

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Anmeldenummer: GM 691/2010
(22) Anmeldetag: 10.11.2010
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.09.2011
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2011

(51) Int. Cl. : **B23K 26/20** (2006.01)
B01D 69/12 (2006.01)

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
PLANSEE SE
A-6600 REUTTE (AT)

(72) Erfinder:
RÜTTINGER MATTHIAS
REUTTE (AT)
KÖGL MARKUS
VILS (AT)
MROTZEK TOBIAS
REUTTE (AT)
FRANCO THOMAS
KEMPTEN (DE)

(54) **ANORDNUNG ZUR GASABTRENNUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Abtrennung eines Gases aus einem Gasgemisch. Die Anordnung enthält eine für das Gas selektiv durchlässige Membran, ein die Membran tragendes poröses Trägerrohr (3) und einen Adapter (2), welcher sich an mindestens einen Rohrverbindungsabschnitt (7) des Trägerrohres (3) axial anschließt. Der Rohrverbindungsabschnitt (7) und der Adapter (2) sind mittels einer Schweißverbindung (9) miteinander verbunden. Eine radiale Eindringzone (Z) der Schweißverbindung (9) beträgt mindestens das 0,1-fache der radialen Wanddicke des Rohrverbindungsabschnittes (7), wobei sich die radiale Eindringzone (Z) von einer radial äußersten Stelle (26) der Oberfläche (13) der Schweißverbindung (9) bis zu einer radial innersten Stelle (27) der Schweißverbindung (9) erstreckt.

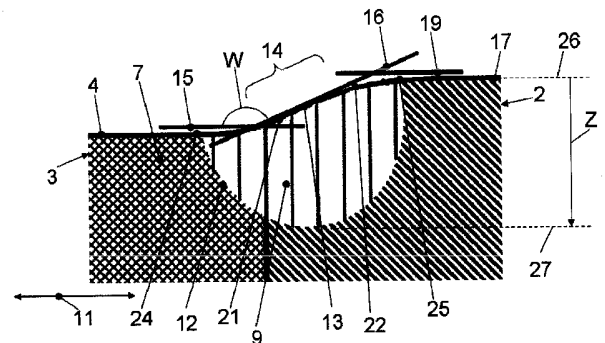


Fig. 5

Beschreibung

ANORDNUNG ZUR GASABTRENNUNG

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Gasabtrennung mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruchs 1.

[0002] Poröse rohrförmige Bauteile zur Gasreinigung sind z.B. aus JP 4 326 931 A und aus EP 1 701 777 B bekannt. Eine Membranschicht (z.B. aus Palladium) ist auf der zylindrischen Außenwand des porösen Trägerrohres aufgebracht, um gemeinsam ein Membranrohr zu bilden, welches für ein Gas selektiv durchlässig ist. Dabei übernimmt die Membran bzw. Membranschicht die Funktion, ein gereinigtes Gas aus einem Gasgemisch abzutrennen. Das poröse Trägerrohr dient als mechanischer Träger für die Membran. Hierdurch ist die Membran selbst relativ dünn dimensionierbar, ohne dass ihre mechanische Stabilität beeinträchtigt wird. Eine dünne Membran wiederum erzielt vorteilhaft eine höhere Permeationsrate bezüglich des abzutrennenden Gases. Die axialen Rohrenden des vorbekannten rohrförmigen Membranrohres sind jeweils mit einem ringförmigen oder hohlzylindrischen Metallteil verbunden. Die Verbindungsstelle ist als eine Schweißverbindung realisiert. Die Metallteile können als Adapter eine mechanische Fixierung des Membranrohres unterstützen.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Verbindungsstelle zwischen dem porösen Trägerrohr und einem daran angeschweißten Adapter zu verbessern.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination des Anspruchs 1 gelöst.

[0005] Bei der erfindungsgemäßen Schweißverbindung zwischen einem Rohrverbindungsabschnitt des porösen Trägerrohres und dem Adapter verläuft die äußere Oberfläche der Schweißverbindung entlang der Axialrichtung. Dieser Verlauf kann z.B. zumindest abschnittsweise stetig steigend oder gekrümmt mit einem radial innen liegenden Umkehrpunkt sein.

[0006] An mindestens einem der beiden axialen Rohrverbindungsabschnitte oder Rohrfreien des Trägerrohres wird ein Adapter angeschweißt. Vorzugsweise sind zwei Adapter am Trägerrohr angeschweißt, d.h. an beiden Rohrfreien ist jeweils ein Adapter angeordnet. Die Adapter sind üblicherweise gasdicht hergestellt.

[0007] Eine radiale Eindringzone Z der Schweißverbindung beträgt mindestens das 0,1-fache der radialen Wanddicke d_1 des Rohrverbindungsabschnittes, wobei sich die radiale Eindringzone Z von einer radial äußersten Stelle der Oberfläche der Schweißverbindung bis zu einer radial innersten Stelle der Schweißverbindung erstreckt. Eine derart dimensionierte Schweißverbindung ermöglicht es, dass eine etwaige Bruchfläche aufgrund von Zugbeanspruchungen des Membranrohres zuverlässig außerhalb der Schweißverbindung am Adapter entsteht. Etwaige Beeinträchtigungen der Zugfestigkeit der Schweißverbindung werden bei der vorgenannten Dimensionierung der radialen Eindringzone Z vermieden. Somit wird der kritische Bereich des Membranrohres, nämlich der Bereich der Schweißverbindung selbst, nicht beeinträchtigt und der Bereich der Schweißverbindung kann mit einer Membranschicht und/oder anderen Schichten beschichtet werden, ohne dass es in diesem Bereich zu Defekten kommt. Dies erhöht die mechanische Festigkeit, Gasdichtheit sowie Hochtemperatur- und Korrosionsbeständigkeit des gesamten Membranrohres.

[0008] Die radiale Eindringzone Z der Schweißverbindung beträgt vorzugsweise mindestens das 0,2-fache und weiter bevorzugt mindestens das 0,3-fache der radialen Wanddicke d_1 des Rohrverbindungsabschnittes. Hierdurch wird die mechanische Stabilität der Schweißverbindung und des Membranrohres weiter verbessert.

[0009] Von der Tiefe der radialen Eindringzone Z kann der Oberflächenverlauf der Schweißverbindung abhängig sein. Der Oberflächenverlauf wiederum kann mittels der noch zu erläuternden Neigungswinkel charakterisiert werden. Eine große Tiefe der radialen Eindringzone Z kann teilweise steile Oberflächenverläufe der Schweißverbindung bedeuten. Je geringer hingegen die Tiefe der radialen Eindringzone ist, desto flacher verläuft die Oberfläche der Schweißver-

bindung und desto sicherer ist eine Beschichtung (z.B. Membranschicht) auf dem Trägerrohr zu realisieren, die im Bereich der Schweißverbindung gegen Rissanfälligkeit und Defekten geschützt ist. Die radiale Eindringzone Z der Schweißverbindung beträgt deshalb vorzugsweise höchstens das 0,9-fache, weiter bevorzugt höchstens das 0,8-fache, besonders bevorzugt höchstens das 0,7-fache und insbesondere höchstens das 0,6-fache, der radialen Wanddicke d_1 des Rohrverbindungsabschnittes.

[0010] Insbesondere liegt die Tiefe der radialen Eindringzone Z im Bereich des 0,3-fachen bis 0,5-fachen der radialen Wanddicke d_1 des Rohrverbindungsabschnittes.

[0011] Die vorgenannten bevorzugten Werte für die radiale Eindringzone Z sind ein vorteilhafter Kompromiss zwischen der gewünschten mechanischen Stabilität der Schweißverbindung und einem für die Beschichtung akzeptablen Oberflächenverlauf der Schweißverbindung.

[0012] Vorteilhaft ist die maximale radiale Wanddicke d_2 des Adapters mindestens so groß wie die maximale Wanddicke d_1 des zu verbindenden Rohrverbindungsabschnittes. Hierdurch kann der Adapter konstruktiv einfach derart ausgelegt werden, dass er den zu verbindenden Rohrverbindungsabschnitt des Trägerrohres radial innen und/oder radial außen umgreift. Diese Konstruktionsvarianten fördern die mechanische Festigkeit der Verbindungsstelle.

[0013] Alternativ ist die radiale Wanddicke d_2 des Adapters kleiner dimensioniert als die maximale Wanddicke d_1 des zu verbindenden Rohrverbindungsabschnittes.

[0014] Die Schweißverbindung weist in Axialrichtung eine Länge L auf, die als der kürzeste axiale Abstand zwischen zwei Oberflächenstellen des Membranrohres bzw. der Anordnung definiert ist. Eine erste Oberflächenstelle ist an der radial äußeren Oberfläche des Rohrverbindungsabschnittes angeordnet. Eine zweite Oberflächenstelle ist an der radial äußeren Oberfläche des Adapters angeordnet. Dabei können die beiden Oberflächenstellen selbstverständlich einen voneinander unterschiedlichen radialen Abstand bezüglich einer Mittellängsachse der Anordnung aufweisen. Der kürzeste axiale Abstand ergibt sich nun durch diejenigen beiden axial einander zugewandten Oberflächenstellen, welche noch durch den Schweißvorgang selbst unbeeinflusst bleiben und folglich nach dem Schweißvorgang dieselbe Materialstruktur wie vor dem Schweißvorgang aufweisen.

[0015] In Axialrichtung des porösen Trägerrohres beträgt die Länge L der Schweißverbindung vorzugsweise mindestens 30 %, weiter bevorzugt mindestens 50 %, insbesondere mindestens 100 % der radialen Wanddicke d_1 des Rohrverbindungsabschnittes an der Verbindungsstelle, wodurch die mechanische Festigkeit der Verbindungsstelle weiter verbessert ist.

[0016] Zur besseren Sichtbarmachung der Schweißverbindung, insbesondere seiner radialen Eindringzone Z oder seiner axialen Länge L, kann ein entsprechender Querschleiff der verschweißten Bauteile durch dem Fachmann geläufige Hilfsmittel wie beispielsweise Salpetersäure und/oder Salzsäure chemisch geätzt werden. Das chemische Ätzen dient der Gefügeentwicklung für die anschließende mikroskopische Schliiffbeurteilung. Da sich die Schweißzone anhand ihrer Gefügeausbildung von den vom Schweißprozess unberührten Bereichen deutlich unterscheidet, kann die Eindringzone Z oder die Länge L der Schweißzone nach dem chemischen Ätzen z.B. mittels eines Rasterelektronenmikroskopes ausgemessen werden. Mit anderen Worten kann die Schweißzone dadurch erkannt werden, dass die Gefügeausbildung bzw. Gefügestruktur der miteinander verschweißten Bauteile innerhalb der Schweißzone vor und nach dem Schweißprozess signifikant verändert worden ist und außerhalb der Schweißzone vor und nach dem Schweißprozess im wesentlichen oder vollständig unverändert bleibt.

[0017] Eine defektfreie Beschichtung (z.B. Membranschicht und/oder andere Schichten) des porösen Trägerrohres wird unterstützt, wenn die geometrische Ausgestaltung und/oder die Oberflächenbeschaffenheit der Verbindungsstelle bzw. Schweißverbindung bestimmte Kriterien erfüllen.

[0018] Vorteilhaft ist die Schweißverbindung geometrisch derart realisiert, dass die radial äußere Oberfläche des zu verbindenden Rohrverbindungsabschnittes oder des Adapters einerseits und ein axial sich (unmittelbar oder mittelbar) anschließender Oberflächenabschnitt der

Schweißverbindung einen Neigungswinkel einschließen. Hierbei ist ein erster Winkelschenkel gebildet durch eine Mittellinie des Oberflächenprofils des Rohrverbindungsabschnittes oder des Adapters oder durch eine Parallele zu dieser vorgenannten Mittellinie, z.B. die Mittellängsachse des Trägerrohres. Ein zweiter Winkelschenkel ist gebildet durch eine Tangente an der größten Steigung des vorgenannten Oberflächenabschnittes der Schweißverbindung.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Schweißverbindung geometrisch derart ausgestaltet, dass der Oberflächenverlauf der Schweißverbindung in Axialrichtung einen Umkehrpunkt aufweist, wobei axial beiderseits des Umkehrpunktes jeweils ein Oberflächenabschnitt gebildet ist, welcher den oben definierten Neigungswinkel mit der radial äußeren Oberfläche des Rohrverbindungsabschnittes oder des Adapters einschließt. Aufgrund des Umkehrpunktes kann axial beiderseits des Umkehrpunktes jeweils ein Neigungswinkel eingestellt werden.

[0020] Je nach gewünschter Beschichtung des Trägerrohres und der Schweißverbindung sowie gegebenenfalls des Adapters kann ein unterschiedlicher axialer Oberflächenverlauf der Schweißverbindung eingestellt werden, z.B. ein stetig steigender bzw. fallender Verlauf ohne Umkehrpunkt (mit üblicherweise einem Neigungswinkel) oder alternativ ein steigender Verlauf mit Umkehrpunkt und anschließendem fallenden Verlauf (mit üblicherweise zwei Neigungswinkeln). Der Oberflächenverlauf kann mittels des Neigungswinkels bzw. mittels der Neigungswinkel in der gewünschten Weise realisiert werden. Ein Oberflächenverlauf der Schweißverbindung mit Umkehrpunkt ist vorteilhaft bei gleichem oder ähnlichem Außendurchmesser des Rohrverbindungsabschnittes und des Adapters einstellbar. Ein Oberflächenverlauf der Schweißverbindung ohne Umkehrpunkt ist vorteilhaft bei signifikant unterschiedlichem Außendurchmesser des Rohrverbindungsabschnittes und des Adapters.

[0021] Vorzugsweise ist mindestens ein Neigungswinkel als stumpfer Winkel ausgebildet. Der stumpfe Winkel beträgt insbesondere mindestens 120° .

[0022] Die geometrische Ausgestaltung der Verbindungsstelle wird vorteilhaft verbessert, indem die Oberfläche der Schweißverbindung in Axialrichtung zumindest abschnittsweise gekrümmt verläuft. In Axialrichtung können auch mehrere gekrümmte Abschnitte vorgesehen sein, z.B. jeweils eine Krümmung an den beiden axialen Enden der Schweißverbindung. Die einzelnen Krümmungen können konkav oder konvex ausgebildet sein. Die Krümmung bzw. Krümmungen tragen dazu bei, dass ein weicher geometrischer Übergang zwischen der Oberfläche des porösen Trägerrohres bzw. des Adapters und der Schweißverbindung bereitgestellt wird. Derartige weiche Übergänge unterstützen eine homogene, defektfreie Beschichtung.

[0023] Die vorgenannten Krümmungen entlang der Oberfläche der Schweißverbindung können unterschiedliche oder identische Krümmungsradien aufweisen.

[0024] Der Krümmungsradius einer Krümmung kann durch Schweißparameter eingestellt werden, z.B. über einen sogenannten Defokussierabstand und die Laserleistung eines Laserschweißgerätes.

[0025] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Oberfläche der Schweißverbindung eine mittlere Rautiefe RZ auf, welche zumindest abschnittsweise höchstens $20\ \mu\text{m}$ beträgt. Dies unterstützt eine defektfreie Beschichtung des porösen Trägerrohres und der Schweißverbindung mit einer gewünschten geringen Schichtdicke. Oberhalb von $20\ \mu\text{m}$ mittlerer Rautiefe ist eine zu große Schichtdicke der Beschichtung erforderlich, so dass Rissbildungen in der aufgetragenen Schicht entstehen können. Dies wiederum würde zu Verunreinigungen im abgetrennten Gas führen. Die mittlere Rautiefe RZ beträgt insbesondere höchstens $10\ \mu\text{m}$, wodurch die Schichtdicke der Beschichtung weiter verringert und somit der Gaspermeationsfluss aufgrund des verringerten Strömungswiderstands durch das Membranrohr hindurch weiter erhöht werden kann.

[0026] Zur physikalischen Charakterisierung der Schweißverbindung wird diese insbesondere optisch mittels Weißlicht-Interferometrie vermessen. Für die optische Vermessung wird vorzugsweise das Gerät MikroProf (FRT, Bergisch-Gladbach) mit einem chromatischen Sensor

FRT CWL 3 mm verwendet. Dabei wird die Schweißverbindung in axialen Schrittweiten von insbesondere 0,4 µm in Axialrichtung vermessen. Bei der Vermessung muss darauf geachtet werden, dass die x-Achse des Sensors parallel zur Mittellängsachse des Trägerrohres verläuft. Die Auswertung der Vermessung erfolgt mit der FRT Mark III Analysesoftware. Hieraus kann der Fachmann die Länge der Schweißverbindung direkt bestimmen. Auch lassen sich mit dieser Analysesoftware die Neigungswinkel bestimmen. Die Analysesoftware setzt hierbei eine Gerade an den Punkt mit der größten Steigung des untersuchten Oberflächenabschnittes der Schweißverbindung und ermittelt daraus den Winkel zur Mittellängsachse des Trägerrohres, welche parallel zur x-Achse des Messprofils verläuft. Außerdem lassen sich mit dieser Analysesoftware die Oberflächen-Rauheiten in jedem beliebigen Messabschnitt nach DIN EN ISO 11562 und 4287 ermitteln. Die Längen der Taststrecke l_t , der Messstrecken l_n und der Einzelmessstrecken l_r wurden hierbei gemäß DIN EN ISO 4288 gewählt.

[0027] Vorteilhaft ist das poröse Trägerrohr der mechanische Träger für die Membran, welche aufgrund ihrer Materialeigenschaften für das herzustellende bzw. abzutrennende Gas selektiv durchlässig ist. Die Membran ist insbesondere aus einem keramischen oder aus einem metallischen Werkstoff hergestellt. Die Membran bzw. Membranschicht ist in einer bevorzugten Ausführung unmittelbar an der Außenwand des porösen Trägerrohres angebracht (z.B. mittels nasschemischer oder physikalisch-thermischer Verfahren). Alternativ werden zunächst eine oder mehrere Zwischenschichten auf die Außenwand bzw. den Außenmantel des porösen Trägerrohres angebracht, bevor die Membran angebracht wird. Die Zwischenschicht bzw. Zwischenschichten sind dann radial zwischen der Außenwand des Trägerrohres und der Membran bzw. Membranschicht angeordnet.

[0028] Ein oder mehrere Zwischenschichten können die Oberflächenrauheit und die Oberflächenporengröße des porösen Trägerrohres reduzieren, wodurch die Membran auch mit geringerer Dicke homogen und defektfrei aufgebracht werden kann. Dies wiederum erhöht die Permeationsrate bzw. den Wirkungsgrad der Membran für die Gasabtrennung.

[0029] Die Zwischenschichten sind porös ausgebildet, um eine ungehinderte Permeation des abzutrennenden Gases zu unterstützen.

[0030] Vorzugsweise wird eine Diffusionsbarriere als Zwischenschicht eingesetzt. Diese Zwischenschicht wird vorteilhafterweise insbesondere bei metallischen Membranen (z.B. Palladiummembran zur Wasserstoffabtrennung) verwendet, um eine Materialdiffusion zwischen der Membran und dem porösen Trägerrohr und somit etwaige Beeinträchtigungen des Wirkungsgrades der Membran-Anordnung zu vermeiden. Die Diffusionsbarriere wird beispielsweise mittels atmosphärischem Plasmaspritzen aufgebracht. Besonders vorteilhaft wird die Diffusionsbarriere mittels nasschemischem Verfahren aufgebracht und anschließend gesintert, da dies eine gleichmäßige Beschichtung mit hoher Porosität ermöglicht.

[0031] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Trägerrohr pulvermetallurgisch hergestellt, so dass die erforderliche Porosität des Trägerrohres fertigungstechnisch einfach bereitgestellt werden kann. Zudem haben metallische Trägerrohre den Vorteil, dass sie (aufgrund ihrer im Vergleich zu keramischen Trägerrohren erhöhten Wärmeleitfähigkeit) eine gleichmäßige Temperaturverteilung entlang ihrer Rohroberfläche gewährleisten. Zudem kann eine Vielzahl von metallischen Trägerrohren mittels herkömmlicher Schweiß- und Löttechniken fertigungstechnisch einfach an einer metallischen Vorrichtung (z.B. plattenartiger Sammler) gasdicht fixiert werden, um ein Gastrenn-Modul zu bilden.

[0032] Die Schweißverbindung erfolgt z.B. mittels Elektronenstrahl-Schweißen oder WIG-Schweißen. Vorzugsweise erfolgt der Schweißvorgang mittels Laserschweißen. Hierdurch lässt sich die Schweißverbindung, insbesondere hinsichtlich ihrer Parameter wie z.B. radiale Eindringzone Z , axiale Länge L , Neigungswinkel, besonders exakt und reproduzierbar für eine konstante Dimensionierung einer Vielzahl von erfindungsgemäßen Anordnungen herstellen.

[0033] Die vorbeschriebenen Parameter der Schweißverbindung - wie radiale Eindringzone, axiale Länge, Neigungswinkel - werden vorzugsweise eingestellt, indem das poröse metallische

Trägerrohr und der Adapter mittels einer Hilfsvorrichtung mechanisch zentriert und fixiert werden. Anschließend werden entweder das Trägerrohr sowie der Adapter oder der Schweißkopf in Rotation versetzt. Dabei werden die beiden Bauteile vorzugsweise mit einem Laserschweißapparat (z.B. Trumpf, TruDisk 2002) unter Ausbildung der Schweißverbindung miteinander verschweißt. Zur Einstellung der Parameter (z.B. radiale Eindringzone Z, axiale Länge L, Neigungswinkel W) können die Laserleistung, die Rotationsgeschwindigkeit relativ zwischen den Bauteilen und dem Schweißkopf, der Spotdurchmesser des Laserstrahls im Fokuspunkt oder der Abstand der Oberflächen von Trägerrohr und Adapter zum Fokuspunkt variiert werden. Beispielsweise kann eine verhältnismäßig große radiale Eindringzone Z und eine verhältnismäßig kurze axiale Länge L der Schweißverbindung erzielt werden, wenn im Fokuspunkt des Laserstrahls mit der Schweißung begonnen wird (fokussierter Laserstrahl). Hingegen ergibt sich eine verhältnismäßig niedrige radiale Eindringzone Z und eine verhältnismäßig große axiale Länge L für die Schweißverbindung, wenn mit Abstand zum Fokuspunkt (defokussierter Laserstrahl) geschweißt wird.

[0034] Im Folgenden wird die Erfindung an Hand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0035] Es zeigen:

[0036] Fig. 1 eine geschnittene schematische Seitenansicht eines Membranrohres,

[0037] Fig. 2a - 2f eine schematische Seitenansicht eines Rohrverbindungsabschnittes und eines Adapters in unterschiedlichen Varianten, jeweils im Ausgangszustand vor ihrer Verschweißung,

[0038] Fig. 3 eine schematische Seitenansicht eines Rohrverbindungsabschnittes und eines Adapters in einer gegenüber der Ausführungsform gemäß Fig. 2b abgewandelten Variante,

[0039] Fig. 4 die schematische Seitenansicht des Rohrverbindungsabschnittes und des Adapters gemäß Fig. 3, jedoch im verschweißten Zustand,

[0040] Fig. 5 eine Detaildarstellung der Schweißverbindung gemäß Fig. 4,

[0041] Fig. 6 eine schematische Seitenansicht eines Rohrverbindungsabschnittes und eines Adapters in einer weiteren gegenüber der Ausführungsform gemäß Fig. 2b abgewandelten Variante,

[0042] Fig. 7 die schematische Seitenansicht des Rohrverbindungsabschnittes und des Adapters gemäß Fig. 8, jedoch im verschweißten Zustand,

[0043] Fig. 8 eine Detaildarstellung der Schweißverbindung gemäß Fig. 7,

[0044] Fig. 9 ein Querschliff einer Schweißverbindung ähnlich Fig. 7, jedoch mit aufgebracht beschichteter Oberfläche.

[0045] Die Anordnung zur Abtrennung eines Gases aus einem Gasgemisch weist ein sogenanntes Membranrohr 1 (Fig. 1) und einen daran angeschweißten Adapter 2 (Fig. 4, Fig. 7) auf. Das Membranrohr 1 enthält ein sintermetallisches, poröses Trägerrohr 3 und eine an der Außenwand 4 des Trägerrohres 3 aufgebrachte Membran 5 (Fig. 9). Radial zwischen der Außenwand 4 und der Membran 5 ist eine Diffusionsbarriere 6 angeordnet. Diese Diffusionsbarriere 6 ist unmittelbar auf die Außenwand 4 aufgebracht.

[0046] An einem axialen Rohrende 7 des Trägerrohres 3 ist der aus gasdichtem Material hergestellte Adapter 2 angeschlossen (Fig. 2a - 2f), wobei das Rohrende 7 und ein Anschlussbereich 8 des Adapters 2 miteinander verschweißt werden. Diese Verschweißung bildet eine Verbindungsstelle bzw. Schweißverbindung 9.

[0047] In Fig. 2a bis Fig. 2f sind unterschiedliche Konstruktionsvarianten von Trägerrohren 3 und Adaptern 2 dargestellt, die miteinander verschweißt werden können.

[0048] Gemäß Fig. 2a weist das Trägerrohr 3 eine radiale Wanddicke d_1 auf, die kleiner ist als

die radiale Wanddicke d_2 des Adapters 2. Das Trägerrohr 3 ist mit dem Rohrende 7 in eine ringförmige Nut des Adapters 2 eingesetzt, wobei die ringförmige Nut von einem radial äußeren Adapterfreiende 10 und einem radial inneren Adapterfreiende 10 begrenzt ist.

[0049] In Fig. 2b ist die Wanddicke d_1 des Trägerrohres 3 wiederum geringer als die Wanddicke d_2 des Adapters 2. Das Rohrende 7 ist allerdings nur an seiner radial inneren Oberfläche von einem Adapterfreiende 10 des Adapters 2 flankiert.

[0050] In Fig. 2c ist die Wanddicke d_1 des Trägerrohres 3 größer als die Wanddicke d_2 des Adapters 2. Ein Adapterfreiende 10 existiert bei dieser Konstruktionsvariante nicht. Vielmehr liegen das Rohrende 7 und der Adapter 2 lediglich an einer quer zur Mittellängsachse 23 verlaufenden Stoßfläche 12 an. Die radial inneren Oberflächen des Trägerrohres 3 und des Adapters 2 fluchten miteinander in parallel zur Mittellängsachse 23 verlaufender Axialrichtung 11. Die Konstruktion gemäß Fig. 2d unterscheidet sich von der Variante gemäß Fig. 2c darin, dass die Wanddicke d_1 des Trägerrohres 3 und die Wanddicke d_2 des Adapters 2 gleich groß sind.

[0051] Bei der Variante gemäß Fig. 2e ist die Wanddicke d_1 des Trägerrohres 3 kleiner als die Wanddicke d_2 des Adapters 2. Der Adapter 2 und das Rohrfreiende 7 liegen in Axialrichtung 11 an der Stoßfläche 12 aneinander an. Die radial inneren Oberflächen des Trägerrohres 3 und des Adapters 2 fluchten miteinander - wie bei den Varianten gemäß Fig. 2c und Fig. 2d - in Axialrichtung 11.

[0052] Bei der Variante gemäß Fig. 2f ist die Wanddicke d_1 des Trägerrohres 3 kleiner als die Wanddicke d_2 des Adapters 2. Ein Adapterfreiende 10 flankiert die radial äußere Oberfläche des Rohrendes 7.

[0053] In Fig. 3 ist eine weitere Konstruktionsvariante eines Trägerrohres 3 und eines Adapters 2 im Ausgangszustand vor Herstellung einer Schweißverbindung dargestellt. Diese Variante unterscheidet sich von der Variante gemäß Fig. 2b dadurch, dass eine radial äußere Oberfläche 17 des Adapters 2 radial über die Außenwand 4 des Trägerrohres 3 bzw. des Rohrendes 7 hinausragt.

[0054] In Fig. 3 ist im Anschlussbereich 8 des Adapters 2 dessen Außenradius absatzartig verjüngt. Während das dem Rohrende 7 zugewandte Adapterfreiende 10 einen Außenradius RA_1 aufweist, der geringfügig kleiner ist als der Innenradius RRI des Rohrendes 7, weist der sich an das Adapterfreiende 10 anschließende Bereich des Adapters 2 einen Außenradius RA_2 auf, der etwas größer ist als der Außenradius RRA des Rohrendes 7.

[0055] Das Rohrende 7 und der Adapter 2 sind mittels des Adapterfreiendes 10 nach Art einer Schiebemuffen-Verbindung ineinander geschoben. Hierdurch entsteht in Axialrichtung 11 die Stoßfläche 12.

[0056] Das Trägerrohr 3 und der Adapter 2 gemäß Fig. 3 sind in Fig. 4 miteinander verschweißt. Die äußere Oberfläche 13 der Schweißverbindung 9 verläuft entlang der Axialrichtung 11 gekrümmt (Fig. 4). Die Zone der Schweißverbindung 9 ist in Fig. 4 senkrecht schraffiert dargestellt und erstreckt sich in Axialrichtung 11 entlang einer Länge L . Diese Länge L bemisst sich ausgehend von einer ersten Oberflächenstelle 24 an der Oberfläche 4 des Rohrendes 7 bis zu einer zweiten Oberflächenstelle 25, an der die äußere Oberfläche 13 der Schweißverbindung 9 in die Oberfläche 17 des Adapters 2 übergeht. In Fig. 4 beträgt die Länge L etwa 100 % der radialen Wanddicke d_1 des Rohrendes 7.

[0057] Die Außenwand 4 des Rohrendes 7 oder die äußere Oberfläche 17 des Adapters 2 einerseits und ein Oberflächenabschnitt 14 der Schweißverbindung 9 andererseits schließen einen Neigungswinkel W ein (Fig. 5). Ein erster Winkelschenkel dieses Neigungswinkels W ist gebildet durch eine schematisch angedeutete Mittellinie 15 des Oberflächenprofils der Außenwand 4 oder durch eine schematisch angedeutete Mittellinie 19 des Oberflächenprofils des Adapters 2. Der zweite Winkelschenkel ist durch die Tangente 16 an der größten Steigung des ersten Oberflächenabschnittes 14 gebildet.

[0058] Die Oberfläche 13 der Schweißverbindung 9 weist zwei axial voneinander abgewandte

Oberflächenbereiche 21,22 auf (Fig. 5). Beide Oberflächenbereiche 21,22 sind an jeweils einem axialen Endbereich der Länge L der Schweißverbindung 9 angeordnet. Sie bilden entlang der Oberfläche 13 eine Art Übergangsbereich zwischen der Schweißverbindung 9 und der Außenwand 4 des Rohrendes 7 sowie der Oberfläche 17 des Adapters 2. Der dem Rohrende 7 zugewandte Oberflächenbereich 21 ist in Axialrichtung 11 konkavartig gekrümmt, während der dem Adapter 2 zugewandte Oberflächenbereich 22 in Axialrichtung 11 konvexartig gekrümmt ist (Fig. 4).

[0059] In Fig. 6 ist eine weitere Konstruktionsvariante für die Anordnung zur Gasabtrennung dargestellt. Diese Variante unterscheidet sich von der Variante gemäß Fig. 3 prinzipiell dadurch, dass in Fig. 6 die Außenwand 4 des porösen Trägerrohres 3 bzw. seines Rohrendes 7 und die Oberfläche 17 des Adapters 2 in Axialrichtung 11 miteinander fluchten. Funktionsgleiche Details sind in Fig. 8 mit den gleichen Bezugszeichen versehen wie in Fig. 3. Insoweit wird auch auf die Beschreibung zu Fig. 3 verwiesen.

[0060] In Fig. 7 ist die Anordnung gemäß Fig. 6 in dem verschweißten Zustand dargestellt. Funktionsgleiche Details sind in Fig. 7 mit den gleichen Bezugszeichen versehen wie in Fig. 4. Insoweit wird auch auf die Beschreibung zu Fig. 4 verwiesen. In Fig. 7 sind der Außenradius RRA des Rohrendes 7 und der Außenradius RA2 des Adapters 2 etwa gleich groß. Die Schweißverbindung 9 ist in Fig. 7 anders ausgestaltet als in Fig. 4. Die äußere Oberfläche 13 der Schweißverbindung 9 verläuft entlang der Axialrichtung 11 gekrümmt (Fig. 10). Die Schweißverbindung 9 erstreckt sich in Axialrichtung 11 entlang einer Länge L. Diese Länge L bemisst sich ausgehend von der axialen Oberflächenstelle 24, an der die Außenwand 4 des Rohrendes 7 in die gekrümmte Oberfläche 13 der Schweißverbindung 9 übergeht und endet an der axialen Oberflächenstelle 25 des Adapters 2. An der axialen Oberflächenstelle 25 geht die gekrümmte äußere Oberfläche 13 der Schweißverbindung 9 in die Oberfläche 17 des Adapters 2 über, die von dem Schweißvorgang nicht oder nur unwesentlich verändert wurde. Dies ist vorzugsweise eine axiale Stelle, an der die Oberfläche 17 parallel zur Mittellängsachse 23 des Adapters 2 bzw. des Trägerrohres 3 verläuft. In Fig. 7 ist die Länge L größer als die radiale Wanddicke d1 des Rohrendes 7.

[0061] Die Länge L der Schweißverbindung 9 ist bei der Variante gemäß Fig. 7 in zwei Teillängen L1 und L2 aufgeteilt. Der Teillänge L1 ist ein erster Oberflächenabschnitt 14-1 der Oberfläche 13 und der Teillänge L2 ein zweiter Oberflächenabschnitt 14-2 der Oberfläche 13 zugeordnet (Fig. 8). Die beiden Teillängen L1 und L2 sind durch einen ein Minimum bildenden Umkehrpunkt U der Oberfläche 13 voneinander getrennt. Die Außenwand 4 des Rohrendes 7 und ein axial zwischen dem Umkehrpunkt U und dem Rohrende 7 liegender erster Oberflächenabschnitt 14-1 der Schweißverbindung 9 schließen einen ersten Neigungswinkel W1 ein (Fig. 8). Ein erster Winkelschenkel dieses Neigungswinkels W1 ist gebildet durch eine schematisch angedeutete Mittellinie 15 des Oberflächenprofils der Außenwand 4. Der zweite Winkelschenkel ist durch die Tangente 16 an der größten Steigung des ersten Oberflächenabschnittes 14-1 gebildet.

[0062] Die bezüglich des Umkehrpunktes U dem Rohrende 7 axial abgewandte äußere Oberfläche 17 des Adapters 2 und ein axial zwischen dem Umkehrpunkt U und dieser äußeren Oberfläche 17 liegender zweiter Oberflächenabschnitt 14-2 der Schweißverbindung 9 schließen einen zweiten Neigungswinkel W2 ein. Dabei ist ein erster Winkelschenkel gebildet durch eine schematisch angedeutete Mittellinie 19 des Oberflächenprofils des Adapters 2. Ein zweiter Winkelschenkel ist gebildet durch eine Tangente 20 an der größten Steigung des zweiten Oberflächenabschnittes 14-2.

[0063] Beide Neigungswinkel W1 und W2 sind als stumpfe Neigungswinkel ausgebildet und betragen bei der Schweißverbindung 9 in Fig. 8 etwa 150° bis 155°.

[0064] Die Oberfläche 13 der Schweißverbindung 9 weist zwei axial voneinander abgewandte Oberflächenbereiche 21,22 auf (Fig. 7). Beide Oberflächenbereiche 21,22 sind an jeweils einem axialen Endbereich der Länge L der Schweißverbindung 9 angeordnet, analog zur Beschreibung für die Variante gemäß Fig. 4. Im Unterschied zur Variante gemäß Fig. 4 sind beide Ober-

flächenbereiche 21,22 gemäß Fig. 7 konvexartig gekrümmt.

[0065] Für eine prinzipiell ähnliche Konstruktionsvariante wie Fig. 7 ist in Fig. 9 die Schweißverbindung 9 in einem Querschliff gezeigt. Das poröse Rohrende 7 und der Adapter 2 sind miteinander verschweißt und anschließend mit einer Diffusionsbarriere 6 beschichtet worden. Die Diffusionsbarriere 6 wiederum ist von einer Membran 5 abgedeckt. Die mittlere Rautiefe RZ der Oberfläche 13 der Schweißverbindung 9 in Fig. 9 betrug weniger als 10 µm.

[0066] Es sei darauf hingewiesen, dass die in sämtlichen Figuren offenbarten Bauteile und Details maßstäblich voneinander abweichen können und somit kein Anspruch auf maßstäbliche Korrektheit erhoben wird.

[0067] Die Erfindung wird weiterhin an folgenden Beispielen erläutert.

[0068] In beiden nachfolgenden Beispielen wurde als Material für das metallische poröse Trägerrohr eine ferritische FeCrMx Legierung verwendet. Die FeCrMx Legierung weist neben Eisen regelmäßig Chromgehalte zwischen 16 und 30 Gew.-% und zusätzlich noch wenigstens ein Legierungselement in einem Anteil von 0,01 bis 2 Gew.-% auf, welches aus der Gruppe der Seltenerdenmetalle bzw. deren Oxide, z. B. Y, Y₂O₃, Sc, Sc₂O₃, oder aus der Gruppe Ti, Al, Mn, Mo oder Co stammt.

[0069] Als Beispiele für geeignete ferritische Stähle seien hier Ferrochrom (1.4742), CrAl20-5 (1.4767) und Crofer 22 APU von Thyssen Krupp, FeCrAlY von Technetics, ZMG 232 von Hitachi Metals, SUS 430 HA und SUS 430 Na von Nippon Steel sowie sämtliche pulvermetallurgischen ODS Eisenbasislegierungen von Plansee wie z.B. ITM Fe-26Cr-(Mo, Ti, Y₂O₃) genannt.

[0070] Beispiel 1:

[0071] Ein solches metallisches poröses Trägerrohr mit den Abmessungen Außendurchmesser RRA = 5,8 mm, Innendurchmesser RRI = 4 mm, Rohrlänge 190 mm wurde aus einer Plansee ITM-Legierung hergestellt und weist die Kornfraktion < 36 µm auf. Ein gasdichter Adapter ist ebenfalls aus ITM-Werkstoff hergestellt und weist folgende Abmessungen auf: Außendurchmesser RA2 = 5,8 mm, Innendurchmesser 3 mm. Zur besseren Fixierung mit dem Trägerrohr weist der Adapter ein Adapterfreiende mit dem Außendurchmesser RA1 = 4 mm, Länge 6 mm auf, welches in das Trägerrohr vor dem Schweißen eingesteckt werden kann und somit den Adapter bereits leicht fixiert. Das poröse Trägerrohr und der Adapter wurden an einem axialen Rohrende des Trägerrohres über ein Laserschweißverfahren (YB:YAG-Laser, Fa. Trumpf, TruDisk 2002, Spotdurchmesser 400 µm) miteinander verbunden. Die Schweißverbindung wurde eingestellt, indem die Laserleistung auf 450 W, die Umdrehungsgeschwindigkeit auf 0,9 m/min und im Fokuspunkt geschweißt wird. Hierdurch erhält man eine Schweißverbindung mit radial innenliegendem Umkehrpunkt U und weichen Übergängen etwa entsprechend Fig. 7.

[0072] Anschließend wurde das Trägerrohr nasschemisch (sogenanntes dip-coating-Verfahren) mit einer Suspension beschichtet, um eine Diffusionsbarriere herzustellen. Für die Suspension wurde ein 8YSZ-Pulver (8 mol%-Yttriumoxid-stabilisiertes Zirkonoxid) der Fa. Unitec (FYT13-005H, Unitec Ceramics Ltd., Stafford, UK) mit einer mittleren Primärpartikelgröße von 0,6 µm eingesetzt. Die Suspension bestand aus 57,9 Gew.-% Pulver, 33,9 Gew.-% Binder (Typ H221, Fa. Haereus), 6,7 Gew.-% Aceton, 1,5 Gew.-% Dispergiermittel (FX9086). Die Suspension wurde für 72 Stunden in einem Taumelmischer homogenisiert. Die Beschichtung des Trägerrohres mit der Suspension erfolgte mit einer Eintrittsgeschwindigkeit von 1000 mm/min, einer Haltezeit von 5 Sekunden und einer Austrittsgeschwindigkeit von 150 mm/min bei Raumtemperatur (23 °C) Die Suspension erstreckte sich in Axialrichtung über die gesamte Länge des Trägerrohres und endete auf der Oberfläche des Adapters. Dabei deckte die Suspension auch die Verbindungsstelle bzw. Schweißverbindung zwischen dem Trägerrohr und dem Adapter ab. Nach erfolgter Beschichtung mit der Suspension wurde das Trägerrohr samt Adapter in einem Trockenschrank bei 55°C getrocknet und danach bei 1250°C für 3 Stunden gesintert. Hierdurch konnte über die gesamte axiale Beschichtungslänge hinweg einschließlich der Verbindungsstelle bzw. Schweißverbindung eine homogene, fest haftende und defektfreie Diffusionsbarriere hergestellt werden. Die Diffusionsbarriere konnte anschließend mit einer ca. 10 µm dicken

Palladiummembran defektfrei beschichtet werden. Die Beschichtung erfolgte mittels Sputter-Verfahren bzw. electroless Plating-Verfahren.

[0073] Beispiel 2:

[0074] Ein metallisches poröses Trägerrohr mit den Abmessungen Außendurchmesser RRA = 5,6 mm, Innendurchmesser RRI = 4 mm, Rohrlänge 190 mm wurde aus einer Plansee ITM-Legierung hergestellt und weist die Kornfraktion $< 36 \mu\text{m}$ auf. Ein solches metallisches poröses Trägerrohr und ein Adapter mit den Abmessungen und den Materialzusammensetzungen gemäß Beispiel 1 wurden an einem axialen Rohrende über ein Laserschweißverfahren (YB:YAG-Laser, Fa. Trumpf, TruDisk 2002, Spotdurchmesser $400 \mu\text{m}$) miteinander verbunden. Die Schweißverbindung wurde eingestellt, indem die Laserleistung auf 400 W, die Umdrehungsgeschwindigkeit auf 0,9 m/min und ein Defokussierabstand von 5 mm gewählt wird. Hierdurch erhält man eine stetig steigende Oberfläche der Schweißverbindung mit weichen Übergängen, jedoch ohne innenliegendem Umkehrpunkt U (entsprechend der Variante gemäß Fig. 4).

[0075] Anschließend wurden das Trägerrohr, die Schweißverbindung und der Adapter behandelt wie in Beispiel 1 beschrieben. Hierdurch konnte über die gesamte axiale Beschichtungslänge hinweg einschließlich der Verbindungsstelle bzw. Schweißverbindung eine homogene, fest haftende und defektfreie Diffusionsbarriere hergestellt werden. Die Diffusionsbarriere konnte anschließend mit einer ca. $10 \mu\text{m}$ dicken Palladiummembran defektfrei beschichtet werden. Die Beschichtung erfolgte mittels Sputter-Verfahren bzw. electroless Plating Verfahren.

Ansprüche

1. Anordnung zur Abtrennung eines Gases aus einem Gasgemisch,
 - mit einer für das Gas selektiv durchlässigen Membran (5),
 - mit einem die Membran (5) tragenden porösen Trägerrohr (3) und
 - mit mindestens einem Adapter (2), welcher sich an einen Rohrverbindungsabschnitt (7) des Trägerrohres (3) axial anschließt, wobei der Rohrverbindungsabschnitt (7) und der Adapter (2) mittels einer Schweißverbindung (9) miteinander verbunden sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine radiale Eindringzone (Z) der Schweißverbindung (9) mindestens das 0,1-fache der radialen Wanddicke (d_1) des Rohrverbindungsabschnittes (7) beträgt, wobei sich die radiale Eindringzone (Z) von einer radial äußersten Stelle (26) der Oberfläche (13) der Schweißverbindung (9) bis zu einer radial innersten Stelle (27) der Schweißverbindung (9) erstreckt.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die radiale Eindringzone (Z) der Schweißverbindung (9) mindestens das 0,2-fache, insbesondere mindestens das 0,3-fache, der radialen Wanddicke (d_1) des Rohrverbindungsabschnittes (7) beträgt.
3. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die radiale Eindringzone (Z) der Schweißverbindung (9) höchstens das 0,9-fache, bevorzugt höchstens das 0,8-fache, weiter bevorzugt höchstens das 0,7-fache und besonders bevorzugt höchstens das 0,6-fache, der radialen Wanddicke (d_1) des Rohrverbindungsabschnittes (7) beträgt.
4. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die radiale Eindringzone (Z) der Schweißverbindung (9) das 0,3-fache bis 0,5-fache der radialen Wanddicke (d_1) des Rohrverbindungsabschnittes (7) beträgt.
5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die größte radiale Wanddicke (d_2) des Adapters (2) mindestens so groß ist wie die radiale Wanddicke (d_1) des Rohrverbindungsabschnittes (7).
6. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Schweißverbindung (9) in Axialrichtung (11) eine Länge (L) aufweist, welche den kürzesten axialen Abstand zwischen einer ersten Oberflächenstelle (24) an der radial äußeren

- Oberfläche (4) des Rohrverbindungsabschnittes (7) und einer zweiten Oberflächenstelle (25) an der radial äußeren Oberfläche (17) des Adapters (2) bildet, wobei beide Oberflächenstellen (24,25) durch den Schweißvorgang zur Ausbildung der Schweißverbindung (9) unverändert sind.
7. Anordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Länge (L) der Schweißverbindung (9) mindestens 30 %, vorzugsweise mindestens 50 %, insbesondere mindestens 100 %, der Wanddicke (d1) des Rohrverbindungsabschnittes (7) beträgt.
 8. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die radial äußere Oberfläche (4,17) des Rohrverbindungsabschnittes (7) oder des Adapters (2) einerseits und ein Oberflächenabschnitt (14,14-1,14-2) der Schweißverbindung (9) andererseits einen Neigungswinkel (W, W1, W2) einschließen, wobei
 - ein erster Winkelschenkel gebildet ist durch eine Mittellinie (15,19) des Oberflächenprofils des Rohrverbindungsabschnittes (7) oder des Adapters (2) oder durch eine Parallele (23) zu dieser Mittellinie (15,19) und
 - ein zweiter Winkelschenkel gebildet ist durch eine Tangente (16) an der größten Steigung des Oberflächenabschnittes (14,14-1,14-2) der Schweißverbindung (9).
 9. Anordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Oberflächenverlauf der Schweißverbindung (9) in Axialrichtung (11) einen Umkehrpunkt (U) aufweist derart, dass beiderseits des Umkehrpunktes (U) jeweils ein Oberflächenabschnitt (14-1,14-2) gebildet ist, welcher einen Neigungswinkel (W1, W2) mit der radial äußeren Oberfläche (4,17) des Rohrverbindungsabschnittes (7) oder des Adapters (2) einschließt.
 10. Anordnung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Neigungswinkel (W1, W2) als stumpfer Winkel ausgebildet ist.
 11. Anordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der stumpfe Neigungswinkel (W1, W2) mindestens 120° beträgt.
 12. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche (13) der Schweißverbindung (9) in Axialrichtung (11) gekrümmt verläuft.
 13. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche (13) der Schweißverbindung (9) eine mittlere Rautiefe RZ aufweist, welche zumindest abschnittsweise höchstens 20 µm, insbesondere höchstens 10 µm, beträgt.
 14. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Membran (5) sich axial über das Trägerrohr (3) hinaus in Richtung der Schweißverbindung (9) erstreckt und zumindest abschnittsweise die äußere Oberfläche (13) der Schweißverbindung (9) umgibt.
 15. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass radial zwischen der Membran (5) und dem Trägerrohr (3) mindestens eine Zwischenschicht (6) angeordnet ist.
 16. Anordnung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Zwischenschicht als eine Diffusionsbarriere (6) ausgebildet ist.
 17. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein sintermetallisches Trägerrohr (3).
 18. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schweißverbindung (9) mittels Laserschweißen hergestellt ist.

Hierzu 7 Blatt Zeichnungen

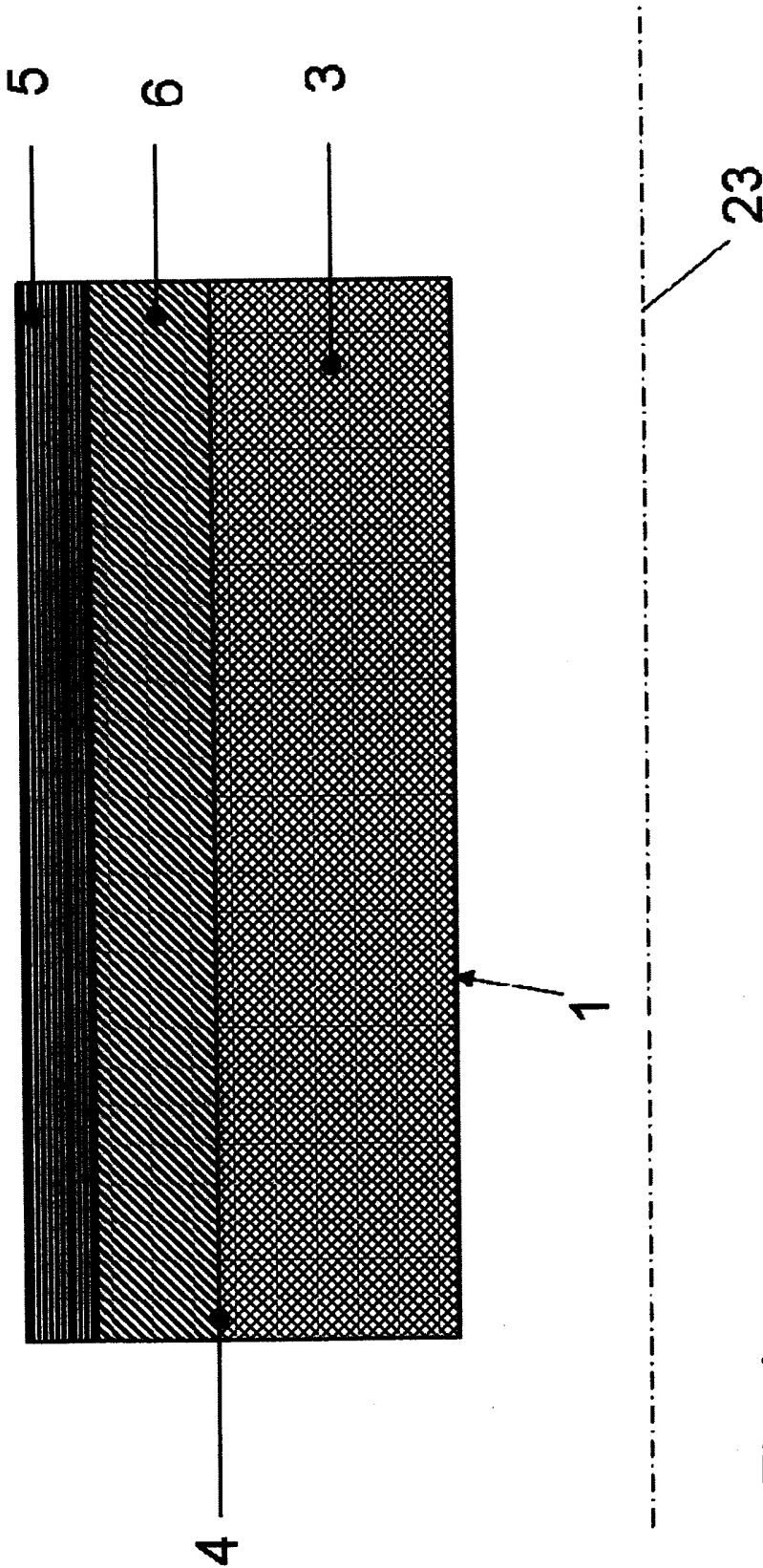


Fig. 1

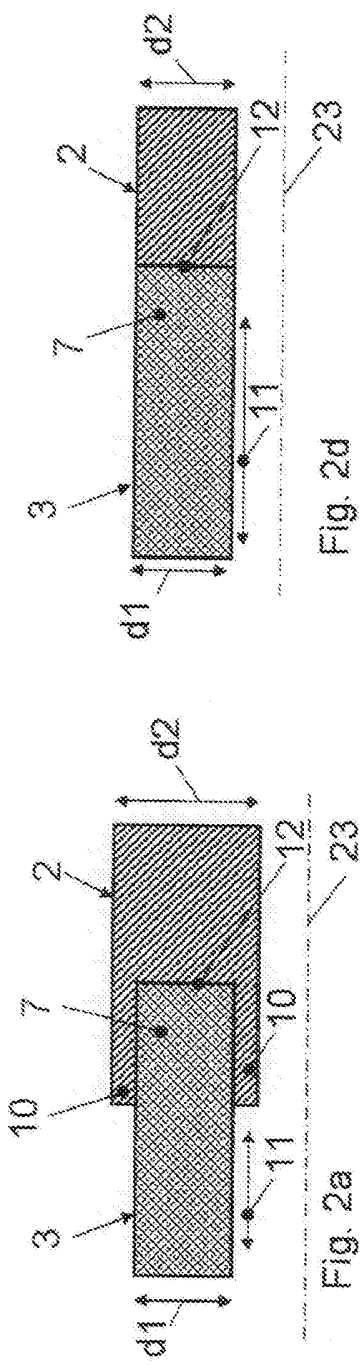


Fig. 2d

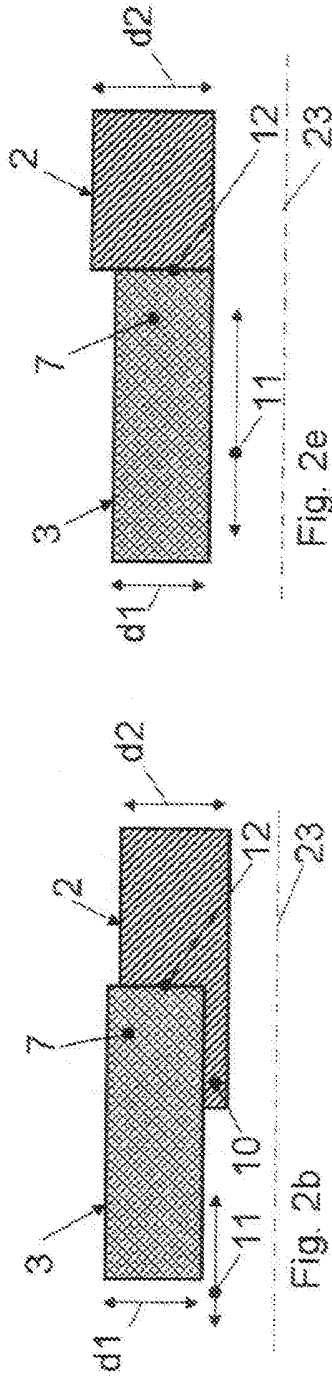


Fig. 2e

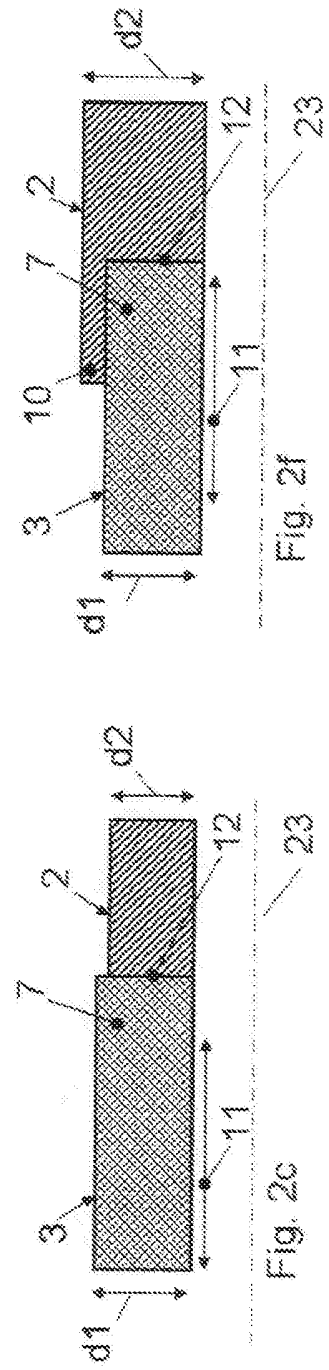


Fig. 2f

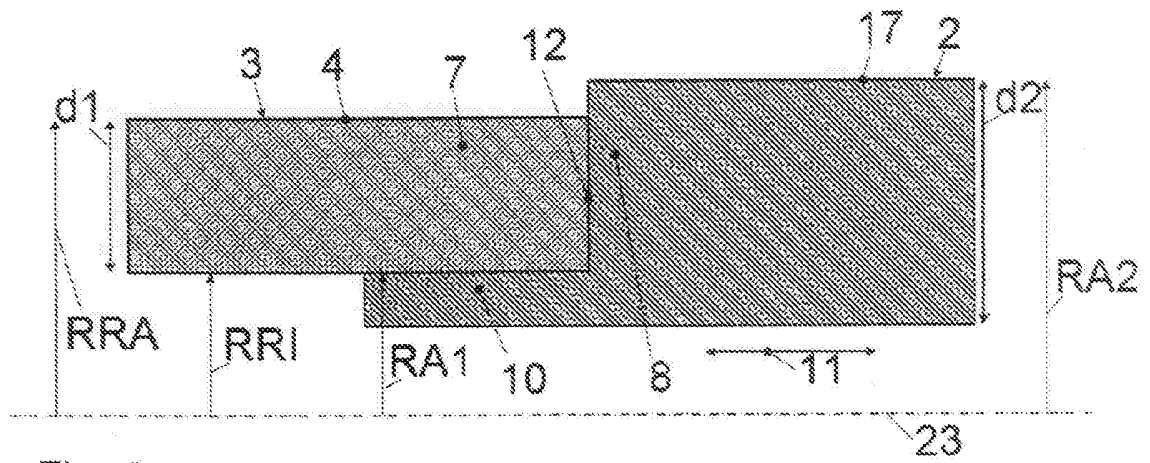


Fig. 3

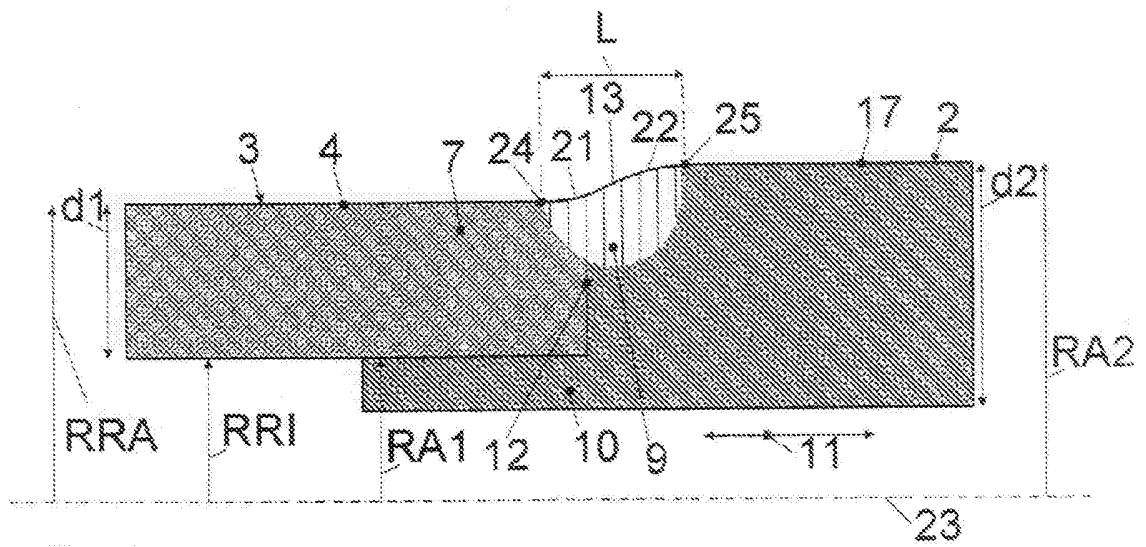
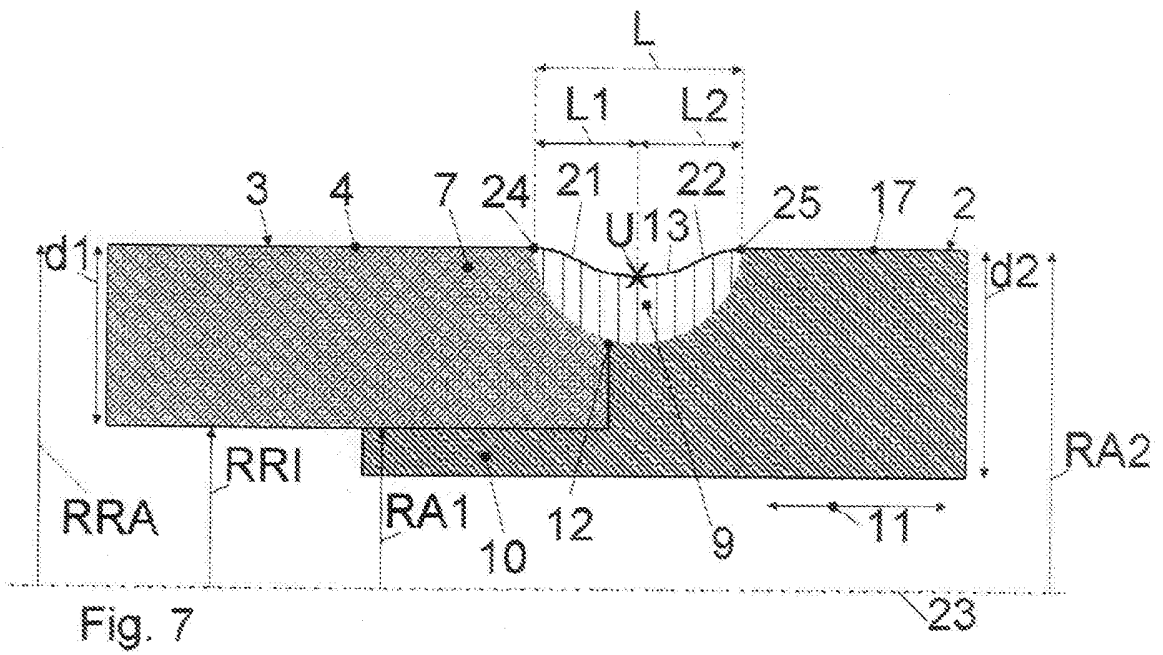
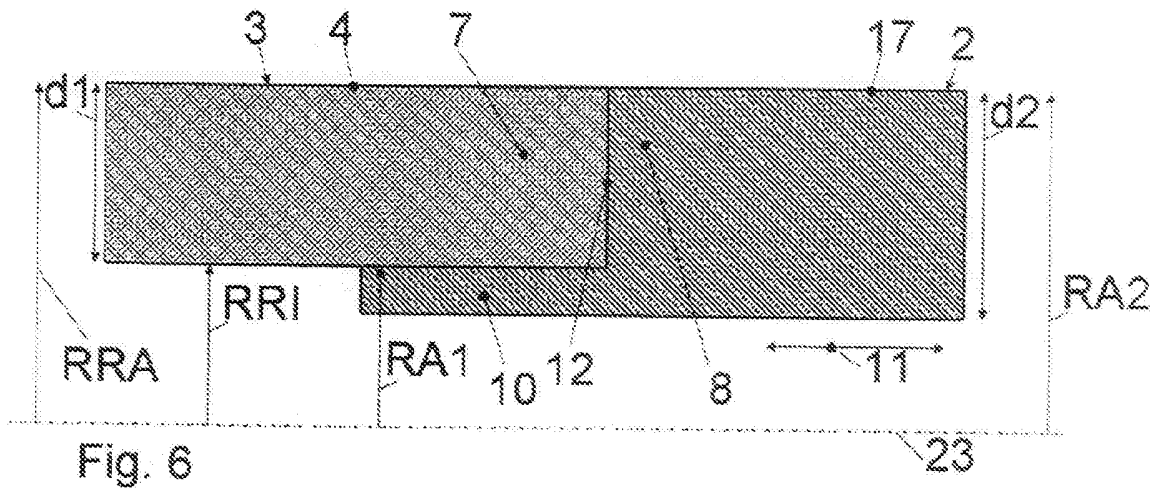


Fig. 4



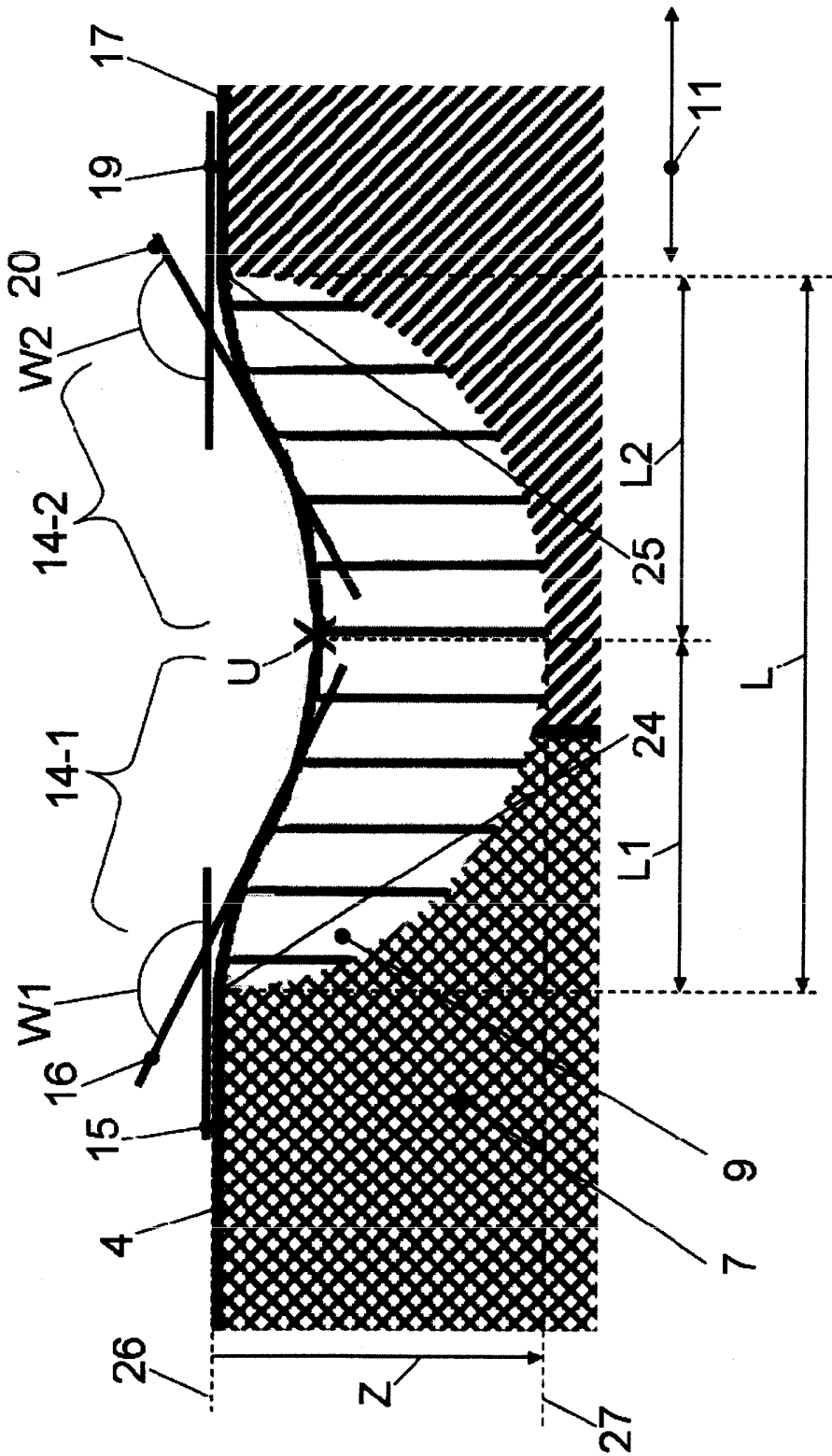


Fig. 8

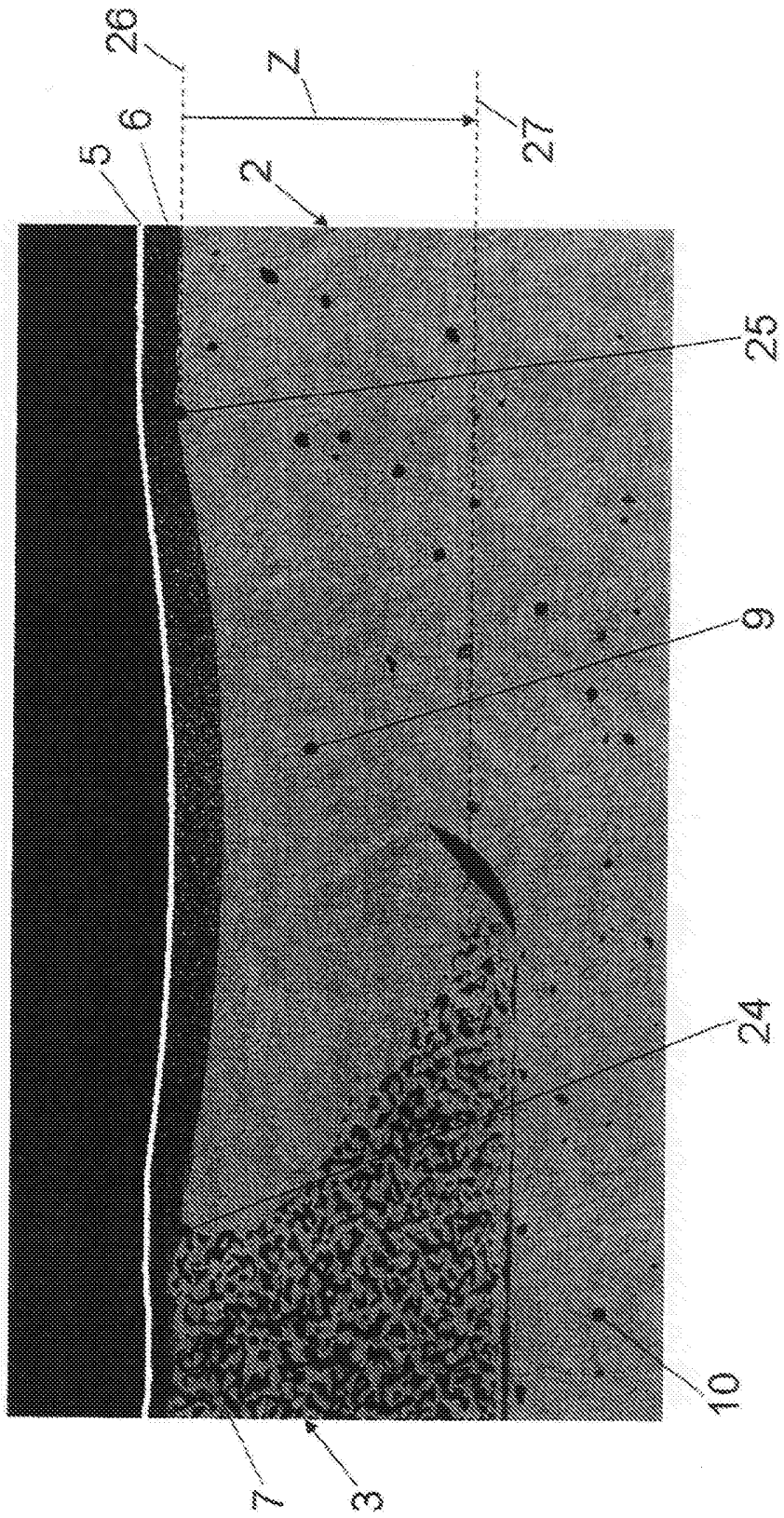


Fig. 9

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC ^B : B23K 26/20 (2006.01); B01D 69/12 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß ECLA: B23K 26/20, B01D 69/12		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B23K, B01D		
Konsultierte Online-Datenbank: wpi, epodoc, Volltext-Datenbanken		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 10. November 2010 eingereichten Ansprüchen erstellt.		
Die in der Gebrauchsmusterschrift veröffentlichten Ansprüche könnten im Verfahren geändert worden sein (§ 19 Abs. 4 GMG), sodass die Angaben im Recherchenbericht, wie Bezugnahme auf bestimmte Ansprüche, Angabe von Kategorien (X, Y, A), nicht mehr zutreffend sein müssen. In die dem Recherchenbericht zugrunde liegende Fassung der Ansprüche kann beim Österreichischen Patentamt während der Amtsstunden Einsicht genommen werden.		
Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 103 59 813 A1 (BASF AG) 21. Juli 2005 (21.07.2005) Absätze [003], [0007] - [0008]; Fig. 4A - 4D	1-7, 9-12, 17-18
A		8, 13-16
A	FR 2 858 776 A1 (CIE D ETUDES DES TECHNOLOGIES) 18. Feber 2005 (18.02.2005) Zusammenfassung, Fig. 3 - 4	1 - 18
A	JP 4326931 A (MITSUBISHI KAKOKI KK) 16. November 1992 (16.11.1992) Zusammenfassung, Fig. 1 [online] [ermittelt am 14.04.2011]. Ermittelt in: EPOQUE EPODOC Datenbank	1 - 18
¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		
Datum der Beendigung der Recherche: 14. April 2011	☒ Fortsetzung siehe Folgeblatt	Prüfer(in): Dipl.-Ing. PAVDI