

(19)



(11)

EP 1 785 231 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.05.2007 Patentblatt 2007/20

(51) Int Cl.:
B25B 21/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06023292.3**

(22) Anmeldetag: **09.11.2006**

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

(72) Erfinder:
 • **Scholl, Thomas**
72768 Reutlingen (DE)
 • **Schmitz, Klaus**
72770 Reutlingen (DE)

(30) Priorität: **14.11.2005 DE 102005056264**

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

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

(54) Schrauber mit Drehzahlregelung und Verfahren zur Drehzahlregelung eines Schraubers

(57) Es wird ein Schrauber (10) mit Drehzahlregelung angegeben, mit einem Motor (18) zum Antrieb einer Werkzeugantriebswelle (24), mit einer Regeleinrichtung (30), mittels der die Drehzahl des Motors (18) regelbar

ist, wobei die Regeleinrichtung (30) zur Herabsetzung der Drehzahl n bei Erreichen eines Trigger-Parameters (T_{pn}) ausgebildet ist, wobei als Trigger-Parameter (T_{pn}) zur Herabsetzung der Drehzahl (n) ein von der Drehzahl (n) abgeleiteter Wert verwendet wird.

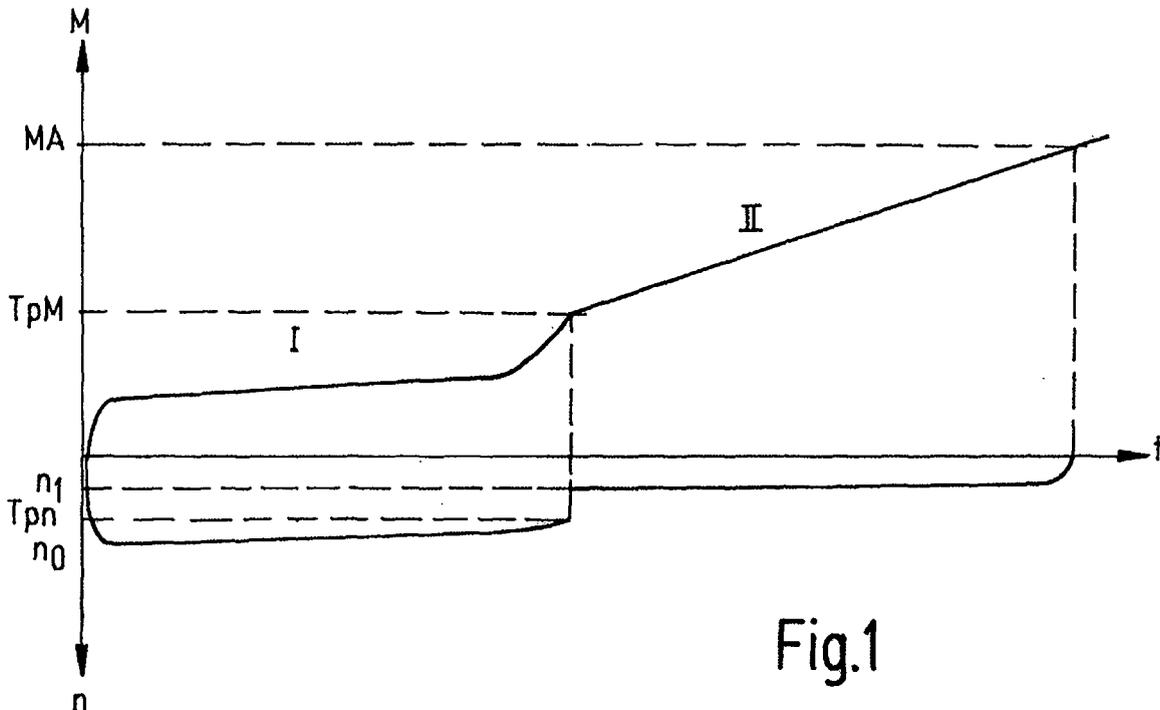


Fig.1

EP 1 785 231 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schrauber mit Drehzahlregelung, mit einem Motor zum Antrieb einer Werkzeugantriebswelle, und mit einer Regeleinrichtung, mittels der die Drehzahl des Motors regelbar ist, wobei die Regeleinrichtung zur Herabsetzung der Drehzahl bei Erreichen eines Trigger-Parameters ausgebildet ist.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Drehzahlregelung eines Schraubers, bei dem die Drehzahl des Motors überwacht wird und bei Erreichen eines Trigger-Parameters die Drehzahl des Motors abgesenkt wird.

[0003] Ein derartiger Schrauber und ein derartiges Verfahren zur Drehzahlregelung sind aus der DE 42 25 157 A1 bekannt.

[0004] Der bekannte Schrauber ist als Elektroschrauber für Bohrschrauben ausgebildet, die eine Bohrspitze und einen Gewindebereich aufweisen, wobei beim Einschrauben des Gewindebereichs das erforderliche Drehmoment und damit die Stromaufnahme des Motors ansteigt, und wobei eine elektronische Regelung zur Konstanthaltung und ein regelbarer Schalter zum Steuern der Drehzahl des Motors vorgesehen sind. Ein elektronischer Sensor wird in Abhängigkeit von der Stromaufnahme aktiviert und betätigt einen Schalter, wodurch die Drehzahl vom Motor beim Einschrauben des Gewindebereichs über eine elektronische Regelung herabgesetzt und konstant gehalten wird.

[0005] Ein derartiger Schrauber und ein derartiges Verfahren sind zwar zum schnellen Eindrehen von Bohrschrauben geeignet, sind jedoch weniger für das Anziehen von Verschraubungen mit einem vorbestimmten Drehmoment, das möglichst genau eingehalten werden soll, geeignet. Insbesondere das Anziehen einer Verschraubung mit einem möglichst genauen Drehmoment stellt ein großes Problem dar, das im Stand der Technik bislang nicht zufriedenstellend gelöst ist. Hierbei ist insbesondere zwischen dem sogenannten "weichen Schraubfall" und dem sogenannten "harten Schraubfall" zu unterscheiden. Beim weichen Schraubfall steigt das Drehmoment gegen Ende der Verschraubung stetig an, bis das maximale Anzugsmoment erreicht ist. Beim harten Schraubfall ist das Drehmoment dagegen anfangs relativ niedrig und steigt zum Ende des Verschraubungsvorgangs hin plötzlich schlagartig an, wodurch das Anzugsmoment meist nicht präzise eingehalten werden kann. In beiden Fällen wäre es wünschenswert, zu Beginn des Verschraubungsvorgangs mit einer höheren Drehzahl zu arbeiten und zum Ende des Verschraubungsvorgangs hin mit einer geringeren Drehzahl, um einerseits Zeit zu sparen und um andererseits präzisere Anzugsmomente sowohl im weichen als auch im harten Schraubfall zu erzielen. Mit dem bekannten Schrauber und dem bekannten Verfahren zur Drehzahlregelung ist dies jedoch nicht möglich.

[0006] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, einen Schrauber und ein Verfahren zur Drehzahlre-

gelung eines Schraubers anzugeben, womit einerseits anfangs ein schnelles Anziehen der Verschraubung ermöglicht wird und andererseits zum Ende der Verschraubung hin der Schrauber derart gesteuert wird, dass ein möglichst genaues Anzugsmoment für eine Verschraubung gewährleistet ist. Dabei sollen Abweichungen des Anzugsmomentes zwischen einem harten und einem weichen Schraubfall möglichst gering sein.

[0007] Diese Aufgabe wird beim Schrauber gemäß der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Regeleinrichtung ein von der Drehzahl abgeleiteter Wert als Trigger-Parameter zur Herabsetzung der Drehzahl zugeführt ist.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung wird ferner durch ein Verfahren zur Drehzahlregelung eines Schraubers gelöst, bei dem die Drehzahl des Motors überwacht wird und bei Erreichen eines Trigger-Parameters die Drehzahl des Motors abgesenkt wird, wobei als Trigger-Parameter die Drehzahl oder ein von der Drehzahl abgeleiteter Wert verwendet wird.

[0009] Die Aufgabe der Erfindung wird auf diese Weise vollkommen gelöst. Erfindungsgemäß wird nämlich zunächst ein schnelles Anziehen einer Verschraubung ermöglicht, während bei Erreichen eines bestimmten Trigger-Parameters, der von der Drehzahl abgeleitet ist, ein niedrigerer Drehzahlwert eingestellt wird. Auf diese Weise lassen sich Verschraubungen in der Schlussphase deutlich präziser anziehen, als dies bei herkömmlichen Schraubern der Fall ist, bei denen eine Herabsetzung der Drehzahl auf der Basis der Stromaufnahme des Motors oder gegebenenfalls auf der Basis des Drehmomentanstiegs erfolgt. Auch können erfindungsgemäß Unterschiede des Anzugsmomentes von Verschraubungen, welche sich durch Unterschiede zwischen hartem und weichem Schraubfall ergeben, minimiert werden.

[0010] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung verwendet die Regeleinrichtung als Trigger-Parameter eine Drehzahlveränderung pro Zeiteinheit.

[0011] Gemäß einer weiteren Variante der Erfindung verwendet die Regeleinrichtung als Trigger-Parameter eine Winkelgeschwindigkeitsveränderung pro Zeiteinheit.

[0012] Durch diese Maßnahmen lässt sich eine besonders präzise Drehzahlregelung gewährleisten.

[0013] Der Schrauber weist gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung einen Drehzahlsensor auf, dessen Ausgangssignal der Regeleinrichtung zugeführt ist.

[0014] Der Drehzahlsensor kann beispielsweise als ein inkrementaler Sensor mit Lichtschranke (Hall-Element) der dergleichen ausgebildet sein.

[0015] Hiermit ergibt sich ein besonders einfacher Aufbau des Drehzahlsensors. Wenn die Steuerelektronik ohnehin für eine digitale Steuerung des Motors ausgebildet ist, können die vom Hall-Element aufgenommenen Impulse einem Zähler zur einfachen weiteren Verarbeitung zugeführt werden.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfin-

dung weist der Schrauber eine Abschaltvorrichtung zur Abschaltung des Motors bei Erreichen eines vorbestimmten Anzugsmomentes auf.

[0017] Hierdurch wird eine präzise Abschaltung bei Erreichen des gewünschten Anzugsmomentes gewährleistet.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist eine Kupplung zur Trennung der Werkzeugantriebswelle vom Antrieb bei Erreichen eines vorbestimmten Auslöseparameters vorgesehen.

[0019] Auch hierdurch kann ein möglichst präzises Anzugsmoment von Verschraubungen gewährleistet werden.

[0020] Gemäß einer weiteren Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Motor bei Erreichen des Trigger-Parameters auf eine zweite Drehzahl geregelt, die niedriger als die Ausgangsdrehzahl ist.

[0021] Gemäß einer Weiterbildung dieser Ausgestaltung wird die Drehzahl bei Erreichen eines weiteren Trigger-Parameters auf eine weitere Drehzahl geregelt, die niedriger als die vorherige Drehzahl ist.

[0022] Auf diese Weise können mehrere Drehzahlstufen nacheinander drehzahlabhängig eingestellt werden, so dass eine sehr genaue Steuerung des Schraubvorgangs mit unterschiedlichen, jeweils stufenweise verringerten Drehzahlen ermöglicht ist. Die Drehzahlherabsetzung bei Erreichen eines Trigger-Parameters kann beliebig oft wiederholt werden, bis eine vorgegebene minimale Drehzahl erreicht ist. Auf diese Weise kann eine n-stufige Drehzahlregelung realisiert werden, wodurch sich eine sehr genaue Einhaltung eines gewünschten Schraubverlaufes einstellen lässt.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Regeleinrichtung bei Erreichen des Trigger-Parameters zur Herabsetzung der Drehzahl bis auf null und zur anschließenden Drehrichtungsumkehr, gefolgt von einer weiteren Drehrichtungsumkehr ausgebildet.

[0024] Auf diese Weise kann bei bestimmten Verschraubungen durch die kurzzeitige Drehrichtungsumkehr nach dem ersten Anziehen ein gewisses Setzen der Verschraubung gewährleistet werden.

[0025] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale der Erfindung nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

[0026] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 eine Darstellung des Drehmoment- und Drehzahl-Verlaufes in Abhängigkeit der Zeit für einen erfindungsgemäßen Schraubvorgang;

Fig. 2 eine stark vereinfachte, schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Schraubers;

Fig. 3 ein vereinfachtes Ablaufdiagramm für ein erfindungsgemäßes Schraubverfahren und

Fig. 4 eine Darstellung eines alternativen Schraubvorgangs, wobei der Drehmoment- und der Drehzahlverlauf in Abhängigkeit von der Zeit gezeigt ist.

[0027] Fig. 1 zeigt eine Darstellung des Drehmoments und der Drehzahl über der Zeit für einen erfindungsgemäßen Schraubvorgang.

[0028] Nach dem Einschalten des Motors läuft der Schrauber zunächst mit einer Anfangsdrehzahl n_0 beim ersten Anziehen der Verschraubung mit einem relativ geringen Drehmoment. Ausgehend von der Anfangsdrehzahl n_0 fällt die Drehzahl n in der Phase I zu Beginn der Verschraubung nur geringfügig ab. Das Drehmoment M steigt in der Phase I nur geringfügig linear an. Als Trigger-Parameter T_{pn} zur Umschaltung auf eine geringere Drehzahl wird die Drehzahländerung dn/dt pro Zeiteinheit überwacht:

$$dn/dt = \Delta n / \Delta t = \frac{n_0 - n_1}{t_0 - t_1}.$$

[0029] Erreicht der Drehzahlabfall dn innerhalb der Zeiteinheit dt den vorbestimmten Trigger-Parameter T_{pn} , so wird die Drehzahl des Schraubers reduziert und dann auf einen Wert n_1 geregelt. Dieser Drehzahlwert n_1 wird in der Phase II eingehalten, bis zum Ende des Schraubvorgangs das Drehmoment M bis auf ein Abschaltmoment M_A ansteigt, was zur Abschaltung des Motors führt.

[0030] Wie sich aus der Darstellung in Fig. 1 ergibt, steigt das Drehmoment in der Phase I zunächst auf einen gewissen Wert a_n , gefolgt von einem stärkeren Anstieg zum Ende der Phase I. Mit Reduzierung der Drehzahl auf den Wert n_1 steigt das Drehmoment M in der Phase II dann weiter annähernd linear an, jedoch mit einem geringeren Anstieg als zuvor, bis schließlich die Abschaltung bei Erreichen des Drehmomentgrenzwertes M_A erfolgt. Die Drehzahl n wird in der Phase II annähernd konstant gehalten und sinkt ggf. zum Ende des Schraubvorgangs infolge der höheren Belastung ab, bis schließlich durch die Drehmomentabschaltung der Wert 0 erreicht wird.

[0031] In Fig. 2 ist ein erfindungsgemäßer Schrauber schematisch dargestellt und insgesamt mit der Ziffer 10 bezeichnet.

[0032] Der Schrauber 10 weist ein Gehäuse 12 auf, das pistolenförmig ausgebildet ist und an dessen unterem Ende ein Akkumulatorpaket 16 auswechselbar aufgenommen ist. Das Gehäuse 12 weist einen Handgriff 14 auf, an dem der Schrauber 10 gehalten werden kann und mittels einer Schalttaste 28 ein- und ausgeschaltet werden kann.

[0033] Im oberen Bereich des Gehäuses 12 sind nacheinander ein Motor 18, ein Getriebe 20 und eine Kupplung 22 aufgenommen. Die Ausgangsseite der Kupplung ist mit einer Werkzeugantriebswelle 24 verbunden, an der eine Werkzeugaufnahme 26 zur Aufnahme eines Werkzeuges, beispielsweise eines Bits, vorgesehen ist. Der Motor 18 treibt das Getriebe 20 an. Das Getriebe 20 ist schließlich über die Kupplung 22 mit der Werkzeugantriebswelle 24 gekoppelt.

[0034] Der Schrauber 10 wird über eine zentrale elektronische Regeleinrichtung 30 gesteuert, die im Handgriff 14 aufgenommen ist und über geeignete Leitungen mit dem Akkumulatorpaket 16, der Schalttaste 28, dem Motor 18, dem Getriebe 20 und gegebenenfalls mit der Abschaltkupplung 22 verbunden ist.

[0035] Am Motor 18 ist ferner ein Drehzahlsensor in Form eines Hall-Elementes vorgesehen, der gleichfalls mit der Regeleinrichtung 30 über geeignete Leitungen gekoppelt ist.

[0036] Das Getriebe 20 kann, wie beispielsweise aus EP 0 320 723 B1 bekannt, als Planetenradgetriebe ausgebildet sein und mit einer Drehmomentabschaltung versehen sein. Bei Erreichen eines bestimmten Drehmomentes wird ein mit dem Planetenradgetriebe 20 gekoppelter Schalter 34 über eine Drehgabel betätigt und führt zur Abschaltung des Motors 18. Zur Erzeugung einer Rückstellkraft kann ein Torsionsfederstab vorgesehen sein. Sobald das Drehmoment einen voreingestellten Drehmomentwert übersteigt, wird die Rückstellkraft des Torsionsfederstabes überwunden und die Schaltgabel verdreht, was zur Betätigung des Schalters 34 führt.

[0037] Alternativ oder zusätzlich kann die Auslösekupplung 22 vorgesehen sein, über die bei Erreichen eines vorbestimmten Drehmomentes die Verbindung zwischen der Werkzeugantriebswelle 24 und dem Getriebe 20 durch Ausrücken der Kupplung 22 gelöst wird. Derartige Auslösekupplungen sind im Stand der Technik seit langem bekannt, wozu beispielhaft auf die DE 10 2004 011 068 B3 verwiesen wird.

[0038] Alternativ zu einer Überwachung des Drehmomentes am Getriebe mittels des drehmomentabhängig auslösbaren Schalters 34 kann die Kupplung 22 überwacht werden und eine Ausrückbewegung einer Kupplungshälfte registriert werden, was wiederum etwa mechanisch zur Betätigung eines Schalters genutzt werden kann.

[0039] Die Drehzahl des Motors 18 ist über die Regeleinrichtung 30 digital geregelt.

[0040] Zur Drehzahlüberwachung ist der Hall-Element 32 vorgesehen, das bei jeder Umdrehung der Motorwelle einen Impuls abgibt, der einem Zähler in der Regeleinrichtung oder Steuerelektronik 30 zugeführt wird. Bleibt die Anzahl der vom Hall-Sensor abgegebenen Impulse pro Zeiteinheit gleich, so ist die Drehzahl n des Motors 18 konstant. Nimmt die Anzahl der Impulse pro Zeiteinheit zu, so steigt die Drehzahl an, nimmt sie jedoch pro Zeiteinheit ab, so fällt die Drehzahl n ab. Die Anzahl der Impulse pro Zeiteinheit wird als Stellgröße von der digi-

talen elektronischen Regeleinrichtung 30 verwendet. Der Schrauber wird mit einer lastabhängigen Motorkennlinie betrieben.

[0041] Die erfindungsgemäße Drehzahlregelung des Motors 18 wird im Folgenden anhand eines vereinfachten Ablaufdiagramms 40, das in Fig. 3 dargestellt ist, näher beschrieben.

[0042] Zunächst wird der Motor gestartet. Nach kurzer Zeit stellt sich eine Leerlaufdrehzahl n_0 ein (Schritt 42).

[0043] Im nachfolgenden Schritt 44 wird der Wert $dn/dt = \Delta n/\Delta t$ bestimmt, wozu die Anzahl der vom Sensor 32 erzeugten Impulse pro Zeiteinheit genutzt wird.

[0044] Im nachfolgenden Schritt 46 wird der Drehzahlabfall dn pro Zeiteinheit dt mit einem vorgegebenen Trigger-Parameter T_{pn} verglichen. Solange dn kleiner als der Trigger-Parameter T_{pn} ist, wird der Schritt 44 wiederholt. Ist jedoch dn größer oder gleich T_{pn} , so wird im nachfolgenden Schritt 48 die Drehzahl n reduziert, bis ein vorgegebener niedrigerer Wert n_1 erreicht ist und im Schritt 50 eingehalten wird.

[0045] In einem nachfolgenden Schritt 52 wird das Drehmoment M bestimmt und in einem weiteren Schritt 54 überprüft, ob das Drehmoment M das vorgegebene Auslösemoment M_A übersteigt. Solange dies nicht der Fall ist, wird das Drehmoment weiter überwacht. Sobald das Drehmoment M das Auslösemoment M_A erreicht, wird im nachfolgenden Schritt 56 der Motor angehalten.

[0046] Es versteht sich, dass die Schritte 52 und 54 auch in einem Schritt miteinander kombiniert sein können, indem, wie zuvor bereits ausgeführt, beispielsweise ein drehmomentabhängig auslösender Schalter 34 betätigt wird.

[0047] Es versteht sich ferner, dass die Schritte 44 bis 50 beliebig oft wiederholt werden können, um die Drehzahl jeweils nach Erreichen eines vorbestimmten Trigger-Parameters für dn wiederum auf einen niedrigeren Wert abzusenken, der dann geregelt werden kann. So kann der Drehzahlwert eines Schraubvorgangs in eine Reihe von aufeinander folgenden Drehzahlstufen soweit abgesenkt werden, bis ein vorgegebener Minimalwert der Drehzahl erreicht wird, der eingehalten wird.

[0048] Auch könnten die Schritte 44 bis 50 zu einer quasi kontinuierlichen Drehzahlreduzierung bis auf einen vorbestimmten Minimalwert genutzt werden.

[0049] Grundsätzlich kann jeder beliebige von der Drehzahl abgeleitete Wert als Trigger-Parameter T_{px} genutzt werden.

[0050] So könnte beispielsweise die Veränderung der Winkelgeschwindigkeit pro Zeiteinheit $d\omega/dt$ als Trigger-Parameter verwendet werden. Ist in der ersten Verschraubungsstufe eine geregelte Drehzahl n_0 gefordert, so kann als Trigger-Parameter T_{px} auch die relative Änderung der Stellgröße der Regeleinrichtung verwendet werden.

[0051] Erreicht wird insgesamt eine langsame Anzugsdrehzahl in der Endphase der Verschraubung, wodurch sich ein präzises Anzugsdrehmoment ergibt. Auch werden die Unterschiede des Anzugsdrehmomentes, die

sich naturgemäß zwischen hartem und weichem Schraubfall ergeben, auf ein Minimum reduziert.

[0052] Ein alternativer erfindungsgemäßer Schraubvorgang ist schematisch in Fig. 4 dargestellt.

[0053] Hiernach erfolgt in der ersten Phase I des Schraubvorgangs zunächst ein Anziehen mit einer Anfangsdrehzahl n_0 , die bis zum Erreichen des Trigger-Parameters leicht abfallen kann. Mit Erreichen des Trigger-Parameters T_{pn} erfolgt zunächst eine Herabsetzung bis auf null und unmittelbar anschließend eine Umkehr der Drehrichtung. Die Verschraubung wird in der anschließenden Phase II für eine Kurze Zeit gelöst. So fällt das Drehmoment in der Phase II zunächst wieder ab. Anschließend erfolgt beispielsweise nach Ablauf einer vorbestimmten Zeit eine weitere Drehrichtungsumkehr, so dass die Verschraubung in der Phase III mit einer geringeren Drehzahl als der Ausgangsdrehzahl angezogen wird, bis das Abschaltmoments MA erreicht wird.

[0054] Die Phase II dient bei bestimmten Verschraubungen dazu, zunächst ein gewisses Setzen der Verschraubung zu gewährleisten, bevor ein endgültiges Anziehen in der Phase III erfolgt.

Patentansprüche

1. Schrauber mit Drehzahlregelung, mit einem Motor (18) zum Antrieb einer Werkzeugantriebswelle (24), und mit einer Regeleinrichtung (30), mittels der die Drehzahl (n) des Motors (18) regelbar ist, wobei die Regeleinrichtung zur Herabsetzung der Drehzahl (n) bei Erreichen eines Trigger-Parameters (T_{px}) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Regeleinrichtung (30) ein von der Drehzahl (n) abgeleiteter Wert (dn , $d\omega$) als Trigger-Parameter (T_{px}) zur Herabsetzung der Drehzahl (n) zugeführt ist.
2. Schrauber nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinrichtung (30) als Trigger-Parameter (T_{px}) eine Drehzahlveränderung pro Zeiteinheit (dn/dt) verwendet.
3. Schrauber nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinrichtung (30) als Trigger-Parameter (T_{px}) eine Winkelgeschwindigkeitsveränderung pro Zeiteinheit ($d\omega/dt$) verwendet.
4. Schrauber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Drehzahlsensor (32) vorgesehen ist, dessen Ausgangssignal der Regeleinrichtung (30) zugeführt ist.
5. Schrauber nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drehzahlsensor (32) als inkrementaler Sensor ausgebildet ist, vorzugsweise als inkrementaler Sensor mit Lichtschranke, weiter bevorzugt als Hall-Element ausgebildet ist.
6. Schrauber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Abschaltvorrichtung (34) zur Abschaltung des Motors (30) bei Erreichen eines vorbestimmten Anzugsmomentes vorgesehen ist.
7. Schrauber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Kupplung (22) zur Trennung der Werkzeugantriebswelle (24) vom Antrieb bei Erreichen eines vorbestimmten Auslöseparameters.
8. Schrauber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinrichtung (30) bei Erreichen des Trigger-Parameters (T_{px}) zur Herabsetzung der Drehzahl (n) bis auf null und zur anschließenden Drehrichtungsumkehr, gefolgt von einer weiteren Drehrichtungsumkehr ausgebildet ist.
9. Verfahren zur Drehzahlregelung eines Schraubers, bei dem die Drehzahl (n) des Motors (18) überwacht wird und bei Erreichen eines Trigger-Parameters (T_{px}) die Drehzahl des Motors (18) abgesenkt wird, wobei als Trigger-Parameter (T_{px}) die Drehzahl (n) oder ein von der Drehzahl (n) abgeleiteter Wert (dn , $d\omega$) verwendet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem bei Erreichen des Trigger-Parameters (T_{px}) der Motor (18) auf eine zweite Drehzahl (n_1) geregelt wird, die niedriger als die Ausgangsdrehzahl (n_0) ist.
11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem die Drehzahl bei Erreichen eines weiteren Trigger-Parameters (T_{px}) auf eine weitere Drehzahl (n_2) geregelt wird, die niedriger als die vorherige Drehzahl (n_1) ist.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, bei dem der Motor (18) bei Erreichen eines vorbestimmten Drehmomentes (MA) abgeschaltet wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei dem die Drehzahl nach Erreichen des Trigger-Parameters bis auf null abgesenkt wird, der Motor für eine bestimmte Zeitdauer mit der umgekehrten Drehrichtung betrieben wird, anschließend die Drehrichtung nochmals umgekehrt wird und die Verschraubung mit einer niedrigeren Drehzahl als mit der Ausgangsdrehzahl angezogen wird.

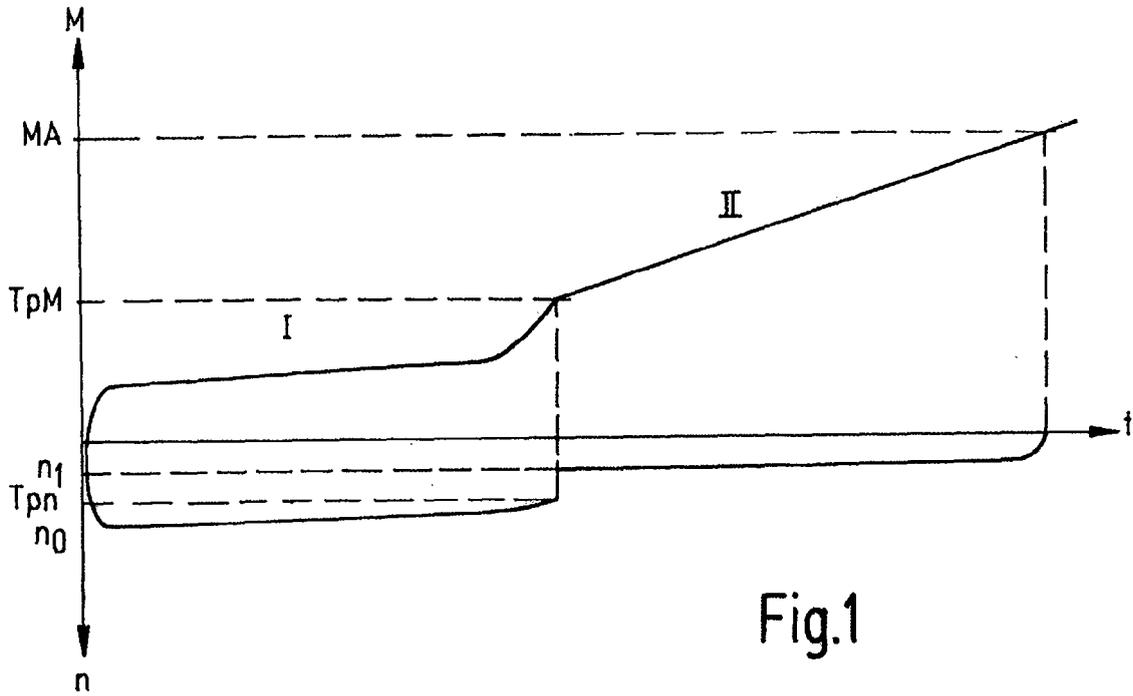


Fig.1

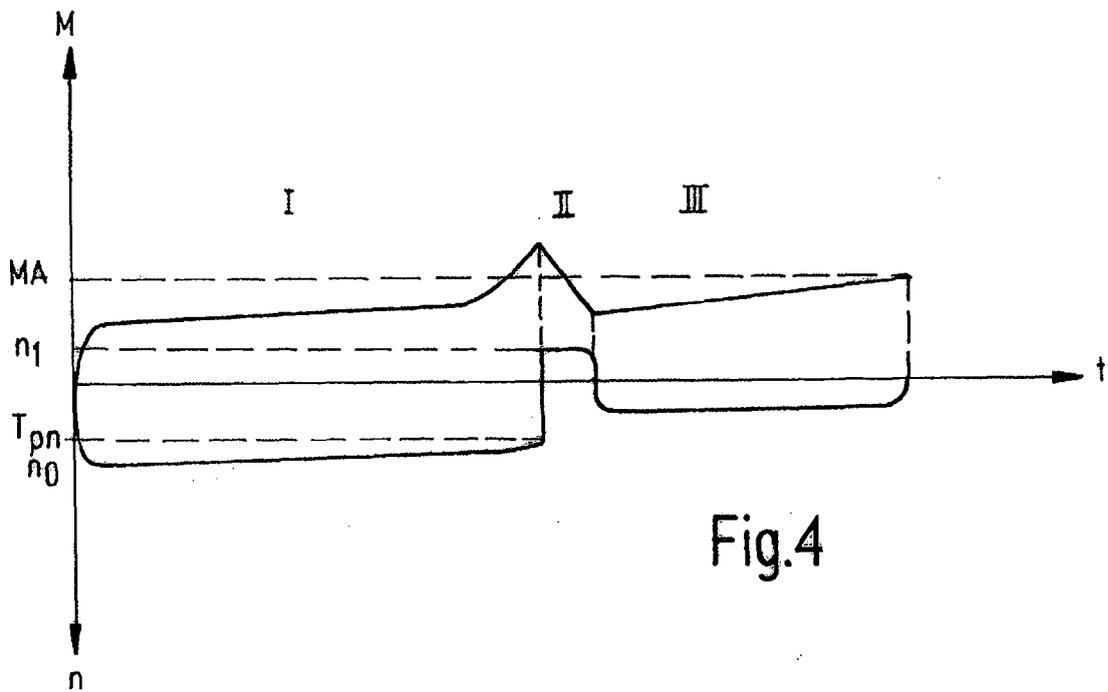


Fig.4

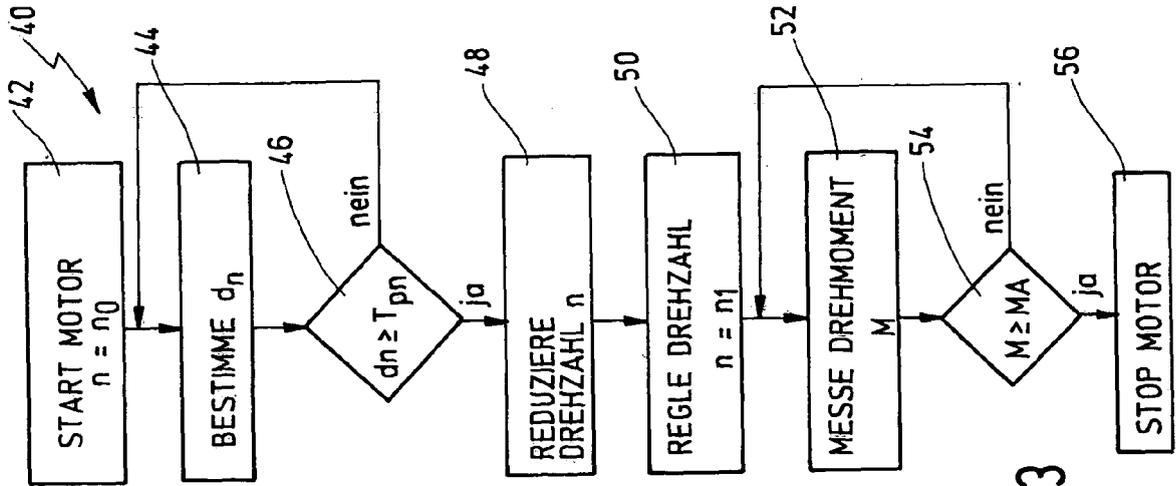


Fig.3

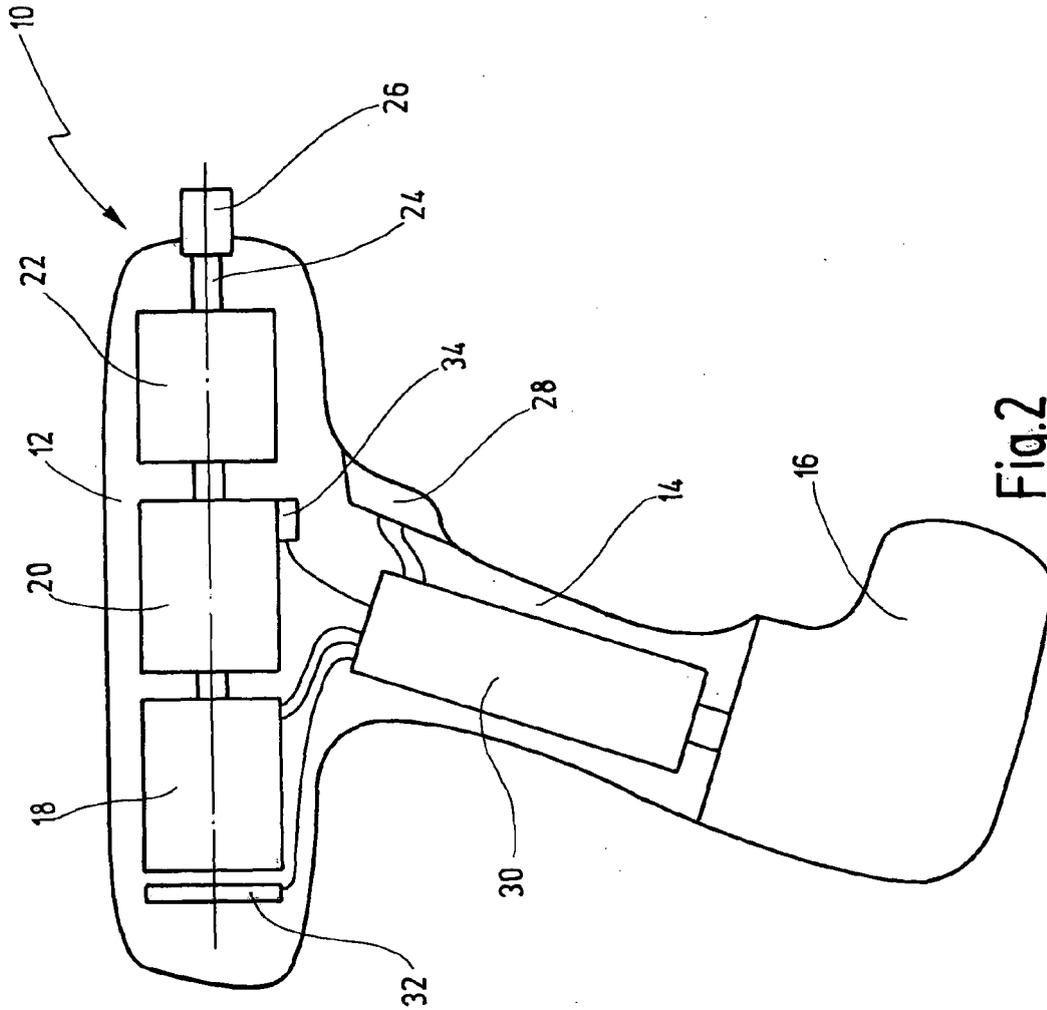


Fig.2

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 4225157 A1 [0003]
- EP 0320723 B1 [0036]
- DE 102004011068 B3 [0037]