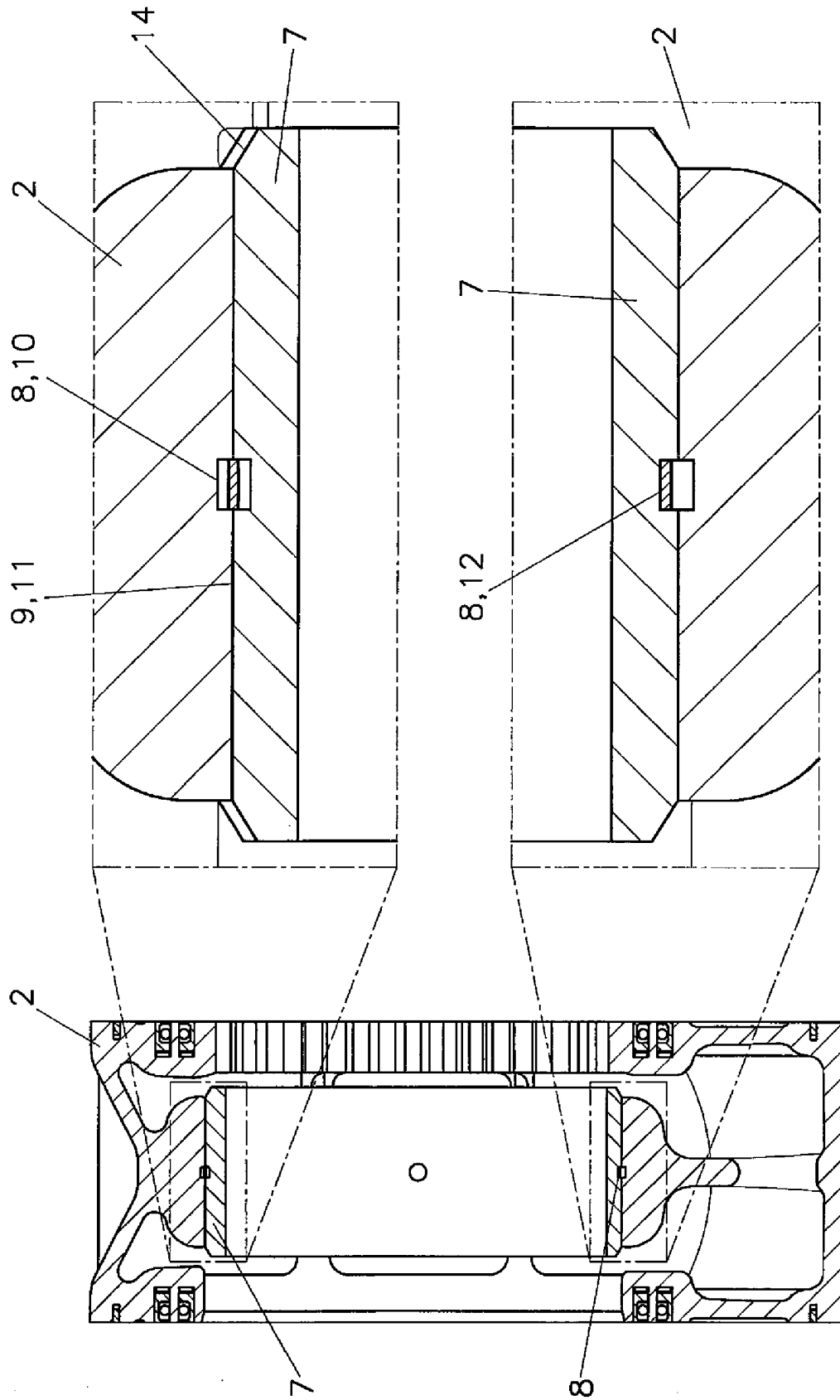


Fig. 3

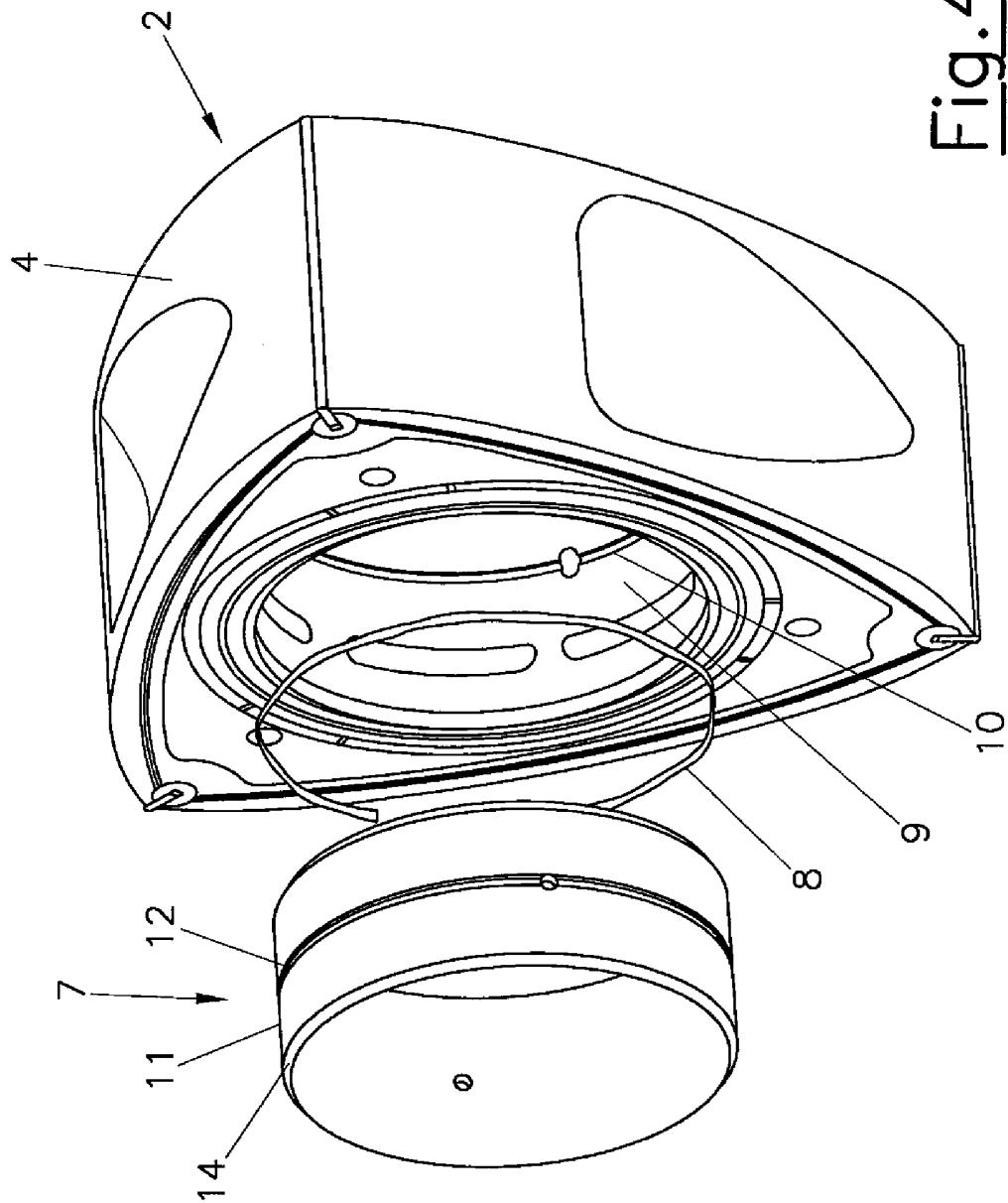


Fig. 4

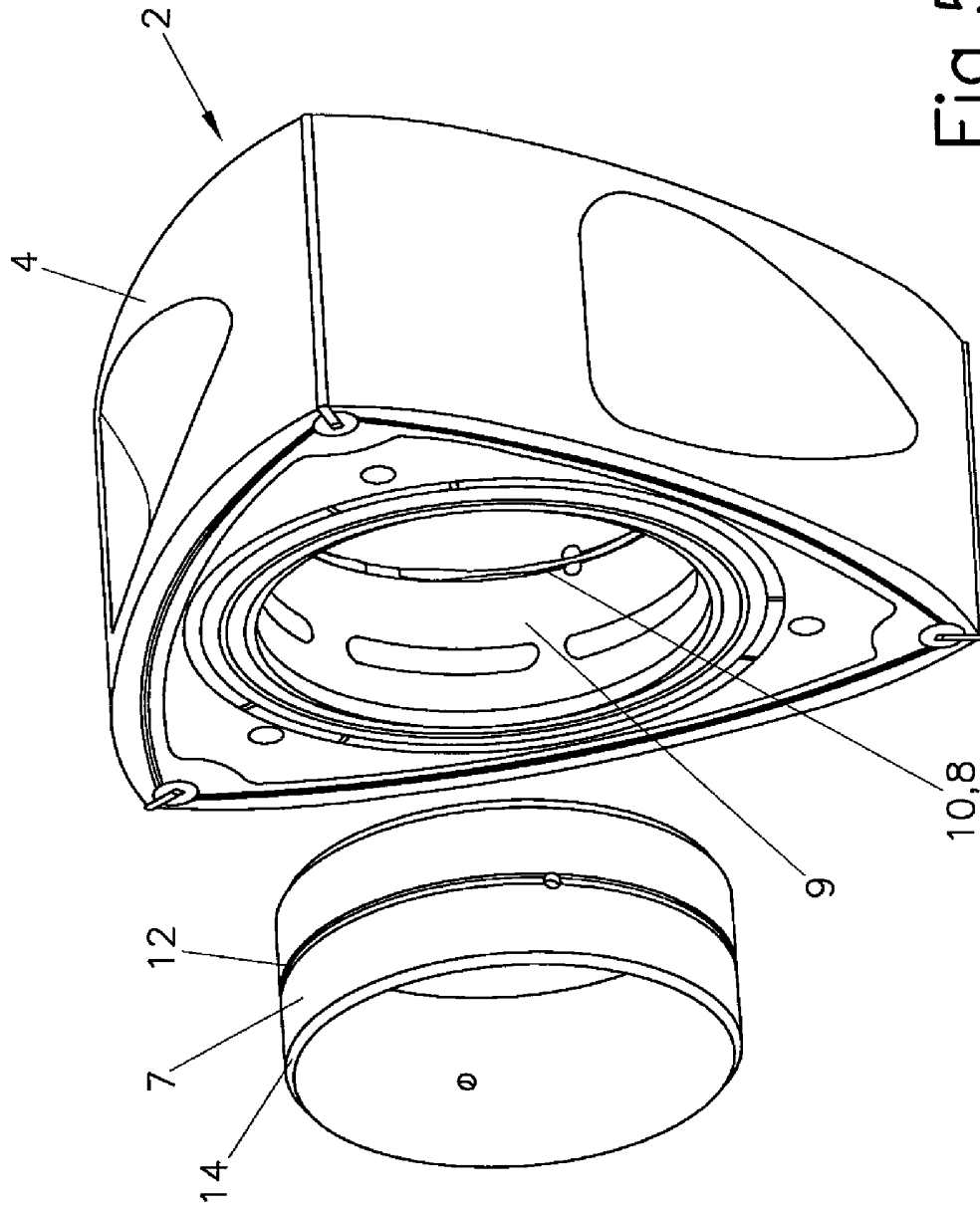


Fig. 5

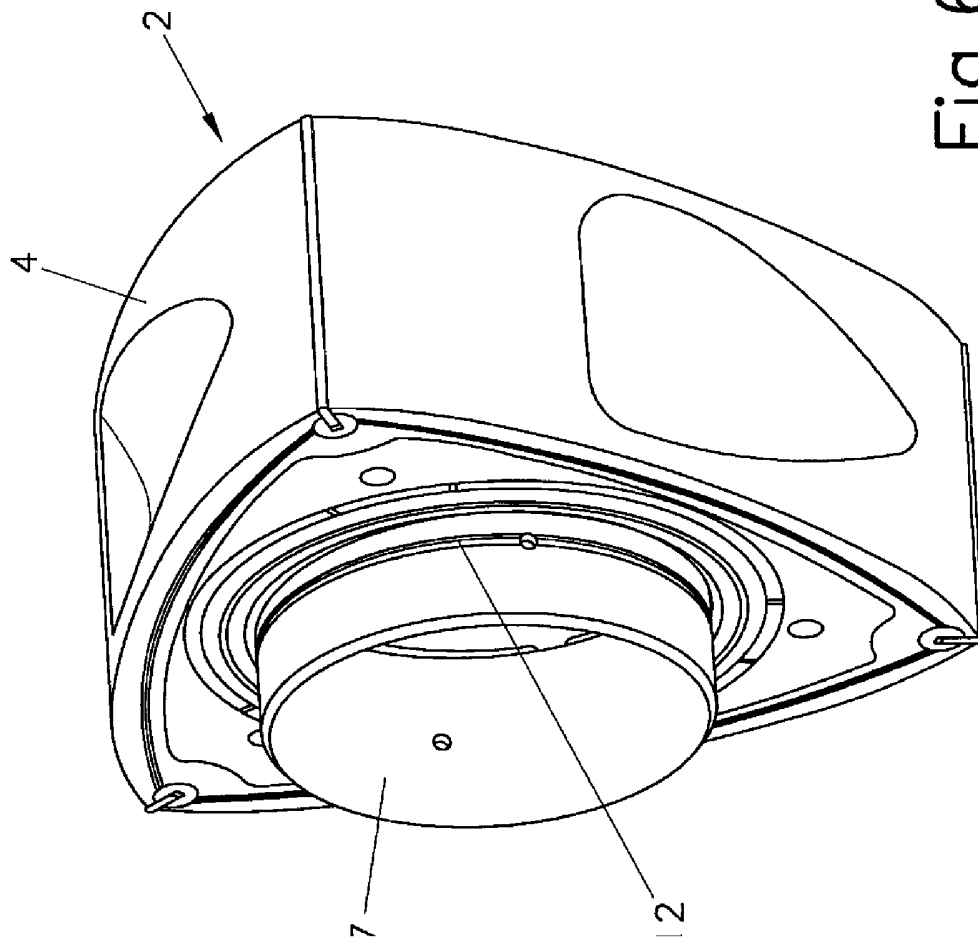


Fig. 6

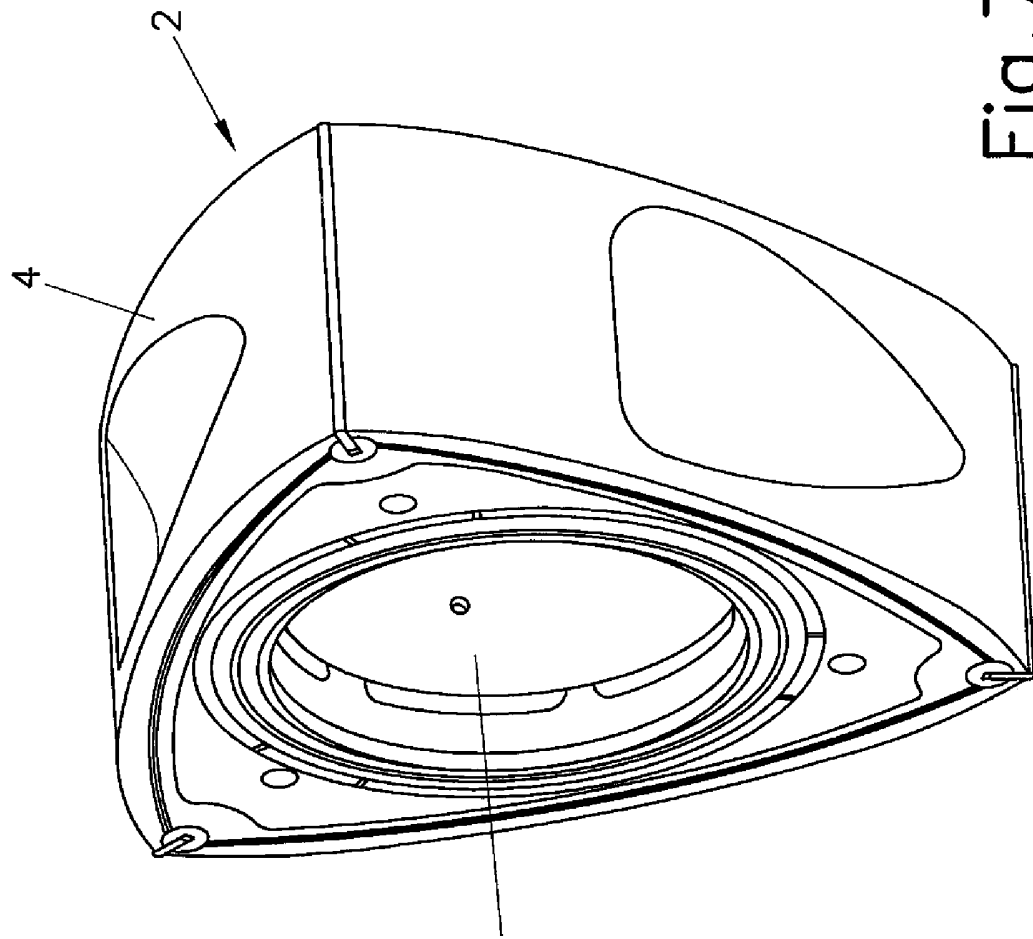


Fig. 7

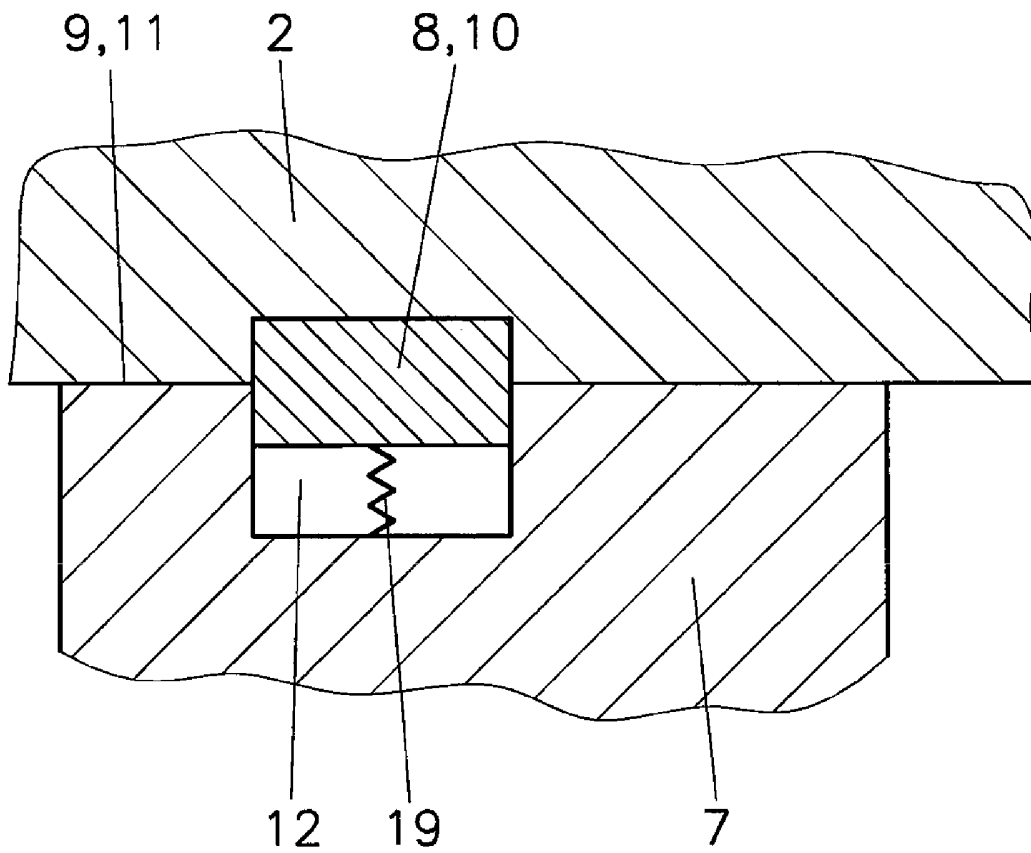


Fig.8a

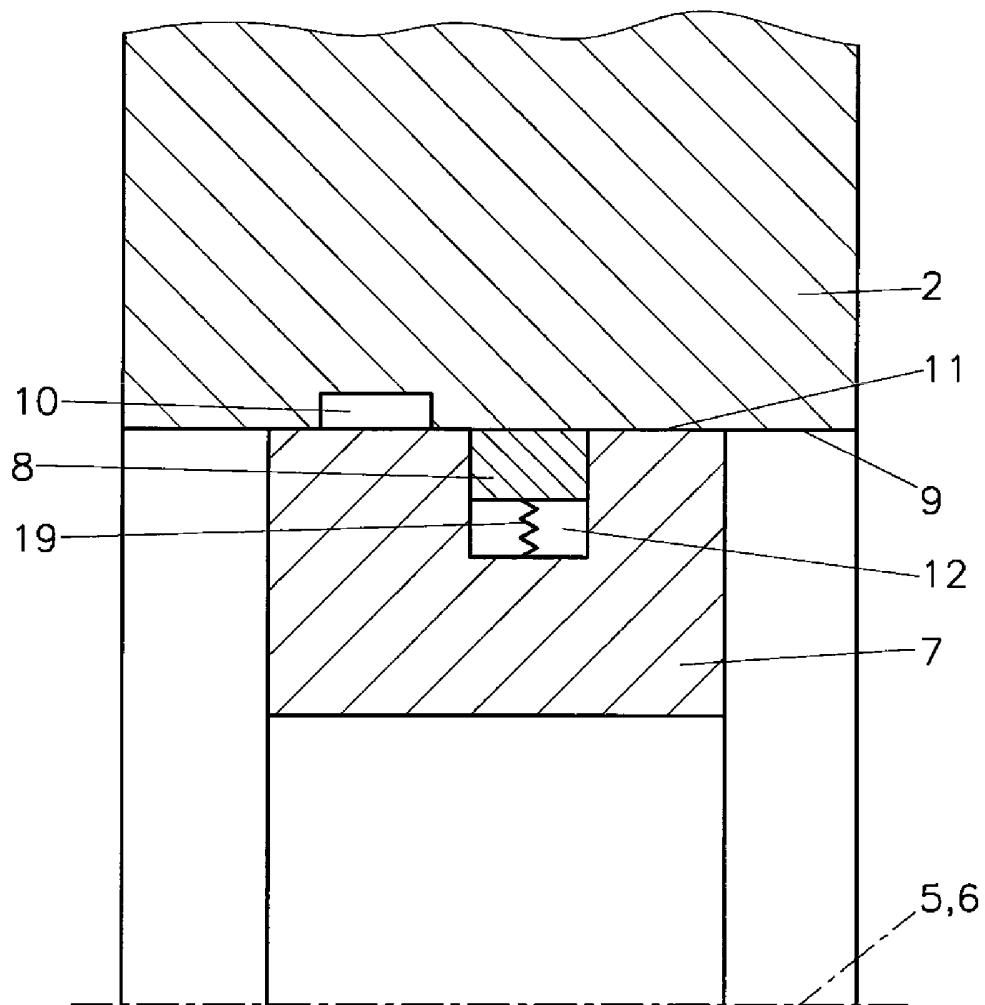


Fig.8b

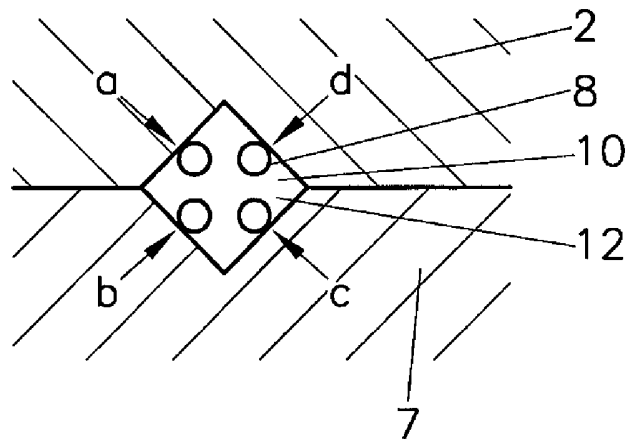


Fig. 9a

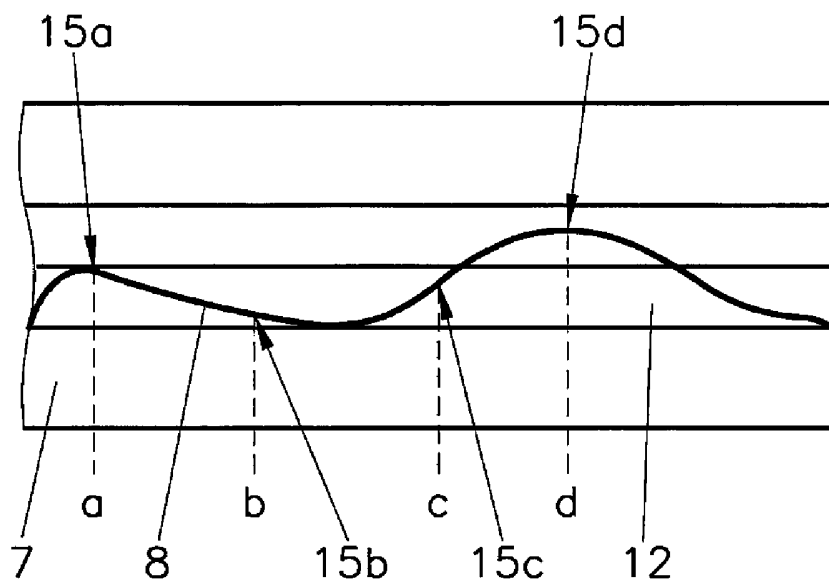


Fig. 9b

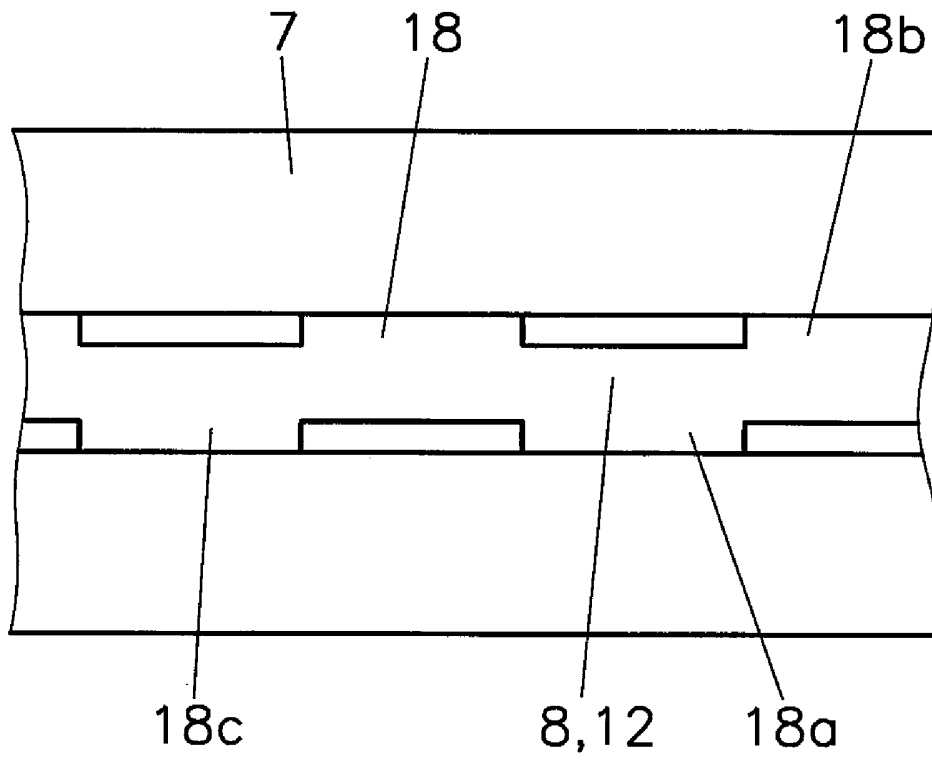


Fig.10a

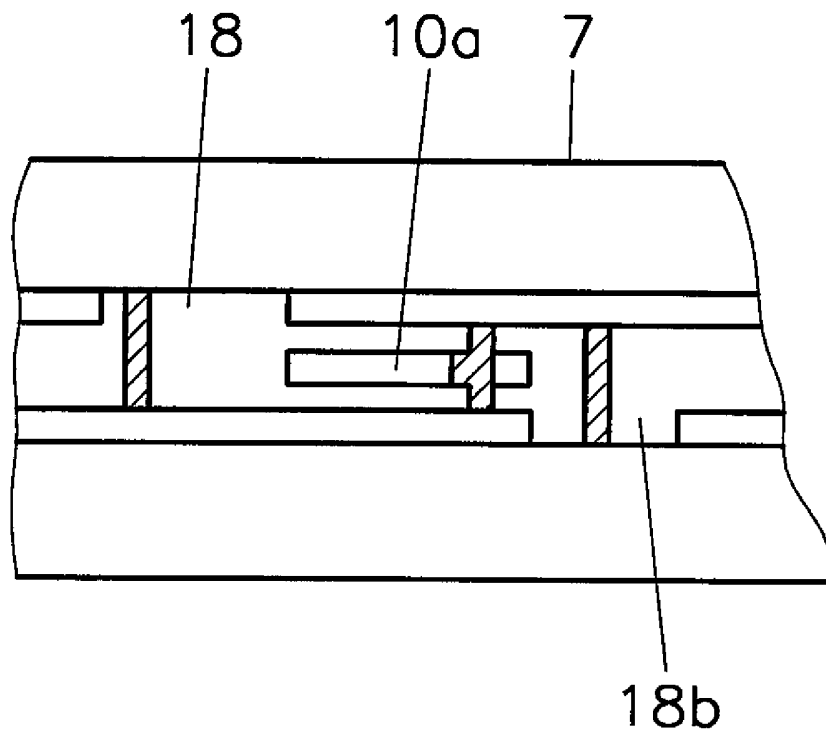


Fig. 10b