



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 040 612.0**

(22) Anmeldetag: **13.09.2010**

(43) Offenlegungstag: **15.03.2012**

(51) Int Cl.: **F02M 51/06 (2006.01)**

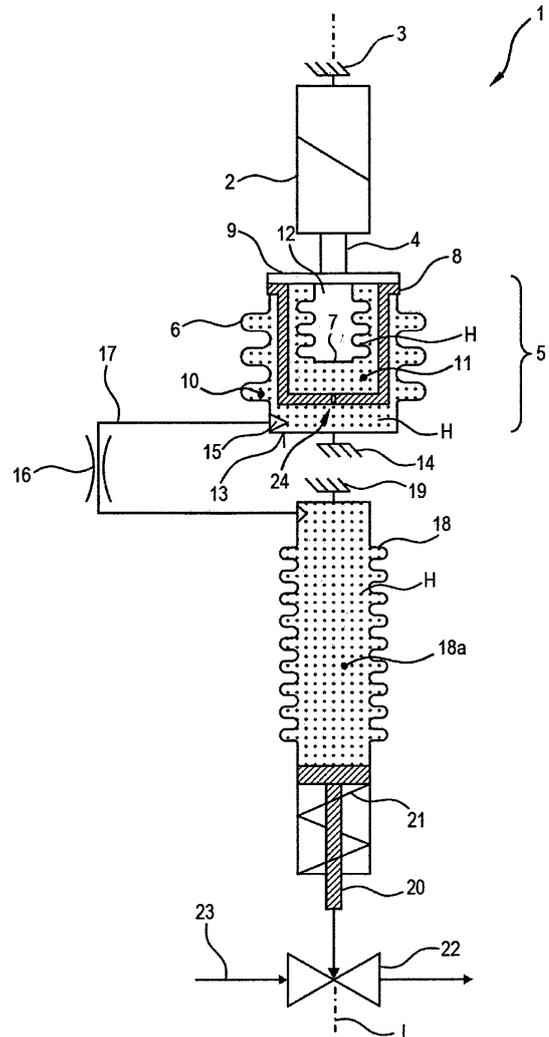
(71) Anmelder:
Siemens Aktiengesellschaft, 80333, München, DE

(72) Erfinder:
Bachmaier, Georg, 80469, München, DE; Ebelsberger, Gerit, 81737, München, DE; Fischer, Bernhard, 84513, Töging, DE; Höge, Michael, 85622, Feldkirchen, DE; Magori, Erhard, 85622, Feldkirchen, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Hydraulischer Temperaturkompensator und hydraulischer Hubübertrager**



(57) Zusammenfassung: Der hydraulische Temperaturkompensator (5) weist mindestens eine längsausdehnbare Hydraulikkammer (10, 11) und eine gasgefüllte Kammer (12), die von der Hydraulikkammer (10, 11) zumindest teilweise umgeben ist, auf, wobei die Hydraulikkammer (10, 11) in eine erste Teilkammer (10) und eine zweite Teilkammer (11) unterteilt ist, welche mittels mindestens einer Drosselstelle (24) miteinander hydraulisch verbunden sind und wobei die zweite Teilkammer (11) an die gasgefüllte Kammer (12) grenzt. Der Hubübertrager (1) weist mindestens den hydraulischen Temperaturkompensator, einen auf den Temperaturkompensator (5) wirkenden Hubaktor (2) und eine weitere Hydraulikkammer (18a), welche mit der ersten Teilkammer (10) der Hydraulikkammer (10, 11) des Temperaturkompensators (5) fluidisch verbunden ist, auf, wobei die weitere Hydraulikkammer (18a) fluidisch mit einem verschieblich gelagerten Stellelement (20) in Verbindung steht.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen hydraulischen Temperaturkompensator, insbesondere für einen hydraulischen Hubübertrager. Die Erfindung betrifft ferner einen hydraulischen Hubübertrager mit einem solchen hydraulischen Temperaturkompensator, insbesondere einen Einspritzer.

[0002] Zur Einbringung einer gewünschten Kraftstoffmenge in beliebige Verbrennungsprozesse sind in der Regel Einspritzer (Injektoren) notwendig, mittels derer eine Kraftstoffmenge dosierbar ist. Da sehr viele Verbrennungsprozesse mit der Direkteinspritzung von unter Hochdruck stehendem Brennstoff ablaufen, werden häufig besonders schnell arbeitende Aktoren eingesetzt, welche Einspritzer antreiben. Dies bedeutet, dass ein Aktor einen Hub erzeugt, welcher beispielsweise eine Injektornadel betätigt, die ihrerseits ein Ventil öffnet und einen Brennstoff in vorbestimmten Zeitintervallen und in einstellbaren Durchflussmengen für einen Verbrennungsprozess freigibt. Verbrennungsluft wird in diesem Fall separat zugeführt.

[0003] Einspritzer für Hochdruck-Direkteinspritzung benutzen dabei häufig schnelle Aktoren, wie beispielsweise "Piezo-Multilayer-Aktoren" (PMA). Dies sind Festkörperaktoren, deren zentrales Element aus einer Vielzahl von piezoelektrischen Schichten besteht. Weiterhin sind so genannte magnetostriktive Festkörperaktoren bekannt, die einen magnetisch mechanischen Effekt für die Erzeugung eines Hubes ausnutzen. Für die Erzeugung eines Hubes ist wichtig, dass derartige Festkörperaktoren einen zu geringen Hub aufweisen, um eine Injektornadel so weit zu öffnen, dass die gewünschte Brennstoffmenge eingebracht wird. Besonders bei Gaseinspritzern, die einen größeren Hub erfordern als Einspritzer, die flüssigen Brennstoff dosieren, wird dies zu einem wesentlichen Problem. Dies führt dazu, dass lediglich Konstruktionen mit einem Hubübersetzer in Frage kommen.

[0004] Im Fall des Einsatzes von Wasserstoff als Brennstoff kommt erschwerend hinzu, dass das kleine und leichte Wasserstoffmolekül leicht durch nicht-metallische Elemente wie Gummimembranen diffundiert. Somit wird die Auswahl eines geeigneten Hubübersetzers zu einem zentralen Problem beim Bau von Einspritzern. Dies resultiert auch aus der Tatsache, dass ein Übersetzer viele Eigenschaften eines Einspritzers bestimmt und im Gegensatz zu einem Aktor konstruktiv umgestaltet werden kann.

[0005] In bisherigen Problemlösungen erfolgt eine Hubvergrößerung durch mechanische Übersetzung oder durch teilweise nichtmetallisch gedichtete hydraulische Übersetzung. Mechanische Übersetzer, die beispielsweise einen mechanischen Hebel verwenden, sind allgemein anfällig für Verschleiß und für

unerwünschte Schwingungen. Dies gilt insbesondere dann, wenn ein Leerhub zwischen Aktor und Übersetzer erforderlich ist, beispielsweise, um eine Leckage zu verhindern, die bei thermischer Längenänderung aufgrund von Erwärmung auftreten könnte. Infolgedessen wird ein Aufschlag des Aktors, beispielsweise auf eine Düsennadel stattfinden, wodurch der Einspritzer ungünstig beeinflusst wird. Ungleichmäßiges Einspritzen und unsichere Öffnungs- und Schließcharakteristika sind die Folge. Ein Leerhub zwischen Aktor und Übersetzer ist auch deshalb unerwünscht, weil die Aktorauslenkung bis zum Kontakt mit der Düsennadel ungenutzt bleibt.

[0006] Eine Vergrößerung des Hubes eines Aktors mit einer Übersetzung von weniger als 1:2 wird oft mit mechanischen Hebeln realisiert. Bei Einspritzern für Dieselmotoren kann beispielsweise das mechanische Übersetzungsverhältnis 1:1,6 betragen. Gaseinspritzer benötigen typischerweise größere Übersetzungen. Bei Gaseinspritzern werden meist hydraulische Übersetzer, auch bezeichnet als hydraulische Hebel, eingesetzt. Bei der Direkteinspritzung von CNG (komprimiertes Erdgas) wird beispielsweise eine Hubübersetzung von 1:6 verwendet.

[0007] Durch Einsatz eines hydraulischen Übersetzers kann der Leerhub vermieden werden, so dass ständig die Wirkungskette zwischen Aktor und Düsennadel vorhanden ist. Dies schlägt sich direkt im konstruktiven Aufbau nieder. Anders betrachtet wird die Aktorauslenkung zu einem größeren Teil vom Einspritzer ausgenutzt und umgesetzt.

[0008] Ein Nachteil im Stand der Technik ist beispielsweise in der Kraftfahrzeugtechnik der zu beachtende weite Temperaturbereich, der von -40°C bis $+150^{\circ}\text{C}$ reichen kann. Dies kann bei der Betrachtung von Flüssigkeitsvolumina erhebliche Volumenveränderungen mit sich bringen. Spitzenwerte können wesentlich über 30% Volumenzunahme liegen. Aus diesem Grund benötigen hydraulische Hubübersetzer in den meisten Fällen eine Verbindung zu einem Reservoir.

[0009] In der deutschen Offenlegungsschrift DE 10 2005 042 786 A1 wird beispielsweise ein Kraftstoffeinspritzer offenbart, der mit einem hermetisch abgedichtetem Hydrauliksystem ausgestattet ist. In dieser Druckschrift werden so genannte geführte Kolben verwendet. Derartige geführte Kolben erfordern hohe mechanische Präzision in der Fertigung und sind sehr anfällig für Verschleiß.

[0010] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zumindest teilweise zu überwinden und insbesondere eine Möglichkeit für eine besonders verschleißarme Temperaturkompensation eines abgeschlossenen hydraulischen Systems bereitzustellen.

[0011] Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind insbesondere den abhängigen Ansprüchen entnehmbar.

[0012] Die Aufgabe wird gelöst durch einen hydraulischen Temperaturkompensator, mindestens aufweisend eine längsausdehnbare Hydraulikkammer und eine gasgefüllte Kammer, die von der Hydraulikkammer zumindest teilweise umgeben ist, wobei die Hydraulikkammer in eine erste Teilkammer und eine zweite Teilkammer unterteilt ist, welche mittels mindestens einer Drosselstelle miteinander hydraulisch verbunden sind und wobei die zweite Teilkammer an die gasgefüllte Kammer grenzt.

[0013] Steigt eine Temperatur an dem Temperaturkompensator (typischerweise langsam) an, steigt auch ein Druck einer in der Hydraulikkammer befindlichen Flüssigkeit aufgrund ihrer thermischen Ausdehnung langsam an. Bezüglich des langsamen Druckanstiegs sind die erste Teilkammer und die zweite Teilkammer durch die Drosselstelle praktisch ungehindert fluidisch verbunden. Aufgrund des Druckanstiegs in der Flüssigkeit und des daraus folgenden größeren Druckunterschieds zwischen der zweiten Teilkammer und der gasgefüllten Kammer wird die (innenliegende) gasgefüllte Kammer zusammengedrückt, so dass sich die Flüssigkeit ausdehnen kann und die Druckerhöhung der Flüssigkeit begrenzt wird, insbesondere auf ein praktisch vernachlässigbares Maß. Dieser Vorgang ist reibungs- und folglich verschleißfrei. Die Druckbegrenzung kann insbesondere auch für fluidisch mit der Hydraulikkammer, insbesondere mit deren ersten Teilkammer, verbundene hydraulische Elemente oder Einrichtungen genutzt werden.

[0014] Für schnelle Vorgänge, bei denen die Drosselstelle während eines Betätigungsintervalls in einem nur geringen Maße für die Flüssigkeit durchlässig ist, kann ein Druck insbesondere über die erste Teilkammer im Wesentlichen verlustfrei weitergegeben werden oder, z. B. durch eine Kompression des Temperaturkompensators, im Wesentlichen verlustfrei aufgebaut und ggf. weitergegeben werden. Der Temperaturkompensator eignet sich somit insbesondere für eine Verwendung in oder mit schnell schaltenden Hubübertragern (hydraulischen Hebeln) und Stellantrieben.

[0015] Der Temperaturkompensator ist weitgehend reibungsfrei und folglich verschleißfrei betreibbar und ermöglicht sowohl einen wirkungsvollen Temperatureausgleich als auch eine weitgehend verlustfreie Druckweitergabe und/oder Druckaufbau. Der Temperaturkompensator weist zudem eine besonders kompakte Bauform auf.

[0016] Die Drosselstelle kann beispielsweise als ein Flüssigkeitskanal (z. B. in Form einer Bohrung) mit einem geeignet dimensionierten Strömungsquerschnitt ausgestaltet sein.

[0017] Es ist eine Ausgestaltung, dass die gasgefüllte Kammer eine offene Kammer ist. Die gasgefüllte Kammer kann dazu insbesondere über eine Durchlassöffnung mit der Umgebung des Temperaturkompensators verbunden sein. Alternativ kann die gasgefüllte Kammer hermetisch abgeschlossen sein. Das Gas kann insbesondere Luft sein, die gasgefüllte Kammer also eine Luftkammer sein.

[0018] Es ist noch eine Ausgestaltung, dass

- die Hydraulikkammer mittels einer berührungslos in eine Außenwand eingesetzten Innenwand gebildet wird,
- zwischen der Außenwand und der Innenwand eine Trennwand zur Bildung der ersten Teilkammer und der zweiten Teilkammer berührungslos eingesetzt ist und die Trennwand die mindestens eine Drosselstelle aufweist,
- die Innenwand, die Außenwand und die Trennwand jeweils einseitig offen sind und mit ihrer jeweiligen offenen Seite hermetisch an einem gemeinsamen Deckel befestigt sind und
- die gasgefüllte Kammer mittels einer Innenseite der Innenwand gebildet wird.

[0019] Diese Ausgestaltung ist besonders einfach und robust aufbaubar. Zudem sind eine Verformung des Temperaturkompensators und ein daraus resultierender Druckaufbau bei einer schnellen Verformung einfach über eine Relativverschiebung des Deckels erreichbar.

[0020] Die Trennwand kann insbesondere starr ausgebildet sein. Die Innenwand und die Außenwand können insbesondere längsausdehnbar (komprimierbar/expandierbar) sein.

[0021] Die Innenwand kann auch als in die Außenwand integriert beschrieben werden.

[0022] Es ist noch eine weitere Ausgestaltung, dass die Innenwand und/oder die Außenwand jeweils in Form eines endseitig offenen Balgs, insbesondere Metallbalgs, ausgestaltet sind. Der Balg weist den Vorteil auf, dass er in einer Längserstreckung weitaus einfacher dehnbar (insbesondere komprimierbar und wieder expandierbar) ist als senkrecht dazu und diese Verformbarkeit designtechnisch einfach erreichbar ist. Zudem sind Balge preisgünstig herstellbar und einfach handhabbar und befestigbar.

[0023] Es ist ferner eine Ausgestaltung, dass die Trennwand in Form eines endseitig offenen (starrten) Hohlzylinders (mit einem beliebigen, vorteilhafterweise kreisförmigen, Querschnitt) ausgestaltet ist. Dies

weist den Vorteil auf, dass ein Volumen in der ersten Teilkammer im Wesentlichen nur von einer Verformung des äußeren Metallbalgs abhängt und ein Volumen in der zweiten Teilkammer im Wesentlichen nur von einer Verformung des inneren Metallbalgs abhängt und die beiden Volumina nur durch die Drosselstelle miteinander in Wirkverbindung stehen.

[0024] Es ist eine Weiterbildung, dass die Balge und die Trennwand konzentrisch zu einer gemeinsamen Achse angeordnet sind.

[0025] Es ist noch eine Ausgestaltung, dass die Außenwand an der Trennwand hermetisch befestigt ist und die Trennwand an dem Deckel hermetisch befestigt ist. Die Außenwand ist somit indirekt an dem Deckel befestigt. Alternativ können die Außenwand und die Trennwand einzeln (direkt) an dem Deckel hermetisch befestigt sein.

[0026] Es ist ferner eine Ausgestaltung, dass in der gasgefüllten Kammer mindestens ein Druckfederelement untergebracht ist. Dies ergibt den Vorteil, dass ein (statischer) Systemdruck in der Hydraulikflüssigkeit eingestellt werden kann. Auch ist so eine Beziehung zwischen einem Druckunterschied zwischen der zweiten Teilkammer und der gasgefüllten Kammer einerseits und einer Volumenänderung der zweiten Teilkammer besonders präzise einstellbar.

[0027] Da die gasgefüllte Kammer nach Außen offen ausgestaltbar ist, kann die Federkraft des Federelements auch mittels eines in die gasgefüllte Kammer ragenden Stellelements, z. B. einer Stellschraube, individuell und nachträglich einstellbar sein. Dadurch kann der Systemdruck nachträglich verändert werden.

[0028] Es ist auch eine Ausgestaltung, dass die Hydraulikkammer ein unidirektionales Ventil, insbesondere Flatterventil, aufweist, welches einen Fluss von der zweiten Teilkammer in die erste Teilkammer ermöglicht. Dadurch kann eine Totzeit zwischen zwei Kompressionsphasen des Temperaturkompensators verkürzt werden.

[0029] Es ist außerdem eine Ausgestaltung, dass die Hydraulikkammer mit einer im Wesentlichen inkompressiblen Flüssigkeit, insbesondere mit Öl, insbesondere Hydrauliköl, gefüllt ist, insbesondere blasenfrei. Dies kann durch eine Vakuumbefüllung erreicht werden. So können Hub- und/oder Druckverluste unterdrückt werden.

[0030] Die Aufgabe wird auch gelöst durch einen hydraulischen Hubübertrager, mindestens aufweisend den hydraulischen Temperaturkompensator wie oben beschrieben, einen auf den Temperaturkompensator wirkenden Hubaktor und eine weitere Hydraulikkammer, welche mit der ersten Teilkammer

der Hydraulikkammer des Temperaturkompensators fluidisch verbunden ist, wobei die weitere Hydraulikkammer fluidisch mit einem verschieblich gelagerten Stellelement in Verbindung steht. Mittels des hydraulischen Temperaturkompensators können thermisch induzierte Druckschwankungen einer Hydraulikflüssigkeit in dem Hubübertrager zumindest weitgehend begrenzt werden und so eine Schaltgenauigkeit erhöht werden. Zudem können durch den hydraulischen Hubübertrager ein Druckaufbau oder eine Druckweiterleitung im Wesentlichen verlustfrei ermöglicht werden.

[0031] Der hydraulische Hubübertrager kann auch als ein hydraulischer Hebel ausgestaltet sein. Der hydraulische Hubübertrager kann ferner als ein Ventil, insbesondere Einspritzventil, ausgestaltet sein.

[0032] Für den Fall, dass bei dem hydraulischen Temperaturkompensator die Hydraulikkammer mittels einer berührungslos in eine Außenwand eingesetzten Innenwand gebildet wird, zwischen der Außenwand und der Innenwand eine Trennwand zur Bildung der ersten Teilkammer und der zweiten Teilkammer berührungslos eingesetzt ist und die Trennwand die mindestens eine Drosselstelle aufweist, die Innenwand, die Außenwand und die Trennwand jeweils einseitig offen sind und mit ihrer jeweiligen offenen Seite hermetisch an einem gemeinsamen Deckel befestigt sind und die gasgefüllte Kammer mittels einer Innenseite der Innenwand gebildet wird, kann der Hubaktor insbesondere mit dem Deckel verbunden sein. So wird eine weitgehend verlustfreie Hubaufbringung auf den hydraulischen Temperaturkompensator ermöglicht.

[0033] Es ist auch eine Ausgestaltung, dass der Hubaktor und der Temperaturkompensator zwischen zwei Festlagern gehalten sind. So kann der hydraulische Temperaturkompensator besonders einfach für einen Druckaufbau verwendet werden.

[0034] Es ist auch eine Ausgestaltung, dass der Hubübertrager einen Teil eines Einspritzers darstellt. Dies verbessert eine temperaturunabhängige Einspritzung, insbesondere von Kraftstoff in einen Brennraum eines Motors. Der Einspritzer kann z. B. ein Flüssigkeitseinspritzer (beispielsweise ein Diesel-, Kerosin-, Flüssiggas oder Benzineinspritzer) oder ein Gaseinspritzer (beispielsweise ein Wasserstoffeinspritzer oder Erdgaseinspritzer) sein.

[0035] Der hydraulische Hubübertrager kann insbesondere zum Übertragen des Primärhubs des Hubaktors auf ein Stellelement vorgesehen sein.

[0036] Der hydraulische Hubübertrager kann ein hydraulischer Hubübersetzer sein. Alternativ kann der hydraulische Hubübertrager ein hydraulischer Hubuntersetzer sein.

[0037] Der Hubaktor, die Innenwand, die Außenwand und die Trennwand können zueinander konzentrisch angeordnet sein.

[0038] In den folgenden Figuren wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen schematisch genauer beschrieben. Dabei können zur Übersichtlichkeit gleiche oder gleichwirkende Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sein.

[0039] **Fig. 1** zeigt als Schnittdarstellung in Seitenansicht ein hydraulisch angetriebenes Ventil mit einem erfindungsgemäßen thermischen Kompensator gemäß einer ersten Ausführungsform;

[0040] **Fig. 2** zeigt als Schnittdarstellung in Seitenansicht einen erfindungsgemäßen thermischen Kompensator gemäß einer zweiten Ausführungsform;

[0041] **Fig. 3** zeigt als Schnittdarstellung in Seitenansicht einen erfindungsgemäßen thermischen Kompensator gemäß einer dritten Ausführungsform.

[0042] **Fig. 1** skizziert ein hydraulisch angetriebenes Ventil **1**, beispielsweise einen Einspritzer, insbesondere einen Kraftstoffeinspritzer. Das Ventil **1** weist einen Festkörper-Hubaktor in Form eines Piezoaktors **2** auf, welcher mit seiner Rückseite an einem Festlager **3** aufliegt und an seiner Vorderseite einen Stößel **4** aufweist. Der Stößel **4** ist entlang einer Körperachse oder Längsachse **L** verschiebbar. Der Stößel **4** ist an einen thermischen Kompensator **5** gemäß einer ersten Ausführungsform angelenkt.

[0043] Der thermische Kompensator **5** weist eine Außenwand in Form eines einseitig offenen äußeren Metallbalgs **6** auf. In dem äußeren Metallbalg **6** ist ein in Länge und Durchmesser kleinerer innerer Metallbalg **7** eingesetzt, welcher ebenfalls endseitig offen ist. Zwischen dem äußeren Metallbalg **6** und dem inneren Metallbalg **7** befindet sich eine Trennwand **8** in Form eines endseitig offenen, starren Hohlzylinders. Der äußere Metallbalg **6**, der innere Metallbalg **7** und die Trennwand **8** sind im Wesentlichen rotationssymmetrisch um eine jeweilige Längsachse **L** ausgebildet und konzentrisch zu der Körperachse des Piezoaktors **2** angeordnet. In der Trennwand **8** befindet sich eine Drosselstelle **24**, welche die erste Teilkammer **10** mit der zweiten Teilkammer **11** verbindet.

[0044] Der äußere Metallbalg **6**, der innere Metallbalg **7** und die Trennwand **8** sind zumindest seitlich (bzgl. der Körperachse des Piezoaktors **2** bzw. der Längsachse **L**) berührungslos voneinander beabstandet.

[0045] Der äußere Metallbalg **6**, der innere Metallbalg **7** und die Trennwand **8** sind so ausgerichtet, dass ihre offenen Endflächen oder Endseiten in Richtung eines Deckels **9** bzw. einer Endplatte weisen.

Der äußere Metallbalg **6**, der innere Metallbalg **7** und die Trennwand **8** sind mit ihren offenen Seiten insbesondere direkt oder indirekt an dem Deckel **9** befestigt. Genauer gesagt ist hier der innere Metallbalg **7** mit seiner offenen Seite bzw. mit seinem freien Rand hermetisch und fest an dem Deckel **9** befestigt, z. B. mittels einer Schweißverbindung. Der äußere Metallbalg **6** ist an einem seitlich überstehenden Randbereich des freien Rands der Trennwand **8** hermetisch befestigt, beispielsweise durch eine Schweißverbindung. Der äußere Metallbalg **6** und die Trennwand **8** bilden so eine erste Teilkammer **10**.

[0046] Die Trennwand **8** ist mit ihrem freien Rand ebenfalls an dem Deckel **9** befestigt, und zwar seitlich außerhalb in Bezug auf den inneren Metallbalg **7**, z. B. mittels einer Schweißverbindung. Der innere Metallbalg **7**, die Trennwand **8** und der Deckel **9** bilden eine zweite Teilkammer **11**. Die durch ein Innenvolumen des zweiten Metallbalgs **7** gebildete gasgefüllte Kammer **12** ist somit lediglich durch den zweiten Metallbalg **7** von der zweiten Teilkammer **11** getrennt. Die gasgefüllte Kammer **12** braucht gegenüber einer Umgebung des Ventils **1** nicht hermetisch abgeschlossen zu sein und kann beispielsweise mit der Umgebung über ein oder mehrere Durchgangsöffnungen (o. Abb.) pneumatisch offen sein.

[0047] Der Stößel **4** ist somit an einer Außenseite des Deckels **9** angelenkt, und ein dem Deckel **9** gegenüberliegender Bodenbereich **13** des äußeren Metallbalgs **6** ist mit einem weiteren Festlager **14** verbunden. Der thermische Kompensator **5** und der Piezoaktor **2** sind folglich mechanisch in Reihe geschaltet und zwischen den beiden Festlagern **3**, **14** eingesetzt.

[0048] Der thermische Kompensator **5** weist an seinem äußeren Metallbalg **6** einen Hydraulikanschluss **15** auf, an den hier eine mit einer Drossel **16** versehene Hydraulikleitung **17** angeschlossen ist. Die Hydraulikleitung **17** führt zu einem weiteren Metallbalg **18**, welcher eine weitere mit der hydraulischen Flüssigkeit **H** gefüllte Hydraulikkammer **18a** umschließt. Der Metallbalg **18** ist rückwärtig mit einem weiteren Festlager **19** verbunden bzw. liegt daran auf. Ein offenes Ende des Metallbalgs **18** ist durch ein Stellelement in Form eines Sekundärstößels **20** verschlossen. Der Sekundärstößel **20** ist linear verschieblich gelagert und wird mittels eines Federelements **21** in den weiteren Metallbalg **18** gedrängt. Der Sekundärstößel **20** ist als ein Stellelement zum Öffnen oder Schließen eines Ventilelements **22** vorgesehen, welches eine Fluidleitung **23**, z. B. eine Kraftstoffzufuhrleitung zu einer Brennkammer eines Motors, wahlweise öffnen oder verschließen kann. Der Sekundärstößel **20** kann in das Ventil **22** integriert sein bzw. einen Teil dieses Ventils **22** darstellen.

[0049] Die erste Teilkammer **10**, die zweite Teilkammer **11**, die Hydraulikleitung **17** und der weitere Metallbalg **18** sind mit einer im Wesentlichen inkompressiblen hydraulischen Flüssigkeit **H** gefüllt. Die hydraulische Flüssigkeit **H** kann beispielsweise ein Hydrauliköl sein. Die Inkompressibilität kann beispielsweise durch eine Vakuumfüllung unterstützt werden.

[0050] Das Ventil **1** zwischen dem Hubaktor **2** und dem Sekundärstößel **20** kann auch als ein hydraulischer Hebel bezeichnet werden.

[0051] Bei einem Betrieb des Ventils **1** mit einer schnellen Hubbewegung des Piezoaktors **2** wird der Stößel **4** vergleichsweise schnell in Richtung des Deckels **9** ausgefahren oder verschoben. Da der Piezoaktor **2** rückwärtig durch das Festlager abgestützt wird, wird der Deckel **9** in Richtung der Balge **6, 7** und der Trennwand **8** verschoben. Da sich der Boden **13** des äußeren Metallbalgs **6** an dem Festlager **14** abstützt, wird durch die Bewegung des Deckels **9** der äußere Metallbalg **6** in Längsrichtung komprimiert. Aufgrund der vergleichsweise schnellen Bewegung des Hubstößels **4** tritt während seiner Betätigungszeit eine nur geringe, praktisch unwesentliche Menge der Hydraulikflüssigkeit **H** durch eine Drosselstelle **24**.

[0052] Folglich kann sich in der ersten Teilkammer **10** ein Druck aufbauen, welcher nicht in die zweite Teilkammer **11** weitergeleitet wird und somit im Wesentlichen verlustfrei erzeugt wird. Der erhöhte Druck wird über die Hydraulikleitung **17** auf die in dem Metallbalg **18** befindliche Hydraulikflüssigkeit **H** weitergegeben, so dass der Primärstößel **20** gegen den Druck des Federelements **21** ausgefahren wird und das Ventil **22** schalten, beispielsweise öffnen, kann.

[0053] Mit der Beendigung der Betätigung des Piezoaktors **2** wird der Primärstößel **4** durch die Federkraft des äußeren Metallbalgs **6** wieder zurückgefahren und der Druck in der Hydraulikflüssigkeit **H** sinkt wieder ab. Dadurch wird auch der Sekundärstößel **20** durch das Federelement **21** wieder in den Metallbalg **18** hinein verschoben, so dass eine Schaltstellung des Ventils **22** wieder zurückgesetzt wird, das Ventil **22** beispielsweise wieder geschlossen wird.

[0054] Für schnelle Bewegungen, wie sie bei einer Betätigung eines Piezoaktors **2** typisch sind, dient der hydraulische Temperaturkompensator **5** somit zum Druckaufbau in dem Ventil **1**.

[0055] Für den Fall, dass sich das Ventil **1** (im Vergleich zu einer Betätigung des Piezoaktors **2** langsam) erwärmt, wird sich der Druck der Hydraulikflüssigkeit **H** aufgrund einer Temperaturexpansion langsam erhöhen. Dadurch erhöht sich ein Druckunterschied zwischen der zweiten Teilkammer **11** und der gasgefüllten Kammer **12**, so dass die gasgefüll-

te Kammer **12** durch eine Kompression des zweiten Metallbalgs **7** entlang der Längsachse **L** komprimiert wird und entsprechend das Volumen der zweiten Teilkammer **11** anwächst. Durch die Volumenvergrößerung der zweiten Teilkammer **11** relaxiert die Hydraulikflüssigkeit **H** wieder und kann auf einem bezüglich des ursprünglichen Temperaturniveaus nur geringfügig erhöhten Druck gehalten werden. Die gasgefüllte Kammer **12** dient somit als Ausgleichsvolumen zur Kompensation einer temperaturbedingten Volumenausdehnung der Hydraulikflüssigkeit **H**. So kann eine aufgrund langsamer Vorgänge, beispielsweise einer Temperaturänderung, erzeugte Volumenänderung effektiv begrenzt werden. Da die Drosselstelle **24** bei langsamen Vorgängen für die Hydraulikflüssigkeit **H** praktisch durchlässig ist, wird die Begrenzung der Druckerhöhung der Hydraulikflüssigkeit **H** auch für die anderen mit der Hydraulikflüssigkeit **H** befüllten Bereiche des Ventils **1** wirksam sein, nämlich beispielsweise für die erste Teilkammer **10** und für den Metallbalg **18**. Dadurch wiederum kann eine Stellung, insbesondere Ruhestellung des Sekundärstößels **20** praktisch unabhängig von Temperaturschwankungen an dem Ventil konstant gehalten werden, wodurch eine Schaltgenauigkeit verbessert wird.

[0056] **Fig. 2** zeigt als Schnittdarstellung in Seitenansicht einen hydraulischen Temperaturkompensator **25** gemäß einer zweiten Ausführungsform, welcher beispielsweise anstelle des hydraulischen Temperaturkompensators **5** in das Ventil **1** einbaubar ist. Der hydraulische Temperaturkompensator **25** weist gegenüber dem hydraulischen Temperaturkompensator **5** eine zusätzliche Druckfeder **26** in der gasgefüllten Kammer **12** auf. Die Druckfeder ist hier als eine Spiralfeder ausgebildet, welche sich einerseits an dem Deckel **9** und andererseits an einem Boden **27** des inneren Metallbalgs **7** abstützt. Durch die Druckfeder **26** wird der innere Metallbalg **7** stärker gestreckt, und er wird gegenüber einer Verformung in Längsrichtung funktional versteift. So bewirkt die Druckfeder **26**, dass sich der Systemdruck der Hydraulikflüssigkeit erhöht. Durch die Druckfeder **26** kann ferner ein Verhältnis zwischen einer Druckänderung der Hydraulikflüssigkeit **H** und einer zugehörigen Volumenvergrößerung der zweiten Teilkammer **11** sehr präzise eingestellt werden, und damit auch eine Beziehung zwischen einem Druckniveau der Hydraulikflüssigkeit **H** und einer Temperatur der Hydraulikflüssigkeit **H**.

[0057] **Fig. 3** zeigt als Schnittdarstellung in Seitenansicht einen hydraulischen Temperaturkompensator **28**, welcher beispielsweise anstelle des hydraulischen Temperaturkompensators **5** in das Ventil **1** einsetzbar ist. Der hydraulische Temperaturkompensator **28** weist im Gegensatz zu dem hydraulischen Temperaturkompensator **5** an der Trennwand ein Flatterventil **29** auf, welches eine zugehörige Klappe

30 an einer an die erste Teilkammer **10** grenzenden Außenseite der Trennwand **8** aufweist. Das Flatterventil **29** bewirkt, dass eine "Totzeit" zwischen zwei Betätigungen des Piezoaktors **2** im normalen Betrieb verringert wird. Denn jedes Mal, wenn der Piezoaktor **2** den Deckel **9** über den Stößel **4** nach unten drückt, steigt der Druck wie beschrieben in der ersten Teilkammer **10**. Zwar wird dadurch eine bezüglich eines einzelnen Betätigungsvorgangs nur vernachlässigbar geringe Menge der Hydraulikflüssigkeit H durch die Drosselstelle **24** von der ersten Teilkammer **10** in die zweite Teilkammer **11** gedrückt. Wenn der Stößel **4** wieder in seine Ruhelage zurückkehrt, ergibt sich dadurch dennoch eine, wenn auch nur geringe, Druckdifferenz zwischen der ersten Teilkammer **10** und der zweiten Teilkammer **11** in Richtung der ersten Teilkammer **10**. Diese Druckdifferenz ist vorzugsweise abzubauen, bevor der Piezoaktor **2** erneut betätigt werden kann, da sonst auf Dauer die Hydraulikflüssigkeit H in die zweite Teilkammer **11** gepumpt wird. Das Flatterventil **29** (bzw. jedes andere geeignete unidirektionale Ventil, welches einen vergleichsweise großen Strömungsquerschnitt aufweist und die Hydraulikflüssigkeit von der zweiten Teilkammer **11** in die erste Teilkammer **10** hindurch lässt) beschleunigt diesen Druckausgleich und ermöglicht eine schnellere erneute Betätigung des Piezoaktors **2** bzw. des Stößels **4**.

[0058] Selbstverständlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt.

[0059] So mag in den gezeigten Ausführungsbeispielen der thermische Temperaturkompensator **5**, **25**, **28** separat hergestellt und als eine Einheit in dem Ventil **1** verbaut und befüllt werden.

[0060] Alternativ mag der hydraulische Temperaturkompensator starker in das Ventil **1** integriert sein, beispielsweise dadurch, dass der äußere Metallbalg **6** und der Metallbalg **18** als ein einziger Metallbalg vorliegen und also das Stellelement **20** lediglich durch die Hydraulikflüssigkeit H von dem zweiten Metallbalg **7** getrennt wäre. Dadurch könnte auch die Hydraulikleitung **17** entfallen, und es ist ein Ventil mit einer besonders kompakten Bauform erreichbar.

[0061] Auch können Merkmale der unterschiedlichen Ausführungsbeispiele kombiniert werden, z. B. für einen hydraulischen Temperaturkompensator mit einer Druckfeder in der gasgefüllten Kammer und zusätzlich einem unidirektionalen Ventil in der Trennwand.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102005042786 A1 [[0009](#)]

Patentansprüche

1. Hydraulischer Temperaturkompensator (**5; 25; 28**), mindestens aufweisend

– eine längsausdehnbare Hydraulikkammer (**10, 11**) und

– eine gasgefüllte Kammer (**12**), die von der Hydraulikkammer (**10, 11**) zumindest teilweise umgeben ist,
– wobei die Hydraulikkammer (**10, 11**) in eine erste Teilkammer (**10**) und eine zweite Teilkammer (**11**) unterteilt ist, welche mittels mindestens einer Drosselstelle (**24**) miteinander hydraulisch verbunden sind und

– wobei die zweite Teilkammer (**11**) an die gasgefüllte Kammer (**12**) grenzt.

2. Hydraulischer Temperaturkompensator nach Anspruch 1, wobei die gasgefüllte Kammer eine offene gasgefüllte Kammer ist.

3. Hydraulischer Temperaturkompensator (**5; 25; 28**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

– die Hydraulikkammer (**10, 11**) mittels einer berührungslos in eine Außenwand (**6**) eingesetzten Innenwand (**7**) gebildet wird,

– zwischen der Außenwand (**6**) und der Innenwand (**7**) eine Trennwand (**8**) zur Bildung der ersten Teilkammer (**10**) und der zweiten Teilkammer (**11**) berührungslos eingesetzt ist und die Trennwand (**8**) die mindestens eine Drosselstelle (**24**) aufweist,

– die Innenwand (**7**), die Außenwand (**6**) und die Trennwand (**8**) jeweils einseitig offen sind und mit ihrer jeweiligen offenen Seite hermetisch an einem gemeinsamen Deckel (**9**) befestigt sind und

– die gasgefüllte Kammer (**12**) mittels einer Innenseite der Innenwand (**7**) gebildet wird.

4. Hydraulischer Temperaturkompensator (**5; 25; 28**) nach Anspruch 3, wobei die Innenwand (**7**) und die Außenwand (**6**) jeweils in Form eines endseitig offenen Balgs ausgestaltet sind.

5. Hydraulischer Temperaturkompensator (**5; 25; 28**) nach einem der Ansprüche 3 oder 4, wobei die Trennwand (**9**) in Form eines endseitig offenen Hohlzylinders ausgestaltet ist.

6. Hydraulischer Temperaturkompensator (**5; 25; 28**) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei die Außenwand (**6**) an der Trennwand (**8**) hermetisch befestigt ist und die Trennwand (**8**) an dem Deckel (**9**) hermetisch befestigt ist.

7. Hydraulischer Temperaturkompensator nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei die Außenwand und die Trennwand einzeln an dem Deckel hermetisch befestigt sind.

8. Hydraulischer Temperaturkompensator (**25**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in der gasgefüllte Kammer mindestens ein Druckfederelement untergebracht ist.

9. Hydraulischer Temperaturkompensator (**28**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Hydraulikkammer (**10, 11**) ein unidirektionales Ventil (**29**), insbesondere Flatterventil, aufweist, welches einen Fluss von der zweiten Teilkammer (**11**) in die erste Teilkammer (**10**) ermöglicht.

10. Hydraulischer Temperaturkompensator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Hydraulikkammer (**10, 11**) mit einer im Wesentlichen inkompressiblen Flüssigkeit, insbesondere mit unter Vakuum eingefülltem Öl, gefüllt ist.

11. Hubübertrager (**1**), mindestens aufweisend den hydraulischen Temperaturkompensator (**5; 25; 28**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
– einen auf den Temperaturkompensator (**5; 25; 28**) wirkenden Hubaktor (**2**) und

– eine weitere Hydraulikkammer (**18a**), welche mit der ersten Teilkammer (**10**) der Hydraulikkammer (**10, 11**) des Temperaturkompensators (**5; 25; 28**) fluidisch verbunden ist,

– wobei die weitere Hydraulikkammer (**18a**) fluidisch mit einem verschieblich gelagerten Stellelement (**20**) in Verbindung steht.

12. Hubübertrager (**1**) nach Anspruch 11 mit einem hydraulischen Temperaturkompensator (**5; 25; 28**) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei der Hubaktor (**2**) mit dem Deckel (**9**) verbunden ist.

13. Hubübertrager (**1**) nach einem der Ansprüche 11 oder 12, wobei der Hubaktor (**2**) und der Temperaturkompensator (**5; 25; 28**) zwischen zwei Festlagern (**3, 14**) gehalten sind.

14. Hubübertrager (**1**) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei der Hubübertrager ((**1**)) einen Teil eines Einspritzers darstellt.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

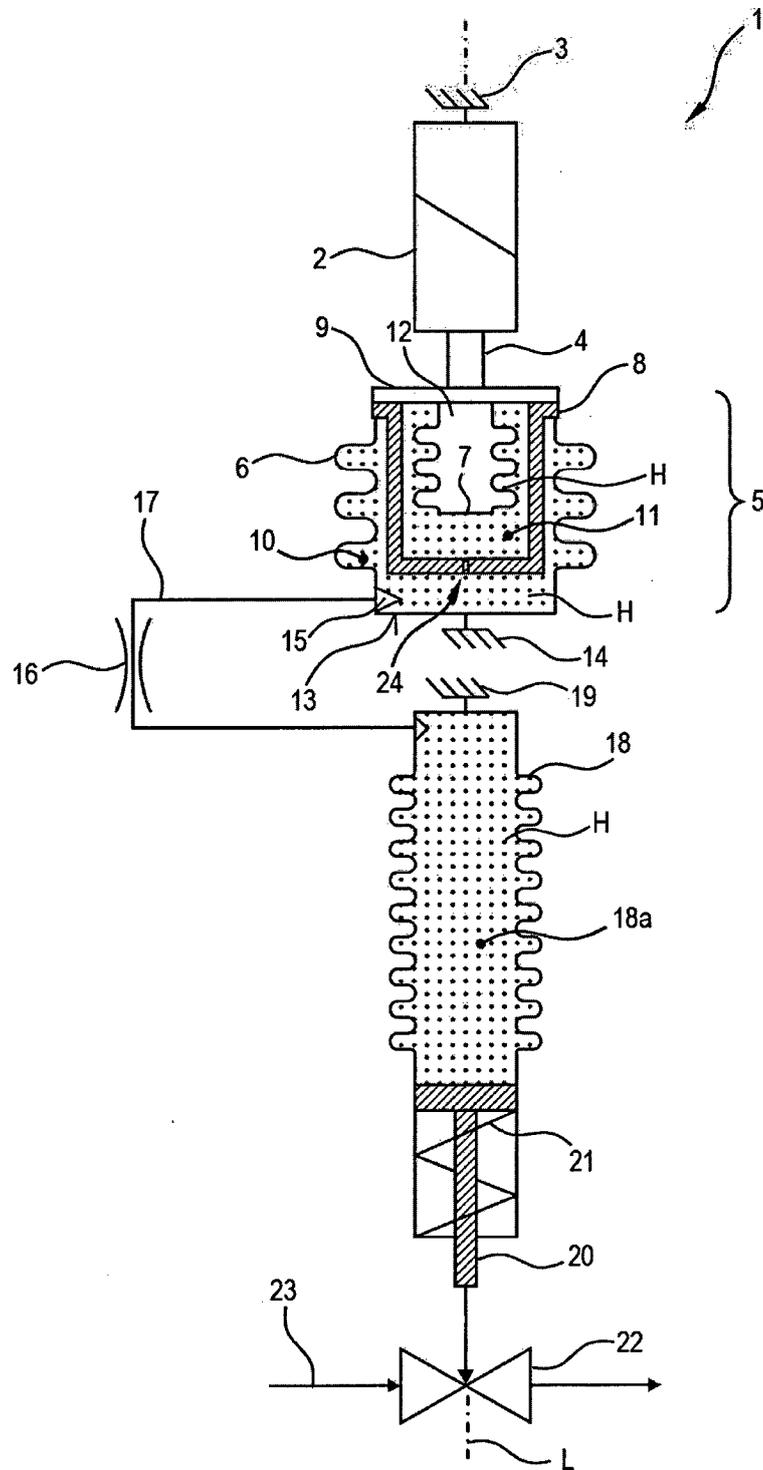


Fig.2

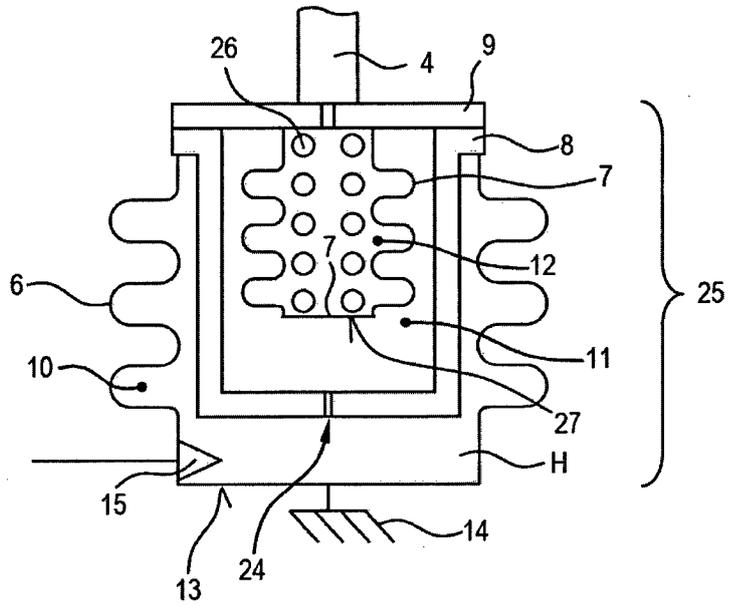


Fig.3

