



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2008 010 619 A1 2009.08.27

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2008 010 619.4

(22) Anmeldetag: 22.02.2008

(43) Offenlegungstag: 27.08.2009

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: G01M 3/02 (2006.01)

(71) Anmelder:

Bayerisches Zentrum für Angewandte  
 Energieforschung e.V., 97074 Würzburg, DE

(72) Erfinder:

Weismann, Stephan, 97218 Gerbrunn, DE;  
 Braxmeier, Stephan, 97082 Würzburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab

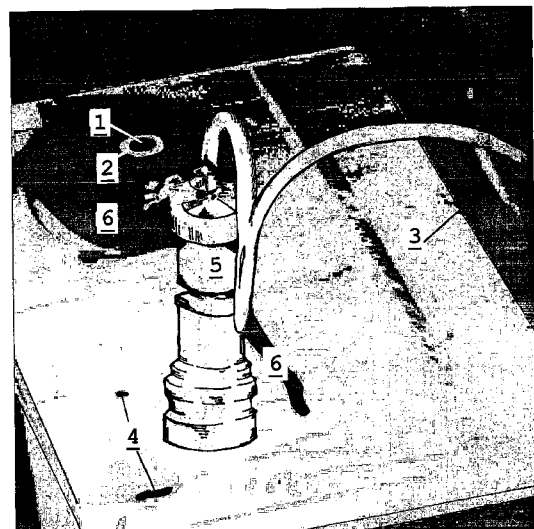
(54) Bezeichnung: **Verfahren zur schnellen Ortung von Lecks in evakuierten Systemen insbesondere Vakuumisolationspaneele**

(57) Zusammenfassung: Evakuierte Dämmsysteme, insbesondere Vakuumisolationspaneele, haben eine etwa fünf bis zehnmal niedrigere Wärmeleitfähigkeit als herkömmliche Dämmstoffe. Diese gute Dämmwirkung ist jedoch nur gegeben, solange der Restgasdruck im evakuierten Dämmpaneel ausreichend niedrig ist. Falls die Umhüllung der Vakuumisolationspaneele beschädigt wird und dadurch der Gasdruck im Paneel ansteigt, verschlechtert sich die Wärmedämmwirkung der Vakuumisolationspaneele drastisch. Typischerweise sind die Lecks in einem Vakuumisolationspaneele so klein, dass sie mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen sind.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur schnellen und einfachen Ortung von Lecks in evakuierten Systemen insbesondere mit porösem Füllkern mittels der Detektion von Temperaturdifferenzen, welche durch eine vorher auf das System gebrachte leicht flüchtige Flüssigkeit hervorgerufen werden. Aufgrund des Druckunterschieds (der ggf. künstlich durch Abpumpen erzeugt werden muss) wird die Flüssigkeit durch das Leck in das System gesaugt, verdampft dort und es tritt sofort Verdunstungskälte auf.

Die sehr schnelle (einige Sekunden) Detektion und Ortung erfolgt beispielsweise mit einer Thermokamera.

Über die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Temperaturänderung auf dem Vakuumisolationspaneele lassen sich Rückschlüsse auf die Größe des Lecks ziehen.



kalt

warm

**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur schnellen und einfachen Ortung von Lecks in evakuierten Systemen insbesondere mit porösem Füllkern und endlicher Hüllendicke mittels der Detektion von Temperaturdifferenzen, welche durch eine vorher auf das System gebrachte Flüssigkeit hervorgerufen werden. Die Detektion und Ortung erfolgt beispielsweise mit einer Thermokamera, und kann unter anderem zur zerstörungsfreien Qualitätskontrolle bei der Herstellung von Vakuumisulationspaneelen verwendet werden.

**[Problemstellung]**

**[0002]** Evakuierte Systeme finden immer mehr Anwendung unter anderem im Gebäude- und Transportbereich.

**[0003]** Vakuumisulationspaneel (VIP), siehe z. B. [DE 4133611 A1, DE 29906028 U1, DE 102004003603 A1], haben eine etwa fünf bis zehnmal niedrigere Wärmeleitfähigkeit als herkömmliche Dämmstoffe. Diese gute Dämmwirkung ist jedoch nur gegeben, solange der Restgasdruck im Paneel ausreichend niedrig ist. VIPs bestehen in vielen Fällen aus einem porösen, evakuierbaren Kernmaterial und einer dünnen Umhüllungsfolie oder -Laminat. Falls die (meist) empfindliche Umhüllung der Vakuumisulationspaneel beschädigt wird und dadurch der Gasdruck im Paneel ansteigt, verschlechtert sich die Wärmedämmwirkung der Vakuumisulationspaneel drastisch. Typischerweise sind die Lecks in einem Vakuumisulationspaneel so klein, dass sie mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen sind.

**[0004]** Ein großes Problem stellt beispielsweise die Qualitätskontrolle nach oder während der Produktion von Vakuumisulationspaneelen dar.

**[0005]** Zur Bestimmung des Innendrucks von Vakuumisulationspaneelen gibt es einige Messmöglichkeiten, zum Beispiel kann über das Abheben der flexiblen Folienoberfläche per Saugglocke der Innendruck bestimmt werden. Außerdem wird in [DE 10164004 B4] ein Verfahren zur Messung des Gasdrucks in Vakuumisulationspaneelen beschrieben, bei dem die Abhängigkeit der Gaswärmeleitfähigkeit von der Porengröße des Füllmaterials ausgenutzt wird. Dabei wird ein Prüfkörper mit größeren Poren in den mikroporösen Füllkern eingebettet. Bei steigendem Gasdruck ist der Anstieg der Gaswärmeleitfähigkeit innerhalb des Probekörpers zu kleineren Gasdrücken verschoben. Die Gaswärmeleitfähigkeit im Probekörper wird von außen durch Anlegen eines thermischen Signals detektiert.

**[0006]** Sowohl für Hersteller als auch für Anwender von VIPs ist es häufig von Interesse, an welcher Stelle

ein Leck an einem VIP aufgetreten ist. Gründe hierfür sind einerseits die Optimierung der Produktionstechnik, hier sollen systematische Lecks vermieden und der Ausschuss reduziert werden. Andererseits ist die Leckortung für die Optimierung der Befestigungstechnik in der späteren Anwendung wichtig, um von der Position des Lecks auf ungeeignete Befestigungsmaßnahmen rückschließen zu können und/oder auch im Gewährleistungsfall Haftungsfragen klären zu können.

**[Stand der Technik]**

**[0007]** Bisher wurden zur Ortung von Lecks bei Vakuumisulationspaneelen folgende Verfahren angewendet:

Im Paneel wird ein leichter Überdruck mit einem Prüfgas (z. B. Luft) erzeugt. Anschließend wird versucht, das Leck unter Wasser durch sichtbare Blasenbildung zu orten. Typischerweise sind die Lecks bei den VIPs jedoch so klein, dass die Blasenbildung kaum zu erkennen ist. Um dieses Problem zu umgehen wird dann der Überdruck im VIP erhöht was nicht selten jedoch zum Platzen des VIPs führt oder zumindest weitere Beschädigungen in der Hüllfolie bzw. der Siegelnaht erzeugt. Die Ortung von Lecks ist bei diesem Verfahren auch durch das Aufbringen von schaubildenden Flüssigkeiten möglich.

**[0008]** Eine weitere Methode der Lecksuche ist, einen Prüfgasdetektor an das VIP anzufanschen und anschließend lokal das Prüfgas (z. B. Helium, Formiergas) auf das VIP aufzubringen. Wird dann vom Prüfgasdetektor eine erhöhte Prüfgaskonzentration im VIP detektiert, kann auf ein Leck an der betreffenden Stelle geschlossen werden.

**[0009]** Dabei ergeben sich jedoch folgende Probleme:

- Falls das Leck zu groß ist, wird der benötigte Enddruck für den Prüfgasdetektor nicht erreicht;
- Durch etwaige langen Totzeiten des Prüfgasdetektors zwischen zwei lokalen Messungen (typischerweise einige Minuten) ergeben sich insgesamt sehr lange Messzeiten für ein einziges Paneel;
- Da zur Lecksuche das Paneel in einem Raster mit vielen lokalen Einzelmessungen abgesucht werden muss dauert die Untersuchung eines VIPs typischerweise mehrere Tage.
- Um das Prüfgas nur lokal aufzubringen sind aufwändige Absaug- oder Abdichtmaßnahmen erforderlich.

**[Aufgabe der Erfindung]**

**[0010]** Aufgabe der Erfindung ist es schnell, einfach und präzise Lecks in einem evakuierten System zu orten. Hierzu wird das zu untersuchende System mit einer Flüssigkeit befeuchtet, beaufschlagt, besprüht

oder in eine Flüssigkeit getaucht. Aufgrund des Druckunterschieds wird die Flüssigkeit durch das Leck in das System gesaugt, verdampft dort und es tritt Verdunstungskälte auf. Durch das Beobachten der Oberflächentemperaturen der Umhüllung, beispielsweise mit einer Thermokamera, lassen sich Lecks sofort detektieren und orten. Allerdings sollte die Hülle des evakuierten Systems eine maximale Dicke nicht überschreiten, da sich sonst die Temperaturdifferenzen an der Innenseite der Hülle und/oder dem Füllkern an der äußeren Oberfläche nicht mehr beobachten bzw. in endlicher Zeit beobachten lassen. Der Verdunstungskältefleck ist auf dem Wärmebild deutlich von anderen Flecken (z. B. Reste der Flüssigkeit auf der Oberfläche) zu unterscheiden. Der Verdunstungskältefleck besitzt bei thermisch isotropen Oberflächenmaterialien eine charakteristische kreisrunde Form.

**[0011]** Ist das System bereits belüftet, wird eine Pumpe, mit der auch Dämpfe flüchtiger Flüssigkeiten (Dampfdruck bei Raumtemperatur über 20 mbar) abgepumpt werden können (z. B. eine Wasserstrahlpumpe), an das System angeflanscht, wieder evakuiert und nach oben genannter Vorgehensweise untersucht.

**[0012]** Ist das evakuierte System zusätzlich mit einem porösen Kernmaterial ausgestattet, tritt zusätzlich zu der charakteristischen kreisrunden Form des Verdunstungskälteflecks eine Wärmeform durch Adsorptionswärme der Flüssigkeit im porösen Kernmaterial auf. Über die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Kälteflecks bzw. seiner Wärmeform lassen sich Rückschlüsse auf die Größe des Lecks ziehen.

**[0013]** Zu dem lassen sich mehrere Lecks gleichzeitig detektieren und ihre relative Größe zueinander leicht bestimmen.

**[0014]** Das Verfahren ist auch zur Qualitätskontrolle bei der Herstellung von evakuierten Systemen (z. B. VIPs) geeignet, da das System direkt nach der Herstellung ohne einen Flansch anzusetzen befeuchtet und untersucht werden kann. Lecks ausreichender Größe sind zwar mit einer Thermokamera sofort detektierbar, kleinere Lecks würden allerdings unmerklich durch die Qualitätskontrolle laufen. Durch dieses Verfahren wird das zu prüfende System nicht zerstört. Nach erfolgloser Lecksuche kann das System weiterhin verwendet werden.

**[0015]** Das erfindungsgemäße Lecksuchverfahren ist nicht nur für VIPs sondern auch für andere Objekte geeignet, bei denen die Verdunstungskälte durch die äußere Umhüllung durch erkennbar ist.

**[0016]** Als Modifikation dieses Verfahrens können bei VIPs auch andere Prüfflüssigkeiten- oder Gase aufgebracht werden, die mit dem Schutzvlies (das

sich bei vielen VIPs zwischen Stützkern und Hüllfolie befindet), der (modifizierten) Innenseite der Hüllfolie oder dem Stützkern thermisch reagieren.

[Ausführungsbeispiel 1]

**[0017]** Ein Vakuumisulationspaneel wird mit einer Wasserstrahlpumpe evakuiert, anschließend wird es mit Wasser besprüht und die Oberflächentemperatur mit einer Thermokamera gemessen. In [Abb. 1](#) ist sehr gut die kreisrunde Temperatursenke (dunkler Fleck) durch die auftretende Verdunstungskälte des Wassers zu sehen. Ebenso ist die vorauslaufende Adsorptionswärmeform (heller Ring) des Wassers im porösen Füllkernmaterial zu erkennen. Der rechte dunkle Streifen gehört nicht mehr zum VIP, dies ist der kühlere Hintergrund. In [Abb. 1](#) ist auch gut zu erkennen, dass sich andere Temperatursenken wie beispielsweise Tropfen oder Verunreinigungen auf der VIP-Oberfläche gut von durch Lecks verursachten Kälteflecken mit ihrer typischen kreisrunden Form unterscheiden lassen.

**[0018]** Die Größe und Geschwindigkeit der Adsorptionswärmeform lassen Rückschlüsse auf die Größe des Lecks ziehen.

#### Bezugszeichenliste

- |   |                        |
|---|------------------------|
| 1 | Verdunstungskältefleck |
| 2 | Adsorptionswärmeform   |
| 3 | Rand des Vakuumpaneels |
| 4 | Temperatursenken       |
| 5 | Flansch                |
| 6 | Aceton                 |

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 4133611 A1 [0003]
- DE 29906028 U1 [0003]
- DE 102004003603 A1 [0003]
- DE 10164004 B4 [0005]

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Ortung von Lecks in einem evakuierten System, insbesondere in einem evakuierten System mit einem porösen Kern wie beispielsweise einem Vakuumisulationspaneel, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche des zu prüfenden Systems mit einer Flüssigkeit beaufschlagt wird und die Oberflächentemperatur gemessen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Verdunstungskälte der Flüssigkeit detektiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass das evakuierte System einen porösen Kern aufweist und die Adsorptionswärme der Flüssigkeit detektiert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass das die Innenseite der Hülle des evakuierten Systems oder eine zusätzliche innere Hülle, Folie, Laminat oder Vlies thermisch mit der Flüssigkeit reagieren.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmestrahlung detektiert wird.

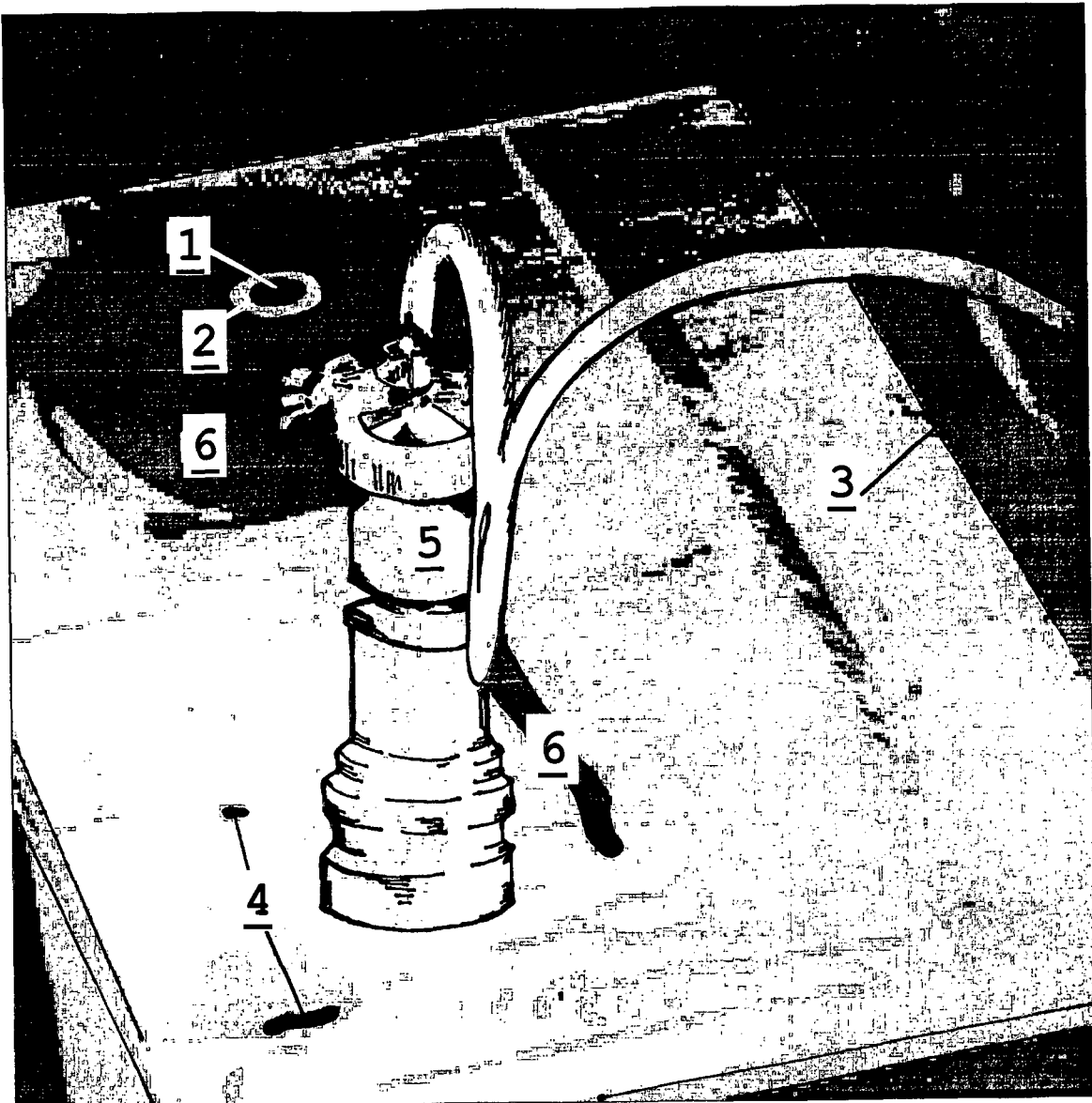
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmestrahlung des Systems durch eine Thermokamera gemessen wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

[Anhängende Zeichnungen]

Anzahl anhängende Zeichnungen: 1



kalt

warm

Abbildung 1