



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.12.2005 Patentblatt 2005/51

(51) Int Cl.7: **B25D 11/00, B25D 17/06**

(21) Anmeldenummer: **04102799.6**

(22) Anmeldetag: **18.06.2004**

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

(71) Anmelder: **HILTI Aktiengesellschaft**
9494 Schaan (LI)

(72) Erfinder:
 • **Schmitzer, Harald**
9470, Werdenberg (CH)
 • **Würsch, Christoph**
Werdenberg, 9470 (CH)
 • **John, Alexander**
6800, Feldkirch (AT)

• **Böni, Hans**
9470, Werdenberg (CH)
 • **Grosser, Alexander**
88094, Oberteuringen (DE)

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

Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86 (2) EPÜ.

(54) **Verfahren und Einrichtung zur Verbesserung des Abschaltverhaltens eines elektropneumatischen Abbaugeräts**

(57) Erfindungsgegenstand ist ein Verfahren und eine Einrichtung zur Verbesserung des Abschaltverhaltens eines elektropneumatischen Untergrund-Abbaugeräts, insbesondere eines Bohr- und/oder Meisselhammers, bei dem innerhalb eines Führungsrohrs (11) ein über eine Luftfeder (19) über einen elektrisch angetriebenen Erregerkolben (12) beschleunigter Flugkolben (14) auf ein Abbauwerkzeug wirkt. Zur Reduzierung des Nachschlagens des Flugkolbens beim Abheben des Abbaugeräts von einem bearbeiteten Untergrund sieht die Erfindung aktive Maßnahmen vor zum raschen Stoppen des Flugkolbens, sobald das Abbaugerät vom Untergrund beispielsweise bei einer Arbeitsunterbrechung abgehoben wird. Erfindungsgemäss wird im Schlagwerk (10), insbesondere zwischen dem Flug- und dem Erregerkolben ein Überdruck erzeugt, der den Flugkolben nach vorne in Richtung zum Werkzeug beschleunigt. Beim erneuten Ansetzen des Abbaugeräts wird der Überdruck sehr rasch abgebaut und das Schlagwerk beginnt wieder normal zu arbeiten. Es werden drei grundsätzliche Ausführungsvarianten vorgestellt, nämlich einmal die Verwendung von aktiv verstellbaren Rückschlagventilen, zum andern die Verwendung eines zusätzlichen Druckspeichers, wobei gleichzeitig das Schlagwerk als Pumpe dient und drittens die Verwendung dynamisch schaltbarer Ventile.

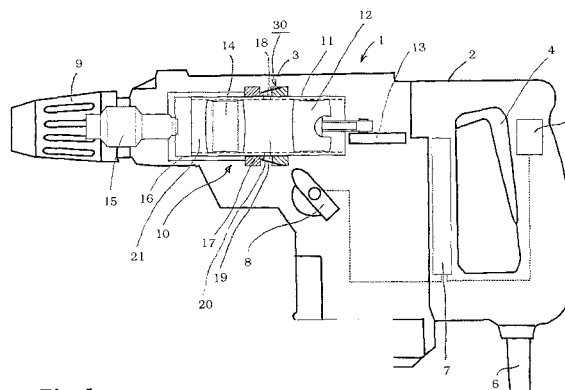


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf Abbaugeräte mit elektropneumatischem Antrieb, insbesondere auf elektropneumatische Bohr- und/oder Meisselhämmer. Sie betrifft insbesondere ein Verfahren und eine Einrichtung zur Verbesserung des Abschaltverhaltens solcher Abbaugeräte.

[0002] Bei Geräten der genannten Art wird durch einen Elektromotor ein Erregerkolben angetrieben, welcher einen über ein Druck-Stoßpolster (im Folgenden "Luftfeder") gekoppelten Flugkolben periodisch hin- und hergehend anregt. Durch den Aufprall des Flugkolbens auf ein in einem Werkzeughalter gehaltenes Abbauwerkzeug oder über einen dazwischengeschalteten Döpper wird im Werkzeug eine Stoßwelle generiert, welche den Abbau des Untergrunds bewirkt.

[0003] Wird das Abbauwerkzeug im Meissel- oder auch im Hammer-Bohrbetrieb vom Untergrund abgehoben, so sollte das elektropneumatische Schlagwerk möglichst schnell deaktiviert werden, da nach dem Abheben die durch den Flugkolben erzeugte und im Werkzeug entlanglaufende Stoßwelle nicht mehr durch den Untergrund absorbiert werden kann; sie wird vollständig reflektiert. Die gesamte Stoßwellenenergie muss in diesem Fall durch die Struktur des Abbaugeräts und den Anwender aufgenommen werden. Nicht nur die rücklaufende Welle, sondern vor allem die erste Stoßwelle nach dem Abheben muss durch das Wiederlager der Werkzeugaufnahme aufgenommen werden. In der Regel sorgen spezielle Dämpfungselemente dafür, dass durch mehrfaches Nachschlagen des Flugkolbens keine Schäden an der Struktur entstehen. Jedoch sind auch diese Dämpfungs- und Strukturelemente des Geräts nicht so ausgelegt oder auslegbar, dass die gesamte Meisselleistung über längere Zeit ohne bleibende Schäden aufgenommen werden könnte. Die Folgen eines zu langsamen Abschaltens des Schlagwerks nach dem Abheben vom Untergrund sind ein relativ hoher Materialverschleiß und natürlich auch unangenehme und schädliche Vibrationen auf die Arme, Gelenke und insgesamt den Körper des Anwenders.

[0004] Grundsätzlich bekannt sind folgende Methoden, um ein elektropneumatisches Schlagwerk bei Unterbrechung oder Beendigung eines Arbeitsvorgangs und Abheben des Geräts vom Untergrund zu deaktivieren:

(a) Das aktive Schlagwerk: Luftablassöffnungen in der Luftfeder werden geöffnet.

(b) Das passive Schlagwerk: Die Luftfeder wird beim Abheben des Geräts verlängert und dadurch weich.

(c) Das schnelle Abschalten des Antriebs, eventuell unterstützt durch schnelles, aktives Abbremsen des Antriebs.

[0005] Die Methode (a) wird in der Praxis so realisiert, dass beim Abheben des Geräts vom Untergrund das Werkzeug und der Döpper sich um einige Millimeter bis Zentimeter vom Anwender aus gesehen nach vorne bewegen. Diese Axialbewegung wird auf eine Steuerhülse übertragen, welche

[0006] Luftablassöffnungen am Führungsrohr öffnet. Dies bewirkt eine große Leckage in der Luftfeder und somit einen Druckausgleich zum Atmosphärendruck. Der Erregerkolben ist jetzt beim Rückhub nicht mehr in der Lage einen Unterdruck zu erzeugen und den Flugkolben erneut anzusaugen. Das Schlagwerk ist deaktiviert.

[0007] Auch bei der Methode (b) wird der Weg des Döppers oder Werkzeugs beim Abheben des Geräts vom Untergrund ausgenutzt, jedoch nicht um eine Hülse zu steuern, sondern um das Schlagwerk bzw. dessen Luftfeder zu verlängern. Die Verlängerung der effektiven Schlagwerkslänge um den Döpperweg bewirkt, dass die Luftfeder so weich wird, dass der Flugkolben beim Rückhub des Erregerkolbens nicht erneut angesaugt wird.

[0008] Die Methode (c) bedingt einen dynamischen Antrieb. Der häufigste Antriebstyp in Elektrowerkzeugen der genannten Art ist heutzutage der Universalmotor. Diese Motorart lässt sich nicht aktiv bremsen - es sei denn durch eine sehr aufwändige Anordnung durch Drehen der Stromrichtung im Statorpaket. Sobald das Abbaugerät vom Untergrund abgehoben wird, wird der Motor ausgeschaltet. Beim erneuten Anpressen des Werkzeugs an den Untergrund wird die Drehzahl wieder hoch gefahren.

[0009] Allen drei genannten Methoden ist gemeinsam, dass ein Nachschlagen nach wie vor auftritt oder zumindest vorkommen kann. Je nach den Reibungsverhältnissen an der Wand des Führungsrohrs im Schlagwerk und an den Dichtelementen des Flugkolbens kann es bei allen bekannten Methoden vorkommen, dass der Flugkolben, nachdem er deaktiviert wurde, noch mehrmals auf den Döpper auftrifft. Die im Flugkolben steckende kinetische Energie kann nur durch die Reibung mit den Mantelflächen des Führungsrohrs, durch Zusammenstöße mit dem Döpper oder durch Kompression des Restgehalts an Luft aufgenommen und abgebaut werden. Insofern sind dies rein passive Verfahren. Der Flugkolben verliert seine kinetische Energie durch Stöße oder Reibung.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Abschalt- und insbesondere Nachschlagverhalten von elektropneumatisch betriebenen Abbaugeräten, insbesondere von Bohr- und/oder Meisselhämmern, zu verbessern.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Verbesserung des Nachschlagverhaltens eines elektropneumatischen Abbaugeräts, insbesondere eines Bohr- und/oder Meisselhammers, bei dem innerhalb eines Führungsrohrs ein über eine Luftfeder durch einen elektrisch angetriebenen Erregerkolben beschleunigter Flugkolben auf ein Abbauwerkzeug

wirkt, ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass zur Reduzierung des Nachschlagens des Flugkolbens beim Abheben des Abbaugeräts vom bearbeiteten Untergrund der Druck zwischen dem Flugkolben und dem Erregerkolben erhöht wird.

[0012] Die Erfindung bezieht sich also auf ein aktives Verfahren zum Stoppen des Flugkolbens, sobald das Werkzeug bzw. das Abbaugerät vom Untergrund abgehoben wird. Dabei wird im elektropneumatischen Schlagwerk ein Überdruck erzeugt, der den Flugkolben nach vorne in Richtung zum Döpper bzw. Werkzeug beschleunigt. Erst beim erneuten Ansetzen des Geräts wird der Überdruck abgebaut und das Schlagwerk beginnt wieder normal zu arbeiten.

[0013] Erfindungsgemäß ist ein Abbaugerät mit elektropneumatischem Schlagwerk, insbesondere ein Bohr- und/oder Meisselhammer, dessen Schlagwerk einen elektrisch innerhalb eines Führungsrohrs vor- und zurückfahrend angetriebenen Erregerkolben aufweist, der über eine von diesem komprimierte Luftfeder einen Flugkolben beschleunigt, der seinerseits ein in einem Werkzeughalter gehaltenes Werkzeug schlagend antreibt, gekennzeichnet durch eine beim Abheben des Abbaugeräts vom abzubauenen Untergrund aktivierbare Ventileinrichtung, über die der zwischen dem Flug- und dem Erregerkolben wirkende Druck im Schlagwerk erhöht wird.

[0014] Gemäß einer ersten vorteilhaften Ausführungsvariante weist die Ventileinrichtung ein Rückschlagventil auf, über das beim Abheben des Werkzeugs vom Untergrund der beim Rückhub des Erregerkolbens zwischen diesem und dem Flugkolben entstehende Unterdruck auf einen höheren Druck, insbesondere Umgebungsdruck, angehoben wird. Vorzugsweise weist das Führungsrohr im Bereich der Luftfeder wenigstens eine Bohrung auf, hier auch als "Schnaufloch" bezeichnet, und das Rückschlagventil ist relativ zum Führungsrohr verschiebbar und so angeordnet, dass es beim Abheben des Abbaugeräts vom Untergrund durch eine Verstelleinrichtung auf die Bohrung ausgerichtet wird.

[0015] Bei einer vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist das Rückschlagventil in eine das Führungsrohr umgebende Steuerhülse integriert, die durch die Verstelleinrichtung verschiebbar ist. Sofern - wie bei einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen - der über die Luftfeder angetriebene Flugkolben schlagend auf einen dem Werkzeughalter zugeordneten Döpper wirkt, wird die Verstelleinrichtung für das Rückschlagventil vorzugsweise durch den sich beim Abheben nach vorn bewegenden Döpper betätigt. Dabei kann die Steuerhülse durch die Verstelleinrichtung relativ zum Führungsrohr entweder axial verschiebbar oder relativ zum Führungsrohr verdrehbar ausgebildet sein. Eine räumlich günstige, weil platzsparend bauende Ausführungsform lässt sich dann realisieren, wenn das vorzugsweise in die Steuerhülse integrierte Rückschlagventil ein Klappenventil oder ein Kugelventil ist. Ein in die Steuerhülse integriertes Klappenventil kann beispielsweise durch eine einseitig eingespannte, quer zu einem Durchlasskanal in der Steuerhülse sich erstreckende Blattfeder gebildet sein. Die Lösung mit in die Steuerhülse integriertem Kugelventil hat den Vorteil, dass sich die Vorspannung und damit der Auslösedruck des Rückschlagventils über eine auf eine Druckfeder wirkende Stellschraube gut einstellen lässt.

[0016] Eine weitere grundsätzliche Ausführungsvariante der Erfindung zur Verhinderung des Nachschlagens des Flugkolbens sieht die Verwendung einer Druckspeichervorrichtung vor, durch die bei Aktivierung der Ventileinrichtung zum Zeitpunkt der Arbeitsunterbrechung und Anheben des Werkzeugs der Druck im Schlagwerk erhöht wird. Der Druckspeicher kann eine über den Erregerkolbenantrieb betätigbare Pumpe, beispielsweise eine vom Pleuelantrieb des Erregerkolbens betätigte Hubkolbenpumpe sein. Eine elegante und raumsparende Lösung ergibt sich dann, wenn die Pumpe als eine durch den Antrieb des Erregerkolbens betätigte Exzenterpumpe realisiert ist, wobei eine Exzenterzscheibe des Pleuelantriebs als Kolben und das umgebende Gehäuse als Pumpengehäuse wirken.

[0017] Eine weitere grundsätzliche Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, die Ventileinrichtung mittels mindestens eines aktiv geschalteten Ventils, beispielsweise eines elektromagnetisch betätigbaren Ventils, etwa in Form eines dynamischen Schieberhülsevenvents zu realisieren. Das Ventil wird dabei insbesondere durch eine elektromagnetisch betätigbare Steuerhülse gebildet, die in einer Schaltposition wenigstens ein das Führungsrohr durchsetzendes Schnaufloch zur Luftfeder verschließt und in einer anderen Schaltposition freigibt. Eine weitere erprobte und vorteilhafte Lösung für ein dynamisches Schieberhülsevenventil besteht darin, die Steuerhülse relativ zum Führungsrohr des Schlagwerks axial durch einen Voice-Coil-Aktor zu verschieben, dessen verschieblicher Kern durch die Steuerhülse gebildet ist.

[0018] Die Erfindung und vorteilhafte Einzelheiten derselben werden nachfolgend unter Bezug auf die Zeichnungen in beispielsweise Ausführungsvarianten näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die Prinzipdarstellung eines Bohr- und/oder Meisselhammers mit elektropneumatischem Schlagwerk, das erfindungsgemäß mit einer pneumatischen Flugkolbenbremse ausgestattet ist;

Fig. 2 mit Teilfiguren 2A und 2B die Prinzipdarstellung eines elektropneumatischen Schlagwerks für Geräte der genannten Art mit einer aktiven Flugkolbenbremse, realisiert mittels durch eine Steuerhülse axial verschiebbarer Klappenventile, wobei **Fig. 2A** die Position des Klappenventils in der Arbeitsposition des Geräts, also beim Abbau von Untergrund zeigt, während

Fig. 2B das Klappenventil bei vom Untergrund abgehobenem Werkzeug, und damit aktivierter Flugkolbenbremse veranschaulicht;

- 5 **Fig. 3A** die isometrische Darstellung einer erprobten Steuerhülse mit integrierten Klappenventilen zur Deaktivierung und Aktivierung der Flugkolbenbremse;
- Fig. 3B** die Schnittdarstellung der Steuerhülse nach Fig. 3A;
- 10 **Fig. 4** die Schnittdarstellung einer Steuerhülse mit integrierten Kugelventilen als Rückschlagventile;
- Fig. 5** die Prinzipdarstellung eines elektropneumatischen Schlagwerks, ausgerüstet mit einer Steuerhülse mit Kugelventilen gemäß Fig. 4;
- 15 **Fig. 6** die Prinzipdarstellung eines elektropneumatischen Schlagwerks mit aktiver Flugkolbenbremse gemäß der Erfindung zur Verdeutlichung des Begriffs "effektive Schlagwerkslänge";
- 20 **Fig. 7 mit Teilfiguren 7A, 7B und 7C** die Prinzipdarstellung eines elektropneumatischen Schlagwerks mit aktiv steuerbarem Rückschlagventil, dargestellt in drei unterschiedlichen Positionen zur Veranschaulichung eines nachfolgend erläuterten Betriebsverhaltens;
- 25 **Fig. 8** drei zeitkorreliert übereinander dargestellte Signaldiagramme zur Veranschaulichung eines Stopp- und Startvorgangs eines elektropneumatischen Schlagwerks mit erfindungsgemäßen Merkmalen bei kurzzeitiger Unterbrechung und Wiederaufnahme eines Arbeitsvorgangs mit dem Abbaugerät;
- 30 **Fig. 9** eine zeitlich auseinandergezogene Darstellung der Messsignaldiagramme der Fig. 8 zur Veranschaulichung des Abschalt- bzw. Nachschlagverhaltens eines elektropneumatischen Schlagwerks mit erfindungsgemäßer Flugkolbenbremse;
- 35 **Fig. 10** die ebenfalls zeitlich auseinandergezogene Darstellung eines Teilabschnitts der Messsignale aus Fig. 8 zur Verdeutlichung des Anlaufverhaltens des Schlagwerks gemäß der Erfindung;
- 40 **Fig. 11** eine der Fig. 8 entsprechende zeitkorrelierte Darstellung von drei Messsignalen zur Verdeutlichung eines Stopp- und Startvorgangs eines elektropneumatischen Schlagwerks, bei dem zusätzliche Maßnahmen getroffen sind, um einen beim raschen Abbremsen des Flugkolbens erzeugten Überdruck im Schlagwerk rasch abzubauen;
- 45 **Fig. 12** eine zeitlich gestreckte Detaildarstellung aus der Graphik der Fig. 11 zur besseren Verdeutlichung des Anlaufverhaltens des Schlagwerks bei zusätzlichem Abblasen des für den Abbremsvorgang aufgebauten Druckpolsters;
- 50 **Fig. 13** eine Ausführungsform der Erfindung, bei der die Flugkolbenbremsung durch Aufbau eines Zusatzdrucks über einen durch eine Hubkolbenpumpe aufladbaren Druckspeicher erfolgt;
- Fig. 14** eine andere Ausführungsvariante, bei der ein Druckspeicher über eine vom Pleuel des Erregerkolbens mitbetätigte Exzenterpumpe aufgeladen wird;
- 55 **Fig. 15** eine Ausführungsvariante der Erfindung, bei der eine Druckerhöhung im Schlagwerk bei Arbeitsunterbrechung über ein schaltbares Ventil, vorzugsweise Zweivegeventil, erfolgt; und

Fig. 16

eine Ausführungsvariante der Erfindung, bei der eine Steuerhülse zur aktiven Öffnung von Schnauflöchern im Bereich der Luftfeder bei Arbeitsunterbrechung und Abheben des Werkzeugs vom Untergrund durch einen Voice-Coil-Aktor axial hinund hergeschoben wird.

[0019] Einander entsprechende Bauteile oder Baugruppen sind in allen Figuren mit gleichen Bezugshinweisen angegeben.

[0020] Die Fig. 1 zeigt in schematischer Seiten-Schnittdarstellung ein Abbaugerät mit erfindungsgemäßen Merkmalen, im dargestellten Beispiel einen Bohr- und/oder Meisselhammer 1, dessen Gehäuse durch zwei Teile gebildet ist, nämlich eine Griffschale 2 und eine Motorgehäuseschale 3. Diese Aufteilung des Gehäuses ist jedoch nicht zwingend; es gibt andere ein-, zwei- oder mehrteilige Gehäuseumhüllungen für Geräte dieser Art. Im Griffbereich der Griff-Gehäuseschale 2 sieht man einen Drucktaster 4 für die EIN/AUS-Schaltung, der bei bestimmten Betriebsmodi über einen Potentiometer-Schalter gleichzeitig zur Motordrehzahl- bzw. Drehmomentnachstellung dienen kann. Die Stromversorgung erfolgt über ein Anschlusskabel 6. Verschiedene Betriebsmodi, insbesondere die Vorwahl für reinen Bohrbetrieb, Bohr-Hammerbetrieb oder reinen Meisselbetrieb sowie gegebenenfalls für Feinbohren, Feinmeisseln etc., sind an einem Wahlschalter 8 möglich, dessen Vorgabewerte einer nur schematisch angedeuteten Motor-Steuerung- bzw. Regelung 7 zugeführt werden.

[0021] Der Antriebsmotor ist herkömmlicher Bauart und ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Das Abbaugerät verfügt über ein elektropneumatisches Schlagwerk 10 mit einem Führungsrohr 11, in dessen hinterem Bereich ein Erregerkolben 12 durch einen Pleuelantrieb 13 hin- und her- bzw. vor- und zurückgehend angetrieben wird. Der Erregerkolben 12 wirkt über eine Luftfeder 19 auf einen Flugkolben 14, der seine kinetische Energie über ein Druckpolster 21 an einen Döpper 15 weitergibt, der seinerseits axial schlagend auf ein in einer Werkzeugaufnahme 9 gehaltenes Werkzeug, insbesondere einen Meissel (nicht dargestellt), einwirkt. Im Rahmen der Erfindung ist das Druckpolster 21 nicht zwingend. Grundsätzlich ist es auch möglich, dass der Flugkolben 14 direkt auf das Werkzeug bzw. direkt auf den Döpper 15 einwirkt.

[0022] Wesentlich für die Erfindung ist eine allgemein durch Bezugshinweis 30 angegebene pneumatische Flugkolbenbremse zur Erzeugung eines Überdrucks zwischen dem Erregerkolben 12 und dem Flugkolben 14, die bewirkt, dass der Flugkolben 14 beim Absetzen des Abbaugeräts vom Untergrund gegen den Döpper 15 gepresst wird. Dadurch wird beim Rückhub des Erregerkolbens 12 ein Unterdruck in der Luftfeder 19 und damit ein Nachschlagen des Flugkolbens 14 vermieden.

[0023] Bei der in Fig. 1 nur schematisch und in den Fig. 2A, 2B deutlicher dargestellten Ausführungsvariante befindet sich eine Steuerhülse 17, auch als "Pump-Up-Hülse" bezeichnet, beim Hammer- oder Meisselbetrieb des Abbaugeräts in der in Fig. 2A veranschaulichten Position, bei der Schnauflöcher 18 durch einen ringförmigen geschlossenen Abschnitt der Steuerhülse 17 verschlossen sind. Wird das Abbaugerät vom Untergrund abgesetzt, so rutscht der Döpper 15 um ein Längenstück Δx von wenigen Millimetern bis zu einem Zentimeter maximal um 2,5 cm nach vorn in Richtung des Werkzeugs. Über die mit dem Döpper 15 gekoppelte Verstellvorrichtung wird die Steuerhülse 17 ebenfalls axial nach vorn verschoben, so dass Rückschlagventile, hier ausgeführt als Klappenventile 20 auf die Schnauflöcher 18 ausgerichtet sind. Führt der Erregerkolben 12 jetzt rückwärts, so dass im Raum der Luftfeder 19 ein Unterdruck entstehen würde, so öffnen die Klappenventile 20. Dadurch kann der Druck in der Luftfeder 19 nicht oder nicht wesentlich unter Atmosphärendruck absinken. Der Flugkolben 14 wird nicht mehr angesaugt und bleibt am oder vor dem Döpper 15 stehen.

[0024] Die isometrische Darstellung der Fig. 3A zeigt in vergrößerter Darstellung eine erprobte Ausführungsform für die axial verschiebbare Steuerhülse 17. Diese Steuerhülse 17, die vorzugsweise als Kunststoffformteil herstellbar ist, besteht - wie die Fig. 3B erkennen lässt - aus einem Hülsenring 21 mit einer der Anzahl der Schnauflöcher 18 entsprechenden Mehrzahl von ausgesparten Axialkammern 24, in welche die Klappenventile 20 eingesetzt sind, und durch eine Schraubverbindung 26 abdichtend gehalten werden. Die Axialkammern 24 stehen über jeweils eine Durchbrechung 25, deren Anzahl der Anzahl der Schnauflöcher 18 entspricht, mit dem Innenraum der Steuerhülse in Verbindung. Die Klappenventile 20 bestehen im Wesentlichen aus jeweils einem einseitig eingespannten Blattfederelement 22, das eine Ein-/Auslassöffnung 27 je nach Druckverhältnissen auf der einen oder anderen Seite des Blattfederelements 22 freigibt oder verschließt. Die Härte des Blattfederelements 22 bestimmt das Ansprechverhalten des Klappenventils 20.

[0025] Die Fig. 4 zeigt eine andere erprobte Ausführungsform für die Steuerhülse 17. Anstelle der Klappenventile 20 werden hier Kugelventile 28 vorgesehen, welche die Durchbrüche 25 freigeben oder verschließen. Das Ansprechverhalten dieser Ventilart lässt sich feinfühlig über eine Stellschraube 31 verstellen, über die die Vorspannung einer auf das Kugelventil wirkenden Druckfeder 29 bestimmt wird. Der Vorteil dieser Ausführung mit Kugelventilen ist ein einfacheres Herstellungsverfahren, da die Steuerhülse 17 weitgehend vollständig als Spritzgussteil gefertigt werden kann, sowie eine gute Einstellbarkeit der Ventilvorspannung und damit des Ansprechverhaltens der Rückschlagventile.

[0026] Die Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform des elektropneumatischen Schlagwerks 10, ausgerüstet mit der Kugelventilhülse gemäß Fig. 4 als Steuerhülse 17. Im Übrigen entspricht die Ausführungsform nach Fig. 5 derjenigen der

Fig. 2A bzw. 2B, so dass eine weitere Erläuterung erübrigt werden kann.

[0027] Die Fig. 6, die wiederum das bereits erläuterte elektropneumatische Schlagwerk zeigt, jedoch in diesem Fall nur mit schematisch angedeuteter Steuerhülse 17, dient zur Erläuterung einer rechnerischen Abschätzung des maximal erreichbaren Drucks und der effektiv wirkenden Kräfte, wobei in Fig. 6 der nachfolgend verwendete Begriff l_{eff} der "effektiven Schlagwerkslänge" eingetragen und veranschaulicht ist.

[0028] Bei dem der Erfindung zugrunde liegenden Verfahren, kurz auch als "Pump-Up-Verfahren" bezeichnet, werden im Moment des Abschaltens des Schlagwerks - wie bereits erläutert - Rückschlagventile zugeschaltet, die direkt mit der Luftfeder 19 des Schlagwerks verbunden sind und dieses dadurch aufpumpen, dass bei der Rückwärtsbewegung des Erregerkolbens 12 ein Unterdruck in der Luftfeder 19 entsteht. Die nach innen gerichteten Rückschlagventile, beispielsweise die Klappenventile 20 oder die Kugelventile 28, werden geöffnet und es wird Luftmasse in den Innenraum der Luftfeder 19 angesaugt. Sobald der Erregerkolben 12 seine Bewegungsrichtung ändert, werden diese Rückschlagventile geschlossen und die Luft wird komprimiert. Dadurch entsteht ein Überdruck im Schlagwerk, der den Flugkolben 14 nach vorne, in Richtung Döpper 15 drückt. Der Flugkolben 14 bleibt dadurch nach kurzer Zeit in der vordersten Position stehen.

[0029] Im Folgenden soll der mittlere Druck abgeschätzt werden, der so im Schlagwerk erzeugt wird, um zu veranschaulichen, dass die Kräfte ausreichen, den Flugkolben 14 innerhalb kurzer Zeit nach vorne in Richtung Werkzeug zu beschleunigen.

[0030] Wird zulässigerweise angenommen, dass die Rückschlagventile zu dem Zeitpunkt schließen, zu dem der Erregerkolben 12 seine Bewegungsrichtung ändert, d. h. an der hinteren Totpunktposition, so lässt sich der Maximaldruck, der im Schlagwerk erzeugt wird, abschätzen. Der Druck im Schlagwerk ist zu diesem Zeitpunkt gerade so groß, wie der äußere Atmosphärendruck p_0 . Der Hub des Erregerkolbens 12 betrage h_{EK} . Um diesen Hub wird die Luftmasse im Schlagwerk komprimiert. Es wird zulässigerweise angenommen, dass sich das Gas (die Luft) im Schlagwerk ideal isentrop (adiabatisch) verhält mit einem Koeffizienten $\kappa = 1.4$. Es gilt dann:

$$\left(\frac{V}{V_0}\right)^\kappa = \left(\frac{x}{x_0}\right)^\kappa = \left(\frac{p_0}{p}\right) \quad \text{Gl. (1)}$$

[0031] Der Maximaldruck ist somit gegeben durch:

$$p_{\text{max}} = p_0 \cdot \left(\frac{l_{\text{eff}} + h_{EK}}{l_{\text{eff}}}\right)^\kappa \quad \text{Gl.2}$$

[0032] Darin bedeuten:

l_{eff} : effektive Schlagwerkslänge; (vgl. Fig. 6)
 p_0 : äußerer Atmosphärendruck
 h_{EK} : Hub des Erregerkolbens
 κ : Isentropen-Koeffizient; $\kappa = 1.4$ für Luft.

[0033] Nimmt man an, der Erregerkolbenhub entspreche in etwa der effektiven Schlagwerkslänge, d. h. $h_{EK} = l_{\text{eff}}$, so ergibt sich ein Maximaldruck, der etwas mehr als zweimal so hoch ist wie der äußere Atmosphärendruck p_0 :

$$p_{\text{max}} \approx 2^\kappa p_0 \approx 2.6 \cdot p_0 \quad \text{Gl.(3)}$$

[0034] Die Kraft, mit der der Flugkolben 14 nach vorne beschleunigt wird, ist gegeben durch:

$$F(t) = A \cdot p_0 \cdot \left[\frac{l_{\text{eff}} + h_{EK}}{x_{EK}(t)}\right]^\kappa - A \cdot p_0 \quad \text{Gl. (4)}$$

[0035] Bezeichnet man mit $x_{EK}(t)$ die zeitabhängige Momentanposition des Erregerkolbens, so gilt:

$$x_{EK}(t) = l_{eff} + \frac{h_{EK}}{2} \cdot [1 + \cos(2\pi f t)] \quad \text{Gl. (5)}$$

[0036] Daraus folgt mit Gl. (4)

$$F(t) = A \cdot p_0 \cdot \left[\frac{l_{eff} + h_{EK}}{l_{eff} + \frac{h_{EK}}{2} \cdot [1 + \cos(2\pi f t)]} \right]^\kappa - A \cdot p_0 \quad \text{Gl. (6)}$$

[0037] Die mittlere Kraft ergibt sich aus einer Mittelwertbildung über eine Erregerkolbenperiode:

$$\bar{F} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T F(t) dt = \frac{A \cdot p_0}{2\pi} \cdot \int_0^{2\pi} \left[\frac{l_{eff} + h_{EK}}{l_{eff} + \frac{h_{EK}}{2} \cdot [1 + \cos(x)]} \right]^\kappa dx \quad \text{Gl. (7)}$$

[0038] Darin bezeichnen A die Stirnfläche des Erregerkolbens und T die Periodendauer eines Erregerkolbenzyklus.

[0039] Das Integral der Gleichung (7) lässt sich wegen des Exponenten κ nicht einfach analytisch lösen. Es werden daher zwei Vereinfachungen betrachtet. Die erste besteht darin, den Exponenten aus dem Integranden herauszunehmen. Man erhält dann:

$$\bar{F}_1 = A \cdot p_0 \cdot \left(\frac{1}{\pi \sqrt{l_{eff}}} \cdot \sqrt{h_{EK} + l_{eff}} \arctan \left[\frac{\sqrt{l_{eff}} \tan(x/2)}{\sqrt{h_{EK} + l_{eff}}} \right] \right)_{0}^{2\pi} = A \cdot p_0 \cdot \left(\frac{h_{EK}}{l_{eff}} + 1 \right)^{\frac{\kappa}{2}} \quad \text{Gl. (8)}$$

[0040] Daraus ergibt sich eine mittlere Kraft von:

$$\bar{F} = \bar{F}_1 - A \cdot p_0 = A \cdot p_0 \cdot \left\{ \left(\frac{h_{EK}}{l_{eff}} + 1 \right)^{\frac{\kappa}{2}} - 1 \right\} = m_{FK} \cdot \bar{a} \quad \text{Gl. (9)}$$

[0041] Wird angenommen, der Hub des Pleuels 13 entspreche wieder der effektiven Schlagwerkslänge, d. h. $h_{EK} = l_{eff}$, so ergibt sich:

$$\bar{F} \approx A \cdot p_0 \cdot \left\{ \sqrt{2}^\kappa - 1 \right\} \approx 0.62 \cdot A \cdot p_0 = m_{FK} \cdot \bar{a} \quad \text{Gl. (10)}$$

und eine mittlere Beschleunigung von

$$\bar{a} = \frac{\bar{F}}{m_{FK}} \approx \frac{0.62 \cdot A \cdot p_0}{m_{FK}} \quad \text{Gl. (11)}$$

[0042] Bewegt sich der Flugkolben 14 aus der Ruhe von der hintersten Position bis zum Döpper 15, so dauert dies ungefähr:

$$\tau = \sqrt{\frac{2l_{eff}}{\bar{a}}} \approx \sqrt{\frac{2 \cdot l_{eff} \cdot m_{FK}}{0.62 \cdot A \cdot p_0}} \quad \text{Gl. (12)}$$

[0043] Als typische Zahlenwerte gelten:

$$r = 15 \text{ mm}$$

$$l_{eff} = 35 \text{ mm}$$

$$m_{FK} = 100 \text{ g}$$

$$p_0 = 1 \text{ bar} = 1 \text{E5 Pa}$$

[0044] Daraus folgt eine Zeitkonstante von etwa 14 ms, was ausreicht, um das Nachschlagen des Flugkolbens 14 vollständig zu unterbinden.

[0045] Eine weiter zulässige Vereinfachungsmöglichkeit besteht darin, den Isentropen-Koeffizienten κ in Gl. (7) festzulegen durch den nächstliegenden ganzzahligen Bruch, also:

$$\kappa \approx 1.4 \approx \frac{3}{2} \quad \text{Gl. (13)}$$

[0046] Das Integral der Gl. (7) lässt sich in diesem Fall analytisch lösen:

$$\bar{F}_2 = A \cdot p_0 \cdot \frac{2}{\pi} \cdot \frac{(h_{EK} + l_{eff})}{l_{eff}} \cdot E(x) \left[\frac{h_{EK}}{h_{EK} + l_{eff}} \right] \quad \text{Gl. (14)}$$

[0047] Darin bezeichnet E das vollständige elliptische Integral zweiter Art. Wird angenommen, dass der Pleuelhub wieder der effektiven Schlagwerkslänge entspricht, so ergibt sich:

$$\bar{F} = \bar{F}_2 - A \cdot p_0 \approx A \cdot p_0 \cdot \left[\frac{4E(\frac{x}{2})}{\pi} - 1 \right] = A \cdot p_0 \cdot \left[\frac{4 \cdot 1.35}{\pi} - 1 \right] \approx 0.72 \cdot A \cdot p_0 \quad \text{Gl. (15)}$$

[0048] Die in Gl. (15) enthaltene Funktion $E(x)$ ist wie folgt definiert:

$$E(\phi | m) = \int_0^{\phi} \sqrt{1 - m \cdot \sin^2(\theta)} d\theta$$

$$E(m) = E\left(\frac{\pi}{2} | m\right)$$

Gl. (16)

[0049] Darin bezeichnet θ ein allgemeines Argument für die Definition des vollständigen elliptischen Integrals zweiter Art (Gl. 16). Es ist die Integrationsvariable, nach der integriert wird. Das Argument von $E(\phi, m)$ ist damit einerseits die obere Grenze des Integrals, andererseits das Modul m . In unserem Fall gilt:

$$\phi = \pi/2.$$

[0050] Die Funktion $E(x)$ lässt sich um Null herum in eine Taylor-Reihe entwickeln.

$$E(x) = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\pi \cdot x}{8} - \frac{3\pi \cdot x^2}{128} - \frac{5\pi \cdot x^3}{512} + O(x^4)$$

Gl. (17)

[0051] Werden zulässigerweise nur Terme erster Ordnung betrachtet, so ergibt sich als zuverlässige Schätzung für die mittlere Kraft:

$$\bar{F} = \bar{F}_2 - A \cdot p_0 \approx A \cdot p_0 \cdot \left[\frac{4}{\pi} \cdot \frac{7\pi}{16} - 1 \right] = A \cdot p_0 \cdot \left[\frac{7}{4} - 1 \right] = \frac{3}{4} \cdot A \cdot p_0$$

Gl. (18)

[0052] Daraus lässt sich schließen, dass der maximale Überdruck, der sich durch die Rückschlagventile erzeugen lässt, bei etwa 3/4 des Außendrucks p_0 liegt, wenn angenommen wird, dass der Pleuelweg der Länge l_{eff} des Schlagwerks entspricht.

[0053] Versuche haben gezeigt, dass dabei die Rückschlagventile als fast ideal angenommen werden können.

[0054] Die soweit dargestellte Modellrechnung, einschließlich des Verhaltens der Rückschlagventile wird nachfolgend mittels einer realistischen Simulation verifiziert, bei der zusätzlich noch eine für das Betriebsverhalten des Abbaugeräts deutliche Verbesserung hinsichtlich der erforderlichen Anpresskraft durch den Bediener und für ein schnelles Startverhalten zur Anwendung kommt.

[0055] Ein Abbaugerät der genannten Art, insbesondere ein Bohr- und/oder Meisselhammer, ist umso anwenderfreundlicher, je geringer die Anpresskräfte sind, die der Anwender aufbringen muss, damit das Gerät nach einer Betriebsunterbrechung z. B. beim Absetzen von Untergrund, wieder rasch anläuft und stabil funktioniert. Durch die Erzeugung eines höheren Drucks zwischen dem Erregerkolben 12 und dem Flugkolben 14 beim Absetzen des Geräts wird die zum Wiederanlauf aufzuwendende Anpresskraft etwas erhöht.

[0056] Geht man beispielsweise von einem maximalen Überdruck von etwa 0.6 bar aus, so ergeben sich bei einem angenommenen Durchmesser des Führungsrohrs 11 von $d = 40$ mm Druckkräfte von etwa 24 N, die durch die Anpresskraft zu überwinden sind.

[0057] Um diese Gegenkräfte zu vermindern und ein schnelleres Wiederanlaufen des Schlagwerks zu gewährleisten, ist gemäß einer vorteilhaften Ausführungsvariante vorgesehen, die überschüssige Luftmasse im Führungszyylinder 11 über einen Zwischenschritt abzublasen. Diese Ausführungsvariante der Erfindung wird anhand der Fig. 7A bis 7C nachfolgend beschrieben.

[0058] Die mit dem Rückschlagventil, z. B. dem Klappenventil 20, ausgerüstete axial verschiebbare Steuerhülse 17 weist in einem gewissen axialen Abstand von dem Klappenventil 20 wenigstens eine Bohrung als Ablassöffnung 32, vorzugsweise jedoch eine der Anzahl der Schnauflöcher 18 entsprechende Mehrzahl von Ablassöffnungen 32 auf.

[0059] Die Fig. 7A zeigt die Arbeitsstellung des Abbaugeräts, bei welcher die Schnauflöcher 18 durch den vorderen Bereich der Steuerhülse 17 verschlossen sind. Wird das Abbaugerät vom Untergrund abgesetzt, so wird die Steuerhülse 17 durch den nach vorne rutschenden Döpper 15 um den Wegabschnitt Δx_2 verschoben, so dass die Rückschlagventile, beispielsweise das Klappenventil 20, wie in Fig. 7C gezeigt, auf die Schnauflöcher 18 ausgerichtet sind.

Dies entspricht der auch in Fig. 2B gezeigten Pump-Up-Stellung, in welcher der Flugkolben 14 kurzfristig stillgesetzt wird. Beginnt der Bedienende einen weiteren Abbauvorgang, so wird beim Ansetzen des Geräts eine Zwischenstellung des Döppers 6 bzw. der Steuerhülse 17 erreicht, die gegenüber der in Fig. 7A gezeigten Arbeitsstellung um ein kleineres Wegstück Δx_1 verschoben ist, die so genannte Ablassstellung, in welcher die Ablassöffnung(en) 32 auf eines der oder die Schnauflöcher 18 ausgerichtet ist (sind). Dadurch wird die überschüssige Luftmasse im Schlagwerk rasch abgeblasen, so dass das Schlagwerk innerhalb kürzester Zeit neu zu arbeiten beginnt.

[0060] Die in Fig. 8 dargestellten zeitkorrelierten Teildigramme (a) bis (c) veranschaulichen Simulationsergebnisse, die mit dem Schlagwerk gemäß Fig. 2 A/B durchgeführt wurden.

[0061] Auf der Abszisse der drei übereinander dargestellten Diagramme ist jeweils die Zeit in Sekunden (s) dargestellt. Auf den Ordinaten der drei Diagramme sind im oberen Diagramm (a) in dessen oberem Teildigramm 33 die Momentanposition bzw. der Weg-Zeitverlauf des Erregerkolbens 12 und im unteren Teildigramm 34 die Momentanposition bzw. der Weg-Zeitverlauf des Flugkolbens 14 wiedergegeben.

[0062] Das mittlere Diagramm (b) zeigt einerseits in durchgezogener Linie 35 den Gesamtenergieverbrauch und im unteren Bereich die Energie der Einzelschläge, die als Peaks 36 aufgetragen sind.

[0063] Das unterste Teildigramm (c) zeigt schließlich den zeitlichen Verlauf der im Schlagwerk vorhandenen Luftmasse bei einem Stopp- und Startvorgang für ein erfindungsgemäßes Schlagwerk.

[0064] Die Simulationsergebnisse der Fig. 8 sind wie folgt zu interpretieren:

[0065] Bei $t = 0.6$ s wird die Pump-Up- oder Steuerhülse 17 aktiviert, d. h. beim Absetzen des Geräts in die in Fig. 2B gezeigte Position verschoben. Das Schlagwerk kommt innerhalb von zwei Schlägen zum Stillstand, was gut aus dem Teildigramm (b) der Fig. 8 ersichtlich ist. Bei $t = 1.2$ s wird das Schlagwerk wieder aktiviert, es dauert, wie aus dem Teildigramm (c) der Fig. 8 ersichtlich ist, etwa 400 ms, bis die überschüssige Luft im Schlagwerk über das Schnaufloch bzw. die Schnauflöcher 32 abgebaut ist, und das Schlagwerk erneut voll zu arbeiten beginnt.

[0066] Die drei graphischen Darstellungen der Fig. 9 zeigen einen zeitgedehnten Teilausschnitt der Simulationsergebnisse nach Fig. 8. Man erkennt hieraus deutlich, dass der Flugkolben nach nur zwei Einzelschlägen bereits eine Ruheposition erreicht hat (Teildigramm (a)). Der Erregerkolben 12 läuft weiter und verändert dementsprechend die im Schlagwerk vorhandene Luftmasse pulsierend, was sich gut aus den Teildigrammen (c) der Fig. 8 und 9 ersehen lässt.

[0067] Die graphische Darstellung der Fig. 10 entspricht einer zeitgedehnten Detaildarstellung der Graphik nach Fig. 8 ab dem Zeitpunkt $t = 1.1$ s. Aus den Teildigrammen (b) und (c) der Fig. 10 lässt sich besonders gut ablesen, dass ohne zusätzliches Ablassen, wie anhand der Fig. 10 veranschaulicht, das Schlagwerk nach etwa 400 ms seine volle Schlagleistung erreicht hat. Die überschüssige Luft wird über das bzw. die Schnauflöcher zwar in einer für die Praxis tolerablen Zeitspanne, jedoch mit einer merkbaren Zeitverzögerung abgebaut.

[0068] Die Fig. 11 und 12 zeigen den bereits erläuterten Figuren 8 bzw. 10 entsprechende Graphiken bzw. Diagramme für ein Schlagwerk mit einer Pump-Up- bzw. Steuerhülse 17 gemäß Fig. 7 mit zusätzlicher (zusätzlichen) Ablassöffnung (Ablassöffnungen) 32.

[0069] Entsprechend der Fig. 8 zeigt Fig. 11 eine Übersicht über einen Stopp- und Startvorgang eines Schlagwerks mittels einer erfindungsgemäßen Pump-Up- oder Steuerhülse 17, die gemäß Fig. 7 zusätzliche Ablassöffnungen 32 aufweist. Wiederum wird bei $t = 0.6$ s die Steuerhülse 17 in die in Fig. 7C gezeigte Stellung gebracht. Das Schlagwerk kommt innerhalb von zwei Schlägen zum Stillstand. Bei $t = 1.2$ s wird das Schlagwerk wieder aktiviert. Anders als bei Fig. 8 bzw. Fig. 10 ist aus den Fig. 11 und 12 gut ersichtlich, dass das Schlagwerk praktisch sofort zu hämmern beginnt, was in beiden Fig. 11 und 12 die Teildigramme (b) und (c) gut erkennen lassen. Dieses günstige Anlaufverhalten des Schlagwerks wird durch das zusätzliche Ablassen über die Ablassöffnung 32 erreicht. Dabei wird überschüssige Luft durch ein kurzes Entlüften des Schlagwerks rasch abgebaut.

[0070] Eine weitere grundsätzliche Ausführungsvariante der Erfindung unter Verwendung einer Pumpe mit Druckspeicher wird nachfolgend anhand der Fig. 13 und 14 beschrieben.

[0071] Bei dieser durch zwei Ausführungsbeispiele veranschaulichten Variante der Erfindung wird das elektropneumatische Schlagwerk selbst dazu verwendet, einen Zwischendruckspeicher 45 zu füllen, der über ein vorzugsweise steuerbares Ventil 46 in das Schlagwerk, insbesondere in die Luftfeder 19 entleert wird, sobald die Anpresskraft nachlässt bzw. das Abbaugerät vom Untergrund abgehoben wird.

[0072] Die Fig. 13 zeigt eine Ausführungsform mit einer vom Erregerkolbenantrieb betätigten zusätzlichen Hubkolbenpumpe 40, die über Rückschlagventile 41, 42 mit dem Zwischendruckspeicher 45 verbunden ist. Die Ansaugseiten der Hubkolbenpumpe 40 weisen ebenfalls Rückschlagventile 43, 44 auf. Am Druckspeicher 45 kann ein Überdruckventil 47 vorgesehen sein.

[0073] Wie die Ausführungsform nach Fig. 14 zeigt, ist es auch möglich, das Volumen 50 des Exzenterantriebs 42 für den Erregerkolben 12 direkt als Pumpenvolumen zu verwenden, wobei das Kurbelgehäuse als Pumpengehäuse 51 dient. Die Rückschlagventile 53 bzw. 54 entsprechen in ihrer Funktion den Rückschlagventilen 41, 42 bzw. 43, 44 bei Fig. 13.

[0074] Der Vorteil dieser Ausführungsvariante der Erfindung gegenüber der Variante mit Pump-Up- oder Steuerhülse

liegt darin, dass der maximale Druck im Schlagwerk nicht durch die Dimensionen des Flugkolbenwegs und/oder des Exzenterhubs gegeben sind und somit nicht auf den Umgebungsdruck, also etwa 1 bar, limitiert sind. Es lassen sich deutliche höhere Drücke erzeugen, was prinzipiell ein noch zuverlässigeres und schnelleres Abschalten des Abbaugeräts beim Abheben vom Untergrund ermöglicht. Vorteilhaft ist auch, dass der Druck zum Zeitpunkt des Abschaltens bereits zur Verfügung steht.

[0075] Eine dritte Ausführungsvariante der Erfindung geht von der Verwendung schnell schaltender Ventile mit einer Untervariante einer dynamisch rasch verschiebbaren Schieberhülse aus. Zwei Ausführungsbeispiele sind in den Fig. 15 und 16 gezeigt.

[0076] Bei der Ausführungsform nach Fig. 15 ist die Funktion eines Rückschlagventils gegenüber bei den anhand der Fig. 1 bis 12 beschriebenen Ausführungsformen ersetzt durch ein schnell schaltendes Ventil 60, das ein magnetisch betätigbares 2/2-Wegeventil sein kann. Um im Schlagwerk einen Überdruck zu erzeugen, wird das Ventil 60 geschlossen, sobald der Erregerkolben 12 seine Bewegungsrichtung am hinteren Totpunkt ändert. Die Luft wird beim Vorlauf des Erregerkolbens 12 komprimiert und erzeugt einen Überdruck. Das Ventil 60 wird dann jedes Mal wieder geöffnet kurz nachdem der Erregerkolben 12 den vorderen Tot- oder Umkehrpunkt erreicht hat.

[0077] Diese Ausführungsform der Erfindung hat den Vorteil, dass nach dem Abschalten des Schlagwerks vor dem nächsten Anlaufen durch ein kurzes Öffnen des Ventils 60 der Druckausgleich sofort hergestellt werden kann. Die Anforderungen an das Ventil 60 sind allerdings relativ hoch; es sind Schaltfrequenzen von mehr als 50 Hz notwendig. Auch die Nennweiten einer Durchführungsbohrung am Führungsrohr 11 (in FIG. 15 nicht gezeigt) bzw. am Ventil selbst, müssen für einen schnellen Gasaustausch relativ groß bemessen werden, z. B. sind Durchmesser von 3 bis 4 mm erforderlich. Für diese Ausführungsform kommen vor allem elektrisch zu betätigende Schieberventile oder Drehschieberventile in Frage.

[0078] Eine Ausführungsform der Erfindung bei der eine Steuerhülse selbst direkt als Schieberventil zum Einsatz kommt, ist in Fig. 16 gezeigt. Eine Steuerhülse 61, welche die Schnauflöcher 18 in einer Endstellung verschließt und in einer zweiten Endstellung freigibt, bildet dabei gleichzeitig einen Spulenkörper und bildet den Anker eines Voice-Coil-Aktors 62, der zentrisch um das Führungsrohr 11 plaziert ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbesserung des Abschaltverhaltens eines elektropneumatischen Abbaugeräts, insbesondere Bohr- und/oder Meisselhammers, bei dem innerhalb eines Führungsrohrs (11) ein über eine Luftfeder (19) durch einen elektrisch angetriebenen Erregerkolben (12) beschleunigter Flugkolben (14) auf ein Abbauwerkzeug wirkt, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Reduzierung des Nachschlagens des Flugkolbens beim Abheben des Abbaugeräts vom bearbeiteten Untergrund der Druck zwischen dem Flugkolben und dem Erregerkolben erhöht wird.
2. Abbaugerät mit elektropneumatischem Schlagwerk, insbesondere Bohr- und/oder Meisselhammer, dessen Schlagwerk einen elektrisch innerhalb eines Führungsrohrs (11) vor- und zurückfahrend antreibbaren Erregerkolben (12) aufweist, der über eine von diesem komprimierte Luftfeder (19) einen Flugkolben (14) beschleunigt, der seinerseits ein in einer Werkzeugaufnahme (9) gehaltenes Abbauwerkzeug schlagend antreibt, **gekennzeichnet durch** eine beim Abheben des Abbaugeräts vom abzubauenen Untergrund aktivierbare Ventileinrichtung (30), über die der zwischen dem Flug- und dem Erregerkolben wirkende Druck im Schlagwerk erhöht wird.
3. Abbaugerät nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventileinrichtung wenigstens ein Rückschlagventil (20; 28) aufweist, über das beim Abheben des Abbaugeräts vom Untergrund der beim Rückhub des Erregerkolbens zwischen diesem und dem Flugkolben entstehende Unterdruck auf einen höheren Druck, vorzugsweise annähernd Umgebungsdruck, angehoben wird.
4. Abbaugerät nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Führungsrohr im Bereich der Luftfeder wenigstens eine Bohrung (Schnaufloch 18) aufweist, und dass das Rückschlagventil relativ zum Führungsrohr verschiebbar und so angeordnet ist, dass es beim Abheben des Abbaugeräts vom Untergrund durch eine Verstell-einrichtung (16) auf diese Bohrung (18) ausrichtbar ist.
5. Abbaugerät nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil in eine das Führungsrohr umgebende Steuerhülse (17) integriert ist, die durch die Verstell-einrichtung verschiebbar ist.
6. Abbaugerät nach Anspruch 3 oder 4, bei dem der über die Luftfeder angetriebene Flugkolben schlagend auf einen dem Werkzeughalter zugeordneten Döpfer (15) wirkt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstell-einrichtung für das Rückschlagventil durch den Döpfer betätigbar ist.

7. Abbaugerät nach Anspruch 6 in Verbindung mit Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerhülse durch die Verstelleinrichtung relativ zum Führungsrohr axial verschiebbar ist.
- 5 8. Abbaugerät nach Anspruch 6 in Verbindung mit Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerhülse durch die Verstelleinrichtung relativ zum Führungsrohr verdrehbar ist.
9. Abbaugerät nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil ein Klappenventil (20) ist.
- 10 10. Abbaugerät nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil ein in die Umfangswand der Steuerhülse (17) integriertes Klappenventil (20) ist.
11. Abbaugerät nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Klappenventil (20) durch eine einseitig eingespannte quer zu einem Durchlasskanal sich erstreckende Blattfeder (22) gebildet ist.
- 15 12. Abbaugerät nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil ein in die Steuerhülse (17) integriertes Kugelventil (28) ist.
13. Abbaugerät nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorspannung des Kugelventils über eine auf eine Druckfeder (29) wirkende Einstellschraube (31) einstellbar ist.
- 20 14. Abbaugerät nach Anspruch 2, **gekennzeichnet durch** eine Druckspeichervorrichtung (45), **durch** die bei Aktivierung der Ventileinrichtung der Druck im Schlagwerk erhöht wird.
- 25 15. Abbaugerät nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckspeicher durch eine über den Erregerkolbenantrieb betätigte Pumpe (40; 50) voraufladbar ist.
16. Abbaugerät nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe eine vom Pleuelantrieb des Erregerkolbens betätigte Hubkolbenpumpe (40) ist.
- 30 17. Abbaugerät nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pumpe eine durch den Antrieb des Erregerkolbens betätigte Exzenterpumpe ist.
18. Abbaugerät nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventileinrichtung ein elektromagnetisch betätigbares Ventil ist.
- 35 19. Abbaugerät nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil durch eine elektromagnetisch betätigbare Steuerhülse (61) gebildet ist, die in einer Schaltposition wenigstens ein das Führungsrohr durchsetzendes Schnaufloch zur Luftfeder verschließt und in einer anderen Schaltposition freigibt.
- 40 20. Abbaugerät nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerhülse axial durch einen Voice-Coil-Aktor verschiebbar ist.
21. Abbaugerät nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerhülse den verschieblichen Kern des Voice-Coil-Aktors bildet.
- 45 22. Abbaugerät nach einem der vorstehenden Ansprüche 2 bis 20, **gekennzeichnet durch** wenigstens eine die Steuerhülse (17; 61) durchsetzende Ablassöffnung (32) zum raschen Abbau eines Überdrucks im Schlagwerk bei Aufnahme/Wiederaufnahme des Hammer- oder Meisselbetriebs.
- 50

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86(2) EPÜ.

- 55 1. Abbaugerät, insbesondere Bohr- und/oder Meisselhammer, dessen elektropneumatisches Schlagwerk, Schlagwerk einen elektrisch innerhalb eines Führungsrohrs (11) vor- und zurückfahrend antreibbaren Erregerkolben (12) aufweist, der über eine von diesem komprimierte Luftfeder (19) einen Flugkolben (14) beschleunigt, der seinerseits ein in einer Werkzeugaufnahme (9) gehaltenes Abbauwerkzeug schlagend antreibt, wobei das Führungsrohr im Bereich der Luftfeder wenigstens eine Bohrung (Schnaufloch 18) aufweist, und eine das Führungsrohr umgebende

Steuerhülse (17) vorhanden ist, die durch eine beim Abheben des Abbaugeräts vom Untergrund betätigbare Verstelleinrichtung (16) verschiebbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Steuerhülse (17) ein Rückschlagventil (20; 28) integriert ist, über das beim Abheben des Abbaugeräts vom Untergrund der beim Rückhub des Erregerkolbens (12) zwischen diesem und dem Flugkolben (14) entstehende Unterdruck auf einen höheren Druck angehoben wird und das so angeordnet ist, dass es beim Abheben des Abbaugeräts vom Untergrund durch die Verstelleinrichtung (16) auf das Schnaufloch (18) ausgerichtet wird.

2. Abbaugerät nach Anspruch 1, bei dem der über die Luftfeder angetriebene Flugkolben schlagend auf einen dem Werkzeughalter zugeordneten Döpper (15) wirkt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventileinrichtung (16) für das Rückschlagventil durch den Döpper betätigbar ist.

3. Abbaugerät nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerhülse durch die Verstelleinrichtung relativ zum Führungsrohr axial verschiebbar ist.

4. Abbaugerät nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerhülse durch die Verstelleinrichtung relativ zum Führungsrohr verdrehbar ist.

5. Abbaugerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil ein Klappenventil (20) ist.

6. Abbaugerät nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Klappenventil (20) in die Umfangswand der Steuerhülse (17) integriert ist.

7. Abbaugerät nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Klappenventil (20) durch eine einseitig eingespannte quer zu einem Durchlasskanal sich erstreckende Blattfeder (22) gebildet ist.

8. Abbaugerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil ein in die Steuerhülse (17) integriertes Kugelventil (28) ist.

9. Abbaugerät nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorspannung des Kugelventils über eine auf eine Druckfeder (29) wirkende Einstellschraube (31) einstellbar ist.

10. Abbaugerät nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** wenigstens eine die Steuerhülse (17) durchsetzende Ablassöffnung (32) zum raschen Abbau eines Überdrucks im Schlagwerk bei Aufnahme/Wiederaufnahme des Hammer- oder Meißelbetriebs.

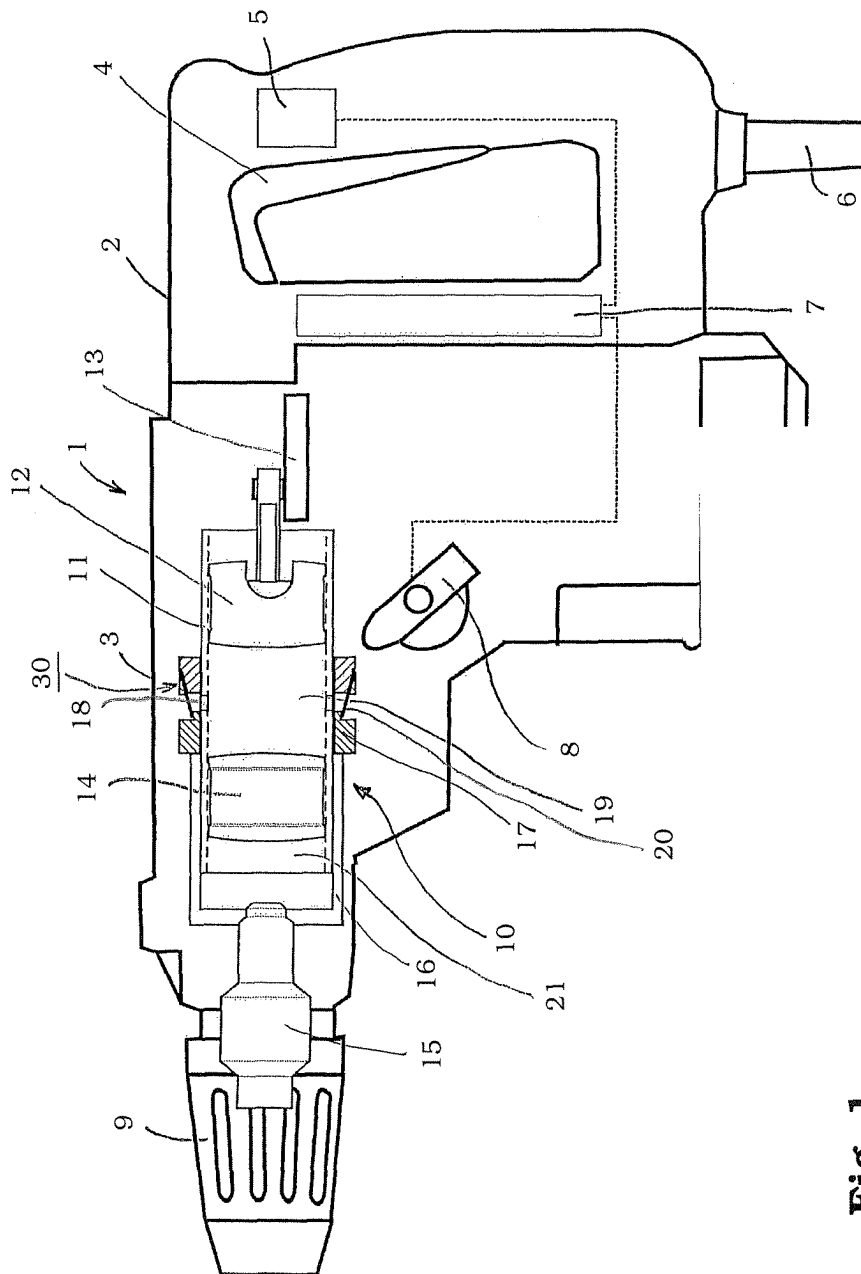


Fig. 1

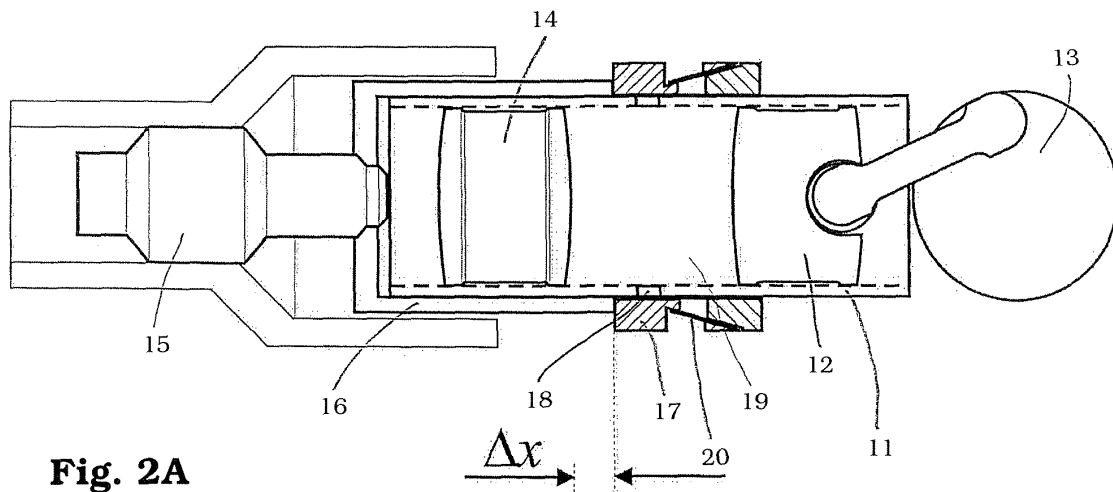


Fig. 2A

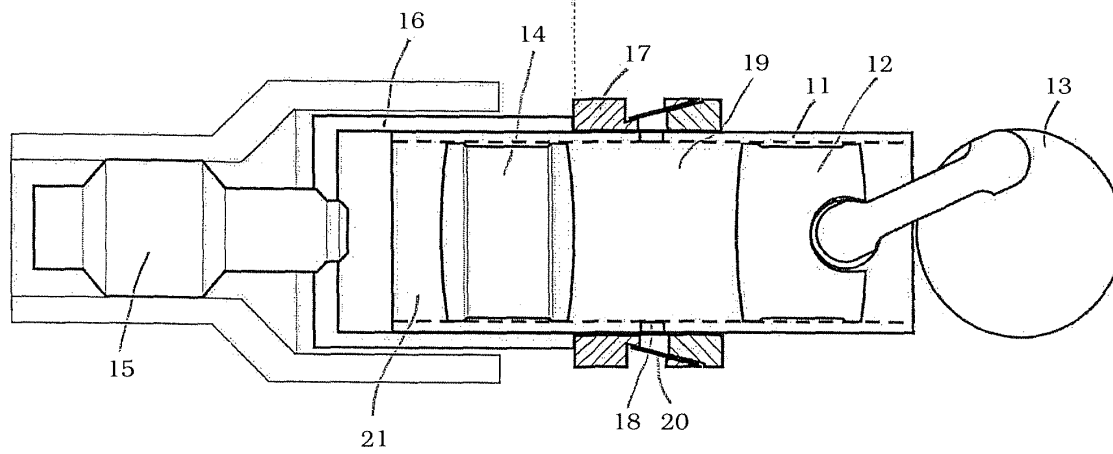


Fig. 2B

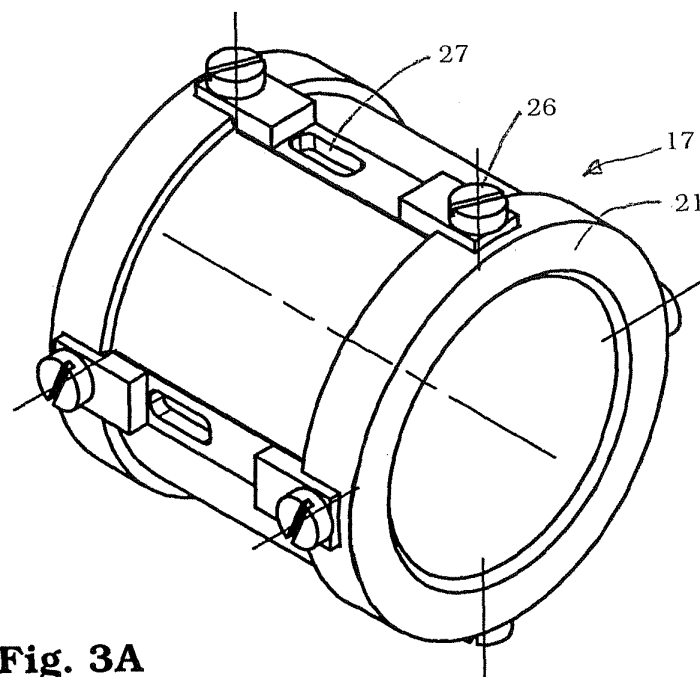


Fig. 3A

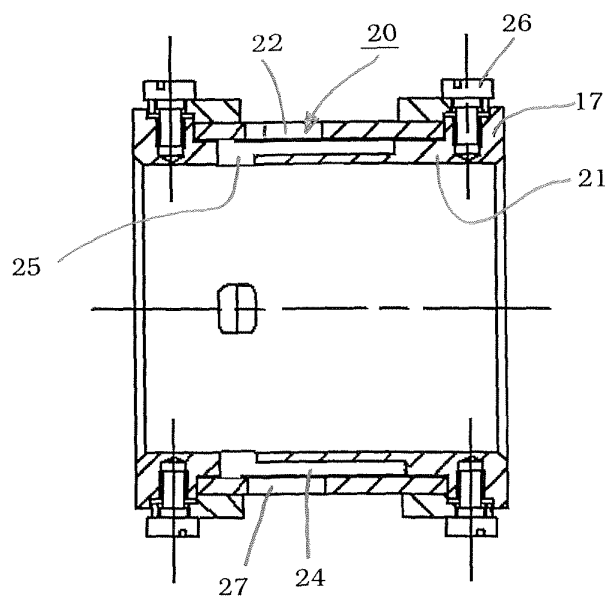


Fig. 3B

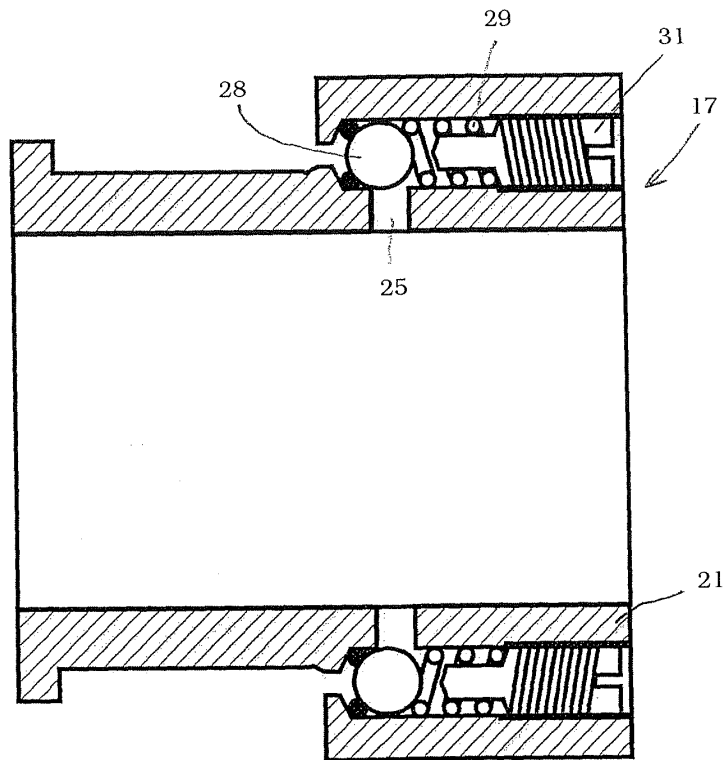


Fig. 4

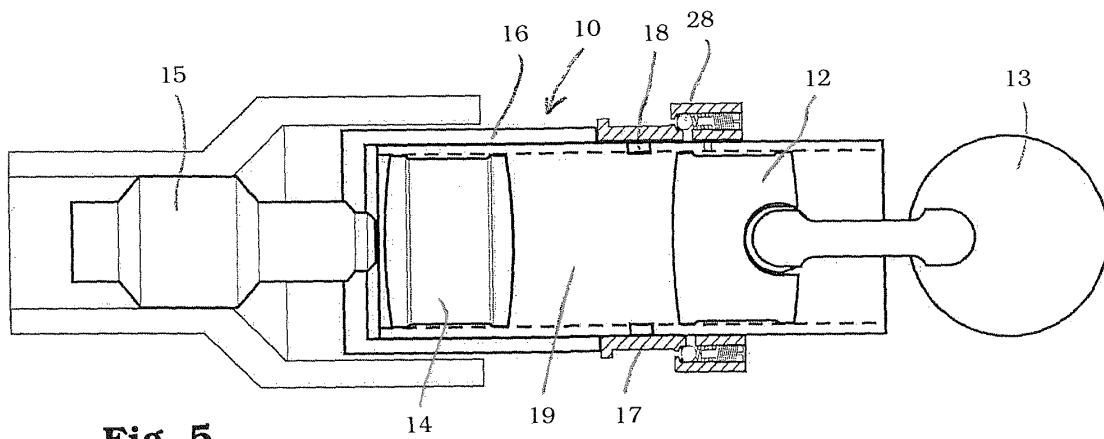


Fig. 5

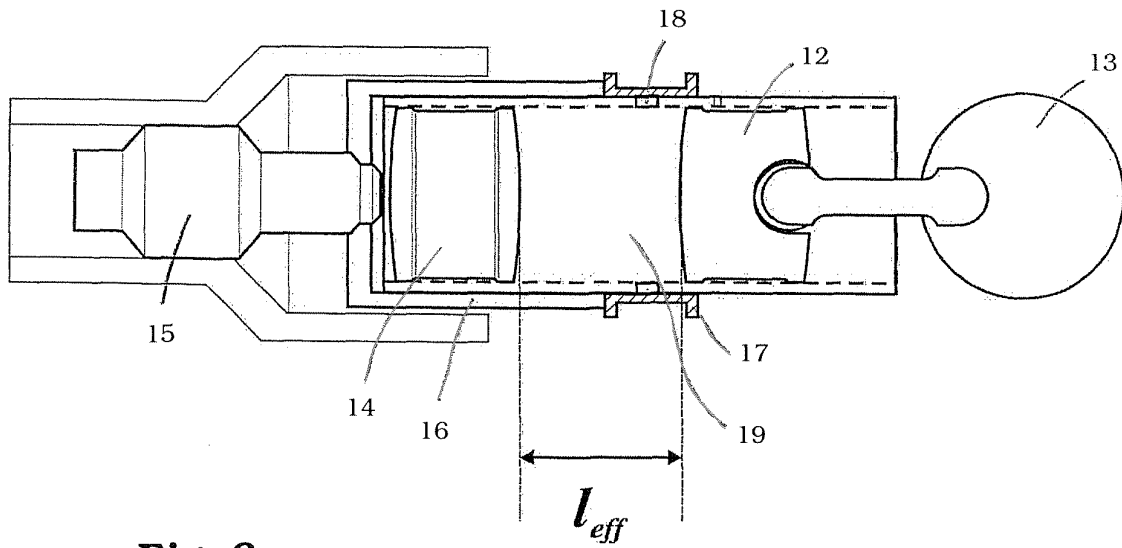


Fig. 6

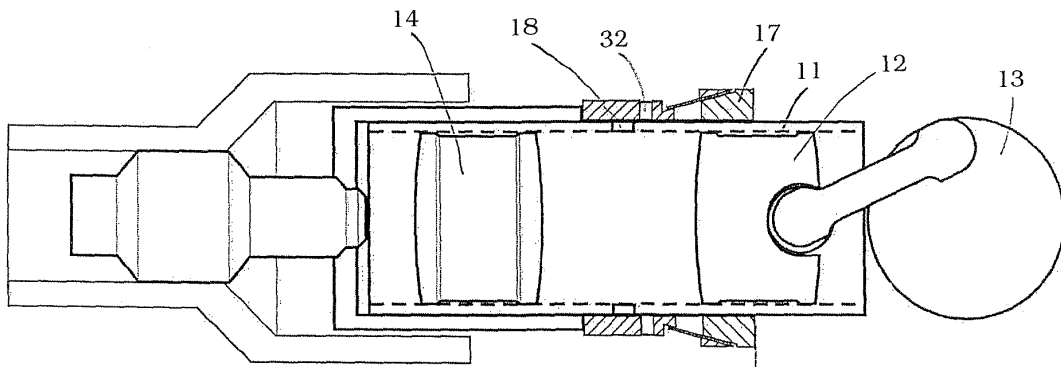


Fig. 7A

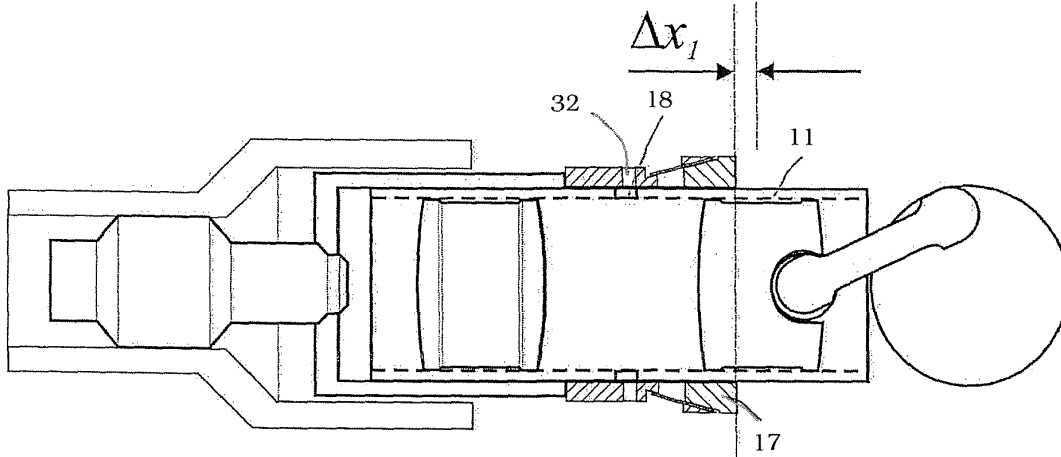


Fig. 7B

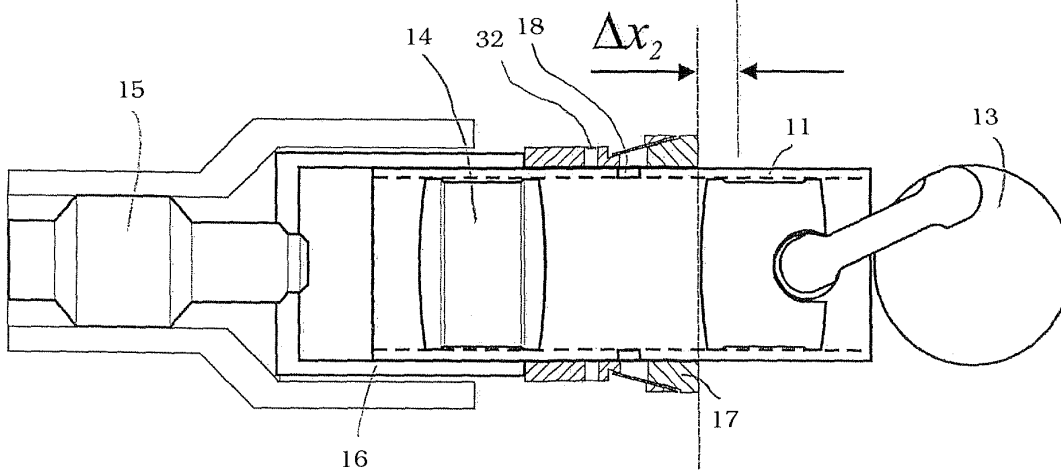


Fig. 7C

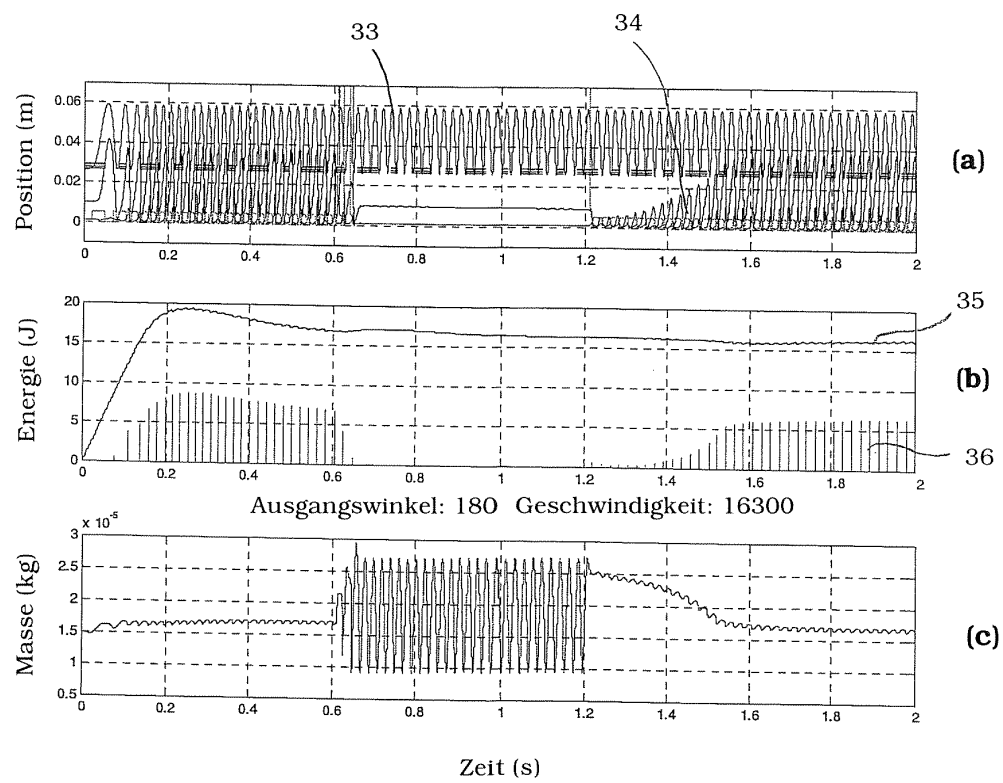


Fig. 8

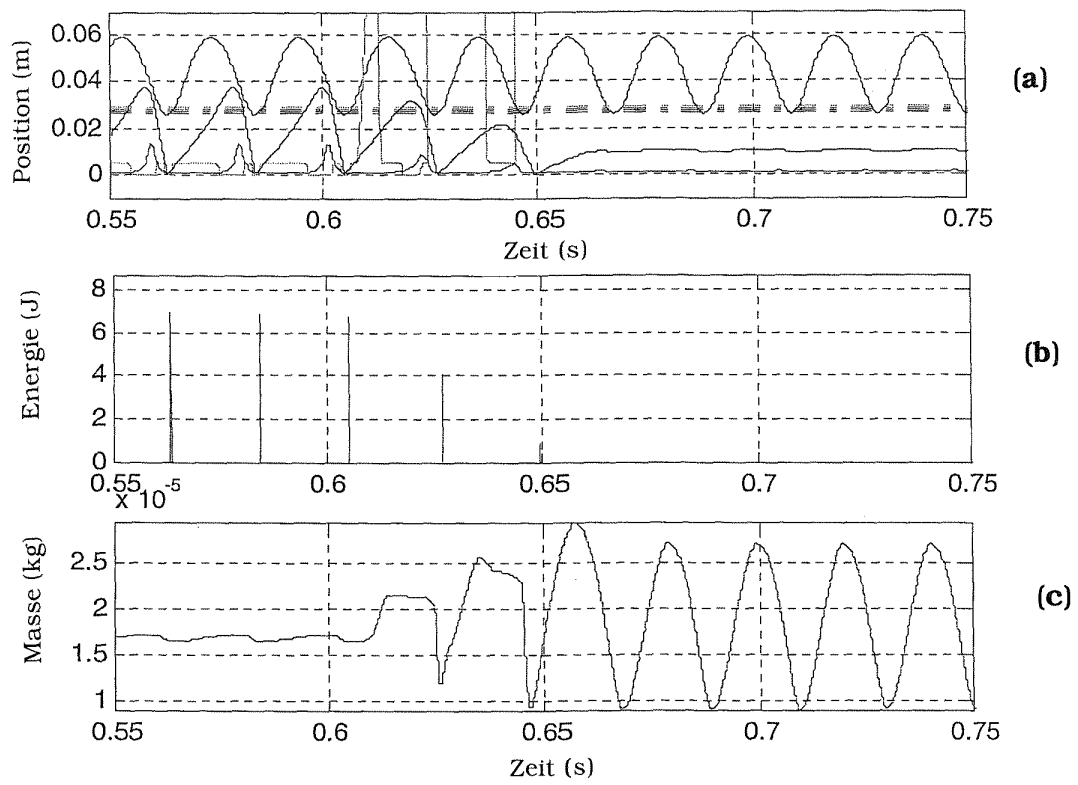
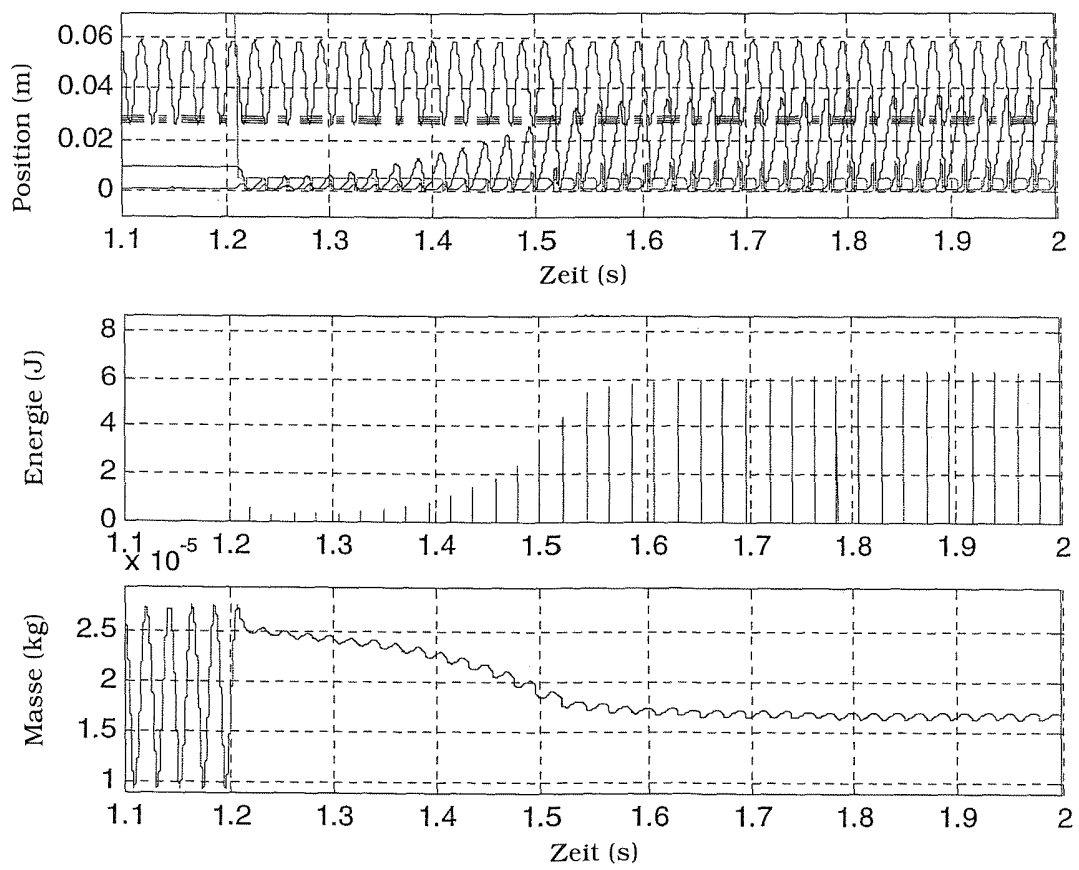


Fig. 9

**Fig. 10**

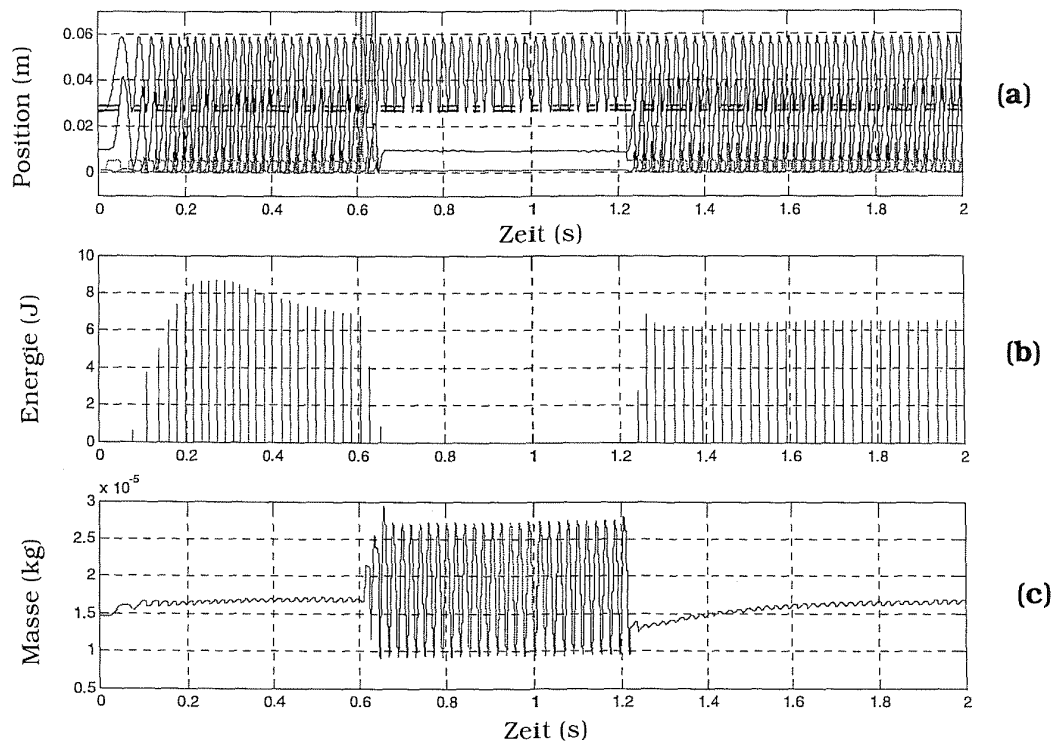


Fig. 11

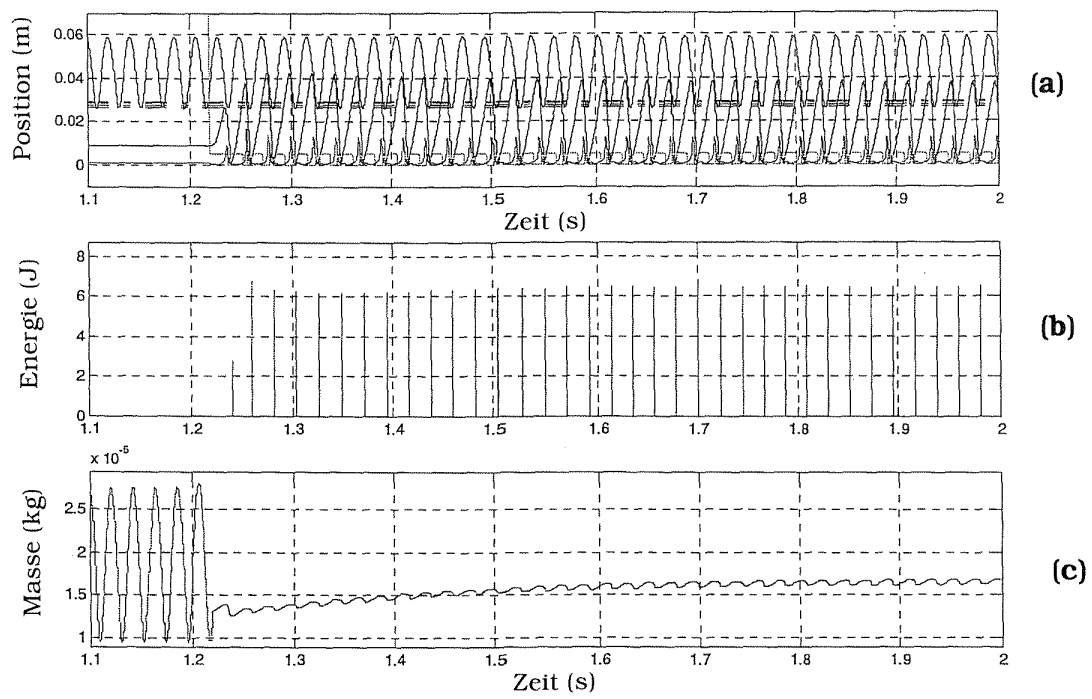
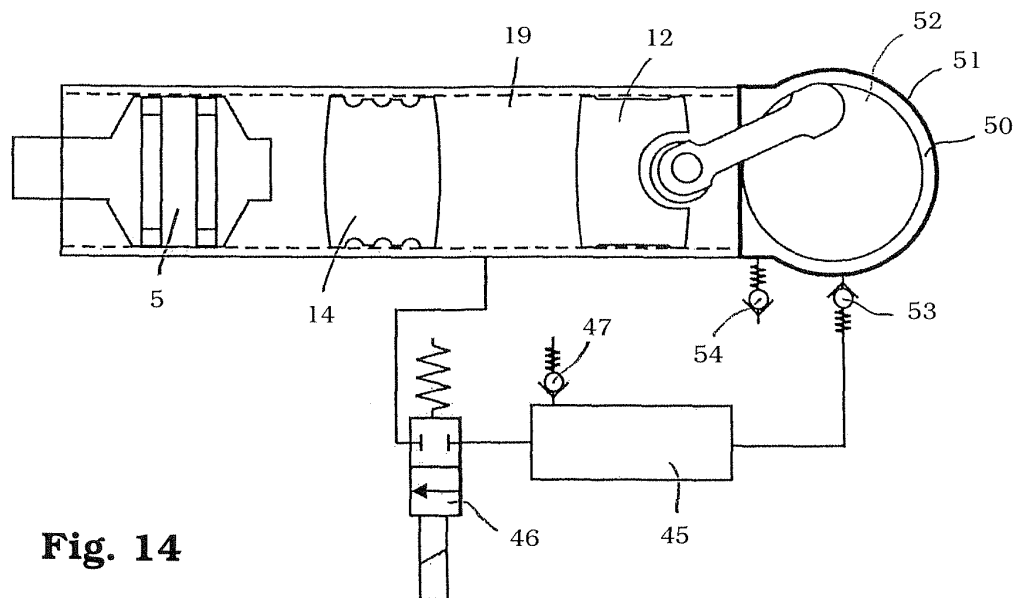
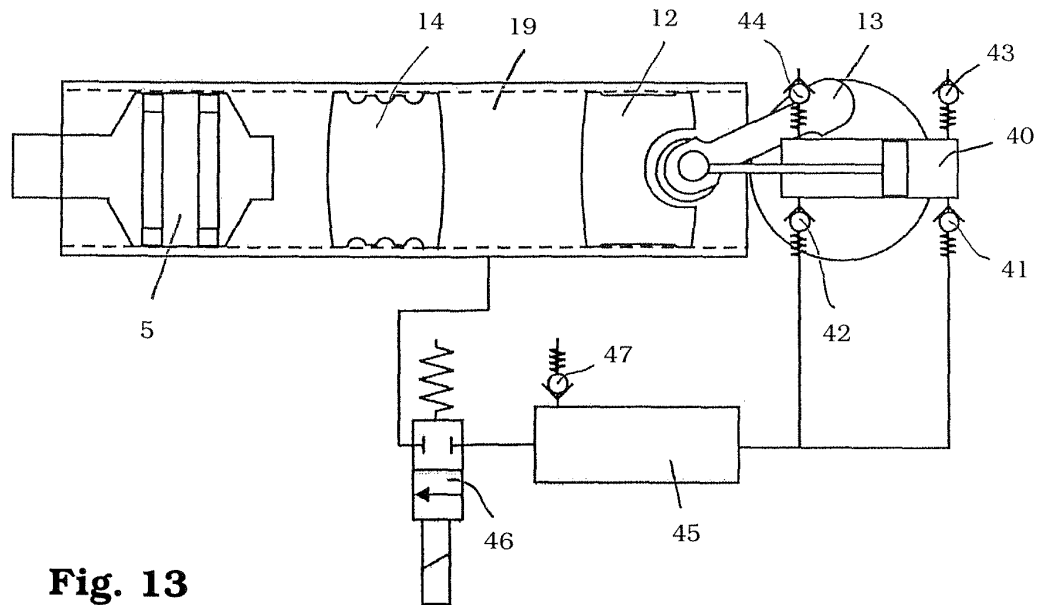


Fig. 12



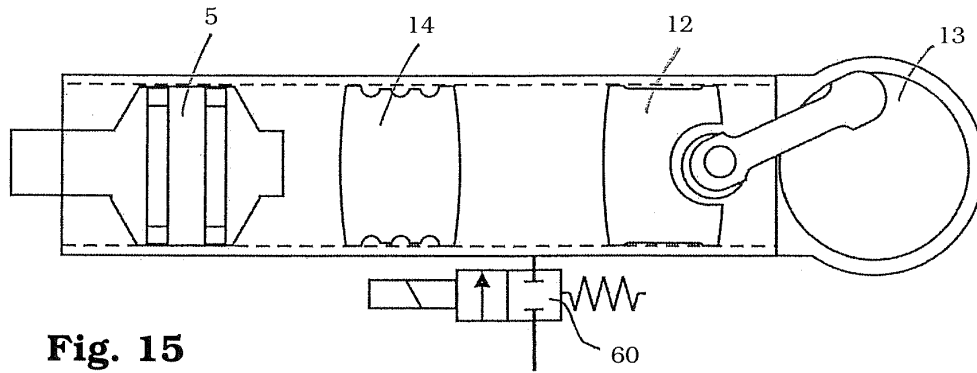


Fig. 15

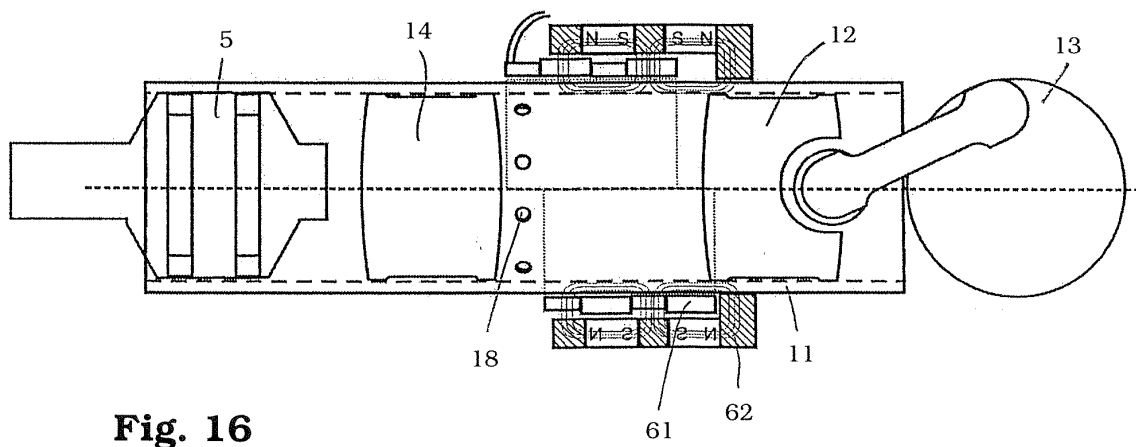


Fig. 16



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 04 10 2799

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 975 217 A (BONGERS-AMBROSIUS HANS-WERNER ET AL) 2. November 1999 (1999-11-02)	1-7, 14	B25D11/00 B25D17/06
Y	* Spalte 1, Zeile 41 - Zeile 46 * * Spalte 2, Zeile 64 - Spalte 4, Zeile 9 * * Abbildungen *	10	
X	US 2003/132015 A1 (MEIXNER GERHARD) 17. Juli 2003 (2003-07-17) * Absatz [0010] * * Absatz [0025] * * Absatz [0027] * * Absatz [0028] * * Abbildung 2 *	1-3, 9, 14, 18-20	
X	US 5 992 541 A (BONGERS-AMBROSIUS HANS-WERNER ET AL) 30. November 1999 (1999-11-30) * Abbildungen *	1-7, 14	
Y	US 2004/016558 A1 (MUELLER FRANK ET AL) 29. Januar 2004 (2004-01-29) * Absatz [0016] - Absatz [0017] * * Abbildung 1 *	10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) B25D
A	DE 39 32 134 A (BOSCH GMBH ROBERT) 4. April 1991 (1991-04-04) * das ganze Dokument *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 23. November 2004	Prüfer Fiorani, G
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

2

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 04 10 2799

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

23-11-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5975217 A	02-11-1999	DE 19714288 A1	08-10-1998
		CN 1197716 A ,B	04-11-1998
		EP 0876880 A2	11-11-1998
		JP 10309679 A	24-11-1998
-----	-----	-----	-----
US 2003132015 A1	17-07-2003	DE 10121088 A1	07-11-2002
		CN 1462226 T	17-12-2003
		WO 02087830 A1	07-11-2002
		EP 1399299 A1	24-03-2004
		JP 2004519345 T	02-07-2004
-----	-----	-----	-----
US 5992541 A	30-11-1999	DE 19714287 A1	08-10-1998
		CN 1197717 A ,B	04-11-1998
		EP 0876881 A2	11-11-1998
		JP 10309680 A	24-11-1998
-----	-----	-----	-----
US 2004016558 A1	29-01-2004	DE 10156388 A1	05-06-2003
		WO 03045636 A1	05-06-2003
		EP 1448342 A1	25-08-2004
-----	-----	-----	-----
DE 3932134 A	04-04-1991	DE 3932134 A1	04-04-1991
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

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