

(19)



(11)

**EP 4 078 015 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:

**14.08.2024 Bulletin 2024/33**

(21) Numéro de dépôt: **20830235.6**

(22) Date de dépôt: **18.12.2020**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):  
**F17D 1/04 (2006.01)**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
**F17D 1/04; F17C 2265/068**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/EP2020/087340**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2021/123393 (24.06.2021 Gazette 2021/25)**

(54) **DISPOSITIF DE COMPRESSION DE GAZ**

VORRICHTUNG ZUM VERDICHTEN VON GAS

DEVICE FOR COMPRESSING GAS

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **20.12.2019 FR 1915178**

(43) Date de publication de la demande:  
**26.10.2022 Bulletin 2022/43**

(73) Titulaire: **GRTgaz  
92270 Bois-Colombes (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **SESMAT, Alban  
92270 BOIS COLOMBES (FR)**

• **ASSEMAT, Mathieu  
92270 BOIS COLOMBES (FR)**  
• **VANBALEGHEM, Marc  
92270 BOIS COLOMBES (FR)**  
• **CHAMPREDONDE, Jérôme  
92270 BOIS COLOMBES (FR)**

(74) Mandataire: **Cornuejols, Marine Sophie  
Cassiopi  
230, avenue de l'Aube Rouge  
34170 Castelnau-le-Lez (FR)**

(56) Documents cités:  
**WO-A1-2010/142698 WO-A1-2019/239083  
DE-A1- 4 416 359 US-A- 4 350 019  
US-A- 5 628 191 US-A1- 2008 016 879**

**EP 4 078 015 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

### DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

**[0001]** La présente invention vise un dispositif de compression de gaz.

**[0002]** Elle s'applique, notamment, au domaine des stations de gaz naturel pour véhicules (« GNV »), aux réseaux de gaz naturel comprimé (« GNC ») et aux réservoirs et réseaux d'air comprimé.

### ÉTAT DE LA TECHNIQUE

**[0003]** La détente d'un gaz entraîne l'apparition d'une énergie fatale, l'énergie de détente, aujourd'hui peu ou mal valorisée et donc majoritairement ou totalement perdue. WO 2019239083 A1 divulgue un dispositif de compression d'un fluide gazeux par récupération d'énergie de détente d'un gaz entre un réseau de gaz amont sous une pression Pa et un réseau de gaz aval sous une pression Pb inférieure à Pa.

### EXPOSÉ DE L'INVENTION

**[0004]** La présente invention vise à remédier à tout ou partie de ces inconvénients.

**[0005]** À cet effet, la présente invention vise un dispositif de compression d'un fluide gazeux par récupération d'énergie de détente d'un gaz entre un réseau de gaz amont sous une pression Pa et un réseau de gaz aval sous une pression Pb inférieure à Pa, qui comporte :

- un surpresseur pneumatique comportant un piston libre entre une chambre de détente et une chambre de compression,
- une première conduite de gaz entre le réseau amont et une entrée de la chambre de détente,
- une deuxième conduite de gaz entre une sortie de la chambre de détente et le réseau aval,
- une troisième conduite de fluide gazeux à comprimer débouchant sur une entrée de la chambre de compression et
- une quatrième conduite de fluide gazeux comprimé relié à une sortie de la chambre de compression.

**[0006]** Grâce à ces dispositions, le dispositif objet de l'invention met en oeuvre, pour utiliser l'énergie de détente d'un fluide pour en comprimer un second, un surpresseur à piston libre. Le dispositif objet de l'invention permet, en récupérant l'énergie de détente d'un gaz provenant d'un réseau de gaz à la pression Pa et allant dans un réseau de gaz à la pression Pb, où  $Pa > Pb$ , donc sans dépense d'énergie, de comprimer un fluide gazeux. Ce fluide gazeux est, par exemple, du gaz provenant du réseau amont, d'un réservoir de gaz ou de l'atmosphère. Une fois comprimé, ce fluide gazeux alimente un réservoir, par exemple d'une station de gaz naturel pour véhicules (« GNV ») ou un réseau de gaz comprimé

(« GNC » ou air comprimé).

**[0007]** Dans des modes de réalisation :

- le piston libre comporte une tête de détente et une tête de compression reliées par un arbre, une ouverture traversante débouchant d'une part, dans la tête de détente du côté opposé à la tête de compression et, d'autre part, dans une paroi latérale de l'arbre,
- la première conduite de gaz débouche dans la chambre de détente en regard de l'arbre et
- la sortie de la chambre de détente à laquelle est reliée la deuxième conduite se trouve sur une face latérale de la chambre de détente et n'est pas obstruée par la tête de détente que lorsque l'ouverture traversante ne débouche pas dans la chambre de détente.

**[0008]** Grâce à ces dispositions, le surpresseur à piston libre fonctionne sans partie mobile externe tant qu'il y a une différence de pression entre la première conduite et la deuxième conduite.

**[0009]** Dans des modes de réalisation, le dispositif objet de l'invention comporte, de plus, une vanne sur la première conduite pilotée par un pressostat positionné en aval de la quatrième conduite.

**[0010]** Grâce à ces dispositions, une hausse de pression, en aval de la quatrième conduite provoque l'arrêt de l'alimentation du dispositif en gaz à détendre.

**[0011]** Dans des modes de réalisation, le dispositif objet de l'invention comporte, de plus, un régulateur de pression tout ou rien sur la première conduite, dont la ligne d'impulsion est placée en aval de la quatrième conduite.

**[0012]** Grâce à ces dispositions, une hausse de pression, en aval de la quatrième conduite provoque l'arrêt de l'alimentation du dispositif en gaz à détendre.

**[0013]** Dans des modes de réalisation, la troisième conduite est reliée, en son entrée, au réseau amont, le gaz à comprimer étant le gaz du réseau amont.

**[0014]** Par exemple, ce gaz étant du gaz naturel, une fois comprimé, il alimente un réservoir d'une station de gaz naturel pour véhicules (« GNV ») ou un réseau de gaz naturel comprimé (« GNC »).

**[0015]** Dans des modes de réalisation, la troisième conduite est reliée, en son entrée, à un réservoir de gaz à comprimer.

**[0016]** Dans des modes de réalisation, la troisième conduite est reliée, en son entrée, à l'atmosphère.

**[0017]** Dans des modes de réalisation, la quatrième conduite relie la chambre de compression à un réservoir de gaz comprimé ou à un circuit de gaz comprimé.

**[0018]** Le dispositif peut ainsi alimenter un réservoir d'air comprimé ou un circuit d'air comprimé.

**[0019]** Dans des modes de réalisation, le dispositif objet de l'invention comporte, de plus, un échangeur de chaleur configuré pour réchauffer le gaz traversant la première conduite et refroidir le fluide gazeux comprimé traversant la quatrième conduite.

**[0020]** On évite ainsi des problèmes liés au refroidissement du gaz corrélatif à sa détente.

**[0021]** Dans des modes de réalisation, le dispositif objet de l'invention comporte, de plus, un régulateur de pression sur la quatrième conduite.

**[0022]** Ce régulateur de pression évite les à-coups de pression en sortie de la quatrième conduite.

#### BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES

**[0023]** D'autres avantages, buts et caractéristiques particulières de l'invention ressortiront de la description non limitative qui suit d'au moins un mode de réalisation particulier du dispositif de compression objet de la présente invention, en regard des dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente, schématiquement, un premier mode de réalisation particulier du dispositif objet de l'invention,
- la figure 2 représente, schématiquement, un deuxième mode de réalisation particulier du dispositif objet de l'invention,
- la figure 3 représente, schématiquement, un troisième mode de réalisation particulier du dispositif objet de l'invention,
- la figure 4 représente, schématiquement, un quatrième mode de réalisation particulier du dispositif objet de l'invention,
- la figure 5 représente, schématiquement, un premier mode de réalisation particulier d'un piston libre mis en oeuvre dans différents modes de réalisation du dispositif objet de l'invention,
- la figure 6 représente, schématiquement, une première phase de fonctionnement d'un piston libre à ouverture traversante,
- la figure 7 représente, schématiquement, une deuxième phase de fonctionnement d'un piston libre à ouverture traversante,
- la figure 8 représente, schématiquement, une troisième phase de fonctionnement d'un piston libre à ouverture traversante et
- la figure 9 représente, schématiquement, une quatrième phase de fonctionnement d'un piston libre à ouverture traversante.

#### DESCRIPTION DES MODES DE RÉALISATION

**[0024]** La présente description est donnée à titre non limitatif, chaque caractéristique d'un mode de réalisation pouvant être combinée à toute autre caractéristique de tout autre mode de réalisation de manière avantageuse.

**[0025]** On note, dès à présent, que les figures ne sont pas à l'échelle.

**[0026]** Le dispositif objet de l'invention met préférentiellement en oeuvre, pour utiliser l'énergie de détente d'un fluide pour en comprimer un second, un surpresseur pneumatique à piston libre. C'est la version avec un pis-

ton libre qui est représenté dans les figures 1 à 9. On rappelle que, dans un surpresseur à piston libre, le mouvement du piston répond uniquement à la pression du gaz, sans qu'une bielle ne l'actionne où le retienne. L'homme du métier sait aisément remplacer ce piston libre par un surpresseur pneumatique à membranes, par exemple.

**[0027]** Dans le premier mode de réalisation, figure 1, le dispositif 10 objet de l'invention permet, en récupérant l'énergie de détente d'un gaz, donc sans dépense d'énergie, de comprimer du gaz naturel pour alimenter une station de gaz naturel pour véhicules (« GNV ») ou un réseau de gaz naturel comprimé (« GNC »), à proximité d'un réseau de gaz 12 à la pression  $P_a$  et d'un réseau de gaz 13 à la pression  $P_b$ , où  $P_a > P_b$ .

**[0028]** Le gaz du réseau amont 12 est prélevé par une première conduite 31 jusqu'à une entrée 18 d'une chambre de détente d'un surpresseur 30 à piston libre 11. Une fois le gaz détendu, il rejoint le réseau de gaz aval 13 par l'intermédiaire d'une deuxième conduite 32. Par le biais d'un clapet 15 d'entrée de gaz provenant du réseau amont 12 par une troisième conduite 33, dans une chambre de compression 23 du surpresseur 30 et d'un clapet 16 de sortie de gaz dans une quatrième conduite 34, le gaz est comprimé à une pression  $P_c$  supérieure à  $P_a$ . Le gaz comprimé est injecté dans le réservoir 14 d'une station GNV ou d'un réseau de GNC.

**[0029]** Deux modes de réalisation du surpresseur 30 à piston libre sont décrits en regard des figures 5, d'une part, et 6 à 9, d'autre part.

**[0030]** Dans des modes de réalisation, tels que celui illustré en figure 2, on ajoute des éléments pour automatiser le fonctionnement du dispositif 40 objet de l'invention.

**[0031]** On note que la détente du gaz provoque une baisse de sa température, ce qui peut se révéler problématique. Un échangeur de chaleur 41 positionné à la fois sur la première conduite 31 et sur la quatrième conduite 34 est configuré pour réchauffer le gaz traversant la première conduite 31 et refroidir le fluide gazeux comprimé traversant la quatrième conduite 34.

**[0032]** Un régulateur de pression 47 sur la quatrième conduite, en amont du réservoir 44 est utilisé pour que la pression et la température au niveau de l'échangeur 41 soient constantes.

**[0033]** Une vanne 45 pilotée par un pressostat 46 et positionnée sur la première conduite 31 arrête le fonctionnement du dispositif 40 lorsque le réservoir 44 de la station GNV est suffisamment rempli, c'est-à-dire que sa pression interne est égale à une valeur limite supérieure. Une fois que la pression du réservoir 44 de la station GNV atteint une valeur limite inférieure, par exemple à la suite d'une consommation par un client de la station, le pressostat 46 commande l'ouverture de la vanne 45, ce qui relance le fonctionnement du dispositif 40.

**[0034]** On note que l'ensemble constitué de la vanne 45 et du pressostat 46 peut être remplacé par un dispositif mécanique, la vanne 45 étant alors remplacée par un

régulateur de pression tout ou rien positionné sur la première conduite 31, dont la ligne d'impulsion est placée sur le réservoir 44.

**[0035]** Le débit en sortie sur la deuxième conduite 32 du dispositif 40 est constant lors de son fonctionnement du fait que le surpresseur pneumatique est à piston libre. Un régulateur de pression aval 48 est utilisé pour réguler la pression du réseau aval 13 lors de variations de consommation clients sur le réseau aval 13. La vanne 45 pilotée par un pressostat 49 positionné sur le réseau aval 13, donc en aval de la quatrième conduite 34, arrête le fonctionnement du dispositif 40 lorsque le débit de consommation clients sur le réseau aval 13 est inférieur au débit en sortie du dispositif 40.

**[0036]** On note que l'ensemble constitué de la vanne 45 et du pressostat 49 peut être remplacé par un dispositif mécanique, la vanne 45 étant alors remplacée par un régulateur de pression tout ou rien dont la ligne d'impulsion est placée sur le réseau aval 13.

**[0037]** On note que ce remplacement peut être effectué cumulativement avec le remplacement du pressostat 46 évoqué plus haut. Par exemple, on met en oeuvre deux régulateurs à action directe placés en série, chacun de ces régulateurs ayant un point de consigne spécifique. Selon un autre exemple, on met en oeuvre un seul régulateur de pression à action pilotée par deux pilotes mis en série, chacun de ces pilotes ayant un point de consigne différent.

**[0038]** Dans les modes de réalisation illustrés en figures 3 et 4, le dispositif 50 et 60, respectivement, permet, sans dépense d'énergie, de comprimer un fluide quelconque, par exemple de l'air pour alimenter un réseau d'air comprimé, pouvant être contenu dans un réservoir, à proximité d'un réseau de gaz 12 à la pression  $P_a$  et d'un réseau de gaz 13 à la pression  $P_b$ , où  $P_a > P_b$ . De nouveau, on utilise l'énergie de détente d'un gaz passant de l'un à l'autre de ces réseaux, pour comprimer un autre fluide gazeux.

**[0039]** On retrouve, dans le dispositif 50 illustré en figure 3, les éléments illustrés en figure 1, à l'exception du clapet d'entrée 15 de gaz dans la chambre de compression 23, qui est reliée, par la troisième conduite 33, à un réservoir 51 de gaz à comprimer ou à une entrée (non représentée) d'air ambiant. Le réservoir 14 peut, de son côté, être remplacé par un réseau de gaz ou d'air comprimé.

**[0040]** On retrouve, dans le dispositif 60 en figure 4, les éléments illustrés en figure 2, à l'exception de l'entrée 15 de gaz dans la chambre de compression 23, qui est reliée, par la troisième conduite 33, à un réservoir 61 de gaz à comprimer ou à une entrée (non représentée) d'air ambiant. Le réservoir 44 peut, de son côté, être remplacé par un réseau de gaz ou d'air comprimé.

**[0041]** La figure 5 représente un surpresseur, c'est-à-dire un couple détenteur 70, à gauche, et compresseur 72, à droite, à piston libre. Le détenteur 70 comporte une chambre 75 munie d'une entrée de gaz à haute pression provenant de la première conduite 31 et une sortie

de gaz à basse pression dans la deuxième conduite 32. Dans la chambre 75, un piston de détente 74 est mis en mouvement par la pression du gaz et transmet cette pression, par l'intermédiaire d'un arbre 76 à un piston de compression 77 qui comprime le fluide dans une chambre 78. L'ensemble des pistons 74 et 77 et de l'arbre 76 constitue un piston libre.

**[0042]** Des clapets 15 et 16 assurent l'étanchéité et le sens de déplacement du fluide depuis la troisième conduite 33 d'entrée de fluide gazeux à basse pression jusqu'à la quatrième conduite 34 de sortie de fluide à haute pression. Le système de commande de l'entrée de gaz dans la chambre 75 et de sortie de gaz de la chambre 75, n'est pas décrit ici, étant bien connu de l'homme du métier.

**[0043]** Ainsi, un piston libre est mis en déplacement dans une première chambre 75 par le gaz et comprime le fluide dans une deuxième chambre 78. L'entraînement du compresseur par la turbine se fait avec des pertes mécaniques très limitées, ce qui augmente le rendement du poste de détente. On note que la pression du fluide en sortie du compresseur peut être plus élevée que la pression du gaz en entrée du poste de détente, en fonction du ratio des surfaces des pistons 74 et 77.

**[0044]** En variante, le piston libre est remplacé par des membranes, comme dans les surpresseurs à membranes de type connu.

**[0045]** Dans le mode de réalisation illustré en figures 6 à 10, un surpresseur à piston libre 11. Les flèches en traits discontinus représentent les mouvements de gaz. La flèche en traits continus représente les mouvements du piston libre.

**[0046]** Le piston libre 11 comporte une tête de détente 20 et une tête de compression 22 reliées par un arbre. Une ouverture traversante 24 débouche d'une part, dans la tête de détente 20 du côté opposé à la tête de compression 22 et, d'autre part, dans une paroi latérale de l'arbre. La première conduite de gaz 31 débouche dans la partie 21 de la chambre de détente 17 en regard de l'arbre. En conséquence, l'embouchure de l'ouverture traversante 24 ne se trouve dans la partie 21 que lorsque le volume libre de la chambre de compression 23 est maximum. La sortie de la chambre de détente 17 à laquelle est reliée la deuxième conduite 32 se trouve sur une face latérale de la chambre de détente 17 et n'est pas obstruée par la tête de détente 20 que lorsque l'ouverture traversante 24 ne débouche pas dans la partie 21 de la chambre de détente 17. Plus particulièrement, la sortie de la chambre de détente est obstruée par la tête de détente sauf dans la position du piston libre où le volume libre de la chambre de compression est minimal.

**[0047]** Au début du cycle de fonctionnement du surpresseur, comme illustré en figure 6, le volume libre de la chambre de compression est intermédiaire entre ses valeurs extrêmes. La pression dans la partie 17 de la chambre de détente opposée à la chambre de compression 23 est à la valeur  $P_b$  du réseau aval 13. Le gaz

provenant de la première conduite 31 pénètre dans la partie intermédiaire 21 de la chambre de détente, à une pression  $P_a$ . Le ratio des pressions  $P_a/P_b$  est supérieur au ratio des surfaces de la tête de détente 20 dans la partie 17 et dans la partie 21. Le piston libre 11 se déplace donc vers la gauche, comme illustré en figure 7. Ce mouvement du piston libre 11 entraîne l'aspiration de fluide gazeux provenant de la troisième conduite 33 à travers le clapet d'entrée 15. Lorsque le volume libre de la chambre de compression 23 est maximal, l'ouverture traversante 24 débouche sur la partie 21 de la chambre de détente et le gaz provenant de la première conduite 31 traverse la tête de détente. La pression dans la partie 17 de la chambre de détente atteint alors  $P_a$ , ce qui provoque le mouvement du piston libre 11 vers la chambre de compression 23, comme illustré en figure 8. Ce mouvement obstrue l'ouverture traversante 24 et comprime le fluide gazeux présent dans la chambre de compression 23. Le fluide gazeux comprimé traverse le clapet de sortie 16 puis la quatrième conduite 34. Lorsque le volume libre de la chambre de compression 23 est minimal, la partie 17 de la chambre de détente est pneumatiquement reliée à la deuxième conduite 32, comme illustré en figure 9. Suite à l'augmentation du volume de la partie 17, la pression dans la partie 17 de la chambre de détente chute pour atteindre la valeur  $P_b$ . Le cycle recommence alors.

**[0048]** Comme on le comprend à la lecture de ce qui précède, ce surpresseur à piston libre 11 fonctionne sans partie mobile externe et tant qu'il y a une différence de pression suffisante entre la première conduite et la deuxième conduite.

## Revendications

1. Dispositif (10, 40, 50, 60) de compression d'un fluide gazeux par récupération d'énergie de détente d'un gaz entre un réseau de gaz amont (12) sous une pression  $P_a$  et un réseau de gaz aval (13) sous une pression  $P_b$  inférieure à  $P_a$ , **caractérisé en ce qu'il** comporte :
  - un surpresseur pneumatique (30, 70, 72) comportant un piston libre (11, 74, 76, 77) entre une chambre de détente (17, 75) et une chambre de compression (23, 78),
  - une première conduite (31) de gaz entre le réseau amont et une entrée de la chambre de détente,
  - une deuxième conduite (32) de gaz entre une sortie de la chambre de détente et le réseau aval,
  - une troisième conduite (33) de fluide gazeux à comprimer débouchant sur une entrée de la chambre de compression et
  - une quatrième conduite (34) de fluide gazeux comprimé relié à une sortie de la chambre de compression.

2. Dispositif (10, 40, 50, 60) selon la revendication 1, dans lequel :

- le piston libre (11) comporte une tête de détente (20) et une tête de compression (22) reliées par un arbre, une ouverture traversante débouchant d'une part, dans la tête de détente du côté opposé à la tête (24) de compression et, d'autre part, dans une paroi latérale de l'arbre,
- la première conduite (31) de gaz débouche dans la chambre de détente (17) en regard de l'arbre et
- la sortie de la chambre de détente à laquelle est reliée la deuxième conduite (32) se trouve sur une face latérale de la chambre de détente et n'est pas obstruée par la tête de détente que lorsque l'ouverture traversante ne débouche pas dans la chambre de détente.

3. Dispositif (40, 60) selon l'une des revendications 1 ou 2, qui comporte, de plus, une vanne (45) sur la première conduite (31) pilotée par un pressostat (46, 49) positionné en aval de la quatrième conduite (34).
4. Dispositif (40, 60) selon l'une des revendications 1 ou 2, qui comporte, de plus, un régulateur de pression tout ou rien sur la première conduite (31), dont la ligne d'impulsion est placée en aval de la quatrième conduite (34).
5. Dispositif (10, 40) selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la troisième conduite (33) est reliée, en son entrée, au réseau amont (12), le gaz à comprimer étant le gaz du réseau amont.
6. Dispositif (50, 60) selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la troisième conduite (33) est reliée, en son entrée, à un réservoir (51, 61) de gaz à comprimer.
7. Dispositif (50, 60) selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la troisième conduite (33) est reliée, en son entrée, à l'atmosphère.
8. Dispositif (10, 40, 50, 60) selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel la quatrième conduite (34) relie la chambre de compression (23) à un réservoir de gaz comprimé (14, 44) ou à un circuit de gaz comprimé.
9. Dispositif (40, 60) selon l'une des revendications 1 à 8, qui comporte, de plus, un échangeur de chaleur (41) configuré pour réchauffer le gaz traversant la première conduite (31) et refroidir le fluide gazeux comprimé traversant la quatrième conduite (34).
10. Dispositif (40, 60) selon l'une des revendications 1 à 9, qui comporte, de plus, un régulateur de pression

(47) sur la quatrième conduite (34).

ist.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung (10, 40, 50, 60) zum Verdichten eines gasförmigen Fluids durch Rückgewinnung von Expansionsenergie eines Gases zwischen einem vorgelagerten Gasnetz (12) unter einem Druck  $P_a$  und einem nachgelagerten Gasnetz (13) unter einem Druck  $P_b$  unter  $P_a$ , **dadurch gekennzeichnet, dass** sie aufweist:

- einen pneumatischen Verdichter (30, 70, 72) mit einem freien Kolben (11, 74, 76, 77) zwischen einer Expansionskammer (17, 75) und einer Kompressionskammer (23, 78),
- eine erste Gasleitung (31) zwischen dem vorgelagerten Netz und einem Eingang der Expansionskammer,
- eine zweite Gasleitung (32) zwischen einem Ausgang der Expansionskammer und dem nachgelagerten Netz,
- eine dritte Leitung (33) für zu verdichtendes gasförmiges Fluid, die zu einem Eingang der Kompressionskammer führt, und
- eine vierte Leitung (34) für verdichtetes gasförmiges Fluid, die mit einem Ausgang der Kompressionskammer verbunden ist.

2. Vorrichtung (10, 40, 50, 60) nach Anspruch 1, wobei:

- der freie Kolben (11) einen Expansionskopf (20) und einen Kompressionskopf (22) umfasst, die durch eine Welle verbunden sind, wobei eine Durchgangsöffnung einerseits in den Expansionskopf auf der dem Kompressionskopf (24) gegenüberliegenden Seite und andererseits in eine Seitenwand der Welle mündet,
- die erste Gasleitung (31) in die der Welle zugewandte Expansionskammer (17) mündet und
- der Ausgang der Expansionskammer, mit dem die zweite Leitung (32) verbunden ist, sich auf einer Seitenfläche der Expansionskammer befindet und nur dann durch den Expansionskopf versperrt wird, wenn die Durchgangsöffnung nicht in die Expansionskammer mündet.

3. Vorrichtung (40, 60) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, die ferner ein Ventil (45) an der ersten Leitung (31) aufweist, das von einem Druckschalter (46, 49) gesteuert wird, der stromabwärts der vierten Leitung (34) positioniert ist.

4. Vorrichtung (40, 60) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, die ferner einen Ein-/Aus-Druckregler an der ersten Leitung (31) aufweist, dessen Impulsleitung stromabwärts der vierten Leitung (34) angeordnet

5. Vorrichtung (10, 40) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die dritte Leitung (33) an ihrem Eingang mit dem vorgelagerten Netz (12) verbunden ist, wobei das zu verdichtende Gas das Gas des vorgelagerten Netzes ist.

6. Vorrichtung (50, 60) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die dritte Leitung (33) an ihrem Eingang mit einem Behälter (51, 61) für zu verdichtendes Gas verbunden ist.

7. Vorrichtung (50, 60) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die dritte Leitung (33) an ihrem Eingang mit der Atmosphäre verbunden ist.

8. Vorrichtung (10, 40, 50, 60) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die vierte Leitung (34) die Kompressionskammer (23) mit einem Druckgasbehälter (14, 44) oder einem Druckgaskreislauf verbindet.

9. Vorrichtung (40, 60) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, die ferner einen Wärmetauscher (41) umfasst, der so eingerichtet ist, dass er das durch die erste Leitung (31) strömende Gas erwärmt und das durch die vierte Leitung (34) strömende komprimierte gasförmige Fluid kühlt.

10. Vorrichtung (40, 60) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, die ferner einen Druckregler (47) an der vierten Leitung (34) aufweist.

## Claims

1. Device (10, 40, 50, 60) for compressing a gaseous fluid by recovering the expansion energy of a gas between an upstream gas network (12) at a pressure  $P_a$  and a downstream gas network (13) at a pressure  $P_b$  less than  $P_a$ , **characterised in that** it comprises:

- a pneumatic booster (30, 70, 72) comprising a free piston (11, 74, 76, 77) between an expansion chamber (17, 75) and a compression chamber (23, 78);
- a first pipe (31) for gas between the upstream network and an inlet of the expansion chamber;
- a second pipe (32) for gas between an outlet of the expansion chamber and the downstream network;
- a third pipe (33) for gaseous fluid to be compressed, opening to an inlet of the compression chamber; and
- a fourth pipe (34) for compressed gaseous fluid connected to an outlet of the compression chamber.

2. Device (10, 40, 50, 60) according to claim 1, wherein:

- the free piston (11) comprises an expansion head (20) and a compression head (22) connected by a shaft, a through-opening opening, on one side, into the expansion head on the opposite side from the compression head (24) and, on the other side, into a side wall of the shaft; 5
- the first gas pipe (31) opens into the expansion chamber (17) opposite the shaft; and 10
- the outlet of the expansion chamber to which the second pipe (32) is connected is located on a side surface of the expansion chamber, and is only closed by the expansion head when the through-opening does not open into the expansion chamber. 15

3. Device (40, 60) according to one of claims 1 or 2, which further comprises a valve (45) on the first pipe (31) controlled by a pressure switch (46, 49) positioned downstream from the fourth pipe (34). 20

4. Device (40, 60) according to one of claims 1 or 2, which further comprises an on-off pressure regulator on the first pipe (31), whose impulse line is placed downstream from the fourth pipe (34). 25

5. Device (10, 40) according to one of claims 1 to 4, wherein the third pipe (33) is connected, at its inlet, to the upstream network (12), the gas to be compressed being the gas of the upstream network. 30

6. Device (50, 60) according to one of claims 1 to 4, wherein the third pipe (33) is connected, at its inlet, to a reservoir (51, 61) of gas to be compressed. 35

7. Device (50, 60) according to one of claims 1 to 4, wherein the third pipe (33) is connected, at its inlet, to the atmosphere. 40

8. Device (10, 40, 50, 60) according to one of claims 1 to 7, wherein the fourth pipe (34) connects the compression chamber (23) to a compressed gas reservoir (14, 44) or to a compressed gas circuit. 45

9. Device (40, 60) according to one of claims 1 to 8, which further comprises a heat exchanger (41) configured to heat the gas passing through the first pipe (31) and cool the compressed gaseous fluid passing through the fourth pipe (34). 50

10. Device (40, 60) according to one of claims 1 to 9, which further comprises a pressure regulator (47) on the fourth pipe (34). 55

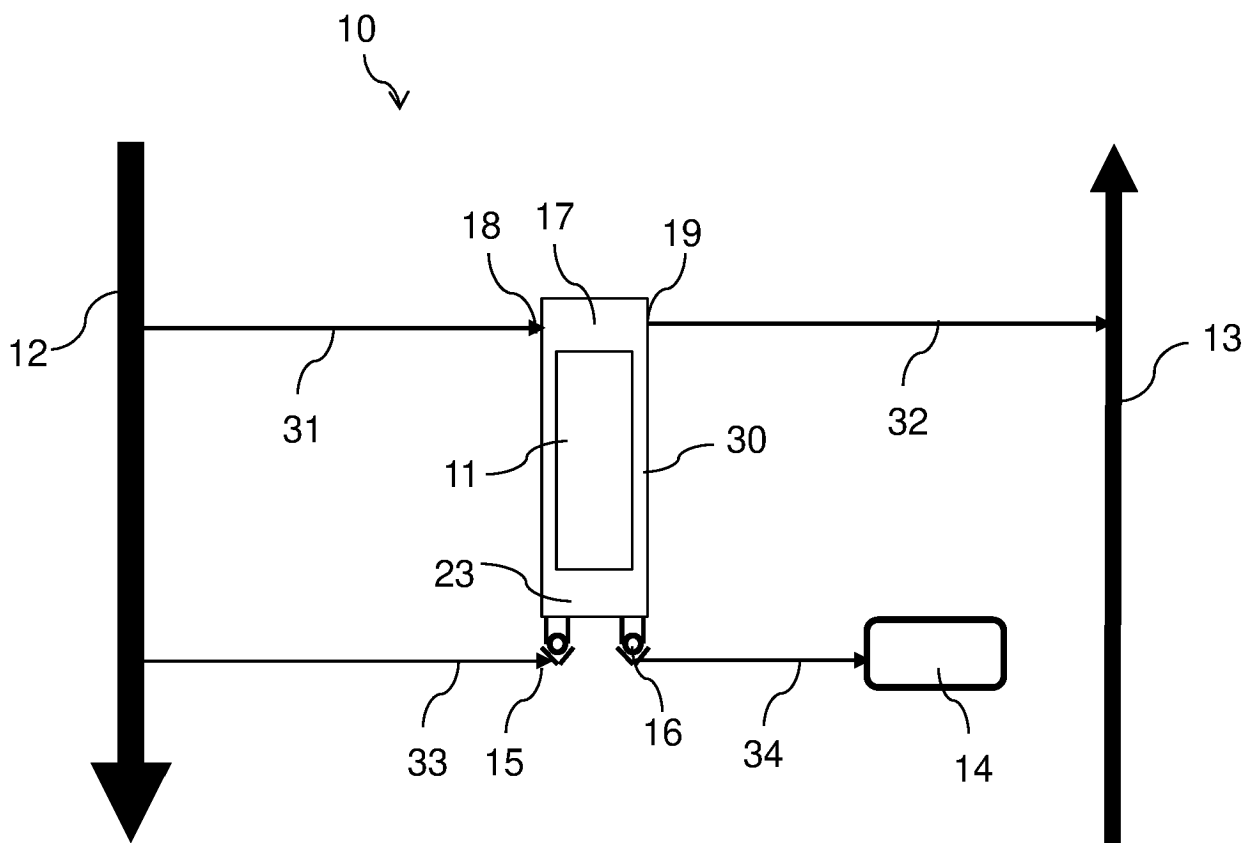


Figure 1



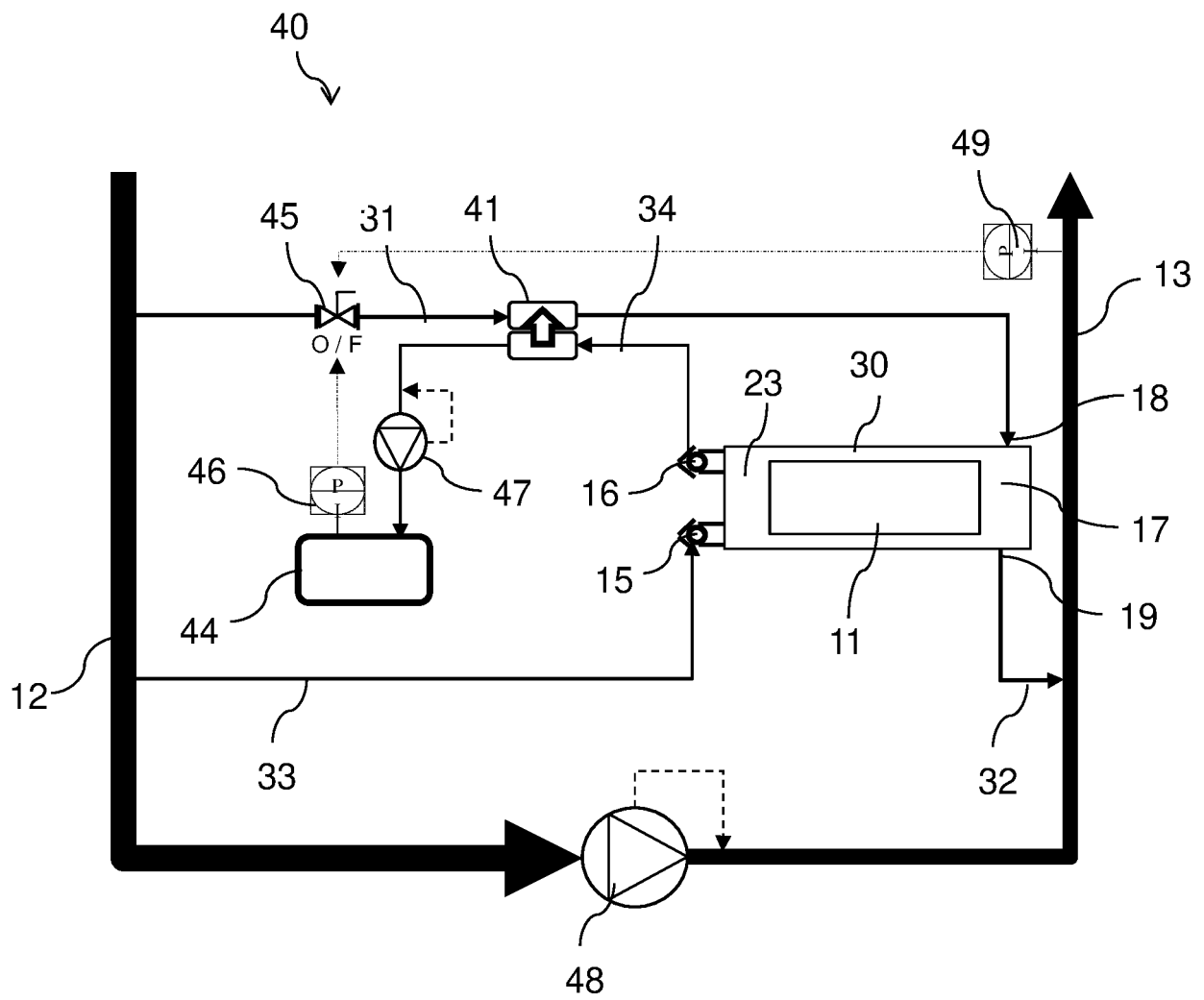


Figure 2

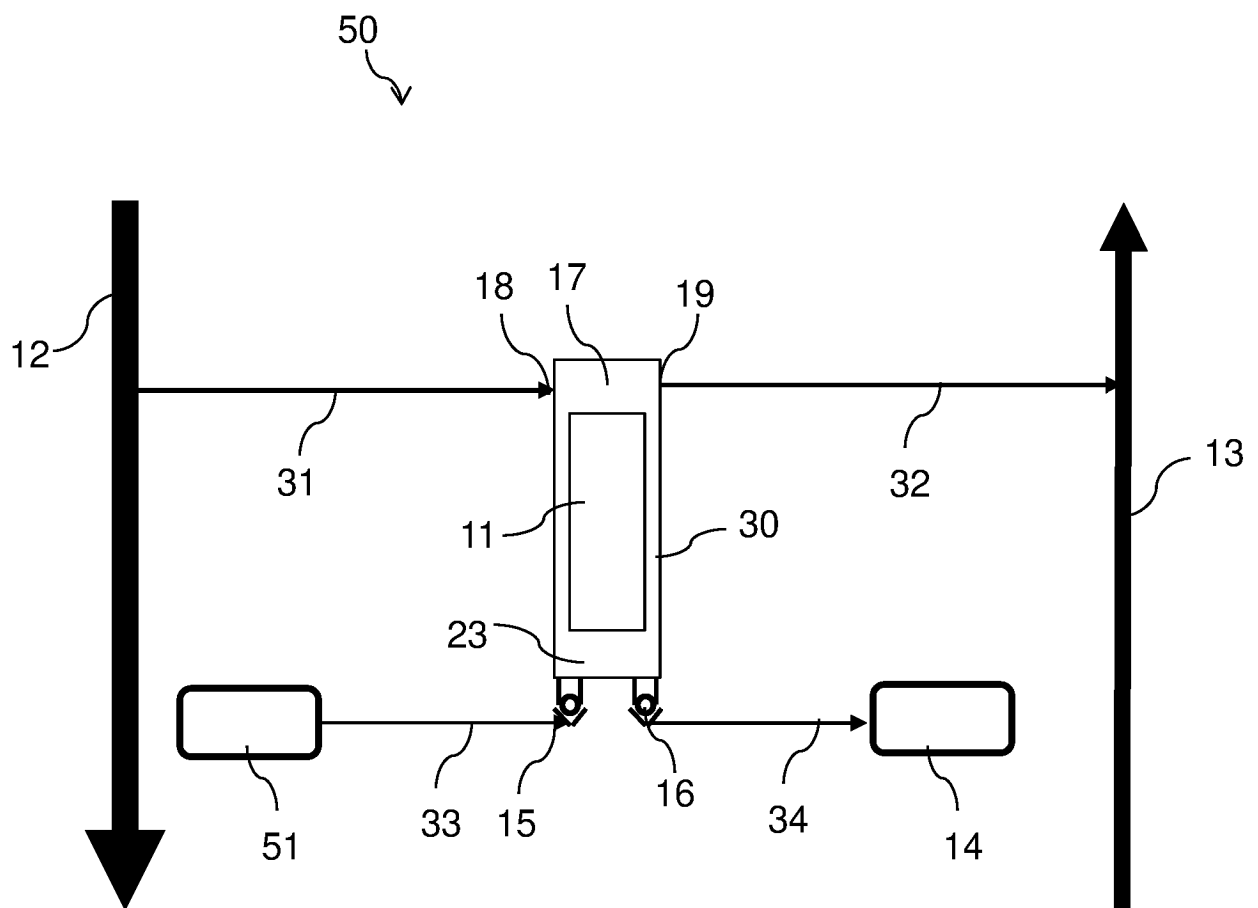


Figure 3

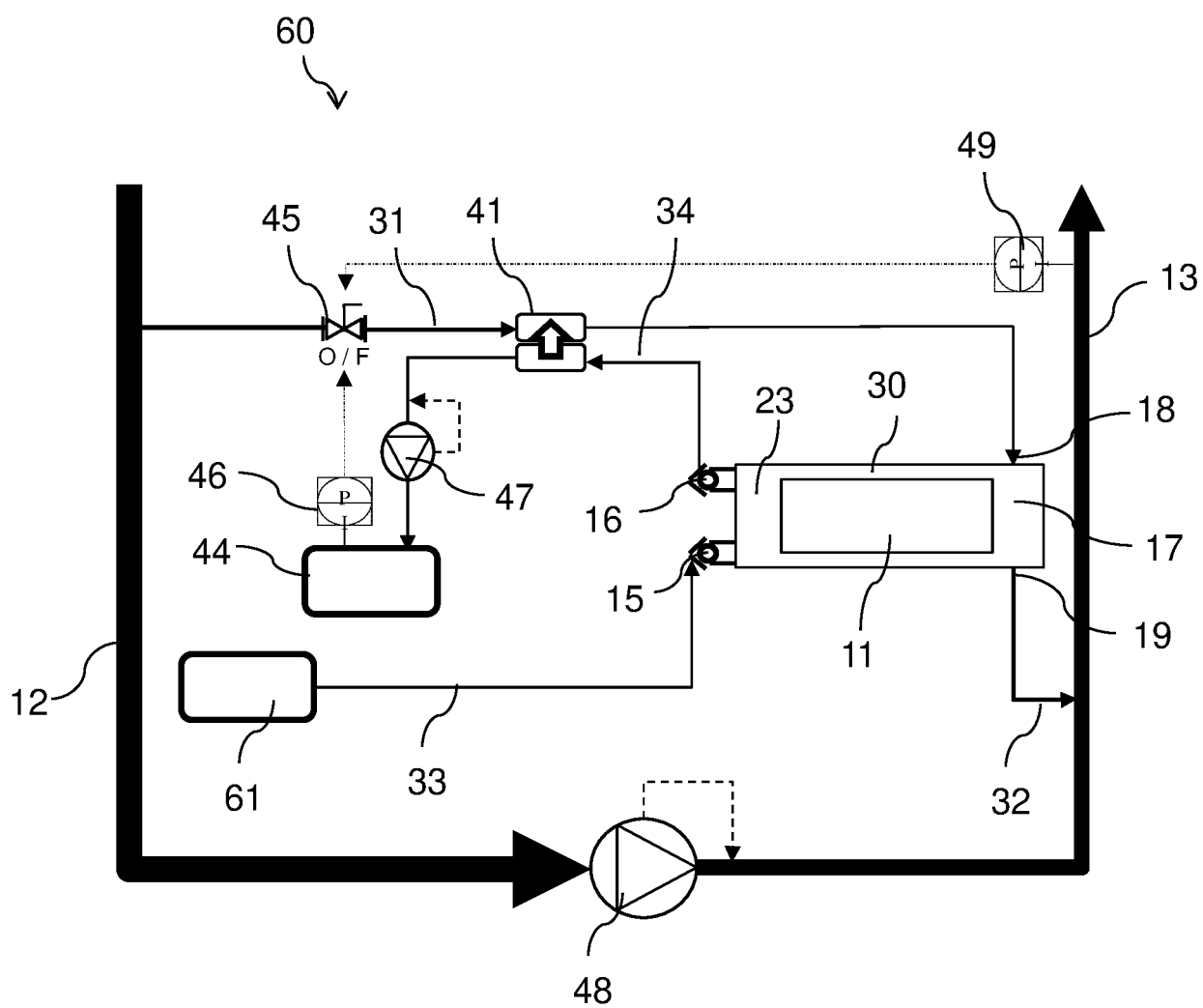


Figure 4

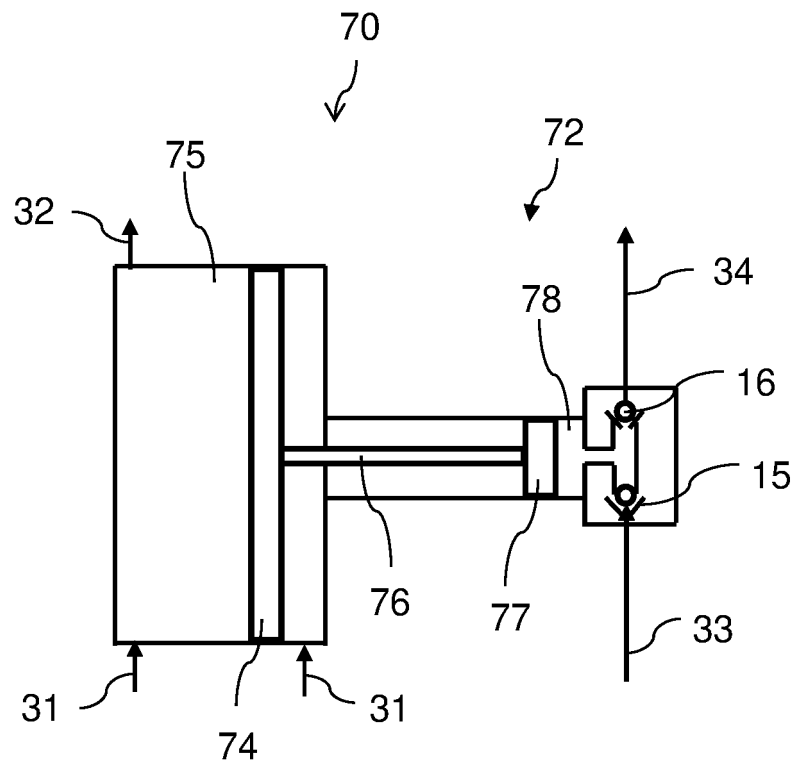


Figure 5

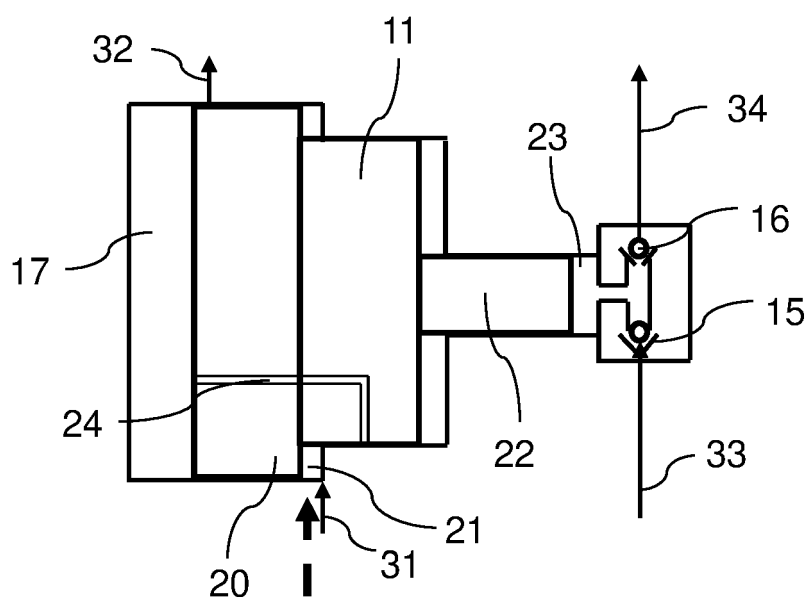


Figure 6

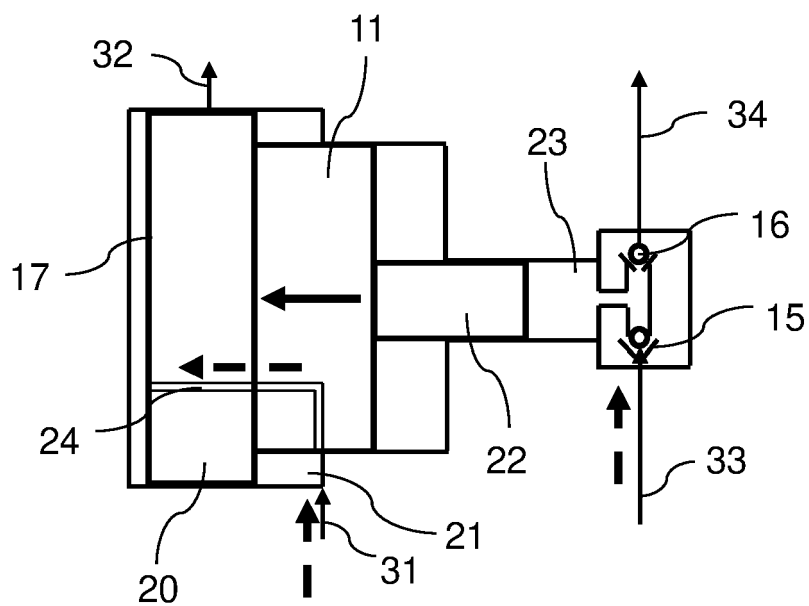


Figure 7

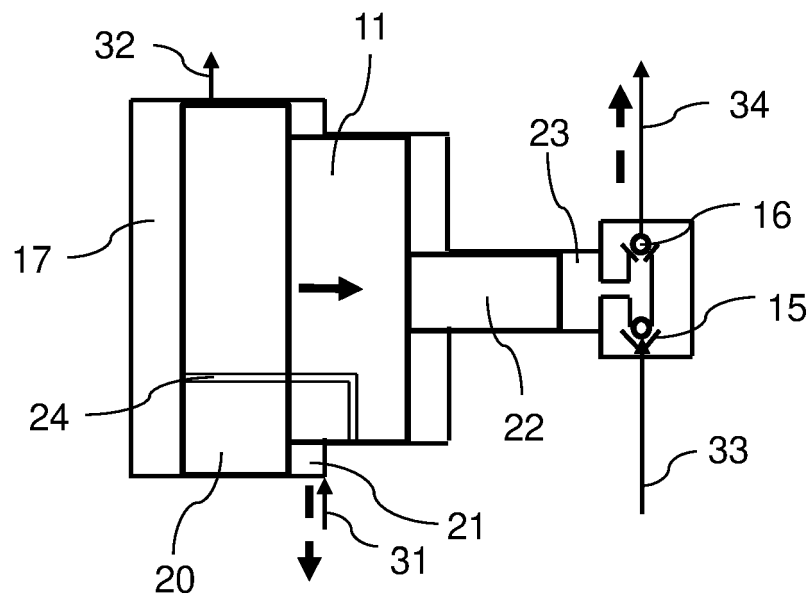


Figure 8

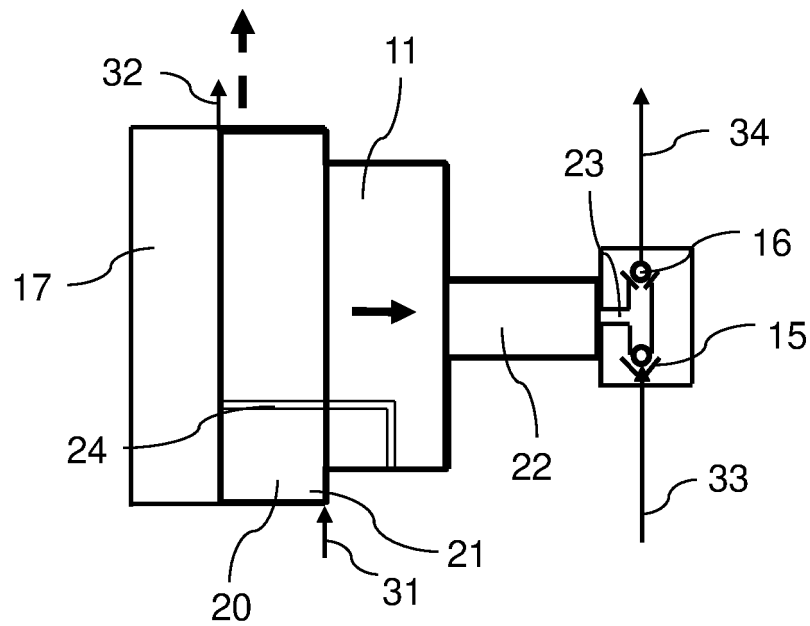


Figure 9

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- WO 2019239083 A1 [0003]