

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.06.2011 Patentblatt 2011/26

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

(21) Anmeldenummer: **10192907.3**

(22) Anmeldetag: **29.11.2010**

(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

(72) Erfinder:

- **Profunser, Dieter**
6800, Feldkirch (AT)
- **Wierer, Michael**
6700, Bludenz (AT)
- **Hoop, Alexander**
9494, Schaan (LI)
- **Böni, Hans**
9470, Werdenberg (CH)
- **Gut, Manuel**
6800, Feldkirch (AT)
- **Freischläger, Christof**
6800, Feldkirch (AT)

(30) Priorität: 16.12.2009 DE 102009054762

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

(54) **Steuerungsverfahren für eine handgeführte Werkzeugmaschine und Werkzeugmaschine**

(57) Eine handgeführte drehende Werkzeugmaschine hat einen Elektromotor zum Antreiben eines drehenden Werkzeugs, eine Sensoreinrichtung zum Erfassen einer Blockade des Werkzeugs und eine Ansteuerungseinrichtung, die ansprechend auf eine durch die Senso-

reinrichtung erfasste Blockade eine Drehrichtung des Elektromotors vor der Blockade für eine vorbestimmte Dauer umkehrt und unmittelbar anschließend den Elektromotor veranlasst wieder in der Drehrichtung zu drehen.

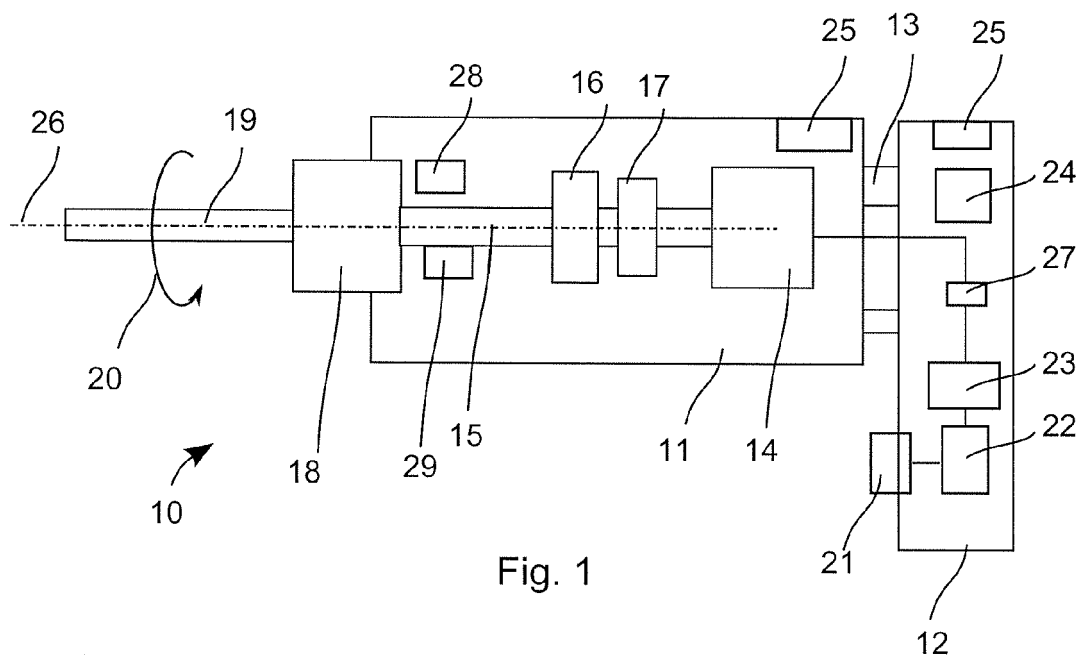


Fig. 1

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Steuerungsverfahren für eine handgeführte Werkzeugmaschine und eine Werkzeugmaschine.

[0002] Aus der US 5,584,619 A ist ein Schutzmechanismus für eine Bohrmaschine bekannt, welcher bei einem Blockieren eines Bohrers den Anwender vor einer übermäßigen Belastung schützen soll. Sobald ein Blockieren erkannt oder erwartet wird, deaktiviert sich die Bohrmaschine. Es können Fälle auftreten, in den sich der Bohrer dauerhaft verklemmt.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0003] Eine Aufgabe besteht in einem Steuerungsverfahren, das den Anwender schützt und einem dauerhaften Verklemmen eines Bohrers entgegenwirkt.

[0004] Bei dem erfindungsgemäßen Steuerungsverfahren für eine handgeführte Werkzeugmaschine, dreht sich ein antreibender Elektromotor in einer gegenüber einer Drehrichtung vor einer Blockade umgekehrten Drehrichtung für eine Dauer, wenn eine Blockade erfasst wird. Unmittelbar anschließend an die Dauer dreht sich der Elektromotor wieder in der Drehrichtung vor der Blockade.

[0005] Das Steuerungsverfahren erweist sich überraschend als qualitativ verschieden von einem kurzzeitigen Unterbrechen des Antriebsstrangs durch eine Rutschkupplung beim Blockieren und eines periodischen Unterbrechens bei einem dauerhaften Blockieren. Dabei kann der Anwender zwar nachfolgend, ebenfalls mit Unterstützung des Elektromotors, versuchen das Werkzeug zu lösen, Versuche zeigen aber eine bei weitem geringere Erfolgsrate als bei einer aktiven Umkehr der Drehrichtung. Dies ist insbesondere auch deshalb überraschend, als dass der Bohrer bei einer Blockade zumeist nicht nur in Vorwärts- sondern auch in Rückwärtsrichtung verklemmt ist. Es wird vermutet, dass das Entspannen des Bohrers beim Umdrehen der Drehrichtung einen positiven Einfluss haben könnte. Der Mehrwert überwiegt den offensichtlichen Nachteil einer höheren Belastung der Bohrmaschine beim Drehen entgegen der standardmäßigen Drehrichtung für welche Zahnräder und Kupplungen nicht ausgelegt oder nur mit Mehraufwand auslegbar sind.

[0006] Die handgeführte drehende Werkzeugmaschine, z.B. für einen Bohrer, hat einen Elektromotor zum Antreiben eines drehenden Werkzeugs, eine Sensoreinrichtung zum Erfassen einer Blockade des Werkzeugs; eine Ansteuerungseinrichtung, die ansprechend auf eine durch die Sensoreinrichtung erfasste Blockade eine Drehrichtung des Elektromotors vor der Blockade für eine Dauer umkehrt und unmittelbar anschließend den Elektromotor veranlasst wieder in der Drehrichtung zu drehen. Die Drehrichtung wechselt somit nach einer

Blockade kurzzeitig von einer Vorwärtsrichtung zu einer Rückwärtsrichtung und sofort anschließend wieder in eine Vorwärtsrichtung. Der Motor wird dabei nicht zwischenzeitlich abgeschaltet, sondern ist alternierend am Bremsen und Beschleunigen. Das Wechseln der Drehrichtung kann auch mehrfach wiederholt werden.

[0007] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass die Dauer 25 ms bis 1000 ms beträgt.

[0008] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass eine Sensoreinrichtung ein Drehen einer Werkzeugaufnahme entgegen der Arbeitsrichtung erfasst und darauf ansprechend ein Drehen des Elektromotors in Drehrichtung vor der Blockade veranlasst.

[0009] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass eine Sensoreinrichtung basierend auf einer Leistungsaufnahme, z.B. der Stromaufnahme, des Elektromotors eine Blockade des Bohrers erkennt.

[0010] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass eine Drehbeschleunigung bei der Blockade erfasst wird und die Dauer in Abhängigkeit der erfassten Drehbeschleunigung des Gehäuses festgelegt wird. Je geringer die Drehbeschleunigung beim Anschlagen des Bohrers ist, um so stabiler scheint ein Anwender die Maschine trotz Blockade führen zu können. Es zeigt sich, dass es vorteilhaft ist, die Dauer zu vergrößern, wenn der Anwender die Maschine gut führen kann, d.h. die Drehbeschleunigung gering ist. Andernfalls muss die Dauer verringert werden.

[0011] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass nach einem ersten Blockadefall Schwellwerte zum Erkennen eines Blockadefalls für eine zweite Dauer verringert werden. Nachdem erstmals eine Blockade erkannt wurde, kann vorsorglich bereits eine unmittelbar nachfolgende Blockade beim Vorwärtsdrehen des Bohrers erwartet werden. Hierdurch wird die Reaktionszeit vorteilhaft verringert. Die zweite Dauer kann das zweifache bis fünffache der zuvor genannten Dauer betragen.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0012] Die nachfolgende Beschreibung erläutert die Erfindung anhand von exemplarischen Ausführungsformen und Figuren. In den Figuren zeigen:

Fig. 1 eine handgeführte Bohrmaschine und

Fig. 2 ein Steuerungsverfahren.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0013] Fig. 1 zeigt eine handgeführte Bohrmaschine 10. Die Bohrmaschine 10 hat ein Maschinengehäuse 11 und einen oder zwei Handgriffe 12 zum Halten der Bohrmaschine 10 durch einen Anwender. Der Handgriff 12 kann starr mit dem Maschinengehäuse 11 oder mittels vibrationsdämpfender Elemente 13 an dem Maschinengehäuse 11 angelegt sein.

[0014] In dem Maschinengehäuse 11 treibt ein Elek-

tromotor **14** eine Spindel **15** an. Der Elektromotor **14** ist beispielsweise ein mechanisch oder elektronisch kommutierender Gleichstrommotor oder ein asynchroner Wechselstrommotor. In einem Kraftübertragungspfad zwischen Spindel **15** und Elektromotor **14** können ein Getriebe **16** und/oder eine Überlastkupplung **17**, z.B. eine Rutschkupplung geschaltet sein. Die Spindel **15** überträgt ihre Drehbewegung mittels einer Werkzeugaufnahme **18** auf einen Bohrer **19**.

[0015] Bei der Bohrmaschine **10** ist eine Drehrichtung der Drehbewegung der Spindel **15** und damit auch des Elektromotors **14** typischerweise fest vorgegeben und auf die Bauweise der Bohrer **19** abgestimmt. Die Drehrichtung für den standardmäßigen Betrieb wird nachfolgend als Arbeitsrichtung **20** oder vorwärts bezeichnet. Bei anderen Handwerkzeugmaschinen, z.B. einem Schrauber, kann die Arbeitsrichtung **20** durch einen Benutzer eingestellt werden.

[0016] Ein Betätigungstaster **21** zum Aktivieren der Bohrmaschine **10** ist vorzugsweise an dem Handgriff **12** oder an dem Maschinengehäuse **11** angeordnet. In einer Ausführungsform ist der Betätigungstaster **21** in einen Stromkreis zwischen einer Stromquelle **22**, z.B. einem Akku oder einem Netzanschluss, und dem Elektromotor **14** geschaltet. Die Bohrmaschine **10** schaltet sich ab, wenn der Anwender den Betätigungstaster **21** loslässt. Der Betätigungstaster **21** kann auch einen Verriegelungsmechanismus beinhalten, der einen dauerhaften Betrieb der Bohrmaschine **10** auch ohne durchgehendes Betätigen des Betätigungstasters **21** ermöglicht.

[0017] Der Betätigungstaster **21** aktiviert eine Ansteuerungseinrichtung **23** für den Elektromotor **14**, sobald er gedrückt wird. Die Ansteuerungseinrichtung **23** kontrolliert die Drehrichtung des Elektromotors **14** und gegebenenfalls auch die Leistungsabgabe des Elektromotors **14**. Je nach Typ des Elektromotors **14** steuert die Ansteuerungseinrichtung **23** in verschiedener Weise die Drehrichtung des Elektromotors **14**. Bei einem mechanisch kommutierenden Gleichstrommotor, z.B. Universalmotor, wird eine Stromflussrichtung durch die Wicklungen in Abhängigkeit der gewünschten Drehrichtung eingestellt. Bei einem asynchronen Wechselstrommotor oder einem elektrisch kommutierenden Gleichstrommotor wird die Drehrichtung durch eine Zeitabfolge vorgegeben, in welcher Wicklungen des Elektromotors **14** mit Strom gespeist werden.

[0018] Die Bohrmaschine **10** übt auf den Anwender ein rückwirkendes Drehmoment aus, welches sich als Reaktion auf das von dem Bohrer **19** auf das Werkstück übertragene Drehmoment ergibt. Solange das Werkstück beim Bohren nachgibt, ist das rückwirkende Drehmoment gering. Bei einem Blockieren eines Bohrers in dem Werkstück ergibt sich aufgrund der schlagartig abgebremsten rotierenden Baugruppen ein hohes rückwirkendes Drehmoment. Der Anwender kann diesem rückwirkenden Drehmoment nicht mehr ausreichend entgegenwirken, weshalb sich die gesamte Bohrmaschine **10** einschließlich der Handgriffe **12** um die Drehachse des

Bohrers **19** zu drehen beginnt. Um Verletzungen des Anwenders vorzubeugen ist es nun vorteilhaft, die Handgriffe **12** von allen oder zumindest einen Teil der rotierenden Baugruppen zu entkoppeln und/oder abzubremesen, um Verletzungen des Anwenders vorzubeugen.

[0019] Fig. 2 illustriert ein Steuerungsverfahren für die Bohrmaschine **10**, das ein Blockieren des Bohrers **19** berücksichtigt. Wenn der Anwender den Betätigungstaster **21** betätigt (Einschaltfall **100**) wird die Ansteuerungseinrichtung **23** aktiviert oder freigeschaltet (Startaktion **101**). Ansprechend auf Steuersignale der Ansteuerungseinrichtung **23** wird der Elektromotor **14** mit der Stromquelle **22** verbunden und dreht sich in Arbeitsrichtung **20** (Betriebsaktion **102**). Die Spindel **15** und der in die Werkzeugaufnahme **18** eingesetzte Bohrer **19** drehen sich vorwärts, in Arbeitsrichtung **20**. Sobald der Anwender den Betätigungstaster **21** loslässt (Abschaltfall **103**), wird der Elektromotor **14** von der Stromquelle **22** getrennt (Stoppaktion **104**). Zusätzlich kann die Ansteuerungseinrichtung **23** den Elektromotor **14** aktiv abbremesen. Hierzu können beispielsweise die Wicklungen kurzgeschlossen werden.

[0020] Solange die Bohrmaschine **10** in Betrieb ist, d.h. der Anwender den Betätigungstaster **21** betätigt, überwacht eine Sensoreinrichtung **24** das Betriebsverhalten auf ein Blockieren des Bohrers **19** hin (Überwachungsaktion **105**). Sobald die Sensoreinrichtung **24** ein Blockieren erkennt (Blockadefall **106**, Zeitpunkt t_0), wird die Drehrichtung des Elektromotors **14** umgedreht. Der Elektromotor **14** wird dazu aktiv bis zum Stillstand abgebremst (Sicherheitsaktion **107**). Eine erste Dauer T_1 bis der Elektromotor **14** gestoppt ist, hängt unter anderem von einem Drehmoment des Elektromotors **14** ab. Sobald der Stillstand des Elektromotor **14** erreicht ist, beschleunigt dieser sofort rückwärts weiter, entgegen der vorigen Arbeitsrichtung **20** (Umkehraktion **108**). Für eine zweite Dauer T_2 im Bereich z.B. zwischen 25 ms und 1000 ms, vorzugsweise zwischen 25 ms und 200 ms, dreht sich der Elektromotor **14** rückwärts. Gegenüber dem Zeitpunkt, an dem ein Blockieren erfasst wurde, wird der Elektromotor **14** um einen Winkel zurückgedreht. Die Spindel **15** und der Bohrer **19** folgen zumindest teilweise der rückwärtslaufenden Drehbewegung des Elektromotors **14**. Aufgrund der Trägheit und Elastizität der Komponenten in dem Kraftübertragungspfad, z.B. der Spindel **15**, und auch des Bohrers **19** verdrillen sich diese während des Blockierens und entspannen sich während des Rückwärtsdrehens des Elektromotors **14**. Die Drehrichtung wird anschließend an die zweite Dauer T_2 erneut gewechselt und der Elektromotor **14** dreht wieder vorwärts (Betriebsaufnahmeaktion **109**). Die Sensoreinrichtung **24** überwacht wieder das Betriebsverhalten, falls sie zweckmäßigerweise während des Rückwärtsdrehens deaktiviert wurde.

[0021] Die Ursache der Blockade ist häufig nach einem einmaligen Rücksetzen des Elektromotors **14** um einen Winkel durch die Sicherheitsaktion **107** und Umkehraktion **108** und die anschließende Betriebsaufnahmeaktion

109 nicht behoben. Die Sensoreinrichtung **24** erkennt erneut ein Blockieren (Blockadefall **106**, Zeitpunkt **t1**) und wird in diesem Fall erneut ein Rücksetzen des Elektromotors **14**, d.h. die Sicherheitsaktion **107**, Umkehraktion **108** und die anschließende Betriebsaufnahmeaktion **109** auslösen. Die Drehrichtung des Elektromotors **14** wechselt in Folge nahezu periodisch für mehrere Zyklen. Der Elektromotor **14** bleibt während der mehreren Zyklen dauerhaft in Betrieb. Einzig ein Drehsinn des von ihm ausgeübten Drehmoments wechselt von in Arbeitsrichtung **20** zur gegenläufigen Richtung (Sicherheitsaktion **107**, Umkehraktion **108**) und wieder zur Arbeitsrichtung (Betriebsaufnahmeaktion **109**). Der Elektromotor **14** würde nur abgeschaltet, falls der Anwender den Betätigungstaster **21** loslässt (Abschaltfall **103**).

[0022] In einer Ausführungsform hat die Sensoreinrichtung **24** einen oder mehrere Beschleunigungssensoren **25** an dem Maschinengehäuse **11** oder dem Handgriff **12**, die vorzugsweise versetzt zu einer Drehachse **26** der Spindel **15** angeordnet sind. Die Beschleunigungssensoren **25** erfassen eine Drehbewegung des Maschinengehäuses **11**. Die erfassten Beschleunigungswerte werden aufbereitet und mit einem Maß verglichen, das charakteristisch für ein Blockieren ist. Das Maß kann beispielsweise auf dem aktuellen Beschleunigungswert und einer Historie der Beschleunigungswerte basieren. Sobald das Maß einen Schwellwert überschreitet, erkennt die Sensoreinrichtung **24** dies als ein Blockieren (Blockadefall **105**). Das Erkennen eines erneuten Blockierens innerhalb von 20 ms bis 2000 ms kann anhand anderer Kriterien erfolgen, als das Erkennen des vorhergehenden Blockierens. Insbesondere kann ein geringerer Schwellwert angesetzt werden.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform hat die Sensoreinrichtung **24** einen oder mehrere Stromsensoren **27**, die eine Leistungsaufnahme des Elektromotors **14** erfassen. Die Leistungsaufnahme steigt typischerweise sprunghaft an, wenn der Bohrer **19** sich kurz vor einer Blockade schwergängig dreht. Die Stromsensoren **27** können beispielsweise in einer Motoransteuerung für den elektrisch kommutierten Elektromotor enthalten sein. Das Maß zum Erkennen des Blockierens kann auf den Stromwerten und/oder auf den obig beschriebenen Beschleunigungswerten basieren.

[0024] Die zweite Dauer T2 für die der Elektromotor **14** sich rückwärts dreht, kann für die Bohrmaschine **10** fest vorgegeben sein. In einer Ausgestaltung ist eine Sensoreinrichtung **28** vorgesehen, die eine Drehrichtung der Werkzeugaufnahme **18** ermittelt. Nachdem ein Rückwärtsdrehen der Werkzeugaufnahme **18**, z.B. um einen Winkel von 2 Grad bis 5 Grad ermittelt wird, wird die zweite Dauer T2 beendet und der Elektromotor **14** dreht sich wieder vorwärts. Die Sensoreinrichtung **28** kann beispielsweise das Drehen der Werkzeugaufnahme **18** mittels induktiver Sensoren erfassen.

[0025] Eine andere Ausgestaltung ermittelt das auf die Spindel **15** wirkende Drehmoment, d.h. das von dem Elektromotor **14** abgegebene Drehmoment, während der

zweiten Dauer T2. Sobald das Drehmoment unter einen Schwellwert fällt, wird die zweite Dauer T2 beendet. Es wird angenommen, dass der Elektromotor **14** mit fallender Last ein geringeres Drehmoment abgibt. Die Last reduziert sich, sobald der Bohrer **19** und andere zu drehenden Elemente **15**, **16**, **17**, **18** gegen ihre Trägheitsmomente beschleunigt sind und sich rückwärts drehen.

[0026] In einer weiteren Ausgestaltung erfasst eine Sensoreinrichtung **29** mit Dehnungssensoren eine Verspannung der Spindel **15**. Die zweite Dauer T2 endet, wenn die Sensoreinrichtung **29** ein Abfallen einer Verspannung unter einen Schwellwert erfassen. Die Verspannung lässt nach, wenn der Bohrer **19** sich rückwärts dreht und nicht weiter oder in geringem Maß beschleunigt wird.

[0027] Die Verfahren und Sensoreinrichtungen, die ein Beenden der zweiten Dauer T2 auslösen, können in vielfältiger Weise kombiniert werden. Zusätzlich kann die zweite Dauer T2 auf einen vorgegebenen Maximalwert von z.B. 10 ms bis 25 ms begrenzt werden.

[0028] Die Ausführungsformen verdeutlichen Beispiele der Erfindung. Diese sind nicht beschränkend auszulegen, insbesondere können zwischen den angeführten Aktionen weitere Aktionen ausgeführt werden, soweit dies nicht explizit anders gefordert ist.

Patentansprüche

1. Steuerungsverfahren für eine handgeführte drehenden Werkzeugmaschine (**10**), insbesondere eine Bohrmaschine, bei welchem ansprechend auf ein Erfassen einer Blockade eines drehenden Werkzeugs (**24**) ein antreibender Elektromotor (**19**) seine Drehrichtung gegenüber seiner Drehrichtung (**20**) vor der Blockade für eine Dauer umkehrt und sich unmittelbar anschließend wieder in der Drehrichtung (**20**) vor der Blockade dreht.
2. Steuerungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dauer 25 ms bis 1000 ms beträgt.
3. Steuerungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Sensoreinrichtung (**28**, **29**) ein Drehen des Werkzeugs (**19**) entgegen der Arbeitsrichtung (**20**) erfasst und darauf ansprechend ein Drehen des Elektromotors (**14**) in Drehrichtung (**20**) vor der Blockade veranlasst.
4. Steuerungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Sensoreinrichtung (**27**) basierend auf einer Leistungsaufnahme des Elektromotors (**14**) eine Blockade des Werkzeugs erkennt.
5. Steuerungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

eine Sensoreinrichtung basierend auf einer Drehbeschleunigung (25) der Handwerkzeugmaschine (10) eine Blockade des Werkzeugs erkennt.

6. Steuerungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Drehbeschleunigung eines Gehäuses (11) oder Handgriffs (12) der Handwerkzeugmaschine (10) bei der Blockade erfasst wird und die Dauer in Abhängigkeit der erfassten Drehbeschleunigung festgelegt wird. 5
10

7. Steuerungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach einem ersten Blockadefall Schwellwerte zum Erkennen eines Blockadefalls für eine zweite Dauer verringert werden. 15

8. Steuerungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehrichtung nach einer erstmaligen Blockade wenigstens fünfmal periodisch gewechselt wird. 20

9. Handgeführte drehende Werkzeugmaschine (10) mit 25

einem Elektromotor (14) zum Antreiben eines drehenden Werkzeugs (19),

einer Sensoreinrichtung zum Erfassen einer Blockade des Werkzeugs (19);

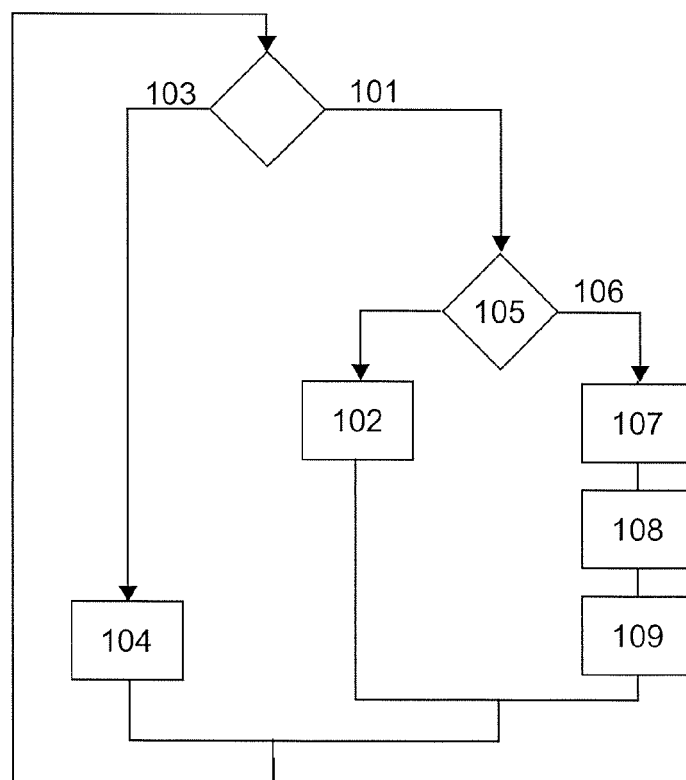
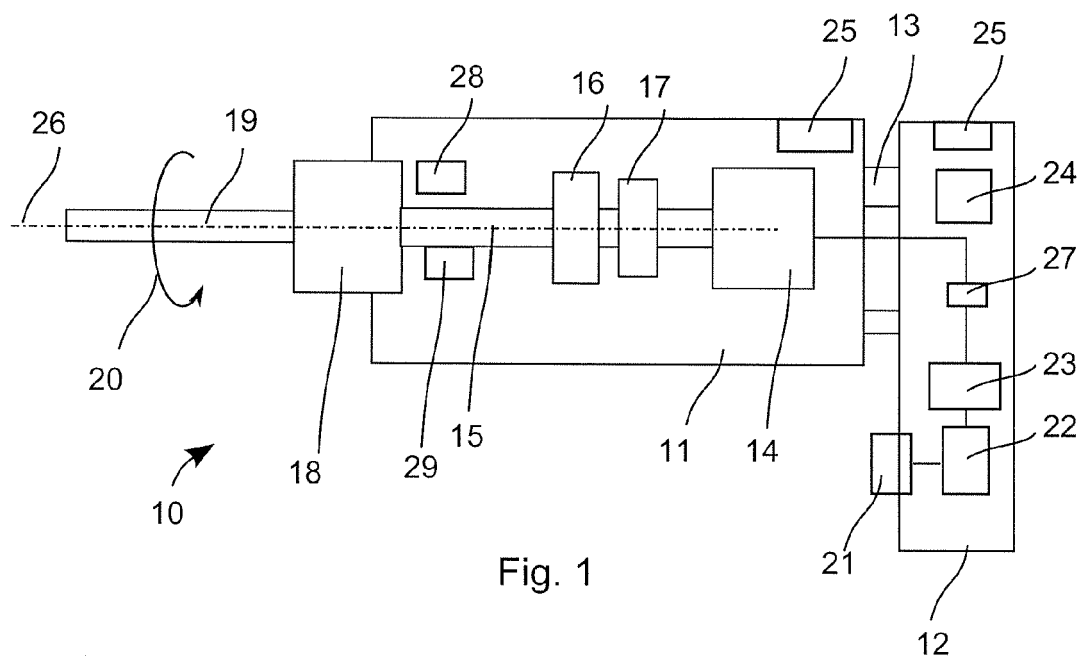
einer Ansteuerungseinrichtung (23), die ansprechend auf eine durch die Sensoreinrichtung erfasste Blockade eine Drehrichtung des Elektromotors vor der Blockade für eine vorbestimmte Dauer umkehrt und unmittelbar anschließend den Elektromotor (14) veranlasst wieder in der Drehrichtung zu drehen. 30
35

40

45

50

55



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

- US 5584619 A [0002]