



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.12.2006 Patentblatt 2006/52

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

(21) Anmeldenummer: 06011920.3

(22) Anmeldetag: 09.06.2006

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

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

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

(30) Priorität: 24.06.2005 DE 102005031074

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

(54) **Kraftgetriebenes Handwerkzeug mit Dämpfungseinrichtung**

(57) Ein kraftgetriebenes Handwerkzeug, insbesondere Elektrowerkzeug (10), mit einem Gehäuse (12), in dem ein Motor (24) zum Antrieb eines Werkzeuges (20) aufgenommen ist, weist eine Dämpfungseinrichtung zur aktiven Beeinflussung des Vibrationsverhaltens auf, die mindestens ein Dämpfungselement (30, 31, 32, 33) mit

einem Sensor aufweist, der bei einer Verformung ein elektrisches Sensorsignal abgibt, das einer elektrischen Schaltung zugeführt ist, die ein davon abgeleitetes Steuersignal erzeugt, das einem Aktor mit einer bestimmten Phasenverschiebung zum Sensorsignal zugeführt ist (Fig. 1).

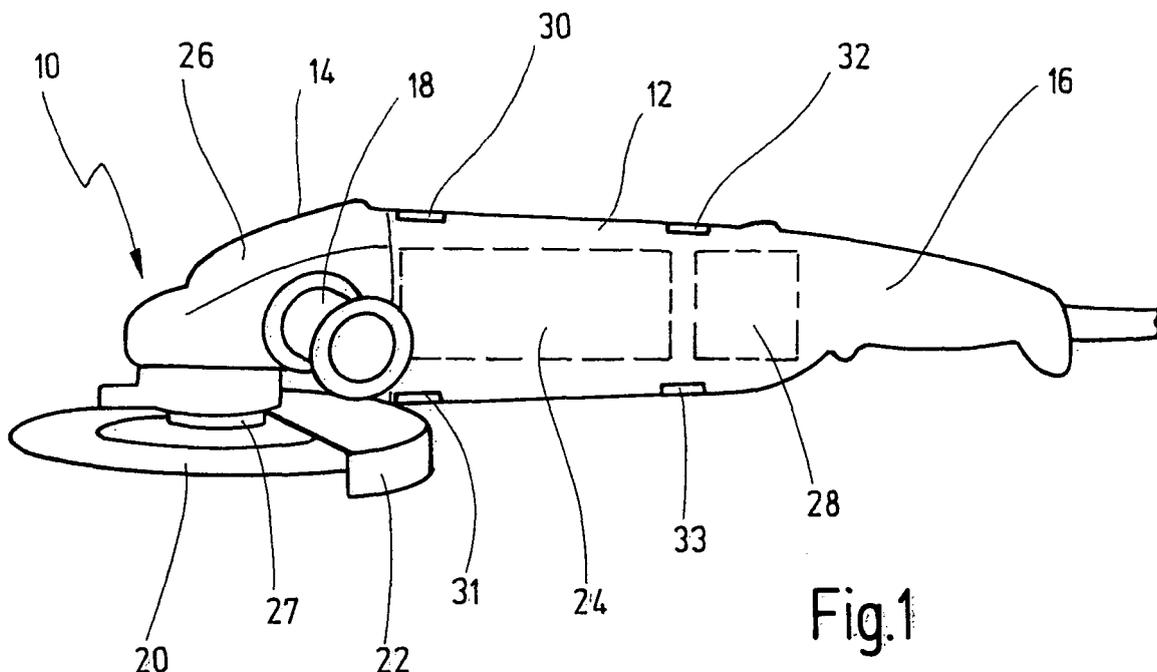


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein kraftgetriebenes Handwerkzeug, insbesondere ein Elektrowerkzeug, mit einem Gehäuse, in dem ein Motor zum Antrieb eines Werkzeuges aufgenommen ist, und mit einer Dämpfungseinrichtung zur Dämpfung von Vibrationen.

[0002] Kraftgetriebene Handwerkzeuge, insbesondere Elektrowerkzeuge, sind seit mehr als hundert Jahren im Gebrauch und werden in zahlreichen Ausführungsformen eingesetzt. Allen Ausführungsformen ist gemeinsam, dass innerhalb eines Gehäuses ein Motor zum Antrieb eines Werkzeuges aufgenommen ist. Teilweise ergeben sich während des Arbeitens mechanische Schwingungen in Form von Vibrationen. Ob Vibrationen auftreten und wie stark diese sind, hängt naturgemäß vom jeweiligen Bearbeitungsvorgang, vom bearbeiteten Material, vom Werkzeug und weiteren Einflussfaktoren ab. Gleichwohl lassen sich Vibrationen in vielen Fällen nicht vermeiden und können sich nachteilig auf das Arbeitsergebnis auswirken oder vom Benutzer als unangenehm empfunden werden. Etwa bei Schlagbohrmaschinen werden deshalb teilweise Zusatzhandgriffe in Form von Stielhandgriffen verwendet, die mit mechanischen Dämpfungselementen, wie Gummielementen oder dergleichen, ausgestattet sind.

[0003] Allerdings lässt sich mit derartigen Dämpfungselementen keine wirkungsvolle Reduktion von Vibrationen erzielen, oder die Führung des Handwerkzeuges wird derart unpräzise, dass die Arbeitsgenauigkeit erheblich darunter leidet.

[0004] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein kraftgetriebenes Handwerkzeug anzugeben, das mit einer wirkungsvollen Dämpfungseinrichtung zur Dämpfung von Vibrationen versehen ist.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein kraftgetriebenes Handwerkzeug, insbesondere Elektrowerkzeug, gelöst, mit einem Gehäuse, in dem ein Motor zum Antrieb eines Werkzeuges aufgenommen ist, und mit einer Dämpfungseinrichtung zur aktiven Dämpfung von Vibrationen, die mindestens ein Dämpfungselement mit einem Sensor aufweist, der bei einer Verformung ein elektrisches Sensorsignal abgibt, das einer elektrischen Schaltung zugeführt ist, die ein davon abgeleitetes Steuersignal erzeugt, das einem Aktor mit einer bestimmten Phasenverschiebung zum Sensorsignal zugeführt ist.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung wird auf diese Weise vollkommen gelöst.

[0007] Erfindungsgemäß wird eine gezielte Beeinflussung des Vibrationsverhaltens eines Werkzeuges ermöglicht. Hierbei lässt sich das Dämpfungsverhalten in weiten Grenzen an das jeweilige Anwendungsgebiet anpassen.

[0008] Beispielsweise kann das Dämpfungsverhalten derart ausgebildet sein, dass mindestens ein ausgewähltes Frequenzspektrum von Vibrationen gedämpft wird.

[0009] Hierbei können für einen Benutzer des Elektro-

werkzeugs unangenehme oder physiologisch nachteilige Vibrationen reduziert werden.

[0010] Die Dämpfungseinrichtung weist vorzugsweise mindestens einen Sensor und mindestens einen davon unabhängigen Aktor auf.

[0011] Jedoch können Sensor und Aktor auch zu einem einzigen Bauteil zusammen gefasst sein.

[0012] 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.

[0013] Grundsätzlich sind sämtliche bekannten Arten von Sensorelementen und Aktorelementen denkbar, die mechanische Energie in elektrische Energie umsetzen bzw. elektrische Energie in mechanische Energie.

[0014] Als Sensorelemente können daneben beispielsweise auch Dehnungsmessstreifen, Mikrodrucksensoren, polymere Sensoren oder Kompositsensoren, wie etwa Kompositfaser-Sensoren verwendet werden.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die Dämpfungseinrichtung zumindest ein Nanotube-Element, vorzugsweise ein Carbon-Nanotube-Element, auf.

[0016] 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.

[0017] 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.

[0018] 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.

[0019] 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.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die elektrische Schaltung einen Mikroprozessor auf.

[0023] 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 Mikroprozessorstuerung für das Werkzeug entsprechend anpassen und auch für diesen Zweck nutzen.

[0024] 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.

[0025] Dabei ist es auch möglich, ein phasenverschobenes Steuersignal zu erzeugen, das dem Sensorsignal vorausseilt.

[0026] 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.

[0027] Gemäß einer weiteren Ausführung der Erfindung ist an mindestens einer Stelle des Gehäuses des Handwerkzeuges ein Dämpfungselement derart aufgenommen, dass die Steifigkeit des Gehäuses durch das Dämpfungselement örtlich gezielt beeinflusst wird.

[0028] Auf diese Weise kann eine erhöhte Steifigkeit des Gehäuses realisiert werden oder auch an anderen Stellen eines Gehäuses eine erhöhte Nachgiebigkeit, um insgesamt eine Verbesserung des Vibrationsverhaltens zu erreichen.

[0029] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens ein Dämpfungselement flächig, insbesondere streifenförmig, ausgebildet.

[0030] Auf diese Weise ist eine Befestigung an beliebigen Gehäuseteilen auf besonders einfache Weise realisierbar.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens ein Dämpfungselement im Bereich eines Lagerstelle des Motors angeordnet.

[0036] So kann der Ausbreitung von ggf. auftretenden Vibrationen, die durch den Elektromotor selbst verursacht sind, besonders wirkungsvoll entgegengewirkt werden.

[0037] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens ein Dämpfungselement an einer Innenseite oder einer Außenseite des Gehäuses aufgenommen.

[0038] Hierbei können Dämpfungselemente etwa unmittelbar auf eine Gehäuseoberfläche aufgebracht sein, in geeignet geformte Ausnehmungen eingesetzt sein oder auf andere Weise damit verbunden sein, z.B. durch Verkleben, durch Gießverfahren usw.

[0039] 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.

[0040] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird die zum Betrieb der elektrischen Schaltung notwendige elektrische Energie aus Vibrationsenergie gewonnen, der das Dämpfungselement ausgesetzt ist.

[0041] 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 Druckluftan-

trieb ist dies vorteilhaft.

[0042] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist eine externe Energiequelle zum Betrieb der elektrischen Schaltung vorgesehen.

[0043] Mit einer derartigen Ausführung kann noch ein deutlich wirkungsvolleres Dämpfungsverhalten und eine besonders gezielte Anpassung des Dämpfungsverhaltens an die unterschiedlichsten Forderungen gewährleistet werden.

[0044] 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.

[0045] Auf diese Weise kann das Schwingungsverhalten des Gehäuses auf besonders wirkungsvolle Weise beeinflusst werden.

[0046] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist das Gehäuse als Pistolengehäuse mit einem länglichen Gehäuseteil, in dem der Motor und ein Getriebe aufgenommen sind, und mit einem Pistolenhandgriff ausgebildet, wobei mindestens ein Dämpfungsbereich im Übergangsbereich zwischen Motor und Getriebe vorgesehen ist.

[0047] Weist das Handwerkzeug zusätzlich zum Motor auch ein Getriebe auf, so wird auf diese Weise gleichfalls eine besonders wirkungsvolle Beeinflussung des Vibrationsverhaltens ermöglicht.

[0048] 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.

[0049] 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.

[0050] Mit einer derartigen Ausführung lässt sich eine besonders wirkungsvolle Beeinflussung von Vibrationen bei einer Ausführung des Handwerkzeuges als Winkelschleifer erreichen.

[0051] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist das Gehäuse ein Hauptgehäuseteil auf, das über Stege mit einem Handgriff verbunden ist, wobei zumindest ein Dämpfungselement im Bereich der Stege vorgesehen ist.

[0052] Auch bei einer derartigen Bauform eines Handwerkzeuges lässt sich so eine besonders wirkungsvolle Beeinflussung des Vibrationsverhaltens erreichen.

[0053] 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.

[0054] 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 Mikroprozessors;

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.

[0055] 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 Schutzhäube 22 umschlossen. Seitlich am Getriebegehäuse 14 ist zusätzlich ein Stielhandgriff 18 angeschraubt.

[0056] 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.

[0057] 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.

[0058] Diese Dämpfungselemente 30 bis 33 dienen einer aktiven Dämpfung von Vibrationen in Verbindung mit einer geeigneten elektrischen Schaltung, wie im Folgenden beschrieben wird.

[0059] 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.

[0060] 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.

[0061] 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.

[0062] 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.

[0063] 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.

[0064] Ein Beispiel für eine geeignete Steuerschaltung ist aus der schematisch in Fig. 3 dargestellten Dämpfungseinrichtung 34 ersichtlich.

[0065] 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.

[0066] 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 räumlich entfernt voneinander angeordnet sind. Auch eine Kombination von Sensor und Aktor zu einem einzigen Bauteil ist möglich.

[0067] In Fig. 4 ist eine mögliche Ausführung einer erfindungsgemäßen Dämpfungseinrichtung insgesamt mit der Ziffer 54 bezeichnet.

[0068] 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.

[0069] 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.

[0070] 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.

[0071] Bei geeigneter Dimensionierung kann ohne externe Energiezufuhr eine Dämpfung des mechanischen Ausgangssignals auf etwa 30 % seines Ausgangswertes erreicht werden.

[0072] Bei dem Aktor 58 kann es sich beispielsweise um ein piezoelektrisches Wandlerelement, ein piezomagnetisches Wandlerelement, ein antiferroelektrisches Wandlerelement, ein elektrostatisches Wandlerelement, ein magnetostriktives Wandlerelement, ein Formänderungs-Memory-Wandlerelement, ein piezokeramisches Wandlerelement oder um ein Nanotube-Element, vorzugsweise ein Carbon-Nanotube-Element, handeln.

[0073] Grundsätzlich sind alle Arten von bekannten Wandlerelementen denkbar, die elektrische Energie in mechanische Energie umsetzen, und umgekehrt.

[0074] Besonders bevorzugt sind Nanotube-Elemente mit mindestens einer Schicht mit Single- oder Multiwall-Carbon-Nanotubes oder Nanotubes aus anderen organischen Komponenten, wie etwa BN, MoS₂ oder V₂O₅.

[0075] Mit Carbon-Nanotubes lassen sich im Vergleich zu anderen bekannten Aktoren deutlich höhere Empfindlichkeiten bei geringeren Spannungen (z.B. im Vergleich zu Piezoelementen) erzeugen.

[0076] 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.

[0077] Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführung einer erfindungsgemäßen Dämpfungseinrichtung 64 mit externer Energiezufuhr.

[0078] 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.

[0079] 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.

[0080] 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.

[0081] 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.

[0082] Mit derartigen Anordnungen lassen sich Vibrationen, die beim Arbeiten mit dem Handwerkzeug auftreten, besonders wirkungsvoll reduzieren.

[0083] Eine erste derartige Anordnung wurde bereits anhand von Fig. 1 erläutert.

[0084] Fig. 6 zeigt ein weiteres erfindungsgemäßes Handwerkzeug 90 in Form eines Bohrhammers.

[0085] Das Handwerkzeug 90 weist ein längliches Gehäuse 92 auf, in dem Motor und Getriebe aufgenommen sind.

[0086] 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.

[0087] 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.

[0088] 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.

[0089] Um bei einem derartig aufgebauten Handwerkzeug eine wirkungsvolle Dämpfung von Vibrationen zu erzielen, sind Dämpfungselemente 129, 130 im Über-

gangsbereich zwischen Motor 124 und Getriebe 126 vorgesehen.

[0090] Zusätzlich sind im Übergangsbereich zwischen dem länglichen Gehäuseteil 112 und dem Pistolenhandgriff 114 weitere Dämpfungselemente 133, 134 angeordnet.

[0091] 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.

[0092] 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 vorzugsweise eine Verklebung oder eine andere stoffschlüssige Verbindung, die beispielsweise bei einem Spritzvorgang eines Kunststoffgehäuses erzielt wird. In jedem Fall ist eine innige stoffschlüssige Verbindung mit dem betreffenden Gehäuseteil vorteilhaft, um eine wirkungsvolle Übertragung mechanischer Energie zwischen dem betreffenden Dämpfungselement und dem Gehäuseteil sicherzustellen.

[0093] Fig. 8 zeigt beispielhaft, wie die betreffenden Dämpfungselemente 129, 130 in Öffnungen in der Seitenwand des Gehäuses eingelassen sind.

[0094] 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.

[0095] 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.
2. Handwerkzeug nach Anspruch 1, bei dem 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, bei dem die Dämpfungseinrichtung (34; 54; 64) zumindest ein Nanotube-Element, vorzugsweise ein Carbon-Nanotube-Element, aufweist.
4. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem 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, bei dem 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, bei dem 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, bei dem die elektrische Schaltung Mittel (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, bei dem an mindestens einer Stelle des Gehäuses (12; 92; 112) ein Dämpfungselement (30, 31, 32, 33; 101, 102, 103; 129, 130, 131, 132, 133, 134; 146, 147) derart aufgenommen ist, das die Steifigkeit des Gehäuses (12; 92; 112) durch das Dämpfungselement örtlich gezielt beeinflusst wird.
9. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem 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.
10. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das zumindest zwei Funktionselemente aufweist, 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.
11. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mindestens ein Aktor und/oder Sensor (131, 132) im Bereich einer Ankerlagerung (125) des Motors (124) angeordnet ist. 5
12. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem 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. 10 15
13. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mindestens ein Aktor und/oder Sensor (146, 147) an einem Steg (142, 144) innerhalb des Gehäuses (12; 92; 112) aufgenommen ist. 20
14. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die zum Betrieb der elektrischen Schaltung (60, 62) notwendige elektrische Energie aus Vibrationsenergie gewonnen wird, der das Handwerkzeug ausgesetzt ist. 25
15. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Gehäuse als Pistolengehäuse mit einem länglichen Gehäuseteil (112), in dem der Motor (124) aufgenommen ist, und mit einem Pistolengriff (114) ausgebildet ist, wobei mindestens ein Aktor und/oder Sensor (133, 134) im Übergangsbereich zwischen Pistolengriff (114) und dem länglichen Gehäuseteil (112) vorgesehen ist. 30 35
16. Handwerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Gehäuse als Pistolengehäuse mit einem länglichen Gehäuseteil (112), in dem der Motor (124) und ein Getriebe (126) aufgenommen sind, und mit einem Pistolengriff (114) ausgebildet ist, wobei mindestens ein Aktor und/oder Sensor (129, 130) im Übergangsbereich zwischen Motor (124) und Getriebe (126) vorgesehen ist. 40 45
17. Handwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 14, das 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. 50
18. Handwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 14 oder 17, das in Stabform ausgebildet ist, mit einem länglichen Gehäuseteil (12), in dem der Motor (24) aufgenommen ist, und mit einem Getriebekopf (14), 55
- in dem ein Getriebe (26) aufgenommen ist, wobei mindestens ein Aktor und/oder Sensor (32, 33) am länglichem Gehäuseteil im Bereich eines dem Getriebekopf abgewandten Endes des Motors (24) vorgesehen ist.
19. Handwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 14, 17 oder 18, bei dem 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.

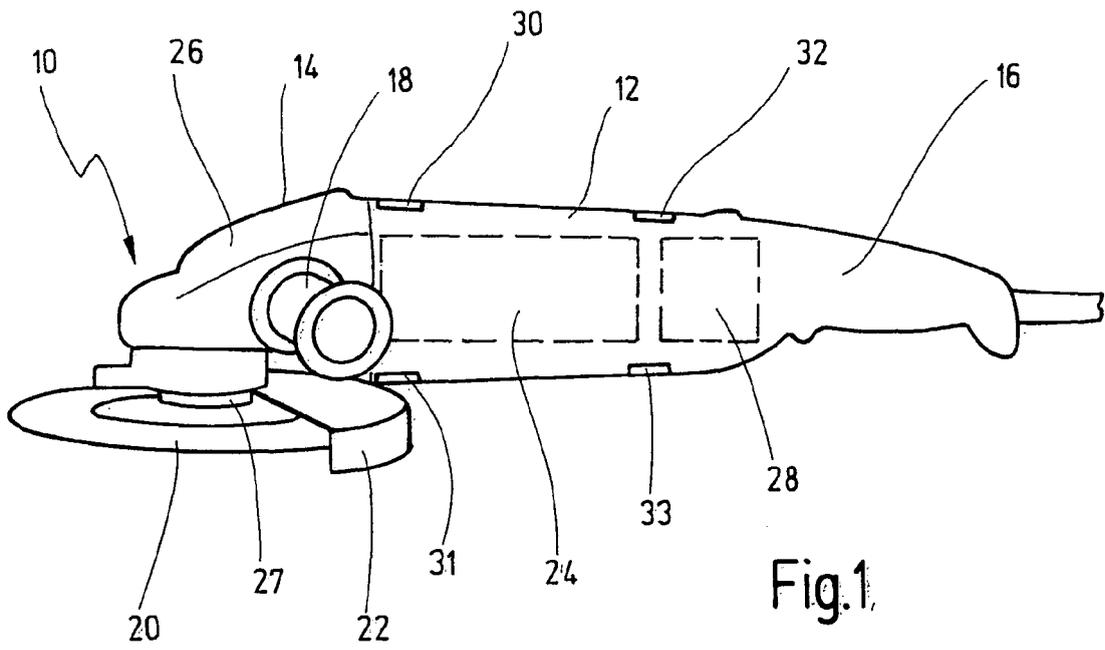


Fig.1

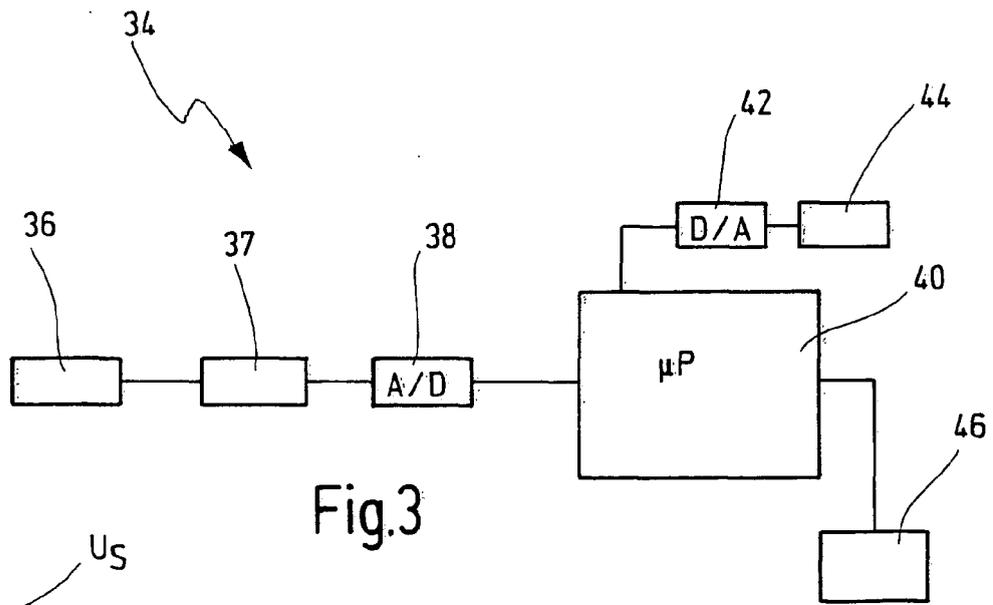


Fig.3

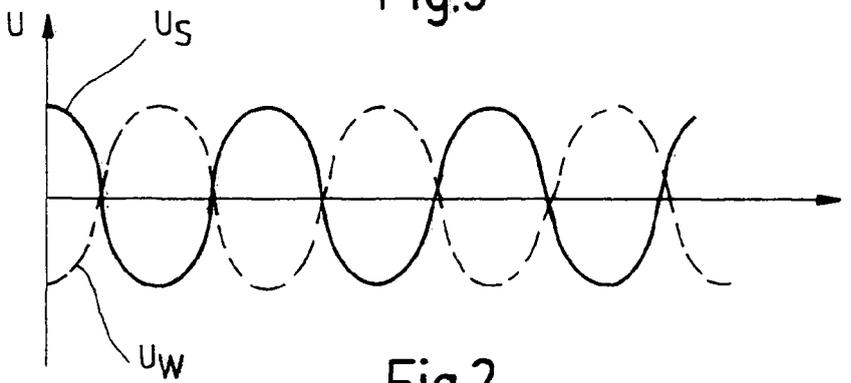


Fig.2

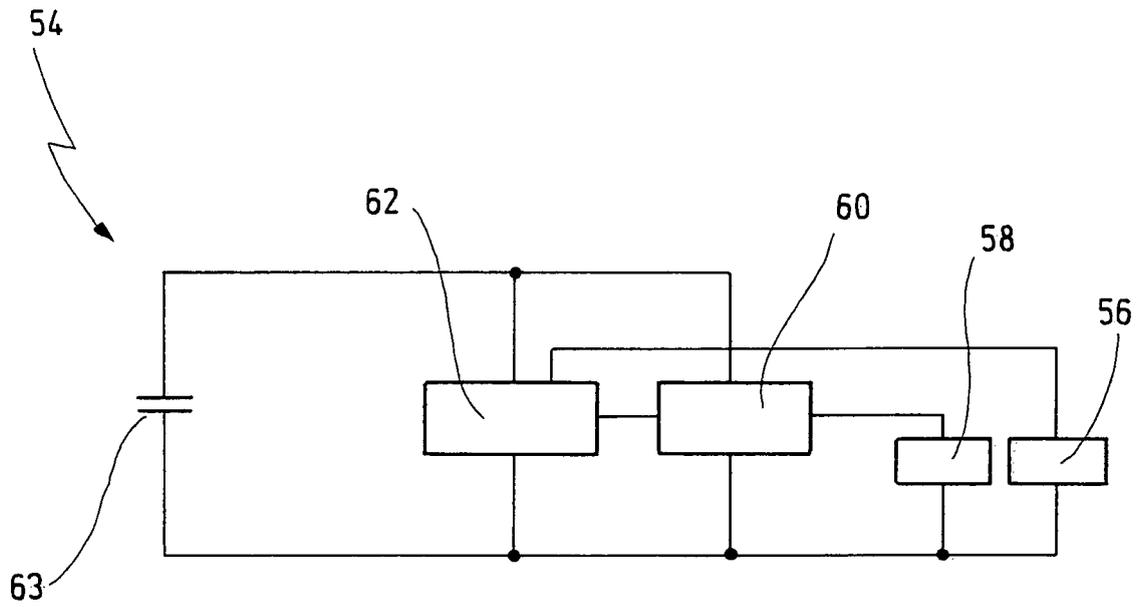


Fig.4

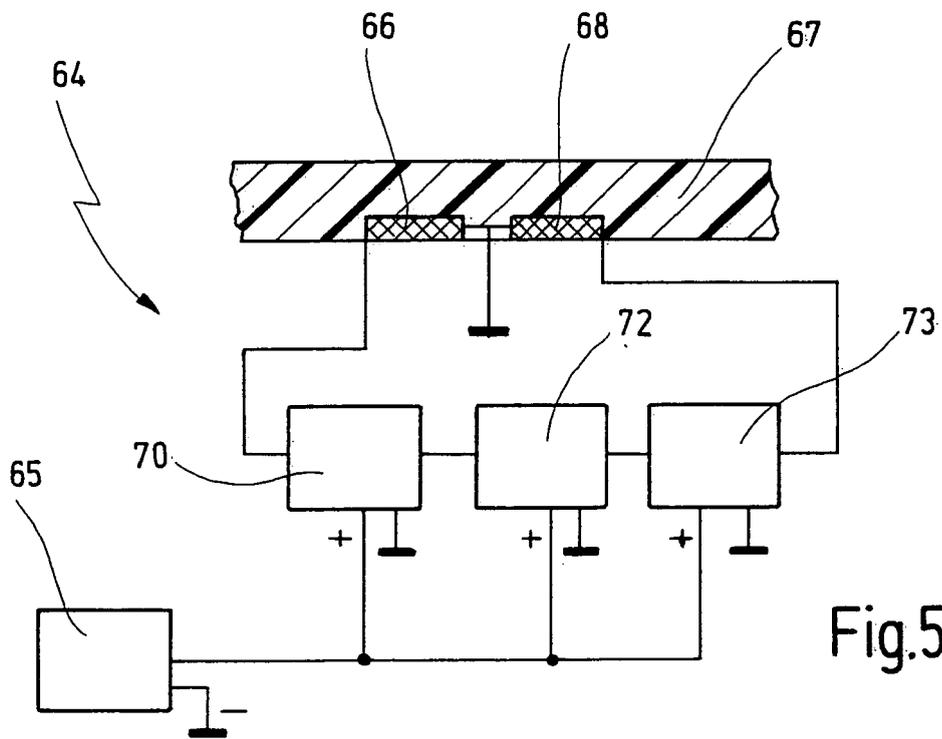


Fig.5

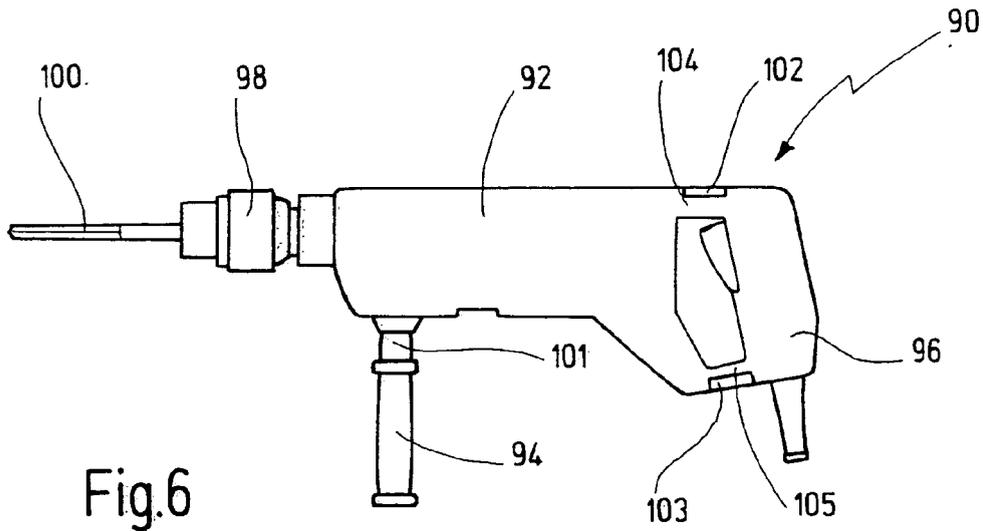


Fig.6

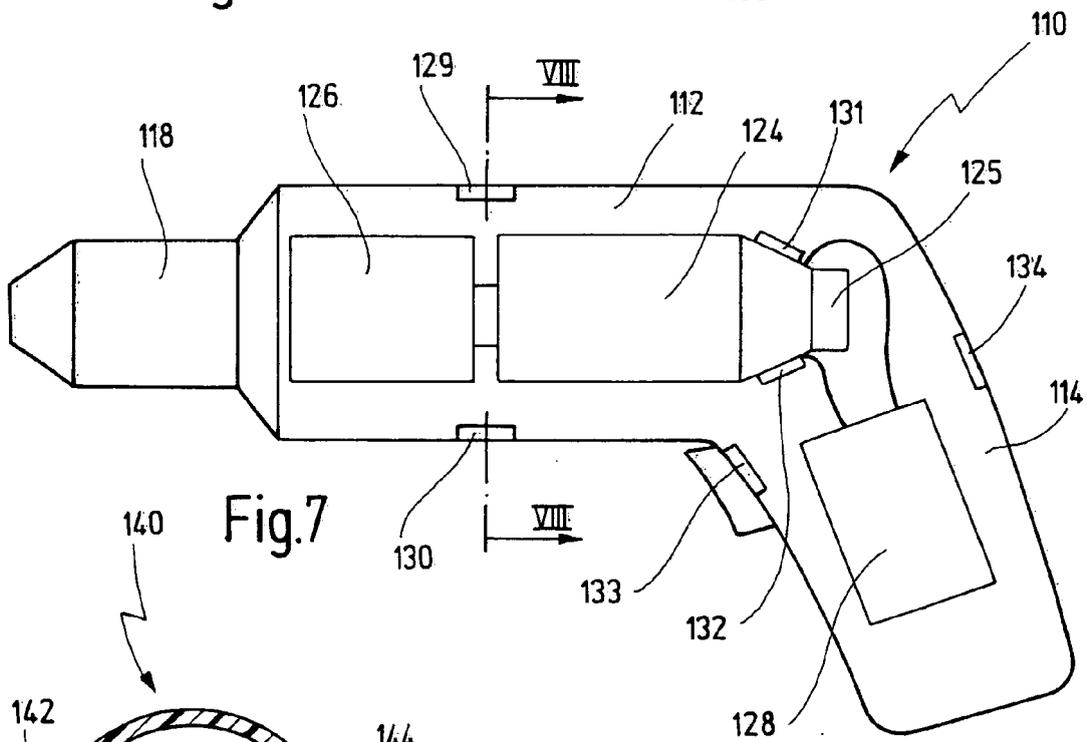


Fig.7

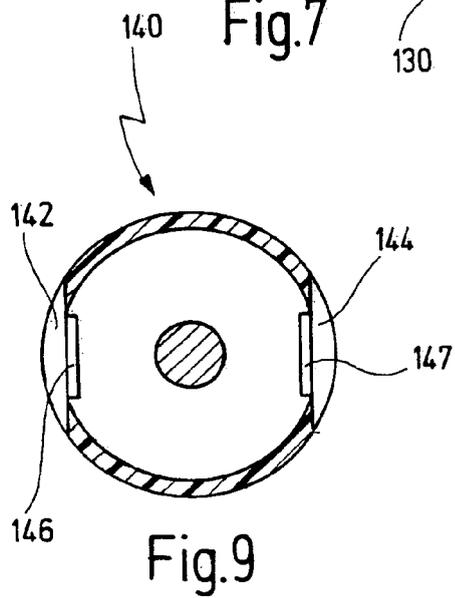


Fig.9

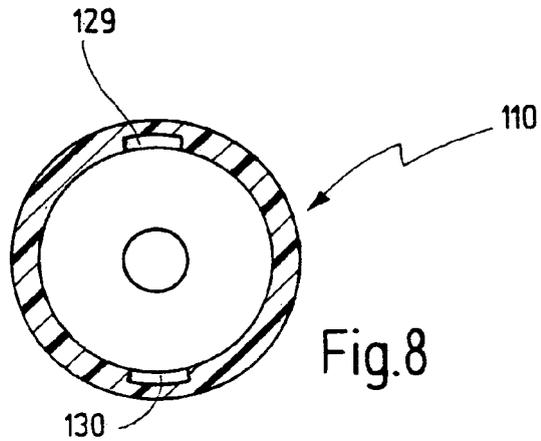


Fig.8



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	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) * Zusammenfassung *	1,5,6, 9-13, 15-19	INV. B25F5/02 B25F5/00
X	----- US 2004/206521 A1 (SCHAD HANSPETER) 21. Oktober 2004 (2004-10-21) * Absätze [0008], [0010], [0011], [0018] - [0020], [0024] *	1,2,5,6, 9-19	
X	----- US 2003/006051 A1 (SCHMITZER HARALD ET AL) 9. Januar 2003 (2003-01-09) * Absätze [0024], [0025] *	1,5,6, 9-13, 15-19	
X	----- DE 103 32 521 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 3. Februar 2005 (2005-02-03) * Absatz [0031]; Abbildung 2 *	1,2,5,6, 9-13, 15-19	
X	----- DE 103 32 522 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 17. Februar 2005 (2005-02-17) * Absatz [0009]; Abbildungen *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B25F
A	----- US 6 076 616 A (KRAMP ET AL) 20. Juni 2000 (2000-06-20) * Spalte 2, Zeilen 32-61; Abbildungen *	9-19	
X	----- US 2005/000998 A1 (GRAZIOLI MARIO ET AL) 6. Januar 2005 (2005-01-06) * Absatz [0044] *	1	
A	----- US 2005/000998 A1 (GRAZIOLI MARIO ET AL) 6. Januar 2005 (2005-01-06) * Absatz [0044] *	9-19	
A	----- US 2005/000998 A1 (GRAZIOLI MARIO ET AL) 6. Januar 2005 (2005-01-06) * Absatz [0044] *	1,2,9-19	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 17. Juli 2006	Prüfer Popma, R
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

2

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

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

EP 06 01 1920

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.

17-07-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 01274973 A	02-11-1989	JP 2683911 B2	03-12-1997
US 2004206521 A1	21-10-2004	DE 10302089 B3 JP 2004223707 A	14-10-2004 12-08-2004
US 2003006051 A1	09-01-2003	CA 2386456 A1 DE 10130088 A1 EP 1270151 A1 JP 2003039344 A	21-12-2002 16-01-2003 02-01-2003 13-02-2003
DE 10332521 A1	03-02-2005	KEINE	
DE 10332522 A1	17-02-2005	KEINE	
US 6076616 A	20-06-2000	DE 19646622 A1 WO 9821014 A1 EP 0938403 A1 ES 2172022 T3 JP 2001503684 T	20-05-1998 22-05-1998 01-09-1999 16-09-2002 21-03-2001
US 2005000998 A1	06-01-2005	AU 2004200249 A1 CN 1517182 A DE 10303006 A1 FR 2850312 A1 JP 2004230548 A	12-08-2004 04-08-2004 05-08-2004 30-07-2004 19-08-2004

EPO FORM P0461

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