

(19)



(11)

EP 3 389 935 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.04.2020 Patentblatt 2020/14

(51) Int Cl.:
B25D 16/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16806096.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2016/079809

(22) Anmeldetag: **06.12.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2017/102415 (22.06.2017 Gazette 2017/25)

(54) **STEUERUNGSVERFAHREN UND HANDWERKZEUGMASCHINE**

CONTROL METHOD AND HAND-HELD MACHINE TOOL

PROCÉDÉ DE COMMANDE ET MACHINE-OUTIL PORTATIVE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **14.12.2015 EP 15199870**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.10.2018 Patentblatt 2018/43

(73) Patentinhaber: **Hilti Aktiengesellschaft**
9494 Schaan (LI)

(72) Erfinder:
• **PETERS, Carsten**
9468 Sax (CH)
• **KAPS, Helene**
81245 München (DE)

- **HARTMANN, Markus**
87665 Mauerstetten (DE)
- **BOHN, Klaus-Peter**
9473 Gams (CH)
- **HAMMERS, Thilo**
82269 Geltendorf (DE)
- **PLUEMACHER, Bastian**
86830 Schwabmünchen (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 847 837 DE-A1- 10 309 414
DE-A1- 19 961 586

EP 3 389 935 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

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Steuerungsverfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 für eine bohrmeißelnde Handwerkzeugmaschine, die einen Bohrer gleichzeitig dreht und längs auf den Bohrer Schläge ausübt, und eine Handwerkzeugmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 8 und wie aus DE 199 61 586 A1 bekannt.

[0002] US4732218 beschreibt einen Bohrhammer. Der Bohrhammer hat ein pneumatisches Schlagwerk, das periodisch Schläge auf einen Bohrer ausübt. Der Bohrer wird ferner um seine Längsachse gedreht. Der Bohrhammer wird insbesondere eingesetzt um Bohrlöcher in mineralische Baumaterialien, wie z.B. Beton, zu bohren. Die verwendeten Bohrer sind daher für die Bearbeitung von mineralischen Bauwerkstoffen optimiert. Allerdings kann der Bohrer auf ein Armierungseisen treffen. Der Bohrfortschritt ist dann sehr gering.

[0003] US6640205 beschreibt einen Bohrhammer, der während des Abbaus eines Untergrunds rücklaufende Stoßwellen in dem Bohrer untersucht. Basierend auf den Stoßwellen wird eine Materialzusammensetzung des Untergrunds ermittelt.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0004] Das erfindungsgemäße Steuerungsverfahren ist im Anspruch 1 definiert und ist für eine bohrmeißelnde Handwerkzeugmaschine zum Bearbeiten eines Untergrunds mittels eines Bohrers. Die Handwerkzeugmaschine hat einen Werkzeughalter zum Haltern eines Bohrers auf einer Arbeitsachse, einen Drehantrieb zum Drehen des Werkzeughalters um die Arbeitsachse und ein Schlagwerk zum Ausüben von Schlägen auf den Bohrer aufweist. Das Steuerungsverfahren hat die Schritte: Überlagern eines periodischen Schlagens auf den Bohrer mit einer Schlagzahl und eines Drehens des Werkzeughalters mit einer Drehzahl in einer Drehrichtung; Ermitteln eines Materials des von dem Bohrer bearbeiteten Untergrunds; und Einstellen der Drehzahl und/oder Drehrichtung basierend auf dem ermittelten Material, wobei bei einem eisenbasierten Material die Drehzahl auf einen ersten Wert und eine erste Drehrichtung eingestellt werden, bei einem mineralischen Material die Drehzahl auf einen zweiten Wert und eine zweite Drehrichtung eingestellt werden und wobei der erste Wert geringer als der zweite Wert ist oder die erste Drehrichtung linksläufig und die zweite Drehrichtung rechtsläufig ist.

[0005] Die Handwerkzeugmaschine erkennt zunächst, welches Material aktuell durch den Bohrer bearbeitet wird. Bei mineralischem Material wird die Handwerkzeugmaschine in dem Standardbetrieb mit typischerweise maximaler Schlagleistung und Drehleistung betrieben. Bei eisenbasiertem Material wird die Drehleistung reduziert. Das Bohrmehl wird nicht mehr effektiv

aus dem Bohrloch gefördert. Ein Teil des mineralischen Bohrmehls verbleibt in der Nähe des Bohrkopfs, was zu einem effektiveren Abbau des eisenhalten Materials, z. B. des Armierungseisens, beiträgt.

[0006] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass eine Schlagzahl des Schlagwerks unabhängig von Drehzahl und/oder Drehrichtung ist. Vorzugsweise unterscheidet sich bei eisenbasiertem Material und bei mineralischem Material die Schlagzahl um weniger als 20%. Ein effektiver Abbau sowohl des mineralischen als auch den eisenbasierten Material wird bei maximaler Schlagleistung erreicht. Eine Ausgestaltung sieht vor, dass der Umsetzwinkel des Werkzeughalters zwischen zwei aufeinanderfolgenden Schlägen bei der ersten Drehzahl zwischen 1 Grad und 10 Grad und bei der zweiten Drehzahl größer 30 Grad ist.

[0007] Die erfindungsgemäße Handwerkzeugmaschine ist im Anspruch 8 definiert und hat einen Werkzeughalter zum Haltern eines bohrmeißelnden Bohrers auf einer Arbeitsachse, einen Elektromotor, ein Schlagwerk, das einen längs der Arbeitsachse mit einer Schlagzahl bewegten Schläger aufweist, einen Drehantrieb, der den Werkzeughalter mit einer Drehzahl in einer Drehrichtung drehend antreibt. Eine Stelleinrichtung ist zum Einstellen der Drehzahl und/oder Drehrichtung des Drehantriebs unabhängig von der Schlagzahl des Schlagwerks eingerichtet. Die Handwerkzeugmaschine kann selbsttätig oder durch den Anwender veranlasst die Drehzahl oder Drehrichtung ändern, um diese in geeigneter Weise dem Untergrund anzupassen; in beiden Betriebsmodi unterstützt durch ein effizient schlagendes Schlagwerk. Das Schlagwerk ist vorzugsweise ein von dem Elektromotor angetriebenes pneumatisches Schlagwerk.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0008] Die nachfolgende Beschreibung erläutert die Erfindung anhand von exemplarischen Ausführungsformen und Figuren. In den Figuren zeigen:

Fig. 1 einen Bohrhammer
Gleiche oder funktionsgleiche Elemente werden durch gleiche Bezugszeichen in den Figuren indiziert, soweit nicht anders angegeben.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0009] Fig. 1 zeigt einen Bohrhammer 1 als Beispiel für eine schlagende handgehaltene Werkzeugmaschine. Der Bohrhammer 1 hat einen Werkzeughalter 2, in welchen coaxial zu einer Arbeitsachse 3 ein Bohrer, Meißel oder anderes schlagendes Bohrer 4 eingesetzt und verriegelt werden kann. Der Bohrhammer 1 hat ein pneumatisches Schlagwerk 5, welches periodisch Schläge in einer Schlagrichtung 6 auf der Bohrer 4 ausüben kann. Ein Drehantrieb 7 kann den Werkzeughalter 2 kontinuierlich um die Arbeitsachse 3 drehen. Das pneumatische Schlagwerk 5 und der Drehantrieb sind von einem Elektromotor 8 angetrieben, welcher aus einer Batterie 9 oder

einer Netzleitung mit elektrischem Strom gespeist wird.

[0010] Das Schlagwerk **5** und der Drehantrieb **7** sind in einem Maschinengehäuse **10** angeordnet. Ein Handgriff **11** ist typischerweise an einer dem Werkzeughalter **2** abgewandten Seite des Maschinengehäuses **10** angeordnet. Der Anwender kann den Bohrhämmer **1** mittels des Handgriffs **11** im Betrieb halten und führen. Ein zusätzlicher Hilfsgriff kann nahe dem Werkzeughalter **2** befestigt werden. An oder in der Nähe des Handgriffs **11** ist ein Betriebstaster **12** angeordnet, welchen der Anwender vorzugsweise mit der haltenden Hand betätigen kann. Der Elektromotor **8** wird durch Betätigen des Betriebstasters **12** eingeschaltet. Typischerweise dreht sich der Elektromotor **8** solange, wie der Betriebstaster **12** gedrückt gehalten ist.

[0011] Der Bohrer **4** ist in dem Werkzeughalter **2** längs der Arbeitsachse **3** beweglich. Beispielsweise hat der Bohrer **4** eine längliche Nut, in welche eine Kugel oder ein anderer Sperrkörper des Werkzeughalters **2** eingreift. Der Anwender hält der Bohrer **4** in einer Arbeitsstellung, indem der Anwender der Bohrer **4** mittelbar durch den Bohrhämmer **1** an einen Untergrund anpresst. Der Bohrer **4** hat einen Bohrkopf aus gesintertem Metallkarbid und eine Wendel zum Abtransport von Bohrgut aus dem Bohrloch.

[0012] Der Werkzeughalter **2** ist an einer Spindel **13** des Drehantriebs **7** befestigt. Der Werkzeughalter **2** kann sich gegenüber dem Maschinengehäuse **10** um die Arbeitsachse **3** drehen. Klauen oder andere geeignete Mittel in dem Werkzeughalter **2** übertragen ein Drehmoment von dem Werkzeughalter **2** auf der Bohrer **4**.

[0013] Das pneumatische Schlagwerk **5** hat längs der Schlagrichtung **6** einen Erreger **14**, einen Schläger **15** und einen Döpper **16**. Der Erreger **14** wird mittels des Elektromotors **8** zu einer periodischen Bewegung längs der Arbeitsachse **3** gezwungen. Der Erreger **14** ist über eine Getriebekomponente **14** zum Umsetzen der Drehbewegung des Elektromotors **8** in einer periodische, translatorische Bewegung entlang der Arbeitsachse **3** angebunden. Eine beispielhafte Getriebekomponente beinhaltet ein Exzenterrad oder eine Taumelscheibe. Eine Periode der translatorischen Bewegung des Erregers **14** ist durch die Drehzahl des Elektromotors **8** und ggf. ein Untersetzungsverhältnis in der Getriebekomponente **14** vorgeben.

[0014] Der Schläger **15** koppelt über eine Luftfeder an die Bewegung des Erregers **14** an. Die Luftfeder ist durch eine zwischen dem Erreger **14** und dem Schläger **15** abgeschlossene pneumatische Kammer **17** gebildet. Der Schläger **15** bewegt sich in die Schlagrichtung **6** bis der Schläger **15** auf den Döpper **16** aufschlägt. Der Döpper **16** liegt in der Schlagrichtung **6** an dem Bohrer **4** an und überträgt den Schlag auf der Bohrer **4**. Die Periode der Bewegung des Schlägers ist identisch zu der Periode der Bewegung des Erregers **14**. Der Schläger **15** schlägt somit mit einer Schlagzahl, die gleich dem Inversen der Periode ist. Das Wirkprinzip der Luftfeder setzt enge Grenzen für die Periode bzw. die Schlagzahl, da die Ef-

fizienz der pneumatischen Kopplung auf eine im Wesentlichen resonante Anregung angewiesen ist. Bei einer Abweichung von mehr als 20 % von einer optimalen Schlagzahl folgt der Schläger **15** typischerweise nicht mehr der Bewegung des Erregers **14**. Die optimale Schlagzahl ist durch die Masse des Schlägers **15** und die geometrischen Abmessungen der pneumatischen Kammer **17** vorgegeben. Eine optimale Schlagzahl liegt im Bereich zwischen 25 Hz und 100 Hz.

[0015] Das beispielhafte Schlagwerk **5** hat einen kolbenförmigen Erreger **14** und einen kolbenförmigen Schläger **15**, die durch ein Führungsrohr **18** längs der Arbeitsachse **3** geführt sind. Der Erreger **14** und der Schläger **15** liegen mit ihren Mantelflächen an der Innenfläche des Führungsrohrs **18** an. Die pneumatische Kammer **17** ist durch den Erreger **14** und den Schläger **15** längs der Arbeitsachse **3** und durch das Führungsrohr **18** in radialer Richtung abgeschlossen. Dichtungsringe in den Mantelflächen von Erreger **14** und Schläger **15** können den luftdichten Abschluss der pneumatischen Kammer **17** verbessern. Der Erreger **14** wird durch den Elektromotor **8** angetrieben. Ein Exzenterrad **19** oder ein anderer Umsetzer setzt die Drehbewegung des Elektromotor **8** in die periodische Translationsbewegung des Erregers **14** um. Das Exzenterrad **19** ist über einen Teilstrang **20** eines Antriebsstrangs **21** mit dem Elektromotor **8** verbunden.

[0016] Der Drehantrieb **7** beinhaltet die Spindel **13**, welche coaxial zu der Arbeitsachse **3** angeordnet ist. Die Spindel **13** ist beispielsweise hohl, und das Schlagwerk **5** ist innerhalb der Spindel angeordnet. Der Werkzeughalter **2** ist auf der Spindel **13** aufgesetzt. Der Werkzeughalter **2** kann über einen Verschlussmechanismus lösbar oder dauerhaft mit der Spindel **13** verbunden sein. Die Spindel **13** ist über ein untersetzendes Getriebe **22** an den Elektromotor **8** angebunden. Die Drehzahl der Spindel **13** ist geringer als die Drehzahl des Elektromotors **8**. Zwischen das untersetzende Getriebe **22** und die Spindel **13** kann eine Rutschkupplung **23** geschaltet sein.

[0017] Die Spindel **13** dreht sich vorzugsweise kontinuierlich mit einer vorgegebenen Drehzahl. Die Drehzahl ist durch das untersetzende Getriebe **22** vorgegeben. Das untersetzende Getriebe **22** hat zwei unterschiedliche Untersetzungen. Die erste Untersetzung ist optimiert für den Abbau von mineralischem Gestein mit einem herkömmlichen Bohrer **4**. Die Drehzahl der Spindel **13** liegt bei der ersten Untersetzung im Bereich zwischen 200 Umdrehungen pro Minute (U/min) und 1000 U/min und die Spindel **13** dreht rechtshändig. Mit der von dem untersetzenden Getriebe **22** unabhängigen Schlagzahl des pneumatischen Schlagwerks **5** dreht sich zwischen zwei aufeinanderfolgenden Schlägen der Bohrer **4** um einen Umsetzwinkel von mehr als 30 Grad, z.B. mehr als 30 Grad, höchstens 75 Grad. Der typische Umsetzwinkel bewirkt einen effizienten Abtransport von Bohrgut aus dem Bohrloch mit den herkömmlichen Bohrern **4**.

[0018] Die zweite Untersetzung ist für den Abbau von eisenbasierten Materialien, z.B. einem Armierungsei-

sen, vorgesehen. Die Drehzahl ist gegenüber der ersten Untersezung stark reduziert, beispielsweise liegt die Drehzahl unter 20 U/min. Das Schlagwerk **5** schlägt überlagert zu der Drehbewegung periodisch mit einer Schlagzahl von mehr als 5 Schlägen pro Sekunde auf der Bohrer **4**. Ein Umsetzwinkel des Bohrers **4** zwischen zwei Schlägen liegt vorzugsweise unter 10 Grad, beispielsweise unter 5 Grad, vorzugsweise über 1 Grad. Die Wendel des Bohrers **4** transportiert weniger oder kein Bohrgut mehr aus dem Bohrloch. Alternativ kann die zweite Untersezung einen Linkslauf der Spindel **13** bewirken. Der Bohrer **4** fördert das Bohrgut in das Bohrloch anstatt es herauszufördern. Das in dem Bohrloch verbleibende Bohrgut erweist sich als vorteilhaft zum Abtragen des Armierungseisens mit dem Bohrer **4**.

[0019] Der Anwender kann vorzugsweise das unterseztende Getriebe **22** mit einem Wahlschalter **24** betätigen. Der Anwender erkennt beispielsweise an einem sich schlagartig verringerndem Bohrfortschritt, dass ein Armierungseisen bearbeitet, bzw. bei einem sich schlagartig erhöhenden Bohrfortschritt, dass wieder mineralisches Material bearbeitet wird. Der Wahlschalter **24** hat wenigstens zwei Schaltstellungen. Eine erste Schaltstellung ist für den überlagert bohrenden und meißelnden Abbau von mineralischen Material; eine zweite Schaltstellung ist für den überlagert bohrenden und meißelnden Abbau von eisenhaltigem Material. In der ersten Schaltstellung wird das unterseztende Getriebe **22** in die erste Untersezung und in der zweiten Schaltstellung wird das unterseztende Getriebe **22** in die zweite Untersezung umgeschaltet. Die Schlagzahl des pneumatischen Schlagwerks **5** ist in beiden Schaltstellungen gleich oder näherungsweise gleich, vorzugsweise arbeitet das Schlagwerk **5** in beiden Schaltstellungen mit der höchsten Effizienz oder höchsten Abbauleistung. In einer alternativen Ausgestaltung wird die Laufrichtung der Spindel **13** in der zweiten Schaltstellung auf einen Linkslauf gestellt, um den Abtransport des Bohrguts zu verringern.

[0020] Fig. 1 illustriert ein beispielhaftes unterseztendes (Schalt-) Getriebe **22** in der Form eines Stirnradgetriebes. Auf einer antreibenden Welle sind zwei Ritzel **25** mit unterschiedlichem Durchmesser befestigt; auf einer abtreibenden Welle sind zwei Zahnräder **26** gelagert. Die Zahnräder sind beispielsweise dauerhaft in Eingriff mit einem der beiden Ritzel. Ein Ziehkeil **27** koppelt jeweils eines der Zahnräder an die abtreibende Welle an. Der Ziehkeil kann gleichermaßen an der antreibenden Welle angeordnet sein. Ferner kann ein Schalten des Getriebes **22** durch ein axiales Verschieben der Ritzel oder Zahnräder erfolgen. Das Getriebe kann ebenso durch ein Planetengetriebe realisiert sein. Zwei der Komponenten aus Hohlrund, Planetenträger und Sonnenrad sind mit der antreibenden Welle und der abtreibenden Welle verbunden. Eine schaltbare Bremse lässt verbleibende dritte Komponente je nach Schaltstellung frei drehen oder hemmt deren Drehung.

[0021] Eine Stelleinrichtung **28** kann das Getriebe **22** manuell umschalten. Die Stelleinrichtung **28** enthält bei-

spielsweise den Wahlschalter **24**. Ein mechanisches Gestänge überträgt die Stellung des Wahlschalters **24** auf das Getriebe **22**. Die Stelleinrichtung **28** kann alternativ das Getriebe **22** mittels eines Aktor **29** schalten. Der Aktor **29** kann elektromagnetisch, piezoelektrisch, hydraulisch, pneumatisch etc. ausgebildet sein. Der Aktor **29** betätigt den Ziehkeil **27**, verschiebt die Ritzel oder Zahnräder, oder aktiviert die Bremse. Die Stelleinrichtung **28** kann das Getriebe **22** automatisch schalten. Ein Sensor **30** erkennt die geeignete Untersezung für das Getriebe **22** und schaltet das Getriebe **22** mit dem Aktor **29**.

[0022] Der Bohrhammer **1** kann automatisch den Untergrund erkennen, auf welchen der Bohrer **4** aufschlägt. Die Schläge des Bohrers **4** auf das mineralische Gestein sind stärker gedämpft als die Schläge des Bohrers **4** auf die eisenhaltigen Armierungseisen. Der Bohrer **4** und der Bohrhammer **1** erfahren somit eine andere rückwirkende Kraft bei den beiden Materialien. Die Vibrationen in dem Bohrhammer **1** sind bei einem eisenhaltigen Material deutlich höher als bei dem Gestein.

[0023] Der beispielhafte Bohrhammer **1** hat den Sensor **30** zum Erfassen von Vibrationen. Der Sensor **30** ist vorzugsweise starr mit dem Schlagwerk **5** oder dem Maschinengehäuse **10** verbunden. Ein beispielhafter Sensor **30** hat einen freischwingenden Arm, auf dem ein piezoelektrischer Polymerfilm aufgebracht ist. Der Arm erzeugt angeregt durch die Schwingungen ein elektrisches Signal, welches der Sensor **30** auswertet. Der Sensor **30** kann ein Beschleunigungssensor sein, welche als Maß für Vibrationen Beschleunigungswerte ausgibt. Der Sensor kann ebenso ein Mikrophon sein, vorzugsweise zum Erfassen von Geräuschen im Infraschall.

[0024] Der Sensor **30** vergleicht die Vibrationen mit einem Schwellwert. Ein Überschreiten des Schwellwerts wird einem Bohren von eisenhaltigem Material und ein Unterschreiten des Schwellwerts wird einem Bohren von mineralischem Material zugeordnet. Der Schwellwert hängt von der Schlagleistung des Schlagwerks **5** ab und kann durch Versuchsreihen ermittelt werden. Der Sensor **30** oder ein Mikroprozessor **31** kann die Auswertung der Vibrationen vornehmen. Der Schwellwert kann in dem Mikroprozessor **31** hinterlegt sein. Anstelle des einfachen Vergleichs mit einem Schwellwert kann anhand eines komplexeren Fingerabdrucks das Bohren **4** von Gestein von dem Bohren von eisenhaltigem Material diskriminiert werden. Die Vibrationen können in ein oder mehreren Frequenzbändern ermittelt werden. Ein Frequenzband hat beispielsweise die Schlagzahl als mittlere Frequenz und beispielsweise eine Bandbreite von maximal der Hälfte der Schlagzahl. Ebenso kann die erste harmonische Frequenz der Schlagzahl als mittlere Frequenz eines Frequenzbands sein.

[0025] Der Bohrhammer **1** schaltet automatisch das unterseztende Getriebe **22** in Abhängigkeit des von dem Sensor **30** erkannten Materials. Insbesondere, ist eine schnelle Reduktion der Drehzahl erwünscht, wenn der Bohrer **4** auf ein Armierungseisen trifft. Andernfalls kann der Bohrer **4** noch das Bohrgut vollständig aus dem Bohr-

loch fördern. Der Sensor **30** übermittelt ein entsprechendes Steuersignal an den Aktor **29**.

[0026] Der Abtransport des Bohrguts aus dem Bohrloch kann auch Ändern der Drehrichtung des Bohrers **4** unterbunden werden. Aufgrund der rechtsläufigen Handigkeit der Bohrerwendel fördern die Bohrer **4** das Bohrgut nur bei einem Rechtslauf des Werkzeughalters **2** aus dem Bohrloch. Das Bearbeiten des Armierungseisens kann anstelle oder zusätzlich zu einer reduzierten Drehzahl mit einem Linkslauf des Werkzeughalters **2** erfolgen. Der Wechsel der Drehrichtung kann beispielsweise durch den Elektromotor **8** erfolgen, da Schlagwerk **5** im Wesentlichen unabhängig von der Drehrichtung des Elektromotors **8** arbeitet.

[0027] Das Getriebe **22** hat keinen Einfluss auf die Drehzahl des Exzenter **19** bzw. der Bewegung des Erregers **14**. Der Antriebsstrang **21** verzweigt sich in einen ersten Teilstrang **20** für das pneumatische Schlagwerk **5** und in einen zweiten Teilstrang **32** für die Spindel **13**. Das Getriebe **22** ist in dem zweiten Teilstrang **32** angeordnet.

Patentansprüche

1. Steuerungsverfahren für eine bohrmeißelnde Handwerkzeugmaschine zum Bearbeiten eines Untergrunds mittels eines Bohrers (4), wobei die Handwerkzeugmaschine einen Werkzeughalter (2) zum Haltern eines Bohrers (4) auf einer Arbeitsachse (3), einen Drehantrieb (7) zum Drehen des Werkzeughalters (2) um die Arbeitsachse (3) und ein Schlagwerk (5) zum Ausüben von Schlägen auf den Bohrer (4) aufweist, mit dem Schritt:

Überlagern eines periodischen Schlagens auf den Bohrer (4) mit einer Schlagzahl und eines Drehens des Werkzeughalters (2) mit einer Drehzahl in einer Drehrichtung,
gekennzeichnet durch die Schritte:

Ermitteln eines Materials des von dem Bohrer (4) bearbeiteten Untergrunds mittels eines Sensors (30) der Handwerkzeugmaschine,
Einstellen der Drehzahl und/oder Drehrichtung basierend auf dem ermittelten Material, wobei bei einem eisenbasierten Material die Drehzahl auf einen ersten Wert und eine erste Drehrichtung eingestellt werden, bei einem mineralischen Material die Drehzahl auf einen zweiten Wert und eine zweite Drehrichtung eingestellt werden und wobei der erste Wert geringer als der zweite Wert ist und/oder die erste Drehrichtung linksläufig und die zweite Drehrichtung rechtsläufig ist.

2. Steuerungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schlagwerk mit einer von dem ermittelten Material unabhängigen Schlagzahl auf den Bohrer (4) schlägt.
3. Steuerungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlagzahl bei eisenbasiertem Material und bei mineralischem Material sich um weniger als 20% unterscheidet.
4. Steuerungsverfahren nach Anspruch nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Umsetzwinkel des Werkzeughalters (2) zwischen zwei aufeinanderfolgenden Schlägen bei der ersten Drehzahl zwischen 1 Grad und 10 Grad und bei der zweiten Drehzahl größer 30 Grad ist.
5. Steuerungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sensor (30) Vibrationen der Handwerkzeugmaschine erfasst und das Material basierend auf charakteristischen Signaturen der Vibrationen beim bohrmeißelnden Bearbeiten von eisenhaltigen Material und bohrmeißelnden Bearbeiten von mineralischen Material ermittelt wird.
6. Steuerungsverfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Amplitude der Vibrationen mit einem Schwellwert verglichen werden und ein Unterschreiten des Schwellwerts mit dem mineralischen Material und ein Überschreiten des Schwellwerts mit dem eisenbasierten Material assoziiert wird.
7. Steuerungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein umsetzendes Getriebe (22) des Drehantriebs (7) ansprechend auf eine ermittelte Änderung des Materials zum Einstellen der Drehzahl geschaltet wird.
8. Handwerkzeugmaschine (1) mit einem Werkzeughalter (2) zum Haltern eines bohrmeißelnden Bohrers (4) auf einer Arbeitsachse (3), einem Elektromotor (8), einem Schlagwerk (5), das einen längs der Arbeitsachse (3) mit einer Schlagzahl bewegbaren Schläger (15) aufweist, einem Drehantrieb (7), der den Werkzeughalter (2) mit einer Drehzahl in einer Drehrichtung drehend antreiben kann, und einer Stelleinrichtung (28) zum Einstellen der Drehzahl und/oder Drehrichtung des Drehantriebs (7) unabhängig von der Schlagzahl des Schlagwerks (5), **gekennzeichnet durch** einen Sensor (30) zum Ermitteln eines Materials des von dem Bohrer (4) bearbeiteten Untergrunds, wobei mittels der Stelleinrichtung (28) ansprechend auf das von dem Sensor (30) ermittelte

Material bei einem eisenbasierten Material die Drehzahl auf einen ersten Wert und eine erste Drehrichtung eingestellt werden kann, bei einem mineralischen Material die Drehzahl auf einen zweiten Wert und eine zweite Drehrichtung eingestellt werden kann und wobei der erste Wert geringer als der zweite Wert ist und/oder die erste Drehrichtung linksläufig und die zweite Drehrichtung rechtsläufig ist.

9. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stelleinrichtung (28) ein in dem Drehantrieb (7) angeordnetes, untersetzendes Getriebe (22) mit einer ersten Untersetzung und einer zweiten Untersetzung und einen manuell betätigbaren Wahlschalter (24) oder einen Aktor (29) zum Umschalten des Getriebes (22) zwischen der ersten Untersetzung und der zweiten Untersetzung aufweist.

10. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (30) einen Beschleunigungssensor zum Erfassen von Vibrationen beinhaltet.

11. Handwerkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schlagwerk (5) einen von dem Elektromotor (8) zwangsbewegten Erreger (14) und an den Erreger (14) über eine Luftfeder angekoppelten Schläger (15) aufweist.

Claims

1. Control method for a hand-held drilling/chiselling power tool for working a substrate by means of a drill (4), the hand-held power tool having a tool holder (2) for holding a drill (4) on a working axis (3), a rotary drive (7) for turning the tool holder (2) about the working axis (3) and a striking mechanism (5) for exerting impacts on the drill (4), comprising the step of:

overlaying a periodic striking of the drill (4) with a number of impacts and the turning of the tool holder (2) with a rotational speed in a rotating direction,

characterized by the steps of:

determining by means of a sensor (30) of the hand-held power tool a material of the substrate worked by the drill (4),
setting the rotational speed and/or rotating direction on the basis of the material determined, the rotational speed being set to a first value and a first rotating direction being set in the case of an iron-based material, the rotational speed being set to a second value and a second rotating direction being

set in the case of a mineral material and the first value being lower than the second value and/or the first rotating direction being anti-clockwise and the second rotating direction being clockwise.

2. Control method according to Claim 1, **characterized in that** the striking mechanism strikes the drill (4) with a number of impacts that is independent of the material determined.

3. Control method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the number of impacts in the case of iron-based material and in the case of mineral material differs by less than 20%.

4. Control method according to claim according to one of the preceding claims, **characterized in that** the indexing angle of the tool holder (2) between two successive impacts at the first rotational speed is between 1 degree and 10 degrees and at the second rotational speed is greater than 30 degrees.

5. Control method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a sensor (30) senses vibrations of the hand-held power tool and the material is determined on the basis of characteristic signatures of the vibrations during drilling/chiselling working of iron-containing material and drilling/chiselling working of mineral material.

6. Control method according to Claim 5, **characterized in that** an amplitude of the vibrations is compared with a threshold value and undershooting of the threshold value is associated with the mineral material and overshooting of the threshold value is associated with the iron-based material.

7. Control method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a stepping-down mechanism (22) of the rotary drive (7) is switched in response to a determined change of the material for setting the rotational speed.

8. Hand-held power tool (1) comprising a tool holder (2) for holding a drilling/chiselling drill (4) on a working axis (3), an electric motor (8), a striking mechanism (5), which has a striker (15) that can be moved along the working axis (3) with a number of impacts, a rotary drive (7), which can drive the tool holder (2) rotationally at a rotational speed in a rotating direction, and a setting device (28) for setting the rotational speed and/or rotating direction of the rotary drive (7) independently of the number of impacts of the striking mechanism (5), **characterized by** a sensor (30)

for determining a material of the substrate worked by the drill (4), it being possible in response to the material determined by the sensor (30) to set the rotational speed to a first value and to set a first rotating direction in the case of an iron-based material and to set the rotational speed to a second value and to set a second rotating direction in the case of a mineral material by means of the setting device (28), and the first value being lower than the second value and/or the first rotating direction being anticlockwise and the second rotating direction being clockwise.

9. Hand-held power tool according to Claim 8, **characterized in that** the setting device (28) has a stepping-down gear mechanism (22), which is arranged in the rotary drive (7) and comprises a first step-down and a second step-down, and a manually operable selection switch (24) or an actuator (29) for changing over the gear mechanism (22) between the first step-down and the second step-down.
10. Hand-held power tool according to Claim 8 or 9, **characterized in that** the sensor (30) includes an acceleration sensor for sensing vibrations.
11. Hand-held power tool according to one of Claims 8 to 10, **characterized in that** the striking mechanism (5) has an exciter (14) that is forcibly moved by the electric motor (8) and a striker (15) that is coupled to the exciter (14) by way of an air spring.

Revendications

1. Procédé de commande pour une machine-outil manuelle de trépanage destinée à travailler un sous-sol au moyen d'un trépan (4), la machine-outil manuelle possédant un porte-outil (2) destiné à maintenir un trépan (4) sur un axe de travail (3), un mécanisme d'entraînement en rotation (7) destiné à faire tourner le porte-outil (2) autour de l'axe de travail (3) et un mécanisme de frappe (5) destiné à exercer des coups sur le trépan (4), comprenant l'étape suivante :

superposition d'une frappe périodique sur le trépan (4) avec une cadence de frappe et une rotation du porte-outil (2) avec une vitesse de rotation dans un sens de rotation,

caractérisé par les étapes suivantes :

détermination d'un matériau du sous-sol travaillé par le trépan (4) au moyen d'un capteur (30) de la machine-outil manuelle, réglage de la vitesse de rotation et/ou du sens de rotation sur la base du matériau déterminé, la vitesse de rotation étant réglée à une première valeur et un premier

sens de rotation étant réglé dans le cas d'un matériau ferreux, la vitesse de rotation étant réglée à une deuxième valeur et un deuxième sens de rotation étant réglé dans le cas d'un matériau minéral et la première valeur étant inférieure à la deuxième valeur et/ou le premier sens de rotation étant une rotation à gauche et le deuxième sens de rotation étant une rotation à droite.

2. Procédé de commande selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le mécanisme de frappe frappe sur le trépan (4) avec une cadence de frappe indépendante du matériau déterminé.
3. Procédé de commande selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la cadence de frappe se différencie de moins de 20 % dans le cas d'un matériau ferreux et dans le cas d'un matériau minéral.
4. Procédé de commande selon la revendication selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'angle de conversion du porte-outil (2) entre deux frappes successives à la première vitesse de rotation est compris entre 1 degré et 10 degrés et il est supérieur à 30 degrés à la deuxième vitesse de rotation.
5. Procédé de commande selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** capteur (30) détecte les vibrations de la machine-outil manuelle et le matériau est déterminé en se basant sur les signatures caractéristiques des vibrations lors du travail par trépanage d'un matériau ferreux et du travail par trépanage d'un matériau minéral.
6. Procédé de commande selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'une** amplitude des vibrations est comparée avec une valeur de seuil et un franchissement de la valeur de seuil vers le bas est associé au matériau minéral et un franchissement de la valeur de seuil vers le haut est associé au matériau ferreux.
7. Procédé de commande selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** rapport d'un engrenage réducteur (22) du mécanisme d'entraînement en rotation (7) est changé en réaction à une modification déterminée du matériau en vue de régler la vitesse de rotation.
8. Machine-outil manuelle (1) comprenant un porte-outil (2) destiné à maintenir un trépan (4) de trépanage sur un axe de travail (3), un moteur électrique (8), un mécanisme de frappe (5), qui possède un frappeur (15) pouvant être déplacé le long de l'axe de travail (3) avec une cadence de frappe,

un mécanisme d'entraînement en rotation (7) qui peut entraîner le porte-outil (2) en rotation à une vitesse de rotation dans un sens de rotation, et un dispositif de réglage (28) destiné à régler la vitesse de rotation et/ou le sens de rotation du mécanisme d'entraînement en rotation (7) indépendamment de la cadence de frappe du mécanisme de frappe (5), **caractérisée par** un capteur (30) destiné à déterminer un matériau du sous-sol travaillé par le trépan (4), en réaction au matériau déterminé par le capteur (30), la vitesse de rotation pouvant être réglée à une première valeur et un premier sens de rotation pouvant être réglé au moyen du dispositif de réglage (28) dans le cas d'un matériau ferreux, la vitesse de rotation pouvant être réglée à une deuxième valeur et un deuxième sens de rotation pouvant être réglé dans le cas d'un matériau minéral et la première valeur étant inférieure à la deuxième valeur et/ou le premier sens de rotation étant une rotation à gauche et le deuxième sens de rotation étant une rotation à droite.

9. Machine-outil manuelle selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** le dispositif de réglage (28) possède un engrenage réducteur (22) disposé dans le mécanisme d'entraînement en rotation (7), comprenant un premier rapport de réduction et un deuxième rapport de réduction et un sélecteur (24) actionnable manuellement ou un actionneur (29) servant à changer le rapport de l'engrenage (22) entre le premier rapport de réduction et le deuxième rapport de réduction.
10. Machine-outil manuelle selon la revendication 8 ou 9, **caractérisée en ce que** le capteur (30) contient un capteur d'accélération destiné à détecter des vibrations.
11. Machine-outil manuelle selon l'une des revendications 8 à 10, **caractérisée en ce que** le mécanisme de frappe (5) possède un excitateur (14) déplacé de force par le moteur électrique (8) et un frappeur (15) couplé à l'excitateur (14) par le biais d'un amortisseur pneumatique.

45

50

55

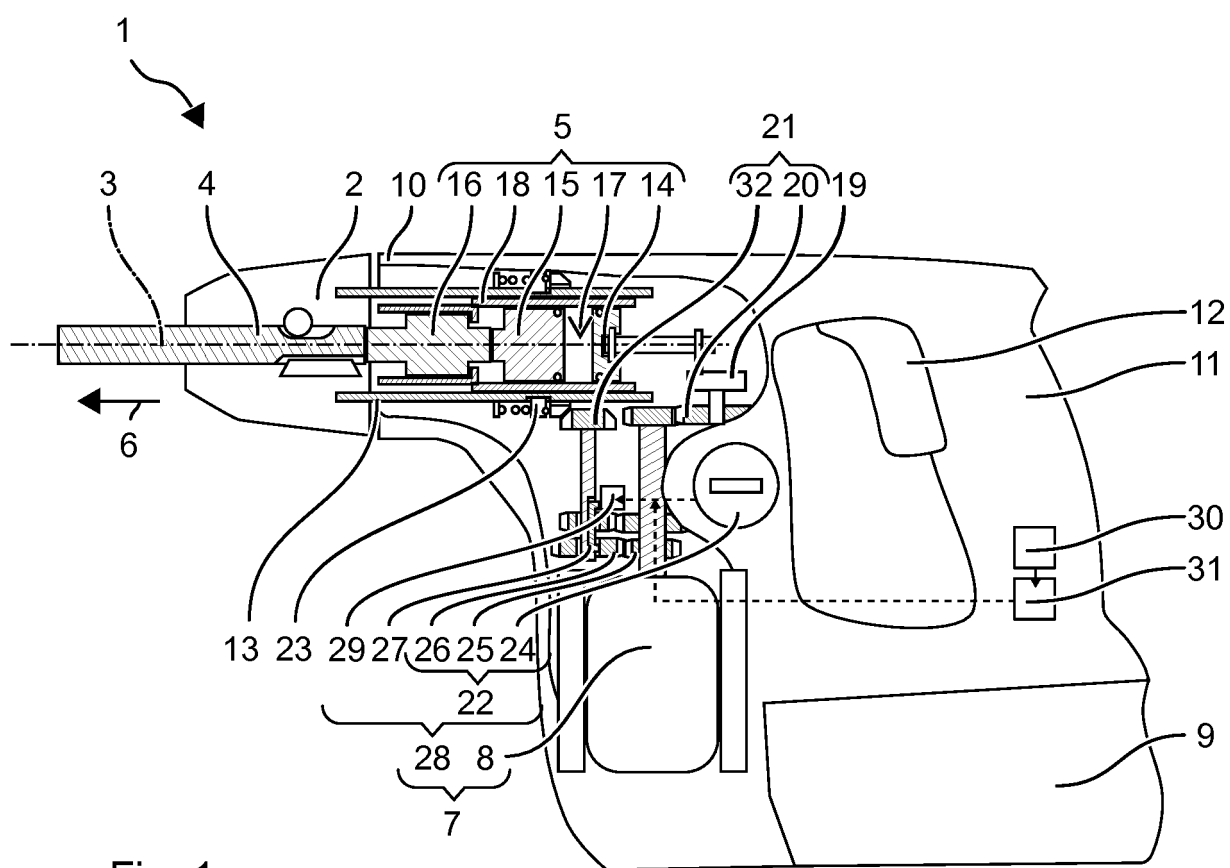


Fig. 1

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

- DE 19961586 A1 [0001]
- US 4732218 A [0002]
- US 6640205 B [0003]