



(11) **EP 3 130 978 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
10.07.2019 Patentblatt 2019/28

(51) Int Cl.:
G05G 5/03 (2008.04) **G05G 5/06 (2006.01)**
G05G 1/04 (2006.01) **G05G 1/08 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **15180531.4**

(22) Anmeldetag: **11.08.2015**

(54) **BEDIENEINRICHTUNG MIT ELEKTROMECHANISCHER HAPTISCHER RASTFUNKTION**
OPERATING DEVICE WITH ELECTROMECHANICAL HAPTIC LOCKING FUNCTION
DISPOSITIF DE COMMANDE DOTE DE FONCTION D'ARRET HAPTIQUE ELECTROMECHANIQUE

(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

- **Rades, Nikolaus**
74348 Lauffen (DE)
- **Eggensperger, Martin**
74078 Heilbronn (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.02.2017 Patentblatt 2017/07

(74) Vertreter: **Kohler Schmid Möbus Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB**
Gropiusplatz 10
70563 Stuttgart (DE)

(73) Patentinhaber: **W. Gessmann GmbH**
74211 Leingarten (DE)

(72) Erfinder:

- **Cristea, Alexander**
74078 Heilbronn (DE)
- **Gschelak, Matthias**
74193 Stetten (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 369 768 **US-A- 5 381 080**
US-A- 6 154 201 **US-A1- 2002 057 064**
US-A1- 2007 024 120

EP 3 130 978 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Bedieneinrichtung zur Steuerung/Regelung einer Vorrichtung, wobei die Bedieneinrichtung Folgendes aufweist:

- a. ein von einem Nutzer um eine/entlang einer Bewegungsachse mechanisch auslenkbares Bedienelement;
- b. einen Anschluss zur Ausgabe eines mit der Auslenkung des Bedienelements korrelierten Bediensignals zur Steuerung/Regelung der Vorrichtung;
- c. einen Elektromotor zur mittelbaren oder unmittelbaren Kraftbeaufschlagung des Bedienelements; und
- d. eine Steuereinrichtung zur Ausgabe von Steuerungssignalen zur Steuerung des Elektromotors.

[0002] Es ist bekannt, Bedieneinrichtungen bereitzustellen, die einem Nutzer der Bedieneinrichtung eine elektromechanisch generierte und taktil bzw. haptisch wahrnehmbare Rückmeldung geben.

[0003] Aus der JP 2011-028601 A ist beispielsweise ein Schalthebel mit einem Bedienelement und einem Elektromotor bekannt geworden, wobei der Elektromotor dem Schalthebel bei dessen Betätigung einen Widerstand entgegenzusetzen vermag.

[0004] Die WO 2013/116247 A1 offenbart eine Bedieneinrichtung mit einem "force feedback trigger", der einem Nutzer, abhängig vom Signal der mit der Bedieneinrichtung angesteuerten Vorrichtung, eine haptische Rückmeldung gibt.

[0005] Weiterhin offenbart die DE 10 2012 024 846 A1 eine verstellbare Kraftfahrzeugpedalanordnung mit einem motorisch steuerbaren Pedalhebel. Der Pedalhebel ist durch eine elektromechanische Aktoreinheit angeleitet.

[0006] US 5 381 080 A offenbart eine Bedienvorrichtung zur manuellen Eingabe von Informationen in ein elektronisches Gerät.

[0007] Es ist demgegenüber die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine eingangs genannte Bedieneinrichtung mit einem signifikant verbesserten Rastverhalten zur Verfügung zu stellen.

[0008] Die die Bedieneinrichtung betreffende Aufgabe wird durch eine Bedieneinrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in der Beschreibung und in den Unteransprüchen angegeben.

[0009] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird gelöst durch eine Bedieneinrichtung zur Steuerung/Regelung einer Vorrichtung, wobei die Bedieneinrichtung Folgendes aufweist:

- a. ein von einem Nutzer mechanisch um zumindest eine/entlang zumindest einer Bewegungsachse mechanisch auslenkbares Bedienelement;
- b. einen Anschluss zur Ausgabe eines mit der Aus-

- lenkung des Bedienelements korrelierten Bediensignals zur Steuerung/Regelung der Vorrichtung;
- c. einen Elektromotor zur mittelbaren oder unmittelbaren Kraftbeaufschlagung des Bedienelements;
- d. eine Steuereinrichtung zur Ausgabe von Steuerungssignalen zur Steuerung des Elektromotors;

wobei die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, den Elektromotor an einer vorbestimmten Rastauslenkung des Bedienelements zur Simulation einer Verrastung anzusteuern, indem die Steuereinrichtung ein Kraftsignal erzeugt, das mittelbar durch den Elektromotor eine Kraft auf das Bedienelement bewirkt, wobei die Kraft das Bedienelement zur Rastauslenkung zieht, wenn sich das Bedienelement in einem vorgegebenen Rastumgebungsbereich um die Rastauslenkung befindet.

[0010] Die Steuereinrichtung ist somit derart ausgebildet, dass sie an der Rastauslenkung, d.h. an einer vorbestimmten Auslenkungsposition des Bedienelements um/entlang der Bewegungsachse, den Elektromotor so ansteuert, dass das mechanische Verhalten des Bedienelements dem einer klassischen - rein mechanischen - Verrastung in der Rastauslenkung entspricht. Mit anderen Worten ist die Bedieneinrichtung so ausgebildet, dass sie dem Nutzer durch das Zusammenspiel von Elektromotor und Steuereinrichtung an der Rastauslenkung eine Verrastung vortäuscht, obwohl an der Rastauslenkung keine (rein) mechanische Verrastung des Bedienelements mit einem anderen Bauteil der Bedieneinrichtung existiert.

[0011] Bei der erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung ist die Steuereinrichtung somit dazu ausgebildet, insbesondere programmiert, den Elektromotor so anzusteuern, dass

i. dieser die Auslenkungsbewegung des Bedienelements mit einer Unterstützungskraft unterstützt, wenn das Bedienelement durch den Nutzer (unabhängig von der jeweiligen Auslenkrichtung entlang/um dessen Bewegungsachse) auf die vorgegebene Rastauslenkung zubewegt wird; und

ii. dieser der Auslenkungsbewegung des Bedienelements eine Widerstandskraft entgegengesetzt, wenn das Bedienelement durch den Nutzer über die vorgegebene Rastauslenkung hinausbewegt wird.

[0012] Der Nutzer verspürt dadurch bei einer Annäherung des Bedienelements an die Rastauslenkung - unabhängig von der Auslenkrichtung, d.h. der Bewegungsrichtung des Bedienelements entlang/ um dessen Bewegungsachse - zunächst die durch den Elektromotor generierte Unterstützungskraft und dann (bei Erreichen/Verlassen der Rastauslenkung) die durch den Elektromotor generierte Widerstandskraft, sodass beim Nutzer der haptische Eindruck entsteht, das Bedienelement sei in die Rastauslenkung eingeschnappt bzw. eingerastet, wie dies etwa beim Einrasten einer federkraft-

beaufschlagten Kugel in eine Rastauslenkung der Fall ist.

[0013] Befindet sich das Bedienelement in der vorgegebenen Rastauslenkung bzw. Rastposition, so kann das Bedienelement in beiden Auslenkrichtungen des Bedienelements mithin nur gegen eine vom Elektromotor generierte Kraft aus der Rastauslenkung bewegt werden.

[0014] Durch die mittels des Elektromotors simulierte Verrastung ergeben sich - im Gegensatz zu einer klassischen (rein) mechanischen Verrastung - eine Vielzahl von Vorteilen:

- Die Rastauslenkung, d.h. die Position der Verrastung des um die bzw. entlang seiner Bewegungsachse auslenkbaren Bedienelements, kann bei der erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung frei wählbar vorgegeben werden. Dies ist bei einer klassischen mechanischen Rastung, insbesondere im laufenden Betrieb der Bedieneinrichtung, nicht oder nur mit hohem Aufwand möglich.
- Die Raststärke der erfindungsgemäßen Rastung ist wesentlich einfacher variierbar und einstellbar als bei einer klassischen mechanischen Rastung. Dadurch kann individuellen Anforderungen einer Bedienperson auf einfache Weise Rechnung getragen werden.
- Die erfindungsgemäße Rastung ist - im Gegensatz zu einer klassischen mechanischen Rastung - beliebig einschaltbar und ausschaltbar. Darüber hinaus ist die erfindungsgemäße Rastung auf einfache Art und Weise zeitlich begrenzbare. Sobald das Bedienelement vom Benutzer in die vorgegebene Rastauslenkung überführt wurde, kann die Rastung beispielsweise nach einem vorgegebenen Zeitintervall zwischen 0,2 und 1 Sekunden ausgeschaltet werden, um präzise Auslenkbewegung des Bedienhebels im Rastumgebungsbereich (in beiden Auslenkrichtungen) ausführen zu können.
- Auch sind mehrere Rastauslenkungen des Bedienelements auf einfache Art und Weise realisierbar. Die Rastauslenkungen können dabei räumlich gesehen sehr eng beieinander liegen. Beispielsweise kann eine erste Rastauslenkung bei einer Stellung des Bedienelements von 90° und eine zweite Rastauslenkung bei einer Stellung des Bedienelements von 91° durch die erfindungsgemäße Bedieneinrichtung realisiert werden. Solch eng nebeneinander liegende mechanische Rastungen sind rein mechanisch nicht stabil realisierbar.
- Die erfindungsgemäße Rastauslenkung unterliegt keinem mechanischen Verschleiß. Die Genauigkeit und Qualität der Rastung kann über die Lebensdauer der Bedieneinrichtung unverändert gewährleistet

werden.

[0015] Es versteht sich, dass die Steuereinrichtung der erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung zum Abspeichern der vorgenannten Parameter im konstruktiv einfachsten Fall ein Speichermedium, z.B. einen digitalen Speicherbaustein, aufweist. Darüber hinaus kann das Bedienelement entlang/um eine oder mehrere weitere Bewegungsachsen mechanisch - mit oder ohne Rastung - auslenkbar sein. Eine Rastung bezüglich der weiteren Bewegungsachse(n) kann dabei in der vorstehend erläuterten Weise elektromotorisch simuliert oder aber in herkömmlicher Weise rein mechanisch realisiert sein.

[0016] Die Bedieneinrichtung ist vorzugsweise zur Steuerung/Regelung einer Vorrichtung in Form einer Maschine, eines Schiffs, eines Schienenfahrzeugs, eines Flugzeugs, eines Industrie- oder Baufahrzeugs, eines Flurförderfahrzeugs, eines Nutzfahrzeugs, einer Krananlage oder einer Anwendung im Bereich der Elektrohydraulik ausgebildet. Das Bedienelement ist bevorzugt in Form eines Steuerknüppels (etwa als Verbundantrieb bzw. Joystick), eines Hebels oder eines (Hand-) Steuerwheels ausgebildet.

[0017] Das Kraftsignal ist erfindungsgemäß an zwei Maxima am größten, wobei sich die beiden Maxima im Rastumgebungsbereich befinden. Das Kraftsignal steigt dabei vorzugsweise linear von der Rastauslenkung zu den Maxima hin an.

[0018] Die Maxima können den Rastumgebungsbereich erfindungsgemäß insbesondere begrenzen. In diesem Fall steigt das Kraftsignal bei Eintritt des Bedienelements in den Rastumgebungsbereich stufenartig an.

[0019] Um eine noch mehr an die Verrastung einer Kugel in eine Rastmulde anfühlende Rastung zu erzielen, sind die Maxima nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung beabstandet zum Rand des Rastumgebungsbereichs. Das Bedienelement wird dadurch bei Eintritt in den Rastumgebungsbereich zunächst schwach und dann zu einem Maximum hin mehr zur Rastauslenkung hingezogen.

[0020] Weiter bevorzugt fällt das Kraftsignal von den Maxima zum nächstliegenden Rand des Rastumgebungsbereichs linear ab. Hierdurch wird eine konstruktiv einfache Ausbildung der Bedieneinrichtung bei gleichzeitig haptisch sehr realistischer Rastung erzielt.

[0021] In weiter bevorzugter Ausgestaltung der Bedieneinrichtung ist die Steuereinrichtung zu einer bezüglich der Rastauslenkung antisymmetrischen Ausgabe des Kraftsignals ausgebildet. Dem Nutzer wird dadurch ein symmetrisches haptisches Empfinden beim Überfahren der Rastauslenkung bzw. beim Herausbewegen des Bedienhebels aus der Rastauslenkung in beiden Auslenkrichtungen vermittelt.

[0022] Erfindungsgemäß ist die Bedieneinrichtung mittelbar und/oder unmittelbar zur Erfassung der Bewegungsgeschwindigkeit der Auslenkung des Bedienelements ausgebildet, wobei die Steuereinrichtung zur geschwindigkeitsabhängigen Ausgabe der Steuersignale

ausgebildet ist, indem sie das Kraftsignal mit einem geschwindigkeitsabhängigen Dämpfungssignal verrechnet, vorzugsweise indem sie das geschwindigkeitsabhängige Dämpfungssignal zu dem Kraftsignal addiert. Insbesondere die von der Geschwindigkeit des Bedienelements abhängige Dämpfung des Bedienelements im Bereich der Rastauslenkung vermittelt eine haptisch besonders realistische Wahrnehmung einer mechanischen Verrastung beim Nutzer. Die Bewegungsgeschwindigkeit der Auslenkung des Bedienelements kann dabei erfindungsgemäß unmittelbar durch eine Geschwindigkeitsmessung und/oder mittelbar durch eine zeitliche Ableitung der Positionsbestimmung des Bedienelements erfolgen.

[0023] Die Bedieneinrichtung kann insbesondere einen Bedienelement-Positionssensor zur Bestimmung der jeweils vorliegenden Auslenkung des Bedienelements durch die Steuereinrichtung aufweisen. Alternativ oder zusätzlich dazu kann die Steuereinrichtung zur Auslesung der Auslenkung durch das elektrische Bediensignal ausgebildet sein.

[0024] Der Bedienelement-Positionssensor ist bevorzugt zur Auslesung der Auslenkung des Bedienelements mit einer Auflösung von mehr als 10 Bit, insbesondere von mehr als 18 Bit, ausgebildet. Die Steuereinrichtung ist vorzugsweise mit mehr als 5 kHz, insbesondere mit mehr als 10 kHz, getaktet. Dadurch kann die Bedieneinrichtung einerseits auch für sehr feinfühligere Steuerungsaufgaben eingesetzt werden. Andererseits kann eine haptisch bzw. taktil als besonders präzise wahrzunehmende Rastung des Bedienhebels in der Rastauslenkung erzeugt bzw. simuliert werden.

[0025] Weiterhin kann die Steuereinrichtung zur Ermittlung der Bewegungsgeschwindigkeit der Auslenkung des Bedienelements erfindungsgemäß zur zeitlichen Ableitung des Signals des Bedienelement-Positionssensors ausgebildet sein. Mit anderen Worten kann die Steuereinrichtung in diesem Fall die Bewegungsgeschwindigkeit durch zeitliches Ableiten des Signals des Bedienelement-Positionssensors bestimmen.

[0026] Zur signifikant präziseren Regelung des Elektromotors kann die Bedieneinrichtung nach der Erfindung einen Elektromotor-Positionssensor zur Bestimmung der Rotorposition des Elektromotors aufweisen, wobei die Steuerung zur Regelung der Rotorposition auf Basis des Signals des Elektromotor-Positionssensors ausgebildet ist.

[0027] Um den Nutzer auf einen unerwünschten Auslenkungsbereich des Bedienelements haptisch hinzuweisen, kann der Elektromotor durch die Steuereinrichtung zur mittelbaren oder unmittelbaren Oszillation des Bedienelements ansteuerbar sein, wenn sich das Bedienelement in einem vorbestimmten Vermeidungs-Auslenkungsbereich befindet. Die Oszillation des Elektromotors wird dabei vorzugsweise durch schnelles Umschalten des Elektromotors erreicht, der unmittelbar mit dem Bedienelement oder mittelbar - insbesondere über ein Getriebe - mit dem Bedienelement verbunden ist.

[0028] Die Steuereinrichtung kann zur Ausgabe eines Steuersignals ausgebildet sein, wenn sich das Bedienelement in einem vorbestimmten Rückführungs-Auslenkungsbereich befindet, um das Bedienelement mittelbar oder unmittelbar durch den Elektromotor zu einer vorbestimmten Auslenkungsposition zu bewegen. Das von einem Nutzer unbetätigte Bedienelement wird somit im Rückführungs-Auslenkungsbereich stets zur vorbestimmten Auslenkungsposition geführt.

[0029] Nach einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung kann die Bedieneinrichtung einen Kaskadenregler zur Einstellung der Elektromotorsteuerung im Vermeidungs-Auslenkungsbereich und/oder im Rückführungs-Auslenkungsbereich aufweisen.

[0030] Der Elektromotor ist besonders präzise durch einen Stromregler der Steuereinrichtung steuerbar. Das Steuersignal der Steuereinrichtung wird in diesem Fall zur Steuerung eines Stroms zum Elektromotor verwendet, wobei der Strom mit dem Steuersignal korreliert ist.

[0031] Der Elektromotor kann nach einer Ausführungsform der Erfindung in Form eines Linearmotors ausgebildet sein. Nach einer alternativen Ausführungsform ist der Elektromotor in Form eines rotatorischen Motors ausgebildet. Dabei ist der Elektromotor weiter bevorzugt in Form eines bürstenlosen Elektromotors ausgebildet.

[0032] In besonders bevorzugter Ausgestaltung der Bedieneinrichtung ist der Elektromotor in Form eines permanent magnetisierten Synchronmotors (PMSM) ausgebildet. In dieser Bauform ist der Elektromotor besonders verschleißarm und weist hohe Drehmomente bei kompakter Bauform auf. Weiter bevorzugt weist der Elektromotor eine Außenläufer-Bauform auf.

[0033] Die Ausgabe der Kraft auf das Bedienelement erfolgt bei einem rotatorischen Elektromotor vorzugsweise in Form eines Drehmoments des Elektromotors.

[0034] Die Steuerung des Elektromotors kann erfindungsgemäß dadurch noch präziser erfolgen, wenn die Steuereinrichtung zur Steuerung des Elektromotors mittels Vektorkommutierung ausgebildet ist.

[0035] In weiter bevorzugter Ausgestaltung der Bedieneinrichtung weist die Bedieneinrichtung keine mechanische Verrastung des Bedienelements auf.

[0036] Die Bedieneinrichtung kann erfindungsgemäß eine mechanische Reibbremse aufweisen, die mittelbar oder unmittelbar die Auslenkung des Bedienelements bremst. Die mechanische Reibbremse verhindert eine Positionsänderung des Bedienelements bei Stromausfall. Weiterhin erzeugt das konstante Reibmoment der mechanischen Reibbremse ein hochwertiges haptisches Gefühl beim Nutzer. Vorzugsweise ist die Bedieneinrichtung derart ausgebildet, dass das Verhalten der Reibbremse die Temperatur und den Verschleiß bei der Steuerung des Elektromotors durch die Steuereinrichtung berücksichtigt.

[0037] Der Elektromotor kann direkt mit dem Bedienelement verbunden, d.h. bewegungsgekoppelt, sein.

[0038] Alternativ dazu kann der Elektromotor durch ein

Getriebe der Bedieneinrichtung mit dem Bedienelement verbunden sein. Das Getriebe kann ein Zahnrad oder mehrere Zahnräder aufweisen.

[0039] Um das Spiel zwischen Elektromotor und Bedienelement zu minimieren, ist das Getriebe erfindungsgemäß vorzugsweise in Form eines Zahnriemengetriebes ausgebildet.

[0040] Das Bedienelement kann nach der Erfindung in Form eines Schwenkhebels, eines Drehgriffs, eines Schiebereglers oder auch eines Stößels ausgebildet sein.

[0041] Offenbart wird weiterhin ein nicht beanspruchtes Verfahren zur Steuerung einer zuvor beschriebenen Bedieneinrichtung mit den Verfahrensschritten:

A. Ausgabe eines Steuersignals durch die Steuereinrichtung, wobei das Steuersignal durch den Elektromotor eine Unterstützungskraft der Auslenkungsbewegung des Bedienelements bewirkt, wenn das Bedienelement durch den Nutzer auf die Rastauslenkung zubewegt wird;

B. Ausgabe eines Steuersignals durch die Steuereinrichtung, wobei das Steuersignal durch den Elektromotor eine Widerstandskraft der Auslenkungsbewegung des Bedienelements bewirkt, wenn das Bedienelement durch den Nutzer von der Rastauslenkung wegbewegt wird.

[0042] Die Steuereinrichtung erzeugt dabei vorzugsweise ein Kraftsignal, das mittelbar durch den Elektromotor eine Kraft auf das Bedienelement bewirkt, die das Bedienelement zur Rastauslenkung zieht, wenn sich das Bedienelement in einem begrenzten Rastumgebungsbereich um die Rastauslenkung befindet.

[0043] Das Kraftsignal ist vorzugsweise an Maxima im Rastumgebungsbereich am größten. Die Maxima befinden sich dabei bevorzugt beabstandet zum Rand des Rastumgebungsbereichs, wobei das Kraftsignal insbesondere vom Rand des Rastumgebungsbereichs linear zu den jeweils nächstliegenden Maxima hin ansteigt.

[0044] Die Ausgabe des Steuersignals erfolgt vorzugsweise antisymmetrisch zur Rastauslenkung.

[0045] Die Ausgabe des Steuersignals erfolgt vorzugsweise abhängig von der Geschwindigkeit des Bedienelements. Dabei wird weiter bevorzugt von der Steuereinrichtung ein geschwindigkeitsabhängiges Dämpfungssignal erzeugt, das mit dem Kraftsignal zu dem Steuersignal verrechnet wird. Insbesondere wird das geschwindigkeitsabhängige Dämpfungssignal zu dem Kraftsignal addiert, sodass als Ergebnis die Steuereinrichtung das Steuersignal als Summe aus Kraftsignal und geschwindigkeitsabhängigem Dämpfungssignal an den Elektromotor ausgibt.

[0046] Weiter bevorzugt wird das geschwindigkeitsabhängige Dämpfungssignal nur zwischen den Maxima mit dem Kraftsignal verrechnet.

[0047] Vorzugsweise misst ein Bedienelement-Positionssensor der Bedieneinrichtung die Auslenkungsposi-

tion des Bedienelements, insbesondere mit einer Auflösung von mehr als 10 Bit, besonders bevorzugt mit einer Auflösung von mehr als 18 Bit.

[0048] Die Steuereinrichtung ist vorzugsweise mit mehr als 5 kHz, insbesondere mit mehr als 10 kHz, getaktet.

[0049] Zur Ermittlung der Bewegungsgeschwindigkeit des Bedienelements erfolgt bevorzugt in der Steuereinrichtung eine zeitliche Ableitung des Signals des Bedienelement-Positionssensors.

[0050] Weiter bevorzugt erfolgt die Regelung der Rotorposition des Elektromotors auf Basis eines Signals eines Elektromotor-Positionssensors der Bedieneinrichtung.

[0051] In einem vorbestimmten Vermeidungs-Auslenkungsbereich des Bedienelements wird der Elektromotor vorzugsweise zur mittelbaren oder unmittelbaren Oszillation des Bedienelements angesteuert.

[0052] Alternativ oder zusätzlich dazu kann der Elektromotor in einem vorbestimmten Rückführungs-Auslenkungsbereich des Bedienelements zu einer vorbestimmten Auslenkungsposition bewegt werden.

[0053] Die Ausgabe der Kraft auf das Bedienelement, d.h. die Ausgabe der Unterstützungskraft und der Widerstandskraft, erfolgt vorzugsweise in Form eines Unterstützungsdrehmoments bzw. Widerstandsdrehmoments des Elektromotors.

[0054] Die Steuerung des Elektromotors erfolgt bevorzugt mittels Vektorkommutierung.

[0055] Die Bedieneinrichtung wird weiter bevorzugt mittelbar oder unmittelbar durch eine mechanische Reibbremse der Bedieneinrichtung gebremst.

[0056] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele der Erfindung, aus den Patentansprüchen sowie anhand der Figuren der Zeichnung, die erfindungswesentliche Einzelheiten zeigt.

[0057] Die in der Zeichnung gezeigten Merkmale sind derart dargestellt, dass die erfindungsmäßigen Besonderheiten deutlich sichtbar gemacht werden können. Die verschiedenen Merkmale können je einzeln für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen bei Varianten der Erfindung verwirklicht sein.

[0058] Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer Bedieneinrichtung;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung einer weiteren Bedieneinrichtung;

Fig. 3a eine perspektivische Darstellung einer weiteren Bedieneinrichtung;

Fig. 3b eine Rückansicht der Bedieneinrichtung gemäß Fig. 3a;

- Fig. 4 ein Blockschaltbild einer Bedieneinrichtung;
- Fig. 5a eine schematische Darstellung einer motorischen Rastung;
- Fig. 5b eine schematische Darstellung einer mechanisch gedämpften motorischen Rastung;
- Fig. 5c eine schematische Darstellung einer Rastung mit aktiver Dämpfung;
- Fig. 6a eine schematische Auftragung eines Steuerungssignals im Rastumgebungsbereich, das aus einem Kraftsignal besteht; und
- Fig. 6b eine schematische Auftragung des Steuerungssignals gemäß Fig. 6a, das sich aus einem Kraftsignal und einem aktiven Dämpfungssignal zusammensetzt.

[0059] Fig. 1 zeigt eine Bedieneinrichtung 10 für Steuerungsaufgaben, mit einem manuell betätigbaren Bedienelement 12. Eine Drehung des Bedienelements 12 um seine Bewegungsachse 14, die hier in Form einer Drehachse ausgebildet ist, kann beispielsweise eine Änderung eines elektrischen Widerstandes in der Bedieneinrichtung 10 bewirken. Diese Änderung des elektrischen Widerstandes ist durch den Anschluss elektrischer Leitungen an einen - hier elektrischen - Anschluss 16 der Bedieneinrichtung ermittelbar bzw. auslesbar. Der Anschluss 16 ist dabei - wie in Fig. 1 angedeutet - mit einer von der Bedieneinrichtung 10 zu steuernden Vorrichtung 18 verbunden. Die zu steuernde Vorrichtung 18 kann beispielsweise in Form eines Antriebs eines Fahrzeugs, wie etwa eines Schiffs oder eines schienengebundenen Fahrzeugs ausgebildet sein. Die Bedieneinrichtung kann grundsätzlich im aktiven Steuerbetrieb und/oder im passiven Nachführungsbetrieb eingesetzt werden.

[0060] Erfindungsgemäß erhält ein Nutzer der Bedieneinrichtung 10 bei der Betätigung des Bedienelements 12 ein haptisches Feedback von einem Elektromotor 20. Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ist der Elektromotor 20 mit dem Bedienelement 12 unmittelbar verbunden, sodass das Bedienelement auf der Motorwelle (nicht gezeigt) des Elektromotors 20 angeordnet und mit dieser drehfest verbunden ist.

[0061] Fig. 2 zeigt eine alternative Ausführungsform der Bedieneinrichtung 10. Ein Elektromotor 20 ist in dieser Ausführungsform der Bedieneinrichtung 10 mittelbar - über ein Getriebe 22 - mit dem Bedienelement 12 verbunden. Das Getriebe 22 kann insbesondere in Form eines Zahnriemengetriebes ausgebildet sein.

[0062] Fig. 3a zeigt eine weitere Bedieneinrichtung 10 mit zwei Bedienelementen 12a, 12b in Form von Schwenkhebeln. Die Auslenkung des ersten Bedienelements 12a wird durch eine erste mechanische Reibbremse 24a gedämpft.

[0063] Fig. 3b zeigt die Bedieneinrichtung 10 gemäß

Fig. 3a in einer Rückansicht, wobei ersichtlich wird, dass das zweite Bedienelement 12b durch eine zweite mechanische Reibbremse 24b gedämpft ist.

[0064] In Fig. 3b ist beispielhaft die Auslenkung des zweiten Bedienelements 12b, die durch einen Nutzer der Bedieneinrichtung 10 einstellbar bzw. wählbar ist, mit einem Doppelpfeil 26 gekennzeichnet. Die Auslenkung des Bedienelements 12b kann dabei in eine erste Richtung 28a und in eine der ersten Richtung 28a entgegengesetzte zweite Richtung 28b erfolgen. Zwischen den Richtungen 28a, 28b kann der Nutzer eine Rastauslenkung 30 bestimmen. Die Rastauslenkung 30 ist in Fig. 3b durch ein Kreuz angedeutet. Die Rastauslenkung 30 stellt eine Position des zweiten Bedienelements 12b dar, in der dem Nutzer der haptische Eindruck einer Verrastung bzw. eines Rastpunkts vermittelt wird. Das zweite Bedienelement 12b kann bei seiner Auslenkung mehrere Rastauslenkungen 30 aufweisen. Die Rastauslenkung 30 bzw. die mehreren Rastauslenkungen 30 wird/werden dabei nicht durch mechanische Bauteile der Bedieneinrichtung 10 im Sinne einer klassischen mechanischen Rastung erzeugt, sondern kraftbasiert bzw. drehmomentbasiert durch einen Elektromotor 20 (siehe bspw. Fig. 1 und 2) generiert. Der Elektromotor 20 ist vorzugsweise als bürstenloser Elektromotor ausgeführt. Die Steuerung des Elektromotors 20 erfolgt durch eine Steuereinrichtung, deren Funktionsweise nachfolgend in Bezug auf Fig. 4 erläutert wird.

[0065] Fig. 4 zeigt den grundsätzlichen Aufbau einer Bedieneinrichtung 10. Die Bedieneinrichtung 10 weist einen Elektronikteil und einen Mechanikteil auf. Der Elektronikteil ist diagonal schraffiert hinterlegt. Der Mechanikteil ist mit gekreuzten Linien hinterlegt. An der Schnittstelle zwischen Elektronikteil und Mechanikteil befindet sich der Elektromotor 20. Der Mechanikteil umfasst weiterhin optional das Getriebe 22 und darüber hinaus die mechanische Reibbremse 24. Der Elektromotor 20 kann, wie vorstehend erläutert, unmittelbar oder mittelbar mit dem Bedienelement 12 mechanisch wirksam bewegbar gekoppelt sein. Das Bedienelement 12 ist durch einen Nutzer 32 betätigbar, d.h. um die in Figur 1 gezeigte Bewegungsachse 14 drehbar. Alternativ kann das Bedienelement auch entlang einer Bewegungsachse translatorisch verstellbar sein.

[0066] Eine jeweilige Auslenkungsposition des Bedienelements 12 ist durch einen Bedienelement-Positionssensor 34 erfassbar. Eine jeweilige Position bzw. Drehstellung des Rotors des Elektromotors 20 ist durch einen Elektromotor-Positionssensor 36 erfassbar.

[0067] Die Informationen der Positionssensoren 34, 36 werden von einer Steuereinrichtung 38 erfasst. Die Steuereinrichtung 38 steuert den Elektromotor 20. Hierzu weist die Steuereinrichtung 38 einen Stromregler 40 und eine Vektorkommutierung 42 auf. Die Vektorkommutierung 42 ist zur Durchführung einer Pulsweitenmodulation ausgebildet. Das Ausgangssignal der Vektorkommutierung 42 wird einer Dreiphasen-H-Brücke 44 zugeführt, um letztlich den Elektromotor 20 anzutreiben.

[0068] Der Elektronikteil weist weiterhin Shunts 46 auf, an denen Spannungen abfallen, die von einer Strommessung 48 erfasst und dem Stromregler 40 zur Motorregelung zugeführt werden.

[0069] Die Ausgabe der Vektorkommutierung 42 wird durch einen Mikrocontroller 50 der Steuereinrichtung 38 bestimmt. Der Mikrocontroller 50 weist einen Kaskadenregler 52 auf, der die Ausgabe des Stromreglers 40 durch eine Auswahl des Betriebsmodus - hier dargestellt durch einen Kreis 54 - bestimmt. Der Kaskadenregler 52 weist vorliegend beispielhaft drei Betriebsmodi 56a, 56b, 56c auf. Die Betriebsmodi können in der Steuereinrichtung fix vorgegeben sein bzw. variabel abgeändert werden. Befindet sich das Bedienelement 12 in einem ersten Auslenkungsbereich, so wird im Betriebsmodus 56a beispielhaft eine Rastung simuliert. Befindet sich das Bedienelement 12 in einem zweiten Auslenkungsbereich, einem sogenannten Vermeidungs-Auslenkungsbereich (verbotener Bereich) so wird gemäß Betriebsmodus 56b der Elektromotor 20 zu Oszillationen angeregt. Dem Nutzer 32 wird dadurch signalisiert, dass er sich in einem verbotenen bzw. gefährlichen Auslenkungsbereich bezüglich der Vorrichtung 18 (siehe Fig. 1) befindet. Befindet sich das Bedienelement 12 hingegen in einem dritten Auslenkungsbereich, so befindet sich der Kaskadenregler 52 im Betriebsmodus 56c, in dem das Bedienelement 12 durch den Elektromotor 20 zu einer vorbestimmten Position rückgeführt wird. Dies entspricht einer Rückführung des Bedienelements 12 in eine vorbestimmte Nullstellung. Die Zuordnung der Betriebsmodi 56a-c zu bestimmten Auslenkungsbereichen erfolgt durch eine Positionsangabe 58.

[0070] Das mögliche Verhalten des Bedienelements 12 im Betriebsmodus 56a wird nachfolgend anhand der schematischen Fig. 5a-c erläutert.

[0071] Fig. 5a zeigt eine fiktive Kugel 60, die in eine fiktive Rastausnehmung 62 eindringt. Die fiktive Kugel 60 und die fiktive Rastausnehmung 62 entsprechen der haptischen Rückkopplung einer erfindungsgemäßen Bedieneinrichtung 10 (siehe Fig. 1 bis 4). Fig. 5a veranschaulicht dabei den Fall, dass der Elektromotor 20 (siehe Fig. 1 bis 4) eine ungedämpfte Rastung simuliert. Die Kugel 60 schwingt dabei geföhlt um die Rastauslenkung 30. Das Rastverhalten gemäß Fig. 5a entsteht, wenn sich ein Steuersignal der Steuereinrichtung 38 (siehe Fig. 4) nur aus einem Kraftsignal zusammensetzt, das die Dämpfung der Bedieneinrichtung 10 (siehe Fig. 1 bis 4) zumindest kompensiert. Ohne Dämpfung überfährt das vom Nutzer betätigte Bedienelement 12, 12a, 12b (siehe Fig. 1 bis 4) nämlich stets die Rastauslenkung 30.

[0072] Fig. 5b zeigt die fiktive Kugel 60 und die fiktive Rastausnehmung 62 gemäß Fig. 5a für den Fall, dass die durch den Elektromotor 20 (siehe Fig. 1 bis 4) auf das Bedienelement 12, 12a, 12b (siehe Fig. 1 bis 4) wirkende Kraft die mechanische (Gesamt-)Reibung der Bedieneinrichtung 10 (siehe Fig. 1 bis 4) nicht kompensiert oder übersteigt. Die mechanische Reibung der Bedieneinrichtung 10 ist dabei durch eine stets vorhandene

Lager- und Luftreibung bedingt. Darüber hinaus kann die mechanische Reibung der Bedieneinrichtung 10 durch eine mechanische Reibbremse 24a, 24b (siehe Fig. 3a und b) beabsichtigt verstärkt sein. Die fiktive Kugel 60 fühlt sich im vorliegenden Fall im Bereich der Rastauslenkung 30 nicht präzise verrastet an.

[0073] Fig. 5c zeigt die fiktive Kugel 60 und die fiktive Rastausnehmung 62 für den Fall, dass der Elektromotor 20 (siehe Fig. 1 bis 4) eine vom Bedienelement 12, 12a, 12b (siehe Fig. 1 bis 4) geschwindigkeitsabhängige aktive Dämpfung bereitstellt. Eine solche geschwindigkeitsabhängige aktive Dämpfung erzielt eine stabile und gleichzeitig präzise Rastung in der Rastauslenkung 30.

[0074] Fig. 6a zeigt ein Steuersignal S der Steuereinrichtung 38 (siehe Fig. 4), aufgetragen in Abhängigkeit von der Auslenkung a eines Bedienelements 12, 12a, 12b (siehe Fig. 1 bis 4). Im unmittelbaren Anschluss an die Rastauslenkung 30 wird ein linear ansteigendes Steuersignal S ausgegeben, sodass das Bedienelement 12 zur Rastauslenkung 30 hingezogen wird. Das Steuersignal S wirkt hier antisymmetrisch zur Rastauslenkung 30. Endpunkte 64a, 64b begrenzen einen Rastumgebungsbereich 66. Im Rastumgebungsbereich 66 befinden sich äquidistant zur Rastauslenkung 30 Maxima 68a, 68b. Das Steuersignal S fällt von den Maxima 68a, 68b zu den Endpunkten 64a, 64b hin linear ab. Diese Abstandspunkte 64a, 64b sind vorzugsweise gleich weit von der Rastauslenkung 30 beabstandet. Das Steuersignal S gemäß Fig. 6a besteht ausschließlich aus einem Kraftsignal K. Das Verhalten der Bedieneinrichtung 10 (siehe Fig. 1 bis 4) ist - je nach Stärke der mechanischen Reibung der Bedieneinrichtung 10 - in den Fig. 5a und 5b dargestellt.

[0075] Fig. 6b zeigt - wie Fig. 6a - das Steuersignal S der Steuereinrichtung 38 (siehe Fig. 4) in Abhängigkeit von der Auslenkung a des Bedienelements 12, 12a, 12b (siehe Fig. 1 bis 4). Gestrichelt ist das Kraftsignal K aufgetragen, das dem Kraftsignal K gemäß Fig. 6a entspricht. Zusätzlich zu dem Kraftsignal K zeigt Fig. 6b mit strichpunktierter Linie ein geschwindigkeitsabhängiges Dämpfungssignal D. Die durchgezogene Linie gibt das Steuersignal S wieder. Das Steuersignal S ist die Summe aus Kraftsignal K und geschwindigkeitsabhängigem Dämpfungssignal D. Das geschwindigkeitsabhängige Dämpfungssignal D wirkt nur zwischen den beiden Maxima 68a, 68b. Durch das geschwindigkeitsabhängige Dämpfungssignal D wird ein Verhalten der Bedieneinrichtung 10 (siehe Fig. 1 bis 4) gemäß Fig. 5c erzielt, bei dem das Bedienelement 12, 12a, 12b in der Rastumgebung 66 ohne Betätigung durch einen Nutzer 32 (siehe Fig. 4) präzise in der Rastauslenkung 30 verrastet.

[0076] Unter Vornahme einer Zusammenschau aller Figuren der Zeichnung betrifft die Erfindung umfassend eine Bedieneinrichtung 10 zur Steuerung einer Vorrichtung 18 durch einen Nutzer 32. Die Bedieneinrichtung 10 weist ein Bedienelement 12, 12a, 12b auf, das durch den Nutzer 32 auslenkbar ist, sodass die Bedieneinrichtung 10 ein elektrisches Signal erzeugt oder

verändert, um die Vorrichtung 18 zu steuern. Die Bedieneinrichtung 10 weist einen Elektromotor 20 auf, der zumindest mittelbar mit dem Bedienelement 12, 12a, 12b verbunden ist. Der Elektromotor 20 ist dazu ausgebildet, die Betätigung des Bedienelements 12, 12a, 12b durch den Nutzer 32 zu unterstützen und zu bremsen. Die Bedieneinrichtung 10 weist weiterhin eine Steuereinrichtung 38 auf, die dazu ausgebildet ist, den Elektromotor 20 so zu steuern, dass der Nutzer 32 an einer voreingestellten Rastauslenkung 30 den haptischen Eindruck einer mechanischen Rastung bekommt. Die Steuereinrichtung 38 ist dabei vorzugsweise derart ausgebildet, den Elektromotor 20 so zu steuern, dass das Bedienelement 12, 12a, 12b in unmittelbarer Nähe der Rastauslenkung 30 zur Rastauslenkung 30 hingezogen wird. Der Auslenkungsbereich, in dem das Bedienelement 12, 12a, 12b zur Rastauslenkung 30 hingezogen wird, ist vorzugsweise symmetrisch zur Rastauslenkung 30.

Patentansprüche

1. Bedieneinrichtung (10) zur Steuerung/Regelung einer Vorrichtung (18), wobei die Bedieneinrichtung (10) folgendes aufweist:

- a) ein von einem Nutzer (32) um eine/entlang einer Bewegungsachse (14) mechanisch auslenkbares Bedienelement (12, 12a, 12b);
- b) einen Anschluss (16) zur Ausgabe eines mit der Auslenkung des Bedienelements (12, 12a, 12b) korrelierten Bediensignals zur Steuerung/Regelung der Vorrichtung;
- c) einen Elektromotor (20) zur mittelbaren oder unmittelbaren Kraftbeaufschlagung des Bedienelements (12, 12a, 12b); und
- d) eine Steuereinrichtung (38) zur Ausgabe von Steuersignalen (S) zur Steuerung des Elektromotors (20);

wobei die Steuereinrichtung (38) dazu ausgebildet ist, den Elektromotor (20) an einer vorbestimmten Rastauslenkung (30) des Bedienelements (12, 12a, 12b) zur Simulation einer Verrastung anzusteuern, indem die Steuereinrichtung (38) ein Kraftsignal (K) erzeugt, das mittelbar durch den Elektromotor (20) eine Kraft auf das Bedienelement (12, 12a, 12b) bewirkt, wobei die Kraft das Bedienelement (12, 12a, 12b) um/entlang der Bewegungsachse in Richtung der Rastauslenkung (30) zieht, wenn sich das Bedienelement (12, 12a, 12b) in einem vorgegebenen Rastumgebungsbereich (66) um die Rastauslenkung (30) befindet, wobei das Kraftsignal (K) an zwei Maxima (68a, 68b) am größten ist, die sich im Rastumgebungsbereich (66) befinden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bedieneinrichtung (10) mittelbar und/oder unmittelbar zur Erfassung der Bewegungsgeschwindigkeit der Auslenkung (a) des

Bedienelements (12, 12a, 12b) ausgebildet ist und dass die Steuereinrichtung (38) zur geschwindigkeitsabhängigen Ausgabe des Steuersignals (S) ausgebildet ist, indem sie mit dem Kraftsignal (K) ein geschwindigkeitsabhängiges Dämpfungssignal (D) verrechnet.

2. Bedieneinrichtung nach Anspruch 1, bei der die Maxima (68a, 68b) beabstandet zum Rand des Rastumgebungsbereichs (66) sind.

3. Bedieneinrichtung nach Anspruch 1, bei der die Bedieneinrichtung (10) dazu ausgebildet ist, das geschwindigkeitsabhängige Dämpfungssignal (D) nur zwischen den Maxima (68a, 68b) mit dem Kraftsignal (K) zu verrechnen.

4. Bedieneinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Bedieneinrichtung (10) einen Bedienelement-Positionssensor (34) zur Bestimmung der Auslenkung (a) des Bedienelements (12, 12a, 12b) durch die Steuereinrichtung (38) aufweist.

5. Bedieneinrichtung nach Anspruch 4, bei der die Steuereinrichtung (38) zur Ermittlung der Bewegungsgeschwindigkeit der Auslenkung (a) des Bedienelements (12, 12a, 12b) zur zeitlichen Ableitung des Signals des Bedienelement-Positionssensors (34) ausgebildet ist.

6. Bedieneinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Bedieneinrichtung (10) einen Elektromotor-Positionssensor (36) zur Bestimmung der Rotorposition des Elektromotors (20) aufweist, wobei die Steuereinrichtung (38) zur Regelung der Rotorposition auf Basis des Signals des Elektromotor-Positionssensors (36) ausgebildet ist.

7. Bedieneinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der in einem vorbestimmten Vermeidungs-Auslenkungsbereich des Bedienelements (12, 12a, 12b) der Elektromotor (20) durch die Steuereinrichtung (38) zur mittelbaren oder unmittelbaren Oszillation des Bedienelements (12, 12a, 12b) ansteuerbar ist.

8. Bedieneinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der in einem vorbestimmten Rückführungs-Auslenkungsbereich des Bedienelements (12, 12a, 12b) die Steuereinrichtung (38) zur Ausgabe eines Steuersignals (S) ausgebildet ist, um das Bedienelement (12, 12a, 12b) durch den Elektromotor (20) zu einer vorbestimmten Auslenkungsposition zu bewegen.

9. Bedieneinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Elektromotor (20) in Form eines bürstenlosen Elektromotors ausgebildet ist.

10. Bedieneinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Bedieneinrichtung (10) keine rein mechanische Verrastung des Bedienelements (12, 12a, 12b) aufweist.
11. Bedieneinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Bedieneinrichtung (10) eine mechanische Reibbremse (24a, 24b) aufweist, die mittelbar oder unmittelbar die Auslenkung (a) des Bedienelements (12, 12a, 12b) bremsst.

Claims

1. Operating device (10) for open-loop/closed-loop control of an apparatus (18), the operating device (10) comprising:

- a) an operating element (12, 12a, 12b) that can be deflected mechanically by a user (32) about/along a movement axis (14);
- b) a connector (16) for outputting an operating signal correlated with the deflection of the operating element (12, 12a, 12b) for open-loop/closed-loop control of the apparatus;
- c) an electric motor (20) for directly or indirectly applying force to the operating element (12, 12a, 12b); and
- d) a controller (38) for outputting control signals (S) for open-loop control of the electric motor (20);

the controller (38) being designed to control the electric motor (20) at a predetermined latching deflection (30) of the operating element (12, 12a, 12b) in order to simulate latching by the controller (38) generating a force signal (K) that indirectly exerts a force on the operating element (12, 12a, 12b) by means of the electric motor (20), the force pulling the operating element (12, 12a, 12b) about/along the movement axis in the direction of the latching deflection (30) when the operating element (12, 12a, 12b) is located in a predetermined latching surrounding range (66) around the latching deflection (30), the force signal (K) being greatest at two maxima (68a, 68b) that are located in the latching surrounding range (66), **characterized in that** the operating device (10) is designed to indirectly and/or directly detect the movement speed of the deflection (a) of the operating element (12, 12a, 12b), and **in that** the controller (38) is designed to output the control signal (S) in a speed-dependent manner by offsetting a speed-dependent damping signal (D) against the force signal (K).

2. Operating device according to claim 1, wherein the maxima (68a, 68b) are at a distance from the edge of the latching surrounding range (66).

3. Operating device according to claim 1, wherein the operating device (10) is designed to offset the speed-dependent damping signal (D) against the force signal (K) only between the maxima (68a, 68b).

5

4. Operating device according to any of the preceding claims, wherein the operating device (10) has an operating element position sensor (34) for determining the deflection (a) of the operating element (12, 12a, 12b) by means of the controller (38).

10

5. Operating device according to claim 4, wherein the controller (38) is designed to determine the movement speed of the deflection (a) of the operating element (12, 12a, 12b) in order to derive the signal from the operating element position sensor (34) over time.

15

6. Operating device according to any of the preceding claims, wherein the operating device (10) has an electric motor position sensor (36) for determining the rotor position of the electric motor (20), the controller (38) being designed for closed-loop control of the rotor position on the basis of the signal from the electric motor position sensor (36).

20

25

7. Operating device according to any of the preceding claims, wherein, in a predetermined avoidance deflection range of the operating element (12, 12a, 12b), the electric motor (20) can be controlled by the controller (38) for indirectly or directly oscillating the operating element (12, 12a, 12b).

30

8. Operating device according to any of the preceding claims, wherein, in a predetermined return deflection range of the operating element (12, 12a, 12b), the controller (38) is designed to output a control signal (S) in order to move the operating element (12, 12a, 12b) into a predetermined deflection position by means of the electric motor (20).

35

40

9. Operating device according to any of the preceding claims, wherein the electric motor (20) is in the form of a brushless electric motor.

45

10. Operating device according to any of the preceding claims, wherein the operating device (10) does not have a purely mechanical latching of the operating element (12, 12a, 12b).

50

11. Operating device according to any of the preceding claims, wherein the operating device (10) has a mechanical friction brake (24a, 24b) that indirectly or directly brakes the deflection (a) of the operating element (12, 12a, 12b).

55

Revendications

1. Organe de manoeuvre (10) pour la commande/régulation d'un dispositif (18), sachant que l'organe de manoeuvre (10) présente ce qui suit :

- a) un élément de manoeuvre (12, 12a, 12b) pouvant être dévié mécaniquement autour/le long d'un axe de déplacement (14) par un utilisateur (32) ;
 - b) une connexion (16) pour délivrer un signal de manoeuvre corrélé à la déviation de l'élément de manoeuvre (12, 12a, 12b) et destiné à la commande/régulation du dispositif ;
 - c) un moteur électrique (20) pour solliciter indirectement ou directement en force l'élément de manoeuvre (12, 12a, 12b) ;
- et
- d) un organe de commande (38) pour délivrer des signaux de commande (S) pour la commande du moteur électrique (20) ;

sachant que l'organe de commande (38) est conçu pour, à une déviation d'enclenchement prédéfinie (30) de l'élément de manoeuvre (12, 12a, 12b), commander au moteur électrique (20) de simuler un enclenchement, par le fait que l'organe de commande (38) génère un signal de force (K) qui produit indirectement par le moteur électrique (20) une force sur l'élément de manoeuvre (12, 12a, 12b), sachant que la force tire l'élément de manoeuvre (12, 12a, 12b) autour/le long de l'axe de déplacement en direction de la déviation d'enclenchement (30) lorsque l'élément de manoeuvre (12, 12a, 12b) se trouve dans une plage prédéfinie d'environnement d'enclenchement (66) autour de la déviation d'enclenchement (30), sachant que le signal de force (K) est le plus grand à deux maximums (68a, 68b) qui se trouvent dans la plage d'environnement d'enclenchement (66),

caractérisé en ce que l'organe de manoeuvre (10) est conçu indirectement et/ou directement pour détecter la vitesse de déplacement de la déviation (a) de l'élément de manoeuvre (12, 12a, 12b),

et **en ce que** l'organe de commande (38) est conçu pour délivrer le signal de commande (S) en fonction de la vitesse, par le fait qu'il calcule avec le signal de force (K) un signal d'amortissement (D) fonction de la vitesse.

2. Organe de manoeuvre selon la revendication 1, selon lequel les maximums (68a, 68b) se trouvent à distance du bord de la plage d'environnement d'enclenchement (66).
3. Organe de manoeuvre selon la revendication 1, selon lequel l'organe de manoeuvre (10) est conçu pour calculer le signal d'amortissement (D) fonction

de la vitesse avec le signal de force (K) uniquement entre les maximums (68a, 68b).

4. Organe de manoeuvre selon l'une des revendications précédentes, selon lequel l'organe de manoeuvre (10) présente un capteur (34) de position d'élément de manoeuvre pour déterminer la déviation (a) de l'élément de manoeuvre (12, 12a, 12b) par l'organe de commande (38).
5. Organe de manoeuvre selon la revendication 4, selon lequel l'organe de commande (38) est conçu pour former la dérivée en fonction du temps du signal du capteur (34) de position d'élément de manoeuvre afin de déterminer la vitesse de déplacement de la déviation (a) de l'élément de manoeuvre (12, 12a, 12b)
6. Organe de manoeuvre selon l'une des revendications précédentes, selon lequel l'organe de manoeuvre (10) présente un capteur (36) de position de moteur électrique pour déterminer la position du rotor du moteur électrique (20), sachant que l'organe de commande (38) est conçu pour réguler la position du rotor sur la base du signal du capteur (36) de position de moteur électrique.
7. Organe de manoeuvre selon l'une des revendications précédentes, selon lequel, dans une plage prédéfinie de déviation à éviter de l'élément de manoeuvre (12, 12a, 12b), le moteur électrique (20) peut être commandé par l'organe de commande (38) pour l'oscillation indirecte ou directe de l'élément de manoeuvre (12, 12a, 12b).
8. Organe de manoeuvre selon l'une des revendications précédentes, selon lequel, dans une plage prédéfinie de déviation de retour de l'élément de manoeuvre (12, 12a, 12b), l'organe de commande (38) est conçu pour délivrer un signal de commande (S) afin de déplacer l'élément de manoeuvre (12, 12a, 12b) par le moteur électrique (20) à une position prédéfinie de déviation.
9. Organe de manoeuvre selon l'une des revendications précédentes, selon lequel le moteur électrique (20) est réalisé sous la forme d'un moteur électrique sans balais.
10. Organe de manoeuvre selon l'une des revendications précédentes, selon lequel l'organe de manoeuvre (10) ne présente pas d'enclenchement purement mécanique de l'élément de manoeuvre (12, 12a, 12b).
11. Organe de manoeuvre selon l'une des revendications précédentes, selon lequel l'organe de manoeuvre (10) présente un frein mécanique à friction (24a,

24b) qui freine indirectement ou directement la dé-
viation (a) de l'élément de manoeuvre (12, 12a, 12b).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

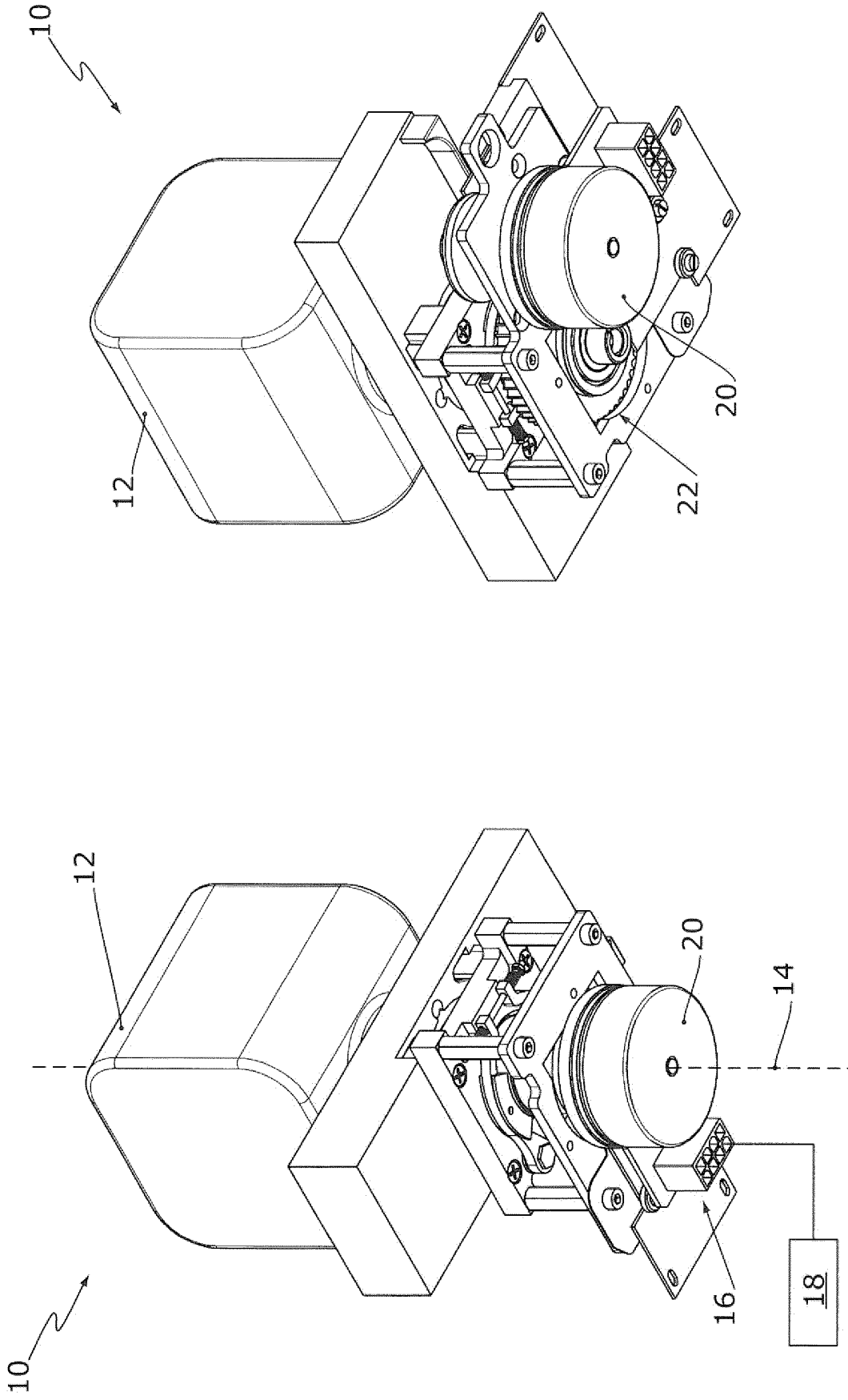


Fig. 2

Fig. 1

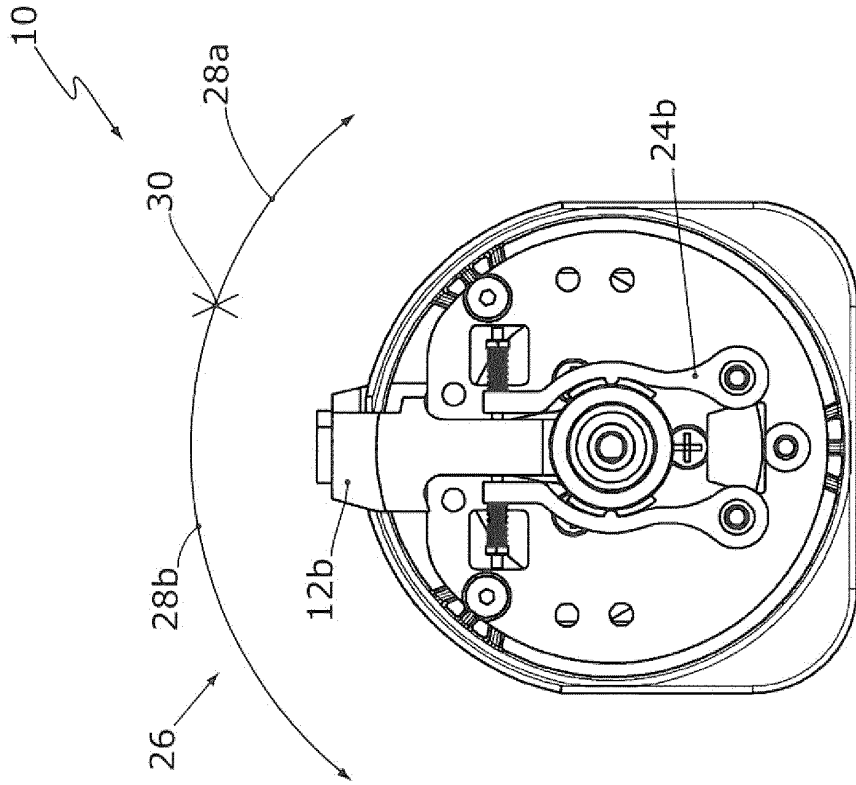


Fig. 3a

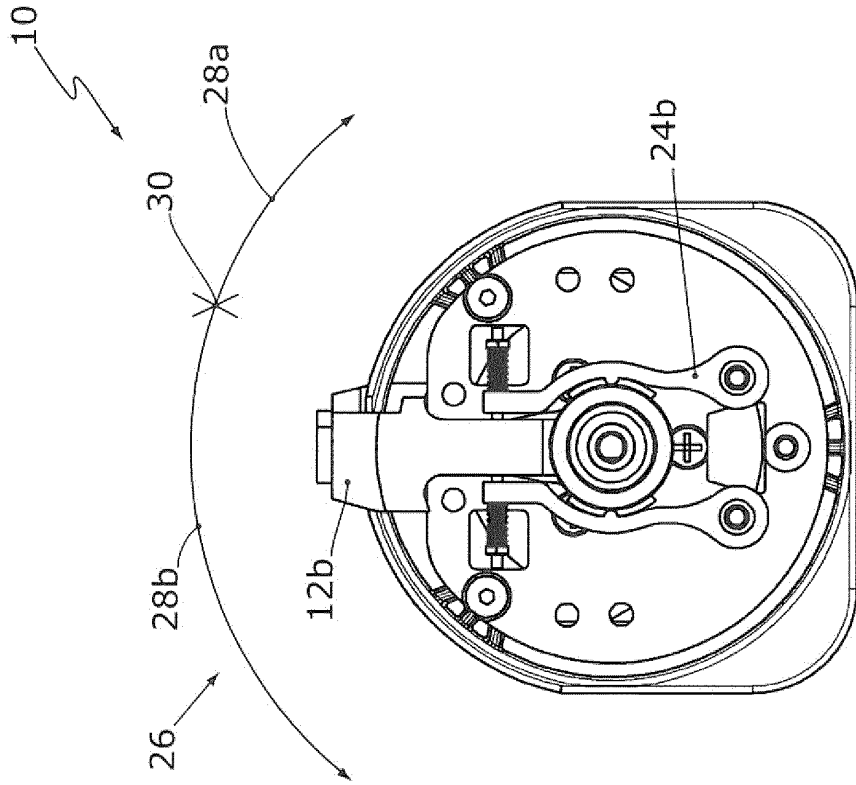


Fig. 3b

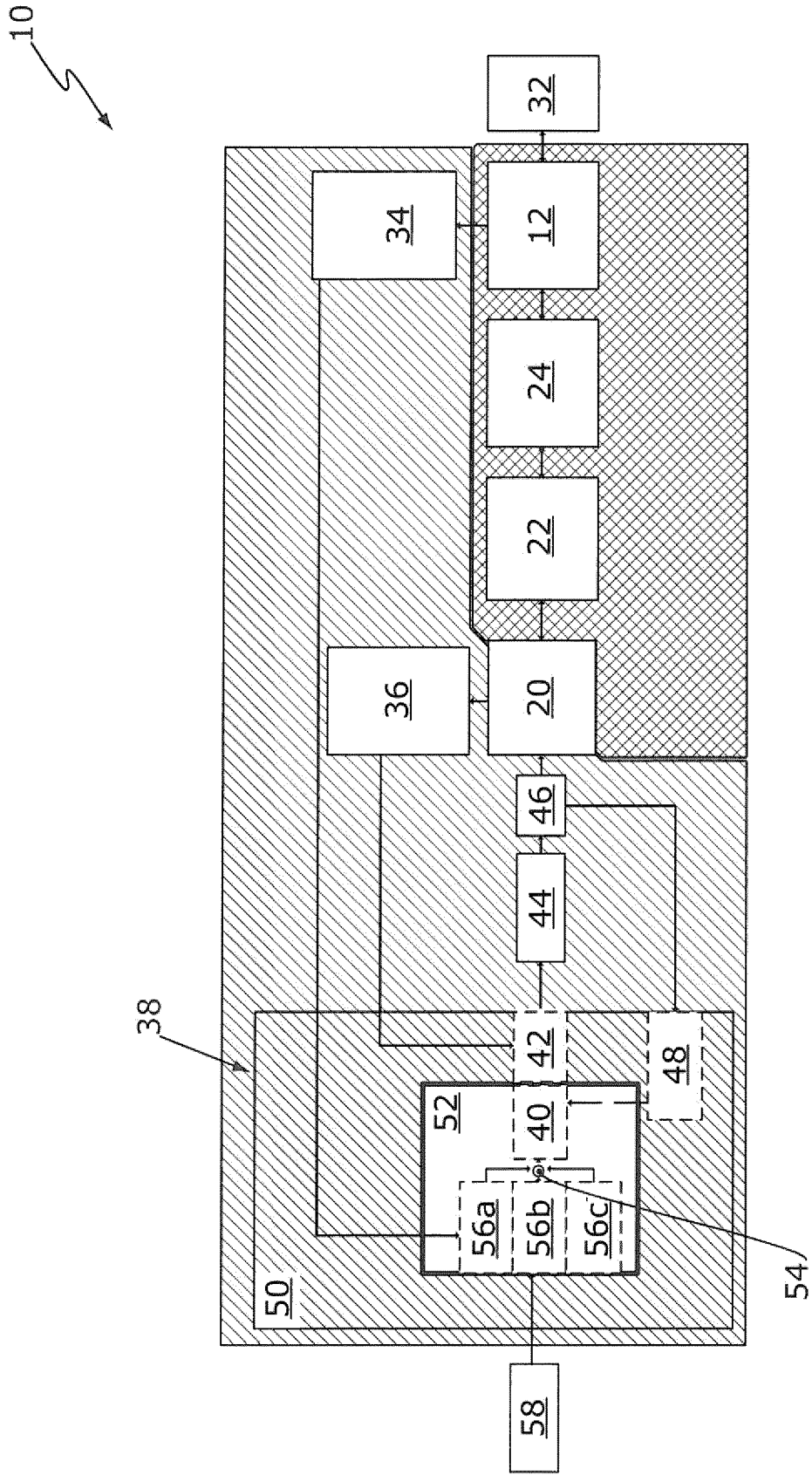


Fig. 4

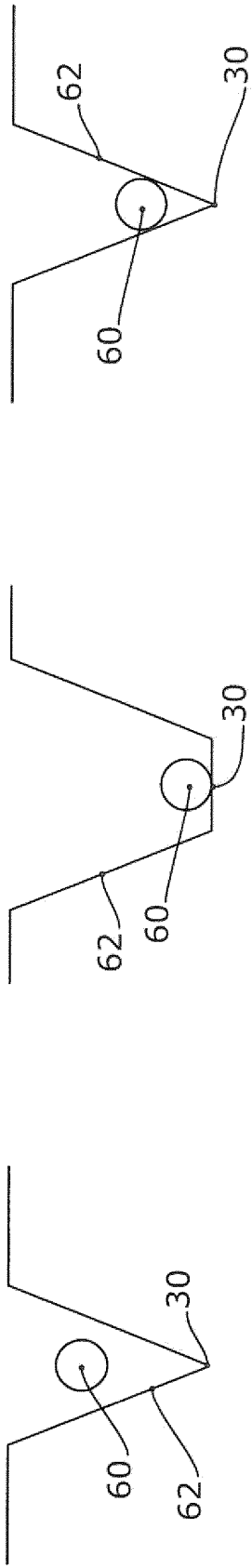


Fig. 5a

Fig. 5b

Fig. 5c

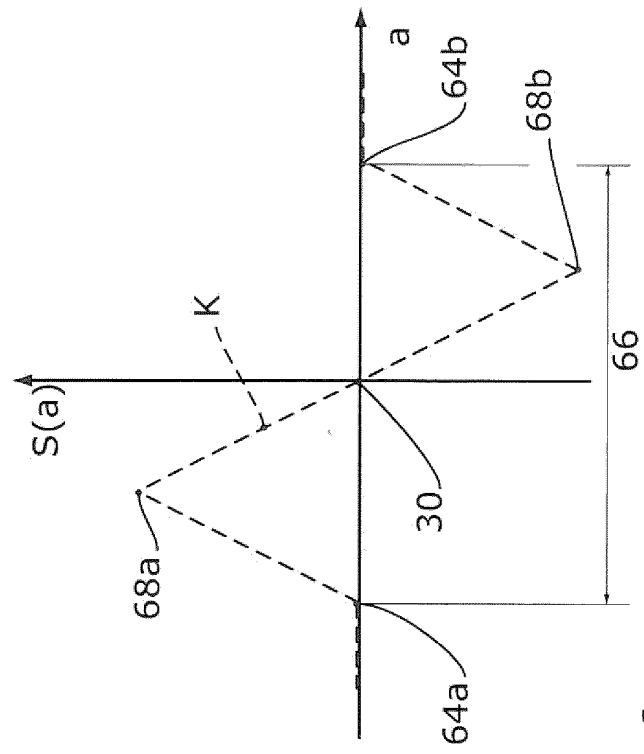


Fig. 6a

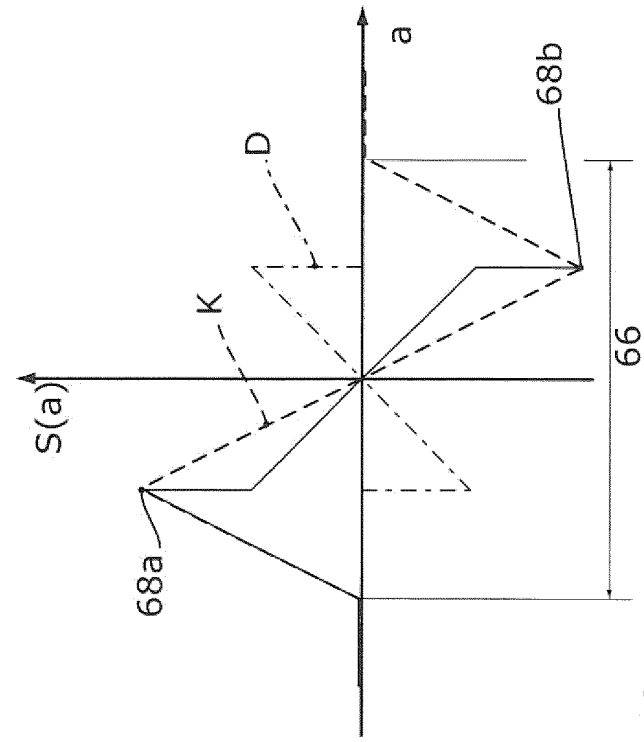


Fig. 6b

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

- JP 2011028601 A [0003]
- WO 2013116247 A1 [0004]
- DE 102012024846 A1 [0005]
- US 5381080 A [0006]