



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 050 013 B4 2009.03.19**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 050 013.4**

(22) Anmeldetag: **13.10.2004**

(43) Offenlegungstag: **09.06.2005**

(45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **19.03.2009**

(51) Int Cl.⁸: **F16K 31/06 (2006.01)**
F01L 9/04 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

60/510,988	14.10.2003	US
10/816,423	01.04.2004	US
10/947,632	22.09.2004	US

(73) Patentinhaber:

**Visteon Global Technologies Inc., Van Buren,
 Mich., US**

(74) Vertreter:

Bauer-Vorberg-Kayser, 50968 Köln

(72) Erfinder:

**Hopper, Mark L., Xpeilantl, Mich., US; Norton, John
 D., Ann Arbor, Mich., US; Swales, Shawn H.,
 Canton, Mich., US**

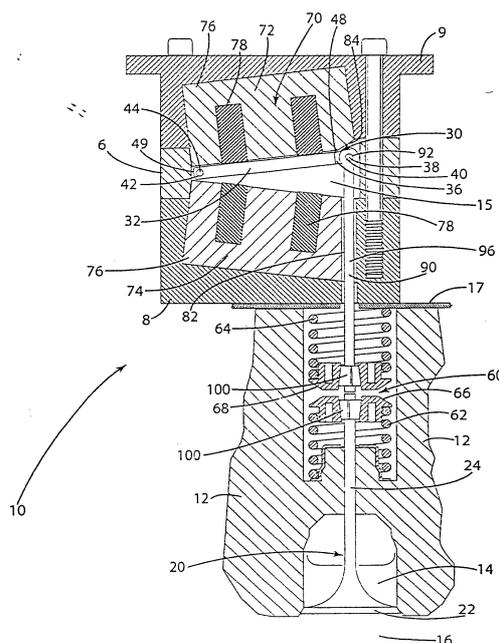
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

DE 199 55 079 A1
DE 199 55 067 A1
DE 198 10 609 A1
DE 197 12 057 A1
DE 196 28 860 A1
DE 100 60 538 A1
DE 100 05 953 A1
DE 695 17 335 T2
FR 12 33 442 A
US 62 62 498 B1
US 43 75 793 A
EP 11 67 704 A1
WO 00/29 722 A1

(54) Bezeichnung: **Elektromechanischer Ventilauslöser**

(57) Hauptanspruch: Elektromechanischer Ventilauslöser (10) mit

- einander gegenüberliegenden Elektromagneten (72, 74),
- einer zwischen Elektromagneten (72, 74) angeordneten und schwenkbar gelagerten Ankerplatte (32),
- einer mit der Ankerplatte (32) verbundenen Verbindungsstange (90) zum Öffnen und Schließen eines Ventils (20), dadurch gekennzeichnet, dass
- die Ankerplatte (32) einen Scharnierstift (42) aufweist, der fest mit der Ankerplatte (32) verbunden ist und mit der Ankerplatte (32) um eine Ankergelenkachse (44) schwenkt,
- die Ankerplatte (32) mindesten einen parallel zum Scharnierstift (42) verlaufenden Verstärkungsstift (38) aufweist, der als Drehzapfen für die Verbindungsstange (90) dient,
- die Ankerplatte (32) mindestens eine Aussparung (36) innerhalb ihrer Fläche aufweist, durch die sich der Verstärkungsstift (38) erstreckt, wobei die Verbindungsstange (90) im Bereich der Aussparung (36) an den Verstärkungsstift (38) angelenkt ist,
- die Elektromagneten (72, 74) anliegend an die Aussparung (36) ebenfalls je eine Aussparung (82, 84) aufweisen,...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf elektromechanische Ventilauslöser und im Speziellen auf kompakte elektromechanische Ventilauslöser mit einander gegenüberliegenden Elektromagneten, einer zwischen Elektromagneten angeordneten und schwenkbar gelagerten Ankerplatte und einer mit der Ankerplatte verbundenen Verbindungsstange zum Öffnen und Schließen eines Ventils.

[0002] Hersteller und Entwickler bemühen sich, die Motorleistung zu steigern, den Kraftstoffnutzungsgrad zu verbessern, die Emissionen zu verringern, und mehr Kontrolle über die Motoren zu ermöglichen, weshalb auch elektromechanische Ventilauslöser (auch bekannt als elektromagnetische Ventilauslöser oder EMVA) zum Ersatz von Nockenwellen zum Öffnen und Schließen von Maschinenventilen entwickelt werden.

[0003] Elektromechanische Ventilauslöser ermöglichen selektives Öffnen und Schließen von Ventilen in Erwiderung auf verschiedene Motorkonditionen.

[0004] Elektromechanische Ventilauslöser schließen im Allgemeinen zwei Elektromagneten, die aus einem Blechpaket gebildet sind und eine eingebettete Energiespule ein. Ein federgelagerter Hebelanker, der zwischen den Elektromagneten angeordnet ist, ist zwischen den Elektromagneten beweglich angeordnet und von den Elektromagneten selektiv anziehbar, die ein magnetisches Feld erzeugen, welches die Ankerbaugruppe an den unter Spannung stehenden Elektromagneten zieht.

[0005] In der DE 100 60 538 A1 wird eine Betätigungseinrichtung für ein Gaswechselventil beschrieben. Um ein Magnetjoch gewickelte Spulen bilden die Elektromagnete. Das Magnetjoch umschlingt den Hebelanker. Der Hebelanker weist ein Drehgelenk auf, welches innerhalb eines vom Magnetjoch teilweise umschlossenen Aufnahmebereiches mit Abstand zu einer Aufnahmebereich-Innenwand angeordnet ist. Das Drehgelenk ist integrativer Bestandteil des Magnetjochs und leitet den magnetischen Fluss mit. Jeweils ein Hebelankerabschnitt erstreckt sich zu beiden Seiten des im Aufnahmebereich angeordneten Drehgelenks. Der sich auf der gegenüberliegenden Seite des Drehgelenks erstreckende Hebelankerabschnitt berührt die teilkreisförmig ausgebildete Innenwand des Aufnahmebereiches und liegt gleitend an dieser an, so dass bei einer Drehbewegung des Hebelankers die Stirnseite dieses Hebelankerabschnittes in jeder Bewegungsphase mit der Innenwand in Kontakt steht, wodurch ein Luftspalt zwischen Innenwand des Magnetjochs und Anker und ein daraus resultierender erhöhter magnetischer Widerstand weitgehend vermieden wird.

[0006] Die Oberfläche der Elektromagneten, welche die Ankerbaugruppe anziehen, wenn die Energiespule eines Elektromagneten unter Spannung steht, wird im Allgemeinen als eine Polfläche bezeichnet. Die Ankerbaugruppe wird funktionsbereit mit dem Ventil verbunden, so dass, während sich die Ankerbaugruppe zwischen den Polflächen im „Polfläche zu Polfläche“-Betrieb bewegt, das Ventil jeweils geöffnet oder geschlossen ist.

[0007] Aus der DE 00 05 953 A1 ist ein elektromechanischer Aktor für ein Ventil bzw. ein Verfahren zur Herstellung eines Aktors bekannt, bei dem die Durchbiegung des Hebelankers und die Deformation der Elektromagneten bei Betätigung mit der Finite Elemente Methode berechnet wird und aus den gewonnenen Erkenntnissen der Hebelanker bzw. die Polflächen so gestaltet werden, dass eine Deformation dieser Bauteile durch die Gestaltung so kompensiert wird.

[0008] Auch in der EP 1 167 704 A1 wird ein elektromagnetischer Aktor mit zwei Elektromagneten beschrieben. Die Elektromagnete sind zwischen zwei Platten eines Rahmens angeordnet und weisen einen u-förmigen magnetischen Kern auf. Zwei Federelemente sind dem Aktor zugeordnet. Ein Federelement ist eine herkömmliche Spiralfeder, welche das Ventil in einer Geschlossenstellung fixiert, das zweite Federelement ist ein zwischen dem Rahmen und dem Anker wirkender Torsionsstab, der den Anker in Kontakt mit einer auf das Ventil wirkenden Stange hält.

[0009] Ein Problem mit traditionellen linearen elektromechanischen Ventilen ist, dass jedes Ventil einen verhältnismäßig großen Satz Elektromagneten für das Öffnen und Schließen der Ventile umfasst was es schwierig macht, alle elektromechanischen Ventilauslöser auf Motoren in Position zu bringen, besonders auf Motoren, die vier oder mehr Ventile pro Zylinder aufweisen. Lineare elektromechanische Ventilauslöser benötigen außerdem im Allgemeinen eine erhebliche Menge Energie vom Wechselstromerzeuger, so dass bei einigen Motoren, die vier oder mehr Ventile pro Zylinder haben, die Leistungsabgabe der Lichtmaschine für die vier oder mehr elektromechanischen Ventilauslöser erheblich ist. Es ist wünschenswert, die Leistungsaufnahme der elektromechanischen Ventilauslöser in den modernen Fahrzeugen herabzusetzen, die viele konkurrierende Energieanforderungen aufweisen. Angesichts der Nachteile, die man mit linearen elektromechanischen Ventilauslösern verbindet, haben sich viele Hersteller in letzter Zeit den elektromechanischen Hebelventilauslösern zugewandt, die wegen ihrer mechanischen Eigenschaften erhebliche Energieeinsparungen ermöglichen. Ein Problem bei elektromechanischen Hebelventilauslösern ist aber die Baugruppengröße, die auf dem Zylinderkopf erforderlich ist. Die Baugrup-

pengröße ist groß, weil das Ventil auf elektromechanischen Hebelventilauslösern außerhalb der Umarmung der Elektromagneten lokalisiert ist, wodurch der Baugruppenraum für jeden elektromechanischen Ventilauslöser erheblich ist. Ein Beispiel einer bekannten Anordnung elektromechanischer Hebelventilauslöser über einen Zylinder und die Position einer dazugehörigen Ankerplatte und eines Ventils ist in [Fig. 10](#) dargestellt. Wie in [Fig. 10](#) gezeigt, erfordern elektromechanische Ventilauslöser auf einem Motor, der vier Ventile pro Zylinder hat, deutlich mehr Raum als Nockenwellen, weshalb die Anordnung in Motorräumen, in denen Raum begrenzt ist, an Interesse gewinnen. Es gibt also einen Bedarf eines kompakten elektromechanischen Hebelventilauslösers mit niedriger Leistungsaufnahme. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist also, elektromechanische Ventilauslöser dahingehend zu verbessern, dass sie weniger Baugruppenraum einnehmen. Zudem soll die Leistungsaufnahme des elektrischen Ventilauslösers reduziert werden.

[0010] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch einen elektromechanischen Ventilauslöser der eingangs beschriebenen Art, wobei die Ankerplatte einen Scharnierstift aufweist, der fest mit der Ankerplatte verbunden ist und mit der Ankerplatte um eine Ankergelenkachse schwenkt. Die Ankerplatte weist ferner mindestens einen parallel zum Scharnierstift verlaufenden Verstärkungsstift auf, der als Drehzapfen für die Verbindungsstange dient. Die Ankerplatte hat dabei mindestens eine Aussparung innerhalb ihrer Fläche, durch die sich der Verstärkungsstift erstreckt, wobei die Verbindungsstange im Bereich der Aussparung an den Verstärkungsstift angelenkt ist. Die Elektromagneten weisen anliegend an den Aussparung ebenfalls je eine Aussparung auf und die Ankerplatte weist einen gegenüber ihrem Außenumfang hervorstehenden Bereich auf, in dem die Aussparung angeordnet ist. Die Elektromagneten weisen anliegend an den hervorstehenden Bereich ebenfalls jeweils einen gegenüber ihrem Außenumfang hervorstehenden Bereich auf.

[0011] Kompakte elektromechanische Ventilauslöser ermöglichen es dem einzelnen elektromechanischen Ventilauslöser oder Paaren elektromechanischer Ventilauslöser mit geringem Abstand angeordnet zu werden. Der kompakte elektromechanische Ventilauslöser weist eine Ankerplatte mit einer Ankerummantelung und eine Verbindungsstange, die drehbar mit der Ankerplatte innerhalb der Ankerummantelung verbunden ist, auf. Der elektromechanische Ventilauslöser umfasst außerdem ein Federbauteil, auf das die Ankerplatte eine bidirektionale Kraft durch die Verbindungsstange ausübt, um das Ventil zu öffnen und zu schließen. Die Verbindungsstange befindet sich mindestens teilweise in der Umarmung der Elektromagneten und in der Umarmung der Ankerplatte, um den Platz, der auf dem

Motor benötigt wird, zu verringern. Die Position der Verbindungsstange erlaubt, dass der elektromechanische Hebelventilauslöser mindestens teilweise über dem Ventil angeordnet ist.

[0012] Ein weiterer Bereich der Anwendbarkeit der vorliegenden Erfindung wird durch die folgende ausführliche Beschreibung, die Ansprüche und die verdeutlicht. Jedoch sollte es verstanden werden, dass die ausführliche Beschreibung und die spezifischen Beispiele, während auf bevorzugte Ausführungsvarianten der Erfindung hingewiesen wird, nur der Illustration dienen, da es Fachleuten möglich ist, Verbesserungen und Änderungen zur bevorzugten Ausführungsvariante zu machen, ohne dabei den Erfindungsgedanken zu verlassen.

[0013] Die vorliegende Erfindung wird vollständiger durch die ausführliche Beschreibung, die angefügten Ansprüche und von der angefügten Zeichnung verstanden, in denen:

[0014] [Fig. 1](#) eine Schnittansicht des elektromechanischen Ventilauslösers zeigt;

[0015] [Fig. 2](#): eine vergrößerte Schnittansicht der Ankerplatte zeigt;

[0016] [Fig. 3](#): eine Aufsicht zeigt;

[0017] [Fig. 4](#): eine Perspektivansicht der Ankerplatte und der Verbindungsstange mit den Elektromagneten zeigt, die durch gestrichelte Linien dargestellt ist;

[0018] [Fig. 5](#): eine Perspektivansicht einer alternativen Ankerplatte und der Verbindungsstange mit den Elektromagneten zeigt, die durch gestrichelte Linien dargestellt ist;

[0019] [Fig. 6](#): eine Grundrissaufsicht einer zweiten alternativen Ankerplatte ist, in der die Verstärkungsstifte durch versteckte Linien gezeigt sind;

[0020] [Fig. 7](#): eine Grundrissaufsicht der Ventilelektromagneten zeigt, die in Zusammenhang mit der zweiten alternativen Ankerplatte genutzt werden, wie in [Fig. 6](#) dargestellt wird;

[0021] [Fig. 8](#): eine vergrößerte Schnittansicht der Verbindungsstange zeigt, die mit einer Keilklammer(wedge fastener) am Ankerfederbauteil befestigt ist;

[0022] [Fig. 9](#): eine vergrößerte Schnittansicht einer alternativen Verbindungsstange zeigt, die über eine Schwenkverbindung am Ankerfederbauteil befestigt ist;

[0023] [Fig. 10](#): eine Grundrissaufsicht der Anord-

nung der elektromechanischen Hebelventilauslöser auf einem Zylinderkopf zeigt, entsprechend dem Stand der Technik;

[0024] [Fig. 11](#): eine Aufsicht auf die Ankerplatte einer zweiten Alternative zeigt;

[0025] [Fig. 12](#): eine Aufsicht auf die Ventilelektromagneten der zweiten zeigt;

[0026] [Fig. 13](#): eine Perspektivansicht des elektromechanischen Ventilauslösers der zweiten Alternative mit den Elektromagneten zeigt, die durch gestrichelte Linien dargestellt sind;

[0027] [Fig. 14](#): eine seitliche Schnittansicht einer dritten Alternativen zeigt; und

[0028] [Fig. 15](#): eine obere Schnittansicht der dritten Alternative zeigt.

[0029] Ein elektromechanischer Hebelventilauslöser **10**, gewöhnlich an einem Verbrennungsmotor **12** montiert, um ein Ventil **20** zu öffnen und schließen (z. B. die Einlass- oder Auslassventile), ist in [Fig. 1](#) veranschaulicht. Wie detaillierter unten beschrieben, ermöglicht der elektromechanische Hebelventilauslöser **10** gemäß der Erfindung größere Freiheit in der Anordnung der kompakteren Anordnung auf dem Motor **12** und erlaubt dem elektromechanischen Hebelventilauslöser **10** zumindest teilweise über dem Ventil **20** positioniert zu sein. Der elektromechanische Hebelventilauslöser **10** umfasst im Allgemeinen ein Anker **30**, die eine Ankerplatte **32**, eine Elektromagnetenbaugruppe **70** mit den Elektromagneten **72, 74**, eine Verbindungsstange **90** und ein Federbauteil **60** aufweist. Die Ankerplatte **32** wird wechselweise von den Elektromagneten **72, 74** angezogen, wodurch eine bidirektionale Kraft durch die Verbindungsstange **90** auf das Federbauteil **60** ausgeübt wird, um das Ventil **20** zu öffnen oder zu schließen.

[0030] Das Ventil **20** entspricht üblichen Ventilen und umfasst im Allgemeinen einen Ventilkopf **22** mit einem Ventilschaft **24**, der sich von dort erstreckt. Das Ventil **20** hat eine geöffnete und geschlossene Position, wobei in der geschlossenen Position der Ventilkopf **22** einen Ventilport **14** zum entsprechenden Zylinder **16** verschließt.

[0031] Das Federbauteil **60** umfasst eine erste Feder **62** und eine zweite Feder **64**, ausgelegt an den Ankerbaugruppe **30 32** in eine Zwischenposition zu treiben, gezeigt in [Fig. 2](#), wenn die Elektromagneten **72, 74** nicht unter Spannung stehen.

[0032] Die Elektromagnetbaugruppe **70** steuert die Bewegung der Armatur **30** und somit die Bewegung des Ventils **20**. Die Elektromagneten **72, 74** umfassen Kerne **76**, die durch geschichtete Platten gebildet

sein können (nicht dargestellt) um die magnetische Leistungsfähigkeit der Elektromagneten **72, 74** zu verbessern. Eine Spule **78** ist innerhalb jedes Kernes **76** angeordnet und wird selektiv angezogen, um die Ankerplatte **32** zu den Elektromagneten **72, 74** zu ziehen. C-Blocks **8, 9** halten im Allgemeinen die Elektromagneten **72, 74** in ihrer Position und werden durch einen Distanzscheibenblock **6** getrennt, um den Abstand **15** zwischen den Elektromagneten **72, 74** zu bilden, zwischen denen sich die Ankerplatte **32** befindet. Die C-Blocks **8, 9** können auch ohne einen Distanzscheibenblock **6** gebildet sein, wie in den [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) gezeigt ist. Auch kann der Ventil-C-Block **8**, veranschaulicht in [Fig. 15](#), eine Buchse **43** aufweisen, um Reibung zu reduzieren und die Langlebigkeit des elektromechanischen Ventilauslösers **10** zu erhöhen. Der Anker-C-Block **9** entspricht gewöhnlich den Ventil-C-Block **8** spiegelbildlich, obgleich andere Größen, Formen und Konfigurationen verwendet werden können. Selbstverständlich können der Distanzscheibenblock **6** oder ein Distanzscheibenblock mit zwei Teilen (nicht dargestellt) eine Führerbuchse aufweisen, um Friktion zu verringern. Die C-Blocks **8, 9** können länglich ausgebildet sein, um ein Paar elektromechanischer Hebelventilauslöser **10** hintereinander zu halten (nicht dargestellt). Die C-Blocks **8, 9** können auch als ein doppelter C-Block ausgebildet sein, mit einer "E-Konfiguration" (nicht dargestellt) um ein Paar angrenzende elektromechanische Hebelventilauslöser **10** zu halten. Selbstverständlich können die C-Blocks **8, 9** auch so zusammengebaut sein, dass sie jede mögliche Anzahl elektromechanischer Hebelventilauslöser **10** aufweisen können, so dass der Bestand an elektromechanischer Ventilauslösern **10** der Anzahl Ventile **20** pro Zylinder **16** entsprechen kann. C-Block **8, 9** und Distanzscheibenblock **6** können direkt mit dem Motor **12** verbunden sein, wie in [Fig. 1](#) veranschaulicht, oder ein Gehäuse kann sie sichern (nicht dargestellt). In der erläuterten Ausführungsvariante sitzt das Gehäuse im Allgemeinen über den elektromechanischen Hebelventilauslösern **10** ähnlich einer Ventilabdeckung zum Schutz der elektromechanischen Hebelventilauslöser **10** vor Schmutz und Rückständen einerseits und zur Schmierung andererseits. Das Gehäuse kann einzelne elektromechanische Hebelventilauslöser **10**, mehrere elektromechanische Hebelventilauslöser **10**, wie ein Paar oder alle elektromechanischen Hebelventilauslöser **10** über einem bestimmten Zylinder **16**, oder alle elektromechanischen Hebelventilauslöser **10** auf einem Zylinderblock abdecken. Eine Grundplatte **17** kann auf dem Motor **12** angebracht werden, wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt wird.

[0033] Die Ankerbaugruppe **30** schließt die Ankerplatte **32** und die Verbindungsstange **90** mit ein. Die Ankerplatte **32** schwenkt um über eine Ankergelenkachse **44**, nahe einem Schwenkende **49** die Ankerplatte **32**, um das Ventil **20** zu öffnen und schließen.

Die Verbindungsstange **90** ist mit der Ankerplatte **32**, nahe einem Hebelende **48**, gegenüber der Ankergeelenkachse **44** derart befestigt, dass die Kräfte von der Ankerplatte **32** zur Verbindungsstange **90** sowohl in die öffnende und die schließende Richtung übertragen werden. Die Ankerplatte **32** weist außerdem einen Scharnierstift **42** und mindestens einen Verstärkungsstift **38** auf. Während man die Ankerplatte **32** relativ zum Scharnierstift **42** schwenken kann, ist es im Allgemeinen erstrebenswert, den Scharnierstift **42** an der Ankerplatte **32** zu befestigen, damit der Scharnierstift **42** mit der Ankerplatte **32** um der Ankergeelenkachse **44** schwenken kann, die durch Mitte des Scharnierstiftes **42** definiert wird, wie in den [Fig. 4](#), [Fig. 5](#) und [Fig. 15](#) dargestellt. Das Schwenken des Scharnierstiftes **42** relativ zu den C-Blocks **8**, **9** und mit der Ankerplatte **32**, das Ventil **20** zwischen der geöffneten und der geschlossenen Positionen hin und her bewegt, hat verschiedenen Nutzen. Erstens liefert der Scharnierstift **42** ein ökonomisches und einfach zu montierendes Gelenk, ohne exaktes Schweißen bzw. ohne aufwendige Befestigung der Ankerplatte **32** am Scharnierstift **42** oder an einem Halter für den Scharnierstift **42**. Zweitens richtet die Scharnierstange die beschichteten Platten **34** aus und sichert diese, ohne exaktes bearbeiten der Ankerplatte **32** und ohne die Einzelplatten **34** zusammenschweißen zu müssen. Drittens kann sich der Scharnierstift **42** über die Ummantelung der Ankerplatte **32** hinaus erstrecken, um die Verbindung mit einem Drehstellungsgeber **56** zu ermöglichen, wie in [Fig. 3](#) dargestellt, um eine exakte aber dennoch ökonomische Abfrage der Rotationsposition der Ankerplatte **32** zu bekommen. Viertens können durch Reduzierung der Länge des Scharnierstiftes **42** der Einfluss auf die relative Umdrehung hat, können Friktionsverluste aufgrund der Umdrehung herabgesetzt werden. Fünftens dient der Scharnierstift **42** auch als ein versteifendes Bauteil der Ankerplatte **32**. In der dargestellten Ausführungsvariante ist der Scharnierstift **42** an die Ankerplatte **32** mit einer Presspassung befestigt, aber andere Techniken, wie Prägen der Enden des Scharnierstiftes **42** oder Schweißen des Scharnierstiftes **42** an die Ankerplatte **32** können angewandt werden.

[0034] Die Ankerplatte **32** schließt auch einen Verstärkungsstift **38** mit ein, der seitlich vom Scharnierstift **42** angeordnet ist. Wie in den [Fig. 1–Fig. 5](#) dargestellt, kann der Verstärkungsstift **38** als ein Drehzapfen **40** dienen. Genauer gesagt kann die Verbindungsstange **90** mit dem Verstärkungsstift **38** drehbar verbunden werden, wobei der Verstärkungsstift **38** dann den Drehzapfen **40** bildet. Der Drehzapfen **40** versteift die Ankerplatte **32**, um zu verhindern, dass sich die Ankerplatte **32** biegt und die Kräfte von der Verbindungsstange **90** longitudinal über die beschichteten Platten **34** verteilt werden.

[0035] Der Verstärkungsstift **38** verhindert das Ab-

scheren der beschichteten Platten **34**, während die Ankerplatte **32** Kraft auf die Verbindungsstange **90** ausübt. Der Gebrauch eines Drehzapfens **40**, der auch als Unterstützung eines Verstärkungsstifts **38** dient, hilft die magnetische Leistungsfähigkeit der Ankerplatte **32** zu verbessern, indem mögliche Unterbrechungen des magnetischen Flusses durch der Ankerplatte **32** nahe dem Hebelende **48** vermindert werden. Das Hebelende **48** hat die höchste magnetische Anziehung und wird, unter bestimmten Bedingungen, durch den magnetischen Fluss gesättigt. In der dargestellten Ausführungsvariante wird der Verstärkungsstift **38** an die Ankerplatte **32** mit einer Presspassung gesichert, indem in Bohrungen der beschichteten Platten **34**, eingesetzt wird, aber er kann an der Ankerplatte **32** mit jeder anderen möglichen bekannten Methode befestigt werden, einschließlich des Prägens der Enden des Verstärkungsstiftes **38**, oder durch Anschweißen des Verstärkungsstiftes **38** an seinen Platz. Eine steifere Ankerplatte **32** verringert das Durchbiegen während sich die Ankerplatte **32** dreht und ermöglicht somit einen leistungsfähigeren Betrieb. Das zusätzliche Versteifen der Ankerplatte **32** erlaubt auch eine beliebige Anordnung der Verbindungsstange **90** überall entlang dem Hebelende **48** der Ankerplatte **32**, wie in den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) veranschaulicht.

[0036] Um die magnetische Leistungsfähigkeit und Baugruppengröße weiter zu verbessern, kann der Längsumfang **52** der Ankerplatte **32** 1,2 mal größer sein, als die seitliche Erstreckung **50** der Ankerplatte **32**, wie in [Fig. 11](#) dargestellt. Die Ankerplatte **32** kann außerdem einen hervorstehenden Bereich **54** umfassen ([Fig. 6](#)), um die mechanischen Vorteile des elektromechanischen Hebelventilauflösers **10** zu verbessern. Auch die Elektromagneten **72**, **74** können einen hervorstehenden Bereich **55** aufweisen, wie auf dem Ventilelektromagneten **74** in [Fig. 7](#) dargestellt. Um die magnetische Leistungsfähigkeit, die Baugruppengröße und Haltbarkeit weiter zu verbessern, sowie die zu bewegende Masse der Ankerplatte **32** zu verringern, kann die Ankerplatte **32** mit Oberflächen, die nicht parallel zueinander sind, aufweisen wie in [Fig. 14](#) veranschaulicht. Gemäß [Fig. 14](#) verjüngt sich die Ankerplatte **32** vom Schwenkende **49** zum Hebelende **48**.

[0037] Um einen kompakteren elektromechanischen Hebelventilauflöser **10** zu erhalten, umfasst die Ankerplatte **32** eine Aussparung **36**. Die Aussparung **36** nimmt die Verbindungsstange **90** auf, damit sich mindestens ein Teil der Verbindungsstange **90** in der Ummantelung der Ankerplatte **32** befindet. Die Bezeichnungen "Ummantelung der Ankerplatte" oder "Ankerplattenummantelung" bezieht sich auf den äußeren Umfang der Ankerplatte **32** ohne irgendwelche Aussparungen, wie z. B. die erläuterte Aussparung **36**. Folglich befindet sich jeder Punkt innerhalb des äußeren Umfangs der Ankerplatte **32**, abgesehen

von der Aussparung **36**, innerhalb der Ummantelung der Ankerplatte **32**. Die Ummantelung der Ankerplatte **32** weist im Allgemeinen keine geschweißten Vorsprünge auf, die als die Ankerplatte **32** nicht an die Elektromagneten **72**, **74** magnetisch anzuziehen. Die Aussparung **36** ist so angelegt, dass sie den Raum zur Verfügung stellt, den die Verbindungsstange **90** benötigt, um frei um den Drehzapfen **40** zu drehen. Ein kompakter elektromechanischer Hebelventil-auslöser **10** erleichtert die Flexibilität beim Einbau, wenn man z. B. elektromechanische Hebelventil-auslöser **10** in unmittelbarer Nähe zueinander auf dem Motor **12** platziert. Wie in den [Fig. 11–Fig. 14](#) gezeigt, kann sich die Aussparung **36** überall innerhalb der Ummantelung der Armatur befinden, solange die Verbindungsstange **90** das Ventil **20** betreiben kann, ohne die Energiespulen **78** zu behindern. Indem man die Verbindungsstange **90** zumindest teilweise innerhalb der Ummantelung der Ankerplatte **32** anordnet, kann der elektromechanische Hebelventil-auslöser **10** zumindest teilweise über dem Ventil **20** errichtet werden, wie in [Fig. 3](#) dargestellt. Selbst wenn die Verbindungsstange **90** drehbar und näher am seitlichen Zentrum der Ankerplatte **32** schwenkbar befestigt ist, wie in [Fig. 13](#) veranschaulicht, kann sich die Aussparung **36** vom Hebelende **48** aus über den Drehzapfen **40** hinaus erstrecken. Die Aussparung **36**, die sich bis zum Hebelende **48** erstreckt, erleichtert die Herstellung und den Transport des Ankers **30**, indem es der Verbindungsstange **90** insbesondere der Welle **96** möglich ist, sich zu drehen und für den Transport auf die Ankerplatte **32** ausgerichtet zu werden. Das Ausrichten der Verbindungsstange **90** auf die Ankerplatte **32** für den Transport verringert die erforderliche Größe für jeden Anker **30** und setzt die Gefahr möglicher Beschädigung des Anker **30** während des Versands herab.

[0038] Die Verbindungsstange **90** kann in fast jeder möglichen Größe und Form gebildet werden, solange sie die bidirektionale Kraft von dem Anker **30** auf die Federbaugruppe **60** überträgt. Die Verbindungsstange **90** hat gemäß den [Fig. 1](#) und [Fig. 8](#) einen Drehzapfendurchgang an einem Ankerende **92** und einen Keil **100**, der an das Ventilende **94**, mit einer Welle **96** dazwischen, befestigt. Der Keil **100** ist den Keilen ähnlich, die in den Ventildfederhalterungen für Nockenwellen genutzt werden, um die Herstellung zu erleichtern und die Kosten zu verringern. Die Verbindungsstange **90** dreht um den Drehzapfen **40** und das Design der Federbaugruppe **60**, einschließlich des Keils **100**, ermöglicht einige Drehungen relativ zum Ventilschaft **24** während der bogenförmigen Bewegung des Hebelendes **48** der Ankerplatte **32**. Gemäß [Fig. 8](#) erstreckt sich die Verbindungsstange **90** in Richtung des Ventils **20** und während der Öffnung des Ventils **20** wird die Verbindungsstange **90** axial verschoben, um den Ventilschaft **24** zu berühren. Der Keil **100** wird mechanisch zwischen der Verbindungsstange **90** und dem Ankerfederhaltering **68** durch die

Kraft eingeschlossen, die von der Ankerfeder **64** ausgeht.

[0039] Der Keil **100** schließt zwei Halter mit ein, die in eine Nut (nicht dargestellt) auf der Verbindungsstange **90** montiert sind und die Kraft, die von der Ankerfeder **64** auf die Ankerfederhalterung **68** ausgeübt wird, sichert den Keil **100** innerhalb der Nut auf der Verbindungsstange **90**, damit die Verbindungsstange **90** die bidirektionale Kraft auf die Federbaugruppe **60** übertragen kann. Alternativ kann der Keil **100** mittels Presspassung auf der Verbindungsstange **90** befestigt sein, geschweißt oder auch anders gesichert werden. Die etwas gerundeten Enden des Ventilschafts **24** und der Verbindungsstange **90** ermöglichen einen begrenzten Bereich der Drehbewegung relativ zueinander wenn die Ankerplatte **32** schwenkt. Die Ventildfeder **62** wird auch durch einen Ventildfederhaltering **66** gehalten.

[0040] Die Verbindungsstange **90** kann aber auch in anderen Variationen ausgeführt sein. Die Verbindungsstange **90** kann sich in Richtung des Ventilschafts **24** derart erstrecken, dass sie direkt auf den Ankerfederhaltering **68**, den Ventildfederhaltering **66** oder den Ventilschaft **24** drückt, um die bidirektionale Kraft der Federbaugruppe **60** zur Verfügung zu stellen, ohne den Keil **100** zu verwenden. In einer alternativen Ausführungsvariante, dargestellt in [Fig. 9](#), kann die Verbindungsstange **90** mit der Ankerfederhalterung **68** anstelle des Keils **100** mit einem Haltebolzen **69** verbunden werden, der es der Verbindungsstange **90** ermöglicht, an beiden Enden **92** und **94** frei zu schwenken.

[0041] Die Federbaugruppe **60** befindet sich zwischen dem Elektromagneten **70** und dem Zylinder **16**, wie in [Fig. 1](#) veranschaulicht wird. Die Federbaugruppe **60** umfasst die Ventildfeder **62** und die Ankerfeder **64**, die beide, wie dargestellt, vorzugsweise unter der Ankerplatte **32** liegen, damit der Hebelventil-auslöser **10** kompakter wird.

[0042] Die Ventildfeder **62** liefert die schließende Kraft für das Ventil **20** und wird auf dem Ventilschaft **24** durch einen Ventildfederhaltering gehalten. Die Ankerfeder **64** unterstützt die Ankerbaugruppe **30** bei der Öffnung des Ventils **20**, indem sie eine „Öffnungskraft“ liefert. Die Ankerfeder **64** wird auf der Verbindungsstange **90** durch einen Ankerfederhaltering **68** gehalten. Die Anordnung der Federn **62** und **64** unter der Ankerplatte **32** führt zu entgegen gesetzten Federkräften, um die erwünschten Bewegungen der Ankerplatte **32** zu erleichtern, während die gesamten Kompaktheit des Auslösers, im Vergleich zu bekannten Designs, verbessert wird. Die Kombination der entgegen gesetzten Federn **62**, **64**, unter der Ankerplatte **32** verhindert auch, dass die entgegengesetzten Federkräfte von der Verbindungsstange **90**, Buchsen, die mit der Verbindungsstange **90** verbun-

den sind um das Drehen der Verbindungsstange **90** zu erleichtern, oder der Ankerplatte **32** übertragen werden.

[0043] Der Ventilelektromagnet **72** kann eine Ventil-Elektromagnetaussparung **82** aufweisen, wie in den [Fig. 1–Fig. 5](#), [Fig. 7](#), [Fig. 11](#), [Fig. 13](#) und [Fig. 14](#) dargestellt ist, und der Ankerelektromagnet **74** kann eine Drehzapfenaussparung **84** aufweisen, wie in [Fig. 1](#) gezeigt. Die Ventil-Elektromagnetaussparung **82** und die Drehzapfenaussparung **84** sind anliegend an die Aussparung **36** in der Ankerplatte **32**, um zumindest einen Teil der Verbindungsstange **90** innerhalb der Ummantelung der Elektromagneten **72**, **74** aufzunehmen. Die Bezeichnungen "Ummantelung des Ankermagneten," "Ummantelung des Ventilelektromagneten," oder "Ummantelung der Elektromagneten" beschreiben den Außenumfang der Elektromagneten **72**, **74**, ohne die Aussparungen **82** und **84**. Mit der Verbindungsstange **90**, die zumindest teilweise innerhalb der Ummantelung der Elektromagneten **72**, **74** beweglich ist, können die elektromechanischen Hebelventilauslöser **10** näher beieinander montiert werden und auf dem Motor **12** in kompakter Art und Weise angeordnet zu sein. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, kann sich das Ventil **20** zumindest teilweise unterhalb der Elektromagneten **72**, **74** befinden.

[0044] Wie in den [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) dargestellt, kann der Scharnierstift **42** wesentlich größer als der Verstärkungsstift **38** sein, um die Last zu tragen, wenn das Ventil **20** zwischen den geöffneten und geschlossenen Positionen wechselt. Der Scharnierstift **42** kann sich in Buchsen **43** drehen, um Friktion zu verringern. Obgleich nicht dargestellt, kann die Verbindungsstange **90** über Buchsen **43** Drehzapfen **40** mit dem drehbar verbunden werden, um Friktion zu verringern. Wie außerdem in [Fig. 15](#) gezeigt, kann die Position der Verstärkungsstifte **38** variieren, wenn irgendwelche Verstärkungsstifte **38** genutzt werden, bei denen es sich nicht um Drehzapfen **40** handelt.

[0045] Die kompakten elektromechanischen Hebelventilauslöser **10**, die oben beschrieben werden, bewirken Platzersparnisse und erleichtern den Gebrauch von kompakterer Aktuatorbaugruppen für die jeweiligen Zylinder. Die Verbindungsstange **90**, die an beiden Enden **92**, **94** verbunden wird, ermöglicht auch, den Verzicht auf Führungsbuchsen, die normalerweise genutzt werden, um einen Ankerschaft zu führen. Die Beseitigung der Führungsbuchse verringert Friktion und Herstellungskosten. Eine Verringerung der Friktion ist wünschenswert, weil sie den Betrieb des elektromechanischen Ventilauslösers **10** mit geringerem Energieverbrauch ermöglicht.

[0046] Die vorliegende Erfindung bietet einen elektromechanischen Hebelventilauslöser **10** in einer kompakten „Anordnung über dem Motor. Die kompakte Anordnung wird dann erreicht, wenn eine Ver-

bindungsstange **90** verwendet wird, die sich zumindest teilweise in der Ummantelung der Elektromagneten **72**, **74** und der Ankerplatte **32** befindet. Die kompakte Anordnung wird außerdem dadurch erleichtert, dass die Federbaugruppe **60** zwischen dem elektromechanischen Hebelventilauslöser **10** und dem Zylinder **16** angeordnet ist. Die Ankerplatte **32** liefert durch die Verbindungsstange **90** eine bidirektionale Kraft, die das Ventil zwischen einer geöffneten und geschlossenen Position verschiebt. Das kompakte Design ermöglicht, dass das Ventil **20** im Wesentlichen unter der Ankerplatte **32** oder dem Ventilelektromagneten **72** sitzt, wie in [Fig. 3](#) gezeigt.

[0047] Die vorangehende Diskussion offenbart und beschreibt eine mustergültige Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung.

[0048] Fachleuten ist es auf der Basis der vorangegangenen Fachbeschreibung, der begleitenden Figuren und der Patentansprüche aber möglich, verschiedene Änderungen, Modifikationen und Variationen durchzuführen, ohne dabei den wahren Erfindungsgedanken und Anwendungsbereich zu verlassen, der in den folgenden Patentansprüchen definiert wird.

Patentansprüche

1. Elektromechanischer Ventilauslöser (**10**) mit
 - einander gegenüberliegenden Elektromagneten (**72**, **74**),
 - einer zwischen Elektromagneten (**72**, **74**) angeordneten und schwenkbar gelagerten Ankerplatte (**32**),
 - einer mit der Ankerplatte (**32**) verbundenen Verbindungsstange (**90**) zum Öffnen und Schließen eines Ventils (**20**),**dadurch gekennzeichnet**, dass
 - die Ankerplatte (**32**) einen Scharnierstift (**42**) aufweist, der fest mit der Ankerplatte (**32**) verbunden ist und mit der Ankerplatte (**32**) um eine Ankergelenkachse (**44**) schwenkt,
 - die Ankerplatte (**32**) mindesten einen parallel zum Scharnierstift (**42**) verlaufenden Verstärkungsstift (**38**) aufweist, der als Drehzapfen für die Verbindungsstange (**90**) dient,
 - die Ankerplatte (**32**) mindestens eine Aussparung (**36**) innerhalb ihrer Fläche aufweist, durch die sich der Verstärkungsstift (**38**) erstreckt, wobei die Verbindungsstange (**90**) im Bereich der Aussparung (**36**) an den Verstärkungsstift (**38**) angelenkt ist,
 - die Elektromagneten (**72**, **74**) anliegend an die Aussparung (**36**) ebenfalls je eine Aussparung (**82**, **84**) aufweisen,
 - die Ankerplatte (**32**) einen gegenüber ihrem Außenumfang hervorstehenden Bereich (**54**) aufweist, in dem die Aussparung (**36**) angeordnet ist, und
 - die Elektromagneten (**72**, **74**) anliegend an den hervorstehenden Bereich (**54**) ebenfalls jeweils einen gegenüber ihrem Außenumfang hervorstehenden Bereich (**55**) aufweisen.

2. Elektromechanischer Ventilauslöser (**10**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsstange (**90**) aus einem nichtmagnetischen Material gebildet ist.

3. Elektromechanischer Ventilauslöser (**10**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilelektromagnet (**72**) einen Kern und eine Energiespule (**78**) mit einschließt, wobei die Energiespule (**78**) geschlungen ist und einen Mittelteil dazwischen definiert und der Ventilelektromagnet (**72**) eine Ventil-Elektromagnetaussparung (**82**) für die Verbindungsstange (**90**) im Mittelteil umfasst.

4. Elektromechanischer Ventilauslöser (**10**) nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Ankerplatte (**32**), die eine Ankeroberfläche hat, welche dem Ankerelktromagneten (**74**) zugewandt ist und eine Ventiloberfläche welche dem Ventilelektromagneten (**72**) zugewandt ist, wobei die Ventiloberfläche und die Ankeroberfläche nicht parallel, zueinander verlaufen.

5. Elektromechanischer Ventilauslöser (**10**) nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Ankerplatte (**32**), die ein Schwenkende (**49**) und ein Hebelende (**48**) aufweist, wobei sich die Ankerplatte (**32**) vom Schwenkende (**49**) in Richtung des Hebelendes (**48**) verjüngt.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

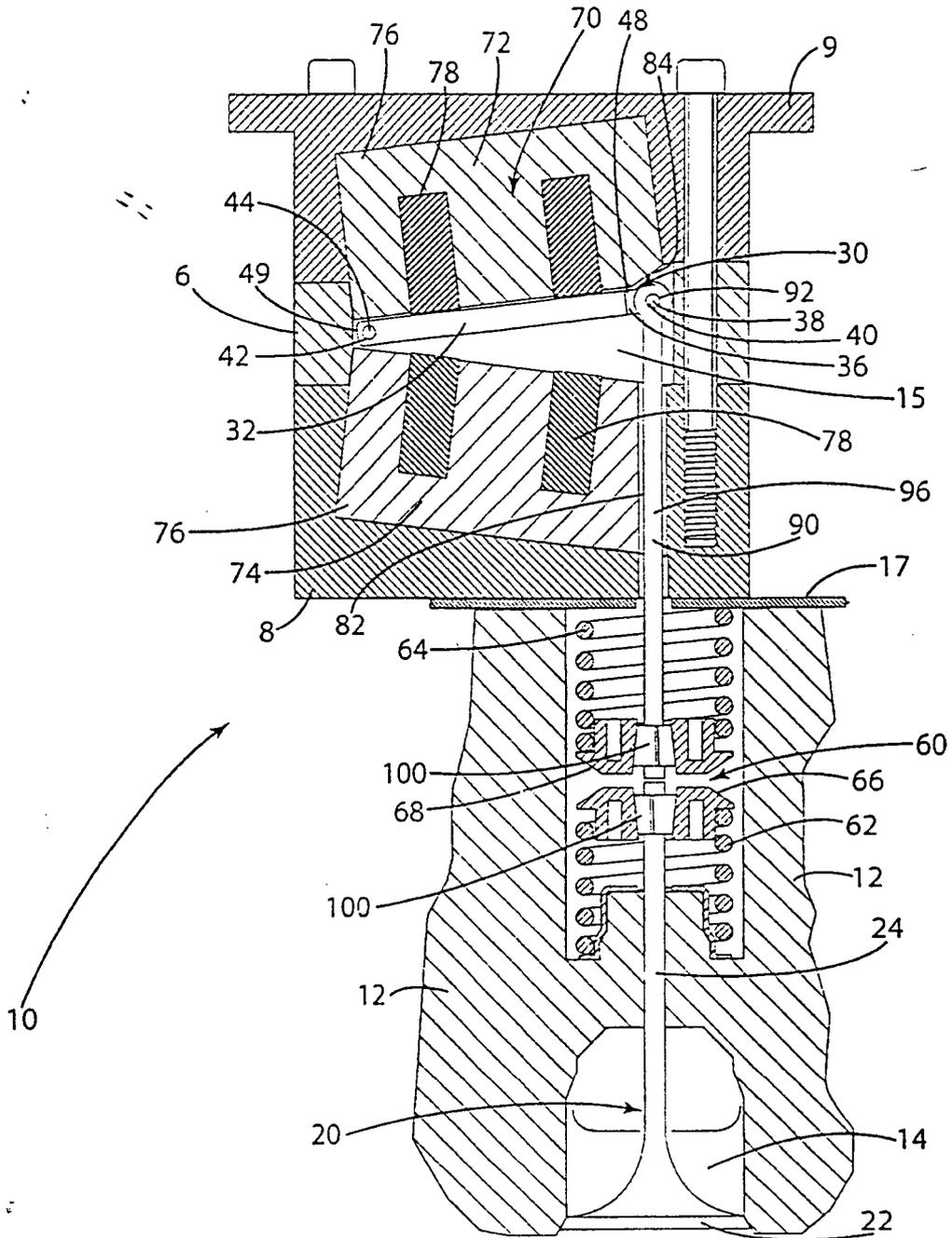


Fig. 1

16

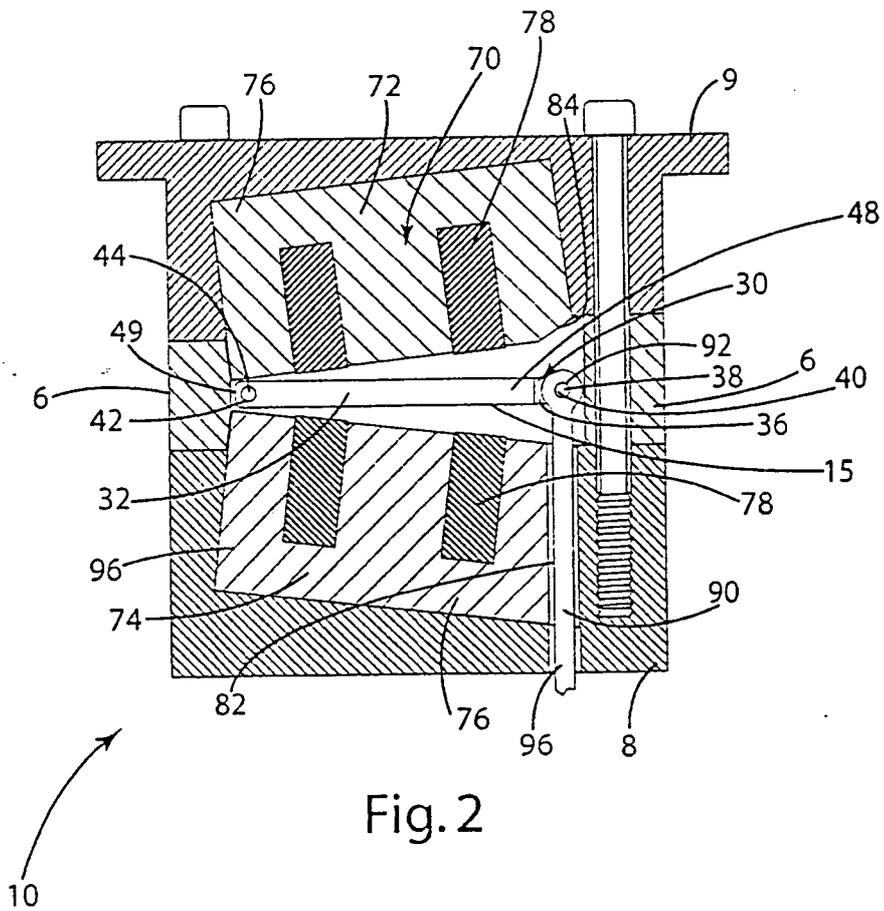


Fig. 2

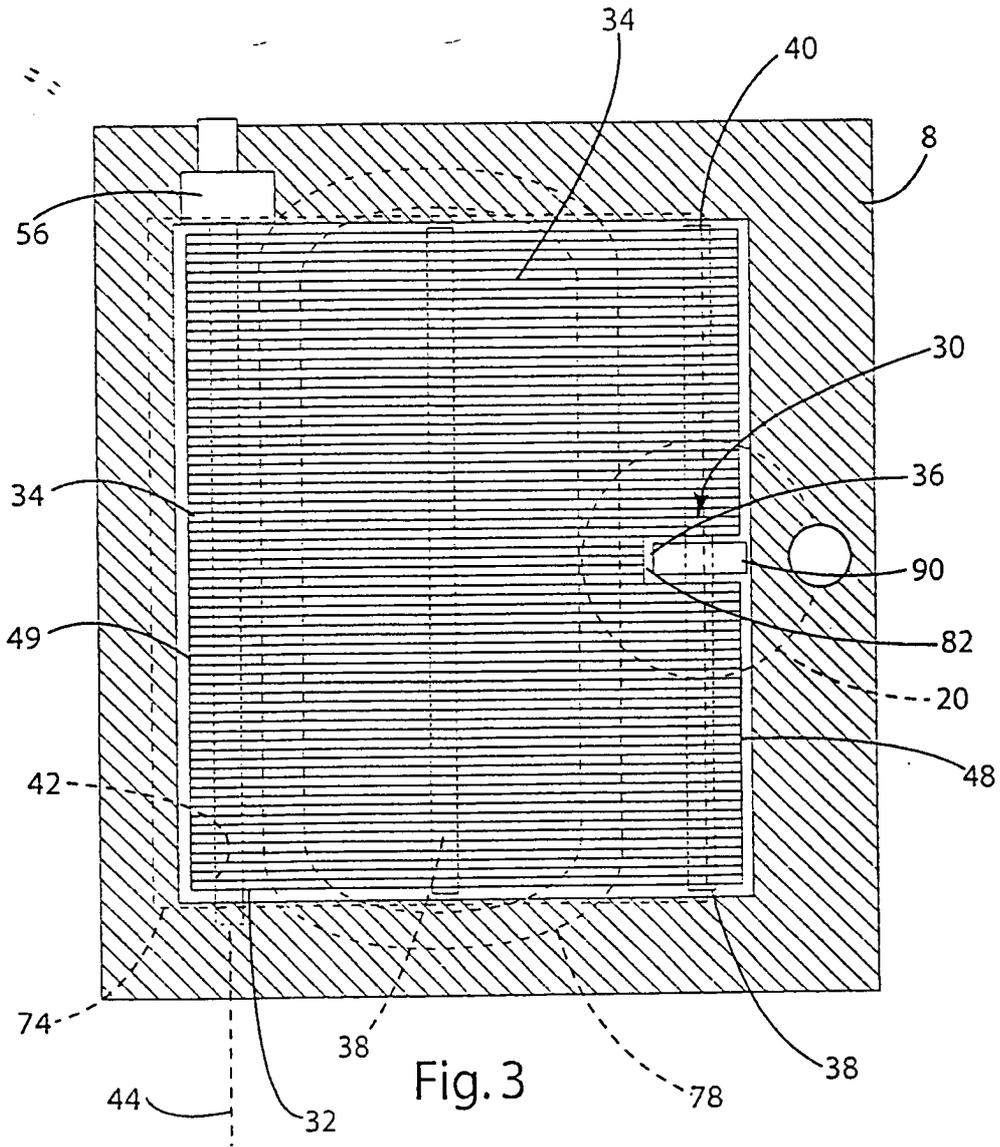


Fig. 3

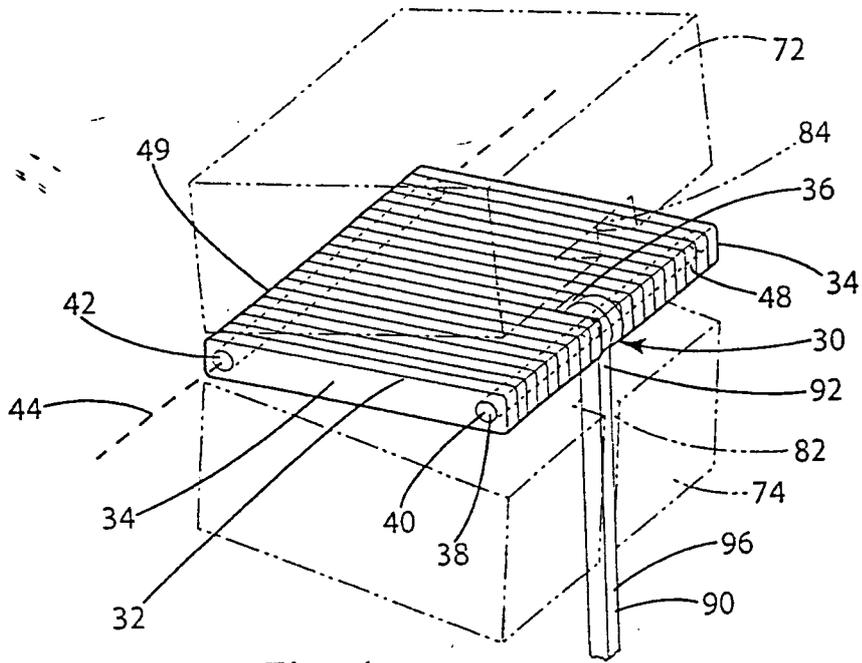


Fig. 4

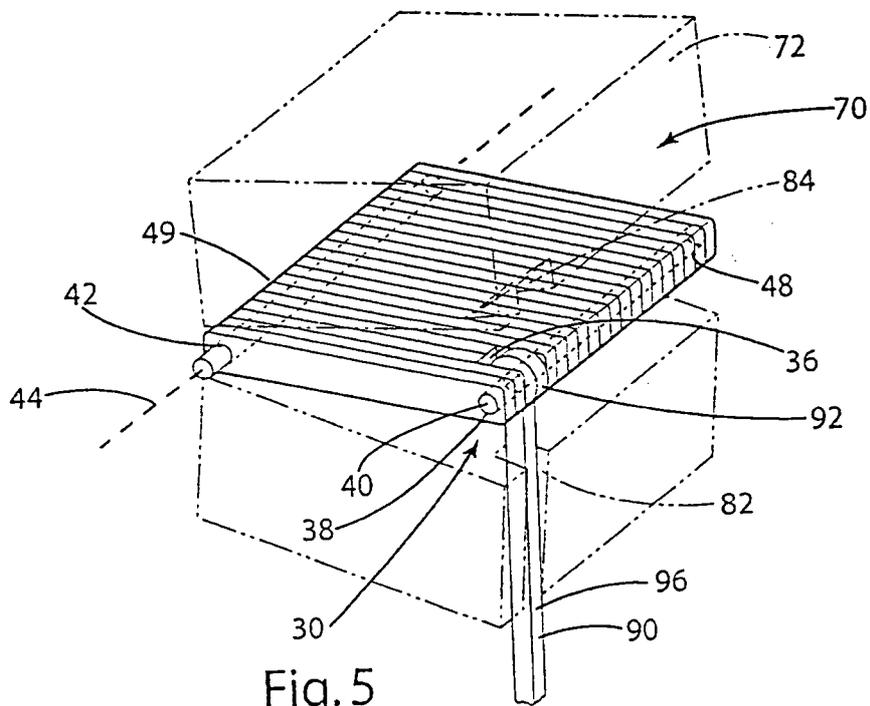


Fig. 5

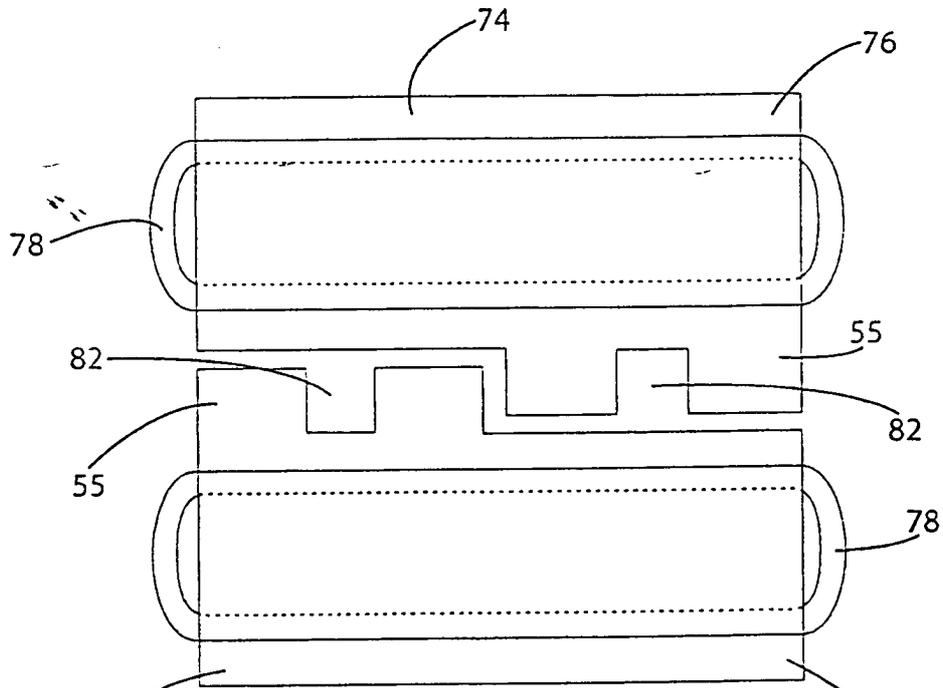


Fig. 7

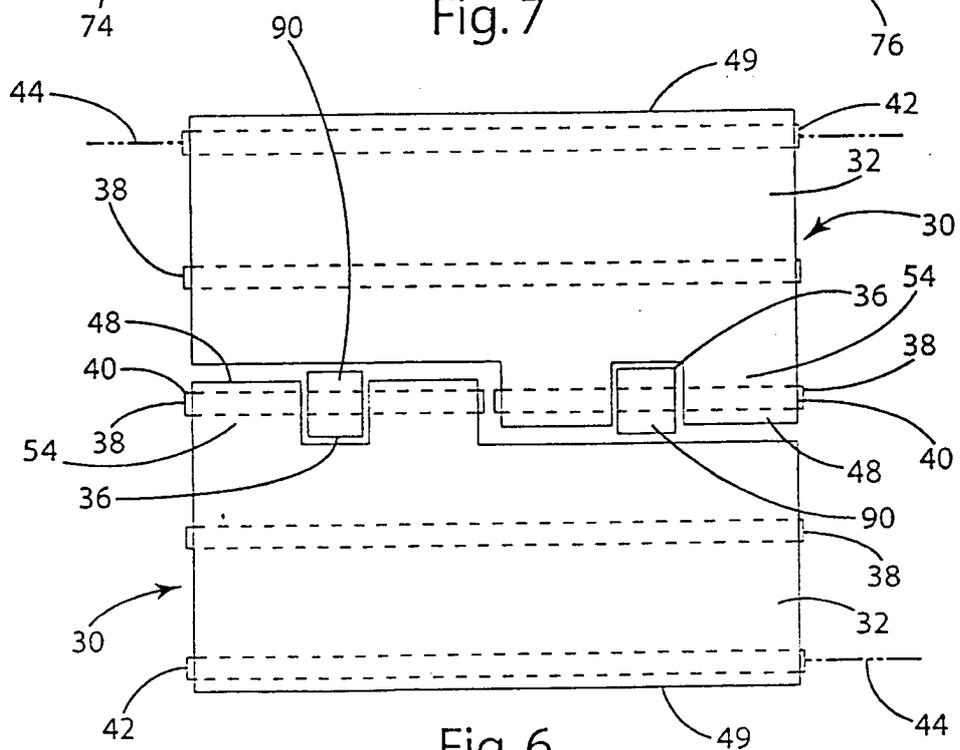
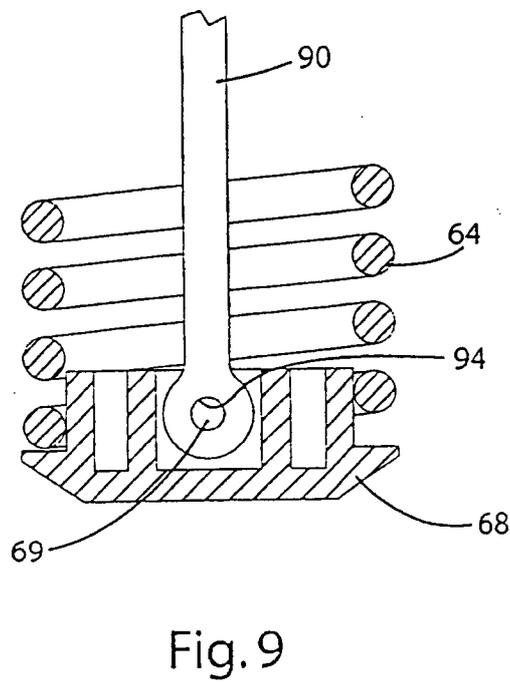
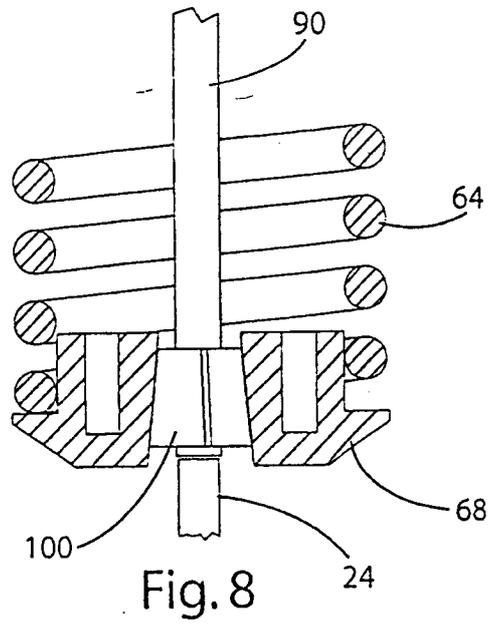


Fig. 6



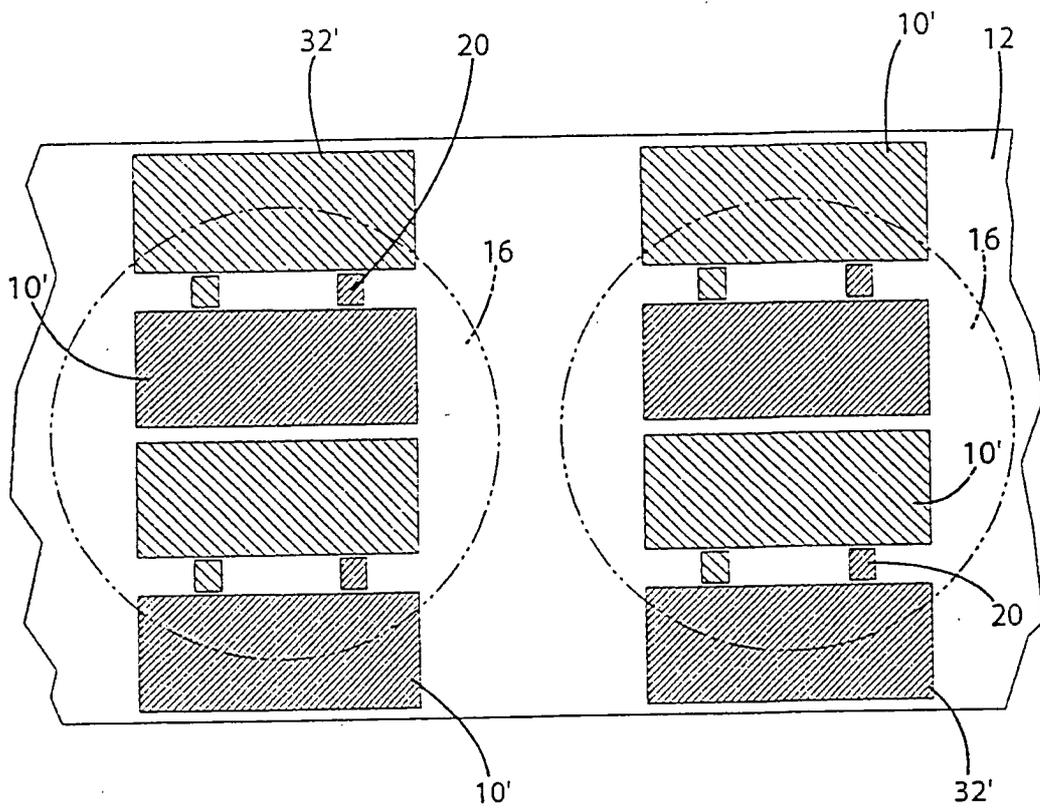


Fig. 10 (Prior Art)

Stand der Technik

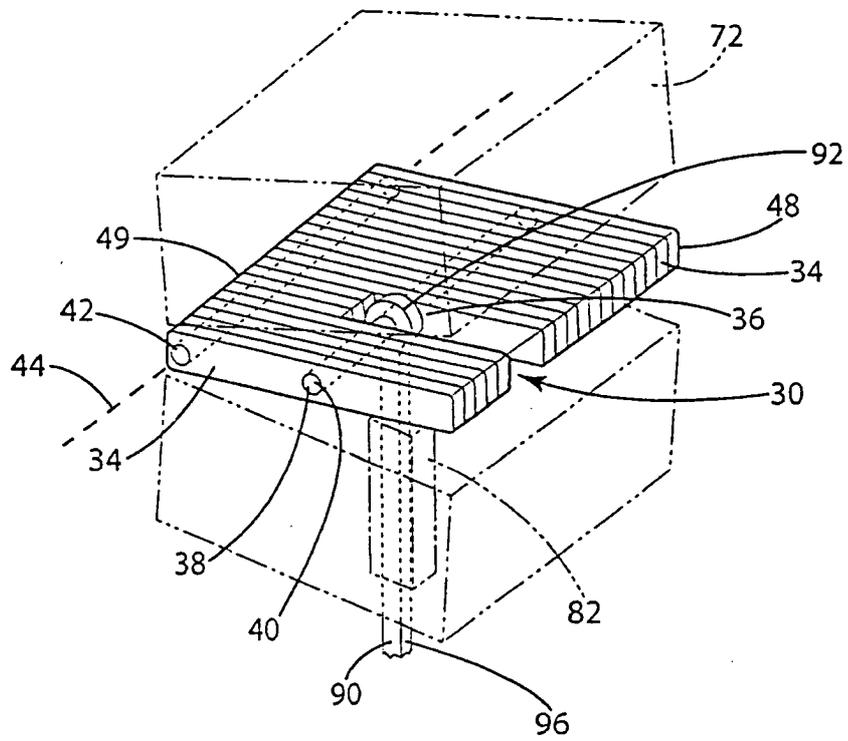


Fig. 13

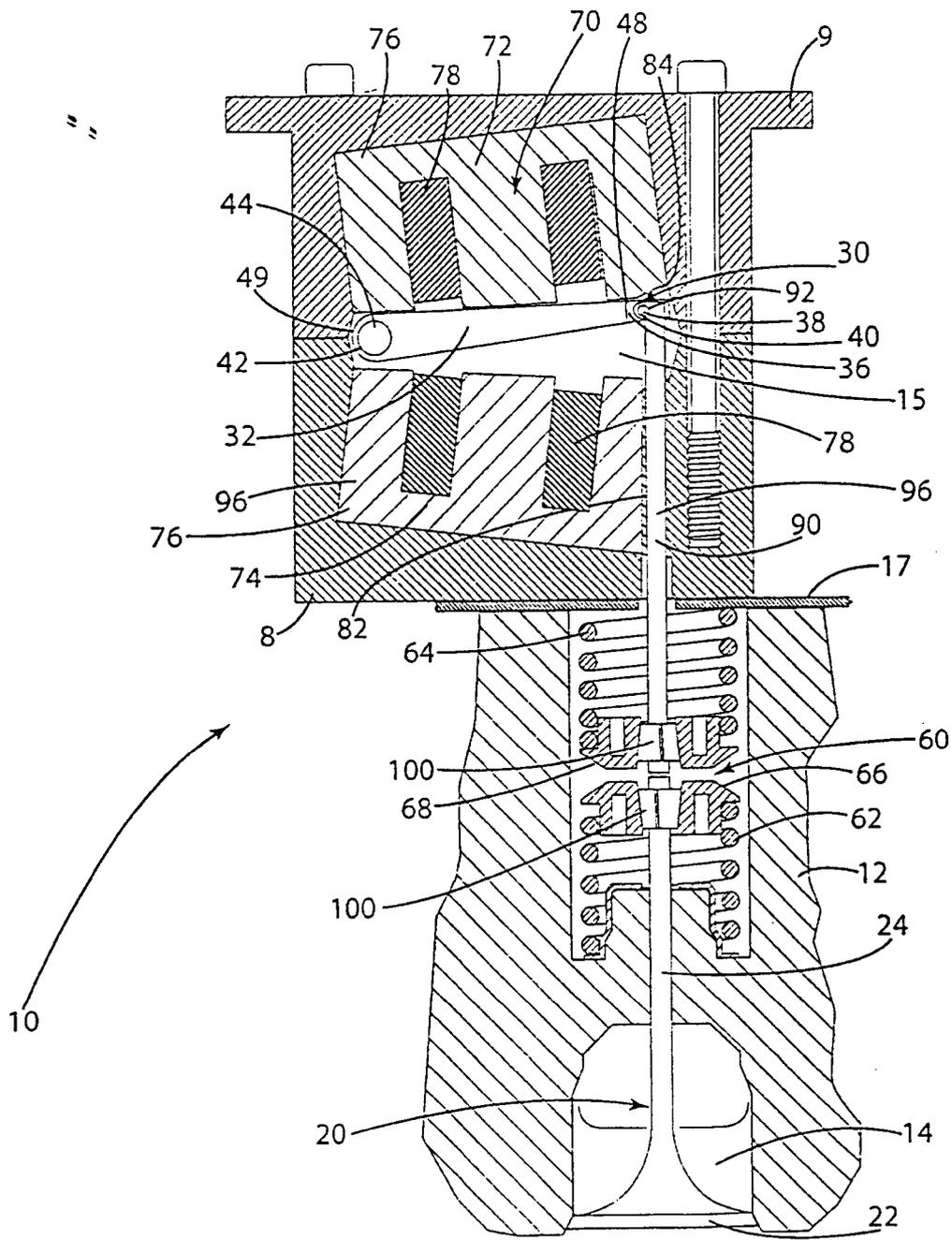


Fig. 14

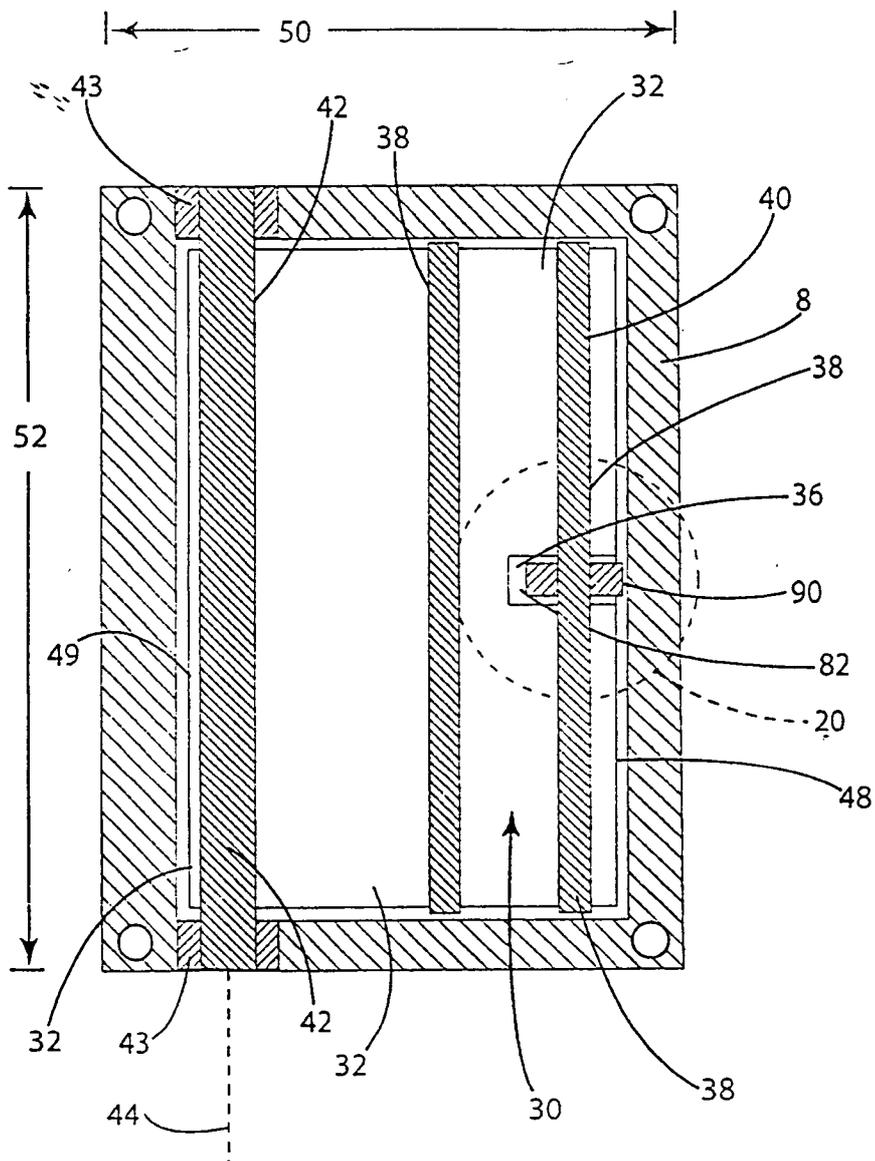


Fig. 15