

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 986 696 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

27.03.2002 Patentblatt 2002/13

(51) Int Cl.7: **F01L 9/04**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP98/03212

(21) Anmeldenummer: **98928335.3**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

(22) Anmeldetag: **29.05.1998**

WO 98/55741 (10.12.1998 Gazette 1998/49)

(54) **VENTILANORDNUNG FÜR EINEN VENTILGESTEUERTEN VERBRENNUNGSMOTOR**

VALVE SYSTEM FOR A VALVE-CONTROLLED COMBUSTION ENGINE

DISPOSITIF A SOUPAPES POUR MOTEUR A COMBUSTION INTERNE A COMMANDE PAR SOUPAPES

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE ES FR GB IT

(30) Priorität: **06.06.1997 DE 19723923**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

22.03.2000 Patentblatt 2000/12

(73) Patentinhaber:

- **Continental ISAD Electronic Systems GmbH & Co. oHG**
86899 Landsberg/Lech (DE)
- **Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft**
80809 München (DE)

(72) Erfinder:

- **GRÜNDL, Andreas**
D-81377 München (DE)

- **HOFFMANN, Bernhard**
D-82319 Starnberg (DE)

- **KRAPPEL, Alfred**
D-85737 Ismaning (DE)

- **MASBERG, Ullrich**
D-51503 Rösrath (DE)

(74) Vertreter: **Schmidt, Steffen J., Dipl.-Ing.**

Wuesthoff & Wuesthoff,
Patent- und Rechtsanwälte,
Schweigerstrasse 2
81541 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 291 638

EP-A- 0 390 422

EP-A- 0 485 231

DE-A- 19 518 056

FR-A- 2 377 525

US-A- 4 533 890

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 986 696 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ventilanordnung für einen ventilsteuerten Verbrennungsmotor. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Ventilanordnung, bei der die Hin- und Herbewegung des Ventiliertes nicht durch eine Nockenwelle bewirkt und gesteuert wird. Vielmehr wird bei der erfindungsgemäßen Anordnung ein elektrisch betätigter Ventilantrieb eingesetzt.

[0002] Derartige elektrisch betätigte Ventilanordnungen sind in den unterschiedlichsten Ausgestaltungen im Stand der Technik bekannt.

[0003] Die DE 30 19 109 A1 beschreibt eine Ventilanordnung, die auf einem Linearmotor zur Betätigung der Ventile beruht. Der Linearmotor wird dabei in Abhängigkeit von einem oder mehreren Motorparametern (Drehzahl, Kraftstoffmenge etc.) durch einen Mikroprozessor gesteuert. Allerdings sind keinerlei Hinweise zur Ausgestaltung des Linearmotors in diesem Dokument zu finden.

[0004] Aus der DE 195 18 056 A1 ist eine Gasventilsteuerung mit einem Gaswechselventil bekannt, das durch eine Elektromagnetanordnung betätigt wird. Dabei wird durch eine besondere Ausgestaltung des Polschenkels der Elektromagnetanordnung ein auf die Bewegung des Ankers bezogenes Signal in der Ansteuerleitung der Elektromagnetanordnung erzeugt. Dieses Signal kann ausgewertet werden, um beliebige Ankerpositionen ohne zusätzliche Sensoren zu erkennen. Ein großes Problem beim Einsatz einer Elektromagnetanordnung zur Betätigung des Ventils ist die hohe Geräuschentwicklung beim Erreichen der jeweiligen Endstellungen, das abrupte Abbremsen beim Erreichen der Endstellungen sowie die erforderlichen hohen Halteströme.

[0005] Gleiches gilt für ebenfalls verschiedentlich vorgeschlagene Differential-Elektromagnetanordnungen, die zum Erreichen des erforderlichen Schubes von etwa 300 - 400 N für PKW-Verbrennungsmotoren gezielt mit ansteigenden Strömen beaufschlagt werden. Damit führt das durch eine Federanordnung belastete Ventil zunächst eine Schwingbewegung aus, bevor eine an dem Ventilschaft angeordnete Eisenplatte an dem Anker der Elektromagnetanordnung anliegt, so daß ein sehr viel geringerer Haltestrom erforderlich ist. Allerdings ist hierbei die maximale Drehzahl des Motors erheblich begrenzt. Die Anlaufzeit beim Start ist relativ hoch, da es wegen der notwendigen hohen dynamischen Kraft einige Zeit dauert, bis sich die Ventilanordnung in ihre gewünschte Stellung geschwungen hat.

[0006] Weitere Dokumente ohne Anspruch auf Vollständigkeit, die technischen Hintergrund für die Erfindung zeigen, sind:

DE 33 07 070 A1, DE 35 00 530 A1, EP 244 878 B1, WO 90/07635, US 4,829,947, EP 377 244 B1, EP 347 211 B1,

EP 390 519 B1, EP 328 194 B1, EP 377 251 B1, EP 312 216 B1, US 4,967,702, US 3,853,102, US 4,829,947, US 4,915,015, WO 90/07637, EP 244 878 B1, EP 328 195 A2.

[0007] Alle Konzepte, die in den vorstehend genannten Dokumenten beschrieben sind, haben gemeinsam, daß bei ihnen wenigstens eines der oben erwähnten Probleme besteht. Darüber hinaus können mit den im Stand der Technik bekannten Anordnungen auch der für Ventilanordnungen in Verbrennungsmotoren erforderliche Hub, Schub und Dynamik bei ausreichend kompaktem Aufbau und Zuverlässigkeit für den Groß-Serien-Einsatz im KFZ-Motoren nicht erreicht werden.

[0008] Aus der JP-A-3-92518 ist eine Antriebseinrichtung für eine Ventilanordnung in Verbrennungsmotoren bekannt, bei der der Stator aus zwei etwa halbzylindrischen Schalen aufgebaut ist, die sowohl in Umfangsrichtung als auch in Längsrichtung jeder Schale geteilte, dem Läufer zugewandte Zähne aufweisen. Die einzelnen Zähne jeder Schale sind jeweils von einer Wicklung umgeben, deren Mittellängsachse in radialer Richtung verläuft.

[0009] Dadurch ergibt sich ein in radialer Richtung orientierter magnetischer Fluß, der ausgehend von jedem einzelnen der Vielzahl von Zähnen, durch den Luftspalt zwischen Ständer und Läufer, in den Läufer fließt.

[0010] Eine insoweit übereinstimmende Ausgestaltung des Ständers, der Ständerspulen und des Läufers einer Antriebseinrichtung für eine Ventilanordnung in Verbrennungsmotoren ist in der US 5,129,369 beschrieben. Auch hier sind in radialer und tangentialer Richtung unterteilte Zähne des Ständers jeweils von einer Wicklung umgeben, deren Mittellängsachse in radialer Richtung verläuft.

[0011] Auch die EP 0 485 231 A1 zeigt eine ähnliche Art der Gestaltung des Ständers, der Ständerspulen und des Läufers einer Antriebseinrichtung für eine Ventilanordnung in Verbrennungsmotoren. Auch hier sind in radialer und tangentialer Richtung unterteilte Zähne des Ständers jeweils von einer radial orientierten Wicklung umgeben.

[0012] Diese Anordnungen sind in der Herstellung sehr aufwendig, da die Montage der Wicklungen um die einzelnen Zähne schwierig zu bewerkstelligen ist. Außerdem ist die bei diesem Aufbau erzielbare Polteilung relativ groß.

[0013] Zur Behebung dieser Nachteile lehrt die Erfindung eine Ventilanordnung für einen ventilsteuerten Verbrennungsmotor, mit einem elektrischen Linearmotor als Aktuator für ein Ventiliertes, der durch die Merkmale des Anspruchs 1 definiert ist.

[0014] Diese Anordnung ermöglicht eine sehr kleine Polteilung des Linearmotors, so daß eine sehr hohe Kraftdichte realisierbar ist. Außerdem kann die durch den Linearmotor erzeugte Kraft entlang des Hubweges des Ventiliertes genau eingestellt werden. Damit ist es

nicht erforderlich, das Ventilglied mit erheblicher kinetischer Energie zu beaufschlagen, damit dieses seine Endstellung einnimmt. Dies bedeutet, daß erheblich weniger Energie zur Betätigung des Ventilgliedes erforderlich ist, als bei den aus dem Stand der Technik bekannten Anordnungen. Dies bedeutet auch eine deutlich geringere Geräuschentwicklung und weniger Verschleiß.

[0015] Durch die Anordnung der Ständerwicklung ist es möglich, die auf die Wicklung wirkenden Rüttelkräfte gering zu halten, so daß Vibrationen der Wicklung oder Reibung der Wicklung an den Blechen gering sind. Damit ist es möglich, mit minimalem Isolationsmaterial bzw. Auskleidungsmaterial der Wicklungskammer auszukommen. Auch dies trägt zur Kompaktheit und Zuverlässigkeit der Gesamtanordnung bei. Außerdem bewirkt dies eine hohe Leistungsdichte auch bei kleinen Linearmotoren, da der Füllfaktor der Wicklungskammer (Wicklungsvolumen in der Wicklungskammer bezogen auf das Gesamtvolumen der Wicklungskammer) hoch ist.

[0016] Bevorzugt weisen die Bleche wenigstens eine Ausnehmung auf, die Eisenmaterial zur Verbindung der Bleche enthält. Dieses Eisenmaterial kann durch (gepackte) Eisendrähte gebildet sein, die die Bleche quer zu deren Fläche durchdringen. Alternativ dazu kann das Eisenmaterial auch durch Eisenpartikel gebildet sein, die mittels Kunstharz oder dergl. in den Ausnehmungen der Bleche verpreßt sind.

[0017] Die Erfindung ermöglicht den Aufbau eines Aktuators, bei dem die wenigstens eine Wicklung über ihre gesamte Erstreckung zur effektiven Kraftbildung in dem Linearmotor beiträgt. Dies bedeutet, daß die Wicklung keine Wickelköpfe aufweist, wie dies bei herkömmlichen Motoren der Fall ist. Der Grund dafür ist, daß die Wicklung vollständig zwischen den Blechen des Ständers in den Wickelkammern aufgenommen ist und die Wicklung weder in axialer Richtung, noch in radialer Richtung über die Zähne des Ständers hinausragt.

[0018] Damit hat die Ventilanordnung gemäß der Erfindung einen Aktuator, der gegenüber einem herkömmlichen Motor erheblich weniger Kupfer zur Erzeugung eines vergleichbaren Magnetfeldes aufweist.

[0019] Erfindungsgemäß kann der Läufer als Asynchronläufer oder als Synchronläufer, oder im speziellen als Reluktanzläufer ausgebildet sein.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Ventilanordnung ist der Läufer mit einem Sensor zur Wegerfassung, vorzugsweise einer Tauchspulenordnung gekoppelt.

[0021] Dies ist insbesondere deshalb vorteilhaft, weil mit dem erfindungsgemäßen Aktuator auch ein Teilhub der Ventilanordnung möglich ist. Dieser Teilhub kann über den Sensor erfaßt werden.

[0022] Weiterhin kann bei der erfindungsgemäßen Ventilanordnung der Läufer mit einer Resonanzfederanordnung gekoppelt sein.

[0023] Bevorzugt ist der Läufer als Hybridläufer, mit einem Eisenkörper in den Kupfer- oder Aluminiumreifen

eingesetzt sind, ausgestaltet.

[0024] Schließlich betrifft die Erfindung einen internen Verbrennungsmotor mit wenigstens einem Verbrennungszylinder, mit wenigstens einer Ventilanordnung für Ein- oder Auslaßventile mit einem oder mehreren der vorstehenden Merkmale.

[0025] Weitere Merkmale, Eigenschaften, Vorteile und mögliche Abwandlungen werden für einen Fachmann anhand der nachstehenden Beschreibung deutlich, in der auf die beigelegte Zeichnung Bezug genommen ist.

[0026] In der Zeichnung ist eine Ventilanordnung für einen ventilgesteuerten Verbrennungsmotor schematisch im Längsschnitt veranschaulicht.

[0027] Ein elektrischer Linearmotor 10 dient bei der erfindungsgemäßen Ventilanordnung als Aktuator für ein Ventilglied 12. Der Linearmotor 10 hat einen mit dem Ventilglied 12 über eine Stange 14 gekoppelten Läufer 16 und einen Ständer 18.

[0028] Der Ständer 18 ist aus kreisrunden Blechen 20 aus Eisen aufgebaut, deren Fläche senkrecht zur Bewegungsrichtung B des Läufers 16 orientiert ist. Der Ständer 18 weist dem Läufer 16 zugewandte Zähne 22 auf, die jeweils eine geschlossene, dem Läufer 16 zugewandte Mantelfläche haben. Im vorliegenden Beispiel mit kreisrunden Blechen 20 haben die einzelnen Zähne 22 eine kreiszylindrische Mantelfläche. Es ist jedoch auch möglich, ovale Bleche oder Bleche mit polygonaler Gestalt zum Aufbau des Ständers 18 zu verwenden.

[0029] Der Ständer 18 weist Ständer-Wicklungen 24 auf, die parallel zu der Fläche der Bleche 20 orientiert sind. Dazu haben einzelne der Bleche 20 einen geringeren Durchmesser als diejenigen Bleche, welche die Zähne 22 bilden. Damit sind jeweils zwischen zwei benachbarten Zähnen 22 zur Außenseite hin offene Wicklungskammern 26 gebildet, in denen sich jeweils eine zur Mittellängsachse des Ständers 18 konzentrische Wicklung 24 befindet. Die Art der Verschaltung der einzelnen Wicklungen 24 bzw. deren Beaufschlagen mit elektrischem Strom ist von der gewünschten Art des Motors (Ein- oder Mehrphasenmotor) abhängig.

[0030] In der Mitte hat jedes der Bleche 20 eine Ausnehmung 30 in der polymorphes Eisenmaterial oder gepackte Eisendrähte zur magnetischen Verbindung der Bleche enthalten ist.

[0031] Da jede Wicklung 24 über ihre gesamte Erstreckung in der Wicklungskammer angeordnet ist, trägt sie auch über ihre gesamte Länge zur effektiven Kraftbildung in dem Linearmotor bei.

[0032] In der gezeigten Anordnung ist der Läufer 16 ein hohlzylindrischer Eisenring, der an seiner dem Ständer 18 zugewandten Innenfläche voneinander axial beabstandete Ausnehmungen aufweist, in denen Kupfer- oder Aluminiumringe 34 aufgenommen sind. Damit arbeitet der Läufer 16 als Hybridläufer.

[0033] An der dem Ventilglied 12 abgewandten Stirnseite ist der Läufer 16 mit einem Sensor 36 zur Weger-

fassung des Läufers 16 in der Bewegungsrichtung B gekoppelt.

[0034] Der Läufer 16 ist gegen das Gehäuse 40 mit einer Resonanzfederanordnung 42 abgestützt.

5

Patentansprüche

1. Ventilanordnung für einen ventilgesteuerten Verbrennungsmotor, mit einem elektrischen Linearmotor (10) als Aktuator für ein Ventilglied, der
 - einen mit einem Ventilglied (12) gekoppelten Läufer (16) und
 - einen Ständer (18) aufweist, wobei
 - der Ständer (18) aus Blechen (20) aufgebaut ist, deren Fläche senkrecht zur Bewegungsrichtung (B) des Läufers (16) orientiert ist, und
 - der Ständer (18) dem Läufer (16) zugewandte Zähne (22) aufweist, die jeweils eine geschlossene, dem Läufer (16) zugewandte Zylindermantelfläche haben, und wobei
 - jeweils zwischen zwei benachbarten Zähnen (22) des Ständers (18) Wicklungskammern (26) gebildet sind, in denen jeweils eine parallel zu der Fläche der Bleche (20) orientierte Wicklung (24) angeordnet ist.
2. Ventilanordnung nach Anspruch 1, wobei die Bleche (20) wenigstens eine Ausnehmung (30) aufweisen, die Eisenmaterial zur Verbindung der Bleche (20) enthält.
3. Ventilanordnung nach Anspruch 1, wobei die wenigstens eine Wicklung (24) über ihre gesamte Erstreckung zur effektiven Kraftbildung in dem Linearmotor (10) beiträgt.
4. Ventilanordnung nach Anspruch 1, wobei der Läufer (16) als Asynchronläufer oder als Synchronläufer, oder als Reluktanzläufer ausgebildet ist.
5. Ventilanordnung nach Anspruch 1, wobei der Läufer (16) mit einem Sensor zur Wegerfassung, vorzugsweise einer Tauchspulenanordnung (36) gekoppelt ist.
6. Ventilanordnung nach Anspruch 1, wobei der Läufer (16) mit einer Resonanzfederanordnung (42) gekoppelt ist.
7. Ventilanordnung nach Anspruch 1, wobei der Läufer als Hybridläufer, mit einem Eisenkörper (16) in den Kupfer- oder Aluminiumreifen (34) eingesetzt sind, ausgestaltet ist.

8. Interner Verbrennungsmotor mit wenigstens einem Verbrennungszylinder, mit wenigstens einer Ventilanordnung mit den Merkmalen eines oder mehrerer der vorstehenden Ansprüche.

Claims

1. A valve arrangement for a valve-controlled combustion engine with an electrical linear motor (10) as an actuator for a valve member, which comprises
 - a rotor (16) which is coupled with a valve member (12) and
 - a stator (18), with
 - the stator (18) being constructed of metal sheets (20) the plane of which is oriented perpendicularly to the movement direction (B) of the rotor (16), and
 - the stator (18) comprising teeth (22) facing the rotor (16) each of which having a closed cylinder jacket surface facing the rotor (16), and with
 - winding chambers (26) being formed between each two neighbouring teeth (22) of the stator (18) within which one winding (24) each is arranged which is oriented parallel to the plane of the sheets (20).
2. The valve arrangement according to Claim 1, with the sheets (20) comprising at least one recess (30) which contains iron material for the connection of the sheets (20).
3. The valve arrangement according to Claim 1, with the at least one winding (24) contributing over its entire extension to the effective force generation in the linear motor (10).
4. The valve arrangement according to Claim 1, with the rotor (16) being designed as an asynchronous rotor, or as a synchronous rotor, or as a reluctance rotor.
5. The valve arrangement according to Claim 1, with the rotor (16) being coupled with a sensor for travel sensing, preferably with a plunger-type coil arrangement (36).
6. The valve arrangement according to Claim 1, with the rotor (16) being coupled with a resonance spring arrangement (42).
7. The valve arrangement according to Claim 1, with the rotor being designed as a hybrid rotor with an iron body (16) into which copper or aluminium

bands (34) are inserted.

8. An internal combustion engine with at least one combustion cylinder which comprises at least one valve arrangement with the characteristics of one or several of the previous claims.

dans lequel le rotor est un rotor hybride avec un corps en fer (16) dans lequel sont noyées des bandes d'aluminium ou de cuivre (34).

- 5 8. Moteur à combustion interne comprenant au moins un cylindre de combustion comprenant au moins un dispositif de soupape présentant les caractéristiques d'une ou de plusieurs des revendications précédentes.

Revendications

- 10 1. Dispositif de soupape pour un moteur thermique à commande par soupapes, comprenant un moteur linéaire (10) électrique comme actionneur pour un élément de soupape qui présente
- 15 - un rotor (16) couplé avec un élément de soupape (12) et
- un stator (18),
- le stator (18) étant formé de tôles (20) dont la surface est orientée perpendiculairement à la direction de déplacement (B) du rotor (16), et
- 20 -- le stator (18) présentant des dents (22) dirigées vers le rotor (16) qui ont respectivement une surface superficielle cylindrique fermée faisant face au rotor (16), et
- 25 -- des chambres d'enroulements (26) étant formées respectivement entre deux dents (22) voisines du stator (18), dans chacune desquelles est respectivement disposé un enroulement (24) orienté parallèlement à la surface des tôles (20).
- 30 2. Dispositif de soupape selon la revendication 1, dans lequel les tôles (20) présentent au moins un évidement (30) qui contient un matériau ferreux pour la liaison des tôles (20).
- 35 3. Dispositif de soupape selon la revendication 1, dans lequel au moins l'enroulement (24) contribue sur toute son étendue à la constitution d'une force effective dans le moteur linéaire (10).
- 40 4. Dispositif de soupape selon la revendication 1, dans lequel le rotor (16) est un rotor asynchrone ou un rotor synchrone ou un rotor à réluctance.
- 45 5. Dispositif de soupape selon la revendication 1, dans lequel le rotor (16) est couplé à un capteur servant à relever un trajet parcouru, de préférence un dispositif à bobine mobile (36).
- 50 6. Dispositif de soupape selon la revendication 1, dans lequel le rotor (16) est couplé à un dispositif élastique à résonance (42).
- 55 7. Dispositif de soupape selon la revendication 1,

