



(11) **EP 2 540 452 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.01.2013 Patentblatt 2013/01

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

(21) Anmeldenummer: **12003954.0**

(22) Anmeldetag: **21.05.2012**

(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

(72) Erfinder:
• **Braun, Helmut**
85232 Bergkirchen (DE)
• **Overfeld, Philip**
80636 München (DE)

(30) Priorität: **27.06.2011 DE 102011105600**

(74) Vertreter: **Müller - Hoffmann & Partner**
Patentanwälte
Innere Wiener Strasse 17
81667 München (DE)

(71) Anmelder: **Wacker Neuson Produktion GmbH & Co. KG**
80809 München (DE)

(54) **Luftfederschlagwerk mit geteiltem Luftfedervolumen**

(57) Ein Luftfederschlagwerk weist ein axial hin- und herbewegbares, von einem Antrieb antreibbares Antriebselement (3) und ein axial hin- und herbewegbares Schlagelement (4) zum Aufschlagen auf ein Werkzeug (5) auf. Zwischen dem Antriebselement (3) und dem Schlagelement (4) ist eine Luftfedereinrichtung angeordnet, durch welche eine Bewegung des Antriebselements (3) auf das Schlagelement (4) übertragbar ist. Die Luftfedereinrichtung weist eine an das Antriebselement (3) angrenzende erste Luftkammer (6a) und eine an die erste Luftkammer (6a) und das Schlagelement (4) angrenzende zweite Luftkammer (6b) auf. Die erste und die zweite Luftkammer (6a, 6b) sind durch ein axial hin- und herbewegbares Trennelement (7) getrennt. Dabei ist eine Bewegbarkeit des Trennelements (7) relativ zu dem Antriebselement (3) durch eine Koppereinrichtung (8, 9) derartig einseitig begrenzt, dass ein vorgegebener Maximalabstand (M) zwischen dem Trennelement (7) und dem Antriebselement (3) nicht überschreitbar ist.

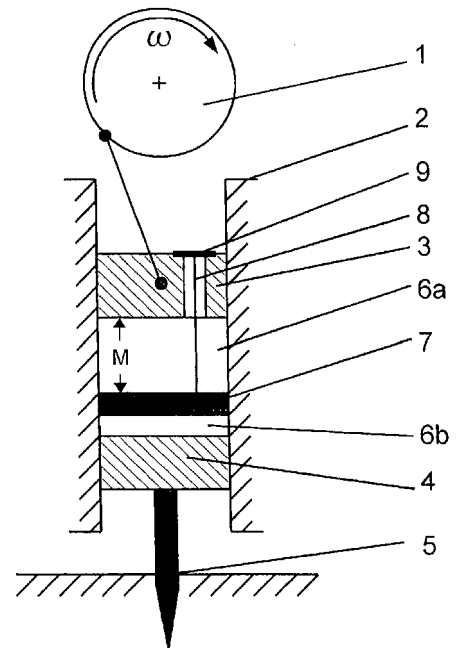


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft gemäß Patentanspruch 1 ein Luftfederschlagwerk, das beispielsweise in einem Aufbruch-, Schlag- und/oder Bohrhämmer Verwendung finden kann.

[0002] Die Verwendung von Luftfederschlagwerken in Aufbruch-, Schlag- und/oder Bohrhämmern ist allgemein bekannt. Bekanntermaßen wird bei einem derartigen Luftfederschlagwerk ein Antriebskolben von einem geeigneten Antrieb, z.B. von einem durch einen Elektromotor betriebenen Kurbeltrieb, in eine oszillierende Axialbewegung versetzt. Die oszillierende Axialbewegung kann dann in eine Stoßbewegung eines Werkzeugs, beispielsweise eines Meißels, umgesetzt werden. Um eine verbesserte Schlagwirkung am Werkzeug zu erreichen und den Antrieb nicht übermäßig starken und verschleißenden Belastungen auszusetzen, wird zwischen dem Antriebskolben und dem Werkzeug ein Schlagkolben angeordnet. Der Antriebskolben und der Schlagkolben können mit Hilfe von Dichtungen, beispielsweise mit Spaltdichtungen, gegeneinander und gegen ein Schlagwerksgehäuse abgedichtet sein, so dass sich bei hohen Relativgeschwindigkeiten zwischen dem Antriebskolben und dem Schlagkolben durch das eingeschlossene Luftvolumen eine Luftfeder ausbilden kann. Die oszillierende Axialbewegung des Antriebskolbens kann durch die Luftfeder auf den Schlagkolben übertragen werden, so dass der Schlagkolben eine beispielsweise am Werkzeug vorgesehene Aufschlagvorrichtung beaufschlagen kann.

[0003] Grundsätzlich unterscheiden sich Luftfederschlagwerke durch die Gestaltung und Anordnung des Antriebs- und des Schlagkolbens. Unterschieden werden:

- Rohrschlagwerke mit beispielsweise durchmesser-gleichen, in einem Schlagwerksgehäuse (Schlagwerkrohr) geführten Antriebs- und Schlagkolben;
- Hohlkolbensschlagwerke mit hohlem, einseitig offenem Antriebskolben und darin geführtem Schlagkolben;
- Hohlschlägersschlagwerke mit hohlem, einseitig offenem Schlagkolben und darin geführtem Antriebskolben; und
- zweiseitige Luftfederschlagwerke mit hohlem, den Schlagkolben umschließenden Antriebskolben.

[0004] Bei den zweiseitigen Luftfederschlagwerken wird die Bewegungsenergie des Antriebskolbens durch zwei getrennte Luftfedern auf den Schlagkolben übertragen, wobei eine Kompression der einen Luftfeder immer eine Dekomprimierung der zweiten Luftfeder bedingt und umgekehrt. Die Funktionsweise zweiseitiger Luftfederschlagwerke unterscheidet sich daher insoweit von der der einseitigen Luftfederschlagwerke. Zweiseitige Luft-

federschlagwerke werden daher im Folgenden nicht weiter betrachtet.

[0005] Bei Rohrschlagwerken, Hohlkolbensschlagwerken und Hohlschlägersschlagwerken wird die durch den Antrieb eingeleitete oszillierende Axialbewegung durch eine einzige, sich zwischen Antriebskolben und Schlagkolben ausbildende Luftfeder übertragen, wie die folgende Beschreibung eines Schlagzyklusses zeigt.

[0006] Wird der Antriebskolben durch den Antrieb beispielsweise aus einer extremen, vom Schlagkolben abgewandten Position (oberer Totpunkt des Antriebskolbens) in Richtung des Schlagkolbens beschleunigt, so kann das zwischen Antriebskolben und Schlagkolben eingeschlossene Luftvolumen komprimiert und eine Luftfeder ausgebildet werden. Über die komprimierte Luftfeder wird ein Schub des Antriebskolbens auf den Schlagkolben übertragen, so dass dieser beispielsweise die am Werkzeug angeordnete Aufschlagvorrichtung oder einen Döpper beaufschlagen kann und den Impuls auf das Werkzeug überträgt.

[0007] Durch den Aufschlag des Werkzeugs auf das bearbeitete Material prallt der Schläger zurück. Durch diesen Rückstoß, der abhängig von der Energie des Aufschlags und vom Härtegrad des bearbeiteten Werkstücks ist, kann der Schlagkolben in eine Rückbewegung in Richtung des Antriebskolbens versetzt werden.

[0008] Die Rückbewegung des Schlagkolbens kann zusätzlich durch eine Rückbewegung des Antriebskolbens verstärkt werden, wenn der Antriebskolben durch den Antrieb aus einer extremen, dem Schlagkolben zugewandten Position (unterer Totpunkt des Antriebskolbens) in Richtung seines oberen Totpunkts bewegt wird. Durch die Rückbewegung des Antriebskolbens kann ein Unterdruck in dem zwischen Antriebskolben und Schlagkolben eingeschlossenen Luftvolumen entstehen und sich dadurch eine gedehnte Luftfeder ausbilden, die eine Saugwirkung auf den Schlagkolben ausüben und dessen Rückbewegung verstärken kann. Die Geschwindigkeit, mit der der Schlagkolben in Richtung des Antriebskolbens bewegt wird, und auch die Distanz, die er dabei zurücklegt, hängen dabei einerseits vom Rückstoß und andererseits von der Saugwirkung der Luftfeder ab.

[0009] Nachdem der Antriebskolben seinen oberen Totpunkt erreicht hat, wird ein weiterer Schlagzyklus eingeleitet, bei dem der Antriebskolben erneut in Richtung des Schlagkolbens bewegt wird und den Schlagkolben über die Luftfeder in Richtung der Aufschlagvorrichtung bzw. des Werkzeugs bewegt.

[0010] Die Schlagenergie, mit der der Schlagkolben in dem weiteren Schlagzyklus das Werkzeug beaufschlagen kann, wird durch die Geschwindigkeit des Schlagkolbens beim Aufschlag und durch seine Masse bestimmt. Die Geschwindigkeit des Schlagkolbens beim Aufschlag hängt ihrerseits von der Geschwindigkeit des Schlagkolbens bei der Rückbewegung (Schlägerrückgeschwindigkeit) und von dem Zeitpunkt der maximalen Luftfederkompression ab, da der Schlagkolben im weiteren Schlagzyklus durch den Antriebskolben mittels der

komprimierten Luftfeder über die in der Rückbewegung zurückgelegte Distanz beschleunigt werden kann. Die Schlägerrückgeschwindigkeit ist daher bestimmend für die erreichbare Schlagenergie.

[0011] Die Schlägerrückgeschwindigkeit hängt von der Energieaufnahmefähigkeit des zu bearbeitenden Untergrunds bzw. Gesteins ab. Nimmt der zu bearbeitende Untergrund wenig Energie auf, prallt der Schlagkolben mit einer hohen Rückgeschwindigkeit zurück. Derartige Untergründe werden mit einer hohen Rückstoßziffer gekennzeichnet. Nimmt hingegen der Untergrund viel Energie auf, prallt der Schlagkolben mit einer geringen Rückgeschwindigkeit zurück. Derartige Untergründe werden mit einer niedrigen Rückstoßziffer gekennzeichnet. Im Extremfall kann der Schlagkolben auf dem Werkzeug liegen bleiben, ohne zurückgestoßen zu werden.

[0012] Weiterhin hängt die Schlägerrückgeschwindigkeit von dem Unterdruck der Luftfeder beim Ansaugen des Schlägers ab. Dieser Unterdruck ist entscheidend bei einem schwachen oder nicht vorhandenen Rückstoß beispielsweise auf einem Untergrund mit einer niedrigen Rückstoßziffer. Der Unterdruck in der Luftfeder und damit die Rücksaugkraft hängen dabei in hohem Maß von der Geometrie der Luftfeder ab, beispielsweise von dem Kolbenhub, von der Fläche und von der Länge der Luftfeder.

[0013] Um ein ausreichendes Schlagverhalten bekannter einseitiger Luftfederschlagwerke zu erreichen, muss daher eine Gestaltung der Luftfeder bzw. eine Luftfedergeometrie und eine Gestaltung des Schlagkolbens auf die Rückstoßziffern der zu bearbeitenden Untergründe angepasst werden.

[0014] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Luftfederschlagwerk anzugeben, das eine verbesserte Schlagenergie für die Bearbeitung von Untergründen mit verschiedenen Rückstoßziffern bereitstellt.

[0015] Diese Aufgabe wird durch ein Luftfederschlagwerk gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Weiterentwicklungen der Erfindung sind den abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

[0016] Ein Luftfederschlagwerk weist ein axial hin- und herbewegbares, von einem Antrieb antreibbares Antriebselement, ein axial hin- und herbewegbares Schlagelement zum Aufschlagen auf ein Werkzeug und eine zwischen dem Antriebselement und dem Schlagelement wirkende bzw. angeordnete Luftfedereinrichtung auf, wobei eine Bewegung des Antriebselement auf das Schlagelement durch die Luftfedereinrichtung übertragbar ist. Die Luftfedereinrichtung weist eine an das Antriebselement angrenzende erste Luftkammer und eine an die erste Luftkammer und das Schlagelement angrenzende zweite Luftkammer auf, wobei zwischen der ersten und der zweiten Luftkammer ein axial hin- und herbewegbares Trennelement angeordnet ist. Eine Bewegbarkeit des Trennelements relativ zum Antriebselement ist durch eine Koppereinrichtung derart einseitig begrenzt, dass ein vorgegebener Maximalabstand zwischen dem Trennelement und dem Antriebselement nicht überschreitbar ist.

[0017] Der Antrieb kann einen Motor, wie beispielsweise einen Elektro- oder ein Verbrennungsmotor aufweisen. Das durch den Antrieb erzeugte Antriebsmoment kann in bekannter Weise beispielsweise über einen Kurbeltrieb oder ein Taumelgetriebe auf das Antriebselement übertragen werden und dieses in eine axiale Oszillationsbewegung versetzen.

[0018] Die axiale Oszillationsbewegung des Antriebselements kann durch die Luftfedereinrichtung auf das Schlagelement übertragen werden, so dass dieses ebenfalls in eine axiale Oszillationsbewegung versetzt wird. Die axiale Oszillationsbewegung des Schlagelements kann zum Aufschlagen des Schlagelements auf das Werkzeug, beispielsweise auf eine an einem Ende des Werkzeugs vorgesehene Aufschlagvorrichtung oder einen Döpper, genutzt werden.

[0019] In einem Bewegungszyklus der axialen Hin- und Herbewegung ist der Antriebskolben durch den Antrieb von einem oberen Totpunkt (Extremposition in Richtung des Antriebs bzw. entgegengesetzt dem Schlagelement) in einen unteren Totpunkt (Extremposition in Richtung des Schlagelements) und anschließend wieder in den oberen Totpunkt bewegbar.

[0020] Bei einer Bewegung des Antriebselements vom oberen Totpunkt in Richtung des unteren Totpunkts kann sich beispielsweise dann, wenn das Schlagelement stillsteht, sich langsamer als das Antriebselement bewegt oder sich auf das Antriebselement zu bewegt, in der Luftfedereinrichtung und insbesondere in der ersten und zweiten Luftkammer ein Druck aufbauen, durch den das eingeschlossene Luftvolumen komprimiert wird. Eine weitgehend gleichmäßige Kompression des eingeschlossenen Luftvolumens der ersten und zweiten Luftkammer wird dabei durch das axial hin- und herbewegbare Trennelement ermöglicht, das in diesem Teilabschnitt des Bewegungszyklusses axial sowohl relativ zum Antriebselement als auch relativ zum Schlagelement bewegbar ist. Die in der ersten und zweiten Luftkammer eingeschlossenen Luftvolumina können so gemeinsam als eine kombinierte, einheitliche Luftfeder wirken und einen Schub des Antriebselements auf das Schlagelement übertragen. Das Schlagelement kann hierdurch in Richtung des Werkzeugs und insbesondere in Richtung eines Aufschlagpunktes am Werkzeug bzw. der Aufschlagvorrichtung bewegt werden.

[0021] Durch das Zusammenwirken der in der ersten und zweiten Luftkammer eingeschlossenen Luftvolumina als kombinierte Luftfeder kann eine weiche und damit Rückstoß-tolerante Übertragung des Schubs des Antriebselements auch bei einer hohen Geschwindigkeit des Antriebselements auf das Schlagelement erreicht werden. Das Schlagelement kann daher mit hoher Schlagenergie auf das Werkzeug aufschlagen.

[0022] Nach dem Aufschlag kann das Schlagelement durch einen Rückstoß des Werkzeugs zurückgestoßen und in eine Bewegung vom Aufschlagpunkt in Richtung des Antriebselements versetzt werden. Das Antriebselement kann in diesem Moment noch in einer Bewegung

in Richtung seines unteren Totpunkts sein, diesen erreicht haben oder durch den Antrieb bereits in eine Bewegung zu seinem oberen Totpunkt gezwungen worden sein.

[0023] Nach einer Umkehr der Bewegungsrichtung des Antriebselements und/oder durch eine Abschwächung des Rückstoßes des Schlagelements kann sich der Abstand zwischen einer an die erste Luftkammer angrenzenden Stirnfläche des Antriebselements und einer an die zweite Luftkammer angrenzenden Stirnfläche des Schlagelements zunehmend vergrößern, wobei die in der ersten und der zweiten Luftkammer befindliche, beim Aufschlag noch komprimierte Luft zunehmend entspannt wird.

[0024] Solange in der ersten Luftkammer Überdruck herrscht, kann sich die erste Luftkammer wegen des relativ zum Antriebs- und zum Schlagelement (noch) frei bewegbaren Trennelements ausdehnen. Durch die Ausdehnung kann der vorgegebene Maximalabstand zwischen dem Antriebselement und dem Trennelement erreicht werden.

[0025] Bei Erreichen des Maximalabstands kann die Koppereinrichtung das Trennelement mit dem Antriebselement koppeln. Hierdurch kann die Bewegbarkeit des Trennelements relativ zum Antriebselement einseitig begrenzt und eine weitere Ausdehnung des in der ersten Luftkammer befindlichen Luftvolumens verhindert werden. In diesem Moment kann in der ersten Luftkammer im Wesentlichen Umgebungsdruck herrschen. Durch das Koppeln des Antriebselements mit dem Trennelement kann die Bewegung des Antriebskolbens auf das Trennelement übertragen werden.

[0026] Da das in der zweiten Luftkammer befindliche Luftvolumen nicht begrenzt ist, kann sich durch die Rückbewegung des Trennelements in der zweiten Luftkammer eine saugende Luftfeder ausbilden, wobei durch den Sog die Bewegung des Trennelements auf das Schlagelement übertragen werden kann. Das Schlagelement wird daher durch die in der zweiten Luftkammer ausgebildete Luftfeder in Richtung seines oberen Totpunkts zurückgesaugt.

[0027] Durch die alleinige Sogwirkung der im Vergleich zur kombinierten Luftfeder kurzen, in der zweiten Luftkammer ausgebildeten Luftfeder kann ein effektives Zurücksaugen auch dann erreicht werden, wenn beispielsweise der Rückstoß des Schlagelements auf einem Untergrund mit niedriger Rückstoßziffer gering ausfällt.

[0028] Es ist möglich, dass bei einer Komprimierung der Luftvolumina in der ersten und zweiten Luftkammer Luft durch Leckage entweicht. Hierdurch kann im Moment des Koppelns der Koppereinrichtung beispielsweise anstelle des Umgebungsdrucks ein leichter Unterdruck in der ersten Luftkammer vorliegen. Eine derartige Leckage kann durch einen Luftausgleich ausgeglichen werden. Ein Luftausgleich kann beispielsweise mittels geeigneter angeordneter Spaltöffnungen z.B. dann geschehen, wenn sich Antriebselement und/oder das Schlagelement in der unteren Stellung, z.B. in oder nahe

ihrem unteren Totpunkt, befinden.

[0029] In einer Ausführungsform weist die Koppereinrichtung ein mit dem Trennelement gekoppeltes Sperrerelement auf. Beispielsweise kann das Sperrerelement einen Vorsprung, eine Nase, einen Sperrkörper, eine Sperrscheibe oder ähnliches aufweisen und beispielsweise durch eine Koppelstange oder durch ein Drahtseil mit dem Trennelement gekoppelt sein.

[0030] Die Bewegbarkeit des Trennelements relativ zum Antriebselement kann in dieser Ausführungsform durch einen einseitig wirkenden Formschluss des Sperrerelements mit dem Antriebselement begrenzt werden. Dieser Formschluss kann beispielsweise durch ein Aufsetzen der Aufsetzplatte bzw. des Aufsetzklotzes auf dem Antriebselement erreicht werden, wenn der vorbestimmte Maximalabstand zwischen Trennelement und Antriebselement erreicht ist. Das Aufsetzen kann bewirken, dass auch bei einem weiteren, auf das Trennelement und/oder das Antriebselement jeweils entgegengesetzt wirkenden Zug eine weitere Auseinanderbewegung des Trennelements und des Antriebselements und damit eine Vergrößerung der ersten Luftkammer verhindert wird. Der Formschluss wirkt nur einseitig, da beispielsweise ein Aufeinanderzubewegen des Trennelements und des Antriebselements durch den Formschluss nicht bewirkt wird bzw. werden muss.

[0031] Das Antriebselement und/oder das Sperrerelement können in dieser Ausführungsform derart gestaltet sein, dass der einseitig wirkende Formschluss begünstigt wird. Beispielsweise kann das Antriebselement eine Fläche aufweisen, auf der das als Aufsetzplatte gestaltete Sperrerelement aufsetzen kann, oder eine Ausnehmung, die der Gestalt des Sperrerelements entspricht.

[0032] In einer weiteren Ausführungsform kann in einem Ruhezustand des Luftfederschlagwerks, beispielsweise bei stillstehendem Antrieb, das Volumen der zweiten Luftkammer im Wesentlichen geringer als das Volumen der ersten Luftkammer sein. Da sich die Luftvolumina der ersten und der zweiten Luftkammer während eines Schlagzyklusses wegen der Relativbewegungen zwischen Antriebselement, Schlagelement und Trennelement ändern, kann das Volumen im Ruhezustand betrachtet werden. Beispielsweise kann in dem Ruhezustand das Schlagelement sich im theoretischen Schlagpunkt, beispielsweise mit Auflage auf der Aufschlagvorrichtung, und der Schläger sich im unteren Totpunkt befinden. Weiterhin kann im Ruhezustand in der ersten und zweiten Luftkammer im Wesentlichen Umgebungsdruck herrschen.

[0033] Beispielsweise kann das Volumen der ersten Luftkammer im Wesentlichen zwei- oder dreimal so groß sein wie das der zweiten Luftkammer. Diese Größenordnung ist jedoch beispielhaft zu verstehen, andere Ausgestaltungen können je nach Geometrie der Luftkammern, Masse des Antriebs- und des Schlagkolbens, Beschaffenheit des Werkzeugs und Beschaffenheit der zu bearbeitenden Untergründe möglich sein.

[0034] Weist die zweite Luftkammer ein geringes Vo-

lumen auf, kann sie in der oben beschriebenen zweiten Phase mit Kopplung des Trennelements an das Antriebselement besonders effektiv wirken. Insbesondere kann sich bei einem kleinen Luftvolumen in der zweiten Luftkammer ein starker Sog ausbilden, so dass eine hohe Schlägerrückgeschwindigkeit erreicht und damit ein Schlag mit hoher Schlagenergie vorbereitet werden kann.

[0035] Bei einer derartigen Ausgestaltung der ersten und zweiten Luftkammer können die Vorteile einer kurzen Luftfeder beim Rücksaugen des Schlagelements mit denen einer langen Luftfeder bei der Schlagvorbereitung und bei einem starken Rückstoß kombiniert werden. So ist bei Dekompression der Luftfedern beispielsweise in der oben beschriebenen zweiten Phase ein kraftvolles Rücksaugen möglich, wohingegen bei Kompression der Luftfedern eine effektive Übertragung des Schubs und damit eine höhere Einzelschlagenergie sowie eine hohe Toleranz gegenüber verschiedenen Rückstößen und damit eine Schonung des Bedieners und eines das Luftfederschlagwerk aufweisenden Arbeitsgeräts erreicht wird. Weiterhin werden durch die gemeinsame Wirkung der Luftfedern in der ersten und der zweiten Luftkammer geringere Vibrationen erreicht. Zudem herrscht in den beiden Luftkammern ein geringerer Maximaldruck bei der Luftfederkompression, der geringere Betriebstemperaturen bedingt und die Dichtungen weniger belastet. Folglich treten geringere Luftverluste beispielsweise bei einer Undichtigkeit einer der Luftkammern auf.

[0036] In einer Ausführungsform ist das Sperrelement auf der dem Trennelement entgegengesetzten Seite des Antriebselements angeordnet. Hierdurch kann bei einer Ausdehnung der ersten Luftkammer und bei einem Erreichen des vorgegebenen Maximalabstands zwischen Trennelement und Antriebselement das Sperrelement auf dem Antriebselement aufsetzen und mit diesem einen einseitig wirkenden Formschluss bilden. Die Bewegung des Antriebselements kann nun über den einseitig wirkenden Formschluss durch die Koppereinrichtung auf das Trennelement übertragen werden.

[0037] In einer weiteren Ausführungsform kann das Trennelement beispielsweise in einem Führungszylinder zum axialen Führen des Antriebselements und/oder des Schlagelements geführt werden. Beispielsweise kann das Trennelement durch eine im Wesentlichen dicht in den Führungszylinder eingepasste Trennscheibe, welche zwischen dem Antriebselement und dem Schlagelement angeordnet ist, gebildet sein. Durch die Trennscheibe werden die erste und die zweite Luftkammer im Wesentlichen dicht voneinander getrennt.

[0038] In einer weiteren Ausführungsform kann das Antriebselement innerhalb eines Hohlzylinders angeordnet sein. In dieser Ausführungsform kann das Trennelement durch einen Boden des Hohlzylinders gebildet sein und das Sperrelement einen im Innenraum des Hohlzylinders angeordneten Vorsprung aufweisen. Dabei kann die Kopplung des Trennelements, also des Bodens des Hohlzylinders, mit dem im Innenraum des Hohlzylinders

angeordneten Sperrelement durch eine Umwandlung des Hohlzylinders gebildet sein. Dies ermöglicht eine robuste Verbindung des Sperrelements mit dem Trennelement.

[0039] In dieser Ausführungsform findet eine Bewegung des Antriebselements vollständig im Innenraum des Hohlzylinders statt. Der Hohlzylinder selbst ist axial relativ zum Antriebselement beweglich. Die Bewegbarkeit des Hohlzylinders relativ zum Antriebselement ist einseitig durch das Sperrelement begrenzt. Beispielsweise kann der Vorsprung ein Auseinanderbewegen des Antriebselements und des Hohlzylinders durch einen einseitig wirkenden Formschluss verhindern.

[0040] In einer Ausführungsform kann in einer Schubphase, in der das Antriebselement durch den Antrieb in Richtung des Schlagelements bewegt wird, in der ersten Luftkammer eine erste Luftfeder und in der zweiten Luftkammer eine zweite Luftfeder ausgebildet sein. Dabei wird ein Schub des Antriebselements über die erste Luftfeder auf das Trennelement und von dem Trennelement über die zweite Luftfeder auf das Schlagelement übertragen. Ein Schub des Antriebselements in Richtung des Schlagelements wird hierbei durch die gemeinsame Wirkung der beiden Luftfedern auf das Schlagelement übertragen.

[0041] In einer Ausführungsform kann in einer Zugphase, in der das Antriebselement durch den Antrieb von dem Schlagelement wegbewegt wird, ein Zug des Antriebselements über die Koppereinrichtung auf das Trennelement und von dem Trennelement über die zweite Luftfeder auf das Schlagelement übertragbar sein. Sobald der vorgegebene Maximalabstand zwischen dem Trennelement und dem Antriebselement erreicht ist, wirkt die Koppereinrichtung, die das Trennelement mit dem Antriebselement einseitig koppelt. Die Bewegung des Antriebselements kann daher über die vergleichsweise kurze zweite Luftfeder effektiv auf das Schlagelement übertragen werden.

[0042] In einer weiteren Ausführungsform weist ein Arbeitsgerät ein Rohrschlagwerk, ein Hohlkolbensschlagwerk oder ein Hohlschlägerschlagwerk nach einem der vorstehenden Ansprüche auf. Auch hier wirken bei einer Kompression die in der ersten und zweiten Luftkammer gebildeten Luftfedern gemeinsam, während bei einer Dekompression die Ausdehnung der in der ersten Luftkammer gebildeten Luftfeder durch die einseitige Kopplung des Trennelements mit dem Antriebselement begrenzt ist.

[0043] Diese und weitere Merkmale der Erfindung werden nachfolgend anhand von Beispielen unter Zuhilfenahme der begleitenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Luftfederschlagwerk mit einer durch eine Trennscheibe in eine erste Luftkammer und eine zweite Luftkammer getrennten Luftfedereinrichtung in einer Zugphase;

- Fig. 2 das Luftfederschlagwerk aus Fig. 1 in einer Schubphase;
- Fig. 3 ein Luftfederschlagwerk mit Anordnung eines Antriebskolbens in einem eine erste und eine zweite Luftkammer trennenden Hohlzylinder;
- Fig. 4 das Luftfederschlagwerk aus Fig. 1, wobei die Trennscheibe durch ein Zugelement mit einem Antriebskolben gekoppelt ist;
- Fig. 5 ein Hohlschlägerschlagwerk mit einem in einen Schlagkolben eingepassten Antriebskolben und einer durch eine Trennscheibe in eine erste und eine zweite Luftkammer getrennten Luftfedereinrichtung; und
- Fig. 6 ein Hohlkolbensschlagwerk mit einem in einen Antriebskolben eingepasst Schlagkolben und einer durch eine Trennscheibe in eine erste und eine zweite Luftkammer getrennten Luftfedereinrichtung.

[0044] Im Folgenden beziehen sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche Komponenten, die eine entsprechende Funktion in den gezeigten Luftfederschlagwerken erfüllen.

[0045] Fig. 1 zeigt schematisch ein Luftfederschlagwerk, in welchem ein Antriebsmoment eines Antriebsmotors (nicht gezeigt) über einen Kurbeltrieb 1 auf einen in einem Führungszylinder 2 geführten, axial hin- und herbewegbaren Antriebskolben 3 übertragbar ist. Der Kurbeltrieb 1 kann beispielsweise eine durch eine Motorwelle antreibbare Exzentrerscheibe mit daran befestigtem Pleuel aufweisen. Durch die Übertragung des Antriebsmoments kann der Antriebskolben 3 in eine axiale Oszillationsbewegung zwischen einem in Richtung des Kurbeltriebs 1 befindlichen oberen Totpunkt und einen in entgegengesetzter Richtung befindlichen unteren Totpunkt des Antriebskolbens 3 versetzt werden. Die axiale Oszillationsbewegung des Antriebskolbens 3 kann durch eine Luftfedereinrichtung auf einen ebenfalls in dem Führungszylinder 2 geführten Schlagkolben 4 übertragen werden, so dass dieser ebenfalls eine axiale Oszillationsbewegung ausführt. Durch den Schlagkolben 4 kann ein Werkzeug 5 wie z.B. ein Meißel oder ein Bohrer beaufschlagt werden, welches beispielsweise zur Bearbeitung eines Untergrundes eingesetzt werden kann.

[0046] Die Luftfedereinrichtung weist in der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform eine erste Luftkammer 6a und eine zweite Luftkammer 6b auf. Die erste Luftkammer 6a grenzt an eine vorderseitige Stirnseite des Antriebskolbens 3, während die zweite Luftkammer an eine rückseitige Stirnseite des Schlagkolbens 4 angrenzt. Beide Luftkammern 6a, 6b sind angrenzend zueinander durch eine in dem Führungszylinder axial bewegbare Trennscheibe 7 getrennt.

[0047] Die Trennscheibe 7, die ebenfalls im Führungs-

zylinder 2 geführt ist und in diesem die erste Luftkammer 6a im Wesentlichen dicht von der zweiten Luftkammer 6b trennt, ist mit einer Koppelstange 8 und einem daran befestigten Sperrkörper 9 mit dem Antriebskolben 3 gekoppelt. Hierdurch wird ein vorgegebener Maximalabstand M zwischen dem Antriebskolben 3 und der Trennscheibe 7 begrenzt. Eine Bewegbarkeit der Trennscheibe 7 relativ zum Antriebskolben 3 ist folglich einseitig begrenzt, da die Trennscheibe 7 in der in Fig. 1 gezeigten Position nicht weiter vom Antriebskolben 3 wegbewegt werden kann.

[0048] Fig. 1 zeigt die Ausführungsform in einer Zugphase, in der der Antriebskolben 3 durch den Kurbeltrieb 1 von dem Schlagkolben 4 wegbewegt, also nach oben bewegt wird. Im dargestellten Teilabschnitt des Bewegungszyklusses wird ein durch den Kurbeltrieb 1 auf den Antriebskolben 3 übertragener Zug über den mit dem Antriebskolben 3 einen einseitigen Formschluss bildenden Sperrkörper 9 und die damit verbundene Koppelstange 8 auf die Trennscheibe 7 übertragen. Das in der ersten Luftkammer 6a eingeschlossene Luftvolumen wirkt daher dann nicht mehr als Luftfeder. Der auf die Trennscheibe 7 übertragene Zug kann zu einer Ausdehnung des in der zweiten Luftkammer 6b befindlichen Luftvolumens führen, wodurch sich in der zweiten Luftkammer 6b ein Sog und damit eine Luftfeder ausbildet. Über die in der zweiten Luftkammer 6b gebildete Luftfeder kann der Zug auf den Schlagkolben 4 übertragen werden und diesen in Richtung des Antriebskolbens 3 nach oben bewegen.

[0049] Durch das im Vergleich zu einem Gesamtvolumen der Luftkammern 6a und 6b geringe Volumen der zweiten Luftkammer 6b kann der Zug effektiv auf den Schlagkolben 4 übertragen werden. Es bildet sich der Unterdruck auch bei geringem Kolbenhub schnell aus. Folglich kann auch bei einem geringen von dem Werkzeug 5 auf den Schlagkolben 4 übertragenen Rückstoß der Schlagkolben 4 effektiv in Richtung des Antriebskolbens 3 bewegt werden.

[0050] Fig. 2 zeigt das Luftfederschlagwerk aus Fig. 1 in einer Schubphase, in der der Antriebskolben 3 durch den Kurbeltrieb 1 in Richtung des Schlagkolbens geschoben wird. Der einseitige Formschluss des Sperrelements 9 mit dem Antriebskolben 3 wirkt hierbei nicht bzw. wird gelöst, so dass der Antriebskolben 3 ungehindert in Richtung der Trennscheibe 7 und des Schlagkolbens 4 bewegt werden kann. Hierdurch wird das in den beiden Luftkammern 6a, 6b befindliche Luftvolumen komprimiert und der Schub auf den Schlagkolben 4 übertragen.

[0051] In dem in Fig. 2 gezeigten weiteren Teilabschnitt des Bewegungszyklusses ist daher die Trennscheibe 7 nicht durch den Sperrkörper 9 und die Koppelstange 8 mit dem Antriebskolben gekoppelt. Die in der ersten und der zweiten Luftkammer 6a, 6b ausgebildeten Luftfedern werden komprimiert und wirken zusammen, wodurch eine effektive Übertragung des Schubs auf den Schlagkolben 4 und damit die Vorbereitung eines kraftvollen Aufschlags des Schlagkolbens 4 auf das Werk-

zeug 5 erreicht wird.

[0052] Durch das im Vergleich zum Volumen der zweiten Luftkammer 6b hohe Gesamtvolumen der Luftkammern 6a und 6b kann ein Rückstoß wirksam abgefangen und der Schub des Antriebskolbens 3 effektiv auf den Schlagkolben 4 übertragen werden. Folglich kann beispielsweise ein starker, von dem Werkzeug 5 auf den Schlagkolben 4 übertragener Rückstoß effektiv gedämpft und zur Schlagvorbereitung genutzt werden.

[0053] Bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform eines Luftfederschlagwerks ist der Antriebskolben 3 innerhalb eines Hohlzylinders 10 axial beweglich angeordnet. Der Hohlzylinder 10 ist seinerseits ebenfalls axial beweglich in dem Führungszylinder 2 angeordnet. Der Antriebskolben 3 ist daher zum Hohlzylinder 10 relativ bewegbar. Diese relative Bewegbarkeit ist jedoch einseitig begrenzt durch als Anschläge dienende Vorsprünge 11a, 11b, welche innerhalb des Hohlzylinders 10 angeordnet sind. Die Vorsprünge 11a, 11b können auch einheitlich als Ring ausgebildet sein.

[0054] Innerhalb des Hohlzylinders 10, zwischen einem Boden des Hohlzylinders 10 und dem Antriebskolben 3 befindet sich die erste Luftkammer 6a, welche durch den Boden des Hohlzylinders 10 von der zwischen dem Boden des Hohlzylinders 10 und dem Schlagkolben 4 befindlichen zweiten Luftkammer 6b getrennt ist. Der Boden des Hohlzylinders 10 bildet somit ein Trennelement zwischen der ersten Luftkammer 6a und der zweiten Luftkammer 6b.

[0055] Die Vorsprünge 11a, 11b begrenzen die Bewegbarkeit des Bodens des Hohlzylinders 10 zum Antriebskolben 3 in der Art, dass auch hier ein vorgegebener Maximalabstand zwischen dem Boden des Hohlzylinders 10 und dem Antriebskolben 3 nicht überschritten werden kann.

[0056] Im dargestellten Moment des Bewegungsablaufs, in dem der Antriebskolben 3 durch den Kurbeltrieb 1 vom Schlagkolben 4 weg bewegt wird, ist der maximale Abstand zwischen dem Antriebskolben 3 und dem Boden des Hohlzylinders 10 noch nicht erreicht. In den Luftkammern 6a und 6b kann noch Überdruck herrschen. Sobald der Maximalabstand erreicht wird, kann in der ersten und zweiten Luftkammer 6a, 6b im Wesentlichen Umgebungsdruck herrschen. Die Vorsprünge 11a, 11b können dann mit dem Antriebskolben 3 einseitig wirkende Formschlüsse bilden, durch die die Bewegung des Antriebskolbens 3 auf den Hohlzylinder 10 übertragen werden kann. In der zweiten Luftkammer 6b kann dann durch Dekomprimierung des eingeschlossenen Luftvolumens eine kurze Luftfeder ausgebildet werden, durch die die Bewegung des Antriebskolbens 3 effektiv auf den Schlagkolben 4 übertragbar ist.

[0057] Die in Fig. 4 gezeigte Ausführungsform entspricht in weiten Teilen der in Fig. 1 gezeigten. Allerdings ist hier die Trennscheibe 7 durch ein Zugelement 12 wie beispielsweise ein Drahtseil mit dem Antriebskolben 3 gekoppelt. Das Zugelement 12 begrenzt in dieser Ausführungsform einseitig die Bewegbarkeit der Trennschei-

be 7 relativ zum Antriebskolben 3, wodurch in dem gezeigten Teilabschnitt des Bewegungszyklusses der Antriebskolben 3 mit der Trennscheibe 7 gekoppelt ist. In einem weiteren Teilabschnitt des Bewegungszyklusses, beispielsweise einer Schubphase des Antriebskolbens 3 in Richtung des Schlagkolbens 4, besteht diese Kopplung nicht, so dass die Trennscheibe 7 relativ und beidseitig zum Antriebskolben 3 bewegbar ist.

[0058] In Fig. 5 ist eine weitere Ausführungsform in Form eines Hohlschlägerschlagwerks gezeigt. Der Schlagkolben 4 ist in dieser Ausführungsform als Hohlkolben ausgebildet, in dem der Antriebskolben 3 und die mit dem Antriebskolben 3 beispielsweise durch das Zugelement 12 gekoppelte Trennscheibe 7 eingelassen sind. Auch hier ist in dem dargestellten Teilabschnitt des Bewegungszyklusses die Trennscheibe 7 einseitig durch das Zugelement 12 mit dem Antriebskolben 3 derart gekoppelt, dass der durch den Kurbeltrieb 1 auf den Antriebskolben 3 übertragene Zug durch das Zugelement 12 auf die Trennscheibe 7 übertragen wird. Der Zug kann dann durch die sich in der zweiten Luftkammer 6b durch Dekompression ausbildende zweite Luftfeder auf den Schlagkolben 4 übertragen werden. In einem anderen, nicht dargestellten Teilabschnitt des Bewegungszyklusses kann die Kopplung gelöst sein. Die Trennscheibe 7 kann dann relativ und beidseitig zum Antriebskolben bewegt werden und die in den beiden Luftkammern 6a und 6b gebildeten Luftfedern können zusammenwirken.

[0059] Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform in Form eines Hohlschlägerschlagwerks. Der Antriebskolben 3 ist als Hohlkolben ausgebildet, in dem die Trennscheibe 7 und der Schlagkolben 4 eingelassen sind. Auch in dieser Ausführungsform ist die Trennscheibe 7 mit dem Antriebskolben 3 durch das Zugelement 12 derartig gekoppelt, dass eine Bewegbarkeit der Trennscheibe 7 relativ zu dem Antriebskolben 3 einseitig begrenzt ist.

[0060] Durch die in den Figuren 1 bis 6 gezeigten Gestaltungen der Luftfedereinrichtungen kann eine effektive Sogwirkung einer kurzen Luftfeder (die in der zweiten Luftkammer 6b durch Dekompression gebildete zweite Luftfeder) mit einer guten Absorptionswirkung und Schubübertragung einer langen Luftfeder (gemeinsame Wirkung der in der ersten und der zweiten Luftkammer 6a, 6b ausgebildeten Luftfedern) kombiniert werden. Diese Gestaltung ermöglicht ein kraftvolles Rücksaugen unabhängig von einer Rückstoßziffer eines bearbeiteten Untergrunds. Folglich ist das resultierende Luftfederschlagwerk toleranter gegenüber verschiedenen Untergründen und insbesondere auch bei Untergründen mit einer niedrigen Rückstoßziffer einsetzbar. Durch die bei Kompression wirkende lange Luftfeder kann ein Rückstoß gut abgefangen und ein Schub des Antriebskolbens 3 auf den Schlagkolben 4 effektiv übertragen werden, wodurch eine hohe Einzelschlagenergie erreicht werden kann. Zudem werden von der langen Luftfeder Vibrationen gut absorbiert und es ergibt sich ein geringerer Maximaldruck, was zu einer geringeren Betriebstemperatur

und einer geringeren Belastung der Dichtungen führt. Dies ermöglicht es, das Luftfederschlagwerk beispielsweise mit einer erhöhten Kurbelwellendrehzahl oder einer vergrößerten Schlägermasse zu gestalten. Alternativ kann auch ein leichteres Luftfederschlagwerk angegeben werden, das eine vorgegebene Einzelschlagenergie erreicht.

Patentansprüche

1. Luftfederschlagwerk mit einem axial hin- und herbewegbaren, von einem Antrieb antreibbaren Antriebselement (3); einem axial hin- und herbewegbaren Schlagelement (4) zum Aufschlagen auf ein Werkzeug (5); und mit einer zwischen dem Antriebselement (3) und dem Schlagelement (4) wirkenden Luftfedereinrichtung (6a, 6b), wobei durch die Luftfedereinrichtung (6a, 6b) eine Bewegung des Antriebselements (3) auf das Schlagelement (4) übertragbar ist; wobei die Luftfedereinrichtung eine an das Antriebselement (3) angrenzende erste Luftkammer (6a) und eine an die erste Luftkammer (6a) und das Schlagelement (4) angrenzende zweite Luftkammer (6b) aufweist; zwischen der ersten Luftkammer (6a) und der zweiten Luftkammer (6b) ein axial hin- und herbewegbares Trennelement (7) angeordnet ist; und wobei eine Bewegbarkeit des Trennelements (7) relativ zu dem Antriebselement (3) durch eine Koppeleinrichtung (8) derart einseitig begrenzt ist, dass ein vorgegebener Maximalabstand (M) zwischen dem Trennelement (7) und dem Antriebselement (3) nicht überschreitbar ist.
2. Luftfederschlagwerk nach Anspruch 1, wobei während eines Teilabschnitts eines Bewegungszyklusses des Antriebselements (3) das Trennelement (7) durch die Koppeleinrichtung (8) mit dem Antriebselement (3) gekoppelt ist, und während eines weiteren Teilabschnitts des Bewegungszyklusses das Trennelement (7) nicht durch die Koppeleinrichtung (8) mit dem Antriebselement (3) gekoppelt ist.
3. Luftfederschlagwerk nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Koppeleinrichtung (8) ein mit dem Trennelement (7) gekoppeltes Sperrelement (9) aufweist; und die Bewegbarkeit des Trennelements (7) durch einen einseitig wirkenden Formschluss des Sperrelements (9) mit dem Antriebselement (3) begrenzt wird.
4. Luftfederschlagwerk nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei in einem Ruhezustand ein Volumen der zweiten Luft-

kammer (6b) geringer ist als ein Volumen der ersten Luftkammer (6a).

5. Luftfederschlagwerk nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Sperrelement (9) auf der dem Trennelement (7) entgegengesetzten Seite des Antriebselements (3) angeordnet ist.
6. Luftfederschlagwerk nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Trennelement (7) in einem Führungszylinder (2) zum axialen Führen des Antriebselements (3) und/oder des Schlagelements (4) geführt wird.
7. Luftfederschlagwerk nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Antriebselement (3) innerhalb eines Hohlzylinders (10) angeordnet ist, das Trennelement (7) durch einen Boden des Hohlzylinders (10) gebildet ist, und das Sperrelement (11a, 11b) einen im Innenraum des Hohlzylinders (10) angeordneten Vorsprung aufweist.
8. Luftfederschlagwerk nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei in einer Schubphase, in der das Antriebselement (3) durch den Antrieb in Richtung des Schlagelements (4) bewegt wird, in der ersten Luftkammer (6a) eine erste Luftfeder und in der zweiten Luftkammer (6b) eine zweite Luftfeder ausgebildet ist, und ein Schub des Antriebselements (3) über die erste Luftfeder auf das Trennelement (7) und von dem Trennelement (7) über die zweite Luftfeder auf das Schlagelement (4) übertragbar ist.
9. Luftfederschlagwerk nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei in einer Zugphase, in der das Antriebselement (3) durch den Antrieb von dem Schlagelement (4) weg bewegt wird, ein Zug des Antriebselements (3) über die Koppeleinrichtung (8, 9) auf das Trennelement (7) und von dem Trennelement (7) über die zweite Luftfeder auf das Schlagelement (4) übertragbar ist.
10. Arbeitsgerät mit einem Luftfederschlagwerk nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Luftfederschlagwerk als ein Rohrschlagwerk, ein Hohlkolbenschlagwerk oder ein Hohlschlägerschlagwerk ausgebildet ist.

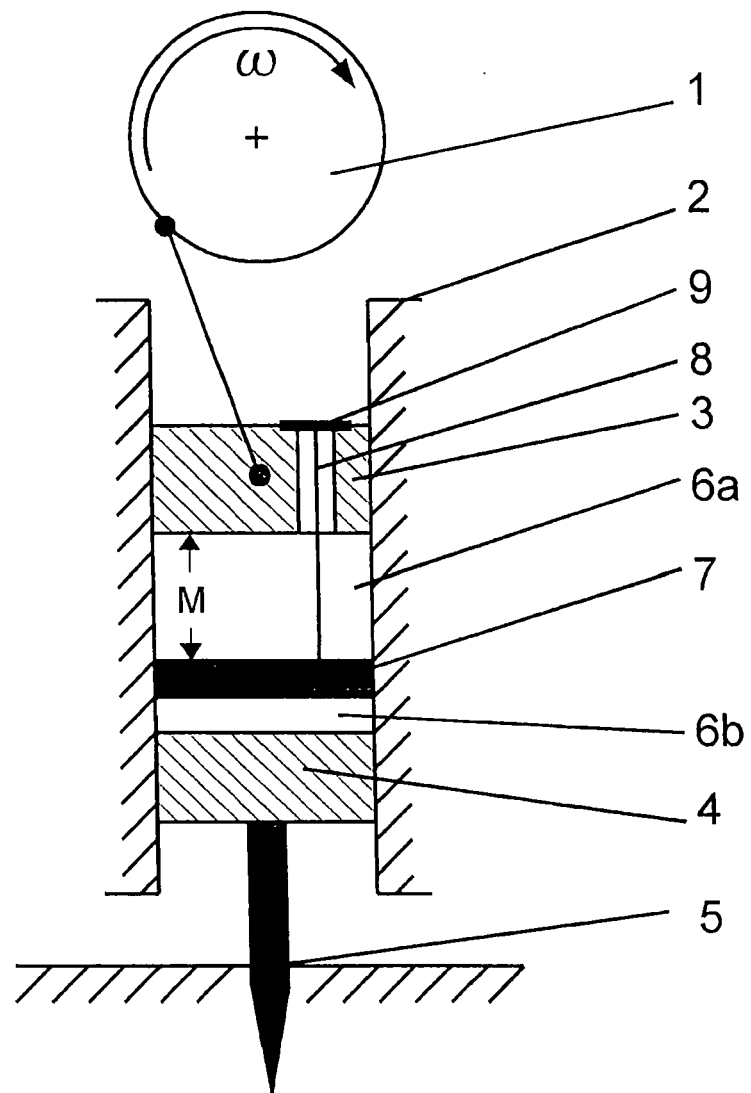


Fig. 1

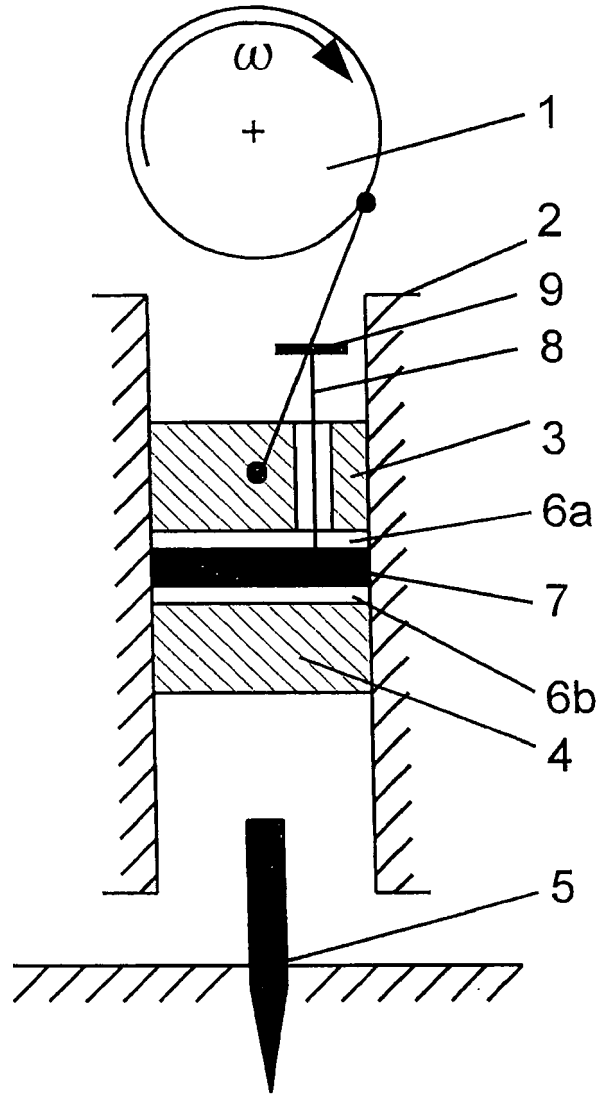


Fig. 2

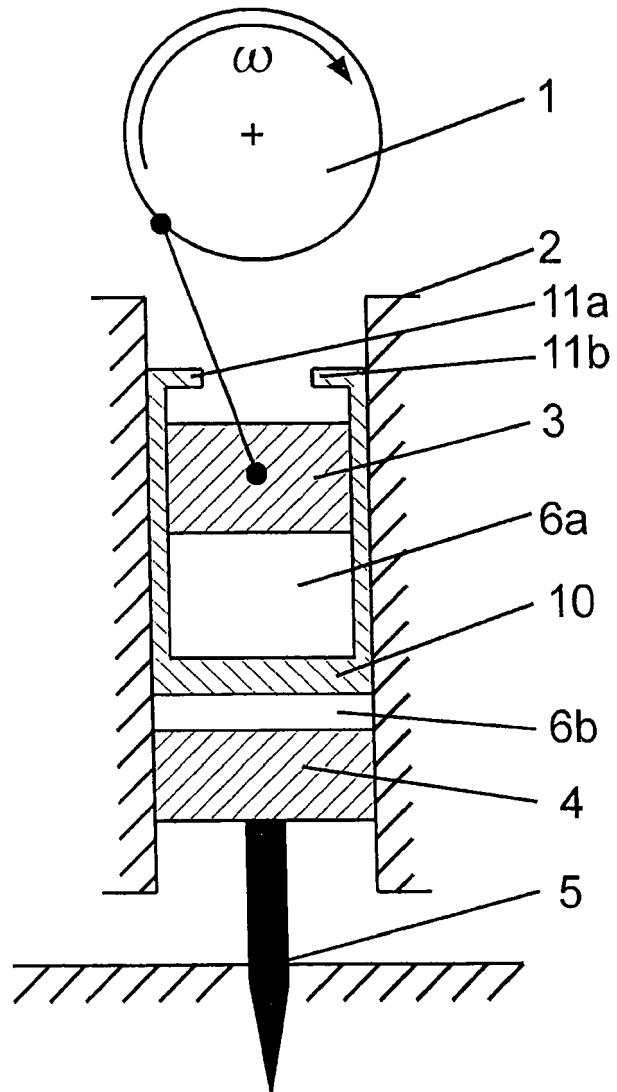


Fig. 3

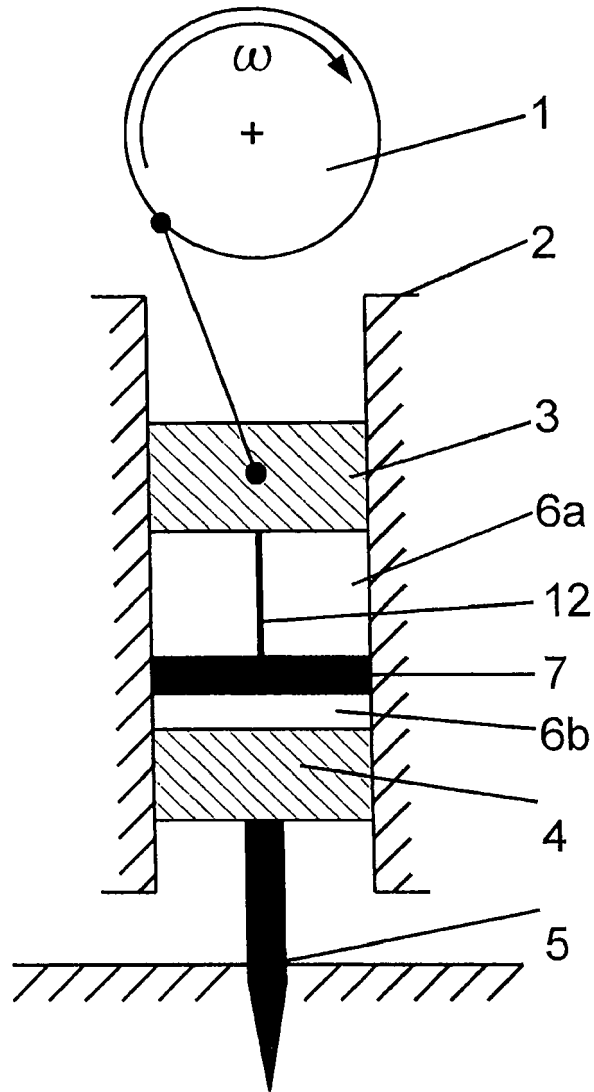


Fig. 4

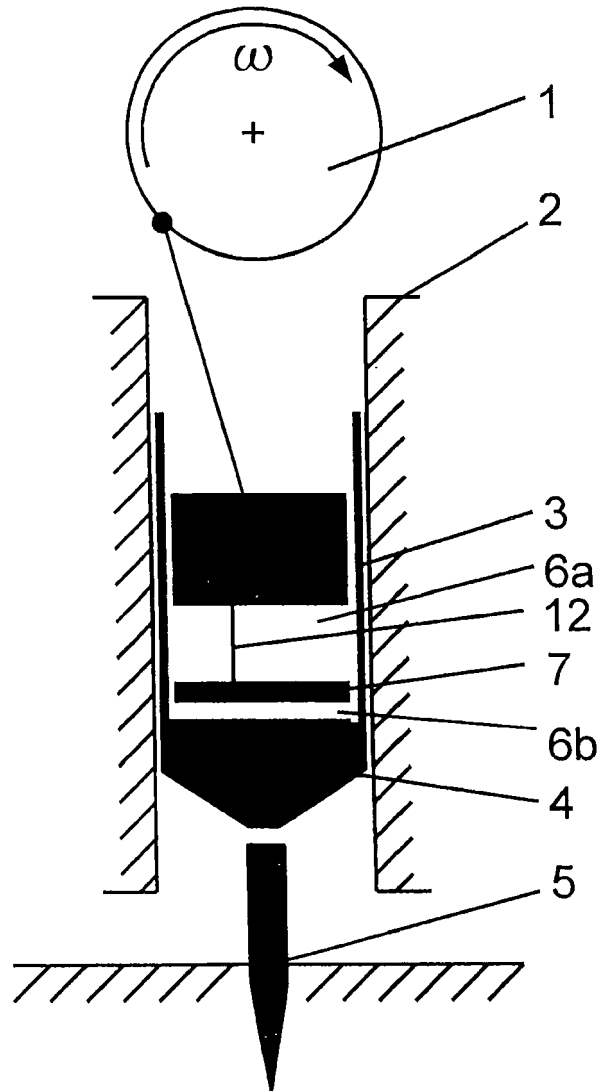


Fig. 5

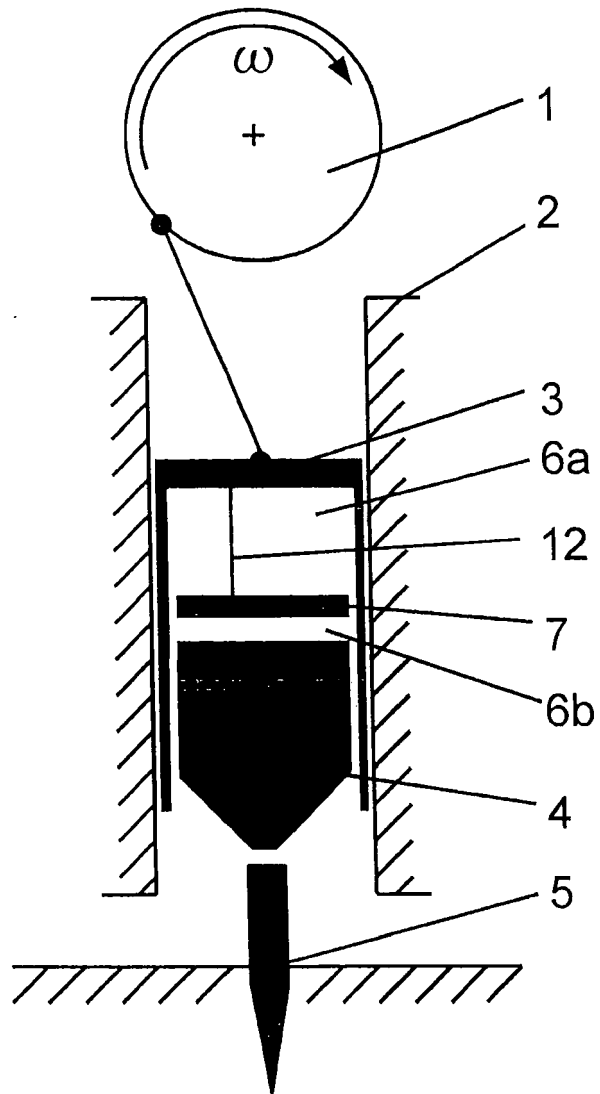


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 00 3954

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 33 04 916 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 16. August 1984 (1984-08-16) * Seite 8 - Seite 13, Absatz 2; Abbildungen 1-5 * * Seiten 15-19; Abbildungen 10,11 * -----	1-6,8-10	INV. B25D17/06
X	DE 37 17 694 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 8. Dezember 1988 (1988-12-08) * Spalte 4, Zeile 62 - Spalte 5, Zeile 30; Anspruch 1; Abbildung 6 * -----	1-3,5-10	
			RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (IPC)
			B25D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 26. September 2012	Prüfer Lorence, Xavier
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 Patentedokument, 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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 00 3954

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.

26-09-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3304916 A1	16-08-1984	CH 662977 A5	13-11-1987
		DE 3304916 A1	16-08-1984
		JP 59156678 A	05-09-1984
		US 4567951 A	04-02-1986

DE 3717694 A1	08-12-1988	CH 675847 A5	15-11-1990
		DE 3717694 A1	08-12-1988

EPO FORM P0461

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