

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
25 juin 2020 (25.06.2020)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/127295 A1

(51) Classification internationale des brevets :

F02G 1/043 (2006.01) F02G 1/044 (2006.01)
F02F 1/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2019/085691

(22) Date de dépôt international :

17 décembre 2019 (17.12.2019)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

FR1873540 20 décembre 2018 (20.12.2018) FR
FR1873559 20 décembre 2018 (20.12.2018) FR

(71) Déposant : UNIVERSITE DE FRANCHE-COMTE
[FR/FR] ; 1 rue Claude Goudimel, 25000 Besançon (FR).

(72) Inventeurs : **BEGOT, Sylvie** ; 2 rue du Monument, 90330 CHAUX (FR). **DJETEL-GOTHE, Steve** ; 36 Faubourg de Lyon, 90000 BELFORT (FR). **KHIRZADA, Hakeem** ; 32 rue Stractman, 90000 BELFORT (FR). **LANZETTA, François** ; 8 rue du Docteur Duvernoy, 90000 BELFORT (FR). **LAYES, Guillaume** ; 7 rue du Capitaine Degombert, 90000 BELFORT (FR). **NIKA, Philippe** ; 48 rue du Thiamont, 90350 EVETTE SALBERT (FR).

(74) Mandataire : **IPAZ** ; Parc Les Algorithmes, Bâtiment Platon, CS 70003 Saint-Aubin, 91192 GIF-SUR-YVETTE Cedex (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,

(54) Title: BETA-TYPE STIRLING MACHINE

(54) Titre : MACHINE STIRLING DE TYPE BETA

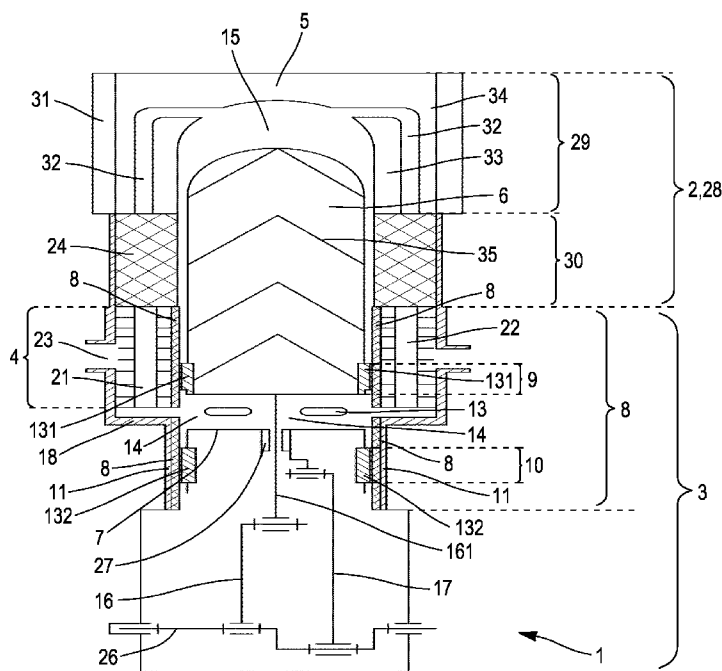


FIG. 3

(57) **Abstract:** The invention relates to a beta-type Stirling machine (1) capable of operating in an engine mode or in a heat pump mode. The Stirling machine has a cold section (3) and a hot section (2), a displacement piston (6) comprising a friction zone (9), and an engine piston (7) comprising a friction zone (10). The Stirling machine has a single liner (8) arranged in the cold section of the Stirling machine operating in the engine mode or in the heat pump mode, wherein the friction zones of said displacement piston and engine piston slide within said single liner.

(57) **Abstrégé :** L'invention se rapporte à une machine Stirling (1) de type beta pouvant fonctionner en mode moteur ou en mode pompe à chaleur. La machine Stirling comprenant une partie froide (3) et une partie chaude (2), un piston déplaceur (6) comprenant une zone

AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

de frottement (9), un piston moteur (7) comprenant une zone de frottement (10). La machine Stirling comprend une unique chemise (8) disposée dans la partie froide de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode pompe à chaleur et dans laquelle chemise unique coulisent les zones de frottement du piston déplaceur et du piston moteur.

Machine Stirling de type bêta

Domaine technique

La présente invention se rapporte au domaine des machines à apport de chaleur externe. En particulier, ces machines peuvent être utilisées en mode moteur, ou en mode récepteur dans un fonctionnement en mode
5 frigorifique ou dans un fonctionnement en mode pompe à chaleur.

L'invention concerne en particulier les machines Stirling de type bêta.

Etat de la technique antérieure

On connait dans l'état de la technique antérieure les moteurs, les
10 machines frigorifiques et les pompes à chaleur Stirling de type bêta. On connait dans l'état de la technique des travaux visant à améliorer l'étanchéité entre la zone de compression, et la zone de détente de la machine Stirling. On connait en revanche peu de travaux concluants portant sur la minimisation des conductions de chaleur directes entre la source
15 froide et la source chaude de la machine Stirling. En effet, l'essentiel des progrès apportés aux machines Stirling de l'état de la technique portent sur l'étanchéité.

Un but de l'invention est notamment de :

- diminuer les échanges thermiques par conduction entre les parties chaude
20 et froide de la machine Stirling, et/ou
- diminuer les volumes morts présents dans la machine Stirling, et/ou
- diminuer les pertes de charge lors de la circulation du gaz de travail dans la machine Stirling,
- améliorer le refroidissement dans les zones de frottement de la machine
25 Stirling.

Présentation de l'invention

A cet effet, il est proposé une machine Stirling de type beta pouvant fonctionner en mode moteur ou en mode pompe à chaleur ou en mode
30 frigorifique, ladite machine Stirling comprenant :

- une partie froide et une partie chaude,
- un piston déplaceur comprenant une zone de frottement,
- un piston moteur comprenant une zone de frottement.

La machine Stirling comprend une unique chemise disposée dans la partie froide de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode pompe à chaleur, ou respectivement dans la partie chaude de la machine Stirling fonctionnant en mode frigorifique, et dans laquelle coulisent les

5 zones de frottement du piston déplaceur et du piston moteur.

Dans la présente demande, le terme « machine Stirling » désigne une machine Stirling de type bêta pouvant fonctionner aussi bien en mode moteur qu'en mode récepteur (c'est-à-dire en fonctionnement machine frigorifique ou pompe à chaleur).

10 Dans la présente demande, lorsqu'aucun mode de fonctionnement de la machine Stirling n'est précisé (mode moteur ou mode frigorifique ou mode pompe à chaleur), le mode de fonctionnement moteur est considéré comme le mode de fonctionnement par défaut. Dans ce cas, il est entendu que la caractéristique de la machine Stirling décrite correspond au

15 fonctionnement en mode moteur. Dès lors, une partie, ou un élément, considéré de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur qui exerce une fonction différente d'une fonction exercée par la même partie, ou le même élément, considéré de la machine Stirling fonctionnant dans un autre mode, peut être transposée par la fonction de la partie, ou de l'élément,

20 considéré correspondant à l'autre mode de fonctionnement de la machine Stirling en opérant les changements précisés ci-dessous.

Concernant les parties froides et chaudes de la machine Stirling. Lorsque la machine Stirling fonctionne en mode moteur, la partie située du côté d'un carter de la machine Stirling est la partie froide et la partie située

25 du côté de la machine Stirling opposé au carter est la partie chaude. La partie froide de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur correspond à la partie froide de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur et correspond à la partie chaude de la machine Stirling fonctionnant en mode frigorifique. De manière analogue la partie chaude de

30 la machine Stirling fonctionnant en mode moteur correspond à la partie chaude de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur et correspond à la partie froide de la machine Stirling fonctionnant en mode frigorifique.

Concernant les zones de compression et de détente de la machine

35 Stirling. Lorsque la machine Stirling fonctionne en mode moteur, la partie

située du côté d'un carter de la machine Stirling est la zone de compression et la partie située du côté de la machine Stirling opposé au carter est la zone de détente. La zone de compression de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur correspond à la zone de compression de la machine Stirling fonctionnant en mode frigorifique et correspond à la zone de détente de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur. De manière analogue la zone de détente de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur correspond à la zone de détente de la machine Stirling fonctionnant en mode frigorifique et correspond à la zone de compression de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur.

Lorsque l'on considère l'élément de la machine Stirling définit comme le réchauffeur, ou respectivement le refroidisseur, de la machine Stirling. L'élément de la machine Stirling dans lequel transite un gaz se déplaçant depuis des conduits de passage de la chemise unique vers le volume de compression de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode frigorifique, ou inversement, est un refroidisseur. L'élément de la machine Stirling dans lequel transite un gaz se déplaçant depuis des conduits de passage de la chemise unique vers le volume de détente de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur, ou inversement, est un réchauffeur.

Lorsque l'on considère la partie de la machine Stirling située du côté opposé au carter qui peut être définie comme l'échangeur de la machine Stirling. La partie de la machine Stirling située du côté opposé au carter est l'échangeur chaud de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode pompe à chaleur, ou respectivement est l'échangeur froid de la machine Stirling fonctionnant en mode frigorifique.

L'unique chemise peut être une chemise sèche.

L'unique chemise peut constituer une pièce d'un seul tenant.

L'unique chemise peut être réalisée d'un seul bloc et/ou dans un même matériau.

L'unique chemise peut être disposée intégralement dans la partie froide de la machine Stirling.

La chemise unique peut former une partie d'un cylindre de la machine Stirling se trouvant dans la partie froide de la machine Stirling.

La chemise unique peut s'étendre le long des courses des zones de frottement du piston déplaceur et du piston moteur.

Il est entendu par zones de frottement du piston déplaceur et du piston moteur, la zone de frottement du piston déplaceur avec la chemise
5 unique et la zone de frottement du piston avec la chemise unique.

Une zone de la chemise unique ne présentant pas de frottements peut être située entre la zone de frottement du piston déplaceur avec la chemise unique et la zone de frottement du piston avec la chemise unique.

La chemise unique peut s'étendre uniquement le long des courses des
10 zones de frottement du piston déplaceur et du piston moteur.

La chemise peut s'étendre au-delà des courses des zones de frottement du piston déplaceur et/ou du piston moteur.

La chemise unique peut s'étendre depuis une fin de course inférieure
15 de la zone de frottement du piston moteur, dite extrémité de carter de la chemise unique, ladite fin de course inférieure de la zone de frottement du piston moteur étant située du côté d'un vilebrequin du piston moteur, jusqu'à une fin de course supérieure de la zone de frottement du piston déplaceur, dite extrémité de séparation de la chemise unique, ladite fin de
20 course supérieure de la zone de frottement du piston déplaceur étant située du côté d'un échangeur.

L'échangeur chaud peut être situé du côté d'une zone de détente de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode frigorifique, ou respectivement du côté d'une zone de compression de la machine
25 Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur.

L'échangeur peut être un échangeur chaud lorsque la machine Stirling fonctionne en mode moteur ou en mode pompe à chaleur, ou respectivement un échangeur froid lorsque la machine Stirling fonctionne en mode frigorifique.

30 La chemise unique peut s'étendre depuis une fin de course inférieure d'une partie terminale du piston moteur, dite extrémité de carter de la chemise unique, ladite fin de course inférieure de la partie terminale du piston moteur étant située du côté du vilebrequin du piston moteur. La fin de course supérieure d'une partie terminale du piston déplaceur située du

côté de l'échangeur chaud est, de préférence, située dans l'échangeur chaud.

De préférence, l'échangeur chaud forme une partie terminale de la partie chaude de la machine Stirling. De préférence, l'échangeur chaud
5 forme une partie terminale du cylindre.

La chemise unique peut comprendre des conduits de passage d'un gaz se déplaçant depuis un volume de compression de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode frigorifique, ou respectivement
10 un volume de détente de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur, vers un refroidisseur de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode frigorifique, ou respectivement un réchauffeur de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur, ou inversement, lesdits conduits de passage traversant la chemise unique. Les conduits de
15 passage peuvent s'étendre selon l'épaisseur de la chemise unique.

Le volume de compression se situe entre le piston déplaceur et le piston moteur. Lorsque le piston moteur est en fin de course supérieure, le piston déplaceur est à mi-course. Il existe un angle du cycle où le volume de compression est minimal.

20 De préférence, les conduits de passage peuvent être situés dans une zone de la chemise, dite zone de compression, située entre la fin de course supérieure du piston moteur et la fin de course inférieure du piston déplaceur.

De préférence, les conduits de passage peuvent être répartis de
25 manière annulaire dans la zone de compression.

De préférence, lesdits conduits de passage traversant la chemise unique sont situés au niveau d'une zone de la chemise unique ne présentant pas de frottements.

30 Le refroidisseur de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode frigorifique, ou respectivement le réchauffeur de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur peut être, au moins en partie, de préférence intégralement, en contact direct avec la chemise unique et peut entourer, au moins en partie, de préférence intégralement,
35 la chemise unique, ledit de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur

ou en mode frigorifique, ou respectivement le réchauffeur de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur, étant entièrement compris dans la partie froide de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode pompe à chaleur, ou respectivement dans la partie chaude de la
5 machine Stirling fonctionnant en mode frigorifique.

Le refroidisseur peut être agencé pour convoyer un gaz depuis les conduits de passage de la chemise unique en direction de la partie chaude de la machine Stirling, ou inversement, et refroidir le gaz en question lors de son passage dans le refroidisseur.

10 Il peut être entendu par gaz un mélange de gaz.

Le refroidisseur peut être agencé pour convoyer un gaz depuis les conduits de passage de la chemise unique jusqu'à un régénérateur de la machine Stirling, ou inversement, et refroidir le gaz en question lors de son passage dans le refroidisseur.

15 Une paroi intérieure du refroidisseur peut être, au moins en partie, de préférence intégralement, en contact direct avec la chemise unique et peut entourer, au moins en partie, de préférence intégralement, la chemise unique, ledit refroidisseur étant entièrement compris dans la partie froide de la machine Stirling. La paroi intérieure du refroidisseur est située du côté de
20 la chemise unique.

Le refroidisseur peut comprendre une ou des voies d'écoulements du gaz. De préférence, le refroidisseur comprend des voies d'écoulements du gaz.

La ou les voies d'écoulements du refroidisseur peuvent être, en
25 partie, délimitées par la paroi intérieure du refroidisseur.

La ou les voies d'écoulements du refroidisseur peuvent être, au moins en partie, de préférence intégralement, en contact direct avec la chemise unique et peuvent entourer, au moins en partie, de préférence intégralement, la chemise unique, ledit refroidisseur étant entièrement
30 compris dans la partie froide de la machine Stirling. La voie d'écoulement, ou les voies d'écoulements, du refroidisseur peut être, en partie, délimitée par une paroi extérieure, ou respectivement des parties de la paroi extérieure, de la chemise unique. La paroi extérieure de la chemise unique est située du côté du refroidisseur.

Le refroidisseur peut être en contact direct avec la chemise unique et peut s'étendre depuis les conduits de passage en direction de la partie chaude.

Le refroidisseur peut être en contact direct avec la chemise unique et
5 peut s'étendre depuis les conduits de passage jusqu'à une extrémité de séparation de la chemise avec la partie chaude.

Le refroidisseur peut entourer la chemise unique sur une zone s'étendant depuis l'extrémité de séparation de la chemise avec la partie chaude jusqu'aux conduits de passage de la chemise unique.

10

La chemise unique et le refroidisseur de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode frigorifique, ou respectivement le réchauffeur de la machine de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur, peuvent être insérés, au moins en partie, de préférence
15 intégralement, dans un carter jusqu'à être portés en appui sur des épaulements du carter.

Le carter peut comprendre, entre autre, les bielles des pistons moteur et déplaceur, et le vilebrequin.

Le carter peut comprendre un épaulement unique ou des
20 épaulements pour la chemise unique et un épaulement unique ou des épaulements pour le refroidisseur. L'épaulement unique ou les épaulements pour le refroidisseur peuvent être différents de l'épaulement unique ou des épaulements pour la chemise unique.

25 La machine Stirling peut comprendre une tête formant, au moins en partie, de préférence intégralement, la partie chaude de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode pompe à chaleur, ou respectivement de la partie froide de la machine Stirling fonctionnant en mode frigorifique, au moins une partie d'une extrémité de ladite tête, dite
30 extrémité de séparation de la tête, de préférence l'intégralité de l'extrémité de séparation de ladite tête, est, en partie, en appui sur l'extrémité de séparation de la chemise unique et, en partie, en appui sur une partie du refroidisseur de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode frigorifique, ou respectivement sur une partie du réchauffeur de la
35 machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur, dite extrémité de

séparation du refroidisseur de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode machine frigorifique, ou respectivement dite extrémité de séparation du réchauffeur de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur.

5 Le terme « en appui » peut signifier un contact direct.

La partie de la tête en appui sur l'extrémité de séparation de la chemise unique et la partie de la tête en appui sur l'extrémité de séparation du refroidisseur peuvent former l'intégralité de l'extrémité de séparation de ladite tête.

10 De préférence, aucun frottement n'intervient entre le piston déplaceur et la tête.

La tête peut constituer en partie, de préférence intégralement, la partie chaude de la machine Stirling.

De préférence, la tête forme une partie du cylindre disposée dans la
15 partie chaude de la machine Stirling.

De préférence, la tête comprend un échangeur chaud. L'échangeur chaud peut former une partie de la tête.

De préférence, une partie terminale de la tête forme au moins en partie, de préférence intégralement, l'échangeur chaud.

20

La machine Stirling peut comprendre un régénérateur s'étendant depuis l'extrémité de séparation de la tête jusqu'à une ou des parties terminales, dite de régénérateur, d'un ou de canaux de passage du gaz se déplaçant depuis le volume de détente de la machine Stirling fonctionnant
25 en mode moteur ou en mode frigorifique, ou respectivement depuis le volume de compression de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur, jusqu'au régénérateur, ou inversement.

Le ou les canaux de passage peuvent être ménagés dans une paroi de la tête séparant le cylindre de l'extérieur de la machine Stirling.

30

Le régénérateur peut être enserré entre deux parois de la tête, une desdites parois, dite paroi intérieure du régénérateur, formant une partie d'une paroi intérieure de la de la partie chaude de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode pompe à chaleur, ou
35 respectivement de la partie froide de la machine Stirling fonctionnant en

mode frigorifique, l'autre desdites parois, dite paroi extérieure du régénérateur, formant une partie d'une paroi extérieure de la partie chaude de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode pompe à chaleur, ou respectivement de la partie froide de la machine Stirling
5 fonctionnant en mode frigorifique.

Le ou les canaux de passage peuvent être compris entre une partie de la paroi intérieure de la partie chaude de la machine Stirling, dite paroi intérieure du ou des canaux de passage, et une autre paroi de la partie chaude de la machine Stirling, dite paroi extérieure du ou des canaux de
10 passage.

La paroi intérieure du régénérateur peut constituer un prolongement de la paroi intérieure du ou des canaux de passage. La paroi extérieure du régénérateur peut constituer un prolongement de la paroi extérieure du ou des canaux de passage.

15 Un prolongement de la paroi extérieure du régénérateur peut former une partie de la paroi intérieure de la partie chaude de la machine Stirling. Un prolongement de la paroi extérieure du régénérateur peut former une partie de la paroi intérieure de l'échangeur chaud.

Une paroi intérieure de la partie du cylindre formée par la tête peut
20 constituer la paroi intérieure de la partie chaude de la machine Stirling.

Une partie de la paroi extérieure du régénérateur peut être en appui sur l'extrémité de séparation du refroidisseur de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode frigorifique, ou respectivement le
25 réchauffeur de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur, et une partie de la paroi intérieure du régénérateur est en appui sur l'extrémité de séparation de la chemise unique. Dans ce cas, la partie de l'extrémité de séparation de la tête en appui sur l'extrémité de séparation de la chemise unique constitue la partie de la paroi intérieure du
30 régénérateur en appui sur l'extrémité de séparation de la chemise unique. Dans ce cas, également, la partie de l'extrémité de séparation de la tête en appui sur l'extrémité de séparation du refroidisseur de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode frigorifique, ou respectivement le réchauffeur de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur,
35 constitue la partie de la paroi extérieure du régénérateur en appui sur

l'extrémité de séparation du de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode frigorifique, ou respectivement le réchauffeur de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur,. Dans ce cas, également, la partie de la paroi extérieure du régénérateur et la partie de la
5 paroi intérieure du régénérateur constituent l'extrémité de séparation de la tête.

La machine Stirling peut comprendre un ou des évidements. Le ou les évidements peuvent être réalisés dans :

- 10 - une ou des parties de l'extrémité de séparation de la chemise unique en appui sur l'extrémité de séparation de la tête et/ou une ou des parties de l'extrémité de séparation du refroidisseur de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode frigorifique, ou respectivement le réchauffeur de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur,
15 en appui sur l'extrémité de séparation de la tête, et/ou
- une ou des parties de l'extrémité de séparation de la tête en appui sur l'extrémité de séparation de la chemise unique et/ou en appui sur l'extrémité de séparation du refroidisseur de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode frigorifique, ou respectivement le
20 réchauffeur de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur.

De préférence, le ou les évidements sont agencés pour minimiser les surfaces de contact entre la partie chaude et la partie froide de la machine Stirling de sorte à limiter la conduction thermique entre ces parties.

De préférence, les zones de contact entre la partie chaude et la partie
25 froide de la machine Stirling, entre autre entre le régénérateur et la tête et entre la chemise unique et la tête, peuvent être agencées pour minimiser les surfaces de contact entre la partie chaude et la partie froide de la machine Stirling de sorte à limiter la conduction thermique entre ces parties.

30

La machine Stirling peut comprendre un système d'assemblage agencé pour maintenir en contact la tête et le carter, le système d'assemblage est relié au carter et est agencé pour venir en prise avec un épaulement de la tête, situé au niveau de l'extrémité de séparation de la
35 paroi extérieure de la tête étant en appui sur l'extrémité de séparation du

refroidisseur de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode frigorifique, ou respectivement le réchauffeur de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur,.

Le système d'assemblage peut être un système de fixation de type
5 bride.

Une partie du système d'assemblage agencée pour venir en prise avec l'épaulement de la tête peut être un épaulement de la bride.

De préférence, le système d'assemblage est en prise uniquement avec l'épaulement. Le système d'assemblage peut être en appui sur une
10 paroi extérieure du carter.

L'épaulement peut être une partie de la paroi extérieure de la tête et/ou une partie du refroidisseur.

De préférence, les zones de contact entre le système d'assemblage et les autres éléments de la machine Stirling, entre autre le carter et la tête,
15 peuvent être agencées pour minimiser les surfaces de contact entre la partie chaude et la partie froide de la machine Stirling de sorte à limiter la conduction thermique entre ces parties.

Un diamètre hydraulique maximal de chacune des voies d'écoulement
20 du refroidisseur de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode frigorifique, ou respectivement du réchauffeur de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur, et des canaux de passage de la tête peuvent être supérieurs ou égaux à une épaisseur d'une couche limite thermique.

De préférence, un diamètre hydraulique maximal de chacune des
25 voies d'écoulement du refroidisseur et des canaux de passage de la tête peuvent être supérieurs ou égaux à deux fois une épaisseur de la couche limite thermique. De préférence encore, un diamètre hydraulique maximal de chacune des voies d'écoulement du refroidisseur et des canaux de
30 passage de la tête peuvent être égaux à trois fois une épaisseur de la couche limite thermique.

Cette caractéristique a pour effet de contraindre les écoulements selon une dynamique souhaitée tout en limitant le volume mort que constitue le refroidisseur.

De préférence, une longueur de chacun des conduits de passage selon une direction de course des pistons déplaceur et moteur, dite épaisseur des conduits de passage, est la plus petite longueur des conduits de passage.

5 La machine Stirling peut comprendre un ou des moyens de frottement du piston déplaceur et/ou un ou des moyens de frottement du piston moteur avec la chemise unique. Le ou les moyens de frottement du piston déplaceur et/ou un ou des moyens de frottement du piston moteur peuvent comprendre du graphite et/ou du PolyTetraFluoroEthylène (PTFE).

10 Le moyen de frottement peut être un segment.

La zone de frottement d'un piston peut être définie comme la zone dans laquelle s'étend un ou des moyens de frottement du piston en question.

Une zone de frottement de la chemise peut être définie comme la
15 zone de la chemise avec laquelle le ou les moyens de frottement d'un piston ou des pistons sont en contact.

Lorsqu'un piston comprend plusieurs moyens de frottement, la fin de course inférieure de la zone de frottement du piston moteur peut correspondre à l'extrémité d'un moyen de frottement situé du côté du
20 vilebrequin du piston moteur et la fin de course supérieure de la zone de frottement du piston déplaceur peut correspondre à l'extrémité du moyen de frottement du piston déplaceur situé du côté de l'échangeur chaud.

La chemise unique de la machine Stirling peut être en acier.
25

Description des figures

D'autres avantages et particularités de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée de mises en œuvre et de modes de réalisation nullement limitatifs, et des dessins annexés suivants :

30 [Fig. 1] la FIGURE 1 est une représentation schématique d'une vue de biais d'un moteur Stirling de type bêta selon l'invention,
[Fig. 2] la FIGURE 2 est une représentation schématique de vue en coupe de la chemise unique du moteur Stirling de type bêta selon l'invention,

- [Fig. 3] la FIGURE 3 est une représentation schématique d'une vue en coupe d'un moteur Stirling de type bêta selon l'invention,
- [Fig. 4] la FIGURE 4 est une représentation schématique d'une vue en coupe d'un moteur Stirling de type bêta selon l'invention,
- 5 [Fig. 5] la FIGURE 5 est une représentation schématique d'une vue en coupe du système d'assemblage des parties chaude et froide de la machine Stirling de type bêta selon l'invention,
- [Fig. 6] la FIGURE 6 est une représentation schématique en vue de biais d'une coupe verticale d'une zone du moteur Stirling de type bêta selon
- 10 l'invention comprenant la chemise unique et le refroidisseur du moteur Stirling.

Description des modes de réalisation

Les modes de réalisation décrits ci-après étant nullement limitatifs,

15 on pourra notamment considérer des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites, isolées des autres caractéristiques décrites (même si cette sélection est isolée au sein d'une phrase comprenant ces autres caractéristiques), si cette sélection de caractéristiques est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour

20 différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure. Cette sélection comprend au moins une caractéristique, de préférence fonctionnelle sans détails structurels, ou avec seulement une partie des détails structurels si cette partie uniquement est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la

25 technique antérieure.

Par souci de clarté et pour rendre la description aussi intelligible que possible, il est décrit ci-dessous des modes de réalisation décrits d'une machine Stirling de type Bêta 1 fonctionnant en mode moteur. Néanmoins,

30 la caractéristique décrite pour le fonctionnement de la machine Stirling 1 fonctionnant en mode moteur peut être transposée par la caractéristique correspondant à un autre mode de fonctionnement de la machine Stirling 1 en opérant les changements tel que décrits dans la partie exposé de la présente demande. Il est donc bon de rappeler que la machine Stirling de

35 type bêta 1 fonctionnant en mode moteur tel que décrite ci-dessous peut

aussi bien fonctionner en mode récepteur, c'est-à-dire en fonctionnement machine frigorifique ou pompe à chaleur. Par conséquent, la partie, ou l'élément, considéré de la machine Stirling 1 fonctionnant en mode moteur qui exerce une fonction différente de la fonction exercée par la même
5 partie, ou le même élément, considéré de la machine Stirling 1 fonctionnant dans un autre mode, peut être transposée par la fonction correspondant à l'autre mode de fonctionnement de la machine Stirling 1 en opérant les changements précisés ci-dessous. Pour ce faire, il suffit de transposer la fonction de la partie, ou de l'élément, propre au fonctionnement en mode
10 moteur par la fonction de la partie, ou de l'élément, correspondant propre au mode de fonctionnement visé.

Les principales transpositions à opérer concernent les caractéristiques suivantes :

- lorsque la machine Stirling 1 fonctionne en mode moteur, la partie située
15 du côté du carter 11 est la partie froide 3 et la partie située du côté de la machine Stirling 1 opposé au carter est la partie chaude 2. La partie froide 3 de la machine Stirling 1 fonctionnant en mode moteur correspond à la partie froide 3 de la machine Stirling 1 fonctionnant en mode pompe à chaleur et correspond à la partie chaude 3 de la machine Stirling 1
20 fonctionnant en mode frigorifique. De manière analogue la partie chaude 2 de la machine Stirling 1 fonctionnant en mode moteur correspond à la partie chaude 2 de la machine Stirling 1 fonctionnant en mode pompe à chaleur et correspond à la partie froide 2 de la machine Stirling 1 fonctionnant en mode frigorifique,
- 25 - lorsque la machine Stirling 1 fonctionne en mode moteur, la partie située du côté du carter 11 de la machine Stirling 1 est la zone de compression 3 et la partie située du côté de la machine Stirling 1 opposé au carter est la zone de détente 2. La zone de compression 3 de la machine Stirling 1 fonctionnant en mode moteur correspond à la zone de compression 3 de la
30 machine Stirling 1 fonctionnant en mode frigorifique et correspond à la zone de détente 3 de la machine Stirling 1 fonctionnant en mode pompe à chaleur. De manière analogue la zone de détente 2 de la machine Stirling 1 fonctionnant en mode moteur correspond à la zone de détente 2 de la machine Stirling 1 fonctionnant en mode frigorifique et correspond à la zone
35 de compression 2 de la machine Stirling 1 fonctionnant en mode pompe à

chaleur,

- l'élément de la machine Stirling 1 dans lequel transite un gaz se déplaçant depuis des conduits de passage 13 de la chemise unique 8 vers le volume de compression 14 de la machine Stirling 1 fonctionnant en mode moteur 5 ou en mode frigorifique, ou inversement, est un refroidisseur 4. L'élément de la machine Stirling 1 dans lequel transite un gaz se déplaçant depuis des conduits de passage 13 de la chemise unique 8 vers le volume de détente 14 de la machine Stirling 1 fonctionnant en mode pompe à chaleur, ou inversement, est un réchauffeur 4,
- 10 - lorsque l'on considère la partie de la machine Stirling 1 située du côté opposé au carter 11 qui peut être définie comme l'échangeur 5 de la machine Stirling 1. La partie de la machine Stirling située du côté opposé au carter 11 est l'échangeur chaud 5 de la machine Stirling 1 fonctionnant en mode moteur ou en mode pompe à chaleur, ou respectivement est 15 l'échangeur froid 5 de la machine Stirling 1 fonctionnant en mode frigorifique.

En référence aux FIGURES 1 à 6, il est décrit, dans un premier mode de réalisation, un moteur Stirling 1 de type beta. Le moteur Stirling 1 20 comprend une partie froide 3 et une partie chaude 2. Le moteur Stirling 1 comprend un échangeur chaud 5 et un refroidisseur 4. Le moteur Stirling 1 comprend un piston déplaceur 6 et un piston moteur 7. Le piston déplaceur 6 comprend un ensemble 131 formé d'un segment d'étanchéité et d'une bague de guidage du piston déplaceur 6. Le piston moteur 7 comprend un 25 ensemble 132 formé d'un segment d'étanchéité et d'une bague de guidage du piston moteur 7. Le moteur Stirling 1 de type bêta selon l'invention comprend une unique chemise 8 disposée intégralement dans la partie froide 3 du moteur 1 et dans laquelle coulissent la zone de frottement 9 du piston déplaceur 6 et la zone de frottement 10 du piston moteur 7.

30 Dans la suite de la présente description, le terme « moteur » utilisé seul désigne une machine Stirling de type bêta 1 fonctionnant en mode moteur.

A titre d'exemple non limitatif, les conditions de fonctionnement pour lesquelles le moteur 1 a été conçu sont de 900°C pour la température au 35 niveau de l'échangeur chaud 5, des pressions de gaz de travail de l'ordre de

100 bars et une fréquence de fonctionnement de 50 Hz pour le fonctionnement en mode moteur. Lorsqu'une utilisation en mode frigorifique de la machine Stirling 1 est visée, la température au niveau de l'échangeur froid 5 est de l'ordre de -50°C, les pressions de gaz de travail sont de l'ordre de 100 bars et la fréquence de fonctionnement est de l'ordre 50. Enfin pour une utilisation en mode pompe à chaleur, la température au niveau de l'échangeur chaud 5 est de 200°C, les pressions de gaz de travail sont de l'ordre de 100 bars et la fréquence de fonctionnement est de l'ordre de 50 Hz. La machine 1 est conçue pour fonctionner sans lubrification.

10

Dans un premier temps, il est procédé à la description de la partie froide 3 du moteur 1.

Le piston moteur 7 et le piston déplaceur 6 sont reliés au vilebrequin 26 via des bielles 16, 17 respectives. La tige 161 de la bielle 16 traverse le piston moteur 7 au niveau d'un coussinet de glissement 27 assurant l'étanchéité et le coulissement de la tige en question à travers le piston moteur 7. Le piston déplaceur 6 comprend des écrans anti-rayonnement 35.

La chemise unique 8 constitue la partie du cylindre du moteur 1 située dans la partie froide 3 du moteur 1. L'utilisation d'une chemise unique 8 permet de ne pas introduire de zone de jonction présente lors de l'utilisation de deux chemises. Cela facilite l'entretien et les coûts, et n'introduit pas de gradient thermique élevé qui apparaît nécessairement au niveau de la jonction lors de l'utilisation de deux chemises. Cela ne crée pas non plus de volume mort à la jonction.

25

La chemise unique 8 comprend des conduits de passage 13 du gaz de travail à travers la chemise 8. Les conduits de passage 13 traversent la chemise 8 selon une direction radiale par rapport aux courses des pistons 6, 7. Les conduits de passage 13 sont répartis de manière annulaire le long de la zone de compression 14 des gaz.

Les conduits de passage 13 ont une forme allongée. La longueur des conduits de passage 13 selon le périmètre intérieur de la chemise 8 est supérieure à l'épaisseur des conduits de passage 13 selon la direction de course des pistons 6, 7. L'épaisseur des conduits de passage 13 est minimisée pour diminuer le volume situé au niveau du volume de

compression 14. La forme des conduits de passage 13 selon l'invention permet ainsi d'améliorer le rendement du moteur 1 en diminuant la distance séparant les fins de courses des pistons déplaceur 6 et moteur 7 au niveau du volume de compression 14 et par conséquent diminuer le volume mort 5 que constitue la distance séparant les fins de courses des pistons déplaceur 6 et moteur 7 au niveau du volume de compression 14.

La taille des conduits de passage 13 régit les pertes de charge. Une taille trop faible constitue un frein à la circulation des gaz entre le volume de compression 14 et le volume de détente 15 et à une diminution du 10 rendement du moteur 1. En pratique, l'épaisseur des conduits de passage 13 limitée par la tenue mécanique de la chemise.

La chemise unique 8 est insérée dans le carter 11 et vient en butée contre un épaulement 12 ménagé dans la paroi intérieure du carter 11. 15 Après que la chemise unique 8 ait été insérée dans le carter 11, la partie de la paroi extérieure de la chemise 8 s'étendant depuis l'extrémité inférieure des conduits de passage 13 jusqu'à la fin de course de la zone de frottement 10 du piston moteur 7 du côté des bielles 16, 17 est en contact direct avec la paroi intérieure du carter 11. La portion de la partie froide 3 20 du moteur 1 comprenant la partie de la paroi extérieure de la chemise 8 en question est dite partie inférieure 19. L'extrémité de la chemise unique 8 située du côté des bielles 16, 17 peut s'étendre au-delà de la fin de course du piston moteur 7 du côté des bielles 16, 17.

Après que la chemise unique 8 ait été insérée, la partie de la paroi 25 extérieure de la chemise 8 s'étendant depuis l'extrémité inférieure des conduits de passage 13 jusqu'à la fin de course de la zone de frottement 9 du piston déplaceur 6 situé du côté de l'échangeur chaud 5 n'est pas en contact avec la paroi intérieure du carter 11. La portion de la partie froide 3 du moteur 1 comprenant la partie de la paroi extérieure de la chemise 8 en 30 question est dite partie supérieure 20. Au niveau de l'extrémité inférieure des conduits de passage 13, le carter 11 forme un épaulement 18 qui, dans la partie supérieure 20 de la partie froide 3, éloigne la paroi intérieure du carter 11 de la paroi extérieure de la chemise 8.

Après que la chemise unique 8 ait été insérée, un logement est ainsi 35 formé entre la paroi du carter 11 et de la paroi de la chemise unique 8 dans

la partie supérieure 20 de la partie froide 3 du moteur 1. Ce logement est agencé pour accueillir le refroidisseur 4. Le refroidisseur 4 peut être inséré dans le logement ou formé d'un bloc avec le carter 11. Une entrée 22 et une sortie 23 sont ménagées à travers le carter 11 pour permettre la 5 circulation du liquide caloporteur par exemple de l'eau, dans le refroidisseur 4.

Dans cette configuration, la chemise unique 8 est en contact direct avec le refroidisseur 4. Cela assure un meilleur refroidissement de la chemise 8 et donc de la zone de compression 14. De plus, cet agencement 10 assure un contact direct de la chemise unique 8 avec l'ensemble de la paroi du refroidisseur 4 sur l'ensemble de la longueur du refroidisseur 4. Cet aspect assure un meilleur transfert thermique entre ces parties. L'utilisation d'une chemise unique 8 intégralement située dans la zone de compression 14 permet de maintenir la chemise 8 à des températures basses et donc de 15 réduire significativement l'épaisseur de la paroi de la chemise unique 8. Cette configuration permet de maintenir une température de la chemise unique 8 à une température inférieure à 60°C. Le fait que l'épaisseur de la chemise 8 soit faible diminue considérablement la conduction thermique entre les parties chaude 2 et froide 3 qui sont à des températures 20 différentes. Le fait que la température de la chemise unique 8 soit basse diminue la dilatation thermique de la chemise.

Le fait que les zones de frottements 9, 10 ne soient en contact qu'avec la chemise unique 8 et que la chemise 8 reste à des températures aussi basses, permet d'utiliser des couples segments/chemise uniques à 25 base de matériaux inusuels. A titre d'exemple non limitatif, la chemise peut être réalisée en acier, par exemple en acier 42CD4T, et les segments sont réalisés en composite PTFE-graphite. Le couple PTFE-graphite est utilisé comme lubrifiant solide, ce qui permet de s'affranchir des étapes de traitement thermique de l'acier

30 Le refroidisseur 4 comprend des voies d'écoulement 21 du gaz de travail. Ces voies d'écoulement 21 s'étendent le long du refroidisseur 4 dans le sens de course des pistons 6, 7 et relie les conduits de passage 13 à un régénérateur 24 situé dans la partie chaude 2 du moteur 1.

Le refroidisseur 4 est inséré dans le logement et vient en butée 35 contre les épaulements 25 et 18 du carter 11. L'épaulement 25 est ménagé

dans la paroi du carter 11. La paroi du refroidisseur 4 en contact avec l'épaule 18 comprend un évidement 394 visant à accueillir un élément d'étanchéité entre l'eau et le gaz de travail. La paroi latérale du refroidisseur 4 en contact avec la paroi du carter 11 de la partie supérieure 5 20 du moteur 1 comporte un évidement 395 visant également à accueillir un élément d'étanchéité entre l'eau et l'extérieur. Le refroidisseur 4 est agencé de sorte, qu'après avoir été inséré dans le logement, sa paroi située du côté de la chemise 8 est parcourue de voies d'écoulements 21. Ainsi, ces voies d'écoulement 21 relient les conduits de passage 13 à un régénérateur 10 24 situé dans la partie chaude 2 du moteur 1.

Dans un second temps, il est procédé à la description de la partie chaude 2 du moteur 1.

La partie chaude 2 est composée d'une tête 28 en acier ou en 15 inconel. La tête 28 constitue la partie chaude 2 du moteur 1. Selon l'invention, les zones de frottement 9, 10 ne sont en contact qu'avec la chemise unique 8, la tête 28 n'est soumise à aucune contrainte mécanique liée aux frottements. L'épaisseur de la tête 28 est donc également diminuée de sorte à minimiser les zones de contact entre la tête 28 et la partie froide 20 3 et par conséquent limiter encore la conduction thermique entre les parties chaude 2 et froide 3 du moteur 1 qui ne sont pas à la même température. Dans la tête 28 est ménagé la partie du cylindre du moteur 1 située dans la partie chaude 2. La partie terminale de la tête 28 comprend l'échangeur chaud 5. Le volume de détente 15 située dans la partie terminale du 25 cylindre est au contact de l'échangeur chaud 5. Une portion 29, dite supérieure, de la tête 28 s'étend depuis l'échangeur chaud 5 jusqu'au régénérateur 24. Une portion 30, dite inférieure, de la tête 28 comprend le régénérateur 24 et s'étend depuis l'extrémité de la portion supérieure 29 jusqu'au refroidisseur 4. La paroi extérieure de la portion supérieure 29 de 30 la tête 28 comprend des ailettes 31 améliorant les échanges thermiques au voisinage de l'échangeur chaud 5.

Des canaux de passage 32 reliant la zone de détente 15 au régénérateur 24 sont ménagés dans la portion supérieure 29 de la tête 2. Ces canaux de passage 32 sont compris entre la paroi intérieure 33 et la 35 paroi extérieure 34 de la tête 28. La paroi intérieure 33 de la tête 28

constitue également la paroi du cylindre du moteur 1. Les ailettes 31 s'étendent depuis la paroi extérieure 34 de la tête 28.

Un épaulement 36 est ménagé dans la surface intérieure de la paroi extérieure 34 de la tête 28. Cet épaulement 36 induit une augmentation de la distance séparant la paroi intérieure 33 de la paroi extérieure 34 dans la portion inférieure 30. Cette augmentation de la distance forme ainsi un logement entre les parois 33, 34 de la tête 28. La forme de l'épaulement 36 diminue les pertes de charge lors de la circulation du gaz entre le régénérateur 24 et l'échangeur chaud 5. Le régénérateur 24 peut être inséré dans le logement ou formé d'un bloc avec la tête 28.

La partie chaude 2 comprend également un régénérateur 24 destiné à stocker puis restituer la chaleur du gaz transitant depuis le volume de détente 15 du mode moteur 1 vers le volume de compression 14 du mode moteur 1. Le gaz de service, ou gaz de travail, est également refroidi ou réchauffé lors de son passage dans le régénérateur 24. Le régénérateur 24 s'étend depuis les canaux de passage 32 de la tête 28 jusqu'aux voies d'écoulement 21 du refroidisseur 4 du mode moteur 1.

De manière préférée, le régénérateur 24 peut être conçu séparément de sorte à convenir parfaitement aux conditions d'utilisations du moteur 1. Le régénérateur 24 peut être inséré dans le logement de la tête 28 jusqu'à venir en butée contre l'épaulement 36. Afin de diminuer les échanges thermiques entre la partie froide 3 et la partie chaude 2, la longueur du régénérateur 24 selon la direction de course des pistons 6, 7 sera augmentée. La longueur optimale sera établie pour optimiser le compromis entre la minimisation de la conduction et la diminution des pertes de charge et des volumes morts. Le régénérateur 24 est agencé pour que le stockage de la chaleur se fasse le plus loin possible de la partie froide 3 du côté de l'échangeur chaud 5.

Afin de limiter les pertes de charges, il est préférable d'utiliser un régénérateur 24 comprenant des volumes de porosités différentes agencés successivement le long de la direction d'écoulement du gaz. A cet effet, il est d'avantage préférable qu'il soit formé une alternance de portions à forte et faible porosité visant à augmenter le diamètre hydraulique global du régénérateur 24 de sorte à diminuer les pertes de charges globales tout en

conservant une surface d'échange équivalente. Toujours dans un souci de limitation des pertes de charges, il est préférable d'utiliser un régénérateur 24 dont les valeurs de porosités aux extrémités du régénérateur 24, et en particulier du côté de l'échangeur chaud 5, sont inférieures aux valeurs de 5 porosités au centre du régénérateur 24.

Les performances du régénérateur 24 sont également améliorées lorsque :

- les porosités des portions du régénérateur 24 augmentent depuis un plan central du régénérateur vers les extrémités du régénérateur 24, et/ou
- 10 - la portion dont la porosité est la plus forte du régénérateur présente une porosité égale à 1, et/ou
- la porosité est comprise entre 0 et 1 par unité de volume et/ou entre 0 et 1 par unité de longueur, et/ou
- le régénérateur 24 est réalisé dans un matériau rigide poreux étant
- 15 composé d'un ensemble de cellules contiguës agencées spatialement les unes par rapport aux autres, la ou chacune des surfaces de contact de chacune des cellules avec le gaz forment un angle compris entre 5° et 85° par rapport à la direction d'écoulement des gaz, et/ou
- chaque cellule du régénérateur 24 comprend au moins quatre éléments
- 20 oblongs s'étendant depuis le centre de la cellule, chacun des éléments formant un angle compris entre 5° et 85° par rapport à la direction d'écoulement des gaz, et/ou
- deux cellules contiguës du régénérateur 24 sont physiquement reliées ensemble :
- 25 • par au moins un de leurs éléments oblongs, ou
- par une couche de matériau à laquelle est relié au moins un de leurs éléments oblongs, et/ou
- les éléments oblongs des cellules du régénérateur 24 sont symétriques deux à deux par rapport à un ou plusieurs plans de symétrie comprenant le
- 30 centre de la cellule.

Dans un troisième temps, il est procédé à la description de l'assemblage des parties froide 3 et chaude 2 et des caractéristiques géométriques du moteur 1.

Un des points limitant le rendement des machines Stirling de type bêta r s de dans le fait que les parties chaude 2 et froide 3 sont accolées. Aussi, les échanges thermiques par conduction entre la partie chaude 2 et la partie froide 3 doivent être diminués autant que possible. La conduction
5 thermique par les pièces de la machine reste le facteur principal diminuant le rendement des machines Stirling de type bêta. Certaines des machines Stirling de l'état de la technique introduisent des moyens d'isolation placés entre la partie froide 3 et la partie chaude 2 pour isoler thermiquement la partie chaude 2 de la partie froide 3. Ceci augmente le poids et le coût de la
10 machine Stirling 1 et introduit des difficultés d'entretien et l'augmentation des volumes morts. Selon l'invention, aucun moyen d'isolation n'est inséré entre la partie chaude 2 et la partie froide 3 de la machine Stirling 1.

La tête 28 est mise en contact avec la partie froide 3 du moteur 1. Lorsque la tête 28 est en contact avec la partie froide 3 du moteur 1,
15 l'extrémité de la paroi intérieure 33 de la tête 28 est au contact d'un épaulement 38 située à l'extrémité de la chemise unique 8. La paroi latérale de l'épaulement 38 comporte un évidement 391 visant à diminuer la surface de contact entre la tête 28 et la chemise unique 8 et par conséquent la conduction thermique entre la tête 28 et la chemise 8. Cet évidement 391
20 permet également d'accueillir un élément d'étanchéité. Lorsque la tête 28 est en contact avec la partie froide 3 du moteur 1, un épaulement 40 situé à l'extrémité de la paroi extérieure 34 de la tête 28 est au contact de la face du refroidisseur 4 située en vis-à-vis de la tête 28. La face du refroidisseur 4 en vis-à-vis de la tête 28 comprend deux évidements 392, 393 visant à
25 diminuer la surface de contact entre la tête 28 et le refroidisseur 4 et par conséquent la conduction thermique entre la tête 28 et le refroidisseur 4. L'évidement 392 est agencé pour recevoir une élément d'étanchéité entre le gaz de travail et l'extérieur. Lorsque la tête 28 est en contact avec la partie froide 3 du moteur 1, la face d'extrémité du régénérateur 24 située au
30 regard de la partie froide 3 est en partie en appui sur les faces d'extrémités du refroidisseur 4 et de la chemise unique 8 situées en vis-à-vis de la face d'extrémité du régénérateur 24 en question. L'extrémité des voies d'écoulement 21 du refroidisseur 4 situées du côté de la partie chaude 2 débouchent sur la face d'extrémité du régénérateur 24 située en vis-à-vis.

La partie froide 3 est maintenue au contact de la partie chaude 2 au moyen d'un système de brides d'assemblage 37. A titre d'exemple non limitatif, le moteur 1 comprend huit systèmes de brides d'assemblages 37. Chaque système 37 comprend une vis 41 destinée à être insérée depuis un côté supérieur d'une bride 42 et dans une traversée de la bride 42. Le filet de la vis 41 est destiné à être porté en saillie du côté opposé au côté supérieur de la bride 42. Chaque bride 42 est destinée à maintenir en contact la tête 28 et le carter 11 en portant une partie de la bride 42 en appui sur la tête 28 et une autre partie de la bride 42 en appui sur le carter 11. Après que la vis 41 ait été insérée, la tête 48 de la vis 41 est destinée à être portée en appui sur la bride 42. Le filet de la vis 41 est agencé pour être vissé dans un filet réalisé dans un bourrelet 44 du carter 11. La bride 42 comporte un épaulement 45 destiné à venir en prise avec l'épaulement 40 de la tête 28 de sorte que, après serrage de la vis 41, la tête 28 soit maintenue en contact intime avec le refroidisseur 4. De préférence, l'épaulement 46 peut être agencé de sorte à n'être en contact qu'avec le refroidisseur 4, pas avec le carter 11. L'épaulement 45 comporte un évidement 396 visant à diminuer la conduction thermique entre la bride 42, et par conséquent le carter 11, et la tête 28. Aussi, l'épaulement 45 de la bride 42 peut donc être définie comme consistant en une arête 46 s'étendant selon la direction reliant la zone de détente 15 à la zone de compression 14 et formant l'unique partie de la bride 42 destinée à venir en contact avec la tête 28, et en particulier en contact avec l'épaulement 40 de la tête 28. Cette arête 46 est située du côté de la bride 42 en vis-à-vis du moteur 1. Cette arête 46 vise à minimiser la zone de contact entre la bride 42 et la tête 28. De la même manière, la face de la bride 42 située au regard du bourrelet 44 du carter 11, comporte une arête 47 destinée à venir en appui sur le bourrelet 44. Cette arête 47 s'étendant selon la direction reliant la zone de détente 15 à la zone de compression 14 et étant portée au contact du bourrelet 44. Cette arête 47 est située du côté extérieur de la bride 42 par rapport au centre de la machine 1. Cette arête 47 forme l'unique partie de la bride 42 destinée à venir en contact avec le carter 11. Cette arête 47 vise à réduire les zones de contact entre la bride 42 et le carter 11 en maintenant un espace entre la bride 42 et le carter 11.

Selon l'invention, la diminution de la conduction thermique entre les parties chaude 2 et froide 3 qui sont à des températures différentes a été réalisée par la mise en œuvre des caractéristiques, et/ou par leurs combinaisons, que sont :

- 5 - l'utilisation d'une chemise unique 8 située intégralement dans la partie froide 3 du moteur 1, et/ou
 - la disposition de le refroidisseur 4 au contact direct de la chemise unique 8, et/ou
 - la maximisation des surfaces de contact entre le refroidisseur 4 et la
- 10 chemise unique 8, et/ou
 - la disposition du régénérateur 24 intégralement dans la tête 28 et donc intégralement dans la partie chaude 2, et/ou
 - la minimisation des surfaces de contact entre la tête 28 et la partie froide 3, et/ou
- 15 - l'introduction d'évidements dans les zones de contact entre la tête 28 et la partie froide 3, et/ou
 - la diminution de la taille des parois 33, 34 de la tête 28, et/ou
 - la diminution de la taille de la paroi de la chemise 8 qui est rendue possible par l'utilisation d'une chemise unique 8 intégralement comprise
- 20 dans la partie froide 3 du moteur 1.

Selon l'invention, la diminution des volumes morts a été réalisée par la mise en œuvre des caractéristiques, et/ou par leurs combinaisons, que sont :

- 25 - l'utilisation d'une chemise unique 8 située intégralement dans la partie froide 3 du moteur 1, et
 - la disposition des conduits de passage 13 au niveau de la zone de compression 14, et
 - la diminution de l'épaisseur des conduits de passage 13, et/ou
- 30 - la diminution de la distance séparant les fins de courses des pistons déplaceur 6 et moteur 7 au niveau de la zone de compression 14.

Selon l'invention, la diminution des pertes de charge lors de la circulation des gaz a été réalisée par la mise en œuvre des caractéristiques, et/ou par leurs combinaisons, que sont :

35

- utiliser un régénérateur 4 comprenant des volumes de porosités successives différentes agencés le long de la direction d'écoulement du gaz, et/ou
- utiliser un régénérateur comprenant une alternance de portions à forte et 5 faible porosité de sorte à augmenter le diamètre hydraulique global du régénérateur 4 de sorte à diminuer les pertes de charges globales tout en conservant une surface d'échange équivalente, et/ou
- utiliser un régénérateur 4 dont les valeurs de porosités aux extrémités du régénérateur 4, et en particulier du côté de l'échangeur chaud 5, sont 10 inférieures aux valeurs de porosités au centre du régénérateur 4, et/ou
- les porosités des portions du régénérateur 24 augmentent depuis un plan central du régénérateur vers les extrémités du régénérateur 24, et/ou
- la portion dont la porosité est la plus forte du régénérateur présente une porosité égale à 1, et/ou
- 15 - la porosité est comprise entre 0 et 1 par unité de volume et/ou entre 0 et 1 par unité de longueur, et/ou
- le régénérateur 24 est réalisé dans un matériau rigide poreux étant composé d'un ensemble de cellules contiguës agencées spatialement les unes par rapport aux autres, la ou chacune des surfaces de contact de 20 chacune des cellules avec le gaz forment un angle compris entre 5° et 85° par rapport à la direction d'écoulement des gaz, et/ou
- chaque cellule du régénérateur 24 comprend au moins quatre éléments oblongs s'étendant depuis le centre de la cellule, chacun des éléments formant un angle compris entre 5° et 85° par rapport à la direction 25 d'écoulement des gaz, et/ou
- deux cellules contiguës du régénérateur 24 sont physiquement reliées ensemble :
 - par au moins un de leurs éléments oblongs, ou
 - par une couche de matériau à laquelle est relié au moins un de leurs 30 éléments oblongs, et/ou
- les éléments oblongs des cellules du régénérateur 24 sont symétriques deux à deux par rapport à un ou plusieurs plans de symétrie comprenant le centre de la cellule.

Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention.

- 5 De plus, les différentes caractéristiques, formes, variantes et modes de réalisation de l'invention peuvent être associés les uns avec les autres selon diverses combinaisons dans la mesure où ils ne sont pas incompatibles ou exclusifs les uns des autres.

REVENDICATIONS

1. Machine Stirling (1) de type beta pouvant fonctionner en mode moteur ou en mode pompe à chaleur, ladite machine Stirling comprenant :
 - une partie froide (3) et une partie chaude (2),
 - un piston déplaceur (6) comprenant une zone de frottement (9),
- 5 - un piston moteur (7) comprenant une zone de frottement (10),
la machine Stirling étant caractérisée en ce qu'elle comprend une unique chemise (8) disposée dans la partie froide de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode pompe à chaleur et dans laquelle chemise unique coulissent les zones de frottement du piston
10 déplaceur et du piston moteur.
2. Machine Stirling (1) selon la revendication 1, dans lequel la chemise unique (8) s'étend le long des courses des zones de frottement du piston déplaceur (6) et du piston moteur (7).
3. Machine Stirling (1) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la
15 chemise unique (8) s'étend depuis une fin de course inférieure de la zone de frottement (10) du piston moteur (7), dite extrémité de carter de la chemise unique, ladite fin de course inférieure de la zone de frottement du piston moteur étant située du côté d'un vilebrequin (26) du piston moteur, jusqu'à une fin de course supérieure de la zone de frottement (9) du piston
20 déplaceur (6), dite extrémité de séparation de la chemise unique, ladite fin de course supérieure de la zone de frottement du piston déplaceur étant située du côté d'un échangeur (5).
4. Machine Stirling (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la chemise unique (8) comprend des conduits de
25 passage (13) d'un gaz se déplaçant depuis un volume de compression (14) de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur, ou respectivement un volume de détente (14) de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur, vers un refroidisseur (4) de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur, ou respectivement un réchauffeur (4) de la
30 machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur, ou inversement, lesdits conduits de passage traversant la chemise unique.
5. Machine Stirling (1) selon la revendication 4, dans lequel le refroidisseur (4) de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur, ou respectivement le réchauffeur (4) de la machine Stirling fonctionnant en

mode pompe à chaleur, est, au moins en partie, en contact direct avec la chemise unique (8) et entoure, au moins en partie, la chemise unique, ledit refroidisseur de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur, ou respectivement le réchauffeur de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur, étant entièrement compris dans la partie froide (3) de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode pompe à chaleur.

6. Machine Stirling (1) selon la revendication 4 ou 5, dans lequel la chemise unique (8) et le refroidisseur (4) de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur, ou respectivement le réchauffeur (4) de la machine de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur, sont insérés, au moins en partie, dans un carter (11) jusqu'à être portés en appui sur des épaulements (12) du carter.

7. Machine Stirling (1) selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, comprenant une tête (28) formant, au moins en partie, la partie chaude (2) de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode pompe à chaleur, au moins une partie d'une extrémité de ladite tête, dite extrémité de séparation de la tête, est, en partie, en appui sur l'extrémité de séparation de la chemise unique (8) et, en partie, en appui sur une partie du refroidisseur (4) de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur, ou respectivement sur une partie du réchauffeur (4) de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur, dite extrémité de séparation du refroidisseur de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur, ou respectivement dite extrémité de séparation du réchauffeur de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur.

8. Machine Stirling (1) selon la revendication 7, comprenant un régénérateur (24) s'étendant depuis l'extrémité de séparation de la tête (28) jusqu'à une ou des parties terminales, dite de régénérateur, d'un ou de canaux de passage (32) d'un gaz se déplaçant depuis le volume de détente (15) de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur, ou respectivement depuis le volume de compression (15) de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur, jusqu'au régénérateur, ou inversement.

9. Machine Stirling (1) selon la revendication 8, dans lequel le régénérateur (24) est enserré entre deux parois (33, 34) de la tête (28),

une desdites parois de la tête, dite paroi intérieure du régénérateur (33),
formant une partie d'une paroi intérieure de la partie chaude (2) de la
machine Stirling fonctionnant en mode moteur ou en mode pompe à
chaleur, ou respectivement de la partie froide (2) de la machine Stirling
5 fonctionnant en mode frigorifique, l'autre desdites parois de la tête, dite
paroi extérieure du régénérateur (34), formant une partie d'une paroi
extérieure de la partie chaude de la machine Stirling fonctionnant en mode
moteur ou en mode pompe à chaleur.

10. Machine Stirling (1) selon la revendication 9, dans lequel une partie
10 de la paroi extérieure du régénérateur (34) est en appui sur l'extrémité de
séparation du refroidisseur (4) de la machine Stirling fonctionnant en mode
moteur, ou respectivement le réchauffeur (4) de la machine Stirling
fonctionnant en mode pompe à chaleur, et une partie de la paroi intérieure
du régénérateur (33) est en appui sur l'extrémité de séparation de la
15 chemise unique (8).

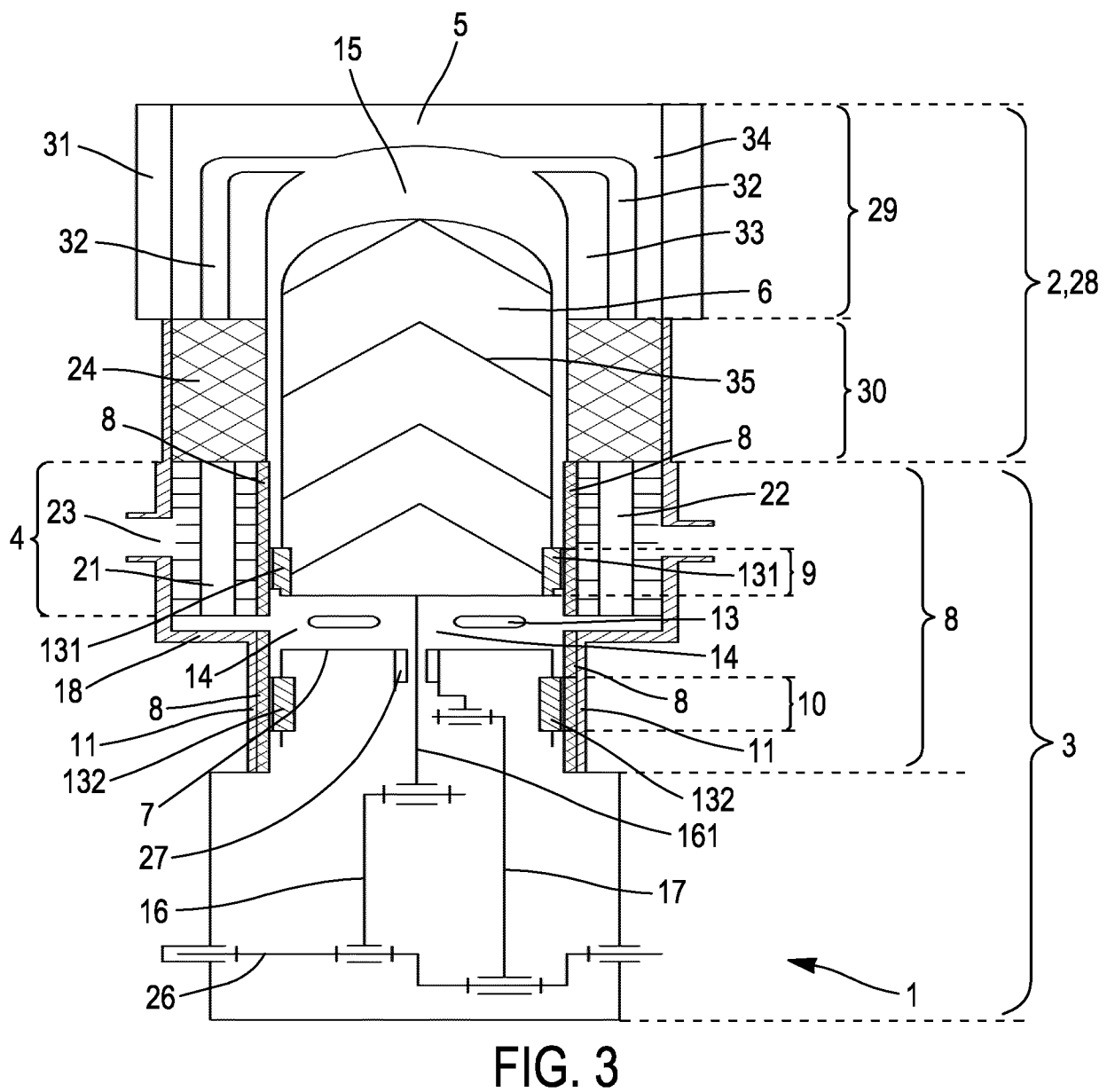
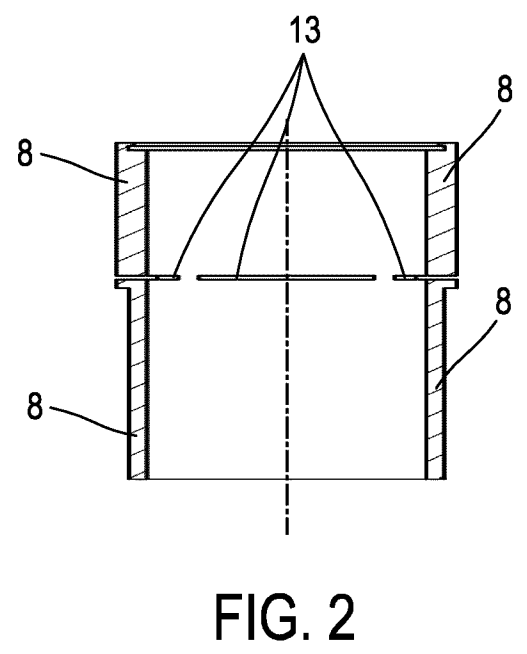
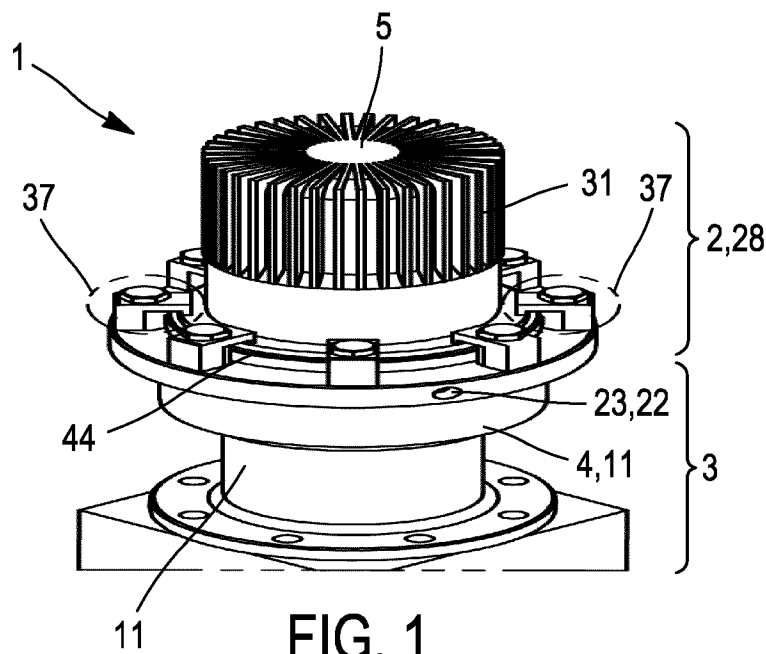
11. Machine Stirling (1) selon l'une des revendications 7 à 10, dans lequel
un ou des évidements (391, 392, 393, 394, 395, 396) sont réalisés dans :
- une ou des parties de l'extrémité de séparation de la chemise unique (8)
en appui sur l'extrémité de séparation de la tête (28) et/ou une ou des
20 parties de l'extrémité de séparation du refroidisseur (4) de la machine
Stirling fonctionnant en mode moteur, ou respectivement du réchauffeur
(4) de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur, en appui
sur l'extrémité de séparation de la tête, et/ou
- une ou des parties de l'extrémité de séparation de la tête en appui sur
25 l'extrémité de séparation de la chemise unique et/ou en appui sur
l'extrémité de séparation du refroidisseur de la machine Stirling
fonctionnant en mode moteur, ou respectivement le réchauffeur de la
machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur.

12. Machine Stirling (1) selon l'une des revendications 9 à 11,
30 comprenant un système d'assemblage (40, 41, 42, 44) agencé pour
maintenir en contact la tête (28) et le carter (11), le système
d'assemblage est relié au carter et est agencé pour venir en prise avec un
épaulement (40) de la tête situé au niveau de l'extrémité de séparation de
la paroi extérieure de la tête (34) étant en appui sur l'extrémité de
35 séparation du refroidisseur (4) de la machine Stirling fonctionnant en mode

moteur, ou respectivement du réchauffeur (4) de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur.

- 13.** Machine Stirling (1) selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, dans lequel un diamètre hydraulique maximal de chacune des voies d'écoulement (21) du refroidisseur (4) de la machine Stirling fonctionnant en mode moteur, ou respectivement du réchauffeur (4) de la machine Stirling fonctionnant en mode pompe à chaleur, et des canaux de passage (32) de la tête (28) sont supérieurs ou égaux à une épaisseur d'une couche limite thermique.
- 14.** Machine Stirling (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un ou des moyens de frottement du piston déplaceur (6) et/ou un ou des moyens de frottement du piston moteur (7) comprennent du graphite et/ou du PolyTetraFluoroEthylène.
- 15.** Machine Stirling (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la chemise unique (8) est en acier.

1 / 3



2 / 3

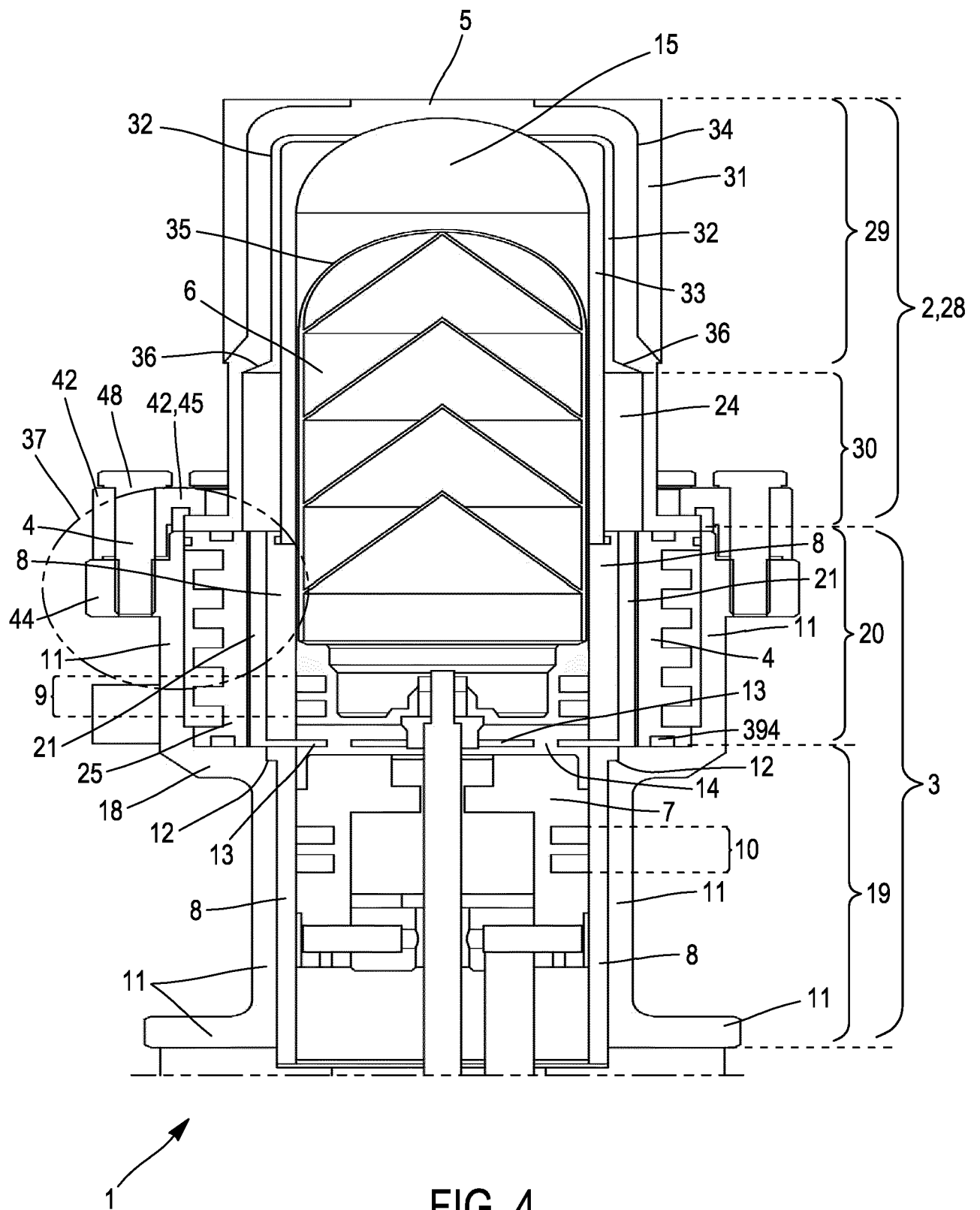


FIG. 4

3 / 3

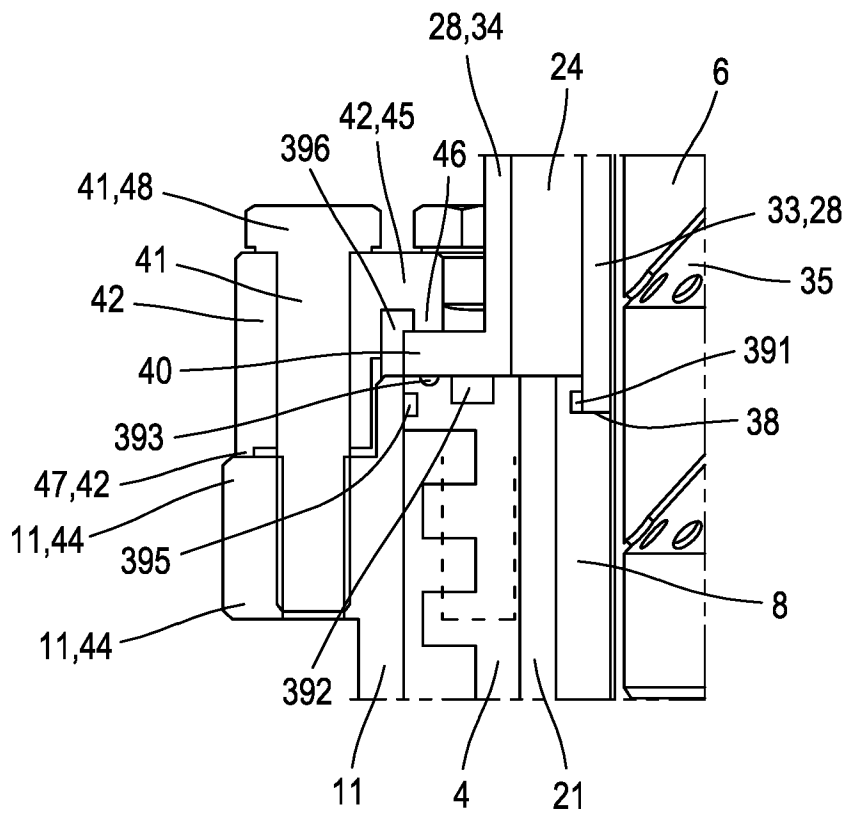


FIG. 5

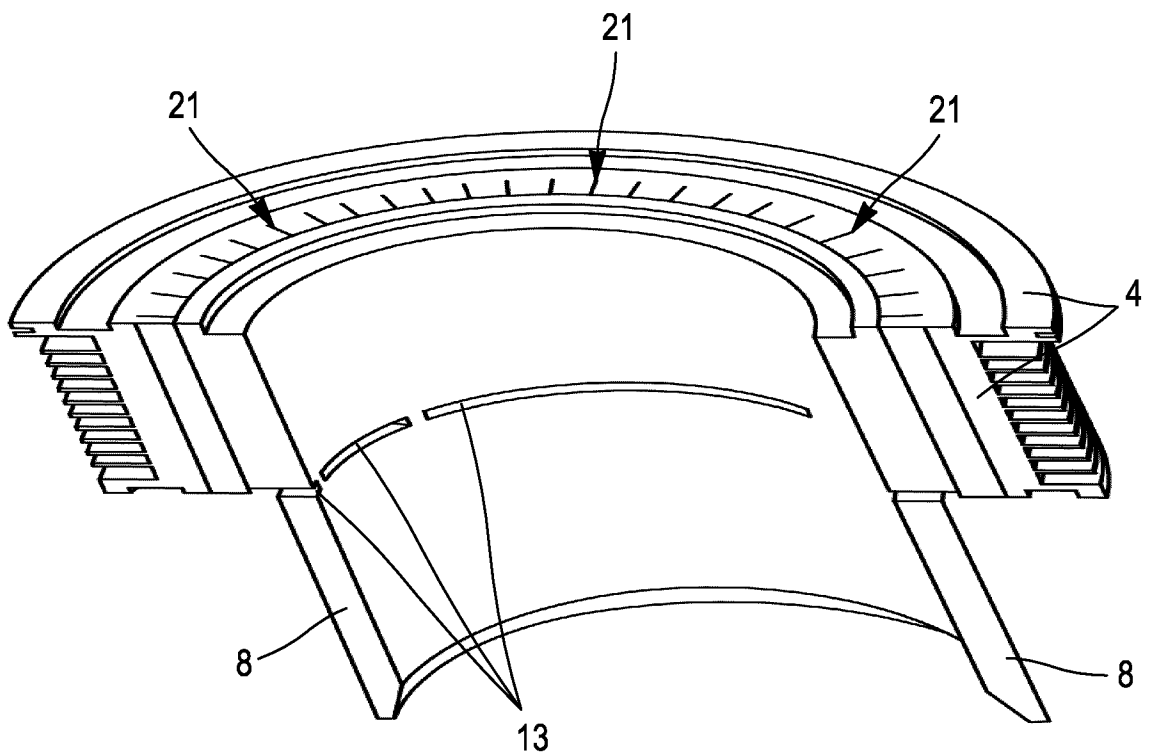


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/085691

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F02G 1/043**(2006.01)i; **F02F 1/00**(2006.01)i; **F02G 1/044**(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02G; F02F

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 1245217 B (PHILIPS NV) 20 July 1967 (1967-07-20)	1-5,7-9
Y	abstract; figure 1	13-15
A	claim 1 paragraph [0009] - paragraph [0010]	6,10-12
X	DE 1084525 B (PHILIPS NV) 30 June 1960 (1960-06-30)	1-10,12
	abstract; figure 1 claim 1 paragraph [0006] - paragraph [0011]	
X	DE 4232555 A1 (HEMSCHIEDT MASCHF HERMANN [DE]) 07 April 1994 (1994-04-07)	1-4,6-12
	abstract; figure 1 claims 1,7,9 column 3, line 42 - column 4, line 30 column 3, line 6 - line 20	
X	US 4774808 A (OTTERS JOHN L [US]) 04 October 1988 (1988-10-04)	1-4,7,11
	abstract; figures 1,2,3 column 4, line 8 - column 5, line 8	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

03 March 2020

Date of mailing of the international search report

12 March 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Barunovic, Robert

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/085691

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007263521 A (AISIN SEIKI) 11 October 2007 (2007-10-11) abstract; figures 1,2,3 paragraph [0006] - paragraph [0011] paragraph [0018] - paragraph [0019] paragraph [0040]	13
Y	JP 2009293406 A (TOYOTA MOTOR CORP) 17 December 2009 (2009-12-17) paragraph [0073] - paragraph [0074] abstract; figures 3,6	15
Y	US 4633668 A (COREY JOHN A [US]) 06 January 1987 (1987-01-06) column 3, line 15 - line 25	14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/085691

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	1245217	B	20 July 1967	NONE			
DE	1084525	B	30 June 1960	NONE			
DE	4232555	A1	07 April 1994	NONE			
US	4774808	A	04 October 1988	NONE			
JP	2007263521	A	11 October 2007	NONE			
JP	2009293406	A	17 December 2009	NONE			
US	4633668	A	06 January 1987	CA	1249131	A	24 January 1989
				EP	0179142	A1	30 April 1986
				EP	0303736	A2	22 February 1989
				IN	162450	B	28 May 1988
				JP	S61502003	A	11 September 1986
				US	4633668	A	06 January 1987
				WO	8505150	A1	21 November 1985

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2019/085691

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F02G1/043 F02F1/00 F02G1/044 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F02G F02F		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 12 45 217 B (PHILIPS NV) 20 juillet 1967 (1967-07-20) abrégé; figure 1	1-5,7-9
Y	revendication 1	13-15
A	alinéa [0009] - alinéa [0010] -----	6,10-12
X	DE 10 84 525 B (PHILIPS NV) 30 juin 1960 (1960-06-30) abrégé; figure 1	1-10,12
X	revendication 1 alinéa [0006] - alinéa [0011] -----	1-4,6-12
X	DE 42 32 555 A1 (HEMSCHIEDT MASCHF HERMANN [DE]) 7 avril 1994 (1994-04-07) abrégé; figure 1 revendications 1,7,9 colonne 3, ligne 42 - colonne 4, ligne 30 colonne 3, ligne 6 - ligne 20 -----	1-4,6-12
-/-		
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
3 mars 2020	12/03/2020	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Barunovic, Robert

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 4 774 808 A (OTTERS JOHN L [US]) 4 octobre 1988 (1988-10-04) abrégé; figures 1,2,3 colonne 4, ligne 8 - colonne 5, ligne 8 -----	1-4,7,11
Y	JP 2007 263521 A (AISIN SEIKI) 11 octobre 2007 (2007-10-11) abrégé; figures 1,2,3 alinéa [0006] - alinéa [0011] alinéa [0018] - alinéa [0019] alinéa [0040] -----	13
Y	JP 2009 293406 A (TOYOTA MOTOR CORP) 17 décembre 2009 (2009-12-17) alinéa [0073] - alinéa [0074] abrégé; figures 3,6 -----	15
Y	US 4 633 668 A (COREY JOHN A [US]) 6 janvier 1987 (1987-01-06) colonne 3, ligne 15 - ligne 25 -----	14

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2019/085691

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 1245217	B	20-07-1967	AUCUN
DE 1084525	B	30-06-1960	AUCUN
DE 4232555	A1	07-04-1994	AUCUN
US 4774808	A	04-10-1988	AUCUN
JP 2007263521	A	11-10-2007	AUCUN
JP 2009293406	A	17-12-2009	AUCUN
US 4633668	A	06-01-1987	CA 1249131 A 24-01-1989
		EP 0179142 A1	30-04-1986
		EP 0303736 A2	22-02-1989
		IN 162450 B	28-05-1988
		JP S61502003 A	11-09-1986
		US 4633668 A	06-01-1987
		WO 8505150 A1	21-11-1985