



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.06.2018 Patentblatt 2018/25

(51) Int Cl.:
B25D 11/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16203920.0**

(22) Anmeldetag: **14.12.2016**

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

- **Mößnang, Franz**
86391 Stadtbergen (DE)
- **Kock, Laurent-Sebastian**
85586 Poing (DE)
- **Lorenz, Philipp**
80686 München (DE)
- **Pfeiffer, Eduard**
87642 Halblech (DE)

(71) Anmelder: **HILTI Aktiengesellschaft**
9494 Schaan (LI)

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

(72) Erfinder:
• **Hartmann, Markus**
87665 Mauerstetten (DE)

(54) **STEUERUNGSVERFAHREN FÜR EINE SCHLAGENDE HANDWERKZEUGMASCHINE**

(57) Ein erfindungsgemäßes Steuerungsverfahren für eine schlagende Handwerkzeugmaschine **1** hat die Schritte: Erfassen eines Schaltzustandes eines Betriebs-tasters **12**, Erfassen einer Temperatur T mit einem Temperatursensor **22**, Aktivieren eines elektro-pneumatischen Schlagwerks **5** ansprechend auf ein Betätigen des Betriebstasters **12**, wobei ein Erreger **13** des elektro-pneumatischen Schlagwerks **5** entlang einer Arbeit-sachse **3** mit einer Repetitionsrate R vor- und zurückbe-

wegt wird, wodurch ein über eine pneumatische Kammer **16** an den Erreger **13** angekoppelten Schläger **14** mitbewegt wird. Wenn die Temperatur T größer als eine Grenztemperatur T_c ist, wird die Repetitionsrate R aus der Ruhe bis zu einem Sollwert **21** kontinuierlich erhöht. Eine Dauer bis zum Erreichen des Sollwerts **21** ist kürzer als 10 Zyklen. Wenn die Temperatur T geringer als die Grenztemperatur T_c ist, ist eine Dauer bis zum Erreichen des Sollwerts **21** größer als 200 Zyklen.

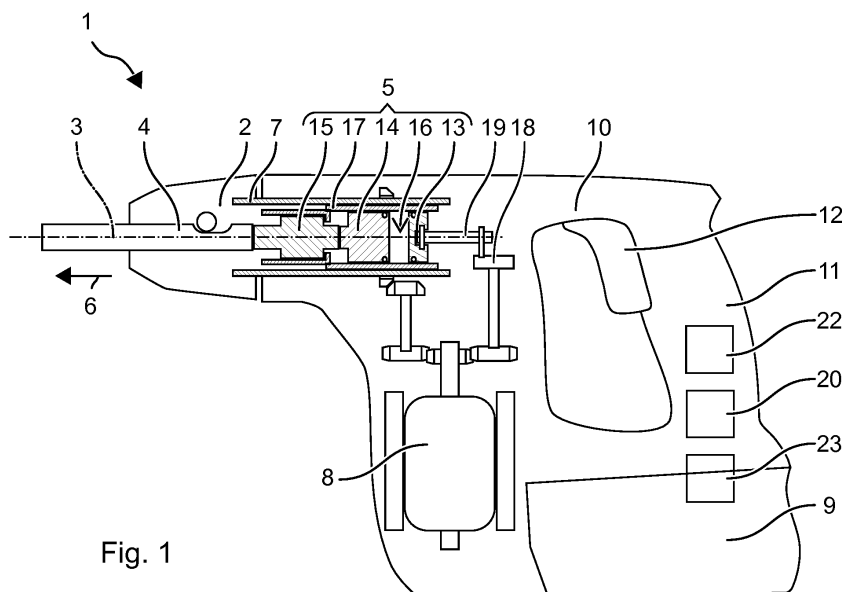


Fig. 1

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Steuerungsverfahren für eine schlagende Handwerkzeugmaschine, insbesondere einen handgehaltenen pneumatischen Bohrhammer und einen handgehaltenen pneumatischen Elektromeißel.

[0002] Das Schlagwerk eines Bohrhammers erwärmt sich im Betrieb aufgrund von Reibung bewegter Komponenten und thermischen Verlusten in der Luftfeder. Typischerweise ergibt sich eine Betriebstemperatur zwischen 80 °C und 150 °C. Schmierungen, Dichtungen, Abmessungen und Toleranzen des Schlagwerks werden in Hinblick auf die typischen Betriebstemperatur ausgelegt. Allerdings ist zu Beginn der Inbetriebnahme das Schlagwerk kalt, insbesondere in kalten Arbeitsumgebungen unter dem Gefrierpunkt. Die Bedingungen sind für das Schlagwerk nicht optimal und können ein zuverlässiges Starten des Schlagwerks verhindern.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0003] Ein erfindungsgemäßes Steuerungsverfahren für eine schlagende Handwerkzeugmaschine hat die Schritte: Erfassen eines Schaltzustandes eines Betriebs-tasters, Erfassen einer Temperatur mit einem Temperatursensor, Aktivieren eines elektro-pneumatischen Schlagwerks ansprechend auf ein Betätigen des Betriebs-tasters, wobei ein Erreger des elektro-pneumatischen Schlagwerks entlang einer Arbeitsachse mit einer Repetitionsrate R vor- und zurückbewegt wird, wodurch ein über eine pneumatische Kammer an den Erreger angekoppelten Schläger mitbewegt wird. Wenn die Temperatur größer als eine Grenztemperatur ist, wird die Repetitionsrate aus der Ruhe bis zu einem Sollwert kontinuierlich erhöht. Eine Dauer bis zum Erreichen des Sollwerts ist kürzer als 10 Zyklen. Wenn die Temperatur geringer als die Grenztemperatur ist, ist eine Dauer bis zum Erreichen des Sollwerts größer als 200 Zyklen.

dosort

[0004] In einer Ausgestaltung wird wenn die Temperatur größer als die Grenztemperatur ist, die Repetitionsrate mit einer ersten Beschleunigung kontinuierlich erhöht. Andernfalls wenn die Temperatur geringer als die Grenztemperatur ist, wird in einer ersten Phase ein Zwischenwert angesteuert, wobei zumindest abschnittsweise die Repetitionsrate mit der ersten Beschleunigung erhöht wird, und in einer zweiten Phase die Repetitionsrate mit einer zweiten Beschleunigung bis zu dem Sollwert kontinuierlich erhöht. Die zweite Beschleunigung kann geringer als 1/10 der ersten Beschleunigung sein.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0005] Die nachfolgende Beschreibung erläutert die Erfindung anhand von exemplarischen Ausführungsformen und Figuren. In den Figuren zeigen:

- Fig. 1 einen Bohrhammer
- Fig. 2 ein Steuerungsdiagramm
- Fig. 3 eine Repetitionsrate nach dem Einschalten des Bohrhammers
- Fig. 4 eine Repetitionsrate nach dem Einschalten des Bohrhammers
- Fig. 5 ein Steuerungsdiagramm
- Fig. 6 eine Repetitionsrate nach dem Einschalten des Bohrhammers
- Fig. 7 eine Repetitionsrate nach dem Einschalten des Bohrhammers

[0006] Gleiche oder funktionsgleiche Elemente werden durch gleiche Bezugszeichen in den Figuren indiziert, soweit nicht anders angegeben.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0007] Fig.1 1 zeigt einen Bohrhammer 1 als Beispiel für eine schlagende handgehaltene Werkzeugmaschine. Der Bohrhammer 1 hat einen Werkzeughalter 2, in welchen koaxial zu einer Arbeitsachse 3 ein Bohrer, Meißel oder anderes schlagendes Werkzeug 4 eingesetzt und verriegelt werden kann. Der Bohrhammer 1 hat ein pneumatisches Schlagwerk 5, welches periodisch Schläge in einer Schlagrichtung 6 auf das Werkzeug 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.

[0008] 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 Bohrhammer 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.

[0009] Das pneumatische Schlagwerk 5 hat längs der Schlagrichtung 6 einen Erreger 13, einen Schläger 14 und optional einen Döpper 15. Der Erreger 13 wird mittels des Elektromotors 8 zu einer periodischen Bewegung längs der Arbeitsachse 3 gezwungen. Der Schläger 14 koppelt über eine Luftfeder an die Bewegung des Erre-

gers **13** an. Die Luftfeder ist durch eine zwischen dem Erreger **13** und dem Schläger **14** abgeschlossene pneumatische Kammer **16** gebildet. Der Schläger **14** bewegt sich in die Schlagrichtung **6** bis der Schläger **14** auf den Döpper **15** aufschlägt. Der Döpper **15** liegt in der Schlagrichtung **6** an dem Werkzeug **4** an und überträgt den Schlag auf das Werkzeug **4**.

[0010] Das beispielhafte Schlagwerk **5** hat einen kolbenförmigen Erreger **13** und einen kolbenförmigen Schläger **14**, die durch ein Führungsrohr **17** längs der Arbeitsachse **3** geführt sind. Der Erreger **13** und der Schläger **14** liegen mit ihren Mantelflächen an der Innenfläche des Führungsrohrs **17** an. Die pneumatische Kammer **16** ist durch den Erreger **13** und den Schläger **14** längs der Arbeitsachse **3** und durch das Führungsrohr **17** in radialer Richtung abgeschlossen. Dichtungsringe in den Mantelflächen von Erreger **13** und Schläger **14** können den luftdichten Abschluss der pneumatischen Kammer **16** verbessern.

[0011] Der Erreger **13** ist über eine Getriebekomponente mit dem Elektromotor **8** verbunden. Die Getriebekomponente überträgt die Drehbewegung des Elektromotors **8** in eine periodische Translationsbewegung längs der Arbeitsachse **3**. Eine beispielhafte Getriebekomponente basiert auf einem Exzenterrad **18**, das mit dem Elektromotor **8** verbunden ist. Ein Pleuel **19** verbindet das Exzenterrad **18** mit dem Erreger **13**. Der Erreger **13** bewegt sich synchron zu dem Elektromotor **8**. Der Elektromotor **8** dreht sich typischerweise ansprechend auf ein Betätigen des Betriebstasters **12** und dreht sich solange, wie der Anwender den Betriebstasters **12** betätigt hält. Die periodische Vor- und Rückbewegung des Erregers **13** beginnt und endet ebenfalls mit dem Betätigen bzw. Lösen des Betriebstasters **12**. Ein weiteres Beispiel für eine solche Getriebekomponente ist ein Taumelantrieb.

[0012] Der Erreger **13** bewegt sich mit einer Repetitionsrate **R**, welche proportional zu der Drehzahl des Elektromotors **8** ist. Die Getriebekomponenten zwischen dem Elektromotor **8** und dem Erreger **13** wirken typischerweise in einem festen Verhältnis untersetzend. Die Repetitionsrate **R** liegt im Bereich beispielsweise zwischen 30 Zyklen pro Sekunde (Hz) und 150 Hz. Der Schläger **14** ist im laufenden Betrieb durch die pneumatische Kammer **16** an den Erreger **13** angekoppelt und bewegt sich der gleichen Repetitionsrate wie der Erreger **13**. Die Ankopplung des Schlägers **14** an den Erreger **13** erfolgt ausschließlich über eine Luftfeder. Die Luftfeder basiert auf einem Druckunterschied zwischen dem Druck in der pneumatischen Kammer **16** und dem Druck in der Umgebung. Der zwangsbewegte Erreger **13** erhöht bzw. verringert den Druck in der pneumatischen Kammer **16** mittels seiner periodischen axialen Bewegung. Der Schläger **14** wird durch den Druckunterschied in die Schlagrichtung **6** bzw. entgegen der Schlagrichtung **6** beschleunigt.

[0013] Der Bohrhämmer **1** hat eine Gerätesteuerung **20**, welche die Repetitionsrate **R** des Erregers **13** vorgibt.

Die Gerätesteuerung **20** steuert den Elektromotor **8** an. Beispielsweise enthält der Elektromotor **8** eine Drehzahlregelung, der ein Sollwert für die Drehzahl durch die Gerätesteuerung **20** vorgegeben wird. Eine Drehzahlregelung kann ebenso in der Gerätesteuerung **20** basierend auf einem Drehzahlsensor an der Motorwelle und einer negativen Rückkopplungsschleife realisiert sein. Alternativ kann die Gerätesteuerung **20** eine Leistungsaufnahme des Schlagwerks **5** oder eine Leistungsaufnahme des Elektromotors **8** limitieren, um die Repetitionsrate vorzugeben.

[0014] Die Gerätesteuerung **20** erfasst die Stellung des Betriebstasters **12**. Der Betriebstaster **12** hat eine Aus-Stellung, auf welche ansprechend die Gerätesteuerung **20** eine Repetitionsrate von Null vorgibt, d.h. das Schlagwerk **5** abschaltet. Der Betriebstaster **12** hat eine Ein-Stellung, auf welche ansprechend die Gerätesteuerung **20** das Schlagwerk **5** aktiviert. Der Elektromotor **8** wird bis zu einem Nennwert beschleunigt, um eine vorgegebene Soll-Repetitionsrate **21** des Erregers **13** zu erhalten. Vorzugsweise kehrt der Betriebstaster **12** selbsttätig von der Ein-Stellung in die Aus-Stellung zurück, wenn auf der Betriebstaster **12** nicht betätigt gehalten wird.

[0015] Das Erhöhen der Repetitionsrate **R** beim Wechsel des Betriebstasters **12** von der Aus-Stellung in die Ein-Stellung erfolgt in Abhängigkeit einer Temperatur **T** des Bohrhammers **1**. Ein Temperatursensor **22** in dem Maschinengehäuse **10** misst die aktuelle Betriebstemperatur **T**. Der Temperatursensor **22** kann an dem Schlagwerk **5** oder zusammen mit anderer Elektronik der Gerätesteuerung **20** auf einer Leiterplatte angeordnet sein.

[0016] Fig. 2 zeigt ein beispielhaftes Steuerungsschema der Gerätesteuerung **20**. Fig. 3 zeigt das Verhalten der Repetitionsrate **R** für unterschiedliche Temperaturen. Die Repetitionsrate ist in über die Ordinate aufgetragen; die Zeit ist über die Abszisse aufgetragen. Der Anwender drückt den Betriebstaster **12**. Der Betriebstaster **12** wechselt von der Aus-Stellung in die oder eine der Ein-Stellungen. Die Gerätesteuerung **20** erfasst die gedrückte Stellung zu dem Zeitpunkt **t2** (**S1**). Das Schlagwerk **5** wird nun aktiviert.

[0017] Die Gerätesteuerung **20** erfasst die Temperatur **T** von dem Temperatursensor **22** und vergleicht die Temperatur **T** mit einer Grenztemperatur **Tc** (**S2**). Die Grenztemperatur **Tc** liegt z.B. unterhalb von 10°C, z.B. bei 10°C, 5°C, 0°C, -5°C, -10°C. Die Grenztemperatur **Tc** kann unter Anderem in Abhängigkeit von dem verwendeten Schmieröl in dem Schlagwerk **5** eingestellt sein.

[0018] Angenommen die Temperatur **T** ist oberhalb der Grenztemperatur **Tc**. Der Erreger **13** beginnt sich vor- und zurückzubewegen. Der Erreger **13** wird mittelbar beschleunigt (**S3**), in dem Beispiel durch den Elektromotor **8**. Die Repetitionsrate **R** steigt bis zu der Soll-Repetitionsrate **21** an. Mit Erreichen der Soll-Repetitionsrate **21** ist der Bohrhämmer **1** vollständig betriebsbereit und der Einschaltvorgang abgeschlossen. Die Soll-Repeti-

onsrate **R** ist für ein Schlagwerk **5** vorgegeben und typischerweise ist die Effizienz oder die Schlagleistung des Schlagwerks **5** bei der Repetitionsrate **R** am höchsten. Typische Soll-Repetitionsraten von handgeführten Bohrhämmern liegen im Bereich zwischen 30 Zyklen pro Sekunde (Hz) für größere Schlagwerke und 150 Hz für kleinere Schlagwerke. Das weitere Verhalten des Bohrhammers **1** hängt von der Anwendung und der Verwendung durch den Anwender ab (**S5**). Der Verlauf der Repetitionsrate **R** ist in Fig. 3 gestrichelt dargestellt.

[0019] Die Soll-Repetitionsrate **R** wird vorzugsweise möglichst rasch erreicht. Eine Leistungsaufnahme **P** des Schlagwerks **5**, in diesem Beispiel die Leistungsaufnahme des antreibenden Elektromotors **8**, ist vorzugsweise nicht durch eine Steuerung oder Regelung limitiert. Der Erreger **13** und der Elektromotor **8** beschleunigen mit den maximalen Kennwerten **Pmax** des Bohrhammers **1**. Die Soll-Repetitionsrate **R** wird beispielsweise in einer Dauer **t1** von vorzugsweise weniger als 1 s, z.B. weniger als 0,5 s, weniger als 0,2 s erreicht. Das Schlagwerk **5** kann in weniger als 20 Zyklen, z.B. weniger als 10 Zyklen, mehr als 5 Zyklen vollständig einsatzbereit sein.

[0020] Angenommen die Temperatur **T** liegt unterhalb der Grenztemperatur **Tc**. Der Einschaltvorgang unterteilt sich nun in zwei Phasen. Während der ersten Phase wird der Erreger **13** auf eine Repetitionsrate mit einem temperaturabhängigen Zwischenwert **RTc** beschleunigt. Der Zwischenwert **RTc** liegt oberhalb von 20 %, z.B. oberhalb von 40 %, 60 %, unterhalb von 80 %, z.B. unterhalb von 70 % der Soll-Repetitionsrate **21**. Der Zwischenwert **RTc** kann mit annehmender Temperatur **T** sinken. Beispielsweise ist der Zwischenwert **RTc2** für -10°C geringer als der Zwischenwert **RT1c** zu -5°C. Die Zwischenwerte **RTc** sind größer als die minimale Repetitionsrate, ab welcher, zumindest bei Raumtemperatur (20 °C), der Schläger **14** der Bewegung des Erregers **13** folgen kann. Der Schläger **14** beginnt bereits der Bewegung des Erregers **13** zu folgen. Bedingt durch die geringe Repetitionsrate **R** ist die Auslenkung des Schlägers **14** noch gering und entsprechend ist die Schlagenergie gering. Die Zwischenwert **RTc** wird vorzugsweise möglichst rasch erreicht. Eine Leistungsaufnahme **P** des Schlagwerks **5**, in diesem Beispiel die Leistungsaufnahme des antreibenden Elektromotors **8**, ist vorzugsweise nicht durch eine Steuerung oder Regelung limitiert. Der Erreger **13** und der Elektromotor **8** beschleunigen mit den maximalen Kennwerten **Pmax** des Bohrhammers **1** (**S6**). Der Zwischenwert **RTc** wird beispielsweise in einer Dauer von vorzugsweise weniger als 1 s, z.B. weniger als 0,5 s, weniger als 0,2 s erreicht.

[0021] Nach Erreichen des Zwischenwerts **RTc** (**S7**) beginnt die zweite Phase. Während der zweiten Phase wird die Leistungsaufnahme **P** des Schlagwerks **5** auf einen niedrigeren Wert **PTc** reduziert (**S8**). Die Beschleunigung des Erregers **13** ist in der zweiten Phase deutlich geringer als in der ersten Phase. Die Beschleunigung kann um mehr als einen Faktor zehn geringer sein. Der Erreger **13** kann mehr als 5 s, z.B. mehr als 10 s benö-

tigen, bis die Soll-Repetitionsrate **21** erreicht ist. Beispielsweise erreicht der Erreger **13** erst nach 200 Zyklen, z.B. nach 500 Zyklen, die Soll-Repetitionsrate **21**. Der Anwender nimmt die Änderung des Einschaltvorgangs deutlich wahr. Der Verlauf der Repetitionsrate **R** ist in Fig.3 durchgezogen für zwei verschiedene Temperaturen dargestellt.

[0022] Mit Erreichen der Soll-Repetitionsrate **R** (**S9**) ist der Einschaltvorgang beendet und der Betrieb (**S5**) beginnt.

[0023] Eine Variation des Einschaltvorgangs ist in Fig. 4 gezeigt. Der Ablauf ist im Wesentlichen wie zu Fig. 2 beschrieben. Der Bohrhämmer **1** hat einen Vibrationsensor **23**. Während der langsamen Beschleunigung, d. h. mit der limitierten Leistungsaufnahme **PTc**, prüft die Gerätesteuerung **20**, ob die Vibrationswerte einen Vibrationsgrenzwert überschreiten. Sofern die Vibrationswerte den Vibrationsgrenzwert nicht überschreiten, unterscheidet sich das Steuerungsverfahren nicht von Fig. 2. Sofern der Vibrationsgrenzwert überschritten wird, z. B. zum Zeitpunkt **t3**, wird die Beschleunigung des Erregers **13** erhöht. Der Erreger **13** kann mit der maximalen Beschleunigung, d.h. unlimitierter Leistungsaufnahme **Pmax**, bis zu der Soll-Repetitionsrate **21** beschleunigt werden. Der Einschaltvorgang kann hierdurch verkürzt werden.

[0024] Fig. 5 zeigt ein beispielhaftes Steuerungsschema der Gerätesteuerung **20**. Fig. 6 zeigt das Verhalten der Repetitionsrate **R** für unterschiedliche Temperaturen. Die Repetitionsrate ist in über die Ordinate aufgetragen; die Zeit ist über die Abszisse aufgetragen. Der Anwender drückt den Betriebstaster **12**. Der Betriebstaster **12** wechselt von der Aus-Stellung in die oder eine der Ein-Stellungen. Die Gerätesteuerung **20** erfasst die gedrückte Stellung zu dem Zeitpunkt **t2** (**S1**). Das Schlagwerk **5** wird nun aktiviert.

[0025] Die Gerätesteuerung **20** erfasst die Temperatur **T** von dem Temperatursensor **22** und vergleicht die Temperatur **T** mit einer Grenztemperatur **Tc** (**S2**). Die Grenztemperatur **Tc** liegt z.B. unterhalb von 10°C, z.B. bei 10°C, 5°C, 0°C, -5°C, -10°C. Die Grenztemperatur **Tc** kann unter Anderem in Abhängigkeit von dem verwendeten Schmieröl in dem Schlagwerk **5** eingestellt sein.

[0026] Angenommen die Temperatur **T** ist oberhalb der Grenztemperatur **Tc**. Das Verhalten ist gleich zu den vorhergehend beschriebenen Verfahren. Der Erreger **13** wird so schnell als möglich auf die Soll-Repetitionsrate **R** beschleunigt (**S3**). Mit Erreichen der Soll-Repetitionsrate **21** (**S4**) ist der Bohrhämmer **1** vollständig betriebsbereit und der Einschaltvorgang abgeschlossen. Das weitere Verhalten des Bohrhammers **1** hängt von der Anwendung und der Verwendung durch den Anwender ab (**S5**). Der Verlauf der Repetitionsrate **R** ist in Fig. 6 gestrichelt dargestellt.

[0027] Angenommen die Temperatur **T** liegt unterhalb der Grenztemperatur **Tc**. Der Einschaltvorgang unterteilt sich zwei Phasen.

[0028] Während der ersten Phase wird der Erreger **13**

maximal beschleunigt (**S10**). Die Leistungsaufnahme **P** des Schlagwerks **5** ist nicht limitiert. Der Erreger **13** wird bis zum Erreichen eines Vorgabewert **Ro** beschleunigt. Der Vorgabewert **Ro** liegt im Bereich zwischen 80 % und 150 % der Soll-Repetitionsrate **21**. Der Vorgabewert **Ro** ist temperaturunabhängig. Aufgrund der maximalen Beschleunigung wird der Vorgabewert **Ro** beispielsweise in einer Dauer von vorzugsweise weniger als 1 s, z.B. weniger als 0,5 s, weniger als 0,2 s erreicht. Obwohl der Erreger **13** bewegt wird, ist keine Bewegung des Schlägers **14** zu erwarten. Anschließend wird der Erreger **13** für eine vorgegebene Haltezeit mit dem Vorgabewert **Ro** bewegt (**S12**). Beispielsweise bis der Zeitpunkt **tw** nach dem Einschalten vergangen ist. Die Haltezeit kann zwischen 2 s und 20 s betragen. Die Haltezeit ist vorzugsweise temperaturabhängig. Die Haltezeit sinkt mit steigender Temperatur **T**. Fig. 6 zeigt das Verhalten für eine Temperatur bei -5°C (gepunktet) und bei -10°C (durchgezogen).

[0029] Im Anschluss an die Haltezeit wird die Repetitionsrate **R** reduziert. Die Repetitionsrate **R** wird bis auf den temperaturabhängigen Zwischenwert **RTc** reduziert. Beispielsweise kann die Leistungsaufnahme **P** auf Null gesetzt werden (**S13**), wodurch das Schlagwerk **5** ausläuft und rasch langsamer wird. Alternativ kann die Leistungsaufnahme **P** soweit verringert werden, dass die Leistungsaufnahme Reibungsverluste und thermische Verluste nicht mehr kompensiert. Ferner kann das Schlagwerk **5** auch aktiv gebremst werden. Das Reduzieren der Repetitionsrate **R** wird beendet, wenn der Zwischenwert **RTc** erreicht ist. Der Zwischenwert **RTc** kann in gleicher Weise wie in den vorhergehenden Beispielen ausgewählt werden.

[0030] An die erste Phase schließt sich die zweite Phase an, welche gleich wie in den vorhergehenden Beispielen verläuft. Beispielsweise wird die Leistungsaufnahme **P** auf einen temperaturabhängigen Wert **PTc** erhöht (**S8**). Der Erreger **13** wird kontinuierlich beschleunigt, bis die Soll-Repetitionsrate **21** erreicht ist (**S9**). Danach ist der Einschaltvorgang beendet.

[0031] Der Bohrhämmer **1** kann einen Vibrationssensor **23** aufweisen. Die Gerätesteuerung **20** prüft in einer Variante des Verfahrens von Fig. 5 während des Reduzierens der Repetitionsrate **R** (**S13/S14**), ob Vibrationen einen Vibrationsgrenzwert überschreiten. Sofern der Vibrationsgrenzwert nicht überschritten wird, läuft das Verfahren wie in Fig. 5 dargestellt. Fig. 7 illustriert dieses Verhalten in der durchgezogenen Linie. Sofern der Vibrationsgrenzwert überschritten wird, wird das Reduzieren der Repetitionsrate **R** vorzeitig beendet bevor der temperaturabhängige Zwischenwert **RTc** erreicht wird. Der Erreger **13** wird sofort gemäß der zweiten Phase, d. h. Schritten **S8** und **S9** auf die Soll-Repetitionsrate **21** beschleunigt.

Patentansprüche

1. Steuerungsverfahren für eine schlagende Hand-
werkzeugmaschine (1) mit den Schritten Erfassen
eines Schaltzustandes eines Betriebstasters (12),
Erfassen einer Temperatur (T) mit einem Tempera-
tursensor (22),
Aktivieren eines elektro-pneumatischen Schlag-
werks (5) ansprechend auf ein Betätigen des Be-
triebstasters (12), wobei ein Erreger (13) des elektro-
pneumatischen Schlagwerks (5) entlang einer Ar-
beitsachse (3) mit einer Repetitionsrate (R) vor- und
zurückbewegt wird, wodurch ein über eine pneuma-
tische Kammer (16) an den Erreger (13) angekop-
pelten Schläger (14) mitbewegt wird,
wobei wenn die Temperatur (T) größer als eine
Grenztemperatur (Tc) ist, die Repetitionsrate (R) aus
der Ruhe bis zu einem Sollwert (21) kontinuierlich
erhöht wird, und eine Dauer (t1) bis zum Erreichen
des Sollwerts (21) kürzer als 10 Zyklen ist, wobei
wenn die Temperatur (T) geringer als die Grenztem-
peratur (Tc) ist, eine Dauer (t4) aus der Ruhe bis
zum Erreichen des Sollwerts (21) größer als 200 Zy-
klen ist.
2. Steuerungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch
kennzeichnet, dass** wenn die Temperatur (T) grö-
ßer als die Grenztemperatur (Tc) ist, die Repetitions-
rate (R) mit einer ersten Beschleunigung kontinuier-
lich erhöht wird, und wenn die Temperatur (T) gerin-
ger als die Grenztemperatur (Tc) ist, in einer ersten
Phase ein Zwischenwert (RTc) angesteuert wird,
wobei zumindest abschnittsweise die Repetitionsra-
te (R) mit der ersten Beschleunigung erhöht wird,
und in einer zweiten Phase die Repetitionsrate (R)
mit einer zweiten Beschleunigung bis zu dem Soll-
wert (21) kontinuierlich erhöht wird.
3. Steuerungsverfahren nach Anspruch 2, **dadurch
gekennzeichnet, dass** die zweite Beschleunigung
geringer als 1/10 der ersten Beschleunigung ist.
4. Steuerungsverfahren nach Anspruch 2 oder 3, **da-
durch gekennzeichnet, dass** in der ersten Phase
die Repetitionsrate (R) aus der Ruhe mit der ersten
Beschleunigung bis zu dem Zwischenwert (RTc)
kontinuierlich erhöht wird und anschließend in der
zweiten Phase die Repetitionsrate (R) mit der zwei-
ten Beschleunigung bis zu dem Sollwert (21) konti-
nuierlich erhöht wird.
5. Steuerungsverfahren nach Anspruch 1 oder 3, **da-
durch gekennzeichnet, dass** in der ersten Phase
die Repetitionsrate (R) aus der Ruhe mit der ersten
Beschleunigung bis zu einem Vorgabewert (Ro) er-
höht wird und die Repetitionsrate (R) ausgehend von
dem Vorgabewert (Ro) zu dem Zwischenwert (RTc)
abgesenkt wird, und anschließend in der zweiten

Phase die Repetitionsrate (R) mit der zweiten Beschleunigung bis zu dem Sollwert (21) kontinuierlich erhöht wird.

6. Steuerungsverfahren nach Anspruch 5, **dadurch kennzeichnet, dass**, der Vorgabewert (Ro) zwischen 80% und 150% des Sollwerts (21) beträgt. 5
7. Steuerungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 6, **dadurch kennzeichnet, dass** der Zwischenwert (RTc) in Abhängigkeit der Temperatur (T) eingestellt wird. 10
8. Steuerungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 7, **dadurch kennzeichnet, dass** für die erste Beschleunigung das Schlagwerk (5) mit einer maximalen Leistungsaufnahme (Pmax) beschleunigt wird. 15
9. Steuerungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der temperaturabhängige Zwischenwert (RTc) zwischen 20 % und 80 % des Sollwerts (21) beträgt. 20
10. Steuerungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sollwert (21) zwischen 30 Zyklen pro Sekunde und 150 Zyklen pro Sekunde beträgt. 25

30

35

40

45

50

55

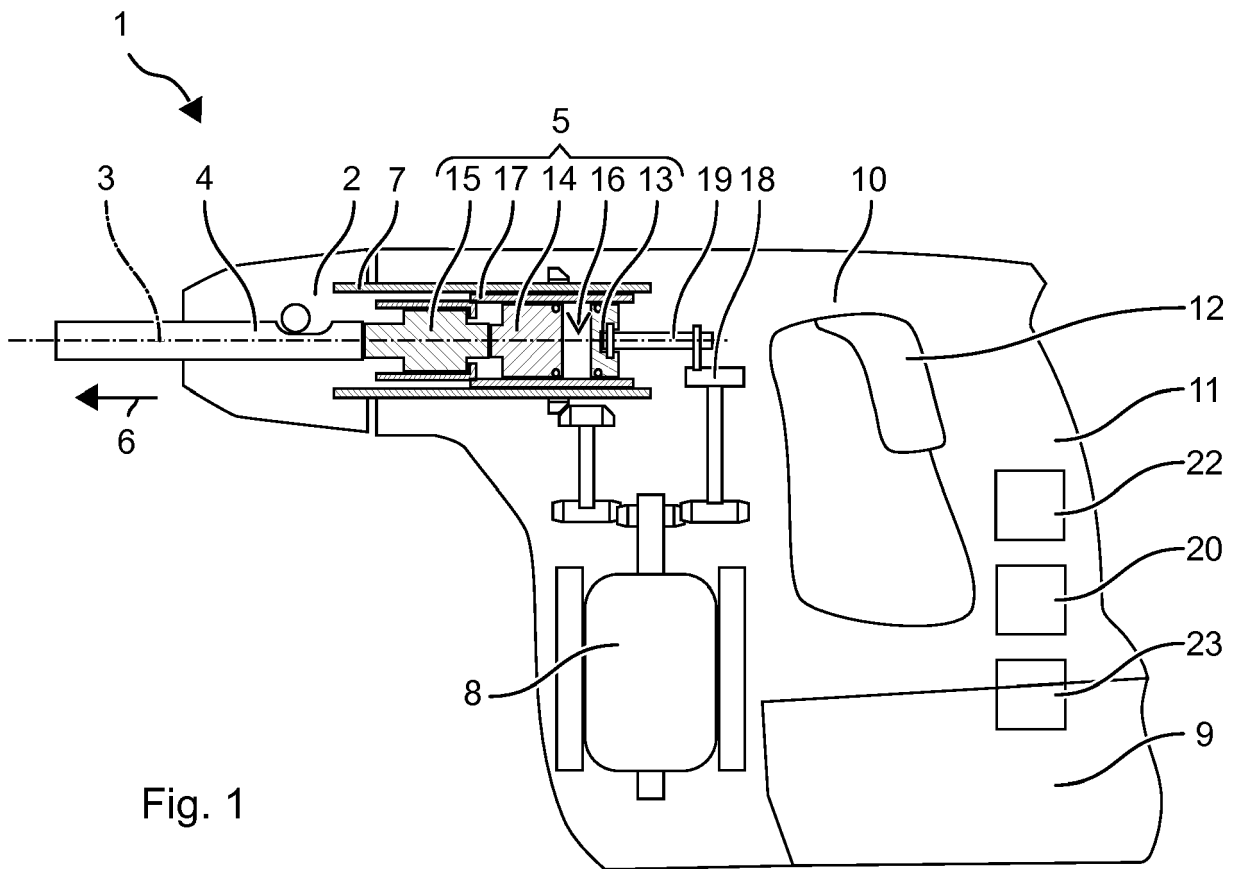


Fig. 1

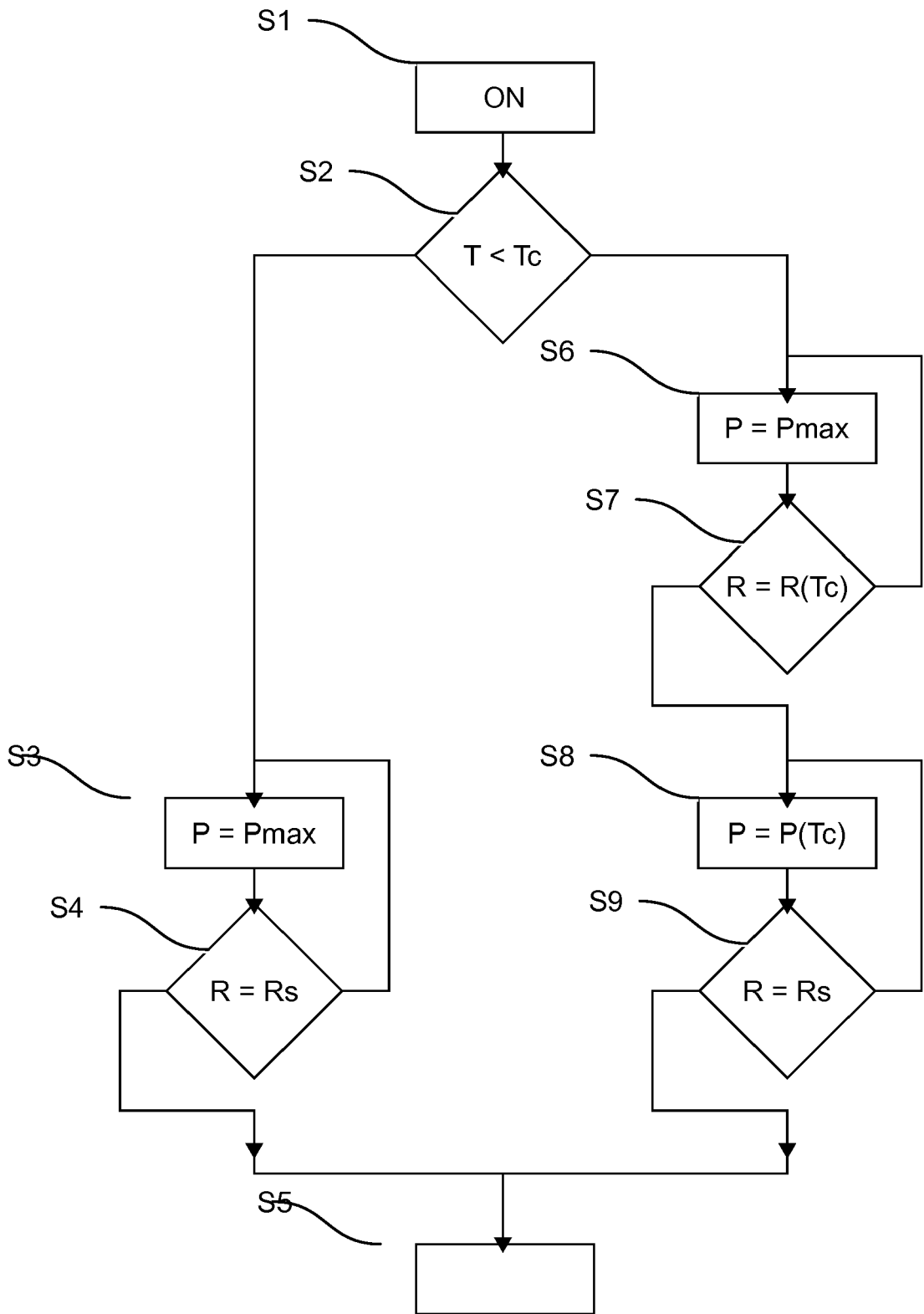


Fig. 2

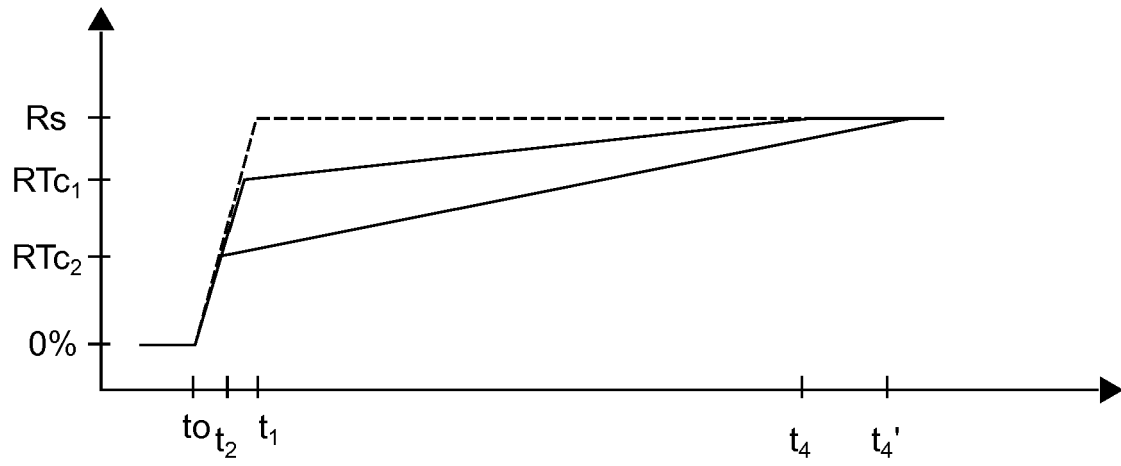


Fig. 3

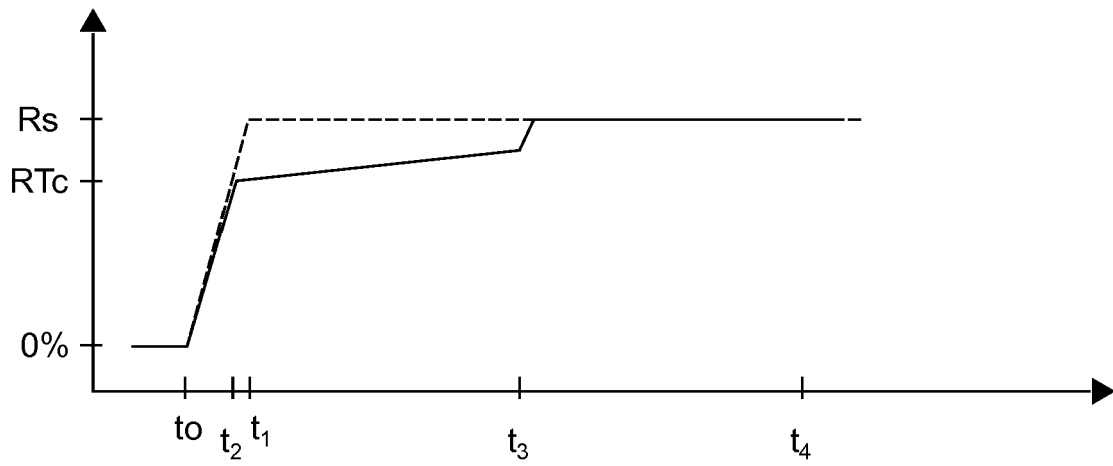


Fig. 4

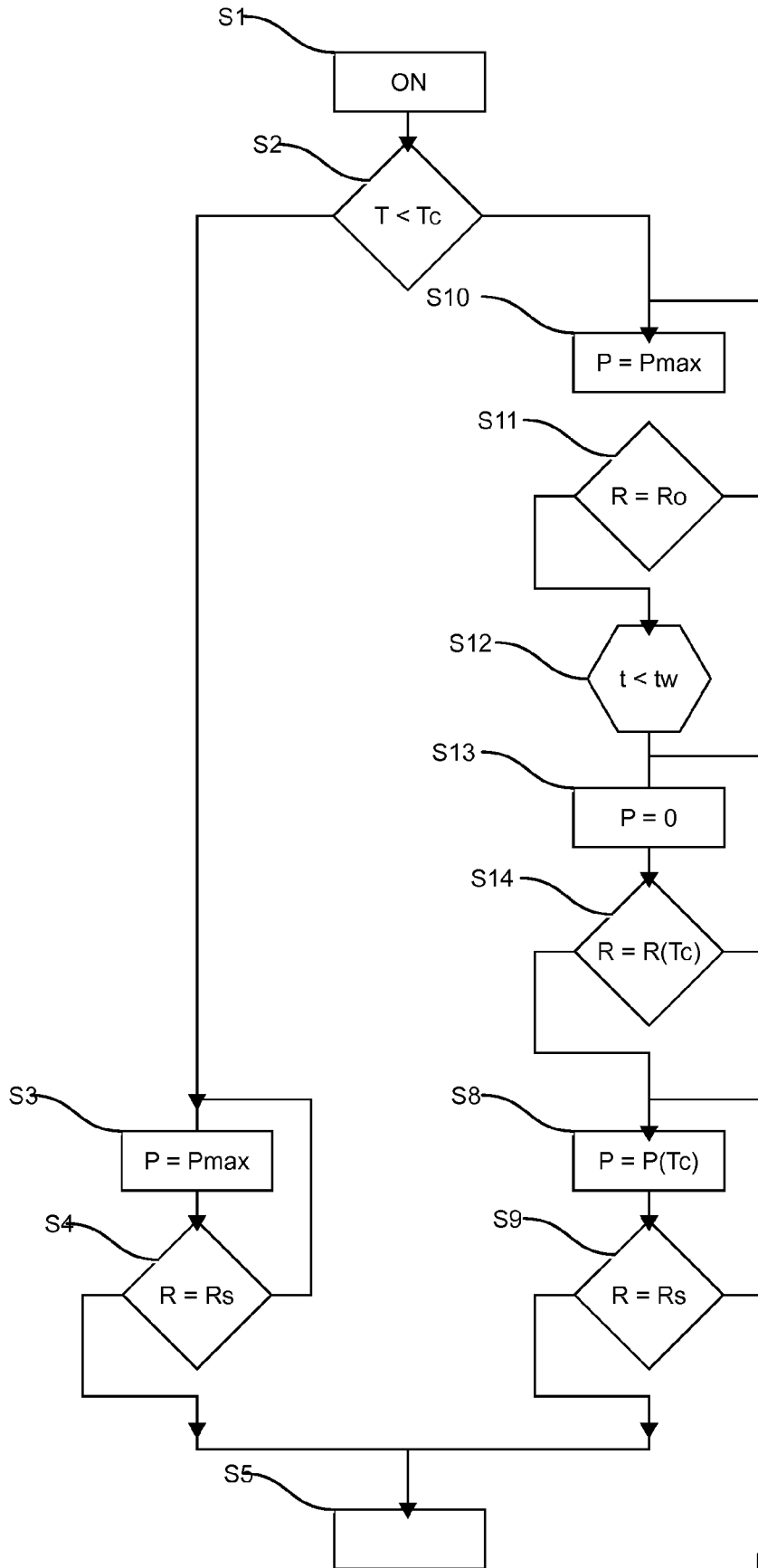


Fig. 5

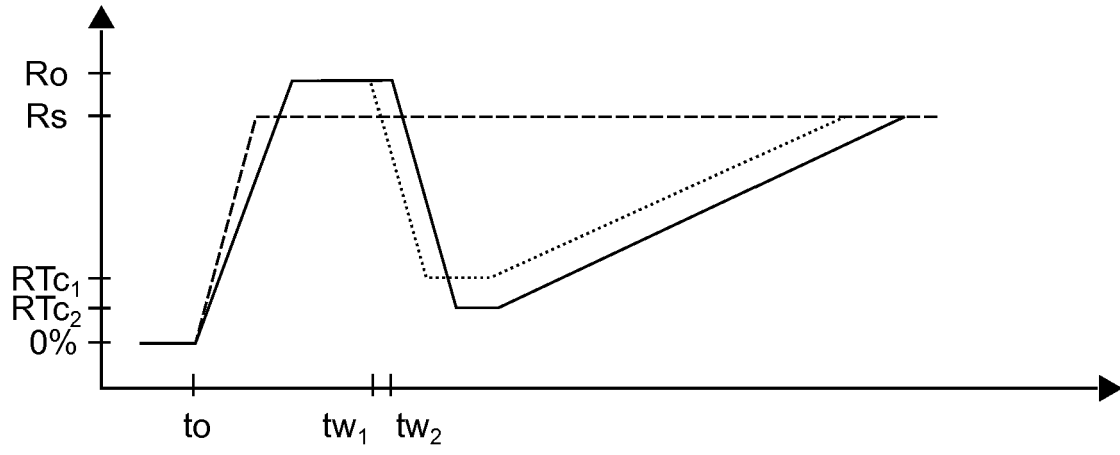


Fig. 6

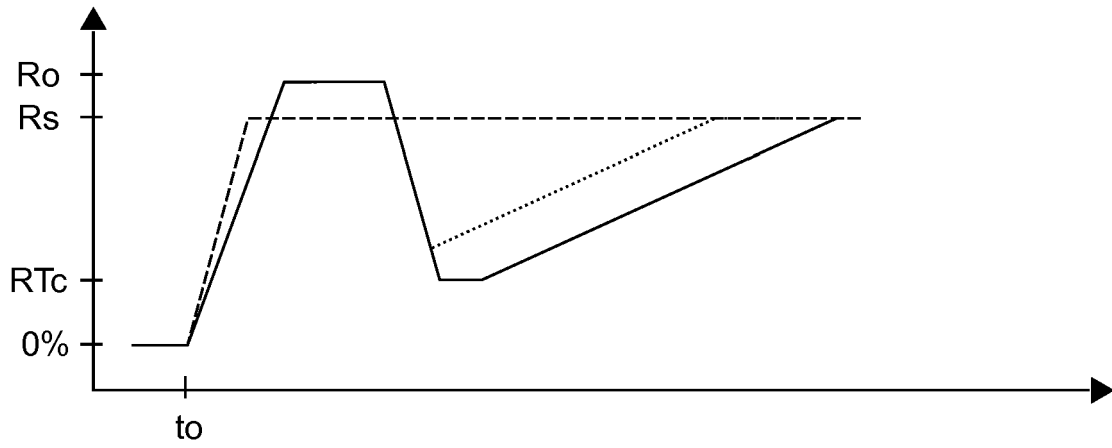


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 20 3920

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 10 2012 208870 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28. November 2013 (2013-11-28) * das ganze Dokument *	1-10	INV. B25D11/00
A	DE 198 43 644 A1 (WACKER WERKE KG [DE]) 6. April 2000 (2000-04-06) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B25D B23Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 16. Mai 2017	Prüfer Lorence, Xavier
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 16 20 3920

5 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.

16-05-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 102012208870 A1	28-11-2013	CN 104428106 A	18-03-2015
			DE 102012208870 A1	28-11-2013
			EP 2855095 A1	08-04-2015
			JP 5893215 B2	23-03-2016
			JP 2015517411 A	22-06-2015
			US 2015129248 A1	14-05-2015
			WO 2013174599 A1	28-11-2013
20	DE 19843644 A1	06-04-2000	DE 19843644 A1	06-04-2000
			WO 0016949 A1	30-03-2000
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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