



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.11.2002 Patentblatt 2002/48

(51) Int Cl.7: **F15B 11/12**

(21) Anmeldenummer: **02010505.2**

(22) Anmeldetag: **10.05.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Götte, Hans-Jürgen**
34246 Vellmar (DE)
• **Kunze, Oliver**
34121 Kassel (DE)

(30) Priorität: **17.05.2001 DE 10123947**

(74) Vertreter: **Zietlow, Karl-Peter**
ZF FRIEDRICHSHAFEN AG
88038 Friedrichshafen (DE)

(71) Anmelder: **ZF Luftfahrttechnik GmbH**
34379 Calden (DE)

(54) **Druckmittelbetätigbare Stelleranordnung**

(57) Die Erfindung betrifft eine druckmittelbetätigbare Stelleranordnung mit einem in einem Stellerzylinder (4) geführten Arbeitskolben (2), der beidseitig mit Druck beaufschlagt ist. Um ein Auswandern des Arbeitskolbens (2) aus seiner Neutralstellung ($x = 0$) in Folge von

Leckagen zu verhindern, wird eine Druckmittelförder-einrichtung (20) vorgeschlagen, die über eine Periode einer harmonischen Bewegung des Arbeitskolbens (2) der Seite des Arbeitskolbens (2), zu der er hin ausgewandert ist, ein Ausgleichsvolumen zuführt.

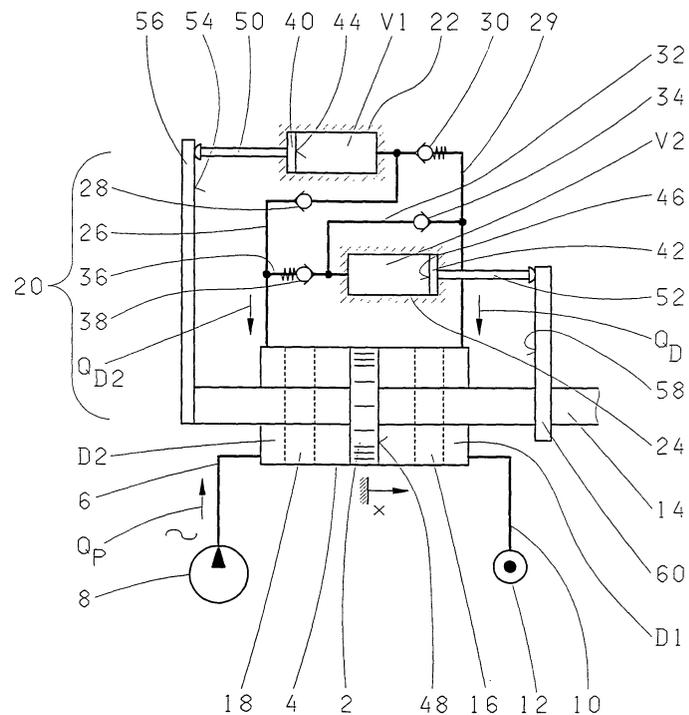


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine druckmittelbetätigbare Stelleranordnung insbesondere zur Verwendung in einer Hubschrauberrotorblattsteuerung nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

[0002] Eine solche Stelleranordnung eignet sich insbesondere zur Verwendung in einer Einzelblattsteuerung für Hubschrauberrotorblätter, einer höherharmonischen Rotorblattsteuerung oder auch in einem System zur aktiven Struktur Anregung.

[0003] An derartige Stellensysteme werden sehr hohe Anforderungen bezüglich Gewicht, Bauraum und Leistungsbedarf gestellt. Dabei müssen jedoch hohe Kräfte übertragen werden können, wobei eine hohe Stellgenauigkeit eingehalten werden muß. Insbesondere bei einem Rotorkopf, bei dem jedem Rotorblatt mindestens ein eigener Steller zugeordnet ist, ist zu gewährleisten, daß eine einmal justierte Neutralage sich während des Betriebs nicht ändert. Da Leckagen in einem hydraulischen Druckmittelsystem nie völlig zu verhindern sind, sind Maßnahmen vorzusehen, die eine Einhaltung der Neutralstellung gewährleisten. Bisherige Ansätze sehen hierzu einen elektrohydraulischen Regelkreis vor. Bei diesem wird die Position des Stellers ständig gemessen und mit einer Soll-Position verglichen. Bei einer Soll-Abweichung wird ein Stellsignal zur Ansteuerung eines Leckagensausgleichsventils ausgegeben, welches ein Druckmittelausgleichsvolumen zu- bzw. abführt. Ein solches Reglersystem ist jedoch außerordentlich komplex. Für die Gewährleistung der Sicherheit der elektronischen Systeme muß ein hoher Aufwand betrieben werden.

[0004] In der DE G 89 09 165.5 ist eine druckmittelbetätigbare Stelleranordnung für Rotorblätter gezeigt, bei dem ein in einem Stellzylinder geführter Arbeitskolben beidseitig mit Druck beaufschlagt ist und durch Druckmittelvolumenströme, die den beidseitig des Kolbens angeordneten Druckmittelräumen zuführbar, bzw. entnehmbar sind, axial bewegbar ist. Zur Erzeugung der Druckmittelvolumenströme ist eine Verdrängungskörperanordnung vorgesehen, die mit einem einstellbaren Steuerkurvensystem mit mehreren verstellbaren Steuerkurvenelementen zusammenwirkt. Bei einer Drehung des Rotors führen die Verdrängungskörper harmonische Hubbewegungen aus zur Erzeugung von Druckmittelvolumenströmen. Die Druckmittelvolumenströme werden über ein Leitungssystem den Stellern zugeführt. Die Steuerkurvenelemente des Steuerkurvensystems werden dabei von entsprechend der Rotorblattanordnung winkelfersetzt angeordneten Verdrängungskörpern abgetastet, die den jeweiligen Rotorblättern zugeordnet sind. Demnach ist also nicht jedem Steller ein unabhängiges Steuersystem zugeordnet. Leckagen, die an den Stellern den verschiedenen Rotorblättern verschiedene Werte einnehmen können, können daher also nicht ohne weiteres von dem zentralen Gebersystem ausgeglichen werden.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine druckmittelbetätigbare Stelleranordnung anzugeben, die eine einmal justierte Neutralstellung während des Betriebs mit hoher Genauigkeit einhält.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine, auch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Hauptanspruch aufweisende, druckmittelbetätigbare Stelleranordnung gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen, sowie Verwendungen der Erfindung, sind durch die Unteransprüche gegeben.

[0007] Eine Hin- und Herbewegung zwischen einer ersten Endlage und einer zweiten Endlage des im Stellerzylinder geführten Arbeitskolbens setzt sich aus einer ersten und einer zweiten Teilhubbewegung zusammen. Dabei entspricht eine Hin- und Herbewegung von der Neutralstellung in Richtung der ersten Endlage und zurück einer ersten Teilhubbewegung und eine Hin- und Herbewegung von der Neutralstellung in Richtung der zweiten Endlage und zurück einer zweiten Teilhubbewegung. Der Arbeitskolben wird von zwei Seiten mit Druck beaufschlagt, wobei jeder Seite ein Druckmittelraum zugeordnet ist. Der erste Druckmittelraum weist in der ersten Endlage ein minimales Volumen auf und der zweite Druckmittelraum in der zweiten Endlage.

[0008] Erfindungsgemäß ist nun eine Druckmittelfördereinrichtung vorgesehen, die bei der ersten Teilhubbewegung des Arbeitskolbens dem zweiten Druckmittelraum ein Druckmittelvolumen entnimmt und die bei der zweiten Teilhubbewegung des Arbeitskolbens dem zweiten Druckmittelraum ein Druckmittelvolumen zuführt. Die von der Druckmittelfördereinrichtung dem zweiten Druckmittelraum zugeführten bzw. entnommenen Druckmittelvolumina sind dabei so bemessen, daß die selben Volumina zugeführt bzw. entnommen werden, solange die harmonische Hubbewegung des Arbeitskolbens um die Neutralstellung herum erfolgt. Tritt eine Leckage auf, die ein Auswandern des Arbeitskolbens aus der Neutralstellung zur Folge hat, folgt daraus, daß die Amplitude einer Teilhubbewegung vergrößert wird, während die Amplitude der anderen Teilhubbewegung verkleinert wird. Die Beträge der geförderten Volumina sind abhängig von den Amplituden der Teilhubbewegungen. Die Amplitudendifferenz zwischen den Teilhubbewegungen hat zur Folge, daß dem zweiten Druckmittelraum bei aus der Neutralstellung ausgewandertem Arbeitskolben über eine Periode Druckmittel zugeführt oder entnommen wird. Hierdurch ist gewährleistet, daß die korrekte Neutralstellung von dem Steller wieder eingenommen wird.

[0009] Ist die Druckmittelfördereinrichtung mechanisch durch Übertragungsmittel mit dem Arbeitskolben gekoppelt, kann die von der Druckmittelfördereinrichtung aufgenommene Leistung direkt aus der Bewegung des Arbeitskolbens abgegriffen werden. Es ist keine sonstige Steuer- oder Versorgungseinrichtung für die Druckmittelfördereinrichtung notwendig. Die Stelleranordnung mit der Druckmittelfördereinrichtung kann dann als quasi autarke, selbsteinstellende Baueinheit

verwendet werden, die sich sehr gut zum Einbau in ein drehendes System eines Hubschrauberhauptrotors eignen. Bei einer Hubschrauberrotorblattsteuerung für mehrere, gleichmäßig am Umfang einer Rotornabe angeordnete Rotorblätter, ist in vorteilhafter Weise jedem Rotorblatt mindestens eine erfindungsgemäße Stelleranordnung zugeordnet. Jede der Stelleranordnungen hält ihre einmal eingestellte Neutralstellung mit hoher Genauigkeit, weshalb eine Kombination mit einem Gebersystem in Form einer hydraulischen Verdrängersteuerung, welche im Rotorkopf des Hubschraubers angeordnet ist, besonders vorteilhaft ist. Bezüglich des Aufbaus und der Verschaltung der hydraulischen Verdrängersteuerung wird auf die Eingangs erwähnte DE G 89 09 165 verwiesen, deren Inhalt von der Offenbarung der vorliegenden Anmeldung mit erfaßt werden soll.

[0010] Zwischen der Kolbenstangenanordnung des Arbeitskolbens und den Rotorblättern des Rotorkopfes sind Übertragungsmittel vorgesehen, so daß die Einstellwinkelbewegung eingesteuert werden kann.

[0011] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden anhand der beiliegenden Zeichnungen erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Stelleranordnung,

Fig. 2 einen zeitlichen Verlauf einer Stellerbewegung und der zugeordneten Druckmittelvolumenströme der Druckmittelfördereinrichtung in Neutralstellung,

Fig. 3 einen zeitlichen Verlauf einer Stellerbewegung und der zugeordneten Druckmittelvolumenströme der Druckmittelfördereinrichtung bei einer Abweichung von der Neutralstellung und

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Stelleranordnung.

[0012] In Fig. 1 ist mit 2 ein in einem Stellerzylinder 4 geführter Arbeitskolben bezeichnet. Dabei trennt der Arbeitskolben 2 einen ersten Druckmittelraum D1 von einem zweiten Druckmittelraum D2 in dem Stellerzylinder 4. Der Druckmittelraum D2 ist über eine Leitung 6 mit einem steuerbaren, hydraulischen Gebersystem 8 verbunden. Das hydraulische Gebersystem 8 kann aus einer steuerbaren Pumpe oder aber in vorteilhafter Weise aus einer hydraulischen Verdrängersteuerung bestehen, wie sie in der DE-G 89 09 165 offenbart ist. Der erste Druckmittelraum D1 ist über eine Leitung 10 an eine Druckmittelquelle 12 mit wenigstens annäherungsweise konstantem Druck angeschlossen, welches beispielsweise als druckgeregelte Pumpe ausgebildet sein kann. Hierdurch ist eine hydraulische Vorspannung er-

zeugt, so daß die Stelleranordnung in zwei Richtungen Kräfte aufnehmen kann, obgleich nur der zweite Druckmittelraum D2 aktiv angesteuert wird. In Folge eines positiven Volumenstroms Q_P vom Gebersystem 8 zum Druckmittelraum D2 führt der Arbeitskolben 2 mit der Kolbenstange 14 eine Bewegung nach rechts aus. Ein negativer Volumenstrom Q_P bewirkt eine Bewegung des Arbeitskolbens 2 und der Kolbenstange 14 nach links. Der Volumenausgleich des Druckmittelraums D1 erfolgt dabei über die Leitung 10 zur Druckmittelquelle 12.

[0013] In Fig. 1 ist der Arbeitskolben 2 in seiner Neutralstellung gezeigt, bei der die Auslenkung x gleich 0 ist. Die Neutralstellung bildet die Mitte zwischen einer ersten Endlage 16 und einer zweiten Endlage 18 zwischen denen der Kolben axial bewegbar ist. In der ersten Endlage 16 weist der erste Druckmittelraum D1 ein minimales Volumen auf und in der zweiten Endlage 18 weist der Druckmittelraum D2 ein minimales Volumen auf.

[0014] Zur Erläuterung der Erfindung wird eine Hin- und Herbewegung von der Neutralstellung in Richtung der ersten Endlage 16 und zurück als eine erste Teilhubbewegung und eine Hin- und Herbewegung von der Neutralstellung in Richtung der zweiten Endlage 18 als eine zweite Teilhubbewegung bezeichnet.

[0015] Treten in dem mit dem Druckmittelraum D2 verbundenen Druckmittelsystem aus dem System hinaustretende Leckagen auf, führte das zu einer ungewollten Auswanderung des Arbeitskolbens 2 nach links. Um dies zu vermeiden ist eine Druckmittelfördereinrichtung 20 vorgesehen, die bei der ersten Teilhubbewegung des Arbeitskolbens 2 dem zweiten Druckmittelraum D2 ein Druckmittelvolumen entnimmt und die bei der zweiten Teilhubbewegung des Arbeitskolbens 2 dem zweiten Druckmittelraum D2 ein Druckmittelvolumen zuführt. Solange der Arbeitskolben 2 eine harmonische Bewegung um die Neutralstellung ausführt, sind die dem Druckmittelraum D2 zugeführten bzw. entnommenen Volumina über eine Periode der Bewegung des Arbeitskolbens 2 ausgeglichen. Befindet sich der Arbeitskolben, bezogen auf die Neutralstellung, während einer Periode zu weit rechts, so wird die erste Teilhubbewegung mit einer vergrößerten Amplitude ausgeführt, während die zweite Teilhubbewegung mit einer verkleinerten Amplitude ausgeführt wird. Dies hat zur Folge, daß die Druckmittelfördereinrichtung 20, über die volle Periode gesehen, dem Druckmittelraum D2 ein Ausgleichsvolumen entnimmt. Infolge dessen wird die Mittellage des Kolbens in Richtung der Neutralstellung korrigiert.

[0016] Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform wird außerdem bei der ersten Teilhubbewegung des Arbeitskolbens 2 dem ersten Druckmittelraum D1 ein Druckmittelvolumen Q_{D1} zugeführt und bei der zweiten Teilhubbewegung dem ersten Druckmittelraum D1 ein Druckmittelvolumen entnommen, wobei bei einer Abweichung von der Neutrallage über eine Periode wie-

derum ein Ausgleichsvolumen gefördert wird, das die Mittellage des Kolbens in Richtung Neutralstellung korrigiert.

[0017] Die Druckmittelfördereinrichtung 20 umfaßt einen ersten Förderzylinder 22 und einen zweiten Förderzylinder 24. Ein Arbeitsvolumen V1 des ersten Förderzylinders 22 ist durch eine Leitung 26 mit dem zweiten Druckmittelraum D2 verbunden. In der Leitung 26 ist ein Einwegeventil angeordnet, das in Richtung zum ersten Förderzylinder 22 durchlässig ist. Das Arbeitsvolumen V1 des ersten Förderzylinders 22 ist durch eine Leitung 29 auch mit dem ersten Druckmittelraum D1 verbunden. In der Leitung 29 ist ein vorgespanntes Einwegeventil 30 angeordnet, welches in Richtung weg von dem ersten Förderzylinder 22, hin zum Druckmittelraum D1 durchlässig ist.

[0018] Ein Arbeitsvolumen V2 des zweiten Förderzylinders 24 ist durch eine Leitung 32 mit dem ersten Druckmittelraum D1 verbunden. In der Leitung 32 ist ein Einwegeventil 34 angeordnet, das in Richtung zum zweiten Förderzylinder 24 durchlässig ist. Die Leitung 36 verbindet das Arbeitsvolumen V2 des zweiten Förderzylinders 24 mit dem zweiten Druckmittelraum D2. In der Leitung 36 ist ein vorgespanntes Einwegeventil 38 angeordnet, das in Richtung weg von dem zweiten Förderzylinder 24 hin zum Druckmittelraum D2 durchlässig ist. Die Vorspannung der vorgespannten Einwegeventile 30, 38 ist dabei so groß, daß sie nicht durch die in den Druckmittelräumen D1, D2 vorherrschenden Druckniveaus überwunden werden können.

[0019] Die Förderzylinder 22, 24 weisen jeweils einen Kolben 40, 42 auf. Die Stirnflächen 44, 46 dieser Kolben 40, 42 sind mit dem in den Förderzylindern 22, 24 vorherrschenden Drücken beaufschlagt. Der Betrag der Stirnflächen 44, 46 ist wesentlich geringer als der Betrag der Stirnfläche 48 des Arbeitskolbens 2. Ein vorteilhafter Wert für den Betrag der Stirnflächen 44, 46 ist 3 % des Betrags der Stirnfläche 48. Hierdurch ist es möglich über die Stößel 50, 52, die mit den Kolben 40, 42 verbunden sind bei geringen Betätigungskräften hohe Drücke aufzubauen, die die Vorspannung der vorgespannten Einwegeventile 30, 38 überwinden. Entsprechend dem Größenverhältnis der Stirnflächen sind auch die Ausgleichsvolumenströme aus den Förderzylindern 22, 24 klein gegenüber den vom Gebersystem 8 erzeugten Volumenströmen. Die Korrektur einer Abweichung des Arbeitskolbens von der Neutralstellung erfolgt daher sehr feinfühlig und genau.

[0020] Während der ersten Teilhubbewegung, also während einer Hin- und Herbewegung des Arbeitskolbens 2 von der Neutralstellung in Richtung der ersten Endlage 16 ist der Kolben 40 des ersten Förderzylinders 22 an die Bewegung des Arbeitskolbens 2 gekoppelt. Hierbei liegt der Stößel 50 mit seinem linken Ende an der axialen Anschlagfläche 54 des Mitnehmers 56 an. Der Mitnehmer 56 wird von dem auf den Kolben 40 wirkenden Druck gegen die axiale Anschlagfläche 54 gedrückt.

[0021] Während der Kolben 40 des ersten Förderzylinders 22 also der ersten Teilhubbewegung des Arbeitskolbens folgt, ist der Kolben 42 des zweiten Förderzylinders 24 von der Bewegung des Arbeitskolbens entkoppelt. Er verharrt in seiner rechten Endlage, wobei die axiale Anschlagfläche 58 des Mitnehmers 60 abgehoben ist, also nicht mehr mit dem Stößel 52 in Kontakt ist. Erst wenn der Arbeitskolben 2 wieder seine Neutralstellung erreicht hat und von dort nach links bewegt wird, liegt der Stößel 52 wieder an der axialen Anschlagfläche 58 an.

[0022] Während der zweiten Teilhubbewegung ist ganz entsprechend der Kolben 42 des zweiten Förderzylinders 24 an die Bewegung des Arbeitskolbens 2 gekoppelt, während der Kolben 40 des ersten Förderzylinders 22 entkoppelt ist.

[0023] Die Neutrallage des Arbeitskolbens 2 im Stellerzylinder 4 kann auf einfache Weise dadurch justiert werden, daß Einstellmittel zur Justage der Lage zwischen den Kolben 40, 42 der Förderzylinder 22, 24 und den axialen Anschlagflächen 54, 58 vorhanden sind. Hierzu ist die axiale Position der Mitnehmer 56, 60 auf der Kolbenstange 14 einstellbar. Alternativ können jedoch auch die Stößel 50, 52 in ihrer Länge durch eine Gewindeverbindung oder dergleichen veränderbar sein.

[0024] Eine derart mit Einstellmitteln versehene Stelleranordnung erlaubt eine sehr einfache Justage der Einstellwinkel der einzelnen Rotorblätter eines Hub-schrauberrotors beim Tracking.

[0025] In Fig. 1 ist mit Q_{D1} der Volumenstrom bezeichnet, der dem ersten Druckmittelraum D1 von der Druckmittelfördereinrichtung 20 zugeführt wird und mit Q_{D2} der Druckmittelvolumenstrom, der dem Druckmittelraum D2 von der Druckmittelfördereinrichtung 20 zugeführt wird. Der Verlauf dieser Druckmittelvolumenströme Q_{D1} , Q_{D2} ist in Fig. 2 über eine Periode t/T dargestellt. Der zeitliche Verlauf 62 der Auslenkung x des Arbeitskolbens 2 entspricht einer Sinusbewegung um die Neutralstellung $x = 0$. Von $t/T = 0$ bis $t/T = 0,5$ führt der Arbeitskolben 2 seine erste Teilhubbewegung aus. Von $t/T = 0,5$ bis $t/T = 1$ führt der Arbeitskolben seine zweite Teilhubbewegung aus. Von $t/T = 0$ bis $t/T = 0,25$ fließt dem Druckmittelraum D1 ein positiver Volumenstrom Q_{D1} zu, der vom ersten Förderzylinder 22 her kommt. Bei $t/T = 0,25$ beginnt der zweite Teil der ersten Teilhubbewegung, bei dem der Förderzylinder 22 wieder mit einem Druckmittelvolumenstrom $-Q_{D2}$ aus dem zweiten Druckmittelraum D2 befüllt wird. Bezogen auf den Druckmittelraum D2 entspricht dies einem negativen Volumenstrom Q_{D2} .

[0026] Während des ersten Teils der zweiten Teilhubbewegung von $t/T = 0,5$ bis $t/T = 0,75$ wird dem Druckmittelraum D2 wieder ein positiver Druckmittelvolumenstrom Q_{D2} zugeführt, der vom zweiten Förderzylinder 24 her kommt. Während des zweiten Teils der zweiten Teilhubbewegung von $t/T = 0,75$ bis $t/T = 1$ wird dem ersten Druckmittelraum D1 wieder ein Druckmittelvolu-

menstrom Q_{D1} entnommen, der zur Befüllung des zweiten Förderzylinders 24 dient.

[0027] Wie in Fig. 2 zu erkennen ist, sind die zeitlichen Integrale

$$\int_0^T Q_{D1} dt$$

und

$$\int_0^T Q_{D2} dt$$

gleich Null. Die den Druckmittelräumen D1, D2 zu- bzw. abgeführten Druckmittelvolumina sind also während einer Periode ausgeglichen, so daß die Neutralstellung des Arbeitskolbens 2 erhalten bleibt.

[0028] Der in Fig. 3 gezeigte Verlauf 64 der Auslenkbewegung x des Arbeitskolbens 2 ist gegenüber dem Verlauf 62 (Fig. 2) um den Betrag Δx verschoben. Das heißt, die Mittellage des Arbeitskolbens 2 ist, bezogen auf die Darstellung Fig. 1, um den Betrag Δx gegenüber der Neutralstellung nach rechts verschoben. Die Amplitude der ersten Teilhubbewegung 66 ist gegenüber dem Verlauf 62 um den Betrag Δx größer, während die Amplitude 68 der zweiten Teilhubbewegung um den Betrag Δx kleiner ist. An den Verläufen der Volumenströme Q_{D1} , Q_{D2} ist erkennbar, daß im Mittel dem Druckmittelraum D1 ein Ausgleichsvolumen zugeführt wird, während dem Druckmittelraum D2 ein Ausgleichsvolumen entnommen wird. Dies spiegelt sich auch in der Darstellung der zeitlichen Integrale

$$\int_0^T Q_{D1} dt$$

und

$$\int_0^T Q_{D2} dt$$

wieder. Diese Ausgleichsvolumina bewirken, daß die Mittellage des Arbeitskolbens 2, die bei dem Verlauf 64 bei Δx liegt, ein Stück in Richtung der Neutralstellung ($x = 0$) verschoben wird.

[0029] Fig. 4 zeigt eine alternative Ausgestaltung der Erfindung, bei welcher die Leitung 29 mit einem Druckmittelreservoir verbunden ist. Das hat zur Folge, daß die Druckmittelfördereinrichtung 20 bei der ersten Teilhub-

bewegung des Arbeitskolbens 2 dem Reservoir 70 ein Druckmittelvolumen Q_R zuführt und bei der zweiten Teilhubbewegung des Arbeitskolbens 2 dem Reservoir 70 ein Druckmittelvolumen Q_R entnimmt.

[0030] Bei dieser Ausgestaltung umfaßt die Druckmittelfördereinrichtung 20 einen ersten Förderzylinder 22 und einen zweiten Förderzylinder 24, wobei ein Arbeitsvolumen $V1$ des ersten Förderzylinders 22 durch eine Leitung 26 mit einem in Richtung zum ersten Förderzylinder 22 durchlässigen Einwegeventil 28 mit dem zweiten Druckmittelraum D2 und durch eine Leitung 29 mit einem in Richtung weg von dem ersten Förderzylinder 22 durchlässigen, vorgespannten Einwegeventil 30 mit dem Reservoir 70 verbunden ist.

[0031] Das Arbeitsvolumen $V2$ des zweiten Förderzylinders 24 ist durch eine Leitung 32 mit einem in Richtung zum zweiten Förderzylinder 24 durchlässigen Einwegeventil 34 mit dem Reservoir 70 und durch eine Leitung 36 mit einem in Richtung weg von dem zweiten Förderzylinder 24 durchlässigen, vorgespannten Einwegeventil 38 mit dem zweiten Druckmittelraum D2 verbunden.

[0032] Bei dieser Ausgestaltung erfolgt die Korrektur der Mittellage des Arbeitskolbens durch Zu- bzw. Abfuhr eines Ausgleichsvolumens zum zweiten Druckmittelraum D2, während das Volumen des ersten Druckmittelraums automatisch durch die Druckmittelquelle ausgeglichen wird.

30 Bezugszeichen

[0033]

2	Arbeitskolben
35	4 Stellerzylinder
6	Leitung
8	Gebersystem
10	Leitung
12	Druckmittelquelle
40	14 Kolbenstange
16	erste Endlage
18	zweite Endlage
20	Druckmittelfördereinrichtung
22	erster Förderzylinder
45	24 zweiter Förderzylinder
26	Leitung
28	Einwegeventil
29	Leitung
30	vorgespanntes Einwegeventil
50	32 Leitung
34	Einwegeventil
36	Leitung
38	vorgespanntes Einwegeventil
40	Kolben
55	42 Kolben
44	Stirnfläche
46	Stirnfläche
48	Stirnfläche

50	Stößel
52	Stößel
54	Anschlagfläche
56	Mitnehmer
58	Anschlagfläche
60	Mitnehmer
62	Verlauf
64	Verlauf
66	Amplitude
68	Amplitude
70	Reservoir

Patentansprüche

1. Druckmittelbetätigbare Stelleranordnung mit einem in einem Stellerzylinder (4) geführten Arbeitskolben (2), der einen ersten Druckmittelraum (D1) von einem zweiten Druckmittelraum (D2) in dem Stellerzylinder (4) voneinander trennt, und in Folge von Druckmittelvolumenströmen Q_p , die den Druckmittelräumen (D1), (D2) zuführbar bzw. entnehmbar sind, axial zwischen einer ersten Endlage (16) und einer zweiten Endlage (18) bewegbar ist, wobei in der ersten Endlage (16) der erste Druckmittelraum (D1) ein minimales Volumen aufweist und in der zweiten Endlage (18) der zweite Druckmittelraum (D2) ein minimales Volumen aufweist, und wobei vom Arbeitskolben (2) zwischen den beiden Endlagen (16), (18) eine Neutralstellung ($x = 0$) einnehmbar ist, wobei eine Hin- und Herbewegung von der Neutralstellung in Richtung der ersten Endlage (16) und zurück einer ersten Teilhubbewegung entspricht und eine Hin- und Herbewegung von der Neutralstellung in Richtung der zweiten Endlage (18) und zurück einer zweiten Teilhubbewegung entspricht, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Druckmittelfördereinrichtung (20) vorgesehen ist, die bei der ersten Teilhubbewegung des Arbeitskolbens (2) dem zweiten Druckmittelraum (D2) ein Druckmittelvolumen ($\int Q_{D2}$) entnimmt und die bei der zweiten Teilhubbewegung des Arbeitskolbens (2) dem zweiten Druckmittelraum (D2) ein Druckmittelvolumen ($\int Q_{D2}$) zuführt wobei die zugeführten bzw. entnommenen Druckmittelvolumina von der Amplitude der jeweiligen Teilhubbewegung abhängen.
2. Stelleranordnung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckmittelfördereinrichtung (20) bei der ersten Teilhubbewegung des Arbeitskolbens (2) einem Reservoir (70) ein Druckmittelvolumen ($\int Q_R$) zuführt und bei der zweiten Teilhubbewegung des Arbeitskolbens (2) dem Reservoir (70) ein Druckmittelvolumen ($\int Q_R$) entnimmt.
3. Stelleranordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckmittelfördereinrichtung

- tung (20) einen ersten Förderzylinder (22) und einen zweiten Förderzylinder (24) umfasst, wobei ein Arbeitsvolumen (V_1) des ersten Förderzylinders (22) durch eine Leitung (26) mit einem in Richtung zum ersten Förderzylinder (22) durchlässigen Einwegeventil (28) mit dem zweiten Druckmittelraum (D2) und durch eine Leitung (29) mit einem in Richtung weg von dem ersten Förderzylinder (22) durchlässigen, vorgespannten Einwegeventil (30) mit dem Reservoir (70) verbunden ist, und wobei ein Arbeitsvolumen (V_2) des zweiten Förderzylinders (24) durch eine Leitung (32) mit einem in Richtung zum zweiten Förderzylinder (24) durchlässigen Einwegeventil (34) mit dem Reservoir (70) und durch eine Leitung (36) mit einem in Richtung weg von dem zweiten Förderzylinder (24) durchlässigen, vorgespannten Einwegeventil (38) mit dem zweiten Druckmittelraum (D2) verbunden ist.
4. Stelleranordnung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckmittelfördereinrichtung (20) bei der ersten Teilhubbewegung des Arbeitskolbens (2) dem ersten Druckmittelraum (D1) ein Druckmittelvolumen ($\int Q_{D1}$) zuführt und bei der zweiten Teilhubbewegung des Arbeitskolbens (2) dem ersten Druckmittelraum (D1) ein Druckmittelvolumen ($\int Q_{D1}$) entnimmt.
 5. Stelleranordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckmittelfördereinrichtung (20) einen ersten Förderzylinder (22) und einen zweiten Förderzylinder (24) umfasst, wobei ein Arbeitsvolumen (V_1) des ersten Förderzylinders (22) durch eine Leitung (26) mit einem in Richtung zum ersten Förderzylinder (22) durchlässigen Einwegeventil (28) mit dem zweiten Druckmittelraum (D2) und durch eine Leitung (29) mit einem in Richtung weg von dem ersten Förderzylinder (22) durchlässigen, vorgespannten Einwegeventil (30) mit dem ersten Druckmittelraum (D1) verbunden ist, und wobei ein Arbeitsvolumen (V_2) des zweiten Förderzylinders (24) durch eine Leitung (32) mit einem in Richtung zum zweiten Förderzylinder (24) durchlässigen Einwegeventil (34) mit dem ersten Druckmittelraum (D1) und durch eine Leitung (36) mit einem in Richtung weg von dem zweiten Förderzylinder (24) durchlässigen, vorgespannten Einwegeventil (38) mit dem zweiten Druckmittelraum (D2) verbunden ist.
 6. Stelleranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** Übertragungsmittel (14), (56), (58) vorgesehen sind, die die Druckmittelfördereinrichtung (20) mechanisch mit dem Arbeitskolben (2) koppeln.
 7. Stelleranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die

Förderzylinder (22), (24) jeweils einen Kolben (40), (42) aufweisen, welcher durch ein nach außen geführtes Betätigungsorgan (50), (52) verschiebbar ist, wobei während der ersten Teilhubbewegung des im Stellerzylinder (4) geführten Arbeitskolbens (2) das Betätigungsorgan (50) des ersten Förderzylinders (22) mit der Bewegung des Arbeitskolbens (2) gekoppelt ist und das Betätigungsorgan (52) des zweiten Förderzylinders (24) von der Bewegung des Arbeitskolbens (2) entkoppelt ist, und während der zweiten Teilhubbewegung des im Stellerzylinder (4) geführten Arbeitskolbens (2) das Betätigungsorgan (52) des zweiten Förderzylinders (24) mit der Bewegung des Arbeitskolbens (2) gekoppelt ist und das Betätigungsorgan (50) des ersten Förderzylinders (22) von der Bewegung des Arbeitskolbens (2) entkoppelt ist.

8. Stelleranordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Arbeitskolben (2) des Stellerzylinders (4) mit einer Kolbenstangenanordnung (14, 56, 60) verbunden ist, die axiale Anschlagflächen (54, 58) aufweist, welche den Betätigungsorganen (50, 52) der Förderzylinder zugeordnet sind, wobei jedes Betätigungsorgan (50, 52) jeweils nur während einer Teilhubbewegung des Arbeitskolbens (2) an einer der axialen Anschlagflächen (54, 58) anliegt und von dieser mitgenommen wird und während der anderen Teilhubbewegung des Arbeitskolbens (2) von ihr abhebt.
9. Stelleranordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Einstellmittel zur Justage der Lage zwischen den Kolben (40), (46) der Förderzylinder (22), (24) und den axialen Anschlagflächen (54), (58) vorhanden sind.
10. Stelleranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Druckmittelraum (D1) durch eine Leitung (10) an eine Druckmittelquelle (12) mit wenigstens annäherungsweise konstantem Druck angeschlossen ist, und der zweite Druckmittelraum (D2) durch eine Leitung (6) mit einem steuerbaren Gebersystem (8) verbunden ist.
11. Baueinheit, umfassend eine Stelleranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Einbau in ein drehendes System eines Hubschrauberhauptrotors.
12. Hubschrauberrotorblatt-Steuerung für mehrere, gleichmäßig am Umfang einer Rotornabe angeordnete Rotorblätter, wobei jedem Rotorblatt mindestens eine Stelleranordnung oder eine Baueinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche zugeordnet ist, wobei ein Gebersystem in Form einer hydraulischen Verdrängersteuerung vorgesehen ist,

welche im Rotorkopf eines Hubschraubers angeordnet ist, und wobei Übertragungsmittel vorgesehen sind, die die Kolbenstangenanordnung des Arbeitskolbens mit einem Hubschrauberrotorblatt koppeln, zur Einstellung einer Einstellwinkelbewegung des Hubschrauberrotorblatts.

13. Verwendung der Einstellmittel einer Stelleranordnung nach Anspruch 6 zur Justage der Einstellwinkel der Rotorblätter eines Hubschrauberrotors.

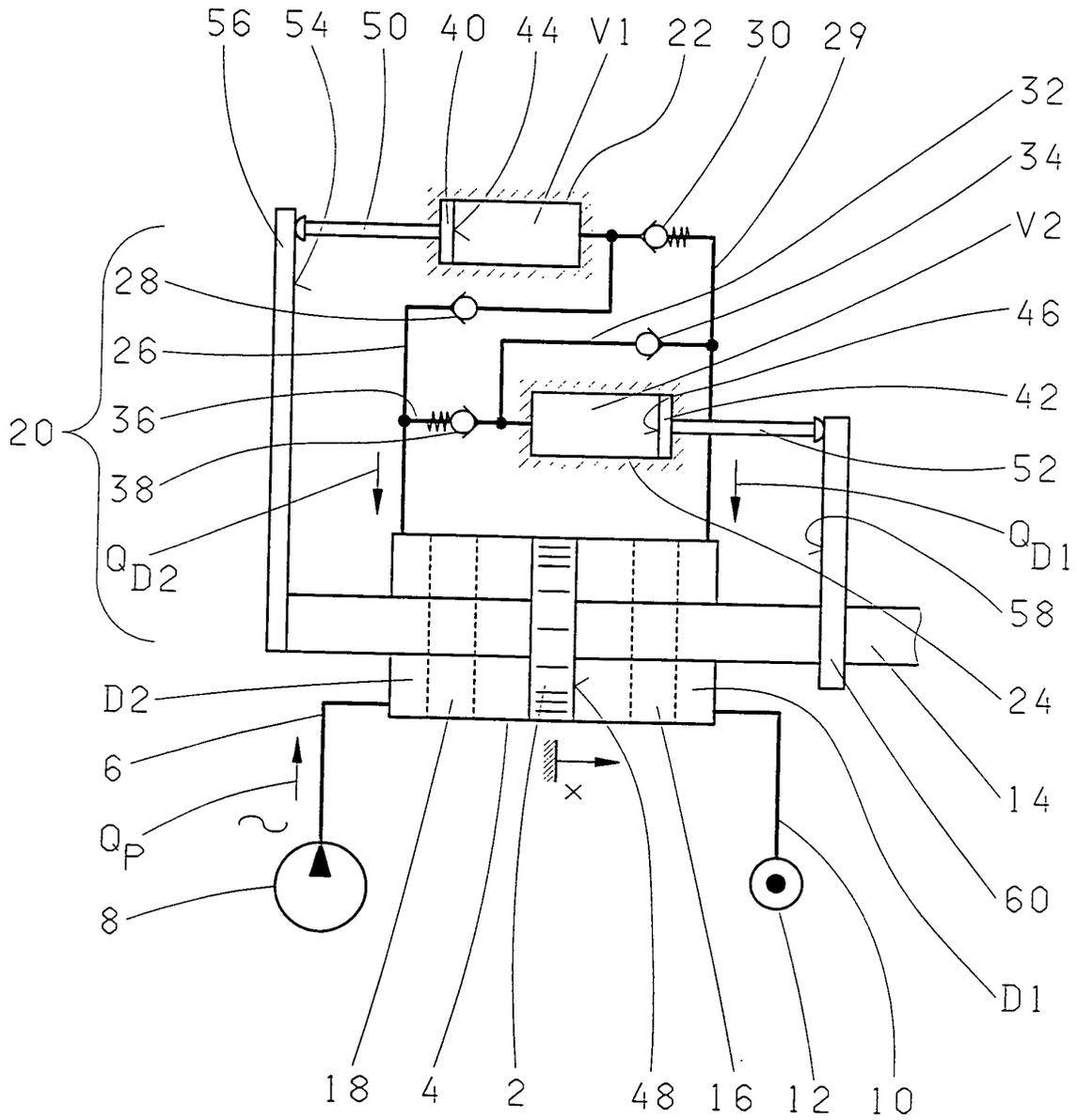


Fig. 1

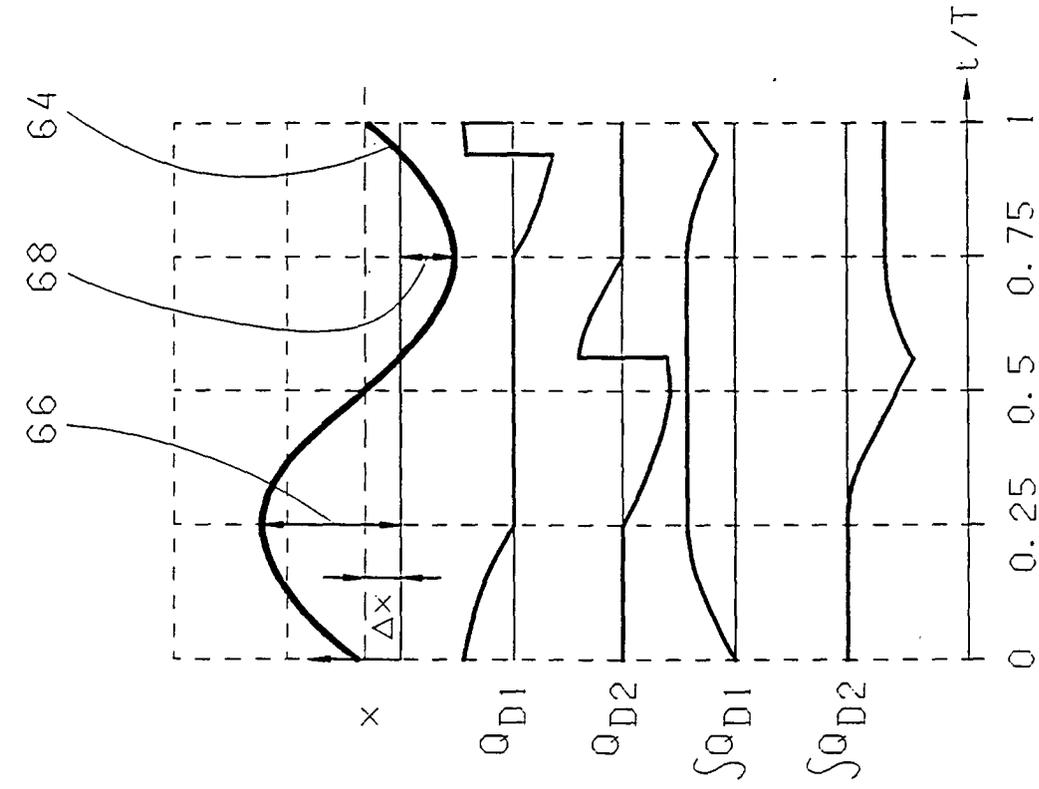


Fig. 2

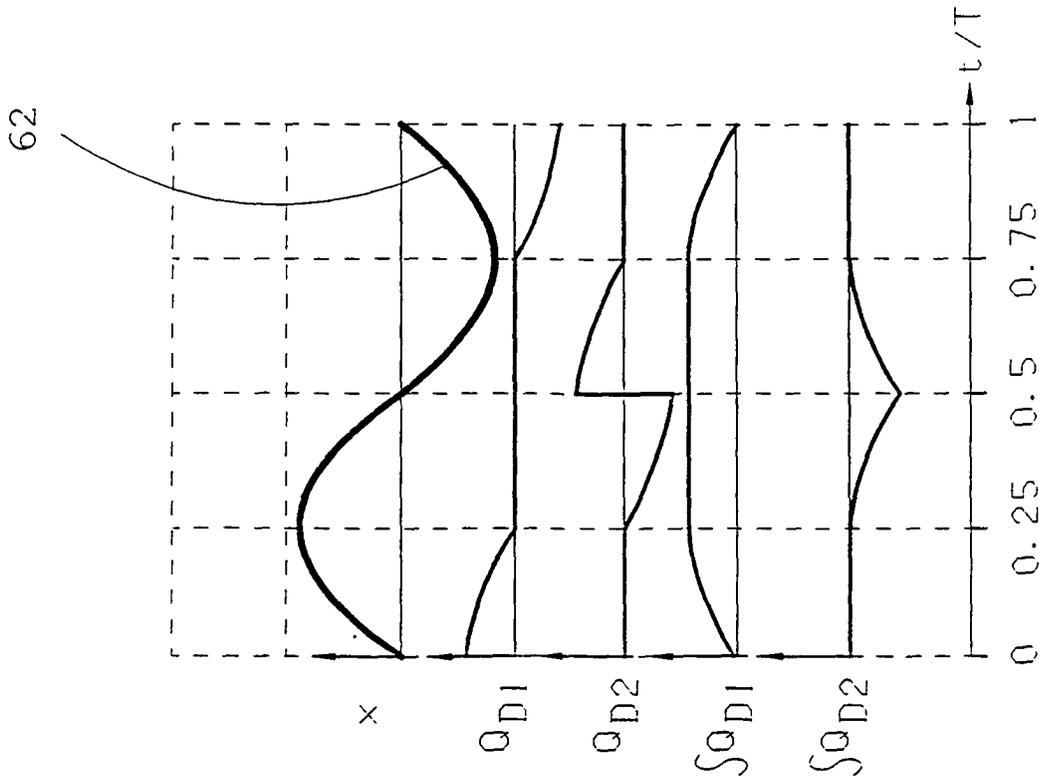


Fig. 3

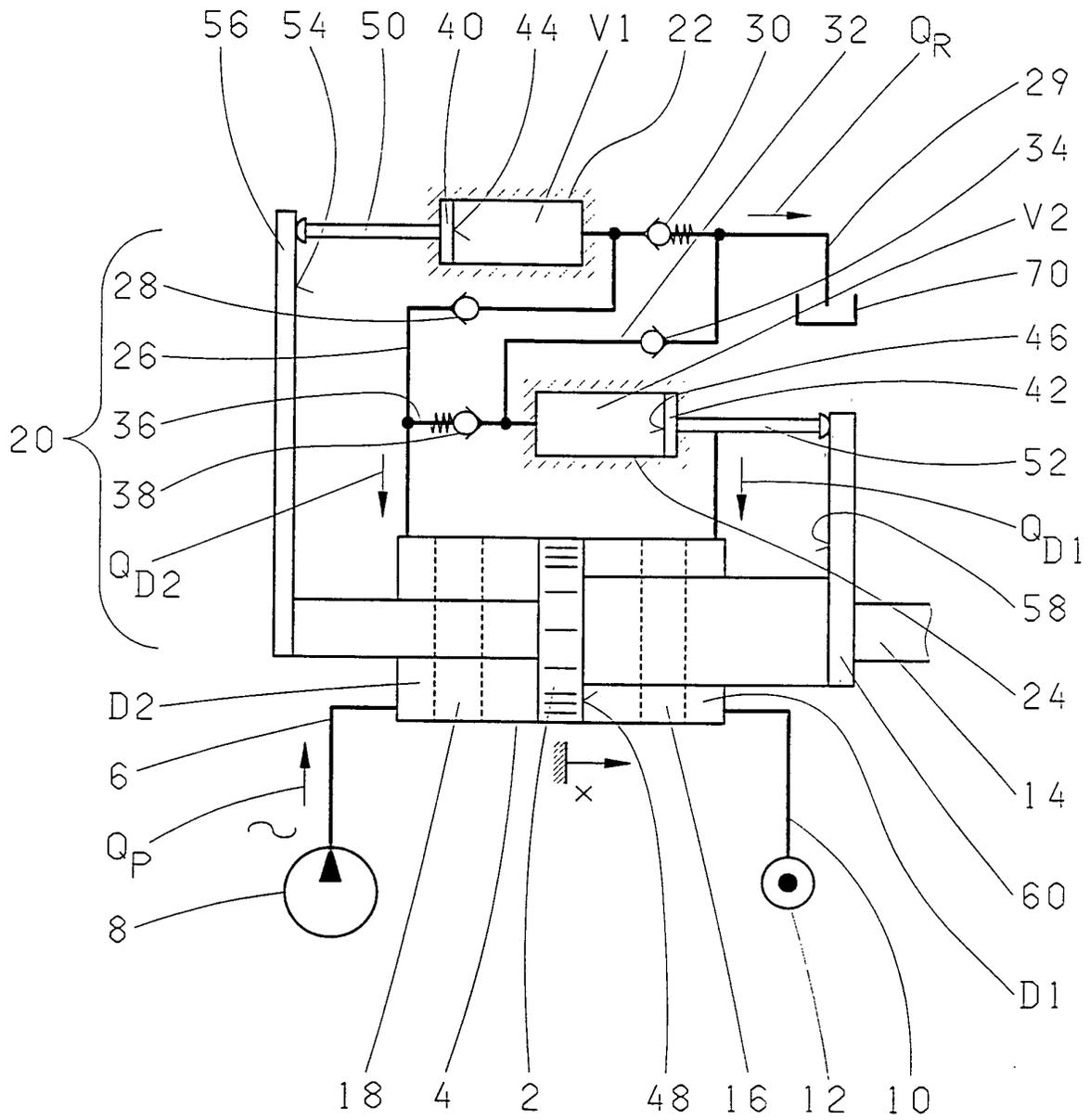


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 01 0505

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 4 621 496 A (LAMB C PAUL) 11. November 1986 (1986-11-11) * Spalte 3, Zeile 49 - Spalte 3, Zeile 61 *	1	F15B11/12
A	FR 2 213 428 A (DBA) 2. August 1974 (1974-08-02) * Seite 2, Zeile 24 - Seite 3, Zeile 15 *	1	
A	DE 24 26 099 A (LICENTIA GMBH) 11. Dezember 1975 (1975-12-11) * Seite 4, Absatz 3 - Seite 5, Absatz 2 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F15B
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
MÜNCHEN		6. September 2002	Toffolo, O
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 Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P4C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 01 0505

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-09-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
US 4621496	A	11-11-1986	GB	2157771 A ,B		30-10-1985	
FR 2213428	A	02-08-1974	FR	2213428 A1		02-08-1974	
			DE	2365147 A1		11-07-1974	
DE 2426099	A	11-12-1975	DE	2426099 A1		11-12-1975	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82