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

(11) EP 0 821 141 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.01.1998 Patentblatt 1998/05

(51) Int. Cl.[6]: **F01L 13/00**

(21) Anmeldenummer: **97110694.3**

(22) Anmeldetag: **01.07.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

(30) Priorität: **24.07.1996 DE 19629881**

(71) Anmelder:
Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft
80788 München (DE)

(72) Erfinder: **Unger, Harald**
85774 Unterföhring (DE)

(54) Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine mit sich an einer Exzenterwelle abstützenden Schwinghebeln

(57) Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine mit sich an einer Exzenterwelle abstützenden, von Nocken betätigten und insbesondere als Schwinghebel ausgebildeten Übertragungsgliedern, wobei der Ventilhub durch Verdrehen der Exzenterwelle veränderbar ist, und wobei ein die Exzenterwelle positionierender Stellmotor sowie ein an der Exzenterwelle angreifendes, insbesondere als Federelement ausgebildetes Kraftspeicherelement vorgesehen ist, welches bei einer gewünschten Verdrehung der Exzenterwelle in Richtung auf einen größeren Ventilhub den Stellmotor unterstützt.

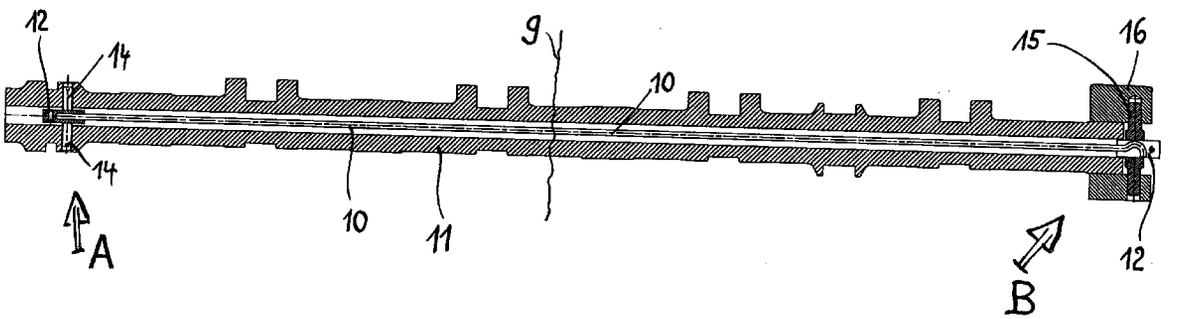


Fig. 2

EP 0 821 141 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine mit sich an einer Exzenterwelle abstützenden, von Nocken betätigten und insbesondere als Schwinghebel ausgebildeten Übertragungsgliedern, wobei der Ventilhubverlauf durch Verdrehen der Exzenterwelle veränderbar ist. Ein derartiger Ventiltrieb ist unter anderem aus der DE 42 23 172 C1 oder der DE 42 23 173 A1 bekannt.

Mittels dieser mehrere Exzenter aufweisenden Exzenterwelle, wobei jeweils ein Exzenter für einen Schwinghebel, welcher zumindest ein Brennkraftmaschinen-Hubventil betätigt, vorgesehen ist und wobei zumindest zwei Brennkraftmaschinen-Zylinder in Reihe angeordnet sind, kann der Ventilhubverlauf, d. h. insbesondere der maximal erreichbare Ventilhub aller dieser beispielsweise als Einlaßventile ausgebildeten Hubventile gleichzeitig verändert werden. Da diese Hubventile jedoch wie üblich und dem Fachmann bekannt gegen die Kraft einer sogenannten Ventilschließfeder geöffnet werden müssen, muß auch bei einem Verdrehen der Exzenterwelle im Sinne einer Ventilhubvergrößerung stets ein gewisser Anteil dieser Ventilschließfeder-Kraft überwunden werden. Bei einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine mit einer einzigen Exzenterwelle für die in Reihe angeordneten Zylinder wird sich nämlich stets zumindest für einen dieser Zylinder der Nocken außerhalb seiner Grundkreisphase, in welcher das Hubventil geschlossen ist, befinden. Zum gewünschten Verdrehen der Exzenterwelle kann dabei ein beispielsweise als Elektromotor ausgebildeter Stellmotor vorgesehen sein, der von einer geeigneten Steuerelektronik entsprechend angesteuert wird. Soll nun die Exzenterwelle von diesem Stellmotor verdreht werden und zwar aus einer Position heraus, in der ein geringer Ventilhub erzeugt wird hin zu einer Position, die den maximal möglichen Ventilhub ergibt, so ist aufgrund der Ventilschließfeder-Kräfte hierfür ein relativ hohes Drehmoment vonnöten, was einen unverhältnismäßig starken und somit großen Stellmotor/Elektromotor erfordert.

Maßnahmen aufzuzeigen, mit Hilfe derer das erforderliche Drehmoment zum Verdrehen der Exzenterwelle aus einer Position geringen Ventilhubs heraus hin zu einer Position größeren Ventilhubes verringert werden kann, ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung.
Zur Lösung dieser Aufgabe ist vorgesehen, daß neben dem Stellmotor an der Exzenterwelle ein insbesondere als Federelement ausgebildetes Kraftspeicherelement angreift, welches bei einer gewünschten Verdrehung der Exzenterwelle in Richtung auf einen größeren Ventilhub den Stellmotor unterstützt. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen sind Inhalt der Unter-ansprüche.

Zur näheren Erläuterung der Erfindung wird zunächst auf Fig. 1 verwiesen, die in einem Diagramm das zum Verdrehen der Exzenterwelle erforderliche Drehmoment in Abhängigkeit von den jeweiligen Exzenterwellen-Positionen zeigt.

In Fig. 2 ist dann ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, und zwar eine Exzenterwelle mit integriertem Federelement, wobei Fig. 2a den Ausschnitt A und Fig. 2b den Ausschnitt B aus Fig. 2 zeigt.

Bezüglich der konstruktiven Ausgestaltung eines Ventiltriebs nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 wird in vollem Umfang auf die beiden eingangs genannten Schriften DE 42 23 172 C1 sowie DE 42 23 173 A1 Bezug genommen, wobei sich die vorliegende Erfindung selbstverständlich auch auf andere Ventiltriebe mit zumindest einer Exzenterwelle, an der sich von Nokken betätigte Übertragungsglieder abstützen, anwendbar ist. Dabei ist - wie bereits kurz erläutert - durch Verdrehen der Exzenterwelle der Ventilhub bzw. Ventilhubverlauf der von den Schwinghebeln betätigten Hubventile veränderbar. Das zum Verdrehen der Exzenterwelle erforderliche Drehmoment ist qualitativ in Fig. 1 dargestellt.

Auf der Abszisse dieses Diagrammes ist der Verdrehwinkel der Exzenterwelle aufgetragen, wobei ein Verdrehwinkel von 0° dem minimal möglichen Ventilhub - hier kann es sich beispielsweise um einen Nullhub handeln, d. h. das Hubventil wird überhaupt nicht geöffnet - entspricht, während sich bei einem Verdrehwinkel von 180° der maximal mögliche Ventilhub ergibt. Auf der Ordinate dieses Diagrammes ist (qualitativ) das erforderliche Drehmoment zum Verdrehen der Exzenterwelle in eine gewünschte Position auf-getragen. Die verschiedenen Kurvenverläufe 1 bis 5 in diesem Diagramm werden im folgenden erläutert:

Die Kurve 1 gibt dasjenige Drehmoment an, welches erforderlich ist, die Exzenterwelle (beispielsweise nach der DE 42 23 172 C1) ohne irgendwelche Zusatzmaßnahmen von der Position 0°, d. h. von der Position des minimal möglichen Ventilhubes, in jede andere Position bis hin zur Position 180°, d. h. derjenigen des maximal möglichen Ventilhubes, zu verdrehen. Zu überwinden sind hierbei zunächst Reibungsverluste, so daß diese Kurve 1 zwangsläufig bei einem Drehmomentwert > "0" startet. Mit zunehmendem Verdrehwinkel und somit zunehmendem Ventilhub ist eine immer weiter ansteigende Ventilschließfeder-Kraft zu überwinden, weshalb zum Erreichen der Exzenterwellenposition von 180° ein Drehmomentwert M'_{max} erforderlich ist. Dieses erforderliche Drehmoment kann grundsätzlich von einem Stellmotor, beispielsweise Elektromotor aufgebracht werden.

Soll anschließend ausgehend von dieser Exzenterwellenposition 180° oder auch von einer Position im Bereich zwischen 0° und 180° der Ventilhub wieder reduziert werden, so ist hierfür ein Drehmoment entsprechend der Kurve 2, ausgehend vom jeweiligen Startwert erforderlich. Wegen des Zurückdrehens der Exzenterwelle sind hierbei negative Drehmomentwerte aufzubringen, bzw. der Stellmotor oder Elektromotor dreht in der entgegengesetzten Richtung. Der Betrag des aufzubringenden Drehmomentes ist hierbei gerin-

ger, da beim Zurückdrehen der Exzenterwelle die Ventilschließfeder-Kräfte die Reibungswiderstände zumindest teilweise kompensieren, während beim Verdrehen von 0° in Richtung auf 180° die zunehmenden Ventilschließfeder-Kräfte additiv zu den Reibungswiderständen hinzukommen.

Üblicherweise sind dabei die Reibungswiderstände im System so hoch, daß die einmal positionierte Exzenterwelle ihre jeweilige Position beibehält, d.h. die Exzenterwelle wird allein durch die Ventilschließfeder-Kräfte nicht verdreht.

Da der Betrag des Drehmomentwertes M'_{max} relativ hoch ist, wäre zum Positionieren der Exzenterwelle ohne irgendwelche Zusatzmaßnahmen ein relativ starker Elektromotor vonnöten. Um den Betrag des maximal benötigen Drehmomentes zu reduzieren, ist nun erfindungsgemäß ein Federelement bzw. Kraftspeicherelement vorgesehen, welches die Exzenterwelle seinerseits zu verdrehen trachtet, und zwar in Richtung auf einen größeren Ventilhub hin. Dieses Federelement unterstützt somit den Stellmotor bei einer Verdrehbewegung der Exzenterwelle in Richtung auf einen größeren Ventilhub, so daß das vom Stellmotor aufzubringende Drehmoment dementsprechend reduziert wird. Mit einem derartigen Federelement er-geben sich dann zum Verdrehen der Exzenterwelle die Kurvenverläufe 3 und 4,und zwar mit der weiter in das Diagramm eingezeichneten Kurve 5, welche das vom Federelement auf die Exzenterwelle aufgebrachte Dreh-moment für sich alleine darstellt. Eine Addition der Kurven 1 und 5 ergibt somit die Kurve 3, eine Addition der Kurven 2 und 5 die Kurve 4.

Die Kurve 3 gibt an, welches Drehmoment aufzubringen ist, um die Exzenterwelle von 0° auf 180° zu verdrehen, d. h. von der Position des minimalen Ventilhubes hin zur Position des maximal möglichen Ventilhubes. Man erkennt, daß ein gegenüber dem Betrag M'_{max} deutlich geringerer Betrag M_{max} erforderlich ist, um die Exzenterwelle beispielsweise von der Position 90° zur Position 180° zu verdrehen (diese genannten Werte sind selbstver-ständlich nur beispielhaft). Das vom Stellmotor zum Verdrehen der Exzenter-welle aufzubringende Drehmoment ist daher deutlich geringer, so daß einkleinerer Stellmotor/Elektromotor zum Einsatz kommen kann.

Wie ersichtlich schneidet diese Kurve 3 bei der Position van ca. 52 Winkelgraden die Abszisse, was bedeutet, daß auf dieser Kurve 3 von links her kommend überhaupt kein zusätzliches Drehmoment eines Stellmotores erforderlich ist, um die Exzenterwelle in diese Position 52° zu bringen. Beispielsweise ausgehend von der Position 0° wird somit die Exzenterwelle alleine durch das Federelement in die Position 52° verdreht. Da diese Exzenterwellenposition 52° einem Ventilhub entspricht, der größer ist als der minimal mögliche Ventilhub, wird somit vorteilhafterweise die Exzenterwelle allein durch das Federelement in diese Position gebracht, die einen größeren als den minimalen Ventilhub ergibt. Vorteilhafterweise stellt sich somit auch bei einem Ausfall des Stellmotores zum Verdrehen der Exzenterwelle stets ein gewisser Ventilhub ein, der ausreichend ist, die Brennkraftmaschine in noch befriedigendem Maße zu betreiben. Um dann ausgehend von dieser Position des sogenannten Null-Drehmomentes den maximal möglichen Ventilhub und somit die Exzenterwellenposition 180° zu erreichen, wird ein Drehmoment M_{max} benötigt, welches deutlich geringer ist als das Drehmoment M'_{max}.

Um danach ausgehend von dieser Position des maximal möglichen Ventilhubes wieder auf die Position des minimalen Ventilhubes zu gelangen, wird ein Drehmomentverlauf entsprechend der Kurve 4 benötigt. Der Betrag dieses dann negativen Drehmomentes wegen des Zurückdrehens der Exzenterwelle ist jedoch ebenfalls nicht größer als der Betrag $M_{max,}$ da - wie bereits erläutert - beim Zurückdrehen der Exzenterwelle hin zu geringerem Ventilhub die Reibungsverluste teilweise durch die abnehmenden Ventilschließfeder-Kräfte kompensiert werden. Im übrigen muß aufgrund der Krafteinwirkung durch das Federelement ein negatives Drehmoment auf-gebracht werden, um ausgehend von der Position des minimalen Ventil-hubes bei einem Exzenterwellenwinkel von 0° die sog. Null-Drehmoment-position bei ca. 52° zu erreichen, d.h um auf der Kurve 3 von der Stellung 0° zur Stellung 52° nach rechts zu gelangen.

Eine konstruktive Ausführungsform für das den Stellmotor der Exzenterwelle beim Verdrehen derselben hin in eine Position größeren Ventilhubes unterstützende Federelement bzw Kraftspeicherelement ist zusammmen mit der mit der Bezugsziffer 11 bezeichneten Exzenterwelle in den Fig. 2, 2a, 2b dargestellt, wobei die linksseitig der Bruchlinie 9 liegende geschnitten dargestellte Exzenterwellen-Hälfte gegenüber der rechtsseitigen um 90° verdreht ist. Der Einfachheit halber nicht dargestellt ist der beispielsweise als Elektromotor ausgebildete Stellmotor zum Positionieren der Exzenterwelle 11, jedoch kann dieser in jeder dem Fachmann geläufigen Weise angeordnet sein.

Beim bevorzugten Ausführungsbeispiel nach Fig.2 ist das mit der Bezugsziffer 10 bezeichnete Federelement als tordierte Drehstabfeder ausgebildet und innerhalb der hohlen Exzenterwelle 11 längs deren Achse angeordnet. Diese Drehstabfeder 10 ist jeweils endseitig mittels zweier Halbschalenelemente 12 an der Exzenterwelle 11 einerseits und an einem starren Bauelement der Brennkraftmaschine andererseits befestigt, wobei die Fixierung der Drehstabfeder 10 in den Halbschalenelementen 12 wie er-sichtlich jeweils formschlüssig ausgebildet ist. Die gebogenen Enden des Federelementes 10 sind somit formschlüssig von den miteiander zusammenwirkenden Halbschalenelementen 12 aufgenommen.

Die gemäß Fig.2 linksseitige Befestigung des Federelementes 10 an der Exzenterwelle 11 ist als Einzelheit A in Fig. 2a nochmals detailliert dargestellt. Man

erkennt die beiden Halbschalenelemente 12, welche die Drehstabfeder 10 zwischen sich aufnehmen, und mittels einer Schraube 13 miteinander verbunden sind. Dabei sind die beiden Halbschalenelemente 12 wiederum durch Madenschrauben 14 in der Exzenterwelle 11 fixiert.
Rechtsseitig gemäß Einzelheit B ragt das Federelement 10 über die Exzenterwelle 11 hinaus. Auch hier sind zwei durch eine Schraube 13 miteinander verbundene Halbschalenelemente 12 vorgesehen, die die Drehstabfeder 10 formschlüssig zwischen sich aufnehmen. Diese Halbschalenelemente 12 sind dann mittels eines geeigneten Halteelementes 15 in sogenannten Lagerabschnitten 16 für die Exzenterwelle 11, welche Bestandteil der Brennkraftmaschine sind, fixiert.

Rechtsseitig bezüglich der Exzenterwelle 11 nach Fig. 2 ist das Federelement 10 somit drehfest mit der Brennkraftmaschine verbunden, linksseitig ist diese tordierte Drehstabfeder 10 jedoch drehfest mit der Exzenterwelle 11 verbunden. Auf diese Weise ist es möglich, mittels dieses Federelementes 10 der Exzentenwelle 11 ein derartiges zumindest unterstützendes Drehmoment aufzuprägen, daß die Exzenterwelle wie beschrieben in eine Position verdreht wird, welche ausgehend von der aktuellen Postion einen größeren Ventilhub ergibt. Dabei können selbstverständlich eine Vielzahl von Details insbesondere konstruktiver Art durchaus abweichend vom beschriebenen Ausführungsbeispiel gestaltet sein, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen. Insbesondere kann auch ein anderes Federelement bzw. allgemein Kraftspeicherelement als die Drehstabfeder 10 zum Einsatz kommen.

Patentansprüche

1. Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine mit sich an einer Exzenterwelle (11) abstützenden, von Nocken betätigten und insbesondere als Schwinghebel ausgebildeten Übertragungsgliedern, wobei der Ventilhub durch Verdrehen der Exzenterwelle (11) veränderbar ist,
gekennzeichnet durch einen die Exzenterwelle (11) positionierenden Stellmotor sowie durch ein an der Exzenterwelle (11) angreifendes, insbesondere als Federelement (10) ausgebildetes Kraftspeicherelement, welches bei einer gewünschten Verdrehung der Exzenterwelle (11) in Richtung auf einen größeren Ventilhub den Stellmotor unterstützt.

2. Ventiltrieb nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet, daß das insbesondere als Federelement (10) ausgebildete Kraftspeicherelement die Exzenterwelle (11) ohne Einwirkung des Stellmotors in eine solche Position zu bewegen versucht, welche einen größeren als den minimal möglichen Ventilhub ergibt.

3. Ventiltrieb nach Anspruch 1 oder 2
dadurch gekennzeichnet, daß das Federelement (10) als innerhalb der hohlen Exzenterwelle (11) angeordnete tordierte Drehstabfeder ausgebildet ist.

4. Ventiltrieb nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß die Drehstabfeder (10) an ihren beiden Enden formschlüssig jeweils mittels zweier Halbschalenelemente (12) fixiert ist , und zwar einerseits an einem Endabschnitt der Exzenterwelle (11) und am gegenüberliegenden Exzenterwellenende außerhalb derselben in einem Exzenterwellen-Lagerabschnitt (16).

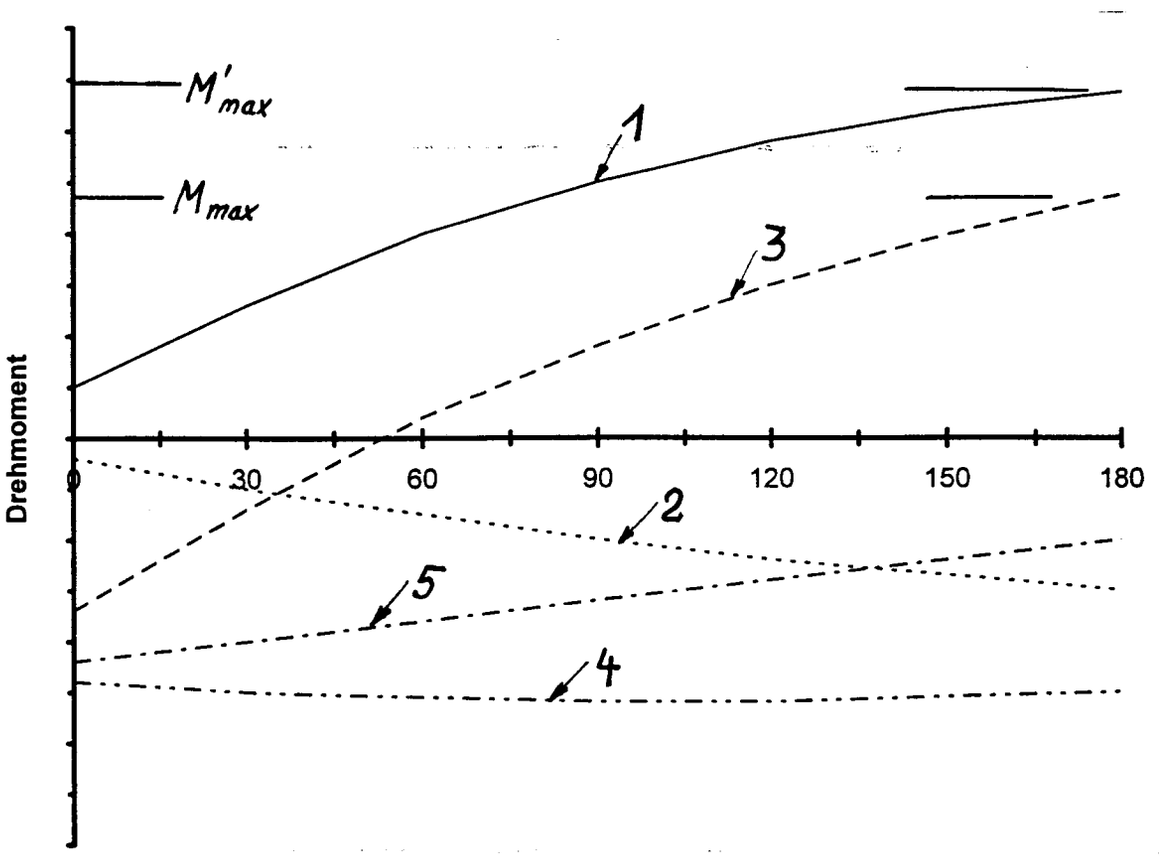


Fig. 1

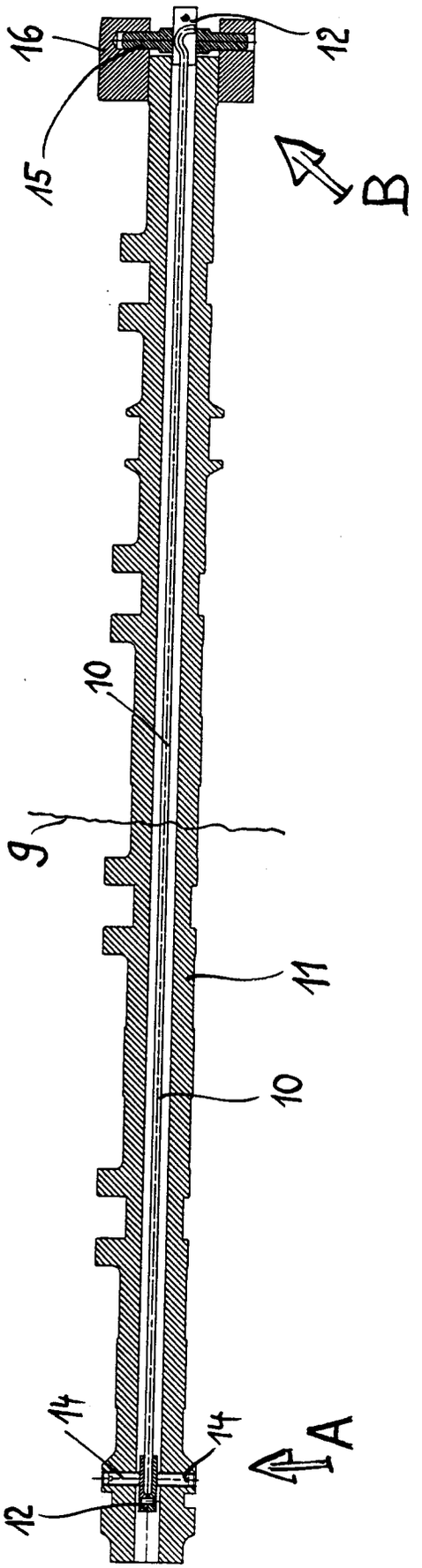


Fig. 2

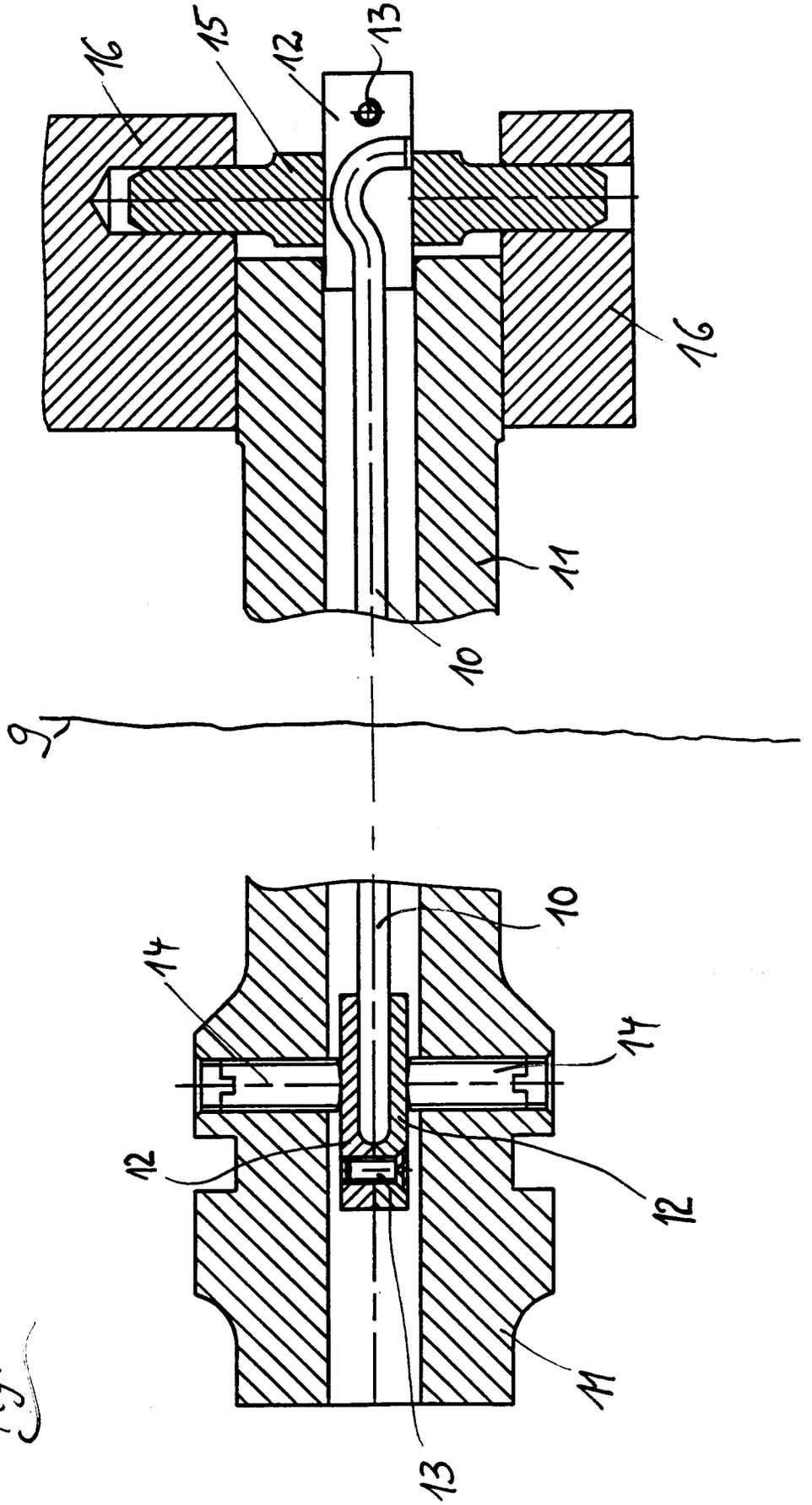


Fig. 2b

Fig. 2a

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 11 0694

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	EP 0 132 786 A (NISSAN MOTOR COMPANY) * Seite 8, Zeile 1 - Seite 9, Zeile 33 * * Seite 12, Zeile 22 - Seite 13, Zeile 31 * * Seite 17, Zeile 25 - Seite 18, Zeile 8 * * Abbildungen * ---	1,2	F01L13/00
A,P	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 97, no. 3, 31.März 1997 & JP 08 296718 A (ISUZU MOTORS LTD), 12.November 1996, * Zusammenfassung * ---	3	
A	US 5 189 998 A (ATSUGI UNISIA CORPORATION) * Spalte 4, Zeile 41-58 * * Abbildung 3 * -----	1	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)

F01L

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	29.Oktober 1997	Klinger, T

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)