



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.10.2013 Patentblatt 2013/43

(51) Int Cl.:
B25D 17/06 (2006.01) B25D 17/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13163866.0**

(22) Anmeldetag: **16.04.2013**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

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

(72) Erfinder:
• **Hartmann, Markus**
87665 Mauerstetten (DE)
• **Pfeiffer, Eduard**
87642 Halblech (DE)

(30) Priorität: **19.04.2012 DE 102012206445**

(54) **Werkzeugmaschine**

(57) Die erfindungsgemäße Handwerkzeugmaschine hat eine Werkzeugaufnahme zum Haltern eines meißelnden Werkzeugs auf einer Arbeitsachse **10**. Ein pneumatisches Schlagwerk hat auf der Arbeitsachse **10** einen beweglichen Schläger **13**, einen Erreger **12** und eine von dem Erreger **12** und dem Schläger **13** abgeschlossene pneumatische Kammer **15**, die die Bewegung des Erregers **12** an den Schläger **13** ankoppelt. Der Erreger **12**

ist von einem Motor angetrieben und bewegt sich zwischen einem werkzeug-fernen vorderen Totpunkt und einem werkzeug-nahen Totpunkt hin-und-her. Eine Dämpfeinrichtung enthält einen Vorverdichter **19** und ein gesteuertes Auslassventil **32**. Das gesteuerte Auslassventil **32** lässt Luft von dem Vorverdichter **19** in die pneumatische Kammer **15** einströmen, wenn der Erreger **12** in der Nähe des werkzeug-fernen Totpunkts ist.

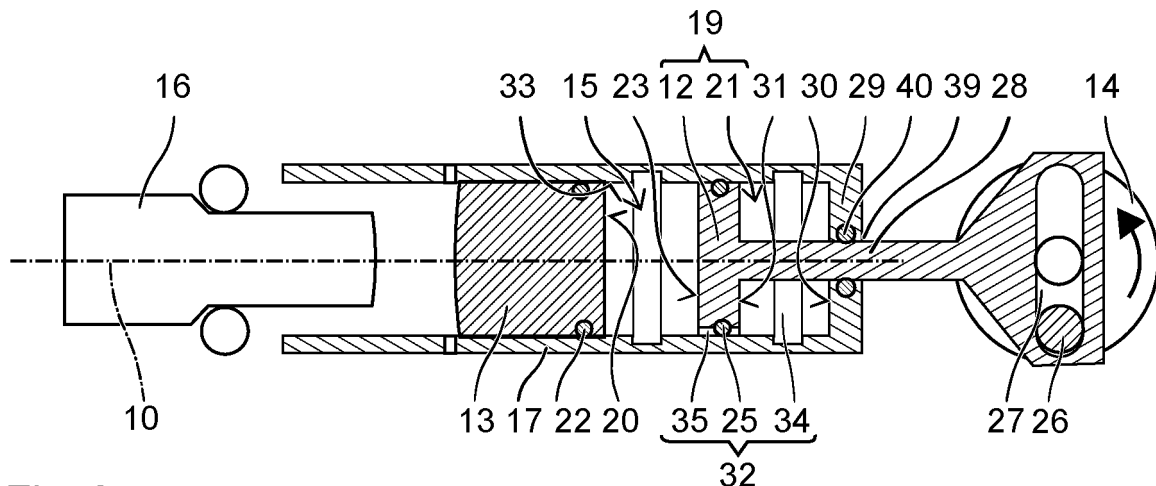


Fig. 2

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine handgehaltene oder handgeführte Werkzeugmaschine, die ein pneumatisch wirkendes Schlagwerk enthält, z.B. einen elektrischen Bohrhammer, einen elektrischen Meißelhammer.

[0002] DE 28 54 953 C2 beschreibt einen Bohrhammer. Der Bohrhammer hat einen Schläger, der über eine zwischengeschaltete pneumatische Kammer von einem motorgetriebenen Kolben erregt wird. Der Wirkungsgrad und der Leistungsgrad des Bohrhammers sollen durch einen Radialverdichter erhöht sein. Die von dem Radialverdichter vorkomprimierte Luft strömt durch eine von dem Schlagkörper verdeckbaren Öffnungen in die pneumatische Kammer ein. Der Radialverdichter erhöht den Luftdruck in der pneumatischen Kammer gerade zu dem Zeitpunkt oder während der Zeitspanne, der bzw. die eine optimale Beschleunigung des Schlägers bedingt. Der Schläger erhält kurz vor dem Aufschlag auf einen Döpper einen zusätzlichen Schub, um die Schlagenergie zu erhöhen.

[0003] Der Anwender muss eine Haltekraft aufbringen, wenn Energie auf den Schläger übertragen wird. Die Übertragung erfolgt periodisch mit der Schlagfrequenz von typischerweise 10 Hz bis 100 Hz der Handwerkzeugmaschine, weshalb der Anwender die Haltekraft als Vibrationen wahrnimmt. Die Vibrationen sollen aus physiologischen Gründen gering bleiben. Daher kann die Schlagenergie nicht beliebig erhöht werden.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0004] Die erfindungsgemäße Handwerkzeugmaschine hat eine Werkzeugaufnahme zum Haltern eines meißelnden Werkzeugs auf einer Arbeitsachse. Ein pneumatisches Schlagwerk hat auf der Arbeitsachse einen beweglichen Schläger, einen Erreger und eine von dem Erreger und dem Schläger abgeschlossene pneumatische Kammer, die die Bewegung des Erregers an den Schläger ankoppelt. Der Erreger ist von einem Motor angetrieben und bewegt sich zwischen einem werkzeugfernen vorderen Totpunkt und einem werkzeugnahen Totpunkt hin-und-her. Eine Dämpfeinrichtung enthält einen Vorverdichter und ein gesteuertes Auslassventil. Das gesteuerte Auslassventil lässt Luft von dem Vorverdichter in die pneumatische Kammer einströmen, wenn der Erreger in der Nähe des werkzeugfernen Totpunkts ist.

[0005] Die pneumatische Kammer bildet eine sogenannte Luftfeder, welche Kräfte zwischen dem Erreger und dem Schläger übermittelt. Die Kopplungsstärke nimmt schneller als linear mit dem Abstand von Erreger und Schläger ab. Daher ergibt sich eine kurze Zeitspanne, in welcher der Erreger die Energie für den nächsten Schlag auf den Schläger überträgt. Die Übertragung er-

folgt, wenn der Erreger auf halben Weg zwischen seinen Totpunkten ist.

[0006] Die vorliegende Handwerkzeugmaschine erhöht den Druck bereits bevor der Schläger dem Erreger nahe kommt, d.h. bevor der Erreger die halbe Distanz zwischen seinen Totpunkten zurückgelegt hat. Dort hat der Erreger die höchste Geschwindigkeit und kann mit größter Effizienz Energie übertragen. Mit dem erhöhten Druck steigt die Kopplungsstärke. Der Erreger kann somit früher eine nennenswerte Energie auf den Schläger übertragen. Ergo die Zeitspanne für die Energieübertragung steigt und die dabei auftretenden Spitzenkräfte sinken.

[0007] Ein Abstand des Erregers zu seinem werkzeugfernen Totpunkt ist vorzugsweise geringer als 5 % des Hubs des Erregers, wenn das gesteuerte Auslassventil Luft von dem Vorverdichter in die pneumatische Kammer einströmen lässt. Hierbei ist insbesondere zu berücksichtigen, dass der von dem Verdichter aufgebaute Druck den Schläger abbremst. Erfolgt dies zu früh oder zu stark, kann der Schläger den Erreger nicht mehr erreichen, wenn letzterer sich mit seiner Maximalgeschwindigkeit bewegt.

[0008] Der Vorverdichter enthält eine Pumpeinrichtung. Die Pumpeinrichtung kann eine von dem Schlagwerk unabhängig betriebene Pumpeinrichtung oder eine mit dem Schlagwerk mechanisch gekoppelte Pumpeinrichtung sein. Beispielsweise kann der Erreger einen Pumpkolben der Pumpeinrichtung bilden. Eine entgegen der Schlagrichtung weisende Fläche des Erregers schließt einen Kompressionsraum der Pumpeinrichtung ab und komprimiert/dekomprimiert somit durch seine Bewegung den Kompressionsraum.

[0009] Eine Ausgestaltung kann ein topfförmiges Führungsrohr enthalten. In dem Führungsrohr sind auf der Arbeitsachse entgegen der Schlagrichtung der Schläger, die pneumatische Kammer, der Erreger und der Kompressionsraum der Pumpeinrichtung angeordnet. Ein Boden schließt den Kompressionsraum in dem Führungsrohr entgegen der Schlagrichtung ab.

[0010] Eine Ausgestaltung kann eine Kolbenstange aufweisen, die den Erreger mit einem Exzenter oder einem Taulantrieb koppelt. Die Kolbenstange ist durch den Boden geführt.

[0011] Eine Ausgestaltung kann ein Führungsrohr aufweisen, in welchem der Erreger luftdicht geführt ist. Das Führungsrohr hat in seiner Innenfläche in der Nähe des werkzeugfernen wenigstens eine Vertiefung. Zwischen der pneumatischen Kammer und dem Verdichter bildet sich ein Kanal aus, wenn der Erreger der Vertiefung gegenüberliegende Stellung einnimmt. Eine Ausgestaltung hat in dem Erreger ein Rückschlagventil.

[0012] Eine Ausgestaltung hat ein Ventil, welches die pneumatische Kammer mit einem Pumpraum verbindet, wenn der Erreger in der Nähe des werkzeugnahen Totpunkts ist. Eine Pumpeinrichtung senkt in dem Pumpraum einen Druck unter das Niveau eines Umgebungsdrucks ab, bis der Erreger den werkzeugnahen Totpunkt

erreicht. Der Pumpraum kann in Schlagrichtung durch den beweglichen Erreger abgeschlossen sein.

[0013] Ein Steuerungsverfahren für die Handwerkzeugmaschine basiert auf dem Schritt: Erhöhen eines Luftdrucks in der pneumatischen Kammer mittels eines Vorverdichters, wenn der Erreger in der Nähe des werkzeug-fernen Totpunkts ist. Der Luftdruck in der pneumatischen Kammer steigt somit schneller als dies allein durch eine Annäheren des Schlägers an den Erreger erfolgt. Ferner kann ein Luftdruck in der pneumatischen Kammer mittels einer Pumpeinrichtung abgesenkt werden, wenn der Erreger in der Nähe des werkzeug-nahen Totpunkts ist. Der Luftdruck fällt somit schneller als dies allein durch ein Entfernen des Erregers von dem Schläger erfolgt.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0014] Die nachfolgende Beschreibung erläutert die Erfindung anhand von exemplarischen Ausführungsformen und Figuren. In den Figuren zeigen:

Fig. 1 ein Bohrhammer

Fig. 2 bis 4 ein Schlagwerk des Bohrhammers im Längsschnitt

Fig. 5 ein weiteres Schlagwerk

Fig. 6 ein weiteres Schlagwerk

Fig. 7 ein weiteres Schlagwerk

[0015] Gleiche oder funktionsgleiche Elemente werden durch gleiche Bezugszeichen in den Figuren indiziert, soweit nicht anders angegeben.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0016] Fig. 1 zeigt als Beispiel einer meißelnden Handwerkzeugmaschine schematisch einen Bohrhammer 1. Der Bohrhammer 1 hat eine Werkzeugaufnahme 2, in welche ein Schaftende 3 eines meißelnden Werkzeugs, z.B. eines des Bohrmeißels 4, eingesetzt werden kann. Einen primären Antrieb des Bohrhammers 1 bildet ein Motor 5, welcher ein Schlagwerk 6 und eine Abtriebswelle 7 antreibt. Ein Anwender kann den Bohrhammer 1 mittels eines Handgriffs 8 führen und mittels eines Systemschalters 9 den Bohrhammer 1 in Betrieb nehmen. Im Betrieb kann der Bohrhammer 1 den Bohrmeißel 4 kontinuierlich um eine Arbeitsachse 10 drehen und kann dabei den Bohrmeißel 4 in Schlagrichtung 11 längs der Arbeitsachse 10 in einen Untergrund schlagen.

[0017] Das Schlagwerk 6 ist ein pneumatisches Schlagwerk 6. Ein Erreger 12 und ein Schläger 13 sind in dem Schlagwerk 6 längs der Arbeitsachse 10 beweglich geführt. Der Erreger 12 ist über einen Exzenter 14 oder einen Taumelfinger an den Motor 5 angekoppelt

und zu einer periodischen, linearen Bewegung gezwungen. Eine Luftfeder gebildet durch eine pneumatische Kammer 15 zwischen Erreger 12 und Schläger 13 koppelt eine Bewegung des Schlägers 13 an die Bewegung des Erregers 12 an. Der Schläger 13 kann direkt auf ein hinteres Ende des Bohrmeißels 4 aufschlagen oder mittelbar über einen im Wesentlichen ruhenden Döpper 16 einen Teil seines Impuls auf den Bohrmeißel 4 übertragen. Der Schläger 13 und der Erreger 12 können beispielsweise als Kolben ausgebildet sein, welche in einem Führungsrohr 17 angeordnet sind. Das Schlagwerk 6 und vorzugsweise die weiteren Antriebskomponenten sind innerhalb eines Maschinengehäuses 18 angeordnet.

[0018] Fig. 2 zeigt detaillierter in einem Längsschnitt das pneumatische Schlagwerk 6 und einen Vorverdichter 19.

[0019] Der Schläger 13 ist beispielsweise ein zylindrischer Kolben, der ebenfalls längs der Arbeitsachse 10 in dem Führungsrohr 17 geführt ist. Eine gegen die Schlagrichtung 11 weisende Stirnfläche 20 des Schlägers 13 bildet eine weitere bewegliche Seitenwand der pneumatischen Kammer 21. Ein Durchmesser des Schlägers 13 entspricht dem Innendurchmesser des Führungsrohrs 17. Ein den Schläger 13 umspannender Dichtring 22 unterstützt den luftdichten Abschluss.

[0020] Der Erreger 12 ist beispielsweise ein zylindrischer Kolben, der längs der Arbeitsachse 10 in einem Führungsrohr 17 geführt ist. Eine in Schlagrichtung 11 weisende Stirnfläche 23 des Erregers 12 bildet eine bewegliche Seitenwand der pneumatischen Kammer 15. Ein Durchmesser des Erregers 12 ist gleich einem Innendurchmesser des Führungsrohrs 17. Eine Mantelfläche 24 des Erregers 12 schließt dabei luftdicht mit dem Führungsrohr 17 ab. Eine Dichtring 25 unterstützt den luftdichten Abschluss der pneumatischen Kammer 15. Die pneumatische Kammer 15 ist somit entgegen der Schlagrichtung 11 durch den Erreger 12, in Schlagrichtung 11 durch den Schläger 13 und in radialer Richtung durch das Führungsrohr 17 abgeschlossen.

[0021] Der Erreger 12 wird mechanisch durch den Motor 5 angetrieben. Ein von dem Motor 5 angetriebenes Exzenterad 14 zwingt den Erreger 12 zu einer periodischen Hin-und-Herbewegung zwischen einem werkzeug-fernen Totpunkt (Fig. 3) und einem werkzeug-nahen Totpunkt. Ein Zapfen 26 des Exzenterads 14 greift in eine senkrecht zur Drehachse des Exzenterads 14 und senkrecht zur Arbeitsachse 10 verlaufende Kulissee 27. Die Kulissee 27 ist längs der Arbeitsachse 10 geführte Kolbenstange 28 eingelassen. Die Kolbenstange 28 ist starr mit dem Erreger 12 verbunden.

[0022] Das Führungsrohr 17 ist mit einem Boden 29 an seinem werkzeug-fernen Ende luftdicht abgeschlossen. Der Boden 29 ist bezogen auf den Schläger 13 auf der gegenüberliegenden Seite des Erregers 12 angeordnet. Der Boden 29 hat eine dem Erreger 12 zugewandte Bodenfläche 30, welche vorzugsweise eben ausgebildet ist. Eine dem Boden 29 zugewandte Stirnfläche 31 des Erregers 12 ist vorzugsweise eben ausgebildet. Das Füh-

rungsrohr 17 ist umfänglich um die Arbeitsachse 10 zwischen dem Boden 29 und dem Erreger 12 geschlossen, wodurch eine zweite pneumatische Kammer 21 ausgebildet ist. Die zweite pneumatische Kammer 21 ist der Kompressionsraum 21 eines Vorverdichters 19.

[0023] Der zwangsgetriebene Erreger 12 verdichtet zyklisch die Luft innerhalb des Kompressionsraums 21. Das vollständig komprimierte Volumen, d.h. bei dem Erreger 12 im werkzeug-fernen Totpunkt (Fig. 3), beträgt zwischen 10 % und 20 % des maximalen Volumens, d.h. bei dem Erreger 12 im werkzeug-nahen Totpunkt (Fig. 4).

[0024] Der Vorverdichter 19 ist über ein Auslassventil 32 mit der pneumatischen Kammer 15 des Schlagwerks 6 verbunden. Das beispielhafte Auslassventil 32 öffnet mittels einer Steuerkante, welche als, z.B. ringförmige, Vertiefung 38 in die Innenwand 33 des Führungsrohrs 17 eingelassen ist. Die radiale Abdichtung des Erregers 12 mit der Innenwand 33 des Führungsrohrs 17 ist durch die Vertiefung 34 unterbrochen. Die Vertiefung 34 ist derart tief, dass der Dichtring 25 das Führungsrohr 17 im Bereich der Vertiefung 34 nicht berührt. Der Dichtring 25 verschließt die Nut 35 längs der Arbeitsachse 10. Das Ventil 36 ist geöffnet, wenn der Dichtring 25 auf axialer Höhe mit der Vertiefung 34 ist. Die Luft kann zwischen der radialen Außenfläche des Dichtrings 25 und der Fläche der Vertiefung 34 passieren. Der Erreger 12 hat vorzugsweise in seiner Mantelfläche 37 wenigstens eine längs der Arbeitsachse 10 verlaufende Nut 35, welche an beiden gegenüberliegenden Stirnseiten 23, 31 offen ist. Die Luft kann in der Nut 35 den Dichtring 25 anströmen.

[0025] Das Auslassventil 32 bzw. die Vertiefung 38 ist derart positioniert, dass das Auslassventil 32 im werkzeug-fernen Totpunkt des Erregers 12 öffnet (Fig. 3). Das Auslassventil 32 öffnet vorzugsweise, frühestens wenn der Erreger 12 sich bis auf 5 % seines Hubs dem werkzeug-fernen Totpunkt nähert. Das Auslassventil 32 schließt sich spätestens, wenn der Erreger 12 weiter als 5 % seines Hubs von dem werkzeug-fernen Totpunkt entfernt ist. Während das Auslassventil 32 geöffnet und der Vorverdichter 21 den Druck in der pneumatischen Kammer 21 erhöht bewegt sich der Schläger 13 entgegen der Schlagrichtung 11. Das Auslassventil 32 ist geschlossen deutlich bevor der Schläger 13 seinen werkzeug-fernen Wendepunkt erreicht. Die Ankopplung des Schlägers 13 an den Erreger 12 zum Übertragen von Energie steigt mit zunehmenden Luftdruck. Aufgrund der vorverdichteten Luft setzt die Ankopplung früher ein, wodurch die Energieübertragung auf eine längere Zeitspanne gestreckt wird. Die notwendige Haltekraft des Anwenders sinkt.

[0026] Ein Einlassventil 36 kann den Vorverdichter 21 mit der pneumatischen Kammer 21 verbinden. Das beispielhafte Einlassventil 36 basiert auf einer Steuerkante, welche durch eine ringförmige Vertiefung 38 in dem Führungsrohr 17 ausgebildet ist. Der Dichtring 25 in dem Erreger 12 bildet das zugehörige Verschlusselement. Sobald der Dichtring 25 auf axialer Höhe mit der Vertie-

fung 38 ist, öffnet das Einlassventil 36. Das Einlassventil 36 bzw. die Vertiefung 38 ist derart positioniert, dass es mit dem Erreger 12 nahe dem werkzeug-nahen Totpunkt öffnet (Fig. 4). Vorzugsweise öffnet das Einlassventil 36, wenn der Abstand des Erregers 12 zu seinem werkzeug-nahen Totpunkt geringer als 3 % seines Hubs ist. Das Öffnen des zweiten Ventils 36 fällt vorzugsweise mit dem Aufschlag des Schlägers 13 auf den Döpper 16 zusammen oder ist etwas zu dem Aufschlag verzögert. Der Luftdruck in der pneumatischen Kammer 21 ist größer als in dem Kompressionsraum 21; Luft strömt aus der pneumatischen Kammer 21 in den Kompressionsraum 21. Der Abfall des Drucks bewirkt eine Beschleunigung des Schlägers 13 entgegen der Schlagrichtung 11. Hierdurch kann das Abbremsen des Schlägers 13 aufgrund des obig beschriebenen erhöhten Luftdrucks nach dem Öffnen des ersten Ventils 34 teilweise kompensiert werden.

[0027] Der Boden 29 ist auf der Arbeitsachse 10 mit einer Durchführung 39 für die Kolbenstange 28 versehen. Ein Dichtring 40, sorgt für einen luftdichten Abschluss der Durchführung 39.

[0028] Fig. 5 illustriert eine Variante des Auslassventils 41 für den Vorverdichter 21. Das Auslassventil 41 ist eine druckgesteuerte Rückschlagklappe 42. Das Auslassventil 41 kann beispielsweise in den Erreger 12 eingesetzt sein. Ein Kanal 43 verbindet die gegenüberliegenden Stirnseiten 23, 31 des Erregers 12. Der beispielhafte Kanal 43 ist beispielsweise eine Nut 35 in der Mantelfläche 37 des Erregers 12. Die Rückschlagklappe 42 ist vorzugsweise unter Vorspannung und verschließt in Grundstellung den Kanal 43. Die Rückschlagklappe 42 kann beispielsweise aus Gummi sein.

[0029] Das Auslassventil 41 öffnet, wenn ein Druck in dem Kompressionsraum 21 den Druck in der pneumatischen Kammer 21 um wenigstens einen Schwellwert überschreitet. Der Schwellwert liegt beispielsweise bei 1 bar. Ein entsprechender Druckunterschied ergibt sich, wenn der Erreger 12 sich dem werkzeug-fernen Totpunkt nähert. Das Auslassventil 32 schließt sich, deutlich bevor der Schläger 13 seinen werkzeug-fernen Wendepunkt erreicht.

[0030] Fig. 6 illustriert eine Variante des Schlagwerks 6, welche beispielhaft auf der Illustration der Fig. 2 basiert. Bei der ergänzten Ausführungsform ist der Vorverdichter 19 mit einem größeren Volumen versehen. Der Kompressionsraum 21 ist um einen Pumpspeicher 44 erweitert. Der Pumpspeicher 44 ist beispielsweise durch einen geschlossene Hülle 45 um das Schlagwerk 6 gebildet. Das Volumen des Pumpspeichers 44 ist vorzugsweise größer als das Volumen der Luftfeder 15, z.B. zwischen dem zweifachen und fünffachen Volumen. Das Volumen der Luftfeder 15 sei definiert als das Volumen, wenn der Schläger 13 am Döpper 16 anliegt und der Erreger 12 in dem werkzeug-nahen Totpunkt (Fig. 3) ist. In einer alternativen Ausführungsform kann der Pumpspeicher 44 als geschlossenes Volumen neben dem Schlagwerk 6 ausgebildet sein.

[0031] Der Pumpspeicher 44 wird von einer Pumpe 46

geladen. Die Pumpe **46** ist beispielsweise eine Membranpumpe. Die Pumpe **46** kann elektrisch oder mit einem eigenen Antrieb oder mittels des Motors **5** des Bohrhammers **1** angetrieben sein. Die Pumpe **46** ist durchgehend aktiv und fördert Luft in den Pumpspeicher **44**. Eine Regelung **47** mit einem Luftdrucksensor **48** kann vorteilhafterweise die Pumpleistung der Pumpe **46** derart begrenzen, dass sich ein konstanter Solldruck in dem Pumpspeicher **44** einstellt. Der Solldruck bemisst sich an dem maximalen Luftdruck in der komprimierten Luftfeder **15**, beispielsweise liegt der Solldruck im Bereich zwischen 20 % und 50 % des maximalen Luftdrucks. Typischerweise erreicht der Luftdruck in der Luftfeder einen Maximalwert zwischen 10 bar und 20 bar.

[0032] Ein Öffnung **49** in dem Kompressionsraum **21** verbindet diesen mit dem Pumpspeicher **44**. Ein Rückschlagventil **50** an der Öffnung **49** verhindert einen Rückfluss von Luft aus dem Raum **21** in den Pumpspeicher **44**. In dem Kompressionsraum **21** kann sich bis der Erreger **12** den werkzeug-fernen Totpunkt erreicht, ein höherer Druck gegenüber dem Pumpspeicher **44** aufbauen.

[0033] Das in dem Erreger **12** ausgebildete Auslassventil **32** steuert das Einströmen von Luft aus dem Pumpspeicher **44** in die pneumatische Kammer **15** der Luftfeder. Die Öffnung **51** zu dem Pumpspeicher **44** kann alternativ oder zusätzlich in dem Führungsrohr **17** vorgesehen sein. Die Öffnung **51** ist vorzugsweise zwischen der Position des Erregers **12** in seinem werkzeugnahen Totpunkt und seinem werkzeugfernen Totpunkt (Fig. 7). Der Erreger **12** bildet selbst den Verschlusskörper für ein Ventil, das die Öffnung gegenüber der pneumatischen Kammer verschließt bzw. öffnet. Der Abstand zu dem werkzeugfernen Totpunkt liegt beispielsweise im Bereich zwischen 3 % und 5 % des Hubs der Erregers **12**.

[0034] Ein Ventil **52** kann auch elektrisch oder magnetisch angesteuert sein. Die Ansteuerung des Ventils **52** kann basierend auf einer Position des Erregers **12** in der pneumatischen Kammer **21** erfolgen. Das Ventil **52** wird geöffnet, wenn der Erreger **12** nahe dem werkzeug-fernen Totpunkts ist, d.h. etwa einem Abstand von 3 % bis 5 % des Hubs. Das Ventil **52** kann auch erst öffnen, nachdem der Erreger **12** den werkzeug-fernen Totpunkt überschritten hat. Das Ventil **52** wird geschlossen, nachdem der Abstand zu dem werkzeug-fernen Totpunkt 3 % bis 5 % des Hubs überschreitet.

Patentansprüche

1. Handwerkzeugmaschine mit einer Werkzeugaufnahme (2) zum Haltern eines meißelnden Werkzeugs auf einer Arbeitsachse (10), einem pneumatischen Schlagwerk (6), wobei das Schlagwerk (6) einen auf der Arbeitsachse (10) beweglichen Schläger (13), einen durch einen Motor (5) zwischen einem werkzeug-fernen vorderen Totpunkt und einem werkzeug-nahen Totpunkt hin-und-

her getriebenen Erreger (12) und eine von dem Erreger (12) und dem Schläger (13) abgeschlossene pneumatische Kammer (15) zum Ankoppeln der Bewegung des Erregers (12) an den Schläger (13) aufweist, und

einer Dämpfeinrichtung, die einen Vorverdichter (19) und ein gesteuertes Auslassventil (32;41;53) aufweist, wobei das gesteuerte Auslassventil (32;41;53) Luft von dem Vorverdichter (19) in die pneumatische Kammer (15) einströmen lässt, wenn der Erreger (12) in der Nähe des werkzeug-fernen Totpunkts ist.

2. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Abstand des Erregers (12) zu seinem werkzeug-fernen Totpunkt geringer als 5 % des Hubs des Erregers (12) ist, wenn das gesteuerte Auslassventil (32;41;53) Luft von dem Vorverdichter (19) in die pneumatische Kammer (15) einströmen lässt.

3. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorverdichter (21) eine Pumpeinrichtung (44) beinhaltet.

4. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Erreger (12) einen Pumpkolben der Pumpeinrichtung bildet.

5. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine entgegen der Schlagrichtung (11) weisende Fläche (31) des Erregers (12) einen Kompressionsraum (21) der Pumpeinrichtung abschließt.

6. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 5, **gekennzeichnet durch** ein topfförmiges Führungsrohr (17), in welchem auf der Arbeitsachse (10) entgegen der Schlagrichtung (11) der Schläger (13), die pneumatische Kammer (15), der Erreger (12) und der Kompressionsraum (21) der Pumpeinrichtung sind und ein Boden (29) den Kompressionsraum (21) in dem Führungsrohr (17) entgegen der Schlagrichtung (11) abschließt.

7. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Kolbenstange (28) den Erreger (12) mit einem Exzenter (14) oder einem Taumelantrieb koppelt und die Kolbenstange (28) durch den Boden (29) geführt ist.

8. Handwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein Führungsrohr (17), in welchem der Erreger (12) luftdicht geführt ist, wobei das Führungsrohr (17) in seiner Innenfläche (33) in der Nähe des werkzeug-fernen wenigstens eine Vertiefung (34) aufweist, an welcher sich mit dem Erreger (12) gegenüberliegend

ein Kanal zwischen der pneumatischen Kammer (15) und dem Verdichter (19) ausbildet.

9. Handwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
dass in dem Erreger (12) ein Rückschlagventil (41) angeordnet ist. 5

10. Handwerkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein Ventil (36), welches die pneumatische Kammer (15) mit einem Pumpraum (21) verbindet, wenn der Erreger (12) in der Nähe des werkzeug-nahen Totpunkts ist, und **gekennzeichnet durch** eine Pump-
einrichtung (12), die in dem Pumpraum (21) einen Druck unter das Niveau eines Umgebungsdrucks senkt, bis der Erreger (12) den werkzeug-nahen Totpunkt erreicht. 10
15

11. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Pumpraum (21) in Schlagrichtung (11) durch den beweglichen Erreger (12) abgeschlossen ist. 20

12. Steuerungsverfahren für eine Handwerkzeugmaschine, die eine Werkzeugaufnahme (2) zum Haltern eines meißelnden Werkzeugs auf einer Arbeitsachse (10) und ein pneumatisches Schlagwerk (6) aufweist, wobei das Schlagwerk (6) einen auf der Arbeitsachse (10) beweglichen Schläger (13), einen durch einen Motor (5) zwischen einem werkzeug-
fernen vorderen Totpunkt und einem werkzeug-nahen Totpunkt hin-und-her getriebenen Erreger (12) und eine von dem Erreger (12) und dem Schläger (13) abgeschlossene pneumatische Kammer (15) zum Ankoppeln der Bewegung des Erregers (12) an den Schläger (13) aufweist, mit dem Schritt:

Erhöhen eines Luftdrucks in der pneumatischen Kammer (15) mittels eines Vorverdichters (19),
wenn der Erreger (12) in der Nähe des werkzeug-fernen Totpunkts ist. 25
30
35
40

13. Steuerungsverfahren nach Anspruch 12, **gekennzeichnet durch** den Schritt: Absenken eines Luftdrucks in der pneumatischen Kammer (15) mittels einer Pumpeinrichtung (12, 21), wenn der Erreger (12) in der Nähe des werkzeug-nahen Totpunkts ist. 45

50

55

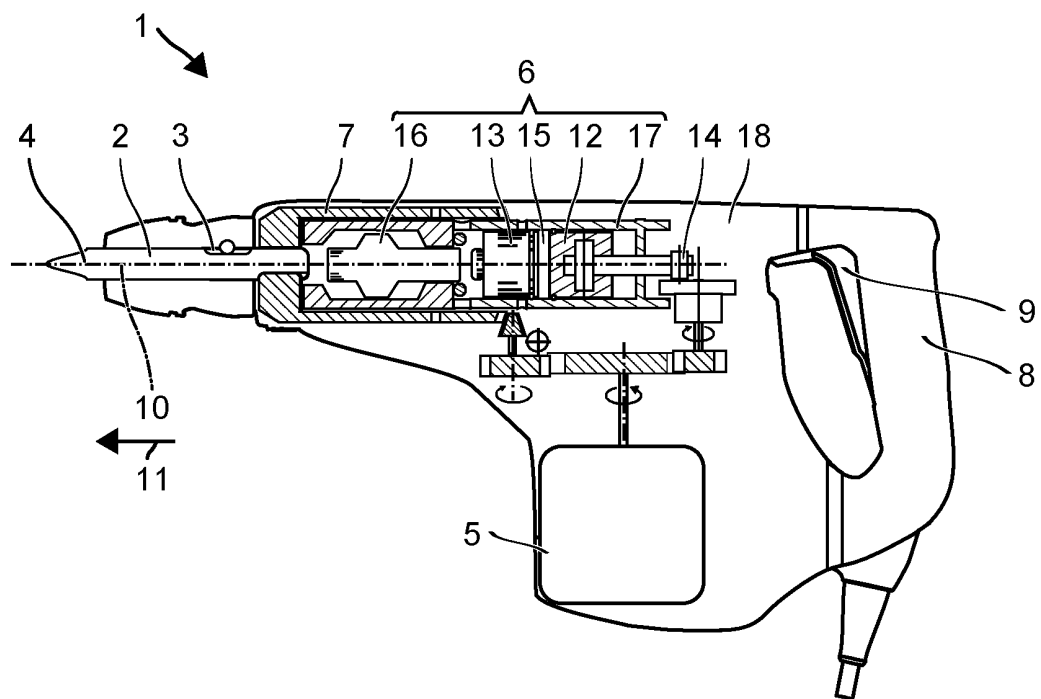


Fig. 1

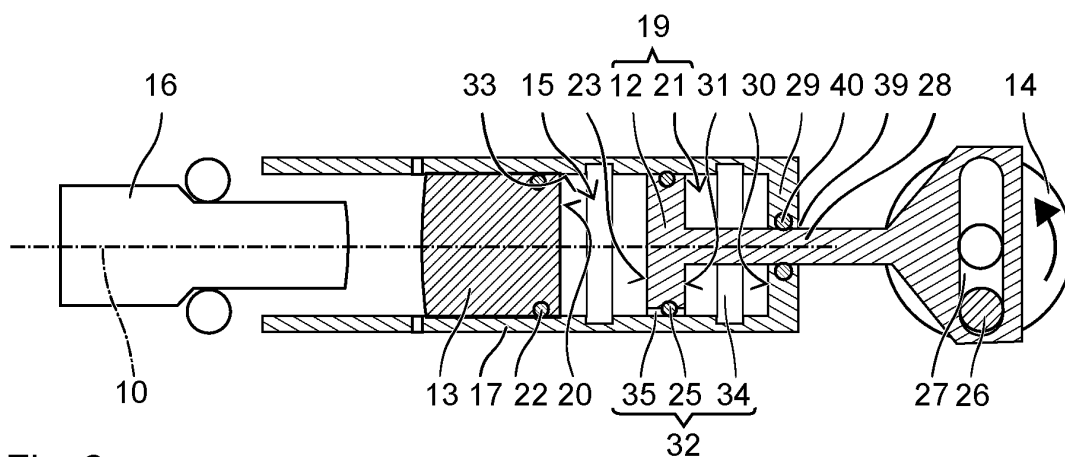


Fig. 2

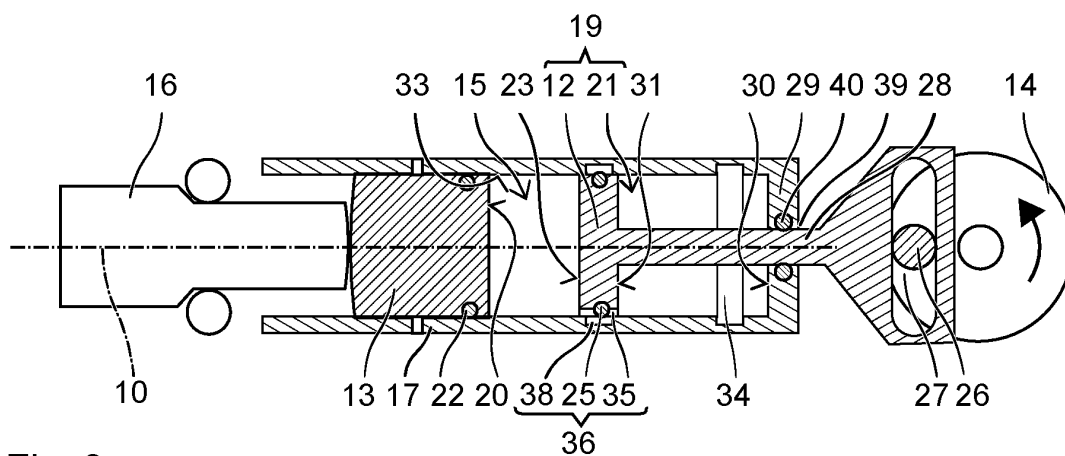


Fig. 3

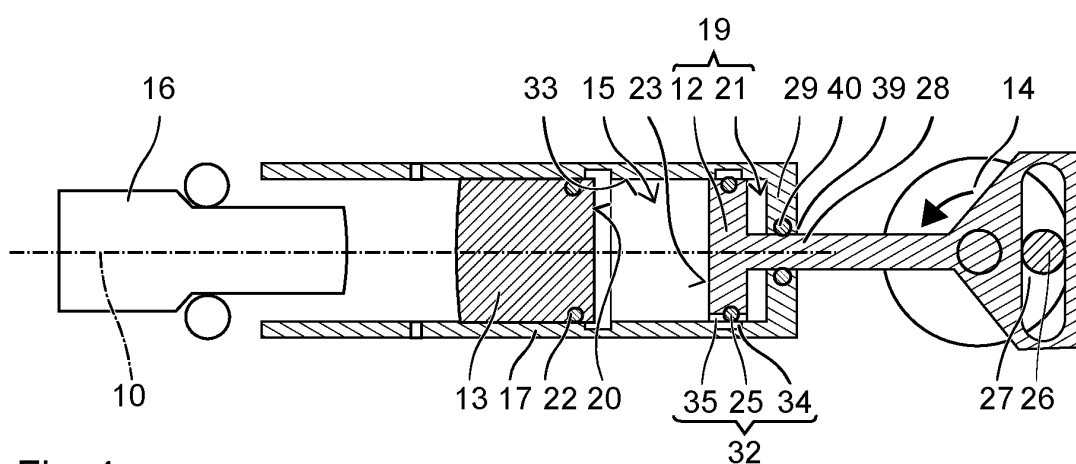


Fig. 4

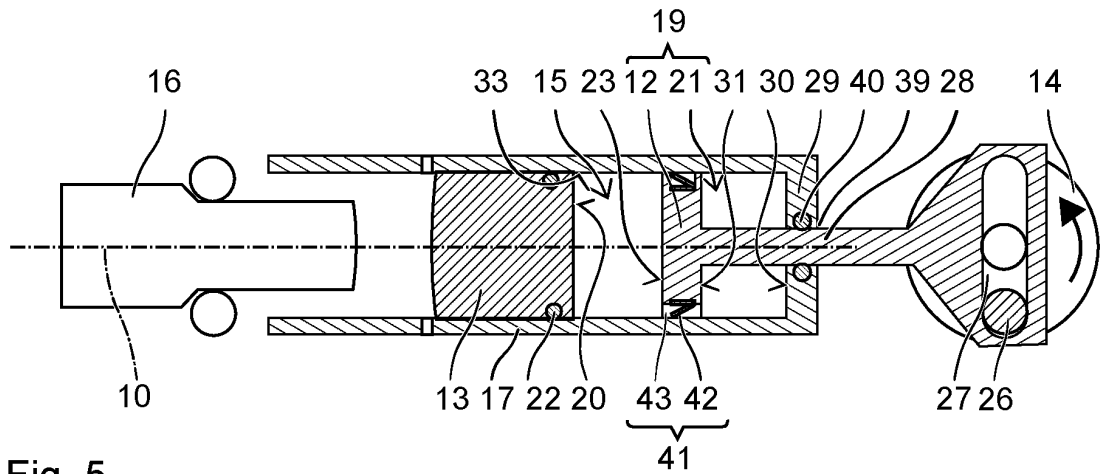


Fig. 5

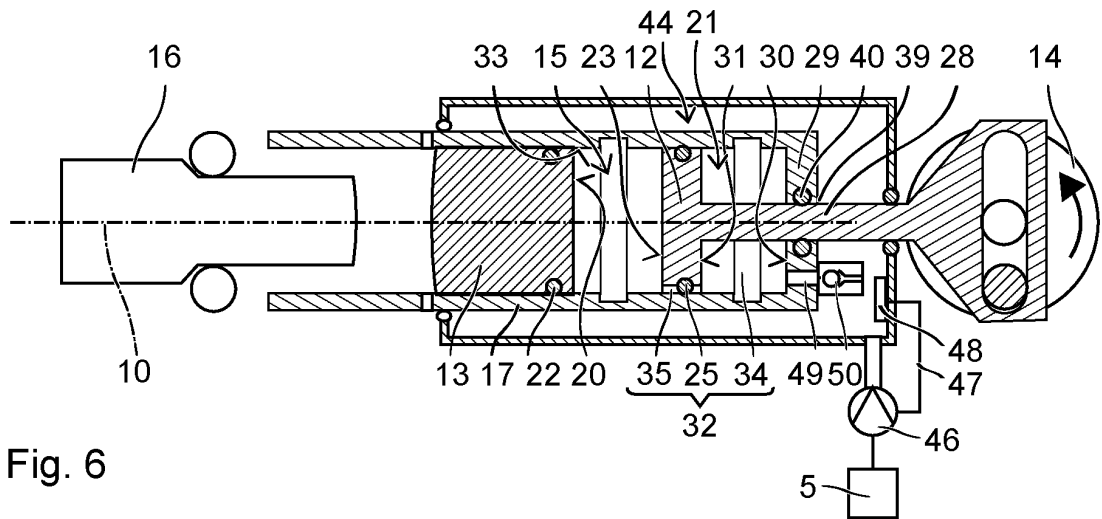


Fig. 6

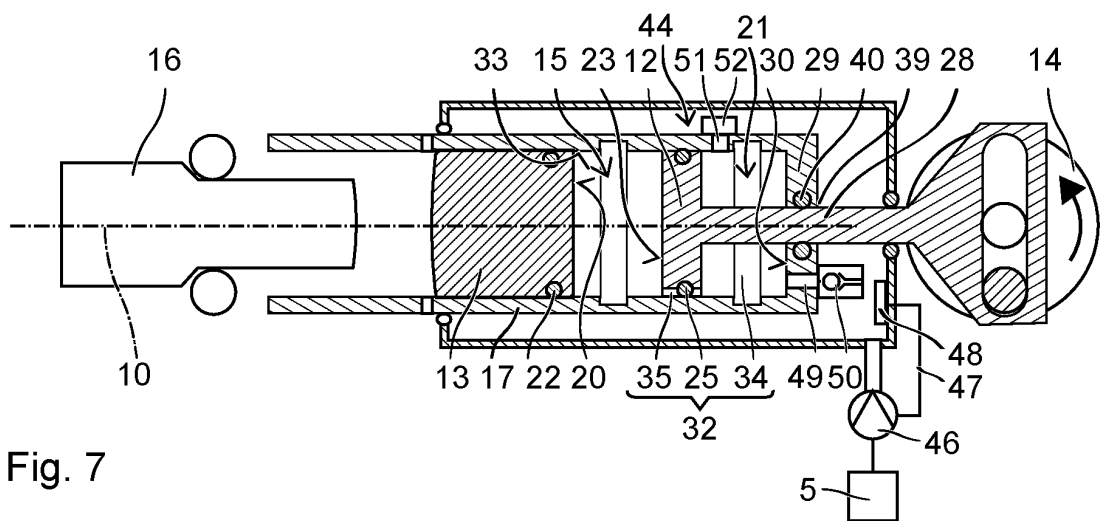


Fig. 7

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

- DE 2854953 C2 [0002]