



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 448 938 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
05.04.2006 Bulletin 2006/14

(21) Numéro de dépôt: **02785582.4**

(22) Date de dépôt: **04.11.2002**

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

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2002/003772

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2003/042610 (22.05.2003 Gazette 2003/21)

(54) **ECHANGEUR THERMIQUE**

WÄRMETAUSCHER

HEAT EXCHANGER

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**

(30) Priorité: **16.11.2001 FR 0114854**

(43) Date de publication de la demande:
25.08.2004 Bulletin 2004/35

(73) Titulaire: **THERMAGEN S.A.**
91198 Gif-sur-Yvette (FR)

(72) Inventeur: **JEUCH, Pierre**
F-91190 Saint-Aubin (FR)

(74) Mandataire: **Vieillefosse, Jean-Claude**
Hirsch & Associés
58, Avenue Marceau
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 261 673 WO-A-00/77462
WO-A-99/37958 FR-A- 322 802
FR-A- 528 092 FR-A- 2 011 939
US-A- 4 688 395 US-A- 5 054 544
US-A- 5 946 930 US-A- 6 103 280

EP 1 448 938 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention se rapporte à un dispositif de refroidissement d'un liquide par une méthode d'évaporation et adsorption. Le principe d'une telle méthode de refroidissement consiste à évaporer un liquide sous l'effet d'une dépression entretenue par pompage des vapeurs dudit liquide.

[0002] L'échangeur thermique selon l'invention est destiné à être utilisé dans un récipient sous la forme d'un plongeur réfrigérant ou incorporé dans un emballage de boisson auto-réfrigérant. L'objet de la présente invention est ainsi de permettre la consommation d'une boisson à une température idéale en tout lieu et à toute heure.

[0003] La mise en oeuvre de la méthode de refroidissement par évaporation et adsorption est connue et a fait l'objet de nombreuses recherches dans l'art antérieur. De nombreux dispositifs ont été proposés, associant un échangeur thermique contenant un liquide à évaporer à un réservoir contenant un adsorbant, en particulier pour des applications à des emballages de boisson auto-réfrigérants.

[0004] Ainsi, le brevet US 4 928 495, dont une illustration est donnée sur la figure 1, décrit une configuration d'emballage 10 (présenté comme une canette) auto réfrigérant comportant un échangeur thermique 16 de forme rectangulaire aplatie plongé dans une boisson à refroidir et connecté à un dispositif d'adsorption 22. Ce brevet décrit un schéma de principe sans préciser les moyens de réalisation d'un tel dispositif tenant compte des contraintes économiques liées à une application à des emballages jetables.

[0005] En outre, les demandes de brevets internationales WO 01/10738 et WO 01/11297 des mêmes inventeurs, dont une illustration est donnée sur la figure 2, décrivent également un emballage de boisson 10 auto réfrigérant comportant un échangeur 30 de forme de U cylindrique. Ces demandes de brevets précisent la géométrie de l'échangeur 30 ainsi que le procédé de fabrication et d'assemblage d'un, tel dispositif compatible avec les contraintes industrielles de grandes cadences de fabrication des canettes de boisson.

[0006] Cependant, l'échangeur 30 tel qu'il est décrit présente plusieurs inconvénients. En effet, l'efficacité de l'échange thermique entre l'évaporateur et la boisson à refroidir, qui conditionne la vitesse de refroidissement de la boisson, dépend principalement de la géométrie de l'échangeur. Or, pour obtenir une efficacité de refroidissement satisfaisante, ces demandes de brevets proposent d'augmenter la dimension de l'échangeur 30 au maximum de ce qu'il est possible d'insérer dans la canette, à savoir un diamètre de 50mm pour une hauteur de 100mm. Le volume de l'échangeur résultant est de 80ml pour un volume de boisson consommable de 300ml, ce qui représente plus de 25%.

[0007] Un autre inconvénient du dispositif décrit dans les demandes internationales ci-dessus mentionnées concerne la quantité de métal nécessaire pour réaliser

cet échangeur 30, donc son prix de revient. En particulier, l'eau à évaporer contenue dans l'échangeur pour la mise en oeuvre de la méthode de réfrigération par évaporation adsorption doit être conservée sous vide dans l'échangeur, et la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur de l'échangeur 30 impose une épaisseur significative de métal constituant les parois de l'échangeur.

[0008] En outre, un autre inconvénient, lié à la géométrie particulière de l'échangeur 30 décrit dans ces demandes internationales, consiste dans l'obligation d'utiliser un gel pour fixer le liquide réfrigérant dans l'échangeur afin d'éviter l'entraînement du liquide par ses propres vapeurs lors du fonctionnement du dispositif.

[0009] On connaît par ailleurs du document FR 2 011 939 un dispositif auto-réfrigérant pour emballage de boisson comportant un échangeur de forme conique contenant un fluide sous pression tel que du fréon liquéfié. La détente du gaz vers l'atmosphère extérieur provoque le refroidissement de la boisson en contact avec l'échangeur. La détente adiabatique de gaz sous pression provoque une très forte baisse de température qui permet un refroidissement efficace de la boisson malgré une surface de contact réduite avec la boisson à refroidir. Cependant, cette méthode de refroidissement n'est pas compatible avec les techniques industrielles de fabrication, le gaz sous pression étant de manipulation délicate. Cette méthode est également contraire à certaines normes de protection de l'environnement qui visent à réduire les émanations de gaz dans l'atmosphère.

[0010] L'objectif de la présente invention est de résoudre les inconvénients de l'art antérieur.

[0011] A cet effet, la présente invention propose un échangeur thermique dont la géométrie et l'agencement permet de favoriser la vitesse de refroidissement d'une boisson sur le principe de l'évaporation d'un liquide réfrigérant à pression réduite. Ainsi, la géométrie de l'échangeur privilégie l'établissement de courants de convection importants dans la boisson afin d'en assurer le refroidissement rapide. Cette géométrie permet en outre d'assurer une surface d'échange thermique maximale avec la boisson pour un encombrement de l'échangeur minimal.

[0012] Un autre objectif de l'invention est de généraliser le principe de la réfrigération par évaporation sous l'effet d'une dépression à tout dispositif de réfrigération d'un liquide par l'usage d'un échangeur thermique selon l'invention, par exemple utilisé comme plongeur dans un récipient contenant la boisson à refroidir.

[0013] Plus particulièrement, l'invention concerne un dispositif de refroidissement selon la revendication 1.

[0014] Selon une caractéristique, la première paroi de la cavité présente une structure nervurée.

[0015] Selon une particularité, au moins une partie des nervures de la première paroi ont une largeur nulle à l'intérieur de la cavité.

[0016] Selon des particularités de réalisation, la première paroi de la cavité comporte une section dont la surface en coupe est constante ou la surface en coupe

de la première paroi de diminuer progressivement de la base au sommet.

[0017] Selon une autre particularité, la cavité conique présente un sommet arrondi ou aplati.

[0018] Selon une caractéristique, le volume de la cavité est inférieur à 2/3 du volume délimité par la surface de révolution enveloppant ladite cavité.

[0019] Selon une caractéristique avantageuse, les parois internes de la cavité sont au moins partiellement recouvertes d'un matériau poreux hydrophile.

[0020] Selon une caractéristique, le liquide réfrigérant est de l'eau et/ou de l'eau contenant un additif ayant une pression de vapeur saturante plus élevée que celle de l'eau.

[0021] Selon un mode de réalisation, la cavité contient un dispositif séparateur d'état liquide-gaz.

[0022] Selon une caractéristique, au moins la première paroi de la cavité est composée d'un matériau thermiquement conducteur.

[0023] Selon les modes de réalisation, les moyens de pompage associés sont choisis parmi les moyens constitués par un matériau adsorbant conditionné sous vide d'air, une pompe à vide mécanique, une pompe à vide cryogénique.

[0024] L'invention concerne également un emballage de boisson auto-réfrigérant selon la revendication 16.

[0025] Selon une caractéristique, la seconde cavité présente un rapport volume sur surface au moins deux fois plus faible que le rapport volume sur surface de la première cavité.

[0026] Selon un mode de réalisation, la première paroi de la cavité de l'échangeur thermique est en contact avec la boisson contenue dans la première cavité.

[0027] Selon un autre mode de réalisation, la première paroi de la cavité de l'échangeur thermique est adjacente à une paroi de la première cavité.

[0028] Selon une caractéristique, la seconde paroi de la cavité de l'échangeur constitue une paroi de la troisième cavité et intègre les moyens de mise en communication desdites seconde et troisième cavités.

[0029] Selon les modes de réalisation, l'échangeur est relié aux moyens de pompes par un tube ou l'échangeur est solidaire des moyens de pompage, la seconde paroi de la cavité de l'échangeur étant intégrée aux dits moyens de pompage.

[0030] Les particularités et avantages de la présente invention apparaîtront au cours de la description qui suit donnée à titre d'exemple illustratif et non limitatif, et faite en référence aux figures dans lesquelles :

- La figure 1, déjà décrite, est un schéma d'une canette de boisson auto-réfrigérante selon une variante de l'art antérieur ;
- La figure 2, déjà décrite, est un schéma d'une canette de boisson auto-réfrigérante selon une autre variante de l'art antérieur ;
- Les figures 3a à 3c sont des vues schématiques en coupe transversale d'un échangeur thermique selon

plusieurs variantes de réalisation de l'invention ;

- Les figures 4a à 4c sont des vues schématiques de dessus en coupe selon plusieurs variantes de réalisation des échangeurs selon l'invention ;
- La figure 5 est une vue schématique en coupe d'une réalisation particulière de l'échangeur thermique selon l'invention ;
- La figure 6 est une vue schématique en coupe d'un emballage de boisson comprenant un échangeur thermique selon l'invention.
- La figure 7 est une vue schématique en coupe d'un plongeur réfrigérant comprenant un échangeur thermique selon l'invention.

[0031] L'échangeur thermique selon l'invention comprend une cavité 2 contenant un liquide réfrigérant apte à s'évaporer sous l'effet d'une dépression entretenue par des moyens de pompage. L'échangeur thermique est destiné à être immergé dans une boisson à refroidir. Ainsi, il est essentiel que l'échangeur thermique selon l'invention présente au moins une première paroi 21 en contact avec la boisson à refroidir et au moins une seconde paroi 22 qui intègre des moyens de mise en communication 30 avec des moyens de pompage 31.

[0032] Comme illustré sur les séries de figures 3 et selon une caractéristique essentielle de l'invention, la paroi 21 de la cavité 2 en contact avec le liquide à refroidir est de forme substantiellement conique telle que sa surface en coupe diminue de la base au sommet. Cette géométrie particulière de la cavité 2 de l'échangeur privilégie en effet l'établissement de courants de convection importants dans la boisson afin d'en assurer le refroidissement rapide. Il est important que la forme globale de la cavité soit conique, en particulier que sa surface en coupe diminue progressivement de la base au sommet. Néanmoins, une section droite, qui ne modifie pas la surface en coupe de l'échangeur peut éventuellement être réalisée sur une partie de la hauteur de l'échangeur sans nuire à son bon fonctionnement. Les formes coniques couvertes par cette définition peuvent prendre plusieurs configurations possibles et concernent aussi bien un cône pointu (3b) qu'un cylindre en dôme (3d).

[0033] Les figures 4a à 4d sont des vues en coupe de dessus de la cavité 2 de l'échangeur selon l'invention et les modes de réalisations illustrés sur ces figures peuvent être indifféremment combinés avec les modes de réalisations illustrés sur les figures 3a à 3d.

[0034] Comme illustré sur les séries de figures 4 et selon une caractéristique avantageuse de l'invention, la paroi 21 de la cavité 2 de l'échangeur thermique en contact avec la boisson à refroidir peut présenter une structure nervurée afin d'augmenter la surface d'échange thermique entre l'échangeur et la boisson. La figure 4c illustre un mode de réalisation dans lequel la première paroi 21 ne présente aucune nervure.

[0035] Selon un mode de réalisation particulier, illustré figure 4b, au moins une partie des nervures de la première paroi 21 ont une largeur nulle à l'intérieur de la

cavité 2 de manière à créer des ailettes 23 sur la cavité 2.

[0036] Ainsi, la première paroi 21 de l'échangeur peut être définie comme étant incluse entre deux surfaces de révolution interne et externe (référéncée i et e sur les figures 3a à 3d) confondues à la base du cône, c'est à dire à la ligne de jonction avec la seconde paroi 22 de l'échangeur intégrant des moyens de mise en communication 30 avec des moyens de pompage. Ces surfaces i et e peuvent avantageusement être constituées d'un assemblage de cônes, cylindres, tores, sphères ou toute autre surface plus complexe, réalisé par emboutissage par exemple. On définit également le sommet 24 du cône comme étant le point de la paroi 21 le plus éloigné de la base 22 se situant sensiblement sur l'axe de révolutions des surfaces précédemment décrites.

[0037] Le sommet 24 du cône 21 de l'échangeur selon l'invention peut présenter un arrondi sans nuire à l'efficacité de l'échange thermique. Cet arrondi est motivé par un souci d'éviter tout incident lorsque l'emballage vidé contenant cet échangeur est écrasé.

[0038] Les avantages thermiques procurés par une telle géométrie de l'échangeur thermique selon l'invention sont multiples. En fonctionnement, l'échangeur selon l'invention est orienté avec le sommet du cône vers le bas. La surface d'échange thermique plus faible que les échangeurs connus est largement compensée par une accélération des courants de convection produits dans l'axe de révolution du cône selon un effet dit de « cheminée inversée » par lequel tous les filets d'eau refroidis au contact de la paroi de l'échangeur s'écoulent vers l'axe du cône. Cette colonne de liquide froid produite renforce le gradient de pression et crée des courants de convection froids remontant par un effet de « cheminée inversée » sans être freinés par la surface de l'échangeur. Ainsi, une surface d'échange de l'ordre de 100cm² permet d'atteindre des performances équivalentes à des échangeurs connus ayant une surface d'échange de plus de 300cm² avec une géométrie plane. De par sa géométrie, l'échangeur selon l'invention permet l'établissement d'un fort courant de convection axial plutôt que la formation de cellules de courants de convection secondaires non axiales.

[0039] La structure de cône nervuré permet en particulier d'obtenir une surface d'échange thermique significative dans un encombrement limité, spécifiquement une hauteur limitée, ce qui permet une application avantageuse aux emballages de boisson fermés. Par exemple, la hauteur de l'échangeur en cône nervuré peut être limitée à moins de la moitié de la hauteur de l'emballage contenant la boisson à refroidir.

[0040] Des valeurs typiques de la géométrie d'un échangeur selon l'invention peuvent être les suivantes, données sans caractère limitatif mais seulement à titre d'exemple de réalisation :

Surface d'échange = 100 cm²

Volume interne = 40 cm³

Encombrement = 60 cm³ (défini par la surface de révolution de l'enveloppe de l'échangeur)

Hauteur = 5cm

[0041] La cavité de l'échangeur est composée d'un matériau thermiquement conducteur, tel que de l'acier ou de l'aluminium par exemple. La surface de l'échangeur selon l'invention étant réduite, la quantité de métal nécessaire à sa fabrication est réduite, ce qui réduit également son prix de revient.

[0042] De plus, cette structure permet une bonne résistance à la pression externe exercée sur la cavité de l'échangeur par la boisson à refroidir. L'épaisseur de métal constituant la cavité peut en conséquence être réduite. En particulier, une épaisseur de l'ordre de 0.2 à 0.4 mm peut être suffisante.

[0043] Le liquide réfrigérant contenu dans la cavité de l'échangeur peut être de l'eau, ou préférentiellement de l'eau contenant un additif, par exemple du méthanol, ayant une pression de vapeur saturante élevée permettant de déclencher l'ébullition du liquide réfrigérant plus rapidement et de réduire les projections de gouttes qui peuvent être violentes au début du processus de pompage.

[0044] Selon une particularité avantageuse, le liquide ne remplit que partiellement la cavité, par exemple à moitié.

[0045] Selon une autre particularité de l'invention, la cavité de l'échangeur ne contient que le liquide réfrigérant ainsi que les vapeurs dudit liquide, c'est à dire que le liquide a préalablement été dégazé avant d'être introduit dans la cavité. Ce dégazage peut être assuré, en particulier, par une ébullition à pression atmosphérique suivie d'une ébullition par réduction de pression jusqu'à quelques millibars. Le liquide réfrigérant est ensuite placé dans la cavité de l'échangeur sous vide d'air. En d'autres termes, la pression partielle, dans l'échangeur, des gaz autres que la vapeur du liquide réfrigérant, avant sa mise en communication avec les moyens de pompage, est inférieure ou égale à 1mb. Cette particularité permet d'assurer une bonne vitesse d'évaporation en évitant de limiter la réaction d'évaporation avec des gaz non adsorbables qui seraient contenus dans la cavité.

[0046] Selon une autre particularité avantageuse, les parois internes de la cavité 2 de l'échangeur sont recouvertes, au moins partiellement, d'un matériau poreux hydrophile, comme de la cellulose, un tissu ou un polymère par exemple. Cette couche poreuse peut être collée par exemple. La paroi 21 d'échange thermique est ainsi mouillée sur sa surface interne ce qui favorise une meilleure évaporation et donc un meilleur refroidissement sur la surface d'échange. Préférentiellement, un tissu à mailles espacées est utilisé afin de favoriser l'évaporation du liquide réfrigérant au contact du métal de l'échangeur tout en laissant échapper la vapeur dudit liquide à travers la couche poreuse. On supprime ainsi la résistance thermique de la couche poreuse.

[0047] Selon un mode de mise en oeuvre, illustré sur la figure 5, la cavité 2 de l'échangeur peut contenir un dispositif de séparation liquide-gaz 50. Ce mode de réa-

lisation est possible de par la géométrie particulière de la cavité 2 constituant l'échangeur selon l'invention. En effet, un grand volume est disponible à la base du cône, précisément à proximité de la seconde paroi 22 intégrant les moyens de connexion 30 aux moyens de pompage 31. Il est ainsi possible de disposer, à l'intérieur même de l'échangeur un dispositif de séparation liquide-gaz 50 à proximité de l'ouverture desdits moyens de connexion 30. Un tel dispositif est décrit ci-après et ne pourrait être implémenté facilement dans un échangeur de géométrie connue de l'art antérieur. Le dispositif de séparation d'état 50 disposé dans l'échangeur selon l'invention occupe un volume inférieur à 20cm³.

[0048] Un tel séparateur d'état liquide-gaz 50 permet de séparer les molécules de vapeur du liquide réfrigérant pompé des gouttes dudit liquide entraînées par la vapeur dudit liquide. En effet, selon le principe physique de refroidissement mis en oeuvre par évaporation, le liquide réfrigérant s'évapore sous l'effet d'une dépression initiée par une rupture du vide et entretenue par un pompage des vapeurs dudit liquide. Or, la force de pompage peut être telle que des gouttes de liquide peuvent être entraînées vers la pompe 31 et nuire ainsi à son bon fonctionnement. Il est donc nécessaire de prévoir un séparateur d'état liquide-gaz 50 qui laisse passer les vapeurs du liquide réfrigérant à pomper et qui renvoie les gouttes de liquide dans la cavité 2 de l'échangeur thermique.

[0049] Un tel séparateur d'état comporte un déflecteur de vapeur qui se compose d'au moins une paroi formant chicane 51 imposant un ou des changements de direction brusques au flux de vapeur. Les molécules de vapeur ont un libre parcours moyen très faible, de l'ordre du micromètre, ce qui signifie qu'elles peuvent changer de direction très rapidement. En revanche, les gouttes de liquide ont une masse telle qu'elles sont entraînées par leur inertie et séparées ainsi du flux gazeux. Ce mécanisme permet avantageusement une séparation liquide-gaz sans ralentissement important du flux de vapeur et ne nécessite donc pas l'occupation d'un volume important.

[0050] Le dispositif séparateur d'état comporte également, en complément, un collecteur de gouttes 60 permettant de reconduire les gouttes de liquide séparées du flux gazeux de vapeur vers le bas de la cavité de l'évaporateur 2. Le collecteur 60 comporte un entonnoir et au moins un tube d'écoulement des gouttes. L'entonnoir peut avantageusement contribuer à former la chicane 51 du déflecteur de vapeur.

[0051] Selon un mode de réalisation avantageux, le déflecteur de vapeur 51 est avantageusement disposée autour des moyens de mise en communication 30 avec les moyens de pompage 31 et l'entonnoir du collecteur de gouttes 60 définit un angle solide qui inclut lesdits moyens de mise en communication 30 et le déflecteur de vapeur 51.

[0052] Préférentiellement, le tube d'écoulement des gouttes du collecteur 60 présente une longueur supérieure ou égale à la perte de charge de la vapeur dans

la chicane 51 afin d'éviter la projection de gouttes à travers ledit tube d'écoulement. Cette perte de charge est avantageusement mesurée en hauteur de volume d'eau. Si on considère, par exemple, une perte de charge de la vapeur V de 1mb (correspondant à 1cm de hauteur de colonne d'eau) le tube aura au moins 1cm de long.

[0053] Selon une particularité avantageuse, le dispositif séparateur d'état comprend en outre une protection 55 des projections directes de gouttes qui complète le déflecteur de vapeur 51. Cette protection 55 est disposée en regard des moyens de mise en communication 30 afin d'éviter une pollution directe des moyens de pompage 31 en particulier lors de l'initiation de la réaction d'adsorption.

[0054] Selon les applications, les moyens de pompage 31 associés à l'échangeur thermique 2 selon l'invention peuvent être constitués d'une pompe à vide mécanique, ou de moyens de pompage cryogéniques tels que des pièges froids qui condensent les vapeurs d'eau, ou encore d'une cartouche sous vide d'air contenant des réactifs (des dessiccants) aptes à déclencher et entretenir l'adsorption du liquide. La mise en oeuvre du refroidissement est donc initiée par une mise en communication 30 de l'échangeur thermique 2 selon l'invention avec des moyens de pompage 31. Selon une particularité avantageuse de l'invention, c'est la paroi de la cavité formant la base 22 du cône qui comporte les moyens de mise en communication 30 intégrés dans ladite paroi 22.

[0055] Comme illustré sur la figure 6, l'invention se rapporte également à un emballage de boisson 10 contenant un échangeur thermique selon l'invention tel que précédemment décrit.

[0056] Un tel emballage 10 de boisson auto-réfrigérant comprend une première cavité 1 contenant une boisson de consommation. Cette première cavité 1 peut présenter les formes et dimensions d'une canette standardisée. Une seconde cavité 2 est contiguë à la première cavité et constitue un échangeur thermique selon les formes et particularités déjà décrites de l'invention.

[0057] Selon un mode de réalisation avantageux, la première paroi 21, conique, de la seconde cavité 2 est en contact avec la boisson contenue dans la première cavité 1.

[0058] Selon un autre mode de réalisation, la première paroi 21, conique, de la seconde cavité 2 est adjacente à une paroi de la première cavité 1. Ces parois sont ainsi en contact intime afin d'assurer un bon transfert thermique. Elles peuvent néanmoins être constituées de matériaux différents, par exemple la paroi 21 de la cavité de l'échangeur thermique 2 est en métal alors que la paroi de la cavité 1 contenant la boisson est en plastique PET (Poly Ethylène Téréphtalate). Bien que ce mode de réalisation soit moins avantageux pour ce qui est de l'efficacité de l'échange thermique entre l'échangeur 2 et la boisson, il permet par exemple de bien maîtriser un environnement stérile de la cavité 1 contenant la boisson, par exemple pour une application à des produits lactés.

[0059] Avantageusement, la seconde cavité 2 formant

l'échangeur thermique présente un rapport volume sur surface au moins deux fois plus faible que le rapport volume sur surface de la première cavité 1 contenant la boisson à refroidir.

[0060] Le refroidissement de la boisson contenue dans la première cavité 1 (la canette) est obtenu par l'évaporation du liquide réfrigérant contenu dans la seconde cavité 2 (l'échangeur thermique). Cette évaporation est initiée par une dépression provoquée dans la cavité 2 de l'échangeur par actionnement de moyens de mise en communication 30 de la cavité formant l'échangeur thermique avec des moyens de pompage 31, puis cette dépression est entretenue par un pompage des vapeurs dudit liquide.

[0061] A cet effet, l'emballage de boisson auto-réfrigérant selon l'invention comporte une troisième cavité 3 contenant des moyens de pompage 31, en l'occurrence un réservoir de dessiccants aptes à adsorber les vapeurs du liquide réfrigérant selon un principe physique connu mentionné précédemment.

[0062] Selon un mode de réalisation préférentiel, la paroi conique 21 de la seconde cavité 2 formant l'échangeur constitue également une paroi de la première cavité 1 contenant le liquide à refroidir. De même, la paroi formant la base 22 du cône de la seconde cavité 2 formant l'échangeur thermique constitue également une paroi de la troisième cavité 3 contenant les dessiccants, cette paroi 22 commune intégrant les moyens de mise en communication 30 desdites seconde et troisième cavités. Avantageusement, la troisième cavité 3 peut comporter des moyens d'actionnement 32 des moyens de mise en communication 30 tel qu'une tige déclenchant l'ouverture desdits moyens de mise en communication 30.

[0063] Selon une autre application, l'échangeur thermique selon l'invention peut être utilisé dans un dispositif de refroidissement d'une boisson contenue dans un récipient ouvert en tant que plongeur refroidissant.

[0064] Dans une première variante de réalisation, dont une illustration peut être donnée par la figure 5, le plongeur refroidissant comporte un échangeur thermique selon l'invention avec une cavité 2 substantiellement conique reliée à des moyens de pompage 31 par des moyens de mise en communication 30 intégrés dans la paroi 22 formant la base de la cavité 2. L'échangeur thermique est alors fourni seul avec ses moyens de mise en communication 30 intégrés et doit être relié à des moyens de pompage 31 adaptés, tels qu'une pompe à vide mécanique ou cryogénique ou une cartouche sous vide d'air contenant des dessiccants, par un tube pouvant être souple ou rigide, fixe ou amovible.

[0065] Dans une deuxième variante de réalisation, illustrée sur la figure 7, le plongeur refroidissant comporte un échangeur thermique selon l'invention avec une cavité 2 substantiellement conique solidaire de moyens de pompage par la paroi 22 formant la base de la cavité 2. L'échangeur thermique est alors fourni avec des moyens de mise en communication 30 intégrés et des moyens de pompage 31 adaptés, tels qu'une cartouche sous vide

d'air contenant des dessiccants. Le plongeur constitue ainsi un dispositif de refroidissement autonome jetable ou éventuellement réutilisable après régénération.

Revendications

1. Dispositif de refroidissement d'un liquide comprenant :

- un échangeur thermique comprenant une cavité (2) contenant un liquide réfrigérant apte à s'évaporer sous l'effet d'une dépression et les vapeurs dudit liquide à une pression inférieure à la pression atmosphérique,
- des moyens de pompage (31) adaptés à pomper les vapeurs dudit liquide réfrigérant de manière à entretenir une dépression dans la cavité (2),

ladite cavité (2) de l'échangeur thermique comportant au moins une première paroi (21) de forme substantiellement conique telle que sa surface en coupe diminue de la base au sommet, et au moins une seconde paroi (22) formant la base de ladite forme conique, ladite première paroi conique (21) étant destinée à être en contact avec le liquide à refroidir et ladite seconde paroi (22) intégrant des moyens de mise en communication (30) avec lesdits moyens de pompage (31).

2. Dispositif de refroidissement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la première paroi (21) de la cavité (2) présente une structure nervurée.

3. Dispositif de refroidissement selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** au moins une partie des nervures de la première paroi ont une largeur nulle à l'intérieur de la cavité.

4. Dispositif de refroidissement selon la revendication 1 à 3, **caractérisé en ce que** la première paroi (21) de la cavité (2) comporte une section dont la surface en coupe est constante.

5. Dispositif de refroidissement selon la revendication 1 à 3, **caractérisé en ce que** la surface en coupe de la première paroi (21) de la cavité conique (2) diminue progressivement de la base (22) au sommet (24).

6. Dispositif de refroidissement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la cavité conique (2) présente un sommet (24) arrondi ou aplati.

7. Dispositif de refroidissement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le vo-

lume de la cavité (2) est inférieur à 2/3 du volume délimité par la surface de révolution enveloppant ladite cavité.

8. Dispositif de refroidissement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les parois internes de la cavité (2) sont au moins partiellement recouvertes d'un matériau poreux hydrophile. 5
9. Dispositif de refroidissement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le liquide réfrigérant est de l'eau et/ou de l'eau contenant un additif ayant une pression de vapeur saturante plus élevée que celle de l'eau. 10
10. Dispositif de refroidissement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la cavité (2) contient un dispositif séparateur d'état liquide-gaz (50). 15
11. Dispositif de refroidissement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** au moins la première paroi (21) de la cavité (2) est composée d'un matériau thermiquement conducteur. 25
12. Dispositif de refroidissement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens de pompage (31) associés sont choisis parmi les moyens constitués par un matériau adsorbant conditionné sous vide d'air, une pompe à vide mécanique, une pompe à vide cryogénique. 30
13. Dispositif de refroidissement selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la cavité (2) de l'échangeur thermique constitue un plongeur immergé dans le liquide à refroidir. 35
14. Dispositif de refroidissement selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la cavité (2) de l'échangeur est reliée aux moyens de pompes (31) par un tube. 40
15. Dispositif de refroidissement selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** la cavité (2) de l'échangeur est solidaire des moyens de pompage (31), la seconde paroi (22) de la cavité étant intégrée aux dits moyens de pompage. 45
16. Emballage de boisson auto-réfrigérant (10) comprenant : 50
 - une première cavité (1) contenant une boisson de consommation,
 - une seconde cavité (2) constituée d'un échangeur thermique contenant un liquide réfrigérant apte à s'évaporer sous l'effet d'une dépression et les vapeurs dudit liquide à une pression infé-

rieure à la pression atmosphérique,

- une troisième cavité (3) contenant des moyens de pompage (31) adaptés à adsorber les vapeurs dudit liquide réfrigérant de manière à entretenir une dépression dans la seconde cavité (2),

ladite cavité (2) de l'échangeur thermique comportant au moins une première paroi (21) de forme substantiellement conique telle que sa surface en coupe diminue de la base au sommet et au moins une seconde paroi (22) formant la base de ladite forme conique, ladite première paroi conique (21) étant en contact avec la boisson contenue dans la première cavité (1) et ladite seconde paroi (22) intégrant des moyens de mise en communication (30) avec lesdits moyens de pompage (31).

17. Emballage de boisson auto-réfrigérant selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** le sommet de la forme conique de la seconde cavité (2) est orienté vers le bas de manière à créer au moins un courant de convection dans l'axe du cône dans la première cavité (1) lors de l'adsorption de la vapeur du liquide réfrigérant. 20
18. Emballage de boisson auto-réfrigérant selon l'une des revendications 16 à 17, **caractérisé en ce que** la seconde cavité (2) présente un rapport volume sur surface au moins deux fois plus faible que le rapport volume sur surface de la première cavité (1). 30
19. Emballage de boisson auto-réfrigérant selon l'une des revendications 16 à 17, **caractérisé en ce que** la première paroi (21) de la cavité (2) de l'échangeur thermique est en contact avec la boisson contenue dans la première cavité (1). 35
20. Emballage de boisson auto-réfrigérant selon l'une des revendications 16 à 18, **caractérisé en ce que** la première paroi (21) de la cavité (2) de l'échangeur thermique est adjacente à une paroi de la première cavité (1). 40
21. Emballage de boisson auto-réfrigérant selon l'une des revendications 16 à 20, **caractérisé en ce que** la seconde paroi (22) de la cavité (2) de l'échangeur constitue une paroi de la troisième cavité (3) et intègre les moyens de mise en communication (31) desdites seconde et troisième cavités (2, 3). 45

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Kühlung einer Flüssigkeit, umfassend: 55
 - einen Wärmeaustauscher, umfassend einen

- Hohlraum (2), der eine Kühlflüssigkeit, die zum Verdampfen unter der Wirkung eines Unterdrucks geeignet ist, und die Dämpfe der Flüssigkeit bei einem Druck unterhalb des atmosphärischen Drucks enthält,
 - Pumpeinrichtungen (31), die zum Abpumpen der Dämpfe der Kühlflüssigkeit geeignet sind, so dass in dem Hohlraum (2) ein Unterdruck aufrechterhalten wird,
- wobei der Hohlraum (2) des Wärmeaustauschers mindestens eine erste Wand (21) von im Wesentlichen konischer Form, derart dass sich ihre Schnittfläche von der Basis bis zur Spitze verjüngt, und mindestens eine zweite Wand (22), die die Basis der konischen Form bildet, aufweist, wobei die erste konische Wand (21) zum Kontakt mit der zu kühlenden Flüssigkeit bestimmt ist und in der zweiten Wand (22) Einrichtungen (31) zum Kommunizieren mit den Pumpeinrichtungen (30) integriert sind.
2. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Wand (21) des Hohlraums (2) eine Rippenstruktur aufweist.
 3. Kühlvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Teil der Rippen der ersten Wand keine Breite im Inneren des Hohlraums aufweist.
 4. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Wand (21) des Hohlraums (2) einen Abschnitt aufweist, dessen Schnittfläche konstant ist.
 5. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Schnittfläche der ersten Wand (21) des konischen Hohlraums (2) von der Basis (22) bis zur Spitze (21) fortschreitend verjüngt.
 6. Kühlvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der konische Hohlraum (2) eine abgerundete oder abgeflachte Spitze (24) aufweist.
 7. Kühlvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Volumen des Hohlraums (2) weniger als 2/3 des Volumens beträgt, das durch die umlaufende Fläche, die den Hohlraum umschließt, begrenzt wird.
 8. Kühlvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenwände des Hohlraums (2) mindestens teilweise mit einem hydrophilen porösen Material bedeckt sind.
 9. Kühlvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlflüssigkeit Wasser und/oder Wasser, das einen Zusatzstoff mit einem Sättigungsdampfdruck enthält, der höher ist als derjenige des Wassers, ist.
 10. Kühlvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlraum (2) eine Trennvorrichtung für den Flüssig-Gas-Zustand (50) enthält.
 11. Kühlvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens die erste Wand (21) des Hohlraums (2) aus einem wärmeleitenden Material besteht.
 12. Kühlvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beigefügten Pumpeinrichtungen (31) aus den Mitteln ausgewählt sind, bestehend aus einem unter Vakuum konditionierten adsorbierenden Material, einer mechanischen Vakuumpumpe, einer Tieftemperatur-Vakuumpumpe.
 13. Kühlvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlraum (2) des Wärmeaustauschers eine in die zu kühlende Flüssigkeit eingetauchte Tauchvorrichtung darstellt.
 14. Kühlvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlraum (2) des Austauschers über ein Rohr mit der Pumpeinrichtung (31) verbunden ist.
 15. Kühlvorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlraum (2) des Austauschers mit der Pumpeinrichtung (31) aus einem Stück besteht, wobei die zweite Wand (22) des Hohlraums in die Pumpeinrichtung integriert ist.
 16. Selbstkühlende Getränkeverpackung (10), umfassend:
 - einen ersten Hohlraum (1), der ein trinkfertiges Getränk enthält,
 - einen zweiten Hohlraum (2), der aus einem Wärmeaustauscher besteht, der eine Kühlflüssigkeit, die zum Verdampfen unter der Wirkung eines Unterdrucks geeignet ist, und die Dämpfe der Flüssigkeit bei einem Druck unterhalb des atmosphärischen Drucks enthält,
 - einen dritten Hohlraum (3), der die Pumpeinrichtungen (31) enthält, die zur Adsorption der Dämpfe der Kühlflüssigkeit ausgelegt sind, so dass in dem zweiten Hohlraum (2) ein Unterdruck aufrechterhalten wird,

wobei der Hohlraum (2) des Wärmeaustauschers mindestens eine erste Wand (21) von im Wesentlichen konischer Form, derart, dass sich ihre Schnittfläche von der Basis bis zur Spitze verjüngt, und mindestens eine zweite Wand (22), die die Basis der konischen Form bildet, aufweist, wobei die erste konische Wand (21) mit dem Getränk in Kontakt ist, das in dem ersten Hohlraum (1) enthalten ist, und in der zweiten Wand (22) mit den Pumpeinrichtungen (31) kommunizierende Mittel (30) integriert sind.

17. Selbstkühlende Getränkeverpackung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spitze der konischen Form des zweiten Hohlraums (2) nach unten gerichtet ist, so dass bei der Adsorption des Dampfes der Kühlflüssigkeit mindestens eine Konvektionsströmung in der Achse des Konus in dem ersten Hohlraum (1) erzeugt wird.
18. Selbstkühlende Getränkeverpackung nach einem der Ansprüche 16 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Hohlraum (2) ein Verhältnis von Volumen zu Oberfläche aufweist, das mindestens zweimal geringer ist als das Verhältnis von Volumen zu Oberfläche des ersten Hohlraums (1).
19. Selbstkühlende Getränkeverpackung nach einem der Ansprüche 16 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Wand (21) des Hohlraums (2) des Wärmeaustauschers mit dem in dem ersten Hohlraum (1) enthaltenen Getränk in Kontakt ist.
20. Selbstkühlende Getränkeverpackung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Wand (21) des Hohlraums (2) des Wärmeaustauschers an eine Wand des ersten Hohlraums (1) angrenzt.
21. Selbstkühlende Getränkeverpackung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Wand (22) des Hohlraums (2) des Austauschers eine Wand des dritten Hohlraums (3) aufbaut und in sie die Einrichtungen (31) zum Kommunizieren des zweiten mit dem dritten Hohlraum (2, 3) integriert sind.

Claims

1. A liquid cooling device comprising:
 - a heat exchanger comprising a cavity (2) containing a cooling liquid capable of evaporating under the effect of a reduced pressure and the vapors of said cooling liquid at a pressure below atmospheric pressure,
 - pumping means (31) adapted to pump the vapors of said cooling liquid so as to maintain a

sub-atmospheric pressure in said cavity (2),
 - said cavity (2) of the heat exchanger having at least a first wall (21) substantially conical in shape, such that its surface area in section diminishes from the base to the top, and at least a second wall (22) forming the base of said conical shape, said first conical wall (21) being designed to be in contact with the liquid to be cooled and said second wall (22) incorporating means of connecting (30) the cavity (2) of the exchanger to the pumping means (31).

2. The cooling device according to claim 1, **characterized in that** the first wall (21) of the cavity (2) has a ribbed structure.
3. The cooling device according to claim 2, **characterized in that** at least some of the ribs of the first wall have a zero width inside the cavity.
4. The cooling device according to claims 1 to 3, **characterized in that** the first wall (21) of the cavity (2) comprises a section the surface area of which in section is constant.
5. The cooling device according to claims 1 to 3, **characterized in that** the surface area in cross-section of the first wall (21) of the conical cavity (2) gradually reduces from the base (22) to the top (24).
6. The cooling device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the conical cavity (2) has a rounded or flattened top (24).
7. The cooling device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the volume of the cavity (2) is less than 2/3 of the volume delimited by the surface of revolution enveloping said cavity.
8. The cooling device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the internal walls of the cavity (2) are at least partially covered with a hydrophilic porous material.
9. The cooling device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the cooling liquid is water and/or water containing an additive having a saturated vapor pressure higher than that of water.
10. The cooling device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the cavity (2) contains a liquid-gas state separating device (50).
11. The cooling device according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least the first wall (21) of the cavity (2) is made of a heat-conducting material.

12. The cooling device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the associated pumping means (31) are chosen from the means constituted by an adsorbent air vacuum-packed material, a mechanical vacuum pump, a cryogenic vacuum pump. 5
13. The cooling device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the cavity (2) of the heat exchanger constitutes a dip tube immersed in the liquid to be cooled. 10
14. The cooling device according to claim 13, **characterized in that** the cavity (2) of the exchanger is linked to the pumping means (31) by a tube. 15
15. The cooling device according to claim 13, **characterized in that** the cavity (2) of the exchanger is integral with the pumping means, the second wall (22) of the cavity of the exchanger being integrated into said pumping means. 20
16. A self-cooling drink container (10) comprising:
- a first cavity (1) containing a consumer drink, 25
 - a second cavity (2) constituted by a heat exchanger containing a cooling liquid capable of evaporating under the effect of a reduced pressure and the vapors of said cooling liquid at a pressure below atmospheric pressure, 30
 - a third cavity (3) containing pumping means (31) adapted to absorb the vapors of said cooling liquid so as to maintain a sub-atmospheric pressure in said second cavity (2),
 - said cavity (2) of the heat exchanger having at least a first wall (21) substantially conical in shape, such that its surface area in section diminishes from the base to the top, and at least a second wall (22) forming the base of said conical shape, said first conical wall (21) being designed to be in contact with the drink contained in said first cavity (1), and said second wall (22) incorporating means of connecting (30) the cavity (2) of the exchanger to the pumping means (31). 40 45
17. The self-cooling drink container according to claim 16, **characterized in that** the top of the conical shape of the second cavity (2) is directed downwards so as to create at least one convection current in the axis of the cone in the first cavity (1) during the adsorption of the vapor of the cooling liquid. 50
18. The self-cooling drink container according to one of claims 16 to 17, **characterized in that** the second cavity (2) has a volume-to-surface area ratio at least two times smaller than the volume-to-surface area ratio of the first cavity (1). 55
19. The self-cooling drink container according to one of claims 16 to 17, **characterized in that** the first wall (21) of the cavity (2) of the heat exchanger is in contact with the drink contained in the first cavity (1).
20. The self-cooling drink container according to one of claims 16 to 18, **characterized in that** the first wall (21) of the cavity (2) of the heat exchanger is adjacent to a wall of the first cavity (1).
21. The self-cooling drink container according to one of claims 16 to 20, **characterized in that** the second wall (22) of the cavity (2) of the exchanger constitutes a wall of the third cavity (3) and incorporates means of communication (31) with said second and third cavities (2, 3).

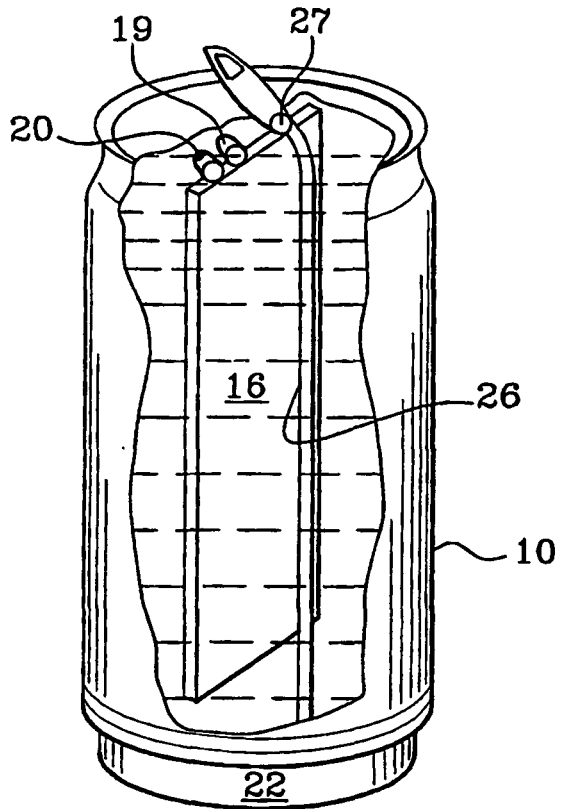


Fig. 1

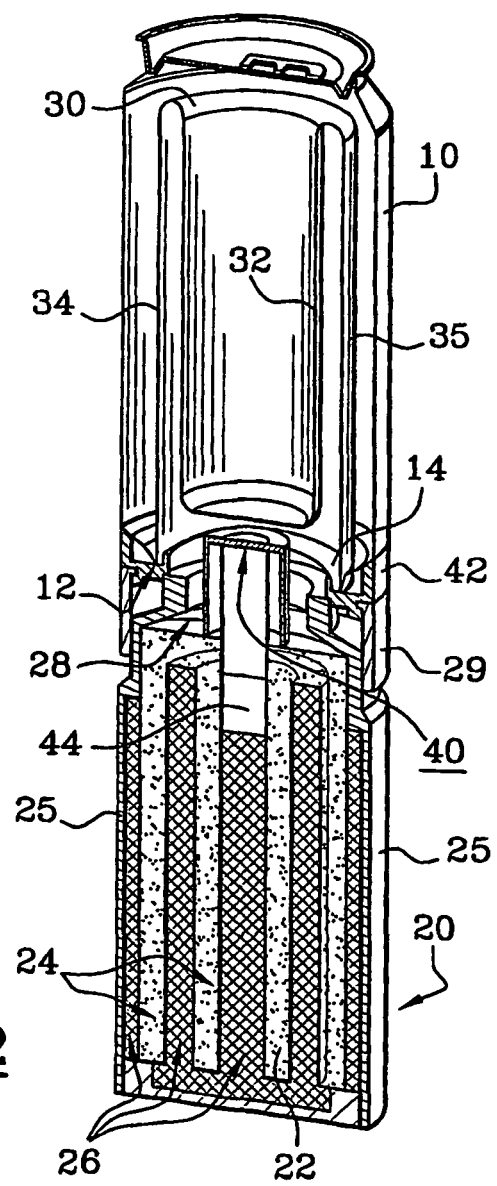


Fig. 2

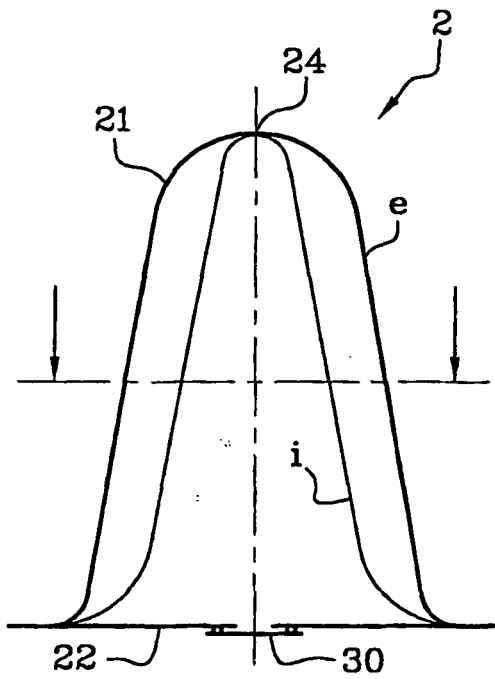


Fig. 3a

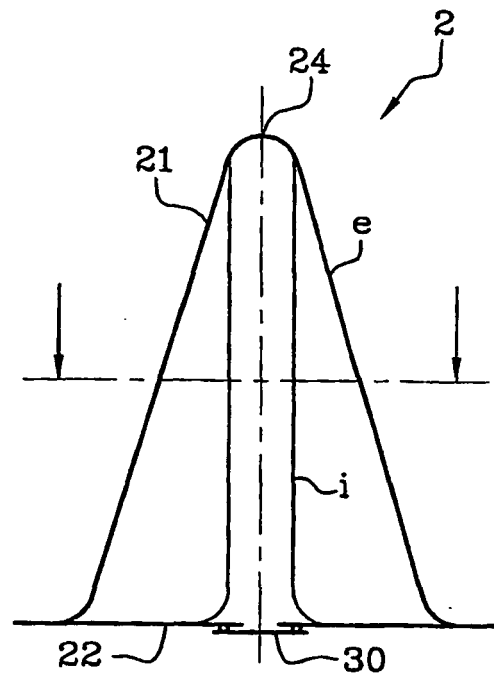


Fig. 3b

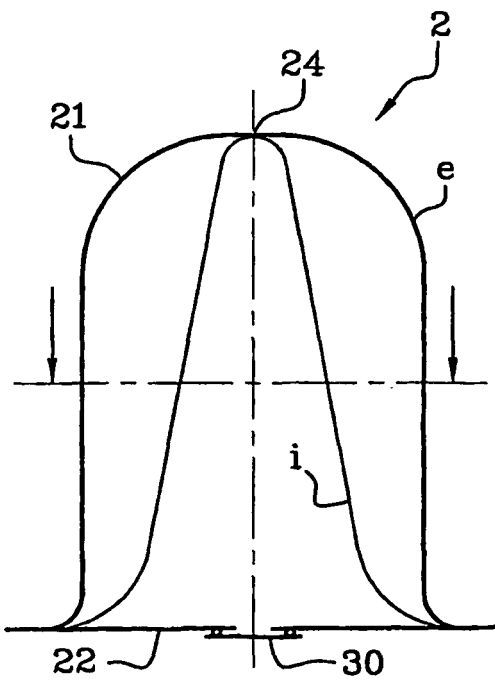


Fig. 3c

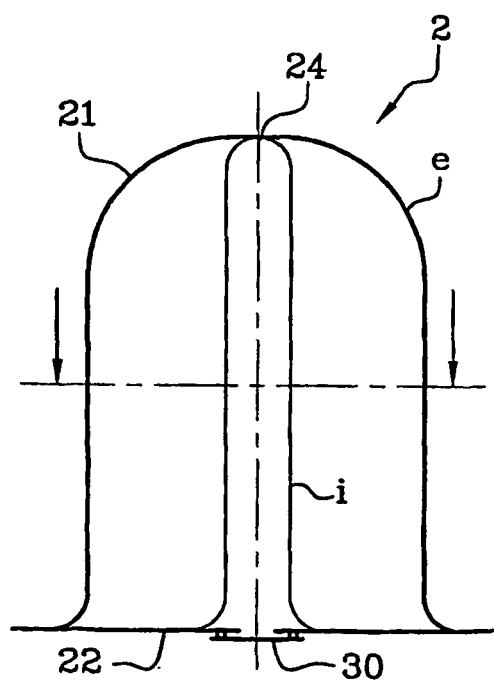


Fig. 3d

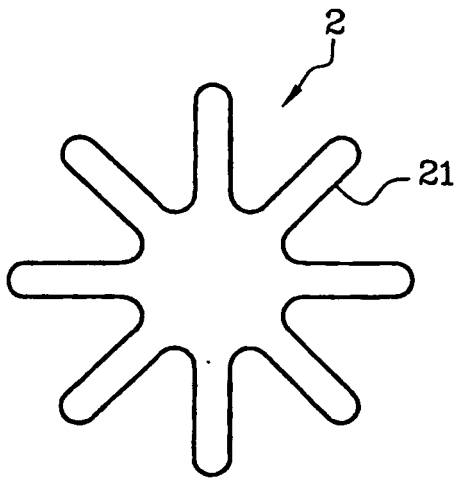


Fig. 4a

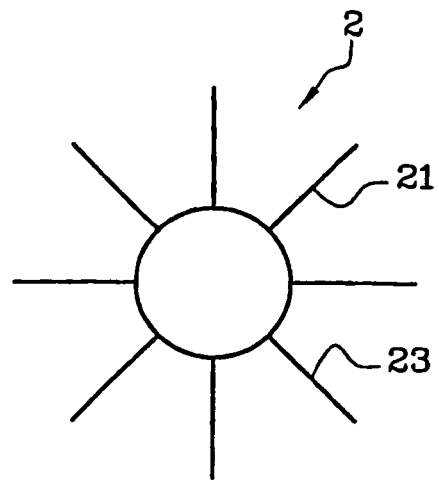


Fig. 4b

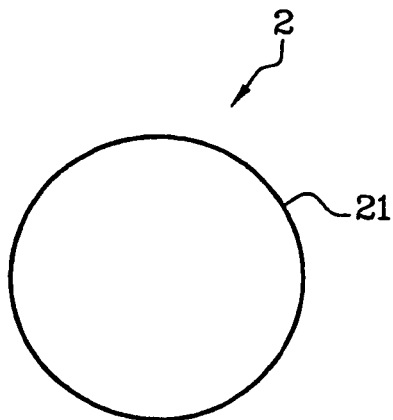


Fig. 4c

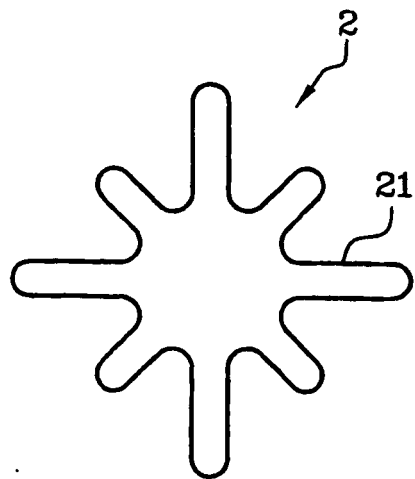


Fig. 4d

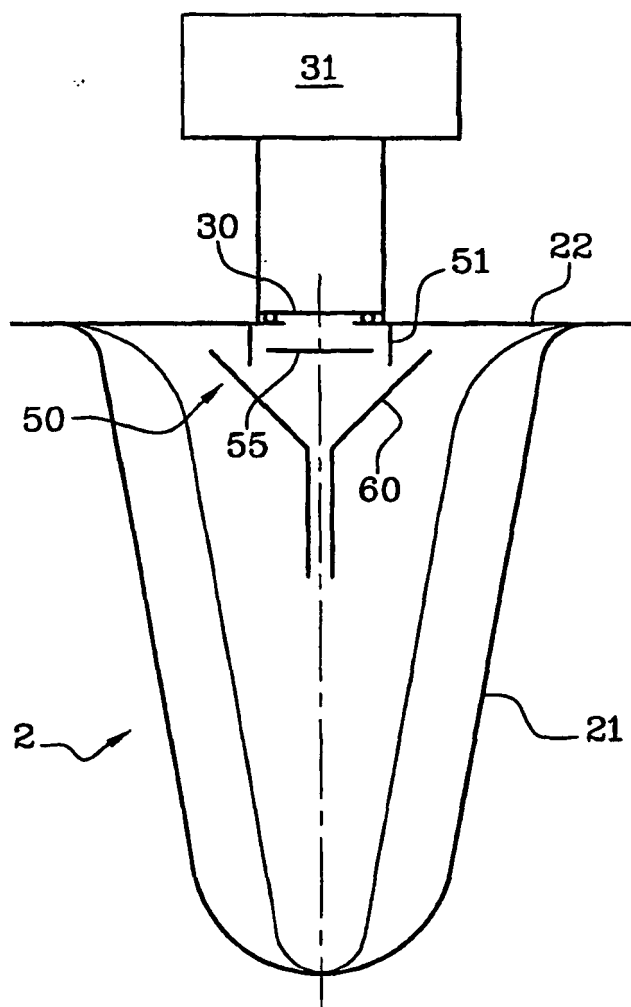


Fig. 5

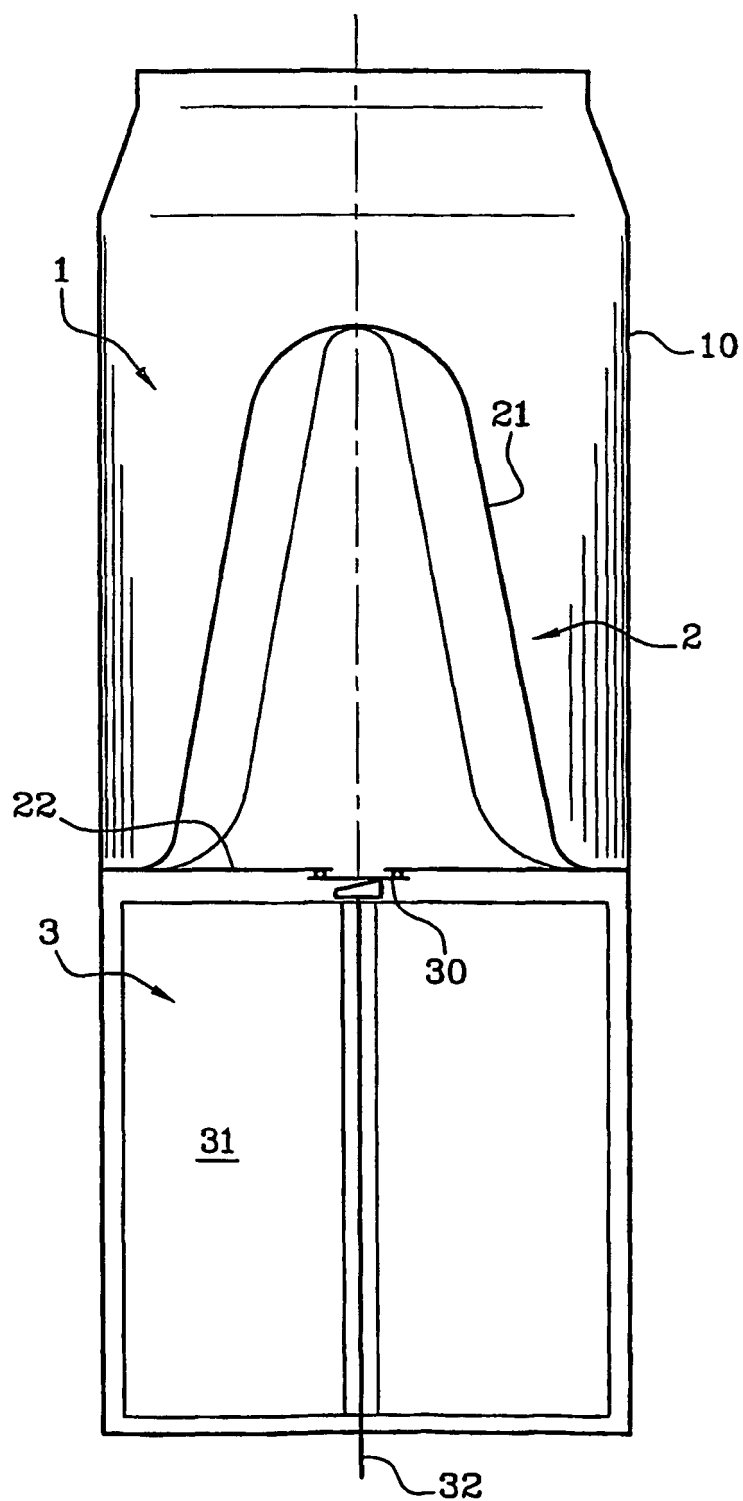


Fig. 6

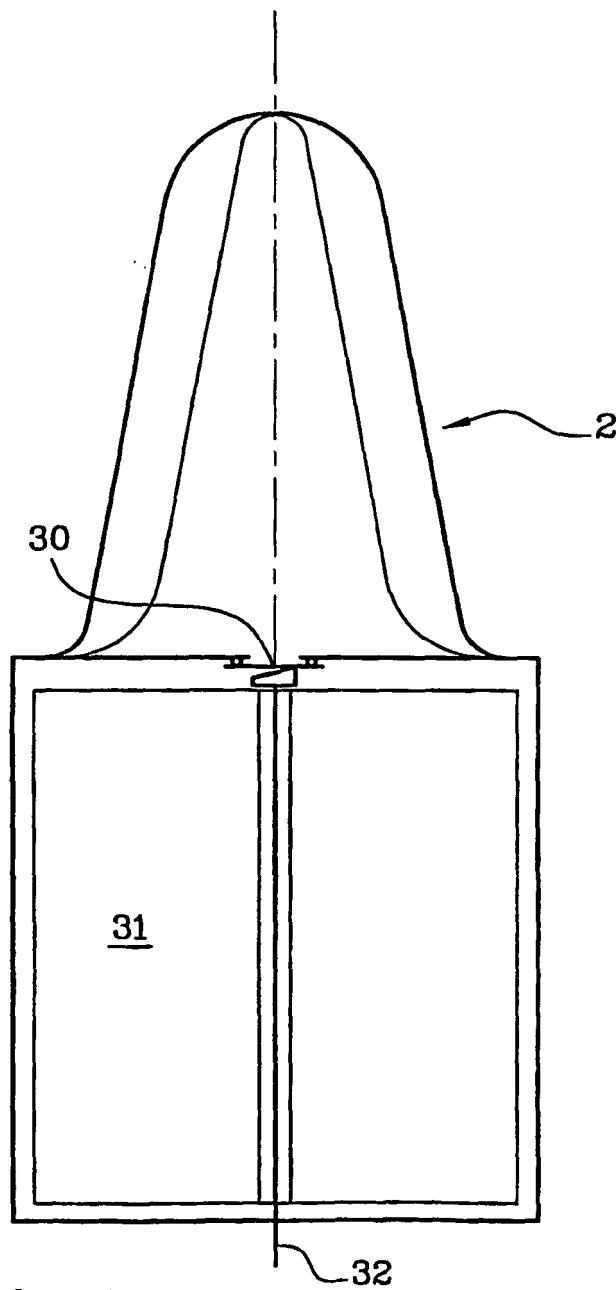


Fig. 7