



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

Delegatura de Propiedad Industrial

División de Nuevas Creaciones

PCT
SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE No.

04-130216

54. TITULO RECIPIENTES ENFRIADOS DE MANERA PERVAPOZATIVA

51. CLASIFICACION INTERNACIONAL F25 D 7/00

71. SOLICITANTE ADVANCED POROUS TECHNOLOGIES, LLC

DOMICILIO 10601 Torra Santa Boulevard, Suite 600, San Diego
California, 92124, E.U.A

74. APODERADO CARLOS R. OLARTE

22. BOGOTA, D.C., 30 DICIEMBRE DE 2004



SUPERINTENDENCIA Y COMERCIO
Radicación : 04130216- 00000000 Folios: 94
Fecha (UMB): 2004-12-30 17:14:26
Trámite : 011 PCT-PATENT 379 FASE INCI 411 PRESENTAC
Dependencia: 8020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

PETITORIO - FORMULARIO ÚNICO E
PATENTE PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL

SOLICITUD DE:

1



Patente de Invención.



Patente de Modelo de Utilidad.



Capítulo I.



Capítulo II.

2

SOLICITANTE
(71)

Nombre: ADVANCED POROUS TECHNOLOGIES, LLC

Dirección: 10601 Tierrasanta Boulevard,

Suite 500, San Diego, California, 92124, E.U.A.

Nacionalidad o Domicilio: ESTADOUNIDENSE

Lugar de Constitución: Estados Unidos de América.

Teléfono: _____

Fax: _____

E-mail: _____

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☐ NIT ☐

C.E. ☐ Otro ☐

Cual _____

Número _____

REPRESENTANTE
APODERADO

Nombre: CARLOS R. OLARTE

Dirección: Wold Trade Center Torre A,

Calle 100 No. 8A-37 Piso 10

Teléfono: 601-7700 **Fax:** 601-7799

E-mail: office@olarteraisbeck.com

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☒ NIT ☐

C.E. ☐ Otro ☐

Cual _____

Número 79782747Bta
TP 74.295

INVENTOR (ES)
(72)

Nombre: DANIEL D. SMOLKO, GREGORY KEVORKIAN

Dirección: 20555 Bee Valley Road, Jamul, California 91935, E.U.A. 33490

Camino Piedra Rojo, Temecula, California 92592, E.U.A.

Nacionalidad o Domicilio: ESTADOUNIDENSE

3

PCT (86)

Solicitud Internacional No.

PCT/US03/17544

Fecha Junio 3, 2003

Publicación Internacional No.

WO 03/102480

Fecha Diciembre 11, 2003

4

Título (54) RECIPIENTES ENFRIADOS DE MANERA PERVAPORATIVA.

Clasificación Internacional (51) F25D 7/00

Prioridad

SI ☒ NO ☐

(33) País de Origen

US

US

US

(32) Fecha

Junio 3, 2002

Agosto 16, 2002

Marzo 25, 2003

(31) Número de Solicitud

60/388,609

60/404,355

60/458,054

5

Comprobante de pago No. 100,223

92,610,96,631

Fecha

Diciembre 30, 2004

Diciembre 15, 2004

0

ANEXOS

☒

Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.

☐

Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.

☐

Poderes, si fuere el caso.

☐

Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.

☐

Declaraciones.

☒

Copia de la solicitud Internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos).

☒

Traducción de la solicitud Internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos).

☒

Copia del examen preliminar Internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA).

☐

Traducción del examen preliminar Internacional efectuado por la IPEA.

☐

De ser el caso, copia del contrato de acceso.

☐

De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.

☐

De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.

☐

Arte final 12 x 12.

☐

De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.

☐

De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud Internacional.

☒

Otros. Búsqueda Internacional

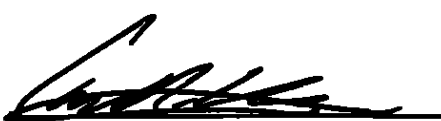
1

FIGURA CARACTERÍSTICA:

2

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: CARLOS R. OLARTE

FIRMA: 

C.C. 79.782.747 Btá T.P. 74.295

Instrucciones para el diligenciamiento del presente formulario, ver reverso de esta página.

3B

SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO
Radicación : 04130216 00000000 Folios: 94
Fecha (CMD): 2004-12-30 17:14:36
Trámite : 011 PCT-PATENT 379 FASE NNCI 411 PRESENTAC
Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 000176089-2

CERTIFICACION DE EXCEDENTE : 04 - 100,223
FECHA : DICIEMBRE 30 DE 2004

CONSIGNACION

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
JOSE SANTOS	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	32334107	29/12/2004	2,254,000.00

C O N C E P T O

CANT.	ANALITICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	
		99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	68,000.00
		TOTAL :	\$ 68,000.00

SON: SESENTA Y OCHO MIL PESOS

RESPONSABLE : _____

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

4.4

NIT : 800176089-2

SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO

Folios: 94

Radicacion : 04120216 00000000

Fecha (MM/AA): 2004-12-30 17:14:26

Tramite : 011 PCT-PATENT 379 FASE INCI 411 PRESENTAC

Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 04 - 96,680
FECHA : DICIEMBRE 15 DE 2004

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
FREDERICK TORRES	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	33693622	14/12/2004	13,951,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	114 PTC CAP-II EXAMEN DE PATENTIBILIDAD	177,000.00
		TOTAL :	177,000.00

SON: CIENTO SETENTA Y SIETE MIL PESOS

RESPONSABLE : 

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

6/5

#IT : 800176089-2

SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO

Radicacion : 04130216 00000000
Fecha (GMD) : 2004-12-20 17:14:26

Folios: 94

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 04 - 96,681
FECHA : DICIEMBRE 13 DE 2004

Tramite : 011 PCT-POTENT 379 FASE INCI 411 PRESENTAC
Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
FREDERICK TORRES	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	33693622	14/12/2004	13,951,000.00

***** C O N C E P T O *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	114 PTC CAP-II EXAMEN DE PATENTIBILID	177,000.00
		TOTAL :	\$ 177,000.00

SON: CIENTO SETENTA Y SIETE MIL PESOS

RESPONSABLE : 

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

66

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
11 December 2003 (11.12.2003)

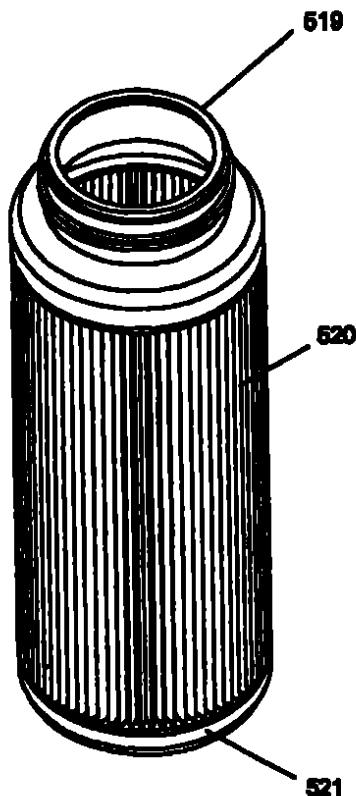
PCT

(10) International Publication Number
WO 03/102480 A2

- (51) International Patent Classification: F25D 7/00, A41D 13/005, B65D 81/18
- (21) International Application Number: PCT/US03/17544
- (22) International Filing Date: 3 June 2003 (03.06.2003)
- (23) Filing Language: English
- (24) Publication Language: English
- (30) Priority Data:
60/388,609 3 June 2002 (03.06.2002) US
60/404,355 16 August 2002 (16.08.2002) US
60/458,054 25 March 2003 (25.03.2003) US
- (71) Applicant (for all designated States except US): ADVANCED POROUS TECHNOLOGIES, LLC [US/US]; 10601 Tierrasanta Boulevard, Suite 500, San Diego, CA 92124 (US).
- (72) Inventors; and
(73) Inventors/Applicants (for US only): SMOLKO, Daniel, D. [US/US]; 20555 Bee Valley Road, Jamul, CA 91935 (US). KEVORKIAN, Gregory [US/US]; 33490 Camino Piedra Roja, Temecula, CA 92592 (US).
- (74) Agents: DELANEY, Karoline, A.; KNOBBE, MARTENS, OLSON & BEAR, LLP, 2040 Main Street, 14th Floor, Irvine, CA 92614 (US).
- (81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CZ, CU, CZ (utility model), CZ, DE (utility model), DE, DK (utility model), DK, DM, DZ, EC, EE (utility model), EE, ES, FI (utility model), FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK (utility model), SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Continued on next page]

(54) Title: PERVAPORATIVELY COOLED CONTAINERS



(57) Abstract: Disclosed are beverage and liquid containers that use pervaporation to cool a liquid or material residing in the container. The pervaporative cooling is preferably achieved by use of porous matrices which allow for the passage through the matrix of small quantities of volatile components from a liquid or beverage, such as water or alcohol, the evaporation of which cools the container by virtue of the latent heat of evaporation of the liquid. Alternatively, a pervaporative sleeve may be used to cool a container residing within or in contact with the sleeve.

WO 03/102480 A2

7x

WO 03/102480 A2



(B4) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
European patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
European patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO,
SE, SI, SK, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— without international search report and to be republished
upon receipt of that report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance
Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning
of each regular issue of the PCT Gazette.

Declaration under Rule 4.17:

— of inventorship (Rule 4.17(iv)) for US only

PERVAPORATIVELY COOLED CONTAINERS**Background of the Invention****Field of the Invention**

5 This invention relates to a device and method of construction of a container or closure used to cool a liquid by means of pervaporation.

Description of the Related Art

10 Evaporative cooling of both dwellings and water originated in Ancient Egypt and subsequently spread eastward through the Middle-East and Iran, to the north of India, westward across north Africa to southern Spain and other regions suffering from a hot and dry climate. In the initial use of this process non-glazed clay pots were used for centuries for the storage of water with the added side benefit of cooling the liquid water contents by absorbing and wicking the water to the outer clay surface followed by the evaporation of the water from this surface. Unfortunately, evaporation directly from the outer clay surface eventually lead to scale formation and reduced cooling efficiency as the minerals build up on this surface reducing the liquid permeability and lowering the liquid vapor pressure.

15 Other methods based on heat transfer reduction from the environment to the liquid have been used. Methods that have been used include vacuum and air gap thermoses, and foam insulative jackets. Additional devices using ice, frozen cold packs or sticks have been used to compensate for heating by surrounding environment and the return of the liquid in the container to ambient temperature. In all these cases the design of the system necessitates that either the liquid contents, a separate chamber and /or the shell of the bottle be cooled which can lead to excessive weight issues in addition to a liquid volume displacement loss in the container. In all of these methods the temperature of the liquid will equilibrate and eventually return to the ambient temperature.

20 Pervaporation (PV) is defined as a combination of matrix vapor permeation and evaporation. From 1987 on, membrane pervaporation has gained wide acceptance by the chemical industry for the separation and recovery of liquid mixtures (Chemical Engineering Progress, pp. 45-52, July 1992). The technique is characterized by the introduction of a barrier matrix between a liquid and a gaseous phase. A liquid is in intimate contact with one side of the matrix. Mass transfer of vapor occurs selectively to the gas side of the matrix resulting in the loss of liquid or the loss of select volatile liquid components and the loss of evaporative latent heat. The process is termed pervaporation because of the unique combination of vapor "permeation" through the porous matrix and the liquid to vapor phase change "vaporization". Without heat added to the liquid, the temperature falls due to the latent heat of vaporization until an equilibrium temperature is reached

99

where the heat absorbed from the environment is equal to the latent heat lost due to liquid evaporation at the matrix surface or within the pores.

U.S. Patent Number 5,946,931 illustrates the use of an evaporative cooling PTFE membrane device using a stream of fluid in a lammar flow profile above a membrane in order to cool an attached device or environment. U.S. Patent Number 4,824,741 illustrates the use of a pervaporative cooling matrix to cool the surface of the plate of an electrochemical cell. The moist plate may be made from uncatalyzed PTFE-bonded electrode material, a suitable porous sintered powder, porous fibers, or even a porous polymer film. U.S. Patent 4,007,601 demonstrates the use of evaporative cooling in a circulating porous hollow heat exchanger to obtain a cooled fluid.

Summary of the Invention

Disclosed herein is a simplified pervaporative cooling system for beverage and liquid containers that does not use any mechanical pumps to supply liquid to the pervaporative matrix surface and does not rely on a vacuum to enhance the cooling efficiency as in the above prior art. A container is defined as any apparatus or enclosure that holds liquid whether it is open or closed to the external environment. In one embodiment, this approach utilizes a pervaporative matrix that preferably forms part of the container body or housing and comprises between 5 to 100% of the total surface area of the container. The liquid contents of the container are then cooled directly at the surrounding liquid/membrane interface due to the latent heat of evaporation of the water. The resulting liquid vapor is lost through the matrix to the surrounding environment or to a collector or trap such as may comprise an absorbent material. Preferred containers include bottles, jars, carboys, and pouches. The containers may, in some embodiments, be fabricated into larger structures, including housings, dispensers, and garments.

In one embodiment, there is provided a pervaporatively cooled container, comprising a container body comprising one or more walls, wherein at least a portion of said one or more walls comprises a pervaporative matrix, said matrix comprising a porous hydrophobic material, wherein said matrix allows for the passage of small quantities of molecules of a volatile liquid vapor through the matrix, the evaporation of which cools the container, including any contents of the container. In one embodiment, there is provided a pervaporatively cooled tube or straw, comprising an elongate hollow tubular structure comprising an outer pervaporative layer comprising a hydrophobic material coextensive with a porous internal layer comprising a hydrophilic material, the internal layer defining a lumen through which a liquid can pass. In one embodiment, the tubular structure is formed from a hydrophobic porous tube in which the inner surface of the tube has been chemically treated to be hydrophilic, thus forming the internal layer.

In one embodiment, there is provided a cooling jacket for a container, comprising a jacket body comprising an outer layer comprising a hydrophobic porous material; and an inner layer

10/10

coextensive with said outer layer and in fluid communication with said outer layer, said inner layer being adapted to hold a volatile liquid wherein said jacket body is shaped to allow the inner layer to contact at least a portion of a container.

5 In a preferred embodiment, the containers and cooling jackets may further comprise a regenerable or disposable outer layer, directly adjacent to or in contact with the pervaporative layer, comprising a desiccant, absorbent material or other substance that absorbs or adsorbs the moisture or other fluid resulting from pervaporation.

10 In one embodiment, there is provided a cooling garment comprising at least two layers: an outer layer comprising a pervaporative material comprising a hydrophobic pervaporative laminate; an optional middle layer comprising a thin support liquid barrier layer for the pervaporative layer; and an inner layer; wherein the outer layer is in fluid communication with a body of coolant liquid, and the inner layer is in thermal contact with the wearer of the garment. The wearer of the garment is cooled by the pervaporation of the coolant liquid through the pervaporative material of the outer layer. In a preferred embodiment, the cooling garment is incorporated or integrated into a piece of
15 clothing such as a protective garment or suit. The garment may further comprise a tube in fluid communication with the body of coolant liquid which allows the wearer of the garment to orally consume coolant liquid, preferably water. In a preferred embodiment, the garment further comprises a regenerable or disposable outer layer comprising a desiccant or an absorbent material that absorbs the moisture or other fluid resulting from pervaporation.

20 In preferred embodiments, one or more of the following may also be present: the garment is in thermal contact either by direct contact with the skin or contact through a piece of fabric or material, such fabric or material being worn by the wearer of the garment and/or being part of the garment itself; the outer layer is pleated to increase surface area for pervaporation; the middle layer is a barrier to potentially hazardous biological or chemical materials; and the inner layer comprises
25 patterned or serpentine regions formed by a heat sealing process.

In a related embodiment, the garment may further comprise or be in fluid communication with a reservoir holding additional coolant liquid. The coolant can be fed into the interstices formed between the pervaporative matrix and the middle layer from the reservoir by gravity or by wicking. Preferred coolant liquids comprise water, alcohols, and blends thereof.

30 In related embodiments, containers such as bottles or backpacks comprising pervaporative material, as described below, are also provided.

Brief Description of the Drawings

Figures 1A and 1B illustrate a bottle in plan and exploded view in which a generally planar porous matrix may be wrapped around or pushed over a bottle body as a cylinder.

Figure 2 shows a partially exploded view of a multilayered structure according to one embodiment comprising a thin membrane layered between two macroporous layers

Figures 3A, 3B, 3C and 3D, illustrates plan and cut away views of embodiments in which support ribs enhance the rigidity of a porous matrix.

5 Figure 4 shows a container comprising an outer porous insulative layer. This sleeve reduces direct radiative warming of the inner bottle surface, yet allows for the pervaporative flux and loss of latent heat.

10 Figure 5 illustrates one embodiment of container comprising a pleated matrix which serves as a method for increasing the effective cooling surface area of the container. This allows for a higher surface area and quicker liquid cool down time for the container.

Figures 6A and 6B show one embodiment of a container in plan and outaway view comprising an adjustable sleeve to limit the extent of pervaporative flux and liquid loss from the container. This sleeve preferably also reduces direct radiative warming of the inner bottle surface, yet allows for the pervaporative flux and loss of latent heat.

15 Figure 7 illustrates a cross section of a two-layer pervaporative sleeve comprising a sponge or sponge-like material that can be used with a container.

Figure 8 shows a cutaway view of another embodiment of pervaporative cooling jacket that is used on a central housing containing a liquid, such as a carbonated beverage.

20 Figure 9 is a graph of time versus cooling pertaining to pervaporative cooling equilibrium using a variety of porous matrices.

Figure 10 illustrates one embodiment of a pervaporatively-cooled drinking cup.

Figures 11A, 11B and 11C illustrate one embodiment of pervaporative cooling storage container (e.g. a cooler) having a pervaporative body shell and pervaporative lid.

25 Figure 12 illustrates a preferred liquid dispensing reservoir comprising a pervaporative matrix.

Figure 13 illustrates one embodiment of a hydration backpack comprising a pleated pervaporatively-cooled reservoir filled with liquid.

30 Figure 14 illustrates a pervaporatively-cooled drinking pouch in an optional porous webbed strap on holder. In addition an internally wettable pervaporatively-cooled tube is shown, which can be used for immediately-chilled drinking or dispensing in connection with the illustrated pouch or with other containers.

Figure 15 illustrates a pervaporatively cooled jacket according to one embodiment.

35 The figures illustrate preferred embodiments and are intended to be merely exemplary and representative of certain embodiments. To that end, several figures contain optional features that need not be included in any particular embodiment of the invention, and the shape, type, or

particular configuration of container or closure illustrated should not be taken as limiting on the invention.

Detailed Description of the Preferred Embodiments

Disclosed herein are containers and enclosures that use pervaporative cooling to cool a liquid or item residing in such container or enclosure. In preferred embodiments, the containers are comprised of porous vent materials, also called porous matrices. In one embodiment the container forms part of a pervaporative cooling garment.

Porous matrices may be made of any of a wide variety of materials, including, but not limited to, plastics, elastomers, metals, glass, and ceramics. Combinations of plastics, elastomers, metals, glasses, or ceramics may also be used. The combinations may be intimate, such as from blending of two or more components to become co-sintered, or may be layered, such as from laminate structures derived from two or more materials. Combinations of different plastics, elastomers, metals, glasses, or ceramics can also be co-sintered or fabricated into laminate structures for use in pervaporative containers. Preferred plastics for porous vent materials include, but are not limited to thermoplastic polymers, thermoset elastomers, and thermoplastic elastomers. Preferred thermoplastic polymers include, but are not limited to, low density polyethylene (LDPE), linear low density polyethylene (LLDPE), medium density polyethylene (MDPE), high-density polyethylene (HDPE), ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE), polypropylene (PP) and its copolymers, polymethylpentene (PMP), polybutylene terephthalate (PBT); polyethyleneterephthalate (PET), polyethyleneterephthalate glycol modified (PETG), polyetheretherketone (PEEK), ethylenevinylacetate (EVA), polyethylenevinylalcohol (EVOH), polyacetal, polyacrylonitrile (PAN), poly(acrylonitrile-butadiene-styrene) (ABS), poly(acrylonitrile-styrene-acrylate) (AES), poly(acrylonitrile-ethylene-propylene-styrene) (ASA), polyacrylates, polymethacrylates, polymethylmethacrylate (PMMA), polyvinylchloride (PVC), chlorinatedpolyvinylchloride (CPVC), polyvinylidenechloride (PVDC) fluorinated ethylenepropylene (FEP), polyvinylfluoride (PVF), polyvinylidene fluoride (PVDF), polytetrafluoroethylene (PTFE), polyester, cellulose, polyethylenetetrafluoroethylene (ETFE), polyperfluoroalkoxyethylene (PFA), nylon 6 (N6), polyamide, polyimide, polycarbonate, polyetheretherketone (PEEK), polystyrene (PS), polysulfone, and polyethersulfone (PES). Preferred thermoset elastomers include styrene-butadiene, polybutadiene (BR), ethylene-propylene, acrylonitrile-butadiene (NBR), polyisoprene, polychloroprene, silicone, fluorosilicone, urethanes, hydrogenated nitrile rubber (HNBR), polynorborene (PNR), butyl rubber (IIR) to include chlorobutyl (CIIR) and bromobutyl (BIIR), fluoroelastomers such as Viton® and Kalrez®, Fluorel™, and chlorosulfonated polyethylene. Preferred thermoplastic elastomer (TPE) categories include thermoplastic olefins (TPO) including those commercially available as Dextflex® and Indure®, elastomeric PVC blends

13

and alloys; styrenic block copolymers (SBC) including styrene-butadiene-styrene (SBS), styrene-isoprene-styrene (SIS), styrene-ethylene/butylene-styrene (SEBS), and styrene-ethylene-propylene-styrene (SEPS), some commercially available SBCs include those sold under the trademarks Kraton®, Dynaflex®, and Chronoprene™; thermoplastic vulcanizate (TPV, also known as
5 dynamically vulcanized alloys) including those commercially available under the trademarks Versalloy®, Santoprene®, and Sarlink®; thermoplastic polyurethane (TPU) including those commercially available under the trademarks ChronoThane®, Versollan™, and Texrin®; copolyester thermoplastic elastomers (COPE) including those commercially available as Rodak®; and polyether block copolyamides (COPA) including those commercially available under the
10 trademark PEBAX®. Preferred metals for porous materials include stainless steel, aluminum, zinc, copper and its alloys. Preferred glass and ceramics for porous materials include quartz, borosilicate, aluminosilicate, sodiumaluminosilicate, preferably in the form of sintered particles or fibers derived from said materials.

A preferred method of making macroporous plastic is by a process called sintering,
15 wherein powdered or granular thermoplastic polymers are subjected to the action of heat and pressure to cause partial agglomeration of the granules and formation of a cohesive macroporous sheet or part. The macroporous material comprises a network of interconnected macropores that form a random tortuous path through the sheet. Typically, the void volume or percent porosity of a macroporous sheet is from 30 to 65% depending on the conditions of sintering although it may be
20 greater or lesser than the stated range depending on the specific method of manufacturer. Due to the adjustment of chemical or physical properties, the surface tension of a macroporous matrix can be tailored to repel or absorb liquids, but air and vapors can readily pass through. For example, U.S. Patent No. 3,051,993 to Goldman, herein incorporated by reference in its entirety, discloses the details of making a macroporous plastic from polyethylene.

Porous plastics, including macroporous plastics, suitable for making a pervaporatively-cooled container in accordance with preferred embodiments, can be manufactured in sheets or molded to specification and is available for purchase from a number of sources. Porex Corporation (Fairburn, Georgia, U.S.A.) is one such source, and provides porous plastic under the trademark, POREX®. Porous plastic sold under the name POREX® can be purchased in sheets or molded to
30 specification from any one of the thermoplastic polymers previously described. The average porosity of such POREX® materials can vary from about 1 to 350 microns depending on the size of polymer granules used and the conditions employed during sintering. GenPore® (Reading, Pennsylvania, U.S.A.) is another manufacturer of porous plastic products, with pore sizes ranging from 5 to 1000 microns. MA Industries Inc. (Peachtree City, Georgia, U.S.A.) also manufactures
35 porous plastic products. Porvair Technology Ltd (Wrexham North Wales, U.K.) is another

14

manufacturer of porous products supplying both porous plastic (range of 5 to 200µm pore size under brand name Vyon™) and porous metal media (under brand name Sinterflo®).

The basic size, thickness and porosity of the plastic chosen to make a pervaporative matrix may be determined by calculating the amount of vapor that must pass through the vent in a given period of time (flow rate) and the heat transfer rate from the environment back into the liquid. The flux rate (flow rate per unit area) of a given macroporous plastic varies depending on factors including the pore size, percent porosity, and cross sectional thickness of the matrix and is generally expressed in terms of volume per unit time per unit area. To achieve a sufficient degree of pervaporative cooling, the flow rate of vapor through the matrix should be such that the thermodynamic heat removed from the liquid initially at room temperature due to vaporization is greater than the heat absorbed from the environment. During the pervaporative process the container liquid temperature cools until the heat loss of the liquid due to vaporization of the liquid contents through the matrix matches the heat gain from the surrounding environment.

In common usage, "Macroporosity" generally refers to the overall void volume of a material or its macrostructure. The term "Macroporous" is generally used to classify a material's individual pores that are considered large in size. The term "Microporosity" generally refers to the individual pore sizes or distribution of pore sizes that constitute the microstructure of a porous material. The term "Microporous" is generally used to classify a material's individual pores that are considered small in size. For purposes of the disclosure herein, pore size (diameter) is classified according to the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) Subcommittee of Macromolecular Terminology, definitions of terms drafted on February 26, 2002. This standard divides pore size classification into three categories: Microporous (< 0.002µm), Mesoporous (0.002 to 0.050µm) and Macroporous (> 0.050µm). Also for the purposes of this disclosure herein, void volume will be discussed in terms of the "Percent Porosity" of the material. Both macroporous as well as mesoporous materials with pore sizes of 0.05 µm or less can be used for pervaporative cooling. Preferred methods for fabrication include casting or stretching membranes of such materials.

Preferred porous materials include those in which the pores on opposite surfaces (what will become the interior and exterior surfaces) are interconnected such that the two sides are in communication with each other. Such interconnections are preferably not, however, straight through as to create a single cylindrical tube through which material passes; instead a network of pores creates a tortuous path.

For a single layer pervaporative matrix, the porous materials are preferably macroporous with pore sizes greater than or equal to 0.05µm, preferably about 0.1 to 500µm, and about 0.5 to 10µm, including 0.25, 0.5, 1, 5, 15, 20, 40, 60, 80, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, and 450 µm.

15

In one embodiment, the matrix materials used in conjunction with the pervaporative containers are between 0.1 and 100 μ m, preferably between 0.5 and 75 μ m. The percent porosity (percent open area) of the materials are preferably about 10 to 90%, preferably 30 to 75% or 50 to 70%, including 20%, 40%, 60%, and 80%. The thickness of the porous materials preferably ranges from 0.025 to 7mm, including between 1 and 3mm. Preferred thickness for matrix materials used in pervaporative containers are about 0.05 to 5mm and about 0.1 to 3.0mm, including 0.2, 0.3, 0.5, 0.7, 1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0, and 2.5mm. Other embodiments may have values for the above parameters that are above or below those set forth above. For single layer matrices, it is preferred that the material be hydrophobic or have a hydrophobic coating. For the values set forth in this paragraph, as well as elsewhere in the specification, the stated ranges include as the values contained in between the values specifically mentioned. In other embodiments, materials can have one or more properties having values lying outside the disclosed ranges.

The matrix material can be derived from plastic, elastomers, glass, metal, or combinations thereof. Some preferred matrix materials, including thermoplastic polymers, thermoset elastomers, thermoplastic elastomer, metals, glass and ceramics are as detailed above. Matrix materials may be purchased from commercial sources, or they may be made according to a variety of techniques. U.S. Patent No. 4,076,636 to White et al. details one technique in which porogens are added to molten or dissolved materials, which can be leached out with a solvent, or extracted with supercritical fluids after the material sets and is in its final form. U.S. Patent No. 5,262,444 to Rusincovitch et al. details another technique to create porous material by introducing porogens that evolve into gases after processing a material, to leave behind a porous structure. These patents are hereby incorporated by reference in their entireties.

Although many pervaporative matrix materials discussed herein are hydrophobic, oleophobic pervaporative materials may also be used when the pervaporation liquid is an organic liquids such as alcohol. Commodity plastic materials such as nylon, polyurethane, and the cellulose, are available in hydrophilic grades. These hydrophilic materials can be milled into particles and sintered using techniques known to those familiar in the art to produce hydrophilic porous materials with high liquid flux rates. Porous hydrophilic plastic, including macroporous plastic can be manufactured in sheets or molded to specification and is available for purchase from a number of sources, including Porex Corporation. Porous hydrophilic fiber materials can range in pore size from 20 to 120 μ m with percent porosity ranging from 25 to 80 for the pore volume. Moreover, hydrophobic porous materials can be rendered hydrophilic by one or more treatment processes familiar to those skilled in the art including, but not limited to, plasma etching, chemical etching, impregnation with wetting agents, or application of hydrophilic coatings. In addition, a masking process can be used in conjunction with one or more treatment processes to selectively

16
16

pattern a hydrophobic porous material with regions of hydrophilicity with high liquid flux rates, if desired.

For example, multilayered porous constructs containing two or more layers of porous material. Thin layers can be laminated to make thicker layers using techniques familiar to those in the art. Multilayered constructs may be used to obtain a mechanical and physically superior matrix as previously observed in our tests. For instance, combining a sintered macroporous matrix of polyethylene with a thin layer of expanded PTFE on the liquid side of the container increases the hydrophobicity and liquid breakthrough pressure of water from 5 psi to over 30 psi, yet the layered matrix still maintains a similar pervaporative flux to that obtained using porous polyethylene by itself. Thickness of laminates preferably ranges from about 0.025 to 7000 μm with average pore sizes, percent porosity and other properties preferably as described above.

Pervaporative matrix materials may also be derived from porous materials made from blends. In a preferred embodiment, the porous materials comprise a fluorinated resin, including, but not limited to, polyvinylfluoride (PVF), polyvinylidene fluoride (PVDF), polytetrafluoroethylene (PTFE), polyethylenetetrafluoroethylene (ETFE), fluorinated ethylene propylene (FEP), polyperfluoroalkoxyethylene (PFA), and/or fluorinated additives such as Zonyl®, blended with selected polyolefin or other resins, preferably those selected from the series of polyethylenes (LLDPE, LDPE, MDPE, HDPE, UHMWPE) polypropylene, polyesters, polycarbonates, ABS, acrylics, styrene polymethylpentene (PMP), polybutylene terephthalate (PBT); polyethyleneterephthalate (PET), polyetheretherketone (PEEK), ethylenevinylacetate (EVA), polyacetal, poly(acrylonitrile-butadiene-styrene) (ABS), poly(acrylonitrile-styrene-acrylate) (AES), poly(acrylonitrile-ethylene-propylene-styrene) (ASA), polyesters, polyacrylates, polymethacrylates polymethylmethacrylate (PMMA), polyvinylchloride (PVC), polyvinylidichloride (PVDC) nylon 6 (N6), polyamide, polyimide, polycarbonate, polystyrene, and polyethersulfone (PES). Elastomers may also be used alone or in blends. Preferred elastomers include those of the thermoset type such as styrene-butadiene, polybutadiene (BR), ethylene-propylene, acrylonitrile-butadiene (NBR), polyisoprene, polychloroprene, silicone, fluorosilicone, urethanes, hydrogenated nitrile rubber (HNBR), polynorbornene (PNR), butyl rubber (IIR) to include chlorobutyl (CIIR) and bromobutyl (BIIR). The resulting blends, including sintered blends, have porous structures with varying amounts of porosity, flexibility and mechanical strength determined predominately from the non-PTFE or other non-fluorinated resin, and high water intrusion pressures determined predominately from the fluorinated resin due to its preferential migration to the pore surface during the sintering process. The percent porosity, pore size, and thickness are preferably as noted above. Blended matrix materials may be purchased from commercial sources, or they may be made according to a variety of techniques. U.S. Patent No.

17

5,693,273 to Wolbrom details a process of cosintering to produce multi-porosity porous plastic sheets that can be derived from two or more polymeric resin materials and U.S. Patent No. 5,804,074 to Takiguchi et al. et al. details a process to produce a plastic filter by cosintering two or more polymeric resins in a molding process to produce filter parts. Both of these patents are hereby incorporated by reference into this disclosure in their entirety.

Pervaporative Cooling

In preferred embodiments, a simplified pervaporative cooling system for containers is presented that does not use any mechanical pumps to supply liquid to the pervaporative matrix surface and does not rely on a vacuum to enhance the cooling efficiency. The present approach utilizes a pervaporative matrix that forms part of the container, preferably the housing of the container, and comprises between about 5 to 100% of the total surface area of the container, including about 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, and 90% of the total surface area. The liquid contents of the container are preferably cooled directly at the surrounding liquid/matrix interface due to the latent heat of evaporation of the liquid, such as water or a water/dissolved solid mixture or solution, in the container. In an alternate embodiment, a pervaporative sleeve or housing is used to cool a body such as a drinking vessel or container in contact with the sleeve. The resulting liquid vapor is lost to the surrounding environment or to an absorbent material through the matrix. In most containers, natural convection and conductive heat transfer within the liquid are predominant heat transfer mechanisms responsible for cooling the liquid contents of the container. Depending upon the dimensions and other properties of the container, the cooling may be substantially uniform throughout the container.

The liquid contents of the pervaporative container or sleeve acts as a coolant. Preferably the liquid volume loss is marginal; for example, in one embodiment, the liquid volume loss of approximately 15% over a 24 hour time period even with significant external air circulation. Due to the high latent heat of vaporization of water (583 cal/g at 75°F), for example, approximately seven times as much weight in ice would be required to maintain the same temperature drop as a loss of water due to vaporization. An added benefit of the porous matrix in addition to pervaporative cooling is in venting any pressure differential developed in the container due to the release of carbonation from a beverage or due to the consumption of the contents.

Referring now to the drawings, there is shown in Figures 1A and 1B one embodiment of a vented pervaporative cooling container formed in accordance with this invention. The wall 501 of the container is formed at least in part of pervaporative matrix. This vapor permeable matrix can be from about 5 to 100% of the total surface area of the container. Approximately 100% coverage is achieved if the entire cap and housing (comprising the top 500 walls 501 and bottom 502) are made from porous matrix material. In one preferred embodiment, the pervaporative surface area is

18
19

greater than about 30% of the total container surface and provides a substantial amount of pervaporative flux to effectively cool the contained liquid below ambient temperature and maintain a subambient liquid temperature.

In one embodiment, as shown in Figure 2, a multilayered construct comprising two or more layers may be used. In one embodiment three layers of porous material 503, 504 and 505 are used to obtain a multilayer or laminate matrix. In one embodiment, a sintered macroporous matrix of polyethylene 505 with a thin layer of expanded PTFE 504 on the liquid side of the container increases the hydrophobicity and liquid intrusion pressure but helps to maintain a similar pervaporative flux and good mechanical stability as is obtained using porous polyethylene by itself. In addition, a third layer of porous polyethylene 503 forming a sandwich with the expanded PTFE in the middle 504 provides a scratch resistance surface close to the inside of the container making it dishwasher safe and substantially preventing or reducing the soft expanded PTFE layer from being damaged. In related embodiments, laminates can comprise greater or fewer than three layers and/or different porous matrix materials.

In an alternate embodiment, the inner layer 503 comprises a pervaporative matrix or laminated matrix, middle layer 504 comprises a thermally insulative material with pores or other open spaces to allow passage of the vapor, and outer layer 505 comprises a desiccant or absorbent material.

A preferred orientation of the matrix is where a higher liquid intrusion membrane faces the inside of the container and the porous matrix support is exposed to the air outside of the container. Thicknesses for these porous materials in a preferred embodiment are in the range from about 1/1000" (0.025 mm) to 1/4" (6.4 mm). The porous matrices can also provide structural rigidity, scratch resistance, and/or mechanical integrity to the walls of the container.

In a preferred embodiment, a membrane or thin layer of material with a small pore size (<10 μm) can be selected from a group of highly hydrophobic materials such as expanded polytetrafluoroethylene (ePTFE) and laminated in between thicker highly porous supports such as sintered polyethylene, which allow for a substantial pervaporative flux. If only two layers are used, Each of these layers can vary in thickness from a monatomic surface treatment to 1/4" (6.4 mm) in thickness or greater for a foam insulation or porous composite. Porous ceramic materials including molecular sieves (zeolites) or porous polymer films (CSP Technologies - Auburn, Alabama) and organic matrices such as activated carbon can be used to substantially prevent or reduce odors from the environment from contaminating the liquid contents of the pervaporative cooling device or container.

In a preferred embodiment, a layered construct comprises five layers: an inner ePTFE layer, a porous polypropylene, a thermally insulative urethane foam layer, a ceramic such as zeolite

19
9

and a thin nonporous polyolefin or polyester outer wrap. This device can be used to maintain a pervaporative cool within the device in a humid environment. Upon absorption of the vapor released from the liquid, the zeolite or other desiccant transfers the heat directly or indirectly into the environment while the insulated liquid contents within the pervaporative sleeve are cooled.

5 The outer two layers comprising zeolite and a nonporous film may be disposable or regenerable such as by drying in an oven.

Except for any surface treatments that may be applied directly to the porous matrices in the constructs, the porosities of the matrices or composite are preferably maintained between about 10 to 95%. This provides for structural support within the matrix and enhances the available pervaporative surface area and hence the overall cooling rate of the container. The pore size of the matrix can also have an effect with Knudsen diffusion predominating below a pore size of 200 nm, effectively decreasing the vapor permeation rate and extending the liquid to vapor transition and cooling zone to the air/vapor surface of the material. In accordance with one embodiment, preferred pore sizes include those between about 0.5 μm to 30 μm , which are larger than the Knudsen diffusion range. The liquid intrusion pressure decreases substantially above a 100 μm pore size, making the use of a single layer of macroporous material less desirable in some instances. If a combination of a membrane and a macroporous support are used, then larger pore sizes in the macroporous support become more desirable than in the absence of the combination.

10
15

As shown in Figures 3A, 3B, 3C, and 3D ribs 508 and 514 may be added to the inside and/or outside walls of the container to enhance the structural rigidity of the container, prevent or reduce damage to the pervaporative matrix 507 and 513 and/or provide a handhold 514. Figures 3C and 3F show a sports version of the ribbed design with a narrowed neck 512.

20

The embodiment in Figure 4 comprises a layer of open cell porous insulator 518 may be added to the outside surface of the container to allow for relatively unimpeded vapor diffusion out of the system but reduced convective and radiative heat flow from the surrounding environment through to the inner container walls 517 and into the liquid. A beneficial feature of this insulator 518 is that it aides as an additional structural support, provides a hand grip on the container and to reduce or prevent damage to the matrix 517. As used herein, "pleated" includes rippled surfaces and other configurations for increasing surface area. Pleated matrices include those in which the entire surface is pleated, or in which one or more portions are pleated and others are left smooth.

25
30

Use of a pleated membrane or pleated porous sintered matrix 520, as shown in Figure 5, can enhance the pervaporative cooling of the container since the rate of pervaporative cooling is a direct function of the surface area of the container.

Pervaporative containers and garments may comprise an adjustable or movable sleeve on the outside of the pervaporative matrix to allow for selective covering or uncovering of some or all

35

20
20

of the pervaporative material. Covering some of the pervaporative material reduces the vapor flux rate is while still maintaining some pervaporative cool. Covering all substantially stops the pervaporation and can serve as a type of "on-off" switch for the container or garment.

For example, sleeves 524 and 525, as shown in Figures 6A and 6B can be provided as a means to reduce the exposed porous surface area 527 and overall evaporative cooling rate of the container and hence reduce the liquid vaporization rate and cooling rate allowing for greater control of the temperature of the container contents. Reduced cooling may be desired in some situations such as when the absolute pressure, relative humidity and/or ambient temperature are low. As shown in Figure 6B, there is preferably a separation or gap 530 between one or more portions between the container and the surrounding sleeve. The gap can serve as an insulating region and/or as a region of buoyant natural convective flow of vapor, allowing for the maintenance of pervaporative cooling and the minimization of radiative heat transfer to the liquid contents 529 of the container. The inner sleeve 524 on the outside of the porous matrix 523 of the container is preferably attached to the pervaporative matrix at least at the top 522 and bottom 526 portions of the container housing, especially if such portions are non-porous.

In one embodiment, some or all of a pervaporative garment or container may comprise a pervaporative sponge which both holds water within the body of the sponge and also serves to provide cooling by pervaporation. One preferred embodiment is a two-layer pervaporative sponge having an inner sponge comprising a hydrophilic material and an outer hydrophobic layer attached thereto. In this configuration, the inner sponge can be soaked with water or another vaporizable liquid prior to use and the porous hydrophobic top layer substantially prevents or reduces the leakage of the pervaporative liquid at the outer surface of the pervaporative matrix. The liquid provides a heat transfer path through the wet matrix directly to the inner container wall surface.

Figure 7 illustrates a two-layer pervaporative sponge 533 that can be used on glasses, bottles and containers. This configuration allows the inner sponge layer 534 to be soaked with water or another vaporizable liquid and a porous hydrophobic top layer 535 substantially prevents or reduces the leakage of the liquid coolant at the outer surface of the pervaporative matrix 535. The liquid provides a heat transfer path through the wet matrix directly to the inner container wall surface 532.

Figure 8 shows an alternate configuration in which a cooling jacket 542 holding water or another pervaporative fluid 541 is filled through the port 543 and used to cool the contents of an enclosed container housing 539. The housing comprises one or more sections of pervaporative matrix 537 and optionally comprises one or more ribs 538 to enhance structural strength. The liquid contents 540 within the enclosed central housing 539 can thus be sealed, substantially preventing or reducing the loss of liquid volume or carbonation within this region. In addition, the

21

pervaporative cooling efficiency of the container is not dependent on the nature of the enclosed liquid; it depends only on the volatility, heat of vaporization, ionic strength (tonicity) and solute content of the water or liquid 541 used to fill the surrounding housing. As shown in Figure 7 the cooling jacket may also be made of a detachable sleeve consisting of an outer hydrophobic pervaporative layer 535 and an inner porous liquid holding or absorbing layer 534.

Figure 10 illustrates a pervaporatively-cooled drinking cup similar in function to the pervaporative bottles shown in Figures 1 A, 1B, 2, 3 A and 3B. As soon as liquid is poured into the cup the porous matrix 555 allows the liquid to pervaporatively chill. The bottle housing and support ribs 556 provide structural support and insulation.

These types of cooling jackets 533 and 542 can also be used in a similar configuration as a food cooler to reduce and maintain the temperature of the contents 568 below ambient. In one embodiment, as shown Figures 11A, 11B and 11C, baffles 560, 565 and 573 can be used on the cooler to protect the pervaporative matrix 566, and to aide in the mechanical rigidity and handling of the storage container. Both the lid 558, 572 and bottom 563, 559 portions of the cooler can be filled with water or another pervaporative liquid 567 and 575 through the liquid fill and drain ports 561 and 576. The inside of the lid 574 and the bottom 569 portions of the container are preferably made of a nonporous material.

Figure 12 illustrates a chilled water dispenser comprising of a high capacity water bottle 579, such as a 5 or 10 gallon bottle, and a pervaporatively chilled liquid dispensing reservoir 580. As the liquid is replenished in the reservoir 580 from the bottle 579, the pervaporative matrix 581 surrounding the reservoir chills the liquid prior to being dispensed from one or more port valves 583. Alternately, one valve can be used for chilled water and one valve can be used for hot water. Pervaporative cooling reduces or eliminates the need for an electrical chilling mechanism such as a refrigerant compressor. The plastic housing 582 of the reservoir 580 provides mechanical support for the pervaporative matrix 581.

In one embodiment, a pervaporative container may comprise one or more straps so as to allow the container to be carried on the body. The container may be worn in any manner, including but not limited to, being strapped around the torso or a limb or worn in the form of a backpack or purse. Potential market applications of this technology fit within the scope of pervaporatively cooled sports equipment to optimize athlete performance. Figure 13 shows one embodiment of a pervaporatively cooled hydration pack 585. The pack comprises a body 588 comprising pervaporative matrix 591, which in one embodiment is ribbed to provide greater pervaporative surface area. The pack is filled with pervaporative fluid through the fill drain port 587 and can be carried by means of one or more straps 586. A drinking tube 589 is in fluid communication with the interior of the pack is preferably included to allow the carrier to conveniently drink the fluid.

22
22

Pervaporatively-cooled hydration pack, including backpack-type wearable/carryable containers may be constructed by forming at least a portion of the bladder component of any of a variety of hydration packs as are known in the art and are available commercially (e.g. CamelBak, Petaluma, CA; HydraPak, Berkeley, CA) with a pervaporative material such as by heat sealing, adhesive and/or stitching techniques.

In one embodiment, a hydration pack 585 comprises a laminate of at least two layers: (1) an outer layer 591 comprising a pleated or nonpleated pervaporative layer comprising a hydrophobic pervaporative laminate; (2) a support layer 593 including a, preferably, thin support layer for the pervaporative layer 591 which acts as a liquid barrier. In some embodiments, such as for extended operations, water is fed by gravity or by wicking from a liquid holding reservoir 588 down into the interstices 592 formed between the pervaporative matrix 591 and the middle layer 593.

An optional third layer preferably comprises insulation and directly touches the skin (or is in thermal contact with the skin through clothing) and provides a thermal barrier between the user and the hydration pack. This layer may be continuous or have a bumped pattern (e.g. fluted, pleated, scalloped) to allow the passage of air between the user and the hydration pack. An optional third or fourth layer comprises a desiccant or absorbent material.

Figure 14 shows a pervaporatively-cooled drinking pouch 594 in an optional webbed strap-on holder 599. The holder may comprise materials other than webbing; it need only be able to hold the pouch and preferably not substantially interfere with pervaporation. A pervaporative pouch such as this can, for example, be strapped into a belt loop using securing straps 600 or attached to the side of an existing belt. The webbing 601 allows a free path for the porous pouch matrix 595 to pervaporate. The pouch 594, in one preferred embodiment, comprises three main parts: 1) the pervaporative body 595 comprising a pervaporative matrix, 2) a fill port 596 and 3) a pervaporatively chilled drinking tube 597, 602 and a valved spout 598. The body 595 may be made substantially entirely or in part of pervaporative matrix. The pervaporatively cooled drinking tube 602, in one embodiment, comprises an outer pervaporative hydrophobic layer 604, which substantially prevents or reduces liquid leakage and pervaporative cooling, and an internal liquid wettable layer 605. Once liquid is introduced through the center 603 of this layered construct 602 the liquid penetrates into the hydrophilic material producing a liquid lock 605 which substantially prevents or reduces air from entering the center of the tube 603 through the porous matrix 604. The liquid trapped in the hydrophilic matrix 605 is free to pervaporate through the outer hydrophobic matrix 604. This combination of hydrophilic 605 and hydrophobic 604 matrices in a tube format 602 provides the benefit of delivering chilled drinking water directly from the internal tube volume 603 when placed in combination with a pervaporatively cooled reservoir 594

23
23

or with a non-pervaporatively cooled reservoir, in an alternate embodiment. One simple method of manufacture of such a device 602 is to plasma treat the center of a hydrophobic porous PTFE tube. Alternatively, the drinking tube may be made of non-pervaporative materials.

5 In some embodiments, the pervaporative container is in the form of a lightweight liquid-filled (preferably water-filled) pervaporative cooling garment that serves as a simple personal microclimate cooling system to relieve heat stress in individuals wearing protective clothing, in normal or elevated ambient temperature conditions. This type of cooling garment can be manufactured into protective clothing, such as chemically or biologically protective suits or Nomex fire suits, to form a part of such clothing or it may be worn in conjunction with such protective garments. Alternatively, the garment can be worn under a layer of body armor.

10 A cooling garment according to preferred embodiments, can be used for many purposes, including, but not limited to, fire and rescue personnel, military personnel, and hazardous (chemical and/or biological) materials workers, as well as for sports enthusiasts who could increase their endurance by releasing more heat from their bodies during sporting activities. Pervaporative garments can also lower the amount of infrared radiation given off by the wearer. In preferred 15 embodiments, water or a combination of water and ethanol (preferably about 5 to 15%) as a pervaporative coolant source is used to allow the device to be substantially non-hazardous and provide an additional functionality such as an extra pouch for pervaporatively-chilled drinking water for the wearer. Chilled drinking water can also lessen the heat load on an individual wearing a protective suit or clothing or engaging in sporting activities, especially those requiring endurance. 20 Although non-hazardous and/or potable coolants are preferred, any liquid capable of providing pervaporative cooling functionality may be utilized, including methanol, isopropanol, non-potable water, and other liquids and solvents. Preferably, the coolant chosen is compatible with the material(s) it contacts within the garment.

25 In one preferred embodiment, a pervaporative cooling garment is in the form of a jacket or vest. The pervaporative garment may be worn alone or it may be worn incorporated or integrated into another article of clothing or garment, such as a protective suit. When incorporated or integrated into another garment, the pervaporative garment preferably comprises the innermost layers so as to be in close contact (i.e. in thermal contact) with the wearer. The pervaporative cooling garment may be in direct contact with the skin or it may be in contact with other clothing worn by the wearer. In some embodiments, the pervaporative garment comprises a layer of fabric or material covering some or all of the portion of the pervaporative matrix which is directed toward 30 the inner portion of the garment (i.e. the portion that touches or is in thermal contact with the wearer).

34
24

Although the discussion regarding pervaporative garments is in terms of a vest or jacket having a particular configuration, this discussion should not be construed to limit the disclosed invention. The principles discussed herein provide for a variety of pervaporatively cooled garments, including jackets, hats, belts, pants, leggings, and structures that encase one or more parts of the body, such as a wrap for a leg or arm (or a portion thereof), or the neck.

Figure 15 shows a design of one preferred embodiment of a jacket 608. The jacket may be worn alone or the jacket or vest may be hidden under clothing or protective clothing such as a chemical suit, Nomex fire suit or body armor.

In a preferred embodiment, the jacket comprises a laminate of three or four layers:

(1) an optional regenerable or disposable outer layer 610 comprising a desiccant or an absorbent material that absorbs the moisture or other fluid resulting from pervaporation

(2) an outer layer comprising a pervaporative layer 611, preferably pleated, comprising a pervaporative laminate, preferably hydrophobic in nature;

(3) a middle layer 613 comprising a thin support layer for the pervaporative layer that may also act as a liquid barrier, and in some embodiments, a barrier to potentially hazardous biological or chemical materials. For extended operations, in one embodiment, water or other cooling fluid can be fed by gravity or by wicking from a liquid holding reservoir 616 such as on the shoulders of the jacket down into the interstices 612 formed between the pervaporative matrix and the middle layer; and

(4) an inner layer 615 that is in contact with the skin, directly or through a piece of fabric or material, such fabric or material being part of the jacket itself and/or a separate item worn by the wearer. The inner layer preferably comprises patterned or serpentine regions formed by a heat sealing process. In one embodiment, there is provided a simplified jacket comprising only layers 2 and 4 above.

[0073] The fluid may be placed in the jacket through the port 607 on the jacket. In a preferred embodiment, the space 614 between the inner and middle layers forms an air bladder which, when inflated via a mouthpiece 618, provides insulation from the liquid in the cooling jacket. When the air bladder is collapsed via the terminal mouth piece on the air hose, the liquid layer comes into thermal contact with the skin through the stacking of the middle and inner layers and this provides on demand cooling. In another embodiment, a segregated water reservoir in the jacket is sandwiched between the middle and an inner insulative layers to provide a cool source of drinking water. Optionally, the reservoir may comprise a collapsible bag to prevent water from sloshing around which may create undue or undesirable noise. In other embodiments, the garment may comprise a drinking tube 617 to allow the wearer to consume the liquid in the jacket.

28
25

If a pervaporative garment not having an outer desiccant/absorbent layer is worn under clothing, protective or otherwise, it is preferred that such clothing be permeable to the pervaporative fluid or that the clothing have vents, pores or other openings to allow for passage of the pervaporative fluid.

- 5 In some embodiments, the pervaporative garment further comprises a regenerable or disposable outer layer comprising a desiccant or an absorbent material that absorbs the moisture or other fluid resulting from pervaporation. Suitable desiccants or absorbent materials for aqueous pervaporative fluid include, but are not limited to, ammonium sulfate, molecular sieves and polyacrylic acid. The outer desiccant/absorbent layer can be discarded following use or it may be
10 regenerated such as by application of heat and/or reduced pressure. In a preferred embodiment, the absorbent/desiccant layer absorbs at least about 3-4 times its weight in water. The process of absorbing water in the layer is preferably endothermic or at least minimally exothermic. In preferred embodiments, this layer provides a high degree of absorbency, dimensional stability and/or minimizes heating due to water vapor hydration in this layer. As will be readily understood
15 by those skilled in the art, a desiccant or absorbent layer may be used in combination with any pervaporative container described herein. When a pervaporative garment of this type is used in combination with or incorporated or integrated into another garment, there is no need for pores, vents, openings and the like in the other garment, although they may be present if desired. In a related embodiment, at least one surface of the outer desiccant/absorbent layer comprises a material
20 which is chemically resistant and/or substantially impervious to chemical and/or biological agents to provide additional protection to the wearer.

- The following is brief look at the thermodynamic feasibility of such a construction. Assuming an average water vapor pervaporative flux through a porous matrix of $4 \times 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ at 75°F in still air from Table 1 and assuming the water vapor flux is doubled at 95°F gives $8 \times 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ as the flux. If the enthalpy of vaporization at 95°F is 2400 J/g , then the energy
25 dissipation per unit area of the matrix is $1.9 \times 10^{-2} \text{ Watts} \cdot \text{cm}^{-2}$. In order to achieve a power dissipation of 25 Watts approximately 1500 cm^2 or 1.5 ft^2 of available matrix surface area needs to be used in the construction the hydration pack. Use of a pleated membrane or a pleated porous sintered matrix to enhance the pervaporative cooling power, since pervaporative cooling power is a
30 direct function of the porous surface area of the jacket. In order to cool for 4 hours at this rate approximately 150 mL of water will be spent in the process. Thereby a little under 0.5 lbs. of water will be used in the process. It would seem reasonable that a water filled jacket like this may be made to weigh approximately 3 lbs or less.

26
20

As will be understood by those skilled in the art, the various layer configurations in the embodiments of jacket, pouch, and backpack discussed above are interchangeable, as they are interchangeable with other container configurations disclosed herein.

5 A preferred orientation of multilayer or multifunctional matrix according to one embodiment is where the higher liquid intrusion matrix surface faces the inside of the garment and the matrix supporting backing is exposed to the air outside of the garment. Thicknesses for these porous materials in a preferred embodiment are in the range from about 1/128" (0.2 mm) to 1/8" (3.2 mm). In one embodiment, layered composites of membranes and pervaporative matrices are selected to provide both a high liquid intrusion pressure at the liquid/matrix interface using a thin
10 highly hydrophobic material with a small pore size such as expanded polytetrafluoroethylene (ePTFE) laminated in between thicker highly porous supports such as sintered polyethylene, which allow for a substantial pervaporative flux.

Methods of Manufacture

Several processes are available for the manufacture of pervaporative containers or the
15 pervaporative matrix portion of a pervaporative garment including, but not limited to, sintering sub-millimeter size plastic beads in a mold cavity to directly form the pervaporation wall; thermal or ultrasonic lamination or welding of one or more pieces of pervaporative matrix together or to a suitable frame; insert molding whereby one or more sheets or a cylinder of the porous matrix is inserted into the cavity of a mold and a thermoplastic polymer is injection molded directly around
20 the insert(s) to form the desired composite having porous matrix portions; heat sealing; attaching components using adhesives; and/or stitching techniques may also be used to assemble all or part of a pervaporative garment or container.

Multilayered constructs containing two or more layers of porous material may be used to obtain a mechanical and physically superior matrix. For instance, combining a sintered
25 macroporous matrix of polyethylene with a thin layer of expanded PTFE on the liquid side of a container increases the hydrophobicity and liquid breakthrough pressure of water from 5 psi to over 30 psi, yet the layered matrix still maintains a similar pervaporative flux to that obtained using porous polyethylene by itself.

Figures 1A and 25B show the construction of a preferred embodiment of a pervaporative
30 container with a wall portion 501 comprising pervaporative matrix. The wall 501 is fixed to the top 500 and bottom 502 portions of the container by a process such as by insert molding, thermal or ultrasonic welding, adhesive joining, or other suitable means. Insert injection molding may also be used to attach the matrix to the other portions of the container. The top of the bottle 500 illustrated in this example allows for a threaded fit and can be used with a vented bottle cap. The top 500 and

27
27

bottom 502 portions of the container may be made by any suitable method, including injection molding, vacuum forming, and the like.

Figures 3A and 3B show a ribbed configuration for a thin pervaporative matrix 507 for which additional structural support 508 is desired. The ribs 508 give the container wall both structural integrity and a ridged surface for a firmer hand grasp on the container. The ribs 508 can be placed on the outside, inside and/or one or more sides of the pervaporative matrix. The ribs 508 are preferably injection molded by insert molding onto the pervaporative matrix 507. Alternatively, ribs 508 can be sealed to a porous matrix 507 or porous matrix 507 can be sealed to a ribbed container shell 508 by ultrasonic, thermal or adhesive means, among others.

Figures 3C and 3D demonstrate a sports version of this container which allows the container to be fixed securely in a holding bracket by the bottle neck 512. The mouth of the bottle 511 allows for the use of various closures, including a snap lid and threaded closure.

Figure 4 shows a thermally insulating, hydrophobic open cell foam layer 518 that allows water vapor to move through the open cell structure, but impedes the convective and radiative heating of the container contents. Table 1 demonstrates that the thermally insulating matrix reduces the liquid loss rate while maintaining a substantial pervaporative cool. In a preferred embodiment, the insulating foam 518 is placed or taken off of the bottle as an elastic sleeve.

Increases in pervaporative cooling efficiency can be achieved by increasing the surface area of the matrix in contact with the liquid by pleating the matrix. Figure 5 shows a pleated container body 520 that allows for a greater pervaporative surface area to be exposed per contained liquid volume. This configuration allows for a decrease in the time taken to pervaporatively cool the container volume. A container having this configuration can be made by insert molding or by potting both ends with adhesive to a bottom 521 and top 519 container elements or with molten plastic.

Figures 6A and 6B demonstrate a rotating sleeve 525 on the outside of the matrix body 523. As the outer sleeve 525 rotates past the inner sleeve 524, a set of vertical slits 527 is formed, which open and close to allow variable exposure to the pervaporative matrix 523, thereby reducing the vapor flux rate but still maintaining an adequate pervaporative cool. A vertical slip sleeve, whose slits are adjusted vertically instead of by rotation, may also be used in a configuration of this type. The inner and outer sleeves 524 and 525 are made of a substantially nonporous material such as plastic or metal that does not allow water vapor to pass. Figure 6B illustrates the annular sleeve which helps to maintain a very thin gap 530 between the porous matrix 523 and the inner stationary sleeve 524. This gap 530 is useful as a shield to substantially prevent or reduce direct conductive and radiative heat transfer to the porous matrix 523 of the main container body. In addition, this spacing 530 allows for vapor flux out of this annular region 527. The sleeves 524

28
28

and 525 may also be used over a pleated pervaporative surface 520 such as shown in Figure 5. Again, the sleeves 524 and 525 can be placed on the outside of the container by sliding them onto the outside of the container. The inner sleeve 524 may be attached or sealed in place.

Figures 7 and 8 show a jacketed embodiments of pervaporative containers. As shown in Figure 7 the cooling jacket may be made of a detachable sleeve consisting of an outer hydrophobic pervaporative layer 535 and an inner porous liquid holding or absorbing layer 534. In the embodiment of Figure 8, the outside jacket 541 is filled through special ports 543 with water or other volatile fluids 541 and the contents of the inner liquid container 540 are maintained at a sub-ambient temperature. One advantage to this configuration lies in that a carbonated beverage can be stored in this container without losing carbonation. In addition, a liquid with a low propensity to pervaporate, such as a liquid high in electrolytes or sugar can be placed in the inner chamber 540 of the container while distilled water or other easily pervaporated liquid 541 is placed in the outside chamber to obtain an adequate temperature drop.

Another embodiment for a sponge 533 or jacketed 542 pervaporative configuration as shown in Figures 7 and 8 is for the use of an oleophobic pervaporative matrix which retains organic liquids such as alcohol. In such a configuration the outside jacket 533, 542 are be filled with ethanol, and serves as the pervaporative coolant 534, 541.

Figure 10 illustrates a pervaporatively-cooled drinking cup similar in function to Figures 1A, 1B, 2, 3A and 3B. Assembly may be performed wrapping a planar pervaporative matrix around or pushing the matrix 555 over the cup body 556 as a cylinder and attaching the material by adhesive, potting, thermal welding or ultrasonic welding. Insert molding may be used to directly attach the material into the bottle frame and walls.

Figures 11A, 11B and 11C show a configuration for producing a cooling container for the storage of beverages and foodstuffs 568. In this configuration the lid 558, the cooler walls 559 and 564 or preferably both the lid 572 and the walls 559 and 564 contain a liquid-filled pervaporative jacket 566 and 578. The container may further comprise one or more layers of insulation. The container can be used to store foods and beverages 568 at sub-ambient temperatures for several days at a time. In one embodiment, assembly of the cooler body 563 is performed by placing the planar pervaporative matrix 566 inside the case body 564 and attaching the material by adhesive, potting, thermal welding or ultrasonic welding. Alternatively, insert molding is used to directly attach the material 566 into the frame and walls 564.

One proposed solution for heat stress relief is based on the idea of pervaporation. A chilled hydration pack or other cooling garment utilizing a pervaporative cooling mechanism, such as this would find applications not only in the military as a personal cooling system but also for a sports enthusiast who could increase their endurance by releasing more heat from their bodies

2929

during a race. Using water or a combination of water and ethanol (preferably about 5 to 15%) as a pervaporative coolant source allows such a device to be non-hazardous and provide an additional functionality such as an extra pouch for pervaporatively-chilled drinking water. Chilled drinking water would also lessen the heat load on an individual wearing a protective suit or clothing.

5 The pervaporative hydration pack described herein will follow a design similar to the pervaporative beverage cooling bottles, which were previously designed. A comparison of the cooling efficiency using pervaporative cooling (2400 J/g) versus the heat of fusion (335 J/g) plus the warming of the liquid (105 J/g) to room temperature (77 °F) reveals that pervaporative cooling is five times more efficient on a mass basis than using ice. Tables 1, 2, and 3 provide data to show
10 what happens to the pervaporative cooling bottles under different conditions of wind speed and matrix composition at room temperature and a relative humidity of 30 to 40%.

 Figure 14 shows one embodiment of a pervaporatively-cooled drinking pouch 594, shown in an optional webbed strap-on holder 599. In one embodiment, a strap is attached directly to the body 595 and no holder, webbed or otherwise, is used. A pervaporative pouch such as this can be
15 worn over the shoulder, strapped into a belt loop or another portion of the body using securing straps 600 or similar attachment devices or attached to the side of an existing belt. In one embodiment, the webbing 601 is sewn from nylon netting and the straps 600 are Velcro, a Nylon/Velcro Composite, or other natural or synthetic material. The various portions of the pouch porous matrix 595 can be assembled by thermal sealing, thermal welding, ultrasonic welding or
20 adhesive lamination, or other methods discussed herein in relation to other containers. In one embodiment, a pervaporatively cooled drinking tube 602 comprises an outer pervaporative hydrophobic layer 604, which substantially substantially prevents or reduces liquid leakage and pervaporative cooling, and an internal liquid wettable layer 605. Once liquid is introduced through the center 603 of this layered construct 602 the liquid penetrates into the hydrophilic material
25 producing a liquid lock 605 which prevents or substantially reduces the amount of air entering the center of the tube 603 through the porous matrix 604. The liquid trapped in the hydrophilic matrix 605 is free to pervaporate through the outer hydrophobic matrix 604. This combination of hydrophilic 605 and hydrophobic 604 matrices in a tube format 602 provides the benefit of delivering chilled drinking water directly from the internal tube volume 603. As noted above, this
30 tube may be used with a pervaporative or non-pervaporative pouch, or it may be used with other containers, both pervaporative and non-pervaporative. One method of manufacture of a pervaporative tube 602 is to plasma treat the center of a hydrophobic porous PTFE tube rendering the inner portion of the tube 605 hydrophilic.

Operation of a Pervaporatively Cooled Device

30
30

Preferred designs for pervaporative cooling devices are simple and can be operated under ambient conditions to cool and/or maintain the coolness of fluid or solid contents of the container without the weight and portability limitations associated with mechanical pumping or the need for the application of an external mechanical vacuum to increase the pervaporative cooling rate. In a preferred embodiment, the radial dimensions of a container of the type in Figure 1A are large enough such that convective mixing by natural convection of liquid contents is obtained. This is because, in some cases, the thermal conductivity of the liquid alone may not be high enough to effectively maintain a generally uniform temperature distribution throughout the container. When the liquid at the inner walls of the container are cooled, this reduces the density of the liquid at the inner walls as compared to that in the center. Because of this density difference, the cooler liquid flows down the inside walls of the container to the bottom of the container where it is entrained back up into a circulatory pattern within the middle of the container in a process called natural convection, as opposed to forced convection. When the cooling rate is high enough, convective eddies break off from the side of the container and enhance the mixing rate.

These phenomena and their occurrence can be predicted using a combination of calculated dimensionless parameters, namely the Grashof Number (parameter for fluid buoyancy in a gravitational field) and the Prandtl Number (parameter that describes the thermal and capacitive nature of the liquid). The combination of these two parameters leads to the calculation of the Nusselt Number (an overall heat transfer parameter). Natural convection within a pervaporative container will enhance the cooling efficiency and the cooling rate of the device by allowing for convective heat transfer through the buoyant fluid in lieu of thermal conduction through the same liquid medium.

Table 1 presents endpoint pervaporative cooling data at a relative air humidity of 30% to 41% and different ambient air velocities and the effect of a porous insulative matrix. Tables 2 and 3 present endpoint water pervaporative cooling data at different relative humidities and in the shade (Table 2) or in the presence of direct solar irradiation (Table 3). The pervaporative materials are PTFE (polytetrafluoroethylene) or sintered UHMWPE (ultra high molecular weight polyethylene). X-7744, X-6919, and 402HP are all UHMWPE materials of various porosity, pore size and thickness as outlined in the tables.

Table 1

Matrix Material	Porosity	Pore size (um)	Thickness (mm)	Liquid Loss (%/hr)	Flux (g cm ² /s)x10 ⁶	Cool (°F)	Cool at 2 mph (°F)	Cool at 5 mph (°F)
Control 1 (PE)	None	None	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

31

Control 2 (PE)	None	None	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PVDF	75%	0.5	0.1	0.4-3.0	1.9-7.6	12.7	14.3	14.8
UHMWP E	35-50%	7	0.6	0.3-1.0	1.2-6.6	10.6	12.6	13.0
PVDF w/foam insulation	75%	13.5	5.1	0.4-1.9	2.0-6.5	12.1	11.5	10.7
UHMWP E w/foam insulation	35-50%	20	5.6	0.3-0.8	2.2-5.2	9.8	10.5	11.2

Table 2

Shade 7 RH 38.0% TYP	Matrix Material	Porosity	Pore Size (µm)	Thickness (mm)	Temperature (°F)	Pervaporative Cool (°F)
Control #1 (PE)		None	None	1.5	73.3	-
Control #2 (PE)		None	None	1.5	71.9	-
X-7744		38 to 80%	7	0.6	63.8	8.4
X-4918		38 to 80%	< 18	1.8	65.1	8.9
408HP		40 to 45%	40	0.8	63.4	8.7
408HP		40 to 45%	40	1.3	64.7	7.3
Supported PTFE		75%	> 80	0.3	63.4	8.7

5

Table 3

Full Sun 7 RH 41.0% TYP (Shaded Sensor)	Matrix Material	Porosity	Pore Size (µm)	Thickness (mm)	Temperature (°F)	Pervaporative Cool (°F)
Control #1 (PE)		None	None	1.5	83.8	-
Control #2 (PE)		None	None	1.5	85.9	-
X-7744		38 to 80%	7	0.6	71.3	29.3
X-4918		38 to 80%	< 18	1.8	73.1	28.4
408HP		40 to 45%	40	0.8	73.1	29.4
408HP		40 to 45%	40	1.3	73.7	18.7
Supported PTFE		75%	> 80	0.3	73.1	28.4

Table 1 sets forth endpoint water pervaporative cooling data at different ambient air velocities and the effect of a 1/16 " open-cell porous urethane insulative matrix at a relative humidity of 30%. Tables 2 and 3 set forth endpoint water pervaporative cooling data at different relative humidities and in the dark or in the presence of direct solar irradiation. The pervaporative materials in all three tables are PTFE or sintered UHMWPE (ultra high molecular weight polyethylene).

Additional enhancements in cooling efficiency may be seen with the container as the outside relative humidity drops and if the container is placed in direct sunlight. The lower external humidity increases the vapor concentration gradient, and the externally applied heat raises the liquid temperature and vapor pressure, which lead to a rise in the pervaporative flux. Depending on ambient conditions, the geometry and materials selection of the container, this process can

32
32

maintain a sub-ambient cool in the container of 22°F below ambient temperature. See Table 3. The time to attain this cooled temperature for a liquid volume of 700 ml is around 2 hours as demonstrated in Figure 9 for a variety of pervaporative matrices and combinations thereof.

One preferred embodiment of evaporative cooling container includes a single or combined
5 porous matrix having a pervaporative layer thickness of about 0.025 mm (0.001 in.) to 10 mm (0.394 in.). Additionally, to increase the efficiency of the pervaporative process, the matrix preferably has qualities such that it is minimally thermally conducting. It is preferable that the matrix does not substantially impede vapor diffusion, such that, in one embodiment, a pore size
10 above about 100 nm is preferred. Preferred surface porosities of the matrix are between about 15 and 90% including about 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, and 85%. A porous matrix with a low thermal conductivity, such as a porous perfluorinated Styrofoam, an expanded porous matrix, or an open cell porous matrix made from hollow fused particles, can help to substantially prevent or reduce undue heat transfer from the surroundings into the container.

The various methods and techniques described above provide some of the numerous ways
15 to carry out the invention. Of course, it is to be understood that not necessarily all objectives or advantages described may be achieved in accordance with any particular embodiment described herein or with any other single embodiment. Thus, for example, those skilled in the art will recognize that the methods may be performed and/or the articles made in a manner that achieves or optimizes one advantage or group of advantages as taught herein without necessarily achieving
20 other objectives or advantages as may be taught or suggested herein.

Furthermore, the skilled artisan will recognize the interchangeability of various features from different embodiments. Similarly, the various features and steps discussed above, as well as other known equivalents for each such feature or step, can be mixed and matched by one of ordinary skill in this art to perform methods in accordance with principles described herein.

25 Although the invention has been disclosed in the context of certain embodiments and examples, it will be understood by those skilled in the art that the invention extends beyond the specifically disclosed embodiments to other alternative embodiments and/or uses and obvious modifications and equivalents thereof.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A pervaporatively cooled container, comprising:
a container body comprising one or more walls;
wherein at least a portion of said one or more walls comprises a pervaporative
5 matrix, said matrix comprising a porous hydrophobic material, wherein said matrix allows
for the passage of small quantities of molecules of a volatile liquid vapor through the
matrix, the evaporation of which cools the container.
2. A pervaporatively cooled container according to Claim 1, wherein the matrix
further comprises a thin hydrophobic or oleophobic porous material laminated to or deposited on
10 the porous hydrophobic material.
3. A pervaporatively cooled container according to Claim 2, wherein the matrix is
oriented on the container body such that the layer of porous hydrophobic material faces the interior
of the container.
4. A pervaporatively cooled container according to Claim 1, wherein at least 10% of
15 the surface of the one or more walls comprise said matrix.
5. A pervaporatively cooled container according to Claim 1, further comprising a
base attached to said one or more walls.
6. A pervaporatively cooled container according to Claim 1, further comprising a
regenerable or disposable outer layer directly adjacent to at least a portion of the container body,
20 said layer comprising a desiccant or an absorbent material that absorbs moisture or other fluid
resulting from pervaporation.
7. A pervaporatively cooled container according to Claim 1, wherein the matrix
comprises an inner layer comprising a highly hydrophobic porous material placed between two
outer layers of porous hydrophobic material.
- 25 8. A pervaporatively cooled container according to Claim 7, wherein the inner layer
has a pore size and thickness less than that of the outer layers.
9. A pervaporatively cooled container according to Claim 7, wherein the inner layer
comprises PTFE and the outer layer comprises polyethylene.
10. A pervaporatively cooled container according to Claim 1, wherein the container
30 further comprises a plurality of support ribs.
11. A pervaporatively cooled container according to claim 1, wherein the matrix is
comprised of hollow or expanded particles which are fused or adhered together to reduce the
thermal conductivity of the matrix and the loss of pervaporative cooling efficiency.
12. A pervaporatively cooled container according to Claim 1, further comprising an
35 insulating sleeve surrounding at least a portion of the one or more walls.

34
34

13. A pervaporatively cooled container according to Claim 12, wherein the insulating sleeve comprises a porous material.
14. A pervaporatively cooled container according to Claim 12, wherein the insulating sleeve is generally tubular and has one or more openings in the wall thereof, whereby the sleeve
5 may be rotated about the container to selectively cover or expose portions of said pervaporative matrix.
15. A cooling jacket for a container, comprising:
a jacket body comprising
an outer layer, comprising a hydrophobic porous material; and
10 an inner layer coextensive with said outer layer and in fluid communication with said outer layer, said inner layer being adapted to hold a volatile liquid;
wherein said jacket body is shaped to allow the inner layer to contact at least a portion of a container.
16. A cooling jacket according to Claim 15, wherein the inner layer comprises a
15 sponge-like material.
17. A cooling jacket according to Claim 15, wherein the inner layer comprises one or more void spaces.
18. A cooling jacket according to Claim 17, wherein the inner layer further comprises a sealable opening to allow for refilling and sealing of the inner layer.
- 20 19. A cooling jacket according to Claim 15, wherein the jacket body is generally cylindrical.
20. A cooling jacket according to Claim 15, further comprising a middle layer between said inner and outer layers.
21. A cooling garment comprising:
25 an outer layer comprising a pervaporative material comprising a pervaporative matrix having hydrophobic character; and
an inner layer;
wherein the outer layer is in fluid communication with a body of coolant liquid, and the inner layer is in thermal contact with the wearer of the garment.
- 30 22. A cooling garment according to Claim 21, further comprising a middle layer comprising a thin support liquid barrier layer for the pervaporative layer.
23. A cooling garment according to Claim 21, wherein the cooling garment is incorporated or integrated into a piece of clothing or a protective suit.

35
35

24. A cooling garment according to Claim 21, further comprising a tube in fluid communication with the body of coolant liquid which allows the wearer of the garment to orally consume coolant liquid.

5 25. A cooling garment according to Claim 21, further comprising a regenerable or disposable outer layer comprising a desiccant or an absorbent material that absorbs moisture or other fluid resulting from pervaporation.

26. A cooling garment according to Claim 21, wherein the outer layer is pleated to increase surface area for pervaporation.

10 27. A cooling garment according to Claim 21, wherein the middle layer is a barrier to potentially hazardous biological or chemical materials

28. A cooling garment according to Claim 21, wherein the inner layer comprises patterned or serpentine regions formed by a heat sealing process.

15 29. A pervaporatively cooled tube or straw, comprising an elongate hollow tubular structure comprising an outer pervaporative layer comprising a hydrophobic material coextensive with a porous internal layer comprising a hydrophilic material, the internal layer defining a lumen through which a liquid can pass.

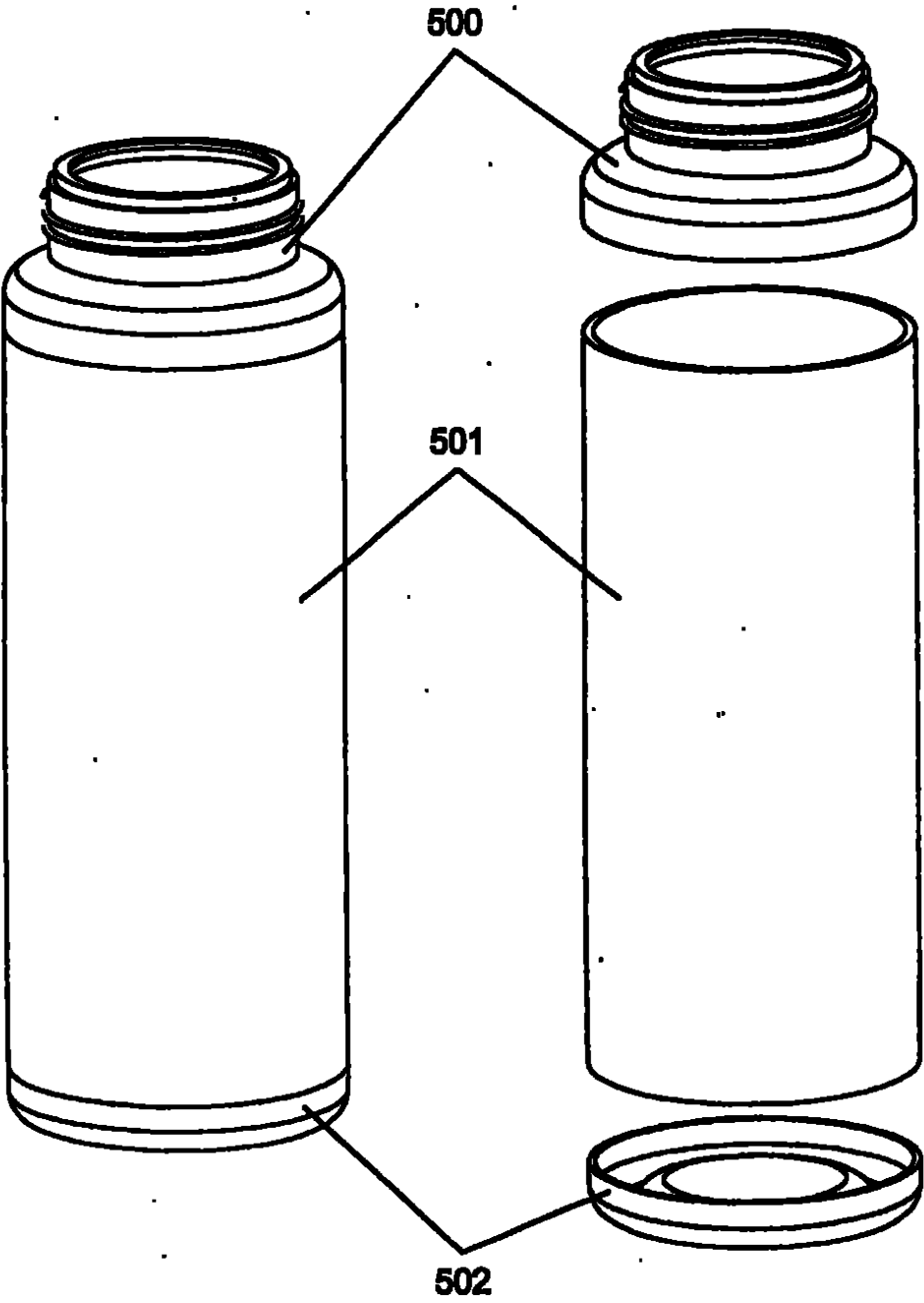
30. A tube according to Claim 29, wherein, during use, liquid penetrates into the the porous internal layer producing a liquid lock which substantially reduces the amount of air entering the tubular structure through the outer layer.

20 31. A tube according to Claim 29, wherein the tubular structure is formed from a hydrophobic porous tube in which the inner surface of the tube has been chemically treated to be hydrophilic.

36
36

FIG. 1A

FIG. 1B



37
31

FIG. 2

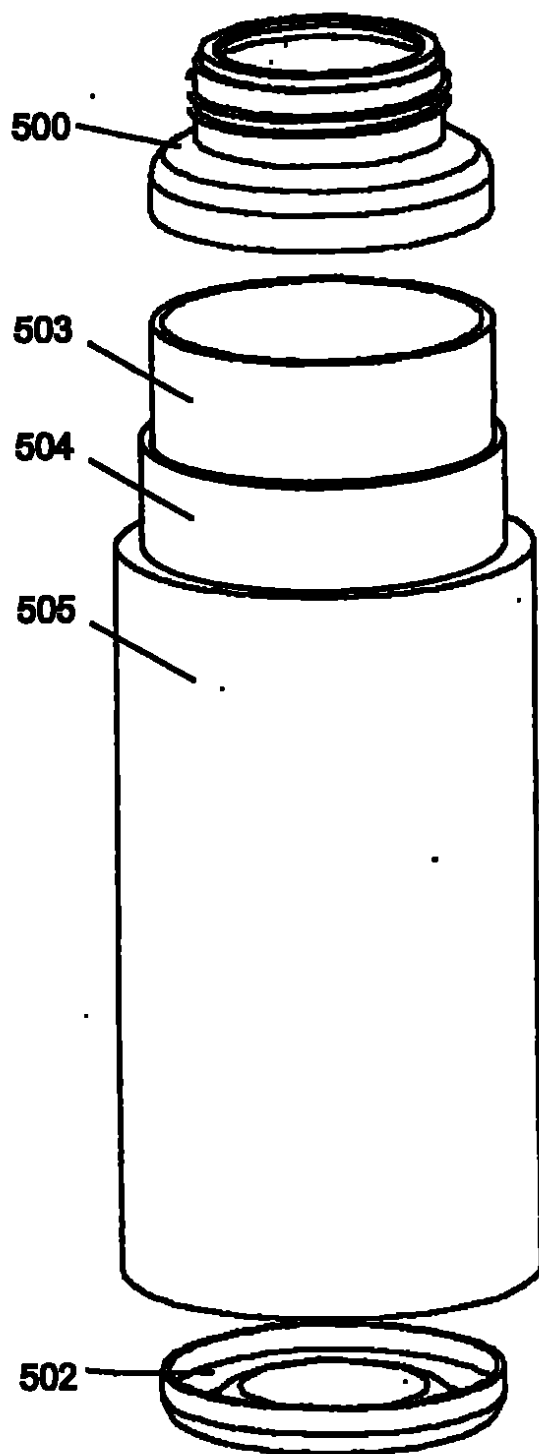


FIG. 3A

FIG. 3B

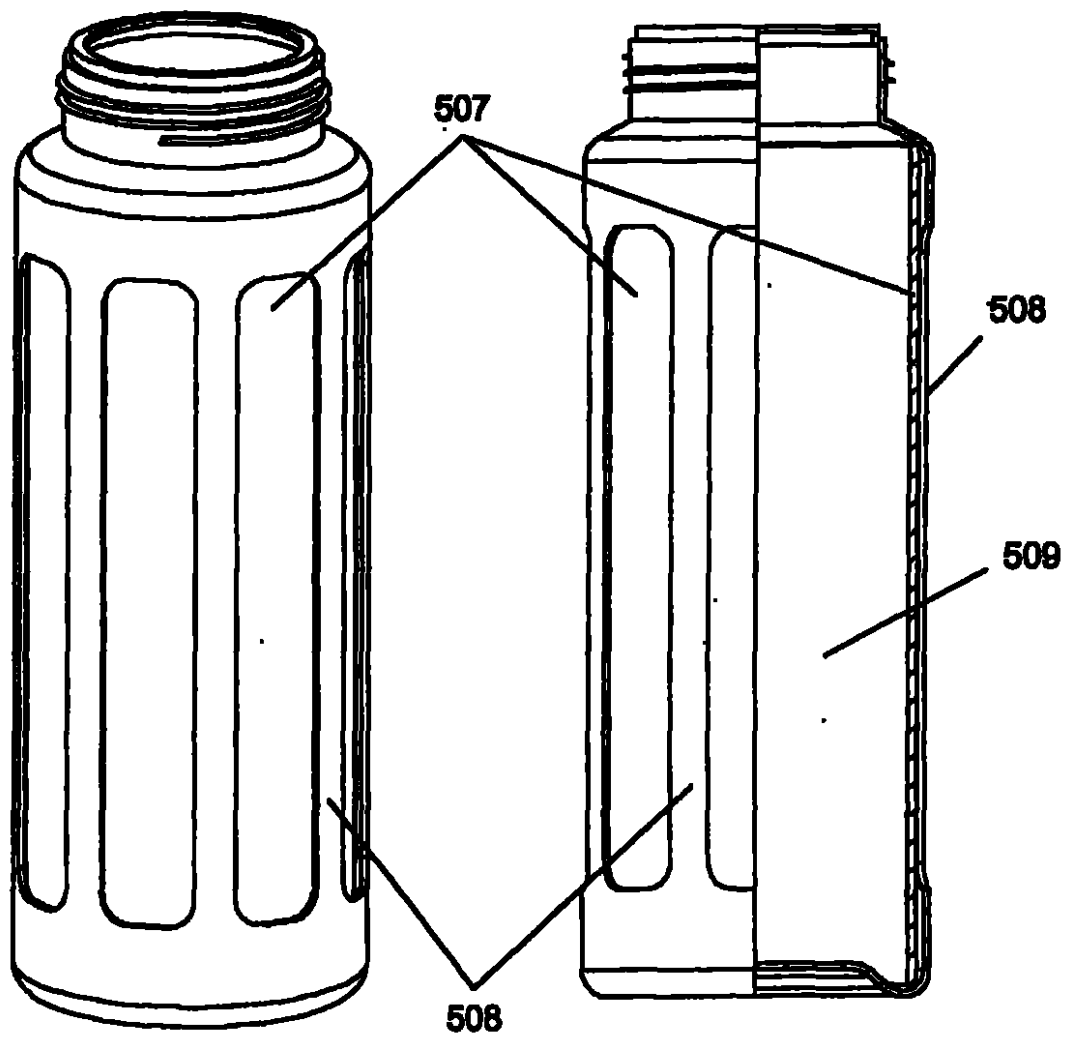
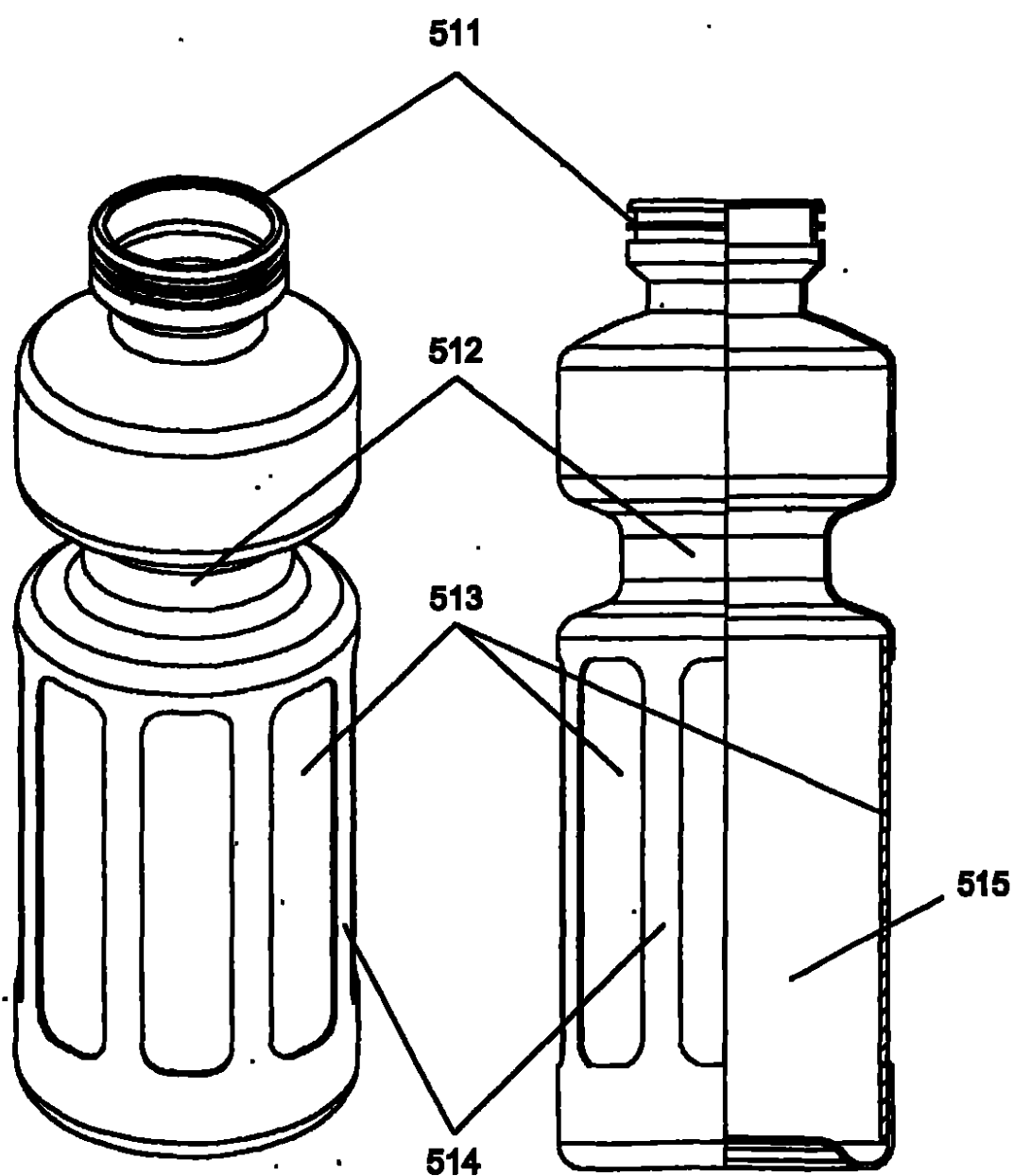


FIG. 3C

FIG. 3D



40
40

FIG. 4

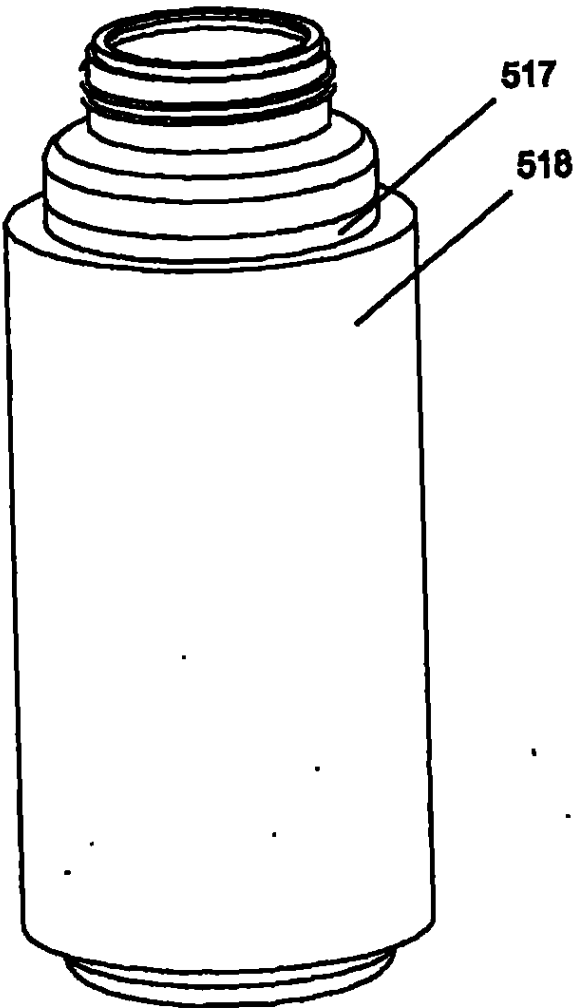
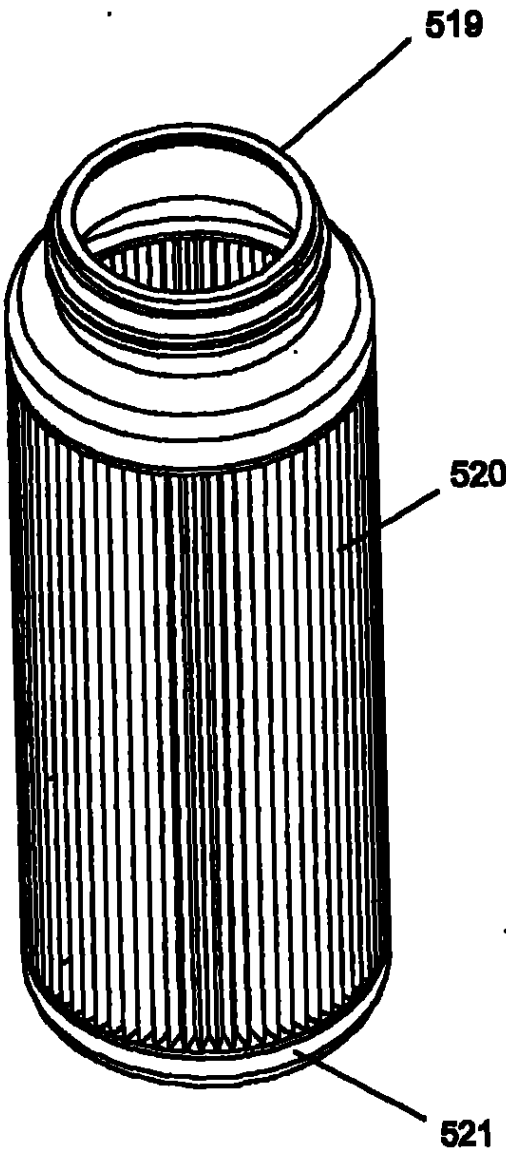


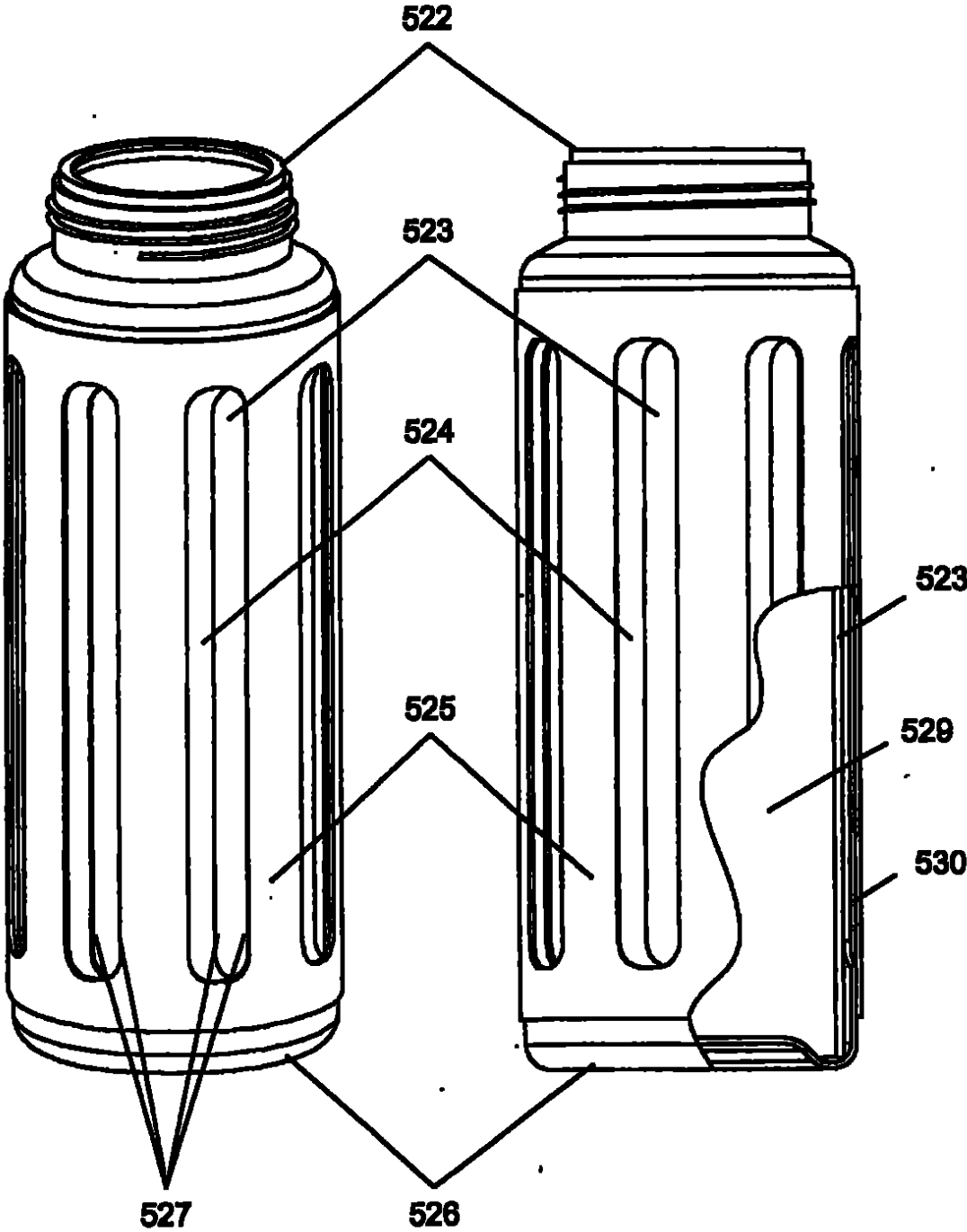
FIG. 5



41

FIG. 6A

FIG. 6B



42
42

FIG. 7

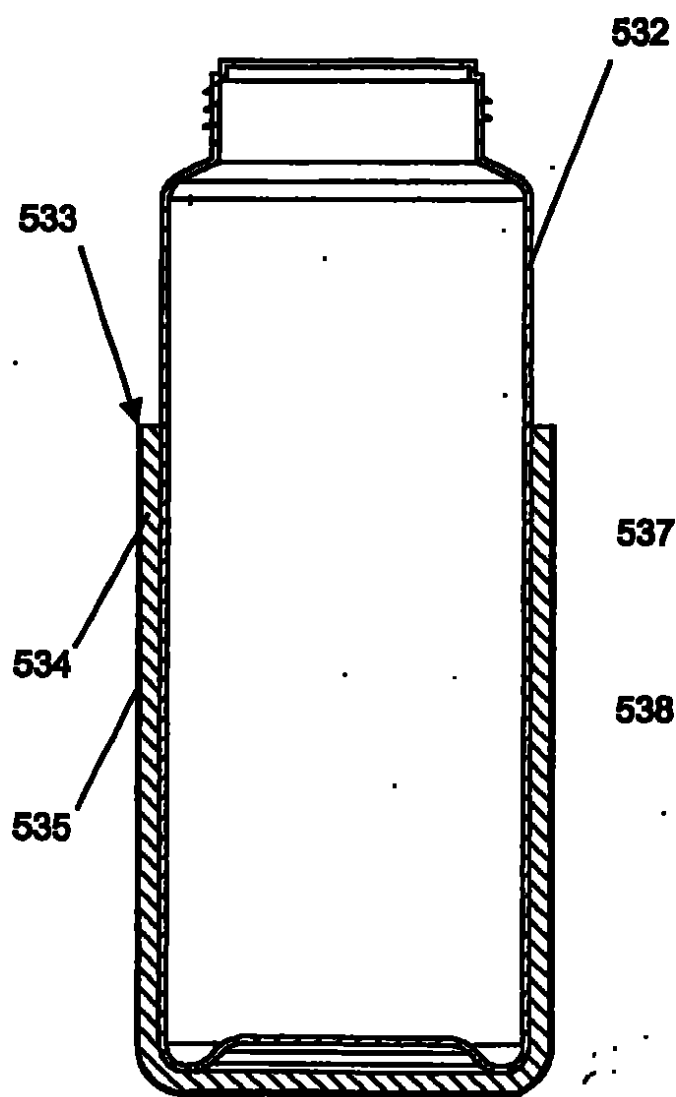


FIG. 8

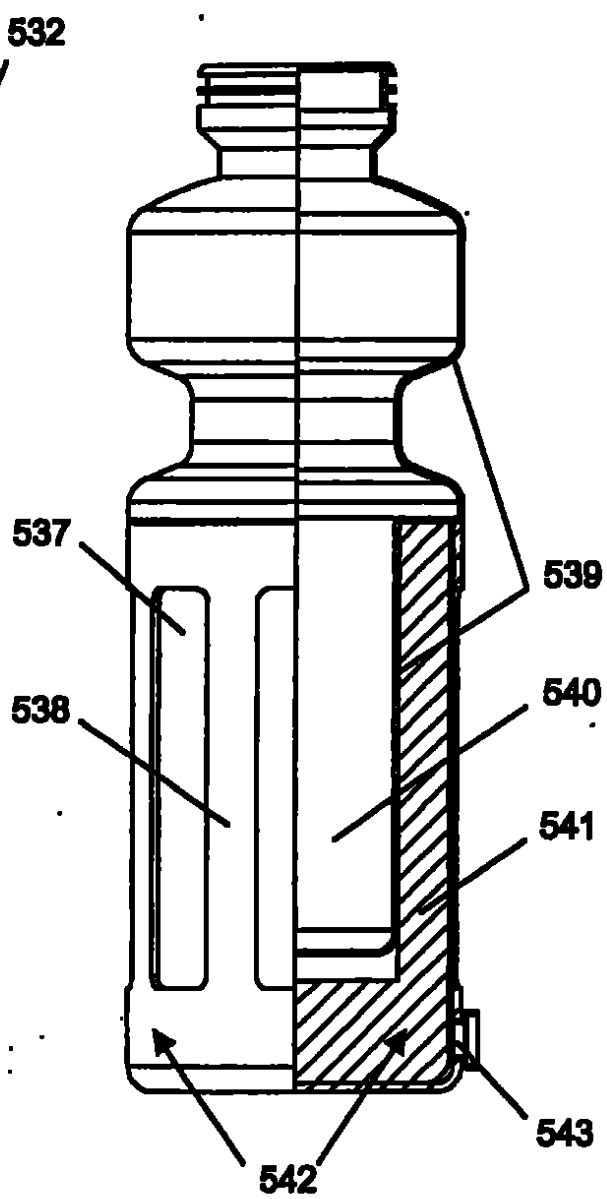
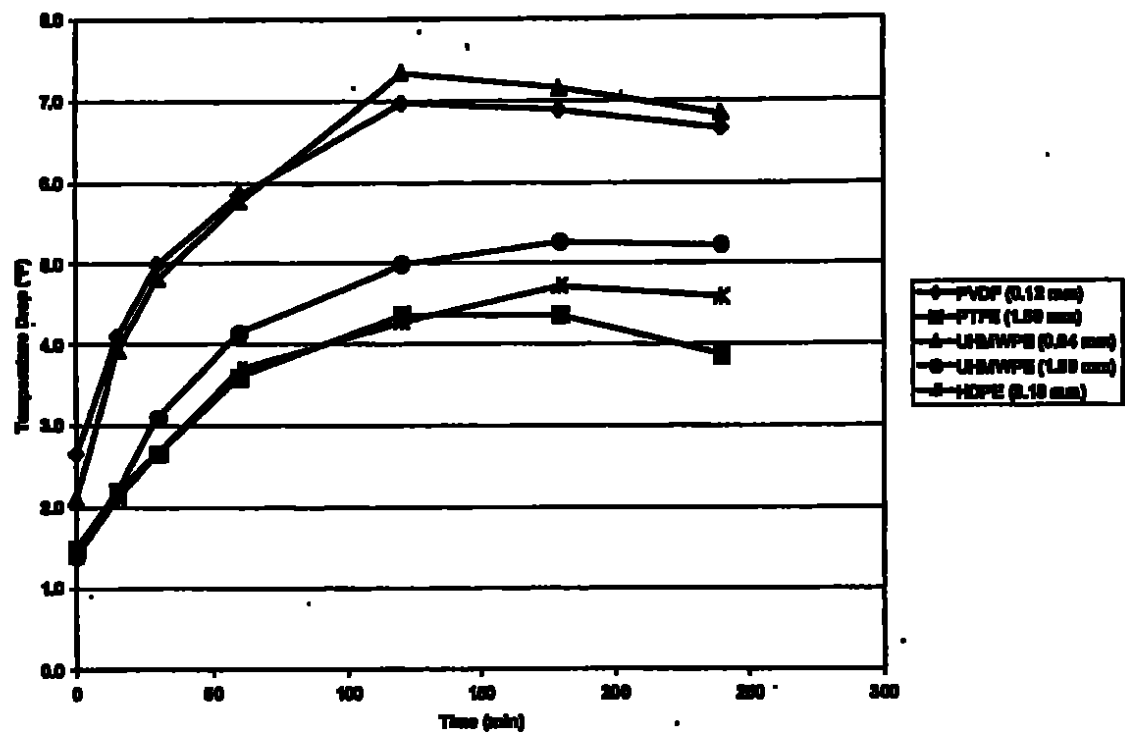
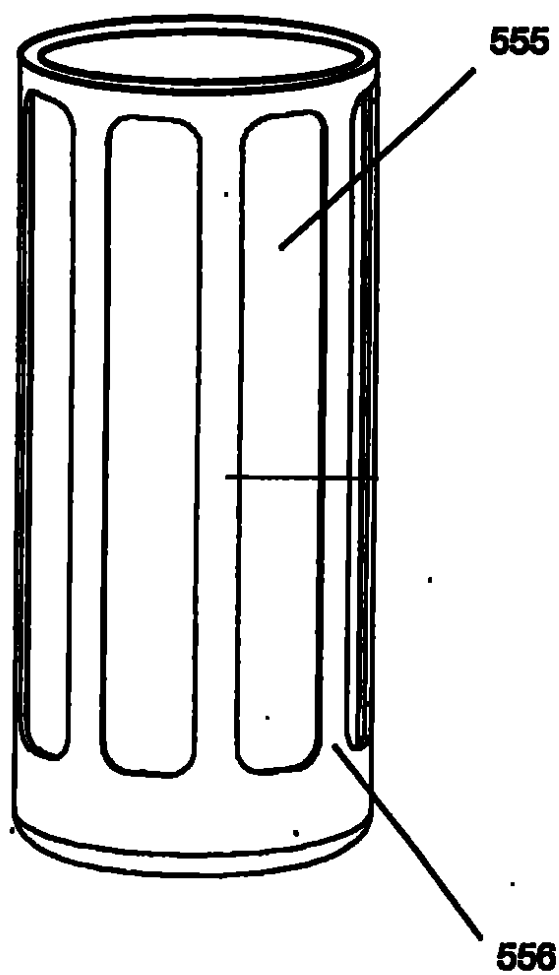


FIG. 9



44
44

FIG. 10



45
45

FIG. 11A

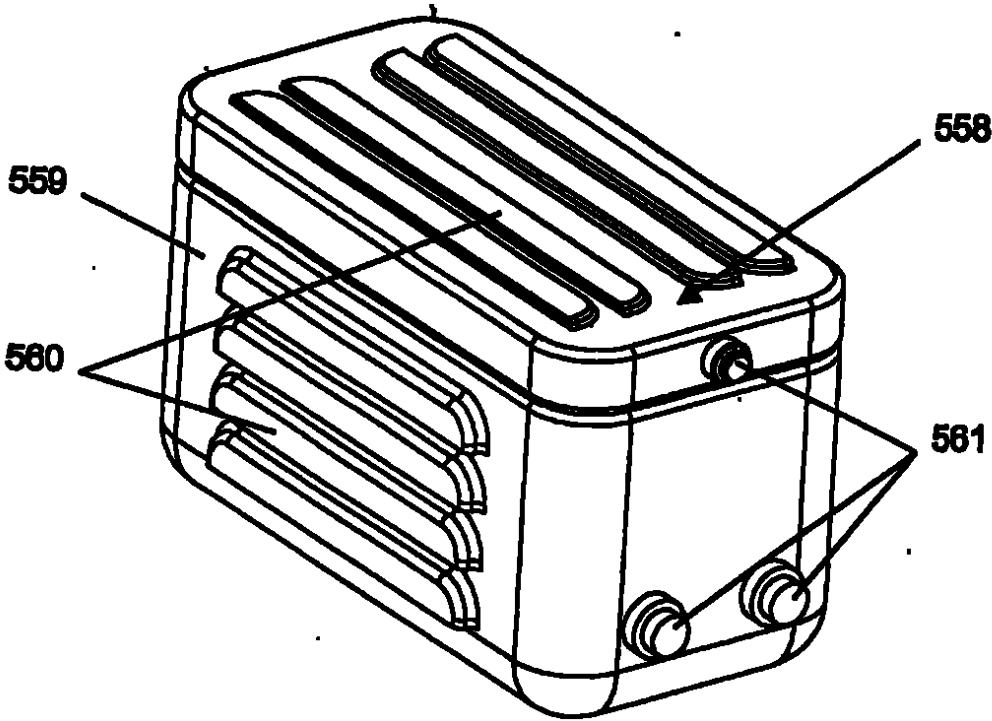


FIG. 11B

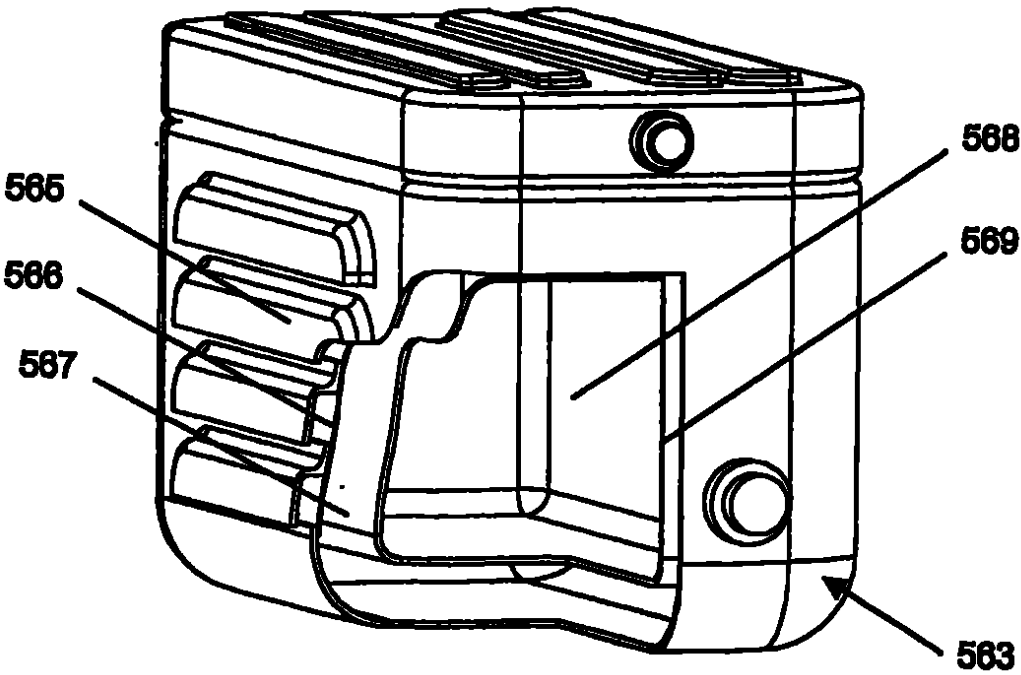
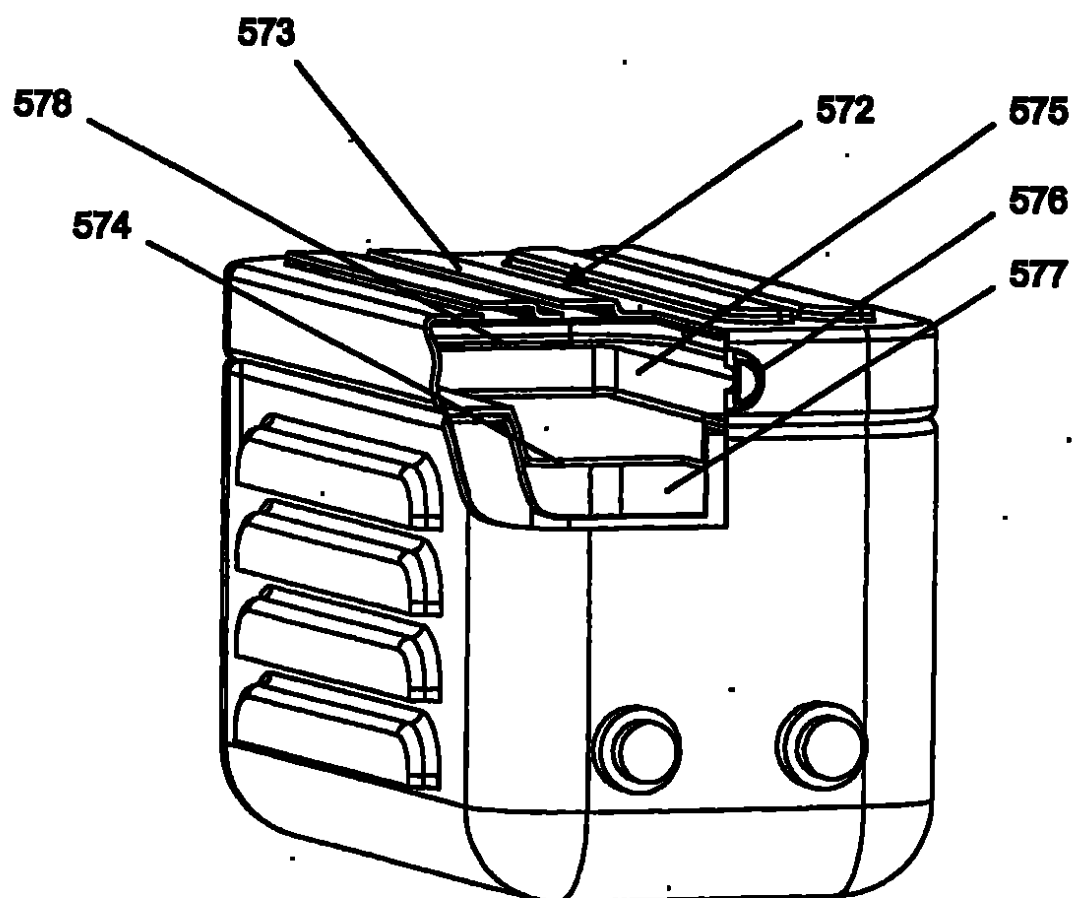
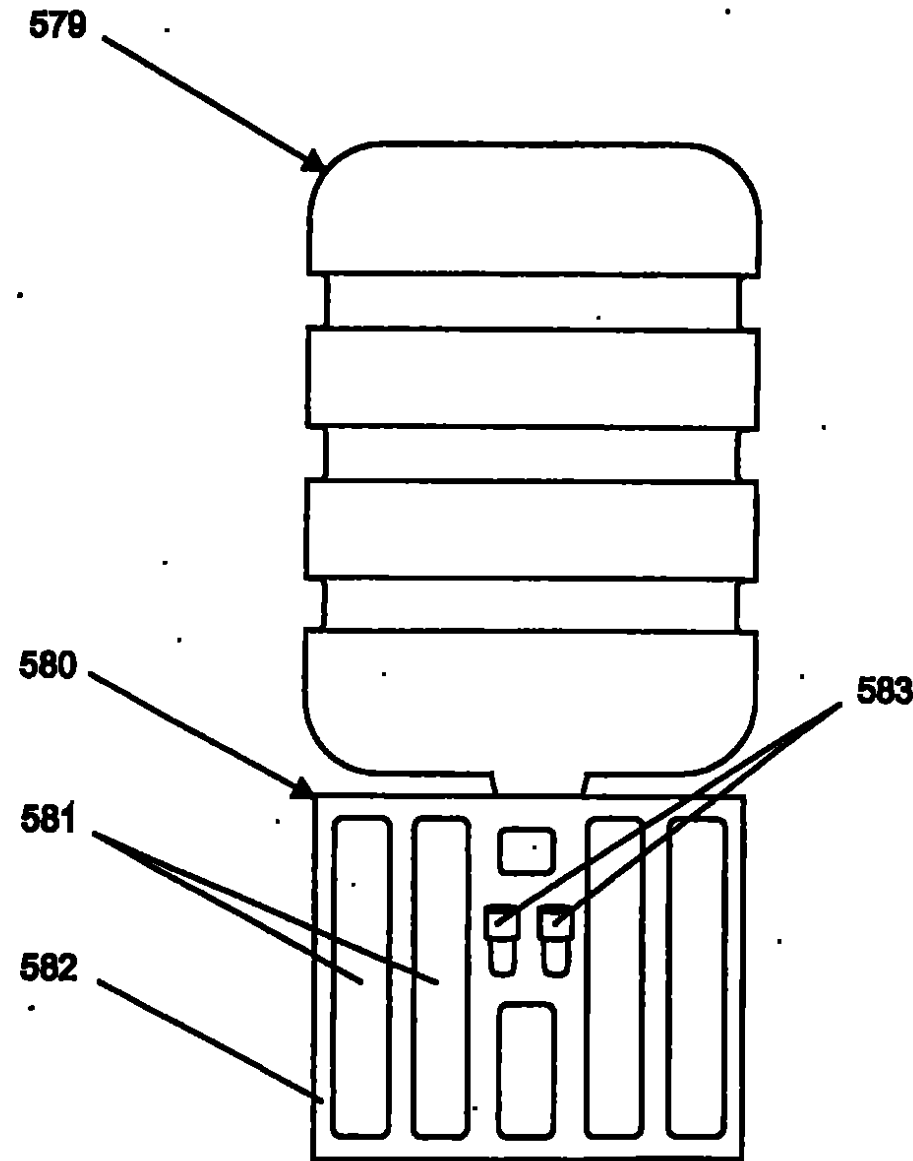


FIG. 11C



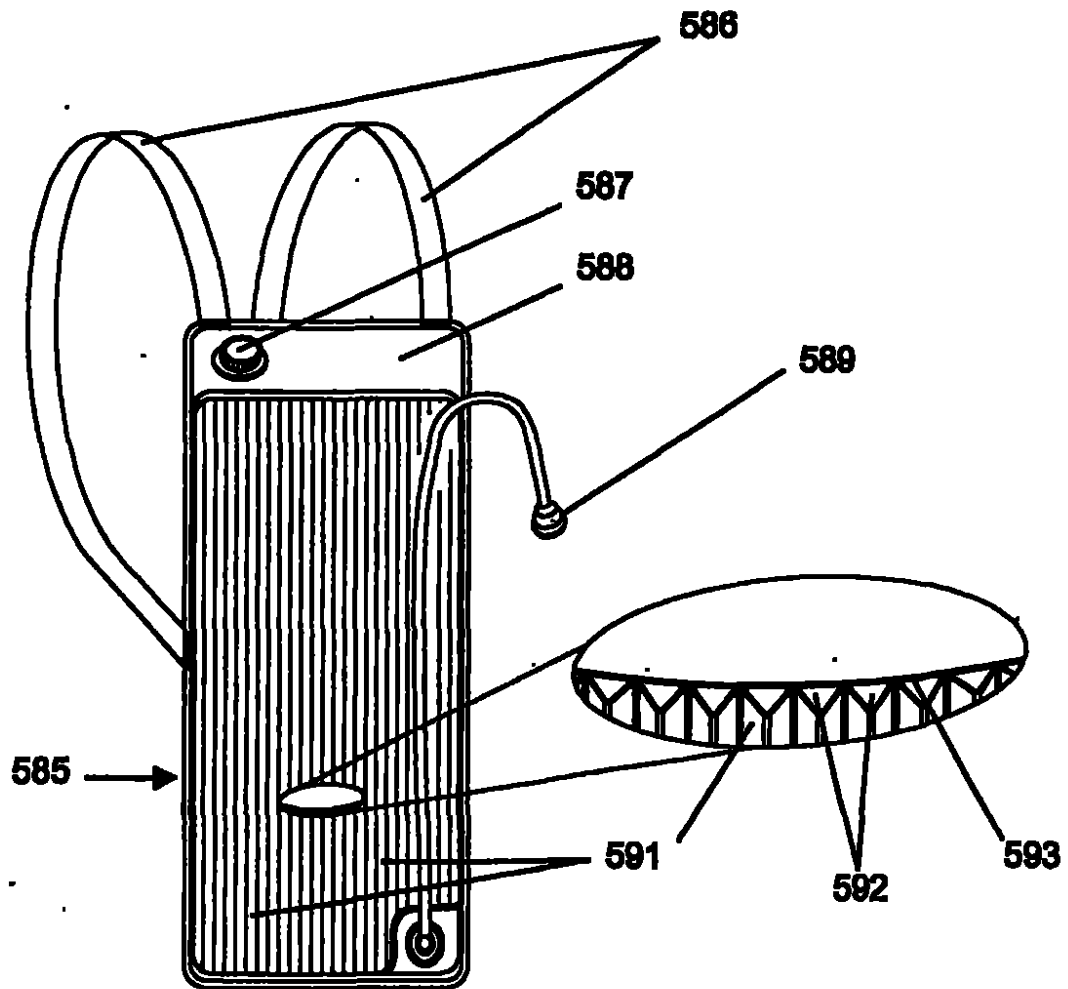
47
47

FIG. 12



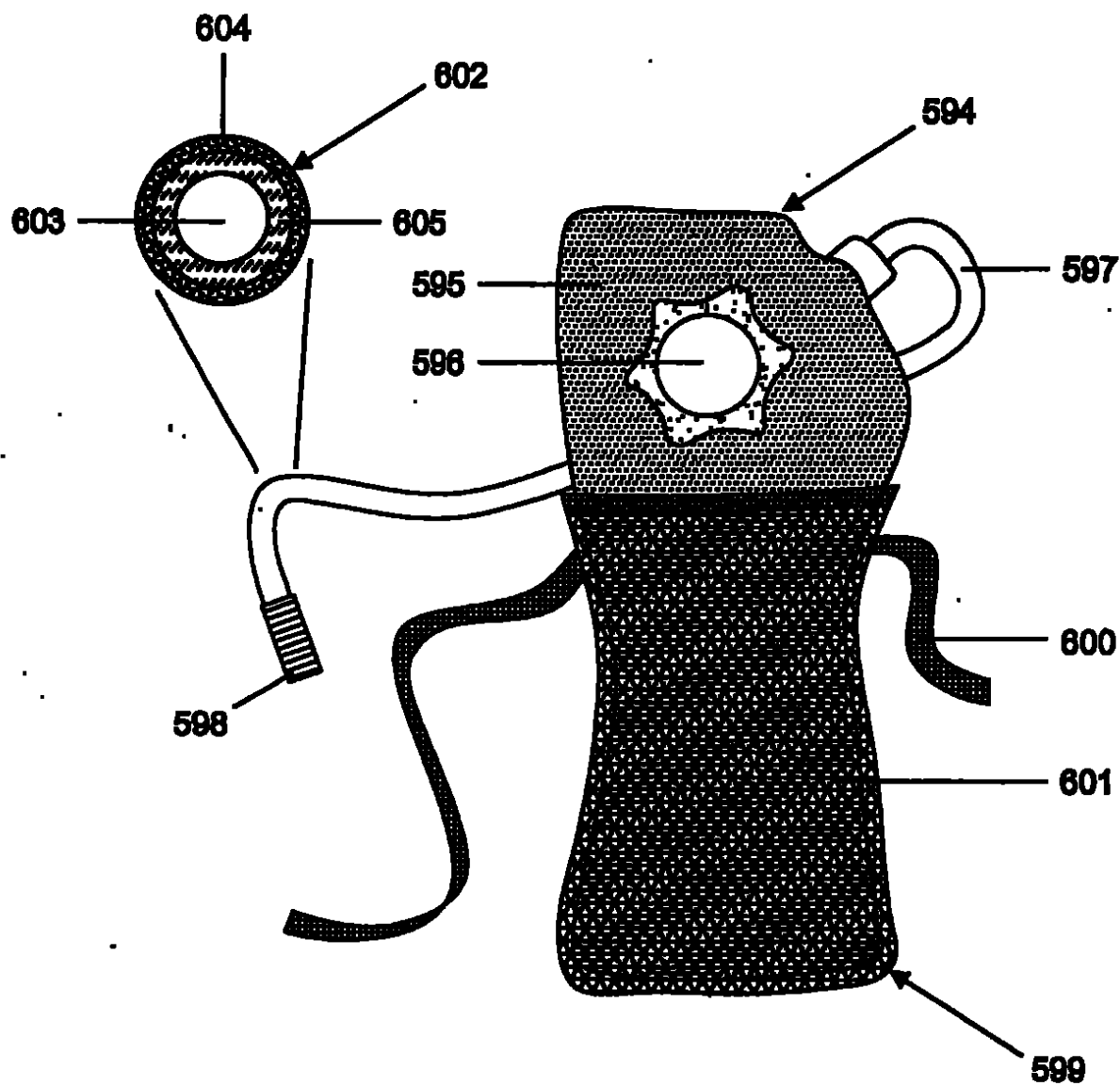
48
48

FIG. 13



4949

Fig. 14



51

RECIPIENTES ENFRIADOS DE MANERA PERVAPORATIVA

Fundamento del invento

Campo del Invento

- 5 Este invento se relaciona con un dispositivo y método de construcción de un recipiente o cerramiento utilizado para enfriar un líquido por medio de pervaporación.

Descripción del Estado de la Técnica Relacionada

- 10 El enfriamiento evaporativo de viviendas y agua se originó en el Antiguo Egipto y subsecuentemente se extendió hacia el este a través del Medio Oriente e Irán, hasta el norte de la India, al oeste del norte de África hacia el sur de España y otras regiones con clima cálido y seco. En el uso inicial de este proceso se utilizaron ollas de barro no barnizadas durante siglos para el almacenamiento de agua con el beneficio secundario agregado de enfriar el contenido de agua líquida mediante la absorción y absorción capilar de agua hacia la superficie de arcilla exterior
- 15 seguido por la evaporación del agua desde ésta superficie. Desafortunadamente, la evaporación directamente desde la superficie de arcilla exterior eventualmente lleva a la formación de escamas y eficiencia reducida de enfriamiento a medida que se acumulan minerales sobre ésta superficie reduciendo la permeabilidad al líquido y disminuyendo la presión de vapor de líquido.

- 20 Se han utilizado otros métodos basados en la reducción de transferencia térmica desde el ambiente hacia el líquido. Los métodos que se han utilizado incluyen termos con intersticio de aire o en vacío, y forros aislantes de espuma. Se han utilizado dispositivos adicionales que utilizan varillas o pacas congeladas para compensar por el calentamiento del medio circundante y por el retorno a temperatura ambiente del líquido en el recipiente. En estos casos el diseño del sistema necesita que cualquiera el contenido de líquido, una cámara separada y/o la envoltura de
- 25 la botella sean enfriados lo cual puede llevar a una cuestión de peso excesivo-además de una pérdida de desplazamiento de volumen de líquido en el recipiente. En todos estos métodos la temperatura del líquido se equilibra y eventualmente retorna a la temperatura ambiente.

- 30 Pervaporación (PV) se define como una combinación de permeación de vapor de matriz y evaporación. A partir de 1987, la pervaporación de membrana ha ganado amplia aceptación por la industria química para la separación y recuperación de mezclas de líquidos (Chemical Engineering Progress, pp. 45-52, Julio de 1992). La técnica se caracteriza por la introducción de

62 sc

una matriz de barrera entre un líquido y una fase gaseosa. Un líquido está en contacto íntimo con un lado de la matriz. La transferencia en masa de vapor ocurre selectivamente hacia el lado de gas de la matriz resultando en la pérdida de líquido o la pérdida de componentes líquidos volátiles selectos y la pérdida de calor latente evaporativo. El proceso se denomina pervaporación debido a la combinación única de "permeación" de vapor a través de la matriz porosa y el cambio de fase de líquido a vapor o "vaporización". Sin calor agregado al líquido, la temperatura cae debido al calor latente de vaporización hasta alcanzar una temperatura de equilibrio donde el calor absorbido desde el ambiente es igual a la pérdida de calor latente debido a la evaporación de líquido en la superficie de matriz o dentro de los poros.

La Patente U.S. No. 5.946.931 ilustra el uso de un dispositivo de membrana PTFE de enfriamiento evaporativo que utiliza una corriente de fluido en un perfil de flujo laminar por encima de una membrana con el objeto de enfriar un dispositivo fijado o ambiente. La Patente U.S. No. 4.824.741 ilustra el uso de una matriz de enfriamiento pervaporativo para enfriar la superficie de la placa de una celda electroquímica. La placa húmeda puede ser hecha a partir de un material de electrodo PTFE-unido no catalizado, un polvo sinterizado poroso apropiado, fibras porosas, o aún una película polimérica porosa. La Patente U.S. No. 4.007.601 demuestra el uso de enfriamiento evaporativo en un intercambiador térmico hueco poroso circulante para obtener un fluido enfriado.

Resumen del Invento

Se divulga en la presente un sistema de enfriamiento evaporativo simplificado para recipientes de bebidas y líquidos que no utiliza ninguna bomba mecánica para suministrar líquido hacia la superficie de matriz pervaporativa y no depende de un vacío para aumentar la eficiencia de enfriamiento como en el estado de la técnica anterior. Un recipiente se define como cualquier aparato o cerramiento que contiene líquido ya sea abierto o cerrado al ambiente externo. En una realización, este enfoque utiliza una matriz pervaporativa que preferiblemente forma parte del cuerpo o caja del recipiente y comprende entre 5 y 100% del área de superficie total del recipiente. El contenido líquido del recipiente luego se enfría directamente en la interfase de líquido/membrana circundante debido al calor latente de evaporación del agua. El vapor de líquido resultante se pierde a través de la matriz hacia el ambiente circundante o hacia un colector o trampa que puede comprender un material absorbente. Recipientes preferidos incluyen botellas,

jarras, garrafrones, y bolsas. Los recipientes pueden, en algunas realizaciones, ser fabricados en estructuras más grandes, incluyendo cajas, dispensadores, y prendas.

En una realización, se proporciona un recipiente enfriado por pervaporación, y comprende un cuerpo del recipiente comprendiendo una o más paredes, en donde al menos una porción de tales paredes comprende una matriz pervaporativa, dicha matriz comprendiendo un material hidrofóbico poroso, en donde dicha matriz permite el paso de pequeñas cantidades de moléculas de un vapor de líquido volátil a través de la matriz, la evaporación del cual enfría el recipiente, incluyendo cualquier contenido del mismo. En una realización, se proporciona un tubo o pitillo pervaporativamente enfriado, y comprende una estructura tubular hueca elongada comprendiendo una capa pervaporativa externa que comprende un material hidrofóbico coextensivo con una capa interna porosa que comprende un material hidrofílico, la capa interna definiendo un lumen a través del cual el líquido puede pasar. En una realización, la estructura tubular está formada a partir de un tubo poroso hidrofóbico en el cual la superficie interior del tubo ha sido químicamente tratada para ser hidrofílica, formando así la capa interna.

En una realización, se proporciona un forro de enfriamiento para un recipiente, comprendiendo un cuerpo de forro que comprende una capa externa comprendiendo un material poroso hidrofóbico; y una capa interna coextensiva con dicha capa externa y en comunicación fluida con dicha capa externa, dicha capa interna siendo adaptada para contener un líquido volátil en donde dicho cuerpo de forro tiene una forma para permitir que una capa interna entre en contacto con al menos una porción de un recipiente.

En una realización preferida, los recipientes y forros de enfriamiento pueden además comprenden una capa externa regenerable o desechable, directamente adyacente o en contacto con la capa pervaporativa, comprendiendo un desecante, material absorbente u otra sustancia que absorbe la humedad u otro fluido que resulta de la pervaporación.

En una realización, se proporciona una prenda de enfriamiento que comprende al menos dos capas: una capa externa que comprende un material pervaporativo que comprende un laminado pervaporativo hidrofóbico; una capa media opcional que comprende una capa de barrera líquida delgada de soporte para la capa pervaporativa; y una capa interna; en donde la capa externa está en comunicación fluida con un cuerpo de líquido refrigerante, y la capa interna está en contacto térmico con el usuario de la prenda. El usuario de la prenda es enfriado mediante la pervaporación del líquido refrigerante a través del material pervaporativo de la capa externa.

En una realización preferida, la prenda de enfriamiento es incorporada o integrada en una pieza de vestimenta tal como una prenda protectora o traje. La prenda puede además comprender un tubo en comunicación fluida con el cuerpo del líquido refrigerante lo cual permite al usuario de la prenda consumir de manera oral el líquido refrigerante, preferiblemente agua. En una realización preferida, la prenda además comprende una capa externa regenerable o desechable que comprende un desecante o un material absorbente que absorbe la humedad u otro fluido que resulta de la pervaporación.

En realizaciones preferidas, también se pueden presentar: la prenda está en contacto termal ya sea mediante contacto directo con la piel o contacto a través de una pieza de tela o un material, tal tela o material siendo utilizado por el usuario de la prenda y/o como parte de la prenda misma; la capa externa es plegada para aumentar el área de superficie de pervaporación; la capa media es una barrera a materiales biológicos o químicos potencialmente perjudiciales; y capa interna comprende regiones labradas o sinuosas formadas mediante un proceso de sellado térmico.

En una realización relacionada, la prenda puede además comprender o estar en comunicación fluida con una reserva que contiene líquido refrigerante adicional. El refrigerante puede ser alimentado en las grietas formadas entre una matriz pervaporativa y la capa media desde la reserva por gravedad o por absorción capilar. Los líquidos refrigerantes preferidos comprenden agua, alcoholes, y mezclas de los mismos.

En realizaciones relacionadas, también se proporcionan recipientes tales como botellas o morrales que comprenden material pervaporativo, como se describe más adelante.

Breve Descripción de las Ilustraciones

Las figuras 1A y 1B ilustran una botella en vista de boceto horizontal y esquemática en la cual una matriz porosa generalmente plana puede ser envuelta o empujada sobre un cuerpo de botella como un cilindro.

La figura 2 muestra una vista parcialmente esquemática de una estructura multilaminada según una realización que comprende una membrana delgada dispuesta entre dos capas macroporosas.

Las figuras 3A, 3B, 3C y 3D, ilustran vistas de boceto horizontal y recortadas de realizaciones en las cuales los rebordes de soporte aumentan la rigidez de una matriz porosa.

La figura 4 muestra un recipiente que comprende una capa aislante porosa externa. Este manguito reduce el calentamiento radiactivo directo de la superficie de botella interior, más sin embargo permite el caudal pervaporativo y la pérdida de calor latente.

La figura 5 ilustra una realización de recipiente que comprende una matriz plegada la cual sirve como un método para aumentar el área efectiva de superficie de enfriamiento del recipiente. Este tiene en cuenta una mayor área de superficie y un tiempo de enfriamiento líquido más rápido para el recipiente.

Las figuras 6A y 6B muestran una realización del recipiente en vista de boceto horizontal y recortada comprendiendo un manguito ajustable para limitar la medida de caudal pervaporativo y la pérdida de líquido del recipiente. Este manguito preferiblemente también reduce el calentamiento radioactivo directo de la superficie de botella interior, más sin embargo permite el caudal pervaporativo y la pérdida de calor latente.

La figura 7 ilustra una sección transversal de un manguito pervaporativo de dos capas comprendiendo una esponja o material tipo esponja que puede ser utilizado con un recipiente.

La figura 8 muestra una vista recortada de otra realización del forro de enfriamiento pervaporativo que es utilizada sobre una caja central conteniendo un líquido, tal como una bebida carbonada.

La figura 9 es una gráfica de tiempo versus enfriamiento con respecto al equilibrio de enfriamiento pervaporativo que utiliza una variedad matrices porosas.

La figura 10 ilustra una realización de una taza para beber enfriada de forma pervaporativa.

La figura 11A, 11B, y 11C ilustra una realización de recipiente de almacenamiento de enfriamiento pervaporativo (ej., una nevera pequeña) con una envoltura de cuerpo pervaporativo y tapa pervaporativa.

La figura 12 ilustra una reserva de dispensación de líquido preferido que comprende una matriz pervaporativa.

La figura 13 ilustra una realización de un morral de hidratación que comprende una reserva enfriada pervaporativamente llenada con líquido.

La figura 14 ilustra una bolsa para beber pervaporativamente enfriada en soporte de correa tejido y poroso opcional. Además se muestra un tubo pervaporativamente enfriado, el cual se puede utilizar para beber o dispensar de manera que queda fría inmediatamente en conexión

con la bolsa ilustrada u otros recipientes.

La figura 15 ilustra un forro pervaporativamente enfriado según una realización.

Las figuras ilustran realizaciones preferidas y tienen el propósito de ser meramente de ejemplo y representativas de ciertas realizaciones. Para ese fin, varias figuras contienen características opcionales que no necesitan ser incluidas en cualquier realización del invento, y la forma, tipo, o configuración particular del recipiente o cerramiento ilustrado no se deben tomar como limitantes del invento.

10

Descripción Detallada de las Realizaciones Preferidas

15

Se divulgan en la presente recipientes y cerramientos que utilizan enfriamiento pervaporativo para enfriar un líquido o ítem que reside en tal recipiente o cerramiento. En realizaciones preferidas, los recipientes están compuestos de materiales de ventilación porosos, también llamados matrices porosas. En una realización el recipiente forma parte de una prenda de enfriamiento pervaporativo.

20

Las matrices porosas de ventilación pueden ser hechas de cualquiera de una amplia variedad de materiales, incluyendo, pero sin limitar a, plásticos, elastómeros, metales, vidrio, y cerámicas. También se pueden utilizar combinaciones de plásticos, metales, vidrio, o cerámicas.

25

Las combinaciones pueden ser íntimas tal como a partir de la mezcla de dos o más componentes para volverse co-sinterizados o pueden ser laminados tal como a partir de estructuras laminadas derivadas de dos o más materiales. Las combinaciones de diferentes plásticos, elastómeros, metales, vidrios, o cerámicas también se pueden co-sinterizar o fabricar en estructuras laminadas para utilizar en recipientes pervaporativos. Plásticos preferidos para materiales porosos de ventilación incluyen, pero no están limitados a polímeros termoplásticos, elastómeros termofraguados, y elastómeros termoplásticos. Polímeros termoplásticos preferidos incluyen, pero no están limitados a, polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno de baja densidad lineal (LLDPE), polietileno de densidad media (MDPE), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de peso molecular ultra alto (UHMWPE), polipropileno (PP) y sus copolímeros, polimetilpenteno (PMP), tereftalato de polibutileno (PBT); tereftalato de polietileno (PET), glicol de tereftalato de polietileno modificado (PETG), polieteretercetona (PEEK), etilenvinilacetato

30

(EVA), alcohol polietilenvinílico (EVOH), poliacetal, poliacrilonitrilo (PAN), poli(acrilonitrilo-butadieno-estireno) (ABS), poli(acrilonitrilo-estireno-acrilato) (AES), poli(acrilonitrilo-etileno-propileno-estireno) (ASA), poliacrilatos, polimetacrilatos, polimetilmetacrilato (PMMA), polivinilcloruro (PVC), polivinilcloruro clorado (CPVC), polivinildicloruro (PVDC),
5 etilenpropileno fluorado (FEP), polivinilfluor (PVF), polivinilidinefluor (PVDF),
politetrafluoroetileno (PTFE), poliéster, celulósicos, polietilentetrafluoroetileno (ETFE),
poliperfluoroalcoxietileno (PFA), nailon 6 (N6), poliamida, poliimida, policarbonato,
polieteretercetona (PEEK), poliestireno (PS), polisulfona, y polietersulfona (PES). Elastómeros
termofraguados preferidos incluyen estireno-butadieno, polibutadieno (BR), etileno-propileno,
10 acrilonitrilo-butadieno (NBR), poliisopreno, policloropreno, silicona, fluorosilicona, uretanos,
caucho de nitrilo hidrogenado (HNBR), polinorboreno (PNR), caucho de butilo (IIR) para incluir
clorobutilo (CIIR) y bromobutilo (BIIR), fluoroelastómeros tal como Viton y Kalrez, Fluorel,
polietileno clorosulfonado. Categorías de elastómeros termoplásticos preferidos (TPE) incluyen
olefinas termoplásticas (TPO) incluyendo aquellas comercialmente disponibles como Dextrflex e
15 Indure; aleaciones y mezclas elastoméricas de PVC; copolímeros de bloque estirénico (SBC)
incluyendo estireno-butadieno-estireno (SBS), estireno-isopreno-estireno (SIS), estireno-
etileno/butileno-estireno (SEBS), y estireno-etileno-propileno-estireno (SEPS), algunos SBCs
comercialmente disponibles incluyen Kraton®, Dynaflex®, y Chronoprene®; vulcanizados
termoplásticos (TPV, también conocidos como aleaciones dinámicamente vulcanizadas)
20 incluyendo aquellos comercialmente disponibles como Versalloy, Santopreno, y Sarlink;
poliuretano termoplástico (TPU) incluyendo aquellos comercialmente disponibles como
ChronoThane®, Versollan®, y Textrin®; elastómeros termoplásticos de copoliéster (COPE)
incluyendo aquellos comercialmente disponibles como Ecdel®; y copoliamidas de bloque de
poliéster (COPA) incluyendo aquellas comercialmente disponibles como PEBAX®. Metales
25 preferidos para materiales porosos incluyen acero inoxidable, aluminio, zinc, cobre y sus
aleaciones. Cerámica y vidrio preferidos para materiales porosos incluyen cuarzo, borosilicato,
aluminosilicato, aluminosilicato de sodio, preferiblemente en la forma de fibras o partículas
sinterizadas derivadas de dichos materiales.

Un método preferido para la fabricación de plástico macroporoso es mediante el
30 proceso llamado sinterizado, en donde polímeros termoplásticos granulares o en polvo son
sometidos a la acción del calor y la presión para producir aglomeración parcial de los gránulos y

formación de una parte o lámina macroporosa cohesiva. El material macroporoso comprende una red de macroporos interconectados que forma una ruta tortuosa aleatoria a través de la lámina. Típicamente, el volumen vacío o porcentaje de porosidad de una lámina macroporosa está entre 30 y 65% dependiendo de las condiciones de sinterizado aunque puede ser mayor o menor que el rango declarado dependiendo del método específico del fabricante. Debido a la tensión de superficie, el material macroporoso puede ser ajustado para repeler o absorber líquidos, pero el aire y otros gases pueden pasar fácilmente a través del mismo. La patente U.S. No. 3.051.993 otorgada a Goldman, incorporada en la presente como referencia en su totalidad, divulga los detalles de la fabricación de un plástico macroporoso a partir de polietileno.

Plástico poroso, incluyendo plástico macroporoso, apropiado para la fabricación de un recipiente pervaporativamente enfriado según las realizaciones preferidas, puede ser fabricado en láminas o moldeado a especificación y esta disponible para adquirir en un número de fuentes. La Corporación Porex (Fairburn, Georgia, U.S.A.) es una de tales fuentes, y suministra plástico poroso bajo la marca, POREX®. El plástico poroso comercializado bajo la marca POREX® puede ser adquirido en láminas o moldeado a especificación a partir de cualquiera de los polímeros termoplásticos previamente descritos. La porosidad promedio de tales materiales POREX® puede variar entre 1 y 350 micras dependiendo del tamaño de los granulos poliméricos utilizados y las condiciones empleadas durante la sinterizado. GenPore (Reading, Pennsylvania, U.S.A.) es otro fabricante de productos plásticos porosos, con tamaños de poros en el rango entre 5 y 1000 micras. MA Industries Inc. (Peachtree City, Georgia, U.S.A.) también fabrica productos plásticos porosos. Porvair technology Ltd (wrexham North Wales, U.K.) es otro fabricante de productos porosos que suministra tanto medios plásticos porosos (rango de tamaño de poro de 5 a 200um bajo la marca Vyon) como medios metálicos porosos (bajo la marca Sinterflo®).

El tamaño básico, espesor y porosidad del plástico elegido para fabricar la matriz pervaporativa pueden ser determinados calculando la cantidad de vapor que debe pasar a través del respiradero en un periodo dado tiempo (caudal) y la tasa de transferencia de calor desde el ambiente de regreso al líquido. El caudal (caudal por unidad de área) de un plástico macroporoso dado varía dependiendo de factores incluyendo el tamaño de poros, porcentaje de porosidad, y espesor transversal de la matriz y generalmente se expresa en términos de volumen por unidad de tiempo por unidad de área. Para lograr un grado suficiente de enfriamiento pervaporativo, el caudal de vapor a través de la matriz debe ser tal que el calor termodinámico removido del

líquido inicialmente a temperatura ambiente debido a la vaporización es mayor que el calor absorbido desde el ambiente. Durante el proceso pervaporativo la temperatura del líquido del recipiente se enfría hasta que la pérdida de calor del líquido debida a la vaporización del contenido de líquido a través de la matriz iguala la ganancia de calor del ambiente circundante.

- 5 En uso común, "macroporosidad" generalmente se refiere al volumen total vacío de un material o su macroestructura. El termino "macroporoso" generalmente se utiliza para clasificar poros individuales de un material que se consideran de tamaño grande. El termino "microporosidad" generalmente se refiere a los tamaños de poros individuales o a la distribución de tamaños de poros que constituyen la microestructura de un material poroso. El termino
- 10 "microporoso" generalmente se refiere a la distribución o tamaños de poros individuales de tamaños de poros que constituyen la microestructura de un material poroso. El término "microporoso" generalmente se utiliza para clasificar poros individuales de un material que se consideran de tamaño pequeño. Para propósitos de la presente divulgación, el tamaño de poro (diámetro) se clasifica según la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC)
- 15 Subcomité de Terminología Macromolecular, definiciones de términos establecidas en febrero 26, 2002. Este estándar divide la clasificación de tamaños de poros en tres categorías: Microporoso ($< 0.002 \text{ um}$), Mesoporoso (entre 0.002 y 0.05 um) y macroporoso ($> 0.050 \text{ um}$). También para propósitos de esta divulgación, volumen vacío se discutirá en términos de "porcentaje de porosidad" del material. Tanto los materiales macroporosos así como también los
- 20 mesoporosos con tamaños de poros de 0.05 um o menos se pueden utilizar para enfriamiento pervaporativo. Métodos preferidos de fabricación incluyen membranas de moldeado o estiramiento de tales materiales.

Materiales porosos preferidos incluyen aquellos en los cuales los poros sobre superficies opuestas (que se convertirán en las superficies interior y exterior) están interconectados tal que

25 los dos lados están en comunicación entre sí. Sin embargo, tales interconexiones preferiblemente no son directas para crear un tubo cilíndrico a través del cual pasa el material; en cambio una red de poros crea una ruta tortuosa.

Para una matriz pervaporativa de capa simple, los materiales porosos preferiblemente son macroporosos con tamaños de poros mayores o iguales a 0.05 um , preferiblemente entre 0.1 y

30 500 um aproximadamente, entre 0.5 y 10 um aproximadamente, incluyendo 0.25 , 0.5 , 1 , 5 , 15 , 20 , 40 , 60 , 80 , 100 , 150 , 200 , 250 , 300 , 350 , 400 , y 450 um . En una realización, los materiales de

matriz utilizados en conjunción con los recipientes pervaporativos están entre 0.1 y 100 μm , preferiblemente entre 0.5 y 75 μm . El porcentaje de porosidad (porcentaje de área abierta) de los materiales está preferiblemente entre 10 y 90% aproximadamente, incluyendo 30 a 75% o 50 a 70%, incluyendo 20%, 40%, 60%, y 80%. El espesor preferido para materiales de matriz

utilizados en recipientes pervaporativos incluyen entre 0.05 y 5mm aproximadamente y entre 0.1 y 3.0mm aproximadamente, incluyendo 0.2, 0.3, 0.5, 0.7, 1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0, y 2.5 mm.

Otras realizaciones pueden tener valores para los anteriores parámetros que están por encima o por debajo de aquellos establecidos anteriormente. Para matrices de capa simple se prefiere que el material sea hidrofóbico o tenga una cubierta hidrofóbica. Para los valores establecidos en este párrafo, así como también en cualquier parte en esta especificación, los rangos declarados incluyen como los valores contenidos, los valores específicamente mencionados. En otras realizaciones, los materiales pueden tener una o más propiedades con valores fuera de los rangos divulgados.

El material de matriz se puede derivar de plástico, elastómeros, vidrio, metal, o combinaciones de los mismos. Algunos materiales de matriz preferidos, incluyendo polímeros termoplásticos, elastómeros termofraguados, elastómeros termoplásticos, metales, vidrio y cerámicas son tal como se describieron en detalle anteriormente. Los materiales de matriz se pueden adquirir en fuentes comerciales, o se pueden fabricar según una variedad de técnicas. La Patente U.S. No. 4.076.656 otorgada a White, ilustra en detalle una técnica en la cual se agregan porógenos a materiales fundidos o disueltos, los cuales pueden ser lixiviados con un solvente, o extraídos con fluidos supercríticos después que el material fragüe y está en su forma final. La Patente U.S. No. 5.262.444 otorgada a Rusincovitch ilustra en detalle otra técnica para crear un material poroso al introducir porógenos que evolucionan a gases después de procesar un material, para dejar atrás una estructura porosa. Estas patentes son incorporadas en la presente como referencia.

Aunque muchos materiales de matriz pervaporativa discutidos en la presente son hidrofóbicos, los materiales pervaporativos oleofóbicos también se pueden utilizar cuando el líquido de pervaporación es un líquido orgánico tal como alcohol. Los materiales plásticos esenciales tales como nylon, polisulfona, y los celulósicos, están disponibles en grados celulósicos. Estos materiales hidrofílicos pueden ser triturados en partículas y sinterizados utilizando técnicas conocidas por aquellos familiarizados con el estado de la técnica para producir

6/8

materiales porosos hidrofílicos con altas tasas de flujo líquido. El plástico hidrofílico poroso, incluyendo plástico macroporoso, apropiado para liberación de bebidas líquidas según las realizaciones preferidas, puede ser fabricado en laminas o moldeado a especificación y está disponible para compra a partir de un número de fuentes, incluyendo la Corporación Porex. Los materiales de fibras hidrofílicas porosas preferiblemente están en el rango en tamaño de poros entre 20 y 120 μm con porcentaje de porosidad en el rango entre 25 y 80% para el volumen de poros. Además, los materiales porosos hidrofóbicos pueden ser hechos hidrofílicos mediante uno o más procesos de tratamiento familiares a aquellos con experiencia en el estado de la técnica incluyendo, pero sin limitar a, grabado químico por plasma, grabado químico, impregnación con agentes humectantes, o aplicación de cubiertas hidrofílicas. Además, se puede utilizar un proceso de enmascarado en conjunción con uno o más procesos de tratamiento para labrar selectivamente un material poroso hidrofóbico con regiones de hidrofílicidad con altas tasas de flujo de líquido, si se desea.

Por ejemplo, construcciones porosas multilaminadas que contienen dos o más capas de material poroso. Las capas delgadas se pueden laminar para hacer capas más gruesas utilizando técnicas familiares a aquellos con experiencia en el estado de la técnica. Las construcciones multilaminadas se pueden utilizar para obtener una matriz mecánica y físicamente superior tal como se observó previamente en nuestras pruebas. Por ejemplo, la combinación de una matriz macroporosa sinterizada de polietileno con una capa delgada de PTFE expandido en el lado del líquido del recipiente aumenta la hidrofobicidad y presión de salida de líquido de agua entre 5 y 30 psi, aunque la matriz laminada aún mantiene un caudal pervaporativo similar a aquel obtenido utilizando polietileno poroso por sí mismo. El espesor de los laminados preferiblemente está en el rango entre 0.025 y 7000 μm aproximadamente con tamaño promedio de poros, porcentaje de porosidad, y otras propiedades preferiblemente tal como se describió anteriormente.

Los materiales de matriz pervaporativa también se pueden derivar de mezclas. En una realización preferida, los materiales porosos comprenden una resina fluorinada, incluyendo, pero sin limitar a, polivinilfluoruro (PVF), polivinilidinafluoruro (PVDF), politetrafluoroetileno (PTFE), polietilentetrafluoroetileno (ETFE), etilenpropileno fluorinado (FEP), poliperfluoroalcoxi-etileno (PFA), y/o aditivos fluorados tales como Zonyl, mezclados con una o más poliolefinas seleccionadas u otras resinas, incluyendo aquellas seleccionadas de la serie de polietilenos (LLDPE, LDPE, MDPE, HDPE, UHMWPE) polipropileno, poliésteres,

poli carbonatos, ABS, acrílicos, polimetilpenteno de estireno (PMP), tereftalato de polibuteno (PBT); polietilentereftalato (PET), polietere tercetona (PEEK), vinilacetato de etileno (EVA), poliacetal, poli(acrilonitrilo-butadieno-estireno) (ABS), poli(acrilonitrilo-estireno-acrilato) (AES), poli(acrilonitrilo-etileno-propileno-estireno) (ASA), poliésteres, poliacrilatos, polimetacrilatos, polimetilmetacrilato (PMMA), polivinilcloruro (PVC), polivinildicloruro (PVDC), nailón 6 (N6), poliamida, poliimida, policarbonatos, poliestireno, y polietersulfona (PES). Los elastómeros se pueden utilizar solos o en mezclas. Elastómeros preferidos incluyen aquellos del tipo termofraguado tal como estireno-butadieno, polibutadieno (BR) etileno-propileno, acrilonitrilo-butadieno (NBR), poliisopreno, policloropreno, silicona, fluorosilicona, uretanos, caucho de nitrilo hidrogenado (HNBR), polinorboreno (PNR), caucho de butilo (IIR) para incluir clorobutilo (CIIR) y bromobutilo (BIIR). Las mezclas resultantes, incluyendo mezclas sinterizadas, tienen estructuras porosas con cantidades variables de porosidad, flexibilidad y resistencia mecánica determinadas predominantemente a partir de no-PTFE u otra resina no fluorinada, y altas presiones de intrusión de agua determinadas predominantemente a partir de la resina fluorinada debido a su migración preferencial hacia la superficie de poros durante el proceso de sinterizado. El porcentaje de porosidad, tamaño de poros, y espesor son preferiblemente como se anotó anteriormente. Los materiales de matriz mezclados pueden ser adquiridos en fuentes comerciales, o se pueden fabricar según una variedad de técnicas. La Patente U.S. No. 5.693.273 otorgada a Wolbrom ilustra en detalle un proceso de cosinterizado para producir laminas plásticas porosas de multiporosidad que se pueden derivar de dos o más materiales de resinas poliméricas y la Patente U.S. No. 5.804.074 otorgada a Takiguchi ilustra en detalle un proceso para producir un filtro plástico mediante cosinterizado de dos o más resinas poliméricas en un proceso de moldeo para producir partes de filtro. Ambas patentes son incorporadas en la presente como referencia.

Enfriamiento Pervaporativo

En realizaciones preferidas, un sistema de enfriamiento pervaporativo simplificado para recipientes es presentado el cual no utiliza ninguna bomba mecánica para suministrar líquido a la superficie de la matriz pervaporativa y no depende de un vacío para aumentar la eficiencia de enfriamiento. El presente enfoque utiliza una matriz pervaporativa que forma parte de un

recipiente, preferiblemente la caja del recipiente, y comprende entre 5 y 100% del área total de superficie del recipiente, incluyendo aproximadamente 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, y 90% del área total de superficie. El contenido de líquido del recipiente es preferiblemente enfriado directamente en la interfase circundante de líquido/matriz debido al calor latente de evaporación del líquido, tal como agua o una mezcla de agua/sólido disuelto o solución, en el recipiente. En una realización alternativa, una caja o manguito pervaporativo es utilizado para enfriar un artefacto tal como un recipiente o vaso para beber en contacto con el manguito. El vapor de líquido resultante es perdido al ambiente circundante o hacia un material absorbente a través de la matriz. En la mayoría de los recipientes, la convección natural y transferencia de calor conductivo dentro del líquido son mecanismos de transferencia de calor predominantes responsables de enfriar el contenido de líquido del recipiente. Dependiendo de las dimensiones y otras propiedades del recipiente, el enfriamiento puede ser sustancialmente uniforme a través del recipiente.

El contenido de líquido del recipiente pervaporativo o manguito actúa como un refrigerante. Preferiblemente la pérdida de volumen de líquido es marginal; por ejemplo, en una realización la pérdida de volumen de líquido es de aproximadamente 15% durante un periodo de tiempo de 24 horas aún con circulación externa de aire significativa. Debido al alto calor latente de vaporización de agua (583 cal/g a 75°F), por ejemplo, aproximadamente siete veces el peso en hielo sería requerido para mantener la misma caída de temperatura como una pérdida de agua debida a vaporización. Un beneficio agregado de la matriz porosa además del enfriamiento pervaporativo es la ventilación de cualquier diferencial de presión desarrollado en el recipiente debido a la liberación de carbonación desde una bebida o debido al consumo del contenido.

Con referencia ahora a las ilustraciones, se muestra en las figuras 1A y 1B una realización de un recipiente de enfriamiento pervaporativo ventilado formado según este invento. Esta matriz permeable de vapor puede estar entre 5 y 100% aproximadamente el área total de superficie del recipiente. Aproximadamente se logra un cubrimiento de 100% si toda la tapa y caja están hechas de material de matriz porosa. En una realización preferida, el área de superficie pervaporativa es mayor de 30% de la superficie total del recipiente y proporciona una cantidad sustancial de caudal pervaporativo para enfriar efectivamente el líquido contenido por debajo de la temperatura ambiente y mantener una temperatura de líquido subambiente.

En una realización, tal como se muestra en la Figura 2, se puede utilizar una construcción

multilaminada la cual comprende dos o más capas. En una realización se utilizan tres capas de material poroso 503, 504 y 505 para obtener una matriz multilaminada o laminada. En una realización, una matriz porosa sinterizada de polietileno 505 con una capa delgada de PTFE expandido 504 sobre el lado del líquido del recipiente aumenta la hidrofobicidad y la presión de intrusión de líquido pero ayuda a mantener un caudal pervaporativo similar y buena estabilidad mecánica tal como se obtiene utilizando polietileno poroso por si mismo. Además, una tercera capa de polietileno poroso 503 formando un emparedado (*sandwich*) con el PTFE expandido en la mitad 504 proporciona una superficie de resistencia esclerométrica cerca del interior del recipiente haciéndolo seguro para lavar en la maquina lavaplatos y sustancialmente evitando o reduciendo el daño de la capa de PTFE expandido suave. En realizaciones relacionadas, los laminados pueden comprender más o menos de tres capas y/o diferentes materiales de matriz porosa.

En una realización alternativa, la capa interior 503 comprende una matriz pervaporativa o matriz laminada, la capa media 504 comprende termicamente aislante con poros u otros espacios abiertos para permitir el paso de vapor, y la capa externa 505 comprende un desecante o material absorbente.

Una orientación preferida de la matriz es donde una membrana de intrusión de líquido mayor enfrenta el interior del recipiente y el soporte de la matriz porosa es expuesto al aire fuera del recipiente. Los espesores para estos materiales porosos en una realización preferida están en el rango entre 1/1000" (0.025 mm) y 1/4" (6.4 mm) aproximadamente. Las matrices porosas también pueden proporcionar rigidez estructural, resistencia esclerométrica o al rayado, y/o integridad mecánica a las paredes del recipiente.

En una realización preferida, una membrana o capa delgada de material con un tamaño de poros pequeño (<10 um) se puede seleccionar de un grupo de materiales altamente hidrofóbicos tal como politetrafluoroetileno expandido (ePTFE) y se puede laminar entre soportes más gruesos altamente porosos tal como polietileno sinterizado, el cual permite un caudal pervaporativo sustancial. Si solamente se utilizan dos capas, cada una de estas capas puede variar en espesor desde un tratamiento de superficie monoatómico hasta 1/4" en espesor o más para un aislamiento de espuma o compuesto poroso. Se pueden utilizar materiales cerámicos porosos incluyendo tamices moleculares (zeolitos) o películas poliméricas porosas (CSP Technologies - Auburn, Alabama) y matrices orgánicas tal como carbón activado para reducir o evitar sustancialmente

olores desde el ambiente por contaminación del contenido líquido del dispositivo de enfriamiento pervaporativo o recipiente.

En una realización preferida, una construcción laminada comprende cinco capas: una capa interna de ePTFE, un polipropileno poroso, una capa de espuma de uretano térmicamente aislante, una cerámica tal como zeolito y una poliolefina no porosa delgada o envoltura externa de poliéster. Este dispositivo se puede utilizar para mantener una frescura pervaporativa dentro del dispositivo en un ambiente húmedo. Al absorber el vapor liberado desde el líquido, el zeolito u otro desecante transfiere el calor directa o indirectamente hacia el ambiente mientras enfría el contenido líquido aislado dentro del manguito pervaporativo. Las dos capas externas comprendiendo el zeolito y una película no porosa pueden ser desechables o regenerables mediante por ejemplo secado en un horno.

Excepto para cualquier tratamiento de superficie que puede ser aplicado directamente a las matrices porosas en las construcciones, las porosidades de las matrices o compuesto preferiblemente son mantenidas entre 10 y 95% aproximadamente. Esto proporciona soporte estructural dentro de la matriz y aumenta el área de superficie pervaporativa disponible y por lo tanto la tasa de enfriamiento total del recipiente. El tamaño de poros de la matriz también puede tener un efecto con difusión Knudsen predominantemente por debajo de un tamaño de poros de 200 nm, disminuyendo efectivamente la tasa de permeación de vapor y extendiendo el líquido a transición de vapor y zona de enfriamiento a la superficie de aire/vapor del material. Según una realización, los tamaños preferidos de poros incluyen aquellos entre 0.5 μm y 30 μm aproximadamente, los cuales son mayores que el rango de difusión de Knudsen. La presión de intrusión de líquido disminuye sustancialmente por encima de un tamaño de poros de 100 μm , haciendo el uso de una capa simple de material macroporoso menos deseable en algunas instancias. Si se utiliza una combinación de una membrana y un soporte macroporoso, entonces los tamaños de poros mayores en el soporte macroporoso se vuelven más deseables que en la ausencia de la combinación.

Como se muestra en las figuras 3A, 3B, 3C, y 3D se pueden agregar los rebordes 508 y 514 al interior y/o exterior de las paredes del recipiente para aumentar la rigidez estructural del recipiente, evitar o reducir el daño de la matriz pervaporativa 507 y 513 y/o proporcionar un asimiento 514. Las figuras 3C y 3F muestran una versión deportiva del diseño con salientes con un cuello delgado 512.

La realización en la figura 4 comprende una capa de aislante poroso celular abierto 518 que se puede adherir a la superficie exterior del recipiente para permitir una difusión de vapor relativamente no obstruida fuera del sistema pero flujo térmico tipo convección y radioactivo reducido desde el ambiente circundante a través de las paredes interiores del recipiente 517 y hacia el líquido. Una característica benéfica de éste aislante 518 es que ayuda como un soporte estructural adicional, proporciona un asimiento de mano sobre el recipiente y reduce o evita el daño a la matriz 517. Como se utiliza en la presente, "plegado" incluye superficies rizadas y otras configuraciones para aumentar el área superficie. Las matrices plegadas incluyen aquellas en las cuales toda la superficie es plegada, o en las cuales una o más porciones son plegadas y las otras son dejadas lisas.

El uso de una membrana plegada o matriz sinterizada porosa plegada 520, como se muestra en la figura 5, puede aumentar el enfriamiento pervaporativo del recipiente ya que la tasa de enfriamiento pervaporativo es una función directa del área de superficie del recipiente.

Las prendas y recipientes pervaporativos pueden comprender un manguito móvil o ajustable sobre la parte externa de la matriz pervaporativa para permitir cubrimiento o descubrimiento selectivo de alguno o todo el material pervaporativo. El cubrimiento de algún material pervaporativo reduce el caudal de vapor mientras aún mantiene algún enfriamiento pervaporativo. Cubrir todo el material sustancialmente detiene la pervaporación y puede servir como un tipo de interruptor de "prendido y apagado" para el recipiente o la prenda.

Por ejemplo, los manguitos 524 y 525, como se muestra en las Figuras 6A y 6B se pueden proporcionar como un medio para reducir el área de superficie porosa expuesta 527 y la tasa de enfriamiento evaporativo total del recipiente y por lo tanto reducen la tasa de vaporización de líquido y tasa de enfriamiento permitiendo mayor control de la temperatura del contenido del recipiente. El enfriamiento reducido se puede desear en algunas situaciones tales como cuando la presión absoluta, humedad relativa y/o temperatura ambiente son bajas. Como se muestra en la Figura 6B, preferiblemente hay una separación o brecha 530 entre una o más porciones entre el recipiente y el manguito circundante. La brecha puede servir como una región aislante y/o como una región de flujo convectivo natural flotante de vapor, permitiendo el mantenimiento de enfriamiento pervaporativo y la minimización de transferencia térmica radioactiva al contenido de líquido 529 del recipiente. El manguito interior 524 sobre el exterior de la matriz porosa 523 del recipiente preferiblemente está fijado a la matriz pervaporativa al menos en las porciones

superior 522 y e inferior 526 de la caja del recipiente, especialmente si tales porciones son no porosas.

En una realización, una parte o todo el recipiente o prenda pervaporativa puede contener una esponja pervaporativa la cual contiene el agua dentro del cuerpo de la esponja y también sirve para proporcionar enfriamiento por pervaporación. Una realización preferida es una esponja pervaporativa de dos capas con una esponja interior que comprende un material hidrofílico y una capa hidrofóbica exterior unida a la misma. En esta configuración, la esponja interior puede ser empapada con agua u otro líquido vaporizable antes de utilizar y la capa superior hidrofóbica porosa sustancialmente evita o reduce la filtración de líquido pervaporativo en la superficie exterior de la matriz pervaporativa. El líquido proporciona una ruta de transferencia de calor a través de la matriz húmeda directamente hacia la superficie de pared interna del recipiente.

La figuras 7 ilustra una esponja pervaporativa de dos capas 533 que se puede utilizar sobre vasos, botellas y recipientes. Esta configuración permite que la capa interior de la esponja 534 sea empapada con agua u otro líquido vaporizable y una capa superior hidrofóbica porosa 535 sustancialmente evita o reduce la filtración del refrigerante líquido en la superficie exterior de la matriz pervaporativa 535. El líquido proporciona una ruta de transferencia de calor a través de la matriz húmeda directamente a la superficie de pared interior del recipiente 532.

La figura 8 muestra una configuración alterna en la cual un forro de enfriamiento 542 que contiene agua u otro fluido pervaporativo 541 es llenada a través del puerto 543 y utilizada para enfriar el contenido de una caja de recipiente 539. La caja comprende una o más secciones de la matriz pervaporativa 537 y opcionalmente comprende una o más costillas 538 para aumentar la resistencia estructural. El contenido de líquido 540 dentro de la caja central encerrada 539 puede ser sellado, evitando o reduciendo sustancialmente la pérdida de volumen de líquido o carbonación dentro de esta región. Además, la eficiencia de enfriamiento pervaporativo del recipiente no depende de la naturaleza del líquido contenido; depende solamente de la volatilidad, calor de vaporización, resistencia iónica (tonicidad) y contenido solutos del agua o líquido 541 utilizado para llenar la caja circundante. Como se muestra en la figura 7 el forro de enfriamiento también puede ser hecho de un manguito separable que consta de una capa pervaporativa hidrofóbica exterior 535 y una capa porosa interior de contención o absorción de líquido 534.

La figura 10 ilustra una taza para beber pervaporativamente enfriada similar en función a las botellas pervaporativas mostradas en las figuras 1A, 1B, 2, 3A y 3B. Tan pronto como el

líquido es vertido en la taza la matriz porosa 555 permite que el líquido pervaporativamente se enfríe. La caja de botella y costillas de soporte 556 proporcionan soporte estructural y aislamiento.

Estos tipos de forros de enfriamiento 533 y 542 también se pueden utilizar en una configuración similar como un enfriador de alimentos para reducir y mantener la temperatura del contenido 568 por debajo de la temperatura ambiente. En una realización, como se muestra en las figuras 11A, 11B y 11C, los deflectores 560, 565 y 573 se pueden utilizar sobre el enfriador para proteger la matriz pervaporativa 566, y para ayudar en la rigidez mecánica y manejo del recipiente de almacenamiento. Tanto las porciones de tapa 558, 572 como el fondo 563, 559 del enfriador se pueden llenar con agua u otro líquido pervaporativo 567 y 575 a través de los puertos de llenado y drenado 561 y 576. El interior de las porciones de tapa 574 y el fondo 569 del recipiente preferiblemente es hecho de un material no poroso.

La figura 12 ilustra un dispensador de agua fría que comprende una botella de agua de alta capacidad 579, tal como una botella de 5 o 10 galones, y una reserva de dispensación de líquido pervaporativamente enfriado 580. Cuando el líquido es reabastecido en la reserva 580 desde la botella 579, la matriz pervaporativa 581 alrededor de la reserva enfría el líquido antes de ser dispensado desde una o más válvulas de puerto 583. Alternativamente, se puede utilizar una válvula para agua fría y otra válvula para agua caliente. El enfriamiento pervaporativo reduce o elimina la necesidad de un mecanismo de enfriamiento eléctrico tal como un compresor refrigerante. La caja plástica 582 de la reserva 580 proporciona soporte mecánico para la matriz pervaporativa 581.

En una realización, un recipiente pervaporativo puede comprender una o más bandas para permitir al recipiente ser llevado sobre el cuerpo. El recipiente puede ser utilizado en cualquier forma, incluyendo pero sin limitarse a, ser colocado alrededor del torso o una extremidad o utilizado en la forma de un morral o cartera. Las aplicaciones comerciales potenciales de esta tecnología encajan dentro del alcance de equipo deportivo pervaporativamente enfriado para optimizar el desempeño atlético. La figura 13 muestra una realización de un paquete de hidratación pervaporativamente enfriado 585. El paquete comprende un cuerpo 588 que comprende la matriz pervaporativa 591, la cual en una realización es con rebordes para proporcionar mayor área de superficie pervaporativa. El paquete es llenado con fluido pervaporativo a través del puerto de llenado 587 y se puede llevar por medio de una o más bandas

69 69

586. Un tubo de beber 589 en comunicación fluida con el interior del paquete preferiblemente es incluido para permitir al portador convenientemente beber el fluido. Paquetes de hidratación pervaporativamente enfriados, incluyendo recipientes potables tipo morral se pueden construir mediante la formación al menos una porción del componente de bolsa de cualquiera de una
5 variedad de paquetes de hidratación tal como se conoce en el estado de la técnica y son comercialmente disponibles (ej., CamelBak, Petaluma, Ca; HydraPak, Berkeley, CA) con un material pervaporativo tal como mediante técnicas de sellado térmico, adhesivo y/o costura.

En una realización, un paquete de hidratación 585 comprende un laminado de al menos dos capas: (1) una capa exterior 591 que comprende una capa pervaporativa plegada o no plegada
10 que comprende un laminado pervaporativo hidrofóbico; (2) una capa de soporte 593 incluyendo preferiblemente una capa de soporte delgada para la capa pervaporativa 591 la cual actúa como una barrera de líquido. En algunas realizaciones, tal como para operaciones extendidas, el agua es alimentada mediante gravedad o por absorción capilar desde una reserva de líquido 588 abajo hacia las grietas formadas entre la matriz pervaporativa 591 y la capa media 593.

15 Una tercera capa opcional preferiblemente comprende aislamiento y directamente toca la piel (o está en contacto termal con la piel a través de la ropa) y proporciona una barrera termal entre el usuario y el paquete de hidratación. Esta capa puede ser continua o tener un labrado golpeado (ej., acanalado, plegado, ondulado) para permitir el paso de aire entre el usuario y el paquete de hidratación. Una tercera o cuarta capa opcional comprende un desecante o material
20 absorbente.

La figura 14 muestra una bolsa para beber pervaporativamente enfriada 594 en un soporte de banda tejida opcional 599. El soporte puede comprender materiales diferentes al tejido; éste solamente necesita ser capaz de sostener la bolsa y preferiblemente no interferir sustancialmente con la pervaporación. Una bolsa pervaporativa tal como esta puede, por ejemplo, ser amarrada a
25 un lazo de correa utilizando bandas para asegurar 600 o puede ser fijada al lado de una correa existente. La correa de tejido 601 permite una ruta libre para que la matriz de bolsa porosa 595 se pervaporice. La bolsa 594, en una realización preferida, comprende tres partes principales: 1) el cuerpo pervaporativo 595 que comprende una matriz pervaporativa, 2) un puerto de llenado 596 y 3) un tubo para beber pervaporativamente enfriado 597, 602 y un pico con válvula 598. El cuerpo
30 595 puede ser hecho sustancialmente enteramente o en parte de matriz pervaporativa. El tubo para beber pervaporativamente enfriado 602, en una realización, comprende una capa hidrofóbica

pervaporativa exterior 604, la cual sustancialmente evita o reduce la filtración de líquido y enfriamiento pervaporativo, y una capa humectable interna de líquido 605. Una vez el líquido es introducido a través del centro 603 de esta construcción laminada 602 el líquido penetra en el material hidrofílico produciendo una cerradura de líquido 605 la cual sustancialmente evita o reduce la entrada de aire al centro del tubo 603 a través de la matriz porosa 604. El líquido atrapado en la matriz hidrofílica 605 es libre para pervaporación a través de la matriz hidrofóbica exterior 604. Esta combinación de matrices hidrofílica 605 e hidrofóbica 604 en un formato de tubo 602 proporciona el beneficio de liberar agua potable fría directamente desde el volumen de tubo interno 603 cuando se coloca en combinación con una reserva pervaporativamente enfriada 594 o con una reserva no-pervaporativamente enfriada, en una realización alterna. Un método simple de fabricación de tal dispositivo 602 es tratar con plasma el centro de un tubo de PTFE poroso hidrofóbico. Alternativamente, el tubo para beber puede ser hecho de materiales no pervaporativos.

En algunas realizaciones, el recipiente pervaporativo está en la forma de una prenda de enfriamiento pervaporativo llenada con un líquido ligero (preferiblemente agua) que sirve como un sistema de enfriamiento de microclima personal simple para aliviar la tensión térmica en individuos que utilizan ropa protectora, en condiciones de temperatura ambiente normal o elevada. Este tipo de prenda de enfriamiento puede ser fabricada en ropa protectora, tal como trajes químicamente o biológicamente protectores o trajes contra llamas Nomex, para formar una parte de tal ropa o puede ser utilizada en conjunción con prendas protectoras. Alternativamente, la prenda puede ser utilizada bajo una capa de blindaje para el cuerpo.

Una prenda de enfriamiento según las realizaciones preferidas, puede ser utilizada para muchos propósitos, incluyendo, pero sin limitar a, personal de bomberos y rescate, personal militar, trabajadores que manipulan materiales peligrosos (químicos y/o biológicos), así como también fanáticos de los deportes quienes podría aumentar su resistencia al liberar más calor de sus cuerpos durante actividades deportivas. Las prendas pervaporativas también pueden reducir la cantidad de radiación infraroja emitida por el usuario. En realizaciones preferidas, agua o una combinación de agua y etanol (preferiblemente entre 5 y 15%) como una fuente de refrigerante pervaporativo es utilizada para permitir que el dispositivo sea sustancialmente no peligroso y proporcione una funcionalidad adicional tal como una bolsa extra para agua potable pervaporativamente enfriada para el usuario. El agua potable enfriada también puede reducir la

perdida de calor sobre un individuo que utilice ropa o traje protector o esté involucrado en actividades deportivas, especialmente aquellas que requieren resistencia. Aunque se prefieren refrigerantes no peligrosos y/o potables, se puede utilizar cualquier líquido capaz de proporcionar funcionalidad de enfriamiento pervaporativo, incluyendo metanol, isopropanol, agua no potable, y otros líquidos y solventes. Preferiblemente, el refrigerante elegido es compatible con el material con que entra en contacto dentro de la prenda.

En una realización preferida, una prenda de enfriamiento pervaporativo está en la forma de un forro o chaleco. La prenda pervaporativa puede ser utilizada sólo o puede ser utilizada incorporada o integrada en otro artículo de ropa o prenda, tal como un traje protector. Cuando se incorpora o se integra en otra prenda, la prenda pervaporativa preferiblemente comprende las capas más internas para estar en contacto próximo (es decir, en contacto termal) con el usuario. La prenda de enfriamiento pervaporativo puede estar en contacto directo con la piel o puede estar en contacto con otras prendas utilizadas por el usuario. En algunas realizaciones, la prenda pervaporativa comprende una capa de tela o material que cubre alguna parte o toda la porción de la matriz pervaporativa la cual está dirigida hacia la porción interior de la prenda (es decir la porción que toca o está en contacto termal con el usuario).

Aunque la discusión con respecto a prendas pervaporativas está en términos de un chaleco o forro con una configuración particular, esta discusión no se debe interpretar como limitante del invento. Los principios divulgados en la presente sostienen una amplia variedad de prendas pervaporativamente enfriadas, incluyendo forros, sombreros, correas, pantalones polainas, y estructuras que encierran una o más partes del cuerpo, tal como una cubierta para una pierna o brazo (o una parte del mismo), o el cuello.

La figura 15 muestra un diseño de una realización preferida de un forro 608. El forro puede ser utilizado sólo o el forro o chaleco puede estar oculto bajo ropa o ropa protectora tal como un traje químico, traje contra llamas Nomex o coraza corporal.

En una realización preferida, el forro comprende un laminado de tres o cuatro capas:

- (1) una capa exterior regenerable o desechable opcional 610 comprendiendo un desecante o un material absorbente que absorbe la humedad u otro fluido que resulta de la pervaporación;
- (2) una capa exterior que comprende una capa pervaporativa 611, preferiblemente plegada, que comprende un laminado pervaporativo, preferiblemente de naturaleza hidrofóbica;
- (3) una capa media 613 que comprende una capa delgada de soporte para la capa

pervaporativa que también puede actuar como una barrera de líquidos, y en algunas realizaciones, una barrera a materiales biológicos o químicos potencialmente peligrosos. Para operaciones extendidas, en una realización, agua u otro fluido de enfriamiento se puede alimentar por gravedad o por absorción capilar desde una reserva que contiene líquido 616 tal como sobre los hombros de el forro abajo hacia las grietas 612 formadas entre la matriz pervaporativa y la capa media: y

(4) una capa interna 615 que está en contacto con la piel, directamente o a través de un trozo de tela o material, tal tela o material siendo parte del forro mismo y/o un ítem separado utilizado por el usuario. La capa interna preferiblemente comprende regiones labradas o sinuosas formadas mediante un proceso de sellado térmico. En una realización, se suministra un forro simplificado que comprende solamente las capas 2 y 4 anteriores.

[0073] El fluido puede ser colocado en el forro a través del puerto 607 sobre el forro. En una realización preferida, el espacio 614 entre las capas interna y media forma una bolsa de aire la cual, cuando es inflada a través de una boquilla 618, proporciona aislamiento del líquido en el forro de enfriamiento. Cuando la bolsa de aire colapsa a través de la boquilla terminal sobre la manguera de aire, la capa de líquido entra en contacto termal con la piel a través del apilamiento de las capas media e interna y esto proporciona enfriamiento a solicitud. En otra realización, una reserva de agua segregada en el forro es aprisionada entre la capa media y una capa aislante interna para proporcionar una fuente fresca de agua potable. Opcionalmente, la reserva puede comprender una bolsa plegable para evitar que el agua se derrame lo cual puede crear ruido indebido o indeseable. En otras realizaciones, la prenda puede comprender un tubo de beber 617 para permitir al usuario consumir el líquido en el forro.

Si una prenda pervaporativa que no tiene una capa desecante/absorbente externa es utilizada bajo la ropa, se prefiere que tal ropa sea permeable al fluido pervaporativo o que la ropa tenga respiraderos, poros u otras aberturas para permitir el paso de fluido pervaporativo.

En algunas realizaciones, la prenda pervaporativa comprende además una capa exterior regenerable o desechable que comprende un desecante o un material absorbente que absorbe la humedad u otro fluido que resulta de la pervaporación. Desecantes apropiados o materiales absorbentes para fluido pervaporativo incluyen, pero no están limitados a, sulfato de amonio, matices moleculares y ácido poliacrílico. La capa desecante/absorbente exterior se puede descartar después de utilizar o se puede regenerar por ejemplo mediante la aplicación de calor y/o

presión reducida. En una realización preferida, la capa absorbente/desecante absorbe al menos aproximadamente 3-4 veces su peso en agua. El proceso de absorción de agua en la capa preferiblemente es endotérmico o al menos mínimamente exotérmico. En realizaciones

5 minimiza el calentamiento debido a hidratación de vapor de agua en esta capa. Como se entenderá fácilmente por aquellos con experiencia en el estado de la técnica, una capa desecante o absorbente se puede utilizar en combinación con cualquier recipiente pervaporativo descrito en la presente. Cuando se utiliza una prenda pervaporativa de este tipo en combinación con o incorporada o integrada en otra prenda, no hay necesidad de poros, respiraderos, aberturas y
10 similares en la otra prenda, aunque éstos pueden estar presentes si se desea. En una realización relacionada, al menos una superficie de la capa desecante/absorbente exterior comprende un material el cual es químicamente resistente y/o sustancialmente impermeable a agentes químicos y/o biológicos para proporcionar protección adicional al usuario.

A continuación se presenta una mirada breve en la factibilidad termodinámica de tal
15 construcción. Asumiendo un caudal pervaporativo de vapor de agua promedio a través de una matriz porosa de $4 \times 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ a 75°F en aire inmóvil de la Tabla 1 y asumiendo que el flujo de vapor de agua es doblado a 95°F tenemos $8 \times 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ como el flujo. Si la entalpia de vaporización a 95°F es 2400 J/g , entonces la disipación de energía por unidad de área de la matriz es $1.9 \times 10^{-2} \text{ vatios} \cdot \text{cm}^{-2}$. Con el fin de lograr una disipación de potencia de 25 vatios
20 aproximadamente se necesita utilizar un área de superficie de matriz disponible de 1500 cm^2 o 1.5 ft^2 en la construcción del paquete de hidratación. El uso de una membrana plegada o matriz sinterizada porosa plegada para aumentar la potencia de enfriamiento pervaporativo, puesto que la potencia de enfriamiento pervaporativo es una función directa del área de superficie porosa del forro. Con el objeto de enfriar durante 4 horas a esta tasa aproximadamente 150 mL de agua se
25 consumirán en el proceso. De tal modo se utilizará un poco menos de 0.5 lbs de agua en el proceso. Pareciera razonable que un forro lleno de agua como estos pueda ser hecho pesar aproximadamente 3 lbs o menos.

Como se entenderá por aquellos con experiencia en el estado de la técnica, las diferentes configuraciones de capa en las realizaciones de forro, bolsa y morral discutidas anteriormente son
30 intercambiables, puesto que son intercambiables con otras configuraciones de recipientes divulgadas en la presente.

Una orientación preferida de matriz multilaminada o multifuncional según una realización es donde la superficie de matriz de intrusión de líquido mayor enfrenta el interior de la prenda y la matriz que soporta el respaldo es expuesta a la salida de aire de la prenda. Los espesores para estos materiales porosos en una realización preferida están en el rango entre 1/128" (0.2 mm) y 1/8" (3.2 mm). En una realización, los compuestos laminados de membranas y matrices pervaporativas son seleccionados para proporcionar alta presión de intrusión de líquido en la interfase de líquido/matriz utilizando un material delgado altamente hidrofóbico con tamaño de poros pequeño tal como politetrafluoroetileno expandido (ePTFE) laminado entre soportes más gruesos altamente porosos tal como polietileno sinterizado, el cual tiene en cuenta un caudal pervaporativo sustancial.

Métodos de Fabricación

Hay varios procesos disponibles para la fabricación de recipientes pervaporativos o la porción de matriz pervaporativa de una prenda pervaporativa incluyendo, pero sin limitar a, sinterizado de perlas plásticas de tamaño en sub-milímetros en una cavidad de molde para formar directamente la pared de pervaporación; laminación termal o ultrasónica o soldadura de una o más piezas de la matriz de pervaporación juntas o a un marco apropiado; inserción en moldeado según el cual una o más hojas o un cilindro de la matriz porosa es insertado en la cavidad de un molde y un polímero termoplástico es moldeado por inyección directamente alrededor de la inserción para formar el compuesto deseado teniendo las porciones de matriz porosa; sellado termal; fijación de componentes utilizando adhesivos; y/o técnicas de costura también se pueden utilizar para ensamblar toda o parte de una prenda pervaporativa o recipiente.

Se pueden utilizar construcciones multilaminadas que contienen dos o más capas de material poroso para obtener una matriz mecánica y físicamente superior. Por ejemplo, combinando una matriz macroporosa sinterizada de polietileno con una capa delgada de PTFE expandido sobre el lado de líquido de un recipiente se aumenta la hidrofobicidad y la presión de ruptura de líquido de agua desde 5 psi hasta más de 30 psi, aunque la matriz laminada mantiene aún un caudal pervaporativo similar a aquel obtenido utilizando polietileno poroso por si mismo.

Las figuras 1A y 25B muestran la construcción de una realización preferida de un recipiente pervaporativo con una porción de pared 501 comprendiendo la matriz pervaporativa.

La pared 501 es fijada a las porciones superior 500 e inferior 502 del recipiente mediante un proceso tal como mediante inserción en moldeado, soldadura termal o ultrasónica, unión adhesiva, u otros medios apropiados. La inserción en moldeado por inyección también se puede utilizar para fijar la matriz a las otras porciones del recipiente. La parte superior de la botella 500
5 ilustrada en este ejemplo tiene en cuenta un ajuste de rosca y se puede utilizar con una tapa de botella ventilada. Las porciones superior 500 e inferior 502 del recipiente pueden ser hechas mediante cualquier método apropiado, incluyendo moldeo por inyección, formación al vacío, y similares.

Las figuras 3A y 3B muestran una configuración con rebordes para una matriz
10 pervaporativa delgada 507 para la cual se desea soporte estructural adicional 508. Los rebordes 508 dan a la pared del recipiente integridad estructural y una superficie ondulada para un asimiento a mano más firme sobre el recipiente. Los rebordes 508 pueden ser colocadas sobre el lado exterior, interior y/o uno o más lados de la matriz pervaporativa. Los rebordes 508 son preferiblemente moldeadas por inyección mediante inserción en moldeado sobre la matriz
15 pervaporativa 507. Alternativamente, los rebordes 508 se pueden sellar a la matriz porosa 507 o la matriz porosa 507 se puede sellar a una envoltura de recipiente con rebordes 508 mediante medios termal o adhesivos, entre otros.

Las figuras 3C y 3D ilustran una versión deportiva de este recipiente la cual permite que el recipiente sea fijado con seguridad en una ménsula de contención mediante el cuello de botella
20 512. La boca de la botella 511 tiene en cuenta el uso de varios cerramientos, incluyendo una tapa a presión y cerramiento de rosca.

La figura 4 muestra una capa de espuma de celdas abiertas hidrofóbica termalmente aislante 518 que permite al vapor de agua moverse a través de la estructura de celdas abiertas, pero obstruye el calentamiento convectivo y radioactivo del contenido del recipiente. La tabla 1
25 demuestra que la matriz termalmente aislante reduce la tasa de pérdida de líquido mientras mantiene un enfriamiento pervaporativo sustancial. En una realización preferida, la espuma aislante 518 es colocada o retirada de la botella como un manguito elástico.

Se pueden lograr aumentos en la eficiencia de enfriamiento pervaporativo al incrementar el área de superficie de la matriz en contacto con el líquido plegando la matriz. La figura 5
30 muestra un cuerpo de recipiente plegado 520 que permite que mayor área de superficie pervaporativa sea expuesta por volumen de líquido contenido. Esta configuración permite una

7/2/26

disminución en el tiempo empleado para enfriar pervaporativamente el volumen del recipiente. Un recipiente con esta configuración puede ser hecho mediante inserción en moldeado o al encapsular ambos extremos con adhesivo a los elementos inferior 521 y superior 519 del recipiente o con plástico fundido.

5 Las figuras 6A y 6B muestran un manguito rotatorio 525 sobre el exterior del cuerpo de la matriz 523. A medida que el manguito exterior gira más allá del manguito interior 524, se forma un conjunto de ranuras verticales 527, las cuales se abren y cierran para permitir exposición variable a la matriz pervaporativa 523, reduciendo así el caudal de vapor pero manteniendo aún un enfriamiento pervaporativo adecuado. Un manguito de deslizamiento vertical, cuyas ranuras son ajustadas de manera vertical en cambio de mediante rotación, también puede se utilizada en
10 una configuración de este tipo. Los manguitos interior y exterior 524 y 525 son hechos de un material sustancialmente no poroso tal como plástico o metal que no permite el paso de vapor de agua. La figura 6B ilustra el manguito anular el cual ayuda a mantener una brecha muy delgada 530 entre la matriz porosa 523 y el manguito estacionario interior 524. Esta brecha es útil como
15 un escudo para evitar o reducir sustancialmente la transferencia de calor conductivo y radioactivo directo hacia la matriz porosa 523 del cuerpo principal del recipiente. Además, este espaciado 530 permite el flujo de vapor fuera de esta región anular 527. Los manguitos 524 y 525 también pueden ser utilizados sobre una superficie pervaporativa plegada 520 tal como se muestra en la figura 5. Nuevamente, los manguitos 524 y 525 pueden ser colocados sobre el exterior del
20 recipiente al deslizarlos sobre el exterior del recipiente. El manguito interior 524 puede ser fijado o sellado en su lugar apropiado.

Las figuras 7 y 8 muestran realizaciones con forro de recipientes pervaporativos. Como se muestra en la Figura 7 el forro de enfriamiento se puede hacer de un manguito separable que consta de una capa pervaporativa hidrofóbica exterior 535 y una capa porosa interior de
25 absorción o contención de líquidos 534. En la realización de la figura 8, el forro exterior 541 es llenado a través de puertos especiales 543 con agua u otros fluidos volátiles 541 y el contenido del recipiente de líquido interior 540 es mantenido a una temperatura sub-ambiente. Una ventaja de esta configuración yace en que una bebida carbonada puede ser almacenada en esta recipiente sin pérdida de carbonación. Además, un líquido con una baja predisposición a pervaporarse, tal
30 como un líquido alto en electrolitos o azúcar puede ser colocado en la cámara interna 540 del recipiente mientras se coloca agua destilada u otro líquido fácilmente pervaporado 541 en la

cámara externa para obtener una caída temperatura adecuada.

Otra configuración para una esponja 533 o configuración pervaporativa enchaquetada 542 como se muestra en las figuras 7 y 8 es para el uso de una matriz pervaporativa oleofóbica la cual retiene líquidos orgánicos tales como alcohol. En tal configuración los forros exteriores 533, 542 se llenan con etanol, y sirven como el refrigerante pervaporativo 534, 541.

La figura 10 ilustra una taza para beber pervaporativamente enfriada similar en función a las figuras 1A, 1B, 2, 3A y 3B. ensamble puede ser revisado envolviendo la matriz pervaporativa plano alrededor o empujado la matriz 555 sobre el cuerpo de la tasa 556 como un cilindro y es fijado el material mediante adhesivo, potting, soldadura termal o soldadura ultrasónica. El inserción en moldeado puede ser utilizado para fijar directamente el material a las paredes y estructura de la botella.

Las figuras 11A, 11B y 11C muestran una configuración para producir un recipiente de enfriamiento para el almacenamiento de bebidas y productos alimenticios 568. En ésta configuración la tapa 558, las paredes del enfriador 559 y 564 o preferiblemente ambas la tapa 572 y las paredes 559 y 564 contienen un forro pervaporativo llenado con líquido 566 y 578. El recipiente puede además comprender una o más capas de aislamiento. El recipiente puede ser utilizado para almacenar alimentos y bebidas 568 a temperaturas subambiente durante varios días a la vez. En una realización, el ensamble del cuerpo del enfriador 563 es realizado al colocar la matriz pervaporativa plana 566 dentro del cuerpo de la caja 564 y fijando el material mediante adhesivo, encapsulación, soldadura térmica o soldadura ultrasónica. Alternativamente, se utiliza inserción en moldeado para fijar directamente el material 566 a la estructura y paredes 564.

Una solución propuesta para alivio de tensión de calor se basa en la idea de pervaporación. Un paquete de hidratación frío u otra prenda de enfriamiento que utiliza un mecanismo de enfriamiento pervaporativo, tal como este encontraría aplicaciones no solamente en el campo militar como un sistema de enfriamiento personal sino también para practicantes de deportes quienes podrían aumentar su resistencia al liberar más calor desde sus cuerpos durante una carrera. La utilización de agua o una combinación de agua y etanol (preferiblemente entre 5 y 15%) como una fuente refrigerante pervaporativa permite que tal dispositivo no se peligroso y proporcione funcionalidad adicional tal como una bolsa extra para agua potable pervaporativamente enfriada. El agua potable fría también disminuiría la carga de calor en un

individuo utilizando ropa o traje protector.

El paquete de hidratación pervaporativa descrito en la presente seguirá un diseño similar a las botellas de enfriamiento pervaporativo de bebidas, las cuales fueron anteriormente designadas. Una comparación de la eficiencia de enfriamiento utilizando enfriamiento pervaporativo (2400 J/g) versus el calor de fusión (335 J/g) más el calentamiento del líquido (105 J/g) a temperatura ambiente (77 °F) revela que el enfriamiento pervaporativo es cinco veces más eficiente sobre una base de masa en comparación con la utilización de hielo. Las tablas 1, 2, y 3 proporcionan datos para mostrar lo que sucede a las botellas de enfriamiento pervaporativo bajo condiciones diferentes de velocidad de aire y composición de matriz a temperatura ambiente y una humedad relativa de 30 a 40%.

La figura 14 muestra una realización de una bolsa para beber pervaporativamente enfriada 594, mostrada en un soporte de correa tejido opcional 599. En una realización, una correa es directamente fijada al cuerpo 595 y no se utiliza soporte. Una bolsa pervaporativa como esta se puede llevar sobre el hombro, amarrar a un lazo de correa u otra porción del cuerpo utilizando correas para asegurar 600 o dispositivos de fijación similares o puede ser fijada al lado de una correa existente. En una realización, el tejido 601 es cocido a partir de nylon y las correas 600 son Velcro, un compuesto de Nailon/Velcro, u otro material natural o sintético. Las diferentes porciones de la matriz porosa de la bolsa 595 se pueden ensamblar mediante sellado termal, soldadura termal, soldadura ultrasónica o laminación adhesiva, u otros métodos divulgados en la presente en relación a otros recipientes. En una realización, un tubo para beber pervaporativamente enfriado 602 comprende una capa hidrofóbica pervaporativa exterior 604, la cual sustancialmente evita o reduce la filtración de líquido y enfriamiento pervaporativo, y una capa interna humectable de líquido 605. Una vez el líquido es introducido a través del centro 603 de esta construcción laminada 602 el líquido penetra en el material hidrofílico produciendo un cierre o bloqueo líquido 605 el cual evita o sustancialmente reduce la cantidad de aire que entra en el centro del tubo 603 a través de la matriz porosa 604. El líquido atrapado en la matriz hidrofílica 605 es libre de pervaporarse a través de la matriz hidrofóbica exterior 604. Esta combinación de matrices hidrofílica 605 e hidrofóbica 604 en un formato de tubo 602 proporciona el beneficio de liberar agua potable fría directamente desde el volumen de tubo interno 603. Como se anotó anteriormente, este tubo se puede utilizar con una bolsa pervaporativa o no pervaporativa, o se puede utilizar con otros recipientes, tanto pervaporativos

como no pervaporativos. Un método de fabricación de un tubo pervaporativo 602 es tratar con plasma el centro de un tubo PTFE poroso hidrofóbico haciendo la porción interior del tubo 605 hidrofílica.

Operación de un Dispositivo Pervaporativamente Enfriado

Los diseños preferidos para dispositivos de enfriamiento pervaporativo son simples y se pueden operar bajo condiciones ambientales para enfriar y/o mantener la frescura de fluido o contenido sólido del recipiente sin las limitaciones de peso y portabilidad asociadas con el bombeo mecánico o la necesidad de aplicación de un vacío mecánico externo para aumentar la tasa de enfriamiento pervaporativo. En una realización preferida, las dimensiones radiales de un recipiente del tipo en la Figura 1A son suficientemente grandes de manera que se obtiene mezclado convectivo mediante convección natural del contenido de líquido. Esto porque en algunos casos, la conductividad termal del líquido sólo puede no ser suficientemente alta para mantener efectivamente una distribución de temperatura generalmente uniforme en todo el recipiente. Cuando el líquido en las paredes interiores del recipiente es enfriado, esto reduce la densidad del líquido en las paredes interiores en comparación con aquel en el centro. Debido a esta diferencia de densidad, el líquido enfriador fluye abajo hacia las paredes interiores del recipiente hacia el fondo del recipiente donde es arrastrado de vuelta arriba hacia un patrón circulatorio dentro del centro del recipiente en un proceso llamado convección natural, opuesto a la convección forzada. Cuando la tasa de enfriamiento es suficientemente alta, los contraflujos convectivos rompen fuera del lado del recipiente y aumentan la tasa de mezclado.

Estos fenómenos y su ocurrencia se pueden predecir utilizando una combinación de parámetros adimensionales calculados, a saber el Número Grashof (parámetro para flotación de fluidos en un campo gravitacional) y el número Prandtl (parámetro que describe la naturaleza térmica y capacitiva del líquido). La combinación de estos dos parámetros lleva al cálculo del Número Nusselt (un parámetro de transferencia de calor total). La convección natural dentro de un recipiente pervaporativo aumentará la eficiencia de enfriamiento y la tasa de enfriamiento del dispositivo permitiendo la transferencia de calor convectivo a través del fluido flotante en cambio de conducción térmica a través del mismo medio líquido.

La tabla 1 presenta datos de enfriamiento pervaporativo de punto final en humedad de aire

relativa de 30% a 40% y diferentes velocidades de aire ambiente y el efecto de una matriz aislante porosa. Las tablas 2 y 3 presentan datos de enfriamiento pervaporativo de agua de punto final a diferentes humedades relativas y en la sombra (tabla 2) o en presencia de irradiación solar directa (tabla 3). Los materiales pervaporativos son PTFE (politetrafluoroetileno) o UHMWPE sinterizado (polietileno de peso molecular ultra alto). X-7744, X-6919, y 402HP son todos materiales UHMWPE de porosidad variada, tamaño de poros y espesor tal como se describió en las tablas.

Tabla 1

Material de Matriz	Porosidad (um)	Tamaño de Poros (um)	Espesor (mm)	Pérdida de líquido(%/hr)	Flujo (g cm ² /s)x10 ⁶	Enfriamiento (°F)	Enfriamiento a 2 mph (°F)	Enfriamiento a 4 mph (°F)
Control 1 (PE)	Ninguno	Ninguno	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Control 2 (PE)	Ninguno	Ninguno	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PVDF	75%	0.5	0.1	0.4-	1.9-7.6	12.7	14.3	14.8
UHMWPE	34-50%	7	0.6	0.3-1.0	1.2-6.6	10.6	12.6	13.0
PVDF aislamiento W/espuma	75%	13.5	5.1	0.4-1.9	2.0-6.5	12.1	11.5	10.7
UHMWPE aislamiento W/espuma	35-50%	20	5.6	0.3-0.8	2.2-5.2	9.8	10.5	11.2

10

Tabla 2

Sombra /RH 38.6% /75°F

Material de Matriz	Porosidad	Tamaño de Poros (µm)	Espesor (mm)	Temperatura (°F)	Enfriamiento Pervaporativo
--------------------	-----------	----------------------	--------------	------------------	----------------------------

0181

					o
Control # 1 (PE)	Ninguno	Ninguno	1.5	72.2	-
Control # 2 (PE)	Ninguno	Ninguno	1.5	71.9	-
x-7744	35 a 50%	7	0.6	63.6	8.4
x-6919	35 a 50%	<15	1.6	65.1	6.9
402HP	40 A 45%	40	0.6	63.4	8.7
402HP	40 A 45%	40	1.3	64.7	7.3
PTFE soportado	75%	>50	0.3	63.4	8.7

Tabla 3

Sol total /RH 41.0% /77°F (Sensor de sombra)

Material de Matriz	Porosidad	Tamaño de Poros (µm)	Espesor (mm)	Temperatura	Enfriamiento Pervaporativo
Control # 1 (PE)	Ninguno	Ninguno	1.5	93.6	-
Control # 2 (PE)	Ninguno	Ninguno	1.5	93.3	-
x-7744	35 a 50%	7	0.6	71.3	22.2
x-6919	35 a 50%	<15	1.6	73.1	20.4
402HP	40 a 45%	40	0.6	73.1	20.4
402HP	40 a 45%	40	1.3	73.7	19.7
PTFE soportado	75%	>50	0.3	73.1	20.4

5 La tabla 1 divulga datos de enfriamiento pervaporativo de agua de punto final a diferentes velocidades de aire ambiente y el efecto de una matriz aislante de uretano poroso de celdas abiertas de 1/16" a una humedad relativa de 30%. Las tablas 2 y 3 divulgan datos de enfriamiento pervaporativo de agua de punto final a diferentes humedades relativas y en la oscuridad o en presencia de irradiación solar directa. Los materiales pervaporativos en todas las tres tablas son

10 PTFE o UHMWPE sinterizado (polietileno de peso molecular ultra alto).

Se pueden observar aumentos adicionales en eficiencia de enfriamiento con el recipiente a medida que la humedad relativa exterior cae y si el recipiente es colocado en luz solar directa. La humedad externa baja aumenta el gradiente de concentración de vapor, y el vapor externamente aplicado aumenta la temperatura de líquido y presión de vapor, lo cual lleva a una elevación en el

caudal pervaporativo. Dependiendo de las condiciones ambientales, la geometría y selección de materiales del recipiente, este proceso puede mantener una temperatura sub-ambiente en el recipiente de 22°F por debajo de la temperatura ambiente. Ver la tabla 3. El tiempo para obtener esta temperatura fría para un volumen de líquido de 700 ml es 2 horas aproximadamente como se demostró en la figura 9 para una variedad de matrices pervaporativas y combinaciones de las mismas.

Una realización preferida del recipiente de enfriamiento evaporativo incluye una matriz porosa simple o combinada con un espesor de capa pervaporativa entre 0.025 mm y 10 mm. Adicionalmente, para aumentar la eficiencia del proceso pervaporativo, la matriz preferiblemente tiene cualidades de manera que ésta es mínimamente conductora de calor. Es preferible que la matriz no obstruya sustancialmente la difusión de vapor, tal que, en una realización, se prefiere un tamaño de poros por encima de 100 nm aproximadamente. Las porosidades de superficie preferidas de la matriz están entre aproximadamente 15 y 90% incluyendo aproximadamente 20, 25, 30, 40, 50, 55, 60, 70, 80, y 85%. Una matriz porosa con una conductividad termal baja, tal como una *Styrofoam*TM (espuma de poliestireno) perfluorada porosa, una matriz porosa expandida, o una matriz porosa de celdas abiertas hecha a partir de partículas fusionadas huecas, puede ayudar a evitar o reducir sustancialmente la transferencia de calor indebida desde el medio ambiente hacia el recipiente.

Los diferentes métodos y técnicas descritos anteriormente proporcionan algunas de las numerosas formas para realizar el invento. Naturalmente, se debe entender que no necesariamente todos los objetivos o ventajas descritos se pueden lograr según cualquier realización particular descrita en la presente o con cualquier otra realización simple. Así, por ejemplo, aquellos con experiencia en el estado de la técnica reconocerán que los métodos pueden ser realizados y/o los artículos fabricados en una forma que logra u optimiza una ventaja o grupo de ventajas tal como se enseñó en la presente sin necesariamente lograr otros objetivos o ventajas como se puede haber enseñado o indicado en la presente.

Además, el experto reconocerá la intercambiabilidad de varias características de las diferentes realizaciones. De manera similar, las diferentes características y pasos discutidos anteriormente, así como también otros equivalentes conocidos para cada característica o paso, se pueden mezclar y equiparar por alguien de habilidad común en este estado de la técnica para realizar los métodos según los principios descritos en la presente.

Aunque el invento ha sido divulgado en el contexto de ciertas realizaciones y ejemplos, se entenderá por aquellos con experiencia en el estado de la técnica que el invento se extiende más allá de las realizaciones específicamente divulgadas a otras realizaciones alternativas y/o usos y modificaciones obvias y equivalentes de las mismas.

04/84

REIVINDICACIONES:

1. Un recipiente pervaporativamente enfriado, que comprende:
5 un cuerpo del recipiente que comprende una o más paredes;
 en donde al menos una porción de tales paredes comprende una matriz pervaporativa,
 dicha matriz comprendiendo un material hidrofóbico poroso, en donde dicha matriz permite el
 paso de pequeñas cantidades de moléculas de un vapor de líquido volátil a través de la matriz, la
 evaporación del cual enfría el recipiente.
10
2. Un recipiente pervaporativamente enfriado según la reivindicación 1, en donde la matriz
 además comprende un material poroso delgado hidrofóbico u oleofóbico laminado a, o
 depositado sobre el material hidrofóbico poroso.
- 15 3. Un recipiente pervaporativamente enfriado según la reivindicación 2, en donde la matriz es
 orientada sobre el cuerpo del recipiente de manera tal que la capa de material hidrofóbico poroso
 enfrenta el interior del recipiente.
4. Un recipiente pervaporativamente enfriado según la reivindicación 1, en donde al menos 10%
20 de la superficie de las paredes comprende dicha matriz.
5. Un recipiente pervaporativamente enfriado según la reivindicación 1, que comprende además
 una base fijada a dichas paredes.
- 25 6. Un recipiente pervaporativamente enfriado según la reivindicación 1, que comprende además
 una capa exterior regenerable o desechable directamente adyacente a por lo menos una porción
 del cuerpo del recipiente, dicha capa comprendiendo un deshidratante o un material absorbente
 que absorbe la humedad u otro fluido que resulta de la pervaporación.
- 30 7. Un recipiente pervaporativamente enfriado según la reivindicación 1, en donde la matriz
 comprende una capa interior que comprende un material poroso altamente hidrofóbico colocado

entre las dos capas exteriores del material hidrofóbico poroso.

8. Un recipiente pervaporativamente enfriado según la reivindicación 7, en donde la capa interior tiene un tamaño de poros y espesor menor que aquel de las capas exteriores.

5

9. Un recipiente pervaporativamente enfriado según la reivindicación 7, en donde la capa interna comprende PTFE y la capa externa comprende polietileno.

10

10. Un recipiente pervaporativamente enfriado según la reivindicación 1, en donde el recipiente comprende además una pluralidad de rebordes de soporte.

15

11. Un recipiente pervaporativamente enfriado según la reivindicación 1, en donde la matriz consiste de partículas huecas o expandidas las cuales son fusionadas o adheridas entre sí para reducir la conductividad térmica de la matriz y la pérdida de eficiencia de enfriamiento pervaporativo.

12. Un recipiente pervaporativamente enfriado según la reivindicación 1, que comprende además un manguito aislante que rodea al menos una porción de las paredes.

20

13. Un recipiente pervaporativamente enfriado según la reivindicación 12, en donde el manguito aislante comprende un material poroso.

25

14. Un recipiente pervaporativamente enfriado según la reivindicación 12, en donde el manguito aislante generalmente es tubular y tiene una o más aberturas en la pared de la misma, mediante las cuales el manguito puede ser rotado alrededor del recipiente para cubrir o exponer selectivamente porciones de dicha matriz pervaporativa.

15. Un forro de enfriamiento para un recipiente, comprendiendo:

un cuerpo de forro que comprende

30

una capa exterior, que comprende un material poroso hidrofóbico; y

una capa interior coextensiva con dicha capa exterior en comunicación fluida con dicha

capa exterior, dicha capa interior siendo adaptada para contener un líquido volátil;

en donde dicho cuerpo de forro tiene la forma para permitir que la capa interior entre en contacto con al menos una porción de un recipiente.

5 16. Un forro de enfriamiento según la reivindicación 15, en donde la capa interior comprende un material tipo esponja.

17. Un forro de enfriamiento según la reivindicación 15, en donde la capa interior comprende uno o más espacios vacíos.

10

18. Un forro de enfriamiento según la reivindicación 17, en donde la capa interior comprende además una abertura sellable para permitir rellenado y sellado de la capa interior.

15

19. Un forro de enfriamiento según la reivindicación 15, en donde el cuerpo del forro generalmente es cilíndrico.

20. Un forro de enfriamiento según la reivindicación 15, que comprende además una capa media entre dichas capas interior y exterior.

20 21. Una prenda de enfriamiento que comprende:

una capa exterior que comprende un material pervaporativo que comprende una matriz pervaporativa que tiene carácter hidrofóbico; y

una capa interior;

25 en donde la capa exterior está en comunicación fluida con un cuerpo de líquido refrigerante, y la capa interior está en contacto térmico con el usuario de la prenda.

22. Una prenda de enfriamiento según la reivindicación 21, que comprende además una capa media la cual comprende una capa de barrera de líquidos de soporte delgada para la capa pervaporativa.

30

23. Una prenda de enfriamiento según la reivindicación 21, en donde la prenda de enfriamiento es

87
87

incorporada o integrada en una pieza de ropa o un traje protector.

24. Una prenda de enfriamiento según la reivindicación 21, que comprende además un tubo en comunicación fluida con el cuerpo del líquido refrigerante el cual permite al usuario de la prenda consumir de forma oral el líquido refrigerante.

25. Una prenda de enfriamiento según la reivindicación 21, que comprende además una capa exterior regenerable o desechable que comprende un deshidratante o un material absorbente que absorbe la humedad u otro fluido que resulta de la pervaporación.

26. Una prenda de enfriamiento según la reivindicación 21, en donde la capa exterior es plegada para aumentar el área de superficie para la pervaporación.

27. Una prenda de enfriamiento según la reivindicación 21, en donde la capa media es una barrera a materiales biológicos o químicos potencialmente peligrosos.

28. Una prenda de enfriamiento según la reivindicación 21, en donde la capa interior comprende regiones labradas o sinuosas formadas mediante un proceso de sellado térmico.

29. Un tubo o pitillo pervaporativamente enfriado, que comprende una estructura tubular hueca elongada que comprende una capa pervaporativa comprendiendo un material hidrofóbico coextensivo con una capa interna porosa que comprende un material hidrofílico, la capa interna definiendo una luz a través del cual puede pasar el líquido.

30. Un tubo según la reivindicación 29, en donde, durante el uso, el líquido penetra en la capa interna porosa produciendo un cierre o bloqueo líquido el cual sustancialmente reduce la cantidad de aire que entra en la estructura tubular a través de la capa exterior.

31. Un tubo según la reivindicación 29, en donde la estructura tubular está formada a partir de un tubo poroso hidrofóbico en el cual la superficie interior del tubo ha sido químicamente tratada para ser hidrofílica.

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference KEYVOL. 003VPC	FOR FURTHER ACTION see Notification of Transmittal of International Search Report (Form PCT/ISA/220) as well as, where applicable, Item 5 below.	
International application No. PCT/US 03/17544	International filing date (day/month/year) 03/06/2003	(Earliest) Priority Date (day/month/year) 03/06/2002
Applicant ADVANCED POROUS TECHNOLOGIES, LLC		

This International Search Report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau.

This International Search Report consists of a total of 7 sheets.

☐ It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

1. Basis of the report

a. With regard to the language, the International search was carried out on the basis of the International application in the language in which it was filed, unless otherwise indicated under this item.

☐ the International search was carried out on the basis of a translation of the International application furnished to this Authority (Rule 23.1(b)).

b. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the International application, the International search was carried out on the basis of the sequence listing:

☐ contained in the International application in written form.

☐ filed together with the International application in computer readable form.

☐ furnished subsequently to this Authority in written form.

☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.

☐ the statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the International application as filed has been furnished.

☐ the statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

2. ☐ Certain claims were found unsearchable (See Box I).

3. ☒ Unity of invention is lacking (see Box II).

4. With regard to the title,

☒ the text is approved as submitted by the applicant.

☐ the text has been established by this Authority to read as follows:

5. With regard to the abstract,

☐ the text is approved as submitted by the applicant.

☒ the text has been established, according to Rule 38.2(b), by this Authority as it appears in Box III. The applicant may, within one month from the date of mailing of this International search report, submit comments to this Authority.

6. The figure of the drawings to be published with the abstract is Figure No.

☒ as suggested by the applicant.

☐ because the applicant failed to suggest a figure.

☐ because this figure better characterizes the invention.

5

☐ None of the figures.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 83/17544

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependant claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 8.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this International application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-4

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/BA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-4

Pervaporatively cooled container with oleophobic coating

2. claims: 1,5

Cooled container with base

3. claims: 1,6

Absorbent outer layer for a cooled container

4. claims: 1,7-9

Container with pervaporative matrix comprising three layers

5. claims: 1,10

Cooled container with support ribs

6. claims: 1,11

Porous matrix made of particles

7. claims: 1,12-14

Container with insulating sleeve

8. claims: 15-20

Cooling jacket for containers

9. claims: 21-28

Cooling garment

10. claims: 29-31

Self-cooling straw

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

91/94
International application No.

PCT/US 03/17544

Box II TEXT OF THE ABSTRACT (Continuation of item 5 of the first sheet)

Disclosed are beverage and liquid containers that use pervaporation to cool a liquid or material residing in the container. The pervaporative cooling is preferably achieved by use of porous matrices (520) which allow for the passage through the matrix of small quantities of volatile components from a liquid or beverage, such as water or alcohol, the evaporation of which cools the container by virtue of the latent heat of evaporation of the liquid. Alternatively, a pervaporative sleeve (524, 525) may be used to cool a container residing within or in contact with the sleeve.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/US 83/17544A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7: F25D/66 B65D81/18 A41D13/005

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7: B65D F25D F25B A41D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 368 766 A (NOMI HARUO) 18 January 1983 (1983-01-18) column 2, line 19 - line 65; claim 1; figures 1-5	1-4
X	US 5 946 931 A (LOMAX CURTIS ET AL) 7 September 1999 (1999-09-07) cited in the application abstract; figure 1	1,4
A		2,3
X	DE 39 02 233 A (KOECHER WALTER DR) 2 August 1990 (1990-08-02) column 1, line 59 - column 2, line 2 column 2, line 44 - line 54	1,4
A		2,3
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later documents published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"B" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 September 2003

Date of mailing of the international search report

13.02.2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. 8010 Patentplan 2
NL - 2200 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 861 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3010

Authorized officer

Seegerer, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US 03/17544

G.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 380 157 A (CHRISTIANI PETER) 19 April 1983 (1983-04-19) column 2, line 52 - column 3, line 27; figures 1-3 -----	1,4
A	CH 658 981 A (ANTOINE DUBAS) 15 December 1986 (1986-12-15). abstract; claim 1; figure 1 page 2, right-hand column, lines 27-29 -----	1,4
A	US 2001/010096 A1 (KLARE ROBERT JOHN) 30 August 2001 (2001-08-30) abstract page 2, paragraph 29 - page 3, paragraph 31 page 8, paragraph 73 - paragraph [0074] -----	2,3

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 2002)

page 2 of 2

94 94

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US 03/17544

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
✓US 4368766	A	18-01-1983 JP 56096272 U	30-07-1981
✓US 5946931	A	07-09-1999 NONE	
✓DE 3902233	A	02-08-1990 DE 3902233 A1	02-08-1990
✓US 4380157	A	19-04-1983 NONE	
✓CH 658901	A	15-12-1986 CH 658901 A5	15-12-1986
✓US 2001018096	A1	30-08-2001 US 6410004 B1	25-06-2002
		US 6228477 B1	08-05-2001
		US 2004002554 A1	01-01-2004
		AU 5778699 A	29-08-2000
		CA 2319003 A1	17-08-2000
		EP 1154841 A1	21-11-2001
		JP 2003510377 T	18-03-2003
		TR 200102513 T2	22-04-2002
		WO 0047313 A1	17-08-2000

REQUISITOS NECESARIOS PARA PRESENTACION Y AGILIZACION DEL TRAMITE

PATENTE DE INVENCION

MODELO DE UTILIDAD

- Indicación de que se solicita la concesión de una patente.
- Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud.
- Descripción de la invención.
- Dibujos de ser estos pertinentes.
- Comprobante de Pago de las tasas establecidas.

COMPLETA

INCOMPLETA

DISEÑO INDUSTRIAL

- Indicación de que se solicita el registro de Diseño Industrial
- Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud.
- Representación gráfica o fotográfica del Diseño Industrial o muestra del Material que incorpora el diseño.
- Comprobante de pago de las tasas establecidas.

COMPLETA

INCOMPLETA

ESQUEMA DE TRAZADO

- Indicación de que solicita el registro de un Esquema de trazado.
- Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud.
- Representación gráfica del esquema de trazado.
- Comprobante de pago de las tasas establecidas.

COMPLETA

INCOMPLETA

Firma Responsable:

Fecha:

SUPERINTENDENCIA Y COMERCIO

Radicación : 64130216 00000000

Folios: 94

Fecha (MM): 2004-12-30 17:14:36

Tramite : 011 PCT-PATENT 379 FASE NNCI 411 PRESENTAC
Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES



2020
Bogotá, D.C.,

Doctor:
CARLOS R. OLARTE
Apoderado
ADVANCED POROUS TECHNOLOGIES, LLC

Oficio N° **12169**

ASUNTO:	Radicación N°	04-130216
	Solicitud Internacional	PCT/US03/17544
	Fecha Inicio fase nacional	30/01/2005
	Trámite	011
	Evento	379
	Actuación	430
	Folios	001

Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, artículo 27 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), regla 51 bis del Reglamento y Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se le comunica que:

- Si fuere el caso, el solicitante debe adjuntar la traducción de los anexos del reporte de examen preliminar Internacional (Art. 36.2.b) del tratado PCT).
- La solicitud no contiene la copia del documento en que consta la cesión del derecho a la patente del inventor al solicitante o a su causante. (Art. 26-k) Decisión 486).
- La solicitud no contiene el poder debidamente otorgado, con el lleno de los requisitos exigidos por los artículos 63 y subsiguientes del Código de Procedimiento Civil. Adicionalmente, deberá presentar el documento que acredita la existencia y representación legal de la sociedad solicitante, cuando ésta fuere persona jurídica.

En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 39 de la Decisión 486, se le requiere para que dentro del término de dos meses siguientes a la fecha de notificación del presente oficio, complete los requisitos anteriormente enunciados. En caso de no dar cumplimiento al presente requerimiento, la solicitud se considerará abandonada y perderá su prelación.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Única N° 10 de 2001.

ALIX CARMENZA CESPEDES DE VERGEL
Jefe de la División de Nuevas Creaciones.

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de fecha, 11 FEB 2005.

202030