

(19)



(11)

EP 1 369 879 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.08.2007 Patentblatt 2007/35

(51) Int Cl.:
H01B 17/30^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03011877.2**

(22) Anmeldetag: **27.05.2003**

(54) **Hochdruckdurchführungen an isolierenden Bestandteilen von Druckgefäßwandungen**

High-pressure lead-throughs for insulating components of pressure vessel walls

Traversées haute-pressure pour les composants isolants de parois d'un récipient sous pression

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR

- **Hansch, Horst, Dr.-Ing.**
98704 Langewiesen (DE)
- **Schnyder, Marcus**
8404 Winterthur (CH)

(30) Priorität: **06.06.2002 DE 10225318**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.12.2003 Patentblatt 2003/50

(74) Vertreter: **Liedtke, Klaus**
Liedtke & Partner
Patentanwälte
Postfach 10 19 16
99019 Erfurt (DE)

(73) Patentinhaber: **IL Metronic Sensortechnik GmbH**
Ilmenau
98693 Ilmenau-Unterpörlitz (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 720 061
US-A- 4 519 662

US-A- 3 173 992

(72) Erfinder:
• **Altstadt, Erhard, Dr.-Ing.**
98693 Ilmenau (DE)

EP 1 369 879 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 elektrische Durchführungen an isolierenden Bestandteilen einer Druckgefäßwandung, insbesondere für Gehäuse von Drucksensoren und ein Verfahren zu ihrer Herstellung.

[0002] Im Stand der Technik sind elektrische Durchführungen an isolierenden Bestandteilen von Gefäßwandungen in verschiedenen Ausführungen bekannt.

[0003] US-A- 4 816 621 beschreibt eine Keramik-Metall-Durchführung mit Goldlot-Verbindung, die für implantierbare Herz-Schrittmacher bzw. Nerven-Stimulatoren vorgesehen ist, für Hochdruck-Anwendung jedoch ungeeignet ist.

[0004] Ferner ist in US-A-3 975 579 eine elektrische Durchführung für hohe Druckunterschiede angegeben, bei der ein Kunstharz-Körper verwendet wird, dessen Kontur eine konische Fläche besitzt. Für erhöhte Temperaturen ist diese Anordnung nicht einsetzbar.

[0005] Bekannt ist auch die Belotung mit Aktivlot zur Herstellung einer Keramik-Metall-Verbindung. In verschiedenen Literaturstellen, wie "Herstellung hochtemperaturbeständiger Keramik-Metall-Lötverbindungen unter Vormetallisierung der Keramik mit Aktivlot" von N. Munasinghe oder in VDI-Fortschrittsberichten, Reihe 2, Fertigungstechnik, Nr. 382 "Löten von Keramik-Keramik und Keramik-Metall-Verbindungen '96" und in zahlreichen Forschungsberichten werden Verbindungsmechanismen, Festigkeitsprüfungen und anwendungsorientierte Modifikationen näher untersucht.

[0006] DE 100 55 910 A1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung einer Keramik-Metall-Verbindung, wobei eine aktive Lotkomponente auf die Keramik und das zu verbindende Metall auf die Oberfläche aufgebracht wird. Hier bewirkt ein Stromfluss durch die Übergangsstelle die gewünschte Verbindung.

[0007] Weiter ist in JP 59 078 983 "Ceramic and metal joint mechanism" eine konische Rotor-Schaft-Verbindung beschrieben.

[0008] In DE 37 20 061 A1 wird eine elektrische Durchführung für Hochdruckbehälter beschrieben, bei der durch eine Druckgefäßwandung ein außenkonischer Isolierkörper eingesetzt wird, in dem ein oder mehrere elektrisch leitende Durchführungsleiter fest angeordnet sind und wobei die Konuswinkel der Aufnahme und des Isolierkörpers sich zur Hochdruckseite hin öffnen.

Bei dieser Anordnung ist nachteilig, dass die elektrischen Leiter über mehrere Teile mit der Druckgefäßwandung verbunden sind. die Langzeitstabilität der elektrisch isolierten Durchführung nicht gewährleistet.

[0009] Bei den bekannten Verfahren und Anordnungen ist nachteilig, dass an den elektrischen Durchführungen, insbesondere an Druckglasdurchführungen für Drucksensoren, unter der Wirkung des Betriebsdruckes auf die Bestandteile der Druckgefäße ihre Festigkeit nachlässt und dadurch ihre Druckbeständigkeit beschränkt wird.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein

Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem eine erhöhte Druckbeständigkeit gewährleistet wird und nur ein geringer Abfall bei Temperaturerhöhung auftritt.

5 **[0011]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit Verfahren, welche die in Anspruch 6 und 7 angegebenen Merkmale und mit einer Anordnung, welche die in Anspruch 1 angegebenen Merkmale enthält, gelöst.

[0012] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

10 **[0013]** Es konnte bei Untersuchungen an hochdruckfesten Durchführungen nachgewiesen werden, dass ein kegelstumpfförmiger Isolierkörper, der in einer konischen Aufnahme unter hoher radialer Druckspannung sitzt, hohen pneumatischen oder hydraulischen Arbeitsdrücken auf seine Grundfläche widersteht. Eine hohe Material-Druckfestigkeit (ab 200 MPa) des Isolierkörpers gewährleistet dabei die Druckbeständigkeit der Durchführung. Die Beständigkeit haftfest in den Isolierkörper eingebrachter Durchführungsleiter gegenüber thermischen und mechanischen Lastwechseln wird durch Einsatz von Material mit hohem Elastizitätsmodul, der deutlich über den von Metallen liegt und größer als 250 GPa ist, erreicht.

15 **[0014]** Besonders vorteilhaft ist es, Isolierkörper aus hochfester Al_2O_3 -Keramik zu verwenden, der die vorgenannten Materialeigenschaften erfüllt, einen halben Konuswinkel von $2 - 4^\circ$ aufweist und in dem Durchführungsleiter mit Hartlot befestigt sind. Die erforderliche radiale Druckspannung kann durch Aufschrumpfen erreicht werden, indem eine konische Aufnahme aus hochfestem Stahl um 200 bis 300 K gegenüber Umgebungstemperatur vorgewärmt und der auf Umgebungstemperatur verbliebene Isolierkörper unter leichtem Druck in die konische Aufnahme eingesetzt wird. Nach dem Temperatenausgleich steht der Isolierkörper unter radialer Druckspannung, die sich infolge der Wirkung des Konuswinkels bei Anliegen des Arbeitsdruckes noch verstärkt. Damit ergibt sich zwischen dem Isolierkörper und der konischen Aufnahme 20 eine hermetische Verbindung, die auch bei erhöhten Temperaturen hohen Arbeitsdrücken Stand hält. Dabei ist es vorteilhaft, das Hartlot zur Befestigung von Durchführungsleitern in den Durchgangslöchern des keramischen Isolierkörpers mit einem Titangehalt von 3-12% zu versehen und Al_2O_3 -Keramik zu verwenden, die eine Glasphase von ca. 0,5% besitzt.

25 **[0015]** Eine vorteilhafte Ausführung der erfindungsgemäßen Anordnung entsteht dadurch, dass beim Einlöten von Durchführungsleitern, insbesondere von Durchführungsdrähten mit einem Durchmesser von maximal 0,8 mm, der keramische Isolierkörper mit abgesetzten Durchgangslöchern versehen ist, wobei der größere Durchmesser der Durchgangslöcher auf der Hochdruckseite angeordnet ist, und die Durchführungsdrähte ein verstärktes Mittelteil besitzen, wobei dieses Mittelteil nach dem Einlöten auf der Stufe des abgesetzten Durchgangsloches aufsitzt.

30 **[0015]** Eine weitere geeignete Anordnung bei der Be-

festigung von Durchführungsleitern, die besonders für Durchführungsstifte mit einem Durchmesser von mindestens 1,0 mm vorteilhaft ist, weist in konischen Durchgangslöchern des Isolierkörpers Durchgangslöcher auf, die einen halben Konuswinkel von 4 - 8° besitzen. Der Konuswinkel öffnet sich dabei nach der Hochdruckseite hin. In diesem Konus sind Durchführungsstifte mit ebenfalls konischem Mittelteil haftfest angeordnet, deren Konuswinkel gleich oder um 0,5 - 1° kleiner als der Konuswinkel der Durchgangslöcher ist. Das Einbringen der Durchführungsstifte erfolgt dabei dadurch, dass die auf Umgebungstemperatur verbliebenen Durchführungsstifte in die konischen Durchgangslöcher zu einem Zeitpunkt eingesetzt werden, zu dem der Isolierkörper sich im wesentlichen der Temperatur der konischen Aufnahme aber noch nicht der Umgebungstemperatur angenähert hat.

[0016] Vorteilhaft für die hermetische Verbindung des keramischen Isolierkörpers mit seinen innen und außen angeordneten Metallpartnern, also den Durchführungsstiften bzw. der konischen Aufnahme, ist es, insbesondere bei keramischen Isolierkörpern mit ungeschliffenen Konusflächen, die Durchführungsstifte mindestens auf ihrem Mittelteil und/oder die Druckgefäßwandung mindestens in ihrer konischen Aufnahme mit einer duktilen metallischen Beschichtung zu versehen. Hierzu kann beispielsweise eine galvanisch aufgebraute Kupferschicht von 5 - 20 µm, die durch Glühen bei 950 - 1000°C homogenisiert wurde, eingesetzt werden.

[0017] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0018] In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Figur 1 einen Schnitt durch eine Anordnung, bei der ein konischer Isolierkörper in einer konischen Aufnahme sitzt,

Figur 2 einen Schnitt durch den konischen Isolierkörper, der konische und abgesetzte Durchgangslöcher aufweist,

und Figur 3 einen Schnitt einer Durchführung mit duktilen metallischen Beschichtungen.

[0019] In **Figur 1** ist ein Schnitt durch eine Durchführungsanordnung dargestellt. Bei dieser Anordnung befindet sich in einer Druckgefäßwandung 3 eine konische Aufnahme 4 aus Edelstahl. Die Aufnahme 4 hat im dargestellten Beispiel einen Außendurchmesser von 16 mm. In dieser befindet sich ein konischer Isolierkörper 1 aus hochfester Al₂O₃-Keramik mit einer Höhe von 5 mm, einem mittleren Durchmesser von 8 mm und einem halben Konuswinkel von 3°, in dem ein Durchführungsleiter 2 hart eingelötet ist. Die Aufnahme 4 ist nach Vorwärmung auf 300°C auf den Isolierkörper 1 aufgeschumpft. Es konnte experimentell nachgewiesen werden, dass die so hergestellte Durchführung eine Druckbeständigkeit von mehr als 4000 bar bei einer Temperatur von 400 °C

auf weist.

[0020] **Figur 2** erläutert verschiedene Befestigungsmöglichkeiten für die Anordnung des Durchführungsleiters 2 im konischen Isolierkörper 1.

In der links dargestellten Anordnung ist im konischen Isolierkörper 1 ein konisches Durchgangsloch 5 mit einem halben Konuswinkel von 5° angebracht. In diesem befindet sich ein durch Aufschrumpfen befestigter Durchführungsstift 6 mit konischem Mittelteil 7, das einen mittleren Durchmesser von 1,2 mm und einem halben Konuswinkel von 4,5° aufweist.

[0021] Bei der rechts dargestellten Anordnung ist der konische Isolierkörper 1 mit einem abgesetzten Durchgangsloch 9 versehen, in dem ein Durchführungsstift 10 mit verstärktem Mittelteil 11 eingebracht ist. Das Durchgangsloch 9 ist mit einem Durchmesser von 0,5 mm ausgeführt und mit einem Absatz von Durchmesser 1,0 mm und einer Höhe von 1,5 mm versehen. Die Durchführungsdrähte 10 weisen einen Durchmesser von 0,45 mm auf und sind mit einem verstärktem Mittelteil 11 mit einem Durchmesser von 0,8 mm und einer Höhe von 0,3 mm versehen. Sie sind mit einem Kupfersilberlot, das einen 10%-igen Titananteil besitzt, im Isolierkörper 1 hart eingelötet.

[0022] Die in **Figur 3** gezeigte Schnittdarstellung zeigt einen Ausschnitt aus einer Druckgefäßwandung 3 mit konischer Aufnahme 4. In der Aufnahme 4 befindet sich der im Halbschnitt dargestellte konische Isolierkörper 1, der wiederum mit einem konischem Durchgangsloch versehen ist, in dem sich der mit einem konischem Mittelteil 7 versehene Durchgangsstift 6 befestigt ist. Bei dieser Ausführung sind sowohl die Außenfläche des konischen Mittelteiles 7 des Durchführungsstiftes 6 als auch die Innenfläche der konischen Aufnahme 4 der Druckgefäßwandung 3 mit duktilen metallischen Beschichtungen 8 versehen. Als duktile metallische Beschichtung 8 ist hier eine galvanisch aufgebraute und homogenisierte Kupferschicht von ca. 10 µm Stärke aufgebracht. Der konische Isolierkörper 1 ist über die duktilen metallischen Beschichtungen 8 mit der Gefäßwandung 3 bzw. den Durchführungsstiften 6 durch Aufschrumpfen verbunden. Die Anordnung bildet so eine hermetische, druck- und temperaturbeständige Durchführung.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0023]

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1 | konischer Isolierkörper |
| 2 | Durchführungsleiter |
| 3 | Druckgefäßwandung |
| 4 | konische Aufnahme |
| 5 | konisches Durchgangsloch |
| 6 | Durchführungsstift |
| 7 | konisches Mittelteil |
| 8 | duktiler metallischer Beschichtung |
| 9 | abgesetztes Durchgangsloch |

- 10 Durchführungsdraht
 11 verstärktes Mittelteil
 α Konuswinkel

Patentansprüche

1. Elektrische Durchführung an isolierenden Bestandteilen einer Druckgefäßwandung (3), insbesondere für Gehäuse von Drucksensoren, wobei die Druckgefäßwandung (3) eine konische Aufnahme (4) aufweist, in die ein außen konischer Isolierkörper (1), in dem ein oder mehrere elektrisch leitende Durchführungsleiter (2) fest angeordnet sind, eingesetzt ist; wobei die Konuswinkel der Aufnahme (4) und des Isolierkörpers (1) sich nach zur Hochdruckseite hin öffnen und der konische Isolierkörper (1) aus hochfester Al₂O₃-Keramik besteht, einen halben Konuswinkel von 2 - 4° aufweist und die Durchführungen (2) mit Hartlot im Isolierkörper (1) befestigt sind.
2. Durchführung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hochfeste Al₂O₃-Keramik des Isolierkörpers (1) eine Glasphase von ca. 0,5% besitzt und das Hartlot zur Befestigung der Durchführungen (2) einen Bestandteil von 8-12 Gewichts-% an Titan enthält.
3. Durchführung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Isolierkörper (1) aus hochfester Al₂O₃-Keramik konische Durchgangslöcher (5) mit einem halben Konuswinkel von 4 - 8°, der sich nach der Hochdruckseite hin öffnet, und in den Durchgangslöchern (5) Durchführungsstifte (6), die ein konisches Mittelteil (7) aufweisen, dessen Konuswinkel gleich dem oder um 0,5 - 1° kleiner als der Konuswinkel der Durchgangslöcher (5) ist, haftfest angeordnet sind.
4. Durchführung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchführungsstifte (6) mindestens auf Ihrem Mittelteil und/oder die Druckgefäßwandung (3) mindestens in ihrer konischen Aufnahme (4) eine duktile metallische Beschichtung (8) aufweisen.
5. Durchführung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Isolierkörper (1) aus hochfester Al₂O₃-Keramik abgesetzte Durchgangslöcher (9) mit einem größeren Durchmesser auf der Hochdruckseite, und in diesen Durchgangslöchern (9) Durchgangsdrähte (10) mit einem verstärktem Mittelteil (11) haftfest angeordnet sind.
6. Verfahren zur Herstellung einer Durchführung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckgefäßwandung (3) zu-

nächst um 200 bis 300 K gegenüber Umgebungstemperatur aufgeheizt und danach der Isolierkörper (1) in die Druckgefäßwandung (3) unter leichten Druck eingesetzt und nach Durchwärmung des Isolierkörpers (1) die Durchführungsstifte (6) in diesen eingepresst werden.

7. Verfahren zur Herstellung einer Durchführung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Durchführungsstifte (6) und/oder die Druckgefäßwandung (3), eine metallischen Beschichtung (8) galvanisch aufgetragen wird, und danach die beschichteten Durchführungsstifte (6) und/oder die Druckgefäßwandung (3) durch Glühen unter Wasserstoff bei einer Temperatur, die um 50 - 100 K unter dem Schmelzpunkt der Beschichtung liegt, homogenisiert werden.

20 Claims

1. Electrical feedthrough in insulating parts of a pressure tank wall (3), particularly for casings of pressure sensors, wherein the pressure tank wall (3) exhibits a cone-shaped receptacle (4), which an outwardly cone-shaped insulating body (1) is inserted in, whereby one or more electrically conductive feedthrough conductors (2) are firmly attached inside the insulating body (1), whereby the cone angles of the receptacle (4) and the insulating body (1) open towards the high pressure side and wherein the cone-shaped insulating body (1) consists of high-strength Al₂O₃ ceramics and exhibits a half cone angle of 2° to 4° and whereby the feedthroughs (2) are attached by hard solder inside the insulating body (1).
2. Feedthrough according to claim 1, **characterized in that** the high-strength Al₂O₃ ceramics of the insulating body (1) has a glassy phase of about 0.5 % and that the hard solder for attaching the feedthroughs (2) comprise a portion of 8 to 12 % in weight of titanium.
3. Feedthrough according to claim 1 or 2, **characterized in that** cone-shaped duct holes (5) with a half cone angle of 4 to 8° opening towards the high pressure side are adhesively attached inside the high-strength Al₂O₃ ceramics insulating body (1), and that feedthrough pins (6) having a cone-shaped centerpiece (7) with a cone angle equal to the cone angle of the duct holes (5) or 0.5 to 1° smaller are adhesively attached inside the duct holes (5).
4. Feedthrough according to one of the preceding claims, **characterized in that** the feedthrough pins (6) exhibit a ductile metallic coating (8) at least on their centerpiece and/or the pressure tank wall (3)

exhibits a ductile metallic coating (8) at least in its cone-shaped receptable (4).

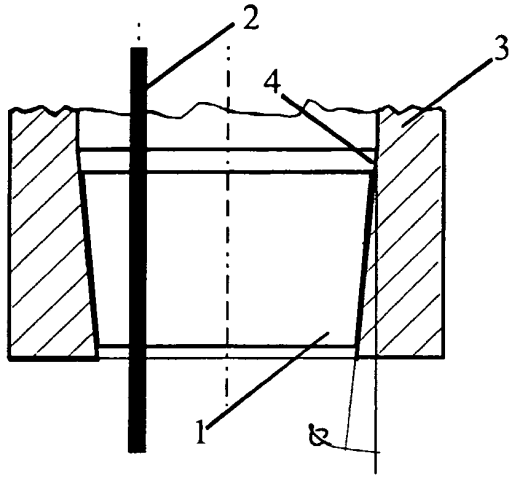
5. Feedthrough according to one of the preceding claims, **characterized in that** counterbored duct holes (9) with a bigger diameter towards the high pressure side are adhesively attached inside the high-strength Al_2O_3 ceramics insulating body (1) and that duct wires (10) with an extended centerpiece (11) are adhesively attached inside these duct holes (9).
6. Method for fabricating a feedthrough according to one of the claims 1 to 5, **characterized in that** initially the pressure tank wall (3) is heated to 200 K to 300 K above the ambient temperature and that thereafter the insulating body (1) is inserted into the pressure tank wall (3) under slight pressure and that the feedthrough pins (6) are pressed into the insulating body (6) after the insulating body (1) has been thoroughly heated.
7. Method for fabricating a feedthrough according to claim 6, **characterized in that** a metallic coating (8) is galvanically applied to the feedthrough pins (6) and/or to the pressure tank wall (3), and that afterwards the coated feedthrough pins (6) and/or the pressure tank wall (3) are homogenized by nealing under hydrogen at a temperature about 50 to 100 K below the melting point of the coating.

Revendications

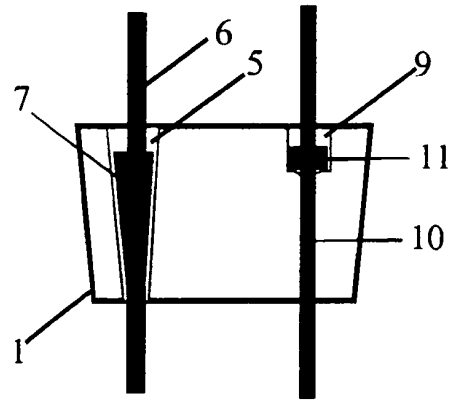
1. Traversée électrique sur des composants isolants d'une paroi de récipient sous pression (3), en particulier pour des boîtiers de capteurs de pression, la paroi de récipient sous pression (3) présentant un logement conique (4), où est mis en place un corps isolant conique extérieur (1), dans lequel sont fixement disposés un ou plusieurs conducteurs électriques de traversée (2) ; les angles de conicité du logement (4) et du corps isolant (1) étant ouverts vers le côté haute pression et le corps isolant conique (1) étant réalisé en céramique Al_2O_3 hautement résistante, présentant un demi-angle de conicité compris entre 2 et 4° et les traversées (2) étant fixées par brasage fort dans le corps isolant (1).
2. Traversée selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la céramique Al_2O_3 hautement résistante du corps isolant (1) présente une phase vitreuse de quelque 0,5%, et **en ce que** le métal d'apport de brasage fort pour la fixation des traversées (2) a une teneur en titane comprise entre 8 et 12 % en poids.
3. Traversée selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisée en ce que** des trous de traversée

sée coniques (5) sont fixement disposés dans le corps isolant (1) en céramique Al_2O_3 hautement résistante, avec un demi-angle de conicité compris entre 4 et 8°, ouvert vers le côté haute pression, et **en ce que** des goupilles de traversée (6) sont fixement disposées dans les trous de traversée (5), lesquelles comportent une pièce centrale conique (7) dont l'angle de conicité est égal à l'angle de conicité des trous de traversée (5), ou inférieur à celui-ci de 0,5 à 1°.

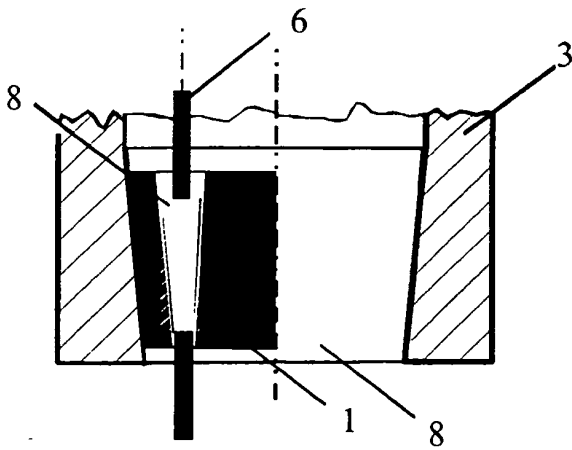
4. Traversée selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les goupilles de traversée (6) présentent au moins sur leur partie centrale, et/ou **en ce que** la paroi de récipient sous pression (3) présente au moins dans son logement conique (4) un revêtement (8) métallique ductile (8).
5. Traversée selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** des trous de traversée (9) décalés sont fixement disposés dans le corps isolant (1) en céramique Al_2O_3 hautement résistante, avec un diamètre supérieur sur le côté haute pression, et **en ce que** des fils de traversée (10) sont fixement disposés avec une partie centrale renforcée (11) dans ces trous de traversée (9).
6. Procédé de fabrication d'une traversée selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la paroi de récipient sous pression (3) est chauffée de 200 à 300 K par rapport à la température ambiante avant que le corps isolant (1) soit mis en place sous une légère pression dans la paroi de récipient sous pression (3), et que les goupilles de traversée (6) soient serrées dans le corps isolant (1) après chauffage à coeur de celui-ci.
7. Procédé de fabrication d'une traversée selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'**un revêtement métallique (8) est galvaniquement déposé pour les goupilles de traversée (6) et/ou la paroi de récipient sous pression (3), avant d'homogénéiser les goupilles de traversée (6) et/ou la paroi de récipient (3) revêtues par recuit à l'hydrogène à une température inférieure de 50 à 100 K à la température de fusion du revêtement.



Figur 1



Figur 2



Figur 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 4816621 A [0003]
- US 3975579 A [0004]
- DE 10055910 A1 [0006]
- JP 59078983 A [0007]
- DE 3720061 A1 [0008]