



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 244 878**  
**B1**

⑫

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift:  
31.10.90

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>: **F01L 9/02, F15B 7/02,**  
**F16H 53/02**

②① Anmeldenummer: **87107613.9**

②② Anmeldetag: **30.01.86**

⑥① Veröffentlichungsnummer der früheren Anmeldung  
nach Art. 76 EPÜ: **0191376**

⑤④ **Elektromagnetisch-hydraulischer Ventiltrieb für Verbrennungskraftmaschinen.**

③① Priorität: **11.02.85 DE 3504639**  
**26.09.85 DE 3534388**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**11.11.87 Patentblatt 87/46**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**31.10.90 Patentblatt 90/44**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE FR GB IT LI LU SE**

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 043 426**  
**EP-A- 0 054 107**  
**DE-A- 2 057 639**  
**DE-A- 2 907 033**  
**FR-A- 573 596**  
**FR-A- 932 936**  
**FR-A- 2 377 525**  
**GB-A- 2 122 257**  
**GB-A- 2 137 420**

⑦③ Patentinhaber: **INTERATOM Gesellschaft mit**  
**beschränkter Haftung, Friedrich-Ebert-Strasse,**  
**D-5060 Bergisch-Gladbach 1(DE)**

⑦② Erfinder: **Tittizer, Gabriel, Dipl.-Ing., Auf dem**  
**Rosenberg 19B, D-5064 Rösrath 1(DE)**  
Erfinder: **Junghans, Ewald, Dipl.-Ing., Habichtweg 1,**  
**D-5060 Bergisch Gladbach(DE)**

⑦④ Vertreter: **Fuchs, Franz-Josef, Dr.-Ing. et al,**  
**Postfach 22 13 17, D-8000 München 22(DE)**

**EP 0 244 878 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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).

## Beschreibung

Die vorliegende Anmeldung betrifft den elektromagnetischen Ventiltrieb einer Verbrennungskraftmaschine, d.h. für Viertakt-Otto- bzw. Dieselmotoren, mit einem in Abhängigkeit von den Betriebsparametern, insbesondere synchron zur Motordrehzahl, erregbaren ersten Elektromagneten und einem durch den ersten Elektromagneten anziehbaren Anker.

Derartige Maschinen weisen je Zylinder mindestens 2 Ventile auf, die nach der derzeitiger bevorzugten Technik durch Federkraft in ihre Schließstellung gedrückt und dadurch in ihre Offenstellung gebracht werden, daß auf den Ventilschaft eine der Federkraft entgegenwirkende und diese übersteigende Kraft aufgebracht wird; dies in der Art, daß auf einer von der Kurbelwelle mit der halben Drehzahl angetriebenen Hilfswelle Nocken angebracht sind, die über Kipphebel die erforderliche Kraft auf die Ventilstößel aufbringen. Nocken und Kipphebel sind durch das Aneinanderabgleiten einem erheblichen Verschleiß ausgesetzt, und der erreichbare Ventilhub ist dadurch begrenzt, daß die Flankensteigung der Nocken nicht beliebig groß gewählt werden kann, wenn die bei Zusammenwirken derselben mit den Kipphebeln aufzubringenden Kräfte nicht das zulässige Maß überschreiten sollen. Neuere Untersuchungen lassen vermuten, daß eine vollständigere Verbrennung im Zylinder und damit eine günstigere Treibstoffausnutzung und Herabsetzung der im Abgas abgegebenen Schadstoffe durch die Vergrößerung des Ventilhubes, durch ein schnelleres Öffnen und Schließen der Ventile und/oder dadurch erreichbar sein können, daß die starre Kupplung der Stellung der Ventile an diejenige des Kolbens bei allen Betriebszuständen gelockert wird. Eine solche nach Betriebszustand variable Ankopplung erfolgt bereits bei der Betätigung der Zündung bei Otto-Motoren.

Elektromagnetische Ventiltriebe sind bereits bekannt, und zwar aus den DE-A 3 311 250 und EP-A 0 043 426. Hier wird versucht, das als Anker eines Elektromagneten ausgebildete Schließorgan des Ventils über den gewählten Verschiebeweg (der z.B. bei einem Kraftfahrzeugmotor von 100 KW einige mm betragen kann) durch das Erregen des ersten zu bewegen. Dies erfordert verhältnismäßig große Elektromagneten, die nicht nur aufwendig, sondern auch oft in unmittelbarer Nähe des Motorblocks nur schwer unterzubringen sind.

Aus der FR-A 932 936 sind Einrichtungen zur Betätigung von Ventilen bekannt, bei denen an den herkömmlichen Nocken einer Nockenwelle statt der Kipphebel ein erster Kolben abgeleitet; dieser verdrängt Hydraulikflüssigkeit aus seinem Zylinder bzw. nimmt diese bei Rückwärtsbewegung wieder auf. Die Hydraulikflüssigkeit ihrerseits bewegt entsprechend einen zweiten Kolben, der das Ventil selbst betätigt. Dieser Schrift kann der Fachmann ferner entnehmen, daß bei der hydraulischen Übertragung auch eine Über- bzw. Untersetzung erfolgen kann, wenn die Querschnitte der beiden Kolben entsprechend unterschiedlich gewählt werden. Ein

Grund, von dieser Möglichkeit Gebrauch zu machen, ergibt sich aus der Schrift jedoch nicht.

Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe, bei grundsätzlichem Festhalten an der hergebrachten Bauweise der genannten Motoren einen größeren Ventilhub zu ermöglichen und gleichzeitig verschleißanfällige Teile zu eliminieren. Hierdurch soll ein günstigeres Steuerverhalten der Ventile erreicht werden.

Die Lösung dieser Aufgabe ist gekennzeichnet dadurch, daß der Verschiebeweg des Ankers ca. 1–1,5 mm beträgt; durch einen ersten Kolben, der in einem ersten Hydraulikzylinder gleitet und mit dem Anker verbunden ist, einen auf den Ventilschaft wirkenden zweiten Kolben mit gegenüber dem ersten Kolben verringertem Durchmesser, der in einem zweiten Hydraulikzylinder gleitet, sowie eine den ersten und zweiten Hydraulikzylinder miteinander verbindende Leitung.

Dabei kann die hydraulische Kraftübertragung 1, die Bewegung des ersten Kolbens übersetzen, indem der zweite Kolben einen merklich geringeren Querschnitt aufweist als der erste Kolben. Ersterer folgt der durch letzteren aufgezungenen Bewegung dann mit einem im Verhältnis der Querschnittsflächen vergrößerten Hub, wenn das Gesamtsystem geschlossen ist. Die Bewegung der Kolben in ihren Zylindern erfolgt wegen des Fehlens von die Gleitflächen beanspruchenden Querkraften weitgehend verschleißfrei. Da dem Anker des vorgeschlagenen ersten Elektromagneten nur ein sehr geringer Verschiebeweg in der Größenordnung von 1 bis 1,5 mm mitgeteilt zu werden braucht, reichen verhältnismäßig geringe elektromagnetische Kräfte aus. Diese geringe Bewegung wird dann durch die hydraulische Übersetzung auf den gewünschten Ventilhub vergrößert. Die Rückkehr des Ankers in seine Ausgangsstellung bei entregtem Elektromagneten kann dabei in herkömmlicher Weise durch die Kraft einer Rückstellfeder bewirkt werden.

Jedoch kann auf diese Rückstellfeder bei einer Ausgestaltung der Erfindung gemäß dem 2. Anspruch verzichtet werden, bzw. kann ihre Stärke auf das Maß herabgesetzt werden, das ausreicht, um ein mechanisches Spiel auszugleichen, wenn für jede Bewegungseinrichtung des Primärkolbens ein besonderer Elektromagnet vorhanden ist, der wechselseitig mit dem anderen erregt wird. Die Differentialkolben-Anordnung bewirkt, daß eine Verschiebung des einen Kolbens, egal in welche Richtung, stets eine entsprechende Verschiebung des anderen Kolbens zur Folge hat.

Als besonders geeignet für den Einsatz in der beschriebenen Konstruktion erscheint, wie im 3. Anspruch vorgeschlagen, ein Topfmagnet. Gemäß der im 4. Anspruch vorgeschlagenen Ausgestaltung der Erfindung können der zweite Kolben und der Ventilschaft mit dem angeformten Ventilteller aus einem Stück hergestellt sein, wodurch auch die Möglichkeit des Spiels in der Übertragung weiter vermindert wird.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt, und zwar im Längsaxialschnitt. Die Figur zeigt teilweise den Brennraum 1 eines Zylinders einer Verbrennungskraftma-

schine, dem über einen Ansaugkanal 2 ein Brennstoffluftgemisch zugeführt wird; ein Auslaßventil kann in prinzipiell gleicher Weise ausgeführt sein. Der Ansaugkanal 2 wird gegenüber dem Brennraum 1 abgeschlossen durch einen Ventilteller 4, der mit einem Stößel 5 eine Einheit bildet. Durch eine Schraubenfeder 6, die sich an einem Widerlager 7 abstützt, ist das Ventil 4 in Richtung seiner Schließstellung belastet.

Ein erster Hydraulikzylinder 13, in dem ein erster Kolben 12 gleitet, ist über zwei in Länge und Formgebung fast beliebig auszuführende Leitungen 15, 18 mit einem zweiten Hydraulikzylinder 16 verbunden, in dem ein zweiter Kolben 17 gleitet, der seinerseits auf den Ventilschaft 5 derart wirkt, daß jede Leitung jeweils auf einer Seite eines ersten bzw. zweiten Kolbens 12 bzw. 17 mündet. Ohne Rückholfeder folgt dann letzterer jeder Bewegung des ersteren. Da der von beiden Kolben 12, 17 bestrichene Hubraum gleich sein muß und der Durchmesser  $D$  des ersten Zylinders 13 größer bemessen ist als derjenige  $d$  des zweiten Zylinders 16, setzt sich die verhältnismäßig kleine hin- und hergehende Bewegung  $h$  des ersten Kolbens 12 in eine entsprechend größere Bewegung  $H$  des zweiten Kolbens 17 um. Die Größe des entsprechenden Hubs des Ventils 4 kann so über das mit Hilfe herkömmlicher Nockenwellen erzielbare Maß hinaus gesteigert werden.

Der erste Kolben 12 ist einstückig mit einem Anker 19 ausgeführt. Der Anker 19 liegt je nach deren wechselweise vorzunehmender Erregung an einem ersten Elektromagneten 20 oder an einem zweiten Elektromagneten 21 an. Dabei ist der Luftspalt  $s$  zum jeweils entfernten Elektromagneten nur etwa 1 bis 1,5 mm groß, so daß verhältnismäßig schwache und damit kleine Elektromagneten Verwendung finden können. Dies insbesondere dann, wenn wie hier dargestellt nicht gegen eine kräftige Rückholfeder gearbeitet werden muß, sondern eine den Ventilteller 4 in seine Schließstellung drückende Feder 6 lediglich zum Spielausgleich dient und entsprechend schwach dimensioniert werden kann. Die Erregung der Elektromagneten 20, 21 erfolgt abwechselnd durch eine Steuereinheit 26, in die nicht nur die jeweilige, z. B. an einer Kurbelwelle 27 abgenommene Drehzahl der Maschine, sondern auch andere Betriebswerte eingehen, die durch hier nicht näher beschriebene Sensoren 28 erfaßt werden. Hierdurch lassen sich die dem jeweiligen Betriebszustand am genauesten entsprechenden Ventilschließzeiten steuern.

#### Patentansprüche

1. Elektromagnetischer Ventiltrieb einer Verbrennungskraftmaschine, mit einem in Abhängigkeit von den Betriebsparametern, insbesondere synchron zur Motordrehzahl, erregbaren ersten Elektromagneten (20) und einem durch den ersten Elektromagneten (20) anziehbaren Anker (19), gekennzeichnet durch einen Verschiebeweg des Ankers (19) von ca. 1–1,5 mm, einen ersten Kolben (12), der in einem ersten Hydraulikzylinder (13) gleitet und mit dem Anker (19) verbunden ist, einen auf den Ventilschaft (5) wirkenden Kolben (17) mit gegenüber dem

ersten Kolben verringertem Durchmesser ( $d/D$ ), der in einem zweiten Hydraulikzylinder (16) gleitet, sowie eine den ersten und den zweiten Hydraulikzylinder miteinander verbindende Leitung (15).

5 2. Ventiltrieb nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch

a) einen zweiten Elektromagneten (21), der zeitlich versetzt und räumlich entgegengesetzt zum ersten Elektromagneten (20) erregbar ist,

10 b) eine zweite den ersten (13) mit dem zweiten Hydraulikzylinder (16) verbindende Leitung (18), die in bezug auf die erste Leitung (15) jeweils auf der entgegengesetzten Seite des Kolbens (12, 17) in den Zylinder mündet.

15 3. Ventiltrieb nach Anspruch 1 bzw. 2, dadurch gekennzeichnet, daß der erste oder zweite Elektromagnet (20, 21) ein Topfmagnet ist.

20 4. Ventiltrieb nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilschaft (5) in den zweiten Kolben (17) integriert ist.

#### Claims

1. Electromagnetic valve drive for a combustion engine, having a first electromagnet (20), which is excitable as a function of the operating parameters, more particularly in synchronism with the motor speed, and an armature (19) which can be attracted by the first electromagnet (20), characterised by a displacement path of the armature (19) of approximately 1–1.5 mm, a first piston (12), which slides in a first hydraulic cylinder (13) and is connected with the armature (19), a second piston (17) which acts on the valve shaft (5), has a diameter ( $d/D$ ), diminished in relation to the first piston, and slides in a second hydraulic cylinder (16), and also a line (15) which connects the first and the second hydraulic cylinder one with the other.

2. Valve drive according to claim 1, characterised by

a) a second electromagnet (21) which is excitable in a time-displaced and spatially opposed manner in relation to the first electromagnet (20),

40 b) a second line (18) which connects the first hydraulic cylinder (13) with the second (16) and which, in relation to the first line (15), runs into the cylinder on the respective opposite side of the piston (12, 17).

3. Valve drive according to claim 1 or 2, characterised in that the first or second electromagnet (20, 21) is a pot magnet.

4. Valve drive according to claim 2, characterised in that the valve shaft (5) is integrated into the second piston (17).

#### Revendications

1. Commande électromagnétique de soupapes d'un moteur à combustion interne, avec un premier électroaimant (20) susceptible d'être excité en fonction de paramètres de fonctionnement, en particulier en synchronisme avec le nombre de tours du moteur, et avec une armature (19) susceptible d'être attirée par le premier électroaimant (20), caractérisée par une course de l'armature (19) égale à envi-

ron 1–1,5 mm, par un premier piston (12) qui coulisse dans un premier cylindre hydraulique (13) et qui est relié à l'armature (19), par un second piston (17) qui agit sur la tige de soupape (5) et qui possède un diamètre inférieur à celui du premier piston (d/D) et qui coulisse dans un second cylindre hydraulique (16), ainsi que par une conduite (15) qui relie entre eux le premier et le second cylindre hydraulique.

2. Commande de soupape selon la revendication 1, caractérisée par

a) un second électroaimant (21) qui est susceptible d'être excité avec un décalage dans le temps et spatialement en opposition par rapport au premier électroaimant (20),

b) une seconde conduite (18) reliant le premier cylindre hydraulique (13) au second cylindre hydraulique (16) et qui débouche, par rapport à la première conduite (15), dans le cylindre du côté opposé du piston.

3. Commande de soupape selon la revendication 1 ou 2, caractérisée par le fait que le premier ou le second électroaimant (20, 21) est un électroaimant en pot.

4. Commande de soupape selon la revendication 2, caractérisée par le fait que la tige de soupape (5) est intégrée au second piston (17).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

4

