



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.01.2007 Patentblatt 2007/04

(51) Int Cl.:
F25B 17/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06001786.0**

(22) Anmeldetag: **28.01.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

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

(72) Erfinder: **Maier-Laxhuber, Peter Dr.**
85276 Pfaffenhofen (DE)

(30) Priorität: **22.07.2005 DE 102005034297**

(54) **Sorptions-Kühlelement mit gasdichter Folie**

(57) Kühlelement mit einem Sorptionsmittel (4), das unter Vakuum ein dampfförmiges Arbeitsmittel sorbieren kann, das von einer flüssigen Arbeitsmittelmeng in einem Verdampfer (29) abdampft und mit einer Absperrvorrichtung, die bis zum Starten des Kühlprozesses verhindert, dass Arbeitsmitteldampf zum Sorptionsmittel (4) strömt und wobei das Sorptionsmittel (4) in einem Sorptionsmittelbeutel (22) eingeschweißt ist, der eine Mehrschicht-Folie enthält, die wiederum mindestens eine metallische Schicht bzw. eine metallisierte Schicht enthält.

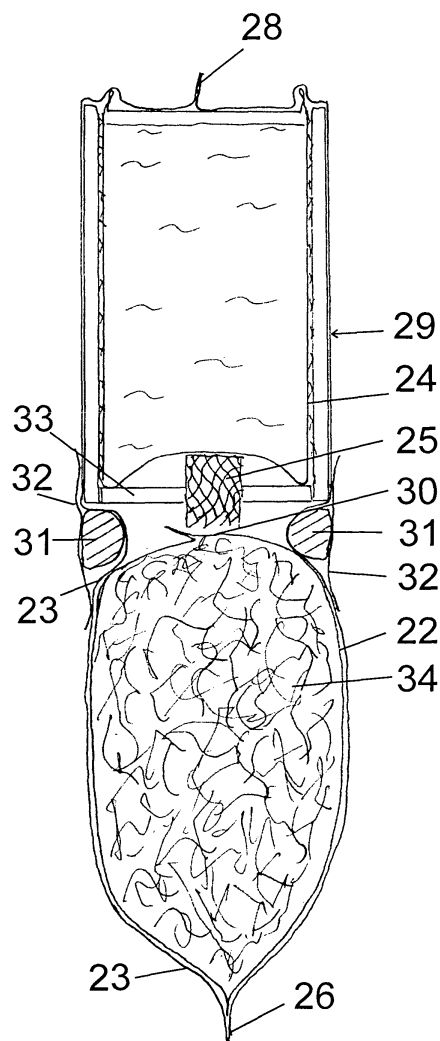


Fig. 4a

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Sorptions-Kühlelement zum Kühlen mit einer gasdichten Folie bei welchem durch Verdampfung eines Arbeitsmittels und anschließender 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 Arbeitsmittel, dampfförmig unter Wärmedesorption 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 usw..

Absorptionsvorrichtungen sind Apparate in denen ein flüssiges Absorptionsmittel eingesetzt wird. Unter dem Oberbegriff Sorptionsvorrichtungen 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 Wärmedesorption. Diese Sorptionswänne 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 umzusetzen und 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 Temperatenausgleich

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 Sorptions-Kühlelemente zur Kälteerzeugung, sowie Verfahren zu deren Herstellung.

[0008] Gelöst werden diese Aufgaben durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 14. Die abhängigen Ansprüche zeigen weitere erfinderische Vorrichtungen und Verfahren auf.

[0009] Sorptionsmittel können beim Sorptionsprozess Temperaturen von über 100 °C erreichen. Für derartig hohe Temperaturen sind die auf dem Verpackungssektor eingesetzten Mehrschicht-Folien nicht geeignet. Insbesondere die für die Versiegelung verwendeten Polyethylen-Schichten werden bereits bei 80°C weich und lassen die Hülle unter Vakuum undicht werden. Eine Schweißschicht aus Polypropylen kann 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 wird erfindungsgemäß durch mindestens eine Polyesterschicht innerhalb der Mehrschicht-Folie begegnet. Polyesterfolien sind besonders reiß- und stichfest. Die eigentliche Gasbarriere wird durch eine Lage aus einer dünnen Metallfolie oder einer metallisierten Schicht 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 mittels Klebeschichten miteinander verbunden. Handelsübliche Kleber enthalten Lösungsmittel, die beim Verkleben nicht restlos aus der Kleberschicht entfernt werden. Über längere Zeiträume, 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 ausgelegt sein.

Erfindungsgemäß kommen Mehrschicht-Folien mit einer Polyesterschichtdicke von 12 bis 50 µm, einer Aluminiumschichtdicke von 6 bis 12 µm und einer Polypropylenschichtdicke von 50 bis 100 µm zum Einsatz. Verwendung finden derartige Folien z. B. zur Verpackung von Lebensmitteln, die nach dem Abpacken zur Haltbarmachung bei Temperaturen von über 120 °C sterilisiert werden.

[0010] Noch stabilere Mehrschichtfolien erhält man, wenn eine weitere ca. 15 µm dicke Polyesterschicht zwischen der Aluminium- und der Polypropylenschicht ver-

klebt ist. Scharfe oder spitze Sorptionsmittelteile 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} mbar/sec möglich. Die Lagerfähigkeit erreicht damit mehrere Jahre, ohne dass die Kühlbereitschaft eingeschränkt wird.

[0011] Das Verschweißen (Versiegeln) 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 dort im Einsatz. Besonders erwähnt seien Standbeutel, Beutel mit Ausgießöffnungen, Beutel mit Kartonagenverstärkung, Aufreißbeutel, Beutel mit Peeleffekt zum leichteren Öffnen und Beutel mit Ventilen. Sie alle können mit Ihren spezifischen Eigenschaften für die erfindungsgemäßen Kühlelemente von Vorteil sein.

[0012] Beim Abfüllen von festem Sorptionsmittel in Beuteln entsteht Staub, der sich an den Folieninnenseiten ablagert. Staub auf den späteren Siegelstellen kann zu Leckagen führen, wenn die Staubschicht gegenüber der Polypropylenschicht zu dick ist. Polypropylenschichtdicken von 50 bis 100 μm reichen aus, um feine Staubkörnerchen in die Polypropylenschicht sicher und vakuumdicht einzuschmelzen.

[0013] 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.

[0014] 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 in einer Gerüststruktur Silizium- und Aluminiumoxide enthält. Diese sehr regelmäßige 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 Kühlperiode 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 Kälteerzeugung 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 heiß wird und damit bei niedrigeren Temperaturen zusätzlichen Wasserdampf sorbieren kann.

[0015] 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.

[0016] Ein weiterer Nachteil natürlicher, aber auch synthetisch hergestellter Zeolithe besteht darin, dass sie je nach Vorkommen und Abbaufverfahren Beimengungen enthalten, die im Vakuum und insbesondere bei höheren Temperaturen gasförmige Bestandteile abgeben, die den Kühlprozess negativ beeinflussen.

Gelöst wird dieses Problem der Gasfreisetzung dadurch, dass natürliche Zeolithe vor der Fertigung des Kühlelementes mindestens auf die spätere Sorptionsmitteltemperatur aufgeheizt und unter 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 Polyesterschicht eingesetzt.

[0017] Unter den ca. 30 unterschiedlichen, natürlichen Zeolithen sind die folgenden für die erfindungsgemäßen Kühlelemente vorteilhaft einzusetzen: Clinoptilolite, Chabazite, Mordenite und Phillipsite.

[0018] 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 stehenden Gewässern eingesetzt werden.

[0019] Von den synthetischen Zeolithtypen sind die Typen A, X und Y, jeweils in ihrer preisgünstigen Na-Form zu empfehlen.

[0020] Neben der Kombination Zeolith/Wasser sind auch andere feste Sorptionspaarungen 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.

[0021] 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 aufgewrungene Form beibehält. Vorteilhaft sind aber auch aus Zeolithpulver vorgeformte stabile, formbeständige Zeolithblöcke, in die bereits die Strömungskanäle eingearbeitet sein können und deren Formgebung der gewünschten Kühlelement-Geometrie angepasst ist. Die stabilen Zeolithblöcke können im Bereich der späteren Dampfoffnung 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.

[0022] Bei der Sorptionsreaktion wird Sorptionswärme frei, die das Sorptionsmittel erhitzt. Die Aufnahmefähigkeit für Wasser 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 ungehindert 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.

[0023] Da der Wärmeübergang an eine Luftströmung von der Außenseite des Sorptionsmittel-Beutels in der gleichen Größenordnung liegt wie der Wärmeübergang eines Sorptionsmittel-Granulates an die Innenseite des Beutels, empfehlen sich prinzipiell große Folienoberflächen ohne Berippung, wie 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.

[0024] Die erfindungsgemäßen Kühlelemente lassen sich in folgende Anwendungsbereiche einteilen:

15 A: Schnelle Abkühlung einer Flüssigkeit
Z. B. die Abkühlung einer 0,75 l Champagner-Flasche von 25 °C auf 8 °C innerhalb einer Zeitspanne von 15 min.

20 B: Anhaltende Kühlung eines Luftstromes
Z. B. die Kühlung eines Luftstromes in einem Atemluftkühler

25 C: Kalt- und/oder Warmhalten von Getränken und Lebensmitteln
Z. B. Warmhalten einer Mahlzeit unter gleichzeitigem Kalthalten eines vorgekühlten Getränkes während einer längeren Transportzeit.

30 D: Verzögern des Auftauprozesses eines gefrorenen Produktes.
Z. B. Kalthalten (unter -10 °C) einer Speiseeispackung nach der Entnahme aus dem Tiefkühlfach bis zum späteren Verzehr oder während des Transportes.

35 **[0025]** Prinzipiell lassen sich diese unterschiedlichen Anwendungsfälle mit erfindungsgemäßen Kühlelementen erfüllen. Alle Anwendungen sind dadurch gekennzeichnet, dass ein Kühlelement über einen unbestimmten Zeitraum bei beliebigen Temperaturen gelagert wird. Zum Startzeitpunkt der Kühlwirkung wird die Absperrvorrichtung betätigt. Arbeitsmitteldampf kann ab diesem Zeitpunkt zum Sorptionsmittel strömen und von diesem angelagert werden. Das Sorptionsmittel wird heiß, da es den Dampf innerhalb seiner Kristallstruktur verflüssigt und adsorbiert. Der Verdampfer kühlt sich ab und kann als Kältequelle genutzt werden. Bei schnell ablaufenden Kühlaufgaben (z.B. Abkühlen einer Flüssigkeit) wird in der Regel der Zeitraum nicht ausreichen, das Sorptionsmittel nennenswert zu kühlen. Die Aufnahmefähigkeit für Arbeitsmitteldampf wird deshalb wegen der heißen Sorptionsmitteltemperaturen begrenzt sein, wenn nicht Beimengungen als Wärmepuffer fungieren.

50 Bei Kühlelementen mit längerer Kühlzeit wird das Sorptionsmittel Wärme über die Mehrschicht-Folie abgeben können und je nach Anwendungsfall diese Wärme auf höherem Temperaturniveau auch an ein warm zu hal-

tendes Produkt übertragen können.

[0026] Bei Anwendungen im Tiefkühlbereich sind zudem ausreichend dimensionierte Strömungskanäle und gegebenenfalls Gefrierpunktniedrigende Zusätze im Arbeitsmittel zu berücksichtigen.

[0027] Um den Wärmefluss vom heißen Sorptionsmittel auf den kalten Verdampfer zu minimieren, sind entweder Isolationsmaterialien vorzusehen oder erfindungsgemäß auf eine ausreichende räumliche Trennung der beiden Komponenten zu achten.

[0028] Besonders kostengünstige Kühlelemente sind zu erzielen, wenn auch der Verdampfer in einer gasdichten Folie eingeschweißt ist. Unter Vakuum müssen die Strömungskanäle zum Sorptionsmittel erhalten bleiben. Hierfür sind erfindungsgemäß Abstandshalter vorzusehen, die den Arbeitsmitteldampf von der flüssigen Arbeitsmittelmenge ungehindert abströmen lassen und zugleich die kalten Flächen gut wärmeleitend mit der Folie kontaktieren.

Vorteilhaft können hierfür auch flexible Abstandshalter aus Kunststoff eingesetzt werden, die der jeweiligen Kühlaufgabe angepasst sind. Voraussetzung ist allerdings, dass die Kunststoff-Abstandshalter während der Lagerzeit nicht ausgasen und 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 werden können. Besonders vorteilhaft ist es, wenn diese Temperaturerhöhung gleichzeitig mit dem Erhitzen des Sorptionsmittels während des Herstellvorgangs des Kühlelementes erfolgt.

Abstandshalter 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 zugesetzt werden.

[0029] Prinzipiell lassen sich die Kühlelemente auch bezüglich ihrer Absperrvorrichtung unterteilen:

E: Dampfkanal vom Verdampfer zum Sorptionsmittel wird geöffnet.

Z. B. Durchstoßen eines Folienbeutels, der das Sorptionsmittel umschließt.

F: Flüssigkeitsleitung von einem Vorratsgefäß zum Verdampfer wird geöffnet.

Z. B. Platzen eines Wasserbeutels und Austritt des Wasserinhalts in den Verdampfer. Von dort verdampft es dann und strömt weiter zum Sorptionsmittel.

[0030] Im ersten Fall kann die das Sorptionsmittel umhüllende Mehrschicht-Folie durchstochen werden. Geeignet sind hierfür scharfkantige Schneidwerkzeuge, welche ein ausreichend großes Loch in die Folie stoßen. Das Schneidwerkzeug kann dabei sowohl von der Sorp-

tionsmittelseite 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 Folien ausgeübte Verformung betätigt. Damit können Absperrvorrichtungen kostengünstig ausgebildet und gasdicht betätigt werden.

[0031] 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, bzw. verschieben können, um die Folie sicher zu durchtrennen.

[0032] Dies gilt selbstverständlich auch für die Absperrvorrichtungen (Fall F), die nur eine kleine Öffnung für den das flüssige Arbeitsmittel enthaltenden Folienbeutel erzeugen müssen. Erfindungsgemäß kann an die Verdampferfolie zusätzlich ein Folienbeutel mit der entsprechenden Arbeitsmittelmenge und einem Verbindungskanal angeformt sein. Der zwischen Sorptionsmittel und flüssigem Arbeitsmittel vorgesehene Kanal kann erfindungsgemäß dadurch verschlossen werden, dass die Folie in diesem Bereich ein oder mehrmals geknickt wird, so dass die Polypropylenschichten gegeneinander verpresst werden. Zusammen mit dem von außen anliegenden Luftdruck ergibt diese Maßnahme eine ausreichende Abdichtung zwischen Arbeitsmittelbeutel und dem Verdampfer. Der geknickte Kanal bildet somit ein geschlossenes Flüssigkeitsventil. Zum Öffnen muss lediglich die Folie im Kanalbereich in die ursprüngliche Form zurückgefaltet werden und gegebenenfalls durch Druck auf den Arbeitsmittelbeutel das Arbeitsmittel in den Verdampfer gepresst werden.

[0033] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform erhält man, wenn innerhalb des Verdampfers ein separater Beutel mit flüssigem Arbeitsmittel eingelegt ist. Durch äußeren Druck auf die Verdampferhülle kann der Arbeitsmittelbeutel zum Platzen gebracht werden und das flüssige Arbeitsmittel z. B. in ein Verdampfer-Vlies ausfließen. Die aufgerissene Leckagestelle bildet dann das Flüssigkeitsventil.

[0034] In weiteren Ausführungsformen kann der Verdampfer zusammen mit dem Sorptionsmittel innerhalb des Sorptionsmittelbeutels angeordnet sein. Erst wenn das Flüssigkeitsventil den Zutritt des Arbeitsmittels in den Verdampfer öffnet, kann es von dort verdampfen und dampfförmig weiter zum Sorptionsmittel strömen.

Der Vorteil dieser Absperrvorrichtung besteht darin, dass nur ein relativ kleiner Öffnungsquerschnitt für flüssiges 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 zu vereisen und damit den weiteren Zufluss zu blockieren.

[0035] Bekanntlich kann das Vereisen von Wasser als Arbeitsmittel durch die Beimischung eines den Gefrierpunkt absenkenden Mittels verhindert werden. Eine Bei-

mischung von Kochsalz kann z. B. den Gefrierpunkt auf bis zu -17°C absenken. Ausreichend ist es bereits, wenn das gefrierpunktabenkende Mittel rund um die Austrittsöffnung des wasserbeutels angeordnet ist. Erst wenn das Wasser aus der Öffnung tritt, vermischt es sich mit dem gefrierpunktabenkenden Mittel in starker Konzentration. Ein Erstarren ist dadurch ausgeschlossen. Nachströmendes Wasser verdünnt dann die Lösung und transportiert das Arbeitsmittel in alle Bereiche des Verdampfers.

[0036] Eine homogene Verteilung des Arbeitsmittels kann auch durch eine separate, feinverzweigte Kanalstruktur erzielt werden, die das Arbeitsmittel nach dem Durchtritt durch die Absperrvorrichtung homogen verteilt, bevor es durch die Dampfströmung flüssig mitgerissen werden könnte. Eine kostengünstige Verteilung kann durch eine Lage feingelochter Folie erzielt werden, die um die Austrittsöffnung angeordnet ist.

[0037] Nur in Ausnahmefällen wird das Arbeitsmittel im Verdampfer in ungebundener Form vorliegen können. Meistens wird es in einem saugfähigen Vlies verteilt und durch hygroskopische Kräfte fixiert. Besonders preisgünstige Materialien 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 Abstandshalter aus Kunststoff oder natürlicher Zeolith, unter Vakuum und höheren Temperaturen nicht ausgasen. Besonders geeignet haben sich hierfür handelsübliche Mikrofasern aus Polypropylen. Diese Fasern sind zur Wasseraufnahme hergestellt und geben keine das Vakuum störenden Gase ab.

[0038] 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 oben genannter Maßnahmen sein.

[0039] Zum schnellen Abkühlen einer Flüssigkeit in einem Flüssigkeitsbehältnis wird erfindungsgemäß die äußere Oberfläche des Flüssigkeitsbehältnisses auf die Verdampferfläche des Kühlelementes gepresst. Sehr effizient erfolgt dies, wenn das Flüssigkeitsbehältnis direkt innerhalb der Verdampferfolie angeordnet ist. Durch den Unterdruck zwischen Mehrschicht-Folie und Flüssigkeitsbehältnis kann der Abstandshalter das Vlies mit hoher Presskraft auf die Behälteroberfläche pressen und einen großen Teil der mitunter stark strukturierten Oberfläche des Behälters zum Wärmetausch nutzen.

[0040] Diese Anordnung ist allerdings nur dann zu empfehlen, wenn das Behältermaterial selbst kein Gas abgibt und ein eventuell vorhandener Verschluss zum späteren Ausgießen des Getränkes ausreichend dicht ist. Falls dies nicht gewährleistet werden kann oder die Außenseite des Gebindes mit gasenden Etiketten beklebt ist, wird das Flüssigkeitsbehältnis zunächst selbst in eine gasdichte Hüllfolie unter Vakuum eingeschweißt. Diese gasdichte Verpackung ermöglicht dann eine direkte Anordnung innerhalb der Verdampferhülle. Die Hüll-

folie für das Flüssigkeitsbehältnis muss im Gegensatz zur Mehrschicht-Folie, die das Sorptionsmittel umgibt, keinen höheren Temperaturen widerstehen. Hierfür genügen z. B. dünne, metallisierte Folien mit einer leichter verarbeitbaren Polyethylenschicht.

[0041] Eine weitere erfindungsgemäße Lösung besteht darin, die Verdampferstruktur flexibel zu halten und die kalte Fläche der Verdampferhülle mittels separater, elastischer Pressmittel flächig auf die äußere Oberfläche des Flüssigkeitsbehälters zu pressen. Als außenliegende, elastische Pressmittel eignen sich Stretch- oder Schrumpffolien oder Gummibänder. Vorteilhaft ist bei dieser Lösung, dass der Flüssigkeitsbehälter teilweise sichtbar bleibt und zum Ausgießen der Flüssigkeit das Kühlelement nicht geöffnet werden muss. Nachteilig ist jedoch ein schlechterer Wärmeübergang, da zwischen Behälteraußenseite und Verdampferhülle Spalte verbleiben können, die den Wärmeübergang behindern.

[0042] Um den notwendigen Dampfkanaquerschnitt zwischen Verdampfer und Sorptionsmittelfüllung trotz des von außen anstehenden Luftdruckes aufrecht zu erhalten wird erfindungsgemäß der Dampfkana durch mehrere Lagen eines Kunststoffnetzes gebildet und stabilisiert. Zwischen der Netzstruktur verbleibt dabei genügend Querschnitt für die Strömung. Beim Einsatz von Polypropylenetzen können höhere Temperaturen ohne Gasfreisetzung zugelassen werden. Durch die flexible Struktur der Netze passen sie sich zudem optimal an die jeweiligen Geometrien an.

[0043] Unter Flüssigkeitsbehältnis werden alle bekannten und gebräuchlichen Gefäße wie Flaschen, Dosen, Beutel, Kannen, Kartonverpackungen usw. verstanden, die zur Aufnahme von Flüssigkeiten wie Getränken, Medikamenten aber auch chemischen Produkten dienen. Selbstverständlich kann der Flüssigkeitsbehälter auch feste oder rieselfähige Produkte enthalten. Grundsätzlich muss der Flüssigkeitsbehälter gegenüber seiner gewohnten Form und Ausstattung nicht verändert werden. Somit können alle bisher genutzten Herstellungs- und Abfüllvorrichtungen unverändert weiter benutzt werden.

[0044] Der Verdampfer kann 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 Sorptionsmittels entsteht bzw. bestehen bleibt, Arbeitsmittel im flüssigen Zustand an der zu kühlenden Stelle verbleibt, ein Mitreißen flüssiger Bestandteile verhindert wird und eine gute thermische Anbindung an das zu kühlende Objekt bestehen bleibt.

[0045] Technisch und wirtschaftlich interessant sind z. B. Kühlelemente in Form von Tablets zum Speisentransport mit nebeneinander liegenden heißen und kalten Ablageflächen. Diese können vorteilhaft zu Schalen geformt sein, in welche die Speisen direkt gefüllt werden können. Vorteilhaft sind auch Kühlelemente, bei denen die heiße und die kalte Seite sich gegenüberstehen. Diese lassen sich optimal zum Trennen warmer und kalter

Bereiche in Kühlboxen oder isolierten Transportverpackungen einsetzen. Zwischen heißer und kalter Zone kann in diesen Fällen ein isolierendes Distanzmaterial eingelegt werden, das in vorteilhafter Weise auch gleich innerhalb der Mehrschicht-Folie angeordnet sein kann. Die Anordnung im Vakuum reduziert hier zudem sehr effizient die Wärmeleitung.

[0046] Zur Herstellung erfindungsgemäßer Kühlelemente wird beispielsweise aus einer Mehrschicht-Folie ein einseitig offener Sorptionsmittelbeutel durch thermisches Verschweißen hergestellt. Der Sorptionsmittelbeutel wird mit Sorptionsmittel, das arm an Arbeitsmittel und ohne sich später frei setzender Gase ist, gefüllt, auf weniger als 15 mbar, insbesondere auf weniger als 5 mbar, evakuiert und gasdicht versiegelt. Anschließend wird der unter Vakuum stehende Sorptionsmittelbeutel zusammen mit einer Absperrvorrichtung, einem Abstandshalter 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 versiegelt. Beim Einbringen der Absperrvorrichtung ist darauf zu achten, dass dessen Öffnungsvorrichtung nicht bereits beim Fluten der Vakuumkammer ausgelöst wird.

[0047] Das Versiegeln der Folienbeutel erfolgt in aller Regel thermisch durch Anpressen heißer Siegelbalken auf die äußere Folienoberflächen bis die innen aufeinanderliegenden Polypropylenschichten weich werden und miteinander verschweißen. Der Verschweißvorgang erfolgt in aller Regel innerhalb einer Vakuumkammer unter Vakuum. Bekannt ist aber auch, den Beutel nur innen mittels einer Saugvorrichtung zu evakuieren und dann zu verschweißen. Bewährt haben sich neben dem thermischen Kontaktverfahren auch Schweißverfahren mit Ultraschall.

[0048] Erfindungsgemäß kann einem Kühlelement auch bereits der später zu kühlende Flüssigkeitsbehälter beigegeben werden. Dieser kann, um störende Gase aus dem Kühlelement fern zu halten, vor dem Einbringen in den Hüllbeutel selbst in einen evakuierten Beutel eingeschweißt sein. Um sicher zu stellen, dass während der Lagerzeit und auch während der bei höheren Temperaturen ablaufenden Kühlzeit keine, das Vakuum störenden Gase frei werden, sollten alle im Vakuum befindlichen Bauteile während des Evakuierungsvorgangs auf mindestens 80°C erwärmt oder vorher bei noch höheren Temperaturen entgast worden sein.

[0049] Die Zeichnung zeigt in:

- Fig. 1 einen Sorptionsmittelbeutel in perspektivischer und geschnittener Darstellung,
- Fig. 1a eine vergrößerte Teilansicht der Mehrschicht-Folie aus Fig. 1.
- Fig. 2 in perspektivischer und geschnittener Darstellung eine Verdampferanordnung,
- Fig. 3 eine Ausgestaltung eines Abstandhalters,

Fig. 4 ein Kühlelement zur Kühlung einer Getränkedose,

Fig. 4a das Kühlelement nach Fig. 4 im Längsschnitt KK,

Fig. 4b das Kühlelement nach Fig. 4 im Querschnitt SS,

Fig. 4c das Kühlelement nach Fig. 4 in einem weiteren Querschnitt VV,

Fig. 4d das Kühlelement nach Fig. 4 mit geöffnetem Dampfkanal,

Fig. 5 ein Kühlelement zum gleichzeitigen Kühlen und Warmhalten,

Fig. 5a das Kühlelement nach Fig. 5 im Querschnitt SS,

Fig. 6 eine Kühlelementanordnung zum Abkühlen einer Flasche,

Fig. 6a eine Draufsicht auf eine Zeolithplatte aus Fig. 6,

Fig. 7 eine weitere Anordnung eines Sorptionsmittelbeutels und einer zu kühlenden Flasche und

Fig. 8 eine Absperrvorrichtung mit einem Schneideisen in geschnittener Darstellung.

[0050] Der in Fig. 1 in perspektivischer und geschnittener Darstellung gezeigte erfindungsgemäße Sorptionsmittelbeutel 1 besteht aus einer am Beutrand 3 thermisch versiegelten Mehrschicht-Folie 2. Im evakuierten Innenbereich befindet sich das desorbierte Sorptionsmittel 4, das ein gebrochenes, natürliches Zeolithgranulat enthält.

Die zu einem Beutel vorversiegelte Mehrschicht-Folie 2 wurde mit einer, in einem Umluftofen auf 140 bis 200 °C erhitzten Granulatschüttung gefüllt und anschließend in einer Vakuumkammer auf einen Druck von weniger als 5 mbar evakuiert. Dabei wurden sowohl Gase als auch Wasserdampf aus der Zeolithkristallstruktur abgepumpt. Mittels Schweißzangen wurde der Sorptionsmittelbeutel 1 gasdicht versiegelt und die Vakuumkammer wieder belüftet. Durch Eintauchen in ein Wasserbad wurde der Sorptionsmittelbeutel 1 abgekühlt. Nach dem Abkühlen liegt der Wasserdampfdruck innerhalb des Beutels unter 1 mbar absolut. Restgase sind nicht messbar und werden auch aus der Mehrschicht-Folie nicht nachträglich ausgasen, da auch diese beim Einfüllen der heißen Granulatschüttung auf über 100 °C erhitzt wurde und eventuelle Gase dabei freigegeben hat. Eine Erwärmung beim späteren Sorptionsprozess auf ähnliches Temperaturniveau wird deshalb keine weiteren störenden Gase frei setzen.

[0051] Fig. 1a zeigt eine vergrößerte Schnittzeichnung der Mehrschicht-Folie 2. Sie besteht von innen nach außen aus einer 80 µm dicken Polypropylenschicht 5 auf welche mittels Kleber 6 eine 8 µm dicke Aluminiumschicht 7 aufgeklebt ist. Eine zweite Kleberschicht 8 fixiert eine strapazierfähige 30 µm dicke Polyesterschicht 9. Die Auswahl der Schichten und Kleber erfolgt unter den Gesichtspunkten, dass die Schichten unter Vakuum und bei Temperaturen über 100°C keine störenden Gase abgeben, die Schweißnähte nicht brüchig werden und

das scharfkantige, Zeolith enthaltende Sorptionsmittel 4 die Folie nicht durchstechen kann. Erfindungsgemäß kann auch zwischen der Polypropylenschicht 5 und der Aluminiumschicht 7 eine weitere Polyesterschicht eingeklebt sein.

[0052] Fig. 2 zeigt in perspektivischer und geschnittener Darstellung einen Verdampfer. Dieser besteht aus einem Abstandshalter 11, der aus einem flexiblen, stranggepressten Polycarbonatformstück gefertigt ist und auf dessen glatter Außenseite 12 eine Mehrschicht-Folie 13 aufliegt und auf dessen strukturierter Innenseite 14 Strömungskanäle 15 für den Arbeitsmitteldampf freigehalten werden. Zwischen einer zweiten Mehrschicht-Folie 16, welche die kalte Fläche des Verdampfers abdeckt und dem Abstandshalter 11 ist ein faseriges Vlies 17 eingelegt, das mit flüssigem Arbeitsmittel getränkt ist. Das Vlies 17 enthält Mikrofasern aus Polypropylen. Die beiden Mehrschicht-Folien 16 und 13 sind an der Nahtstelle 10 mit einer Siegelnahtbreite von mindestens 5 mm miteinander thermisch verschweißt.

[0053] In Fig. 3 ist eine weitere Ausgestaltung eines Abstandhalters 18 dargestellt. Dieser ist aus einer 1 mm dicken Polypropylenplatte 21 gefertigt, in die mittels eines Tiefziehverfahrens Abstandsnoppen 19 gezogen wurden, die ein Vlies 20 so beabstanden, dass Wasserdampf, der aus dem Vlies 20 abdampft, ungehindert im Kanalraum zwischen Vlies 20 und Polypropylenplatte 21 abströmen kann.

[0054] Fig. 4 und 4a bis 4d zeigen ein Kühlelement, das im oberen Bereich eine Getränkedose 24 mit 0,5 l Inhalt und im unteren Bereich einen Sorptionsmittelbeutel 22 mit 400 g natürlichem Clinoptilolith, enthält. Getränkedose 24 und Sorptionsmittelbeutel 22 sind in einem Hüllbeutel 23 unter Vakuum eingesiegelt worden. Der Hüllbeutel 23 ist aus einem Stück Mehrschicht-Folie gefertigt, die einfach gefaltet und an der unteren Quernaht 26 und an der Längsnaht 27 verschweißt wurde. Nach dem Einbringen des Sorptionsmittelbeutels 22, eines Stechwerkzeuges 25 und der mit einem Verdampfer 29 versehenen Getränkedose 24 wurde der Hüllbeutel 23 in einer Vakuumkammer auf einen Druck unterhalb des Dampfdruckes des Arbeitsmittels gesetzt und anschließend auch am oberen Rand 28 verschweißt. Damit das Stechwerkzeug 25 beim Fluten der Vakuumkammer nicht durch das Zusammenziehen des Hüllbeutels 23 die Folie des Sorptionsmittelbeutels 22 im Stechbereich 30 durchdringt, sind außerhalb des Hüllbeutels 23 zwei Distanzhalter 31 aus geschäumtem Polypropylen mit je einem Klebestreifen 32 fixiert. Die Distanzhalter 31 verhindern, dass trotz Unterdruckes das Stechwerkzeug 25 den Sorptionsmittelbeutel 22 nicht durchtrennt. Das Öffnen des Strömungskanals erfolgt erst, wenn nach dem Abziehen der Klebestreifen 32 die Distanzhalter 31 entfernt werden und damit das Stechwerkzeug 25, wie in Fig. 4d dargestellt, in den Sorptionsmittelbeutel 22 eingedrungen ist und den Stechbereich 30 ausgestanzt hat. Das Stechwerkzeug 25 besteht aus einem kleinen Stück Streckmetall, das zu einem Zylinder geformt ist. An sei-

nem oberen Ende berührt es die Getränkedose 24, sein seitlicher Halt wird durch eine mit Kanälen versehene Fixierplatte 33 gewährleistet, die zugleich den Dampfweg vom Verdampfer 29 durch das Stechwerkzeug 25 in das Sorptionsmittel 34 nach dem Entfernen der Distanzhalter 31 offen hält.

[0055] Der Aufbau des Verdampfers 29 ist entsprechend dem Schnitt VV in Fig. 4c ersichtlich. Um die Getränkedose 24 ist eine mit 30 g Wasser getränkte Papierhülle 35 gewickelt, die wiederum von einem Abstandshalter 36, analog dem Abstandshalter 11 aus Fig. 3, auf die Außenwand der Getränkedose 24 gepresst wird. Der Abstandshalter 36 wird wiederum vom Hüllbeutel 23, auf dem der äußere Luftdruck lastet, auf die Getränkedose 24 gedrückt. Damit ist ein optimaler thermischer Kontakt von der verdampfenden Wassermasse auf den Doseninhalt gewährleistet.

[0056] Fig. 4b zeigt schließlich den Schnitt SS aus Fig. 4. Das Sorptionsmittel 34, in diesem Fall natürlicher Zeolith, ist wie in der Beschreibung zu Fig. 1 erläutert, in dem Sorptionsmittelbeutel 22 verpackt. Um den Sorptionsmittelbeutel 22 schmiegt sich die Folie des Hüllbeutels 23. Diese enthält ebenfalls eine Barrierschicht aus Aluminium und eine siegelbare Schicht aus Polyethylen oder Polypropylen. Sofern sichergestellt ist, dass von der Oberfläche bzw. der Deckelabdichtung der Getränkedose 24 keine Gase in den Verdampferbereich austreten, muss die Getränkedose 24 nicht zusätzlich mit einer gasdichten, evakuierten Folie umgeben sein.

[0057] Bei der Herstellung des Kühlelementes ist darauf zu achten, dass alle innerhalb des Vakuumsystems befindlichen Medien, keine oder nur unschädliche Mengen Gas abgeben. Vorteilhafterweise wird der Sorptionsmittelbeutel 22 zuerst in den Hüllbeutel 23 geschoben. Anschließend werden die Distanzhalter 31 mittels der Klebestreifen 32 von außen befestigt.

Um die Mantelfläche der Getränkedose 24 wird die Papierhülle 35 gewickelt und mit dem Arbeitsmittel Wasser getränkt. Auf die Sorptionsmittelmasse bezogen sind dies 7,5 % Wasser. Es folgt der Abstandshalter 36 aus Polypropylen und die Fixierplatte 33, in die das Stechwerkzeug 25 geklemmt ist. Die Fixierplatte 33 und der Abstandshalter 36 können mittels (nicht gezeichneter) Schrumpffolien bequem auf der Getränkedose 24 fixiert werden.

Die so vorbereitete Getränkedose 24 wird in den Hüllbeutel 23 geschoben bis die beiden Distanzhalter 31 auf der Fixierplatte 33 anstehen. Der so bestückte Hüllbeutel 23 wird nunmehr in einer Vakuumkammer evakuiert bis vom Arbeitsmittel Wasser etwas Wasserdampf abströmt. Diese Arbeitsmitteldampfströmung entgast das Arbeitsmittel selbst und reißt auch alle anderen Gase mit aus dem Hüllbeutel 23. Nachdem sichergestellt ist, dass alle störenden Gase abgepumpt sind, wird der Hüllbeutel 23 im Bereich des oberen Randes 28 mittels Schweißbalken thermisch versiegelt.

Nach dem Belüften der Vakuumkammer kann das fertige Kühlelement entnommen werden. Um auch nach einer

längeren Lagerzeit sicher zu sein, dass das Kühlelement gasdicht verschweißt ist und keine Fremdgase freigesetzt wurden, kann das Element wiederum in eine Vakuumkammer eingelegt und evakuiert werden. Bei einem funktionssicheren Kühlelement wird sich der Hüllbeutel 23 erst ausbeulen, wenn der Kammerdruck unter den Wasserdampfdruck absinkt.

[0058] Um das Kühlelement zu aktivieren, müssen die beiden Distanzhalter 31 abgezogen werden, die wegen des Unterdrucks fest zwischen dem Sorptionsmittelbeutel 22 und der Fixierplatte 33 eingeklemmt sind. Dank des flexiblen Distanzmaterials wird die Folie des Hüllbeutels 23 und des Sorptionsmittelbeutels 22 trotz scharfkantiger Zeolithgranulate nicht beschädigt. Bedingt durch den inneren Unterdruck wird das Stechwerkzeug 25 sofort in den Stechbereich 30 des Sorptionsmittelbeutels 22 eindringen, einen Teil des Folienmaterials ausstechen und den Dampfkanal für den anstehenden Wasserdampf freigeben. Innerhalb weniger Minuten wird sich das Wasser in der Papierhülle 35 auf ca. 0 °C abkühlen und das Sorptionsmittel 34 auf über 100 °C erhitzen. Nach ca. 10 Minuten ist der Inhalt der Getränkedose 24 um ca. 18 Kelvin abgekühlt und das Sorptionsmittel 34 einheitlich heiß. Gelegentliches Schütteln der Getränkedose 24 beschleunigt die Abkühlung des Getränkes innerhalb der Dose. Über eine Einkerbung auf der Schweißnaht entlang der Längsnaht 27 kann der Hüllbeutel 23 aufgetrennt werden und die kalte Getränkedose 24 aus dem Verdampfer 29 gezogen werden. Das benutzte Sorptionsmittelgranulat kann zur Verbesserung der Boden- oder Teichwasserqualität eingesetzt werden oder zusammen mit dem Folienmaterial im Restmüll entsorgt werden.

Aus der Wasservorlage in der Papierhülle 35 sind ca. 18 g abgedampft und vom Sorptionsmittel 34 sorbiert worden. Bei einer eingefüllten Zeolithmasse von 400 g ergibt dies eine Beladung von lediglich 4,5 %. Da die Zeolithfüllung aber in dem kurzen Kühlzeitraum kaum Wärme an die Umgebung abgeben kann, ist eine nennenswerte Temperaturabsenkung und eine damit einhergehende, zusätzliche Wasseradsorption nicht möglich. Aus diesem Grund ist für das hier beschriebene Kühlelement ein natürlicher Zeolith gut geeignet.

[0059] Fig. 5 und 5a zeigen ein flaches Kühlelement, das neben der Kälte aus dem Verdampfer 42 zugleich die Nutzung der Wärme aus dem Sorptionsmittel ermöglicht. Ein flacher Sorptionsmittelbeutel 40 enthält eine Zeolithplatte 41 aus synthetischem Zeolith und einen Verdampfer 42 ohne dazwischen angeordnete Absperrvorrichtung. Der Verdampfer 42 beinhaltet ein wasserfreies Vlies 43 und einen Abstandhalter 44, der analog dem Abstandhalter aus Fig. 2 aufgebaut ist. Die Zeolithplatte 41 ist aus pulverförmigem Na-A Zeolith unter Zugabe von Bindemittel geformt worden. In ihr sind im unteren Bereich Strömungskanäle 45 eingearbeitet, die die Weiterleitung der Wasserdampfströmung aus dem Abstandhalter 44 in das Sorptionsmittel erlauben. Das Arbeitsmittel Wasser 47 befindet sich in einem Wasser-

beutel 46, der über einen Verbindungskanal 48 mit dem Verdampfer 42 in Verbindung steht und zugleich Bestandteil des Sorptionsmittelbeutels 40 ist. Im Bereich der Mündung des Verbindungskanals 48 im Verdampfer 42 ist ein Folienstück 50 angeordnet, das sicher stellt, dass einfließendes Wasser in das Vlies 43 gelenkt wird und nicht im flüssigen Zustand in die Strömungskanäle des Abstandhalters 44 gelangt. Zusätzlich sind im Mündungsbereich des Verbindungskanals 48 0,5 g Speisesalz in das Vlies 43 eingelegt. Erfindungsgemäß wird ein einziger Mehrschicht-Folienbeutel eingesetzt, der sowohl das Sorptionsmittel, den Verdampfer 42, den Verbindungskanal 48, das Arbeitsmittel Wasser 47 und die Absperrvorrichtung umhüllt bzw. bildet. Die Absperrvorrichtung besteht darin, dass der Verbindungskanal 48 aus seiner ursprünglich planen Position um 180° nach oben geknickt ist. Der Wasserbeutel 46, der während der Fertigung die in Fig. 5 gestrichelt gezeichnete Position einnimmt, liegt somit während der Lagerzeit auf dem Verdampfer 42 auf. Durch die scharfe Faltung 49, in deren Bereich die beiden aufeinanderliegenden Polypropylen-schichten stark gegeneinander gequetscht werden, ist eine sehr preiswerte Absperrvorrichtung entstanden, die sich durch Zurückklappen des Wasserbeutels 46 in die Ausgangslage (gestrichelte Position in Fig. 5 und Position in Fig. 5a) ohne weiteres Werkzeug bequem öffnen lässt, indem man von außen auf den Wasserbeutel 46 drückt.

Zur Fertigung des Kühlelementes wird die Zeolithplatte 41 in einem Umluftofen auf Temperaturen zwischen 150 und 200 °C erhitzt. Die heiße Zeolithplatte 41 wird sodann zusammen mit den auf ca. 80 °C erhitzten Verdampferbauteilen in den teilweise vorgefertigten Sorptionsmittelbeutel 40 eingebracht. Der Sorptionsmittelbeutel 40 wird daraufhin soweit verschweißt, dass nur noch der Verbindungskanal zum Wasserbeutel 46 und der Wasserbeutel selbst eine Absaugöffnung zu einer Vakuumkammer haben. Durch Evakuieren der Vakuumkammer auf weniger als 5 mbar wird auch der Druck innerhalb des Sorptionsmittelbeutels 40 abgesenkt. Dadurch verdampft aus dem Zeolith Restwasser, dessen Dampfströmung Luft und aus den heißen Bauteilen freigesetzte Gase durch den Verbindungskanal 48 ausschleusen. Daraufhin kann der Verbindungskanal 48 geknickt werden. Der Wasserbeutel 46 kann jetzt mit entgastem Wasser befüllt und anschließend gasfrei verschweißt werden.

[0060] Um das Kühlelement in Betrieb zu nehmen, wird lediglich der Wasserbeutel 46 in seine Ausgangslage zurückgelegt und damit die Faltung 49 begradigt. Getrieben durch den Wasserdampfdruck im Wasserbeutel 46 strömt nunmehr Wasser durch den Verbindungskanal 48 in das Vlies 43. Es löst die dort befindlichen Salzkristalle wodurch sich der Gefrierpunkt auf nahezu - 17 °C erniedrigt. Durch nachströmendes Wasser wird die Salzlösung weiter in das Vlies geleitet, von wo aus sie verdampfen kann. Der Dampf wird über die durch den Abstandhalter 44 aufrecht erhaltenen Kanäle in die Zeolithplatte 41 gelenkt und exotherm sorbiert. Die Sorpti-

onswärme erhitzt die Zeolithplatte 41 auf über 100 °C. Das Vlies 43 kühlt sich durch die Verdampfungskälte auf Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes ab. Das Kühlelement kann somit beispielsweise im Bereich der Zeolithplatte 41 zum Warmhalten von Speisen und im Bereich des Verdampfers 42 zum Kalthalten von Getränken genutzt werden. Nach Gebrauch kann es dem Restmüll zugeführt werden.

[0061] Ohne zeichnerische Darstellung sei angemerkt, dass der Verdampfer 42 des Kühlelements nach Fig. 5 in eine zylindrische Form gebracht werden kann, die für die Aufnahme einer Dose oder einer Flasche geeignet ist. Um einen guten thermischen Kontakt zwischen Flaschenoberfläche und Sorptionsmittelbeutel zu erhalten, können beide mittels Stretchfolien oder Gummibändern miteinander verpresst werden.

Sehr effizient ist es auch, die Flasche und das Kühlelement in einem zusätzlichen Beutel zu platzieren, der anschließend evakuiert wird. Der Wärmeübergang vom Verdampfer an die Flasche wird durch den dann anliegenden Luftdruck erheblich verbessert.

[0062] Fig. 6 zeigt schließlich weitere Bauelemente eines erfindungsgemäßen Kühlelementes zur schnellen Abkühlung einer mit einem Getränk gefüllten Flasche 53. Die im Querschnitt dargestellte Flasche 53 wird wiederum von einem zylindrisch formbaren Abstandshalter 54, der ein Vlies 52 auf den zylindrischen Flaschenteil presst und einem Fixierelement 55 zur Aufnahme eines Schneidwerkzeuges 56 umgeben. Die Flasche 53 selbst kann zunächst in eine gasdichte - nicht gezeichnete - evakuierte Folie eingeschweißt sein, damit aus dem Korke 61 der Flasche 53 diffundierende Gase, das zur Funktion notwendige Vakuum nicht beeinträchtigen können. Ein Sorptionsmittelbeutel 57 enthält 6 Scheibenförmige Zeolithplatten 58, wovon eine in Fig. 6a in Draufsicht dargestellt ist. Die Platten enthalten mittig Dampfkanalöcher 59 über welche der Wasserdampf zu Radialkanälen 60 geführt wird. Von den Radialkanälen kann der Dampf dann über dünne Spalte, die beim Stapeln zwangsläufig zwischen den Platten verbleiben, schnell in alle Bereiche des Sorptionsmittels vordringen. Die oberste Platte 58 verfügt über ein größeres Dampfkanalloch damit das Schneidwerkzeug 56 und die von diesem ausgestanzte Mehrschicht-Folie Platz finden können. Die weiteren, zum erfindungsgemäßen Betrieb notwendigen Bauteile, sind nicht zeichnerisch dargestellt. Sie ergeben sich analog aus den Darstellungen und Beschreibungen der Fig. 4 bis 4d.

[0063] Fig. 7 zeigt eine weitere, platzsparende Anordnung eines Kühlelementes zur Kühlung einer Flasche 62. In den Sorptionsmittelbeutel 63 ist eine Vertiefung eingeformt, in welcher der Flaschenhals 64 und die Absperrvorrichtung 65 angeordnet sind. Der Sorptionsmittelbeutel 63 hat vorteilhafterweise den Durchmesser der Flasche 62 samt nicht dargestelltem Verdampfer. Die Absperrvorrichtung bildet ein Schneidwerkzeug 65, das erst durch manuell erhöhtem, axialem Druck die Mehrschicht-Folie des Sorptionsmittelbeutels 63 perforieren

kann. Die restlichen Bauteile sind auch hier wegen der besseren Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Für sie sowie das Herstell- und Kühlverfahren gilt die Beschreibung zu den Fig. 4 bis 4d analog.

[0064] Fig. 8 zeigt eine Absperrvorrichtung bei der ein Schneideisen 80 einen Sorptionsmittelbeutel 81 durchstechen kann. Der Sorptionsmittelbeutel 81 enthält eine Zeolithfüllung 82 in Kugelform. Das zylindrisch geformte Schneideisen 80 hat an seinem einen Ende eine Messerkante 83, die dafür konstruiert ist, die Folie des Sorptionsmittelbeutels 81 zu durchtrennen. Damit die Durchtrennung nicht ungewollt geschieht, ist zwischen Messerkante 83 und Sorptionsmittelbeutel 81 eine Schutzfolie 84 platziert, die durch ihre Beschaffenheit dafür sorgt, dass das Schneideisen 80 erst dann den Sorptionsmittelbeutel 81 durchtrennt, wenn zusätzliche äußere Kräfte in Pfeilrichtung A auf das andere Ende des Schneideisens 80 einwirken und nicht bereits durch den äußeren Luftdruck. Dieses andere Ende ist mit einer Kappe 85 versehen, die über den Durchmesser des Schneideisens 80 hinausragt und den äußeren Hüllbeutel 86 abstützt. Der Durchmesser der Kappe 85 ist etwas größer als das ausgestanzte Loch 88 in einem Arbeitsmitteldampfkanal, der zwischen Sorptionsmittelbeutel 81 und Hüllbeutel 86 angeordnet ist. Um den notwendigen Dampfquerschnitt aufrecht zu erhalten, ist er aus mehreren Lagen eines Netzes 87 aus Polypropylenfäden aufgebaut. Durch diesen mehrlagigen Aufbau verbleibt innerhalb der Netzstruktur genügend Strömungsquerschnitt für den Arbeitsmitteldampf obwohl auf dem Dampfkanal die Differenz des Arbeitsmitteldampfdruckes zum äußeren Luftdruck ansteht. Das Schneideisen 80 hat in seiner Zylinderwandung mehrere Fenster 89 durch die der Arbeitsmitteldampf aus dem Dampfkanal in das Schneideisen einströmen kann. Durch Druck auf den Hüllbeutel 86 in Pfeilrichtung A wird die Schutzfolie 84 zusammen mit dem Sorptionsmittelbeutel von der Messerkante 83 des Schneideisens 80 durchtrennt. Die Stanzteile werden von der nachrollenden Zeolithfüllung 82 in das Innere des Schneideisenzylinders geschoben und geben damit den Dampfweg frei. Das Schneideisen 80 lässt sich so weit eindrücken, bis dessen Kappe 85 auf dem Lochrand der Netze 87 aufliegt. Der flexible Hüllbeutel 86 faltet sich dabei ohne undicht zu werden.

Patentansprüche

1. Kühlelement mit einem Sorptionsmittel (4), das unter Vakuum ein dampfförmiges Arbeitsmittel sorbieren kann, das von einer flüssigen Arbeitsmittelmenge in einem Verdampfer (29) abdampft und mit einer Absperrvorrichtung, die bis zum Starten des Kühlprozesses verhindert, dass Arbeitsmitteldampf zum Sorptionsmittel (4) strömt,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Sorptionsmittel (4) in einem Sorptionsmittelbeutel (22) eingeschweißt ist, der eine Mehrschicht-Fo-

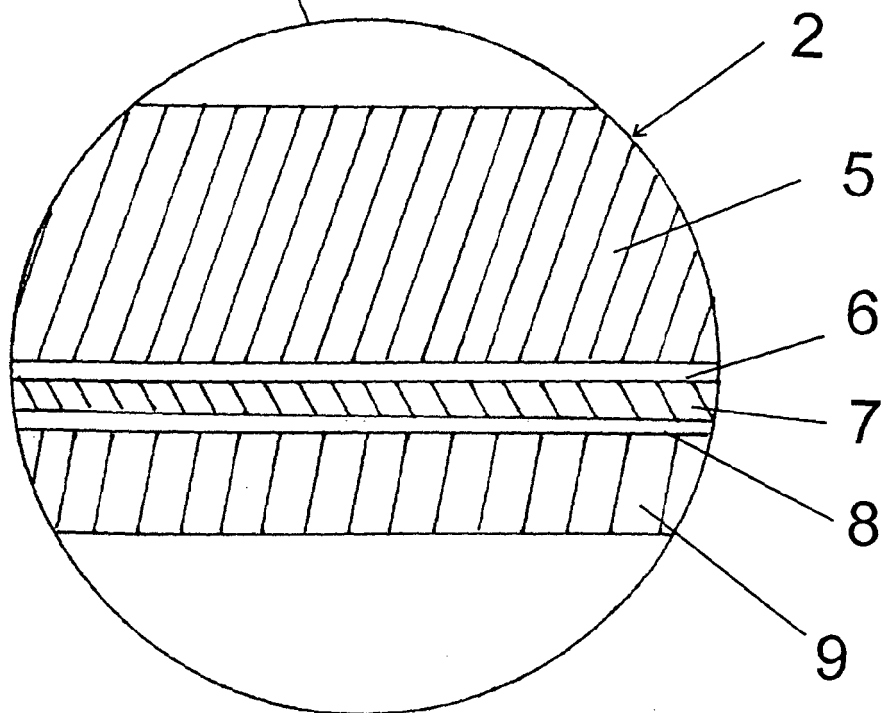
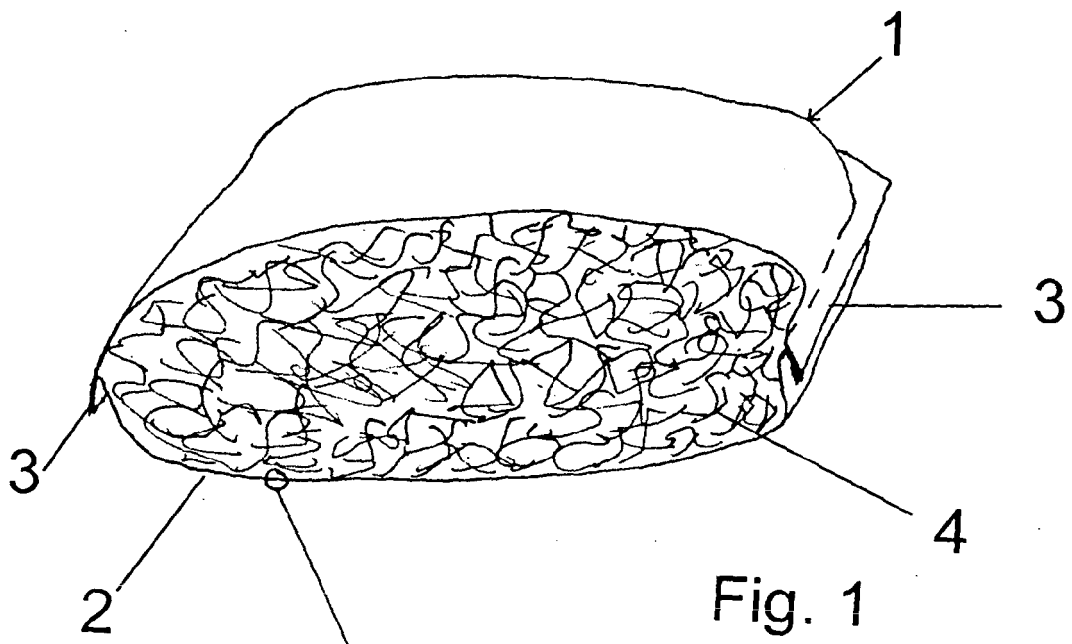
lie enthält, die wiederum mindestens eine metallische Schicht bzw. eine metallisierte Schicht enthält.

2. Kühlelement nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass 5
die Mehrschicht-Folie eine Polyesterschicht mit 12 bis 50 μm Schichtdicke enthält.
3. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 10
die Mehrschicht-Folie eine Polypropylenschicht zwischen 50 und 100 μm Schichtdicke enthält.
4. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 15
die Mehrschicht-Folie bei Temperaturen bis zu 120°C sterilisierbar ist.
5. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 20
das Sorptionsmittel (4) Zeolith und insbesondere natürlichen Zeolith enthält.
6. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 25
die Absperrvorrichtung ein Schneidwerkzeug (25) enthält, das geeignet ist, die Mehrschicht-Folie zu durchtrennen.
7. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 30
der Verdampfer (29) ein Vlies enthält aus dem das Arbeitsmittel abdampfen kann und einen Abstandhalter (36), der Dampfkanäle bildet und dass der Verdampfer (29) von einem flexiblen und gasdichten Hüllbeutel (23) umschlossen ist, auf dem der äußere Luftdruck lastet.
8. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 35
der flexible, gasdichte Hüllbeutel (23) auch den Sorptionsmittelbeutel (22) umschließt.
9. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 40
der Sorptionsmittelbeutel (22) auch den Verdampfer umhüllt.
10. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 45
der flexible, gasdichte Hüllbeutel (23) auch den Sorptionsmittelbeutel (22) umschließt.

der Hüllbeutel (23) auch ein Behältnis umhüllt, dessen Inhalt gekühlt werden soll.

11. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 5
der Sorptionsmittelbeutel (22) und das Schneidwerkzeug (25) so angeordnet sind, dass der äußere Luftdruck zur Betätigung des Schneidwerkzeuges (25) genutzt wird und der Hüllbeutel (23) hierzu verformbar ist.
12. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 10
der Sorptionsmittelbeutel (22) so geformt und versiegelt ist, dass er einen Wasserbeutel (46) bildet, der über einen Verbindungskanal (48) mit einem Verdampfer (42) in Verbindung steht.
13. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 15
der Verbindungskanal (48) im gefalteten Zustand als geschlossene Absperrvorrichtung dient und im gestreckten Zustand Arbeitsmittel aus dem Wasserbeutel (46) in den Verdampfer (42) einströmen lässt.
14. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 20
die Absperrvorrichtung ein Schneidwerkzeug enthält, das zwischen Hüllbeutel und Sorptionsmittelbeutel angeordnet ist und bei äußerer Krafteinwirkung den Sorptionsmittelbeutel durchtrennt und den Zugang von Arbeitsmitteldampf in die Sorptionsmittelfüllung frei gibt, ohne dass dabei der sich verformende Hüllbeutel undicht wird.
15. Kühlelement nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 25
der Arbeitsmitteldampfkanal aus flexiblen Kunststoffnetzen gebildet wird, die in mehreren Lagen übereinander gelegt sind und dem äußeren Überdruck standhalten.
16. Verfahren zur Herstellung eines Kühlelementes nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass 30
heißes Sorptionsmittel (34) in den Sorptionsmittelbeutel (22) eingefüllt wird, der noch offene Sorptionsmittelbeutel (22) daraufhin so lange evakuiert wird bis aus dem Sorptionsmittel (34) abdampfendes Arbeitsmittel Restgase aus dem Sorptionsmittelbeutel (22) verdrängt hat und dann noch unter Vakuum der Sorptionsmittelbeutel (22) gasdicht versiegelt wird.

17. Verfahren zur Herstellung eines Kühlelementes nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sorptionsmittel (34) bei Temperaturen zwischen 120 und 250°C, insbesondere zwischen 150 und 190 °C in den Sorptionsmittelbeutel (22) eingefüllt wird. 5
18. Verfahren zur Herstellung eines Kühlelementes nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck beim Evakuieren des Hüllbeutels (23) unter den Arbeitsmitteldampfdruck abgesenkt wird. 10
19. Verfahren zum Starten der Kühlfunktion eines Kühlelementes nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch manuelles Verformen des flexiblen, gasdichten Hüllbeutels (23) die Absperrvorrichtung ausgelöst wird. 15 20
20. Verfahren zum Starten der Kühlfunktion eines Kühlelementes nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** äußere Distanzhalter (31) am Kühlelement entfernt werden und **dadurch** der Sorptionsmittelbeutel (23) durch den Unterdruck gegen das Schneidwerkzeug (25) gezogen wird. 25 30
21. Verfahren zum Starten der Kühlfunktion eines Kühlelementes nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Faltung (59) innerhalb des Sorptionsmittelbeutels (22) geglättet wird, wodurch flüssiges Arbeitsmittel aus dem Wasserbeutel (46) in den Verdampfer (42) einströmen kann. 35 40 45 50 55



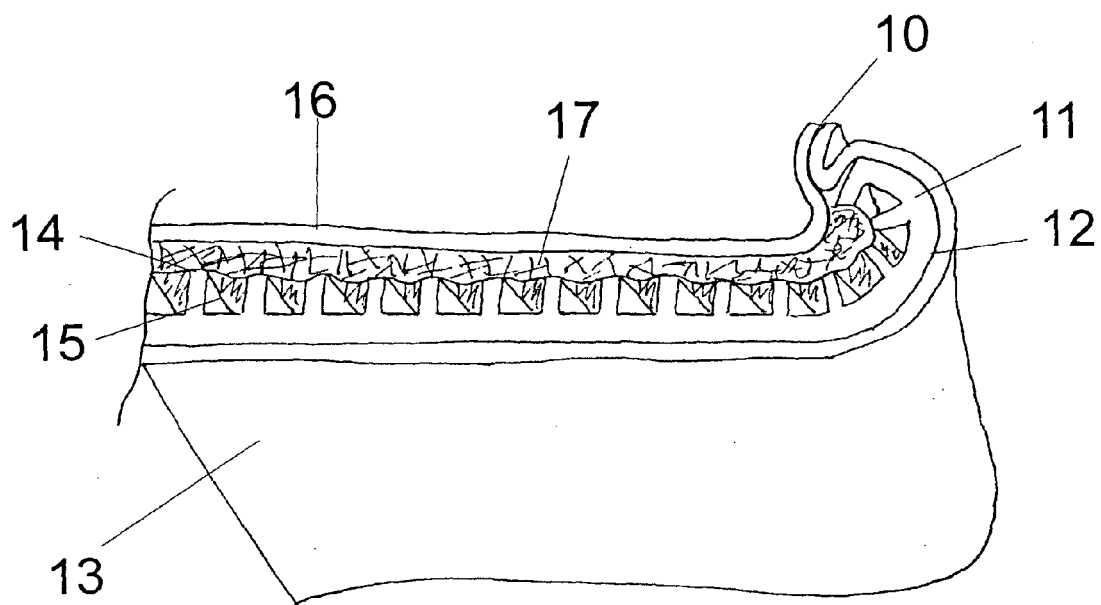


Fig. 2

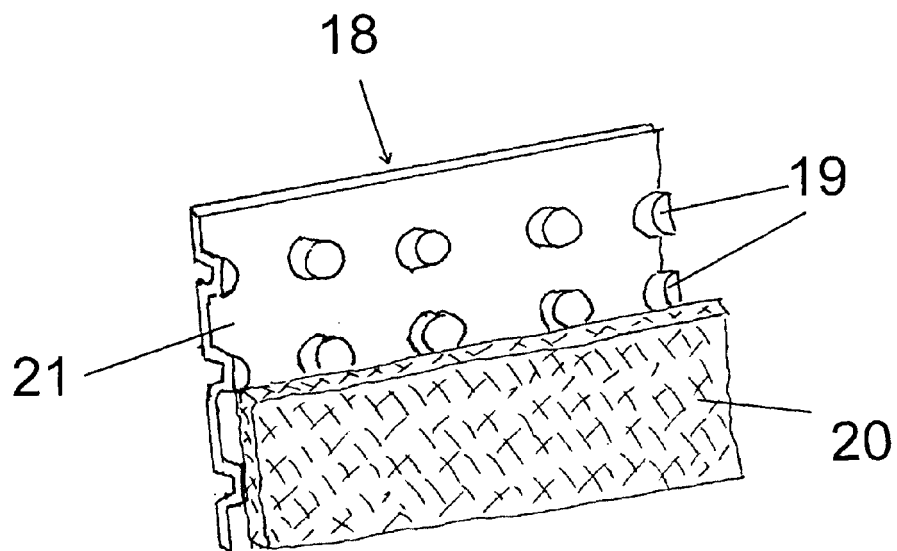


Fig. 3

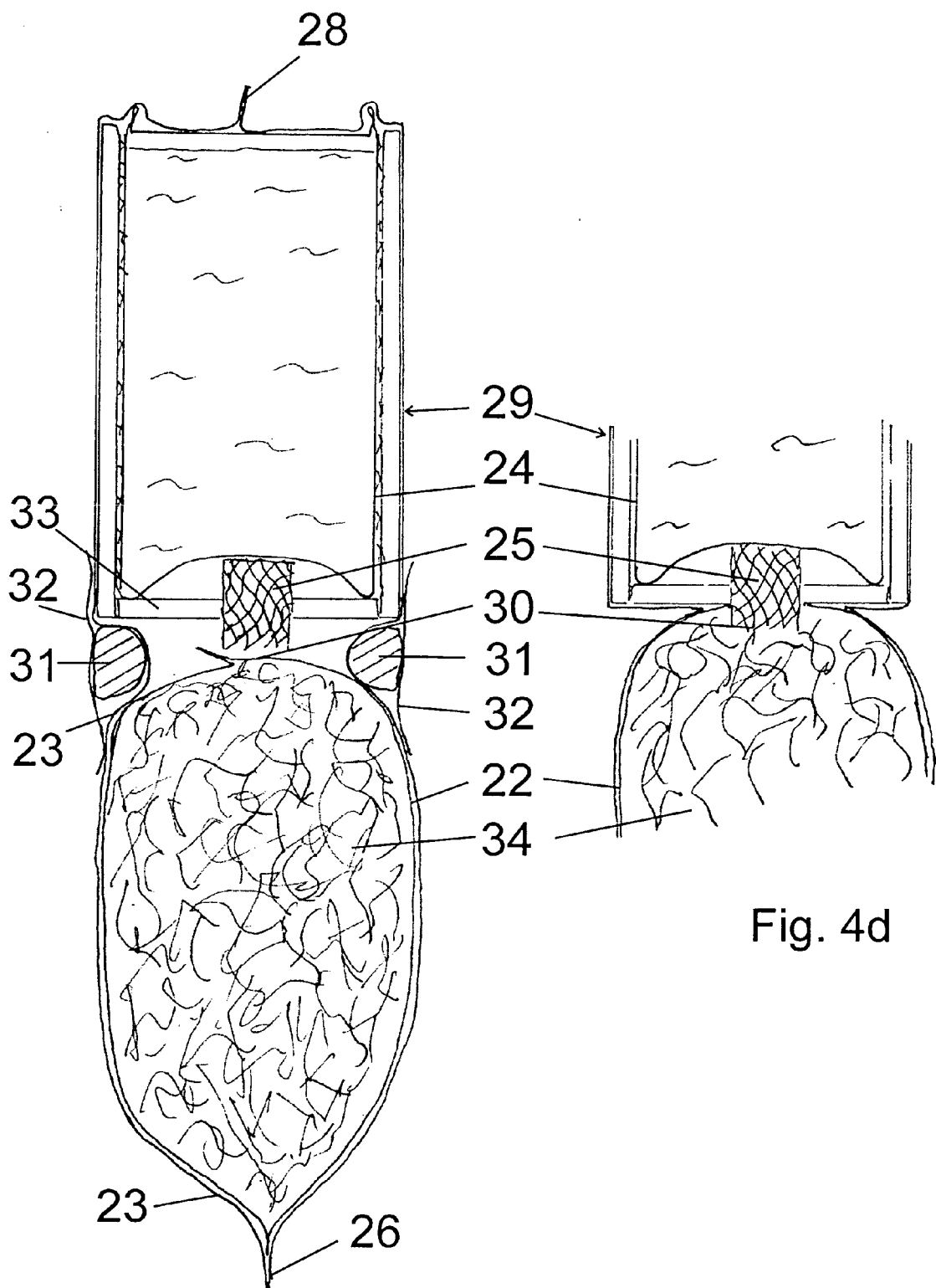
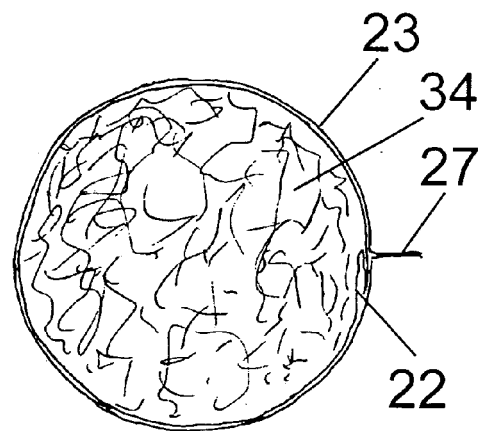
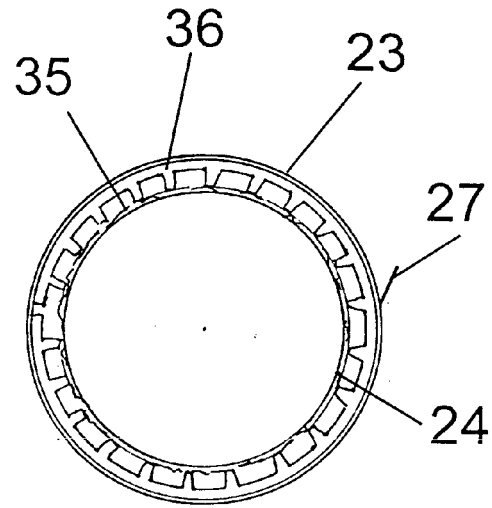
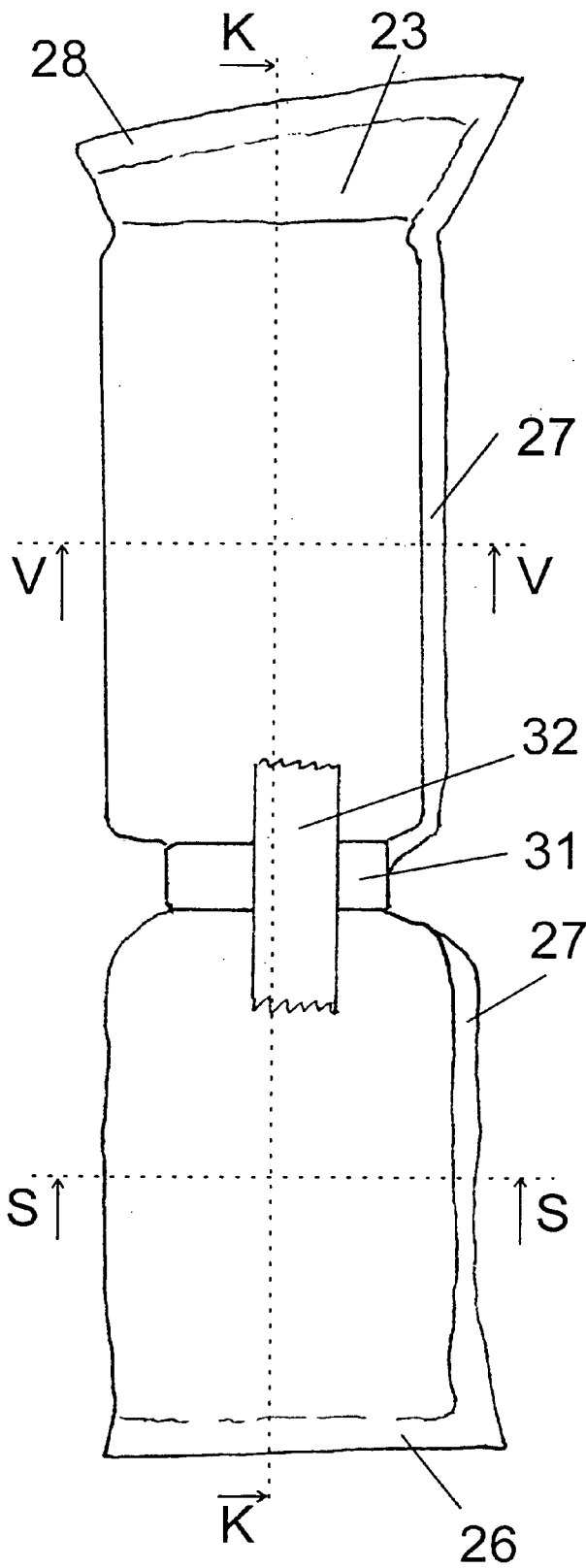


Fig. 4a

Fig. 4d



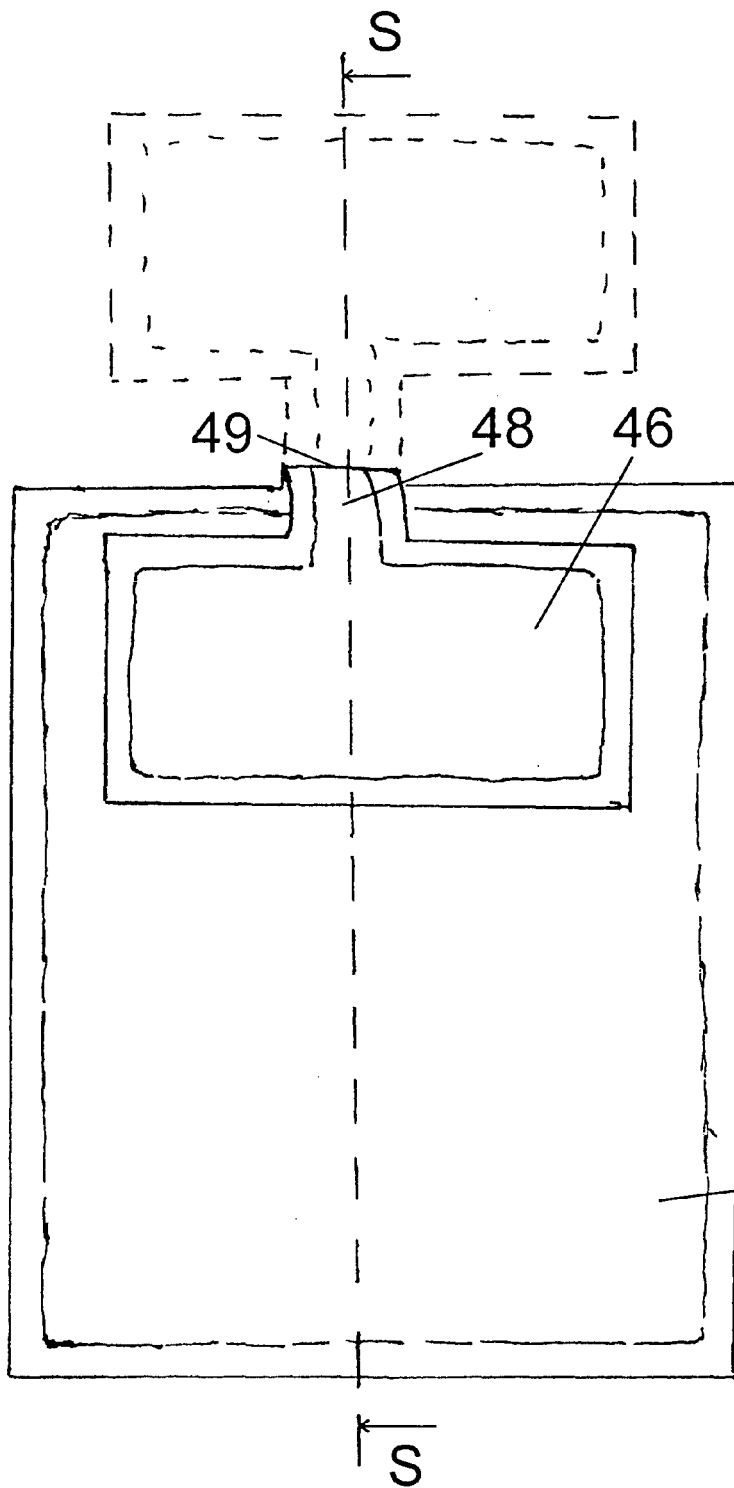


Fig. 5

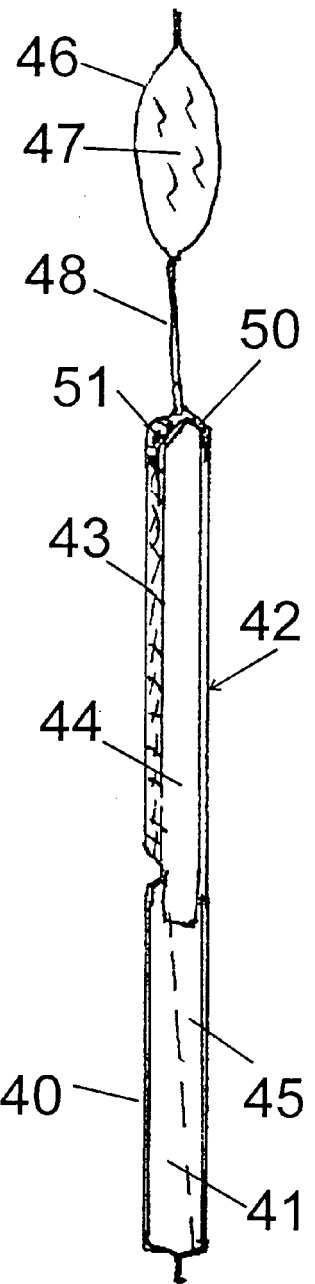


Fig. 5a

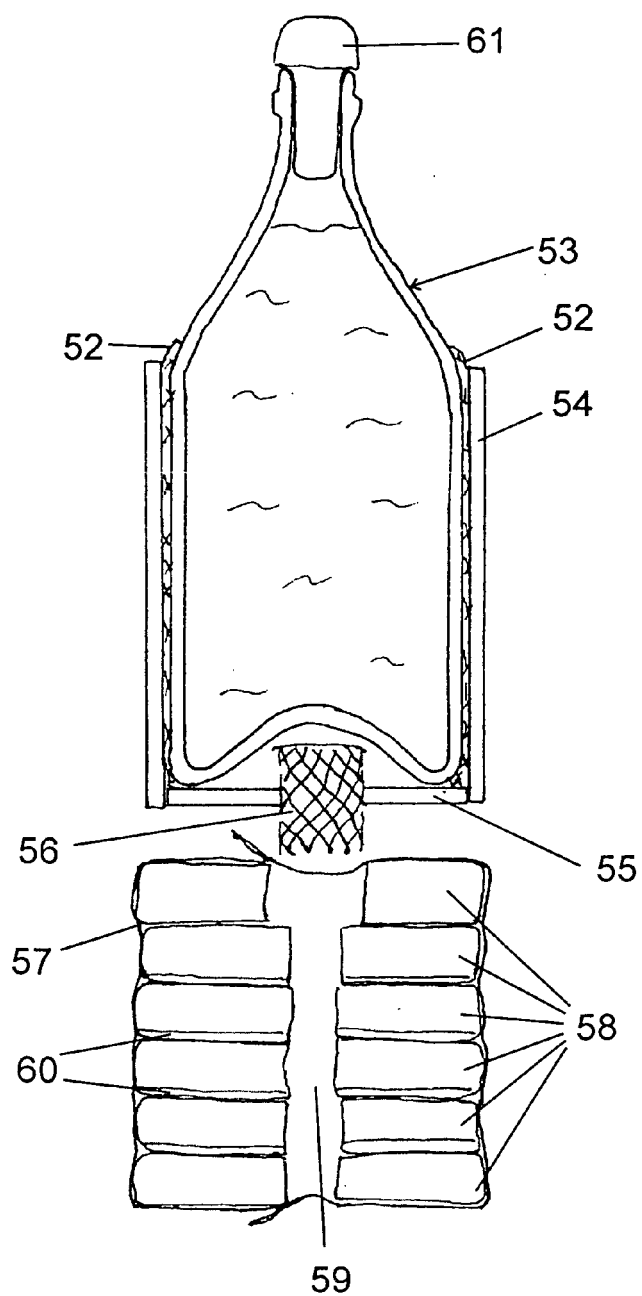


Fig. 6

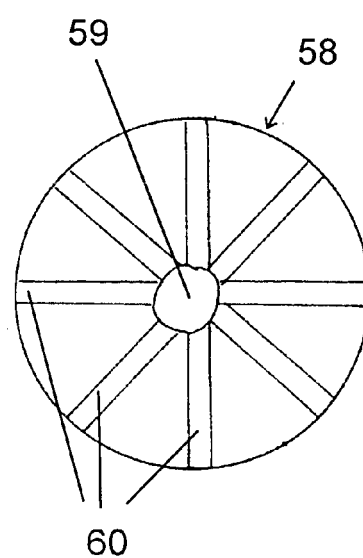


Fig. 6a

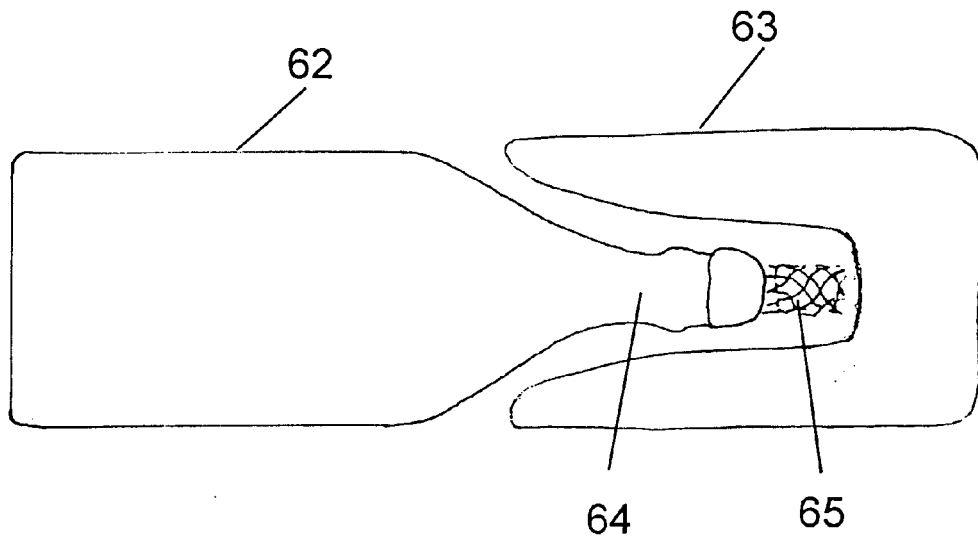


Fig. 7

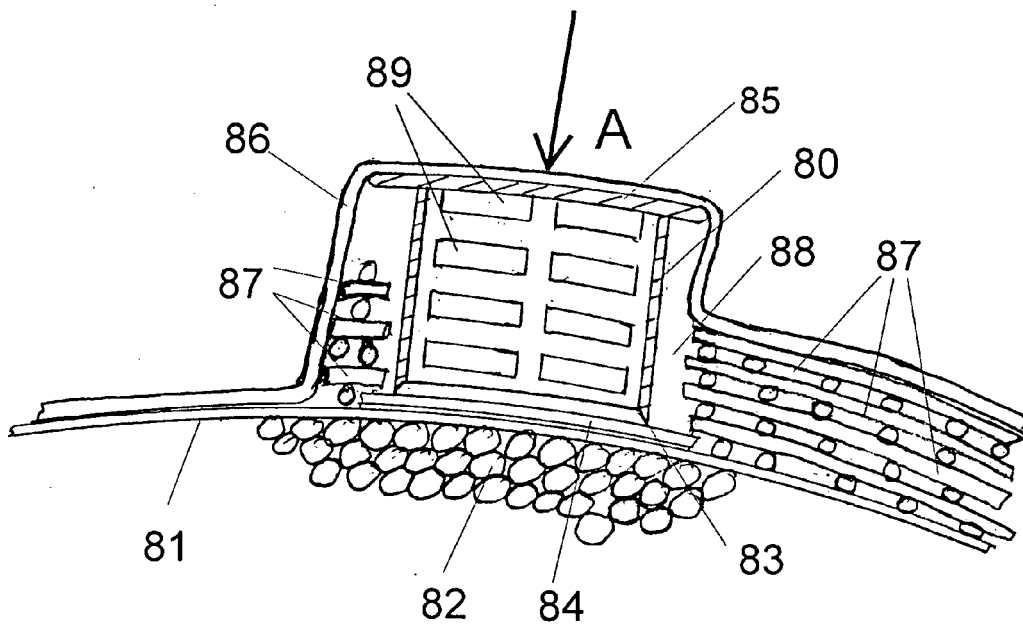


Fig. 8

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 3425419 A [0003]
- WO 0110738 A1 [0004]
- WO 9937958 A1 [0005]
- US 6474100 B [0006]