

(19)



Deutsches
Patent- und Markenamt



(10) **DE 10 2014 200 907 A1** 2015.07.23

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 200 907.3**

(22) Anmeldetag: **20.01.2014**

(43) Offenlegungstag: **23.07.2015**

(51) Int Cl.: **G01F 25/00 (2006.01)**

G01L 27/00 (2006.01)

G01L 21/00 (2006.01)

G01M 3/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, dieses wiederum vertreten durch den Präsidenten der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig, 38116 Braunschweig, DE; Institute of Metals and Technology (IMT), Ljubljana, SI

(72) Erfinder:

Jousten, Karl, 10965 Berlin, DE; Setina, Janez, Ljubljana, SI

(56) Ermittelter Stand der Technik:

EP 2 447 694 A1

JOUSTEN, K.: Handbook of Vacuum Technology. Weinheim: WILEY-VCH Verlag (2008). ISBN 978-3-527-40723-1. S. 675 – 681.

(74) Vertreter:

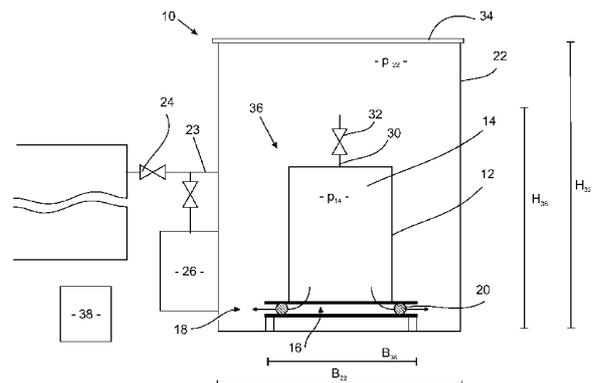
GRAMM, LINS & PARTNER GbR, 38122 Braunschweig, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Referenzausgasungsprobe und Verfahren zum Kalibrieren einer Ausgasungsmessvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Referenzausgasungssystem mit einem Reservoir (12), das ein Fluid (14) oder Fluidgemisch enthält, wobei das Reservoir (12) eine Öffnung (16) besitzt, einem Verschluss (18), der eine Dichtung (20) umfasst, mittels der die Öffnung (16) verschlossen ist, und einer Transportvakuumkammer (22), die das Reservoir (12), den Verschluss (18) und die Dichtung (20) umgibt und in der ein Kammer-Druck (p_{22}) von weniger als 10 Kilopascal, insbesondere 1 Kilopascal, herrscht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Referenzausgasungssystem. Der technische Hintergrund der vorliegenden Erfindung ist, dass beispielsweise bei der Herstellung von Mikrochips ein Ultrahochvakuum notwendig ist, um Optiken vor Ablagerungen zu schützen. Um die Tauglichkeit von Komponenten insbesondere für das Ultrahochvakuum bestimmen zu können, muss die Ausgasungsrate eines Bauteils bestimmt werden. Die Ausgasungsrate ist der Teilchenstrom an ausgasenden Stoffen. Die Ausgasungsrate wird in Pascal Litern pro Sekunde gemessen und bezieht sich jeweils auf die Temperatur, die in der Kammer herrscht, in der das zu untersuchende Bauteil angeordnet ist.

[0002] Zum Messen der Ausgasungsrate werden unterschiedliche Vorrichtungen und Verfahren verwendet, die kaum miteinander vergleichbar sind. Es ist daher wünschenswert, ein Referenzausgasungssystem zur Verfügung zu haben.

[0003] Es ist bisher nicht gelungen, ein Referenzausgasungssystem bereitzustellen, die die komplexen Anforderungen erfüllt.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Referenzausgasungssystem anzugeben, mittels der Ausgasungsmessvorrichtungen, insbesondere im Hoch- und Ultrahochvakuumbereich, kalibrierbar und prüfbar sind.

[0005] Die Erfindung löst das Problem durch ein Referenzausgasungssystem, die ein Reservoir, das ein Fluid oder ein Fluidgemisch enthält, wobei das Reservoir eine Öffnung besitzt, einen Verschluss, der eine Dichtung umfasst, mittels der die Öffnung verschlossen ist, und eine Transportvakuumkammer umfasst, die das Reservoir, den Verschluss und die Dichtung umgibt und in der ein Kammer-Druck von weniger als 10 Kilopascal, insbesondere 1 Kilopascal, herrscht.

[0006] Vorteilhaft an einem derartigen Referenzausgasungssystem ist, dass sie in räumlich weit voneinander beabstandeten Ausgasungsmessvorrichtungen eingesetzt werden kann, so dass die Messgenauigkeiten und die Messergebnisse unterschiedlicher, räumlich weit beabstandeter Ausgasungsmessvorrichtungen vergleichbar wird. Das erst ermöglicht die Kalibrierung und das Vergleichen von Ausgasungsmessvorrichtungen mit Rückführung auf einen nationalen Standard.

[0007] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die Permetation eines Fluids durch eine Dichtung dann zur Herstellung eines Referenzausgasungssystem genutzt werden kann, wenn beim Transport dieses Referenzausgasungssystem von einer Ausgasungsmessvorrichtung zu einer weiteren

der Druck in der das Vakuum umgebenden Transportvakuumkammer so gering ist, dass der Konzentrationsgradient in guter Näherung konstant bleibt, der sich in der Dichtung einstellt. Auf diese Weise kann ein Referenzausgasungssystem erhalten werden, die gleichzeitig eine geeignete Ausgasung zeigt und deren Ausgasrate dennoch zeitlich in guter Näherung konstant bleibt.

[0008] Vorteilhaft an dem erfindungsgemäßen Referenzausgasungssystem ist zudem, dass eine Vielzahl an Fluiden verwendet werden kann. Es ist daher möglich, Ausgasungsmessvorrichtungen für eine Vielzahl an Fluiden zu kalibrieren. Insbesondere kann das Fluid wasserdampf- und/oder kohlenwasserstoffhaltig sein, so dass Ausgasungsmessvorrichtungen auch in Bezug auf Wasserdampf und/oder Kohlenwasserstoffe kalibriert und/oder geprüft werden können. Das stellt einen bedeutenden Vorteil dar.

[0009] Vorteilhaft ist zudem, dass eine Referenzausgasungsprobe, die ein Reservoir, das ein Fluid oder Fluidgemisch enthält, wobei das Reservoir eine Öffnung besitzt, und einen Verschluss, der eine Dichtung umfasst, mittels der die Öffnung verschlossen ist, und die in dem Transportvakuumbehälter angeordnet ist, nur ein kleines Volumen beansprucht. Sie kann daher an die Stelle einer Ausgasungsmessvorrichtung gelegt werden, an ein Prüfling platziert wird. Dadurch werden Probleme aufgrund unterschiedlicher Strömungsverhältnisse in der Ausgasungsmessvorrichtung bei einer abweichenden Platzierung vermieden.

[0010] Vorteilhaft ist zudem, dass eine gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen elastische Dichtung vor einer Kontamination durch Umgebungsluft geschützt ist. Dadurch wird die Umgebungsluft daran gehindert, die Permeationseigenschaften der Dichtung zu verändern. Auch wird ein Eindiffundieren von in der Luft befindlichen Molekülen in die Dichtung verhindert, was ansonsten die Ausgasungscharakteristik verfälschen könnte.

[0011] Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung wird unter dem Reservoir insbesondere ein Behälter verstanden, das lediglich durch die Öffnung zur Transportvakuumkammer für das Fluid geöffnet ist. In anderen Worten kann das Fluid lediglich durch die Öffnung in die Transportvakuumkammer gelangen. Selbstverständlich existiert stets ein zumindest theoretischer Leckstrom aus dem Inneren des Reservoirs durch eine Wandung des Reservoirs in die Transportvakuumkammer. Ein derartiger Leckstrom ist aber um zumindest acht Größenordnungen kleiner als der Strom an Fluid durch die Dichtung in die Transportvakuumkammer.

[0012] Die Dichtung ist vorzugsweise eine Hochvakuumdichtung, wobei unter einer Hochvakuumdichtung

eine Dichtung verstanden wird, die weniger als 10^{-2} Pascal Liter pro Sekunde ausgast.

[0013] Unter dem pV-Durchfluss wird der nach ISO 3529/1, DIN 28400/1 definierte pV-Durchfluss verstanden.

[0014] Es ist günstig, wenn die Transportvakuumkammer eine Schleuse und/oder eine Anschlussleitung, insbesondere mit Ventil, umfasst, mittels der das Referenzausgasungssystem an eine Messvorrichtung angeschlossen werden kann.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform hat das Reservoir ein Volumen von höchstens 5 Liter, insbesondere höchstens 1 Liter, vorzugsweise höchstens 0,5 Liter. Je kleiner das Volumen des Reservoirs ist, desto einfacher lässt es sich in eine Ausgasungsmessvorrichtung einbringen. Dadurch, dass der pV-Durchfluss, also die Ausgasung, durch die Dichtung in aller Regel sehr klein ist, kann das Reservoir ebenfalls ein relativ kleines Volumen aufweisen.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform hat das Referenzausgasungssystem eine maximale Ausdehnung von 5 cm, insbesondere von 3 cm. Hierunter ist zu verstehen, dass das Referenzausgasungssystem in einer gedachten kugelförmigen Hülle mit einem Durchmesser von 5 cm, insbesondere von 3 cm, Platz finden kann. Diese geringen Abmessungen erlauben es, das Referenzausgasungssystem in unterschiedlichsten Ausgasungsmessvorrichtungen einzusetzen und diese so zu kalibrieren. Je größer die Transportvakuumkammer einer Ausgasungsmessvorrichtung, desto schwieriger ist sie für Ausgasungsvolumenmessungen zu konditionieren. Viele Ausgasungsmessvorrichtungen haben daher relativ kleine Transportvakuumkammern, so dass eine Kalibrierung bislang nicht möglich war.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besteht das Fluid zu zumindest 1 Masseprozent, insbesondere zu zumindest 1 Massen%, aus einem oder mehreren Kohlenwasserstoffen, die zwischen 1 und 15 Kohlenstoffatomen aufweisen. Der Rest der des Fluids ist vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe, die Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Helium, Argon, Krypton, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Wasser umfasst. Die Ausgasung von Kohlenwasserstoffen aus Bauteilen zu messen, hat sich bislang als sehr schwierig herausgestellt, so dass ein Referenzausgasungssystem für diese Anwendung besonders vorteilhaft ist. Aufgrund der relativ großen Moleküldurchmesser und Adsorptionsenergien von Kohlenwasserstoffen ist es zudem schwierig, Ausgasungsraten zu messen. Daher war es bisher nicht möglich, ein Referenzausgasungssystem für Kohlenwasserstoffe zu bauen.

[0018] Unter einem Kohlenwasserstoff werden insbesondere auch Verbindungen verstanden, die neben Kohlenstoff und Wasserstoff weitere Elemente umfassen. Insbesondere werden auch halogenierte Kohlenwasserstoffe als Kohlenwasserstoffe betrachtet.

[0019] Vorzugsweise sind ein Fluiddruck im Reservoir, der Kammer-Druck und die Dichtung so gewählt, dass der Fluiddruck pro Jahr um höchstens 20 %, insbesondere höchstens 10 %, besonders bevorzugt höchstens 1 %, abnimmt. Eine so geringe Abnahme des Fluiddrucks führt dazu, dass an dem Referenzausgasungssystem umfangreiche Untersuchungen durchgeführt werden können, ohne dass sich ihre Ausgasungseigenschaften zu deutlich ändern.

[0020] Günstig ist es, wenn die Größe der Transportvakuumkammer so gewählt ist, dass der Partialdruck des Fluids im Reservoir nach 14 Tagen auf nicht mehr als ein Zehntel, vorzugsweise ein Hundertstel, des Drucks des Fluids im Reservoir ansteigt. Beträgt beispielsweise der Partialdruck im Reservoir 3 Kilopascal, so beträgt der Druck in der Transportvakuumkammer nach 14 Tagen höchstens 30 Pascal. Bei gegebenem Druck im Reservoir und gegebener Dichtung wird die Transportvakuumkammer so dimensioniert, dass die Forderung erfüllt ist.

[0021] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtung elastisch und besteht insbesondere aus einem Elastomer. Vorteilhaft hieran ist, dass parasitäre Ströme zwischen dem Verschluss und der Dichtung weitgehend ausgeschlossen sind. Die Ausgasungsrate bleibt daher zeitlich in guter Näherung konstant.

[0022] Vorzugsweise hat das Referenzausgasungssystem eine Ausgasrate von weniger als 10^{-2} Pascal Liter pro Sekunde, insbesondere von weniger als 10^{-4} Pascal Liter pro Sekunde. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Ausgasrate höchstens 10^{-5} Pascal Liter pro Sekunde. Ausgasraten bis hinunter zu 10^{-10} Pascal Liter pro Sekunde sind erreichbar. So kleine Ausgasungsraten sind mit herkömmlichen Vorrichtungen, insbesondere dann, wenn Kohlenwasserstoffe eingesetzt werden, nur schwer zu erreichen.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Referenzausgasungssystem eine Vakuumpumpe, die zum Aufrechterhalten eines Kammer-Drucks von höchstens 10^{-1} Pascal, insbesondere höchstens 10^{-2} Pascal, mit der Transportvakuumkammer verbunden ist. Beispielsweise handelt es sich um eine Hochvakuumpumpe, beispielsweise eine Getterpumpe. Mittels dieser Vakuumpumpe wird die Druckdifferenz zwischen dem Innenraum des Reservoirs und der Transportvakuumkammer aufrecht erhalten, so dass der Konzentrationsgradient in der

Pumpe sich mit der Zeit nicht signifikant ändert. Dadurch bleibt die Ausgasungsrate zeitlich mit hoher Genauigkeit konstant.

[0024] Besonders bevorzugt besitzen das Reservoir und der Verschluss ultrahochvakuumtaugliche Oberflächen. Das kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Oberflächen elektropoliert und/oder so beschichtet sind, dass die Absorption von Fluiden minimiert wird.

[0025] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform hat die Transportkammer eine feinvakuumtaugliche Innenoberfläche. Hierunter wird insbesondere verstanden, dass bei einem Vakuum von 10^1 Pascal höchstens 100 Liter pro Sekunde von den Oberflächen abgegeben werden. Wenn das Referenzausgasungssystem wie gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen eine Verbindungsleitung besitzt, mittels der die Transportkammer an ein zu kalibrierendes oder zu prüfendes Gerät, beispielsweise eine Ausgasungsmessvorrichtung oder ein Massenspektrometer, anschließbar ist, so hat die Transportkammer vorzugsweise eine ultrahochvakuumtaugliche Oberfläche.

[0026] Die Erfindung löst das Problem zudem durch ein Verfahren zum Kalibrieren oder Prüfen einer Partialdruckmessgeräts, mit den Schritten: (a) Verbinden einer erfindungsgemäßen Referenzausgasungssystem mit dem Partialdruckmessgeräts und (b) Kalibrieren des Partialdruckmessgeräts anhand des aus der Referenzausgasungssystem austretenden pV-Durchflusses an Fluid.

[0027] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt

[0028] Fig. 1 eine schematische Zeichnung eines erfindungsgemäßen Referenzausgasungssystems.

[0029] Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Referenzausgasungssystem **10**, das auch als Referenzausgasungssystem bezeichnet werden kann. Das Referenzausgasungssystem **10** besitzt ein Reservoir **12**, das ein Fluid **14**, im vorliegenden Fall ein Gasgemisch, enthält. Das Reservoir **12** besitzt eine Öffnung **16**, die mittels eines Verschlusses **18** verschlossen ist. Der Verschluss **18** umfasst eine Dichtung **20**, die im vorliegenden Fall aus einem Elastomer oder Plastomer besteht. Beispielsweise ist die Dichtung **20** aus Polydimethylsiloxan, einem Fluorelastomer, Perfluorkautschuk, einem Perfluorelastomer, Silikonkautschuk, synthetischem Kautschuk oder Nitrilbutadienkautschuk gefertigt.

[0030] Das Reservoir **12** und der Verschluss **18** sind in einer Transportvakuumkammer **22** angeordnet, in der ein Kammer-Druck p_{22} herrscht. Die Transportvakuumkammer **22** hat eine Verbindungsleitung **23** zum

Anschließen an eine zu prüfende und/oder zu kalibrierende Ausgasungsmessvorrichtung oder ein Partialdruckmessgeräts. Der Kammer-Druck p_{22} ist um zumindest eine Größenordnung kleiner als ein Fluidruck p_{14} , der im Reservoir **12** herrscht.

[0031] Die Transportvakuumkammer **22** umfasst ein Anschlussventil **24**, mittels dem das Referenzausgasungssystem **10** an eine Vakuumpumpe **26** und/oder eine zu kalibrierende Ausgasungsmessvorrichtung **28** angeschlossen werden kann.

[0032] Das Reservoir **12** besitzt eine Anschlussleitung **30**, die mittels eines Vakuumventils **32** verschlossen ist. Anstelle des Vakuumventils **32** kann die Anschlussleitung **30** durch eine Crimpung oder auf andere Weise verschlossen sein. Durch die Anschlussleitung **30** wird das Reservoir **12** mit dem Fluid **14** befüllt. Danach wird die Anschlussleitung **30** verschlossen. Der Fluidruck p_{14} liegt im Bereich von 10 Pascal bis 1 Megapascal, vorzugsweise im Bereich von 2 Kilopascal bis **600** Kilopascal.

[0033] Der Kammer-Druck p_{22} wird von der Vakuumpumpe **26** auf 0,1 Pascal gehalten. Dadurch bildet sich in der Dichtung **20** ein Konzentrationsgradient aus. Durch die Dichtung **20** entweicht ein pV-Durchfluss q_{pV} , der im Folgenden als Ausgasungsrate bezeichnet wird, aus dem Reservoir **12**. Der Fluiddruck p_{14} , der Kammer-Druck p_{22} und die Dichtung **20** sind so gewählt, dass für die Ausgasungsrate $q_{pV} \leq 10^{-2}$ Pascal Liter pro Sekunde gilt.

[0034] Das Fluid **14** ist ein Gas, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Helium, Argon, Neon, Krypton, Xenon, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Wasser, Methan, Ethan und sonstige Kohlenwasserstoffe mit höchstens zwölf Kohlenstoffatomen umfasst. Alternativ ist das Fluid ein Gemisch aus zumindest zwei, insbesondere zwei, drei, vier, fünf oder sechs, Fluiden aus dieser Gruppe.

[0035] Wenn die Ausgasungsrate beispielsweise 10^{-4} Pascalliter pro Sekunde beträgt, ist es günstig, wenn ein Volumen V_{12} des Reservoirs beispielsweise 1000 cm^3 beträgt und ein Fluidruck von $p_{14} = 100$ kPa herrscht. In diesem Fall verändert sich der Ausgasungsstrom um weniger als 3 % pro Jahr.

[0036] Bei einer Ausgasungsrate von $q_{pV} = 10^{-6}$ Pascalliter pro Sekunde ist ein Volumen V_{12} des Reservoirs von 10 Kubikdezimeter ausreichend, um eine Abnahme der Ausgasungsrate q_{pV} von weniger als 3 % pro Jahr zu gewährleisten. Wird als Volumen $V_{12} = 1000$ Kubikzentimeter gewählt, beträgt der Verlust an pV-Durchfluss q_{pV} pro Jahr weniger als 0,03 %.

[0037] Befindet sich – wie gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen – im Reservoir eine Flüssigkeit, deren Dampfdruck für die Permeati-

on durch die Dichtung genutzt wird, ist das Volumen vorzugsweise so gebaut, dass die Flüssigkeitsmenge den notwendigen Dampfdruck zumindest 5 Jahre, insbesondere zumindest 10 Jahre, aufrecht erhält.

[0038] Die Transportvakuumkammer **22** besitzt einen Verschließvorrichtung **34**, im vorliegenden Fall in Form eines Deckels, der entfernbar ist. Die im Innern der Transportvakuumkammer **22** angeordneten Komponenten, insbesondere das Reservoir **12**, der Verschluss **18** sowie die Dichtung **20**, sind Bestandteile einer Referenzausgasungsprobe **36**.

[0039] Zum Kalibrieren einer Ausgasungsmessvorrichtung kann die Verschließvorrichtung **34** geöffnet werden. Die Referenzausgasungsprobe **36** wird dann entnommen und in die zu kalibrierende Ausgasungsmessvorrichtung **28** eingesetzt. Nach Vermessen der Ausgangsrate q_{pV} mittels der Ausgasungsmessvorrichtung wird die Referenzausgasungsprobe **36** aus der Ausgasungsmessvorrichtung entnommen und wieder in die Transportvakuumkammer **22** eingesetzt. Danach wird die Verschließvorrichtung **34** verschlossen und die Transportvakuumkammer **22** wird mittels der Vakuumpumpe **26** evakuiert. Selbstverständlich ist es möglich, zunächst eine Vorpumpe anzuschließen und die Transportvakuumkammer **22** vorzuevakuierten, bevor die Vakuumpumpe **26** oder einer separate Vakuumpumpe gestartet wird. Das ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Vakuumpumpe **26** eine Getterpumpe ist.

[0040] Die Referenzausgasungsprobe **36** hat eine Breite B_{36} , eine Höhe H_{36} und eine senkrecht zur Höhe und Breite verlaufende Tiefe T_{36} , die alle drei kleiner sind als 15 cm, insbesondere kleiner als 10 cm, vorzugsweise kleiner als 5 cm. Es ist daher möglich, die Referenzausgasungsprobe **36** auch in Ausgasungsmessvorrichtungen mit kleinem Probenraum zu verwenden. Eine Breite B_{22m} , eine Höhe H_{22} und eine Tiefe T_{22} der Transportvakuumkammer sind für die Einsatzmöglichkeiten weniger relevant, vorzugsweise sind sie jedoch nicht deutlich größer als die Abmessungen der Referenzausgasungsprobe **36**, um das Herstellen des Vakuums in der Transportvakuumkammer **22** nicht über Gebühr zu erschweren.

[0041] Zum Referenzausgasungssystem **10** bzw. zur Referenzausgasungsprobe **36** existiert vorzugsweise ein in **Fig. 1** schematisch eingezeichneter Kalibrierschein **38**, in dem die Ausgasungsraten q_{pV} für das Fluid bzw. die Komponenten des Fluids bei vorgegebenem Kammer-Druck p_{22} angegeben sind. Die Ausgasungsmessvorrichtung **28** kann daher durch Vergleich mit den im Kalibrierschein **38** angegebenen Ausgasungsraten kalibriert werden.

Bezugszeichenliste

10	Referenzausgasungssystem
12	Reservoir
14	Fluid
16	Öffnung
18	Verschluss
20	Dichtung
22	Transportvakuumkammer
23	Verbindungsleitung
24	Anschlussventil
26	Vakuumpumpe
28	Ausgasungsmessvorrichtung
30	Anschlussleitung
32	Vakuumventil
34	Verschließvorrichtung
36	Referenzausgasungsprobe
38	Kalibrierschein
p_{22}	Kammer-Druck
p_{14}	Fluiddruck
q_{pV}	pV-Durchfluss
V_{12}	Volumen des Reservoirs
B	Breite
H	Höhe

Patentansprüche

- Referenzausgasungssystem mit
 - einem Reservoir (**12**), das ein Fluid (**14**) oder Fluidgemisch enthält, wobei das Reservoir (**12**) eine Öffnung (**16**) besitzt,
 - einem Verschluss (**18**), der eine Dichtung (**20**) umfasst, mittels der die Öffnung (**16**) verschlossen ist, und
 - einer Transportvakuumkammer (**22**),
 - die das Reservoir (**12**), den Verschluss (**18**) und die Dichtung (**20**) umgibt und
 - in der ein Kammer-Druck (p_{22}) von weniger als 10 Kilopascal, insbesondere 1 Kilopascal, herrscht.
- Referenzausgasungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fluid (**14**)
 - zu zumindest 0,1 Massen-%, insbesondere zu zumindest 1 Massen-%, aus einem oder mehreren Kohlenwasserstoffen, die zwischen einem und mit fünfzehn Kohlenstoffatomen aufweisen, besteht und/oder
 - zu zumindest 0,1 Massen-%, insbesondere zu zumindest 1 Massen-%, aus Wasser besteht.
- Referenzausgasungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - ein Fluiddruck (p_{14}) im Reservoir (**12**),
 - der Kammer-Druck (p_{22}) und
 - die Dichtung (**20**) so gewählt sind, dass der Fluiddruck (p_{14}) pro Jahr um höchstens 20%, insbesondere höchstens 10%, abnimmt.

4. Referenzausgasungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichtung (20) elastisch ist und insbesondere aus einem Elastomer und/oder einem Plastomer besteht.

hand des aus der Referenzausgasungssystem (10) austretenden pV-Durchflusses (q_{pV}) an Fluid (14).

Es folgt eine Seite Zeichnungen

5. Referenzausgasungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Transportvakuumkammer (22) mit einer Vakuumpumpe (26), die zum Aufrechterhalten eines Kammer-Drucks (p_{22}) von höchstens 10^{-1} Pascal, insbesondere 10^{-3} Pascal, mit der Transportvakuumkammer (22) verbunden ist.

6. Referenzausgasungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Ausgasrate von weniger als 10^{-2} Pascal Liter pro Sekunde.

7. Referenzausgasungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- das Reservoir (12) und
- der Verschluss (18) eine ultrahochvakuumtaugliche Oberfläche besitzen, und/oder dass
- die Transportvakuumkammer (22), eine feinvakuumtaugliche Oberfläche besitzt.

8. Referenzausgasungsprobe (36), die

- (i) ein Reservoir (12), das ein Fluid (14) oder Fluidgemisch enthält, wobei das Reservoir (12) eine Öffnung (16) besitzt, und
- (ii) einen Verschluss (18), der eine Dichtung (20), mittels der die Öffnung (16) verschlossen ist, umfasst, und
- (iii) auf einen pV-Durchfluss (q_{pV}) an Fluid (14), der durch die Dichtung (20) tritt, kalibriert ist.

9. Verfahren zum Kalibrieren oder Prüfen einer Ausgasungsmessvorrichtung (28) oder eines Partialdruckmessgeräts, mit den Schritten:

- (a) Entnehmen einer Referenzausgasungsprobe (36), die
- (iv) ein Reservoir (12), das ein Fluid (14) oder Fluidgemisch enthält, wobei das Reservoir (12) eine Öffnung (16) besitzt, und
- (v) einen Verschluss (18), der eine Dichtung (20), mittels der die Öffnung (16) verschlossen ist, umfasst, aus einer Transportvakuumkammer (22), die das Reservoir (12), den Verschluss (18) und die Dichtung (20) umgibt und in der ein Kammer-Druck (p_{22}) von weniger als 10 Kilopascal, insbesondere 1 Kilopascal, herrscht,
- (b) Einbringen der Referenzausgasungsprobe (36) in die zu kalibrierende Ausgasungsmessvorrichtung (28), und
- (c) Kalibrieren oder Prüfen der Ausgasungsmessvorrichtung (28) oder des Partialdruckmessgeräts an-

Anhängende Zeichnungen

