

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 24.01.85.

③0 Priorité : 26.01.84 GB 8402059.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 09.04.93 Bulletin 93/14.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : THE HYMATIC ENGINEERING
COMPANY LIMITED.

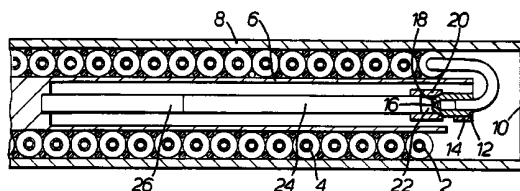
⑦2 Inventeur(s) : Neil Campbell David.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Cabinet Regimbeau Corre Martin
Schrimpf Warcoin Ahner.

⑤4 Appareil de refroidissement par cryogénie.

⑤7 Un appareil de refroidissement par cryogénie comprend un échangeur de chaleur tubulaire présentant deux trajets à travers l'un desquels un gaz réfrigérant provenant d'une source d'alimentation sous pression est fourni à des moyens d'expansion à effet Joule Thomson pour liquéfier une partie du gaz dans un récipient (8), tandis que le gaz basse pression retourne à travers le second trajet. Les moyens d'expansion à effet Joule Thomson comprennent deux orifices en série de telle sorte que le gaz haute pression provenant du premier trajet traverse le premier orifice puis le second orifice avant de retourner à travers le second trajet. L'un des orifices (16) est de taille fixe et un second orifice possède une taille variable et est défini par deux éléments de soupape (12, 20), l'un des éléments (12) étant relié à un élément d'expansion (6) adapté pour le déplacer automatiquement.



La présente invention concerne un appareil de refroidissement par cryogénie destiné à être utilisé pour le refroidissement d'une charge, tel qu'un élément actif d'un dispositif de détection d'infrarouges, et
5 concerne les appareils du type comprenant un échangeur de chaleur généralement tubulaire définissant deux trajets, à travers l'un desquels, à l'utilisation, un gaz réfrigérant, provenant d'une source d'alimentation sous pression est dirigé vers des moyens dits d'expansion à
10 effet Joule Thomson, pour liquéfier une partie du gaz dans un récipient, tandis que le gaz à basse pression retourne à travers l'autre trajet, et des moyens opérant pour modifier la surface effective des moyens dits d'expansion à effet Joule Thomson pour contrôler automa-
15 tiquement l'écoulement du réfrigérant.

D'une façon générale, il est souhaitable qu'un tel appareil de refroidissement, lorsqu'il est mis en service, puisse descendre à sa température de travail désirée aussi vite que possible, c'est-à-dire que du
20 réfrigérant liquide commence à être produit aussi rapidement que possible.

Si le régime d'écoulement de gaz, après cela, continue à son débit maximum, l'appareil de refroidissement tendra à être submergé en réfrigérant liquide,
25 ce qui non seulement réduit l'efficacité de l'appareil, mais conduit également à un gaspillage de gaz réfrigérant, et il est de ce fait souhaitable de commander l'écoulement de gaz dans un tel appareil de telle sorte que un volume faible mais sensiblement constant de réfrigé-
30 rant liquide soit présent dans le récipient.

A la différence des appareils de refroidissement thermostatiques classiques, l'appareil du type auquel il est fait référence ici, dans lequel un réfrigérant gazeux est liquifié, ne peut être contrôlé sur la base de la

température du réfrigérant puisqu'elle celle-ci reste constante aussi longtemps que le réfrigérant liquide est en équilibre avec une vapeur réfrigérante à pression constante. Ainsi, le but à atteindre est de commander le refroidissement en fonction de la quantité de liquide réfrigérant présent dans le récipient, que ce soit sous forme d'une accumulation liquide ou d'une pulvérisation de gouttelettes.

Une telle commande est rendue possible par le fait que le réfrigérant liquide extrait de la chaleur d'un objet avec lequel il est en contact à un régime supérieur à celui occasionné par un réfrigérant gazeux à la même température.

Les moyens dits d'expansion à effet Joule Thomson comprennent généralement une buse et un élément formant soupape qui sont susceptibles de déplacement relatif, l'un par rapport à l'autre, grâce à une cloison mobile, par exemple un soufflet, qui est connecté à l'un deux et qui est situé à l'intérieur ou au-delà de l'échangeur de chaleur, et est exposé, sur un côté à la pression d'une vapeur de détecteur, qui, en fonctionnement, est en équilibre avec le liquide.

La chaleur est extraite de la vapeur de détecteur à un régime dépendant de la quantité de réfrigérant liquide présent dans le récipient et/ou dans la vapeur de gaz s'écoulant à travers la buse, soit par un bulbe détecteur dont l'intérieur communique avec le volume de vapeur du détecteur ou par un élément thermiquement conducteur qui s'étend jusqu'à la région de, ou au-delà de, la buse. Il est également connu d'effectuer le mouvement relatif de la buse et de l'élément formant soupape à l'aide d'un élément solide d'expansion qui est relié à l'un deux et qui change en longueur à la suite d'un contact direct ou indirect avec le réfrigérant liquide, et qui

induit un changement du régime d'écoulement gazeux à travers la buse.

Des appareils de refroidissement incorporant ces deux types de commande sont décrits dans le brevet
5 Britannique n° 1 164 276.

Bien qu'il soit souhaitable de commander l'écoulement de gaz à travers la buse uniquement en fonction de la quantité de réfrigérant liquide accumulée dans le récipient et/ou de la quantité de gouttelettes réfrigé-
10 rantes liquides entraînée dans l'écoulement gazeux à travers la buse, on comprendra que antérieurement à la production initiale du réfrigérant liquide, la totalité de l'appareil se refroidit progressivement et que ce redroissement affecte de façon inévitable l'écoulement gazeux
15 à travers la buse.

Dans des dispositifs de refroidissement contrôlés par vapeur/soufflet, la buse reste largement ouverte jusqu'à ce que du liquide soit formé et le régime d'écoulement massique du gaz réfrigérant augmente au cours
20 du refroidissement en raison de la densité accrue de la vapeur de réfrigérant haute pression au niveau de la buse. Réciproquement, dans des dispositifs de refroidissement contrôlés par un élément d'expansion solide, la buse se ferme progressivement au cours du refroidissement
25 afin de réduire le régime d'écoulement massique moyen et augmenter ainsi le temps de refroidissement.

Ainsi, un premier but de la présente invention est de surmonter les inconvénients précités occasionnés par les dispositifs de refroidissement contrôlés par
30 éléments d'expansion solides, tout en retenant les avantages liés à leur construction simple. Un autre but est est de produire un tel appareil qui comprenne un nombre minimum de composants et qui soit capable de fonctionner quelle que soit son orientation.

Selon la présente invention, l'appareil de refroidissement par cryogénie comprend un échangeur de chaleur généralement tubulaire présentant deux trajets, à travers le premier desquels, à l'utilisation, un gaz réfrigérant provenant d'une source d'alimentation sous pression est dirigé vers des moyens dits d'expansion à effet Joule Thomson pour liquéfier une partie du gaz dans un récipient, tandis que le gaz basse pression retourne à travers le second trajet, les moyens dits d'expansion à effet Joule Thomson comprenant deux orifices en série de telle sorte que le gaz haute pression provenant du premier trajet traverse le premier orifice puis le second orifice avant de retourner à travers le second trajet, l'un des orifices possédant une dimension fixe et l'autre orifice possédant une dimension variable et étant défini par un siège de soupape et un élément formant clapet, l'élément formant clapet étant relié aux moyens de commande adaptés pour le déplacer afin de modifier automatiquement la surface dudit autre orifice.

Ainsi, dans l'appareil conforme à la présente invention, les moyens dits d'expansion à effet Joule Thomson ne sont pas constitués par une simple buse coopérant avec un élément formant clapet, comme cela est classique, mais de deux orifices en série dont l'un possède une surface fixe et l'autre est de surface variable. De préférence, l'appareil est dimensionné et agencé de telle sorte que, à l'utilisation, lorsque la surface de l'orifice variable est progressivement réduite, le régime d'écoulement massique du gaz réfrigérant à travers les premier et second orifices soit sensiblement non affecté jusqu'à ce que le réfrigérant liquide commence à être produit.

L'orifice fixe peut être agencé soit en amont soit en aval de l'orifice variable. Dans un premier mode

de réalisation préféré, l'élément de soupape qui est relié aux moyens de commande est de forme tubulaire et l'autre élément de soupape comprend une paroi définissant un espace de section circulaire, l'orifice de soupape variable étant défini entre la périphérie extérieure du premier desdits éléments de soupape et la paroi du second élément de soupape, l'espace de section circulaire étant fermé à une extrémité et constituant une chambre de soupape qui communique avec l'orifice fixe qui est disposé en amont de l'orifice variable.

Dans un second mode de réalisation préféré, l'élément de soupape qui est relié aux moyens de commande définit une ouverture qui coopère avec l'autre élément de soupape pour définir l'orifice variable, le premier desdits éléments de soupape définissant en outre un espace qui communique avec l'orifice fixe, qui est placé en aval de l'orifice variable.

Ainsi, avant la mise en service, l'orifice de soupape variable possède une surface maximum, et lorsque le gaz s'écoule à travers l'échangeur de chaleur, la chute de pression et par conséquent le refroidissement induit, se réalisent quasi totalement au niveau de l'orifice fixe. Dans la mesure où l'appareil du premier mode de réalisation se refroidit progressivement, les éléments de soupape sont déplacés progressivement en commun, d'où il résulte une élévation de pression dans la chambre de soupape et un accroissement de la proportion de la chute de pression occasionnée au niveau de l'orifice de soupape variable. Il est connu que pour des orifices recevant un écoulement de gaz, il existe un rapport de pression critique entre les pressions amont et aval telles que l'écoulement n'est pas affecté par des variations de pression aval lorsque celle-ci est inférieure

à environ la moitié de la pression amont.

A titre d'exemple, dans un dispositif de refroidissement, la pression amont peut être de 400 bars, de telle sorte que la pression aval peut augmenter jusqu'à
5 environ 200 bars avant qu'une décroissance dans le régime d'écoulement ne soit occasionnée. L'appareil devrait de préférence être réalisé de telle sorte que à la suite de la fermeture progressive de l'orifice de soupape variable, la pression critique dans la chambre de soupape
10 soit atteinte, seulement lorsque du réfrigérant liquide commence à être produit. Ainsi, les moyens de commande réagiront à la présence de réfrigérant liquide en fermant encore l'orifice de soupape variable, mais en raison du fait qu'aucune décroissance dans la taille de l'orifice
15 effectif n'est opérée avant la mise en service du réfrigérant liquide, le régime d'écoulement maximal de gaz peut être obtenu lors de la période de refroidissement qui est ainsi maintenue au minimum théorique. Ainsi, dans le premier mode de réalisation préféré, du réfrigérant
20 liquide commence juste à être produit lorsque la surface de l'orifice variable est environ le double de celui de l'orifice fixe. Dans le second mode de réalisation préféré, puisque l'orifice variable se ferme progressivement, la pression dans l'espace située entre les orifices
25 fixes fixe et variable décroît et réduit de façon proportionnelle l'écoulement à travers l'orifice fixe.

Lorsque les conditions soniques sont atteintes, la surface de l'orifice variable est environ la moitié de celle de l'orifice fixe et le régime d'écoulement est
30 ainsi la moitié de celui du régime d'écoulement maximal. En pratique, les performances et caractéristiques des deux modes de réalisation sont pratiquement identiques.

Il est actuellement considéré comme préférentiel que les moyens de commande comprennent un élément d'expansion dont au moins une portion est positionnée pour être
35 soumise, à l'utilisation, à la température du réfrigérant en aval des deux orifices, et de préférence être mise en

contact avec du réfrigérant liquide de telle sorte qu'une expansion et une contraction thermique de l'élément d'expansion induisent une variation dans la surface de l'orifice variable.

5 L'échangeur de chaleur peut comprendre un tube d'alimentation en gaz définissant le premier trajet et enroulé autour d'une embase tubulaire, l'embase tubulaire constituant l'élément d'expansion, et au moins l'un des éléments de soupape étant de préférence logé à l'intérieur
10 de l'espace défini par l'embase.

L'un des éléments de soupape peut être porté par un support allongé s'étendant axialement à l'intérieur de l'espace défini par l'embase tubulaire.

Le support allongé peut comprendre une première
15 portion dont le coefficient d'expansion thermique est sensiblement nul et une seconde portion de compensation de température ambiante, les deux portions étant construites et agencées de telle sorte que la surface de l'orifice variable soit sensiblement la même, dans les conditions
20 opératoires uniformes, quelle que soit la température ambiante.

En variante, le support allongé peut être formé d'un matériau dont le coefficient d'expansion est sensiblement nul, et qui est ancré par une extrémité sur le
25 support tubulaire en un point intermédiaire aux extrémités de celui-ci, de telle sorte que des variations de température ambiante n'affectent pas de façon sensible les conditions opératoires de l'appareil.

D'autres caractéristiques, avantages et détails
30 de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre de deux modes de réalisation, et en regard des dessins schématiques annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue en coupe verticale d'un appareil de refroidissement par cryogénie conforme à un premier mode de réalisation de la présente invention, et

5 - la figure 2 est une vue similaire d'un second mode de réalisation.

Comme cela apparaît sur la figure 1 à laquelle on se réfèrera en premier lieu, l'appareil de refroidissement comprend un échangeur de chaleur tubulaire comportant un tube 2 d'alimentation en gaz qui est muni d'ailettes espacées 4 et qui enroulé en spirale autour d'un châssis ou embase 6 creux et tubulaire en acier inoxydable qui est monté à l'intérieur d'un vase type Dewar 8 à l'intérieur d'une paroi duquel est disposée une charge thermique 10 à refroidir. Une extrémité, l'extrémité située côté droit selon la représentation de la figure, du tube d'alimentation est courbée à 180° et est reliée à l'intérieur d'un élément 12 tubulaire creux formant clapet de soupape. L'élément formant clapet 12 s'étend à l'intérieur de l'embase 6 et est supporté par une partie courbée de métal 14 solidaire de l'embase. A son extrémité libre, l'élément formant clapet définit un orifice fixe 16 et possède une surface externe 18 oblique ou en biseau. La surface 18 coopère avec le bord interne d'un siège 20 de soupape tubulaire et creux qui est porté par un support allongé qui ferme l'une des extrémités du siège et s'étend axialement à l'intérieur de l'embase. Le support allongé, le siège de soupape et l'élément formant clapet définissent ensemble une chambre de soupape 22. Le support allongé comprend une première partie 24 d'un matériau tel que de l'Invar qui présente un coefficient d'expansion thermique sensiblement nul relié à une seconde partie 26 de compensation de la température ambiante, qui est elle-même reliée à une partie centrale solide de l'embase, à son extrémité chaude.

10
15
20
25
30
35

Le siège de soupape et l'organe formant clapet sont positionnés de telle sorte que à la température ambiante, la surface 18 de l'élément formant clapet soit espacée du siège 20, et en commun, définissent un orifice de soupape annulaire dont la surface est sensiblement supérieure à deux fois celle de l'orifice fixe 16. A l'utilisation, le tube d'alimentation de gaz est relié à une source de gaz tel que de l'argon ou de l'azote, sous une pression de par exemple 400 bars. Le gaz s'écoule à travers le tube 2 qui constitue le premier trajet de l'échangeur de chaleur à travers l'orifice fixe 16 et l'orifice variable défini par la surface 18 et le siège 20, et est ainsi refroidi selon l'effet Joule Thomson. Le gaz refroidi s'écoule ensuite en retour autour du tube 2 à ailettes à travers le second trajet de l'échangeur de chaleur entre l'embase 6 et le vase Dewar 8, de façon à refroidir l'écoulement de gaz aller. A l'origine, la chute de pression de 400 bars se produit quasi-entièrement au niveau de l'orifice 16, mais au fur et à mesure du refroidissement de l'appareil, l'embase 6 se contracte tandis que le support allongé se contracte nettement moins en raison de la présence de la portion 6 d'Invar ce qui induit un mouvement de l'élément formant clapet 12 dans le sens de la fermeture du siège de soupape 20. La pression dans la chambre formant soupape 22 s'accroît par conséquent et une proportion supérieure de la chute de pression se produit au niveau de l'orifice variable. Cependant, comme expliqué ci-dessus, cela n'induit pas une décroissance du régime d'écoulement gazeux jusqu'à ce que la pression dans la chambre 22 atteigne la pression aval critique qui, dans le présent exemple, est d'environ 200 bars. Cependant, l'appareil est dimensionné et réalisé de telle sorte que lorsque la pression aval critique est atteinte dans la chambre de soupape, l'écoulement de gaz

est refroidi suffisamment pour que le réfrigérant liquide commence à être produit. Ce réfrigérant liquide vient en contact avec l'embase et refroidit celle-ci rapidement en raison du fait que l'extraction thermique supérieure due
5 au liquide, modifie la balance thermique dans l'embase entre la chaleur extraite à une extrémité et la chaleur s'écoulant en provenance de l'atmosphère à l'autre extrémité. Le refroidissement supplémentaire de l'embase et la contraction relativement rapide en résultant produisent
10 de ce fait une décroissance sensible de la surface de l'orifice variable. Le régime d'écoulement de gaz est maintenant abaissé en raison du fait que la pression dans la chambre de soupape s'élève au-dessus de la pression aval critique de l'orifice fixe et la majeure partie de la chute
15 de pression a lieu maintenant à travers l'orifice variable et non point au niveau de l'orifice fixe. Un nouvel équilibre thermique est ainsi établi dans l'embase en fonction du régime d'écoulement gazeux et le régime d'extraction de chaleur par la charge thermique et l'écoulement
20 est modulé d'une manière classique.

L'appareil de refroidissement atteint ainsi sa température de travail grâce à un écoulement maximum de gaz et ainsi en un temps minimal. Un écoulement stable contrôlé du gaz est obtenu quelle que soit la position de
25 l'appareil et on comprendra que la fonction de commande est obtenue en fonction du fait que, à l'utilisation, l'appareil est partiellement submergé de réfrigérant liquide. La construction selon la présente invention nécessite un nombre minimal de composants et une complexité
30 minimale, et ainsi le coût de fabrication de l'appareil est nettement inférieur à celui des appareils classiques.

On comprendra que l'organe d'expansion peut être formé par des éléments autres que l'embase tubulaire, et que l'élément formant clapet mobile peut être remplacé
35 par un élément formant clapet fixe, tandis que le siège de soupape serait agencé mobile.

Le mode de réalisation illustré sur la figure 2 est d'une façon générale similaire à celui illustré sur la figure 1, et les mêmes références numériques seront utilisées pour désigner les composants similaires. Cependant, la principale différence réside dans le fait que l'orifice fixe est disposé en aval de l'orifice variable, et non point l'inverse comme c'était le cas sur la figure 1. Ainsi, le tube d'alimentation en gaz 2 se décharge à travers une ouverture 28 réalisée dans l'embase 6 dans une chambre annulaire 30 définie par l'embase 6 et une tige 32 en Invar ou équivalent, présentant un coefficient d'expansion sensiblement nul. Une extrémité de la tige 32 est ancrée à l'aide d'un bloc 34 en un point situé sensiblement à mi-longueur de l'embase 6 tandis que l'autre extrémité est effilée en 36 et constitue un élément de clapet fixe coopérant avec un élément de soupape mobile ou siège 38 fixé à l'extrémité libre de l'embase 6.

L'élément de soupape 38 et l'élément formant clapet sensiblement fixe 36 définissent en combinaison un orifice variable en aval duquel est prévue une chambre 40 qui communique avec l'intérieur du vase Dewar 8 par l'intermédiaire d'un orifice fixe 42 qui est défini par un insert 44 disposé de façon amovible dans l'élément de soupape 38.

A l'extrémité amont ou extrémité chaude de l'appareil de refroidissement est prévue une chambre interne 46 qui reçoit un ensemble de filtrage désigné sous la référence générale 48, un tel ensemble étant également susceptible d'être incorporé dans le mode de réalisation de la figure 1.

A l'utilisation, l'orifice défini par les éléments de soupape 36 et 38 est initialement grand ouvert et la chute de pression se produit essentiellement initialement à travers l'orifice fixe 42. Lorsque l'appareil se

refroidit, la portion de l'embase située entre le bloc 34 et l'élément de soupape 38 se contracte et ainsi déplace l'élément de soupape 38 vers l'élément de clapet afin de réduire la taille de l'orifice variable. A

5 l'origine, ceci produit un effet négligeable sur l'écoulement de gaz, mais par la suite la pression dans la chambre 40 et par conséquent le régime d'écoulement de gaz décroissent progressivement. Lorsque la surface de l'orifice variable est sensiblement la moitié de celle

10 de l'orifice fixe, la condition sonique est atteinte et le régime d'écoulement de gaz est sensiblement la moitié du régime maximal d'écoulement. En pratique, les performances et les caractéristiques d'écoulement des deux modes de réalisation sont sensiblement identiques.

REVENDEICATIONS

1. Appareil de refroidissement par cryogénie comprenant un échangeur de chaleur généralement tubulaire présentant deux trajets à travers l'un desquels, à l'utilisation, du gaz réfrigérant provenant d'une source d'alimentation sous pression est fourni à des moyens dits
5 d'expansion à effet Joule Thomson pour liquéfier une partie du gaz dans un récipient, tandis que le gaz basse pression retourne à travers le second trajet, caractérisé en ce que les moyens dits d'expansion à effet Joule Thomson
10 comprennent deux orifices en série tels que le gaz haute pression provenant du premier trajet traverse le premier orifice puis le second orifice avant de retourner à travers le second trajet, l'un des orifices (16, 42) possédant une taille fixe et l'autre orifice possédant une
15 taille variable et étant défini par deux éléments de soupape (12, 20 ; 36, 38) l'un des éléments de soupape (12, 38) étant relié à des moyens de commande (6) adaptés pour le déplacer automatiquement afin de modifier la surface de l'autre orifice.

20 2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que il est dimensionné et agencé de telle sorte que, à l'utilisation, lorsque la surface de l'orifice variable est réduite progressivement, le régime d'écoulement massique du gaz réfrigérant à travers les premier et second
25 orifices n'est pas affecté de façon significative jusqu'à ce que le réfrigérant liquide commence à être produit.

3. Appareil selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'élément de soupape (12) qui est relié aux moyens de commande (6) est de forme tubulaire et l'autre élément de soupape (20) comprend une pa-
30 roi définissant un espace de section circulaire, l'orifice de soupape variable étant défini entre la périphérie extérieure du premier élément de soupape (12) et la paroi du

second élément de soupape, l'espace de section circulaire étant fermé à une extrémité et constituant une chambre de soupape (22) communiquant avec l'orifice fixe (16) qui est disposé en amont de l'orifice variable.

5 4. Appareil selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'élément de soupape (38) qui est relié aux moyens de commande (6) définit une ouverture qui coopère avec l'autre élément de soupape (36) pour définir l'orifice variable, l'élément de soupape
10 premier nommé définissant en outre un espace (40) qui communique avec l'orifice fixe (42) disposé en aval de l'orifice variable.

15 5. Appareil selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les moyens de commande comprennent un organe d'expansion (6) dont au moins une partie est positionnée pour être soumise, à l'utilisation, à la température du réfrigérant en aval des premier et second orifices, de telle sorte que l'expansion et la contraction
20 thermiques de l'organe d'expansion produisent une variation dans la surface de l'orifice variable.

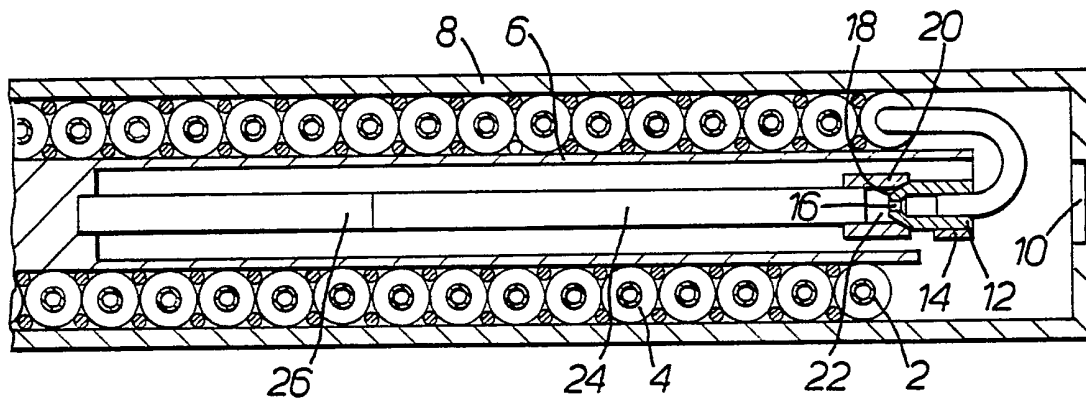
25 6. Appareil selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'échangeur de chaleur comprend un tube d'alimentation en gaz (2) définissant le premier trajet et enroulé autour d'une embase tubulaire (6) l'élément d'expansion étant constitué par au moins une partie de l'embase tubulaire.

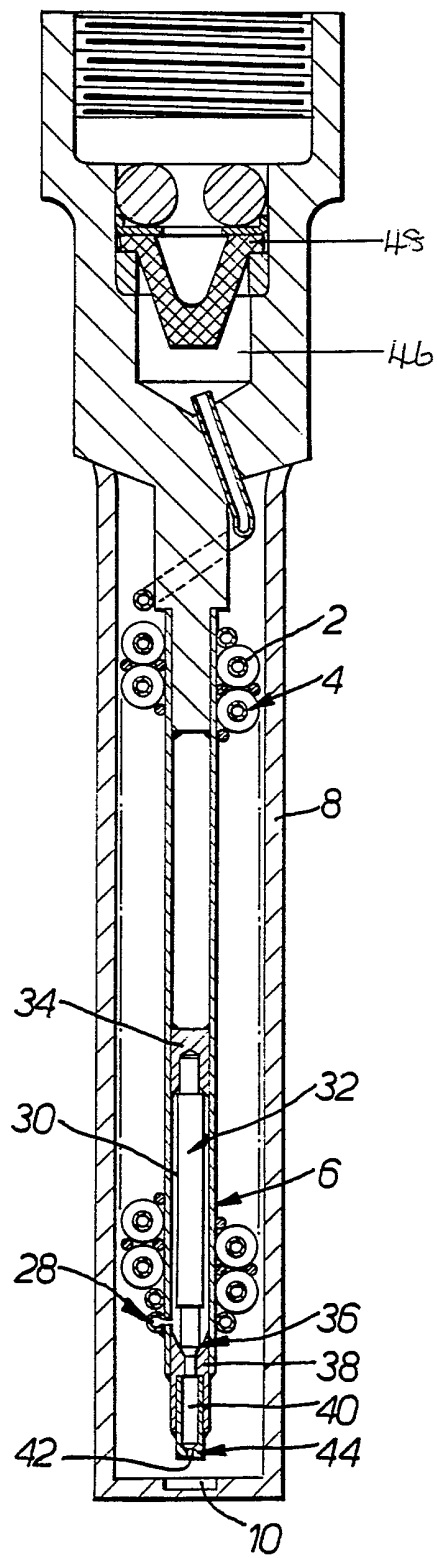
30 7. Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que au moins l'un des éléments de soupape (20, 36) est logé à l'intérieur de l'espace définie par l'embase tubulaire.

35 8. Appareil selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que l'un des éléments de soupape (20, 36) est porté par un support allongé (24, 36; 32) s'étendant axialement à l'intérieur de l'espace défini par l'embase tubulaire (6).

9. Appareil selon la revendication 8, caracté-
risé en ce que le support allongé (24, 26) comprend une
première partie (24) dont le coefficient d'expansion ther-
mique est sensiblement nul et une seconde partie (26) de
5 compensation de température ambiante, les deux parties
étant réalisées et agencées de telle sorte que la sur-
face de l'orifice de soupape variable soit sensiblement
identique pour des conditions opératoires constantes
quelle que soit la température ambiante.

10 10. Appareil selon la revendication 8, carac-
térisé en ce que le support allongé (32) est en un matériau
dont le coefficient d'expansion est sensiblement nul et
est ancré à une extrémité sur l'embase tubulaire (6) en
un point intermédiaire aux extrémités de celle-ci.

*Fig.1.*

**FIG.2.**