

(19)



(11)

EP 3 453 850 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.03.2019 Patentblatt 2019/11

(51) Int Cl.:
F01L 13/00 ^(2006.01) **F01L 1/26** ^(2006.01)
F01L 1/18 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18186844.9**

(22) Anmeldetag: **01.08.2018**

(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:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **MAN Truck & Bus AG**
80995 München (DE)

(72) Erfinder: **Bogdanski, Peter**
91126 Schwabach (DE)

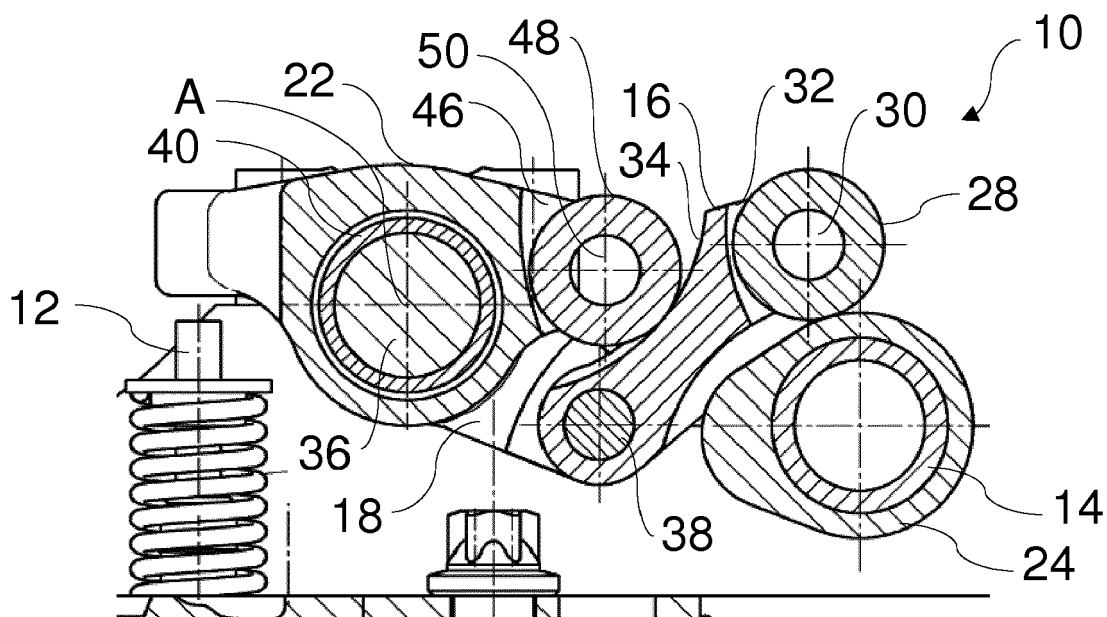
(74) Vertreter: **v. Bezold & Partner Patentanwälte -
 PartG mbB**
Akademiestraße 7
80799 München (DE)

(30) Priorität: **24.08.2017 DE 102017119348**

(54) VARIABLER VENTILTRIEB

(57) Die Erfindung betrifft einen variablen Ventiltrieb (10) für eine Brennkraftmaschine. Der variable Ventiltrieb (10) weist eine Nockenwelle (14) mit einem Nocken (24) und einen Kipphebel (22) zum Betätigen mindestens eines Gaswechselventils (12) der Brennkraftmaschine auf. Der variable Ventiltrieb (10) weist ein Schwenkhebeelement (16), insbesondere Schwenkhebelkulisse, auf, das eine Anlagefläche (34) und einen Nockenfolger (28) auf-

weist. Die Anlagefläche (34) ist in Wirkverbindung, insbesondere in Kontakt, mit dem Kipphebel (22), und der Nockenfolger (28) folgt einer Nockenkontur des Nockens (24). Der variable Ventiltrieb (10) weist einen ersten Hebelarm (18), der das Schwenkhebeelement (16) schwenkbar lagert und der mit einer antreibbaren Schwenkwelle (36) zum Schwenken um eine Längsachse (A) der Schwenkwelle (36) verbunden ist, auf.

FIG. 1**EP 3 453 850 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen variablen Ventiltrieb für eine Brennkraftmaschine.

[0002] Es ist allgemein bekannt, variable Ventiltriebe zum Verändern von Schaltzeiten und Ventilhuben von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine während des Betriebs der Brennkraftmaschine zu verwenden. Im Stand der Technik ist eine Vielzahl von variablen Ventiltrieben bekannt.

[0003] Die US 2005/0150472 A1 offenbart ein Beispiel für einen variablen Ventiltrieb. Der variable Ventiltrieb weist eine Nockenwelle, die drehbar an einem festen Teil des Motors gelagert ist und einen Nocken umfasst, auf. Ein erster Kipphebel ist schwenkbar an einem festen Teil des Motors gelagert. Der erste Kipphebel steht in Eingriff mit einem Schaft eines Motorventils. Eine drehbare Trommel wird von einem festen Teil des Motors getragen und umgibt den Nocken zumindest teilweise. Ein zweiter Kipphebel ist schwenkbar an der Trommel gelagert. Zum Drehen der Trommel ist ein Steuerelement vorgesehen. Der zweite Kipphebel weist einen Nockenfolger auf, der dem Nocken der Nockenwelle folgt. Der erste Kipphebel weist eine Rolle in Kontakt mit einer Auflagefläche des zweiten Kipphebels auf.

[0004] Nachteilig an bekannten variablen Ventiltrieben, wie beispielsweise dem variablen Ventiltrieb aus der US 2005/0150472 A1, ist, dass diese häufig einen komplizierten Aufbau, eine große Teileanzahl und/oder einen großen Bauraum aufweisen.

[0005] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zu Grunde, einen verbesserten variablen Ventiltrieb zu schaffen, mit dem Nachteile im Stand der Technik überwunden werden können. Insbesondere soll der variable Ventiltrieb einen einfachen Aufbau, wenige Teile und/oder nur einen geringen Bauraum aufweisen.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch einen variablen Ventiltrieb gemäß dem unabhängigen Anspruch. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen und der Beschreibung angegeben.

[0007] Der variable Ventiltrieb ist für eine Brennkraftmaschine geeignet. Der variable Ventiltrieb weist eine Nockenwelle mit einem Nocken auf. Der variable Ventiltrieb weist einen Kipphebel zum Betätigen mindestens eines Gaswechselventils der Brennkraftmaschine auf. Der variable Ventiltrieb weist ein Schwenkhebelement, insbesondere Schwenkhebelkulisse, auf, das eine Anlagefläche und einen Nockenfolger aufweist. Die Anlagefläche ist in Wirkverbindung, insbesondere in Kontakt, mit dem Kipphebel und der Nockenfolger folgt einer Nockenkontur des Nockens. Der variable Ventiltrieb weist einen ersten Hebelarm auf, der das Schwenkhebelement schwenkbar lagert und der mit einer antreibbaren Schwenkwelle zum Schwenken um eine Längsachse der Schwenkwelle verbunden ist.

[0008] Der variable Ventiltrieb ermöglicht eine variable Übertragung der Nockenkontur auf den Kipphebel durch Verändern einer Position einer Schwenkachse, die das

Schwenkhebelement mit dem ersten Hebelarm schwenkbar verbindet. Im Einzelnen bewirkt eine Verstellung des Hebelarms durch die Schwenkwelle, dass die Position der Schwenkachse verändert wird, was zu einer Verschiebewegung des Schwenkhebelements führt. Dabei verändern sich die Kontaktpositionen zwischen dem Kipphebel, dem Schwenkhebelement und dem Nocken. Die veränderten Kontaktpositionen können dafür benutzt werden, unterschiedliche "Übersetzungen" der Nockenkontur auf den Kipphebel durch das Schwenkhebelement zu realisieren und damit die Höhe des maximalen Ventilhubes zu beeinflussen.

[0009] Um die Variabilität des Ventiltriebs zu gewährleisten, werden lediglich wenige zusätzliche Teile gegenüber einem nicht-variablen Ventiltrieb benötigt. Dazu gehören insbesondere der erste Hebelarm und das Schwenkhebelement. Die vergleichsweise einfache Konstruktion ermöglicht zudem ein robustes System und erfordert je nach Ausführung nur wenig zusätzlichen Bauraum.

[0010] Bevorzugt kann der Kipphebel über die Anlagefläche des Schwenkhebelements und den Nockenfolger des Schwenkhebelements in Wirkverbindung mit dem Nocken zum Betätigen des mindestens einen Gaswechselventils stehen.

[0011] In einem Ausführungsbeispiel ist der Kipphebel schwenkbar um die Schwenkwelle gelagert. Zusätzlich oder alternativ dient die Schwenkwelle als Kipphebelachse für den Kipphebel. Eine derartige Konfiguration verringert den Bauraum des variablen Ventiltriebs erheblich, da nicht eine Welle zum Verschwenken des ersten Hebelarms und eine Kipphebelachse zum schwenkbaren Verbinden mit dem Kipphebel getrennt voneinander vorgesehen werden müssen.

[0012] In einem weiteren Ausführungsbeispiel bewirkt eine Drehung der Schwenkwelle ein Verschwenken des ersten Hebelarms und des Schwenkhebelements, so dass eine Übertragung der Nockenkontur des Nockens von dem Schwenkhebelement zu dem Kipphebel, insbesondere stufenlos, veränderbar ist. Die auf das mindestens eine Gaswechselventil übertragene Ventilhubkurve kann durch Verändern der Position der Schwenkachse, die den ersten Hebelarm und das Schwenkhebelement schwenkbar verbindet, mittels Verschwenken des ersten Hebelarms verändert werden.

[0013] In einer Weiterbildung ist die Übertragung zum Verändern eines Ventilhubmaximums des mindestens einen Gaswechselventils veränderbar, insbesondere bis hin zu einem Nullhub des mindestens einen Gaswechselventils. Dies hat den Vorteil, dass die durch das Gaswechselventil strömende Gasmenge durch den variablen Ventiltrieb variiert werden kann, insbesondere bis hin zu einem Blockieren der Gasmenge durch ein Geschlossen-Halten des Gaswechselventils, was beispielsweise für eine Zylinderabschaltung genutzt werden kann.

[0014] In einer Ausführungsvariante ist der erste Hebelarm drehfest mit der Schwenkwelle verbunden. Durch die starre Verbindung kann eine Drehbewegung der

Schwenkwelle direkt auf den ersten Hebelarm zum Verschwenken desselben übertragen werden. Der erste Hebelarm kann direkt drehfest mit der Schwenkwelle oder über eine Zwischenschaltung eines oder mehrerer Zwischenglieder, zum Beispiel eine die Schwenkwelle umgebende Hülse, indirekt drehfest mit der Schwenkwelle verbunden sein.

[0015] Es ist auch möglich, eine andere Verbindung zwischen dem ersten Hebelarm und der Schwenkwelle zu verwenden, die bei einer Drehung der Schwenkwelle ein Verschwenken des ersten Hebelarms bewirkt.

[0016] In einer weiteren Ausführungsvariante wird das Schwenkhebelelement beim Folgen der Nockenkontur des Nockens durch den Nockenfolger relativ zu dem ersten Hebelarm verschwenkt. Alternativ oder zusätzlich ist eine Schwenkachse vorgesehen, die den ersten Hebelarm und das Schwenkhebelelement schwenkbar miteinander verbindet. Die schwenkbare Verbindung (Schwenkachse) zwischen dem Schwenkhebelelement und dem ersten Hebelarm kann somit zwei Aufgaben erfüllen. Einerseits wird ein Verschwenken des Schwenkhebelelements zum Folgen der Nockenkontur des Nockens ermöglicht. Andererseits dient die Verbindung (Schwenkachse) als Aufhängung für das Schwenkhebelelement, deren Position mittels des ersten Hebelarms veränderbar ist, um die Ventilhubkurve des mindestens einen Gaswechselventils zu verändern.

[0017] In einem Ausführungsbeispiel weist der Kipphebel eine drehbare Rolle zum Kontaktieren der Anlagefläche auf. Die drehbare Rolle kann auf der Anlagefläche aufliegen. Die Anlagefläche kann einen stetigen Verlauf aufweisen. Die drehbare Rolle kann eine stufenlose Verstellung des variablen Ventiltriebs ermöglichen.

[0018] In einer Weiterbildung können der Nockenfolger des Schwenkhebelelements und die drehbare Rolle des Kipphebels gleich ausgebildet sein. Damit können der Nockenfolger und die Rolle des Kipphebels als Gleichteile ausgeführt sein. Dies verringert die Teilevielfalt.

[0019] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die Anlagefläche konkav ausgebildet. Die Anlagefläche kann jedoch auch flach oder konvex realisiert werden. Dies hängt von den gewählten Hebelverhältnissen des Ventiltriebs ab.

[0020] In einer Ausführungsvariante ist die Schwenkwelle nur in einem begrenzten Winkelbereich kleiner als 360°, insbesondere in einem Winkelbereich kleiner als 120°, drehbar. Dies kann dadurch bedingt sein, dass der erste Hebelarm nur in einem kleinen Winkelbereich zum Verschwenken des Schwenkhebelelements zum Verändern der Übertragung der Nockenkontur auf den Kipphebel verschwenkt werden muss. Der begrenzte notwendige Winkelbereich zum Drehen der Schwenkwelle kann einen Einfluss auf eine Antriebseinheit der Schwenkwelle und eine Verbindung zwischen der Antriebseinheit und der Schwenkwelle haben.

[0021] Vorzugsweise kann die Schwenkwelle drehbar in Lagerböcken gelagert sein, die bevorzugt an einem

Zylinderkopf der Brennkraftmaschine befestigt sind.

[0022] In einer weiteren Ausführungsvariante weist der variable Ventiltrieb einen zweiten Hebelarm auf, der mit dem ersten Hebelarm über die Schwenkwelle und, insbesondere, über die Schwenkachse verbunden ist. Der erste Hebelarm und der zweite Hebelarm können insbesondere auf gegenüberliegenden Seiten des Kipphebels angeordnet sein. Über zwei Hebelarmen kann eine besonders sichere Halterung für das Schwenkhebelelement ermöglicht werden. Die Anordnung auf gegenüberliegenden Seiten des Kipphebels kann aus Bauraumgründen günstig sein.

[0023] Vorzugsweise kann der erste Hebelarm wie der zweite Hebelarm ausgebildet sein. Damit können der erste Hebelarm und der zweite Hebelarm als Gleichteile ausgeführt sein. Dies verringert die Teilevielfalt.

[0024] In einer Ausführungsform weist der variable Ventiltrieb ferner eine Hülse auf, die drehfest auf der Schwenkwelle angeordnet ist. Der erste Hebelarm und/oder der zweite Hebelarm ist drehfest auf der Hülse angeordnet. Der Kipphebel ist schwenkbar um die Hülse angeordnet. Dies kann eine Montage des variablen Ventiltriebs erheblich vereinfachen, da eine Baugruppe bestehend aus Hülse, Hebelarm(en) und Kipphebel montiert und dann drehfest mit der Schwenkwelle verbunden werden kann. Insbesondere bei Ausführungsformen mit einer Mehrzahl von variablen Ventiltrieben für eine Mehrzahl von Zylindern der Brennkraftmaschine kann dies die Montierbarkeit verbessern.

[0025] In einer weiteren Ausführungsform ist das Schwenkhebelelement zwischen dem Kipphebel und der Nockenwelle angeordnet. Dies ist aus Bauraumgründen vorteilhaft.

[0026] In einem weiteren Ausführungsbeispiel weist der variable Ventiltrieb eine Antriebseinheit zum Drehen der Schwenkwelle auf. Die Antriebseinheit ist antreibend mit der Schwenkwelle verbunden. Die Antriebseinheit kann so mit der Schwenkwelle verbunden sein und/oder die Antriebseinheit kann so ausgebildet sein, dass eine Drehung der Schwenkwelle nur innerhalb eines begrenzten Winkelbereichs ermöglicht wird. Beispielsweise kann ein entsprechender elektrischer Stellmotor mit Winkelbereich verwendet werden.

[0027] Alternativ kann der variable Ventiltrieb bspw. einen Aktor aufweisen, der dazu ausgebildet ist, den ersten Hebelarm zum Verschwenken des ersten Hebelarms zu kontaktieren. Der Hebelarm kann über den Aktor bspw. mehrstufig (insbesondere zweistufig) verstellt werden. Bei Verwendung des Aktors zur Verstellung des ersten Hebelarms muss für jeden Zylinder mindestens ein Aktor vorgesehen werden. Ferner können Anschläge zum Begrenzen der Verstellung des ersten Hebelarms vorgesehen sein.

[0028] In einer weiteren Ausführungsvariante weist der variable Ventiltrieb einen Nockenwellenversteller, der mit der Nockenwelle zum Verstellen einer Phase der Nockenwelle verbunden ist, auf. Damit kann eine Variabilität des variablen Ventiltriebs vergrößert werden, da insbe-

sondere die Ventilhubkurven verschoben werden können, d. h. die Öffnungs- und Schließzeitpunkte der Gaswechselventile oder des Gaswechselventils verändert werden können.

[0029] Die Erfindung kann besonders vorteilhaft in einem Kraftfahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug (zum Beispiel Omnibus oder Lastkraftwagen), verwendet werden. Das Kraftfahrzeug weist den variablen Ventiltrieb wie hierin offenbart auf.

[0030] Es ist jedoch auch möglich, den variablen Ventiltrieb in Brennkraftmaschinen zu verwenden, die nicht in Kraftfahrzeugen umfasst sind. Beispielsweise kann es sich um stationäre Brennkraftmaschinen, Brennkraftmaschinen auf Schiffen oder in Lokomotiven handeln.

[0031] Die zuvor beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen und Merkmale der Erfindung sind beliebig miteinander kombinierbar. Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden unter Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeig-

Figur 1 eine Schnittdarstellung eines beispielhaften variablen Ventiltriebs in einem Zustand, in dem ein Nockenfolger des variablen Ventiltriebs in Kontakt mit einem Grundkreisbereich eines Nockens der Nockenwelle ist;

Figur 2 eine weitere Schnittdarstellung des beispielhaften variablen Ventiltriebs in einem Zustand, in dem der Nockenfolger des variablen Ventiltriebs in Kontakt mit einem Ventilhubbereich des Nockens der Nockenwelle ist;

Figur 3 eine perspektivische Ansicht des beispielhaften variablen Ventiltriebs;

Figur 4 eine weitere Schnittdarstellung des beispielhaften variablen Ventiltriebs, mit einer Schnittebene, die eine Längsachse der Schwenkwelle und eine Schwenkachse aufweist; und

Figur 5 beispielhafte Ventilhubsteuerkurven, die mit dem beispielhaften variablen Ventiltrieb erzeugbar sind.

[0032] Die in den Figuren gezeigten Ausführungsformen stimmen zumindest teilweise überein, so dass ähnliche oder identische Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind und zu deren Erläuterung auch auf die Beschreibung der anderen Ausführungsformen bzw. Figuren verwiesen wird, um Wiederholungen zu vermeiden.

[0033] Die Figuren 1 bis 4 zeigen einen variablen Ventiltrieb 10. Über den variablen Ventiltrieb 10 werden zwei Gaswechselventile 12 (siehe insbesondere Figur 3), zum Beispiel Einlassventile oder Auslassventile, betätigt. Der variable Ventiltrieb 10 kann in einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, insbesondere eines Nutzfahr-

zeugs, umfasst sein. Es ist auch möglich, dass der variable Ventiltrieb lediglich ein Gaswechselventil betätigt. Ebenso besteht die Möglichkeit, dass der variable Ventiltrieb mehrere Gaswechselventile über eine Ventilbrücke betätigt.

[0034] Der variable Ventiltrieb 10 weist eine Nockenwelle 14, ein Schwenkhebeelement 16, zwei Hebelarme 18 und 20 sowie einen Kipphebel 22 auf.

[0035] Die Nockenwelle 14 ist drehbar gelagert und weist einen Nocken 24 auf. In einigen Ausführungsformen kann die Nockenwelle 14 mit einem Nockenwellenversteller 26 zum Verstellen einer Phase der Nockenwelle 14 verbunden sein. Der Nockenwellenversteller 26 ist schematisch in Figur 2 angedeutet. Im Einzelnen kann der Nockenwellenversteller 26 die Nockenwelle 14 um einen vorbestimmten Winkelbetrag in oder entgegen dem Uhrzeigersinn bzgl. einem Antrieb durch eine Kurbelwelle der Brennkraftmaschine drehen. Damit können der Öffnungs- und Schließzeitpunkt der Gaswechselventile 12 verschoben werden.

[0036] Das Schwenkhebeelement 16 trägt einen Nockenfolger 28. Der Nockenfolger 28 folgt einer Nockenkontur des Nockens 24 während sich die Nockenwelle 14 dreht. Der Nockenfolger 28 ist als eine um eine Nockenfolgerachse 30 drehbar gelagerte Rolle ausgebildet. Die Nockenfolgerachse 30 wird von einer Gabel 32 des Schwenkhebeelements 16 an entgegengesetzten Enden der Nockenfolgerachse 30 getragen. Die Gabel 32 ist an einem ersten Ende des Schwenkhebeelements 16 angeordnet.

[0037] An einem der Gabel 32 gegenüberliegenden Enden des Schwenkhebeelements 16 ist das Schwenkhebeelement 16 schwenkbar mit den Hebelarmen 18, 20 verbunden. Während der Nockenfolger 28 der Nockenkontur des Nockens 24 während einer Drehung der Nockenwelle 14 folgt, wird das Schwenkhebeelement 16 relativ zu den Hebelarmen 18, 20 verschwenkt. Das Schwenkhebeelement 16 weist eine Anlagefläche 34 auf. Die Anlagefläche 34 dient als Kontaktfläche für den Kipphebel 22. Die Anlagefläche 34 erstreckt sich konkav und ist auf einer oberen Seite des Schwenkhebeelements 16 angeordnet. Das Schwenkhebeelement 16 dient somit als eine Kulisse für den Kipphebel 22.

[0038] Die Hebelarme 18, 20 sind drehfest mit einer Schwenkwelle 36 verbunden, sodass sie sich zusammen mit der Schwenkwelle 36 drehen. Im Einzelnen drehen sich die Hebelarme 18, 20 bei Drehung der Schwenkwelle 36 um eine Längsachse A der Schwenkwelle 36. Die Schwenkwelle 36 dient gleichzeitig als Kipphebelachse für den Kipphebel 22. Dies ist aus Bauraumgründen besonders vorteilhaft, da keine getrennten Achsen zum Verschwenken der Hebelarme 18, 20 und zum schwenkbaren Lagern des Kipphebels 22 vorgesehen werden müssen.

[0039] Die Hebelarme 18, 20 sind über die Schwenkwelle 36 und eine Schwenkachse 38 miteinander verbunden. Die Hebelarme 18, 20 sind an gegenüberliegenden Seiten des Kipphebels 22 angeordnet. Die Hebelar-

me 18, 20 umgreifen das Schwenkhebelement 16 an dem der Gabel 32 entgegengesetzten Ende des Schwenkhebelements 16. Die Hebelarme 18, 20 tragen das Schwenkhebelement 16 über die Schwenkachse 38, sodass das Schwenkhebelement 16 relativ zu den Hebelarmen 18, 20 schwenkbar ist. Hierbei kann das Schwenkhebelement 16 beispielsweise drehfest mit der Schwenkachse 38 verbunden sein, wobei die Schwenkachse 38 wiederum drehbar in den Hebelarmen 18, 20 gelagert ist. Alternativ kann das Schwenkhebelement 16 schwenkbar um die Schwenkachse 38 vorgesehen sein. Es ist auch möglich, dass beispielsweise nur ein Hebelarm vorgesehen ist, der das Schwenkhebelement trägt.

[0040] In Figur 4 ist dargestellt, dass die Hebelarme 18, 20 über eine Hülse 40 mit der Schwenkwelle 36 verbunden sind. Im Einzelnen sind die Hebelarme 18, 20 drehfest mit der Hülse 40 verbunden, wobei die Hülse 40 wiederum drehfest mit der Schwenkwelle 36 verbunden ist. Die drehfesten Verbindungen können beispielsweise durch eine geeignete Passung, durch Verschweißen, Verkleben, Verschrauben, Verzahnen usw. realisiert werden.

[0041] In Figur 2 ist schematisch eine Antriebseinheit 42, zum Beispiel ein Elektroantrieb, dargestellt. Die Antriebseinheit 42 ist mit der Schwenkwelle 36 verbunden, sodass die Schwenkwelle 36 zumindest innerhalb eines vorgegebenen Winkelbereichs, zum Beispiel kleiner als 360°, insbesondere kleiner als 90°, drehbar ist. Der Winkelbereich hängt von den Hebelarmlängen des variablen Ventiltriebs 10 ab und kann bspw. wie im dargestellten Beispiel auch kleiner als 20° sein. Eine Drehung der Schwenkwelle 36 bewirkt ein Verschwenken der Hebelarme 18 und 20, da diese drehfest mit der Schwenkwelle 36 verbunden sind. Ein Verschwenken der Hebelarme 18 und 20 bewirkt ein Verschwenken des Schwenkhebelements 16. Hierbei verändert das Schwenkhebelement 16 eine Position relativ zu dem Kipphebel 22 und der Nockenwelle 14. Hierdurch kann gezielt eine Übertragung der Nockenkontur des Nockens 24 über das Schwenkhebelement 16 zu dem Kipphebel 22, der schlussendlich die Gaswechselventile 12 betätigt, beeinflusst werden, wie nachfolgend noch genauer beschrieben ist.

[0042] Alternativ zur Antriebseinheit 42 kann auch ein Aktor 43 vorgesehen sein. Der Aktor 43 kann bspw. den ersten Hebelarm 18 und/oder den zweiten Hebelarm 20 kontaktieren, um den ersten und zweiten Hebelarm 18, 20 zu verschwenken. Ein Verschwenken der Hebelarme 18, 20 bewirkt wiederum ein Verschwenken des Schwenkhebelements 16, wie obenstehend bereits beschreiben ist. Bei einer derartigen Ausführungsform können die Hebelarme 18, 20 drehbar mit der Schwenkwelle 36 verbunden sein, die somit nur als Schwenkachse dient.

[0043] Um eine Drehung der Schwenkwelle (Kipphebelachse) 36 zu ermöglichen, ist die Schwenkwelle 36 in Lagerböcken 44 drehbar gelagert, zum Beispiel über

Gleitlager oder Wälzlager (siehe Figur 3). Die Lagerböcke 44 können bspw. über Schrauben an einem Zylinderkopf der Brennkraftmaschine befestigt sein (nicht dargestellt).

[0044] Unter erneuter Bezugnahme auf Figur 4 ist der Kipphebel 22 schwenkbar um die Hülse 40 und damit schwenkbar um die Schwenkwelle 36 gelagert. Das Vorsehen der Hülse 40 als Zwischenglied zwischen der Schwenkwelle 36 einerseits und den Hebelarmen 18, 20 und dem Kipphebel 22 andererseits kann eine Montage des variablen Ventiltriebs 10 vereinfachen. Insbesondere kann zunächst eine Baugruppe bestehend aus den Hebelarmen 18, 20, dem Kipphebel 22 und der Hülse 40 vorgefertigt werden, wobei die Hebelarme 18, 20 drehfest mit der Hülse 40 verbunden sind und der Kipphebel 22 drehbar um die Hülse 40 angeordnet ist. Nachfolgend kann die Hülse 40 drehfest mit der Schwenkwelle 36 verbunden werden. In anderen Ausführungsformen können die Hebelarme 18, 20 beispielsweise direkt (das heißt ohne Zwischenschaltung einer Hülse) mit der Schwenkwelle 36 drehfest verbunden sein. Alternativ oder zusätzlich kann der Kipphebel 22 direkt (d. h. ohne Zwischenschaltung einer Hülse) verschwenkbar mit der Schwenkwelle 36 verbunden sein. Es ist auch möglich, andere Konfigurationen vorzusehen, bei denen die Hebelarme 18, 20 drehfest mit der Schwenkwelle 36 verbunden werden und der Kipphebel 22 schwenkbar mit der Schwenkwelle 36 verbunden wird.

[0045] Der Kipphebel 22 weist eine Gabel 46 auf, die eine drehbare Rolle 48 über eine Rollennachse 50 trägt. Die drehbare Rolle 48 ist in Kontakt mit der Anlagefläche 34 des Schwenkhebelements 16. Der Nockenfolger 28 des Schwenkhebelements 16 und die drehbare Rolle 48 des Kipphebels 22 können gleich ausgebildet sein, da sie ungefähr die gleichen Kräfte übertragen und um die Teilevielfalt zu verringern. Der Kipphebel 22 betätigt die Gaswechselventile 12 beispielsweise über einen Kugelfuß (Elefantenfuß, nicht dargestellt).

[0046] In den Figuren 1 und 2 ist dargestellt, wie der variable Ventiltrieb 10 eine Wirkverbindung zwischen der Nockenwelle 14 und den Gaswechselventilen 12 im Betrieb herstellt. In Figur 1 ist der Nockenfolger 28 in Kontakt mit einem Grundkreisbereich des Nockens 24. In Figur 2 ist der Nockenfolger 28 in Kontakt mit einem Ventilhubbereich des Nockens 24. Im Einzelnen bewirkt der Ventilhubbereich der Nockenkontur des Nockens 24 ein Verschwenken des Schwenkhebelements 16 um die Schwenkachse 38, da der Nockenfolger 28 der Nockenkontur des Nockens 24 folgt. Das Verschwenken des Schwenkhebelements 16 um die Schwenkachse 38 bewirkt ein Verschwenken des Kipphebels 22 um die Schwenkwelle 36, da die Rolle 48 in Kontakt mit der Anlagefläche 34 ist. Insbesondere rollt die Rolle 48 beim Nach-Oben-Schwenken des Schwenkhebelements 16 aufgrund der ansteigenden Rampe des Nockens 24 auf der Anlagefläche 34 nach oben. Der Kipphebel 22 wird um die Schwenkwelle 36 verschwenkt. Beim Verschwenken des Kipphebels 22 werden die Gaswechselventile

12 betätigt (geöffnet). Beim Nach-Unten-Schwenken des Schwenkhebelements 16 aufgrund der abfallenden Rampe des Nockens 24 rollt die Rolle 48 auf der Anlagefläche 34 nach unten. Der Kipphebel 22 wird zurückgeschwenkt. Der Grundkreisbereich der Nockenkontur des Nockens 24 hingegen bewirkt kein Verschwenken des Schwenkhebelements 16 und somit auch kein Verschwenken des Kipphebels 22.

[0047] Die Figur 5 zeigt beispielhafte Ventilhubkurven für die Gaswechselventile 12, die mit dem variablen Ventiltrieb 10 einstellbar sind. Je nach eingestelltem Drehwinkel der Schwenkwelle 36 und dem Profil der Anlagefläche 34 können verschiedene Ventilhube (Ventilhubmaxima) eingestellt werden. Insbesondere kann es auch möglich sein, einen Nullhub der Gaswechselventile 12 zu erzeugen. Unter Bezugnahme auf die Figuren 1 und 2 bewirkt eine Verstellung der Schwenkwelle 36 in Uhrzeigerichtung, dass sich die Ventilhubmaxima der Gaswechselventile 12 erhöhen. Hingegen bewirkt eine Verstellung der Schwenkwelle 36 entgegen der Uhrzeigerichtung, dass sich die Ventilhubmaxima der Gaswechselventile 12 verringern. Dieser Effekt wird dadurch erreicht, dass durch Verstellung der Schwenkwelle 36 die relative Position der Schwenkachse 38 bezüglich der Nockenwelle 14 und der Rolle 48 beeinflusst wird. Durch die Verschiebung der Schwenkachse 38 werden die Hebelverhältnisse zwischen der Nockenwelle 14 und der Rolle 48 verändert und damit das Übersetzungsverhältnis vom Nockenprofil auf das Gaswechselventil 12. Durch Verschieben der Schwenkachse 38 kommt ein anderer Kulissenprofilabschnitt der Anlagefläche 34 in den Nockenabgriff (in Kontakt mit der Rolle 48). Damit kann dann schlussendlich die Ventilhubhöhe beeinflusst werden.

[0048] Die Anlagefläche 34 des Schwenkhebelements 2 ist zum Erreichen der in Figur 5 dargestellten Ventilhubkurven speziell auszuführen. Der beispielsweise konkave Verlauf der Anlagefläche 34 muss so gestaltet werden, dass die Ventilhubmaxima der Ventilhubkurven durch Verstellen der Hebelarme 18 wie gewünscht beeinflussbar sind. Die Anlagefläche 34 muss beispielsweise in Abhängigkeit von einer Anordnung und Dimensionierung der Nockenwelle 14, des Nockens 24, des Nockenfolgers 28, des Schwenkhebelements 16, des ersten Hebelarms 18, des zweiten Hebelarms 20, der Rolle 48, des Kipphebels 22, der Schwenkwelle 36, der Schwenkachse 38 und der Gaswechselventile 12 gestaltet sein.

[0049] In Kombination mit dem Nockenwellenversteller 26 können die Ventilhubkurven zusätzlich verschoben werden (entlang der Abszisse in Fig. 5), sodass die Öffnungs- und Schließzeitpunkte variiert werden können.

[0050] Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen möglich, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und deshalb in den Schutzbereich fallen. Insbesondere beansprucht die Er-

findung auch Schutz für den Gegenstand und die Merkmale der Unteransprüche unabhängig von den in Bezug genommenen Ansprüchen. Insbesondere sind die Merkmale der Unteransprüche auch unabhängig von den Merkmalen bezüglich des Vorhandenseins und der Ausführung der Anlagefläche, der Schwenkwelle und/oder der schwenkbaren Verbindung zwischen dem erstem Hebelarm und dem Schwenkhebelement des unabhängigen Anspruchs 1 offenbart.

Bezugszeichenliste

[0051]

- | | | |
|----|----|------------------------|
| 10 | 10 | Variabler Ventiltrieb |
| | 12 | Gaswechselventil |
| | 14 | Nockenwelle |
| | 16 | Schwenkhebelement |
| | 18 | Erster Hebelarm |
| 20 | 20 | Zweiter Hebelarm |
| | 22 | Kipphebel |
| | 24 | Nocken |
| | 26 | Nockenwellenversteller |
| | 28 | Nockenfolger |
| 25 | 30 | Nockenfolgerachse |
| | 32 | Gabel |
| | 34 | Anlagefläche |
| | 36 | Schwenkwelle |
| | 38 | Schwenkachse |
| 30 | 40 | Hülse |
| | 42 | Antriebseinheit |
| | 43 | Aktor |
| | 44 | Lagerbock |
| | 46 | Gabel |
| 35 | 48 | Rolle |
| | 50 | Rollenachse |
| | A | Längsachse |

Patentansprüche

1. Variabler Ventiltrieb (10) für eine Brennkraftmaschine, aufweisend:

eine Nockenwelle (14) mit einem Nocken (24);
einen Kipphebel (22) zum Betätigen mindestens eines Gaswechselventils (12) der Brennkraftmaschine;

ein Schwenkhebelement (16), insbesondere Schwenkhebelkulis, das eine Anlagefläche (34) und einen Nockenfolger (28) aufweist, wobei die Anlagefläche (34) in Wirkverbindung, insbesondere in Kontakt, mit dem Kipphebel (22) ist und der Nockenfolger (28) einer Nockenkontur des Nockens (24) folgt; und
einen ersten Hebelarm (18), der das Schwenkhebelement (16) schwenkbar lagert und der

- mit einer antreibbaren Schwenkwelle (36) zum Schwenken um eine Längsachse (A) der Schwenkwelle (36) verbunden ist.
2. Variabler Ventiltrieb (10) nach Anspruch 1, wobei: 5
der Kipphebel (22) schwenkbar um die Schwenkwelle (36) gelagert ist; und/oder die Schwenkwelle (36) als Kipphebelachse für den Kipphebel (22) dient.
 3. Variabler Ventiltrieb (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei eine Drehung der Schwenkwelle 10
(36) ein Verschwenken des ersten Hebelarms (18) und des Schwenkhebelelements (16) bewirkt, so dass eine Übertragung der Nockenkontur des Nockens (24) von dem Schwenkhebelelement (16) zu dem Kipphebel (22), insbesondere stufenlos, veränderbar ist. 15
 4. Variabler Ventiltrieb (10) nach Anspruch 3, wobei die Übertragung zum Verändern eines Ventilhubmaximums des mindestens einen Gaswechselventils (12) veränderbar ist, insbesondere bis hin zu einem Nullhub des mindestens einen Gaswechselventils (12). 20
 5. Variabler Ventiltrieb (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der erste Hebelarm (18) drehfest mit der Schwenkwelle (36) verbunden ist. 25
 6. Variabler Ventiltrieb (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei: 30
das Schwenkhebelelement (16) beim Folgen der Nockenkontur des Nockens (24) durch den Nockenfolger (28) relativ zu dem ersten Hebelarm (18) verschwenkt wird; und/oder
eine Schwenkachse (38) den ersten Hebelarm (18) und das Schwenkhebelelement (16) schwenkbar miteinander verbindet. 35
 7. Variabler Ventiltrieb (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Kipphebel (22) eine drehbare Rolle (48) zum Kontaktieren der Anlagefläche (34) aufweist. 40
 8. Variabler Ventiltrieb (10) nach Anspruch 7, wobei der Nockenfolger (28) des Schwenkhebelelements (16) und die drehbare Rolle (48) des Kipphebels (22) gleich ausgebildet sind. 45
 9. Variabler Ventiltrieb (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Schwenkwelle (36) nur in einem begrenzten Winkelbereich kleiner als 360° drehbar ist, insbesondere in einem Winkelbereich kleiner als 120°. 50
 10. Variabler Ventiltrieb (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner aufweisend: 55
einen zweiten Hebelarm (20), der mit dem ersten Hebelarm (18) über die Schwenkwelle (36) und, insbesondere, über die Schwenkachse (38) verbunden ist, wobei, insbesondere, der erste Hebelarm (18) und der zweite Hebelarm (20) auf gegenüberliegenden Seiten des Kipphebels (22) angeordnet sind.
 11. Variabler Ventiltrieb (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner aufweisend: eine Hülse (40), die drehfest auf der Schwenkwelle (36) angeordnet ist, wobei der erste Hebelarm (18) drehfest auf der Hülse (40) angeordnet ist und der Kipphebel (22) schwenkbar um die Hülse (40) angeordnet ist.
 12. Variabler Ventiltrieb (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Schwenkhebelelement (16) zwischen dem Kipphebel (22) und der Nockenwelle (14) angeordnet ist.
 13. Variabler Ventiltrieb (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner aufweisend: eine Antriebseinheit (42) zum Drehen der Schwenkwelle (36); oder einen Aktor (43), der dazu ausgebildet ist, den ersten Hebelarm (18) zum Verschwenken des ersten Hebelarms (18) zu kontaktieren.
 14. Variabler Ventiltrieb (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner aufweisend: einen Nockenwellenversteller (26), der mit der Nockenwelle (14) zum Verstellen einer Phase der Nockenwelle (14) verbunden ist.
 15. Kraftfahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug, mit einem variablen Ventiltrieb (10) nach einem der vorherigen Ansprüche.

FIG. 1

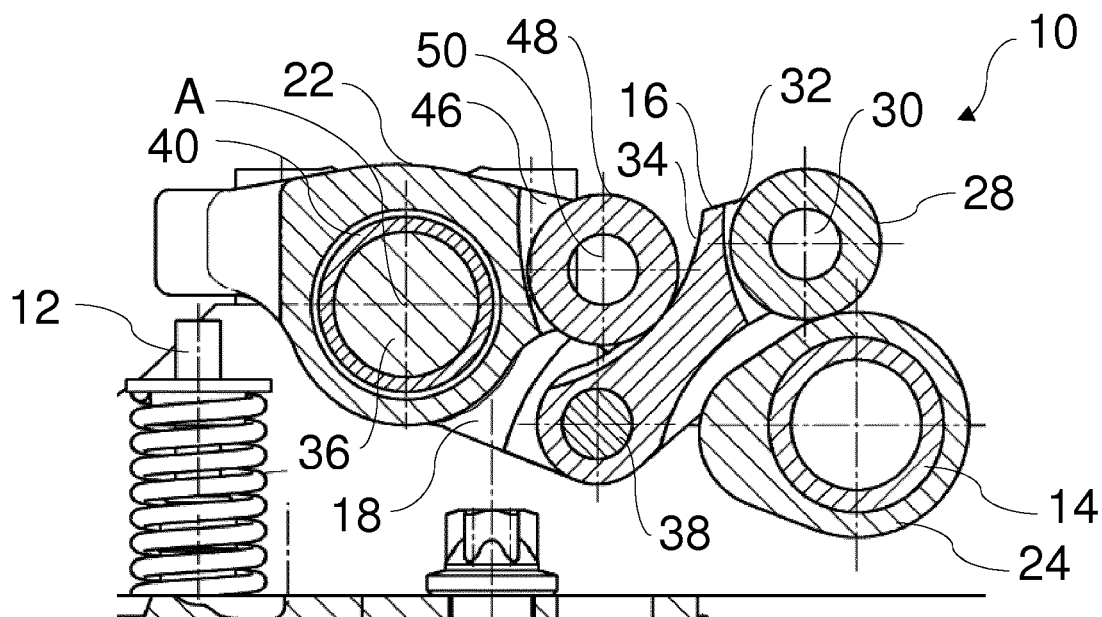


FIG. 2

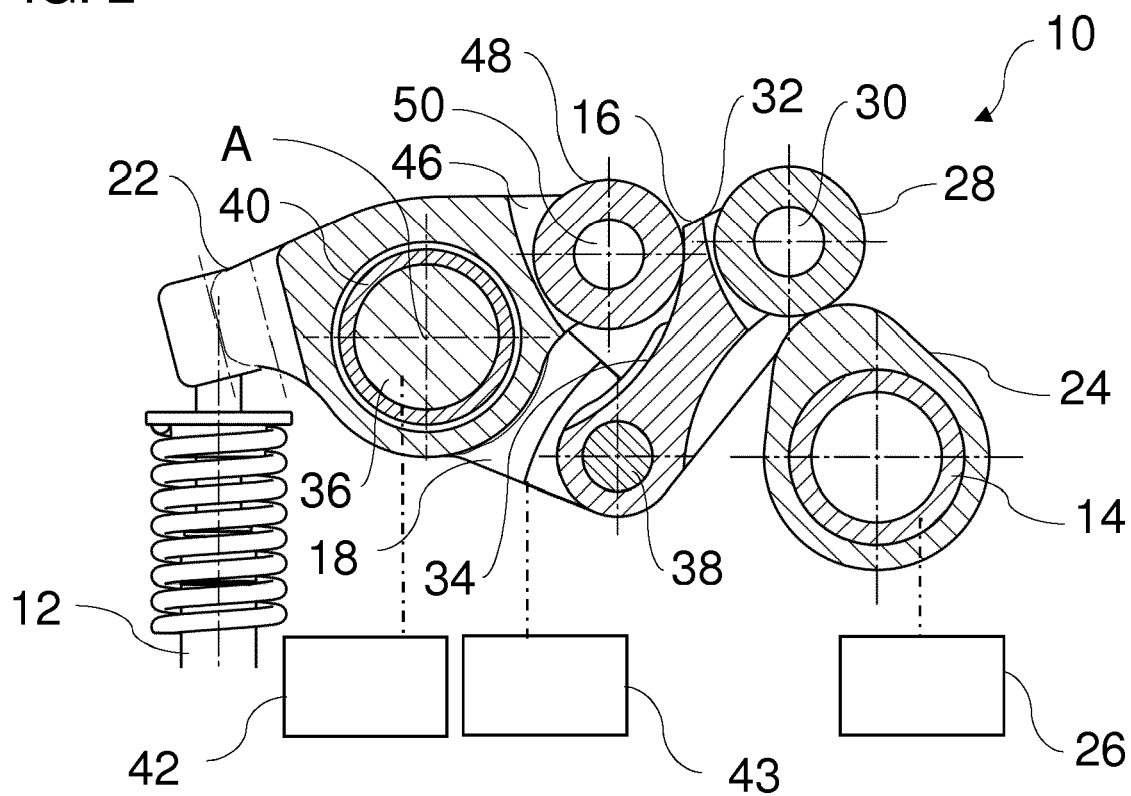


FIG. 3

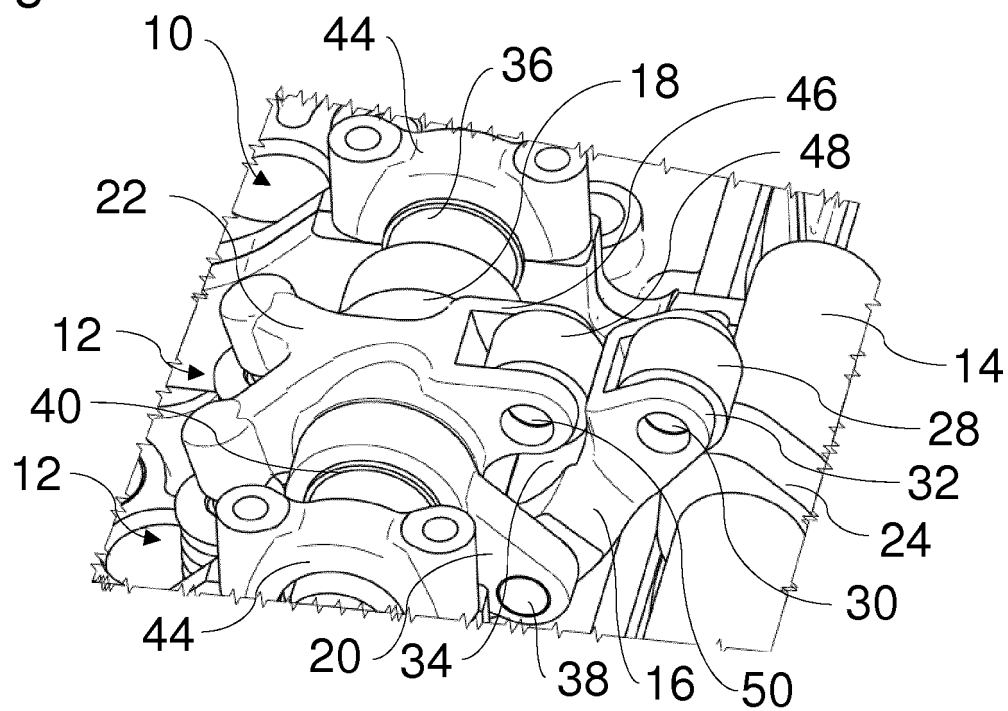


FIG. 4

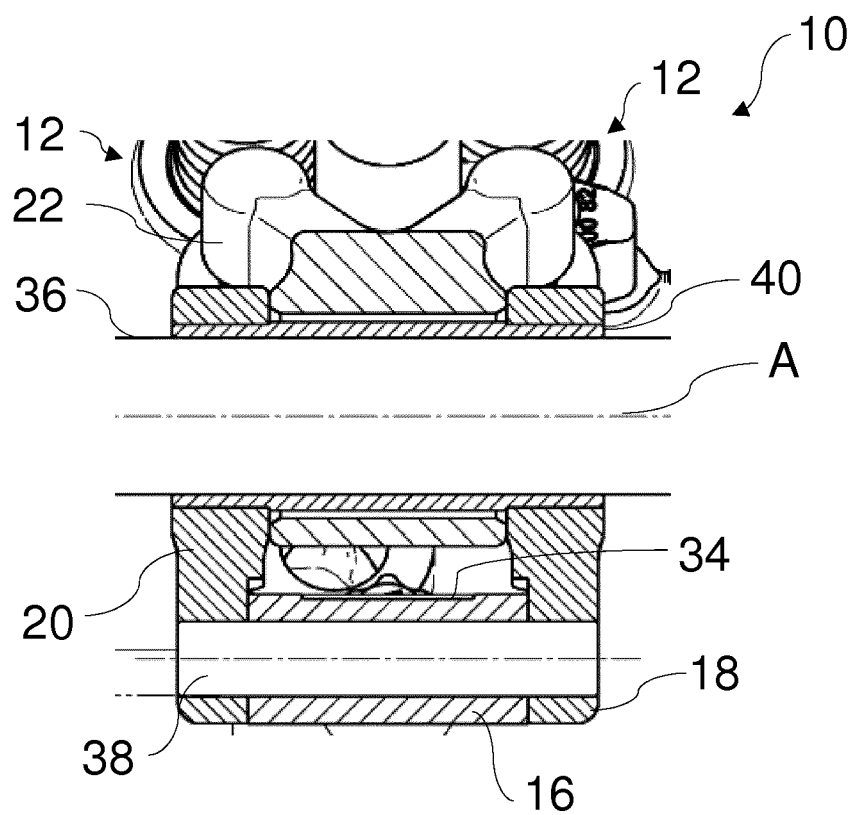
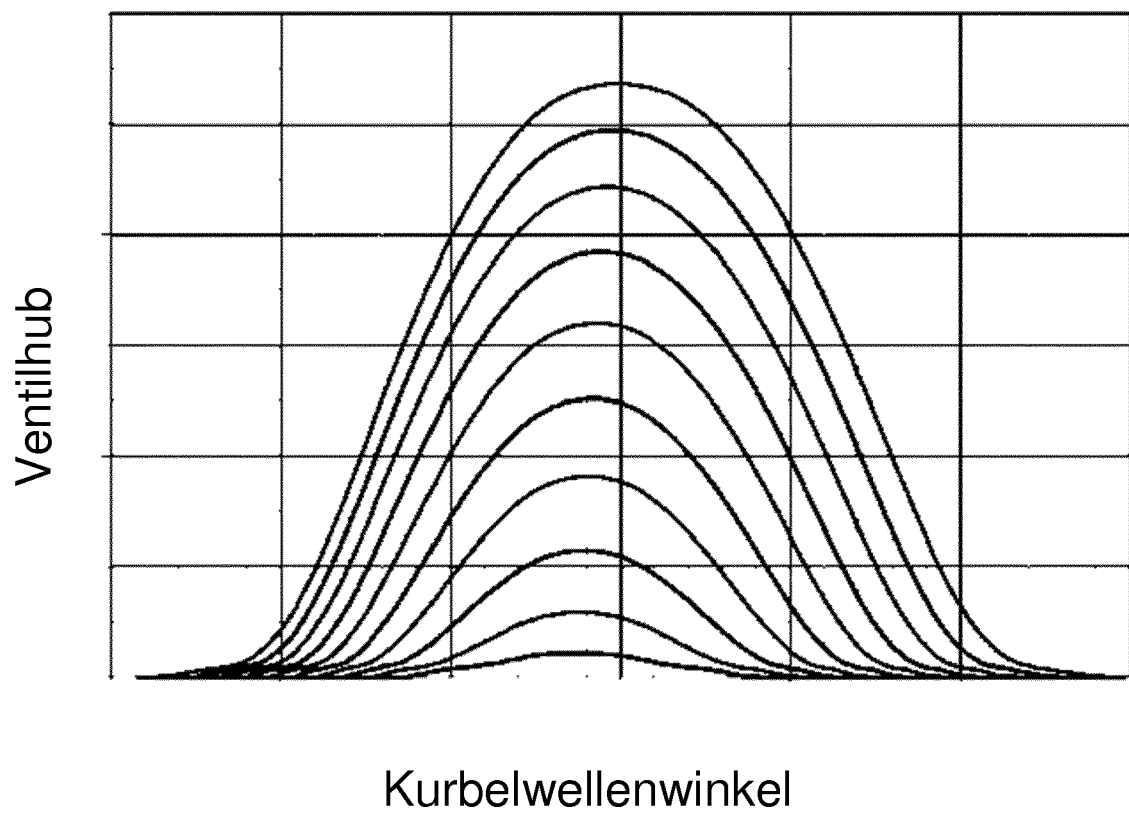


FIG. 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 18 6844

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	JP H06 10633 A (SUZUKI MOTOR CO) 18. Januar 1994 (1994-01-18) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,3-6,9, 12,13 7,8,14, 15	INV. F01L13/00 F01L1/26 F01L1/18
X A	US 2005/150472 A1 (FUJII NORIAKI [JP] ET AL) 14. Juli 2005 (2005-07-14) * Absatz [0001] * * Absatz [0017] * * Absatz [0023] * * Absatz [0030] * * Abbildungen *	1,3-9,12 10,13-15	
X A	DE 42 20 816 A1 (SCHAEFFLER WÄELZLAGER KG [DE]) 5. Januar 1994 (1994-01-05) * Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 11 * * Spalte 4, Zeile 52 - Zeile 59 * * Abbildung 5 *	1-6,9, 11,12 13-15	
X A	US 2009/151674 A1 (PARK SUNG BONG [KR] ET AL) 18. Juni 2009 (2009-06-18) * Absatz [0030] - Absatz [0041] * * Abbildungen *	1,3-6,9, 12,13 14,15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01L
X A	DE 10 2004 040652 A1 (JUNG ROLF [DE]) 23. Februar 2006 (2006-02-23) * Absatz [0018] * * Abbildung 1 *	1,3,4, 6-8,12, 13 10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 30. Januar 2019	Prüfer Paquay, Jeannot
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 : mündliche 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)

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

EP 18 18 6844

5 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.

30-01-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H0610633 A	18-01-1994	KEINE	
US 2005150472 A1	14-07-2005	JP 2005194986 A US 2005150472 A1	21-07-2005 14-07-2005
DE 4220816 A1	05-01-1994	KEINE	
US 2009151674 A1	18-06-2009	CN 101457672 A KR 20090064014 A US 2009151674 A1	17-06-2009 18-06-2009 18-06-2009
DE 102004040652 A1	23-02-2006	KEINE	

EPO FORM P0461

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

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

- US 20050150472 A1 [0003] [0004]