

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 1005/2006 (51) Int. Cl.⁸: **F02M 65/00** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 2006-06-13
(43) Veröffentlicht am: 2008-01-15

(56) Entgegenhaltungen:
JP 62-165573A JP 60-069261A
US 5775355A EP 0872723A2
DE 10257955A1 DE 1930111
DE 19823594A1 DE 19743156

(73) Patentanmelder:
AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ (AT)
(72) Erfinder:
DERSCHMIDT OTFRIED DIPL.ING.
GRAZ (AT)
PHILIPP HARALD ARNULF DIPL.ING.
DR.
HAUSMANNSTÄTTEN (AT)
KAMMERSTETTER HERIBERT
DIPL.ING. DR.
OBERALM (AT)

(54) **OPTISCHER WEGSENSOR**

(57) Die Erfindung betrifft einen optischen Wegsensor (10) zur Messung des Nadelhubes (h) eines oszillierenden Ventilschaftes (3) eines Hubventils, insbesondere des Düsenadelhubes einer Einspritzeinrichtung (1) für eine Brennkraftmaschine, mit einem optischen Emittor und einem Lichtempfänger, wobei der Lichtstrahl auf einen mit dem Ventilschaft (3) hin- und hergehenden Reflexionsbereich gerichtet ist und wobei der reflektierte Strahl in zumindest einer Hubstellung des Ventilschaftes (3) durch den Lichtempfänger erfasst wird. Um auf möglichst einfache Weise präzise den Nadelhub erfassen zu können, ist vorgesehen, dass der aussendende und/oder reflektierte Lichtstrahl etwa quer, vorzugsweise $90^\circ \pm 20^\circ$ zur Bewegungsrichtung des Ventilschaftes (3) ausgebildet ist und dass der Reflexionsbereich durch zumindest zwei Flächenabschnitte (5, 6) mit unterschiedlichen Reflexionseigenschaften auf der Mantelfläche (3a) des Ventilschaftes (3) gebildet ist.

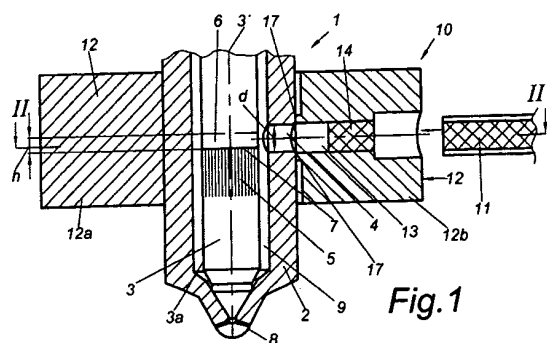


Fig. 1

Die Erfindung betrifft einen optischen Wegsensor zur Messung des Nadelhubes eines oszillierenden Ventilschaftes eines Hubventils, insbesondere des Düsenadelhubes einer Einspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine, mit einem optischen Emitter und einem Lichtempfänger, wobei der Lichtstrahl auf einen mit dem Ventilschaft hin- und hergehenden Reflexionsbereich gerichtet ist und wobei der reflektierte Strahl in zumindest einer Hubstellung des Ventilschaftes durch den Lichtempfänger erfasst wird, wobei der aussendende und/oder reflektierte Lichtstrahl etwa quer, vorzugsweise $90^\circ \pm 20^\circ$ zur Bewegungsrichtung des Ventilschaftes ausgebildet ist und wobei der Reflexionsbereich durch zumindest zwei Flächenabschnitte mit unterschiedlichen Reflexionseigenschaften auf der Mantelfläche des Ventilschaftes gebildet ist.

Die US 5,775,355 A beschreibt ein Verfahren zum Messen des Nadelhubes eines Ventils, wobei ein Lichtstrahl auf eine reflektierende Fläche der Nadel gerichtet und der reflektierte Strahl durch einen Sensor erfasst wird. Emittierter und reflektierter Strahl sind dabei im Wesentlichen in Hubrichtung der Nadel angeordnet. Durch Differenzialmessung des emittierten und reflektierten Lichtstrahls kann der Nadelhub bestimmt werden.

Die DE 102 57 955 A1 offenbart einen Schwingungsdämpfer mit Dämpferwegmessung, wobei an einem stillstehenden Element eine Beleuchtungseinrichtung und eine Empfangseinrichtung eines optischen Messsystems angebracht sind. Das Messlicht der Beleuchtungseinrichtung trifft auf ein zu dem ersten Element relativ bewegbares Element des Schwingungsdämpfers. Das reflektierte Licht wird von der Beleuchtungseinrichtung des optischen Messsystems erfasst und in einer Auswerteeinrichtung mit Methoden Bilddatenverarbeitung auf ingrementale Verschiebungsgrößen ausgewertet. Dies ermöglicht eine optische Wegmessung an einem Schwingungsdämpfer, die sich durch eine hohe Genauigkeit und eine zuverlässige Signalerzeugung auszeichnet.

Weiters ist aus der DE 1 930 111 eine optische Messsonde zur dynamischen Wegmessung von bewegten Teilen mit einer Lichtquelle und eine lichtempfindlichen Anordnung, sowie einer Vielzahl von Lichtleitern bekannt, die es gestattet, Weg-Zeit-Funktionen berührungsfrei und ohne Beeinflussung durch die Messeinrichtung aufzunehmen. Das zu messende bewegte Teil weist dabei an der Messstelle einen definierten Bereich mit gegenüber seiner Umgebung unterschiedlichen Reflexions- oder Absorptionsvermögen auf. Dadurch wird erreicht, dass das Messlicht in Bewegungsrichtung des zu messenden Teils entsprechend der zu messenden Funktion ansteigt oder abfällt.

Die Veröffentlichungen JP 62-165573 A und JP 60-069261 A offenbaren optische Nadelhubsensoren, wobei ein Lichtstrahl auf einen mit dem Ventilschaft hin- und hergehenden Reflexionsbereich gerichtet ist und wobei der aussendende und reflektierte Lichtstrahl etwa quer zur Bewegungsrichtung des Ventilschaftes ausgebildet ist. Der Lichtstrahl ist auf Bereiche mit unterschiedlichen Reflexionseigenschaften gerichtet.

Die DE 198 23 594 A1 zeigt eine Einrichtung zur optischen Erfassung von Klopferscheinungen während der Verbrennung bei Brennkraftmaschinen, wobei der Lichtleiter über ein lichtdurchlässiges Dichtelement in den Brennraum einmündet. Im Endbereich des Lichtleiters ist eine Saphirlinse angeordnet.

Aufgabe der Erfindung ist es, den Hub eines Ventilschaftes eines Hubventils auf möglichst einfache und exakte Weise zu messen.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass ein vorzugsweise aus zwei Halbschalen bestehendes Sensorgehäuse am Gehäuse des Hubventils unverlierbar, vorzugsweise kraftschlüssig, anbringbar ist. Dadurch ist eine einfache Nachrüstung und eine lagergenaue Fixierung möglich. Dabei ist vorgesehen, dass zumindest ein erster Flächenabschnitt eine reflexionsarme, vorzugsweise schwarze Beschichtung aufweist, und dass zumindest ein zweiter Flächenabschnitt reflexionsstark, vorzugsweise als geschliffene und/oder polierte Fläche aus-

gebildet ist.

Eine besonders kompakte Bauweise und platzsparende Unterbringung des optischen Wegsens-
sors ergibt sich insbesondere bei einer Einspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine, wenn
5 das Gehäuse des Hubventils ein vorzugsweise durch eine Bohrung gebildetes Fenster aufweist,
welches im Bereich der Trennlinie zwischen den beiden reflektierenden Flächenabschnitten
seitlich des oszillierenden Elementes angeordnet ist. Um exakte Messungen durchführen zu
können, ist es vorteilhaft, wenn die Höhe des Fensters mindestens dem Hub des Ventilschaftes
entspricht.

Vorzugsweise weist das Sensorgehäuse einen Lichtkanal auf, dessen Längsachse quer zur
10 Bewegungsrichtung des Ventilschaftes angeordnet ist, und der über zumindest einen optischen
Leiter mit einer Lichtquelle und/oder einen Lichtempfänger verbunden sein kann. Der Lichtkanal
ist fluchtend zum Fenster im Gehäuse des Hubventils angeordnet.

Zur Medientrennung und Abdichtung des Messbereiches kann vorgesehen sein, dass im Licht-
15 kanal im Anschluss an zumindest einen optischen Leiter eine Saphirlinse angeordnet ist, wobei
die Saphirlinse vorzugsweise eingelötet ist.

Der Wegsensor misst optisch den Hub des Ventilschaftes, wobei die Reflexionsstärke des zur
20 Messstelle gesendeten Lichtes als Maß für den Hub herangezogen wird. Damit dies gelingt, ist
die Messstelle so präpariert, dass diese in eine reflexionsstarke und eine reflexionsarme Fläche
unterteilt ist. Die gedachte Trennlinie beider Flächen verläuft idealer Weise normal zur Bewe-
gungsrichtung des zu messenden Teils.

Das von der Lichtquelle emittierte Licht wird durch Glasfasern geleitet, ebenso das zum Licht-
25 empfänger gelangende reflektierte Licht.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen Fig. 1 eine Einspritzeinrichtung in einem Längsschnitt mit einer erfindungsgemäßen
30 optischen Wegmesseinrichtung und Fig. 2 die Einspritzeinrichtung in einem Querschnitt gemäß
der Linie II-II in Fig. 1 und Fig. 3 die Auswertung einer optischen Nadelhubmessung mit dem
erfindungsgemäßen Wegsensor.

Das in den Figuren 1 und 2 dargestellte, eine Einspritzeinrichtung 1 bildende Hubventil weist ein
35 Gehäuse 2 auf, in welchem ein hin- und herbewegbare Ventilschaft 3 angeordnet ist. Zur Mes-
sung des Nadelhubes h ist ein optischer Wegsensor 10 vorgesehen. Die optische Messvorrich-
tung 10 weist eine nicht weiter dargestellte Lichtquelle und einen nicht weiter dargestellten
Lichtempfänger auf, der durch ein lichtempfindliches Element gebildet wird. Lichtquelle und
40 Lichtempfänger sind über einen Lichtleiter 11, bzw. über Lichtfasern an die Einspritzeinrichtung
1 gekoppelt, wobei Lichtleiter 11 und/oder Lichtfasern in ein aus Halbschalen 12a, 12b beste-
hendes Sensorgehäuse 12 einmünden, das das Gehäuse 2 der Einspritzeinrichtung 1 umgibt.
Das Sensorgehäuse 12 weist einen Lichtkanal 13 auf, der achsgleich zu einem durch eine
45 Bohrung gebildetes radiales Fenster 4 im Gehäuse 2 der Einspritzeinrichtung 1 angeordnet ist.
Im Lichtkanal 13 des Sensorgehäuses 12 ist eine Saphirlinse 14 befestigt, beispielsweise ein-
gelötet.

Der Ventilschaft 3 weist eine Mantelfläche 3a mit zumindest zwei Flächenabschnitten 5, 6 mit
50 unterschiedlichen Reflexionseigenschaften auf. Der reflexionsschwache erste Flächenabschnitt
5 ist durch eine schwarze Beschichtung gebildet, der reflexionsstarke zweite Flächenabschnitt 6
durch eine geschliffene oder polierte Stelle ausgeführt. Zwischen dem ersten und dem zweiten
Flächenabschnitt 5, 6 ist eine scharfe Trennlinie 7 vorgesehen, welche im Wesentlichen normal
zur Hubachse 3' des Ventilschaftes 3 angeordnet ist.

55

Die Einspritzeinrichtung 1 ist im Ausführungsbeispiel als moderner Diesel-Common-Rail-Injektor mit kurzem Ventilschaft 3 und kompaktem Aufbau ausgeführt. Die Messstelle für den Nadelhub h befindet sich auf der Ventilschaft 3 im Abstand zur Einspritzdüsen­spitze 8. Die Einspritz­einrichtung 1 steht im Betrieb permanent unter weitgehend konstantem Kraftstoffdruck (bis 5 1600 bar und darüber), daher ist es relativ schwierig, von außen Messlicht zur Messstelle und wieder zurück zu leiten. Dies geschieht mittels des durch eine Bohrung gebildeten radialen Fensters 4, um welches das Sensorgehäuse 12 angeordnet wird. Die beiden Halbschalen 12a, 12b des Sensorgehäuses 12 sind durch Schrauben 16 miteinander verbunden und das Sensor­gehäuse 12 somit auf das Gehäuse 2 der Einspritz­einrichtung 1 aufgeklemmt. Das Sensor­gehäuse 12 übernimmt die Funktion der Lichtsignalweiterleitung. Die eingelötete und an den 10 Stirnflächen geschliffene Saphiroptik 14 trennt den unter Druck stehenden Kraftstoff im Volumen 9 von der Umgebung, bei gleichzeitiger Ermöglichung einer Lichtsignalübertragung. Wichtig ist eine entsprechende Anpresskraft der Halbschalen 12a, 12b des Sensorgehäuses 12 wirkend auf die Dichtfläche 17 der Halbschale 12b, um eine sichere Abdichtung zu gewährleisten. 15

Die Lichtleiter 11, welche als Glasfaserbündel in einem dünnen Rohr geführt werden, sind direkt angrenzend an die Saphirlinse 14 positioniert, um eine optimale Lichtübertragung zu garantieren. 20

Die Höhe d des Fensters 17 sollte größer, vorteilhafterweise doppelt so groß sein wie der maximale Hub h der Ventilmadel 3, um eine Messung in einem halbwegs linearen Bereich zu ermöglichen. Außerdem sollte der Bereich des maximalen Hubes h möglichst zentrisch zum Fenster 17 ausgerichtet sein. Im Idealfall wird eine Kalibrierkurve aufgenommen, um die Hubkurve zu linearisieren. 25

Die Figur 3 zeigt ein Beispiel einer Auswertung eines Nadelhubes h des Ventilschaftes 3 einer Einspritz­einrichtung 1. 30

Patentansprüche:

1. Optischer Wegsensor (10) zur Messung des Nadelhubes (h) eines oszillierenden Ventilschaftes (3) eines Hubventils, insbesondere des Düsen­nadelhubes einer Einspritz­einrichtung (1) für eine Brennkraftmaschine, mit einem optischen Emitter und einem Lichtempfänger, wobei der Lichtstrahl auf einen mit dem Ventilschaft (3) hin- und hergehenden Reflexionsbereich gerichtet ist und wobei der reflektierte Strahl in zumindest einer Hubstellung des Ventilschaftes (3) durch den Lichtempfänger erfasst wird, wobei der aussendende und/oder reflektierte Lichtstrahl etwa quer, vorzugsweise $90^\circ \pm 20^\circ$ zur Bewegungsrichtung des Ventilschaftes (3) ausgebildet ist und wobei der Reflexionsbereich durch zumindest zwei Flächenabschnitte (5, 6) mit unterschiedlichen Reflexionseigenschaften auf der Mantelfläche (3a) des Ventilschaftes (3) gebildet ist, *dadurch gekennzeichnet*, dass ein vorzugsweise aus zwei Halbschalen (12a, 12b) bestehendes Sensorgehäuse (12) am Gehäuse (2) des Hubventils unverlierbar, vorzugsweise kraftschlüssig, anbringbar ist. 45
2. Wegsensor (10) nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass zumindest ein erster Flächenabschnitt (5) eine reflexionsarme, vorzugsweise schwarze Beschichtung aufweist.
3. Wegsensor (10) nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass zumindest ein 50 zweiter Flächenabschnitt (6) reflexionsstark, vorzugsweise als geschliffene und/oder polierte Fläche ausgebildet ist.
4. Wegsensor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass zwischen den beiden Flächenabschnitten (5, 6) eine scharfe Trennlinie (7) ausgebildet ist, wobei vorzugsweise die Trennlinie (7) normal zum Nadelhub des angeordnet ist. 55

5. Wegsensor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Sensorgehäuse einen Lichtkanal (13) aufweist, dessen Längsachse quer zur Bewegungsrichtung des Ventilschaftes (3) angeordnet ist, wobei vorzugsweise der Lichtkanal (13) über zumindest einen Lichtleiter (11) mit einer Lichtquelle und/oder einen Lichtempfänger verbunden ist.
6. Wegsensor (10) nach Anspruch 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Lichtkanal (13) fluchtend mit einem Fenster (17) im Gehäuse (2) des Hubventils angeordnet ist.
7. Wegsensor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass im Lichtkanal (13) im Anschluss an zumindest einem Lichtleiter (11) eine Saphirlinse (14) angeordnet, vorzugsweise eingelötet ist.
8. Hubventil, insbesondere einer Einspritzeinrichtung (1) einer Brennkraftmaschine mit einem optischen Wegsensor (10) mit einem Lichtemitter und einem Lichtempfänger, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei ein oszillierender Ventilschaft (3) zumindest einen Reflexionsbereich aufweist, und wobei die emittierten und reflektierten Lichtstrahlen etwa quer zur Bewegungsrichtung des Ventilschaftes (3) ausgebildet sind, und wobei der Reflexionsbereich durch zumindest zwei Flächenabschnitte (5, 6) mit unterschiedlichen Reflexionseigenschaften auf der Mantelfläche (3a) des Ventilschaftes (3) gebildet ist, *dadurch gekennzeichnet*, dass das ein vorzugsweise aus Halbschalen (12a, 12b) bestehendes Sensorgehäuse (12) am Gehäuse (2) des Hubventils unverlierbar, vorzugsweise kraftschlüssig, anbringbar ist.
9. Hubventil nach Anspruch 8, *dadurch gekennzeichnet*, dass zumindest ein erster Flächenabschnitt (5) eine schwarze Beschichtung aufweist.
10. Hubventil nach Anspruch 8 oder 9, *dadurch gekennzeichnet*, dass zumindest ein zweiter Flächenabschnitt (6) eine geschliffene oder polierte Stelle aufweist.
11. Hubventil nach einem der Ansprüche 8 bis 10, *dadurch gekennzeichnet*, dass die beiden reflektierten Flächenabschnitte (5, 6) eine scharfe Trennlinie (7) aufweisen.
12. Hubventil nach einem der Ansprüche 8 bis 11, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Gehäuse (2) der Einspritzeinrichtung (1) ein vorzugsweise durch eine Bohrung gebildetes Fenster (4) aufweist, welches im Bereich der Trennlinie (7) zwischen den beiden reflektierenden Flächenabschnitten (5, 6) angeordnet ist.
13. Hubventil nach Anspruch 12, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Höhe (d) des Fensters (4) mindestens dem Hub (h) des Ventilschaftes (3) entspricht.
14. Hubventil nach Anspruch 13, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Sensorgehäuse (12) einen Lichtkanal (13) aufweist, dessen Längsachse quer, vorzugsweise normal, zur Bewegungsrichtung des Ventilschaftes (3) angeordnet ist, welcher vorzugsweise mit zumindest einem Lichtleiter (11) mit einer Lichtquelle und/oder einem Lichtempfänger verbunden ist.
15. Hubventil nach einem der Ansprüche 11 bis 14, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Lichtkanal (13) fluchtend mit dem Fenster (17) im Gehäuse (2) des Hubventils angeordnet ist.
16. Hubventil nach einem der Ansprüche 14 bis 15, *dadurch gekennzeichnet*, dass im Lichtkanal (13) im Anschluss an zumindest einen Lichtleiter (11) eine Saphirlinse (14) angeordnet ist, wobei die Saphirlinse (14) vorzugsweise einlötet ist.

55 **Hiezu 2 Blatt Zeichnungen**

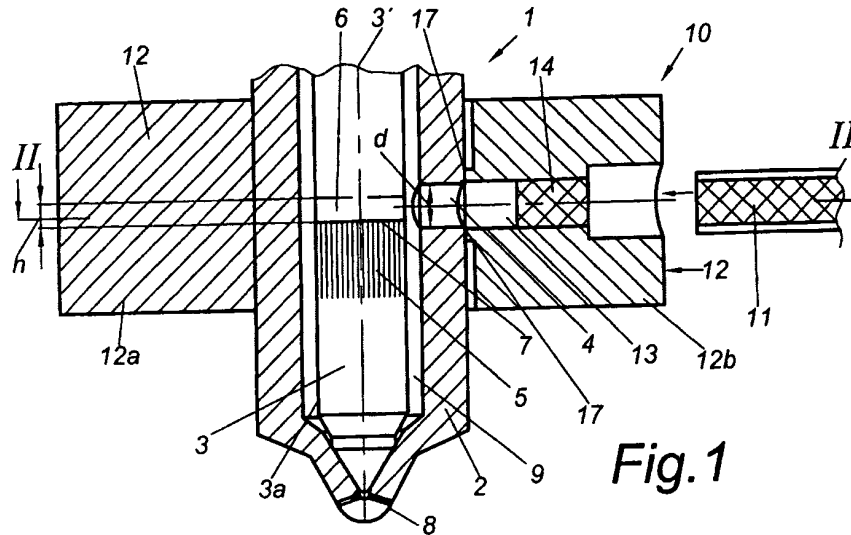


Fig. 1

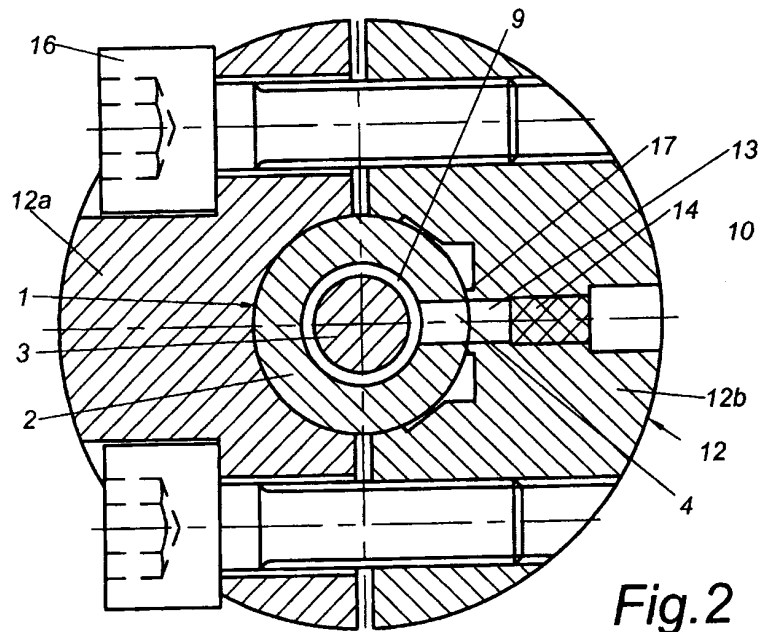


Fig. 2

