

(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
3. Januar 2014 (03.01.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/001083 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F15B 7/08 (2006.01) F04B 17/00 (2006.01)
H02N 2/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/062109

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Juni 2013 (12.06.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 211 313.4 29. Juni 2012 (29.06.2012) DE

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: BACHMAIER, Georg; Kohlstraße 2, 80469
München (DE). BACHMANN, Christian; Heimeranstr.
52, 80339 München (DE). FREITAG, Reinhard;
Zennerstr. 8, 81379 München (DE). ZÖLS, Wolfgang;
Ranertstraße 8, 81249 München-Lochhausen (DE).
EBELSBERGER, Gerit; Holzwiesenstraße 20b, 81737
München (DE). GÖDECKE, Andreas; Beblostr. 1, 81677
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, BN, 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, 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, PA, 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.

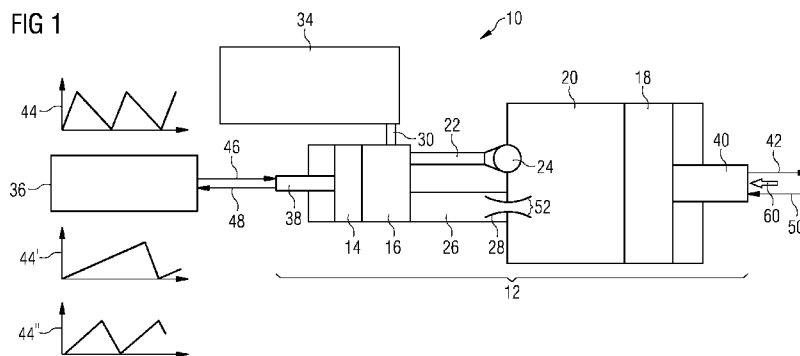
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: ACTUATOR DEVICE AND METHOD FOR SETTING A POSITION OF A LINEARLY MOVABLE ELEMENT

(54) Bezeichnung : AKTORVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM EINSTELLEN EINER POSITION EINES LINEAR
BEWEGLICHEN ELEMENTS



(57) Abstract: The invention relates to an actuator device for producing a linear movement, having a hydraulic actuator (12) which comprises a first piston element (14) for actuating the actuator and a second piston element (18) for producing the linear movement, which piston elements (14, 18) are assigned respective working spaces (16, 20) which are coupled fluidically to one another and the volumes of which can be varied by movement of the respective piston element (14, 18), wherein a piezoelectric actuator (36) is provided for moving the first piston element (14) to and fro, and the respective working spaces (16, 20) are connected via a non-return valve (24), the throughflow direction of which points from the first working space (16) which is assigned to the first piston element (14) to the second working space (20) which is assigned to the second piston element (18), and via a first throttle element (28) which is connected in parallel to the non-return valve (24).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/001083 A1



Die Erfindung betrifft eine Aktorvorrichtung zum Erzeugen einer linearen Bewegung, mit einem hydraulischen Aktor (12), welcher ein erstes Kolbenelement (14) zum Betätigen des Aktors und ein zweites Kolbenelement (18) zum Erzeugen der linearen Bewegung umfasst, welchen jeweilige fluidisch miteinander gekoppelte Arbeitsräume (16, 20) zugeordnet sind, deren Volumen durch Bewegen des jeweiligen Kolbenelements (14, 18) änderbar sind, wobei ein Piezoaktor (36) zum Hin- und Herbewegen des ersten Kolbenelements (14) vorgesehen ist und die jeweiligen Arbeitsräume (16, 20) über ein Rückschlagventil (24), dessen Durchflussrichtung von dem ersten Arbeitsraum (16), der dem ersten Kolbenelement (14) zugeordnet ist, zu dem zweiten Arbeitsraum (20), der dem zweiten Kolbenelement (18) zugeordnet ist, zeigt, und ein erstes Drosselement (28), das parallel zum Rückschlagventil (24) geschaltet ist, verbunden sind.

Beschreibung

Aktorvorrichtung und Verfahren zum Einstellen einer Position eines linear beweglichen Elements

5

Die Erfindung betrifft eine Aktorvorrichtung zum Erzeugen einer linearen Bewegung sowie ein Verfahren zum Einstellen einer Position eines linear beweglichen Elements.

10 Für bestimmte Justieraufgaben werden Aktoren benötigt, mit denen man möglichst präzise lineare Einstellungen vornehmen kann. Idealerweise sind solche Aktoren möglichst klein, elektrisch betrieben, beständig gegen Umweltbedingungen, insbesondere Verschmutzungen und möglichst verschleißarm.

15

Es ist bekannt, derartige Justieraufgaben aufwändig manuell vorzunehmen bzw. elektromagnetische Linearaktoren, Spindelantriebe oder Pneumatik-Hydraulik-Aktoren vorzusehen. Auch die Verwendung von piezoelektrischen oder magnetoresistiven Aktoren ist bekannt. Für größere Auslenkungen sind auch piezo-

20 elektrische Aktoren bekannt, die nach dem Raupen- bzw. Inchworm-Prinzip arbeiten. Hierfür werden in der Regel drei Aktoren benötigt, nämlich je ein Klemmaktorelement vorne und hinten und ein Aktorelement für die Fortbewegung. Bekannte Aktoren sind in der Regel aufwändig und nicht beständig gegen

25 Verschmutzung und Verschleiß.

Neben den oben geschilderten Aktor-Typen ist auch ein Linearantrieb bekannt, der lediglich mit einer Masse, einer Klemmvorrichtung und nur einem Aktorelement auskommt. Zwischen der

30 Masse und der Klemmvorrichtung wird ein Piezoaktor platziert, der mit einer steigenden Spannung so angesteuert wird, dass aus der daraus resultierenden Auslenkungskraft die Masse beschleunigt wird, die Kraft aber unterhalb der Haftreibungskraft der Klemmvorrichtung bleibt, an der sich der Aktor ab-

35 stützt. Bei Erreichen der maximalen Auslenkung des Piezoelements wird die Ansteuerspannung so schnell reduziert, dass das daraus resultierende Zusammenziehen des Piezoelements zu

einer negativen Beschleunigungskraft führt, die zwar die Bewegung der Masse reduziert, aber so groß ist, dass die Haftreibung der Klemmvorrichtung überschritten wird, die Klemmvorrichtung also in Bewegungsrichtung nachgezogen wird und in
5 der nächsten Auslenkungsphase den neuen, jetzt in Bewegungsrichtung verschobenen Abstützpunkt bildet. Wird anstelle des Ansteuerprofils „langsames Auslenken, schnelles Zusammenziehen“ die Reihenfolge getauscht, so dreht sich auch die Bewegungsrichtung dieses Linearmotors um.

10

Ein Nachteil dieses Verfahrens ist die Abhängigkeit der Auslenkung von der Größe der aktuellen Haftreibung des Klemmelements. Insbesondere wenn sich die Haftreibung durch den Eintrag von Öl oder Schmutz verändert, kann die gewünschte Präzision oder auch die gesamte Funktionsfähigkeit der Einstellvorrichtung verloren gehen. Das System ist ferner, wie bei
15 allen mechanischen Systemen, bei denen zwei Flächen aufeinander reiben, langfristig anfällig für Verschleiß und damit für Veränderungen der Systemeigenschaften.

20

Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Aktorvorrichtung sowie ein Verfahren der eingangs genannten Art bereitzustellen, die auf besonders einfache, kostengünstige, präzise und verschleißarme Weise die Erzeugung
25 von wohldefinierten linearen Bewegungen ermöglichen.

Diese Aufgabe wird durch eine Aktorvorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7 gelöst.

30

Eine solche Aktorvorrichtung zum Erzeugen einer linearen Bewegung umfasst einen hydraulischen Aktor mit einem ersten Kolbenelement zum Betätigen des Aktors und einem zweiten Kolbenelement zum Erzeugen der linearen Bewegung, welchen jeweilige fluidisch miteinander gekoppelte Arbeitsräume zugeordnet
35 sind, deren Volumen durch Bewegung des jeweiligen Kolbenelements änderbar sind. Erfindungsgemäß ist ferner ein Piezoaktor zum Hin- und Herbewegen des ersten Kolbenelements vorge-

sehen und die jeweiligen Arbeitsräume sind über ein Rückschlagventil, dessen Durchflussrichtung von dem ersten Arbeitsraum, der dem ersten Kolbenelement zugeordnet ist, zu dem zweiten Arbeitsraum, der dem zweiten Kolbenelement zugeordnet ist, zeigt, und ein erstes Drosselement, das parallel zum Rückschlagventil geschaltet ist, verbunden.

Durch die Kopplung von piezoelektrischer Ansteuerung und hydraulischer Übertragung ist eine besonders präzise Erzeugung von Linearbewegungen möglich. Insbesondere können die beiden Kolbenelemente so gestaltet werden, dass die Kraft, die das Piezoelement aufbringt, mit einer vorgegebenen Übersetzung übertragen wird. Auch der Vorschub des zweiten Kolbenelements als Reaktion auf die piezoelektrische Hin- und Herbetätigung erfährt dann eine solche Übersetzung, so dass beispielsweise relativ große Vorschubbewegungen des Piezoelements in relativ kleine Kolbenbewegungen umgesetzt werden können, was zu einer besonders präzisen Platzierung des zweiten Kolbenelements und damit verbundener Elemente führt. Hierdurch eignet sich die beschriebene Aktorvorrichtung insbesondere für hochpräzise Justiervorgänge und dergleichen.

Vorzugsweise ist der Durchströmungsquerschnitt des ersten Drosselements fest eingestellt. Fernern ist es bevorzugt, dass der Durchströmungsquerschnitt des ersten Drosselements auf die Öffnungskraft des Rückschlagventils und einer Vorspannkraft, die am zweiten Kolbenelement angreift, derart abgestimmt eingestellt ist, dass bei einer vorherbestimmten Frequenz und einer vorherbestimmten Auslenkung der Hin- und Herbewegung des ersten Kolbenelements das zweite Kolbenelement im Wesentlichen unbewegt ist. Der Durchströmungsquerschnitt des Rückschlagventils ist bevorzugtermaßen größer als der des Drosselements.

Bevorzugt ist es, dass der Arbeitsraum des ersten Kolbenelements über ein zweites Drosselement mit einem Reservoir für ein Arbeitsfluid des hydraulischen Aktors gekoppelt ist. Die Arbeitsräume sind bevorzugtermaßen durch jeweilige Zylinder

gebildet, in welchen die Kolben beweglich aufgenommen sind. Alternativ hierzu ist es bevorzugt, dass die Arbeitsräume durch jeweilige Faltenbälge gebildet sind.

5 Mit der beschriebenen Vorrichtung ergibt sich nun folgende Möglichkeit zum Erzeugen von einer Linearbewegung gegen eine Vorspannung. In einer ersten Bewegungsphase wird das Piezo-
element so angesteuert, dass es eine Hin- und Herbewegung mit
einer hohen Frequenz erzeugt, die größer als die vorherbe-
10 stimmte Frequenz ist. Die Hin- und Herbewegung wird auf den
ersten Kolben übertragen und erzeugt entsprechend wechselsei-
tig einen Überdruck und einen Unterdruck im Arbeitsfluid. In
den Zeitintervallen, in denen im Arbeitsfluid ein Überdruck
herrscht, der so groß ist, dass die Öffnungskraft des Rück-
15 schlagventils überwunden ist, öffnet sich das Rückschlagven-
til und es strömt Arbeitsfluid vom ersten Arbeitsraum via das
Rückschlagventil und das erste Drosselement in den zweiten
Arbeitsraum, wobei der Massenstrom an Arbeitsfluid durch das
Rückschlagventil größer ist als durch das erste Drosselele-
20 ment. Aufgrund der hohen Frequenz der Hin- und Herbewegung
des ersten Kolbenelements wird das Rückschlagventil entspre-
chend oft geöffnet, so dass das Arbeitsfluid insgesamt nun in
den zweiten Arbeitsraum überströmt und das zweite Kolbenele-
ment bewegt. Dadurch nimmt das Volumen des ersten Arbeits-
25 raums ab und das Volumen des zweiten Arbeitsraums nimmt zu,
wobei die gewünschte Vorwärtsbewegung erzeugt wird.

In einer zweiten Bewegungsphase wird das Piezoelement mit ei-
ner Frequenz bewegt, die niedriger als die vorherbestimmte
30 Frequenz ist. Hierdurch wird das erste Kolbenelement entspre-
chend hin- und herbewegt, wobei das Rückschlagventil weniger
oft geöffnet wird als in der ersten Bewegungsphase. Somit ist
der Gesamtmassenstrom durch das Rückschlagventil kleiner als
durch das erste Drosselement, so dass das Volumen des ers-
35 ten Arbeitsraums zunimmt und das Volumen des zweiten Arbeits-
raums abnimmt. Die entstehende Volumenänderung im ersten Ar-
beitsraum wird vom Reservoir durch das zweite Drosselement
ausgeglichen. Das Piezoelement und das erste Kolbenelement

sind somit wieder in ihre Ausgangspositionen zurückgestellt, während das zweite Kolbenelement in seiner Position im Wesentlichen bleibt.

5 Durch eine entsprechende Ansteuerung des Piezoelements, das entsprechend das erste Kolbenelement mit der Frequenz und der Auslenkung bewegt, kann ein beliebig weiter Vorschub des zweiten Kolbenelements erzielt werden, der den eigentlichen Bewegungsspielraum des Piezoaktors überschreitet. Dies ermög-
10 licht eine besonders präzise Platzierung des zweiten Kolbenelements über weite, lineare Bewegungspfade. Ferner brauchen an die Dichtheit des Rückschlagventils im Schließzustand nur geringe Anforderungen gestellt zu werden, da hinreichend geringe Leckagen die Funktionsfähigkeit der Aktorvorrichtung
15 nicht beeinträchtigen können. Außerdem ist der Bewegungsablauf im Unterschied zu den eingangs beschriebenen Aktoren nach dem Inchworm-Prinzip, unabhängig von der Haftreibung der beteiligten Komponenten und wird daher nicht von Verschmutzung, Öleintrag oder dergleichen beeinträchtigt.

20 Die Arbeitsräume können dabei zweckmäßigerweise durch jeweilige Zylinder gebildet werden, in welchen die Kolben beweglich aufgenommen sind. Eine Alternative hierzu stellt die Ausbildung der Arbeitsräume durch jeweilige Faltenbälge dar,
25 die mit den Kolbenelementen gekoppelt sind. In dieser Ausführungsform sind alle wesentlichen beweglichen Teile der Aktorvorrichtung gekapselt und damit vor Verschmutzung geschützt, so dass sich ein langfristig zuverlässiger und verschleißarmer Betrieb der Vorrichtung ergibt.

30 Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Einstellen einer Position eines linear beweglichen und gegen die Vorwärtsbewegungsrichtung vorgespanntes Elements, bei welchem mittels des Piezoaktors die Hin- und Herbewegung des ersten
35 Kolbenelement erzeugt wird, wobei je nach Frequenz und Auslenkung der Hin- und Herbewegung des ersten Kolbenelements der diesem zugeordnete Arbeitsraum eine Volumenveränderung erfahren kann, die auf den zweiten Arbeitsraum übertragen

wird, wodurch das zweites Kolbenelement bewegt wird. Bevorzugt wird die Volumenveränderung auf den zweiten Arbeitsraum dadurch übertragen, dass ein Arbeitsfluid zumindest durch ein erstes Drosselement zwischen dem ersten Arbeitsraum und dem
5 zweiten Arbeitsraum ausgetauscht wird.

Bevorzugt ist es, dass zum Ausführen einer Vorwärtsbewegung der Piezoaktor in einer ersten Bewegungsphase mit einer derartigen Frequenz und mit einer derartigen Auslenkung hin und her bewegt wird, dass durch die Hin- und Herbewegung des ersten Kolbenelements der erste Arbeitsraum eine Volumenvergrößerung erfährt. Zusätzlich ist es bevorzugt, dass zum Ausführen einer Rückwärtsbewegung der Piezoaktor in einer zweiten Bewegungsphase mit einer derartigen Frequenz und mit einer
10 derartigen Auslenkung hin und her bewegt wird, dass durch die Hin- und Herbewegung des ersten Kolbenelements der erste Arbeitsraum eine Volumenverkleinerung erfährt.

Während der zweiten Bewegungsphase wird bevorzugtermaßen zum Ausgleich der Volumenänderung im ersten Arbeitsraum Arbeitsfluid zwischen dem ersten Arbeitsraum und dem Reservoir durch das zweite Drosselement ausgetauscht. Die erste und zweite Bewegungsphase werden bevorzugt wahlweise durchgeführt, bis das zweite Kolbenelement sich in einer vorgegebenen Sollstellung befindet.
25

Wie bereits der erfindungsgemäßen Vorrichtung beschrieben, wird so eine Bewegung eines mit dem zweiten Kolbenelement gekoppelten linearbeweglichen Elements ermöglicht, welche über
30 den Bewegungsspielraum des Piezoaktors selbst hinaus geht. Hierzu wird, wie bereits vorstehend erläutert, zum Ausführen einer Bewegung in eine vorgegebene Richtung der Piezoaktor in einer ersten Bewegungsphase so schnell hin- und herbewegt bewegt, dass durch die Hin- und Herbewegung Arbeitsfluid vom
35 ersten Arbeitsraum in den zweiten Arbeitsraum gefördert wird. Somit wird die Bewegung des Piezoaktors auf das zweite Kolbenelement übertragen. In einer zweiten Bewegungsphase wird der Piezoaktor so langsam hin- und herbewegt, dass durch die

Hin- und Herbewegung Arbeitsfluid vom zweiten Arbeitsraum in den ersten Arbeitsraum gefördert wird. Wie bereits erläutert, kann so eine Bewegung erzeugt werden, die über den eigentlichen Bewegungsspielraum des Piezoaktors hinausgeht, was durch die Übersetzung zwischen den beiden Kolbenelementen noch verstärkt oder auch vermindert werden kann.

Um die mit den Bewegungsphasen einhergehenden Volumenänderungen im ersten Arbeitsraum zu kompensieren, wird dem ersten Arbeitsraum Arbeitsfluid über das zweite Drosselement aus dem Reservoir zu- bzw. in das Reservoir abgeführt. Die erste und/oder zweite Bewegungsphase werden vorzugsweise so oft wiederholt, bis das zweite Kolbenelement sich in einer vorgegebenen Soll-Stellung befindet. Auf die beschriebene Weise lassen sich somit beliebig weite Linearbewegungen, die lediglich den Bewegungsspielraum des zweiten Kolbenelements, nicht jedoch durch die maximale Auslenkung des Piezoaktors begrenzt sind, erreichen. Insgesamt ermöglicht das Verfahren eine besonders präzise Erzeugung von Linearbewegungen bei möglichst geringem Verschleiß und einem besonders kompakten mechanischen Aufbau der zugrunde liegenden Vorrichtung.

Im Folgenden werden die Erfindung und ihre Ausführungsformen anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- 25
- FIG 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Hydraulikzylindern als hydraulischen Aktoren;
- 30 FIG 2 ein hydraulisches Ersatzschaltbild der Vorrichtung gemäß FIG 1;
- FIG 3 eine schematische Darstellung eines alternativen Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Faltenbälgen als hydraulischen Aktoren; und
- 35

FIG 4 ein hydraulisches Ersatzschaltbild der Vorrichtung gemäß FIG 3.

Eine im Ganzen mit 10 bezeichnete Vorrichtung zum Erzeugen
5 einer Linearbewegung, beispielsweise für Justieraufgaben um-
fasst einen hydraulischen Aktor 12 einen ersten Kolben 14,
der in einem zugeordneten Arbeitsraum 16 beweglich aufgenom-
men ist und einen zweiten Kolben 18, der in einem zweiten Ar-
beitsraum 20 beweglich gelagert ist. Der Arbeitsraum 16 ist
10 über eine erste Leitung 22 mit einem Rückschlagventil 24,
welches in Richtung des zweiten Arbeitsraums 20 öffnet, mit
dem zweiten Arbeitsraum 20 verbunden. Eine zweite Leitung 26
mit einem ersten Drosselement 28 verbindet den zweiten Ar-
beitsraum 20 mit dem ersten Arbeitsraum 16. Der erste Ar-
15beitsraum 16 ist ferner über eine Leitung 30, die ein zweites
Drosselement 32 umfasst, mit einem Reservoir 34 für Ar-
beitsfluid verbunden.

Zum Betätigen des ersten Kolbens 14 ist ein Piezoaktor 36
20 vorgesehen. Eine vom Piezoaktor 36 auf die Kolbenstange 38
des ersten Kolbens 14 ausgeübte Kraft wird vom ersten Kolben
14 hydraulisch auf den zweiten Kolben 18 übertragen, dessen
Kolbenstange 40 mit dem zu bewegenden Element gekoppelt ist.
Um eine Bewegung in Richtung des Pfeils 42 zu bewirken, wird
25 der Piezoaktor 36 gemäß dem Kraft-Zeit-Diagramm 44 angesteu-
ert. Das zu bewegende Element und somit der zweite Kolben 18
ist mit einer Vorspannkraft 60 entgegen der Richtung des
Pfeils 42 vorgespannt.

30 Aus der Vorspannkraft 60, dem Durchströmungsquerschnitt 52
des ersten Drosselements 28 und der Öffnungskraft des Rück-
schlagventils 24 ergibt sich eine Frequenz bei einer vorher-
bestimmten Auslenkung der Hin- und Herbewegung 46, 48 des
ersten Kolbenelements 14, bei der das zweite Kolbenelement 18
35 im Wesentlichen unbewegt ist. Diese Art der Ansteuerung des
Piezoaktors 36 ist schematisch im Kraft-Zeit-Diagramm 44"
dargestellt. Eine Ansteuerung des Piezoaktors 36 mit einer
höheren Frequenz als die Frequenz 44" ist im Kraft-Zeit-

Diagramm 44 und eine Ansteuerung des Piezoaktors 36 mit einer niedrigeren Frequenz als die Frequenz 44" ist im Kraft-Zeit-Diagramm 44' dargestellt.

5 In einer ersten Bewegungsphase wird der Piezoaktor 36 so angesteuert, dass er eine Hin- und Herbewegung 46, 48 mit der hohen Frequenz erzeugt. Die Hin- und Herbewegung 46, 48 wird auf den ersten Kolben 18 übertragen und erzeugt entsprechend wechselseitig einen Überdruck und einen Unterdruck im Ar-
10 beitsfluid. In den Zeitintervallen, in denen im Arbeitsfluid ein Überdruck herrscht, öffnet sich das Rückschlagventil 24 und es strömt Arbeitsfluid vom ersten Arbeitsraum 16 via das Rückschlagventil 24 und das erste Drossелеlement 28 in den zweiten Arbeitsraum 20, wobei der Massenstrom an Arbeitsfluid
15 durch das Rückschlagventil 24 größer ist als durch das erste Drossелеlement 28. Aufgrund der hohen Frequenz der Hin- und Herbewegung 46, 48 des ersten Kolbens 14 wird das Rückschlagventil 24 entsprechend oft geöffnet, so dass das Volumen des ersten Arbeitsraums 16 abnimmt und das Volumen des zweiten
20 Arbeitsraums 20 zunimmt. Dadurch überströmt das Arbeitsfluid nun in den zweiten Arbeitsraum 20 und dort wird der zweite Kolben 18 bewegt, was die gewünschte Vorwärtsbewegung 42 erzeugt.

25 In einer zweiten Bewegungsphase wird das Piezoelement 36 mit der niedrigeren Frequenz bewegt. Hierdurch wird der erste Kolben 14 entsprechend hin- und herbewegt, wobei das Rückschlagventil 24 weniger oft geöffnet wird als während der ersten Bewegungsphase. Somit ist der Gesamtmassenstrom durch
30 das Rückschlagventil 24 kleiner als durch das erste Drossелеlement 28, so dass das Volumen des ersten Arbeitsraums 16 zunimmt und das Volumen des zweiten Arbeitsraums 20 abnimmt. Dadurch überströmt das Arbeitsfluid in den ersten Arbeitsraum 16 und der zweite Kolben 18 erfährt die gewünschte Rückwärts-
35 bewegung 50. Die entstehende Volumenänderung im ersten Arbeitsraum 16 wird vom Reservoir 34 durch das zweite Drossелеlement 32 ausgeglichen.

Der erste Kolben 18 kann weiter vorgeschoben werden als dies durch die Bewegungsreichweite des Piezoaktors 36 vorgegeben ist. Die Übersetzung zwischen den Kolben 14 und 18 ermöglicht dabei eine Positionierung des zweiten Kolbens 18 mit besonders hoher Präzision, wobei vorteilhafterweise zum Halten des Kolbens 18 in Position keine Kraft aufgewendet werden muss.

Figuren 3 und 4 zeigen eine alternative Ausbildung der Vorrichtung 10, bei welcher anstelle von Hydraulikzylindern Faltenbälge 54, 56 verwendet werden, die mit den Kolbenelementen 14, 18 verbunden sind und so die Aufnahmeräume 16, 20 zu bilden. Auch das Reservoir 34 wird durch einen Faltenbalg 58 gebildet. Ansonsten ist die Vorrichtung 10 gemäß den Figuren 3 und 4 funktionsgleich zur Vorrichtung 10 gemäß den Figuren 1 und 2. Die Verwendung von Faltenbälgen 54, 56, 58 ermöglicht es, die gesamte Vorrichtung 10 im Wesentlichen gekapselt auszubilden, so dass sie eine möglichst geringe Anfälligkeit für Verschmutzung und Verschleiß aufweist. Eine derartige Vorrichtung 10 kann daher besonders lange bei gleich bleibender Präzision betrieben werden.

Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Aktorvorrichtung zum Erzeugen einer linearen Bewegung, mit einem hydraulischen Aktor (12), welcher ein erstes Kolbenelement (14) zum Betätigen des Aktors und ein zweites Kolbenelement (18) zum Erzeugen der linearen Bewegung umfasst, welchen jeweilige fluidisch miteinander gekoppelte Arbeitsräume (16, 20) zugeordnet sind, deren Volumen durch Bewegen des jeweiligen Kolbenelements (14, 18) änderbar sind, wobei ein Piezoaktor (36) zum Hin- und Herbewegen (46, 48) des ersten Kolbenelements (14) vorgesehen ist und die jeweiligen Arbeitsräume (16, 20) über ein Rückschlagventil (24), dessen Durchflussrichtung von dem ersten Arbeitsraum (16), der dem ersten Kolbenelement (14) zugeordnet ist, zu dem zweiten Arbeitsraum (20), der dem zweiten Kolbenelement (18) zugeordnet ist, zeigt, und ein erstes Drosselement (28), das parallel zum Rückschlagventil (24) geschaltet ist, verbunden sind.

2. Aktorvorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei der Durchströmungsquerschnitt (52) des ersten Drosselements (28) fest eingestellt ist.

3. Aktorvorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der Durchströmungsquerschnitt (52) des ersten Drosselements (28) auf die Öffnungskraft des Rückschlagventils (24) und einer Vorspannkraft (60), die am zweiten Kolbenelement (18) angreift, derart abgestimmt eingestellt ist, dass bei einer vorherbestimmten Frequenz (44") und einer vorherbestimmten Auslenkung der Hin- und Herbewegung (46, 48) des ersten Kolbenelements (14) das zweite Kolbenelement (18) im Wesentlichen unbewegt ist.

4. Aktorvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Arbeitsraum (16) des ersten Kolbenelements (14) über ein zweites Drosselement (32) mit einem Reservoir (34) für ein Arbeitsfluid des hydraulischen Aktors (12) gekoppelt ist.

5. Aktorvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Arbeitsräume (16, 20) durch jeweilige Zylinder gebildet sind, in welchen die Kolben (14, 18) beweglich aufgenommen sind.
- 5
6. Aktorvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Arbeitsräume (16, 20) durch jeweilige Faltenbälge (54, 56) gebildet sind.
- 10
7. Verfahren zum Einstellen einer Position eines linear beweglichen und gegen die Vorwärtsbewegungsrichtung (42) vorgespanntes Elements, bei welchem mittels eines Piezoaktors (36) eine Hin- und Herbewegung (46, 48) eines erstes Kolbenelements (14) erzeugt wird, wobei je nach Frequenz und Auslenkung der Hin- und Herbewegung (46, 48) des ersten Kolbenelements (14) der diesem zugeordnete Arbeitsraum (16) eine Volumenveränderung erfahren kann, die auf den zweiten Arbeitsraum (20) übertragen wird, wodurch das zweite Kolbenelement (18) bewegt wird.
- 15
- 20
8. Verfahren gemäß Anspruch 7, wobei zum Ausführen der Vorwärtsbewegung (42) der Piezoaktor (36) in einer ersten Bewegungsphase mit einer derartigen Frequenz (44) und mit einer derartigen Auslenkung hin und her bewegt wird, dass durch die Hin- und Herbewegung (46, 48) des ersten Kolbenelements (14) der zweite Arbeitsraum (20) eine Volumenvergrößerung erfährt.
- 25
9. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei zum Ausführen einer Rückwärtsbewegung (50) der Piezoaktor (36) in einer zweiten Bewegungsphase mit einer derartigen Frequenz (44') und mit einer derartigen Auslenkung hin und her bewegt wird, dass durch die Hin- und Herbewegung (46, 48) des ersten Kolbenelements (14) der erste Arbeitsraum (16) eine Volumenverkleinerung erfährt.
- 30
- 35
10. Verfahren gemäß Anspruch 9, wobei während der zweiten Bewegungsphase zum Ausgleich der Volumenänderung im ersten Arbeitsraum (16) Arbeitsfluid zwischen dem ersten Arbeitsraum

(16) und einem Reservoir (34) durch ein zweites Drosselement (32) ausgetauscht wird.

11. Verfahren gemäß Anspruch 9 oder 10, wobei die erste und
5 zweite Bewegungsphase wahlweise durchgeführt werden, bis das
zweite Kolbenelement (18) sich in einer vorgegebenen Soll-
stellung befindet.

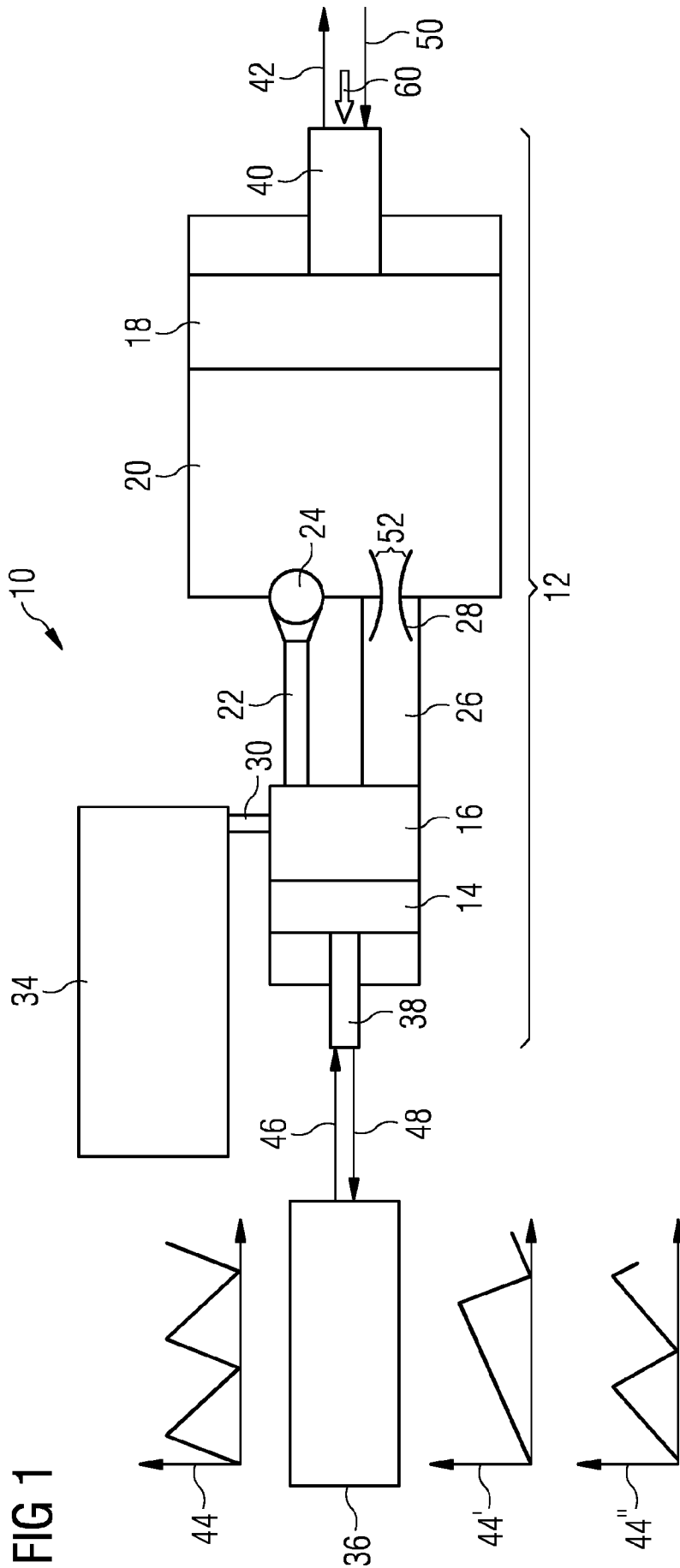
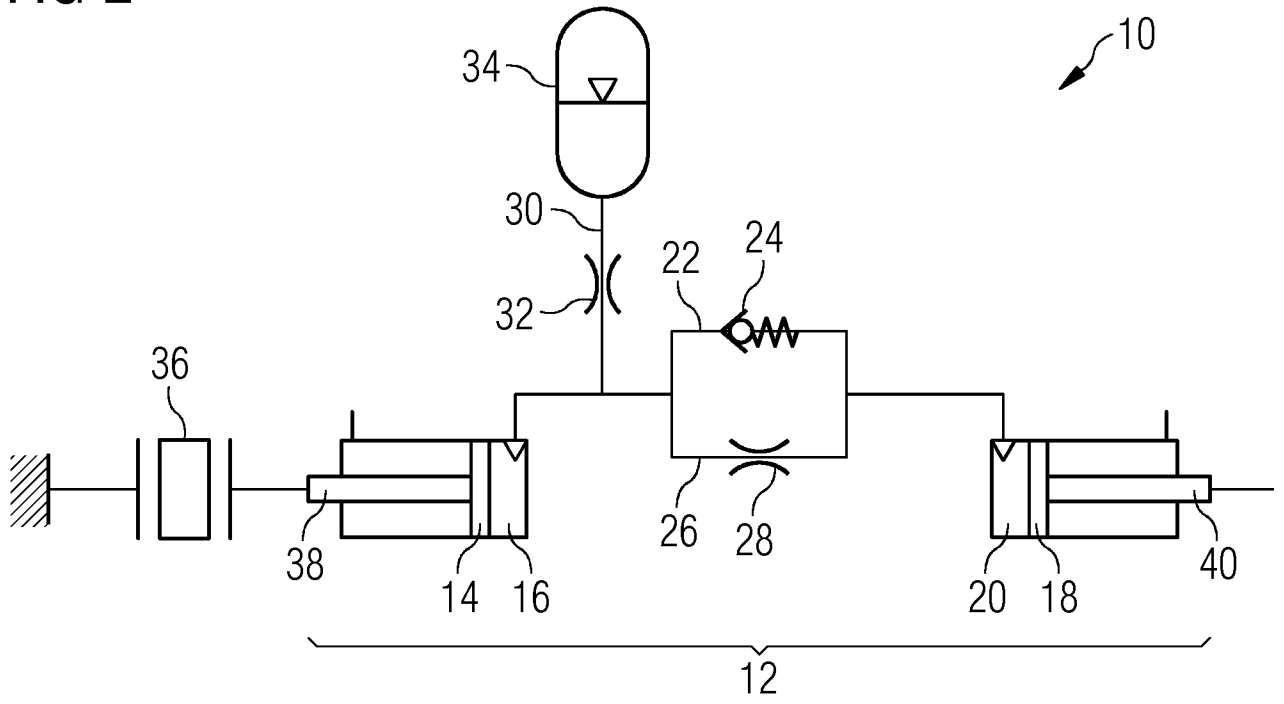


FIG 2



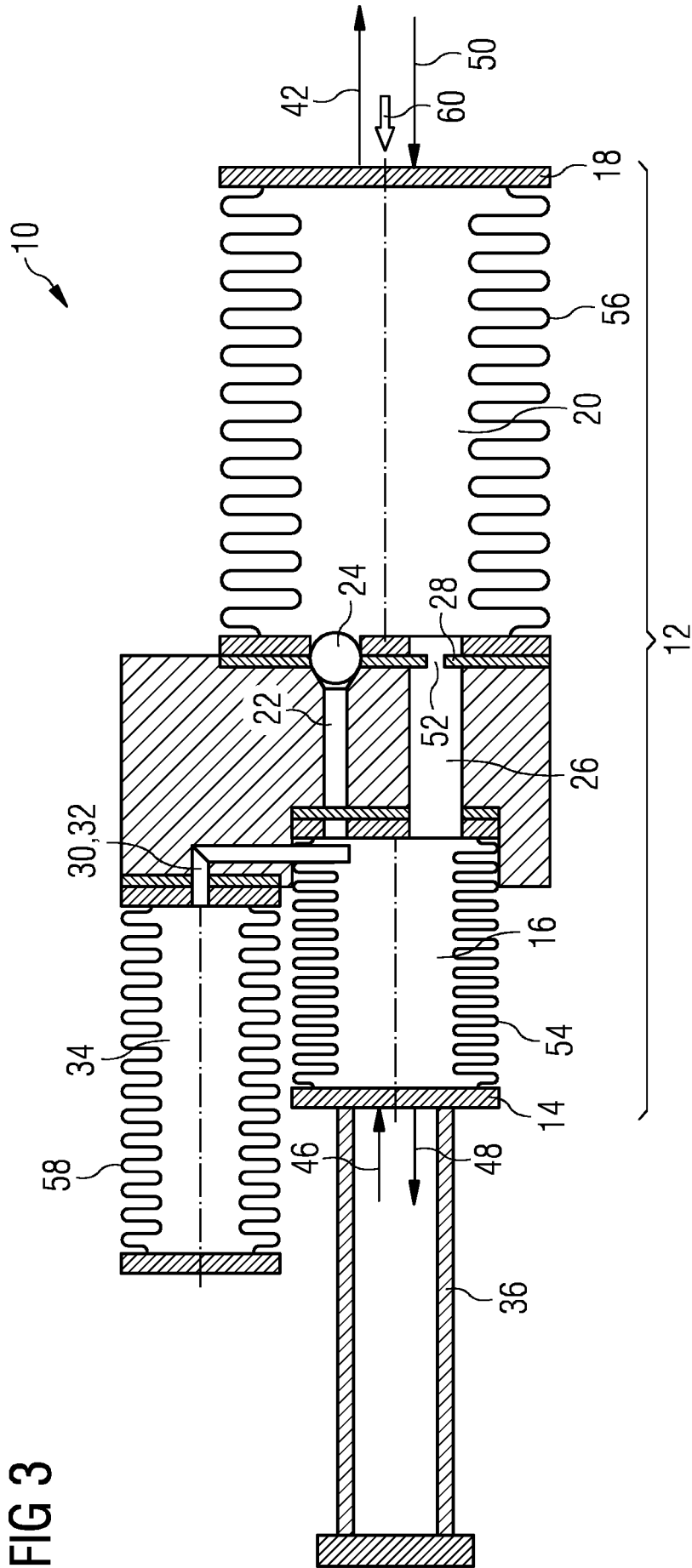
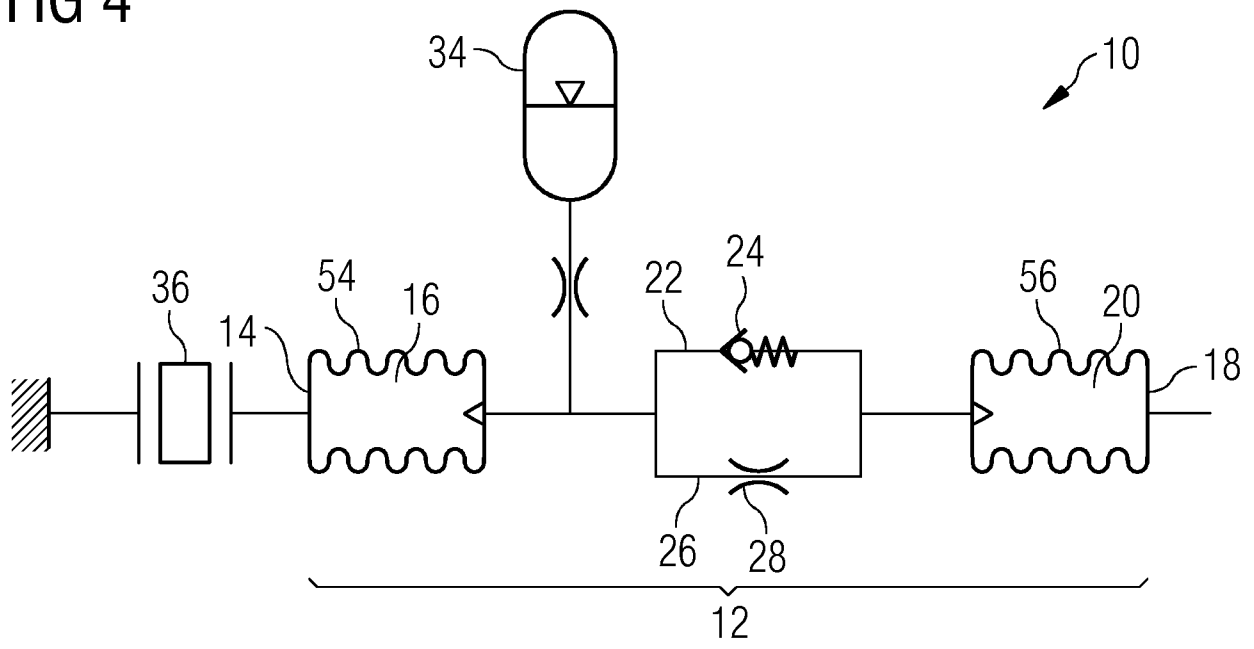


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/062109

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F15B7/08 H02N2/04 F04B17/00
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)
F15B H02N F04B
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 practicable, 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.
X	JP S62 28507 A (NIPPON SOKEN) 6 February 1987 (1987-02-06) abstract; figures 2a-2b -----	1-5,7-11
X	DE 10 2008 046562 A1 (SIEMENS AG [DE]) 11 March 2010 (2010-03-11) paragraphs [0031] - [0033] -----	7-11
X	JP 2000 314402 A (ISHIKAWA KINYA) 14 November 2000 (2000-11-14) abstract; figures 1-20 -----	1-11
A	EP 1 190 829 A2 (TOWA CORP [JP]) 27 March 2002 (2002-03-27) paragraphs [0041] - [0054] -----	1
A	JP 2008 263731 A (UNIV UTSUNOMIYA) 30 October 2008 (2008-10-30) abstract; figures 1-20 -----	6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 5 September 2013	Date of mailing of the international search report 30/09/2013
--	---

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 Toffolo, Olivier
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2013/062109

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP S6228507	A	06-02-1987	NONE

DE 102008046562	A1	11-03-2010	NONE

JP 2000314402	A	14-11-2000	NONE

EP 1190829	A2	27-03-2002	DE 60103341 D1 24-06-2004
			EP 1190829 A2 27-03-2002
			JP 3408233 B2 19-05-2003
			JP 2002067066 A 05-03-2002
			KR 20020018014 A 07-03-2002
			TW 504446 B 01-10-2002
			US 2002023535 A1 28-02-2002

JP 2008263731	A	30-10-2008	JP 5126947 B2 23-01-2013
			JP 2008263731 A 30-10-2008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F15B7/08 H02N2/04 F04B17/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F15B H02N F04B		
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.
X	JP S62 28507 A (NIPPON SOKEN) 6. Februar 1987 (1987-02-06) Zusammenfassung; Abbildungen 2a-2b -----	1-5,7-11
X	DE 10 2008 046562 A1 (SIEMENS AG [DE]) 11. März 2010 (2010-03-11) Absätze [0031] - [0033] -----	7-11
X	JP 2000 314402 A (ISHIKAWA KINYA) 14. November 2000 (2000-11-14) Zusammenfassung; Abbildungen 1-20 -----	1-11
A	EP 1 190 829 A2 (TOWA CORP [JP]) 27. März 2002 (2002-03-27) Absätze [0041] - [0054] -----	1
A	JP 2008 263731 A (UNIV UTSUNOMIYA) 30. Oktober 2008 (2008-10-30) Zusammenfassung; Abbildungen 1-20 -----	6
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
5. September 2013		30/09/2013
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 Toffolo, Olivier

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/062109

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP S6228507	A	06-02-1987	KEINE

DE 102008046562	A1	11-03-2010	KEINE

JP 2000314402	A	14-11-2000	KEINE

EP 1190829	A2	27-03-2002	DE 60103341 D1 24-06-2004
			EP 1190829 A2 27-03-2002
			JP 3408233 B2 19-05-2003
			JP 2002067066 A 05-03-2002
			KR 20020018014 A 07-03-2002
			TW 504446 B 01-10-2002
			US 2002023535 A1 28-02-2002

JP 2008263731	A	30-10-2008	JP 5126947 B2 23-01-2013
			JP 2008263731 A 30-10-2008
