

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
2. Dezember 2010 (02.12.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/136342 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 41/04 (2006.01) *F02M 59/46* (2006.01)

Carsten [DE/DE]; Wenigstr. 2, 86609 Donauwörth (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/056591

(74) Gemeinsamer Vertreter: CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH; Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Mai 2010 (12.05.2010)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 023 318.0 29. Mai 2009 (29.05.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BECK, Stefan [DE/DE]; Ahornweg 6, 86668 Karshuld (DE). BEUSCHEL, Michael [DE/DE]; Jahnstr. 35, 85134 Stammham (DE). EBEL, Martin [DE/DE]; Richard-Strauß-Str. 47, 85057 Ingolstadt (DE). KRAMMEL, Karl [DE/DE]; Waldstr. 14, 93333 Bad Gögging (DE). SENSCHÉ,

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CIRCUIT ARRANGEMENT AND METHOD FOR ACTUATING A PIEZO VALVE

(54) Bezeichnung : SCHALTUNGSANORDNUNG UND VERFAHREN ZUM BETÄTIGEN EINES PIEZOVENTILS

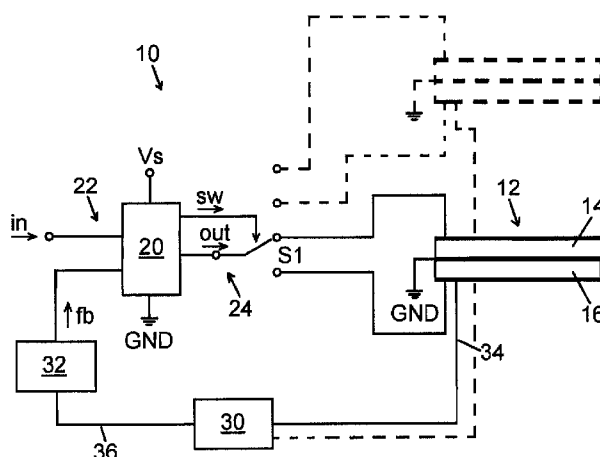


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to the actuation of a piezo valve by way of at least one actuator, formed by a piezoelectric bender transducer (12) having two piezo actuators (14, 16). An actuating method comprises the steps of generating an actuator control signal (out), which can be output at either one of the two piezo actuators (14, 16), depending on at least one actuating control signal (in), of detecting an electric measurement quantity at one of the piezo actuators (14, 16) which is currently not controlled (16), and of generating a vibration damping signal (fb) on the basis of the detected measurement quantity and use thereof for active vibration damping for the currently controlled piezo actuator (14).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2010/136342 A1



SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft die Betätigung eines Piezoventils mit mindestens einem Stellglied, das von einem piezoelektrischen Biege-
wandler (12) gebildet ist, der zwei Piezoaktoren (14, 16) aufweist. Ein Betätigungsverfahren umfasst eine Erzeugung eines wahl-
weise an einen der beiden Piezoaktoren (14, 16) auszugebenden Aktoransteuersignals (out) in Abhängigkeit von wenigstens einem
Betätigungssteuersignal (in), eine Erfassung einer elektrischen Messgröße an einem momentan nicht angesteuerten (16) der Pie-
zoaktoren (14, 16), und eine Erzeugung eines Schwingungsdämpfungssignals (fb) auf Basis der erfassten Messgröße und Nutzung
desselben für eine aktive Schwingungsdämpfung für den momentan angesteuerten Piezoaktor (14).

Beschreibung

Schaltungsanordnung und Verfahren zum Betätigen eines Piezoventils

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung sowie ein Verfahren zum Betätigen eines Piezoventils mit mindestens einem Stellglied, das von einem piezoelektrischen Biegewandler gebildet ist, der (mindestens) zwei jeweils entlang einer Längsrichtung des Biegewandlers langgestreckt verlaufende Piezoaktoren aufweist. Ferner betrifft die Erfindung eine Verwendung derartiger Schaltungsanordnungen und/oder Betätigungsverfahren.

15 Eine derartige Schaltungsanordnung sowie ein derartiges Verfahren sind z. B. aus der DE 103 46 693 A1 bekannt. Die bekannte Schaltungsanordnung dient zum Betätigen eines Piezoventils, welches zur Kontrolle eines abgeschlossenen Luftvolumens eingesetzt wird. Das Ventil kann z. B. die drei Zustände "Befüllen", "Druck halten" und "Entlüften" vorsehen.

Bei dem von der bekannten Schaltungsanordnung betätigten Piezoventil bilden die beiden Piezoaktoren einen Piezostack aus zwei piezoelektrisch aktiven, gegensinnig wirkenden Komponenten, um eine Auslenkung in beide Richtungen (quer zur Längsrichtung) in Bezug auf eine unausgelenkte Ruhelage zu ermöglichen.

Ganz allgemein besitzen derartige Piezoventile vielfältige Anwendungsgebiete. Sehr vorteilhaft können solche Ventile beispielsweise als steuerbare Luftventile in Systemen zur Konturveränderung von Kraftfahrzeugsitzen eingesetzt werden.

30

Ein prinzipielles Problem beim Einsatz eines piezoelektrischen Biegewandlers ("Piezobieger") als Stellglied in einem Piezoventil besteht darin, dass der Biegewandler ein System mit mehr oder weniger ausgeprägten mechanischen Resonanzen darstellt und somit unerwünschte Schwingungen vollführen kann.

Solche Schwingungen des Biegewandlers können eine Beeinträchtigung der quantitativen Ventilfunktion (Einstellung eines präzisen Ventilöffnungsgrades) darstellen. Weitere nachteilige Wirkungen sind z. B. eine in vielen Anwendungsgebieten unerwünschte Geräuscentwicklung und/oder eine an sich unnötige zusätzliche mechanische Belastung des Biegewandlers.

Unerwünschte Schwingungen des Biegewandlers können z. B. infolge von relativ abrupten Ventilbetätigungsvorgängen bewirkt werden. Und selbst bei langsam oder unverändertem Ventilöffnungsgrad können derartige Schwingungen auch durch den das Ventil durchströmenden (turbulenten) Massenstrom bewirkt werden. Die Durchströmung des Ventils mit dem betreffenden Medium (z. B. Luft, Hydrauliköl etc.) erzeugt eine frequenzmäßig breitbandige Anregung, wodurch vor allem die mechanischen Resonanzfrequenzen des Biegewandlers angeregt werden können (Mundharmonika-Effekt). Dieser Effekt tritt je nach momentanen Betriebsbedingungen (Vordruck, Gegendruck, wirksamer Ventilquerschnitt, Viskosität des Mediums, mechanische Biegebegrenzung etc.) unterschiedlich stark auf.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, das Ausmaß unerwünschter Schwingungen eines als Stellglied in einem Piezoventil verwendeten Biegewandlers zu unterdrücken oder zumindest nennenswert zu reduzieren.

Gemäß eines ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung wird diese Aufgabe durch eine Schaltungsanordnung gemäß Anspruch 1 gelöst. Die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

5

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung umfasst wenigstens einen Treiber mit einem Treibereingang zur Eingabe eines Betätigungssteuersignals und einem Treiberausgang zur Erzeugung eines wahlweise an einen der beiden Piezoaktoren auszugebenden Aktoransteuersignals in Abhängigkeit von dem Betätigungssteuersignal. Mit dem oder den Treibern kann der "normale" Betrieb des Piezoventils (Einstellung eines oder mehrerer Ventilöffnungsgrade) bewerkstelligt werden.

15 Für die Realisierung einer Schwingungsdämpfung ist hierbei wesentlich, dass die Schaltungsanordnung ferner eine Erfassungseinrichtung sowie eine Rückkopplungseinrichtung (vgl. Anspruch 1) aufweist, so dass dem Betätigungssteuersignal, mittels welchem einer der beiden Piezoaktoren angesteuert wird, ein zur Schwingungsdämpfung geeignet erzeugtes Schwingungsdämpfungssignal am Treibereingang überlagert werden kann. Hierfür kann der andere, gerade nicht angesteuerte Piezoaktor als Sensor zur Bestimmung der vorhandenen Schwingung (Amplitude und Phasenlage) genutzt werden.

25

Vorteilhaft wird für die mit der Erfindung geschaffene "aktive Schwingungsdämpfung" somit keine zusätzliche Sensorik benötigt.

30 Hinsichtlich der Erzeugung des zur Ventilbetätigung wahlweise an einen der Piezoaktoren auszugebenden Aktoransteuersignals kann auf an sich bekannte Treiberkonzepte zurückgegriffen werden.

So ist es z. B. möglich, einen Treiber gemeinsam für die Erzeugung des wahlweise an verschiedene Piezoaktoren auszugebenden Aktoransteuersignals zu verwenden, indem der Treiber mit einer geeigneten Umschaltung ausgestattet ist, um das erzeugte Aktoransteuersignal dem jeweils momentan anzusteuern-
5 den Piezoaktor zuzuleiten.

In einer anderen Ausführungsform ist vorgesehen, dass für jeden der beiden Piezoaktoren ein eigens zugeordneter Treiber
10 vorgesehen ist.

Der Treiber kann ausgangsseitig z. B. eine Gegentaktendstufe umfassen, welche zur Erzeugung bzw. Einstellung einer Aktoransteuerspannung in einem Bereich ausgelegt ist, welcher im
15 Wesentlichen einer Versorgungsspannung des Treibers entspricht.

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Treiber dazu ausgelegt ist, eine Aktoransteuerspannung (betriebsmäßig
20 maximal erreichbare Spannung) von mehr als 50V, insbesondere mehr als 100V bereitzustellen.

Beispielsweise kann eine zur Aktoransteuerung vorgesehene Sollwertvorgabe (Betätigungssteuersignal) geglättet, insbesondere tiefpassgefiltert und/oder rampenbegrenzt, am Treibereingang bereitgestellt werden. Damit lässt sich vorteilhaft der Effekt vermindern, dass bei sprungförmiger Änderung des Sollwerts Resonanzen angeregt werden.

30 Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung kann vorteilhaft durch eine eher geringfügige Modifikation von bislang bereits bekannten Schaltungsanordnungen realisiert werden.

Der mit der Erfindung verfolgte Lösungsansatz besteht im einfachsten Fall in einer Erweiterung einer vorhandenen Schaltungsstruktur zum Steuern (bzw. gegebenenfalls Regeln) eines oder mehrerer Aktoransteuersignale in Abhängigkeit von einem
5 oder mehreren Betätigungssteuersignalen, wobei die Erweiterung der vorhandenen Schaltungsstruktur aus wenigstens einer zusätzlichen Rückführung (Rückkopplung) eines Signals zum Eingang der Schaltungsanordnung besteht. Das erfindungsgemäß zusätzlich benötigte Signal ("Schwingungsdämpfungssignal")
10 wird mit Hilfe des in bestimmten Betriebsphasen als Sensor genutzten Piezoaktors erzeugt.

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass es sich bei dem betriebsmäßig als Sensor genutzten Piezoaktor ("momentan
15 nicht angesteuerter Piezoaktor") stets um ein und denselben Piezoaktor der mindestens zwei Piezoaktoren handelt und die erfindungsgemäße Schwingungsdämpfung somit stets nur während der Aktivierung des anderen Piezoaktors erfolgt. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass betriebsmäßig verschiedene
20 Piezoaktoren (je nach konkreter momentaner Betriebssituation) als Sensor genutzt werden.

Gemäß eines zweiten Aspekts der Erfindung wird die obige Aufgabe durch ein Betätigungsverfahren nach Anspruch 11 gelöst.

25

Mit der Erfindung kann eine robuste und kostengünstige Schwingungsdämpfung für den als Stellglied des Piezoventils verwendeten Biegewandler realisiert werden.

30 Der Biegewandler als solcher kann vorteilhaft in an sich bekannter Weise ausgebildet sein, z. B. als ein System aus zwei piezokeramischen Komponenten ("Bimorph"), oder als ein System aus zwei piezokeramischen Komponenten mit einer passiven Zwischenlage ("Trimorph"). Die Anzahl an piezokeramischen Kompo-

nenten (Piezoaktoren) ist jedoch keineswegs auf zwei beschränkt. Vielmehr kann auch ein System aus einer größeren Anzahl von piezokeramischen Komponenten vorgesehen sein (allgemein: "Multimorph"). Jede piezokeramische Komponente bzw.
5 jeder Piezoaktor des eingesetzten Biegewandlers kann aus einer einzigen Schicht einer Piezokeramik (Singlelayer-Technologie) oder auch aus mehreren solcher piezoaktiven Schichten (Multilayer-Technologie) aufgebaut sein.

10 In einer beispielhaft zu verstehenden, jedoch im Rahmen der Erfindung bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei dem piezoelektrischen Biegewandler um einen trimorphen Biegewandler mit jeweils z. B. in Singlelayer-Technologie ausgebildeten Piezoaktoren.

15

In einer bevorzugten Ausführungsform wird bei der Ansteuerung der wenigstens zwei Piezoaktoren des Biegewandlers der so genannte Quereffekt genutzt, bei welchem die Dehnungs- bzw. Kontraktionsrichtung quer (z. B. senkrecht) zur Richtung des
20 durch die Ansteuerung erzeugten elektrischen Feldes verläuft. Es ist jedoch keineswegs ausgeschlossen, dass für einen oder mehrere Piezoaktoren des Biegewandlers bei der Ansteuerung der so genannte Längseffekt genutzt wird.

25 Im Rahmen der Erfindung von ebenfalls eher untergeordneter Bedeutung ist, ob für die einzelnen Piezoaktoren eine unipolare oder eine bipolare Ansteuerung vorgesehen ist.

In den unten noch beschriebenen Ausführungsbeispielen wird
30 von einer unipolaren Ansteuerung eines trimorphen oder multimorphen Biegewandlers ausgegangen, der durch elektrische Ansteuerung von wenigstens zwei gegenläufig wirkenden Piezokeramiken (Singlelayer oder Multilayer) in wenigstens zwei Richtungen wirken kann.

Für die Erfindung wesentlich ist, dass betriebsmäßig wenigstens ein Betätigungszustand vorgesehen ist, in welchem wenigstens einer der Piezoaktoren angesteuert wird und gleichzeitig wenigstens ein anderer der Piezoaktoren nicht angesteuert wird. Erfindungsgemäß wird wenigstens einer der momentan nicht angesteuerten Piezoaktoren als ein "Sensor" (zur Schwingungserfassung) genutzt, um die Ansteuerung wenigstens eines der im selben Moment tatsächlich angesteuerten Piezoaktoren im Sinne einer Dämpfung von unerwünschten Schwingungen zu beeinflussen (aktive Schwingungsdämpfung). Die Erfindung kann auch ohne weiteres für bipolar angesteuerte Piezoaktoren angewandt werden.

Das gemäß der Erfindung zu betätigende Piezoventil kann auch mehrere zur Betätigung des Ventils eingesetzte Biegewandler enthalten. Ein Beispiel hierfür ist ein 3/3-Wegeventil mit einem Anschluss für ein kontrollierbares Fluidvolumen, einem Befüllanschluss und einem Entleerungsanschluss, wobei ein erster Biegewandler zum Öffnen und Schließen einer Passage zwischen dem kontrollierbaren Volumen und dem Befüllanschluss und ein zweiter Biegewandler zum Öffnen und Schließen einer Passage zwischen dem kontrollierbaren Volumen und dem Entleerungsanschluss verwendet wird. Hierbei kann vorgesehen sein, dass die beiden Biegewandler durch ein und dasselbe Betätigungssteuersignal, jedoch komplementär zueinander, angesteuert werden.

Typischerweise treten bei piezoelektrischen Biegewandlern mehrere Resonanzfrequenzen auf. Eine ausgeprägte niedrigste Resonanz, im Folgenden als "Hauptresonanz" bezeichnet, kann z. B. im Bereich von 300 bis 600 Hz liegen. Weitere deutliche Resonanzen können z. B. oberhalb von etwa 1500 Hz in teilweise dichten Frequenzabständen auftreten. Solche frequenzmäßig

höheren Resonanzen werden im Folgenden auch als "Nebenresonanzen" bezeichnet. Eine Besonderheit von Nebenresonanzen ist auch, dass diese bei einer angeregten Hauptresonanz verstärkt in Erscheinung treten bzw. von der Hauptresonanz angeregt werden können.

Oftmals ergibt sich bereits ein gravierender Vorteil, wenn zumindest die Hauptresonanz des Biegewandlers gedämpft, also in ihrer Amplitude reduziert oder im Wesentlichen unterdrückt wird. Dies deshalb, weil mögliche höherfrequente Resonanzen wie die genannten Nebenresonanzen oftmals erst infolge der Anregung einer Hauptresonanz nennenswert angeregt werden.

Dieser Umstand kann bei der Auslegung von "Filtereigenschaften" der erfindungsgemäß vorgesehenen zusätzlichen Rückführung geeignet berücksichtigt werden. Dies wird weiter unten noch detaillierter erläutert.

Für die Erfassung der zur aktiven Schwingungsdämpfung benötigten Messgröße an einem momentan nicht angesteuerten Piezoaktor kommen vielfältige Möglichkeiten in Betracht.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Erfassungseinrichtung eine Stromquelle zur Erzeugung eines Stromes in einer mit dem momentan nicht angesteuerten Piezoaktor verbundenen Leitung und eine Strommesseinrichtung zur Messung dieses Stromes aufweist. In diesem Fall wird als Messgröße letztlich ein durch die Schwingung des Piezoaktors erzeugter Piezostrom erfasst.

30

Die Unterscheidung zwischen Aktor- und Sensorbetrieb eines Piezoaktors kann in einfacher Weise durch eine Beaufschlagung des Piezoaktors aus zwei unterschiedlichen Spannungs- bzw. Stromquellen geschehen.

Beispielsweise kann im Aktorbetrieb eine Speisung (Ansteuerung) aus einer nachfolgend auch als "Hochspannungsquelle" bezeichneten Spannungsquelle erfolgen, die z. B. von einer Endstufe des verwendeten Treibers gebildet sein kann. Der Begriff "Hochspannung" bezieht sich hierbei auf den Umstand, dass eine zur Ansteuerung von Piezoaktoren typischerweise eingesetzte Spannung wesentlich größer als eine Spannung bzw. Spannungsänderung an demselben Piezoaktor während dessen Verwendung als Sensor ist. Eine so erzeugte Sensorspannung liegt typischerweise um Größenordnungen unter der zur Ansteuerung desselben Piezoaktors benötigten Ansteuerspannung. Vor diesem Hintergrund umfasst der Begriff "Hochspannung" im Sinne der Erfindung bereits Spannungen von z. B. 50V oder 100V. Bei einer unipolaren Aktoransteuerung mit einer derartigen Hochspannung kann eine zur Speisung des Piezoaktors im Sensorbetrieb verwendete zweite Spannungsquelle ("Niederspannungsquelle") den Piezoaktor mit einer niedrigeren Spannung von z. B. gleicher Polarität beaufschlagen. Diese "Niederspannung" kann z. B. um mindestens einen Faktor 10, insbesondere mindestens einen Faktor 50, kleiner als die betriebsmäßig maximal erreichbare Aktoransteuerspannung sein.

In einer bevorzugten Weiterbildung ist die erwähnte Leitung über ein stromrichtungsabhängiges Bauteil wie z. B. eine Diode mit dem betreffenden Piezoaktor verbunden. In dieser Weise kann vorteilhaft die Niederspannungsquelle durch das stromrichtungsabhängige Bauteil gegenüber der Hochspannungsquelle geschützt werden. Das Funktionsprinzip der Erfassung der elektrischen Messgröße kann dann z. B. darauf beruhen, dass die Niederspannungsquelle einen definierten Strom in den Zweig bzw. die genannte Leitung des als Sensor betriebenen Piezoaktors einspeist, der z. B. über den Innenwiderstand eines ebenfalls mit dem Piezoaktor verbundenen Treibers ab-

fließt (z. B. nach elektrischer Masse). Die Änderung dieses Stromes, nachfolgend auch als "Erfassungsstrom" bezeichnet, infolge des Piezoeffekts kann sodann, etwa über das gegebenenfalls vorgesehene stromrichtungsabhängige Bauteil hindurch, weitergegeben bzw. zur Erzeugung des benötigten Schwingungsdämpfungssignals herangezogen werden.

Gemäß dieses Prinzips lassen sich vorteilhaft auch mehrere, in verschiedenen Betriebsphasen als Sensor nutzbare Piezoaktoren über eine entsprechende Mehrzahl von jeweils zugeordneten stromrichtungsabhängigen Bauteilen mit einer gemeinsam genutzten Erfassungseinrichtung verbinden. Diese Piezoaktoren lassen sich somit für eine jeweilige (betriebssituationsabhängige) Signalarückführung zur aktiven Schwingungsdämpfung zusammenfassen (sofern immer nur jeweils einer dieser Piezoaktoren als Sensor genutzt wird).

Da das Sensorsignal, etwa der genannte Erfassungsstrom bzw. dessen Änderungen, in der Regel relativ klein ist, empfiehlt sich eine Verstärkung dieses Signals im Rahmen der Erfassung und/oder Rückkopplung.

Eine hinsichtlich der Erfassung eines Sensorsignals vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass die Strommesseinrichtung von einem Transimpedanzverstärker gebildet ist.

Beispielsweise kann die infolge des Piezoeffekts bewirkte Änderung des Erfassungsstromes mittels eines solchen Transimpedanzverstärkers gemessen und als verstärktes Spannungssignal für die Rückkopplung verwendet bzw. einer dafür vorgesehenen Rückkopplungseinrichtung eingegeben werden.

Durch das Vorsehen des erwähnten stromrichtungsabhängigen Bauteils (z. B. Diode) ist es möglich, dass während der An-

steuerung des Piezoaktors, also seiner Speisung aus der Hochspannungsquelle, das stromrichtungsabhängige Bauteil den Erfassungsstromfluss sperrt und so die Messung bzw. Messgrößenerfassung an dem Piezoaktor gewissermaßen automatisch deaktiviert.

Falls betriebsmäßig eine zumindest näherungsweise konstante Spannung vor und nach dem stromrichtungsabhängigen Bauteil vorgesehen ist, so macht dies die Strommessung vorteilhaft nahezu unabhängig von der Kapazität (und deren Schwankung) des betreffenden Piezoaktors.

Die beschriebene Verwendung eines stromrichtungsabhängigen Bauteils in der beschriebenen Weise macht vorteilhaft aufwändigere Maßnahmen für eine galvanische Trennung (z. B. hochspannungsfähiger Koppelkondensator) zwischen Hochspannungsquelle und Niederspannungsquelle entbehrlich. Auch ist keine Signalabschwächung (z. B. mittels Spannungsteiler) notwendig, so dass der Spannungs- bzw. Stromhub des als Sensor verwendeten Piezoaktors praktisch vollständig genutzt werden kann. In diesem Fall ist vorteilhaft der Einfluss eines Rauschens auf den Rückkopplungszweig bzw. Regelkreis zur aktiven Schwingungsdämpfung verringert.

Die Nutzung ein und desselben Piezoaktors einerseits als Aktor und andererseits als Sensor kann allein durch den bestimmungsgemäßen Betrieb der Hochspannungsquelle(n) gesteuert werden. Insbesondere durch die erwähnte Verwendung eines stromrichtungsabhängigen Bauteils wie erwähnt kann diese Umstellung der Nutzung gewissermaßen automatisch und eigensicher erfolgen. Eine anderweitige, insbesondere aufwändigere Umschaltung wird dazu nicht benötigt.

Bei Verwendung eines Transimpedanzverstärkers wie erwähnt wirkt dieser als Differenzierer (bezogen auf die Biegeposition des Biegewandlers). Dieses differenzierende Verhalten kann vorteilhaft für die zur Schwingungsdämpfung benötigte phasenrichtige Rückkopplung ausgenutzt bzw. mitberücksichtigt werden.
5

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass eine Verstärkung der Strommesseinrichtung, insbesondere z. B. eines darin enthaltenen Transimpedanzverstärkers, variierbar vorgesehen ist. Eine solche Variierbarkeit kann betriebsmäßig z. B. vorteilhaft dazu genutzt werden, die Intensität der Schwingungsdämpfung möglichst hoch einzustellen, ohne dass jedoch unerwünschte Effekte eintreten. Anders ausgedrückt kann damit eine Maximierung der Dämpfung durch einen Betrieb möglichst nahe an der (regelungstechnischen) Stabilitätsgrenze, aber noch im stabilen Bereich eingestellt werden. Des weiteren kann eine solche Variierbarkeit betriebsmäßig genutzt werden, um die Intensität der Dämpfung in Abhängigkeit von vorbestimmten Betriebsparametern bzw. Betriebssituationen einzustellen bzw.
10
15
20 anzupassen.

Die Erfassungseinrichtung und/oder die Rückkopplungseinrichtung können mehrfach vorgesehen sein, um in einem pneumatischen oder hydraulischen System aktive Schwingungsdämpfungen für verschiedene Biegewandler (eines oder mehrerer Piezoven-
25 tile) vorzusehen.

Abweichend davon kann jedoch auch eine Mehrfachnutzung der Erfassungseinrichtung und/oder der Rückkopplungseinrichtung für mehrere solche verschiedenen Biegewandler vorgesehen sein. In diesem Fall kann durch die erwähnte Variation der Verstärkung z. B. vorteilhaft die Intensität der Dämpfung an einzelne Ansteuerungskanäle bzw. jeweilige Bedingungen (Vor-
30

druck, Gegendruck, Durchfluss, Leitungslänge, Lastvolumen, Dauer der Ansteuerung etc.) angepasst werden. Die Verstärkung kann dazu abhängig vom Betriebspunkt oder auch adaptiv erfolgen. Für eine adaptive Variation der Verstärkung kann z. B. die Stärke der jeweils auftretenden Resonanz durch eine Messung im Bereich des Rückkopplungssignals ermittelt und ausgewertet werden. Eine solche Auswertung kann z. B. von einer programmgesteuerten elektronischen Steuereinrichtung (z. B. Mikrocontroller) durchgeführt werden, welcher ein für das Schwingungsdämpfungssignal repräsentatives Signal zugeführt wird (z. B. über einen Analog-Digital-Wandler zugeführt). Daraufhin kann die Steuereinrichtung das Ausmaß der Dämpfung, also etwa durch eine entsprechende Einstellung der genannten Verstärkung gemäß eines Algorithmus variieren, um die unerwünschten Schwingungen des Biegewandlers zu minimieren.

Eine Änderung der Verstärkung auf Null entspricht einer Deaktivierung bzw. völligen Abschaltung der Schwingungsdämpfung.

Gemäß einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Schwingungsdämpfung durch eine Deaktivierung der Erfassungseinrichtung und/oder der Rückkopplungseinrichtung deaktivierbar vorgesehen ist. Eine solche Deaktivierung kann z. B. in Abhängigkeit von Betriebsparametern erfolgen, die an einem betreffenden pneumatischen oder hydraulischen System erfasst werden, und z. B. durch die vorstehend erwähnte Variation der Erfassungsverstärkung auf Null realisiert sein.

Mit einer optionalen Zuschaltung und Abschaltung der Schwingungsdämpfung kann insbesondere in bestimmten Betriebssituationen mittels einer Abschaltung die Dynamik der Ventilbetätigung verbessert werden und/oder können etwaige andere unerwünschte Effekte der aktiven Schwingungsdämpfung vermieden werden. Ebenso ist dadurch ein Testen der Dämpfung möglich.

Eine solche Möglichkeit zum Testen ist z. B. interessant für eine Diagnose hinsichtlich der ordnungsgemäßen Funktion, sei es im Rahmen der Fertigung der Schaltungsanordnung bzw. eines damit ausgestatteten Systems, oder im späteren Betrieb eines solchen Systems (z. B. Diagnose in einer Werkstatt).

Falls zur Erfassung der Messgröße am momentan nicht verwendeten Piezoaktor ein Transimpedanzverstärker wie oben bereits beschrieben verwendet wird, so kann die Abschaltung der Dämpfung mittels einer bandbegrenzten bzw. rampenbegrenzten Änderung einer Referenzspannung des Transimpedanzverstärkers bewerkstelligt werden, so dass sich dieser Verstärker oder z. B. ein nachgeschaltetes Filter (z. B. Tiefpassfilter) in Sättigung befindet. Durch eine Bandbegrenzung wird ein weiches Ausblenden bzw. nachfolgendes Einsetzen der Dämpfung (unter Vermeidung einer zusätzlichen Anregung einer Resonanz) gewährleistet.

Die erfindungsgemäß vorgesehene zusätzliche Signalarückführung zur aktiven Schwingungsdämpfung sollte im Wesentlichen lediglich in einem Frequenzbereich wirken, der außerhalb des Nutzfrequenzbereiches der Ventil- bzw. "normalen" Aktoransteuerung (Aktorspannungseinstellung) liegt. Wenn eine solche Spannungseinstellung für einen Gleichspannungsbetrieb und den niedrigen Frequenzbereich ausgelegt ist, ergibt sich daraus, dass die zusätzliche Rückführung eine Bandpasscharakteristik oberhalb davon besitzen muss. Bei der Auslegung der Rückkopplungseinrichtung ist das Verhalten der übrigen, zur eigentlichen Aktoransteuerung verwendeten Schaltungsteile (z. B. mit Tiefpasscharakteristik) zweckmäßigerweise zu berücksichtigen bzw. geeignet auszulegen/optimieren.

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Rückkopplungseinrichtung bzw. die Rückführung des Schwingungsdämp-

fungssignals nicht "festverdrahtet" sondern durch eine programmgesteuerte elektronische Einrichtung (z. B. Mikrocontroller) implementiert ist. Das rückzuführende Signal kann in diesem Fall durch einen Software-basierten Algorithmus bestimmt werden. Das am momentan nicht angesteuerten Piezoaktor erfasste Messsignal kann in diesem Fall über einen Analog-Digital-Wandler in die programmgesteuerte Einrichtung eingelesen werden, welche das Schwingungsdämpfungssignal gemäß einem Algorithmus erzeugt und z. B. über einen Digital-Analog-Wandler oder als ein PWM-Signal ausgibt. Dabei ist eine ausreichend hohe Abtastfrequenz vorzusehen, um nachteilige Effekte durch Totzeiten zu minimieren. Die programmgesteuerte Einrichtung kann auch die oben bereits angesprochene Variation des Ausmaßes der Schwingungsdämpfung betriebsmäßig (in Abhängigkeit von vorbestimmten Kriterien) variieren, etwa um verschiedene Betriebsmodi für die aktive Schwingungsdämpfung vorzusehen.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird das mechanische Übertragungsverhalten des schwingungsfähigen Systems "piezoelektrischer Biegewandler" durch die zusätzliche Signallrückführung zumindest im Bereich der Hauptresonanzfrequenz bedämpft, wofür die erfasste elektrische Messgröße bzw. das auf dieser Basis erzeugte Schwingungsdämpfungssignal mit einer möglichst geringen Phasenverschiebung (Absolutwert des Phasenganges im offenen Regelkreis sehr viel kleiner als 180°) in bekannter Weise regelungstechnisch zwecks Gegenkopplung zurückgeführt wird.

Der Frequenzbereich der zusätzlichen Rückführung wird durch die endliche Bandbreite der Schaltungskomponenten (z. B. Treiber, Erfassungseinrichtung, Rückkopplungseinrichtung) beeinflusst bzw. begrenzt. Daher können insbesondere keine Nebenresonanzen einer höheren Frequenz bedämpft werden, für

welche die Phasenverschiebung bzw. Phasenverzögerung des offenen Regelkreises ein gewisses Ausmaß übersteigt (z. B. größer oder gleich 180°). In derartigen Frequenzbereichen muss die Verstärkung der zusätzlichen Rückführung stets sehr viel
5 kleiner als 1 sein, um die Stabilität und Robustheit im regelungstechnischen Sinn zu gewährleisten.

Hinsichtlich derartiger Kriterien für die aktive Schwingungsdämpfung ist anzumerken, dass durch die Frequenzselektivität
10 die Aktorspannungseinstellung und Schwingungsdämpfung sowohl im Parallel- als auch in Kaskadenstruktur ausgeführt werden können.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass in
15 einem Signlrückführungspfad der Rückkopplungseinrichtung ein Filter mit Bandpass- oder Tiefpasscharakteristik vorgesehen ist. Damit kann vorteilhaft eine Abgrenzung zwischen den vorstehend erläuterten Anforderungen bzw. Kriterien für eine aktive Schwingungsdämpfung erfolgen.

20

In einer bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass eine Grenzfrequenz der Tiefpasscharakteristik (bzw. obere Frequenz einer Bandpasscharakteristik) größer als eine Hauptresonanzfrequenz des Biegewandlers ist und/oder kleiner als eine erste
25 Nebenresonanzfrequenz des Biegewandlers ist.

Gängige Tiefpassfilter (z. B. Bessel, Butterworth, Tschebyscheff, Cauer) erfüllen zwar die Anforderung einer geringen Amplitudenverstärkung im Bereich höherer Frequenzen bzw. Nebenresonanzen, führen dabei aber im Bereich der Hauptresonanz
30 bereits zu einer merklichen Phasenverzögerung. Dies verringert die Stabilitätsreserve bzw. die erreichbare Dämpfung wesentlich oder macht diese praktisch unmöglich.

In einer Weiterbildung ist daher vorgesehen, dass das Filter ein schwingungsfähiges Tiefpassfilter mit (wenigstens) einer Resonanzfrequenz ist, die bevorzugt zwischen einer Hauptresonanzfrequenz und einer ersten Nebenresonanzfrequenz liegt.

- 5 Damit können vorteilhaft die vorstehend erläuterten Anforderungen vergleichsweise einfach erfüllt werden, insbesondere wenn ein schwingungsfähiges Tiefpassfilter hoher Güte (z. B. mindestens 2, insbesondere mindestens 5) verwendet wird.
- 10 Wenn die Resonanzfrequenz des Tiefpassfilters zwischen der Hauptresonanz (z. B. niedrigsten Hauptresonanz) und der untersten Nebenresonanz des Biegewandlers liegt, kann damit die Amplitudenverstärkung im Bereich der Nebenresonanzen deutlich abgesenkt werden, ohne im Bereich der Hauptresonanz eine zu
- 15 hohe Phasenverschiebung zu bewirken.

Vorteilhaft kann ein Tiefpassfilter gerader Ordnung zum Einsatz kommen, welches keine reelle Polstelle und folglich keinen frühzeitigen Phasenabfall unterhalb der Grenzfrequenz be-

20 sitzt.

In einer bevorzugten Ausführungsform liegt die Resonanzfrequenz des Tiefpasses in einem Frequenzbereich, bei dem der Biegewandler eine relativ hohe Dämpfung aufweist (Bandsperr-

25 ren-Charakteristik). Damit ist die Amplitudenüberhöhung des Tiefpassfilters unschädlich für die Dämpfung bzw. die regelungstechnische Stabilität.

Vorteilhaft können auch der Treiber bzw. Hochspannungsverstärker bzw. andere an der zusätzlichen Rückführung beteilig-

30 te Komponenten mit einer ähnlichen Charakteristik wie das Tiefpassfilter (bzw. Bandpassfilter) ausgebildet sein oder dahingehend ausgelegt/optimiert sein. Damit kann die Wirkung

des beschriebenen Tiefpassfilters zusätzlich unterstützt werden.

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Rückführung
5 des Schwingungsdämpfungssignals zum Treibereingang über einen
Koppelkondensator oder in anderer Weise mit einer Unterdrückung des Gleichsignalsanteils erfolgt (z. B. mit einer Bandpass-Charakteristik). Eine derartige Einkopplung des Schwingungsdämpfungssignals bringt insbesondere Vorteile, wenn ein
10 Ruhespannungspegel der Rückführung für die Dämpfung nicht auf einer entsprechend neutralen Spannung (z. B. 0V) liegt.

Bei der Einkopplung des Dämpfungssignals kann vorteilhaft eine gezielte Phasenkorrektur (z. B. so genanntes PDT1-
15 Verhalten) vorgesehen sein, um den Phasengang im Bereich der Hauptresonanz zu optimieren.

Eine bevorzugte Verwendung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung und/oder des erfindungsgemäßen Betätigungsverfahrens ist die Betätigung eines Fluidventils (z. B. Luftventil),
20 welches für eine Konturveränderung eines Kraftfahrzeugsitzes eingesetzt wird.

In einer bevorzugten Weiterbildung dieser Verwendung sind für
25 die Konturveränderung des Sitzes wenigstens zwei Betriebsmodi vorgesehen, nämlich ein erster Modus ("Fahrdynamikmodus"), in welchem die Einstellung eines Befüllungsausmaßes (z. B. Fluiddruck bzw. Luftdruck) eines abgeschlossenen Konturveränderungsvolumens automatisch in Abhängigkeit von einem Fahrzeugzustand des betreffenden Fahrzeuges erfolgt, und ein zweiter
30 Betriebsmodus ("Benutzereinstellungsmodus"), in welchem dieses Befüllungsausmaß in Abhängigkeit von Benutzereingaben (an hierfür vorgesehenen Bedienelementen wie elektrischen Schaltern etc., oder mittels eines Bordcomputers) erfolgt.

Auch kann z. B. ein dritter Betriebsmodus vorgesehen sein, welcher zur Nachregelung des Befüllungsausmaßes über längere Zeiträume hinweg (z. B. etwa Minuten bis Tage) vorgesehen ist.

Bevorzugt wird das Ausmaß der aktiven Schwingungsdämpfung (z. B. durch Einstellung der Erfassungseinrichtung und/oder der Rückkopplungseinrichtung) in Abhängigkeit vom momentanen Betriebsmodus variiert.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass das Schwingungsdämpfungsausmaß im Fahrdynamikmodus kleiner eingestellt wird als im Benutzerbedienungsmodus.

15

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen weiter beschrieben. Es stellen dar:

- 20 Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild einer Schaltungsanordnung zum Betätigen eines Piezoventils gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels,
- Fig. 2 ein schematisches Blockschaltbild einer Schaltungsanordnung zum Betätigen eines Piezoventils gemäß eines zweiten Ausführungsbeispiels,
- 25 Fig. 3 ein schematisches Funktionsblockschaltbild einer spezielleren Ausführungsform der Schaltungsanordnung von Fig. 2,
- 30 Fig. 4 ein Diagramm diverser Übertragungsfunktionen (betreffend Amplitude A und Phase P) in der Schaltungsanordnung gemäß der Fig. 2 und 3, und

Fig. 5 eine Darstellung zur Veranschaulichung eines Anwendungsbeispiels für ein als 3/3-Wegeventil ausgebildetes Piezoventil.

5

Fig. 1 zeigt eine Schaltungsanordnung 10 zum Betätigen eines Piezoventils mit mindestens einem Stellglied, das von einem piezoelektrischen Biegewandler 12 gebildet ist, der zwei jeweils entlang einer gemeinsamen Längsrichtung des Biegewandlers 12 langgestreckt verlaufende Piezoaktoren 14, 16 aufweist.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich um einen bimorphen oder trimorphen Biegewandler 12, der durch ein wahlweise an einen der beiden Piezoaktoren 14, 16 anzulegen- des Aktoransteuersignal "out" (Aktorspannung) in zwei Wirkrichtungen (quer zur Längsrichtung) ansteuerbar ist.

In an sich bekannter Weise kann z. B. ein freies Ende des Biegewandlers 12 als den Durchfluss durch das Piezoventil steuernder Ventilkörper ausgebildet sein oder mit einem solchen Ventilkörper versehen sein. Wenn der Ventilkörper im unangesteuerten Zustand des Biegewandlers 12 (beide Aktorspannungen 0V) in einem kleinen Abstand von der Mündung einer Fluiddurchlasspassage des Ventils angeordnet ist, so kann durch die wahlweise Ansteuerung eines der beiden Piezoaktoren 14, 16 z. B. eine (Voll)öffnung bzw. Schließung des Ventils bewirkt werden. Genauso gut ist jedoch denkbar, dass der Ventilkörper bei unangesteuertem Biegewandler bereits eine solche Mündung verschließt und durch die wahlweise Ansteuerung eines der beiden Piezoaktoren 14, 16 das Ventil geöffnet bzw. die Anlagekraft des Ventilkörpers an der Mündung (in Ventilschließrichtung) verstärkt wird.

Wesentlich ist, dass beim Betrieb der Schaltungsanordnung 10 zur Betätigung des Piezoventils betriebsmäßig Situationen vorgesehen sind, in welchen lediglich einer der beiden Piezoaktoren 14, 16 angesteuert (mit einer Aktorspannung beaufschlagt) wird, wohingegen der andere Piezoaktor in diesem Moment unangesteuert bleibt.

Zur Erzeugung des Aktoransteuersignals "out" ist im dargestellten Ausführungsbeispiel ein Treiber 20 mit einem Treiber Eingang 22 zur Eingabe eines Betätigungssteuersignals "in" und einem Treiberausgang 24 zur Erzeugung bzw. Ausgabe des Aktoransteuersignals "out" vorgesehen. Dem Treiber 20 zugeordnet ist eine in der Figur mit S1 symbolisierte Umschalt einrichtung, mittels welcher das Ansteuersignal out wahlweise an den Piezoaktor 14 oder den Piezoaktor 16 zuführbar ist. Diese Umschaltung wird durch ein Umschaltsignal "sw" bewerkstelligt, welches ebenfalls auf Basis des Betätigungssteuersignals in von dem Treiber 20 erzeugt und ausgegeben wird.

Der Treiber 20 wird von einer Versorgungsspannung zwischen Potenzialen Vs und GND (elektrische Masse) versorgt und liefert als das Aktoransteuersignal out ein zwischen diesen Versorgungspotenzialen GND, Vs eingestelltes Aktoransteuerpotenzial an eine Ansteuerelektrode des betreffenden Piezoaktors 14 bzw. 16. Eine zweite Ansteuerelektrode der Piezoaktoren 14, 16 ist für beide Piezoaktoren gemeinsam vorgesehen und mit der elektrischen Masse GND verbunden.

Eine Besonderheit der Schaltungsanordnung 10 besteht darin, dass diese ferner eine Erfassungseinrichtung 30 und eine Rückkopplungseinrichtung 32 umfasst.

Mittels der Erfassungseinrichtung 30 wird in Betriebssituationen, in welchen der Piezoaktor 16 nicht angesteuert ist, ei-

ne elektrische Messgröße an diesem Piezoaktor 16 erfasst, welche in irgendeiner Weise repräsentativ für den Schwingungszustand des Biegewandlers 12 ist. Hierzu steht die Erfassungseinrichtung über wenigstens eine Leitung 34 mit dem
5 als "Sensor" für einen Schwingungszustand verwendeten Piezoaktor 16 in Verbindung.

Bei der elektrischen Messgröße könnte es sich im einfachsten Fall z. B. um eine durch den piezoelektrischen Effekt am Piezoaktor 16 in Abhängigkeit vom Biegungszustand des Biegewandlers 12 erzeugte Piezospannung handeln, welche über die Leitung 34 zu der Erfassungseinrichtung 30 übertragen und dort
10 z. B. verstärkt wird.

15 In einer anderen Ausführungsform erzeugt die Erfassungseinrichtung 30 selbst eine elektrische Messgröße (z. B. Spannung oder Strom, konstant oder veränderlich) und misst, und gegebenenfalls verstärkt, eine in Reaktion darauf am Piezoaktor 16 erfassbare elektrische Messgröße.

20

Die Erfassungseinrichtung 30 steht über mindestens eine Leitung 36 (bzw. Leitungsanordnung) mit der Rückkopplungseinrichtung 32 in Verbindung, welche dazu dient, ein Schwingungsdämpfungssignal "fb" auf Basis der erfassten Messgröße
25 zu erzeugen und dieses Schwingungsdämpfungssignal fb zum Treibereingang 22 des Treibers 20 rückzuführen. Im Bereich der Rückkopplungseinrichtung 32 kann eine weitere Verstärkung und/oder anderweitige Signalaufbereitung oder Signalumwandlung (z. B. Filterung, insbesondere Phasenverschiebung) erfolgen.
30

Das rückgeführte Schwingungsdämpfungssignal fb beeinflusst die in diesem Moment durch den Treiber 20 erfolgende Erzeugung des Aktoransteuersignals out für den aktiven Piezoaktor

14 im Sinne einer Reduzierung, wenn nicht sogar im Wesentlichen vollständiger Unterdrückung von unerwünschten Schwingungen des Biegewandlers 12. Im einfachsten Fall wird das Schwingungsdämpfungssignal "fb" in geeigneter Weise dem ebenfalls am Treiber 20 eingegebenen Betätigungssteuersignal "in" überlagert.

Es versteht sich, dass in dem Rückkopplungspfad, der von den Komponenten 34, 30, 36 und 32 gebildet wird, eine zur Schwingungsdämpfung geeignete Signalverarbeitung (z. B. durch analoge und/oder digitale, passive und/oder aktive Filter) vorgesehen sein muss.

Im Betrieb der Schaltungsanordnung 10 werden die Piezoaktoren 14, 16 wechselweise angesteuert, d. h. eine Ansteuerung des Piezoaktors 16 findet erst statt, nachdem der andere Piezoaktor 14 wieder deaktiviert wurde (Einstellung der Aktoransteuerspannung auf 0V), und umgekehrt. Im dargestellten Beispiel wirkt die mittels der Erfassungseinrichtung 30 und der Rückkopplungseinrichtung 32 realisierte aktive Schwingungsdämpfung lediglich während der Ansteuerung des Piezoaktors 14. Bei Ansteuerung des Piezoaktors 16, und dementsprechend nicht angesteuertem Piezoaktor 14, ist keine Schwingungsdämpfung vorgesehen. Dies kann z. B. insbesondere in dem Fall zweckmäßig sein, in welchem bei Ansteuerung des Piezoaktors 16 keine Verbiegung des Biegewandlers 12 sondern lediglich eine Krafterzeugung erfolgt, wohingegen die Ansteuerung des Piezoaktors 14 eine Verbiegung hervorruft (bei welcher unerwünschte Schwingungen auftreten können).

30

Abweichend davon könnte selbstverständlich auch eine aktive Schwingungsdämpfung für die Ansteuerung des Piezoaktors 16 vorgesehen sein, etwa indem ein zweiter Rückkopplungspfad durch eine weitere Erfassungseinrichtung und eine weitere

Rückkopplungseinrichtung ausgebildet wird, welcher von dem Piezoaktor 14 zum Treibereingang 22 verläuft. In einer modifizierten Ausführungsvariante könnten hierfür auch die in der Figur dargestellten Komponenten 30, 32 verwendet werden, wobei hinsichtlich der Erfassung der elektrischen Messgröße eine betriebssituationsabhängige Umschaltung zwischen den jeweils als Sensor zu verwendenden Piezoaktoren 14, 16 erfolgt.

In Fig. 1 gestrichelt eingezeichnet ist eine mögliche Erweiterung für eine Ansteuerung eines weiteren piezoelektrischen Biegewandlers, der ebenfalls mittels des Treibers 20 betätigbar sein kann und von welchem ebenfalls einer der Piezoaktoren mit der Erfassungseinrichtung 30 verbunden sein kann, um diesen im nicht angesteuerten Zustand als Schwingungssensor zu nutzen.

Bei der nachfolgenden Beschreibung von weiteren Ausführungsbeispielen werden für gleichwirkende Komponenten die gleichen Bezugszahlen verwendet, jeweils ergänzt durch einen kleinen Buchstaben zur Unterscheidung der Ausführungsform. Dabei wird im Wesentlichen nur auf die Unterschiede zu dem bzw. den bereits beschriebenen Ausführungsbeispielen eingegangen und im Übrigen hiermit ausdrücklich auf die Beschreibung vorangegangener Ausführungsbeispiele verwiesen.

Fig. 2 zeigt in einem etwas detaillierteren Blockschaltbild ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Schaltungsanordnung 10a zum Betätigen eines Piezoventils mit mindestens einem piezoelektrischen Biegewandler 12a.

Die Schaltungsanordnung 10a umfasst zwei Treiber 20a und 20a', die jeweils einem von zwei Piezoaktoren 14a, 16a des Biegewandlers 12a zugeordnet sind.

Der Treiber 20a erzeugt ein bedarfsweise an den Piezoaktor 14a auszugebendes Aktoransteuersignal out in Abhängigkeit von einem ersten Betätigungssteuersignal in, welches über ein Glättungsfilter bestehend aus Widerständen R1, R2 und einem Kondensator C1 an einem Eingang 22a des Treibers 20a eingegeben wird. Der Treiber 20a erzeugt ein bedarfsweise an den Piezoaktor 16a auszugebendes Aktoransteuersignal out' in Abhängigkeit von einem zweiten Betätigungssteuersignal in', welches über ein Glättungsfilter bestehend aus Widerständen R1', R2' und einem Kondensator C1' an einem Eingang 22a' des Treibers 20a' eingegeben wird.

Wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ist auch bei der Schaltungsanordnung 10a eine aktive Schwingungsdämpfung nur in Betriebsphasen einer Ansteuerung des Piezoaktors 14a vorgesehen, wobei der andere Piezoaktor 16a, der in diesem Moment nicht angesteuert wird, als Sensor zur Bestimmung der vorhandenen Schwingung genutzt wird.

In einer von einem Ausgang 24a' des Treibers 20a' zum Piezoaktor 16a verlaufenden Ansteuerleitung ist an einem Schaltungsknoten K1 eine Abzweigung zu einer Leitung 34a' vorgesehen, über welche ein Messstrom Id zum Schaltungsknoten K1 geführt wird, welcher durch die in der Figur symbolisierte Stromquelle 40a erzeugt wird und über den Innenwiderstand des Treibers 20a' zur elektrischen Masse GND hin abfließt (Die Stromquelle 40a kann z. B. über einen Widerstand realisiert sein, der von einer stabilisierten Spannung (Niederspannung) gespeist wird).

30

Der Messstrom Id wird über eine Diode D1 zum Schaltungsknoten K1 geführt und verändert sich in Abhängigkeit von einer Schwingung des Biegewandlers 12a. Über eine Verbindung der Leitung 34a' mit einem Transimpedanzverstärker 42a (mit Refe-

renzspannungsquelle 44a) wird der Messstrom I_d bzw. dessen Änderungen gemessen und verstärkt.

Ein somit am Ausgang des Transimpedanzverstärkers 42a auf Basis der erfassten Messgröße erzeugtes Spannungssignal wird einem Tiefpassfilter 46a eingegeben und über einen Widerstand R_3 und einen Koppelkondensator C_2 als ein Schwingungsdämpfungssignal f_b am Treibereingang 22a (Schaltungsknoten K_2) eingekoppelt.

Die über die Diode D_1 mit dem momentan nicht angesteuerten Piezoaktor 16a verbundene Stromquelle 40a und der Transimpedanzverstärker 42a bilden somit Komponenten 30a-1 bzw. 30a-2 einer Erfassungseinrichtung 30a zur Erfassung und Verstärkung der elektrischen Messgröße.

Als Transimpedanzverstärker 42a kann z. B. ein (nicht dargestellt) entsprechend extern beschalteter invertierender Operationsverstärker dienen, der die Spannung an der Diode D_1 auf eine Referenzspannung einstellt und den dafür benötigten Strom misst. Die Referenzspannung kann z. B. über einen Port eines Mikrocontrollers und einen nachgeschalteten Tiefpass erzeugt werden.

Eine Rückkopplungseinrichtung 32a wird durch das Tiefpassfilter 46a und die Komponenten R_3 , C_2 gebildet. Das Tiefpassfilter 46a ist bevorzugt als aktives Filter ausgebildet, weiter bevorzugt z. B. als ein so genanntes "Sallen-Key-Filter" realisiert.

Bei der beschriebenen Erfassungsmethode erfolgt gewissermaßen automatisch eine Umschaltung zwischen den Verwendungsarten (Aktor und Sensor) für den Piezoaktor 16a.

Im Gegensatz zu einer Software-basierten Lösung ist bei der "festverdrahteten" Lösung gemäß Fig. 2 keine zeitdiskrete Abtastung erforderlich. Dies vermeidet eine zusätzliche Phasenverzögerung bei der Rückkopplung, wie sie bei begrenzter Abtastfrequenz stets mehr oder weniger auftritt.

Anstelle der Diode D1, die von der Leitung 34a zu einem Schaltungsknoten (K1) in einer Piezoansteuerleitung führt, könnte auch eine Mehrzahl (Parallelanordnung) solcher Dioden vorgesehen sein, die jeweils von einer solchen Stromquelle 40a zu verschiedenen Schaltungsknoten führen, die in noch weiteren (nicht dargestellten) Ansteuerleitungen der Schaltungsanordnung vorgesehen sind (zur Ansteuerung weiterer Biegewandler). Damit kann die Schaltung zur Rückkopplung zwecks Schwingungsdämpfung mehrfach genutzt werden (sofern die betreffenden Biegewandler nicht gleichzeitig betrieben werden). Ausgangsseitig wird die Rückkopplung dann auf alle betreffenden Eingänge zurückgeführt (von denen jeweils höchstens einer aktiv ist). Im unteren Teil der Fig. 2 gestrichelt eingezeichnet ist eine entsprechende, beispielhafte Modifikation der Komponente 30a-1 mit drei Dioden D1, D2, D3.

Nach geringfügiger Modifikation der in Fig. 2 dargestellten Schaltungsanordnung kann diese auch zur komplementären Ansteuerung eines Paares von Biegewandlern genutzt werden, z. B. zur Betätigung des weiter oben bereits erwähnten 3/3-Wegeventils mit zwei Ventilpassagen, denen jeweils ein Biegewandler zugeordnet ist. Hierfür kann der zweite Biegewandler dem in Fig. 2 dargestellten ersten Biegewandler in einer Parallelschaltung hinzugefügt werden, so dass bei Ausgabe einer Ansteuerspannung "out" jeweils ein Piezoaktor der beiden Biegewandler angesteuert wird, und bei Ausgabe der anderen Ansteuerspannung "out'" der jeweils andere Piezoaktor der beiden Biegewandler angesteuert wird. Die in Fig. 2 dargestellte

Sensorsignalerfassung und Rückkopplung zwecks Schwingungs-
dämpfung kann nach geringfügiger Modifikation auch für den
zweiten Biegewandler genutzt werden. Für die Erfassung des
weiteren Sensorsignals kann z. B. auf die vorstehend erläu-
5 terte Parallelanordnung von Dioden zwecks Mehrfachnutzung der
Stromquelle 40 sowie der übrigen Komponenten der Erfassung
und Rückkopplung zurückgegriffen werden. Des weiteren müsste
zwischen der Komponente 32a und dem zweiten Treibereingang
22a' eine entsprechende weitere Einkopplungsverbindung herge-
10 stellt werden, z. B. mittels eines weiteren Einkoppelkonden-
sators (entsprechend dem dargestellten Kondensator C2). Al-
ternativ können dabei Teile der Schaltung entsprechend der
Erweiterung in Fig. 1 auch gemeinsam genutzt werden, insbe-
sondere auch die Einkoppelverbindung.

15 Fig. 3 veranschaulicht in einem Funktionsblockdiagramm noch-
mals eine mögliche Ausgestaltung der Schaltungsanordnung 10a.

In dieser Darstellung ist auch eine programmgesteuerte elekt-
20 ronische Steuereinrichtung in Form eines Mikrocontrollers 50a
eingezeichnet, mittels welchem das Betätigungssteuersignal in
(z. B. als PWM-Signal) erzeugt und dem Glättungsfilter 52a
zugeführt wird (entsprechend den Komponenten R1, C1, R2 in
Fig. 2). Das geglättete Eingangssignal wird über ein Additi-
25 onsglied 54a einem PI-Regler 56a zugeführt. Das Ausgangssig-
nal des PI-Reglers 56a wird einer Endstufe 58a zugeführt,
welche in Abhängigkeit von dieser Ansteuerung das Akto-
ransteuersignal out bzw. out' erzeugt und an den Biegewandler
12a ausgibt.

30 Mittels eines ebenfalls von dem Mikrocontroller 50a erzeugten
Umschaltsignals sw wird die bedarfsweise Ausgabe des Signals
out bzw. out' an den Piezoaktor 14a bzw. 16a gesteuert.

Im dargestellten Beispiel erfolgt eine Regelung des als Spannungssignal ausgegebenen Aktoransteuersignals out, out' mittels eines Messgliedes 60a, welches die tatsächliche Aktorspannung ("Istsignal") misst und zwecks Vergleich mit dem
5 Betätigungssteuersignal ("Sollwert") zum Additionsglied 54a rückkoppelt.

Die aktive Rückkopplung zur Dämpfung unerwünschter Schwingungen während der Ansteuerung des Piezoaktors 14a ist in der
10 Figur durch die Komponenten 30a und 32a (Erfassungseinrichtung und Rückkopplungseinrichtung) symbolisiert.

Zur Realisierung einer steuerbaren Variation des Ausmaßes der aktiven Schwingungsdämpfung erzeugt der Mikrocontroller 50a
15 ferner ein entsprechendes Aktivierungs/Deaktivierungssignal ctrl, mittels welchem die in der Rückkopplungseinrichtung 32a (Transimpedanzverstärker) vorgenommene Verstärkung variiert werden kann (bis hin zu einer völligen Abschaltung der aktiven Schwingungsdämpfung). Um eine Verstärkungsvariation adaptiv durchzuführen, kann z. B. eine Eingabe des Signals "fb"
20 über einen Analog-Digital-Wandler in den Mikrocontroller 50a erfolgen (in Fig. 3 nicht dargestellt).

Im Hinblick auf eine Verwendung des Piezoventils für eine
25 Fluiddruckeinstellung in einem Fluidvolumen ist in Fig. 3 eine Druckmesseinrichtung 62a eingezeichnet, welche ein für den tatsächlichen Fluiddruck repräsentatives Messsignal zum Mikrocontroller 50a ausgibt.

30 Fig. 4 zeigt, lediglich beispielhaft, ein Diagramm mit (simulierten) Frequenz- und Phasengängen verschiedener Signalpfade der Schaltungsanordnung 10a.

In dem Diagramm beschreibt der Verlauf "a" die Übertragungsfunktion vom Ausgang des Treibers zum Ausgang des Transimpedanzverstärkers. Die Amplitude der Nebenresonanzen liegt in ähnlicher Höhe wie die der Hauptresonanz oder sogar darüber.

5

Die Rückkopplung zur aktiven Schwingungsdämpfung und der Verstärker (Verlauf "b") weisen jeweils ein Tiefpassverhalten hoher Güte auf. Dadurch bleibt die Phase im Bereich der Hauptresonanz weitgehend konstant.

10

Die Amplitudenüberhöhung des Tiefpassfilters (Verlauf "c") fällt in einen Bereich starker Dämpfung des Piezoaktors und führt dadurch in der Übertragungsfunktion des offenen Regelkreises (Verlauf "d") dort nicht zu einer Amplitudenverstärkung, die im Bereich von 0 dB oder darüber ist.

15

Die Übertragungsfunktion des offenen Regelkreises (Verlauf "d") zeigt, dass die Dämpfung im regelungstechnischen Sinn stabil ist, da im gesamten Frequenzbereich entweder die Amplitude A kleiner als 0 dB ist oder der Betrag der Phase P sehr viel kleiner als 180° ist. Eine ausreichende Phasen- bzw. Amplitudenreserve ist vorhanden und macht die Dämpfung bei Parameterschwankungen ausreichend robust.

20

Fig. 5 veranschaulicht die Verwendung eines in oben beschriebener Weise angesteuerten Biegewandlers 12b (bzw. einer Anordnung mehrerer solcher Biegewandler) als Stellglied(er) eines (z. B. proportionalen) Wegeventils, hier eines proportionalen 3/3-Wegeventils 70b zum Befüllen und Entleeren eines Fluidvolumens 72b, welches z. B. ein abgeschlossenes Luftvolumen in einem Kraftfahrzeugsitz darstellt.

30

Die Befüll- und Entleerungsvorgänge können z. B. mittels einer Schaltungsanordnung und/oder eines Betätigungsverfahrens

der oben beschriebenen Art gesteuert werden, wobei ein im Fahrzeug verbautes Steuergerät (Mikrocontroller) gemäß eines geeigneten Algorithmus auch eine Umschaltung zwischen verschiedenen Betriebsmodi der aktiven Schwingungsdämpfung vorsehen kann.

Bezugszeichenliste

	10	Schaltungsanordnung
	12	Biegewandler
5	14	Piezoaktor
	16	Piezoaktor
	in	Betätigungssteuersignal
	out	Aktoransteuersignal
	20	Treiber
10	22	Treibereingang
	24	Treiberausgang
	30	Erfassungseinrichtung
	32	Rückkopplungseinrichtung
	34	Leitungsanordnung
15	36	Leitungsanordnung
	40	Stromquelle
	42	Transimpedanzverstärker
	44	Referenzspannungsquelle
	46	Tiefpassfilter
20	50	Mikrocontroller
	52	Glättungsfilter
	54	Additionsglied
	56	PI-Regler
	58	Endstufe
25	60	Messglied
	62	Druckmesseinrichtung
	70	Wegeventil
	72	Fluidvolumen

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Betätigen eines Piezoventils mit mindestens einem Stellglied, das von einem piezoelektrischen Biegewandler (12) gebildet ist, der zwei jeweils
5 entlang einer Längsrichtung des Biegewandlers langgestreckt verlaufende Piezoaktoren (14, 16) aufweist,

umfassend wenigstens einen Treiber (20) mit einem Treibereingang (22) zur Eingabe eines Betätigungssteuersignals (in) und einem Treiberausgang (24) zur Erzeugung eines wahlweise an einen der beiden Piezoaktoren (14, 16) auszugebenden Aktoransteuersignals (out) in Abhängigkeit von dem Betätigungssteuersignal,

wobei die Schaltungsanordnung ferner umfasst,

- eine Erfassungseinrichtung (30) zur Erfassung einer elektrischen Messgröße (Id) an einem momentan nicht angesteuerten der Piezoaktoren, und
20

- eine Rückkopplungseinrichtung (32) zur Erzeugung eines Schwingungsdämpfungssignals (fb) auf Basis der erfassten Messgröße (Id) und Rückführung des Schwingungsdämpfungssignals (fb) zum Treibereingang (22) des momentan zur Bereitstellung des Aktoransteuersignals (out) verwendeten Treibers (20).
25

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, wobei die Erfassungseinrichtung (30) eine Stromquelle (40) zur Erzeugung eines Stromes (Id) in einer mit dem momentan nicht angesteuerten Piezoaktor (16) verbundenen Leitung (34) und eine Strommesseinrichtung (42) zur Messung dieses Stromes (Id) aufweist.
30

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, wobei die Leitung (34) über ein stromrichtungsabhängiges Bauteil (D1) mit dem Piezoaktor (16) verbunden ist.
5
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Strommesseinrichtung einen Transimpedanzverstärker (42) umfasst.
- 10 5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei eine Verstärkung der Strommesseinrichtung (42) variierbar vorgesehen ist.
- 15 6. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei in einem Signalkückführungspfad der Rückkopplungseinrichtung (32) ein Filter (46) mit Tiefpasscharakteristik vorgesehen ist.
- 20 7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, wobei eine Grenzfrequenz der Tiefpasscharakteristik größer als eine Hauptresonanzfrequenz des Biegewandlers (12) ist.
- 25 8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6 oder 7, wobei eine Grenzfrequenz der Tiefpasscharakteristik kleiner als eine erste Nebenresonanzfrequenz des Biegewandlers (12) ist.
- 30 9. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei das Filter (46) ein schwingungsfähiges Tiefpassfilter mit einer Resonanzfrequenz zwischen einer Hauptresonanzfrequenz und einer ersten Nebenresonanzfrequenz ist.
10. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Schwingungsdämpfung durch eine Deaktivierung der Erfassungseinrichtung (30) und/oder der Rück-

kopplungseinrichtung (32) deaktivierbar vorgesehen ist.

11. Verfahren zum Betätigen eines Piezoventils mit mindestens einem Stellglied, das von einem piezoelektrischen Biege-
5 wandler (12) gebildet ist, der zwei jeweils entlang einer Längsrichtung des Biegewandlers (12) langgestreckt verlaufende Piezoaktoren (14, 16) aufweist,

umfassend eine Erzeugung eines wahlweise an einen der
10 beiden Piezoaktoren (14, 16) auszugebenden Aktoransteuersignals (out) in Abhängigkeit von wenigstens einem Betätigungssteuersignal (in),

wobei das Verfahren ferner umfasst:

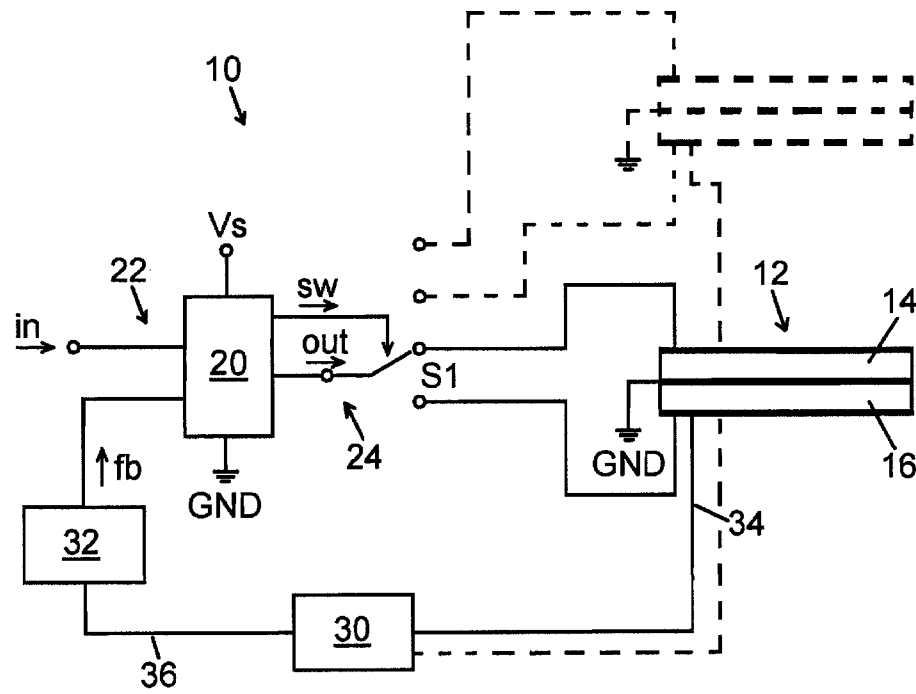
15

- Erfassung einer elektrischen Messgröße (Id) an einem momentan nicht angesteuerten (16) der Piezoaktoren (14, 16), und

20 - Erzeugung eines Schwingungsdämpfungssignals (fb) auf Basis der erfassten Messgröße (Id) und Berücksichtigung des Schwingungsdämpfungssignals (fb) bei der Erzeugung des Aktoransteuersignals (out) für den momentan angesteuerten Piezoaktor (14).

25

1 / 4

**Fig. 1**

2 / 4

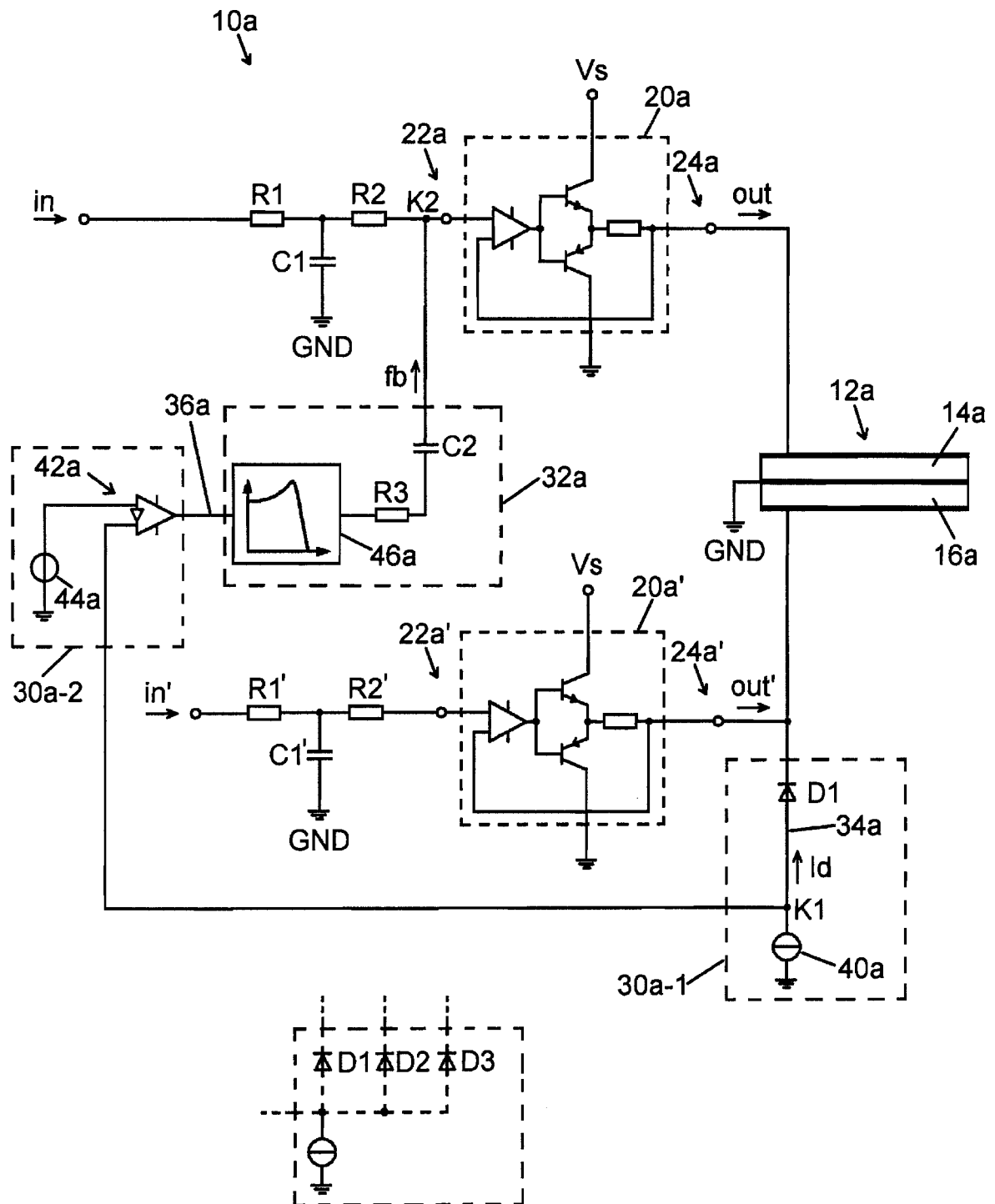
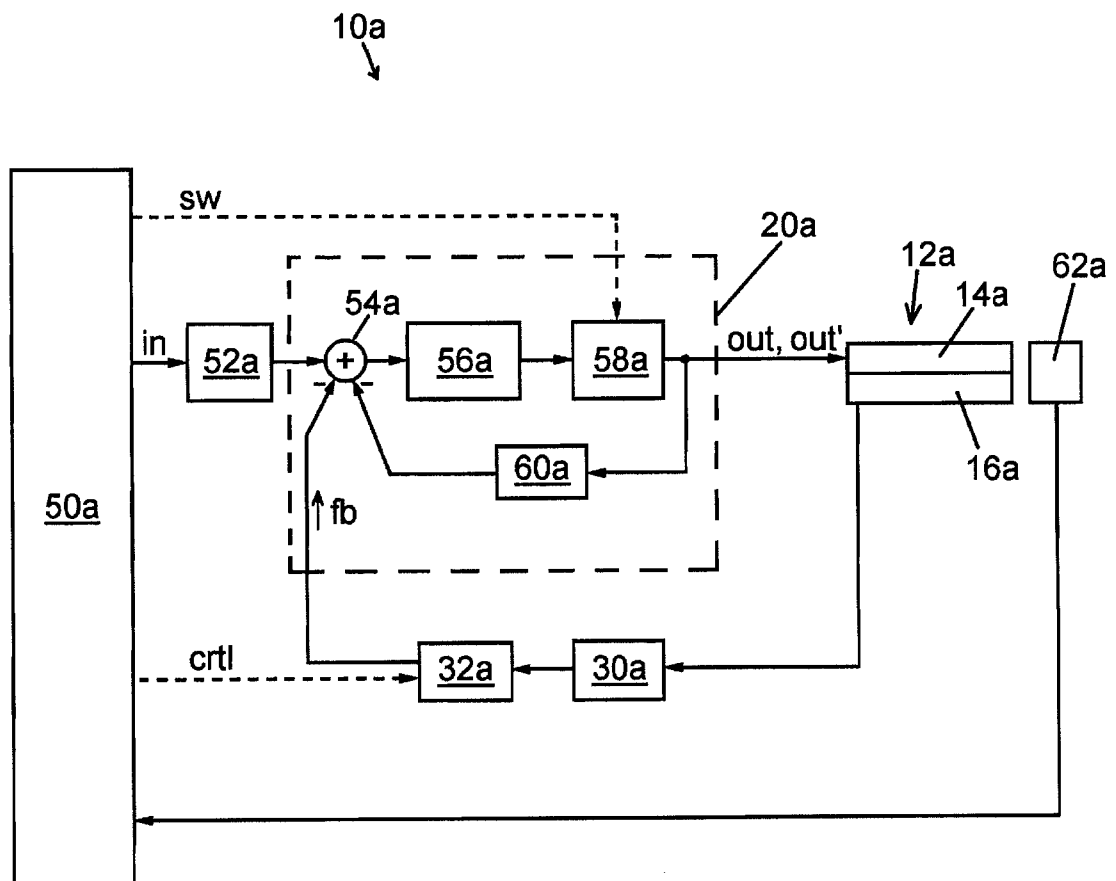
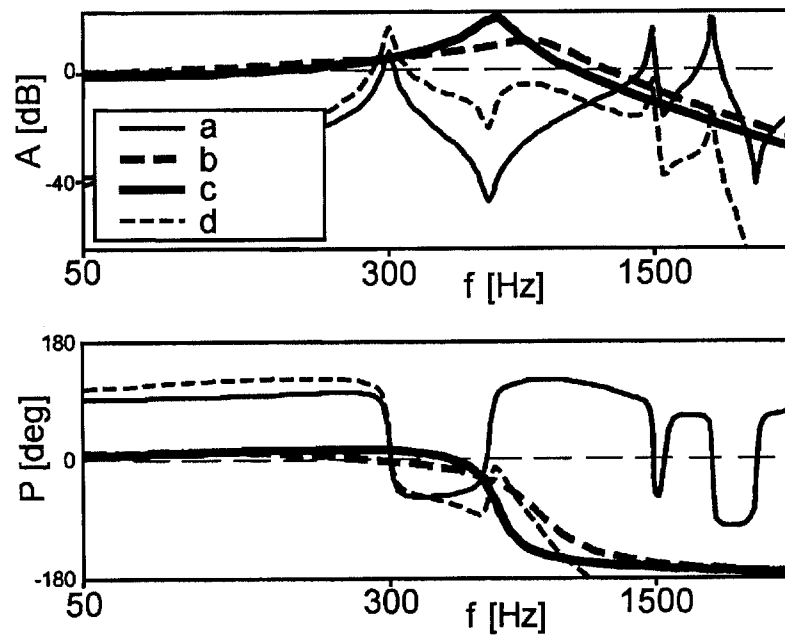
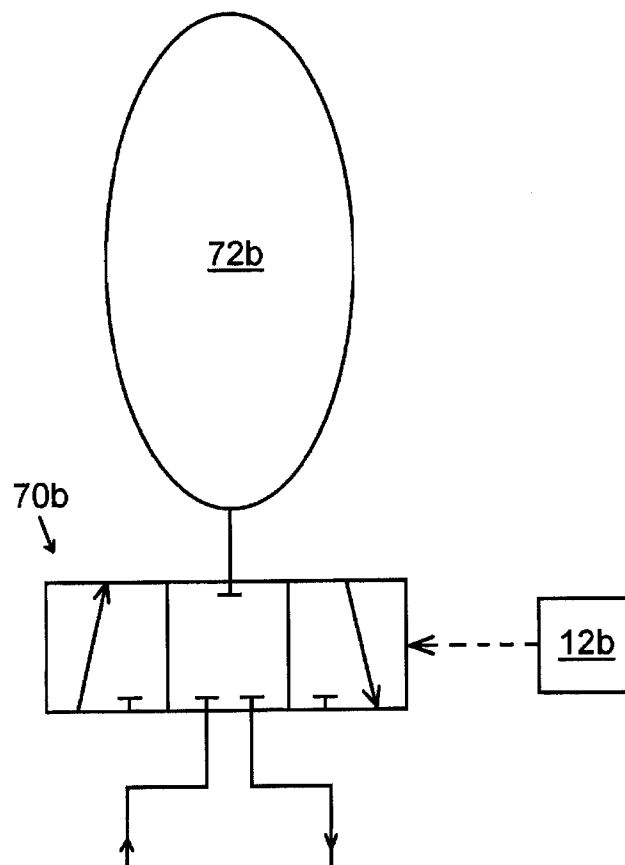


Fig. 2

3 / 4

**Fig. 3**

4 / 4

**Fig. 4****Fig. 5**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/056591

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L41/04 F02M59/46
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 103 46 693 A1 (CONTI TEMIC MICROELECTRONIC [DE]) 4 May 2005 (2005-05-04) -----	1-11
A	US 4 106 065 A (RAVIZZA RAYMOND FRANCIS) 8 August 1978 (1978-08-08) -----	1-11
A	US 4 594 526 A (ARAKI SHIGERU [JP] ET AL) 10 June 1986 (1986-06-10) -----	1-11
A	US 5 675 296 A (TOMIKAWA YOSHIRO [JP]) 7 October 1997 (1997-10-07) -----	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 August 2010

Date of mailing of the international search report

02/09/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Koskinen, Timo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/056591

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10346693	A1	04-05-2005	NONE
US 4106065	A	08-08-1978	BE 852623 A1 18-07-1977 CA 1125910 A1 15-06-1982 DE 2711691 A1 24-11-1977 FR 2345049 A1 14-10-1977 GB 1572050 A 23-07-1980 IT 1086791 B 31-05-1985 JP 1185062 C 20-01-1984 JP 52117108 A 01-10-1977 JP 58018687 B 14-04-1983 NL 7702547 A 21-09-1977
US 4594526	A	10-06-1986	JP 59094103 A 30-05-1984
US 5675296	A	07-10-1997	DE 19600689 A1 25-07-1996 JP 8307199 A 22-11-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/056591

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L41/04 F02M59/46

ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H01L F02M

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 103 46 693 A1 (CONTI TEMIC MICROELECTRONIC [DE]) 4. Mai 2005 (2005-05-04)	1-11
A	US 4 106 065 A (RAVIZZA RAYMOND FRANCIS) 8. August 1978 (1978-08-08)	1-11
A	US 4 594 526 A (ARAKI SHIGERU [JP] ET AL) 10. Juni 1986 (1986-06-10)	1-11
A	US 5 675 296 A (TOMIKAWA YOSHIRO [JP]) 7. Oktober 1997 (1997-10-07)	1-11



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. August 2010

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/09/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Koskinen, Timo

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/056591

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10346693	A1	04-05-2005	KEINE
US 4106065	A	08-08-1978	BE 852623 A1 18-07-1977
			CA 1125910 A1 15-06-1982
			DE 2711691 A1 24-11-1977
			FR 2345049 A1 14-10-1977
			GB 1572050 A 23-07-1980
			IT 1086791 B 31-05-1985
			JP 1185062 C 20-01-1984
			JP 52117108 A 01-10-1977
			JP 58018687 B 14-04-1983
			NL 7702547 A 21-09-1977
US 4594526	A	10-06-1986	JP 59094103 A 30-05-1984
US 5675296	A	07-10-1997	DE 19600689 A1 25-07-1996
			JP 8307199 A 22-11-1996