

(19)



(11)

**EP 1 584 420 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**11.06.2014 Patentblatt 2014/24**

(51) Int Cl.:  
**B25D 11/00** <sup>(2006.01)</sup> **B25D 11/12** <sup>(2006.01)</sup>  
**B25D 17/06** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **04101429.1**

(22) Anmeldetag: **07.04.2004**

(54) **Bohr- und/oder Meisselhammer mit elektropneumatischem Schlagwerk und einer Vorrichtung zur variablen Einstellung der Schlagenergie**

Drilling and/or chipping hammer with electro-pneumatic percussion mechanism and device for variable setting of the impact energy

Marteau perforateur et/ou burineur avec mécanisme de percussion électro-pneumatique et dispositif pour le réglage variable de l'énergie d'impact

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB LI SE**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**12.10.2005 Patentblatt 2005/41**

(73) Patentinhaber: **HILTI Aktiengesellschaft**  
**9494 Schaan (LI)**

(72) Erfinder:  
• **Würsch, Christoph**  
**9470 Werdenberg (CH)**  
• **Schmitzer, Harald**  
**9470 Werdenberg (CH)**

• **Schaer, Roland**  
**9472 Grabs (CH)**

(74) Vertreter: **Wildi, Roland**  
**Hilti Aktiengesellschaft,**  
**Corporate Intellectual Property**  
**Feldkircherstrasse 100**  
**Postfach 333**  
**9494 Schaan (LI)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 388 383 EP-A- 0 775 556**  
**DE-A- 3 024 715 GB-A- 942 668**  
**GB-A- 991 533 US-A- 4 732 219**

**EP 1 584 420 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Bohr- und/oder Meisselhammer mit einer Vorrichtung zur variablen Einstellung der Schlagenergie eines elektropneumatischen Schlagwerks in diesem damit ausgerüsteten Bohr- und/oder Meisselhammer, dessen motorisch typischerweise über einen zu- und abschaltbaren Pleuelantrieb angetriebener Erregerkolben über ein von diesem erzeugtes Fluid-Druckpolster, in der Regel ein komprimiertes Luftpolster, auch als Luftfeder bezeichnet, auf ein Abbauwerkzeug, insbesondere einen in einem Werkzeughalter fixierten Meissel, wirkt. Ein dem Oberbegriff von Anspruch 1 entsprechender Bohr- und/oder Meisselhammer ist aus GB942668 A bekannt. Bekannt sind grundsätzlich drei Methoden, die Schlagenergie von elektropneumatischen Schlagwerken für Handwerkzeugmaschinen der genannten Art einzustellen.

**[0002]** Die erste Möglichkeit (a) besteht darin, die Schlagenergie über die Drehzahl einzustellen. So wird beispielsweise bei Kombi-Hämmern im Meisselmodus die Motordrehzahl erhöht, um in dieser Betriebsart eine maximale Leistung aus dem Gerät am Abbauwerkzeug zur Verfügung zu haben. Normalerweise wird die Leistung des Motors im Hammerbohr-Modus in etwa zwei gleich große Anteile aufgeteilt. Je zur Hälfte wird das Drehmoment des Motors für den Drehantrieb und für das Schlagwerk verwendet. Im reinen Meisselmodus, wenn kein Drehantrieb verlangt wird, kann prinzipiell die komplette Leistung dem Schlagwerk zugeführt werden. Dies erreicht man durch eine Drehzahlerhöhung. Damit nehmen die Druckspitzen und somit die kinetische Energie eines Flugkolbens zu, falls das Schlagwerk beispielsweise mit einem solchen über einen Döpper auf den Werkzeughalter wirkenden Flugkolben oder Schläger ausgerüstet ist, der über das Fluid-Druckpolster (die Luftfeder) von einem Antriebs- oder Erregerkolben schlagend angetrieben wird. Mit einer solchen Drehzahlerhöhung nehmen die Druckspitzen und die kinetische Energie des Flugkolbens und damit auch die Einzelschlagenergie zu. Bekannt ist auch die umgekehrte Möglichkeit, d. h. die Drehzahl und damit die Schlagleistung werden gezielt reduziert, um einen Feinschlag zu ermöglichen.

**[0003]** Die zweite in vielen Varianten bekannte Methode (b) besteht darin, das Fluid-Druckpolster des elektropneumatischen Schlagwerks, hier auch als Stoßpolster oder Druckpolster bezeichnet, mit einer definierten Leckage oder einem definierten Luftaustausch mit einem geschlossenen, größeren Außenvolumen zu versehen. Dies geschieht meist durch vom Weg des Flugkolbens und/oder Erregerkolbens abhängiges Öffnen von definiert angeordneten Schnauföffnungen. Dadurch lässt sich unter anderem bei konstanter Arbeitsfrequenz eine Absenkung der Schlagenergie erreichen. Ein Beispiel einer solchen Einstellung der Schlagenergie ist in US 6,112,832 beschrieben.

**[0004]** Eine dritte Methode (c) besteht darin, den Hub des den Erregerkolben betätigenden Pleuels durch eine

Art Zykloiden- oder Planetengetriebe zu verstellen. Bei verringertem Hub des Pleuels wird der Flugkolben weniger stark beschleunigt. Dies führt zu einer geringeren Schlagenergie.

**[0005]** Im Vordergrund der Untersuchungen, die zur Erfindung führten, stand die zweite beschriebene Methode (b), d. h. die Schlagenergie über eine definierte Leckage oder einen Luftaustausch zur Umgebung einzustellen. Probleme bei dieser in vielen Ausführungsvarianten bekannten Methode, bei der Schieberhülsen zum Betriebsphasen-abhängigen Öffnen und Verschließen von Schnauföffnungen in einem Führungsrohr oder der Hülse eines Hohlkolbens als Erregerkolben und dergleichen vorgesehen sind, ergeben sich daraus, dass sich die Bewegungsbereiche von Flug- und Erregerkolben gegenseitig überlappen. Für diese Art von herkömmlichen Ventilen gibt es in der Regel keine Möglichkeit, in jedem Moment eines Schlagzyklus' auf die Luftfeder des Stoß- oder Druckpolsters zuzugreifen. Die Luftfeder bleibt sozusagen nicht am Ort. Die Schnauföffnungen werden immer entweder durch den Flugkolben oder den Erregerkolben abgedeckt.

**[0006]** Ein weiteres Problem ergibt sich für Bohr- und/oder Meisselhämmer mit elektropneumatischem Schlagwerk daraus, dass herkömmlicherweise die Leererschlagabschaltung rein mechanisch unter Berücksichtigung einer relativ großen Wegverschiebung des Abbauwerkzeugs gelöst ist. Bei den bekannten Konstruktionen ist immer vorgesehen, dass das Werkzeug zur Leerlaufabschaltung relativ zum Gerät einen Weg von mindestens 1 cm, bei manchen Lösungen über 2,5 cm zurücklegen muss. Das heißt, sobald das Gerät vom abzubauenen Untergrund zurückgezogen wird, springt das Werkzeug und damit auch der Döpper nach vorn. Aufgrund dieser Wegverschiebung werden gewisse Luftöffnungen bzw. Schnauföffnungen zur Luftfeder des Schlagwerks geöffnet, wodurch verhindert wird, dass der Flugkolben erneut angesaugt wird. Beispiele für diese Art der Leerschlagabschaltung finden sich in DE 101 21 088 A1, US 6,116,352, DE 198 47 687 C2, DE 100 19 071 A1, DE 198 43 645 C1. Nur beispielshalber, weil exemplarisch für diese Art der Leerlaufabschaltung, sei die Lösung nach DE 101 21 088 A1 betrachtet: Bei in Axialrichtung unbelastetem Bohr-/Meisselhammer (Leerlauf) drückt eine Feder ein durch zwei Wälzlager abgestütztes stangenartiges Schaltelement in Richtung Werkzeughalter. Der Schaltweg beträgt dabei deutlich mehr als 1 cm. Dabei wird ein hinterer Wälzkörper durch eine Radialstufe radial nach außen gedrückt und öffnet dadurch ein federbelastetes elastisches Verschlusselement zu einer Leerlauföffnung in einem Hohl- oder Topfkolben. Drückt der Gerätebenutzer, der einen Arbeitsvorgang beginnen oder fortsetzen will, axial gegen das Schlagwerkzeug, so wird das stangenartige Schaltelement über eine Scheibe entgegen der Kraft einer Feder nach hinten gedrückt, wobei der hintere Wälzkörper über eine Stufe radial nach innen schnappt und die Leerlauföffnung wieder verschließt.

**[0007]** Abgesehen von der regelmäßig recht aufwändigen Lösung, besteht der Hauptnachteil dieser wegabhängigen Leerlaufabschaltung darin, dass bei einem Abbauvorgang beim Neu- oder Wiederansetzen des Geräts zunächst der Leerlaufweg entgegen der Kraft einer Feder überwunden werden muss. Dies führt bei nach unten gerichtetem Werkzeug nach einer gewissen Angewöhnungsphase zu keinen Problemen. Anders jedoch, wenn über Schulter- oder Kopfhöhe zu arbeiten ist. Der Gerätebenutzer muss nicht nur das Gerätegewicht mit seinen Armen nach oben abstützen, sondern zusätzlich auch noch den Leerlauf-Abschaltweg entgegen der Kraft einer mehr oder weniger starken Feder überwinden. Der körperliche Kraftaufwand ist erheblich.

**[0008]** Der Erfindung liegt damit die Aufgabe zugrunde, das elektropneumatische Schlagwerk eines damit ausgerüsteten Bohr- und/oder Meisselhammers, so zu verbessern, dass auf einfache Weise eine variable Einstellung der Schlagenergie, insbesondere auch der Relativstellung einzelner beweglicher Elemente des Schlagwerks ermöglicht wird. Darüber hinaus ist es ein Ziel der Erfindung, eine Leerschlagabschaltung ohne separaten Werkzeugweg zu ermöglichen, so dass insbesondere beim Ansetzen oder Wiederansetzen des Arbeitsgerätes ohne zusätzlichen Kraftaufwand sofort gearbeitet oder weiter gearbeitet werden kann.

**[0009]** Diese Aufgabenstellung wird durch einen Bohr- und/oder Meisselhammer mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0010]** Vorteilhafte Ausführungsvarianten, Verbesserungen und Ergänzungen dieses Erfindungsgedankens sind in abhängigen Patentansprüchen definiert und werden nachfolgend auch anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

**[0011]** Gegenüber herkömmlichen Konstruktionen zur einstellbaren Veränderung der Schlagenergie eines elektropneumatischen Schlagwerks für den genannten Anwendungsbereich bzw. für die Leerschlagabschaltung, insbesondere unter Verwendung von Schieberhülsen, sind mit der Erfindung primär jedoch keinesfalls ausschließlich die folgenden Vorteile erreicht:

**[0012]** Durch das den Erregerkolben durchsetzende steuerbare Ventil ist die Luftfeder, also das Stoßpolster bzw. gegebenenfalls auch das Druckpolster in jedem Moment eines Arbeitszyklus' zugänglich. Durch diese ständige Zugriffsmöglichkeit auf die Luftfeder kann die Schlagenergie, insbesondere die Einzelschlagenergie - z. B. über den Erregerkolben - in jeder Betriebsphase des Schlagwerks durch ein einfaches Ventil verändert bzw. angepasst werden, das bei einer ganz bestimmten Phase des Erregerkolbenwegs öffnet oder schließt bzw. partiell geöffnet und partiell verschlossen wird. Zusätzlich oder unabhängig davon kann durch eine definierte Leckage die Schlagenergie kontinuierlich abgesenkt werden.

**[0013]** Aufgrund der Verlegung eines Ventils in den Erregerkolben werden notwendige Dichtungselemente (O-

Ringe) am Erregerkolben bzw. am Flugkolben nicht mehr durch Abschaltöffnungen im Führungsrohr abgewetzt, da solche Ablassöffnungen jetzt entbehrlich sind. Zur Leerlaufabschaltung wird lediglich das den Erregerkolben durchsetzende Ventil geöffnet.

**[0014]** Ein besonderer Vorteil ergibt sich auch daraus, dass der Aktor oder die Aktoren für die Ventilbetätigung, bisher verwirklicht z. B. als Drehmagnet, Schrittmotor oder Torquemotor, jetzt auf der Elektronikplatine des Geräts plaziert werden kann/können. Durch ein nicht-leitendes Übertragungsstück zum Ventil kann die Sicherheitschutzklasse II ohne aufwändige galvanische Trennung erreicht werden.

**[0015]** Bei einem nicht-erfindungsgemäß Beispiel ist das Ventil ein in einen den Kolben durchsetzenden Belüftungskanal eingesetztes Drehschieberventil, dessen Ventilspindel mit einem auf der dem Druckpolster abgekehrten Stirnseite des Erregerkolbens herausgeführten Betätigungsorgan verdreht wird. Dieses Betätigungsorgan kann als stangenartiges in axialer Bewegungsrichtung des Erregerkolbens längs erstrecktes Betätigungselement ausgeführt sein, das eine Schlitzführung für einen in diese gleitend eingreifenden Mitnehmerzapfen als Axialausgleich für die Verschiebung des Erregerkolbens aufweist, wobei der Mitnehmerzapfen an einem relativ zur Axialbewegung des Erregerkolbens gehäusefesten verdrehbaren Stellglied für die Ventilbetätigung ausgebildet ist, um eine Ventilverstellung, beispielsweise durch einen auf einer Schaltungsplatine gehaltenen Stellmotor, zu ermöglichen.

**[0016]** Ein weiteres nicht-erfindungsgemäßes Beispiel für ein von außerhalb des Erregerkolbens steuerbares Ventil mit raschem Ansprechverhalten sieht vor, als Ventil-Verschlussorgan einen elektromagnetisch steuerbaren Shutter, also eine Art Lochblende, für eine den Erregerkolben in Axialrichtung durchsetzenden Ventilkanal auszuführen. Ein solcher Shutter lässt sich als verschwenkbar gelagertes Verschlusselement nach dem Reluktanzprinzip steuern, insbesondere dann, wenn das Verschlusselement ein am Erregerkolben angelenkter Shutterverschlusshebel aus ferromagnetischem Material ist, der über einen durch eine elektrische Spule erregten, relativ zum Erregerkolben gerätefesten Stator verdrehbar ist. Für diese Lösung ist es vorteilhaft, an dem Hebel mindestens ein magnetisches Polschuhpaar vorzusehen, dem - über einen Luftspalt getrennt - ein korrespondierendes Polschuhpaar am Stator zugeordnet ist. Insbesondere kann der Hebel zwei gegeneinander in einem Winkel versetzte, um einen gemeinsamen Anlenkpunkt verschwenkbare Hebelarme aufweisen, wobei der Spreizwinkel  $\alpha$  zwischen den Hebelarmen beispielsweise 45° bis 180°, vorzugsweise etwa 60° bis 100°, insbesondere 90° oder 180° betragen kann.

**[0017]** Ein abgewandeltes Beispiel für den Shutter sieht vor, dass der eine Polschuh am seinem Anlenkpunkt abgekehrten freien Ende des Shutterverschlusshebels im Bereich der Mantelfläche des Erregerkolbens und der andere Polschuh an einem mit dem Erregerkol-

ben fest verbundenen magnetischen Brückenteil ausgebildet ist, das über einen weiteren, dem Anlenkpunkt zu-gekehrten Polschuh einen gebündelten und geschlossenen Magnetfluss über den Shutterhebel sicherstellt.

**[0018]** Der Shutterhebel selbst kann bei den soweit beschriebenen Ausführungsformen als geformtes Blechteil mit in Längserstreckung der Mantelfläche des Erregerkolbens liegendem Ansatz bzw. Ansätzen für den oder die Polschuh(e) ausgebildet sein. Um wenigstens über einen Teilbereich, vorteilhafterweise aber über den gesamten möglichen axialen Verschiebeweg oder Hub des Erregerkolbens, einen geschlossenen geführten Magnetflussweg sicherzustellen, ist es vorteilhaft wenn sowohl die Polschuhe am gerätefesten Stator als auch der Ansatz oder die Ansätze am Shutterhebel eine mindestens einem Teilbereich des möglichen Hubs des Erregerkolbens entsprechende axiale Länge aufweisen. Das Verschlusselement kann durch eine Drehfeder in eine von zwei Endstellungen vorgespannt sein, d. h. in eine Endstellung "Ventil offen" oder in die andere Endstellung "Ventil geschlossen".

**[0019]** Die Erfindung und vorteilhafte Einzelheiten werden nachfolgend unter Bezug auf die Zeichnungen in beispielsweise Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1** die schematische Darstellung eines Bohr- und/oder Meisselhammers mit pneumatischem Schlagwerk, dessen Erregerkolben mit einem nicht-erfindungsgemäßen steuerbaren Ventil ausgestattet ist;
- Fig. 2** mit Teilfiguren 2A, 2B und 2C die schematische Schnitt-Ansichtdarstellung bzw. die Seitenschnitt- und Draufsicht-Schnittdarstellung eines durch einen Pleuel angetriebenen Erregerkolbens mit einem diesen durchsetzenden nicht-erfindungsgemäßen Drehventil ;
- Fig. 3** die schematische Schnittdarstellung des Erregerkolbens mit einem nicht-erfindungsgemäßen Schieberkanten-Ventil;
- Fig. 4** mit Teilfiguren 4A bzw. 4B eine nicht-erfindungsgemäße Ventillösung durch den Erregerkolben mit einem elektromagnetisch nach dem Reluktanzprinzip verschieblichen Shutter als Ventilverschlusselement bei geschlossenem Ventil (Fig. 4A) einerseits bzw. geöffnetem Ventil (Fig. 4B) andererseits;
- Fig. 5** mit Teilfiguren 5A bzw. 5B ein anderes Beispiel eines nicht-erfindungsgemäßen Magnetventils mit nach dem Prinzip des Reluktanzmotors verschwenkbarem Shutter;
- Fig. 6** ein weiteres Beispiel eines nach dem Reluktanzprinzip verschwenkbaren nicht-erfin-

dungsgemäßen Shutters für eine den Erregerkolben durchsetzende Ventilbohrung im geschlossenen Zustand;

- Fig. 7** eine gegenüber der Fig. 6 abgewandeltes Beispiel mit bügelartigem Magnetjoch;
- Fig. 8** eine isometrische Prinzipskizze für einen nicht-erfindungsgemäßen Shutter gemäß Fig. 4, bei der die an den freien Enden eines zweiarmigen Hebels ausgebildeten Polschuhe in Axialrichtung abgebogen und verlängert sind, um in unterschiedlichen axialen Positionen des Erregerkolbens stets einen geschlossenen und in ferromagnetischem Material geführten Magnetfluss sicherzustellen;
- Fig. 9** die schematische Darstellung eines den Erregerkolben des elektropneumatischen Schlagwerks durchsetzenden und in diesen integrierten Solenoid-Ventils mit Stromzuführung über ein Schleifschiennenpaar als Übertrager; und
- Fig. 10** eine der Fig. 9 entsprechende Ventillösung, bei der ein transformatorischer Übertrager zur Erregung des in den Erregerkolben integrierten Ventils dient.

**[0020]** Zur Hinführung auf die Erfindung veranschaulicht die Prinzipdarstellung der Fig. 1 einen nicht-erfindungsgemäßen elektropneumatischen Bohr- und/oder Meisselhammer 1, an dessen werkzeugseitigem Ende ein Werkzeughalter 6 (ohne eingesetztes Werkzeug dargestellt) vorhanden ist. Seitlich auf der Außenseite des Gerätegehäuses befindet sich ein vom Benutzer zu betätigender Wahlschalter 2, über den sich der Bohrhambetrieb einerseits bzw. der Meisselbetrieb andererseits sowie gegebenenfalls eine Reihe von weiteren Einstellwerten vorwählen lassen. Die Wahlstellung des Wählschalters 2 wird der mit einem Mikrocontroller (Mikroprozessor) ausgestatteten elektronischen Steuerung und Regelung 9 mitgeteilt, die bei Betätigung einer Hand-Drucktaste 12 in einem Griffbereich 14 durch einen EIN-/AUS-Schalter 13 in Funktionsbereitschaft geschaltet bzw. von einer Stromversorgung (nicht dargestellt) getrennt wird. Ein in seinem Aufbau prinzipiell bekanntes elektropneumatisches Schlagwert 15 ist im vorderen Teil des Gerätegehäuses eingebaut. Zu diesem prinzipiell bekannten Schlagwerk gehört ein in einem Führungsrohr 16 in dessen hinteren Bereich geführter Erreger- oder Antriebskolben 3, der über einen Pleuelantrieb 31 bei Wahl des Bohrhambetrieb- oder Meisselbetriebs vorwärts in Richtung auf den Werkzeughalter 6 und rückwärts angetrieben wird. Ein nur schematisch dargestellter Flugkolben 4 wird beim Vorschub des Erregerkolbens 3 durch ein von diesem komprimiertes Luft-Stoßpolster 20 angetrieben und wirkt seinerseits über ein Druckpolster 21 auf

einen Döpper 5, der über den Werkzeughalter 6 das Werkzeug, beispielsweise einen Meissel (nicht gezeigt), schlagend antreibt. Zur Veränderung der über das Stoßpolster 20 auf den Flugkolben 4 und damit auf den Döpper 5 wirkenden Schlagenergie sowie auch zur Leerlaufabschaltung ist im Erregerkolben 3 ein diesen in Axialrichtung durchsetzendes, steuerbares Ventil 29 vorgesehen, das in Fig. 1 als durch einen elektrischen Drehantrieb 60, beispielshalber einen Schrittmotor, verstellbares Drehschieberventil ausgebildet ist. Letzteres wird nachfolgend mit Bezug auf die Fig. 2A bis 2C näher beschrieben.

**[0021]** Zur Steuerung oder Regelung der Schlagenergie des elektropneumatischen Schlagwerks 15 zeigt die Fig. 2 mit den Teilfiguren 2A, 2B und 2C eine erste Ausführungsvariante eines nicht-erfindungsgemäßen Erregerkolbenventils. Gezeigt ist in Fig. 2A eine Schnitt-Ansichtsdarstellung, in Fig. 2B eine Teilschnitt-Seitenansicht und in Fig. 2C eine Teilschnitt-Frontalansicht des Erregerkolbens 3 mit einer Ringdichtung 30 zum Führungsröhr 16, der in bekannter Weise über den Pleuelantrieb 31 bei Wahl des Hammer- bzw. Meisselbetriebs am Wählschalter 2 hin- und hergehend bzw. in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung angetrieben wird. Es durchsetzt den Erregerkolben 3 ein Druckablass- bzw. Belüftungskanal 32, der durch das Drehschieberventil 29, im Folgenden Drehventil, mit einem Kücken bzw. einer Ventilschindel 34 zur Änderung des Drucks im Druckpolster 20 geöffnet und geschlossen werden kann. Zu diesem Zweck ist die Ventilschindel 34 mit einem in Axialrichtung des Erregerkolbens 3 herausgeführten stangenartigen Betätigungsorgan zum Drehen der Ventilschindel 34 in Richtung des Doppelpfeils A versehen, das im Wesentlichen aus einem Gabelelement 35 mit einer Schlitzführung 36 besteht, in die ein an einem Stellglied, bzw. einem Verdrehstab 38 ausgebildeter Mitnehmerzapfen 37 eingreift, so dass die Längs- oder Axialbewegung des Erregerkolbens 3 gegenüber dem Betätigungselement 38 entkoppelt ist. Durch Drehen des stangenartigen Gabelelements 35, beispielsweise ausgeführt als Schlitzhülse, wird das Ventil wahlweise geöffnet oder geschlossen. Der Drehantrieb 60 kann - wie aus Fig. 1 ersichtlich - außerhalb, d. h. im Gehäuseteil 70 des Handgriffs 14, oder auch innerhalb des Getriebegehäuses 61 angeordnet sein. Vorteilhaft ist es jedoch die Drehbewegung mittels einer Drehdurchführung 62 nach außen bis zum Gehäuseteil 70 des Handgriffs 14 bzw. zur darin untergebrachten Elektronikplattform zu führen, so dass der Antrieb direkt auf einer Elektronikplatine platziert werden kann, auf der auch der die Steuerung bzw. Regelung 9 enthaltende Mikrocontroller angeordnet ist.

**[0022]** Die Fig. 3 zeigt eine einfachere nicht-erfindungsgemäße Beispiel für das steuerbare Ventil. Anstelle einer Einlass- und Auslassbohrung 40 bzw. 41 (vgl. Fig. 2C) ist nur eine quer verlaufende Auslassbohrung 42 vorgesehen. Das Ventil ist als Schieberkanten-Ventil 43 ausgeführt, bei dem eine dem Druckpolster 20 zugekehrte Stirnfläche 46 einer durch einen Segerring 47 ge-

gen Axialverschiebung gesicherte Ventilschindel 45 eine Abschrägung oder Schrägfläche 44 aufweist, so dass beim Verdrehen über die Betätigungsorgane 35, 37, 38 die Auslassbohrung 42 mehr oder weniger geöffnet bzw. geschlossen werden kann.

**[0023]** Das Drehventil, beispielsweise in der Variante nach Fig. 2 oder 3, hat den Vorteil, dass zur Luftfeder bzw. zum Druckpolster 20 kein zusätzliches Totvolumen hinzugefügt wird, was beispielsweise der Fall wäre, wenn das Ventil aus einem einfachen Stößel mit Bohrung bestehen würde, der zum Öffnen und Schließen innerhalb des Erregerkolbens verdreht wird und axial relativ zum Gehäuse fixiert ist. Im Erregerkolben müsste dann ein Axialausgleich, beispielsweise ein Langloch vorgesehen werden, das mindestens die Länge des möglichen Erregerkolbenhubs aufweist, um eine Ventilsfunktion unabhängig von der Erregerkolbenposition zu gewährleisten. Ein solches Langloch bedingt aber ein relativ großes Totvolumen. Ein Totvolumen ist vor allem in den hohen Kompressionsphasen, also bei hohen Drücken im Druckpolster 20, bei denen sich der Flugkolben 4 und der Erregerkolben 3 beinahe berühren, von entscheidender Bedeutung. Ist das Totvolumen zu groß, so ist die Luftfeder zu weich und es kann in diesen Phasen zu einem Zusammenprallen von Flug- und Erregerkolben kommen. Die höchsten Druckspitzen werden erreicht, wenn der Flugkolben 4 in der hinteren Position auf der Erregerkolben-seite seine Bewegungsrichtung ändert. In dieser Phase bewegt sich der Erregerkolben 3 immer noch nach vorn zum Werkzeughalter 6. Der Vorteil des geringen Totvolumens bei den einzusetzenden Ventilen bewirkt aber eine weitgehende mechanische Entkopplung von der Pendelbewegung des Pleuelantriebs.

**[0024]** Magnetisch bzw. elektromagnetisch aktivierte Ventile, für welche die Fig. 4 bis 8 Ausführungsbeispiele zeigen, haben den Vorteil, dass sie durch das Führungsröhr 16 hindurch berührungslos geschaltet werden können. Als besonderer Vorteil ist dabei keine mechanische Entkopplung der Längsbewegung des Pleuelantriebs 31 erforderlich, um das Ventil anzusteuern, wie dies beispielsweise bei der zunächst beschriebenen Drehventil-Lösung der Fall ist.

**[0025]** Verschiedene nachfolgend durch Beispiele veranschaulichte Beispiele sind denkbar; sie alle funktionieren nach dem Reluktanzprinzip, d. h. nach der physikalischen Tatsache, dass beim Anlegen eines magnetischen Feldes von außen die Feldlinien dazu tendieren, den Weg des jeweils geringsten magnetischen Widerstands zu suchen.

**[0026]** Eine erste nicht-erfindungsgemäße Ausführungsvariante zeigt die Fig. 4, wobei bei Fig. 4A ein den Auslasskanal 32 schließendes bzw. freigebendes Verschlusselement in Form einer elektromagnetisch von außen betätigten Wippe, die im Folgenden als Shutter 50 bezeichnet wird, vorgesehen ist. Die Fig. 4A zeigt die Verschlussstellung und Fig. 4B die (teilweise) Offenstellung des Shutters 50 für den Auslasskanal 32. Der Shutter 50 ist um einen Anlenkpunkt 51 am Erregerkolben 3

verschwenkbar. Der Shutter 50 kann insbesondere aus einem gestanzten Blechstück aus ferromagnetischem Material bestehen, das mit einer Drehfeder 55 gegen einen Anschlag (nicht gezeigt) vorgespannt ist. In diesem Fall kann der Auslasskanal 32 als einfache Bohrung in Axialrichtung des Erregerkolbens 3 ausgeführt sein. Der Shutter 50 ist wie dargestellt als zweiarmiger Hebel unter Einschluss eines Winkels  $\alpha$  ausgeführt, der Werte im Bereich von  $45^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$  annehmen kann, beispielsweise insbesondere wie in Fig. 4 dargestellt, einen Winkel von ca.  $\alpha = 90^\circ$ . An den freien Hebelarmenden des Shutters 50 sind Polschuhe 52 bzw. 53 ausgebildet, denen - über einen Luftspalt 54 bzw. 55 getrennt - zugeordnete Polschuhe 48 bzw. 49 eines über eine elektrische Spule 46 erregbaren Stators 47 in der in Fig. 4A gezeigten Verschlussstellung gegenüberstehen, in der die Spule 46 von einem Erregerstrom durchflossen ist. Ist der Strom in der Erregerspule 46 abgeschaltet, so wird der Shutter 50 unter der Wirkung der Drehfeder 55 in die Offenstellung (Fig. 4B) verschwenkt.

**[0027]** Aus der Darstellung der Fig. 4A bzw. 4B ist (noch) nicht ersichtlich, dass der Pleuelantrieb 31 einen erheblichen axialen Hub des Erregerkolbens 3 bewirkt. Um dies zu berücksichtigen und einen geschlossenen Magnetflussweg in allen Hubpositionen oder mindestens über ein wesentliches Teilstück des Hubs des Erregerkolbens 3 sicherzustellen, ist vorgesehen, das winkelige Blechstück des Shutters 50 nicht einfach zweidimensional zu formen und in eine entsprechende Aussparung im Erregerkolben 3 einzupassen. Vielmehr ist es zweckmäßig und von besonderem Vorteil, die Polschuhe 52 bzw. 53 durch abgewinkelte sich in Axialrichtung über die Mantelfläche des Erregerkolbens 3 erstreckende abgewinkelte Ansätze 52A bzw. 53A zu verlängern (siehe Fig. 8). Das Winkelblech des Shutters 50, das zentrisch am Erregerkolben 3 beispielsweise mittels eines Stifts 51A verschwenkbar montiert und mittels der Drehfeder 55 in der einen oder anderen Position (entweder offen oder geschlossen) gehalten wird, weist also die sich entlang der Mantelfläche des Erregerkolbens 3 erstreckenden, als Flussführungsflächen dienenden Ansätze 52A bzw. 53A auf, welche sicherstellen, dass ständig ein geschlossener magnetischer Kreis mit geringem Luftspalt zu den Polschuhen 48 bzw. 49 gebildet ist. Soll diese Magnetflussführung für die gesamte Hubposition des Erregerkolbens 3 zuverlässig sichergestellt sein, so ist es zweckmäßig, einen Überlapp zwischen den Polschuhansätzen 52A, 53A und den Polschuhen 48, 49 des Stator-Erregermagneten vorzusehen.

**[0028]** Andere nicht-erfindungsgemäße Beispiele für das elektromagnetisch nach dem Reluktanzprinzip zu betätigende Shutterelement sind denkbar. Zwei davon sind in den Prinzipdarstellungen der Fig. 5A, 5B bzw. Fig. 6 und Fig. 7 wiedergegeben. Soweit entsprechende oder analoge Bauteile wie bei Fig. 4A, 4B bzw. Fig. 8 vorhanden sind, werden diese nicht erneut beschrieben.

**[0029]** Bei dem Beispiel nach Fig. 5A bzw. 5B ist der Shutter 50 im Wesentlichen als einseitig am Anlenkpunkt

51 angelenkter einarmiger Hebel ausgebildet, dessen eines freies und längeres Ende den einen Polschuh 53 bildet, während der zweite Polschuh 52 an einem bogenförmigen Ansatz näher zum Anlenkpunkt 51 vorgesehen ist. Der Magnetflussweg zu dem dem Polschuh 52 zugeordneten Polschuh 48 am Stator 47 wird durch ein am Erregerkolben 3 fixiertes ferromagnetisches Blechteil 62 überbrückt. Die zu bewegendende Masse des Shutters 50 ist bei dieser Lösung deutlich verringert. Die Fig. 5A zeigt wiederum die geschlossene Ventilstellung bei erregter Spule 46 und Fig. 5B die durch die Drehfeder 55 (in Fig. 5A und 5B nicht gezeigt) bewirkte geöffnete Ventilstellung.

**[0030]** Bei dem Beispiel nach Fig. 6 ist der Shutter 50 als zweiarmiger gestreckter Hebel ausgeführt, dessen endseitigen Polschuhen 52, 53 entsprechende Polschuhe 48 bzw. 49 an separaten, in Gegenphase durch Spulen 46 bzw. 46' erregten Statorelemente 47 bzw. 47' gegenüberstehen.

**[0031]** Das Beispiel nach Fig. 7 entspricht der nach Fig. 6. Jedoch ist in diesem Fall der statorseitige Magnetfluss über ein Joch 65 geschlossen. Die Fig. 6 zeigt die Shutterstellung "Ventil geschlossen" bei erregten Spulen 46 bzw. 46' und die Fig. 7 die Stellung "Ventil offen" bei nicht erregtem Stator und Rückstellung durch die (in diesen Figuren nicht gezeigte) Drehfeder.

**[0032]** Bei allen magnetisch aktivierbaren Ventilen soll darauf geachtet werden, dass der Druck der Luftfeder 20 senkrecht auf die Bewegungsrichtung des Shutters 50 wirkt, so dass keine Arbeit durch die magnetische Erregung gegen den Druck der Luftfeder 20 aufgebracht werden muss. Dadurch muss im Wesentlichen nur die Reibung und die Trägheit des Shutters 50 überwunden werden. Die Schaltcharakteristik eines solchen Ventils ist weitgehend druckunabhängig.

**[0033]** Die Fig. 9 und 10 veranschaulichen zwei erfindungsgemäße Ausführungsformen für die konstruktive Gestaltung eines den Erregerkolben 3 durchsetzenden steuerbaren Ventils. Beide Figuren zeigen ein in den Körper des Erregerkolbens 3 integriertes elektromagnetisches Ventil (Solenoid-Ventil) 90, dessen Erregerstrom im Falle der Fig. 9 durch ein Schleifschienenpaar 91, 92 als Übertragerelement zugeführt wird, wobei die eine Schleifschiene 91 in den Außenmantel des Erregerkolbens 3 und die andere Schleifschiene 92 in das Führungsrohr 16 integriert sind. Der Masseschluss zum durch die elektronische Steuerung 9 erregten Treiber 60 erfolgt wie durch gepunktete Linien angedeutet über den Pleuelantrieb 31.

**[0034]** Bei der abgewandelten Ausführungsvariante nach Fig. 10 erfolgt die Erregung des Solenoid-Ventils 90 über einen transformatorischen Übertrager 94, dessen außerhalb des Führungsrohrs 16 liegende Primärspule 93 eine den möglichen Hubweg des Erregerkolbens 3 abdeckende axiale Länge aufweist.

## Patentansprüche

1. Bohr- und/oder Meisselhammer (1) mit elektropneumatischem Schlagwerk und einer Vorrichtung zur variablen Einstellung der Schlagenergie des Schlagwerks (15), dessen Erregerkolben (3) über ein von diesem erzeugtes Fluid-Druckpolster (20) auf ein Abbauwerkzeug wirkt, mit einem den Erregerkolben (3) durchsetzenden, steuerbaren Ventil zur Änderung des Drucks im Fluid-Druckpolster (20)  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil ein in den Erregerkolben (3) integriertes elektromagnetisch betätigbares Ventil (90) ist, wobei die Zuführung des Erregerstroms für das Ventil (90) über einen zweiteiligen Übertrager erfolgt, dessen eines Teil in den Erregerkolben (3) integriert und mit diesem axial verschieblich ist, während das korrespondierende andere Teil radial außerhalb und gerätegehäusefest angeordnet ist.
2. Bohr- und/oder Meisselhammer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das eine Teil des Übertragers eine in die Mantelfläche des Erregerkolbens (3) integrierte erste Schleifkontaktschiene (91) und das andere Teil eine in die Innenmantelfläche eines Führungsrohrs (16) integrierte und mit der ersten Schleifkontaktschiene in galvanischem Kontakt stehende zweite Schleifkontaktschiene (92) ist, deren axiale Länge so bemessen ist, dass in allen Hubpositionen des Erregerkolbens (3) der galvanische Kontakt aufrechterhalten bleibt.
3. Bohr- und/oder Meisselhammer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Übertrager ein transformatorischer Übertrager (94) ist, dessen Sekundärspule in den Mantel des Erregerkolbens (3) integriert ist, dessen Primärspule (94) gehäusefest und radial außerhalb des Erregerkolbenwegs angeordnet ist und eine axiale Länge aufweist, die in allen Hubpositionen des Erregerkolbens eine Erregerstromübertragung zum Ventil gewährleistet.

## Claims

1. A hammer drill and/or chipping hammer (1) with electropneumatic hammer mechanism and a device for the variable setting of the impact energy of the hammer mechanism (15), its exciter piston (3) acting on a working tool via a fluid pressure cushion (20) generated by said exciter piston (3), with a controllable valve passing through the exciter piston (3) for altering the pressure in the fluid pressure cushion (20), **characterized in that** the valve is an electromagnetically operated valve (90) integrated into the exciter piston (3), the exciting current for the valve (90) being supplied via a two-part transmitter of which one part is integrated into the exciter piston (3) and

is axially displaceable with this, whilst the other corresponding part is disposed on the outside in radial direction and is fixed to the tool housing.

2. A hammer drill and/or chipping hammer according to Claim 1, **characterized in that** one part of the transmitter is a first sliding contact bar (91) integrated into the surface area of the exciter piston (3), and the other part is a second sliding contact bar (92) which is integrated into the inner surface area of a guide tube (16) and is in galvanic contact with the first sliding contact bar, the axial length of the second sliding contact bar (92) being such that galvanic contact is maintained in all stroke positions of the exciter piston (3).
3. A hammer drill and/or chipping hammer according to Claim 1, **characterized in that** the transmitter is a transformational transmitter (94), of which the secondary coil is integrated into the casing of the exciter piston (3), and the primary coil (94) is fixed to the housing and is disposed radially outside the path of the exciter piston and has an axial length which ensures transmission of the exciting current to the valve in all stroke positions of the exciter piston.

## Revendications

1. Marteau (1) perforateur et/ou burineur comprenant un mécanisme de percussion électropneumatique et un dispositif pour le réglage variable de l'énergie de percussion du mécanisme (15) de percussion, dont le piston d'excitation (3) agit sur un outil de démontage par l'intermédiaire du coussin de compression à fluide (20) en résultant, comportant une valve, pouvant être commandée, traversant le piston d'excitation (3), destinée à la modification de la pression dans le coussin de compression à fluide (20), **caractérisé en ce que** la valve est une valve (90), intégrée dans le piston d'excitation (3), pouvant être actionnée de manière électromagnétique, l'alimentation du courant d'excitation pour la valve (90) s'effectuant par l'intermédiaire d'un transmetteur constitué de deux parties, dont une partie est intégrée dans le piston d'excitation (3) et peut être déplacée axialement avec celui-ci, tandis que l'autre partie homologue est disposée radialement à l'extérieur et faisant corps avec le carter de l'appareil.
2. Marteau perforateur et/ou burineur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la partie correspondant au transmetteur est un premier rail (91) de contact de glissement intégré dans la surface d'enveloppe du piston d'excitation (3) et que l'autre partie constitue un second rail (92) de contact de glissement intégré dans la surface d'enveloppe interne d'un tube de gui-

dage (16) et est en contact galvanique avec le premier rail de contact de glissement, second rail dont la longueur axiale est dimensionnée de telle manière que le contact galvanique est conservé rectiligne dans toutes les positions du piston d'excitation (3). 5

3. Marteau perforateur et/ou burineur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le transmetteur est un transmetteur (94) transformateur dont la bobine secondaire est intégrée dans l'enveloppe du piston d'excitation (3), dont la bobine primaire (94) fait corps avec le carter et est disposée radialement à l'extérieur du trajet du piston d'excitation, et présente une longueur axiale qui assure une transmission du courant d'excitation vers la valve dans toutes les positions de la course du piston d'excitation. 10 15

20

25

30

35

40

45

50

55



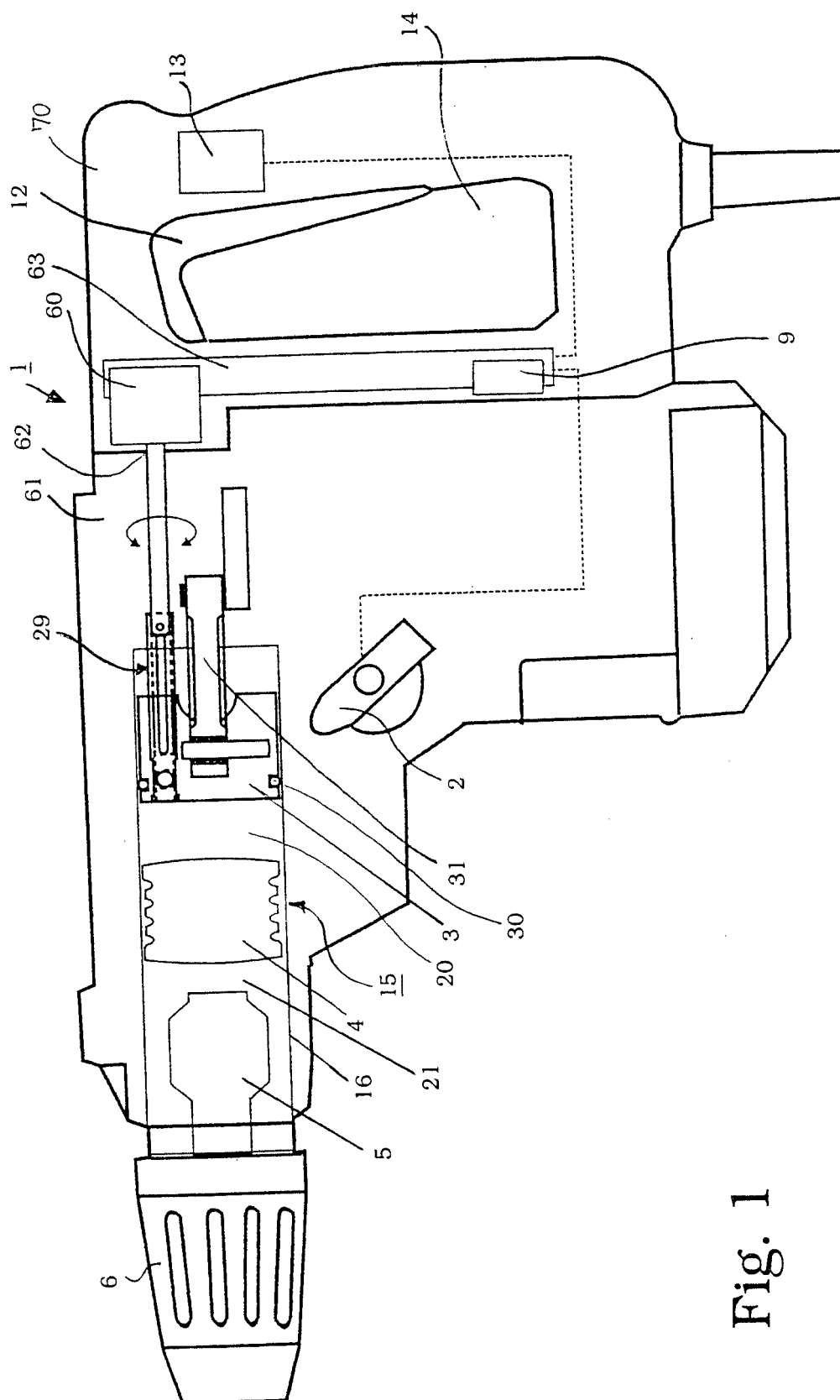


Fig. 1

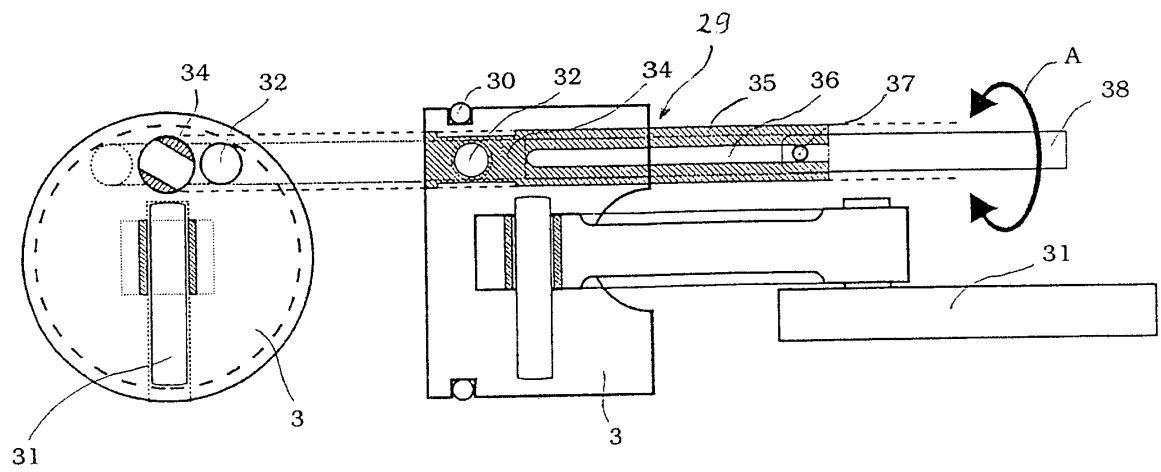


Fig. 2A

Fig. 2B

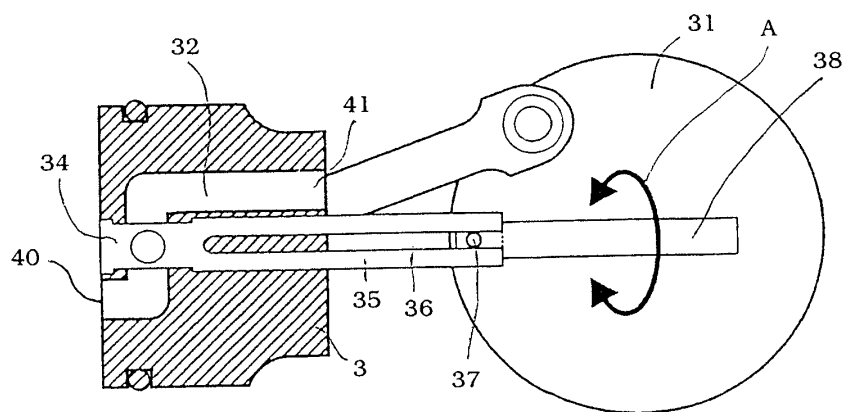
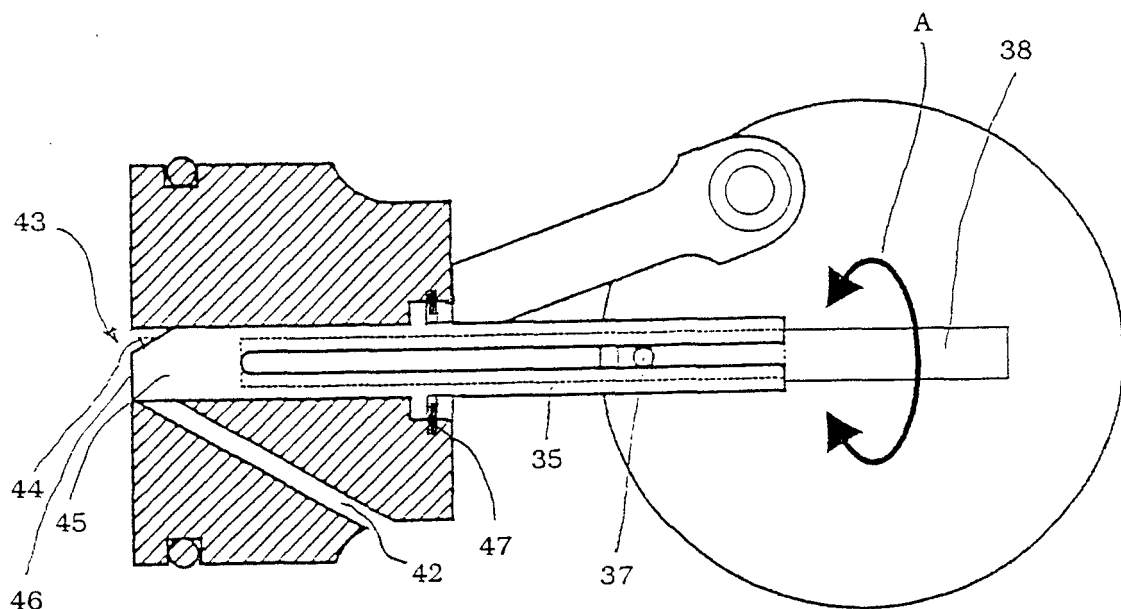


Fig. 2C

Fig. 3



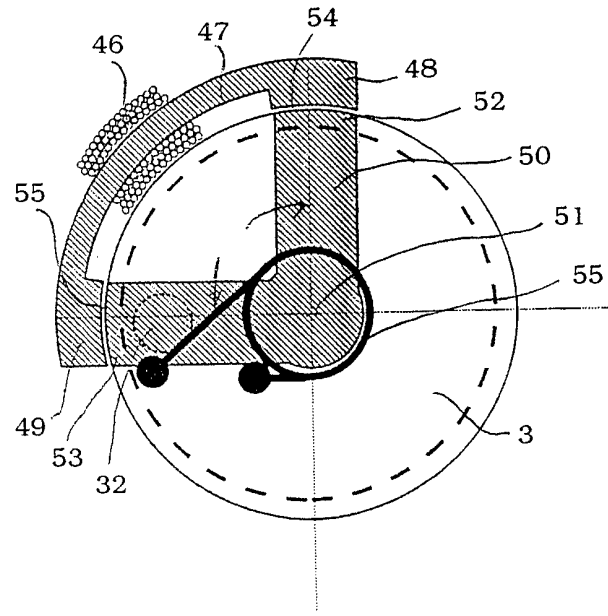


Fig. 4A

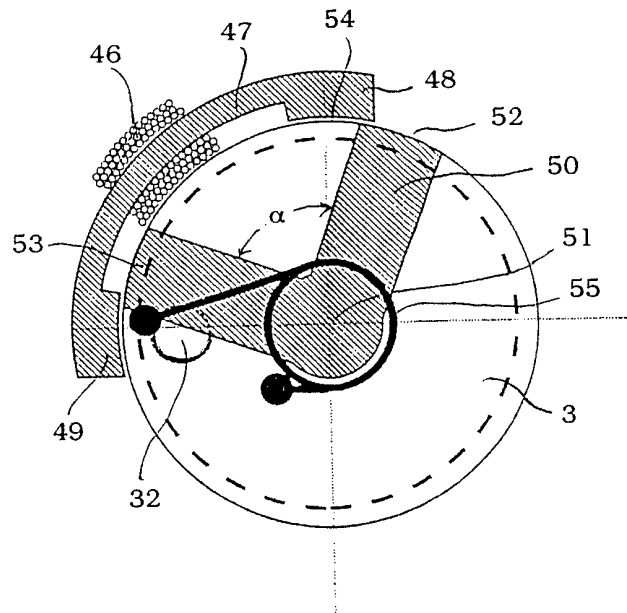


Fig. 4B

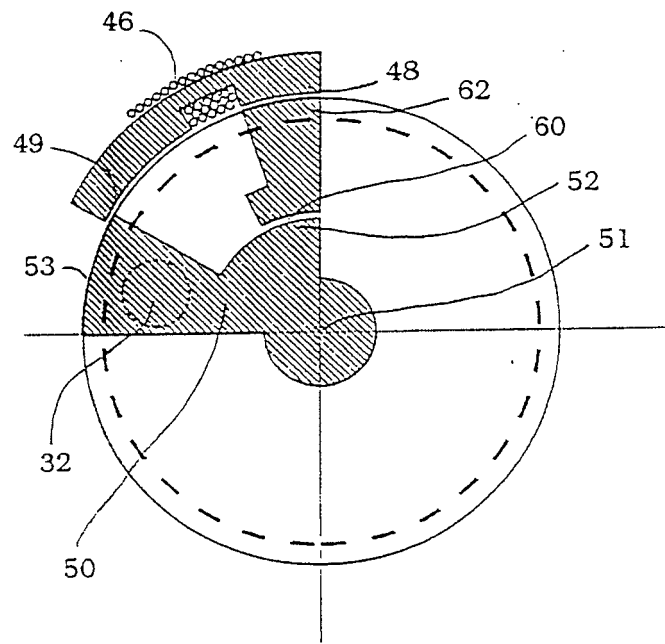


Fig. 5A

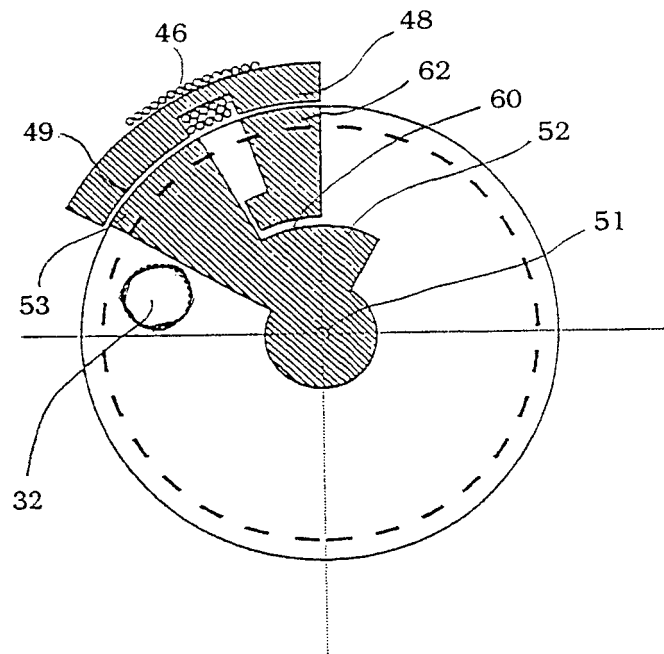


Fig. 5B

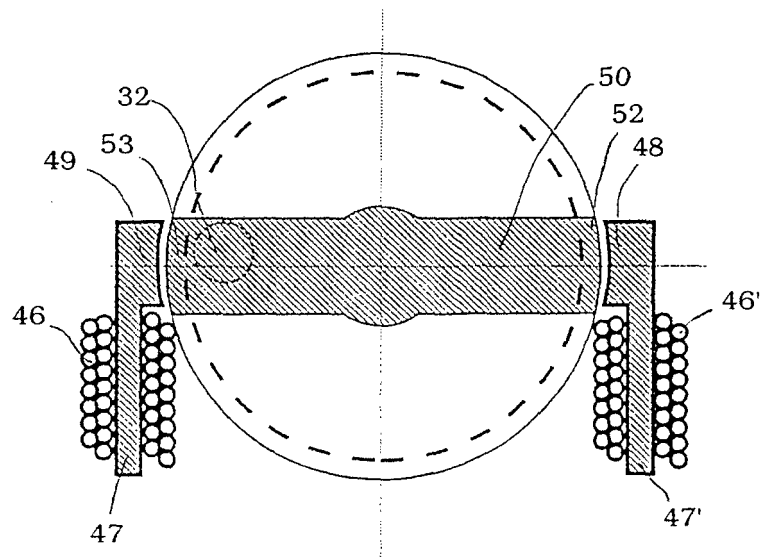


Fig. 6

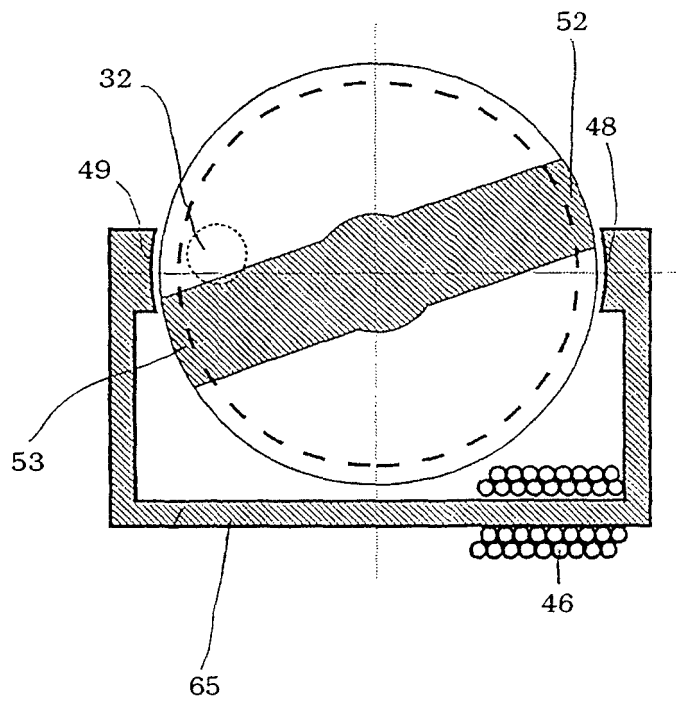


Fig. 7

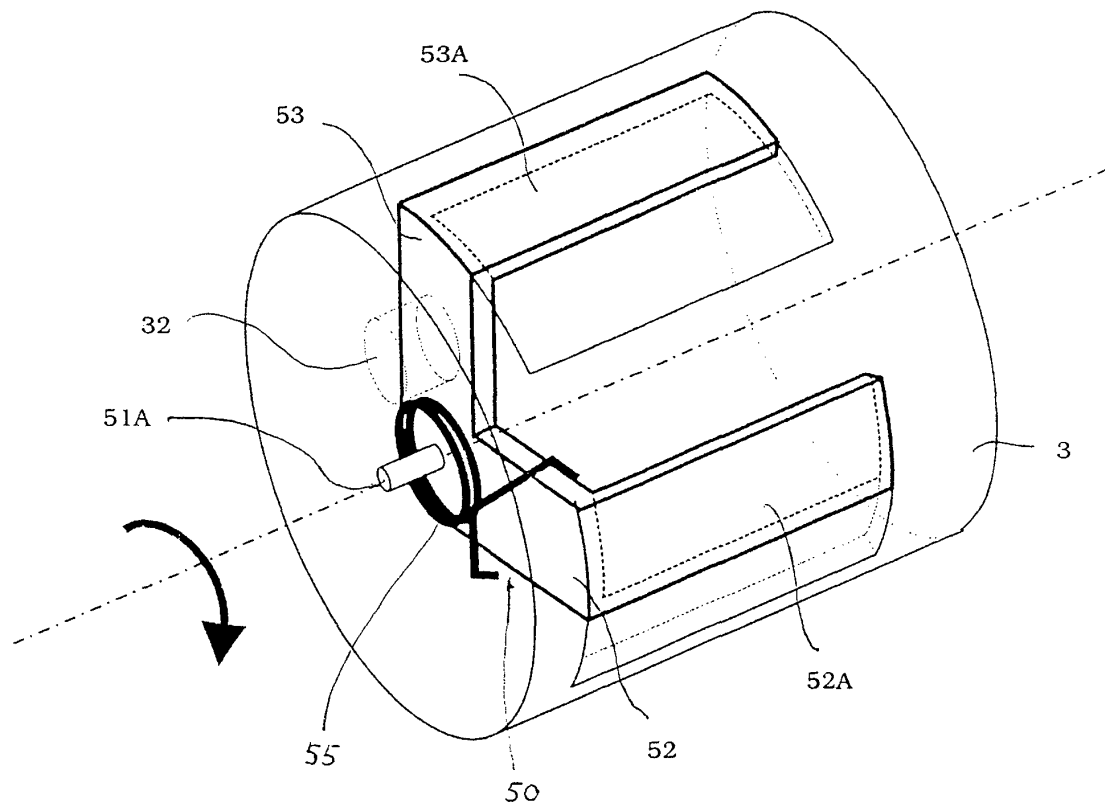


Fig. 8

Fig. 9

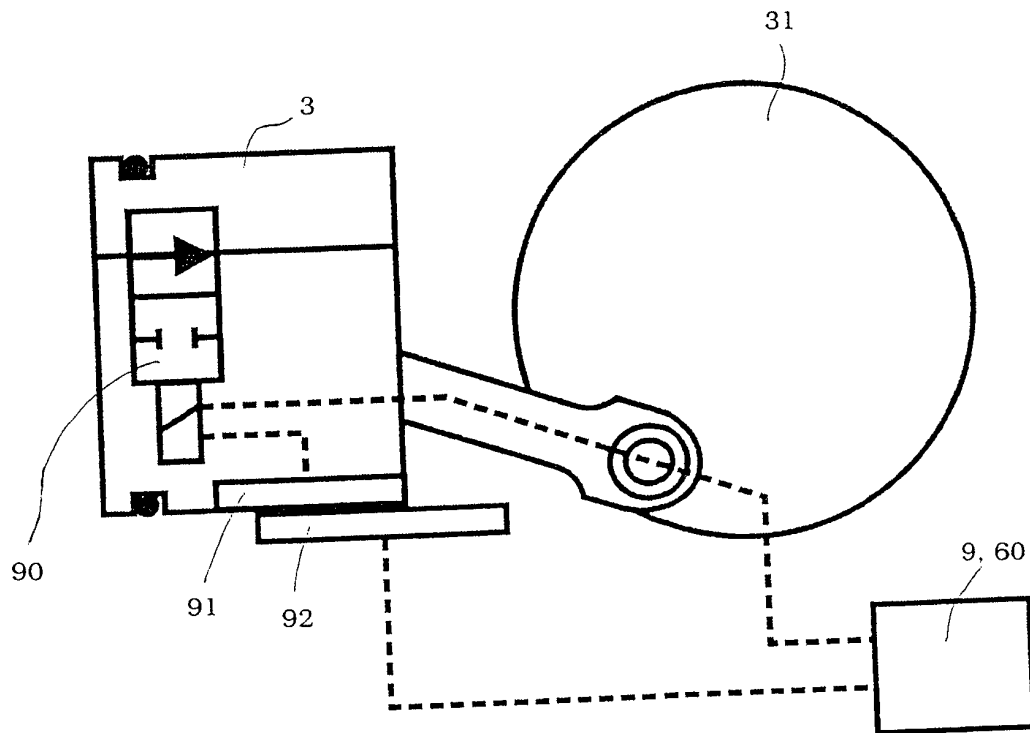
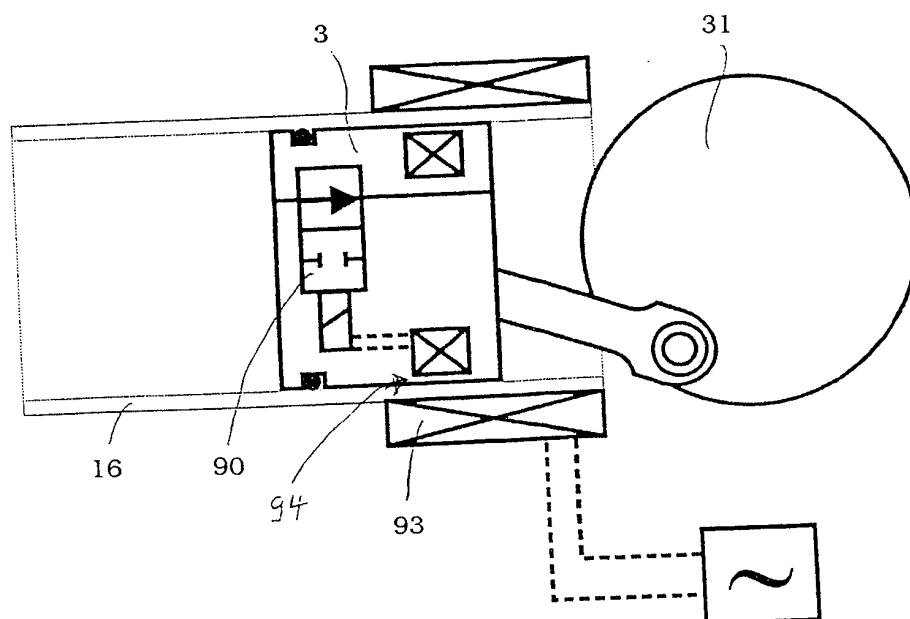


Fig. 10





**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- GB 942668 A **[0001]**
- US 6112832 A **[0003]**
- DE 10121088 A1 **[0006]**
- US 6116352 A **[0006]**
- DE 19847687 C2 **[0006]**
- DE 10019071 A1 **[0006]**
- DE 19843645 C1 **[0006]**
- DE 10121088 **[0006]**