

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. September 2003 (25.09.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/078802 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F01L 1/26**, 1/12,
1/18, 13/00, F02D 13/02, F02M 25/07

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **INA-SCHAEFFLER KG** [DE/DE]; Industriestrasse
1 - 3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/00728

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Januar 2003 (24.01.2003)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GRAU, Ulrich**
[DE/DE]; Neuschauerberg 9, 91448 Emskirchen (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

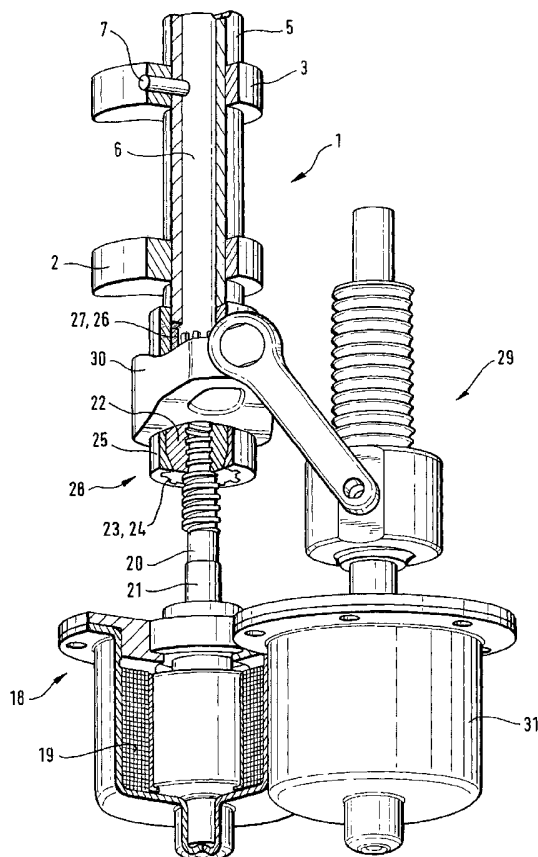
(30) Angaben zur Priorität:
102 11 999.6 18. März 2002 (18.03.2002) DE

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING THE CYLINDER CHARGE OF AN EXTERNALLY IGNITED INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM STEuern DER ZYLINDERLADUNG EINES FREMDGEZÜNDETEN VERBRENNUNGSMOTORS



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for controlling the cylinder charge of an externally ignited internal combustion engine, comprising two intake valves per cylinder and a fully variable valve drive unit which is provided with a regulating shaft (1) that encompasses means for regulating the intake valves. The volume and movement of the cylinder charge is determined by independently controlling the lifting of the two intake valves, whereby the rotation and the quantity of the cylinder charge can be influenced in a throttle-free manner. Two separate regulating elements are provided in order to independently control the two intake valves of all cylinders.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern der Zylinderladung eines fremdgezündeten Verbrennungsmotors, mit zwei Einlassventilen pro Zylinder und einem vollvariablen Ventiltrieb, der eine Verstellwelle (1) mit Verstellmitteln für die Einlassventile aufweist. Die drosselfreie Beeinflussung von Drall und Menge der Zylinderladung wird dadurch erreicht, dass deren Grösse und Bewegung durch unabhängige Hubsteuerung der beiden Einlassventile bestimmt werden und dass zur unabhängigen Hubsteuerung der beiden Einlassventile sämtlicher Zylinder zwei getrennte Versteller vorgesehen sind.

WO 03/078802 A1



SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Bezeichnung der Erfindung

Verfahren und Vorrichtung zum Steuern der Zylinderladung eines fremdgezündeten Verbrennungsmotors

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern der Zylinderladung eines fremdgezündeten Verbrennungsmotors, insbesondere nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Hintergrund der Erfindung

Die Vorteile einer drosselklappenfreien Laststeuerung von Otto-Motoren durch vollvariable Einlaßventilsteuerungen sind bekannt. Durch die Entdrosselung gelingt es, die ansonsten über weite Lastzustände des Verbrennungsmotors auftretenden Drosselverluste auszuschalten. Das wirkt sich positiv auf die Höhe des Kraftstoffverbrauchs und des Motordrehmoments aus.

Bei variablen mechanischen Ventiltrieben soll die Hubeinstellung der einlaßseitigen Ladungswechselventile möglichst spontan, exakt und mit hoher Stellgeschwindigkeit erfolgen. Als Verstellmechanismus dient dabei eine Verstellwelle mit Rastkurven oder Exzentern.

Je nach System und konstruktiver Ausführung sind zur Einstellung des gewünschten Ventilhubes und somit zur entsprechenden Verdrehung der Verstellwelle erhebliche Betätigungsmomente nötig. Diese sind eine Folge der auf die Verstellwelle wirkenden Reaktionskräfte des Ventiltriebs. Bei einer Verstellung in Richtung hohen Ventilhubes muß die Verstellwelle gegen die Reaktionskräfte des Ventiltriebs bewegt werden. Dabei treten aufgrund der oszillierenden Bewegung der Ladungswechselventile stark schwellende Drehmomente auf.

Für eine optimale Funktion des Ventiltriebs ist eine spielfreie und äußerst steife Abstützung der Verstellwellenmomente erforderlich. Davon hängt die Positioniergenauigkeit und die Funktion eines vollvariablen Ventiltriebs sowie die Regelbarkeit eines mit diesem System ausgestatteten Verbrennungsmotors ab. Dabei sollten die Verstellzeiten von minimalem auf maximalen Hub weniger als 300 ms betragen. Auch der benötigte Bauraum und der Verstellbereich eines Verstellers sowie die dessen Systemkosten, Montageaufwand und Zuverlässigkeit sind wichtige Parameter.

Der Leistungsbedarf des elektrischen Antriebs der Verstellwelle darf das Bordnetz nicht zu stark belasten. Deshalb sind kleine, schnelllaufende Elektromotoren in Verbindung mit Getrieben von hohem Übersetzungsverhältnis anzustreben.

Als denkbare Lösung dafür kommen Schneckengetriebe in Frage. Diese besitzen jedoch einen schlechten Wirkungsgrad und sind anfällig gegen Verschleiß, der wiederum Spiel verursacht. Außerdem haben Schneckengetriebe einen eng begrenzten Übersetzungsbereich.

Vorstellbar sind auch hydraulische Versteller, ähnlich den Nockenwellenverstellern, die als Flügelzellen- oder Drehflügel- oder als steilverzahnte Versteller ausgebildet sein können. Ihre Funktion hängt jedoch stark von dem Schmieröl- druck des Verbrennungsmotors ab, der wiederum von der Schmieröltemperatur

und von einem laufenden Verbrennungsmotor abhängt. Ihre Verstellodynamik und ihre Steifigkeit sind deshalb gering.

Eine weitere Lösung stellen direkt gekoppelte Stirnradgetriebe dar, deren Wirkungsgrad jedoch niedrig und deren Verdrehspiel und Kosten groß sind.

Es sind fremdgezündete Verbrennungsmotoren mit zwei Einlaßventilen pro Zylinder bekannt, die in einem der zu den beiden Einlaßventilen führenden Einlaßkanälen eine zusätzliche Drosselklappe aufweisen. Dadurch ist eine Beeinflussung des Massenstroms auf die beiden Einlaßkanäle möglich. Durch gezielte Gestaltung der beiden Einlaßkanäle kann dadurch beispielsweise der Drall der Zylinderladung oder die Steigerung der Ladungsmenge durch Ausnutzen von Resonanzeffekten beeinflußt werden. Nachteilig an dieser Lösung ist der durch die zusätzliche Drosselung erhöhte Kraftstoffverbrauch.

In der DE 42 23 172 C1 ist eine Vorrichtung zum Steuern der Zylinderladung eines fremdgezündeten Verbrennungsmotors beschrieben, mit einem vollvariablen Ventiltrieb, der eine verdrehbare Verstellwelle mit Verstellmitteln für die Einlaßventile aufweist. Der Antrieb dieser Verstellwelle wird in besagter Schrift nicht beschrieben.

Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, einen möglichst steifen, kompakten und zuverlässig sowie exakt funktionierenden Versteller für die Verstellwelle eines vollvariablen, mechanischen Ventiltriebs eines Verbrennungsmotors zu schaffen, der außerdem die ungleiche Drosselung der Einlaßkanäle zur Beeinflussung von Drall und Menge der Zylinderladung vermeidet.

Zusammenfassung der Erfindung

Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des Verfahrensanspruchs 1. Durch die unabhängige Hubsteuerung der beiden Einlaßventile können Größe und Bewegung der Zylinderladung ohne ein Drosselorgan in einem der als Resonanz- oder Drallkanal ausgebildeten Einlaßkanäle verwirklicht werden. Dadurch verringert sich der Kraftstoffverbrauch des Motors.

Die Aufgabe der Erfindung wird auch die Merkmale des Vorrichtungsanspruchs 2 gelöst.

Dadurch, daß zur unabhängigen Hubsteuerung der beiden Einlaßventile sämtlicher Zylinder zwei getrennte Versteller vorgesehen sind, ist eine gleichzeitige und differenzierte Ventilhubverstellung möglich.

Bei Ausfall eines Verstellers ist der Verbrennungsmotor über den verbleibenden Versteller in Notlauffunktion weiterhin regelbar.

Nach Bedarf kann bei getrennter Verstellung des Ventilhubes ein Ventil abgeschaltet werden.

Ein weiterer Vorteil des Betriebes mit zwei Verstellern ist die auf den einzelnen Versteller fallende niedrigere Last, die eine kleinere Dimensionierung der Einzelversteller im Vergleich zu einem Gesamtversteller ermöglicht.

Eine wichtige Voraussetzung zur individuellen Ventilhubverstellung besteht darin, daß die Verstellwelle eine Außenwelle und eine koaxiale Innenwelle aufweist, die jeweils mit einem der Versteller und mit den Verstellmitteln drehfest verbunden sind.

Weiterhin ist erforderlich, daß die Verstellmittel als erste und zweite Verstellnocken ausgebildet und auf dem Umfang der Außenwelle angeordnet sind.

Es gehört auch dazu, daß die ersten Verstellnocken mit der Außenwelle drehfest verbunden sind und die zweiten Verstellnocken auf der Außenwelle gleitend geführt und mit der Innenwelle durch Mitnehmerstifte drehfest verbunden sind, wobei die Mitnehmerstifte Langlöcher der Außenwelle durchtragen.

Zur Ausstattung der Versteller gehört auch, daß diese einen Verstellmotor, einen Spindeltrieb mit einer Spindel und einer Spindelmutter sowie Abstütz- bzw. Übertragungselemente zur Weiterleitung der Bewegung der Spindelmutter auf die Wellen aufweisen.

Die Spindel kann mit der Welle des Verstellmotors einstückig ausgebildet sein. Dadurch entfallen eine gesonderte Kupplung und Lagerung der Spindel.

Der Spindeltrieb kann als Kugelgewindetrieb, Rollengewindetrieb oder Gleitgewindetrieb ausgebildet sein. Die beiden ersten Spindeltriebe zeichnen sich durch geringe Reibung und damit hohe Verstellgeschwindigkeit und die Möglichkeit der Selbstrückstellung aus, der Gleitgewindetrieb ist durch Selbsthemmung gekennzeichnet. Letzterer ermöglicht eine stromlose Lagefixierung der Verstellwelle, während die beiden ersten Spindeltriebe eine Lagefixierung durch Gegenbestromung des Verstellmotors erfordern.

Insbesondere die Kugel- und Rollenspindeltriebe zeichnen sich durch Spielfreiheit aus.

Eine vorteilhafte Ausbildung der Erfindung besteht darin, daß die Versteller als vorzugsweise Kniehebelversteller ausgebildet sind, mit Spindeltrieben, deren Achsen vorzugsweise parallel zur Achse der Verstellwelle angeordnet sind und deren Übertragungselemente aus einem Gabelhebel und einem Verstellhebel bestehen, wobei die Gabelhebel mit den Verstellmuttern über Schwenklager und mit den Verstellhebeln über Kugelgelenke in Verbindung stehen und die Verstellhebel mit der ihnen zugehörigen Welle drehfest verbunden sind.

Die Kniehebelversteller bieten gegenüber anderen, mit Schwenkhebeln versehenen Verstellern, den Vorteil eines über den Verstellbereich unterschiedlichen Übersetzungsverhältnisses. Dabei nimmt dasselbe vom Bereich kleiner Ventilhübe zu dem großer Ventilhübe zu. Das hat den erwünschten Vorteil großer Verstellodynamik bei kleinen Ventilhüben, bei denen sich der überwiegende Teil des Motorbetriebs abspielt.

Ein wichtiges Merkmal ist das Kugelgelenk zwischen den Gabel- und Verstellhebeln, das eine freie Wahl der Achslage der Spindeltriebe erlaubt. Dadurch sind die räumliche Lage der Spindeltriebe in weiten Grenzen frei wählbar und toleranzbedingte Abweichungen von derselben unproblematisch.

Da der Spindeltrieb und das Schwenk- und Kugelgelenk spielfrei sind, wird mit dem Kniehebelversteller große Steifigkeit und eine hohe Positioniergenauigkeit erzielt.

Eine alternative Verstellvorrichtung besteht darin, daß ein anderer Kniehebelversteller und ein Differenzversteller vorgesehen sind, wobei durch den anderen Kniehebelversteller die Ventilhübe beider Einlaßventile gleichzeitig und durch den Differenzversteller eine Differenz zwischen beiden Ventilhüben einstellbar sind.

Die Verbindung der beiden Versteller bewirkt, daß der Ventilhub beider Einlaßventile eines Zylinders allein durch den anderen Kniehebelversteller verstellt werden können, wenn der Differenzversteller nicht betätigt wird. Durch dessen Betätigung werden unterschiedliche Ventilhübe eingestellt.

Die Verwirklichung der alternativen Ventilhubverstellung wird dadurch erreicht, daß der Differenzversteller einen anderen Spindeltrieb aufweist, mit einer Führungshülse, die mit der Außenwelle und über einen anderen Verstellhebel mit dem anderen Kniehebelversteller drehfest sowie über eine Schrägverzahnung mit einer anderen Spindelmutter schraubend verbunden sind, wobei diese über

eine als Schiebesitz ausgebildete Geradverzahnung mit der Innenwelle drehfest und axial verschiebbar in Verbindung steht.

Eine vorteilhafte Ausbildung der Erfindung besteht darin, daß die Achsen des Differenzverstellers und der Verstellwelle fluchten. Das Fluchten der Achsen hat einen geringen Platzbedarf und eine einfache Montage des Differenzverstellers sowie eine einfache Bearbeitung des Zylinderkopfes zur Folge. Aufgrund der fluchtenden Anordnung von Differenzversteller und Verstellwelle treten keinerlei Querkräfte auf, was sich positiv auf Reibung und Verschleiß der Bauteile auswirkt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung und der Zeichnung, in der Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt sind.

Es zeigen:

- | | |
|---------|--|
| Figur 1 | Eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem ersten und zweiten Kniehebelversteller zur unabhängigen Verstellung zweier Verstellnocken (Twinsteller); |
| Figur 2 | eine perspektivische Darstellung einer anderen erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem anderen Kniehebelversteller und einem mit diesem verbundenen teilgeschnittenen Differenzversteller; |
| Figur 3 | eine Explosionsdarstellung des Differenzverstellers von Figur 2 |

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

Figur 1 zeigt eine Verstellwelle 1 mit einem ersten Verstellnocken 2 und einem zweiten Verstellnocken 3 für die beiden Einlaßventile eines Zylinders. Für eine aus mehreren Zylindern bestehende Zylinderbank weist die Verstellwelle 1 eine entsprechend größere Länge auf.

Die Verstellwelle 1 ist Teil eines nicht dargestellten vollvariablen mechanischen Ventiltriebs eines fremdgezündeten Verbrennungsmotors. Dieser Ventiltrieb dient zur unabhängigen Verstellung der Ventilhübe der beiden Einlaßventile aller Zylinder, um neben einer drosselfreien Veränderung der Ladungsmenge auch deren Bewegung, zum Beispiel deren Drall, variieren zu können.

Aus diesem Grunde weist die Verstellwelle 1 eine Außenwelle 5 und eine koaxiale Innenwelle 6 auf, die unabhängig voneinander verdrehbar sind. Die Außenwelle 5 ist mit dem ersten Verstellnocken 2 direkt, die Innenwelle 6 mit dem zweiten Verstellnocken 3 über einen Mitnehmerstift 7 drehfest verbunden, wobei der Mitnehmerstift 7 die Außenwelle 5 in einem Langloch 8 (siehe Figur 2 und 3) durchragt. Der zweite Verstellnocken 3 ist auf der Außenwelle 5 gleitend geführt.

Die Verdrehung der Außen- und Innenwelle 5, 6 geschieht mittels zweier gleicher, aber unabhängig voneinander steuerbarer Kniehebelversteller 4, 4'. Diese bestehen aus einem Verstellmotor 9, 9', einem Spindeltrieb 10, 10', einem Gabelhebel 11, 11' und einem Verstellhebel 12, 12'.

Der Verstellmotor 9, 9' weist ein Festlager auf, um die Axialkräfte des Spindeltriebs 10, 10' aufnehmen zu können.

Der Spindeltrieb 10, 10' besteht aus einer Spindel 13, 13' und einer Spindelmutter 14, 14'. Die Spindel 13, 13' ist einstückig mit der Welle des Verstellmotors 9, 9' ausgebildet. Sie weist ein Zusatzlager 15, 15' auf, um die hohen Querkkräfte des Kniehebelverstellers 4, 4' aufnehmen zu können.

Die Spindelmutter 14, 14' besitzt zwei Schwenklager 16, 16' für den Gabelhebel 11, 11', der auch zur Verdrehsicherung der Spindelmutter 14, 14' dient und deren Linearbewegung ermöglicht. Der Gabelhebel 11, 11' ist über ein Kugelgelenk 17, 17' mit dem Verstellhebel 12, 12' spielfrei und dieser mit der Außenwelle 5 bzw. der Innenwelle 6 drehfest verbunden. Das Kugelgelenk 17, 17' gestattet eine freie Wahl der Achslage des Spindeltriebs 10, 10' und somit dessen Anpassung an die baulichen Verhältnisse des Verbrennungsmotors.

Der Spindeltrieb 10, 10' ist als Kugelgewindetrieb ausgeführt. Er besitzt deshalb niedrigere Reibung und hohe Verstellgeschwindigkeit. Das bietet Vorteile vor allem für den Bereich niedriger Ventilhub, dessen Dynamik zusätzlich durch die Kniehebelkinematik erhöht wird. Das gilt für beide Versteller in gleicher Weise.

Die geringe Reibung des Kugelgewindetriebs erfordert während der Lagefixierung der Außen- und Innenwelle 5, 6 eine entsprechende Dauerbestromung des betroffenen Verstellmotors 9, 9'. Fällt ein solcher aus, verstellt sich der betroffene Spindeltrieb 10, 10' auf Null-Ventilhub und ermöglicht somit einen Notbetrieb mit dem noch funktionstüchtigen Spindeltrieb.

Ein weiterer Vorteil der unabhängigen Ventilhubverstellung besteht darin, daß die Einzelsysteme eine niedrigere Last erfahren und dadurch eine kleinere Dimensionierung der Einzelversteller im Vergleich zu einem Gesamtversteller ermöglichen.

In Figur 2 ist die Verstellwelle 1 mit einem sogenannten Differenzversteller 18 dargestellt. Dieser ist im vorliegenden Fall kombiniert mit einem in Figur 1 beschriebenen Kniehebelversteller. Es kann sich aber auch um einen anderen Versteller handeln. Im Unterschied zu der in Figur 1 beschriebenen Verstellvorrichtung betätigt hierbei ein Versteller – ein Kniehebelversteller 29 – die Außen- und Innenwelle 5, 6 der geteilten Verstellwelle 1, während der Differenzversteller 18 für eine Verdrehung beider Wellen 5, 6 zueinander sorgt.

Der Differenzversteller 18 besteht aus einem anderen elektrischen Verstellmotor 19 und einem anderen Spindeltrieb 28. Letzterer weist eine andere Spindel 20 auf, die mit einer Welle 21 des anderen Verstellmotors 19 einstückig ausgebildet ist.

Die andere Spindel 20 ist in eine andere Spindelmutter 22 einschraubbar. Diese trägt an ihrem Außenumfang eine Außenschrägverzahnung 23, die in eine entsprechende Innenschrägverzahnung 24 am Innenumfang einer Führungshülse 25 paßt. Am Innenumfang der anderen Spindelmutter 22 befindet sich neben einem Spindelmuttergewinde eine Innengeradverzahnung 26, die zusammen mit einer entsprechenden Außengeradverzahnung 27 der Innenwelle 6 einen Schiebesitz bildet.

Die Führungshülse 20 steht mit der Außenwelle 5 und dem anderen Verstellhebel 30 des anderen Kniehebelverstellers 29 in verdrehfester Verbindung.

Der andere Kniehebelversteller 29 wirkt demnach direkt auf die Führungshülse 25, die durch ihre drehfeste Verbindung mit der Außenwelle 5 auch fest mit der ersten Verstellnocke 2 verbunden ist. Die Innenwelle 6, die mit dem zweiten Verstellnocken 3 verbunden ist, ist über die Schiebeverzahnung mit der anderen Spindelmutter 22 verdrehfest gekoppelt.

Wenn keine Axialbewegung der anderen Spindelmutter 22 vorliegt, erfolgt eine direkte Übertragung der Bewegung der Führungshülse 25 und damit des Kniehebelverstellers 29 auf die Innenwelle 6. Durch Drehen der anderen Spindel 20 erfolgt eine Axialverschiebung der anderen Spindelmutter 22. Dieser Axialverschiebung in Verbindung mit der Schrägverzahnung zwischen der anderen Spindelmutter 22 und der Führungshülse 25 ist eine Verdrehung der anderen Spindelmutter 22 überlagert. Die Verdrehung bewirkt eine Relativverdrehung zwischen der Innen- und Außenwelle 6, 5. Diese Relativverdrehung wird zur Einstellung unterschiedlicher Hübe der Einlaßventile eines jeden Zylinders genutzt.

Die Funktionsweise des Differenzverstellers 18 lässt sich besonders einfach mit einem selbsthemmenden Spindeltrieb verwirklichen. Dabei erfolgt bei unbestromten Verstellmotor 19 eine synchrone Verstellung beider Einlaßventile durch den Kniehebelversteller 29. Der andere Verstellmotor 19 des Differenzverstellers 18 wird durch den Reibschluß zwischen der anderen Spindel 20 und der anderen Spindelmutter 22 mitgeschleppt. Nur bei Bestromung des anderen Verstellmotors 19 erfolgt eine Relativverstellung des ersten und zweiten Verstellnockens 2, 3.

Die Figur 3 zeigt die Verstellwelle 1 und die mechanischen Teile des Differenzverstellers 18 in Explosionsdarstellung, mit der anderen Spindel 20, der anderen Spindelmutter 22 nebst Außenschrägverzahnung 23 und Innenschrägverzahnung 26 von Führungshülse 25, der Innenwelle 6 nebst Außengeradverzahnung 27, dem ersten und zweiten Verstellnocken 2, 3, dem Mitnehmerstift 7 und der Außenwelle 5 mit dem Langloch 8.

Die Verstellversion mit Differenzversteller zeichnet sich durch Kompaktheit, relativ niedrige Kosten, wenig bewegte und einfach zu montierende Teile aus. Da der Differenzversteller koaxial aufgebaut ist, treten keine systeminternen Querkräfte auf. Der andere Verstellmotor 19 kann relativ klein ausgebildet werden. Vor allem in Verbindung mit einem selbsthemmenden Spindeltrieb hat er einen niedrigen Stromverbrauch. Demgegenüber ist der weitere Verstellmotor 31 des anderen Kniehebelverstellers 29 für die gleichzeitige Verstellung beider Ventile der Zylinder zu dimensionieren.

Bezugszeichenliste

1	Verstellwelle	21	Welle
2	erster Verstellnocken	35	22 andere Spindelmutter
3	zweiter Verstellnocken	23	Außenschrägverzahnung
4	Kniehebelversteller	24	Innenschrägverzahnung
4'	Kniehebelversteller	25	Führungshülse
5	Außenwelle	26	Innengeradverzahnung
6	Innenwelle	40	27 Außengeradverzahnung
7	Mitnehmerstift	28	anderer Spindeltrieb
8	Langloch	29	anderer Kniehebelversteller
9	Verstellmotor		ler
9'	Verstellmotor	30	anderer Verstellhebel
10	Spindeltrieb	45	31 weiterer Verstellmotor
10'	Spindeltrieb		
11	Gabelhebel		
11'	Gabelhebel		
12	Verstellhebel		
12'	Verstellhebel		
13	Spindel		
13'	Spindel		
14	Spindelmutter		
14'	Spindelmutter		
15	Zusatzlager		
15'	Zusatzlager		
16	Schwenklager		
16'	Schwenklager		
17	Kugelgelenk		
17'	Kugelgelenk		
18	Differenzversteller		
19	anderer Verstellmotor		
20	andere Spindel		

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern der Zylinderladung eines fremdgezündeten Verbrennungsmotors, mit zwei Einlaßventilen pro Zylinder und einem vollvariablen Ventiltrieb, der eine Verstellwelle (1) mit Verstellmitteln für die Einlaßventile aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass Größe und Bewegung der Zylinderladung durch unabhängige Hubsteuerung der beiden Einlaßventile bestimmt werden.
2. Vorrichtung zum Steuern der Zylinderladung eines fremdgezündeten Verbrennungsmotors, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit zwei Einlaßventilen pro Zylinder und einem vollvariablen Ventiltrieb, der eine Verstellwelle (1) mit Verstellmitteln für die Einlaßventile aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur unabhängigen Hubsteuerung der beiden Einlaßventile sämtlicher Zylinder zwei getrennte Versteller vorgesehen sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verstellwelle (1) eine Außenwelle (5) und eine koaxiale Innenwelle (6) aufweist, die jeweils mit einem der Versteller und mit dem Verstellmitteln drehfest verbunden sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verstellmittel als erste und zweite Verstellnocken (2, 3) ausgebildet und auf dem Umfang der Außenwelle (5) angeordnet sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ersten Verstellnocken (2) mit der Außenwelle (5) drehfest verbunden sind und die zweiten Verstellnocken (3) auf der Außenwelle (5) gleitend geführt und mit der Innenwelle (6) durch Mitnehmerstifte (7) drehfest ver-

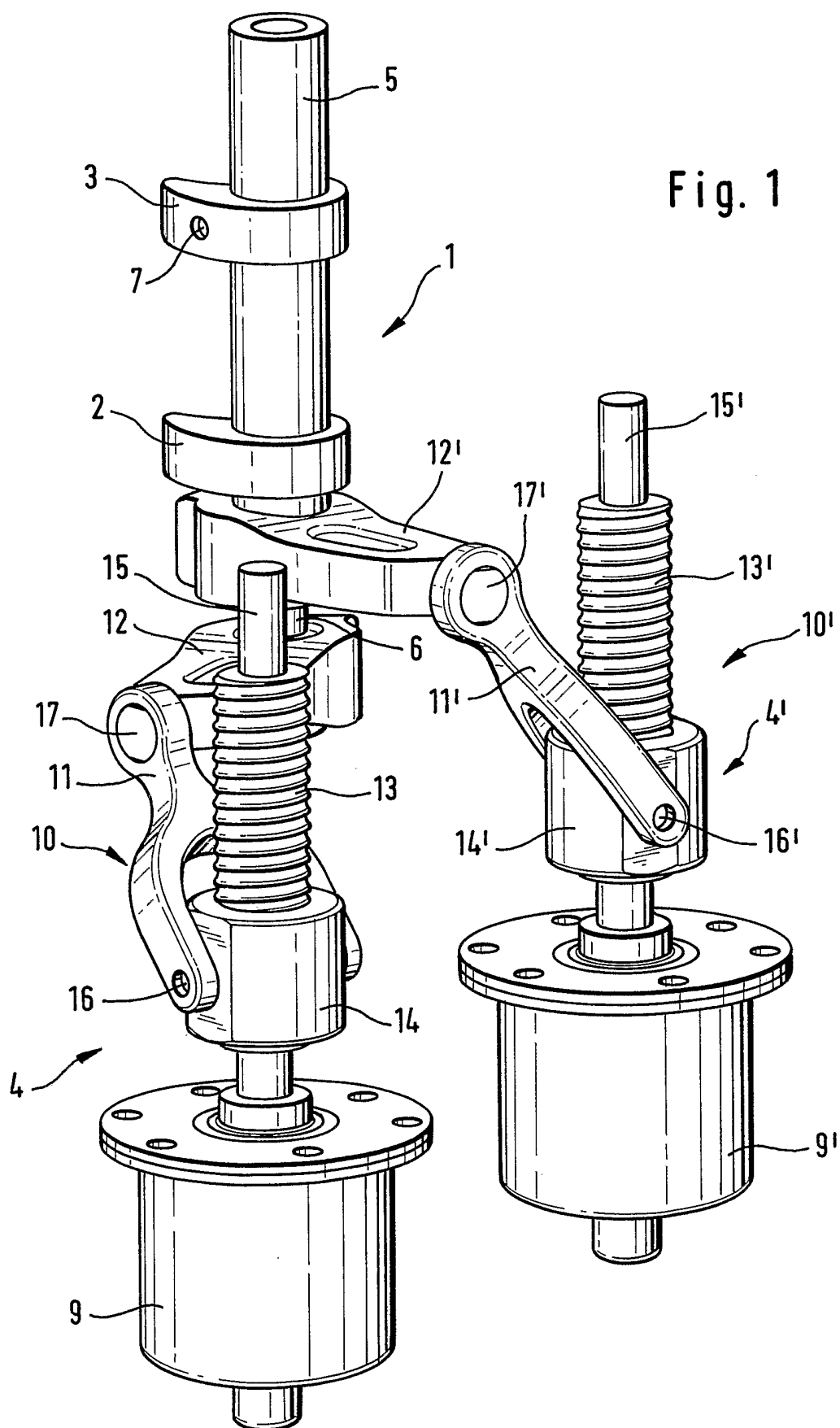
bunden sind, wobei die Mitnehmerstifte (7) Langlöcher (8) der Außenwelle (5) durchtragen.

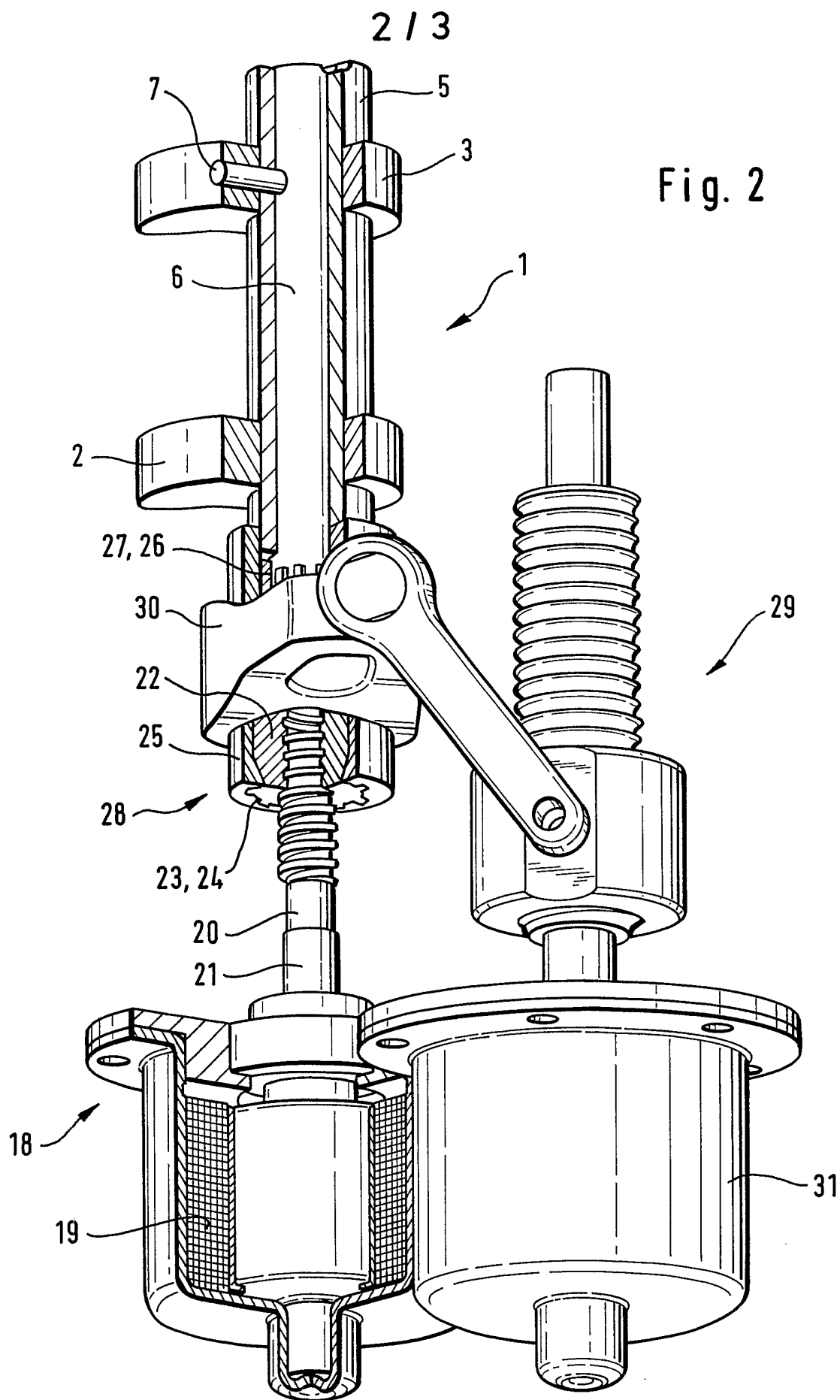
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Versteller einen Verstellmotor (9,9', 19), einen Spindeltrieb (10, 10', 28) mit einer Spindel (13, 13', 20, 31) und einer Spindelmutter (14, 14', 22) sowie Abstütz- bzw. Übertragungselemente zur Weiterleitung der Bewegung der Spindelmutter (14, 14', 22) auf die Wellen (5, 6) aufweisen.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Versteller als vorzugsweise Kniehebelversteller (4, 4') ausgebildet sind, mit Spindeltrieben (10, 10'), deren Achsen vorzugsweise parallel zur Achse der Verstellwelle (1) angeordnet sind und deren Übertragungselemente aus einem Gabelhebel (11, 11') und einem Verstellhebel (12, 12') bestehen, wobei die Gabelhebel (11, 11') mit den Spindelmuttern (14, 14') über Schwenklager (16, 16') und mit den Verstellhebeln (12, 12') über Kugelgelenke (17, 17') in Verbindung stehen und die Verstellhebel (12, 12') mit der ihnen zugehörigen Welle (5, 6) drehfest verbunden sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein anderer Kniehebelversteller (29) und ein Differenzversteller (18) vorgesehen sind, wobei durch den anderen Kniehebelversteller (29) die Ventilhübe beider Einlaßventile gleichzeitig und durch den Differenzversteller (18) eine Differenz zwischen beiden Ventilhüben einstellbar sind.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Differenzversteller (18) einen anderen Spindeltrieb (28) aufweist, mit einer Führungshülse (25), die mit der Außenwelle (5) und über einen anderen Verstellhebel (30) mit dem anderen Kniehebelversteller (29) drehfest sowie über eine Schrägverzahnung (23, 24) mit einer anderen Spindelmutter (22) schraubend verbunden sind, wobei diese über eine als Schiebesitz ausgebildete Geradverzahnung (27, 26) mit der Innenwelle (6) drehfest und axial verschiebbar verbunden ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Achsen des Differenzverstellers (18) und der Verstellwelle (1) fluchten.

1 / 3

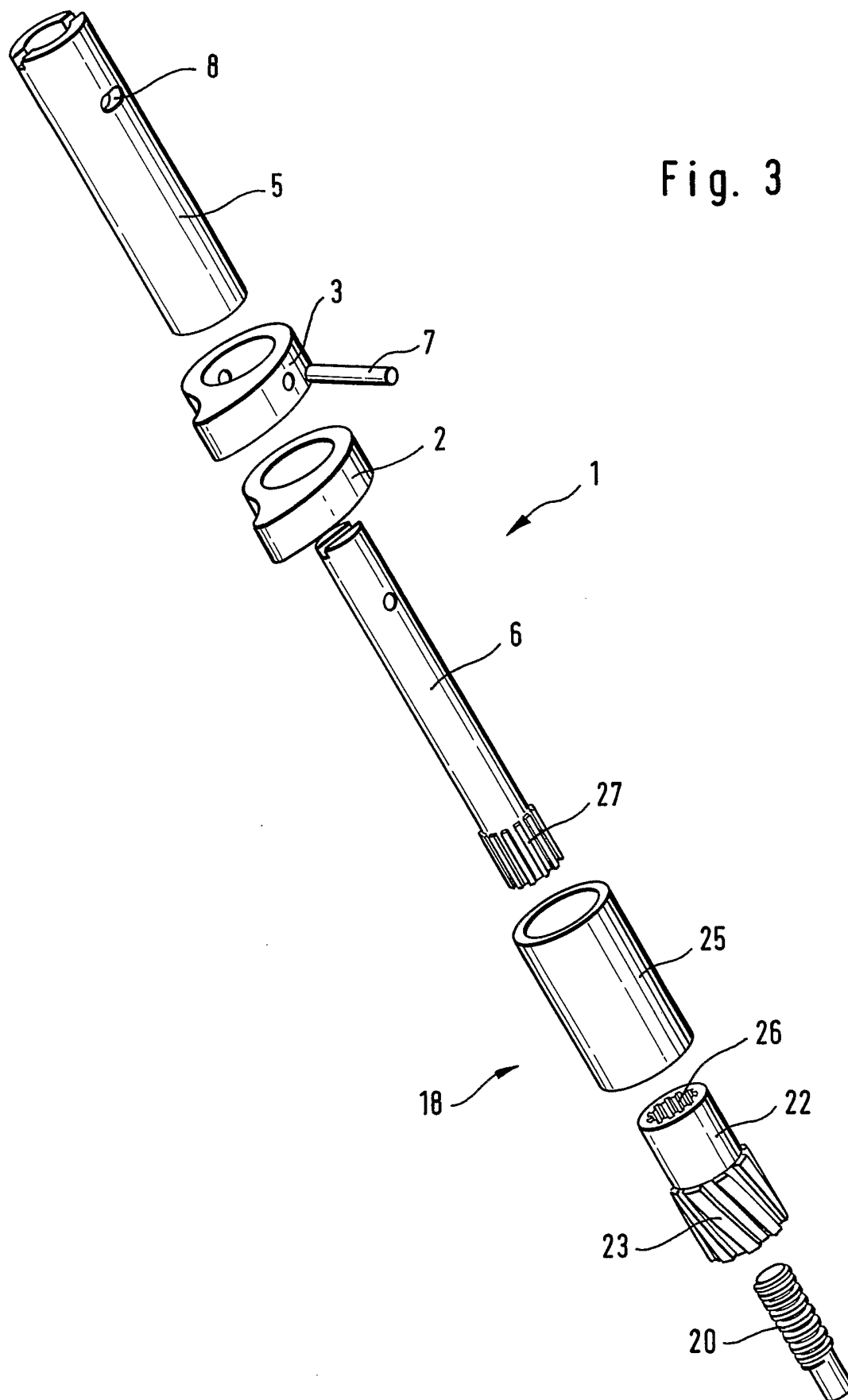
Fig. 1





3 / 3

Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/00728

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01L1/26 F01L1/12 F01L1/18 F01L13/00 F02D13/02
F02M25/07

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01L F02D F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 373 818 A (UNGER HARALD) 20 December 1994 (1994-12-20) column 1, line 7 -column 2, line 12 figures ---	1,2
X	DE 43 26 331 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 9 February 1995 (1995-02-09) column 1 figures ---	1,2
X	US 5 003 939 A (KING BRIAN T) 2 April 1991 (1991-04-02) figures 1,4,5 ---	1,2
X	US 5 253 620 A (DOHN MICHAEL ET AL) 19 October 1993 (1993-10-19) column 1-3 figures 1-3 --- -/--	1,2

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 June 2003

Date of mailing of the international search report

20/06/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Paulson, B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/00728

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 2 350 400 A (FORD GLOBAL TECH INC) 29 November 2000 (2000-11-29) page 2, line 22 -page 3, line 14 figure 2 -----	1,2
A	DE 196 31 338 A (AUDI NSU AUTO UNION AG) 5 February 1998 (1998-02-05) the whole document -----	1-10
A	EP 1 039 103 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 27 September 2000 (2000-09-27) the whole document -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/00728

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5373818	A	20-12-1994	DE 4326331 A1	09-02-1995
			EP 0638706 A1	15-02-1995
			JP 3245492 B2	15-01-2002
			JP 7063023 A	07-03-1995
DE 4326331	A	09-02-1995	DE 4223173 A1	20-01-1994
			DE 4326331 A1	09-02-1995
			EP 0638706 A1	15-02-1995
			JP 3245492 B2	15-01-2002
			JP 7063023 A	07-03-1995
			US 5373818 A	20-12-1994
US 5003939	A	02-04-1991	WO 9113241 A1	05-09-1991
US 5253620	A	19-10-1993	DE 4209062 C1	01-04-1993
			FR 2688828 A1	24-09-1993
			GB 2265183 A ,B	22-09-1993
			IT 1262355 B	19-06-1996
GB 2350400	A	29-11-2000	WO 0071881 A1	30-11-2000
DE 19631338	A	05-02-1998	DE 19631338 A1	05-02-1998
EP 1039103	A	27-09-2000	DE 19913742 A1	28-09-2000
			EP 1039103 A2	27-09-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen

PCT/EP 03/00728

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F01L1/26 F01L1/12 F01L1/18 F01L13/00 F02D13/02
F02M25/07

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F01L F02D F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 373 818 A (UNGER HARALD) 20. Dezember 1994 (1994-12-20) Spalte 1, Zeile 7 -Spalte 2, Zeile 12 Abbildungen ---	1,2
X	DE 43 26 331 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 9. Februar 1995 (1995-02-09) Spalte 1 Abbildungen ---	1,2
X	US 5 003 939 A (KING BRIAN T) 2. April 1991 (1991-04-02) Abbildungen 1,4,5 ---	1,2
X	US 5 253 620 A (DOHN MICHAEL ET AL) 19. Oktober 1993 (1993-10-19) Spalte 1-3 Abbildungen 1-3 ---	1,2

	---/---	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. Juni 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/06/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Paulson, B

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 2 350 400 A (FORD GLOBAL TECH INC) 29. November 2000 (2000-11-29) Seite 2, Zeile 22 -Seite 3, Zeile 14 Abbildung 2	1,2
A	DE 196 31 338 A (AUDI NSU AUTO UNION AG) 5. Februar 1998 (1998-02-05) das ganze Dokument	1-10
A	EP 1 039 103 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 27. September 2000 (2000-09-27) das ganze Dokument	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationaler Publikationszeichen

PCT/EP 03/00728

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5373818	A	20-12-1994	DE 4326331 A1 09-02-1995
		EP 0638706 A1 15-02-1995	
		JP 3245492 B2 15-01-2002	
		JP 7063023 A 07-03-1995	
DE 4326331	A	09-02-1995	DE 4223173 A1 20-01-1994
		DE 4326331 A1 09-02-1995	
		EP 0638706 A1 15-02-1995	
		JP 3245492 B2 15-01-2002	
		JP 7063023 A 07-03-1995	
		US 5373818 A 20-12-1994	
US 5003939	A	02-04-1991	WO 9113241 A1 05-09-1991
US 5253620	A	19-10-1993	DE 4209062 C1 01-04-1993
		FR 2688828 A1 24-09-1993	
		GB 2265183 A ,B 22-09-1993	
		IT 1262355 B 19-06-1996	
GB 2350400	A	29-11-2000	WO 0071881 A1 30-11-2000
DE 19631338	A	05-02-1998	DE 19631338 A1 05-02-1998
EP 1039103	A	27-09-2000	DE 19913742 A1 28-09-2000
		EP 1039103 A2 27-09-2000	