



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 3 626 398 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.03.2020 Patentblatt 2020/13

(51) Int Cl.:
B25D 17/24 (2006.01) **B25D 11/12 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **18195468.6**

(22) Anmeldetag: **19.09.2018**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder: **Geiger, Steffen
80686 München (DE)**

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

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

(54) ZWANGSERREGTER BIHARMONISCHER TILGER

(57) Die Handwerkzeugmaschine (1) umfasst ein pneumatisches Schlagwerk (12), das einen Schlagkolben (15) zum linearen Bewegen eines Werkzeugs (6) in einer Schlagrichtung (9) und einen Erregerkolben (14) zum Erregen des Schlagkolbens (15) aufweist, eine Antriebseinrichtung (17), die mit dem Erregerkolben (14) gekoppelt ist, um diesen von einem ersten Totpunkt (TP1) zu einem zweiten Totpunkt (TP2) und umgekehrt zu verlagern, einen Schwingungstilger (26), der einen Tilgerkörper (27) und ein mit dem Tilgerkörper (27) gekoppeltes Federelement (32, 33) aufweist, und eine Kopplungseinrichtung (31), wobei die Kopplungseinrichtung (31) dazu eingerichtet ist, die Antriebseinrichtung (17) mit dem Tilgerkörper (27) zu koppeln, wenn sich der Erregerkolben (14) von dem ersten Totpunkt (TP1) zu dem zweiten Totpunkt (TP2) bewegt, um das Federelement (32, 33) vorzuspannen, und wobei die Kopplungseinrichtung (31) dazu eingerichtet ist, die Antriebseinrichtung (17) von dem Tilgerkörper (27) zu entkoppeln, wenn oder unmittelbar bevor ein Abstand (a) zwischen dem Erregerkolben (14) und dem Schlagkolben (15) minimal ist, so dass das vorgespannte Federelement (32, 33) den Tilgerkörper (27) in der Schlagrichtung (9) verlagert.

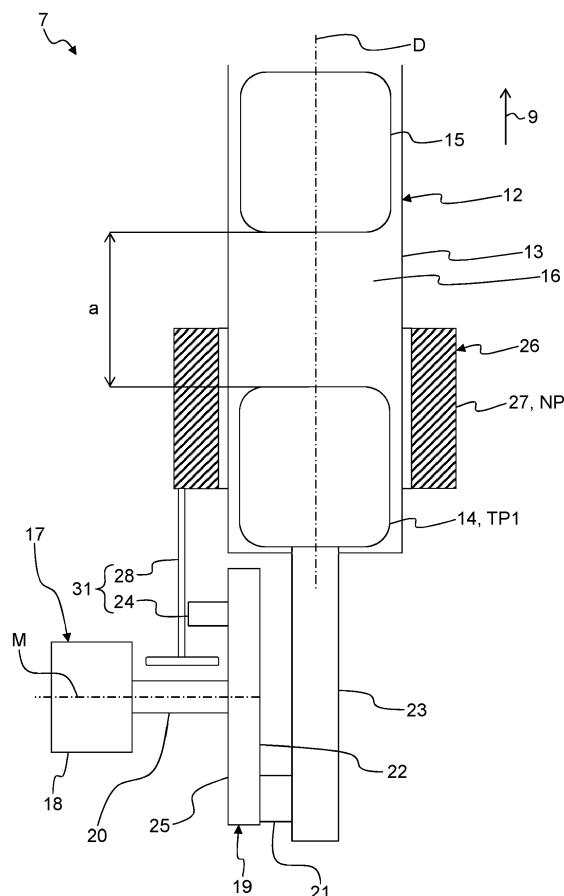


Fig. 3

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Handwerkzeugmaschine.

[0002] Beim Halten einer Handwerkzeugmaschine mit einem Schlagwerk, wie beispielsweise eines Bohrhammers oder eines Meißelhammers, ist die optimale Belastung eine zeitlich unveränderliche und damit konstante Kraft. Das Schlagwerk erzeugt jedoch einen repetitiven Rückschlag, der erfolgt, wenn Luft in einer pneumatischen Kammer des Schlagwerks am stärksten komprimiert ist. Um diesen kurzzeitigen Rückschlag zeitlich ausdämpfen und so den Komfort für einen Benutzer zu erhöhen, kann ein Schwingungstilger vorgesehen sein. Derartige Schwingungstilger lassen sich prinzipiell in passive und aktive Systeme einteilen. Ein passiver Schwingungstilger ist ein auf eine einzige Frequenz ausgelegtes Feder-Masse-System, dass durch eine Anregung, nämlich die Druckspitze im Schlagwerk, angeregt wird und eine stabile Schwingung einnimmt, die der Druckspitze entgegenwirkt. Aktive Systeme hingegen werden "von außen", also beispielsweise durch einen Antrieb der Handwerkzeugmaschine oder auch magnetisch zwangserregt. Damit ist das System weniger anfällig und kann an verschiedene Frequenzen angepasst werden. Passive und aktive Systeme, die keinen eigenen Antrieb haben, sind bisher jedoch an eine annähernd sinusartige Bewegung gebunden.

[0003] Die DE 10 2010 040 173 A1 beschreibt eine Handwerkzeugmaschine mit einem wie zuvor erläuterten passiven Schwingungstilger.

[0004] Die WO 2016/087399 A1 und die EP 1 952 950 A2 beschreiben hingegen jeweils eine Handwerkzeugmaschine mit einem wie zuvor erläuterten aktiven Schwingungstilger.

[0005] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine verbesserte Handwerkzeugmaschine bereitzustellen.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0006] Demgemäß wird eine Handwerkzeugmaschine mit einem pneumatischen Schlagwerk, das einen Schlagkolben zum linearen Bewegen eines Werkzeugs in einer Schlagrichtung und einen Erregerkolben zum Erregen des Schlagkolbens aufweist, einer Antriebseinrichtung, die mit dem Erregerkolben gekoppelt ist, um diesen von einem ersten Totpunkt zu einem zweiten Totpunkt und umgekehrt zu verlagern, einem Schwingungstilger, der einen Tilgerkörper und ein mit dem Tilgerkörper gekoppeltes Federelement aufweist, und einer Kopplungseinrichtung vorgeschlagen. Dabei ist die Kopplungseinrichtung dazu eingerichtet, die Antriebseinrichtung mit dem Tilgerkörper zu koppeln, wenn sich der Erregerkolben von dem ersten Totpunkt zu dem zweiten Totpunkt bewegt, um das Federelement vorzuspannen,

wobei die Kopplungseinrichtung ferner auch dazu eingerichtet ist, die Antriebseinrichtung von dem Tilgerkörper zu entkoppeln, wenn oder unmittelbar bevor ein Abstand zwischen dem Erregerkolben und dem Schlagkolben minimal ist, so dass das vorgespannte Federelement den Tilgerkörper in der Schlagrichtung verlagert.

[0007] Dadurch, dass der Tilgerkörper mit Hilfe der Kopplungseinrichtung bei dem oder unmittelbar vor dem Erreichen des minimalen Abstands von der Antriebseinrichtung entkoppelt wird, kann eine einem Luftfederpeak des Schlagwerks entgegengesetzte biharmonische und bevorzugt nicht sinusförmige Anregung des Tilgerkörpers erzeugt werden. Dadurch wird die Effizienz des Schwingungstilgers erhöht. Das heißt, ein Gewicht des Tilgerkörpers kann reduziert werden beziehungsweise eine Tilgerwirkung des Schwingungstilgers kann erhöht werden.

[0008] Der Schwingungstilger ist insbesondere ein aktiver Schwingungstilger oder kann als solcher bezeichnet werden. Insbesondere ist der Schwingungstilger zwangserregt. Der Schwingungstilger kann insbesondere auch als biharmonischer oder aktiver biharmonischer Schwingungstilger bezeichnet werden. Die Schlagrichtung ist parallel zu einer Drehachse des Werkzeugs orientiert. Dabei ist die Schlagrichtung insbesondere von der Handwerkzeugmaschine weg orientiert. Das Werkzeug ist insbesondere in einer Aufnahmeverrichtung, beispielsweise in einem Spannfutter, aufgenommen. Die Aufnahmeverrichtung kann um die Drehachse drehbar gelagert sein, so dass das Werkzeug rotatorisch bewegt werden kann.

[0009] Darunter, dass die Antriebseinrichtung mit dem Erregerkolben "gekoppelt" ist, ist insbesondere zu verstehen, dass die Antriebseinrichtung stets mit der Antriebseinrichtung wirkverbunden ist, so dass der Erregerkolben eine periodische Bewegung zwischen dem ersten Totpunkt und dem zweiten Totpunkt und zurück vollführt. Die Bewegung ist insbesondere sinusförmig. Eine Trennung der Wirkverbindung zwischen der Antriebseinrichtung und dem Erregerkolben ist insbesondere nicht vorgesehen.

[0010] Das Schlagwerk umfasst insbesondere ein Führungsrohr, in dem der Erregerkolben und der Schlagkolben aufgenommen sind. Zwischen dem Erregerkolben und dem Schlagkolben ist insbesondere eine mit einem Gas, insbesondere mit Luft, gefüllte pneumatische Kammer vorgesehen. Das Gas wirkt als Gasfeder, insbesondere als Luftfeder. Wenn der minimale Abstand zwischen dem Erregerkolben und dem Schlagkolben erreicht ist, ist das Gas in der pneumatischen Kammer maximal komprimiert und weist einen Maximaldruck auf. Das heißt, die Kopplungseinrichtung ist insbesondere dazu eingerichtet, die Antriebseinrichtung von dem Tilgerkörper zu entkoppeln, wenn oder unmittelbar bevor der Maximaldruck erreicht ist. Darunter, dass die Kopplungseinrichtung dazu eingerichtet ist, die Antriebseinrichtung von dem Tilgerkörper zu entkoppeln, "wenn" der minimale Abstand oder der Maximaldruck erreicht ist, ist

insbesondere zu verstehen, dass die Entkopplung genau im Moment des Erreichens des minimalen Abstands oder des Maximaldrucks erfolgt. "Wenn" und "unmittelbar bevor" sind dabei insbesondere als Alternativen zu verstehen.

[0011] Der Begriff "unmittelbar bevor" kann durch den Begriff "kurz bevor" ersetzt werden. "Unmittelbar bevor" oder "kurz bevor" kann dabei entweder mit Bezug auf einen Zeitraum oder mit Bezug auf den Abstand zwischen dem Erregerkolben und dem Schlagkolben geschen werden. Demgemäß kann "unmittelbar bevor" oder "kurz bevor" bedeuten, dass die Entkopplung bevorzugt weniger als 1 Sekunde, weiter bevorzugt weniger als 0,8 Sekunden, weiter bevorzugt weniger als 0,6 Sekunden, weiter bevorzugt weniger als 0,4 Sekunden, weiter bevorzugt weniger als 0,2 Sekunden, weiter bevorzugt weniger als 0,1 Sekunden vor Erreichen des minimalen Abstands oder des Maximaldrucks erfolgt. Entsprechend kann "unmittelbar bevor" oder "kurz bevor" auch bedeuten, dass die Kopplungseinrichtung den Tilgerkörper bevorzugt weniger als 1 Millimeter, weiter bevorzugt weniger als 0,8 Millimeter, weiter bevorzugt weniger als 0,6 Millimeter, weiter bevorzugt weniger als 0,4 Millimeter, weiter bevorzugt weniger als 0,2 Millimeter, weiter bevorzugt weniger als 0,1 Millimeter vor Erreichen des minimalen Abstands oder des Maximaldrucks freigibt.

[0012] Darunter, dass die die Kopplungseinrichtung dazu eingerichtet ist, die Antriebseinrichtung mit dem Tilgerkörper zu "koppeln", ist insbesondere zu verstehen, dass die Kopplungseinrichtung eine Wirkverbindung zwischen der Antriebseinrichtung und dem Tilgerkörper derart herstellen kann, dass von der Antriebseinrichtung eine Kraft auf den Tilgerkörper aufgebracht werden kann, so dass dieser sich aus einer Neutralposition heraus in eine Auslenkposition bewegt. Diese Bewegung erfolgt bevorzugt entgegen der

[0013] Schlagrichtung. Dabei wird das Federelement vorgespannt. Nach dem Entkoppeln der Antriebseinrichtung von dem Tilgerkörper bewegt sich der Tilgerkörper dann aufgrund der Federvorspannung des Federelements in der Schlagrichtung aus der Auslenkposition heraus in Richtung der Neutralposition und schwingt über die Neutralposition hinaus. Darunter, dass die Kopplungseinrichtung dazu eingerichtet ist, die Antriebseinrichtung von dem Tilgerkörper zu "entkoppeln", ist dementsprechend zu verstehen, dass nach dem Entkoppeln keine Wirkverbindung mehr zwischen der Antriebseinrichtung und dem Tilgerkörper mehr besteht und die Antriebseinrichtung auf den Tilgerkörper auch keine Kraft mehr aufbringen kann.

[0014] Darunter, dass das Federelement mit dem Tilgerkörper "gekoppelt" ist kann zu verstehen sein, dass das Federelement direkt an dem Tilgerkörper befestigt ist. Alternativ kann das Federelement auch mittelbar, das heißt, unter Zwischenschaltung weiterer Bauteile, mit dem Tilgerkörper verbunden sein. Das Federelement kann eine Zylinderfeder sein. Das Federelement kann eine Zugfeder oder eine Druckfeder sein. Für den Fall,

dass das Federelement eine Zugfeder ist, wird das Federelement bei dem Vorspannen desselben gelängt. Für den Fall, dass das Federelement eine Druckfeder ist, wird das Federelement bei dem Vorspannen desselben

5 komprimiert. Das Federelement kann auch ein Elastomerfederelement, beispielsweise ein Gummikörper oder ein Gummizug, sein. "Verlagern" meint vorliegend insbesondere eine lineare oder translatorische Bewegung in der Schlagrichtung oder entgegen der Schlagrichtung.

10 **[0015]** Gemäß einer Ausführungsform weist die Antriebseinrichtung eine drehbare Exzenter scheibe auf, an der außermittig ein Kopplungselement der Kopplungseinrichtung vorgesehen ist.

[0016] "Außermittig" oder "exzentrisch" bedeutet dabei bevorzugt, dass das Kopplungselement radial von einer Mittelachse der Exzenter scheibe beabstandet angeordnet ist. "Radial" bedeutet dabei insbesondere senkrecht zu der Mittelachse und von dieser weg orientiert.

15 Die Exzenter scheibe ist insbesondere rotationssymmetrisch zu der Mittelachse aufgebaut. Die Antriebseinrichtung weist insbesondere ein Antriebselement, beispielsweise einen Elektromotor, auf, das dazu geeignet ist, die Exzenter scheibe um die Mittelachse in Rotation zu versetzen. Die Antriebseinrichtung, das Schlagwerk, der

20 Schwingungstilger und die Kopplungseinrichtung können Teil einer Antriebsvorrichtung der Handwerkzeugmaschine sein. Die Antriebsvorrichtung kann auch dazu geeignet sein, das Werkzeug um dessen Drehachse in Rotation zu versetzen. Das Werkzeug kann somit insbesondere entweder nur in einem rotatorischen Betrieb um dessen Drehachse, nur in einem schlagenden oder meißelnden Betrieb entlang der Drehachse oder in einem sowohl rotatorischen als auch meißelnden Betrieb bewegt werden. Das Kopplungselement kann ein Bolzen 25 sein.

30 **[0017]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Kopplungseinrichtung ein an dem Tilgerkörper befestigtes Mitnahmeelement auf, das dazu eingerichtet ist, das Kopplungselement formschlüssig zu umgreifen oder zu hinterreifen.

35 **[0018]** Eine formschlüssige Verbindung entsteht durch das Ineinander- oder Hinterreifen von mindestens zwei Verbindungs partnern, vorliegend dem Mitnahmeelement und dem Kopplungselement.

40 **[0019]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Mitnahmeelement einen an dem Tilgerkörper befestigten Mitnahmestab und einen endseitig an dem Mitnahmestab angeordneten Mitnahmeteller auf, der dazu eingerichtet ist, das Kopplungselement formschlüssig zu umgreifen oder zu hinterreifen.

45 **[0020]** "Endseitig" bedeutet dabei dem Tilgerkörper abgewandt. Das Mitnahmeelement kann jede andere Geometrie aufweisen, die geeignet ist, das Kopplungselement formschlüssig zu umgreifen oder zu hinterreifen.

50 **[0021]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Federelement mit dem Mitnahmeelement verbunden.

[0022] Das heißt, das Mitnahmeelement ist zwischen

dem Tilgerkörper und dem Federelement angeordnet, wobei das Federelement an dem Mitnahmeelement und das Mitnahmeelement an dem Tilgerkörper befestigt ist. Somit ist das Federelement mittelbar mit dem Tilgerkörper gekoppelt oder verbunden. Bevorzugt ist das Federelement an dem Mitnahmeteller befestigt.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist eine Mittelachse der Exzenter scheibe senkrecht zu der Schlagrichtung positioniert.

[0024] Wie zuvor erwähnt, dreht sich die Exzenter scheibe um die Mittelachse. Die Mittelachse ist somit senkrecht zu der Drehachse des Werkzeugs orientiert.

[0025] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist an der Exzenter scheibe außermittig ein Exzenterzapfen zum Antrieben des Erregerkolbens vorgesehen.

[0026] Der Exzenterzapfen ist radial beabstandet von der Mittelachse der Exzenter scheibe positioniert. Der Exzenterzapfen kann ein Bolzen sein.

[0027] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind das Kopplungselement und der Exzenterzapfen in einem Winkel zueinander positioniert sind, wobei der Winkel ungleich 180° ist.

[0028] Der Winkel ist insbesondere ein Umfangswinkel. Das heißt, das Kopplungselement und der Exzenterzapfen sind bezüglich eines Umfangs der Exzenter scheibe beabstandet voneinander positioniert.

[0029] Gemäß einer weiteren Ausführungsform beträgt der Winkel 125° bis 145° , bevorzugt 130° bis 140° , weiter bevorzugt 132° bis 138° , weiter bevorzugt 133° bis 137° , weiter bevorzugt genau 135° .

[0030] Durch eine geeignete Festlegung des Winkels kann der Zeitpunkt festgelegt werden, zu dem die Entkopplungseinrichtung den Tilgerkörper von der Antriebs einrichtung entkoppelt.

[0031] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der Erregerkolben mit Hilfe einer Pleuelstange mit dem Exzenterzapfen verbunden.

[0032] Die Pleuelstange ist dabei sowohl an dem Erregerkolben als auch an dem Exzenterzapfen drehbar gelagert. Hierzu können Gleitlager oder Wälzlager vorgesehen sein.

[0033] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Kopplungselement an einer Rückseite der Exzenter scheibe angeordnet, wobei der Exzenterzapfen an einer der Rückseite abgewandten Vorderseite der Exzenter scheibe angeordnet ist.

[0034] Insbesondere erstreckt sich das Kopplungselement aus der Rückseite heraus, und der Exzenterzapfen erstreckt sich aus der Vorderseite heraus.

[0035] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der Tilgerkörper hülsenförmig.

[0036] Im Querschnitt ist der Tilgerkörper bevorzugt ringförmig. Der Tilgerkörper kann jedoch jede beliebige Geometrie aufweisen. Es können auch mehrere Tilgerkörper vorgesehen sein.

[0037] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Schlagwerk ein Führungsrohr auf, in dem der Schlagkolben und der Erregerkolben aufgenommen

sind, wobei das Führungsrohr durch den Tilgerkörper hindurchgeführt ist.

[0038] Hierdurch lässt sich ein besonders kompakter Aufbau erreichen.

[0039] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Federelement mit einem Gehäuse der Handwerkzeug maschine verbunden.

[0040] Beispielsweise kann das Federelement in das Gehäuse eingehängt sein. In dem Gehäuse ist die Antriebsvorrichtung aufgenommen.

[0041] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Schwingungstilger ein erstes Federelement und ein zweites Federelement auf, zwischen denen der Tilgerkörper angeordnet ist.

[0042] Insbesondere ist der Tilgerkörper zwischen den Federelementen aufgehängt. Dabei können die Federelemente unter Vorspannung stehen. Insbesondere ist das erste Federelement über das Mitnahmeelement mit dem Tilgerkörper verbunden, und das zweite Federelement ist direkt mit dem Tilgerkörper verbunden.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0043] Die nachfolgende Beschreibung erläutert die Erfindung anhand von exemplarischen Ausführungsformen und Figuren. In den Figuren zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Ausführungs form einer Handwerkzeugmaschine; und

Fig. 2 eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform einer Antriebsvorrichtung für die Handwerkzeugmaschine gemäß Fig. 1;

Fig. 3 eine schematische Aufsicht der Antriebsvorrichtung gemäß Fig. 2;

Fig. 4 eine weitere schematische Seitenansicht der Antriebsvorrichtung gemäß Fig. 2;

Fig. 5 eine weitere schematische Seitenansicht der Antriebsvorrichtung gemäß Fig. 2; und

Fig. 6 eine weitere schematische Seitenansicht der Antriebsvorrichtung gemäß Fig. 2.

[0044] Gleiche oder funktionsgleiche Elemente werden durch gleiche Bezugszeichen in den Figuren indiziert, soweit nichts anderes angegeben ist.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0045] Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht einer Ausführungsform einer Handwerkzeugmaschine 1. Die Handwerkzeugmaschine 1 ist beispielsweise ein Bohr hammer, ein Meiβelhammer oder dergleichen. Die Handwerkzeugmaschine 1 umfasst ein Gehäuse 2, an dem beispielsweise ein Akkumulator 3 befestigt ist. Al-

ternativ kann auch ein Stromkabel an dem Gehäuse 2 befestigt sein, das mit einer Steckdose verbindbar ist. Weiterhin umfasst das Gehäuse 2 einen Haupthandgriff 4, der in der Orientierung der Fig. 1 rechts angeordnet ist.

[0046] Weiterhin umfasst die Handwerkzeugmaschine 1 eine Aufnahmeverrichtung 5 zum Aufnehmen eines Werkzeugs 6, insbesondere eines Bohrers oder Meißels. Dabei ist die Aufnahmeverrichtung 5 vorne an der Handwerkzeugmaschine 1 vorgesehen. Die Aufnahmeverrichtung 5 ist beispielsweise ein Spannfutter oder Bohrfutter. Die Aufnahmeverrichtung 5 ist um eine Drehachse D drehbar, um das Werkzeug 6 in Rotation um die Drehachse D zu versetzen. Hierzu umfasst die Handwerkzeugmaschine 1 eine Antriebsvorrichtung 7, die geeignet ist, die Aufnahmeverrichtung 5 mitsamt dem Werkzeug 6 in Rotation zu versetzen. Die Antriebsvorrichtung 7 kann hierzu einen Elektromotor umfassen.

[0047] Zusätzlich ist die Antriebsvorrichtung 7 geeignet, für einen meißelnden Betrieb das Werkzeug 6 entlang der Drehachse 6 periodisch hin- und herzubewegen. In der Fig. 1 ist diese Bewegung des Werkzeugs 6 mit einem Doppelpfeil 8 angedeutet. Die Antriebsvorrichtung 7 kann hierzu ein in der Fig. 1 nicht gezeigtes Schlagwerk, insbesondere ein pneumatisches Schlagwerk, umfassen, das periodisch Schläge in einer Schlagrichtung 9 entlang der Drehachse D auf das Werkzeug 6 ausübt. Die Schlagrichtung 9 ist von der Aufnahmeverrichtung 5 weg orientiert. Die Antriebsvorrichtung 7 ist mit Hilfe eines oder mehrerer nicht gezeigter Schalter so schaltbar, dass das Werkzeug 6 nur in einem rotatorischen Betrieb um die Drehachse D, nur in einem schlagenden oder meißelnden Betrieb entlang der Drehachse D oder in einem sowohl rotatorischen als auch meißelnden Betrieb bewegt werden kann.

[0048] Weiterhin umfasst die Handwerkzeugmaschine 1 einen zylinderförmigen Befestigungsabschnitt 10, der zwischen dem Haupthandgriff 4 und der Befestigungsverrichtung 5 angeordnet ist. Der Befestigungsabschnitt 10 ist beispielsweise zylinderförmig. An dem Befestigungsabschnitt 10 ist lösbar ein Seitenhandgriff 11 der Handwerkzeugmaschine 1 montiert.

[0049] Fig. 2 zeigt eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform einer wie zuvor erwähnten Antriebsvorrichtung 7 für das Werkzeug 6, wobei das Werkzeug 6 selbst sowie diejenigen Bauteile der Antriebsvorrichtung 7, die den rotatorischen Betrieb des Werkzeugs 6 um die Drehachse D ermöglichen, nicht gezeigt sind. Die Fig. 3 zeigt eine schematische Ansicht der Antriebsvorrichtung 7. Nachfolgend wird auf die Fig. 2 und 3 gleichzeitig Bezug genommen.

[0050] Die Antriebsvorrichtung 7 umfasst ein pneumatisches Schlagwerk 12, das geeignet ist, auf das Werkzeug 6 in der Schlagrichtung 9 periodisch Schläge aufzubringen. Das Schlagwerk 12 weist ein Führungsrohr 13 auf. Das Führungsrohr 13 ist dem Werkzeug 6 zugewandt offen. Das Führungsrohr 13 kann rotationssymmetrisch zu der Drehachse D aufgebaut sein. In dem Führungsrohr 13 aufgenommen ist ein in dem Führungs-

rohr 13 entlang der Drehachse D, das heißt, in der Schlagrichtung 9 und entgegen der Schlagrichtung 9 linear verlagerbarer Erregerkolben 14. In den Fig. 2 und 3 befindet sich der Erregerkolben in einem hinteren oder ersten Totpunkt TP1.

[0051] Weiterhin ist in dem Führungsrohr 13 auch ein entlang der Drehachse D linear verlagerbarer Schlagkolben 15 aufgenommen. Der Schlagkolben 15 ist mit Hilfe des Erregerkolbens 14 derart erregbar, dass der Schlagkolben 15 entlang der Drehachse D eine periodische lineare Bewegung vollführt. Das heißt, der Schlagkolben 15 bewegt sich innerhalb des Führungsrohrs 13 in der Schlagrichtung 9 und entgegen der Schlagrichtung 9. Dabei kann der Schlagkolben 15 direkt mit dem Werkzeug 6 in Kontakt kommen. Alternativ kann zwischen dem Schlagkolben 15 und dem Werkzeug 6 ein nicht gezeigter Zwischenkolben vorgesehen sein. Zwischen dem Erregerkolben 14 und dem Schlagkolben 15 ist eine mit einem Gas, insbesondere mit Luft, gefüllte pneumatische Kammer 16 des Schlagwerks 12 vorgesehen. Der Erregerkolben 14 und der Schlagkolben 15 sind um einen Abstand a voneinander beabstandet angeordnet. Der Abstand a ist im Betrieb der Handwerkzeugmaschine 1 variabel.

[0052] Die Antriebsvorrichtung 7 umfasst weiterhin eine Antriebseinrichtung 17 (in der Fig. 2 nicht gezeigt) mit einem Antriebselement 18, beispielsweise mit einem Elektromotor. Das Antriebselement 18 ist mit einer Exziterscheibe 19 verbunden. Die Exziterscheibe 19 kann rotationssymmetrisch zu einer Symmetrie- oder Mittelachse M aufgebaut sein. Das Antriebselement 18 ist dazu eingerichtet, eine Antriebswelle 20 der Exziterscheibe 19 anzutreiben, um die Exziterscheibe 19 um die Mittelachse M in Rotation zu versetzen. Die Mittelachse M ist dabei senkrecht zu der Drehachse D orientiert.

[0053] Die Exziterscheibe 19 umfasst einen Exzenterzapfen 21, der aus einer Vorderseite 22 der Exziterscheibe 19 herausragt oder mit dieser verbunden ist. Der Erregerkolben 15 ist mit Hilfe einer Pleuelstange 23 mit dem Exzenterzapfen 21 gekoppelt. Die Pleuelstange 23 ist hierzu an dem Exzenterzapfen 21 und an dem Erregerkolben 14 drehbar gelagert. Der Exzenterzapfen 21 ist außermittig oder exzentrisch an der Exziterscheibe 19 vorgesehen. Das heißt, der Exzenterzapfen 21 ist radial beabstandet von der Mittelachse M angeordnet.

[0054] Die Antriebsvorrichtung 7 umfasst ferner ein ebenfalls an der Exziterscheibe 19 vorgesehenes Kopplungselement 24. Das Kopplungselement 24 ist dem Exzenterzapfen 21 abgewandt an einer Rückseite 25 der Exziterscheibe 19 vorgesehen oder erstreckt sich aus dieser heraus. Das Kopplungselement 24 ist, wie der Exzenterzapfen 21 außermittig oder exzentrisch an der Exziterscheibe 19 angeordnet. Das Kopplungselement 24 kann ein Zapfen oder ein Bolzen sein.

[0055] Der Exzenterzapfen 21 und das Kopplungselement 24 sind um einen Winkel α zueinander versetzt an der Exziterscheibe 19 angeordnet. Der Winkel α ist

ungleich 180° . Beispielsweise beträgt der Winkel α 125° bis 145°, bevorzugt 130° bis 140°, weiter bevorzugt 132° bis 138°, weiter bevorzugt 133° bis 137°, weiter bevorzugt genau 135°.

[0056] Die Antriebsvorrichtung 7 weist einen Schwingstilger 26 mit einem Tilgerkörper 27 auf. Der Schwingstilger 26 ist ein aktiver Schwingstilger oder kann als solcher bezeichnet werden. Der Tilgerkörper 27 kann auch als Tilgermasse bezeichnet werden. Beispielsweise ist der Tilgerkörper 27 hülsen- oder rohrförmig, wobei das Führungsrohr 13 durch den Tilgerkörper 27 hindurchgeführt ist. An dem Tilgerkörper 27 ist ein Mitnahmeelement 28 befestigt.

[0057] Das Mitnahmeelement 28 umfasst einen an dem Tilgerkörper 27 befestigten Mitnahmestab 29 und einen endseitig an dem Mitnahmestab 29 angebrachten Mitnahmeteller 30. Der Mitnahmeteller 30 ist tellerförmig oder scheibenförmig. Der Mitnahmeteller 30 kann jedoch jede beliebige andere Geometrie aufweisen. Das Mitnahmeelement 28 und das Kopplungselement 24 bilden zusammen eine Kopplungseinrichtung 31. Mit Hilfe der Kopplungseinrichtung 31 kann, wie nachfolgend noch erläutert wird, der Tilgerkörper 27 mit der Antriebseinrichtung 17 wahlweise gekoppelt und wieder von dieser entkoppelt werden. Die Kopplungseinrichtung 31 kann Teil des Schwingstilgers 26 sein.

[0058] Der Schwingstilger 26 umfasst weiterhin ein erstes Federelement 32 sowie ein optionales zweites Federelement 33. Die Federelemente 32, 33 sind in der Fig. 3 zur Vereinfachung nicht gezeigt. Die Federelemente 32, 33 können Schrauben- oder Zylinderfedern sein. Das erste Federelement 32 ist jeweils endseitig mit dem Mitnahmeelement 28, insbesondere mit dem Mitnahmeteller 30, und mit einem Festlager, beispielsweise mit dem Gehäuse 2, fest verbunden. Das zweite Federelement 33 ist jeweils endseitig mit dem Tilgerkörper 27 und mit einem Festlager, beispielsweise mit dem Gehäuse 2, fest verbunden. Der Tilgerkörper 27 ist somit zwischen den beiden Federelementen 32, 33 eingespannt. Dabei können beide Federelemente 32, 33 entweder unter Druck oder unter Zug stehen. Die Fig. 2 und 3 zeigen den Tilgerkörper 27 jeweils in einer Ausgangsposition oder Neutralposition NP.

[0059] Die Funktionalität der Antriebsvorrichtung 7 wird nachfolgend erläutert. Im Betrieb der Antriebsvorrichtung wird der Erregerkolben 14 entlang der Drehachse D zwischen dem ersten Totpunkt TP1 und einem vorderen oder zweiten Totpunkt TP2 (Fig. 4) periodisch hin- und herbewegt. In beiden Totpunkten TP1, TP2 verläuft die Drehachse D mittig durch den Exzenterzapfen 21. Bei dieser periodischen Bewegung bewegen sich der Erregerkolben 14 und der Schlagkolben 15 aufeinander zu und wieder voneinander weg. Eine Gasfeder, insbesondere eine Luftfeder, die mit Hilfe der komprimierbaren pneumatischen Kammer 16 gebildet wird, koppelt eine Bewegung des Schlagkolbens 15 an die Bewegung des Erregerkolbens 14.

[0060] Bei dem Verbringen des Erregerkolbens 14 von

dem ersten Totpunkt TP1 zu dem zweiten Totpunkt TP2 hintergreift der Mitnahmeteller 30 des Mitnahmeelements 28 das Kopplungselement 24 (Fig. 5) formschlüssig, wodurch der Tilgerkörper 27 mit Hilfe der Kopplungseinrichtung 31 mit der Antriebseinrichtung 17 gekoppelt wird. Der Tilgerkörper 27 bewegt sich entgegen der Schlagrichtung 9 auf die Exzenter scheibe 19 zu. Dabei wird das erste Federelement 32 komprimiert, und das zweite Federelement 33 wird gelängt. Eine formschlüssige Verbindung entsteht durch das Ineinander- oder Hintergreifen von mindestens zwei Verbindungspartnern, vorliegend dem Mitnahmeelement 28 und dem Kopplungselement 24.

[0061] Im weiteren Verlauf der Bewegung wird der Tilgerkörper 27 aus seiner Neutralposition NP immer weiter entgegen der Schlagrichtung 9 in eine Auslenkposition AP (Fig. 6) verlagert, in der die Kopplungseinrichtung 31 den Tilgerkörper 27 wieder freigibt. Das heißt, bis der Mitnahmeteller 30 des Mitnahmeelements 28 und das Kopplungselement 24 außer formschlüssigem Eingriff sind (Fig. 6). Sobald der Mitnahmeteller 30 das Kopplungselement 24 freigibt, bewegen die Federelemente 32, 33 den Tilgerkörper 27 in der Schlagrichtung 9. Der Tilgerkörper 27 schwingt dann über die Neutralposition NP hinaus weiter in der Schlagrichtung 9. Der Schwingstilger 26 beziehungsweise der Tilgerkörper 27 ist somit zwangserregt.

[0062] Der Winkel α ist dabei derart gewählt, dass die Kopplungseinrichtung 31 den Tilgerkörper 27 dann von der Antriebseinrichtung 17 entkoppelt, wenn der Abstand a zwischen dem Erregerkolben 14 und dem Schlagkolben 15 minimal ist und das Gas in der pneumatischen Kammer 16 maximal komprimiert ist. Das heißt, sobald in der pneumatischen Kammer 16 eine Druckspitze oder ein Maximaldruck Pmax herrscht. Insbesondere gibt die Kopplungseinrichtung 31 den Tilgerkörper 27 kurz oder unmittelbar bevor dem Zeitpunkt frei, zu dem der Abstand a minimal ist und/oder der Maximaldruck Pmax in der pneumatischen Kammer 16 erreicht ist.

[0063] "Unmittelbar bevor" oder "kurz bevor" bedeutet dabei bevorzugt weniger als 1 Sekunde, bevorzugt weniger als 0,8 Sekunden, weiter bevorzugt weniger als 0,6 Sekunden, weiter bevorzugt weniger als 0,4 Sekunden, weiter bevorzugt weniger als 0,2 Sekunden, weiter bevorzugt weniger als 0,1 Sekunden vor Erreichen des minimalen Abstands a oder des Maximaldrucks Pmax. "Unmittelbar bevor" oder "kurz bevor" kann dabei aber auch bedeuten, dass die Kopplungseinrichtung 31 den Tilgerkörper 27 weniger als 1 Millimeter, bevorzugt weniger als 0,8 Millimeter, weiter bevorzugt weniger als 0,6 Millimeter, weiter bevorzugt weniger als 0,4 Millimeter, weiter bevorzugt weniger als 0,2 Millimeter, weiter bevorzugt weniger als 0,1 Millimeter vor Erreichen des minimalen Abstands a oder des Maximaldrucks Pmax freigibt.

[0064] Sobald der Abstand a zwischen dem Erregerkolben 14 und dem Schlagkolben 15 minimal ist, bewegt sich der Schlagkolben 15 in der Schlagrichtung 9 von dem Erregerkolben 14 weg, um einen Impuls auf das

Werkzeug 6 auszuüben. Das Werkzeug 6 wiederum übt einen Gegenimpuls auf den Schlagkolben 15 auf, der sich dann entgegen der Schlagrichtung 9 wieder auf den Erregerkolben 14 zubewegt.

[0065] Grundsätzlich ist die optimale Belastung beim Halten einer wie zuvor erläuterten Handwerkzeugmaschine 1 eine zeitlich unveränderliche und damit konstante Kraft. Das Schlagwerk 12 erzeugt jedoch einen repetitiven Rückschlag, der erfolgt, wenn das Gas in der pneumatischen Kammer 16 am stärksten komprimiert ist und der Maximaldruck Pmax beziehungsweise der minimale Abstand a erreicht ist. Der Schwingungstilger 26 kann diesen kurzzeitigen Rückschlag zeitlich ausdämpfen und so den Komfort für einen Benutzer erhöhen.

[0066] Im Gegensatz hierzu beruhen bekannte Schwingungstilger auf dem Grundkonzept eines Pendels, welches frei schwingend mit einer Frequenz gleich der Schlagfrequenz schwingt. Dabei wird das an dem Schlagwerk aufgehängte Pendel durch das Schlagwerk zum Schwingen angeregt. Hiermit kann nur eine Sinusschwingung des Pendels erzielt werden. Die Anregung aus dem Schlagwerk ist jedoch eher mit einem spitzen Peak vergleichbar und nicht sinusförmig.

[0067] Dadurch, dass der Tilgerkörper 27 mit Hilfe der Kopplungseinrichtung 31 bei oder kurz vor Erreichen des Maximaldrucks Pmax beziehungsweise des minimalen Abstands a von der Antriebseinrichtung 17 entkoppelt wird, kann eine dem Luftfederpeak entgegengesetzte bi-harmonische und bevorzugt nicht sinusförmige Anregung des Tilgerkörpers 27 erzeugt werden. Dadurch wird die Effizienz des Schwingungstilgers 26 erhöht. Das heißt, ein Gewicht des Tilgerkörpers 27 kann reduziert werden beziehungsweise eine Tilgerwirkung des Schwingungstilgers 26 kann erhöht werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0068]

- 1 Handwerkzeugmaschine
- 2 Gehäuse
- 3 Akkumulator
- 4 Haupthandgriff
- 5 Aufnahmeverrichtung
- 6 Werkzeug
- 7 Antriebsvorrichtung
- 8 Doppelpfeil
- 9 Schlagrichtung
- 10 Befestigungsabschnitt
- 11 Seitenhandgriff
- 12 Schlagwerk
- 13 Führungsrohr
- 14 Erregerkolben
- 15 Schlagkolben
- 16 Kammer
- 17 Antriebseinrichtung
- 18 Antriebselement
- 19 Exzenter scheibe

20	Antriebswelle
21	Exzenterzapfen
22	Vorderseite
23	Pleuelstange
5 24	Kopplungselement
25	Rückseite
26	Schwingungstilger
27	Tilgerkörper
28	Mitnahmeelement
10 29	Mitnahmestab
30	Mitnahmeteller
31	Kopplungseinrichtung
32	Federelement
33	Federelement
15 a	Abstand
AP	Auslenkposition
D	Drehachse
M	Mittelachse
20 NP	Neutralposition
Pmax	Maximaldruck
TP1	Totpunkt
TP2	Totpunkt
α	Winkel
25	

Patentansprüche

1. Handwerkzeugmaschine (1) mit einem pneumatischen Schlagwerk (12), das einen Schlagkolben (15) zum linearen Bewegen eines Werkzeugs (6) in einer Schlagrichtung (9) und einen Erregerkolben (14) zum Erregen des Schlagkolbens (15) aufweist, einer Antriebseinrichtung (17), die mit dem Erregerkolben (14) gekoppelt ist, um diesen von einem ersten Totpunkt (TP1) zu einem zweiten Totpunkt (TP2) und umgekehrt zu verlagern, einem Schwingungstilger (26), der einen Tilgerkörper (27) und ein mit dem Tilgerkörper (27) gekoppeltes Federelement (32, 33) aufweist, und einer Kopplungseinrichtung (31), wobei die Kopplungseinrichtung (31) dazu eingerichtet ist, die Antriebseinrichtung (17) mit dem Tilgerkörper (27) zu koppeln, wenn sich der Erregerkolben (14) von dem ersten Totpunkt (TP1) zu dem zweiten Totpunkt (TP2) bewegt, um das Federelement (32, 33) vorzuspannen, und wobei die Kopplungseinrichtung (31) dazu eingerichtet ist, die Antriebseinrichtung (17) von dem Tilgerkörper (27) zu entkoppeln, wenn oder unmittelbar bevor ein Abstand (a) zwischen dem Erregerkolben (14) und dem Schlagkolben (15) minimal ist, so dass das vorgespannte Federelement (32, 33) den Tilgerkörper (27) in der Schlagrichtung (9) verlagert.
2. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 1, **durch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinrichtung (17) eine drehbare Exzenter scheibe (19) aufweist, an der außermittig ein Kopplungselement (24)

- der Kopplungseinrichtung (31) vorgesehen ist.
3. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kopplungseinrichtung (31) ein an dem Tilgerkörper (27) befestigtes Mitnahmeelement (28) aufweist, das dazu eingerichtet ist, das Kopplungselement (24) formschlüssig zu umgreifen oder zu hintergreifen. 10
4. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mitnahmeelement (28) einen an dem Tilgerkörper (27) befestigten Mitnahmestab (29) und einen endseitig an dem Mitnahmestab (29) angeordneten Mitnahmeteller (30) aufweist, der dazu eingerichtet ist, das Kopplungselement (24) formschlüssig zu umgreifen oder zu hintergreifen. 15
5. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (32) mit dem Mitnahmeelement (28) verbunden ist. 20
6. Handwerkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 2 - 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Mittelachse (M) der Exzinterscheibe (19) senkrecht zu der Schlagrichtung (9) positioniert ist. 25
7. Handwerkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 2 - 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Exzinterscheibe (19) außermittig ein Exzenterzapfen (21) zum Antreiben des Erregerkolbens (14) vorgesehen ist. 30
8. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kopplungselement (24) und der Exzenterzapfen (21) in einem Winkel (α) zueinander positioniert sind, wobei der Winkel (α) ungleich 180° ist. 35
9. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkel (α) 125° bis 145° , bevorzugt 130° bis 140° , weiter bevorzugt 132° bis 138° , weiter bevorzugt 133° bis 137° , weiter bevorzugt genau 135° , beträgt. 40
10. Handwerkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 7 - 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Erregerkolben (14) mit Hilfe einer Pleuelstange (23) mit dem Exzenterzapfen (21) verbunden ist. 45
11. Handwerkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 7 - 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kopplungselement (24) an einer Rückseite (25) der Exzinterscheibe (19) angeordnet ist, wobei der Exzenterzapfen (21) an einer der Rückseite (25) abgewandten Vorderseite (22) der Exzinterscheibe (19) angeordnet ist. 55
12. Handwerkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 - 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Tilgerkörper (27) hülsenförmig ist.
13. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schlagwerk (12) ein Führungsrohr (13) aufweist, in dem der Schlagkolben (15) und der Erregerkolben (14) aufgenommen sind, wobei das Führungsrohr (13) durch den Tilgerkörper (27) hindurchgeführt ist.
14. Handwerkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 - 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (32, 33) mit einem Gehäuse (2) der Handwerkzeugmaschine (1) verbunden ist.
15. Handwerkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 - 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingungstilger (26) ein erstes Federelement (32) und ein zweites Federelement (33) aufweist, zwischen denen der Tilgerkörper (27) angeordnet ist.

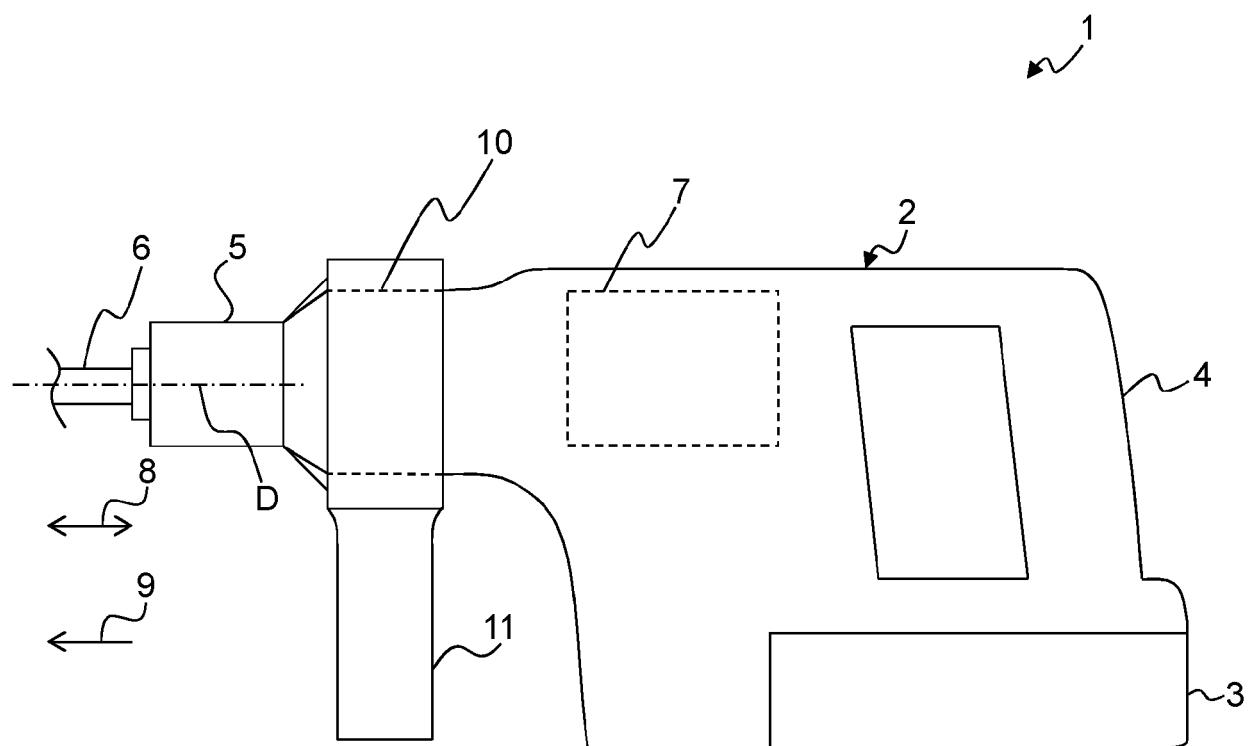


Fig. 1

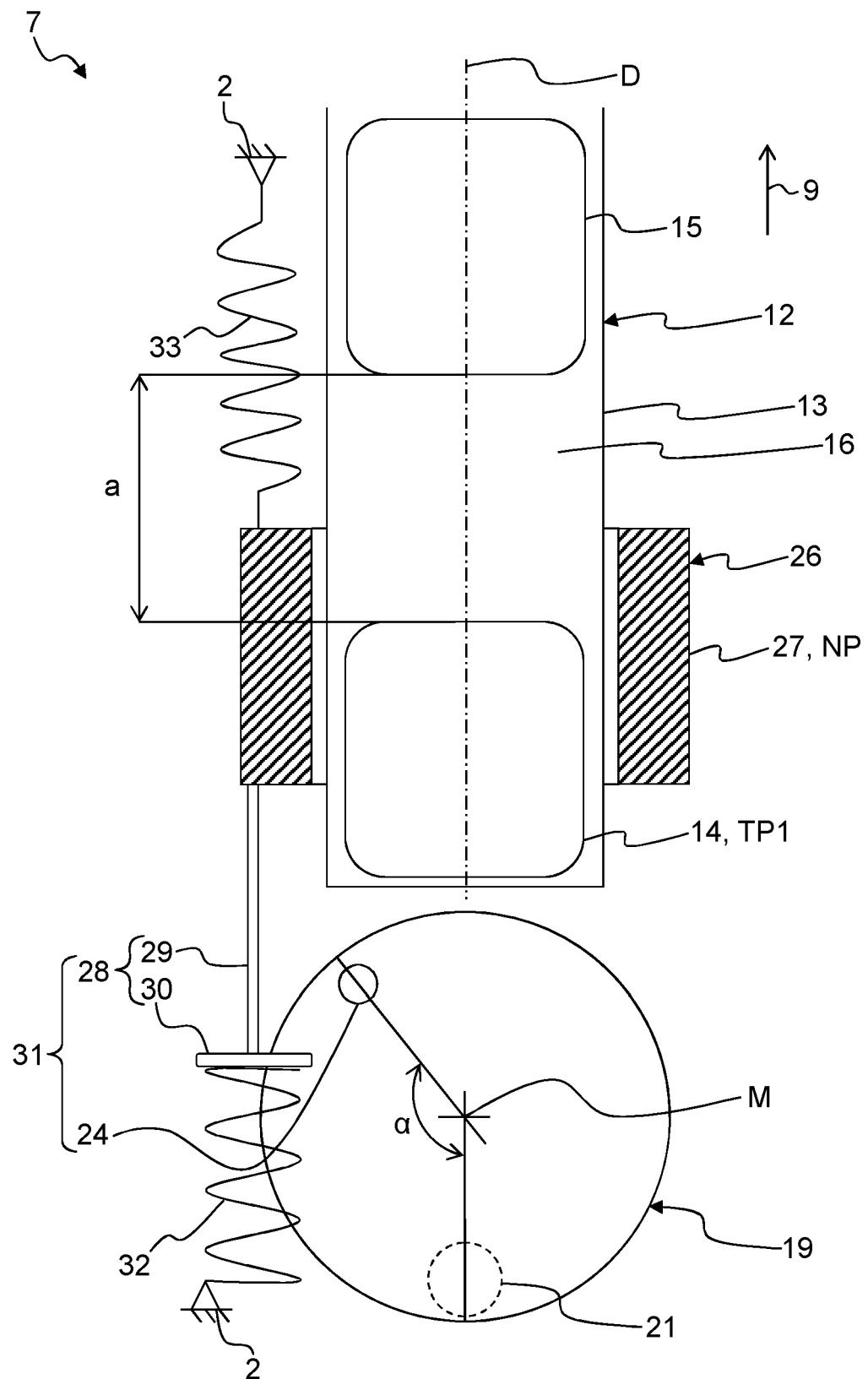


Fig. 2

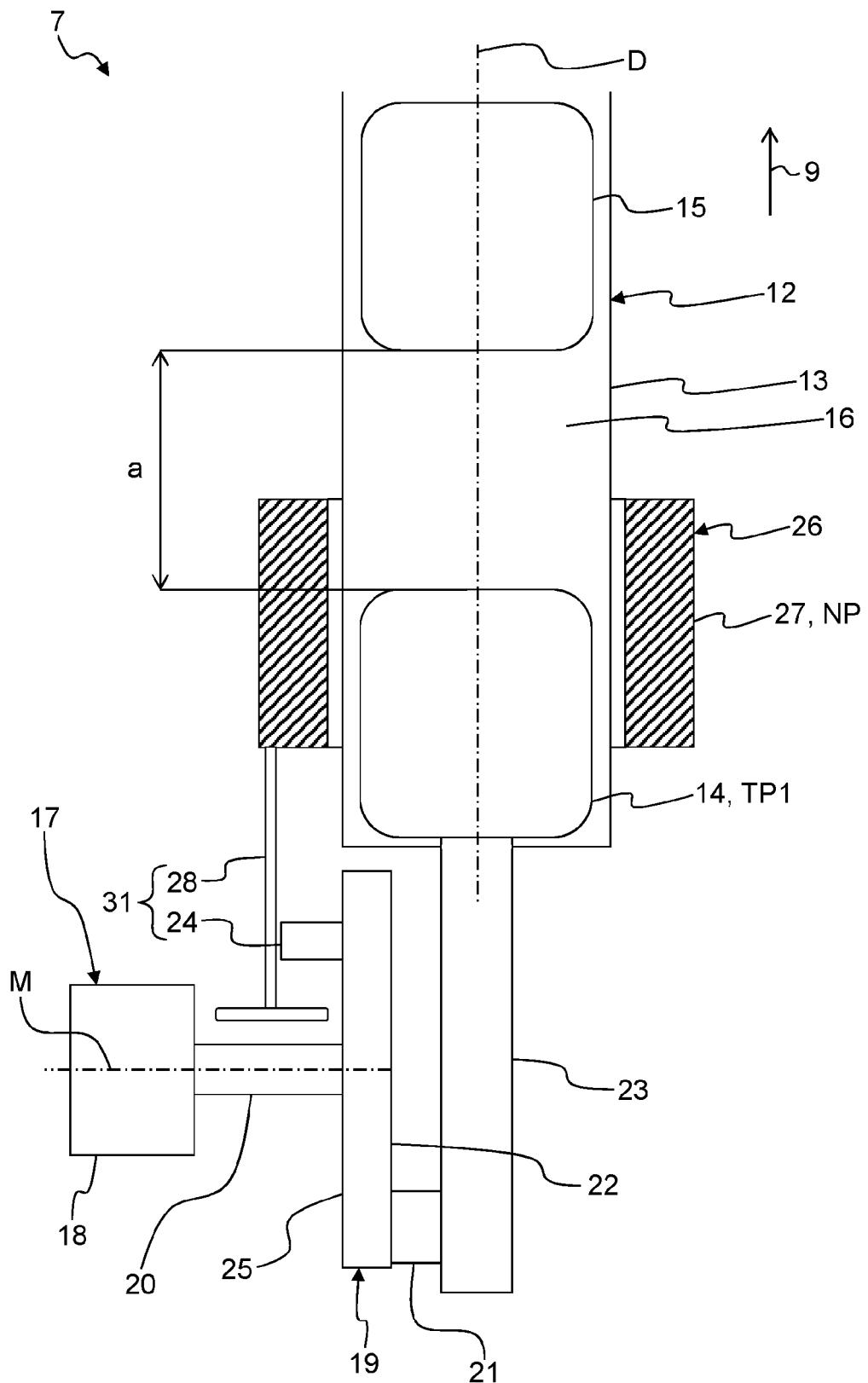


Fig. 3

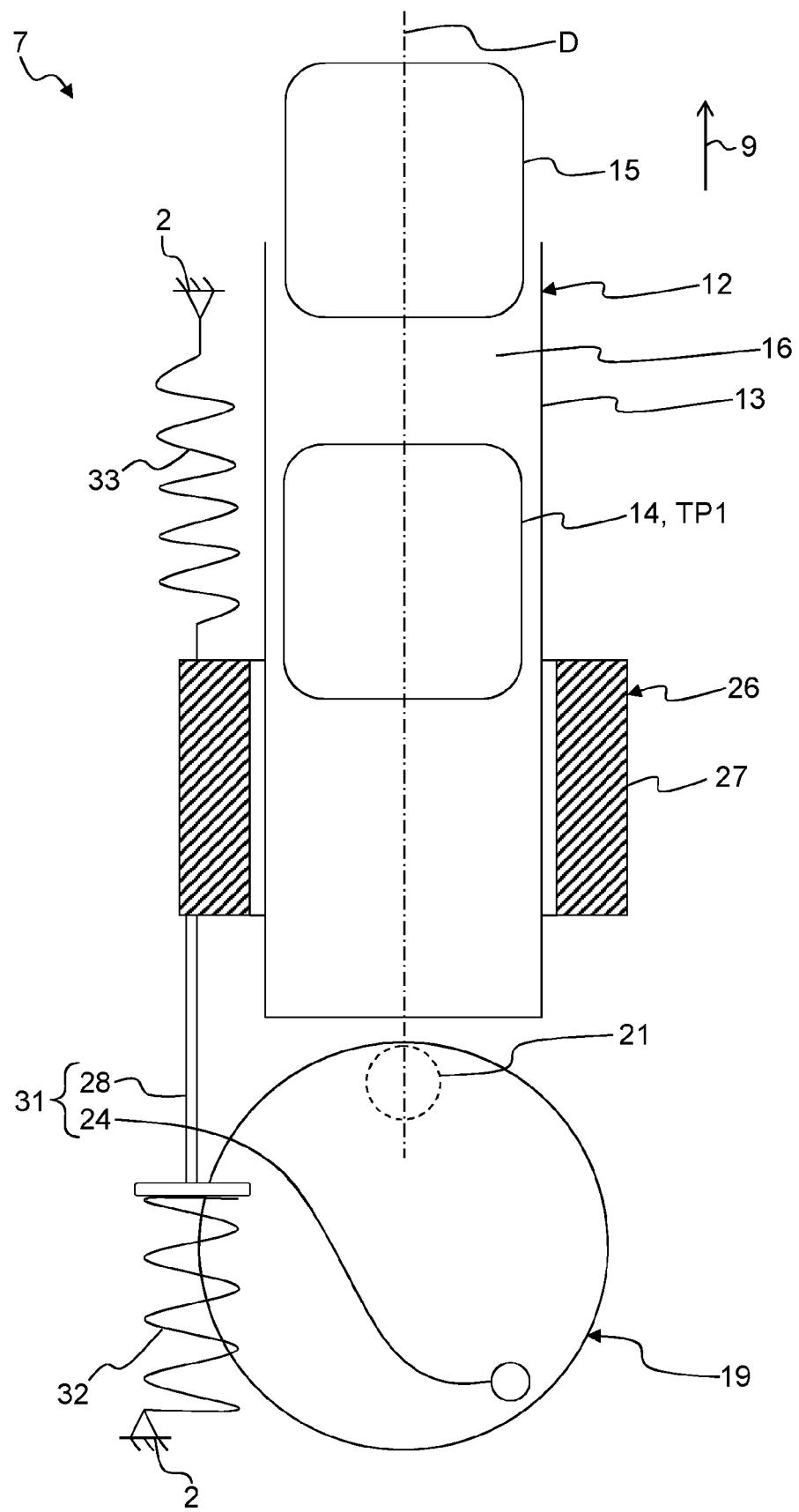


Fig. 4

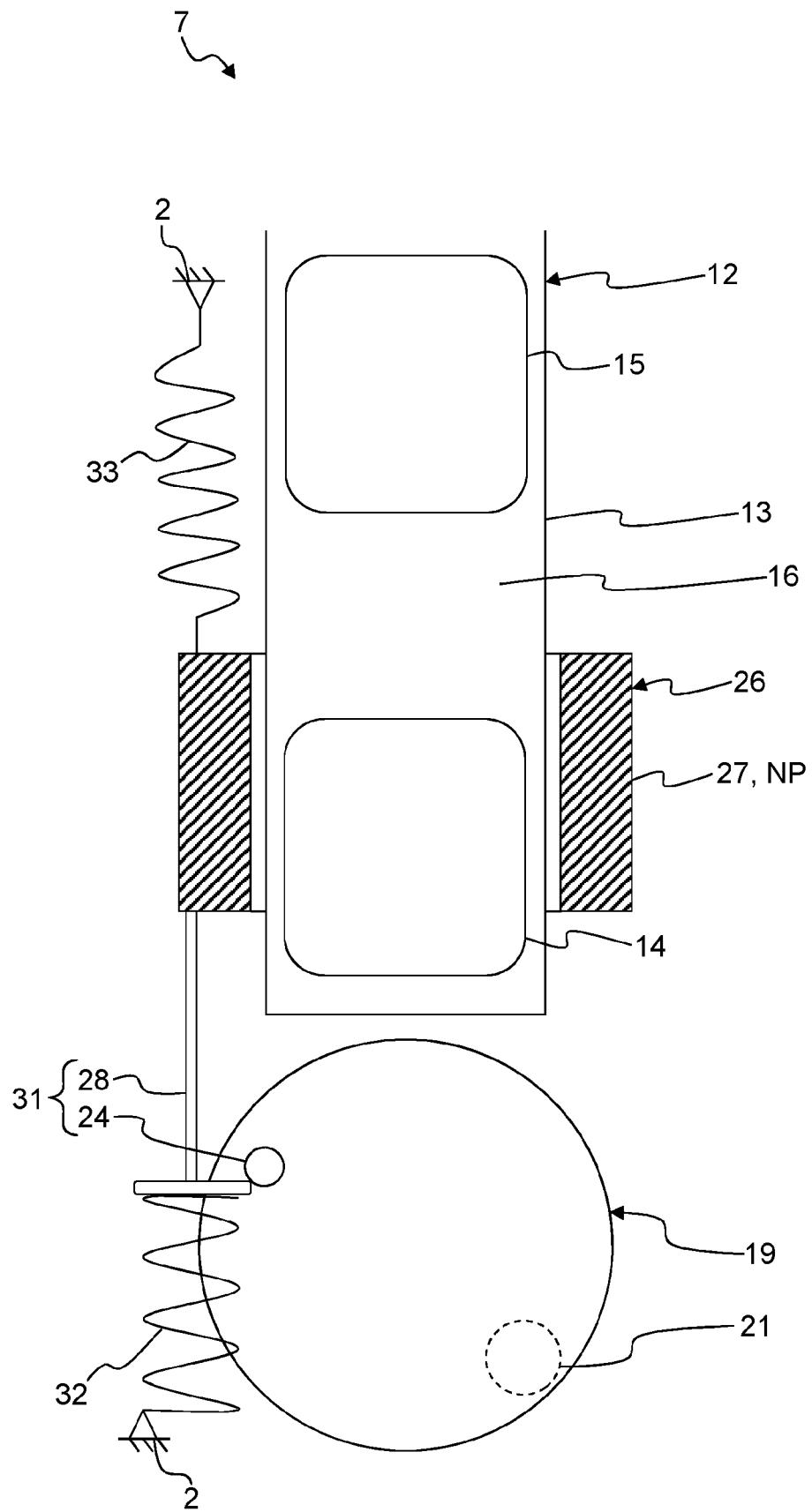


Fig. 5

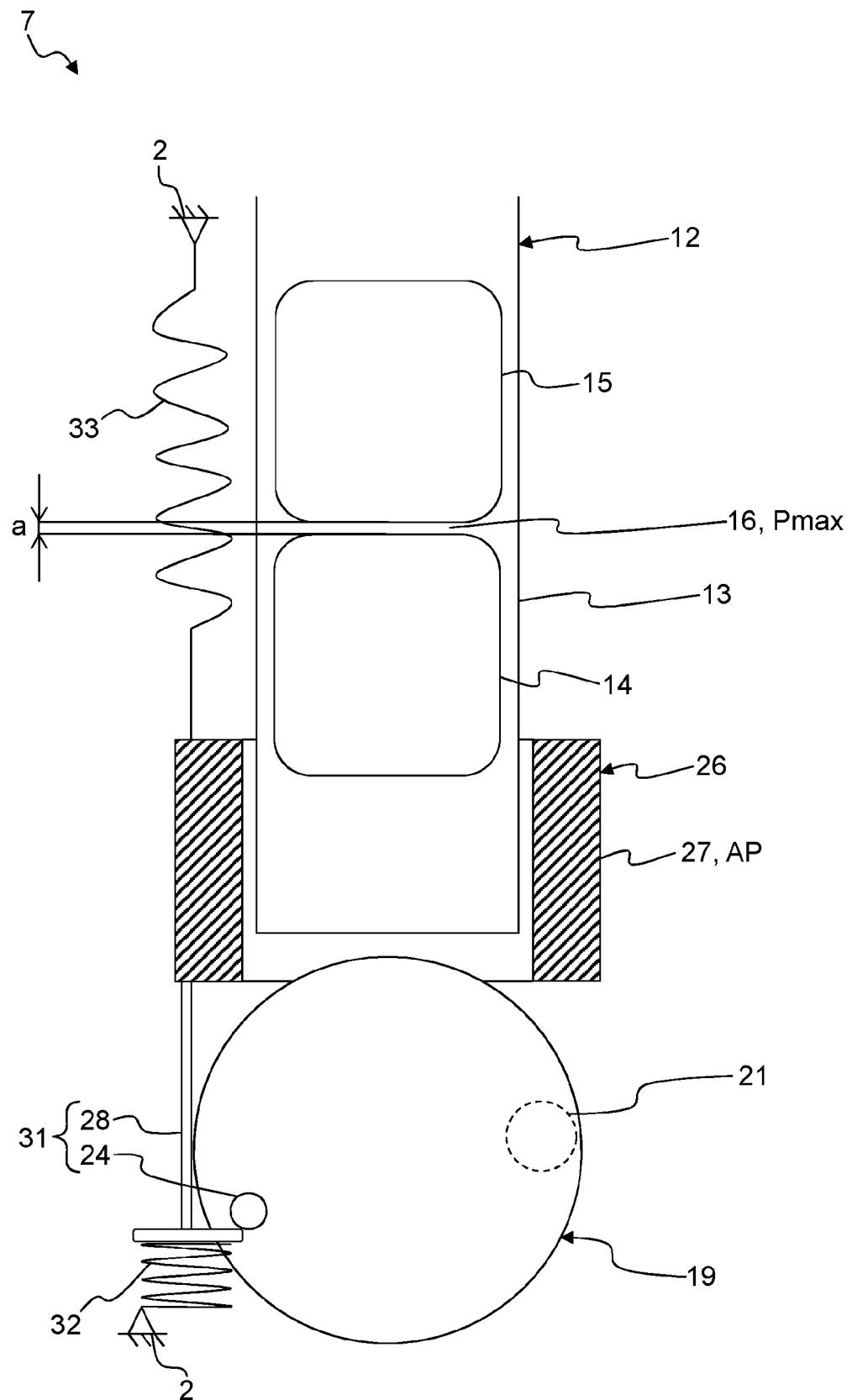


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 18 19 5468

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betriefft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10 X	EP 2 089 192 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19. August 2009 (2009-08-19) * Absätze [0020] - [0023], [0027] - [0030]; Abbildungen 4-6,9-11 * -----	1-15	INV. B25D17/24 B25D11/12
15 A	EP 2 191 939 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 2. Juni 2010 (2010-06-02) * Abbildungen 1-3,6-8 * -----	1-15	
20			
25			
30			
35			
40			
45			
50 2	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 1. April 2019	Prüfer Rilliard, Arnaud
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
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			
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			

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

EP 18 19 5468

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

01-04-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	EP 2089192 A1	19-08-2009	AT 502732 T CN 101535007 A DE 102006053105 A1 EP 2089192 A1 RU 2009121814 A WO 2008055743 A1	15-04-2011 16-09-2009 15-05-2008 19-08-2009 20-12-2010 15-05-2008
20	EP 2191939 A1	02-06-2010	DE 102008044219 A1 EP 2191939 A1	02-06-2010 02-06-2010
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

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 102010040173 A1 [0003]
- WO 2016087399 A1 [0004]
- EP 1952950 A2 [0004]