

(19)



(11)

EP 3 520 125 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.04.2021 Patentblatt 2021/16

(51) Int Cl.:
H01F 7/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17771685.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/072323

(22) Anmeldetag: **06.09.2017**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/059890 (05.04.2018 Gazette 2018/14)

(54) ELEKTROMAGNETISCHES STELLSYSTEM SOWIE BETRIEBSVERFAHREN

ELECTROMAGNETIC POSITIONING SYSTEM AND OPERATING METHOD

SYSTÈME DE RÉGLAGE ÉLECTROMAGNÉTIQUE AINSI QUE PROCÉDÉ DE FONCTIONNEMENT

(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

(30) Priorität: **27.09.2016 DE 102016118254**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.08.2019 Patentblatt 2019/32

(73) Patentinhaber: **ETO MAGNETIC GmbH**
78333 Stockach (DE)

(72) Erfinder:
• **BÜRSSNER, Jörg**
78234 Engen (DE)

• **VINCON, Peter**
78333 Stockach (DE)

(74) Vertreter: **Patent- und Rechtsanwälte Behrmann Wagner**
PartG mbB
Hegau-Tower
Maggistraße 5 (11. OG)
78224 Singen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
CH-A- 386 564 DE-A1- 10 141 764
DE-A1- 10 310 448 DE-B3-102011 081 893

EP 3 520 125 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 ein elektromagnetisches Stellsystem, insbesondere ein Ventiltriebverstellungssystem für Verbrennungsmotoren, bevorzugt in Kraftfahrzeugen, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, umfassend eine bistabile elektromagnetische Stellvorrichtung mit einem entlang einer Verstellachse zwischen einer Einzugsposition und einer Ausschubposition verstellbaren, zumindest abschnittsweise Permanentmagnetmittel aufweisenden, insbesondere tragenden, Stellelement zum Zusammenwirken mit einem Stellpartner, insbesondere einem Nockenfolger, wobei die Permanentmagnetmittel durch Verstellen des Stellelementes entlang der Verstellachse zwischen einem ersten und einem zweiten, axial voneinander beabstandeten Kernbereich verstellbar sind, und in der Einzugsposition des Stellelementes mit einer permanentmagnetischen Haltekraft am ersten Kernbereich und in der Ausschubposition des Stellelementes mit einer permanentmagnetischen Haltekraft an dem zweiten Kernbereich halten, insbesondere haften, und mit einer ersten und einer zweiten Spuleneinrichtung, die über Ansteuermittel ansteuerbar sind, und die Ansteuermittel die erste und die zweite Spuleneinrichtung derart ansteuernd ausgebildet sind, dass in einem ersten Betriebszustand zum Verstellen des Stellelementes aus der Einzugsposition in die Ausschubposition die erste Spuleneinrichtung als Reaktion auf ein elektrisches Ansteuersignal der Ansteuermittel eine der Haltekraft der Permanentmagnetmittel entgegenwirkende, die Permanentmagnetmittel abstoßende und von dem ersten Kernbereich lösende Gegenkraft erzeugt und in einem zweiten Betriebszustand zum Verstellen des Stellelementes aus der Ausschubposition in die Einzugsposition und die zweite Spuleneinrichtung als Reaktion auf ein elektrisches Ansteuersignal der Ansteuermittel eine der Haltekraft der Permanentmagnetmittel entgegenwirkende, die Permanentmagnetmittel abstoßende und von dem zweiten Kernbereich lösende Gegenkraft erzeugt. Vorzugsweise dienen der erste und der zweite Kernbereich als Axialanschlüsse für das Stellelement, welches dann den Verstellendpositionen an jeweils einem Kernbereich anliegt. Bevorzugt sind die Permanentmagnetmittel zwischen zwei axial beabstandeten Polscheiben eingefasst, die dann in den Endpositionen unmittelbar am jeweiligen Kernbereich anliegen. Die Polscheiben haben dabei insbesondere eine mechanische Schutzfunktion beim axialen Anschlagen des Stellelementes für die in der Regel spröden Permanentmagnetmittel. Die Permanentmagnetmittel sind bevorzugt in axialer Richtung magnetisiert.

[0002] Solche elektromagnetischen Stellsysteme werden insbesondere dann zur Nockenwellenverstellung eingesetzt, wenn das Stellelement durch Rotation der Nockenwelle nicht automatisch nach erfolgter Nockenwellenverstellung aus der Ausschubposition in die Einzugsposition zurückverstellt wird. Bei derartigen Nockenverstellungssystemen muss das Stellelement über die zweite

Spuleneinrichtung aktiv zurück in die Einzugsposition verstellt werden. Bei einem derartigen gattungsgemäßen Stellsystem wird die Verstellbewegung des Stellelementes von einem dem Stellelement zugeordneten, in einem Bereich zwischen den Spuleneinrichtungen angeordneten Hall-Sensor überwacht.

[0003] Neben den zuvor erläuterten elektromagnetischen Stellsystemen sind beispielsweise in der DE 102 40 774 B4 der Anmelderin beschriebene Nockenwellenverstellungssysteme bekannt, deren elektromagnetische Stellvorrichtung nur eine einzige Spuleneinrichtung umfasst, mit der das Permanentmagnetmittel tragende Stellelement in Richtung seiner Ausschubposition beschleunigbar ist. Die Rückverstellung erfolgt bei derartigen Stellsystemen durch mechanische Kraftbeaufschlagung des Stellelementes über die Nockenwelle.

[0004] Aus der DE 10 2004 030 779 A1 ist ein weiteres, nicht gattungsgemäßes elektromagnetisches Stellsystem mit einer einzigen Spuleneinrichtung bekannt. Diese Spuleneinrichtung dient als Sensorspule zur Detektion eines Induktionssignals, welches erzeugt wird durch die mechanische Rückverstellung des Stellelementes aus der Ausschubposition in die Einzugsposition, um eine Fehlfunktionalität der Ventilhubverstellung zurück in die Einzugsposition bei ausbleibendem Induktionssignal detektieren zu können. Die CH 386 564 A offenbart eine Einrichtung zur Hin- und Herbewegung eines aus magnetischem Material hergestellten Körpers zwischen zwei stabilen Endlagen durch elektromagnetische Mittel, wobei der Körper Teil eines Stellelements bildet, welches an beiden Enden der Einrichtung aus einem Gehäuse heraustritt und dabei oder dazu die an beiden Seiten des Gehäuses vorgesehenen Spulen durchquert oder durchdringt.

[0005] Die DE 101 41 764 A1 lehrt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Detektion der Position eines Objekts, insbesondere des Ankers eines Ventils, beispielsweise eines Ein- und Auslassventils, Kraftstoffeinspritzventils, Gaswechselventils oder dergleichen, mit mindestens zwei Spulen, vorzugsweise zwei Magnetspulen, die mit Strom beaufschlagbar sind, um das Objekt zwischen den zwei Spulen zu bewegen, ist im Hinblick auf eine weitgehend lineare und störungsfreie Erfassung der Position des Objekts bei einfachster Konstruktion der ausgestaltet und weitergebildet, dass die beiden Spulen - wechselweise - zum Bewegen des Objekts zwischen den Spulen und zur Detektion der Position des Objekts dienen.

[0006] Die bekannte Stellvorrichtung ist nicht für den Einsatz bei Stellaufgaben geeignet, bei denen keine automatische Rückverstellung des Stellelementes gegeben ist, da das Stellelement dann mit seinen Permanentmagnetmitteln permanentmagnetisch in der Ausschubposition haften bleibt. Darüber hinaus können mit dem bekannten Stellsystem keine Fehlfunktionalitäten in Bezug auf das Verstellen des Stellelementes von der Einzugsposition in die Ausschubposition detektiert werden.

[0007] Gattungsgemäße Stellsysteme werden im

Rahmen von Kfz-Ventiltrieben von Verbrennungsmotoren zum Schalten von Nockenfolgern, wie Kniehebeln, zur Betätigung von Gaswechselventilen mit unterschiedlichen Ventilhuben und/oder Ventilsteuerzeiten oder zu deren zeitweiser Deaktivierung eingesetzt.

[0008] Ausgehend von dem vorgenannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Stellsystem, insbesondere zum Verstellen eines Nockenfolgers als Bestandteil eines Ventiltriebes eines Kfz-Verbrennungsmotors anzugeben, das eine bistabile elektromagnetische Stellvorrichtung umfasst, deren Permanentmagnetmittel aufweisendes Stellelement mit zwei Spuleneinrichtungen aktiv elektromagnetisch in zwei einander entgegengesetzte Axialrichtungen verstellbar ist und sich zudem durch erweiterte Diagnose- bzw. Überwachungsmöglichkeiten im Hinblick auf eine ordnungsgemäße Verstellbewegung des Stellelementes auszeichnet. In einer bevorzugten Ausführungsform soll es möglich sein Verstellbewegungen des Verstellelementes in beide Axialrichtungen zu prüfen. Dabei soll auf den im Stand der Technik notwendigen (zusätzlichen) Hall-Sensor verzichtet werden können.

Ferner besteht die Aufgabe darin, ein entsprechend verbessertes Betriebsverfahren für ein solches elektromagnetisches Stellsystem anzugeben. Diese Aufgabe wird hinsichtlich des elektromagnetischen Stellsystems mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Hinsichtlich des Verfahrens wird die Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 8 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0009] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, ein gattungsgemäßes elektromagnetisches Stellsystem bzw. dessen bistabile elektromagnetische Stellvorrichtung derart anzusteuern, dass in dem ersten Betriebszustand (Betriebsmodus), in welchem das Stellelement durch Bestromen der ersten Spuleneinrichtung von der Einzugsposition in die Ausschubposition verstellt wird die zweite Spuleneinrichtung als Senserspule genutzt wird. Zu diesem Zweck sind dieser Auswertemittel zugeordnet, mit denen ein Induktionssignal, insbesondere ein elektrisches Spannungssignal detektierbar ist, welches durch elektromagnetische Induktion erzeugt wird, wenn das Permanentmagnetmittel aufweisende Stellelement durch Bestromen der ersten Spuleneinrichtung axial entlang der Verstellachse von der Einzugsposition in die Ausschubposition verstellt wird. Damit die zweite Spuleneinrichtung die Senserspulenfunktion erfüllen kann ist weiter vorgesehen, dass die zweite Spuleneinrichtung so beschaltet ist, dass diese zumindest zeitweise während des ersten Betriebszustandes, insbesondere während einer Bestromung der ersten Spuleneinrichtung unbestromt ist. Besonders bevorzugt ist es, wenn dieser unbestromte Zustand über die gesamte Zeitdauer des ersten Betriebszustandes anhält, also von Beginn der Bestromung der ersten Spuleneinrichtung bis zum Erreichen der Ausschubposition durch das Stellelement. Während der unbestromten Zeitspanne der zweiten Spu-

leneinrichtung im ersten Betriebszustand steht diese somit nicht für eine elektromagnetische Kraftbeaufschlagung des Stellelementes zur Unterstützung seiner Verstellbewegung zur Verfügung. Durch die zuvor beschriebene Ausführungsvariante der Erfindung ist es erstmals möglich, bei einem gattungsgemäßen Stellsystem zu überwachen, (überhaupt) ob und/oder ob rechtzeitig innerhalb vorgegebener Zeitgrenzen, eine Verstellung des Stellelementes von der Einzugsposition in die Ausschubposition erfolgt ist.

[0010] Alternativ oder bevorzugt zusätzlich zu der zuvor beschriebenen Ausführungsvariante bzw. Funktionalität eines erfindungsgemäßen Stellsystems ist vorgesehen, dass, insbesondere auch, eine Überwachung des Stellvorgangs von der Ausschubposition zurück in die Einzugsposition realisiert ist, indem im zweiten Betriebszustand (Betriebsmodus) der ersten Spuleneinrichtung die zuvor erläuterte Senserspulenfunktionalität zukommt, indem dieser Auswertemittel zugeordnet sind, um ein Induktionssignal, insbesondere ein elektromagnetisches Spannungssignal zu detektieren, welches von dem Stellelement in der ersten Spuleneinrichtung induziert wird, wenn das Stellelement durch Bestromen der zweiten Spuleneinrichtung aus der Ausschubposition in Richtung der Einzugsposition beschleunigt bzw. verstellt wird. Damit die erste Spuleneinrichtung ihre Senserspulenfunktionalität erfüllen kann, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass diese von den Ansteuermitteln zumindest zeitweise während des zweiten Betriebszustandes, insbesondere während die zweite Spuleneinrichtung bestromt ist bzw. wird, unbestromt ist. Ganz besonders bevorzugt ist es, wenn die erste Spuleneinrichtung über die gesamte Zeitdauer des zweiten Betriebszustandes unbestromt ist, also von Beginn der Bestromung der zweiten Spuleneinrichtung an bis zum Erreichen der Einzugsposition durch das Stellelement.

[0011] Bei Realisierung der ersten Ausführungsvariante ist also eine Überwachung der Verstellbewegung während des ersten Betriebszustandes, also im Hinblick auf ein Verstellen des Stellelementes von der Einzugsposition in die Ausschubposition möglich und gemäß der zweiten Variante in die entgegengesetzte Richtung. Wie bereits angedeutet ist eine Ausführungsform der Erfindung besonders bevorzugt, in der beide Funktionalitäten gemeinsam (zeitlich nach einander) realisiert sind. Wie eingangs bereits erläutert weist das magnetisch leitende Stellelement zumindest abschnittsweise Permanentmagnetmittel auf, die wiederum zumindest abschnittsweise, vorzugsweise vollständig zwischen den beiden Kernbereichen aufgenommen bzw. angeordnet und zwischen den Kernbereichen verstellbar sind. Bevorzugt sind die Permanentmagnetmittel scheibenförmig ausgebildet und auf oder an einem Stößel bzw. Stößelabschnitt des Stellelementes angeordnet, welcher ein- oder mehrteilig ausgebildet sein kann und, wie später noch erläutert werden wird, insbesondere ausschließlich, den zweiten Kernbereich axial durchsetzt um mit einem Eingriffsabschnitt, insbesondere einem Endabschnitt mit einem

Stellpartner, insbesondere einem Nockenwellenfolger zusammenzuwirken, insbesondere um diesen im Rahmen eines Ventiltriebes eines Kfz-Verbrennungsmotors beispielsweise zur Betätigung wenigstens eines Gaswechselventils mit unterschiedlichen Ventilhuben und/oder unterschiedlichen Steuerzeiten oder zu dessen Zeitweiser Deaktivierung zu schalten.

[0012] Das erfindungsgemäße Stellsystem sowie das erfindungsgemäße Verfahren ermöglichen den Verzicht auf den bei gattungsgemäßen Stellsystemen zwingend zum Einsatz kommenden zusätzlichen Hall-Sensor zur Überwachung der Stellfunktionalität.

[0013] Im Hinblick auf die konkrete Auswertung bzw. Verarbeitung eines erhaltenen, nicht erhaltenen oder verzögert erhaltenen Induktionssignals gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Insbesondere dient die Auswertung bzw. Erfassung des Induktionssignals der On-Board-Diagnose von Motorsteuersystemen zur Überwachung der Ventilhubverstellung mit Funktionsüberprüfung. Mit anderen Worten ist mit dem erfindungsgemäßen System erfassbar, ob eine angeforderte bzw. angesteuerte Verstellbewegung des Stellelementes axial in Richtung Ausschubposition und/oder axial in Richtung Einzugsposition erfolgreich war, d.h. beispielsweise überhaupt und/oder rechtzeitig erfolgt ist. Insbesondere kennen die Auswertemittel und/oder die Steuermittel die tatsächliche bzw. aktuelle Position des Stellelementes und können diese entsprechend berücksichtigen.

[0014] In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass die Auswertemittel als Reaktion auf ein Ausbleiben eines Induktionssignals und/oder auf ein zeitlich verzögertes Induktionssignal ein entsprechendes Fehlersignal ausgeben, welches eine nicht erfolgte oder eine verzögert erfolgte Verstellbewegung charakterisiert und/oder die Auswertemittel speichern eine entsprechende Fehlerinformation. Zusätzlich oder alternativ können die Auswertemittel als Reaktion auf ein, insbesondere zeitgerecht, erhaltenes Induktionssignal ein entsprechendes Quittiersignal ausgebend ausgebildet sein und/oder eine entsprechende Quittierinformation speichern.

[0015] Denkbar ist auch eine Ausführungsform, bei der die Steuermittel ausgebildet sind als Reaktion auf ein Ausbleiben eines Induktionssignals ein erneutes Ansteuerersignal an die erste oder zweite Spuleneinrichtung auszugeben, um das Stellelement nach nicht erfolgter Stellbewegung in die gewünschte Axialrichtung zu verstellen bzw. nochmals in diese Richtung anzusteuern.

[0016] Im Hinblick auf die Ausgestaltung der Stellvorrichtung des erfindungsgemäßen Stellsystems ist es, insbesondere im Hinblick auf Nockenfolgerschaltaufgaben vorgesehen, dass das Stellelement den zweiten Kernbereich mit einem Stößelabschnitt axial durchsetzend angeordnet ist. Bevorzugt ist im zweiten Kernbereich hierzu eine entsprechende Durchgangsöffnung, insbesondere Durchgangsbohrung, vorgesehen. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Stellelement ausschließlich den zweiten Kernbereich axial durchsetzt,

nicht jedoch den ersten Kernbereich, der insoweit dann bevorzugt keine axiale Durchgangsöffnung aufweist. Eine derartige Stellvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Stellelement nur einends ein Gehäuse der Stellvorrichtung durchsetzt.

[0017] Besonders zweckmäßig ist es, wenn dem Stellelement im Rahmen des Systems ein Stellpartner zugeordnet ist, insbesondere ein Nockenfolger, der sich dadurch auszeichnet, dass von diesem keine oder zumindest keine ausreichende mechanische Rückstellkraft zum Verstellen des Stellelementes von der Ausschubposition in die Einzugsposition ausgeübt wird bzw. ausübbar ist.

[0018] Insbesondere für eine Ventiltriebverstellung ist es vorteilhaft, wenn die erste Spuleneinrichtung insbesondere durch das Vorsehen einer größeren Anzahl von Wicklungen, leistungsstärker dimensioniert ist als die zweite Spuleneinrichtung, da insbesondere die Verstellbewegung von der Einzugsposition in die Ausschubposition zeitkritisch ist, während die Rückverstellung eine längere Zeitspanne in Anspruch nehmen kann.

[0019] Im Hinblick auf die Realisierung der Auswertemittel hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn die Auswertemittel, insbesondere beider eingangs ausgeführter Ausführungsvarianten zum Detektieren eines Induktionssignals zum Verstellen sowohl in die eine als auch in die andere Axialeinrichtung sowie die Ansteuerungsmittel für die Spuleneinrichtungen von einer gemeinsamen Logikeinheit, insbesondere einer Motorsteuerung gebildet sind.

[0020] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung.

[0021] Diese zeigt in der einzigen Fig. 1 eine stark schematisierte Darstellung einer bevorzugten Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen elektromagnetischen Stellsystems.

[0022] In Fig. 1 ist stark schematisiert ein bevorzugtes, nach dem Konzept der Erfindung ausgebildetes elektromagnetisches Stellsystem 1, vorliegend beispielhaft ein Ventiltriebverstellungssystem für Verbrennungsmotoren, insbesondere in Kraftfahrzeugen, gezeigt. Das elektromagnetische Stellsystem 1 umfasst eine bistabile, elektromagnetische Stellvorrichtung 2 mit einem entlang einer Verstellachse V zwischen einer dargestellten Einzugsposition E und einer axial davon beabstandeten Ausschubposition A verstellbaren Stellelement 3. Das Stellelement 3 umfasst einen magnetisch leitenden Stößelabschnitt 4, welcher axial magnetisierte Permanentmagnetmittel 5 trägt, die axial zwischen zwei magnetisch leitenden, hier bevorzugt metallischen Polscheiben 6, 7 angeordnet sind. In der dargestellten Einzugsposition E wird das Stellelement 3 mit einer von den Permanentmagnetmitteln 5 erzeugten permanentmagnetischen Haltekraft an einem ersten Kernbereich 8 gehalten.

[0023] Die Permanentmagnetmittel 5 befinden sich innerhalb eines den magnetischen Fluss leitenden Stell-

vorrichtungsgehäuse 15, über welches die beiden, vorzugsweise wechselseitig von den beiden Spuleneinrichtungen 10, 11 erzeugten magnetischen Flusskreisläufe geschlossen werden.

[0024] In der Ausschubposition A, die axial von der Einzugsposition E beabstandet ist, haftet das Stellelement 3 über eine permanentmagnetische Haftkraft der Permanentmagnetmittel 5 in analoger Weise an einem zweiten Kernbereich 9, der axial von dem ersten Kernbereich 8 beabstandet ist. Die Kernbereiche 8, 9 bilden gleichzeitig Axialanschläge für das Stellelement 3, indem die Polscheiben 6, 7 in der entsprechenden Position an dem jeweiligen Kernbereich 8, 9 anliegen.

[0025] Ferner umfasst die Stellvorrichtung 2 eine erste Spuleneinrichtung 10, die vorliegend den ersten Kernbereich 8 radial außen umgibt. Zudem umfasst die Stellvorrichtung 2 eine weitere axial beabstandete, zweite Spuleneinrichtung 11, die den zweiten Kernbereich 9 umschließt. Den beiden Spuleneinrichtungen 10, 11 sind Steuermittel 12 zugeordnet, sowie später noch zu erläuternde Auswertemittel 13, wobei Steuermittel 12 und Auswertemittel 13 von gemeinsamen Logikmitteln 14 gebildet sind. In einem ersten Betriebszustand steuern die Steuermittel 12 die erste Spuleneinrichtung 10 mit einem Ansteuersignal (elektrische Bestromung) an, auf Basis dessen die erste Spuleneinrichtung 10 ein Magnetfeld erzeugt, welches dem permanentmagnetischen Magnetfeld entgegenwirkt. Anders ausgedrückt erzeugt die erste Spuleneinrichtung 10 durch das Ansteuersignal eine Gegenkraft zur permanentmagnetischen Halte- bzw. Haftkraft der Permanentmagnetmittel 5, wodurch die Permanentmagnetmittel 5 bzw. das Stellelement 3 von dem ersten Kernbereich 8 in Richtung der Ausschubposition A abgestoßen werden, wodurch sich das Stellelement 3 in seine Ausschubposition A bewegt und somit der Stoßelabschnitt 4 axial weiter aus dem Stellvorrichtungsgehäuse 15 herausbewegt wird, um mit einem nicht gezeigten Stellpartner, vorliegend beispielhaft einem Nockenfolger in an sich bekannter Weise zusammenzuwirken.

[0026] Zu erkennen ist, dass das Stellelement 3 hierzu eine zentrische Durchgangsöffnung 16 in dem zweiten Kernbereich 9 durchsetzt - der erste Kernbereich 8 ist geschlossen bzw. weist keine Durchgangsöffnung 16 auf. Die Steuermittel 12 schalten während dieses ersten Betriebszustandes die zweite Spuleneinrichtung 11, welche leistungsschwächer ausgelegt ist als die erste Spuleneinrichtung 10 stromlos. Während dieser Zeit hat die zweite Spuleneinrichtung 11 die Funktion einer Senserspule, in welcher durch die zuvor erläuterte Verstellbewegung aus der Einzugsposition E in die Ausschubposition A ein Induktionssignal, vorliegend eine elektrische Spannung induziert wird. Diese wird von den Auswertemitteln 13 erfasst und, insbesondere im Zusammenspiel mit den Steuermitteln 12 weiterverarbeitet. Auf diese Weise ist es möglich den Ausschubvorgang bzw. Betätigungsvorgang zum Betätigen des Stellpartners zu überwachen. Es ist also erfassbar, ob die gewollte bzw. an-

gesteuerte Verstellbewegung des Stellelementes 3 tatsächlich stattfindet bzw. stattgefunden hat.

[0027] In einem zweiten Betriebszustand wird das sich in der Ausschubposition A befindliche Stellelement 3 zurück in die dargestellte Einzugsposition E verstellt. Zu diesem Zweck steuern die Steuermittel 12 die zweite Spuleneinrichtung 11 mit einem Ansteuersignal an, welches eine abstoßende Gegenkraft zur permanentmagnetischen Haltekraft auf das Stellelement 3 ausübt, wodurch dieses von dem zweiten Kernbereich 9 in Richtung hin zum ersten Kernbereich 8 abgestoßen wird. Während dieses zweiten Betriebszustandes schalten die Steuermittel 12 die erste Spuleneinrichtung 10 stromlos, die dadurch die Funktionalität einer Senserspule aufweist und ein Induktionssignal erfasst, welches durch die axiale Verstellbewegung des Stellelementes 3 mit seinen Permanentmagnetmitteln 5 in der Wicklung der ersten Spuleneinrichtung 10 in Form einer elektrischen Spannung induziert wird. Dieses Induktionssignal, vorliegend ein elektrisches Spannungssignal wird von den Auswertemitteln 13 detektiert und, bevorzugt gemeinsam mit den Steuermitteln 12 weiterverarbeitet. Auf diese Weise ist es möglich, eine Verstellbewegung des Stellelementes 3 von der Ausschubposition A zurück in die Einzugsposition E zu überwachen.

[0028] Bezugszeichen

1	elektromagnetisches Stellsystem
2	bistabile, elektromagnetische Stellvorrichtung
3	Stellelement
4	Stoßelabschnitt des Stellelementes
5	Permanentmagnetmittel des Stellelementes
6	Polscheibe des Stellelementes
7	Polscheibe des Stellelementes
8	erster Kernbereich
9	zweiter Kernbereich
10	erste Spuleneinrichtung
11	zweite Spuleneinrichtung
12	Steuermittel
13	Auswertemittel
14	Logikmittel
15	Stellvorrichtungsgehäuse
16	Durchgangsöffnung
E	Einzugsposition
A	Ausschubposition
V	Verstellachse

Patentansprüche

1. Elektromagnetisches Stellsystem (1), insbesondere Ventiltriebverstellsystem für Verbrennungsmotoren, umfassend eine bistabile elektromagnetische Stellvorrichtung (2) mit einem entlang einer Verstellachse (A) zwischen einer Einzugsposition (E) und einer Ausschubposition (A) verstellbaren, zumindest abschnittsweise Permanentmagnetmittel (5) aufwei-

senden Stellelement (3) zum Zusammenwirken mit einem Stellpartner, wobei die Permanentmagnetmittel (5) durch Verstellen des Stellelementes (3) entlang der Verstellachse (V) zwischen einem ersten und einem zweiten, axial voneinander beabstandeten Kernbereich (8, 9) verstellbar sind, und in der Einzugsposition (E) des Stellelementes (3) mit einer permanentmagnetischen Haltekraft am ersten Kernbereich (8) und in der Ausschubposition (A) des Stellelementes (3) mit einer permanentmagnetischen Haltekraft an dem zweiten Kernbereich (9) halten, und mit einer ersten und einer zweiten Spuleneinrichtung (10, 11), weiterhin umfassend Ansteuermittel, welche die erste und die zweite Spuleneinrichtung (10, 11) derart ansteuernd ausgebildet sind, dass in einem ersten Betriebszustand zum Verstellen des Stellelementes (3) aus der Einzugsposition (E) in die Ausschubposition (A) die erste Spuleneinrichtung (10) als Reaktion auf ein elektrisches Ansteuersignal der Ansteuermittel eine der Haltekraft der Permanentmagnetmittel (5) entgegenwirkende, die Permanentmagnetmittel (5) abstoßende und von dem ersten Kernbereich (8) lösende Gegenkraft erzeugt und in einem zweiten Betriebszustand zum Verstellen des Stellelementes (3) aus der Ausschubposition (A) in die Einzugsposition (E) die zweite Spuleneinrichtung (11) als Reaktion auf ein elektrisches Ansteuersignal der Ansteuermittel eine der Haltekraft der Permanentmagnetmittel (5) entgegenwirkende, die Permanentmagnetmittel (5) abstoßende und von dem zweiten Kernbereich (9) lösende Gegenkraft erzeugt,
dadurch gekennzeichnet,
dass der zweiten Spuleneinrichtung (11) Auswertemittel (13) zum Detektieren eines durch Verstellen des Stellelementes (3) entlang der Verstellachse (V) von der Einzugsposition (E) in die Ausschubposition (A) erzeugbares Induktionssignals zugeordnet sind, und dass die Ansteuermittel derart ausgebildet sind, dass diese die zweite Spuleneinrichtung (11) im ersten Betriebszustand zumindest während einer Detektionsphase zum Detektieren des Induktionssignals, bevorzugt während des gesamten ersten Betriebszustandes, unbestromt schalten, und/oder
dass der ersten Spuleneinrichtung (10) Auswertemittel (13) zum Detektieren eines durch Verstellen des Stellelementes (3) entlang der Verstellachse (V) von der Ausschubposition (A) in die Einzugsposition (E) erzeugbares Induktionssignals zugeordnet sind, und dass die Ansteuermittel derart ausgebildet sind, dass diese die erste Spuleneinrichtung (10) im zweiten Betriebszustand zumindest während einer Detektionsphase zum Detektieren des Induktionssignals, bevorzugt während des gesamten zweiten Betriebszustandes, unbestromt schalten
wobei das Stellelement (3) ausschließlich den zweiten Kernbereich (9) mit einem Stößelabschnitt (4)

axial durchsetzend angeordnet ist.

2. Elektromagnetisches Stellsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Auswertemittel (13) als Reaktion auf ein Ausbleiben eines Induktionssignals und/oder als Reaktion auf ein zeitlich verzögertes Induktionssignal ein Fehlersignal ausgebend und/oder eine Fehlerinformation speichernd ausgebildet sind und/oder dass die Auswertemittel als Reaktion auf ein, insbesondere rechtzeitiges, Induktionssignal ein Quittiersignal ausgebend und/oder eine Quittierinformation speichernd ausgebildet sind.
3. Elektromagnetisches Stellsystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Steuermittel (12) als Reaktion auf ein Ausbleiben eines Induktionssignals ein erneutes Ansteuersignal an die erste oder zweite Spuleneinrichtung (10, 11) ausgebend ausgebildet sind.
4. Elektromagnetisches Stellsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Stellelement (3) mit einem Stellpartner, insbesondere einem Nockenfolger, zusammenwirkend anordenbar ist, der keine mechanische Rückstellkraft zum Verstellen des Stellelementes (3) von der Ausschubposition (A) in die Einzugsposition (E) ausübend ausgebildet und angeordnet ist.
5. Elektromagnetisches Stellsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die erste Spuleneinrichtung (10) bei betragsmäßig gleicher Bestromung ein stärkeres Magnetfeld erzeugend ausgebildet ist als die zweite Spuleneinrichtung (11).
6. Elektromagnetisches Stellsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Permanentmagnetmittel (5), zumindest abschnittsweise, bevorzugt vollständig, axial zwischen den axial beabstandeten Spuleneinrichtungen (10, 11), insbesondere mit Axialabstand zu diesen, angeordnet sind.
7. Elektromagnetisches Stellsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Auswertemittel (13) und die Ansteuermittel von einer gemeinsamen Logikmittel insbesondere einer Motorsteuerung, gebildet sind.
8. Verfahren zum Betreiben eines elektromagnetischen Stellsystems (1) nach einem der vorherge-

henden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass in dem ersten Betriebszustand die Ansteuer-
mittel die erste Spuleneinrichtung (10) mit einem An-
steuersignal beaufschlagen und dadurch das Stell-
element (3) von der Einzugsposition (E) in die Aus-
schubposition (A) verstellt wird, und dass während
dieser Verstellbewegung mit den der zweiten Spu-
leneinrichtung (11) zugeordneten Auswertemitteln
(13) ein durch das Verstellen des Stellelementes (3)
in der zweiten Spuleneinrichtung (11) erzeugtes In-
duktionssignals detektiert wird, und dass die Ansteu-
ermittel die zweite Spuleneinrichtung (11) in dem
ersten Betriebszustand zumindest während einer
Detektionsphase zum Detektieren des Induktionssi-
gnals, bevorzugt während des gesamten ersten Be-
triebszustandes, unbestromt schalten,
und/oder

dass in dem zweiten Betriebszustand die Ansteuer-
mittel die zweite Spuleneinrichtung (11) mit einem
Ansteuersignal beaufschlagen und dadurch das
Stellelement (3) von der Ausschubposition (A) in die
Einzugsposition (E) verstellt wird, und dass während
dieser Verstellbewegung mit den der ersten Spulen-
einrichtung (10) zugeordneten Auswertemitteln (13)
ein durch das Verstellen des Stellelementes (3) in
der ersten Spuleneinrichtung (10) erzeugtes Induk-
tionssignals detektiert wird, und dass die Ansteuer-
mittel die erste Spuleneinrichtung (10) in dem zwei-
ten Betriebszustand zumindest während einer De-
tektionsphase zum Detektieren des Induktionssi-
gnals, bevorzugt während des gesamten zweiten Be-
triebszustandes, unbestromt schalten
wobei bei der Verstellung zwischen Einzugsposition
(E) und Ausschubposition (A) das Stellelement (3)
ausschließlich den zweiten Kernbereich (9) mit ei-
nem Stoßelabschnitt (4) axial durchsetzt.

9. Verwendung eines elektromagnetischen Stellsys-
tems (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zum Ver-
stellen eines Nockenfolgers eines Ventiltriebs eines
Verbrennungsmotors, insbesondere in einem Kraft-
fahrzeug.

Claims

1. An electromagnetic positioning system (1), in partic-
ular a valve train adjustment system for combustion
engines, comprising a bistable electromagnetic posi-
tioning device (2) having a positioning element (3)
for interacting with a positioning partner, said posi-
tioning element (3) being adjustable between a re-
tracted position (E) and an extended position (A)
along an axis of adjustment (V) and having perma-
nent magnet means (5) at least in sections, the per-
manent magnet means (5) being adjustable between
axially spaced first and second core parts (8, 9) by

adjustment of the positioning element (3) along the
axis of adjustment (V) and adhering to the first core
part (8) with a permanent-magnetic holding force
when the positioning element (3) is in the retracted
position (E) and adhering to the second core part (9)
with a permanent-magnetic holding force when the
positioning element (3) is in the extended position
(A), and the positioning device (2) having first and
second coil means (10, 11), the electromagnetic posi-
tioning system (1) further comprising control
means configured to control the first and second coil
means (10, 11) in such a manner that, in a first op-
erating mode for adjusting the positioning element
(3) from the retracted position (E) into the extended
position (A), the first coil means (10) responds to an
electrical control signal of the control means by gen-
erating a counterforce which counteracts the holding
force of the permanent magnet means (5), repels
the permanent magnet means (5) and detaches
them from the first core part (8), and in a second
operating mode for adjusting the positioning element
(3) from the extended position (A) into the retracted
position (E), the second coil means (11) responds
to an electrical control signal of the control means
by generating a counterforce which counteracts the
holding force of the permanent magnet means (5),
repels the permanent magnet means (5) and detach-
es them from the second core part (9),

characterized in that,

evaluating means (13) for detecting an induction sig-
nal which can be generated by adjustment of the
positioning element (3) from the retracted position
(E) into the extended position (A) along the axis of
adjustment (V) are assigned to the second coil
means (11), and that the control means are config-
ured in such a manner that they de-energize the sec-
ond coil means (11) in the first operating mode at
least during a detection phase for detecting the in-
duction signal, preferably during the entire first op-
erating mode,
and/or

that evaluating means (13) for detecting an induction
signal which can be generated by adjustment of the
positioning element (3) from the extended position
(A) into the retracted position (E) along the axis of
adjustment (V) are assigned to the first coil means
(10), and that the control means are configured in
such a manner that they de-energize the first coil
means (10) in the second operating mode at least
during a detection phase for detecting the induction
signal, preferably during the entire second operating
mode, wherein the positioning element (3) is dis-
posed so as to have a tappet portion (4) axially pass-
ing through only the second core part (9).

2. The electromagnetic positioning system according
to claim 1,
characterized in that

the evaluating means (13) are configured to respond to the absence of an induction signal and/or to a delayed induction signal by outputting an error signal and/or by storing error information and/or that the evaluating means are configured to respond to an induction signal, in particular a timely induction signal, by outputting an acknowledgement signal and/or by storing acknowledgement information.

3. The electromagnetic positioning system according to claim 1 or 2,

characterized in that

the control means (12) are configured to respond to the absence of an induction signal by outputting a new control signal to the first or second coil means (10, 11).

4. The electromagnetic positioning system according to any one of the preceding claims,

characterized in that

the positioning element (3) can be disposed so as to interact with a positioning partner, in particular a cam follower, which is configured and disposed so as to not exert any mechanical restoring force for adjusting the positioning element (3) from the extended position (A) into the retracted position (E).

5. The electromagnetic positioning system according to any one of the preceding claims,

characterized in that

the first coil means (10) is configured to generate a stronger magnetic field than the second coil means (11) when both coils are energized to the same degree.

6. The electromagnetic positioning system according to any one of the preceding claims,

characterized in that

the permanent magnet means (5) are at least partially, preferably entirely, disposed axially between, in particular at an axial distance from, the axially spaced coil means (10, 11).

7. The electromagnetic positioning system according to any one of the preceding claims,

characterized in that

the evaluating means (13) and the control means are formed by shared logic means, in particular by an engine control unit.

8. A method for operating an electromagnetic positioning system (1) according to any one of the preceding claims,

characterized in that

in the first operating mode, the control means apply a control signal to the first coil means (10), which causes the positioning element (3) to be adjusted from the retracted position (E) into the extended po-

sition (A), and that during said adjustment movement an induction signal generated in the second coil means (11) by the adjustment of the positioning element (3) is detected by the evaluating means (13) assigned to the second coil means (11), and that the control means de-energize the second coil means (11) in the first operating mode at least during a detection phase for detecting the induction signal, preferably during the entire first operating mode, and/or

that in the second operating mode, the control means apply a control signal to the second coil means (11), which causes the positioning element (3) to be adjusted from the extended position (A) into the retracted position (E), and that during said adjustment movement an induction signal generated in the first coil means (10) by the adjustment of the positioning element (3) is detected by the evaluating means (13) assigned to the first coil means (10), and that the control means de-energize the first coil means (10) in the second operating mode at least during a detection phase for detecting the induction signal, preferably during the entire second operating mode, wherein the positioning element (3) has a tappet portion (4) axially passing through only the second core part (9) when the positioning element (3) is displaced between the retracted position (E) and the extended position (A).

9. A use of an electromagnetic positioning system (1) according to any one of claims 1 to 7 for adjusting a cam follower of a valve train of a combustion engine, in particular in a motor vehicle.

Revendications

1. Système de positionnement électromagnétique (1), notamment un système de positionnement de commande de soupape pour des moteurs à combustion interne, le système de positionnement électromagnétique (1) comprenant un dispositif de positionnement électromagnétique bistable (2) ayant un élément de positionnement (3) déplaçable entre une position rétractée (E) et une position sortie (A) le long d'un axe de déplacement (V) et ayant, au moins par sections, des moyens d'aimant permanent (5) et étant destiné à interagir avec un partenaire de positionnement, les moyens d'aimant permanent (5) étant déplaçables entre une première et une deuxième partie de noyau (8, 9) axialement espacées l'une de l'autre par un déplacement de l'élément de positionnement (3) le long de l'axe de déplacement (V) et adhérant à la première partie de noyau (8) avec une force de maintien à aimant permanent dans la position rétractée (E) de l'élément de positionnement (3) et adhérant à la deuxième partie de noyau (9) avec une force de maintien à aimant permanent

dans la position sortie (A) de l'élément de positionnement (3), et le dispositif de positionnement (2) ayant un premier et un deuxième dispositif de bobine (10, 11), le système de positionnement électromagnétique (1) comprenant en outre des moyens de commande destinés à commander le premier et le deuxième dispositif de bobine (10, 11) de telle manière que, dans un premier état de fonctionnement pour déplacer l'élément de positionnement (3) de la position rétractée (E) à la position sortie (A), le premier dispositif de bobine (10) répond à un signal de commande électrique des moyens de commande en générant une force antagoniste qui s'oppose à la force de maintien des moyens d'aimant permanent (5), qui repousse les moyens d'aimant permanent (5) et qui détache les moyens d'aimant permanent (5) de la première partie de noyau (8) et, dans un deuxième état de fonctionnement pour déplacer l'élément de positionnement (3) de la position sortie (A) à la position rétractée (E), le deuxième dispositif de bobine (11) répond à un signal de commande électrique des moyens de commande en générant une force antagoniste qui s'oppose à la force de maintien des moyens d'aimant permanent (5), qui repousse les moyens d'aimant permanent (5) et qui détache les moyens d'aimant permanent (5) de la deuxième partie de noyau (9),

caractérisé en ce que

des moyens d'évaluation (13) pour la détection d'un signal d'induction qui peut être généré par le déplacement de l'élément de positionnement (3) le long de l'axe de déplacement (V) de la position rétractée (E) à la position sortie (A) sont assignés au deuxième dispositif de bobine (11), et que les moyens de commande sont réalisés de telle manière qu'ils désactivent le deuxième dispositif de bobine (11) dans le premier état de fonctionnement au moins pendant une phase de détection destinée à détecter le signal d'induction, de préférence pendant tout le premier état de fonctionnement,

et/ou que des moyens d'évaluation (13) pour la détection d'un signal d'induction qui peut être généré par le déplacement de l'élément de positionnement (3) le long de l'axe de déplacement (V) de la position sortie (A) à la position rétractée (E) sont assignés au premier dispositif de bobine (10), et que les moyens de commande sont réalisés de telle manière qu'ils désactivent le premier dispositif de bobine (10) dans le deuxième état de fonctionnement au moins pendant une phase de détection destinée à détecter le signal d'induction, de préférence pendant tout le deuxième état de fonctionnement, une partie de poussoir (4) de l'élément de positionnement (3) traversant seulement la deuxième partie de noyau (9) dans le sens axial.

2. Système de positionnement électromagnétique se-

lon la revendication 1,

caractérisé en ce que

les moyens d'évaluation (13) sont configurés pour répondre à une absence d'un signal d'induction et/ou pour répondre à un signal d'induction retardé en émettant un signal d'erreur et/ou en stockant une information d'erreur et/ou que les moyens d'évaluation sont configurés pour répondre à un signal d'induction, notamment un signal d'induction en temps utile, en émettant un signal de quittance et/ou en stockant d'une information de quittance.

3. Système de positionnement électromagnétique selon la revendication 1 ou la revendication 2,

caractérisé en ce que

les moyens de commande (12) sont configurés pour répondre à une absence d'un signal d'induction en émettant un nouveau signal de commande au premier ou deuxième dispositif de bobine (10, 11).

4. Système de positionnement électromagnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

l'élément de positionnement (3) peut être disposé de telle manière qu'il interagit avec un partenaire de positionnement, notamment un suiveur de came, qui est configuré et disposé pour ne pas exercer une force de rappel mécanique pour le déplacement de l'élément de positionnement (3) de la position sortie (A) à la position rétractée (E).

5. Système de positionnement électromagnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

le premier dispositif de bobine (10) est configuré pour générer un champ magnétique plus fort que le deuxième dispositif de bobine (11) quand les deux dispositifs de bobine sont alimentés en courant équivalent.

6. Système de positionnement électromagnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

les moyens d'aimant permanent (5) sont disposés, au moins par sections, de préférence entièrement, axialement entre les dispositifs de bobine (10, 11) axialement espacés, notamment à une distance axiale des dispositifs de bobine (10, 11).

7. Système de positionnement électromagnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes,

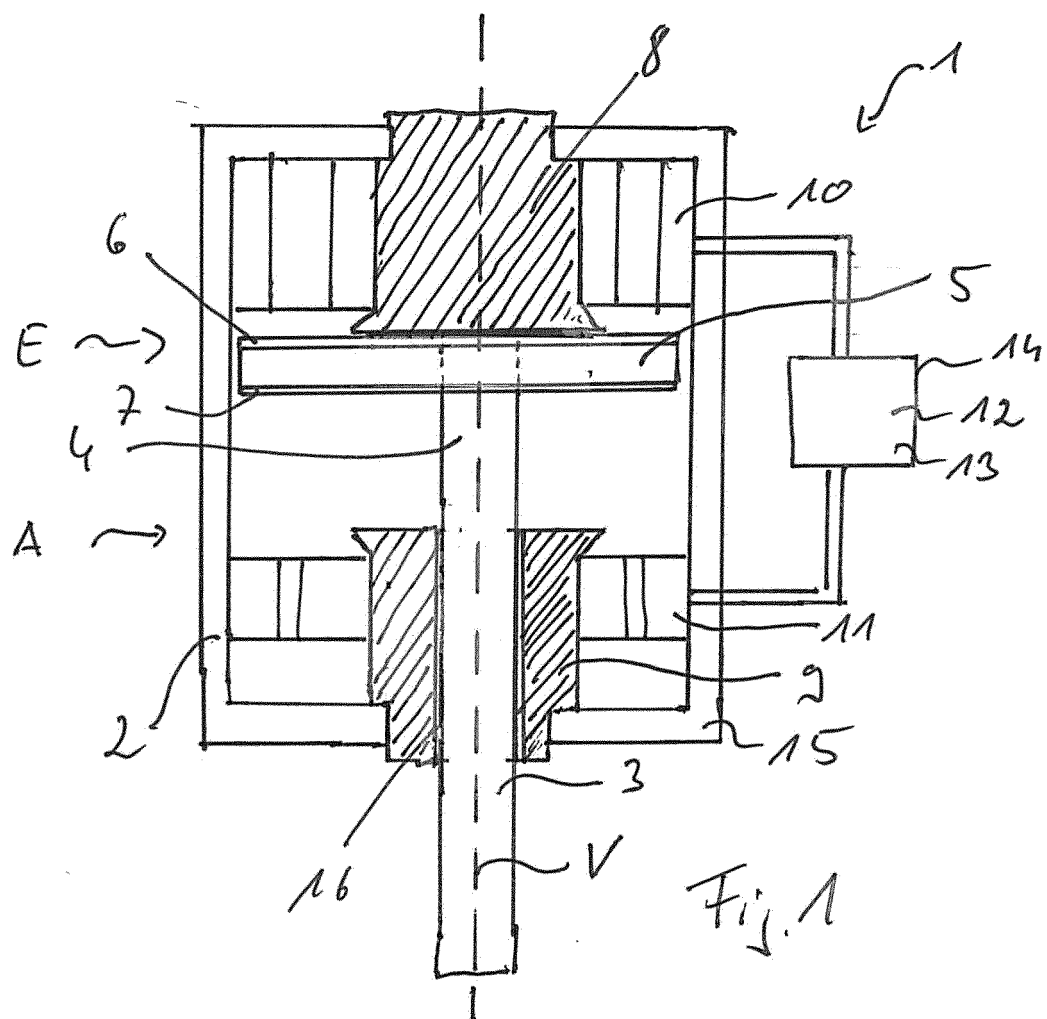
caractérisé en ce que

les moyens d'évaluation (13) et les moyens de commande sont réalisés par un moyen logique commun,

notamment une commande de moteur.

8. Procédé de fonctionnement d'un système de positionnement électromagnétique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, 5
- caractérisé en ce que,**
- dans le premier état de fonctionnement, les moyens de commande appliquent un signal de commande au premier dispositif de bobine (10) et l'élément de positionnement (3) est donc déplacé de la position rétractée (E) à la position sortie (A), et que, pendant ce déplacement, un signal d'induction généré dans le deuxième dispositif de bobine (11) par le déplacement de l'élément de positionnement (3) est détecté au moyen des moyens d'évaluation (13) qui sont assignés au deuxième dispositif de bobine (11), et que les moyens de commande dés excitent le deuxième dispositif de bobine (11) dans le premier état de fonctionnement au moins pendant une phase de détection destinée à détecter le signal d'induction, de préférence pendant tout le premier état de fonctionnement, 10 15 20
- et/ou
- que, dans le deuxième état de fonctionnement, les moyens de commande appliquent un signal de commande au deuxième dispositif de bobine (11) et l'élément de positionnement (3) est donc déplacé de la position sortie (A) à la position rétractée (E), et que, pendant ce déplacement, un signal d'induction généré dans le premier dispositif de bobine (10) par le déplacement de l'élément de positionnement (3) est détecté au moyen des moyens d'évaluation (13) qui sont assignés au premier dispositif de bobine (10), et que les moyens de commande dés excitent le premier dispositif de bobine (10) dans le deuxième état de fonctionnement au moins pendant une phase de détection destinée à détecter le signal d'induction, de préférence pendant tout le deuxième état de fonctionnement, 25 30 35
- une partie de poussoir (4) de l'élément de positionnement (3) traversant seulement la deuxième partie de noyau (9) dans le sens axial pendant le déplacement entre la position rétractée (E) et la position sortie (A). 40 45
9. Utilisation d'un système de positionnement électromagnétique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 pour déplacer un suiveur de came d'une commande de soupape d'un moteur à combustion interne, notamment dans un véhicule automobile. 50

55



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10240774 B4 [0003]
- DE 102004030779 A1 [0004]
- CH 386564 A [0004]
- DE 10141764 A1 [0005]