

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 994 250 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
23.04.2003 Patentblatt 2003/17

(51) Int Cl.7: **G01L 9/00**, G01L 23/08

(21) Anmeldenummer: **99810565.4**

(22) Anmeldetag: **01.07.1999**

(54) **Hochdruck-Sensor**

High-pressure sensor

Détecteur à haute pression

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB

(30) Priorität: **14.07.1998 CH 150098**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.04.2000 Patentblatt 2000/16

(73) Patentinhaber: **K.K. HOLDING AG**
CH-8408 Winterthur (CH)

(72) Erfinder:

- **Vollenweider, Kurt**
8457 Humlikon (CH)
- **Sonderegger, Hans Conrad**
8413 Neftenbach (CH)

(56) Entgegenhaltungen:

US-A- 5 542 300

US-A- 5 587 601

EP 0 994 250 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 bezieht sich auf Hochdruck-Sensoren, wie sie z.B. in Einspritzsystemen von Verbrennungsmotoren oder Flüssigkeitsstrahl-Schneidemaschinen usw., insbesondere wo pulsierende hydraulische Drücke mit Spitzenwerten von tausenden von bar zu messen oder zu kontrollieren sind.

[0002] Im besonderen bezieht sich die Erfindung auf Überwachungssysteme von Dieselmotoren, wo im Dauerbetrieb Spitzenwerte von 2000 bis 3000 bar zu messen sind.

[0003] 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.

[0004] In den sogenannten 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 Stand der Technik dargestellt sind.

[0005] In den folgenden Fig. 4 bis 7 ist der Gedanke der Erfindung, die im unabhängigen Patentanspruch 1 definiert ist, dargestellt.

[0006] Fig. 1 stellt einen handelsüblichen piezoresistiven-Hochdruck-Sensor dar, bestehend aus den vier Hauptteilen: Gewindekörper 1, Messkopf 2 und Membranteil 3, auf dem die Messbrücke 4 aufgebracht ist.

[0007] In Fig. 2 ist der Gewindekörper 5, die Dichtpartie 6 und der Membranteil 7, auf dem das kapazitive Messteil 8 gelagert ist, einstückig ausgeführt.

[0008] 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 Silikonelement, das auf dem Membranteil 11 aufgeglast ist. Diese bekannten Drucksensoren sind z.Z. für max. Drücke von 1500 bar ausgelegt und im Einsatz.

[0009] 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 des Standes der Technik 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 Innen-

schweissvorgang und vor dem Aussenschweissvorgang,

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

[0010] Der Hauptgedanke der Erfindung bezieht sich auf die Gesamtbetrachtung des hydraulischen und mechanischen Teils, um eine dauerbetriebssichere Lösung, geeignet für Überwachungszwecke, zu finden.

[0011] 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.

[0012] 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.

[0013] 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 $\emptyset D_1$, $\emptyset D_3$ und Dicke t bestimmt.

[0014] Um die hochgefährdete Schweisspartie 15 im zulässigen Materialfestigkeitsbereich zu halten, ist der Druckkopf 23 mit dem $\emptyset D_1$ grösser als der Druckhals 24 mit $\emptyset D_2$. Damit wird erreicht, dass für

- das optimale Messsignal $\emptyset D_1$ wirkt
- die minimale Materialspannung $\emptyset D_2$ wirkt

und zwar beide im Quadrat der Differenz $\emptyset D_1 - \emptyset D_2$.

[0015] Von grosser Bedeutung sind auch minimale Durchmesser d der Zuleitung 19 und der Dichtpartie 20, um minimale Materialspannungen zu erreichen.

[0016] 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 α sind wiederum so aufeinander abgestimmt, dass sie mit modernen Bearbeitungsmethoden wirtschaftlich herstellbar sind. Dazu kommen Zerspansungs- oder Elektroerosionsmethoden oder beide kombiniert in Frage.

[0017] 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..

[0018] 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.

[0019] Während des Schweissvorgangs beginnt die Verschmelzung entlang der Schweisskonusfläche 30, wobei Druckhalsteil 24 und Schweisskonus 30 ineinanderfliessen, wobei der Schweissweg S verbraucht wird.

[0020] 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.

[0021] Der verbliebene Aussen-Schweisspalt 36 wird in einer weiteren Operation mit einer Laser-, Gas- oder Elektronen-Strahlschweissung geschlossen.

[0022] 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.

[0023] Mit der erfindungsgemässen Innen- und Aussenschweissung wird von innen die Wanderrissgefahr und von aussen die mechanische Festigkeit der hochbelasteten Verbindung des Messkopfes 14 mit dem Gewindekörper 16 erreicht.

[0024] Die erfindungsgemässe Gestaltung des ballonartigen Druckmessraumes mit Druckkopfteil 23 und Druckhalsteil 24, mit der kombinierten Innenschweissung zur Verhinderung von Wanderrissen von innen, und der Aussen-Schweissung, 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 Spitzen drücken bis 2500 bar geschaffen. Die Gestaltung der auf der Membranpartie 21 aufgebrachten Messbrücke 22 kann auf der Basis verschiedener bekannter Technologien ausgeführt werden.

Referenzen

[0025]

5	Fig.	1	Gewindekörper
		2	Messkopf
		3	Membranteil
		4	Messbrücke
10	Fig. 2	5	Gewindekörper
		6	Dichtpartie
		7	Membranteil
		8	Messteil
15	Fig. 3	9	Gewindekörper
		10	Dichtpartie
		11	Membranteil
		12	Messbrücke
20	Fig. 4	14	Messkopf
		15	Schweisspartie
		16	Gewindekörper
		17	Schlüsselfläche
		18	Gewinde
25		19	Zuleitung
		20	Dichtpartie
		21	Membranpartie
		22	Messbrücke
		23	Druckkopfteil
30		$\varnothing D_1, \varnothing D_3, t$	Membranparameter
		24	Druckhalsteil
		$\varnothing d$	Zuleitungs-Durchmesser
		α	Öffnungswinkel des Ballons
35			
	Fig. 5	30	Schweisskonus
		31	Halskante
		32	Elektrode
40		S	Schweissweg
	Fig. 6	34	Innen-Schweisszone
		35	Übergangsradius
		36	Aussen-Schweisspalt
45			
	Fig. 7	37	Aussen-Schweisszone

Patentansprüche

1. Hochdruck-Sensor, insbesondere zur Messung von pulsierenden Drücken hydraulischer Systeme, vorzugsweise im Bereich von über 2000 bar Spitzenwerten, mit einem Messkopf (14), der eine Membranpartie (21) aufweist und einem Messdruckraum umschliesst, und mittels Schweissung (15) mit einem Gewindekörper (16) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messdruckraum ballon-

artig 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.

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 Schweißspalten ist, welche infolge Kerbwirkung zu Wanderrissen führen. 10
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. 15
4. Hochdruck-Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindung zwischen Messkopf (14) und Gewindekörper (16) mittels Doppelschweißung in zwei Stufen sichergestellt ist, wobei zuerst mittels Elektrotauschweißung eine Innenschweißung (34), mittels Elektronenstrahl-, Schutzgas- oder Laserschweißung anschließend eine Aussenschweißung (37) erstellt wird. 20 25
5. Hochdruck-Sensor nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenschweißung (34) über einen Schweißskonus (30) erfolgt, der am Gewindekörper (16) angedreht ist, und über eine Halskante (31) so durchgeführt wird, dass durch Schweißstrom und Presskraft (P) auf die Elektrode (32) ein Schweißweg (S) zurückgelegt wird, der Flüssigmaterial so verdrängt, dass ein spaltfreier Übergangsradius (35) entsteht. 30 35
6. Hochdruck-Sensor nach Ansprüchen 4 oder 5, **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. 40 45
7. Hochdruck-Sensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Messkopf (14) und Gewindekörper (16) mit nur einer Schweißung verbunden sind. 50
8. Hochdruck-Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gewindekörper (16) mit einer kleinstmöglichen Durchgangsbohrung (19) ausgeführt ist. 55
9. Hochdruck-Sensor nach Ansprüchen 1 bis 8, **da-**

durch gekennzeichnet, dass die Dichtpartie (20) einstückig mit dem Gewindekörper (16) ausgeführt ist.

Claims

1. High-pressure sensor, in particular for the measurement of pulsatory pressures of hydraulic systems, preferable in the range of peak values of more than 2000 bar with a measuring head (14) having a membrane portion (21) and enclosing a measuring pressure chamber and which is connected to a threaded body (16) by means of a weld (15), **characterized in that** the measuring pressure chamber is designed in the form of a balloon and is divided into a pressure head element (23) having a larger diameter ($\varnothing D_1$) and a pressure neck element (24) having a smaller diameter ($\varnothing D_2$).
2. High-pressure sensor according to claim 1, **characterized in that** the connection of the measuring head (14) with the threaded body (16) is designed in such a manner that said connection from the pressure side is free of welding gaps which lead to migratory fractures due to the notch effect.
3. High-pressure sensor according to claim 1 or 2 **characterized in that** the mechanical structural connection of measuring head (14) with the threaded body (16) is carried out with an external welding (37) which may be an electron-beam, inert gas, or laser welding.
4. High-pressure sensor according to any of the claims 1 to 3, **characterized in that** the connection between measuring head (14) and threaded body (16) is ensured by a double welding in two stages wherein first an internal welding (34) by means of an electro-upset welding and then an external welding (37) by means of an electron-beam, inert gas or laser welding is carried out.
5. High-pressure sensor according to claim 4, **characterized in that** internal welding (34) is carried out via a welding cone (30) which is screwed to the threaded body (16) and via a neck edge (31) in such a manner, that by welding current and pressing force (P) onto the electrode (32) a welding path is covered which displaces liquid material in such a manner that a transition radius (35) free of gaps is obtained.
6. High-pressure sensor according to claims 4 or 5, **characterized in that** the external welding zone (37) and the internal welding zone (34) partly overlap, such that in the entire connective part between measuring head (14) and threaded body (16) a con-

nective zone of welding material exists.

7. High-pressure sensor according to claim 1, **characterized in that** measuring head (14) and threaded body (16) are adjoined by only one weld. 5
8. High-pressure sensor according to any of the claims 1 to 7, **characterized in that** threaded body (16) is provided with the smallest possible through-bore (19). 10
9. High-pressure sensor according to claim 1 to 8, **characterized in that** sealing section (20) is incorporated within the threaded body (16). 15

Revendications

1. Détecteur à haute pression, en particulier pour la mesure de pressions pulsées de systèmes hydrauliques, de préférence aux alentours de la valeur de crête de plus de 2000 bar, avec une tête manométrique (14), qui dispose d'une partie de membrane (21) et enrobe une chambre à pression de mesure et est reliée par soudage(15) avec un corps fileté (16), **caractérisé en ce que** le la chambre à pression de mesure est réalisé de type sac et se compose d'une pièce de tête de pression (23) avec un diamètre plus grand ($\varnothing D_1$) et d'une pièce de col de pression (24) avec un diamètre plus petit ($\varnothing D_2$). 20 25 30
2. Détecteur à haute pression selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la liaison de la tête manométrique (14) avec le corps fileté (16) est formé de telle manière qu'elle n'a pas de fissures de soudage du côté de la pression, qui peuvent suite à un effet d'entaille, entraîner des fissures mobiles. 35
3. Détecteur à haute pression selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la liaison de structure mécanique de la tête de pression (14) avec le corps fileté (16) est assurée par un soudage extérieur (37), soit par un soudage à rayonnement électronique, à gaz inerte ou à laser. 40 45
4. Détecteur à haute pression selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la liaison entre la tête de pression (14) et le corps fileté (16) est assuré par un soudage double en deux étapes, en commençant par un soudage intérieur (34) au moyen d'un soudage par refoulement électrique et en procédant par la suite à un soudage extérieur (37) au moyen du soudage à rayonnement électronique, à gaz inerte ou à laser. 50 55
5. Détecteur à haute pression selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le soudage intérieur (34) est effectué par un soudage à cône (30), qui est fixé

au corps fileté (16), et qui est réalisé de manière à passer par un col à crête (31), de sorte que par un courant de soudage et une puissance de pression (P) sur l'électrode (32), un cordon de soudage (S) est disposé, qui déplace une matière liquide d'une telle manière qu'un rayon intermédiaire (35) sans fissures se forme.

6. Détecteur à haute pression selon les revendications 4 ou 5, **caractérisé en ce que** la zone de soudage extérieure (37) et la zone de soudage intérieure (34) se recouvrent en partie, à tel point que dans la partie de liaison entière entre la tête de pression (14) et le corps fileté (16), il existe une zone de liaison de matière de soudage.
7. Détecteur à haute pression selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la tête de pression (14) et le corps fileté (16) ne sont liés que par un seul soudage.
8. Détecteur à haute pression selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le corps fileté (16) est effectué par un perçage de transition minimal (19).
9. Détecteur à haute pression selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la partie étanche (20) est réalisé en une seule pièce avec le corps fileté (16).

Fig.1

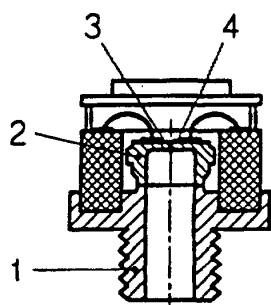


Fig.2

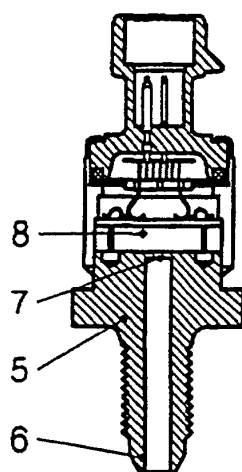


Fig.3

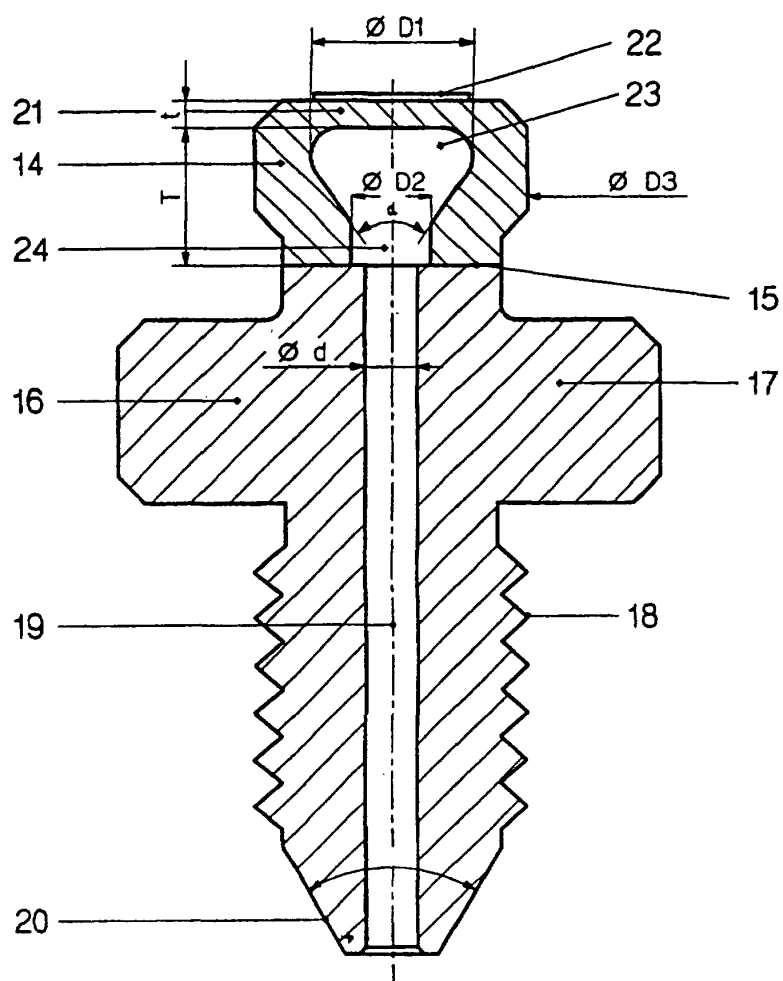
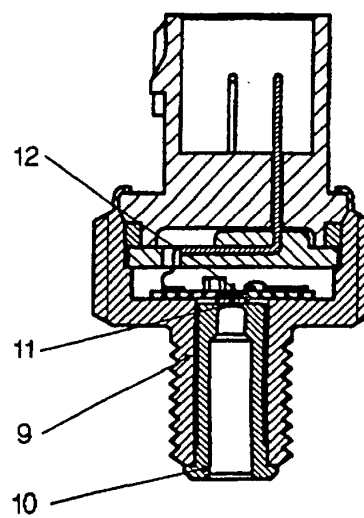


Fig.4

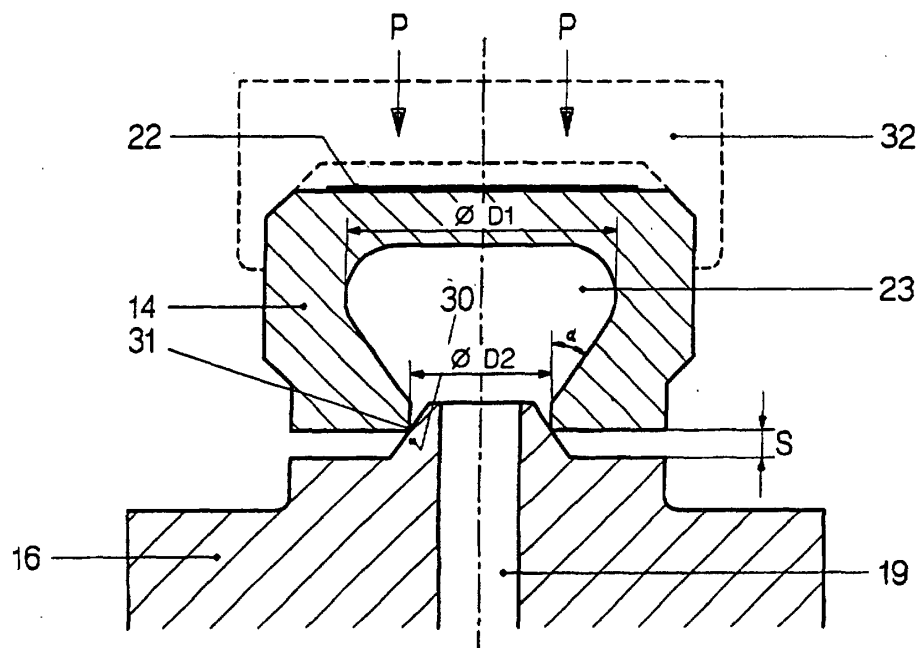


Fig.5

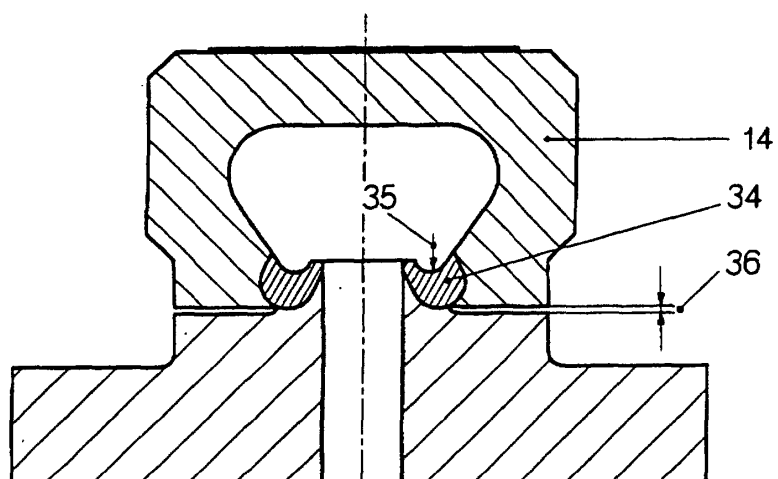


Fig.6

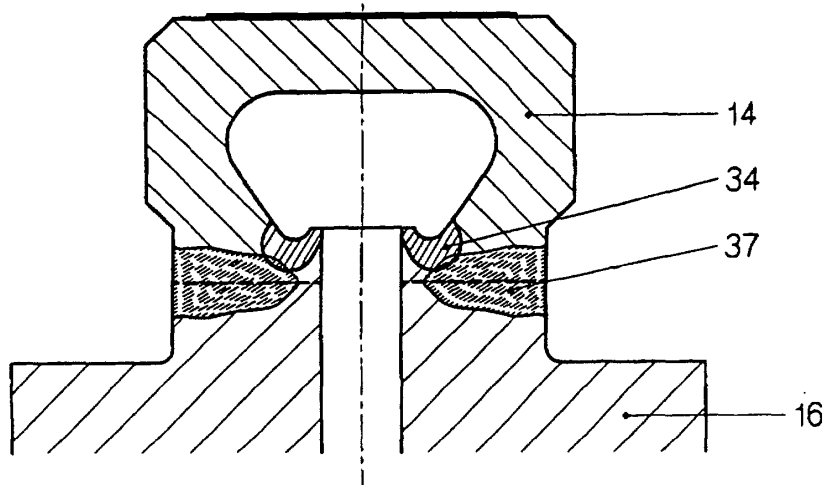


Fig.7