



(11)

EP 2 394 794 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
03.04.2019 Patentblatt 2019/14

(51) Int Cl.:
B25D 11/00 (2006.01) B25D 17/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11164399.5**

(22) Anmeldetag: **02.05.2011**

(54) Handwerkzeugmaschine mit pneumatischem Schlagwerk

Hand tool machine with pneumatic striking mechanism

Machine-outil manuelle dotée d'une sonnette pneumatique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **10.06.2010 DE 102010029917**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.12.2011 Patentblatt 2011/50

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

(72) Erfinder:
• **Hartmann, Markus
87665, Mauerstetten (DE)**

• **Kohlschmied, Frank
82362 Weilheim (DE)**
• **Daubner, Christian
82291, Mammendorf (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 0 663 270 EP-A2- 1 027 964
EP-A2- 1 967 328 WO-A1-2009/036526
GB-A- 2 458 523 US-A- 4 355 564**

EP 2 394 794 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

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine, insbesondere eine handgeführte meißelnde Werkzeugmaschine, wie aus dem Oberbegriff von Anspruch 1 und der WO2009036526 A1 bekannt.

[0002] Bei meißelnden Handwerkzeugmaschinen soll eine Meißeltätigkeit eingestellt werden, wenn ein Meißel von einem Werkstück abgehoben wird. Bei pneumatisch arbeitenden Schlagwerken kann eine Luftfeder mittels zusätzlicher Belüftungsöffnungen deaktiviert werden, welche nur bei einem ausgerückten Meißel geöffnet werden. Ein Döpper, auch als Zwischenschläger oder Amboss bezeichnet, sollte hierfür nach einem Leerschlag von den Belüftungsöffnungen entfernt bleiben. Allerdings ist dies teilweise aufgrund des Abpralls des Döppers an einem vorderen Anschlag nicht gegeben.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0003] Eine erfindungsgemäße Werkzeugmaschine hat einen Döpper, ein Führungsrohr in dem der Döpper längs einer Achse geführt ist, und eine pneumatische Kammer, die durch den Döpper, das Führungsrohr und eine eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung abgeschlossen ist. Ein Volumen der pneumatischen Kammer ändert sich mit einer Bewegung des Döppers entlang der Achse. Die eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung hat zwischen dem Döpper und dem Führungsrohr ein schwenkbares Dichtelement. Das schwenkbare Dichtelement ist bei einer Bewegung des Döppers in Schlagrichtung in eine eingeklappte Stellung und bei einer Bewegung des Döppers entgegen der Schlagrichtung in eine ausgeklappte Stellung verschwenkt. In der eingeklappten Stellung hat das Dichtelement eine erste Anströmfläche, definiert durch die Projektion des Dichtelements auf eine Ebene senkrecht zur Achse. In der ausgeklappten Stellung hat das Dichtelement eine zweite Anströmfläche, ebenfalls definiert als die Fläche einer Projektion des Dichtelements auf die Ebene senkrecht zur Achse. Die zweite Anströmfläche ist größer als die erste Anströmfläche. In der eingeklappten Stellung ist die radiale Abmessung des Dichtelements geringer als in der ausgeklappten Stellung. Die pneumatische Kammer dient als Döpperbremse, die durch die Bewegungsrichtung des Döppers gesteuert ist. Die pneumatische Kammer wird durch die Ventileinrichtung geschlossen, wenn der Döpper nach beispielsweise einem Leerschlag in die Werkzeugmaschine hinein läuft. Der sich mit der Bewegung des Döppers in der pneumatischen Kammer ändernde Druck bewirkt Abbremsen des Döppers. Die Ventileinrichtung öffnet die pneumatische Kammer, wenn der Döpper in Schlagrichtung bewegt wird. Die Bremse ist deaktiviert.

[0004] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass falls das Volumen der pneumatischen Kammer bei einer Bewegung

des Döppers in Schlagrichtung zunehmend ist, das schwenkbare Dichtelement bei einem in Richtung zu der pneumatischen Kammer abfallenden Druckgradienten in die eingeklappte Stellung verschwenkt und bei einem in Richtung zu der pneumatischen Kammer ansteigendem Druckgradienten in die ausgeklappte Stellung verschwenkt ist, und falls das Volumen der pneumatischen Kammer bei einer Bewegung des Döppers in Schlagrichtung abnehmend ist, das schwenkbare Dichtelement bei einem in Richtung zu der pneumatischen Kammer ansteigendem Druckgradienten in die eingeklappte Stellung verschwenkt und bei einem in Richtung zu der pneumatischen Kammer abfallenden Druckgradienten in die ausgeklappte Stellung verschwenkt ist.

[0005] Eine Ausgestaltung hat eine weitere pneumatische Kammer, die durch den Döpper, das Führungsrohr und die eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung abgeschlossen ist, wobei das Volumen der einen pneumatischen Kammer bei einer Bewegung des Döppers in Schlagrichtung zunehmend und ein Volumen der weiteren pneumatischen Kammer bei einer Bewegung des Döppers abnehmend ist und wobei die pneumatische Kammer und die weitere pneumatische Kammer durch die eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung verbunden sind.

[0006] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Dichtelement an dem Döpper befestigt und in der ausgeklappten Stellung ein Kontaktabschnitt des Dichtelements das Führungsrohr berührt oder alternativ das Dichtelement an dem Führungsrohr befestigt und in der ausgeklappten Stellung der Kontaktabschnitt des Dichtelements den Döpper berührt. Der berührende Kontaktabschnitt begrenzt die Schwenkbewegung des beweglichen Abschnitts des Dichtelements. Das Dichtelement wird hierdurch in der ausgeklappten Stellung stabilisiert.

[0007] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass falls das Volumen der pneumatischen Kammer bei einer Bewegung des Döppers in Schlagrichtung zunehmend ist, ein Schwenkgelenk des Dichtelements gegenüber dem Kontaktabschnitt, längs der Achse, weiter von der pneumatischen Kammer entfernt ist, und falls das Volumen der pneumatischen Kammer bei einer Bewegung des Döppers in Schlagrichtung abnehmend ist, das Schwenkgelenk des Dichtelements gegenüber dem Kontaktabschnitt, längs der Achse, näher an der pneumatischen Kammer angeordnet ist. Das Schwenkgelenk kann durch ein Festkörpergelenk gebildet sein.

[0008] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Dichtelement mit einen Befestigungsabschnitt an dem Döpper oder dem Führungsrohr befestigt ist und eine Lippe des Dichtelements gegenüber der Achse geneigt ist, wobei falls das Volumen der pneumatischen Kammer bei einer Bewegung des Döppers in Schlagrichtung zunehmend ist, die Lippe längs der Achse hin zu der pneumatischen Kammer von dem Befestigungsabschnitt weg geneigt ist, und falls das Volumen der pneumatischen Kammer bei einer Bewegung des Döppers in Schlagrichtung abnehmend ist, die Lippe längs der Achse weg von der pneu-

matischen Kammer von dem Befestigungsabschnitt weg geneigt ist.

[0009] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Dichtelement ein V- oder U-förmiges Querschnittsprofil längs der Achse aufweist, wobei das Querschnittsprofil in Richtung zur der pneumatischen Kammer geöffnet ist, falls das Volumen der pneumatischen Kammer bei einer Bewegung des Döppers in Schlagrichtung zunehmend ist, und das Querschnittsprofil von der pneumatischen Kammer abgewandt geöffnet ist, falls das Volumen der pneumatischen Kammer bei einer Bewegung des Döppers in Schlagrichtung abnehmend ist.

[0010] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Dichtelement asymmetrisch bezüglich jeglicher Ebenen senkrecht zur Achse ist.

[0011] Eine Ausgestaltung hat einen Anschlag an dem das schwenkbare Dichtelement in der ausgeklappten Stellung anliegt und in der eingeklappten Stellung beabstandet ist. Der Anschlag unterstützt das Dichtelement in der ausgeklappten Stellung gegen die auf das Dichtelement wirkenden Kräfte.

Eine Ausführungsform hat eine Drossel, welche die pneumatische Kammer mit einem Luftreservoir verbindet. Eine effektive Querschnittsfläche der pneumatischen Kammer, definiert durch das Differential des Volumens der pneumatischen Kammer nach der Schlagrichtung ist größer als das Hundertfache einer Querschnittsfläche der Drossel. Der Döpper wird parallel zu der Achse bewegt, wodurch sich eine Volumenänderung der pneumatischen Kammer proportional zu der Verschiebung längs der Achse und der effektiven Querschnittsfläche ergibt. Die effektive Querschnittsfläche kann durch die mathematische Operation des Differenzierens nach der Bewegungs- bzw. Schlagrichtung ermittelt werden. Bei einer zylindrischen Führung und einem zylindrischen Döpper entspricht die effektive Querschnittsfläche der größten Querschnittsfläche senkrecht zur Achse. Das Verhältnis der effektiven Querschnittsfläche der pneumatischen Kammer zu der Querschnittsfläche der Drossel legt eine relative Strömungsgeschwindigkeit der Luft in der Drossel bezogen auf die Geschwindigkeit des Döppers fest. Ab dieser relativen Strömungsgeschwindigkeit kann die Luft rasch genug aus der pneumatischen Kammer entweichen, ohne dass sich ein Druckgefälle zur Umgebung aufbaut. Es wurde erkannt, dass ein absolute Geschwindigkeit der Luft in der Drossel nicht überschritten werden kann. Die Drossel scheint aber einem Grenzwert der absoluten Geschwindigkeit zu sperren. Das Verhältnis des Hundertfachen, bevorzugt des Dreihundertfachen, ist so gewählt, dass bei einem von dem Schlagwerk getriebenen Döpper die absolute Geschwindigkeit der Luft in der Drossel erreicht wird, bei einem manuell bewegten Döpper die absolute Geschwindigkeit deutlich unterschritten wird. Im Ergebnis sperrt die Drossel bei dem geschlagen Döpper und öffnet bei manuell bewegten Döpper.

[0012] In der ausgeklappten Stellung des schwenkbaren Dichtelement kann ein Strömungskanal durch die

Ventileinrichtung eine Querschnittsfläche aufweist, welche geringer als ein Hundertstel der effektiven Querschnittsfläche der pneumatischen Kammer ist. Die Querschnittsfläche kann beispielsweise größer 1/1500 oder größer einem 1/2000 der effektiven Querschnittsfläche ausgebildet sein. Die Querschnittsfläche des geschlossenen/drosselnden Ventils kann durch längs der Achse verlaufende Bohrungen, Kerben und/oder Rillen in dem Dichtelement gebildet sein.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0013] Die nachfolgende Beschreibung erläutert die Erfindung anhand von exemplarischen Ausführungsformen und Figuren. In den Figuren zeigen:

- Fig. 1 eine Handwerkzeugmaschine mit pneumatischem Schlagwerk und einer Döpperbremse,
- Fig. 2 das pneumatische Schlagwerk in Betriebsstellung,
- Fig. 3 Döpperbremse mit einer Kammer und bewegten Ventil in bremsender Stellung;
- Fig. 4 Querschnitte in den Ebenen IV-IV von Fig. 3;
- Fig. 5 Döpperbremse von Fig. 3 in gelöster Stellung;
- Fig. 6 Querschnitte in den Ebenen VI-VI von Fig. 5;
- Fig. 7 Detailansicht eines Ventils;
- Fig. 8 Ausführungsform mit einem anders gestalteten Ventil;
- Fig. 9 Ausführungsform mit einem anders gestalteten Ventil;
- Fig. 10 Döpperbremse mit zwei Kammern;
- Fig. 11 Döpperbremse mit stationärem Ventil.

[0014] Gleiche oder funktionsgleiche Elemente werden durch gleiche Bezugszeichen in den Figuren indiziert, soweit nicht anders angegeben.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0015] Fig. 1 zeigt einen Bohrhämmer 1 als Ausführungsform für eine meißelnde Werkzeugmaschine. Der Bohrhämmer 1 hat ein Maschinengehäuse 2, in dem ein Motor 3 und ein von dem Motor 3 angetriebenes pneumatisches Schlagwerk 4 angeordnet sind und eine Werkzeugaufnahme 5 vorzugsweise lösbar befestigt ist. Der Motor 3 ist beispielsweise ein Elektromotor, der über einen kabelgebundenen Netzanschluss 6 oder ein aufladbares Batteriesystem mit Strom versorgt wird. Das pneu-

matische Schlagwerk **4** treibt ein in die Werkzeugaufnahme **5** eingesetztes Werkzeug **7**, z.B. einen Bohrmeißel oder einen Meißel, von dem Bohrhämmer **1** weg, längs einer Achse **8** in Schlagrichtung **9** in ein Werkstück. Der Bohrhämmer **1** weist optional einen Drehantrieb **10** auf, der das Werkzeug **7** zusätzlich zu der schlagenden Bewegung um die Achse **8** drehen kann. An dem Maschinengehäuse **2** sind ein oder zwei Handgriffe **11** befestigt, die einem Anwender ermöglichen, den Bohrhämmer **1** zu führen. Eine rein meißelnde Ausführungsform, z.B. ein Meißelhammer, unterscheidet sich von dem Bohrhämmer **1** im wesentlichen nur durch das Fehlen des Drehantriebs **10**.

[0016] Das beispielhaft dargestellte pneumatische Schlagwerk **4** hat einen Schlagkolben **12**, der durch eine erregte Luftfeder **13** zu einer Bewegung nach vorne, d. h. in Schlagrichtung **9**, längs der Achse **8** angeregt wird. Der Schlagkolben **12** schlägt auf einen Döpper **20** auf und gibt dabei einen Teil seiner kinetischen Energie an den Döpper **20** ab. Aufgrund des Rückstoßes und angeregt durch die Luftfeder **13** bewegt sich der Schlagkolben **12** nach hinten, d. h. entgegen der Schlagrichtung **9**, bis die komprimierte Luftfeder **13** den Schlagkolben **12** wieder nach vorne treibt. Die Luftfeder **13** ist durch eine pneumatische Kammer gebildet, die axial, nach vorne durch eine hintere Stirnfläche **21** des Schlagkolbens **12** und axial, nach hinten durch einen Erregerkolben **22** abgeschlossen ist. In radialer Richtung kann die pneumatische Kammer umfänglich durch ein Schlagrohr **23** abgeschlossen sein, in dem der Schlagkolben **12** und der Erregerkolben **22** längs der Achse **8** geführt sind. In anderen Bauformen kann der Schlagkolben **12** in einem topfförmigen Erregerkolben gleiten, wobei der Erregerkolben den Hohlraum der pneumatischen Kammer in radialer Richtung, d. h. umfänglich abschließt. Die Luftfeder **13** wird durch eine gezwungene, oszillierende Bewegung längs der Achse **8** des Erregerkolbens **22** erregt. Ein Exzenterantrieb **24**, ein Taumelantrieb etc. kann die Drehbewegung des Motors **3** in die lineare, oszillierende Bewegung umsetzen. Eine Periode der gezwungenen Bewegung des Erregerkolbens **22** ist auf das Zusammenspiel des Systems aus Schlagkolben **12**, Luftfeder **13** und Döpper **20** und deren relative axiale Abstände, insbesondere einen vorgegebenen Stoßpunkt **25** des Schlagkolbens **12** mit dem Döpper **20** abgestimmt, um das System resonant und damit optimal für eine Energieübertragung von dem Motor **3** auf den Schlagkolben **12** anzuregen.

[0017] Der Döpper **20** ist ein Körper, vorzugsweise ein Rotationskörper, mit einer vorderen, in Schlagrichtung **9** freiliegenden Schlagfläche **26** und einer hinteren, entgegen der Schlagrichtung **9** freiliegenden Schlagfläche **27**. Ein Stoß auf seine hintere Schlagfläche **27** überträgt der Döpper **20** auf das an seiner vorderen Schlagfläche **26** anliegende Werkzeug **7**. Der Döpper **20** kann seiner Funktion entsprechend auch als Zwischenschläger bezeichnet werden.

[0018] Eine Führung **28** führt den Döpper **20** längs der

Achse **8**. In dem dargestellten Beispiel taucht der Döpper **20** teilweise mit einem hinteren Ende in einen hinteren Führungsabschnitt **29** ein. Das hintere Ende liegt mit seiner radialen Außenfläche an dem Führungsabschnitt **29** in radialer Richtung an. Ein vorderer Führungsabschnitt **30** kann gleichermaßen einen vorderes Ende des Döppers **20** umschließen und dessen radiale Bewegung einschränken. Der hintere und der vordere Führungsabschnitt **29**, **30** bilden mit ihren axial ausgerichteten Flächen zugleich zwei Anschläge, die eine axiale Bewegung des Döppers **20** auf eine Wegstrecke zwischen dem hinteren Anschlag **29** und dem vorderen, in Schlagrichtung **9** liegenden Anschlag (Döpperanschlag) **30** begrenzen. Der Döpper **20** hat einen verdickten mittleren Abschnitt **33**, welcher mit seinen Stirnflächen an den axialen Flächen der Führungsabschnitte **29**, **30** anschlägt. Die beispielhaft dargestellte Führung **28** hat ein, beispielsweise zylindrisches, umfänglich geschlossenes Führungsrohr **31**, in dem der Döpper **20**. Der dickere Abschnitt **33** des Döppers **20** ist mit seiner Mantelfläche **34**, d. h. radialen Außenfläche, wenigstens abschnittsweise oder entlang seines gesamten Umfangs von einer Innenwand **32** des Führungsrohrs **31** radial beabstandet. Über die gesamte axiale Länge des mittleren verdickten Abschnitts **33** verläuft ein rinnenförmiger oder zylindrischer Spalt **35** zwischen dem Döpper **20** und dem Führungsrohr **31**. Der Spalt **35** kann beispielsweise eine radiale Abmessung von zwischen 0,5 mm und 4 mm haben.

[0019] Beim Meißeln stützt sich das Werkzeug **7** an der vorderen Schlagfläche **26** des Döppers **20** ab, wodurch der Döpper **20** an dem hinteren Anschlag **29** eingerückt gehalten wird (Fig. 2). Das Schlagwerk **4** ist auf die eingerückte Stellung des Döppers **20** ausgelegt. Der vorgegebene Stoßpunkt **25** (Fig. 2) des Schlagkolbens **12** und Umkehrpunkt in der Bewegung des Schlagkolbens **12** wird durch die hintere Schlagfläche **27** des eingerückten Döppers **20** festgelegt.

[0020] Sobald ein Anwender das Werkzeug **7** von dem Werkstück entfernt, soll die schlagende Funktion des pneumatischen Schlagwerks **4** unterbrochen werden, da sonst der Bohrhämmer **1** leer schlägt. Ein Stoß des Schlagkolbens **12** auf den Döpper **20** führt dazu, dass der Döpper **20** zu dem vorderen Anschlag **30** gleitet und bevorzugt in dessen Nähe stehen bleibt. Der Schlagkolben **12** kann sich über den vorgegebenen Stoßpunkt **25** nach vorne, in Schlagrichtung **9** bis zu dem vorzugsweise dämpfenden Anschlag **30** hinausbewegen. In der über den Stoßpunkt **25** hinaus vorgerückten Stellung gibt der Schlagkolben **12** eine Belüftungsöffnung **36** in dem Schlagrohr **23** frei, durch welche die pneumatische Kammer der erregten Luftfeder **13** mit vorzugsweise der Umgebung in dem Maschinengehäuse **2** verbunden und belüftet wird. Die Wirkung der Luftfeder **13** wird reduziert oder aufgehoben, weshalb der Schlagkolben **12** aufgrund der abgeschwächten oder ausbleibenden Ankopplung an den Erregerkolben **22** stehen bleibt. Das Schlagwerk **4** wird wieder aktiviert, wenn der Döpper **20** bis zu dem hinteren Anschlag **29** eingerückt wird und der

Schlagkolben **12** die Belüftungsöffnung **36** verschließt.

[0021] Damit der Döpper **20** nach einem Leerschlag vorzugsweise in der Nähe des vorderen Anschlags **30** liegen bleibt, kann sich der Döpper **20** im wesentlichen ungebremst in Schlagrichtung **9** zu dem vorderen Anschlag **30** bewegen, in Gegenrichtung zu dem hinteren Anschlag **29** erfolgt die Bewegung jedoch gegen eine Federkraft wenigstens einer Luftfeder **40**. Die Federkraft der Luftfeder **40** wird in Abhängigkeit der Bewegungsrichtung des Döppers **20**, bezogen auf die Führung **28** gesteuert.

[0022] Eine wenigstens teilweise radial verlaufende Fläche des Döppers **20** und eine wenigstens teilweise radial verlaufende Fläche der Führung **28** bilden Innenflächen der pneumatischen Kammer **40** für die Luftfeder, welche senkrecht oder geneigt zur Achse **8** orientiert sind. Ein axialer Abstand der beiden radial verlaufenden Flächen ändert sich mit der Bewegung des Döppers **20** und damit das Volumen der pneumatischen Kammer **40**. Die Volumenänderung bewirkt eine Änderung des Drucks innerhalb der pneumatischen Kammer **40**.

[0023] Eine entgegen der Schlagrichtung **9** weisende, hintere Prellfläche **41** des dickeren Abschnitts **33** kann die erste radial verlaufende Innenfläche der pneumatischen Kammer **40** bilden. Eine in Schlagrichtung **9** weisende, hintere Prellfläche **42** der Führung **28**, die mit der hinteren Prellfläche **41** des dickeren Abschnitts **33** den hinteren Anschlag **29** definiert, kann die zweite radial verlaufende Innenfläche der pneumatischen Kammer **40** sein.

[0024] In radialer Richtung ist die pneumatische Kammer **40** auf einer Seite durch die Führung **28** und auf der anderen Seite durch den Döpper **22** abgeschlossen. Eine hermetische, luftdichte Versiegelung zwischen dem Döpper **20** und der Führung **28** erfolgt durch ein erstes Dichtelement **43** und ein zweites Dichtelement **44**. Die Dichtelemente **43, 44** sind längs der Achse **8** zueinander versetzt angeordnet. Das erste Dichtelement **43** ist beispielsweise zwischen den beiden Anschlägen **29, 30**, das zweite Dichtelement **44** axial außerhalb der beiden Anschläge **29, 30**, d.h. der jeweiligen Prellflächen **42** angeordnet. Zwischen den beiden Dichtelementen **43, 44** befinden sich die radial verlaufenden Innenflächen der pneumatischen Kammer **40**. In der dargestellten Ausführungsform sind die Dichtelemente **43, 44** auf Abschnitten des Döppers **20** mit unterschiedlichem Querschnitt angeordnet, wodurch der Abstand der Dichtelemente **43, 44** zu der Achse **8** verschieden groß ist. In anderen Ausführungsformen sind wenigstens Abschnitte der Dichtelemente **43, 44** in verschiedenem Abstand zur Achse **8**. In einer Projektion auf eine Ebene senkrecht zur Achse **8** überlappen die zwei Dichtungen nicht oder wenigstens abschnittsweise nicht.

[0025] Die Abhängigkeit der Luftfeder **40** von der Bewegungsrichtung des Döppers **20** wird dadurch erreicht, dass wenigstens eines der Dichtelemente **43, 44** als Ventil **100** ausgebildet ist. Ein Luftkanal **45** bindet die pneumatische Kammer **40** an ein Luftreservoir in der Umge-

bung, z.B. dem Maschinengehäuse **2**, an. In dem Kanal **45** ist das Ventil **100** angeordnet, welches einen Luftstrom durch den Kanal **45** steuert. Die Steuerung erfolgt in Abhängigkeit der Bewegung des Döppers **20**. Wenn sich der Döpper **20** in Schlagrichtung **9** bewegt, öffnet das Ventil **100** und Luft kann aus dem Reservoir durch den Kanal **45** in das sich vergrößernde Volumen der pneumatischen Kammer **40** nachströmen; die Luftfeder wird hierdurch deaktiviert. Das Ventil **100** sperrt den Kanal **45**, wenn der Döpper **20** sich entgegen der Schlagrichtung **9** bewegt. Der Druck in der pneumatischen Kammer **40** steigt mit dem sich verringernden Volumen der pneumatischen Kammer **40** an, wodurch die Luftfeder **40** der Bewegung des Döppers **20** entgegenwirkt.

[0026] Das Ventil **100** ist ein selbsttätiges oder eigenmedium-betätigtes Ventil **100**, z.B. ein Rückschlagventil oder ein Drosselrückschlagventil. Das Ventil **100** wird durch einen Luftstrom betätigt, der in das Ventil **100** einströmt. Der Luftstrom ist Folge einer Druckdifferenz zwischen der pneumatischen Kammer **40** und dem mit ihr über das Ventil **100** verbundenen Raum **51**. Der verbundene Raum **51** kann ein sehr großes Luftreservoir, z.B. die Umgebung, das Innere des Maschinengehäuses **51**, oder eine andere abgeschlossene, pneumatische Kammer mit begrenztem Volumen sein.

[0027] Fig. 3 und Fig. 5 zeigen im Längsschnitt durch das Schlagwerk eine beispielhafte Ausführung des Ventils **100** im geschlossenen w. geöffneten Stellung. Querschnitte durch das geschlossene Ventil **100** in der Ebene IV-IV und das geöffnete Ventil **100** in der Ebene VI-VI sind in Fig. 4 und Fig. 6 gezeigt. Fig. 7 zeigt einen vergrößerten Teilschnitt des Ventils **100**.

[0028] Ein Lippendichtring **101** umspannt den mittleren Abschnitt **33** des Döppers **20**. Der Lippendichtring **101** hat einen schlauchförmigen, zylindrischen Befestigungsabschnitt **103**, mit dem der Lippendichtring **101** an dem Döpper **20** befestigt ist. Der Befestigungsabschnitt **103** kann beispielsweise auf dem Nutboden **88** in eine Ringnut **106** in den mittleren Abschnitt **33** eingesetzt sein. Alternativ oder zusätzlich kann der Befestigungsabschnitt **103** auf den Döpper **20** geklemmt, geklebt oder sonst wie befestigt sein, um ein Verrutschen des Lippendichtrings **101** längs der Achse **8** zu unterdrücken.

[0029] Eine Lippe **102** des Lippendichtrings **101** ist gegenüber der Achse **8** geneigt und ein radialer Abstand zu dem Befestigungsabschnitt **103** erhöht sich in Richtung zu der pneumatischen Kammer **40**. Die Kontur der Lippe **102** kann beispielsweise abschnittsweise hohlkegelförmig mit einem in Richtung zu der pneumatischen Kammer **40** öffnenden Kegel sein. Die Lippe **102** und der Befestigungsabschnitt **103** umschließen einen sackartigen Hohlraum **104**, welcher in Richtung zu der pneumatischen Kammer **40** offen und in Richtung weg von der pneumatischen Kammer **40** geschlossen ist. Bei der in Fig. 4 dargestellt in Schlagrichtung **9** vor dem Lippendichtring **101** angeordneten pneumatischen Kammer **40** öffnet sich der sackartige Hohlraum **104** entgegen der Schlagrichtung **9**. In einem Schnitt längst zur Achse **8**

hat der Lippendichtring **101** ein V- oder U-förmiges Profil.

[0030] Die Lippe **102** ist gegenüber dem Befestigungsabschnitt **103** schwenkbar, damit eine radiale Abmessung **110** des Lippendichtrings **101** veränderlich ist. Die radiale Abmessung **110** kann beispielsweise die Differenz von Außendurchmesser zu Innendurchmesser des Lippendichtrings **101** sein. Der Lippendichtring **101** kann eine ausgeklappte Stellung (Fig. 4) einnehmen, in welcher die Lippe **102** in einen möglichst großen Abstand zu dem Befestigungsabschnitt **103** geschwenkt ist. Eine Stirnfläche des Lippendichtrings **101**, welche senkrecht zu der Achse **8** orientiert ist, entspricht beispielsweise der Querschnittsfläche des Spalts **35**. In der dargestellten Ausgestaltung berührt die Lippe **102** mit einem Kontaktabschnitt **113** das Führungsrohr **31**. Der Lippendichtring **101** kann von der ausgeklappten Stellung in eine eingeklappte Stellung (Fig. 6) geschwenkt werden. Die Stirnfläche des Lippendichtrings **101** wird hierdurch gegenüber der Stirnfläche des ausgeklappten Lippendichtrings **101** verringert, die radiale Abmessung **101b** verkleinert. Der Kontaktabschnitt **113** löst sich von dem Führungsrohr **31**.

[0031] Der Lippendichtring **101** bildet das Dichtelement des Ventils **100**. Bei einem ausgeklappten Lippendichtring **101** ist das Ventil **100** in einer geschlossenen/drosselnden und bei einem eingeklappten Lippendichtring **101** ist das Ventil **100** in einer geöffneten Stellung. Der Wechsel des Lippendichtrings **101** zwischen der eingeklappten und ausgeklappten Stellung wird durch das Druckverhältnis in der pneumatischen Kammer **40** und die Strömungsrichtung in dem Spalt **35** bewirkt. Ein Luftstrom in Richtung zu der hinteren, pneumatischen Kammer **40** strömt eine teilweise radial zur Führung **28** weisende Fläche **114** der Lippe **102** an. Die anströmende Luft bewirkt ein Schwenken der Lippe **102** in Richtung zu dem Befestigungsabschnitt **103** und folglich ein Einklappen des Lippendichtrings **101**. Die weiter nachfließende Luft hält der Lippendichtring **101** in der eingeklappten Stellung, wodurch das Ventil **100** offen gehalten bleibt. Ein Luftstrom aus der hinteren, pneumatischen Kammer **40** strömt hingegen eine teilweise radial von der Führung **28** wegweisende Fläche **114** der Lippe **102** an. Die anströmende Luft bewirkt dadurch ein Schwenken der Lippe **102** weg von dem Befestigungsabschnitt **103** zu dem Führungsrohr **31** hin. Der Lippendichtring **101** geht in die ausgeklappte Stellung über. In der ausgeklappten Stellung liegt die schwenkbare Lippe **102** mit wenigstens einem Abschnitt der von der pneumatischen Kammer **40** wegweisenden Fläche **114** an einem Anschlag **119** an. Der Anschlag **119** wird beispielsweise durch das Führungsrohr **31** gebildet, an dem der Kontaktabschnitt **113** anliegt. Das Ventil **100** ist geschlossen und bleibt geschlossen gehalten.

[0032] Die Lippe **102** kann aus einem elastischen Material, z.B. Kautschuk sein. Eine Stärke der Lippe **102** kann deutlich geringer als ihre Abmessung längs der Achse **8** sein. Die relativ geringe Stärke der Lippe **102** ermöglicht, dass der Luftstrom in und/oder aus der pneu-

matischen Kammer **40** die Lippe **102** durch Verbiegen verschwenkt. Die Lippe **102** ist beispielsweise elastisch in die ausgeklappte Stellung vorgespannt. In einer Grundstellung ist das Ventil **100** geschlossen. In dieser Ausgestaltung ist es ausreichend, dass der Luftstrom in die pneumatischen Kammer **40** das Verbiegen bewirkt.

[0033] Die Lippe **102** und der Befestigungsabschnitt **103** können ein einteiliges, monolithisches oder ein in einem Stück gespritztes Bauelement aus demselben Material, z.B. Kautschuk sein. Ein Bereich in dem die schwenkbare Lippe **102** in den gegenüber dem Döpper **20** unbeweglichen Befestigungsabschnitt **103** übergeht, kann von der pneumatischen Kammer **40** weiter entfernt sein, als der Kontaktabschnitt **113**.

[0034] Ein Festkörpergelenk **107** kann die Lippe **102** mit dem Befestigungsabschnitt **103** verbinden. Das Festkörpergelenk **107** hat eine geringere Stärke als die Lippe **102**, wodurch eine Schwenkbewegung vorwiegend um das Festkörpergelenk **107** erfolgt.

[0035] Das zweite Dichtelement **44** kann zu dem hinteren Anschlag **29** axial, entgegen der Schlagrichtung **9** versetzt angeordnet und kann beispielsweise ein in der Führung **28** stationär gelagerter Dichtring sein. Der Dichtring **44** ist beispielsweise in die Hülse **29** eingesetzt und schließt bündig mit einem hinteren Ende **75** des Döppers **20** ab. Das hintere Ende **75** des Döppers **20** hat beispielsweise einen geringeren Durchmesser als der mittlere Abschnitt **33**.

[0036] Fig. 8 zeigt eine Ausgestaltung bei der die Lippe **102** in einem separaten Befestigungsabschnitt **103** drehbar gelagert befestigt ist. Der Befestigungsabschnitt **103** hat eine Lagerschale **116**, in die ein Lagerkopf **117** der Lippe **102** eingesetzt ist.

[0037] Fig. 9 zeigt eine weitere Ausgestaltung des Ventils **100**. Auf der von der pneumatischen Kammer **40** entfernten Seite erhebt sich von dem Befestigungsabschnitt **103** in radialer Richtung ein Anschlag **118**. Die Lippe **102** liegt mit einem Abschnitt ihrer von der pneumatischen Kammer **40** abgewandten Fläche **114** an dem Anschlag **118** an, wenn der Lippendichtring **101** aufgeklappt ist. In der eingeklappten Stellung ist die Lippe **102** von dem Anschlag oder Bezugszeichen weggeschwenkt (gestrichelter Darstellung). Der Anschlag **118** an dem Döpper **20** begrenzt in die Schwenkbewegung der Lippe **102**. Die Ausführungsform mit dem Anschlag **118** ist beispielhaft mit einer drehgelagerten Lippe **102** dargestellt, kann gleichermaßen auch für ein durch ein Festkörpergelenk **107** oder über ihre Länge biegsame Lippe **102** verwendet werden.

[0038] In einer weiteren Ausführungsform ist das Dichtelement **101** in der Innenwand verankert und die Lippe **102** berührt den Döpper **20**.

[0039] Fig. 10 zeigt im Längsschnitt eine weitere Ausführungsform mit einer hinteren Luftfeder **40**, einer vorderen Luftfeder **120** und wenigstens dem Ventil **100** zum Steuern des Verhaltens des Döppers **20**. Bei einer Vorwärtsbewegung, d.h. in Schlagrichtung **9** des Döppers **20** wird das Volumen der hinteren pneumatischen Kam-

mer **40** vergrößert und das Volumen der vorderen pneumatischen Kammer **120** verringert. Das in der vorderen pneumatischen Kammer **120** verdrängt Luftvolumen kann durch das Ventil **100** in die hintere pneumatische Kammer **40** strömen. Bei einer Rückwärtsbewegung, d. h. entgegen der Schlagrichtung **9** des Döppers **20** erhöht sich das Volumen der vorderen pneumatischen Kammer **120** und verringert sich das Volumen der hinteren pneumatischen Kammer **40**. Die Federkraft der hinteren Luftfeder **40** und der vorderen Luftfeder **120** wird in Abhängigkeit der Bewegungsrichtung des Döppers **20** gesteuert. Das Ventil **100** verhindert einen Luftstrom, welcher den in der hinteren pneumatischen Kammer **40** erhöhten Druck und den in der vorderen pneumatischen Kammer **120** verringerten Druck ausgleichen würde. Die Rückwärtsbewegung erfolgt daher gegen die Federkraft der beiden Luftfedern **40** und **120** und wird gebremst. Die Federkraft der Luftfedern **40**, **120** kann verschieden sein, die auf Druck belastete hintere Luftfeder **40** kann eine größere bremsende Wirkung als die vordere Luftfeder **120** entfalten.

[0040] Die vordere pneumatische Kammer **120** der vorderen Luftfeder hat eine wenigstens teilweise radial verlaufende, vordere Innenwand **131**, welche durch die Führung **28** gebildet wird, und eine wenigstens teilweise radial verlaufende, hintere Innenwand **132**, welche durch den Döpper **20** gebildet wird. Die hintere pneumatische Kammer **40** der hinteren Luftfeder hat eine wenigstens teilweise radial verlaufende, vordere Innenwand **41**, welche durch den Döpper **20** gebildet wird, und eine wenigstens teilweise radial verlaufende, hintere Innenwand **42**, welche durch die Führung **28** gebildet wird. In radialer Richtung nach Außen sind die pneumatischen Kammern **40**, **120** durch die Innenwand **32** des zylindrischen oder prismatischen Führungsrohr **31** abgeschlossen. In radialer Richtung nach Innen sind die pneumatischen Kammern **40**, **120** durch den Döpper **20** abgeschlossen. In dem radialen Spalt **35** für die gleitende Bewegung des Döppers **20** in der Führung **28** sind axial zueinander versetzt ein erstes Dichtelement **43** und ein zweites Dichtelement **44** angeordnet, um die hintere pneumatische Kammer **40** luftdicht zu versiegeln. Die vordere und die hintere Innenwand **41**, **42** der hinteren pneumatischen Kammer **40** sind längs der Achse **8** zwischen dem ersten Dichtelement **43** und dem zweiten Dichtelement **44** angeordnet. Ein drittes Dichtelement **133** ist in Schlagrichtung **9** vor der vorderen Innenwand **131** der vorderen pneumatischen Kammer **120** angeordnet. Die vordere und die hintere Innenwand **131**, **132** der vorderen pneumatischen Kammer **120** liegen entlang der Achse **8** innerhalb des ersten Dichtelements **43** und des dritten Dichtelements **133**.

[0041] Die über den Luftkanal **134** gekoppelte vordere und hintere pneumatische Kammer **40**, **120** haben ein konstantes gegenüber der Umgebung abgeschlossenes Luftvolumen, wobei eine Aufteilung des Luftvolumens auf die beiden Kammern **40**, **120** in Abhängigkeit der momentanen Stellung des Döppers **20** variiert.

[0042] Fig. 11 zeigt eine Ausführungsform mit einem stationären Ventil **180** bei einer pneumatischen Kammer **40** deren Volumen sich bei Bewegung des Döppers **20** in Schlagrichtung **9** vergrößert. Der Aufbau des Ventils **180** kann dem Ventil **100** entsprechen. Ein Lippendichttring **181** des Ventils **180** ist in der Führung **28** befestigt und beispielsweise in einer Ringnut einer in das Führungsrohr **31** eingeschobenen Hülse **29** eingesetzt. Eine ringförmige, schwenkbare Lippe **182** ist gegenüber der Achse **8** geneigt und entfernt sich in Richtung zu der pneumatischen Kammer **40** von der Führung **28**. In der dargestellten Ausführungsform kann die schwenkbare Lippe **182** den Döpper **20** in einer ausgeklappten Stellung berühren. Beispielsweise berührt die schwenkbare Lippe **182** den Döpper **20** an dessen Endabschnitt **76** mit geringerem Durchmesser. Ein Luftstrom in die pneumatische Kammer **40** verschwenkt die Lippe **182** Weg von den Döpper **20**, wodurch das Ventil **180** geöffnet wird. Das erste Dichtelement **43** auf dem Umfang des mittleren Abschnitts **33** kann ein permanent abdichtendes Dichtelement oder ein Ventil sein, welches beispielsweise in eine Ringnut **160** in dem mittleren Abschnitt eingesetzt ist.

[0043] Die Geschwindigkeit des Döppers **20** in Schlagrichtung **9** liegt etwa im Bereich von 1 m/s bis 10 m/s bei einem Leerschlag. Entsprechend schnell vergrößert sich das Volumen der pneumatischen Kammer **40**. Durch das geöffnete Ventil **100** strömt Luft in pneumatische Kammer **40** mit einer hohen Rate ein, so dass sich rasch ein Druckausgleich einstellt. Das Ventil **50** gibt hierfür in seiner geöffneten Stellung eine durchströmbare Fläche (hydraulische Fläche) frei, welche wenigstens 1/30, vorzugsweise wenigstens 1/20, oder wenigstens 10 % der ringförmigen, effektiven Querschnittsfläche des Volumens der pneumatischen Kammer **40** beträgt. Die hydraulische Fläche ist senkrecht zu der Strömungsrichtung in dem Ventil **50** definiert. Die effektive Querschnittsfläche ist das Differential des Volumens nach der Bewegungsrichtung, d.h. die Änderung des Volumens bestimmt sich aus dem Produkt der effektiven Querschnittsfläche und der Längsverschiebung des Döppers **20**. Wenn der Döpper **20** an dem Döpperanschlag **30** reflektiert wird, kann seine Geschwindigkeit entgegen der Schlagrichtung **9** in gleicher Größenordnung von 1 m/s bis 10 m/s liegen. Das Ventil **100** schließt und die Kompression der geschlossenen pneumatischen Kammer **40** bremst den Döpper **20**. Die Drosselöffnung **54** lässt nur einen geringen Luftstrom austreten, wodurch der Überdruck in der pneumatischen Kammer **40** aufrecht erhalten bleibt.

[0044] Bei einer langsamen Bewegung von weniger als 0,2 m/s entgegen der Schlagrichtung **9**, typisch für ein neues Ansetzen des Meißels, kann die Luft mit einer ausreichenden Rate durch die Drosselöffnung **54** austreten, um einen Druckausgleich zu ermöglichen. Die Drosselöffnung **54** kann beispielsweise eine Bohrung durch die Wand des Führungsrohrs **31** sein. Die Fläche eines Strömungsquerschnitts (hydraulischer Quer-

schnitt) der Drosselöffnung **54** ist um wenigstens zwei Größenordnungen geringer als die ringförmige Querschnittsfläche der pneumatischen Kammer **40**, z.B. kleiner als 0,5 Prozent. Die Drosselöffnung **54** ist beispielsweise größer als 1/2000 oder 1/1500 der ringförmigen Querschnittsfläche, um ein manuelles Einschieben des Döppers **20** zu ermöglichen. Der Strömungsquerschnitt oder die Querschnittsfläche der Drosselöffnung **54** ist an deren engster Stelle senkrecht zur Strömungsrichtung bestimmt. Bei der Bewegung des Döppers **20** ändert sich das Volumen der pneumatischen Kammer **40** proportional zu der Geschwindigkeit des Döppers **20** und zu der ringförmigen Querschnittsfläche des von der pneumatischen Kammer **40** umschlossenen Volumens. Soll die Drossel **54** die Volumenänderung ohne Druckänderung ausgleichen, muss die verdrängte Luft mit einer um das wenigstens Hundertfache der Geschwindigkeit des Döppers die Drossel **20** passieren. Die Strömungseigenschaften von Luft setzen der Strömungsgeschwindigkeit eine obere Grenze, weshalb ein Druckausgleich zwar bei einem langsamen aber bei nicht einem schnell bewegenden Döpper **20** möglich ist.

[0045] Alternativ zu einer gesonderten Drosselöffnung **54** kann das Ventil **100** als Drosselventil ausgelegt sein, das eine entsprechende Drosselöffnung in einer geschlossenen/ drosselnden Stellung offen lässt. Beispielsweise kann das Lippendichtring **101** axial verlaufende Bohrungen **200** von einer der pneumatischen Kammer **40** zugewandten Seite zu einer der pneumatischen Kammer **40** abgewandten Seite aufweisen. Der Durchmesser der axialen Bohrungen kann beispielsweise einen Querschnitt aufweisen, dessen Fläche wenigstens zwei Größenordnungen geringer als in die Fläche des Strömungsquerschnitts (hydraulische Querschnitt) das geöffneten Ventils **100** ist, z.B. kleiner als 0,5% und z.B. größer als 0,05%.

[0046] Eine Drossel kann auch durch eine nicht vollständig an der Führung **31** abschließende Lippe **102** ermöglicht werden. Die Lippe kann Einkerbungen **201** an ihrem berührenden Abschnitt **113** aufweisen. Ein Strömungsquerschnitt der Drossel zwischen der Einkerbung **201** und der Führung **31** liegt in den obige angegebenen Grenzen von höchstens 1/100, z.B. kleiner 1/300 der effektiven Querschnittsfläche, d.h. in dem dargestellten Beispiel der ringförmigen Querschnittsfläche des Volumens der pneumatischen Kammer **40**. Alternativ oder zusätzlich können Kanäle für die Drossel entlang des Befestigungsabschnitts **103** durch Rillen in dem Befestigungsabschnitt **103** oder dem Nutboden **106** eingebracht sein.

Patentansprüche

1. Werkzeugmaschine hat einen Motor (**3**), ein pneumatisches Schlagwerk (**4**), das einen Erregerkolben (**22**), eine Luftfeder (**13**), einen Schlagkol-

ben (**12**) und einen Döpper (**20**) hat, wobei die Luftfeder (**13**) durch den Motor (**3**) zu einer gezwungenen, oszillierenden Bewegung längs einer Achse (**8**) erregt ist, der Schlagkolben durch eine erregte Luftfeder (**13**) zu einer Bewegung in Schlagrichtung (**9**) längs der Achse (**8**) angeregt ist und der Schlagkolben (**12**) auf den Döpper (**20**) aufschlägt, ein Führungsrohr (**31**) in dem der Döpper (**20**) längs der Achse (**8**) geführt ist, aufweist **gekennzeichnet durch**

eine pneumatische Kammer (**40**, **120**), die **durch** den Döpper (**20**), das Führungsrohr (**31**) und eine eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung (**100**, **180**) abgeschlossen ist und ein Volumen der pneumatischen Kammer (**40**) sich mit einer Bewegung des Döppers (**20**) entlang der Achse (**8**) verändert, wobei die eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung (**100**, **180**) zwischen dem Döpper (**20**) und dem Führungsrohr (**31**) ein schwenkbares Dichtelement (**101**, **181**) aufweist, das schwenkbares Dichtelement (**101**, **181**) bei einer Bewegung des Döppers (**20**) in Schlagrichtung (**9**) in eine eingeklappte Stellung, die in Projektion auf eine Ebene senkrecht zur Achse (**8**) eine erste Anströmfläche (**110b**) hat, verschwenkt und bei einer Bewegung des Döppers (**20**) entgegen der Schlagrichtung (**9**) in eine ausgeklappte Stellung, die in Projektion auf eine Ebene senkrecht zur Achse (**8**) eine zweite Anströmfläche (**110**) hat, verschwenkt ist und die zweite Anströmfläche (**110**) größer als die erste Anströmfläche (**110**) ist.

2. Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

falls das Volumen der pneumatischen Kammer (**40**) bei einer Bewegung des Döppers (**20**) in Schlagrichtung (**9**) zunehmend ist, das schwenkbare Dichtelement (**101**, **181**) bei einem in Richtung zu der pneumatischen Kammer (**40**) abfallenden Druckgradienten in die eingeklappte Stellung verschwenkt und bei einem in Richtung zu der pneumatischen Kammer (**40**) ansteigendem Druckgradienten in die ausgeklappte Stellung verschwenkt ist, und falls das Volumen der pneumatischen Kammer (**120**) bei einer Bewegung des Döppers (**20**) in Schlagrichtung (**9**) abnehmend ist, das schwenkbare Dichtelement (**101**) bei einem in Richtung zu der pneumatischen Kammer (**120**) ansteigendem Druckgradienten in die eingeklappte Stellung verschwenkt und bei einem in Richtung zu der pneumatischen Kammer (**120**) abfallenden Druckgradienten in die ausgeklappte Stellung verschwenkt ist.

3. Werkzeugmaschine nach Anspruch 2 **gekennzeichnet durch** eine weitere pneumatischen Kammer, die **durch** den Döpper (**20**), das Führungsrohr (**31**) und die eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung (**101**) abgeschlossen ist, wobei das Volumen der einen pneumatischen Kammer (**40**) bei einer Be-

wegung des Döppers (20) in Schlagrichtung (9) zunehmend und ein Volumen der weiteren pneumatischen Kammer (120) bei einer Bewegung des Döppers (20) abnehmend ist und wobei die pneumatische Kammer (40) und die weitere pneumatische Kammer (120) durch die eigenmedium-betätigte Ventileinrichtung (101) verbunden sind.

4. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dichtelement (101) an dem Döpper befestigt und in der ausgeklappten Stellung ein Kontaktabschnitt (113) des Dichtelements (101) das Führungsrohr berührt oder alternativ das Dichtelement (101) an dem Führungsrohr (31) befestigt und in der ausgeklappten Stellung der Kontaktabschnitt (113) des Dichtelements (101) den Döpper (20) berührt.
5. Werkzeugmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** falls das Volumen der pneumatischen Kammer (40) bei einer Bewegung des Döppers in Schlagrichtung zunehmend ist, ein Schwenkgelenk (107) des Dichtelements gegenüber dem Kontaktabschnitt (113), längs der Achse (8), weiter von der pneumatische Kammer entfernt (40) ist, und falls das Volumen der pneumatischen Kammer (120) bei einer Bewegung des Döppers (20) in Schlagrichtung (9) abnehmend ist, das Schwenkgelenk (107) des Dichtelements (101) gegenüber dem Kontaktabschnitt (113), längs der Achse (8), näher an der pneumatische Kammer (120) angeordnet ist.
6. Werkzeugaufnahme nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schwenkgelenk (107) durch ein Festkörpergelenk gebildet ist.
7. Werkzeugaufnahme nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dichtelement mit einen Befestigungsabschnitt (103) an dem Döpper (20) oder dem Führungsrohr (31) befestigt ist und eine Lippe (102) des Dichtelements (101) gegenüber der Achse (8) geneigt ist, wobei falls das Volumen der pneumatischen Kammer (40) bei einer Bewegung des Döppers in Schlagrichtung (9) zunehmend ist, die Lippe (102) längs der Achse (8) hin zu der pneumatischen Kammer (40) von dem Befestigungsabschnitt (103) weg geneigt ist, und falls das Volumen der pneumatischen Kammer (120) bei einer Bewegung des Döppers (20) in Schlagrichtung (9) abnehmend ist, die Lippe (102) längs der Achse (8) weg von der pneumatischen Kammer (120) von dem Befestigungsabschnitt (103) weg geneigt ist.
8. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

das Dichtelement ein V- oder U-förmiges Querschnittsprofil längs der Achse aufweist, wobei das Querschnittsprofil in Richtung zur der pneumatischen Kammer (40) geöffnet ist, falls das Volumen der pneumatischen Kammer bei einer Bewegung des Döppers (20) in Schlagrichtung (9) zunehmend ist, und das Querschnittsprofil von der pneumatischen Kammer (120) abgewandt geöffnet ist, falls das Volumen der pneumatischen Kammer bei einer Bewegung des Döppers in Schlagrichtung (9) abnehmend ist.

9. Werkzeugmaschine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dichtelement asymmetrisch bezüglich jeglicher Ebenen senkrecht zur Achse ist.
10. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche **gekennzeichnet durch** einen Anschlag (118, 119) an dem das schwenkbare Dichtelement in der ausgeklappten Stellung anliegt und in der eingeklappten Stellung beabstandet ist.
11. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Drossel (54), welche die pneumatische Kammer (40, 120) mit einem Luftreservoir verbindet, wobei eine effektive Querschnittsfläche der pneumatischen Kammer (40, 120) definiert durch das Differential des Volumens der pneumatischen Kammer (40, 120) nach der Schlagrichtung (9) größer als das Hundertfache einer Querschnittsfläche der Drossel (54) ist.
12. Werkzeugmaschine nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der ausgeklappten Stellung des schwenkbaren Dichtelement (101, 181) ein Strömungskanal (200, 201) durch die Ventileinrichtung (100, 180) eine Querschnittsfläche aufweist, welche geringer als ein Hundertstel der effektiven Querschnittsfläche der pneumatischen Kammer (40, 120) ist.
13. Werkzeugmaschine nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsfläche durch längs der Achse (8) verlaufende Bohrungen, Kerben und/oder Rillen in dem Dichtelement (101, 181) gebildet sind.

Claims

1. Power tool, comprising a motor (3), a pneumatic striking mechanism (4) having an exciter piston (22), an air spring (13), a striking piston (12) and an anvil (20), wherein the air spring (13) is excited into a forced oscillating movement along an axis (8) by the motor (3), the striking piston is excited

into a movement in the striking direction (9) along the axis (8) by the excited air spring (13) and the striking piston (12) strikes the anvil (20), and a guide tube (31) in which the anvil (20) is guided along the axis (8), **characterised by**

a pneumatic chamber (40, 120) closed by the anvil (20), the guide tube (31) and a valve mechanism (100, 180) actuated by its own medium and in that the volume of the pneumatic chamber (40) varies as the anvil (20) moves along the axis (8), wherein the valve mechanism (100, 180) actuated by its own medium has a swivelling sealing element (101, 181) between the anvil (20) and the guide tube (31), the swivelling sealing element (101, 181) is swivelled into a swung-in position having a first inflow surface (110b) in a projection on to a plane perpendicular to the axis (8) when the anvil (20) moves in the striking direction (9) and is swivelled into a swung-out position having a second inflow surface (110) in a projection on to a plane perpendicular to the axis (8) when the anvil (20) moves in the opposite direction to the striking direction (9), and the second inflow surface (110) is greater than the first inflow surface (110).

2. Power tool according to claim 1, characterised in that,

if the volume of the pneumatic chamber (40) increases when the anvil (20) moves in the striking direction (9), the swivelling sealing element (101, 181) is swivelled into the swung-in position when the pressure gradient decreases in the direction of the pneumatic chamber (40) and is swivelled into the swung-out position when the pressure gradient increases in the direction of the pneumatic chamber (40) and, if the volume of the pneumatic chamber (120) decreases when the anvil (20) moves in the striking direction (9), the swivelling sealing element (101) is swivelled into the swung-in position when the pressure gradient increases in the direction of the pneumatic chamber (120) and is swivelled into the swung-out position when the pressure gradient decreases in the direction of the pneumatic chamber (120).

3. Power tool according to claim 2, characterised by a further pneumatic chamber closed by the anvil (20), the guide tube (31) and the valve mechanism (101) actuated by its own medium, wherein the volume of the first pneumatic chamber (40) increases when the anvil (20) moves in the striking direction (9) and the volume of the further pneumatic chamber (120) decreases upon movement of the anvil (20) and wherein the pneumatic chamber (40) and the further pneumatic chamber (120) are connected by the valve mechanism (101) actuated by its own medium.

4. Power tool according to one of the preceding claims, characterised in that the sealing element (101) is fastened to the anvil and a contact portion (113) of

the sealing element (101) contacts the guide tube in the swung-out position or alternatively the sealing element (101) is fastened to the guide tube (31) and the contact portion (113) of the sealing element (101) contacts the anvil (20) in the swung-out position.

5. Power tool according to claim 4, characterised in that,

if the volume of the pneumatic chamber (40) increases when the anvil moves in the striking direction, a swivel joint (107) of the sealing element is arranged further away from the pneumatic chamber (40) along the axis (8) than the contact portion (113) and, if the volume of the pneumatic chamber (120) decreases when the anvil (20) moves in the striking direction (9), the swivel joint (107) of the sealing element (101) is arranged closer to the pneumatic chamber (120) along the axis (8) than the contact portion (113).

6. Power tool according to claim 5, characterised in that the swivel joint (107) is formed by a flexure joint.

7. Power tool according to one of the preceding claims, characterised in that the sealing element is fastened to the anvil (20) or the guide tube (31) by means of a fastening portion (103) and a lip (102) of the sealing element (101) is inclined with respect to the axis (8), wherein,

if the volume of the pneumatic chamber (40) increases when the anvil moves in the striking direction (9), the lip (102) is inclined away from the fastening portion (103) along the axis (8) towards the pneumatic chamber (40) and,

if the volume of the pneumatic chamber (120) decreases when the anvil (20) moves in the striking direction (9), the lip (102) is inclined away from the fastening portion (103) along the axis (8) away from the pneumatic chamber (120).

8. Power tool according to one of the preceding claims, characterised in that the sealing element has a V-shaped or U-shaped cross-sectional profile along the axis, wherein the cross-sectional profile is open in the direction of the pneumatic chamber (40) if the volume of the pneumatic chamber increases when the anvil (20) moves in the striking direction (9) and the cross-sectional profile is open in the direction away from the pneumatic chamber (120) if the volume of the pneumatic chamber decreases when the anvil moves in the striking direction (9).

9. Power tool according to claim 8, characterised in that the sealing element is asymmetrical with respect to all planes perpendicular to the axis.

10. Power tool according to one of the preceding claims, characterised by a stop (118, 119) against which

the swivelling sealing element bears in the swung-out position and from which it is arranged at a distance in the swung-in position.

11. Power tool according to one of the preceding claims, **characterised by** a throttle (54) that connects the pneumatic chamber (40, 120) to an air reservoir, wherein the effective cross-sectional area of the pneumatic chamber (40, 120) defined by the differential of the volume of the pneumatic chamber (40, 120) in the striking direction (9) is more than one hundred times the cross-sectional area of the throttle (54). 5
12. Power tool according to claim 11, **characterised in that**, in the swung-out position of the swivelling sealing element (101, 181), a flow channel (200, 201) through the valve mechanism (100, 180) has a cross-sectional area that is less than one hundredth of the effective cross-sectional area of the pneumatic chamber (40, 120). 10
13. Power tool according to claim 12, **characterised in that** the cross-sectional area is formed by bores, notches and/or grooves in the sealing element (101, 181) extending along the axis (8). 20

Revendications

1. Machine-outil comportant :

un moteur (3),
un mécanisme de percussion pneumatique (4) ayant un piston exciteur (22), un ressort pneumatique (13), un piston percuteur (12) et une enclume (20), dans lequel le ressort pneumatique (13) est excité par le moteur (3) de manière à avoir un mouvement oscillant contraint le long d'un axe (8), le piston percuteur est excité par un ressort pneumatique excité (13) de manière à avoir un mouvement dans une direction d'impact (9) le long de l'axe (8) et le piston percuteur (12) percute l'enclume (20),
un tube de guidage (31) dans lequel l'enclume (20) est guidée le long de l'axe (8),
caractérisée par
une chambre pneumatique (40, 120) fermée par l'enclume (20), le tube de guidage (31) et un dispositif de soupape actionné par son propre fluide (100, 180), et un volume de la chambre pneumatique (40) varie avec un mouvement de l'enclume (20) le long de l'axe (8),
dans laquelle le dispositif de soupape actionné par son propre fluide (100, 180) comporte un élément d'étanchéité pivotant (101, 181) entre l'enclume (20) et le tube de guidage (31), l'élément d'étanchéité pivotant (101, 181) pivote, 30

lorsque l'enclume (20) se déplace dans la direction d'impact (9), dans une position rétractée, qui a une première surface d'écoulement (110b) en projection sur un plan perpendiculaire à l'axe (8), et pivote, lorsque l'enclume (20) se déplace dans une direction opposée à la direction d'impact (9), dans une position étendue qui a une seconde surface d'écoulement (110) en projection sur un plan perpendiculaire à l'axe (8), et la seconde surface d'écoulement (110) est plus grande que la première surface d'écoulement (110).

2. Machine-outil selon la revendication 1, **caractérisée en ce que**

si le volume de la chambre pneumatique (40) est croissant lorsque l'enclume (20) se déplace dans la direction d'impact (9), l'élément d'étanchéité pivotant (101, 181) pivote dans la position rétractée avec un gradient de pression qui diminue en direction de la chambre pneumatique (40), et pivote dans la position étendue avec un gradient de pression qui augmente en direction de la chambre pneumatique (40), et
si le volume de la chambre pneumatique (120) est décroissant lorsque l'enclume (20) se déplace dans la direction d'impact (9), l'élément d'étanchéité pivotant (101) pivote dans la position rétractée avec un gradient de pression augmentant en direction de la chambre pneumatique (120) et pivote dans la position étendue lorsqu'un gradient de pression diminue en direction de la chambre pneumatique (120). 40

3. Machine-outil selon la revendication 2, **caractérisée par** une chambre pneumatique supplémentaire qui est fermée par l'enclume (20), le tube de guidage (31) et le dispositif de soupape actionné par son propre fluide (101), dans laquelle le volume de la chambre pneumatique (40) est croissant lorsque l'enclume (20) se déplace dans la direction d'impact (9), et un volume de la chambre pneumatique supplémentaire (120) est décroissant lorsque l'enclume (20) se déplace, et dans laquelle la chambre pneumatique (40) et la chambre pneumatique supplémentaire (120) sont reliées par l'intermédiaire du dispositif de soupape actionné par son propre fluide (101). 45

4. Machine-outil selon l'une des revendications précédentes, caractérisée ce que l'élément d'étanchéité (101) est fixé à l'enclume et dans la position étendue, une partie de contact (113) de l'élément d'étanchéité (101) vient en contact avec le tube de guidage ou, en variante, l'élément d'étanchéité (101) est fixé sur le tube de guidage (31) et dans la position étendue, la partie de contact (113) de l'élément d'étanchéité (101) vient en contact avec l'enclume (20). 50

5. Machine-outil selon la revendication 4, **caractérisée**

en ce que

si le volume de la chambre pneumatique (40) est croissant lorsque l'enclume se déplace dans la direction d'impact, une articulation pivotante (107) de l'élément d'étanchéité est plus éloignée de la chambre pneumatique (40) par rapport à la partie de contact (113), le long de l'axe (8), et

si le volume de la chambre pneumatique (120) est décroissant lorsque l'enclume (20) se déplace dans la direction d'impact (9), l'articulation pivotante (107) de l'élément d'étanchéité (101) est agencée plus près de la chambre pneumatique (120) par rapport à la partie de contact (113), le long de l'axe (8).

6. Machine-outil selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** l'articulation pivotante (107) est formée par une articulation à corps solide. 15
7. Machine-outil selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'élément d'étanchéité est fixé sur l'enclume (20) ou le tube de guidage (31) par une partie de fixation (103), et une lèvre (102) de l'élément d'étanchéité (101) est inclinée par rapport à l'axe (8), dans laquelle 20
si le volume de la chambre pneumatique (40) est croissant lorsque l'enclume se déplace dans la direction d'impact (9), la lèvre (102) le long de l'axe (8) est inclinée par rapport à la chambre pneumatique (40) en s'écartant de la partie de fixation (103), et 25
si le volume de la chambre pneumatique (120) est décroissant lorsque l'enclume (20) se déplace dans la direction d'impact (9), la lèvre (102) le long de l'axe (8) est inclinée en s'éloignant de la chambre pneumatique (120) en s'écartant de la partie de fixation (103). 30 35
8. Machine-outil selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'élément d'étanchéité a un profil de section transversale en forme de V ou de U le long de l'axe, dans laquelle le profil de section transversale est ouvert en direction de la chambre pneumatique (40), si le volume de la chambre pneumatique est croissant lorsque l'enclume (20) se déplace dans la direction d'impact (9), et le profil de section transversale est ouvert à l'opposé de la chambre pneumatique (120), si le volume de la chambre pneumatique est décroissant lorsque l'enclume se déplace dans la direction d'impact (9). 40 45
9. Machine-outil selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** l'élément d'étanchéité est asymétrique par rapport à tout plan perpendiculaire à l'axe. 50
10. Machine-outil selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée par** une butée (118, 119) contre laquelle l'élément d'étanchéité pivotant s'applique dans la position étendue et qui est espacé de celle-ci dans la position rétractée. 55

11. Machine-outil selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée par** un organe d'étranglement (54) qui relie la chambre pneumatique (40, 120) à un réservoir d'air, dans laquelle une aire de section effective de la chambre pneumatique (40, 120) définie par le différentiel du volume de la chambre pneumatique (40, 120) suivant la direction d'impact (9) est supérieure à cent fois une aire de section transversale de l'organe d'étranglement (54).

12. Machine-outil selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** dans la position étendue de l'élément d'étanchéité pivotant (101, 181), un canal d'écoulement (200, 201) a une aire de section transversale à travers le dispositif de soupape (100, 180) qui est inférieure à un centième de l'aire de section transversale effective de la chambre pneumatique (40, 120).

13. Machine-outil selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** les aires de section transversale sont formées dans l'élément d'étanchéité (101, 181) par des trous, des entailles et/ou des rainures s'étendant le long de l'axe (8).

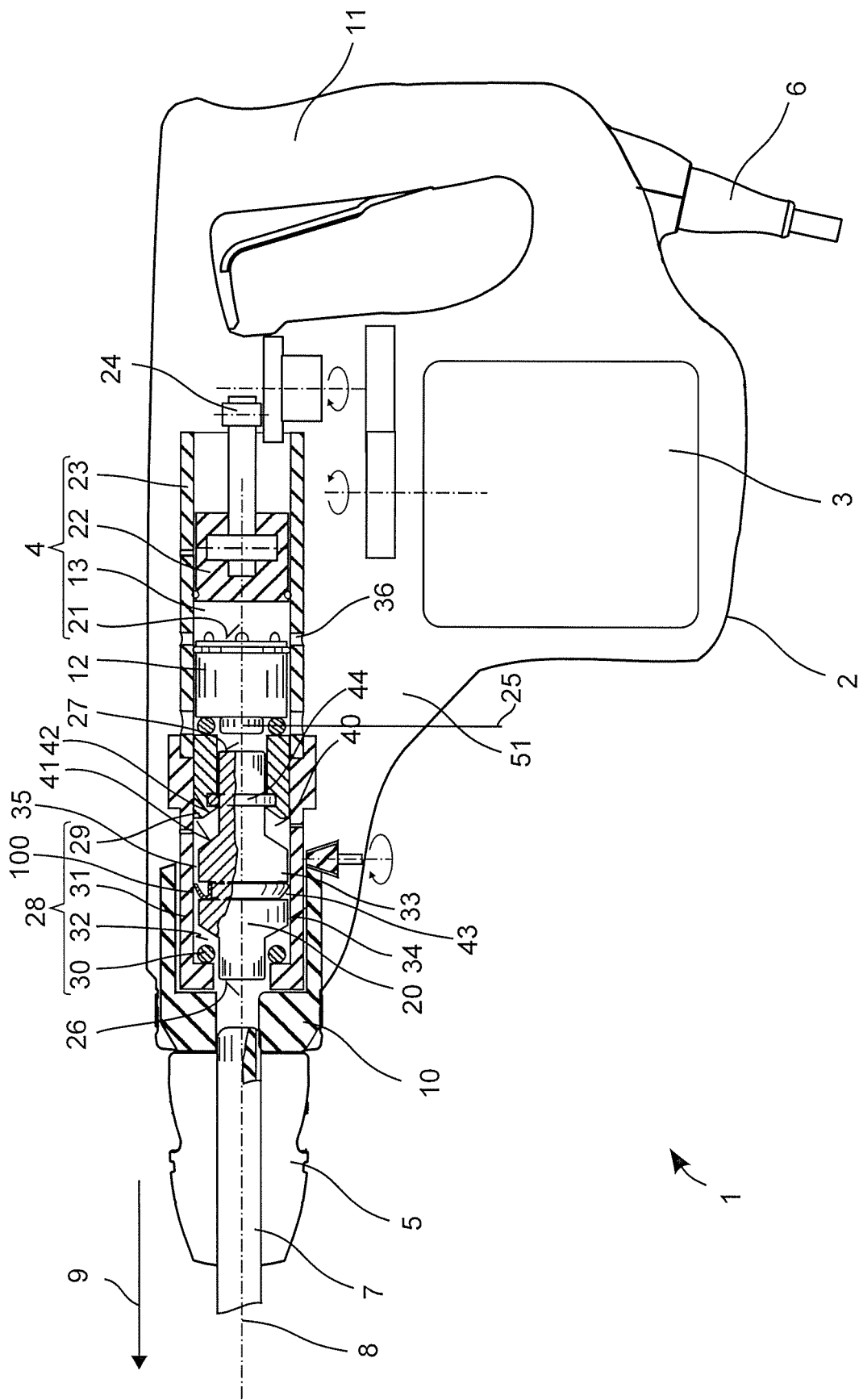


Fig. 1

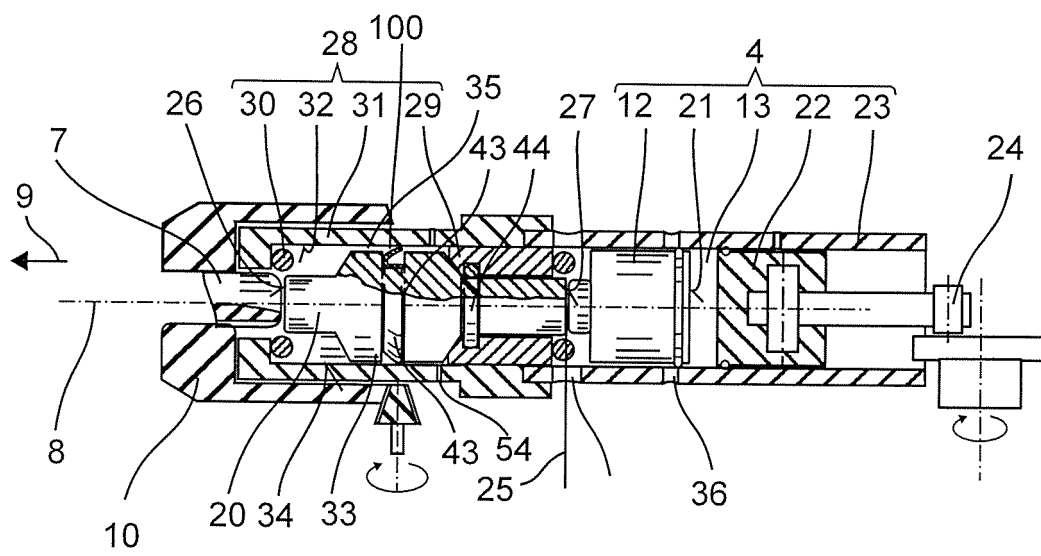


Fig. 2

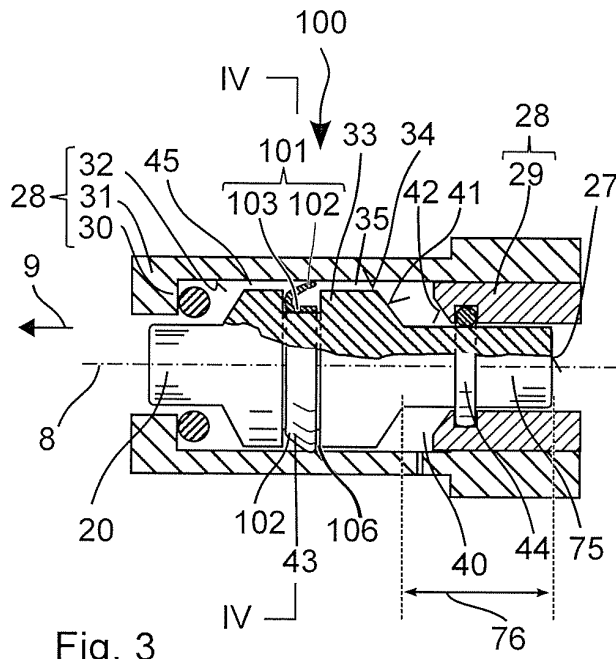


Fig. 3

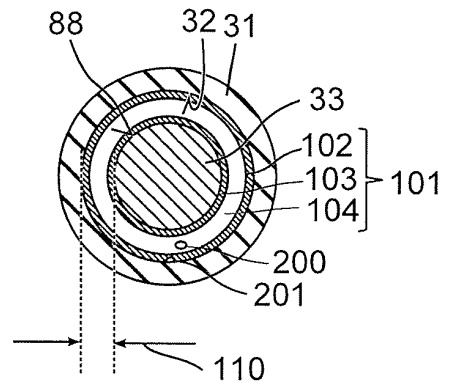


Fig. 4

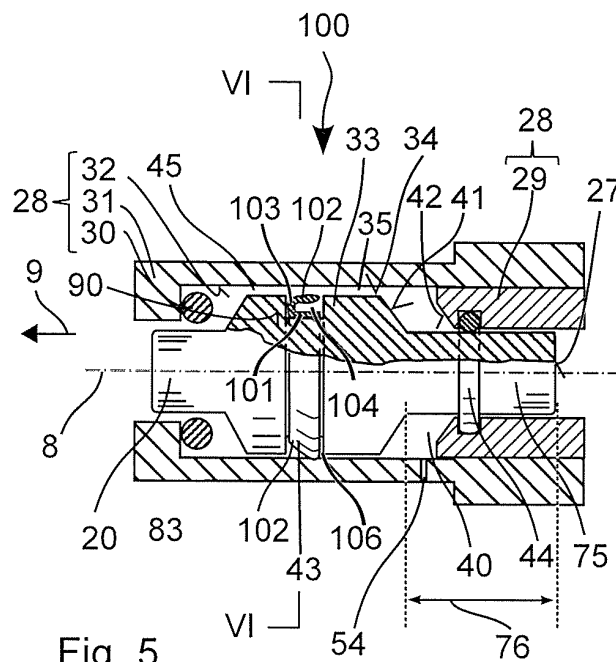


Fig. 5

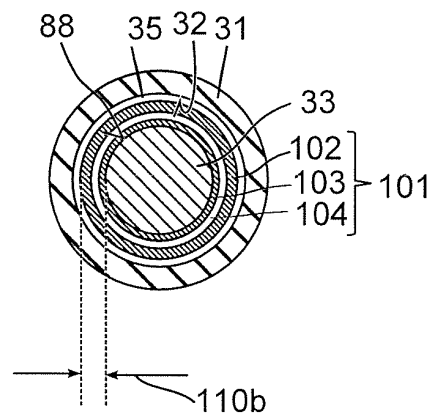


Fig. 6

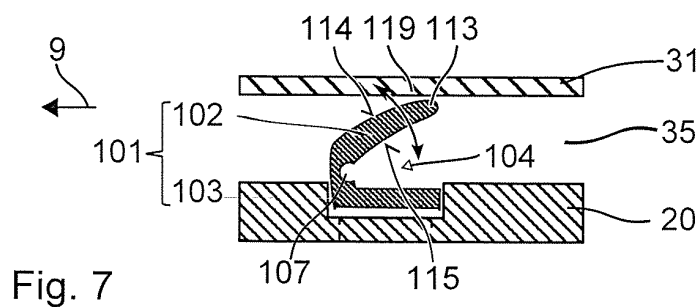


Fig. 7

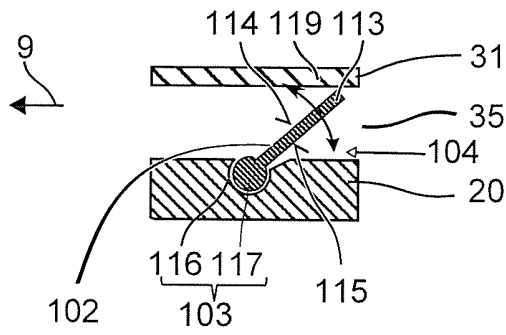


Fig. 8

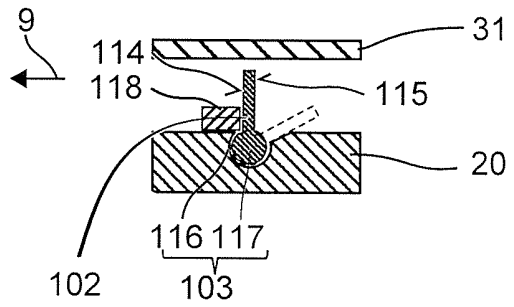


Fig. 9

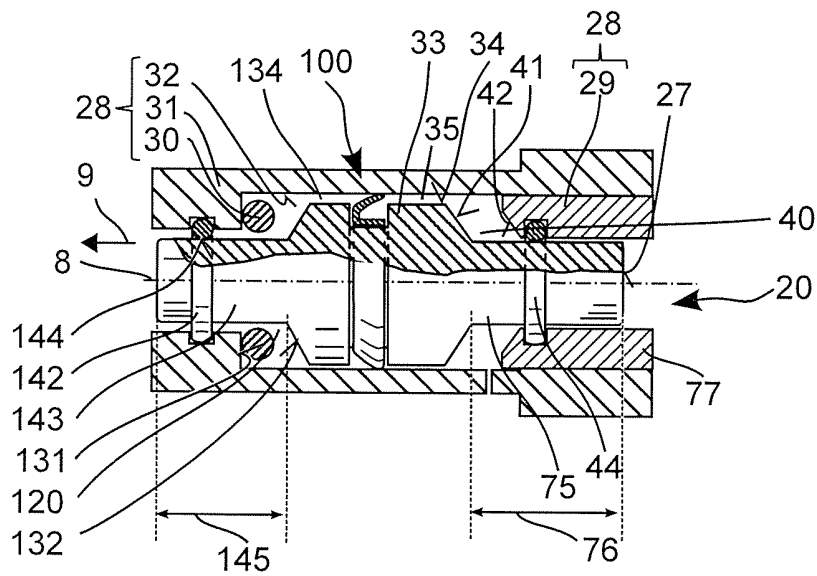


Fig. 10

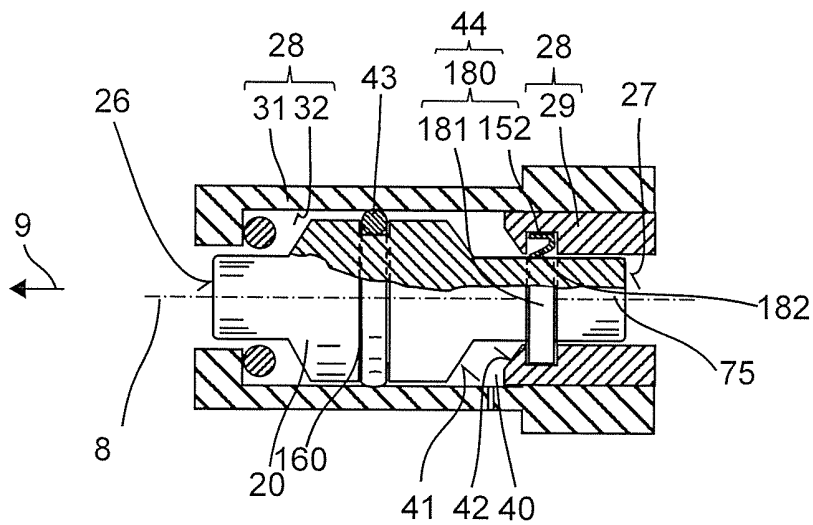


Fig. 11

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

- WO 2009036526 A1 [0001]