



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.06.2016 Patentblatt 2016/23

(51) Int Cl.:
B25D 11/06 (2006.01) B25D 17/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14196018.7**

(22) Anmeldetag: **03.12.2014**

(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: **Ohlendorf, Oliver**
86899 Landsberg (DE)

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

(54) **Handwerkzeugmaschine**

(57) Eine Handwerkzeugmaschine hat eine Werkzeugaufnahme (2) zum Haltern eines Werkzeugs (4) auf einer Arbeitsachse (3), ein pneumatisches Schlagwerk (6) zum Ausüben von Schlägen auf das Werkzeug (4) und einen Tilger (27) aus einer zu der Arbeitsachse (3) quer angeordneten Biegefeder (29) und einem Massekörper (28). Eine Vorgelegewelle (11) ist um eine zu der Arbeitsachse (3) parallelen Drehachse (12) durch den Motor (5) angetrieben. Auf der Vorgelegewelle (11) ist ein Taumelantrieb (14) zum Antreiben des pneumatischen Schlagwerks (6) angeordnet. Zudem ist auf der Vorgelegewelle (11) eine Nockenscheibe (36) mit einer in eine zu der Arbeitsachse (3) parallelen Anschubrichtung vorstehenden Nocke (39) angeordnet. Die Biegefeder (29) hat zu der Nocke (39) vorgesehene Gegenstück (46). Die Nocke (39) spannt anliegend an dem Gegenstück (46) die Biegefeder (29) in die Anschubrichtung vor.

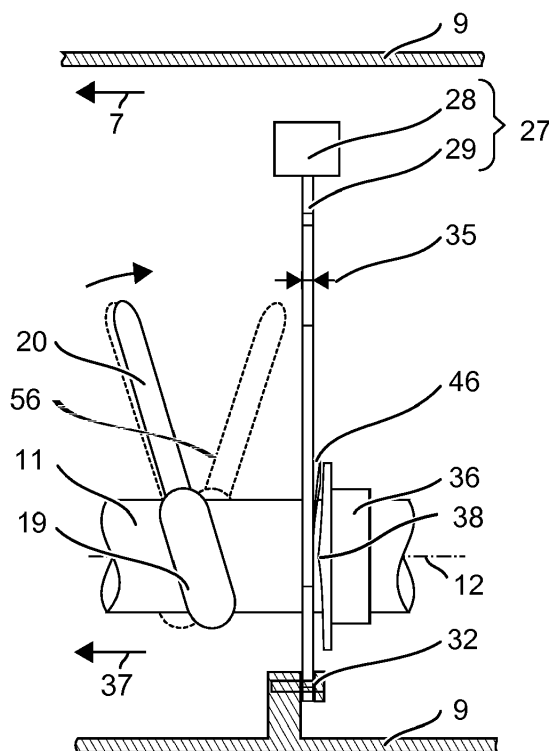


Fig. 2

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine meißelnde Handwerkzeugmaschine, die einen Tilger zum Reduzieren von Vibrationen enthält.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0002] Die Handwerkzeugmaschine hat eine Werkzeugaufnahme zum Haltern eines Werkzeugs auf einer Arbeitsachse, ein pneumatisches Schlagwerk zum Ausüben von Schlägen auf das Werkzeug und einen Tilger aus einer zu der Arbeitsachse quer angeordneten Biegefeder und einem Massekörper. Eine Vorgelegewelle ist um eine zu der Arbeitsachse parallelen Drehachse durch den Motor angetrieben. Auf der Vorgelegewelle ist ein Taumelantrieb zum Antreiben des pneumatischen Schlagwerks angeordnet. Zudem ist auf der Vorgelegewelle eine Nockenscheibe mit einer in eine zu der Arbeitsachse parallelen Anschubrrichtung vorstehenden Nocke angeordnet. Die Biegefeder hat zu der Nocke vorgesehene Gegenstück. Die Nocke spannt anliegend an dem Gegenstück die Biegefeder in die Anschubrrichtung vor.

[0003] Der Tilger wird von der sich drehenden Nocke angestoßen. Das Anstoßen erfolgt bei der im Stillstand des Tilgers eingenommenen Ruhelage der Biegefeder oder wenn der Tilger noch nicht vollständig eingeschwungen ist. Die Nocke erzwingt periodisch eine Mindestauslenkung des Tilgers. Jedoch kann der Tilger angeregt durch die Vibrationen und der Handwerkzeugmaschine stärker auslenken. Das Anstoßen erfolgt synchronisiert mit der Bewegung des Schlagwerks und damit den Vibrationen der Handwerkzeugmaschine.

[0004] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass die Nockenscheibe berührungsfrei zu der Biegefeder ist, wenn die Nocke und das Gegenstück bezogen auf die Drehachse in diametraler Winkelstellung sind. Die Nockenscheibe löst sich bei jedem Umlauf der Nocke um die Drehachse einmal von der Biegefeder, so dass der Tilger wenigstens während dieser Phase frei schwingen kann. Vorzugsweise schwingt der Tilger für wenigstens 50 % einer Oszillation frei, d.h. ohne Kontakt zu der Nocke und nur angetrieben durch die Trägheit der Masse.

[0005] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass der Massekörper durch die Biegefeder auf einer gebogenen Bahn geführt ist. Die Biegefeder kann mit einem ersten Ende an dem Maschinengehäuse befestigt und an einem zweiten Ende der Massekörper befestigt sein, wobei das erste Ende und das zweite Ende diametral von der Vorgelegewelle angeordnet sind. Der Vorsprung kann von dem ersten Ende in einem Abstand sein, welcher zwischen 30 % und 50 % des Abstandes des ersten Endes zu dem zweiten Ende entspricht.

[0006] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass eine maximale Auslenkung der Biegefeder aus einer Ruhelage durch die an dem Gegenstück anliegende Nocke zwi-

schen 1 Grad und 5 Grad beträgt.

[0007] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass die Nocke eine der Biegefeder zugewandte helixförmige Flanke aufweist, die über einen Zentriwinkel zwischen 30 Grad und 90 Grad in die Anschubrrichtung ansteigt. Das Gegenstück kann eine der Nocke zugewandte helixförmige Flanke aufweisen, die über einen Zentriwinkel zwischen 30 Grad und 90 Grad entgegen der Anschubrrichtung ansteigt. Die auf den Tilger beim Anstoßen eingeleitete Kraft wird vorzugsweise gering gehalten. Hierdurch werden Anregungen von höheren harmonischen Schwingungen in der Biegefeder vermieden.

[0008] Die pneumatische Kammer des Schlagwerks ist bei einer Winkelstellung der Vorgelegewelle maximal komprimiert. Die Nocke nimmt zu dem Zeitpunkt eine spezielle Position relativ zu dem Vorsprung ein, welche von der Anordnung der Nocke vor oder nach der Biegefeder abhängt. Ist die Nocke vor der Biegefeder sind die Nocke und der Vorsprung in der gleichen Winkelstellung bezüglich der Drehachse, d.h. die Nocke kann den Vorsprung maximal auslenken. Ist die Nocke nach der Biegefeder angeordnet, sind Nocke und Vorsprung diametral zu der Drehachse, d.h. um 180 Grad versetzt. Der Tilger ist optimal auf die Bewegung des Schlagwerks abgestimmt angeregt.

[0009] Der Taumelantrieb ist bei einer ersten Winkelstellung der Vorgelegewelle in einem dem Werkzeug abgewandten Totpunkt. Die Nocke ist bei einer zweiten Winkelstellung in einer die Biegefeder maximal auslenkenden Winkelstellung. Sofern die Nocke auf der Werkzeug abgewandten Seite der Biegefeder angeordnet ist, kann die zweite Winkelstellung vorteilhafterweise zwischen 95 Grad und 115 Grad auf die erste Winkelstellung folgen. Sofern die Nocke auf der Werkzeug zugewandten Seite der Biegefeder angeordnet ist, kann die erste Winkelstellung vorteilhafterweise zwischen 65 Grad und 85 Grad auf die zweite Winkelstellung folgen.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0010] Die nachfolgende Beschreibung erläutert die Erfindung anhand von exemplarischen Ausführungsformen und Figuren. In den Figuren zeigen:

Fig. 1 einen Bohrhammer

Fig. 2 den Tilger des Bohrhammers in Ruhelage

Fig. 3 den Tilger des Bohrhammers ausgelenkt in Schlagrichtung

Fig. 4 den Tilger des Bohrhammers ausgelenkt entgegen der Schlagrichtung

Fig. 5 die Biegefeder des Tilgers

Fig. 6 die Nockenscheibe zum Anstoßen des Tilgers

Fig. 7 die relative Bewegung des Tilgers und einer Nocke der Nockenscheibe

Fig. 8 die zu Fig. 7 synchrone Bewegung des Schlagwerks

[0011] Gleiche oder funktionsgleiche Elemente werden durch gleiche Bezugszeichen in den Figuren indiziert, soweit nicht anders angegeben.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0012] Fig. 1 zeigt einen beispielhaften Bohrhammer 1. Der Bohrhammer 1 hat einen Werkzeughalter 2, der längs einer Arbeitsachse 3 einen Bohrer 4, einen Meißel oder ein anderes Werkzeug aufnehmen kann. Ein Motor 5 kann den Werkzeughalter 2 um die Arbeitsachse 3 drehend antreiben. Ein Schlagwerk 6 kann zudem auf das in der Werkzeugaufnahme 2 liegende Werkzeug periodisch Schläge in Schlagrichtung 7 längs der Arbeitsachse 3 für einen meißelnden Betrieb ausüben. Das Schlagwerk 6 wird von dem Motor 5 angetrieben. Der Anwender nimmt den Motor 5 mit einem Hauptschalter 8 in Betrieb. Der Motor 5 und das Schlagwerk 6 sind in einem Maschinengehäuse 9 angeordnet. Ein Batteriepaket oder eine Netzleitung versorgen den Motor 5 mit elektrischem Strom. Der Anwender kann den Bohrhammer 1 mit einem Handgriff 10 führen, der an dem Maschinengehäuse 9 befestigt ist.

[0013] Der Bohrhammer 1 hat ein schaltbares Getriebe mit einer Vorgelegewelle 11. Die Vorgelegewelle 11 ist um eine Drehachse 12 drehbar gelagert. Die Drehachse 12 ist parallel zu der Arbeitsachse 3. Der Motor 5 kämmt mit einem Antriebsritzel 13 auf der Vorgelegewelle 11 und treibt die Vorgelegewelle 11 permanent an. Die Vorgelegewelle 11 überträgt das Drehmoment auf einen Taumelantrieb 14 für das Schlagwerk 6 und einen Drehantrieb 15 für die Werkzeugaufnahme 2. Das beispielhafte Getriebe ermöglicht den Drehantrieb der Werkzeugaufnahme 2 zu- und abzuschalten. Eine Schalthülse 16 ist auf der Vorgelegewelle 11 axial zwischen einer ersten Stellung und einer zweiten Stellung beweglich. In der ersten dargestellten Stellung greift eine Innenverzahnung der Schalthülse 16 in eine Verzahnung 17 der Vorgelegewelle 11 ein, in einer zweiten Stellung ist die Schalthülse 16 außer Eingriff. Die Schalthülse 16 ist in permanenten Eingriff mit einem Zahnkranz 18, welcher mit dem Drehantrieb 15 und der Werkzeugaufnahme 2 gekoppelt ist. Ein Schaltknopf ermöglicht dem Anwender die Schalthülse 16 zwischen den beiden Stellungen zu bewegen. Eine analoge Schalthülse kann auf der Vorgelegewelle 11 zum Zu- und Abschalten des Taumelantriebs angeordnet sein.

[0014] Der Taumelantrieb 14 setzt die Drehbewegung der Vorgelegewelle 11 in eine periodische, lineare Bewegung für das Schlagwerk 6 um. Der Taumelantrieb 14 enthält eine Taumelscheibe 19 und einen Taumelfinger 20. Die beispielhafte Taumelscheibe 19 beinhaltet ein

Wälzlager mit einem von der Vorgelegewelle 11 angetriebenen Innenring und einem mit dem Taumelfinger 20 verbundenen Außenring. Der Außenring ist gegenüber dem Innenring um eine zu der Drehachse 12 geneigten Achse drehbar, jedoch durch den an dem Schlagwerk 6 angelegten Taumelfinger 20 gegenüber einer Drehung um die Drehachse 12 gehemmt. Der angetriebene Innenring zwingt den Außenring und den Taumelfinger 20 zu einer periodischen Schwenkbewegung in einer Ebene E aufgespannt von der Drehachse 12 der Vorgelegewelle 11 und der Arbeitsachse 3 um eine Schwenkachse, die durch die Drehachse 12 verläuft und senkrecht zu der aufgespannten Ebene E ist.

[0015] Das pneumatische Schlagwerk 6 hat einen Erregerkolben 21 und einen Schläger 22, welche beide in einem Führungsrohr 23 des Schlagwerks 6 coaxial zu der Arbeitsachse 3 geführt sind. Der Erregerkolben 21 ist mit dem Taumelfinger 20 verbunden. Die Schwenkbewegung des Taumelfingers 20 übersetzt sich in eine periodische lineare Bewegung des Erregerkolbens 21. Eine Luftfeder gebildet durch eine pneumatische Kammer 24 zwischen dem Erregerkolben 21 und dem Schläger 22 koppelt eine Bewegung des Schlägers 22 an die Bewegung des Erregerkolbens 21 an (Fig. 8). Der Schläger 22 kann direkt auf ein hinteres Ende des Bohrers 4 aufschlagen oder mittelbar über einen im Wesentlichen ruhenden Zwischenschläger 25 einen Teil seines Impulses auf den Bohrer 4 übertragen. Die Schlagzahl des Schlagwerks 6 ist gleich der Drehzahl der Vorgelegewelle 11.

[0016] Das periodisch schlagende Schlagwerk 6 erzeugt in dem Maschinengehäuse 9 Erschütterungen, welche der Anwender als Vibrationen des Handgriffs 10 wahrnimmt. Die Vibrationen führen zu einer frühzeitigen Ermüdung des Anwenders und können bei übermäßiger Belastung Gesundheitsschäden verursachen. Der Handgriff 10 kann zur Minderung der Vibrationen über Dämpfelemente 26 mit dem Maschinengehäuse 9 verbunden sein. Die Dämpfelemente 26 reduzieren insbesondere hochfrequente Anteile der Vibrationen und wandeln diese in Wärme um. Die Dämpfelemente 26 bestehen vorzugsweise aus offenporigen Polymerschäumen. Der Wirksamkeit der Dämpfelemente 26 sind Grenzen gesetzt. Das Führen der Handwerkzeugmaschine 1 erfordert eine stabile und steife Anbindung des Handgriffs 10 an das Maschinengehäuse 9, während für eine ideale Dämpfung eine lose und weiche Anbindung vorteilhaft wäre.

[0017] Der beispielhafte Bohrhammer 1 hat zur Verringerung der Vibrationen einen Tilger 27. Der Tilger 27 hat einen Massekörper 28 und eine Biegefeder 29. Der Massekörper 28 wird nur von der Biegefeder 29 gehalten und ist vorzugsweise ansonsten ungeführt. Der Massekörper 28 kann sich längs der Arbeitsachse 3 auf einer gebogenen Bahn, näherungsweise einer Kreisbahn, vor- und zurückbewegen. Die gebogene Bahn liegt vorzugsweise in einer von der Arbeitsachse 3 und Drehachse 12 der Vorgelegewelle 11 aufgespannten Ebene E (Bildebe-

ne von Fig. 2). Der Tilger 27 hat eine Ruhelage 30 (dargestellt in Fig. 2), in welche der Massekörper 28 und die Biegefeder 29 zurückkehren, wenn keine Kraft auf den Tilger 27 einwirkt. Der Massekörper 28 kann auf der gebogenen Bahn aus der Ruhelage 30 ausgelenkt werden (vgl. Fig. 3 und Fig. 4). Die Biegefeder 29 wird dabei elastisch gebogen und übt eine in die Ruhelage 30 zurücktreibende Kraft auf den Massekörper 28 aus. Der Tilger 27 schwingt nach einer Auslenkung 31 aus der Ruhelage 30 um die selbige mit seiner Eigenfrequenz. Die Eigenfrequenz des Masse-Feder-Systems ist durch die Steifigkeit der Biegefeder 29 und die Masse des Massekörpers 28 vorgegeben.

[0018] Der Tilger 27 ist auf das Schlagwerk 6 abgestimmt. Die Eigenfrequenz ist etwa gleich der Schlagzahl des Schlagwerks 6 gewählt, beispielsweise zwischen 100 % und 105 % der Schlagzahl. Der nur über die Biegefeder 29 an das Maschinengehäuse 9 angekoppelte, träge Massekörper 28 wirkt dynamisch den Vibrationen des Schlagwerks 6 entgegen, wodurch die auf den Handgriff 10 einwirkenden Vibrationen des Maschinengehäuses 9 verringert werden. Der träge Massekörper 28 beginnt sich aufgrund seiner Trägheit von selbst gegenüber dem Maschinengehäuse 9 zu bewegen, sobald das Schlagwerk 6 eingeschaltet wird und Vibrationen auftreten. Angeregt durch das Schlagwerk 6 pendelt der Massekörper 28 zwischen zwei Umkehrpunkten, welche in Fig. 3 und 4 dargestellt sind. Die Amplitude der Auslenkung 31 hängt von der Belastung des Bohrhammers 1 ab. Die Auslenkung ist für die typischen Anwendungen z.B. beim Bearbeiten von armiertem Beton, aus Versuchsreihen bekannt. Die Auslenkung 31 bezeichnet nachfolgend den Neigungswinkel der Biegefeder 29 gegenüber ihrer Ruhelage 30.

[0019] Fig. 2 zeigt den beispielhaften Tilger 27 in seiner Ruhelage 30. Die Biegefeder 29 ist in der Ruhelage im Wesentlichen senkrecht zu Arbeitsachse 3 angeordnet. Ein Ende der Biegefeder 29 ist als die Aufhängung 32 ausgestaltet und an dem Maschinengehäuse 9 befestigt. Der Massekörper 28 ist an dem von der Aufhängung 32 distalen Ende 33 der Biegefeder 29 befestigt. Der Abstand des distalen Ende 33 zu der Aufhängung 32 ist die größte Abmessung oder Länge 34 der Biegefeder 29. Eine Stärke 35 der Biegefeder 29, d.h. deren Abmessung entlang der Arbeitsachse 3, ist um wenigstens eine Größenordnung geringer als die Länge 34. Die Biegefeder 29 ist längs der Arbeitsachse 3 elastisch biegsam. Der Massekörper 28 bewegt sich auf der gebogenen Bahn um die Aufhängung 32. Die Länge 34 der Biegefeder 29 gibt den Abstand zu der Aufhängung 32 vor. Die gebogene Bahn entspricht in guter Näherung einem Kreisbogen mit einem Radius gleich der Länge 34. Die Biegefeder 29 krümmt sich mit zunehmender Auslenkung, wodurch sich der Radius verkürzt. Vorzugsweise ist die Biegefeder 29 in die dritte Raumrichtung steif. Die gebogene Bahn verläuft in der von der Arbeitsachse 3 und der Drehachse 12 der Vorgelegewelle 11 aufgespannten Ebene E (Bildebene von Fig. 2). Der Massekörper 28 und die

Aufhängung 32 sind symmetrisch zu der Ebene E angeordnet. Der Tilger 27 ist vorzugsweise in einem ausreichend großen Hohlraum in dem Maschinengehäuse 9 angeordnet, so dass der Massekörper 28 bei typischen Vibrationen kein Element, abgesehen von der Biegefeder 29, in dem Maschinengehäuse 9 berührt.

[0020] Eine Nockenscheibe 36 erleichtert das Einschwingen des Tilgers 27, insbesondere wenn anfangs das Schlagwerk 6 noch auf die vorgesehene Schlagzahl beschleunigt wird. Die Nockenscheibe 36 lenkt den Tilger 27 in eine Anschubrichtung 37 auf eine Seite seiner Ruhelage 30 aus; die beispielsweise in Schlagrichtung 7 vor dem Tilger 27 angeordnete Nockenscheibe 36 lenkt den Tilger 27 auf die in Schlagrichtung 7 abgewandte Seite der Ruhelage 30 aus. Die Nockenscheibe 36 berührt den Tilger 27 nicht, wenn der Tilger 27 auf die andere Seite der Ruhelage 30 schwingt (Fig. 4). Vorteilhafterweise ist die typische Auslenkung 30 des Tilgers 27 im eingeschwungenen Zustand und bei einem aktiven Schlagwerk 6 größer als die von der Nockenscheibe 36 mögliche erzwungene Auslenkung 38 des Tilgers 27. Der Tilger 27 schwingt frei gemäß seiner Eigenfrequenz, d. h. allein vorgegeben durch die Trägheit des Massekörpers 28 und Steifigkeit der Biegefeder 29.

[0021] Die Nockenscheibe 36 ist auf der Vorgelegewelle 11 benachbart zu der Biegefeder 29 angeordnet. Die Nockenscheibe 36 kann in dem Antriebsritzel 13 integriert, in der Taumelscheibe 19 integriert oder als eine eigenständige Scheibe ausgebildet sein. Die Vorgelegewelle 11 treibt die Nockenscheibe 36 mit der gleichen Drehzahl wie die Taumelscheibe 19 an, wodurch die Taumelbewegung der Taumelscheibe 19 und die Drehbewegung Nockenscheibe 36 einen konstanten Winkelversatz haben. Die Nockenscheibe 36 kann zusammen mit der Taumelscheibe 19 von der Vorgelegewelle 11 angekoppelt oder abgekoppelt werden, um das Schlagwerk 6 zu aktivieren bzw. deaktivieren.

[0022] Die Nockenscheibe 36 hat eine einzige Nocke 39, die in einer zu der Arbeitsachse 3 parallelen Anschubrichtung 37 zu der Biegefeder 29 hin vorsteht. Die beispielhafte Nocke 39 hat einen Scheitel 40, eine in Umlaufrichtung 41 bis zu dem Scheitel 40 ansteigende Flanke 42 und nach dem Scheitel 40 abfallende Flanke 43 (Fig. 6). Die helix-förmigen Flanken 42, 43 steigen in die Anschubrichtung 37 an bzw. fallen in die Anschubrichtung 37 ab. Die Flanken 42 können linear mit dem Drehwinkel um die Drehachse 12 ansteigen. Ein Zentriwinkel 44 der ansteigenden Flanke 42 liegt beispielsweise im Bereich zwischen 45 Grad und 90 Grad. Die abfallende Flanke 43 ist vorzugsweise symmetrisch zu der ansteigenden Flanke 42 ausgebildet. Die gesamte Nocke 39 überdeckt maximal einen Zentriwinkel von 180 Grad. Außerhalb der Nocke 39, in gleichem radialen Abstand zu der Drehachse 12 hat die beispielhafte Nockenscheibe 36 eine Aussparung 45. Die Nockenscheibe 36 kann nur mit der einen Nocke 39 die Biegefeder 29 berühren. Angetrieben von der Vorgelegewelle 11 überstreicht die Nocke 39 ein zu der Drehachse 12 koaxiales,

ringförmiges Rotationsvolumen.

[0023] Die Biegefeder 29 hat einen zu der Nockenscheibe 36 hin entgegen der Anschubrichtung 37 vorstehenden Vorsprung 46, an dem die Nocke 39 anschlagen kann. Der Vorsprung 46 ragt dazu, wenn die Biegefeder 29 in der Ruhelage ist, in das von der Nocke 39 überstrichene Rotationsvolumen hinein. Der Vorsprung 46 kann gleich wie die Nocke 39 ausgebildet sein. Der beispielhafte Vorsprung 46 hat einen Scheitel 47, der in Richtung zu der Nockenscheibe 36 vorsteht. Der Vorsprung 46 hat eine zu dem Scheitel 47 im Drehsinn ansteigende Flanke 48 und eine nach dem Scheitel 47 abfallende Flanke 49. Ein Zentriwinkel 50 der ansteigenden Flanke 48 liegt beispielsweise im Bereich zwischen 45 Grad und 90 Grad. Der Scheitel 47 liegt vorzugsweise in der Ebene E und zwischen dem Massekörper 28 und der Vorgelegewelle 11.

[0024] Fig. 7 illustriert das Anstoßen des Tilgers 27 durch die Nockenscheibe 36. Die Ordinate zeigt die Position der Nockenscheibe 36 und der Biegefeder 29 längs der Arbeitsachse 3 in der Ebene E. Die Position ist über die zyklische Winkelstellung 51 der Vorgelegewelle 11 aufgetragen. Die Winkelstellung 51 bei 0 Grad liegt in Ebene E und weist zu dem Massekörper 28. Die Bewegung des Tilgers 27 ist durch den Vorsprung 46 bzw. dessen Scheitel 47 repräsentiert. Die Bewegung des Tilgers 27 ist für die nachfolgenden Erläuterungen ohne Anregung durch Vibrationen dargestellt, mit welchen sich typischerweise eine größere Auslenkung einstellt. Die gestrichelte Linie deutet die Position des Scheitels 47 in der Ruhelage 30 an.

[0025] Die Nockenscheibe 36 dreht sich angetrieben durch die Vorgelegewelle 11 um die Drehachse 12. Die Nocke 39 nähert sich dem Vorsprung 46 der Biegefeder 29. Die Nocke 39 überschreitet in Anschubrichtung 37 mit der ansteigenden Flanke 42 die Ruhelage 30 des Vorsprungs 46. Beispielhaft überschreitet die Nocke 39 die Ruhelage 30 bei einer Winkelstellung 52 von -45 Grad. Die Winkelstellung 52 ergibt sich durch den axialen Abstand der Nockenscheibe 36 zu der Ruhelage 30. Sofern der Tilger 27 unbewegt und somit der Vorsprung 46 in der Ruhelage 30 ist, beginnt die Nocke 39 den Tilger 27 in die Anschubrichtung 37 auszulenken und zu verspannen. Die durch die Nocke 39 erzwungene Auslenkung 38 ist maximal, wenn der Scheitel 40 der Nocke 39 eine zu dem Scheitel 47 des Vorsprungs 46 gleich ausgerichtete Winkelstellung 53 aufweist. Die gleich ausgerichteten Scheitel 40, 47 liegen beispielsweise beide bei 0 Grad. Die beiden Scheitel 40, 47 liegen in der Ebene E mit dem Massekörper 28 und der Schwingungsebene des Tilgers 27. Die maximale erzwungene Auslenkung 38 liegt im Bereich zwischen 1 Grad und 5 Grad.

[0026] Anschließend an die maximale erzwungene Auslenkung 38 entfernt sich die Nocke 39 mit der abfallenden Flanke 43 von dem Vorsprung 46. Die Nocke 39 übt keine Kraft mehr in die Anschubrichtung 37 auf die Biegefeder 29 aus. Entsprechend relaxiert die Biegefeder 29 und beschleunigt den Massekörper 28 entgegen

der Anschubrichtung 37 in Richtung zu der Ruhelage 30. Der Vorsprung 46 bewegt sich mit zunehmender Geschwindigkeit entgegen der Anschubrichtung 37. Die Steigungsrate der abfallenden Flanke 48 bei der Drehzahl der Vorgelegewelle 11 ist größer als die Geschwindigkeit des Vorsprungs 46 gewählt. Entsprechend öffnet sich zwischen der Biegefeder 29 und der Nockenscheibe 36 ein Spalt. Die Bewegung des Tilgers 27 ist nun allein durch die Trägheit des Massekörpers 28 und die Steifigkeit der Biegefeder 29 vorgegeben. Die freie Bewegung dauert wenigstens 75 % einer Umdrehung der Vorgelegewelle 11 (270 Grad).

[0027] Die Tilger 27 schwingt über die Ruhelage 30 und erreicht seine größte Auslenkung 31 entgegen der Anschubrichtung 37, wenn die Nocke 39 bei etwa 180 Grad liegt. Die Nocke 39 liegt wieder in der Ebene E, allerdings auf der der Aufhängung 32 der Biegefeder 29 zugewandten Seite der Vorgelegewelle 11. Die Nocke 39 und der Vorsprung 46 liegen bezogen auf die Drehachse 12 diametral. Der Nocke 39 ist vorzugsweise längs der Drehachse 12 eine Aussparung 54 der Biegefeder 29 gegenüber angeordnet, dem Vorsprung 46 liegt vorzugsweise längs der Drehachse 12 die Aussparung 45 der Nockenscheibe 36 gegenüber. Die Nockenscheibe 36 und die Biegefeder 29 berühren einander in der diametralen Winkelstellung 55 nicht, unabhängig von der Amplitude der Auslenkung 31 der Biegefeder 29. Die in Fig. 7 dargestellte Amplitude 38 beinhaltet nur die Anregung durch die Nockenscheibe 36, bei dem meißelnden Bohrhämmer 1 ist die Auslenkung 38 bei den typischen Anwendungen um wenigstens 20 % größer.

[0028] Die maximale erzwungene Auslenkung 38 des Tilgers 27 erfolgt vorzugsweise zeitgleich mit der maximalen Kompression der pneumatischen Kammer 24. Die Vorgelegewelle 11 treibt synchron den Taumelfinger 20, damit indirekt das Schlagwerk 6, und auch die Nockenscheibe 36 an. Der Taumelfinger 20 erreicht periodisch seinen werkzeugabgewandten Totpunkt 56 bei einer Winkelstellung 57, beispielsweise bei 255 Grad (-105 Grad). Die Taumelfinger 20 bewegt sich und den Erregerkolben 21 nachfolgend in Schlagrichtung 7. Die pneumatische Kammer 24 des Schlagwerks 6 wird komprimiert. Die maximale Kompression wird zwischen 95 Grad und 115 Grad nach dem Totpunkt 56 erreicht. Der feste Winkelversatz des Taumelantriebs 14 zu der Nockenscheibe 36 ist derart gewählt, dass die gleichgerichtete Winkelstellung 53 der Nocke 39 zu dem Vorsprung 46 zwischen 95 Grad und 115 Grad auf den werkzeugabgewandten Totpunkt 56 des Taumelantriebs 14 folgen. Der Winkelversatz verschiebt sich um 180 Grad, wenn die Nockenscheibe 36 auf der werkzeugseitig von der Biegefeder 29 angeordnet ist.

[0029] Der bereits schwingende Tilger 27 soll möglichst wenig durch die Nocke 39 gestört werden. Der Vorsprung 46 ist ausgelegt, den von der Nocke 39 überstrichenen Bereich schnell zu verlassen. Der Scheitel 47 liegt dazu auf einer der Aufhängung 32 abgewandten Seite der Vorgelegewelle 11. Der Abstand des Scheitels

47 zu der Aufhängung 32 liegt zwischen 30 % und 50 % der Länge 34 der Biegefeder 29.

[0030] Die Biegefeder 29 kann senkrecht zu der Ebene versteift sein. Die Breite 58 der Biegefeder 29 ist vorzugsweise größer als deren Stärke 35 und geringer als deren Länge 34. Die beispielhafte Biegefeder 29 ist als plattenförmige Blattfeder ausgebildet (Fig.5). Die Biegefeder 29 umgreift die Vorgelegewelle 11. Die Aufhängung 32 der Biegefeder 29 und das distale Ende 33 mit dem Massekörper 28 sind an diametral gegenüberliegenden Seiten der Vorgelegewelle 11. Die Biegefeder 29 hat beispielsweise eine Aussparung 59, durch welche die Vorgelegewelle 11 geführt ist. Die Biegefeder 29 kann eine weitere Aussparung 54 aufweisen, durch welche das parallel zu der Vorgelegewelle 11 angeordnete Schlagwerk 6 geführt ist. Die Aussparungen 54, 59 sind so ausreichend dimensioniert, dass die Biegefeder 29 bei ihrer Auslenkung durch den Massekörper 28 nicht an der Vorgelegewelle 11 und dem Schlagwerk 6 anstößt. Die Biegefeder 29 ist beispielsweise aus Federstahl oder einem Faserverbundstoff.

Patentansprüche

1. Handwerkzeugmaschine mit einer Werkzeugaufnahme (2) zum Haltern eines Werkzeugs (4) auf einer Arbeitsachse (3), einem Motor (5), einem pneumatischen Schlagwerk (6) zum Ausüben von Schlägen auf das Werkzeug (4), einem Tilger (27) aus einer zu der Arbeitsachse (3) quer angeordneten Biegefeder (29) und einem Massekörper (28), einer Vorgelegewelle (11), die um eine zu der Arbeitsachse (3) parallelen Drehachse (12) durch den Motor (5) angetrieben ist, einem auf der Vorgelegewelle (11) angeordnetem Tausaltrieb (14) zum Antreiben des pneumatischen Schlagwerks (6), einer auf der Vorgelegewelle (11) angeordneten Nockenscheibe (36) mit einer in eine zu der Arbeitsachse (3) parallelen Anschubrichtung (37) vorstehenden Nocke (39), einem an der Biegefeder (29) vorgesehenen Gegenstück (46) zu der Nocke (39), wobei die Nocke (39) anliegend an dem Gegenstück (46) die Biegefeder (29) in die Anschubrichtung (37) vorspannt.
2. Handwerkzeugmaschine (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nockenscheibe (36) berührungsfrei zu der Biegefeder (29) ist, wenn die Nocke (39) und das Gegenstück (46) bezogen auf die Drehachse (12) in diametraler Winkelstellung (55) sind.
3. Handwerkzeugmaschine (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nocken-

scheibe (36) ist für wenigstens 75% einer Drehung um die Drehachse (12) berührungsfrei zu der Biegefeder (29).

4. Handwerkzeugmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Massekörper (28) durch die Biegefeder (29) auf einer gebogenen Bahn geführt ist.
5. Handwerkzeugmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Biegefeder (29) mit einem ersten Ende (32) an dem Maschinengehäuse (9) befestigt und an einem zweiten Ende (33) der Massekörper befestigt ist, wobei das erste Ende (32) und das zweite Ende (33) diametral von der Vorgelegewelle (11) angeordnet sind.
6. Handwerkzeugmaschine (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gegenstück (46) der Nocke (39) von dem ersten Ende (32) in einem Abstand ist, welcher zwischen 30 % und 50 % des Abstandes (34) des ersten Endes (32) zu dem zweiten Ende (33) entspricht.
7. Handwerkzeugmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine maximale erzwungene Auslenkung (38) der Biegefeder (29) aus einer Ruhelage (30) durch die an dem Gegenstück (46) anliegende Nocke (39) zwischen 1 Grad und 5 Grad beträgt.
8. Handwerkzeugmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nocke (39) eine der Biegefeder (29) zugewandte helixförmige Flanke (42) aufweist, die über einen Zentriwinkel (44) zwischen 30 Grad und 90 Grad in die Anschubrichtung (37) ansteigt.
9. Handwerkzeugmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gegenstück (46) eine der Nocke (39) zugewandte helixförmige Flanke (48) aufweist, die über einen Zentriwinkel (50) zwischen 30 Grad und 90 Grad entgegen der Anschubrichtung (37) ansteigt.
10. Handwerkzeugmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine pneumatische Kammer (24) des Schlagwerks (6) bei einer Winkelstellung (54) der Vorgelegewelle (11) maximal komprimiert ist und wobei die Nocke (39) in der Winkelstellung (53) der Vorgelegewelle (11) und bei einer Anordnung der Nocke (39) auf einer dem Werkzeug (4) abgewandten Seite der Biegefeder (29) bezogen auf die Drehachse (12) in der gleichen Winkelstellung (53) wie das Gegenstück (46) liegt oder wobei die Nocke (39) in der Win-

kelstellung (53) und bei einer Anordnung der Nocke (39) auf einer dem Werkzeug (4) zugewandten Seite der Biegefeder (29), bezogen auf die Drehachse (12) diametral zu dem Gegenstück (46) liegt.

5

11. Handwerkzeugmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Taumelantrieb (14) bei einer ersten Winkelstellung (57) der Vorgelegewelle (11) in einem dem Werkzeug (4) abgewandten Totpunkt (56) ist und die Nocke (39) bei einer zweiten Winkelstellung (53) in einer die Biegefeder (29) maximal auslenkenden Winkelstellung ist, und wobei bei einer Anordnung der Nocke (39) auf der Werkzeug (4) abgewandten Seite der Biegefeder (29), die zweite Winkelstellung (53) zwischen 95 Grad und 115 Grad auf die erste Winkelstellung (57) folgt, und wobei bei einer Anordnung der Nocke (39) auf der Werkzeug (4) zugewandten Seite der Biegefeder (29) die erste Winkelstellung (57) zwischen 65 Grad und 85 Grad auf die zweite Winkelstellung (53) folgt.

10

15

20

25

30

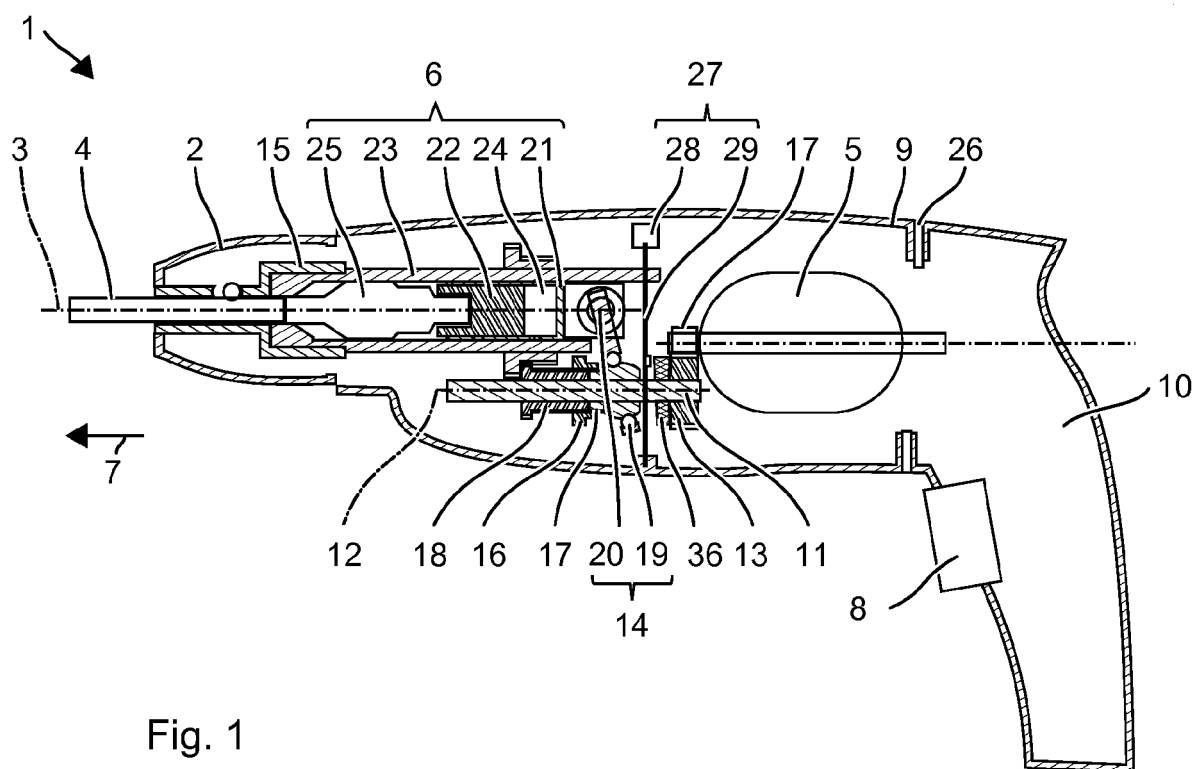
35

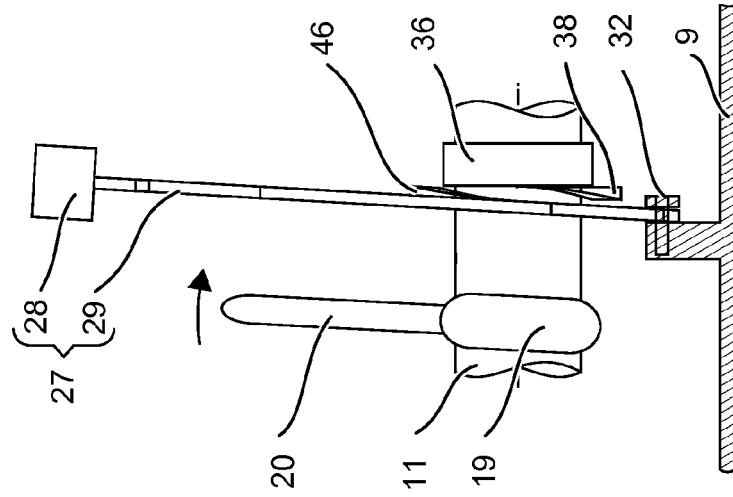
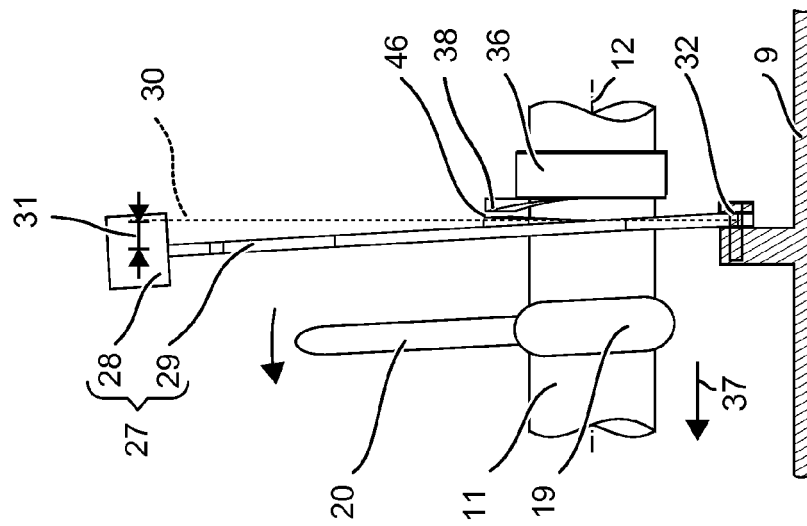
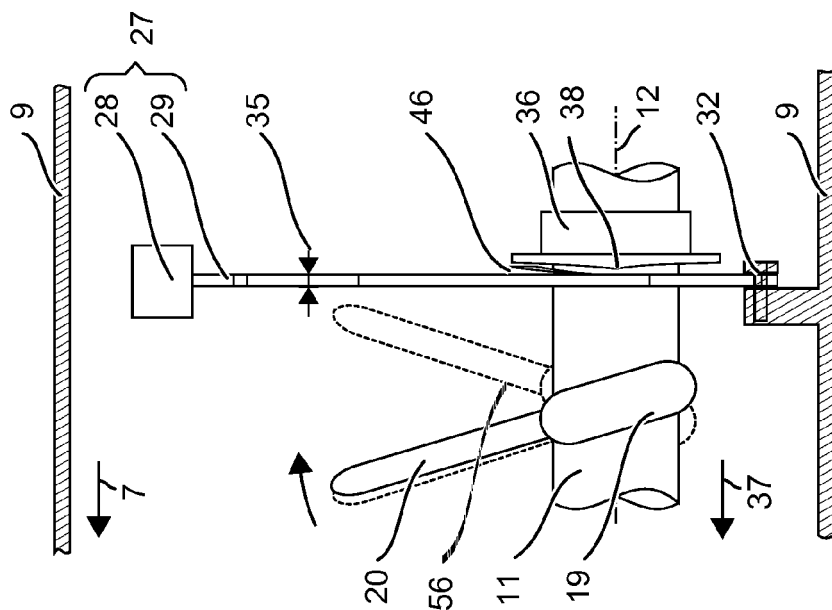
40

45

50

55





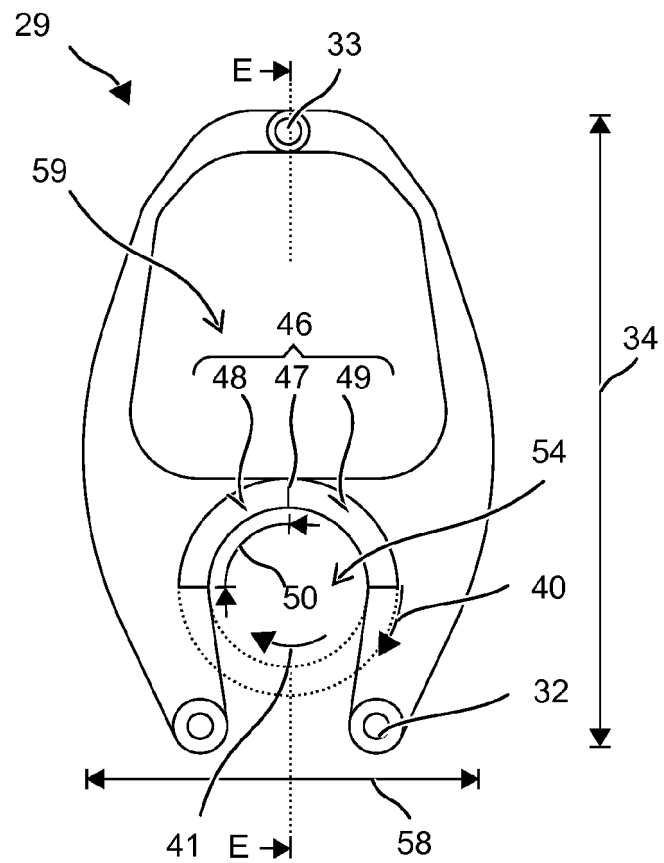


Fig. 5

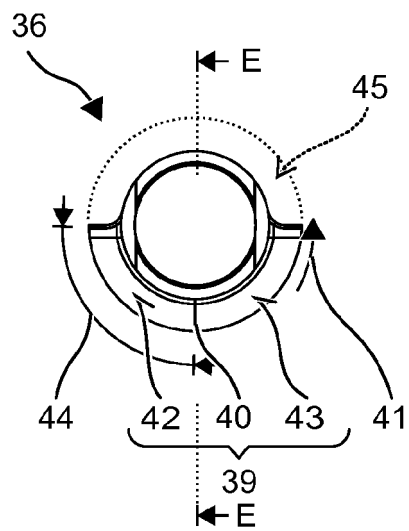


Fig. 6

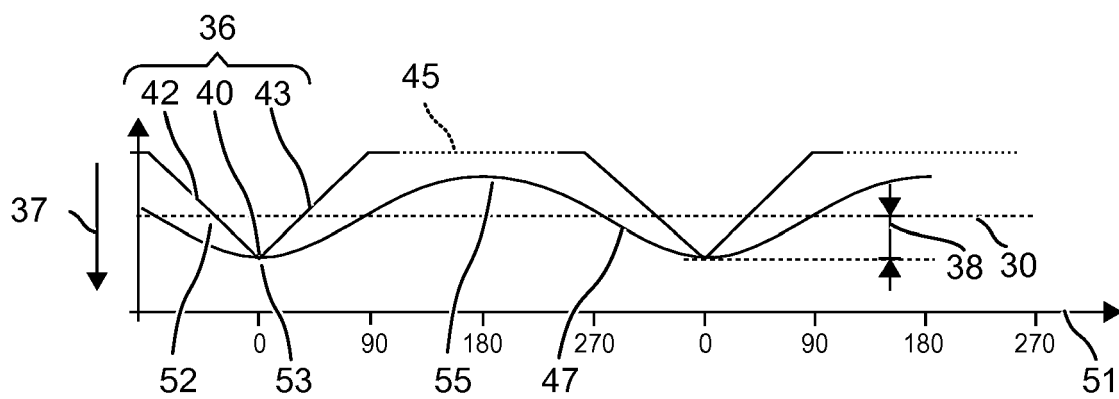


Fig. 7

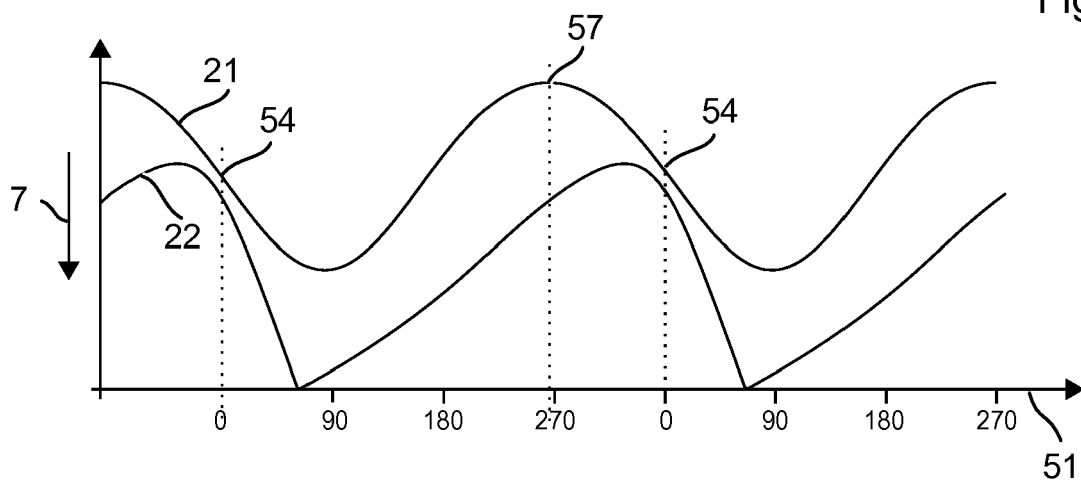


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 19 6018

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 2011/017483 A1 (BAUMANN OTTO [DE] ET AL) 27. Januar 2011 (2011-01-27) * Absätze [0103] - [0107], [0120] - [0123]; Abbildungen 6,9 * * das ganze Dokument *	1-11	INV. B25D11/06 B25D17/24
A	WO 2013/140793 A1 (HITACHI KOKI KK [JP]) 26. September 2013 (2013-09-26) * Abbildungen 1,2 * * das ganze Dokument *	1-11	
A	GB 2 048 753 A (HILTI AG) 17. Dezember 1980 (1980-12-17) * das ganze Dokument *	1-11	
A	US 2013/213682 A1 (SCHLESACK GERD [DE] ET AL) 22. August 2013 (2013-08-22) * das ganze Dokument *	1-11	
A	WO 2010/069647 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; BAUMANN OTTO [DE]; SCHMID HARDY [DE]; HERR TOB) 24. Juni 2010 (2010-06-24) * das ganze Dokument *	1-11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B25D
A	US 2012/125649 A1 (OHLENDORF OLIVER [DE] ET AL) 24. Mai 2012 (2012-05-24) * das ganze Dokument *	1-11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 26. Mai 2015	Prüfer Rilliard, Arnaud
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche 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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 14 19 6018

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

26-05-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011017483 A1	27-01-2011	CN 101970181 A	09-02-2011
		DE 102008000677 A1	17-09-2009
		EP 2265419 A1	29-12-2010
		RU 2010141586 A	20-04-2012
		US 2011017483 A1	27-01-2011
		WO 2009112101 A1	17-09-2009

WO 2013140793 A1	26-09-2013	CN 104114332 A	22-10-2014
		EP 2828039 A1	28-01-2015
		WO 2013140793 A1	26-09-2013

GB 2048753 A	17-12-1980	CA 1129682 A1	17-08-1982
		CH 646900 A5	28-12-1984
		DE 2917475 A1	13-11-1980
		FR 2455496 A1	28-11-1980
		GB 2048753 A	17-12-1980
		JP S639924 B2	03-03-1988
		JP S55144914 A	12-11-1980

US 2013213682 A1	22-08-2013	CN 101903133 A	01-12-2010
		DE 102007061716 A1	25-06-2009
		EP 2234768 A1	06-10-2010
		RU 2010129101 A	27-01-2012
		US 2010270046 A1	28-10-2010
		US 2013213682 A1	22-08-2013
		WO 2009077241 A1	25-06-2009

WO 2010069647 A1	24-06-2010	CN 102256754 A	23-11-2011
		DE 102008054873 A1	01-07-2010
		EP 2379282 A1	26-10-2011
		RU 2011129231 A	27-01-2013
		WO 2010069647 A1	24-06-2010

US 2012125649 A1	24-05-2012	DE 102010043810 A1	16-05-2012
		EP 2452782 A2	16-05-2012
		US 2012125649 A1	24-05-2012

EPO FORM P0461

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