



(10) **DE 11 2005 002 501 B4** 2014.10.09

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2005 002 501.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2005/020351**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2006/057148**
(86) PCT-Anmeldetag: **07.11.2005**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **01.06.2006**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **11.10.2007**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **09.10.2014**

(51) Int Cl.: **G01L 21/12 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2004-339239 **24.11.2004** **JP**

(73) Patentinhaber:
ULVAC, Inc., Chigasaki-shi, Kanagawa, JP

(74) Vertreter:
**Müller Hoffmann & Partner Patentanwälte mbB,
81541 München, DE**

(72) Erfinder:
**Miyashita, Takeshi, Chigasaki, Kanagawa, JP;
Takahashi, Naoki, Chigasaki, Kanagawa, JP**

(56) Ermittelte Stand der Technik:

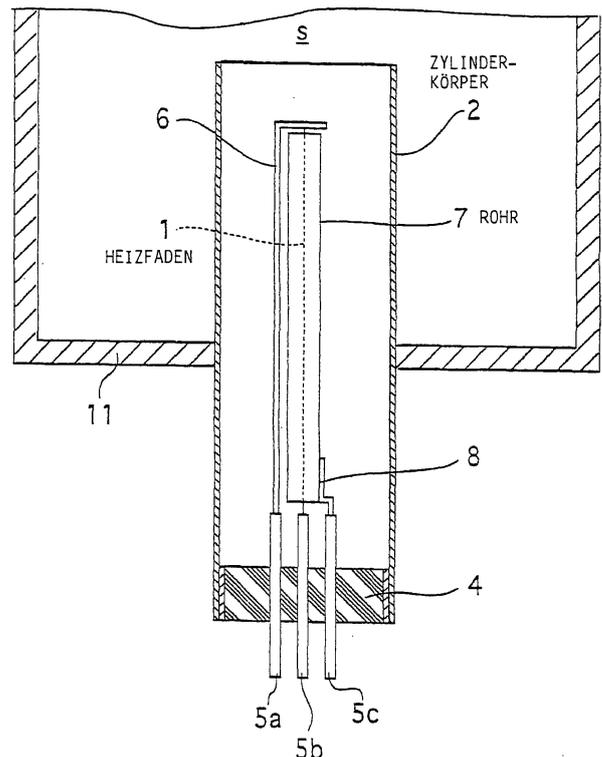
US	1 993 063	A
US	4 995 264	A
JP	H06- 66 662	A
JP	H07- 120 339	A

(54) Bezeichnung: **Pirani-Vakuummessvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Pirani-Vakuummessvorrichtung mit:
einem Zylinderkörper (2), dessen Inneres mit einem Raum (S) in Verbindung steht, dessen Druck zu messen ist;
einem im Zylinderkörper (2) enthaltenen Heizfaden (1); und
einem Rohr (7), das den Heizfaden (1) im Zylinderkörper (2) umgibt, so dass der Heizfaden (1) durch eine Mittelachse des Rohres (7) hindurchgeht,
wobei

(A) der kleinste Abstand zwischen den einander zugewandten Innenwänden des Rohres (7) weniger als 4 mm beträgt und

(B) das Rohr (7) mehr als 80% der Länge des Heizfadens (1) überdeckt, und
mit einer Heizfadenhalterung (6), welche im Zylinderkörper (2) enthalten ist und welche ein Ende des Heizfadens (1) haltet.



Beschreibung

[Technisches Gebiet]

[0001] Die Erfindung betrifft eine Pirani-Vakuummessvorrichtung zum Messen des Gasdrucks, und spezieller betrifft sie eine Pirani-Vakuummessvorrichtung, bei der ein in einem Raum, dessen Druck zu messen ist, angeordnetes Erfassungsteil verbessert ist.

[0002] Bei einer Pirani-Vakuummessvorrichtung wird ein Strom durch einen Heizfaden geschickt, um diesen zu erhitzen. Die durch das umgebende Gas vom Heizfaden **1** absorbierte Wärme hängt vom Gasdruck ab, so dass dieser unter Ausnutzung der Abhängigkeit von ihm gemessen wird. Der Heizfaden kann beispielsweise in Form einer Wendel vorliegen, wie in der Patentliteraturstelle 1.
Patentdokument 1: JP7-120339A

[0003] Die Fig. 7 zeigt schematisch den Aufbau der Pirani-Vakuummessvorrichtung gemäß dem Stand der Technik. Der Heizfaden **1** ist in einem Zylinderkörper **2** enthalten, der am oberen Ende offen ist und am unteren Ende durch ein Isolierelement **4** luftdicht verschlossen ist. Die Öffnung steht mit dem Raum *s* in Verbindung, dessen Druck zu messen ist, und auch das Innere des Zylinderkörpers **2** steht mit dem Raum *s* in Verbindung, wobei es sich um das Innere eines Vakuumbehälters **11** handelt. Der Heizfaden **1** steht mit dem Raum *s* in Kontakt, dessen Druck zu messen ist. Der Zylinderkörper **2** fungiert als Trennung zwischen dem Raum *s* und der Atmosphäre außerhalb des Vakuumbehälters **11**.

[0004] Das untere Ende des Heizfadens **1** ist mit dem leitenden Anschluss **5b** verbunden, der durch das Isolierelement **4** in den Zylinderkörper **2** eingesetzt ist. Das obere Ende des Heizfadens **1** ist mit dem oberen Ende eines Halters **6** für den leitenden Heizfaden verbunden, und das untere Ende desselben ist mit dem leitenden Anschluss **5a** verbunden, der durch das Isolierelement **4** in den Zylinderkörper **2** eingesetzt ist. Demgemäß ist der Heizfaden **1** elektrisch mit den leitenden Anschlüssen **5a** und **5b** verbunden, die mit einer nicht dargestellten Steuerungschaltung in der Atmosphäre außerhalb des Zylinderkörpers **2** verbunden sind. Elektrische Energie wird dem Heizfaden **1** über die leitenden Anschlüsse **5a** und **5b** zugeführt.

[0005] Der Heizfaden **1** wird in einen Teil einer nicht dargestellten Brückenschaltung eingebaut, und die Widerstandsänderung abhängig von einer Temperaturänderung des Heizfadens **1** wird bei der vermarkteten Pirani-Vakuummessvorrichtung durch die Brückenschaltung gemessen. Es bestehen Betriebsmodi mit konstantem Strom oder konstanter Spannung sowie mit konstanter Temperatur. Bei einer Pi-

rani-Vakuummessvorrichtung vom Typ mit konstanter Spannung oder konstantem Strom wird ein konstanter Strom oder eine konstante Spannung an die Brückenschaltung geliefert. Die Widerstandsänderung des Heizfadens **1** abhängig von einer Temperaturänderung auf Grund einer Änderung des Gasdrucks wird als Ungleichgewichtsspannung der Brückenschaltung erfasst. Bei der Pirani-Vakuummessvorrichtung vom Typ mit konstanter Temperatur wird, bei Erfassung der Ungleichgewichtsspannung, ein Strom so an die Brückenschaltung zurückgeführt, dass der Widerstand oder die Temperatur des Heizfadens **1** konstant gehalten wird und das Gleichgewicht der Brückenschaltung aufrechterhalten bleibt. Die elektrische Energie wird automatisch so geregelt, dass die durch das Gas absorbierte Wärmemenge so kompensiert wird, dass die Temperatur des Heizfadens **1** konstant gehalten wird. Demgemäß wird der Gasdruck mittels der zugeführten elektrischen Leistung erfasst. Die übliche Messgenauigkeit beträgt im durch eine Pira-Pirani-Vakuummessvorrichtung üblicherweise gemessenen Druckbereich (unter $3 \cdot 10^3$ Pa) ungefähr $\pm 30\%$.

[0006] Die US 1,993,063 beschreibt eine Pirani-Vakuummessvorrichtung, bei welcher innerhalb einer Glasumhüllung ein Strahlungskörper in Form eines Filaments oder eines Stabes aus Metall oder Kohlenstoff ausgebildet ist. Der Strahlungskörper ist von einem zylindrischen Spiegel aus einem hochschmelzenden Metall umgeben.

Offenbarung der Erfindung

Durch die Erfindung zu lösendes Problem

[0007] Bei der bekannten Pirani-Vakuummessvorrichtung besteht zwischen bei vertikaler oder senkrechter Position des Heizfadens **1** gemessen und horizontaler oder orthogonal zur senkrechten Position des Heizfadens **1** gemessenen Drücken innerhalb des Bereichs zwischen ungefähr 104 Pa und Atmosphäre eine große Differenz. Selbst wenn derselbe Gasdruck in der horizontalen und der vertikalen Position gemessen wird, existiert eine Differenz von mehr als 50% für die Positionen. In der horizontalen Position erfährt der Heizfaden mehr Einfluss durch die Konvektion und damit die Wärmeübertragung im Zylinderkörper. Demgemäß wird vom Heizfaden eine größere Wärmemenge absorbiert. Beispielsweise wird in der Pirani-Vakuummessvorrichtung mehr elektrische Leistung zugeführt. Im Ergebnis besteht die Tendenz, dass der gemessene Druck höher als der tatsächliche Druck ist.

[0008] Die Temperatur des Gases im Zylinderkörper **2** stimmt im Wesentlichen mit der des Zylinderkörpers **2** überein. Die Atmosphärentemperatur außerhalb des Vakuumbehälters **11** hat einen gewissen Einfluss auf den Zylinderkörper **2**. Demgemäß än-

dert sich die Temperatur des Gases im Zylinderkörper **2** mit der Atmosphäre. Die Temperatur des Heizfadens **1** hängt von der Umgebungstemperatur und dem Gasdruck ab. Die Temperatur des Heizfadens **1** hängt auch von der Differenz zwischen seiner Temperatur und der Gastemperatur ab. So ist die Messgenauigkeit beeinträchtigt.

[0009] Die Erfindung erfolgte unter Berücksichtigung des obigen Problems. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Pirani-Vakuummessvorrichtung mit hoher Abhängigkeit von einer Änderung des Gasdrucks zu schaffen, die daher den Gasdruck mit hoher Genauigkeit messen kann.

Maßnahmen zum Lösen des Problems

[0010] Die der Erfindung zu Grunde liegenden Probleme werden bei einer Pirani-Vakuummessvorrichtung erfindungsgemäß mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0011] Die Erfindung verwendet die folgenden Anordnungen, um das obige Problem zu lösen.

[0012] Eine Pirani-Vakuummessvorrichtung gemäß der Erfindung weist Folgendes auf; einen Zylinderkörper in Verbindung mit einem Raum, dessen Druck zu messen ist; einen Heizfaden im Zylinderkörper; und ein Rohr, das den Heizfaden im Zylinderkörper umgibt, wobei der Abstand zwischen den einander zugewandten Innenseiten mindestens 6 mm beträgt, und der mehr als 80% der Länge des Heizfadens abdeckt.

[0013] Der Raum um den Heizfaden herum wird durch das Rohr eingeschränkt. So ist es schwierig, dass zwischen der horizontalen Position und der vertikalen Position auf Grund von Konvektion und Wärmeübertragung eine Differenz auftritt. Die Variation der gemessenen Drücke auf Grund der unterschiedlichen Positionen des Heizfadens **1** kann verringert werden, wodurch die Messgenauigkeit verbessert ist. Der Heizfaden **1** zeigt nur schwer einen Einfluss betreffend eine Änderung des Zylinderkörpers mit dem Rohr. So kann eine Änderung der Temperatur des Heizfadens **1** auf Grund einer Temperaturänderung des Gases verringert werden. Auch auf Grund dieser Tatsache kann die Messgenauigkeit verbessert werden.

[0014] Am Rohr ist ein Temperatursensor angebracht. Der Druckanzeigewert wird mit dem Ausgangssignal des Temperatursensors kompensiert. So kann der Einfluss einer Variation der Gastemperatur verringert werden, um die Messgenauigkeit zu verbessern. In diesem Fall kann das Ansprechverhalten des Druckanzeigewerts bei einer Druckänderung

insbesondere bei einem Druck über 10^4 Pa verbessert werden.

[Wirkung der Erfindung]

[0015] Es kann der Einfluss von Faktoren wie unterschiedlichen Positionen und einer Änderung der Temperatur des Raums um den Heizfaden herum, mit Ausnahme einer Änderung des Gasdrucks des zu messenden Gases, verringert werden. In diesem Fall kann das Ansprechverhalten der Druckanzeigewerte abhängig von einer Änderung des Gasdrucks verbessert werden. Es ist die Abhängigkeit der Temperatur des Heizfadens vom Gasdruck erhöht, und so kann der Gasdruck genau gemessen werden.

[Kurze Beschreibung der Zeichnungen]

[0016] Fig. 1 ist eine schematische Ansicht einer Pirani-Vakuummessvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung.

[0017] Fig. 2 ist eine schematische Ansicht einer Pirani-Vakuummessvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

[0018] Fig. 3 ist ein Kurvenbild, das die Beziehung zwischen der Messdruckdifferenz in der horizontalen und der vertikalen Position und dem Innendurchmesser des Rohrs zeigt.

[0019] Fig. 4 ist ein Kurvenbild, das die Beziehung zwischen der Messdruckdifferenz in der horizontalen und der vertikalen Position und dem Innendurchmesser des Rohrs sowie dem Verhältnis Rohrlänge/Fadenlänge zeigt.

[0020] Fig. 5 ist ein Kurvenbild, das die Beziehung zwischen der Messdruckdifferenz in der horizontalen und der vertikalen Position und dem Verhältnis Rohrlänge/Fadenlänge zeigt.

[0021] Fig. 6 ist ein Kurvenbild, das die Änderung von Druckanzeigewerten vom Vakuumdruck bis zur Atmosphäre im Verlauf der Zeit zeigt.

[0022] Fig. 7 ist eine schematische Ansicht der Pirani-Vakuummessvorrichtung gemäß dem Stand der Technik.

Bezugszeichenliste

1	Heizfaden
2	Zylinderkörper
4	Isolierelement
6	leitende Fadenhalterung
7	Rohr

- 8** Rohhalterung
- 9** Temperatursensor
- 11** Vakuumbehälter
- s** Raum, dessen Druck zu messen ist

[Beste Ausführungsform der Erfindung]

[0023] Als Nächstes werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen detaillierte Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die Ausführungsform beschränkt, sondern auf Grundlage des technischen Konzepts der Erfindung sind verschiedene Modifizierungen möglich.

[Erste Ausführungsform]

[0024] Die Fig. 1 zeigt eine Pirani-Vakuummessvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Der Heizfaden **1** ist im Zylinderkörper **2** enthalten. Der Heizfaden **1** besteht aus einem Metalldraht wie einem Platindraht. Der Zylinderkörper **2** ist am oberen Ende offen, und er ist durch das Isolierelement **4** am unteren Ende luftdicht verschlossen. Für den Heizfaden **1** besteht keine Einschränkung auf Linienform, sondern er kann in Form einer Wendel vorliegen. Der Heizfaden **1** ist entlang der Mittelachse des Zylinderkörpers **2** oder nahe derselben langgestreckt.

[0025] Das offene Ende des Zylinderkörpers **2** steht mit dem Raum **s** im Inneren des Vakuumbehälters **11** in Verbindung. Der Heizfaden **1** steht mit dem Gas im Raum **s** in Kontakt. Der Zylinderkörper **2** fungiert als Trennung zwischen dem Raum **s** und der Atmosphäre außerhalb des Vakuumbehälters **11**.

[0026] Das untere Ende des Heizfadens **1** ist mit einem leitenden Anschluss **5b** verbunden, der durch das Isolierelement **4** hindurch in den Zylinderkörper **2** eingesetzt ist. Das obere Ende des Heizfadens **1** ist mit dem oberen Ende eines leitenden Fadenhalters **6** verbunden. Das untere Ende des leitenden Fadenhalters **6** ist mit dem leitenden Anschluss **5a** verbunden, der durch das Isolierelement **4** hindurch luftdicht in den Zylinderkörper **2** eingesetzt ist. Demgemäß ist das Ende des Heizfadens **1** elektrisch mit den leitenden Anschlüssen **5a** und **5b** verbunden, die mit einer nicht dargestellten Steuerungsschaltung verbunden sind, die in der Atmosphäre außerhalb des Vakuumbehälters **11** angebracht ist. Dem Heizfaden **1** wird durch die leitenden Anschlüsse **5a** und **5b** elektrische Leistung zugeführt.

[0027] Ein Rohr **7** umgibt den Heizfaden **1**. Der Letztere ist entlang der Mittelachse in das Erstere eingesetzt. Das Rohr **7** ist an den beiden Enden offen. Außerdem steht es mit dem Heizfaden **1** nicht in Kontakt. Das Innere des Rohrs **7** steht über seine beiden offenen Enden mit dem Raum **s**, dessen Druck

zu messen ist, und dem Inneren des Zylinderkörpers **2** in Verbindung.

[0028] Das Rohr **7** ist durch eine Rohhalterung **8** am unteren Ende gehalten. Dadurch sind der Heizfaden **1** und der Zylinderkörper **2** konzentrisch angeordnet. Die Rohhalterung **8** ist am leitenden Anschluss **5c** befestigt, der durch das Isolierelement **4** hindurch luftdicht in den Zylinderkörper **2** eingesetzt ist. Die Rohhalterung **8** steht mit der Fadenhalterung **6** nicht in Kontakt.

[0029] Das Rohr **7** ist zylindrisch, und sein Innendurchmesser beträgt weniger als 6 mm. Das Rohr **7** beträgt mehr als 80% der Länge des Heizfadens **1**. Um zu verhindern, dass das Innere des Rohrs **7** mit erwärmtem Gas gefüllt ist und die Temperatur des Gases im Inneren des Rohrs **7** erhöht ist, so dass ein gewisser Einfluss auf die Temperaturänderung des Heizfadens **1** besteht, besteht das Rohr **7** vorzugsweise aus einem gut wärmeleitenden Material wie Metall.

[0030] Der Heizfaden **1** ist in einen Teil einer nicht dargestellten Brückenschaltung eingebaut, und die Widerstandsänderung abhängig von einer Temperaturänderung des Heizfadens **1** wird durch die Brückenschaltung erfasst. Bei einer Pirani-Vakuummessvorrichtung vom Typ mit konstanter Temperatur wird, beim Erfassen der Ungleichgewichtsspannung, ein Strom so an die Brückenschaltung zurückgeführt, dass der Widerstand oder die Temperatur des Heizfadens **1** konstant gehalten wird und das Gleichgewicht der Brückenschaltung erhalten bleibt. Die elektrische Leistung wird automatisch so geregelt, dass die durch das Gas absorbierte Wärmemenge so kompensiert wird, dass die Temperatur des Heizfadens **1** konstant gehalten wird. Demgemäß wird der Gasdruck mittels der zugeführten elektrischen Leistung erfasst.

[0031] Gemäß der ersten Ausführungsform hergestellte Pirani-Vakuummessvorrichtungen wurden hinsichtlich verschiedener Funktionsfähigkeiten gemessen.

[0032] Der Heizfaden **1** wurde aus Platin mit einem Durchmesser von 25 µm und einer Länge von 56 mm hergestellt. Das Rohr **7** war zylindrisch aus rostfreiem Material, mit einer Dicke von 60 µm. Der Innendurchmesser und die Länge wurden variiert. Der Zylinderkörper **2**, die leitende Fadenhalterung **6** und die Halterung **8** wurden aus rostfreiem Material hergestellt.

[0033] Die Fig. 4 ist ein Kurvenbild, das die Beziehung zwischen dem Innendurchmesser des Rohrs **7**, dem Verhältnis Länge des Rohrs **7**/Länge des Heizfadens **1** und Druckunterschieden zeigt, wobei Werte in der horizontalen und der vertikalen Position bei einem Druck des gemessenen Gases (Stickstoff) von 1×10^5 Pa angegeben sind.

[0034] Wie es aus der **Fig. 4** ersichtlich ist, betrug die Druckdifferenz der Druckanzeigewerte in der horizontalen und der vertikalen Position bei einem Innendurchmesser von weniger als 6 mm und einem Verhältnis Rohrlänge/Fadenlänge über 80% oder einer Abdeckung des Rohrs gegenüber dem Heizfadens **1** über 80% unter 40%. Bei der bekannten Pirani-Vakuummessvorrichtung betrug der Wert über 50%, so dass die Druckdifferenz bei dieser Ausführungsform stark verringert war.

[0035] Ferner betrug die Druckdifferenz der Druckanzeigewerte in der horizontalen und der vertikalen Position bei einem Innendurchmesser von weniger als 5 mm und einem Verhältnis Rohrlänge/Fadenlänge über 80% oder einer Abdeckung des Rohrs zum Heizfaden **1** über 80% unter 40%.

[0036] Die **Fig. 3** zeigt die Beziehung zwischen dem Innendurchmesser des Rohrs **7** und den Druckdifferenzen der Druckanzeigewerte in der horizontalen und der vertikalen Position bei derselben Länge (56 mm) des Rohrs und des Heizfadens **1** bei jeweiligen Drücken des Gases (Stickstoff) von 6×10^3 Pa, 1×10^4 Pa, 1×10^5 Pa.

[0037] Wie es aus dem Ergebnis der **Fig. 3** ersichtlich ist, war bei einem Druck von unter 1×10^5 Pa die Druckdifferenz der in der horizontalen und der vertikalen Position angezeigten Druckanzeigewerte ferner bei einem Innendurchmesser des Rohrs **7** von weniger als 6 mm und einem Verhältnis Rohrlänge/Fadenlänge von mehr als 80% (100% in der **Fig. 3**) auf unter 30% verringert, und bei einem Innendurchmesser von unter 4 mm bei einem Druck unter 1×10^5 Pa war ferner die Druckdifferenz der Druckanzeigewerte in der horizontalen und der vertikalen Position auf unter 10% verringert. Ferner war der Wert bei einem Innendurchmesser von unter 3 mm und unter einem Druck von 1×10^5 Pa auf unter einige wenige % verringert.

[0038] Die **Fig. 5** zeigt die Beziehung zwischen der Druckdifferenz der Druckanzeigewerte in der horizontalen und der vertikalen Position und dem Verhältnis Rohrlänge/Länge des Heizfadens **1**, wie aus den Daten der **Fig. 4** erhalten. Der Durchmesser des Rohrs **7** betrug 3 mm. Wie es aus der **Fig. 5** erkennbar ist, war, wenn das Rohr **7** mehr als 80% der Länge des Heizfadens **1** abdeckte, die Druckdifferenz der Druckanzeigewerte in der horizontalen und der vertikalen Position auf weniger als 10% verringert. Dies ist hervorragend.

[0039] Bisher war die Druckdifferenz der Druckanzeigewerte in der horizontalen und der vertikalen Position bei einem relativen hohen Druck nahe dem Atmosphärendruck (1×10^5 Pa) groß. Jedoch ist bei dieser Ausführungsform die Druckdifferenz der Druckanzeigewerte in der horizontalen und der vertikalen

Position unter den obigen Druck verringert. Der Gasdruck wird genau gemessen. Bei dieser Ausführungsform ist der Druckbereich, in dem der Druck genau gemessen werden kann, im Gegensatz zum Stand der Technik viel größer.

[0040] Für das Material des Rohrs **7** besteht keine Einschränkung auf rostfreies Material. Jedoch sollte für das Rohr **7** adiabatisches Material verwendet werden, da das Innere desselben mit erwärmtem Gas gefüllt ist, wobei sich die Temperatur des Heizfadens **1** ändert. Es ist bevorzugt, dass für das Rohr **7** ein wärmeleitendes Material verwendet wird.

[0041] Für die Dicke des Rohrs **7** besteht keine Einschränkung auf 60 μm , sondern sie kann entsprechend der Wärmeleitfähigkeit des für es verwendeten Materials konzipiert werden, um eine gute Wärmeleitfähigkeit aufrechtzuerhalten. Beispielsweise ist die Wärmeleitfähigkeit einer Aluminiumlegierung höher als die eines rostfreien Materials. Demgemäß kann die Dicke des rostfreien Materials größer sein. Statt dessen kann als wärmeleitendes Material für das Rohr **7** Mo, W, Al, Cu und Ni verwendet werden.

[0042] Für die Querschnittsform des Rohrs **7** besteht keine Einschränkung auf einen Kreis, sondern es kann sich um ein Dreieck, ein Quadrat oder ein Vieleck handeln, oder die Form kann langgestreckt sein. In diesem Fall sollte der Innendurchmesser dem kleinsten Abstand zwischen den einander zugewandten Innenwänden des Rohrs entsprechen.

[Zweite Ausführungsform]

[0043] Als Nächstes wird die zweite Ausführungsform der Erfindung beschrieben. Diejenigen Teile, die denen bei der ersten Ausführungsform entsprechen, werden mit denselben Bezugswerten gekennzeichnet, und eine detaillierte Beschreibung derselben wird weggelassen.

[0044] Beim Stand der Technik, bei dem kein Rohr **7** verwendet wird, wird der Zylinderkörper **2** durch die Wärme vom Heizfaden **1** erwärmt, und so variiert die Temperatur des Zylinderkörpers **2**, und es variiert diejenige seines Inneren. Demgemäß kann sich die Temperatur des Heizfadens **1** leicht ändern. Es besteht das Problem, dass das Ansprechverhalten des Druckanzeigewerts abhängig von einer Druckänderung klein ist.

[0045] Demgemäß ist bei der zweiten Ausführungsform, wie es in der **Fig. 2** dargestellt ist, an der Außenwand des Rohrs **7** ein Temperatursensor **9** angebracht. Der Druckanzeigewert wird durch die ausgegebene oder erfasste Temperatur korrigiert. Der Temperatursensor **9** ist über Leitungen **10** zu den leitenden Anschlüssen **5d** und **5e** mit einer nicht dargestellten Temperaturkorrekturschaltung verbun-

den. Eine Temperaturkorrekturschaltung erzeugt einen Druckanzeigewert, der auf Grundlage des Ausgangssignals der Temperaturkorrekturschaltung korrigiert wird. Dadurch wird eine Änderung der Temperatur des Heizfadens **1** auf Grund einer Änderung der Gastemperatur im Inneren des Rohrs **7** aufgehoben.

[0046] Die gemäß der zweiten Ausführungsform hergestellte Pirani-Vakuummessvorrichtung wurde hinsichtlich des Ansprechverhaltens gemessen. Als Temperatursensor **9** wurde ein Platin-Messwiderstand verwendet. Der Innendurchmesser entsprach 3 mm. Das Verhältnis Rohrlänge/Länge des Heizfadens **1** betrug 100%. Die anderen Bedingungen waren dieselben wie bei der ersten Ausführungsform. Als Temperatursensor **9** kann eine Diode verwendet werden.

[0047] Die Fig. 6 zeigt die Druckanzeigewerte im Verlauf der Zeit für den Fall, dass Gas (Stickstoff) ausgehend von einem Druck von unter 1 Pa bis zum Atmosphärendruck in den Raum *s* eingeleitet wird. Die durchgezogene Linie zeigt die mit dem Temperatursensor **9** korrigierten Druckanzeigewerte, und die gestrichelte Linie zeigt die unkorrigierten Druckanzeigewerte. Wenn die Temperaturkorrektur ausgeführt wird, werden die Druckanzeigewerte nach ungefähr 30 Sekunden stabil. Wenn die Temperaturkorrektur nicht ausgeführt wird, werden sie nach mehr als ungefähr 200 Sekunden stabil. Das Ansprechverhalten wurde durch den Temperatursensor **9** verbessert.

[0048] Bei einem Halbleiterprozess wurde das Öffnen und Schließen eines Ventils zum Einleiten von Prozessgas in eine Bearbeitungskammer kontrolliert, wobei die Druckanzeigewerte überwacht wurden. Das hohe Ansprechverhalten unterdrückt einen Verzug bei der Öffnungs- und Schließkontrolle des Ventils bei einer Änderung des Gasdrucks in der Bearbeitungskammer.

Patentansprüche

1. Pirani-Vakuummessvorrichtung mit:
 einem Zylinderkörper (**2**), dessen Inneres mit einem Raum (S) in Verbindung steht, dessen Druck zu messen ist;
 einem im Zylinderkörper (**2**) enthaltenen Heizfaden (**1**); und
 einem Rohr (**7**), das den Heizfaden (**1**) im Zylinderkörper (**2**) umgibt, so dass der Heizfaden (**1**) durch eine Mittelachse des Rohres (**7**) hindurchgeht, wobei
 (A) der kleinste Abstand zwischen den einander zugewandten Innenwänden des Rohrs (**7**) weniger als 4 mm beträgt und
 (B) das Rohr (**7**) mehr als 80% der Länge des Heizfadens (**1**) überdeckt, und

mit einer Heizfadenhalterung (**6**), welche im Zylinderkörper (**2**) enthalten ist und welche ein Ende des Heizfadens (**1**) haltet.

2. Pirani-Vakuummessvorrichtung nach Anspruch 1, bei der das Rohr (**7**) wärmeleitend ist.

3. Pirani-Vakuummessvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der am Rohr (**7**) ein Temperatursensor (**9**) angebracht ist und ein Druckanzeigewert auf Grundlage des Ausgangssignals des Temperatursensors (**9**) korrigiert wird.

4. Pirani-Vakuummessvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der der Heizfaden (**1**) aus Platin besteht und das Rohr (**7**) aus rostfreiem Material besteht.

5. Pirani-Vakuummessvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der der Heizfaden (**1**) aus Platin besteht und das Rohr (**7**) aus Nickel besteht.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

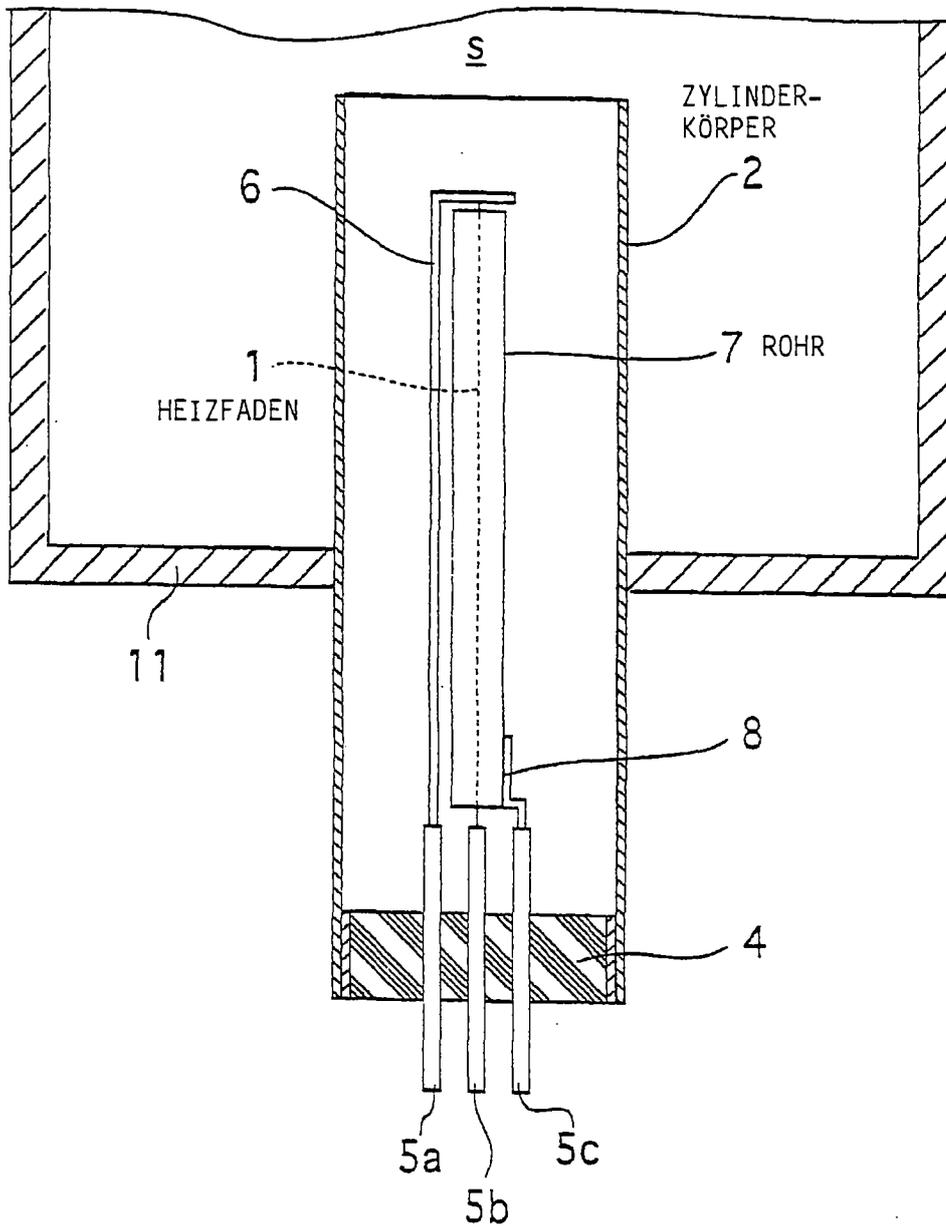


FIG. 2

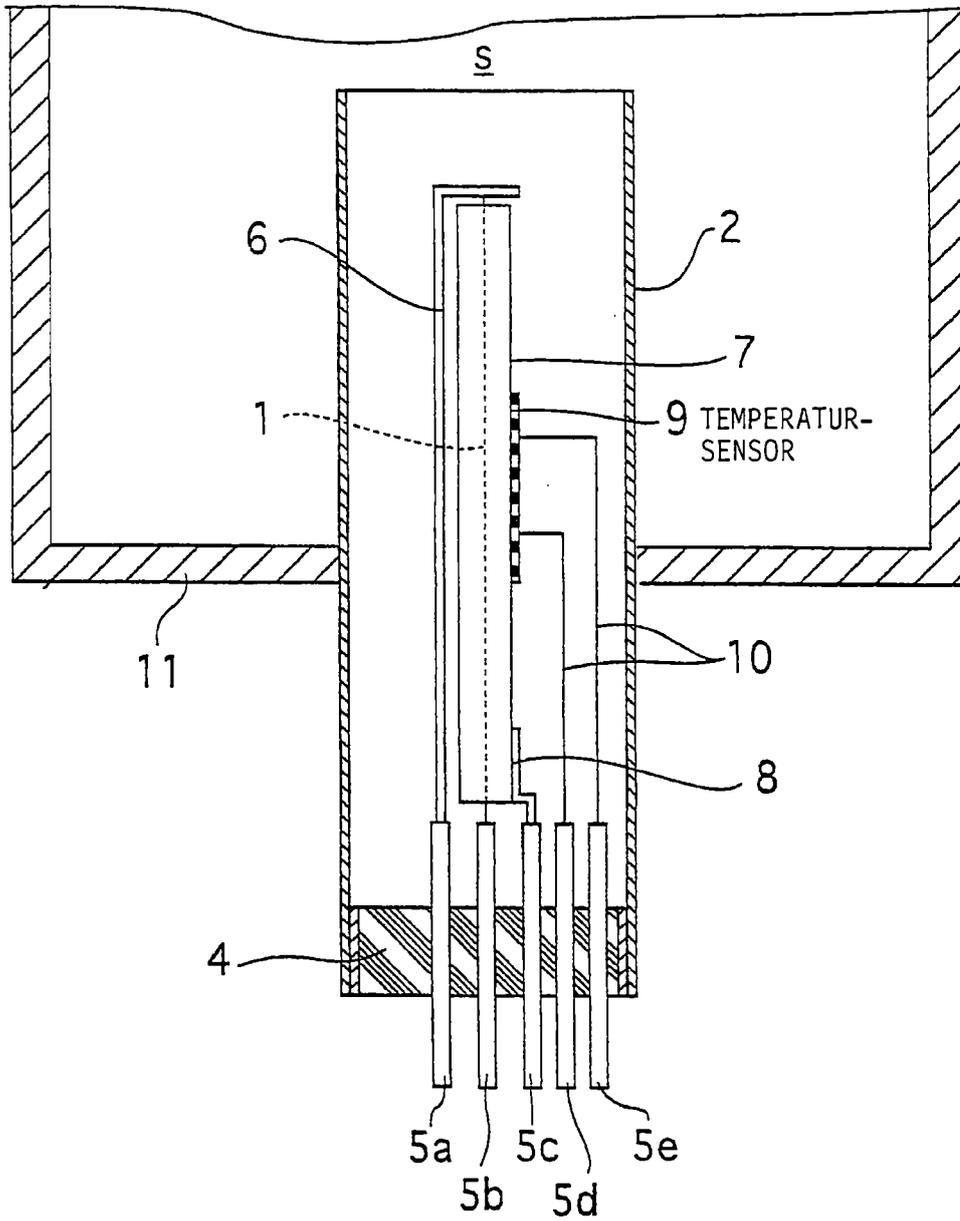
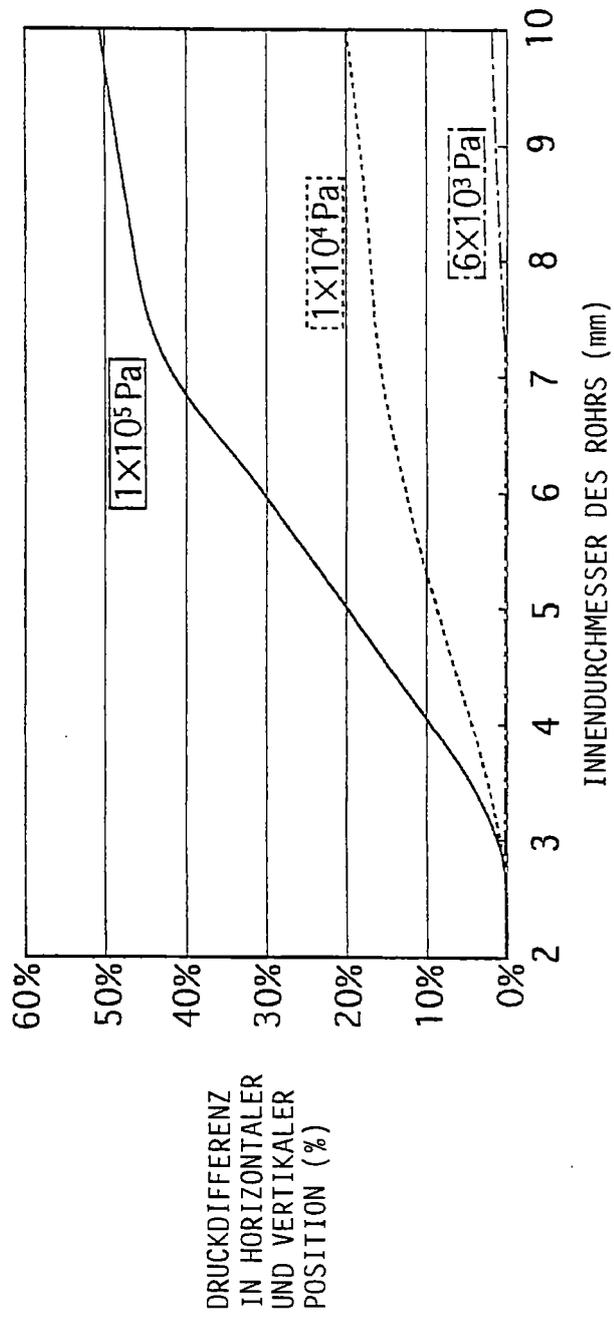


FIG.3



DRUCKDIFFERENZ
IN HORIZONTALER
UND VERTIKALER
POSITION (%)

FIG.4

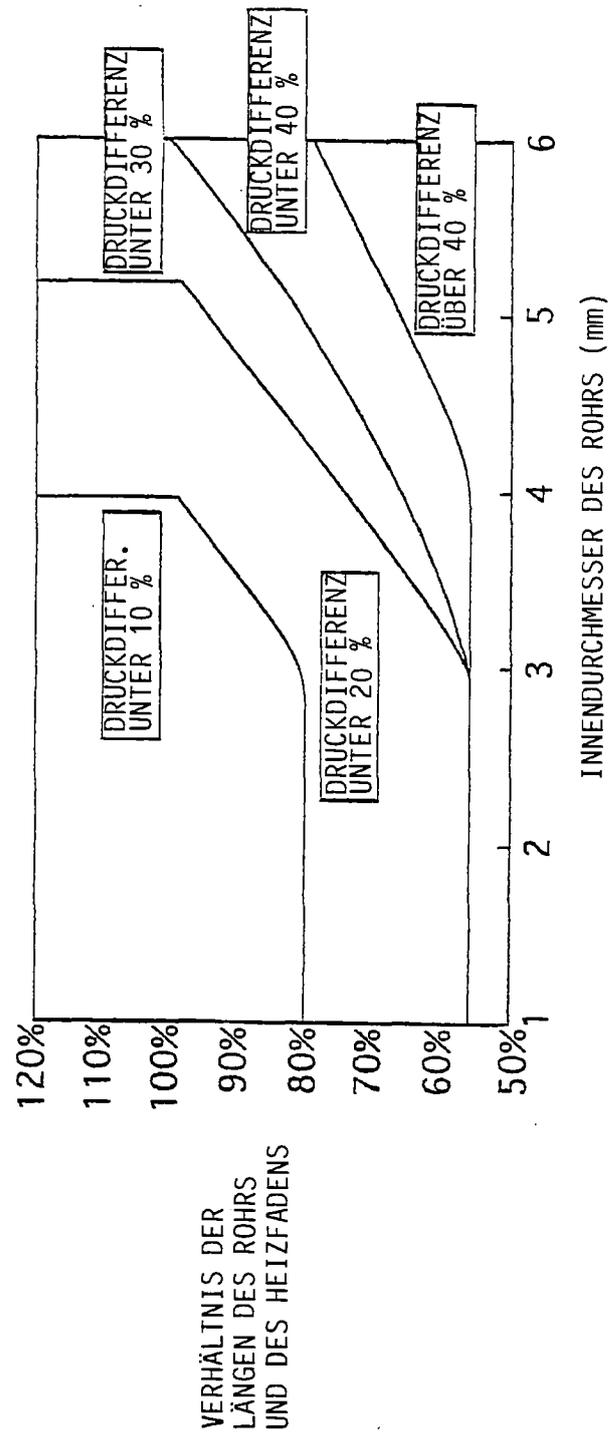


FIG.5

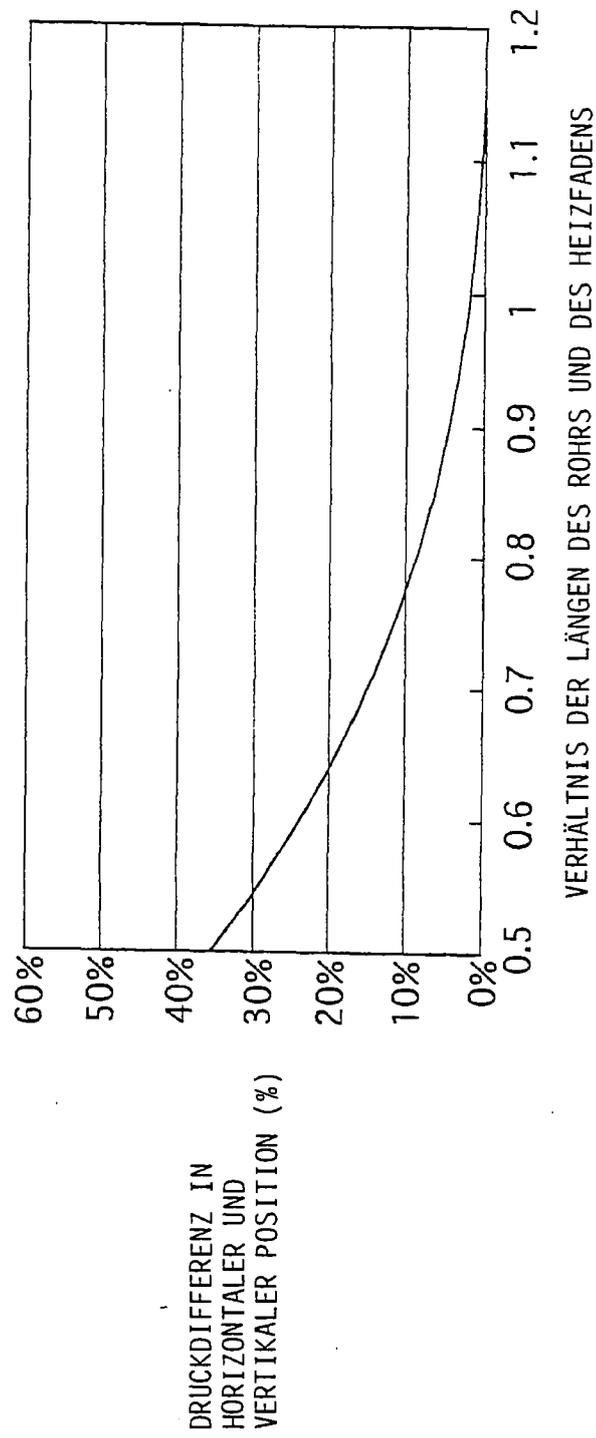


FIG.6

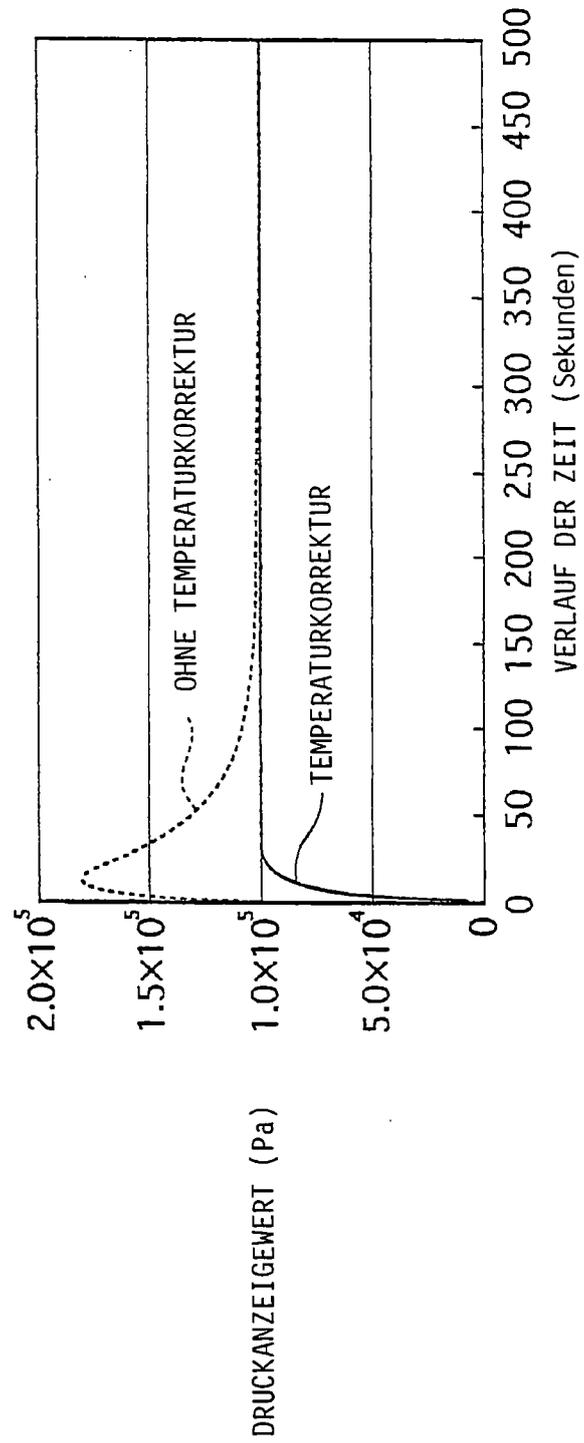


FIG.7

