

(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
12. April 2012 (12.04.2012)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/045819 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02N 2/04 (2006.01) *F02M 51/06* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/067476

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. Oktober 2011 (06.10.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 047 940.3
8. Oktober 2010 (08.10.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **EPCOS AG** [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53,
81669 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RINNER, Franz** [DE/
AT]; Lindenweg 6/9, A-8530 Deutschlandsberg (AT).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER PATENT-
ANWALTSGESELLSCHAFT MBH**; Ridlerstr. 55,
80339 München (DE).

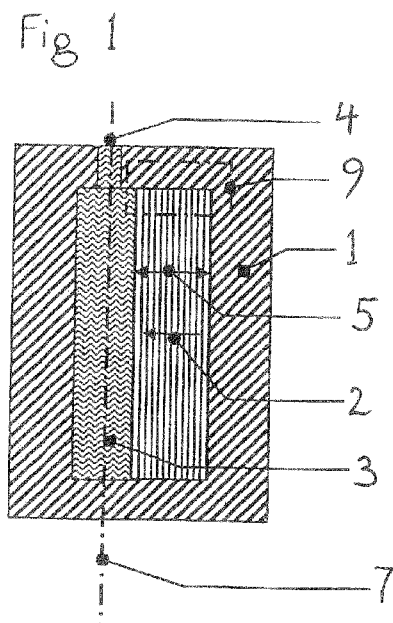
(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, 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, QA, RO, RS, RU,
RW, 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.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ARRANGEMENT OF A PIEZO ACTUATOR AND METHOD FOR OPERATING A PIEZO ACTUATOR

(54) Bezeichnung : ANORDNUNG EINES PIEZOAKTORS UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES PIEZOAKTORS



(57) **Abstract:** The arrangement comprises a housing (1), at least one piezo actuator (2) and a fluid (3), wherein the piezo actuator and the fluid are arranged in the housing such that they are mechanically connected to one another. The housing has an opening channel (4) through which the fluid can exit from the housing or return to the housing. When the dimensions of the piezo actuator change in the longitudinal direction of said piezo actuator, the volume taken up by the fluid in the housing changes, and therefore a corresponding volumetric fraction of the fluid enters the opening channel or returns from the opening channel. The opening channel is of such a size that a path length which covers the volumetric fraction of the fluid in the opening channel is in each case greater than the change in the dimensions of the piezo actuator. In this way, a relative small stroke of the piezo actuator is converted into a relatively large stroke, depending on the path length covered by the fluid in the opening channel.

(57) **Zusammenfassung:** Die Anordnung umfasst ein Gehäuse (1), mindestens einen Piezoaktor (2) und ein Fluid (3), wobei der Piezoaktor und das Fluid in mechanischer Verbindung miteinander in dem Gehäuse angeordnet sind. Das Gehäuse weist einen Öffnungskanal (4) auf, durch den das Fluid aus dem Gehäuse austreten oder in das Gehäuse zurückströmen kann. Bei einer Änderung der Abmessung des

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Piezoaktors in dessen Längsrichtung ändert sich das von dem Fluid in dem Gehäuse eingenommene Volumen, so dass ein entsprechender Volumenanteil des Fluids in den Öffnungskanal hinein oder aus dem Öffnungskanal zurück strömt. Der Öffnungskanal ist so bemessen, dass eine Weglänge, die der Volumenanteil des Fluids in dem Öffnungskanal zurücklegt, jeweils größer ist als die Änderung der Abmessung des Piezoaktors. Ein relativ kleiner Hub des Piezoaktors wird auf diese Weise in einen größeren Hub, entsprechend der von dem Fluid in dem Öffnungskanal zurückgelegten Weglänge, übersetzt.

Beschreibung

Anordnung eines Piezoaktors und Verfahren zum Betrieb eines Piezoaktors

5

Die vorliegende Erfindung betrifft Piezoaktoren, die für einen hohen Hub bei minimaler Schaltzeit geeignet sind.

Ein piezoelektrischer Aktor, auch als Piezoaktor oder
10 Piezoaktuator bezeichnet, ist aus piezoelektrischem Material, üblicherweise einer Keramik, aufgebaut und dient als mechanischer Antrieb unter Ausnutzung des inversen piezoelektrischen Effekts, indem durch Anlegen einer elektrischen Spannung die Länge des Piezoaktors verändert
15 wird. Ein Piezoaktor ist typischerweise als Piezostapel aufgebaut, in dem piezoelektrische Keramiksichten alternierender Polarisationsrichtungen mit Elektroden aus Metall abwechseln. Die Elektroden sind in der Reihenfolge ihrer Anordnung abwechselnd mit einer von zwei
20 Außenelektroden verbunden. Wenn man eine elektrische Spannung an die Außenelektroden anlegt, wird der Piezostapel in der Richtung, in der die Keramiksichten aufeinander folgen, gedehnt oder zu Längsschwingungen angeregt.

25 Für eine Vielzahl mechanischer Anwendungen, beispielsweise zum Zweck einer Treibstoffinjektion, werden Piezoaktoren benötigt, die sehr kurze Schaltzeiten bei hohem Hub erlauben. Wenn mit einem Piezoaktor ein hoher Hub erreicht werden soll, muss der Piezoaktor in der betreffenden Richtung ausreichend
30 lang sein, da die für den Piezoaktor verwendete Keramik nur eine begrenzte Dehnbarkeit aufweist. Die minimale Schaltzeit entspricht in etwa dem Quotienten aus der Länge des Piezoaktors in Dehnungsrichtung und der Schallgeschwindigkeit

in dem Piezoaktor, die bei etwa 2 km/s bis 3 km/s liegt und im Wesentlichen von der Geometrie unabhängig ist. Wenn ein besonders großer Hub gefordert wird, ist daher die minimale mögliche Schaltzeit für viele Anwendungen bereits zu lang.

5

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, anzugeben, wie die Schaltzeit eines Piezoaktors, mit dem ein vorgesehener Hub erreicht wird, verringert werden kann.

- 10 Diese Aufgabe wird mit der Anordnung eines Piezoaktors mit den Merkmalen des Anspruchs 1 beziehungsweise mit dem Verfahren zum Betrieb eines Piezoaktors mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst. Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

15

- Die Anordnung umfasst ein Gehäuse, mindestens einen Piezoaktor und ein Fluid, wobei der Piezoaktor und das Fluid in mechanischer Verbindung miteinander in dem Gehäuse angeordnet sind. Das Gehäuse weist einen Öffnungskanal auf, durch den das Fluid aus dem Gehäuse austreten oder in das Gehäuse zurückströmen kann. Bei einer Änderung der Abmessung des Piezoaktors in dessen Längsrichtung ändert sich das von dem Fluid in dem Gehäuse eingenommene Volumen, so dass ein entsprechender Volumenanteil des Fluids in den Öffnungskanal hinein oder aus dem Öffnungskanal zurück strömt. Der Öffnungskanal ist so bemessen, dass eine Weglänge, die der Volumenanteil des Fluids in dem Öffnungskanal zurücklegt, jeweils größer ist als die Änderung der Abmessung des Piezoaktors. Ein relativ kleiner Hub des Piezoaktors wird auf diese Weise in einen größeren Hub, entsprechend der von dem Fluid in dem Öffnungskanal zurückgelegten Weglänge, übersetzt.
- 20
- 25
- 30

Bei Ausgestaltungen der Anordnung ist mindestens ein weiterer Piezoaktor in mechanischer Verbindung mit dem Fluid in dem Gehäuse angeordnet, so dass eine Änderung einer Abmessung des weiteren Piezoaktors eine weitere Änderung des von dem Fluid
5 in dem Gehäuse eingenommenen Volumens bewirkt.

Das Fluid kann zum Beispiel eine inkompressible Flüssigkeit oder ein Gel sein. Die Änderung der Abmessung des Piezoaktors kann in einer Richtung erfolgen, die nicht eine Längsrichtung
10 des Öffnungskanals ist. Statt dessen kann die Änderung der Abmessung des Piezoaktors in einer Richtung erfolgen, die eine Längsrichtung des Öffnungskanals ist. Der Öffnungskanal kann insbesondere mindestens eine Biegung oder Krümmung und somit Abschnitte mit unterschiedlich ausgerichteten
15 Längsrichtungen aufweisen.

Bei weiteren Ausführungsbeispielen weist der Piezoaktor einen Kanal auf, der den Öffnungskanal verlängert. Hierbei erfolgt die Änderung der Abmessung des Piezoaktors in der
20 Längsrichtung des Öffnungskanals oder zumindest eines auf den Kanal des Piezoaktors folgenden Abschnitts des Öffnungskanals.

Bei dem Verfahren zum Betrieb eines Piezoaktors wird die
25 mechanische Verbindung des Piezoaktors mit einer mittels des Piezoaktors betriebenen Vorrichtung durch ein Fluid vermittelt, das insbesondere eine inkompressible Flüssigkeit oder ein Gel sein kann.

30 Ein wesentlicher Aspekt der Anordnung des Piezoaktors ist, dass der Piezoaktor auf ein als Fluid bezeichnetes Medium einwirkt, das gasförmig, flüssig oder viskos ist und sich in einem mit einer Öffnung versehenen Hohlraum eines Gehäuses

befindet. Eine Betätigung des Piezoaktors verändert das von dem Fluid eingenommene Volumen, so dass das Fluid zum Ausgleich der Volumenänderung durch die Öffnung strömt. Da die Öffnung einen ausreichend kleinen Querschnitt aufweist, 5 der vorzugsweise wesentlich kleiner ist als die auf das Fluid wirkende Fläche des Piezoaktors, legt das Fluid beim Durchströmen der Öffnung eine Weglänge zurück, die wesentlich größer ist als der Hub des Piezoaktors. Die maximal mögliche Längenausdehnung des Piezoaktors wird somit in einen größeren 10 Hub des Fluids übersetzt, so dass in der kurzen Schaltzeit eines relativ kurzen Piezoaktors ein großer Hub auf eine mit dem Piezoaktor zu betreibende Vorrichtung übertragen werden kann. Die Hubübersetzung ergibt sich im einfachsten Fall aus dem Quotienten aus der Fläche, mit der der Piezoaktor auf das 15 Fluid einwirkt, und der Querschnittsfläche der Öffnung. Ein Öffnungskanal, durch den der verdrängte Volumenanteil des Fluids strömt, besitzt vorzugsweise zumindest einen Abschnitt, in dem der Querschnitt des Öffnungskanals konstant bleibt.

20 Die Anordnung hat insbesondere den Vorteil, dass der Piezoaktor weitgehend unabhängig von der vorgesehenen Wirkrichtung der Anordnung in dem Gehäuse montiert werden kann. Durch eine geeignete Ausrichtung des Öffnungskanals, 25 gegebenenfalls mittels einer in dem Öffnungskanal vorhandenen Biegung oder Krümmung, kann die Wirkrichtung der Anordnung unabhängig von der Ausrichtung des Piezoaktors eingestellt werden und muss nicht mit der Längsrichtung des Piezoaktors übereinstimmen. Unter der Längsrichtung ist hierbei die 30 Richtung zu verstehen, in der die maximale Änderung der Abmessung des Piezoaktors (Längenausdehnung) erfolgt. Der Hub der auf diese Weise konstruierten Antriebsvorrichtung und die Schaltzeit des verwendeten Piezoaktors können mit dieser

Anordnung voneinander entkoppelt werden, so dass bei geringer Schaltzeit im Prinzip beliebig hohe Hübe realisierbar sind. Abgesehen von der niedrigen Schaltzeit hat die relativ geringe Abmessung des Piezoaktors den Vorteil, dass eine
5 geringe Neigung zu Rissbildung in dem Piezoaktor und daher eine größere Lebensdauer der Antriebsvorrichtung zu erwarten ist.

Es folgt eine genauere Beschreibung von Beispielen der
10 Anordnung und des Verfahrens anhand der beigefügten Figuren.

Figur 1 zeigt einen Querschnitt durch ein Ausführungsbeispiel der Anordnung.

15 Figur 2 zeigt einen Querschnitt gemäß Figur 1 für ein weiteres Ausführungsbeispiel mit zwei Piezoaktoren.

Figur 3 zeigt einen Querschnitt gemäß Figur 2 für ein weiteres Ausführungsbeispiel mit einem Kanal in dem
20 Piezoaktor.

Figur 4 zeigt den in der Figur 3 bezeichneten Schnitt.

Figur 5 zeigt einen Querschnitt gemäß Figur 2 für ein
25 weiteres Ausführungsbeispiel mit einem abgeknickten oder gebogenen Öffnungskanal.

Figur 6 zeigt eine Detailansicht aus den Querschnitten der
Figuren 1 und 2.

30

Figur 7 zeigt den in der Figur 1 markierten Schnitt.

Die Figur 1 zeigt einen Querschnitt durch eine Anordnung eines Piezoaktors 2 und eines Fluids 3 in einem Gehäuse 1, das zum Beispiel aus Stahl gebildet sein kann. Das Gehäuse 1 besitzt einen Öffnungskanal 4, der mit dem von dem Fluid 3 eingenommenen Volumen in Verbindung steht. Der Piezoaktor 2 ist in diesem Ausführungsbeispiel so in den Innenraum des Gehäuses 1 montiert, dass im Betrieb der Anordnung eine Ausdehnung des Piezoaktors 2 in der durch den einfachen Pfeil dargestellten Richtung erfolgt. Die durch den Doppelpfeil bezeichnete Abmessung 5 wird dadurch verändert. Bei einer Ausdehnung des Piezoaktors 2 vermindert sich folglich das von dem Fluid 3 in dem Gehäuse 1 eingenommene Volumen, so dass der entsprechende Volumenanteil des Fluids 3 durch den Öffnungskanal 4 ausströmt. Das Fluid 3 ist vorzugsweise eine inkompressible Flüssigkeit oder ein Gel, so dass am Ausgang des Öffnungskanals 4, der dort zum Beispiel mit einer Membran versehen sein kann, ein entsprechend vergrößerter Hub auf eine mechanische Vorrichtung übertragen werden kann.

Die in der Figur 1 markierte Schnittebene 7 ist in der Figur 7 dargestellt. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Grenzfläche zwischen dem Piezoaktor 2 und dem Fluid 3 halbkreisförmig. Der maximale Abstand 6 von dem Öffnungskanal 4, den ein Anteil des Fluids 3 aufweist, ist daher in der Projektion in diese Schnittebene 7 der Radius der halbkreisförmigen Grenzfläche. In der Figur 7 ist deutlich erkennbar, dass der relativ großen Halbkreisfläche, in der der Piezoaktor 2 an dem Fluid 3 angreift, ein relativ kleiner Querschnitt des Öffnungskanals 4 gegenübersteht. Ein geringer Hub des Piezoaktors 2 bei Änderung der Abmessung 5 (Figur 1) wird daher in einen sehr großen Hub der Weglänge übertragen, die das Fluid 3 beim Durchströmen des Öffnungskanals 4 zurücklegt.

Der Öffnungskanal 4 kann zum Beispiel durch einen an dem Gehäuse 1 angebrachten weiteren Kanal oder durch eine dickere Gehäusewand verlängert sein. Der Öffnungskanal 4 kann einen
5 abschnittsweise konstanten Querschnitt aufweisen oder sich auch verbreitern oder verjüngen. Die mechanische Einwirkung des ausströmenden Fluids 3 auf eine mit dem Piezoaktor 2 zu betreibende Vorrichtung kann im Prinzip beliebig ausgestaltet sein. Damit ergibt sich ein weiterer Bereich von
10 Anwendungsmöglichkeiten.

Die Figur 6 zeigt den in der Figur 1 markierten Ausschnitt 9 in einer vergrößerten Detailansicht. Der Piezoaktor 2 sollte in dem Gehäuse 1 so angeordnet sein, dass die Änderung der
15 Abmessung 5 ohne Reibung des Piezoaktors 2 an dem Gehäuse 1 möglich ist. Zu diesem Zweck wird vorzugsweise zwischen den Seitenflächen des Piezoaktors 2 und dem Gehäuse 1 ein kleiner Zwischenbereich 10 frei gelassen oder gegebenenfalls mit einer weichen Substanz gefüllt, die eine Längenausdehnung des
20 Piezoaktors 2 gestattet. Das Fluid 3 kann mit einer Umhüllung 11 umhüllt sein, die den Öffnungskanal 4 frei lässt und das von dem Piezoaktor 2 eingenommene Volumen und gegebenenfalls den Zwischenbereich 10 gegen das Fluid 3 abdichtet. Die Umhüllung 11 kann zum Beispiel eine dünne Haut oder ein Film,
25 beispielsweise ein Metallfilm, sein. Das Gehäuse 1 braucht nicht allseitig geschlossen zu sein und kann zum Beispiel ein Stahlrahmen sein, wenn das Fluid 3 durch eine Umhüllung 11, wie in Figur 6 dargestellt, umschlossen ist.

30 Die Figur 2 zeigt einen Querschnitt gemäß Figur 1 für ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem in dem Gehäuse 1 zwei zusammenwirkende Piezoaktoren 2, 2' in mechanischer Verbindung mit dem Fluid 3 angeordnet sind und bei einer

Längenausdehnung und somit einer Vergrößerung der in der Figur 2 markierten Abmessungen 5, 5' das von dem Fluid 3 eingenommene Volumen verkleinern. Die dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 entsprechenden Komponenten des

5 Ausführungsbeispiels der Figur 2 sind mit denselben Bezugszeichen versehen und brauchen nicht eigens erläutert zu werden. Die zusammenwirkenden Piezoaktoren 2, 2' sind dafür vorgesehen, während des Betriebes eine gleichsinnige Veränderung des Gehäusevolumens zu bewirken. Die Piezoaktoren
10 2, 2' sind deshalb vorzugsweise so angeordnet, dass im Betrieb jeweils gleichzeitig das Gehäusevolumen verkleinert beziehungsweise gleichzeitig das Gehäusevolumen vergrößert wird. Die Piezoaktoren 2, 2' können bei diesem Ausführungsbeispiel insbesondere entsprechend der Darstellung
15 der Figur 2 ausgerichtet sein, so dass die an das Fluid 3 grenzenden Flächen der Piezoaktoren 2, 2' im Betrieb jeweils gegensinnig zueinander bewegt werden. Bei dem Ausführungsbeispiel der Figur 2 ist eine noch größere Übersetzung des Hubs möglich als bei dem Ausführungsbeispiel
20 der Figur 1. Die Anzahl der in dem Gehäuse angeordneten Piezoaktoren kann im Prinzip beliebig sein. Auf diese Weise ist es möglich, mit einer Mehrzahl von Piezoaktoren, die jeweils einen relativ geringen Hub aufweisen, einen sehr großen nach außen wirkenden Hub zu erzeugen.

25

Die Figur 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem entsprechend dem Ausführungsbeispiel der Figur 2 zwei zusammenwirkende Piezoaktoren 2, 2' vorhanden sind. Der Öffnungskanal 4 ist hier in der Richtung der im Betrieb
30 geänderten Abmessung 5 eines der Piezoaktoren 2 angeordnet und ist durch einen Kanal 12 in dem betreffenden Piezoaktor 2 verlängert. Das Fluid 3 strömt daher bei einer Verringerung

des eingenommenen Volumens durch diesen Kanal 12 und weiter durch den Öffnungskanal 4 des Gehäuses 1 nach außen.

Die Figur 4 zeigt eine Ansicht der in der Figur 3 markierten
5 Schnittebene 8. In der Figur 4 ist die Position des Kanals 12 in dem einen der beiden Piezoaktoren 2 erkennbar. In diesem Ausführungsbeispiel ist die an das Fluid 3 angreifende Querschnittsfläche des Piezoaktors 2 kreisförmig, so dass der maximale Abstand 6 von dem Kanal 12, den ein Anteil des
10 Fluids 3 aufweist, auf einem Kegelmantel in radialer Richtung vorhanden ist. Das ergibt sich aus einem Vergleich der Figuren 3 und 4. In der Figur 4 ist die Projektion dieses maximalen Abstands 6 in die Schnittebene der Figur 4 eingezeichnet.

15 Die Figur 5 zeigt einen Querschnitt gemäß Figur 2 für ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem der Öffnungskanal 4 eine Biegung 13 aufweist. An diesem Ausführungsbeispiel ist erkennbar, dass die Richtung der Längenausdehnung des
20 Piezoaktors 2 im Prinzip in jede beliebige Richtung umgelenkt werden kann, indem der Öffnungskanal 4 entsprechend gestaltet wird. Der Öffnungskanal 4 braucht hierzu nicht notwendigerweise vollständig in dem Gehäuse 1 ausgebildet zu sein. Es kann zum Beispiel an die Mündung des Öffnungskanals
25 4 eine entsprechend gebogene Röhre angebracht sein, mit deren Hilfe die Wirkrichtung der Anordnung umgelenkt wird.

Die Schaltgeschwindigkeit der Anordnung ergibt sich aus der Ausdehnung des Piezoaktors 2 in dessen Bewegungsrichtung, der
30 Schaltgeschwindigkeit des Piezoaktors 2, dem maximalen Abstand 6 zwischen dem Öffnungskanal 4 und Anteilen des Fluids 3, der Schaltgeschwindigkeit in dem Fluid 3 und der Steifigkeit des Materials des Gehäuses 1. Das Gehäuse 1

erzeugt auch die für den Piezoaktor 2 notwendige mechanische Vorspannung, die dem Druck des Fluids 3 entspricht. Diese mechanische Vorspannung lässt sich einstellen, indem man entweder die Menge des Fluids 3 oder das davon eingenommene
5 Volumen variabel gestaltet, zum Beispiel durch eine Verschraubung an der Austrittsöffnung des Öffnungskanals 4.

Bezugszeichenliste

	1	Gehäuse
	2	Piezoaktor
5	3	Fluid
	4	Öffnung
	5	Abmessung
	6	maximaler Abstand
	7	Schnittebene der Figur 7
10	8	Schnittebene der Figur 4
	9	Ausschnitt gemäß Figur 6
10		Zwischenbereich
	11	Umhüllung
	12	Kanal in dem Piezoaktor
15	13	Biegung des Öffnungskanals

Patentansprüche

1. Anordnung eines Piezoaktors mit
 - einem Gehäuse (1),
 - 5 - einem Piezoaktor (2),
 - einem Fluid (3) und
 - einem Öffnungskanal (4) in dem Gehäuse (1), wobei
 - der Piezoaktor (2) und das Fluid (3) in mechanischer
 - 10 Verbindung miteinander in dem Gehäuse (1) angeordnet
 - sind, so dass eine Änderung einer Abmessung (5) des
 - Piezoaktors (2) eine Änderung eines von dem Fluid (3) in
 - dem Gehäuse (1) eingenommenen Volumens bewirkt und einen
 - entsprechenden Volumenanteil des Fluids (3) in den
 - 15 Öffnungskanal (4) hinein oder aus dem Öffnungskanal (4)
 - zurück strömen lässt, und
 - der Öffnungskanal (4) so bemessen ist, dass eine
 - Weglänge, die der Volumenanteil des Fluids (3) in dem
 - Öffnungskanal (4) zurücklegt, jeweils größer ist als die
 - 20 Änderung der Abmessung (5) des Piezoaktors (2).
2. Anordnung eines Piezoaktors nach Anspruch 1, bei der
- mindestens ein weiterer Piezoaktor (2') in mechanischer
- Verbindung mit dem Fluid (3) in dem Gehäuse (1)
- angeordnet ist, so dass eine Änderung einer Abmessung
- 25 (5') des weiteren Piezoaktors (2') eine weitere Änderung
- des von dem Fluid (3) in dem Gehäuse (1) eingenommenen
- Volumens bewirkt.
3. Anordnung eines Piezoaktors nach Anspruch 1 oder 2, bei
- 30 der das Fluid (3) eine inkompressible Flüssigkeit ist.
4. Anordnung eines Piezoaktors nach Anspruch 1 oder 2, bei
- der das Fluid (3) ein Gel ist.

5. Anordnung eines Piezoaktors nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die Änderung der Abmessung (5) des Piezoaktors (2) in einer Richtung erfolgt, die nicht eine Längsrichtung des Öffnungskanals (4) ist.

5

6. Anordnung eines Piezoaktors nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die Änderung der Abmessung (5) des Piezoaktors (2) in einer Richtung erfolgt, die eine Längsrichtung des Öffnungskanals (4) ist.

10

7. Anordnung eines Piezoaktors nach Anspruch 6, bei der der Piezoaktor (2) einen Kanal (12) aufweist, der den Öffnungskanal (4) verlängert.

- 15 8. Anordnung eines Piezoaktors nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der der Öffnungskanal (4) mindestens eine Biegung (13) aufweist.

9. Verfahren zum Betrieb eines Piezoaktors, bei dem eine
20 mechanische Verbindung eines Piezoaktors (2) mit einer mittels des Piezoaktors (2) betriebenen Vorrichtung durch ein Fluid (3) vermittelt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das Fluid (3) eine
25 inkompressible Flüssigkeit oder ein Gel ist.

Fig 1

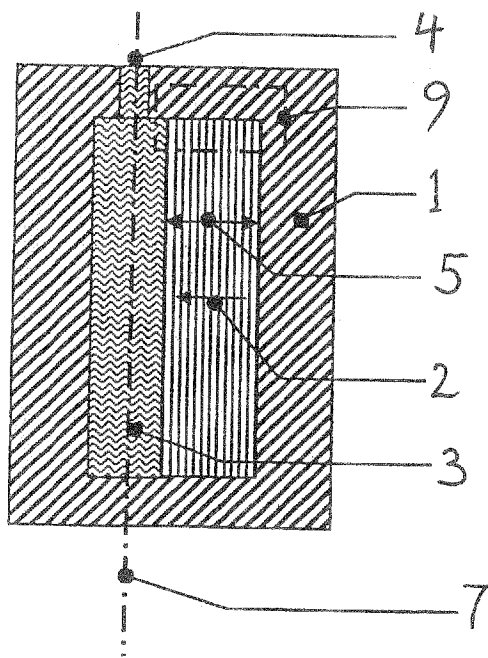


Fig 3

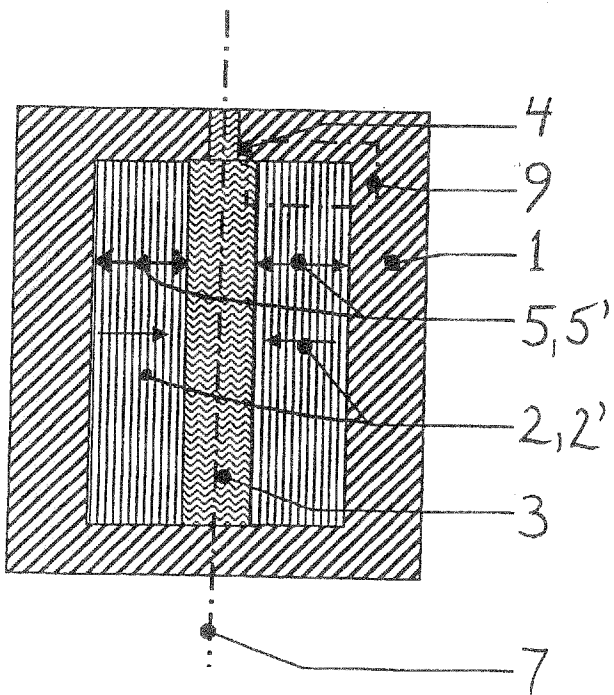
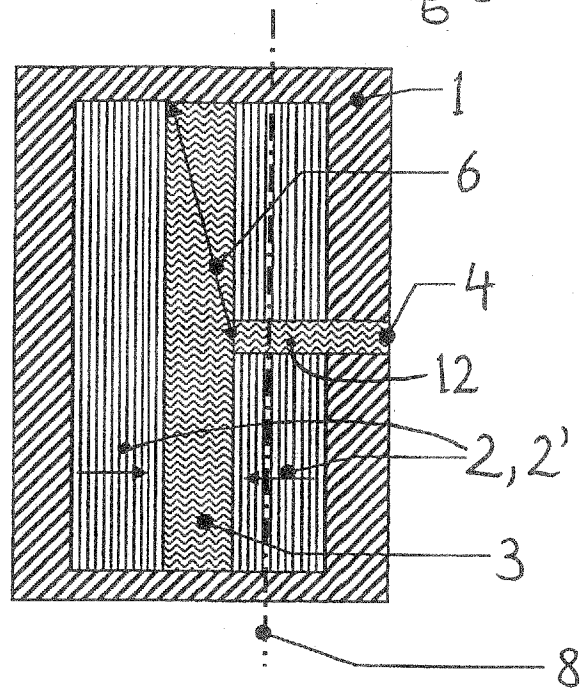


Fig 2

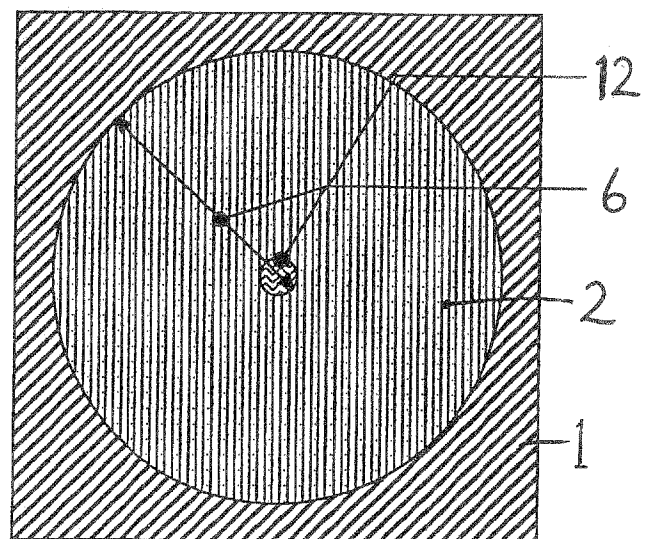


Fig 4

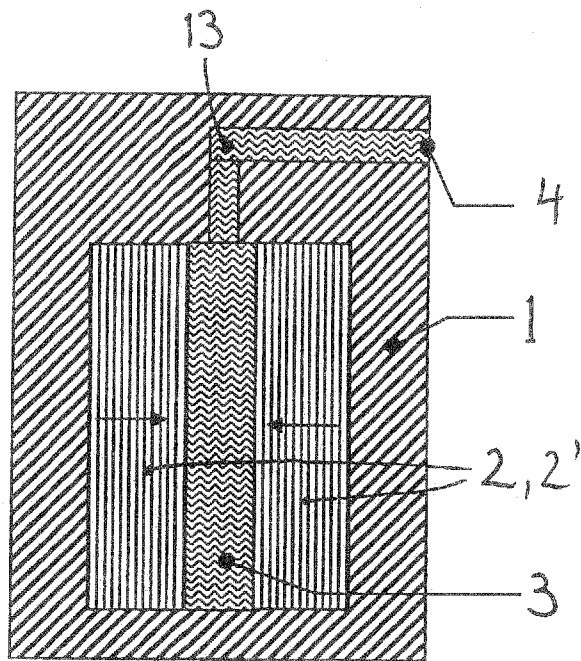


Fig 5

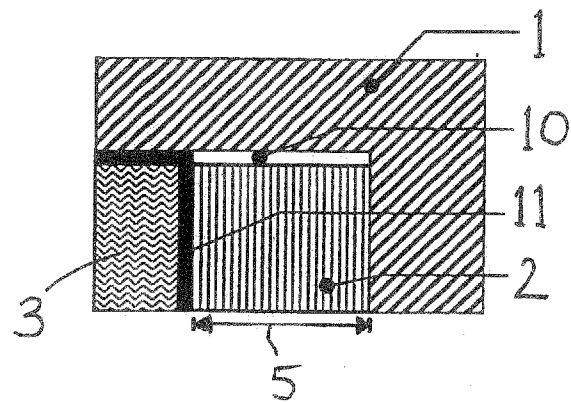


Fig 6

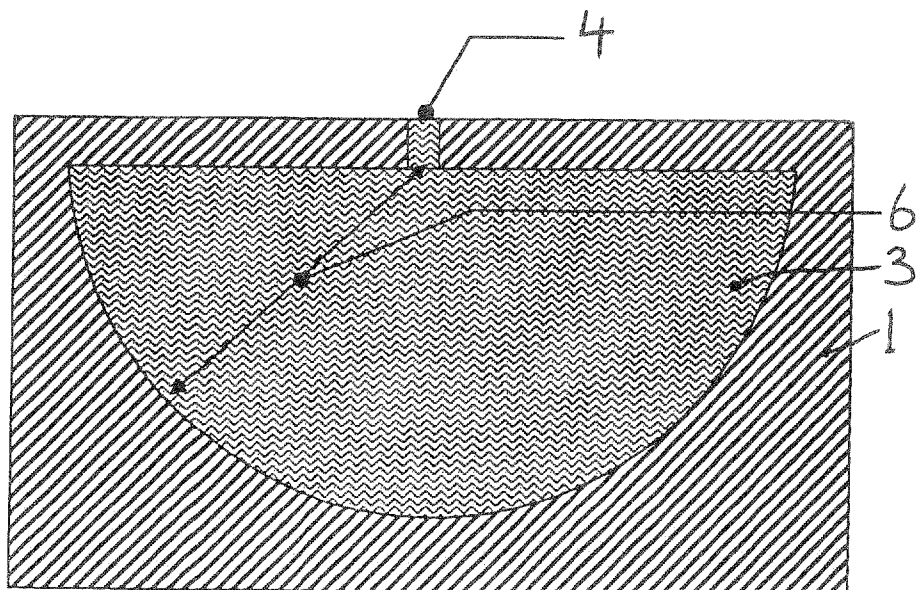


Fig 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/067476

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H02N2/04
ADD. F02M51/06

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 H02N 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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 198 43 534 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30 March 2000 (2000-03-30) column 3, line 17 - column 5, line 37; figure 1	1,3,5-10
X	----- WO 99/54626 A1 (MITCHELL WILLIAM RICHARD [AU]) 28 October 1999 (1999-10-28)	1-3,5-10
Y	page 12, line 8 - page 13, line 20; figures 1,2	4
X	----- DE 101 00 392 C1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13 June 2002 (2002-06-13)	1,3,5,7, 9,10
Y	paragraph [0016] - paragraph [0035]; figures 1,2	4
	----- -/--	



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.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 December 2011

Date of mailing of the international search report

06/01/2012

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

Gröger, Andreas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/067476

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 195 43 131 A1 (SCHMIDT HEINZ [DE]; JENDRITZA DANIEL J DR ING [DE]; JANOCHA HARTMUT PR) 2 October 1996 (1996-10-02)	1,3,5,6,8-10
Y	the whole document -----	4
X	DE 43 18 978 A1 (HEIDELBERGER DRUCKMASCH AG [DE]) 15 December 1994 (1994-12-15)	1,3,5,6,8-10
Y	column 3, line 38 - column 5, line 26; figures 1,3 -----	4
X	DE 10 2005 054361 A1 (FEV MOTORENTECH GMBH [DE]) 24 May 2007 (2007-05-24) paragraph [0041] - paragraph [0048]; figures 1-3 -----	1-3,5,6,8-10
Y	DE 103 32 090 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3 February 2005 (2005-02-03) paragraph [0016] -----	4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/067476

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19843534	A1	30-03-2000	AT 273449 T 15-08-2004
		DE 19843534 A1	30-03-2000
		EP 1115972 A1	18-07-2001
		JP 2002525487 A	13-08-2002
		US 6460779 B1	08-10-2002
		WO 0017510 A1	30-03-2000
WO 9954626	A1	28-10-1999	NONE
DE 10100392	C1	13-06-2002	DE 10100392 C1 13-06-2002
		WO 02053958 A1	11-07-2002
DE 19543131	A1	02-10-1996	NONE
DE 4318978	A1	15-12-1994	DE 4318978 A1 15-12-1994
		US 5481152 A	02-01-1996
DE 102005054361	A1	24-05-2007	CN 101310104 A 19-11-2008
		DE 102005054361 A1	24-05-2007
		EP 1948923 A1	30-07-2008
		US 2008295805 A1	04-12-2008
		WO 2007057170 A1	24-05-2007
DE 10332090	A1	03-02-2005	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/067476

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H02N2/04

ADD. F02M51/06

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H01L H02N 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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 198 43 534 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30. März 2000 (2000-03-30) Spalte 3, Zeile 17 - Spalte 5, Zeile 37; Abbildung 1	1,3,5-10
X	----- WO 99/54626 A1 (MITCHELL WILLIAM RICHARD [AU]) 28. Oktober 1999 (1999-10-28)	1-3,5-10
Y	Seite 12, Zeile 8 - Seite 13, Zeile 20; Abbildungen 1,2	4
X	----- DE 101 00 392 C1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13. Juni 2002 (2002-06-13)	1,3,5,7, 9,10
Y	Absatz [0016] - Absatz [0035]; Abbildungen 1,2	4
	----- -/-	

☒ 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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Dezember 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/01/2012

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

Gröger, Andreas

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 195 43 131 A1 (SCHMIDT HEINZ [DE]; JENDRITZA DANIEL J DR ING [DE]; JANOCHA HARTMUT PR) 2. Oktober 1996 (1996-10-02)	1,3,5,6,8-10
Y	das ganze Dokument	4
X	DE 43 18 978 A1 (HEIDELBERGER DRUCKMASCH AG [DE]) 15. Dezember 1994 (1994-12-15)	1,3,5,6,8-10
Y	Spalte 3, Zeile 38 - Spalte 5, Zeile 26; Abbildungen 1,3	4
X	DE 10 2005 054361 A1 (FEV MOTORENTECH GMBH [DE]) 24. Mai 2007 (2007-05-24)	1-3,5,6,8-10
	Absatz [0041] - Absatz [0048]; Abbildungen 1-3	
Y	DE 103 32 090 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. Februar 2005 (2005-02-03)	4
	Absatz [0016]	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/067476

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19843534	A1	30-03-2000	AT 273449 T 15-08-2004
		DE 19843534	A1 30-03-2000
		EP 1115972	A1 18-07-2001
		JP 2002525487	A 13-08-2002
		US 6460779	B1 08-10-2002
		WO 0017510	A1 30-03-2000
WO 9954626	A1	28-10-1999	KEINE
DE 10100392	C1	13-06-2002	DE 10100392 C1 13-06-2002
		WO 02053958	A1 11-07-2002
DE 19543131	A1	02-10-1996	KEINE
DE 4318978	A1	15-12-1994	DE 4318978 A1 15-12-1994
		US 5481152	A 02-01-1996
DE 102005054361	A1	24-05-2007	CN 101310104 A 19-11-2008
		DE 102005054361	A1 24-05-2007
		EP 1948923	A1 30-07-2008
		US 2008295805	A1 04-12-2008
		WO 2007057170	A1 24-05-2007
DE 10332090	A1	03-02-2005	KEINE