

(19)



(11)

EP 2 936 511 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.01.2019 Patentblatt 2019/02

(51) Int Cl.:
H01F 7/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13798262.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/072954

(22) Anmeldetag: **04.11.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/095144 (26.06.2014 Gazette 2014/26)

(54) **ELEKTROMAGNETISCHE STELLVORRICHTUNG**

ELECTROMAGNETIC ACTUATING APPARATUS

DISPOSITIF D'ACTIONNEUR ÉLECTROMAGNÉTIQUE

(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

- **BÜRSSNER, Jörg**
78234 Engen (DE)
- **VINCON, Peter**
78333 Stockach (DE)

(30) Priorität: **21.12.2012 DE 102012113056**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Behrmann Wagner PartG mbB**
Maggistraße 5
Hegau-Tower (10. OG)
78224 Singen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.10.2015 Patentblatt 2015/44

(73) Patentinhaber: **Eto Magnetic GmbH**
78333 Stockach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 0 887 814 DE-A1- 19 518 056
DE-A1-102010 062 971 US-A1- 2010 255 433
US-A1- 2011 234 210

(72) Erfinder:
• **FANGAUER, Philipp**
78465 Konstanz (DE)

EP 2 936 511 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 vorliegende Erfindung betrifft eine elektromagnetische Stellvorrichtung nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs. Eine derartige Vorrichtung ist aus der DE 195 18 056 A1 bekannt. Weiter ist eine Stellvorrichtung aus der DE 20 2005 011 901 U1 der Anmelderin bekannt.

[0002] Einsatzzweck der gattungsbildenden Technologie ist es, eine insbesondere zur Nockenwellenverstellung an einem Kraftfahrzeugmotor geeignete Stellvorrichtung zu schaffen, deren Anker-(Stößel)Position bzw. -Bewegung auf einfache Weise detektierbar ist. Bei der gattungsbildenden Technologie wird zu diesem Zweck die zum Antreiben der Ankermittel bestromte Spule zusätzlich in ihrem unbestromten Zustand genutzt, indem während dieses Zeitraums eine durch die Ankereinheit bzw. deren Bewegung in der Spule induzierte Spannung als Signal vom Spulenanschluss abgegriffen und geeignet nachfolgend durch die Erfassungsmittel ausgewertet wird. Vorteilhaft wird durch diese Maßnahme erreicht, dass für die Ankerdetektion keine zusätzlichen Sensoren oder Detektoreinheiten erforderlich sind, welche, neben entsprechendem Bauteileaufwand, auch weitergehende Anschluss- und Leitungs-Infrastruktur erfordern würden.

[0003] Allerdings erweist sich die in der DE 20 2005 011 901 U1 beschriebene Technologie in der praktischen Realisierung und insbesondere im Zusammenhang mit dynamisch weiterentwickelten, schnell schaltenden Aktuatoren als verbesserungsbedürftig. So bringen etwa schnell drehende Motoren entsprechend kurze Nockenwellen-Umlaufzeiten, was für in diese eingreifende elektromagnetische Stellvorrichtungen das Erfordernis zunehmend kürzerer Schaltzeiten bedeutet; insbesondere der Zeitraum zwischen dem Beginn der Bestromung der Spulenmittel und dem Ausfahren der Ankermittel (mit ihrem endseitigen Eingriffsstößel) in eine Hub-Endposition ist entsprechend kurz zu gestalten. Konstruktiv wird dies unter anderem dadurch gelöst, dass die mit der Bestromung zum Zweck der Ankerbewegung versehenen Spulenmittel zunehmen niederohmig sind (und auch relativ geringere Induktivitäten aufweisen), was durch entsprechende Drahtquerschnitte und Wicklungs- bzw. Windungszahlen des für die Spulenmittel verwendeten Wicklungsdrahts ermöglicht wird. Nachteilig bei derartigen niederohmigen Spulen ist jedoch, dass das im Nicht-Bestromungszustand erfasste bzw. erfassbare Signal ("Rückwurfsignal") deutlich kleiner und damit schwerer zu detektieren ist, als bei der herkömmlichen Technologie.

[0004] Zum ergänzenden Stand der Technik ist auf die US 2010/255433 A1 zu verweisen. Auch hier ist eine elektromagnetische Stellvorrichtung mit relativ zu Spulenmitteln als Reaktion auf eine Bestromung derselben antreibbaren Ankermitteln offenbart, deren Bewegung relativ zu stationären Kernmitteln durch den Spulenmitteln zugeordneter Erfassungsmittel detektierbar ist. Die Spulenmittel weisen eine erste sowie eine zweite Spu-

lenwicklung auf. Die erste Spulenwicklung ist zum magnetischen Zusammenwirken mit den Ankermitteln mittels der Bestromung ausgebildet, die zweite Spulenwicklung ist ausgebildet zum Erzeugen eines Detektionssignals, welches zeitlich außerhalb der Bestromung liegt. Auch bilden die erste und die zweite Spulenwicklung als Zweipol eine Parallelschaltung mit einem elektronischen Schaltmittel. Allerdings ist diese bekannte Technologie strukturell anders realisiert als die der vorliegenden Erfindung als gattungsbildend identifizierte Technologie, nicht zuletzt als bei der US 2010/255433 A1 die Spulen dem Anker zugeordnet und mit diesem beweglich ausgeführt sind.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine gattungsbildende elektromagnetische Stellvorrichtung, welche, etwa durch niederohmige, mit geringen Wicklungszahlen versehene Spulenmittel, in ihren Dynamikeigenschaften verbessert ist und verkürzte Schaltzeiten aufweist, so zu verbessern, dass gleichwohl im Zustand der Nicht-Bestromung eine zuverlässige Detektion der Bewegung oder Stellposition der Ankermittel aus einem an den Spulenmitteln anliegenden Detektionssignal erfassbar ist.

[0006] Die Aufgabe wird durch die elektromagnetische Stellvorrichtung mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst; vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0007] In erfindungsgemäß vorteilhafter Weise sind die Spulenmittel in Form von zwei separaten, gleichwohl zum Erreichen eines Zweipols parallel zueinander geschalteten Spulenwicklungen realisiert, von denen eine erste in der vorbeschriebenen, dynamisch vorteilhaften Art zum Antreiben der Ankereinheit mit der Bestromung versehen werden kann und, relativ zu der zweiten Spulenwicklung, durch entsprechende Ausgestaltung des Spulendrahts und/oder eine reduzierte Wicklungszahl, niederohmig realisiert ist. Dagegen dient die zweite Spulenwicklung, relativ zur ersten Spulenwicklung durch entsprechende Ausgestaltung des Spulendrahts und/oder eine erhöhte Wicklungszahl hoch- bzw. höherohmig ausgebildet, als Sensor- bzw. Detektorwicklung und wird zum Erzeugen des Detektionssignals außerhalb der Bestromung (genauer: der Bestromungszeit) ausgewertet.

[0008] Um gleichwohl einen Leitungs- und Beschaltungsaufwand für die so in Form von zwei Komponenten bzw. Baugruppen realisierten Spulenmittel nicht zu erhöhen, ist die erste und die zweite Spulenwicklung als Zweipol parallel verschaltet, dergestalt, dass jede der Spulenwicklungen einen Zweig ausbildet, die jeweiligen Zweigenden miteinander verbunden sind und an diesen Verbindungsstellen extern (mit der Stromquelle sowie den nachgeschalteten Erfassungsmitteln) verbunden sind. Der so geschaffene Zweipol ermöglicht es damit, eine auch schon für die gattungsbildende Technologie bekannte Anschluss- bzw. Stecker-Infrastruktur zu nutzen, ohne dass etwa zusätzliche Anschlüsse oder Leitungen erforderlich sind; gerade in einem Automobil-Umfeld mit entsprechenden Ressourcenbeschränkungen

führt dies zu beachtlichen Vorteilen in der praktischen Realisierung.

[0009] Da die erfindungsgemäße Parallelschaltung das Problem erzeugen würde, dass im Nicht-Bestromungszustand ein von der (hochohmigen) zweiten Spulenwicklung erzeugtes Detektionssignal der Ankerbewegung durch die (niederohmige) erste Spulenwicklung kurzgeschlossen werden würde, sind erfindungsgemäß für den Zweipol elektronische Schalt- bzw. Sperrmittel vorgesehen, welche, insbesondere durch ein selektives Sperren bzw. Unterbrechen des der ersten Spulenwicklung zugehörigen Pfades, einen derartigen Kurzschlusseffekt verhindern. Tatsächlich erzeugt während der Bestromung auch die erste Spulenwicklung ein der Ankerbewegung entsprechendes Induktionssignal, dieses ist jedoch aufgrund der deutlich geringeren Windungszahlen kleiner als das Detektionssignal der zweiten Spulenwicklung, so dass entsprechende Ausgleichsströme fließen, welche dann an den Anschlüssen des Zweipols kein nutzbares Signal mehr entstehen lassen.

[0010] Dagegen ist die Parallelschaltung der beiden Spulenwicklungen während der Bestromung deutlich weniger problematisch, da, durch die höherohmige Ausgestaltung, nur ein vernachlässigbarer Stromanteil des Bestromungssignals durch die zweite Spulenwicklung fließen würde.

[0011] Während in der erfindungsgemäßen Weiterbildung die Sperrmittel nahezu beliebige (elektrische) Schaltermittel, insbesondere auch Halbleiter-basiert realisiert, aufweisen können, ist es gemäß einer bevorzugten Realisierungsform der Erfindung günstig, die weiterbildungsgemäßen Schalt- bzw. Sperrmittel als Diode zu realisieren, welche in den der ersten (niederohmigen) Spulenwicklung zugehörigen Zweig der Parallelschaltung eingeschleift ist. Wirksam wird diese Diode dann, wenn die zweite Spulenwicklung das Detektionssignal (also die Induktionsspannung) in einer Polarität erzeugt, welche der Polarität der Bestromung entgegengesetzt ist: Bei einer solchen Ausgestaltung der zweiten Spulenwicklung würde dann das darin erzeugte Detektionssignal durch die der ersten Spulenwicklung zugeordnete Diode gesperrt werden und kann somit durch die Erfassungsmittel am Zweipol abgegriffen und nachfolgend ausgewertet werden.

[0012] Dabei ist es einerseits vorteilhaft, diese umgekehrte Polarität (entgegengesetzte Stromflussrichtung) dadurch zu realisieren, dass die erste und die zweite Spulenwicklung zueinander gegensinnig gewickelt sind. Alternativ kann, bei gleichsinniger Wicklung, auch eine entsprechend entgegengesetzte Kontaktierung der Wicklungen erfolgen.

[0013] In der konstruktiven Realisierung der Erfindung ergeben sich weiterbildungsgemäß zahlreiche Möglichkeiten, die erste und die zweite Spulenwicklung - entgegengesetzt gewickelt oder kontaktiert - zu realisieren, wobei es bevorzugt ist, beide Spulenwicklung einander benachbart vorzusehen, weiter bevorzugt auf einem gemeinsamen Spulenträger. Wiederum weiterbildungsge-

mäß kann vorteilhaft dieser gemeinsame Spulenträger entlang einer axialen Richtung der Stellvorrichtung, d.h. parallel zu einer Bewegungsrichtung der Ankereinheit, zunächst mit einem die erste Spulenwicklung realisierenden Spulen- bzw. Wicklungsabschnitt, danach mit einem die zweite Spulenwicklung realisierenden Spulenabschnitt, gewickelt werden oder aber es kann die umgekehrte axiale Abfolge gewählt werden. Auch ist es (ergänzend oder alternativ) möglich, die Spulenwicklungen einander in radialer Richtung benachbart vorzusehen, wobei es hier insbesondere günstig ist, auf die insoweit die Antriebsspule realisierende erste Spulenwicklung geeignet mantelseitig die zweite Spulenwicklung aufzubringen; eine solche Konfiguration eignet sich insbesondere für radial-symmetrisch aufgebaute Realisierungsformen der elektromagnetischen Stellvorrichtung, bei welchen die Spulenmittel, weiter bevorzugt zylindrisch, die Ankereinheit und die Kerneinheit umschließen und durch ihre Mittelachse die Bewegungsängsachse der Ankereinheit definieren.

[0014] In der elektrotechnischen Realisierung ist es bevorzugt, die erste Spulenwicklung so auszugestalten, dass sich ein Ohm'scher Widerstand von < 20 Ohm ausbildet, weiter bevorzugt kann dieser 6 Ohm oder weniger betragen (bei Induktivitäten im Bereich zwischen ca. 25 mH für Spulen < 20 Ohm bis zu 4 mH und herab zu 0,8 mH für Spulen < 6 Ohm). Entsprechend sind gute Dynamikeigenschaften zu realisieren. Dagegen ist es weiterbildungsgemäß bevorzugt, die zweite Spulenwicklung mit einem Ohm'schen Widerstand oberhalb von 100 Ohm, bevorzugt ist insbesondere auch ein Widerstand oberhalb von 400 Ohm und < 1500 Ohm, auszugestalten, so dass ein gut auswertbares Detektionssignal erzeugbar ist und, im Zusammenwirken mit der ersten Spulenwicklung, keine signifikante Stromteilung während der Bestromung erfolgt. Hier liegen typische Induktivitäten zwischen ca. 1 H (400 Ohm Sensorspule) und ca. 7 H (500 Ohm).

[0015] Einen zusätzlichen Vorteil bringt hier die zusätzlich weiterbildungsgemäß vorzusehende zweite Diode, eingeschleift in den der zweiten Spulenwicklung zugehörigen Zweig: durch der ersten Diode (im Zweig der ersten Spulenwicklung) entgegengesetzte Polarität verhindert diese zweite Diode (als Zenerdiode realisiert) jeglichen Stromfluss während der Bestromung, ermöglicht gleichzeitig, bei dem erfindungsgemäß entgegengesetzt ausgestatteten Wicklungssinn bzw. der entsprechenden Kontaktierung, einen Stromfluss des Detektionssignals zu den Anschlüssen des Zweipols.

[0016] Im Ergebnis erreicht damit die vorliegende Erfindung eine signifikante Verbesserung der Bewegungs- bzw. Positionserfassung von Ankermitteln im Rahmen der gattungsgemäßen elektromagnetischen Stellvorrichtung, wobei deutlich verbesserte Dynamikeigenschaften erreicht werden und die Vorrichtung nach wie vor lediglich zweipolig beschaltet wird, mit anderen Worten, etwa zur Verbindung mit vorgeschalteten Steuergeräten keine zusätzlichen Anschlüsse oder Leitungen erforderlich

sind.

[0017] Damit eignet sich die vorliegende Erfindung in herausragender Weise zur Verwendung als Betätigung für Nockenwellenstellvorrichtungen, ist jedoch auf diesen bevorzugten Verwendungszweck nicht beschränkt.

[0018] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen; diese zeigen in

Fig. 1 (a),(b), ein Ersatzschaltbild der erfindungsgemäßen Spulenmittel einer ersten Ausführungsform der Erfindung mit lediglich einer, der ersten Spulenwicklung zugeordneten Diode, im Bestromungszustand (a) bzw. im Rückwurfzustand (b) bei induzierter Rückwurfspannung und unbestromter Hauptspule;

Fig. 2(a), (b) ein Ersatzschaltbild der Spulenmittel einer zweiten, alternativen Ausführungsform der Erfindung mit einer zusätzlichen zweiten Diode, zugeordnet der zweiten Spulenwicklung, im Bestromungszustand (a) bzw. im Rückwurfzustand (b) bei induzierter Rückwurfspannung und unbestromter Hauptspule;

Fig. 3 bis 5 schematische Längsschnittdarstellungen der elektromagnetischen Stellvorrichtung mit möglichen geometrisch-konstruktiven Realisierungsvarianten der ersten bzw. zweiten Spulenwicklung.

[0019] So zeigen die Fig. 3 bis 5 jeweils als hälftiger Längsschnitt durch eine radial-symmetrisch realisierte elektromagnetische Stellvorrichtung gemäß einer ersten, bevorzugten Ausführungsform drei Varianten, wie die erste bzw. zweite Spulenwicklung einander benachbart vorgesehen sein können: Eine aus einem langgestreckten Ankerstößel 10, einem scheibenförmigen, axial-magnetisierten Permanentmagneten 12 sowie einem Paar beidseits der Permanentmagnetscheibe 12 vorgesehenen Flussleitscheiben 14, 16 gebildete Ankereinheit ist entlang einer axialen Richtung 18 (insoweit entsprechend der Symmetrieachse der Fig. 3 bis 5) und relativ zu einer stationären Kerneinheit 20 bewegbar geführt. Die Ankereinheit wirkt zusammen mit einem eingriffsseitigen Stößel 22, der durch die permanentmagnetische Haftkraft des Permanentmagneten 12 an einem stirnseitigen Ende des Ankerstößels 12 lösbar haftend gehalten ist. Am dem Permanentmagneten 12 gegenüberliegenden Eingriffsende 24 ist der Eingriffsstößel zum Zusammenwirken mit einem (nicht gezeigten) Stellpartner, insbesondere einer Stellnocke einer Nockenwellenstellvorrichtung für einen Verbrennungsmotor, ausgebildet und tritt

zu diesem Zweck aus einer stirnseitigen Gehäusefläche 26 eines die Einheit zylindrisch umgebenden Gehäuses 28 heraus. Eine Bodenscheibe 30 bzw. ein stirnseitiges Flussleitelement 32 schließen magnetische Kreise über das Gehäuse, wobei in der gezeigten Anordnung (und in ansonsten bekannter Weise) als Reaktion auf die Bestromung einer ersten Spulenwicklung 34 eine abstoßende Kraft zwischen der Kerneinheit 20 und der Permanentmagnet-Baugruppe 14, 12, 16 entsteht, welche die Ankereinheit und mithin den ansetzenden Ankerstößel 22 aus ihrer in den Fig. 3 bis 5 gezeigten Ruheposition in eine Eingriffsstellung (in der Figurenrichtung abwärts) treibt, so dass das Eingriffsende 24 mit der Stellnut zusammenwirken kann.

[0020] Das gezeigte Ausführungsbeispiel weist, der ersten Spulenwicklung 34 benachbart, eine zweite Spulenwicklung 36 auf, welche bei der Realisierungsform der Fig. 3 der Spulenwicklung 34 in Richtung auf die Permanentmagneteneinheit axial benachbart ist. Eine derartige Realisierungsform bringt die als Detektorspule (Sensor) für die Ankerbewegung im unbestromten Zustand wirkende zweite Spulenwicklung 36 relativ nah an die Permanentmagneteneinheit 14, 12, 16, so dass hohe Detektionsqualität sichergestellt ist.

[0021] Als Variante zur geometrischen Konfiguration der Fig. 3 zeigt die Fig. 4 (bei für identische bzw. äquivalente Bauelemente und Funktionsgruppen gleichen Bezugszeichen) eine alternative Anordnung der zweiten Spulenwicklung benachbart zur ersten Spulenwicklung; hier liegt die zweite Spulenwicklung 36, wiederum axial benachbart, am der Permanentmagneteneinheit gegenüberliegenden Ende der ersten Spuleneinheit 36; diese Variante ist besonders einfach kontaktierbar.

[0022] Die Variante der Fig. 5, wiederum bei ansonsten identischer bzw. äquivalenter Realisierung der übrigen Komponenten bzw. Baugruppen, sieht die zweite Spulenwicklung 40 radial außen liegend und aufgewickelt auf der ersten Spulenwicklung 34 vor und ermöglicht so vorteilhaft zusätzlichen axialen Bauraum.

[0023] Allen gezeigten Realisierungsformen der Fig. 3 bis 5 ist gemeinsam, dass ein (nicht gezeigter) Spulenhalter, typischerweise realisiert aus einem geeigneten, magnetisch nicht leitenden Kunststoff-Spritzgussmaterial, beide Spulenwicklungen in den jeweils gezeigten Konfigurationen trägt.

[0024] Die Fig. 1 und 2 verdeutlichen als zueinander alternative Ausführungsformen die Beschaltung und Konfiguration der jeweiligen Spulenwicklungen. So zeigt, als erstes Ausführungsbeispiel zur Realisierung der Erfindung, die Fig. 1 im Schaltbild, wie die erste Spulenwicklung (ersatzhalber dargestellt durch ihren Spulenwiderstand R_{Haupt} sowie ihre Induktivität L_{Haupt}) einen ersten Zweig eines Zweipols ausbildet, dem eine erste Diode D1 zugeordnet ist: Die zur Bestromung mit dem Zweck des Antriebs der Ankereinheit vorgesehene erste Wicklung 34 wird mit einer Polarität bestromt, dass die abfallende Spannung U_{Haupt} entlang der Flussrichtung der Diode D1 verläuft, mit anderen Worten, während der

Bestromung leitet D1.

[0025] Das erste Ausführungsbeispiel der Fig. 1 verdeutlicht ferner einen zweiten, der zweiten Spulenwicklung 36 (bzw. 40) entsprechenden Zweig im dargestellten Ersatzschaltbild, wobei diese zweite Spulenwicklung ersatzhaft dargestellt ist durch ihren Ohm'schen Spulenwiderstand R_{Sensor} bzw. ihre Induktivität L_{Sensor} . Der Wicklungssinn dieser Spulenwicklung ist so eingerichtet, dass eine der Bestromungsspannung U_{Haupt} entgegengesetzte Induktions- bzw. Detektorspannung U_{Sensor} (induziert durch die Ankerbewegung im Nicht-Bestromungszustand) entsteht, entsprechend den Pfeilrichtungen in der Fig. 1. Zugriffen wird auf den Zweipol durch die zwei Anschlüsse A1, A2, insoweit vergleichbar einem herkömmlichen zweipoligen Anschluss an ein Steuergerät. Der Stromfluss durch den der Spulenwicklung 36 entsprechenden Zweig erfolgt entlang Pfeilrichtung I_{Sensor} .

[0026] Die Fig. 1 (a) zeigt den Bestromungszustand der Hauptspule 34 (etwa bei einer konstruktiven Realisierung nach einer der Varianten der Fig. 3 bis 5); es leitet die Diode D1. Da zudem die Wicklungen 34 und 36 relativ zueinander so ausgestaltet sind, dass ein Ohm'scher Widerstand der Wicklung 36 (mit etwa 400 bis 1500 Ohm) deutlich größer als ein Ohm'scher Widerstand der ersten Wicklung 34 (mit etwa 0,1 bis 6 Ohm) ist, ist der Stromfluss im Zweig 36 während der Bestromung vernachlässigbar. Dagegen führt, nach Beendigung der Bestromung durch U_{Schalten} gemäß Fig. 1 (b) und während des Rückwurf- bzw. Detektionsbetriebs (bei Bewegung der Ankereinheit) die Diode D1 durch ihre Polarität dazu, dass das Detektionssignal U_{Sensor} über den Anschlüssen des Zweipols A1, A2 abgegriffen und weiterverarbeitet werden kann und nicht durch den Zweig der ersten Spulenwicklung 34 fließt, da insoweit die Diode D1 sperrt. Dies symbolisiert die Fig. 1(b) dadurch, dass der Stromfluss I_{Haupt} durch den Zweig 34 gesperrt ist; das Rückwurfsignal wird dabei nicht über der Hauptspule abgebaut.

[0027] Das zweite Ausführungsbeispiel der Fig. 2, insoweit als Weiterbildung des ersten Ausführungsbeispiels (wiederum mit identischen Bezugszeichen für identische bzw. äquivalente Einheiten) ordnet dem Zweig der zweiten Spulenwicklung 36 eine zweite Diode D2 zu, welche während des Bestromungsbetriebs (Stromfluss durch die erste Spulenwicklung) sperrt, so dass kein Stromfluss durch die als Sensorspule dienende zweite Spulenwicklung erfolgt. Während des Detektorbetriebs öffnet D2, so dass insoweit das Detektionssignal (mit gesperrter D1) fließen und wiederum über A1, A2 abgegriffen werden kann. Die zweite Diode D2 ist als Zenerdiode realisiert und so ausgelegt, dass sie bei der Bestromungs- bzw. Schaltspannung U_{Schalten} sperrt, jedoch eine Durchbruchspannung aufweist, die geringer ist als die induzierte Spannung U_{Sensor} . Damit wird, wie Fig. 2(a) symbolisiert, im Bestromungsbetrieb I_{Sensor} gesperrt, so dass kein Gegenfeld durch den Spulenzweig 36 entstehen kann. Gleichermäßen verhindert die Diode D1, analog zum ersten Ausführungsbeispiel der Fig. 1,

dass das Rückwurfsignal U_{Sensor} über die Hauptspule 34 abgebaut wird; der induzierte Rückwurfstrom der Hauptspule wird gesperrt.

[0028] Typische Realisierungsvarianten der Wicklungen bei einem Stellhub von 3 mm bis 6 mm, einer typischen Stellkraft im Bereich von 3 N bis 15 N und einem typischen Außendurchmesser der Gehäuseschale von ca. 20 mm liegen zwischen 50 und 500 Windungen für die erste Spulenwicklung und zwischen ca. 800 und ca. 8000 Wicklungen für die zweite Wicklung, was zu typischen Induktivitäten von 0,8 mH bis 25 mH bzw. 1 H bis 70 H führt.

[0029] Die geometrisch-konstruktiven Realisierungsformen der Fig. 3 bis 5 zeigen eine bistabile Vorrichtung; es zeigt sich, dass in einem ausgefahrenen (Eingriffs)-Zustand der Ankereinheit die Permanentmagnetereinheit 14, 12, 16 am stirnseitigen Gehäuseende 26, 32 (durch Permanentmagnetkraft) festhält, auch in einem unbestromten Zustand der Spulenmittel. Eine typische Rückstellung erfolgt dann in für die Nockenwellenverstellung üblicher Weise durch Wirkung der mit dem Eingriffsstößel 22 zusammenwirkenden Stellnut. Gerade auch eine solche weiterbildungsgemäß bevorzugte Bistabilität realisiert die Vorteile der vorliegenden Erfindung, zuverlässig mittels der zweiten Spulenwicklung das Bewegungs- bzw. Stellverhalten der Ankereinheit detektieren zu können.

Patentansprüche

1. Elektromagnetische Stellvorrichtung mit relativ zu stationären Spulenmitteln (34, 36; 34, 40) als Reaktion auf eine Bestromung derselben antreibbaren Ankermitteln (10, 12, 14, 16, 22), deren Bewegung (U_{Schalten}) und/oder Stellposition relativ zu stationären, mit den Spulenmitteln zusammenwirkenden Kernmitteln (20) durch den Spulenmitteln zugeordnete Erfassungsmittel detektierbar ist, wobei die Spulenmittel eine erste, zum magnetischen Zusammenwirken mit den Ankermitteln mittels der Bestromung ausgebildete Spulenwicklung (34) sowie eine zweite, zum Erzeugen eines Detektionssignals zeitlich außerhalb der Bestromung für die Erfassungsmittel ausgebildete Spulenwicklung (36; 40) aufweisen, die erste und die zweite Spulenwicklung zum Ausbilden eines Zweipols eine Parallelschaltung bilden, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Zweipol elektronische Schalt- und/oder Sperrmittel (D1, D2) so zugeordnet sind, dass diese außerhalb der Bestromung ein Kurzschließen des Detektionssignals (U_{Sensor}) über die erste Spulenwicklung verhindern, wobei ein Verhältnis der Ohm'schen Widerstände der zweiten Spulenwicklung bezogen auf die erste Spulenwicklung > 40 , bevorzugt > 100 , weiter bevorzugt > 300 , ist und/oder die Sperrmittel eine in einen der ersten

Spulenwicklung zugehörigen Zweig des Zweipols eingeschleifte erste Diode (D1) aufweisen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und die zweite Spulenwicklung einen einander entgegengesetzten Wickleitungssinn und/oder eine entgegengesetzte Kontaktierung aufweisen und/oder eine Polarität der Bestromung einer Polarität des Detektionssignals entgegengesetzt ist. 5
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Spulenvorrichtung der ersten Spulenvorrichtung benachbart, insbesondere auf einem gemeinsamen Spulenträger, vorgesehen ist. 10
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Spulenwicklung der ersten Spulenwicklung axial benachbart vorgesehen ist. 15
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Spulenwicklung der ersten Spulenwicklung radial benachbart, insbesondere radial auswärtig aufliegend, ausgebildet ist. 20
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Spulenwicklung einen Ohm'schen Widerstand $< 20 \text{ Ohm}$, bevorzugt $< 10 \text{ Ohm}$, weiter bevorzugt $< 6 \text{ Ohm}$, aufweist. 25
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Spulenwicklung einen Ohm'schen Widerstand aufweist, der $> 100 \text{ Ohm}$, insbesondere $> 400 \text{ Ohm}$, und $< 3000 \text{ Ohm}$, insbesondere $< 1500 \text{ Ohm}$, ist. 30
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sperrmittel eine in einen der zweiten Spulenwicklung zugehörigen Zweig des Zweipols eingeschleifte zweite Diode (D2) aufweisen. 35
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Ankermitteln magnetisch mit den Kernmitteln zusammenwirkende Permanentmagnetmittel (12) zugeordnet sind, die als Reaktion auf die Bestromung eine abstoßende Kraft auf die Kernmittel erzeugen. 40
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die stößelartig ausgebildeten Ankermittel ein Eingriffsende (24) aufweisen, welches zum Zusammenwirken mit einer Nockenwellenverstellung eines Verbrennungsmo-

tors ermöglichenden Stellpartner ausgebildet ist, wobei bevorzugt der Stellpartner zum Realisieren einer Rückführung der Ankermittel ausgebildet sind.

Claims

1. An electromagnetic positioning device having armature means (10, 12, 14, 16, 22) which are drivable relative to stationary coil means (34, 36; 34, 40) in reaction to energizing said coil means (34, 36; 34, 40), the movement (U_{Schalten}) and/or actuated position of said armature means being detectable via detection means, which are associated to the coil means, relative to stationary core means (20) which interact with the coil means, the coil means having a first coil winding (34), which is realized for magnetically interacting with the armature means by means of the energization, as well as a second coil winding (36; 40), which is realized for generating a detection signal temporally outside of the energization for the detection means, the first and the second coil winding forming a parallel circuit for forming a two-terminal circuit, **characterized in that** electronic switching and/or locking means (D1, D2) are assigned to the two-terminal circuit in such a manner that they prevent a short circuit of the detection signal (U_{Sensor}) via the first coil winding outside of the energization, a ratio of the ohmic resistances of the second coil winding with regard to the first coil winding being > 40 , preferably > 100 , more preferably > 300 , and/or the locking means having a first diode (D1) looped in a branch of the two-terminal circuit associated with the first coil winding. 45
2. The device according to claim 1, **characterized in that** each of the first and the second coil winding have a winding direction in the opposite direction to each other and/or have a contacting oriented in the opposite direction and/or that a polarity of the energization is inverse to a polarity of the detection signal. 50
3. The device according to claim 1 or 2, **characterized in that** the second coil device is provided adjacent to the first coil device, in particular on a shared coil carrier. 55
4. The device according to claim 3, **characterized in that** the second coil winding is provided axially adjacent to the first coil winding.
5. The device according to any of the claims 1 to 4, **characterized in that** the second coil winding is realized radially adjacent, in particular being seated radially externally, to the first coil winding.
6. The device according to any of the claims 1 to 5,

characterized in that the first coil winding has an ohmic resistance of < 20 ohms, preferably < 10 ohms, more preferably < 6 ohms.

7. The device according to any of the claims 1 to 6, **characterized in that** the second coil winding has an ohmic resistance of > 100 ohms, in particular > 400 ohms, and < 3000 ohms, in particular < 1500 ohms.
8. The device according to any of the claims 1 to 7, **characterized in that** the locking means have a second diode (D2) which is looped in a branch of the two-terminal circuit associated with the second coil winding.
9. The device according to any of the claims 1 to 8, **characterized in that** permanent magnet means (12) magnetically interacting with the core means are assigned to the armature means, said permanent magnet means (12) generating a repelling force on the core means in reaction to the energization.
10. The device according to any of the claims 1 to 9, **characterized in that** the armature means formed tappet-like have an engagement end (24), which is formed for interacting with a positioning partner allowing a camshaft displacement of an internal combustion engine, preferably the positioning partner being designed for realizing a resetting of the armature means.

Revendications

1. Dispositif de réglage électromagnétique ayant des moyens d'ancrage (10, 12, 14, 16, 22) qui peuvent être entraînés relativement à des moyens de bobinage (34, 36 ; 34, 40) stationnaires comme réaction à une alimentation en courant de ces derniers, le mouvement ($U_{Schalten}$) et/ou la position de réglage desdits moyens d'ancrage relativement à des moyens de noyau (20) stationnaire, interagissant avec les moyens de bobinage, pouvant être détecté(s) par des moyens de détection qui sont associés aux moyens de bobinage, dans lequel
les moyens de bobinage comprennent un premier enroulement de bobine (34) réalisé pour l'interaction magnétique avec les moyens d'ancrage en utilisant une alimentation en courant de même qu'un deuxième enroulement de bobine (36 ; 40) réalisé pour la génération d'un signal de détection temporellement en dehors de l'alimentation en courant pour les moyens de détection, le premier enroulement de bobine et le deuxième enroulement de bobine formant un couplage en parallèle pour réaliser un bipôle, **caractérisé en ce que**

des moyens de commutation et/ou de blocage électroniques (D1, D2) sont associés au bipôle de sorte que les moyens de commutation et/ou de blocage (D1, D2) évitent une mise en court-circuit du signal de détection (U_{Sensor}) à travers le premier enroulement de bobine en dehors de l'alimentation en courant,
une relation de la résistance ohmique du deuxième enroulement de bobine par rapport à la résistance ohmique du premier enroulement de bobine étant > 40, de préférence > 100, encore plus préférentiellement > 300 et/ou les moyens de blocage comprenant une première diode (D1) bouclée dans une branche de bipôle appartenant au premier enroulement de bobine.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier enroulement de bobine et le deuxième roulement de bobine ont un sens d'enroulement opposé l'un par rapport à l'autre et/ou ont une connexion opposée et/ou une polarité de l'alimentation en courant est opposée à la polarité du signal de détection.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le deuxième enroulement de bobine est prévu pour être disposé adjacent au premier enroulement de bobine, en particulier sur un support de bobine commun.
4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le deuxième enroulement de bobine est prévu pour être disposé axialement adjacent au premier enroulement de bobine.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le deuxième enroulement de bobine est réalisé pour être disposé radialement adjacent au premier enroulement de bobine, en particulier réalisé de manière à reposer radialement à l'extérieur.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le premier roulement de bobine a une résistance ohmique de < 20 ohms, de préférence < 10 ohms, encore plus préférentiellement < 6 ohms.
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le deuxième roulement de bobine a une résistance ohmique de > 100 ohms, en particulier > 400 ohms et < 3000 ohms, en particulier < 1500 ohms.
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les moyens de blocage comprennent une deuxième diode (D2) bouclée dans une branche de bipôle appartenant au deuxième

me roulement de bobine.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** des moyens d'aimant permanent (12) sont associés au moyens d'ancrage, lesdits moyens d'aimant permanent (12) interagissant de manière magnétique avec les moyens de noyau et générant une force repoussante qui agit sur les moyens de noyau comme réaction à l'alimentation en courant.
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** les moyens d'ancrage qui sont réalisés sous forme de coulisseau comprennent une extrémité d'engagement (24), ladite extrémité d'engagement (24) étant réalisée pour l'interaction avec un partenaire de réglage qui rend possible un déplacement d'arbre à came d'un moteur à combustion interne, ledit partenaire de réglage étant réalisé de préférence pour la réalisation d'un retour des moyens d'ancrage.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

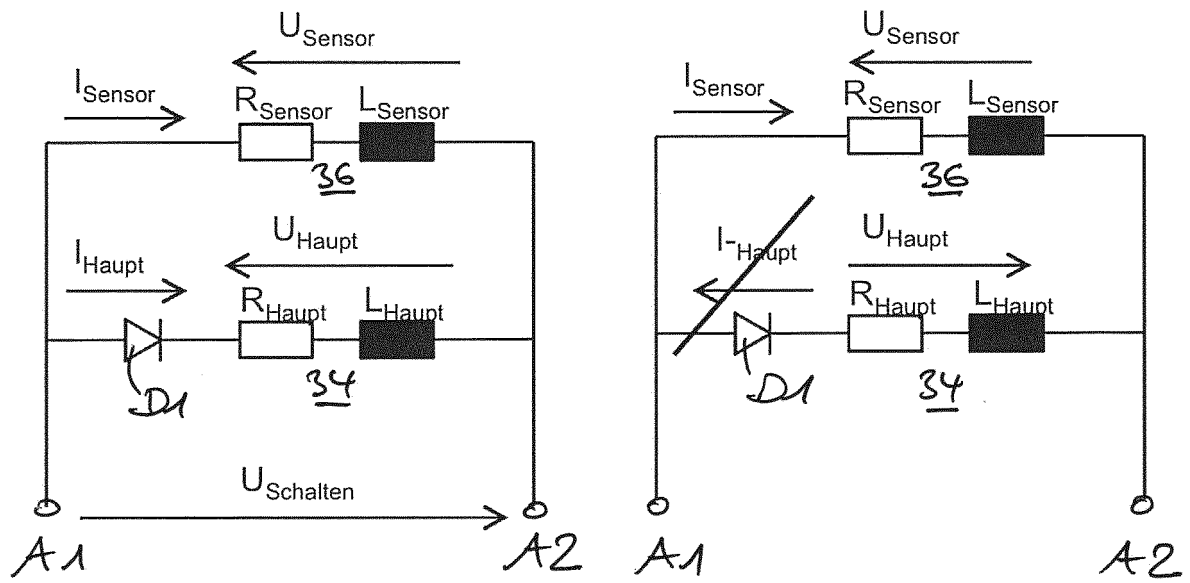


Fig. 1 (a)

(b)

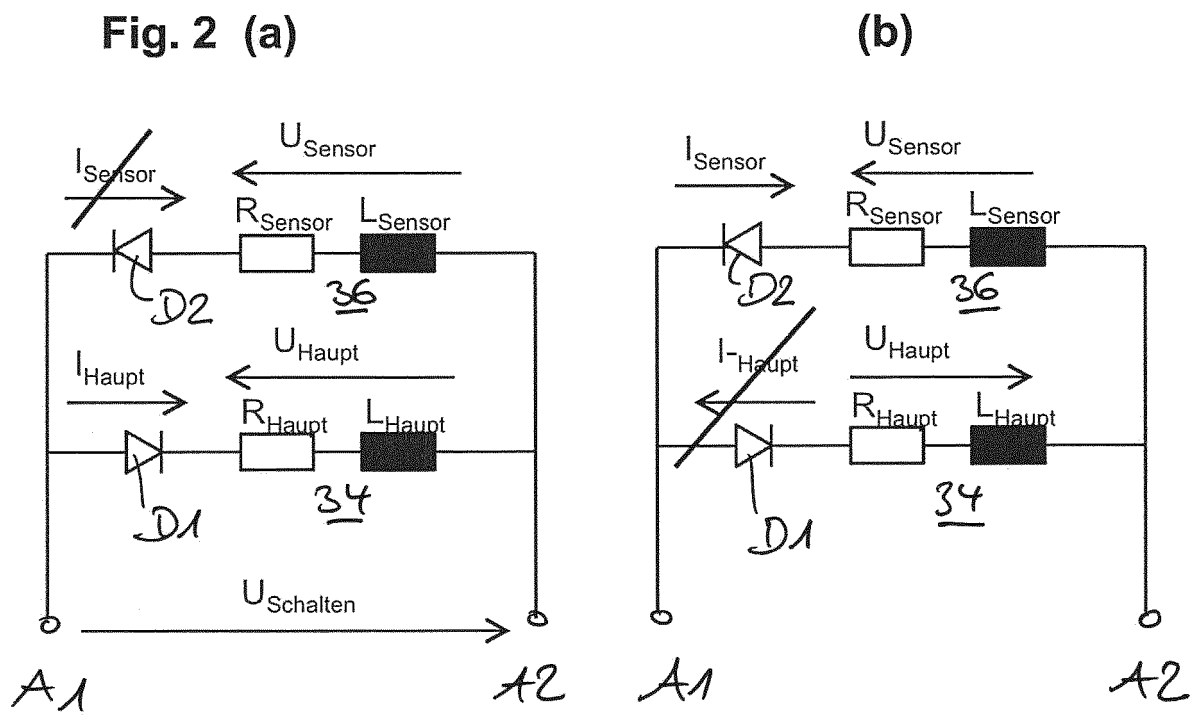
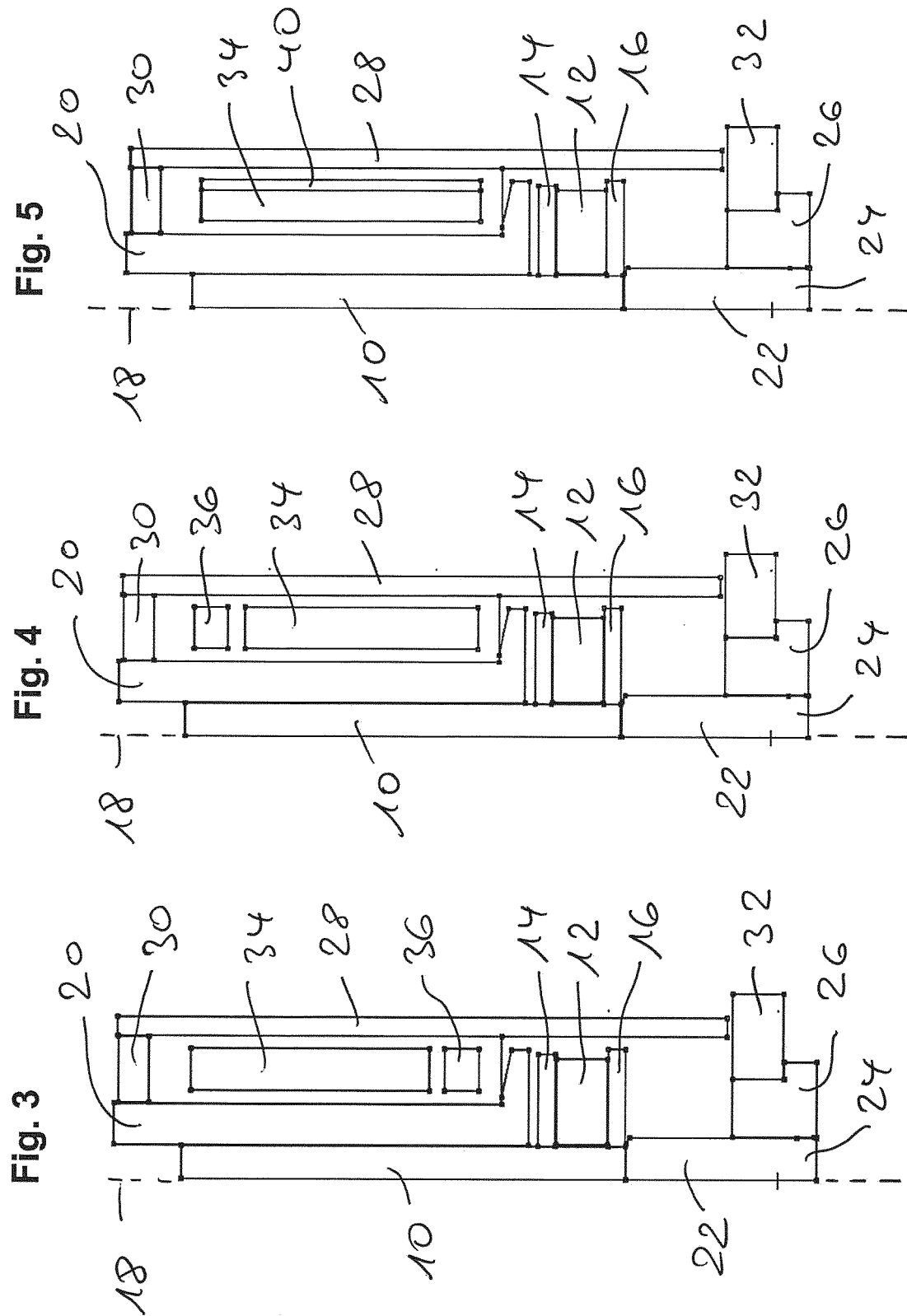


Fig. 2 (a)

(b)



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19518056 A1 [0001]
- DE 202005011901 U1 [0001] [0003]
- US 2010255433 A1 [0004]