



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 16 902 A1** 2004.11.11

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 16 902.4**

(22) Anmeldetag: **12.04.2003**

(43) Offenlegungstag: **11.11.2004**

(51) Int Cl.7: **H05H 7/14**
H05H 5/03, G01L 21/08

(71) Anmelder:

**Forschungszentrum Jülich GmbH, 52428 Jülich,
DE**

(74) Vertreter:

**Gille Hrabal Struck Neidlein Prop Roos, 40593
Düsseldorf**

(72) Erfinder:

**Kilian, Kurt, Prof.-Dr., 52428 Jülich, DE;
Abdel-Bary, Mamdouh, 52428 Jülich, DE; Dolfus,
Norbert, 52445 Titz, DE; Sefzick, Thomas, Dr.,
52441 Linnich, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 37 11 293 C2
DE 36 20 237 C2
DE 42 11 038 A1
DE 698 01 785 T2
DE 691 15 599 T2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

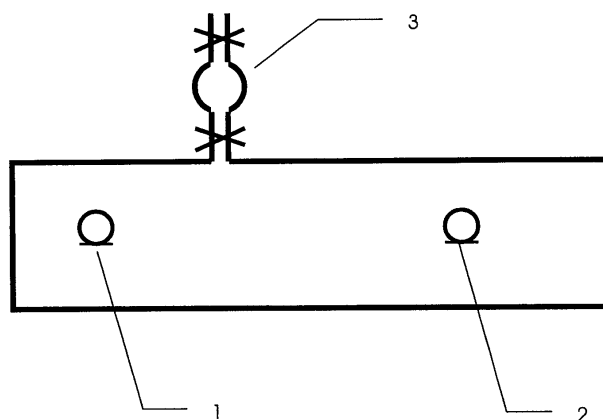
(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur schnellen Vakuumkontrolle**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Vakuumbehälter, der Einbauten enthält. Beispiele für einen erfindungsgemäßen Vakuumbehälter mit Einbauten sind Linear- und Kreisbeschleuniger, Zyklotrons, Aufdampfanlagen, Vakuumanlagen zum Löten, Schweißen, Sintern, Sputtern, Trocknen, Vakuumanlagen für wissenschaftliche Experimente. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren für den Betrieb des Vakuumbehälters mit den Einbauten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, möglichen Beschädigungen an Einbauten und am Vakuumsystem infolge von Lufteinbruch entgegenzuwirken.

Der Vakuumbehälter mit Einbauten ist in Segmente unterteilt, wobei die Segmente über Ventile miteinander in Verbindung stehen. Innerhalb des Vakuumbehälters befindet sich wenigstens ein Sensor, der Druckveränderungen innerhalb des Behälters registriert.

Wird ein Gaseinbruch, also eine entsprechende Druckveränderung, registriert, so können Gegenmaßnahmen eingeleitet werden, die Beschädigungen an den Einbauten vermeiden. Eine besonders wirkungsvolle Gegenmaßnahme stellt das Schließen von Ventilen bei Lufteinbruch dar. Mit Hilfe von Sensoren wird das Schließen von Ventilen daher in Abhängigkeit von Druckveränderungen gesteuert. Registriert ein Sensor also einen Druckanstieg, der von einem Lufteinbruch herrührt, so werden Ventile geschlossen. Die entsprechenden Segmente werden so vom Lufteinbruch ausgenommen. Die in den Segmenten befindlichen Einbauten können durch den Lufteintritt regelmäßig nicht beschädigt werden. ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Vakuumbehälter, der Einbauten enthält. Beispiele für einen erfindungsgemäßen Vakuumbehälter mit Einbauten sind Linear- und Kreisbeschleuniger, Zyklotrons, Aufdampfanlagen, Vakuumanlagen zum Löten, Schweißen, Sintern, Sputtern, Trocknen, Vakuumanlagen für wissenschaftliche Experimente. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren für den Betrieb des Vakuumbehälters mit den Einbauten,

[0002] Einbauten sind regelmäßig teuer und empfindlich. Bei Lufteinbruch in das Vakuumsystem können an den Einbauten erhebliche Schäden entstehen. Beispiele für solche erfindungsgemäßen Einbauten sind Glühkathoden, hochspannungsführende Elektroden, Heizungen, Schmelzgut, Öfen, Getterpumpen oder Turbopumpen. Schäden können ferner am Vakuumsystem entstehen.

Aufgabenstellung

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, möglichen Beschädigungen an Einbauten und am Vakuumsystem infolge von Lufteinbruch entgegenzuwirken.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung wird durch einen Vakuumbehälter mit den Merkmalen des ersten Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0005] Der anspruchsgemäße Vakuumbehälter mit Einbauten ist insbesondere in Segmente unterteilt, wobei die Segmente über Ventile miteinander in Verbindung stehen. Innerhalb des Vakuumbehälters befindet sich wenigstens ein Sensor, der Druckveränderungen innerhalb des Behälters registriert.

[0006] Wird ein Gaseinbruch, also eine entsprechende Druckveränderung registriert, so können Gegenmaßnahmen eingeleitet werden, die Beschädigungen an den Einbauten vermeiden. Typische Einbauten sind in der Beschreibungseinleitung genannt. Eine besonders wirkungsvolle Gegenmaßnahme stellt das Schließen von Ventilen bei Lufteinbruch dar. Mit Hilfe von Sensoren wird das Schließen von Ventilen daher in Abhängigkeit von Druckveränderungen gesteuert. Registriert ein Sensor also einen Druckanstieg, der von einem Lufteinbruch herrührt, so werden Ventile geschlossen. Die entsprechenden Segmente werden so vom Lufteinbruch ausgenommen. Die in den Segmenten befindlichen Einbauten können durch den Lufteintritt regelmäßig nicht beschädigt werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Sensoren und die Ventile so ausgelegt und verteilt sind, dass der Lufteinbruch hinreichend schnell registriert und die Ventile hinreichend schnell geschlossen werden können. Bei der Auslegung sowie der Wahl der

Anzahl und Positionierung der Ventile ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Druckwelle zu bedenken. Die Sensoren sind dann so zu platzieren und innerhalb des Vakuumbehälters zu verteilen, dass ein Lufteinbruch registriert und Ventile geschlossen werden, bevor die Druckwelle die Segmente zu erreichen vermag.

[0007] Typischerweise werden daher Sensoren in großer Zahl innerhalb des Vakuumbehälters eingesetzt. Als Sensor wird ein akustischer Sensor und zwar insbesondere ein Mikrofon mit einer Bandbreite oberhalb von 15 kHz, bevorzugt. Die Sensoren sind preiswert und leicht erhältlich. Bandbreiten oberhalb von 15 kHz reichen regelmäßig aus, um einen Lufteinbruch im Sinne der Erfindung registrieren zu können. Bandbreiten oberhalb von 30 kHz werden eingesetzt, wenn die Ansprechzeit herabgesetzt und damit das Registrieren eines Lufteinbruchs beschleunigt werden soll.

[0008] Sensoren innerhalb des Vakuumbehälters weisen daher untereinander typischerweise einen Abstand von bis zu 2 Metern, bevorzugt von bis zu 1 Meter auf. Je nach Anwendungsfall wird vom Fachmann ein anderer Abstand gewählt, um so einen Lufteinbruch nicht in angrenzende Segmente vordringen zu lassen. Mehr als 5 Sensoren, insbesondere mehr als 10 Sensoren werden daher wenigstens eingesetzt. Ohne weiteres, je nach Größe oder Ausdehnung des Vakuumbehälters, können jedoch auch 50 oder mehr als 100 Sensoren innerhalb des Behälters verteilt sein.

[0009] Typischerweise verteilen sich die Sensoren dann auf mehrere Segmente, da schließlich nicht vorhersehbar ist, in welchem Segment ein Störfall aufgrund von Lufteintritt auftritt.

[0010] Ein typisches Anwendungsgebiet stellen linear- oder Kreisbeschleuniger dar.

[0011] Teure Einbauten innerhalb eines Vakuumbehälters befinden sich dann bevorzugt in eigenen Behältern innerhalb der Kammer, die dann Segmente im Sinne der Erfindung darstellen. Die Kammern können also durch Ventile von den übrigen Bereichen gasdicht abgetrennt werden.

[0012] Die Ventile sind bevorzugt so beschaffen, dass sie elektrisch gesteuert geöffnet und geschlossen werden können. Strom breitet sich erheblich schneller als Luft aus. Damit ist sichergestellt, dass an die Ventile im Falle eines Lufteinbruchs das Signal zum Schließen schnell genug weitergeleitet wird. Es können normale, käufliche Schnellschlussventile verwendet werden. Hinreichend sind solche, die innerhalb von 20 ms Öffnungen von 65 mm Durchmesser zu schließen vermögen. Größere Durchmesser und kürzere Schließzeiten sind möglich.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Vakuumbehälter eine Auswerteeinheit, mit der der Ort eines Lecks im Vakuumbehälter durch einen Vergleich von Signalzeiten und Frequenzspektren von Sensoren ermittelt werden kann. Gerade bei ausgedehnten Vakuumbehältern wie bei einem Kreisbeschleuniger ist es nicht einfach, Lecks zu lokalisieren. Erfindungsgemäß gelingt es nun besonders schnell, den Ort des Lecks aufzuspüren und den Schaden zu beheben. Folgeschäden können entsprechend verbessert vermieden werden.

[0014] Bevorzugt wird ein hochempfindlicher Sensor eingesetzt. Ein Sensor ist hochempfindlich im Sinne der Erfindung, wenn dieser einen Druckanstieg im Bereich unter 1 mbar innerhalb von 10^{-3} Sekunden zu registrieren vermag.

[0015] Die Sensoren sind ferner bevorzugt so ausgewählt, dass diese nicht auf Schallschwingungen ansprechen. Mechanische Schläge auf die Apparatur führen dann also nicht dazu, dass die Sensoren bzw. Mikrofone ansprechen. Realisiert wird dies durch Sensoren, bei denen die schallaufnehmenden Bauteile, also insbesondere entsprechende Membranen der Sensoren eine hinreichend geringe Masse haben. Im Vakuum sprechen die Sensoren dann nicht auf durch Schall verursachte Druckveränderungen an.

Ausführungsbeispiel

[0016] Die Figur skizziert eine Vakuumapparatur mit zwei Mikrofonen **1** und **2** (Sensoren) und einem Testleck **3**.

[0017] Die Zeit zwischen dem Auftreffen der Schockfront auf dem Mikrofon und dem Vorliegen eines Diskriminatorsignals, das den Anstieg der Mikrofonspannung anzeigt, liegt bei genügendem Schalldruck oberhalb von 0,1 mbar im Bereich der inversen Grenzfrequenz unterhalb von 10^{-4} s. Alle weiteren Zeiten, die in der elektrischen Signalverarbeitung auftreten, können vernachlässigt werden gegenüber der vergleichsweise sehr langsamen Schallausbreitung.

[0018] Innerhalb einer Sensoransprechzeit unterhalb von 10^{-4} s breitet sich die Gasdruckfront bei einer Geschwindigkeit von ca. 300 m/s nur um 3 cm aus.

[0019] Zeitdifferenzen zwischen zwei Mikrofonen erlauben es, Entfernungsunterschiede zur Gasquelle zu bestimmen, wie das folgende Beispiel zeigt. Die Distanz zwischen zwei Mikrofonen in einem Rohr betrage 2 m. Spricht das Mikrofon **1** um $1/300$ s schneller an als das Mikrofon **2**, so ergibt sich bei einer angenommenen Ausbreitungsgeschwindigkeit des Gases von 300 m/s, dass sich das Leck 50 cm von Mi-

krofon **1** und 150 cm von Mikrofon **2** entfernt befindet. Erfindungsgemäß können die Signale also nicht nur zum Verschließen von Ventilen, sondern auch zur Bestimmung der Position des Lecks genutzt werden.

[0020] Erfindungsgemäß werden Einbauten in einem Vakuumsystem geschützt, indem Betriebszustände, durch welche bei Druckanstieg Schäden entstehen können, verändert werden, sobald ein Sensor einen Druckanstieg registriert. Hierzu kann das Abschalten von Strom gehören, das Abschalten von Hochfrequenzsendern in Beschleunigern, Abschalten von heißen Öfen oder Glühkathoden, Hochspannung von Glimmentladungen oder Sputtering oder Plasmaanlagen, Ausschalten von Kälteanlagen, um Kondensatbildung zu verringern.

Patentansprüche

1. Vakuumbehälter mit Einbauten,
– der insbesondere in Segmente unterteilt ist, wobei die Segmente zumindest über Ventile miteinander in Verbindung stehen,
– innerhalb des Vakuumbehälters befindet sich wenigstens ein Sensor, der Druckveränderungen innerhalb des Behälters registriert.

2. Vakuumbehälter nach Anspruch 1, bei dem der Sensor das Schließen eines Ventils und/oder das Abschalten von Energiezufuhr in Abhängigkeit von registrierten Druckveränderungen steuert.

3. Vakuumbehälter nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der Sensor ein akustischer Sensor und zwar insbesondere ein Mikrofon mit einer Bandbreite oberhalb von 15 kHz, bevorzugt oberhalb von 30 kHz ist.

4. Vakuumbehälter nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit mehreren Sensoren, die untereinander einen Abstand von bis zu 2 Metern, bevorzugt von bis zu 1 Meter aufweisen, wobei insbesondere mehr als 5 Sensoren, besonders bevorzugt mehr als 10 Sensoren eingesetzt sind.

5. Vakuumbehälter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Sensoren sich in unterschiedlichen Segmenten befinden.

6. Vakuumbehälter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der Teil eines Linear- oder Kreisbeschleunigers ist.

7. Vakuumbehälter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem mehrere Sensoren nahe an kritischen Stellen, wo Lecks entstehen können, insbesondere in der Nähe von dünnen Fenstern, Ventilen, bruchgefährdete Stellen angebracht sind.

8. Vakuumbehälter nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Auswerteeinheit, mit der der

Ort eines Lecks im Vakuumbehälter durch einen Vergleich von Signalzeiten und Frequenzspektren von Sensoren ermittelt werden kann.

9. Vakuumbehälter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem sich Einbauten in unterschiedlichen Segmenten befinden, wobei das Volumen von Segmenten mit Einbauten bevorzugt wesentlich kleiner als das Gesamtvolumen des Vakuumbehälters ist.

10. Verfahren für den Schutz von Einbauten in einem Vakuumsystem, indem Ventile innerhalb des Vakuumbehälters geschlossen werden und/oder Strom abgeschaltet wird, wenn ein Sensor einen Druckanstieg registriert.

11. Verfahren für den Schutz von Einbauten in einem Vakuumsystem nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem Betriebszustände, durch welche bei Druckanstieg Schäden entstehen können, verändert werden, wenn ein Sensor einen Druckanstieg registriert.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

