



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 17 636 A1** 2004.11.25

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 17 636.5**
(22) Anmeldetag: **17.04.2003**
(43) Offenlegungstag: **25.11.2004**

(51) Int Cl.7: **H02P 3/12**

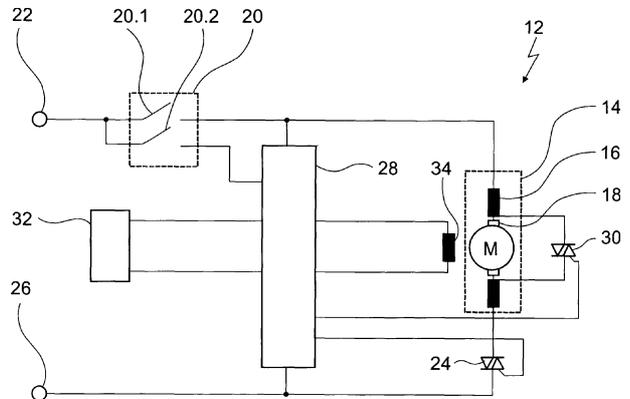
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Hahn, Dietmar, 70839 Gerlingen, DE; Walter,
Roland, 75233 Tiefenbronn, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Bremseinrichtung für einen Elektromotor**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung geht aus von einer Bremsvorrichtung (12) für einen Elektromotor (14), insbesondere für einen Elektromotor (14) einer Werkzeugmaschine (10), mit einem Kurzschlusschalter (30) zum Kurzschließen einer Ankerwicklung (18) des Elektromotors (14) während eines Bremsvorgangs. Es wird vorgeschlagen, dass der Kurzschlusschalter (30) zur Steuerung seines Schaltzustands einen Steuereingang aufweist, wobei der Steuereingang des Kurzschlusschalters (30) mit einer Steuereinheit (28) verbunden ist, um während des Bremsvorgangs zur Vermeidung von Bürstenfeuer eine Phasenanschnittsteuerung des Kurzschlusschalters (30) durchzuführen. Weiterhin umfasst die Erfindung ein Elektrogerät mit einer derartigen Bremsvorrichtung (12) sowie ein entsprechendes Betriebsverfahren.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Bremseinrichtung für einen Elektromotor, insbesondere für einen Elektromotor einer Werkzeugmaschine, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Es ist bekannt, Handwerkzeugmaschinen, wie beispielsweise Bohrmaschinen und Handkreissägen, durch Gleichstromreihenschlussmotoren anzutreiben, die auch als Universalmotoren bezeichnet werden.

[0003] Beim Abschalten derartiger Handwerkzeugmaschinen kommt der Gleichstromreihenschlussmotor aufgrund der mechanischen Trägheit des Antriebsstrangs nicht sofort zum Stillstand, was für den Benutzer die Gefahr einer Verletzung während des Auslaufens in sich birgt.

Stand der Technik

[0004] Zur Verringerung dieser Verletzungsgefahr ist aus EP 0 578 366 A2 eine Bremseinrichtung für einen Gleichstromreihenschlussmotor bekannt, bei der die Ankerwicklung des Gleichstromreihenschlussmotors durch einen Kurzschlusschalter kurzgeschlossen werden kann, um eine Bremswirkung zu erzielen, so dass der Gleichstromreihenschlussmotor bei einem Abschalten schneller zum Stillstand kommt. Diese Bremswirkung entsteht dadurch, dass der Kurzschlussstrom in der Ankerwicklung ein Magnetfeld aufbaut, das dem äußeren Magnetfeld der Feldwicklung des Gleichstromreihenschlussmotors entgegengesetzt ist.

[0005] Die Ansteuerung des Kurzschlusschalters erfolgt hierbei durch den Benutzer der Handwerkzeugmaschine, wobei der Hauptschalter der Handwerkzeugmaschine mit dem Kurzschlusschalter gekoppelt ist. Bei einem Abschalten der Handwerkzeugmaschine durch den Benutzer erfolgt also gleichzeitig ein Schließen des Kurzschlusschalters.

Vorteile der Erfindung

[0006] Die Erfindung sieht ebenfalls eine Bremseinrichtung für einen Elektromotor vor, bei dem eine Ankerwicklung des Elektromotors durch einen Kurzschlusschalter kurzgeschlossen werden kann.

[0007] Der Kurzschlusschalter weist hierbei jedoch zur Steuerung seines Schaltzustands einen Steuereingang auf, wobei der Steuereingang des Kurzschlusschalters mit einer Steuereinheit verbunden ist, um während des Bremsvorgangs zur Vermeidung von Bürstenfeuer eine Phasenanschnittsteuerung des Kurzschlusschalters bzw. des durch die Ankerwicklung fließenden elektrischen Stroms durchzuführen.

[0008] Die Erfindung ermöglicht also eine Kurzschlussbremsung eines Gleichstromreihenschlussmotors mit einem verringerten Bürstenfeuer im Vergleich zu der eingangs beschriebenen bekannten Bremseinrichtung für einen Gleichstromreihenschlussmotor.

[0009] Die Phasenanschnittsteuerung des während des Bremsvorgangs durch die Ankerwicklung des Elektromotors fließenden elektrischen Stroms erfolgt vorzugsweise mit einem solchen Phasenwinkel, dass der Effektivwert des elektrischen Stroms nahezu einem normalen Kurzschluss entspricht, damit nach Möglichkeit auch die gleiche Bremswirkung wie bei einem normalen Kurzschluss erreicht wird.

[0010] Die im Rahmen der Erfindung eingesetzte Phasenschnittsteuerung ist an sich bekannt und beispielsweise in Philippow, E.: Taschenbuch Elektrotechnik, Band 5, Carl Hanser Verlag, 1. Auflage, Seite 933 ff. beschrieben, so dass im Folgenden auf eine detaillierte Beschreibung der technischen Einzelheiten der Phasenanschnittsteuerung verzichtet werden kann und der Inhalt dieses Lehrbuchs der vorliegenden Beschreibung hinsichtlich der Phasenanschnittsteuerung in vollem Umfang zuzurechnen ist.

[0011] Vorzugsweise weist die erfindungsgemäße Bremseinrichtung zur Trennung des Elektromotors von einer Stromversorgung einen Verzögerungsschalter auf, der durch einen Benutzer bedienbar ist und nach einer Schalthandlung des Benutzers erst zeitverzögert ausschaltet. Diese zeitverzögerte Abschaltung des Elektromotors ist bei der erfindungsgemäßen Bremseinrichtung vorteilhaft, da der Kurzschluss der Ankerwicklung in Verbindung mit dem durch die Feldwicklung des Elektromotors erzeugten äußeren Magnetfeld die gewünschte Bremswirkung erzeugt. Eine sofortige Abschaltung der Feldwicklung würde also die Bremswirkung verringern und die Auslaufzeit verlängern. Die Betätigung des Verzögerungsschalters durch den Benutzer führt also vorzugsweise zunächst nur zu einem Kurzschluss der Ankerwicklung in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Phasenanschnittsteuerung des durch die Ankerwicklung fließenden Stroms, wohingegen die vollständige Abschaltung des Elektromotors mit der Feldwicklung und der Ankerwicklung erst zeitverzögert erfolgt.

[0012] Hierbei weist der Verzögerungsschalter vorzugsweise eine vorgegebene Zeitverzögerung zwischen einer Schalthandlung des Benutzers und der dadurch verursachten Trennung von der Stromversorgung auf, wobei die Zeitverzögerung vorzugsweise mindestens so lang ist wie der Bremsvorgang. Eine derartige Bemessung der Zeitverzögerung des Verzögerungsschalters ist vorteilhaft, damit die Feldwicklung während der gesamten Auslaufzeit ange-

schaltet bleibt und zu der Bremswirkung beitragen kann.

[0013] Der Verzögerungsschalter ist hierbei vorzugsweise mit der Steuereinheit verbunden, um die Steuereinheit über eine Schalthandlung des Benutzers zu informieren, damit die Steuereinheit den Kurzschlusschalter entsprechend ansteuern kann.

[0014] Darüber hinaus ist vorzugsweise ein Handhabungssensor vorgesehen, der bei einer Werkzeugmaschine erkennen kann, ob die Werkzeugmaschine von dem Benutzer handgeführt ist oder abgelegt wurde. Eine Erkennung dieser unterschiedlichen Betriebszustände der Werkzeugmaschine ist sinnvoll, da der Bremsvorgang relativ schnell erfolgen sollte, wenn die Werkzeugmaschine abgelegt wurde, da dann eine erhöhte Verletzungsgefahr besteht. Falls der Benutzer die Werkzeugmaschine dagegen in der Hand führt, kann die Auslaufzeit länger sein, da die Verletzungsgefahr dann geringer ist. Der Handhabungssensor kann beispielsweise ein einfacher Schalter sein, der in den Griff der Handwerkzeugmaschine integriert ist und von dem Benutzer der Handwerkzeugmaschine beim Halten des Griffes der Handwerkzeugmaschine automatisch betätigt wird.

[0015] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Bremseinrichtung ist ferner ein Drehzahlsensor vorgesehen, der die Drehzahl des Elektromotors erfasst, wobei der Drehzahlsensor mit der Steuereinheit der Bremseinrichtung verbunden ist, um den Bremsvorgang in Abhängigkeit von der Drehzahl des Elektromotors zu beeinflussen. Die Drehzahlmessung ermöglicht beispielsweise die Erkennung eines Störfalls, der beispielsweise durch ein Festklemmen des Werkzeugs in dem bearbeiteten Werkstück entstehen kann. Bei einem solchen Störfall ist eine möglichst schnelle Notabschaltung der Werkzeugmaschine sinnvoll. Die Regelparameter für den Anker- und den Feldstrom sowie für die Phasenanschnittsteuerung können dann so eingestellt werden, dass die Auslaufzeit minimal ist. Bei einem Abschalten während des Normalbetriebs bei Nenn-Drehzahl werden die Regelparameter für Anker- und Feldstrom sowie für die Phasenanschnittsteuerung dagegen vorzugsweise so gewählt, dass ein minimales Bürstenfeuer auftritt.

[0016] Ferner weist die erfindungsgemäße Bremseinrichtung vorzugsweise einen Sicherheitsschalter auf, um den Elektromotor eingangsseitig kurzzuschließen, wodurch eine Notabschaltung möglich ist. Bei einem eingangsseitigen Kurzschluss des Elektromotors durch den Sicherheitsschalter wird üblicherweise die elektrische Haussicherung oder eine eingebaute Schmelzsicherung ausgelöst, was auch bei einem Fehlverhalten eingebauter Halbleiterschalter zu einer sicheren Abschaltung führt.

[0017] Bei dem Kurzschlusschalter für die Ankerwicklung des Elektromotors handelt es sich vorzugsweise um einen Halbleiterschalter, wie einen Triac, jedoch ist die Erfindung nicht auf diesen Schaltertyp beschränkt, sondern grundsätzlich auch mit anderen Schaltertypen realisierbar.

Ausführungsbeispiel

Zeichnungen

[0018] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In den Zeichnungen sind mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0019] Es zeigen:

[0020] Fig. 1 eine Handkreissäge mit einer erfindungsgemäßen Bremseinrichtung in einer Perspektivansicht,

[0021] Fig. 2 ein Schaltbild der erfindungsgemäßen Bremseinrichtung sowie

[0022] Fig. 3 ein Schaltbild eines alternativen Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Bremseinrichtung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0023] Die Perspektivansicht in Fig. 1 zeigt eine weitgehend herkömmlich aufgebaute Handkreissäge 10, so dass im Folgenden auf eine detaillierte Beschreibung des herkömmlichen Aufbaus der Handkreissäge 10 verzichtet werden kann und diesbezüglich auf die einschlägige Patentliteratur verwiesen wird.

[0024] Als Besonderheit weist die Handkreissäge 10 eine Bremseinrichtung 12 auf, die in Fig. 2 in Form eines Schaltbildes dargestellt ist und nachfolgend detailliert beschrieben wird.

[0025] Der mechanische Antrieb der Handkreissäge 10 erfolgt durch einen Gleichstromreihenschlussmotor 14, der eine Feldwicklung 16 und eine Ankerwicklung 18 aufweist, wobei die Feldwicklung 16 und die Ankerwicklung 18 in Reihe geschaltet sind.

[0026] Der Gleichstromreihenschlussmotor 14 ist über einen Verzögerungsschalter 20 mit einem ersten Anschlusskontakt 22 und über einen Triac 24 mit einem zweiten Anschlusskontakt 26 verbunden, wobei die beiden Anschlusskontakte 22, 26 in herkömmlicher Weise mit einer Stromversorgung verbunden

sind.

[0027] Darüber hinaus weist die Bremseinrichtung **12** eine Steuereinheit **28** auf, die unter anderem den Triac **24** ansteuert, um die Drehzahl des Gleichstromreihenschlussmotors **14** einzustellen, wie noch detailliert beschrieben wird.

[0028] Der Verzögerungsschalter **20** ist bipolar aufgebaut und weist zwei getrennte Schaltelemente **20.1**, **20.2** auf, wobei das Schaltelement **20.2** von dem Bediener der Handkreissäge **10** betätigt werden kann, wohingegen das Schaltelement **20.1** dem Schaltzustand des Schaltelements **20.2** mit einer vorgegebenen Verzögerungszeit folgt.

[0029] Beim Trennen des Schaltelements **20.2** durch den Bediener der Handkreissäge **10** bleibt das Schaltelement **20.1** zunächst noch während der Verzögerungszeit geschlossen und trennt erst dann. Die technische Bedeutung dieser verzögerten Ansteuerung des Schaltelements **20.1** im Rahmen der erfindungsgemäßen Bremseinrichtung **12** wird später noch detailliert erläutert.

[0030] Weiterhin weist die erfindungsgemäße Bremseinrichtung **12** einen Triac **30** auf, der einen Kurzschluss der Ankerwicklung **18** ermöglicht, um den Gleichstromreihenschlussmotor **14** abzubremesen, wobei der Triac **30** durch die Steuereinheit **28** angesteuert wird, wie ebenfalls noch detailliert beschrieben wird.

[0031] Ferner weist die Bremseinrichtung **12** einen Handhabungssensor **32** auf, der mit der Steuereinheit **28** verbunden ist und ermittelt, ob die Handkreissäge **10** von dem Bediener in der Hand gehalten wird oder abgelegt wurde. Diese Unterscheidung ist wichtig, da ein Gefahrenfall vorliegt, wenn der Gleichstromreihenschlussmotor **14** läuft, obwohl der Bediener die Handkreissäge **10** nicht mehr in der Hand hält. In einem solchen Gefahrenfall ist eine Notabschaltung der Handkreissäge **10** erforderlich, wie noch detailliert beschrieben wird.

[0032] Schließlich weist die Bremseinrichtung **12** einen Drehzahlsensor **34** auf, der ebenfalls mit der Steuereinheit **28** verbunden ist, wobei der Drehzahlsensor **34** ebenfalls die Aufgabe hat, einen Gefahrenfall zu erkennen, um den Bremsvorgang entsprechend beeinflussen zu können, wie noch detailliert beschrieben wird.

[0033] Im Folgenden wird nun die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Bremseinrichtung **12** beschrieben.

[0034] Im Normalbetrieb hält der Bediener die Handkreissäge **10** mit der Hand fest, was von dem Handhabungssensor **32** erkannt und der Steuerein-

heit **28** signalisiert wird.

[0035] Weiterhin kann sich der Gleichstromreihenschlussmotor **14** im Normalbetrieb frei drehen, was durch den Drehzahlsensor **34** erkannt und der Steuereinheit **28** signalisiert wird.

[0036] Der Bediener kann dann das Schaltelement **20.2** manuell schließen, wodurch sich auch das Schaltelement **20.1** schließt, so dass der Gleichstromreihenschlussmotor **14** bestromt wird.

[0037] Hierbei kann die Steuereinheit **28** durch eine geeignete Ansteuerung des Triacs **24** die Drehzahl des Gleichstromreihenschlussmotors **14** auf einen vorgegebenen Sollwert einregeln.

[0038] Während dieses Normalbetriebs steuert die Steuereinheit **28** den Triac **30** nicht-leitend, so dass der Gleichstromreihenschlussmotor **14** normal arbeitet.

[0039] Falls der Bediener die Handkreissäge **10** durch eine Betätigung des Schaltelements **20.2** abschaltet, wird dies von der Steuereinheit **28** sofort erkannt. Die Steuereinheit **28** führt daraufhin ein Zünden des Triacs **30** durch, so dass die Ankerwicklung **18** des Gleichstromreihenschlussmotors **14** kurzgeschlossen wird.

[0040] Nach dem Trennen des Schaltelements **20.2** bleibt das Schaltelement **20.1** des Verzögerungsschalters **20** jedoch noch während einer vorgegebenen Verzögerungszeit geschlossen, so dass die Feldwicklung **16** des Gleichstromreihenschlussmotors **14** zunächst weiter bestromt wird. Sowohl Triac **24** als auch Triac **30** führen eine Phasenanschnittsteuerung des Feldstroms bzw. Kurzschlussstroms durch.

[0041] Das durch die Feldwicklung **16** dabei aufgebaute äußere Magnetfeld wirkt während des Bremsvorgangs mit dem durch die Ankerwicklung **18** aufgebauten Magnetfeld so zusammen, dass ein Bremsmoment entsteht, wodurch die Auslaufzeit des Gleichstromreihenschlussmotors **14** verringert wird.

[0042] Bei einem derartigen normalen Abschalten des Gleichstromreihenschlussmotors **14** erfolgt die Ansteuerung der Triacs **30** und **24** so, dass ein minimales Bürstenfeuer auftritt.

[0043] Darüber hinaus ermöglicht die erfindungsgemäße Bremseinrichtung **12** auch eine Notabschaltung der Handkreissäge **10**.

[0044] Eine derartige Notabschaltung ist beispielsweise erforderlich, wenn die Kreissäge **10** dem Bediener aus der Hand gefallen ist, was von dem Handhabungssensor **32** erkannt wird. In einem solchen

Gefahrenfall steuert die Steuereinheit **28** die beiden Triacs **24**, **30** so an, dass eine maximale Bremswirkung auftritt, wobei auch ein stärkeres Bürstenfeuer und ein größerer Kohleabbrand in Kauf genommen wird.

[0045] Darüber hinaus erfolgt eine Notabschaltung auch dann, wenn die Handkreissäge **10** festläuft, was beispielsweise durch ein Festklemmen des Sägeblatts in dem zu sägenden Werkstück verursacht werden kann. Dieser Gefahrenfall wird von dem Drehzahlsensor **34** anhand eines starken und plötzlichen Drehzahlabfalls erkannt und der Steuereinheit **28** signalisiert. Daraufhin steuert die Steuereinheit **28** wiederum die beiden Triacs **24**, **30** so an, dass die Bremswirkung maximal ist, wobei wiederum ein stärkeres Bürstenfeuer und ein entsprechend größerer Kohleabbrand in Kauf genommen wird.

[0046] Das in **Fig. 3** dargestellte alternative Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bremseinrichtung **12'** stimmt weitgehend mit dem vorstehend beschriebenen und in **Fig. 2** dargestellten Ausführungsbeispiel **12** überein, so dass im Folgenden zur Vermeidung von Wiederholungen weitgehend auf die vorstehende Beschreibung zur **Fig. 2** verwiesen wird und für entsprechende Bauteile dieselben Bezugszeichen verwendet werden, die zur Unterscheidung lediglich durch ein Apostroph gekennzeichnet sind.

[0047] Eine Besonderheit der Bremseinrichtung **12'** besteht darin, dass die Abschaltung des Gleichstromreihenschlussmotors **14'** nicht durch den in **Fig. 2** dargestellten Verzögerungsschalter **20** erfolgt, sondern durch eine entsprechende Ansteuerung des Triacs **24'**.

[0048] Zusätzlich weist die Bremseinrichtung **12'** einen weiteren Triac **36'** auf, der einen eingangsseitigen Kurzschluss zwischen den Anschlusskontakten **22'** und **26'** ermöglicht, wobei der Triac **36'** von der Steuereinheit **28'** angesteuert wird. Der Triac **36'** ermöglicht eine Notabschaltung, indem die Steuereinheit **28'** den Triac **36'** leitend steuert, was zu einem Kurzschluss zwischen den Anschlusskontakten **22'** und **26'** führt, wodurch eine vorgeordnete elektrische Sicherung ausgelöst wird.

[0049] Zur Einleitung eines Abschaltvorgangs ist hierbei ein Schaltelement **38'** vorgesehen, das mit der Steuereinheit **28'** verbunden ist, wobei die Steuereinheit **28'** den Triac **24'** entsprechend dem Schaltzustand des Schaltelements **38'** ansteuert.

[0050] Vorteilhaft an dieser Ausführungsform ist die Tatsache, dass das Schaltelement **38'** als einfacher Signalschalter ausgebildet sein kann, der keine Leistung steuern muss. Das Schaltelement **38'** kann deshalb als Mikroschalter oder sogar als druckempfindlicher Sensor aufgebaut sein.

[0051] Darüber hinaus ist bei der Bremseinrichtung **12** die Zeitverzögerungsfunktion durch eine Software in der Steuereinheit **28** nachgebildet, so dass auf den Verzögerungsschalter **20** verzichtet werden kann.

[0052] Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen möglich, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und deshalb in den Schutzbereich fallen.

Bezugszeichenliste

| | |
|-------------------|-------------------------------|
| 10 | Handkreissäge |
| 12,12' | Bremseinrichtung |
| 14,14' | Gleichstromreihenschlussmotor |
| 16,16' | Feldwicklung |
| 18,18' | Ankerwicklung |
| 20 | Verzögerungsschalter |
| 20.1, 20.2 | Schaltelement |
| 22,22' | Anschlusskontakt |
| 24,24' | Triac |
| 26,26' | Anschlusskontakt |
| 28,28' | Steuereinheit |
| 30,30' | Triac |
| 32,32' | Handhabungssensor |
| 34,34' | Drehzahlsensor |
| 36' | Triac |
| 38' | Schaltelement |

Patentansprüche

1. Bremseinrichtung (**12, 12'**) für einen Elektromotor (**14, 14'**), insbesondere für einen Elektromotor (**14, 14'**) einer Werkzeugmaschine (**10**), mit einem Kurzschlusschalter (**30, 30'**) zum Kurzschließen einer Ankerwicklung (**18, 18'**) des Elektromotors (**14, 14'**) während eines Bremsvorgangs, dadurch gekennzeichnet, dass der Kurzschlusschalter (**30, 30'**) zur Steuerung seines Schaltzustands einen Steuerungseingang aufweist, wobei der Steuerungseingang des Kurzschlusschalters (**30, 30'**) mit einer Steuereinheit (**28, 28'**) verbunden ist, um während des Bremsvorgangs zur Vermeidung von Bürstenfeuer eine Phasenanschnittsteuerung des Kurzschlusschalters (**30, 30'**) durchzuführen.

2. Bremseinrichtung (**12, 12'**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Trennung von einer Stromversorgung ein Verzögerungsschalter (**20**) vorgesehen ist, der durch einen Benutzer bedienbar ist und nach einer Schalthandlung des Benutzers erst zeitverzögert ausschaltet.

3. Bremseinrichtung (**12, 12'**) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Verzögerungsschalter (**20**) zwischen einer Schalthandlung des Benutzers und der Trennung von der Stromversorgung eine vorgegebene Zeitverzögerung aufweist, wobei

die Zeitverzögerung mindestens so lang ist wie der Bremsvorgang.

4. Bremseinrichtung (12, 12') nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Verzögerungsschalter (20) mit der Steuereinheit (28, 28') verbunden ist, um die Steuereinheit (28, 28') über eine Schalthandlung des Benutzers zu informieren.

5. Bremseinrichtung (12, 12') nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Handhabungssensor (32, 32') zur Erkennung einer Handhabung der Werkzeugmaschine (10), wobei der Handhabungssensor (32, 32') mit der Steuereinheit (28, 28') verbunden ist.

6. Bremseinrichtung (12, 12') nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Drehzahlsensor (34, 34') zur Erfassung der Drehzahl des Elektromotors (14, 14'), wobei der Drehzahlsensor (34, 34') mit der Steuereinheit (28, 28') verbunden ist, um den Bremsvorgang in Abhängigkeit von der Drehzahl des Elektromotors (14, 14') zu beeinflussen.

7. Bremseinrichtung (12, 12') nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Sicherheitsschalter (36'), um eine Stromversorgung bei einer Störung kurzzuschließen, wobei der Sicherheitsschalter (36') einen Steuereingang aufweist, der mit der Steuereinheit (28, 28') verbunden ist.

8. Elektrogerät, insbesondere Werkzeugmaschine (10), mit einer Bremseinrichtung (12, 12') nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

9. Bremsverfahren für einen Elektromotor (14, 14') mit einer Ankerwicklung (18, 18'), insbesondere für einen Elektromotor (14, 14') einer Werkzeugmaschine (10), wobei die Ankerwicklung (18, 18') über einen Kurzschlusschalter (30, 30') kurzgeschlossen wird, um eine Bremswirkung zu erzeugen, dadurch gekennzeichnet, dass eine Phasenanschnittsteuerung des Kurzschlusschalters (30, 30') erfolgt, um beim Abbremsen des Elektromotors (14, 14') Bürstenfeuer zu vermeiden.

10. Bremsverfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Feldwicklung (16, 16') des Elektromotors (14, 14') beim Abbremsen des Elektromotors (14, 14') mindestens zeitweise weiterhin bestromt wird.

11. Bremsverfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor (14, 14') eine Werkzeugmaschine (10) antreibt, die unterschiedliche Betriebszustände aufweisen kann, wobei der aktuelle Betriebszustand der Werkzeugmaschine

(10) ermittelt und die Phasenanschnittsteuerung des Kurzschlusschalters (30, 30') in Abhängigkeit von dem ermittelten Betriebszustand beeinflusst wird.

12. Bremsverfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor (14, 14') in einem ersten Betriebszustand der Werkzeugmaschine (10) schneller abgebremst wird als in einem zweiten Betriebszustand der Werkzeugmaschine (10).

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

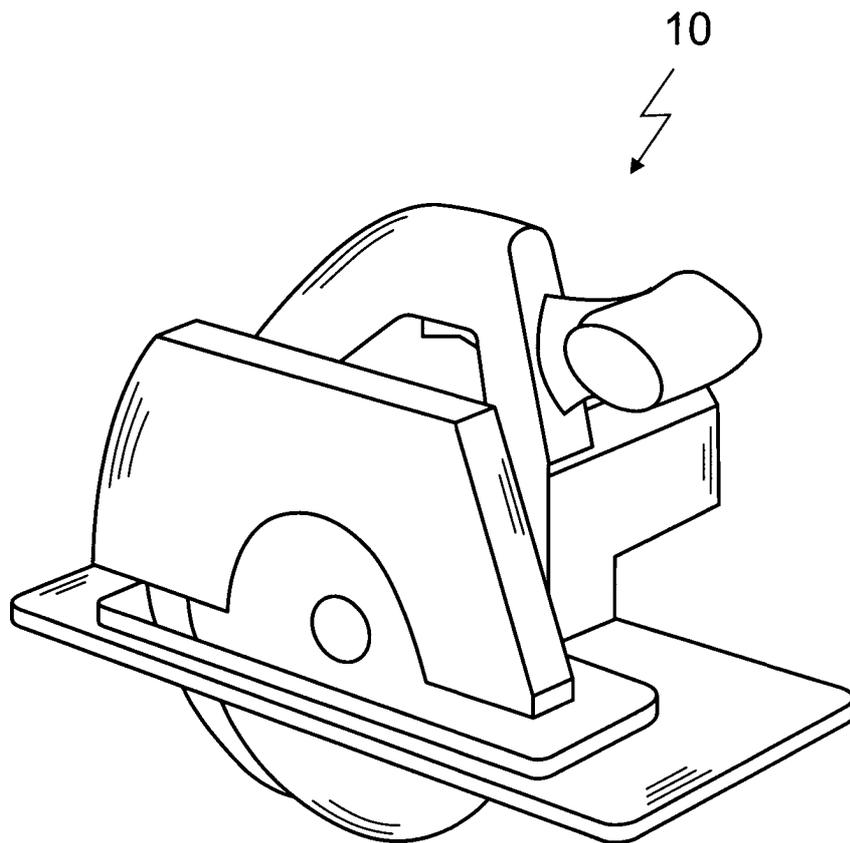


Fig. 1

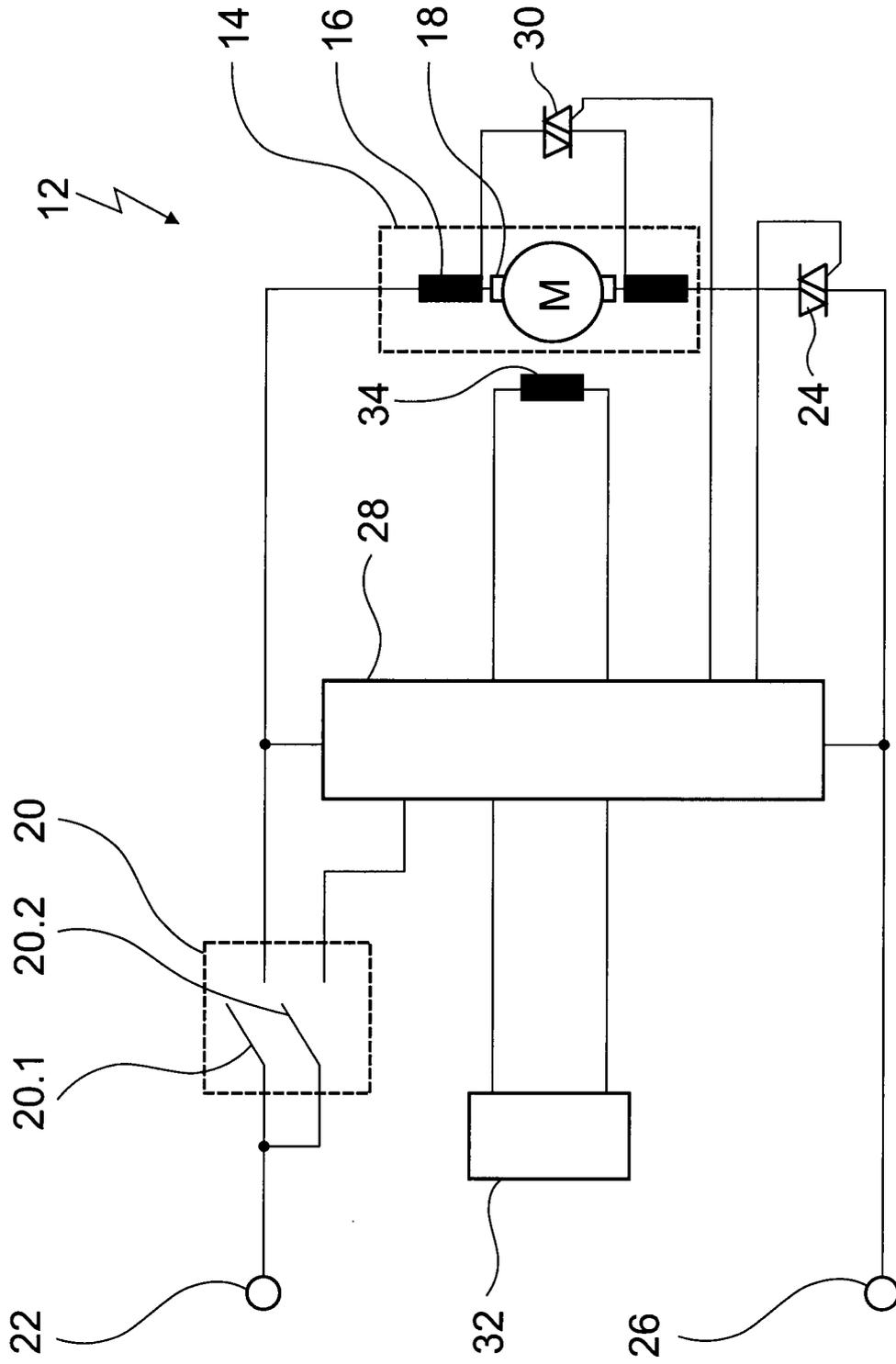


Fig. 2

