

(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
30. Januar 2014 (30.01.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/015979 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 41/053 (2006.01) H01L 41/12 (2006.01)
H01L 41/083 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/002192

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Juli 2013 (23.07.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 014 892.5 27. Juli 2012 (27.07.2012) DE

(71) Anmelder: FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Hansastrasse 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder: MELZ, Tobias; Herdweg 71, 64285 Darmstadt (DE). MATTHIAS, Michael; Karolinenweg 17, 64331 Weiterstadt (DE). HANSELKA, Holger; Heinrich-Delp-Str. 20, 64297 Darmstadt (DE).

(74) Anwalt: RÖSLER, Uwe; Landsberger Str. 480a, 81241 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)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ACTUATING DRIVE HAVING COOLING OF A HOUSED SOLID BODY ACTUATOR

(54) Bezeichnung : STELLANTRIEB MIT KÜHLUNG EINES EINGEHAUSTEN FESTKÖRPERAKTORS

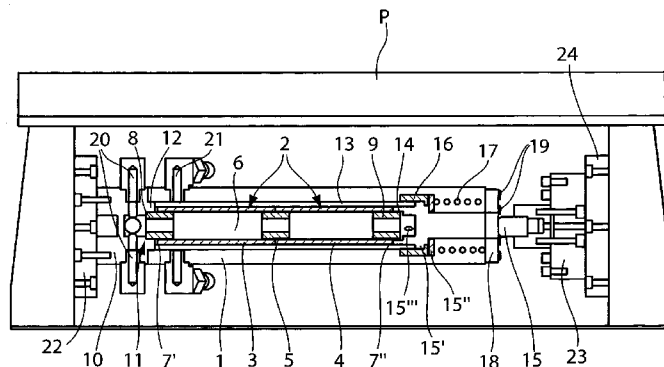


Fig.1

(57) Abstract: The invention relates to an actuating drive for deflecting an actuating element (15) by means of a solid body actuator (2) which, when an electrical voltage or an alternating magnetic field is changed, experiences a length change, wherein a housing (1) encloses the solid body actuator and, together with the latter, delimits an interspace (13) in a fluid-tight manner. Furthermore, the solid body actuator has a hollow duct (6), the first end of which is connected to a first hollow conduit (20) passing through the housing, and the other end of which opens into the interspace. The interspace is additionally connected in a fluid-tight manner to a second hollow conduit (21) passing through the housing.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2014/015979 A1



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

Beschrieben wird ein Stellantrieb zum Auslenken eines Stellgliedes (15) durch einen Festkörperaktor (2), der bei Änderung einer elektrischen Spannung oder eines wirkenden Magnetfeldes eine Längenänderung erfährt, wobei ein Gehäuse (1) den Festkörperaktor umschließt und mit diesem einen Zwischenraum (13) fluiddicht begrenzt. Weiter weist der Festkörperaktor einen Hohlkanal (6) auf, dessen erstes Ende mit einer das Gehäuse durchsetzenden ersten Hohlleitung (20) verbunden ist und dessen anderes Ende in den Zwischenraum mündet. Der Zwischenraum ist zudem fluiddicht mit einer das Gehäuse durchsetzenden zweiten Hohlleitung (21) verbunden.

STELLANTRIEB MIT KÜHLUNG EINES EINGEHAUSTEN FESTKÖRPERAKTORS

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf einen Stellantrieb zum uniaxialen, bidirektionalen Auslenken eines Stellgliedes, das mittel- oder unmittelbar durch einen Festkörperaktor betätigbar ist, der wenigstens ein sich an einer ersten Stirnseite in einem Gehäuse abstützendes Festkörperaktorende aufweist, das bei Änderung einer je nach Aktortypus am Festkörperaktor anlegbaren elektrischen Spannung oder eines am Festkörperaktor wirkenden Magnetfeldes zumindest eine Längenänderung in einer dem Festkörperaktor zuordenbaren Längserstreckung erfährt, die mittels einer der ersten Stirnseite in Längserstreckung des Festkörperaktors gegenüberliegenden zweiten Stirnseite mittel- oder unmittelbar auf das Stellglied zu dessen Verstellung übertragbar ist. Ferner wird ein Verfahren zum Entwärmen eines in einem Stellantrieb mit einem Stellmittel eingehausten Festkörperaktors erläutert.

Stand der Technik

Stellantriebe, in denen Festkörperaktoren, vorzugsweise auf Basis von piezoelektrischen oder magnetostriktiven Materialien, zur Stellwegauslenkung integriert sind, unterliegen insbesondere im dynamischen Leistungsbetrieb aufgrund der Wandlermaterial inhärenten Hysterese sowie der systembedingten Einhausung des Festkörperaktors einer Erwärmung. Werden keine zur Entwärmung des Festkörperaktors dienenden Maßnahmen getroffen, so besteht zum einen die Gefahr des Verlustes der geometrischen Maßhaltigkeit des Festkörperaktors aufgrund thermischer Materialausdehnung, zum anderen können bei Überschreiten der materialspezifischen Curie-Temperatur die dem Wandlermaterial zueigenen energiewandelnden Eigenschaften verloren gehen. Überdies führt eine betriebsbedingte Eigenerwärmung des Festkörperaktors zumeist zu einer elektrischen Leistungsbedarfssteigerung, wodurch die Ansteuerung des Festkörperaktors deutlich negativ beeinflusst wird.

Zur Wärmeabführung wird typischerweise ein elastomerartiges Medium, zumeist mit zusätzlich wärmeableitenden Partikeln, um den Festkörperaktor innerhalb des Stellantriebgehäuses vergossen. Als Entwärmungsprinzip dient somit die Wärmeableitung von der Festkörperoberfläche über das elastomere Medium an das umgebende Gehäuse.

Ein typischer Anwendungsfall eines bspw. mit einem piezoelektrischen Aktor ausgerüsteten Stellantriebs stellt die Betätigung von Steuerventilen oder Einspritzventilen in Kraftfahrzeugen dar. Ein derartiger piezoelektrischer Aktor ist in der DE 199 14 411 A1 beschrieben und besteht aus einem vielschichtigen Laminat aus aufeinander geschichteten Lagen piezoelektrischen Materials mit dazwischen befindlichen metallischen bzw. elektrisch leitenden, als Elektroden dienenden Schichten. Der auch als Stapelaktor bezeichnete Aktorkörper ist innerhalb eines hohlzylinderartig ausgeformten Stellweggehäuses integriert und stützt sich einseitig auf einer innerhalb des Gehäuses fixierten Grundplatte ab. Das gegenüberliegende Stapelaktorende kontaktiert einen Ventilstößel, den es in Stapelaktorenlängsrichtung auszulenken gilt. Ferner lastet innerhalb des Stellantriebgehäuses auf das

gegenüberliegende Ende des Stapelaktors eine, eine Rückstellkraft generierende Feder. Zu Zwecken der Entwärmung des Stapelaktors ist eine elektrisch isolierende Elastomerhülle vorgesehen, die eng an der Innenwand des hohlzylinderartig ausgebildeten Stellantriebsgehäuses sowie an dem Stapelaktor anliegt.

Einen vergleichbaren Kraftstoffinjektor mit einem Piezoelement offenbart die Druckschrift DE 11 2009 001 571 T5, bei dem ein Piezoelement innerhalb eines Injektorgehäuses eingebracht ist und mit diesem einen Hohlraum begrenzt, der zumindest teilweise mit einem thermisch leitfähigen Material zur Übertragung von Wärme von dem Piezoelement auf das Gehäuse gefüllt ist.

Aus der DE 103 28 373 A1 ist ein piezoelektrisches Bauteil mit einer integrierten Temperier Vorrichtung zu entnehmen, die sich aus einem aus elastomeren Polymer bestehenden Verbundmaterial zusammensetzt und als Trägermatrix für Kohlenstofffasern dient, die vorzugsweise in Form von Kohlenstoff-Nanoröhrchen für eine besonders effektive Entwärmung des piezoelektrischen Bauteils dienen.

Der DE 10 2004 050 880 B4 ist ein Kraftstoffinjektor mit einem eingehausten Aktor zu entnehmen, wobei für eine verbesserte Wärmeabführung die dem Aktor abgewandte Oberfläche der Einhausung über Oberflächen vergrößernde Mikrostrukturen verfügt.

Aus den Druckschriften DE 10 2009 026 533 A1 sowie DE 198 26 339 A1 sind vergleichbare, jeweils über piezoelektrische Aktoren verfügbare Stellantriebe zu entnehmen, die zu Zwecken einer aktiven Entwärmung des Piezoaktors elektrisch aktivierbare Kühlelemente in Form von Peltierelementen vorsehen.

Der Druckschrift JP 07131085 A ist ein piezoelektrischer Aktor in Form eines aus einer Vielzahl einzelner piezoelektrischer Lochscheiben zusammengesetzten Aktorstapels zu entnehmen, in dessen inneren Hohlkanal zu Kühlzwecken eine doppelrohrartige Kühlstruktur eingebracht ist.

Der Druckschrift JP 7094797 A ist gleichfalls ein aus einer Vielzahl einzelner piezoelektrischer Lochscheiben zusammengesetzter Piezoaktorstapel zu entnehmen, der über einen innenliegenden Hohlraum verfügt sowie mit einem den Piezoaktorstapel umfassenden Gehäuse einen Zwischenraum einschließt. Zu Kühlzwecken zirkuliert ein Kühlmittel in einem geschlossenen Kühlkreislauf durch den innenliegenden Hohlraum sowie den radial außen liegenden Zwischenraum des Aktors. Die Zirkulation des Kühlmittels wird durch Ventile gesteuert, die abwechselnd geöffnet und geschlossen werden.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Stellantrieb zum uniaxial bidirektionalen Auslenken eines Stellgliedes, das mittel- oder unmittelbar durch einen Festkörperaktor betätigbar ist, der wenigstens ein sich mit einer ersten Stirnseite in einem Gehäuse abstützendes Festkörperaktorende aufweist, das bei Änderung einer am Festkörperaktor anlegbaren elektrischen Spannung oder eines am Festkörperaktor wirkenden Magnetfeldes zumindest eine Längenänderung in einer dem Festkörperaktor zuordenbaren Längserstreckung erfährt, die mittels einer der ersten Stirnseite in Längserstreckung des Festkörperaktors gegenüberliegenden zweiten Stirnseite mittel- oder unmittelbar auf das Stellglied zu dessen Verstellung übertragbar ist, derart weiterzubilden, dass einer betriebsbedingten Erwärmung des Festkörperaktors, insbesondere in einem dynamischen Leistungsbetrieb, durch eine effektivere Wärmeableitung entgegengetreten wird, als es mit den bisher bekannten Kühlmaßnahmen der Fall ist. Insbesondere sollen die für die Kühlung des Festkörperaktors zu treffenden Maßnahmen das Einsatzspektrum des Stellantriebes weder behindern noch beschränken und darüber hinaus mit möglichst einfachen, kostengünstigen konstruktiven Vorkehrungen darstellbar sein.

Die Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Gegenstand des Anspruches 8 ist ein lösungsgemäßes Verfahren zum Kühlen eines Festkörperaktors, der in einem Gehäuse eines Stellantriebes integriert ist. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind Gegenstand

der Unteransprüche sowie der weiteren Beschreibung insbesondere unter Bezugnahme auf die Ausführungsbeispiele zu entnehmen.

Lösungsgemäß ist ein Stellantrieb gemäß den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruches 1 derart ausgebildet, dass das Gehäuse den Festkörperaktor zumindest abschnittsweise umschließt und mit dem Festkörperaktor wenigstens einen Zwischenraum fluiddicht begrenzt. Der Festkörperaktor weist zudem einen, den Festkörperaktor zumindest bereichsweise, vorzugsweise vollständig durchsetzenden Hohlkanal auf, dessen ein Hohlkanalende mit einer das Gehäuse durchsetzenden ersten Hohlleitung verbunden ist. Das andere Hohlkanalende des zumindest teilweise durch den Festkörperaktor hindurchragenden Hohlkanals mündet mittel- oder unmittelbar in den wenigstens einen Zwischenraum, den der Festkörperaktor mit dem Gehäuse fluiddicht begrenzt. Zudem ist der wenigstens eine Zwischenraum fluiddicht mit einer das Gehäuse durchsetzenden zweiten Hohlleitung verbunden.

Das lösungsgemäß vorgeschlagene Kühlkonzept für eine effektive Entwärmung des sich betriebsbedingt erwärmenden Festkörperaktors nutzt die thermische Ankopplung eines gasförmigen oder flüssigen Kühlmittels an die unmittelbare Oberfläche des innerhalb des Stellantriebes eingehausten Festkörperaktors. Um für eine effektive Kühlung zu sorgen, sieht der wenigstens eine Festkörperaktor wenigstens einen liegenden Hohlkanal vor, durch den über eine geeignete Zuleitung das Kühlmittel zugeleitet wird. Das Kühlmittel durchströmt somit zunächst den innen liegenden Hohlkanal des Festkörperaktors, wodurch dieser von innen einen wirksamen Wärmeentzug erfährt. Nach Durchtritt des Kühlmittels durch den Hohlkanal wird das Kühlmittel in geeigneter Weise umgeleitet, so dass es in umgekehrter Überströmungsrichtung verglichen zur längs des innen liegenden Hohlkanals orientierten Durchströmungsrichtung mit der außen liegenden Festkörperaktoroberfläche in thermischen Kontakt tritt. Hierbei erfolgt ein von außen auf den Festkörperaktor einwirkender Wärmeentzug. Nachdem das Kühlmittel vorzugsweise die gesamte Außenoberfläche des Festkörperaktors überströmt hat, wird das Kühlmittel von diesem und ebenso aus dem Stellantrieb über eine entsprechende Ableitung abgeführt. Selbstverständlich ist es möglich den

Stellantrieb mit einer umgekehrten Durchströmungsrichtung mit dem Kühlmittel zu beaufschlagen, d.h. zunächst erfolgt eine Kühlung des Festkörperaktors an seiner Außenseite, bevor das Kühlmittel durch den wenigstens einen innenliegenden Hohlkanal geführt und anschließend abgeführt wird.

Je nach konstruktiver Ausgestaltung des Stellantriebes sowie auch in Abhängigkeit von dessen Verwendungs- und Einsatzzweck können zwischen gasförmigen und flüssigen Kühlmitteln geeignet gewählt werden. In einer vorteilhaften Ausgestaltung des lösungsgemäßen Kühlkonzeptes für in Stellantrieben integrierten Festkörperaktoren wird das von dem Festkörperaktor abgeleitete Kühlmedium, das auf aufgrund der thermischen Ankopplung durch den Wärmeentzug vom Festkörperaktor selbst eine Erwärmung erfährt, einem externen, d.h. räumlich getrennt vom Stellantrieb, Kühlprozess unterzogen und nach entsprechender Abkühlung erneut im Rahmen eines geschlossenen Kreislaufes dem Festkörperaktor erneut zugeführt. Auf diese Weise wird ein Verlust an Kühlmittel vermieden.

Das lösungsgemäße Kühlkonzept ist für sämtliche Festkörperaktoren innerhalb eines Stellantriebes anwendbar, so vorzugsweise für aus piezoelektrischen oder magnetostriktiven Material gefertigte Festkörperaktoren. Für die Erläuterung des lösungsgemäßen Kühlkonzeptes sei im Weiteren auf einen mit einem piezoelektrischen Aktor ausgestatteten Stellantrieb verwiesen, der jedoch nicht einschränkend für das allgemeine Lösungskonzept zur Kühlung eines in einem Stellantrieb integrierten Festkörperaktors zu sehen ist.

Kurze Beschreibung der Erfindung

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben. Es zeigt:

- Fig. 1 Längsschnitt durch einen Stellantrieb mit lösungsgemäßem Kühlkonzept,
- Fig. 2 a, b Längs- und Querschnitt durch ein Verbindungsstück zum Verbinden zweier Aktorelemente innerhalb des Stellantriebes,
- Fig. 3 a-d Querschnittsdarstellungen von weiteren Varianten zur Ausbildung von Verbindungsstücken und
- Fig. 4 Längsschnitt durch einen stark schematisierten Stellantrieb mit vier axial in Serie geschalteten, hohlzylinderförmigen Aktorelementen

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

Figur 1 zeigt einen lösungsgemäß ausgebildeten Stellantrieb im Längsschnitt, der innerhalb eines Gehäuses 1 einen aus piezoelektrischem Material bestehenden Festkörperaktor 2 vorsieht, der im illustrierten Ausführungsbeispiel aus zwei hohlzylinderartig piezoelektrischen Festkörperelementen 3, 4 zusammengesetzt ist. Die hohlzylinderförmig ausgebildeten piezoelektrischen Festkörperelemente 3, 4 sind über ein vorzugsweise aus Kunststoff bestehendes, hülsenartig ausgebildetes Verbindungsteil 5 zu einem einheitlichen hohlzylinderartig ausgebildeten Körper gefügt, der einen inneren Hohlkanal 6 umschließt.

Die einzelnen piezoelektrischen Festkörperelementen 3, 4 sind jeweils aus einem monolithischen, piezoelektrischen Material zu einem Hohlzylinder geformt, an dessen beiden Hohlzylinderstirnseiten Elektroden angebracht sind, über die eine elektrische Spannung zur kontrollierten Längenausdehnung der piezoelektrischen Festkörperelemente 3, 4 applizierbar ist. Alternativ ist es gleichfalls möglich, die einzelnen hohlzylinderförmig ausgebildeten piezoelektrischen Elemente 3, 4 aus einer Vielzahl schicht- oder lochscheiben-artig ausgebildeter Piezoelemente zu jeweils einem Aktorstapel zusammen zu setzen, wobei die einzelnen schicht- oder scheibenförmigen Piezoelemente jeweils aufeinander abgestimmt über eine kammartig ausgebildete Elektrodenstruktur mit elektrischer Spannung zur Aktoraktivierung beaufschlagt werden.

Durch die serielle, koaxiale Kopplung der beiden einzelnen piezoelektrischen Elemente 3, 4 zu einem als Hohlzylinder in Erscheinung tretenden Festkörperaktor 2 gelangen die Stellwegänderungen beider einzelnen piezoelektrischen Elemente 3, 4 bei geeigneter elektrischer Ansteuerung in additive Überlagerung. Selbstverständlich ist es möglich weitere hohlzylinderartig ausgebildete piezoelektrische Elemente über geeignet ausgebildete Zwischenstücke 5 miteinander zu kombinieren, um auf diese Weise die Gesamtstellwegänderung des Festkörperaktors 2 zu vergrößern.

Das zur Verbindung jeweils zweier piezoelektrischer Elemente 3, 4 dienende Verbindungsstück 5 ist als zylinder- bzw. hülsenartiges Kunststoffbauteil ausgebildet und verfügt über einen äußeren Hüsendurchmesser, der dem Innendurchmesser der jeweils hohlzylinderförmig ausgebildeten piezoelektrischen Elemente 3, 4 entspricht. Zur Verbindung beider hohlzylinderförmig ausgebildeten piezoelektrischen Elemente 3, 4 stoßen beide Elemente bündig an jeweils an ihren Stirnseiten unmittelbar zusammen, wobei beide piezoelektrischen Elemente 3, 4 zur dauerhaften Fügung innwandig mit dem hülsenartigen Verbindungsstück 5 mittels eines Adhäsivklebstoffes verbunden werden. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass die zwischen beiden piezoelektrischen Elementen 3, 4 axial wirkenden Stellkräfte, die von den kontrolliert ansteuerbaren Längenveränderungen beider piezoelektrischen Elementen 3, 4 herrühren, verlustfrei von einem auf das andere Element übertragen werden.

Der auf die vorstehende Weise aus zwei einzelnen piezoelektrischen, hohlzylinderförmig ausgebildeten Elementen 3, 4 zusammengesetzte Festkörperaktor 2 verfügt somit über ein erstes stirnseitiges Ende 7' sowie ein diesem gegenüberliegendes zweites stirnseitiges Ende 7". Beide stirnseitigen Enden 7', 7" des Festkörperaktors 2 sind ebenfalls mit einem hülsenartig ausgebildeten Element 8, 9 verbunden, die innwandig an der Hohlzylinderinnenwand des Festkörperaktors 2 festsitzend verklebt sind und den Festkörperaktor 2 nach außen überragen. Die die Stirnseiten 7', 7" des Festkörperaktors 2 überragenden Bereiche der hülsenartigen Elemente 8, 9 dienen, wie der weiteren Beschreibung zu entnehmen ist, zur exakten Zentrierung des Festkörperaktors 2 innerhalb des

Gehäuses 1. So mündet der die erste Stirnseite 7' des Festkörperaktors 2 überragende Bereich des hülsenartigen Elementes 8 passgenau und fluiddicht in eine in einem Ventilblock 10 eingebrachte Öffnung 11 ein, über die der Festkörperaktor 2 relativ zum Ventilblock 10 fest gefügt ist. Der Ventilblock 10 seinerseits mündet mit einem an den Innenquerschnitt des Gehäuses 1 angepassten Fortsatz 12 in das stirnseitige Ende des hohlzylinderförmig ausgebildeten Gehäuses 1 und verbindet dieses mit dem Ventilblock 10 fluiddicht.

Die Dimensionierungen des Außendurchmessers des zylinderförmig ausgebildeten Festkörperaktors 2 sowie der Innendurchmesser des den Festkörperaktor 2 umgebenden, hohlzylinderförmig ausgebildeten Gehäuses 1 sind derart aufeinander abgestimmt, so dass zwischen der Innenwand des Gehäuses 1 sowie der zylinderförmigen Außenmantelfläche des Festkörperaktors 2 ein Zwischenraum 13 eingeschlossen ist. Der Zwischenraum 13 erstreckt sich über die gesamte Länge des Festkörperaktors 2, der innerhalb des Gehäuses 1 an seiner zweiten Stirnseite 7" gleichsam zentriert gelagert ist. Hierzu mündet der die zweite Stirnseite 7" überragende Bereich des hülsenartigen Elementes 9 in eine entsprechende stufenförmige Ausnehmung 14 eines axial beweglich gelagerten Stellgliedes 15 ein. Das Stellglied 15 ist seinerseits relativ zum Gehäuse 1 über ein zentrierendes Mittel 16 zentriert, an dessen radial nach innen gewandten Gleitfläche, das Stellglied 15 mit einem ringförmigen Fortsatz 15' in axialem Gleitkontakt steht. Die radiale Außenseite des zentrierenden Mittels 16 ist über eine Presssitzpassung gegen die Innenkontur des Gehäuses 1 fest gefügt, so dass die Verbindung zwischen dem zentrierenden Mittel 16 und dem Gehäuse 1 fluiddicht abschließt. In gleicher Weise stellt der Gleitkontakt zwischen dem ringförmigen Fortsatz 15' des Stellgliedes 15 und der Innenwand des zentrierenden Mittels 16 eine fluiddichte Fügung dar.

Zum Zwecke einer auf den Festkörperaktor 2 einwirkenden mechanischen Vorspannung, die für die Aktorfunktion insbesondere für den Vorgang der Aktorkompression nach einer erfolgten Aktorlängung erforderlich ist, ist ein Federelement 17 vorgesehen, das den über das Gehäuse 1 hinausragenden Teil des Stellgliedes 15 bereichsweise radial umfasst und axial einseitig an einer

Abstützplatte 18 angrenzt, die über vorzugsweise als Schraubverbindungen ausgebildete Befestigungsmittel 19 entgegen der Federkraft des Federelementes 17 mit der in der Darstellung entnehmbaren rechten Stirnseite des Gehäuses 1 verbunden ist. Das Federelement 17 stützt sich mit seiner der Abstützplatte 18 gegenüberliegenden Federseite unmittelbar an einem ringförmigen Absatz 15'' am Stellglied 15 ab und treibt somit das Stellglied 15 federkraftbeaufschlagt axial entgegen des innerhalb des Gehäuses 1 zentriert gelagerten Festkörperaktors 2.

Wird der Festkörperaktor 2 durch entsprechende Beaufschlagung mittels einer elektrischen Spannung aktiviert, so dehnt sich der Festkörperaktor 2 entgegen der Federkraft des Federelementes 17 aus und bewegt das Stellglied 15 in axialer Richtung, d. h. bei Längenausdehnung des Festkörperaktors 2 wird das Stellglied 15 in der dargestellten Figur nach rechts ausgelenkt; im elektrisch spannungsfreien Fall bewirkt das Federelement 17 für eine beschleunigte Längenreduktion des Festkörperaktors 2. Ein derartiger Stellantrieb vermag hochdynamische Aktorauslenkungen zu realisieren, wie sie insbesondere zu Prüfzwecken an Proben zum Einsatz gelangen. Derartige hochdynamische Prozesse bewirken jedoch eine starke Erwärmung des Festkörperaktors 2, den es mit Hilfe der lösungsgemäß illustrierten Konstruktion effektiv zu kühlen gilt.

Zu Zwecken der aktiven Festkörperaktorkühlung ist im Ventilblock 10 eine erste Hohlleitung 20 vorgesehen, die fluiddicht mit dem den Festkörperaktor 2 vollständig durchsetzenden Hohlkanal 6 verbunden ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind zwei Leitungszuführungen 20 innerhalb des Ventilblockes 10 eingebracht, die über das hülsenartige Element 8 in den Hohlkanal 6 des Festkörperaktors 2 münden.

Der Hohlkanal 6 ist im Bereich seiner zweiten Stirnseite 7'' fluidisch mit dem Zwischenraum 13, den der Festkörperaktor 2 und das Gehäuse 1 jeweils radial begrenzen, verbunden. Hierzu ist im Bereich des Stellgliedes 15 wenigstens eine radial angebrachte Durchtrittsöffnung 15''' vorgesehen, die innerhalb einer sacklochartig ausgebildeten Ausnehmung innerhalb des Stellgliedes 15 angeordnet ist. Die sacklochartig ausgebildete Ausnehmung innerhalb des Stellgliedes 15 ist mit

dem Hohlkanal 6 über das hülsenartig ausgebildete Element 9 fluiddicht verbunden. Der Zwischenraum 13 ist schließlich mit einer das Gehäuse 1 im Bereich der ersten Stirnseite 6 des Festkörperaktors 2 mit wenigstens einer zweiten Hohlleitung 21 verbunden.

Zu Kühlzwecken des Aktors wird flüssiges oder gasförmiges Kühlmittel durch die erste Hohlleitung 20 in den Hohlkanal 6 des Festkörperaktors 2 geführt, so dass das Kühlmittel im dargestellten Fall von links nach rechts durch den Hohlkanal 6 strömt. Über die Verbindungsöffnung 15'''' gelangt das Kühlmittel in den Zwischenraum 13, in dem es mit umgekehrter Durchströmungsrichtung, d. h. im dargestellten Fall von rechts nach links die Manteloberfläche des Festkörperaktors 2 überströmt und dadurch zu kühlen vermag. Letztlich tritt das Kühlmittel über den zweiten Hohlkanal 21 nach außen aus.

Selbstverständlich ist es möglich das Kühlmittel auch in der umgekehrten Durchströmungsrichtung zu Kühlzwecken durch den Stellantrieb zu führen, d. h. der Kühlmittleinlass erfolgt über die zweite Hohlleitung 21, so dass das Kühlmittel zunächst durch den Zwischenraum 13 strömt und somit die Außenseite des Festkörperaktors 2 zu kühlen vermag. Anschließend gelangt das Kühlmittel durch die wenigstens eine Verbindungsöffnung 15'''' in den Hohlkanal 6 des Festkörperaktors 2 und tritt schließlich über die erste Hohlleitung 20 nach außen.

Für einen geeigneten Leitungsdruck, mit dem das Kühlmittel durch die entsprechenden Hohlleitungen innerhalb des Stellantriebes getrieben wird, sorgt eine nicht weiter dargestellte Förderpumpe, die mit einem ebenso nicht dargestellten Kühlmittelreservoir verbunden ist.

Um einen unnötigen Kühlmittelverlust zu vermeiden, bietet es sich an, das Kühlmittel nach Austritt aus dem Stellantrieb zu kühlen, d. h. einer entsprechenden Kühleinheit zuzuführen, die in einem geschlossenen Kreislauf mit einem Kühlmittelreservoir verbunden ist, aus dem die Zuleitung von Kühlmittel in den Stellantrieb sichergestellt wird.

Der illustrierte Stellantrieb ist in einem Prüfrahmen P montiert. Hierzu ist der Stellantrieb über den Ventilblock 10 an einer entsprechend ausgebildeten Befestigungsplatte 22 am Prüfrahmen P fest angebracht. Der aus dem Stellantrieb überragende Bereich des Stellgliedes 15 mündet axial geführt in eine Kraftmessdose 23, die ihrerseits gleichfalls über eine Befestigungsplatte 24 am Prüfrahmen P befestigt ist.

Wie bereits erwähnt, ist es bei seriell-koaxialer Kopplung zweier piezoelektrischer Elemente 3, 4 zu einem einheitlichen, als Hohlzylinder in Erscheinung tretenden länglichen Festkörperaktor 2 hilfreich und erforderlich beide Elemente 3, 4 im Bereich ihrer jeweils stirnseitig einander zugewandten Enden mit einem zylinder- bzw. hülsenartigen Verbindungsstück fest aneinander zu fügen. Dabei gelangen die stirnseitigen Enden beider piezoelektrischen Elemente 3, 4 in unmittelbaren Kontakt, während den Stirnseiten nahe liegende Innenwandbereiche beider Elemente 3, 4 über das hülsenartige Verbindungsstück mittels Adhäsionskleber fest zusammengefügt sind.

Im Bestreben den gesamtheitlichen Festkörperaktor 2 zu vergrößern, um auf diese Weise größere Stellwege und/oder größere Stellkräfte generieren zu können, bietet es sich an mehr als zwei hohlzylinderartig ausgebildete Einzelaktoren, sei es in Form piezoelektrischer oder magnetostriktiver hohlzylindrischer Elemente oder Aktorstapel, die jeweils aus einer Vielzahl von schicht- oder lochscheibenartig ausgebildeten piezo- oder magnetostriktiven Einzelkomponenten zusammengesetzt sind, zu kombinieren. Dies jedoch setzt ein Verbindungsstück voraus, das für eine optimierte gegenseitige stabile Abstützung sowie auch für eine exakte Zentrierung der axial gefügten Aktorelemente relativ zueinander sowie auch gegenüber dem den gesamten Festkörperaktor umgebenden Gehäuse sorgt.

Eine bevorzugte Ausführungsform zur Ausbildung eines derartigen Verbindungsstückes 5' ist in Figur 2a in Form eines Längsschnittes sowie in Figur 2b als Querschnittsdarstellung durch einen Stellantrieb illustriert. Das Verbindungsstück

5' besteht im Wesentlichen aus einem zylinder- bzw. hülsenförmig ausgebildeten Grundkörper 51, dessen äußerer Hülsendurchmesser jeweils dem Innendurchmesser der hohlzylinderförmigen Aktorelemente 3', 4' entspricht. Im dargestellten Fallbeispiel ist angenommen, dass die hohlzylinderförmig ausgebildeten Aktorelemente 3', 4' über gleiche Geometrien verfügen, so dass der hohlzylinderförmig ausgebildete Grundkörper 51 über einen einheitlichen äußeren Hülsendurchmesser verfügt. Selbstverständlich sind Ausgestaltungsformen des hohlzylinderförmigen Grundkörpers 51 denkbar, bei denen der Außendurchmesser individuell an die Innendurchmesser unterschiedlich dimensionierter, hohlzylinderförmig ausgebildeter Aktorelemente 3', 4' angepasst ist.

Zur axialen Abstützung der Stirnseiten der beiden hohlzylinderförmig ausgebildeten Aktorelemente 3', 4' sieht das Verbindungsstück 5' einen den hohlzylinderförmigen Grundkörper umgebenden Hülsenkragen 52 vor, der zwei orthogonal zur Mantelfläche M des hohlzylinderförmigen Grundkörpers 51 orientierte, gegenseitig axial einander abgewandte Abstützflächen 53, 54 besitzt, an denen sich die hohlzylinderförmig ausgebildeten Aktorelemente 3', 4' unmittelbar stirnseitig abstützen. Der Hülsenkragen 52 umläuft die Mantelfläche M des hohlzylinderförmigen Grundkörpers 51 vollständig, so dass die Stirnseiten der Aktorelemente 3', 4' vollflächig jeweils an den Stirnseiten 53, 54 aufliegen.

In bevorzugter Weise sind die hohlzylinderförmigen Aktorelemente 3', 4' lose, d. h. ohne Adhäsivkleber mit dem Verbindungsstück 5' gefügt. Auf diese Weise werden etwaige Längenausdehnungseffekte längs der hohlzylinderförmigen Aktorelemente 3', 4' durch eine stofflich feste Verbindung mit der Mantelfläche M des Verbindungsstückes 5' nicht behindert.

Die Dimensionierung und Anordnung des Verbindungsstückes 5' wird zwischen dem jeweils axial gefügten hohlzylinderförmigen Aktorelementen 3', 4' derart gewählt, dass der Kühlmittelfluss K, wie er in Verbindung mit dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 erläutert worden ist, nicht oder nur unwesentlich beeinflusst wird. Der Hülsenkragen 52 ist jeweils radial beabstandet zum Gehäuse 1 angeordnet, so dass

der Kühlmittelfluss K, der im gezeigten Beispiel in Figur 2a längs des Hohlkanals 6 von unten nach oben sowie innerhalb des Zwischenraumes 13 von oben nach unten gerichtet ist, unbeeinflusst bleibt.

Zu Zwecken einer Zentrierung der hohlzylinderförmig ausgebildeten Aktorelemente 3', 4' innerhalb des Gehäuses 1 dienen Zentriermittel 25, die vorzugsweise in Form von stift- oder stegartigen Federelementen ausgebildet sind und jeweils in Form eines zweiseitig eingespannten Federbalkens, einerseits mit dessen radial nach innen orientierten Ende mit dem Verbindungsstück 5' und mit dem radial nach außen gewandten Ende mit dem Gehäuse 1 gefügt sind. Zu Zwecken einer definierten axialen Fixierung der Zentrierelemente 25 sieht das Gehäuse 1 an seiner Innenseite einen mechanischen Anschlag 26 vor, an dem jeweils das radial äußere Ende der Zentrierelemente 25 aufliegt. Zur axialen Sicherung sowie Fixierung der Zentrierelemente 25 dient eine Fixierhülse 27, die innwandig in das Gehäuse 1 eingebracht ist.

Die Zentrierelemente 25, die gemäß Querschnittsdarstellung in Figur 2b die Verbindungshülse 5' an vier lokalen Stellen zentrisch zum Gehäuse 1 fixieren, vermögen sich bei Längenänderung der hohlzylinderförmig ausgebildeten Aktorelemente 3', 4' in Axialrichtung zu verformen, so dass gewährleistet ist, dass die Zentrierelemente 25 die Längenänderung der Aktorelemente 3', 4' nicht zu behindern vermögen. Selbstverständlich können weniger oder mehr als vier Zentrierelemente 25 zu Zwecken der Zentrierung der Verbindungshülse 5' innerhalb des Gehäuses, möglichst gleich verteilt in Umfangsrichtung um das hülsenförmig ausgebildete Verbindungsstück 5' vorgesehen werden. Um die axiale Lageänderung der Aktorelemente 3', 4' nicht zu behindern, ist es besonders vorteilhaft, die radial nach innen gewandten Enden der Zentrierelemente radial gleitend in dem Verbindungsstück 5' zu lagern.

Mit Hilfe des vorgeschlagenen Verbindungsstückes 5' können Stellantriebe realisiert werden, deren Festkörperaktor sich aus zwei aber insbesondere aus drei und mehreren, einzelnen hohlzylinderförmig ausgebildeten Aktorelementen

zusammensetzt. Die Verbindungsstücke sichern sowohl den axialen Zusammenschluss jeweils zweier Aktorelemente, aber helfen insbesondere eine radial gerichtete Verkipfung oder Lageänderung zu vermeiden, vor allem bei Festkörperaktoren, die sich aus vielen axial gekoppelten Aktorelementen zusammensetzen und so eine beträchtliche Gesamtaktorlänge ergeben.

In Figur 3a ist ein weiteres Ausführungsbeispiel in Längsschnittdarstellung und als perspektivisches Einzelteil zur Realisierung eines Verbindungsstückes 5" dargestellt, das gleichsam zum Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2a, b über einen hohlzylinderförmigen Grundkörper 51' verfügt, der einen Außendurchmesser besitzt, der den Innendurchmessern der ansonsten gleichförmig ausgebildeten hohlzylinderförmigen Aktorelementen 3", 4" entspricht. Das hohlzylinderförmige ausgebildete Verbindungsstück 5" weist ebenfalls einen Hülsenkragen 52' auf, der den hohlzylinderförmigen Grundkörper 51' des Verbindungsstückes 5" ringartig vollständig umfasst und zwei Abstützflächen 53', 54' aufweist, an denen sich die Stirnseiten beider Aktorelemente 3", 4" abstützen.

Zusätzlich ist im Hülsenkragen 52' eine Vielzahl radial orientierter Durchgangskanäle 28 eingebracht, durch die Kühlmittel vom inneren Hohlkanal 6 in den Zwischenraum 13 oder umgekehrt fließen kann. Das Gehäuse 1 ist nur andeutungsweise gezeigt.

Die Vielzahl von Durchgangskanälen 28 ist in azimuthaler Gleichverteilung innerhalb des Hülsenkragens 52' eingebracht, so dass ein möglichst symmetrischer Kühlmittelfluss bzw. Kühlmittelaustausch zwischen dem Hohlkanal 6 und dem Zwischenraum 13 durch das Verbindungsstück 5' hindurch erfolgen kann.

In Abwandlung zu der Kühlmittelzu- und abführung in den Hohlkanal 6, wie dies in Zusammenhang mit dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 beschrieben ist, bietet es sich in Anwendung des in Figur 3a illustrierten Verbindungsstückes 5' an, die Kühlmittelzuführung durch die innerhalb des Verbindungsstückes 5' radial orientierten Durchgangskanäle 28 vorzunehmen. Auf diese Weise bildet sich innerhalb des Hohlkanals 6 eine Aufteilung der Strömungsrichtung in zwei axial

entgegengesetzte Strömungsrichtungen aus, wie dies in Figur 3a durch die Strömungspfeile illustriert ist. Zur Kühlmittelzuführung längs der Durchgangskanäle 28 bietet es sich bspw. an, Verbindungskanäle 28' vorzusehen, die durch das Gehäuse 1 hindurchragen und von Außen eine Kühlmittelversorgung sicherstellen und mittel- oder unmittelbar mit den Durchgangskanälen fluidisch verbunden sind. Auf diese Weise stellt die Vielzahl der mit den Durchgangskanälen 28 verbundenen Verbindungskanäle 28' eine Zentrierung des Verbindungsstückes 5'' innerhalb des Gehäuses 1 sicher.

Zur axialen Kühlmitteldurchströmung des radial an den durch die koaxiale Kombination von zwei oder mehreren hohlzylinderförmigen Aktorelementen 3'', 4'' zusammengesetzten Festkörperaktors 2 angrenzenden Zwischenraumes 13 gilt es an den axial sich gegenüberliegenden, nicht in Figur 3a dargestellten Enden des Festkörperaktors 2' Strömungsumlenkungen vorzusehen, durch die die jeweils axial innerhalb des Hohlkanals 6 geführten Kühlmittelströmungen K in den radial außen liegenden Zwischenraum 13 gelangen. Durch die Strömungsumlenkung an beiden sich axial gegenüberliegenden Enden des Festkörperaktors 2' bilden sich zwei axial aufeinander zu orientierte Kühlmittelströmungen aus, die im Bereich des Verbindungsstückes 5' zusammentreffen, wie dies aus den Strömungspfeilen gemäß Figur 3a zu entnehmen ist. Zur Abführung der konvergent zusammentreffenden Strömungsteile K gilt es im Gehäuse 1 über wenigstens eine das Kühlmittel K abführende Hohlleitung 21 vorzusehen, über die das erwärmte Kühlmittel einer entsprechenden Kühlung zugeführt werden kann.

In Figur 3b ist eine weitere Variante zur Ausbildung eines Verbindungsstückes 5'' illustriert. In diesem Fall sei angenommen, dass das untere Aktorelement 4'' als Vollzylinder ausgebildet ist, dessen obere Stirnseite an ein stempelförmig ausgebildetes Verbindungsstück 5'' unmittelbar anstößt. Das obere Aktorelement 3'' ist hohlzylinderförmig ausgebildet und weist einen hohlzylinderförmigen Innenraum auf, in den ein hohlzylinderförmig ausgebildeter Abschnitt 55 des ansonsten stempelförmig ausgebildeten Verbindungsstückes 5'' passgenau einmündet.

Der von dem hohlzylinderförmig ausgebildeten Abschnitt 55 umgebende Hohlraum ist fluidisch mit einer Vielzahl von radial orientierten Durchgangskanälen 28^{''} verbunden, die radial frei in den Zwischenraum 13 einmünden. Ein mögliches Kühlmitteldurchströmungsszenario ist anhand der in Figur 3b illustrierten Kühlmittelströmungspfeile K zu entnehmen, wobei eine Kühlmittelzufuhr längs des Hohlkanals 6 erfolgt, so dass der Kühlmittelfluss nach Durchtritt durch die radial orientierten Durchgangskanäle 28^{''} bidirektional sowohl axial nach oben als auch nach unten gerichtet durch den Zwischenraum 13 hindurchströmt. In diesem Fall gilt es zur Abführung von erwärmtem Kühlmittel an den jeweils axial gegenüberliegenden Enden des Festkörperaktors 2 entsprechende abführende Hohlkanäle vorzusehen.

In Figur 3c ist eine Ausführungsform zur Realisierung eines Verbindungsstückes 5^{'''} illustriert, mit der es möglich ist, wenigstens drei hohlzylinderförmig ausgebildete Aktorelemente miteinander zu kombinieren. So sind zwei hohlzylinderförmig ausgebildete Aktorelemente 3A, 3B koaxial ineinander angeordnet, wobei die Aktorelemente 3a, 3b derart dimensioniert ausgebildet sind, so dass das äußere hohlzylinderförmige Aktorelement 3A das innenliegende Aktorelement 3B mit einem radialen Zwischenspalt 29 umgibt. Beide Aktorelemente 3A, 3B vermögen aufgrund ihrer koaxialen Parallelanordnung die zu generierende gesamtheitlich Stellkraft zu vergrößern. Beide hohlzylinderförmig ausgebildete Aktorelemente 3A, 3B stützen sich gemeinsam auf eine obere Abstützfläche 53^{'''} des Verbindungsstückes 5^{'''} ab. An der unteren Abstützfläche 54^{'''} grenzt stirnseitig ein hohlzylinderförmiges Aktorelement 4^{'''} an. Das Verbindungsstück 5^{'''} weist gleichsam wie im Falle der Figuren 2a, b bzw. 3a einen hohlzylinderförmig ausgebildeten Grundkörper 51^{'''} auf, dessen Außendurchmesser an den Innendurchmesser der hohlzylinderförmigen Aktorelementen 3B sowie 4^{'''} angepasst ist.

Zur Kühlung der Aktorelemente 3A, 3B sowie 4^{'''} sind innerhalb des Hülsenkragens 52^{'''} Durchgangskanäle eingebracht. Wenigstens ein erster Durchgangskanal 28A sorgt für eine fluidische Verbindung zwischen dem außen liegenden Zwischenraum 13 und dem radialen Zwischenspalt 29. Wenigstens ein zweiter Durchgangskanal

28b sorgt für einen Kühlmittelaustausch zwischen dem inneren Hohlkanal 6 und dem Zwischenraum 13.

Die in Figur 3c dargestellten Strömungspfeile geben die sich innerhalb des Hohlkanals 6, des Zwischenraums 13 sowie des radialen Zwischenspaltes 29 einstellende Kühlmittelströmung K wieder.

In Figur 3d ist ein weiteres Ausführungsbeispiel zur Realisierung der axialen Kombination zweier hohlzylinderförmig ausgebildeter Aktorelemente 3^{''''} sowie 4^{''''} angegeben, wobei sich beide Aktorelemente hinsichtlich ihrer Dicke der Hohlzylinderwand signifikant unterscheiden. Im dargestellten Fallbeispiel ist das obere hohlzylinderförmig ausgebildete Aktorelement 3^{''''} in der Wandstärke größer ausgebildet als das untere Aktorelement 4^{''''}. Das zwischen beiden Aktorelementen angeordnete Verbindungsstück 5^{''''} weist in diesem Fall keinen hohlzylinderförmig ausgebildeten Grundkörper auf, vielmehr ist das Verbindungsstück 5^{''''} in Form eines Verbindungspfropfens ausgebildet, dessen äußere Kontur sich an die Innendurchmesser der jeweiligen hohlzylinderförmig ausgebildeten Aktorelemente 3^{''''} bzw. 4^{''''} fluiddicht anschmiegt. Das Verbindungsstück 5^{''''} verfügt über Durchgangskanäle 28C, 28D, die derart dimensioniert und angeordnet sind, so dass der erste Durchgangskanal 28C eine fluidische Verbindung zwischen dem Hohlkanal 6B, der von dem unteren Aktorelement 4^{''''} begrenzt wird, mit dem Zwischenraum 13 herstellt, wohingegen der zweite Durchgangskanal 28D den Hohlkanalabschnitt 6A der vom oberen hohlzylinderförmig ausgebildeten Aktorelement 3^{''''} begrenzt wird, mit dem radial außen liegenden Zwischenraum 13 verbindet. Beide Durchgangskanäle 28B, 28C münden jeweils in einer einheitlichen axialen Austrittsebene A, die den Hülsenkragen 52^{''''} durchsetzt.

Sämtliche in den Figuren 1 bis 3 illustrierten Verbindungsstücke dienen einer sicheren axialen Kombination jeweils von zwei hohlzylinderförmig ausgebildeter Aktorelemente, oder wie im Fall der Figur 3b einem vollzylinderförmig ausgebildeten Aktorelement mit einem hohlzylinderförmig ausgebildeten Aktorelement. Selbstverständlich ist es möglich sämtliche illustrierten Verbindungsstücke für die

axiale Kombination einer beliebigen Anzahl einzelner hohlzylinderförmig ausgebildeter Aktorelemente zur Ausbildung eines großen, länglich ausgebildeten Festkörperaktors in beliebiger Kombination miteinander einzusetzen.

Fig. 4 illustriert eine von vielen Möglichkeiten zur Ausbildung eines Stellantriebes mit mehr als zwei koaxial kombinierten, einzelnen hohlzylinderförmig ausgebildeten Aktorelementen. Der stark schematisiert in Fig. 4 dargestellte Stellantrieb 1 weist innerhalb sein es Gehäuses 1 vier axial in Serie kombinierte hohlzylinderförmig ausgebildete Einzelaktoren 30, 31, 32, 33 auf, die in ihrer gesamten seriellen Anordnung den Festkörperaktor bilden, der sich mit seinem unteren Ende an einem mechanisch festen Gegenlager 34 am Gehäuse 1 einseitig abstützt und dessen oberes Ende das Stellglied 15 aufweist, das durch das Gehäuse 1 hindurch ragt. Die Fig. 4 soll insbesondere verdeutlichen, dass mehrere unterschiedliche Verbindungsstücke 5“, 5’, 5“ für den Aufbau eines Festkörperaktors 2 einsetzbar sind. So werden die hohlzylinderförmigen Aktorelemente 30 und 31 sowie 32 und 33 jeweils über ein Verbindungsstück 5“ axial gefügt, das in Fig. 3a illustriert ist. Das betreffende Verbindungsstück 5“ verfügt über radial orientierte Durchgangskanäle 28’, die im illustrierten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 fluiddicht mit der Gehäusewand 1 verbunden sind und auf diese Weise einen radialen Zu- bzw. Abfluss eines Kühlmittels K von außen in das Innere des Festkörperaktors 2 oder umgekehrt ermöglichen. Die Verbindungskanäle 28’ des Verbindungsstückes 5“, das die hohlzylinderförmig ausgebildeten Aktorelemente 32 und 33 koaxial miteinander verbinden, dienen im angegebenen Fallbeispiel als Ausflusskanäle, durch die jeweils Kühlmittel vom inneren Hohlraum 6 nach außen abfließen kann, wo es einer Kühleinrichtung (nicht dargestellt) zugeführt wird, von der das Kühlmittel K wieder erneut durch die Durchgangskanäle 28’ des die Aktorelemente 30 und 31 verbindenden Verbindungsstückes 5“ zur Zuführung in den Festkörperaktor im Kreislauf zugeführt werden kann.

Um die axiale Festkörperlängsausdehnung nicht einzuschränken, gilt es dafür Sorge zu tragen, die Durchgangskanäle 28' jeweils möglichst flexibel zu gestalten, so dass sich der Festkörperaktor 2 in dessen Längsrichtung ungehindert ausdehnen kann.

Zur coaxialen Verbindung der hohlzylinderförmig ausgebildeten Aktorelemente 31, 32 dient das in den Fig. 2a und b illustrierte Verbindungsstück 5', dessen radial orientierte Zentrierelemente 25 den Festkörperaktor 2 zentrisch und coaxial innerhalb des Gehäuses 1 zu zentrieren vermögen.

Selbstverständlich können beliebig weitere Kombinationen der vorstehend illustrierten, insbesondere unter Bezugnahme auf die Fig. 3a bis d skizzierten Verbindungsstücke für den Aufbau eines lösungsgemäß ausgebildeten Stellantriebes mit einem Festkörperaktor großer Aktorlängen eingesetzt werden.

Bezugszeichenliste

1	Gehäuse
2	Festkörperaktor
3, 4	piezoelektrisches Element
3', 3'', 3''', 3'''' , 3'''''	Hohlzylinderförmiges Aktorelement
4', 4'', 4''', 4''''	
4''''	Vollzylinderförmiges Aktorelement
5	hülsenartiges Element
51	hülsenartiger Grundkörper
52	Hülsenkragen
53	Abstützfläche
54	Abstützfläche
55	hohlzylinderförmig ausgebildeter Abschnitt
6	Hohlkanal
6A, 6B	Hohlkanalabschnitte
7', 7''	Erste, zweite Stirnseite des Festkörperaktors
8	hülsenartiges Element
9	hülsenartiges Element
10	Ventilblock
11	Ausnehmung
12	Fortsatz
13	Zwischenraum
14	Gestufte Ausnehmung

15	Stellglied
15'	ringartiger Fortsatz
15''	ringartige Anschlagfläche
15'''	Verbindungsöffnung
16	zentrierendes Mittel
17	Federelement
18	Befestigungsplatte
19	Befestigungsmittel
20	erste Hohlleitung
21	zweite Hohlleitung
22	Befestigungsplatte
23	Kraftmessdose
24	Befestigungsplatte
25	Zentrierelement
26	Mechanischer Anschlag
27	Fixierhülse
28, 28A, 28B, 28C, 28D	Durchgangskanal
28'	Verbindungskanal
29	Radialer Zwischenspalt
30-33	Hohlzylindrisches Aktorelement
34	Mechanischer Anschlag
A	Austrittsebene
P	Prüfrahmen

Patentansprüche

1. Stellantrieb zum uniaxialen, bidirektionalen Auslenken eines Stellgliedes (15), das mittel- oder unmittelbar durch einen Festkörperaktor (2) betätigbar ist, der wenigstens ein sich mit einer ersten Stirnseite (7') mittel- oder unmittelbar in einem Gehäuse (1) abstützendes Festkörperaktorende aufweist, das bei Änderung einer am Festkörperaktor (2) anlegbaren elektrischen Spannung oder eines am Festkörperaktor wirkenden Magnetfeldes zumindest eine Längenänderung in einer dem Festkörperaktor (2) zuordenbaren Längserstreckung erfährt, die mittels einer der ersten Stirnseite (7') in Längserstreckung des Festkörperaktors (2) gegenüberliegenden zweiten Stirnseite (7'') mittel- oder unmittelbar auf das Stellglied (5) zu dessen Lageverstellung übertragbar ist, wobei das Gehäuse (1) den Festkörperaktor (2) zumindest abschnittsweise umschließt und mit dem Festkörperaktor (2) wenigstens einen Zwischenraum (13) fluidicht begrenzt und der Festkörperaktor (2) einen den Festkörperaktor (2) zumindest bereichsweise durchsetzenden Hohlkanal (6) aufweist, dadurch **gekennzeichnet**, dass der den Festkörperaktor (2) zumindest bereichsweise durchsetzende Hohlkanal (6) ein Hohlkanalende aufweist, das mit einer das Gehäuse (1) durchsetzenden ersten Hohlleitung (20) verbunden ist, dass der Hohlkanal ein anderes Hohlkanalende aufweist, das in den wenigstens einen Zwischenraum (13) mündet, und dass der wenigstens eine Zwischenraum (13) fluidicht mit einer das Gehäuse (1) durchsetzenden zweiten Hohlleitung (21) verbunden ist.

2. Stellantrieb nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Festkörperaktor (2) stabförmig ausgebildet ist und einen den Festkörperaktor (2) längs seiner Längserstreckung vollständig durchsetzenden Hohlkanal (6) aufweist, der beidseitig jeweils an den Stirnseiten (7', 7'') des Festkörperaktors (2) mündet, dass das Gehäuse (1) und der Festkörperaktor (2) den Zwischenraum (13) radial begrenzen, der den Festkörperaktor (2) in dessen gesamten Längserstreckung

umschließt und im Bereich der zweiten Stirnseite (7") mit dem Hohlkanal (6) fluidisch verbunden ist, und

dass die zweite Hohlleitung (21) im Bereich der ersten Stirnseite (7') des Festkörperaktors (2) durch das Gehäuse (1) in den Zwischenraum (13) mündet.

3. Stellantrieb nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Festkörperaktor (2) ein piezoelektrischer Aktor ist, der wenigstens zwei hohlzylinderartig oder lochscheibenartig ausgebildete piezoelektrische Elemente (3, 4) vorsieht, die jeweils stirnseitig mittel- oder unmittelbar zusammengefügt sind und die jeweils über getrennte elektrische Zuleitungen mit einer elektrischen Spannung versorgbar sind.

4. Stellantrieb nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Festkörperaktor (2) ein magnetostriktiver Aktor ist, der wenigstens ein hohlzylinderartig oder lochscheibenartig ausgebildetes magnetostriktives Element oder mehrere derartige magnetostriktive Elemente vorsieht, die jeweils stirnseitig mittel- oder unmittelbar zusammengefügt sind, und dass eine Elektromagnetanordnung derart angeordnet und ausgebildet ist, dass deren veränderlich erzeugbares Magnetfeld in Wechselwirkung mit dem magnetostriktiven Aktor tritt.

5. Stellantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass im Bereich der zweiten Stirnseite (7") des Festkörperaktors (2) ein den Festkörperaktor (2) gegenüber dem Gehäuse (1) zentrierendes Mittel (16) vorgesehen ist, das sowohl mit dem Festkörperaktor (2) als auch mit dem bidirektional auslenkbaren Stellglied (15) in Wirkverbindung steht, das mit Hilfe eines Federelementes (17) den Festkörperaktor (2) axial vorspannt.

6. Stellantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass die erste Hohlleitung (20) mit einer Fluidpumpe verbunden ist, die ein aus einem Kühlmittelreservoir bevorratetes flüssiges oder

gasförmiges Kühlmittel in den Hohlkanal (6) sowie den Zwischenraum (13) fördert, und dass die zweite Hohlleitung (21) mit einem Auslass verbunden ist.

7. Stellantrieb nach Anspruch 6,

dadurch **gekennzeichnet**, dass der Auslass (21) mit einer das Kühlmittel abkühlenden Einheit fluiddicht verbunden ist, und

dass die das Kühlmittel abkühlende Einheit fluiddicht mit dem Kühlmittelreservoir verbunden ist.

8. Stellantrieb nach einem der Ansprüche 3, 5 bis 7,

dadurch **gekennzeichnet**, dass zum Fügen der jeweils stirnseitig mittel- oder unmittelbar verbundenen piezoelektrischen Elemente oder der jeweils aus einer Vielzahl von schicht- oder hohlzylinderförmig ausgebildeten piezoelektrischen Elementen zusammengesetzten Aktorstapel ein Verbindungsstück vorgesehen ist.

9. Stellantrieb nach einem der Ansprüche 4 bis 7,

dadurch **gekennzeichnet**, dass zum Fügen der jeweils stirnseitig mittel- oder unmittelbar verbundenen hohlzylinderartig oder lochscheibenartig ausgebildeten magnetostriktiven Elemente ein Verbindungsstück vorgesehen ist.

10. Stellantrieb nach Anspruch 8 oder 9,

dadurch **gekennzeichnet**, dass das Verbindungsstück zylinder- oder hülsenartig ausgebildet ist, mit einem äußeren Hüsendurchmesser, der dem Innendurchmesser der hohlzylinderförmigen Elemente oder Aktorstapel entspricht, die stirnseitig jeweils unmittelbar bündig zusammenstossen und mit dem Verbindungsstück innwandig mittels eines Adhäsivklebers verbunden sind.

11. Stellantrieb nach Anspruch 8 oder 10,

dadurch **gekennzeichnet**, dass das Verbindungsstück zylinder- oder hülsenartig ausgebildet ist, mit einem äußeren Hüsendurchmesser, der jeweils dem Innendurchmesser der hohlzylinderförmigen Elemente oder Aktorstapel entspricht, und einem das zylinder- oder hülsenartig ausgebildete Verbindungsstück an seiner

Mantelfläche in Umfangsrichtung zumindest abschnittsweise radial überragenden Hülsenkragen, der jeweils zwei orthogonal zur Mantelfläche orientierte, gegenseitig axial einander abgewandte Abstützflächen besitzt, an denen die hohlzylinderförmigen Elemente oder Aktorstapel stirnseitig zumindest abschnittsweise anliegen.

12. Stellantrieb nach Anspruch 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass der die Mantelfläche in Umfangsrichtung zumindest abschnittsweise radial überragende Hülsenkragen zum Gehäuse radial beabstandet ausgebildet und angeordnet ist.

13. Stellantrieb nach Anspruch 11 oder 12, dadurch **gekennzeichnet**, dass an dem die Mantelfläche in Umfangsrichtung zumindest abschnittsweise radial überragenden Hülsenkragen wenigstens ein Zentrierelement angebracht ist, das das Gehäuse berührt und den Festkörperaktor zentrisch innerhalb des Gehäuses abstützt.

14. Stellantrieb nach Anspruch 13, dadurch **gekennzeichnet**, dass das wenigstens eine Zentrierelement stift- oder stegartig ausgebildet und in Art eines zweiseitig fest eingespannten Federbalkens sowohl mit dem Hülsenkragen als auch mit dem Gehäuse verbunden ist.

15. Stellantrieb nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch **gekennzeichnet**, dass in dem die Mantelfläche in Umfangsrichtung zumindest abschnittsweise radial überragenden Hülsenkragen wenigstens ein Kanal integriert ist, der eine fluidische Verbindung zwischen dem Hohlkanal und dem Zwischenraum schafft.

16. Verfahren zum Entwärmen eines in einem Stellantrieb mit einem Stellglied eingehausten Festkörperaktors, der bei Änderung einer am Festkörperaktor anlegbaren elektrischen Spannung oder eines am Festkörperaktor wirkenden

Magnetfeldes zumindest eine Längenänderung in einer dem Festkörperaktor zuordenbaren Längserstreckung erfährt, die zur Stellwegänderung des Stellglied genutzt wird, **gekennzeichnet** durch folgende Verfahrensschritte:

- Vorsehen eines Festkörperaktors, der zumindest bereichsweise von einem Hohlkanal durchsetzt und innerhalb eines Gehäuses des Stellantriebes eingebracht wird,
- Zuführen eines flüssigen oder gasförmigen Kühlmittels durch ein erstes Hohlkanalende in den Hohlkanal, Durchströmen des Kühlmittels durch den Hohlkanal und Austreten des Kühlmittels durch ein zweites Hohlkanalende aus dem Hohlkanal,
- Umlenken und Führen des aus dem zweiten Hohlkanal austretenden Kühlmittels längs einer Oberfläche des Festkörperaktors in umgekehrter Durchströmungsrichtung und
- Ableiten des Kühlmittels von dem Festkörperaktor.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Kühlmittel im Falle eines hohlzylinderförmig oder lochscheibenartig ausgebildeten Festkörperaktors durch den innen liegenden Hohlkanal unidirektional hindurchgeführt wird und nach Austritt aus dem Hohlkanal an der gesamten Zylindermantelfläche des Festkörperaktors mit entgegengesetzter Strömungsrichtung zurückgeführt wird, und dass nach vollständigem Über- und Umströmen des Festkörperaktors das Kühlmedium vom Festkörperaktor abgeleitet wird.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch **gekennzeichnet**, dass das von dem Festkörperaktor abgeleitete Kühlmedium gekühlt und im Rahmen eines geschlossenen Kreislaufes dem Hohlkanal über das erste Hohlkanalende wieder zugeführt wird.

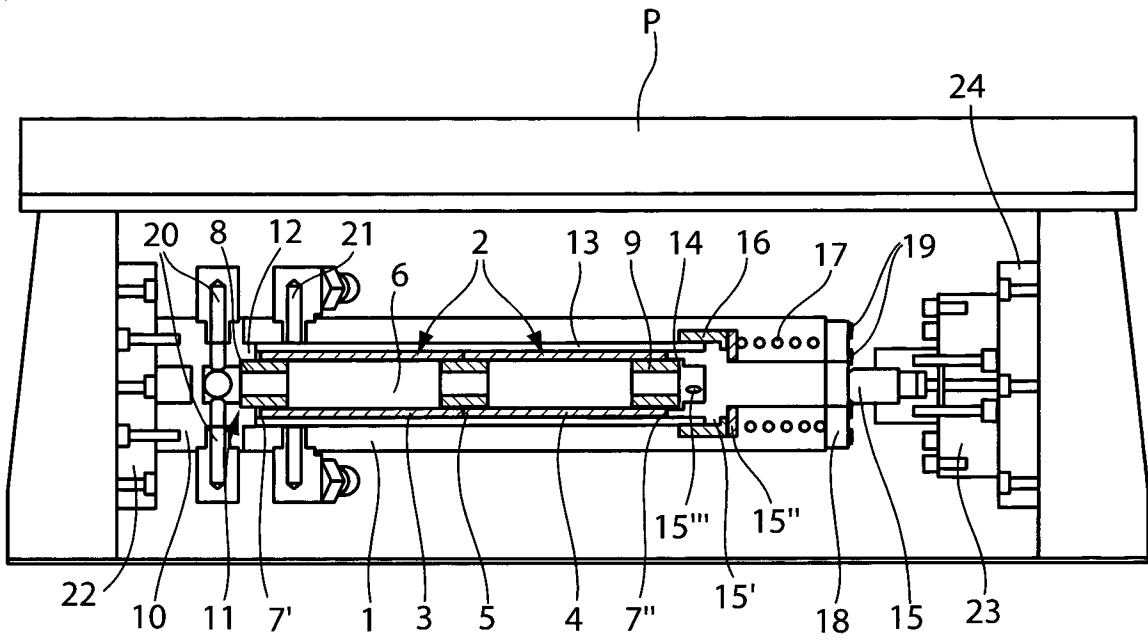


Fig.1

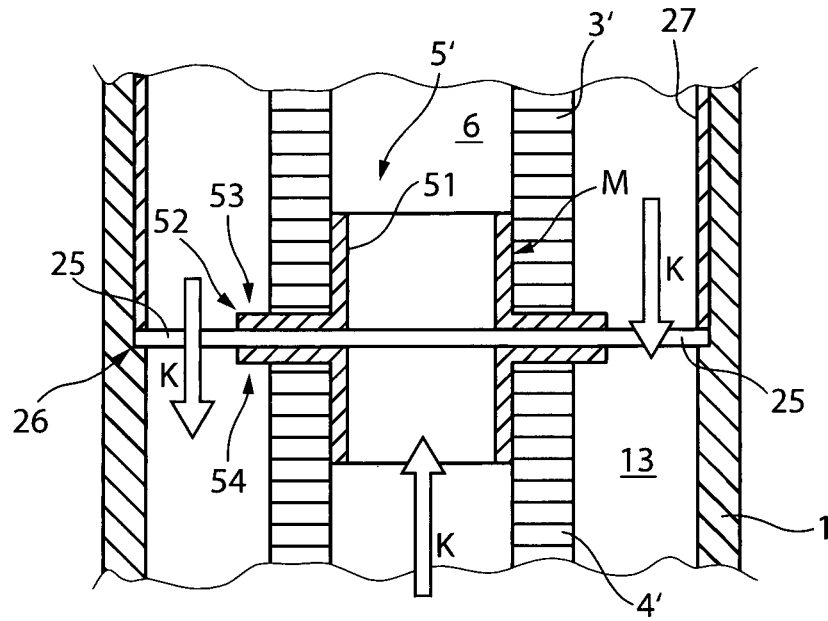


Fig.2a

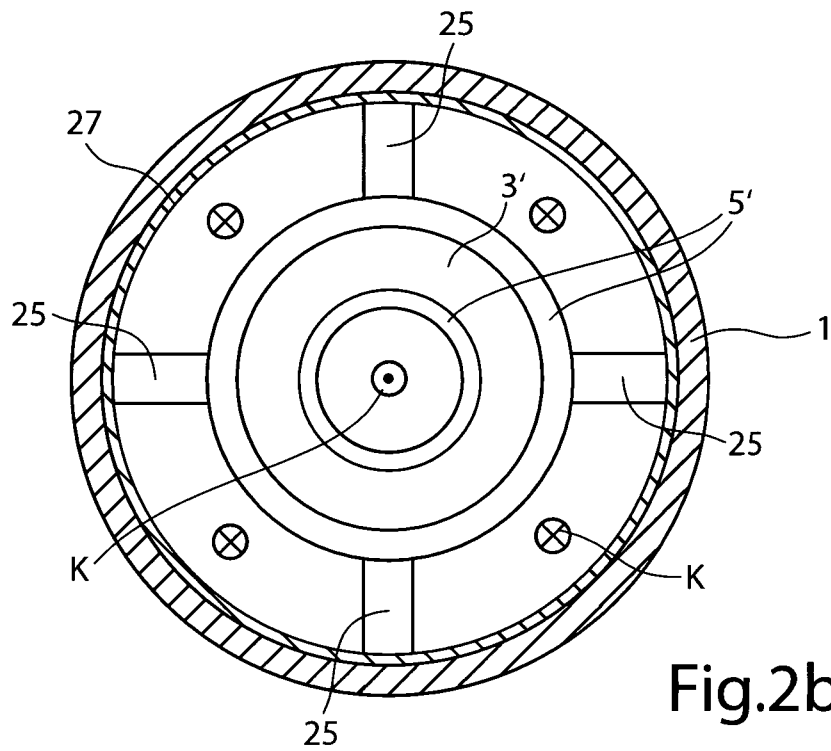


Fig.2b

3 / 5

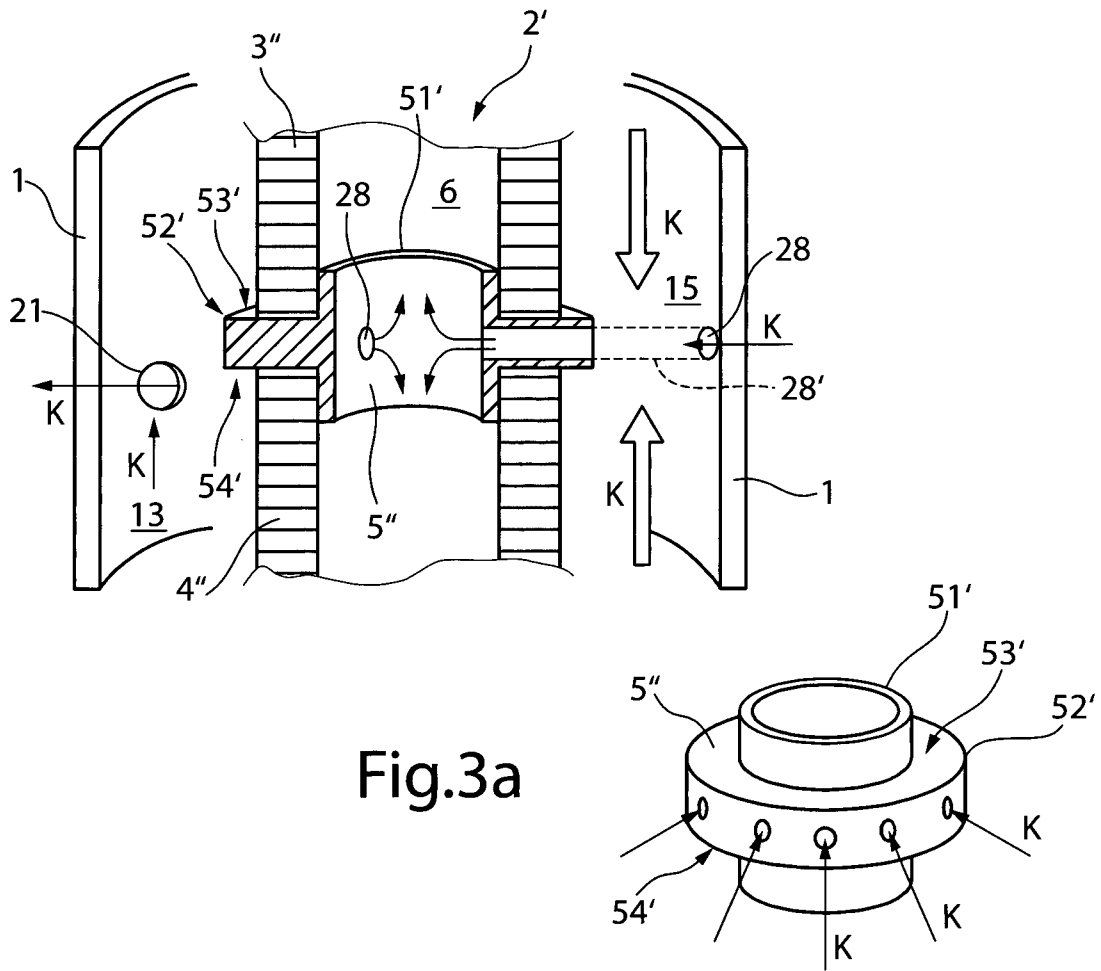


Fig.3a

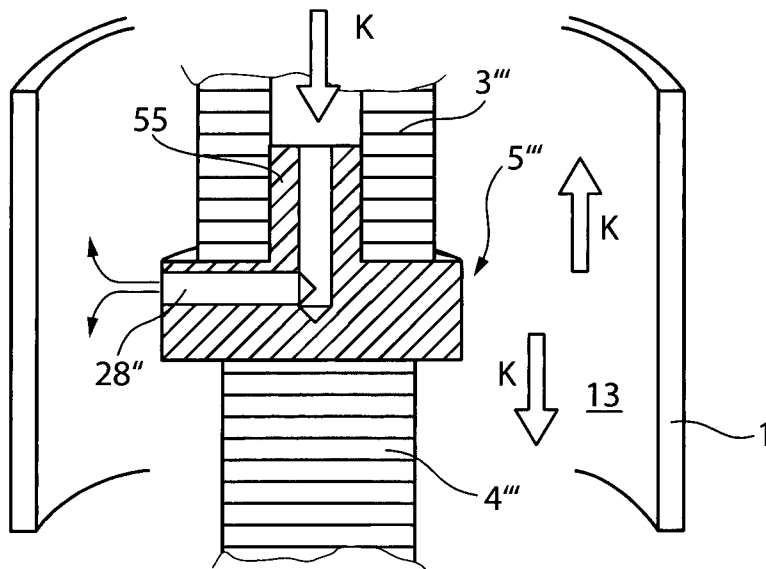


Fig.3b

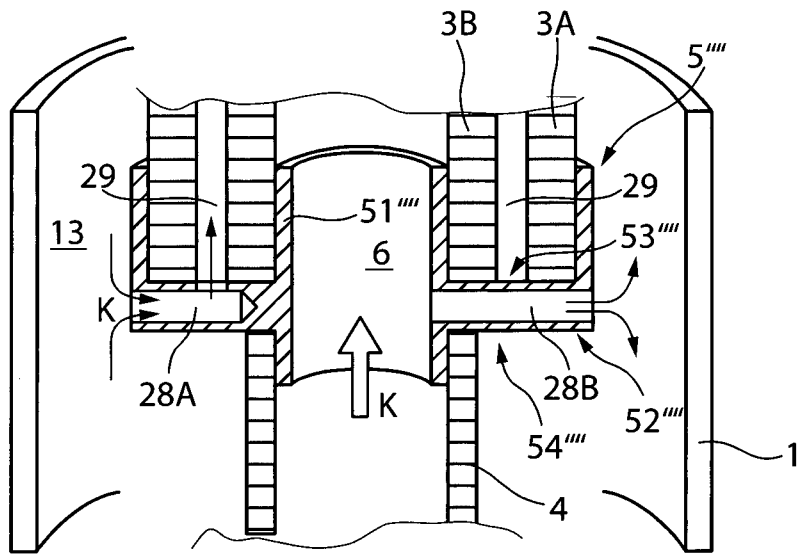


Fig.3c

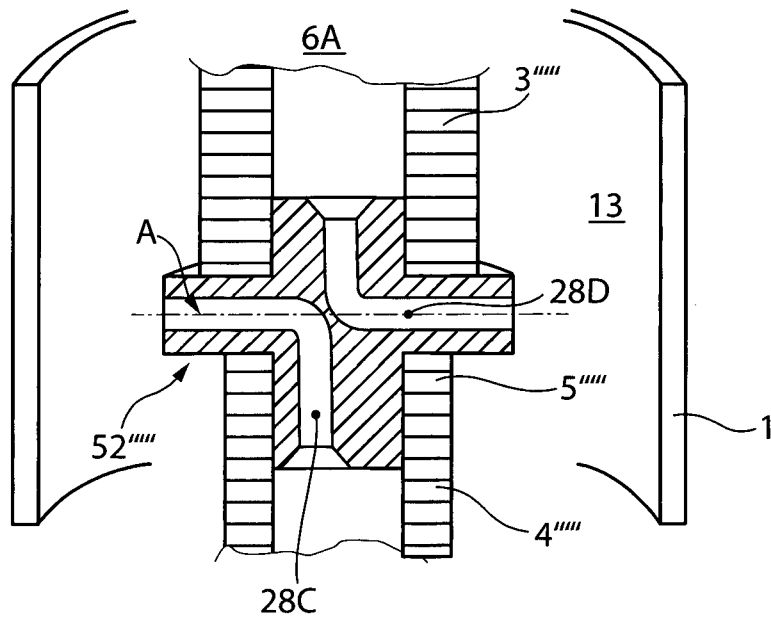


Fig.3d

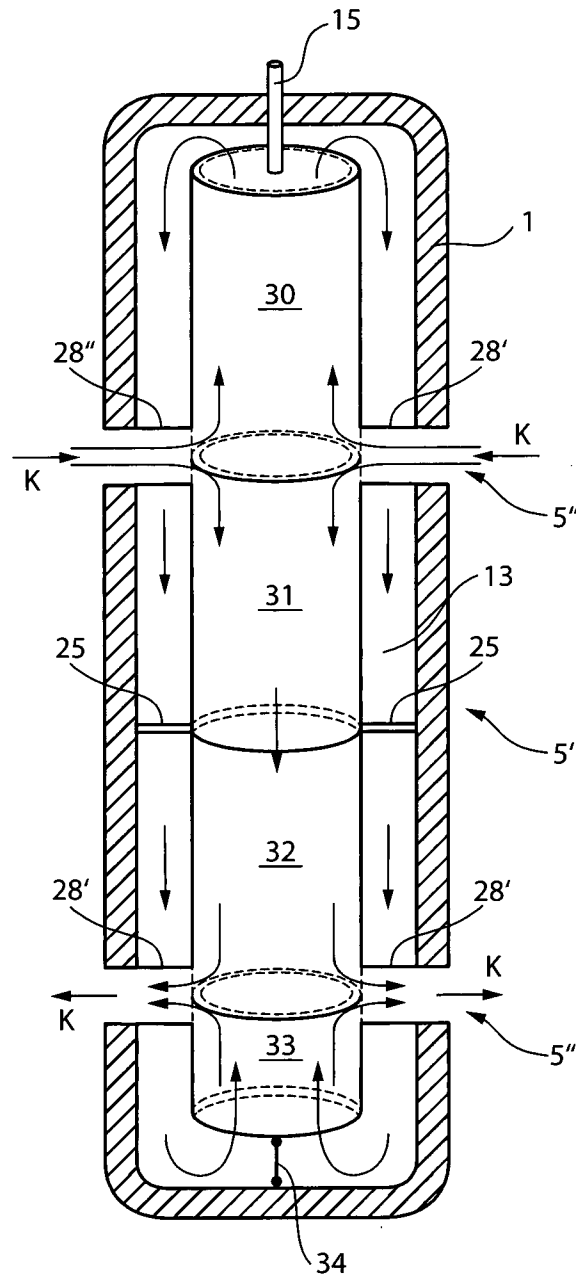


Fig.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/002192

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L41/053 H01L41/083 H01L41/12
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L F02M
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP H07 131085 A (TOYOTA MOTOR CORP) 19 May 1995 (1995-05-19) cited in the application	1,2,5-7, 16-18
Y	paragraph [0004]; figure 4 abstract	3,8
X	JP S60 19968 A (NIPPON SOKEN INC) 1 February 1985 (1985-02-01)	1,2,5-7, 16-18
Y	page 6; figure 7	3,8
X	WO 98/52274 A2 (ETREMA PRODUCTS INC; HANSEN THOMAS T) 19 November 1998 (1998-11-19)	1,2,4,6, 7
Y	page 1, line 20 - page 3, line 7; figures 3, 4 pages 8-10	9
	----- -/--	

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 8 November 2013	Date of mailing of the international search report 22/11/2013
---	---

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 Köpf, Christian
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/002192

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 705 722 A2 (NGK SPARK PLUG CO LTD) 27 September 2006 (2006-09-27) paragraphs [0036], [0042], [0043], [0054], [0055]; figures 1-5 -----	3,8,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2013/002192

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP H07131085	A	19-05-1995	NONE	

JP S6019968	A	01-02-1985	JP H0233875 B2	31-07-1990
			JP S6019968 A	01-02-1985

WO 9852274	A2	19-11-1998	AT 453949 T	15-01-2010
			AU 7486998 A	08-12-1998
			CA 2289065 A1	19-11-1998
			EP 1029392 A2	23-08-2000
			JP 4245193 B2	25-03-2009
			JP 2002502578 A	22-01-2002
			WO 9852274 A2	19-11-1998

EP 1705722	A2	27-09-2006	CN 1838442 A	27-09-2006
			EP 1705722 A2	27-09-2006
			JP 2006303443 A	02-11-2006
			US 2006214541 A1	28-09-2006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L41/053 H01L41/083 H01L41/12
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L F02M

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP H07 131085 A (TOYOTA MOTOR CORP) 19. Mai 1995 (1995-05-19) in der Anmeldung erwähnt	1,2,5-7, 16-18
Y	Absatz [0004]; Abbildung 4 Zusammenfassung	3,8

X	JP S60 19968 A (NIPPON SOKEN INC) 1. Februar 1985 (1985-02-01)	1,2,5-7, 16-18
Y	Seite 6; Abbildung 7	3,8

X	WO 98/52274 A2 (ETREMA PRODUCTS INC; HANSEN THOMAS T) 19. November 1998 (1998-11-19)	1,2,4,6, 7
Y	Seite 1, Zeile 20 - Seite 3, Zeile 7; Abbildungen 3, 4 Seiten 8-10	9

	-/--	

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" 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

8. November 2013

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/11/2013

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

Köpf, Christian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 1 705 722 A2 (NGK SPARK PLUG CO LTD) 27. September 2006 (2006-09-27) Absätze [0036], [0042], [0043], [0054], [0055]; Abbildungen 1-5 -----	3,8,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/002192

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H07131085	A	19-05-1995 KEINE	
JP S6019968	A	01-02-1985 JP H0233875 B2 JP S6019968 A	31-07-1990 01-02-1985
WO 9852274	A2	19-11-1998 AT 453949 T AU 7486998 A CA 2289065 A1 EP 1029392 A2 JP 4245193 B2 JP 2002502578 A WO 9852274 A2	15-01-2010 08-12-1998 19-11-1998 23-08-2000 25-03-2009 22-01-2002 19-11-1998
EP 1705722	A2	27-09-2006 CN 1838442 A EP 1705722 A2 JP 2006303443 A US 2006214541 A1	27-09-2006 27-09-2006 02-11-2006 28-09-2006