



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.08.2004 Patentblatt 2004/32

(51) Int Cl.7: **F01L 1/344**

(21) Anmeldenummer: **03100179.5**

(22) Anmeldetag: **29.01.2003**

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

(72) Erfinder: **Kluge, Torsten**
51491, Overath (DE)

(74) Vertreter: **Drömer, Hans-Carsten, Dr.-Ing. et al**
Ford-Werke Aktiengesellschaft,
Patentabteilung NH/DRP,
Henry-Ford-Strasse 1
50725 Köln (DE)

(71) Anmelder: **Ford Global Technologies, Inc.,**
A subsidiary of Ford Motor Company
Dearborn, Michigan 48126 (US)

(54) **VARIABLER NOCKENWELLENTRIEB**

(57) Die Erfindung betrifft einen Nockenwellentrieb, bei dem die Kopplung zwischen einer Kurbelwelle (1) und mindestens einer Nockenwelle (5, 5') über ein passives mechanisches Kopplungsglied (A, A') erfolgt, welches eine rotatorische Oszillation der Nockenwelle (5, 5') relativ zur Kurbelwelle (1) erlaubt. Darüber hinaus können weitere Kopplungsglieder (B, B') mit der Nockenwelle (5, 5') verbunden sein. Bei entsprechender Auslegung der Parameter wie Elastizitäten, trägen Massen, Viskositäten der Kopplungsglieder (A, A', B, B') kann eine drehzahlabhängige Oszillation der Nockenwelle erzielt werden, die ohne externen Eingriff eine variable Ventilsteuerung zur Verbesserung des Motorverhaltens bewirkt.

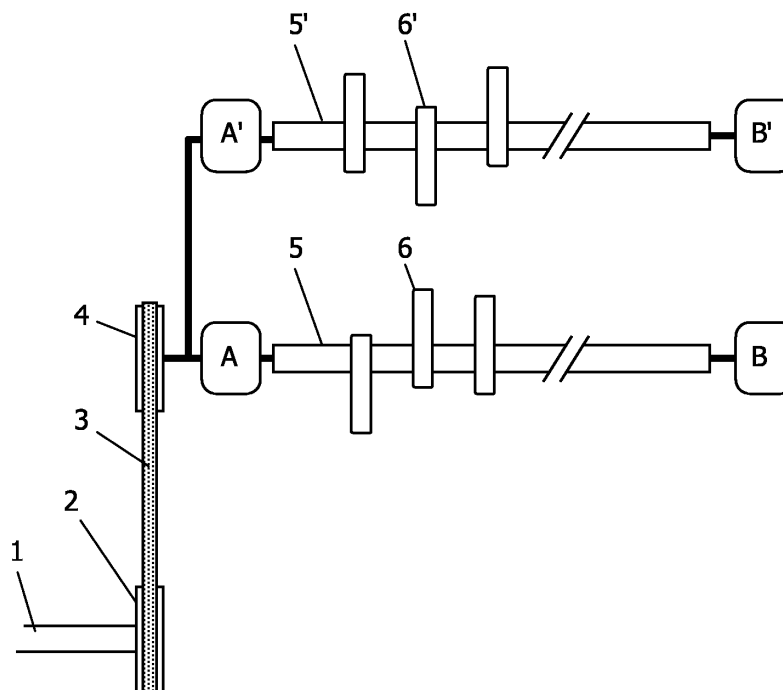


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen variablen Nockenwellentrieb für eine Brennkraftmaschine, welcher ein mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine gekoppeltes Antriebselement und mindestens eine mit dem Antriebselement gekoppelte Nockenwelle zur Steuerung der Ventile der Brennkraftmaschine aufweist. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur variablen Steuerung der Ventilöffnungszeiten einer Brennkraftmaschine, wobei die Ventile von einer Nockenwelle betätigt werden, die von der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine rotierend angetrieben wird.

[0002] Nockenwellentriebe dienen dazu, die Einlaß- und Auslaßventile einer Brennkraftmaschine entsprechend der Drehung der Kurbelwelle zu öffnen und zu schließen, um das Ansaugen von Verbrennungsluft sowie den Ausstoß von Abgasen zu steuern. Zur Optimierung der Motorleistung gemäß den jeweiligen Anforderungen ist der Einsatz sogenannter variabler Nockenwellentriebe bekannt, bei denen sich die Öffnungs- und Schließzeiten der Ventile - sowie gegebenenfalls auch der Ventilhub - relativ zu einer Basiseinstellung verändern lassen. Typischerweise wird dies durch Mechanismen erreicht, welche eine begrenzte Phasenverschiebung zwischen den Drehungen der Kurbelwelle und der Nockenwelle erlauben. Die Verstellung einer solchen variablen Nockenwelle erfolgt in der Regel über verhältnismäßig aufwändige Aktuatoren, die aktiv, d. h. unter Zufuhr externer Energie, betätigt werden.

[0003] Aus der DE 198 15 270 A1 ist ein Nockenwellentrieb bekannt, bei welchem an die Nockenwelle eine zusätzliche träge Masse sowie über ein viskoelastisches Element eine Schwungmasse angekoppelt sind. Diese passiven mechanischen Kopplungsglieder sollen Drehschwingungen der Nockenwelle zwecks Verlängerung der Lebensdauer dämpfen. Auf die Ventilöffnungszeiten nehmen die Kopplungsglieder keinen Einfluß.

[0004] Vor diesem Hintergrund war es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen variablen Nockenwellentrieb bereitzustellen, welcher einen vereinfachten Aufbau und eine vereinfachte Steuerung besitzt.

[0005] Diese Aufgabe wird durch einen Nockenwellentrieb mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren zur variablen Steuerung der Ventilöffnungszeiten einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

[0006] Der erfindungsgemäße variable Nockenwellentrieb für eine Brennkraftmaschine enthält ein mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine gekoppeltes Antriebselement sowie mindestens eine mit diesem Antriebselement gekoppelte Nockenwelle zur Steuerung der Ventile der Brennkraftmaschine. Das Antriebselement kann dabei zum Beispiel ein auf der Kurbelwelle sitzendes Zahnrad sein, welches über einen Keil- oder Zahnriemen, eine Gliederkette, oder über weitere Zahnräder mit der Nockenwelle gekoppelt ist. Der Nocken-

wellentrieb ist dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebselement und die Nockenwelle (unter anderem) über ein passives mechanisches Kopplungsglied derart miteinander verbunden sind, daß die Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle rotatorisch oszillieren kann.

[0007] Bekannte Nockenwellentriebe sehen eine möglichst inflexible Kopplung zwischen der Kurbelwelle und der hiervon angetriebenen Nockenwelle vor, bei welcher die Nockenwelle lediglich innerhalb unvermeidbarer Toleranzgrenzen der Mechanismen und Materialien ihre Position relativ zur Kurbelwelle verändern kann, wobei diese Positionsveränderlichkeit in der Regel deutlich unter $\pm 1^\circ$ des Nockenwellenwinkels liegt. Demgegenüber wird bei dem erfindungsgemäßen Nockenwellentrieb gezielt ein "weiches" Kopplungsglied in die Kraftübertragungskette zwischen Kurbelwelle bzw. Antriebselement und Nockenwelle eingeschoben, welches eine signifikante rotatorische Relativdrehung (typischerweise um $\pm 1^\circ$ bis $\pm 50^\circ$) zwischen Nockenwelle und Kurbelwelle erlaubt. Anders als bei bekannten variablen Nockenwellensteuerungen wird dabei die Relativverstellung zwischen Nockenwelle und Kurbelwelle nicht von außen vorgegeben und durch aktive Mechanismen bewirkt, so daß diese ohne Betätigung dieser Mechanismen unverändert bleibt, sondern die Relativdrehung zwischen Nockenwelle und Kurbelwelle erfolgt allein aufgrund der passiven mechanischen Eigenschaften des zwischengeschalteten Kopplungsgliedes. Bei entsprechender Auslegung des Eingangs-/Ausgangsverhaltens des Kopplungsgliedes kann daher eine quasi von selbst stattfindende Variation des Öffnungsverhaltens der Nockenwelle erfolgen, die zu einem verbesserten Betrieb der Brennkraftmaschine führt. Insbesondere kann eine von der Drehzahl der Kurbelwelle abhängige relative Oszillation zwischen Nockenwelle und Kurbelwelle erfolgen, die eine vorteilhafte Veränderung (Frühverstellung und/oder Spätverstellung) der Öffnungs- und Schließzeiten der Ventile bewirkt. Da hierfür keinerlei externe Steuerung und keine aktive Zufuhr von Energie erforderlich ist, kann ein derartiger variabler Nockenwellentrieb sehr einfach und damit kostengünstig sowie robust realisiert werden.

[0008] Gemäß einer Weiterbildung des Nockenwellentriebs ist an die Nockenwelle mindestens ein weiteres passives mechanisches Kopplungsglied angekoppelt. Hierdurch kann zusätzlicher Einfluß auf die Bewegung der Nockenwelle genommen werden, um auf diese Weise ein gewünschtes Verhalten zu erzielen. Das weitere Kopplungsglied kann insbesondere am nicht angetriebenen Ende der Nockenwelle angeordnet werden, um eine gleichmäßigere Krafteinleitung in die Nockenwelle zu bewirken.

[0009] Für die konkrete Realisierung der oben erwähnten Kopplungsglieder zwischen Kurbelwelle und Nockenwelle beziehungsweise zusätzlich an der Nockenwelle stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Insbesondere kann ein Kopplungsglied mindestens eine Elastizität aufweisen, die zwischen seinem

Eingang und seinem Ausgang für die zu koppelnden Bewegungen beziehungsweise Kräfte wirkt. Eine derartige Elastizität bewirkt, daß bei festgehaltenem Ausgang (oder Eingang) des Kopplungsgliedes eine Bewegung des Eingangs (Ausgangs) gegen eine zunehmende elastische Rückstellkraft möglich ist. Ferner kann durch die Elastizität Bewegungsenergie zwischengespeichert und somit am Eingang gleichmäßig zugeführte Energie am Ausgang ungleichförmig wieder abgegeben werden.

[0010] Des Weiteren können die Kopplungsglieder mindestens eine träge Masse zwischen ihrem Eingang und ihrem Ausgang aufweisen, welche an der übertragenen Bewegung teilnimmt und auf diese durch ihre Massenträgheit Einfluß nimmt.

[0011] Ferner können die Kopplungsglieder mindestens eine zwischen ihrem Eingang und ihrem Ausgang wirkende Viskosität aufweisen, durch welche eine übertragene Bewegung unter Energieverbrauch gedämpft wird.

[0012] Die zwischen dem Eingang und dem Ausgang eines Kopplungsgliedes wirkenden Komponenten können ferner ein lineares oder ein nicht lineares Verhalten aufweisen. Derartige Charakteristiken können zum Beispiel mit den vorstehend erläuterten Komponenten (Elastizität, träge Masse, Dämpfung) erzielt werden.

[0013] Gemäß einer Weiterbildung des Nockenwellentriebs sind die mechanischen Parameter des Kopplungsgliedes extern veränderbar. Auf diese Weise kann die Charakteristik des Kopplungsgliedes zum Beispiel durch die Motorsteuerung derart eingestellt werden, daß eine gewünschte Ventilsteuerung bewirkt wird. Im Gegensatz zu bekannten variablen Nockenwellensteuerungen, bei denen über einen Aktuator von außen aktiv auf die Position der Nockenwelle Einfluß genommen wird, erfolgt vorliegend von außen nur eine Veränderung von Parametern, während das System ansonsten autonom bleibt.

[0014] Vorzugsweise weist der Nockenwellentrieb (mindestens) zwei Nockenwellen auf, welche jeweils über eigene passive mechanische Kopplungsglieder mit dem Antriebselement der Kurbelwelle gekoppelt sind. Vorteilhafterweise sind die Kopplungsglieder dabei unterschiedlich ausgelegt, so daß diese ein unterschiedliches Eingangs-/Ausgangsverhalten zeigen. Eine der Nockenwellen kann dabei z. B. mit den Eingangsventilen und die andere Nockenwelle mit den Ausgangsventilen der Brennkraftmaschine verbunden sein. Das Öffnungsverhalten dieser Ventile läßt sich dann entsprechend den Kopplungsgliedern an den jeweiligen Nockenwellen separat variieren. Beispielsweise kann eine Frühverstellung der Eingangsventile bei gleichzeitiger Spätverstellung der Auslaßventile stattfinden.

[0015] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur variablen Steuerung der Ventilöffnungszeiten einer Brennkraftmaschine, wobei die Ventile von einer Nockenwelle betätigt werden, die ihrerseits von der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine rotierend angetrieben

wird. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß die Kurbelwelle und die Nockenwelle derart passiv gekoppelt werden, daß die Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle rotatorisch oszilliert.

[0016] Wie oben im Zusammenhang mit dem Nockenwellentrieb erläutert wurde, kann bei entsprechender Auslegung der passiven Kopplung erreicht werden, daß sich das von der Nockenwelle bewirkte Öffnungsverhalten der Ventile in einer für den Motorbetrieb vorteilhaften Weise verändert. Das Verfahren ist dabei besonders einfach und robust, da keine externe Steuerung erforderlich ist.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens findet die rotatorische Oszillation der Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle drehzahlabhängig statt. D. h., daß die Oszillation hinsichtlich ihrer Amplitude und/oder Phasenlage abhängig von der jeweiligen Drehzahl der Kurbelwelle ist. Auf diese Weise kann insbesondere bei geringen Motordrehzahlen - ein anderes Öffnungsverhalten der Ventile als bei höheren Motordrehzahlen erzielt werden.

[0018] Im Folgenden wird die Erfindung mit Hilfe der Figuren beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch die Komponenten eines erfindungsgemäßen variablen Nockenwellentriebs;

Fig. 2 schematisch den Verlauf des Kurbelwellenwinkels α_K und des zugehörigen Nockenwellenwinkels α_N über der Zeit t bei verschiedenen Drehzahlen;

Fig. 3 die Ausgestaltung eines Kopplungsgliedes zwischen Kurbelwelle und Nockenwelle mit einer Serienschaltung einer trägen Masse und einer Elastizität;

Fig. 4 die Ausgestaltung eines Kopplungsgliedes zwischen Kurbelwelle und Nockenwelle mit der Serienschaltung einer Elastizität, einer trägen Masse und einer weiteren Elastizität, und

Fig. 5 die Ausgestaltung eines zusätzlich an der Nockenwelle angreifenden Kopplungsgliedes mit der Serienschaltung einer Elastizität und einer Masse.

[0019] In Figur 1 sind die für die vorliegende Erfindung wesentlichen Komponenten eines variablen Nockenwellentriebs schematisch dargestellt. Der Nockenwellentrieb umfaßt ein von der Kurbelwelle 1 der Brennkraftmaschine (nicht dargestellt) angetriebenes Antriebselement 2, bei dem es sich z. B. um ein auf der Kurbelwelle befestigtes Zahnrad handeln kann. Das Antriebselement 2 ist über einen Zahnriemen 3 mit einem Zahnrad 4 gekoppelt. Das Zahnrad 4 ist seinerseits über ein Kopplungsglied A mit der Nockenwelle 5 gekoppelt,

wobei die Nockenwelle 5 in bekannter Weise exzentrische Nocken 6 zur Bewegung der Ventile (nicht dargestellt) der Brennkraftmaschine aufweist. In gleicher Weise ist eine zweite Nockenwelle 5' mit Nocken 6' über ein weiteres Kopplungsglied A' an das Zahnrad 4 gekoppelt. Die erste Nockenwelle 5 kann z. B. die Einlaßventile und die zweite Nockenwelle 5' die Auslaßventile steuern.

[0020] Bei aus dem Stand der Technik bekannten Nockenwellentrieben ist das Kopplungsglied A, A' so ausgebildet, daß es eine "inflexible" oder starre bzw. funktional eindeutige Kopplung zwischen dem Zahnrad 4 und der Nockenwelle 5, 5' bewirkt. Beispielsweise kann das Kopplungsglied beim Stand der Technik einfach als durchgehende feste Welle ausgebildet sein. Gegebenenfalls kann bei bekannten Systemen mit einer variablen Nockenwellensteuerung auch durch von außen steuerbare aktive Aktuatoren eine Veränderung der Phasenlage zwischen dem Eingang und dem Ausgang des Kopplungsgliedes bewirkt werden. Ohne aktiven Eingriff von außen bleibt diese Phasenverschiebung jedoch konstant, so daß bei herkömmlichen Nockenwellentrieben ein fester funktionaler Zusammenhang zwischen dem Winkel der Kurbelwelle und dem hieraus resultierenden Winkel der Nockenwelle besteht.

[0021] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird eine derartige inflexible Kopplung zwischen Kurbelwelle 1 und Nockenwelle 5, 5' aufgehoben, indem das jeweilige Kopplungsglied A, A' als passives mechanisches Bauteil ausgelegt wird, das eine signifikante relative Positionsveränderung zwischen seinem Eingang und seinem Ausgang erlaubt und Bewegungsenergie zwischenspeichern kann. Dies hat zur Folge, daß sich die Nockenwelle 5, 5' in Grenzen unabhängig von der Kurbelwelle 1 drehen kann. Beim Betrieb des Nockenwellentriebs kann daher insbesondere eine rotatorische Oszillation der Nockenwelle 5, 5' relativ zur Drehung der Kurbelwelle 1 stattfinden.

[0022] Figur 2 zeigt diesbezüglich schematisch den Zusammenhang zwischen dem zeitlichen Verlauf des Kurbelwellenwinkels α_K und dem zugehörigen zeitlichen Verlauf des Nockenwellenwinkels α_N . Bei einer konstanten niedrigen Motordrehzahl n_l beziehungsweise einer konstanten hohen Motordrehzahl n_h ergibt sich ein linearer Verlauf des Kurbelwellenwinkels α_K über der Zeit t. Bei herkömmlichen Nockenwellentrieben würde sich hieraus ein ebenfalls linearer Verlauf des Nockenwellenwinkels α_N einstellen, d.h. eine Rotation der Nockenwelle mit konstanter Drehzahl. Die Verläufe des Kurbelwellenwinkels α_K und des Nockenwellenwinkels α_N würden sich lediglich aufgrund eines vorgegebenen Übersetzungsverhältnisses des Nockenwellentriebs in der Steigung (um den Faktor 2) sowie in einem Offset unterscheiden.

[0023] Bei dem erfindungsgemäßen Nockenwellentrieb ist dies jedoch anders. Aufgrund der passiven mechanischen Eigenschaften des Kopplungsgliedes A, A' ist wie vorstehend erläutert eine rotatorische Oszillation

der Nockenwelle 5, 5' relativ zur Bewegung der Kurbelwelle 1 möglich. Diese ist der von der Kurbelwelle übertragenen konstanten Drehung überlagert, so daß sich die in Figur 2 gezeigten welligen Verläufe des Nockenwellenwinkels α_N ergeben. Diese lassen sich z. B. näherungsweise durch die Formel $\alpha_N(t) = \alpha_K(t) + \sin(\omega(n) \cdot t + \varphi(n))$ beschreiben, wobei $\omega(n)$ und $\varphi(n)$ eine von der Drehzahl n abhängige Frequenz bzw. Phasenverschiebung ist. Aufgrund der Drehzahlabhängigkeit sieht die Welligkeit bei kleinen Drehzahlen n_l und hohen Drehzahlen n_h verschieden aus. Durch entsprechende Einstellung der Parameter des Kopplungsgliedes können Phase und Amplitude der Rotations-Oszillation der Nockenwelle in einem weiten Bereich frei gewählt werden. Auf diese Weise kann erreicht werden, daß sich die Ventile bei niedrigen Drehzahlen nur für kurze Zeit und mit einem geringen Überlapp öffnen, um ein geringes Motordrehmoment zu bewirken. Bei hohen Drehzahlen können dagegen längere Öffnungszeiten und/oder ein größerer Überlapp der Öffnungszeiten von Einlaß- und Auslaßventilen erzeugt werden, um die gewünschte Leistung des Motors bereitzustellen.

[0024] Dabei ist bei diesem Verhalten besonders erwünscht, daß in der Start- bzw. Anlaßphase des Motors, d.h. bei geringen Drehzahlen, sich automatisch vorgegebene Öffnungszeiten einstellen, die einen problemlosen Motorstart ermöglichen. Bei herkömmlichen variablen Nockenwellentrieben sind hierzu aufwendige Verriegelungseinrichtungen erforderlich, um einen zuverlässigen Start des Motors mit einem definiertem Nockenwellenwinkel zu gewährleisten.

[0025] Zurückkommend auf Figur 1 sei noch auf die dort erkennbaren optionalen weiteren Kopplungsglieder B, B' hingewiesen, welche ebenfalls an die Nockenwelle 5, 5' (jedoch nicht in den Kraftübertragungsweg zwischen Kurbelwelle 1 und Nockenwelle 5, 5') gekoppelt ist und aufgrund seiner passiven mechanischen Eigenschaften Einfluß auf das Bewegungsverhalten der Nockenwelle 5, 5' nimmt.

[0026] Die Kopplungsglieder A und A' (ebenso B und B') an den verschiedenen Nockenwellen 5, 5' können verschieden ausgelegt sein, um ein unterschiedliches drehzahlabhängiges Verhalten zugehörigen Ventile zu erzeugen.

[0027] In den Figuren 3 bis 5 sind verschiedene Realisierungsmöglichkeiten für die Kopplungsglieder dargestellt, die beliebig miteinander kombiniert werden können.

[0028] Bei der Ausführungsform des Kopplungsgliedes A, A' gemäß Figur 3 ist eine träge Masse M_1 mit dem Zahnrad 4 gekoppelt. Die träge Masse M_1 ist ferner über eine Elastizität C_1 (z. B. eine Torsionsfeder oder ein Torsionsstab) mit der Nockenwelle 5, 5' gekoppelt.

[0029] Bei der Ausführungsform des Kopplungsgliedes A, A' gemäß Figur 4 ist im Unterschied zu Figur 2 eine weitere Elastizität C_2 zwischen der trägen Masse M_2 und dem Zahnrad 4 vorhanden.

[0030] Die Realisierung des weiteren Kopplungsglie-

des B, B' gemäß Figur 5 besteht aus einer Elastizität C_3 (z. B. eine Torsionsfeder oder ein Torsionsstab), welche die Nockenwelle 5, 5' und eine ansonsten frei schwingende träge Masse M_3 verbindet.

[0031] Durch die Festlegung der Parameter der Kopplungsglieder A, A', B, B', d.h. bei den Beispielen der Figuren 3 bis 5 durch Festlegung der Massen M_1 , M_2 und M_3 sowie der Elastizitätskonstanten von C_1 , C_2 , C_2' und C_3 , können die Eigenfrequenzen und das Eigenwertverhalten der rotierend oszillierenden Nockenwelle 5, 5' durch den Konstrukteur in gewünschter Weise festgelegt werden. Selbstverständlich können auch andere als in den Figuren 3 bis 5 gezeigte Realisierungen der Kopplungsglieder vorgesehen werden, wobei insbesondere der Einschluß von Dämpfern möglich ist. Des Weiteren ist die in Figur 1 gezeigte Anordnung der Kopplungsglieder A, A', B, B' nur eine von mehreren Möglichkeiten.

[0032] Durch das drehzahlabhängige Oszillationsverhalten der Nockenwelle 5, 5' relativ zur Kurbelwelle 1 wird eine veränderliche Öffnungsdauer und Phasenlage der Ventilsteuerung erreicht, wobei der Ventilhub konstant bleibt. Der erfindungsgemäße Nockenwellentrieb kann auf diese Weise ausgehend von einer Basislänge der Ventilöffnung bei Leerlauf des Motors eine Änderung der Öffnungszeit hin zu einer maximalen Länge bei einer nominellen Drehzahl bewirken.

[0033] Die Kopplungsglieder A, A', B, B' können sowohl lineare als auch nicht lineare Komponenten (Elastizitäten, Dämpfer etc.) enthalten. Ferner können diese Komponenten "aktiv" oder "passiv" ausgebildet sein, wobei "passive" Komponenten definitionsgemäß ihre Parameter nicht verändern, während die Parameter "aktiver" Komponenten von außen oder innen aktiviert und/oder geändert werden können. Beispiele für passive Komponenten sind Stahlfedern, Luftfedern oder Gummielemente. Beispiele für aktive Komponenten sind Dämpfer mit einer elektroaktiven Änderung des Dämpfungskoeffizienten, Luftfedern mit veränderbarem Druck und Wirbelstrombremsen.

Patentansprüche

1. Variabler Nockenwellentrieb für eine Brennkraftmaschine, enthaltend

- a) ein mit der Kurbelwelle (1) der Brennkraftmaschine gekoppeltes Antriebselement (2);
- b) mindestens eine mit dem Antriebselement (2) gekoppelte Nockenwelle (5, 5') zur Steuerung der Ventile der Brennkraft-

dadurch gekennzeichnet, daß

das Antriebselement (2) und die Nockenwelle (5, 5') über ein passives mechanisches Kopplungsglied (A, A') derart miteinander verbunden sind, daß die Nockenwelle (5, 5') relativ zur Kurbelwelle rota-

torisch oszillieren kann.

2. Nockenwellentrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** an die Nockenwelle (5, 5') ein zweites passives mechanisches Kopplungsglied (B, B') angekoppelt ist.
3. Nockenwellentrieb nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Kopplungsglied (A, A', B, B') mindestens eine zwischen seinem Eingang und seinem Ausgang wirkende Elastizität (C_1 , C_2 , C_2' , C_3) aufweist.
4. Nockenwellentrieb nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Kopplungsglied (A, A', B, B') mindestens eine zwischen seinem Eingang und seinem Ausgang wirkende träge Masse (M_1 , M_2 , M_3) aufweist.
5. Nockenwellentrieb nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Kopplungsglied (A, A', B, B') mindestens eine zwischen seinem Eingang und seinem Ausgang wirkende Viskosität aufweist.
6. Nockenwellentrieb nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zwischen dem Eingang und dem Ausgang des Kopplungsgliedes (A, A', B, B') wirkenden Komponenten (C_1 , C_2 , C_2' , C_3 , M_1 , M_2 , M_3) linear und/oder nicht linear sind.
7. Nockenwellentrieb nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die mechanischen Parameter des Kopplungsgliedes (A, A', B, B') extern veränderbar sind.
8. Nockenwellentrieb nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** dieser zwei Nockenwellen (5, 5') enthält, welche jeweils über passive mechanische Kopplungsglieder (A, A') von vorzugsweise unterschiedlicher Auslegung mit dem Antriebselement (2) gekoppelt sind.
9. Verfahren zur variablen Steuerung der Ventilöffnungszeiten einer Brennkraftmaschine, wobei die Ventile von einer Nockenwelle (5, 5') betätigt werden, die von der Kurbelwelle (1) der Brennkraftmaschine rotierend angetrieben wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kurbelwelle (1) und die Nockenwelle (5,

5') derart passiv gekoppelt werden, daß die Nockenwelle (5, 5') relativ zur Kurbelwelle (1) rotatorisch oszilliert.

10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Nockenwelle (5, 5') drehzahlabhängig rotatorisch oszilliert.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

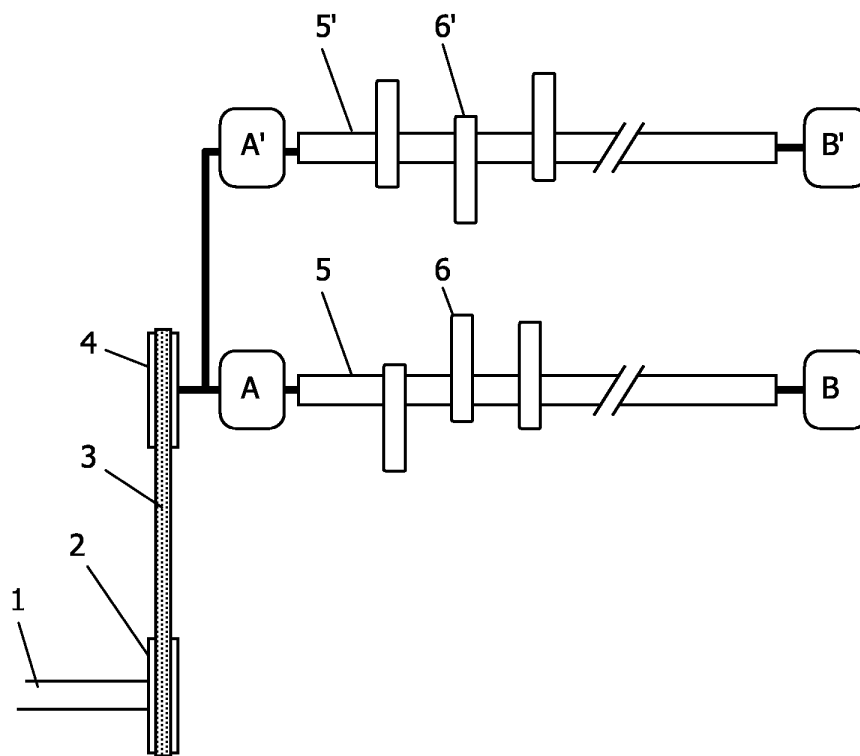


Fig. 1

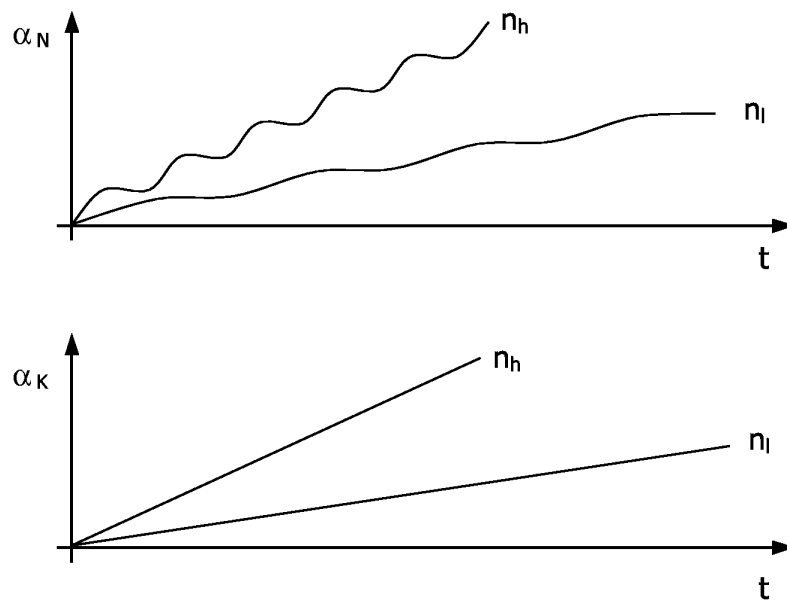


Fig. 2

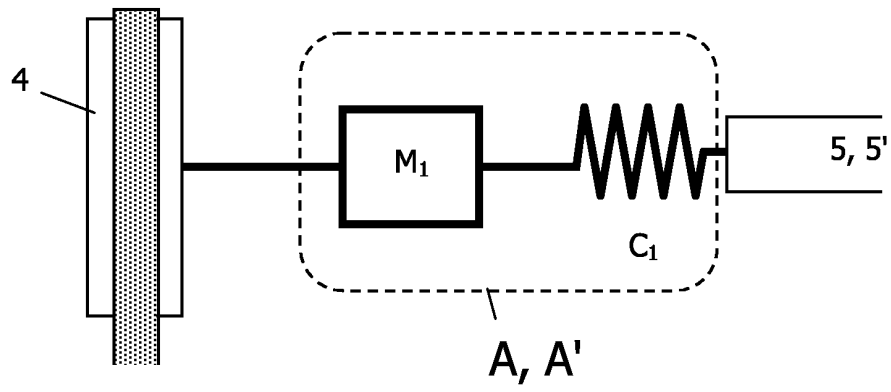


Fig. 3

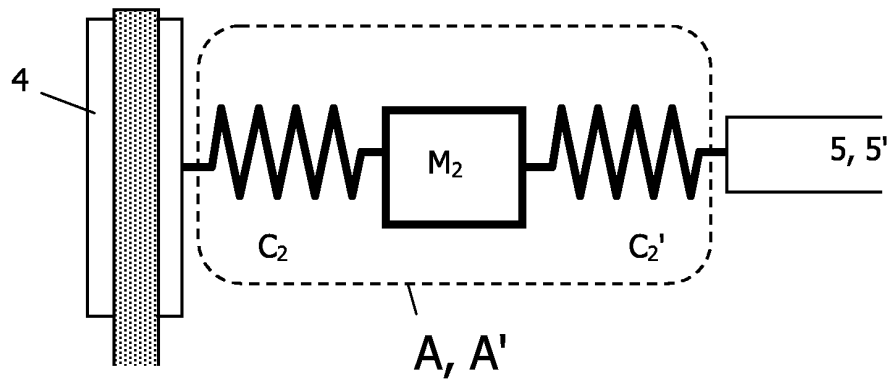


Fig. 4

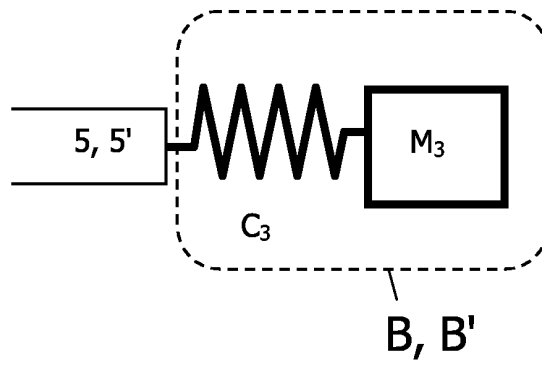


Fig. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 10 0179

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	GB 1 095 017 A (JOHN ROBERT CRIBBS) 13. Dezember 1967 (1967-12-13) * das ganze Dokument *	1,3,9,10	F01L1/344
X	US 5 235 939 A (LEVIN MICHAEL B ET AL) 17. August 1993 (1993-08-17) * Spalte 3, Zeile 25-50; Abbildungen *	1,3,9,10	
X	US 4 177 773 A (CRIBBS JOHN R) 11. Dezember 1979 (1979-12-11) * das ganze Dokument *	1,3,5-7	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 177 (M-317), 15. August 1984 (1984-08-15) & JP 59 069549 A (HONDA GIKEN KOGYO KK), 19. April 1984 (1984-04-19) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,3-6	
A	DE 297 08 574 U (PALSIS SCHWINGUNGSTECHNIK GMBH) 21. August 1997 (1997-08-21) * das ganze Dokument *	5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F01L
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 26. Juni 2003	Prüfer Klinger, T
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 03 10 0179

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.

26-06-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
GB 1095017	A	13-12-1967	KEINE		
US 5235939	A	17-08-1993	KEINE		
US 4177773	A	11-12-1979	KEINE		
JP 59069549	A	19-04-1984	KEINE		
DE 29708574	U	21-08-1997	DE	19621460 C1	31-07-1997
			DE	29708574 U1	21-08-1997
			JP	10054443 A	24-02-1998
			US	5979390 A	09-11-1999

EPO FORM P0461

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