



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 504 465 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91104466.7**

51 Int. Cl.⁵: **F15B 13/043**, F15C 3/12,
F15C 3/14, F15B 5/00,
G05D 3/14

22 Anmeldetag: **21.03.91**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.09.92 Patentblatt 92/39

71 Anmelder: **MOOG GmbH**
Hanns-Klemm-Strasse 28
W-7030 Böblingen(DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE GB

72 Erfinder: **Haumann, Anton**
Aidlinger Strasse 10
W-7044 Ehningen(DE)

74 Vertreter: **Patentanwälte Grünecker,**
Kinkeldey, Stockmair & Partner
Maximilianstrasse 58
W-8000 München 22(DE)

54 Fluidischer Wandler mit Piezo-Antrieb.

57 Es wird ein elektrofluidischer Wandler nach dem Strahlableitprinzip für elektrisch steuerbare Ventile mit stetiger Verstellung angegeben, enthaltend ein verstellbares, eine Strahlableitung hervorrufendes Element (102, 202) und eine auf dieses einwirkende piezoelektrische Antriebseinrichtung (108), deren durch eine zugeführte Stellspannung hervorgerufene Formänderung im Sinne einer Verstellung auf das verstellbare Element (102, 202) einwirkt. Das verstellbare Element (102, 202) kann ein Strahlrohr oder ein Strahlableiter sein.

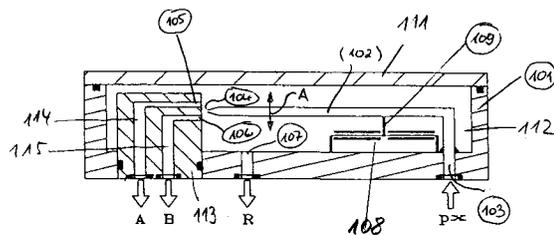


Fig. 1

EP 0 504 465 A1

Die Erfindung bezieht sich auf einen elektrofluidischen Wandler nach dem Strahlableitprinzip für elektrisch steuerbare Ventile mit stetiger Verstellung, enthaltend ein verstellbares, eine Strahlableitung hervorrufendes Element und eine auf dieses einwirkende elektrische Antriebseinrichtung.

Solche Stetigventile sind allgemein bekannt. Sie werden in der Fluidtechnik (Hydraulik, Pneumatik) seit langem eingesetzt und dienen dazu, ein elektrisches Eingangssignal geringer Leistung analog in ein fluidisches Ausgangssignal vergleichsweise großer Leistung zu wandeln. Je nach Leistungsvermögen werden sie als Servoventile oder Proportionalventile bezeichnet.

Solche Stetigventile sind mitunter mehrstufig, insbesondere zweistufig ausgeführt. Ein zweistufiges bekanntes Stetigventil hestehet im wesentlichen aus einem Stellmotor mit fluidischem Wandler als erste, verstärkende Stufe (Vorsteuerstufe) sowie einer zweiten Stufe, die häufig einen Kolbenschieber enthält. Der fluidische Wandler ist aus energetischen Gründen vorteilhafterweise nach dem Strahlableitprinzip ausgeführt. Zur Lageregelung des Kolbenschiebers der zweiten Stufe werden mechanische oder elektrische Rückführungen verwendet.

Bei den bekannten Stetigventilen ist der elektrische Stellmotor zumeist ein Permanentmagnet-Momentenmotor. Nachteilig daran ist, daß die zu bewegenden Massen dieses Stellmotors die Dynamik der Vorsteuerstufe und damit die Dynamik des gesamten Stetigventils begrenzen. Dieses ist bei bestimmten Anwendungen, beispielsweise in Werkstoff-Prüfmaschinen, nicht tragbar, wo größere Dynamiken verlangt werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Wandler der eingangs genannten Art anzugeben, der baulich einfach und funktionssicher ist und zugleich hochdynamisch arbeitet.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf in den Zeichnungen dargestellte Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform der Erfindung in Längsschnitt;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform der Erfindung im Längsschnitt;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform im Längsschnitt, und
- Fig. 4 die inneren Komponenten der Ausführungsform nach Fig. 3 von oben.

Fig. 1 zeigt im Längsschnitt eine erste Ausführungsform der Erfindung. In einem abgedichteten

Gehäuse, bestehend aus einem Unterteil 101 und einer abgedichtet darauf befestigten Deckplatte 111, ist ein Hohlraum 112 ausgebildet. In dem Hohlraum 112 erstreckt sich ein L-förmig abgewinkeltes Strahlrohr 102, das durch das Unterteil 101 hindurchgeführt ist und dort an dem Unterteil festgelegt ist. Das Strahlrohr 102 ist elastisch verbiegsam, was durch den Pfeil A angedeutet ist, und endet in einer Düsenöffnung 104. Der Düsenöffnung 104 steht ein Empfängerblock 113 gegenüber, durch den hindurch sich zwei Auslaßkanäle 114 und 115 aus dem Gehäuse heraus erstrecken, die Strahleinlaßöffnungen 105 und 106 aufweisen, die benachbart zueinander angeordnet sind und der Düsenöffnung 104 gegenüberstehen. Weiterhin erstreckt sich durch das Unterteil 101 des Gehäuses ein Ablaßkanal 107, der aus dem Hohlraum 112 nach außen führt. An dem Unterteil 101 ist eine piezoelektrische Antriebseinrichtung 108 abgestützt, die über einen Stempel 109 mit dem Strahlrohr 102 in Verbindung steht.

Das Strahlrohr 102 weist einen Einlaß 103 auf, der einen Steueranschluß P_x bildet, der zur Speisung mit einem Fluid bestimmt ist. Die Auslässe A und B der Auslaßkanäle 114 und 115 sind zur Verbindung mit einer hier nicht gezeigten, zu steuernden Einrichtung bestimmt.

Die elektrischen Anschlußleitungen der piezoelektrischen Antriebseinrichtung 108 sind der Einfachheit halber nicht dargestellt. Wenn die piezoelektrische Antriebseinrichtung 108 einer elektrischen Gleichspannung ausgesetzt wird, verformt sie sich entsprechend der Polarität der zugeführten Spannung in der einen oder anderen Richtung. Diese Verformung wird über den Stempel 109 auf das Strahlrohr 102 übertragen, so daß dieses in Richtung des Pfeils A nach oben oder unten gebogen wird. Hierdurch wird die Düsenöffnung 104 der einen oder der anderen Strahleinlaßöffnung 105 bzw. 106 der Auslaßkanäle 114 oder 115 mehr oder minder stark gegenübergestellt, so daß der Strahl des Fluides, das dem Strahlrohr 102 an dessen Einlaß 103 zugeführt wird, entsprechend in die Strahleinlaßöffnungen 105 und 106 in unterschiedlichen Anteilen eintritt. Von den Strahleinlaßöffnungen 105 und 106 nicht aufgenommene Fluidmengen werden über den Ablaßkanal 107 aus dem Hohlraum 112 abgeführt.

Die piezoelektrische Antriebseinrichtung 108 ist bei dieser Ausführungsform vorzugsweise ein Scheibentranslator, er kann aber auch ein Stapeltranslator sein. Er kann, wie dargestellt, über einen Stempel 109 direkt auf das Strahlrohr 102 einwirken, oder über eine an sich bekannte Hebelübersetzungseinrichtung (nicht dargestellt), die den am Strahlrohr 102 erzeugten Bewegungsweg gegenüber der durch die angelegte elektrische Spannung hervorgerufenen Formänderung der piezoelektri-

schen Antriebseinrichtung 108 vergrößert. Eine solche Hebelübersetzungseinrichtung wird später anhand eines anderen Ausführungsbeispiels der Erfindung erläutert.

Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform der Erfindung, die in ihren wesentlichen Elementen mit der nach Fig. 1 übereinstimmt. Das Strahlrohr 102 ist bei dieser Ausführungsform U-förmig gestaltet, und zwischen dem Unterteil 101 des Gehäuses und dem Mittenschenkel des Strahlrohrs 102 ist eine als Stapeltranslator ausgebildete piezoelektrische Antriebseinrichtung 108 eingespannt. Bei Beaufschlagung derselben mit einer elektrischen Spannung erfährt sie eine Längenänderung, die zur Folge hat, daß das die Düsenöffnung 104 aufweisende freie Ende des Strahlrohres 102 in Richtung des Pfeiles A nach links oder rechts schwenkt und dadurch den Strahleinlaßöffnungen 105 und 106 der Auslaßkanäle 114 bzw. 115 in unterschiedlichem Umfang gegenübergestellt wird, so daß eine entsprechende Aufteilung des von der Düsenöffnung 104 abgegebenen Fluidstrahls auf die vorgenannten Öffnungen 105 und 106 stattfindet. Die übrigen, mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehenen Komponenten dieser Ausführungsform entsprechen der erstgenannten Ausführungsform und brauchen daher nicht erläutert zu werden.

Eine dritte Ausführungsform der Erfindung zeigen die Fig. 3 und 4. In dem Längsschnitt nach Fig. 3 erkennt man ein Gehäuse, bestehend aus einem Unterteil 201 und einer Deckplatte 221, die einen Hohlraum 232 umschließen. Aus dem Hohlraum 232 führen zwei Auslaßleitungen 225 und 226 nach außen, die Strahleinlaßöffnungen 205 und 206 aufweisen, die einander benachbart sind. Im Abstand steht den beiden Strahleinlaßöffnungen 205 und 206 eine Strahleinlaßöffnung 204 eines Fluidzuführungskanals gegenüber, dessen Einlaß 203 am Gehäuseunterteil 201 ausgebildet ist und der durch das Gehäuseunterteil 201 und die Deckplatte 221 verläuft. Von diesem Fluidzuführungskanal sind in der Zeichnung nur die Einlaß- und Auslaßbereiche dargestellt. Zwischen der Strahlauslaßöffnung 204 und den Strahleinlaßöffnungen 205 und 206 ist ausreichend Raum für eine seitlich bewegliche Strahlableitplatte 202 ausgebildet, die im Bereich zwischen der Strahlauslaßöffnung 204 und den beiden Strahleinlaßöffnungen 205 und 206 eine konische Bohrung 210 aufweist, deren Querschnitt sich in Richtung auf die Strahleinlaßöffnungen 205 und 206 verengt und deren Einlaßdurchmesser größer ist, als der Auslaßdurchmesser der Strahlauslaßöffnung 204.

Die Strahlableitplatte 202 ist an zwei piezoelektrischen Antriebseinrichtungen 208 und 209 aufgehängt, die in bezug auf die Strahlableitplatte 202 einander entgegengesetzt angeordnet und an dem Gehäuseunterteil 101 in dem Hohlraum 232

abgestützt sind. Aus dem Hohlraum 232 führt außerdem ein Ablaßkanal 207 nach außen. Die piezoelektrischen Antriebseinrichtungen 208 und 209 sind elektrisch derart über Steuerleitungen (nicht dargestellt) angesteuert, daß sie bei Erregung simultan in übereinstimmenden Richtungen Formänderungen erfahren. Durch sie wird die Strahlableitplatte 202 je nach Polarität und Größe der angelegten Spannung nach links oder rechts verstellt, so daß der Auslaß der Bohrung 210 den Strahleinlaßöffnungen 205 und 206 der Auslaßkanäle 224 und 225 in entsprechend unterschiedlichem Umfang gegenübergestellt wird. Hierdurch wird eine am Fluideinlaß 203 zugeführte Fluidströmung, die aus der Fluidauslaßöffnung 204 austritt, von der Bohrung 210 in entsprechend unterschiedlichem Umfang den Einlaßöffnungen 205 und 206 zugeführt. Von diesen nicht aufgenommene Fluidanteile werden über den Ablaßkanal 207 nach außen abgeführt.

Fig. 4 zeigt den inneren Aufbau des Wandlers von Fig. 3 ohne die Gehäuseteile. Man erkennt die Strahlableitplatte 202 mit der Bohrung 210, die über den Strahleinlaßöffnungen 205 und 206 angeordnet ist, die in Fig. 4 gestrichelt eingezeichnet sind. Die Strahlableitplatte 202 ist an beiden Enden, d.h. in Fig. 4 links und rechts, an den piezoelektrischen Antriebseinrichtungen 208 und 209 aufgehängt. Bei diesen Antriebseinrichtungen handelt es sich vorzugsweise um Piezo-Biegeumwandler, bestehend jeweils aus einem Piezostapel 211 und einem Hebelmechanismus 212, 213 mit als Gelenken dienenden biegeweichen Zonen 214, 215 sowie einem Biegestab 217. Der Piezostapel 211 ist zwischen einem ersten festen Teil 212 des Hebelmechanismus und einem zweiten beweglichen Teil 213 des Hebelmechanismus angeordnet und mit diesen fest verbunden. Zwischen den beiden äußeren Enden des beweglichen Teils 213 ist der Biegestab 217 angeordnet, der eine leicht bogenförmige Gestalt hat. Durch axialen Druck oder Zug, ausgeübt von den äußeren Enden des beweglichen Teils 213, wird der Biegestab 217 quer zu seiner Längsrichtung ausgelenkt. Jeder Biegestab 217 ist in seiner Mitte über einen Stößel 218 mit der Strahlableitplatte 202 verbunden. Der feste Teil 212 des Hebelmechanismus ist mittels Bolzen 216 im Gehäuseunterteil 201 abgestützt. Aufgrund des beschriebenen Hebelmechanismus wird die vergleichsweise geringe Längenänderung des Piezostapels in einen vergrößerten Hub des Stößels 218 umgesetzt.

Werden an die beiden Piezostapel 211 Gleichspannungen mit unterschiedlicher Polarität angelegt, kommt es zu seitlichen Auslenkungen der Biegestäbe 217 und damit zu einer seitlichen Verstellung der Strahlableitplatte 202 gegenüber den Strahleinlaßöffnungen 205 und 206. Der aus der

Strahlauslaßöffnung 204 austretende Fluidstrahl versorgt, je nach Stellung der Strahlablenkplatte 202, die beiden Auslaßkanäle 224 und 225 ungleichmäßig, so daß an ihren Ausgängen A und B eine Druckdifferenz entstehen kann.

Patentansprüche

1. Elektrofluidischer Wandler nach dem Strahlablenkprinzip für elektrisch steuerbare Ventile mit stetiger Verstellung, enthaltend ein verstellbares, eine Strahlablenkung hervorrufendes Element (102,202) und eine auf dieses einwirkende elektrische Antriebseinrichtung (108), **dadurch gekennzeichnet**, daß die Antriebseinrichtung eine piezoelektrische Antriebseinrichtung (108) ist, deren durch eine zugeführte Stellspannung hervorgerufene Formänderung im Sinne einer Verstellung auf das verstellbare Element (102,202) einwirkt. 10
2. Wandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das verstellbare Element ein Strahlrohr (102) ist, das am freien Ende eine Düsenöffnung (104) aufweist, die zwei nebeneinander fest angeordneten Strahleinlaßöffnungen (105,106) gegenübersteht. 15
3. Wandler nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die piezoelektrische Antriebseinrichtung ein Piezo-Scheibentranslator (108) ist. 20
4. Wandler nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die piezoelektrische Antriebseinrichtung ein Piezo-Stapeltranslator (108;208,209) ist. 25
5. Wandler nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen dem verstellbaren Element (102,202) und der piezoelektrischen Antriebseinrichtung eine Hebelübersetzungseinrichtung (212,213) angeordnet ist. 30
6. Wandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das verstellbare Element ein Strahlablenker (202) ist, der zwischen einer feststehenden Strahldüse (204) und zwei nebeneinander angeordneten, feststehenden Strahleinlaßöffnungen (205,206) angeordnet ist und der von zwei gegenüberliegend angeordneten piezoelektrischen Stapeltranslatoren (208,209) beaufschlagbar ist. 35
7. Wandler nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen jedem Stapeltranslator (208,209) und dem Strahlablenker (201) eine 40

Hebelübersetzungseinrichtung (212,213) angeordnet ist.

8. Wandler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die bzw. eine der piezoelektrischen Antriebseinrichtung(en) (108;208,209) mit einem Meßaufnehmer versehen ist. 45
9. Wandler nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Meßaufnehmer Bestandteil eines elektrischen Regelkreises zur Verminderung von Hysterese und Temperaturdifferenzauswirkungen ist. 50
10. Wandler nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Regelkreis in einem den Wandler aufnehmenden Gehäuse integriert ist. 55
11. Wandler nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Meßaufnehmer ein Dehnungsmeßstreifen ist.
12. Wandler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß er Vorsteuerstufe in einem Stetigventil zur indirekten Beeinflussung fluidischer Leistungsströme ist.
13. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 7 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß er einen Hauptkolbenschieber mit elektrischer Lagerregelung enthält.
14. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß er zur direkten Beeinflussung fluidischer Leistungsströme verwendet ist.

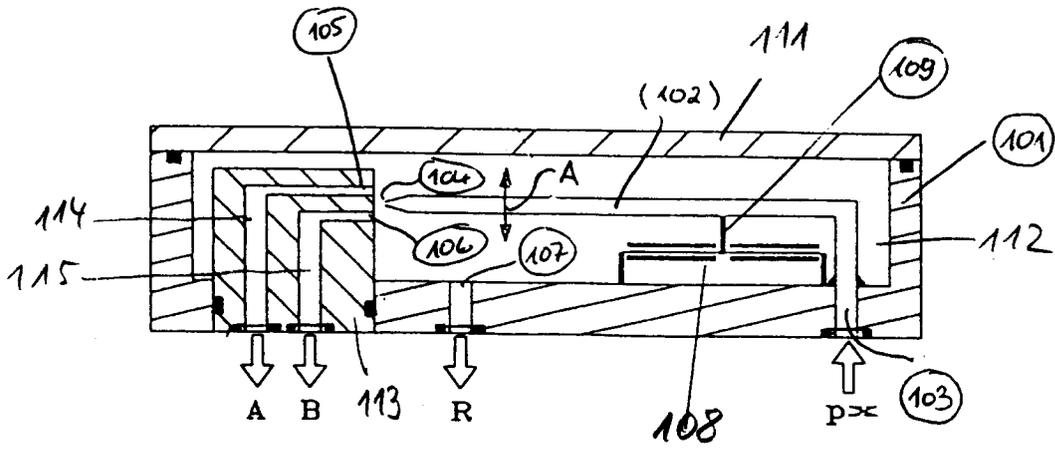


Fig 1

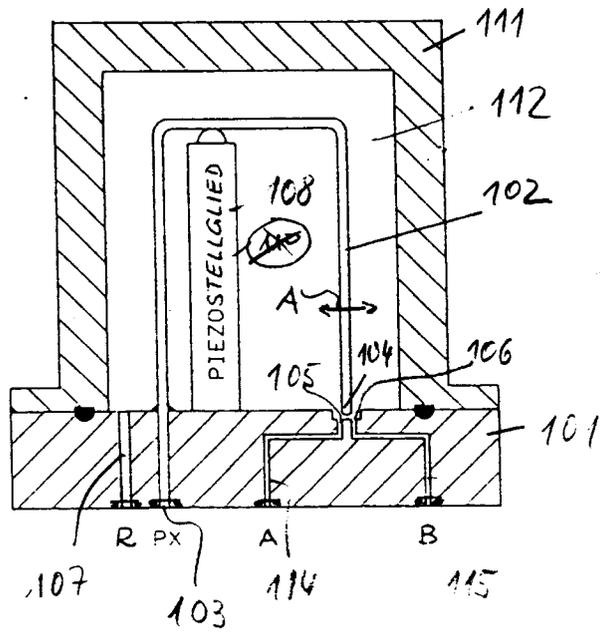
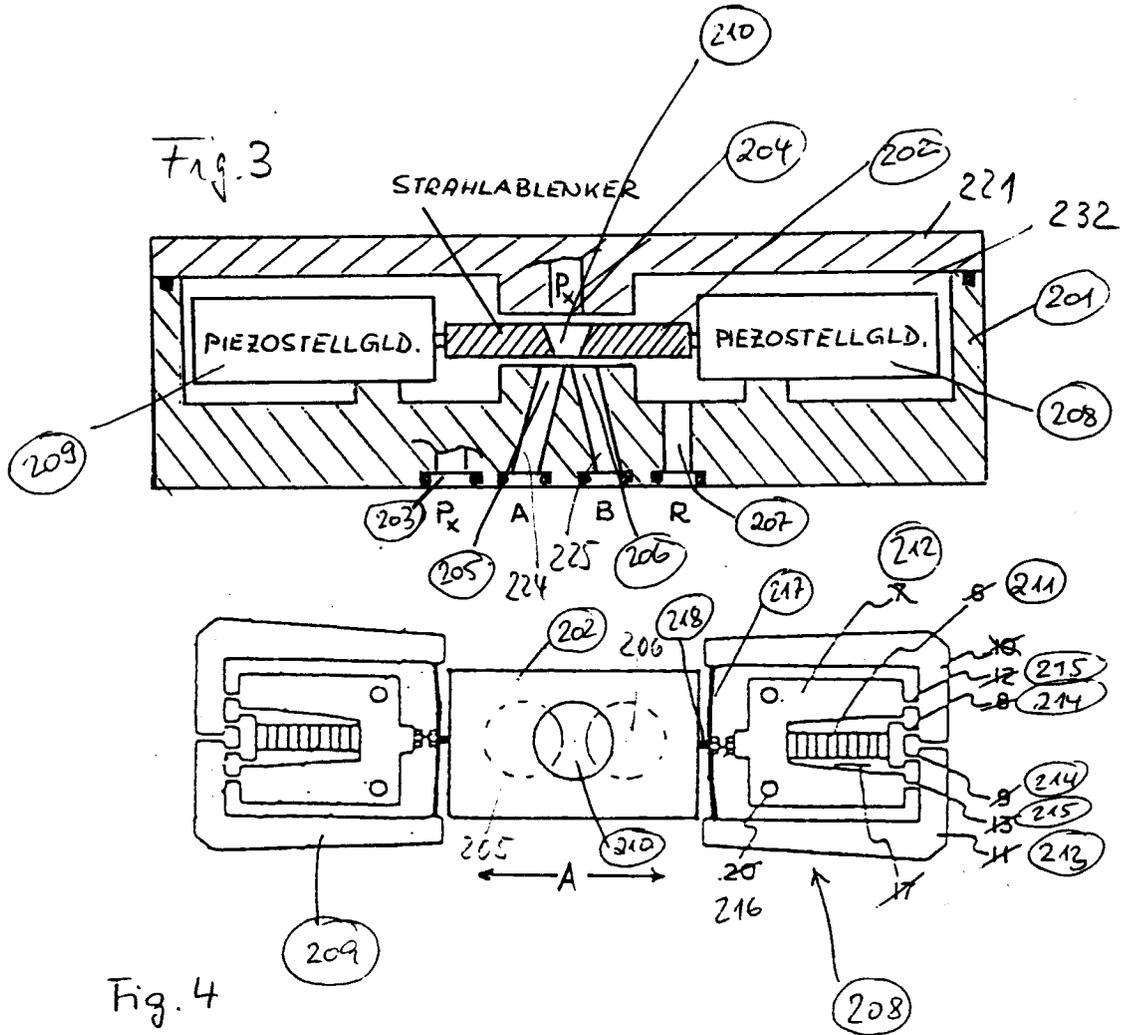


Fig 2



↑
 Darstellung kann
 noch vereinfacht
 werden.
 Dargestellt ist N&C-
 Biegetranslator.



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	EP-A-0012743 (UNITED TECHNOLOGIES) * Seite 3, Zeile 22 - Seite 5, Zeile 24; Ansprüche 1-5; Figuren 1-4 * ---	1, 2, 4	F15B13/043 F15C3/12 F15C3/14 F15B5/00 G05D3/14
X	US-A-3939857 (BERNAERTS) * das ganze Dokument * ---	1	
Y	GB-A-2163877 (GENERAL ELECTRIC) * Seite 2, Zeilen 79 - 113; Figuren 1-5 * ---	1, 2, 4	
Y	GB-A-2225133 (SMC CORPORATION) * Seite 2, letzter Absatz - Seite 4, Absatz 1; Figuren 1, 12, 13 * ---	1, 2, 4	
Y	DE-A-1750678 (BENDIX) * Ansprüche 1, 2; Figuren 1-5 * ---	1, 4, 6	
Y	EP-A-0205381 (CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES MECHANIQUES) * Ansprüche 1, 5; Figuren 1, 8 * ---	1, 4, 6	
A	DE-A-3738630 (MANNESMANN REXROTH) * Ansprüche 1, 2, 4-7; Figuren 2-7 * ---	1, 6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
A	EP-A-0366605 (GEBRÜDER SULZER) * Ansprüche 1-3; Figuren 1, 2 * ---	1, 12, 13	F15B F15C
A	DE-A-3714337 (MANNESMANN REXROTH) * Anspruch 1; Figuren 1-4 * -----	1, 14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 18 NOVEMBER 1991	Prüfer THOMAS C.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument I : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	