



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.10.2010 Patentblatt 2010/43

(51) Int Cl.:
B25B 21/02 (2006.01) B25B 23/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10158723.6**

(22) Anmeldetag: **31.03.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA ME RS

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

(72) Erfinder:
• **Profunser, Dieter**
6800, Feldkirch (AT)
• **Brugger, Peter**
6800, Feldkirch (AT)
• **Kuntner, Jochen**
6850, Dornbirn (AT)

(30) Priorität: **20.04.2009 DE 102009002479**

(54) **Schlagschrauber und Steuerungsverfahren für einen Schlagschrauber**

(57) Das erfindungsgemässe Steuerverfahren für einen Schlagschrauber (1) verwendet nachfolgende Schritte. Es wird ermittelt, ob der Schlagschraubers (1) schlägt, wenn sich die Antriebswelle (3) in einem niedri-

gen Drehzahlbereich dreht. Die Drehzahl der Antriebswelle (3) wird auf einen höheren Drehzahlbereich in Abhängigkeit eines ermittelten Schlagens beim Drehen im niedrigen Drehzahlbereich erhöht.

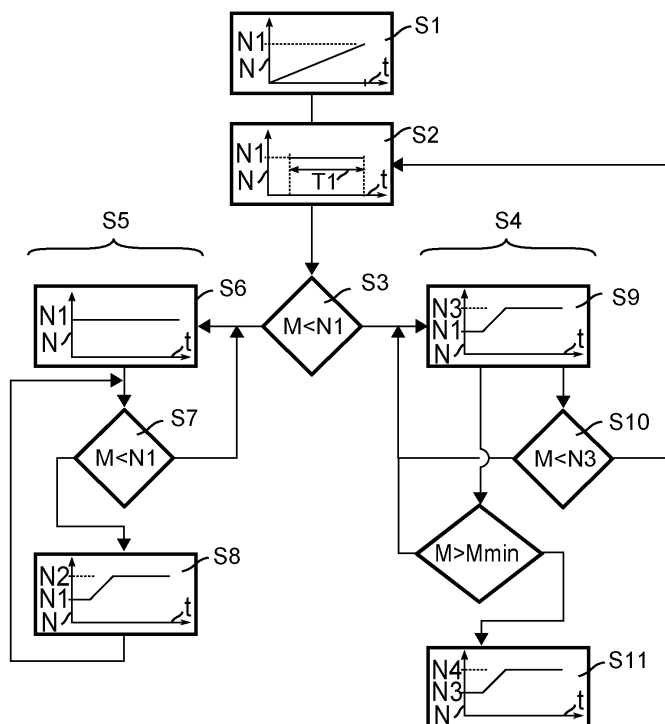


Fig. 4

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schlagschrauber, insbesondere einen Tangentialschlagschrauber, und ein Steuerungsverfahren für einen Schlagschrauber.

BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK

[0002] Ein Tangentialschlagschrauber stellt periodisch, kurzzeitig ein großes Anzugsmoment zum Festziehen von Schraubverbindungen oder zum Setzen von Schraubankern bereit. An einen Handgriff oder eine Halterung des Tangentialschlagschraubers wird ein kontinuierliches geringeres Drehmoment abgegeben, welchem der Anwender bzw. ein Ständer entgegenwirken muss.

[0003] Der Tangentialschlagschrauber eignet sich Schrauben in vielfältige Materialien unterschiedlicher Härte einzusetzen, beispielsweise in Stein, Beton, Ziegel, Kalksandstein, Porenbeton. Typischerweise werden Schrauben soweit eingesetzt, dass der Schraubkopf an einem Untergrund (Werkstück) aufliegt. Die Schraube darf nun nicht weiter gedreht werden, da dies zu einer Schädigung der Schraube oder des Untergrunds führt. Beispielsweise kann der Schraubkopf abgedreht, durch das Schraubengewinde ein Rundloch in den Untergrund geschnitten oder durch das Schraubengewinde der Untergrund ausgezäumt werden.

[0004] Die EP 1 510 394 B1 beschreibt ein automatisiertes Abschalten eines Schlagschraubers. Der Schlagschrauber überwacht das aufgebrachte Anzugsmoment. Überschreitet das Anzugsmoment einen einzustellenden Schwellwert, wird ein Primärtrieb des Schlagschraubers abgeschaltet.

[0005] Die WO 2007/015661 A2 beschreibt ein automatisiertes Abschalten eines Schlagschraubers, indem ein Drehwinkel der Schraube für jeden Schlag vermessen wird. Unterschreitet der Drehwinkel einen Schwellwert gilt die Schraube als eingedreht und der Schlagschrauber wird abgeschaltet.

[0006] DE 195 03 524 A1 beschreibt ein Steuerungsverfahren, bei welchem ein anfänglich abgegebenes Drehmoment geringer gehalten wird, als ein benötigtes Drehmoment, um ein Überdrehen einer Schraube zu verhindern. Nachfolgend wird schrittweise das Drehmoment in einem iterativen Ablauf erhöht.

[0007] EP 1 695 794 A2 beschreibt eine Schätzeinrichtung, welche auf eine Schraube übertragenes Drehmoment abschätzt.

[0008] Die bekannten Verfahren benötigen eine Festlegung eines Schwellwerts, der entweder fest vorgegeben oder durch einen Handwerker eingestellt werden soll. In beiden Fällen besteht das Risiko, dass der Schwellwert für einen Untergrund (Werkstück) unpassend eingestellt ist.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0009] Eine Aufgabe besteht darin einen Schlagschrauber und ein Steuerungsverfahren für einen Schlagschrauber bereitzustellen, das Eindrehen einer Schraube oder einen anderen Schraubkörper in einen Untergrund nur bis zu einer gewünschten Tiefe erleichtert.

[0010] Das erfindungsgemäße Steuerungsverfahren für einen Schlagschrauber verwendet nachfolgende Schritte:

- 10 Festlegen eines Betriebsmodus während einer vorbestimmten Dauer, wobei während der vorbestimmten Dauer eine Antriebswelle in einem niedrigen Drehzahlbereich gedreht wird, ermittelt wird, ob der Schlagschrauber schlägt, und der Schlagschrauber in einen Betriebsmodus für einen weichen Werkstoff geschaltet wird, bei
- 15 welchem eine Drehzahl der Antriebswelle in dem niedrigen Drehzahlbereich beibehalten wird, wenn ein Schlagen im niedrigen Drehzahlbereich ausbleibt, und der Schlagschrauber in einen Betriebsmodus für einen harten Werkstoff geschaltet wird, für welchen die Drehzahl der Antriebswelle auf einen höheren Drehzahlbereich erhöht wird, wenn ein Schlagen im niedrigen Drehzahlbereich einsetzt.

[0011] Wie ausgeführt besteht eine Schwierigkeit beim Eindrehen einer Schraube, dass die Eigenschaften eines Untergrunds nicht bekannt sind oder beim Einstellen des Schlagschraubers nicht ausreichend berücksichtigt werden. Das beschriebene Steuerungsverfahren ermittelt indirekt die Eigenschaften des Untergrunds und das von dem Schlagschrauber abgegebene Drehmoment wird auf den Eigenschaften basierend eingestellt.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren bestimmt indirekt über das Verhalten des Schlagwerks die Eigenschaften des Untergrunds. Es wurde erkannt, dass das Einsetzen eines Schlagens mit den Eigenschaften des Untergrunds korreliert werden kann. Ein Schlagen erfolgt nur, wenn ein Werkstoff des Untergrunds ausreichend hart ist. Der Werkstoff muss das Werkzeug bzw. das mit Werkzeug gekoppelte Befestigungselement, z.B. eine Schraube, bei einem niedrigen Drehmoment festhalten können, damit ein Antrieb des Schlagschraubers Rotationsenergie in einem Puffer zwischenspeichern kann. Bei Schlagschraubern werden zwei Schlagkörper gegen eine Federkraft axial zueinander ausgelenkt, wenn eine Drehung der Schlagkörper aufgrund des Werkstoffes nicht synchron zu dem Antrieb erfolgen kann. Bei einer ausreichenden Auslenkung werden die beiden Schlagkörper durch die Federkraft aufeinander zu beschleunigt. Aufgrund einer Gestaltung der Schlagkörper und ggf. einer Kulissee wird beim Aufprall wenigstens ein Teil der kinetischen Energie in ein Drehmoment auf den Untergrund umgesetzt. Die anfängliche Auslenkung erfolgt nur, wenn der Untergrund der Federkraft ausreichend entgegenwirken kann.

[0013] Für einen harten Untergrund kann beispielsweise die volle Leistung bereitgestellt werden, für einen weichen Untergrund eine geringe Ausgangsleistung oder ein geringes Ausgangsdrehmoment beibehalten wer-

den. Die Schraube wird entsprechend dem Untergrund langsamer eingedreht und das Eindrehen kann bei Kopfauf-
lage ohne wesentliches Nachdrehen beendet werden.

[0014] Der erfindungsgemäße Schlagschrauber beinhaltet: eine Antriebswelle, eine Abtriebswelle, ein Schlagwerk, insbesondere ein Tangentialschlagwerk, das die Antriebswelle mit der Abtriebswelle zum Übertragen eines Drehmoments koppelt, eine Auswertungs-
einrichtung zum Ermitteln, ob bei das Schlagwerk schlägt, und eine Steuerungseinrichtung zum Steuern einer Drehzahl der Antriebswelle in Abhängigkeit, ob ein Schlagen ermittelt ist.

[0015] In den Unteransprüchen sind Ausgestaltungen des Schlagwerks und des Steuerungsverfahrens angegeben.

[0016] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass unabhängig eine erste Drehzahl der Antriebswelle des Schlagschraubers und eine zweite Drehzahl einer Abtriebswelle des Schlagschraubers ermittelt werden und ein Abweichen der ersten Drehzahl von der zweiten Drehzahl als ein Schlagen des Schlagschraubers ermittelt wird. Die erste Drehzahl der Antriebswelle kann gemessen werden oder alternativ aus einer Drehzahl des Primäransatzes bestimmt werden. Während des Schlagbetriebs wird die Abtriebswelle nur zweitweise durch die Abtriebswelle, welche sich dauernd drehen kann, gedreht.

[0017] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Schlagen durch Erfassen einer Beschleunigung in Schlagrichtung, ein Erfassen von regelmäßigen Schlaggeräuschen und/oder durch ein berührungsloses Erfassen einer Tangentialbewegung eines Schlägers des Schlagschraubers bestimmt wird und ein Bestimmen der unteren Drehzahl ein Erfassen einer ersten Drehzahl eines Antriebs-
elements und/oder einer zweiten Drehzahl einer Werkzeugaufnahme des Schlagschraubers beim Einsetzen des Schlagens beinhaltet.

[0018] In einer Weiterbildung wird beim Auftreten eines Schlagens die Drehzahl der Antriebswelle auf einen höheren Drehzahlbereich erhöht und bei einem Ausbleiben eines Schlagens die Drehzahl der Antriebswelle in dem niedrigen Drehzahlbereich beibehalten. In weichen Werkstoffen, bei welchen kein Schlagen bei niedriger Drehzahl einsetzt, soll zugunsten eines schnellen Abschaltens, die Drehzahl nicht erhöht werden. In harten Werkstoffen wird die Drehzahl erhöht, damit das Schlagwerk ein hohes Drehmoment bereitstellen kann.

[0019] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass der Schlagschrauber in einen Betriebsmodus für einen weichen Werkstoff geschaltet wird, wenn ein Schlagen im niedrigen Drehzahlbereich ausbleibt, und dass der Schlagschrauber in einen Betriebsmodus für einen harten Werkstoff geschaltet wird, wenn ein Schlagen im niedrigen Drehzahlbereich ausbleibt. Die Antriebswelle kann für eine vorbestimmte Dauer in dem niedrigen Drehzahlbereich gedreht werden und während der vorbestimmten Dauer der Betriebsmodus festgelegt werden. Die Festlegung der Betriebsmodi kann somit zu Beginn eines Ein-

drehens, z.B. einer Schraube, erfolgen.

[0020] Der Schlagschrauber kann eine handgeführte, eine abgestützte, handgeführte oder eine von einem Ständer gehalten, geführte Werkzeugmaschine sein.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0021] Die nachfolgende Beschreibung erläutert die Erfindung anhand von exemplarischen Ausführungsformen und Figuren. In den Figuren zeigen:

Fig. 1 einen Schlagschrauber,

Fig. 2 ein Tangentialschlagwerk,

Fig. 3 einen Amboss des Tangentialschlagwerks von Fig. 2 und

Fig. 4 ein Flussdiagramm eines Steuerungsverfahrens.

[0022] Gleiche oder funktionsgleiche Elemente werden durch gleiche Bezugszeichen in den Figuren indiziert, soweit nicht anders angegeben.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0023] Nachfolgend werden Ausführungsformen von Steuerungsverfahren zum Schrauben beschrieben, beispielhaft für einen dargestellten Schlagschrauber mit Tangentialschlagwerk. Die beschriebenen Setzverfahren können jedoch auch mit anders ausgestalteten Schlagschraubern durchgeführt werden.

[0024] Fig. 1 zeigt schematisch eine Ausgestaltung eines Schlagschraubers 1.

[0025] Eine Werkzeugaufnahme 2 wird durch eine Abtriebswelle 3 angetrieben. Ein Primäransatz 4 treibt eine Antriebswelle 5 an. Der Primäransatz 4 kann ein Elektromotor, ein pneumatischer Antrieb etc. sein. Es kann vorteilhaft sein, zwischen den Primäransatz 4 und der Antriebswelle 5 ein Getriebe 6 zum Reduzieren der Drehzahl der Antriebswelle 5 zwischenschalten. Die Antriebswelle 5 wird im Betrieb permanent um seine Längsachse 7 in einem Drehsinn 21 gedreht. Die Drehzahl des Primäransatzes 4 kann durch eine Motorsteuerung 33 gesteuert werden. Die Motorsteuerung 33 beinhaltet beispielsweise einen Wechselrichter für einen bürstenlosen Elektromotor, der als Primäransatz 4 dient. Die Drehzahl kann der Anwender über ein Bedienelement 8 einstellen. In einer besonderen Ausgestaltung kann auch vorgesehen sein, dass die Untersetzung des Getriebes 6 durch die Motorsteuerung 33 einstellbar ist.

[0026] Ein Schlagwerk 10 koppelt die Antriebswelle 5 mit der Abtriebswelle 3. Nach noch zu unterscheidenden Situationen kann die Antriebswelle 5 ihr Drehmoment kontinuierlich auf die Abtriebswelle 3 übertragen oder ein Drehmoment der Antriebswelle 5 dient zum Aufziehen eines Puffers, der in periodischen Schlägen ein höheres

Drehmoment auf die Abtriebswelle 3 überträgt.

[0027] In Fig. 2 ist im Längsschnitt ein beispielhaftes Schlagwerk 10 dargestellt. Das Schlagwerk 10 beinhaltet einen Amboss 11, einen Läufer 12, eine Kulissee 13 und eine Rückstellfeder 14. In dem Schlagwerk 10 ist die Abtriebswelle 3 drehbar zu der Antriebswelle 5 gelagert.

[0028] Der Amboss 11 ist mit der Abtriebswelle 3 drehfest verbunden, derart dass ein auf den Amboss 11 übertragener Drehimpuls auf die Abtriebswelle 3 einwirkt. Der Amboss 11 weist einen oder mehrere Vorsprünge 15 auf. Fig. 3 zeigt eine Draufsicht auf den Amboss 11 aus der Sicht der Antriebswelle 5. Die Vorsprünge 15 können Anschlagflächen 16 aufweisen, die parallel oder geneigt zur Längsachse 7 orientiert sind.

[0029] Der Läufer 12 ist ringförmig und auf die Antriebswelle 5 aufgeschoben. Der Läufer 12 kann sich, geführt durch die Antriebswelle 5, entlang der Längsachse 7 bewegen.

[0030] Die Kulissee 13 ist an der Oberfläche der Antriebswelle 5 ausgebildet. Die Kulissee 13 windet sich spiralförmig, wobei die Windung im Drehsinn 21 des Antriebs zu dem Amboss 11 hin steigt. Der Läufer 12 greift in die Kulissee 13 ein. Sobald der Läufer 12 sich entlang der Längsachse 7 in Richtung 22 zu dem Amboss 11 bewegt, wird der Läufer 12 in eine Drehbewegung 23 relativ zu der Antriebswelle 5 gezwungen. Gleichmaßen wird der Läufer 12 zu einer Bewegung längs der Längsachse 7 gezwungen, wenn sich der Läufer 12 relativ zu der Antriebswelle 5 dreht.

[0031] Am Umfang des Läufers 12 ist wenigstens ein Hammer 18 angeordnet. Der Hammer 18 weist eine seitliche Anschlagfläche 19 auf, die formschlüssig oder wenigstens teilweise formschlüssig zu den Anschlagflächen 16 des Amboss 11 ausgebildet ist. Der Läufer 12 und der Amboss 11 können gleich einer Klauenkupplung oder einer Rutschkupplung über die Vorsprünge 15 und die Hämmer 18 ineinandergreifen. Während des Eingriffs kann der Läufer 12 seinen Drehimpuls oder sein Drehmoment auf den Amboss 11 übertragen und diesen antreiben.

[0032] Die Rückstellfeder 14 übt auf den Läufer 12 eine Kraft in Richtung 22 zu dem Amboss 11 aus. In einer Ausgangsstellung des Schlagschraubers 1 der Läufer 12 daher in Eingriff mit dem Amboss 11.

[0033] Die permanente Rotation der Antriebswelle 5 wird über die Kulissee 13 auf den Läufer 12 übertragen. Sofern der Läufer 12 sich mit gleicher Drehzahl drehen kann, also keine relative Drehung zu der Antriebswelle 5 ausführt, verharrt er in der Ausgangsstellung und ist zu keiner Bewegung längs der Antriebswelle 5 gezwungen. Damit der Läufer 12 der Drehung jedoch folgen kann, muss der Läufer 12 den Amboss 11 unter Anderem gegen ein vom Untergrund aufgebrachtes Drehmoment ebenfalls drehen können. Das von dem Untergrund aufgebrachte Drehmoment darf dabei einen Schwellwert nicht überschreiten. Der Schwellwert für das Drehmoment ist im Wesentlichen eine Funktion der Federkraft der Rückstellfeder 14, gegen die der Läufer 12 ausge-

lenkt werden müsste, der Steigung der Kulissee 13 und ggf. der Neigung der Anschlagflächen 16, 19. Diese Größen sind durch die Auslegung des Schlagwerks 10 vorgegeben. Der Schwellwert kann beispielsweise im Bereich von 1 Nm bis 5 Nm oder 2 Nm bis 3 Nm liegen.

[0034] Sofern der Untergrund ein größeres Drehmoment aufbringen kann, schlägt das Schlagwerk 10. Im nachfolgenden wird ein Schlagzyklus des Schlagschraubers 1 beginnend mit der Ausgangsstellung beschrieben. Der Läufer 12 ist im Eingriff mit dem Amboss 11. Der Läufer 12 ist durch den Amboss 11 gehindert, sich synchron mit der Antriebswelle 5 zu drehen. Die Kulissee 13 zwingt den Läufer 12 nun zu einer Bewegung entlang der Längsachse 7 aus dem Eingriff mit dem Amboss 11. Wenn der Läufer 12 nicht mehr im Eingriff ist, kann sich der Läufer 12 relativ zu dem Amboss 11 und mit der Antriebswelle 5 mitdrehen. Der Amboss 11 und der Hammer 12 kommen dabei wieder in eine relative Stellung, bei der sie wieder ineinandergreifen können. Die Rückstellfeder 14 treibt den Läufer 12 zu dem Amboss 11 zurück. Hierbei wird der Läufer 12 in Richtung der Längsachse 7 beschleunigt. Die Kulissee 13 zwingt dabei den Läufer 12 in eine Drehbewegung 23, wodurch der Läufer 12 einen Drehimpuls erhält. Die Drehbewegung 23 wird durch den seitlichen Anschlag der Hämmer 18 des Läufers 12 an den Vorsprüngen 15 des Amboss 11 gestoppt. Der Drehimpuls des Läufers 12 wird auf den Amboss 11 übertragen. Das System befindet sich wieder in der Ausgangsstellung und ein neuer Schlagzyklus beginnt.

[0035] Während eines Schlagzyklus drehen sich der Amboss 11 und die Abtriebswelle 3 um einen kleineren Winkel als der Läufer 12 und die Antriebswelle 5. Der Läufer 12, getrieben durch die Antriebswelle 5, dreht sich entlang der Kulissee 13 und der Amboss 11 bleibt stehen. Bei einem Schlagen des Schlagwerks 10 unterscheidet sich daher eine Drehzahl der Antriebswelle 5 von einer Drehzahl der Abtriebswelle 3. Die Drehzahl der Antriebswelle 5 kann um mehr als das Zweifache größer als die Drehzahl der Abtriebswelle 3 sein. Bleiben der Amboss 11 und der Läufer 12 beim nichtschlagenden Betrieb im Eingriff sind die Antriebswelle 5 und Abtriebswelle 3 starr gekoppelt. Ihre jeweiligen Drehzahlen sind gleich. Ein Schlagzyklus kann von einem nichtschlagenden Betrieb anhand der bei ihm auftretenden unterschiedlichen Drehzahlen diskriminiert werden.

[0036] Für ein Erfassen eines Schlagens sind eine Auswertungseinrichtung 30 und Einrichtungen 31, 32 zum Bestimmen der Drehzahlen der Abtriebswelle 3 und der Antriebswelle 5 vorgesehen. Die Auswertungseinrichtung 30 vergleicht die bestimmten Drehzahlen der Abtriebswelle 3 und der Antriebswelle 5. Unterscheiden sich die beiden Drehzahlen, typischerweise um einen Faktor größer als zwei, erkennt die Auswertungseinrichtung 30 dies als einen schlagenden Betrieb andernfalls als einen nicht-schlagenden Betrieb.

[0037] Die Drehzahl der Abtriebswelle 3 wird durch einen Drehzahlsensor 31 bestimmt. Der Drehzahlsensor 31 kann die Drehzahl beispielsweise optisch oder ma-

gnetisch erfassen. Ein optischer Drehzahlsensor kann Markierungen auf der Abtriebswelle 3 in Reflektion oder über eine Lichtschranke erfassen. Die Markierungen können durch Vorsprünge, Vertiefungen, Bohrungen, Farbe etc. gebildet sein. Die Abtriebswelle 3 kann einen nicht-kreisförmigen Querschnitt aufweisen, z.B. eine elliptischen, quadratischen oder mit Zähnen besetzten Querschnitt. Ein magnetischer Drehzahlsensor erfasst einen sich periodisch ändernden magnetischen Fluss aufgrund der rotierenden Abtriebswelle 3.

[0038] Die Drehzahl der Antriebswelle 5 kann ebenfalls über einen Drehzahlsensor 32 bestimmt werden. Alternativ kommuniziert die Auswertungseinrichtung 30 mit einer Motorsteuerung 33, um die aktuelle Drehzahl des Primärtriebs 4 abzufragen oder zu empfangen. Die Drehzahl der Antriebswelle 5 kann die Auswertungseinrichtung 30 aus der abgefragten Drehzahl des Primärtriebs 4 und, falls vorhanden, der Untersetzung des Getriebes 7 bestimmen.

[0039] Ein beispielhaftes Steuerverfahren für den Schlagschrauber 1 wird anhand des Flussdiagramms in Fig. 4 erläutert.

[0040] Ein Anwender betätigt den Systemschalter 9 des Schlagschraubers 1, um eine Schraube einzudrehen. Ein Sensor erfasst die Betätigung des Systemschalters 9. Eine Steuerungseinrichtung 40 des Schlag-schraubers 1 wird aktiviert. In einer ersten Phase S1 weist die Steuerungseinrichtung 40 die Motorsteuerung 33 an, eine Drehzahl N der Antriebswelle 5 auf eine niedere Drehzahl N1 innerhalb eines niederen Drehzahlbereichs zu beschleunigen.

[0041] Der niedere Drehzahlbereich kann im Bereich von 10% bis 50%, z.B. minimal 20%, maximal 40%, der nominell höchsten Drehzahl Nmax der Antriebswelle 5 liegen. Die niedere Drehzahl N1 kann fest vorgegeben sein. Alternativ kann ein Bedienelement 8 vorgesehen sein, das dem Anwender ermöglicht die niedere Drehzahl N1 einzustellen, z.B. in dem Bereich von 10% bis 50% der nominell höchsten Drehzahl Nmax der Antriebswelle 5.

[0042] In einer zweiten Phase S2 wird die niedere Drehzahl N1 der Antriebswelle 5 für eine vorgegebene Zeitspanne T1 beibehalten. Eine Schraube oder ein Anker wird während der Zeitspanne T1 mit niederer Drehzahl N1 eingedreht. Die Zeitspanne T1 kann in Sekunden gemessen werden, oder indirekt über eine Anzahl von Drehungen des Ambosses 11 oder eine Einschraubtiefe festgelegt werden.

[0043] Während oder anschließend zur zweiten Phase S2 wird überprüft, ob das Schlagwerk 10 schlägt oder ob es nicht schlägt (S3). Hierzu kann die niedere Drehzahl N1 der Antriebswelle 5 mit einer Drehzahl M der Abtriebswelle 3 verglichen werden. Die Drehzahl M kann während oder anschließend zur zweiten Phase S2 bestimmt werden. Unterscheiden sich die beiden Drehzahlen, liegt ein schlagender Betrieb vor. Die Auswertung der Drehzahlen und das Prüfen, ob ein schlagender oder nicht-schlagender Betrieb vorliegt, kann von der Auswertungsein-

richtung 30 durchgeführt werden. Alternativ kann das Vorliegens eines Schlagens anhand von Schlaggeräuschen, für das Schlagen typischen Beschleunigungswerten, etc. ermittelt werden.

[0044] Die zweite Phase S2 kann auch vor Ablauf der Zeitspanne T1 beendet werden, wenn bereits ein Schlagen erfasst wird. Die Auswertungseinrichtung 30 kann ein entsprechendes Triggersignal an die Steuerungseinrichtung 40 zum Beenden der zweiten Phase S2 übermitteln.

[0045] Wird während der zweiten Phase S2 ein Schlagen erfasst, weist die Auswertungseinrichtung 30 die Steuerungseinrichtung 40 an, das Schlagwerk 10 über den Primärtrieb 4 gemäß einem Ablauf für einen harten Untergrund (S4) anzusteuern. Andernfalls soll die Steuerungseinrichtung das Schlagwerk 10 gemäß einem Ablauf für einen weichen Untergrund (S5) ansteuern. Die beiden Abläufe S4, S5 werden nachfolgend dargestellt.

[0046] Der Ablauf für einen weichen Werkstoff S5 sieht zunächst in einer dritten Phase S6 vor, die Drehzahl N der Antriebswelle 5 auf der niederen Drehzahl N1 zu belassen. Die beispielhafte Schraube wird somit nur eingedreht.

[0047] In einer Ausgestaltung überwacht die Auswertungseinrichtung 30, ob während der dritten Phase S6 ein Schlagen einsetzt (S7). Ein Untergrund kann beispielsweise aufgrund einer tiefer eingedrehten Schraube oder aufgrund härterer Schichten unterhalb der Oberfläche ein höheres Drehmoment auf den Amboss 11 ausüben.

[0048] Falls ein Schlagen erfasst wird, weist die Auswertungseinrichtung 30 die Steuerungseinrichtung 40 an, in einer vierten Phase S8 die Drehzahl auf eine mittlere Drehzahl N2 im mittleren Drehzahlbereich zu erhöhen. Der mittlere Drehzahlbereich kann beispielsweise zwischen 35% bis 75% der nominellen höchsten Drehzahl Nmax liegen, z.B. minimal 50%, maximal 60%. Die niedrige Drehzahl N1 kann sich von der mittleren Drehzahl N2 um einen Faktor von 2 bis 10, z.B. 2 bis 3 unterscheiden.

[0049] In der vierten Phase S8 kann weiterhin die Auswertungseinrichtung 30 das Schlagverhalten überwachen. Sobald ein Aussetzen des Schlagens detektiert wird, kann die Auswertungseinrichtung 30 die Steuerungseinrichtung 40 anweisen, das Schlagwerk wieder gemäß der dritten Phase S6 anzusteuern.

[0050] Ein Abschalten des Primärtriebs 4 erfolgt aus der dritten Phase S6 und der vierten Phase S8, wenn die Schraube als eingedreht detektiert wird. Dies kann durch vielfältige Verfahren erfolgen. Beispielsweise kann die Drehzahl N der Antriebswelle 5 oder die Drehzahl der M der Abtriebswelle 3 überwacht werden. Bei der Überwachung wird eine erwartete Drehzahl N_{avg} oder M_{avg} ermittelt, diese kann beispielsweise als ein Mittelwert in einem vergangen Intervall aufgetretender Drehzahlen sein. Sobald die Schraube eingedreht ist und der Kopf anliegt, erhöht sich schlagartig das aufzubringende Drehmoment. In Folge bricht die Drehzahl N oder M ein.

Bei einer Detektion eines solchen Abfalls von etwa 20% bis 50% zu der aktuellen Drehzahl N oder M bezüglich der erwarteten Drehzahl N_{avg} bzw. M_{avg} wird der Primärtrieb 4 deaktiviert.

[0051] Der Ablauf für einen harten Werkstoff S4 sieht eine fünfte Phase S9 vor. Die Drehzahl der Antriebswelle 5 wird auf eine hohe Drehzahl N3 in einem hohen Drehzahlbereich beschleunigt. Der hohe Drehzahlbereich liegt zwischen 50% und 100% der nominellen höchsten Drehzahl N_{max} , z.B. minimal 75%. Die Steuerungseinrichtung 40 steuert das Schlagwerk 10 so an, dass es ein maximales Drehmoment abgibt.

[0052] In einer Ausgestaltung überwacht die Auswertungseinrichtung 30 weiterhin, ob das Schlagen anhält (S10). Falls das Schlagen aussetzt, wechselt die Steuerungseinrichtung 40 auf die zweite Phase S2. Bei der niedrigen Drehzahl N1 kann nochmals geprüft werden, ob die Schraube in ein weiches Material vorgedrungen ist.

[0053] Ein Abschalten aus der vierten Phase S9 kann in Abhängigkeit der Entwicklung der Drehzahl M der Abtriebswelle 3 erfolgen. Die Drehzahl der Abtriebswelle 3 ist ein Mass für das Drehmoment, das zum Drehen der Schraube aufgebracht werden muss. Je höher das notwendige Drehmoment ist, um einen umso kleineren Winkel kann die Abtriebswelle 3 mit jedem Schlag gedreht werden. Ändert sich die Drehzahl M schneller als eine vorgegebene Änderungsrate und/oder ändert sich die Drehzahl schneller als eine mittlere erfasste Änderungsrate M_{avg} , wird der Primärtrieb 4 gestoppt. Es wird angenommen, dass die Änderung auf eine Auflage des Schraubenkopfes auf dem Untergrund bewirkt wird. Die Änderungsrate beschreibt die Änderung der Drehzahl über die Zeit. Diese kann aufgezeichnet und ihr mittlerer Wert bestimmt werden.

[0054] In einer weiteren Ausgestaltung ist eine sechste Phase S11 vorgesehen, in die gewechselt wird, falls die Drehzahl M der Abtriebswelle 3 einen unteren Schwellwert M_{min} unterschreitet. Die sechste Phase S11 ist für den Fall vorgesehen, dass der Schlagschrauber 1 an seiner Belastungsgrenze betrieben wird. Die Drehzahl wird auf höchstmögliche Drehzahl N_{max} , N4 erhöht. Die sechste Phase S11 unterscheidet sich ferner von der fünften Phase S9 durch das Abschaltverhalten. Anstelle eines Vergleichs des vorangegangenen Verhaltens der Drehzahl M_{avg} oder N_{avg} , wird der Primärtrieb 4 abgeschaltet, sobald die Drehzahl M der Abtriebswelle 3 einen zweiten unteren Schwellwert unterschreitet. Alternativ kann der Primärtrieb 4 abgeschaltet werden, wenn der untere Schwellwert M_{min} für eine vorgegebene Zeitspanne unterschritten bleibt, nachdem die Drehzahl auf N_{max} erhöht wurde.

[0055] In Fig. 4 sind, um das Ablaufdiagramm übersichtlich zu halten, die Stopbedingungen für ein Abschalten des Primärtriebs nicht dargestellt. Diese können in einer Ausgestaltung allen anderen Funktionen vorrangig überprüft werden, um ein schnelles abschalten zu gewährleisten.

[0056] Eine Weiterbildung sieht eine Boostfunktion vor. Nachdem Abschalten des Primärtriebs 4 wird die Stellung des Betriebsschalters 9 überwacht. Falls der Betriebsschalter 9 für eine vorgegebene Zeitspanne gedrückt gehalten bleibt, wird der Primärtrieb 4 gemäss der ersten Phase S1 wieder aktiviert. Die Steuerungseinrichtung 40 beginnt von neuem mit dem Ablauf nach einer der vorhergehenden Ausführungsformen.

[0057] Eine weitere Ausgestaltung sieht eine Fehlerdetektion vor. Falls eine Schraube überdreht wird, sinkt das Drehmoment, das die Schraube der Antriebswelle 3 entgegenbringt. Die Drehzahl der Antriebswelle 3 erhöht sich, zumindest im schlagenden Betrieb. Die Auswertungseinrichtung 30 kann die Drehzahl überwachen und bei einem Anstieg der Drehzahl der Antriebswelle 3 eine Warnmeldung ausgeben. Die Warnmeldung kann an ein Anzeigenelement 41 zur Visualisierung an einen Anwender übermittelt werden. Das Anzeigenelement kann optisch oder akustisch eine Warnung ausgeben.

[0058] In den vorhergehenden Ausführungsformen wurde zum Bestimmen, ob ein schlagender Betrieb oder nicht-schlagender Betrieb vorliegt, auf die Auswertung der Drehzahlen von Abtriebs- und Antriebswelle 3, 5 verwiesen. Alternativ oder zusätzlich können Schlaggeräusche, Beschleunigungen in axialer Richtung und eine axiale Bewegung des Läufers 12 erfasst zur Auswertung herangezogen werden. Hierzu kann ein entsprechender Sensor 50 vorgesehen sein.

[0059] Die Drehzahlsensoren 31, 32 können analog oder digital die Drehzahlen erfassen. Auch die Auswertungseinrichtung 30 kann eine analoge Vergleichsstufe zum Vergleichen der Drehzahlen von Antriebswelle 5 und Abtriebswelle 3 beinhalten.

Patentansprüche

1. Steuerungsverfahren für einen Schlagschrauber gekennzeichnet durch die Schritte:

Festlegen eines Betriebsmodus während einer vorbestimmten Dauer, wobei während der vorbestimmten Dauer eine Antriebswelle in einem niedrigen Drehzahlbereich gedreht wird, ermittelt wird, ob der Schlagschrauber schlägt, und der Schlagschrauber in einen Betriebsmodus für einen weichen Werkstoff geschaltet wird, bei welchem eine Drehzahl der Antriebswelle in dem niedrigen Drehzahlbereich beibehalten wird, wenn ein Schlagen im niedrigen Drehzahlbereich ausbleibt, und der Schlagschrauber in einen Betriebsmodus für einen harten Werkstoff geschaltet wird, für welchen die Drehzahl der Antriebswelle auf einen höheren Drehzahlbereich erhöht wird, wenn ein Schlagen im niedrigen Drehzahlbereich einsetzt.

2. Steuerungsverfahren nach Anspruch 1 dadurch ge-

- kennzeichnet, dass** unabhängig eine erste Drehzahl der Antriebswelle des Schlagschraubers und eine zweite Drehzahl einer Abtriebswelle des Schlagschraubers ermittelt werden und ein Abweichen der ersten Drehzahl von der zweiten Drehzahl als ein Schlagen des Schlagschraubers ermittelt wird. 5
3. Steuerungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Beschleunigung in Schlagrichtung, regelmäßige Schlaggeräusche und/oder eine Tangentialbewegung eines Schlagkörpers des Schlagschraubers zum Ermitteln eines Schlagens des Schlagschraubers erfasst wird. 10
4. Steuerungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorbestimmte Dauer mit einem Betätigen eines Systemschalters des Schlagschraubers oder mit Erreichen einer Solldrehzahl innerhalb des niedrigen Drehzahlbereichs beginnt. 15 20
5. Schlagschrauber mit:
- einer Antriebswelle (5),
 - einer Abtriebswelle (3), 25
 - einem Schlagwerk (10), insbesondere einem Tangentialschlagwerk, das die Antriebswelle (5) mit der Abtriebswelle (3) zum Übertragen eines Drehmoments koppelt, **gekennzeichnet durch** eine Auswertungseinrichtung (30) zum Ermitteln, ob bei das Schlagwerk (10) schlägt, und eine Steuerungseinrichtung (40) zum Festlegen eines Betriebsmodus während einer vorbestimmten Dauer mittels Drehens der Antriebswelle in einem niedrigen Drehzahlbereich und ansprechend auf ein Ermitteln **durch** die Auswertungseinrichtung, ob der Schlagschrauber schlägt, wobei ein Betriebsmodus für einen weichen Werkstoff mit einer Drehzahl der Antriebswelle in dem niedrigen Drehzahlbereich, wenn ein Schlagen im niedrigen Drehzahlbereich ausbleibt, oder ein Betriebsmodus für einen harten Werkstoff mit einer Drehzahl der Antriebswelle in einem höheren Drehzahlbereich, wenn ein Schlagen im niedrigen Drehzahlbereich, festgelegt wird. 30 35 40 45
6. Schlagschrauber nach Anspruch 5 **gekennzeichnet durch:** 50
- einen ersten Drehzahlsensor zum Erfassen einer Drehzahl der Antriebswelle (5) oder eines Motors (4),
 - einen zweiten Drehzahlsensor zum Erfassen einer Drehzahl der Abtriebswelle (3), wobei die Auswertungseinrichtung (30) zum Ermitteln eines Schlagens die beiden Drehzahlen vergleicht. 55

7. Schlagschrauber nach Anspruch 5 oder 6 **gekennzeichnet durch:**

einen Schlagsensor (50) zum Erfassen eines Schlagens, wobei der Schlagsensor (50) einen Beschleunigungssensor zum Erfassen einer Beschleunigung in Schlagrichtung einen Schallwandler zum Erfassen von regelmässigen Schlaggeräuschen und/oder einen Bewegungssensor zum berührungslosen Erfassen einer Tangentialbewegung eines Schlägers des Schlagschraubers beinhaltet.

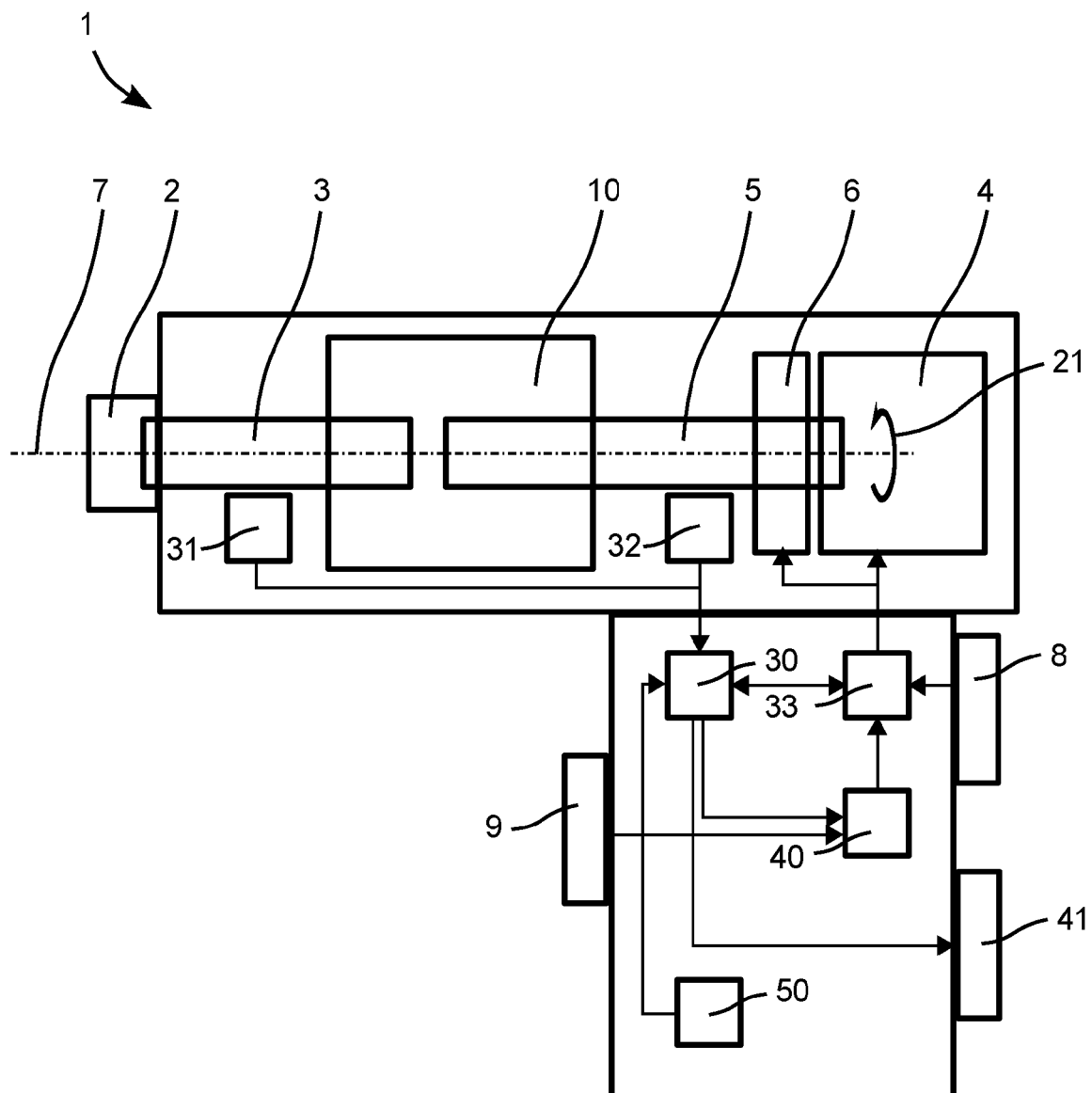


Fig. 1

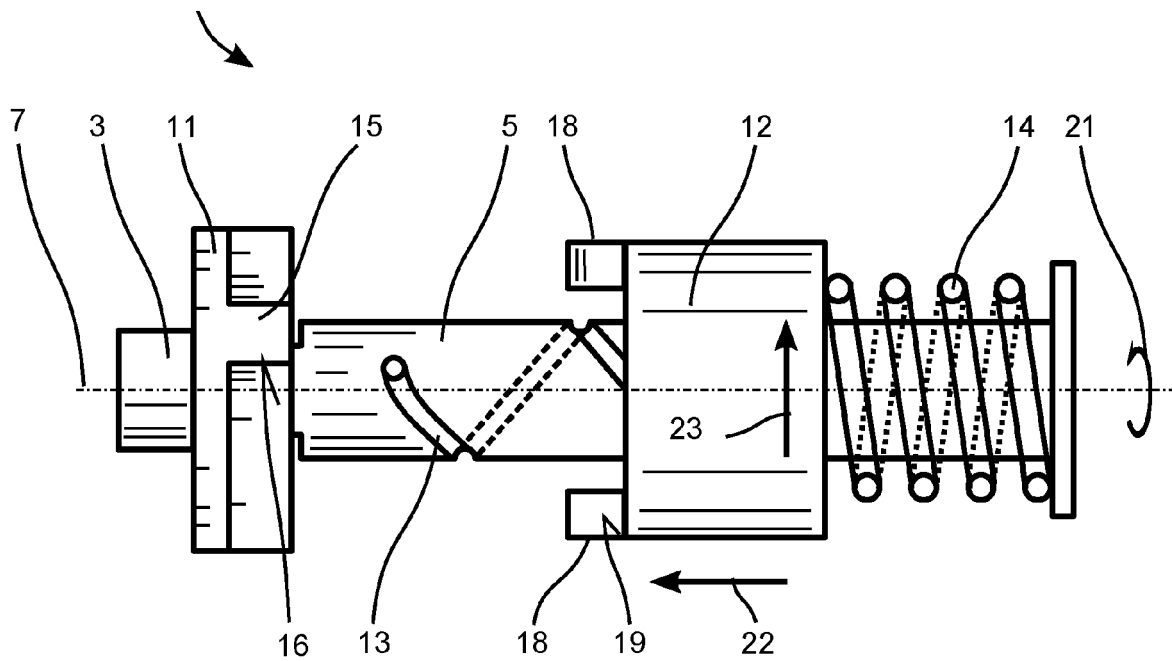


Fig. 2

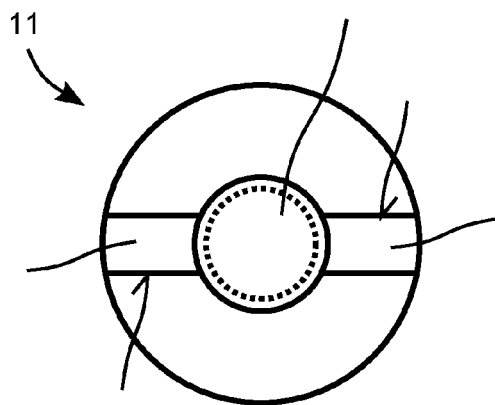


Fig. 3

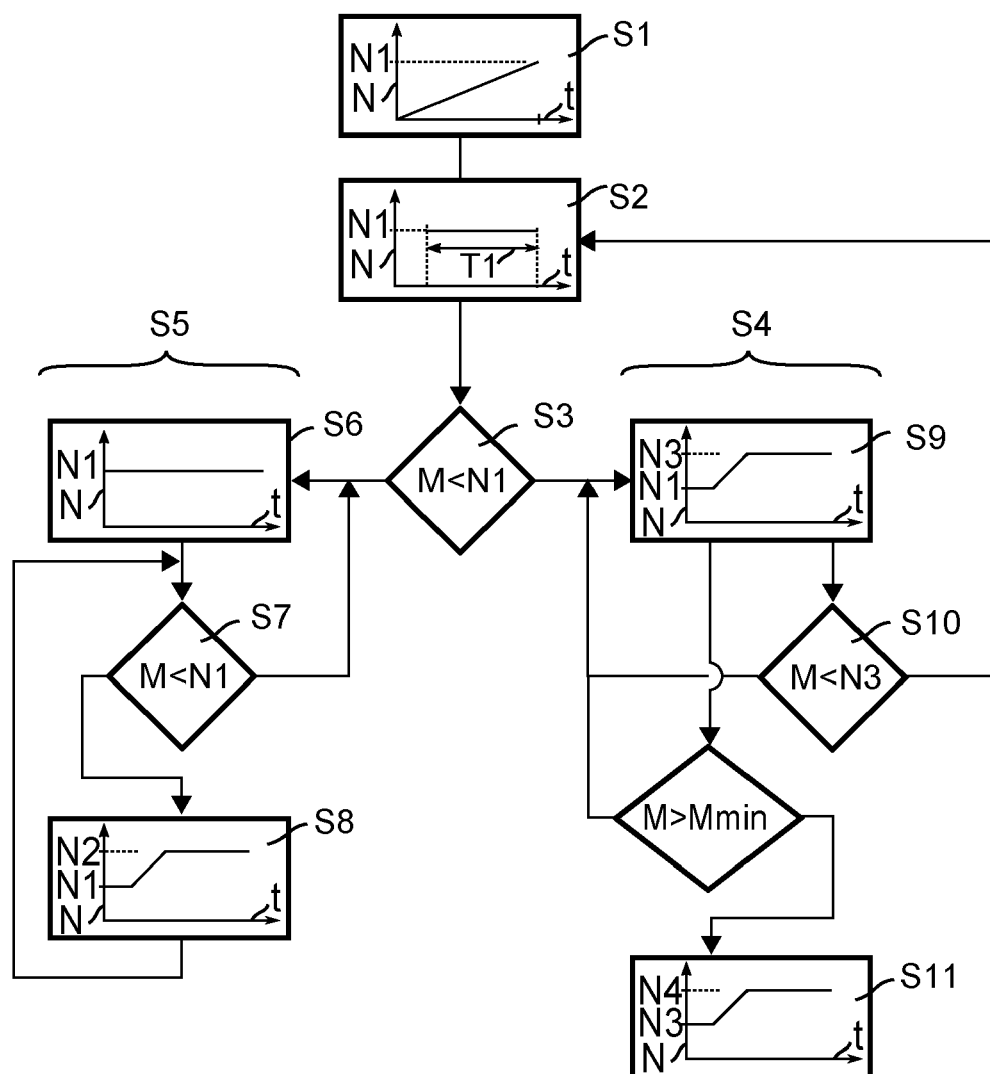


Fig. 4

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

- EP 1510394 B1 [0004]
- WO 2007015661 A2 [0005]
- DE 19503524 A1 [0006]
- EP 1695794 A2 [0007]