



(10) **DE 10 2009 025 449 A1** 2010.12.16

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 025 449.8**

(22) Anmeldetag: **10.06.2009**

(43) Offenlegungstag: **16.12.2010**

(51) Int Cl.⁸: **F02D 13/02** (2006.01)
F02D 45/00 (2006.01)

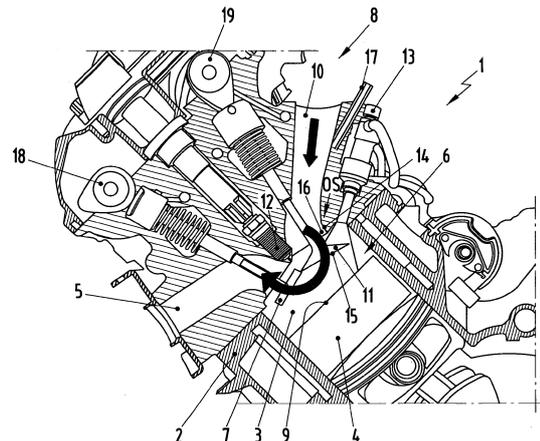
(71) Anmelder:
**Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft, 70435
Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:
Ganser, Martin, 71263 Weil der Stadt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Ventilsteuerung einer Kolben-Brennkraftmaschine und Kolben-Brennkraftmaschine**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Ventilsteuerung einer Kolben-Brennkraftmaschine (1) während eines Wirkbetriebes, mit mehreren Brennräumen, bei dem jeweils ein Brennraum (6) durch ein zu öffnendes und zu verschließendes Auslassventil (7) mit einem Auslasskanal (5) verbunden oder verschlossen und durch ein Einlassventil (11) mit einem Einlasskanal (10) verbunden oder verschlossen wird, wobei innerhalb des Brennraumes (6) ein Kolben (4) zwischen einem oberen Totpunkt (OT) und einem unteren Totpunkt (UT) bewegt werden kann und wobei der Kolben (4) u. a. in Wirkverbindung mit dem Einlasskanal (10) einen Ansaughub und in Wirkverbindung mit dem Auslasskanal (5) einen Ausstoßhub bewirkt, wobei während des Wirkbetriebes das Einlassventil (11), bei zumindest teilweise geöffnetem Auslassventil (7), vor Erreichen des oberen Totpunktes (OT) des Kolbens (4) und vor Beginn des Ansaughubes zumindest geringfügig geöffnet wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Ventilsteuerung einer Kolben- Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft ferner eine Kolben-Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 5.

[0002] Eine Ventilsteuerung oder auch Ventiltrieb ist ein Mechanismus, der bei einer Kolben-Brennkraftmaschine die Ventile und damit den Ladungswechsel durch Öffnen und Schließen der Einlass- und Ausstrittskanäle steuert. Eine Art der Ventilsteuerung kann beispielsweise mittels eines Tassenstößels erfolgen. Hier betätigt der Nocken direkt einen Hohlzylinder, die „Tasse“, der über ein Einstellplättchen direkt auf den Ventilschaft drückt. Der Abstand zwischen Nocken und Ventil ist hier am geringsten, außerdem findet keine Kraftumlenkung durch Schlepp- oder Kipphebel statt, dadurch ist diese Bauart leicht, sehr steif und eignet sich somit für höchste Drehzahlen. Das Einstellplättchen ist in der Regel der Deckel des oben offenen Stößels. Diese Betätigungsart bietet auch die geringste Bauhöhe der Ventilsteuerung.

[0003] Das Ventil selbst besteht aus einem Ventilteller, der den Ein- oder Auslasskanal im geschlossenen Zustand gegen einen passend geschliffenen oder gedrehten Ventilsitz im Zylinderkopf abdichtet. Der Ventilteller geht parabelförmig in den Ventilschaft über, um den vorbeiströmenden Gasen möglichst geringen Widerstand zu bieten. Der Ventilschaft ist zumeist ein langer, dünner Zylinder, der fest mit dem Teller verbunden ist. Das Ventil wird durch Druck oben auf den Schaft geöffnet und von der Ventilfeeder geschlossen. Diese überträgt die Federkraft über den Federteller, der durch zwei Ventilkeile, die in eine Ringnut am oberen Ventilschaft eingreifen, gehalten wird. Da das Ventil in den Brennraum öffnet, wirken die hohen Drücke bei der Verbrennung auf den Ventilteller und verstärken die Dichtwirkung.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Ventilsteuerung bereitzustellen, mit dem die Strömungswiderstände an den Einlassventilen reduziert und gleichzeitig eine deutlich bessere Zylinderfüllung ermöglicht wird.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch eine Kolben-Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 5 gelöst. Weitere vorteilhafte Merkmale beinhalten die Unteransprüche.

[0006] Das Verfahren zur Ventilsteuerung einer Kolben-Brennkraftmaschine während eines Wirkbetriebes (also unter Arbeitsbelastung), mit mehreren Brennräumen, bei dem jeweils ein Brennraum durch ein zu öffnendes und zu verschließendes Auslassventil mit einem Auslasskanal verbunden oder ver-

schlossen und durch ein Einlassventil mit einem Einlasskanal verbunden oder verschlossen wird, wobei innerhalb des Brennraumes (Zylinders) ein Kolben zwischen einem oberen Totpunkt (OT) und einem unteren Totpunkt (UT) bewegt werden kann, und wobei der Kolben u. a. in Wirkverbindung mit dem Einlasskanal einen Ansaughub und in Wirkverbindung mit dem Auslasskanal einen Ausstoßhub bewirkt, ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass während des Wirkbetriebes das Einlassventil, bei zumindest bereichsweise geöffnetem Auslassventil, vor Erreichen des oberen Totpunktes (OT) des Kolbens und vor Beginn des Ansaughubes zumindest geringfügig geöffnet wird. Die Vorteile liegen in der Tatsache, dass der Ansaug(Einlass)kanal schon früher und schneller geöffnet und dadurch eine bessere Zylinderfüllung und längere Ansaugzeiten erreicht werden können.

[0007] Wird zur Durchführung des Verfahrens eine als Saugmotor ausgebildete Kolben-Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung verwendet, erfolgt das erfindungsgemäße Verfahren zu einem Zeitpunkt, indem noch keine Direkteinspritzung von Kraftstoff in den Brennraum erfolgt ist. Bei Benzin/Diesel- Direkteinspritzung, kann das Einlassventil schon vor dem Erreichen des oberen Totpunktes (OT) und vor Beendigung des Ausstoßhubes geöffnet werden.

[0008] Denkbar wäre auch, zur Durchführung des Verfahrens, eine als Saugmotor ausgebildete Kolben-Brennkraftmaschine ohne Direkteinspritzung zu verwenden.

[0009] Beispielsweise kann das Verfahren auch bei aufgeladenen Motoren eingesetzt werden (mit insbesondere Resonanzaufladung und/oder Kompresso-raufladung). Die Motoraufladung ist ein Verfahren, bei dem die Leistung von Verbrennungsmotoren durch Zuführen von Luft mit erhöhtem Druck gesteigert wird. Durch den höheren Druck wird der Füllungsgrad verbessert, so dass mehr Luft für die Verbrennung von Kraftstoff zur Verfügung steht, was die pro Arbeitstakt abgegebene Arbeit erhöht.

[0010] Das Verfahren könnte auch bei sogenannten „Downsizing“ Motoren eingesetzt werden. Bei gleichem Drehmoment ergeben rund 25 Prozent weniger Hubraum rund zehn Prozent weniger Verbrauch. Und damit weniger CO₂. Denkbar wäre in diesem Zusammenhang beispielsweise eine Brennkraftmaschine mit Saugrohreinspritzung zudem auf Piezo-Direkteinspritzung und Schichtladebetrieb umzustellen. Auch hierdurch könnten bis zu 20 Prozent Verbrauchsverbesserungen erreicht und die CO₂-Emissionen einsprechend gesenkt werden.

[0011] Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass sich die Kolbenoberseite zum Zeitpunkt der Öffnung des Einlassventils, bei gleichzeitig geöffnetem Aus-

lassventil, in etwa 30 mm Beabstandung zum oberen Totpunkt (OT) im Brennraum befindet.

[0012] Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass das Auslassventil auch nach Erreichen des oberen Totpunkts (OT) noch zumindest geringfügig offen gehalten wird. Bevorzugt geschieht dies in einem Bereich um den oberen Totpunkt, wo der Ansaug- oder Einströmvorgang nicht negativ beeinflusst werden kann (beispielsweise durch eine sehr geringe Ansauggeschwindigkeit des Kolbens).

[0013] Eine Ausführungsform sieht vor, dass die Kolben-Brennkraftmaschine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens im Bereich des Einlasskanals mit einem druckluftspendenden Spülgebläse versehen sein kann. Somit könnte beispielsweise das Restabgas mittels des Spülgebläses ausgespült und je nach Spüldauer der Brennraum thermodynamisch vorteilhaft abgekühlt werden. So lange das Auslassventil noch geöffnet ist, kann kein Überdruck entstehen, also keine Aufladung erfolgen. Das heißt, wenn das Spülgebläse nicht während des Ansaugvorganges (Auslasskanal geschlossen, Einlasskanal geöffnet, Kolben in Abwärtsbewegung (Richtung unterer Totpunkt (UT))), wirksam ist, ist keine Aufladung gegeben. Diese Ausführungsform ist beispielsweise vorteilhaft im Bereich von Rennsportmotoren, die keine Aufladung haben dürfen.

[0014] Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Abgabe von Druckluft über das Spülgebläse innerhalb bzw. während des Ausstoßhubes des Kolbens erfolgen kann. Beispielsweise kann das Spülgebläse in der Art einer Luftpumpe/Kompressors ausgebildet sein, die/der nur während der Kolben-Aufwärtsbewegung (Ausstoßhub) Druckluft abgibt.

[0015] Beispielsweise kann das Spülgebläse ein im Einlasskanal mündendes Spülrohr umfassen, welches die Strömung im Einlasskanal nicht behindert.

[0016] Beispielsweise kann das Spülrohr einen Durchmesser von 10 mm bis 20 mm, insbesondere 15 mm, aufweisen.

[0017] Eine weitere Ausführungsform sieht vor, dass die Druckluftabgabe über ein am Spülgebläse und/oder Spülrohr vorgesehene Ventil gesteuert bzw. beeinflusst werden kann. So wäre beispielsweise denkbar, dass Spülrohr direkt in den Brennraum zu führen. Beispielsweise parallel oder koaxial zum Direkteinspritzventil (vorteilhaft Piezoelement).

[0018] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die einzige Zeichnung näher erläutert.

[0019] Es zeigen:

[0020] [Fig. 1](#) einen Schnitt durch einen schematisch dargestellten Kolben-Brennkraftmaschinenbereich;

[0021] [Fig. 2](#) schematische Darstellung zur Ansteuerung eines Auslassventils.

[0022] Anhand der [Fig. 1](#) wird ein Kolben-Brennkraftmaschinenbereich näher erläutert, der nachfolgend lediglich als Motor **1** bezeichnet ist. [Fig. 1](#) zeigt schematisch und stark vereinfacht den Motor **1** mit einem Motorgehäuse **2**, in dem zumindest ein Zylinder **3** mit einem darin eingesetzten Kolben **4** ausgebildet ist. Es können mehrere Zylinder **3**, insbesondere vier Zylinder **3**, in einer Zylinderreihe angeordnet sein. Denkbar wäre es überdies, dass der Motor **1** mehrere Zylinderreihen, beispielsweise in so genannter V-Anordnung, aufweist. An dem Motorgehäuse **2** ist eine Abgasanlage über einen Abgaskrümmter befestigt, der jeweils einen in dem Motorgehäuse **2** angeordneten Auslasskanal **5** mit der Abgasanlage verbindet. Innerhalb jedes Zylinders **3** ist ein Brennraum **6** vorgesehen, der mit dem zugeordneten Auslasskanal **5** verbunden ist, wenn ein Auslassventil **7** geöffnet ist. Für jeden Zylinder **3** können auch mehrere, beispielsweise zwei Auslassventile **7** vorgesehen sein.

[0023] An dem Motorgehäuse **2** ist ferner eine Sauganlage für die Frischluft- beziehungsweise Frischgaszufuhr zum Brennraum **6** befestigt, die einen Luftsammler aufweisen kann, der zu jedem Zylinder **3** führende Saugrohre **8** aufweist, die zusammen mit im Motorgehäuse **2** ausgebildeten Einlassabschnitten **14** einen Einlasskanal **10** bilden. Der Einlasskanal **10** wird gegenüber dem Brennraum **6** mit zumindest einem Einlassventil **11** verschlossen oder bei geöffnetem Einlassventil **11** (wie hier dargestellt), mit dem Brennraum **6** verbunden, in welchen Brennraum **6** noch eine Zündkerze **12** hineinragt. Das Einlassventil **11** ist durch einen herkömmlichen Ventiltrieb angetrieben. Neben der Zuführung von Frischluft über die Sauganlage in den Brennraum **6** ist für die Zuführung von Kraftstoff noch ein Einspritzventil **13** vorgesehen, welches vorzugsweise direkt in den Brennraum **6** den Kraftstoff einspritzt. Es kann jedoch auch eine so genannte Saugrohreinspritzung vorgesehen sein. Andere Varianten, um Kraftstoff in den Brennraum **6** zu befördern, sind ebenfalls möglich.

[0024] Das Einlassventil **11** ist hierbei in Öffnungsstellung OS gezeigt, in der ein am anderen Ende des Ventilschafts angeordneter Ventilteller **15** vom Ventilsitz **16** am Einlassabschnitt **14** abgehoben ist. In dieser Öffnungsstellung OS ist der Brennraum **6** mit dem Einlasskanal **15** verbunden. In einer nicht gezeigten Schließstellung des Einlassventils **11** liegt der Ventilteller **15** auf dem Ventilsitz **16** auf, wie dies in analoger Weise auch beim Auslassventil **7** geschieht und an sich bekannt ist.

[0025] Der Brennraum **6** ist in der hier gezeigten Darstellung gegenüber dem Einlasskanal **11** als auch gegenüber dem Auslasskanal **5** geöffnet. Mit anderen Worten sind sowohl das Einlassventil **10** als auch das Auslassventil **7** zumindest bereichsweise geöffnet und zwar vor Erreichen des oberen Totpunktes (OT) des Kolbens **4** und vor Beginn des Ansaughubes in Richtung des unteren Totpunktes (UT). Zu diesem Zeitpunkt ist noch keine Kraftstoff-Direkteinspritzung mittels des Einspritzventils **13** in den Brennraum **6** erfolgt.

[0026] Ein nicht näher dargestelltes Spülgebläse kann mit einem schematisch dargestellten Spülrohr **17**, welches im Einlasskanal **10** mündet, verbunden sein.

[0027] Die Kolbenoberseite **9** befindet sich zum Zeitpunkt der gleichzeitigen Öffnung des Einlassventils **11** und des Auslassventils **7**, in etwa 30 mm Beabstandung zum oberen Totpunkt (OT). Um die Phasenlage der Öffnungs- und Schliesszeiten, also die Öffnungsdauer, des Einlassventils **11** verändern zu können, ist zwischen der Kurbelwelle und der Nockenwelle eine entsprechende Einrichtung vorgesehen, die als so genannter Nockenwellenversteller beziehungsweise Phasensteller in den verschiedensten Ausführungsformen bekannt ist, so dass auf deren Ausführung beziehungsweise Funktion hier nicht weiter eingegangen wird.

[0028] Üblicherweise erfolgt der Antrieb des Ventiltriebs beispielsweise über eine hier nicht dargestellte Kurbelwelle des Motors **1**, an welcher Kurbelwelle die Kolben **4** über Pleuel angelenkt sind. Über einen entsprechenden Steuertrieb, beispielsweise über einen Riemen, eine Kette oder Zahnräder, wird die Nockenwelle, auf der die Nocken **18**, **19** angeordnet sind, angetrieben.

[0029] [Fig. 2](#) zeigt die schematische Darstellung einer Ansteuerung eines Auslassventils (beispielsweise des Auslassventils **7** gemäß [Fig. 1](#)). Die Nocke **18** bzw. das Auslassventil **7** befindet sich in einer Stellung, die in etwa einer Stellung von 25° für die Kurbelwelle und ca. 50° für die Nockenwelle entspricht. D. h. das Auslassventil **7** wird auch nach dem Erreichen des oberen Totpunktes (OT) noch zumindest geringfügig offen gehalten. Eventuell ist ein Nachhub (Bereich N) notwendig, falls sich eine Engstelle zwischen Ventil und Kolben beim oberen Totpunkt (OT) ergibt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ventilsteuerung einer Kolben-Brennkraftmaschine (**1**) während eines Wirkbetriebes, mit mehreren Brennräumen, bei dem jeweils ein Brennraum (**6**) durch ein zu öffnendes und zu verschließendes Auslassventil (**7**) mit einem Auslasskanal (**5**) verbunden oder verschlossen und durch ein

Einlassventil (**11**) mit einem Einlasskanal (**10**) verbunden oder verschlossen wird, wobei innerhalb des Brennraumes (**6**) ein Kolben (**4**) zwischen einem oberen Totpunkt (OT) und einem unteren Totpunkt (UT) bewegt werden kann, und wobei der Kolben (**4**) u. a. in Wirkverbindung mit dem Einlasskanal (**10**) einen Ansaughub und in Wirkverbindung mit dem Auslasskanal (**5**) einen Ausstoßhub bewirkt, **dadurch gekennzeichnet**, dass während des Wirkbetriebes das Einlassventil (**11**), bei zumindest bereichsweise geöffnetem Auslassventil (**7**), vor Erreichen des oberen Totpunktes (OT) des Kolbens (**4**) und vor Beginn des Ansaughubes zumindest geringfügig geöffnet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Durchführung des Verfahrens eine als Saugmotor ausgebildete Kolben-Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Durchführung des Verfahrens eine als Saugmotor ausgebildete Kolben-Brennkraftmaschine ohne Direkteinspritzung verwendet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Kolbenoberseite (**9**) zum Zeitpunkt der Öffnung des Einlassventils (**11**), bei gleichzeitig geöffnetem Auslassventil (**7**), in etwa 30 mm Beabstandung zum oberen Totpunkt (OT) befindet.

5. Kolben-Brennkraftmaschine zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kolben-Brennkraftmaschine im Bereich des Einlasskanals (**10**) mit einem druckluftspendenden Spülgebläse versehen ist.

6. Kolben-Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgabe von Druckluft über das Spülgebläse innerhalb bzw. während des Ausstoßhubes des Kolbens (**4**) erfolgt.

7. Kolben-Brennkraftmaschine nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Spülgebläse ein im Einlasskanal (**10**) und/oder Brennraum (**6**) mündendes Spülrohr (**17**) umfasst.

8. Kolben-Brennkraftmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Spülrohr (**17**) einen Durchmesser von 10 mm bis 20 mm, insbesondere 15 mm, aufweist.

9. Kolben-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckluftabgabe über ein am Spülgebläse und/oder Spülrohr (**17**) vorgesehene Ventil gesteuert werden kann.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

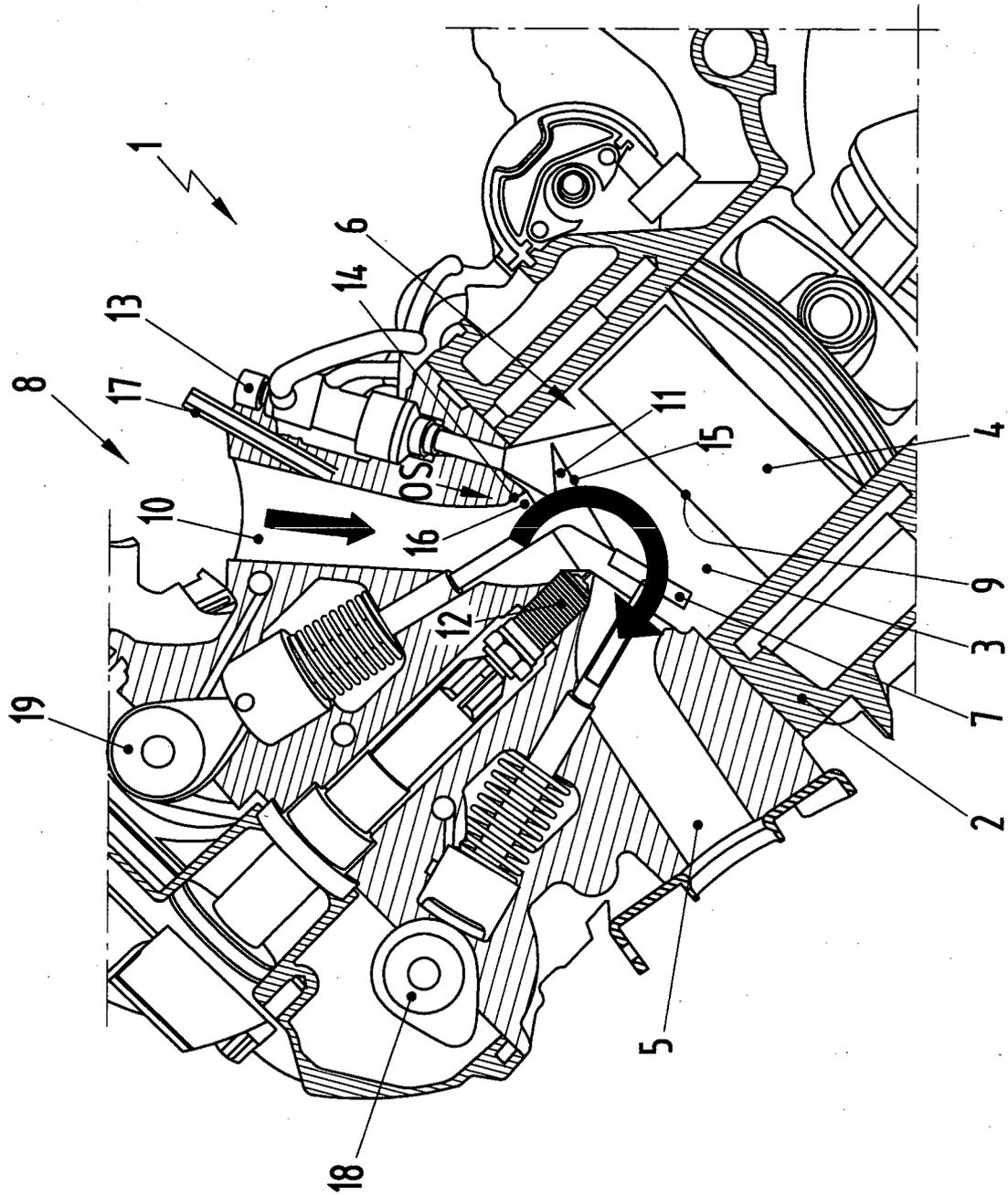


Fig. 1

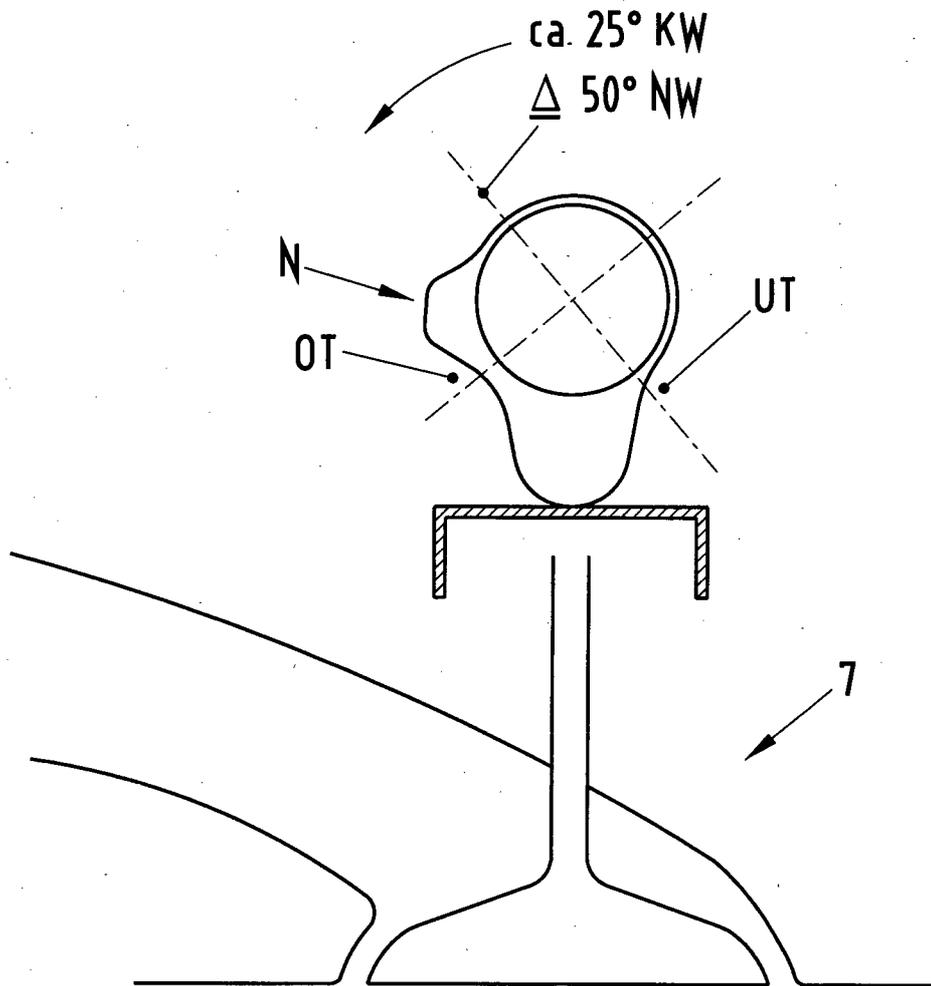


Fig. 2