(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 073 072 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.09.2016 Patentblatt 2016/39

(51) Int Cl.:
F01L 13/00 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **15200650.8**

(22) Anmeldetag: **17.12.2015**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(30) Priorität: **26.03.2015 DE 102015104633**

(71) Anmelder: **Pierburg GmbH**
41460 Neuss (DE)

(72) Erfinder:
- **Kaiser, Roland**
  50321 Brühl (DE)
- **Breuer, Dr., Michael**
  52152 Simmerath (DE)
- **El-Kassem, Marwan**
  40217 Düsseldorf (DE)
- **Grimm, Dr., Karsten**
  52064 Aachen (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte ter Smitten Eberlein Rütten**
Partnerschaftsgesellschaft
Burgunderstraße 29
40549 Düsseldorf (DE)

(54) MECHANISCH STEUERBARER VENTILTRIEB SOWIE MECHANISCH STEUERBARE VENTILTRIEBANORDNUNG

(57) Die Erfindung betrifft einen Mechanisch steuerbarer Ventiltrieb mit mindestens einem Gaswechselventil (4, 6), auf das mindestens eine Übertragungsanordnung (10, 12) mittels einer Stirnfläche angreift, wobei die Übertragungsanordnung (10, 12) im Zylinderkopf (8) mittels Lagermitteln beweglich gelagert ist, wobei die Übertragungsanordnung (10, 12) eine Zwischenhebelanordnung (14, 16) und eine Schlepphebelanordnung (18, 20) aufweist und wobei die Übertragungsanordnung (10, 12) mit einer Ventilhubverstelleinrichtung (30) und einer Nockenwelle (26) in Wirkverbindung steht, wobei Führungsmittel (62) für die Zwischenhebelanordnung (14, 16) vorgesehen sind, wobei die Ventilhubverstelleinrichtung (30) ein drehbares, an einem Zwischenhebel (22, 24) der Zwischenhebelanordnung (14, 16) gelagertes Verstellorgan (28) aufweist, das auf die Übertragungsanordnung (10, 12) entgegen einer Vorspannkraft eines Federorgans (68) einwirkt, derart, dass verschiedene Ventilhubpositionen einstellbar sind, wobei das Verstellorgan (28) ein exzentrisch angeordnetes, fest hiermit verbundenes Zahnsegment (50) aufweist, wobei die Ventilhubverstelleinrichtung (30) einen Aktuator (32) aufweist, der mit dem Verstellorgan (28) wirkverbunden ist.

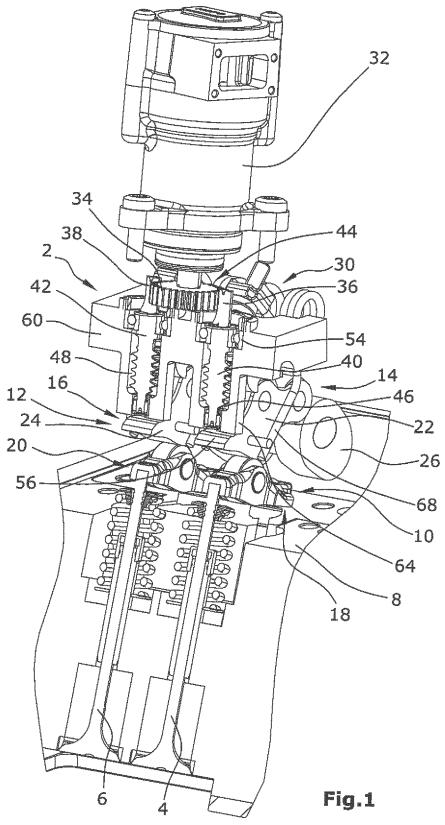

Fig.1

EP 3 073 072 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen mechanisch steuerbarer Ventiltrieb mit mindestens einem Gaswechselventil, auf das mindestens eine Übertragungsanordnung mittels einer Stirnfläche angreift, wobei die Übertragungsanordnung im Zylinderkopf mittels Lagermittel beweglich gelagert ist, wobei die Übertragungsanordnung eine Zwischenhebelanordnung und eine Schlepphebelanordnung aufweist und wobei die Übertragungsanordnung mit einer Ventilhubverstelleinrichtung und einer Nockenwelle in Wirkverbindung steht, wobei Führungsmittel für die Zwischenhebelanordnung vorgesehen sind, wobei die Ventilhubverstelleinrichtung ein drehbares, an einem Zwischenhebel der Zwischenhebelanordnung gelagertes Verstellorgan aufweist, das auf die Übertragungsanordnung entgegen einer Vorspannkraft eines Federorgans einwirkt, derart, dass verschiedene Ventilhubpositionen einstellbar sind.

[0002] Ventiltriebe sowie derartige Ventiltriebanordnungen sind aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt. So offenbart beispielsweise die EP 638 706 A1 zur Steuerung bzw. Regelung des Ventilhubes eine in einem Zylinderkopf drehbar gelagerte Exzenterwelle, die auf die Übertragungsanordnung derartig einwirkt, dass auf einfache Weise Ventilhübe zwischen 0 und maximal eingestellt werden können. Durch diese Maßnahme kann der Verbrennungsprozess gut dem jeweiligen Betriebszustand der Brennkraftmaschine angepasst werden. Darüber hinaus ist es aus der DE 10 2004 003 327 A1 bekannt, bei einer Ventiltriebanordnung Verstellorgane vorzusehen, die unabhängig voneinander verstellt werden können mit dem Ziel, einzelne Zylinder für bestimmte Betriebszustände still zu legen. Desweiteren ist aus der EP 1 760 278 A2 ein Ventiltrieb bekannt, der ein Exzenterorgan besitzt, das verschiedene Kurvenverläufe insbesondere für den Teilhub und den Vollhub, aufweist. Ein Nullhub-Kurvenverlauf wird durch das Verstellorgan dabei ebenfalls ermöglicht.

[0003] Darüber hinaus ist aus der DE 10 2011 104 548 A1 eine vollvariable Ventiltriebanordnung bekannt, bei der das Verstellorgan, das als Exzenterorgan ausgeführt ist, an der Zwischenhebelanordnung gelagert ist, wodurch eine hohe Steifigkeit und Dynamik gewährleistet sein soll.

[0004] Diese bekannten Ventiltriebe/Ventiltriebanordnungen weisen jedoch den Nachteil auf, dass eine Verstellung des Ventilhubes über die Exzenterorgankurve sehr genau erfolgen muss. Außerdem ist die Variabilität der Ventilhubeinstellungen bei den bekannten Ventiltriebanordnungen bei einer teilweisen Zylinderabschaltung sehr eingegrenzt, was wiederum zu einem erhöhten Kraftstoffverbrauch und damit auch zu höheren Emissionswerten führt. Hiermit sind eine schnelle Verstellung bei einer Motordrehzahl von beispielsweise 3000/min innerhalb einer Grundkreisphase der Nockenwelle von maximalem Hub zu minimalem Hub nicht oder nur schwer zu realisieren. Auch fehlt diesen Systemen bei einer derart hohen dynamischen Belastung die nötige Steifigkeit.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Ventiltrieb bzw. eine Ventiltriebanordnung zu schaffen, der/die den o.g. Nachteil auf einfache und kostengünstige Weise vermeidet.

[0006] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass das Verstellorgan ein exzentrisch angeordnetes, fest hiermit verbundenes Zahnsegment aufweist, wobei die Ventilhubverstelleinrichtung einen Aktuator aufweist, der mit dem Verstellorgan wirkverbunden ist. Auf diese Weise ist es zunächst möglich in der lastfreien Grundkreisphase das Gaswechselventil eines Ventiltriebs an zu steuern. Darüber hinaus wird eine kostengünstige Lösung geschaffen, den Kraftstoffverbrauch und die Emissionswerte eines Verbrennungsmotors durch die Erhöhung der Variabilität eines Gaswechselventils zu senken. Auch wird noch ein Bauteil gegenüber den herkömmlichen Ventiltrieben dadurch eingespart, dass Verstellorgan im Zwischenhebel der Zwischenhebelanordnung gelagert ist.

[0007] Dadurch, dass der Aktuator über ein Untersetzungs-Zahnradgetriebe mit dem Verstellorgan verbunden ist, ist eine kleine und kostengünstige Ausführung des Aktuators möglich.

[0008] Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform wird dadurch geschaffen, dass die Untersetzung zwischen 5/1 und 10/1 beträgt. Hierdurch kann ein kleiner kostengünstiger Aktuator mit geringen Massenträgheiten eingesetzt werden. Zudem wird hierdurch das Problem der Massenträgheiten noch weiter gemindert, da sich die Aktuatordrehzahl vermindern kann. Hierbei ist es insbesondere vorteilhaft, wenn das Zahnradgetriebe aus einem geradverzahnten Stirnradgetriebe und einem Schneckenradgetriebe aufgebaut ist, wobei eine Schneckenradwelle vorgesehen ist, deren Schraubengang mit dem Zahnsegment des Verstellorgans in Eingriff steht. Durch diese Anordnung ist der Aktuator von den Axialkräften an der Zwischenwelle entkoppelt. In einer besonderen Ausführungsform ist die Schneckenradwelle oberhalb und unterhalb des Verstellorgans über Lagermittel gelagert.

[0009] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform bestehen die Führungsmittel aus einer Kulisse, auf die das Verstellorgan angreift. Hierzu kann das Verstellorgan mit Ausnahme des exzentrisch angeordneten Zahnsegmentes eine Kreis-, Ellipsen- oder Freiform aufweisen. Eine noch höhere Steifigkeit wird dadurch erreicht, dass das Verstellorgan im Bereich des Zahnsegmentes Gleitorgane aufweist, die sich auf zusätzlichen Führungsmitteln abstützen.

[0010] Eine besonders kompakte Ausführungsform wird dadurch ermöglicht, dass der Aktuator über ein Untersetzungs-Zahnradgetriebe mit zwei Verstellorganen verbunden ist, wobei ein erstes Zahnrad des Aktuators mit jeweils einem zweiten Zahnrad der Schneckenradwelle kämmt.

[0011] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der

Zeichnung näher erläutert, hierin zeigen:

Figur 1 eine perspektivische, teilweise geschnittene Darstellung eines erfinderischen Ventiltriebes,

Figur 2 eine Schnittansicht des Ventiltriebes aus Figur 1 in Nullhubstellung,

Figur 3 eine Schnittansicht des Ventiltriebes aus Figur 1 in Vollhubstellung, und

Figur 4 eine perspektivische Darstellung eines Verstellorgans.

[0012] Figur 1 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Ventiltriebes 2 eines nicht weiter dargestellten 4-Zylinder-Reihenmotors mit zwei Gaseinlassventilen 4, 6, die einem nicht dargestellten Zylinder zugeordnet sind und in einem Zylindergehäuseteil 8 angeordnet sind. Der Übersichtlichkeit halber sind Gasauslassventile weggelassen worden. Bei der nachfolgenden Beschreibung soll sich also auf eine Gaseinlassseite beschränkt werden, doch auch eine Gasaulassseite kann mit dem erfindungsgemäßen Ventiltrieb betrieben werden. Den Gaseinlassventilen 4, 6 sind auf bekannte Weise Übertragungsanordnungen 10, 12 zugeordnet, wobei die Übertragungsanordnungen 10, 12 im Wesentlichen eine Zwischenhebel- und eine Schlepphebelanordnung 14, 16; 18, 20 aufweisen. Hierbei steht jeweils eine Schlepphebelanordnung 18, 20 mit einem Gaswechselventil 4, 6 in Wirkverbindung. Die Übertragungsanordnungen 10, 12 sind auf bekannte Weise im Zylinderkopf mittels nicht weiter dargestellten Lagermitteln gelagert.

[0013] Darüber hinaus stehen die Zwischenhebelanordnungen 14, 16, von denen hier die Zwischenhebel 22, 24 dargestellt ist, der Übertragungsanordnungen 10, 12 auf bekannte Weise mit einer Nockenwelle 26 in Wirkverbindung. Außerdem ist jede Zwischenhebelanordnung 14, 16 und damit jede Übertragungsanordnung 10, 12 über Verstellorgane 28 (siehe hierzu Figur 2, 3) einer Ventilhubverstelleinrichtung 30 derart ansteuerbar, dass ein geringerer oder ein höherer Ventilhub oder gar eine Abschaltung (Nullhub) der Gaseinlassventile 4, 6 einstellbar ist. Die Ventilhubverstelleinrichtung 30 besteht im vorliegenden Ausführungsbeispiel hierzu aus einem Aktuator 32, dessen erstes Zahnrad 34 mit jeweils einem zweiten Zahnrad 36, 38 einer Schneckenradwelle 40, 42 kämmt und jeweils ein Untersetzungsgetriebe 44 mit einer Untersetzung von 8/1 bildet. Wie Figuren 2 und 3 deutlich zeigen, kämmen die Schneckenradwellen 40, 42 mit ihren jeweiligen Schraubengängen 46, 48 mit jeweils einem Zahnsegment 50 des Verstellorgans 28 und bilden folglich Schneckenradgetriebe 52 aus. Das Zahnsegment 50 ist fest, d. h. nicht drehbar, mit dem Verstellorgan 28 verbunden. Verstellorgan 28 und Zahnsegment 50 können also auch einstückig ausgebildet sein. Die Schneckenradwellen 40, 42 sind über Lagermittel 54, 56 oberhalb und unterhalb des Verstellorgans 28 in einem Gehäuseteil 60 gelagert. Das Gehäuseteil 60 weist darüber hinaus Kulissen 62 für die Übertragungsanordnungen 10, 12 und zusätzlich Führungsmittel 64 für Gleitorgane 66 (siehe hierzu Figur 4) des Verstellorgans 28 auf. Desweiteren ist in der Figur 1 noch ein Federmittel 68 für die Zwischenhebelanordnung 14 dargestellt.

[0014] Figur 2 zeigt nun in einer Schnittansicht die Übertragungsanordnung 10 des Ventiltriebes 4 in einer Nullhubposition, das heißt unabhängig von der Stellung der Nockenwelle 26, die in einer Wirkverbindung mit einem ersten Rollenorgan 70 steht, verharrt das Gaswechselventil 4 im Nullhub. Ein Verlagerung einer Arbeitskurve 72, die wiederum mit einem zweiten Rollenorgan 74 eines Schlepphebels 76 der Schlepphebelanordnung 18 steht, aufgrund einen Eingriffes eines Exzenterorgans 78 der Nockenwelle 26 hat also keine Bewegung des Gaswechselventils 4 zu Folge. Das Verstellorgan 22 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel über seinen kreisförmigen Umfang 80 im Zwischenhebel 22 gelagert und besitzt ein exzentrisches Zahnsegment 50, das mit dem Schraubgang 46 der Schneckenradwelle 40 kämmt. Desweiteren dient der kreisförmige Umfang 80 der Führung in der Kulisse 62 des Gehäuseteils 60. Es sollte jedoch deutlich sein, das das Verstellorgan 22 auch auf andere Weise gelagert sein kann und auch einen ellipsenförmigen oder freiförmigen Umfang aufweisen kann.

[0015] Figur 3 zeigt nun in einer Schnittansicht die Übertragungsanordnung 10 des Ventiltriebes 2 aus Figur 2 in einer Vollhubposition. Der Aktuator 32 hat das Verstellorgan 28 über das Stirnrad- und Schneckenradgetriebe 44, 52 gegen den Uhrzeigersinn verdreht, so dass in Grundkreisanlage der Nockenwelle 26, die Arbeitskurve 80 in einer anderen Position am zweiten Rollenorgan 74 des Schlepphebels 76 anliegt. Ein Eingriff des Exzenterorgans 78 der Nockenwelle 26 wird eine Vollhub-Auslenkung des Gaswechselventils 4 zur Folge haben. Es sollte deutlich sein, dass auch alle Zwischenpositionen zwischen Nullhub und Vollhub mittels der Ventilhubverstelleinrichtung 30 einstellbar sind.

[0016] Figur 4 zeigt in einer perspektivischen Ansicht das Verstellorgan 28 mit den Gleitorganen 66 im Bereich des Zahnsegmentes 50, die sich auf den zusätzlichen Führungsmitteln 64 abstützen können.

Patentansprüche

1. Mechanisch steuerbarer Ventiltrieb mit mindestens einem Gaswechselventil (4, 6), auf das mindestens eine Übertragungsanordnung (10, 12) mittels einer Stirnfläche angreift, wobei die Übertragungsanordnung (10, 12) im Zylinderkopf (8) mittels Lagermitteln beweglich gelagert ist, wobei die Übertragungsanordnung (10, 12) eine Zwischenhebelanordnung (14, 16) und eine Schlepphebelanordnung (18, 20) aufweist und wobei die Übertragungsanordnung (10, 12) mit einer Ventilhubverstelleinrichtung (30) und einer Nockenwelle (26) in Wirkverbindung steht, wo-

bei Führungsmittel (62) für die Zwischenhebelanordnung (14, 16) vorgesehen sind, wobei die Ventilhubverstelleinrichtung (30) ein drehbares, an einem Zwischenhebel (22, 24) der Zwischenhebelanordnung (14, 16) gelagertes Verstellorgan (28) aufweist, das auf die Übertragungsanordnung (10, 12) entgegen einer Vorspannkraft eines Federorgans (68) einwirkt, derart, dass verschiedene Ventilhubpositionen einstellbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verstellorgan (28) ein exzentrisch angeordnetes, fest hiermit verbundenes Zahnsegment (50) aufweist, wobei die Ventilhubverstelleinrichtung (30) einen Aktuator (32) aufweist, der mit dem Verstellorgan (28) wirkverbunden ist.

2. Mechanisch steuerbarer Ventiltrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktuator (32) über ein Untersetzungs-Zahnradgetriebe (44) mit dem Verstellorgan (28) verbunden ist.

3. Mechanisch steuerbarer Ventiltrieb nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Untersetzung zwischen 5/1 und 10/1 beträgt.

4. Mechanisch steuerbarer Ventiltrieb nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zahnradgetriebe (44, 52) aus einem geradverzahnten Stirnradgetriebe (44) und einem Schneckenradgetriebe (52) aufgebaut ist, wobei eine Schneckenradwelle (40, 42) vorgesehen ist, deren Schraubengang (46, 48) mit dem Zahnsegment (50) des Verstellorgans (28) in Eingriff steht.

5. Mechanisch steuerbarer Ventiltrieb nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schneckenradwelle (40, 42) oberhalb und unterhalb des Verstellorgans (28) über Lagermittel (54, 56) gelagert ist.

6. Mechanisch steuerbarer Ventiltrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Führungsmittel aus einer Kulisse (62) bestehen, auf die das Verstellorgan (28) angreift.

7. Mechanisch steuerbarer Ventiltrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verstellorgan (28) mit Ausnahme des exzentrisch angeordneten Zahnsegmentes (50) eine Kreis-, Ellipsen- oder Freiform aufweist.

8. Mechanisch steuerbarer Ventiltrieb nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verstellorgan (28) im Bereich des Zahnsegmentes (50) Gleitorgane (66) aufweist, die sich auf zusätzlichen Führungsmitteln (64) abstützen.

9. Mechanisch steuerbarer Ventiltrieb nach einem der Ansprüche 4 - 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktuator (32) über Untersetzungs-Zahnradgetriebe (44) mit zwei Verstellorganen (28) verbunden ist, wobei ein erstes Zahnrad (34) des Aktuators (32) mit jeweils einem zweiten Zahnrad (36, 38) der Schneckenradwelle (40, 42) kämmt.

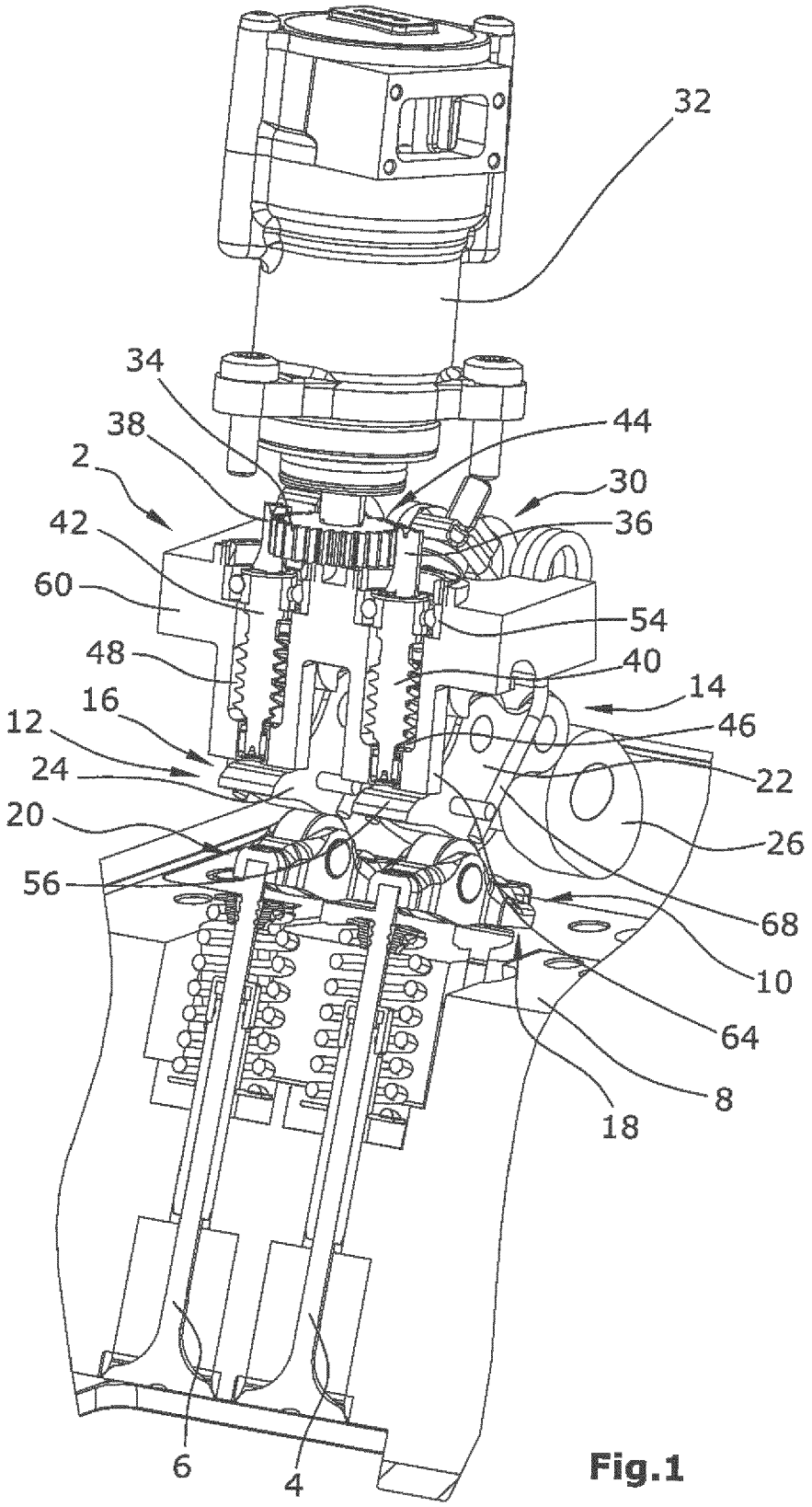
32
34
38
44
2
30
42
36
60
54
48
40
14
16
46
12
24
22
20
26
56
68
10
64
8
18
6
4

Fig.1

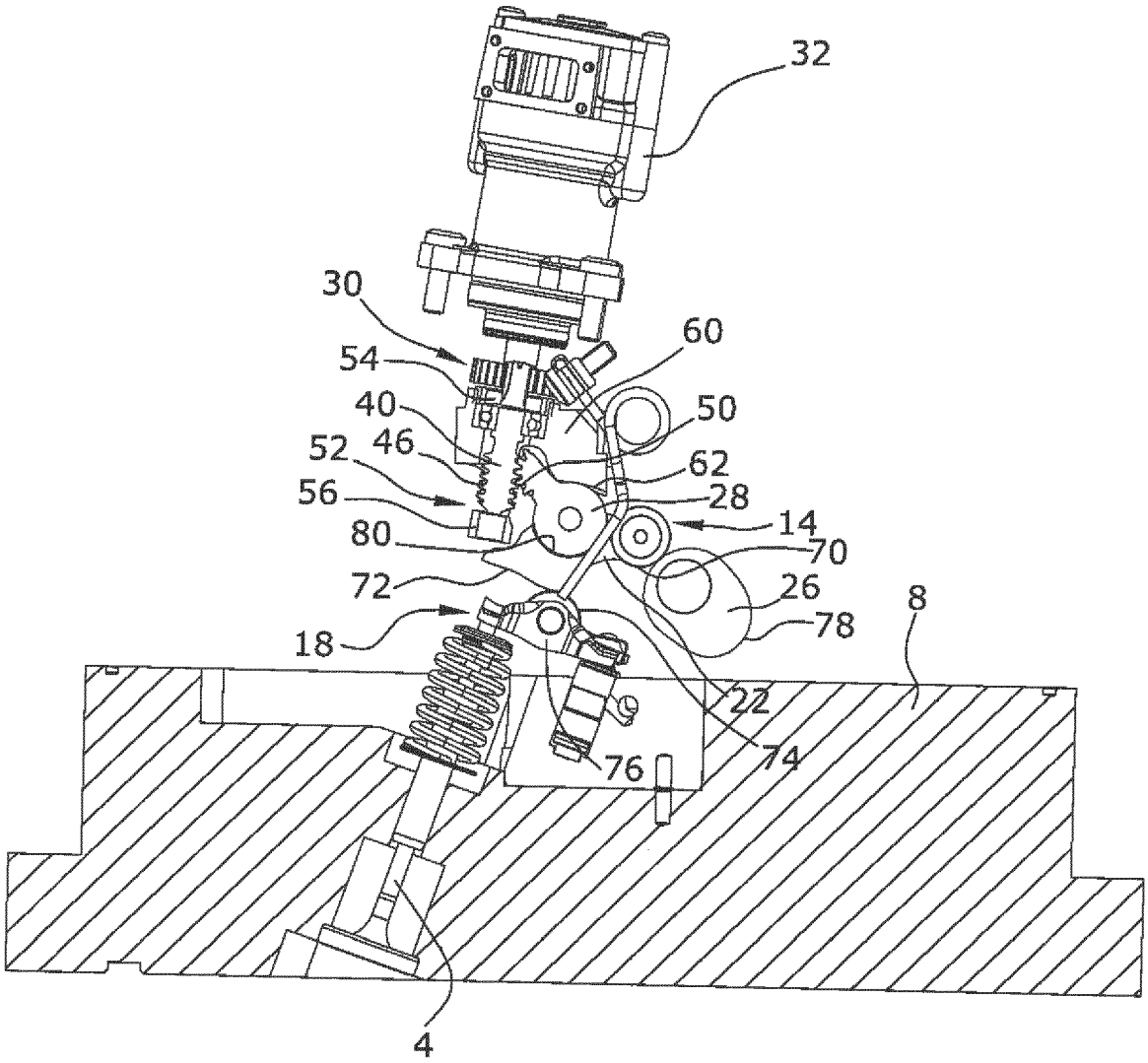

Fig.2

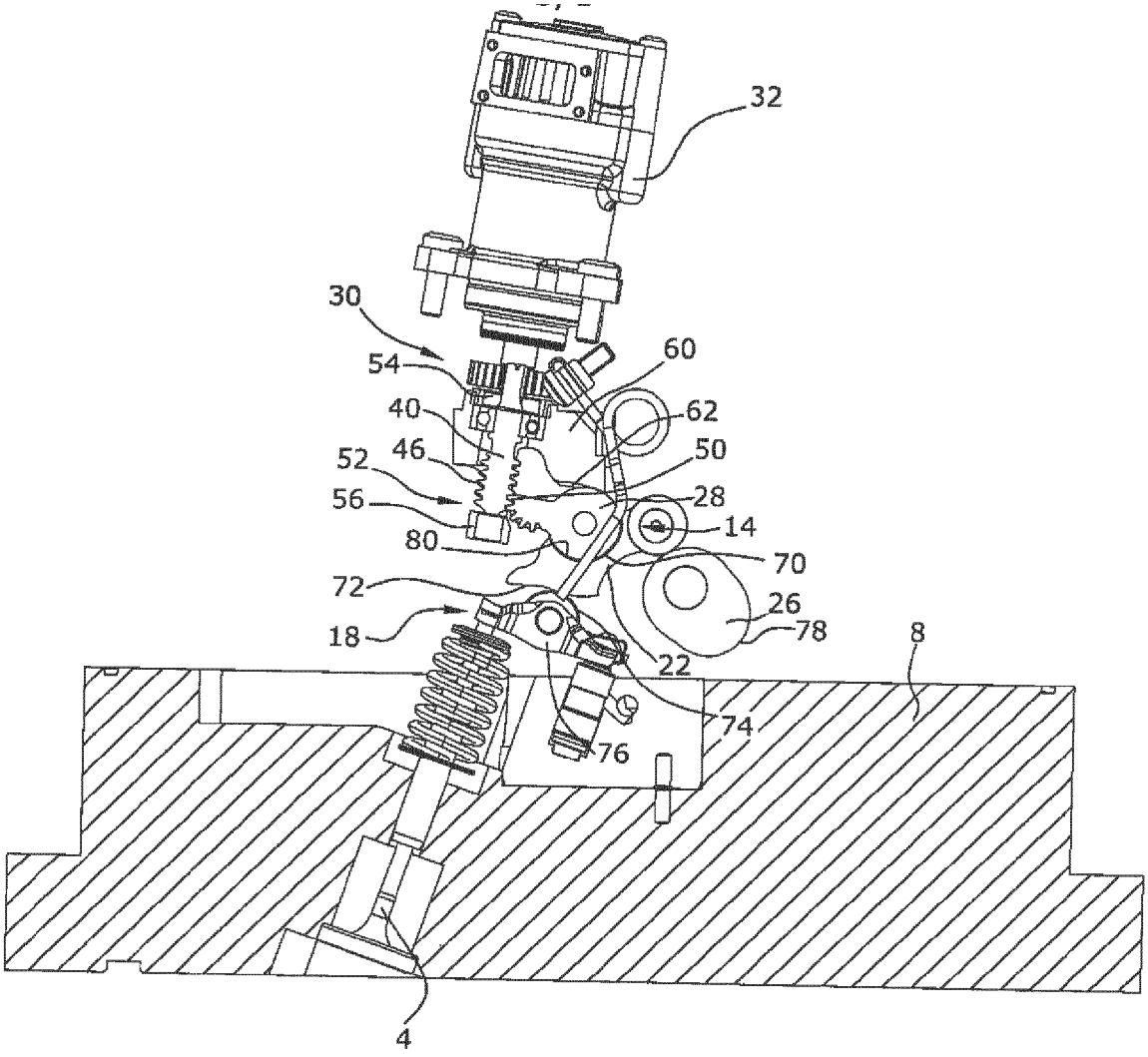
32
30
54
60
40
62
46
50
52
28
56
14
80
70
72
26
18
78
8
22
74
76
4

Fig.3

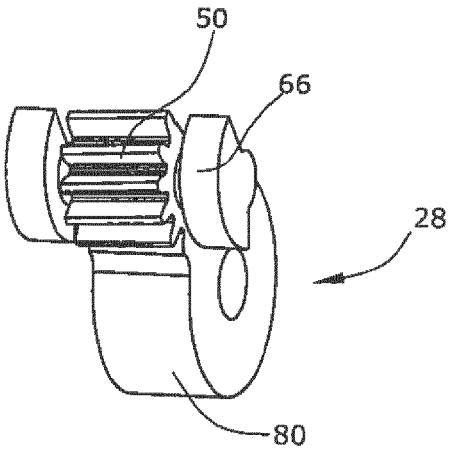
50
66
28
80

Fig.4

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

- EP 638706 A1 **[0002]**
- DE 102004003327 A1 **[0002]**
- EP 1760278 A2 **[0002]**
- DE 102011104548 A1 **[0003]**