



(11)

EP 3 441 581 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.02.2019 Patentblatt 2019/07

(51) Int Cl.:
F01L 1/08 ^(2006.01) **F01L 1/053** ^(2006.01)
F01L 13/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18181183.7**

(22) Anmeldetag: **02.07.2018**

(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

(30) Priorität: **27.07.2017 DE 102017116987**

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

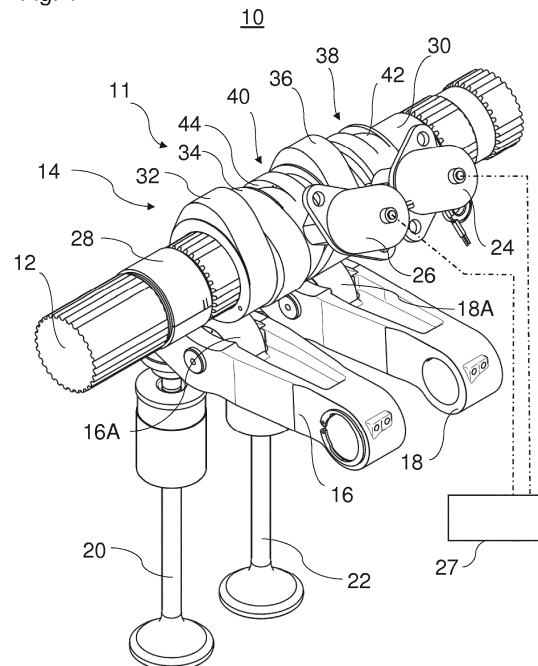
(72) Erfinder:
• **Franke, Sören**
09111 Chemnitz (DE)
• **Kowalschek, Thilo**
04680 Colditz (DE)
• **Zeil, Fabian**
09119 Chemnitz (DE)
• **Neukirchner, Heiko**
09125 Chemnitz (DE)

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

(54) **SCHIEBENOCKENSYSTEM UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES VERBRENNUNGSMOTORS**

(57) Ein Schiebenockensystem (11) weist eine Nockenwelle (12), einen Nockenträger (14), einen Nockenfolger (16A) und einen ersten Aktor (24) auf. Der erste Nocken (32) weist einen Grundkreisbereich (32A) und einen Ventilhubbereich (32B) mit einem Grenzabschnitt (32C), der an den Grundkreisbereich (32A) des ersten Nockens (32) angrenzt, auf. Der zweite Nocken (34) weist einen Grundkreisbereich (34A) und einen Ventilhubbereich (34D) mit einem Grenzabschnitt (34E), der an den Grundkreisbereich (34A) des zweiten Nockens (34) angrenzt, auf. Der Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) und der Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) sind gleich ausgebildet und an einer gleichen Umfangsposition um die Längsachse der Nockenwelle (12) angeordnet. Eine Axialverschiebung des Nockenträgers (14) ist durchführbar, während der Nockenfolger (16A) in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) und/oder dem Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) steht.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Schiebenockensystem für einen variablen Ventiltrieb, einen variablen Ventiltrieb, ein Kraftfahrzeug und ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors.

[0002] Ventilgesteuerte Brennkraftmaschinen weisen eines oder mehrere steuerbare Ein- und Auslassventile je Zylinder auf. Variable Ventilsteuerungen ermöglichen ein flexibles Ansteuern der Ventile zum Verändern der Öffnungszeit, Schließzeit und/oder des Ventilhubes. Dadurch kann der Motorbetrieb beispielsweise an eine spezifische Lastsituation angepasst werden.

[0003] Aus der DE 196 11 641 C1 ist ein Ventiltrieb bekannt, mit dem die Betätigung eines Gaswechselventils mit mehreren unterschiedlichen Hubkurven ermöglicht wird. Hierzu ist auf der Nockenwelle ein Schiebenocken mit mindestens einem, mehrere Nockenbahnen aufweisenden Nockenabschnitt drehfest aber axial verschieblich gelagert, der eine Hubkontur aufweist, in die ein Aktuator in Form eines Stifts von radial außen zur Erzeugung einer axialen Verschiebung des Schiebenockens eingeführt wird. Durch die axiale Verschiebung des Schiebenockens wird beim jeweiligen Gaswechselventil ein unterschiedlicher Ventilhub eingestellt. Der Schiebenocken wird nach der axialen Verschiebung desselben relativ zur Nockenwellen dadurch in seiner axialen Relativposition auf der Nockenwelle rastiert, dass abhängig von der axialen Relativposition mindestens eine federbeaufschlagte Rastkugel, die in der Nockenwelle aufgenommen und gelagert ist, in mindestens eine Rastnut eingreift. Die axiale Verschiebung des Schiebenockens zur Veränderung des Ventilhubes erfolgt ausschließlich im sogenannten Grundkreis des oder jedes Nockenabschnitts bzw. der Nockenbahnen desselben. Hierdurch wird die Schaltdrehzahl des Ventiltriebs beschränkt.

[0004] Je kürzer die miteinander übereinstimmenden Grundkreise der Nocken sind, desto weniger Zeit steht zum axialen Verschieben des Schiebenockens zur Verfügung. Umso weniger Zeit zum axialen Verschieben des Schiebenockensystem Verfügung steht, desto steiler muss die Rampe der Schaltkulis (Eingriffsspur) ausgeführt werden. Beim axialen Verschieben des Schiebenockens können teilweise erhebliche Kräfte beim Kontakt zwischen dem Stift des Aktuators und der Schaltkulis auftreten. Insbesondere bei steilen Rampen können besonders große Kräfte auftreten, die eine Lebensdauer des Schiebenockensystems negativ beeinflussen können und/oder eine maximale Schaltdrehzahl begrenzen.

[0005] Aus der DE 10 2012 112 482 A1 ist ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern offenbart. Die Brennkraftmaschine weist zur Betätigung von Gaswechselventilen einen Ventiltrieb mit mindestens einer drehbar gelagerten Nockenwelle und mit mindestens einem auf der jeweiligen Nockenwelle axial verschiebbaren Schiebenocken auf. Der jeweilige Schiebenocken weist mindestens einen Kulis-

senabschnitt mit mindestens einer an einer äußeren Mantelfläche des jeweiligen Kulissenabschnitts ausgebildeten Nut auf, wobei der jeweilige Schiebenocken mindestens einen Nockenabschnitt mit mehreren Nockenbahnen zur Einstellung unterschiedlicher Ventilhubes aufweist. Zur Bewirkung einer axialen Verschiebung des jeweiligen Schiebenockens wird ein betätigbarer Stift eines Aktuators von radial außen in eine Nut des Kulissenabschnitts eingeführt. Die axiale Verschiebung des jeweiligen Schiebenockens wird abhängig von der axialen Verschieberichtung desselben und/oder abhängig von einem Ventilspiel außerhalb eines Grundkreises des oder jedes Nockenabschnitts desselben durchgeführt.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein alternatives oder verbessertes Schiebenockensystem und Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors zu schaffen, bei der die auftretenden Kräfte während des Verschiebevorgangs des Nockenträgers im Vergleich zu herkömmlichen Systemen verringert werden.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Schiebenockensystem und ein Verfahren gemäß den unabhängigen Ansprüchen. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen und der Beschreibung angegeben.

[0008] Das Schiebenockensystem ist für einen variablen Ventiltrieb eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeugs, insbesondere Nutzfahrzeugs, ausgebildet. Das Schiebenockensystem weist eine Nockenwelle und einen Nockenträger auf. Der Nockenträger ist auf der Nockenwelle drehfest und axial verschiebbar zwischen einer ersten Axialposition und einer zweiten Axialposition angeordnet und weist einen ersten Nocken, einen zweiten Nocken und eine erste Eingriffsspur zum axialen Verschieben des Nockenträgers auf. Das Schiebenockensystem weist einen Nockenfolger, der in der ersten Axialposition des Nockenträgers in Wirkverbindung mit dem ersten Nocken steht und in der zweiten Axialposition des Nockenträgers in Wirkverbindung mit dem zweiten Nocken steht, auf. Das Schiebenockensystem weist einen ersten Aktor, der ein ein- und ausfahrbares Element, insbesondere einen Stift, zum Einspuren in die erste Eingriffsspur zum axialen Verschieben des Nockenträgers aufweist, auf. Der erste Nocken und der zweite Nocken sind entlang einer Längsachse der Nockenwelle versetzt zueinander angeordnet. Der erste Nocken weist einen Grundkreisbereich und einen Ventilhubbereich mit einem Grenzabschnitt, der an den Grundkreisbereich des ersten Nockens angrenzt, auf. Der zweite Nocken weist einen Grundkreisbereich und einen Ventilhubbereich mit einem Grenzabschnitt, der an den Grundkreisbereich des zweiten Nockens angrenzt, auf. Der Grenzabschnitt des ersten Nockens und der Grenzabschnitt des zweiten Nockens sind gleich ausgebildet und an einer gleichen Umfangsposition um die Längsachse der Nockenwelle angeordnet. Der erste Aktor, der Nockenfolger und die erste Eingriffsspur sind so angeordnet und ausgebildet, dass eine Axialverschiebung des Nockenträgers durchführbar ist, während der Nockenfolger in Wirkverbindung

mit dem Grenzabschnitt des ersten Nockens und/oder dem Grenzabschnitt des zweiten Nockens steht.

[0009] Das Schiebenockensystem ermöglicht eine Verlängerung der zur Verfügung stehenden Zeitspanne zum axialen Verschieben des Nockenträgers durch Ausdehnung in die Grenzabschnitte der Nocken. Aufgrund des größeren Schaltbereichs können die Beschleunigungen und somit die Massenkräfte bei gleicher Schaltdrehzahl für die axiale Verschiebung reduziert werden. Einerseits kann dies beispielsweise dazu genutzt werden, um die Funktionssicherheit und Lebensdauer aufgrund geringerer Kräfte und Pressungen zu erhöhen. Andererseits kann dies beispielsweise dazu genutzt werden, um die maximale Schaltdrehzahl des Systems zu erhöhen.

[0010] Insbesondere kann der erste Nocken direkt angrenzend an den zweiten Nocken ausgebildet sein.

[0011] In einem besonders bevorzugten Ausführungsform sind der erste Aktor, der Nockenfolger und die erste Eingriffsspur so angeordnet und ausgebildet, dass eine Axialverschiebung des Nockenträgers beginnt und/oder endet, während der Nockenfolger in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt des ersten Nockens oder dem Grenzabschnitt des zweiten Nockens steht. Damit kann insbesondere der Beginn und/oder das Ende der axialen Verschiebung des Nockenträgers in die Grenzbereiche verlagert werden. Somit kann die zur Verfügung stehende Zeitdauer zum axialen Verschieben des Nockenträgers verlängert werden.

[0012] In einer Ausführungsform erstrecken sich die Grenzabschnitte über einen Bereich größer oder gleich 1° Nockenwellenwinkel.

[0013] In einer Weiterbildung erstrecken sich die Grenzabschnitte über einen Bereich zwischen 5° und 45° Nockenwellenwinkel, insbesondere zwischen 15° und 30° Nockenwellenwinkel.

[0014] In einer weiteren Ausführungsform bilden die Grenzabschnitte eine gemeinsame flächige Rampe.

[0015] In einer Ausführungsvariante sind die Grenzabschnitte in einem Auslaufbereich des ersten und zweiten Nockens angeordnet. Alternativ oder zusätzlich beginnt die Axialverschiebung des Nockenträgers, wenn der Nockenfolger in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt des ersten Nockens oder des zweiten Nockens steht. Vorzugsweise endet die axiale Verschiebung, während der Nockenfolger in Wirkverbindung mit dem Grundkreisbereich des ersten Nockens oder des zweiten Nockens steht. Es ist allerdings auch möglich, dass die axiale Verschiebung erst in einem weiteren Grenzabschnitt in einem Einlaufbereich des ersten oder zweiten Nockens endet, wobei die weiteren Grenzabschnitte des ersten und zweiten Nockens wiederum gleich ausgebildet und an einer gleichen Umfangsposition um die Längsachse der Nockenwelle angeordnet sind.

[0016] In einer weiteren Ausführungsvariante sind die Grenzabschnitte in einem Einlaufbereich des ersten und zweiten Nockens angeordnet. Alternativ oder zusätzlich endet die Axialverschiebung des Nockenträgers, wenn der Nockenfolger in Wirkverbindung mit dem Grenzab-

schnitt des ersten Nockens oder des zweiten Nockens steht. Vorzugsweise beginnt die axiale Verschiebung des Nockenträgers während der Nockenfolger in Wirkverbindung mit dem Grundkreisbereich des ersten Nockens oder des zweiten Nockens steht. Es ist allerdings auch möglich, dass die axiale Verschiebung bereits in einem anderen Grenzabschnitt in einem Auslaufbereich des ersten oder zweiten Nockens beginnt, wobei die anderen Grenzabschnitte des ersten und zweiten Nockens wiederum gleich ausgebildet und an einer gleichen Umfangsposition um die Längsachse der Nockenwelle angeordnet sind.

[0017] In einem Ausführungsbeispiel weist der Nockenträger eine zweite Eingriffsspur zum axialen Verschieben des Nockenträgers in einer Richtung entgegengesetzt zu einer von der ersten Eingriffsspur bewirkten axialen Verschiebung auf. Das Schiebenockensystem weist ferner einen zweiten Aktor auf, der ein ein- und ausfahrbares Element, insbesondere einen Stift, zum Einspuren in die zweite Eingriffsspur zum axialen Verschieben des Nockenträgers aufweist. Der zweite Aktor, der Nockenfolger und die zweite Eingriffsspur sind so angeordnet und ausgebildet, dass eine Axialverschiebung des Nockenträgers durchführbar ist (insbesondere beginnt und/oder endet), während der Nockenfolger in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt des ersten Nockens oder dem Grenzabschnitt des zweiten Nockens steht.

[0018] Insbesondere können der erste Aktor und der zweite Aktor separat voneinander vorgesehen sein. Es ist allerdings auch möglich, dass der erste Aktor und der zweite Aktor in einem gemeinsamen Gehäuse vorgesehen sind.

[0019] Vorzugsweise können die erste Eingriffsspur und die zweite Eingriffsspur separat voneinander vorgesehen sein. Es ist allerdings auch möglich, dass die erste Eingriffsspur und die zweite Eingriffsspur in einem gleichen Bereich des Nockenträgers angeordnet sind. Bevorzugt können sich die erste Eingriffsspur und die zweite Eingriffsspur kreuzen.

[0020] In einem weiteren Ausführungsbeispiel weist die erste Eingriffsspur eine Querschnittsverengung zur Spielreduzierung zwischen der ersten Eingriffsspur und dem ein- und ausfahrbaren Element des ersten Aktors beim Einspuren (des ausgefahrenen Elements in die erste Eingriffsspur) auf. Die Querschnittsverengung ist so angeordnet, dass die Spielreduzierung stattfindet, bevor der Nockenfolger in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt des ersten Nockens oder des zweiten Nockens gelangt. Damit verkürzt der für die Spielreduzierung vorgesehene Abschnitt der Eingriffsspur den für die axiale Verschiebung des Nockenträgers vorgesehenen Abschnitt der Eingriffsspur nicht.

[0021] Zum Erzielen der gleichen Vorteile ist es auch möglich, dass die zweite Eingriffsspur eine Querschnittsverengung zur Spielreduzierung zwischen der zweiten Eingriffsspur und dem ein- und ausfahrbaren Element des zweiten Aktors beim Einspuren (des ausgefahrenen

Elements in die zweite Eingriffsspur) aufweist. Die Querschnittsverengung ist so angeordnet, dass die Spielreduzierung stattfindet, bevor der Nockenfolger in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt des ersten Nockens oder des zweiten Nockens gelangt.

[0022] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform erstreckt sich die erste Eingriffsspur und/oder die zweite Eingriffsspur spiralförmig um die Längsachse der Nockenwelle.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform ist das ein- und ausfahrbare Element des ersten Aktors und/oder des zweiten Aktors radial bezüglich der Längsachse der Nockenwelle bewegbar.

[0024] Die Erfindung betrifft auch einen variablen Ventiltrieb für einen Verbrennungsmotor. Der variable Ventiltrieb weist ein Schiebenockensystem wie hierin offenbart auf. Der variable Ventiltrieb weist ein Gaswechselventil, insbesondere ein Einlassventil oder ein Auslassventil, das in Wirkverbindung mit dem Nockenfolger steht, auf. Der erste Nocken und der zweite Nocken bewirken unterschiedliche Ventilhubbe, Öffnungszeiten und/oder Schließzeiten des Gaswechselventils.

[0025] In einer Weiterbildung ist das Gaswechselventil ein Auslassventil. Der erste Nocken ist für einen Normalbetrieb des Verbrennungsmotors ausgebildet, bei dem der erste Nocken das Auslassventil im Ausschubtakt offen hält. Der zweite Nocken ist für einen Motorbremsbetrieb des Verbrennungsmotors ausgebildet, bei dem, vorzugsweise, das Auslassventil im Verdichtungstakt und im Ausschubtakt zunächst geschlossen gehalten und vor Erreichen eines oberen Totpunkts einer Kolbenbewegung geöffnet wird.

[0026] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der zweite Nocken so ausgebildet, dass das Auslassventil zwischen 100° KW und 60° KW (Kurbelwellenwinkel) vor dem Erreichen des oberen Totpunkts öffnet. Alternativ oder zusätzlich ist der zweite Nocken so ausgebildet, dass das Auslassventil nach dem Öffnen im Ausschubtakt im Bereich zwischen dem oberem Totpunkt und 30° KW nach dem oberen Totpunkt schließt. Alternativ oder zusätzlich ist der zweite Nocken so ausgebildet, dass das Auslassventil nach dem Öffnen im Verdichtungstakt im Bereich zwischen dem unteren Totpunkt und 30° KW nach dem unteren Totpunkt schließt.

[0027] Die Erfindung betrifft auch ein Kraftfahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug (zum Beispiel Lastkraftwagen oder Omnibus), aufweisend den variablen Ventiltrieb wie hierin offenbart oder das Schiebenockensystem wie hierin offenbart.

[0028] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors mit einem Schiebenockensystem. Das Schiebenockensystem weist einen auf einer Nockenwelle drehfest angeordneten und axial verschiebbaren Nockenträger mit einem ersten Nocken und einem zweiten Nocken auf. Der erste Nocken und der zweite Nocken weisen jeweils einen Grundkreisbereich und einen Ventilhubbereich mit einem Grenzabschnitt, der angrenzend an den jeweiligen Grundkreis-

bereich angeordnet ist, auf. Der Grenzabschnitt des ersten Nockens und der Grenzabschnitt des zweiten Nockens sind gleich ausgebildet und an einer gleichen Umfangsposition um eine Längsachse der Nockenwelle angeordnet. Das Schiebenockensystem weist einen Nockenfolger, der wahlweise in Wirkverbindung mit dem ersten Nocken oder dem zweiten Nocken steht, auf. Das Verfahren weist das axiale Verschieben des Nockenträgers auf, wobei das axiale Verschieben des Nockenträgers durchgeführt wird, insbesondere beginnt oder endet, während der Nockenfolger in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt des ersten Nockens und/oder des zweiten Nockens steht.

[0029] Das Verfahren bietet die gleichen Vorteile wie das hierin offenbarte Schiebenockensystem. Zusätzlich weist das Verfahren eine höhere Flexibilität auf, da es nicht auf die axiale Verschiebung des Nockenträgers mittels der Aktoren und Eingriffsspuren wie hierin offenbart beschränkt ist.

[0030] Insbesondere kann das Verfahren das hierin offenbarte Schiebenockensystem vorzugsweise mit radial ein- und ausfahrbaren Elementen von Aktoren, die in spiralförmige Eingriffsspuren eingreifen, zum axialen Verschieben des Nockenträgers verwenden. Es ist allerdings auch möglich, dass das Verfahren ein anderes Verschiebesystem zum axialen Verschieben des Nockenträgers verwendet.

[0031] In einer bevorzugten Ausführungsform beginnt das axiale Verschieben des Nockenträgers, während der Nockenfolger in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt des ersten Nockens oder des zweiten Nockens steht, und/oder endet, während der Nockenfolger in Wirkverbindung mit dem Grundkreisbereich des ersten Nockens oder des zweiten Nockens steht.

[0032] Alternativ oder zusätzlich beginnt das axiale Verschieben des Nockenträgers, während der Nockenfolger in Wirkverbindung mit dem Grundkreisbereich des ersten Nockens oder des zweiten Nockens steht, und/oder endet, während der Nockenfolger in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt des ersten Nockens oder des zweiten Nockens steht.

[0033] 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 zeigen:

- Figur 1 eine perspektivische Ansicht eines beispielhaften variablen Ventiltriebs;
- Figur 2 eine weitere perspektivische Ansicht des beispielhaften variablen Ventiltriebs;
- Figur 3 eine Draufsicht auf eine Nockenwelle des beispielhaften variablen Ventiltriebs;
- Figur 4 eine Längsschnittansicht der Nockenwelle

- von Figur 3 entlang der Linie A-A;
- Figur 5A eine erste Querschnittsansicht der Nockenwelle von Figur 4 entlang der Linie B-B;
- Figur 5B eine zweite Querschnittsansicht der Nockenwelle von Figur 4 entlang der Linie C-C;
- Figur 6 ein Weg-Nockenwellenwinkel-Diagramm; und
- Figur 7 eine Vergrößerung eines Bereichs des Weg-Nockenwellenwinkel-Diagramms von Figur 6.

[0034] 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.

[0035] Nachfolgend ist unter Bezugnahme auf Figur 1 bis Figur 4 zunächst ein variabler Ventiltrieb mit Schiebenockensystem beschrieben. Das Schiebenockensystem ermöglicht eine Umschaltung zwischen verschiedenen Ventilsteuerkurven der betätigten Gaswechselventile. Das hierin beispielhaft offenbarte System bezieht sich auf die Betätigung von Auslassventilen eines Verbrennungsmotors. Die hierin offenbarten Prinzipien sind jedoch auch bei einem variablen Ventiltrieb für ein oder mehrere Einlassventile anwendbar.

[0036] In den Figuren 1 und 2 ist ein variabler Ventiltrieb 10 gezeigt. Der variable Ventiltrieb 10 weist eine Nockenwelle 12 und einen Nockenträger 14 auf. Zusätzlich weist der variable Ventiltrieb 10 eine erste und zweite Übertragungsvorrichtung 16 und 18 sowie ein erstes und zweites Auslassventil 20 und 22 auf. Zudem weist der variable Ventiltrieb 10 einen ersten Aktor 24 und einen zweiten Aktor 26 auf. Der Nockenträger 14, die Übertragungsvorrichtungen 16 und 18 sowie die Aktoren 24 und 26 bilden ein Schiebenockensystem 11.

[0037] Die Nockenwelle 12 ist als eine Ausgangsnockenwelle ausgebildet, die die Ausgangsventile 20 und 22 betätigt. Die Nockenwelle 12 ist Teil eines Doppelnockenwellensystems (nicht im Detail dargestellt), das zusätzlich eine Einlassnockenwelle (nicht dargestellt) zur Betätigung von einem oder mehreren Einlassventilen aufweist. Die Nockenwelle 12 ist gemeinsam mit der Einlassnockenwelle als obenliegende Nockenwelle angeordnet. Die Nockenwelle 12 und die Einlassnockenwelle bilden somit ein sogenanntes DOHC-System (engl. double overhead camshaft). Alternativ könnte die Nockenwelle 12 auch ein sogenanntes SOHC-System bilden (engl. single overhead camshaft). In anderen Ausführungsformen kann die Nockenwelle 12 auch als untenliegende Nockenwelle angeordnet sein.

[0038] Auf der Nockenwelle 12 ist der Nockenträger

14 drehfest angeordnet. Der Nockenträger 14 ist zusätzlich axial verschiebbar entlang einer Längsachse der Nockenwelle 12 angeordnet. Der Nockenträger 14 kann zwischen einem ersten Anschlag 28 und einem zweiten Anschlag 30 axial verschiebbar sein.

[0039] Unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 4 ist nachfolgend der Nockenträger 14 beschrieben. Der Nockenträger 14 weist drei Nocken 32, 34 und 36 auf, die in einer Längsrichtung des Nockenträgers 14 und der Nockenwelle 12 voneinander versetzt sind. Der erste Nocken 32 ist an einem ersten Ende des Nockenträgers 14 angeordnet und für einen Normalbetrieb ausgebildet, wie später beispielhaft im Detail beschrieben. Der zweite Nocken 34 ist angrenzend an den ersten Nocken 32 angeordnet und für einen Motorbremsbetrieb ausgebildet, wie später ebenfalls beispielhaft im Detail beschrieben. Der dritte Nocken 36 ist beabstandet zu dem zweiten Nocken 34 und dem zweiten Ende des Nockenträgers 14 angeordnet. Der dritte Nocken 36 ist für den Normalbetrieb ausgebildet. Der dritte Nocken 36 ist wie der ersten Nocken 32 geformt.

[0040] Der Nockenträger 14 weist zudem einen ersten nockenfreien Abschnitt 38 und einen zweiten nockenfreien Abschnitt 40 auf. Der erste nockenfreie Abschnitt 38 ist am zweiten Ende des Nockenträgers 14 angeordnet. Der zweite nockenfreie Abschnitt 40 ist zwischen dem zweiten Nocken 34 und dem dritten Nocken 36 angeordnet. Im ersten nockenfreien Abschnitt 38 erstreckt sich eine erste Eingriffsspur (Schaltkulis) 42 spiralförmig um eine Längsachse des Nockenträgers 14. Im zweiten nockenfreien Abschnitt 40 erstreckt sich eine zweite Eingriffsspur (Schaltkulis) 44 spiralförmig um die Längsachse des Nockenträgers 14.

[0041] Zum Verschieben des Nockenträgers 14 zwischen den Anschlägen 28 und 30 können die Aktoren 24 und 26 (Figuren 1 und 2) mit ausfahrbaren Elementen (z.B. Stift oder Pin; nicht im Detail gezeigt) selektiv in die Eingriffsspuren 42, 44 eingreifen (einspuren). Im Einzelnen kann der erste Aktor 24 selektiv in die erste Eingriffsspur 42 zum Verschieben des Nockenträgers 14 von einer Axialposition zu einer anderen Axialposition eingreifen. In einer ersten Axialposition liegt der Nockenträger 14 an dem zweiten Anschlag 30 an. In einer zweiten Axialposition liegt der Nockenträger 14 an dem ersten Anschlag 28 an. In den Figuren 1 bis 4 ist der Nockenträger in der ersten Axialposition dargestellt. Der zweite Aktor 26 wiederum kann selektiv in die zweite Eingriffsspur 44 eingreifen. Dann wird der Nockenträger 14 von der ersten Axialposition zu der zweiten Axialposition verschoben. Der erste Aktor 24 und der zweite Aktor 26 werden von einer schematisch dargestellten Steuereinheit 27 (Figuren 1 und 2) angesteuert.

[0042] Die Verschiebung wird dadurch ausgelöst, dass der ausgefahrene Stift des jeweiligen Aktors 24, 26 bezüglich einer Axialrichtung der Nockenwelle 12 ortsfest ist. Folglich wird der verschiebbare Nockenträger 14 aufgrund der Spiralförmigkeit der Eingriffsspuren 42, 44 in einer Längsrichtung der Nockenwelle 12 verschoben, wenn

der ausgefahrene Stift in die jeweilige Eingriffsspur 42, 44 eingreift. Am Ende des Verschiebevorgangs wird der Stift des jeweiligen Aktors 24, 26 von der jeweiligen Eingriffsspur 42, 44 entgegengesetzt zu der Ausfahrrichtung geführt und somit eingefahren. Der Stift des jeweiligen Aktors 24, 26 gelangt außer Eingriff mit der jeweiligen Eingriffsspur 42, 44.

[0043] Die erste Übertragungsvorrichtung 16 und die zweite Übertragungsvorrichtung 18 (Figuren 1 und 2) stellen eine Wirkverbindung zwischen dem Nockenträger 14 und den Auslassventilen 20, 22 her. Das erste Auslassventil 20 wird betätigt (geöffnet), wenn der erste Nocken 32 oder der zweite Nocken 34 die erste Übertragungsvorrichtung 16 nach unten drückt. Das zweite Auslassventil 22 wird betätigt (geöffnet) wenn der dritte Nocken 36 die zweite Übertragungsvorrichtung 18 nach unten drückt.

[0044] Befindet sich der Nockenträger 14 in der ersten Axialposition (wie in den Figuren 1 bis 4 gezeigt), ist die erste Übertragungsvorrichtung 16 über einen Nockenfolger 16A in Wirkverbindung zwischen dem ersten Nocken 32 und dem ersten Auslassventil 20. Mit anderen Worten gesagt, ist die erste Übertragungsvorrichtung 16 in der ersten Axialposition des Nockenträgers 14 nicht in Wirkverbindung zwischen dem zweiten Nocken 34 und dem ersten Auslassventil 20. Das erste Auslassventil 20 wird gemäß einer Kontur des ersten Nockens 32 betätigt. In der zweiten Axialposition des Nockenträgers 14 ist die erste Übertragungsvorrichtung 16 über den Nockenfolger 16A in Wirkverbindung zwischen dem zweiten Nocken 34 und dem ersten Auslassventil 20. Das erste Auslassventil 20 wird gemäß einer Kontur des zweiten Nockens 34 betätigt.

[0045] In der ersten Axialposition des Nockenträgers 14 ist die zweite Übertragungsvorrichtung 18 über einen Nockenfolger 18A in Wirkverbindung zwischen dem dritten Nocken 36 und dem zweiten Auslassventil 22. Das zweite Auslassventil 22 wird gemäß einer Kontur des dritten Nockens 36 betätigt. In der zweiten Axialposition des Nockenträgers 14 betätigt die zweite Übertragungsvorrichtung 18 das zweite Auslassventil 22 nicht. In der zweiten Axialposition des Nockenträgers 14 liegt der Nockenfolger 18A der zweiten Übertragungsvorrichtung 18 an der gleichen Axialposition bezüglich der Nockenwelle 12 wie der erste nockenfreie Abschnitt 38. Der erste nockenfreie Abschnitt 38 weist keine Erhebung zum Betätigen der zweiten Übertragungsvorrichtung 18 auf. Ist der Nockenträger 14 in der zweiten Axialposition, wird das zweite Auslassventil 22 nicht betätigt.

[0046] Der erste nockenfreie Abschnitt 38 hat somit zwei Funktionen. Einerseits nimmt der erste nockenfreie Abschnitt 38 die erste Eingriffsspur 42 auf. Andererseits dient der erste nockenfreie Abschnitt 38 dazu, dass keine Betätigung des zweiten Auslassventils 22 in der zweiten Axialposition des Nockenträgers 14 erfolgt. Diese Funktionsintegration ist aus Bauraumgründen günstig.

[0047] In der dargestellten Ausführungsform sind die erste Übertragungsvorrichtung 16 und die zweite Über-

tragungsvorrichtung 18 jeweils als ein Schleppebel ausgebildet. In anderen Ausführungsformen können die Übertragungsvorrichtungen 16 und 18 als Kipphebel oder Stößel ausgebildet sein. In einigen Ausführungsformen können die Übertragungsvorrichtungen 16 und 18 als Nockenfolger 16A, 18A beispielsweise drehbar gelagerte Rollen aufweisen.

[0048] Unter Bezugnahme auf Figur 4 ist eine Arretierungsvorrichtung 46 gezeigt. Die Arretierungsvorrichtung 46 weist ein elastisches Element 48 und einen Sperrkörper 50 auf. Das elastische Element 48 ist in einem Sackloch der Nockenwelle 12 angeordnet. Das elastische Element 48 spannt den Sperrkörper 50 gegen den Nockenträger 14 vor. In einer Innenumfangsfläche des Nockenträgers 14 sind eine erste und zweite Ausnehmung 52 und 54 angeordnet. Zum Arretieren des Nockenträgers 14 wird der Sperrkörper 50 in die erste Ausnehmung 52 gedrückt, wenn der Nockenträger 14 in der ersten Axialposition ist. In der zweiten Axialposition des Nockenträgers 14 wird der Sperrkörper 50 in die zweite Ausnehmung 54 gedrückt.

[0049] In Figur 5A ist ein Schnitt durch den zweiten Nocken 34 entlang der Linie B-B in Figur 4 dargestellt. Der zweite Nocken 34 weist einen ersten Grundkreisbereich 34A und einen zweiten Grundkreisbereich 34C auf. Die Grundkreisbereiche 34A, 34C sind einerseits durch einen ersten Ventilhubbereich 34B und andererseits durch einen zweiten Ventilhubbereich 34D voneinander getrennt. Der zweite Ventilhubbereich 34D weist einen Grenzabschnitt 34E auf, der direkt an den ersten Grundkreisbereich 34A angrenzt. Der Grenzabschnitt 34E bildet eine auslaufende Flanke (Rampe) des zweiten Nockens 34.

[0050] In Figur 5B ist ein Schnitt durch den ersten Nocken 32 entlang der Linie C-C in Figur 4 dargestellt. Der erste Nocken 32 weist einen Grundkreisbereich 32A und einen Ventilhubbereich 32B auf. Der Ventilhubbereich 32B weist einen Grenzabschnitt 32C auf, der direkt an den Grundkreisbereich 32A angrenzt. Der Grenzabschnitt 32C bildet eine auslaufende Flanke (Rampe) des ersten Nockens 32.

[0051] Der Grenzabschnitt 32C des ersten Nockens 32 und der Grenzabschnitt 34E des zweiten Nockens 34 sind gleich ausgebildet. Der Grenzabschnitt 32C des ersten Nockens 32 und der Grenzabschnitt 34E des zweiten Nockens 34 sind an einer gleichen Umfangsposition bezüglich einer Längsachse der Nockenwelle 12 angeordnet. Die Grenzabschnitte 32C, 34E bilden eine gemeinsame flächige Rampe. Damit ermöglichen die Grenzabschnitte 32C, 34E, dass eine Axialverschiebung des Nockenträgers 14 nicht nur im Grundkreisbereich 32A, 34A stattfindet, sondern zusätzlich im Grenzabschnitt 32C, 34E.

[0052] In der Figur 6 sind verschiedene Kurven A bis E in einem Weg-Nockenwellenwinkel-Diagramm dargestellt. In Figur 7 ist eine Vergrößerung eines Bereichs des Diagramms von Figur 6 dargestellt, in dem insbesondere die Grenzabschnitte 32C, 34E dargestellt sind.

[0053] Eine gepunktete Kurve A gibt einen Ventilhub des Auslassventils 20 gemäß einem Normalbetrieb an, wie vom ersten Nocken 32 bewirkt. Die Kurve A entspricht somit einem abgerollten Nockenprofil des ersten Nockens 32. Im Normalbetrieb wird das Auslassventil 20 während des Auslasstaktes (Ausschiebetaktes) zum Ausschleiben von Abgas durch den Ventilhubbereich 32B geöffnet. Im Übrigen bleibt das Auslassventil 20 aufgrund des Grundkreisbereichs 32A des ersten Nockens 32 geschlossen.

[0054] Eine durchgezogene Kurve B gibt einen Ventilhub des Auslassventils 20 gemäß einem Motorbremsbetrieb an, wie vom zweiten Nocken 34 bewirkt. Die Kurve B entspricht somit einem abgerollten Nockenprofil des zweiten Nockens 34. Im Motorbremsbetrieb wird das Auslassventil 20 zum Ende des Verdichtungstaktes im Bereich des oberen Totpunkts bei rund 60° KW bis 100° KW vor dem oberen Totpunkt durch den ersten Ventilhubbereich 34B leicht geöffnet. Dies ist in Figur 6 jeweils bei rund -225° NW (Nockenwellenwinkel) und bei rund 135° NW dargestellt. Am oberen Totpunkt wird das Auslassventil 20 weiter durch den Ventilhubbereich 34B geöffnet und schließt am Ende des Expansionstaktes ungefähr am unteren Totpunkt. Das Öffnen des Auslassventils 20 zum Ende des Verdichtungstaktes bewirkt, dass die verdichtete Luft im Zylinder durch das geöffnete Auslassventil 20 in das Abgassystem durch den sich zum oberen Totpunkt bewegenden Kolben geschoben wird. Die zuvor verrichtete Verdichtungsarbeit bremst die Kurbelwelle und somit den Verbrennungsmotor. Das offene Auslassventil 20 während des Expansionstaktes bewirkt, dass Luft aus den Abgasleitungen zurück in den Zylinder gesaugt wird. Am Ende des Expansionstaktes ist der Zylinder im Wesentlichen mit Luft aus dem Abgassystem gefüllt.

[0055] Im Motorbremsbetrieb kann das Auslassventil 20 nach Erreichen des unteren Totpunkts am Ende des Expansionstaktes zunächst durch den zweiten Grundkreisbereich 34C geschlossen gehalten werden. Zum Ende des Ausschiebetaktes (Auslasstaktes) öffnet sich das Auslassventil 20 im Bereich des oberen Totpunkts durch den zweiten Ventilhubbereich 34D. Die Öffnung erfolgt wiederum bei rund 60° KW bis 100° KW vor dem oberen Totpunkt. Dies ist in Figur 6 jeweils bei rund -45° NW und bei rund 315° NW dargestellt. Das geschlossene Auslassventil 20 während des ersten Abschnitts des Ausschiebetaktes bewirkt, dass die im Expansionstakt angesaugte Luft unter Verrichtung von Arbeit verdichtet wird. Der Zylinderdruck steigt an. Die Verdichtungsarbeit bremst die Kurbelwelle und somit den Verbrennungsmotor. Die Öffnung des Auslassventils 20 zum Ende des Ausschiebetaktes führt dazu, dass die Luft durch das geöffnete Auslassventil 20 in das Abgassystem geschoben wird. Im Ansaugtakt wird der Zylinder wieder mit Luft durch das oder die geöffneten Einlassventile gefüllt. Der Zyklus beginnt erneut.

[0056] Wie oben stehend erläutert ist, kommt es durch den Einsatz des zweiten Nockens 34 zur Steuerung des

Auslassventils 20 zu einer zweifachen Kompression mit anschließender Dekompression, sodass eine Motorbremsfunktionalität gewährleistet wird.

[0057] Wie insbesondere der Figur 7 zu entnehmen ist, sind der erste Nocken 32 und der zweite Nocken 34 so aneinander angepasst, dass der Grenzabschnitt 32C des ersten Nockens 32 und der Grenzabschnitt 34E des zweiten Nockens 34 gleich (identisch) ausgebildet sind. Dies ermöglicht, dass eine Axialverschiebung des Nockenträgers 14 nicht nur innerhalb der Grundkreisbereiche 32A, 34A durchführbar ist. Stattdessen kann die Axialverschiebung zusätzlich stattfinden, während der Nockenfolger 16A in Wirkverbindung mit einem der Grenzabschnitte 32C, 34E steht. Damit kann die Axialverschiebung früher beginnen. Dies kann anhand der Kurven C, D und E nachvollzogen werden.

[0058] Die strichpunktierte Kurve C bezieht sich auf eine Bewegung des bewegbaren Stifts von einem der Aktoren 24 oder 26 bezüglich des Nockenträgers 14. Die gestrichelte Kurve D bezieht sich auf eine Bewegung der jeweiligen Eingriffsspur 42 oder 44 und damit des Nockenträgers 14 entlang der Längsachse der Nockenwelle 12. Die Doppelpunkt-Strich-Kurve E zeigt einen Verlauf einer Tiefenkontur der jeweiligen Eingriffsspur 42 oder 44 (nur in Figur 6 dargestellt). Nachfolgend ist eine axiale Verschiebung des Nockenträgers 14 bei der ersten Axialposition zu der zweiten Axialposition beschrieben. Eine axiale Verschiebung des Nockenträgers 14 von der zweiten Axialposition zu der ersten Axialposition erfolgt analog.

[0059] Zunächst wird der bewegbare Stift des ersten Aktors 24 in Richtung zu der ersten Eingriffsspur 42 ausgefahren und spurt dabei in die erste Eingriffsspur 42 ein. Das Einspuren wird durch die ausgebildete Tiefenkontur der ersten Eingriffsspur 42 ermöglicht (siehe Kurve E). Nach dem Einspuren kommt es durch eine Querschnittsverengung der ersten Eingriffsspur 42 zu einer Spielreduzierung zwischen dem Stift des ersten Aktors 24 und der ersten Eingriffsspur 24. Die Spielreduzierung findet in einem Bereich S statt (siehe Figur 7). Der Bereich S wird von dem Stift des ersten Aktors 24 erreicht und durchfahren, bevor der Nockenfolger 16A den Grenzabschnitt 32C des ersten Nockens 32 erreicht. Erreicht der Nockenfolger 16A schließlich den Grenzabschnitt 32C des ersten Nockens 32 beginnt in der ersten Eingriffsspur 42 die Spiralförmigkeit, womit eine Axialverschiebung des Nockenträgers 14 bewirkt wird. Somit kommt es bereits zu einer Verschiebung des Nockenträgers 14 in einem ersten Verschieberegion V1, während der Nockenfolger 16A in Kontakt mit dem Grenzabschnitt 32C ist. Damit erfolgt ein Beginn der Axialverschiebung des Nockenträgers 14 bevor der Nockenfolger 16A den Grundkreisbereich 32A erreicht. Im Grundkreisbereich 32A, 34A wird die axiale Verschiebung des Nockenfolgers 16A weiter durchgeführt (Verschieberegion V2) und schließlich beendet, bevor der Nockenfolger 16A den ersten Ventilhubbereich 34B erreicht.

[0060] Die axiale Verschiebung des Nockenträgers 14

findet somit auch außerhalb der Grundkreisbereiche 32A, 34A in dem Grenzabschnitt 32C des ersten Nockens 32 und dem Grenzabschnitt 34E des zweiten Nockens 34 statt. Dadurch vergrößert sich der Zeitbereich für die axiale Verschiebung des Nockenträgers 14. Aufgrund des vergrößerten Verschieberegions können die Beschleunigungen und somit die Massenkräfte bei gleicher Schaltdrehzahl für die axiale Verschiebung des Nockenträgers 14 reduziert werden. Dies kann einerseits genutzt werden, um die Funktionssicherheit und Lebensdauer aufgrund geringerer Kräfte und Pressungen zu erhöhen. Andererseits kann dies genutzt werden, um die maximale Schaltdrehzahl des Systems zu erhöhen.

[0061] Im dargestellten Beispiel erstreckt sich der zusätzliche Verschieberegion V1, der durch die gleich ausgebildeten Grenzabschnitte 32C, 34E ermöglicht wird, über ungefähr 22° Nockenwellenwinkel.

[0062] Um eine axiale Verschiebung des in den Figuren dargestellten Nockenträgers 14 zu ermöglichen, kann es notwendig sein, den nockenfreien Abschnitt 38, der sowohl als Nullnocken dient als auch mit der zweiten Eingriffsspur 42 versehen ist, mit einem zusätzlichen axialen Toleranzbereich (Freigangbereich) auszuführen. Der benachbarte Nocken 36 ist entsprechend schmaler ausgeführt. Während der axialen Verschiebung innerhalb der Grenzabschnitte 32C, 34E von der zweiten Axialposition zu der ersten Axialposition wird dann der Nockenfolger 18A innerhalb dieses zusätzlichen Toleranzbereichs axial verschoben. So wird eine Kollision des Nockenfolgers 18A mit einem Nockenauslauf des dritten Nockens 36 verhindert.

[0063] Fachleute werden indes erkennen, dass das hierin beschriebene Schiebenockensystem nicht auf die hierin beschriebene Anwendung begrenzt ist. Beispielsweise kann alternativ oder zusätzlich zu der gleichen Gestaltung der Ablaufbereiche (Auslaufbereiche) eine gleiche Gestaltung der Anlaufbereiche (Einlaufbereiche) der Nocken zur Verwirklichung der gleich ausgebildeten Grenzabschnitte vorgesehen werden. Es ist auch möglich, die hierin beschriebenen Prinzipien bei variablen Ventiltrieben für Einlassventile eines Verbrennungsmotors zu verwenden. So kann beispielsweise ein Anlaufbereich eines ersten Nockens für einen Normalbetrieb identisch zu einem Anlaufbereich eines zweiten Nockens für einen Millerbetrieb gestaltet und an der gleichen Umfangsposition bezüglich der Längsachse der Nockenwelle positioniert sein.

[0064] Hervorzuheben ist weiterhin, dass zum Verlängern des Schaltbereichs zum axialen Verschieben des Nockenträgers nicht zwangsläufig die hierin offenbarte der Verschiebevorrichtung (erster Aktor, zweiter Aktor, erste Eingriffsspur, zweite Eingriffsspur) verwendet werden muss. Vielmehr kann beispielsweise ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors mit jeglicher Verschiebevorrichtung für den Nockenträger das Verschieben des Nockenträgers, während der Nockenfolger in Kontakt mit dem oder den Grenzbereichen ist, aufweisen. Insbesondere kann eine Axialverschiebung begin-

nen und/oder enden, wenn der Nockenfolger in Kontakt mit einem Grenzbereich ist.

[0065] 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 Erfindung auch Schutz für den Gegenstand und die Merkmale der Unteransprüche unabhängig von den in Bezug genommenen Ansprüchen.

Bezugszeichenliste

15	[0066]	
10	Variabler Ventiltrieb	
11	Schiebenockensystem	
12	Nockenwelle	
20	14	Nockenträger
16	Erste Übertragungsvorrichtung (erster Schlepphebel)	
16A	Nockenfolger	
18	Zweite Übertragungsvorrichtung (zweiter Schlepphebel)	
25	18A	Nockenfolger
20	Erstes Auslassventil	
22	Zweites Auslassventil	
24	Erster Aktor	
30	26	Zweiter Aktor
27	Steuereinheit	
28	Erster Anschlag	
30	Zweiter Anschlag	
32	Erster Nocken	
35	32A	Grundkreisbereich
32B	Ventilhubbereich	
32C	Grenzabschnitt des Ventilhubbereichs 32B	
34	Zweiter Nocken	
34A	Erster Grundkreisbereich	
40	34B	Erster Ventilhubbereich
34C	Zweiter Grundkreisbereich	
34D	Zweiter Ventilhubbereich	
34E	Grenzabschnitt des zweiten Ventilhubbereichs 34D	
45	36	Dritter Nocken
38	Erster nockenfreier Abschnitt	
40	Zweiter nockenfreier Abschnitt	
42	Erste Eingriffsspur	
44	Zweite Eingriffsspur	
50	46	Arretierungsvorrichtung
48	Elastisches Element	
50	Sperrkörper	
52	Erste Ausnehmung	
54	Zweite Ausnehmung	
55	A	Ventilsteuerkurve gemäß Nocken 32
B	Ventilsteuerkurve gemäß Nocken 34	
C	Stiftbewegung	

D Eingriffsspur-/Nockenträgerbewegung
 E Tiefenkontur der Eingriffsspur
 S Spielreduzierungsbereich
 V1 Erster (Axial-) Verschieberegion
 V2 Zweiter (Axial-) Verschieberegion

5

durchführbar ist, während der Nockenfolger (16A) in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) und/oder dem Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) steht.

Patentansprüche

1. Schiebenockensystem (11) für einen variablen Ventiltrieb (10) eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeugs, insbesondere Nutzfahrzeugs, aufweisend:

10

eine Nockenwelle (12);
 einen Nockenträger (14), der auf der Nockenwelle (12) drehfest und axial verschiebbar zwischen einer ersten Axialposition und einer zweiten Axialposition angeordnet ist und einen ersten Nocken (32), einen zweiten Nocken (34) und eine erste Eingriffsspur (42) zum axialen Verschieben des Nockenträgers (14) aufweist;
 einen Nockenfolger (16A), der in der ersten Axialposition des Nockenträgers (14) in Wirkverbindung mit dem ersten Nocken (32) steht und in der zweiten Axialposition des Nockenträgers (14) in Wirkverbindung mit dem zweiten Nocken (34) steht; und
 einen ersten Aktor (24), der ein ein- und ausfahrbares Element, insbesondere einen Stift, zum Einspuren in die erste Eingriffsspur (42) zum axialen Verschieben des Nockenträgers (14) aufweist, wobei:

15

2. Schiebenockensystem (11) nach Anspruch 1, wobei der erste Aktor (24), der Nockenfolger (16A) und die erste Eingriffsspur (42) so angeordnet und ausgebildet sind, dass eine Axialverschiebung des Nockenträgers (14) beginnt oder endet, während der Nockenfolger (16A) in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) oder dem Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) steht.

3. Schiebenockensystem (11) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei:

der Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) und der Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) sich über einen Bereich größer oder gleich 1° Nockenwellenwinkel erstrecken; und/oder

der Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) und der Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) sich über einen Bereich zwischen 5° und 45° Nockenwellenwinkel, insbesondere zwischen 15° und 30° Nockenwellenwinkel, erstrecken.

4. Schiebenockensystem (11) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) und der Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) eine gemeinsame flächige Rampe bilden.

5. Schiebenockensystem (11) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei:

der Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) in einem Auslaufbereich des ersten Nockens (32) und der Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) in einem Auslaufbereich des zweiten Nockens (34) angeordnet sind; und/oder

die Axialverschiebung des Nockenträgers (14) beginnt, wenn der Nockenfolger (16A) in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) oder dem Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) steht, und vorzugsweise endet, während der Nockenfolger (16A) in Wirkverbindung mit dem Grundkreisbereich (32A) des ersten Nockens (32) oder dem Grundkreisbereich (34A) des zweiten Nockens (34) steht.

6. Schiebenockensystem (11) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei:

der erste Nocken (32) und der zweite Nocken (34) entlang einer Längsachse der Nockenwelle (12) versetzt zueinander angeordnet sind;

der erste Nocken (32) einen Grundkreisbereich (32A) und einen Ventilhubbereich (32B) mit einem Grenzabschnitt (32C), der an den Grundkreisbereich (32A) des ersten Nockens (32) angrenzt, aufweist;

der zweite Nocken (34) einen Grundkreisbereich (34A) und einen Ventilhubbereich (34D) mit einem Grenzabschnitt (34E), der an den Grundkreisbereich (34A) des zweiten Nockens (34) angrenzt, aufweist;

der Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) und der Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) gleich ausgebildet und an einer gleichen Umfangsposition um die Längsachse der Nockenwelle (12) angeordnet sind; und

der erste Aktor (24), der Nockenfolger (16A) und die erste Eingriffsspur (42) so angeordnet und ausgebildet sind, dass eine Axialverschiebung des Nockenträgers (14)

35

40

45

50

55

rigen Ansprüche, wobei:

der Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) in einem Einlaufbereich des ersten Nockens (32) und der Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) in einem Einlaufbereich des zweiten Nockens (34) angeordnet sind; und/oder die Axialverschiebung des Nockenträgers (14) endet, wenn der Nockenfolger (16A) in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) oder dem Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) steht, und vorzugsweise beginnt, während der Nockenfolger (16A) in Wirkverbindung mit dem Grundkreisbereich (32A) des ersten Nockens (32) oder dem Grundkreisbereich (34A) des zweiten Nockens (34) steht.

7. Schiebenockensystem (11) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Nockenträger (14) eine zweite Eingriffsspur (44) zum axialen Verschieben des Nockenträgers (14) in einer Richtung entgegengesetzt zu einer von der ersten Eingriffsspur (42) bewirkten axialen Verschiebung aufweist, und das Schiebenockensystem (11) ferner aufweist:

einen zweiten Aktor (26), der ein ein- und ausfahrbares Element, insbesondere einen Stift, zum Einspuren in die zweite Eingriffsspur (44) zum axialen Verschieben des Nockenträgers (14) aufweist, wobei der zweite Aktor (26), der Nockenfolger (16A) und die zweite Eingriffsspur (44) so angeordnet und ausgebildet sind, dass eine Axialverschiebung des Nockenträgers (14) durchführbar ist, während der Nockenfolger (16A) in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) oder dem Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) steht.

8. Schiebenockensystem (11) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei:

die erste Eingriffsspur (42) eine Querschnittsverengung zur Spielreduzierung zwischen der ersten Eingriffsspur (42) und dem ein- und ausfahrbaren Element des ersten Aktors (24) beim Einspuren aufweist, die so angeordnet ist, dass die Spielreduzierung stattfindet, bevor der Nockenfolger (16A) in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) oder dem Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) gelangt; und/oder die zweite Eingriffsspur (44) eine Querschnittsverengung zur Spielreduzierung zwischen der zweiten Eingriffsspur (44) und dem ein- und ausfahrbaren Element des zweiten Aktors (26) beim

Einspuren aufweist, die so angeordnet ist, dass die Spielreduzierung stattfindet, bevor der Nockenfolger (16A) in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) oder dem Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) gelangt.

9. Schiebenockensystem (11) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei:

die erste Eingriffsspur (42) und/oder die zweite Eingriffsspur (44) sich spiralförmig um die Längsachse der Nockenwelle (12) erstreckt; und/oder das ein- und ausfahrbare Element des ersten Aktors (24) und/oder des zweiten Aktors (26) radial bezüglich der Längsachse der Nockenwelle (12) bewegbar ist.

10. Variabler Ventiltrieb (10) für einen Verbrennungsmotor, mit:

einem Schiebenockensystem (11) nach einem der vorherigen Ansprüche; und einem Gaswechselventil (20), insbesondere einem Einlassventil oder einem Auslassventil, das in Wirkverbindung mit dem Nockenfolger (16A) steht, wobei der erste Nocken (32) und der zweite Nocken (34) unterschiedliche Ventilhuben, Öffnungszeiten und/oder Schließzeiten des Gaswechselventils (20) bewirken.

11. Variabler Ventiltrieb (10) nach Anspruch 10, wobei:

das Gaswechselventil (20) ein Auslassventil ist; der erste Nocken (32) für einen Normalbetrieb des Verbrennungsmotors ausgebildet ist, bei dem der erste Nocken (32) das Auslassventil im Ausschubtakt offen hält; und der zweite Nocken (34) für einen Motorbremsbetrieb des Verbrennungsmotors ausgebildet ist, bei dem das Auslassventil im Verdichtungs- und im Ausschubtakt zunächst geschlossen gehalten und vor Erreichen eines oberen Totpunkts einer Kolbenbewegung geöffnet wird.

12. Variabler Ventiltrieb (10) nach Anspruch 10 oder Anspruch 11, wobei der zweite Nocken (34) so ausgebildet ist, dass:

das Auslassventil zwischen 100° KW und 60° KW vor dem Erreichen des oberen Totpunkts öffnet; und/oder das Auslassventil nach dem Öffnen im Ausschubtakt im Bereich zwischen dem oberem Totpunkt und 30° KW nach dem oberen Totpunkt schließt; und/oder

das Auslassventil nach dem Öffnen im Verdichtungstakt im Bereich zwischen dem unteren Totpunkt und 30° KW nach dem unteren Totpunkt schließt.

5

13. Kraftfahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug, aufweisend den variablen Ventiltrieb (10) nach einem der Ansprüche 10 bis 12 oder das Schiebenockensystem (11) nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

10

14. Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors mit einem Schiebenockensystem (11) aufweisend einen auf einer Nockenwelle (12) drehfest angeordneten und axial verschiebbaren Nockenträger (14) mit einem ersten Nocken (32) und einem zweiten Nocken (34), die jeweils einen Grundkreisbereich (32A, 34A) und einen Ventilhubbereich (32B, 34D) mit einem Grenzabschnitt (32C, 34E), der angrenzend an den jeweiligen Grundkreisbereich (32A, 34A) angeordnet ist, aufweisen, wobei der Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) und der Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) gleich ausgebildet und an einer gleichen Umfangsposition um eine Längsachse der Nockenwelle (12) angeordnet sind, und einen Nockenfolger (16A), der wahlweise in Wirkverbindung mit dem ersten Nocken (32) oder dem zweiten Nocken (34) steht, wobei das Verfahren aufweist:
 axiales Verschieben des Nockenträgers (14), wobei das axiale Verschieben des Nockenträgers (14) durchgeführt wird, insbesondere beginnt oder endet, während der Nockenfolger (16A) in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) und/oder dem Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) steht.

15

20

25

30

35

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei:

wobei das axiale Verschieben des Nockenträgers (14) beginnt, während der Nockenfolger (16A) in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) oder dem Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) steht, und/oder endet, während der Nockenfolger (16A) in Wirkverbindung mit dem Grundkreisbereich (32A) des ersten Nockens (32) oder dem Grundkreisbereich (34A) des zweiten Nockens (34) steht; und/oder
 wobei das axiale Verschieben des Nockenträgers (14) beginnt, während der Nockenfolger (16A) in Wirkverbindung mit dem Grundkreisbereich (32A) des ersten Nockens (32) oder dem Grundkreisbereich (34A) des zweiten Nockens (34) steht, und/oder endet, während der Nockenfolger (16A) in Wirkverbindung mit dem Grenzabschnitt (32C) des ersten Nockens (32) oder dem Grenzabschnitt (34E) des zweiten Nockens (34) steht.

40

45

50

55

Fig. 1

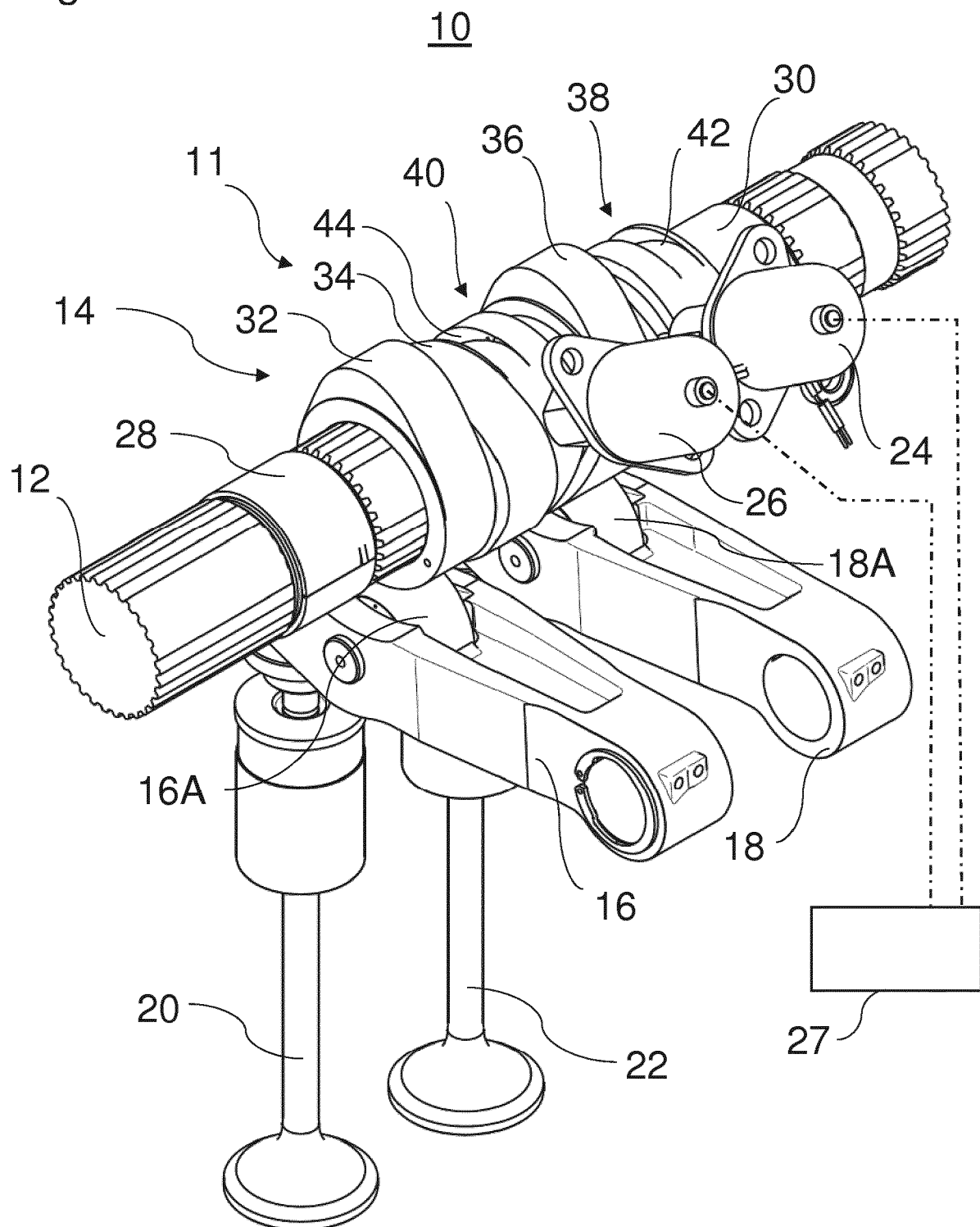


Fig. 2

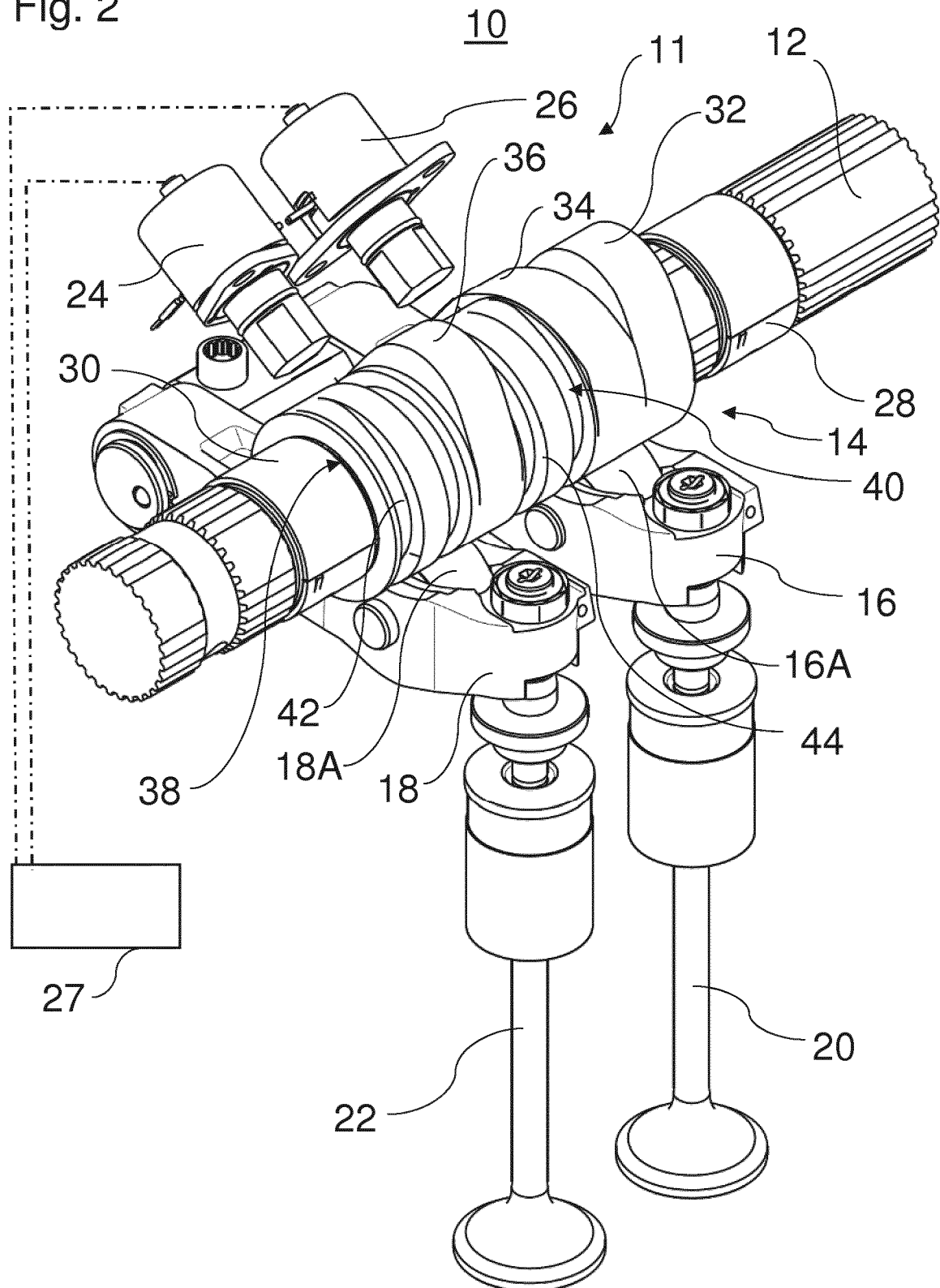


Fig. 3

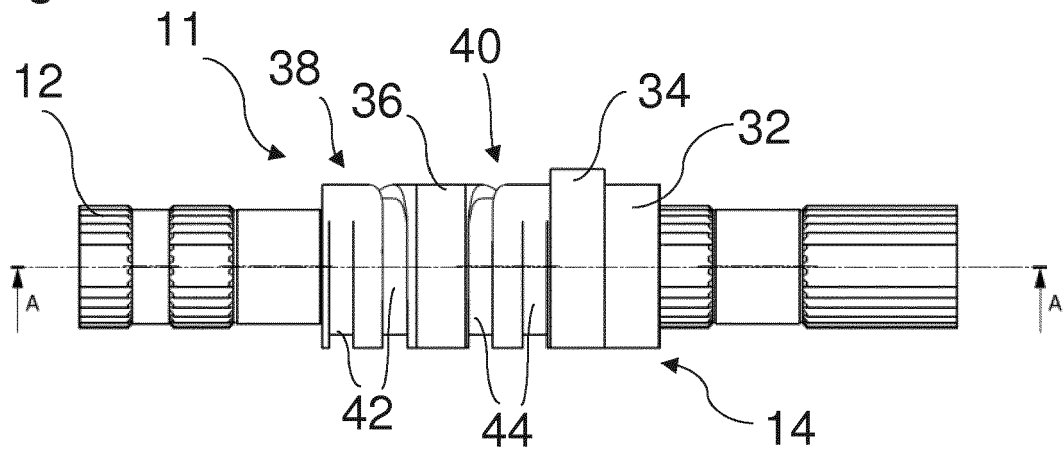


Fig. 4

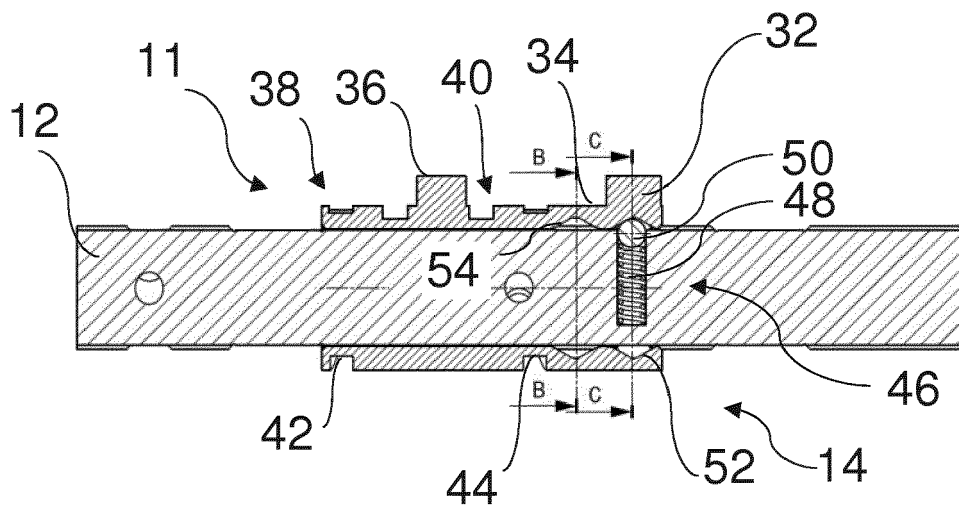


Fig. 5A

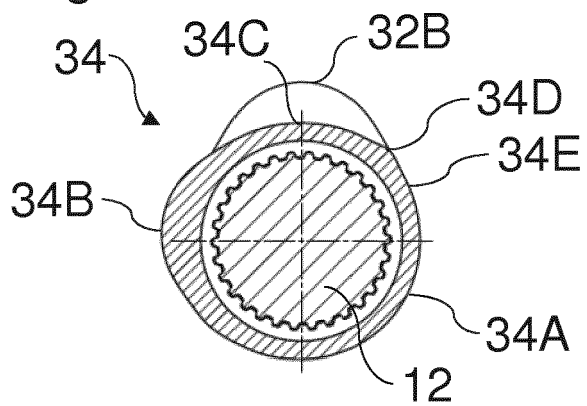


FIG. 5B

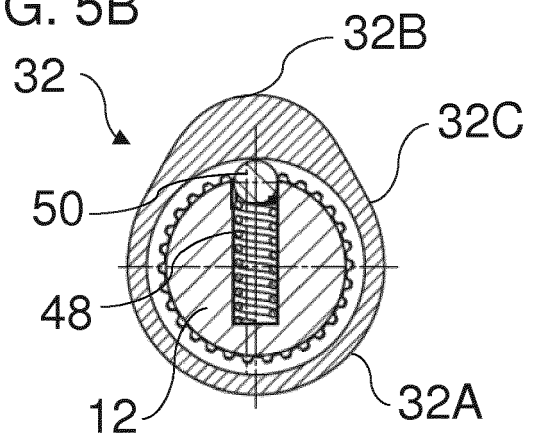


Fig. 6

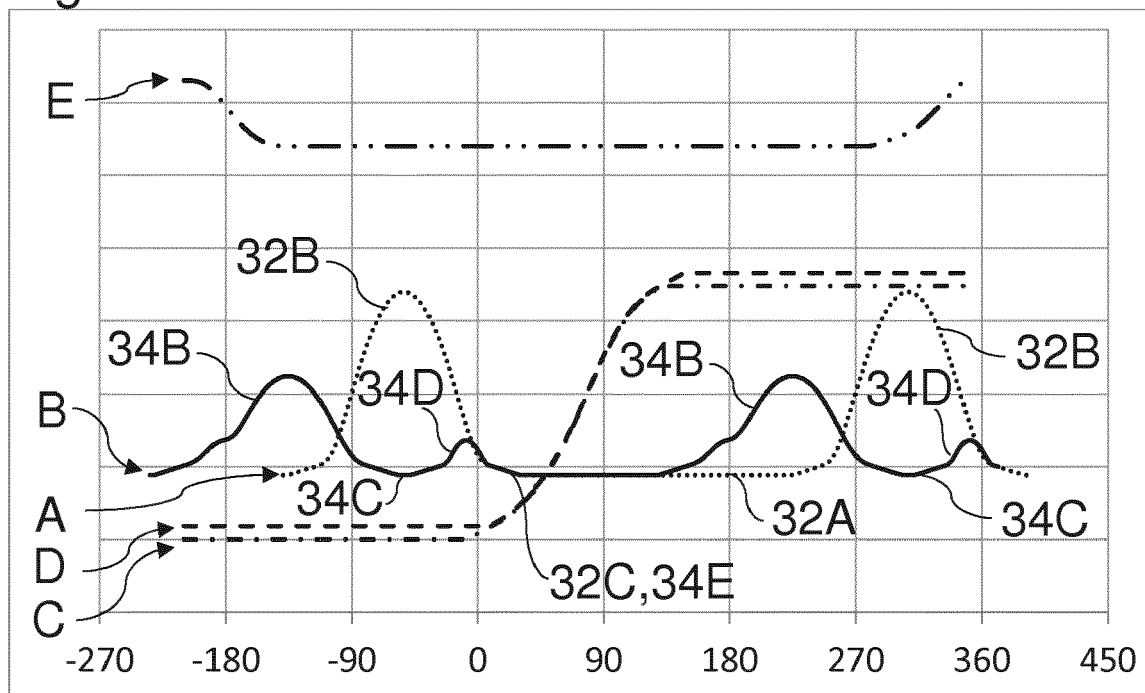
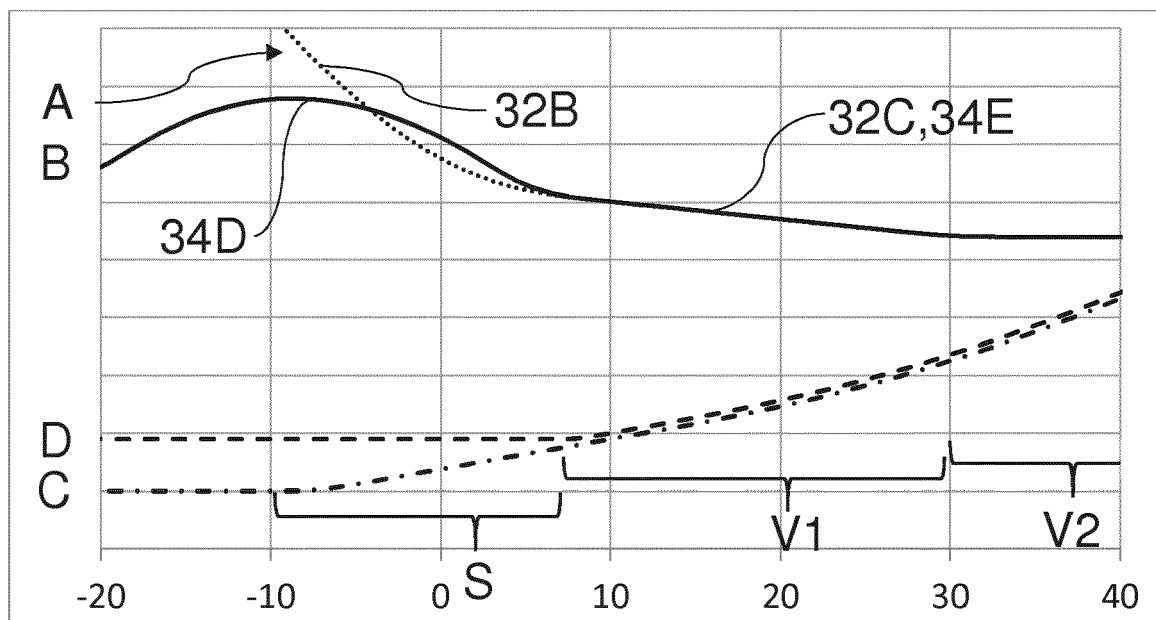


Fig. 7





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 18 1183

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	GB 2 545 257 A (GM GLOBAL TECH OPERATIONS LLC [US]) 14. Juni 2017 (2017-06-14) * Seite 17, Zeile 18 - Seite 18, Zeile 1 * * Seite 25, Zeile 8 - Zeile 17 * * Abbildungen *	1-7,9-14	INV. F01L1/08 F01L1/053 F01L13/00
A	US 8 863 714 B1 (MORAN ROBERT J [US] ET AL) 21. Oktober 2014 (2014-10-21) * Spalte 5, Zeile 55 - Spalte 9, Zeile 26 * * Abbildungen *	1-3,5,7,9,11,13,14	
A	DE 10 2012 209860 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 19. Dezember 2013 (2013-12-19) * Absatz [0020] - Absatz [0024] * * Abbildungen *	1,3,4,9,13,14	
A	US 2015/075468 A1 (TAKAGI AKITOMO [JP] ET AL) 19. März 2015 (2015-03-19) * Absatz [0001] * * Abbildungen *	1,14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01L
A	US 2007/034182 A1 (DENGLER STEFAN [DE]) 15. Februar 2007 (2007-02-15) * Absatz [0023] * * Abbildungen *	1,7,9,14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. Dezember 2018	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 03.92 (P04C03)

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

EP 18 18 1183

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.

21-12-2018

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2545257 A	14-06-2017	CN 106917650 A	04-07-2017
		GB 2545257 A	14-06-2017
		US 2017167325 A1	15-06-2017

US 8863714 B1	21-10-2014	CN 104373167 A	25-02-2015
		DE 102014111411 A1	19-02-2015
		US 8863714 B1	21-10-2014
		US 2015047589 A1	19-02-2015

DE 102012209860 A1	19-12-2013	KEINE	

US 2015075468 A1	19-03-2015	CN 104454069 A	25-03-2015
		DE 102014012843 A1	19-03-2015
		JP 6102651 B2	29-03-2017
		JP 2015059483 A	30-03-2015
		US 2015075468 A1	19-03-2015

US 2007034182 A1	15-02-2007	KEINE	

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

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

- DE 19611641 C1 [0003]
- DE 102012112482 A1 [0005]