



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.12.2008 Patentblatt 2008/52

(51) Int Cl.:
F25B 17/08^(2006.01) F25D 31/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08008007.0**

(22) Anmeldetag: **25.04.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(30) Priorität: **19.06.2007 DE 102007028559**
19.10.2007 DE 102007050134

(71) Anmelder: **ZEO-TECH**
Zeolith Technologie GmbH
85716 Unterschleissheim (DE)

(72) Erfinder:
• **Maier-Laxhuber, Peter, Dr.**
85276 Pfaffenhofen (DE)
• **Schmidt, Ralf, Dr.**
85354 Freising (DE)
• **Wörz, Reiner, Dipl.-Ing.**
85293 Reichertshausen (DE)
• **Becky, Andreas**
85521 Ottobrunn (DE)
• **Richter, Gert**
02906 Klitten (OT Tauer) (DE)
• **Weinzierl, Norbert**
85354 Freising (DE)
• **Binnen, Manfred**
80933 München (DE)

(54) **Flexible Sorptions-Kühlelemente**

(57) Kühlelement mit einem Sorptionsmittel (11, 33), das unter Vakuum ein dampfförmiges Arbeitsmittel sorbieren kann, das von einer flüssigen Arbeitsmittelmengen in einem Verdampferbereich (16, 22) abdampft und mit einer Absperrvorrichtung, die bis zum Starten des Kühlprozesses verhindert, dass Arbeitsmitteldampf zum Sorptionsmittel (11, 33) strömen kann und wobei das Sorptionsmittel (11, 33) und der Verdampferbereich (16, 22) von einer Mehrschicht-Folie (1, 6, 31, 32) umgeben sind und

der Verdampferbereich (16, 22) ein Vlies (5, 36) und ein flexibles Strukturmaterial (2, 35) enthält, die zusammen unter Vakuum eine flache, flexible Form annehmen, die an die zu kühlenden Behältnisse (14, 24) angepresst werden kann und

dass das Strukturmaterial (2, 35) nach dem Start des Kühlelementes den Arbeitsmitteldampf bis an das Sorptionsmittel (11, 33) leiten kann und für den Arbeitsmitteldampf einen Strömungsquerschnitt von mindestens 1 Quadratcentimeter (cm²) offen hält.

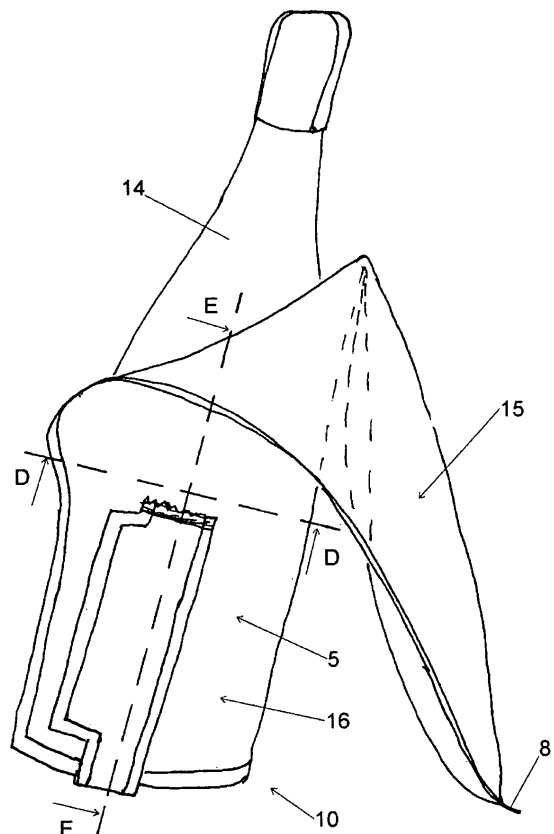


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Sorptions-Kühlelemente mit einer gasdichten Folie zur Kühlung von Behältnissen bei welchen durch Verdampfung eines Arbeitsmittels und Sorption des Arbeitsmitteldampfes in einem Sorptionsmittel unter Vakuum Kälte erzeugt wird und Verfahren zur Herstellung und zum Starten dieser Kühlelemente.

[0002] Adsorptionsvorrichtungen sind Apparate, in denen ein festes Adsorptionsmittel ein zweites, bei tieferen Temperaturen siedendes Mittel, das dampfförmige Arbeitsmittel, unter Wärmerfreisetzung sorbiert (Sorptionphase). Das Arbeitsmittel verdampft dabei in einem Verdampfer unter Wärmeaufnahme. Nachdem das Sorptionsmittel gesättigt ist, kann es durch Wärmezufuhr bei höherer Temperatur wieder desorbiert werden (Desorptionphase). Dabei dampft Arbeitsmittel aus dem Adsorptionsmittel ab. Der Arbeitsmitteldampf kann rückverflüssigt werden und anschließend erneut verdampfen. Absorptionsvorrichtungen sind Apparate in denen ein flüssiges Absorptionsmittel eingesetzt wird. Unter dem Oberbegriff "Sorptionvorrichtungen" werden sowohl Adsorptions- als auch Absorptionssysteme eingeordnet.

[0003] Adsorptionsapparate zum Kühlen mit festen Sorptionsmitteln sind aus der EP 0 368 111 und der DE-OS 34 25 419 bekannt. Sorptionsmittelbehälter, gefüllt mit Sorptionsmitteln, saugen dabei Arbeitsmitteldampf, welcher in einem Verdampfer entsteht, ab und sorbieren ihn unter Wärmerfreisetzung. Diese Sorptionswärme muss dabei aus dem Sorptionsmittel abgeführt werden. Die Kühlapparate können zum Kühlen und Warmhalten von Lebensmitteln in thermisch isolierten Boxen eingesetzt werden.

[0004] Die WO 01/10738 A1 beschreibt eine selbstkühlende Getränkedose bei der ein Verdampfer innerhalb und ein Sorber außerhalb der Dose angeordnet sind. Die Kühlung wird durch Öffnen eines Dampfkanals zwischen Verdampfer und Sorber gestartet. Die im Verdampfer erzeugte Kälte wird über dessen Oberflächen an das zu kühlende Getränk innerhalb der Dose abgegeben. Die im Sorptionsmittel entstehende Wärme wird in einem Wärmepuffer gespeichert. Die selbstkühlende Getränkedose ist gegenüber einer gewöhnlichen Dose stark modifiziert und in der Herstellung teuer.

[0005] Weitere, theoretische Ausgestaltungen selbstkühlender Gebinde sind in der WO 99/37958 A1 zusammengestellt. Kostengünstig ist keine der Vorrichtungen zu fertigen.

[0006] Die US 6 474 100 B1 beschreibt schließlich ein selbstkühlendes Kühlelement an der Außenseite eines Beutels für Flüssigkeiten oder Schüttgüter. Das Sorptionsmittel ist dabei in einer flexiblen, mehrlagigen Folie eingeschlossen. Der Kontakt zur heißen Sorptionsfüllung ist durch Isolations- und Strömungsmaterialien sowie durch dazwischen liegende Wärmespeichermassen auf ein Minimum reduziert. Der Temperaturengleich zwischen der heißen Sorberfüllung und dem kalten Verdampfer, die sich großflächig gegenüberliegen, muss

durch eine aufwändige Isolierung reduziert werden.

[0007] Aufgabe der Erfindung sind kostengünstige, flexible Sorptions-Kühlelemente, sowie Verfahren zu deren Herstellung.

5 **[0008]** Gelöst wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1. Die abhängigen Ansprüche zeigen weitere erfinderische Vorrichtungen und Verfahren auf.

10 **[0009]** Erfindungsgemäß sind das Sorptionsmittel und der Verdampfer von einer Mehrschicht-Folie umgeben. Der Verdampfer enthält ein Vlies und ein flexibles, dampfdurchlässiges Strukturmaterial, die zusammen unter Vakuum eine flache aber flexible Geometrie aufweisen, die leicht an beliebige, zu kühlende Behältnisse angepresst werden kann. Das Strukturmaterial leitet nach dem Start des Kühlelementes den Arbeitsmitteldampf bis an das Sorptionsmittel und lässt für den Arbeitsmitteldampf einen Strömungsquerschnitt von mindestens 1 cm² offen.

20 **[0010]** Durch den Einsatz eines kostengünstig herzustellenden Strukturmaterials kann zum einen ein flexibler Aufbau des Verdampfers realisiert werden, der sich insbesondere zylindrischen Geometrien optimal anpassen lässt, und zum anderen kann der notwendige Strömungskanal vom Verdampfer zum Sorptionsmittel im erforderlichen Querschnitt realisiert werden. Um eine ausreichend schnelle Abkühlung zu erreichen, muss der Strömungsquerschnitt mindestens eine Fläche von 1 Quadratcentimeter (cm²) aufweisen. Bei Wasser als Arbeitsmittel kann damit eine Kälteleistung von über 20 Watt erzeugt werden.

25 Die für die gasdichte Vakuumschicht notwendige Mehrschicht-Folie umschließt alle für den Betrieb und die Lagerzeit notwendigen Komponenten. Sie kann bei Bedarf einstückig gefertigt werden und gewährt unter Vakuum den innenliegenden flexiblen Komponenten die notwendige Bewegungsfreiheit. Mit einer Aluminium-Sperrschicht in der Mehrschicht-Folie sind Lagerzeiten von über einem Jahr möglich, ohne dass während der Lagerzeit eine zu große Gasmenge durch die Folie diffundiert.

30 **[0011]** Zum schnellen Abkühlen einer Flüssigkeit in einem Behältnis wird erfindungsgemäß die Verdampferfläche des Kühlelementes auf die äußere Oberfläche des Behältnisses gepresst. Der Verdampfer ist hierfür flexibel ausgeführt und die kalte Verdampferfläche mittels separater, elastischer Pressmittel flächig auf die äußere Oberfläche des Flüssigkeitsbehälters gepresst um einen großen Teil der mitunter stark strukturierten Oberfläche des Behälters zum Wärmetausch zu nutzen.

35 Als Pressmittel eignen sich z.B. Klebebänder, Stretch- oder Schrumpffolien sowie Gummibänder oder Klettverschlüsse jeglicher Art. Vorteilhaft ist bei dieser Lösung, dass der Flüssigkeitsbehälter teilweise sichtbar bleiben kann und zum Ausgießen der Flüssigkeit das Kühlelement nicht geöffnet oder entfernt werden muss. Beim Anlegen des Kühlelementes an die Behältnisse ist darauf zu achten, dass der Wärmeübergang zwischen Behälteraußenseite und Verdampferfläche nicht durch Spalte

und Falten unnötig beeinträchtigt wird.

[0012] Als Behältnis werden alle gebräuchlichen Gefäße wie Flaschen, Dosen, Fässer, Beutel, Kannen, Kartonverpackungen usw. verstanden, die zur Aufnahme von Flüssigkeiten wie Getränken, Medikamenten aber auch chemischen Produkten dienen. Selbstverständlich kann der Behälter auch feste oder rieselfähige Produkte enthalten. Grundsätzlich muss der Behälter gegenüber seiner gewohnten Form und Ausstattung nicht verändert werden. Somit können alle bisher genutzten Herstellungs- und Abfüllvorrichtungen unverändert weiter benutzt werden.

[0013] Prinzipiell kann der Verdampfer beliebige Formen annehmen und aus beliebigen Materialien hergestellt sein. Technisch notwendig ist, dass während des Kühlprozesses eine genügend große Öffnung zum Abströmen des Wasserdampfes in das Sorptionsmittel besteht, Arbeitsmittel im flüssigen Zustand an der zu kühlenden Stelle verbleibt, ein Mitreißen flüssiger Bestandteile in das Sorptionsmittel verhindert wird und eine gute thermische Anbindung an das zu kühlende Objekt bestehen bleibt.

[0014] Besonders kostengünstige Kühlelemente sind zu erzielen, wenn alle Komponenten in ein und derselben gasdichten Folie eingeschweißt sind. Unter Vakuum müssen die Strömungskanäle zum Sorptionsmittel erhalten bleiben. Hierfür ist erfindungsgemäß ein dampfdurchlässiges Strukturmaterial vorzusehen, das den Arbeitsmitteldampf von der flüssigen Arbeitsmittelmenge ungehindert abströmen lässt und zugleich durch seine Flexibilität erlaubt, die kalten Verdampferbereiche gut wärmeleitend mit der äußeren Mehrschicht-Folie zu kontaktieren.

[0015] Vorteilhaft können hierfür flexible Strukturmaterialien aus Kunststoff eingesetzt werden, die der jeweiligen Kühlaufgabe angepasst sind. Voraussetzung ist allerdings, dass die Strukturmaterialien während der Lagerzeit nicht ausgasen und dadurch das Vakuum verschlechtern. Von Vorteil ist, wenn als Kunststoff Polycarbonat oder Polypropylen zum Einsatz kommen, da diese Werkstoffe vor bzw. während des Fertigungsprozesses auf höhere Temperaturen erhitzt und dabei entgast wurden.

Strukturmaterialien aus Kunststoff können nach den üblichen Fertigungsverfahren wie Tiefziehen, Extrudieren oder Blasen kostengünstig hergestellt werden. Vorteilhafter Weise ist bei dem Herstellprozess darauf Wert zu legen, dass keine später ausgasenden Stoffe wie etwa Weichmacher oder Farbstoffe zugesetzt werden. Besonders wirksam haben sich auch extrudierte Netze und Gitter aus Polypropylen erwiesen, die ein- oder mehrlagig eingesetzt, zum einen die notwendige Flexibilität gegenüber einer Verformung und zum anderen die Steifigkeit gegenüber dem von außen über die Mehrschicht-Folie anliegenden Luftdruck gewähren. Besonders geeignete Strukturmaterialien aus Polypropylen werden von der Firma Tenax Deutschland vertrieben. Das Produkt OS 102 ist ein rautenförmiges Gitter, das ideale Geometrien

für den in Gitterebene strömenden Arbeitsmitteldampf offen lässt und die von außen anliegende Mehrschicht-Folie abstützt. Zwei- und mehrlagige Schichten aus diesem Gitter lassen sich als Strukturmaterial besonders vorteilhaft einsetzen.

[0016] Sorptionsmittel können beim Sorptionsprozess Temperaturen von über 100 °C erreichen. Für derartig hohe Temperaturen sind die üblicherweise auf dem Verpackungssektor eingesetzten Mehrschicht-Folien weniger geeignet. Insbesondere die für die Versiegelung häufig eingesetzten Polyethylen-Schichten werden bereits bei 80°C weich und lassen die Hülle unter Vakuum undicht werden. Siegelschichten aus Polypropylen können hingegen deutlich höheren Temperaturen widerstehen. Ihr Schmelzpunkt liegt bei über 150 °C.

In Kombination mit hohen Temperaturen erzeugen scharfe Kanten, Ecken und Spitzen von Sorptionsmittelgranulat unzulässige Leckagen. Dieser Gefahr kann erfindungsgemäß durch Polyamid- und/oder Polyester-schichten innerhalb der Mehrschicht-Folie begegnet werden. Polyester- und Polyamidfolien sind besonders reiß- und stichfest. Die eigentliche Gasbarriere wird durch eine Lage dünner Metallfolien oder metallisierter Schichten sicher gestellt. Bewährt haben sich hierfür dünne Aluminiumfolien mit einer Schichtdicke von ca. 8 µm. Weniger dicht sind metallisierte Kunststofffolien. Dennoch ist bei kurzen Lagerzeiträumen auch der Einsatz dieser metallisierten Folien möglich, zumal sie gegenüber den Metallfolien preiswerter herzustellen sind.

Die einzelnen Schichten einer Mehrschicht-Folie sind durch Kleber miteinander verbunden. Handelsübliche Kleber enthalten Lösungsmittel, die beim Verkleben nicht restlos aus der Kleberschicht entfernt werden. Über längere Zeiträume hinweg, diffundieren diese Lösungsmittel dann durch die innenliegenden Schichten, insbesondere die Polyethylenschicht, und beeinträchtigen das Vakuum innerhalb des Kühlelementes. Die Diffusion wird bei höheren Temperaturen, wie sie beim Sorptions- und Herstellungsprozess der Kühlelemente auftreten, verstärkt. Die zum Einsatz kommenden Kleber müssen deshalb ebenfalls für hohe Temperaturen und Vakuum ausgelegt sein.

Erfindungsgemäß kommen Mehrschicht-Folien mit Polyester- bzw. Polyamidschichtdicken von 12 bis 50 µm, einer Aluminiumschichtdicke von 8 µm und einer Polypropylenschichtdicke von 50 bis 100 µm zum Einsatz. Verwendung finden derartige Folien z. B. zum Verpackung von Lebensmitteln, die nach dem Abpacken zur Haltbarmachung bei Temperaturen von über 120 °C sterilisiert werden.

[0017] Noch stabilere Mehrschicht-Folien erhält man, wenn eine weitere ca. 15 µm dicke Polyester- oder Polyamidschicht zwischen der Aluminium- und der Polypropylenschicht verklebt ist. Scharfe oder spitze Sorptionsmittelteilchen können dann nicht bis zur Gasbarriere, der Aluminiumschicht vordringen.

Erfindungsgemäße Mehrschicht-Folien sind z. B. über die Firma Wipf AG in Volketswil, Schweiz zu beziehen.

Beim Einsatz derartiger Folien sind Kühlelemente mit einer Leckrate von weniger als 1×10^{-7} mbarl/sec möglich. Die Lagerfähigkeit erreicht damit mehrere Jahre, ohne dass die Kühlwirkung eingeschränkt wird.

[0018] Das Verschweißen von Mehrschicht-Folien zu Beuteln und das Abfüllen von Schüttgut sowie das anschließende Evakuieren sind in der Lebensmittelbranche Stand der Technik.

Unzählige Beutelgrößen und -formen sind hierfür im Einsatz. Besonders erwähnt seien Standbeutel, Beutel mit Ausgießöffnungen, Beutel mit Kartonagenverstärkung, Aufreißbeutel, Beutel mit Peeffekt zum leichteren Öffnen und Beutel mit Ventilen. Sie alle können mit Ihren spezifischen Eigenschaften für die erfindungsgemäßen Kühlelemente von Vorteil sein.

[0019] Beim Abfüllen von festem Sorptionsmittel in Beuteln entsteht Staub, der sich an den Folieninnenseiten ablagert. Staub auf den späteren Schweißstellen kann zu Leckagen führen, wenn die Staubschicht gegenüber der Polypropylenschicht zu dick ist. Polypropylenschichtdicken von 50 bis 100 μm reichen aus, um feine Staubkörnchen in die Polypropylenschicht sicher und vakuumdicht einzuschmelzen.

[0020] Bei Verwendung erfindungsgemäßer Folien ist es möglich, heißes, scharfkantiges und Staub freisetzendes Sorptionsmittel ohne weitere, schützende Zwischenlagen direkt unter Vakuum zu Umhüllen und über einen mehrjährigen Zeitraum zu lagern, ohne dass aus dem Folienmaterial selbst oder durch dieses hindurch Fremdgase in das Kühlelement gelangen, welche die Sorptionsreaktion beeinträchtigen oder gar ganz unterbinden. Die Siegelnähte sollten hierbei eine Breite von mindestens 5 noch besser aber 10 mm aufweisen.

[0021] Als Sorptionsmittel kommt vorteilhaft Zeolith zum Einsatz. Dieser kann in seiner regelmäßigen Kristallstruktur bis zu 36 Massen-% Wasser reversibel sorbieren. Bei der erfindungsgemäßen Anwendung beträgt die technisch realisierbare Wasseraufnahme 20 bis 25 %. Zeolithe haben auch bei relativ hohen Temperaturen (über 100°C) noch ein beträchtliches Wasserdampf-Sorptionsvermögen und eignen sich deshalb besonders für den erfindungsgemäßen Einsatz.

Zeolith ist ein kristallines Mineral, das aus einer regelmäßigen Gerüststruktur aus Silizium- und Aluminiumoxiden besteht. Diese Gerüststruktur enthält Hohlräume, in welchen Wassermoleküle unter Wärmefreisetzung sorbiert werden können. Innerhalb der Gerüststruktur sind die Wassermoleküle starken Feldkräften ausgesetzt, deren Stärke von der bereits in der Gerüststruktur enthaltenen Wassermenge und der Temperatur des Zeolithen abhängt.

In der Natur vorkommende, natürliche Zeolithtypen nehmen deutlich weniger Wasser auf. Pro 100 g natürlicher Zeolith werden nur 7 bis 11 g Wasser sorbiert. Diese reduzierte Wasseraufnahmefähigkeit liegt zum einen an deren spezifischen Kristallstrukturen und zum anderen an nicht aktiven Verunreinigungen des Naturproduktes. Für Kühlelemente, die während einer längeren Kühlpe-

riode auch die Möglichkeit haben, die Sorptionswärme über die Hülle abzugeben, sind deshalb synthetische Zeolithe mit ihrem größeren Sorptionsvermögen zu bevorzugen. Für Kühlelemente mit hoher Kühlleistung und/oder kurzer Kühlzeit, bei der das Sorptionsmittel relativ heiß bleibt, kommen erfindungsgemäß auch natürliche Zeolithe zum Einsatz. Bei hohen Sorptionsmitteltemperaturen sind nämlich synthetische Zeolithe gegenüber den natürlichen nicht mehr im Vorteil. Typischerweise können beide Arten bei gehemmter Abgabe der Sorptionswärme und damit einhergehenden hohen Sorptionsmitteltemperaturen von über 100°C lediglich 4 bis 5 g Wasserdampf pro 100 g trockener Sorptionsmittelmasse sorbieren. Wirtschaftlich sind für diesen Einsatzfall sogar die natürlichen Vertreter deutlich im Vorteil, da deren Preis erheblich niedriger ist.

Natürliche Zeolithe haben noch einen weiteren Vorteil. Die nichtaktiven Beimengungen liegen typischerweise bei 10 bis 30 %. Sie sind damit nicht aktiv an der Kälterzeugung beteiligt, dennoch werden sie von den benachbarten Zeolithkristallen mit aufgeheizt. Sie wirken damit wie ein zusätzlich eingebauter, preiswerter Wärmepuffer. Die Folge ist, dass die Zeolithfüllung weniger zusätzliches Wasserdampf sorbieren kann.

[0022] Natürliches Zeolithgranulat besteht aus gebrochenen bzw. gequetschten Bruchstücken und besitzt deshalb scharfe und spitzige geometrische Formen, die unter Vakuum und erhöhten Temperaturen die Hülle durchstechen oder durchschneiden können.

[0023] Bei Zeolithen besteht weiterhin die Gefahr, dass sie je nach Syntheseverfahren, Vorkommen und Abbauverfahren Beimengungen enthalten, die im Vakuum und insbesondere bei höheren Temperaturen gasförmige Bestandteile abgeben, die den Kühlprozess beeinflussen.

Gelöst wird dieses Problem der Gasfreisetzung dadurch, dass Zeolithe vor der Fertigung des Kühlelementes mindestens auf die spätere Sorptionsmitteltemperatur aufgeheizt und zugleich unter das dann herrschende Vakuum gesetzt werden. Bei dieser Prozedur können Zeolithe erfindungsgemäß ihre störenden Bestandteile abgeben. Besonders effizient ist diese thermische Behandlung, wenn dabei zugleich das vorsorbierte Wasser abgedampft werden kann. Um diese Behandlung bei erhöhten Temperaturen durchführen zu können und um den scharfen Kanten und Spitzen zu widerstehen, werden erfindungsgemäß gasdichte Mehrschicht-Folien mit einer inneren Polypropylenschicht und mindestens einer Polyester-schicht eingesetzt. In diese lassen sich auch heiße Sorptionsmittel einfüllen.

[0024] Unter den ca. 30 unterschiedlichen, natürlichen Zeolithen sind die folgenden für die erfindungsgemäßen Kühlelemente vorteilhaft einzusetzen: Clinoptilolite, Chabazite, Mordenite und Phillipsite. Sie kommen häufig vor, sind kostengünstig aufzubereiten und haben eine ausreichend schnelle Sorptionscharakteristik.

[0025] In der Natur vorkommende Stoffe können auch

ohne Umweltauflagen wieder der Natur zugeführt werden. Natürliche Zeolithe können nach ihrem Einsatz in Kühlelementen z. B. als Bodenverbesserer, als Flüssigkeitsbinder oder zur Verbesserung der Wasserqualität in Teichen und Gewässern eingesetzt werden.

[0026] Von den synthetischen Zeolithtypen kommen die Typen A, X und Y, jeweils in ihrer preisgünstigen Na-Form zum Einsatz.

[0027] Neben der Kombination Zeolith/Wasser sind auch andere feste Sorptionsstoffpaarungen für den Einsatz in erfindungsgemäßen Kühlelementen möglich. Besonders erwähnt seien Bentonite und Salze, die ebenfalls mit dem Arbeitsmittel Wasser geeignete Kombinationen darstellen. Auch Aktivkohle kann in Kombination mit Alkoholen eine vorteilhafte Lösung bieten. Da auch diese Stoffpaarungen im Unterdruck arbeiten, können sie in erfindungsgemäßen Mehrschicht-Folien eingeschweißt werden.

[0028] Erfindungsgemäß ist die Sorptionsmittelmenge so zu dimensionieren und so anzuordnen, dass für den einströmenden Wasserdampf nur ein minimaler Druckabfall innerhalb des Sorptionsmittels überwunden werden muss. Dabei sollte der Druckabfall insbesondere bei Wasser als Arbeitsmittel weniger als 5 mbar betragen. Zudem muss das Sorptionsmittel dem zuströmenden Arbeitsmitteldampf ausreichend Oberfläche zur Anlage bieten. Um eine gleichmäßige Sorption innerhalb des Sorptionsmittels und einen geringen Druckabfall zu gewährleisten, haben sich besonders Sorptionsmittel-Granulate bewährt. Granulatdurchmesser zwischen 3 und 10 mm zeigen dabei die besten Resultate. Diese sind problemlos in Folienbeutel abzupacken. Nach dem Evakuieren bilden sie einen harten, druck- und formstabilen Sorptionsbehälter, der die beim Evakuieren aufgezwungene Form beibehält. Vorteilhaft sind aber auch aus Zeolithpulver vorgeformte, stabile Zeolithblöcke, in die bereits die Strömungskanäle eingearbeitet sind und deren Formgebung der gewünschten Kühlelement-Geometrie angepasst ist. Die stabilen Zeolithblöcke können im Bereich der späteren Dampföffnung Hohlräume aufweisen, die das Durchtrennen der Folie mittels eines Schneidwerkzeuges erleichtern und das abgetrennte Folienstück aufnehmen können, um die Strömung durch den Dampfkanal nicht zu behindern.

[0029] Bei der Sorptionsreaktion wird Sorptionswärme frei, die das Sorptionsmittel erhitzt. Die Aufnahmefähigkeit für das Arbeitsmittel nimmt bei höheren Sorptionsmitteltemperaturen stark ab. Um eine hohe Kühlleistung über einen längeren Zeitraum aufrecht zu erhalten, ist es sinnvoll, das Sorptionsmittel zu kühlen.

Bei direktem Kontakt des Sorptionsmittels mit der Mehrschicht-Folie kann entstehende Sorptionswärme durch die Folie hindurch nach außen abgeführt werden. In aller Regel wird die Wärme an die umgebende Luft abgeleitet werden. Sehr effizient ist es auch, den Sorptionsbehälter mittels Flüssigkeiten, insbesondere mit Wasser zu kühlen.

[0030] Da der Wärmeübergang an eine Luftströmung

von der Außenseite der Mehrschicht-Folie in der gleichen Größenordnung liegt wie der Wärmeübergang eines Sorptionsmittel-Granulates an die Innenseite der Folie, empfehlen sich prinzipiell große Folienoberflächen ohne Berippung, in beispielsweise Zylinder-, Platten- oder Rohrgeometrien. Da insbesondere Zeolithgranulate eine geringe Wärmeleitung haben, sind die Sorptionsbehälter so auszulegen, dass der durchschnittliche Wärmeleitungsweg innerhalb des Sorptionsmittels 5 cm nicht übersteigt.

[0031] Mit erfindungsgemäßen Kühlelemente kann z.B. die Abkühlung einer 0,75 l Champagner-Flasche von 25°C auf 10°C innerhalb einer Zeitspanne von 30 Minuten erfolgen.

Die Kühlelemente können nach der Fertigung über einen unbestimmten Zeitraum bei Raumtemperaturen gelagert werden. Zum Startzeitpunkt der Kühlwirkung wird die Absperrvorrichtung betätigt. Arbeitsmitteldampf kann ab diesem Zeitpunkt zum Sorptionsmittel strömen und von diesem angelagert werden. Das Sorptionsmittel wird davon heiß, da es den Dampf innerhalb seiner Kristallstruktur verflüssigt und anlagert. Durch die Verdampfung kühlt sich der Verdampfer ab und entzieht dem Flüssigkeitsbehältnis über den Außenmantel fühlbare Wärme. Während der relativ kurzen Kühldauer wird es nicht möglich sein, das Sorptionsmittel nennenswert zu kühlen. Die Aufnahmefähigkeit für Arbeitsmitteldampf wird deshalb begrenzt sein, wenn nicht Beimengungen als Wärmepuffer fungieren.

Falls dem schnellen Abkühlen des Flascheninhalts eine längere Kühldauer folgt, wird das Sorptionsmittel auch Wärme über die Mehrschicht-Folie abgeben können.

Erfindungsgemäß kann in diesen Anwendungsfällen die Sorptionswärme auf höherem Temperaturniveau auch an ein warm zu haltendes Produkt übertragen werden.

[0032] Um den Wärmefluss vom heißen Sorptionsmittel auf den kalten Verdampfer zu minimieren, sind entweder Isolationsmaterialien vorzusehen oder es ist erfindungsgemäß auf einen ausreichenden Abstand der beiden Komponenten voneinander zu achten.

Anzustreben ist auch eine thermische Isolierung des das Flüssigkeitsbehältnis umhüllenden Verdampfers. Wenn das Behältnis und der Verdampfer unisoliert der Umgebungsluft ausgesetzt sind, kann es zum Auskondensieren von Wasserdampf aus der Luft an den kalten Flächen kommen. Zum einen kann Feuchtigkeit, die sich zwischen Behältnis und Verdampfer niederschlägt, den Wärmeübergang vom Behältnis zum Verdampfer verbessern, zum anderen geht aber ein beträchtlicher Teil der Kühlkapazität für die Kondensation verloren.

[0033] Erfindungsgemäß lassen sich die Kühlelemente bezüglich ihrer Absperrvorrichtung in zwei Bauarten A und B unterteilen:

A: Das Arbeitsmittel ist bereits im Verdampfer-Vlies enthalten. Zum Starten der Kühlwirkung wird der Dampfkanal vom Verdampfer zum Sorptionsmittel

geöffnet; z. B. durch Durchstoßen eines Sorptionsmittel-Beutels, der das Sorptionsmittel umschließt und innerhalb der Mehrschicht-Folie angeordnet ist.

[0034] B: Das Arbeitsmittel befindet sich außerhalb des Verdampfer-Vlieses. Zum Starten der Kühlwirkung wird eine Arbeitsmittelzuleitung von einem Arbeitsmittel-Beutel zum Verdampfer geöffnet; z. B. durch Anstechen des Arbeitsmittel-Beutels und Auspressen des Arbeitsmittels in den Verdampfer.

[0035] Im ersten Fall (A) muss entweder ein Ventil zwischen Verdampfer-Vlies und Sorptionsmittelbereich zwischengeschaltet sein, oder das Sorptionsmittel befindet sich innerhalb eines weiteren Mehrschichtfolien-Beutels, der zum Starten der Kühlfunktion zum Verdampfer gerichtet geöffnet werden muss. Geeignet sind hierfür scharfkantige Schneidwerkzeuge, welche eine ausreichend große Öffnung in den Sorptionsmittel-Beutel stechen. Das Schneidwerkzeug kann dabei sowohl von der Sorptionsmittelseite als auch von der Verdampferseite auf die Folie einwirken. Da die erfindungsgemäßen Folien flexibel sind, wird das Schneidwerkzeug erfindungsgemäß durch eine von außen auf die Mehrschicht-Folie ausgeübte Verformung betätigt. Damit können alle Absperrvorrichtungen kostengünstig gefertigt und gasdicht betätigt werden.

[0036] Prinzipiell muss das Schneidwerkzeug ausreichend scharf sein, um die Folie im notwendigen Querschnitt zu durchtrennen. Geeignet sind z. B. zylindrisch geformte Streckmetalle oder scharfkantige Spritzteile aus Kunststoff, die auch noch zusätzlich das hinter der Folie befindliche Sorptionsmittel quetschen oder verschieben können, um die Folie großflächig zu durchtrennen. Um mittels des Schneidwerkzeuges eine ausreichend große Öffnung von mindestens 1 cm² zu schneiden, kann z. B. auch mittels eines Gummihammers auf die das Schneidwerkzeug bedeckende Mehrschicht-Folie geschlagen werden.

[0037] Im zweiten Fall (B) muss nur eine kleine Öffnung in den Arbeitsmittel-Beutel geöffnet werden und eine Zuleitung für das noch flüssige Arbeitsmittel zum Verdampfer-Vlies vorgesehen werden.

Erfindungsgemäß kann in die alles umhüllende Mehrschicht-Folie zusätzlich flüssiges Arbeitsmittel in der entsprechenden Menge und einem Verbindungskanal eingefüllt sein. Der Verbindungskanal kann erfindungsgemäß dadurch verschlossen werden, dass die alles umhüllende Mehrschicht-Folie in diesem Bereich ein oder mehrmals geknickt wird, sodass ihre Siegelschichten dicht aufeinander liegen. Zusammen mit dem von außen anliegenden Luftdruck ergibt diese Maßnahme eine ausreichende Abdichtung zwischen flüssigem Arbeitsmittel und dem Verdampfer-Vlies. Zum Öffnen muss lediglich die umhüllende Mehrschicht-Folie im Kanalbereich in die ursprüngliche plane Form zurückgefaltet werden und gegebenenfalls durch zusätzlichen Druck auf den Arbeitsmittelbeutel das Arbeitsmittel in den Verdampfer ausgepresst werden.

[0038] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform erhält man, wenn ein Arbeitsmittel-Beutel, gefüllt mit der erforderlichen Arbeitsmittelmenge, innerhalb oder außerhalb des Verdampferbereichs zwischen die Mehrschicht-Folie eingelegt ist. Durch äußeren Druck auf die Mehrschicht-Folie im Bereich des Arbeitsmittel-Beutels kann dieser platzen und das flüssige Arbeitsmittel in das Verdampfer-Vlies austreten. Ein Platzen durch äußeren Druck kann entweder durch den Einsatz einer Folie mit Peel-Effekt oder durch das Einlegen eines spitzen Öffners in den Arbeitsmittel-Beutels erfolgen. Der spitze Öffner kann innerhalb eines prall gefüllten Arbeitsmittelbeutels während der Lagerzeit nicht auf die Folie drücken und diese perforieren. Erst durch Einwirken einer zusätzlichen äußeren Kraft im Bereich des Öffners, wird das flüssige Arbeitsmittel verdrängt und der spitze Öffner kann eine kleine Öffnung in die Folie stechen. Wird der Arbeitsmittel-Beutel aus einer Folie mit Peel-Effekt gefertigt, kann auf einen separaten Öffner verzichtet werden, da die Siegelnähte wegen des Peel-Effektes durch kräftigen Druck auf den Beutel leck werden und den Inhalt austreten lassen. Die physikalischen Bersteigenschaften der Peel-Siegelnaht können den Anforderungen des Arbeitsmittel-Beutels gezielt angepasst werden. Dabei ist sicher zu stellen, dass der Beutel durch den von außen anliegenden Luftdruck nicht platzt, bei angemessen erhöhtem Fingerdruck den Inhalt jedoch in den Verdampfer ausströmen lässt. Den Verbindungskanal zum Verdampfer, der beliebig lang und den jeweilig vorliegenden Geometrien optimal angepasst werden kann, kann ein schmaler Streifen aus Strukturmaterial oder ein flexibler Kunststoffschlauch offen halten.

[0039] Erfindungsgemäß kann die adsorbierbare Arbeitsmittelmenge in mehr als nur einem einzigen Arbeitsmittel-Beutel bereitgehalten werden. Damit besteht die Möglichkeit ein Kühlelement durch das Öffnen jeweils nur eines Arbeitsmittel-Beutels mehrmals zum Kühlen benutzen zu können. Dies ist besonders bei Kühlaufgaben mit hohen Kühlleistungen von Vorteil. Bedingt durch die hohe Adsorptionsleistung kann die Adsorptionswärme dabei nicht schnell genug aus dem Sorptionsmittel abgeführt werden. Die Adsorptionskapazität kann somit nicht komplett ausgenutzt werden. Wenn sich das Sorptionsmittel jedoch nach dem ersten Kühlprozess wieder abgekühlt hat, kann es wieder Arbeitsmittel adsorbieren. Hierzu kann wiederum zu einem beliebigen Zeitpunkt ein zweiter (oder weiterer) Arbeitsmittel-Beutel geöffnet werden und seinen Inhalt in das Verdampfer-Vlies ergießen. Jeder Arbeitsmittel-Beutel ist dabei mit nur einer Teilmenge der vom Sorptionsmittel maximal adsorbierbaren Arbeitsmittelmenge gefüllt.

[0040] In den letztgenannten Ausführungsformen kann der Verdampfer zusammen mit dem Sorptionsmittel innerhalb einer einzigen, alles umhüllenden Mehrschicht-Folie eingelegt sein. Erst wenn das flüssige Arbeitsmittel aus dem Arbeitsmittel-Beutel zum Verdampfer vordringt, kann es von dort verdampfen und dampfförmig weiter zum Sorptionsmittel strömen.

Der Vorteil dieser Absperrvorrichtung besteht darin, dass nur ein relativ kleiner Strömungsquerschnitt für das flüssige Arbeitsmittel erforderlich ist. Nachteilig ist hingegen, dass das Arbeitsmittel den Verdampfer ausreichend schnell homogen benetzen muss, ohne in flüssiger Form in den Sorber mitgerissen zu werden oder gar beim Austritt aus der Öffnung des Arbeitsmittel-Beutels zu vereisen und damit den weiteren Zufluss zu blockieren.

[0041] Erfindungsgemäß kann das Vereisen von Wasser als Arbeitsmittel durch die Beimischung eines den Gefrierpunkt absenkenden Mittels verhindert werden. Eine Beimischung von Kochsalz kann z. B. den Gefrierpunkt auf -17 °C absenken. Hilfreich ist es auch, wenn das gefrierpunktabsenkende Mittel außerhalb des Arbeitsmittel-Beutels, rund um die Austrittsöffnung angeordnet ist. Erst wenn das Wasser aus der Öffnung tritt, vermischt es sich mit dem gefrierpunktabsenkenden Mittel in starker Konzentration. Ein Erstarren ist dadurch ausgeschlossen. Nachströmendes Wasser verdünnt dann die Lösung und transportiert das Arbeitsmittel in alle Bereiche des Verdampfers.

[0042] Eine homogene Verteilung des Arbeitsmittels kann erfindungsgemäß auch durch eine separate, feinzweigige Kanalstruktur erzielt werden, die das Arbeitsmittel nach dem Ausströmen aus dem Arbeitsmittel-Beutel homogen verteilt, bevor es durch die Dampfströmung flüssig mitgerissen werden könnte. Eine kostengünstige Verteilung kann z. B. durch eine Lage feingelochter Folie erzielt werden, die um die Austrittsöffnung angeordnet ist.

[0043] Eine besonders effiziente und zugleich kostengünstige Lösung erreicht man, wenn das flüssige Arbeitsmittel durch das Strukturmaterial des Dampfkanals im Verdampfer-Vlies homogen verteilt wird. Das Arbeitsmittel wird hierzu nach dem Öffnen des Arbeitsmittel-Beutels durch den von außen auf der Mehrschicht-Folie lastenden Überdruck in das Strukturmaterial ausgepresst. Hier verdampft ein Teil des Arbeitsmittels und reißt das noch flüssige Arbeitsmittel mit hoher Geschwindigkeit mit. Bei erfindungsgemäßer Formgebung des Strukturmaterials wird das flüssige Arbeitsmittel auf dem Weg zum Sorptionsmittel mehrfach abgelenkt und immer wieder gegen das angrenzende Vliesmaterial geschleudert. Dieses saugt die flüssigen Komponenten des Arbeitsmittels auf und fixiert dieses gegenüber dem vorbeiströmenden Arbeitsmitteldampf. Auf diese Weise wird das Verdampfer-Vlies in kürzester Zeit homogen mit der optimalen Arbeitsmittelmenge benetzt. Der Transport des flüssigen Arbeitsmittels erfolgt folglich nicht innerhalb des Verdampfer-Vlieses sondern über den Dampfkanal innerhalb des Strukturmaterials. Vorteilhafterweise wird der Verdampfer von unten mit dem flüssigen Arbeitsmittel geflutet während der reine Arbeitsmitteldampf oben aus dem Verdampfer abströmt. Der Verdampfer muss aber nicht zwangsläufig aufrecht stehen. Erfindungsgemäß sollte aber der Zulauf des flüssigen Arbeitsmittels von der einen Seite erfolgen und der Austritt des Arbeitsmitteldampfes von der gegenüberliegenden Seite. Die

Menge des Verdampfer-Vlieses ist auf das Volumen des flüssigen Arbeitsmittels abzustimmen. Am Ende des Ausströmvorgangs sollte die Fläche des Verdampfer-Vlieses, die in Kontakt zum Behältnis steht, die notwendige Arbeitsmittelmenge aufgenommen haben.

[0044] Das Arbeitsmittel ist im Verdampfer-Vlies durch hygroskopische Effekte fixiert. Besonders preisgünstige Vliesmaterialien sind saugfähige Papiere, wie sie in großer Vielfalt für Haushalt und Industrie zum Aufsaugen von Flüssigkeiten eingesetzt werden. Auch die wasserspeichernden Vliese dürfen, ebenso wie die Abstandhalter aus Kunststoff oder natürlicher Zeolith, unter Vakuum und höheren Temperaturen nicht ausgasen.

Besonders saugfähige Vliese bestehen aus Polypropylen-Mikrofasern. Mit speziellen Benetzungsmitteln ausgestattet, können sie ein mehrfaches des Eigengewichts an Wasser aufsaugen und fixieren. Die Fa. Sandler AG, Schwarzenbach/Saale liefert unter der Produktbezeichnung sawadry 8313 entsprechende Vliesmaterialien.

[0045] Eine weitere Lösung eröffnet die Fixierung des Arbeitsmittels in organischen Bindemitteln wie z. B. "water lock" von der Firma Grain Processing Corp. USA. Vorteilhaft kann auch die Kombination mehrerer dieser Maßnahmen sein.

[0046] Zur Herstellung erfindungsgemäßer Kühlelemente nach der Absperrventil-Variante A wird beispielsweise aus einer Mehrschicht-Folie ein einseitig offener Sorptionsmittel-Beutel durch thermisches Verschweißen hergestellt. Der Sorptionsmittel-Beutel wird mit Sorptionsmittel, das arm an Arbeitsmittel und ohne sich freisetzender Gase ist, gefüllt und der Beutel samt Füllung in die gewünschte geometrische Form gebracht, auf weniger als 5 mbar und insbesondere auf weniger als 2 mbar evakuiert und gasdicht verschweißt. Anschließend wird der unter Vakuum stehende Sorptionsmittel-Beutel zusammen mit einer Absperrvorrichtung, einem Strukturmaterial und einem Verdampfer-Vlies, das mit Arbeitsmittel getränkt ist, in einen weiteren Hüll-Beutel aus Mehrschicht-Folie gepackt. Der Hüll-Beutel wird daraufhin in einer Vakuumkammer bis auf den Dampfdruck des Arbeitsmittels evakuiert und anschließend ebenfalls gasdicht verschweißt. Beim Einbringen der Absperrvorrichtung ist darauf zu achten, dass dessen Öffnungsvorrichtung nicht bereits beim Belüften der Vakuumkammer ausgelöst wird.

[0047] Bei der Verwendung separater Arbeitsmittel-Beutel (Absperrvorrichtung Variante B) kann das Herstellungsverfahren leicht modifiziert ablaufen. In einen Mehrschicht-Folienbeutel wird das Strukturmaterial, das Vlies und der/die Arbeitsmittel-Beutel in definierten Positionen eingelegt. Auch bei dieser Variante wird noch vor dem Evakuieren der Verdampferbereich der Geometrie des zu kühlenden Behältnisses angepasst. Danach wird heißes Sorptionsmittel eingefüllt und der Mehrschicht-Folienbeutel entweder in der Vakuumkammer oder aber mittels eines Absaugadapters evakuiert und versiegelt.

[0048] Das Versiegeln der Folienbeutel erfolgt in aller Regel thermisch durch Anpressen heißer Schweißbal-

ken auf die äußere Folienoberflächen bis die innen aufeinanderliegenden Polypropylenschichten weich werden und miteinander verschmelzen. Der Verschweißungsvorgang erfolgt in aller Regel innerhalb einer Vakuumkammer unter Vakuum. Vorteilhaft ist aber auch, den Beutel außerhalb einer Vakuumkammer mittels eines dicht anliegenden Saugadapters zu evakuieren und dann zu versiegeln. Bewährt haben sich neben thermischen Kontaktverfahren auch Schweißverfahren mittels Ultraschall. Vorteilhaft hat die Siegelnaht eine Breite von mindestens 5 noch besser aber von 10 mm. Je breiter die Siegelnaht ist, desto geringer ist die Leckrate und folglich desto länger ist die potentielle Lagerzeit des Kühlelementes.

[0049] Die Zeichnung zeigt in:

- Fig. 1 in explosionsartiger Darstellung den Aufbau (außer Zeolith) eines erfindungsgemäßen Kühlelementes,
- Fig. 2 das Kühlelement gemäß Fig. 1 nach der Teilversiegelung und vor dessen Verformung,
- Fig. 3 das Befüllen des Kühlelementes gemäß Fig. 2 mit heißem Zeolithgranulat,
- Fig. 4 das evakuierte Kühlelement gemäß Fig. 3, angelegt an einer zu kühlenden Flasche,
- Fig. 5 einen Quer-Schnitt durch einen zylindrisch geformten Verdampfer,
- Fig. 6 einen Längs-Schnitt durch Verdampfer und Arbeitsmittel-Beutel,
- Fig. 7 ein Kühlelement gemäß Fig. 4 in perspektivischer Darstellung,
- Fig. 8 ein weiteres erfindungsgemäßes Kühlelement, angelegt an ein kleines Bierfass,
- Fig. 9 einen Querschnitt durch den Zeolithbereich eines Kühlelementes nach Fig. 8,
- Fig. 10 einen Längsschnitt durch das Kühlelement nach Fig. 8 und
- Fig. 11 den Aufbau eines Kühlelementes gemäß Fig. 8.

[0050] Fig. 1 zeigt einzelne Komponenten eines erfindungsgemäßen Kühlelementes in auseinandergezogener Darstellung. Auf ein ausgestanztes Stück einer Mehrschicht-Folie 1, mit nach oben zeigender Siegelschicht werden zwei Lagen eines Strukturmaterials 2, gefertigt aus einem Polypropylen-Netzgitter, gelegt. Ein weiterer kleiner Netzgitterstreifen 3 bildet später den Verbindungskanal vom Arbeitsmittel-Beutel 4 zum Verdampfer-Vlies 5. Das Verdampfer-Vlies 5 besteht aus einer 3 mm dicken Mikrofasermatte aus Polypropylen. Es ist in drei Teile geschnitten und kann mit dem Strukturmaterial 2 verheftet werden. Die zweite, spiegelbildlich gestanzte Mehrschicht-Folie 6 bildet schließlich die obere vakuumdichte Hülle. Der Arbeitsmittel-Beutel 4 ist ebenfalls aus einer Mehrschicht-Folie gefertigt. Er enthält 60 g entgastetes Wasser und einen scharfkantigen Öffner. Durch kräftigen Druck auf den Beutel im Bereich des Öffners perforiert der Öffner die Beutelfolie. Damit dabei nur der

Arbeitsmittel-Beutel 4 perforiert wird, muss beim Einlegen des Beutels darauf geachtet werden, dass die scharfen Kanten nur im Bereich des Netzgitterstreifens 3 auf die Folie des Arbeitsmittel-Beutels 4 einwirken können und nicht auch die äußere Mehrschicht-Folien 1, 6 perforieren.

[0051] Fig. 2 zeigt das Kühlelement aus Fig. 1 mit den bis auf zwei Ränder 8 und 9 umlaufend versiegelten Mehrschichtfolien 1, 6, vor seiner Verformung an einem Zylinder 7. Der Zylinder 7 hat etwa die Abmessungen der später zu kühlenden Flasche. Die Pfeile A zeigen die Wickelrichtung des Verdampferbereichs 16, während die Pfeile B die Kantrichtung des Zeolithbereichs 15 anzeigen. Entlang der gestrichelt gezeichneten Linie C wird somit das zunächst flache Kühlelement 10 in eine capeförmige, dreidimensionale Form gebracht und in dieser Position bis zum Befüllen mit heißem Zeolith fixiert.

Aus dem noch offenen Rand 9 ragt das eine Ende des Netzgitterstreifens 3. Das zweite Ende mündet im (nicht sichtbaren) Strukturmaterial 2. Dazwischen befindet sich der (ebenfalls nicht sichtbare) Arbeitsmittel-Beutel 4. Der Netzgitterstreifen 3 kann nahezu beliebige Länge aufweisen, um den/die Arbeitsmittel-Beutel 4 weiter entfernt vom Verdampferbereich zu positionieren. Bei längeren

Entfernungen, kann an Stelle des Netzgitterstreifens 3 auch ein dünner, flexibler Schlauch eingelegt werden.

[0052] In Fig. 3 werden über den offenen Rand 8 ca. 600 g heißes Zeolithgranulat 11 mittels einer Füllvorrichtung 12 eingefüllt. Nach dem Versiegeln des Befüll-Randes 8 wird das Kühlelement 10 um 180° gekippt und das eingefüllte Zeolithgranulat mittels nicht gezeichneter Formkörper in die gewünschte Geometrie gefügt. Mittels eines Saugadapters 13, der am noch offenen Rand 9 gasdicht angelegt wird, wird der Innenraum des Kühlelementes 10 auf einen Druck von unter 2 mbar (absolut) evakuiert. Aus dem Zeolithgranulat werden dabei überschüssiger Wasserdampf, Luft und co-adsorbierte Gase über das Strukturmaterial und weiter über den Netzgitterstreifen 3 abgesaugt. Am Ende des Absaugprozesses wird auch der offene Rand 9 mittels außen angepresster, heißer Siegelbalken versiegelt. Das Material des Netzgitterstreifens 3, das die Mehrschicht-Folien 1, 6 auf Distanz gehalten hat, verschmilzt dabei mit den Siegelschichten der Mehrschicht-Folien 1 und 6 zu einem gasdichten Verschluss.

[0053] In Fig. 4 ist das Kühlelement 10 mit seinem Verdampferbereich 16 an den zylindrischen Teil einer Flasche 14 angelegt. Der das Verdampfer-Vlies 5 enthaltende, zylindrische Verdampferbereich 16 umschließt den zylindrischen unteren Flaschenteil. Er kann mittels (nicht dargestellter) Klettbander gut wärmeleitend auf die Flaschenwand gespannt werden. Der den Arbeitsmittel-Beutel 4 enthaltende Bereich des Kühlelementes ist seitlich nach oben geklappt. Durch Druck auf den im Arbeitsmittel-Beutel 4 liegenden Öffner kann der Beutel perforiert werden. Das enthaltene Wasser fließt daraufhin durch die vom Netzgitterstreifen 3 offen gehaltenen Kanäle zum Strukturmaterial. Das dort teilverdampfende

Wasser reißt das noch flüssige Wasser innerhalb des Strukturmaterials 3 in Richtung Zeolithfüllung. Dank der vielen Umlenkungen, die der Strömung aufgezwungen werden, wird das mitgeführte Wasser im Verdampfer-Vlies 5 homogen verteilt. Das Wasser verdampft und kühlt über die Mehrschicht-Folie großflächig die Flasche. Der abströmende Wasserdampf wird über den in Summe ca. 5 cm² großen Querschnitt, den das Strukturmaterial aufspannt, zum Zeolithbereich 15 geleitet. Die Zeolithfüllung erhitzt sich dadurch auf über 80°C. Die Siegel-schichten der Mehrschicht-Folie aus Polypropylen halten diesem Temperaturniveau stand. Sind sie doch während dem Befüllen mit heißem Zeolith deutlich höher belastet worden. Wichtig ist hingegen eine thermische Entkopplung des heißen Zeolithbereichs 15 vom kalten Verdampferbereich 16. Dies erfolgt zum einen durch das ohnehin schlecht leitende Strukturmaterial des Strömungskanal als auch durch die geometrische Distanz des Zeolithbereichs 15 gegenüber dem Verdampferbereich 16. Nicht gezeichnet, aber dennoch sinnvoll ist eine thermische Isolierung der kalten Flächen um eine Kondensation von Luftfeuchte zu unterbinden. Optisch ansprechend kann die Flasche 14 leicht nach hinten gekippt angeordnet sein. Die erforderliche Abstützung erfolgt durch den Zeolithbereich 15, der mit der Siegelnaht am Befüll-Rand 8 die Standfläche berührt. Zum Ausschanken des Flascheninhalts muss die Flasche 14 nicht aus dem Kühlelement 10 entnommen werden. Sie lässt sich zusammen mit dem Kühlelement 10 vorteilhaft über den Befüll-Rand 8 kippen und bequem in bereitstehende Gläser ausschanken. Wenn das Kühlelement zwei (oder drei) Arbeitsmittel-Beutel enthält, kann nach dem Abkühlen der Zeolithfüllung ein weiterer Arbeitsmittelbeutel geöffnet werden um eine weitere Flasche zu kühlen.

[0054] Fig. 5 zeigt einen waagrechten Schnitt DD durch den Verdampferbereich 16 der Fig. 4. In kreisrunder Anordnung umschließen die Mehrschicht-Folien 1 und 6 das dreigeteilte innenliegende Verdampfer-Vlies 5 und zwei Lagen gitterförmiges Strukturmaterial 2. Durch die Dreiteilung des Verdampfer-Vlieses 5 entstehen neben den beiden Siegelnähten 17 zwei Längsrillen 18. In diesen Längsrillen 18 und an den beiden Siegelnähten 17 wird die innenliegende Mehrschicht-Folie 6 beim Anlegen des Unterdrucks eingezogen und verkürzt. Dadurch werden Falten in der innen liegenden Mehrschicht-Folie 6 minimiert. Falten würden den Wärmekontakt zur Flasche deutlich verschlechtern.

[0055] Fig. 6 zeigt den in Fig. 4 markierten Längsschnitt EE durch den Verdampferbereich 16. Die Mehrschicht-Folien 1 und 6 umhüllen wiederum das innenliegende Verdampfer-Vlies 5 und zwei Lagen Strukturmaterial 2 sowie den Gitterstreifen 3 und den hoch geklappten, prall gefüllten Arbeitsmittel-Beutel 4. Dieser enthält einen im oberen Bereich fixierten Öffner 19, dessen scharfe Spitzen bei äußerem Fingerdruck die gegenüberliegende Folie des Arbeitsmittel-Beutels 4 perforieren können. Die Spitzen sind jedoch nicht lang genug, um durch den Gitterstreifen hindurch auch die außen lie-

gende Mehrschicht-Folie 6 zu verletzen.

[0056] Fig. 7 zeigt das Kühlelement 10 von der Vorderseite ohne Flasche. Aus diesem Blickwinkel wird die capeartige Formgebung des Kühlelementes 10 deutlich. Diese ergibt sich zwangsweise, wenn die zunächst flachen Einzelelemente aus Fig. 1 um eine zylindrische Form gewickelt werden und gleichzeitig der Zeolithbereich 15 nach hinten abgeknickt wird. Der Verdampferbereich 16 kann mittels Klebebänder 20 zu einer elastischen Kühlfläche für zylindrische Behälter ergänzt werden, während der Zeolithbereich 15 mit seinem unteren Siegel-Rand 8 eine standsichere Abstützung nach hinten gewährt. Der Arbeitsmittel-Beutel 4 ist zum Auslösen der Kühlfunktion gut erreichbar.

[0057] Fig. 8 zeigt ein weiteres erfindungsgemäßes Kühlelement 21, dessen Verdampferbereich 22 um ein stehendes kleines Bierfass 24 gewickelt ist und dessen Zeolithbereich 23 nach oben ragt. Der Verdampferbereich 22 ist mittels Klebestreifen 25 stramm um den bauchigen Außenmantel des Bierfasses 24 gebunden. Seine beiden unteren Beutel-Ecken 26 sind schräg abgesiegelt um für den unten liegenden Zapfhahn 27 des Bierfasses 24 Platz zu schaffen. Der Zeolithbereich 23 des Kühlelementes 21 ist in vier Taschen 28 untergliedert, die jeweils Zeolith enthalten. Die im oberen Bereich des Bierfasses 24 angeordnete Belüftungsöffnung 29 ist von oben im Lüftungsbereich zwischen den Taschen 28 leicht zugänglich. Zwei Arbeitsmittel-Beutel sind durch leichte Auswölbungen 30 am unteren Ende des Verdampferbereichs 22 erkennbar. Zum Auslösen der Kühlfunktion wird auf diese Arbeitsmittel-Beutel Druck ausgeübt bis durch den Peel-Effekt der Folie deren Siegelnähte platzen und das eingeschlossene, entgaste Wasser in das Strukturmaterial auslaufen lassen. Die anschließende homogene Verteilung des Wassers im Verdampfer-Vlies verläuft erfindungsgemäß. Auch in dieser Ausgestaltung kann der Kühlvorgang mit dem Öffnung nur eines Beutels erreicht werden. Der zweite Arbeitsmittel-Beutel kann zu einem beliebig späteren Zeitpunkt aktiviert werden. Selbstverständlich enthält jeder Arbeitsmittel-Beutel nur eine Teilmenge der von der Zeolithfüllung maximal adsorbierbaren Wassermenge, um auch für den zweiten Kühlvorgang noch genügend Adsorptionskapazität bereitzustellen. Die Abwärme aus dem Zeolithbereich 23 wird an die vorbeistreichende Luft abgegeben. Bedingt durch die obere Positionierung kann die warme Abluft den Verdampferbereich 22 nicht erwärmen.

[0058] Fig. 9 zeigt einen horizontalen Querschnitt durch den Zeolithbereich 23 entlang der Schnittlinie FF in Fig. 8. Eine innere und eine äußere Mehrschicht-Folie 31, 32 sind so versiegelt, dass sie vier, etwas gleich große Taschen 28 mit Zeolithfüllung 33 aufspannen. Entlang der drei Siegelnähte 34 sind die vier Taschen gegeneinander beweglich. Sie erlauben damit das Kühlelement bequem um das Bierfass zu legen und festzuzurren. Wenn in der Verlängerung der Siegelnähte 34 auch das Strukturmaterial im Verdampferbereich geteilt ist, kann das gesamte Kühlelement auch platzsparend zusam-

mengeklappt und transportiert werden, bevor es an das zu kühlende Behältnis angelegt wird.

[0059] Fig. 10 zeigt einen Längsschnitt durch das Kühlelement 21 entlang der Schnittlinie GG in Fig. 8. Die Mehrschicht-Folien 31 und 32 umhüllen im oberen Zeolithbereich 23 die Zeolithfüllung 33 und im Verdampferbereich 22 das Strukturmaterial 35, das Verdampfer-Vlies 36 und die Arbeitsmittel-Beutel 37. Das Strukturmaterial 35 reicht oben bis in die Zeolithfüllung 33, um den Dampftransport vom Verdampfer-Vlies 36 in die Zeolithfüllung 33 zu gewährleisten. Das Verdampfer-Vlies 36 ist im oberen und unteren Bereich zweilagig ausgeführt, um eine optimale Anbindung an ein bauchiges Bierfass sicher zu stellen. Die erfindungsgemäße Flexibilität des Verdampferbereichs 22 führt in Verbindung mit den Spannkraften der Klebebänder zu einer optimal wärmeleitenden Anbindung an das Bierfass.

[0060] Fig. 11 zeigt schließlich die Einzelkomponenten des Kühlelements 21 vor dem Zusammenfügen. Ein den Abmessungen des zu kühlenden Bierfasses angepasster Beutel 38 aus Mehrschicht-Folien 31, 32 hat im unteren Bereich vier mit heißem Zeolith aufgefüllte Taschen 28, die über die Siegelnähte 34 seitlich gegeneinander abgetrennt sind. Die Zeolithfüllung ist mittels eines Trichterelementes 39 gleichmäßig auf die vier Taschen 28 verteilt worden. Auf die noch heiße Zeolithfüllung wird das zweilagige Strukturmaterial 35 gesteckt. Auf das Strukturmaterial 35 sind bereits sechs, leicht beabstandete Verdampfer-Vliesstücke 36 aufgeheftet, die jeweils am oberen und unteren Ende zweilagig verdickt sind. Die beiden Arbeitsmittel-Beutel 37 werden auf der dem Verdampfer-Vlies 36 abgewandten Seite fixiert. Daraufhin wird das Kühlelement 21 in einer Vakuumkammer auf einen Enddruck von kleiner 5 mbar (absolut) evakuiert und die noch offene Beutelseite versiegelt. Nach dem Entnehmen aus der Vakuumkammer werden die Beutel-Ecken 26, die der Betätigung des Zapfhahnes im Weg stehen, zusätzlich abgesiegelt und anschließend abgeschnitten. Das Kühlelement 21 kann nunmehr in jede beliebige Lage gedreht und erfindungsgemäß verformt werden, ohne dass die Zeolithfüllung 33 (und die eingelegten Komponenten) ihre vorgesehene Position verlässt.

Patentansprüche

1. Kühlelement mit einem Sorptionsmittel (11, 33), das unter Vakuum ein dampfförmiges Arbeitsmittel sorbieren kann, das von einer flüssigen Arbeitsmittelmenge in einem Verdampferbereich (16, 22) abdampft und mit einer Absperrvorrichtung, die bis zum Starten des Kühlprozesses verhindert, dass Arbeitsmitteldampf zum Sorptionsmittel (11, 33) strömen kann,
dadurch gekennzeichnet, dass das Sorptionsmittel (11, 33) und der Verdampferbereich (16, 22) von einer Mehrschicht-Folie (1, 6, 31,

32) umgeben sind und der Verdampferbereich (16, 22) ein Vlies (5, 36) und ein flexibles Strukturmaterial (2, 35) enthält, die zusammen unter Vakuum eine flache, flexible Form annehmen, die an die zu kühlenden Behältnisse (14, 24) angepresst werden kann und dass das Strukturmaterial (2, 35) nach dem Start des Kühlelementes den Arbeitsmitteldampf bis an das Sorptionsmittel (11, 33) leiten kann und für den Arbeitsmitteldampf einen Strömungsquerschnitt von mindestens 1 Quadratzentimeter (cm²) offen hält.

2. Kühlelement nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrschicht-Folie (1, 6, 31, 32) eine Aluminiumsperrschicht und/oder eine Polypropylensiegelschicht enthält.
3. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Strukturmaterial (2, 35) eine Hohlstruktur aufweist, die stabil genug ist, den auf die Mehrschicht-Folie (1, 6, 31, 32) einwirkenden Luftdruck abzufangen und damit auch in der Fläche eine Arbeitsmitteldampf-Strömung ermöglicht.
4. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Strukturmaterial (2, 35) die Zweiphasenströmung des Arbeitsmittels in die flüssige und die dampfförmige Phase trennen kann und die flüssige Phase vom anliegenden Vlies (5, 36) aufgenommen werden kann.
5. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Sorptionsmittel (11, 33) synthetischen Zeolith und/oder natürlichen Zeolith enthält.
6. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Absperrvorrichtung ein Schneidwerkzeug enthält, das geeignet ist, eine Folie, die das Sorptionsmittel umschließt, zu durchtrennen.
7. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Arbeitsmittel in mindestens einem Arbeitsmittel-Beutel (4, 37) abgefüllt ist.
8. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

- der Arbeitsmittel-Beutel (4, 37) einen spitzen Öffner (19) enthält, der zum Starten des Kühlelements (10, 21) die Folie des Arbeitsmittel-Beutels (4, 37) von innen heraus durchsticht.
9. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Arbeitsmittel-Beutel (4, 37) aus einer Folie mit Peel-Effekt gefertigt ist, der bei zusätzlichem Druck eine Siegelnaht öffnet.
10. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
zwei oder mehrere Arbeitsmittel-Beutel (37) in einem Kühlelement enthalten sind, die getrennt voneinander gestartet werden können.
11. Kühlelement nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Arbeitsmittelfüllmenge eines Arbeitsmittel-Beutels (37) geringer ist, als die maximal adsorbierbare Arbeitsmittelmenge des Sorptionsmittels (33).
12. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen einem Arbeitsmittel-Beutel und dem Vlies (5, 36) eine längere Verbindungsleitung existiert, die es erlaubt, den Arbeitsmittel-Beutel entfernt vom Verdampferbereich (16) anzuordnen und zu starten.
13. Kühlelement nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Verbindungsleitung von einem flexiblen Schlauch innerhalb der Mehrschicht-Folie gebildet wird.
14. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Kühlelement (10, 21) in eine capeartige Form gebracht wird und dessen Verdampferbereich (16) den zylindrischen Teil einer Flasche (14) kühlt.
15. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Verdampferbereich (16, 22,) mit einer zusätzlichen, thermischen Isolierung versehen ist.
16. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Vlies (5, 36) Strukturierungen oder Vertiefungen aufweist, in welche die Mehrschicht-Folie (1, 6, 31, 32) unter Vakuum eingezogen wird, um Längenänderungen, die beim flexiblen Verformungsprozess entstehen, aufzunehmen.
17. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Sorptionsmittelbereich durch Siegelnähte (34) in mehrere Taschen (28) aufgeteilt ist, damit auch der Sorptionsmittelbereich entlang der Siegelnähte (34) flexibel ist.
18. Verfahren zur Herstellung eines Kühlelementes nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
heißes Sorptionsmittel (11, 33) in das Kühlelement (10, 21) eingefüllt wird und über das Strukturmaterial (2, 35) so lange evakuiert wird bis aus dem Sorptionsmittel (11, 33) abdampfendes Arbeitsmittel Restgase verdrängt hat und dann noch unter Vakuum das Kühlelement (10, 21) gasdicht versiegelt wird.
19. Verfahren zur Herstellung eines Kühlelementes nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
heißes Sorptionsmittel in einen Sorptionsmittel-Beutel eingefüllt wird, der noch offene Sorptionsmittel-Beutel daraufhin so lange evakuiert wird bis aus dem Sorptionsmittel abdampfendes Arbeitsmittel Restgase aus dem Sorptionsmittel-Beutel verdrängt hat und dann noch unter Vakuum der Sorptionsmittel-Beutel gasdicht verschweißt wird und daran anschließend der Sorptionsmittel-Beutel zusammen mit einer Absperrvorrichtung, dem Strukturmaterial und dem mit Arbeitsmittel getränktem Vlies in einen gasdichten Hüllbeutel eingelegt wird und der Hüllbeutel nach dem Evakuieren auf unter 5 mbar (abs.) versiegelt wird.
20. Verfahren zur Herstellung eines Kühlelementes nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Sorptionsmittel (11, 33) bei Temperaturen zwischen 120 und 250°C, insbesondere zwischen 160 und 210 °C in die Mehrschicht-Folie (1, 6, 31, 32) eingefüllt wird.
21. Verfahren zum Starten der Kühlfunktion eines Kühlelementes nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
durch einen kräftigen Schlag auf die Absperrvorrichtung diese eine mindestens 1 cm² große Öffnung vom Verdampferbereich in das Sorptionsmittel freimacht.
22. Verfahren zum Starten der Kühlfunktion eines Kühlelementes nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

durch einen zusätzlichen Druck auf den Arbeitsmittel-Beutel (4) ein innenliegender Öffner (19) den Arbeitsmittel-Beutel (4) perforiert und das Arbeitsmittel austritt.

5

23. Verfahren zur Verwendung eines Kühlelementes nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die zu kühlenden Behältnisse Flüssigkeiten enthalten, die mit einer Abkühlrate von mehr als 0,5 K/min (0,5 Kelvin pro Minute) gekühlt werden.

10

24. Verfahren zur Verwendung eines Kühlelementes nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

bei Vorhandensein mehrere Arbeitsmittel-Beutein (37), nur jeweils ein Arbeitsmittel-Beutel geöffnet wird und die weiteren Beutel bis zu einer zeitlich später folgenden Kühlfunktion ungeöffnet verbleiben.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

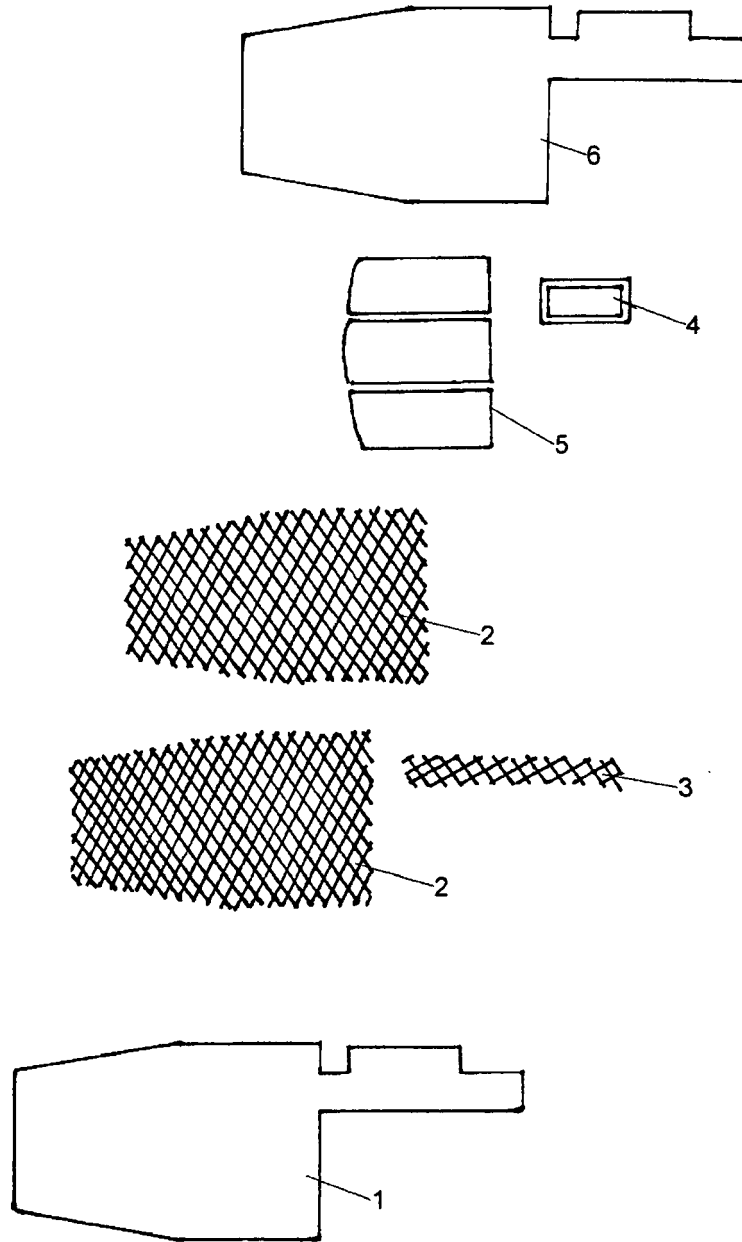


Fig. 1

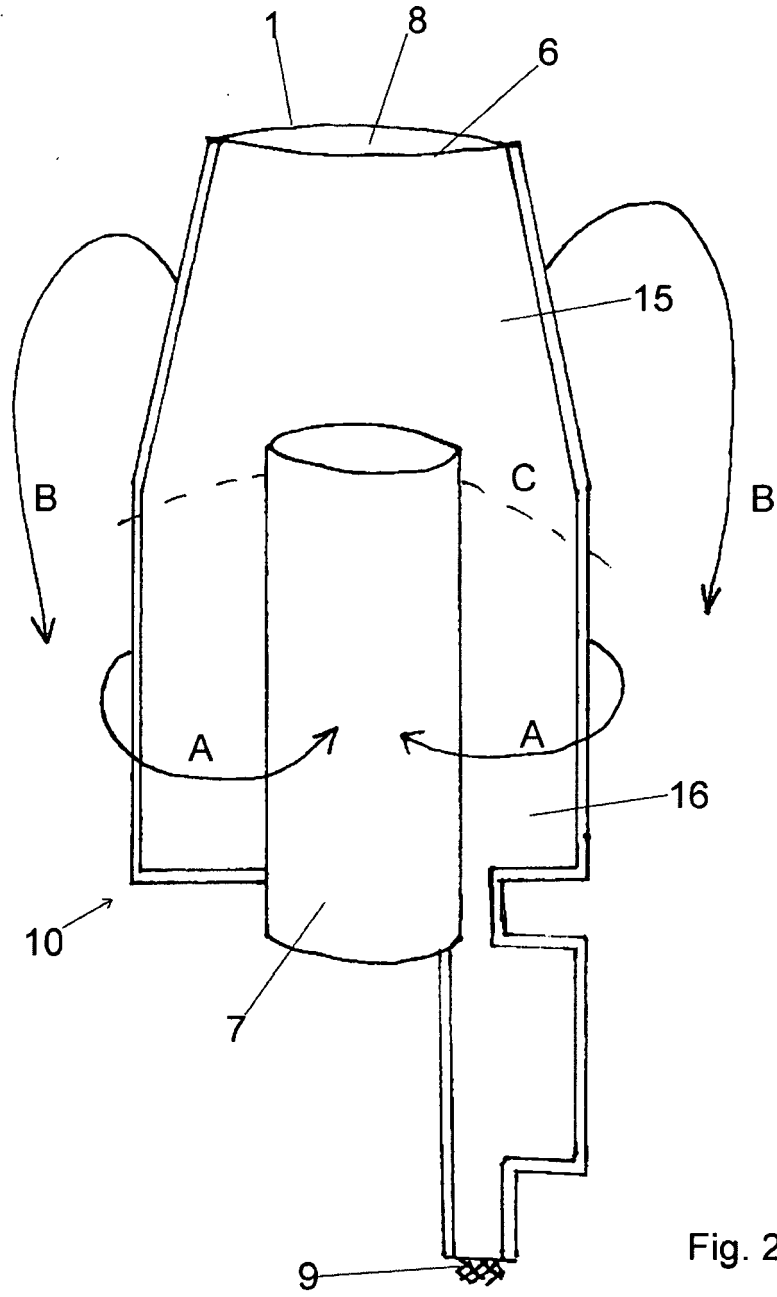


Fig. 2

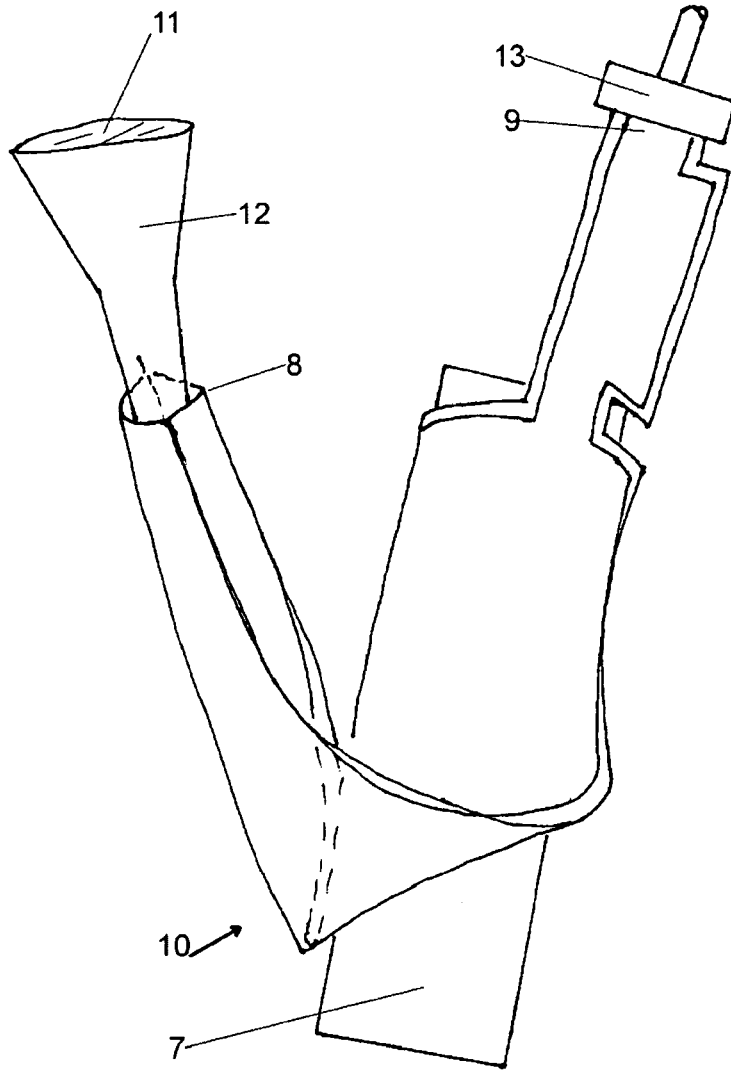


Fig. 3

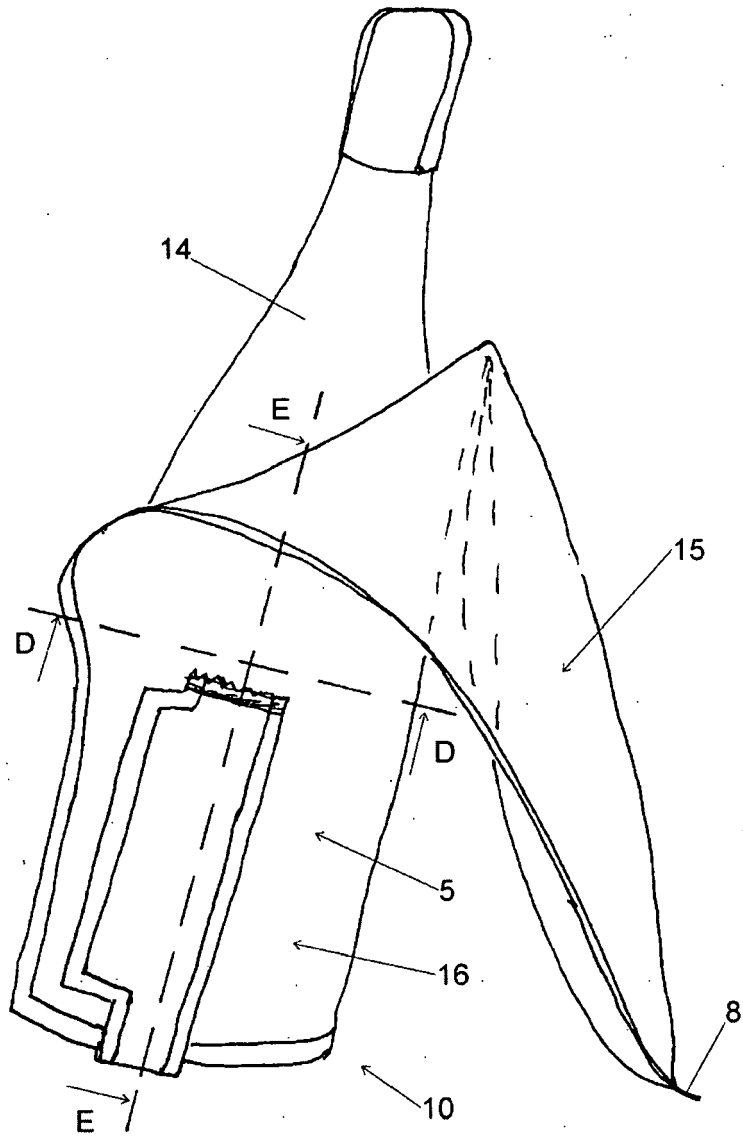


Fig. 4

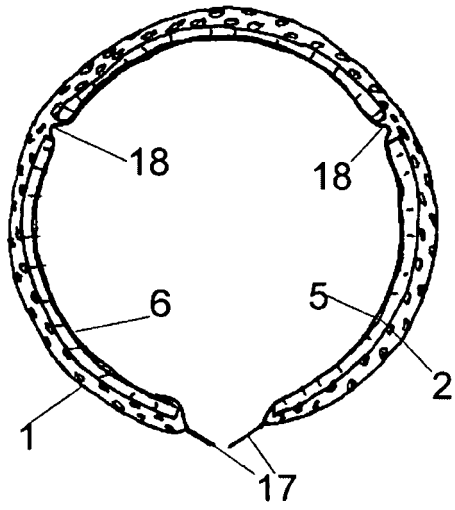


Fig. 5

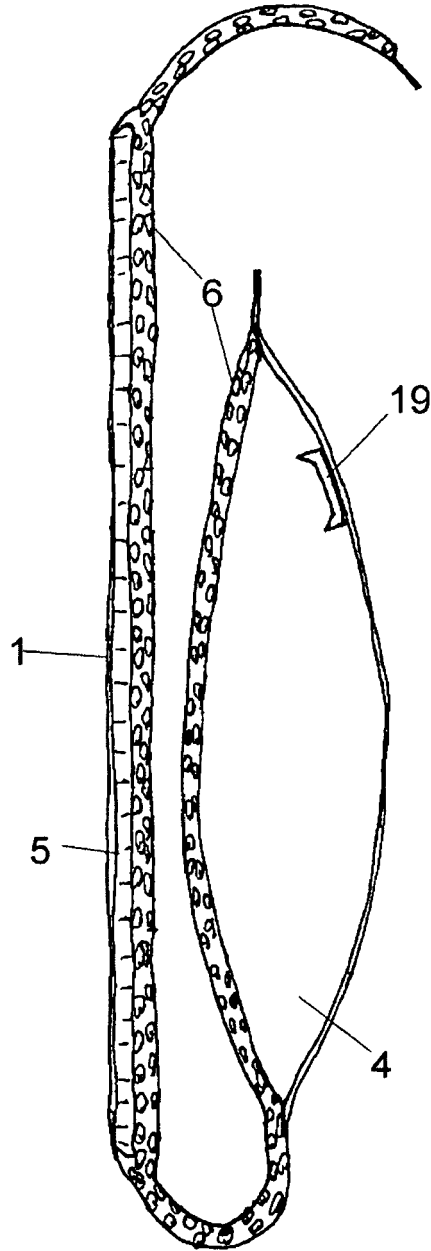


Fig. 6

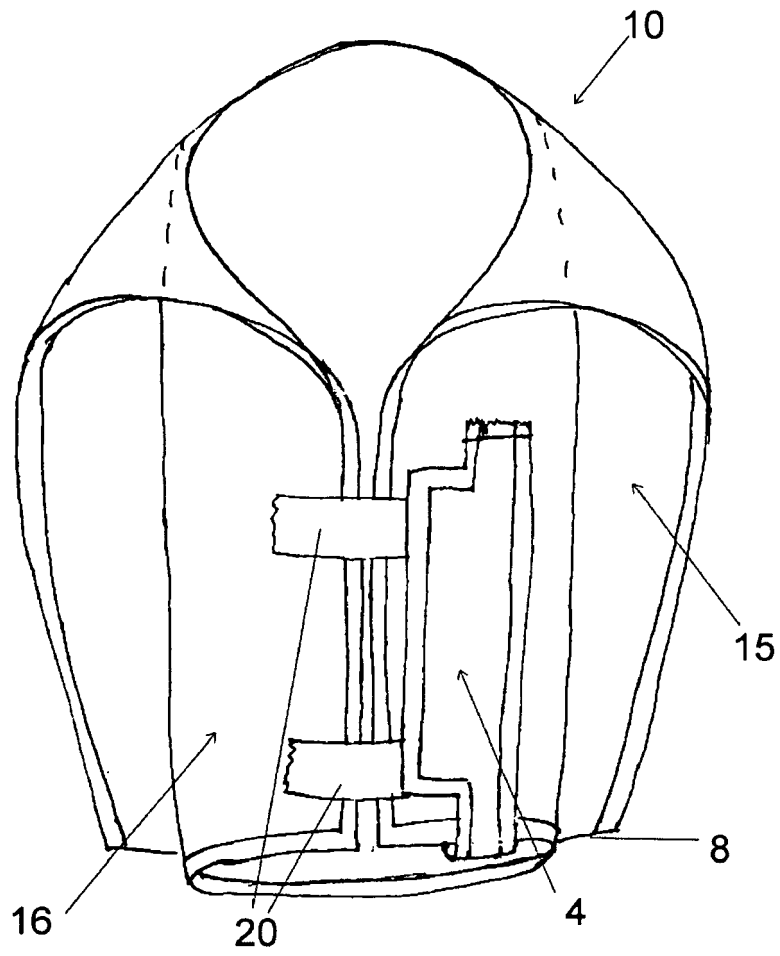
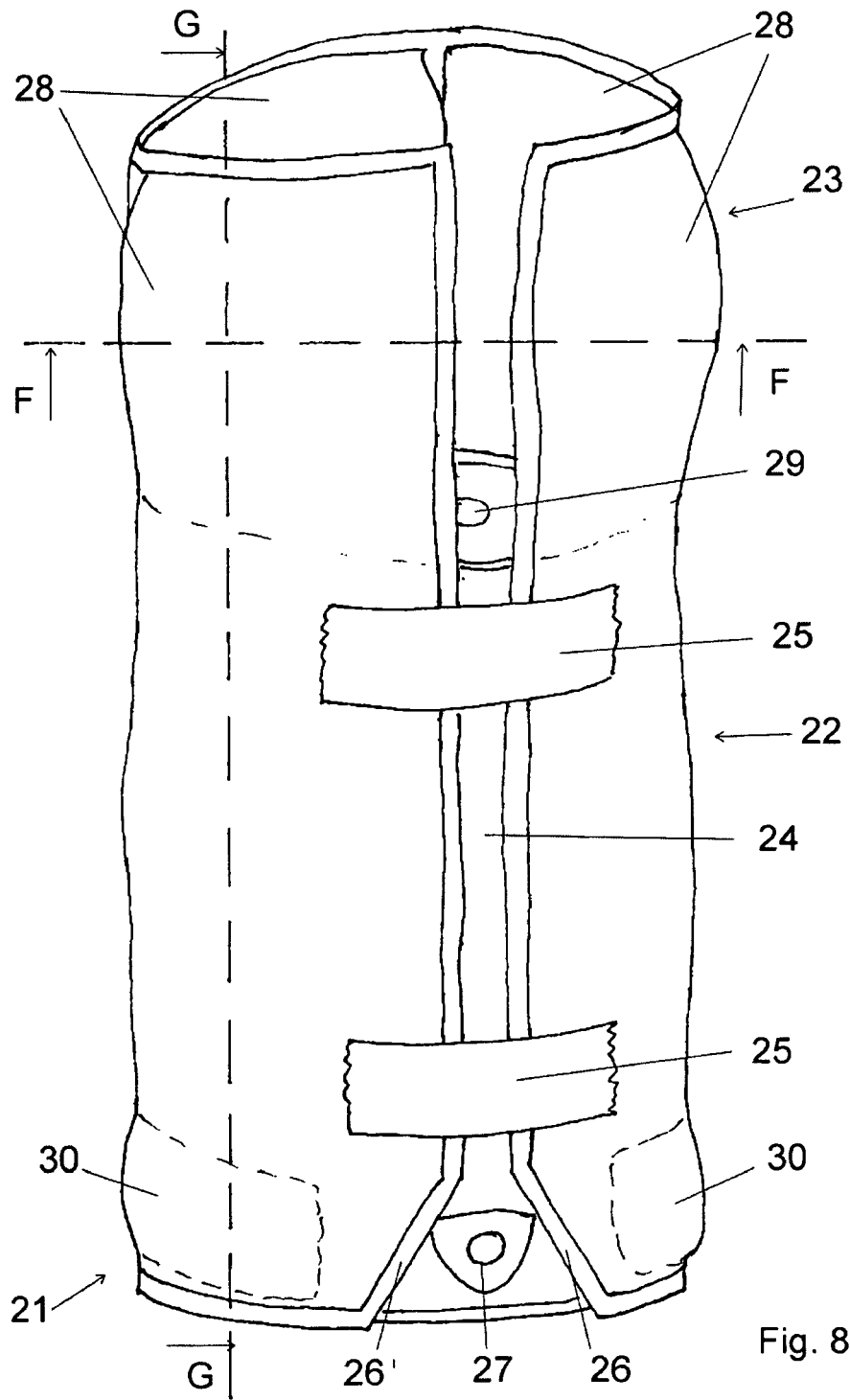


Fig. 7



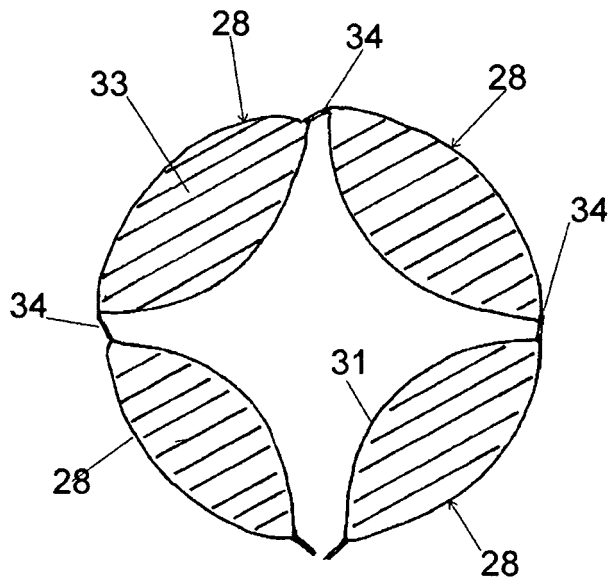


Fig. 9

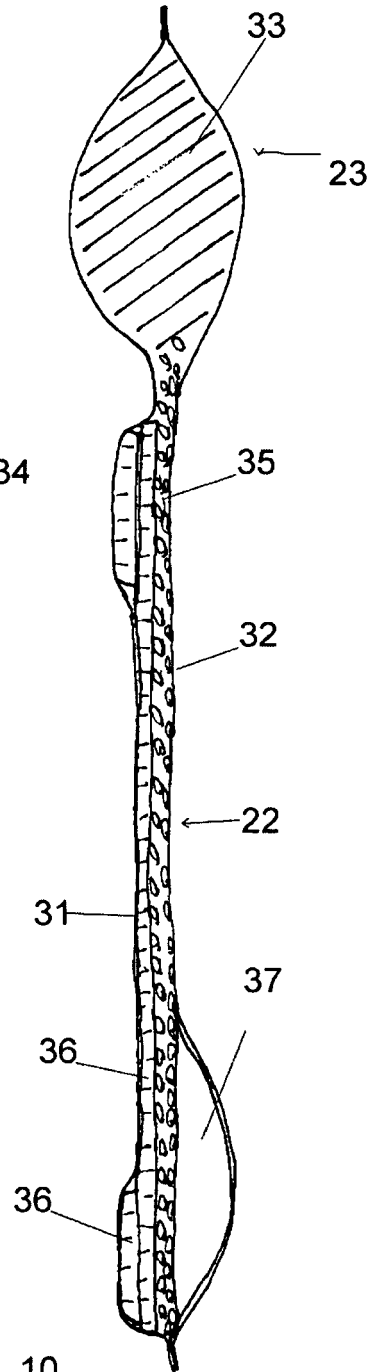


Fig. 10

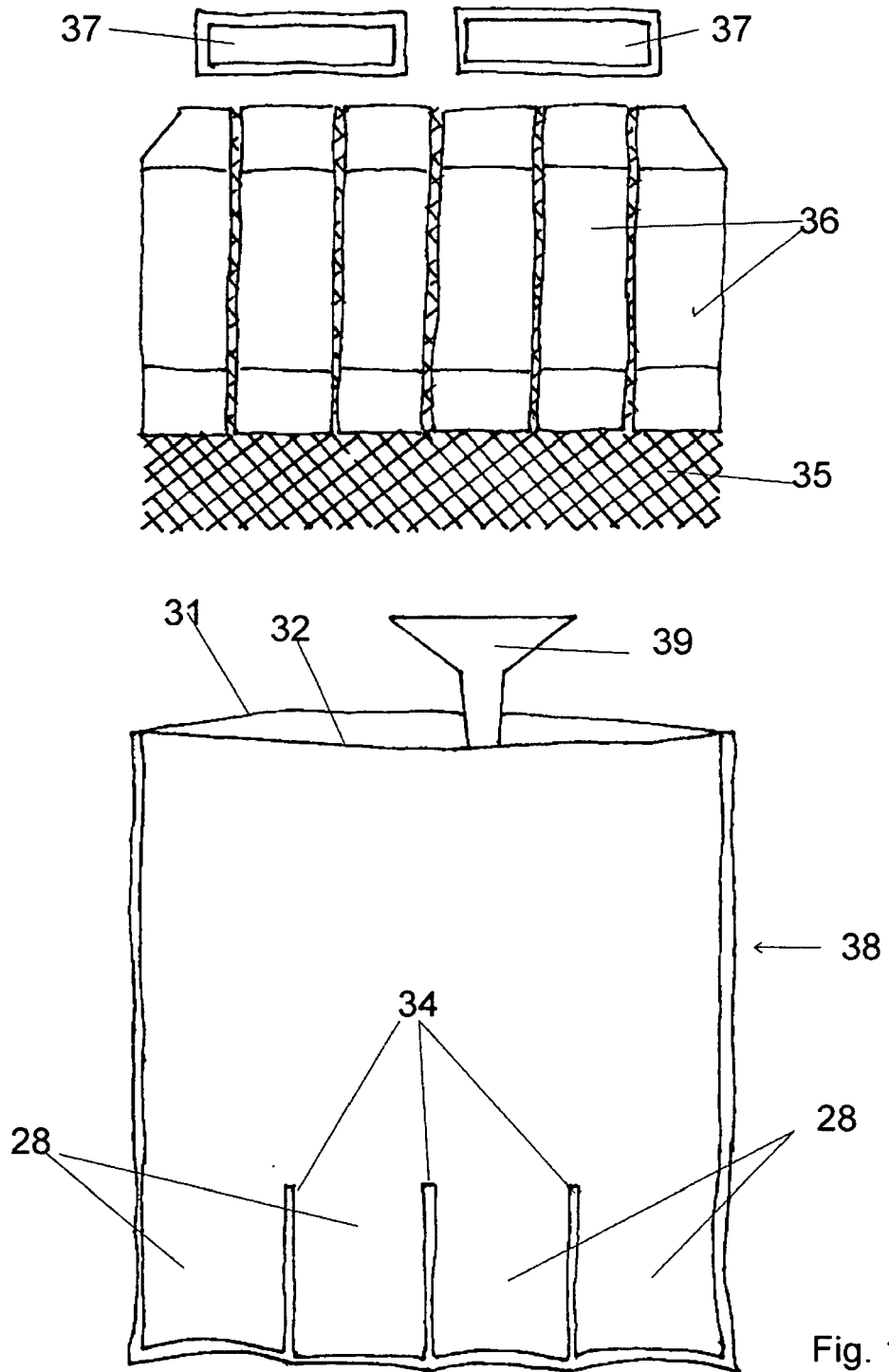


Fig. 11

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0368111 A [0003]
- DE OS3425419 A [0003]
- WO 0110738 A1 [0004]
- WO 9937958 A1 [0005]
- US 6474100 B1 [0006]