



(19)

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 903 470 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
10.09.2003 Patentblatt 2003/37

(51) Int Cl. 7: **F01L 1/344, F01L 1/352**

(21) Anmeldenummer: **98890261.5**

(22) Anmeldetag: **10.09.1998**

(54) **Vorrichtung zur verstellung einer nockenwelle einer brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung**

Device for variable camshaft timing in an internal combustion engine

Dispositif pour varier le calage d'un arbre à cames de moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE ES FR GB IT

(72) Erfinder: **Heer, Siegfried, Ing.**
4560 Kirchdorf/Krems (AT)

(30) Priorität: **19.09.1997 AT 158697**

(74) Vertreter: **Babeluk, Michael, Dipl.-Ing. Mag.**
Patentanwalt
Mariahilfer Gürtel 39/17
1150 Wien (AT)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.03.1999 Patentblatt 1999/12

(73) Patentinhaber: **TCG UNITECH Aktiengesellschaft**
4560 Kirchdorf/Krems (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 596 860 DE-C- 4 110 088
GB-A- 2 221 513 US-A- 3 978 829
US-A- 4 561 390 US-A- 4 967 701

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Verstellung einer Nockenwelle einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

[0002] Um in verschiedenen Bereichen des Motor-Kennfeldes optimale Verbrauchs- und Abgaswerte zu erzielen, ist es erforderlich, die Ventilsteuzeiten in Abhängigkeit verschiedener Betriebsparameter zu verändern. Eine solche Veränderung der Steuerzeiten kann in eleganter Weise durch eine Verdrehung der Nockenwelle in Bezug auf das sie antreibende Rad bewirkt werden. Die Nockenwelle einer Brennkraftmaschine wird üblicherweise durch ein Kettenrad, das mit der Kurbelwelle über eine Antriebskette verbunden ist, oder ein als Riemenscheibe ausgebildetes Antriebsrad, das über einen Zahnriemen mit der Kurbelwelle in Verbindung steht, angetrieben.

[0003] Die GB 2 221 513 A zeigt eine Verstellvorrichtung für Nockenwellen, bei der ein Elektromotor eine Gruppe von Hebeln betätigt, die die Nockenwelle gegenüber dem Antriebsrad verdrehen. Zu diesem Zweck wird ein Betätigungslement, an dem die Hebel angenkt sind, in Axialrichtung verschoben. Eine solche Lösung ist jedoch aufwendig und aufgrund der Vielzahl von Lagern mit einem großen Spiel behaftet.

[0004] Aus der DE 41 10 088 C1 und aus der DE 39 29 619 A1 sind Verstelleinrichtungen bekannt, bei denen zwischen einem mit der Nockenwelle in Verbindung stehenden Bauteil und einem mit dem Antriebsrad in Verbindung stehenden Bauteil ein Verstellelement vorgesehen ist, das zwei Schrägverzahnungen aufweist, die mit entsprechenden Verzahnungen der Nockenwelle bzw. des Antriebsrades in Eingriff stehen. Durch eine Axialverschiebung dieses Verstellelements kann eine Verdrehung der Nockenwelle gegenüber dem Antriebsrad bewirkt werden. Eine Möglichkeit der Axialverschiebung des Verstellelements ist dabei die Betätigung durch einen Hydraulikkolben, der in Abhängigkeit von der erforderlichen Verstellung betätigt wird. Nachteilig bei dieser Lösung ist, dass zur Erzielung der erforderlichen Kräfte ein relativ großer Hydraulikkolben erforderlich ist, was einen großen baulichen Aufwand darstellt. Außerdem ist der Ölverbrauch durch die Betätigung des Kolbens relativ groß, was eine Belastung des Motors durch eine entsprechende Ölpumpe darstellt. Darüber hinaus kann bei einer solchen bekannten Vorrichtung die Nockenwelle nur zwischen zwei Endstellungen hin- und hergeschaltet werden.

[0005] Weiters ist aus der DE 41 01 676 A1 eine elektrische Verstellvorrichtung bekannt, bei der ein Elektromotor vorgesehen ist, der über eine Gewindespindel das Verstellelement verschiebt. Da sich jedoch das Verstellelement im wesentlichen mit Nockenwellendrehzahl dreht, muss zwischen dem Elektromotor und dem Verstellelement ein Axialdrucklager vorgesehen sein, das die Relativbewegung zwischen dem verdrehfesten

und dem sich drehenden Bauteil aufnimmt. Dieses Axialdrucklager ist bei der bekannten Lösung praktisch während des gesamten Motorbetriebs belastet, da durch die zwischen Antriebsrad und Nockenwelle wirkenden Torsionsmomente stets eine in Axialrichtung wirkende Kraft auf das Verstellelement ausgeübt wird. Dieses Axialdrucklager ist daher ein kritischer Bauteil, der die Lebensdauer des Motors einschränkt. Eine ähnliche Lösung ist in der DE 33 20 835 A1 beschrieben, wobei die gleichen Nachteile auftreten.

[0006] Die DE 36 07 256 A beschreibt eine Vorrichtung, bei der ein Schrittmotor zur Verstellung der Nockenwelle vorgesehen ist, der einerseits mit der Nockenwelle und andererseits mit dem Antriebsrad verbunden ist. Da dieser Schrittmotor das gesamte Antriebsmoment der Nockenwelle aufnehmen muss, ist eine solche Lösung mit vernünftigem Aufwand nicht realisierbar.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung der oben genannten Art derart weiterzubilden, dass mit vergleichsweise einfachen Mitteln eine sichere und zuverlässige Verstellung der Nockenwelle erreicht wird, ohne die Lebensdauer des Motors einzuschränken.

[0008] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Ausführung entsprechend Patentanspruch 1 gelöst.

[0009] Wesentlich an der vorliegenden Erfindung ist, dass sich der Elektromotor grundsätzlich mit der Nockenwelle mitdrehet und dass bedingt durch die große Untersetzung, die durch die beiden Gewindeabschnitte gegeben ist, eine relativ geringe Momentenbelastung des Elektromotors erzielbar ist. Auf diese Weise kann auch eine aufwendige Übertragung der Betätigungs Kraft von einem an sich nicht drehenden Elektromotor auf die sich drehende Nockenwelle vermieden werden.

[0010] Das erfindungsgemäße System ist selbsthemmend, so dass eine unerwünschte Verstellung des Systems nicht stattfinden kann. Weiters erfordert das System keine Wälzlager, die die Drehzahl der Nockenwelle aufnehmen müssen. Die Wälzlager des Systems selbst laufen insgesamt mit Nockenwellendrehzahl und müssen nur die Drehung des Elektromotors aufnehmen.

[0011] In einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Nockenwelle mit einem Flansch verbunden ist, dass der Elektromotor mit einem hülsenförmigen Bauteil verbunden ist und dass der Flansch über Verbindungselemente, die durch das Antriebsrad hindurchtreten, mit dem hülsenförmigen Bauteil fest verbunden ist. Auf diese Weise wird eine besonders kompakte Ausführung erreicht. Dabei treten Bolzen, die den Flansch mit der Hülse verbinden, durch bogenförmig ausgebildete Langlöcher im Antriebsrad hindurch.

[0012] Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn die Antriebswelle des Motors einen schräg verzahnten Gewindeabschnitt aufweist, der mit einem Gewindeabschnitt des Verstellelements in Eingriff steht. Auf diese Weise

kann eine sehr große Untersetzung von einem schnell laufenden Elektromotor in eine entsprechende [0013] Axialbewegung des Verstellelements bewirkt werden.

[0014] Besonders günstig ist es, wenn der Elektromotor als Schrittmotor ausgebildet ist, dies ermöglicht eine einfache Ansteuerung und einen zuverlässigen Betrieb. In Abhängigkeit von der konstruktiven Auslegung kann es von Vorteil sein, den Elektromotor als Getriebemotor auszubilden. Durch das integrierte Untersetzungsgetriebe kann ein Schnelllaufender Elektromotor mit besonders geringen Momenten betrieben werden.

[0015] In der Folge wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsvarianten näher erläutert. Die Figuren zeigen: Fig. 1 einen Schnitt durch eine Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung.

[0016] Eine nicht näher dargestellte Nockenwelle einer Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung besitzt an einem Ende einen Flansch 2. Über eine Schraube 3 ist ein Nockenwellen-Antriebsbauteil 4 fest mit der Nockenwelle 1 verbunden. Der Bauteil 4 steht über einen an seinem äußeren Umfang angebrachte schrägverzahnten Gewindeabschnitt 4a mit einem Gewindeabschnitt 5a des Verstellelements 5 in Eingriff. Das Verstellelement 5 umgreift den Bauteil 4 und besitzt seinerseits an seinem äußeren Umfang einen Gewindeabschnitt 5b. Dieser Gewindeabschnitt 5b steht mit einem Gewindeabschnitt 6b des Antriebsrades 6 für die Nockenwelle 1 in Eingriff, das als Kettenrad ausgebildet ist. In die Zähne 6a des Kettenrades 6 greift eine nicht dargestellte Antriebskette ein. Über die Antriebskette wird eine genau definierte Stellung des Antriebsrades 6 in Bezug auf die Drehung der Kurbelwelle, die ebenfalls nicht dargestellt ist, gewährleistet. Der innere Gewindeabschnitt 5a des Verstellelements 5 ist gegensinnig zu dem äußeren Gewindeabschnitt 5b ausgebildet, so dass durch eine Axialverschiebung des Verstellelements 5 eine Verdrehung der Nockenwelle 1 in Bezug auf das Antriebsrad 6 erfolgt. Mit dem Flansch 2 der Nockenwelle 1 ist eine Hülse 7 fest verbunden. Die Verbindung erfolgt über Gewindegelenken 8, die im Flansch 2 eingeschraubt sind, und die mit einer Mutter 9 an der Hülse 7 befestigt sind. Die Gewindegelenken 8 treten durch Bohrungen 10 im Antriebsrad 6 hindurch, welche Bohrungen 10 als kreisbogenförmig ausgeformte Langlöcher ausgebildet sind. Distanzscheiben 11, 12 und 13 stellen einen genau definierten Abstand zwischen der Hülse 7 und dem Flansch 2 her. Die Distanzscheibe 12 ist kleiner ausgeführt als die Breite des Langlochs 10, während die Distanzscheiben 11 und 13 einen größeren Durchmesser aufweisen. Die Breite der Distanzscheibe 12 entspricht genau der Dicke des Antriebsrades 6 in diesem Abschnitt, so dass auch die axiale Position des Antriebsrades spielfrei festgelegt ist. Eine Spindel 14 besitzt ein Außengewinde 14a, über das sie mit dem Verstellelement 5 in Eingriff steht. Die Spindel 14 wird von einem Elektromotor 15 angetrieben, der fest mit der Hülse 7 verbunden ist. Die Verbindung erfolgt über

Schrauben 16, die den Elektromotor 15 mit einem an der Hülse 7 befestigten Verbindungsbauteil 17 verbinden. Eine Schleifringplatine 18, die mit dem Elektromotor 15 fest verbunden ist, nimmt Schleifringe 19 zur Versorgung des Elektromotors 15 auf. Die Spindel 14 ist über ein Wälzlagerring 20 in Radialrichtung gegenüber dem Bauteil 17 gelagert. Ein Sicherungsring 21 sichert den Außenring des Wälzlagerring 20. In Axialrichtung wird die Spindel 14 durch ein Axiallager 22 in ihrer Position festgelegt. Das Axiallager 22 stützt sich einerseits auf eine an einem Ansatz der Hülse 7 anlegende Scheibe 23, und andererseits auf eine Scheibe 24 ab, die durch eine Mutter 25 mit der Hülse 7 verbunden ist. Ein Wellendichtring 26 verhindert das Eindringen von Motoröl zum

15 Elektromotor 15. Der Wellendichtring 26 ist mit seinem äußeren Umfang mit der Hülse 7 befestigt. Eine Mutter 27 legt über einer Hülse 28 die genaue axiale Position der Spindel 14 in Bezug auf das Axiallager 22 fest.

[0017] Bei der vorliegenden Ausführungsvariante ist 20 der Motor 15 fest mit der Nockenwelle 1 verbunden. Wenn der Motor angesteuert wird, dreht die Abtriebswelle 29 des Motors 15 die Spindel 14. Durch die Drehung der Spindel 14 relativ zur Nockenwelle 1 wird bewirkt, dass sie das Verstellelement 5 entlang des Gewindeabschnitts 14a in Axialrichtung verschiebt, beispielsweise nach links in der Fig. 1. Durch diese Verschiebung erfolgt eine Verdrehung des Bauteils 4, relativ zum Antriebsrad 6 zufolge der gegenläufigen Gewindeabschnitte 4a/5a bzw. 6b/5b. Auf diese Weise wird 25 die Nockenwelle 1 in Bezug auf am Antriebsrad 6 verstellt. Um eine völlige Trennung des Elektromotors 15 vom Ölraum der Brennkraftmaschine zu schaffen, muss an der Außenseite der Hülse 7 ein nicht dargestellter weiterer Wellendichtring vorgesehen sein, der außen in 30 einer entsprechenden Trennwand, die ebenfalls nicht dargestellt ist, eingebaut ist. Durch die große Übersetzung des Elektromotors 15 kann erreicht werden, dass schon mit einem relativ geringen Drehmoment eine sichere Verstellung erreichbar ist.

[0018] Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, die 35 Steuerzeiten der Ventile einer Brennkraftmaschine in einfacher Weise und sicher zu verändern. Besonders vorteilhaft ist, dass auch beliebige Zwischenstellungen angesteuert werden können.

45

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Verstellung einer Nockenwelle (1) einer Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung in Bezug auf das sie antreibende Antriebsrad (6), mit einem Verstellelement (5), das einerseits mit einem das Antriebsrad (6) tragenden Bauteil in Eingriff steht, und das andererseits mit einem mit der Nockenwelle (1) fest verbundenen Bauteil (4) in Eingriff steht, wobei das Verstellelement (5) einen ersten Gewindeabschnitt (5a), der mit einem Gewindeabschnitt (4a) des mit der Nockenwelle (1)

- fest verbundenen Bauteils (4) in Eingriff ist sowie einen zweiten Gewindeabschnitt (5b), der mit einem Gewindeabschnitt (6b) des das Antriebsrad (6) tragenden Bauteils in Eingriff ist, aufweist, so dass durch eine Axialverschiebung des Verstellelements (5) eine Verdrehung der Nockenwelle (1) gegenüber dem Antriebsrad (6) bewirkbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Verschiebung des Verstellelements (5) in Axialrichtung ein Elektromotor (15) vorgesehen ist, der fest mit der Nockenwelle (1) verbunden ist und über Schleifkontakte (19) mit Strom versorgt wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nockenwelle (1) mit einem Flansch (2) verbunden ist, dass der Elektromotor (15) mit einem hülsenförmigen Bauteil (7) verbunden ist und dass der Flansch (2) über Verbindungs-elemente (8), die durch das Antriebsrad (6) hindurchtreten, mit dem hülsenförmigen Bauteil (7) fest verbunden ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebswelle (29) des Motors (15) einen schräg verzahnten Ge-windeabschnitt aufweist, der mit einem Gewindeabschnitt des Verstellelements in Eingriff steht.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Gewindeabschnitt (5a) und der zweite Gewindeabschnitt (5b) an der Innen- bzw. Außenseite eines hohlzy-lindrischen Körpers angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektromotor (15) als Schrittmotor ausgebildet ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektromotor (15) als Getriebemotor ausgebildet ist.
7. Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 aufweist.

Claims

1. Device for adjusting the phase angle of a camshaft 1 of an internal combustion engine relative to the camshaft drive gear 6, comprising an adjusting element 5 which engages with both a member supporting the drive gear 6 and a member 4 rigidly connected to the camshaft 1, the adjusting element 5 being provided with a first threaded section 5a, which meshes with a threaded section 4a of the member 4 rigidly connected to the camshaft 1, and

- 5 a second threaded section 5b, which meshes with a threaded section 6b of the member supporting the drive gear 6, such that an axial movement of the adjusting element 5 effects a turning of the cam-shaft 1 relative to the drive gear 6, **characterized in that** an electric motor 15 is provided for axially displacing the adjusting element 5, which motor 15 is rigidly connected to the camshaft 1 and is supplied with power through slip contacts 19.
- 10 2. Device according to claim 1, **characterized in that** the camshaft 1 is connected to a flange 2, and that the electric motor 15 is connected to a casing 7, and that the flange 2 and the casing 7 are rigidly connected by means of fastening elements 8 passing through the drive gear 6.
- 15 3. Device according to any of claims 1 to 2, **charac-20 terized in that** the driving shaft 29 of the motor 15 is provided with a threaded section with helical teeth, which meshes with a threaded section of the adjusting element.
- 25 4. Device according to any of claims 1 to 3, **charac-25 terized in that** the first threaded section 5a and the second threaded section 5b are arranged on the in-side and outside, respectively, of a hollow cylindri-cal body.
- 30 5. Device according to any of claims 1 to 4, **charac-35 terized in that** the electric motor 15 is configured as a stepping motor.
- 35 6. Device according to any of claims 1 to 5, **charac-40 terized in that** the electric motor 15 is configured as a geared motor.
7. Internal combustion engine, **characterized in that** it is provided with a device according to any of claims 1 to 6.

Revendications

- 45 1. Dispositif pour régler un arbre à cames (1) d'un mo-50 teur à combustion interne par rapport à la roue (6) qui l'entraîne à l'aide d'un élément de réglage (5) d'une part en prise avec une pièce portant la roue d'entraînement (6) et d'autre part en prise avec une pièce (4) solidaire de l'arbre à cames (1), dans lequel l'élément de réglage (5) comporte un premier seg-55 ment fileté (5a) en prise avec un segment fileté (4a) de la pièce (4) reliée solidairement à l'arbre à cames (1) ainsi qu'un second segment fileté (5b) en prise avec un segment fileté (6b) de la pièce portant la roue d'entraînement (6), de façon qu'un coulisse-ment axial de l'élément de réglage (5) produise une

rotation de l'arbre à cames (1) par rapport à la roue d' entraînement (6),

caractérisé par

un moteur électrique (15) pour déplacer l'élément d'actionnement (5) dans la direction axiale, ce moteur étant relié solidairement à l'arbre à cames (1) et son alimentation électrique étant assurée par des contacts à glissement (19). 5

2. Dispositif selon la revendication 1, 10

caractérisé en ce que

l'arbre à cames (1) est relié à une bride (2), le moteur électrique (15) est relié à une pièce (7) en forme de manchon et la bride (2) est reliée solidairement à la pièce en forme de manchon (7) par des éléments de liaison (8) traversant la roue d' entraînement (6). 15

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 2, 20

caractérisé en ce que

l'arbre d' entraînement (29) du moteur (15) comporte un segment à denture en biais en prise avec un segment fileté de l'élément de réglage.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, 25

caractérisé en ce que

le premier segment fileté (5a) et le second segment fileté (5b) sont prévus sur le côté intérieur et le côté extérieur d'un corps cylindrique creux. 30

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4,

caractérisé en ce que

le moteur électrique (15) est un moteur pas à pas.

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, 35

caractérisé en ce que

le moteur électrique (15) est un moteur réducteur.

7. Moteur à combustion interne **caractérisé par** un dispositif selon l'une des revendications 1 à 6. 40

45

50

55

Fig. 1

