

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. November 2008 (13.11.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/135352 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 41/09 (2006.01) **B60J 1/17** (2006.01)
H02N 2/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/054542

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. April 2008 (15.04.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102007021336.2 7. Mai 2007 (07.05.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HAUSSECKER, Wal-
ter** [DE/DE]; Albert-Schneble Str. 25, 77830 Buehlertal

(DE). **WALLASCHEK, Jörg** [DE/DE]; Weikenweg 30,
33106 Paderborn (DE). **RIEGER, Vincent** [DE/DE];
Loetzer Str. 6, 76139 Karlsruhe (DE). **TWIEFEL, Jens**
[DE/DE]; Luisenstr. 6, 33106 Paderborn (DE). **HEMSEL,
Tobias** [DE/DE]; Schulstr. 19, 33449 Langenberg (DE).
RISCHMUELLER, Volker [DE/DE]; Schillerstr. 29,
71229 Leonberg (DE). **GUENTHER, Dirk** [DE/DE];
Gossbach 2, 55270 Jugenheim (DE). **FROEHLICH,
Peter** [CN/CN]; Lixiang Road, Hunan, Changsha 410100
(CN).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

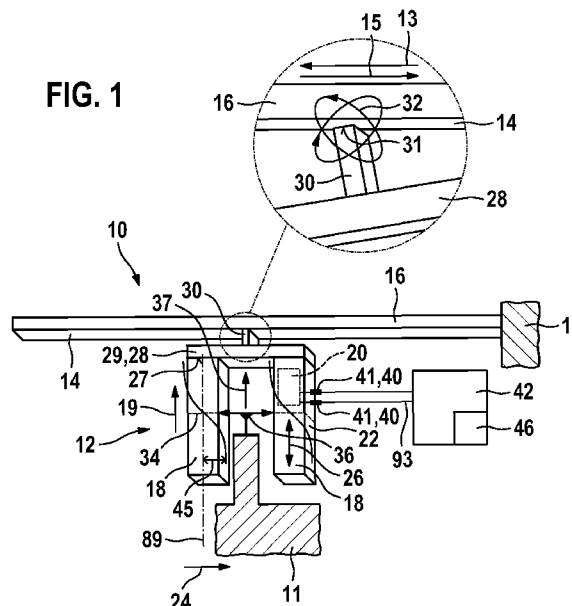
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE,
EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID,
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PIEZOELECTRIC DRIVE UNIT

(54) Bezeichnung: PIEZOELEKTRISCHE ANTRIEBSVORRICHTUNG

FIG. 1



(57) Abstract: Disclosed are a piezoelectric drive unit (10) and a method for operating such a drive unit in order to adjust movable parts (11), especially in a motor vehicle. Said piezoelectric drive unit (10) comprises a piezo motor (12) that is fitted with at least one piezo actuator (18) with an electric piezo element (20). At least one frictional element (30) which makes it possible to generate a relative movement in relation to a frictional surface (14) located across from the frictional element (30) is disposed on the piezo motor (12). The at least one piezo actuator (18) is mounted on a bearing element (36) in the region of a node (34), at the zero of the amplitude of the excited piezo actuator oscillation.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/135352 A1



PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV,
SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,
ZA, ZM, ZW.

MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(57) Zusammenfassung: Piezoelektrische Antriebsvorrichtung (10) sowie Verfahren zum Betreiben einer solchen zum Verstellen von beweglichen Teilen (11), insbesondere im Kraftfahrzeug, mit einem Piezomotor (12), der mindestens einen Piezoaktor (18) mit einem elektrischen Piezoelement (20) aufweist, wobei am Piezomotor (12) mindestens ein Friktionselement (30) angeordnet ist, mittels dessen eine Relativbewegung bezüglich einer dem Friktionselement (30) gegenüberliegenden Reibfläche (14) erzeugbar ist, wobei der mindestens eine Piezoaktor (18) im Bereich eines Schwingungsknoten (34) im Amplitudennullpunkt der angeregten Piezoaktor-Schwingung an einem Lagerungselement (36) fixiert ist.

Beschreibung

5

Titel

Piezelektrische Antriebsvorrichtung

10

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer piezelektrischen Antriebsvorrichtung sowie einem Verfahren zum Betreiben eines solchen nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche.

15

Mit der WO 00/28652 A1 ist ein Ultraschall-Motor bekannt geworden, bei dem eine Rotorwelle mittels Ultraschall-Vibratoren in Drehung versetzt wird. Dabei sind zwei Ultraschall-Vibratoren rechtwinklig miteinander verbunden, wobei beide Vibratoren derart mit einer Wechselspannung versorgt werden, dass die beiden Vibratoren mit einer Phasendifferenz zueinander schwingen. Diese Schwingung erzeugt eine Bewegung eines Stößels, der die Rotorwelle in Drehung versetzt. Die Piezoaktoren sind dabei mittels eines Befestigungselements gelagert, das die beiden Piezoaktoren einstückig miteinander verbindet. Eine solche Befestigung hat zur Folge, dass die elektrische Energie, die zur Schwingungsanregung der Piezoaktoren aufgewendet wird, schlecht genützt wird, da durch die Befestigung ein wesentlicher Teil der Schwingungsenergie gedämpft wird. Daher sind viele Ultraschall-Vibratoren notwendig, um ein ausreichendes Antriebsmoment zu erzeugen. Ein solcher Piezoantrieb ist deshalb sehr teuer und benötigt eine aufwändige elektronische Ansteuerung und einen entsprechend großen Bauraum.

20

25

30 Offenbarung der Erfindung

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße piezelektrische Antriebsvorrichtung, sowie das Verfahren zum Betreiben einer solchen Vorrichtung mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche hat

35

demgegenüber den Vorteil, dass durch die Lagerung der Piezoaktoren in deren Schwingungsknoten die Dämpfung der mechanischen Aktorschwingung minimiert wird, wodurch deren Wirkungsgrad erheblich gesteigert werden kann. Dabei wird die mechanische Fixierung der Piezoaktoren im Lagerungselement, der elektrischen Anregung der Piezoelemente angepasst, was insbesondere durch die einphasige Anregung der Piezoaktoren ermöglicht wird.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in den abhängigen Ansprüchen angegebenen Ausführungen möglich. Führen die Piezoaktoren im angeregten Zustand im wesentlichen eine überlagerte Biege-Längsschwingung aus, ist der Schwingungsknoten als im Wesentlichen gerade Linie ausgebildet, die das Aktorgehäuse in zwei gegenüberliegenden Punkten schneidet. Wird der Piezoaktor näherungsweise punktförmig in diesen Schnittpunkten gelagert, wird die Aktorschwingung durch die Lagerung praktisch kaum gedämpft, wodurch sich deren Wirkungsgrad deutlich steigern lässt.

Wird der Piezoaktor ausschließlich in Längsrichtung in Schwingung versetzt, bildet sich eine Knotenebene die im Wesentlichen senkrecht zur Längsrichtung ausgerichtet ist und das Aktorgehäuse in einer Umfangslinie schneidet. Bei diesem Schwingungsknoten kann der Piezoaktor vorteilhaft über dessen gesamten Umfang entlang der Umfangslinie starr befestigt werden, wodurch eine sehr stabile Lagerung erzielt wird.

Besonders günstig ist es direkt am Aktorgehäuse im Schwingungsknoten eine Aufnahme auszubilden, in dem eine Vertiefung oder ein Fortsatz in Querrichtung zur Längsrichtung an der Oberfläche des Gehäuses angeformt wird.

Für eine präzise Lagerung des Piezoaktors in dessen Schwingungsknoten wird der Fortsatz in Querrichtung vorteilhaft als separates Halterungselement hergestellt, das auf dem Aktorgehäuse sehr präzise verschoben werden kann.

Je nach Form des Schwingungsknotens kann der Fortsatz in Querrichtung eher punktförmig oder ringförmig ausgebildet sein, wobei beim Vorliegen einer Knotenebene der Fortsatz an beliebigen Stellen entlang des Umfangs vom Lageelement aufgenommen werden kann.

Alternativ ist die Aufnahme als Nut, insbesondere als Ringnut ausgebildet, deren axiale Ausdehnung sich idealer Weise möglichst auf die Knotenebene konzentriert. In die Nut des Piezoaktors kann einerseits das Lagerungselement direkt eingreifen, oder ein justierbares Halterungselement, das wiederum im Lagerungselement eingespannt ist. Alternativ
5 kann das Halterungselement auch auf die glatte Oberfläche des Aktorgehäuses verspannt und mittels einer Feinjustierung positioniert werden.

Durch das Einspannen des Fortsatzes in Querrichtung zwischen zwei Befestigungsplatten können Fertigungstoleranzen sehr einfach ausgeglichen werden und durch das Verspannen der beiden Platten eine sehr hohe Steifigkeit der Lagerungselemente erzielt werden,
10 die höher ist, als die Steifigkeit der Piezoaktoren. Dabei können die Befestigungsplatten näherungsweise parallel zu dem Brückensteg angeordnet werden.

Das Lagerungselement, insbesondere die Befestigungsplatten können sich auch in Querrichtung weg vom jeweils gegenüberliegenden Piezoaktors erstrecken, so dass dort genügend Bauraum für die Verspannung des Lagerungselements, bzw. für dessen Befestigung an der Karosserie bzw. am zu verstellenden Teil vorhanden ist.
15

Die Anpresskraft mit der der Piezomotor gegen die Reibfläche gepresst wird, kann sehr einfach durch eine Einstellvorrichtung des Lageelements vorgegeben werden, wodurch die Normalkraft besonders günstig an die Schwingungsbewegung des Piezomotors angepasst werden kann.
20

Besonders günstig ist es, wenn die erfindungsgemäße piezoelektrische Antriebsvorrichtung in ihrer Resonanzfrequenz angesteuert wird, insbesondere mit einer einphasigen Anregungsfrequenz, da sich dann in den Piezoaktoren definierte Schwingungsknoten ausbilden, in denen dann sehr präzise das Lagerungselement fixiert werden kann.
25

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind genau zwei Piezoaktoren in etwa parallel zueinander angeordnet, wobei der Brückensteg in etwa parallel zu den Befestigungsplatten angeordnet ist, zwischen denen die Aufnahmen eingespannt sind. Bei dieser Ausbildung, kann das Friktionselement auf dem Brückensteg wahlweise durch einen der beiden Piezoaktoren oder durch eine gemeinsame Anregung der beiden Piezoaktoren in eine Stoß- oder eine Ellipsenbewegung versetzt werden.
30

35

Wird der Brückensteg im wesentlichen senkrecht zur Längsrichtung des Piezoaktors angeordnet, wird die größte Verstärkung der Stößelbewegung erzielt. Dabei kann der Brückensteg einerseits als freier Hebelarm oder andererseits als Verbindungssteg zu einem zweiten Piezoaktor ausgebildet sein. Ist das Friktionselement als Fortsatz in Längsrichtung ausgebildet, kann die Längsschwingung des Piezoaktors besonders effektiv in eine Stoßbewegung in Längsrichtung umgesetzt werden. Über die Festlegung des Abstands des Friktionselements senkrecht zur Mittelachse des Piezoaktors kann die Verstärkung bzw. die zu übertragende Stoßkraft eingestellt werden, wodurch eine Anpassung für unterschiedliche Anwendungen möglich ist. Der Brückensteg kann je nach gewünschtem Funktionsprinzip der Stößelbewegung eher biegeweich oder eher biegesteif ausgebildet werden. Die Steifigkeit des Brückenstegs kann durch dessen Materialwahl und Formgebung beeinflusst werden. Zur Realisierung eines biegeweichen Brückenstegs kann an diesem beispielsweise ein oder mehrere Bereiche mit entsprechenden Aussparungen ausgeformt werden, so dass dessen Materialquerschnitt reduziert wird.

Aufgrund der einphasigen Anregung des Piezomotors muss nur ein einziges Anregungssignal generiert werden, das abwechselnd auf den einen oder den anderen Piezoaktor gegeben wird. Das Schwingverhalten des Piezomotors wird nur durch die eine einzige Anregungsfrequenz bestimmt, so dass die Bewegungsbahn des Stößels einfach vorgebar ist, und die Lagerung der Piezoaktoren auf diese eine Anregungsfrequenz abgestimmt werden kann. Bei äußeren Einflüssen, die die Resonanzfrequenz verstimmen, kann die Resonanzfrequenz wesentlich einfacher mit einer einphasigen Anregung nachgeführt werden.

Durch die Haltekraft, mit dem das Friktionselement gegen die lineare Schiene oder den Rotationskörper gepresst wird, wird die tangentielle Bewegungskomponente des Friktionselements auf das Antriebselement übertragen. Besonders günstig ist es, den Piezomotor mittels des Lagerungselements an dem beweglichen Teil zu befestigen, so dass sich dieser gegenüber einer ortsfesten Reibfläche mit dem beweglichen Teil wegbewegt. Beispielsweise kann das Lagerungselement für einen Fensterheberantrieb im Kraftfahrzeug an einer Fensterscheibe befestigt werden. Durch die direkte Erzeugung einer linearen Bewegung ist eine sehr schnelle Ansprechzeit mit hoher Dynamik möglich. Durch das

Mikrostoßprinzip kann eine äußerst präzise Positionierung des zu verstellenden Teils bei geringer Geräuschemission erzielt werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 Eine erfindungsgemäße piezoelektrische Antriebsvorrichtung,
- Fig. 2 eine weitere Ausführung für einen Rotationsantrieb,
- Fig. 3 ein Piezoelement für den Einbau in den Piezoaktor gemäß Fig. 1,
- 10 Fig. 4 eine schematische Darstellung zum Betreiben der Antriebsvorrichtung,
- Fig. 5 eine Resonanzkurve des Piezomotors,
- Fig. 6 eine Impedanzkurve für das piezoelektrische Antriebs-System,
- Fig. 7, 8 die schematische Erzeugung verschiedener Schwingungsformen
- Fig. 9 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Piezomotorlagerung, und
- 15 Fig. 10 a, b die Explosionsdarstellungen zweier erfindungsgemäßer Piezomotoren.

In Fig. 1 ist eine piezoelektrische Antriebsvorrichtung 10 dargestellt, bei der ein Piezomotor 12 eine Relativbewegung gegenüber einer korrespondierenden Reibfläche 14 ausführt. Die Reibfläche 14 ist hierbei als lineare Schiene 16 ausgebildet, die beispielsweise an einem Karosserieteil 17 befestigt ist. Der Piezomotor 12 weist mindestens einen Piezoaktor 18 auf, der wiederum ein Piezoelement 20 enthält. Hierzu weist der Piezoaktor 18 ein Aktorgehäuse 22 auf, das das Piezoelement 20 aufnimmt. Das Aktorgehäuse 22 ist beispielsweise hülsenförmig ausgebildet. In den dargestellten Ausführungen ist das Piezoelement 20 vom Aktorgehäuse 22 umschlossen. Der Piezoaktor 18 weist eine Längsrichtung 19 auf, in deren Richtung die Ausdehnungen des Piezoaktors 18 größer ist als in einer Querrichtung 24 dazu. Das Piezoelement 20 ist vorzugsweise im Aktorgehäuse 22 in Längsrichtung 19 vorgespannt, derart, dass bei einer Anregung einer Längsschwingung 26 des Piezoelements 20 in diesem keine Zugkräfte auftreten. Durch die Schwingung des Piezoelements 20 wird der gesamte Piezoaktor 18 in Längsschwingung 26 versetzt und überträgt eine Schwingungsamplitude 45 über einen Brückensteg 28 auf ein Friktionselement 30, das in Reibkontakt zur Reibfläche 14 steht. Durch die Längsschwingung 26 des Piezoaktors 18 wird der Brückensteg 28 in eine Kippbewegung oder eine Biegebewegung versetzt, so dass ein der Reibfläche 14 zugewandtes Ende 31 des Friktionselements 30 eine Mikrostoßbewegung ausführt. Die Wechselwirkung zwischen dem Friktionselement 30 und der Reibfläche 14 ist in dem vergrößerten Ausschnitt dargestellt, in

dem ersichtlich ist, dass der Brückensteg 28, der in Ruhestellung näherungsweise parallel zur Reibfläche 14 angeordnet ist, bei angeregter Schwingung des Piezoaktors 18 gegenüber der Reibfläche 14 verkippt. Dabei führt das Ende 31 des Friktionselements 30 beispielsweise näherungsweise eine Ellipsenbewegung 32 oder Kreisbewegung aus, mittels derer sich der Piezomotor 12 entlang der linearen Schiene 16 abstößt. Der Piezomotor 12 ist im Bereich von einem Schwingungsknoten 34 der Piezoaktoren 18 gelagert und beispielsweise mit einem zu bewegenden Teil 11 verbunden. Der Schwingungsknoten 34 ist bei der Längsschwingung 26 des Piezoaktors 18 als Knotenebene 111 ausgebildet, die sich in etwa senkrecht zur Längsrichtung 19 erstreckt. Der Piezoaktor 18 ist an einer äußeren Umfangslinie 112, die durch den Schnitt der Kontenebene 111 durch den Piezoaktor 18 gebildet wird von einem Lagerungselements 36 aufgenommen. Der Schwingungsknoten 34 wird hierzu mittels Simulation und/oder empirisch ermittelt. Gleichzeitig wird der Piezomotor 12 über ein Lagerungselement 36 mit einer Normalkraft 37 gegen die Reibfläche 14 gedrückt. Dadurch führt das Ende 31 des Friktionselements 30 nun eine Ellipsenbewegung 32 aus, die zusätzlich zur Normalkraft 37 eine tangentiale Kraftkomponente 38 aufweist, die den Vorschub des Piezomotors 12 gegenüber der Reibfläche 14 bewirkt. In einer alternativen Ausführung führt das Friktionselement 30 lediglich eine lineare Stoßbewegung unter einem gewissen Winkel zur Normalkraft 37 aus. Dadurch kommt es ebenfalls zu einer Relativbewegung mittels Mikrostoßen.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 weist der Piezomotor 12 genau zwei Piezoaktoren 18 auf, die beide näherungsweise parallel zu ihrer Längsrichtung 19 angeordnet sind. Dabei ist der Brückensteg 28 quer zur Längsrichtung 19 angeordnet und verbindet die beiden Piezoaktoren 18 an ihren Stirnseiten 27. Dabei kann der Brückensteg auch aus einem Stück mit den Aktorgehäusen 22 gefertigt werden. Der Brückensteg 28 ist beispielsweise als ebene Platte 29 ausgebildet, in deren Mitte das Friktionselement 30 angeordnet ist. In einer bevorzugten Betriebsweise der piezoelektrischen Antriebsvorrichtung 10 wird für eine Relativbewegung in eine erste Richtung 13 nur einer der beiden Piezoaktoren 18 angeregt. Dabei wirkt der zweite, nicht angeregte Piezoaktor 18 über den Brückensteg 28 als Schwingmasse, aufgrund derer der Brückensteg 28 mit dem Friktionselement 30 gegenüber der Längsrichtung 19 verkippt oder verbogen wird. Entsprechend der Steifigkeit des Aufbaus des Piezomotors 12 wird somit die Längsschwingung 26 des Piezoelements 20 in eine Mikrostoßbewegung mit einer tangentialen Kraftkomponente 38 umgewandelt. Die elektrische Anregung des Piezoelements 20 erfolgt über Elektroden 40, die über ein Kontaktierelement 41 mit einer Elektronikeinheit 42 verbunden

sind. Für eine Bewegung des Piezomotors 12 in die entgegengesetzte Richtungen 15 wird entsprechend das Piezoelement 20 des anderen Piezoaktors 18 mittels der Elektronikeinheit 42 angeregt. Bei dieser Betriebsweise ist immer nur ein Piezoelement 20 des Piezomotors 12 angeregt, so dass es zu keiner Überlagerung von zwei Schwingungsanregungen beider Piezoaktoren 18 kommen kann.

Erfindungsgemäß wird die piezoelektrische Antriebsvorrichtung in ihrer Resonanzfrequenz 44 betrieben. Dazu weist die Elektronikeinheit 42 eine Abstimmuschaltung 46 auf, die das entsprechende Piezoelement 20 derart ansteuert, dass das gesamte System in Resonanz schwingt. Die Elektronikeinheit 42 kann beispielsweise zumindest teilweise auch innerhalb des Aktorgehäuses 18 oder der Lagerung 36 angeordnet sein. In Fig. 1 sind in den beiden Piezoaktoren 18 jeweils die Amplituden 45 der Resonanzfrequenz 44 der Längsschwingung 26 dargestellt, wobei die beiden Piezoaktoren 18 bei dieser Betriebsweise nicht gleichzeitig angeregt werden. Die maximalen Amplituden 45 entsprechen hier der mechanische Resonanzfrequenz 44.

In Fig. 2 ist eine Variation der Antriebsvorrichtung 10 dargestellt, bei der der Piezomotor 12 in einem Karosserieteil 17 gelagert ist. Hingegen ist die Reibfläche 14 als Umfangsfläche eines Rotationskörpers 48 ausgebildet, so dass durch die Stößelbewegung des Frik-tionselements 30 der Rotationskörper 48 in Drehung versetzt wird. Entsprechend der zu Fig. 1 beschriebenen Betriebsweise kann die Drehrichtung 49 des Rotationskörpers 48 wiederum durch die Ansteuerung von jeweils nur einem Piezoelement 20 an einem der beiden Piezoaktoren 18 vorgegeben werden. Eine solche Antriebsvorrichtung 10 erzeugt eine Rotation als Antriebsbewegung und kann somit an Stelle eines Elektromotors mit nachgeschaltetem Getriebe eingesetzt werden. In Fig. 8 führen die Piezoaktoren 18 beispielsweise eine überlagerte Biege-Längsschwingung aus. Dabei ist der Schwingungsknoten 34 als Knotenlinie 113 (in die Zeichenebene hineinragend) ausgebildet, die im Schnitt mit dem Aktorgehäuse 22 jeweils zwei gegenüberliegende Schnittpunkte 114 ergibt, in denen der Piezoaktor 18 mittels einer Aufnahme 107 näherungsweise punktförmig mittels des Lagerungselements 36 gelagert ist.

In Fig. 3 ist vergrößert ein Piezoelement 20 abgebildet, wie es beispielsweise im Piezomotor 12 der Fig. 1 oder 2 verwendet werden kann. Das Piezoelement 20 weist mehrere voneinander getrennte Schichten 50 auf, zwischen denen die jeweiligen Elektroden 40 angeordnet sind. Wird an den Elektroden 40 über die Elektronikeinheit 42 eine Spannung

43 angelegt, dehnt sich das Piezoelement 20 in Längsrichtung 19 aus. Die Ausdehnung der einzelnen Schichten 50 addiert sich auf, so dass durch die Anzahl der Schichten 50 die mechanische Gesamtamplitude 45 des Piezoelements 20 in Längsrichtung 19 vorgegeben werden kann. Die Schichten 20 sind dabei quer zur Längsrichtung 19 im Aktorgehäuse 22 angeordnet, so dass der gesamte Piezoaktor 18 durch das Piezoelement 20 in Längsschwingung 26 versetzt wird. Das Piezoelement 20 ist vorzugsweise aus einer Keramik 21 hoher Güte hergestellt, so dass im Resonanzbetrieb des Piezoelements 20 sehr große Amplituden 45 erzeugbar sind.

In Fig. 4 ist ein Modell der piezoelektrischen Antriebsvorrichtung 10 dargestellt, das als Grundlage zur Einstellung der Resonanzfrequenz 44 dient. Dabei ist der Piezoaktor 18 als Schwingkreis 52 dargestellt, in dem eine Induktivität 53 mit einer ersten Kapazität 54 und einer ohmschen Last 55 in Reihe geschaltet sind. Dazu ist eine zweite Kapazität 56 parallel geschaltet. An diesem Schwingkreis 52 wird eine Anregungsspannung 43 mittels der Elektronikeinheit 42 angelegt. Weiterhin hängt die Resonanzfrequenz 44 der gesamten Antriebsvorrichtung 10 von der Last 58 ab, die beispielsweise durch das Gewicht des zu verstellenden Teils 11 und/oder der Reibbedingung zwischen dem Friktionselement 30 und der Reibfläche 14 bestimmt wird.

Gemäß diesem Schaltbild stellt sich bei der Anregung der Verstellvorrichtung 10 mittels der Elektronikeinheit 42 ein Frequenzgang ein, wie er in Fig. 5 dargestellt ist. Hierbei ist die Leistung 59 über der Frequenz 69 aufgetragen. Beim Null-Durchgang 61 der dargestellten Blindleistung 62 ergibt sich ein Maximum 63 der Wirkleistung 64. Das Maximum 63 der Wirkleistung 64 tritt bei der Resonanzfrequenz 44 auf, auf die die piezoelektrische Antriebsvorrichtung 10 mittels der Abstimmuschaltung 46 geregelt wird. Die Resonanzfrequenz 44 liegt beispielsweise im Bereich zwischen 30 und 80 kHz, vorzugsweise zwischen 30 und 50 kHz.

In Fig. 6 ist das dazugehörige Impedanzverhalten des Piezomotors 12 über den Frequenzgang dargestellt. Der Phasenverlauf 60 der Impedanz der durch den Schwingkreis 52 gemäß Fig. 4 dargestellten Verstellvorrichtung 10 weist einen ersten Null-Durchgang 65 mit positiver Steigung und einen zweiten Null-Durchgang 66 mit negativer Steigung auf, die der Serien- und der Parallelresonanz des Schwingkreises 52 entsprechen. Der Phasenwinkel 68 ist auf der Y-Achse auf der rechten Seite des Diagramms dargestellt.

Um die Antriebsvorrichtung 10 im Resonanzbetrieb zu halten – beispielsweise auch bei

einer veränderlichen Last 58 - regelt die Abstimmungsschaltung 46 die Frequenz 69 beispielsweise auf den Null-Durchgang 65 mit positiver Steigung, was elektronisch relativ einfach mittels einer Phasenregelschleife 47 (PLL: Phase Locked Loop) realisierbar ist. Die linke Y-Achse 74 stellt den Betrag 70 der Impedanz dar, wobei der Impedanzverlauf
5 70 über der Frequenz 69 ein Minimum 71 am ersten Null-Durchgang 65 und ein Maximum 72 am zweiten Null-Durchgang 66 aufweist.

In Figur 7 ist schematisch die Längsschwingung 26 dargestellt, wie diese beispielsweise in den Piezoaktoren 18 gemäß Figur 1 angeregt wird. In der oberen Bildhälfte ist die Amplitude 45 der Längsschwingung 26 dargestellt, die der Amplitude 45 in Figur 1 entspricht.
10 Im Schwingungsknoten 34 ist die Amplitude 45 gleich null, wobei die Längenausdehnung des Piezoaktors 18 ausgehend vom Schwingungsknoten 34 unterschiedliche Beträge a, b aufweisen kann. Die Beträge a und b und deren Verhältnis zueinander können insbesondere durch die Anordnung des Piezoelements 20 im Piezoaktor 18 bestimmt werden. Im
15 mittleren Bildteil ist die maximale Längenausdehnung des Piezoaktors 18 bei freier Längsschwingung 26 dargestellt. Im unteren Bildteil ist der Piezoaktor 18 ohne elektrische Anregung oder bei bipolarem Material mit einer negativen Anregungsspannung und daher mit minimaler Auslenkung in Längsrichtung 19 gezeigt. Das Fiktionselement 30 ist beispielsweise an der rechten Stirnseite 27 des Piezoaktors 18 angeordnet, so dass dieses
20 einen maximalen Hub 115 auf der Mittelachse 89 des Piezoaktors von erfährt. Der Schwingungsknoten 34 ist bei dieser Längsschwingung 26 als Knotenebene 111 ausgebildet, die sich quer zur Längsrichtung 19 erstreckt. Bei dieser Längsschwingung 26 ergibt sich ein Schwingungsknoten 34 auf der Oberfläche des Aktorgehäuses 22 die Umfangslinie 112 an der der Piezoaktor 18 starr mit dem Lagerelement 36 verbunden ist, wie dies
25 im Detail beispielsweise in Figur 9 dargestellt ist.

Figur 8 hingegen zeigt schematisch eine überlagerte Biege-Längsschwingung, bei der der Piezoaktor 18 zusätzlich zur Schwingung in Längsrichtung 19 eine Schwingung in Querrichtung 24 vollzieht. Im Piezoaktor 18 wird dabei beispielsweise das Piezoelement 20 in
30 vier Bereichen angeordnet, die derart angeregt werden, dass sich eine Biege-Längsschwingung einstellt. Bei einer solchen Schwingung stellt der Schwingungsknoten 34 eine Knotenlinie 113 dar, die in diesem Beispiel senkrecht zur Zeichenebene verläuft. Im Schnitt mit dem Aktorgehäuse 22 ergeben sich die beiden gegenüberliegenden Schnittpunkte 114, in denen der Piezoaktor 18 näherungsweise punktförmig starr im La-
35 gerelement 36 aufgenommen ist. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Fiktionselement

30 beispielsweise direkt an der Stirnseite 27 des Piezoaktors 18 angeordnet und führt aufgrund der Biege-Längsschwingung eine Ellipsenbewegung 32 oder Kreisbewegung aus.

5 Figur 9 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem auf dem Piezoaktor 18 ein Fortsatz 116 in Querrichtung 24 angeordnet ist. Dieser Fortsatz 116 ist beispielsweise auf der Umfangslinie 112 der Knotenebene 111 mit dem Aktorgehäuse 22 angeordnet. Der Fortsatz 116 ist hier als separat gefertigtes Halterungselement 117 ausgebildet, das mittels einer Feinjustierung 118 auf dem Aktorgehäuse 22 sehr präzise verstellbar ist. Somit
10 kann das separate Halterungselement 117 sehr exakt auf die Knotenebene 111 justiert werden, wobei das Halterungselement 117 wiederum fest im Lagerungselement 36 gelagert ist. Das Halterungselement 117 ist beispielsweise als Wellensicherungsring ausgebildet. Das Lagerungselement 36 weist zwei Befestigungsplatten 119 auf, zwischen denen der Fortsatz 116 eingespannt ist. Die Befestigungsplatten 119 sind hierbei in etwa parallel
15 zum Brückensteg 28 angeordnet. Dabei werden die beiden Befestigungsplatten 119 mittels Verbindungselementen 120, beispielsweise Schrauben 121 in Längsrichtung 19 miteinander verspannt. In Figur 9 sind die beiden Piezoaktoren 18 zwischen gleichartigen Befestigungsplatten 119 eingespannt, die wiederum durch das Lagerungselement 36 mit einer Normalkraft 37 gegen die Reibfläche 14 gepresst werden. Die Normalkraft 37, mit
20 der der gesamte Piezomotor 12 gegen die Reibfläche 14 gepresst wird, kann variabel eingestellt werden. Hierzu weist das Lagerelement 36 eine Vorrichtung 122 zur Einstellung der Anpresskraft auf, die beispielsweise als Einstellschraube 123 ausgebildet ist, die sich beispielsweise an einem Karosserieteil 17 abstützt. In einer alternativen Ausführung ist der Fortsatz 116 nicht als separates Halterungselement 117 ausgebildet, sondern
25 einstückig mit dem Aktorgehäuse 22.

In Fig. 10a und 10b ist jeweils ein Piezomotor 12 in Explosionsdarstellung gezeigt, wobei zwei Piezoaktoren 18 mittels dem Brückensteg 28 miteinander verbunden sind. Die Piezoaktoren 18 weisen in Längsrichtung 19 eine größere Ausdehnung auf als in Querrichtung 24 und sind im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet. Das Brückenelement
30 28 ist näherungsweise senkrecht zur Längsrichtung 19 angeordnet und erstreckt sich in etwa parallel zur korrespondierenden Reibfläche 14, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist. In den Ausführungsbeispielen der Fig. 10a und 10b ist der Brückensteg 28 und das Friktionselement 30 jeweils als separates Bauteil ausgebildet, das dann mit dem Aktorgehäuse
35 22 zusammenmontiert wird. Dazu weist der Brückensteg 28 Aussparungen 4 auf, in die

Spannelement 95 zur Erzeugung einer Vorspannung für das Piezoelement 20 einfügbar sind. In Fig. 8a besteht das Piezoelement 20 aus einer Stapel-Keramik 103, bei der mehrere Keramikringe 105 in Längsrichtung 19 aufeinander gestapelt werden und mittels dem Spannelement 95 gegeneinander verklemmt werden. Das Spannelement 95 ist beispielsweise als Schraube 96 ausgebildet, die einerseits in die Aussparung 4 einschraubbar oder einfügbar ist, und andererseits im Aktorgehäuse 22 eingeschraubt werden kann. Das Aktorgehäuse 22 ist beispielsweise als zylindrische Gehäusehülse 25 ausgebildet, die in Fig. 8a etwa einen gleichen Außendurchmesser aufweist, wie die Stapel-Keramik 103. In Fig. 8b hingegen ist das Piezoelement 20 als Multilayer-Keramik 104 ausgebildet, die einen geringeren Außendurchmesser aufweist als das Aktorgehäuse 22. Das Piezoelement 20 ist hierbei komplett im Hohlraum 23 des Aktorgehäuses 22 aufgenommen. Dabei ist das Piezoelement 20 mittels eines Isolierelements 106 gegenüber dem Aktorgehäuse 22 elektrisch isoliert. Das Aktorgehäuse 22 weist beispielsweise ein Innengewinde auf, in das die schraubenförmige Spannelemente 95 eingeschraubt werden. Das Brückenelement 28 weist eine weitere Aussparung 5 auf, in die das Friktionselement 30 eingefügt wird. Das Friktionselement 30 ist als Stößel 94 ausgebildet, der in Längsrichtung 19 eine größere Ausdehnung aufweist als in Querrichtung 24. Der Stößel 94 weist eine Stoßfläche 101 auf, die sich im wesentlichen parallel zum Brückensteg 28 und parallel zur korrespondierenden Reibfläche 14 erstreckt. Das Friktionselement 30 ist etwa in der Mitte zwischen den beiden Piezoaktoren 18 angeordnet und weist einen Abstand 2 zur Mittelachse 89 der Piezoaktoren 18 auf. Zur Lagerung der Piezoaktoren 18 mittels des Lagerelements 36 ist am Aktorgehäuse 22 in Fig. 10a eine Aufnahme 107 ausgeformt, die als Fortsatz 116 in Querrichtung 24 ausgebildet ist. Die Aufnahme 107 ist im Bereich des Schwingungsknoten 34 des Piezoaktors 18 angeordnet und erstreckt sich über den gesamten Umfang entlang der Umfangslinie 112. In Fig. 10 b ist die Aufnahme 107 für das Lagerungselement 36 als Nut 108 ausgeformt, in die das Lagerungselement 36 eingreifbar ist. Die Nut 108 erstreckt sich hier als Ringnut über die gesamte Umfangslinie 112, in die das Lagerungselement 36 direkt eingreift. Alternativ zur zylindrischen Ausbildung des Aktorgehäuses 22 kann dieses auch einen viereckigen Querschnitt aufweisen, wie dies beispielsweise in Fig. 1 und 2 gezeigt ist. Dabei kann die Aufnahme 107 auch nur an bestimmten Punkten 114, bzw. an Teilbereichen des Umfangs oder an bestimmten Außenflächen angeordnet sein.

Es sei angemerkt, dass hinsichtlich der in den Figuren und der in der Beschreibung gezeigten Ausführungsbeispielen vielfältige Kombinationsmöglichkeiten der einzelnen Merk-

male untereinander möglich sind. So kann beispielsweise die konkrete Ausbildung der Piezoaktoren 18 deren Aktorgehäuse 22, der Piezoelemente 20 (Monoblock, Stapel- oder, Multilayer), des Brückenstegs 28 und des Friktionselements 30 entsprechend der Anwendung variiert werden. Dabei kann die Stößelbewegung als reine Stoßbewegung
5 oder als im wesentlichen elliptische oder kreisförmige Bewegungsbahn ausgebildet sein, wobei entsprechend der Querkomponente der Kraftübertragung die Reibpaarung zwischen dem Friktionselement 30 und der Reibfläche 14 eine höhere oder geringere Reibzahl aufweist. Dabei stellt die reine lineare Stößelbewegung den Grenzfall der Ellipsenbewegung dar. Als Grenzfall ist auch eine Ausbildung mit reinem Formschluss möglich,
10 bei dem das Friktionselement 30 ohne Reibung in eine entsprechende Aussparung, beispielsweise in eine Mikroverzahnung des Antriebselements, z.B. der linearen Führungsschiene 16 oder des Rotationskörpers 48 greift. Ebenso können die entsprechenden Schwingungen mehrerer Piezoaktoren 18 eines Piezomotors 12 gleichzeitig ein- oder mehrphasig angeregt werden, wodurch eine Überlagerung dieser Schwingungen eine
15 Stößelbewegung bewirkt, die das Antriebselement in Bewegung versetzt. Dabei können alle Piezoaktoren in einem gemeinsamen Lagerungselement 36 aufgenommen werden, oder jeweils nur einzelne Piezoaktoren 18 starr befestigt werden. Die konkrete Ausgestaltung der Aufnahmen 107 ist von der Form des Aktorgehäuses 22 und der angeregten Schwingungsform abhängig. Bevorzugt wird die erfindungsgemäße Antriebseinheit 10 zu
20 Verstellung beweglicher Teile 11 (Sitzteile, Fenster, Dach, Klappen) im Kraftfahrzeug verwendet, ist jedoch nicht auf eine solche Anwendung beschränkt.

Ansprüche

5

1. Piezoelektrische Antriebsvorrichtung (10) zum Verstellen von beweglichen Teilen (11), insbesondere im Kraftfahrzeug, mit einem Piezomotor (12), der mindestens einen Piezoaktor (18) mit einem elektrischen Piezoelement (20) aufweist, wobei am Piezomotor (12) mindestens ein Friktionselement (30) angeordnet ist, mittels dessen
10 eine Relativbewegung bezüglich einer dem Friktionselement (30) gegenüberliegenden Reibfläche (14) erzeugbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Piezoaktor (18) im Bereich eines Schwingungsknoten (34) im Amplitudennullpunkt der angeregten Piezoaktor-Schwingung an einem Lagerungselement (36) fixiert ist.
- 15 2. Piezoelektrische Antriebsvorrichtung (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwingungsknoten (34) als Knotenlinie (113) ausgebildet ist, die den Piezoaktor (18) quer zu dessen Längsrichtung (19) schneidet.
- 20 3. Piezoelektrische Antriebsvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwingungsknoten (34) als Knotenebene (111) ausgebildet ist, die den Piezoaktor (18) quer zu dessen Längsrichtung (19) schneidet.
4. Piezoelektrische Antriebsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
25 dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Piezoaktor (18) ein das Piezoelement (20) aufnehmendes, säulenförmiges - insbesondere als Gehäusehülse (25) ausgebildetes - Aktorgehäuse (22) aufweist, das im Schnittbereich mit dem Schwingungsknoten (34) eine Aufnahme (107) und/oder einen Fortsatz (116) quer zur Längsrichtung (19) aufweist.
- 30 5. Piezoelektrische Antriebsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Fortsatz (116) als separat hergestelltes Halterungselement (117) ausgebildet ist, das auf dem Aktorgehäuse (22) positionierbar ist.

35

- 5
6. Piezoelektrische Antriebsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Fortsatz (116) das Aktorgehäuse (22) zumindest teilweise in Umfangsrichtung umschließt, und insbesondere ringförmig ausgebildet ist.
- 10
7. Piezoelektrische Antriebsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahme (107) als Nut (108) ausgebildet ist, in die ein Steg (124) des Halterungselements (117) und/oder des Lagerungselements (36) eingreift.
- 15
8. Piezoelektrische Antriebsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Halterungselement (117) eine Feinjustierung (118) aufweist, mittels derer das Halterungselement (117) nach dessen Montage im Lagerungselement (36) sehr präzise gegenüber dem Piezoaktor (18) verschiebbar ist.
- 20
9. Piezoelektrische Antriebsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Fortsatz (116) zwischen Befestigungsplatten (119) des Lagerungselements (36) gespannt ist, insbesondere mittels Schrauben (121).
- 25
10. Piezoelektrische Antriebsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Piezoaktoren (18) bezüglich ihrer Längsrichtung (19) näherungsweise parallel zueinander angeordnet sind und mittels eines Brückenstegs (28), der sich näherungsweise senkrecht zur Längsrichtung (19) erstreckt, miteinander verbunden sind, wobei die Piezoaktoren (18) an den einander zugewandten Seiten und/oder an den dem jeweils anderen Piezoaktor (18) abgewandten Seiten mit dem Lagerungselement (36) verbunden sind.
- 30
11. Piezoelektrische Antriebsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Befestigungsplatten (119) näherungsweise senkrecht zu den beiden Piezoaktoren (18) erstrecken, insbesondere zwischen und/oder außerhalb der beiden Piezoaktoren (18).

12. Piezoelektrische Antriebsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Lagerungselement (36) das Friktionselement (30) mit einer Normalkraft (37) gegen die korrespondierende Reibfläche (14) presst, und das Lagerungselement (36) an dem beweglichen Teil (11) angeordnet ist, und
5 die Reibfläche (14) ortsfest ausgebildet ist, oder das Lagerungselement (36) ortsfest angeordnet ist, und die Reibfläche (14) an dem beweglichen Teil (11) angeordnet ist.
13. Verfahren zum Betreiben eines Piezomotors (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Piezomotor (12) im Bereich seiner Re-
10 sonanzfrequenz (44) betrieben wird.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Piezoaktor (18) in Längsschwingung (26) - insbesondere ausschließlich in Längsrichtung (19) ohne Querkomponenten - angeregt wird.
15
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Friktionselement (30) sich mittels Reibschluß und/oder Formschluß - insbesondere mittels einer formschlüssigen Mikroverzahnung - an der Reibfläche (14) abstößt.
20
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Friktionselement (30) als stößelartiger Fortsatz (94) an dem Brückensteg (28) befestigt ist - vorzugsweise etwa mittig zwischen den Mittelachsen (89) der beiden Piezoaktoren (18) - und eine reine Stoßbewegung oder eine elliptische bzw.
25 kreisförmige Bahnbewegung (32) ausführt.

FIG. 1

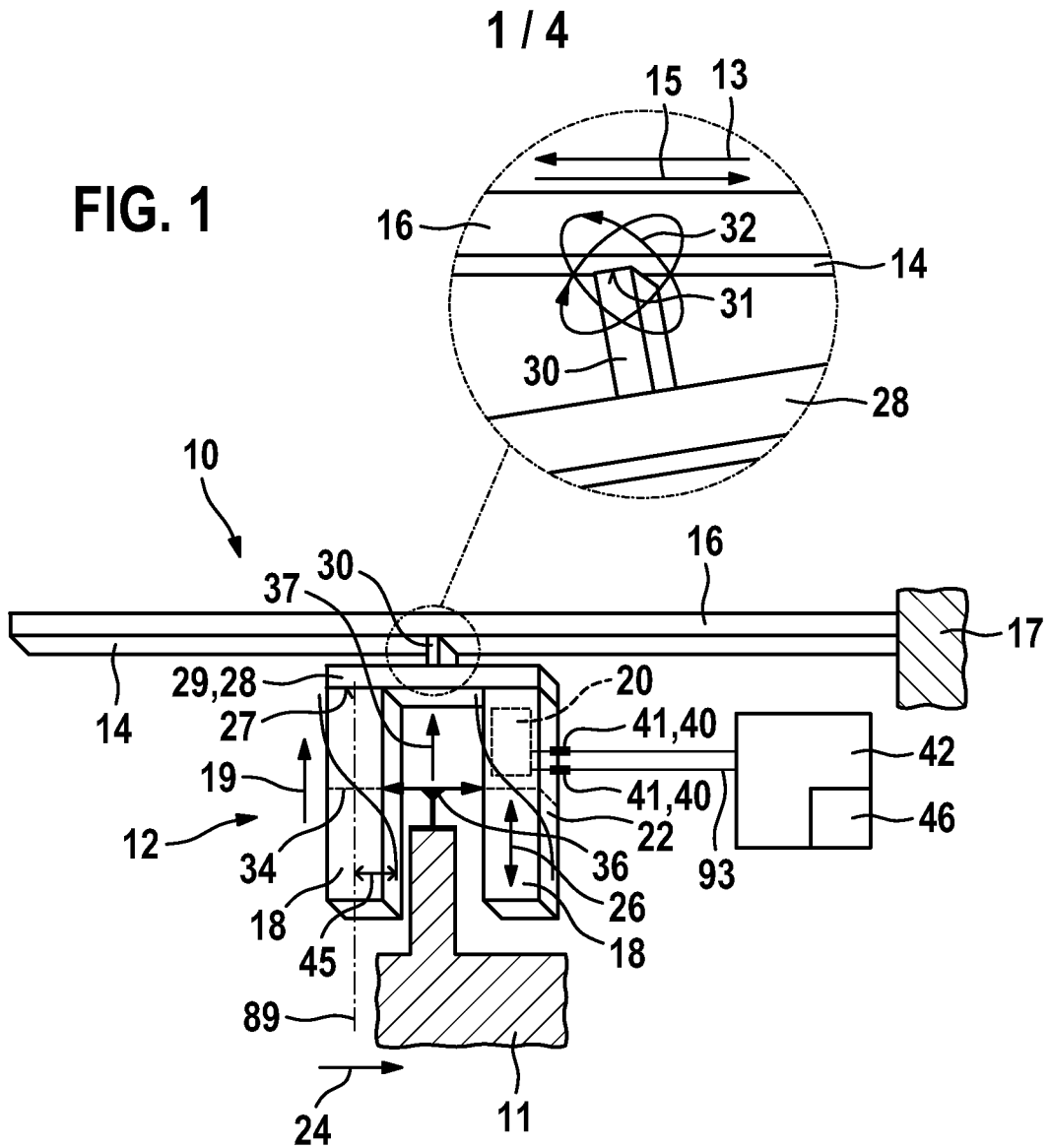


FIG. 2

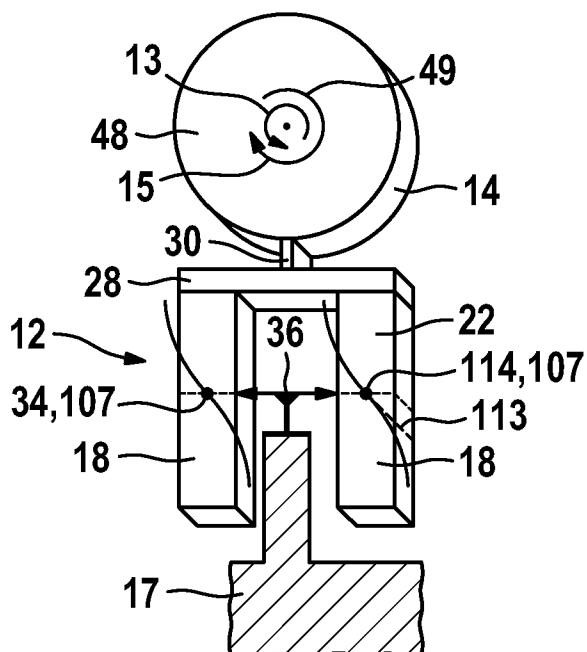
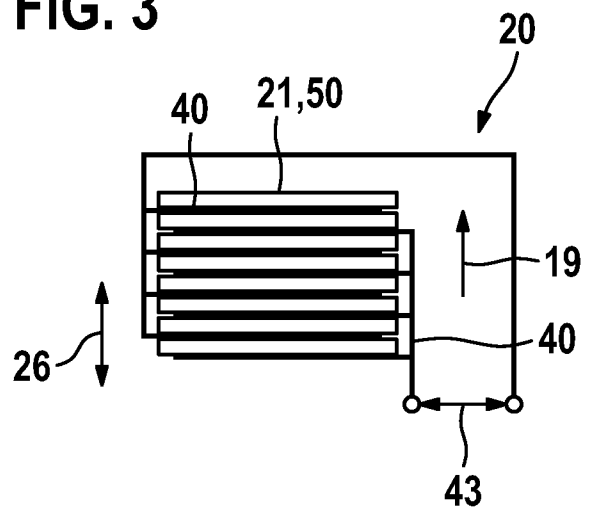


FIG. 3



2 / 4

FIG. 4

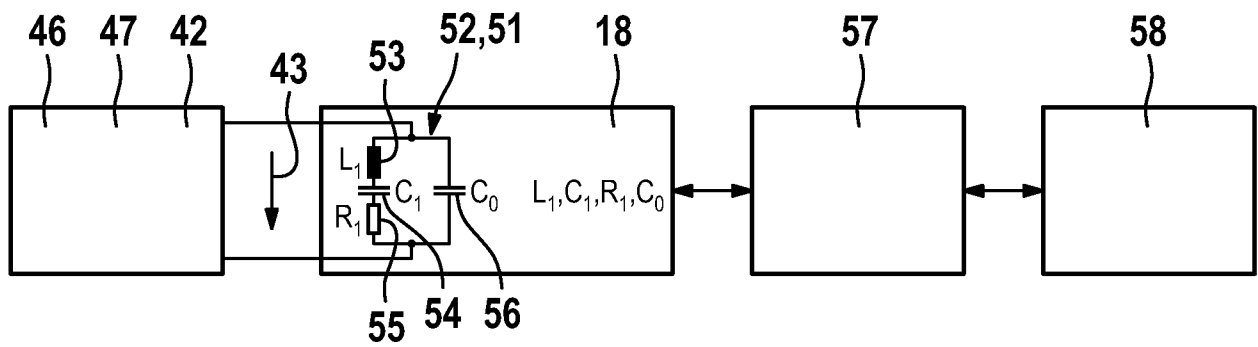


FIG. 5

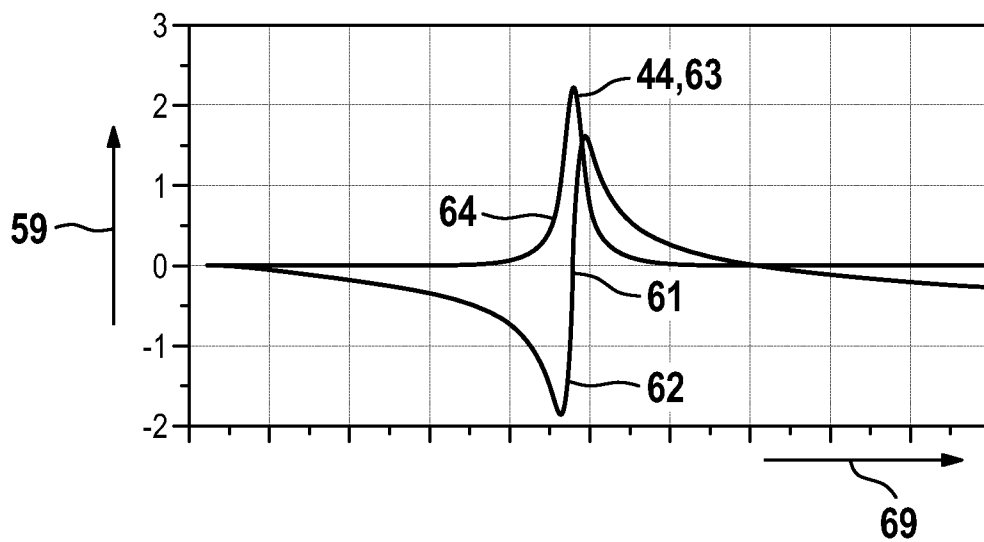
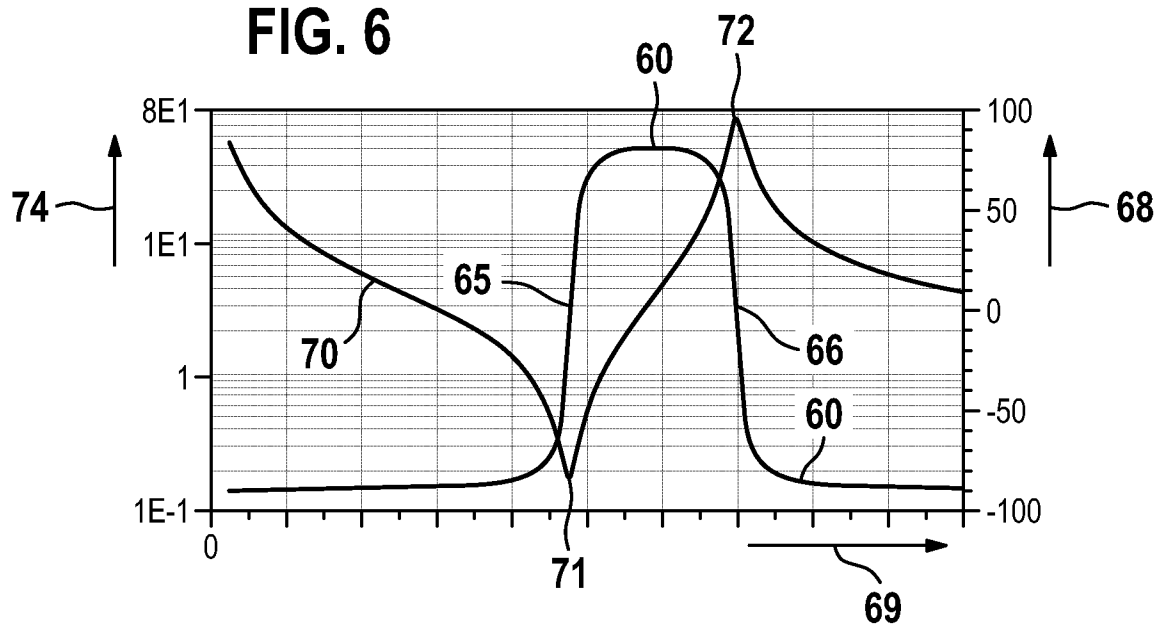


FIG. 6



3 / 4

FIG. 7

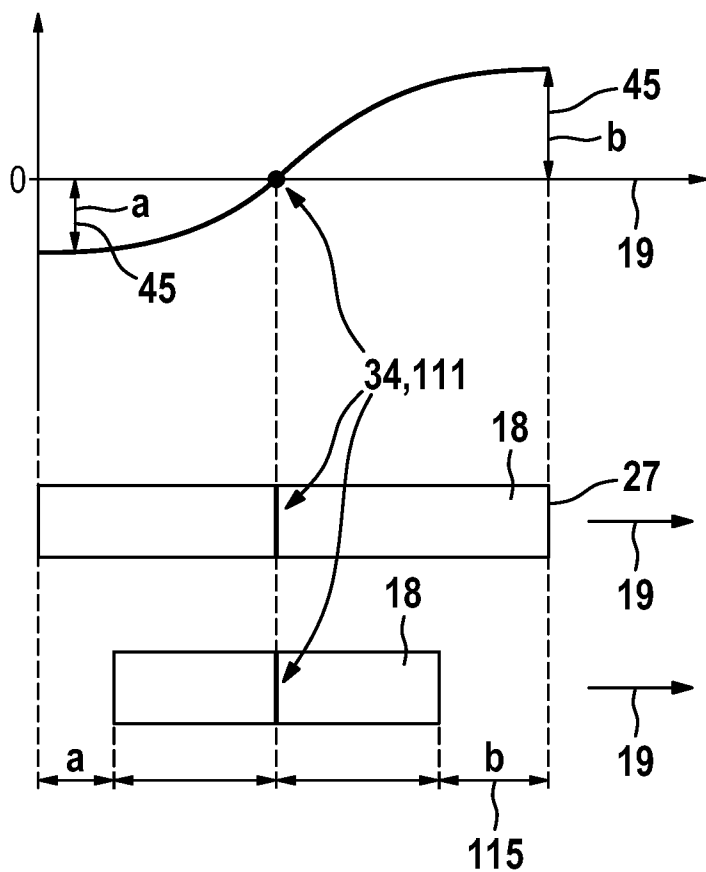


FIG. 8

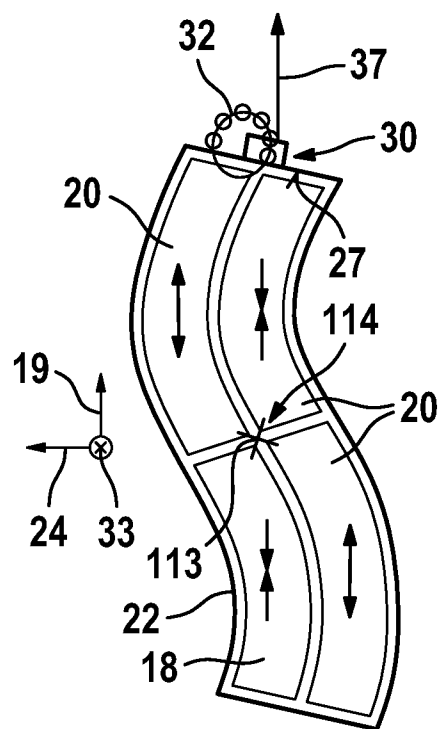


FIG. 9

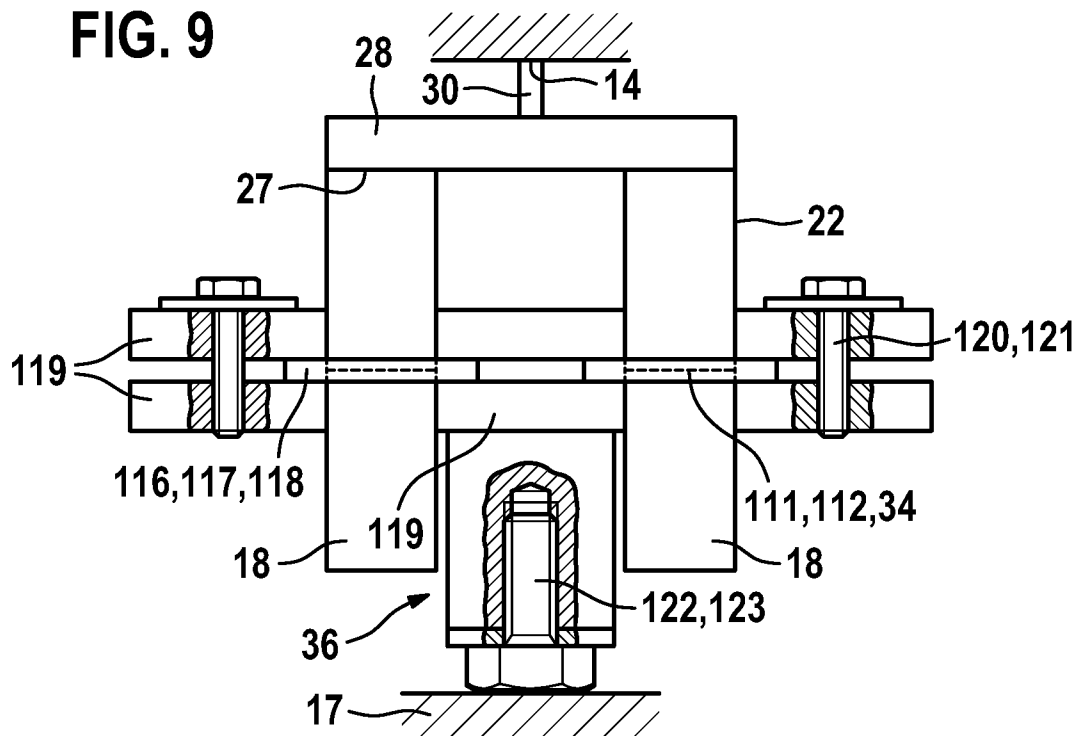


FIG. 10A

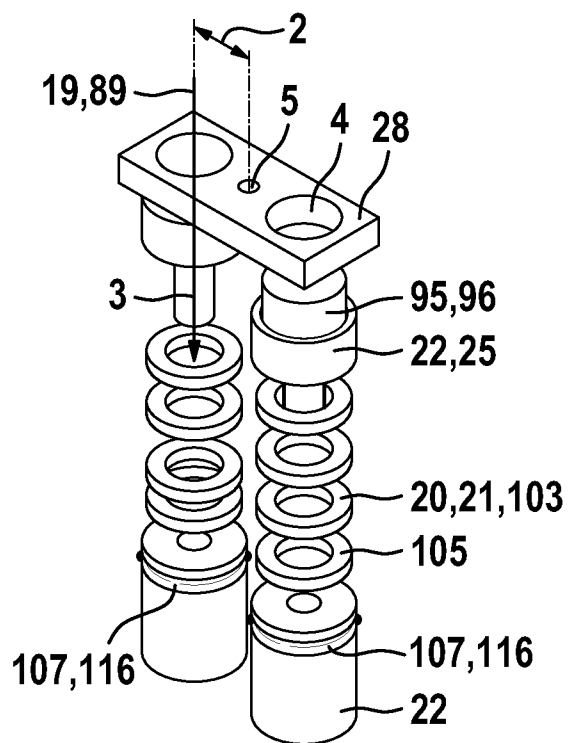
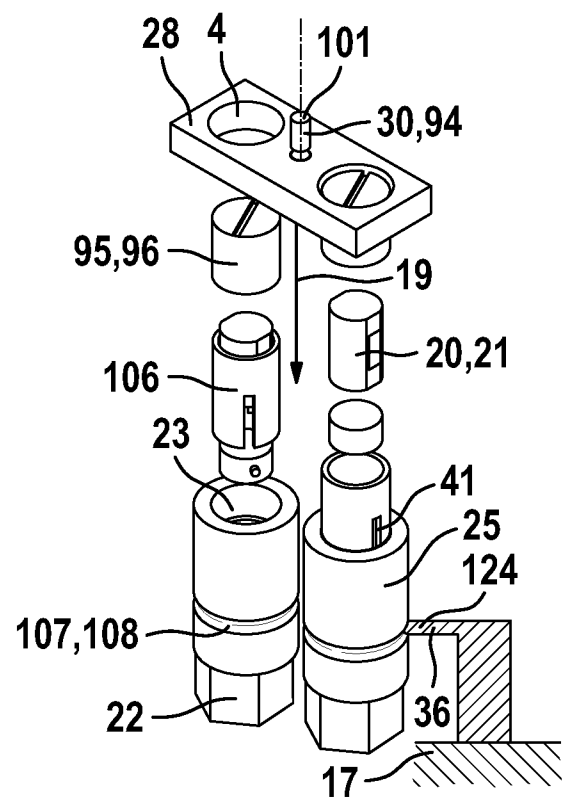


FIG. 10B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/054542

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L41/09 H02N2/00 B60J1/17

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

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, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2005 143176 A (OLYMPUS CORP) 2 June 2005 (2005-06-02)	1, 2, 4, 5, 7, 13, 14
Y	paragraphs [0012], [0016] - [0018]; figures 1, 9, 10	10
X	JP 2005 137100 A (SEIKO INSTR INC) 26 May 2005 (2005-05-26) figures 1, 3, 5b	1, 12
X	US 2005/258711 A1 (FUNAKUBO TOMOKI [JP]) 24 November 2005 (2005-11-24) paragraph [0058]; figures 1, 3B	1, 2, 13, 14
	-/--	



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

12 September 2008

Date of mailing of the international search report

25/09/2008

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Meul, Hans

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/054542

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 231 940 A (SIEMENS AG [DE]) 12 August 1987 (1987-08-12)	1,3-6,8, 13-15
Y	column 2, lines 4-13 column 6, lines 51-58 column 12, lines 38-52 figures 1,4-6 -----	10,16
X	HEMSEL T ET AL: "Survey of the present state of the art of piezoelectric linear motors" ULTRASONICS, IPC SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS LTD. GUILDFORD, GB, vol. 38, no. 1-8, 1 March 2000 (2000-03-01), pages 37-40, XP004197822 ISSN: 0041-624X page 39, column 1, paragraph 3 - column 2, paragraph 2; figures 1,5 -----	1,13,14
Y	HEMSEL ET AL: "Piezoelectric linear motor concepts based on coupling of longitudinal vibrations" ULTRASONICS, IPC SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS LTD. GUILDFORD, GB, vol. 44, 28 December 2006 (2006-12-28), pages e591-e596, XP005819657 ISSN: 0041-624X figures 5,6 -----	10,16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/054542

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2005143176 A	02-06-2005	NONE	
JP 2005137100 A	26-05-2005	NONE	
US 2005258711 A1	24-11-2005	CN 1698978 A JP 2005333749 A	23-11-2005 02-12-2005
EP 0231940 A	12-08-1987	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L41/09 H02N2/00 B60J1/17

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H01L H02N

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, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2005 143176 A (OLYMPUS CORP) 2. Juni 2005 (2005-06-02)	1,2,4,5, 7,13,14
Y	Absätze [0012], [0016] - [0018]; Abbildungen 1,9,10	10
X	JP 2005 137100 A (SEIKO INSTR INC) 26. Mai 2005 (2005-05-26)	1,12
X	US 2005/258711 A1 (FUNAKUBO TOMOKI [JP]) 24. November 2005 (2005-11-24)	1,2,13, 14
	Absatz [0058]; Abbildungen 1,3B	
	----- -/--	



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

12. September 2008

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/09/2008

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Meul, Hans

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 231 940 A (SIEMENS AG [DE]) 12. August 1987 (1987-08-12)	1,3-6,8, 13-15
Y	Spalte 2, Zeilen 4-13 Spalte 6, Zeilen 51-58 Spalte 12, Zeilen 38-52 Abbildungen 1,4-6 -----	10,16
X	HEMSEL T ET AL: "Survey of the present state of the art of piezoelectric linear motors" ULTRASONICS, IPC SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS LTD. GUILDFORD, GB, Bd. 38, Nr. 1-8, 1. März 2000 (2000-03-01), Seiten 37-40, XP004197822 ISSN: 0041-624X Seite 39, Spalte 1, Absatz 3 - Spalte 2, Absatz 2; Abbildungen 1,5 -----	1,13,14
Y	HEMSEL ET AL: "Piezoelectric linear motor concepts based on coupling of longitudinal vibrations" ULTRASONICS, IPC SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS LTD. GUILDFORD, GB, Bd. 44, 28. Dezember 2006 (2006-12-28), Seiten e591-e596, XP005819657 ISSN: 0041-624X Abbildungen 5,6 -----	10,16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/054542

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2005143176 A	02-06-2005	KEINE	
JP 2005137100 A	26-05-2005	KEINE	
US 2005258711 A1	24-11-2005	CN 1698978 A	23-11-2005
		JP 2005333749 A	02-12-2005
EP 0231940 A	12-08-1987	KEINE	