

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 111 204 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**01.12.2004 Patentblatt 2004/49**

(51) Int Cl.7: **F01L 13/00**, F01L 1/34,  
F01L 1/46

(21) Anmeldenummer: **00120061.7**

(22) Anmeldetag: **15.09.2000**

(54) **Ventilsteuerung für eine Brennkraftmaschine**

Engine valve drive

Commande de soupapes

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

(30) Priorität: **27.11.1999 DE 19957157**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**27.06.2001 Patentblatt 2001/26**

(73) Patentinhaber: **Dr.Ing. h.c.F. Porsche  
Aktiengesellschaft  
70435 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Deeg, Hans-Peter  
71263 Weil der Stadt - Münklingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 831 224 DE-A- 19 741 597**  
**DE-C- 3 815 067 FR-A- 2 726 327**  
**US-A- 5 803 029**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 1996, no.  
01, 31. Januar 1996 (1996-01-31) & JP 07 238822  
A (UNISIA JECS CORP), 12. September 1995  
(1995-09-12)

**EP 1 111 204 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 Ventilsteuerung für eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Eine bekannte Ventilsteuerung einer Brennkraftmaschine, US 5,031,583, umfaßt eine Nockenwelle mit Nocken unterschiedlichen Profils, die ein Einlaßventil oder ein Auslaßventil betätigen. Zwischen den Nocken und den Ventilen sind Kipphebel vorgesehen, mit denen unter Vermittlung von Kupplungselementen der Hub des jeweiligen Ventils beeinflussbar ist. Darüber hinaus ist die Nockenwelle mit einem Phasensteller versehen, mit dem die Steuerzeiten der Ventile veränderbar sind. Nachteilig bei dieser Ausführung ist, daß keine Vorkehrungen getroffen sind, um die Funktion der Kupplungselemente zu überwachen.

**[0003]** Sinngemäß gilt dies auch für als mit Ventilen zusammenwirkende Schalttassen ausgebildete Schaltelemente, EP 0515520 B1, einer Ventilsteuerung, mit denen in Verbindung von unterschiedlichen Nocken einer Nockenwelle der Hub der Ventile variierbar ist.

**[0004]** Zur Funktionsdiagnose einer variablen Ventileinrichtung ist ein Verfahren bekannt, PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 01, 31. Januar 1996 (1996-01-31) & JP 07 238822 A (UNISIA JECS CORP), 12. September 1995 (1995-09-12), bei dem durch Ermittlung der Frequenzstärke, die beim Schließen der Einlass- und Auslassventile sich ergeben, Werte zur Durchführung der Diagnose entstehen.

**[0005]** Es ist Aufgabe der Erfindung, an einer Ventilsteuerung für Brennkraftmaschinen Vorkehrungen zu treffen, um die Funktion von Schaltelementen, die zur Verstellung des Hubes von die Gaswechselsteuerung bewirkenden Ventilen dienen, überprüfen zu können.

**[0006]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere, die Erfindung ausgestaltende Merkmale sind in den Unteransprüchen enthalten.

**[0007]** Die mit der Erfindung hauptsächlich erzielten Vorteile sind darin zu sehen, daß während des Betriebs einer die Erfindung verwertenden Brennkraftmaschine Fehlfunktionen eines Schaltelementes der Ventilsteuerung, die u.U. mechanische Schäden nach sich ziehen können, als Funktionssignal feststellbar sind. Dies kann unter Einsatz von entsprechenden Einrichtungen bei Kundendienstuntersuchungen oder mit fahrzeugfesten Anzeigeeinrichtungen bspw. OBD (=On Board Diagnose) erfolgen. Als Meßwerte hierfür eignen sich Drehschwingungssignale einer Nockenwelle der Ventilsteuerung; denn der Drehschwingungsverlauf an einer Nockenwelle ändert sich bei unterschiedlichen Ventilhuben aufgrund verschiedener Ventilkräfte signifikant. Daraus ergibt sich, daß die Drehschwingungsspitzen der Nockenwelle dann ein gleichmäßiges Niveau erreichen, wenn sämtliche Schaltelemente der Ventilsteuerung funktionsgerecht arbeiten. Bei etwaigen Störungen eines oder mehrerer Schaltelemente ergibt sich an der

Nockenwelle ein veränderter Drehschwingungsverlauf - große und kleine Schwingungsspitzen wechseln sich ab -, der über Hallgeber, Induktionsgeber, optische Geber oder dergl. detektierbar ist. Zur Erzeugung des Funktionssignals können auch noch die Parameter Schaltzustand einer Phasensteuerung einer Nockenwelle, Schaltzustand der Ventilhubschaltung, Drehzahl der Nockenwelle und Öltemperatur des Schmieröls der Brennkraftmaschine mit herangezogen werden.

**[0008]** In der Zeichnung wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt, das nachstehend näher beschrieben ist.

**[0009]** Es zeigen

15 Fig. 1 eine schematisch dargestellte Brennkraftmaschine mit der erfindungsgemäßen Ventilsteuerung,

20 Fig. 2 eine Teilansicht der Ventilsteuerung mit einem Schaltelement und einem Nockenwellenversteller,

25 Fig. 3 ein erstes Diagramm, das die Erzeugung des erfindungsgemäßen Funktionssignal verdeutlicht,

Fig. 4 ein zweites Diagramm entsprechend Fig. 3,

30 Fig. 5 ein drittes Diagramm entsprechend Fig. 3,

Fig. 6 ein Diagramm das Drehschwingungen einer Nockenwelle wiedergibt.

35 **[0010]** Eine Brennkraftmaschine 1 umfaßt mehrere Zylinder 2 und gegenüberliegende Zylinderreihen 3 und 4, in denen die Zylinder vorgesehen sind. Jede Zylinderreihe 3 weist ein Zylindergehäuse 5 und einen Zylinderkopf 6 auf. Der Zylinderkopf 6 ist pro Zylinder 2 mit wenigstens einem Einlaßventil 7 und einem Auslaßventil 8 versehen, die Bestandteil einer Ventilsteuerung 9 sind und zur Gaswechselsteuerung in einem Brennraum 10 des jeweiligen Zylinders 2 dienen. Die Betätigung der Einlaßventile 7 und der Auslaßventile 8 wird mittels einer Einlaßnockenwelle 11 und einer Auslaßnockenwelle 12 bewerkstelligt, wobei zwischen den Nockenwellen 11 und 12 und den Ventilen 7 und 8 Tassenstößel 13,14 angeordnet sind. Zumindest die Tassenstößel 13, die mit den Einlaßventilen 7 zusammenwirken, sind als Schaltelemente 15 ausgeführt, mit denen der Hub der Einlaßventile 7 variierbar bzw. umschaltbar ist. Hierzu sind je Einlaßventil 7 an der Einlaßnockenwelle 11 unterschiedlichen Nocken 16 und 17 angebracht - Fig. 2 -. Dabei bewirkt Nocken 16 einen maximalen Hub des Einlaßventils 7; Nocken 17 einen reduzierten Hub. Darüber hinaus ist die Einlaßnockenwelle 11 mit einem Nockenwellenversteller 18 versehen, mit dem ihre relative Drehlage im Winkel  $\alpha$  zur Auslaßnockenwelle 12 veränderbar ist. Damit können die

Steuerzeiten der Einlaßventile 7 und der Auslaßventile 8 beeinflußt werden.

**[0011]** Die Drehlagenänderung der Einlaßnockenwelle 11 und die Hubumschaltung der Schaltelemente 15 erfolgt z.B. in Abhängigkeit der Drehzahl und der Last - Gaspedalstellung der Brennkraftmaschine 1. Zur Überprüfung der Funktion der Schaltelemente 15 d.h., ob letztere die gleiche Schaltstellung - maximaler Hub oder reduzierter Hub - aufweisen, werden Drehschwingungssignale Ds der Einlaßnockenwelle 11 als Meßwerte Mw detektiert und bei definierten Abweichungen als Funktionssignal Fs angezeigt. Die aus den Drehschwingungssignalen Ds resultierenden Meßwerte Mw sind in Fig. 6 dargestellt. Dabei gibt die Schwingungslinie 19 einen funktionsgerechten Schwingungsverlauf mit den Linienabschnitten 20 und 21 wieder. Der Linienabschnitt 20 ergibt sich, wenn die Schaltelemente 15 mit reduziertem Hub arbeiten; der Linienabschnitt 21, wenn die Schaltelemente mit maximalem Hub arbeiten. Die Drehschwingungsspitzen 22 und 23 der Linienabschnitte 20 und 21 weisen einen im wesentlichen gleichförmigen Verlauf auf, was bedeutet, daß die Schaltelemente 15 gemäß konstruktiver Auslegung, also ordnungsgemäß wirksam sind. Dagegen zeigt die Schwingungslinie 19' sowohl im Linienabschnitt 20' wie auch im Linienabschnitt 21' von den normalen Drehschwingungsspitzen 22' und 23' abweichende Drehschwingungsspitzen 24 und 25. Letztere gehen auf Funktionsstörungen von einem oder mehreren Schaltelementen 15 zurück. Die Drehschwingungssignale bzw. Meßwerte Mw werden mittels eines Hallgebers 26 abgenommen, der der Einlaßnockenwelle 11 zugeordnet ist. Hierfür geeignet sind aber auch Induktionsgeber, optische Geber et cetera.

**[0012]** In Figur 3 wird eine Ausführung zur Erzeugung des Funktionssignals Fs veranschaulicht. Dabei werden einer Auswerteelektronik 27 die Drehzahl n der Brennkraftmaschine, Schaltzustand SchzVsZ3 der Ventilhubschaltung der Zylinderreihe 3, Meßwerte MwZ3 der Einlaßnockenwelle 11 der Zylinderreihe 3, Schaltzustand SchzVsZ4 der Ventilhubschaltung der Zylinderreihe 4 und Meßwerte MwZ4 der Einlaßnockenwelle 11' der Zylinderreihe 4 zugeführt. Diese Daten werden in der Auswerteelektronik 27 verarbeitet. Falls an den Schaltelementen 15 Störungen auftreten werden diese an einer Anzeigevorrichtung 28 der als Funktionssignal Fs abgebildet.

**[0013]** Aus Fig. 4 geht ein Diagramm hervor, bei dem das Funktionssignal Fs in einer Auswerteelektronik 29 durch die Parameter Schaltzustand SchzNv des Nockenwellenverstellers 18, Schaltzustand SchVs Ventilhubschaltung, Meßwerte Mw der Einlaßnockenwelle 11 und Öltemperatur Töl der Brennkraftmaschine 1 gebildet wird. Dabei wird der Schaltzustand SchzNv des Nockenwellenverstellers 18 an einem ersten Magnetventil 30 abgenommen; der Schaltzustand SchVs der Ventilhubschaltung an einem zweiten Magnetventil 31. Die Meßwerte Mw der Einlaßnockenwelle 11 nimmt der

Hallgeber 26 ab, der mit der Einlaßnockenwelle 11 zusammenwirkt. In der Auswerteelektronik 29 werden die Meßwerte Mw mit Sollmeßwerten MwSo verglichen und bilden die Grundlage des Funktionssignals Fs.

**[0014]** Gemäß Fig. 5 werden die Einlaßnockenwellen 11 und 11' der Zylinderreihen 3 und 4 zur Bildung des Funktionssignals Fs herangezogen d. h. sind Meßwerte MwZ3 der Zylinderreihe 3 und die Meßwerte MwZ4 Zylinderreihe 4 identisch arbeiten die Schaltelemente 15 im vorgegebenen Rahmen. Bei Abweichungen erzeugt eine Auswerteelektronik 31 das Funktionssignal Fs. Hierzu werden der Auswerteelektronik 31 folgende Parameter zugeführt Schaltzustand SchzNvZ3 und SchzNvZ4 der Nockenwellenversteller 18 der Zylinderreihen 3 und 4, Schaltzustand SchzVsZ3 und SchzVsZ4 der Ventilhubschaltungen der Zylinderreihen 3 und 4, Meßwerte MwZ3 und MwZ4 der Einlaßnockenwellen 11, 11' der Zylinderreihen 3 und 4 und Öltemperatur Töl der Brennkraftmaschine 1.

## Patentansprüche

1. Ventilsteuerung für eine Brennkraftmaschine der Hubkolbenbauart mit mehreren Zylindern, bei der wenigstens eine Einlaßnockenwelle Ventile zur Gaswechselsteuerung in einem Brennraum der Brennkraftmaschine betätigt und die Einlaßnockenwelle mit einem Sensor zusammenarbeitet, der Messwerte einer Steuereinheit zuführt, wobei zwischen Einlassnockenwelle (11) und Ventilen (7) Schaltelemente (13) zur Hubverstellung der Ventile (7) vorgesehen sind **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Überprüfung der Funktion eines oder mehrerer der Schaltelemente (13) Messwerte (Mw) der Einlassnockenwelle (11) detektiert und bei definierten Abweichungen von einem oder mehreren festgelegten Werten als Funktionssignal (Fs) angezeigt werden, wobei als Messwerte (Mw) die Parameter Drehschwingungssignale (Ds) der Einlassnockenwelle (11) verwendet werden.
2. Ventilsteuerung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Funktionssignal (Fs) durch die zusätzlichen Parameter Schaltzustand (SchzNv) eines Nockenwellenverstellers (18), Schaltzustand (SchzVs) der Ventilhubschaltung, und Öltemperatur (Töl) des Schmieröls der Brennkraftmaschine (1) erzeugt wird.
3. Ventilsteuerung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Parameter Schaltzustand (SchzNv) des Nockenwellenverstellers (18) von einem Magnetventil (30) des Nockenwellenverstellers (18) abgenommen wird.
4. Ventilsteuerung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Parameter Schaltzustand

(SchzVs) der Ventilhubschaltung von einem Magnetventil (31) des Schaltelements abgenommen wird

5. Ventilsteuerung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Parameter Meßwerte (Mw) der Einlaßnockenwelle (11) von einem Hallgeber (26), Induktionsgeber, optischer Geber oder dergl. der Einlaßnockenwelle (11) abgenommen wird. 5
6. Ventilsteuerung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Parameter Schaltzustand (SchzNv) des Nockenwellenverstellers (18), Schaltzustand (SchzVs) der Ventilhubumschaltung, Meßwerte (Mw) der Einlaßnockenwelle (11) und Öltemperatur (Töl) der Brennkraftmaschine (1) in einer Auswerteelektronik (27) zum Funktionssignal (Fs) verarbeitet werden. 10 15
7. Ventilsteuerung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Funktionssignal (Fs) über Geräte erfolgt, die im Kraftfahrzeug installiert und/oder unabhängig hiervon ausgebildet sind. 20 25
8. Verfahren zur Überprüfung der Funktion von einem oder mehreren Schaltelementen der Ventilsteuerung für eine Brennkraftmaschine nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte 30
  - Detektierung einer Veränderung des Dreh- schwingungsverlaufs der Einlaßnockenwelle (11) vorzugsweise mittels eines Hallgebers (26); 35
  - Weitergabe der Ergebnisse der Detektierung an eine Auswerteelektronik (27);
  - Darstellung einer Funktionsabnormalität zu- mindest eines Schaltelementes (15) an einer Anzeigevorrichtung. 40

## Claims

1. A valve timing mechanism for an internal-combustion engine of the reciprocating-piston design with a plurality of cylinders, in which at least one intake camshaft actuates valves for controlling the gas exchange in a combustion chamber of the internal-combustion engine and the intake camshaft co-operates with a sensor which supplies measurement values to a control unit, wherein switching elements (13) for adjusting the stroke of the valves (7) are provided between the intake camshaft (11) and the valves (7), **characterized in that**, in order to check the operation of one or more of the switching elements (13), measurement values (Mw) of the intake 45 50

camshaft (11) are detected and, in the event of defined deviations from one or more fixed values, are displayed as a function signal (Fs), wherein the parameters of the torsional-vibration signals (Ds) of the intake camshaft (11) are used as the measurement values (Mw).

2. A valve timing mechanism according to Claim 1, **characterized in that** the function signal (Fs) is produced by the additional parameters of the switching state (SchzNv) of a camshaft-adjustment means (18), the switching state (SchzVs) of the valve-stroke switching and the temperature (Töl) of the lubricating oil of the internal-combustion engine (1). 10
3. A valve timing mechanism according to Claim 2, **characterized in that** the parameter of the switching state (SchzNv) of a camshaft-adjustment means (18) is taken off from a solenoid valve (30) of the camshaft-adjustment means (18). 15 20
4. A valve timing mechanism according to Claim 2, **characterized in that** the parameter of the switching state (SchzVs) of the valve-stroke switching is taken off from a solenoid valve (31) of the switching element. 25
5. A valve timing mechanism according to Claim 2, **characterized in that** the parameters of the measurement values (Mw) of the intake camshaft (11) are taken off from a Hall-effect pick-up, an induction pick-up, an optical pick-up or the like of the intake camshaft (11). 30
6. A valve timing mechanism according to one or more of the preceding Claims, **characterized in that** the parameters of the switching state (SchzNv) of the camshaft-adjustment means (18), the switching state (SchzVs) of the valve-stroke change-over, the measurement values (Mw) of the intake camshaft (11) and the oil temperature (Töl) of the internal-combustion engine (1) are processed to form a function signal (Fs) in an electronic evaluation means (27). 35 40 45
7. A valve timing mechanism according to one or more of the preceding Claims, **characterized in that** the function signal (Fs) occurs by way of appliances which are installed in the motor vehicle and/or are formed independently of the latter. 50
8. A method of checking the operation of one or more switching elements of the valve timing mechanism for an internal-combustion engine according to one or more of the preceding Claims, **characterized by** the following method steps: 55

- detection of a change in the torsional-vibration pattern of the intake camshaft (11), preferably by means of a Hall-effect pulse generator (26);
- reproduction of the results of the detection on an electronic evaluation means (27), and
- illustration of a functional abnormality of at least one switching element (15) of a display device.

## Revendications

1. Commande de soupapes pour un moteur à combustion interne du type à piston et avec plusieurs cylindres, dans laquelle au moins un arbre à cames d'admission actionne des soupapes pour commander les échanges gazeux dans une chambre de combustion du moteur à combustion interne et l'arbre à cames d'admission coopère avec un capteur qui amène des valeurs de mesure à une unité de commande, des éléments de commutation (13) pour modifier la course des soupapes (7) étant prévus entre l'arbre à cames d'admission (11) et les soupapes (7) **caractérisée en ce que** pour vérifier la fonction d'un ou de plusieurs élément de commutation (13), des valeurs de mesure (Mw) de l'arbre à cames d'admission (11) sont détectées et désignées, pour des écarts définis d'une ou de plusieurs valeurs prédéterminées, comme signal de fonction (Fs), les signaux de vibrations de torsion (Ds) de l'arbre à cames d'admission (11) étant les paramètres utilisés comme valeurs de mesure.
2. Commande de soupapes selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le signal de fonction (Fs) sont élaborés à partir des paramètres supplémentaires : état de commutation (SchzNv) d'un régleur d'arbre à cames (18), état de commutation (SchzVs) du montage de course de soupape et température d'huile (Töl) de l'huile de lubrification du moteur à combustion interne.
3. Commande de soupapes selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** le paramètre état de commutation (SchzVs) du montage de course de soupape est obtenu d'une soupape magnétique (30) du régleur d'arbre à cames (18).
4. Commande de soupapes selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** le paramètre état de commutation (SchzVs) du montage de course de soupape est obtenu d'une soupape magnétique (31) de l'élément de commutation.
5. Commande de soupapes selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** les paramètres valeurs de mesure (Vs) de l'arbre à cames d'admission (11)

sont obtenus d'un détecteur de Hall (26), d'un détecteur à induction, d'un détecteur optique ou analogue de l'arbre à cames d'admission (11).

6. Commande de soupapes selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les paramètres état de commutation (SchzNv) d'un régleur d'arbre à cames (18), état de commutation (SchzVs) du montage de course de soupape, valeurs de mesure (Vs) de l'arbre à cames d'admission (11) et température d'huile (Töl) du moteur à combustion interne sont exploités dans une électronique d'exploitation pour donner le signal de fonction (Fs).

7. Commande de soupapes selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le signal de fonction (Fs) est élaboré par des appareils qui sont installés dans le véhicule et/ou sont indépendants de celui-ci.

8. Procédé de contrôle de la fonction d'un ou plusieurs éléments de commutation de la commande de soupapes pour un moteur à combustion interne selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisée par** les étapes suivantes :

détection d'un variation de l'allure de vibrations de torsion de l'arbre à cames d'admission (11), de préférence au moyen d'un capteur de Hall (26) ;

transmission des résultats de la détection à une électronique d'exploitation (27) ;

représentation d'un anomalie de fonction d'au moins un élément de commutation (15) sur un dispositif d'affichage.

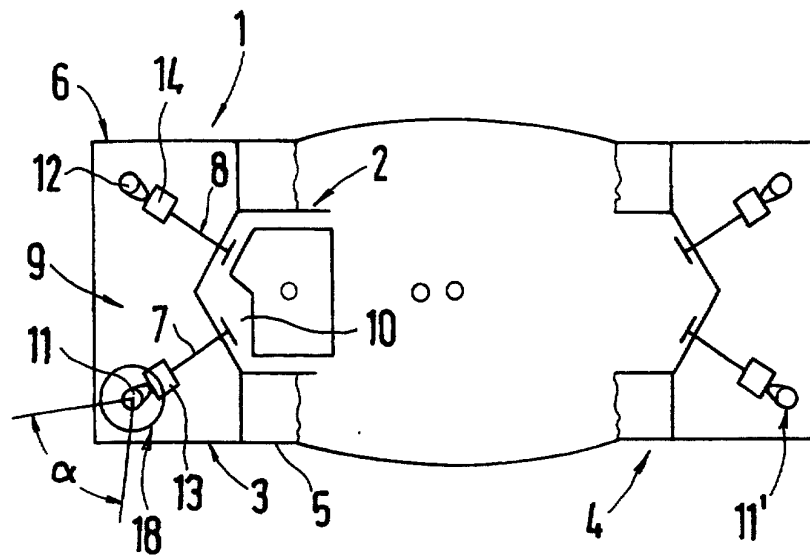


Fig.1

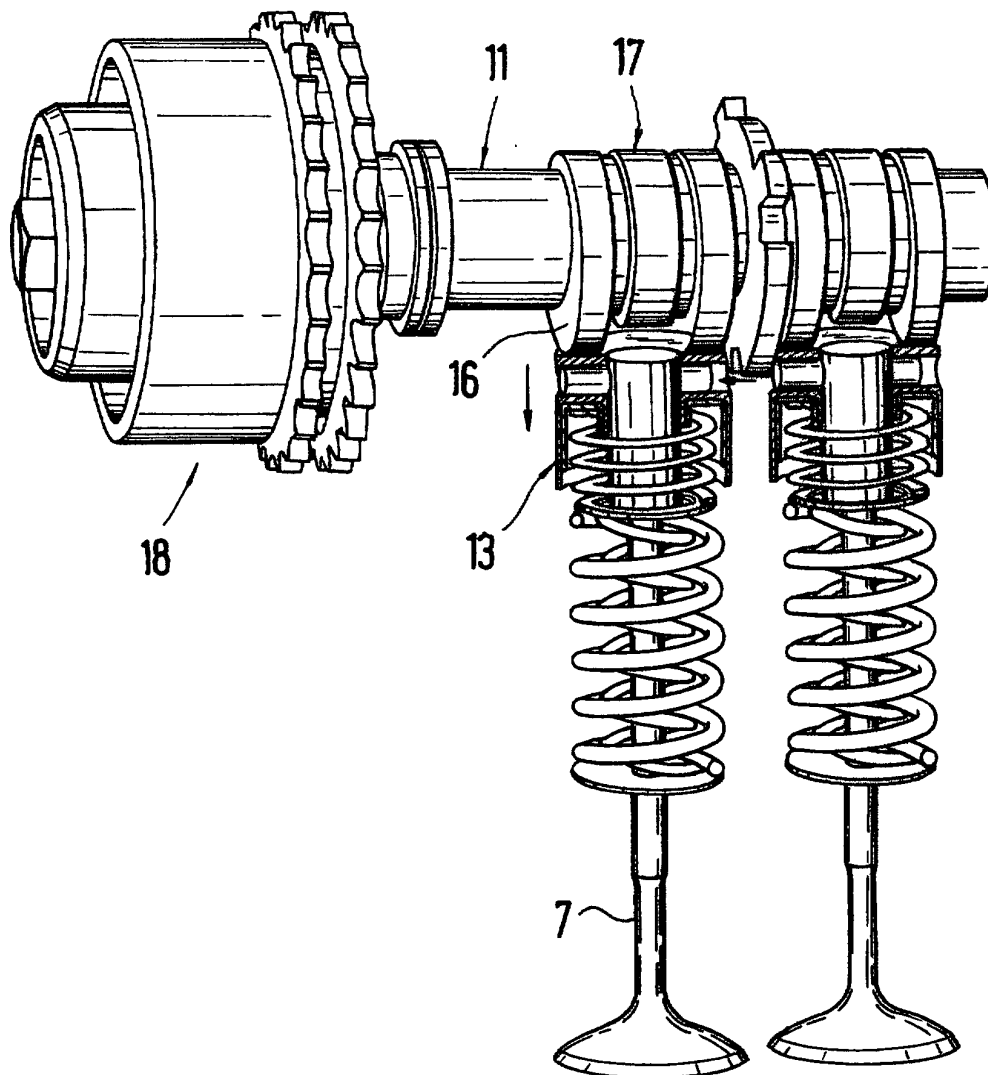


Fig.2

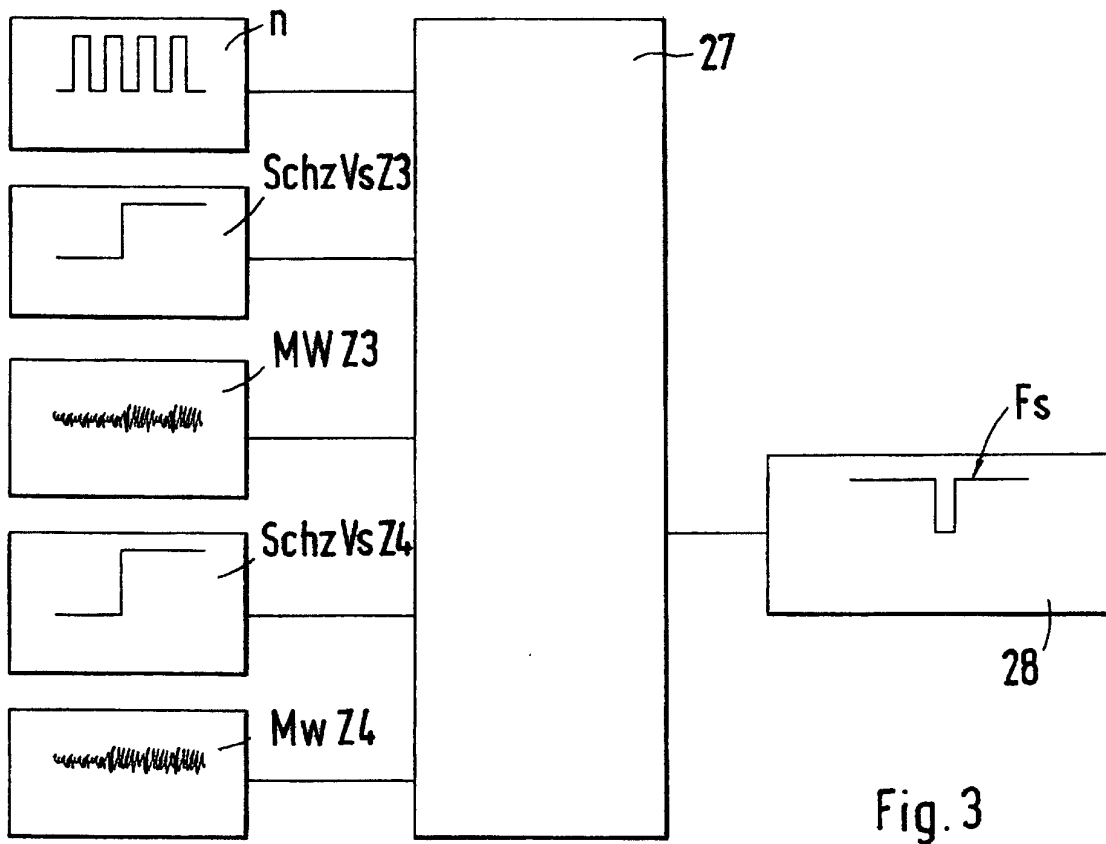


Fig. 3

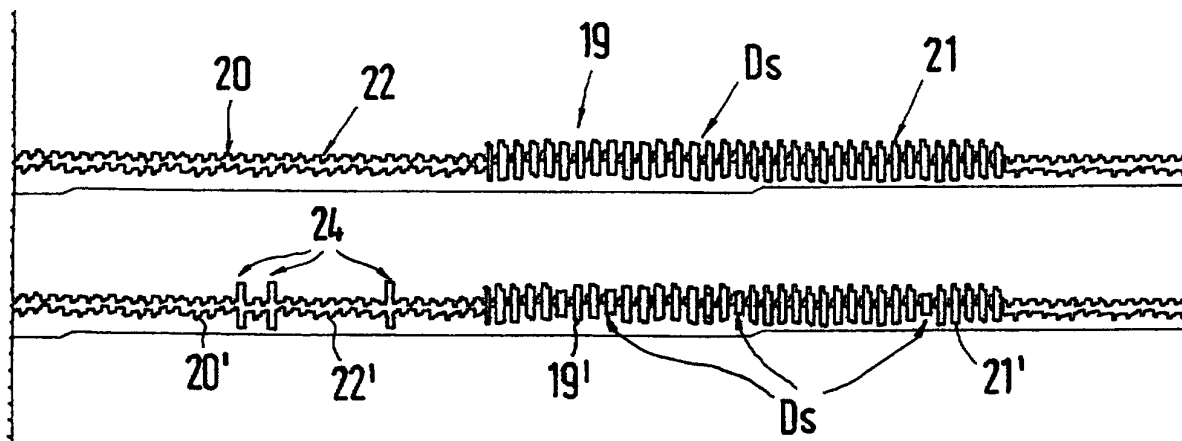


Fig.6

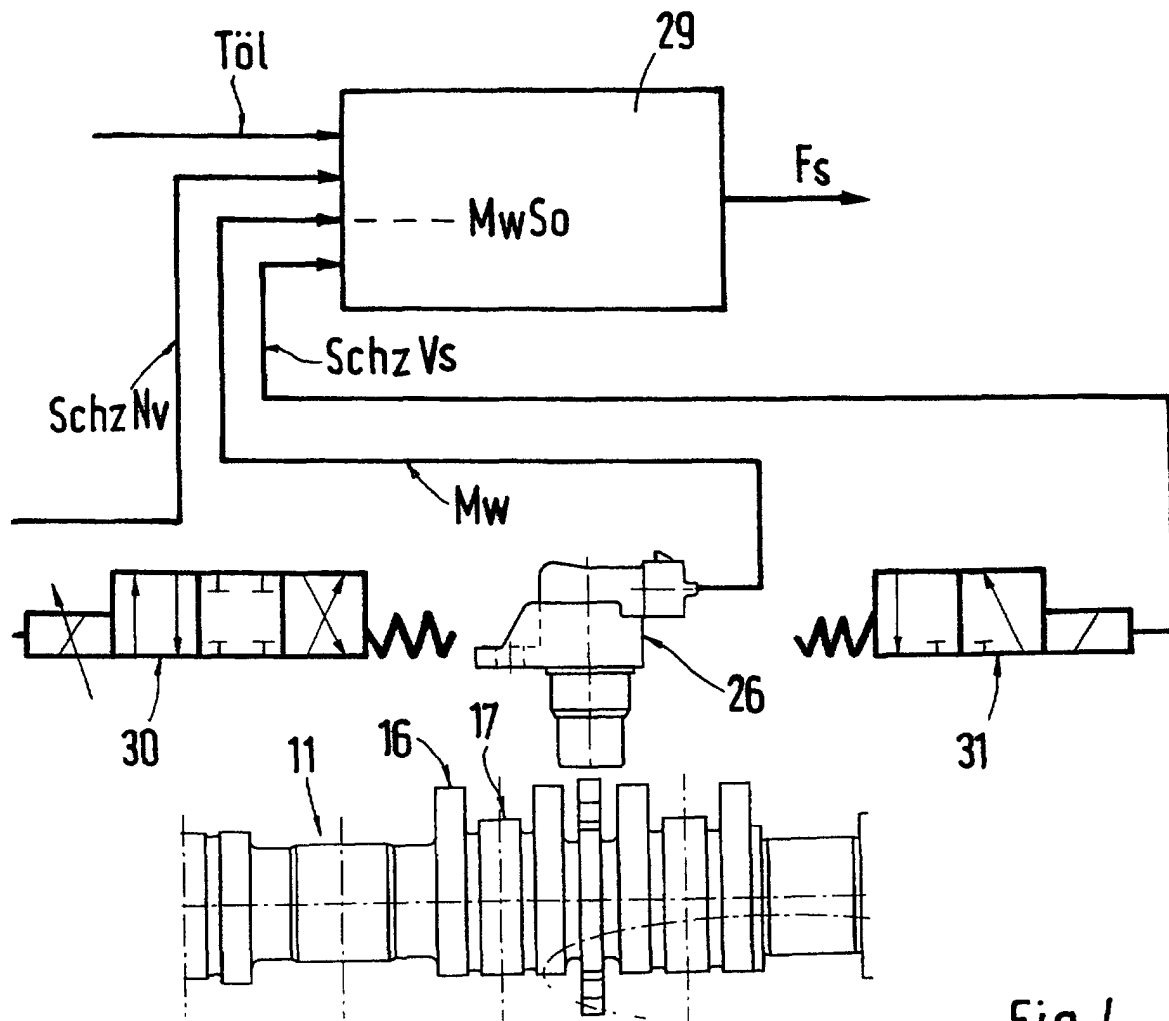


Fig.4

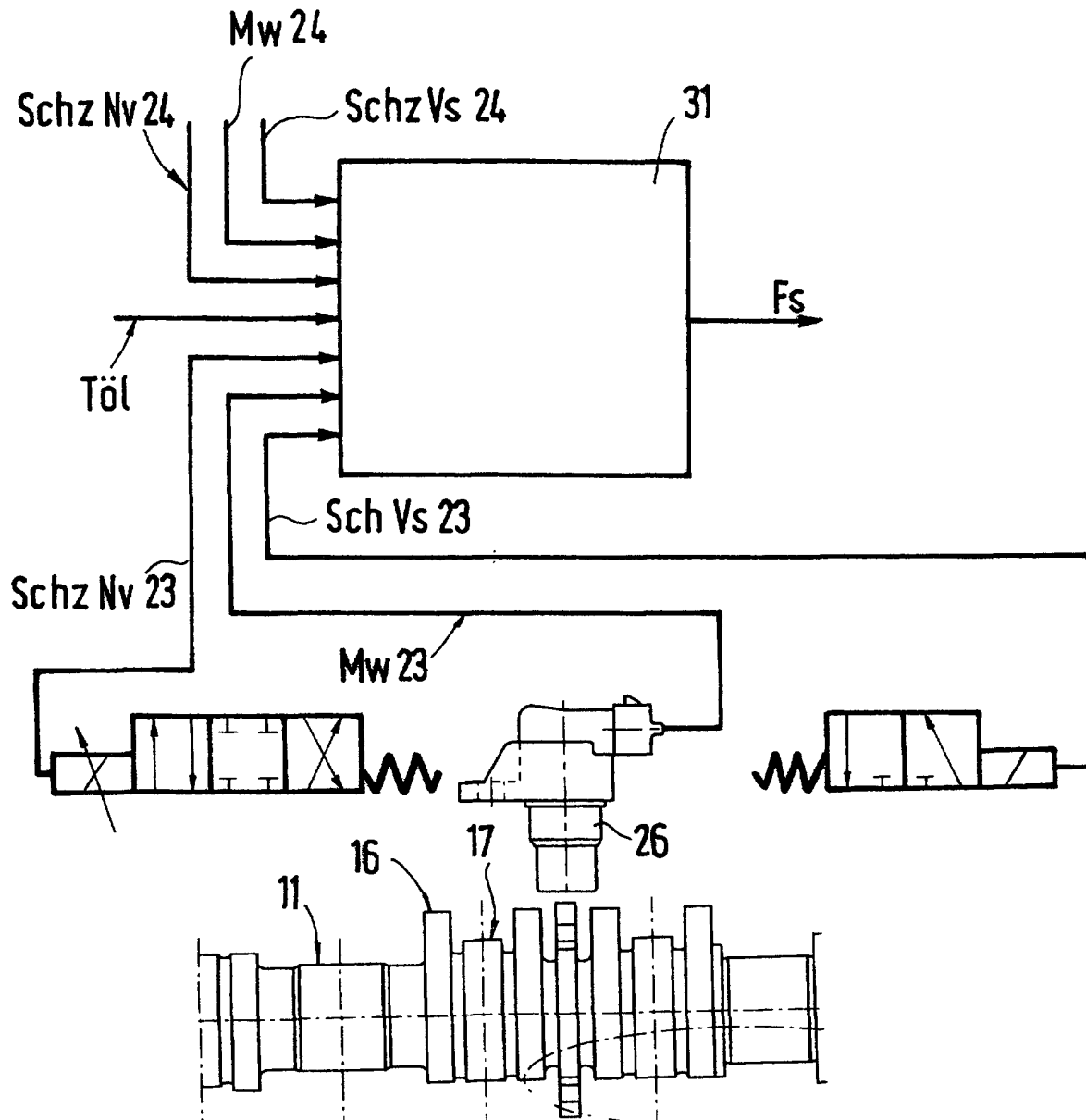


Fig.5