



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 405 189 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 90110570.0

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: F01L 9/04

22 Anmeldetag: 05.06.90

30 Priorität: 27.06.89 DE 3920976

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
02.01.91 Patentblatt 91/01

64 Benannte Vertragsstaaten:  
AT CH DE ES FR GB IT LI SE

71 Anmelder: FEV Motorentechnik GmbH & Co.  
KG KG  
Neuenhofstrasse 181  
D-5100 Aachen(DE)

72 Erfinder: Kreuter, Peter, Dr.-Ing.  
Josef-Ponten-Strasse 38  
D-5100 Aachen(DE)  
Erfinder: Scheidt, Martin, Dipl.-Ing.  
Grüner Weg 34  
D-5180 Eschweiler(DE)

74 Vertreter: Fischer, Friedrich B., Dr.-Ing.  
Saarstrasse 71  
D-5000 Köln 50 (Rodenkirchen)(DE)

54 Elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung.

57 Bei einer elektromagnetisch arbeitenden Stelleinrichtung nach dem Prinzip des Feder-Masse-Schwingers (12, 18, 5, 20), insbesondere für die Betätigung von Steuerventilen in Verdrängungsmaschinen, kann der Arbeitshub des Steuerelements durch Änderung der Lage der Polfläche eines Arbeitsmagneten (2) sowie des Fußpunktes (11) einer oder mehrerer Federn des Federsystems variiert werden. Hierzu dient

ein magnetisches Schaltsystem zur gleichzeitigen Änderung des Abstandes der Polflächen und Anpassung des Schwingungsmittelpunktes an die neue Lage der Polflächen durch Änderung der Lage eines oder mehrerer Federfußpunkte. Weiterhin kann mit diesem Schaltsystem ebenfalls der magnetische Widerstand eines oder beider Arbeitsmagnete verändert werden.

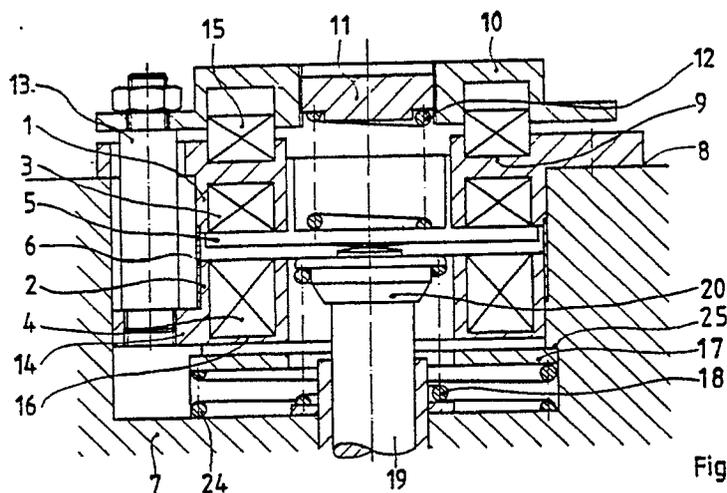


Fig.1

EP 0 405 189 A1

## ELEKTROMAGNETISCH ARBEITENDE STELLEINRICHTUNG

Die Erfindung betrifft eine elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung für oszillierend bewegbare Steuerelemente an Verdrängungsmaschinen, insbesondere für Flachschieber und Hubventile, bestehend aus einem Federsystem und zwei elektrisch arbeitenden Schaltmagneten, im folgenden Arbeitsmagnete genannt, durch die ein das Steuerelement betätigender Anker in zwei gegenüberliegende Schaltpositionen bewegbar ist, wobei der Ort der Gleichgewichtslage des Federsystems zwischen den beiden Schaltpositionen liegt und der Arbeitshub des Steuerelements durch Änderung der Lage der Polfläche eines Arbeitsmagneten sowie des Fußpunktes einer oder mehrerer Federn des Federsystems variiert werden kann.

Das Steuerelement einer Verdrängungsmaschine wird bei einer Stelleinrichtung der aufgeführten Art durch eine Druckfeder in geschlossenem Zustand gehalten. Eine weitere Druckfeder wirkt auf einen mit dem Steuerelement zusammenwirkenden Magnetanker, so daß die Gleichgewichtslage des Federsystems in der Mitte oder nahe der Mitte zwischen den Endlagen der Bewegung des Magnetankers liegt. Die Endlagen der Ankerbewegung befinden sich an je einem elektrisch betätigten Arbeitsmagnet. Zum Schalten dieser Vorrichtung wird jeweils ein Arbeitsmagnet erregt und der andere abgeschaltet. Aufgrund der Kraft der vorgespannten Feder wird der Anker bei Freigabe bis zur Gleichgewichtslage beschleunigt und auf seinem weiteren Weg durch die dann bestimmende entgegenwirkende Kraft der anderen Feder verzögert. Aufgrund von Reibung kann der Anker die gegenüberliegende Endlage nicht erreichen. Auf dem fehlenden Restweg wird der Anker durch die Zugkraft des Arbeitsmagneten angezogen.

Gegenüber Schaltsystemen, die den Anker über den gesamten Hub gegen die Kraft einer Feder anziehen, wird mit diesem System eine wesentliche Verringerung der zuzuführenden elektrischen Energie sowie der Baugröße erzielt. Aufgrund des geringeren zu überbrückenden Luftspaltes kann die radiale Abmessung des Wicklungsfensters klein gehalten werden. Dies ist vor allem im Hinblick auf den Einsatz der Stelleinrichtung an Verdrängungsmaschinen von Bedeutung.

Der Arbeitshub einer solchen Stelleinrichtung ist so bemessen, daß für den größten auftretenden Massenstrom am Steuerelement einer Verdrängungsmaschine ein ausreichender Öffnungsquerschnitt zur Verfügung steht und somit eine Drosselung vermieden wird.

Bei kleineren Massenströmen, die im Teillastbetrieb von Verdrängungsmaschinen und hier insbesondere von Brennkraftmaschinen auftreten, ist

ein Betrieb der Stelleinrichtung bei diesem maximalen Arbeitshub unwirtschaftlich, da die zum Positionswechsel des Steuerelements zuzuführende elektrische Energie abhängig von dem Hub des Steuerelements zunimmt. Somit wäre ein verringerter Hub des Steuerelements, also insbesondere ein verringerter Ventilhub, aus energetischen Gründen erwünscht. Weiterhin hat die Verringerung des Öffnungsquerschnitts eine Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit am Steuerelement bzw. am Steuerventil zur Folge, was zur Verbesserung der Aufbereitung von mehrphasigen Gemischen, insbesondere eines Luft-Kraftstoffgemisches bei Brennkraftmaschinen, beiträgt.

Bekannt Systeme zur Variation des Arbeitshubes einer Stelleinrichtung des oben beschriebenen Funktionsprinzips arbeiten mit außerhalb der Stelleinrichtung angeordneten, ggf. auf mehrere Stelleinrichtungen gemeinsam wirkenden Schalt- bzw. Verstellsystemen, wie es beispielsweise aus US-PS 47 77 915 bekannt ist. Ein erheblicher Nachteil dieser Anordnung ist der langsame Verstellvorgang, der sich über mehrere Zyklen der Brennkraftmaschine erstreckt und eine digitale Steuerung der Stelleinrichtung erschwert.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Arbeitshub der Stelleinrichtung in mindestens zwei unterschiedlichen Positionen fixieren zu können. Die Umschaltung soll bei einer Brennkraftmaschine in einer Zeitspanne erfolgen, die deutlich kürzer ist als die Zeit für einen Zyklusdurchlauf der Brennkraftmaschine.

Diese Aufgabe wird bei einer Stelleinrichtung der eingangs bezeichneten Art gelöst durch ein magnetisches Schaltsystem zur gleichzeitigen Änderung des Abstandes der Polflächen und Anpassung des Schwingungsmittelpunktes an die neue Lage der Polflächen durch Änderung der Lage eines oder mehrerer Federfußpunkte.

Gemäß einer weiteren Ausbildung der Erfindung wird der magnetische Widerstand des Magnetkreises eines oder beider Arbeitsmagnete beim Wechsel des Arbeitshubes der Stelleinrichtung verändert, mit dem Ziel, die Zeitspanne zwischen dem Abschalten des Stromes eines Arbeitsmagneten und dem Beginn der Ankerbewegung, im folgenden Abfallzeit genannt, konstant zu halten.

Gemäß einer weiteren Ausbildung der Erfindung erfolgt sowohl die Verstellung des magnetischen Widerstandes als auch die Verstellung des der Öffnet-Position zugeordneten Arbeitsmagneten und des Federfußpunktes durch ein gemeinsames elektromagnetisches Schaltsystem in der einen Richtung sowie durch vorgespannte Federn in entgegengesetzter Richtung.

Die Ausbildung des Schaltsystems und der Federn ist nach weiteren Merkmalen der Erfindung so gewählt, daß sich nach dem Abschalten des elektromagnetischen Schaltsystems die verstellbaren Bauteile selbsttätig in eine der Endpositionen bewegen, wobei diese Endpositionen entweder die Position größten Arbeitshubes oder die Position kleinsten Arbeitshubes einer Verdrängungsmaschine sind.

Gemäß einer weiteren Ausbildung der Erfindung kann das Steuerelement über ein Übertragungsglied, insbesondere einen Kipp- oder Schleppebel, betätigt werden.

Um die Geräuschentwicklung und den Verschleiß an den Bauteilen des elektromagnetischen Schaltsystems zu minimieren, wird nach einer weiteren Ausbildung der Erfindung die Bewegung des Schaltsystems in der Nähe einer oder beider Endlagen gebremst. Dabei kann dem oszillierend bewegten Magnetanker der Stelleinrichtung in der Nähe der Endlagen durch Verdichtung eines kompressiblen Fluids kinetische Energie entzogen werden.

Weiterhin kann das elektromagnetische Schaltsystem einen Permanentmagneten enthalten, der das Verharren des Ankers des Schaltsystems in der angezogenen Position sicherstellt.

Zum Ausgleich von im Betrieb der Stelleinrichtung auftretenden Längenänderungen kann gemäß einer weiteren Ausbildung der Erfindung ein hydraulisches Längenausgleichselement eingesetzt werden. Erfindungsgemäß kann dieses Bauteil an verschiedenen Positionen innerhalb der Stelleinrichtung angeordnet sein, insbesondere im Magnetanker oder zwischen dem der Schließt-Position zugeordneten Arbeitsmagneten und dem Gehäuse.

Zur Verminderung des Energieaufwandes, insbesondere zum Halten des Magnetankers an den Polflächen, können gemäß einer weiteren Ausbildung der Erfindung einer oder beide Arbeitsmagnete mit einem Permanentmagneten ausgerüstet sein.

Die Anordnung des den magnetischen Widerstand beeinflussenden Bauteils wird nach einer weiteren Ausbildung der Erfindung so gewählt, daß das relativ zum Arbeitsmagneten bewegte Bauteil gegen eine Vorspannkraft in engen Grenzen verschiebbar ist und somit Längenänderungen kompensiert werden, bzw. die Einstellung bei der Montage vereinfacht wird. Die Vorspannkraft wird durch ein federndes Element aufgebracht.

Zusätzlich zu den bereits aufgeführten Vorteilen besteht ein mit der Erfindung erzielbarer Vorteil insbesondere auch darin, daß alle bei einer Arbeitshubverstellung einer Stelleinrichtung in ihrer Lage zu verändernden Bauteile gemeinsam verstellt werden können. Die erzielbare Schaltzeit ist dabei deutlich geringer als die für einen Zyklusdurchlauf

einer Verdrängungsmaschine zur Verfügung stehende Zeit. Damit ist eine digitale Ansteuerung der Stelleinrichtung möglich. Die Zuordnung eines eigenen Schaltsystems zu jeder Stelleinrichtung erlaubt darüber hinaus eine freie Anordnung der Stelleinrichtungen bei einer mehrzylindrigen Verdrängungsmaschine. Durch die Einstellung unterschiedlicher magnetischer Widerstände in den Schaltpositionen ist es möglich, die Stelleinrichtungen in den unterschiedlichen Schaltpositionen mit unveränderten Steuersignalen zu betreiben.

Die beschriebene Dämpfung der Bewegung, der hydraulische Längenausgleich sowie der Einsatz von Permanentmagneten senken den Energieeinsatz, Dämpfung und hydraulischer Längenausgleich verbessern auch das Laufverhalten. Die verschiebbare Ausführung des den magnetischen Widerstand beeinflussenden Bauteils bewirkt eine Verringerung der Genauigkeitanforderungen bei Fertigung und Einstellung.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen beschrieben.

Fig. 1 zeigt im Längsschnitt ein Ausführungsbeispiel der Vorrichtung gemäß der Erfindung mit einem elektromagnetischen Schaltsystem zur Veränderung des Arbeitshubes. Das Schaltsystem ist im abgeschalteten Zustand dargestellt und befindet sich in der Position kleinen Arbeitshubes. Das Steuerventil einer Verdrängungsmaschine ist geschlossen.

Fig. 2 zeigt das Ausführungsbeispiel aus Fig. 1 in eingeschaltetem Zustand des Schaltsystems und damit in der Position großen Arbeitshubes. Das Steuerventil der Verdrängungsmaschine ist geschlossen.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung gemäß der Erfindung mit Dämpfung der Ankerbewegung, hydraulischem Längenausgleich sowie mit einem Permanentmagneten in dem der Schließt-Position zugeordneten Arbeitsmagneten, wobei das den magnetischen Widerstand einstellende Bauteil verschiebbar ausgeführt ist.

Fig. 4 zeigt eine Einzelheit der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform entsprechend der umrandeten Partie mit dem Bezugszeichen Z.

Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit im Schaltsystem angeordneten Permanentmagneten.

Fig. 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Dämpfung der Bewegung des Schaltsystems durch Verdichtung von Luft.

Fig. 7-13 zeigen verschiedene Ausführungsmöglichkeiten zur Einstellung des magnetischen Widerstandes eines Arbeitsmagneten.

Fig. 14-17 zeigen Möglichkeiten der Anordnung des Schaltsystems zur Verstellung des Öffnet-Arbeitsmagneten.

Fig. 18 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Vorrichtung mit einem über einen Kipphebel betätigten Steuerelement.

Fig. 1 zeigt beispielhaft eine elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung mit Arbeitsmagneten 1 und 2, Wicklungen 3 und 4 sowie Anker 5. Der Arbeitsmagnet 1 ist über eine Hülse 6 im Gehäuse 7 abgestützt und über Bund 8 mit Gehäuse 7 verschraubt.

Der Arbeitsmagnet 1 bildet mit einem feststehenden Joch 9 des Schaltsystems eine Einheit. Ein beweglicher Anker 10 des elektromagnetischen Schaltsystems wirkt über eine einstellbare Stellschraube 11 auf eine Feder 12, die sich auf der Platte des Ankers 5 abstützt. Weiterhin ist der Anker 10 über einen Verbindungsbolzen 13 mit dem Arbeitsmagneten 2 verbunden, der in der Hülse 6 axial verschiebbar geführt ist. Den Anschlag, über den bei dem gezeigten System die Position des Arbeitsmagneten 2 und damit der Arbeitshub eingestellt wird, bildet ein Befestigungsrohr 14, das von der Kraft der vorgespannten Feder 12 gegen die Unterkante der Hülse 6 gedrückt wird. Der Arbeitsmagnet 2 ist an seiner Unterseite so dimensioniert, daß die dem magnetischen Fluß zwischen der Wicklung 4 und der Unterseite zur Verfügung stehende Querschnittsfläche 16 deutlich kleiner ist als die übrigen Querschnittsflächen des magnetischen Kreises und somit schon bei mittlerer Aussteuerung des Magnetkreises eine Erhöhung des magnetischen Widerstandes erfolgt. Eine Weicheisen-Scheibe 17 ist im Gehäuse 7 durch die Vorspannkraft einer Feder 24 gegen einen Anschlag 25 gedrückt.

Die angezogene Lage des Ankers 10 gegen das Joch 9 stellt für die in Figur 2 gezeigte Position des Schaltsystems den Anschlag dar. Gleichzeitig erweitert die Scheibe 17 in dieser Position die Querschnittsfläche des magnetischen Kreises und verringert somit den magnetischen Widerstand im Arbeitsmagneten 2. In dieser Position ist die Scheibe 17 vom Arbeitsmagneten 2 gegen die Kraft der vorgespannten Feder 24 um einen geringen Weg vom Anschlag 25 wegbewegt, und somit ist eine sichere Auflage des Arbeitsmagneten 2 auf der Scheibe 17 sichergestellt.

Über die Stellschraube 11 wird die Gleichgewichtslage des schwingungsfähigen Systems, bestehend aus Federn 12 und 18 sowie dem Anker 5, Schaft 19 des zu betätigenden Steuerelements und Federteller 20, so eingestellt, daß der Anker 5 im stromlosen Zustand in der Mitte zwischen den Arbeitsmagneten 1 und 2 ruht.

In dieser Position ist das mit Schaft 19 verbundene Steuerelement, beispielsweise ein Steuerventil einer Brennkraftmaschine, um seinen halben Hub geöffnet. Wenn der Anker 5 zur Anlage an den Magneten 1 gebracht ist, wird er dort durch Erre-

gung der Wicklung 3 gehalten. In dieser Position befindet sich das Steuerelement in der geschlossenen Lage. Für den Betrieb der Stelleinrichtung wird der Strom in Wicklung 3 dann abgeschaltet, wodurch nach einer Zeitspanne, die im folgenden Abfallzeit genannt wird, der Anker 5 sich vom Magneten 1 löst und über die Gleichgewichtslage hinaus auf den Magneten 2 zubewegt. Die Wicklung 4 des Magneten 2 wird rechtzeitig erregt, so daß der Anker 5 aufgrund der wirkenden Magnetkraft an den Magneten 2 herangezogen und dort gehalten wird. Die Rückbewegung erfolgt sinngemäß. Dieser Ablauf gilt für beide möglichen Arbeitshübe.

Im stromlosen Zustand von Wicklung 15 des Schaltsystems befindet sich das System in der Position kleinen Arbeitshubes. Wird die Wicklung 15 des Schaltsystems erregt, so wird der Anker 10 gegen die Kraft der vorgespannten Feder 12 gegen das Joch 9 angezogen. Um keine unkontrollierten Zustände zuzulassen, verbleibt der Anker 5 am Arbeitsmagneten 1, wo er durch Erregung der Wicklung 3 gehalten wird. Über die Verbindungsbolzen 13 wird die Bewegung des Ankers 10 auf den Arbeitsmagneten 2 übertragen und bewegt diesen gegen die Scheibe 17. Dadurch erhält der Arbeitsmagnet 2 eine vergrößerte Querschnittsfläche 16, die es erlaubt, das durch größeren Arbeitshub erhöhte Kraftniveau zu kompensieren und somit das Stromniveau zum Halten des Ankers 5 am Arbeitsmagneten 2 sowie die Abfallzeit nach Abschalten der Wicklung 4 bis zum Beginn der Ankerbewegung konstant zu halten. Die Gleichgewichtslage des schwingenden Systems 5, 12, 18, 19, 20 liegt durch die Verschiebung des nichtbewegten Fußpunktes der Feder 12 wieder in der Mitte zwischen den Arbeitsmagneten 1 und 2. Das Schaltsystem wird bei dem geringen Abstand zwischen Anker 10 und Joch 9 durch Erregung mit einem geringen Strom gehalten.

Figur 3 zeigt eine Stelleinrichtung, die zusätzlich zu den oben beschriebenen Merkmalen eine Dämpfung der Bewegung des Ankers 5 enthält. Wie Fig. 4 es erkennen läßt, bildet Anker 5 mit seiner Außenkante 26 einen Dichtspalt zur Hülse 6. Die Hülse 6 ist mit einer Eindrehung 27 versehen, über die die Luft aus dem Volumen oberhalb des Ankers in das unterhalb des Ankers gelegene Volumen abströmen kann. In der Nähe der Polfläche des oberen Magneten 1 verläßt die Außenkante 26 die Oberkante 24 der Eindrehung 27, und der Anker 5 verdichtet die im oberen Volumen verbliebene Luft. Die so entstehende Kraft dämpft eine Beschleunigung des Ankers 5, die andernfalls aufgrund der im Nahbereich des Magneten 1 stark progressiv ansteigenden Zugkraft eintreten würde.

Wie Fig. 3 zeigt, kann die Stelleinrichtung auch ein hydraulisches Längenausgleichselement 28

enthalten, welches im Anker 5 abgestützt ist und auf den Schaft 19 des Steuerelements wirkt. Das Längenausgleichselement 28 kann über den Anker 5 mit Drucköl versorgt werden.

Ein Permanentmagnet 29 kann im Arbeitsmagneten 1 angeordnet sein. Er ermöglicht das Halten des Ankers 5 ohne Stromfluß in Wicklung 3, und er unterstützt das Anziehen des Ankers 5. Daher kann die Wicklung 3 im Hinblick auf die beim Anziehen aufzuwendende Energie gegenüber einer Ausführung ohne Permanentmagneten mit einem niedrigeren Stromniveau betrieben werden. Zum Ablösen des Ankers 5 von der Polfläche des Magneten 1 wird die Wicklung 3 mit gegenüber dem Anzugsvorgang umgekehrter Polung des Gleichstromes betrieben. Das erregte Feld wirkt dem Feld des Permanentmagneten 29 entgegen, und die Kraftwirkung auf den Anker 5 nimmt ab, bis die Kraft der gespannten Feder 12 überwiegt und die Bewegung einleitet.

Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel für ein elektromagnetisches Schaltssystem bestehend aus dem Joch 9 und dem Anker 10 mit einem Permanentmagneten 30. Zum Anziehen des Ankers 10 an das Joch 9 wird die Wicklung 15 erregt. Bei Auflage des Ankers 10 auf dem Joch 9 kann die Wicklung 15 abgeschaltet werden. Zum Lösen des Ankers 10 wird die Wicklung 15 bei umgekehrter Polung des Gleichstroms erregt.

Figur 6 zeigt eine Anordnung zur Dämpfung der Schaltbewegung des Schaltsystems in der Bewegungsrichtung von kleinem Arbeitshub hin zu großem Arbeitshub. Die weichmagnetische Scheibe 17 ist an der Innenkante mit einer Hülse 41 versehen, die zum Arbeitsmagneten 2 hin einen Dichtspalt bildet. Die Hülse 41 enthält Öffnungen 42, die bei einer Bewegung des Arbeitsmagneten 2 und somit einer Verkleinerung des Raumes 43 ein Abströmen der Luft zulassen, bis der Arbeitsmagnet 2 in der Nähe der Scheibe 17 die Öffnungen abschließt und die verbleibende Luft komprimiert wird. Durch den Druckanstieg im Raum 43 ergibt sich eine dämpfende Kraft.

Figuren 7-13 zeigen weitere Ausführungsbeispiele zur Veränderung des magnetischen Widerstandes eines Arbeitsmagneten. Wichtig für die einwandfreie Funktion der Stelleinrichtung ist die exakte Reproduzierbarkeit des Kontaktes zwischen dem betreffenden Arbeitsmagneten und der Weichscheibe, die in den genannten Figuren jeweils mit den Bezugszeichen 31 und 32 bezeichnet sind. Schon geringe Unterschiede des Luftspaltes zwischen diesen Bauteilen können die Abfallzeiten verändern. Konische Ausbildungen gemäß Figuren 8 und 13 erlauben eine Selbstzentrierung, flache horizontale Ausbildungen gemäß Figur 7 sind einfach zu fertigen, vertikale Anordnungen gemäß Figuren 9 und 10 ergeben einen konstanten Radial-

spalt, während eine Ausbildung mit Stiften 33 gemäß Figuren 11 und 12 durch die Vielzahl von Elementen unanfällig gegen Ungenauigkeiten der Fertigung einzelner Passungen sind.

Figuren 14 bis 17 zeigen Alternativen zu der in den Figuren 1 und 2 gezeigten Ausführung der Stelleinrichtung. Die Stelleinrichtung ist vereinfacht dargestellt, und sie enthält im wesentlichen eine obere Feder 50, Arbeitsmagnete 51 und 52, eine untere Feder 53 und das elektromagnetische Schaltsystem 55.

Bei Verlagerung des Fußpunktes der oberen Feder 50 entsprechend den Figuren 14 und 16 ist eine Korrektur des magnetischen Widerstandes an beiden Arbeitsmagneten 51 und 52 sinnvoll, vor allem aber, aufgrund der erforderlichen kurzen Öffnungszeiten, eine Korrektur am Magneten 52. Wird der Fußpunkt der unteren Feder 53 verstellt, so ist das Kraftniveau am Magneten 51 bei geschlossenem Ventil hubunabhängig und konstant. Eine Korrektur ist nur am Magneten 52 sinnvoll. Die Anordnung des elektromagnetischen Schaltsystems 55 entsprechend den Darstellungen in den Figuren 16 und 17 unterhalb der Stelleinrichtung ermöglicht eine kompakte Verbindung mit dem Magneten 52, insbesondere in Kombination mit der Verstellung des Federfußpunktes der unteren Feder 53 gemäß Figur 17.

Figur 18 zeigt in vereinfachter Darstellung eine Ausführungsform der Stelleinrichtung mit Arbeitsmagneten 60 und 61, Anker 62, Federn 63 und 64, Kipphebel 65 sowie Steuerventil 66. Ein elektromagnetisches Schaltsystem 67 bewegt über Stangen 68 den Magneten 60 sowie die Feder 63. Die Federn 63 und 64 haben unter Berücksichtigung des Übersetzungsverhältnisses jeweils die halbe Gesamtfedersteifigkeit des schwingenden Systems.

## 40 Ansprüche

1. Elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung für oszillierend bewegbare Steuerelemente an Verdrängungsmaschinen, insbesondere für Flachschieber und Hubventile, bestehend aus einem Federsystem und zwei elektrisch arbeitenden Schaltmagneten, im folgenden Arbeitsmagnete genannt, durch die ein das Steuerelement betätigender Anker in zwei gegenüberliegende Schaltpositionen bewegbar ist, wobei der Ort der Gleichgewichtslage des Federsystems zwischen den beiden Schaltpositionen liegt und der Arbeitshub des Steuerelements durch Änderung der Lage der Polfläche eines Arbeitsmagneten sowie des Fußpunktes einer oder mehrerer Federn des Federsystems variiert werden kann, gekennzeichnet durch ein magnetisches Schaltsystem zur gleichzeitigen Änderung des Abstandes der Polflächen und Anpassung des

Schwingungsmittelpunktes an die neue Lage der Polflächen durch Änderung der Lage eines oder mehrerer Federfußpunkte.

2. Elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen veränderbaren magnetischen Widerstand im Magnetkreis eines oder beider Arbeitsmagneten zur Einstellung der Abfallzeiten des Ankers.

3. Elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch ein gemeinsames elektromagnetisches Schaltsystem zur Veränderung der Lage des der Öffnet-Position zugeordneten Arbeitsmagneten und des Fußpunktes wenigstens einer der Federn des Federsystems sowie zur Veränderung des magnetischen Widerstands im Magnetkreis eines oder beider Arbeitsmagnete.

4. Elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, gekennzeichnet durch eine Schalteinrichtung, durch die im stromlosen Zustand des Schaltsystems die Lage des der Öffnet-Position zugeordneten Arbeitsmagneten selbsttätig auf größten Arbeitshub eingestellt wird.

5. Elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, gekennzeichnet durch eine Schalteinrichtung, durch die im stromlosen Zustand des Schaltsystems die Lage des der Öffnet-Position zugeordneten Arbeitsmagneten selbsttätig auf kleinsten Arbeitshub eingestellt wird.

6. Elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerelement über ein mechanisches Übertragungsglied betätigbar ist.

7. Elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Übertragungsglied ein Kipp- oder Schleppebel ist.

8. Elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1-7, gekennzeichnet durch Bremsmittel, durch die die Bewegung des elektromagnetischen Schaltsystems nahe der Endlagen in einer oder beiden Bewegungsrichtungen gebremst wird.

9. Elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1-8, gekennzeichnet durch Bremsmittel, durch die die Bewegung des Magnetankers zwischen den Arbeitsmagneten in der Nähe der Endlagen durch Verdichten eines gasförmigen Mediums abgebremst wird.

10. Elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegung des Magnetankers im Mittelbereich ungebremst ist.

11. Elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1-10, gekennzeichnet durch ein oder mehrere hydraulische Ventilspielausgleichselemente zur spielfreien Betätigung der oszillierend bewegten Bauteile.

12. Elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilspielausgleichselement zwischen dem Magnetanker und dem Steuerelement angeordnet ist.

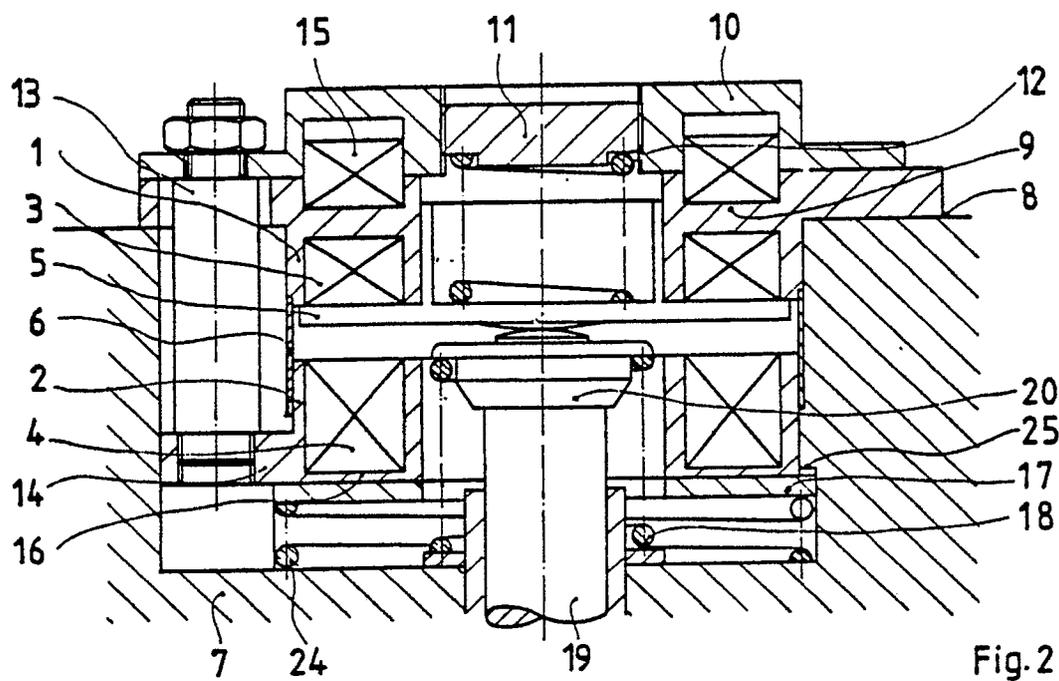
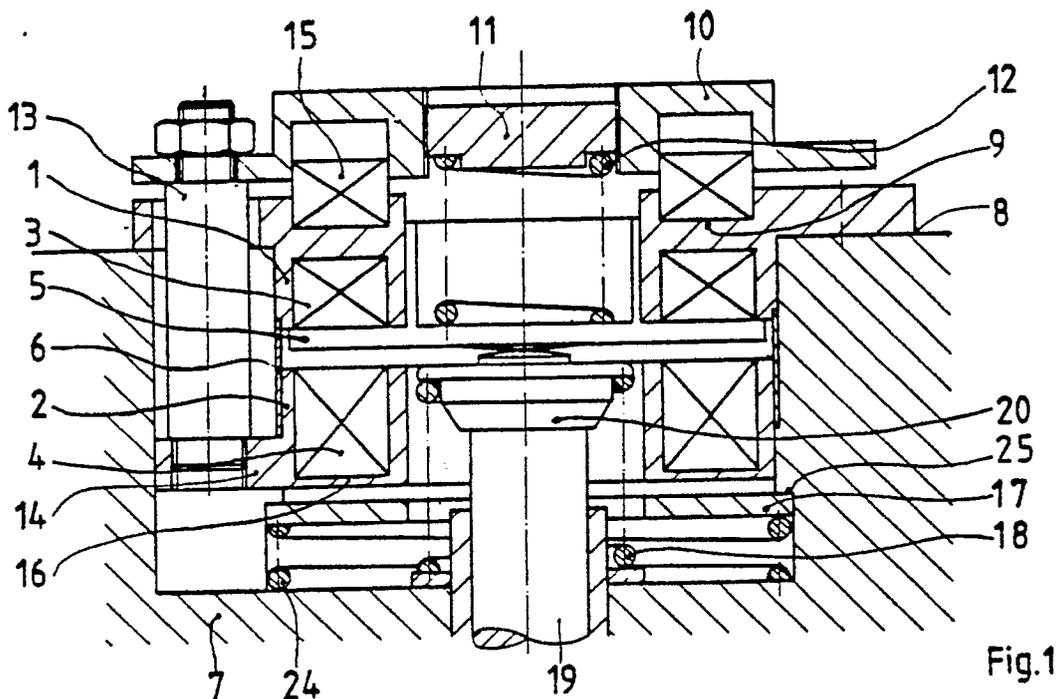
13. Elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilspielausgleichselement zwischen dem der Schließt-Position zugeordneten Arbeitsmagneten und dem Gehäuse angeordnet ist.

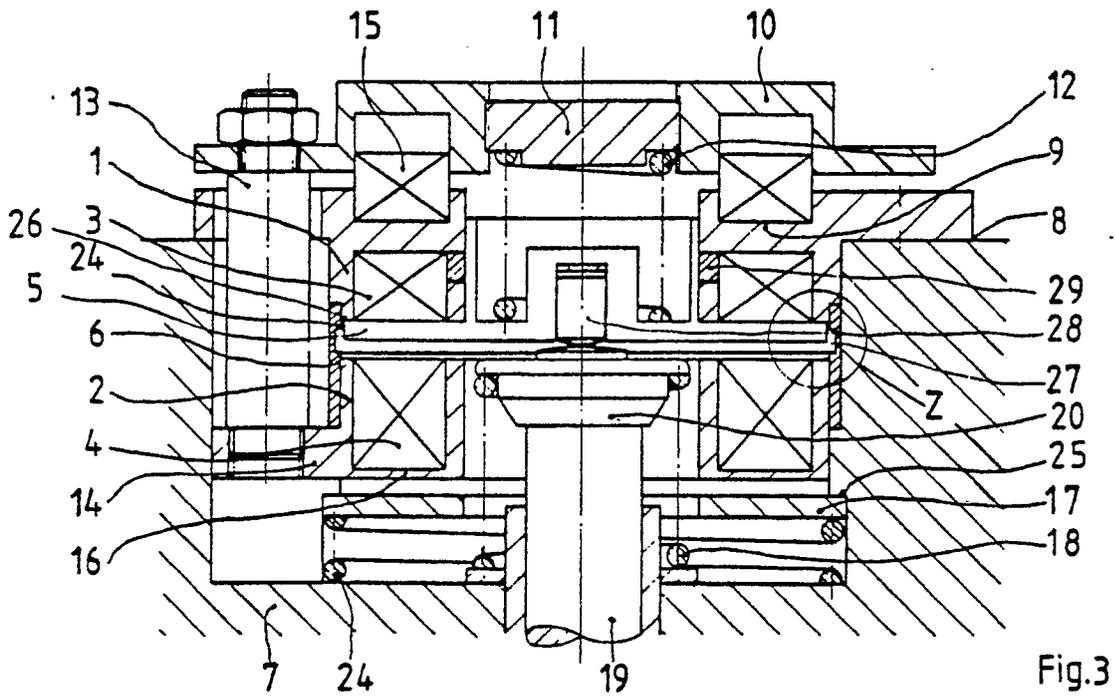
14. Elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß in dem der Schließt-Position zugeordneten Arbeitsmagneten ein Permanentmagnet angeordnet ist.

15. Elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1-14, dadurch gekennzeichnet, daß in dem der Öffnet-Position zugeordneten Arbeitsmagneten ein Permanentmagnet angeordnet ist.

16. Elektromagnetisch arbeitende Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 sowie 6 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß im elektromagnetischen Schaltsystem ein Permanentmagnet angeordnet ist, der den Anker des Schaltsystems in geschlossener Position halten kann.

17. Stelleinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß das den magnetischen Widerstand beeinflussende, dem Arbeitsmagneten zugeordnete Bauteil gegen eine Vorspannkraft in engen Grenzen verschiebbar ist.





Einzelheit Z

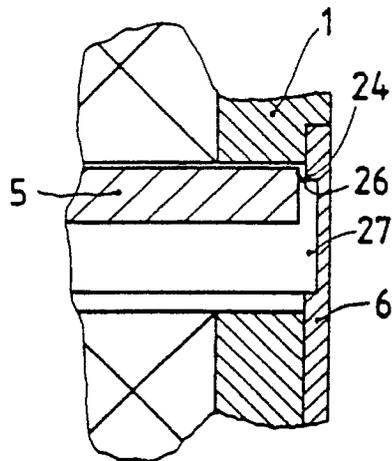


Fig. 4

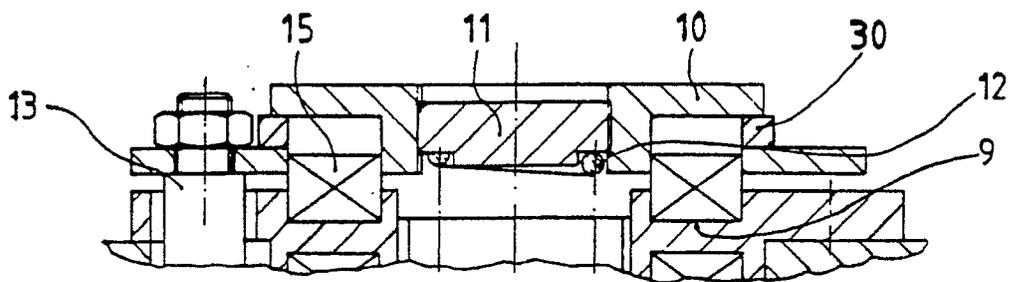


Fig. 5

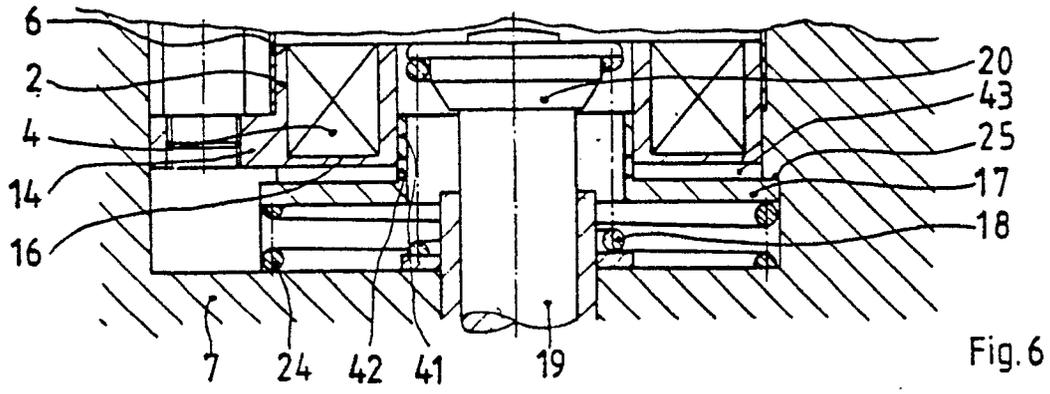


Fig. 6

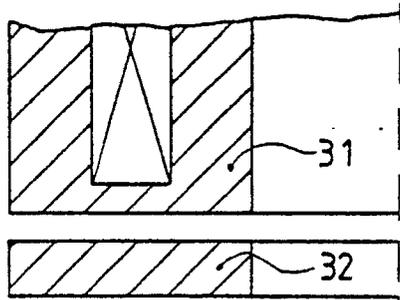


Fig. 7

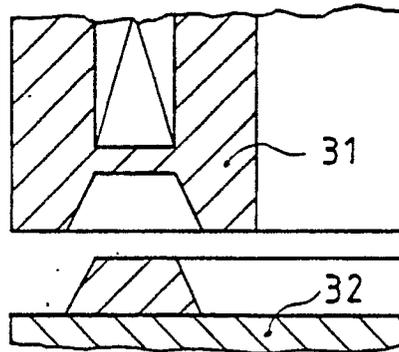


Fig. 8

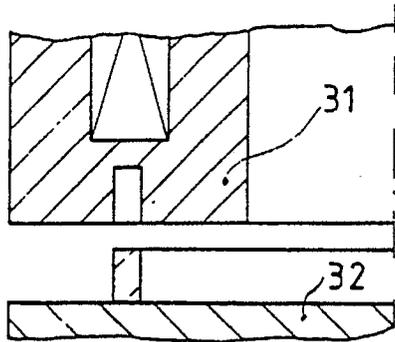


Fig. 9

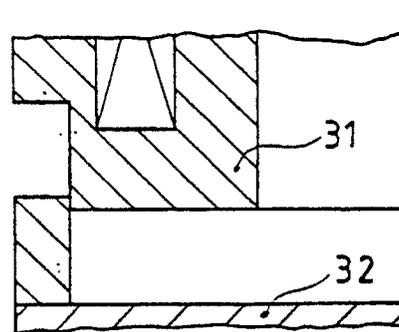


Fig. 10

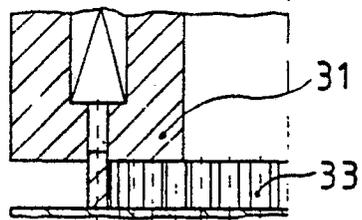


Fig. 11

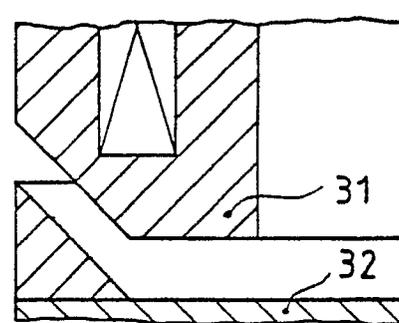


Fig. 13

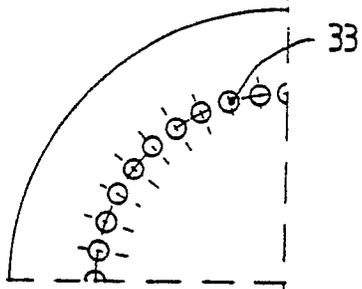
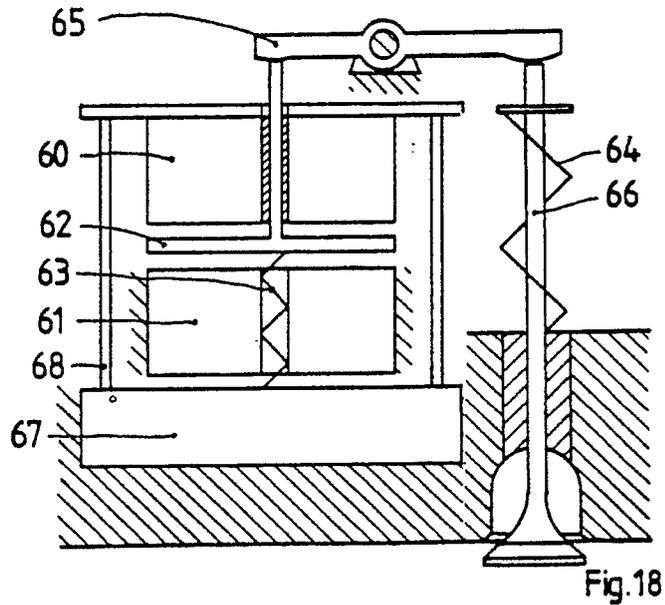
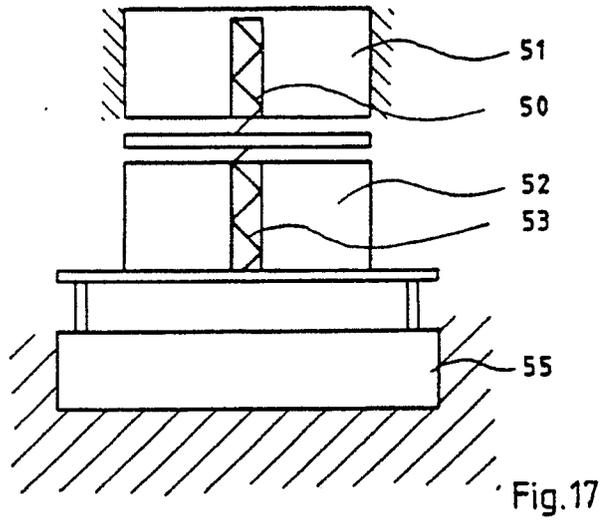
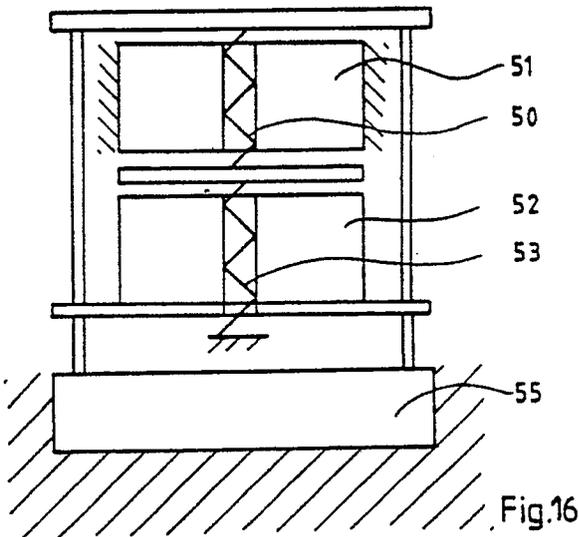
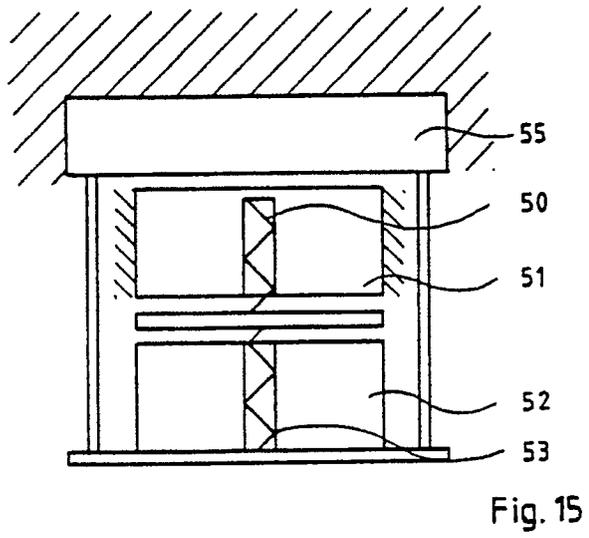
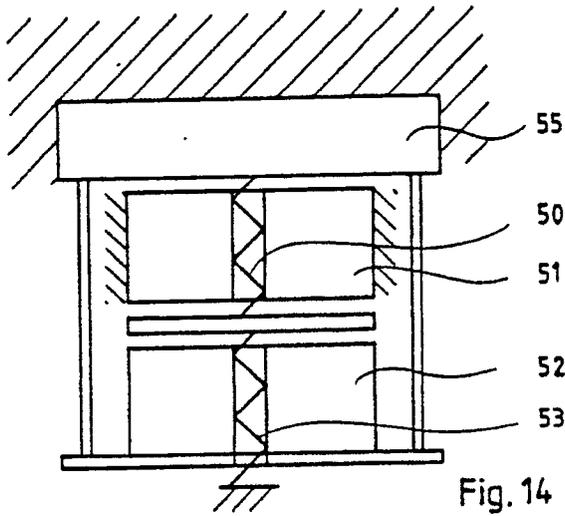


Fig. 12





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
D,A	US-A-4777915 (BONVALLET) * Spalte 6, Zeile 52 - Spalte 7, Zeile 6; Figuren 1-4 *	1	F01L9/04
A	EP-A-43426 (PISCHINGER) * Seite 12, Zeile 1 - Seite 13, Zeile 28; Figur 1 *	1	
A	EP-A-197357 (FLECK) * Seite 4, Zeile 6 - Seite 5, Zeile 3; Figur 1 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F01L
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	04 OKTOBER 1990	LEFEBVRE L. J. F.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer		nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes	
P : Zwischenliteratur		Dokument	