



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 394 370 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.03.2004 Patentblatt 2004/10

(51) Int Cl.7: **F01L 13/00**

(21) Anmeldenummer: **03012214.7**

(22) Anmeldetag: **06.06.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(71) Anmelder: **AUDI AG**
85045 Ingolstadt (DE)

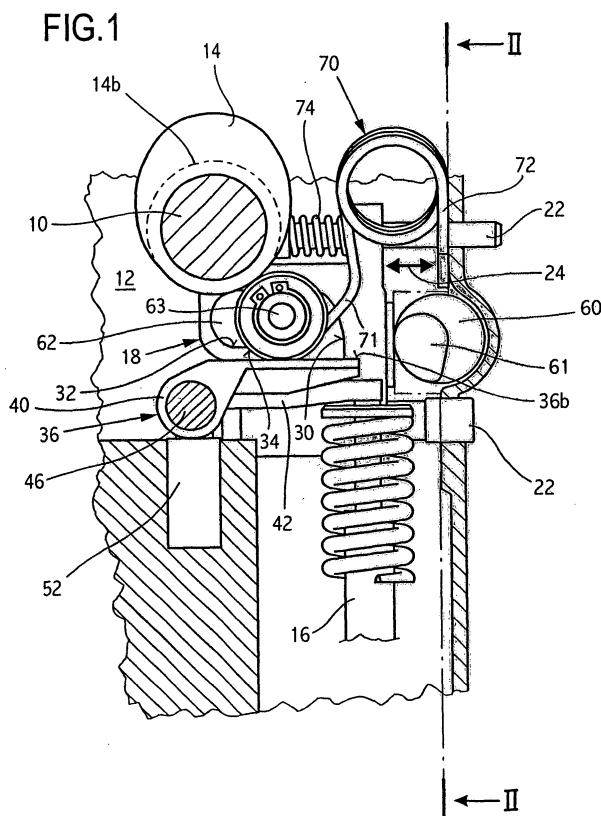
(72) Erfinder:
• **Dengler, Stefan**
85055 Ingolstadt (DE)
• **Voges, Holger**
84184 Tiefenbach (DE)

(30) Priorität: **30.08.2002 DE 10239909**

(54) **Variable Ventilsteuerung**

(57) Variabler Ventiltrieb für Hubkolbenmaschinen, insbesondere Brennkraftmaschinen, mit zumindest einem Nocken einer in einem Zylinderkopf drehbar gelagerten Nockenwelle, welcher Nocken über ein in einem Kulissenteil entlang einer Vorbeschleunigungsrampe für die Erregungsbewegung des Rollenpaketes und über eine Verstellrampe verschiebbar geführtes Rollenpaket und einem nachgeschalteten Ventilbetätigungselement ein Hubventil betätigt, wobei der Ventilhub

durch Verschieben des Kulissenteils relativ zum Nocken variabel einstellbar und das Rollenpaket gegen den Nocken federnd vorgespannt ist, wobei die Verstellrampe 30 und die Vorbeschleunigungsrampe 32 für die Erregungsbewegung (Leerweg a) des Rollenpaketes 34 die hintereinanderangeordnet ausgebildeten Führungsabschnitte einer einseitigen zur Führung des Rollenpaketes 34 auf das Führungselement einwirkenden Führungsfläche der Kulissenführung bilden.



EP 1 394 370 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine variable Ventilsteuerung für Hubkolbenmaschinen, insbesondere Brennkraftmaschinen, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Ein derartig variabler Ventiltrieb mit zumindest einem Nocken einer in einem Zylinderkopf drehbar gelagerten Nockenwelle, welcher Nocken über ein in einem Kulissenteil entlang einer Vorbeschleunigungsrampe für die Erregungsbewegung des Rollenpaketes und über eine Verstellrampe verschiebbar geführtes Rollenpaket und einem nachgeschalteten Ventilbetätigungselement ein Hubventil betätigt, wobei der Ventilhub durch Verschieben des Kulissenteils relativ zum Nocken variabel einstellbar und das Rollenpaket gegen den Nocken federnd vorgespannt ist, ist aus der DE 100 16 103 A1 bekannt. Bei dieser Ausbildung wird das Rollenpaket in einer Führungskulisse einseitig zwischen zwei Führungsflächen geführt, wobei das Rollenpaket zunächst bei entkoppeltem Kontakt zum Hubventil an einer Führungsseite geführt beschleunigt wird und dann unter Kopplungsherstellung die Führungsseite wechselt, so dass bei hergestelltem Kopplungskontakt die Verstellung über die einseitige Führung an der gegenüberliegenden Führungsfläche erfolgt. Der Führungsseitenwechsel erfordert eine aufwendige genaue Fertigung. Die mit dem Führungsseitenwechsel plötzlich eingeleitete Kraft kann zu unerwünschter Schwingungserregung führen. Um negative Auswirkungen daraus zu verhindern, werden die Anforderungen an Auslegung, an Fertigungsgenauigkeit und an den hierzu zu betreibenden Aufwand noch größer.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, einen variablen Ventiltrieb mit zumindest einem Nocken einer in einem Zylinderkopf drehbar gelagerten Nockenwelle, welcher Nocken über ein in einem Kulissenteil entlang einer Vorbeschleunigungsrampe für die Erregungsbewegung des Rollenpaketes und über eine Verstellrampe verschiebbar geführtes Rollenpaket und einem nachgeschalteten Ventilbetätigungselement ein Hubventil betätigt, wobei der Ventilhub durch Verschieben des Kulissenteils relativ zum Nocken variabel einstellbar und das Rollenpaket gegen den Nocken federnd vorgespannt ist, besonders einfach und zuverlässig zu ermöglichen.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Ausbildung eines variablen Ventiltrieb für Hubkolbenmaschinen, insbesondere Brennkraftmaschinen, mit zumindest einem Nocken einer in einem Zylinderkopf drehbar gelagerten Nockenwelle, welcher Nocken über ein in einem Kulissenteil entlang einer Vorbeschleunigungsrampe für die Erregungsbewegung des Rollenpaketes und über eine Verstellrampe verschiebbar geführtes Rollenpaket und einem nachgeschalteten Ventilbetätigungselement ein Hubventil betätigt, wobei der Ventilhub durch Verschieben des Kulissenteils relativ zum Nocken variabel einstellbar und das Rollenpaket

gegen den Nocken federnd vorgespannt ist, gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst, bei dem die Verstellrampe und die Vorbeschleunigungsrampe für die Erregungsbewegung (Leerweg a) des Rollenpaketes die hintereinanderangeordnet ausgebildeten Führungsabschnitte einer einseitigen zur Führung des Rollenpakets auf das Führungselement einwirkenden Führungsfläche der Kulissenführung bilden. Bei Beibehaltung der Vorteile einer Ausbildung eines variablen Ventiltrieb für Hubkolbenmaschinen, insbesondere Brennkraftmaschinen, mit zumindest einem Nocken einer in einem Zylinderkopf drehbar gelagerten Nockenwelle, welcher Nocken über ein in einem Kulissenteil entlang einer Vorbeschleunigungsrampe für die Erregungsbewegung des Rollenpaketes und über eine Verstellrampe verschiebbar geführtes Rollenpaket und einem nachgeschalteten Ventilbetätigungselement ein Hubventil betätigt, wobei der Ventilhub durch Verschieben des Kulissenteils relativ zum Nocken variabel einstellbar und das Rollenpaket gegen den Nocken federnd vorgespannt ist, kann durch dies Ausbildung bei einfacher Fertigung lediglich einer einzigen Führungsseite sowohl für die Vorbeschleunigung als auch für die Verstellung auch der Führungsseitenwechsel und die dadurch bedingten Schwingungsprobleme vermieden werden.

[0005] Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung gemäß den Merkmalen von Anspruch 3. Bei Beibehaltung der Vorteile einer Ausbildung eines variablen Ventiltrieb für Hubkolbenmaschinen, insbesondere Brennkraftmaschinen, mit zumindest einem Nocken einer in einem Zylinderkopf drehbar gelagerten Nockenwelle, welcher Nocken über ein in einem Kulissenteil entlang einer Vorbeschleunigungsrampe für die Erregungsbewegung des Rollenpaketes und über eine Verstellrampe verschiebbar geführtes Rollenpaket und einem nachgeschalteten Ventilbetätigungselement ein Hubventil betätigt, wobei der Ventilhub durch Verschieben des Kulissenteils relativ zum Nocken variabel einstellbar und das Rollenpaket gegen den Nocken federnd vorgespannt ist, kann durch dies Ausbildung bei einfacher Fertigung lediglich einer einzigen Führungsseite sowohl für die Vorbeschleunigung als auch für die Verstellung auch der Führungsseitenwechsel, plötzliche Krafteinwirkung durch Kopplung und die hierdurch bedingten Schwingungsprobleme vermieden werden.

[0006] Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung gemäß den Merkmalen von Anspruch 4. Die Zahl der Kulissenbauteile sowie der erforderliche Raum zur Montage und Integration in den Zylinderkopf kann hierdurch reduziert werden. Die Gefahr von Ungenauigkeiten und Unzuverlässigkeiten in der Montagegenauigkeit kann auch im Reparaturbetrieb aufgrund des Raumgewinns sowie aufgrund der reduzierten Bauteile besser vermieden werden. Mit der reduzierten Zahl an Kulissenbauteilen bei gleicher Rollenpaketzahl kann auch neben dem Bauraumgewinn auch eine Gewichts- und Materialkostenreduktion erzielt werden. Die gemeinsamen hintereinander angeordneten Rampen für die beiden

Rollenpakete ermöglicht zusätzlich eine Reduktion des Fertigungsaufwands für die Führung der Rollenpakete. Darüber hinaus wird die Gefahr von Ungenauigkeiten in bezug auf die Abstimmung des Bewegungsablaufs der beiden Rollenpakete zueinander durch die eine gemeinsame Rampe in dem gemeinsamen Kulissenteil reduziert. Somit wird mit einfachen Mitteln ermöglicht, einen variablen Ventiltrieb mit zumindest zwei Nocken einer in einem Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine drehbar gelagerten Nockenwelle, welche Nocken jeweils über ein in einem Kulissenteil entlang einer Verstellrampe verschiebbar geführtes Rollenpaket und einem nachgeschalteten Ventilbetätigungselement ein Hubventil betätigen, wobei der Ventilhub durch Verschieben des Kulissenteils relativ zum Nocken variabel einstellbar und das Rollenpaket gegen den Nocken federnd vorgespannt ist, mit den damit verbundenen Vorteilen zu schaffen, der besonders einfach und zuverlässig ist.

[0007] Die Ausbildung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 5 ist eine besonders vorteilhafte Ausführung, welche mit geringem baulichen und fertigungstechnischem Aufwand die erfindungsgemäße Umsetzung ermöglicht. Das gemeinsame Kulissenteil kann besonders einfach und raumsparend ausgebildet werden, wobei die beiderseitige Anordnung die Schaffung und Sicherung gleicher Lagerungs- und Führungsbedingungen für beide Rollenpakete erleichtert, wodurch der Betrieb besonders zuverlässig wird.

[0008] Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 6. Mit geringer Bauteilzahl an Führungsmitteln und geringem Aufwand für die Führung kann sehr zuverlässig der gleiche Bewegungsablauf beider Rollenpakete sichergestellt werden.

[0009] Bevorzugt ist eine Ausbildung gemäß den Merkmalen von Anspruch 7, die es ermöglicht, mit sehr einfachen Bauteilen raumsparend den gleichen Bewegungsablauf der beiden Rollenpakete sicherzustellen. Eine Ausbildung gemäß den Merkmalen von Anspruch 7 ermöglicht in einfacher Weise die Abstimmung der Drehfunktion der beiden Rollenpakete zueinander sicherzustellen.

[0010] Besonders vorteilhaft ist eine Ausbildung gemäß den Merkmalen von Anspruch 9, bei dem die Erregungsbewegung des Rollenpaketes der Anfangsbeschleunigung und der Endverzögerung einem Konturabschnitt des Nockens entspricht. Zwischen Nocken und Ventilbetätigungselement, insbesondere einem Schwinghebel, steht das Rollenpaket auch während des zur Vorbeschleunigung vorgesehenen Leerwegs, bei dem das Ventilbetätigungselement nicht betätigt wird, insbesondere in dauerndem Berührungskontakt zu dem Ventilbetätigungselement vorgesehen ist. Der Leerweg ist sowohl bei Vollhub als auch bei den Teilhuben des Hubventils eine Vorbeschleunigung (Erregungsbewegung) des Rollenpaketes bewirkt, so dass die Erzeugungsbewegung (Öffnungsbewegung) des Hubventils mit positiver und negativer gewünschter

Ventilbeschleunigung im wesentlichen durch die Verstellrampe des Kulissenteils gesteuert ist. Diese von der geometrischen Auslegung von Nocken und Verstellrampe ausgeführte Abkopplung von Erregungsbewegung und Erzeugungsbewegung schafft weitgehendst unabhängig vom eingestellten Ventilhub ein Geschwindigkeitsprofil ohne erhöhte Beschleunigungsspitzen und damit verbunden einen robusten und hinsichtlich Verschleiß und Betätigungsgeräusche verbesserten Ventiltrieb.

[0011] Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung gemäß den Merkmalen von Anspruch 11 ermöglicht bei geringem Führungsaufwand einen besonders ruhigen und weitgehend kraftspitzenfreier Übergang der Bewegung der Rollenpakete zwischen den Führungsabschnitten.

[0012] Das Rollenpaket kann vorteilhaft mittels zumindest einer einfachen Schenkelfeder gegen den Nocken vorgespannt sein.

[0013] Bevorzugt ist zur Erzielung einer steifen und eine hohe Auslegungsgenauigkeit herstellenden Konstruktion der Schwinghebel über zumindest eine Schwinghebelachse schwenkbar im Zylinderkopf gelagert. Dabei könnte dann das hydraulische Ventilspiel-Ausgleichselement an dem mit dem Schaftende des Hubventils zusammenwirkenden Ende des Schwinghebels angeordnet sein. Bevorzugt wird jedoch vorgeschlagen, einen zumindest zweiteiligen Schwinghebel zu verwenden, dessen einer Schwinghebelteil schwenkbar gelagert ist, während dessen zweiter Schwinghebelteil ähnlich einer Wippe einerseits an dem hydraulischen Ventilspielausgleichselement und andererseits an dem Schaftende des Hubventils abgestützt ist, wobei die beiden Schwinghebelteile dazwischenliegend trieblich miteinander verbunden sind (mittels eines quer verlaufendem Mitnehmers oder einer Bolzengeelenkverbindung).

[0014] Die Erfindung ist im folgenden an Hand von in den Figuren 1 bis 7 schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dabei zeigen die Figuren:

Figur 1 einen Querschnitt entlang der Linie I-I der Figur 2 durch einen variablen Ventiltrieb im Zylinderkopf einer Hubkolben-Brennkraftmaschine mit zwei Hubventilen und zwei Nocken, einem verschiebbaren Kulissenteil, zwei Rollenpaketen und pro Rollenpaket einem auf jeweils ein Hubventil wirkenden Schwinghebel;

Figur 2 eine Ansicht gemäß Schnitt II-II der Figur 1 auf den Ventiltrieb;

Figur 3 eine Seitenansicht des zwischen dem Kulissenteil und dem Hubventil angeordnetem zweiteiligen Schwinghebels;

Figur 4 eine Draufsicht auf den Schwinghebel gemäß Figur 3;

Figur 5 Darstellung des Kulissenteils.

Figur 6 Grafiken des Ventiltriebs bei Vollhub und

Figur 7 die gleichen Grafiken bei Teilhub.

[0015] In den Figuren 1 und 2 ist mit 10 eine Nockenwelle bezeichnet, die drehbar in einem nur teilweise dargestellten Zylinderkopf 12 einer mehrzylindrigen Hubkolben-Brennkraftmaschine gelagert ist und Nocken 14 zur Betätigung von Einlass-Hubventilen trägt, wobei zwei benachbarte Hubventile bzw. deren Ventilschäfte 16 dargestellt sind.

[0016] Zur Erzielung eines variablen Ventiltriebs ist im Zylinderkopf 12 ein Kulissenteil 18 über Passbohrungen 20 auf ortsfesten Führungsbolzen 22 verschiebbar angeordnet. Das Kulissenteil 18 ist eine ebene Platte, die sich senkrecht zur Achse der Nockenwelle 10 erstreckt. Die beiden Passbohrungen 20 sind parallel zueinander ausgebildet und in der Darstellung der Figuren 1, 2 und 5 übereinander angeordnet. Das Kulissenteil 18 kann mittels einer lediglich in den Fig. 1 und Fig. 5 dargestellten in Zylinderkopf 12 drehbar gelagerten Exzenterwelle 60 mit darauf drehfest ausgebildetem Exzenternocken 61 über dessen Nockenkontur, die hydraulisch oder elektrisch durch Verdrehen der Exzenterwelle 60 verstellt wird, oder mit einer anderen geeigneten Verstell-einrichtung bekannter Art in Richtung des Doppelpfeils 24 verstellt werden. Die rückstellende Wirkung erzeugt eine auf einem der ortsfesten Führungsbolzen konzentrisch gelagerte Rückstellfeder 74.

[0017] Das Kulissenteil 18 ist eine ebene Platte, die sich senkrecht zur Achse der Nockenwelle 14 erstreckt. Im Kulissenteil 18 ist senkrecht zur Plattenebene eine schlitzförmige Durchgangsöffnung 62 ausgebildet, die in der Plattenebene profiliert ist. Das Profil der schlitzförmigen Durchgangsöffnung bildet an der einen den Schlitz nach oben begrenzenden Längsseite eine Kulissenführung mit einer nach unten gekrümmten Verstellrampe 30 und einer parallel zur Verstellrichtung 24 des Kulissenteils 18 geradlinigen Vorbeschleunigungsrampe 32.

[0018] Durch die schlitzförmige Durchgangsöffnung hindurch erstreckt sich ein Führungsbolzen 63 senkrecht zur Plattenebene, der mit seinem mittleren Bolzenabschnitt 64 durch die Profilierung der Durchgangsöffnung 62 unter Zusammenwirkung mit den besagten Rampen 30, 32 längs der Kulissenführungsrichtung geführt verschiebbar gelagert und der senkrecht zur Plattenebene fest gelagert ist. Beiderseits des Kulissenteils 18 ist jeweils auf einer Verlängerung des Führungsbolzens 63 ein Rollenpaket 34 angeordnet, bestehend aus den Rollen 34a, 34b, 34c, die jeweils drehbar und in Richtung ihrer Drehachse fest gelagert sind.

[0019] Das Rollenpaket 34 weist eine mittlere Rolle

34a auf (Figur 2), die an dem Nocken 14 anläuft. Links und rechts dazu benachbart sind zwei weitere Rollen 34b, 34c vorgesehen, die an den Anlaufflächen 36a, 36b eines Schwinghebels 36 abwälzen.

[0020] Die rückstellende Kraft einer vorgespannten Rückstellfeder 70 hält den mittleren Bolzenabschnitt 64 des Durchgangsbolzens 63 über den gesamten Verschiebungsbereich des Durchgangsbolzens 63 in der Durchgangsöffnung 62 in sicherem Berührkontakt zu der die Verstellrampe 30 bzw. die Vorbeschleunigungsrampe 32 bildenden Führungsfläche. Beispielsweise ist hierzu - wie in den Figuren 1 und 2 dargestellt ist - jeweils eine Spiralbiefefeder als Druckfeder mit einem Federarm 72 zylinderkopffest gelagert. Der andere Federarm 71 steht jeweils unter vorgespanntem Berührkontakt zum Durchgangsbolzen 63 axial zwischen Rollenpaket 34 und Kulissenteil 18, so dass die rückstellende Federkraft den mittleren Bolzenabschnitt 64 des Durchgangsbolzens 63 über den gesamten Verschiebebereich des Durchgangsbolzens 63 in der Durchgangsöffnung 62 in sicherem Berührkontakt zu der die Verstellrampe 30 bzw. die Vorbeschleunigungsrampe 32 bildenden Führungsfläche und die mittlere Rolle 34a in ständigem Berührkontakt zum korrespondierenden Nocken 14 hält.

[0021] Der Schwinghebel 36 setzt sich - wie in der DE 100 16 103 A1 genauer dargestellt - aus einem ersten, H-förmigen Schwinghebelteil 40 und einem dazwischen liegenden Schwinghebelteil 42 zusammen, die wie folgt angeordnet sind:

[0022] Der erste Schwinghebelteil 40 ist einerseits über Lagerbohrungen 44 auf ortsfesten Schwinghebelaachsen 46 schwenkbar gelagert und trägt die Anlaufflächen 36a, 36b für die Rollen 34b, 34c des Rollenpaketes 34. Ferner weist der Schwinghebelteil 40 einen querverlaufenden Mitnehmer 48 auf, der auf den dazwischen angeordneten zweiten Schwinghebelteil 42 nach Art einer Wippe wirkt.

[0023] Der zweite Schwinghebelteil 42 stützt sich - wie in der DE 100 16 103 A1 - einerseits über eine Kugelpfanne 50 an einem einen entsprechenden Kugelpfanne aufweisendem Ventilspiel-Ausgleichselement 52 ab, das im Zylinderkopf 12 wie dargestellt angeordnet ist. Dessen anderes Ende trägt einen Mitnehmer 53, der mit dem Schaftende des Hubventils 16 zusammenwirkt.

[0024] Durch die beschriebene Anordnung wird eine exakte Ventilbetätigung mit ruhendem Ventilspielausgleichselement 52 (geringere bewegte Massen) geschaffen.

[0025] Wie insbesondere aus der Figur 1 ersichtlich ist, liegt die Verstellrampe 30 nach unten gekrümmt in einer etwa senkrechten Richtung zur Verstellrichtung 24 des Kulissenteils 18 auslaufend. Das Rollenpaket 34 wirkt auf den Schwinghebel 36, wobei dessen Anlaufflächen 36a, 36b in Fig. 1 parallel zur Verstellrichtung 24 und somit zur Vorbeschleunigungsrampe 32 ausgerichtet sind. Der Schwinghebel 36 liegt dabei im wesentlichen unterhalb der Nockenwellen-Drehachse 10a zwischen dem tangential zum Nocken 14 verstellbaren Ku-

lissenteil 18 und dem Hubventil 16. Die geradlinige Vorbeschleunigungsrampe 32 ist parallel zur Verstellrichtung 24 des Kulissentils 18 ausgebildet.

[0026] Die Figuren 1 und 2 (entspricht dem Vollhub) zeigen den Schwinghebel 36 (vgl. Figuren 3 und 4) bzw. dessen Schwinghebelteil 40 in der Position bei geschlossenem Hubventil 16, wobei der Schwinghebel 36 insgesamt über das Ventilspielausgleichselement 52 spielfrei gehalten ist.

[0027] In dieser Position steht die mittlere Rolle 34a in Berührung mit dem im Grundkreis 14b des Nockens 14 ausgebildeten Umfangsabschnitt des Nockens und der mittlere Bolzenabschnitt 64 des Durchgangsbolzen 63 in Berührung mit der Vorbeschleunigungsrampe 32.

[0028] In dieser Position steht das Rollenpaket 34 auch in Berührung mit den Anlaufflächen 36a, 36b des Schwinghebels 36. Bei einer Ventilbetätigung wird zunächst aufgrund der Nockenkontur die in ständigem Berührung mit dem Nocken 14 über die Rückstellfeder 70 gehaltene mittlere Rolle und somit das gesamte Rollenpaket 34 unter Beibehaltung des Berührungskontaktes des mittleren Bolzenabschnitts 64 des Durchgangsbolzens 63 zu dem geradlinig ausgebildeten, die Vorbeschleunigungsrampe 32 bildenden Führungsbereich a unter Beibehaltung des Berührungskontaktes zu den parallel zur Vorbeschleunigungsrampe 32 ausgebildeten Anlaufflächen 36a, 36b des Schwinghebels unter Vorbeschleunigung verschoben. Sobald der mittlere Bolzenabschnitt 64 des Durchgangsbolzens 63 in den nach unten gekrümmten Verstellrampe 30 bildenden Führungsbereich b der Führungsfläche der Kulissee des Kulissentils erreicht, wird der Durchgangsbolzen 63 unter ständig über die Rückstellfeder 70 gesicherten Berührung mit der Verstellrampe 30 entlang der Kontur der Verstellrampe 30 nach unten bewegt. Hierdurch wird über die Rolle 34b, 34c und die Anlaufflächen 36a, 36b des Schwinghebels 36 in der weiteren Erzeugungsbewegung das Hubventil 16 betätigt.

[0029] Beim Schließen des Hubventils 16 wiederum wird der Schwinghebel 36 aufgrund der Nockenkontur des Nockens 14 und der rückstellenden Kraft der auf den Durchgangsbolzen 63 wirkenden Rückstellfeder 70 entsprechend der nach oben gerichteten gekrümmten Bewegung des Rollenpakets 34 entlang der Verstellrampe 30 nach oben geschwenkt und - sobald der mittlere Teil des Durchgangsbolzens 63 die geradlinige horizontale Vorbeschleunigungsrampe 30 erreicht - wird lediglich der Durchgangsbolzen 63 mit Rollenpaket 34 parallel zwischen der Vorbeschleunigungsrampe 30 und der Anlauffläche 36a, 36b des Schwinghebels 36 verschoben. Die Anlaufflächen 36a, 36b sind dabei so am Schwinghebel 36 ausgebildet, dass sie in dieser geschlossenen Position des Hubventils 16 parallel zur Vorbeschleunigungsrampe 30 erstreckt sind. Ein Verschwenken des Schwinghebels 36 findet somit während der Bewegung des Durchgangsbolzens 63 entlang der Vorbeschleunigungsrampe 30 nicht statt.

[0030] Die Ausbildung der Führungsfläche zur Vorbeschleunigung und zur Verstellung an einer gemeinsamen Seite der schlitzförmigen Durchgangsöffnung ermöglicht die einfache Fertigung eines Kulissentils, bei welchem beim Übergang zwischen Vorbeschleunigungsphase und zwischen Verstellphase sicherer Kontakt der Führungsrollen gewährleistet werden kann. Kraftspitzen durch Wechsel der Führungsflächen werden vermieden. Die Vorbeschleunigung des Rollenpakets 34 erfolgt mit Kontakt der Rollen zum Hebel ohne den Hebel dabei aufzudrücken. Dabei ist die Größe der Vorbeschleunigung mit der Ausbildung des Hebels und der Rückstellfeder derart abgestimmt, dass das Ventil nicht vorzeitig öffnet.

[0031] Bei abnehmendem Ventilhub, die bei der Verstellung des Kulissentils 18 über den Exzenternocken 61 der in Figur 1 gezeigten Darstellung nach rechts erfolgt, nimmt die Strecke A der Vorbeschleunigungsrampe entsprechend zu. Auf diese Weise kann durch Verstellen des Kulissentils 18 der Ventilhub variabel eingestellt werden, wodurch gleichzeitig die Phase der Vorbeschleunigung den Erfordernissen entsprechend angepasst wird.

[0032] Die geometrische Auslegung des Nockens 14 und der Verstellrampen 30, 32 im Kulissenteil 18 sind anhand der Grafiken gemäß Figuren 6 und 7 näher erläutert.

[0033] Dabei zeigt die Figur 6 die Bewegungskurven bei einem Vollhub und die Figur 7 die Bewegungskurven bei einem Teilhub des Hubventils 16.

[0034] Dabei ist im Diagramm der Ventilhubverlauf über den Öffnungswinkel dargestellt. Mit s_v ist die jeweilige Ventilhubdauer eingetragen.

[0035] Die Kurve m entspricht der Auslenkbewegung des Rollenpaketes 34 durch den Nocken 14, wobei die Anteile der Erregungsbewegung dem Leerweg a des Rollenpaketes 34 entsprechen.

[0036] Auch bei Vollhub (Figur 6) liegt ein Leerweg a vor, der den Anfangspunkt der Erzeugungsbewegung (Ventilbetätigung) auf den Ast zwischen b und c der Kurve m legt, der etwa einer gleichmäßigen Auslenkgeschwindigkeit des Rollenpaketes 34 durch den Nocken 14 entspricht.

[0037] Die Kurve d beschreibt die geometrische Auslegung der Verstellrampe 30, die in Verbindung mit der Auslegung der Kurve m die tatsächliche Ventilerhebung gemäß Kurve e über die Ventilhubdauer s_v ergibt. Die weitere Kurve f beschreibt den Verlauf der Ventilbeschleunigung, wobei bemerkenswert ist, dass die Beschleunigungsspitzen bei Vollhub (Figur 6) und Teilhub (Figur 7) etwa gleich sind.

[0038] Der beschriebene Ventiltrieb ermöglicht somit "füllige" Ventilerhebungskurven e für den Vollhub der Hubventile 16, ohne erhöhte Beschleunigungsspitzen bei Teilhub.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0039]

10	Nockenwelle
12	Zylinderkopf
14	Nocken
14b	Nockengrundkreis
16	Ventilschaft des Hubventils
18	Kulissenteil
20	Passbohrung
22	Führungsbolzen
24	Verschieberichtung
30	Verstellrampe
32	Vorbeschleunigungsrampe
34	Rollenpaket
34a	Rolle
34b	Rolle
34c	Rolle
36	Schwinghebel
36a	Anlauffläche
36b	Anlauffläche
40	Schwinghebelteil
42	Schwinghebelteil
44	Lagerbohrung
46	Schwinghebelachse
48	Mitnehmer
50	Kugelpfanne
52	Ausgleichselement
53	Mitnehmer
60	Exzenterwelle
61	Exzenternocken
62	Durchgangsöffnung
63	Durchgangsbolzen
64	Mittlerer Bolzenabschnitt
70	Rückstellfeder
71	Federarm
72	Federarm
73	Federarm
74	Rückstellfeder

Patentansprüche

1. Variabler Ventiltrieb für Hubkolbenmaschinen, insbesondere Brennkraftmaschinen, mit zumindest einem Nocken einer in einem Zylinderkopf drehbar gelagerten Nockenwelle, welcher Nocken über ein in einem Kulissenteil entlang einer Vorbeschleunigungsrampe für die Erregungsbewegung des Rollenpaketes und über eine Verstellrampe verschiebbar geführtes Rollenpaket und einem nachgeschalteten Ventilbetätigungselement ein Hubventil betätigt, wobei der Ventilhub durch Verschieben des Kulissenteils relativ zum Nocken variabel einstellbar und das Rollenpaket gegen den Nocken federnd vorgespannt ist,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Verstellrampe (30) und die Vorbeschleunigungsrampe (32) für die Erregungsbewegung (Leerweg a) des Rollenpaketes (34) die hintereinanderangeordnet ausgebildeten Führungsabschnitte einer einseitigen zur Führung des Rollenpaketes (34) auf das Führungselement einwirkenden Führungsfläche der Kulissenführung bilden.

2. Ventiltrieb nach Anspruch 1, wobei im Kulissenteil (18) eine schlitzförmige Führungsöffnung (62) ausgebildet ist, deren Kontur die gemeinsame Verstellrampe (30) und Vorbeschleunigungsrampe (32) bildet.

3. Ventiltrieb nach Anspruch 1 oder 2, mit dauerhaftem Kopplungskontakt - insbesondere Berührkontakt - zwischen Rollenpaket (34) und einem Ventiltriebelement (36) sowohl in Bewegungsbereich der Vorbeschleunigung als auch im Bewegungsbereich der Verstellung des Rollenpaketes.

4. Variabler Ventiltrieb für Hubkolbenmaschinen, insbesondere Brennkraftmaschinen, gemäß den Merkmalen von Anspruch 1, 2 oder 3, mit zumindest zwei Nocken (14) einer in einem Zylinderkopf (12) drehbar gelagerten Nockenwelle (10), welche Nocken (14) jeweils über ein in einem Kulissenteil (18) entlang einer Vorbeschleunigungsrampe (32) für die Erregungsbewegung (Leerweg a) des Rollenpaketes (34) und über eine Verstellrampe (30) verschiebbar geführtes Rollenpaket (34) und ein nachgeschaltetes Ventilbetätigungselement ein Hubventil betätigen, wobei der Ventilhub durch Verschieben des Kulissenteils (18) relativ zum Nocken (14) variabel einstellbar und das Rollenpaket (34) gegen den Nocken (14) federnd vorgespannt ist, bei dem entlang einer für beide Rollenpakete (34) in einem gemeinsamen Kulissenteil (18) gemeinsam ausgebildeten Verstellrampe (30) und Vorbeschleunigungsrampe (32) beide Rollenpakete (34) gemeinsam verschiebbar geführt sind.

5. Ventiltrieb nach Anspruch 4, bei dem die beiden Rollenpakete (34) benachbart zueinander beiderseits des zwischen diesen beiden Rollenpaketen (34) angeordneten gemeinsamen Kulissenteils angeordnet sind.

6. Ventiltrieb nach Anspruch 5, wobei im Kulissenteil (18) eine durch das Kulissenteil (18) erstreckt ausgebildete schlitzförmige Führungsöffnung (62) ausgebildet ist, deren Kontur die gemeinsame Verstellrampe (30) und Vorbeschleunigungsrampe (32) bildet und wobei ein gemeinsames Führungselement (63) durch die Führungsöffnung (62) erstreckt in der Führungsöffnung (62) verschiebbar gelagert aus-

gebildet ist, an dem beide Rollenpakete (34) drehbar gelagert sind.

7. Ventiltrieb nach Anspruch 6,
wobei das gemeinsame Führungselement (63) ein Lagerbolzen ist, der durch die Führungsöffnung (62) erstreckt ausgebildet ist. 5
8. Ventiltrieb nach Anspruch 6 oder 7,
bei dem das gemeinsame Führungselement (63) beiderseits des Kulissenteils (18) nach außen verlängert ausgebildet ist, wobei auf jeder dieser Verlängerungen ein Rollenpaket (34) drehbar gelagert ist. 10
9. Ventiltrieb nach Anspruch 8,
bei dem die Erregungsbewegung des Rollenpaketes (34) der Anfangsbeschleunigung und der Endverzögerung einem Konturabschnitt des Nockens (14, Leerweg a) entspricht. 20
10. Ventiltrieb nach den Ansprüchen 9,
bei dem die Kontaktflächen (36a, 36b) des Schwinghebels (16) für das Rollenpaket (34) parallel zur Verschieberichtung (24) des Kulissenteiles (18) ausgerichtet ist. 25
11. Ventiltrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 10,
bei dem die Verstellrampe (30) und eine Vorbeschleunigungsrampe (32) für die Erregungsbewegung (Leerweg a) des Rollenpaketes (34) in einer schlitzförmigen Kulissenführung ausgebildet sind, wobei die Verstellrampe (30) und die Vorbeschleunigungsrampe (32) die hintereinanderangeordnet ausgebildeten Führungsabschnitte einer einseitig zur Führung der Rollenpakete (34) auf das Führungselement einwirkenden Führungsfläche der Kulissenführung bilden. 30
40
12. Ventiltrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Rollenpaket (34) mittels zumindest einer Schenkelfeder (56) gegen den Nocken (14) vorgespannt ist. 45
13. Ventiltrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12,
bei dem das Kulissenteil (18) über entsprechende Passbohrungen (20) an am Zylinderkopf (12) befestigten Führungsstiften (22) geführt ist. 50
14. Ventiltrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13,
bei dem der Schwinghebel (36) jeweils über eine oder mehrere Schwinghebelachsen (46) schwenkbar gelagert ist. 55

15. Ventiltrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14,
bei dem der Schwinghebel (36) jeweils zumindest zweiteilig ausgebildet ist, wobei der erste Schwinghebelteil (40) schwenkbar über die Schwinghebelachsen (46) gelagert ist und die Anlaufflächen (36a) für das Rollenpaket (34) aufweist und trieblich mit einem zweiten, parallel dazu angeordnetem Schwinghebelteil (42) zusammenwirkt, der einerseits an einem hydraulischen Ventilspielausgleichselement (52) schwenkbar abgestützt und andererseits an dem Schaftende des Hubventils (16) angreift.
16. Ventiltrieb nach Anspruch 15,
bei dem der erste Schwinghebelteil (40) H-förmig mit zwei Hebelabschnitten mit Anlaufflächen (36a) und einem auf den zweiten Schwinghebelteil (42) wirkenden, querverlaufenden Mitnehmer (48) ausgebildet ist und dass der zweite Schwinghebelteil (42) zwischen den beiden Hebelabschnitten des ersten Schwinghebelteils (40) verläuft.

FIG. 1

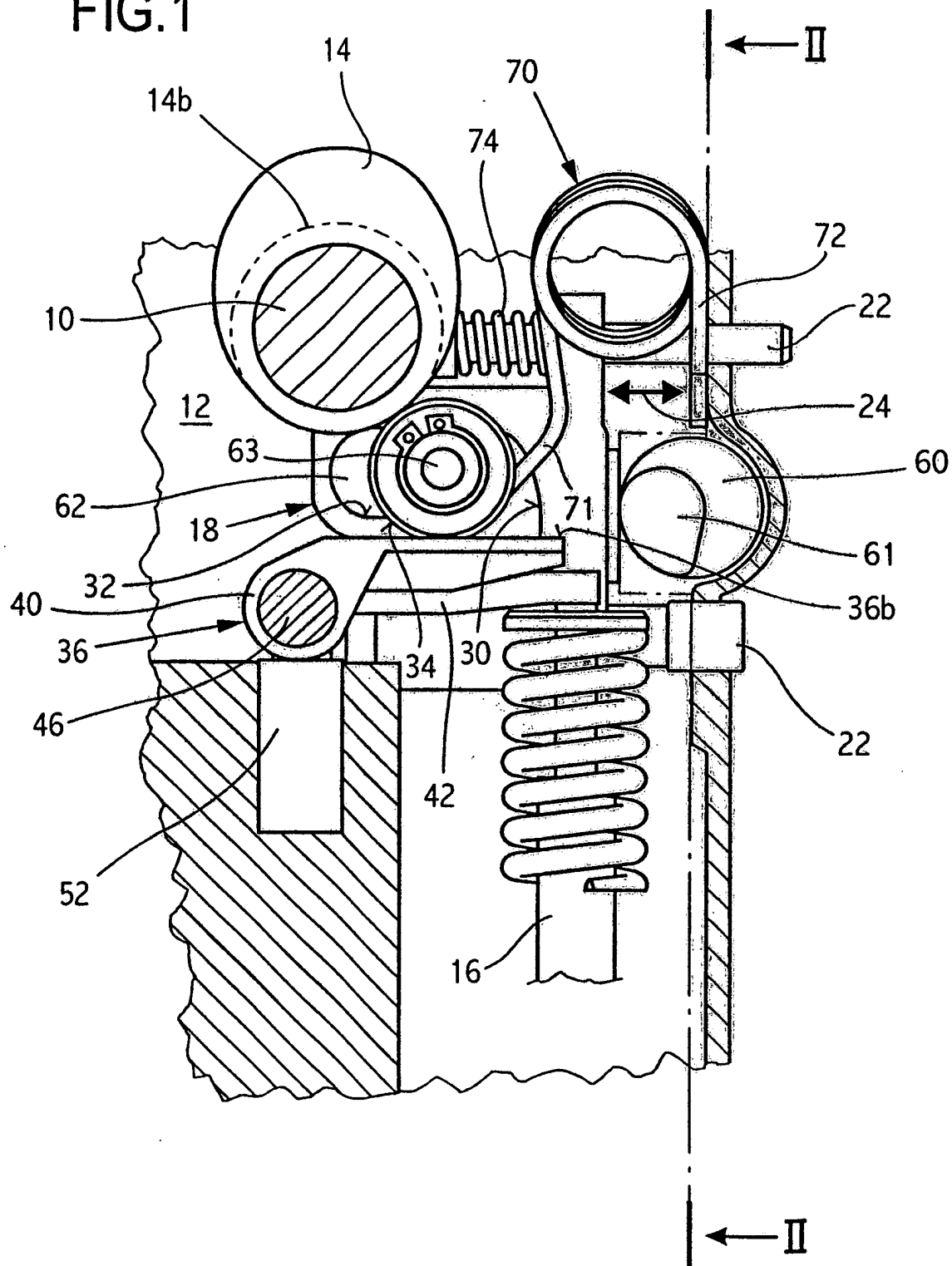


FIG.2

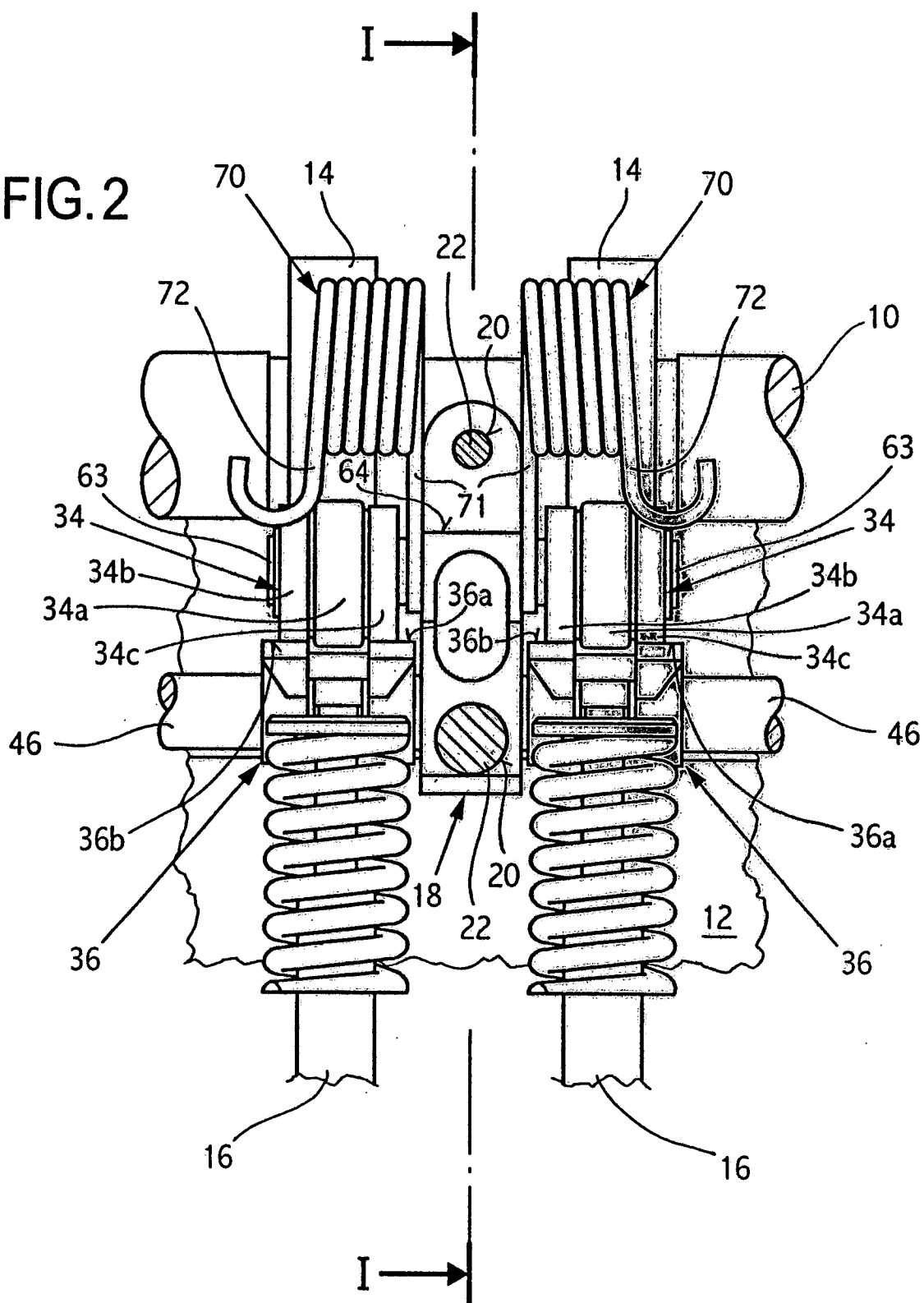


FIG. 3

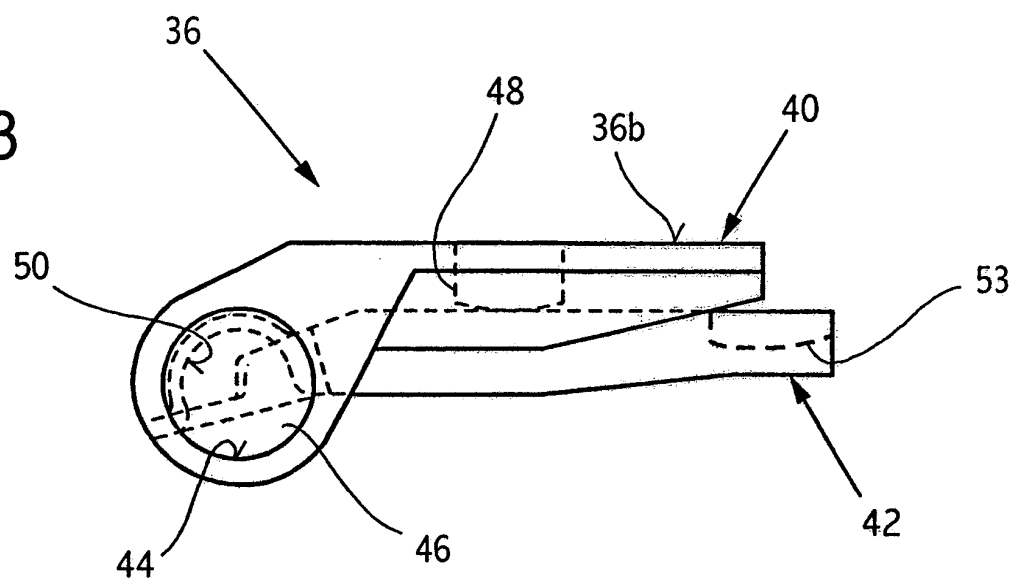


FIG. 4

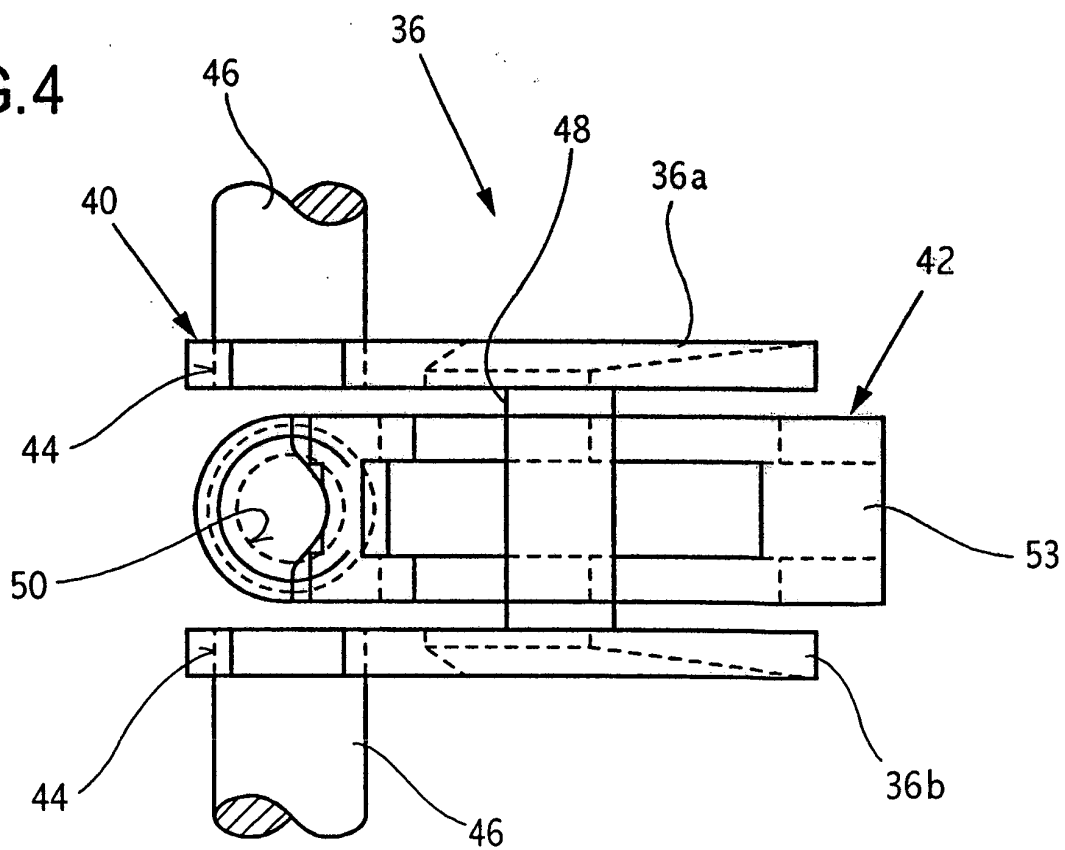


FIG. 5

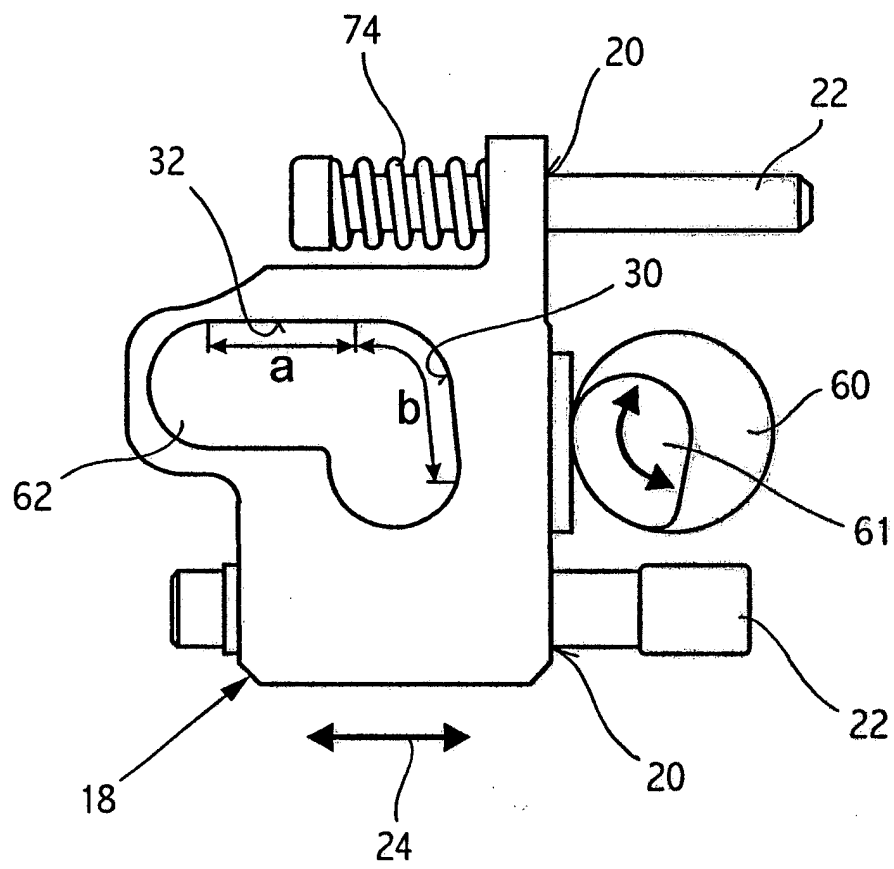


FIG. 6

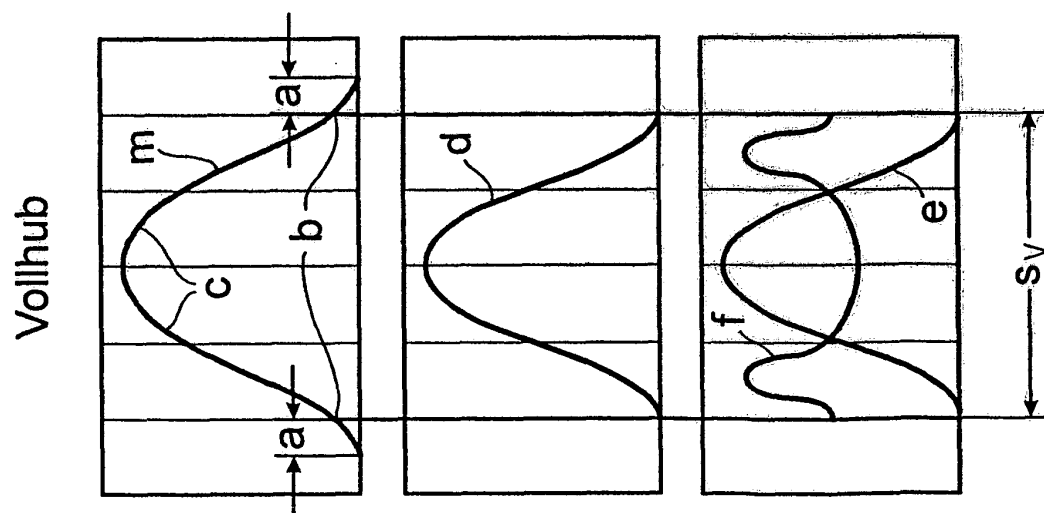
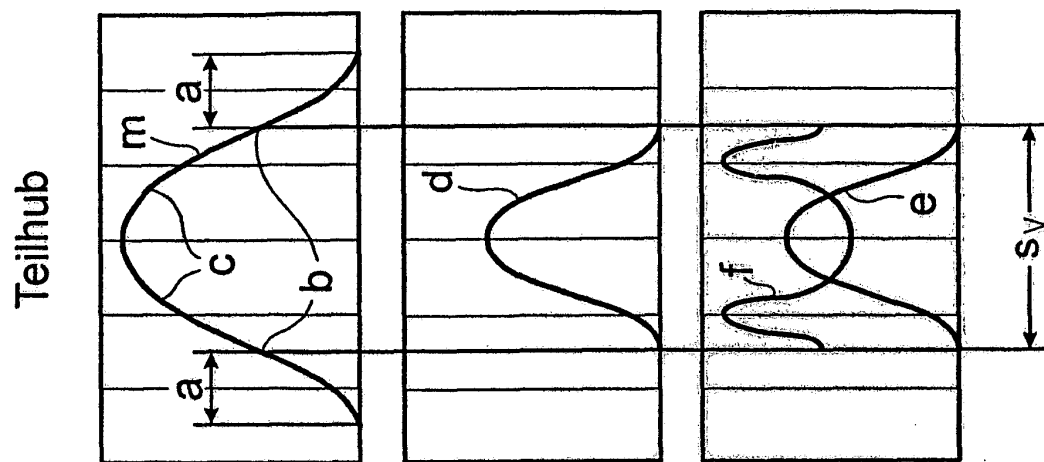


FIG. 7





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 03 01 2214

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,X	DE 100 16 103 A (AUDI NSU AUTO UNION AG) 4. Oktober 2001 (2001-10-04) * das ganze Dokument *	1,2, 12-16	F01L13/00
Y	---	1-3, 12-16	
Y	WO 98 36157 A (ARMSTRONG MARK FREDERICK) 20. August 1998 (1998-08-20) * Seite 9, Zeile 17 - Seite 10, Zeile 15; Abbildungen 2A,2B,11,16A,16B * * Seite 12, Zeile 2 - Seite 12, Zeile 19 *	1-3, 12-16	
A	DE 42 23 173 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 20. Januar 1994 (1994-01-20) * das ganze Dokument *	1	
A	DE 44 46 725 A (META MOTOREN ENERGIETECH) 11. Januar 1996 (1996-01-11) * Abbildungen 2,3 *	4	
A	DE 197 01 203 A (DAIMLER BENZ AG) 23. Juli 1998 (1998-07-23) * Abbildung 1 *	1,4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
	-----		F01L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
MÜNCHEN	1. Oktober 2003	Clot, P	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 01 2214

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

01-10-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10016103 A	04-10-2001	DE 10016103 A1	04-10-2001
		WO 0175279 A1	11-10-2001
		EP 1268988 A1	02-01-2003
		US 2003037739 A1	27-02-2003

WO 9836157 A	20-08-1998	AU 5973998 A	08-09-1998
		WO 9836157 A1	20-08-1998
		BR 9808643 A	23-05-2000
		CN 1251637 T	26-04-2000
		EP 0963508 A1	15-12-1999
		JP 2002505726 T	19-02-2002
		US 2003159667 A1	28-08-2003

DE 4223173 A	20-01-1994	DE 4223173 A1	20-01-1994
		DE 4326331 A1	09-02-1995

DE 4446725 A	11-01-1996	DE 4446725 A1	11-01-1996
		DE 59400413 D1	14-08-1996
		EP 0659232 A1	28-06-1995
		JP 7509768 T	26-10-1995
		US 5592906 A	14-01-1997

DE 19701203 A	23-07-1998	DE 19701203 A1	23-07-1998

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82