(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2020 004 086 T5** 2022.07.07

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2021/039186**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2020 004 086.0**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2020/027865**
(86) PCT-Anmeldetag: **17.07.2020**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **04.03.2021**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **07.07.2022**

(51) Int Cl.: ***B23B 45/02*** (2006.01)
***B23B 47/00*** (2006.01)
***B23Q 9/02*** (2006.01)
***B23Q 17/00*** (2006.01)
***B23Q 11/00*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
**2019-155655** **28.08.2019** **JP**

(71) Anmelder:
**NITTO KOHKI CO., LTD., Tokyo, JP**

(74) Vertreter:
**Wagner & Geyer Partnerschaft mbB Patent- und Rechtsanwälte, 80538 München, DE**

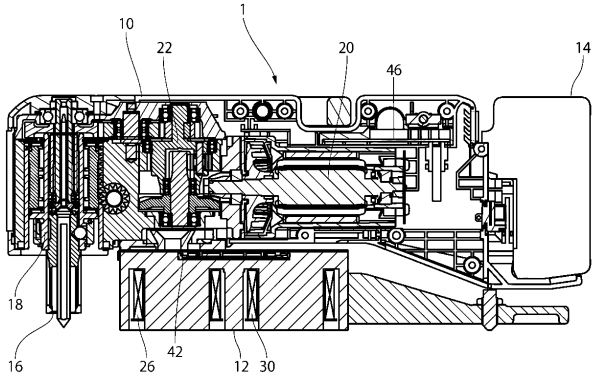
(72) Erfinder:
**Idota, Kiyoshi, Tokyo, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Tragbare Werkzeugmaschine**

(57) Zusammenfassung: [Technisches Problem] Bereitstellen einer tragbaren Werkzeugmaschine, die in der Lage ist, Anheben eines Elektromagneten unabhängig von einer Änderung der Platten- bzw. Blechdicke eines Werkstücks, an dem der Elektromagnet magnetisch angebracht ist, noch besser zu erkennen.
[Lösung des Problems] Eine tragbare Werkzeugmaschine 1 weist Folgendes auf: einen Elektromagneten 12 zum Befestigen eines Werkzeugmaschinenkörpers 10 an einem Werkstück, einen Magnetsensor 42, der um den Elektromagneten herum angeordnet ist, einen Elektromotor 20 zum drehenden Antrieb eines ringförmigen Schneidwerkzeugs 16 und eine Steuereinheit 48 zum Steuern des Elektromagneten 12 und des Elektromotors 20. Die Steuereinheit 48 stellt einen normalen Betriebsbereich basierend auf einem Ausgabewert des Magnetsensors 42 ein, wenn bzw. sobald der Elektromagnet 12 in Betrieb ist und bevor der Bearbeitungsvorgang mit dem ringförmigen Schneidwerkzeug 16 durch den Antrieb des Elektromotors 20 beginnt. Ferner stellt die Steuereinheit 48 fest, dass der Elektromagnet 12 von dem Werkstück abgehoben wurde, wenn der Ausgabewert des Magnetsensors 42 von dem normalen Betriebsbereich abweicht, nachdem der Bearbeitungsvorgang gestartet wurde, und stoppt den Antrieb des Elektromotors 20.



## Beschreibung

Technisches Gebiet:

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf tragbare Werkzeugmaschinen und insbesondere auf eine tragbare Werkzeugmaschine, die eingerichtet ist, einen Bearbeitungsvorgang mit einem Werkzeugmaschinenkörper durchzuführen, der mittels eines Elektromagneten an einem Werkstück gesichert bzw. festgemacht ist.

Hintergrund der Erfindung:

**[0002]** Unter Werkzeugmaschinen, wie beispielsweise Bohrmaschinen, gibt es eine tragbare Werkzeugmaschine, die eingerichtet ist, von einem Arbeiter zu einer Baustelle getragen zu werden, um einen Bearbeitungsvorgang an einem Werkstück durchzuführen. Eine derartige tragbare Werkzeugmaschine kann durch verschiedene Methoden an einem Werkstück gesichert bzw. festgemacht werden. Eine Art von tragbarer Werkzeugmaschine verwendet magnetische Adhäsion durch einen Elektromagneten, um sich selbst an einem Werkstück zu sichern, und zwar im Hinblick auf Erleichterung von Handhabung und auf Komfort (Patentliteratur 1 und 2).

**[0003]** Magnetische Adhäsion durch einen Elektromagneten ist in der Regel so ausgelegt, dass sie eine ausreichend große Kraft erzeugt. Es gibt jedoch Fälle, in denen der Werkzeugmaschinenkörper durch Reaktionskraft, die die Werkzeugmaschine während des Bearbeitungsvorgangs vom Werkstück erhält, oder durch eine andere äußere Kraft, die auf den Werkzeugmaschinenkörper einwirkt, unerwünschter Weise vom Werkstück abgehoben wird. Wenn dies geschieht, entsteht ein Spalt zwischen dem Elektromagneten und dem Werkstück, was zu einer plötzlichen Verringerung der magnetischen Haltekraft des Elektromagneten führt. Infolgedessen kann es unmöglich werden, die tragbare Werkzeugmaschine am Werkstück zu sichern bzw. festzumachen, und es besteht eine Gefahr, dass sich die tragbare Werkzeugmaschine absenkt oder herunterfällt. Besonders gefährlich ist es, wenn die tragbare Werkzeugmaschine herunterfällt, während ein Bearbeitungswerkzeug, wie beispielsweise ein Bohrer oder ein ringförmiges Schneidwerkzeug bzw. Fräser bzw. Kernbohrer, rotierend angetrieben wird. Aus diesem Grund ist eine in der Patentliteratur 2 offenbarte Bohreinrichtung mit einem Hall-Element zum Messen eines von einem Elektromagneten erzeugten magnetischen Flusses versehen, und falls die Ausgangsspannung V des Hall-Elements einen vorbestimmten Schwellenwert Va überschreitet, wird festgestellt, dass Abheben stattgefunden hat, und die Drehung eines Bohrmotors oder eines Vorschubmotors wird gestoppt.

Zitierungsliste:

Patentliteratur:

Patentliteratur 1: Japanische Patentanmeldung Publikationsnummer 2014-231129

Patentliteratur 2: Japanische Gebrauchsmusteranmeldung Veröffentlichung Nr. H 03-126512

Zusammenfassung der Erfindung:

Technisches Problem:

**[0004]** Die Größe von magnetischer Flussdichte um den Elektromagneten herum, wenn der Elektromagnet magnetisch an dem Werkstück angebracht ist, variiert jedoch mit der Dicke und den Materialbestandteilen des Werkstücks. Daher kann es unmöglich sein Abheben bzw. Anheben richtig zu erkennen, falls der vorbestimmte Schwellenwert auf einen relativ hohen Wert basierend auf einem Werkstück eingestellt ist, das relativ dick ist oder das ein Material mit einer relativ starken magnetischen Eigenschaft aufweist, wenn der Elektromagnet magnetisch an einem Werkstück angebracht ist, das relativ dünn ist oder eine relativ schwache magnetische Eigenschaft hat. Umgekehrt kann es unmöglich sein, Abheben richtig zu erkennen, falls der vorbestimmte Schwellenwert auf einen relativ niedrigen Wert eingestellt ist basierend auf einem Werkstück, das relativ dünn ist oder ein Material mit einer relativ schwachen magnetischen Eigenschaft aufweist, wenn der Elektromagnet magnetisch an einem Werkstück angebracht ist, das relativ dick ist oder eine relativ starke magnetische Eigenschaft hat.

**[0005]** Dementsprechend ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine tragbare Werkzeugmaschine bereitzustellen, die in der Lage ist, Abheben des Elektromagneten richtig zu erkennen, und zwar unabhängig von Veränderung der Platten- bzw. Blechdicke oder von Materialbestandteilen eines Werkstücks, an dem der Elektromagnet magnetisch angebracht ist.

Lösung des Problems:

**[0006]** Das heißt, die vorliegende Erfindung stellt eine tragbare Werkzeugmaschine bereit, die Folgendes aufweist: einen Werkzeugmaschinenkörper; einen Elektromagneten, der an dem Werkzeugmaschinenkörper befestigt ist, um den Werkzeugmaschinenkörper an einem Werkstück zu sichern bzw. festzumachen; einen Magnetsensor, der um den Elektromagneten herum angeordnet ist; eine Steuereinheit, die eingerichtet ist zur Betriebssteuerung des Elektromagneten; und eine Antriebseinheit zum Antreiben eines an dem Werkzeugmaschinenkörper befestigten Bearbeitungswerkzeugs, um einen Bearbeitungsvorgang an dem Werkstück durchzuführen.

Die Steuereinheit ist eingerichtet, einen normalen Betriebsbereich basierend auf einem Ausgabewert des Magnetsensors einzustellen, wenn der Elektromagnet in Betrieb ist und bevor der Bearbeitungsvorgang durch die Antriebseinheit gestartet wird, und festzustellen, dass der Elektromagnet von dem Werkstück abgehoben bzw. gehoben wurde, falls der Ausgabewert des Magnetsensors, nachdem der Bearbeitungsvorgang gestartet wurde, von dem normalen Betriebsbereich abweicht.

**[0007]** In der tragbaren Werkzeugmaschine der vorliegenden Erfindung wird ein normaler Betriebsbereich basierend auf einem Ausgabewert des Magnetsensors eingestellt, der gemessen wird, wenn der Elektromagnet in Betrieb ist und bevor der Bearbeitungsvorgang durch Antrieb bzw. Betätigen eines Elektromotors gestartet wird. Es ist daher möglich, einen normalen Betriebsbereich einzustellen, der für die Blechdicke und das Material eines Werkstücks, aus dem es besteht, geeignet ist, an dem der Elektromagnet magnetisch angebracht ist. Infolgedessen kann Abheben des Elektromagneten unabhängig von Schwankungen in der Blechdicke und im Material, aus dem das Werkstück besteht, richtig bestimmt und erkannt werden.

**[0008]** Insbesondere kann der Magnetsensor eingerichtet sein, eine magnetische Flussdichte in einem Magnetkreis des Elektromagneten, der durch das Werkstück gebildet wird, zu erfassen, und der Ausgabewert kann ein Wert sein, der die Größe bzw. Größenordnung der magnetischen Flussdichte darstellt.

**[0009]** Ferner kann die Anordnung wie folgt sein. Der normale Betriebsbereich ist ein Bereich mit einer unteren Grenze, die durch einen Referenzwert zur Hebebestimmung definiert ist, der basierend auf der Größe bzw. Größenordnung des Ausgabewertes bestimmt wird. Die Steuereinheit ist eingerichtet, zu bestimmen, dass der Elektromagnet vom Werkstück abgehoben wurde, falls der Ausgabewert des Magnetsensors nach dem Beginn des Bearbeitungsvorgangs kleiner wird als der Referenzwert zur Hebebestimmung.

**[0010]** Ferner kann die Anordnung wie folgt sein. Die Steuereinheit ist eingerichtet, eine dem Elektromagneten zugeführte Versorgungsspannung zu erfassen. Die Steuereinheit ist eingerichtet, den normalen Betriebsbereich basierend auf der Versorgungsspannung und einem Ausgabewert des Magnetsensors einzustellen, wenn der Elektromagnet in Betrieb ist und bevor der Bearbeitungsbetrieb durch die Antriebseinheit gestartet wird.

**[0011]** In dem oben beschriebenen Fall kann die Steuereinheit eingerichtet sein, den normalen Betriebsbereich basierend auf der Größe bzw. Größenordnung der Versorgungsspannung zurückzusetzen, falls sich die Versorgungsspannung während des Bearbeitungsvorgangs ändert.

**[0012]** Mit der oben beschriebenen Anordnung ist es möglich, den Effekt von Änderung in magnetischer Flussdichte aufgrund der Änderung der Versorgungsspannung zu minimieren und es ist daher möglich, Abheben des Elektromagneten noch stabiler bzw. besser zu erkennen.

**[0013]** Ferner kann die Anordnung wie folgt sein. Die Steuereinheit setzt den normalen Betriebsbereich auf einen Bereich mit einer unteren Grenze, die durch einen vorbestimmten ersten Referenzwert zur Hebebestimmung definiert ist, falls der Ausgabewert des Magnetsensors, wenn der Elektromagnet in Betrieb ist und bevor der Bearbeitungsvorgang durch die Antriebseinheit gestartet wird, nicht kleiner als ein vorbestimmter erster Schwellenwert ist. Die Steuereinheit setzt den normalen Betriebsbereich auf einen Bereich mit einer unteren Grenze, die durch einen vorbestimmten zweiten Referenzwert zur Hebebestimmung definiert ist, der kleiner als der erste Referenzwert zur Hebebestimmung ist, falls der Ausgabewert kleiner als der erste Schwellenwert und nicht kleiner als ein vorbestimmter zweiter Schwellenwert ist, der wiederum kleiner als der erste Schwellenwert ist.

**[0014]** In dem oben beschriebenen Fall kann die Anordnung derart sein, dass die Antriebseinheit daran gehindert wird, zu starten um angetrieben zu werden bzw. den Antrieb zu starten, falls der Ausgabewert des Magnetsensors, wenn der Elektromagnet in Betrieb ist und bevor der Bearbeitungsvorgang durch die Antriebseinheit gestartet wird, kleiner als der zweite Schwellenwert ist.

**[0015]** Ferner kann die Anordnung wie folgt sein. Die tragbare Werkzeugmaschine weist ferner eine Anzeigeeinheit auf, die eingerichtet ist, einen Status der tragbaren Werkzeugmaschine anzuzeigen. Die Anzeigeeinheit ist eingerichtet, bei den folgenden Bedingungen jeweils unterschiedliche Angaben zu machen: der Ausgabewert des Magnetsensors, wenn der Elektromagnet in Betrieb ist und bevor der Bearbeitungsvorgang durch die Antriebseinheit gestartet wird, ist nicht kleiner als der erste Schwellenwert; er ist kleiner als der erste Schwellenwert und nicht kleiner als der zweite Schwellenwert; und er ist kleiner als der zweite Schwellenwert.

**[0016]** Ausführungsformen einer tragbaren Werkzeugmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen erläutert.

Figurenliste

**Fig. 1** ist eine Seitenansicht einer tragbaren Werkzeugmaschine gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 2** ist eine Schnittdarstellung der in **Fig. 1** gezeigten tragbaren Werkzeugmaschine.

**Fig. 3** ist ein funktionales Blockdiagramm der in **Fig. 1** gezeigten tragbaren Werkzeugmaschine.

**Fig. 4** ist ein erstes Flussdiagramm, das einen Betrieb der tragbaren Werkzeugmaschine gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

**Fig. 5** ist ein zweites Flussdiagramm, das einen Betrieb der tragbaren Werkzeugmaschine gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

**Fig. 6** ist ein drittes Flussdiagramm, das einen Betrieb der tragbaren Werkzeugmaschine gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

**Fig. 7** ist ein Flussdiagramm, das einen Betrieb bzw. Vorgang zeigt, der sich auf das Zurücksetzen von Schwellenwerten zwischen Vorgängen einer tragbaren Werkzeugmaschine gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bezieht.

Beschreibung von Ausführungsformen:

**[0017]** Eine tragbare Werkzeugmaschine 1 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist, wie in **Fig. 1** gezeigt, ein Werkzeugmaschinengehäuse bzw. -körper 10 und einen Elektromagneten 12 auf, der an der Unterseite des Werkzeugmaschinenkörpers 10 angebracht ist. Eine Batterie 14 ist abnehmbar an der Rückseite des Werkzeugmaschinenkörpers 10 angebracht und dient als Hauptstromversorgung der tragbaren Werkzeugmaschine 1. Wie in **Fig. 2** gezeigt, weist der Werkzeugmaschinenkörper 10 eine Einspann- bzw. Befestigungseinheit 18 für ein Bearbeitungswerkzeug auf, die eingerichtet ist, dass sie abnehmbar mit einem ringförmigen Schneidwerkzeug bzw. Fräser 16 (Bearbeitungswerkzeug) ausgerüstet werden kann, und darin mit einem Elektromotor 20 (Antriebseinheit) zum drehenden Antrieb der Einspanneinheit 18 für ein Bearbeitungswerkzeug ausgestattet ist. Die Einspanneinheit 18 für ein Bearbeitungswerkzeug und der Elektromotor 20 sind über einen Getriebemechanismus 22, der eine Vielzahl von Zahnrädern aufweist, antriebsmäßig miteinander verbunden. Wie in **Fig. 1** gezeigt, ist an dem Werkzeugmaschinenkörper 10 ein Hebel 24 angebracht, um die Einspanneinheit 18 für ein Bearbeitungswerkzeug zusammen mit dem ringförmigen Schneidwerkzeug 16 durch Schwenken des Hebels 24 auf und ab zu bewegen. Wie in **Fig. 2** gezeigt, hat der Elektromagnet 12 eine ringförmige erste Spule 26 und eine ähnliche ringförmige zweite Spule 30. Wenn die erste Spule 26 und die zweite Spule 30 mit elektrischer Energie bzw. Leistung von der Batterie 14 in einem Zustand versorgt werden, bei dem die tragbare Werkzeugmaschine 1 auf einem magnetischen Material platziert ist, wird der Werkzeugmaschinenkörper 10 durch die vom Elektromagneten 12 erzeugte magnetische Haltekraft an einem Werkstück, d. h. dem magnetischen Material, gesichert bzw. festgemacht. Die tragbare Werkzeugmaschine 1 ist eine Bohrmaschine, die eingerichtet ist, einen Bearbeitungsvorgang an dem Werkstück auszuführen, und zwar durch Pressen des ringförmigen Schneidwerkzeugs 16, das vom Elektromotor 20 rotationsmäßig angetrieben wird, gegen das Werkstück in einem Zustand, bei dem der Werkzeugmaschinenkörper 10 durch den Elektromagneten 12 am Werkstück festgemacht ist.

**[0018]** Wie in **Fig. 1** gezeigt, weist der Werkzeugmaschinenkörper 10 die folgenden Schalter auf, die an einer Seite davon angeordnet sind: einen Motorantriebsschalter 34 zum Starten des Antriebs des Elektromotors 20; einen Motorstoppschalter 36 zum Stoppen des Antriebs des Elektromotors 20; und einen Elektromagnetschalter 38 zum Starten und Stoppen des Betriebs des Elektromagneten 12. Der Werkzeugmaschinenkörper 10 weist ferner einen Beleuchtungsschalter 40 an seiner Seite auf. Der Beleuchtungsschalter 40 dient zum Ein- und Ausschalten einer Beleuchtungseinrichtung (nicht dargestellt), die an der Unterseite eines vorderen Teils des Werkzeugmaschinenkörpers 10 angeordnet ist. Diese Schalter 34, 36, 38 und 40 sind alle Momentanschalter, die einen EIN-Zustand nur so lange aufrechterhalten, wie ein Benutzer sie drückt, und die in einen AUS-Zustand zurückkehren, wenn sie von der Hand des Benutzers losgelassen werden. Der Werkzeugmaschinenkörper 10 ist ferner mit einer LED-Anzeigeeinheit 41 ausgestattet, die dem Arbeiter den Status der tragbaren Werkzeugmaschine 1 anzeigt.

**[0019]** Wie in **Fig. 2** gezeigt, ist an dem Elektromagneten 12 ein Magnetsensor 42 angebracht. Der Magnetsensor 42 ist eingerichtet, die Größe bzw. Größenordnung der magnetischen Flussdichte in einem magnetischen Kreis des Elektromagneten 12 zu messen, der um den Elektromagneten 12 herum durch das Werkstück hindurch gebildet wird.

**[0020]** Die tragbare Werkzeugmaschine 1 hat eine Steuerplatine 46 im Werkzeugmaschinenkörper 10, und die Steuerplatine 46 ist mit einer Steuereinheit 48 (**Fig. 3**) zur Steuerung des Elektromotors 20, des Elektromagneten 12 usw. ausgestattet. Wenn die Batterie 14 in den Werkzeugmaschinenkörper 10 eingelegt wird, wird die Steuereinheit 48 über

eine Leistungsversorgungssteuerschaltung 50 mit elektrischer Energie von der Batterie 14 versorgt, wodurch die Steuereinheit 48 aktiviert wird. Die Steuereinheit 48 steuert den Antrieb des Elektromotors 20 und den Betrieb des Elektromagneten 12 entsprechend dem Betätigungszustand des Motorantriebsschalters 34, des Motorstoppschalters 36 und des Elektromagnetschalters 38 und auch entsprechend dem Betriebszustand der tragbaren Werkzeugmaschine 1 zu dem Zeitpunkt bzw. in dem Moment. Wenn der Elektromotor 20 angetrieben wird, überträgt die Steuereinheit 48 ein Steuersignal an einen Motorsteuerungsabschnitt 52, um die Drehgeschwindigkeit des Elektromotors 20 zu steuern. Zu diesem Zeitpunkt erfasst die Steuereinheit 48 die Menge an elektrischem Strom, die durch den Elektromotor 20 fließt, und zwar mit einem Abschnitt 54 zur Erfassung des Motorstroms, wodurch der Lastzustand des Elektromotors 20 überwacht wird. Beim Betrieb des Elektromagneten 12 steuert die Steuereinheit 48 die elektrische Energie bzw. Leistung, die der ersten Spule 26 und der zweiten Spule 30 über eine Spulensteuerschaltung 56 zugeführt wird. Die erste Spule 26 und die zweite Spule 30 sind in Reihe geschaltet; daher sind die der ersten Spule 26 zugeführte elektrische Leistung und die der zweiten Spule 30 zugeführte elektrische Leistung normalerweise identisch. Eine Schaltung 58 zur Erfassung von Trennung der Spule ist eingerichtet, die Trennung der ersten Spule 26 und der zweiten Spule 30 zu erkennen, indem sie den durch die erste Spule 26 und die zweite Spule 30 fließenden elektrischen Strom erfasst. Wenn eine Trennung der ersten Spule 26 oder der zweiten Spule 30 festgestellt wird, stoppt die Steuereinheit 48 die Steuerung und schaltet die LED-Anzeigeeinheit 41 ein, um den Benutzer über die Trennung der Spule 26 oder 30 zu informieren. Die Steuereinheit 48 legt auch die Tatsache der Trennung der Spule 26 oder 30 im Speicher ab und benachrichtigt den Benutzer über die Trennung der Spule 26 oder 30, indem sie die LED-Anzeigeeinheit 41 einschaltet, wenn die Batterie 14 wieder angeschlossen wird, nachdem sie vorübergehend getrennt wurde, um die Steuerung durch die Steuereinheit 48 wieder aufzunehmen.

**[0021]** Die Steuerplatine 46 ist ferner mit einer Schaltung 60 zur Erfassung von Versorgungsspannung zum Erfassen der Spannung (Versorgungsspannung) der mit dem Werkzeugmaschinenkörper 10 verbundenen Batterie 14 ausgestattet.

**[0022]** Der Betrieb der tragbaren Werkzeugmaschine 1 wird im Folgenden anhand der Flussdiagramme der **Fig. 4** bis **Fig. 6** erläutert. Wie in **Fig. 4** gezeigt, wird die Steuerung durch die Steuereinheit 48 gestartet (S10), wenn die Batterie 14 in den Werkzeugmaschinenkörper 10 geladen wird und dann die Steuereinheit 48 von der in den Werkzeugmaschinenkörper 10 geladenen Batterie 14 mit elektrischer Energie versorgt wird. Zunächst stellt die Steuereinheit 48 fest, ob sich der Elektromagnetschalter 38 in der AUS-Stellung befindet, d.h. nicht gedrückt ist (S12). Falls sich der Elektromagnetschalter 38 in der AUS-Stellung befindet, wartet die Steuereinheit 48, und falls der Elektromagnetschalter 38 gedrückt wird, um von der AUS-Stellung in die EIN-Stellung zu gelangen (S18), beginnt die Steuereinheit 48 mit dem Betrieb des Elektromagneten 12 (S20). Wenn bzw. sobald der Elektromagnet 12 aktiviert ist, ist bzw. wird die tragbare Werkzeugmaschine 1 durch die magnetische Haltekraft des Elektromagneten 12 an einem Werkstück gesichert bzw. festgemacht.

**[0023]** Wenn die Steuerung gestartet wird (S12), falls der Elektromagnetschalter 38 nicht in der AUS-Position ist, d.h. der Elektromagnetschalter 38 ist in der EIN-Position als Ergebnis des Gedrücktwerdens, startet die Steuereinheit 48 nicht den Betrieb des Elektromagneten 12, und falls dieser Zustand für 5 Sekunden anhält (S14), lässt die Steuereinheit 48 die LED-Anzeigeeinheit 41 aufleuchten, um eine Warnanzeige zu geben (S16). Dadurch wird verhindert, dass der Elektromagnet 12 gleichzeitig mit dem Start der Steuerung in Betrieb genommen wird, wenn die Batterie 14 in einem Zustand geladen bzw. eingebaut wird, in dem der Arbeiter versehentlich den Elektromagnetschalter 38 drückt, was andernfalls zu einer unerwarteten magnetischen Haftung bzw. Adhäsion führen würde. Falls der bzw. die ArbeiterIn seine oder ihre Hand vom Elektromagnetschalter 38 loslässt und dadurch dem Elektromagnetschalter 38 erlaubt, sich in die AUS-Position zu bewegen, wird die Warnanzeige auf der LED-Anzeigeeinheit 41 gelöscht bzw. ausgeschaltet, und die Steuerung geht weiter zu Schritt S18. Es sollte beachtet werden, dass die Steuereinheit 48 nicht mit dem Antrieb des Elektromotors 20 beginnt, selbst wenn der Motorantriebsschalter 34 auf EIN gestellt wird, bevor der Betrieb des Elektromagneten 12 gestartet hat.

**[0024]** Wenn bzw. sobald der Elektromagnet 12 aktiviert ist, wie in **Fig. 5** gezeigt, misst die Steuereinheit 48 die magnetische Flussdichte um den Elektromagneten 12 herum mit dem Magnetsensor 42 (S22). Falls der Ausgabewert des Magnetsensors 42, der die Größe bzw. Größenordnung der gemessenen magnetischen Flussdichte darstellt, nicht kleiner als ein vorbestimmter erster Schwellenwert X [V] (S24) ist, bestimmt die Steuereinheit 48, dass die Platten- bzw. Blechdicke des Gliedes, an dem der Elektromagnet 12 magnetisch angebracht ist, nicht kleiner als α [mm] (S26) ist, und schaltet eine blaue LED der LED-Anzeigeeinheit 41 (S28) ein, um dem Arbeiter zu zeigen, dass die Blechdicke ausreichend groß ist und dass die Größe bzw. die Größenordnung bzw. der Wert der magnetischen Haltekraft des Elektromagneten 12 ausreichend groß ist. Falls der Ausgabewert des Magnetsensors 42 kleiner als X [V] (S24) und nicht kleiner als ein vorbestimmter zweiter

Schwellenwert Y [V] ist, der kleiner als X ist (S30), bestimmt die Steuereinheit 48, dass die Blechdicke kleiner als α [mm] und nicht kleiner als β [mm] ist (S32), und schaltet eine gelbe LED der LED-Anzeigeeinheit 41 ein (S34), um dem Arbeiter zu zeigen, dass die Betriebsbedingungen innerhalb eines sicheren Betriebsbereichs liegen, aber die Blechdicke etwas dünn und die magnetische Haltekraft des Elektromagneten 12 etwas schwach ist. Der Begriff „sicherer Betriebsbereich“, wie er hier verwendet wird, bezeichnet einen Bereich magnetischer Flussdichte, in dem es möglich ist, eine magnetische Haltekraft zu erzielen, die stark genug ist, damit die tragbare Werkzeugmaschine 1 einen Bearbeitungsvorgang ohne Risiko durchführen kann. Falls der Motorantriebsschalter 34 in einem Zustand, in dem die blaue LED oder die gelbe LED leuchtet, in die EIN-Position (S38) gedrückt wird, beginnt die Steuereinheit 48 mit dem Antrieb des Elektromotors 20 (S40).

**[0025]** Falls der Ausgabewert des Magnetsensors 42 kleiner als Y [V] ist und somit nicht im sicheren Betriebsbereich liegt (S30), veranlasst die Steuereinheit 48 die LED-Anzeigeeinheit 41, eine rote LED einzuschalten (S36), um dem Arbeiter anzuzeigen, dass keine ausreichende magnetische Haltekraft vorhanden ist, weil die Blechdicke zu dünn ist. Unter diesem Umstand wird die Steuereinheit 48 nicht beginnen, den Elektromotor 20 anzutreiben, selbst falls der Motorantriebsschalter 34 in die EIN-Position gedrückt wird.

**[0026]** Falls der Elektromagnetschalter 34 lange gedrückt wird, um den EIN-Zustand für nicht weniger als 2 Sekunden in einem Zustand zu halten, in dem der Elektromotor 20 nicht angetrieben wird, obwohl der Elektromagnet 12 in Betrieb ist (S42, S44), und falls dann das lange Drücken des Elektromagnetschalters 34 beendet wird, um den Elektromagnetschalter 34 auf AUS zu schalten (S46), stoppt die Steuereinheit 48 den Betrieb des Elektromagneten 12 (S48). Mit diesem Schritt wird eine Reihe von Steuerschritten beendet (S50).

**[0027]** Wenn bzw. sobald der Antrieb des Elektromotors 20 im Schritt S40 gestartet wird, führt die Steuereinheit 48 die in **Fig. 6** gezeigte Steuerung aus, um Abheben der tragbaren Werkzeugmaschine 1 während eines Bearbeitungsvorgangs zu erkennen und um eine Änderung der Blechdicke des Werkstücks zu erkennen Die Steuereinheit 48 bestätigt zunächst, dass die ermittelte Blechdicke des Werkstücks nicht kleiner als α [mm] ist (S52). Falls bestimmt wird, dass die Blechdicke nicht kleiner als α [mm] ist, vergleicht die Steuereinheit 48 den Ausgabewert des Magnetsensors 42 mit einem vorbestimmten ersten Referenzwert A [V] zur Hebebestimmung (S54). Der erste Referenzwert A [V] zur Hebebestimmung ist eine untere Grenze eines normalen Betriebsbereichs, der festgelegt wird, wenn die Blechdicke nicht kleiner als α

**[0028]** [mm] ist. Der erste Referenzwert A [V] zur Hebebestimmung ist kleiner als der erste Schwellenwert X [V]. Der hier verwendete Begriff „normaler Betriebsbereich“ bezeichnet einen Bereich magnetischen Flussdichte, in dem davon ausgegangen werden kann, dass die tragbare Werkzeugmaschine 1 während des Bearbeitungsvorgangs nicht vom Werkstück abgehoben wird, sondern ordnungsgemäß am Werkstück gesichert bzw. festgemacht ist. Die Steuereinheit 48 stellt fest, dass der Elektromagnet 12 vom Werkstück abgehoben wurde, falls der Ausgabewert des Magnetsensors 42 kleiner als der erste Referenzwert A [V] zur Hebebestimmung ist, d.h. außerhalb des normalen Betriebsbereichs liegt, und die Steuereinheit 48 schaltet die rote LED der LED-Anzeigeeinheit 41 (S56) ein, um dem Arbeiter das Abheben des Elektromagneten 12 anzuzeigen, und stoppt den Antrieb des Elektromotors 20 (S58). Nach dem Stoppen des Elektromotors 20 kehrt die Steuerung mittels der Steuereinheit 48 zum oben beschriebenen Schritt 22 zurück.

**[0029]** Falls, im Schritt S54, der Ausgabewert des Magnetsensors 42 nicht kleiner ist als der erste Referenzwert zur Hebebestimmung (A [V]) ist, d.h. innerhalb des normalen Betriebsbereichs liegt, bestimmt die Steuereinheit 48, dass der Elektromagnet 12 nicht vom Werkstück abgehoben ist bzw. wurde, und setzt den Antrieb des Elektromotors 20 fort. Falls der Motorstoppschalter 36 in die EIN-Position (S66) oder der Elektromagnetschalter 38 in die EIN-Position (S68) gedrückt wird, wenn bzw. während der Antrieb des Elektromotors 20 fortgesetzt wird, stoppt die Steuereinheit 48 den Antrieb des Elektromotors 20 (S58) und kehrt zur Steuerung im oben beschriebenen Schritt S22 zurück. Falls weder der Motorstoppschalter 36 noch der Elektromagnetschalter 38 gedrückt wird, d.h. sich beide in der AUS-Position befinden, wird die magnetische Flussdichte um den Elektromagneten 12 herum erneut mit dem Magnetsensor 24 gemessen (S70), und die Steuerung kehrt zum oben beschriebenen Schritt S52 zurück.

**[0030]** Falls festgestellt wird, dass die Blechdicke nicht größer als α [mm], d.h. kleiner als α [mm], und nicht kleiner als β [mm] ist (S52), wird der Ausgabewert des Magnetsensors 42 mit einem vorbestimmten zweiten Referenzwert B [V] zur Hebebestimmung verglichen (S60). Der zweite Referenzwert B [V] zur Hebebestimmung ist eine untere Grenze des normalen Betriebsbereichs, wenn die Blechdicke kleiner als α [mm] und nicht kleiner als β [mm] ist. Der zweite Referenzwert B [V] zur Hebebestimmung ist kleiner als der zweite Schwellenwert Y [V] und der erste Referenzwert A [V] zur Hebebestimmung. Falls der Ausgabewert des Magnetsensors 42 kleiner ist als der zweite Referenzwert B [V] zur Hebebestimmung,

d.h. außerhalb des normalen Betriebsbereichs liegt (S60), stellt die Steuereinheit 48 fest, dass der Elektromagnet 12 vom Werkstück abgehoben wurde. Dann schaltet die Steuereinheit 48 die rote LED der LED-Anzeigeeinheit 41 ein (S56), um dem Arbeiter das Abheben des Elektromagneten 12 anzuzeigen, und stoppt den Antrieb des Elektromotors 20 (S58). Falls der Ausgabewert des Magnetsensors 42 nicht kleiner als B [V] ist (S60), vergleicht die Steuereinheit 48 den Ausgabewert des Magnetsensors 12 mit dem ersten Schwellenwert X [V] (S62). Falls der Ausgabewert des Magnetsensors 42 nicht kleiner als X [V] ist, wird festgestellt, dass die Blechdicke auf nicht weniger als α

**[0031]** [mm] gestiegen ist (S64). Dabei wird von einem Fall ausgegangen, in dem die Blechdicke zu Beginn geringer als α [mm] war, aber weil in der Mitte des Vorgangs ein weiteres Blech an der Unterseite des Werkstücks angebracht wurde, hat sich die Gesamtblechdicke auf nicht weniger als α [mm] erhöht. Danach geht das Verfahren zu Schritt 66 über, um die oben beschriebene Steuerung durchzuführen.

**[0032]** Wie oben erwähnt, ist die tragbare Werkzeugmaschine 1 eingerichtet, einen normalen Betriebsbereich basierend auf dem Ausgabewert des Magnetsensors 42 einzustellen, wenn bzw. sobald der Elektromagnet 12 in Betrieb ist und bevor der Bearbeitungsvorgang durch den Elektromotor 20 gestartet wird. Daher ist es möglich, einen normalen Betriebsbereich einzustellen, der für die Blechdicke eines Werkstücks geeignet ist, an dem der Elektromagnet 12 magnetisch angebracht ist, und daher ist es möglich, das Abheben des Elektromagneten 12 noch stabiler und genauer zu bestimmen. Es sollte beachtet werden, dass der Ausgabewert des Magnetsensors 42 auch in einem Fall abnimmt, in dem sich der Elektromagnet 12 von einem Abschnitt des Werkstücks mit einer relativ dicken Blechdicke zu einem relativ dünnen Werkstückabschnitt bewegt, wenn der Elektromagnet 12 zur Seite rutscht, ohne sich vom Werkstück abzuheben. Im Hinblick darauf, falls der Ausgabewert des Magnetsensors 42 infolge seitlichen Rutschens den normalen Betriebsbereich verlässt, bestimmt die Steuereinheit 48 ebenfalls, dass der Elektromagnet 12 an- bzw. abgehoben wurde. Mit anderen Worten, das Bestimmen im Hinblick auf Abheben in dieser Patentanmeldung schließt das Bestimmen des Auftretens des oben beschriebenen seitlichen Rutschens ein.

**[0033]** In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird Rücksetzen der Schwellenwerte basierend auf der Versorgungsspannung, wie in **Fig. 7** dargestellt, nach der Messung von magnetischer Flussdichte durch den Magnetsensor 42 bei S22 in **Fig. 5** und bei S70 in **Fig. 6** durchgeführt. Die anderen Steuerungsvorgänge sind die gleichen wie bei der vorhergehenden Ausführungsform.

**[0034]** Beim Rücksetzen von Schwellenwerten basierend auf der Versorgungsspannung wird zunächst eine dem Elektromagneten 12 zugeführte Versorgungsspannung, d.h. die Spannung (Versorgungsspannung) der Batterie 14, gemessen (S100), und die gemessene Versorgungsspannung wird mit einem vorgegebenen Schwellenwert Z [V] verglichen (S102). Falls die Versorgungsspannung größer als Z [V] ist, werden die Schwellenwerte und Referenzwerte (X, Y, Z, A und B) auf Werte geändert, die jeweils um vorbestimmte Inkrement-Dekrement-Werte (a, b, c, d und e) erhöht werden (S104). Das heißt: a wird zu X addiert; b wird zu Y addiert; c wird zu Z addiert; d wird zu A addiert; und e wird zu B addiert. Danach wird die gemessene Versorgungsspannung mit dem modifizierten Z [V] verglichen (S106), und falls die Versorgungsspannung nicht kleiner als Z [V] ist, werden die Schwellenwerte und Referenzwerte (X, Y, Z, A und B) auf Werte modifiziert, die jeweils um die vorbestimmten Inkrement-Dekrement-Werte (a, b, c, d und e) weiter erhöht werden (S104). Dies wird so lange durchgeführt, bis die gemessene Versorgungsspannung kleiner als der geänderte Wert Z [V] wird. Falls die Versorgungsspannung in S102 nicht größer als Z [v] ist, werden die Schwellenwerte und Referenzwerte (X, Y, Z, A und B) auf Werte geändert, die jeweils um die vorgegebenen Inkrement-Dekrement-Werte (a, b, c, d und e) verringert werden (S108). Das heißt: a wird von X subtrahiert; b wird von Y subtrahiert; c wird von Z subtrahiert; d wird von A subtrahiert; und e wird von B subtrahiert. Danach wird die gemessene Versorgungsspannung mit dem geänderten Z [V] verglichen (S110), und falls die gemessene Versorgungsspannung nicht größer als Z [V] ist, werden die Schwellenwerte und Referenzwerte (X, Y, Z, A und B) auf Werte geändert, die jeweils um die vorgegebenen Inkrement-Dekrement-Werte (a, b, c, d und e) weiter verringert werden (S108). Dies wird so lange durchgeführt, bis die Versorgungsspannung größer als der geänderte Wert Z [V] wird. Wenn zum Beispiel die gemessene Versorgungsspannung 19,5 V beträgt und der anfängliche Schwellenwert Z [V] 18 V ist und der Inkrement-Dekrement-Wert c 1 V beträgt, dann ist die Versorgungsspannung (19,5 V) größer als 18 V (S102); daher wird Z auf 19 V rückgesetzt, was um 1 V größer ist als der anfängliche Schwellenwert Z [V]

**[0035]** (S104). Die Versorgungsspannung (19,5 V) ist nicht kleiner als der geänderte Wert Z (19 V) (S106); daher wird Z weiter auf 20 V rückgesetzt, was um 1 V größer ist als der geänderte Schwellenwert Z [V] (S104). Folglich wird die Versorgungsspannung (19,5 V) kleiner als der geänderte Schwellenwert Z [20 V]; daher wird die in **Fig. 7** gezeigte Rückstellung des Schwellenwerts beendet. In der

Zwischenzeit werden auch die anderen Schwellenwerte und Referenzwerte (X, Y, A und B) jeweils entsprechend den Inkrement-Dekrement-Werten (a, b, d und e) auf erhöhte Werte rückgesetzt.

**[0036]** Das oben beschriebene Rücksetzen des Schwellenwerts basierend auf der Versorgungsspannung wird ausgeführt, bevor der Elektromotor 20 angetrieben wird, um den Bearbeitungsvorgang zu starten (nach S22 in **Fig. 5**) und auch mitten im Bearbeitungsvorgang, der durch Antreiben des Elektromotors 20 durchgeführt wird (nach S70 in **Fig. 6**).

**[0037]** Wenn die Batterie 14 als Stromversorgung verwendet wird, nimmt, insbesondere mit abnehmender Restkapazität der Batterie, die Versorgungsspannung ab, und die an den Elektromagneten 12 gelieferte Spannung sinkt ebenfalls. Folglich nimmt die um den Elektromagneten 12 erzeugte magnetische Flussdichte ab. Mit anderen Worten, die Größe der um den Elektromagneten 12 herum erzeugten magnetischen Flussdichte hängt nicht nur von der Blechdicke des Werkstücks ab, sondern auch von der Größe der Versorgungsspannung. In den oben beschriebenen Ausführungsformen werden die Größen bzw. Größenordnungen der Schwellenwerte und Referenzwerte entsprechend der Größe bzw. Größenordnung der Versorgungsspannung geändert, um den normalen Betriebsbereich zurückzusetzen. Daher ist es möglich, die Auswirkung von Änderung in magnetischer Flussdichte aufgrund der Änderung der Versorgungsspannung auf die Hebebestimmung zu minimieren und es ist daher möglich, das Abheben des Elektromagneten 12 noch stabiler zu erkennen.

**[0038]** Obwohl einige Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung oben beschrieben worden sind, ist die vorliegende Erfindung nicht auf die beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Die vorliegende Erfindung kann beispielsweise auf eine Werkzeugmaschine angewendet werden, die anstelle des ringförmigen Schneidwerkzeugs einen Bohrer oder ein ähnliches Bearbeitungswerkzeug verwendet. Obwohl in den vorgenannten Ausführungsformen eine Batterie als Hauptstromversorgung verwendet wird, kann auch eine externe Stromversorgung, beispielsweise eine Wechselstromversorgung, als Hauptstromversorgung verwendet werden. Ferner, auch wenn ein Elektromotor als Antriebseinheit verwendet wird, ist es auch möglich, andere Geräte, beispielsweise einen Druckluftmotor, als Antriebseinheit zu verwenden. In den vorhergehenden Ausführungsformen wird ein normaler Betriebsbereich dadurch festgelegt, indem die Blechdicke in den folgenden drei Stufen bestimmt wird: nicht weniger als α [mm]; weniger als α [mm] und nicht weniger als β [mm]; und weniger als β [mm]. Es ist jedoch auch möglich, einen normalen Betriebsbereich festzulegen, indem die Blechdicke in feineren Abstufungen oder stufenlos bestimmt wird. Es ist zu beachten, dass die Größe bzw. Größenordnung der magnetischen Flussdichte, die um den Elektromagneten herum erzeugt wird, je nach Material variiert, aus dem ein Werkstück besteht, an dem der Elektromagnet magnetisch angebracht ist. Wenn die tragbare Werkzeugmaschine beispielsweise für Werkstücke aus unterschiedlichen Materialien verwendet wird, ist es daher nicht immer notwendig, die Blechdicke zu bestimmen, sondern es kann ein normaler Betriebsbereich direkt auf Basis des Ausgabewerts des Magnetsensors vor dem Bearbeitungsvorgang festgelegt werden.

Bezugszeichenliste

| | |
|---|---|
| 1 | tragbare Werkzeugmaschine |
| 10 | Werkzeugmaschinenkörper |
| 12 | Elektromagnet |
| 14 | Batterie |
| 16 | ringförmiges Schneidwerkzeug |
| 18 | Montageeinheit für das Bearbeitungswerkzeug |
| 20 | Elektromotor |
| 22 | Getriebemechanismus |
| 24 | Hebel |
| 26 | erste Spule |
| 30 | zweite Spule |
| 34 | Motorantriebsschalter |
| 36 | Motorstoppschalter |
| 38 | Elektromagnetschalter |
| 40 | Beleuchtungsschalter |
| 41 | LED-Anzeigeeinheit |
| 42 | Magnetsensor |
| 46 | Steuerplatine |
| 48 | Steuereinheit |
| 50 | Leistungsversorgungssteuerschaltung |
| 52 | Motorsteuerungsbereich |
| 54 | Abschnitt zur Erfassung des Motorstroms |
| 56 | Spulensteuerschaltung |
| 58 | Schaltung zur Erfassung der Trennung der Spule |
| 60 | Schaltung zur Erfassung der Versorgungsspannung |

## ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

### Zitierte Patentliteratur

- JP 2014231129 [0003]
- JP H03126512 [0003]

## Patentansprüche

1. Eine tragbare Werkzeugmaschine, die Folgendes aufweist:
einen Werkzeugmaschinenkörper;
einen Elektromagneten, der an dem Werkzeugmaschinenkörper befestigt ist, um den Werkzeugmaschinenkörper an einem Werkstück zu sichern bzw. festzumachen;
einen Magnetsensor, der um den Elektromagneten herum angeordnet ist;
eine Steuereinheit, die eingerichtet ist zur Betriebssteuerung des Elektromagneten; und
eine Antriebseinheit zum Antreiben eines an dem Werkzeugmaschinenkörper befestigten Bearbeitungswerkzeugs, um einen Bearbeitungsvorgang an dem Werkstück durchzuführen;
wobei die Steuereinheit eingerichtet ist, einen normalen Betriebsbereich basierend auf einem Ausgabewert des Magnetsensors einzustellen, wenn der Elektromagnet in Betrieb ist und bevor der Bearbeitungsvorgang durch die Antriebseinheit gestartet wird, und zu bestimmen, dass der Elektromagnet von dem Werkstück abgehoben wurde, falls der Ausgabewert des Magnetsensors, nachdem der Bearbeitungsvorgang gestartet wurde, von dem normalen Betriebsbereich abweicht.

2. Die tragbare Werkzeugmaschine nach Anspruch 1, wobei der Magnetsensor eingerichtet ist, eine magnetische Flussdichte in einem durch das Werkstück gebildeten Magnetkreis des Elektromagneten zu erfassen, wobei der Ausgabewert ein Wert ist, der eine Größe bzw. Größenordnung der magnetischen Flussdichte darstellt.

3. Die tragbare Werkzeugmaschine nach Anspruch 1 oder 2, wobei der normale Betriebsbereich ein Bereich mit einer unteren Grenze bzw. einem unteren Limit ist, die bzw. das durch einen Referenzwert zur Hebebestimmung definiert ist, der basierend auf einer Größe bzw. Größenordnung des Ausgabewerts bestimmt wird; und wobei die Steuereinheit eingerichtet ist, zu bestimmen, dass der Elektromagnet von dem Werkstück abgehoben wurde, falls der Ausgabewert des Magnetsensors, nachdem der Bearbeitungsvorgang gestartet wurde, kleiner wird als der Referenzwert zur Hebebestimmung.

4. Die tragbare Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Steuereinheit eingerichtet ist, eine dem Elektromagneten zugeführte Versorgungsspannung zu erfassen; und wobei die Steuereinheit eingerichtet ist, den normalen Betriebsbereich basierend auf der Versorgungsspannung und des Ausgabewerts des Magnetsensors einzustellen, wenn der Elektromagnet in Betrieb ist und bevor der Bearbeitungsvorgang durch die Antriebseinheit gestartet wird.

5. Die tragbare Werkzeugmaschine nach Anspruch 4, wobei die Steuereinheit eingerichtet ist, den normalen Betriebsbereich basierend auf einer Größe bzw. Größenordnung der Versorgungsspannung zurückzusetzen, falls sich die Versorgungsspannung während des Bearbeitungsvorgangs ändert.

6. Die tragbare Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Steuereinheit den normalen Betriebsbereich auf einen Bereich mit einer unteren Grenze bzw. einem unteren Limit einstellt, die bzw. das durch einen vorbestimmten ersten Referenzwert zu Hebestimmung definiert ist, falls der Ausgabewert des Magnetsensors, wenn der Elektromagnet in Betrieb ist und bevor der Bearbeitungsvorgang durch die Antriebseinheit gestartet wird, nicht kleiner als ein vorbestimmter erster Schwellenwert ist; und wobei die Steuereinheit den normalen Betriebsbereich auf einen Bereich einstellt, der eine untere Grenze bzw. ein unteres Limit hat, die bzw. das durch einen vorbestimmten zweiten Referenzwert zur Hebebestimmung definiert ist, der kleiner als der erste Referenzwert zur Hebebestimmung ist, falls der Ausgabewert kleiner als der erste Schwellenwert und nicht kleiner als ein vorbestimmter zweiter Schwellenwert ist, der kleiner als der erste Schwellenwert ist.

7. Die tragbare Werkzeugmaschine nach Anspruch 6, wobei die Antriebseinheit daran gehindert wird, angetrieben zu werden, wenn der Ausgabewert des Magnetsensors, wenn der Elektromagnet in Betrieb ist und bevor der Bearbeitungsvorgang durch die Antriebseinheit gestartet wird, kleiner als der zweite Schwellenwert ist.

8. Die tragbare Werkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, die ferner eine Anzeigeeinheit aufweist, die eingerichtet ist, einen Status der tragbaren Werkzeugmaschine anzuzeigen, wobei die Anzeigeeinheit eingerichtet ist, bei den folgenden Bedingungen jeweils unterschiedliche Angaben zu machen:
der Ausgabewert des Magnetsensors, wenn der Elektromagnet in Betrieb ist und bevor der Bearbeitungsvorgang durch die Antriebseinheit gestartet wird, ist:
nicht kleiner als der erste Schwellenwert;
kleiner als der erste Schwellenwert und nicht kleiner als der zweite Schwellenwert; und
kleiner als der zweite Schwellenwert.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

**Anhängende Zeichnungen**

Fig. 1

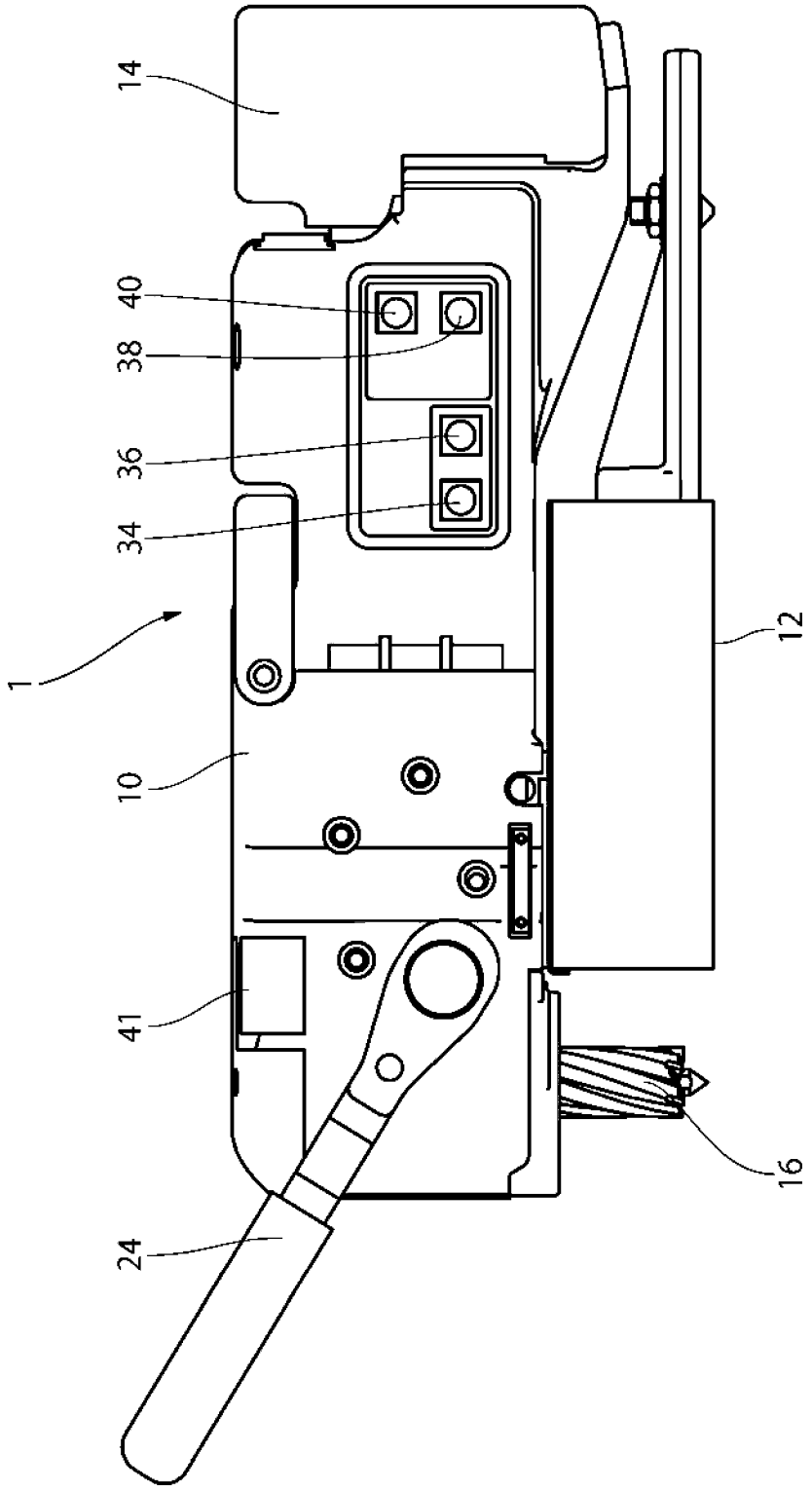


Fig. 2

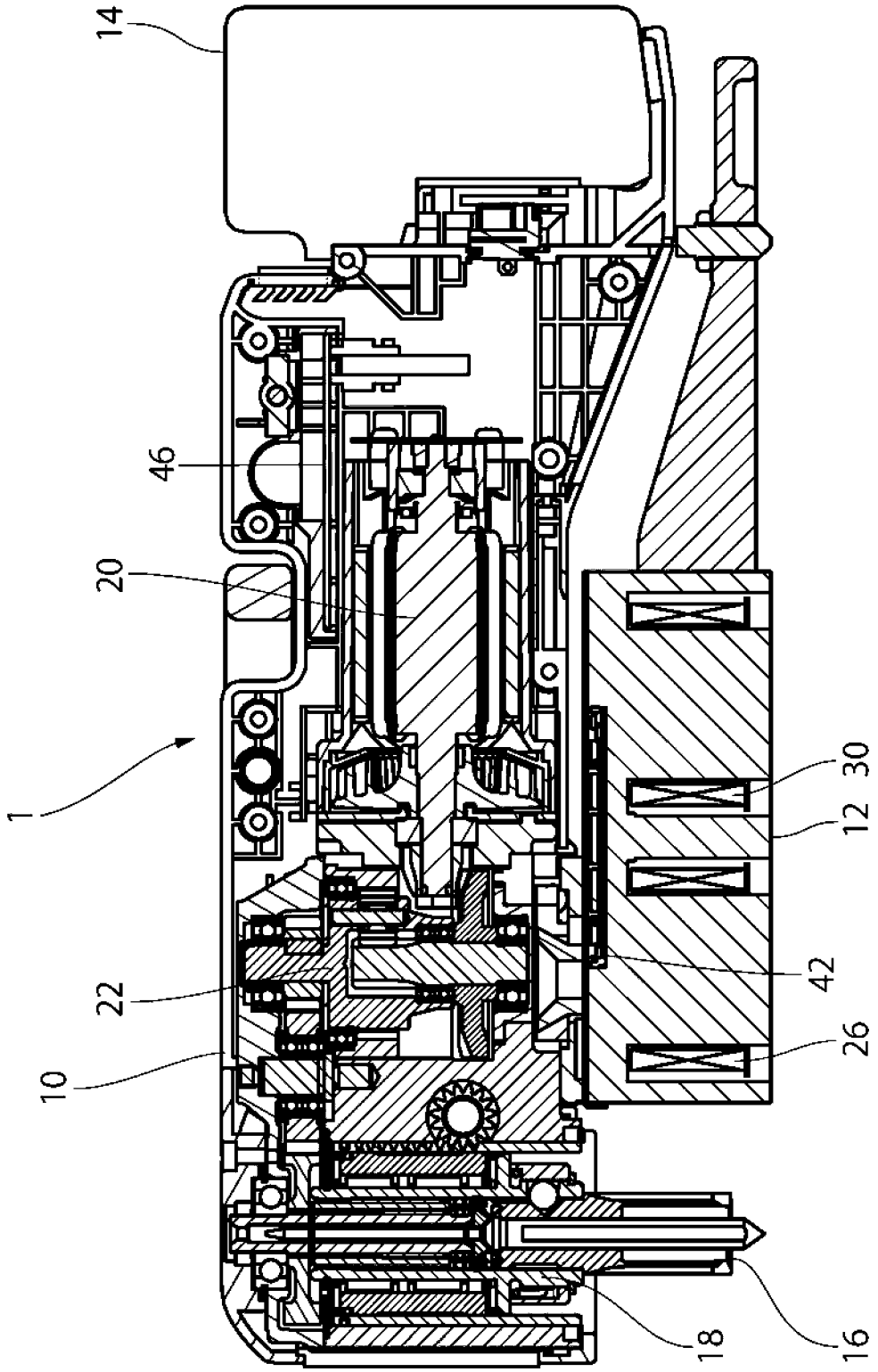


Fig. 3

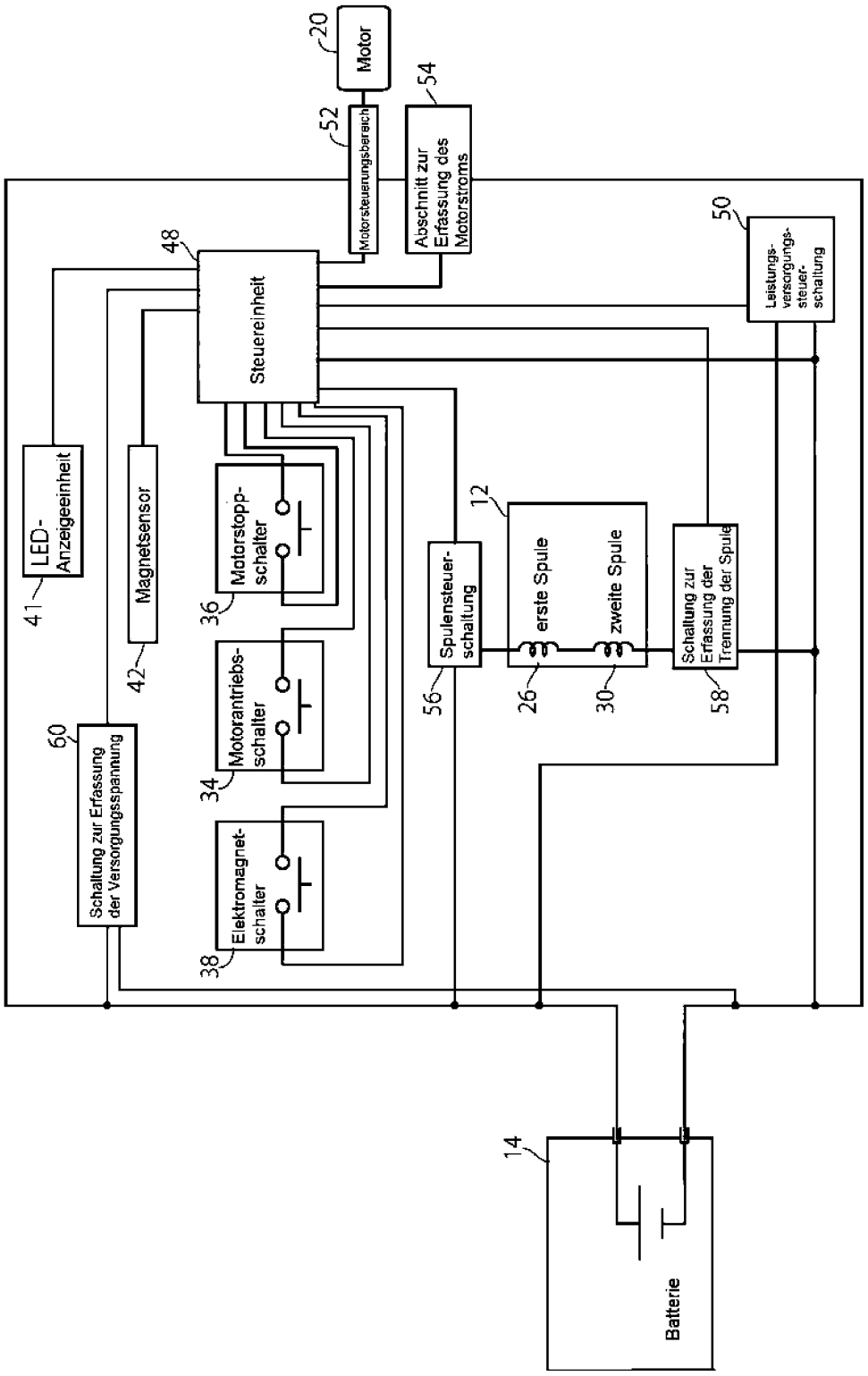

20
Motor
52
Motorsteuerungsbereich
54
Abschnitt zur Erfassung des Motorstroms
50
Leistungs-versorgungs-steuer-schaltung
48
Steuereinheit
LED-Anzeigeeinheit
41
Magnetsensor
42
Motorstopp-schalter
36
Motorantriebs-schalter
34
Elektromagnet-schalter
38
60
Schaltung zur Erfassung der Versorgungsspannung
12
Spulensteuer-schaltung
56
erste Spule
26
zweite Spule
30
Schaltung zur Erfassung der Trennung der Spule
58
14
Batterie

Fig. 4

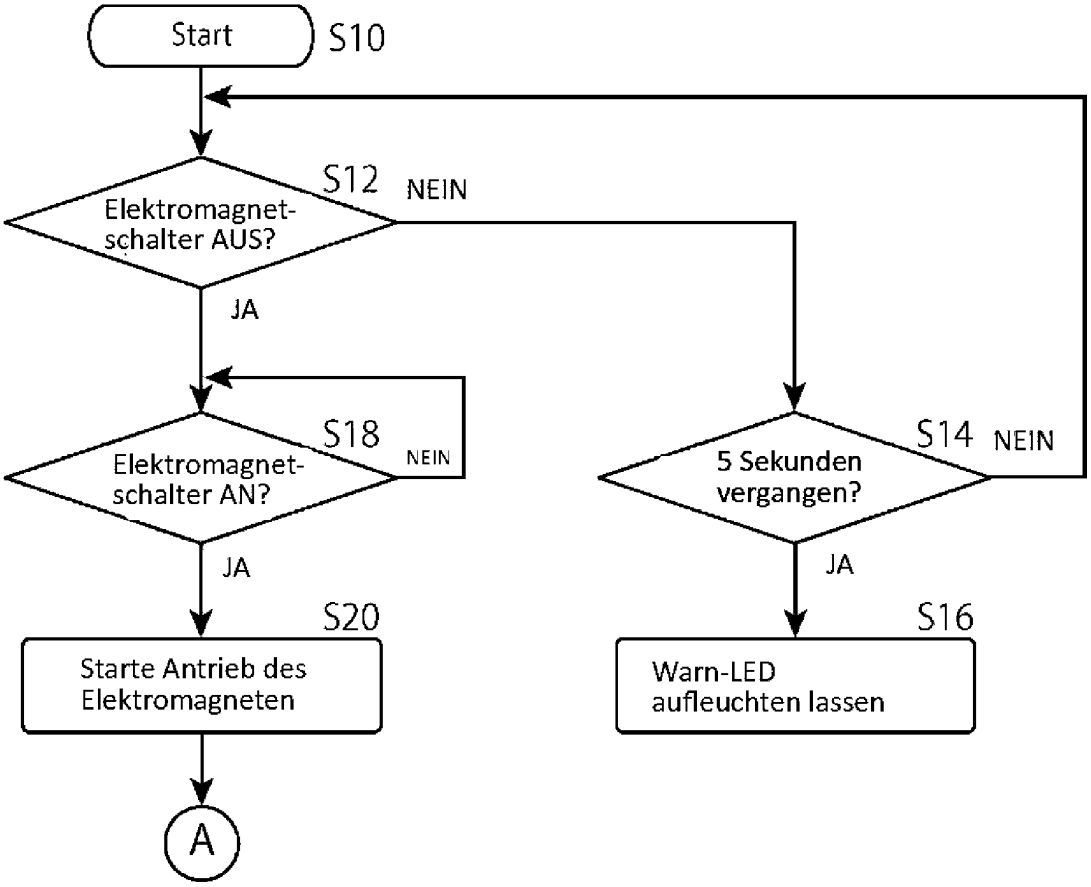

Start
S10
S12
Elektromagnet-schalter AUS?
NEIN
JA
S18
Elektromagnet-schalter AN?
NEIN
JA
S20
Starte Antrieb des Elektromagneten
A
S14
5 Sekunden vergangen?
NEIN
JA
S16
Warn-LED aufleuchten lassen

Fig. 5

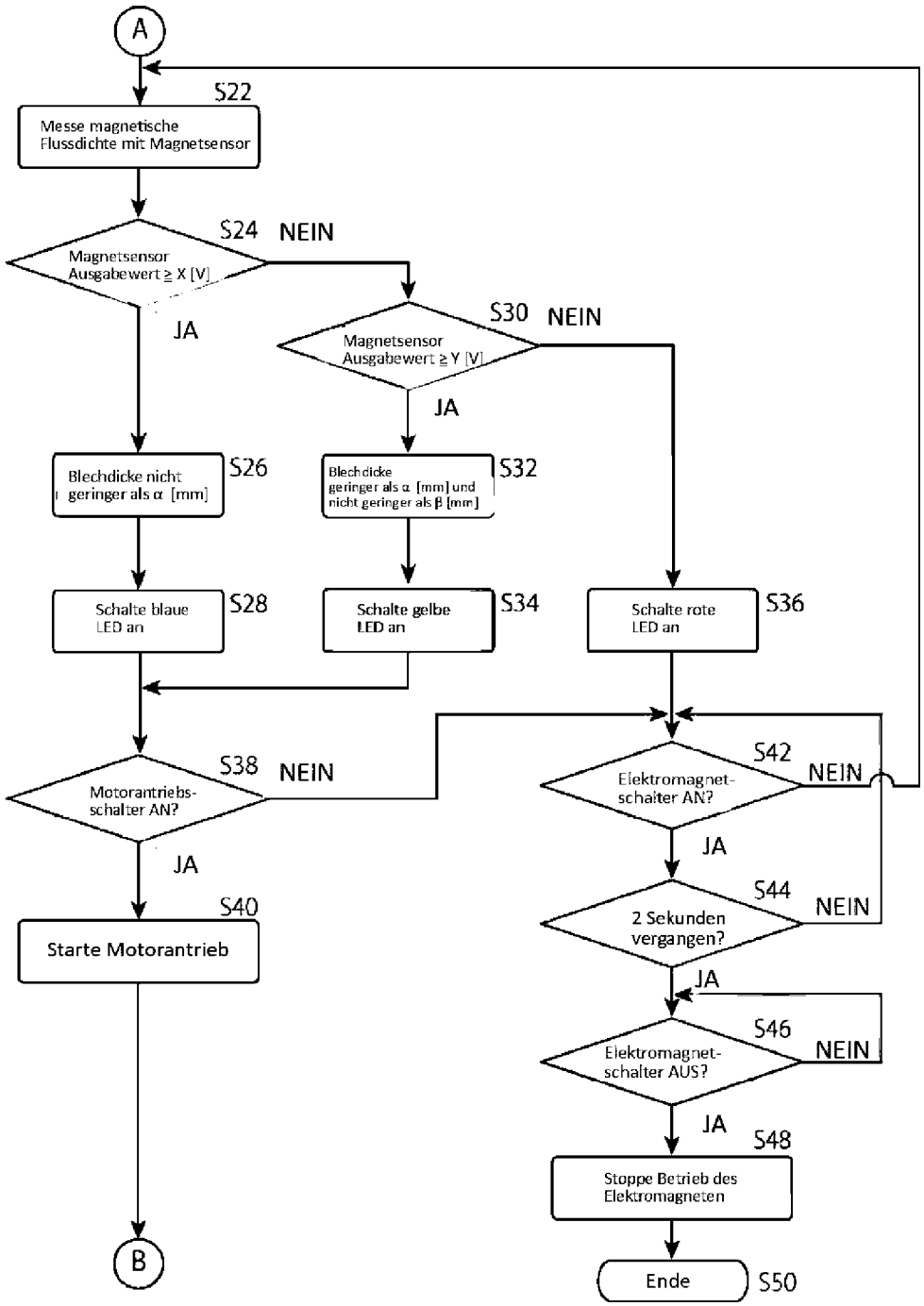

A
S22
Messe magnetische Flussdichte mit Magnetsensor
S24
NEIN
Magnetsensor Ausgabewert ≥ X [V]
JA
S30
NEIN
Magnetsensor Ausgabewert ≥ Y [V]
JA
Blechdicke nicht geringer als α [mm]
S26
Blechdicke geringer als α [mm] und nicht geringer als β [mm]
S32
Schalte blaue LED an
S28
Schalte gelbe LED an
S34
Schalte rote LED an
S36
S38
NEIN
Motorantriebs-schalter AN?
JA
S40
Starte Motorantrieb
B
S42
NEIN
Elektromagnet-schalter AN?
JA
S44
NEIN
2 Sekunden vergangen?
JA
S46
NEIN
Elektromagnet-schalter AUS?
JA
S48
Stoppe Betrieb des Elektromagneten
Ende
S50

Fig. 6

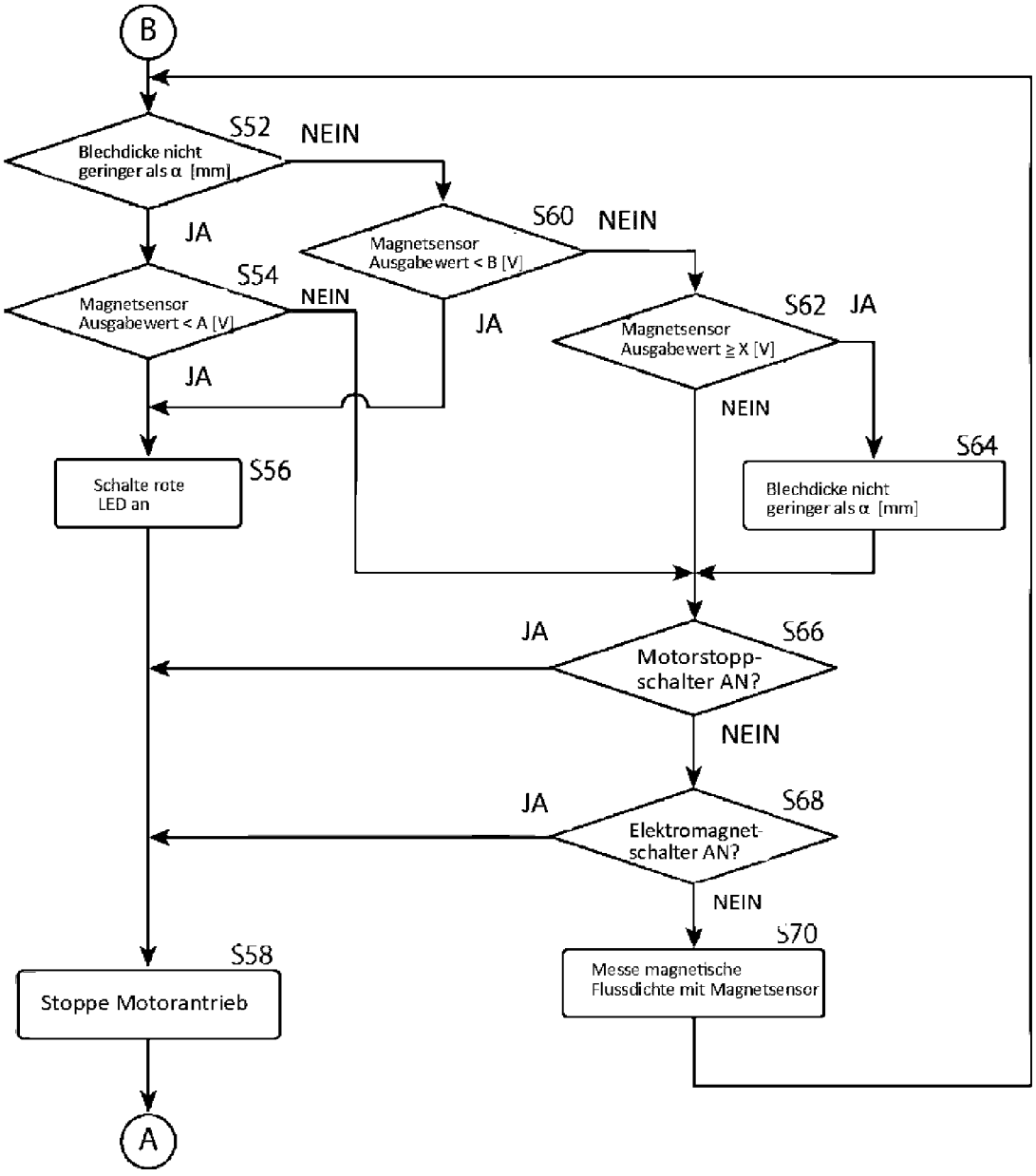
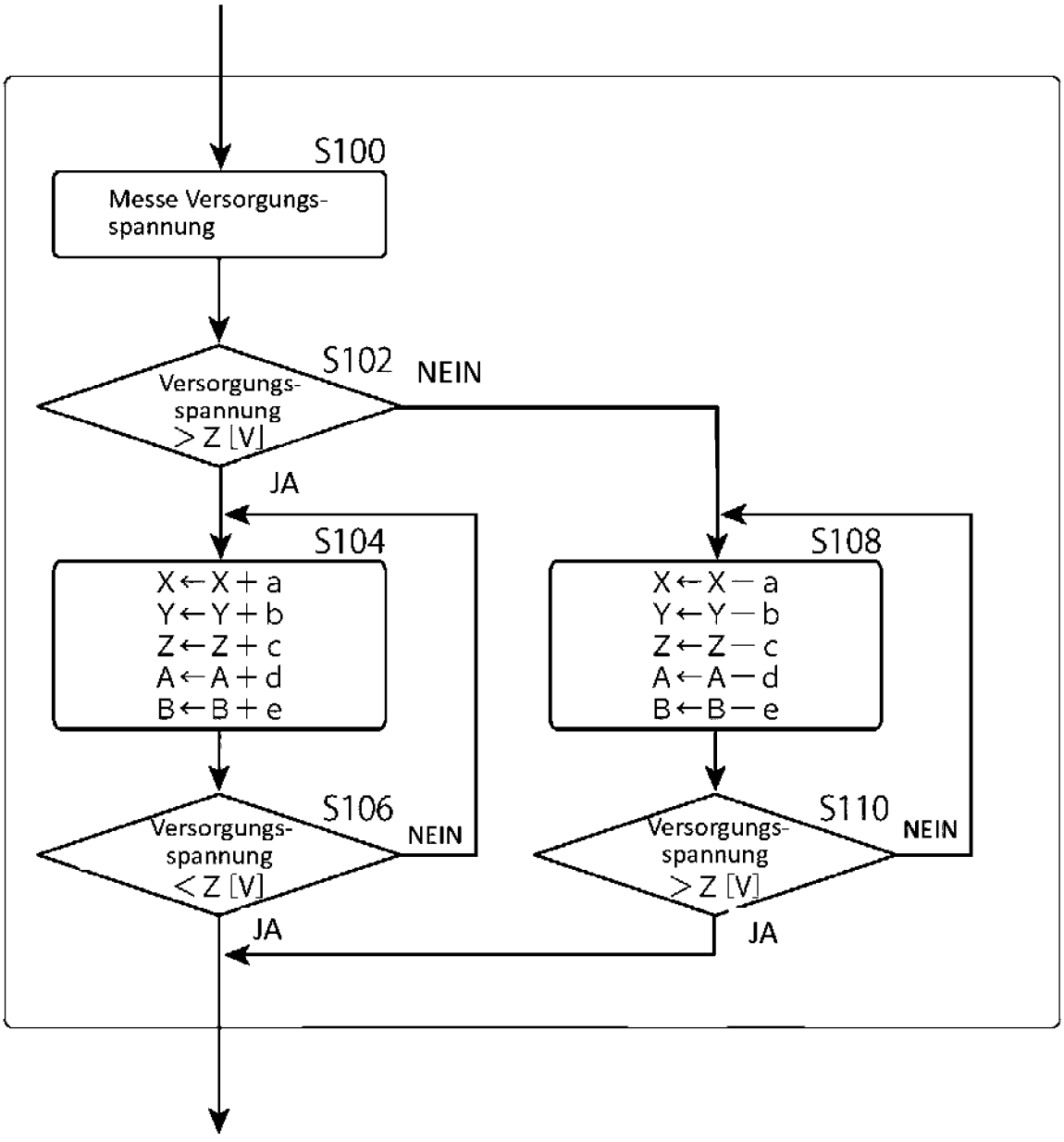

B
S52
Blechdicke nicht geringer als α [mm]
NEIN
JA
S60
Magnetsensor Ausgabewert < B [V]
NEIN
JA
S54
Magnetsensor Ausgabewert < A [V]
NEIN
JA
S62
Magnetsensor Ausgabewert ≥ X [V]
JA
NEIN
S64
Blechdicke nicht geringer als α [mm]
S56
Schalte rote LED an
JA
S66
Motorstopp-schalter AN?
NEIN
JA
S68
Elektromagnet-schalter AN?
NEIN
S58
Stoppe Motorantrieb
S70
Messe magnetische Flussdichte mit Magnetsensor
A

Fig. 7




 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.