



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43)

Veröffentlichungstag:
02.10.2024 Patentblatt 2024/40

(51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
B25B 21/02^(2006.01) B25B 23/147^(2006.01)

(21)

Anmeldenummer: 23165522.6

(52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B25B 21/02; B25B 23/1475

(22)

Anmeldetag: 30.03.2023

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR Benannte Erstreckungsstaaten: BA Benannte Validierungsstaaten: KH MA MD TN (71) Anmelder: Hilti Aktiengesellschaft 9494 Schaan (LI)	(72) Erfinder: • Braun, Lukas 6010 Kriens (CH) • Bralla, Dario 9470 Buchs (CH) • Heller, Matthias 86860 Jengen (DE) (74) Vertreter: Hilti Aktiengesellschaft Corporate Intellectual Property Feldkircherstrasse 100 Postfach 333 9494 Schaan (LI)
---	---

(54)

SCHLAGSCHRAUBER UND VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINES SCHLAGSCHRAUBERS

(57)

Ein Schlagschrauber (10), umfassend eine an einer Antriebswelle (28) angebrachte Werkzeugaufnahme (14) zur Aufnahme eines Werkzeugs, insbesondere eines Schraubwerkzeugs, wobei die Antriebswelle (28) mittels einem über einen Antrieb (24) antreibbaren Drehschlagantrieb (22) in eine tangential schlagende Bewegung versetzbar ist, und wobei der Drehschlagantrieb (22) einen der Antriebswelle (28) zugeordneten Amboss (32), einen Hammer (30) und ein auf den Hammer (30) wirkendes Federelement (34) aufweist, wobei der Antrieb (24) über eine Führungskulisse (35) mit dem Ham-

mer (30) wirkverbunden ist und wobei der Schlagschrauber (10) eine Steuerung (36) zur Steuerung (36) des Antriebs anhand eines Eingangsmesswerts (φ) aufweist, ist dadurch gekennzeichnet, dass als Eingangsmesswert (φ) ein Zustand des Federelements (34) ermittelt wird und dass der Antrieb (24) in Abhängigkeit von dem Zustand des Federelements (34) gesteuert wird, wodurch ein besonders komfortables Arbeiten mit dem Schlagschrauber (10) ermöglicht wird. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren (1000) zur Steuerung eines Schlagschraubers (10).

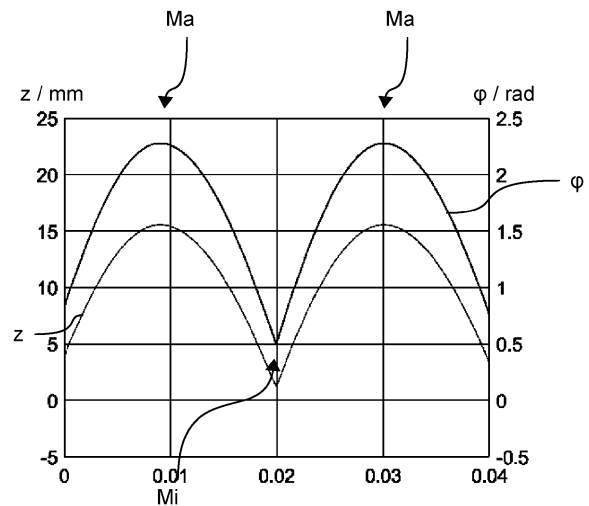


Fig. 4

EP 4 438 230 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Werkzeugmaschine mit einem Drehschlagantrieb, insbesondere einen Schlagschrauber. Der Schlagschrauber umfasst eine an einer Antriebswelle angebrachte Werkzeugaufnahme zur Aufnahme eines Werkzeugs. Das Werkzeug kann beispielsweise ein Schraubwerkzeug sein. Die Antriebswelle ist mittels einem über einen Antrieb antreibbaren Drehschlagantrieb in eine zumindest teilweise tangential schlagende Bewegung versetzbar. Der Drehschlagantrieb weist einen der Antriebswelle zugeordneten Amboss, einen Hammer und ein auf den Hammer wirkendes Federelement auf. Der Antrieb ist über eine Führungskulisse mit dem Hammer wirkverbunden. Ferner weist der Schlagschrauber eine Steuerung zur Steuerung des Antriebs auf. Durch Steuern des Antriebs kann das Verhalten des Drehschlagantriebs gesteuert werden.

[0002] Um einen möglichst vollständigen Impulsübertrag vom Hammer auf den Amboss zu erreichen und Vibrationen zu vermeiden, sollte der Hammer möglichst tangential auf den Amboss schlagen. Je nach Nutzungssituation des Schlagschraubers durch einen Benutzer, beispielsweise je nachdem, welches Werkzeug in der Werkzeugaufnahme aufgenommen ist, welcher Art das vom Werkzeug zu bearbeitende Werkstück ist, usw., kann es jedoch zu Fehlschlägen kommen, bei denen der Hammer zumindest nicht vollständig tangential auf dem Amboss auftrifft.

[0003] Beispielsweise kann er axial, das heißt parallel zur Antriebswelle, auf den Amboss auftreffen. In einem solchen Fall können erhebliche Vibrationen ausgelöst werden. Die effektiv auf die Werkzeugaufnahme übertragene Arbeitsleistung des Schlagschraubers kann sich dadurch zudem erheblich reduzieren.

[0004] Um daher den Schlagschrauber möglichst vielseitig, insbesondere in unterschiedlichen Nutzungssituationen einsetzen zu können, wäre es wünschenswert, wenn der Schlagschrauber in möglichst jeder Nutzungssituation eine hohe Arbeitsleistung an seiner Werkzeugaufnahme bereitstellen kann. Vibrationen während des Betriebs des Schlagschraubers sollten möglichst weitgehend vermieden werden.

[0005] Jedoch ist die konkrete Nutzungssituation normalerweise nicht durch den Schlagschrauber ohne Weiteres ermittelbar, sodass sich die Steuerung zur Steuerung nicht auf die Nutzungssituation direkt beschreibende Eingangsparameter stützen kann.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen Schlagschrauber sowie ein Verfahren zur Steuerung eines Schlagschraubers anzubieten, durch die ein zügiges sowie komfortables, insbesondere vibrationsarmes, Arbeiten in unterschiedlichen Nutzungssituationen ermöglicht wird.

[0007] Gelöst wird die Aufgabe durch einen **Schlagschrauber**, umfassend eine an einer Antriebswelle angebrachte Werkzeugaufnahme zur Aufnahme eines Werkzeugs, insbesondere eines Schraubwerkzeugs,

wobei die Antriebswelle mittels einem über einen Antrieb antreibbaren Drehschlagantrieb in eine tangential schlagende Bewegung versetzbar ist, und wobei der Drehschlagantrieb einen der Antriebswelle zugeordneten Amboss, einen Hammer und ein auf den Hammer wirkendes Federelement aufweist, wobei der Antrieb über eine Führungskulisse mit dem Hammer wirkverbunden ist und wobei der Schlagschrauber eine Steuerung zur Steuerung des Antriebs anhand eines Eingangsmesswerts aufweist, wobei der Eingangsmesswert einem Zustand des Federelements entspricht.

[0008] Ein zugrunde liegender Gedanke ist dabei, dass ein komfortables, insbesondere schnelles, Arbeiten möglich ist, wenn die Werkzeugaufnahme mit einem möglichst hohen Drehmoment antreibbar ist. Dazu sollten alle Schläge des Hammers auf den Amboss tangential erfolgen. In diesem Falle kommt es dann auch zu keinen oder lediglich zu geringen Vibrationen in axialer Richtung. Dazu könnte theoretisch der Auftreffpunkt des Hammers auf den Amboss wiederholt bestimmt werden und dann der Antrieb abhängig von dem Auftreffpunkt durch die Steuerung gesteuert werden. Eine direkte Bestimmung dieses Auftreffpunkts ist aber nur mit einem hohen technischen Aufwand möglich. Auch ist naturgemäß keine kontinuierliche Steuerung auf Basis des immer nur zu Ereignis-Zeitpunkten definierten Auftreffpunkts, insbesondere zu den Zeitpunkten, an denen tatsächlich Schläge des Hammers auf den Amboss erfolgen, möglich.

[0009] Hier greift die hier vorgestellte Lösung ein. Denn es wurde erkannt, dass der Zustand des Federelements als Korrelat des Auftreffpunktes oder zumindest als Maß zur Überwachung des Schlagverhaltens besonders dienlich sein kann.

[0010] Überwacht man somit den zeitlichen Verlauf des Zustandes des Federelements, so können lokale Minima und lokale Maxima jeweils Zeitpunkten, in denen der Hammer seine Bewegungsrichtung umkehrt, entsprechen. Insbesondere können die lokalen Minima Schlägen auf den Amboss oder zumindest Wendepunkten des Hammers in der Nähe des Amboss entsprechen. Lokale Maxima können jeweils Umkehrpunkten der Bewegungsrichtung des Hammers in der Nähe des Antriebs entsprechen.

[0011] Der Zustand kann auch kontinuierlich erfassbar sein, insbesondere im Gegensatz zu beispielsweise der Erfassung von Zeitpunkten, beispielsweise der Zeitpunkte, wann der Hammer den Amboss trifft. Somit kann mit Hilfe des Zustands ein demnächst noch erfolgreicher Schlag prognostiziert werden.

[0012] Der Betrag des Zustands in seinem lokalen Minimum oder seinen lokalem Maximum kann indikativ dafür sein, ob ein optimaler Schlag zustande kommt oder zustande kommen wird. Somit kann das Schlagverhalten mit Hilfe einer solchen Prognose des Wertes im nächsten lokalen Minimum und / oder im nächsten lokalen Maximum gesteuert werden.

[0013] Somit kann die Steuerung durch eine Analyse

des Zustands des Federelements, insbesondere durch eine Analyse des zeitlichen Verlaufs seines Zustands, den Antrieb derart steuern, beispielsweise dessen Drehmoment erhöhen oder erniedrigen, dass der Betrag des Zustands in den lokalen Minima und / oder in den lokalen Maxima in jeweils gewünschten Bereichen verbleibt oder in diese hinein verlagert wird. Dann kann erwartet werden, dass zumindest ein großer Teil der Schläge des Hammers optimal, insbesondere tangential, auf den Amboss trifft und somit wenig Verluste und Störungen in Form von unerwünschten Vibrationen auftreten.

[0014] Da diese Art der Steuerung weitgehend unabhängig von der jeweiligen Nutzungsart des Schlagschraubers anwendbar ist, ist bei einem solchen Schlagschrauber ein zügiges sowie komfortables, insbesondere vibrationsarmes, Arbeiten in unterschiedlichen Nutzungssituationen möglich.

[0015] Denkbar ist, den Eingangsmesswert, also den Zustand, direkt zu ermitteln. Beispielsweise kann ein Spannungssensor, beispielsweise ein Dehnungsmessstreifen oder ein Drucksensor, in und / oder an dem Federelement angeordnet sein.

[0016] Denkbar ist auch den Eingangsmesswert indirekt zu ermitteln. Beispielsweise kann der Eingangsmesswert als Relativwert zwischen einer Winkelposition des Hammers und einer Winkelposition des Antriebs ermittelt werden. Die Winkelpositionen können Drehwinkeln relativ zu einer Nulllage und um eine durch den Antrieb und die Antriebswelle gebildete Längsachse entsprechen.

[0017] Im Zusammenspiel mit der Führungskulisse kann sich aus der Differenz der beiden Winkelpositionen ein Maß ergeben, das im Zusammenhang mit dem Zustand des Federelements, beispielsweise einem Spannungszustand des Federelements, steht. Eine solche Differenz der Winkelpositionen kann auch, zumindest über einen weiten Bereich, mit einer Position des Hammers korrelieren. Insbesondere kann es mit der Position des Hammers entlang der Längsachse korrelieren.

[0018] Dazu kann der Schlagschrauber einen ersten Sensor zur Erfassung der Winkelposition des Hammers aufweisen. Der erste Sensor kann beispielsweise ein optischer Sensor sein.

[0019] Der Schlagschrauber kann einen zweiten Sensor zur Erfassung der Winkelposition des Antriebs aufweisen. Der zweite Sensor kann, zumindest zum Teil, am Antrieb angeordnet sein.

[0020] Der zweite Sensor kann beispielsweise einen Magnetsensor umfassen. Der Magnetsensor kann ein Hallsensor sein.

[0021] Aus den vorstehenden Überlegungen heraus ergibt sich, dass es vorteilhaft ist, wenn die Steuerung eingerichtet ist, ein Drehmoment des Antriebs in Abhängigkeit von einem Minimalwert des Zustands zu steuern. Insbesondere kann der zeitliche Verlauf des Zustands analysiert werden und Zeitpunkte lokaler Minima und / oder wenigstens ein Betrag des Zustands im jeweiligen lokalen Minimum ermittelt werden. Dadurch kann das

Schlagverhalten des Hammers relativ zum Amboss geregelt werden.

[0022] Weiter können unerwünschte Vibrationen, in diesem Fall beispielsweise durch Anschlagen des Hammers am Antrieb, vermieden werden, wenn die Steuerung eingerichtet ist, ein Drehmoment des Antriebs in Abhängigkeit von einem Maximalwert des Spannungszustands zu steuern.

[0023] Dabei kann der Antrieb einen bürstenlosen Motor umfassen.

[0024] In den Rahmen der Erfindung fällt des Weiteren ein **Verfahren zur Steuerung eines Schlagschraubers**, wobei der Schlagschrauber eine an einer Antriebswelle angebrachte Werkzeugaufnahme zur Aufnahme eines Werkzeugs, insbesondere eines Schraubwerkzeugs, umfasst, wobei die Antriebswelle mittels einem über einen Antrieb antreibbaren Drehschlagantrieb in eine tangential schlagende Bewegung versetzbar ist, und wobei der Drehschlagantrieb einen der Antriebswelle zugeordneten Amboss, einen Hammer und ein auf den Hammer wirkendes Federelement aufweist, wobei der Antrieb über eine Führungskulisse mit dem Hammer wirkverbunden ist und wobei der Schlagschrauber eine Steuerung zur Steuerung des Antriebs anhand eines Eingangsmesswerts aufweist, wobei als Eingangsmesswert ein Zustand des Federelements ermittelt wird und dass eine Drehfrequenz des Antriebs in Abhängigkeit des ermittelten Zustands gesteuert wird.

[0025] Durch das Verfahren können Fehlschläge des Hammers vermieden werden. Axiale Vibrationen können verringert werden. Das auf die Werkzeugaufnahme übertragene Drehmoment kann maximiert werden. Somit ergibt sich ein besonders schnelles und damit komfortables Arbeiten mit einem Schlagschrauber, der das Verfahren implementiert. Durch das Verfahren können auch unerwünschte Vibrationen vermieden werden. Ein Arbeiten mit einem solchen Schlagschrauber kann somit besonders komfortabel und gesundheitsschonend erfolgen.

[0026] Das Verfahren kann vorsehen, dass ein lokales Minimum des Eingangsmesswerts ermittelt wird und der Antrieb in Abhängigkeit von diesem Minimum gesteuert wird. Insbesondere kann ein zeitlicher Verlauf des Eingangsmesswerts überwacht werden. Aus dem zeitlichen Verlauf können ein oder mehrere lokale Minima des Eingangsmesswerts ermittelt werden. Je nach Art des Antriebs ist denkbar, ein Drehmoment und / oder eine Drehfrequenz des Antriebs zu steuern.

[0027] Alternativ oder ergänzend ist denkbar, dass ein lokales Maximum des Eingangsmesswerts ermittelt wird und der Antrieb in Abhängigkeit von lokalen diesem Maximum gesteuert wird.

[0028] Die lokalen Minima und die lokalen Maxima können Korrelate unterschiedlicher Situationen sein. Beispielsweise können die lokalen Minima Zeitpunkten entsprechen, in denen sich der Hammer zumindest in der Nähe des Amboss befindet. Die lokalen Maxima können Zeitpunkten entsprechen, in denen sich der Hammer fern vom Amboss, beispielsweise in der Nähe des An-

triebs, befindet.

[0029] Denkbar ist auch, eine Trajektorie des Eingangsmesswertes zu ermitteln und / oder zu prognostizieren. Somit kann eine kontinuierliche, vorausschauende Steuerung erfolgen.

[0030] Insbesondere ist dazu denkbar, dass der Eingangsmesswert ausgewertet wird, während sich der Hammer dem Amboss nähert und / oder während er sich von diesem wegbewegt. Insbesondere kann der Eingangsmesswert zu Zeitpunkten ausgewertet werden, während der Hammer den Amboss und / oder die Antriebswelle nicht kontaktiert.

[0031] Denkbar ist, dass der Eingangsmesswert, direkt und / oder indirekt ermittelt wird. Eine indirekte Ermittlung kann dadurch erfolgen, dass ein oder mehrere, sich insbesondere auf den Drehschlagantrieb beziehende, Messwerte durch Sensoren gemessen werden. Aus den Messwerten kann dann auf den Zustand geschlossen werden. Beispielsweise kann eine Winkelposition des Hammers gemessen werden. Ferner kann eine Winkelposition des Antriebs gemessen werden. Aus der Differenz der beiden Winkelpositionen kann dann auf den Zustand des Federelements geschlossen werden.

[0032] Die Steuerung kann eine Regelung implementieren. Die Regelung kann eine lineare und / oder eine nichtlineare Regelung umfassen. Beispielsweise kann sie auf Basis eines maschinell trainierbaren Netzes beruhen. Insbesondere kann die Steuerung nach Art einer modellprädiktiven Regelung regeln.

[0033] Die Steuerung kann ein oder mehrere Regler umfassen und / oder ausbilden.

[0034] Ein Regler kann den Antrieb in Abhängigkeit von den lokalen Minima regeln. Dieser Regler kann vorzugsweise standardmäßig aktiviert sein, um ein stabiles Schlagverhalten während eines Normalbetriebs zu gewährleisten.

[0035] Ein Regler kann den Antrieb in Abhängigkeit von den lokalen Maxima regeln. Dieser kann beispielsweise bei Überschreiten eines Grenzwertes aktiviert werden.

[0036] Denkbar ist auch ein Regler, der den Antrieb sowohl in Abhängigkeit von den lokalen Minima als auch den lokalen Maxima regelt.

[0037] Der oder die Regler können abhängig von dem Eingangsmesswert, also dem Zustand, und / oder einer der Winkelpositionen aktiviert und / oder deaktiviert werden. Durch selektive Aktivierung oder Deaktivierung von Reglern kann Rechenleistungsbedarf und / oder der Energiebedarf der Steuerung reduziert werden.

[0038] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, anhand der Figuren der Zeichnung, die erfindungswesentliche Einzelheiten zeigt, sowie aus den Ansprüchen. Die dort gezeigten Merkmale sind nicht notwendig maßstäblich zu verstehen und derart dargestellt, dass die erfindungsgemäßen Besonderheiten deutlich sichtbar gemacht werden können. Die verschiedenen Merk-

male können je einzeln für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen bei Varianten der Erfindung verwirklicht sein.

[0039] In der schematischen Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

[0040]

Fig. 1 einen Schlagschrauber in einer teilgeschnittenen Ansicht;

Fig. 2 eine Schnittansicht eines Drehschlagantriebs des Schlagschraubers gemäß Fig. 1;

Fig. 3 ein Verfahren zur Steuerung des Schlagschraubers; und

Fig. 4 bis Fig. 6 Diagramme zum zeitlichen Zusammenhang zwischen einem Eingangsmesswert und einer Position eines Hammers.

[0041] In der nachfolgenden Beschreibung der Figuren werden zur Erleichterung des Verständnisses der Erfindung für gleiche oder sich funktional entsprechende Elemente jeweils die gleichen Bezugszeichen verwendet.

[0042] **Fig. 1** zeigt eine Handwerkzeugmaschine, insbesondere einen Schlagschrauber **10**, in einer teilgeschnittenen Seitenansicht. Zu erkennen ist ein Gehäuse **12**, aus dem eine Werkzeugaufnahme **14** zur Aufnahme eines Werkzeugs, beispielsweise eines Schraubbits oder einer Stecknuss, herausragt.

[0043] Am Gehäuse **12** ist ein Griffbereich **16** mit einem Bedienelement **18** ausgebildet. Das Bedienelement **18** ist zum Ein- und / oder Ausschalten eingerichtet.

[0044] Ein Akkupack **20** dient zur Energieversorgung des Schlagschraubers **10**. Der Akkupack **20** weist beispielsweise Lithium-basierte und / oder Natrium-basierte Akkumulatoren auf. Der Schlagschrauber **10** ist somit kabellos betreibbar. Der Akkupack **20** kann eine Kapazität von wenigstens 20 Wh aufweisen. Der Akkupack **20** kann eingerichtet sein, eine elektrische Leistung von wenigstens 400 W, insbesondere als Spitzenleistung, beispielsweise über bis zu 60 Sekunden, insbesondere 10 Sekunden, hinweg bereitzustellen.

[0045] Weiter weist der Schlagschrauber **10** einen Drehschlagantrieb **22** auf. Der Drehschlagantrieb **22** ist innerhalb des Gehäuses **12** angeordnet. Er ist in einer teilgeschnittenen Ansicht im Bereich **II** dargestellt.

[0046] **Fig. 2** zeigt in einer vergrößerten Darstellung des Bereichs **II** aus Fig. 1 Details des Drehschlagantriebs **22**.

[0047] Der Drehschlagantrieb **22** wird von einem Antrieb **24** angetrieben. Der Antrieb **24** umfasst unter anderem einen Motor **26** sowie ein Getriebe **27**, beispielsweise ein Planetengetriebe. Der Motor **26** kann ein bürstenloser Motor sein.

[0048] Die Werkzeugaufnahme **14** (siehe Fig. 1) ist an

einer Antriebswelle **28** angebracht und kann von dieser somit drehend, insbesondere tangential schlagend, angetrieben werden.

[0049] Der Antrieb **24** und die Antriebswelle **28** definieren eine Längsachse **L** des Schlagschraubers **10** (siehe Fig. 1).

[0050] Der Antrieb **24** treibt einen Hammer **30** an, der wiederum periodisch auf einen Amboss **32** schlägt. Der Amboss **32** mündet wiederum in die Antriebswelle **28**, sodass schlussendlich Tangentialschläge des Hammers **30** die Werkzeugaufnahme **14** antreiben.

[0051] Insbesondere kann der Hammer **30** bei optimalem Schlag entlang einer Umfangsrichtung **U** um die Längsachse **L** herum auf den Amboss **32** schlagen und dadurch die Werkzeugaufnahme **14** antreiben.

[0052] In Fig. 2 entspricht die Umfangsrichtung **U** einer Richtung senkrecht zur Bildebene der Fig. 2 und ist daher in Fig. 2 lediglich sinnbildlich abgebildet. Sie verläuft somit radial umlaufend um die Längsachse **L**.

[0053] Der Hammer **30** ist parallel zur Längsachse **L** verschiebbar angeordnet. Er sitzt an einem freien Ende eines Federelements **34**. Das Federelement **34** ist als Schraubenfeder ausgebildet. Das gegenüberliegende freie Ende des Federelements **34** sitzt im Bereich des Antriebs **24**.

[0054] Der Hammer **30** ist an einer Führungskulisse **35** zwangsgeführt und über diese mit dem Antrieb **24** wirkverbunden. Die Führungskulisse **35** ist in etwa V-förmig. Wird somit der Antrieb **24** in Gang gesetzt, wird der Hammer **30** periodisch axial vor und zurück bewegt bei gleichzeitiger Rotation um die Längsachse **L**, so dass er schlussendlich periodisch gegen den Amboss **32** schlägt.

[0055] Zur Steuerung der Schlagbewegungen weist der Schlagschrauber **10** eine Steuerung **36** auf. Die Steuerung **36** umfasst einen Microcontroller **38**, auf dem in einem Speicher **40** gespeicherter Programmcode **42** ausführbar ist.

[0056] Der Programmcode **42**, und damit die Steuerung **36**, ist eingerichtet, bei Ausführung auf dem Microcontroller **38** aus Messwerten eines ersten Sensors **44** und eines zweiten Sensors **46** einen Eingangsmesswert φ als Relativwert der Messwerte des ersten Sensors **44** und dem Messwert des zweiten Sensors **46** zu ermitteln. Abhängig von dem Eingangsmesswert, insbesondere also dem ermittelten Relativwert, steuert die Steuerung **36** die Drehfrequenz des Antriebs **24**. Die Drehfrequenz wird dabei gemäß einem in Zusammenhang mit Fig. 3 bis 5 noch näher erläuterten Verfahren gesteuert.

[0057] Dabei ist der erste Sensor **44** zur Erfassung einer Winkelposition des Hammers **30** eingerichtet. Der zweite Sensor **44** ist zur Erfassung einer Winkelposition des Antriebs eingerichtet. Wie vorangehend beschrieben, kann der Eingangsmesswert φ somit einem Ausmaß entsprechen, in dem das Federelement **34** verlängert oder verkürzt und dadurch entsprechend gespannt ist. Über einen weiten Bereich hinweg korreliert der Eingangsmesswert φ linear auch mit der Position des Ham-

mers **30** entlang der Längsachse **L**. Die Winkelpositionen des Hammers **30** und des Antriebs sind dabei derart standardisiert, dass ein Eingangsmesswert φ von 0 Radiant dem entspanntesten Zustand des Federelements **34**, somit auch seiner längsten Länge, entspricht.

[0058] Die beiden Sensoren **44**, **46**, insbesondere der zweite Sensor **46**, können Magnetsensoren, beispielsweise Hallsensoren, umfassen.

[0059] Fig. 3 stellt ein Verfahren **1000** dar, bei dem die Steuerung **36** den Motor **26**, insbesondere durch Steuerung eines Drehmoments des Motors **26** dessen Drehfrequenz **f**, steuert. Das Verfahren **1000** ist durch entsprechende Gestaltung des Programmcodes **42** (siehe Fig. 2) und anschließende Ausführung des Programmcodes **42** auf der Steuerung **36** implementiert.

[0060] Bei einer Variante des Verfahrens **1000** ist vorgesehen, dass aus den Messwerten des ersten Sensors **44** und des zweiten Sensors **46** der Eingangsmesswert φ , also damit ein Maß eines Zustands, insbesondere eines Spannungszustands, des Federelements **34** (siehe Fig. 2), durch die Steuerung **36** ermittelt wird.

[0061] Abhängig vom Eingangsmesswert φ kann dann die Steuerung **36** ein Drehmoment und damit die Drehfrequenz **f** des Motors **26** einstellen. Infolge des eingestellten Drehmoments bzw. der Drehfrequenz **f** lässt sich die Bewegung des Hammers **30** und des zwischen dem Hammer **30** und dem Antrieb **24** eingespannten Federelements **34** durch kontinuierliche Messung der Messwerte der Sensoren **44**, **46** und anschließende Verarbeitung dieser Messwerte durch die Steuerung **36** nach Art eines Regelkreises steuern.

[0062] Insbesondere kann die Steuerung **36** eingerichtet sein, zur Steuerung des Motors **26** Zeitpunkte und Beträge lokaler Minima und / oder lokaler Maxima des Eingangsmesswerts φ zu ermitteln.

[0063] Fig. 4 bis Fig. 6 zeigen Diagramme zeitlicher Verläufe des Eingangsmesswerts φ , gemessen in Radiant, und einer Position **z**, gemessen in Millimetern, des Hammers **30**. Die Position **z** beschreibt die Position des Hammers **30** entlang der Längsachse **L**. Eine Position **z** = 0 mm entspricht dabei einer Position des Hammers **30**, bei der der Hammer **30** einen optimalen Schlag gegen den Amboss **32** ausführen kann. Je positiver der Wert der Position **z** ist, desto näher befindet sich der Hammer **30** an dem dem Antrieb **24** zugewandten freien Ende des Federelements **34** und damit umso weiter vom Amboss **32** entfernt.

[0064] In Fig. 4 bis Fig. 6 sind ferner lokale Maxima **Ma** und lokale Minima **Mi** des Eingangsmesswerts φ markiert.

[0065] In Fig. 4 ist eine Situation dargestellt, bei der der Eingangsmesswert φ im Minimum **Mi** einen positiven Betrag, hier etwa 0.5 rad, aufweist. Im Minimum **Mi** erreicht somit das Federelement **34** nicht seinen entspanntesten Zustand. Schläge des Hammers **30** auf den Amboss **32** erfolgen zu früh, das heißt vor den eigentlich optimalen Zeitpunkten. In einer solchen Situation kann die Steuerung **36** durch Einstellen des Drehmoments die

Drehfrequenz f reduzieren.

[0066] In Fig. 5 ist eine Situation dargestellt, bei der der Eingangsmesswert φ im Minimum M_i einen Betrag von in etwa 0 rad aufweist. Im Minimum M_i befindet sich somit das Federelement 34 in seinem entspanntesten Zustand. Schläge des Hammers 30 auf den Amboss 32 erfolgen somit zum optimalen Zeitpunkt; die Steuerung 36 kann die aktuelle Drehfrequenz f beibehalten. Dabei kann das Federelement 34 vorgespannt sein, sodass es auch in diesem entspanntesten Zustand eine gewisse Vorspannung aufweist.

[0067] In Fig. 6 ist eine Situation dargestellt, bei der sich der Eingangsmesswert φ im lokalen Minimum M_i im Negativen bewegt und beispielsweise ca. -0.3 rad erreicht. Im lokalen Minimum M_i befindet sich das Federelement 34 über seine vorgesehene Ruhelage hinaus. Schläge des Hammers 30 auf den Amboss 32 erfolgen somit zu spät; zur Korrektur kann die Steuerung 36 durch Einstellen des Drehmoments die aktuelle Drehfrequenz f erhöhen.

[0068] In allen drei Situationen gemäß der Fig. 4 bis 6 ist zu erkennen, dass die zeitlichen Verläufe des Eingangsmesswerts φ in Bereichen um die lokalen Maxima M_a knickfrei, also stetig differenzierbar, verlaufen.

[0069] Denkbar ist allerdings auch, dass der Eingangsmesswert φ einen definierten Schwellwert überschreitet, insbesondere kann eine Deckelung des Eingangsmesswerts φ auftreten. Der zeitliche Verlauf des Eingangsmesswerts φ im Bereich der lokalen Maxima kann einen Knick aufweisen. Derartige Situationen können darauf hindeuten, dass der Hammer 30 beim Zurückgleiten in Richtung des Antriebs 24 übersteuert oder gar auf Seiten des Antriebs 24 an einen Anschlag anschlägt.

[0070] In einem solchen Fall kann die Steuerung 36 beispielsweise die Drehfrequenz f senken oder den Antrieb 24 kurzzeitig deaktivieren, um weniger Leistung in den Drehschlagantrieb 22 einzuspeisen und dadurch weitere unerwünschte Vibrationen mindern oder gar vermeiden.

Bezugszeichenliste

[0071]

10	Schlagschrauber
12	Gehäuse
14	Werkzeugaufnahme
16	Griffbereich
18	Bedienelement
20	Akkupack
22	Drehschlagantrieb
24	Antrieb
26	Motor
27	Getriebe
28	Antriebswelle
30	Hammer
32	Amboss
34	Federelement

35	Führungskulisse
36	Steuerung
38	Microcontroller
40	Speicher
5	42 Programmcode
	44 erster Sensor
	46 zweiter Sensor
1000	Verfahren
10	φ Eingangsmesswert
	Π Bereich
	L Längsachse
	M_a Maxima
	M_i Minima
15	U Umfangsrichtung
	f Drehfrequenz
	z Position

20 Patentansprüche

1. **Schlagschrauber** (10), umfassend eine an einer Antriebswelle (28) angebrachte Werkzeugaufnahme (14) zur Aufnahme eines Werkzeugs, insbesondere eines Schraubwerkzeugs, wobei die Antriebswelle (28) mittels einem über einen Antrieb (24) antreibbaren Drehschlagantrieb (22) in eine tangential schlagende Bewegung versetzbar ist, und wobei der Drehschlagantrieb (22) einen der Antriebswelle (28) zugeordneten Amboss (32), einen Hammer (30) und ein auf den Hammer (30) wirkendes Federelement (34) aufweist, wobei der Antrieb (24) über eine Führungskulisse (35) mit dem Hammer (30) wirkverbunden ist und wobei der Schlagschrauber (10) eine Steuerung (36) zur Steuerung des Antriebs (24) anhand eines Eingangsmesswerts (φ) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Eingangsmesswert (φ) einem Zustand des Federelements (34) entspricht.
2. Schlagschrauber (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Eingangsmesswert (φ) als Relativwert zwischen einer Winkelposition des Hammers (30) und einer Winkelposition des Antriebs (24) ermittelt wird.
3. Schlagschrauber (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlagschrauber (10) einen ersten Sensor (44) zur Erfassung der Winkelposition des Hammers (30) aufweist.
4. Schlagschrauber (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlagschrauber (10) einen zweiten Sensor (46) zur Erfassung der Winkelposition des Antriebs (24) aufweist.

5. Schlagschrauber (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Sensor (46) einen Magnetsensor umfasst.
5
6. Schlagschrauber (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (36) eingerichtet ist, den Antrieb (24) in Abhängigkeit von einem lokalen Minimum des Eingangsmesswerts (φ) zu steuern.
10
7. Schlagschrauber (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (36) eingerichtet ist, den Antrieb (24) in Abhängigkeit von einem lokalen Maximum des Eingangsmesswerts (φ) zu steuern.
15
8. **Verfahren** (1000) zur Steuerung (36) eines Schlagschraubers (10), wobei der Schlagschrauber (10) eine an einer Antriebswelle (28) angebrachte Werkzeugaufnahme (14) zur Aufnahme eines Werkzeugs, insbesondere eines Schraubwerkzeugs, umfasst, wobei die Antriebswelle (28) mittels einem über einen Antrieb (24) antreibbaren Drehschlagantrieb (22) in eine tangential schlagende Bewegung versetzbar ist, und wobei der Drehschlagantrieb (22) einen der Antriebswelle (28) zugeordneten Amboss (32), einen Hammer (30) und ein auf den Hammer (30) wirkendes Federelement (34) aufweist, wobei der Antrieb (24) über eine Führungskulisse (35) mit dem Hammer (30) wirkverbunden ist und wobei der Schlagschrauber (10) eine Steuerung (36) zur Steuerung des Antriebs anhand eines Eingangsmesswerts (φ) aufweist,
20
25
30
dadurch gekennzeichnet, 35

 dass als Eingangsmesswert (φ) ein Zustand des Federelements (34) ermittelt wird und
 dass der Antrieb (24) in Abhängigkeit von dem Zustand des Federelements (34) gesteuert wird. 40
9. Verfahren (1000) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein lokales Minimum des Eingangsmesswerts (φ) ermittelt wird und der Antrieb (24) in Abhängigkeit von diesem lokalen Minimum gesteuert wird.
45
10. Verfahren (1000) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein lokales Maximum des Eingangsmesswerts (φ) ermittelt wird und der Antrieb (24) in Abhängigkeit von diesem Maximum gesteuert wird.
50
11. Verfahren (1000) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Eingangsmesswert (φ) ausgewertet wird, während sich der Hammer (30) dem Amboss (32) nähert oder sich von diesem wegbewegt.
55

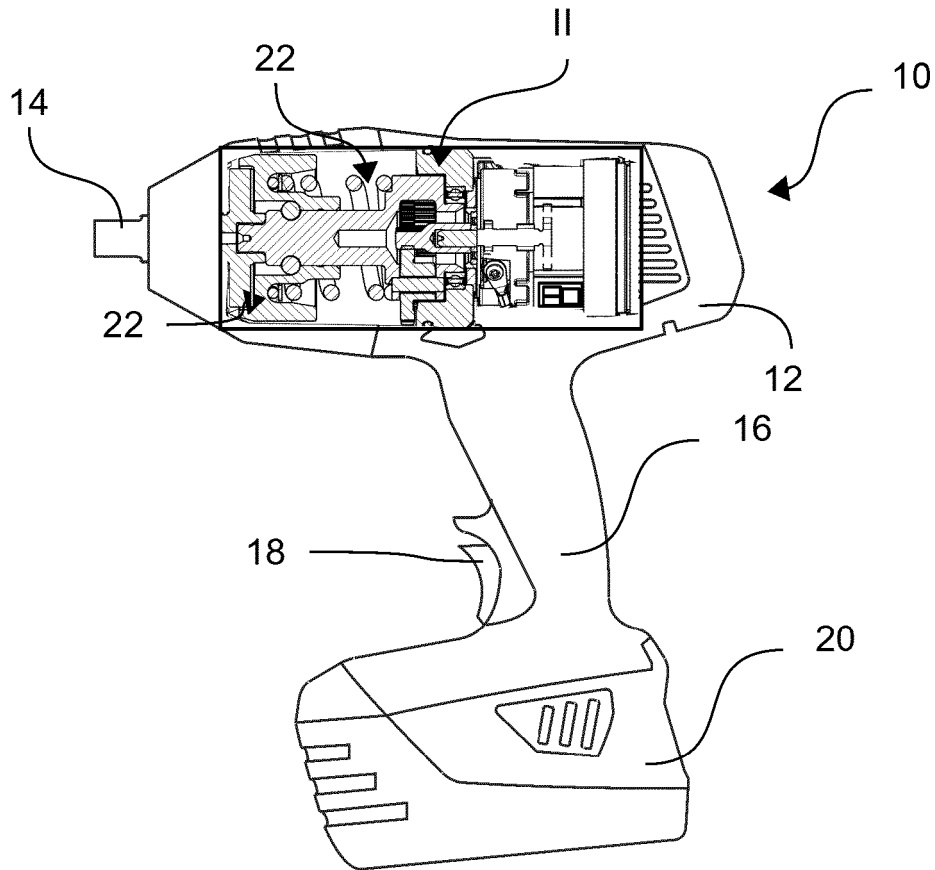


Fig. 1

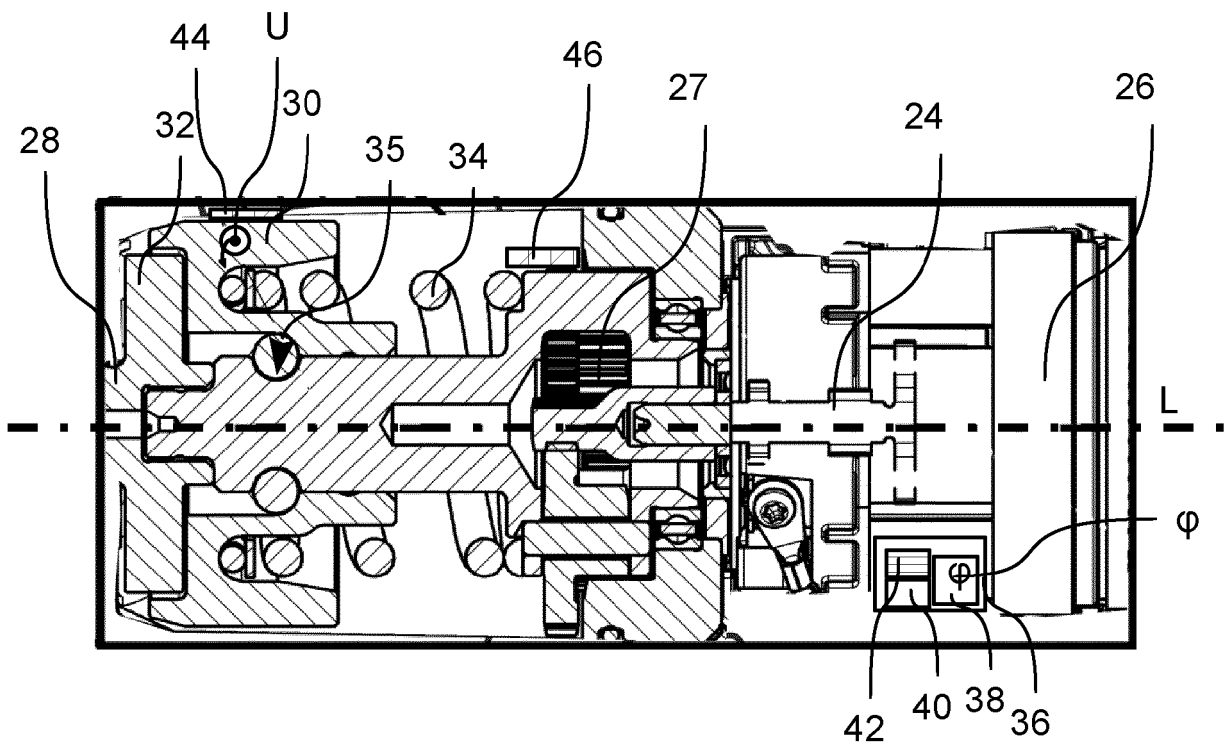


Fig. 2

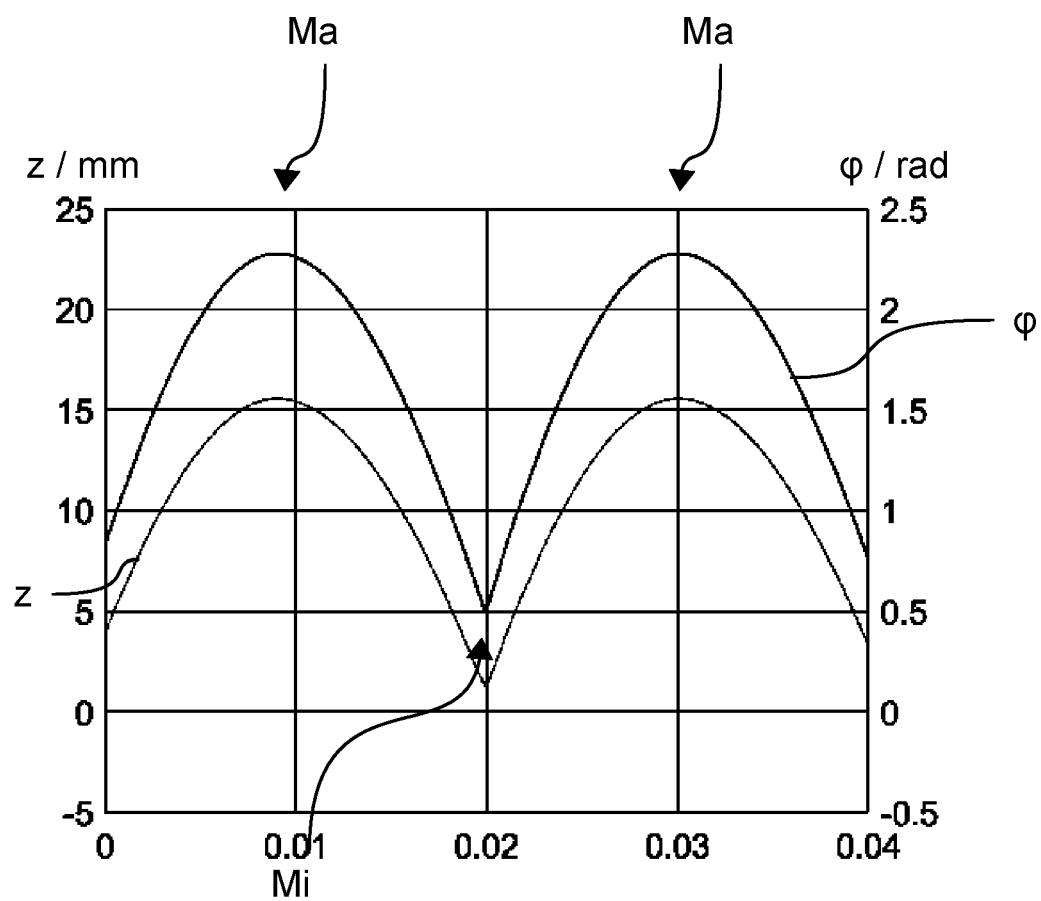
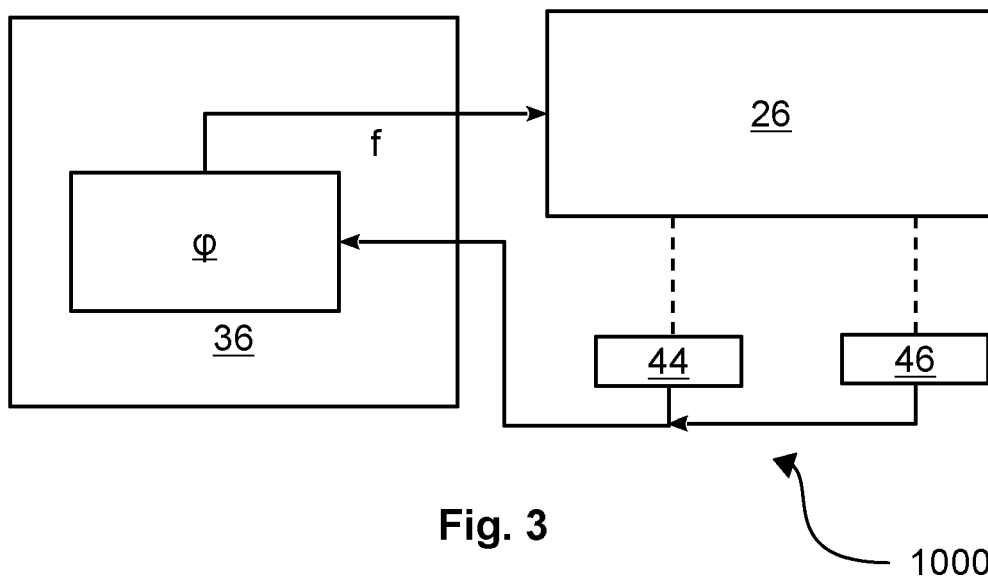
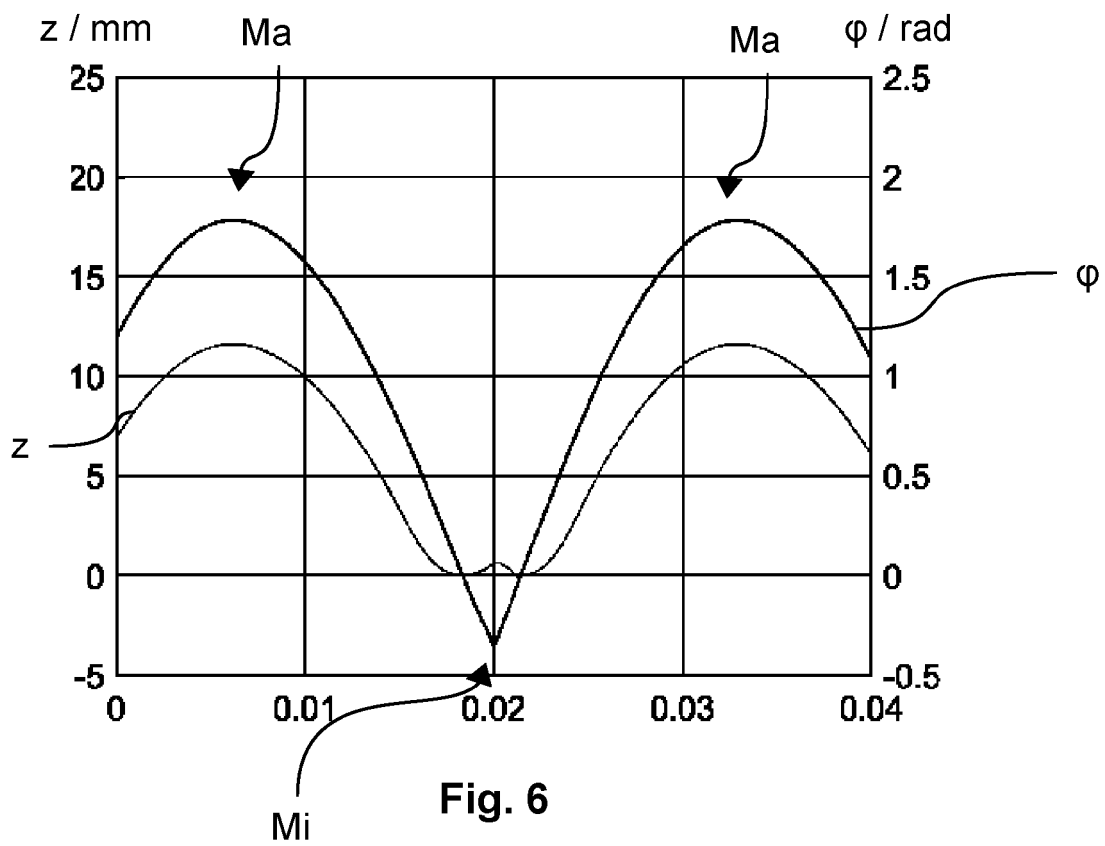
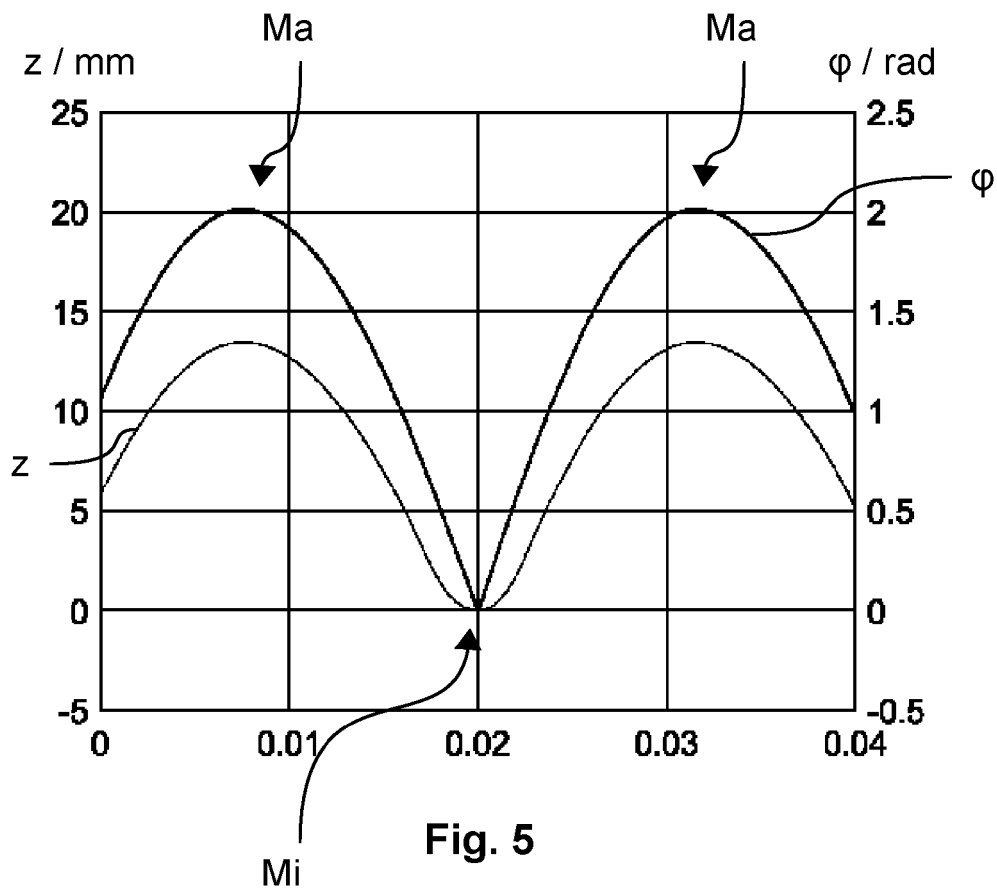


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 16 5522

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2021/018539 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 4. Februar 2021 (2021-02-04)	1, 4, 5, 8, 11	INV. B25B21/02
A	* Seite 16, Zeile 29 - Seite 32, Zeile 10; Abbildungen 1-9c *	2, 3, 6, 7, 9, 10	B25B23/147

X	EP 3 501 740 A1 (HILTI AG [LI]) 26. Juni 2019 (2019-06-26)	1, 8, 11	
A	* Absatz [0018] - Absatz [0039]; Abbildung 1 *	2-7, 9, 10	

X	WO 2017/174415 A1 (HILTI AG [LI]) 12. Oktober 2017 (2017-10-12)	1, 8, 11	
A	* Seite 3 - Seite 10; Abbildungen 1-3 *	2-7, 9, 10	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B25B
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		21. August 2023	Pothmann, Johannes
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 23 16 5522

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

21-08-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	WO 2021018539 A1	04-02-2021	CN 114502327 A	13-05-2022
			DE 102019211303 A1	04-02-2021
			EP 4003657 A1	01-06-2022
			JP 2022542896 A	07-10-2022
			KR 20220041852 A	01-04-2022
			US 2022258315 A1	18-08-2022
			WO 2021018539 A1	04-02-2021
20	EP 3501740 A1	26-06-2019	EP 3501740 A1	26-06-2019
			EP 3727758 A1	28-10-2020
			US 2021008698 A1	14-01-2021
			WO 2019121837 A1	27-06-2019
			WO 2019122189 A1	27-06-2019
25	WO 2017174415 A1	12-10-2017	EP 3439830 A1	13-02-2019
			US 2019118353 A1	25-04-2019
			WO 2017174415 A1	12-10-2017
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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