

(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
27. Mai 2010 (27.05.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/058029 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 41/09 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/065747

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. November 2009 (24.11.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
1821/08 24. November 2008 (24.11.2008) CH
1822/08 24. November 2008 (24.11.2008) CH

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder : HESS, Peter [CH/CH]; Staldenweg 1,
CH-6313 Menzingen ZG (CH).

(74) Anwalt: FALK, Urs; Patentanwaltsbuero Dr. Urs Falk,
Eichholzweg 9A, CH-6312 Steinhausen (CH).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,

GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, 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, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

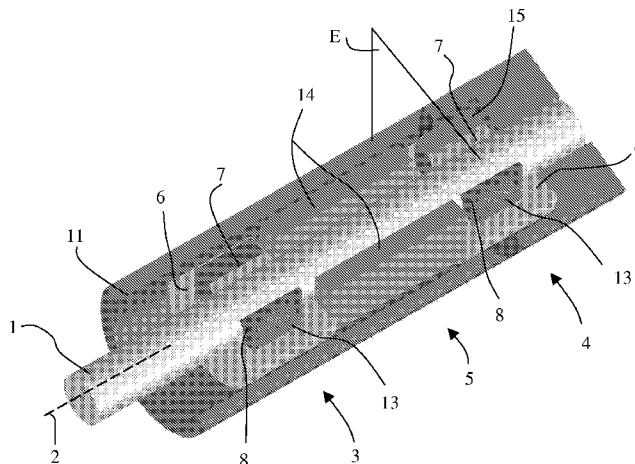
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: DRIVE MECHANISM FOR MOVING AN OBJECT ALONG AN AXIS OF MOTION AND MICROVALVE

(54) Bezeichnung : ANTRIEBSMECHANISMUS FÜR DIE BEWEGUNG EINES OBJEKTS ENTLANG EINER BEWEGUNGSSACHSE UND MIKROVENTIL

Fig. 1



(57) Abstract: A drive mechanism for moving an object along an axis of motion (2) comprises two clamping elements (3, 4) and a drive element (5) disposed between the two clamping elements (3, 4), said drive element enabling a relative shift of the two clamping elements (3, 4) along the axis of motion (2). Each clamping element (3, 4) comprises a base member (6) and two clamping jaws (7, 8), wherein a piezoactuator (13) is disposed between the base member (6) and at least one of the two clamping jaws (7, 8), said piezoactuator able to generate a clamping force acting on the object and directed perpendicular to the axis of motion (2). The base members (6) of the two clamping elements (3, 4) are connected by way of at least two expandable elements (9). The drive element (5) comprises another piezoactuator (14) that enables a relative shift of the two clamping elements (3, 4) along the axis of motion (2). The drive mechanism is suitable for use in a microvalve.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2010/058029 A1



Ein Antriebsmechanismus für die Bewegung eines Objekts entlang einer Bewegungsachse (2) umfasst zwei Klemmelemente (3, 4) und ein zwischen den beiden Klemmelementen (3, 4) angeordnetes Antriebselement (5), das eine Relativverschiebung der beiden Klemmelemente (3, 4) entlang der Bewegungsachse (2) ermöglicht. Jedes Klemmelement (3, 4) umfasst einen Basiskörper (6) und zwei Klemmbacken (7, 8), wobei zwischen dem Basiskörper (6) und mindestens einer der beiden Klemmbacken (7, 8) ein Piezoaktuator (13) angeordnet ist, der eine auf das Objekt einwirkende Klemmkraft erzeugen kann, die quer zur Bewegungsachse (2) gerichtet ist. Die Basiskörper (6) der beiden Klemmelemente (3, 4) sind durch mindestens zwei dehnbare Elemente (9) verbunden. Das Antriebselement (5) umfasst einen weiteren Piezoaktuator (14), der die Relativverschiebung der beiden Klemmelemente (3, 4) entlang der Bewegungsachse (2) ermöglicht. Der Antriebsmechanismus eignet sich für die Anwendung in einem Mikroventil.

Antriebsmechanismus für die Bewegung eines Objekts entlang einer Bewegungsachse und MikroventilTechnisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Antriebsmechanismus für die Bewegung eines Objekts entlang einer Bewegungsachse, die sehr kleine Abmessungen hat, die im Millimeterbereich oder Zehntel-Millimeterbereich liegen. Das Objekt ist insbesondere ein Kolben oder ein Hohlkörper. Die Erfindung betrifft weiter ein Mikroventil mit einem solchen Antriebsmechanismus.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0002] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Antriebsmechanismus mit sehr kleinen Abmessungen zu entwickeln, der die Bewegung eines Objekts entlang einer linearen Achse ermöglicht. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist, ein Mikroventil mit sehr kleinen Abmessungen zu entwickeln.

[0003] Ein erfindungsgemässer Antriebsmechanismus für die Bewegung eines Objekts entlang einer Bewegungsachse umfasst zwei Klemmelemente und ein zwischen den beiden Klemmelementen angeordnetes Antriebselement, das eine Relativverschiebung der beiden Klemmelemente entlang der Bewegungsachse ermöglicht. Jedes Klemmelement umfasst einen Basiskörper und zwei Klemmbacken. Mindestens eine der beiden Klemmbacken ist mittels eines Piezoaktuators verschiebbar, um eine auf das Objekt einwirkende Klemmkraft zu erzeugen, die quer zur Bewegungsachse gerichtet ist. Die Basiskörper der beiden Klemmelemente sind durch mindestens zwei dehnbare Elemente verbunden. Das Antriebselement umfasst einen weiteren Piezoaktuator, der die Relativverschiebung der beiden Klemmelemente entlang der Bewegungsachse ermöglicht.

[0004] Bevorzugt wird eine Längenänderung des Piezoaktuators des ersten Klemmelementes und/oder des Piezoaktuators des zweiten Klemmelementes und/oder des weiteren Piezoaktuators mittels eines zugeordneten hydraulischen Verstärkers vergrößert.

[0005] Die Basiskörper der beiden Klemmelemente und die dehnbaren Elemente sind bevorzugt aus zwei Halbschalen geformt.

[0006] Das Objekt ist beispielsweise ein Kolben und die beiden Klemmelemente sind mit Gleitsitz am Kolben gelagert.

[0007] Das Objekt kann auch ein Hohlkörper sein, wobei dann die Klemmbacken von einem der beiden Klemmelemente mit Presssitz und die Klemmbacken des anderen der beiden Klemmelemente mit Gleitsitz an einem Kolben gelagert sind.

[0008] Ein erfindungsgemässes Mikroventil umfasst einen derartigen Antriebsmechanismus, ein Ventilgehäuse und als vom Antriebsmechanismus bewegtes Objekt einen Kolben. Das Ventilgehäuse weist eine Seitenwand und ein Kopfteil auf, wobei die Seitenwand parallel zur Längsachse des Kolbens

verläuft. Das Kopfteil weist eine erste Bohrung auf, die mit der Längsachse des Kolbens fluchtet, ein vorderes Ende des Kolbens aufnimmt und mit dem Kolben eine Spaltdichtung bildet. Der Antriebsmechanismus ist in einer Kammer im Ventilgehäuse untergebracht.

[0009] Der Kolben ist beispielsweise hohl und weist eine Öffnung auf, die in die erste Bohrung des Ventilgehäuses mündet. Entweder weist die Seitenwand des Ventilgehäuses eine weitere Bohrung auf, die in die erste Bohrung mündet und senkrecht oder schräg zur ersten Bohrung verläuft oder die erste Bohrung mündet in eine Austrittsöffnung, wobei die Querschnittsfläche der ersten Bohrung in einem begrenzten Abschnitt vor der Austrittsöffnung vergrößert ist.

[0010] Der Piezoaktuator des Antriebselements kann mit einer Wechselspannung oder Wechselstrom beaufschlagt werden, deren bzw. dessen Frequenz im Ultraschallbereich liegt.

[0011] Auf diese Weise lässt sich ein Mikroventil bauen, das ein zylinderförmiges Ventilgehäuse hat, dessen Durchmesser weniger als 5 mm beträgt.

Beschreibung der Figuren

[0012] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und anhand der Zeichnung näher erläutert.

- Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Antriebsmechanismus mit zwei Klemmelementen und einem Antriebselement für die Bewegung eines Kolbens entlang einer Bewegungsachse,
- Fig. 2 zeigt Details des Antriebsmechanismus,
- Fig. 3 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des Klemmelements,
- Fig. 4 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des Klemmelements, und
- Fig. 5 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Antriebsmechanismus für die Bewegung eines Hohlzylinders entlang der Bewegungsachse,
- Fig. 6 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Antriebsmechanismus,
- Fig. 7 zeigt einen Piezo-Biegebalken,
- Fig. 8 bis 10 zeigen ein Klemmelement mit einem integrierten Hydraulikverstärker, und
- Fig. 11 bis 17 zeigen Mikroventile.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0013] Die folgenden Ausführungsbeispiele betreffen den Fall, dass das zu verschiebende Objekt ein Kolben ist.

[0014] Die Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemässen Antriebsmechanismus für die Bewegung eines Kolbens 1 entlang einer Bewegungsachse 2 in einer aufgeschnittenen, dreidimensionalen Darstellung, d.h. einige Anteile der einzelnen Elemente des Antriebsmechanismus wurden aus Gründen der zeichnerischen Klarheit abgeschnitten und weggelassen. Die Bewegungsachse 2 ist eine lineare Achse und ist gleich der Längsachse des Kolbens 1. Der Antriebsmechanismus umfasst zwei Klemmelemente 3 und 4 und ein Antriebselement 5, das eine Relativverschiebung der beiden Klemmelemente 3 und 4 entlang der Bewegungsachse 2 ermöglicht. Die beiden Klemmelemente 3 und 4 dienen dazu, den Kolben 1 abwechselungsweise festzuklemmen. Jedes der Klemmelemente 3 und 4 umfasst einen Basiskörper 6 und zwei Klemmbacken 7 und 8. Die Basiskörper 6 der beiden Klemmelemente 3 und 4 sind durch mindestens zwei dehnbare Elemente 9 (Fig. 2) verbunden. Der Basiskörper 6 der beiden Klemmelemente 3 und 4 und die dehnbaren Elemente 9 bestehen mit Vorteil aus zwei gleichen Teilen, nämlich zwei Halbschalen 10, die zusammengesteckt werden, oder aus einem einzigen Teil. Die Fig. 2 zeigt die beiden Halbschalen 10, bevor sie zusammengesteckt werden. Bei diesem Beispiel verbinden insgesamt vier dehnbare Elemente 9 die beiden Basiskörper 6. Die dehnbaren Elemente 9 sind hier Stege, die in der Mitte verjüngt sind, so dass sie eine Änderung ihrer Länge um wenige Mikrometer zulassen. Die Stege können auch zwei zueinander abgewinkelte Arme aufweisen oder mäanderförmig ausgebildet sein, um eine Verlängerung ohne grossen Kraftaufwand zuzulassen. Der Antriebsmechanismus befindet sich in einem Gehäuse 11, das hier zylinderförmig ist.

[0015] Die beiden Klemmelemente 3 und 4 haben den gleichen Aufbau und die gleiche Funktionsweise. Ihr Aufbau wird deshalb nur anhand des Klemmelements 3 im Detail beschrieben. Die Fig. 3 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des Klemmelements 3 in einem senkrecht zur Bewegungsachse 2 verlaufenden Schnitt, nämlich in dem in der Fig. 1 durch die Ebene E angedeuteten Schnitt, bei dem die Klemmbacke 7 feststehend und die Klemmbacke 8 in der Ebene E in in einer quer zur Bewegungsachse 2 verlaufenden Klemmrichtung 12 beweglich ist. Die Klemmbacke 7 ist als unbeweglicher Teil des Basiskörpers 6 ausgebildet oder fest mit dem Basiskörper 6 verbunden. Zwischen dem Basiskörper 6 und der beweglichen Klemmbacke 8 ist ein Piezoaktuator 13 angeordnet. Der Piezoaktuator 13 ist mit Vorteil lose in den Raum zwischen dem Basiskörper 6 und der beweglichen Klemmbacke 8 eingelegt und durch seitliche, im Basiskörper 6 angebrachte Anschläge gegen Verschiebungen entlang der Bewegungsachse 2 gesichert. Der Piezoaktuator 13 ermöglicht die Verschiebung der beweglichen Klemmbacke 8 relativ zum Basiskörper 6 und erzeugt die Klemmkraft, mit der die Klemmbacke 8 auf den Kolben 1 drückt.

[0016] Die Fig. 4 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des Klemmelements 3 in dem durch die Ebene E (Fig. 1) angedeuteten Schnitt. Bei diesem Beispiel sind beide Klemmbacken 7 und 8 beweglich und es ist ein erster Piezoaktuator 13.1 zwischen der ersten Klemmbacke 7 und dem Basiskörper 6 und ein zweiter Piezoaktuator 13.2 zwischen der zweiten Klemmbacke 8 und dem Basiskörper 6 angeordnet. Die beiden Piezoaktuatoren 13.1 und 13.2 werden so angesteuert, dass sich die beiden Klemmbacken 7 und 8

entweder zueinander oder auseinander bewegen.

[0017] Wieder zurück zur Fig. 1: Das Antriebselement 5 umfasst einen Piezoaktuator 14, der eine Relativverschiebung der Basiskörper 6 der beiden Klemmelemente 3 und 4 entlang der Bewegungsachse 2 ermöglicht. Der Piezoaktuator 14 ist so zwischen den Basiskörpern 6 der beiden Klemmelemente 3 und 4 befestigt, dass die dehnbaren Elemente 9 den Piezoaktuator 14 vorspannen. Die dehnbaren Elemente 9 sind im Grunde genommen Federn, die dafür sorgen, dass die Klemmelemente 3 und 4 den Piezoaktuator 14 immer unter einer Vorspannung halten.

[0018] Der Piezoaktuator 14 umfasst zwei Stapel aus Piezoelementen, die beidseitig des Kolbens 1 angeordnet sind. Die beiden Stapel werden vorzugsweise elektrisch getrennt angesteuert und mittels einer einmaligen Kalibration geeicht, damit sie den gleichen Hub ausführen.

[0019] Der Kolben 1 kann im Querschnitt eine beliebige Form aufweisen, er kann insbesondere kreisrund oder rechteckig sein. Der Kolben 1 kann hohl sein. Er kann an einem oder beiden Enden flach oder als Spitze ausgebildet sein. Der Kolben 1 kann auch eine optische Fiber oder ein Draht sein.

[0020] Die Form der Klemmbacken 7 und 8 ist mit Vorteil der Mantelfläche des Kolbens 1 angepasst, um eine möglichst gute Kraftübertragung von den Klemmbacken 7 und 8 auf den Kolben 1 zu erreichen.

[0021] Der Antriebsmechanismus umfasst weiter ein Steuerelement 15 für die Steuerung seines Betriebs. Das Steuerelement 15 ist vorzugsweise irgendwo am Antriebsmechanismus befestigt, es kann aber auch ausserhalb des Antriebsmechanismus angeordnet sein. Das Steuerelement 15 wird über elektrische Leitungen oder drahtlos oder von einer integrierten Batterie mit Energie versorgt. Die Steuerbefehle werden ebenfalls über elektrische Leitungen oder drahtlos zugeführt. Das Steuerelement 15 ist bevorzugt ein einzelner Halbleiterchip, der entweder als nackter Halbleiterchip im Antriebsmechanismus eingebaut ist oder der auf herkömmliche Weise, beispielsweise mittels eines sogenannten „glob top“ geschützt ist, um ihn vor schädlichen Einflüssen zu schützen.

[0022] Jeder der Piezoaktuatoren 13, 14 wird vom Steuerelement 15 so angesteuert, dass er einen von zwei Zuständen einnimmt, nämlich entweder den Zustand „Gestreckt“ oder den Zustand „Zusammengezogen“. Jedes der Klemmelemente 3, 4 nimmt dann ebenfalls einen von zwei Zuständen ein, nämlich entweder den Zustand „Klemmen“ oder den Zustand „Nicht-Klemmen“. Der Zustand „Klemmen“ wird eingenommen, wenn der zugehörige Piezoaktuator den Zustand „Gestreckt“ einnimmt. Der Zustand „Nicht-Klemmen“ wird eingenommen, wenn der zugehörige Piezoaktuator den Zustand „Zusammengezogen“ einnimmt. Das Antriebselement 5 nimmt ebenfalls einen von zwei Zuständen ein, nämlich entweder den Zustand „Gestreckt“, wenn der Piezoaktuator 14 den Zustand „Gestreckt“ einnimmt, oder den Zustand „Zusammengezogen“, wenn der Piezoaktuator 14 den Zustand „Zusammengezogen“ einnimmt.

[0023] Die Bewegung des Kolbens 1 entlang der Bewegungsachse 2 erfolgt mit einer Vielzahl von aufeinander folgenden Bewegungszyklen, wobei in jedem Bewegungszyklus die Klemmelemente 3, 4 abwechslungsweise festklemmen und loslassen und dazwischen relativ zueinander verschoben werden. Das Klemmelement 3 ist bezüglich der Umgebung ortsfest angeordnet, d.h. es ändert seine Lage relativ zum Gehäuse 11 nicht. Zu Beginn eines Bewegungszyklus befindet sich das Antriebselement 5 im Zustand „Zusammengezogen“, so dass die beiden Klemmelemente 3 und 4 einen vorgegebenen Abstand A einnehmen. Um den Kolben 1 relativ zum ortsfesten Klemmelement 3 und damit auch relativ zum Gehäuse 11 - bezogen auf die Fig. 1 - von links nach rechts zu verschieben, umfasst ein Bewegungszyklus folgende vier Schritte:

1. Das Klemmelement 3 wird in den Zustand „Nicht-Klemmen“, das Klemmelement 4 in den Zustand „Klemmen“ gebracht.
2. Das Antriebselement 5 wird in den Zustand „Gestreckt“ gebracht. Dabei wird das Klemmelement 4 um eine vorbestimmte Distanz Δa nach rechts verschoben, d.h. der Abstand zwischen den beiden Klemmelementen 3 und 4 wird vergrößert auf den Abstand $A + \Delta a$. Bei diesem Schritt zieht das Klemmelement 4 den Kolben 1 mit sich und verschiebt ihn somit um die Distanz Δa nach rechts.
3. Das Klemmelement 3 wird in den Zustand „Klemmen“, das Klemmelement 4 in den Zustand „Nicht-Klemmen“ gebracht.
4. Das Antriebselement 5 wird in den Zustand „Zusammengezogen“ gebracht. Dabei wird das Klemmelement 4 um die Distanz Δa nach links verschoben, d.h. der Abstand zwischen den beiden Klemmelementen 3 und 4 wird wieder verkleinert auf den ursprünglichen Abstand A.

[0024] Der Antriebsmechanismus kann in verschiedenen Baugrößen realisiert werden. Im kleinsten Fall betragen die linearen Abmessungen nur wenige Zehntel Millimeter, beispielsweise 0.3 Millimeter. In diesem Fall sind die Piezoaktuatoren mit einer Größe von typischerweise $0.1 \text{ mm} * 0.1 \text{ mm} * 0.05 \text{ mm}$ sehr klein und ermöglichen demzufolge nur einen geringen Hub, d.h. der Längenunterschied zwischen den Zustand „Zusammengezogen“ und dem Zustand „Gestreckt“ beträgt nur wenige Mikrometer, typischerweise etwa einen Mikrometer. Der Antriebsmechanismus kann auch lineare Abmessungen von einigen Millimetern aufweisen. Die quer zur Bewegungsachse 2 gemessene Breite des Kolbens 1 muss deshalb dem Abstand zwischen den Klemmbacken 7 und 8 mit hoher Präzision angepasst sein, damit die Klemmbacken 7 und 8 bei diesem geringen Hub des Piezoaktuators 13 den Kolben 1 überhaupt einzuklemmen vermögen. Die Konstruktion des Basiskörpers 6 und der Klemmbacken 7 und 8 wird deshalb mit Vorteil so ausgelegt, dass die Klemmbacken 7 und 8 mit Gleitsitz am Kolben 1 gelagert sind. Mit Vorteil sind die Klemmbacken 7 und 8 ein integraler Bestandteil des Basiskörpers 6, d.h. sie sind über Festkörpergelenke mit dem Basiskörper 6 verbunden.

[0025] Wenn der Hub des Piezoaktuators 14 des Antriebselements 5 zwei Mikrometer beträgt, dann sind 500 Bewegungszyklen nötig, um den Kolben 1 um einen Millimeter entlang der Bewegungsachse zu

verschoben.

[0026] Vorzugsweise ist auch ein Sensor in den Antriebsmechanismus integriert, der die Messung der Position des Kolbens 1 in Bezug auf den Antriebsmechanismus ermöglicht. Der Sensor kann beispielsweise durch elektrische Kontakte gebildet sein, die sich schliessen, wenn der Kolben 1 eine vorbestimmte Position erreicht hat.

[0027] Die folgenden Ausführungsbeispiele betreffen den Fall, dass das zu verschiebende Objekt ein Hohlkörper ist, der relativ zu einem feststehenden Teil, beispielsweise einem Kolben verschoben wird.

[0028] Die Fig. 5 zeigt einen Antriebsmechanismus, der in einem Hohlkörper 16 angeordnet wird und in der Lage ist, den Hohlkörper 16 relativ zum Kolben 1 entlang der Bewegungsachse 2 zu bewegen. Der Querschnitt des Hohlkörpers 16 ist beispielsweise rund, d.h. der Hohlkörper 16 ist ein Hohlzylinder. Beispiele von Hohlzylindern sind Rohre oder Hülsen oder dergleichen. Der Antriebsmechanismus enthält wiederum zwei Klemmelemente 17 und 18, die wie beim vorherigen Beispiel durch die dehnbaren Elemente 9 (Fig. 2) verbundene Basiskörper 6 aufweisen. Die dehnbaren Elemente sind in dieser Figur nicht sichtbar. Die beiden Klemmelemente 17 und 18 haben einen ähnlichen Aufbau und eine leicht verschiedene Funktionsweise. Das Klemmelement 17 umfasst zwei Stützflächen 19, die vorzugsweise mit Presssitz am Kolben 1 befestigt sind, sowie mindestens eine bewegliche Klemmbacke 20 und einen Piezoaktuator 13, der zwischen der Stützfläche 19 und der beweglichen Klemmbacke 20 angeordnet ist. Im Beispiel sind beidseitig des Kolbens 1 je eine bewegliche Klemmbacke 20 mit zugeordnetem Piezoaktuator 13 vorhanden. Der Piezoaktuator 13 ermöglicht die Verschiebung der beweglichen Klemmbacke 20 relativ zum Basiskörper 6 und erzeugt die Klemmkraft, wobei jedoch bei diesem Beispiel die Klemmbacke 20 nicht gegen den Kolben 1, sondern gegen die Innenwand des Hohlkörpers 16 drückt.

[0029] Die Klemmbacke 20 ist über mindestens zwei Stege 21 mit dem Basiskörper 6 verbunden. Der Basiskörper 6, die Stege 21 und die Klemmbacke 20 sind aus einem Stück Material gefertigt, die Stege 21 stellen deshalb ein Festkörpergelenk dar. Der Piezoaktuator 13 ist zwischen der Stützfläche 19 und der beweglichen Klemmbacke 8 angeordnet. Wenn der Piezoaktuator 13 derart mit einer Spannung beaufschlagt wird, dass er sich ausdehnt, dann wird die bewegliche Klemmbacke 20 - vom Zentrum des Basiskörpers 6 aus gesehen - nach aussen gedrückt. Dies ermöglicht es, das Klemmelement 3 im Hohlkörper 16 zu verstemmen. Im Beispiel mit zwei beweglichen Klemmbacken 20, die beidseitig des Kolbens 1 angeordnet sind, wird das Klemmelement 3 auf beiden Seiten der Bewegungsachse 2 im Hohlkörper 16 verstemmt.

[0030] Das Klemmelement 18 unterscheidet sich nur in einem Punkt vom Klemmelement 17, nämlich darin, dass die Stützflächen 19 den Kolben 1 nicht festklemmen, sondern mit Gleitsitz am Kolben 1 lagern. Während das Klemmelement 17 fest mit dem Kolben 1 verbunden ist, sei es auf die beschriebene

oder auf eine andere Weise, ist das Klemmelement 18 dank des Gleitsitzes mittels des Antriebselements 5 entlang des Kolbens 1 hin und her bewegbar.

[0031] Um den Hohlkörper 16 relativ zum Kolben 1 - bezogen auf die Fig. 5 - von links nach rechts zu verschieben, umfasst ein Bewegungszyklus folgende vier Schritte, wobei sich zu Beginn eines Bewegungszyklus das Antriebselement 5 im Zustand „Zusammengezogen“ und daher die beiden Klemmelemente 17 und 18 im Abstand A befinden:

1. Das Klemmelement 17 wird in den Zustand „Klemmen“, das Klemmelement 18 in den Zustand „Nicht-Klemmen“ gebracht. Das Klemmelement 17 ist nun ortsfest im Hohlkörper 16 verankert.
2. Das Antriebselement 5 wird in den Zustand „Gestreckt“ gebracht, so dass es das Klemmelement 18 um eine vorbestimmte Distanz Δa nach links verschiebt, d.h. der Abstand zwischen den beiden Klemmelementen 17 und 18 wird vergrößert auf den Abstand $A + \Delta a$.
3. Das Klemmelement 18 wird in den Zustand „Klemmen“, das Klemmelement 17 in den Zustand „Nicht-Klemmen“ gebracht. Das Klemmelement 18 ist nun im Hohlkörper 16 verankert.
4. Das Antriebselement 5 wird in den Zustand „Zusammengezogen“ gebracht. Dabei wird das Klemmelement 18 um die Distanz Δa nach rechts verschoben, d.h. der Abstand zwischen den beiden Klemmelementen 17 und 18 wird wieder verkleinert auf den ursprünglichen Abstand A, wobei sich der Hohlkörper 16 mit dem Klemmelement 17 mitbewegt, während das Klemmelement 17 am Kolben 1 verankert ist und seine Lage beibehält.

[0032] Bei jedem Bewegungszyklus wird der Hohlkörper 16 um eine vorbestimmte, sehr geringe Distanz von typischerweise eins bis fünf Mikrometern verschoben. Die Bewegung des Hohlkörpers 16 entlang des Kolbens 1 erfolgt deshalb mit einer Vielzahl von aufeinander folgenden Bewegungszyklen.

[0033] Die Fig. 6 zeigt eine dreidimensionale Schnittzeichnung eines weiteren Antriebsmechanismus, der in einem Hohlkörper 16 angeordnet ist und in der Lage ist, den Hohlkörper 16 relativ zum Klemmelement 17 bzw. einem mit dem Klemmelement 17 verbundenen Träger 23 entlang der Längsachse des Hohlkörpers 16 zu bewegen. Die Bewegungsachse 2 ist somit die Längsachse des Hohlkörpers 16. Der Hohlkörper 16 ist aus Gründen der zeichnerischen Klarheit aufgeschnitten. Der Antriebsmechanismus umfasst die beiden Klemmelemente 17 und 18 und das Antriebselement 5. Die dehnbaren Elemente, die die Basiskörper 6 der beiden Klemmelemente 17 und 18 verbinden, sind in dieser Figur nicht sichtbar. Das Klemmelement 17 und das Klemmelement 18 umfassen je zwei senkrecht zur Bewegungsachse 2 verschiebbare Klemmbacken 20 und 22 und einen zwischen den beiden Klemmbacken 20 und 22 angeordneten Piezoaktuator 13, der jeweils die senkrecht zur Bewegungsachse 2 gerichtete Klemmkraft erzeugt. Die Klemmbacken 20 und 22 sind ein Teil des Basiskörpers 6 und mit diesem über ein Festkörpergelenk in der Form von dünnen Stegen verbunden. Der Piezoaktuator 13 besteht aus einem Stapel 24 aus vielen Piezoelementen, der beidseitig durch eine Keramikplatte 25 abgeschlossen ist, wobei die Keramikplatten 25 im klemmenden Zustand des Klemmelements dessen

Klemmbacken 20 und 22 an die Innenwand des Hohlkörpers 16 drücken. Das Antriebselement 5 ist ein Piezoaktuator, der aus einem Stapel 26 aus vielen Piezoelementen, der in diesem Beispiel beidseitig durch einen Keramikkörper 27 abgeschlossen ist, besteht, und in Wirkverbindung mit den nicht sichtbaren dehnbaren Elementen dazu dient, das Klemmelement 18 relativ zum Klemmelement 17 entlang der Bewegungsachse 2 hin und her zu bewegen.

[0034] Die Fig. 7 zeigt schematisch und in Aufsicht einen Piezo-Biegebalken 28, der anstelle des aus vielen Piezoelementen zusammengesetzten Piezoaktuators 13 (beispielsweise Fig. 1) in den Klemmelementen 3, 4, 17, 18 eingesetzt werden kann. Der Piezo-Biegebalken 28 kann zwei Zustände A und B einnehmen, nämlich den Zustand „gerade“ und den Zustand „gebogen“. Der Zustand „zusammengezogen“ des Piezoaktuators 13 entspricht dem Zustand A des Piezo-Biegebalkens 28, der Zustand „gestreckt“ des Piezoaktuators 13 entspricht dem Zustand B des Piezo-Biegebalkens 28. Der Piezo-Biegebalken 28 erzeugt die Klemmkraft, wenn er sich im Zustand B befindet. Die Richtung der Klemmkraft ist durch den Pfeil angedeutet.

[0035] Des weiteren ist es möglich, den Piezoaktuator 13 (z.B. Fig. 1) bzw. die Piezoaktuatoren 13.1 und 13.2 (z.B. Fig. 4) so anzuordnen, dass seine/ihre Längenänderung parallel oder schräg zur Bewegungsachse 2 des Kolbens 1 verläuft, und die Änderung seiner Länge mittels eines Hebels auf die entsprechenden Klemmbacken zu übertragen.

[0036] Die Fig. 8 zeigt im Schnitt einen Piezoaktuator 29, dessen Hub durch einen hydraulischen Verstärker 30 vergrößert wird. Der Piezoaktuator 29 und der hydraulische Verstärker 30 sind in Reihe zwischen einer beweglichen Klemmbacke 31 und einer ortsfesten Abstützung 32 eingelegt oder eingeklemmt. Der Piezoaktuator 29 und der hydraulische Verstärker 30 sind also miteinander gekoppelt. Ein Pfeil zeigt die Bewegungsrichtung der Klemmbacke 31 und des Piezoaktuators 29 an. Die Abstützung 32 kann ein Teil des Basiskörpers 6 (Fig. 1) oder ein Teil eines Gehäuses sein. Der Piezoaktuator 29 besteht aus einem Stapel von Piezoelementen. Der hydraulische Verstärker 30 dient dazu, die Längenänderung des Piezoaktuators 29 um einen vorbestimmten Faktor zu vergrößern, so dass z.B. eine Längenänderung des Stapels der Piezoelemente um 2 μm eine Längenänderung des hydraulischen Verstärkers 30 um 20 μm bewirkt. Der hydraulische Verstärker 30 umfasst eine mit Flüssigkeit gefüllte Kammer 33, die auf einer Seite durch eine erste flexible Membrane 34 begrenzt ist. Die Kammer 33 enthält auf der der Membrane 34 gegenüberliegenden Seite eine im Vergleich zur Membrane 34 starre Wand 35 mit einer dünnen Bohrung 36. Auf der Aussenseite der Wand 35 ist eine zweite flexible Membrane 37 befestigt, die die Bohrung 36 überdeckt, so dass zwischen der zweiten Membrane 37 und der Wand 35 ein abgeschlossener Raum gebildet ist. Wenn der Piezoaktuator 29 betätigt wird und demzufolge auf die Membrane 34 drückt, dann wird Flüssigkeit von der Kammer 33 in den abgeschlossenen Raum gedrückt. In der Folge wird die Klemmbacke 31 um ein Mehrfaches der Längenänderung des Piezoaktuators 29 ausgelenkt.

[0037] Die Fig. 9 zeigt im Schnitt einen hydraulischen Verstärker 30, der zwischen einer ortsfesten Abstützung 32 und einer beweglichen Klemmbacke 31 angeordnet ist. Der hydraulische Verstärker 30 hat wiederum zwei Membranen 34 und 37, wobei eine Bohrung 36 die Kammer 33 des hydraulischen Verstärkers 30 mit der zweiten Membrane 37 verbindet. Bei diesem hydraulischen Verstärker 30 sind die beiden Membranen 34 und 37 im rechten Winkel zueinander angeordnet. Dies hat zur Folge, dass die Längenausdehnung des Piezoaktuators 29 in einer vorgegebenen Richtung eine Längenausdehnung des hydraulischen Verstärkers 30 in einer dazu senkrechten Richtung bewirkt. Pfeile zeigen die verschiedenen Bewegungsrichtungen der Klemmbacke 31 und des Piezoaktuators 29 an. Dies ermöglicht es, die Piezoaktuatoren 13 der Klemmelemente 3, 4 im Antriebsmechanismus quer zur Klemmrichtung anzuordnen und somit einen längeren Piezoaktor zu verwenden.

[0038] Die Fig. 10 zeigt im Schnitt eine Weiterentwicklung des hydraulischen Verstärkers 30 gemäss der Fig. 9, bei dem zwei Membranen 37 an einander gegenüberliegenden Seiten angeordnet sind, die beide über je eine Bohrung 36 mit der Kammer 33 verbunden sind.

[0039] Die Piezoaktuatoren 13 der Klemmelemente 3, 4 wie auch der weitere Piezoaktor 14 können durch eine solche Kombination aus Piezoaktor und hydraulischem Verstärker ersetzt werden.

[0040] Die erfindungsgemässen Antriebsmechanismen können bei sehr vielen Anwendungen eingesetzt werden, bei denen es auf eine geringe Baugrösse ankommt, beispielsweise bei Mikroventilen. Bei einer Weiterentwicklung ist das Steuerelement 15 (Fig. 1) eingerichtet, den Piezoaktor 14 des Antriebselements 5 auch mit einer Wechselspannung oder Wechselstrom zu beaufschlagen, deren bzw. dessen Frequenz im Ultraschallbereich, insbesondere im Bereich von einigen Kilohertz bis zu einigen Megahertz, liegt. Wenn das eine Klemmelement fest mit der Umgebung verbunden ist und gleichzeitig den Kolben 1 nicht festklemmt und wenn das andere Klemmelement frei beweglich ist und den Kolben 1 festklemmt, dann überträgt das mit Ultraschall beaufschlagte Antriebselement 5 den Ultraschall auf den Kolben 1, so dass dessen mitschwingendes Ende zum Schweißen verwendet werden kann. Dieses schwingende Ende des Kolbens 1 ist dazu vorzugsweise spitzig ausgebildet.

[0041] Es ist auch möglich, mehrere Antriebsmechanismen hintereinander anzuordnen, wobei die Antriebsmechanismen den Kolben 1 oder eine Fiber oder einen Draht oder dergleichen gemeinsam haben, wobei die Antriebsmechanismen gemeinsam oder einzeln steuerbar sind.

[0042] Der erfindungsgemässe Antriebsmechanismus eignet sich beispielsweise für den Bau von im wesentlichen zylinderförmigen Mikroventilen, deren Durchmesser weniger als 5 mm, im Extremfall weniger als 0.4 mm beträgt. Die Fig. 11 bis 17 zeigen Beispiele von verschiedenen Mikroventilen, wobei für die Bezugszeichen des Antriebsmechanismus des Mikroventils die gleichen Bezugszeichen wie oben verwendet werden.

[0043] Die Fig. 11 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Mikroventils für die Steuerung und/oder Regelung des Durchflusses eines Fluids in diversen Ausführungen und Betriebszuständen. Das Fluid kann ein Gas, wie z.B. Luft, eine Flüssigkeit oder auch ein Klebstoff sein. Das Mikroventil umfasst ein Ventilgehäuse 38, einen Kolben 1 und einen Antriebsmechanismus 39, um den Kolben 1 im Ventilgehäuse 38 entlang der Längsachse des Kolbens 1 hin und her zu bewegen. Der Kolben 1 ist hohl. In der Fig. 11 ist das Ventilgehäuse 38 aufgeschnitten, damit die im Inneren angeordneten Teile deutlich erkennbar sind. Das Ventilgehäuse 38 umfasst ein Kopfteil 40 mit einer ersten Bohrung 41, die den vorderen Teil des Kolbens 1 aufnimmt und mit dem Kolben 1 eine Spaltdichtung bildet, d.h. der Durchmesser der ersten Bohrung 41 ist nur wenige Mikrometer, beispielsweise zwei Mikrometer grösser als der Durchmesser des Kolbens 1. Die erste Bohrung 41 kann eine durchgehende Bohrung oder wie im Beispiel ein Sackloch sein. Das Ventilgehäuse 38, der Kolben 1 und die erste Bohrung 41 haben eine gemeinsame Längsachse 42. Das Ventilgehäuse 38 hat eine parallel zur Längsachse 42 verlaufende Seitenwand. Das Ventilgehäuse 38 umfasst weiter eine Kammer 43, die an das Kopfteil 40 anschliesst und den Antriebsmechanismus 39 aufnimmt. Der Kolben 1 ist vorzugsweise ein Rohr, dessen vorderes Ende abgeschlossen ist und dessen hinteres Ende an einen Einlass 45 für die Zuführung des Fluids angeschlossen ist. Die Seitenwand des Kolbens 1 enthält eine Öffnung 44, die in die erste Bohrung 41 mündet. Das Ventilgehäuse 38 enthält mindestens eine weitere Bohrung 46, die in die erste Bohrung 41 mündet. Die Bohrung 46 verläuft schräg oder bevorzugt senkrecht zur ersten Bohrung 41. Im Beispiel enthält das Ventilgehäuse 38 zwei Bohrungen 46. Das Ventilgehäuse 38 kann aus einem einzigen Stück Material gefertigt oder aus mehreren Teilkörpern zusammengesetzt sein.

[0044] Das Fluid wird über eine der Bohrungen 46 abgeführt, sobald die Öffnung 44 im Kolben 1 mit dieser Bohrung 46 fluchtet, weil dann diese Bohrung 46 im Ventilgehäuse 38 und die Öffnung 44 im Kolben 1 einen gemeinsamen durchgehenden Strömungskanal bilden, der in den Hohlraum des Kolbens 1 mündet. Wenn die Anzahl n der Bohrungen 46 $n=1$ beträgt, dann ist das Mikroventil ein Einwegventil, das als EIN-AUS Ventil oder als Proportionalventil eingesetzt werden kann. Wenn die Anzahl n der Bohrungen 46 $n>1$ ist, dann ist das Mikroventil ein Mehrwegventil. Die $n>1$ Bohrungen sind entlang der Längsachse 42 des Mikroventils versetzt angeordnet, wobei sie in die gleiche Richtung oder wie im Beispiel in unterschiedliche Richtungen zeigen können. Wenn die Öffnung 44 mit der Bohrung $n=m$ fluchtet, ist das Mikroventil im Zustand „offen m “. Im Beispiel mit $n=2$ gibt es zwei offene Zustände, nämlich die Zustände „offen 1“ und „offen 2“. Wenn das Mikroventil im Zustand „geschlossen“ ist, dann dichtet die Innenwand der ersten Bohrung 41 des Ventilgehäuses 38 die Öffnung 44 im Kolben 1 ab. Der Wechsel vom Zustand „offen“ bzw. einem der Zustände „offen m “ mit $m=1..n$ in den Zustand „geschlossen“ erfolgt, indem der Antriebsmechanismus 39 den Kolben 1 relativ zum Ventilgehäuse 38 verschiebt. Die Öffnung 44 im Kolben 1 fluchtet also mit der ersten dieser Bohrungen 46, wenn sich der Kolben 1 in einer ersten Position befindet, und mit der zweiten dieser Bohrungen 46, wenn sich der

Kolben 1 in einer zweiten Position befindet, usw.

[0045] Bei diesem Mikroventil ist das Klemmelement 4 direkt oder indirekt mit dem Ventilgehäuse 38 verbunden, d.h. die Lage des Klemmelements 4 verändert sich nicht gegenüber der Lage des Ventilgehäuses 38. Um den Kolben 1 relativ zum ortsfesten Klemmelement 4 und damit auch relativ zum Ventilgehäuse 38 - bezogen auf die Fig. 11 - von rechts nach links zu verschieben, umfasst ein Bewegungszyklus die weiter oben beschriebenen vier Schritte.

[0046] Um das Mikroventil zu öffnen und zu schliessen, ist nur eine Relativverschiebung von Kolben 1 und Ventilgehäuse 38 erforderlich. Beim oben beschriebenen Mikroventil ist das Klemmelement 4 fest mit dem Ventilgehäuse 38 verbunden und der Antriebsmechanismus bewegt den Kolben 1 hin und her, um die Öffnung 44 im Kolben 1 relativ zu der mindestens einen Bohrung 46 zu verschieben. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Klemmelemente 3 und 4 so auszubilden, dass die vom Piezoaktuator 13 erzeugte Klemmkraft auf die Innenwand des Ventilgehäuses 38 gerichtet ist und das zugehörige Klemmelement 3 bzw. 4 im Ventilgehäuse 38 verstemmt, so dass der Kolben 1 ortsfest bleibt und der Antriebsmechanismus 39 das Ventilgehäuse 38 relativ zum Kolben 1 verschiebt.

[0047] Die Fig. 12 zeigt ein Mikroventil, bei dem die erste Bohrung 41 vollständig durch das Ventilgehäuse 38 hindurchgeführt ist. Ein an die Austrittsöffnung 48 der ersten Bohrung 41 anschliessender, begrenzter Abschnitt 49 der ersten Bohrung 41 hat einen vergrösserten Querschnitt, durch den das Fluid entweichen kann, sobald die Öffnung 44 im Kolben 1 innerhalb dieses Abschnitts 49 liegt. Das Mikroventil ist im Zustand „offen“.

[0048] Die Fig. 13 zeigt das gleiche Mikroventil im Zustand „geschlossen“: Die Öffnung 44 im Kolben 1 wird durch die Innenwand der ersten Bohrung 41 abgedichtet. Der Kolben 1 und die Innenwand der ersten Bohrung 41 bilden eine Spaltdichtung, die den Austritt des Fluids wirksam verhindert.

[0049] Die Fig. 14 zeigt ein Mikroventil, bei dem der Kolben 1 inwendig nicht hohl ist, d.h. der Kolben 1 ist wie ein Bolzen oder Stift. Die erste Bohrung 41 ist vollständig durch das Kopfteil 40 des Ventilgehäuses 38 hindurchgeführt und hat, fakultativ, in einem vor der Austrittsöffnung 48 liegenden Abschnitt 49 einen erweiterten Querschnitt. Das Ventilgehäuse 38 hat mindestens eine weitere Bohrung 46, die schräg oder wie im Beispiel senkrecht zur ersten Bohrung verläuft 41 und in die erste Bohrung 41 mündet. Das Mikroventil ist im Zustand „offen“: Das Fluid wird über die Bohrung 46 zugeführt und über die erste Bohrung 41 abgeführt, oder umgekehrt.

[0050] Die Fig. 15 zeigt das gleiche Mikroventil im Zustand „geschlossen“: Die Öffnung 44 im Kolben 1 wird durch die Innenwand der ersten Bohrung 41 abgedichtet. Der Kolben 1 und die Innenwand der ersten Bohrung 41 bilden eine Spaltdichtung, die den Austritt des Fluids wirksam verhindert.

[0051] Die Fig. 16 zeigt ein Mikroventil, bei dem der Kolben 1 inwendig nicht hohl ist und bei dem ein Abschnitt 50 des Kolbens 1 einen reduzierten Querschnitt aufweist. Der Kolben 1 befindet sich in einer Position, in der der Abschnitt 50 im Bereich der beiden Bohrungen 46.1 und 46.2 liegt, so dass dort zwischen dem Kolben 1 und der Innenwand der ersten Bohrung 41 ein Hohlraum gebildet ist. Das Mikroventil ist im Zustand „offen“. Das Fluid wird durch die eine Bohrung 46.1 zugeführt und durch die andere Bohrung 46.2 abgeführt, oder umgekehrt. Um das Mikroventil zu schliessen, wird der Kolben 1 zurückgezogen, so dass der vorderste Teil des Kolbens 1 mindestens die Bohrung 46.1, bevorzugt beide Bohrungen 46.1 und 46.2 abdeckt.

[0052] Die Fig. 17 zeigt ein Mikroventil zum Mischen von zwei gasförmigen oder flüssigen Substanzen und, fakultativ, Verdichten des Gemisches. Der Kolben 1 ist inwendig nicht hohl und ein Abschnitt 49 der ersten Bohrung 41 weist, fakultativ, einen erweiterten Querschnitt auf, so dass dort eine erweiterte Kammer 51 gebildet ist. Im Zustand „offen“ ist der Kolben 1 in einer zurückgezogenen Position, so dass die eine Substanz über die Bohrung 46.1 und die andere Substanz über die Bohrung 46.2 in die erste Bohrung 41 und in die erweiterte Kammer 51 gelangt, wobei die Austrittsöffnung 48 durch nicht dargestellte Teile eines mit dem Gemisch zu versorgenden Geräts verschlossen ist. Im Zustand „geschlossen“ wird der Kolben 1 in eine vorgeschobene Position gebracht, in der er die beiden Bohrungen 46.1 und 46.2 verschliesst. Je näher die Spitze des Kolbens 1 an die Austrittsöffnung 48 heranbewegt wird, desto grösser wird der auf das Gemisch ausgeübte Druck. Der Piezoaktuator 14 des Antriebselements 5 ist bevorzugt mit einer Wechselspannung oder Wechselstrom beaufschlagbar, deren bzw. dessen Frequenz im Ultraschallbereich liegt. Wenn der Piezoaktuator 13 des Klemmelements 3 in den Zustand „Klemmen“ und der Piezoaktuator 13 des Klemmelements 4 in den Zustand „Nicht-Klemmen“ und der Piezoaktuator 14 des Antriebselements 5 des Antriebsmechanismus 39 mit Wechselspannung oder Wechselstrom beaufschlagt wird, dann führt die Spitze des Kolbens 1 Ultraschallbewegungen aus, die auf das Gemisch übertragen werden.

[0053] Bei den beschriebenen Ausführungsbeispielen ist der Kolben 1 vollständig durch den Antriebsmechanismus 39 hindurchgeführt. Dies ist jedoch nicht bei jedem Ausführungsbeispiel zwingend erforderlich, bei einigen Ausführungsbeispielen genügt es, wenn sich nur das Klemmelement 3 am Kolben 1 festklemmen kann, oder es genügt, wenn sich die beiden Klemmelemente 3 und 4 am Ventilgehäuse 38 verstemmen können. Dann ist es möglich, wenn das Fluid eine gasförmige Substanz und der Kolben 1 hohl ist, das Fluid durch die Kammer 43 hindurch strömen zu lassen und erst unmittelbar vor der ersten Bohrung 41 in den hohlen Kolben 1 einzuleiten.

PATENTANSPRÜCHE

1. Antriebsmechanismus für die Bewegung eines Objekts entlang einer Bewegungsachse (2), umfassend zwei Klemmelemente (3, 4) und ein zwischen den beiden Klemmelementen (3, 4) angeordnetes Antriebselement (5), das eine Relativverschiebung der beiden Klemmelemente (3, 4) entlang der Bewegungsachse (2) ermöglicht, wobei jedes Klemmelement (3; 4) einen Basiskörper (6) und zwei Klemmbacken (7, 8) umfasst, wobei mindestens eine der beiden Klemmbacken (7, 8) mittels eines Piezoaktuators (13) verschiebbar ist, um eine auf das Objekt einwirkende Klemmkraft zu erzeugen, die quer zur Bewegungsachse (2) gerichtet ist, wobei die Basiskörper (6) der beiden Klemmelemente (3, 4) durch mindestens zwei dehnbare Elemente (9) verbunden sind, und wobei das Antriebselement (5) einen weiteren Piezoaktuator (14) umfasst, der die Relativverschiebung der beiden Klemmelemente (3, 4) entlang der Bewegungsachse (2) ermöglicht.
2. Antriebsmechanismus nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Längenänderung des Piezoaktuators (13) des ersten Klemmelementes (3) und/oder des Piezoaktuators (13) des zweiten Klemmelementes (4) und/oder des weiteren Piezoaktuators (14) mittels eines zugeordneten hydraulischen Verstärkers (30) vergrößert wird.
3. Antriebsmechanismus nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Basiskörper (6) der beiden Klemmelemente (3, 4) und die dehnbaren Elemente (9) aus zwei Halbschalen (10) geformt sind.
4. Antriebsmechanismus nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Objekt ein Kolben (1) ist und dass die beiden Klemmelemente (3, 4) mit Gleitsitz am Kolben (1) gelagert sind.
5. Antriebsmechanismus nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Objekt ein Hohlkörper (16) ist und dass die Klemmbacken (7, 8) von einem der beiden Klemmelemente (3, 4) mit Presssitz und die Klemmbacken (7, 8) des anderen der beiden Klemmelemente (3, 4) mit Gleitsitz an einem Kolben (1) gelagert sind.
6. Antriebsmechanismus nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Piezoaktuator (13) zur Erzeugung der Klemmkraft ein Piezo-Biegebalken (28) ist.
7. Mikroventil, umfassend
einen Antriebsmechanismus (39) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
ein Ventilgehäuse (38), und
einen Kolben (1), wobei
der Kolben (1) das vom Antriebsmechanismus bewegte Objekt ist,

das Ventilgehäuse (38) eine Seitenwand und ein Kopfteil (40) aufweist, wobei die Seitenwand parallel zur Längsachse (42) des Kolbens (1) verläuft und wobei das Kopfteil (40) eine erste Bohrung (41) aufweist, die mit der Längsachse (42) des Kolbens (1) fluchtet, ein vorderes Ende des Kolbens (1) aufnimmt und mit dem Kolben (1) eine Spaltdichtung bildet, und

das Ventilgehäuse (38) eine Kammer (43) aufweist, in der der Antriebsmechanismus (39) untergebracht ist.

8. Mikroventil nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (1) hohl ist und eine Öffnung (44) aufweist, die in die erste Bohrung (41) des Ventilgehäuses (38) mündet, und dass entweder die Seitenwand des Ventilgehäuses (38) eine weitere Bohrung (46) aufweist, die in die erste Bohrung (41) mündet und senkrecht oder schräg zur ersten Bohrung (41) verläuft oder dass die erste Bohrung (41) in eine Austrittsöffnung (48) mündet, wobei die Querschnittsfläche der ersten Bohrung (41) in einem begrenzten Abschnitt vor der Austrittsöffnung (48) vergrößert ist.

9. Mikroventil nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Piezoaktuator (14) des Antriebselements (5) mit einer Wechselspannung oder Wechselstrom beaufschlagbar ist, deren bzw. dessen Frequenz im Ultraschallbereich liegt.

10. Mikroventil nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilgehäuse (38) zylinderförmig ist und dass der Durchmesser des Ventilgehäuses (38) weniger als 5 mm beträgt.

Fig. 1

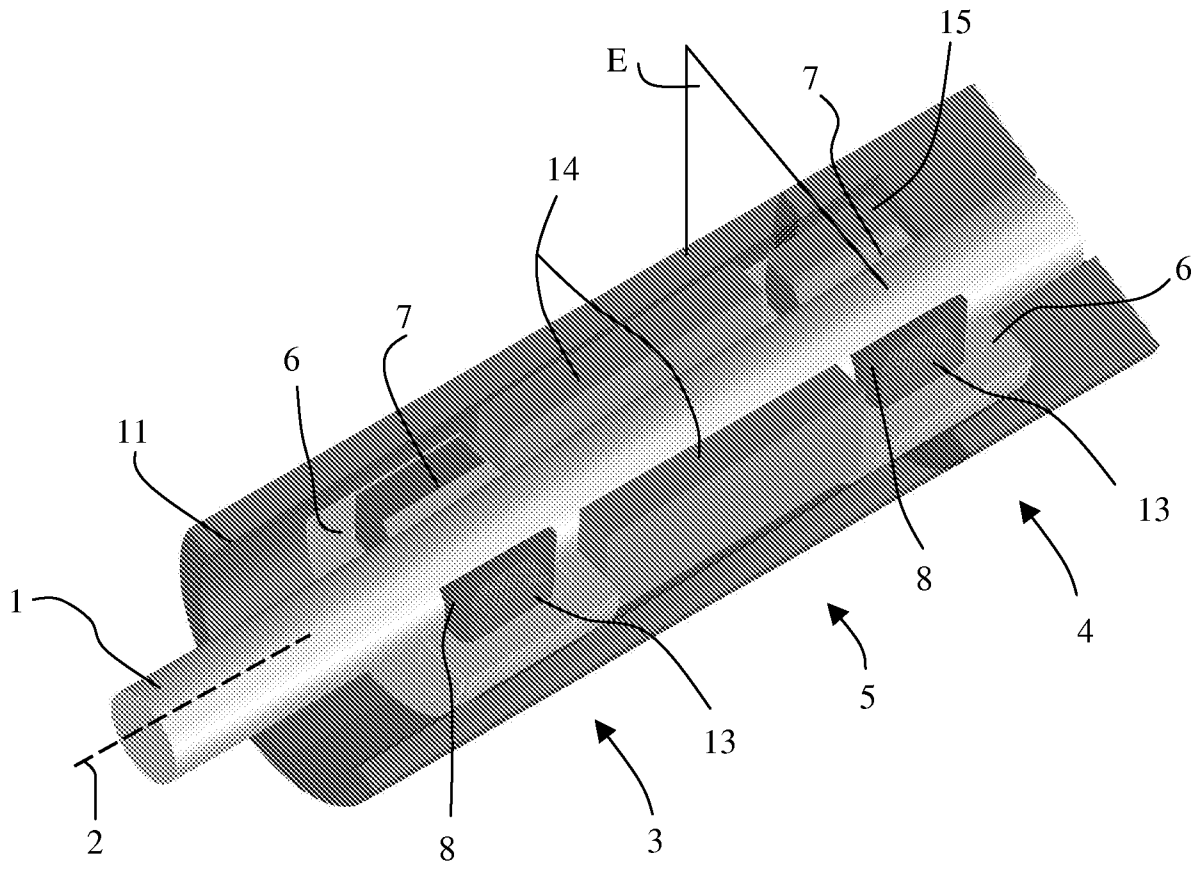


Fig. 2

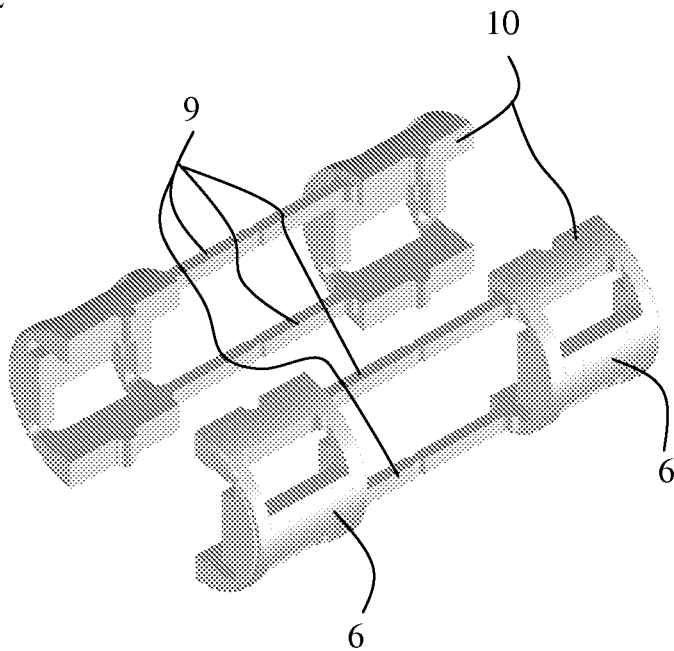


Fig. 3

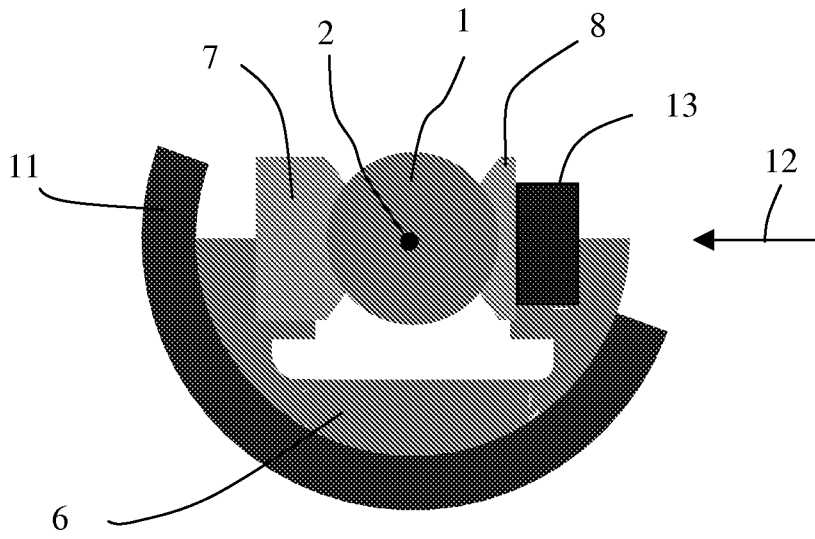


Fig. 4

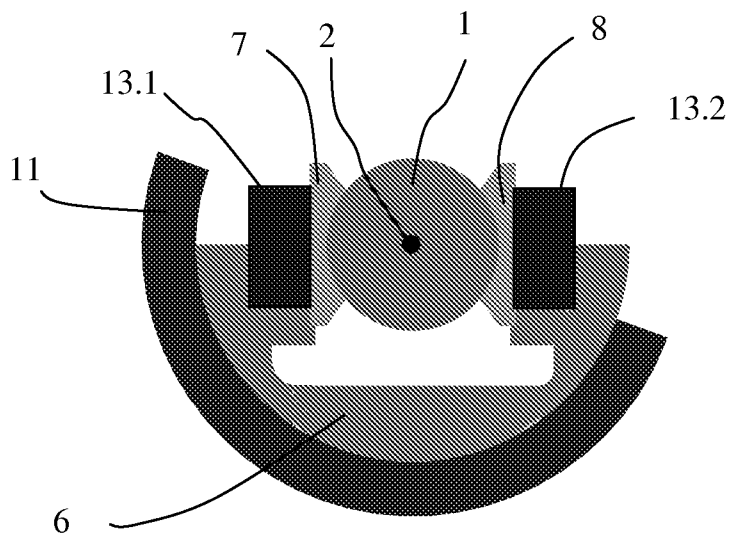


Fig. 5

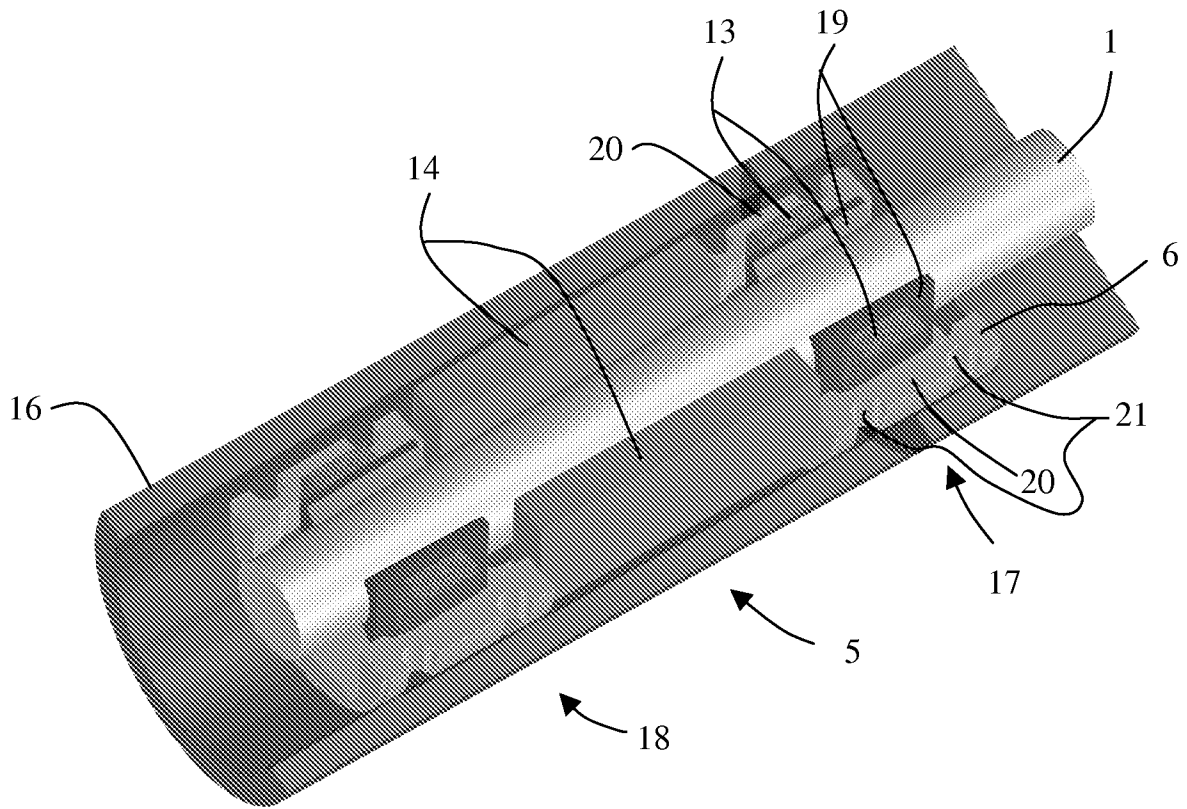


Fig. 6

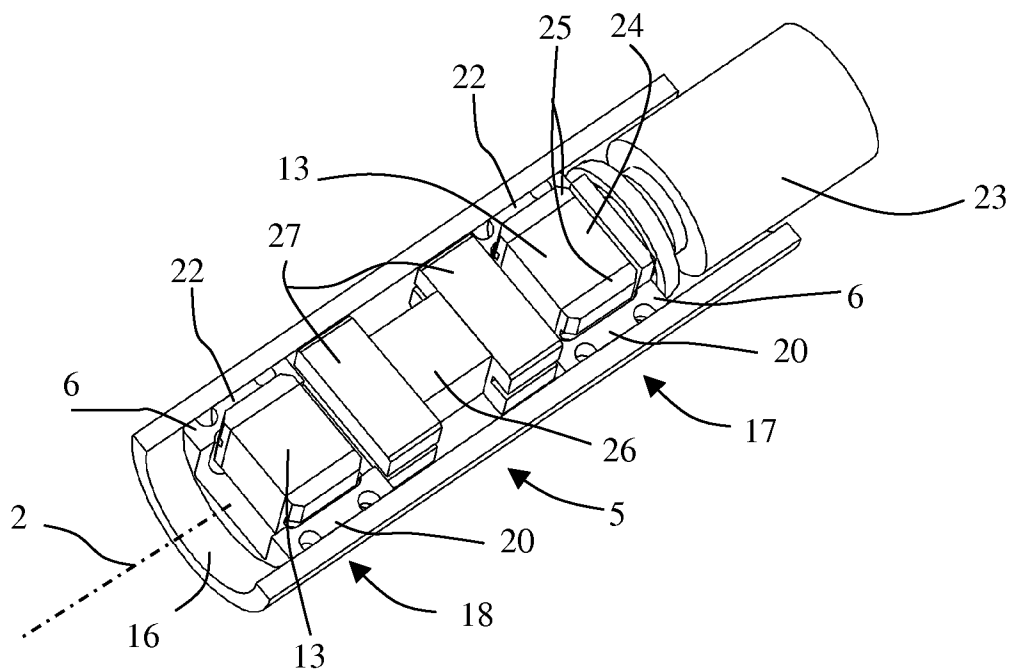


Fig. 7

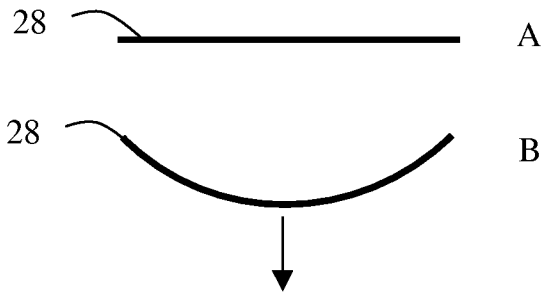


Fig. 8

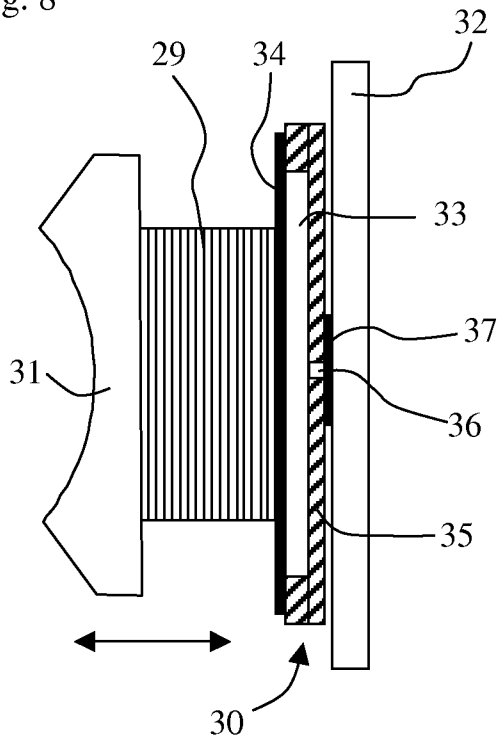


Fig. 9

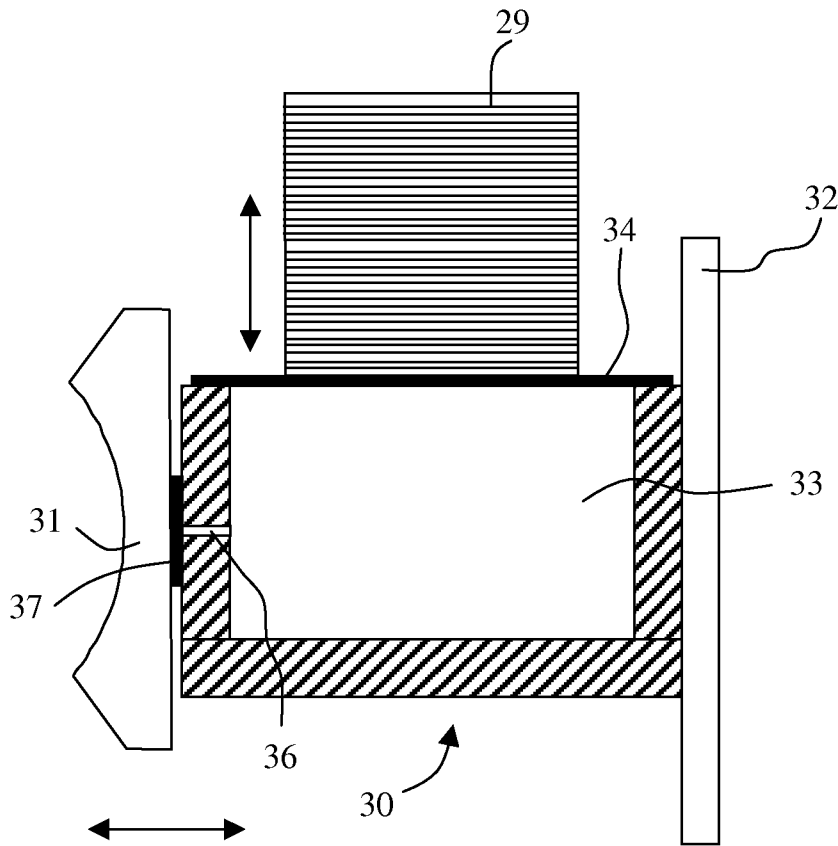


Fig. 10

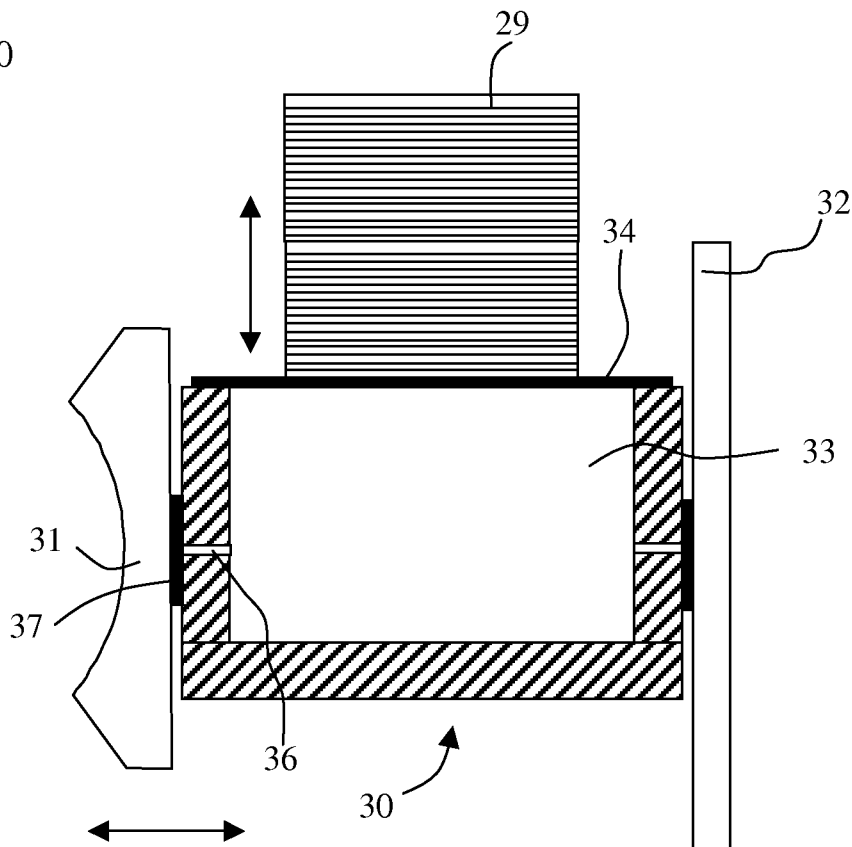


Fig. 12

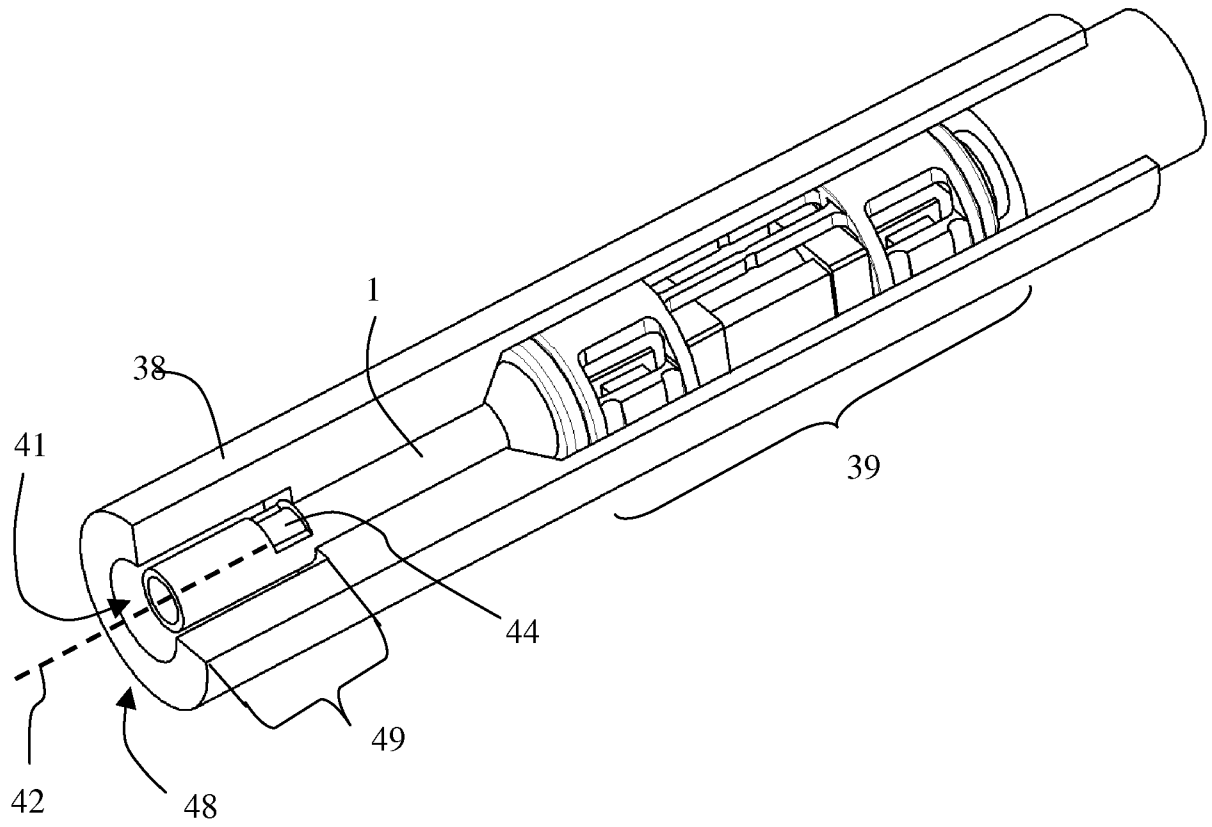


Fig. 13

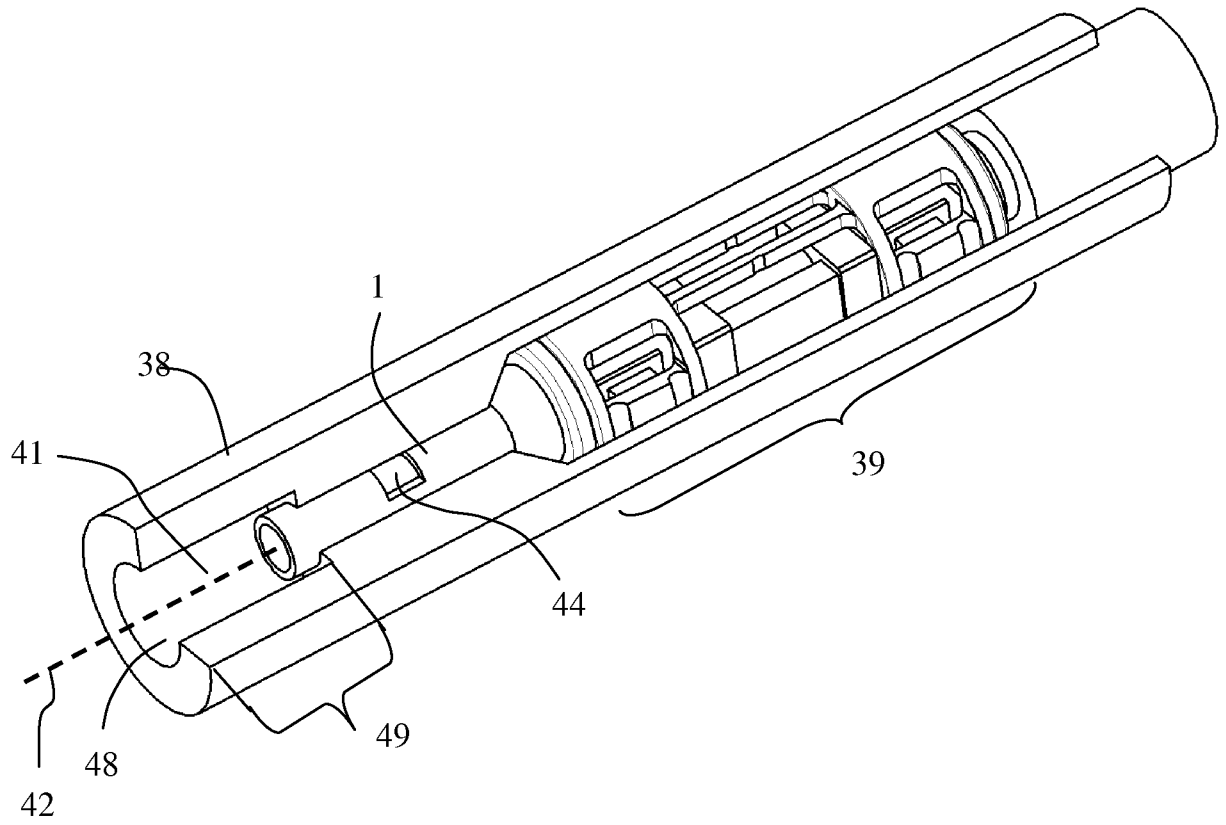


Fig. 14

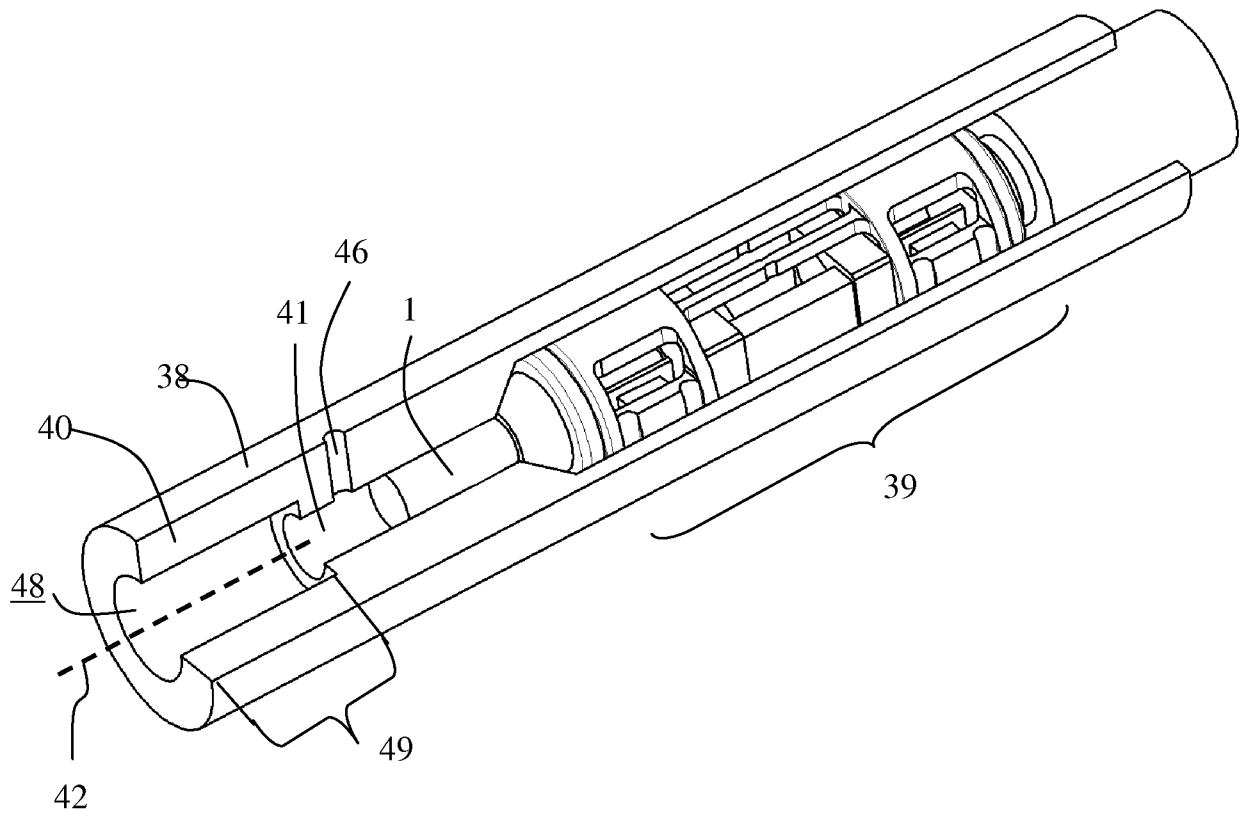


Fig. 15

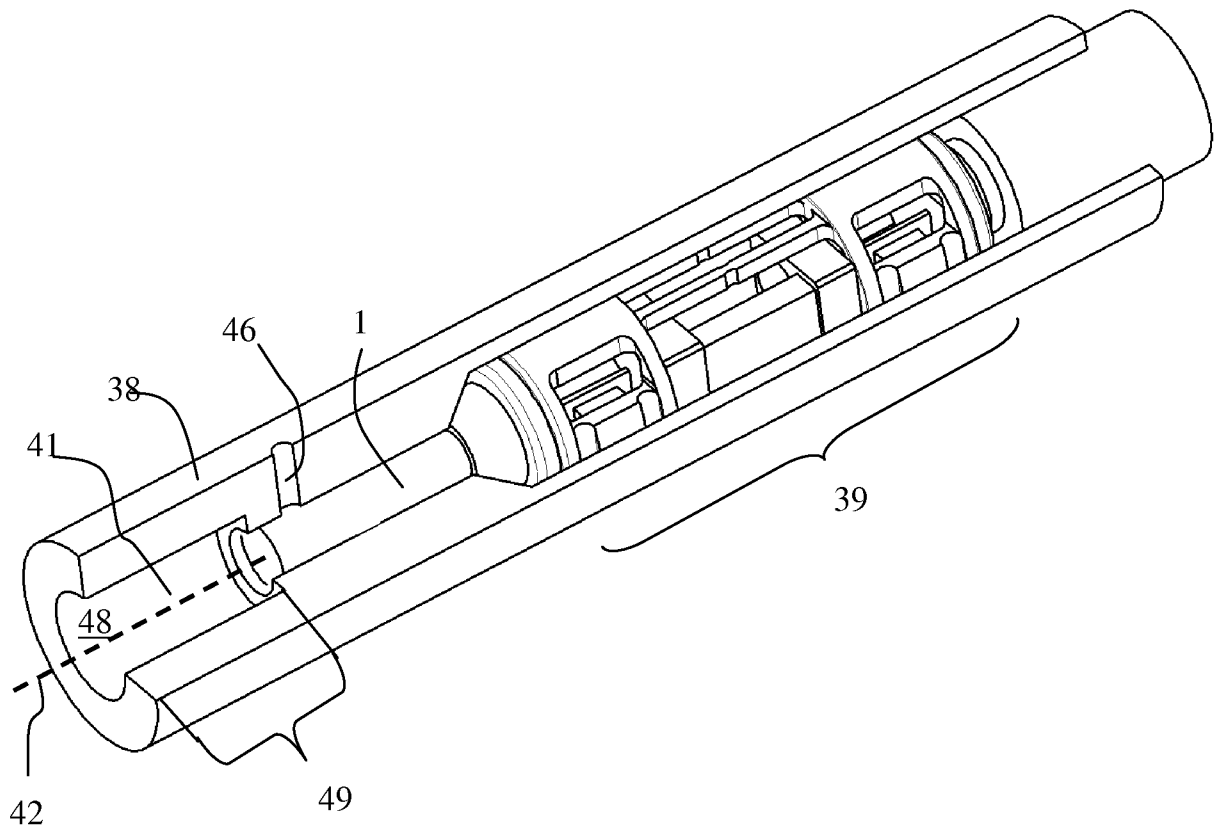


Fig. 16

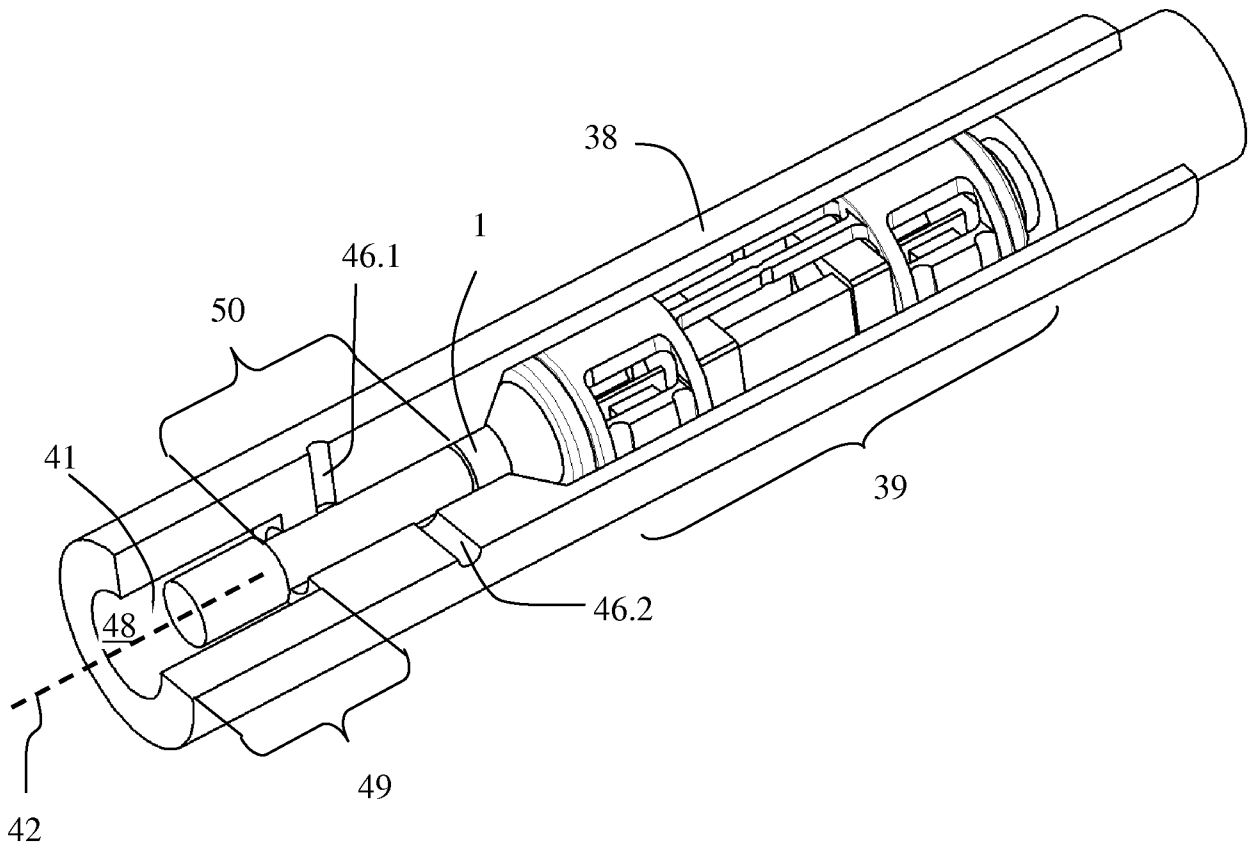
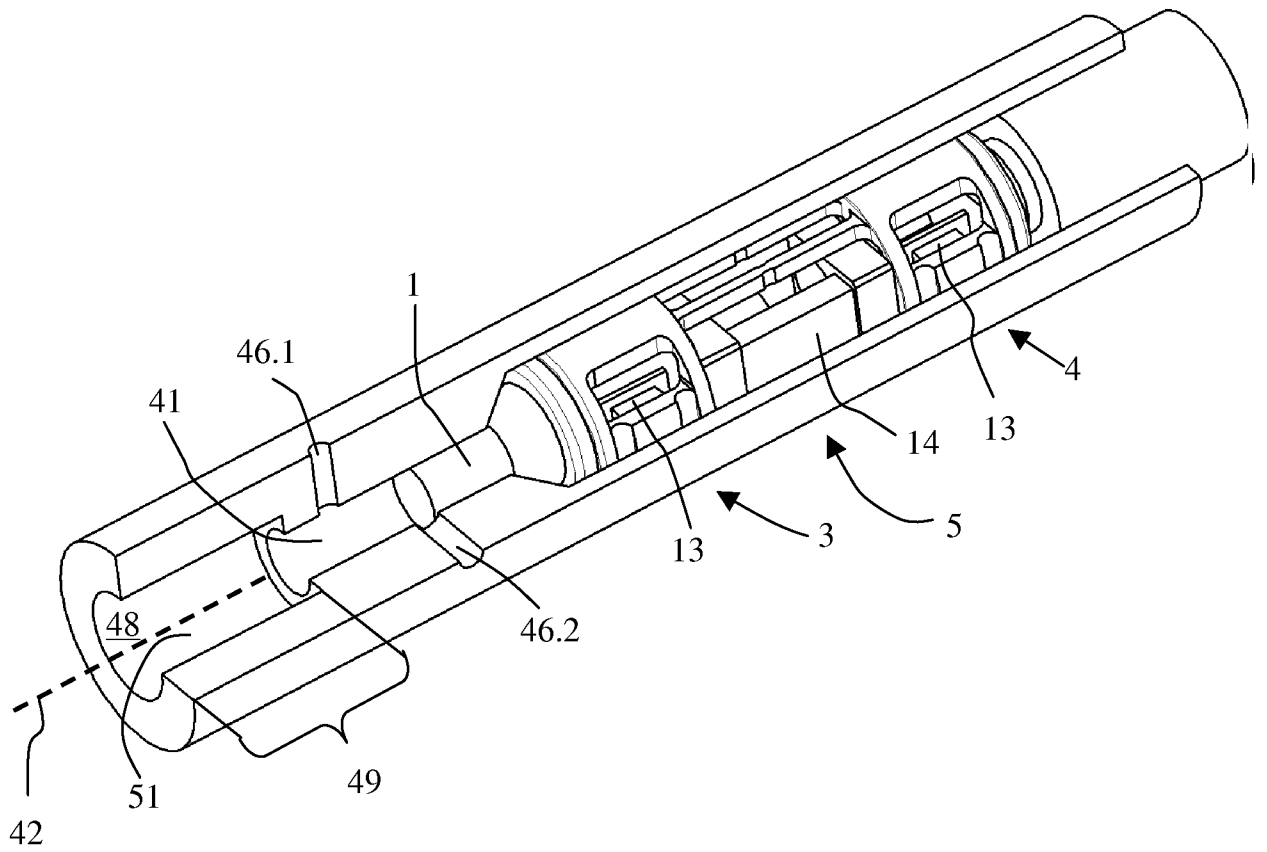


Fig. 17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/065747

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L41/09

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 F16K

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	TENZER P E ET AL: "On amplification in inchworm(TM) precision positioners" MECHATRONICS, PERGAMON PRESS, OXFORD, GB, vol. 14, no. 5, 1 June 2004 (2004-06-01), pages 515-531, XP004499037 ISSN: 0957-4158 figure 1	1
A	LI J ET AL: "Design and development of a new piezoelectric linear Inchworm actuator" MECHATRONICS, PERGAMON PRESS, OXFORD, GB, vol. 15, no. 6, 1 July 2005 (2005-07-01), pages 651-681, XP004843337 ISSN: 0957-4158	1-10
A	GB 2 338 031 A (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 8 December 1999 (1999-12-08)	1-10

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

15 März 2010

Date of mailing of the international search report

24/03/2010

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Koskinen, Timo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/065747

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
GB 2338031	A	08-12-1999	DE	19824916 C1	30-09-1999
			FR	2779484 A1	10-12-1999
			IT	RM990348 A1	04-12-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2009/065747

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L41/09

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L F16K

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	TENZER P E ET AL: "On amplification in inchworm(TM) precision positioners" MECHATRONICS, PERGAMON PRESS, OXFORD, GB, Bd. 14, Nr. 5, 1. Juni 2004 (2004-06-01), Seiten 515-531, XP004499037 ISSN: 0957-4158 Abbildung 1	1
A	LI J ET AL: "Design and development of a new piezoelectric linear Inchworm actuator" MECHATRONICS, PERGAMON PRESS, OXFORD, GB, Bd. 15, Nr. 6, 1. Juli 2005 (2005-07-01), Seiten 651-681, XP004843337 ISSN: 0957-4158	1-10
A	GB 2 338 031 A (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 8. Dezember 1999 (1999-12-08)	1-10

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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
15. März 2010	24/03/2010
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Koskinen, Timo

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/065747

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
GB 2338031	A	08-12-1999	DE	19824916 C1	30-09-1999
			FR	2779484 A1	10-12-1999
			IT	RM990348 A1	04-12-2000
