

(19)



(11)

EP 1 736 284 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
15.05.2013 Patentblatt 2013/20

(51) Int Cl.:
B25F 5/02 (2006.01) B25F 5/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06011920.3**

(22) Anmeldetag: **09.06.2006**

(54) **Kraftgetriebenes Handwerkzeug mit Dämpfungseinrichtung**

Hand-held power tool with a damping device

Outil à main motorisé avec un dispositif amortisseur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI

(30) Priorität: **24.06.2005 DE 102005031074**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.12.2006 Patentblatt 2006/52

(73) Patentinhaber: **C. & E. Fein GmbH**
73529 Schwäbisch-Gmünd-Bargau (DE)

(72) Erfinder: **Schreiber, Alfred**
73230 Kirchheim (DE)

(74) Vertreter: **Gahlert, Stefan et al**
Witte, Weller & Partner
Patentanwälte
Postfach 10 54 62
70047 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 10 332 521 DE-A1- 10 332 522
US-A- 6 076 616 US-A1- 2003 006 051
US-A1- 2004 206 521 US-A1- 2005 000 998

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 014, Nr. 042 (M-0925), 25. Januar 1990 (1990-01-25) & JP 01 274973 A (SHIBAURA ENG WORKS CO LTD), 2. November 1989 (1989-11-02)**

EP 1 736 284 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein kraftgetriebenes Handwerkzeug, insbesondere Elektrowerkzeug mit einem Gehäuse, in dem ein Motor zum Antrieb eines Werkzeuges aufgenommen ist, und mit einer Dämpfungseinrichtung zur aktiven Beeinflussung des Vibrationsverhaltens, die mindestens ein Dämpfungselement mit einem Sensor aufweist, der bei einer Verformung ein elektrisches Sensorsignal abgibt, das einer der elektrischen Schaltung zugeführt ist, die ein davon abgeleitetes Steuersignal erzeugt, das mit einem Aktor mit einer bestimmten Phasenverschiebung zum Sensorsignal zugeführt ist.

[0002] Ein derartiges Handwerkzeug ist aus der JP 01 274973 A bekannt, und ist auch der US 2004/0206521 zu entnehmen.

[0003] Bei dem bekannten Handwerkzeug wird die Vibration eines Schrauber-Bits mit der Vibration einer Vibrationserzeugungseinheit synchronisiert und derart überlagert, dass sich eine Phasendifferenz von 180° ergibt, wodurch die von dem Bit erzeugte Vibration ausgelöscht und somit nicht auf einen Griff übertragen werden soll.

[0004] Mit einer derartigen aktiven Vibrationsdämpfung lässt sich eine gewisse Reduzierung der von einem Handwerkzeug erzeugten Vibrationen erzielen, jedoch ist eine stärkere Vibrationsdämpfung stark von der besonderen Ausführung abhängig, so dass eine wirkungsvolle Vibrationsreduktion nur selten erzielbar ist.

[0005] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein kraftgetriebenes Handwerkzeug anzugeben, das mit einer wirkungsvollen Dämpfungseinrichtung zur Dämpfung von Vibrationen versehen ist.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein kraftgetriebenes Handwerkzeug gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0007] Erfindungsgemäß wird auf diese Weise durch eine stoffschlüssige Verbindung des Dämpfungselements mit dem Gehäuse eine wirkungsvolle Übertragung der Vibrationen auf das Dämpfungselement gewährleistet und dadurch eine Verbesserung des Vibrationsverhaltens erzielt.

[0008] Hierbei lässt sich das Dämpfungsverhalten in weiten Grenzen an das jeweilige Anwendungsgebiet anpassen.

[0009] Beispielsweise kann das Dämpfungsverhalten derart ausgebildet sein, dass mindestens ein ausgewähltes Frequenzspektrum von Vibrationen gedämpft wird.

[0010] Hierbei können für einen Benutzer des Elektrowerkzeugs unangenehme oder physiologisch nachteilige Vibrationen reduziert werden.

[0011] Die Dämpfungseinrichtung weist vorzugsweise mindestens einen Sensor und mindestens einen davon unabhängigen Aktor auf.

[0012] Jedoch können Sensor und Aktor auch zu einem einzigen Bauteil zusammen gefasst sein.

[0013] Gemäß einer weiteren Ausführung der Erfindung weist die Dämpfungseinrichtung zumindest ein piezoelektrisches Wandlerelement, ein piezomagnetisches Wandlerelement, ein antiferroelektrisches Wandlerelement, ein elektrostatisches Wandlerelement, ein magnetostriktives Wandlerelement oder ein Formänderungs-Memory-Wandlerelement auf.

5

[0014] Grundsätzlich sind sämtliche bekannten Arten von Sensorelementen und Aktorelementen denkbar, die mechanische Energie in elektrische Energie umsetzen bzw. elektrische Energie in mechanische Energie.

[0015] Als Sensorelemente können daneben beispielsweise auch Dehnungsmessstreifen, Mikrodrucksensoren, polymere Sensoren oder Kompositsensoren, wie etwa Kompositfaser-Sensoren verwendet werden.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die Dämpfungseinrichtung zumindest ein Nanotube-Element, vorzugsweise ein Carbon-Nanotube-Element, auf.

[0017] Bei der Verwendung von Nanotubes, insbesondere Carbon-Nanotubes, lassen sich beim Aktor erheblich größere Kräfte erzeugen, als es mit den herkömmlichen Polymer- und Piezoaktoren der Fall ist. Auch können Carbon-Nanotubes mit einer sehr geringen Versorgungsspannung betrieben werden, während Polymeraktoren und Piezoaktoren Versorgungsspannungen von bis zu mehreren hundert Volt erfordern. Auch zeigen Carbon-Nanotubes kein Überschwingverhalten.

[0018] Hierbei können Nanotube-Elemente mit mindestens einer Schicht mit Single- oder Multiwall-Carbon-Nanotubes oder Nanotubes aus anderen organischen Komponenten, wie etwa BN, MoS₂ oder V₂O₅, zur Anwendung kommen.

[0019] Insgesamt ermöglicht die Verwendung von Nanotube-Aktoren ein erheblich verbessertes Ansprechverhalten und eine wirkungsvollere Dämpfung, als mit den üblichen im Stand der Technik bekannten Aktoren ermöglicht wird.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die elektrische Schaltung Mittel auf, um aus dem Sensorsignal einen für die Vibrationen des Elektrowerkzeugs charakteristischen Wert zu bilden, der einem Speicher zuführbar ist.

[0021] Auf diese Weise ist eine Erfassung der Vibrationen und Speicherung ermöglicht, um die Vibrationswerte, die beim Arbeiten mit einem derartigen Handwerkzeug auftreten, objektiv erfassen zu können und so für eine Kontrolle nutzbar zu machen. Auf diese Weise kann ein "Vibrationsdosimeter" realisiert werden. Hierbei kann eine Gewichtung in Abhängigkeit von den jeweiligen Frequenzen und von den Amplituden durchgeführt werden, soweit dies für den jeweiligen Anwendungsfall gewünscht ist.

[0022] Gespeicherte charakteristische Werte für das Vibrationsverhalten des Handwerkzeuges können auch dazu genutzt werden, Wartungsintervalle festlegen, also etwa Zeitvorgaben, wann ein Austausch oder eine Überholung eines Lagers oder der Kohlen bei einem Elektromotor erfolgen soll.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die elektrische Schaltung einen Mikroprozessor auf.

[0024] Mit einer derartigen Ausführung lässt sich eine besonders wirkungsvolle Reduzierung von Vibrationen erreichen und gleichzeitig ein einfacher Aufbau, der an den jeweiligen Anwendungsfall softwaremäßig angepasst werden kann. Da bei vielen kraftgetriebenen Werkzeugen ohnehin bereits Mikroprozessoren verwendet werden, lässt sich eine vorhandene Mikroprozessorsteuerung für das Werkzeug entsprechend anpassen und auch für diesen Zweck nutzen.

[0025] Das phasenverschobene Steuersignal kann in Abhängigkeit vom jeweiligen Anwendungsfall derart ausgebildet sein, dass die Vibration praktisch vollständig unterdrückt wird oder aber auf ein für den jeweiligen Arbeitsvorgang erträgliches Maß reduziert wird.

[0026] Dabei ist es auch möglich, ein phasenverschobenes Steuersignal zu erzeugen, das dem Sensorsignal vorseilt.

[0027] Ferner kann die elektrische Dämpfungseinrichtung derart aufgebaut sein, dass aus dem Sensorsignal nach einem selbst lernenden Algorithmus ein Steuersignal erzeugt wird, das vorzugsweise zur Reduktion von Vibrationen optimiert ist oder in anderer Weise optimiert ist.

[0028] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens ein Dämpfungselement flächig, insbesondere streifenförmig, ausgebildet.

[0029] Auf diese Weise ist eine Befestigung an beliebigen Gehäuseteilen auf besonders einfache Weise realisierbar.

[0030] Unter dem Begriff "Dämpfungselement" ist hierbei jedes mechanisch/elektrische bzw. elektrisch/mechanische Wandlerelement zu verstehen, wobei es sich um ein einziges als Sensor und Aktor wirkendes Bauteil oder um zwei getrennte Elemente für Sensor und Aktor handeln kann, die in unmittelbarer Nähe zueinander angeordnet sind oder räumlich miteinander verbunden sind.

[0031] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist das Handwerkzeug zumindest zwei Funktionselemente auf, die aus der durch ein Motorteil, ein Getriebeteil und ein Griffteil gebildeten Gruppe ausgewählt sind, und bei denen mindestens ein Dämpfungselement im Bereich einer Verbindungsstelle zwischen zwei Funktionselementen angeordnet ist.

[0032] Unabhängig davon, wie das Handwerkzeug im Detail ausgebildet ist, wird auf diese Weise eine besonders wirkungsvolle Dämpfung von Vibrationen ermöglicht. Besonders im Bereich der Verbindungsstellen zwischen verschiedenen Funktionselementen, die mechanische Energie übertragen, wird so eine besonders wirkungsvolle Dämpfung ermöglicht.

[0033] Es hat sich gezeigt, dass insbesondere im Verbindungsbereich zwischen den verschiedenen Funktionselementen eines Handwerkzeuges die kritischen Stellen liegen, durch die eine Entstehung von Vibrationen

und eine Verstärkung bzw. Verminderung besonders beeinflusst werden kann. Aus diesem Grunde ist die Anordnung von Dämpfungselementen gerade in diesen Bereichen etwa zwischen Motorteil und Getriebeteil oder zwischen Griffteil und Getriebeteil bzw. zwischen Motorteil und Griffteil besonders wirksam, um Vibrationen zu reduzieren.

[0034] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens ein Dämpfungselement im Bereich einer Lagerstelle des Motors angeordnet.

[0035] So kann der Ausbreitung von ggf. auftretenden Vibrationen, die durch den Elektromotor selbst verursacht sind, besonders wirkungsvoll entgegengewirkt werden.

[0036] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens ein Dämpfungselement an einer Innenseite oder einer Außenseite des Gehäuses aufgenommen.

[0037] Hierbei können Dämpfungselemente z.B. durch Verkleben oder durch Gießverfahren unmittelbar auf eine Gehäuseoberfläche aufgebracht sein.

[0038] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens ein Dämpfungselement an einem vom Gehäuse abstehenden Handgriff, insbesondere an einem Stielhandgriff, aufgenommen. Hierbei ist das Dämpfungselement vorzugsweise insbesondere im Verbindungsbereich zwischen dem Handgriff und dem übrigen Gehäuse angeordnet.

[0039] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird die zum Betrieb der elektrischen Schaltung notwendige elektrische Energie aus Vibrationsenergie gewonnen, der das Dämpfungselement ausgesetzt ist.

[0040] Eine solche Ausgestaltung ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn das Dämpfungselement in einem vom Gehäuse abnehmbaren Teil angeordnet ist, wie etwa in einem Handgriff in Form eines Stielhandgriffes, der am Gehäuse abnehmbar befestigt ist. Auch bei akkubetriebenen Maschinen und Maschinen mit Druckluftantrieb ist dies vorteilhaft.

[0041] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist eine externe Energiequelle zum Betrieb der elektrischen Schaltung vorgesehen.

[0042] Mit einer derartigen Ausführung kann noch ein deutlich wirkungsvolleres Dämpfungsverhalten und eine besonders gezielte Anpassung des Dämpfungsverhaltens an die unterschiedlichsten Forderungen gewährleistet werden.

[0043] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist das Gehäuse als Pistolengehäuse mit einem länglichen Gehäuseteil ausgebildet, in dem der Motor aufgenommen ist, und mit einem Pistolenhandgriff, wobei mindestens ein Dämpfungselement im Übergangsbereich zwischen Pistolenhandgriff und dem länglichen Gehäuseteil vorgesehen ist.

[0044] Auf diese Weise kann das Schwingungsverhalten des Gehäuses auf besonders wirkungsvolle Weise beeinflusst werden.

[0045] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung

dung ist das Gehäuse als Pistolengehäuse mit einem länglichen Gehäuseteil, in dem der Motor und ein Getriebe aufgenommen sind, und mit einem Pistolengriff ausgebildet, wobei mindestens ein Dämpfungsbereich im Übergangsbereich zwischen Motor und Getriebe vorgesehen ist.

[0046] Weist das Handwerkzeug zusätzlich zum Motor auch ein Getriebe auf, so wird auf diese Weise gleichfalls eine besonders wirkungsvolle Beeinflussung des Vibrationsverhaltens ermöglicht.

[0047] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist das Handwerkzeug in Stabform beispielsweise als Winkelschleifer ausgebildet, mit einem länglichen Gehäuseteil, in dem der Motor aufgenommen ist, und mit einem Getriebekopf, in dem ein Getriebe aufgenommen ist, wobei mindestens ein Dämpfungselement im Bereich einer Verbindung zwischen Getriebekopf und länglichem Gehäuseteil vorgesehen ist.

[0048] Gemäß einer weiteren Variante der Erfindung, bei der das Handwerkzeug gleichfalls in Stabform, z.B. als Winkelschleifer ausgebildet ist, ist mindestens ein Dämpfungselement am länglichen Gehäuseteil im Bereich eines dem Getriebekopf abgewandten Endes des Motors vorgesehen.

[0049] Mit einer derartigen Ausführung lässt sich eine besonders wirkungsvolle Beeinflussung von Vibrationen bei einer Ausführung des Handwerkzeuges als Winkelschleifer erreichen.

[0050] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist das Gehäuse ein Hauptgehäuseteil auf, das über Stege mit einem Griff verbunden ist, wobei zumindest ein Dämpfungselement im Bereich der Stege vorgesehen ist.

[0051] Auch bei einer derartigen Bauform eines Handwerkzeuges lässt sich so eine besonders wirkungsvolle Beeinflussung des Vibrationsverhaltens erreichen.

[0052] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0053] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer ersten Ausführung eines kraftgetriebenen Handwerkzeuges in Form eines Winkelschleifers;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer möglichen Überlagerung zwischen Sensorsignal und Steuersignal;

Fig. 3 eine vereinfachte Darstellung einer möglichen Ausführung einer erfindungsgemäßen Dämpfungseinrichtung unter Verwendung eines Mi-

kroprozessors;

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführung einer erfindungsgemäßen Dämpfungseinrichtung, die ohne externe Energiezufuhr auskommt;

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführung einer erfindungsgemäßen Dämpfungseinrichtung mit externer Energiezufuhr;

Fig. 6 eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführung eines erfindungsgemäßen Handwerkzeuges;

Fig. 7 eine schematische Seitenansicht einer weiteren Ausführung eines erfindungsgemäßen Handwerkzeuges;

Fig. 8 eine vereinfachte Schnittdarstellung durch das Handwerkzeug gemäß Fig. 7 längs der Linie VIII-VIII und

Fig. 9 eine gegenüber der Ausführung gemäß Fig. 8 abgewandelte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Handwerkzeuges mit abgewandelter Anordnung der Dämpfungselemente.

[0054] In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßes Handwerkzeug 10, das als Winkelschleifer ausgebildet ist, in perspektivischer Seitenansicht dargestellt. Das Handwerkzeug 10 weist ein Gehäuse 12 auf, das an seinem vorderen Ende mit einem Getriebegehäuse 14 verbunden ist und an dessen hinterem Ende ein Griffteil 16 vorgesehen ist. Innerhalb des Gehäuses 12 ist ein Motor 24 in Form eines Universalmotors aufgenommen, der im Verbindungsbereich zum Getriebegehäuse 14 mit einem Winkelgetriebe gekoppelt ist (nicht dargestellt), von dessen Abtriebswelle 27 ein Werkzeug 20 in Form einer Schleifscheibe angetrieben werden kann. Das Werkzeug 20 ist in bekannter Weise teilweise von einer Schutzhaut 22 umschlossen. Seitlich am Getriebegehäuse 14 ist zusätzlich ein Stielhandgriff 18 angeschraubt.

[0055] Ein derartiger im Aufbau grundsätzlich bekannter Winkelschleifer ist als Zweihand-Winkelschleifer ausgebildet und kann mit einer ersten Hand am Stielhandgriff 18 und mit einer zweiten Hand am Griffteil 16 gehalten werden. Erfindungsgemäß ist nun mindestens eine Dämpfungseinrichtung vorgesehen, durch die im Betrieb auftretende Vibrationen wirkungsvoll gedämpft werden können.

[0056] Hierzu sind im Übergangsbereich zwischen Motor 24 und dem innerhalb des Getriebegehäuses 14 aufgenommenen Getriebe 26 zwei Dämpfungselemente 30, 31 aufgenommen. Ferner sind im Übergangsbereich zwischen dem Motor 24 und dem sich daran anschließenden Griffteil 16 bzw. im Übergangsbereich zwischen

Motor 24 und einem sich daran anschließenden Elektronikmodul 28 zwei weitere Dämpfungselemente 32, 33 vorgesehen.

[0057] Diese Dämpfungselemente 30 bis 33 dienen einer aktiven Dämpfung von Vibrationen in Verbindung mit einer geeigneten elektrischen Schaltung, wie im Folgenden beschrieben wird.

[0058] Mit Hilfe der Dämpfungselemente 30 bis 33 wird ein Sensorsignal erzeugt, das einem auf das betreffende Dämpfungselement ausgeübten mechanischen Störung (z.B. Schwingung) annähernd proportional ist.

[0059] In Fig. 2 ist ein derartiges Signal als annähernd sinusförmiges Signal U_s für einen gewissen Zeitabschnitt einer während eines Bearbeitungsvorgangs auftretenden Vibration schematisch dargestellt.

[0060] Aus diesem Sensorsignal U_s wird mit Hilfe einer geeigneten elektrischen Schaltung ein phasenverschobenes Steuersignal erzeugt, das dem Dämpfungselement 30 bis 33 wieder zugeführt wird. Ein derartiges phasenverschobenes Signal ist schematisch in Fig. 2 als U_w dargestellt. Bei einem periodischen Signal lässt sich mit einem um 180° phasenverschobenen Signal gleicher Amplitude eine vollständige Auslöschung erzielen.

[0061] Je nach Phasenlage zwischen dem Sensorsignal U_s und dem Steuersignal U_w , je nach Amplitudenverhältnis zwischen den beiden Signalen, mechanischer Kopplung zwischen den Dämpfungselementen 30 bis 33 und den betreffenden Gehäuseteilen und weiteren Einflussgrößen, lässt sich eine gezielte Beeinflussung von mechanischen Schwingungen erreichen, denen das Gehäuse ausgesetzt ist.

[0062] Dabei ist es denkbar, eine weitgehend vollständige Auslöschung einer Vibration zu erreichen. In vielen Fällen wird jedoch lediglich eine gewisse Dämpfung einer Vibration erzielt werden.

[0063] Ein Beispiel für eine geeignete Steuerschaltung ist aus der schematisch in Fig. 3 dargestellten Dämpfungseinrichtung 34 ersichtlich.

[0064] Hierbei wird eine mechanische Schwingung (Vibration) über einen Sensor 36 erfasst, das Signal wird zunächst analog durch einen Verstärker 37 verstärkt und dann mittels eines A/D-Wandlers 38 in ein digitales Signal umgesetzt. Das digitalisierte Sensorsignal wird einem Mikroprozessor 40 zugeführt. Der Mikroprozessor 40 erzeugt nun nach einem geeigneten Steueralgorithmus hieraus ein phasenverschobenes Signal, das über einen D/A-Wandler 42 wiederum in ein analoges Signal umgesetzt und einem Aktor 44 zugeführt wird.

[0065] Bei dem Sensor 36 und dem Aktor 44 kann es sich um getrennte Bauteile handeln, die jedoch vorzugsweise in unmittelbarer Nachbarschaft angeordnet sind, etwa um eine wirkungsvolle Dämpfung einer Vibration zu ermöglichen. Sensor 36 und Aktor 44 sind in Fig. 1 gemeinsam als "Dämpfungselemente" dargestellt, wobei es sich in der Regel um unmittelbar benachbarte oder miteinander räumlich kombinierte Bauteile handelt. Es ist allerdings nicht ausgeschlossen, dass in Sonderfällen auch der jeweilige Sensor und der jeweilige Aktor räum-

lich entfernt voneinander angeordnet sind. Auch eine Kombination von Sensor und Aktor zu einem einzigen Bauteil ist möglich.

[0066] In Fig. 4 ist eine mögliche Ausführung einer erfindungsgemäßen Dämpfungseinrichtung insgesamt mit der Ziffer 54 bezeichnet.

[0067] Die betreffende Dämpfungseinrichtung 54 arbeitet ohne externe Energiezufuhr, was insbesondere dann von Vorteil ist, wenn die betreffende Dämpfungseinrichtung in ein abnehmbares Teil, wie etwa einen abnehmbaren Handgriff, integriert werden soll.

[0068] Bei der Dämpfungseinrichtung 54 wird mittels eines Aktors 58, der auf eine mechanische Deformation reagiert, elektrische Energie gewonnen. Die elektrische Energie wird in einen bidirektionalen Verstärker 60, bei dem es sich beispielsweise um einen Schaltverstärker handeln kann, eingekoppelt. Der Verstärker 60 ist mit einer Steuerelektronik 62 und mit einem Speicherelement 63, beispielsweise einem Kondensator, verbunden. Der Verstärker 60 dient zur Verstärkung elektrischer Signale, die vom Aktor 58 geliefert werden, und zur Speicherung der gewonnenen Energie im Speicherelement 63. Gleichfalls dient der Verstärker 60 zur Verstärkung von Signalen der Steuerelektronik 62 und zur Wiedereinkopplung auf den Aktor 58. Bei dieser Ausführung ist ein Sensor 56 in unmittelbarer Nachbarschaft zum Aktor 58 angeordnet und mit einem Eingang der Steuerelektronik 62 verbunden.

[0069] Mechanische Störsignale (Vibrationen), die vom Sensor 56 erfasst werden, erzeugen ein Sensorsignal, von dem in der Steuerelektronik 62 ein phasenverschobenes Steuersignal abgeleitet wird, das dem Aktor 58 zugeführt wird, etwa um eine Dämpfung der mechanischen Störung zu erreichen.

[0070] Bei geeigneter Dimensionierung kann ohne externe Energiezufuhr eine Dämpfung des mechanischen Ausgangssignals auf etwa 30 % seines Ausgangswertes erreicht werden.

[0071] Bei dem Aktor 58 kann es sich beispielsweise um ein piezoelektrisches Wandlerelement, ein piezomagnetisches Wandlerelement, ein antiferroelektrisches Wandlerelement, ein elektrostatisches Wandlerelement, ein magnetostruktives Wandlerelement, ein Formänderungs-Memory-Wandlerelement, ein piezokeramisches Wandlerelement oder um ein Nanotube-Element, vorzugsweise ein Carbon-Nanotube-Element, handeln.

[0072] Grundsätzlich sind alle Arten von bekannten Wandlerelementen denkbar, die elektrische Energie in mechanische Energie umsetzen, und umgekehrt.

[0073] Besonders bevorzugt sind Nanotube-Elemente mit mindestens einer Schicht mit Single- oder Multiwall-Carbon-Nanotubes oder Nanotubes aus anderen organischen Komponenten, wie etwa BN, MoS_2 oder V_2O_5 .

[0074] Mit Carbon-Nanotubes lassen sich im Vergleich zu anderen bekannten Aktoren deutlich höhere Empfindlichkeiten bei geringeren Spannungen (z.B. im Vergleich zu Piezoelementen) erzeugen.

[0075] Der Sensor 56 kann identisch wie der Aktor 58 aufgebaut sein. Jedoch kann es sich auch um einen anders aufgebauten Sensor, wie etwa einen Dehnungsmessstreifen, einen Mikrodruck-Sensor, einen polymeren Sensor, einen Beschleunigungssensor oder einen anderen geeigneten Sensor handeln.

[0076] Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführung einer erfindungsgemäßen Dämpfungseinrichtung 64 mit externer Energiezufuhr.

[0077] An einem Gehäuseteil 67 sind in unmittelbarer Nachbarschaft ein Sensor 66 und ein Aktor 68 aufgenommen. Das Ausgangssignal des Sensors 66 ist mit einem Verstärker 70 gekoppelt, dessen Ausgang mit einer Steuerelektronik 72 in Verbindung steht. Die Steuerelektronik 72 erzeugt ein phasenverschobenes Steuersignal, das einem Verstärker 73 zugeführt wird, der ein verstärktes Signal an den Aktor 68 ausgibt. Das Steuersignal weist eine gewisse Phasenverschiebung zum Sensorsignal auf, um eine Dämpfung einer Vibration zu erzielen, der das Gehäuseteil 67 ausgesetzt ist. Die Elektronikbauteile 70, 72, 73 werden über eine externe Spannungsversorgung 65, die Teil einer Spannungsversorgung einer ohnehin vorhandenen Steuerung sein kann, mit Spannung versorgt. Die Verwendung einer aktiven Spannungsversorgung bietet in der Regel Vorteile gegenüber einer autonomen Ausführung gemäß Fig. 4, da so eine wirksamere Dämpfung von Vibrationen ermöglicht ist, als dies bei einer Schaltung gemäß Fig. 4 erreicht werden kann.

[0078] Um bei einem kraftgetriebenen Handwerkzeug, wie etwa einem Elektrowerkzeug, eine wirkungsvolle Dämpfung von Vibrationen zu erreichen, kommt es wesentlich darauf an, an welchen Stellen des Gehäuses die betreffenden Dämpfungselemente angeordnet sind, wobei es sich entweder um Kombinationen von Sensor und Aktor in unmittelbarer Nachbarschaft oder um ein kombiniertes Element handeln kann.

[0079] Vorzugsweise werden die Dämpfungselemente derart angeordnet, dass sie entweder in unmittelbarer Nachbarschaft einer möglichen Quelle für die Erzeugung von Vibrationen angeordnet sind (also beispielsweise im unmittelbar an einen Elektromotor angrenzenden Bereich, z.B. im Bereich des Ankerlagers) oder aber im Verbindungsbereich zwischen einzelnen Funktionselementen des Handwerkzeuges. Zu den Funktionselementen gehören Motor, Getriebe und Griffteil.

[0080] So sind die Dämpfungselemente vorzugsweise im Verbindungsbereich zwischen Motor und Getriebe, zwischen Motor und Griffteil bzw. zwischen Getriebe und Griffteil angeordnet, je nachdem, wie das betreffende Handwerkzeug aufgebaut ist. Soweit zusätzliche Handgriffe an dem betreffenden Handwerkzeug vorgesehen sind, so sind die Dämpfungselemente vorzugsweise im Übergangsbereich zwischen dem betreffenden Handgriff und dem Gehäuse vorgesehen.

[0081] Mit derartigen Anordnungen lassen sich Vibrationen, die beim Arbeiten mit dem Handwerkzeug auftreten, besonders wirkungsvoll reduzieren.

[0082] Eine erste derartige Anordnung wurde bereits anhand von Fig. 1 erläutert.

[0083] Fig. 6 zeigt ein weiteres erfindungsgemäßes Handwerkzeug 90 in Form eines Bohrhammers.

[0084] Das Handwerkzeug 90 weist ein längliches Gehäuse 92 auf, in dem Motor und Getriebe aufgenommen sind.

[0085] Am vorderen Ende ist eine Aufnahme 98 in Form eines Bohrfutters dargestellt, in dem ein Werkzeug, etwa ein Bohrer 100, aufgenommen sein kann. Im vorderen unteren Bereich des Gehäuses 92 ist ein Stielhandgriff 94 vorgesehen, der nach unten hervorsteht und über ein Dämpfungselement 101 mit dem Gehäuseteil 92 verbunden ist. Am der Aufnahme 98 abgewandten Ende des Gehäuses 92 schließt sich hieran ein Handgriff 96 an, der über Stege 104, 105 mit dem Gehäuseteil 92 verbunden ist. In den Stegen, also im Übergangsbereich zwischen dem Griffteil 96 und dem Gehäuseteil 92, sind wiederum Dämpfungselemente 102, 103 vorgesehen.

[0086] Fig. 7 zeigt eine mögliche Anordnung von Dämpfungselementen bei einem kraftgetriebenen Handwerkzeug 110 in Pistolenform, wobei es sich etwa um einen Bohrer oder Schrauber handeln kann.

[0087] Das Handwerkzeug 110 weist ein längliches Gehäuseteil 112 sowie einen Pistolenhandgriff 114 auf, der mit dem länglichen Gehäuseteil 112 verbunden ist. Innerhalb des länglichen Gehäuseteils 112 ist ein Motor 124 aufgenommen, von dem ein Getriebe 126 angetrieben wird, das schließlich in nicht näher dargestellter Weise mit einer Aufnahme 118 in Form eines Bohrfutters verbunden ist, um ein darin aufgenommenes Werkzeug anzutreiben. Der Motor 124 weist an seinem der Aufnahme 118 abgewandten Ende ein Ankerlager 125 auf und ist mit einem Elektronikmodul 128 gekoppelt, das beispielsweise innerhalb des Pistolenhandgriffs 114 aufgenommen sein kann.

[0088] Um bei einem derartig aufgebauten Handwerkzeug eine wirkungsvolle Dämpfung von Vibrationen zu erzielen, sind Dämpfungselemente 129, 130 im Übergangsbereich zwischen Motor 124 und Getriebe 126 vorgesehen.

[0089] Zusätzlich sind im Übergangsbereich zwischen dem länglichen Gehäuseteil 112 und dem Pistolenhandgriff 114 weitere Dämpfungselemente 133, 134 angeordnet.

[0090] Des Weiteren können am Motor 124 insbesondere im Bereich seines Ankerlagers 125 weitere Dämpfungselemente 131, 132 vorgesehen sein, um Schwingungen zu dämpfen, die im Bereich des Ankerlagers 125 gegebenenfalls erzeugt werden.

[0091] Die Dämpfungselemente selbst können beispielsweise in entsprechend geformte Ausnehmungen an Gehäuseabschnitten aufgenommen sein oder können an der Innenseite oder Außenseite des Gehäuses flächig aufgebracht sein. Zur Verbindung mit dem betreffenden Gehäuseteil dient eine Verklebung oder eine andere stoffschlüssige Verbindung, die beispielsweise bei einem Spritzvorgang eines Kunststoffgehäuses erzielt

wird. In jedem Fall hat eine innige stoffschlüssige Verbindung mit dem betreffenden Gehäuseteil den Vorteil eine wirkungsvolle Übertragung mechanischer Energie zwischen dem betreffenden Dämpfungselement und dem Gehäuseteil sicherzustellen.

[0092] Fig. 8 zeigt beispielhaft, wie die betreffenden Dämpfungselemente 129, 130 in Öffnungen in der Seitenwand des Gehäuses eingelassen sind.

[0093] Fig. 9 zeigt beispielhaft als Alternative eine flächige Aufbringung von Dämpfungselementen 146, 147 auf Stegen 142, 144, die an der Innenseite des Gehäuses vorgesehen sind.

[0094] Es versteht sich, dass dies nur eine von vielen denkbaren möglichen Anbringungsformen der Dämpfungselemente darstellt.

Patentansprüche

1. Kraftgetriebenes Handwerkzeug, insbesondere Elektrowerkzeug, mit einem Gehäuse (12; 92; 112), in dem ein Motor (24; 124) zum Antrieb eines Werkzeuges (20; 100) aufgenommen ist, und mit einer Dämpfungseinrichtung (34; 54; 64) zur aktiven Beeinflussung des Vibrationsverhaltens, die mindestens ein Dämpfungselement (30, 31, 32, 33; 101, 102, 103; 129, 130, 131, 132, 133, 134; 146, 147) mit einem Sensor (36; 56; 66) aufweist, der bei einer Verformung ein elektrisches Sensorsignal abgibt, das einer elektrischen Schaltung (37; 62; 70) zugeführt ist, die ein davon abgeleitetes Steuersignal erzeugt, das einem Aktor (44; 58; 68) mit einer bestimmten Phasenverschiebung zum Sensorsignal zugeführt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dämpfungselement (30, 31, 32, 33; 101, 102, 103; 129, 130, 131, 132, 133, 134; 146, 147) stoffschlüssig mit dem Gehäuse (12; 92; 112) verbunden ist.
2. Handwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungseinrichtung (34; 54; 64) zumindest ein piezoelektrisches Wandlerelement, ein piezomagnetisches Wandlerelement, ein antiferroelektrisches Wandlerelement, ein elektrostatisches Wandlerelement, ein magnetostriktives Wandlerelement oder ein Formänderungs-Memory-Wandlerelement aufweist.
3. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungseinrichtung (34; 54; 64) zumindest ein Nanotube-Element, vorzugsweise ein Carbon-Nanotube-Element, aufweist.
4. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungseinrichtung (34; 54; 64) ein Nanotube-Element mit mindestens einer Schicht mit Single- oder Multiwall Carbon-Nanotubes oder mit Nanotubes aus anderen organischen Komponenten, wie etwa BN, MoS₂ oder V₂O₅, aufweist.
5. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Schaltung (40) Mittel aufweist, um aus dem Sensorsignal einen für die Vibrationen des Handwerkzeugs charakteristischen Wert zu bilden, der einem Speicher (46) zuführbar ist.
6. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Schaltung aus dem Sensorsignal (U_s) ein phasenverschobenes Steuersignal (U_w) ableitet, das dem Sensorsignal (U_s) vorausseilt.
7. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Schaltung (40) aufweist, um aus dem Sensorsignal (U_s) nach einem selbst lernenden Algorithmus ein Steuersignal (U_w) zu erzeugen, das zur Reduktion von Vibrationen optimiert ist.
8. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Aktor und/oder Sensor (30, 31, 32, 33; 101, 102, 103; 129, 130, 131, 132, 133, 134; 146, 147) flächig, insbesondere streifenförmig ausgebildet ist.
9. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zumindest zwei Funktionselemente vorgesehen sind, die aus der durch einen Motor (24; 124), ein Getriebe (26; 126) und ein Griffteil (16; 96; 114) gebildeten Gruppe ausgewählt sind, und bei dem mindestens ein Aktor und/oder Sensor (30, 31, 32, 33; 102, 103; 129, 130, 133, 134; 146, 147) im Bereich einer Verbindungsstelle zwischen zwei Funktionselementen angeordnet ist.
10. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Aktor und/oder Sensor (131, 132) im Bereich einer Ankerlagerung (125) des Motors (124) angeordnet ist.
11. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Aktor und/oder Sensor (30, 31, 32, 33; 101, 102, 103; 129, 130, 131, 132, 133, 134; 146, 147) an einer Innenseite oder einer Außenseite des Gehäuses (12; 92; 112) aufgenommen ist.
12. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Aktor und/oder Sensor (146, 147) an einem Steg (142, 144) innerhalb des Gehäuses (12; 92; 112) aufgenommen ist.

13. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** die zum Betrieb der elektrischen Schaltung (60, 62) notwendige elektrische Energie aus Vibrationsenergie gewonnen wird, der das Handwerkzeug ausgesetzt ist. 5
14. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse als Pistolengehäuse mit einem länglichen Gehäuseteil (112), in dem der Motor (124) aufgenommen ist, und mit einem Pistolenhandgriff (114) ausgebildet ist, wobei mindestens ein Aktor und/oder Sensor (133, 134) im Übergangsbereich zwischen Pistolenhandgriff (114) und dem länglichen Gehäuseteil (112) vorgesehen ist. 10
15. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse als Pistolengehäuse mit einem länglichen Gehäuseteil (112), in dem der Motor (124) und ein Getriebe (126) aufgenommen sind, und mit einem Pistolenhandgriff (114) ausgebildet ist, wobei mindestens ein Aktor und/oder Sensor (129, 130) im Übergangsbereich zwischen Motor (124) und Getriebe (126) vorgesehen ist. 15
16. Handwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Handwerkzeug in Stabform ausgebildet ist, mit einem länglichen Gehäuseteil (12), in dem der Motor (24) aufgenommen ist, und mit einem Getriebekopf (14), in dem ein Getriebe (26) aufgenommen ist, wobei mindestens ein Aktor und/oder Sensor (30, 31) im Bereich einer Verbindung zwischen Getriebekopf (14) und länglichem Gehäuseteil (12) vorgesehen ist. 20
17. Handwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 13 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Handwerkzeug in Stabform ausgebildet ist, mit einem länglichen Gehäuseteil (12), in dem der Motor (24) aufgenommen ist, und mit einem Getriebekopf (14), in dem ein Getriebe (26) aufgenommen ist, wobei mindestens ein Aktor und/oder Sensor (32, 33) am länglichen Gehäuseteil im Bereich eines dem Getriebekopf abgewandten Endes des Motors (24) vorgesehen ist. 25
18. Handwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 13, 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse ein Hauptgehäuseteil (92) aufweist, das über Stege (104, 105) mit einem Handgriff (96) verbunden ist, wobei zumindest ein Aktor und/oder Sensor (102, 103) im Bereich der Stege (104, 105) vorgesehen ist. 30

Claims

1. A hand-held power tool, in particular electric tool, having a housing (12; 92; 112) in which a motor (24; 124) is received for driving a tool (20; 100), and a damping system (34; 54; 64) for actively influencing the vibration behavior, which comprises at least one damping element (30, 31, 32, 33; 101, 102, 103; 129, 130, 131, 132, 133, 134; 146, 147) with a sensor (36; 56; 66) that emits an electric sensor signal when deformation occurs, which signal is supplied to an electric circuit (37; 62; 70) that generates therefrom a control signal which is supplied to an actor (44; 58; 68) at a given phase angle relative to the sensor signal, **characterized in that** the damping element (30, 31, 32, 33; 101, 102, 103; 129, 130, 131, 132, 133, 134; 146, 147) is connected to the housing (12; 92; 112) by a material connection. 35
2. The hand-held tool as defined in claim 1, **characterized in that** the damping system (34; 54; 64) comprises at least one piezoelectric transducer element, one piezo-magnetic transducer element, one antiferroelectric transducer element, one electrostatic transducer element, one magnetostrictive transducer element or one deformation memory transducer element. 40
3. The hand-held tool as defined in any of the preceding claims, **characterized in that** the damping system (34; 54; 64) comprises at least one nanotube element, preferably a carbon nanotube element. 45
4. The hand-held tool as defined in any of the preceding claims, **characterized in that** the damping system (34; 54; 64) comprises a nanotube element which has at least one layer with single or multi-wall carbon nanotubes or with nanotubes made from other organic components, such as BN, MoS₂ or V₂O₅. 50
5. The hand-held tool as defined in any of the preceding claims, **characterized in that** the electric circuit (40) comprises means for deriving from the sensor signal a value characteristic of the vibrations of the hand tool that can be supplied to a memory (46). 55
6. The hand-held tool as defined in any of the preceding claims, **characterized in that** the electric circuit derives from the sensor signal (U_s) a phase-shifted control signal (U_w) that is timed ahead of the sensor signal (U_s). 60
7. The hand-held tool as defined in any of the preceding claims, **characterized in that** the electric circuit (40) comprises means for deriving from the sensor signal (U_s), based on a self-learning algorithm, a control signal (U_w) that is optimized for the reduction of vibrations. 65

8. The hand-held tool as defined in any of the preceding claims, **characterized in that** at least one actor and/or sensor (30, 31, 32, 33; 101, 102, 103; 129, 130, 131, 132, 133, 134; 146, 147) is configured two-dimensional, in particular in strip-like shape. 5
9. The hand-held tool as defined in any of the preceding claims, **characterized in that** at least two functional elements selected from the group formed by a motor unit (24; 124), a gear unit (26; 126) and a grip unit (16, 96; 114), with at least one actor and/or sensor (30, 31, 32, 33; 102, 103; 129, 130, 133, 134; 146, 147) being arranged in the area of a joint between two functional elements. 10
10. The hand-held tool as defined in any of the preceding claims, **characterized in that** at least one actor and/or sensor (131, 132) is arranged in the area of an armature bearing (125) of the motor (124). 15
11. The hand-held tool as defined in any of the preceding claims, **characterized in that** at least one actor and/or sensor (30, 31, 32, 33; 101, 102, 103; 129, 130, 131, 132, 133, 134; 146, 147) is received on an inside or an outside of the housing (12; 92; 112). 20
12. The hand-held tool as defined in any of the preceding claims, **characterized in that** at least one actor and/or sensor (146, 147) is received on a web (142, 144) inside the housing (12; 92; 112). 25
13. The hand-held tool as defined in any of the preceding claims, **characterized in that** the electric energy necessary for operation of the electric circuit (60, 62) is derived from vibration energy to which the hand-held tool is exposed. 30
14. The hand-held tool as defined in any of the preceding claims, **characterized in that** the housing is configured as a pistol housing having an elongated housing element (112), in which the motor (124) is received, and a pistol grip (114), with at least one actor and/or sensor (133, 134) being provided in the transition area between the pistol grip (114) and the elongated housing element (112). 35
15. The hand-held tool as defined in any of the preceding claims, **characterized in that** the housing is designed as a pistol housing having an elongated housing element (112), in which the motor (124) and a gearbox (126) are received, and a pistol grip (114), with at least one actor and/or sensor (129, 130) being arranged in the transition area between the motor (124) and the gearbox (126). 40
16. The hand-held tool as defined in any of claims 1 to 13, which is configured in bar shape, having an elongated housing element (12), in which the motor (24)

is received, and a gearhead (14), in which a gearbox (26) is received, with at least one actor and/or sensor (30, 31) being provided in the area of the joint between the gearhead (14) and the elongated housing element (12).

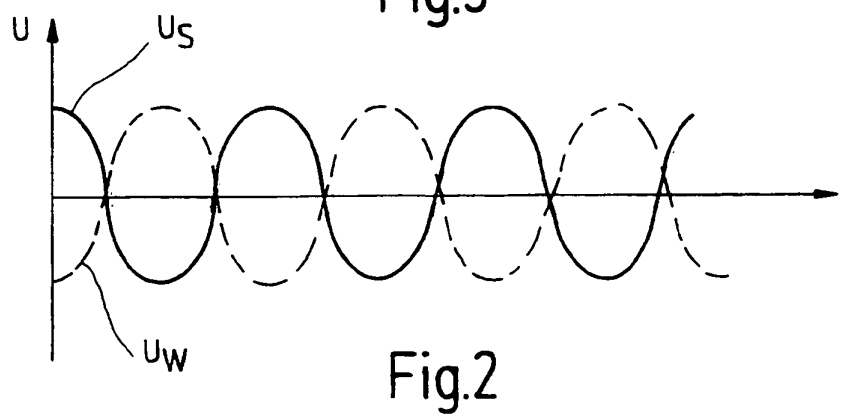
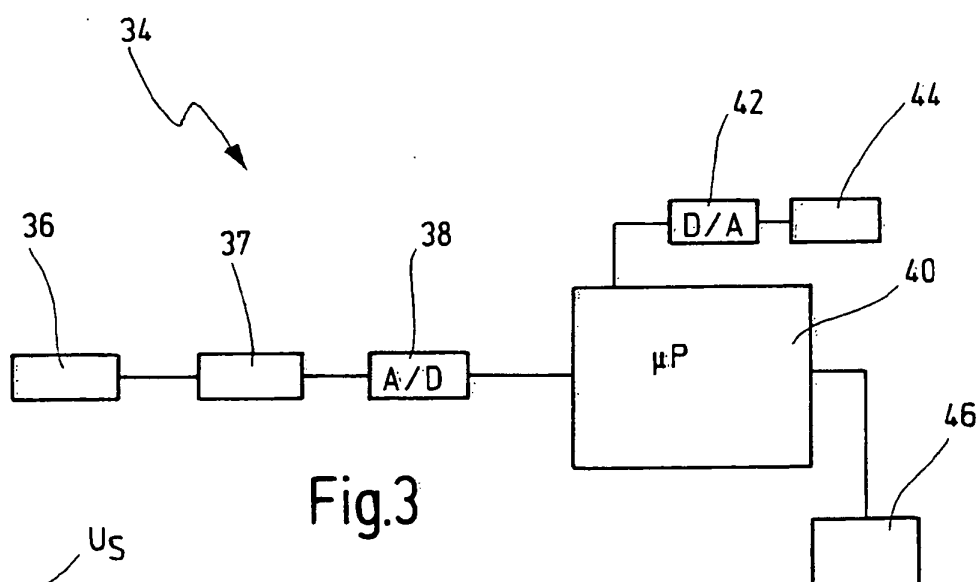
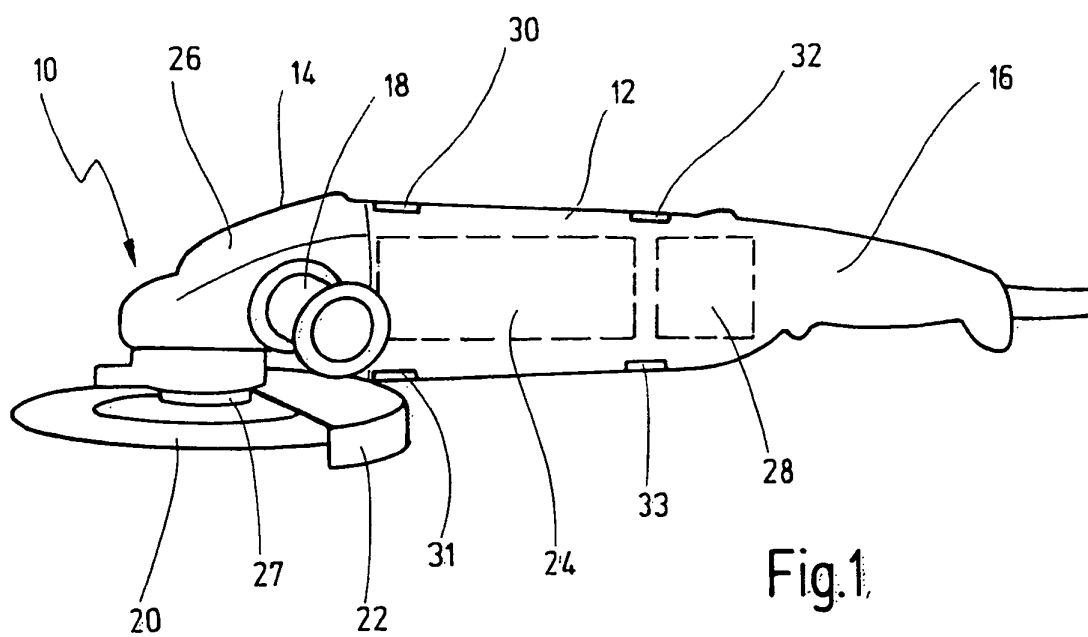
17. The hand-held tool as defined in any of claims 1 to 13 or 16, which is designed in bar shape, having an elongated housing element (12), in which the motor (24) is received, and a gearhead (14), in which a gearbox (26) is received, with at least one actor and/or sensor (32, 33) being provided on the elongated housing element in the area of an end of the motor (24) opposite the gearhead. 15

18. The hand-held tool as defined in any of claims 1 to 13, 16 or 17, wherein the housing comprises a main housing element (92), which is connected with a grip (96) via webs, with at least one damping element (102, 103) being provided in the area of the webs (104, 105). 20

Revendications

1. Outil manuel motorisé, en particulier outil électrique, présentant un boîtier (12; 92; 112) dans lequel est repris un moteur (24; 124) qui entraîne un outil (20; 100) et un dispositif d'amortissement (34; 54; 64) qui agit activement sur le comportement de vibration, qui présente au moins un élément d'amortissement (30, 31, 32, 33; 101, 102, 103; 129, 130, 131, 132, 133, 134; 146, 147) doté d'un détecteur (36; 56; 66) qui délivre en cas de déformation un signal électrique de détection qui est apporté à un circuit électrique (37; 62; 70) qui forme à partir de lui un signal de commande qui en dérive et qui est apporté à un actionneur (44; 58; 68) qui présente un déphasage défini par rapport au signal de détection, **caractérisé en ce que** l'élément d'amortissement (30, 31, 32, 33; 101, 102, 103; 129, 130, 131, 132, 133, 134; 146, 147) est relié en correspondance de matière au boîtier (12; 92; 112). 35
2. Outil manuel selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif d'amortissement (34; 54; 64) présente au moins un élément piézoélectrique de conversion, un élément piézomagnétique de conversion, un élément anti-ferroélectrique de conversion, un élément électrostatique de conversion, un élément magnétostrictif de conversion ou un élément de conversion à mémoire de forme. 40
3. Outil manuel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif d'amortissement (34; 54; 64) présente au moins un élément à nanotubes, et de préférence un élément à nanotubes en carbone. 45

4. Outil manuel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif d'amortissement (34; 54; 64) présente au moins un élément à nanotubes doté d'au moins une couche de nanotubes de carbone à paroi unique ou multiples ou des nanotubes en autres composants organiques par exemple BN, MoS₂ ou V₂O₅.
5. Outil manuel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le circuit électrique (40) présente des moyens qui permettent de former à partir du signal de détection une valeur caractéristique des vibrations de l'outil manuel, laquelle valeur peut être amenée à une mémoire (46).
6. Outil manuel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le circuit électrique dérive du signal de détection (U_s) un signal de détection (U_w) déphasé qui est en avance de phase par rapport au signal de détection (U_s).
7. Outil manuel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le circuit électrique présente des moyens (40) qui permettent de former à partir du signal de détection (U_s) et selon un algorithme à auto-apprentissage un signal de commande (U_w) optimisé en termes de réduction des vibrations.
8. Outil manuel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un actionneur et/ou détecteur (30, 31, 32, 33; 101, 102, 103; 129, 130, 131, 132, 133, 134; 146, 147) a une configuration aplatie et en particulier en ruban.
9. Outil manuel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il présente au moins deux éléments fonctionnels sélectionnés dans l'ensemble formé par un moteur (24; 124), une transmission (26; 126) et une poignée (16; 96; 114), et dans lequel au moins un actionneur et/ou détecteur (30, 31, 32, 33; 102, 103; 129, 130, 133, 134; 146, 147) est disposé au niveau de l'emplacement de liaison entre deux éléments fonctionnels.
10. Outil manuel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un actionneur et/ou détecteur (131, 132) est disposé au niveau du palier d'induit (125) du moteur (124).
11. Outil manuel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un actionneur et/ou détecteur (30, 31, 32, 33; 101, 102, 103; 129, 130, 131, 132, 133, 134; 146, 147) est repris sur le côté intérieur ou le côté extérieur du boîtier (12; 92; 112).
12. Outil manuel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un actionneur et/ou détecteur (146, 147) est repris sur une traverse (142, 144) située à l'intérieur du boîtier (12; 92; 112).
13. Outil manuel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'énergie électrique nécessaire pour le fonctionnement du circuit électrique (60, 62) est obtenue à partir de l'énergie des vibrations à laquelle l'outil manuel est exposé.
14. Outil manuel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le boîtier est configuré en boîtier de pistolet présente une partie allongée de boîtier (112) dans laquelle le moteur (124) est repris et une poignée de pistolet (114), au moins un actionneur et/ou détecteur (133, 134) étant prévu dans la partie de transition entre la poignée (114) du pistolet et la partie allongée (112) du boîtier.
15. Outil manuel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le boîtier est configuré en boîtier de pistolet présente une partie allongée de boîtier (112) dans laquelle le moteur (124) et une transmission (126) sont repris et une poignée de pistolet (114), au moins un actionneur et/ou détecteur (129, 130) étant prévu au niveau de la transition entre le moteur (124) et la transmission (126).
16. Outil manuel selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** l'outil manuel présente la forme d'un barreau doté d'une partie allongée de boîtier (12) dans laquelle le moteur (24) est repris et d'une tête de transmission (14) dans laquelle une transmission (26) est reprise, au moins un actionneur et/ou détecteur (30, 31) étant prévu au niveau de la liaison entre la tête de transmission (14) et la partie allongée (12) du boîtier.
17. Outil manuel selon l'une des revendications 1 à 13 ou 16, **caractérisé en ce que** l'outil manuel présente la forme d'un barreau qui présente une partie allongée de boîtier (12) dans laquelle le moteur (24) est repris et une tête de transmission (14) dans laquelle une transmission (26) est reprise, au moins un actionneur et/ou détecteur (32, 33) étant prévu dans la partie allongée du boîtier au niveau de l'extrémité du moteur (24) non tournée vers la tête de la transmission.
18. Outil manuel selon l'une des revendications 1 à 13, 16 ou 17, **caractérisé en ce que** le boîtier présente une partie principale (92) de boîtier reliée par des traverses (104, 105) à une poignée (96), au moins un actionneur et/ou détecteur (102, 103) étant prévu au niveau des traverses (104, 105).



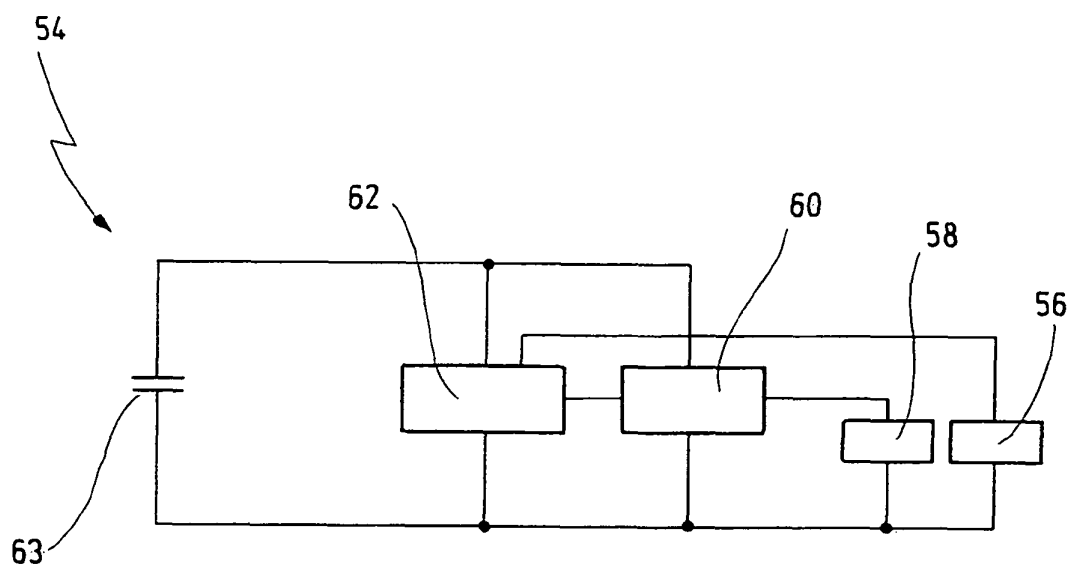


Fig.4

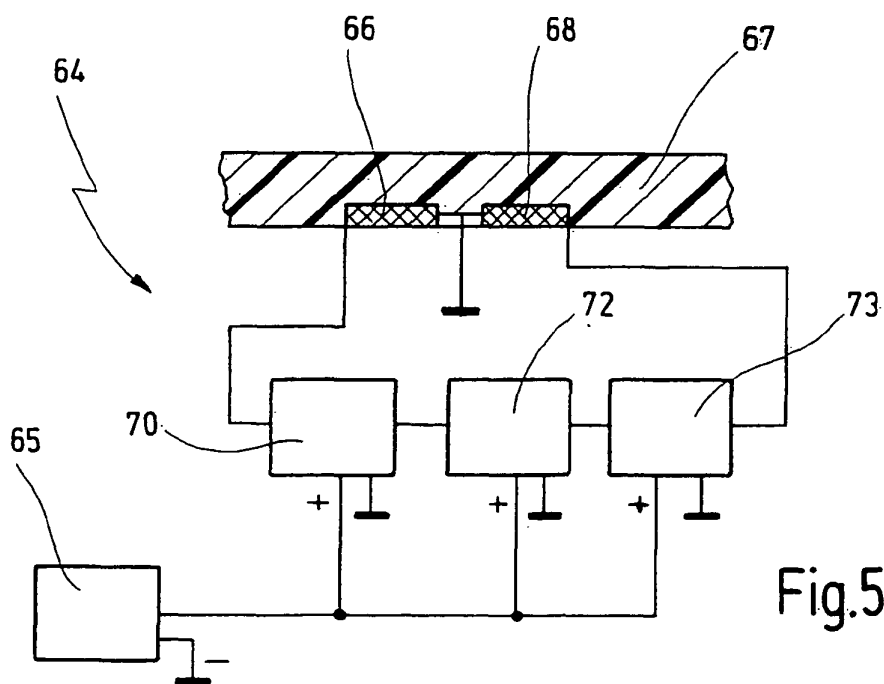
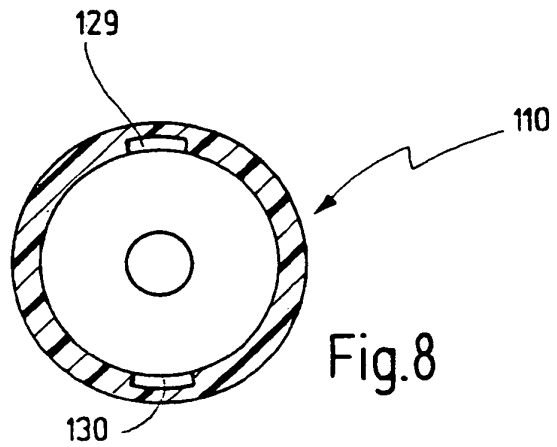
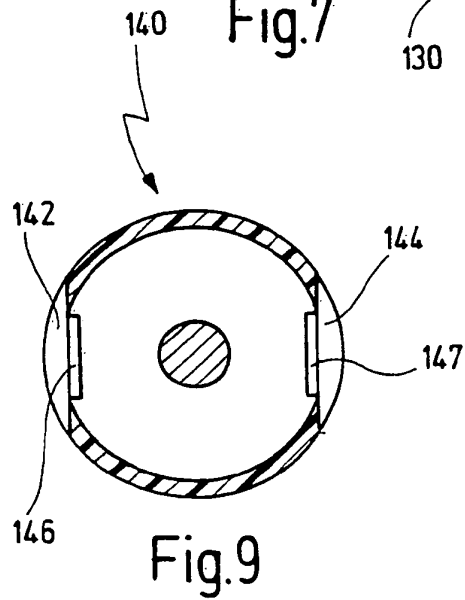
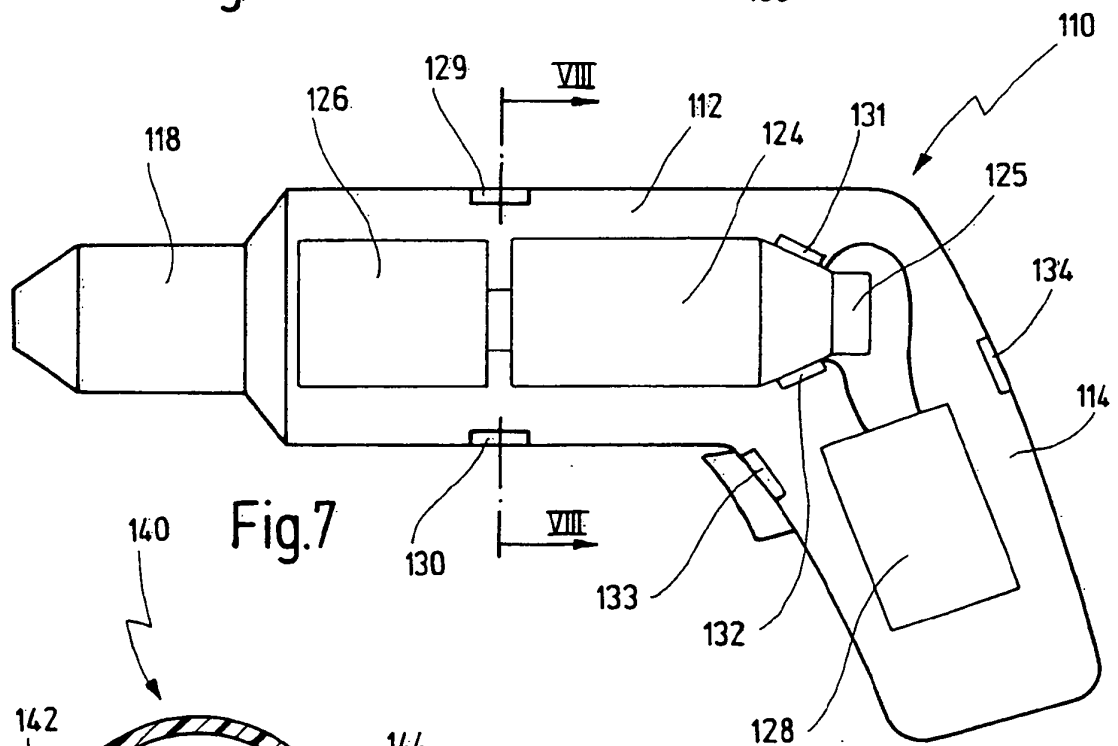
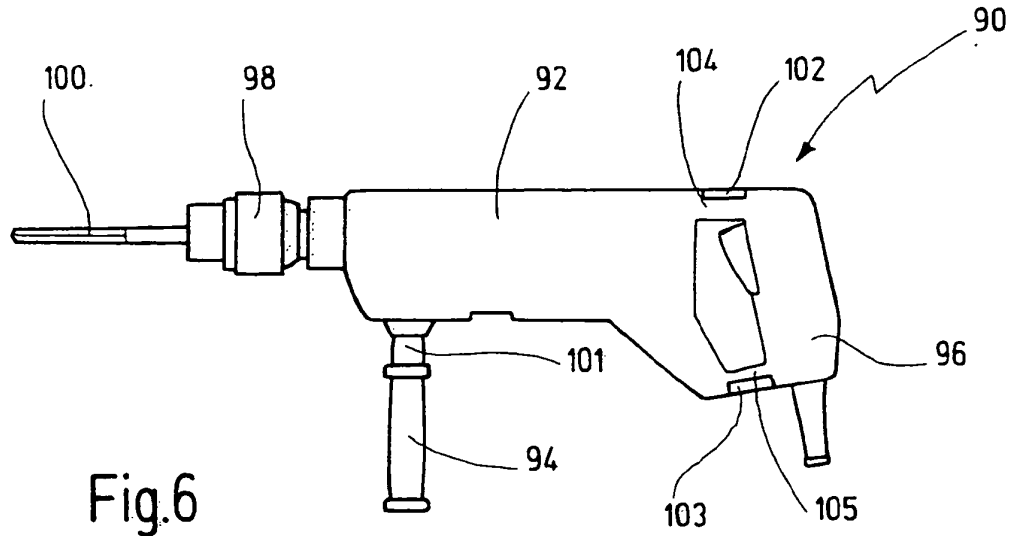


Fig.5



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- JP 1274973 A [0002]
- US 20040206521 A [0002]