

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 90400656.6

51 Int. Cl.⁵: **F25B 9/02, G05D 23/12**

22 Date de dépôt: 13.03.90

30 Priorité: 15.03.89 FR 8903383

F-75321 Paris Cédex 07(FR)

43 Date de publication de la demande:
19.09.90 Bulletin 90/38

72 Inventeur: **Reale, Serge**
 12, Rue Hyppolite Muller
 F-38100 Grenoble(FR)

84 Etats contractants désignés:
BE CH DE ES FR GB IT LI SE

71 Demandeur: **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE**
ANONYME POUR L'ETUDE ET
L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES
CLAUDE
 75, Quai d'Orsay

74 Mandataire: **Le Moenner, Gabriel et al**
L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme pour
l'etude et l'exploitation des procédés
Georges Claude 75, Quai d'Orsay
 F-75321 Paris Cédex 07(FR)

54 **Refroidisseur Joule-Thomson.**

57 L'obturateur (16) de ce refroidisseur est com-
 mandé par un actionneur à bulbe (18) qui comprend
 une capacité (24) de gaz auxiliaire disposée dans la
 partie froide du refroidisseur et reliée à une chambre
 (21) de volume très supérieur disposée dans la
 partie chaude du refroidisseur.

Application au refroidissement des détecteurs
infra-rouge.

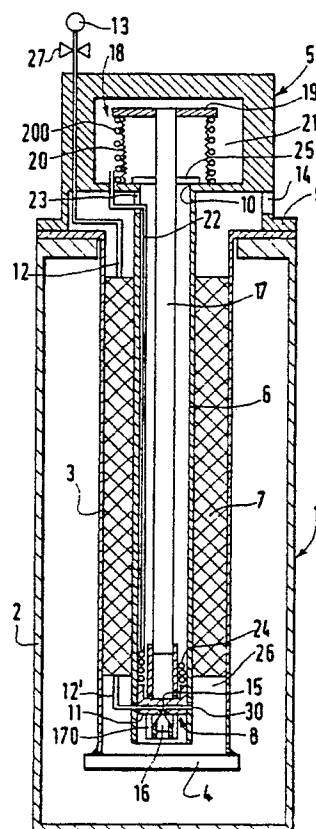


FIG.1

La présente invention concerne les refroidisseurs Joule-Thomson du type comprenant une conduite de gaz de travail haute pression se terminant par un orifice de détente formé dans un siège d'obturateur et débouchant dans un circuit d'évacuation basse pression en relation d'échange thermique avec la conduite haute pression, un obturateur adapté pour réduire la section de passage du gaz détendu en fin de mise en froid du refroidisseur, et des moyens d'actionnement pour déplacer brusquement l'obturateur d'une première position, où l'orifice de détente est libre, à une seconde position où cet orifice est au moins partiellement masqué. Un refroidisseur de ce type, avec des moyens d'actionnement électriques, est décrit dans le document EP-A-0245164 au nom de la demanderesse.

La présente invention a pour but de fournir un refroidisseur de ce type à actionnement rapide, qui soit particulièrement fiable et simple à réaliser.

A cet effet, selon l'invention, les moyens d'actionnement comprennent un actionneur à bulbe incluant une capacité de gaz auxiliaire disposée dans la partie froide du refroidisseur, en relation d'échange thermique, direct ou indirect, avec une zone du circuit de retour basse pression du gaz de travail, et reliée à une chambre de volume très supérieur disposée dans la partie chaude du refroidisseur. - Le document FR-A-2039956 décrit un refroidisseur Joule-Thomson à actionnement progressif au fur et à mesure que l'extrémité du conduit de gaz auxiliaire est immergée dans le réfrigérant liquide en fonds de cuve. D'autre part, l'actionneur de ce document fonctionne par aspiration lorsque la pression de bulbe devient inférieure à la pression ambiante, ce qui pose des problèmes pour des utilisations en haute altitude, notamment en aéronautique.

Selon des caractéristiques particulières de l'invention :

- la chambre est délimitée par un soufflet auquel est liée la tige d'actionnement de l'obturateur, le soufflet exerçant une sollicitation dans le sens tendant à fermer l'obturateur ;
- le gaz auxiliaire est liquéfiable à une température supérieure à la température de début de liquéfaction du gaz de travail et relativement voisine de cette température.

Par "température relativement voisine", comme on le comprendra par la suite, on entend une température atteinte à un instant très voisin de l'instant où le gaz de travail commence à se liquéfier.

Des exemples de réalisation de l'invention vont maintenant être décrits en relation avec les dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe longitudinale d'un refroidisseur Joule-Thom-

son selon l'invention;

- la figure 2 représente schématiquement, à plus grande échelle, l'obturateur du refroidisseur de la Figure 1 ; et

- 5 - la figure 3 est une vue analogue d'une variante d'obturateur.

Le refroidisseur Joule-Thomson représenté à la figure 1 est combiné à un Dewar 1 à section en U comprenant une enveloppe extérieure 2 et un puits central 3 ouvert vers le haut et obturé à sa partie inférieure par un élément 4 à réfrigérer, qui est par exemple un détecteur infra-rouge en forme de disque.

Le refroidisseur comprend lui-même une tête 5, un noyau tubulaire 6, un bobinage 7 de circulation de gaz de travail, et une vanne à deux débits 8. Ce refroidisseur est miniaturisé pour diminuer son inertie thermique, le diamètre intérieur du puits 3 étant de l'ordre de 4 à 5 mm.

La tête 5 forme un boîtier cylindrique qui est prolongé vers le bas par une collerette périphérique 9 fixée sur la face supérieure du Dewar. Le boîtier présente dans sa face inférieure une ouverture centrale 10 d'où part le noyau 6, lequel porte à son extrémité inférieure un siège d'obturateur 11.

Le bobinage 7 comprend une conduite de gaz de travail haute pression 12 dont l'extrémité amont traverse la tête 5 et est reliée à une source 13 d'un gaz de travail sous pression élevée, et qui est bobiné en hélice entre le noyau 6 et le puits 13, d'une manière classique dans la technique. Ce bobinage 7 se termine au voisinage de l'extrémité inférieure du noyau 6 et définit entre ces spires un trajet de retour du gaz de travail après détente, lequel débouche dans l'atmosphère environnante par des lumières 14 percées dans la collerette 9. La conduite 12 se termine par un court tronçon 12' emmanché dans le siège 11 et communiquant avec un orifice de détente 15 formé dans le siège 11.

La vanne 8 comprend un obturateur 16 fixé à l'extrémité inférieure d'une tige d'actionnement 17, et un actionneur à bulbe 18.

Dans le mode de réalisation des figures 1 et 2, le siège 11 comporte un alésage transversal 110 dans lequel débouche centralement l'orifice de détente 15 et dans lequel est emmanché l'extrémité du tronçon de conduite 12'. L'obturateur est réalisé sous la forme d'un pointeau conique 16 solidarisé à une extension tubulaire 170 de la tige 17. L'extrémité de l'alésage transversal 110 est pourvue d'une restriction 30 ménageant un débit de fuite permanent f très inférieur (de l'ordre de 5 à 10 fois) au débit nominal F de l'orifice 15. Comme représenté sur la figure 2, la restriction peut être assurée par une épingle 31 enfilée avec jeu dans un tronçon de tube 120 emmanché dans l'alésage 110. En variante, comme représenté schématiquement sur la fi-

gure 2, le débit de fuite peut être assuré par un meulage plan 32 dans la partie d'extrémité conique du pointeau 16, ménageant un jeu j de fuite.

La tige 17 s'étend vers le haut à travers tout le noyau 6 et jusque dans la tête 5, où elle est suspendue à un plateau horizontal 19. Un soufflet métallique 20, typiquement en acier inoxydable, relie à joint étanche la périphérie de ce plateau à celle de l'ouverture 10. Une chambre annulaire 21 est ainsi définie dans la tête 5 autour du soufflet 20.

Un tube capillaire 22 partant de la chambre 21 traverse à joint étanche la paroi inférieure de cette chambre, traverse radialement de façon étanche un orifice 23 prévu à l'extrémité supérieure du noyau 6, s'étend vers le bas tout le long de ce noyau, entre celui-ci et la tige 17, et se termine par une petite capacité formant échangeur de chaleur 24 constitué par un petit nombre de spires (3 spires dans l'exemple représenté) brasées sur la face interne du noyau 6 et adjacentes au siège 11. L'extrémité inférieure du capillaire 22 est hermétiquement fermée.

Le volume de l'échangeur de chaleur 24 est très inférieur à celui de la chambre 21, par exemple 2 mm^3 pour l'échangeur et de 50 mm^3 à 150 mm^3 pour la chambre 21. La chambre 21 et le capillaire 22 sont emplis d'un gaz auxiliaire répondant aux conditions suivantes :

- température de début de liquéfaction supérieure à la température de début de liquéfaction du gaz de travail compte-tenu des pertes de charge du circuit basse pression et relativement voisine de cette température, et point triple relativement voisin de la même température ;
- température critique inférieure à la température minimale de l'environnement, par exemple inférieure à -40°C , pour garantir que le gaz auxiliaire reste à l'état gazeux tant que l'appareil n'est pas en froid ;
- de préférence, absence de toxicité, d'instabilité et de réaction avec l'hélium (ceci pour permettre d'effectuer des tests d'étanchéité en lui mélangeant quelques % d'hélium).

Selon un aspect de l'invention, le soufflet 20 est réalisé, en fabrication, de façon à présenter une élasticité tendant à fermer l'obturateur 16, cet effort de fermeture étant compensé par la pression de gonflage du gaz auxiliaire sur la surface active du soufflet 20.

Selon une caractéristique particulière de l'invention, pour éviter les problèmes de fluage en vieillissement du matériau de soufflet, l'effort de sollicitation en extension (de l'ordre de 200 grammes) est assuré par un ressort 200 disposé autour du soufflet 20 entre le plateau 19 et le fond de la chambre 21. Le ressort permet d'autre part d'augmenter l'effort de fermeture, en contribuant donc à

augmenter la rapidité de fermeture de l'obturateur, et d'obtenir des performances variables en jouant sur la pression de gonflage du bulbe avec différents types de gaz condensables et/ou en positionnant l'échangeur de chaleur 24 plus ou moins haut dans le noyau 6, ou en le disposant, à l'extérieur du noyau 6, dans le circuit de retour basse pression du gaz de travail, dans le bobinage 7, ce qui permet d'améliorer les échanges thermiques entre le liquide cryogénique de travail et le gaz auxiliaire pilotant le bulbe.

Le gaz de travail est de préférence de l'argon ou de l'azote et le gaz auxiliaire du méthane, du CO_2 , de l'éthylène ou du krypton.

La pression du gaz de travail est choisie de façon à permettre le fonctionnement de l'actionneur 18, qui sera décrit plus loin, quelle que soit la température de l'environnement et quelles que soient les pertes de charge du circuit basse pression, lesquelles peuvent atteindre 6 à 8 bars en fin de mise en froid et conduisent à l'établissement d'une pression analogue à l'intérieur du soufflet 20. peut par exemple choisir une pression de gonflage du gaz de travail de l'ordre de 5 à 30 bars absolus, selon la température de début de liquéfaction ou de solidification du gaz de travail.

Au repos, la pression du gaz auxiliaire comprime le soufflet, ce qui fait descendre la tige 17 jusqu'à ce qu'une butée 25 portée par celle-ci s'appuie sur la paroi inférieure de la chambre 21. L'obturateur 16 est alors décollé de son siège, sur une distance axiale de l'ordre du dixième de millimètre. Le gaz haute pression peut être considéré comme s'écoulant librement, après sa détente, dans l'espace inférieur 26 du puits 3 adjacent à l'élément 4.

Lors de la mise en froid du dispositif, on ouvre une électrovanne 27 commandant la conduite 12. Le gaz haute pression s'écoule dans la conduite 12 et est détendu à fort débit au passage de l'orifice 15. Le gaz détendu, et, par suite, refroidi, remonte entre les spires du bobinage 7 jusqu'à être évacué dans l'atmosphère environnante à travers les lumières 14, en refroidissant à contre courant le gaz de travail haute pression. Ainsi, la température du gaz détendu décroît de plus en plus, jusqu'à apparition de liquide dans la chambre 26.

Compte-tenu des pertes de charge du circuit basse pression, la température dans la chambre 26 est alors de 120°K environ et est obtenue après un temps de mise en froid de l'ordre de 1 seconde. Très peu de temps avant cet instant, la température passe par la température de liquéfaction ou de solidification du gaz de travail sous la pression de gonflage de l'actionneur 18. Le faible volume de gaz de travail contenu dans l'échangeur 24 se liquéfie ou se solidifie alors brusquement, ce qui fait chuter la pression dans la chambre 21 au-

dessous de la pression régnant dans la chambre 26 et donc dans le soufflet, libérant ainsi l'action mécanique du soufflet : le plateau 19 remonte donc brusquement et provoque l'application de l'obturateur 16 sur son siège, en obturant l'orifice 15 et en ne laissant qu'un débit de fuite minime. Le débit de gaz détendu est ainsi réduit brusquement à une valeur faible mais suffisante pour assurer le maintien en froid du dispositif ; la perte de charge du circuit basse pression est réduite d'autant, et la température du liquide contenu dans la chambre 26 descend jusqu'à une valeur voisine du point d'ébullition à la pression atmosphérique du gaz de travail. De plus, comme le débit de gaz est très faible, le dispositif peut être maintenu en froid pendant une période de temps prolongée.

Il est à noter qu'avant la liquéfaction ou la solidification du gaz auxiliaire, seul un petit volume de ce gaz se refroidit, ce qui n'influence pratiquement pas la pression dans la chambre 21, située en partie chaude, de sorte que l'obturateur 16 reste jusqu'à lors en position de pleine ouverture.

Le dispositif ainsi décrit permet à la fois :

- d'obtenir un temps de mise en froid très court, grâce au fort débit de gaz de travail maintenu jusqu'en fin de mise en froid ;
- d'obtenir une température finale très basse, grâce à la réduction maximale de la perte de charge du circuit basse pression après la mise en froid ;
- d'assurer une réponse de l'actionneur extrêmement rapide et fiable ;
- d'avoir une très grande autonomie de fonctionnement, grâce au faible débit de gaz de travail maintenu après la mise en froid ;
- de convenir avec différents gaz de travail, notamment l'argon et l'azote, grâce au choix des propriétés de changements d'état du gaz auxiliaire.
- d'autre part, la chambre 21, étant située en partie chaude, peut avoir des dimensions relativement grandes, et il en est de même du plateau 19, ce qui permet une plage importante de choix pour les caractéristiques de l'actionneur selon les gaz utilisés.

Dans la variante de la figure 3, le siège 11, formé à l'extrémité de la tige 17, présente une forme conique s'étendant vers le bas. Le tronçon 12' est emmanché dans un conduit 121 prolongé par un embout 122 formant la restriction 30 et communiquant par un conduit 150 avec l'orifice de détente 15 débouchant dans la paroi tronconique du siège. L'obturateur 16, formé dans le prolongement de la tige 17 est avantageusement conformé en double tronc de cône étagé de même conicité que le siège 11, la partie inférieure présentant une épaisseur moindre de façon à ménager, dans la position de fermeture représentée, un jeu périphérique ménageant un débit de fuite en parallèle à celui de la restriction 30 et limitant les risques

d'occlusion de l'orifice 15.

Revendications

1- Refroidisseur Joule-Thomson, du type comprenant une conduite de gaz de travail haute pression (12) se terminant par un orifice de détente (15) formé dans siège d'obturateur (8) et débouchant dans un circuit d'évacuation basse pression en relation d'échange thermique avec la conduite haute pression, un obturateur (16 ; 16A) adapté pour réduire la section de passage du gaz de travail détendu en fin de mise en froid du refroidisseur, et des moyens d'actionnement (18) pour déplacer brusquement l'obturateur d'une première position, où l'orifice de détente est libre, à une seconde position où cet orifice est au moins partiellement masqué, caractérisé en ce que les moyens d'actionnement comprennent un actionneur à bulbe (18) incluant une capacité (24) de gaz auxiliaire disposée dans la partie froide du refroidisseur, en relation d'échange thermique direct ou indirect avec une zone du circuit de retour basse pression du gaz de travail et reliée à une chambre (21) de volume très supérieur disposée dans la partie chaude du refroidisseur.

2- Refroidisseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la chambre (21) est délimitée par un soufflet (20) auquel est lié l'obturateur (16) par une tige 5 s'étendant dans un noyau (6) autour duquel est bobinée la conduite de gaz de travail (12).

3- Refroidisseur selon la revendication 2, caractérisé en ce que le soufflet (20) exerce une sollicitation élastique tendant à amener l'obturateur (16) dans sa seconde position.

4- Refroidisseur selon la revendication 3, caractérisé en ce que la sollicitation du soufflet (20) est au moins partiellement assurée par un ressort (200) disposé dans la chambre (21).

5- Refroidisseur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la capacité (24) est constituée par un enroulement disposé au voisinage du siège d'obturateur (11).

6- Refroidisseur selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le siège d'obturateur (11) et/ou l'obturateur (16) comporte un moyen (30 ; 32) d'établissement de débit de fuite du gaz de travail.

7- Refroidisseur selon la revendication 6, caractérisé en ce que le moyen d'établissement de débit de fuite est constitué par un conduit (120 ; 122) muni d'une restriction (30), en parallèle avec l'orifice de détente (15).

8- Refroidisseur selon la revendication 6, caractérisé en ce que le moyen d'établissement de débit de fuite est constitué par un évidement (32)

de l'obturateur (16).

9- Refroidisseur selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'obturateur est un pointeau (16).

10- Refroidisseur selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'obturateur (16) présente une forme doublement tronconique et coopère avec un siège annulaire (11) de forme tronconique.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

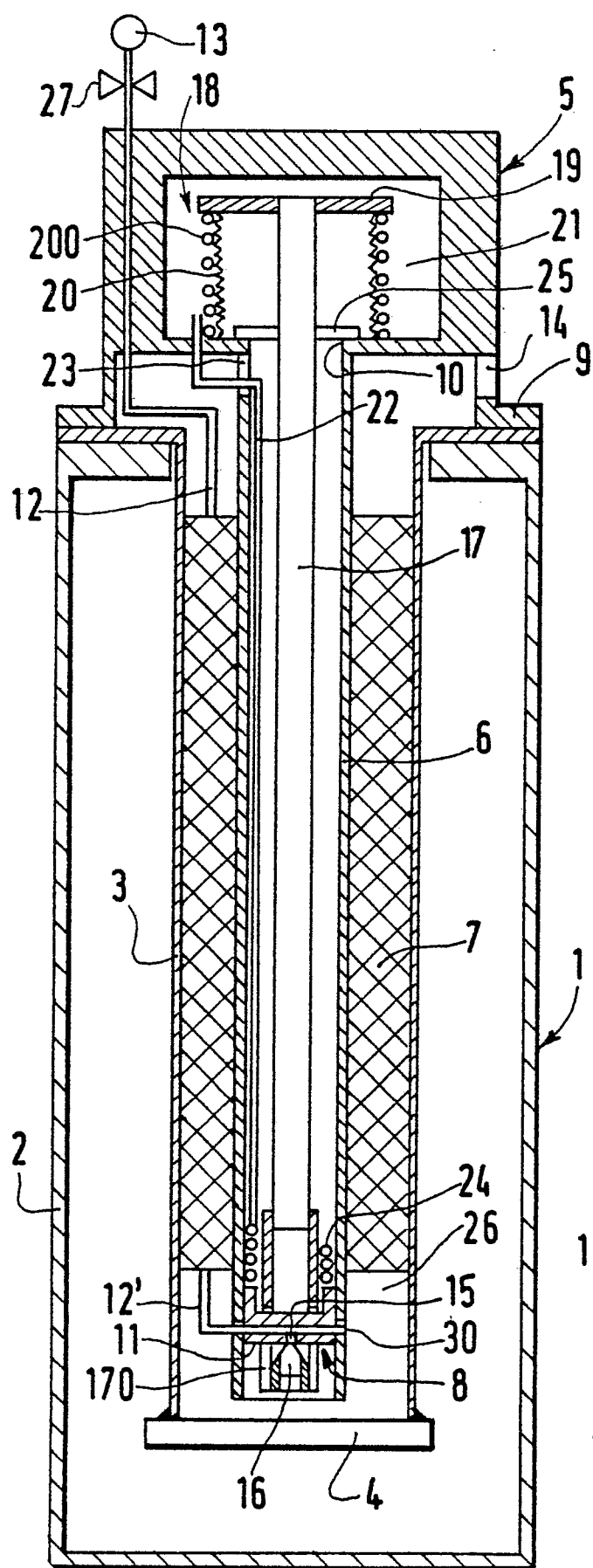


FIG.1

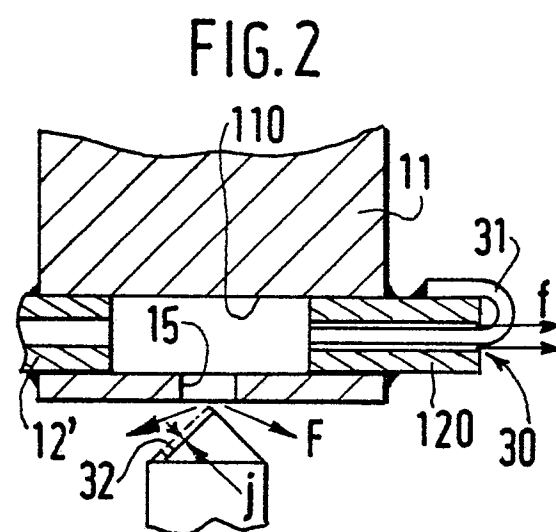


FIG. 3

