



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 369 879 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.12.2003 Patentblatt 2003/50

(51) Int Cl.7: **H01B 17/26**

(21) Anmeldenummer: **03011877.2**

(22) Anmeldetag: **27.05.2003**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(72) Erfinder:
• **Altstadt, Erhard, Dr.-Ing.**
98693 Ilmenau (DE)
• **Hansch, Horst, Dr.-Ing.**
98704 Langewiesen (DE)
• **Schnyder, Marcus**
8404 Winterthur (CH)

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

(71) Anmelder: **IL Metronic Sensortechnik GmbH**
Ilmenau
98693 Ilmenau-Unterpörlitz (DE)

(74) Vertreter: **Liedtke, Klaus, Dr.**
Postfach 10 19 16
99019 Erfurt (DE)

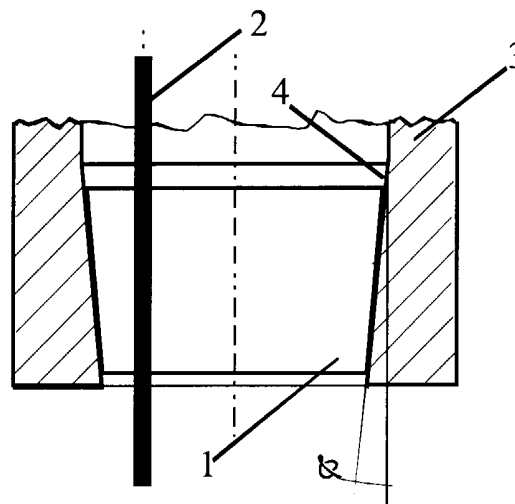
(54) **Hochdruckdurchführungen an isolierenden Bestandteilen von Druckgefäßwandungen**

(57) 1. Hochdruckdurchführungen an isolierenden Bestandteilen von Druckgefäßwandungen

2.1 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.

2.2 Erfindungsgemäß gelingt die Lösung der Aufgabe dadurch, dass die Druckgefäßwandung eine konische Aufnahme aufweist, in die ein außen konischer Isolierkörper, in dem ein oder mehrere elektrisch leitende Durchführungsleiter fest angeordnet sind, eingesetzt ist; wobei die Konuswinkel der Aufnahme und des Isolierkörpers sich nach der zur Hochdruckseite hin öffnen und die Druckgefäßwandung zunächst um 200 bis 300 K gegenüber Umgebungstemperatur aufgeheizt und danach der Isolierkörper in die Druckgefäßwandung unter leichten Druck eingesetzt werden.

2.3 Die Erfindung betrifft elektrische Durchführungen an isolierenden Bestandteilen einer Druckgefäßwandung, insbesondere für Gehäuse von Drucksensoren und ein Verfahren zu ihrer Herstellung.



Figur 1

EP 1 369 879 A2

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] 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.

[0009] 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.

[0010] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit Verfahren, welche die in Anspruch 7 und 8 angegebenen Merkmale und mit einer Anordnung, welche die in Anspruch 1 angegebenen Merkmale enthält, gelöst.

[0011] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0012] 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.

Besonders vorteilhaft ist es, Isolierkörper aus hochfester Al_2O_3 -Keramik zu verwenden, der die vorgenannten Materialeigenschaften erfüllt, einen halben Konuswinkel von 2 - 4° aufweist und in dem Durchführungsleiter mit Hartlot befestigt sind. Die erforderliche radiale Druckspannung kann durch Aufschrupfen 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 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.

[0013] 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.

[0014] Eine weitere geeignete Anordnung bei der Befestigung 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 Konus-

winkel 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.

[0015] 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 aufgebrachte Kupferschicht von 5 - 20 µm, die durch Glühen bei 950 - 1000°C homogenisiert wurde, eingesetzt werden.

[0016] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0017] 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.

[0018] 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 aufweist.

[0019] **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 Aufschumpfen befestigter Durchführungsstift 6 mit konischem Mittelteil 7, das einen mittleren Durchmesser von 1,2 mm und einem hal-

ben Konuswinkel von 4,5° aufweist.

[0020] 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.

[0021] 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 Durchführungsstift 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 aufgebrachte 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 Aufschumpfen verbunden. Die Anordnung bildet so eine hermetische, druckund temperaturbeständige Durchführung.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0022]

- | | |
|----|-----------------------------------|
| 1 | konischer Isolierkörper |
| 2 | Durchführungsleiter |
| 3 | Druckgefäßwandung |
| 4 | konische Aufnahme |
| 5 | konisches Durchgangsloch |
| 6 | Durchführungsstift |
| 7 | konisches Mittelteil |
| 8 | duktiler metallische 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, **dadurch gekennzeichnet, dass** 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 der zur Hochdruckseite hin öffnen.

2. Durchführung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der konische Isolierkörper (1) aus hochfester Al_2O_3 -Keramik besteht, einen halben Konuswinkel von 2 - 4° aufweist und die Durchführungen (2) mit Hartlot im Isolierkörper (1) befestigt sind.

3. Durchführung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hochfeste Al_2O_3 -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.

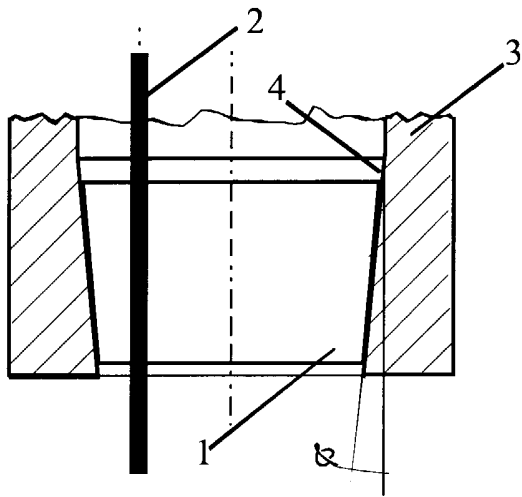
4. Durchführung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Isolierkörper (1) aus hochfester Al_2O_3 -Keramik konische Durchgangslöcher (5) mit einem halben Konuswinkel von 4 - 8°, der sich nach der Hochdruckseite hin öffnet, und in den Durchgangslöchern (5) Durchführungsstifte (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.

5. 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.

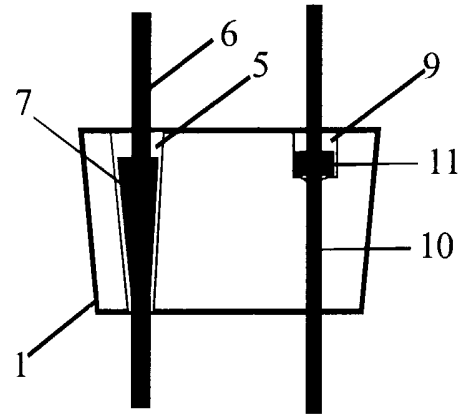
6. Durchführung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Isolierkörper (1) aus hochfester Al_2O_3 -Keramik abgesetzte Durchgangslöcher (9) mit einem größeren Durchmesser auf der Hochdruckseite, und in diesen Durchgangslöchern (9) Durchgangsdrähte (10) mit einem verstärktem Mittelteil (11) haftfest angeordnet sind.

7. Verfahren zur Herstellung einer Durchführung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckgefäßwandung (3) zunächst 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.

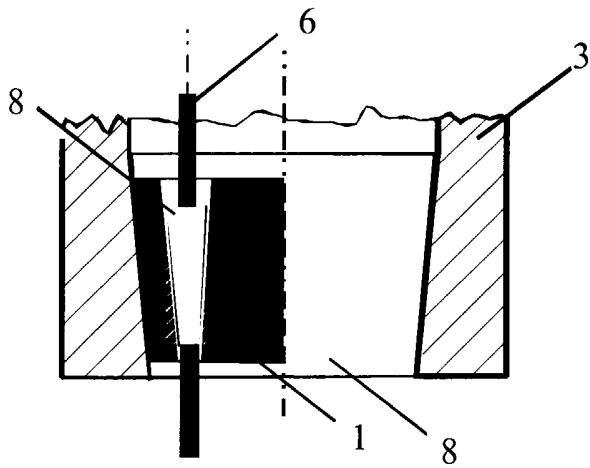
8. Verfahren zur Herstellung einer Durchführung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Durchführungsstifte (6) und/oder die Druckgefäßwandung (3), eine metallischen Beschichtung (8) galvanisch aufgetragen wird, und danach die beschichteten Durchführungsstifte (6) und/oder die Druckgefäßwandung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



Figur 1



Figur 2



Figur 3