

(19)



(11)

EP 2 696 075 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.02.2014 Patentblatt 2014/07

(51) Int Cl.:
F04C 2/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13178333.4**

(22) Anmeldetag: **29.07.2013**

(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

(72) Erfinder: **Sutter, Kai**
73614 Schorndorf (DE)

(74) Vertreter: **Maiß, Harald**
Bosch Rexroth AG
Patentabteilung
Ernst-Sachs-Straße 100
97424 Schweinfurt (DE)

(30) Priorität: **10.08.2012 DE 102012214229**

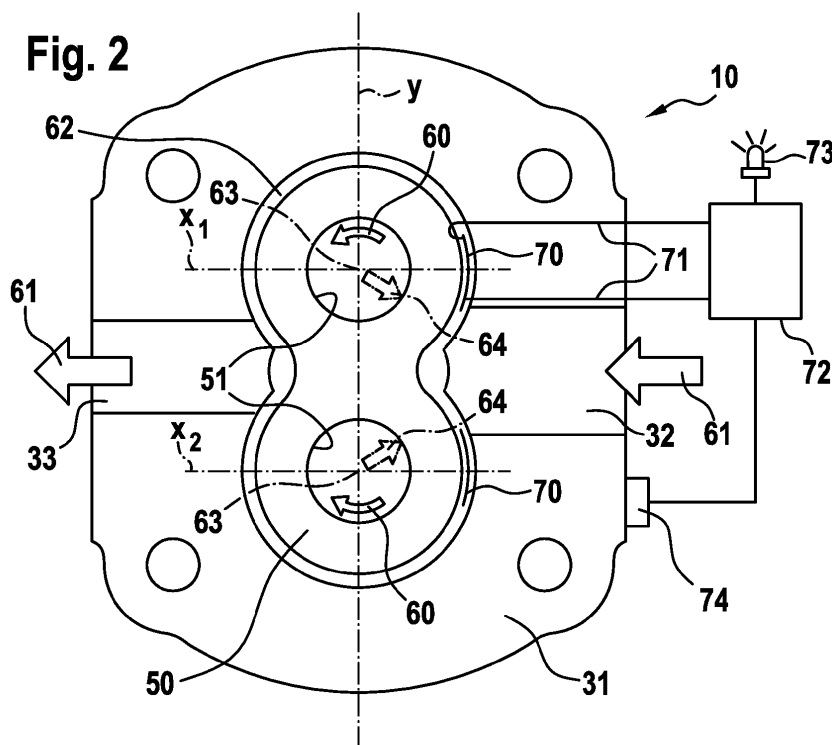
(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(54) **Zahnradmaschine mit Kraftsensor in Form einer Piezofolie**

(57) Zahnradmaschine (10) mit wenigstens zwei Zahnrädern, die im Außeneingriff miteinander kämmen, wobei die wenigstens zwei Zahnräder von einem Gehäuse (31) mit einem Niederdruck- und einem Hochdruckanschluss (32; 33) umgeben sind, wobei jedes Zahnrad wenigstens einen Lagerzapfen aufweist, der in einem zu-

geordneten Lagerkörper (50) drehbar gelagert ist, welcher in dem Gehäuse (31) bezüglich der Drehachse (63) des zugeordneten Zahnrades gleitbeweglich aufgenommen ist.

Erfindungsgemäß ist zwischen dem Lagerkörper (50) und dem Gehäuse (31) wenigstens eine Piezofolie (70) angeordnet.



EP 2 696 075 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zahnradmaschine gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Aus der DE 10 2007 051 352 A1 ist eine Zahnradmaschine bekannt. Die Zahnradmaschine umfasst zwei Zahnräder, die im Außeneingriff miteinander kämmen. Die Zahnräder sind von einem Gehäuse umgeben, welches aus einem Hauptkörper, einem ersten und einem zweiten Deckel zusammengesetzt ist. In dem Hauptkörper des Gehäuses sind ein Niederdruck- und ein Hochdruckanschluss vorgesehen. Wenn die Zahnradmaschine als Pumpe betrieben wird, werden die Zahnräder beispielsweise mit einem Elektromotor in Drehbewegung versetzt, wobei Druckfluid, insbesondere Hydrauliköl, vom Niederdruck- zum Hochdruckanschluss fließt. Wenn die Zahnradmaschine als Motor betrieben wird, fließt das Druckfluid vom Hochdruck zum Niederdruckanschluss, wobei die Zahnräder hierdurch in Drehbewegung versetzt werden.

[0003] Jedes Zahnrad weist zwei kreiszylindrische Lagerzapfen auf, wobei einer der Lagerzapfen als Antriebszapfen aus dem Gehäuse herausgeführt sind. Auf beiden Seiten der Zahnräder befindet sich je ein Lagerkörper, in dem die genannten Lagerzapfen drehbar gelagert sind. Die Lagerzapfen sind in Richtung der Drehachse gleitbeweglich in dem Hauptkörper aufgenommen, wobei sie von Druckfluid gegen die Seitenflächen der Zahnräder gedrückt werden, um dort eine Abdichtung zu bewirken.

[0004] Der Hauptkörper ist mit einem Piezosensor versehen, welcher den Druck des Druckfluids im Inneren des Gehäuses messen kann.

[0005] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Zahnradpumpe anzugeben, welche einen Sensor aufweist, welcher unmittelbar die Kraft messen kann, welche auf die Zahnräder einwirkt. Weiter soll dieser Sensor besonders einfach ausgeführt sein. Darüber hinaus soll der Sensor möglichst wenig Bauraum beanspruchen, wobei sich insbesondere die Außenabmessungen der Zahnradmaschine nicht vergrößern sollen.

[0006] Gemäß dem selbständigen Anspruch wird vorgeschlagen, dass zwischen dem Lagerkörper und dem Gehäuse wenigstens eine Piezofolie angeordnet ist. Piezofolien sind dadurch gekennzeichnet, dass sie eine elektrische Spannung erzeugen, wenn Druckkräfte auf sie ausgeübt werden. An der Berührfläche zwischen den Lagerkörpern und dem Gehäuse werden die Lagerkräfte übertragen, welche in der Drehlagerung der Zahnräder wirken. Die elektrische Spannung an der dort angeordneten Piezofolie ist damit ein Maß für die übertragenen Lagerkräfte und mithin ein Maß für die Kräfte, welche auf die Zahnräder einwirken. Soweit die Geometrie der Zahnradmaschine bekannt ist, kann aus der elektrischen Spannung an der Piezofolie auch der Druck des Druckfluids berechnet werden.

[0007] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Erfindung

angegeben.

[0008] Die wenigstens eine Piezofolie kann aus Polyvinylidenfluorid bestehen, welches polarisiert ist. Polarisiertes Polyvinylidenfluorid, abgekürzt PVDF, weist einen besonders großen piezoelektrischen Effekt auf. Dieser ist umso größer, je stärker das Material polarisiert ist. Dementsprechend weist die vorgeschlagene Piezofolie eine besonders große Messempfindlichkeit auf, d.h. das Verhältnis zwischen der Änderung der elektrischen Spannung und der Änderung der Druckkraft, die auf die Piezofolie einwirkt, ist besonders groß. PVDF hat überdies den Vorteil, dass es von dem Druckfluid chemisch nicht angegriffen wird, so dass die Piezofolie dauerhaft verwendbar ist.

[0009] Die wenigstens eine Piezofolie kann eine Dicke zwischen 8 µm und 120 µm aufweisen. Mit dieser Dicke kann die Piezofolie problemlos zwischen dem zugeordneten Lagerkörper und dem Gehäuse untergebracht werden, ohne dass die Zahnradmaschine hierfür gegenüber der konventionellen Zahnradmaschine vergrößert werden muss. Gleichzeitig weist die Piezofolie eine ausreichende Messempfindlichkeit auf.

[0010] Die wenigstens eine Piezofolie kann auf beiden Seiten mit einer Metallschicht versehen sein. Die beiden Metallschichten bilden jeweils eine Elektrode, an der die Piezospannung, welche das Messsignal darstellt, abgegriffen werden kann.

[0011] Beide Metallschichten können mit einer zugeordneten Isolierschicht vollständig abgedeckt sein. Die Piezofolie liegt sowohl an dem Lagerkörper als auch an dem Gehäuse an. Beide Teile bestehen aus Metall, insbesondere aus Stahl, Gusseisen oder Aluminium, und sind mithin elektrisch leitfähig. Durch die vorgeschlagene Isolierschicht wird verhindert, dass das Messsignal dadurch verfälscht wird, dass elektrische Ladungen auf das Gehäuse bzw. den Lagerkörper abgeleitet werden. Hierbei ist anzumerken, dass die Piezofolie nur extrem kleine Ströme abgeben kann. Eine Erdung der Metallschicht über das Gehäuse oder den Lagerkörper würde die Piezospannung sofort zusammenbrechen lassen.

[0012] Beide Metallschichten können an je eine zugeordnete elektrische Leitung angeschlossen sein, die aus dem Gehäuse herausgeführt ist. Über die vorgeschlagenen elektrischen Leitungen kann die Piezofolie mit einer Auswerteeinrichtung verbunden werden, die außerhalb des Gehäuses angeordnet ist. Mit der Auswerteeinheit soll die elektrische Spannung an der Piezofolie in einen aussagekräftigen Messwert, nämlich einen Kraftwert oder einen Druckwert umgewandelt werden. Die Auswerteeinheit ist hierfür vorzugsweise mit einem Analog-Digital-Wandler und mit einem programmierbaren Digitalrechner ausgestattet.

[0013] Die wenigstens eine Piezofolie kann auf der Seite des Niederdruckanschlusses angeordnet sein. Der Niederdruckanschluss weist typischerweise gegenüber dem Hochdruckanschluss eine größere Querschnittsfläche auf, damit es dort nicht zu Kavitation kommt. Die Zahnräder werden vom Druck am Hochdruckanschluss

in Richtung des Niederdruckanschlusses gedrückt, so dass eine im Bereich des Niederdruckanschlusses angeordnete Piezofolie auf Druck beansprucht wird und mithin ein aussagekräftiges Messsignal abgibt.

[0014] Die Piezofolie kann bezüglich einer Y-Achse, welche durch die Verbindungslinie der Drehachsen zweier miteinander kämmender Zahnräder definiert wird, auf der Höhe der Drehachse eines zugeordneten Zahnrades angeordnet sein. Die Piezofolie misst dadurch einzig eine Kraftkomponente, die quer zur Y-Achse ausgerichtet ist. Diese lässt sich sehr genau in den Druck des Druckfluids umrechnen. Die in Richtung der Y-Achse gerichtete Kraftkomponente der Lagerkräfte wird nicht ausschließlich durch die Druckkräfte verursacht, sondern auch von den Kräften, die im Verzahnungseingriff wirken.

[0015] Der Lagerkörper kann einstückig ausgebildet sein, wobei zwei miteinander kämmende Zahnräder drehbar in diesem gelagert sind. Durch den einstückigen Lagerkörper wird von vorneherein verhindert, dass Kräfte, die in Y-Richtung wirken zwischen dem Lagerkörper und dem Gehäuse übertragen werden, so dass die Umrechnung der gemessenen Lagerkraft auf den Druck des Druckfluids einfacher durchgeführt werden kann.

[0016] Jedem Zahnrad kann eine Piezofolie zugeordnet sein. Aufgrund der Antriebsdrehmomente, die auf die Zahnräder einwirken, sind für die unterschiedlichen Piezofolien jeweils unterschiedliche Messwerte zu erwarten. Durch die Verwendung mehrerer Piezofolien können einerseits die Antriebsdrehmomente bestimmt werden. Andererseits können die Einflüsse der Antriebsdrehmomente bei der Berechnung des Druckes des Druckfluids herausgerechnet werden.

[0017] Das Gehäuse kann einen Innenraum aufweisen, der in Richtung der Drehachsen der Zahnräder eine konstante Querschnittsform aufweist, wobei die Außenumfangsfläche des wenigstens einen Lagerkörpers an die genannte Querschnittsform angepasst ist, wobei die wenigstens eine Piezofolie an der Außenumfangsfläche des Lagerkörpers angeordnet ist. Diese an sich bekannte Gestaltung des Gehäuses und der Lagerkörper ist besonders gut für die Aufnahme der erfindungsgemäßen Piezofolie geeignet, da diese einfach zwischen den Lagerkörper und das Gehäuse eingelegt werden kann, wobei dort allenfalls geringe Anpassungen an die Piezofolie vorgenommen werden müssen.

[0018] An dem Gehäuse kann ein Informationsspeicher angebracht sein, der Kalibrierungsdaten für die Piezofolie enthält. Die Messempfindlichkeit der erfindungsgemäßen Piezofolie weist eine große Streuung auf. Um genaue Messergebnisse zu erhalten, muss daher für jede einzelne Zahnradmaschine der genaue Zusammenhang zwischen den Lagerkräften der Zahnräder bzw. dem Druck des Druckfluids und der Spannung der Piezofolie durch Versuch ermittelt werden. Die Ergebnisse dieser Kalibrierung sollen in dem vorgeschlagenen Informationsspeicher abgelegt werden, so dass diese für die spätere Auswertung des Messsignals einfach zur

Verfügung stehen. Bei dem Informationsspeicher kann es sich beispielsweise um einen optischen Matrix- oder Strichcode handeln. Es können aber auch elektronische Informationsspeicher, beispielsweise in Form eines RFID-Tags, vorgesehen sein. Der Informationsspeicher kann auch in die bereits angesprochene Auswerteeinheit integriert sein, soweit er am Gehäuse angebracht ist.

[0019] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es stellt dar:

Fig. 1 eine Explosionsansicht einer erfindungsgemäßen Zahnradmaschine;

Fig. 2 einen Querschnitt der Zahnradmaschine nach Fig. 1; und

Fig. 3 einen grobschematischen Querschnitt der Piezofolie.

[0020] Fig. 1 zeigt eine Explosionsdarstellung einer erfindungsgemäßen Zahnradmaschine 10. Die Zahnradmaschine 10 umfasst ein Gehäuse 31; 40; 41, welches aus einem Hauptkörper 31 aus Aluminium besteht, an dessen beiden gegenüber liegenden Stirnenden 34 ein erster und ein zweiter Deckel 40; 41 angeordnet sind. Die Teile 31; 40; 41 werden durch vier Schraubbolzen 44 zusammengehalten, von denen in Fig. 1 nur einer dargestellt ist. Die vorliegende Erfindung ist dabei unabhängig von der beispielhaft dargestellten Gehäuseaufteilung für jedes beliebige Gehäuse anwendbar.

[0021] In dem Hauptkörper 31 sind zwei zueinander spiegelsymmetrische Lagerkörper 50 und zwei Zahnräder 12; 13 aufgenommen. Die Drehachsen der Zahnräder 12; 13 verlaufen parallel zu einer Längsachse 22. Der Innenraum 11, welcher von dem Hauptkörper 31 und den zwei Lagerkörpern 50 umschlossen wird, ist im Wesentlichen fluiddicht an die Zahnräder 12; 13 angepasst, welche im Außeneingriff miteinander kämmen. Namentlich liegen die Lagerkörper 50 an den gegenüber liegenden ebenen Seitenflächen 21 der Zahnräder 12; 13 an, wobei der Hauptkörper 31 an den Zahnköpfen der Zahnräder 12; 13 anliegt. Die Innenumfangsfläche des Hauptkörpers 31 weist in Längsrichtung 22 eine konstante Querschnittsform auf, wobei die Lagerkörper 50 mit sehr geringem Spiel an diese Querschnittsform angepasst sind, so dass diese in Längsrichtung 22 gleitbeweglich in dem Hauptkörper 31 aufgenommen sind.

[0022] Das Zahnrad 12 ist einstückig mit einer Welle 14 ausgebildet, welche durch den ersten Deckel 40 hindurch mit einem Antriebszapfen 15 aus dem Gehäuse 31; 40; 41 herausragt. In dem ersten Deckel 40 ist ein Radialwellendichtring 43 angeordnet, welcher mit seiner Dichtlippe dichtend an der Welle 14 anliegt, so dass dort kein Druckfluid austreten kann. Zwischen dem Hauptkörper 31 und dem ersten bzw. dem zweiten Deckel 40; 41 ist jeweils eine Deckeldichtung 42 in Form eines O-Ringes aus Gummi vorgesehen. Die Achse 16 und die Welle 14 bilden je zwei Lagerzapfen 20, die in den beiden La-

gerkörpern 50 in einer zugeordneten Lagerbohrung 51 drehbar gelagert sind. Die Lagerbohrung 51 wird von einer gesonderten Lagerbuchse gebildet, damit dann, wenn die Zahnradmaschine 10 mit geringer Drehzahl läuft, kein übermäßiger Verschleiß an den entsprechenden Gleitlagern auftritt.

[0023] Hinzuweisen ist außerdem auf die Axialdichtung 53 und das zugeordnete Stützelement 54 an der Rückseite der beiden Lagerkörper 50. Die Axialdichtung 53 liegt an dem zugeordneten ersten bzw. zweiten Deckel 40; 41 an. An der gegenüberliegenden Seite liegt sie auf dem Stützelement 54 auf. Die Axialdichtung 53 grenzt zwei Druckfelder voneinander ab, in denen jeweils der Druck am Hochdruckanschluss 33 bzw. der Druck am Niederdruckanschluss 32 wirkt. Dadurch werden die im Hauptkörper 31 verschiebbar aufgenommenen Lagerkörper 50 gegen die ebene Seitenfläche der Zahnräder 12; 13 gedrückt, so dass eine druckdichte Abdichtung gegeben ist.

[0024] Der Nieder- und der Hochdruckanschluss 32; 33 sind am Hauptkörper 31 angeordnet. In dem in Fig. 1 dargestellten Auslieferungszustand sind sie mit je einem gesonderten Verschlussstopfen 35 verschlossen, wobei der Niederdruckanschluss 32 den größeren Durchmesser und mithin den größeren Verschlussstopfen 35 aufweist.

[0025] Fig. 2 zeigt einen Querschnitt der Zahnradmaschine 10 nach Fig. 1, wobei die Schnittebene durch die Drehachsen 63 der beiden Zahnräder verläuft. Der Spalt 62 zwischen dem Lagerkörper 50 und dem Hauptkörper 31 des Gehäuses ist stark übertrieben dargestellt, um die Lage der Piezofolie 70 besser kenntlich machen zu können. Tatsächlich ist dieser Spalt 62 so eng ausgelegt, dass nahezu kein Druckfluid mit hohem Druck aus dem Bereich der Zahnräder durch den Spalt 62 hindurch treten kann, wobei gleichzeitig die Beweglichkeit der Lagerkörper 50 gegenüber dem Hauptkörper 31 gewahrt bleibt. Insbesondere liegt der Lagerkörper 50 unmittelbar und vollflächig auf der Piezofolie 70 auf, welche wiederum unmittelbar und vollflächig auf dem Hauptkörper 31 des Gehäuses aufliegt.

[0026] Die Y-Achse wird definiert durch die Verbindungslinie der Drehachsen 63 der beiden Zahnräder. Die X_1 - und die X_2 -Achse verläuft jeweils senkrecht zur Y-Achse durch die Drehachse 63 eines zugeordneten Zahnrades. Jedem Zahnrad ist eine gesonderte Piezofolie 70 zugeordnet, die in Richtung der Y-Achse auf der Höhe des betreffenden Zahnrades angeordnet ist. Die zugeordnete X_1 - bzw. X_2 -Achse schneidet die Piezofolie 70 also mittig. Dementsprechend misst die Piezofolie 70 nur die in Richtung der X_1 - bzw. X_2 -Achse gerichtete Kraftkomponente der Lagerkraft 64 des betreffenden Zahnrades. Die genannte Lagerkraft 61 ist typischerweise vom Hochdruckanschluss 33 zum Niederdruckanschluss 32 hin gerichtet. Da sie hauptsächlich vom Druck am Hochdruckanschluss 33 verursacht wird, der über einen weiten Umfangsbereich auf die Zahnräder einwirkt, lässt sich dieser Druck aus der Spannung an der

Piezofolie 70 bestimmen. Der Niederdruckanschluss 32 hebt sich durch seine größere Querschnittsfläche vom Hochdruckanschluss 33, um Kavitation zu vermeiden. Die vorliegende Zahnradmaschine wird vorzugsweise als Pumpe betrieben, wie sich aus den eingezeichneten Strömungsrichtungen 61 des Druckfluids und den Drehrichtungen 60 der Zahnräder ergibt.

[0027] Die beiden Piezofolien 70 sind über je zwei elektrische Leitungen 71 mit einer Auswerteeinheit 72 verbunden, wobei der Übersichtlichkeit halber nur die elektrischen Leitungen 71 der oberen Piezofolie 70 eingezeichnet sind. Die Auswerteeinheit 72 umfasst einen Analog-Digital-Wandler, mit dem die elektrische Spannung an der zugeordneten Piezofolie 70 digitalisiert wird. Weiter ist ein programmierbarer Digitalrechner vorgesehen, der aus den so ermittelten digitalen Messwerten einen Zahlenwert für die Lagerkräfte der Zahnräder oder den Druck des Druckfluids berechnen kann. Hiefür nutzt er die Kalibrierdaten, die in einem Informationsspeicher 74 gespeichert sind, der am Gehäuse angebracht ist. Rein beispielhaft ist vorliegend ein elektronischer Informationsspeicher 74 gezeigt, der über ein Kabel mit der Auswerteeinheit 72 verbunden ist. Genauso gut kann ein Matrixcode oder ein RFID-Tag an dem Gehäuse angebracht sein, dessen Inhalt mit einem geeigneten Lesegerät einmalig ausgelesen und in der Auswerteeinheit 72 dauerhaft gespeichert wird. Die Auswerteeinheit 72 ist mit einer Signallampe 73 verbunden, die beispielsweise einen Überlastungszustand der Zahnradmaschine 10 anzeigen kann. Ein Überlastungszustand ist beispielsweise dann gegeben, wenn die Spannung an den Piezofolien 70 mindestens für einen vorbestimmten Zeitraum einen vorbestimmten Grenzwert übersteigt. Durch die Signallampe 73 wird dann angezeigt, dass die Zahnradmaschine 10 der Wartung bedarf.

[0028] Fig. 3 zeigt einen grobschematischen Querschnitt der Piezofolie 70. Im nicht eingebauten Zustand ist die Piezofolie 70 in Form einer ebenen Platte ausgebildet, wobei die Dicke 81 der PVDF-Schicht 80 beispielsweise 28 μm beträgt. PVDF ist dabei die Abkürzung für den Kunststoff Polyvinylidenfluorid. Beim Einbau in die Zahnradmaschine wird die Piezofolie 70 elastisch in die passende Form gebogen. Die hierdurch hervorgerufenen Piezospannungen werden bei der Auswertung der Messspannung durch die Auswerteeinheit herausgerechnet. Die PVDF-Schicht 80 ist auf beiden Seiten mit einer Metallschicht 82 versehen, an welche jeweils eine der bereits angesprochenen elektrischen Leitungen 71 angeschlossen ist. Die Dicke der Metallschicht 82 beträgt beispielsweise 1 μm . Die gesamte Piezofolie 70 ist mit einer Isolierschicht 83 aus Kunststoff umgeben, so dass insbesondere ein elektrischer Kontakt zwischen den Metallschichten 82 und dem Gehäuse bzw. dem Lagerkörper ausgeschlossen ist.

Bezugszeichenliste

[0029]

10	Zahnradmaschine		(50) drehbar gelagert ist, welcher in dem Gehäuse
11	Innenraum		(31; 40; 41) bezüglich der Drehachse (63) des zu-
12	Zahnrad		geordneten Zahnrades (12; 13) gleitbeweglich auf-
13	Zahnrad		genommen ist,
14	Welle	5	dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem La-
15	Antriebszapfen		gerkörper (50) und dem Gehäuse (31; 40; 41) we-
16	Achse		nigstens eine Piezofolie (70) angeordnet ist.
20	Lagerzapfen		
21	Seitenflächen eines Zahnrades	10	2. Zahnradmaschine nach Anspruch 1,
22	Längsrichtung		dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens ei-
			ne Piezofolie (70) aus Polyvinylidenfluorid besteht,
			welches polarisiert ist.
31	Hauptkörper		
32	Niederdruckanschluss		
33	Hochdruckanschluss	15	3. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden
34	Stirnende		Ansprüche,
35	Verschlussstopfen		dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens ei-
			ne Piezofolie (70) eine Dicke (81) zwischen 8 µm
			und 120 µm aufweist.
40	erster Deckel		
41	zweiter Deckel	20	4. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden
42	Deckeldichtung		Ansprüche,
43	Radialwellendichtring		dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens ei-
44	Schraubbolzen		ne Piezofolie (70) auf beiden Seiten mit einer Met-
			tallschicht (82) versehen ist.
50	Lagerkörper	25	
51	Lagerbohrung		5. Zahnradmaschine nach Anspruch 4,
53	Axialdichtung		dadurch gekennzeichnet, dass beide Metall-
54	Stützelement		schichten (82) mit einer zugeordneten Isolierschicht
			(83) vollständig abgedeckt sind.
60	Drehrichtung der Zahnräder	30	
61	Strömungsrichtung des Druckfluids		6. Zahnradmaschine nach Anspruch 4 oder 5,
62	Spalt zwischen Lagerkörper und Gehäuse		dadurch gekennzeichnet, dass beide Metall-
63	Drehachse eines Zahnrades		schichten (82) an je eine zugeordnete elektrische
64	Lagerkraft die ein Lagerzapfen auf den Lagerkör-	35	Leitung (71) angeschlossen sind, die aus dem Ge-
	per ausübt		häuse (31; 40; 41) herausgeführt ist.
70	Piezofolie		
71	elektrische Leitung		7. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden
72	Auswerteeinheit		Ansprüche,
73	Signallampe	40	dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens ei-
74	Informationsspeicher		ne Piezofolie (70) auf der Seite des Niederdruckan-
			schlusses (32) angeordnet ist.
80	PVDF-Schicht		
81	Dicke der PVDF-Schicht		8. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden
82	Metallschicht	45	Ansprüche,
83	Isolierschicht		dadurch gekennzeichnet, dass die Piezofolie be-
			züglich einer Y-Achse, welche durch die Verbind-
			ungslinie der Drehachsen (63) zweier miteinander
			kämmender Zahnräder (12; 13) definiert wird, auf
		50	der Höhe der Drehachse (63) eines zugeordneten
			Zahnrades (12; 13) angeordnet ist.

Patentansprüche

1. Zahnradmaschine (10), insbesondere Pumpe oder Motor, mit wenigstens zwei Zahnrändern (12; 13), die im Außeneingriff miteinander kämmen, wobei die wenigstens zwei Zahnräder von einem Gehäuse (31; 40; 41) mit einem Niederdruck- und einem Hochdruckanschluss (32; 33) umgeben sind, wobei jedes Zahnrad (12; 13) wenigstens einen Lagerzapfen (20) aufweist, der in einem zugeordneten Lagerkörper (50) einstückig ausgebildet ist, wobei zwei miteinander kämmende Zahnräder (12; 13) drehbar in diesem gelagert sind.
2. Zahnradmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Piezofolie (70) aus Polyvinylidenfluorid besteht, welches polarisiert ist.
3. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Piezofolie (70) eine Dicke (81) zwischen 8 µm und 120 µm aufweist.
4. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Piezofolie (70) auf beiden Seiten mit einer Metallschicht (82) versehen ist.
5. Zahnradmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** beide Metallschichten (82) mit einer zugeordneten Isolierschicht (83) vollständig abgedeckt sind.
6. Zahnradmaschine nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** beide Metallschichten (82) an je eine zugeordnete elektrische Leitung (71) angeschlossen sind, die aus dem Gehäuse (31; 40; 41) herausgeführt ist.
7. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Piezofolie (70) auf der Seite des Niederdruckanschlusses (32) angeordnet ist.
8. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Piezofolie bezüglich einer Y-Achse, welche durch die Verbindungslinie der Drehachsen (63) zweier miteinander kämmender Zahnräder (12; 13) definiert wird, auf der Höhe der Drehachse (63) eines zugeordneten Zahnrades (12; 13) angeordnet ist.
9. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lagerkörper (50) einstückig ausgebildet ist, wobei zwei miteinander kämmende Zahnräder (12; 13) drehbar in diesem gelagert sind.

10. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass jedem Zahnrad (12; 13) eine Piezofolie (70) zugeordnet ist. 5
11. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (31; 40; 41) einen Innenraum (11) aufweist, der in Richtung der Drehachsen (63) der Zahnräder (12; 13) eine konstante Querschnittsform aufweist, wobei die Außenumfangsfläche des wenigstens einen Lagerkörpers an die genannte Querschnittsform angepasst ist, wobei die wenigstens eine Piezofolie (70) an der Außenumfangsfläche des Lagerkörpers (50) angeordnet ist. 10 15
12. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass an dem Gehäuse (31; 40; 41) ein Informationsspeicher (74) angebracht ist, der Kalibrierungsdaten für die Piezofolie (70) enthält. 20

25

30

35

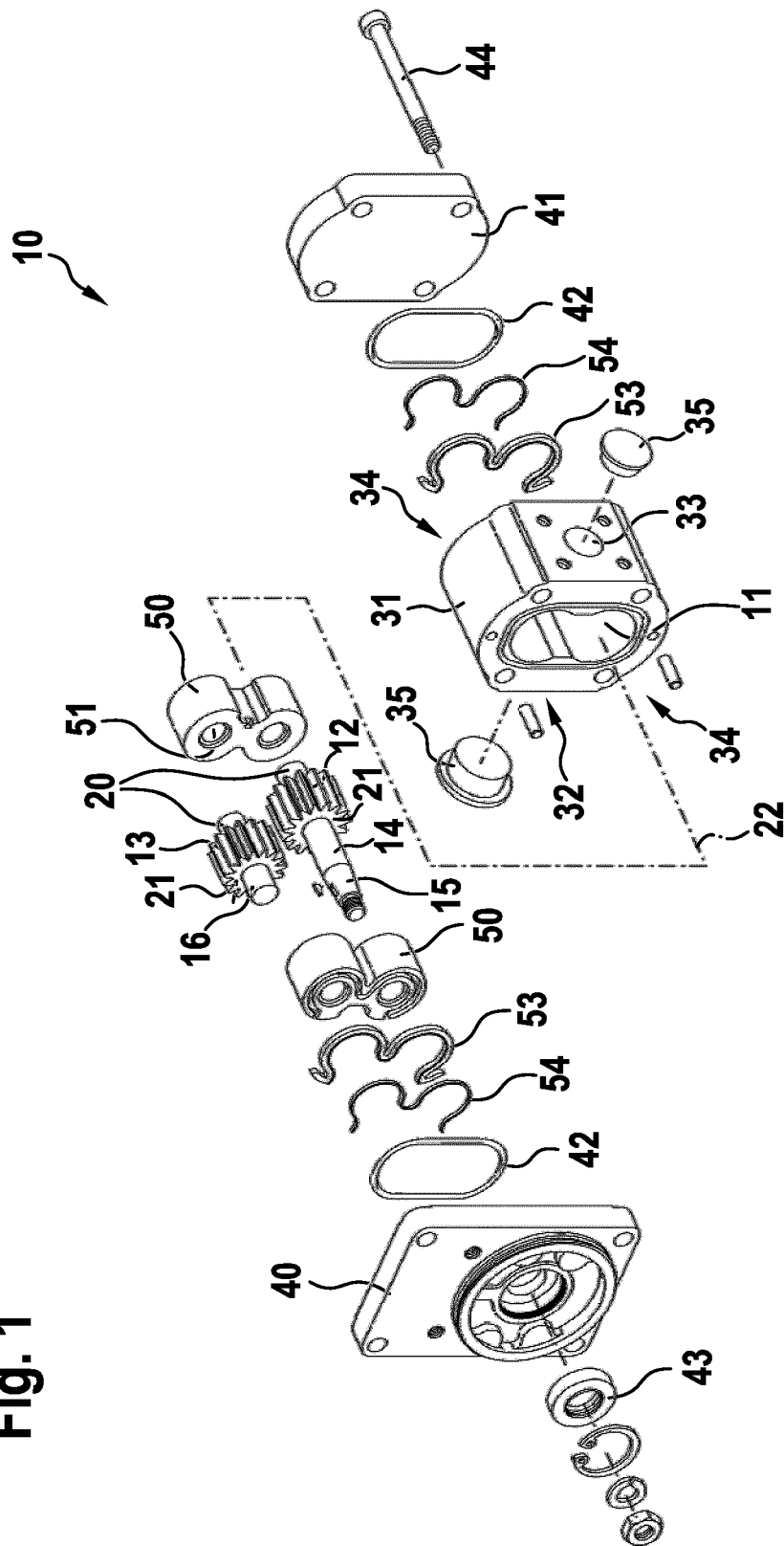
40

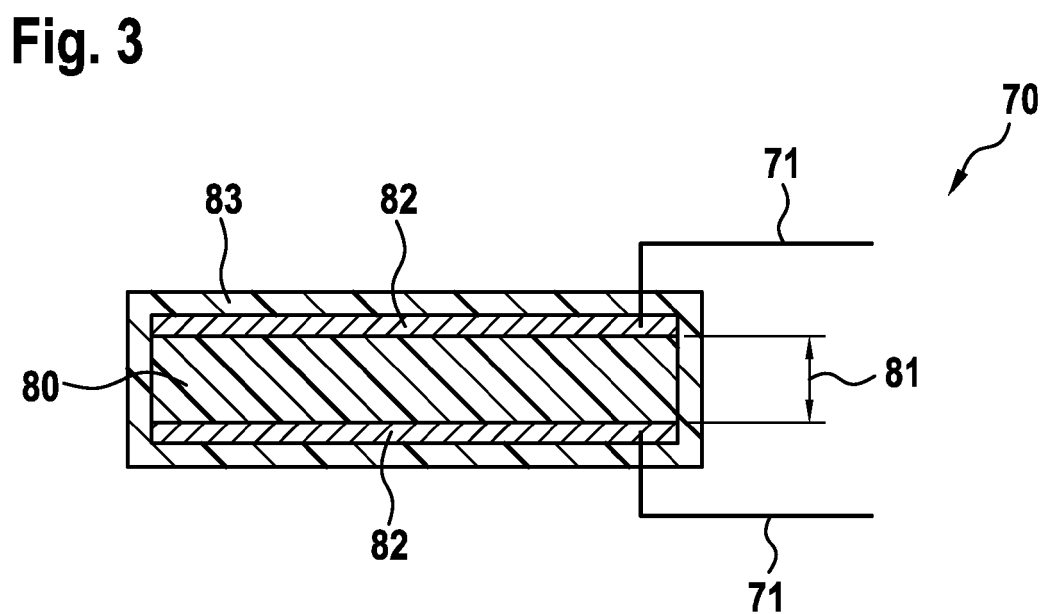
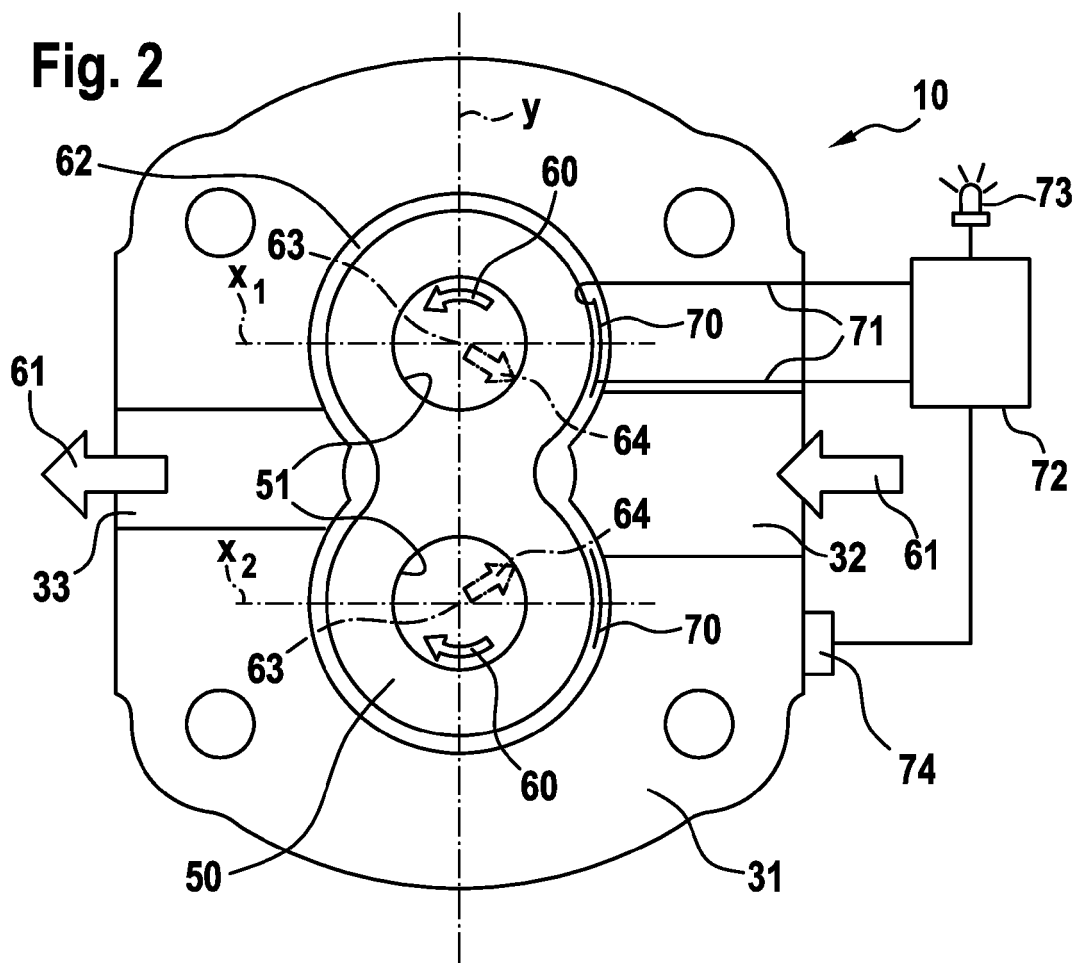
45

50

55

Fig. 1





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

- DE 102007051352 A1 [0002]