



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 693 490 A5

⑤ Int. Cl. 7: G 01 L 023/08  
G 01 L 007/08

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑲ Gesuchsnummer: 01500/98

⑳ Anmeldungsdatum: 14.07.1998

㉔ Patent erteilt: 29.08.2003

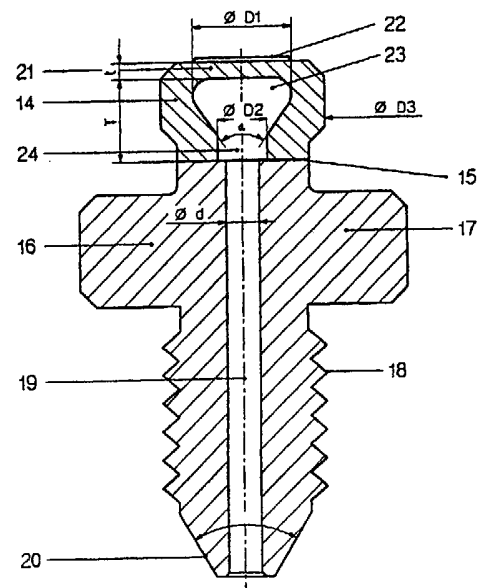
④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 29.08.2003

⑦③ Inhaber:  
K.K. Holding AG, Eulachstrasse 22, Postfach 304,  
8408 Winterthur (CH)

⑦② Erfinder:  
Kurt Vollenweider, Weiherweg 3,  
8457 Humlikon (CH)  
Hans Conrad Sonderegger, Sonnhaldenstrasse 7,  
8413 Neftenbach (CH)

⑤④ Hochdruck-Sensor.

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf einen Hochdruck-Sensor, insbesondere zur Überwachung pulsierender hydraulischer Druckimpulse, z.B. in Einspritzsystemen von Verbrennungsmotoren. Sie ist gekennzeichnet durch einen ballonartig gestalteten Druckraum vor der Membranpartie (21), wodurch sich optimale Messsignale gleichzeitig mit erheblich reduzierten mechanischen Kräften in der Schweissverbindung (15) kombinieren lassen. Zusätzlich werden Schweissverfahren vorgeschlagen, welche eine spaltfreie Innen-Schweisszone (34) erreichen lassen, wodurch Kerbwirkungen und dadurch entstehend Wanderrisse vermieden werden, welche zu Brüchen führen können. Als optimale Verbindung zwischen Messkopf (14) und Gewindekörper (16) wird eine Doppel-Schweissung vorgeschlagen:  
eine Innenschweissung mit Elektrostauchschweissung und eine Aussenschweissung mittels Elektrodenstrahl-, Schutzgas- oder Laserschweissung.



## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf Hochdruck-Sensoren, wie sie z.B. in Einspritzsystemen von Verbrennungsmotoren oder Flüssigkeitsstrahl-Schneidemaschinen usw. vorkommen, insbesondere wo pulsierende hydraulische Drücke mit Spitzenwerten von tausenden von bar zu messen oder zu kontrollieren sind.

Im Besonderen bezieht sich die Erfindung auf Hochdruck-Sensoren als Bestandteile von Überwachungssystemen von Dieselmotoren, wo im Dauerbetrieb Spitzenwerte von 2000 bis 3000 bar zu messen sind.

Durch die Leistungssteigerung, die fast ausnahmslos mit Turboaufladung gekoppelt ist, sind immer grössere Brennstoffmengen in immer kürzerer Zeit zu verbrennen, wodurch in den letzten Jahren die Einspritzdrücke kontinuierlich gesteigert werden mussten. So sind heute Hochleistungsmotoren mit 3000 bar Einspritzdruck bekannt.

In den so genannten Common Rail Systemen von Personenwagen-Dieselmotoren werden z.Z. Spitzendrücke von max. 1500 bar verwendet. Für die Überwachung solcher Anlagen sind eine Reihe von Hochdruck-Sensoren bekannt geworden, die in Fig. 1 bis 3 als Prior Art dargestellt sind.

In den folgenden Fig. 4 bis 7 ist der Gedanke der Erfindung dargestellt.

Fig. 1 stellt einen handelsüblichen piezoresistiven-Hochdruck-Sensor dar, bestehend aus den vier Hauptteilen: Gewindekörper 1, Messkopf 2, Membranteil 3, auf dem die Messbrücke 4 aufgebracht ist.

In Fig. 2 ist der Gewindekörper 5, die Dichtpartie 6 und der Membranteil 7, auf dem das kapazitive Messteil 8 gelagert ist, einstückig ausgeführt.

In Fig. 3 ist das Membranteil 11 mit der Dichtpartie 10 einstückig ausgeführt und an der Dichtpartie 10 mit dem Gewindekörper 9 verschweisst. Die Messbrücke 12 besteht aus einem Silikonelment, das auf dem Membranteil 11 aufgeglast ist. Die Prior-Art-Drucksensoren sind z.Z. für max. Drücke von 1500 bar ausgelegt und im Einsatz.

Die Erfindung befasst sich jedoch mit Hochdruck-Sensoren für Dauerbetrieb mit Spitzenwerten über 2000 bar, wo wesentliche härtere Anforderungen an Dichtpartie-Zuleitung und Membranteil gestellt werden. Alle drei Konstruktionen der Prior Art konnten solchen Anforderungen nicht genügen. Die Erfindungsgedanken sind in den Fig. 4 bis 7 als Beispiel dargestellt.

Fig. 4 zeigt schematisch den erfindungsgemässen Druckgeber im Schnitt,

Fig. 5 zeigt den Messkopf vor dem Innenschweissvorgang,

Fig. 6 zeigt denselben Messkopf nach dem Innenschweissvorgang und vor dem Aussenschweissvorgang,

Fig. 7 zeigt die fertige Verbindung zwischen Messkopf und Gewindeteil.

Der Hauptgedanke der Erfindung bezieht sich auf die Gesamtbetrachtung des hydraulischen und mechanischen Teils, um eine dauerbetriebs sichere Lösung, geeignet für Überwachungszwecke, zu finden.

Druckspitzen in der Grössenordnung von 3500 bar müssen als Prüfwerte bei der Abnahmeprüfung der Sensoren vorgesehen werden, um Dauerbetriebswerte von 2500 bar für zwei Service-Jahre zu garantieren. Solche Prüfwerte liegen jedoch an der Elastizitätsgrenze von rostfreien Hochleistungsstählen, die noch schweisssbar sind. Die Gesamtheit der Probleme:

Membranpartie

Schweisspartie

Zuleitungspartie

Dichtpartie

sind alle auf die Materialgrenzen zu beziehen und sorgfältig aufeinander abzustimmen.

In Fig. 4 sind die Ziele der Erfindung schematisch dargestellt. Der Drucksensor besteht aus den 6 Hauptteilen:

Gewindekörper 16

Messkopf 14

Membranpartie 21

Messbrücke 22

Dichtpartie 20

Schweisspartie 15

die alle bezüglich mechanisch zulässigen Materialspannungen aufeinander abgestimmt sind.

Von überragender Bedeutung im Gesamtsystem ist die Gestaltung des Messkopfes 14. Um befriedigende Signale der Messbrücke 22 zu gewährleisten, ist die Membranpartie 21 durch die Parameter  $\varnothing D_1$ ,  $\varnothing D_3$  und Dicke  $t$  bestimmt.

Um die hochgefährdete Schweisspartie 15 im zulässigen Materialfestigkeitsbereich zu halten, ist der Druckkopf 23 mit dem  $\varnothing D_1$  grösser als der Druckhals 24 mit  $\varnothing D_2$ . Damit wird erreicht, dass für – das optimale Messsignal  $\varnothing D_1$  wirkt – die minimale Materialspannung  $\varnothing D_2$  wirkt, und zwar beide im Quadrat der Differenz  $\varnothing D_1 - \varnothing D_2$ .

Von grösser Bedeutung sind auch minimale Durchmesser  $d$  der Zuleitung 19 und der Dichtpartie 20, um minimale Materialspannungen zu erreichen. Der Durchmesser der Zuleitung 19 soll höchstens ein Viertel des Gewindes 18 betragen.

Von Bedeutung ist auch die Herstellungsmöglichkeit eines ballonartigen Druckraumes, bestehend aus dem Druckkopfteil 23 und dem Druckhalsteil 24. Die Durchmesser derselben, deren Tiefe  $T$  und der Öffnungswinkel  $\alpha$  sind wiederum so aufeinander abgestimmt, dass sie mit modernen Bearbeitungsmethoden wirtschaftlich herstellbar sind. Dazu kommen Zerspanungs- oder Elektroerosionsmethoden oder beide kombiniert in Frage.

Der weitere Teil der Erfindung richtet sich auf die Gestaltung der Schweisspartie 15, deren Ausführung massgebend ist für sicheren Dauerbetrieb des Drucksensors. Lange Versuchsreihen haben gezeigt, dass Schweisspalte von innen, also von der Druckseite her, unter allen Umständen verhindert werden müssen.

Fig. 5 zeigt den Aufschweissvorgang mittels Innenschweissung im Moment des Schweissbeginns.

Dazu ist der Gewindekörper 16 mit einem Schweisskonus 30 versehen, auf dem der Messkopf 14 mit der Halskante 31 aufsitzt. Die Dimensionen sind nach bekannten Vorschriften der elektrischen Stumpfschweisstechnik ausgebildet, wobei der Messkopf 14 von der Elektrode 32 gehalten und elektrisch verbunden ist.

Während des Schweissvorgangs beginnt die Verschmelzung entlang der Schweisskonusfläche 30, wobei Druckhalsteil 24 und Schweisskonus 30 ineinander fließen, wobei der Schweissweg S verbraucht wird.

Fig. 6 zeigt den Zustand nach der Innenschweissung, wobei der Schweissweg S durch die Pressschweissung zum Aussen-Schweisspalt 36 reduziert wurde. Die Schweisszone 34 weist einen Übergangsradius 35 auf, der frei von Innenspalten ist. Damit finden die Druckimpulse von innen keine Angriffsflächen, die infolge Kerbwirkung zu Wanderrissen führen können.

Der verbliebene Aussen-Schweisspalt 36 wird in einer weiteren Operation mit einer Laser-, Gas- oder Elektronen-Strahlschweissung geschlossen.

Dieser Endzustand ist in Fig. 7 dargestellt, nach Durchführung der Aussenschweissung, welche die Aussen-Schweisszone 37 ausbildet, die auf die Innen-Schweisszone 34 übergreifen kann.

Mit der erfindungsgemässen Innen- und Aussenschweissung wird von innen die Wanderrisssgefahr und von aussen die mechanische Festigkeit der hochbelasteten Verbindung des Messkopfes 14 mit dem Gewindekörper 16 erreicht.

Die erfindungsgemässe Gestaltung des ballonartigen Druckmessraumes mit Druckkopfteil 23 und Druckhalsteil 24, mit der kombinierten Innenschweissung zur Verhinderung von Wanderrissen von innen, und der Aussenschweissung, zur Gewährleistung der mechanischen Festigkeit der Verbindung Messkopf 14 mit dem Gewindekörper 16 sowie dem kleinstmöglichen Durchmesser d der Zuleitung 19, ist die Grundlage für einen Hochdruck-Sensor für Dauerbetrieb mit Spitzendrücken bis 2500 bar geschaffen. Die Gestaltung der auf der Membranpartie 21 aufgebrachten Messbrücke 22 kann auf der Basis verschiedener bekannter Technologien ausgeführt werden.

#### Referenzen

Fig.

1 Gewindekörper

2 Messkopf

3 Membranteil

4 Messbrücke

Fig. 2

5 Gewindekörper

6 Dichtpartie

7 Membranteil

8 Messteil

Fig. 3

9 Gewindekörper

10 Dichtpartie

11 Membranteil

12 Messbrücke

Fig. 4

- 14 Messkopf  
 15 Schweisspartie  
 16 Gewindekörper  
 17 Schlüsselfläche  
 5 18 Gewinde  
 19 Zuleitung  
 20 Dichtpartie  
 21 Membranpartie  
 22 Messbrücke  
 10 23 Druckkopfteil  
 $\varnothing D_1, \varnothing D_3, t$  Membranparameter  
 24 Druckhalsteil  
 $\varnothing d$  Zuleitungs-Durchmesser  
 $\alpha$  Öffnungswinkel des Ballons  
 15 Fig. 5  
 30 Schweisskonus  
 31 Halskante  
 32 Elektrode  
 S Schweissweg  
 20 Fig. 6  
 34 Innen-Schweisszone  
 35 Übergangsradius  
 36 Aussen-Schweisspalt  
 Fig. 7  
 25 37 Aussen-Schweisszone

#### Patentansprüche

1. Hochdruck-Sensor, insbesondere zur Messung  
 30 von pulsierenden Drücken hydraulischer Systeme, vorzugsweise im Bereich von über 2000 bar Spitzenwerten, dadurch gekennzeichnet, dass der Messdruckraum ballonartig gestaltet ist und in einen Druckkopfteil (23) mit grösserem Durchmesser ( $\varnothing D_1$ ) und einem Druckhalsteil (24) mit kleinerem Durchmesser ( $\varnothing D_2$ ) aufgeteilt ist und mittels Schweissung (15) mit dem Gewindekörper (16) verbunden ist.

2. Hochdruck-Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung des Messkopfes (14) mit dem Gewindekörper (16) derart gestaltet ist, dass sie von der Druckseite her frei von Schweisspalt ist, welche infolge Kerbwirkung zu Wanderrissen führen.

3. Hochdruck-Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die mechanische Strukturverbindung des Messkopfes (14) mit dem Gewindekörper (16) mit einer Aussenschweissung (37) durchgeführt ist, die eine Elektronenstrahl-, Schutzgas- oder Laserschweissung sein kann.

4. Hochdruck-Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung zwischen Messkopf (14) und Gewindekörper (16) eine Doppelschweissung aufweist, wobei die Innenschweissung der Doppelschweissung eine Elektrostauchschweissung und die Aussenschweissung der Doppelschweissung eine Elektronenstrahl-, Schutzgas- oder Laserschweissung ist.

5. Hochdruck-Sensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussenschweisszone (37) und die Innenschweisszone (34) teilweise überlappen, sodass im ganzen Verbindungsteil zwischen Messkopf (14) und Gewindekörper (16) eine verbindende Zone aus Schweissmaterial besteht.

6. Hochdruck-Sensor nach Anspruch 1, dadurch

gekennzeichnet, dass Messkopf (14) und Gewindegewindekörper (16) mit nur einer Schweissung verbunden sind.

7. Hochdruck-Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Gewindegewindekörper (16) mit einer kleinstmöglichen Durchgangsbohrung (19) vom Durchmesser ( $\varnothing$  d), der höchstens ein Viertel des Gewindes (18) beträgt, ausgeführt ist. 5

8. Hochdruck-Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtpartie (20) einstückig mit dem Gewindegewindekörper (16) ausgeführt ist. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

4

Fig.1

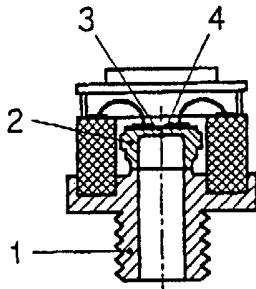


Fig.2

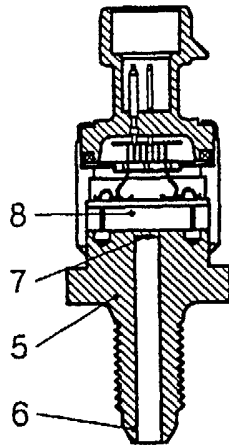


Fig.3

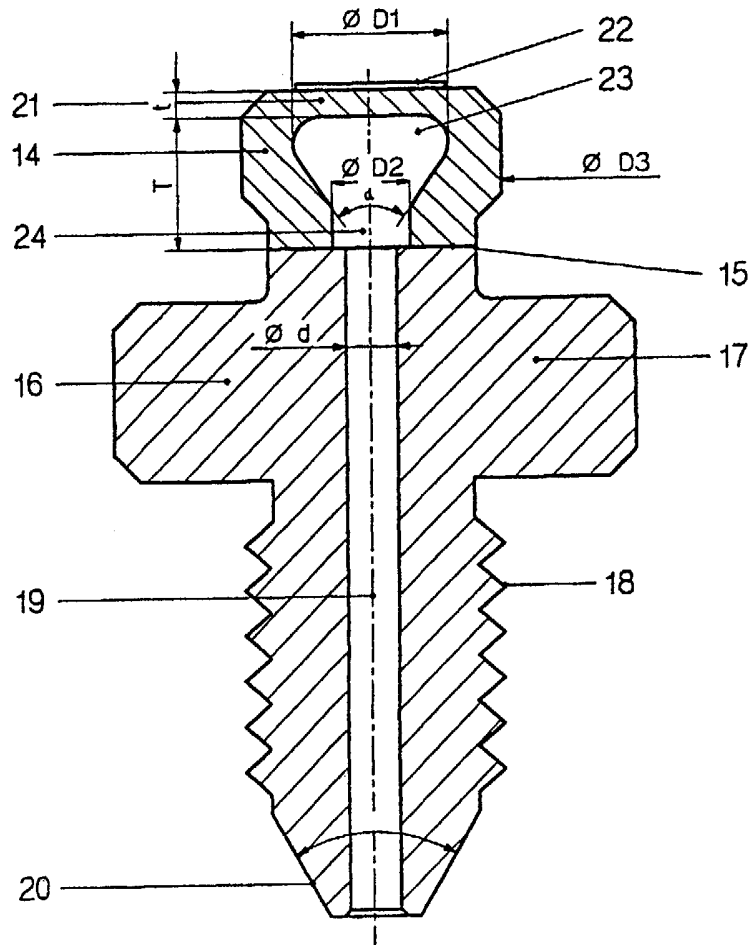
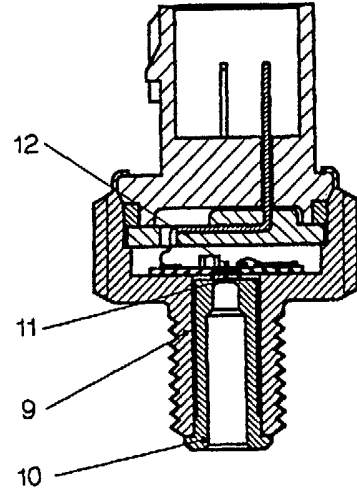


Fig.4

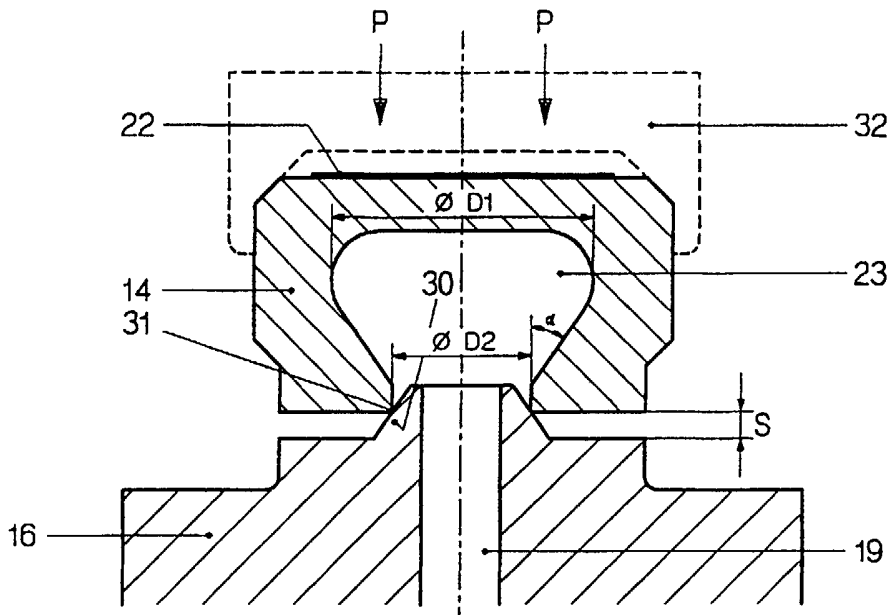


Fig.5

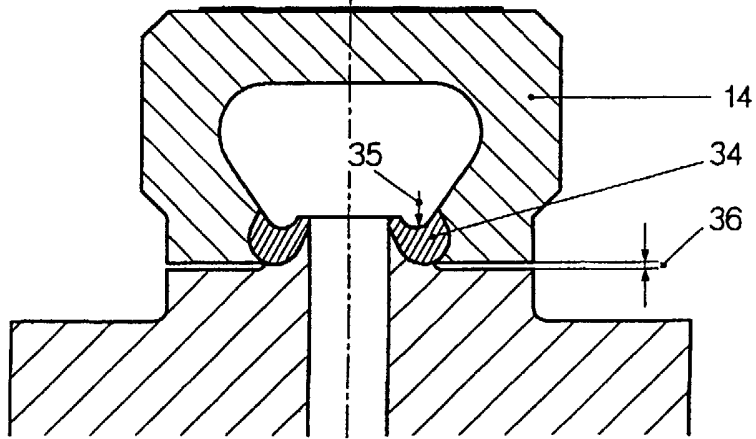


Fig.6

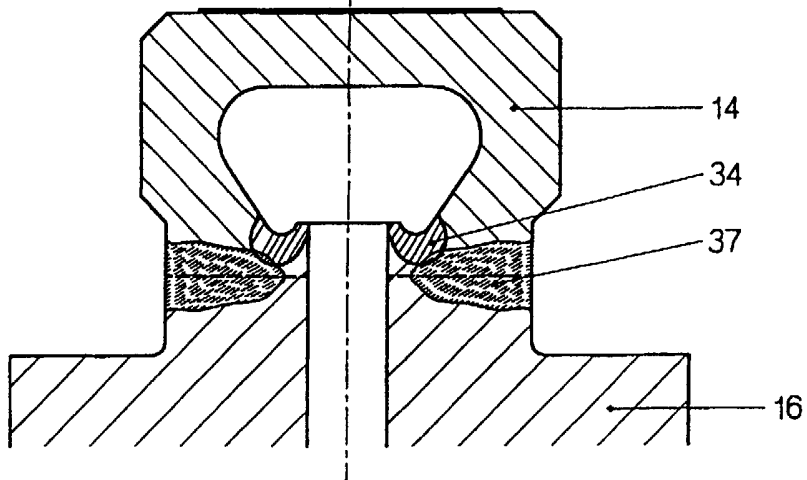


Fig.7