



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 957 239 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.02.2005 Patentblatt 2005/06

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

(21) Anmeldenummer: **99109119.0**

(22) Anmeldetag: **07.05.1999**

(54) **Einrichtung zum Steuern einer Vorrichtung zum Verstellen des Ventilhubverlaufs eines Gaswechselventils einer Brennkraftmaschine**

Arrangement for the control of a device varying the lift of a valve of an internal combustion engine for the circulation of the inlet or outlet gas

Arrangement pour la commande d'un dispositif de variation de la levée d'une soupape de moteur à combustion interne pour la circulation des gaz d'admission ou d'échappement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB SE

(30) Priorität: **12.05.1998 DE 19821241**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.11.1999 Patentblatt 1999/46

(73) Patentinhaber: **SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **Koch, Achim
93105 Tegernheim (DE)**
- **Klingseis, Bernhard
93047 Regensburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**WO-A-99/09303
FR-A- 2 756 627**

DE-A- 19 501 386

EP 0 957 239 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Steuereinrichtung für eine Vorrichtung zum Verstellen des Ventilhubverlaufs eines Gaswechselventils einer Brennkraftmaschine und ein Verfahren zum Steuern einer Vorrichtung zum Verstellen des Ventilhubverlaufs eines Gaswechselventils einer Brennkraftmaschine gemäß Oberbegriff von Patentanspruch 1 bzw. 2.

[0002] Aus der DE 42 44 550 A1 ist eine Vorrichtung zum Verstellen des Ventilhubverlaufs eines Gaswechselventils einer Brennkraftmaschine bekannt, die vorzugsweise zur drosselfreien Laststeuerung von Ottomotoren eingesetzt wird. Die Vorrichtung hat zwei gegensinnig drehende Nockenwellen, welche über einen Schwinghebel auf das Gaswechselventil wirken. Eine der Nockenwellen bestimmt die Öffnet-Funktion und die andere Nockenwelle bestimmt die Schließt-Funktion des Gaswechselventils. Der Ventilhubverlauf des Gaswechselventils, d. h. der Hub und die Öffnungsdauer, kann in weiten Bereichen verändert werden durch eine relative Verdrehung der beiden Nockenwellen gegeneinander mittels eines vierrädrigen Koppelgetriebes. Das vier-rädrige Koppelgetriebe hat ein Antriebsrad, das mit der von der Kurbelwelle angetriebenen ersten Nockenwelle fest verbunden ist, und ein Abtriebsrad, das mit der zweiten Nockenwelle fest verbunden ist. Das Antriebs- und das Abtriebsrad stehen über zwei Zwischenräder miteinander derart im Eingriff, daß durch eine an den Koppeln angreifende rotatorische Verstellung ein Abrollen der Zwischenräder auf den An- und Abtriebsrädern erfolgt und somit eine relative Verdrehung der beiden Nockenwellen gegeneinander erreicht wird. Die Sicherheitsanforderungen bei Brennkraftmaschinen nehmen ständig zu.

[0003] Dies gilt insbesondere für Komponenten, die zur Laststeuerung der Brennkraftmaschine vorgesehen sind.

[0004] Eine Vorrichtung zum Verstellen des Ventilhubverlaufs eines Gaswechselventils einer Brennkraftmaschine sowie ein Verfahren zum Steuern einer solchen Vorrichtung nach den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 2 ist aus der DE 19501386A1 bekannt. Bei der dort offenbarten Vorrichtung umfasst der Stellantrieb eine beispielsweise hydraulisch arbeitende Betätigungsvorrichtung zum Verstellen der Koppel eines Koppelgetriebes, das die Phase der zweiten Nockenwelle relativ zu der ersten Nockenwelle einstellt. Der Stellantriebssensor erfasst den Drehwinkel der Koppel. Die Steuereinrichtung ermittelt dann in Abhängigkeit von der augenblicklichen Drehzahl der Brennkraftmaschine und dem Drehwinkel der Koppel, gegebenenfalls zusätzlich von einem zeitlichen Differential dieses Drehwinkels, Werte zur Ansteuerung des Stellantriebs.

[0005] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zum Verstellen des Ventilhubverlaufs eines Gaswechselventils einer Brennkraftmaschine sowie ein Verfahren zum Steuern einer solchen Vorrichtung zu schaffen,

welche ein sicheres Ermitteln mindestens einer den Ventilhubverlauf charakterisierenden Größe gewährleistet und gleichzeitig einfach und kostengünstig sind.

[0006] Die Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche 1 bzw. 2 gelöst.

[0007] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0008] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1: eine erste Ansicht einer Brennkraftmaschine mit einer erfindungsgemäßen Steuereinrichtung 2,

Figur 2: eine zweite Ansicht der Brennkraftmaschine,

Figur 3: ein Ablaufdiagramm eines ersten Teils eines Programms, das in der Steuereinrichtung 2 abgearbeitet wird,

Figur 4: einen zweiten Teil des Programms, das in der Steuereinrichtung 2 abgearbeitet wird.

[0009] Elemente gleicher Konstruktion und Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0010] Eine Brennkraftmaschine 1 hat, vorzugsweise in einem Zylinderkopf, eine Vorrichtung 11 zum Verstellen des Ventilhubes eines Gaswechselventils 12. Die Vorrichtung 11 umfaßt eine erste Nockenwelle 111, die mechanisch mit einer Kurbelwelle 13, beispielsweise über einen nicht dargestellten Kettentrieb, gekoppelt ist. Eine zweite Nockenwelle 112 ist mechanisch mit der ersten Nockenwelle 111 über ein Koppelgetriebe gekoppelt, das eine Koppel 113 und ein erstes Zahnrad 114 und ein zweites Zahnrad 115 umfaßt. Ein Stellantrieb 116 ist vorgesehen, der einen Motor hat, der vorzugsweise als einfacher Synchronmotor 1161 mit einer elektronischen Kommutierung ausgebildet ist. Der Stellantrieb umfaßt ferner eine Antriebswelle 1162 die über ein Schneckenrad 1163 mit einem nicht dargestellten Exzenterrad verbunden ist, das koaxial zu der zweiten Nockenwelle 112 angeordnet ist und mit der zweiten Nockenwelle 112 fest verbunden ist. Eine Drehung der Antriebswelle 1162 wird über das Schneckenrad 1163 auf das Exzenterrad übertragen. Durch das Rotieren des Exzenterrades erfolgt ein Verändern der Lage der zweiten Nockenwelle 112 bezüglich der ersten Nockenwelle 111, in der mit dem Pfeil dargestellten Richtung.

[0011] Die erste Nockenwelle 111 und die zweite Nockenwelle 112 weisen jeweils Nocken 1111 und 1121 (Figur 2) auf. Die Nocken wirken über ein Übertragungsglied 117, das als Tassenstößel, Schleppebel, Schwinghebel oder sonstiges bekanntes Übertragungsglied ausgebildet sein kann, auf das Gaswechselventil 12 ein.

[0012] Durch den Hubverlauf der ersten Nockenwelle 111 ist der Ventilhubbeginn vorgegeben. Durch den Hubverlauf der zweiten Nockenwelle 112 ist das Ventil-

hubende vorgegeben. Der Hubverlauf der ersten oder zweiten Nockenwelle 111, 112 ist durch die Kontur eines zur Drehachse der Nockenwelle senkrechten Schnittes durch die erste oder zweite Nockenwelle 111, 112 bestimmt. Der Hubverlauf ist vorgegeben durch den Abstand der Punkte auf der Oberfläche der ersten Nockenwelle 111 oder zweiten Nockenwelle 112 zu der jeweiligen Drehachse.

[0013] Durch das Verstellen der Lage der zweiten Nockenwelle 112 zu der ersten Nockenwelle 111 folgt ein Verstellen der Phase der zweiten Nockenwelle 112 relativ zu der ersten Nockenwelle 111. Die Phase ist bestimmt durch einen Winkel zwischen einem Vektor, der senkrecht zur Drehachse der ersten Nockenwelle liegt und dessen Fußpunkt die Drehachse und dessen Endpunkt ein vorgegebener Punkt auf dem Umfang der Nockenwelle ist, und einem weiteren Vektor, der senkrecht zu der Drehachse der zweiten Nockenwelle liegt, dessen Fußpunkt in der Drehachse der zweiten Nockenwelle 112 liegt und dessen Endpunkt ein vorgegebener Punkt auf dem Umfang der zweiten Nockenwelle ist, wobei einer der Vektoren zum Bestimmen der Phase parallel derart verschoben ist, daß sein Fußpunkt mit dem Fußpunkt des weiteren Vektors zusammenfällt.

[0014] Das Übertragungsglied 117 ist so ausgebildet, daß es den Hubverlauf der ersten Nockenwelle 111 und zweiten Nockenwelle 112 nur dann auf das Gaswechselventil 12 überträgt, wenn beide Nocken 1111, 1121 gleichzeitig auf das Übertragungsglied 117 einwirken. Durch das Verstellen der Phase der zweiten Nockenwelle 112 zu der ersten Nockenwelle 111 kann das Ventilhubende variiert werden. In einer alternativen Ausführungsform erfolgt ein Verstellen der Phase derart, daß der Ventilhubbeginn variabel ist.

[0015] Der Vorrichtung 11 ist eine Steuereinrichtung 2 (Figur 1) zugeordnet, die abhängig von einem Drehwinkel DRV der Antriebswelle 1162, der von einem Stellantriebssensor 3 erfaßt wird, einem Drehwinkel CRK der Kurbelwelle 112, der von einem Kurbelwellensensor 4 erfaßt wird, einem Drehwinkel CAM der zweiten Nockenwelle 112, der von einem Nockenwellensensor 5 erfaßt wird und vorzugsweise weiteren Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine ein Stellsignal für den Synchronmotor 1161 ermittelt. Darüber hinaus werden in der Steleinrichtung auch Funktionen zum Überwachen des Stellantriebssensors 3, des Kurbelwellensensors 4 und des Nockenwellensensors 5 abgearbeitet. Vorzugsweise ist die Steuereinrichtung 2 auch zum Steuern der Einspritzventile und einer nicht dargestellten Drosselklappe der Brennkraftmaschine ausgebildet.

[0016] Besonders platzsparend kann der Stellantrieb 116 ausgebildet werden, wenn aus dem von dem Stellantriebssensor 3 erfaßten Drehwinkel DRV zusätzlich ein Signal zum Kommutieren des Stroms durch die Ankerwicklung des Synchronmotors 1161 erzeugt wird. Der Stellantriebssensor 3 kann dann direkt im Synchronmotor 1161 angeordnet werden.

[0017] Figur 3 zeigt ein Ablaufdiagramm einer Funk-

tion zum Ermitteln des Drehwinkels DRV der Antriebswelle 1162, das in der Steuereinrichtung 2 abgearbeitet wird. Der Stellantriebssensor 3 umfaßt ein auf der Antriebswelle angeordnetes Magnetrad mit einer vorgegebenen Anzahl an Polpaaren (z. B. 32) und einer vorgegebenen Anzahl (z. B. 2) an Hall-Elementen, die phasenversetzt im Gehäuse des Elektromotors 1161 angeordnet sind.

[0018] In einem Schritt S1 erfolgt der Start, und die Werte der Zähler i, k werden aus einem Datenspeicher eingelesen. In einem Schritt S2 wird geprüft, ob das Meßsignal des ersten Hallelements des Stellantriebssensors 3 eine Flanke hat. Ist dies nicht der Fall, so wird nach einer vorgegebenen Wartezeit die Bearbeitung im Schritt S2 fortgesetzt. Ist dies jedoch der Fall, so wird in einem Schritt S3 durch ein Auswerten der Meßsignale des ersten und zweiten Hallelements die Drehrichtung der Antriebswelle 1162 ermittelt. Ist die Drehrichtung der Antriebswelle 1162 eine vorgegebene Drehrichtung, so wird in Schritt S4 der Zähler i inkrementiert. Ist dies jedoch nicht der Fall, so wird in einem Schritt S5 der Zähler i dekrementiert.

[0019] In einen Schritt S6 wird geprüft, ob der Zähler i einen Maximalwert imax entsprechend der Anzahl der Polpaare des Magnettrads hat (z. B. 32). Ist dies der Fall, wird in einem Schritt S7 der Zähler k inkrementiert. Der Zähler k ist ein Maß für die Anzahl der Umdrehungen der Antriebswelle 1162 bezogen auf einen Referenzwinkel. Dieser Referenzwinkel kann, je nach Ausgestaltung der Vorrichtung 11, der Drehwinkel der Antriebswelle 1162 sein, bei dem die Phase der zweiten Nockenwelle 112 relativ zu der ersten Nockenwelle 111 einen minimalen oder maximalen Wert hat. In einem Schritt S8 wird der Zähler i zurückgesetzt, z. B. mit dem Wert Null belegt. In einem Schritt S8a wird geprüft, ob der Zähler i den negativen Maximalwert imax hat. Ist dies der Fall, so wird in einem Schritt S8b der Zähler k dekrementiert und in einem Schritt S8c der Zähler i zurückgesetzt.

[0020] In einem Schritt S9 wird der Drehwinkel DRV der Antriebswelle 1162 abhängig von den Zählern i und k ermittelt. Der Wert des Zählers k entspricht der Anzahl der Umdrehungen der Antriebswelle 1162 bezogen auf den Referenzpunkt und der Zähler k entspricht dem Winkel während einer Drehung der Antriebswelle mit einer Auflösung, die von der Polpaarzahl abhängt. Außerdem werden in dem Schritt S9 die Variablen k und i in dem Datenspeicher gespeichert. Bevorzugt werden die Schritte S1 bis S9 in Form einer Unterbrechungsroutine (Interruptroutine) ausgeführt.

[0021] In einem Schritt S10 (Figur 4) erfolgt der Start eines zweiten Programmteils, der in der Steuereinrichtung 2 abgearbeitet wird. In einem Schritt S11 wird geprüft, ob das Meßsignal des Nockenwellensensors 5 eine Flanke aufweist. Der Nockenwellensensor 5 ist vorzugsweise als einfacher Hallsensor mit einem zweipoligen Magnetrad ausgebildet, das auf der zweiten Nockenwelle 112 angeordnet ist. Das Meßsignal des Nockenwellensensors 5 liefert demnach zwei Signalfanken

pro Umdrehung der zweiten Nockenwelle 112.

[0022] Weist das Meßsignal des Nockenwellensensors 5 in dem Schritt S11 keine Flanke auf, so wird nach einer vorgegebenen Wartezeit die Bearbeitung erneut in dem Schritt S1 fortgesetzt. Andernfalls werden in den Schritten S12 bis S14 die aktuellen Drehwinkel CRK, CAM, DRV der Kurbelwelle 13, der zweiten Nockenwelle 112 und der Antriebswelle 1162 eingelesen.

[0023] In einem Schritt S15 wird ein erster Wert VHB_A des Ventilhubbeginns des Gaswechselventils 12 abhängig von dem Drehwinkel DRV der Antriebswelle 1162 ermittelt. Der erste Wert VHB_A wird vorzugsweise aus einer ersten Kennlinie abhängig von dem Drehwinkel DRV der Antriebswelle 1162 ermittelt. In einem Schritt S16 wird ein zweiter Wert VHB_B des Ventilhubbeginns abhängig von dem Drehwinkel CAM der zweiten Nockenwelle und dem Drehwinkel CRK der Kurbelwelle 13 ermittelt und zwar vorzugsweise aus einem ersten Kennfeld abhängig von den Drehwinkeln CAM, CRK.

[0024] In einem Schritt S17 wird geprüft, ob der erste Wert VHB_A von dem zweiten Wert VHB_B weniger als ein vorgegebener Schwellenwert SW abweicht. Ist dies der Fall, so wird auf einen fehlerfreien Betrieb des Stellantriebssensors 3 geschlossen und in einem Schritt S18 der Betriebszustand BZ Normal NORM eingenommen. In dem Betriebszustand BZ Normal NORM wird der Ventilhubbeginn VHB abhängig von dem Drehwinkel DRV der Antriebswelle 1162 ermittelt und zwar wieder vorzugsweise aus der ersten Kennlinie.

[0025] Der Ventilhubbeginn VHB ist eine den Ventilhubverlauf des Gaswechselventils 12 charakterisierende Größe. Weitere den Ventilhubverlauf charakterisierende Größen sind beispielsweise das Ventilhubende, falls das Ventilhubende variabel verstellbar ist, oder eine über die gesamte Öffnungsdauer des Gaswechselventils 12 während eines Arbeitsspiels der Brennkraftmaschine integrierte Öffnungsfläche.

[0026] In einem Schritt S19, der gestrichelt dargestellt ist, kann in vorgegebenen Zeitabständen eine Adaption des Drehwinkels CAM, der von dem Nockenwellensensor 5 erfaßt wird, und des Drehwinkels CRK, der von dem Kurbelwellensensor 4 erfaßt wird, erfolgen. Dazu wird der Drehwinkel DRV der Stellantriebsschwelle 1162 unter Berücksichtigung der Übersetzung des Schneckenradgetriebes und des aktuellen Drehwinkels CRK der Kurbelwelle 13 in einen Sollwert des Drehwinkels CAM der zweiten Nockenwelle 112 umgerechnet. Aus dem Sollwert und dem von dem Nockenwellensensor 5 ermittelten Drehwinkel DRV der zweiten Nockenwelle 112 wird dann ein Korrekturwert ermittelt, mit dem der von dem Nockenwellensensor 5 erfaßte Drehwinkel CAM korrigiert wird. Alternativ kann in dem Schritt S19 auch ein Sollwert des Drehwinkels der Kurbelwelle 13 abhängig von dem Drehwinkel DRV der Antriebswelle 1162 und dem Drehwinkel CAM der zweiten Nockenwelle 112 ermittelt werden. Abhängig von dem Sollwert und dem von dem Kurbelwellensensor 4 erfaßten Dreh-

winkel CRK der Kurbelwelle 13 wird ein Korrekturwert ermittelt, mit dem der Drehwinkel CRK der Kurbelwelle korrigiert wird. So können auf einfache Weise Ungenauigkeiten beim Einbau des Nockenwellensensors 5 oder des Kurbelwellensensors und Fertigungsungenauigkeiten des Kurbelwellensensors 4 und des Nockenwellensensors 5 kompensiert werden.

[0027] Weicht in dem Schritt S17 der erste Wert VHB_A des Ventilhubbeginns mehr als der vorgegebene Schwellenwert SW von dem zweiten Wert VHB_B des Ventilhubbeginns ab, so wird in einem Schritt S20 geprüft, ob die Brennkraftmaschine sich in dem Zustand des Starts BKSTART befindet. Ist dies der Fall, so wird in einem Schritt S21 der Wert des Zählers k abhängig von dem Drehwinkel CRK der Kurbelwelle 13 und dem Drehwinkel CAM der zweiten Nockenwelle 112 ermittelt. Der Zähler wird dann auf diesen Wert gesetzt, also initialisiert. So kann einfach vermieden werden, daß die Antriebswelle 1162 des Stellantriebs 116 nach einem Start der Brennkraftmaschine zu dem vorgegebenen Referenzpunkt gefahren werden muß. Dies ist insbesondere dann ein Vorteil, wenn die gespeicherten Werte der Variablen i und k durch einen Spannungsverlust oder einen "Reset" der Steuereinrichtung 2 verloren gehen. So ist ein hoher Fahrkomfort eines Kraftfahrzeugs gewährleistet, in dem die Steuereinrichtung 2 angeordnet ist.

[0028] Ist die Bedingung des Schritts S20 nicht erfüllt, so wird der Betriebszustand des BZ des Notlaufs NL eingenommen. Der Ventilhubbeginn VHB wird dann abhängig von den Drehwinkeln CAM, CRK der zweiten Nockenwelle 112 und der Kurbelwelle 13 ermittelt und zwar vorzugsweise aus dem ersten Kennfeld. In dem Notlauf NL erfolgt dann die Laststeuerung der Brennkraftmaschine über ein Laststellglied, das beispielsweise eine Drosselklappe ist. Der Stellantrieb 16 wird dann von der Steuereinrichtung 2 nicht mehr angesteuert, da der Drehwinkel DRV der Antriebswelle nicht mehr fehlerfrei von dem Stellantriebssensor 3 erfaßt wird und somit die zeitgerechte Kommutierung des Ankerstroms nicht mehr gewährleistet ist. Aus dem Ventilhubbeginn VHB wird dann eine dem Ventilhubverlauf des Gaswechselventils charakterisierende Größe ermittelt, die dann als Korrekturwert bei dem Ermitteln eines Stellsignals für das Laststellglied berücksichtigt wird. So ist dann ein komfortabler Notlauf gewährleistet, bei dem der Fahrerwunsch eines Fahrers des Kraftfahrzeugs mit der Steuereinrichtung 2 genau in ein entsprechendes von der Brennkraftmaschine abzugebendes Drehmoment umgesetzt werden kann.

[0029] Die Erfindung ist nicht auf das hier beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. So kann statt des Ventilhubbeginns VHB auch eine andere den Ventilhubverlauf des Gaswechselventils 12 charakterisierende Größe ermittelt werden und dann die Abarbeitung der Schritte S15 bis S22 auf Basis dieser Größe erfolgen.

[0030] Bevorzugt wird beim Überwachen des Dreh-

winkels DRV der Antriebswelle 1162 sichergestellt, daß die Drehwinkel CAM, CRK der zweiten Nockenwelle 112 und der Kurbelwelle 13 fehlerfrei erfaßt werden.

[0031] Gegebenenfalls kann auch ein vorhandener Kurbelwellensensor mit dem Nockenwellensensor überwacht werden. Es ist somit lediglich notwendig, genau einen Nockenwellensensor für beide Nockenwellen vorzusehen.

[0032] Kennlinien oder Kennfelder sind durch Untersuchungen an einem Motorprüfstand oder durch Fahrversuche ermittelt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Verstellen des Ventilhubverlaufs eines Gaswechselventils einer Brennkraftmaschine, wobei die Vorrichtung (11) aufweist:

- eine erste Nockenwelle (111), die mechanisch mit der Kurbelwelle (13) gekoppelt ist,
- eine zweite Nockenwelle (112), die mechanisch mit der ersten Nockenwelle (111) gekoppelt ist,
- einen Stellantrieb (116), der die Phase der zweiten Nockenwelle (112) relativ zu der ersten Nockenwelle (111) einstellt,
- ein Übertragungsglied (117), das den Hub der Nocken (1111, 1121) der Nockenwellen derart auf das Gaswechselventil (12) überträgt, dass durch den Hubverlauf der ersten Nockenwelle (111) und der zweiten Nockenwelle (112) der Ventilhubverlauf bestimmt ist,
- einem Kurbelwellensensor (4), der den Drehwinkel (CRK) der Kurbelwelle (13) erfasst, einen Stellantriebssensor (3), der einen Drehwinkel (DRV) des Stellantriebs (116) erfasst, und
- einer Steuereinrichtung (2), die ein Stellsignal für den Stellantrieb (116) abhängig von dem Drehwinkel (DRV) des Stellantriebs ermittelt,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** ein Nockenwellensensor (5) vorgesehen ist, der den Drehwinkel (CAM) der zweiten Nockenwelle (112) erfasst, und
- **dass** die Steuereinrichtung (2) den Drehwinkel (DRV) des Stellantriebs (116) abhängig von den Drehwinkeln (CAM, CRK) des zweiten Nockenwellensensors (5) und der Kurbelwelle (13) auf ein fehlerhaftes Verhalten überwacht.

2. Verfahren zum Steuern einer Vorrichtung zum Verstellen des Ventilhubverlaufs eines Gaswechselventils einer Brennkraftmaschine, wobei die Vorrichtung (11) aufweist:

- eine erste Nockenwelle (111), die mechanisch

- mit der Kurbelwelle (13) gekoppelt ist,
- eine zweite Nockenwelle (112), die mechanisch mit der ersten Nockenwelle (111) gekoppelt ist,
- einen Stellantrieb (116), der die Phase der zweiten Nockenwelle (112) relativ zu der ersten Nockenwelle (111) einstellt,
- ein Übertragungsglied (117), das den Hub der Nocken (1111, 1121) der Nockenwellen derart auf das Gaswechselventil (12) überträgt, dass durch den Hubverlauf der ersten Nockenwelle (111) und der zweiten Nockenwelle (112) der Ventilhubverlauf bestimmt ist,
- einem Kurbelwellensensor (4), der den Drehwinkel (CRK) der Kurbelwelle (13) erfasst, einen Stellantriebssensor (3), der einen Drehwinkel (DRV) des Stellantriebs (116) erfasst, und
- einer Steuereinrichtung (2), die ein Stellsignal für den Stellantrieb (116) abhängig von dem Drehwinkel (DRV) des Stellantriebs ermittelt,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** der Drehwinkel (CAM) der zweiten Nockenwelle (112) mittels eines Nockenwellensensors (5) erfasst wird und
 - der Drehwinkel (DRV) des Stellantriebs (116) abhängig von den Drehwinkeln (CAM, CRK) der zweiten Nockenwelle (112) und der Kurbelwelle (13) auf ein fehlerhaftes Verhalten überwacht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Erkennen eines fehlerhaften Drehwinkels (DRV) des Stellantriebs (116) ein Notlauf (NL) gesteuert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Notlauf (NL) eine den Ventilhubverlauf charakterisierende Größe abhängig von den Drehwinkeln (CAM, CRK) der zweiten Nockenwelle (112) und der Kurbelwelle (13) ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei dem Überwachen geprüft wird, ob ein erster Wert einer den Ventilhubverlauf charakterisierende Größe, der abhängig von den Drehwinkeln (CAM, CRK) der zweiten Nockenwelle (112) und der Kurbelwelle (13) ermittelt wird, mehr als ein vorgegebener Schwellenwert (SW) von einem zweiten Wert der den Ventilhubverlauf charakterisierenden Größe abweicht, der abhängig von dem Drehwinkel (DRV) der Antriebswelle (1162) ermittelt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** geprüft wird, ob der erste Wert der den Ventilhubverlauf charakterisierende

renden Größe sich innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls mehr als ein vorgegebener weiterer Schwellenwert ändert.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die den Ventilhubverlauf charakterisierende Größe der Ventilhubbeginn (VHB) oder das Ventilhubende des Gaswechselventils (12) ist. 5
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stellantrieb (116) einen Synchronmotor (1161) umfasst, dessen Stromkommutierung abhängig von dem Drehwinkel (DRV) gesteuert wird, der von dem Stellantriebsensor (3) erfasst wird. 10
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kalibrieren des Kurbelwellensensors (4) oder des Nockenwellensensors (5) abhängig von dem Drehwinkel (DRV) des Stellantriebs (116) erfolgt. 15
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stellantriebsensor (3) ein Inkrementalgeber ist, und der Drehwinkel (DRV) des Stellantriebs (116) abhängig von den Drehwinkeln (CAM, CRK) der zweiten Nockenwelle (112) und der Kurbelwelle (13) initialisiert wird, wenn beim Überwachen ein fehlerhafter Drehwinkel (DRV) des Stellantriebs (116) erkannt wird und/oder eine vorgegebene Bedingung erfüllt ist. 20
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorgegebene Bedingung ist, dass die Brennkraftmaschine gestartet wird. 25

Claims

1. Device varying the lift of a valve of an internal combustion engine for the circulation of the inlet and outlet gas, where the device (11) features: 30
- a first camshaft (111) coupled mechanically to the crankshaft (13), 35
 - a second camshaft (112), coupled mechanically to the first camshaft (111),
 - an actuator (116) which adjusts the phase of the second camshaft (112) relative to the first camshaft (111), 40
 - a transfer element (117), which transfers the lift of the cams (1111, 1121) of the camshaft to the gas circulation valve (12) such that the valve lift is determined by the lift of the first camshaft (111) and of the second camshaft (112), 45
 - a crankshaft sensor (4) which records the angle of rotation (CRK) of the crankshaft (13), an ac-

- tuator sensor (3), which records an angle of rotation (DRV) of the actuator (116), and
- a control device (2) which determines a setting signal for the actuator (116) depending on the angle of rotation (DRV) of the actuator, 5

characterized in that

- a camshaft sensor (5) is provided which records the angle of rotation (CAM) of the second camshaft (112), and
 - the control device (2) monitors the angle of rotation (DRV) of the actuator (116) depending on the angles of rotation (CAM, CRK) of the second camshaft sensor (5) and the crankshaft (13) for incorrect behavior. 10
2. Method for controlling a device varying the lift of a valve of an internal combustion engine for the circulation of the inlet and outlet gas, where the device (11) features: 15
- a first camshaft (111) coupled mechanically to the crankshaft (13),
 - a second camshaft (112), coupled mechanically to the first camshaft (111),
 - an actuator (116) which adjusts the phase of the second camshaft (112) relative to the first camshaft (111),
 - a transfer element (117), which transfers the lift of the cams (1111, 1121) of the camshaft to the gas circulation valve (12) such that the valve lift is determined by the lift of the first camshaft (111) and of the second camshaft (112),
 - a crankshaft sensor (4) which records the angle of rotation (CRK) of the crankshaft (13), an actuator sensor (3), which records an angle of rotation (DRV) of the actuator (116), and
 - a control device (2) which determines a setting signal for the actuator (116) depending on the angle of rotation (DRV) of the actuator, 20

characterized in that

- the angle of rotation (CAM) of the second camshaft (112) is recorded by means of a crankshaft sensor (5) and
 - the angle of rotation (DRV) of the actuator (116) is monitored for incorrect behavior depending on the angle of rotation (CAM, CRK) of the second camshaft (112) and of the crankshaft (13). 25
3. Method in accordance with Claim 2, **characterized in that**, when an incorrect angle of rotation (DRV) of the actuator (116) is first detected, an emergency procedure (NL) is activated. 30
4. Method in accordance with Claim 3, **characterized**

in that, in the emergency procedure (NL) a variable characterizing the valve lift is determined depending on the angle of rotation (CAM, CRK) of the second camshaft (112) and of the crankshaft (13).

5. Method in accordance with one of the Claims 3 or 4, **characterized in that** a check is made during monitoring as to whether a first value of a variable characterizing the valve lift, which is determined depending on the angle of rotation (CAM, CRK) of the second camshaft (112) and the crankshaft (13) differs by more than a specified threshold value (SW) from a second value of the variable characterizing the valve lift which is determined depending on the angle of rotation (DRV) of the driveshaft (1162).
6. Method in accordance with one of the Claims 4 or 5, **characterized in that** a check is made as to whether the first value of the variable characterizing the sequence of the valve lift changes within a specifiable time interval by more than a specified further threshold value.
7. Method in accordance with one of the previous claims, **characterized in that** the variable characterizing the valve lift sequence is the start of the valve lift (VHB) or the end of the valve lift of the gas circulation valve (12).
8. Method in accordance with one of the previous claims, **characterized in that** the actuator (116) comprises a synchronous motor (1161) for which the current commutation is controlled depending on the angle of rotation (DRV) which is recorded by the actuator sensor (3).
9. Method in accordance with one of the Claims 4 to 8, **characterized in that** the crankshaft sensor (4) or the camshaft sensor (5) are calibrated depending on the angle of rotation (DRV) of the actuator (116).
10. Method in accordance with one of the Claims 4 to 8, **characterized in that** the actuator sensor (3) is an incremental generator and the angle of rotation (DRV) of the actuator (116) is initialized depending on the angle of rotation (CAM, CRK) of the second camshaft (112) and the crankshaft (13) if during monitoring an incorrect angle of rotation (DRV) of the actuator (116) is detected and/or a specified condition is fulfilled.
11. Method in accordance with Claim 10, **characterized in that** the specified condition is that the internal combustion engine is started.

Revendications

1. Dispositif permettant de régler l'allure de la levée de soupape d'une soupape d'échange de gaz d'un moteur à combustion interne, le dispositif (11) présentant :

- un premier arbre à cames (111) couplé mécaniquement à l'arbre du vilebrequin (13),
- un deuxième arbre à cames (112) couplé mécaniquement au premier arbre à cames (111),
- un organe moteur (116) qui règle la phase du deuxième arbre à cames (112) par rapport au premier arbre à cames (111),
- un organe de transmission (117) qui transmet la levée des cames (1111, 1121) des arbres à cames à la soupape (12) d'échange gazeux de telle sorte que l'allure de la levée de soupape est déterminée par l'allure de levée respective du premier arbre à cames (111) et du deuxième arbre à cames (112),
- un capteur d'état (4) de l'arbre du vilebrequin qui saisit l'angle de rotation (CRK) de l'arbre du vilebrequin (13), un capteur d'état (3) de l'organe moteur qui saisit un angle de rotation (DRV) de l'organe moteur (116), et
- un dispositif de commande (2) qui détermine un signal de commande pour l'organe moteur (116) en fonction de l'angle de rotation (DRV) de l'organe moteur,

caractérisé en ce que,

- il est prévu un capteur d'état (5) de l'arbre à cames qui saisit l'angle de rotation (CAM) du deuxième arbre à cames (112), et
- le dispositif de commande (2) surveille l'angle de rotation (DRV) de l'organe moteur (116) en fonction des angles de rotation respectifs (CAM, CRK) du capteur d'état (5) du deuxième arbre à cames et de l'arbre du vilebrequin (13) en vue de détecter un éventuel dysfonctionnement.

2. Procédé destiné à commander un dispositif permettant de régler l'allure de la levée de soupape d'une soupape d'échange de gaz d'un moteur à combustion interne, le dispositif (11) présentant :

- un premier arbre à cames (111) couplé mécaniquement à l'arbre à vilebrequin (13),
- un deuxième arbre à cames (112) couplé mécaniquement au premier arbre à cames (111),
- un organe moteur (116) qui règle la phase du deuxième arbre à cames (112) par rapport au premier arbre à cames (111),
- un organe de transmission (117) qui transmet la levée des cames (1111, 1121) des arbres à

comes à la soupape (12) d'échange de gaz de telle sorte que l'allure de la levée de soupape est déterminée par l'allure de levée respective du premier arbre à cames (111) et du deuxième arbre à cames (112),

- un capteur d'état (4) de l'arbre à vilebrequin qui saisit l'angle de rotation (CRK) de l'arbre du vilebrequin (13), un capteur d'état (3) de l'organe moteur qui saisit un angle de rotation (DRV) de l'organe moteur (116), et
- un dispositif de commande (2) qui détermine un signal de commande pour l'organe moteur (116) en fonction de l'angle de rotation (DRV) de l'organe moteur,

caractérisé en ce que,

- l'angle de rotation (CAM) du deuxième arbre à cames (112) est saisi au moyen d'un capteur d'état (5) de l'arbre à cames et **en ce que**
- l'angle de rotation (DRV) de l'organe moteur (116) est surveillé en fonction des angles de rotation respectifs (CAM, CRK) du deuxième arbre à cames (112) et de l'arbre du vilebrequin (13) afin que soit détecté un éventuel dysfonctionnement.

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'un** régime de secours (NL) est activé lorsqu'un angle de rotation (DRV) incorrect de l'organe moteur (116) est détecté.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'en** régime de secours (NL), une grandeur caractéristique de l'allure de la levée de soupape est déterminée en fonction des angles de rotation (CAM, CRK) du deuxième arbre à cames (112) et de l'arbre à vilebrequin (13).

5. Procédé selon l'une des revendications 3 ou 4, **caractérisé en ce que,** lors de la surveillance, une vérification est effectuée pour savoir si l'écart entre une première valeur d'une grandeur caractéristique de l'allure de la levée de soupape déterminée en fonction des angles de rotation (CAM, CRK) du deuxième arbre à cames (112) et de l'arbre du vilebrequin (13) et une deuxième valeur de la grandeur caractéristique de l'allure de la levée de soupape déterminée en fonction de l'angle de rotation (DRV) de l'arbre moteur (116) est supérieur à une valeur de seuil (SW) prédéfinie.

6. Procédé selon l'une des revendications 4 ou 5, **caractérisé en ce qu'une** vérification est effectuée pour savoir si la première valeur de la grandeur caractéristique de l'allure de la levée de soupape change, en l'espace d'un intervalle de temps prédéfini, d'une valeur supérieure à une autre valeur

de seuil prédéfinie.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la grandeur caractéristique de l'allure de la levée de soupape représente le début de la levée de soupape (VHB) ou la fin de la levée de soupape de la soupape (12) d'échange de gaz.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'organe moteur (116) comprend un moteur synchrone (1161) dont la commutation de courant est commandée en fonction de l'angle de rotation (DRV) saisi par le capteur d'état (3) de l'organe moteur.

9. Procédé selon l'une des revendications 4 à 8, **caractérisé en ce qu'un** calibrage du capteur d'état (4) de l'arbre du vilebrequin ou du capteur d'état (5) de l'arbre à cames s'effectue en fonction de l'angle de rotation (DRV) de l'organe moteur (116).

10. Procédé selon l'une des revendications 4 à 8, **caractérisé en ce que** le capteur d'état (3) de l'organe moteur est un transmetteur incrémental, et **en ce que** l'angle de rotation (DRV) de l'organe moteur (116) est initialisé en fonction des angles de rotation (CAM, CRK) du deuxième arbre à cames (112) et de l'arbre du vilebrequin (13) si, lors de la surveillance, un angle de rotation (DRV) incorrect de l'organe moteur (116) est détecté et/ou une condition prédéfinie est remplie.

11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la condition prédéfinie consiste à faire démarrer le moteur à combustion interne.

FIG 1

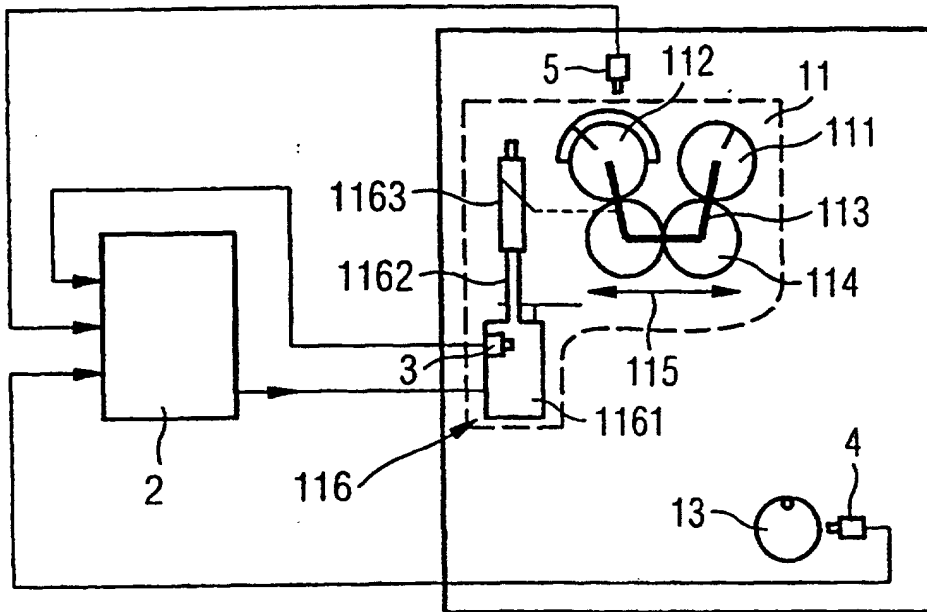


FIG 2

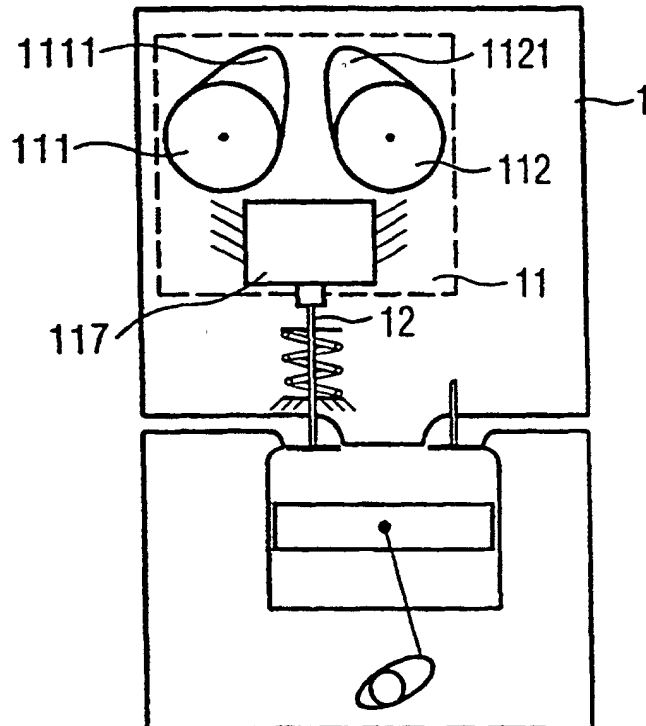


FIG 3

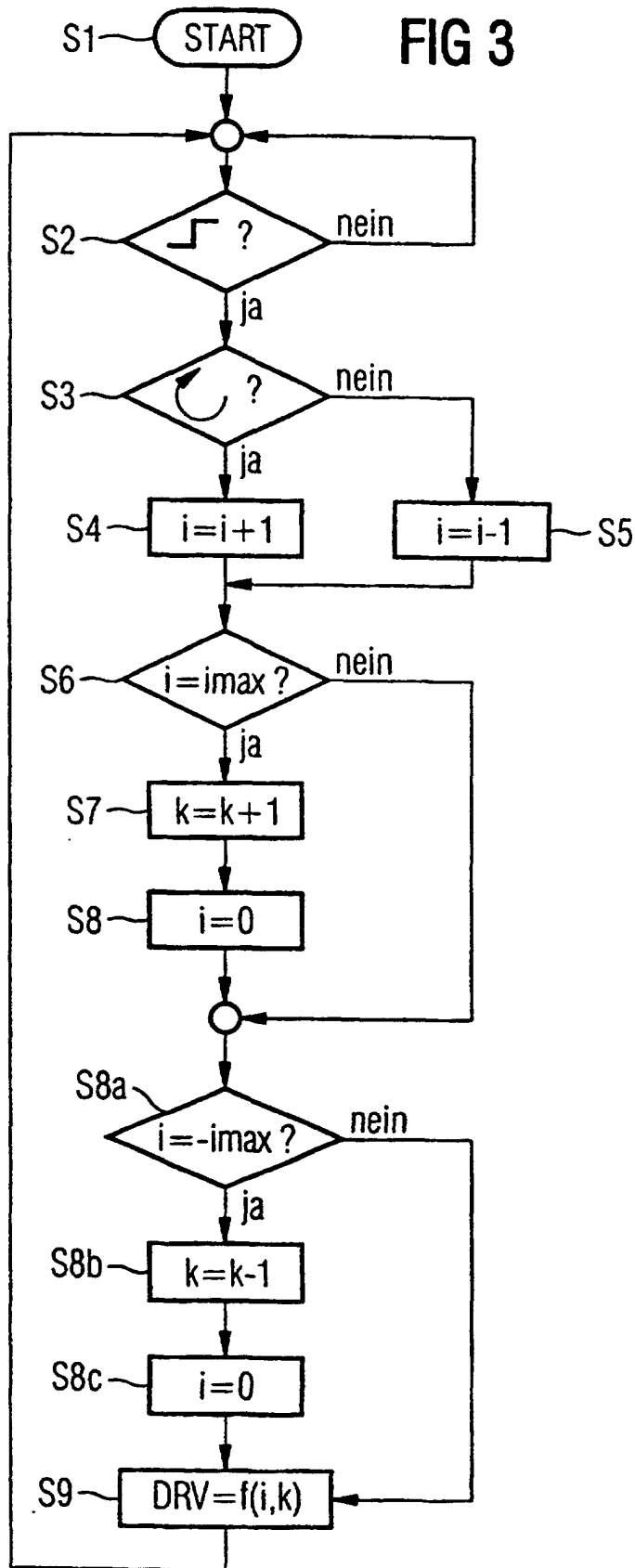


FIG 4

