

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.06.2018 Patentblatt 2018/24

(51) Int Cl.: **F01L 1/344** ^(2006.01) **F04C 15/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17206837.1**

(22) Anmeldetag: 12.12.2017

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
 GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
 PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
MA MD TN

(72) Erfinder:

- **Meinig, Uwe**
88348 Bad Saulgau (DE)
- **Baur, Dominik**
72516 Scheer (DE)

(74) Vertreter: **Schwabe - Sandmair - Marx**
Patentanwälte Rechtsanwalt
Partnerschaft mbB
Joseph-Wild-Straße 20
81829 München (DE)

(30) Priorität: 12.12.2016 DE 102016124104

(71) Anmelder: **Schwäbische Hüttenwerke Automotive GmbH**
73433 Aalen-Wasseralfingen (DE)

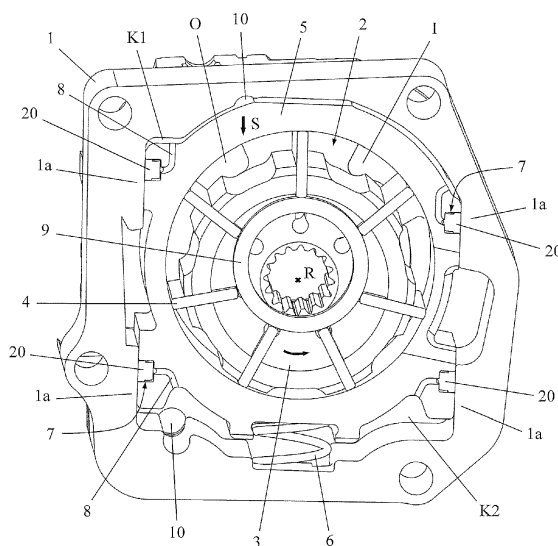
(54) HYDRAULIKVORRICHTUNG MIT DICHELEMENT

(57) Hydraulikvorrichtung für eine Brennkraftmaschine oder ein Getriebe, nämlich eine Hydraulikpumpe mit verstellbarem Fördervolumen oder ein hydraulischer Nockenwellenphasensteller zur Verstellung der Phasenlage einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine, die Hydraulikvorrichtung umfassend:

(a) ein Gehäuse mit einer Kammerwandstruktur, die eine Druckkammer für ein unter Druck stehendes Hydraulikfluid begrenzt,

(b) ein Stellglied, das zur Verstellung des Fördervolumens oder der Phasenlage im Gehäuse relativ zur Kam-

merwandstruktur in eine Stellrichtung und der Stellrichtung entgegen in eine Stellgegenrichtung verstellbar ist, (c) und ein Dichtelement mit einer Dichtstruktur und einer Federstruktur, die an einem aus Kammerwandstruktur und Stellglied, vorzugsweise am Stellglied, abgestützt oder geformt ist und die Dichtstruktur zur Abdichtung der Druckkammer mit Federkraft in einen Dichtkontakt mit dem anderen aus Kammerwandstruktur und Stellglied drückt, (d) wobei die Dichtstruktur und die Federstruktur in einem Stück geformt sind.



Figur 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hydraulikvorrichtung für eine Brennkraftmaschine oder ein Getriebe. Spezieller ist die Erfindung auf ein Dichtelement der Hydraulikvorrichtung gerichtet, das der Abdichtung eines Dichtspalts dient, der eine Druckkammer der Hydraulikvorrichtung begrenzt und zwischen einer Kammerwandstruktur und einem relativ zur Kammerwandstruktur beweglichen Stellglied gebildet ist. Die Hydraulikvorrichtung ist eine Hydraulikpumpe mit verstellbarem Fördervolumen oder ein hydraulischer Nockenwellenphasensteller zur Verstellung der Phasenlage einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine. Die Hydraulikvorrichtung kann in oder an der Brennkraftmaschine oder einem Getriebe angeordnet oder für die Anordnung in oder an einer Brennkraftmaschine oder einem Getriebe vorgesehen sein. Die Erfindung betrifft über die Hydraulikvorrichtung hinaus auch ein Dichtelement als solches, das für den Einbau in eine Hydraulikvorrichtung der genannten Art vorgesehen ist, und die Verwendung des Dichtelements zur Abdichtung besagten Dichtspalts einer Hydraulikvorrichtung der genannten Art.

[0002] Bei verstellbaren Hydraulikpumpen, beispielsweise Schmierölpumpen und Getriebepumpen, von Brennkraftmaschinen und Getrieben und auch bei hydraulischen Nockenwellenphasenstellern müssen hydraulisch relativ zueinander bewegbare Funktionskomponenten gegeneinander gedichtet werden, um eine oder mehrere Druckkammern abzudichten. Bei heute weitverbreiteten Nockenwellenphasenstellern, die nach dem Prinzip des hydraulischen Schwenkmotors arbeiten, betrifft dies vor allem die parallel zur Drehachse verlaufenden Dichtspalte zwischen Rotor und Stator. Üblicherweise bilden der Rotor an einem Außenumfang und der Stator an einem dem Außenumfang des Rotors gegenüberliegenden Innenumfang einen Gleitspalt. Wegen der im Betrieb des Phasenstellers auftretenden Wärmedehnungen und auch aufgrund von Herstellungstoleranzen kann eine ausreichende Abdichtung oftmals nur mit Hilfe eines den Gleitspalt abdichtenden Dichtelements geschaffen werden. Eine vergleichbare Problematik tritt bei im Fördervolumen verstellbaren Hydraulikpumpen auf. Derartige Pumpen weisen ein zur Verstellung des Fördervolumens hin und her verstellbares Stellglied auf, das in einer Druckkammer mit einem Hydraulikfluid beaufschlagbar ist. Die Druckkammer wird mittels eines zwischen dem Stellglied und einer die Druckkammer begrenzenden Kammerwandstruktur angeordneten Dichtelements abgedichtet. Das Dichtelement verringert die Leckage zwischen den relativ zueinander bewegten Komponenten des Nockenwellenphasenstellers oder der Hydraulikpumpe und verbessert somit den Wirkungsgrad.

[0003] Ein Nockenwellenphasensteller, wie die Erfindung ihn betrifft, ist beispielsweise aus der EP 2 365 193 B1 bekannt.

[0004] Aus der DE 10 2011 086 175 B3 ist eine hydraulische Rotationspumpe mit einem der Verstellung des Fördervolumens dienenden Stellglied bekannt, das in einer Druckkammer mit einem Hydraulikfluid beaufschlagt wird. Das Stellglied bildet mit einer die Druckkammer begrenzenden Kammerwandstruktur einen Gleitspalt, den ein Dichtelement in Form einer balkenförmigen, in sich steifen Dichtleiste abdichtet. Das Dichtelement ist in einer Ausnehmung des Stellglieds angeordnet und wird im Betrieb der Pumpe in der Ausnehmung an einer Rückseite mit dem Hydraulikfluid beaufschlagt und dadurch in einen Dichtkontakt mit der gegenüberliegenden Kammerwandstruktur gedrückt. Bei ausreichendem Druck des Hydraulikfluids ist eine wirksame Abdichtung des Dichtspalts gewährleistet. In Betriebszuständen, in denen noch kein ausreichender Hydraulikdruck zur Verfügung steht, beispielsweise beim Start der Pumpe, kann es über den Dichtspalt hinweg zu einer ungewollten und insbesondere nicht definierten Leckage und dadurch zu einem verzögerten Ansaugen der Pumpe kommen. Kann das Stellglied in beide Richtungen seiner Verstellbarkeit jeweils mit dem Hydraulikfluid beaufschlagt werden, kann ein der Richtung nach wechselndes Druckgefälle über den Dichtspalt hinweg jeweils beim Richtungswechsel zu einer erhöhten Leckage führen.

[0005] Um die Dichtfunktion eines Dichtelements zu verbessern, kann zusätzlich zu einer Dichtleiste ein Federelement vorgesehen sein, welches die Dichtleiste in den Dichtkontakt drückt. Als Federelement kann beispielsweise ein bogenförmiges Blattfederelement aus Federstahl oder ein Zylindersegment aus einem Elastomermaterial an der Rückseite der Dichtleiste angeordnet werden, um die Dichtleiste mit Federkraft in den Dichtkontakt zu drücken. Die Verwendung eines separaten Federelements erhöht allerdings die für die Abdichtung aufzubringenden Kosten. Zudem müssen die Dichtleiste und das Federelement in der Serienmontage vereinzelt und korrekt zueinander positioniert und gemeinsam in eine Ausnehmung, die typischerweise am Stellglied vorgesehen ist, geschoben werden. Im Vergleich zu einem reinen Dichtelement erweist sich ein zweiteiliges Dichtkonzept abgesehen von höheren Herstell- und Montagekosten auch hinsichtlich der Fehlerquote bei der Montage als nachteilig. Bei einer Druckabfallprüfung wird eine Fehlmontage oder das Fehlen des Federelements unter Umständen nicht erkannt. Auf Grund der Mehrteiligkeit erhöht sich auch die Wahrscheinlichkeit, dass ein nicht einwandfrei montiertes Federelement im Verlaufe des Betriebs in die Pumpe oder den Phasensteller gerät und zu Funktionsstörungen oder einem Ausfall führt.

[0006] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Hydraulikvorrichtung, nämlich eine Hydraulikpumpe oder einen Nockenwellenphasensteller, in Bezug auf die Abdichtung eines Dichtspalts der genannten Art zu verbessern. Im Vergleich zu mehrteiligen Dichtvorrichtungen sollen der Montageaufwand verringert und die Montagesicherheit erhöht sowie die Kosten nach Möglichkeit verringert

werden.

[0007] Gegenstand der Erfindung ist eine Hydraulikvorrichtung für eine Brennkraftmaschine oder ein Getriebe, nämlich eine Hydraulikpumpe mit verstellbarem Fördervolumen oder ein hydraulischer Nockenwellenphasensteller zur Verstellung der Phasenlage einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine. Bei der Hydraulikpumpe kann es sich insbesondere um eine Schmierölpumpe zur Versorgung einer Brennkraftmaschine mit Schmieröl oder eine Getriebepumpe zur Versorgung eines Getriebes mit einem hydraulischen Arbeitsmedium oder Schmieröl zum Schmieren des Getriebes handeln. Bevorzugt findet die Erfindung im Fahrzeugbau Verwendung, besonders bevorzugt bei Straßenfahrzeugen. Die Brennkraftmaschine kann insbesondere ein Antriebsmotor eines Kraftfahrzeugs sein. In Ausführungen als Getriebepumpe kann die Hydraulikpumpe auch unabhängig von einer Brennkraftmaschine Verwendung finden, beispielsweise als Getriebepumpe für eine Windkraftanlage oder eine andere Vorrichtung zur Erzeugung von Energie, dienen.

[0008] Die Hydraulikvorrichtung umfasst ein Gehäuse mit einer Kammerwandstruktur, die eine Druckkammer für ein unter Druck stehendes Hydraulikfluid, beispielsweise Schmieröl oder ein hydraulisches Arbeitsmedium, begrenzt, und ein verstellbares Stellglied, das ebenfalls die Druckkammer begrenzt. Die Kammerwandstruktur und das Stellglied bilden somit die Druckkammer begrenzende Wandbereiche. Das Gehäuse kann aus mehreren Formteilen gefügt sein. Als Gehäuse kann auch ein einzelnes Formteil, das die Kammerwandstruktur umfasst, aufgefasst werden. Die Kammerwandstruktur kann direkt vom Gehäuse gebildet werden. Sie kann aber auch von einer im oder am Gehäuse angeordneten Struktur gebildet werden, die in bevorzugten Ausführungen relativ zum Gehäuse unbeweglich ist, aber grundsätzlich auch zum Gehäuse beweglich angeordnet sein kann. Die Druckkammer weist einen Einlass und einen Auslass für das Hydraulikfluid auf. Der Einlass kann in ersten Ausführungen auch als Auslass dienen, sodass das Hydraulikfluid durch eine den Einlass bildende Öffnung in die Druckkammer strömt, um die Druckkammer unter Druck zu setzen oder den Druck zu erhöhen, und zur Reduzierung des Drucks durch die gleiche, nun den Auslass bildende Öffnung abströmt. In zweiten Ausführungen kann ein Auslass zusätzlich zu einem Einlass vorgesehen sein.

[0009] Das Stellglied ist relativ zur Kammerwandstruktur in eine Stellrichtung und der Stellrichtung entgegen in eine Stellgegenrichtung beweglich und somit verstellbar. Handelt es sich bei der Hydraulikvorrichtung um eine Hydraulikpumpe, wird durch die Verstellung des Stellglieds das Fördervolumen pro Hub der Hydraulikpumpe verstellt. Ist die Hydraulikpumpe als Rotationspumpe ausgeführt, wird durch die Verstellung des Stellglieds das Fördervolumen pro Umdrehung eines Förderrotors der Pumpe verstellt. Handelt es sich bei der Hydraulikpumpe um eine Linearhubpumpe, wird das Fördervolumen pro

Linearhub verstellt. Das Fördervolumen pro Hub, d. h. pro Umdrehung oder Linearhub, wird auch als spezifisches Fördervolumen bezeichnet. Handelt es sich bei der Hydraulikvorrichtung um einen Nockenwellenphasensteller, ist das Stellglied derart mit einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine gekoppelt oder koppelbar, dass die Verstellung des Stellglieds relativ zur Kammerwandstruktur eine Verstellung der Phasenlage der Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine bewirkt.

[0010] Die Kammerwandstruktur und das Stellglied liegen einander über einen die Druckkammer begrenzenden Spalt gegenüber. Um diesen Spalt wirksam abzdichten, ist im Spalt an einem aus Kammerwandstruktur und Stellstruktur ein Dichtelement vorgesehen, das mit dem anderen aus Kammerwandstruktur und Stellstruktur in einem Dichtkontakt einen Dichtspalt zur Abdichtung der Druckkammer bildet. Das Dichtelement weist eine Dichtstruktur und eine Federstruktur auf. Die Federstruktur ist an dem einen aus Kammerwandstruktur und Stellstruktur abgestützt oder geformt und drückt die Dichtstruktur mit Federkraft in den Dichtkontakt mit dem anderen aus Kammerwandstruktur und Stellstruktur.

[0011] Nach der Erfindung sind die Dichtstruktur und die Federstruktur in einem Stück geformt, bevorzugt aus Kunststoff. Mittels der Federstruktur kann sichergestellt werden, dass die Dichtstruktur unabhängig vom Hydraulikfluid, beispielsweise unabhängig vom in der Druckkammer herrschenden Druck, in den Dichtkontakt gedrückt und die Druckkammer dadurch wirksam abgedichtet wird. Bei einer Hydraulikpumpe kann auf diese Weise eine wirksame Abdichtung der Druckkammer auch bei niedriger Pumpendrehzahl, wie sie beispielsweise beim Start einer die Hydraulikpumpe antreibenden Brennkraftmaschine oder generell beim Start der Hydraulikpumpe auftritt, gewährleistet werden. Bei einem Nockenwellenphasensteller können ebenfalls Betriebszustände auftreten, in denen kein oder ein zu geringer Hydraulikdruck zur Verfügung steht, um die Dichtstruktur in den Dichtkontakt zu drücken. Typischerweise treten derartige Situationen beim Starten oder im Leerlauf der Brennkraftmaschine auf. Im Vergleich mit mehrteiligen Dichtelementen kann ein monolithisches Dichtelement einfacher und sicherer montiert werden. Ist das Dichtelement mit Dichtstruktur und Federstruktur an einem aus Kammerwandstruktur und Stellglied geformt, bedarf es von vornherein keines zusätzlichen Montageschritts, sondern lediglich der Montage des Stellglieds und, sollte die Kammerwandstruktur separat vom Gehäuse gefertigt sein, der Kammwandstruktur.

[0012] Im Rahmen einer wirksamen Abdichtung kann mittels des Dichtelements auch eine definierte Leckage über das Dichtelement hinweg verwirklicht sein. Das Dichtelement kann beispielsweise eines oder mehrere der Merkmale aufweisen, die in der EP 2 365 193 B1 zur Einstellung einer definierten Leckage für das dort offenbarte Dichtelement offenbart werden.

[0013] Die Dichtstruktur und die Federstruktur können

in einem Verfahren der Urformung gemeinsam geformt sein. In alternativen Ausführungen kann die Federstruktur an der zuvor geformten Dichtstruktur oder die Dichtstruktur an der zuvor geformten Federstruktur in einem Verfahren der Urformung angeformt sein. Geeignete Urformverfahren sind Sinter- und insbesondere Gießverfahren. Generative Verfahren sind ebenfalls geeignete Urformverfahren. So kann das Dichtelement beispielsweise in einem 3D-Druckverfahren geformt werden.

[0014] Obgleich das Dichtelement mit Dichtstruktur und Federstruktur unmittelbar an einem aus Kammerwandstruktur und Stellstruktur geformt sein kann, werden Ausführungen bevorzugt, in denen das Dichtelement als ein monolithisches Dichtelement separat von Kammerwandstruktur und Stellglied hergestellt und an einem aus Kammerwandstruktur und Stellglied gelagert wird. Die Lagerung besteht in einer Abstützung des Dichtelements, beispielsweise unmittelbar der Federstruktur. Die Abstützung nimmt die Federkraft auf. Die Lagerung hält das Dichtelement ferner in Position, lässt aber eine Bewegung der Dichtstruktur in Richtung auf den Dichtkontakt und in die Gegenrichtung zu. Vorzugsweise umfasst die Lagerung eine erste Führung, welche die Dichtstruktur an einer in Stellrichtung vorlaufenden Seite in Richtung auf den Dichtkontakt führt, und eine zweite Führung, welche die Dichtstruktur an einer in Stellrichtung nachlaufenden Seite in Richtung auf den Dichtkontakt führt.

[0015] In bevorzugten Ausführungen lagert die Stellstruktur das Dichtelement. Grundsätzlich wäre es aber auch möglich, das Dichtelement an der Kammerwandstruktur zu lagern und den Dichtkontakt mit dem Stellglied zu bilden.

[0016] Das Dichtelement kann insbesondere in einer Ausnehmung angeordnet sein, die das eine aus Kammerwandstruktur und Stellstruktur dem Dichtkontakt gegenüberliegend aufweist. In bevorzugten Ausführungen ist die Ausnehmung an der Stellstruktur vorgesehen. Grundsätzlich könnte eine Ausnehmung stattdessen aber auch an der Kammerwandstruktur vorgesehen und das Dichtelement in der Ausnehmung der Kammerwandstruktur angeordnet sein. Die Ausnehmung kann einen Boden aufweisen, an dem sich das Dichtelement abstützt. Die Ausnehmung kann einander gegenüberliegende Seitenwände aufweisen, welche die Dichtstruktur, optional auch die Federstruktur, in Richtung auf den Dichtkontakt und die Gegenrichtung gleitend führen.

[0017] Die Ausnehmung hat in vorteilhaften Ausführungen einen geraden Verlauf. Vorteilhafterweise ist sie an einer Stirnseite oder an ihren einander gegenüberliegenden Stirnseiten offen. Dies erleichtert bei der Serienmontage ein axiales Einschieben des Dichtelements in die Ausnehmung. Die Ausnehmung erstreckt sich zweckmäßigerweise orthogonal zu einer Stirnseite des Stellglieds oder der Kammerwandstruktur. Sie kann aber auch unter einem Winkel ungleich 90°, also schräg, zur Stirnseite erstreckt sein. Grundsätzlich kann die Ausnehmung auch einen einfachen Bogen beschreiben oder ei-

nen wellenförmigen Verlauf haben, was allerdings zur Folge hätte, dass das Dichtelement nicht mehr von der Stirnseite der Stellstruktur oder der Kammerwandstruktur, sondern über den Umfang eingesetzt werden müsste.

[0018] Die Federstruktur kann eine der Dichtstruktur und somit dem Dichtkontakt abgewandt gegenüberliegende freie Rückseite aufweisen, die auch gleichzeitig eine freie Rückseite des Dichtelements im Ganzen bildet. Das Dichtelement kann sich unmittelbar mit der freien Rückseite der Federstruktur an der Lagerung, beispielsweise am Boden einer das Dichtelement aufnehmenden Ausnehmung abstützen. Die Abstützung erfolgt in derartigen Ausführungen direkt nur über die Federstruktur. In alternativen Ausführungen kann das Dichtelement eine mit der Federstruktur verbundene zusätzliche Stützstruktur aufweisen, so dass die Dichtstruktur über das Federelement und die zusätzliche Stützstruktur abgestützt werden kann und im eingebauten Zustand auch abgestützt wird.

[0019] Das Stellglied bildet in ersten Ausführungen nur einen einzigen Gleitspalt mit dem erfindungsgemäßen Dichtelement. In einer zweiten Ausführung bildet das Stellglied mit der gleichen Kammerwandstruktur oder einer weiteren Kammerwandstruktur einen zweiten Gleitspalt mit einem weiteren, zweiten erfindungsgemäßen Dichtelement. In weiteren Ausführungen bildet das Stellglied mit der Kammerwandstruktur oder einer oder mehreren weiteren Kammerwandstrukturen noch einen weiteren oder mehrere weitere Gleitspalte, zu deren Abdichtung jeweils ein erfindungsgemäßes Dichtelement vorgesehen sein kann. Das Stellglied kann mit der Kammerwandstruktur oder einer weiteren Kammerwandstruktur beispielsweise einen weiteren Gleitspalt zur Begrenzung der gleichen Druckkammer bilden. In vorteilhaften Ausführungen ist auch im weiteren Gleitspalt ein Dichtelement entsprechend der Erfindung vorgesehen und gestaltet.

[0020] Die Erfindung betrifft auch ein Dichtelement als solches. Das Dichtelement umfasst eine Dichtstruktur mit einer Vorderseite, die eine Dichtfläche für dichtenden Gleitkontakt aufweist, und einer Rückseite, die der Vorderseite abgewandt gegenüberliegt. Das Dichtelement umfasst ferner eine Federstruktur, die an der Rückseite der Dichtstruktur vorgesehen ist. Erfindungsgemäß sind die Dichtstruktur und die Federstruktur in einem Stück geformt. Soweit sich aus den vorstehenden Ausführungen zu Hydraulikvorrichtungen Merkmale für das Dichtelement als solches erschließen, kann das Dichtelement einem oder mehreren dieser Merkmale entsprechen.

[0021] Die Dichtstruktur weist eine größte Erstreckung in eine Längsrichtung des Dichtelements auf. Die Vorderseite und die Rückseite der Dichtstruktur sowie die Rückseite der Federstruktur erstrecken sich in die Längsrichtung. Das Dichtelement kann in Längsrichtung insbesondere gerade sein. Grundsätzlich kann das Dichtelement in einer Draufsicht auf die Vorderseite in Längsrichtung aber auch einen einfachen Bogen beschreiben

oder einen wellenförmigen Verlauf haben. Dies gilt entsprechend für die Dichtstruktur und die Federstruktur und eine optional vorhandene zusätzliche Stützstruktur. Die Federstruktur und eine optional vorhandene Stützstruktur folgt oder folgen in Ausführungen mit gekrümmtem Verlauf der Oberseite in Längsrichtung der Kontur der Dichtstruktur.

[0022] Die Federstruktur ist in Richtung auf die Rückseite der Dichtstruktur durch elastische Verformung einfederbar. Die Oberseite der Dichtstruktur kann die Federfläche in einer Draufsicht auf die Oberseite über den gesamten Verlauf der Federfläche überlappen. Die Federfläche kann in der Draufsicht zwar gekrümmt sein, um beispielsweise einem gekrümmten Verlauf der Dichtstruktur zu folgen, in bevorzugten Ausführungen ist sie aber allenfalls in der Draufsicht gekrümmt, also durch Parallelverschiebung einer geraden Linie erzeugbar.

[0023] In vorteilhaften Ausführungen ist die Federstruktur in der in Längsrichtung erstreckten, dem Verlauf der Dichtstruktur folgenden Federfläche in Richtung auf die Rückseite der Dichtstruktur einfederbar. Die von der Federstruktur beim Einfedern auf die Dichtstruktur ausgeübte Federkraft wirkt nicht seitlich, sondern über die der Dichtfläche abgewandt gegenüberliegende Rückseite der Dichtstruktur auf die Dichtstruktur. Die Federkraft wirkt somit zumindest im Wesentlichen bereits an der Rückseite der Dichtstruktur in eine Richtung normal zum Dichtkontakt. Dies ist für den Dichtkontakt selbst von Vorteil. Ferner kann das Dichtelement quer zur Längsrichtung mit einer geringen Breite ausgeführt werden.

[0024] Die Federstruktur ist hinsichtlich ihrer Form und Federkonstanten vorteilhafterweise derart ausgelegt, dass sie unter den im Betrieb zu erwartenden Bedingungen stets unter einer Federvorspannkraft steht, aber nicht auf Block zu liegen kommt, also stets ein gewisser Federweg verbleibt. Die Federstruktur weist eine Federkonstante auf, die in vorteilhaften Ausführungen kleiner als 10 N/mm oder kleiner als 6 N/mm ist. Andererseits ist es vorteilhaft, wenn die Federkonstante der Federstruktur mehr als 1 N/mm oder mehr als 2 N/mm oder mehr als 3 N/mm beträgt. Die Dichtstruktur weist eine vielfach größere Federkonstante als die Federstruktur auf. Die Dichtstruktur kann in vorteilhaften Ausführungen im Vergleich zur Federstruktur als steif, das heißt nicht verformbar, betrachtet werden.

[0025] Auch in den nachstehend formulierten Aspekten werden Merkmale der Erfindung beschrieben. Die Aspekte sind in der Art von Ansprüchen formuliert und können diese ersetzen. In den Aspekten offenbarte Merkmale können die Ansprüche ferner ergänzen und/oder relativieren, Alternativen zu einzelnen Merkmalen aufzeigen und/oder Anspruchsmerkmale erweitern. In Klammern gesetzte Bezugszeichen beziehen sich auf nachfolgend in Figuren illustrierte Ausführungsbeispiele der Erfindung. Sie schränken die in den Aspekten beschriebenen Merkmale nicht unter den Wortsinn als solchen ein, zeigen andererseits jedoch bevorzugte Möglichkeiten der Verwirklichung des jeweiligen Merkmals

auf.

Aspekt 1. Hydraulikvorrichtung für eine Brennkraftmaschine oder ein Getriebe, nämlich eine Hydraulikpumpe mit verstellbarem Fördervolumen oder ein hydraulischer Nockenwellenphasensteller zur Verstellung der Phasenlage einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine, die Hydraulikvorrichtung umfassend:

- (a) ein Gehäuse (1; 11) mit einer Kammerwandstruktur (1a; 11a), die eine Druckkammer (K1) für ein unter Druck stehendes Hydraulikfluid begrenzt, wobei die Druckkammer (K1) im Gehäuse (1, 1b; 11, 13, 14) gebildet sein kann,
- (b) ein Stellglied (5; 15), das zur Verstellung des Fördervolumens oder der Phasenlage im Gehäuse (1; 11) relativ zur Kammerwandstruktur (1a; 11a) in eine Stellrichtung (S) und der Stellrichtung entgegen in eine Stellgegenrichtung verstellbar ist,
- (c) und ein Dichtelement (20; 50) mit einer Dichtstruktur (21; 51) und einer Federstruktur (24; 54), die an einem aus Kammerwandstruktur (1a; 11a) und Stellglied (5; 15), vorzugsweise am Stellglied, abgestützt oder geformt ist und die Dichtstruktur (21; 51) zur Abdichtung der Druckkammer (K1) mit Federkraft in einen Dichtkontakt mit dem anderen aus Kammerwandstruktur (1a; 11a) und Stellglied (5; 15) drückt,
- (d) wobei die Dichtstruktur (21; 51) und die Federstruktur (24; 54) in einem Stück geformt sind.

Aspekt 2. Hydraulikvorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei die Dichtstruktur (21; 51) eine Dichtleiste ist, die eine im Dichtkontakt befindliche Vorderseite und der Vorderseite gegenüberliegend abgewandt eine Rückseite aufweist, und die Federstruktur (24; 54) von der Rückseite der Dichtstruktur (21; 51) vorragt.

Aspekt 3. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 51) eine in Längsrichtung (L) erstreckte, zylindrische Dichtleiste ist.

Aspekt 4. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 51) eine in Längsrichtung (L) erstreckte Dichtleiste mit einem im Querschnitt vollen Profil oder einem geschlossenen Hohlprofil ist.

Aspekt 5. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei

- die Dichtstruktur (21; 51) eine größte Erstreckung in eine Längsrichtung (L), eine in die Längsrichtung (L) erstreckte Vorderseite mit ei-

ner Dichtfläche (22; 52) für den Dichtkontakt und eine in Längsrichtung (L) erstreckte Rückseite, die der Vorderseite abgewandt gegenüberliegt, aufweist, und

- die Federstruktur (24; 54) einen an der Rückseite der Dichtstruktur (21; 51) in Längsrichtung (L) erstreckten Federabschnitt aufweist, der mit der Dichtstruktur (21; 51) oder allein einen Freiraum vollständig umschließt, in den die Federstruktur (24; 54) einfederbar ist.

Aspekt 6. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 51) eine im Dichtkontakt befindliche Vorderseite und die Federstruktur (24; 54) eine der Vorderseite der Dichtstruktur (21; 51) gegenüberliegend abgewandte Rückseite aufweisen und sich die Dichtstruktur (21; 51) und die Federstruktur (24; 54) von der Vorderseite der Dichtstruktur (21; 51) bis zur Rückseite der Federstruktur (24; 54) in einer Federebene erstrecken, in der die Federstruktur (24; 54) elastisch verformbar ist und die sich durch den Dichtkontakt und die Rückseite der Federstruktur (24; 54) erstreckt.

Aspekt 7. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Federstruktur (24; 54) zur Erzeugung der Federkraft in einer quer, vorzugsweise orthogonal, zur Stellrichtung (S) erstreckten Federfläche, vorzugsweise, Federebene elastisch verformbar ist.

Aspekt 8. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Federstruktur (24; 54) in einer quer, vorzugsweise orthogonal, zur Stellrichtung (S) erstreckten Federebene eine Biegefeder und/oder Blattfeder bildet.

Aspekt 9. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Federstruktur (24; 54) elastisch verformt ist und dadurch unter einer Federvorspannkraft steht, welche die Dichtstruktur (21; 51) in allen Positionen, die das Stellglied (5; 15) im Betrieb der Hydraulikvorrichtung relativ zur Kammerwandstruktur (1a; 11a) einnehmen kann, in den Dichtkontakt drückt.

Aspekt 10. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 51) eine im Dichtkontakt befindliche Vorderseite und der Vorderseite gegenüberliegend abgewandt eine Rückseite aufweist und die Rückseite mit der Druckkammer (K1) in Fluidverbindung (8; 18) steht, so dass die Dichtstruktur (21; 51) an der Rückseite mit dem Hydraulikfluid in Richtung auf den Dichtkontakt beaufschlagbar ist.

Aspekt 11. Hydraulikvorrichtung nach einem der vor-

hergehenden Aspekte, wobei das Dichtelement (20; 50) in einer Ausnehmung (7; 17) des einen aus Kammerwandstruktur (1a; 11a) und Stellglied (5; 15) angeordnet ist.

Aspekt 12. Hydraulikvorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei die Ausnehmung (7; 17) Seitenwände aufweist, die einander in Stellrichtung (S) zugewandt sind und die Dichtstruktur (21; 51) erfassen und in Richtung auf den Dichtkontakt beweglich führen.

Aspekt 13. Hydraulikvorrichtung nach einem der zwei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die Ausnehmung (7; 17) über eine Fluidverbindung (8; 18) mit der Druckkammer (K1) verbunden ist, so dass die Dichtstruktur (21; 51) in der Ausnehmung (7; 17) mit dem Druck des Hydraulikfluids in Richtung auf die Kammerwandstruktur (1a; 11a) beaufschlagbar ist.

Aspekt 14. Hydraulikvorrichtung nach einem der drei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei das Dichtelement (20; 50) im Bereich der Federstruktur (24; 54), beispielsweise in einem Wurzelbereich der Federstruktur (24; 54), eine Ausnehmung (26; 56) und/oder einen Durchgang aufweist, durch die oder den Hydraulikfluid in der Ausnehmung (7; 17) an eine dem Dichtkontakt abgewandt gegenüberliegende Rückseite der Dichtstruktur (21; 51) gelangt.

Aspekt 15. Hydraulikvorrichtung nach einem der vier unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei das Dichtelement (20; 50) im Bereich der Federstruktur (24; 54), beispielsweise in einem Wurzelbereich der Federstruktur (24; 54), in Stellrichtung (S) überall oder nur bereichsweise schmaler als die Ausnehmung (7; 17) ist.

Aspekt 16. Hydraulikvorrichtung nach einem der fünf unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 51) an der Vorderseite eine Dichtfläche (22; 52) aufweist, die mit der Kammerwandstruktur (1a; 11a) in dem Dichtkontakt ist, und die Federstruktur (24; 54) an einer der Dichtfläche (22; 52) abgewandt gegenüberliegenden Rückseite lokal einen Abstützbereich (25; 55) aufweist, mit dem das Dichtelement (20; 50) in der Ausnehmung (7; 17) durch Druckkontakt abgestützt ist.

Aspekt 17. Hydraulikvorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei die Dichtfläche (22; 52) größer als, vorzugsweise wenigstens doppelt so groß wie die im Druckkontakt befindliche Fläche des Abstützbereichs (25; 55) ist.

Aspekt 18. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21;

31; ...; 111) einen Grundleckagequerschnitt aufweist, der sich für eine definierte Leckage in Stellrichtung (S) über den Dichtspalt hinweg erstreckt.

Aspekt 19. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Hydraulikvorrichtung einen um eine Drehachse (R) drehbaren Rotor (3; 15) aufweist, das Stellglied (5; 15) den Rotor (3) umgibt oder den Rotor (15) bildet und einen um die Drehachse (R) erstreckten Umfang aufweist, welcher der Kammerwandstruktur (1a; 11a) im Bereich des Dichtspalts gegenüberliegt, und sich der Dichtspalt und das Dichtelement (20; 50) in eine Richtung erstrecken, die eine zur Drehachse (R) parallele, axiale Richtungskomponente aufweist.

Aspekt 20. Hydraulikvorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei sich der Dichtspalt und das Dichtelement (20; 50) parallel zur Drehachse (R) erstrecken.

Aspekt 21. Hydraulikvorrichtung nach einem der zwei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei der Umfang, mit dem das Stellglied (5; 15) der Kammerwandstruktur (1 a; 11a) im Bereich des Dichtspalts gegenüberliegt, ein Außenumfang des Stellglieds (5; 15) ist.

Aspekt 22. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei

- die Hydraulikvorrichtung eine im Fördervolumen verstellbare, außen- oder innenachsige Hydraulikpumpe mit einem um eine Drehachse (R) drehantreibbaren Förderrotor (3) ist, beispielsweise eine Flügelzellenpumpe oder Zahnrad- oder Zahnringpumpe oder Pendelschieberpumpe, und das Stellglied (5)
- bei Ausbildung der Hydraulikpumpe als innenachsige Pumpe den Förderrotor (3) umgibt und zur Verstellung des Fördervolumens relativ zum Förderrotor (3) in eine Richtung quer zur Drehachse (R) und
- bei Ausbildung der Hydraulikpumpe als außenachsige Pumpe den Förderrotor (3) um die Drehachse (R) drehbar lagert und zur Verstellung des Fördervolumens mit dem Förderrotor (3) in Richtung der Drehachse (R) hin und her beweglich ist.

Aspekt 23. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Hydraulikvorrichtung ein hydraulischer Nockenwellenphasensteller ist und das Gehäuse (11) ein Stator und das Stellglied (15) ein Rotor des Nockenwellenphasenstellers sind, wobei der Stator mit einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine Drehmoment übertragend verbunden oder verbindbar ist und der Rotor mit einer

Nockenwelle der Brennkraftmaschine Drehmoment übertragend verbunden oder verbindbar ist.

Aspekt 24. Dichtelement, vorzugsweise das Dichtelement der Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Aspekte, das Dichtelement umfassend

- (1) eine Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) mit einer größten Erstreckung in eine Längsrichtung (L), einer in die Längsrichtung (L) erstreckten Vorderseite, die eine Dichtfläche (22; 32; ...; 122) für dichtenden Gleitkontakt aufweist, und einer in Längsrichtung (L) erstreckten Rückseite, die der Vorderseite abgewandt gegenüberliegt,
- (2) und eine Federstruktur (24; 34; ...; 124) an der Rückseite der Dichtstruktur (21; 31; ...; 121),
- (3) wobei die Federstruktur (24; 34; ...; 124) in Richtung auf die Rückseite der Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) einfederbar ist,
- (4) und wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) und die Federstruktur (24; 34; ...; 124) in einem Stück geformt sind.

Aspekt 25. Dichtelement nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) und die Federstruktur (24; 34; ...; 124) in einem Verfahren der Urformung gemeinsam geformt sind oder eines am anderen in einem Verfahren der Urformung angeformt ist.

Aspekt 26. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) und/oder die Federstruktur (24; 34; ...; 124) generativ oder in einem Gießverfahren aus Kunststoff geformt ist oder sind.

Aspekt 27. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) und/oder die Federstruktur (24; 34; ...; 124) in einem Gießverfahren, beispielsweise Spritzgießverfahren, aus Kunststoff geformt ist oder sind.

Aspekt 28. Dichtelement nach einem der Aspekte 24 bis 26, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) und/oder die Federstruktur (24; 34; ...; 124) generativ, beispielsweise in einem 3D-Druckverfahren, aus Kunststoff geformt ist oder sind.

Aspekt 29. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) und/oder die Federstruktur (24; 34; ...; 124) ganz oder nur bereichsweise aus Kunststoff, vorzugsweise aus Thermoplastmaterial und/oder Duroplastmaterial, besteht oder bestehen, wobei der Kunststoff optional einen oder mehrere unterschiedliche Zusatzstoffe, vorzugsweise Verstärkungsfasern und/oder -partikel und/oder einen Gleitzusatz

zur Verbesserung der Gleiteigenschaft, enthält.

Aspekt 30. Dichtelement nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei der Kunststoff ein Polymer-Compound aus wenigstens einem temperaturfesten, mit Verstärkungsmaterial und/oder Gleitzusatz gefüllten Polymer ist.

Aspekt 31. Dichtelement nach einem der zwei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei der Kunststoff Graphit und/oder Fluorpolymer, vorzugsweise PTFE, als Gleitzusatz enthält.

Aspekt 32. Dichtelement nach einem der drei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei der Kunststoff Carbonfasern und/oder Glasfasern enthält.

Aspekt 33. Dichtelement nach einem der vier unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei ein Basismaterial des Kunststoffs ein Polymer einschließlich Copolymer, eine Mischung von Polymeren oder ein Polymerblend aus der Gruppe bestehend aus Polyethersulfon (PES), Polysulfon (PSU), Polyphenylensulfid (PPS), Polyetherketonen (PAEK, PEK, PEEK), Polyamid (PA) und Polyphthalamid (PPA) ist.

Aspekt 34. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) ganz oder nur bereichsweise aus einem ersten Kunststoff und die Federstruktur (24; 34; ...; 124) ganz oder nur bereichsweise aus dem gleichen Kunststoff bestehen.

Aspekt 35. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) ganz oder nur bereichsweise aus einem ersten Kunststoff und die Federstruktur (24; 34; ...; 124) ganz oder nur bereichsweise aus einem anderen, zweiten Kunststoff bestehen.

Aspekt 36. Dichtelement nach einem der zwei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) eine in den ersten Kunststoff eingebettete, gegen Biegung versteifende, vorzugsweise biegesteife, Versteifungsstruktur umfasst, die sich über vorzugsweise die Hälfte der Länge der Dichtstruktur erstreckt.

Aspekt 37. Dichtelement nach einem der drei unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei die Federstruktur (24; 34; ...; 124) ein in den Kunststoff eingebettetes elastisch biegbares Feder- und/oder Versteifungselement umfasst, das sich über vorzugsweise wenigstens die Hälfte der Länge der Federstruktur erstreckt.

Aspekt 38. Dichtelement nach dem vorhergehenden

Aspekt, wobei das Feder- und/oder Versteifungselement ein Federblech ist.

Aspekt 39. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei ein Thermoplastmaterial die Dichtfläche (22; 32; ...; 122) der Dichtstruktur (21; 31; ...; 121), vorzugsweise die gesamte Dichtstruktur, bildet.

Aspekt 40. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Federstruktur (24; 34; ...; 124) ganz oder nur bereichsweise aus einem Elastomermaterial besteht.

Aspekt 41. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) und/oder die Federstruktur (24; 34; ...; 124) ganz oder nur bereichsweise aus einem Duroplastrmaterial besteht.

Aspekt 42. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Federstruktur (24; 34; ...; 124) formelastisch ist.

Aspekt 43. Dichtelement nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei die Federstruktur (24; 34; ...; 124) eine Biegefeder und/oder Blattfeder ist.

Aspekt 44. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) eine Dichtleiste, vorzugsweise eine balken- oder stabförmige und/oder in einer Federebene der Federstruktur (24; 34; ...; 124) biegesteife Dichtleiste, ist.

Aspekt 45. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 51) ein in Längsrichtung (L) erstrecktes Vollprofil oder im Querschnitt umlaufend geschlossenes Hohlprofil ist.

Aspekt 46. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 51) eine in Längsrichtung (L) erstreckte, zylindrische Dichtleiste ist, die vorzugsweise die Form eines in Längsrichtung langgestreckten, schlanken Quaders hat.

Aspekt 47. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Federstruktur (24; 34; ...; 124) in einer in die Längsrichtung (L) erstreckten, dem Verlauf der Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) folgenden Federfläche in Richtung auf die Rückseite der Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) einfederbar, vorzugsweise elastisch biegsam, ist.

Aspekt 48. Dichtelement nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei die Federfläche durch Parallelversatz einer geraden Linie längs der Dichtstruktur (21;

31; ...; 121), vorzugsweise als Federebene, erzeugbar ist.

Aspekt 49. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei sich die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) in einer Federebene der Federstruktur (24; 34; ...; 124) erstreckt. 5

Aspekt 50. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) eine Dichtleiste ist und die Federstruktur (24; 34; ...; 124) längs der Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) elastisch biegebar ist. 10

Aspekt 51. Dichtelement nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) biegesteifer als die Federstruktur (24; 34; ...; 124) ist. 15

Aspekt 52. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Federstruktur (24; 54) eine Federkonstante von wenigstens 2 N/mm hat. 20

Aspekt 53. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Federstruktur (24; 54) eine Federkonstante von höchstens 6 N/mm hat. 25

Aspekt 54. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) eine Federkonstante aufweist, die mehr als doppelt oder mehr als fünfmal oder mehr als zehnfach so groß wie eine Federkonstante der Federstruktur (24; 54) ist. 30

Aspekt 55. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) eine Dichtleiste ist und in Längsrichtung (L) erstreckte, parallele Seitenwände aufweist. 35

Aspekt 56. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) eine in Längsrichtung (L) erstreckte Dichtleiste und die Federstruktur (24; 34; ...; 124) zur Erzeugung der Federkraft in einer in Längsrichtung (L) erstreckten Federebene elastisch verformbar sind. 40

Aspekt 57. Dichtelement nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei die Federstruktur (24; 34; ...; 124) eine in der Federebene erstreckte, elastisch verformbare Biegefeder und/oder Blattfeder umfasst. 45

Aspekt 58. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) eine Dichtleiste ist und die Federstruktur (24; 34; ...; 124) in einer in Längsrichtung (L) der Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) erstreckten Federebene unter einer auf das Dichtelement (20; 30; ...; 120) in der Federebene linienförmig wirkenden Kraft einfedert, während sich die Dichtstruktur (21; 31; ...; 55

121) unter der gleichen Kraft zumindest praktisch nicht verformt.

Aspekt 59. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) in Längsrichtung (L) eine Länge, orthogonal zur Länge eine Dicke und orthogonal zur Länge und zur Dicke eine Breite aufweist und die Länge mehr als doppelt so groß wie eine maximale Dicke und eine maximale Breite ist.

Aspekt 60. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) in einer Draufsicht auf die Dichtfläche (22; 32; ...; 122) die Federstruktur (24; 34; ...; 124) vollständig überlappt.

Aspekt 61. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Federstruktur (24; 34; ...; 114) in einer Federfläche, vorzugsweise Federebene, die durch Parallelverschiebung einer geraden Linie in Längsrichtung (L) der Dichtstruktur (21; 31; ...; 111) erzeugbar ist, elastisch verformbar ist und einen Federabschnitt aufweist, der sich in einem lichten Abstand von der Rückseite der Dichtstruktur (21; 31; ...; 111) in Überlappung mit der Dichtstruktur (21; 31; ...; 111) in der Federfläche erstreckt.

Aspekt 62. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Federstruktur (24; 34; ...; 114) einen Federabschnitt aufweist, der sich in einem lichten Abstand von der Rückseite der Dichtstruktur (21; 31; ...; 111) in Überlappung mit der Dichtstruktur (21; 31; ...; 111) in Längsrichtung (L) von einem ersten Ende bis zu einem zweiten Ende erstreckt und an dem ersten und/oder an dem zweiten Ende von der Dichtstruktur (21; 31; ...; 111) vorragt.

Aspekt 63. Dichtelement nach dem vorhergehenden Aspekt, wobei der Federabschnitt am ersten Ende und am zweiten Ende mit der Dichtstruktur (21; 31; 41; 51; 91) verbunden ist oder einen in sich geschlossenen Bogen (104; 114) bildet, so dass die Federstruktur (24; 34; 44; 54; 94; 104; 114) allein oder gemeinsam mit der Dichtstruktur (21; 31; 41; 51; 91; 101; 111) einen Freiraum umschließt, in den die Federstruktur (24; 54) einfederbar ist.

Aspekt 64. Dichtelement nach Aspekt 61 oder Aspekt 62, wobei der Federabschnitt an dem ersten Ende von der Dichtstruktur (61; 71; 81) vorragt und das zweite Ende ein freies Ende ist, das von der Dichtstruktur (61; 71; 81; 111) einen lichten Abstand aufweist.

Aspekt 65. Dichtelement nach einem der vier unmittelbar vorhergehenden Aspekte, wobei der Feder-

abschnitt in Längsrichtung (L) einen zur Dichtstruktur (21; 31; ...; 111) einfach konkaven Bogen beschreibt oder in Längsrichtung (L) oder quer zur Längsrichtung (L) wellenförmig ist.

Aspekt 66. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei das Dichtelement (20; 30; 40; 50; 110) im Bereich der Federstruktur, beispielsweise in einem Wurzelbereich der Federstruktur, eine Ausnehmung (26; 36; 46; 56; 116) und/oder einen Durchgang für Hydraulikfluid aufweist.

Aspekt 67. Hydraulikvorrichtung nach einem vorhergehenden Aspekte, wobei das Dichtelement (20; 30; 40; 50; 110) im Bereich der Federstruktur, beispielsweise in einem Wurzelbereich der Federstruktur, in Stellrichtung (S) überall oder nur bereichsweise schmaler als die Federstruktur ist.

Aspekt 68. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Federstruktur (64; 74; 114) einen ersten Federabschnitt und einen zweiten Federabschnitt jeweils mit einem freien Ende aufweist, die Federabschnitte von der Dichtstruktur (61; 71; 111) ausragen und sich in einem lichten Abstand von der Rückseite in eine Längsrichtung (L) der Dichtstruktur (61; 71; 111) erstrecken und wobei die Federabschnitte mit ihren freien Enden in Längsrichtung (L) aufeinander zu oder voneinander weg weisen.

Aspekt 69. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 111) eine Dichtleiste mit einer Längsachse (L) ist und das Dichtelement (20; 30; ...; 110) bezüglich einer die Längsachse enthaltenden, die Dichtfläche (22; 32; ...; 112) schneidenden Längsebene symmetrisch ist.

Aspekt 70. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; 41; 51; 61; 71; 81; 101; 111; 121) eine Dichtleiste mit einer Längsachse (L) ist und die Federstruktur (24; 34; 44; 54; 64; 74; 84; 104; 114; 124) und die Dichtstruktur bezüglich einer zur Längsachse (L) orthogonalen Querschnittsebene symmetrisch sind.

Aspekt 71. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, umfassend eine weitere Dichtstruktur (111; 121) mit einer weiteren Vorderseite, die eine weitere Dichtfläche (112; 122) für dichtenden Gleitkontakt aufweist, und einer Rückseite, die der weiteren Vorderseite abgewandt gegenüberliegt, wobei die Federstruktur (64; 124) zwischen den Dichtstrukturen (111; 121) angeordnet und mit den Dichtstrukturen (111; 121) in einem Stück geformt ist.

Aspekt 72. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) zur Einstellung einer definierten Leckage an der Vorderseite eine oder mehrere Ausnehmungen aufweist, welche die Dichtfläche (22; 32; ...; 122) durchbricht oder durchbrechen oder an die Dichtfläche (22; 32; ...; 122) grenzt oder grenzen, wobei die Dichtfläche (22; 32; ...; 122) über die eine oder mehreren Ausnehmungen in Richtung auf den Dichtkontakt vorsteht.

Aspekt 73. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Aspekte, das zur Abdichtung eines Dichtspalts zwischen einer Kammerwandstruktur (1a; 11a) und einem relativ zur Kammerwandstruktur (1a; 11 a) beweglichen Stellglied (5; 15) einer Hydraulikvorrichtung, vorzugsweise der Hydraulikvorrichtung nach einem der Aspekte 1 bis 23, vorgesehen ist oder verwendet wird.

[0026] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen erläutert. An den Ausführungsbeispielen offenbar werdende Merkmale bilden jeweils einzeln und jeder Kombination nicht einander ausschließender Merkmale die Gegenstände der Ansprüche und der Aspekte und auch die vor den Aspekten beschriebenen Ausgestaltungen vorteilhaft weiter. Es zeigen:

- Figur 1 eine Hydraulikpumpe mit Dichtelementen in einer Sicht auf eine Stirnseite,
- Figur 2 eine Explosionsdarstellung von Komponenten der Hydraulikpumpe,
- Figur 3 eine Sicht auf eine Schnittebene der Hydraulikpumpe,
- Figur 4 eine Explosionsdarstellung von Komponenten eines mit Dichtelementen versehenen Nockenwellenphasenstellers,
- Figur 5 eine Stator-Rotor-Anordnung des Nockenwellenphasenstellers in einer Isometrie,
- Figur 6 den Nockenwellenphasensteller in einem Längsschnitt,
- Figur 7 ein Dichtelement eines ersten Ausführungsbeispiels,
- Figur 8 ein Dichtelement eines zweiten Ausführungsbeispiels,
- Figur 9 ein Dichtelement eines dritten Ausführungsbeispiels,
- Figur 10 ein Dichtelement eines vierten Ausführungsbeispiels,
- Figur 11 ein Dichtelement eines fünften Ausführungsbeispiels,
- Figur 12 ein Dichtelement eines sechsten Ausführungsbeispiels,
- Figur 13 ein Dichtelement eines siebten Ausführungsbeispiels,
- Figur 14 ein Dichtelement eines achten Ausführungsbeispiels,
- Figur 15 ein Dichtelement eines neunten Ausführungsbeispiels.

- rungsbeispiels,
 Figur 16 ein Dichtelement eines zehnten Ausführungsbeispiels, und
 Figur 17 ein Dichtelement eines elften Ausführungsbeispiels.

[0027] Figur 1 zeigt eine hydraulische Rotationspumpe, die beispielhaft als Flügelzellenpumpe ausgeführt ist, in einer perspektivischen Sicht auf eine Stirnseite der Pumpe. Die Pumpe umfasst ein Gehäuse 1. Ein Gehäusedeckel ist abgenommen, so dass die vom Gehäuse 1 aufgenommenen Funktionskomponenten der Pumpe erkennbar sind. Im Gehäuse 1 ist eine Förderkammer 2 gebildet, in der ein Förderrotor 3 um eine Drehachse R drehbar angeordnet ist. Die Förderkammer 2 umfasst eine Niederdruckseite und eine Hochdruckseite. Bei einem Drehantrieb des Förderrotors 3 in die eingezeichnete Drehrichtung, gegen den Uhrzeigersinn, strömt ein Hydraulikfluid, beispielsweise Schmieröl oder Arbeitsöl, über einen Einlasskanal auf der Niederdruckseite der Pumpe und durch einen Einlass I in die Förderkammer 2 und wird unter Erhöhung des Drucks auf der Hochdruckseite durch einen Auslass O aus der Förderkammer 2 ausgestoßen und über einen sich anschließenden Auslasskanal abgeführt, beispielsweise als Schmieröl zu Schmierstellen einer Brennkraftmaschine und/oder eines Getriebes oder als Arbeitsöl zu einer nachgeordneten Hydraulikvorrichtung.

[0028] Der Förderrotor 3 ist ein Flügelrad mit um die Drehachse R verteilt angeordneten Flügeln 4. Der Förderrotor 3 wird an seinem äußeren Umfang von einem Stellglied 5 umgeben. Bei einem Drehantrieb des Förderrotors 3 gleiten die Flügel 4 über eine Innenumfangsfläche des Stellglieds 5. Nach radial innen stützen sich die Flügel 4 an einem beweglich angeordneten Stützring 9 ab. Das Stellglied 5 ist ringförmig, kann grundsätzlich aber auch stärker als im Ausführungsbeispiel von einer einfachen Ringform abweichen. Die Drehachse R ist zu einer parallelen zentralen Achse des Stellglieds 5 exzentrisch angeordnet, so dass der Förderrotor 3 mit dem Stellglied 5 Förderzellen bildet, die sich auf der Niederdruckseite der Förderkammer 2 in Drehrichtung vergrößern und auf der Hochdruckseite wieder verkleinern. Aufgrund dieser mit der Drehzahl des Förderrotors 3 periodischen Vergrößerung und Verkleinerung der Förderzellen wird das Hydraulikfluid auf der Niederdruckseite durch den Einlass I angesaugt und mit erhöhtem Druck auf der Hochdruckseite durch den Auslass O ausgestoßen und abgeführt.

[0029] Das pro Umdrehung des Förderrotors 3 geförderte Fluidvolumen, das so genannte spezifische Fördervolumen, kann verstellt werden. Das spezifische Fördervolumen hängt von der Exzentrizität, also dem Abstand zwischen der zentralen Achse des Stellglieds 5 und der Drehachse R des Förderrotors 3, ab. Um diesen Achsabstand ändern zu können, ist das Stellglied 5 im Gehäuse 1 relativ zum Förderrotor 3 in eine Stellrichtung S und der Stellrichtung S entgegen in eine Stellgegen-

richtung hin und her verstellbar angeordnet. Im Ausführungsbeispiel ist das Stellglied 5 linear verstellbar. In anderen Ausführungen kann es schwenkbeweglich sein, beispielsweise wie aus der DE 10 2011 086 175 B3 bekannt. Grundsätzlich kann in nochmals alternativen Ausführungen das jeweilige Stellglied so gelagert sein, dass seine Stellbewegung eine aus Translation und Rotation überlagerte Bewegung ist.

[0030] Die Beweglichkeit bzw. Verstellbarkeit des Stellglieds 5 ist jedenfalls derart, dass durch die Stellbewegung die Exzentrizität zwischen Förderrotor 3 und Stellglied 5 und dadurch das Fördervolumen verstellt werden kann. Dies gilt nicht nur für Flügelzellenpumpen, sondern auch für andere innenachsige Pumpen, wie etwa Zahnringpumpen und Pendelschieberpumpen.

[0031] Für die Verstellung in die Stellrichtung S wird das Stellglied 5 mit einem in die Stellrichtung S wirkenden Druck des geförderten Hydraulikfluids beaufschlagt. Diesem Druck wirkt die rückstellende Kraft einer Feder 6 entgegen. Die rückstellende Kraft wirkt in die Stellgegenrichtung. Im Ausführungsbeispiel wird die rückstellende Kraft von einer einzigen Feder 6 erzeugt. In alternativen Ausführungen kann die rückstellende Kraft auch durch das Zusammenwirken von zwei oder mehr Federn und in anderen Alternativen durch eine Gasdruckvorrichtung erzeugt werden. Die rückstellende Kraft ist zweckmäßigerweise eine Federkraft. Die Federkraft wirkt ungeachtet der Frage, ob sie mechanisch und/oder durch Gasdruck erzeugt wird, zweckmäßigerweise in Richtung auf eine Vergrößerung des Fördervolumens.

[0032] Um die in Stellrichtung S wirkende hydraulische Stellkraft zu erzeugen, ist an einer der Feder 6 gegenüberliegend abgewandten Rückseite des Stellglieds 5 eine Druckkammer K1 gebildet. Die Druckkammer K1 wird in Bezug auf die Drehachse R radial außen vom Gehäuse 1 und radial innen vom Stellglied 5 begrenzt. Die Druckkammer K1 weist einen Einlass 10 auf, durch den von der Pumpe gefördertes Hydraulikfluid in die Druckkammer K1 einströmen und aus dieser zur Druckentlastung des Stellglieds 5 auch wieder abströmen kann. Der Einlass 10 kann unmittelbar an die Hochdruckseite der Förderkammer 2 angeschlossen sein. Der Einlass/Auslass 10 kann alternativ auch erst stromab der Förderkammer 2 bzw. des Auslasses O an die Hochdruckseite der Pumpe angeschlossen sein, zweckmäßigerweise über einen noch innerhalb des Gehäuses 1 verlaufenden Verbindungskanal.

[0033] Das Stellglied 5 bildet an seinem Außenumfang mit gegenüberliegend zugewandten Kammerwandstrukturen 1a enge, in Stellrichtung S erstreckte Gleitspalte, einen linken Gleitspalt und einen rechten Gleitspalt, um die Druckkammer K1 abzudichten. Ferner bildet das Stellglied 5 mit einer Stirnwand des Gehäuses 1 und mit einer Stirnwand des abgenommenen Gehäusedeckels axiale Gleitspalte zur Abdichtung der Druckkammer K1. Die Kammerwandstrukturen 1a sind Bestandteile des Gehäuses 1. In Abwandlungen können die Kammerwandstrukturen aber auch von separat vom Gehäuse 1

gefertigten und im Gehäuse 1 angeordneten Wandstrukturen gebildet werden, solange eine ausreichende Dichtigkeit der Druckkammer K1 gewährleistet werden kann.

[0034] Zur Verbesserung der Abdichtung sind im Bereich der vom Stellglied 5 mit den Kammerwandstrukturen 1a gebildeten Gleitspalte Dichtelemente 20 angeordnet, beispielhaft jeweils ein einziges Dichtelement 20 pro Spalt. Das Stellglied 5 weist an seinem Außenumfang Ausnehmungen 7 auf. In jeweils einer der Ausnehmungen 7 ist jeweils eines der Dichtelemente 20 angeordnet. Das jeweilige Dichtelement 20 ist an einem Boden der aufnehmenden Ausnehmung 7 abgestützt und wird von den Seitenwänden der Ausnehmung 7 in Richtung auf einen Dichtkontakt mit der gegenüberliegenden Kammerwandstruktur 1a und in die Gegenrichtung gleitbeweglich geführt. Die in Stellrichtung S gemessene Breite der jeweiligen Ausnehmung 7 und des darin aufgenommenen Dichtelements 20 sind so aufeinander abgestimmt, dass das Dichtelement 20 innerhalb seiner Ausnehmung 7 keine praktisch ins Gewicht fallende Bewegungen in und gegen die Stellrichtung S relativ zum Stellglied 5 ausführen kann. Aufgrund der Einfassung durch die Seitenwände kann das Dichtelement 20 insbesondere auch nicht verkippen bzw. verkanten. Die Seitenwände bzw. die durch die Seitenwände verwirklichte beidseitige Führung stellen/stellt sicher, dass das aufgenommene Dichtelement 20 stets einen einwandfreien Dichtkontakt mit der gegenüberliegenden Kammerwandstruktur 1a hat und der Dichtkontakt auch bei raschen und in der Richtung wechselnden Bewegungen des Stellglieds 5 intakt bleibt.

[0035] Die Ausnehmungen 7, welche die Dichtelemente 20 zur Abdichtung der Druckkammer K1 aufnehmen, stehen jeweils über einen Verbindungskanal 8 mit der Druckkammer K1 in Fluidverbindung. Das jeweilige Dichtelement 20 wird über den jeweiligen Verbindungskanal 8 an einer der gegenüberliegenden Kammerwandstruktur 1a abgewandten Rückseite mit dem Hydraulikfluid aus der Druckkammer K1 beaufschlagt und somit hydraulisch in den Dichtkontakt gedrückt.

[0036] Der Druckkammer K1 über die Drehachse R gegenüberliegend ist zwischen einem Außenumfang des Stellglieds 5 und einem gegenüberliegenden Innenumfang des Gehäuses 1 eine weitere Druckkammer K2 gebildet. Die Feder 6 ist in der Druckkammer K2 angeordnet. Das von der Pumpe geförderte Hydraulikfluid kann auch in die Druckkammer K2 eingeleitet werden. Die Druckkammer K2 weist hierfür einen eigenen Einlass 10 auf, der zugleich auch den Auslass der Druckkammer K2 bildet. Durch Einleiten des Druckfluids in die Druckkammer K2 kann das Stellglied 5 in einer gewünschten Stellposition hydraulisch blockiert und die Feder 6 entlastet werden. Grundsätzlich kann die weitere Druckkammer K2 entfallen, so dass dem in der Druckkammer K1 herrschenden Druck nur die Feder 6 entgegenwirkt. In Ausführungen, wie dem Ausführungsbeispiel, in denen am Umfang des Stellglieds 5 eine erste Druckkammer, etwa die Druckkammer K1, und dieser entgegen-

wirkend eine zweite Druckkammer, etwa die Druckkammer K2, vorgesehen sind, kann auf eine Feder auch gänzlich verzichtet werden, da das Stellglied rein hydraulisch durch eine abgestimmte Druckbeaufschlagung der beiden Druckkammern K1, K2 in jede beliebige Stellposition bewegt und in dieser hydraulisch blockiert werden kann.

[0037] Die Druckkammer K2 wird in gleicher Weise wie die Druckkammer K1 abgedichtet. Zur Abdichtung bildet das Stellglied 5 an seinem Außenumfang mit gegenüberliegenden Kammerwandstrukturen 1a weitere Gleitspalte, im Ausführungsbeispiel einen linken und einen rechten Gleitspalt. In den Gleitspalten sind zur Verbesserung der Abdichtung weitere Dichtelemente 20 angeordnet, im Ausführungsbeispiel jeweils ein einziges Dichtelement 20 pro Gleitspalt. Das zu den Gleitspalten, den Dichtelementen 20, den damit gebildeten Dichtspalten und den Ausnehmungen 7 im Zusammenhang mit der Druckkammer K1 Gesagte gilt für die Gleitspalte, die Dichtelemente 20, die damit gebildeten Dichtspalte und die Ausnehmungen 7 für die Druckkammer K2 in gleicher Weise, wobei die der Druckkammer K2 zugeordneten Ausnehmungen 7 über Verbindungskanäle 8 für eine hydraulische Beaufschlagung der Dichtelemente 20 mit der Druckkammer K2 in Fluidverbindung stehen.

[0038] Figur 2 zeigt die bereits erläuterten Funktionskomponenten der Hydraulikpumpe in einer Explosionsdarstellung, d. h. in voneinander abgerückten Positionen. Die Komponenten können aus den dargestellten Positionen durch Verschieben parallel zur Drehachse R ineinander oder aufeinander geschoben und die Pumpe auf diese Weise zusammengebaut werden. Figur 2 zeigt auch den Gehäusedeckel 1 b, der das Gehäuse 1 und dadurch die Förderkammer 2 sowie die Druckkammern K1 und K2 an einer der beiden Stirnseiten verschließt. Das Gehäuse 1 und der Gehäusedeckel 1b können auch gemeinsam als das "Gehäuse" bezeichnet werden.

[0039] Die Dichtelemente 20 können axial in die Ausnehmungen 7 eingeschoben oder grundsätzlich stattdessen auch radial in die Ausnehmungen 7 eingesetzt werden. In der Serienmontage wird das Stellglied 5 in das an der dem Gehäusedeckel 1 b zugewandten Stirnseite offene Gehäuse 1 eingeschoben. Die Dichtelemente 20 werden vorteilhafterweise erst dann axial in die Ausnehmungen 7 eingeschoben. Werden die Dichtelemente 20 vor dem Einschieben des Stellglieds 5 in dessen Ausnehmungen 7 axial eingeschoben oder in die radial offenen Ausnehmungen 7 von radial außen eingesetzt, was grundsätzlich möglich ist, müssen die Dichtelemente bei der Montage des Stellglieds 5 in den Ausnehmungen 7 gehalten werden.

[0040] Figur 3 zeigt die Hydraulikpumpe, wobei der Gehäusedeckel 1 b (Figur 2) abgenommen ist, in einer perspektivischen Sicht auf eine Längsschnittebene, die sich durch zwei Dichtelemente 20 erstreckt. Die Dichtelemente 20 weisen jeweils Strukturbereiche unterschiedlicher Funktion auf. Bei den Strukturbereichen handelt es sich um einen Dichtstrukturbereich 21, der im Folgen-

den als Dichtstruktur bezeichnet wird, und einen Federstrukturbereich 24, der im Folgenden als Federstruktur bezeichnet wird. Das jeweilige Dichtelement 20 ist mit seiner Dichtstruktur 21 im Dichtkontakt mit der gegenüberliegenden Kammerwandstruktur 1a. Die Federstruktur 24 ist der Kammerwandstruktur 1a gegenüberliegend am Stellglied 5 abgestützt, im Ausführungsbeispiel am Boden der aufnehmenden Ausnehmung 7, und drückt die Dichtstruktur 21 mit Federkraft in den Dichtkontakt.

[0041] Die Dichtelemente 20 sind in eine Längsrichtung L langgestreckt. Die jeweilige Dichtstruktur 21 ist eine in Längsrichtung L erstreckte Dichtleiste. Die Ausnehmungen 7 sind axial gerade. Im Ausführungsbeispiel verlaufen sie parallel zur Drehachse R. In Abwandlungen könnten sie auch schräg zur Drehachse R verlaufen, d. h. die Drehachse R in einem Abstand kreuzen. In anderen Abwandlungen könnten die Ausnehmungen am Außenumfang des Stellglieds 5 in einer Draufsicht auf den Außenumfang einen einfachen Bogen beschreiben oder einen wellenförmigen Verlauf haben. Die Dichtstrukturen 21 sind dem Verlauf der Ausnehmungen 7 entsprechend in Längsrichtung L gerade. In den genannten Abwandlungen könnten sie auch in Draufsicht auf den Außenumfang des Stellglieds 5 einen einfachen Bogen beschreiben oder einen Wellenverlauf aufweisen. Gerade Ausnehmungen 7 und entsprechend in Längsrichtung L gerade Dichtelemente 20 erleichtern jedoch die Montage, da die Dichtelemente 20 von der Stirnseite her in Längsrichtung L, beispielsweise parallel zur Drehachse R, in die Ausnehmungen 7 eingeschoben werden können.

[0042] Beim jeweiligen Dichtelement 20 wird die von der Federstruktur 24 durch Einfedern erzeugte Federkraft an der dem Dichtkontakt abgewandt gegenüberliegenden Rückseite der Dichtstruktur 21 in Richtung auf den Dichtkontakt in die Dichtstruktur 21 eingeleitet. Die Federkraft wird durch eine elastische Verformung der jeweiligen Federstruktur 24 in einer in Längsrichtung L des jeweiligen Dichtelements 20 erstreckten Federebene erzeugt. Wären die Dichtelemente 20 in Draufsicht auf den Außenumfang des Stellglieds 5 bogenförmig oder wellenförmig, würde sich die jeweilige Federstruktur 24 in einer entsprechend bogen- oder wellenförmigen Federfläche elastisch verformen.

[0043] Die Dichtelemente 20 sind jeweils mit einer Federvorspannkraft angeordnet. Die Federvorspannkraft ist so bemessen, dass die jeweilige Dichtstruktur 21 in allen Stellpositionen, die das Stellglied 5 einnehmen kann, mit einer gewissen, also von Null verschiedenen Federkraft in den Dichtkontakt gedrückt wird. Auf diese Weise kann eine Variation der Weite des jeweiligen Gleitspalts kompensiert werden. In vorteilhaften Ausführungen ist die Federvorspannkraft so groß, dass die Federstruktur 24 die Dichtstruktur 21 des gleichen Dichtelements 20 in allen Betriebszuständen der Pumpe in den Dichtkontakt mit der gegenüberliegenden Kammerwandstruktur 1a drückt. Auf diese Weise werden Unterschiede in den Wärmedehnungen der den jeweiligen

Gleitspalt bildenden Komponenten, nämlich des Stellglieds 5 und der Kammerwandstrukturen 1a, kompensiert. In noch weiterer Verbesserung ist die Federvorspannkraft so groß, dass Variationen der Spaltweite, die bei der Stellbewegung und/oder aufgrund von Temperaturänderungen auftreten können, über die planmäßige Lebensdauer der Pumpe durch die Federvorspannkraft kompensiert werden. Vorteilhaft ist auch, wenn durch eine bei der Montage bereits hergestellte Federvorspannung und dadurch erzeugte Federvorspannkraft auch eine über die Betriebszeit eintretende Relaxation des Materials des jeweiligen Dichtelements 20 kompensiert wird.

[0044] Die Ausnehmungen 7 erstrecken sich parallel zur Drehachse R axial durchgehend, sind also an ihren beiden Stirnseiten offen. Die Dichtstrukturen 21 erstrecken sich in vorteilhaften Ausführungen über die gesamte axiale Länge der jeweiligen Ausnehmung 7, so dass sie Dichtspalte auch mit den axial gegenüberliegend zugewandten Stirnflächen von Gehäuse 1 und Gehäusedeckel 1b bilden.

[0045] Die Figuren 4 bis 6 zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel einer Hydraulikvorrichtung. Die Hydraulikvorrichtung des zweiten Ausführungsbeispiels ist ein Nockenwellenphasensteller zur Verstellung der Phasenlage einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine relativ zu einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine.

[0046] Figur 4 zeigt den Nockenwellenphasensteller in einer Explosionsdarstellung. Der Nockenwellenphasensteller ist als hydraulischer Schwenkflügelmotor gebildet. Der Nockenwellenphasensteller umfasst ein Stellglied 15 und ein das Stellglied 15 umgebendes Gehäuse 11. Das Gehäuse 11 wird an einer Stirnseite von einem Gehäusedeckel 13 und an der gegenüberliegenden Stirnseite von einem Gehäusedeckel 14 verschlossen. Das Stellglied 15 ist in der Gehäuseanordnung 11, 13 und 14 um eine Drehachse R innerhalb eines gewissen Drehwinkelbereichs hin und her drehbeweglich und dadurch relativ zum Gehäuse 11 und den damit unbeweglich verbundenen Gehäusedeckeln 13 und 14 verstellbar. Als das "Gehäuse" im Sinne der Erfindung können auch das Gehäuse bzw. Gehäuseteil 11 gemeinsam mit den Gehäusedeckeln 13 und 14 bezeichnet werden.

[0047] Bei der Montage an einer Brennkraftmaschine wird das Stellglied 15 Drehmoment übertragend mit einer Nockenwelle gekoppelt. Der Nockenwellenphasensteller kann insbesondere an einem axialen Ende der Nockenwelle angeordnet und das Stellglied 15 drehunbeweglich mit der Nockenwelle verbunden werden. Die Gehäuseanordnung 11, 13 und 14 wird Drehmoment übertragend mit einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine gekoppelt. Die Gehäuseanordnung 11, 13 und 14 wird drehzahlfest, d. h. drehzahlinvariant, mit der Kurbelwelle gekoppelt. Die Kopplung kann als Zahnriementrieb oder als Kettentrieb oder, wie im Ausführungsbeispiel, als Zahnradkopplung gebildet sein. Im Ausführungsbeispiel ist der Gehäusedeckel 13 mit einem Antriebsrad, im Beispiel ein Zahnrad, versehen. In Modifikationen kann das

Antriebsrad stattdessen auch am Außenumfang des Gehäuses 11 oder am anderen Gehäusedeckel 14 vorgehen sein. Das drehzahlfest mit der Kurbelwelle gekoppelte oder koppelbare Gehäuse 11 wird üblicherweise als "Stator" und das drehzahlfest mit der Nockenwelle gekoppelte oder koppelbare Stellglied 15 wird üblicherweise als "Rotor" bezeichnet.

[0048] Figur 5 zeigt die Anordnung aus Gehäuse 11 und Stellglied 15 ohne die Gehäusedeckel 13 und 14 in einer perspektivischen Sicht. Das Gehäuse 11 bildet einen äußeren Ring, von dem nach radial innen mehrere Backen 12 vorstehen. Das Stellglied 15 weist einen Ring auf, von dem nach radial außen, in Richtung auf einen Innenumfang des Gehäuses 11, Flügel 16 vorstehen. Jeweils einer der Flügel 16 ragt radial zwischen zwei benachbarte Backen 12 vor, so dass die Winkelabstände der benachbarten Backen 12 den maximalen Stellweg für die relative Drehverstellung des Stellglieds 15 bestimmen. In Figur 5 nimmt das Stellglied 15 relativ zum Gehäuse 11 eine Drehendposition ein, aus der es hydraulisch in die Stellrichtung S, beispielhaft im Uhrzeigersinn, verstellt werden kann. Das Stellglied 15 kann hydraulisch wahlweise in die Stellrichtung S oder der Stellrichtung S entgegen in die Stellgegenrichtung verstellt werden. Die beiden Drehendpositionen werden durch Anschlagkontakt wenigstens eines der Flügel 16 an einem der Backen 12 vorgegeben.

[0049] In Umfangsrichtung ist zwischen jedem der Flügel 16 und der in Stellgegenrichtung nächsten Backe 12 eine Druckkammer K1 in Form einer Voreilkammer und mit der jeweils in die Stellrichtung S nächsten Backe 12 eine weitere Druckkammer K2 in Form einer Nacheilkammer gebildet. Werden die Voreilkammern K1 mit einem Hydraulikfluid unter Druck gesetzt und die Nacheilkammern K2 im Druck entlastet, wird das Stellglied 15 relativ zum Gehäuse 11 in die Stellrichtung S, auf Voreilung, verstellt. Werden die Nacheilkammern K2 mit dem Hydraulikfluid unter Druck gesetzt und die Voreilkammern K1 im Druck entlastet, wird das Stellglied 15 in die Stellgegenrichtung verstellt.

[0050] Die Druckkammern K1 und K2 weisen jeweils einen Einlass 18 für das Hydraulikfluid auf. In Figur 5 sind nur die Einlässe 18 der Druckkammern K2 erkennbar. Die Druckkammern K1 weisen Einlässe 18 der gleichen Art auf, die in Figur 5 von den Backen 12 verdeckt werden, also radial unter den Backen 12 münden. Der Einlass 18 bildet zugleich auch den Auslass der jeweiligen Druckkammer K1 und K2. Im Ausführungsbeispiel erstreckt sich vom jeweiligen Einlass/Auslass 18 ausgehend ein Verbindungskanal zumindest im Wesentlichen radial durch den Ring des Stellglieds 15. Die Verbindungskanäle münden an einer Innenumfangsfläche des Stellglieds 15. Zum Nockenwellenphasensteller gehört ein Steuerventil, das zentral im Stellglied 15 angeordnet wird, um in Abhängigkeit von Steuersignalen einer Maschinensteuerung der Brennkraftmaschine wahlweise entweder die Voreilkammern K1 oder die Nacheilkammern K2 mit dem Hydraulikfluid zu versorgen und die

jeweils andere Kammerart im Druck zu entlasten.

[0051] Wahlweise können auch beide Kammergruppen K1 und K2 geschlossen werden, um das Stellglied 15 in einer Zwischenposition hydraulisch zu blockieren. Eine Steuerung eines Phasenstellers mittels Steuerventil, die auch beim Phasensteller der Erfindung verwirklicht werden kann, geht beispielsweise aus der EP 2 365 193 B1 hervor.

[0052] In der in Figur 5 eingenommenen Endposition ist das Stellglied 15 relativ zum Gehäuse 11 verriegelt. Eine in Figur 6 erkennbare Feder, die auf Torsion beansprucht ist, dreht das Stellglied 15 in die in Figur 5 eingenommene Endposition, wenn der Druck des Hydraulikfluids einen Minimaldruck unterschreitet. In den meisten praktischen Anwendungen, wie etwa in Kraftfahrzeugen, nimmt das Stellglied 15 diese Endposition im Leerlauf und insbesondere bei nichtlaufender Brennkraftmaschine ein. Für die Verriegelung sorgt ein Verriegelungsprofil 19, der in eine axiale Richtung mit Federkraft beaufschlagt ist und unter der Wirkung der Federkraft bei Erreichen der Endposition in eine in der Endposition axial gegenüberliegende Vertiefung eines der beiden Gehäusedeckel 13 und 14, im Ausführungsbeispiel des Gehäusedeckels 13, vorschnappt. Baut sich nach dem Starten der Brennkraftmaschine ein ausreichender Hydraulikdruck auf und werden die Druckkammern K1 mit dem Hydraulikfluid beaufschlagt, löst sich die Verriegelung.

[0053] Figur 6 zeigt den Nockenwellenphasensteller in einem Längsschnitt im zusammengebauten Zustand und ebenfalls ohne das zentrale Steuerventil.

[0054] Die Druckkammern K1 und K2 werden an den Stirnseiten des Stellglieds 15 in jeweils einem axialen Gleitspalt abgedichtet, den das Stellglied 15 mit dem jeweiligen Gehäusedeckel 13 und 14 bildet. Zur radialen Abdichtung der Druckkammern K1 und K2 bilden das Gehäuse 11 und das Stellglied 15 am Innenumfang der Backen 12 und am Außenumfang der Flügel 16 radiale Gleitspalte. Um die Dichtigkeit zu verbessern, ist am Außenumfang jedes Flügels 16 ein Dichtelement 50 angeordnet. Die Dichtelemente 50 bilden jeweils mit der radial gegenüberliegenden Kammerwandstruktur 11a des Gehäuses 11 einen Dichtspalt. Die Kammerwandstrukturen 11a erstrecken sich als Ringsegmente jeweils zwischen benachbarten Backen 12 des Gehäuses 11. Die mit den Dichtelementen 50 gebildeten Dichtspalte dichten die beiden zwischen benachbarten Backen 12 gelegenen Druckkammern K1 und K2 gegeneinander und sorgen so für eine verbesserte fluidische Trennung dieser benachbarten Kammern K1 und K2.

[0055] An den Innenumfängen der Backen 12 sind im Ausführungsbeispiel keine Dichtelemente vorgesehen. In Weiterentwicklungen kann an dem Innenumfang jedes der Backen 12 ebenfalls ein Dichtelement, insbesondere ein Dichtelement der erfindungsgemäßen Art, angeordnet sein und mit dem zugewandt gegenüberliegenden Außenumfang des Stellglieds 15 einen Dichtspalt bilden. In derartigen Weiterbildungen würden die zwischen benachbarten Flügeln 16 gelegenen Umfangsabschnitte

des Stellglieds 15 Kammerwandstrukturen im Sinne der Erfindung bilden.

[0056] Die Dichtelemente 50 sind in Ausnehmungen 17 angeordnet. Jeder der Flügel 16 weist an seinem Außenumfang eine Ausnehmung 17 auf. Die Ausnehmungen 17 erstrecken sich jeweils von einer Stirnseite des Stellglieds 15 zur anderen Stirnseite axial durchgehend. Die Dichtelemente 50 drücken jeweils mit Federkraft in den Dichtkontakt. Das jeweilige Dichtelement 50 ist in seiner aufnehmenden Ausnehmung 17 abgestützt, so dass die Federkraft aufgebracht werden kann, und in Richtung auf den Dichtkontakt und die Gegenrichtung an den in Umfangsrichtung einander gegenüberliegenden Seitenwänden der Ausnehmung 17 geführt.

[0057] Die Dichtelemente 50 weisen, den Dichtelementen 20 der Hydraulikpumpe vergleichbar, jeweils eine Dichtstruktur 51 und eine Federstruktur 54 auf, die in einem Stück geformt sind. Die Dichtstruktur 51 weist an einer Vorderseite des Dichtelements 50 eine Dichtfläche auf, mit der das Dichtelement 50 in den Dichtkontakt mit der gegenüberliegenden Kammerwandstruktur 11a des Gehäuses 11 ist. Die Anordnung und Wirkungsweise der Dichtelemente 50 ist bei Zusammenschau der Figuren 5 und 6 ohne Weiteres erkennbar. Das jeweilige Dichtelement 50 stützt sich mit seiner Federstruktur 54 am Boden der aufnehmenden Ausnehmung 17 ab und drückt die Dichtstruktur 51 mit Federkraft in den Dichtkontakt. Die Dichtelemente 50 sind jeweils mit einer Federvorspannkraft eingebaut.

[0058] Für die Dichtelemente 50, die Ausnehmungen 17, die Abstützung und Führung der Dichtelemente 50 und den Einbau mit Federvorspannkraft gelten die zur Hydraulikpumpe zu den Dichtelementen 20 und Ausnehmungen 7 gemachten Ausführungen.

[0059] Nachfolgend werden Dichtelemente in unterschiedlichen Ausführungen erläutert. Jedes der Dichtelemente kann die Dichtelemente 20 der Hydraulikpumpe und die Dichtelemente 50 des Nockenwellenphasenstellers ersetzen. Sämtlichen Ausführungen ist gemein, dass eine Dichtstruktur, die an einer freien Vorderseite des jeweiligen Dichtelements eine Dichtfläche für den Dichtkontakt aufweist, und eine Federstruktur in einem Stück geformt sind und das Dichtelement als Einheit von Dichtstruktur und Federstruktur wirkt und gehandhabt, insbesondere als Einheit montiert werden kann. Die Dichtelemente sind jeweils für den Einbau in einer Ausnehmung, die insbesondere den Ausnehmungen 7 der Hydraulikpumpe oder den Ausnehmungen 17 des Nockenwellenphasenstellers entsprechen kann, vorgesehen. Die Dichtelemente sind in 10er Schritten durchnummeriert. Strukturen und Unterstrukturen gleicher Funktion sind mit jeweils der gleichen Endziffer bezeichnet. So bezeichnen beispielsweise die Endziffer "1" die jeweilige Dichtstruktur, die Endziffer "2" deren Dichtfläche, die Endziffer "3" die Führung und die Endziffer "4" die jeweilige Federstruktur.

[0060] Figur 7 zeigt das am Beispiel der Hydraulikpumpe erläuterte Dichtelement 20 in drei Isometrien.

[0061] Die Dichtstruktur 21 ist eine schlanke, in Längsrichtung L erstreckte Dichtleiste. Sie weist an einer freien Vorderseite eine Dichtfläche 22 für den Dichtkontakt auf. Die Dichtfläche 22 ist plan. Sie kann in Abwandlungen aber auch gewölbt sein, insbesondere in Anpassung an eine gegebenenfalls gewölbte Dichtgegenfläche. So ist beispielsweise die von den Kammerwandstrukturen 11a des Nockenwellenphasenstellers gebildete Dichtgegenfläche in Bezug auf das Stellglied 15 konkav gewölbt, zweckmäßigerweise kreisrund. Die Dichtfläche 22 kann für eine derartige Verwendung des Dichtelements 20 an die Dichtgegenfläche angepasst gewölbt sein. Im Hinblick auf die Fertigung, insbesondere den Herstellpreis, ist eine plane Dichtfläche 22 von Vorteil. In Abwandlungen kann die Dichtfläche 22 in Bezug auf die Dichtstruktur 21 nach innen, d. h. in Bezug auf die gegenüberliegende Dichtgegenfläche konkav gewölbt sein. Eine in Bezug auf die Dichtgegenfläche konkav gewölbte Dichtfläche 22 oder eine auch bei konkaver Dichtgegenfläche plane Dichtfläche 22 hat mit der Dichtgegenfläche nur einen linienförmigen Kontakt oder Kontakt nur in einem oder zwei oder noch mehr parallelen schmalen Streifen. Ein linienförmiger Kontakt oder ein Kontakt nur in einem oder mehreren schmalen Streifen kann über die gesamte Länge gesehen präziser als ein demgegenüber großflächiger Dichtkontakt eingestellt werden. In der Einlaufphase reiben sich die Gleitpartner, nämlich das Dichtelement 50 und die damit zusammenwirkende Kammerwandstruktur 11a, im ersten Ausführungsbeispiel das Dichtelement 20 und die Kammerwandstruktur 1a, aneinander ein, so dass die Fläche des Dichtkontakts vergrößert wird, ein definierter Dichtkontakt aber dennoch erhalten bleibt oder bei von Anfang an flächigem Dichtkontakt noch verbessert wird.

[0062] Die Dichtstruktur 21 ist balkenförmig. Sie weist an ihren Längsseiten parallele Seitenflächen auf, die Führungen 23 für die Führung in der aufnehmenden Ausnehmung, beispielsweise einer der Ausnehmungen 7 oder 17, bilden. Die Führungen 23 dienen der Führung der Dichtstruktur 21 in Richtung auf den Dichtkontakt und in die Gegenrichtung. Die aufnehmende Ausnehmung 7 oder 17 weist, wie bereits erläutert, entsprechende Führungsebenen in Form ihrer Seitenwände auf.

[0063] Die Dichtstruktur 21 ist in Bezug auf die im Betrieb auf sie wirkenden Kräfte steif gegen Verformung, insbesondere gegen Biegeverformung entlang ihrer in Längsrichtung L gemessenen Länge, so dass im Betrieb ein gleichmäßiger Dichtkontakt über ihre gesamte Länge gewährleistet ist.

[0064] Die Federstruktur 24 kragt an einer Rückseite der Dichtstruktur 21 nahe den beiden axialen Enden von der Dichtstruktur 21 jeweils in einem Wurzelbereich aus und erstreckt sich vom linken und rechten Wurzelbereich ausgehend in Längsrichtung L. Die Federstruktur 24 hat die Form eines flachen Bügels oder Bogens, der sich von einem axialen Ende der Dichtstruktur 21 bis zum anderen axialen Ende erstreckt und nur nahe den axialen Enden der Dichtstruktur 21 mit dieser verbunden ist. Zwischen

den im Vergleich zur Länge der Dichtstruktur 21 kurzen Wurzelbereichen ist die Federstruktur 24 von der Dichtstruktur 21 freigestellt. Die Länge des freigestellten Bereichs zwischen den Wurzelbereichen beträgt vorteilhafterweise wenigstens 50 % oder wenigstens 70 % oder wenigstens 80 % der axialen Länge der Dichtstruktur 21.

[0065] Für ein Dichtelement als solches, beispielsweise das Dichtelement 20, beschreibt das Wort "axial" eine Position in Bezug auf oder eine Erstreckung in die Längsrichtung L. Im eingebauten Zustand ist die Längsrichtung L des jeweiligen Dichtelements in vorteilhaften Ausführungen, wie etwa in den illustrierten Ausführungsbeispielen, parallel zur Drehachse einer Komponente der Hydraulikvorrichtung, im ersten Ausführungsbeispiel des Förderrotors 3 und im zweiten Ausführungsbeispiel des Stellglieds 15. Die Dichtelemente sind in den Ausführungsbeispielen in Längsrichtung L gerade. In Abwandlungen können sie aber auch in einer Draufsicht auf die jeweilige Dichtfläche in Längsrichtung von einem geraden Verlauf abweichen und eine Krümmung oder Pfeilung aufweisen. Die Verwendung des Begriffs "Längsrichtung" schränkt das jeweilige Dichtelement noch nicht auf einen geraden Verlauf ein, obgleich ein in Längsrichtung kontinuierlich durchgehend gerader Verlauf vorteilhaft ist.

[0066] Die Federstruktur 24 weist in einem zentralen Bereich zwischen den Wurzelbereichen einen von der Dichtstruktur 21 weg konkav nach außen gewölbten Abstützbereich 25 auf, mit dem sie sich im eingebauten Zustand in der aufnehmenden Ausnehmung 7 oder 17 abstützt. Anstelle eines in Bezug auf die Dichtstruktur 21 konkaven Abstützbereichs 25 kann die Federstruktur 24 zwischen den Wurzelbereichen auch einen von der Dichtstruktur 21 weg vorstehenden Nocken oder eine vorstehende Rippe aufweisen, um einen nur lokalen, d. h. im Vergleich zur Längserstreckung der Federstruktur 24 kürzeren Abstützbereich zu erhalten. Durch die Bereitstellung des lokalen Abstützbereichs 25 in Form einer Ausbauchung anstelle eines Nockens, einer Rippe oder dergleichen kann der Federweg der Federstruktur 24 vorteilhaft vergrößert werden.

[0067] Die Federstruktur 24 ist zur Erzeugung der Federkraft in einer dem Verlauf der Dichtstruktur 21 in Längsrichtung L folgenden, zumindest im Wesentlichen orthogonal zur Dichtfläche 22 erstreckten Federfläche elastisch verformbar. Die Dichtstruktur 21 überlappt die Federfläche in einer Draufsicht auf die Dichtfläche 22 vollständig. Im Ausführungsbeispiel überlappt sie auch die Federstruktur 24 in der Draufsicht vollständig. Aufgrund des in Längsrichtung geraden Verlaufs der Dichtstruktur 21 ist die Federfläche, in der die Federstruktur 24 einfederbar ist, eine Federebene, d. h. die Federfläche ist plan.

[0068] Die Federstruktur 24 wird im eingebauten Zustand primär auf elastische Biegung beansprucht, wirkt also als Biegefeder. Die Federebene der Federstruktur 24 erstreckt sich in Längsrichtung L der Dichtstruktur 21. Bezogen auf den eingebauten Zustand erstreckt sich die

Federebene in bevorzugten Ausführungen, wie etwa in den Ausführungsbeispielen, orthogonal zur Stellrichtung S des jeweiligen Stellglieds, wie etwa der Stellglieder 5 und 15 der Ausführungsbeispiele. Grundsätzlich wäre jedoch auch eine Schrägstellung zur Stellrichtung S denkbar. Die Federebene wäre in derartigen Modifikationen allerdings noch parallel zur Längserstreckung der aufnehmenden Ausnehmung erstreckt.

[0069] Für Verwendungen, in denen die Dichtstruktur 21 an ihrer der Dichtfläche 22 gegenüberliegend abgewandten Rückseite mit dem Hydraulikfluid beaufschlagt und dadurch mit hydraulischer Unterstützung oder primär hydraulisch in den Dichtkontakt gedrückt werden soll, wie etwa bei der Hydraulikpumpe des Ausführungsbeispiels, ist die Federstruktur 24 zumindest bereichsweise schmaler als die aufnehmende Ausnehmung. Im Falle des Dichtelements 20 ist die Federstruktur 24 über ihre gesamte Länge geringfügig schmaler als die Dichtstruktur 21 und somit auch geringfügig schmaler als die aufnehmende Ausnehmung, beispielsweise die Ausnehmung 7. Die verringerte Breite ist in Figur 7 deutlich in den Wurzelbereichen der Federstruktur 24 in Form jeweils eines Rücksprungs 26 an beiden Seiten des Dichtelements 20 erkennbar. Aufgrund der verringerten Breite pflanzt sich eine Druckerhöhung rasch und gleichmäßig an der Rückseite über die gesamte Länge der Dichtstruktur 21 fort.

[0070] Die Federstruktur 24 ist über ihre gesamte Länge und über ihre Höhe schmaler als die Dichtstruktur 21. In Abwandlungen kann die Federstruktur 24 zur Herstellung einer Fluidverbindung für das Hydraulikfluid auch nur bereichsweise ausgenommen sein, beispielsweise in einem oder in beiden Wurzelbereich(en) und/oder im Abstützbereich 25 und/oder in einem oder beiden sich in Längsrichtung L zwischen dem Abstützbereich 25 und jeweils einem der Wurzelbereiche erstreckten Federabschnitt(en). Anstelle oder zusätzlich zu einer oder mehreren Ausnehmungen kann die Fluidverbindung auch mittels eines oder mehrerer durch die Federstruktur 24 erstreckten Durchgangs oder Durchgänge geschaffen werden.

[0071] Figur 8 zeigt ein Dichtelement 30 eines zweiten Ausführungsbeispiels in einer Seitenansicht und drei Isometrien. Das Dichtelement 30 weist eine Dichtstruktur 31 und eine Federstruktur 34 auf, die in einem Stück geformt sind. Die Federstruktur 34 ist wie im ersten Ausführungsbeispiel als Bügel oder Bogen geformt, der sich von einem Wurzelbereich in Längsrichtung gesehen an einem Ende der Dichtstruktur 31 bis zu einem zweiten Wurzelbereich am anderen Ende der Dichtstruktur 31 erstreckt. Im Unterschied zur Federstruktur 24 ist die Federstruktur 34 zwischen ihren Wurzelbereichen von der Dichtstruktur 31 weg nach außen, d. h. einfach konkav zur Dichtstruktur 31 gewölbt. Der in Längsrichtung erstreckte Federabschnitt der Federstruktur 34 ist als einfacher Bogen geformt. Das Dichtelement 30 hat in der Seitenansicht die Form eines flachen "D". Der Mittelabschnitt des Bogens, der von der Dichtstruktur 31 den

größten Abstand aufweist, bildet den Abstützbereich 35 des Dichtelements 30. Wegen des aus der Bogenform sich ergebenden Abstützbereichs 35 kann auf ein ausgeformtes Abstützelement, vergleichbar dem Abstützbereich 25 des ersten Ausführungsbeispiels, verzichtet werden.

[0072] Zur Verbesserung der Federeigenschaft der Federstruktur 34 ist für den Bogenabschnitt an beiden axialen Enden, jeweils im Wurzelbereich eine Freistellung 37 in Form einer Aufweitung vorgesehen.

[0073] Ein weiterer Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel besteht in der Ausgestaltung der Zuführung für das Hydraulikfluid zur Rückseite der Dichtstruktur 31. Für die Zuführung ist in den Wurzelbereichen der Federstruktur 34 an beiden Seiten jeweils eine Ausnehmung 36 geformt, so dass an den axialen Enden des Dichtelements 30 beidseits jeweils eine Fluidverbindung für das Hydraulikfluid erhalten wird. Anstatt nur einer oder mehrerer lokaler Ausnehmungen 36 kann die Federstruktur 34 wie im ersten Ausführungsbeispiel über ihre gesamte Länge und Höhe schmaler als die Dichtstruktur 31 sein. Wie bereits zum Dichtelement 20 erwähnt, kann eine Fluidverbindung auch mittels eines Durchgangs durch die Federstruktur 34, beispielsweise mittels einer einfachen Bohrung oder mehrerer Bohrungen hergestellt werden. Eine oder mehrere Ausnehmungen kann oder können auch mit einem oder mehreren Durchgängen zugleich verwirklicht sein.

[0074] Von den erläuterten Unterschieden abgesehen, gelten für das Dichtelement 30 die Ausführungen zum Dichtelement 20 des ersten Ausführungsbeispiels in gleicher Weise. So weist die Dichtstruktur 31 an ihren Seiten wie im ersten Ausführungsbeispiel in Längsrichtung erstreckte parallele Führungen 33 für die Geradföhrung in Richtung auf den Dichtkontakt und in die Gegenrichtung auf.

[0075] Figur 9 zeigt in einer Seitenansicht und zwei Isometrien ein Dichtelement 40 eines dritten Ausführungsbeispiels. Das Dichtelement 40 unterscheidet sich vom Dichtelement 20 des ersten Ausführungsbeispiels nur durch die Formung eines Anschlags 48, der an der Rückseite der Dichtstruktur 41 in Richtung auf die Federstruktur 44 aufragend geformt ist. Der Anschlag 48 ist axial im Bereich der ausgebauchten Abstützung 45 angeordnet, im Ausführungsbeispiel unter der Stelle der größten Ausbauchung. Der Anschlag 48 ist an der Dichtstruktur 41 als aufragende Rippe geformt. Mit dem Anschlag 48 wird der Federweg der Federstruktur 44 begrenzt, um der Federstruktur 44 eine maximal mögliche Deformation vorzugeben. Durch die Begrenzung der Deformation kann vorteilhafterweise einer Beschädigung bei der Handhabung des Dichtelements 40, insbesondere in der Serienmontage, verhindert werden. In einer Abwandlung kann ein dem Anschlag 48 vergleichbarer Anschlag nicht an der Dichtstruktur 41, sondern an der Federstruktur 44 in Richtung auf die Dichtstruktur 41 vorragend geformt sein. Der Systematik der anderen Ausführungsbeispiele folgend ist mit 42 die Dichtfläche, mit

43 die seitliche Führung der Dichtstruktur 41, und mit 46 die Fluidverbindung, hier in Form eines Rücksprungs, bezeichnet.

[0076] Figur 10 zeigt das am Beispiel des Nockenwellenphasenstellers erläuterte Dichtelement 50 als ein viertes Ausführungsbeispiel in drei Isometrien. Das Dichtelement 50 ist vom Dichtelement 20 des ersten Ausführungsbeispiels abgeleitet. Es weist im Unterschied zum Dichtelement 20 zwei Abstützungen 55, jeweils in Form eines zur Dichtstruktur 51 konkav ausgebauchten Abschnitts, ferner an den Innenseiten der Wurzelbereiche jeweils eine durch Aufweitung erhaltene Freistellung 57 der Federstruktur 54 und eine alternativ verwirklichte Zuführung 56 für das Hydraulikfluid auf. Die Zuführung 56 wird durch zwei eingebauchte Federabschnitte jeweils zwischen einem der Wurzelbereiche und der nächstgelegenen Abstützung 55 gebildet. Noch ein Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel besteht darin, dass zwischen den Abstützungen 55 ein in Bezug auf die Dichtstruktur 51 konvex eingebauchter Anschlag 58 geformt ist. Der Anschlag 58 begrenzt, dem Anschlag 48 des dritten Ausführungsbeispiels vergleichbar, die maximal mögliche Deformation der Federstruktur 54 und schützt das Dichtelement 50 daher vor Beschädigung aufgrund Deformation, insbesondere während der Montage des Dichtelements 50. Mit 52 ist die Dichtfläche und mit 53 sind die seitlichen Führungen der Dichtstruktur 51 bezeichnet. Von den beschriebenen Unterschieden abgesehen entspricht das Dichtelement 50 dem Dichtelement 20 des ersten Ausführungsbeispiels.

[0077] Figur 11 zeigt ein Dichtelement 60 eines fünften Ausführungsbeispiels in einer Seitenansicht und zwei Isometrien. Während sich die Federstrukturen der bisherigen Ausführungsbeispiele längs der jeweiligen Dichtstruktur von einem ersten Wurzelbereich bis zu einem zweiten Wurzelbereich als geschlossener Bogen, beispielhaft als einfacher Bogen im Falle des Dichtelements 30 oder axial als einfach oder mehrfach gewellter Bogen im Falle der Dichtelemente 20, 40 und 50, erstrecken, weist das Dichtelement 60 eine Federstruktur 64 mit zwei zur Dichtstruktur 61 konkav bogenförmigen Federabschnitten, die jeweils mit 64 bezeichnet sind, auf. Die Federabschnitte 64 ragen ausgehend von jeweils einem in Längserstreckung äußeren Wurzelbereich in einem lichten Abstand von der Dichtstruktur 61 in Längsrichtung L aufeinander zu. Dementsprechend weisen sie mit ihren freien Enden in Längsrichtung L aufeinander zu. Die beiden Federabschnitte 64 können in der in Längsrichtung L erstreckten Federebene unabhängig voneinander elastisch gebogen werden. Im eingebauten Zustand werden sie jedoch aufgrund der geometrischen Verhältnisse am Einbauort und der vorteilhafterweise vorhandenen Federvorspannung gleichzeitig auf Biegung beansprucht, erzeugen also die auf die Dichtstruktur 61 wirkende Federkraft gemeinsam. Anzumerken ist noch, dass mit 67 eine Freistellung des Federabschnitts 64 im Wurzelbereich des jeweiligen Federabschnitts 64 bezeichnet ist. Mit 62 ist die Dichtfläche, mit 63 sind die

seitlichen Führungen der Dichtstruktur 61, und mit 65 ist der Abstützbereich am freien Ende des jeweiligen Federabschnitts 64 bezeichnet.

[0078] Die Federabschnitte 64 können an ihren einander gegenüberliegenden, freien Enden um jeweils einen Abschnitt verlängert sein, der sich ein Stück weit in Richtung auf die Dichtstruktur 61 erstreckt. Auf diese Weise kann für jeden der Federabschnitte 64 ein definierter Anschlag zur Begrenzung der Deformation erhalten werden, in der Wirkung vergleichbar dem Anschlag 48 des dritten Ausführungsbeispiels. Durch abknickende, vorzugsweise rund nach innen zur Dichtstruktur 61 gebogene Enden kann insbesondere ein Einfädeln des Dichtelements 60 bei der Montage verhindert werden. Die Begrenzung der Deformation dient nur dem Schutz vor unbeabsichtigter Beschädigung bei Montage. Eine Anschlagfunktion wird, wie im Übrigen auch in allen anderen Ausführungen des Dichtelements, derart verwirklicht, dass sich unter den im Betrieb zu erwartenden Bedingungen kein Anschlagkontakt einstellt, sondern stets zumindest ein minimaler Restfederweg verbleibt.

[0079] Figur 12 zeigt ein Dichtelement 70 eines sechsten Ausführungsbeispiels in einer Seitenansicht und zwei Isometrien. Das Dichtelement 70 weist wie das Dichtelement 60 des vorhergehenden Ausführungsbeispiels zwei unabhängig voneinander elastisch verformbare Federabschnitte 74 auf. Die Federabschnitte 74 ragen an der Rückseite der Dichtstruktur 71 in Längsrichtung L des Dichtelements 70 allerdings aus einem in Längserstreckung mittleren Wurzelbereich voneinander weg. In der Seitenansicht weist das Dichtelement 70 die Form eines flachen "K" auf. Zur Verbesserung der elastischen Biegeeigenschaft der Federabschnitte 74 ist im Wurzelbereich des jeweiligen Federabschnitts 74 eine Freistellung 77 geformt. Die Federabschnitte 74 spreizen sich in Längsrichtung unter Ausbildung einer schwach konkaven Wölbung in Längsrichtung L nach außen voneinander ab. Grundsätzlich könnten die Federabschnitte 74 in der Seitenansicht auch einfach schräg, gerade auskragen. Mit 72 ist die Dichtfläche, mit 73 ist die seitliche Führung der Dichtstruktur 71, und mit 75 ist der Abstützbereich am freien Ende des jeweiligen Federabschnitts 74 bezeichnet. Die Federabschnitte 74 können an ihren äußeren Enden nach innen abknickend, vorzugsweise rund gebogen abknickend, verlängert sein, um an beiden Enden jeweils eine Begrenzung der Deformation in definierter Weise zu verwirklichen.

[0080] In Figur 13 ist ein Dichtelement 80 eines siebten Ausführungsbeispiels in einer Seitenansicht und zwei Isometrien dargestellt. Das Dichtelement 80 entspricht im Wesentlichen dem Dichtelement 30 des zweiten Ausführungsbeispiels. Die Federstruktur 84 kragt von einem axialen Endbereich der Dichtstruktur 81 axial aus und beschreibt ausgehend von ihrem Wurzelbereich wie im zweiten Ausführungsbeispiel einen bezüglich der Dichtstruktur 81 einfach konkav gewölbten Bogen. Im Unterschied zum zweiten Ausführungsbeispiel weist der Bogen jedoch ein freies Ende auf, das der Dichtstruktur

81 in einem lichten Abstand gegenüberliegt. Im Wurzelbereich der Federstruktur 84 ist wieder eine Freistellung 87 geformt, um die Federeigenschaft zu verbessern. Mit 82 ist die Dichtfläche, mit 83 sind die seitlichen Führungen der Dichtstruktur 81, und mit 85 ist der aus der Bogenform sich ergebende Abstützbereich bezeichnet. Aufgrund ihrer langgestreckten konkaven Form bildet die Federstruktur 84 von Haus aus an ihrem freien Ende einen Anschlag zum Schutz vor übermäßiger Deformation bei der Montage.

[0081] Wird Hydraulikfluid zur Druckbeaufschlagung in eigens hierfür geschaffenen Fluidverbindungen, wie etwa die Fluidverbindungen 8 des ersten Ausführungsbeispiels (Figur 1), herangeführt, wären derartige Fluidverbindungen in vorteilhaften Ausführungen so gestaltet, dass das Hydraulikfluid direkt in den Bereich zwischen den Dichtstrukturen 21 zu- und aus diesem Bereich abströmen kann.

[0082] Ein Vorteil von Dichtelementen mit frei vorragendem Federabschnitt wie etwa die Dichtelemente 60, 70 und 80, ist, dass bei einem Einbau mit Federvorspannung keine Zugspannungen in die Dichtstruktur eingeleitet werden. Bei den Dichtelementen mit frei vorragendem Federabschnitt kann die Dichtstruktur schlanker als bei den Dichtelementen mit über die Dichtstruktur geschlossenem Kraftfluss dimensioniert sein. Andererseits können in sich geschlossene Dichtelemente, bei denen der Kraftfluss über die Dichtstruktur, die Federstruktur und die Wurzelbereiche geschlossen ist, in der Serienfertigung einfacher gehandhabt, insbesondere einfacher vereinzelt werden. Es besteht auch nicht die Gefahr eines Einfädels beim Einschieben oder Einsetzen in die Ausnehmungen.

[0083] Figur 14 zeigt ein Dichtelement 90 eines achten Ausführungsbeispiels in einer Seitenansicht und zwei Isometrien. Das Dichtelement 90 ist von den Dichtelementen 20 und 50 des ersten und des vierten Ausführungsbeispiels abgeleitet. Seine Federstruktur 94 ist nahe den beiden axialen Enden der Dichtstruktur 91 in jeweils einem Wurzelbereich mit der Dichtstruktur 91 verbunden und bildet zwischen den Wurzelbereichen einen in Längsrichtung L mehrfach gewellten Bogen bzw. Bügel. Auf diese Weise werden Abstützungen 95 in zur Dichtstruktur 91 konkav gewölbten Federabschnitten und Anschläge 98 in zur Dichtstruktur 91 konvex gewölbten Federabschnitten der Federstruktur 94 erhalten. Die Abstützungen 95 dienen der Abstützung des Dichtelements 90 in der aufnehmenden Ausnehmung, und die Anschläge 98 begrenzen die Deformation und somit insbesondere die Gefahr einer Beschädigung bei der Montage durch einen Montageautomaten. Mit 92 ist die Dichtfläche und mit 93 sind die seitlichen Führungen bzw.

[0084] Seitenwände der wie in den anderen Ausführungsbeispielen als balkenförmige Dichtleiste geformten Dichtstruktur 91 bezeichnet.

[0085] Figur 15 zeigt ein Dichtelement 100 eines neunten Ausführungsbeispiels in einer Seitenansicht und zwei Isometrien. Das Dichtelement 100 weist wie die übrigen

Dichtelemente eine Dichtstruktur 101 in Form einer Dichtleiste mit einer Dichtfläche 102 und seitlichen Führungen 103 sowie eine mit der Dichtstruktur 101 in einem Stück geformte Federstruktur 104 auf. Die Federstruktur 104 krägt an der Rückseite der Dichtstruktur 101 in einem dort axial mittleren Wurzelbereich aus und bildet einen in der Seitenansicht flachen Federring mit zwei aus dem Wurzelbereich axial nach außen krägenden inneren Federabschnitten und einem bogenförmigen äußeren Federabschnitt, der gleichzeitig auch den Abstützbereich 105 bildet und der Abstützung in der aufnehmenden Ausnehmung dient.

[0086] In Figur 16 ist ein Dichtelement 110 eines zehnten Ausführungsbeispiels in einer Seitenansicht und drei Isometrien dargestellt. Das Dichtelement 110 weist zwei gleiche Dichtstrukturen 111 und zwischen den Dichtstrukturen 111 eine Federstruktur 114 auf. Die Dichtstrukturen 111 und die Federstruktur 114 sind wie in den anderen Ausführungsbeispielen in einem Stück geformt. Jede der Dichtstrukturen 111 kann wahlweise die Dichtstruktur für den Dichtkontakt bilden, während die jeweils andere Dichtstruktur 111 der Abstützung in der aufnehmenden Ausnehmung dient. Diese Einbauinvarianz des Dichtelements 110 erleichtert die Montage. Das Dichtelement 110 ist nicht nur, wie die anderen Dichtelemente, hinsichtlich des Einbaus bzw. der Montage invariant gegen eine Drehung um 180° um eine orthogonal zur Dichtfläche 112 weisende zentrale Hochachse des Dichtelements 110, sondern ist auch invariant in Bezug auf eine Drehung um 180° um eine zentrale Längsachse des Dichtelements 110. Das Dichtelement 110 ist nicht nur für die praktischen Belange der Handhabung bei der Montage invariant gegen diese beiden Drehungen, sondern ist zudem spiegelsymmetrisch in Bezug auf eine zur Längsachse orthogonale, zentrale Spiegelebene und auch zu einer zentralen, in Längsrichtung L erstreckten weiteren Spiegelebene. Grundsätzlich ist jedoch eine exakte Spiegelsymmetrie weder in Bezug auf die eine noch auf die andere Spiegelebene erforderlich, um die vorteilhafte Invarianz der Orientierung für den Einbau zu erhalten.

[0087] Die beiden Dichtstrukturen 111 sind als solche jeweils wie in den anderen Ausführungsbeispielen als axial erstreckte, balkenförmige Dichtleisten geformt, wobei allerdings nur wahlweise die eine oder die andere Dichtleiste in den Dichtkontakt gelangt, während die andere in der aufnehmenden Ausnehmung zu liegen kommt. Die zwischen den Dichtstrukturen 111 befindliche Federstruktur 114 wird im eingebauten Zustand des Dichtelements 110 wie die anderen Federstrukturen in einer orthogonal zur Stellrichtung S weisenden Federebene auf Biegung beansprucht, wirkt also als Biegefeder. Sie ist als ein geschlossener Federring geformt, der in einem axial mittleren Bereich des Dichtelements 110 mit den Dichtstrukturen 111 verbunden ist bzw. in diese übergeht.

[0088] Im eingebauten Zustand des Dichtelements 110 befindet sich die eine der Dichtstrukturen 111 im

Dichtkontakt mit der Gegenfläche, in den Ausführungsbeispielen der Kammerwandstruktur 1a oder 11a, während die andere der zwei Dichtstrukturen 111 in einer Ausnehmung, in den Ausführungsbeispielen in der Ausnehmung 7 oder 17, aufgenommen ist und der Abstützung des Dichtelements 110 dient. Die betreffende Dichtstruktur 111 bildet somit eine Stützstruktur zusätzlich zu der im Dichtkontakt befindlichen Dichtstruktur 111 und der Federstruktur 114. Aufgrund der Symmetrie kann wahlweise jede der zwei Dichtstrukturen 111 den Dichtkontakt bilden, während die jeweils andere als Stützstruktur dient.

[0089] Mit 116 sind Ausnehmungen bezeichnet, die der Zuführung des Hydraulikfluids zur Rückseite der im eingebauten Zustand im Dichtkontakt befindlichen Dichtstruktur 111 dienen. In vorteilhaften Weiterbildungen kann die Federstruktur 114 eine oder mehrere Durchgänge aufweisen, um in dem von der ringförmigen Federstruktur 114 umgebenen inneren Raum einen raschen Druckausgleich mit dem die Federstruktur 114 umgebenden äußeren Raum herbeizuführen. Mit 113 sind die seitlichen Führungen der Dichtstruktur 111 bezeichnet.

[0090] Figur 17 zeigt ein Dichtelement 120 eines elften Ausführungsbeispiels in einer Seitenansicht und zwei Isometrien. Das Dichtelement 120 weist wie das Dichtelement 110 des zehnten Ausführungsbeispiels (Figur 16) zwei gleiche Dichtstrukturen 121 und eine zwischen den Dichtstrukturen 121 angeordnete Federstruktur 124 auf. Die Dichtstrukturen 121 und die Federstruktur 124 sind in einem Stück geformt. Im Unterschied zum zehnten Ausführungsbeispiel ist die Federstruktur 124 quer gewellt. Der Systematik der anderen Ausführungsbeispiele folgend ist mit 122 die Dichtfläche und mit 123 die seitliche Führung der Dichtstruktur 121 bezeichnet.

[0091] Die Dichtelemente der Ausführungsbeispiele sind aus Kunststoff gefertigt. Die Dichtelemente können aus Elastomermaterial bestehen oder Elastomermaterial in bestimmten Bereichen, beispielsweise zur Erzielung besonderer Federeigenschaften, enthalten. Vorteilhafterweise sind die Federstrukturen jedoch aufgrund ihrer Form elastisch und in diesem Sinne formelastisch, so dass sie ganz oder wenigstens zu einem überwiegenden Teil aus einem Thermoplastmaterial geformt sein können. Die Formung ganz oder zumindest zu einem überwiegenden Teil aus Thermoplastmaterial wird bevorzugt. Die Kunststoff-Dichtelemente können insbesondere in einem Spritzgießverfahren hergestellt und somit als Spritzguss Elemente bereitgestellt werden.

[0092] Die jeweilige Dichtstruktur und die jeweilige Federstruktur können aus unterschiedlichen Kunststoffmaterialien bestehen, um die beiden Strukturen für die jeweilige Funktion zu optimieren. So kann das Material für die Dichtstruktur beispielsweise unter dem Gesichtspunkt einer möglichst hohen Verschleißbeständigkeit und/oder geringen Reibung bei gleichwohl guter Dichteigenschaft gewählt werden, während das Material für die Federstruktur beispielsweise im Hinblick auf eine

möglichst geringe Ermüdung unter den ständigen Federbewegungen gewählt wird. So kann das Dichtelement aus zwei unterschiedlichen Kunststoffmaterialien in einem Zweikomponenten-Spritzgussverfahren gefertigt werden. Denkbar wäre es auch, bei Verwendung ungleicher Kunststoffmaterialien und auch bei Verwendung des gleichen Materials, in einem ersten Verfahrensschritt nur die Dichtstruktur oder nur die Federstruktur zu formen und in einem späteren Verfahrensschritt an die bereits geformte Struktur die jeweils andere Struktur anzufügen, was ebenfalls im Spritzgießverfahren vonstattengehen kann, indem die zuvor gefertigte Struktur in das Spritzgießwerkzeug eingelegt und die andere Struktur angeformt wird.

[0093] Erfindungsgemäße Dichtelemente sind für den Einsatz in Hydraulikvorrichtungen der erläuterten Art vorgesehen. Aufgrund ihrer Geometrie eignen sie sich für den Dauerbetrieb bei Einsatztemperaturen von über 100 °C. Für die Einsatztauglichkeit spielt auch die Materialwahl eine Rolle. Durch die Gestaltung der Geometrie und die Wahl des Materials wird das Dichtelement derart ausgelegt, dass es auch zum Ende seiner Lebensdauer, für die es ausgelegt ist, trotz der im Betrieb zu erwartenden Einsatztemperaturen und Wechselbelastungen und der hieraus resultierenden Materialrelaxation noch immer ausreichend gute Federeigenschaften hat, damit das Dichtelement seine Dichtfunktion erfüllen kann.

[0094] Geeignete Kunststoffe werden im Abschnitt "Aspekte" offenbart. Zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften können die Kunststoffe ein Verstärkungsmaterial, beispielsweise Glasfasern, oder mehrere unterschiedliche Verstärkungsmaterialien enthalten. Zur Verbesserung der Gleiteigenschaften kann der jeweilige Kunststoff einen oder mehrere unterschiedliche Gleitzusätze enthalten. Ein bevorzugter Zusatzstoff sind Karbonfasern, da Karbonfasern sowohl die mechanische Festigkeit erhöhen als auch die Gleiteigenschaften positiv beeinflussen. Als Gleitzusatz kann dem Kunststoff stattdessen oder zusätzlich auch PTFE zugegeben werden.

[0095] Besonders geeignete Verfahren der Urformung sind die generative Formung und Gießverfahren. Zur generativen Formung aus Kunststoff kann insbesondere ein 3D-Druckverfahren zum Einsatz kommen. In bevorzugten Ausführungen werden die beiden Strukturen, die Dichtstruktur und die Federstruktur, in einem gemeinsamen Verfahrensschritt aus dem gleichen Kunststoffmaterial geformt, bevorzugt in einem Spritzgießverfahren oder generativ. Soweit das Dichtelement zusätzliche Strukturen wie etwa die weitere Dichtstruktur, die gleichzeitig als Stützstruktur dienen kann, aufweist, wird das Dichtelement in den bevorzugten Ausführungen mit allen seinen funktionalen Strukturen in einem gemeinsamen Verfahrensschritt aus dem gleichen Kunststoffmaterial geformt, bevorzugt in einem Spritzgießverfahren oder generativ.

Bezugszeichen:

[0096]

5	1	Gehäuse
	1a	Kammerwandstruktur
	1b	Gehäusedeckel
	2	Förderkammer
	3	Förderrotor
10	4	Flügel
	5	Stellglied
	6	Feder
	7	Ausnehmung
	8	Verbindungskanal
15	9	Stützring
	10	Einlass und Auslass
	11	Gehäuse, Stator
	11a	Kammerwandstruktur
	12	Backe
20	13	Gehäusedeckel
	14	Gehäusedeckel
	15	Stellglied, Rotor
	16	Flügel
	17	Ausnehmung
25	18	Einlass und Auslass
	19	Verriegelungspin
	20	Dichtelement
	21	Dichtstruktur
	22	Dichtfläche
30	23	Führung
	24	Federstruktur
	25	Abstützbereich
	26	Fluidverbindung (Rücksprung)
	27-29	-
35	30	Dichtelement
	31	Dichtstruktur
	32	Dichtfläche
	33	Führung
	34	Federstruktur
40	35	Abstützbereich
	36	Fluidverbindung (Ausnehmung)
	37	Freistellung
	38, 39	-
	40	Dichtelement
45	41	Dichtstruktur
	42	Dichtfläche
	43	Führung
	44	Federstruktur
	45	Abstützung
50	46	Fluidverbindung (Rücksprung)
	47	-
	48	Anschlag
	49	-
	50	Dichtelement
55	51	Dichtstruktur
	52	Dichtfläche
	53	Führung
	54	Federstruktur

55	Abstützbereich, Abstützung
56	Fluidverbindung, Zuführung (Ausnehmung)
57	Freistellung
58	Anschlag
59	-
60	Dichtelement
61	Dichtstruktur
62	Dichtfläche
63	Führung
64	Federstruktur, Federabschnitt
65	Abstützbereich
66	-
67	Freistellung
68, 69	-
70	Dichtelement
71	Dichtstruktur
72	Dichtfläche
73	Führung
74	Federstruktur, Federabschnitt
75	Abstützbereich
76	-
77	Freistellung
78, 79	-
80	Dichtelement
81	Dichtstruktur
82	Dichtfläche
83	Führung
84	Federstruktur
85	Abstützbereich
86	-
87	Freistellung
88, 89	-
90	Dichtelement
91	Dichtstruktur
92	Dichtfläche
93	Führung
94	Federstruktur
95	Abstützung
96, 97	-
98	Anschlag
99	-
100	Dichtelement
101	Dichtstruktur
102	Dichtfläche
103	Führung
104	Federstruktur
105	Abstützbereich
106-109	-
110	Dichtelement
111	Dichtstruktur
112	Dichtfläche
113	Führung
114	Federstruktur
115	-
116	Fluidverbindung (Ausnehmung)
120	Dichtelement
121	Dichtstruktur
122	Dichtfläche

123	Führung
124	Federstruktur
I	Einlass
O	Auslass
5	R
	S
K1	Druckkammer
K2	Druckkammer
L	Längsachse
10	

Patentansprüche

1. Hydraulikvorrichtung für eine Brennkraftmaschine oder ein Getriebe, nämlich eine Hydraulikpumpe mit verstellbarem Fördervolumen oder ein hydraulischer Nockenwellenphasensteller zur Verstellung der Phasenlage einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine, die Hydraulikvorrichtung umfassend:
 - (a) ein Gehäuse (1; 11) mit einer Kammerwandstruktur (1a; 11a), die eine Druckkammer (K1) für ein unter Druck stehendes Hydraulikfluid begrenzt,
 - (b) ein Stellglied (5; 15), das zur Verstellung des Fördervolumens oder der Phasenlage im Gehäuse (1; 11) relativ zur Kammerwandstruktur (1a; 11a) in eine Stellrichtung (S) und der Stellrichtung entgegen in eine Stellgegenrichtung verstellbar ist,
 - (c) und ein Dichtelement (20; 50) mit einer Dichtstruktur (21; 51) und einer Federstruktur (24; 54), die an einem aus Kammerwandstruktur (1a; 11a) und Stellglied (5; 15), vorzugsweise am Stellglied, abgestützt oder geformt ist und die Dichtstruktur (21; 51) zur Abdichtung der Druckkammer (K1) mit Federkraft in einen Dichtkontakt mit dem anderen aus Kammerwandstruktur (1a; 11a) und Stellglied (5; 15) drückt,
 - (d) wobei die Dichtstruktur (21; 51) und die Federstruktur (24; 54) in einem Stück geformt sind.
2. Hydraulikvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Dichtstruktur (21; 51) eine in Längsrichtung (L) erstreckte Dichtleiste mit einem im Querschnitt vollen Profil oder einem geschlossenen Hohlprofil ist.
3. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
 - die Dichtstruktur (21; 51) eine größte Erstreckung in eine Längsrichtung (L), eine in die Längsrichtung (L) erstreckte Vorderseite mit einer Dichtfläche (22; 52) für den Dichtkontakt und eine in Längsrichtung (L) erstreckte Rückseite, die der Vorderseite abgewandt gegenüberliegt, aufweist, und

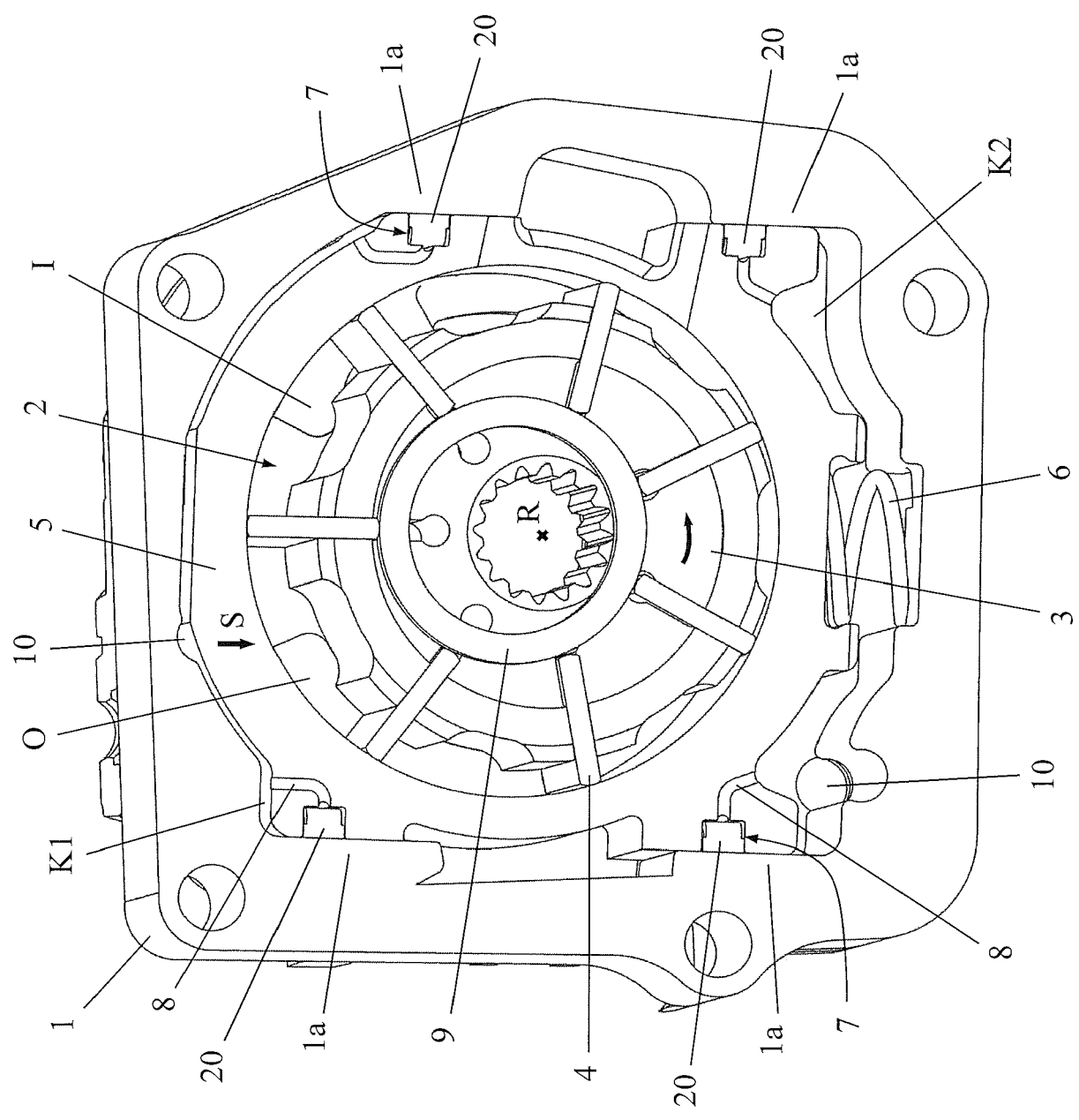
- die Federstruktur (24; 54) an der Rückseite der Dichtstruktur (21; 51) einen in Längsrichtung (L) erstreckten Federabschnitt aufweist, der mit der Dichtstruktur (21; 51) oder allein einen Freiraum vollständig umschließt, in den die Federstruktur (24; 54) einfedern kann.
4. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dichtstruktur (21; 51) eine im Dichtkontakt befindliche Vorderseite und die Federstruktur (24; 54) eine der Vorderseite der Dichtstruktur (21; 51) gegenüberliegend abgewandte Rückseite aufweisen und sich die Dichtstruktur (21; 51) und die Federstruktur (24; 54) von der Vorderseite der Dichtstruktur (21; 51) bis zur Rückseite der Federstruktur (24; 54) in einer Federebene erstrecken, in der die Federstruktur (24; 54) elastisch verformbar ist und die sich durch den Dichtkontakt und die Rückseite der Federstruktur (24; 54) erstreckt.
5. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Federstruktur (24; 54) zur Erzeugung der Federkraft in einer quer zur Stellrichtung (S) erstreckten Federfläche, vorzugsweise Federebene, elastisch verformbar ist.
6. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Federstruktur (24; 54) elastisch verformt ist und dadurch unter einer Feder Vorspannkraft steht, welche die Dichtstruktur (21; 51) in allen Positionen, die das Stellglied (5; 15) im Betrieb der Hydraulikvorrichtung relativ zur Kammerwandstruktur (1a; 11a) einnehmen kann, in den Dichtkontakt drückt.
7. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dichtstruktur (21; 51) eine im Dichtkontakt befindliche Vorderseite und der Vorderseite gegenüberliegend abgewandt eine Rückseite aufweist und die Rückseite mit der Druckkammer (K1) in Fluidverbindung (8; 18) steht, so dass die Dichtstruktur (21; 51) an der Rückseite mit dem Hydraulikfluid in Richtung auf den Dichtkontakt beaufschlagbar ist.
8. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Dichtelement (20; 50) in einer Ausnehmung (7; 17) des einen aus Kammerwandstruktur (1a; 11a) und Stellglied (5; 15) angeordnet ist und die Ausnehmung (7; 17) Seitenwände aufweist, die einander in Stellrichtung (S) zugewandt sind und die Dichtstruktur (21; 51) in Richtung auf den Dichtkontakt beweglich führen.
9. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Dichtelement (20; 50) in einer Ausnehmung (7; 17) des einen aus Kammerwandstruktur (1a; 11a) und Stellglied (5; 15) angeordnet ist und die Dichtstruktur (21; 51) an der Vorderseite eine Dichtfläche (22; 52) aufweist, die mit der Kammerwandstruktur (1a; 11a) in dem Dichtkontakt ist, und die Federstruktur (24; 54) an einer der Dichtfläche (22; 52) abgewandt gegenüberliegenden Rückseite lokal einen Abstützbereich (25; 55) aufweist, mit dem das Dichtelement (20; 50) in der Ausnehmung (7; 17) durch Druckkontakt abgestützt ist.
10. Hydraulikvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Hydraulikvorrichtung einen um eine Drehachse (R) drehbaren Rotor (3; 15) aufweist, das Stellglied (5; 15) den Rotor (3) umgibt oder den Rotor (15) bildet und einen um die Drehachse (R) erstreckten Umfang aufweist, welcher der Kammerwandstruktur (1a; 11a) im Bereich des Dichtspalts gegenüberliegt, und sich der Dichtspalt und das Dichtelement (20; 50) in eine Richtung erstrecken, die eine zur Drehachse (R) parallele, axiale Richtungskomponente aufweist.
11. Dichtelement, vorzugsweise das Dichtelement der Hydraulikvorrichtung nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, das Dichtelement umfassend
- (1) eine Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) mit einer größten Erstreckung in eine Längsrichtung (L), einer in die Längsrichtung erstreckten Vorderseite, die eine Dichtfläche (22; 32; ...; 122) für dichtenden Gleitkontakt aufweist, und einer in Längsrichtung (L) erstreckten Rückseite, die der Vorderseite abgewandt gegenüberliegt,
- (2) und eine Federstruktur (24; 34; ...; 124) an der Rückseite der Dichtstruktur (21; 31; ...; 121),
- (3) wobei die Federstruktur (24; 34; ...; 124) in Richtung auf die Rückseite der Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) einfederbar ist,
- (4) und wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) und die Federstruktur (24; 34; ...; 124) in einem Stück geformt sind.
12. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) und/oder die Federstruktur (24; 34; ...; 124) generativ oder in einem Gießverfahren aus Kunststoff geformt ist oder sind.
13. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) und/oder die Federstruktur (24; 34; ...; 124) aus Kunststoff, vorzugsweise aus Thermoplastmaterial und/oder Duroplastmaterial, besteht oder bestehen, wobei der Kunststoff optional einen oder mehrere unterschiedliche Zusatzstoffe, vorzugsweise Verstärkungsfasern und/oder -partikel und/oder einen

Gleitzusatz zur Verbesserung der Gleiteigenschaft, enthält.

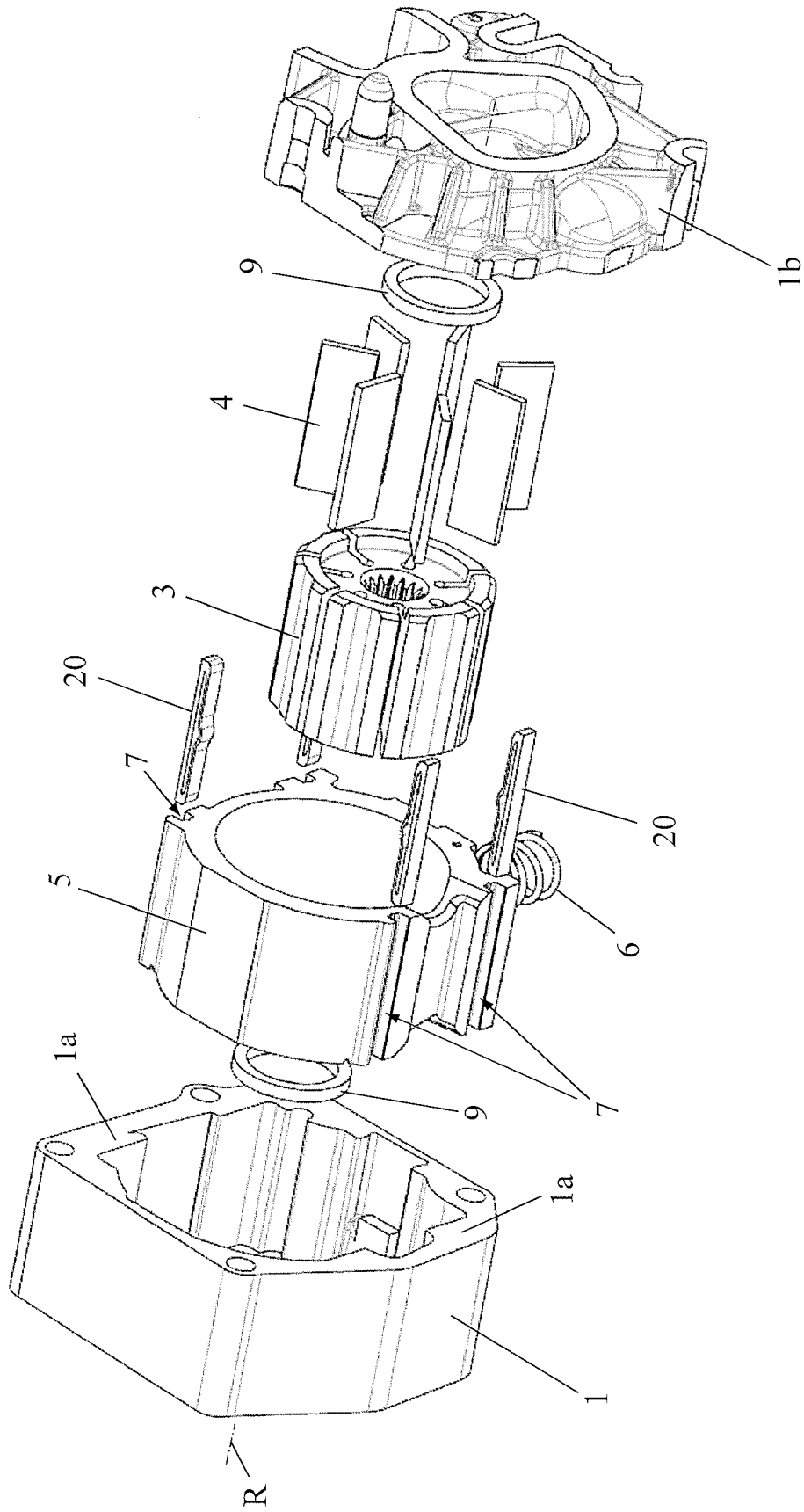
14. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) eine Dichtleiste, vorzugsweise eine balken- oder stabförmige und/oder in einer Federebene der Federstruktur (24; 34; ...; 124) biegesteife Dichtleiste, ist. 5
15. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dichtstruktur (21; 51) ein in Längsrichtung (L) erstrecktes Vollprofil oder umlaufend geschlossenes Hohlprofil ist. 10
16. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Federstruktur (24; 34; ...; 124) in einer in die Längsrichtung (L) erstreckten, dem Verlauf der Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) folgenden Federfläche in Richtung auf die Rückseite der Dichtstruktur (21; 31; ...; 121) einfederbar, vorzugsweise elastisch biegsam, ist. 15 20
17. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche und wenigstens einem der zwei folgenden Merkmale: 25
 - (i) die Federstruktur (24; 54) hat eine Federkonstante von wenigstens 2 N/mm;
 - (ii) die Federstruktur (24; 54) hat eine Federkonstante von höchstens 6 N/mm. 30
18. Dichtelement nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Federstruktur (24; 34; ...; 114) in einer Federfläche, vorzugsweise Federebene, die durch Parallelverschiebung einer geraden Linie in Längsrichtung (L) der Dichtstruktur (21; 31; ...; 111) erzeugbar ist, elastisch verformbar ist und einen Federabschnitt aufweist, der sich in einem lichten Abstand von der Rückseite der Dichtstruktur (21; 31; ...; 111) in Überlappung mit der Dichtstruktur (21; 31; ...; 111) in der Federfläche erstreckt. 35 40
19. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Federstruktur (24; 34; ...; 114) einen Federabschnitt aufweist, der sich in einem lichten Abstand von der Rückseite der Dichtstruktur (21; 31; ...; 111) in Überlappung mit der Dichtstruktur (21; 31; ...; 111) in Längsrichtung (L) von einem ersten Ende bis zu einem zweiten Ende erstreckt und an dem ersten und/oder an dem zweiten Ende von der Dichtstruktur (21; 31; ...; 111) vorragt. 45 50
20. Dichtelement nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Federabschnitt am ersten Ende und am zweiten Ende mit der Dichtstruktur (21; 31; 41; 51; 91) verbunden ist oder einen in sich geschlossenen Bogen (104; 114) bildet, so dass die Federstruktur 55

(24; 34; 44; 54; 94; 104; 114) allein oder gemeinsam mit der Dichtstruktur (21; 31; 41; 51; 91; 101; 111) einen Freiraum umschließt, in den die Federstruktur (24; 54) einfederbar ist.

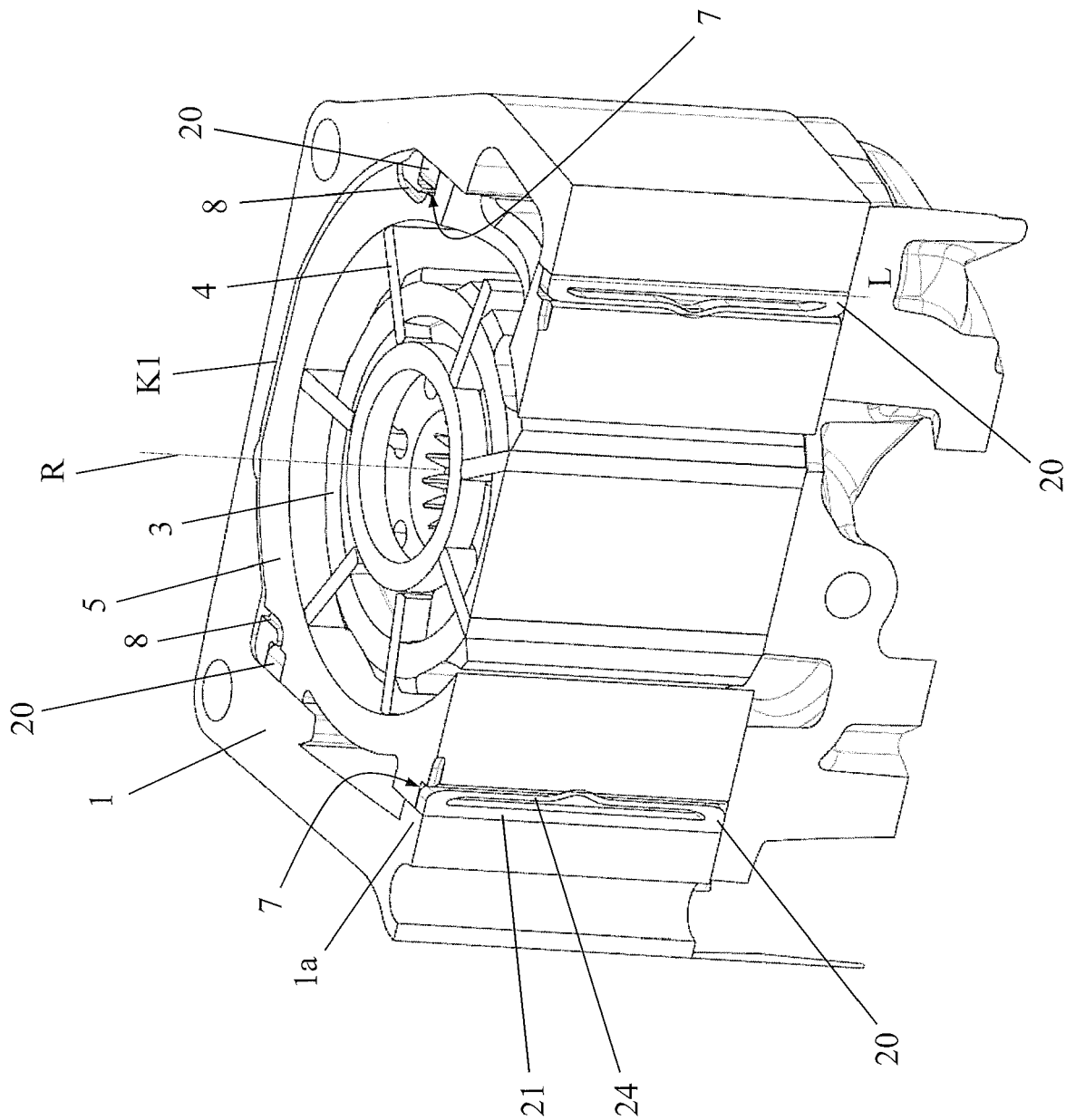
21. Dichtelement nach Anspruch 18 oder Anspruch 19, wobei der Federabschnitt an dem ersten Ende von der Dichtstruktur (61; 71; 81) vorragt und das zweite Ende ein freies Ende ist, das von der Dichtstruktur (61; 71; 81) einen lichten Abstand aufweist.
22. Dichtelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Dichtelement (20; 30; 40; 50; 110) im Bereich der Federstruktur, beispielsweise in einem Wurzelbereich der Federstruktur, eine Ausnehmung (26; 36; 46; 56; 116) und/oder einen Durchgang für Hydraulikfluid aufweist und/oder in Stellrichtung (S) überall schmaler als die Dichtstruktur ist.



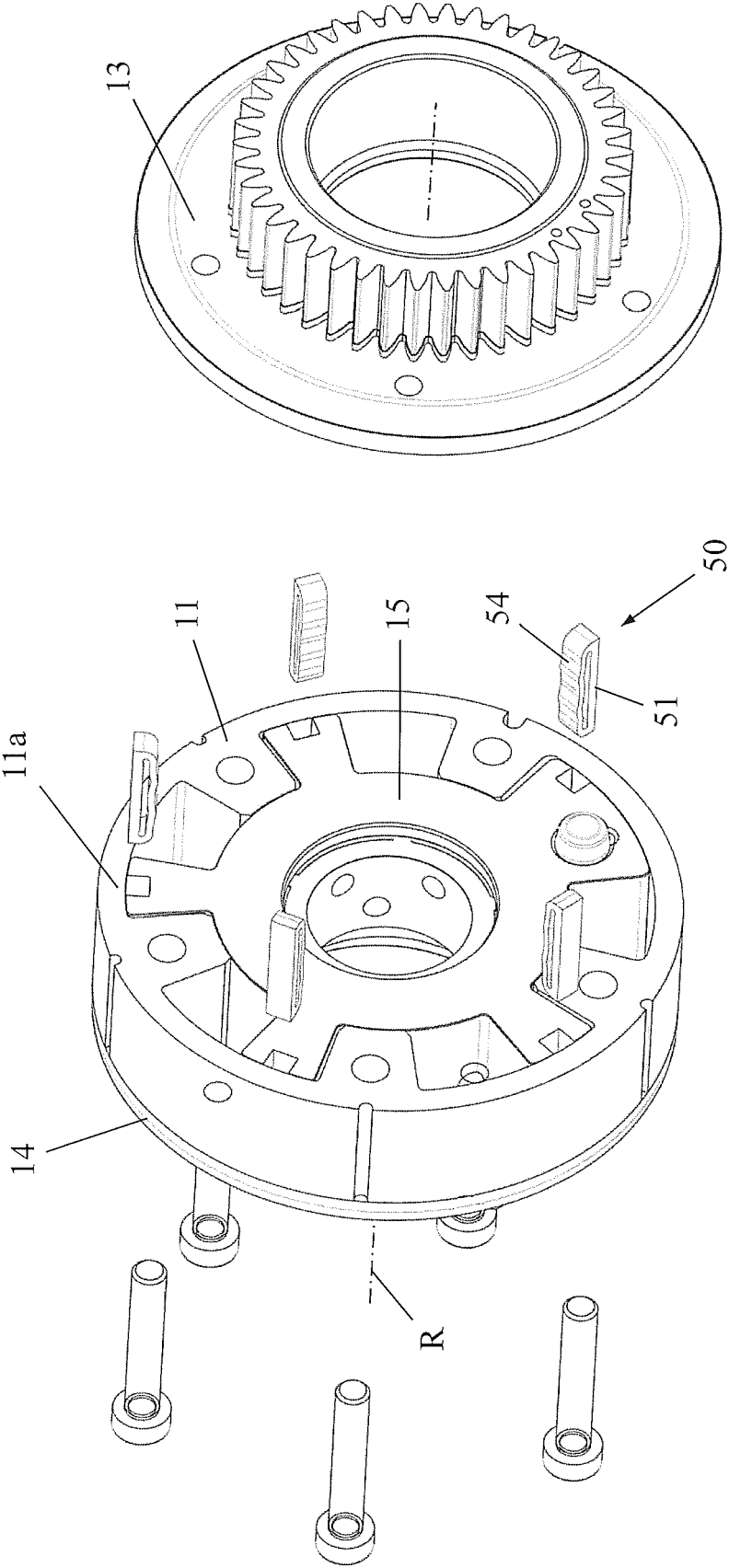
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4

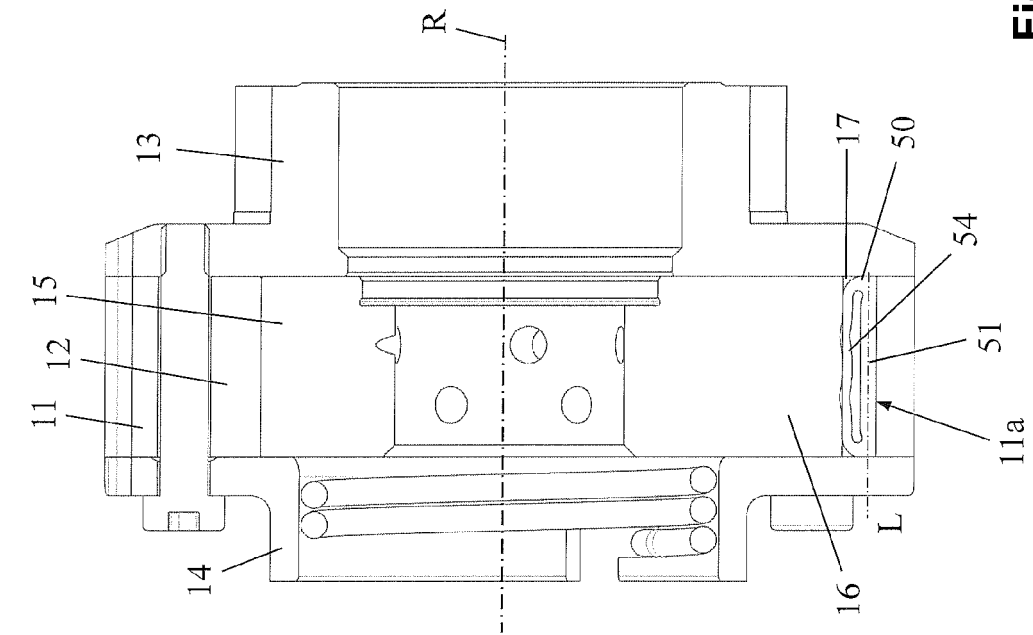


Figure 6

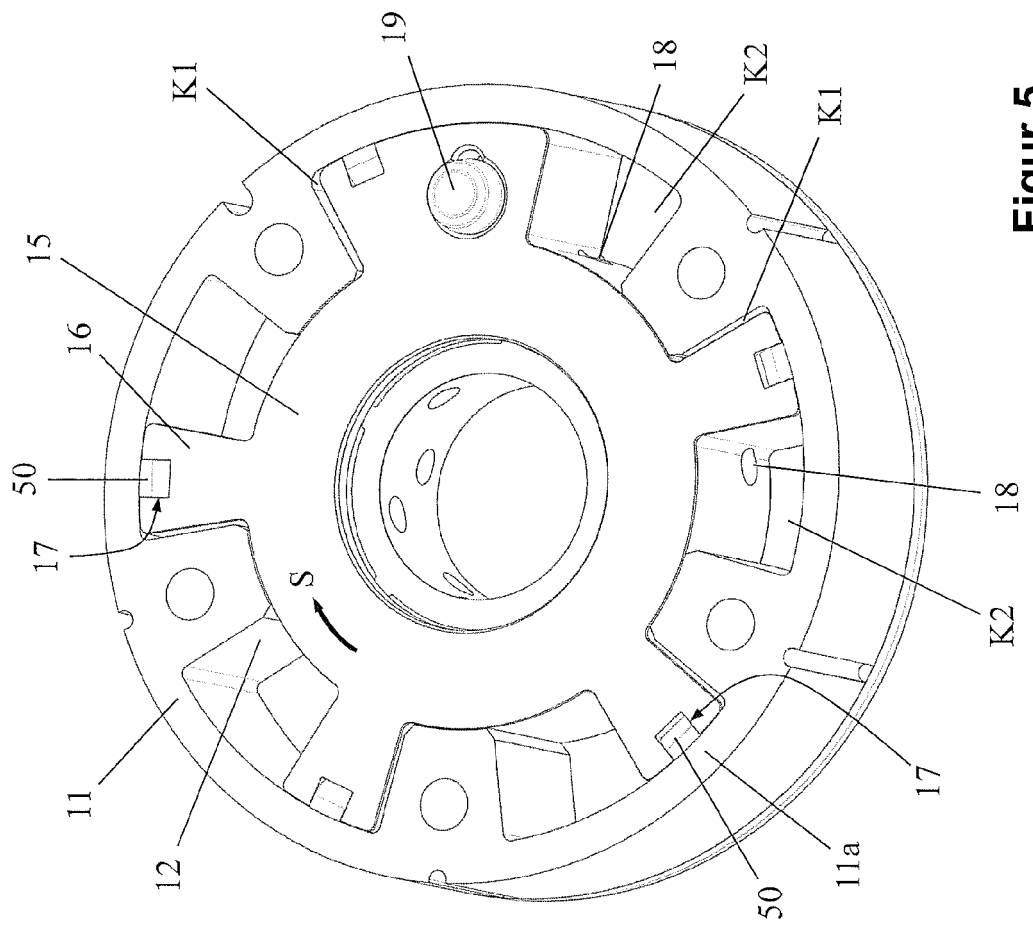
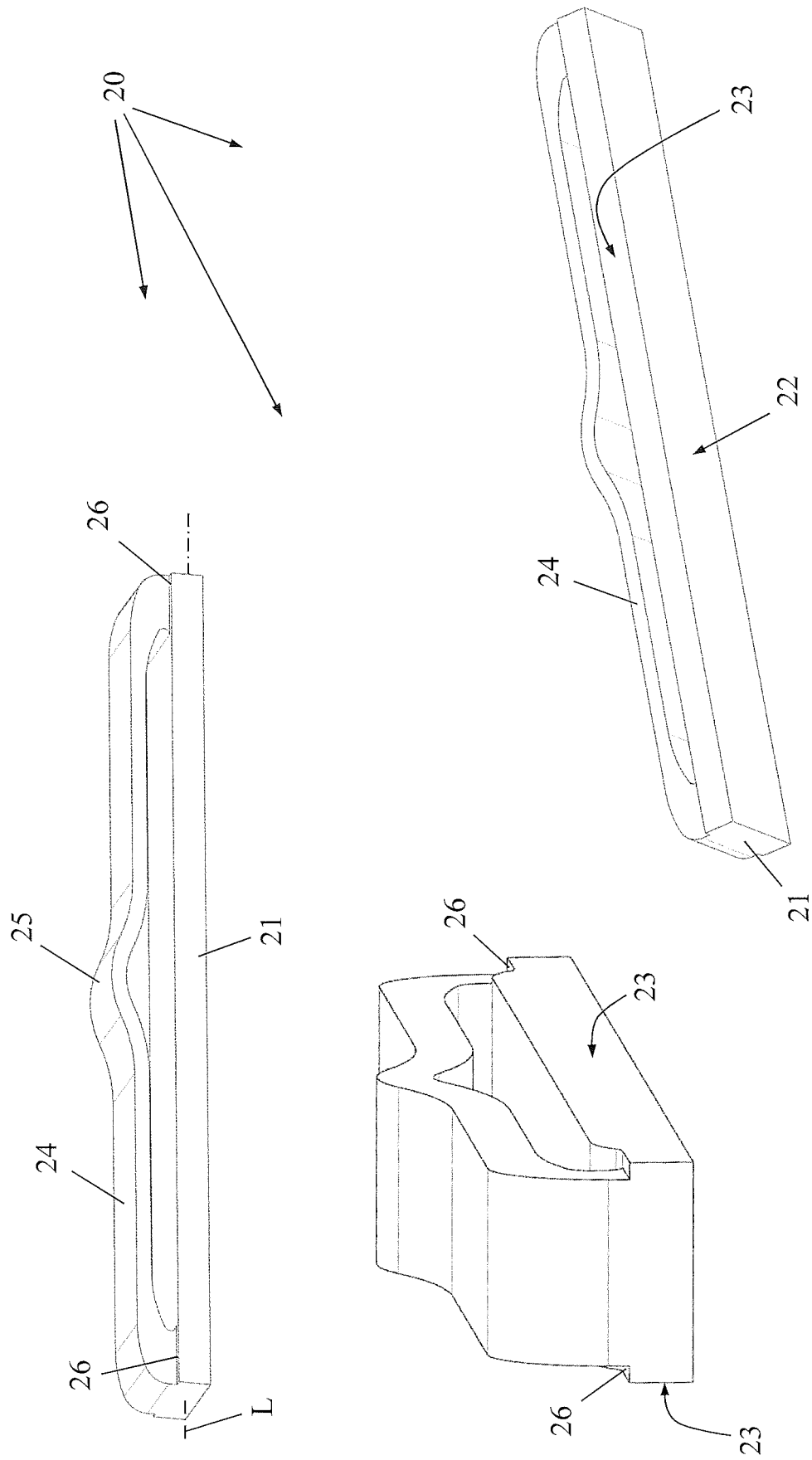


Figure 5



Figur 7

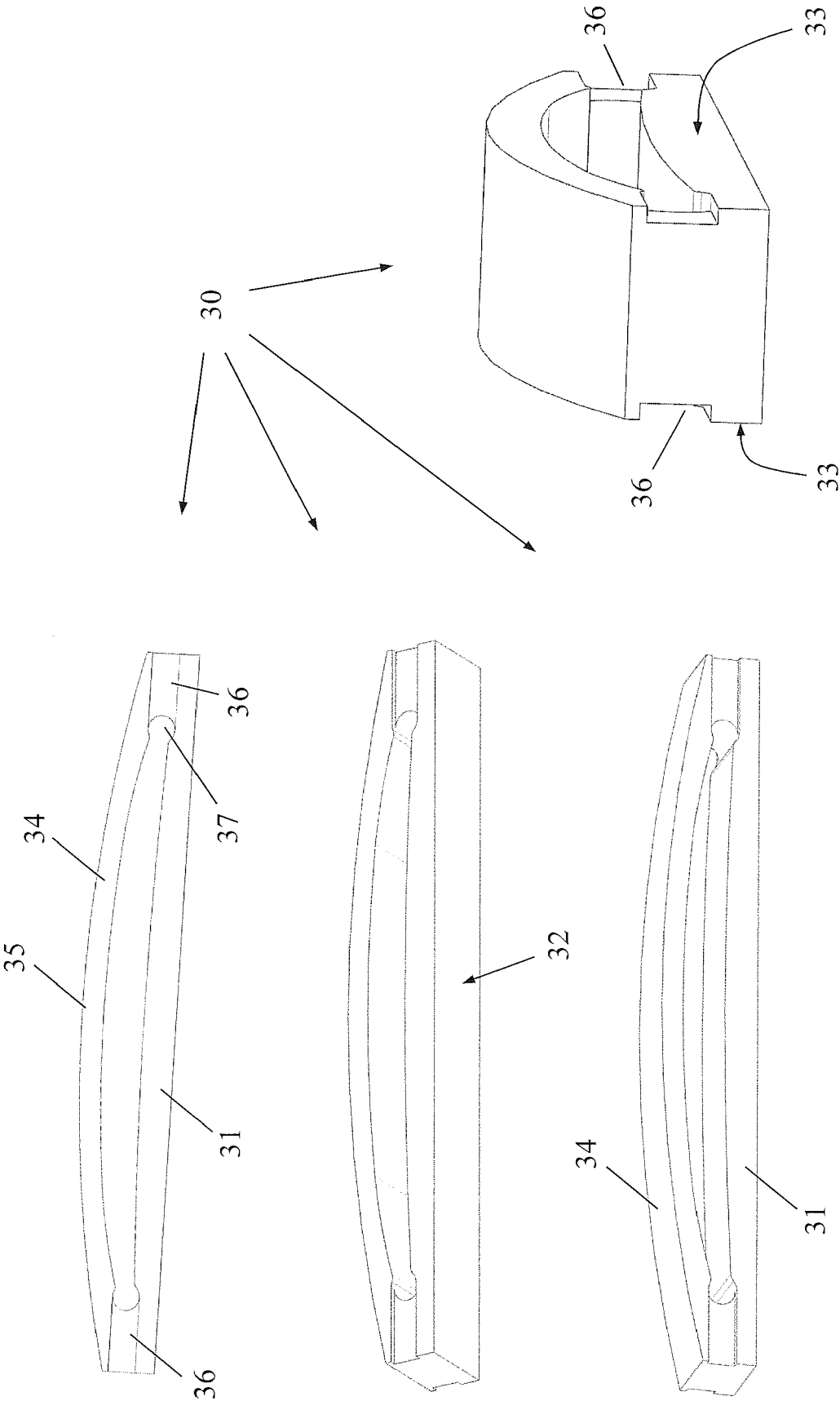


Figure 8

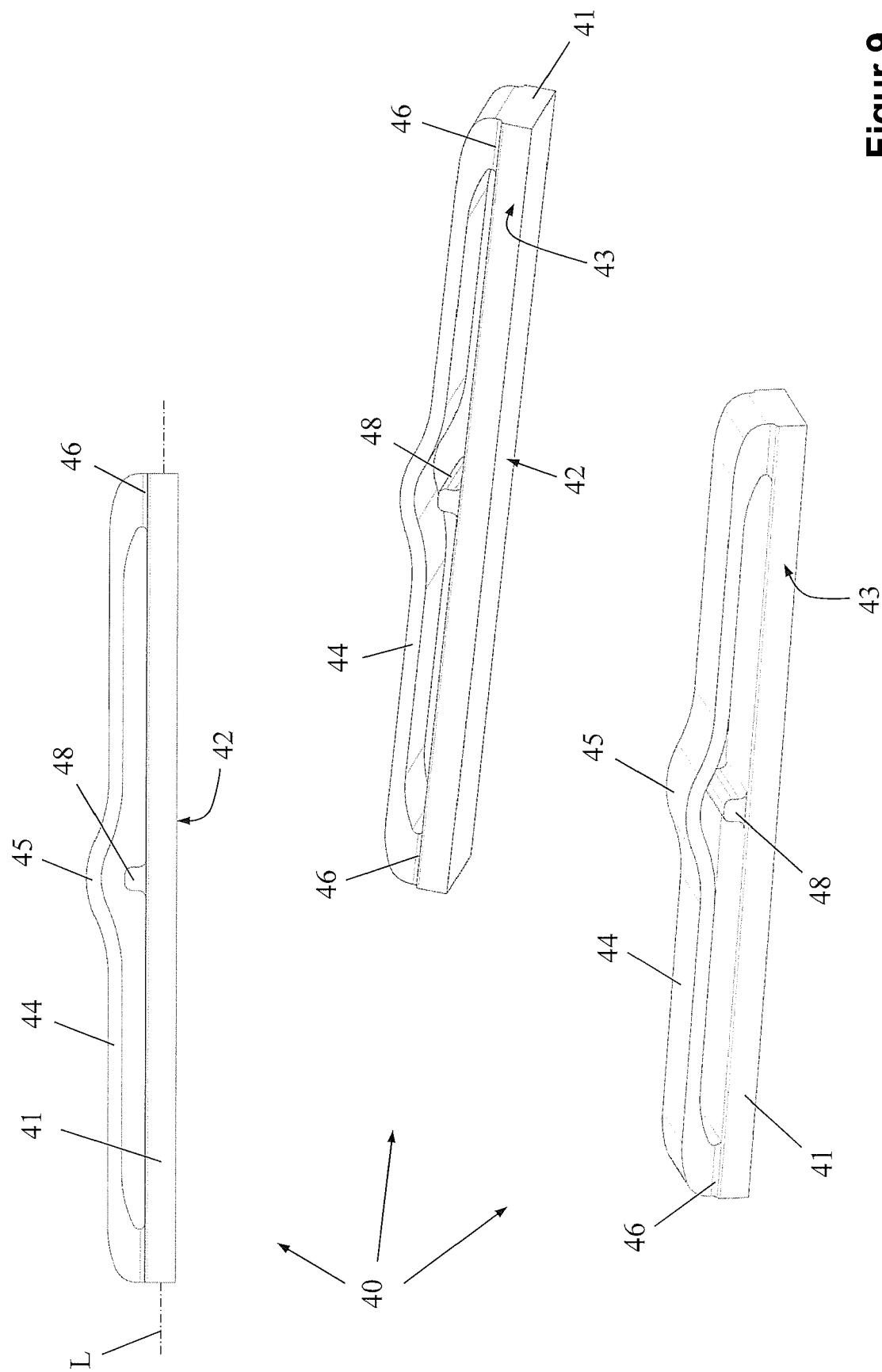
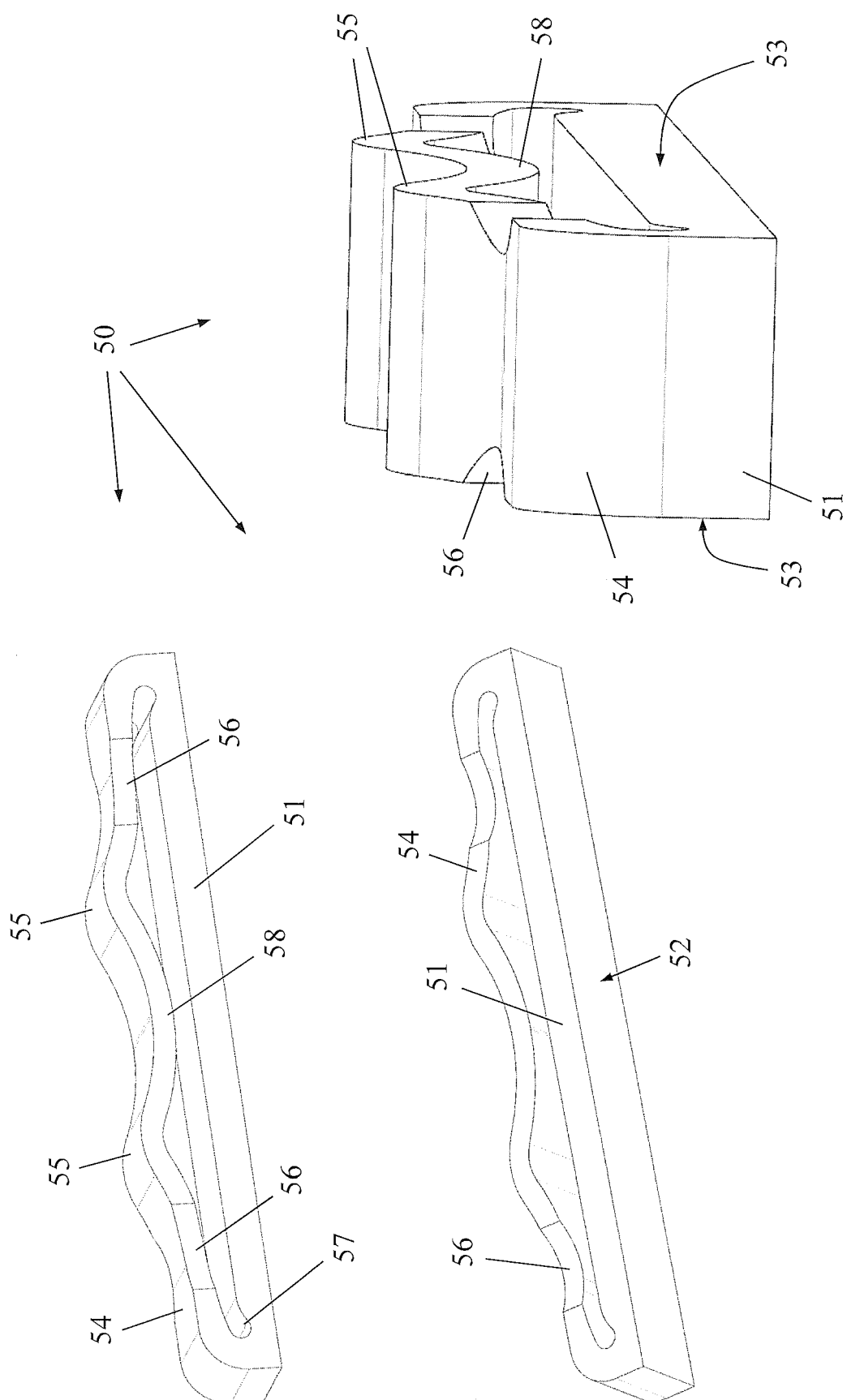


Figure 9



Figur 10

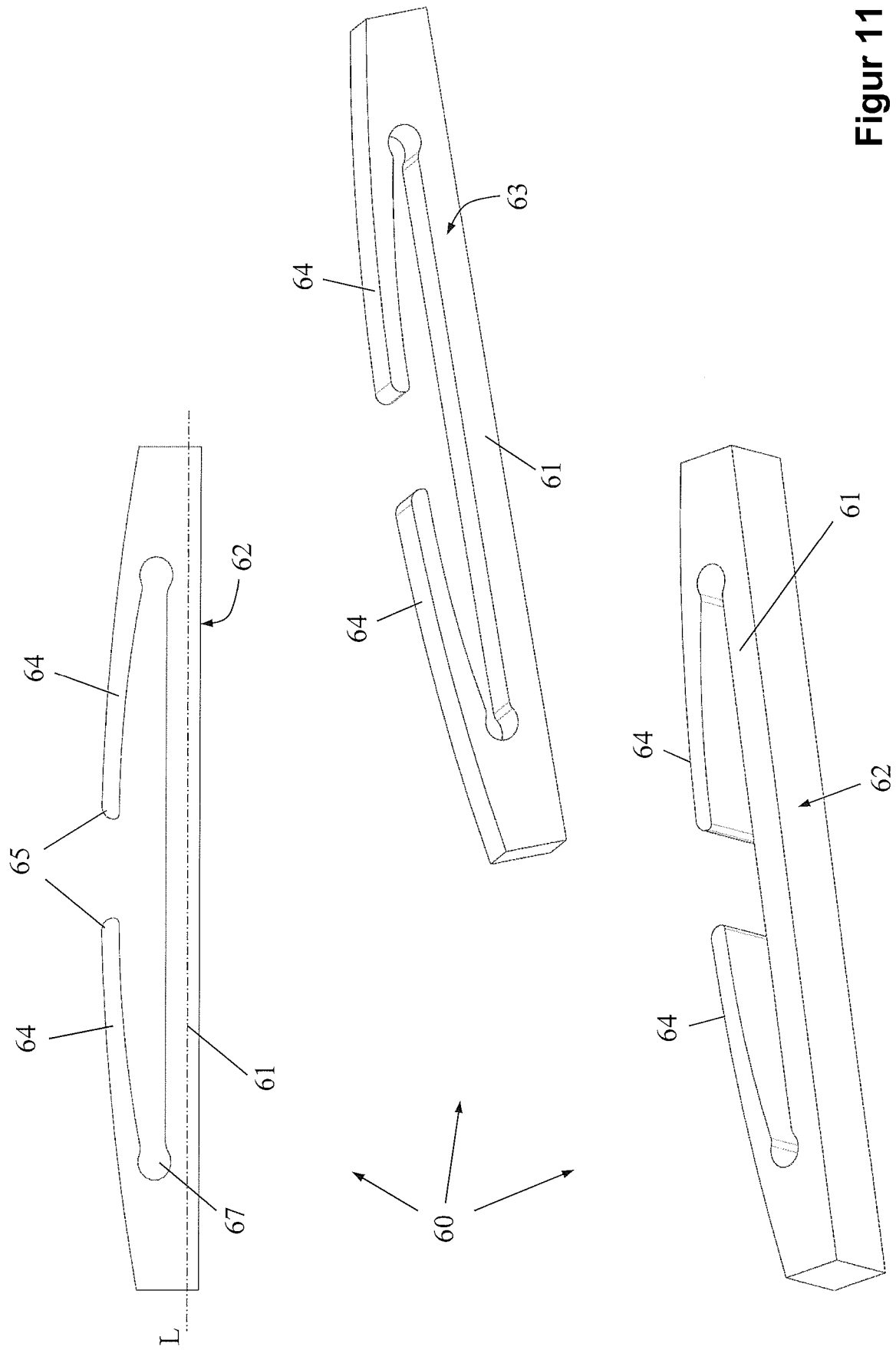


Figure 11

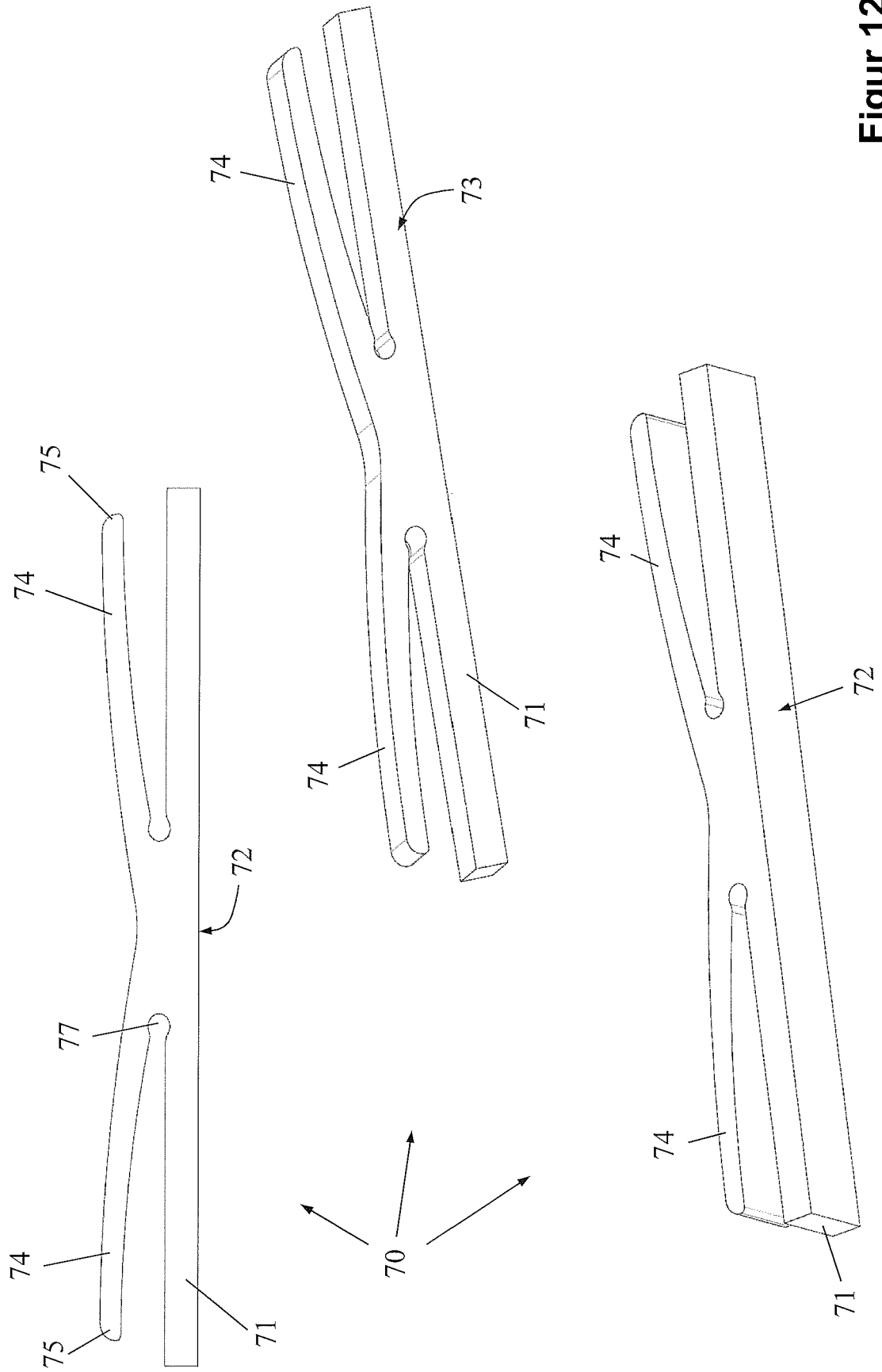
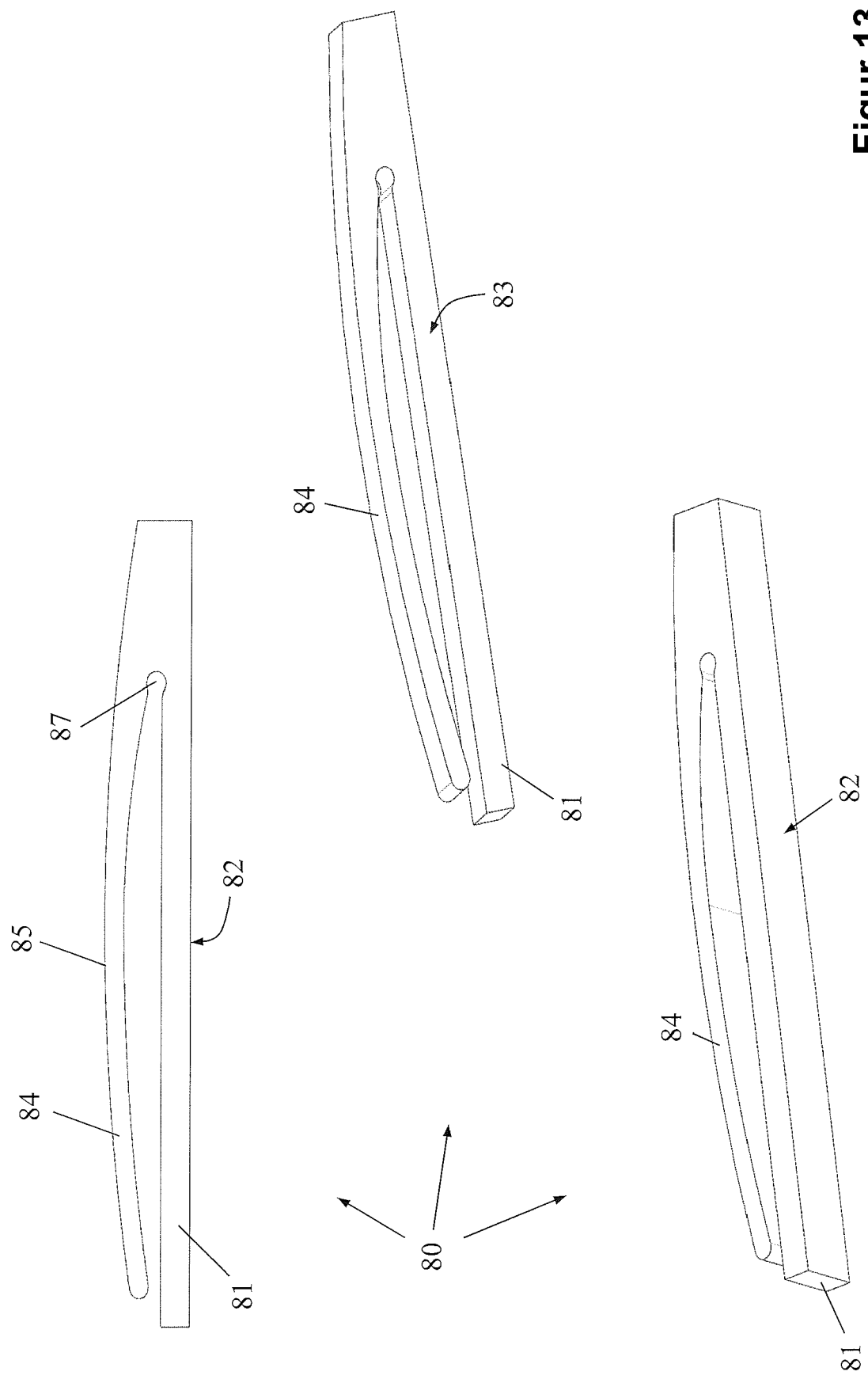
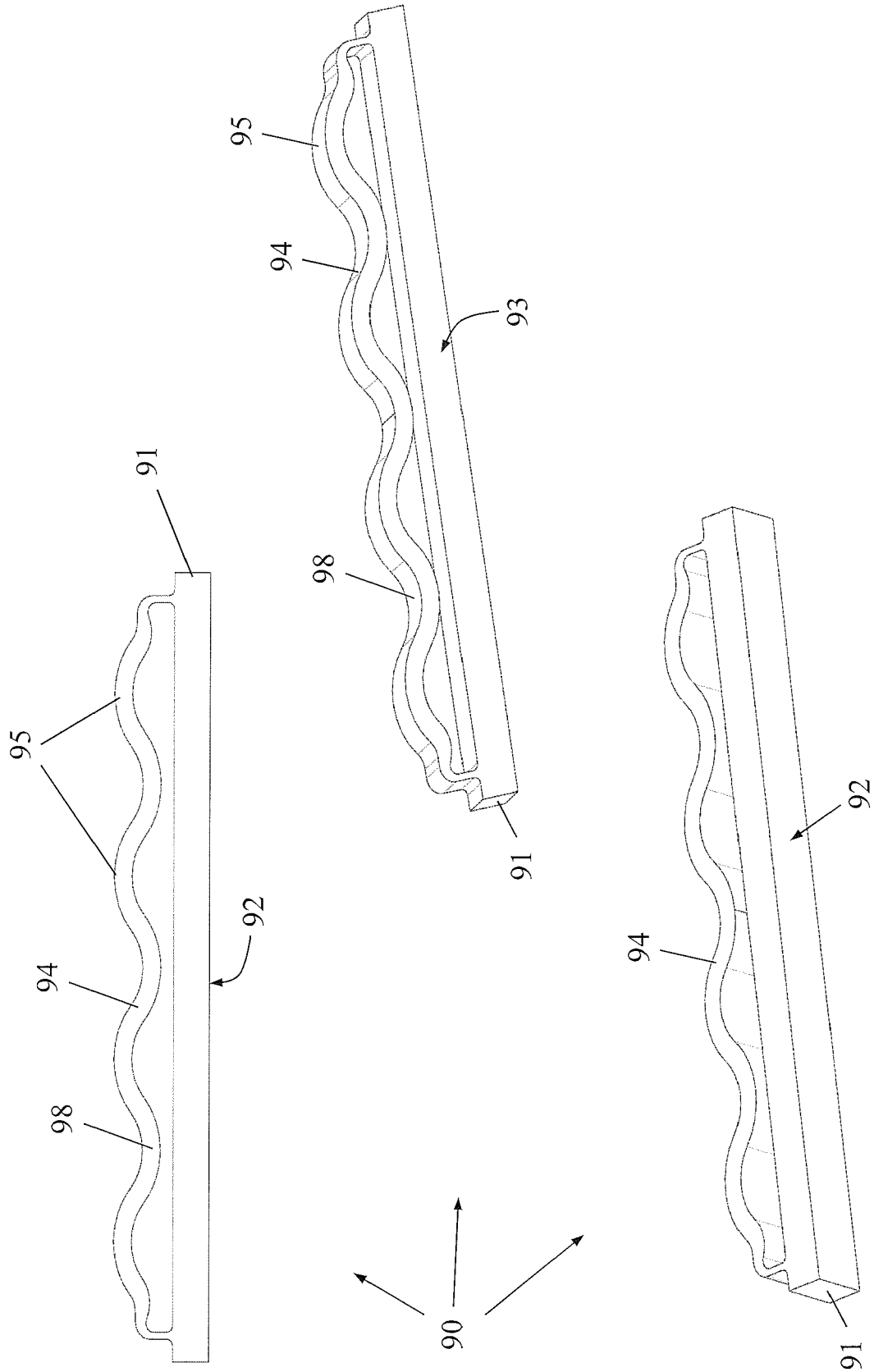


Figure 12



Figur 13



Figur 14

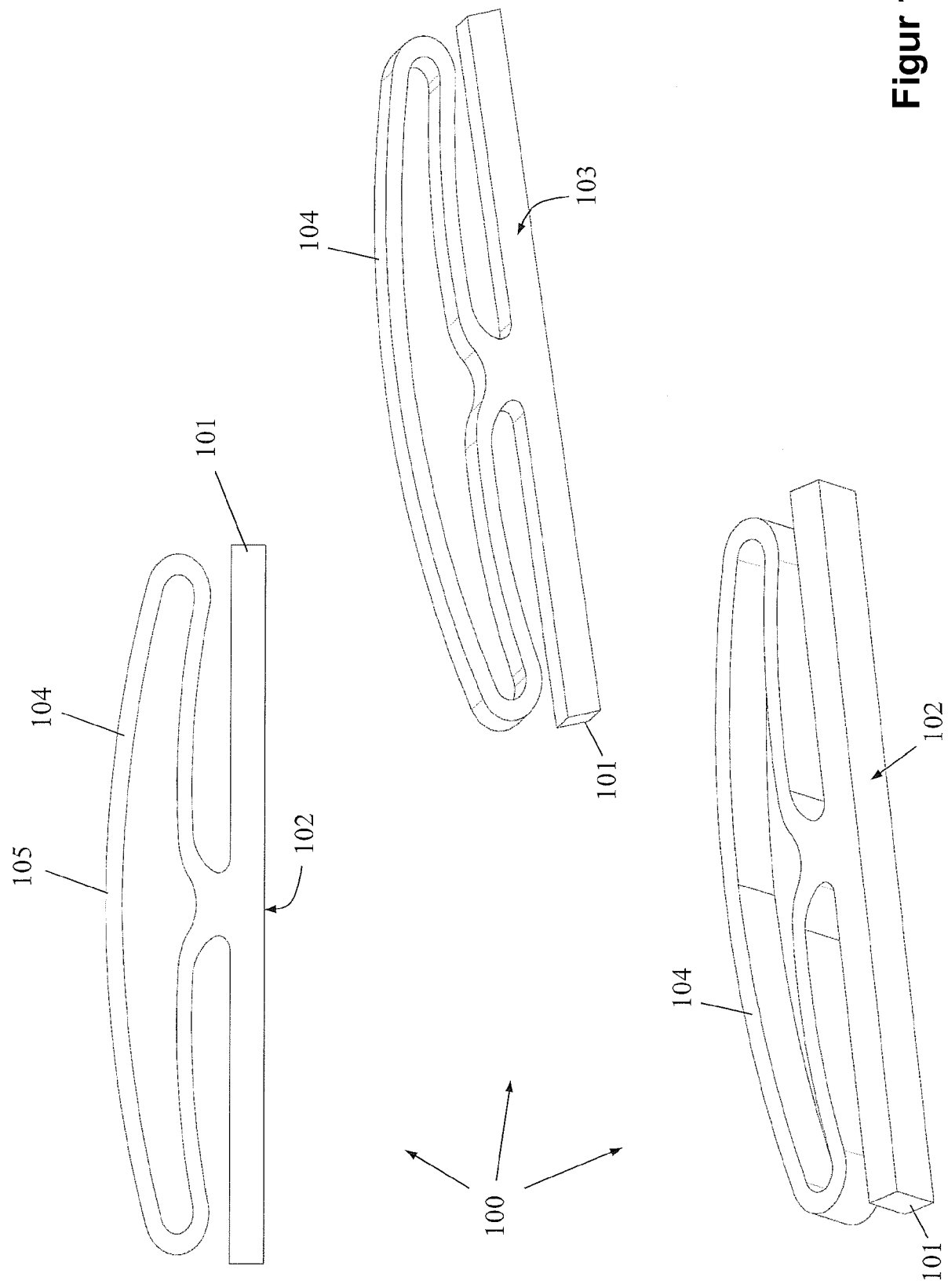


Figure 15

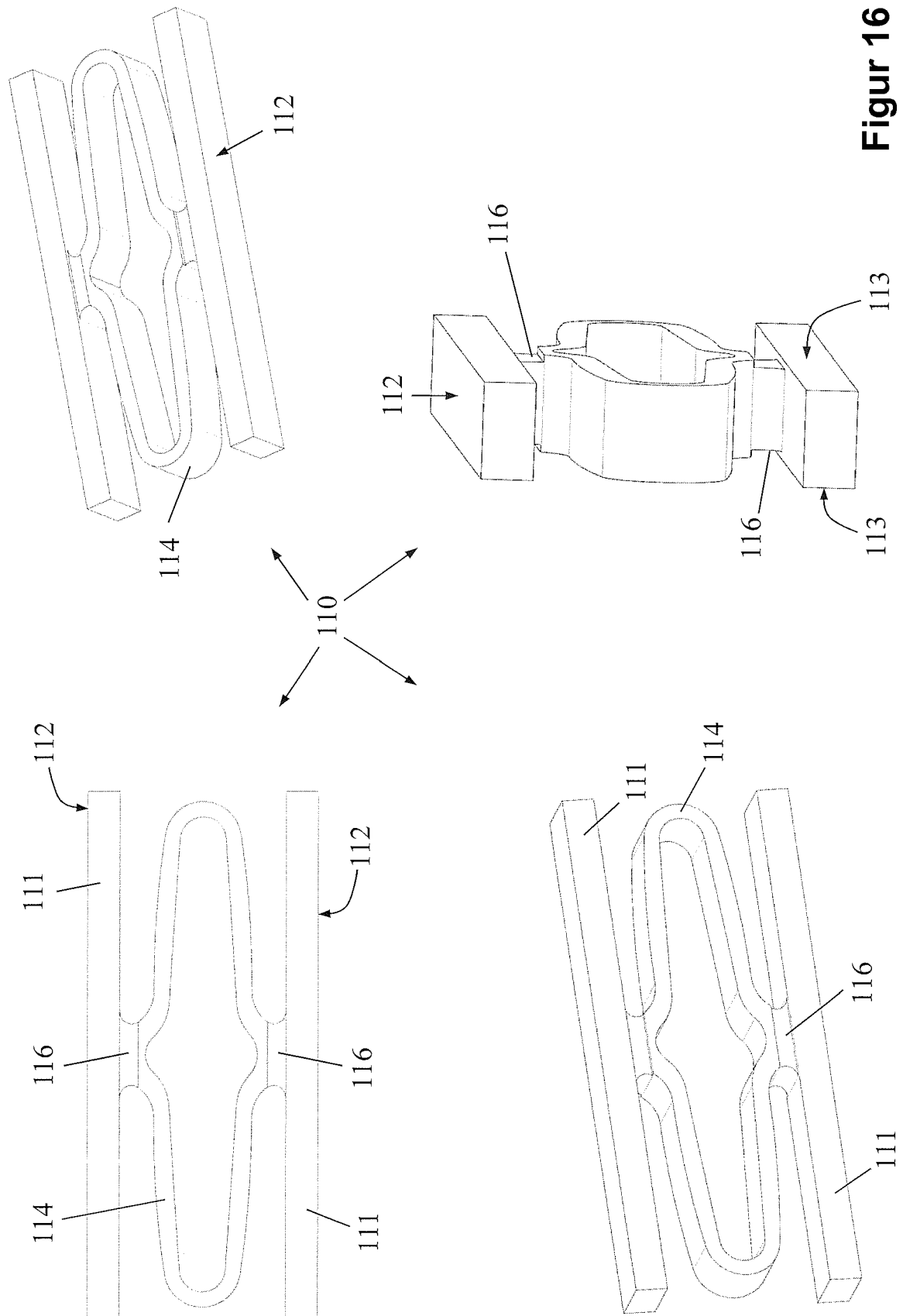


Figure 16

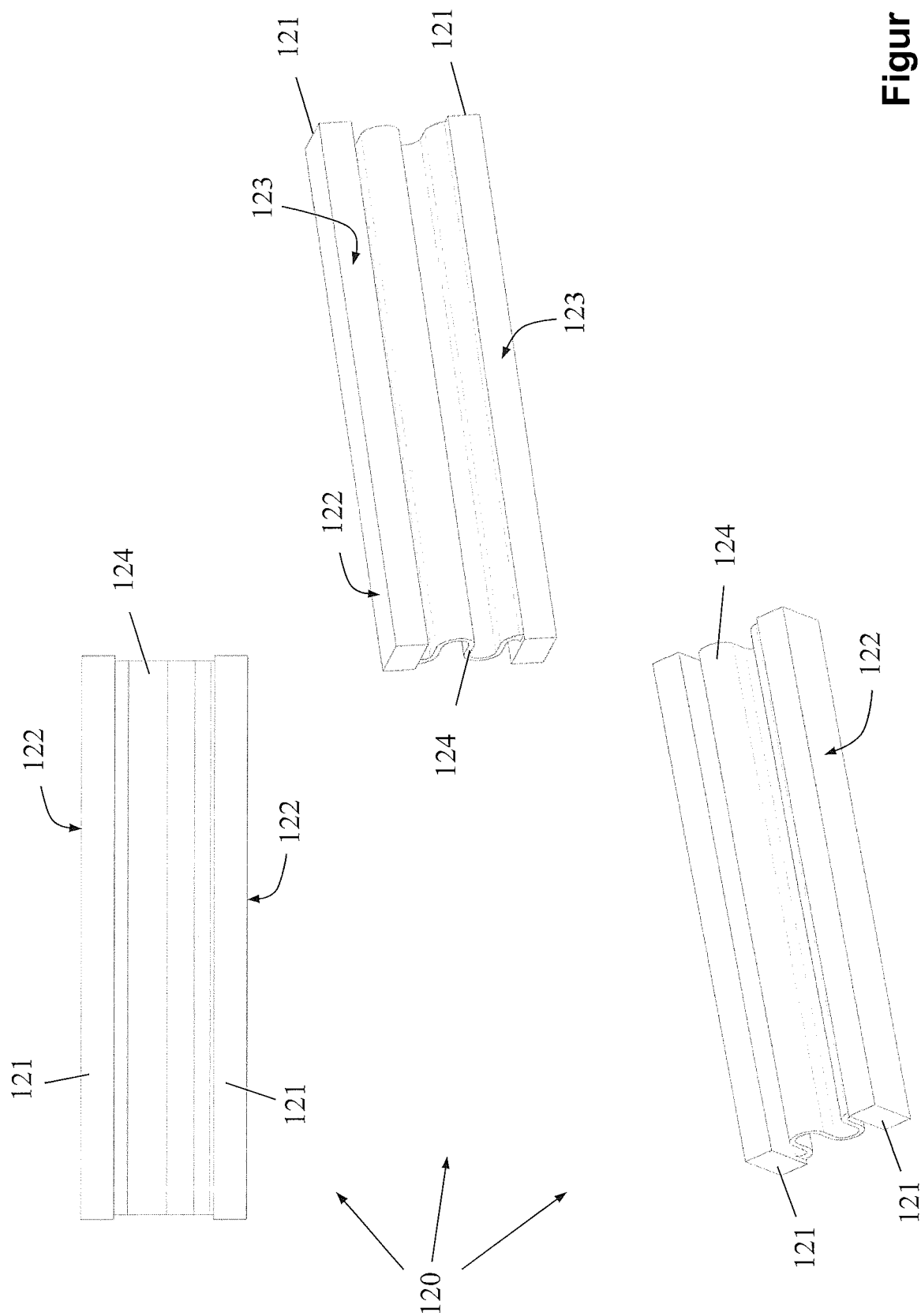


Figure 17



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 20 6837

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2009/044770 A1 (SCOTT MATTHEW T [US] ET AL) 19. Februar 2009 (2009-02-19) * das ganze Dokument *	1-22	INV. F01L1/344 F04C15/00
X	EP 0 974 738 A2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 26. Januar 2000 (2000-01-26) * das ganze Dokument *	1-22	
X	DE 102 37 414 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 4. März 2004 (2004-03-04) * das ganze Dokument *	1-22	
X	JP 2005 083272 A (HOSEI BRAKE IND) 31. März 2005 (2005-03-31) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-22	
X	JP 2001 234713 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 31. August 2001 (2001-08-31) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-22	
X	JP 2000 265814 A (NTN TOYO BEARING CO LTD) 26. September 2000 (2000-09-26) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-22	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01L F04C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 2. Mai 2018	Prüfer Klinger, Thierry
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 20 6837

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-05-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2009044770	A1	19-02-2009	KEINE	
15	EP 0974738	A2	26-01-2000	DE 69919089 D1	09-09-2004
				DE 69919089 T2	21-07-2005
				EP 0974738 A2	26-01-2000
				JP 2000038909 A	08-02-2000
				US 6173688 B1	16-01-2001
				US 6334415 B1	01-01-2002
20	DE 10237414	A1	04-03-2004	DE 10237414 A1	04-03-2004
				EP 1529168 A1	11-05-2005
				JP 4304507 B2	29-07-2009
				JP 2005535858 A	24-11-2005
25				US 2005191171 A1	01-09-2005
				WO 2004022985 A1	18-03-2004
	JP 2005083272	A	31-03-2005	KEINE	
30	JP 2001234713	A	31-08-2001	JP 4309011 B2	05-08-2009
				JP 2001234713 A	31-08-2001
	JP 2000265814	A	26-09-2000	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2365193 B1 [0003] [0012] [0051]
- DE 102011086175 B3 [0004] [0029]