

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :

2 936 363

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

08 05278

⑤1 Int Cl⁸ : H 01 L 37/04 (2006.01)

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 25.09.08.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 26.03.10 Bulletin 10/12.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : COOLTECH APPLICATIONS Société
par actions simplifiée — FR.

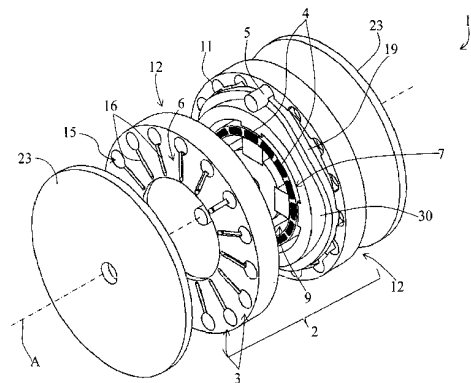
⑦2 Inventeur(s) : HEITZLER JEAN CLAUDE et MULLER
CHRISTIAN.

⑦3 Titulaire(s) : COOLTECH APPLICATIONS Société par
actions simplifiée.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET NITHARDT ET ASSOCIES.

⑤4 GENERATEUR THERMIQUE A MATERIAU MAGNETOCALORIQUE.

⑤7 La présente invention concerne un générateur thermique (1) comportant au moins une unité (2) de génération de flux thermique pourvue d'au moins un module thermique (3) contenant chacun un élément magnétocalorique (4), traversé par un fluide caloporteur, un arrangement magnétique (9) mis en mouvement pour soumettre alternativement chaque élément magnétocalorique (4) à une variation de champ magnétique, le déplacement alterné du fluide caloporteur étant synchronisé avec la variation du champ magnétique, générateur thermique caractérisé en ce que ledit élément magnétocalorique (4) est intégré dans un circuit fermé (6) de circulation reliant les deux extrémités opposées (7) dudit élément magnétocalorique (4) et en ce que ledit circuit fermé intègre un unique moyen de déplacement (5) du fluide caloporteur à travers ledit élément magnétocalorique (4).



FR 2 936 363 - A1



GENERATEUR THERMIQUE A MATERIAU MAGNETOCALORIQUE

Domaine technique :

5 La présente invention concerne un générateur thermique à matériau magnétocalorique
comportant au moins une unité de génération de flux thermique pourvue d'au moins
un module thermique contenant un élément magnétocalorique, traversé par un fluide
caloporteur entraîné selon un déplacement alterné de part et d'autre dudit élément
magnétocalorique, ledit générateur thermique comportant également un arrangement
10 magnétique mis en mouvement pour soumettre alternativement ledit élément
magnétocalorique à une variation de champ magnétique et créer alternativement,
dans ledit élément magnétocalorique, un cycle d'échauffement et un cycle de
refroidissement, générant la création puis le maintien d'un gradient de température
entre les deux extrémités opposées dudit élément magnétocalorique, le déplacement
15 alterné du fluide caloporteur étant synchronisé avec la variation du champ
magnétique.

Technique antérieure :

20 La technologie du froid magnétique à température ambiante est connue depuis plus
d'une vingtaine d'années et on sait les avantages qu'elle apporte en termes d'écologie
et de développement durable. On connaît également ses limites quant à sa puissance
calorifique utile et à son rendement. Dès lors, les recherches menées dans ce domaine
tendent toutes à améliorer les performances d'un tel générateur, en jouant sur les
25 différents paramètres, tels que la puissance d'aimantation, les performances de
l'élément magnétocalorique, la surface d'échange entre le fluide caloporteur et les
éléments magnétocaloriques, les performances des échangeurs de chaleur, etc.

Une des difficultés dans la réalisation de générateurs utilisant un ou plusieurs
30 éléments magnétocaloriques réside dans l'échange d'énergie thermique entre ces

éléments magnéto-caloriques et le ou les circuits utilisant, consommant ou échangeant l'énergie thermique avec le générateur, et reliés à ce dernier. Une solution permettant de réaliser cet échange consiste à faire circuler un fluide caloporteur, liquide ou non, à travers les éléments magnéto-caloriques, en synchronisation avec la variation du champ magnétique à laquelle sont soumis les éléments magnéto-caloriques et à réaliser ensuite un échange thermique entre ledit fluide caloporteur et lesdits circuits.

Dans sa demande de brevet français n° 07/07612, la demanderesse présente un générateur thermique à matériau magnéto-calorique dans lequel le fluide caloporteur est mis en circulation entre les éléments magnéto-caloriques et deux chambres d'échange dites chambre chaude et chambre froide. Cette mise en circulation est réalisée par l'intermédiaire de deux jeux de pistons situés en regard des éléments magnéto-caloriques et entraînés par une came de commande reliée à un actionneur.

Ce générateur présente toutefois un inconvénient inhérent à la nécessité de deux cames pour actionner les deux jeux de pistons situés de part et d'autre de chaque élément magnéto-calorique. Cela entraîne une augmentation du nombre de pièces constituant le générateur, et plus particulièrement du nombre de pièces en mouvement et donc une augmentation du risque de mauvais fonctionnement, un risque d'usure accru du fait du contact permanent entre la came et les pistons, et une dégradation du rendement du générateur. De plus, le nombre important de pièces augmente également l'encombrement du générateur et limite de ce fait sa capacité d'intégration dans des environnements dans lesquels la place disponible est réduite et limitée.

25

Exposé de l'invention :

La présente invention vise à pallier ces inconvénients en proposant un générateur thermique dans lequel le nombre d'organes en déplacement est réduit et dont la configuration permet une diminution importante de l'encombrement dudit générateur.

30

générateur.

Dans ce but, l'invention concerne un générateur thermique du genre indiqué en préambule, caractérisé en ce que ledit élément magnétocalorique est intégré dans un circuit fermé de circulation de fluide caloporteur reliant les deux extrémités opposées dudit élément magnétocalorique et en ce que ledit circuit fermé intègre un unique moyen de déplacement du fluide caloporteur à travers ledit élément magnétocalorique dans les deux sens de déplacement.

Le circuit fermé peut être réalisé par un ou plusieurs conduits ou canaux reliant les extrémités opposées dudit élément magnétocalorique.

L'intégration d'un unique moyen de déplacement permet de limiter le nombre de pièces du générateur thermique et donc d'en réduire le coût de revient. En outre, l'invention prévoit que ladite unité de génération de flux thermique peut comporter un organe de fermeture de champ agencé pour boucler le flux magnétique généré par l'arrangement magnétique et ledit organe de fermeture de champ peut être muni d'un organe de commande dudit moyen de déplacement. Ainsi, l'utilisation d'un organe nécessaire au fonctionnement du générateur en tant qu'organe permettant de réaliser la manœuvre des moyens de déplacement du fluide caloporteur permet encore de réduire le nombre de pièces constituant de générateur et, de plus, d'en réduire l'encombrement.

Ledit moyen de déplacement peut être un piston qui se déplace dans une chemise formée dans le circuit fermé correspondant.

De manière avantageuse, l'organe de fermeture de champ peut être réalisé en un matériau magnétisable et être couplé magnétiquement audit arrangement magnétique mobile.

30

Dans une première variante de réalisation, l'organe de commande peut être un profil de came de forme sensiblement sinusoïdale dont l'amplitude détermine la course des pistons et dont la phase sinusoïdale correspond globalement à un cycle d'échauffement et un cycle de refroidissement des éléments magnéto-caloriques.

5

A cet effet, ledit piston peut comporter une rainure dans laquelle circule ledit profil de came.

10 Dans une seconde variante de réalisation, ledit piston peut comporter une zone en matériau magnétisable et être couplé magnétiquement audit organe de fermeture de champ formant l'organe de commande.

15 Dans un premier mode de réalisation, ladite unité de génération de flux thermique peut être pourvue de plusieurs modules thermiques et présenter une structure circulaire dans laquelle les éléments magnéto-caloriques sont disposés en cercle autour d'un axe central, l'arrangement magnétique peut être entraîné en rotation autour dudit axe central et lesdits éléments magnéto-caloriques peuvent être disposés entre l'arrangement magnétique et l'organe de fermeture de champ.

20 Dans cette configuration, l'organe de fermeture de champ peut être couplé magnétiquement audit arrangement magnétique et ledit circuit fermé et la chemise dudit piston peuvent être réalisés dans deux pièces circulaires destinées à être assemblées, lesdites pièces circulaire peuvent être sensiblement symétriques par rapport à leur plan d'assemblage, et comporter chacune au moins un évidement
25 formant une partie de la chemise d'un piston et une rainure aux extrémités débouchantes et formant un canal de liaison entre ledit évidement et l'élément magnéto-calorique correspondant.

30 Selon un second mode de réalisation, ladite unité de génération de flux thermique peut présenter une structure linéaire dans laquelle les éléments magnéto-caloriques

sont alignés et l'arrangement magnétique peut être entraîné en translation alternative le long desdits éléments magnéto-caloriques.

5 Dans ce mode, l'organe de fermeture de champ peut présenter un profil en forme d'étrier dont les deux branches sont munies sur leurs faces internes d'aimants permanents de polarités opposées et formant l'arrangement magnétique et l'organe de commande peut être sous la forme d'un doigt d'entraînement logé dans une gorge correspondante de chaque piston.

10 En variante, l'organe de fermeture de champ peut également présenter un profil en forme d'étrier dont les deux branches sont munies sur leurs faces internes d'aimants permanents de polarités opposées et formant l'arrangement magnétique, ledit organe de commande peut toutefois comporter deux aimants permanents de polarités différentes disposés à distance et en regard l'un de l'autre et le piston peut comporter
15 un aimant disposé par rapport aux aimants permanents de l'organe de commande de manière à être repoussé par chacun de ces derniers, et donc suivre leur déplacement. Le déplacement de l'organe de commande entraîne ainsi celui du piston, sans contact entre ces derniers, en dehors de l'arrangement magnétique. A cet effet, le piston peut être disposé sensiblement entre les deux aimants permanents de l'organe de
20 commande et préférentiellement au-dessus de ces derniers.

Pour s'assurer que l'échange thermique entre ledit élément magnéto-calorique et le fluide caloporteur est réalisé après un changement de phase dudit élément magnéto-calorique, ledit générateur peut également comprendre, dans sa version
25 linéaire, un moyen de décalage apte à anticiper et/ou à retarder le déplacement dudit piston par rapport à celui de l'arrangement magnétique.

Description sommaire des dessins :

30 La présente invention et ses avantages apparaîtront mieux dans la description

suivante d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple non limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels:

- la figure 1 est une vue éclatée d'un générateur thermique de configuration circulaire, selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- 5 - la figure 2 est une vue frontale en transparence du module thermique du générateur de la figure 1,
- la figure 3 est une vue en coupe selon le plan III-III de la figure 2,
- la figure 4 est une vue du détail B de la figure 3,
- la figure 5 est une vue éclatée d'une variante de réalisation du générateur thermique circulaire,
- 10 - la figure 6 est une vue en coupe longitudinale du générateur représenté à la figure 5,
- les figures 7A et 7B sont des vues en perspective d'un générateur thermique de configuration linéaire, selon un second mode de réalisation de l'invention,
- 15 - dans deux positions de l'arrangement magnétique, et
- la figure 8 est une vue en coupe partielle de la figure 7A.

Différentes manières de réaliser l'invention :

- 20 Dans les exemples de réalisation illustrés, les pièces ou parties identiques portent les mêmes références numériques.

Les figures 1 à 6 représentent un générateur thermique 1 selon un premier mode de réalisation de l'invention dans lequel la structure dudit générateur 1 est circulaire.

25

Le générateur thermique 1 représenté aux figures 1 à 4 comprend une seule unité 2 de génération de flux thermique. Cette dernière est pourvue de plusieurs modules thermiques 3 comprenant chacun un élément magnéto-calorique 4 traversé par un fluide caloporteur par l'intermédiaire d'un moyen de déplacement 5 sous la forme d'un piston. Pour des raisons de simplification, un seul piston 5 est représenté sur la

30

figure 1. Les éléments magnétocaloriques 4 sont disposés en cercle autour d'un axe central A et un arrangement magnétique 9 tourne autour dudit axe central A afin de soumettre les éléments magnétocaloriques 4 à un champ magnétique variable permettant de réaliser alternativement un cycle d'échauffement et un cycle de refroidissement dans ces derniers.

Les éléments magnétocaloriques 4 sont perméables au fluide caloporteur et peuvent être constitués par un ou plusieurs matériaux magnétocaloriques. Ils comportent des passages de fluide débouchant qui peuvent être constitués par les pores d'un matériau poreux, des mini ou micro-canaux usinés dans un bloc plein ou obtenus par un assemblage de plaques rainurées superposées, par exemple.

Le fluide caloporteur est déplacé dans chaque module thermique 3 selon un mouvement de va-et-vient à travers l'élément magnétocalorique 4, de part et d'autre de ce dernier. A cet effet, ledit module thermique 3 comprend également un circuit fermé 6 pour la circulation du fluide caloporteur. Ce circuit est réalisé par des canaux reliant les deux extrémités opposées 7 et 8 de l'élément magnétocalorique 4 et comprend un moyen de déplacement 5 déplaçant le fluide caloporteur en lui imprimant un mouvement de va-et-vient. Dans les exemples représentés, le moyen de déplacement 5, 50, 60 est un piston. Il peut toutefois être réalisé sous toute autre forme, telle qu'une membrane, par exemple, pouvant imprimer le mouvement de va-et-vient au fluide caloporteur.

Il ressort de l'ensemble des réalisations décrites que le fait de relier fluidiquement les deux extrémités 7 et 8 de l'élément magnétocalorique 4 permet d'utiliser un seul moyen de déplacement 5, 50, 60 pour entraîner le fluide caloporteur à travers l'élément magnétocalorique 4 dans les deux sens. Cela facilite la construction du générateur thermique selon l'invention et limite également son encombrement car, d'une part, un seul moyen de déplacement 5, 50, 60 est nécessaire pour la circulation du fluide caloporteur dans chaque module thermique et, d'autre part, cela implique la

mise en place d'un seul organe de commande dudit moyen de déplacement.

Le générateur thermique 1 comporte également un arrangement magnétique 9 mis en mouvement pour soumettre alternativement chaque élément magnétocalorique 4 à
5 une variation de champ magnétique et créer alternativement, dans ledit élément magnétocalorique 4, un cycle d'échauffement et un cycle de refroidissement, générant la création puis le maintien d'un gradient de température entre les deux extrémités opposées 7 et 8 dudit élément magnétocalorique 4 et le déplacement alterné du fluide caloporteur est synchronisé avec la variation du champ magnétique.

10

Le piston 5 est déplacé dans une chemise 11 par l'intermédiaire d'un profil de came 19 formant un organe de commande, prévu sur le flanc d'un organe de fermeture de champ 30 agencé pour boucler le flux magnétique généré par l'arrangement magnétique 9. Cet organe de fermeture de champ 30 est situé en regard de la chemise
15 11 dudit piston 5. Pour un encombrement minimum, l'ensemble des pistons 5, les éléments magnétocaloriques 4, l'arrangement magnétique 9 et l'organe de fermeture de champ 30 sont disposés de manière concentrique autour de l'axe central A. La chemise 11 comporte une ouverture 17 pour permettre au profil de came 19 d'être positionné dans une rainure 18 correspondante du piston 5 afin de manœuvrer ce
20 dernier. A cet effet, le profil de came 19 est de forme sensiblement sinusoïdale avec une amplitude qui détermine la course des pistons 5 et une phase sinusoïdale correspondant globalement à un cycle d'échauffement et un cycle de refroidissement des éléments magnétocaloriques 4. Ainsi, la rotation de l'organe de fermeture de champ 30, et donc du profil de came 19 entraîne le déplacement des pistons 5, selon
25 un mouvement de va-et-vient. Cette rotation est générée par l'intermédiaire de la rotation de l'arrangement magnétique 9 auquel est couplé magnétiquement l'organe de fermeture de champ 30.

A cet effet, l'arrangement magnétique 9 est constitué par un assemblage de parties
30 aimantées 20 et de parties non aimantées 21 et l'organe de fermeture de champ 30 est

réalisé sous la forme d'un anneau en un matériau magnétisable, par exemple du fer, comportant des bossages ou protubérances 22 situés face aux parties aimantées 20 pour permettre un accouplement magnétique avec l'arrangement magnétique 9 et ainsi de réaliser un entraînement en rotation de l'organe de fermeture de champ 30 lors de la rotation l'arrangement magnétique 9. Bien que l'organe de fermeture de champ 30 représenté comporte quatre bossages 22, un seul bossage est suffisant pour réaliser l'accouplement magnétique.

L'arrangement magnétique 9 peut être couplé à un actionneur (non représenté) pour être mobile en rotation par rapport aux éléments magnétocaloriques 4. Le déplacement simultané de l'arrangement magnétique 9 et de l'organe de fermeture de champ 30 permet notamment d'éviter la génération de courants de Foucault. Les éléments magnétocaloriques 4 sont disposés autour de l'arrangement magnétique 9 et entre ce dernier et l'organe de fermeture de champ 30. Ainsi, le déplacement de l'arrangement magnétique 9 soumet les éléments magnétocaloriques 4 à une variation de champ magnétique et, simultanément, entraîne le déplacement de l'organe de fermeture de champ 30.

Le générateur thermique 1 représenté aux figures 1 à 4 présente une configuration propice à un encombrement limité ce, notamment grâce à la structure concentrique autour de l'axe central A et formée par l'arrangement magnétique 9, l'organe de fermeture de champ 30 en forme d'anneau, les éléments magnétocaloriques 4 également disposés concentriquement autour de l'axe central A et enfin les pistons 5 intégrés dans des chemises 11 réalisées dans deux pièces circulaires 12 et également concentriques avec les éléments précités. Un tel générateur thermique 1 peut ainsi présenter une largeur de quelques centimètres.

Les deux pièces circulaires 12 sont symétriques par rapport à leur plan d'assemblage et comportent des évidements 15 formant une partie de la chemise 11 des pistons 5 et une rainure 16 reliant fluidiquement chaque évidement 15 à l'élément

magnétocalorique 4 correspondant. Les pièces circulaires 12 sont disposées de telle sorte que le profil de came 19 est positionné dans la rainure 18 de chaque piston 5. Les évidements 15 et les rainures 16 des pièces circulaires 12 peuvent être réalisés par forage, perçage, moulage ou tout autre procédé analogue et constituent une partie
5 du circuit fermé 6 pour la circulation du fluide caloporteur.

Le générateur 1 comporte également deux couvercles de protection 23 qui ferment les rainures 16 des pièces circulaires 12 de manière étanche.

10 Le générateur thermique 100 représenté aux figures 5 et 6 est réalisé selon une variante du mode de réalisation dans lequel la structure dudit générateur 100 est circulaire et comporte une unité 102 de génération de flux thermique circulaire. La configuration de ce générateur est sensiblement identique à celle du générateur 1 représenté aux figures 1 à 4 et apporte les mêmes avantages, notamment en terme
15 d'encombrement réduit. Toutefois, la manœuvre du piston 50 est différente. Comme précédemment, l'organe de commande des pistons 50 est constitué par l'organe de fermeture de champ 31. Par contre, les pistons 50 sont munis d'un anneau 51 en un matériau magnétisable qui s'accouple magnétiquement à l'organe de fermeture de champ 31 et suit la rotation de ce dernier sans contact. Ledit organe de fermeture de
20 champ 31 peut également comporter un profil de came 19 tel que celui du générateur thermique 1 des figures 1 à 4. Toutefois, dans cet exemple, il n'est plus nécessaire de prévoir une rainure dans chaque piston 50, l'organe de fermeture de champ 31 entraînant chaque piston 50 sans aucun contact, par accouplement magnétique. Il n'y a donc aucun risque d'usure entre l'organe de commande et les pistons 50. De
25 préférence, les pistons 50 sont sensiblement cylindriques et présentent une zone en matériau magnétisable 51 sous la forme d'un anneau monté dans une rainure circulaire dudit piston 50.

Toute autre forme de piston peut également convenir et peut être déterminée pour
30 minimiser les pertes de charges hydrauliques.

Les figures 7A, 7B et 8 représentent un générateur thermique 200 selon un second mode de réalisation de l'invention, dans lequel la structure dudit générateur 200 est sensiblement linéaire. La figure 8 représente plus particulièrement au niveau de la partie coupée le circuit fermé 6 de circulation de fluide caloporteur, l'élément magnéto-calorique 4 et le piston 60.

L'unité de génération de flux thermique 202 est linéaire, les éléments magnéto-caloriques 4 étant alignés. Dans l'exemple représenté, le générateur thermique 200 est constitué par une seule unité 202 comportant un module thermique 3. L'invention couvre, bien entendu, des générateurs thermiques comportant plusieurs unités de génération de flux thermiques. Le nombre d'unités et de modules thermiques sera déterminé en fonction de la puissance du générateur thermique.

L'organe de fermeture de champ 32 présente un profil en forme d'étrier dont les deux branches sont munies sur leurs faces internes d'aimants permanents 24 de polarités opposées et formant l'arrangement magnétique 9. Le déplacement en translation selon un mouvement de va-et-vient (selon la flèche F) de l'organe de fermeture de champ 32 et de l'arrangement magnétique 9 expose à une variation du champ magnétique les éléments magnéto-caloriques 4 alignés entre les aimants 24. En outre, l'organe de fermeture de champ 32 comporte, pour chaque piston 60, un doigt d'entraînement 192 pour l'entraînement de ce dernier. Ledit doigt d'entraînement assure le couplage mécanique entre l'organe de fermeture de champ 32 et les moyens de déplacement du fluide caloporteur, ici sous la forme de pistons 60. Ainsi, le déplacement de l'arrangement magnétique 32 entraîne, d'une part, une variation du champ magnétique dans les éléments magnéto-caloriques 4, et donc une alternance de cycles d'échauffement et de refroidissement de ces derniers, et, d'autre part, le déplacement simultané des doigts d'entraînement 192 qui déplacent à leur tour les pistons 60 dans la chemise 11 correspondante, et donc le fluide caloporteur dans le circuit fermé 6.

En outre, le générateur 200 représenté comprend un moyen de décalage 10 permettant de décaler le déplacement dudit piston 60 par rapport à celui de l'arrangement magnétique 32. Ce moyen est réalisé sous la forme de deux butées 13, 14 réalisées dans une pièce en forme de U montée sur l'organe de fermeture de champ 32. Ces deux butées 13, 14 sont disposées sous le piston 60 et coopèrent avec le doigt d'entraînement 192. Ce dernier est donc entraîné par ces deux butées 13, 14 lorsque l'organe de fermeture de champ 32 se déplace selon la flèche F. Elles permettent de contrôler le déplacement du piston 60 en synchronisme avec le déplacement de l'organe de fermeture de champ 32.

Ainsi, sur la figure 7A, lorsque l'organe de fermeture de champ 32 se déplace vers la droite, il n'entraîne le doigt d'entraînement 192, et donc le piston 60 associé à ce dernier que lorsque la butée 14 arrive au contact dudit doigt d'entraînement 192, position représentée à la figure 7B. Au cours de ce déplacement, l'élément magnéto-calorique 4 est sorti du champ magnétique des aimants 24 et a subi un cycle de refroidissement sans que le piston 60 n'ait été déplacé. L'échange thermique entre le fluide caloporteur et l'élément magnéto-calorique 4 se fait donc lorsque la butée 14 arrive au contact du doigt d'entraînement 192 et que l'organe de fermeture de champ 32 se déplace encore vers la droite sur la figure, déplaçant ainsi le piston 60 dans le circuit fermé 6. La course complète de l'organe de fermeture de champ 32 n'est pas transmise totalement au piston 60.

Inversement, lors du déplacement de l'organe de fermeture de champ 32 vers la gauche sur la figure 7b, l'élément magnéto-calorique 4 est soumis à un champ magnétique et subit un cycle d'échauffement sans qu'il n'y ait de déplacement de piston 60 et donc de fluide caloporteur. Lorsque le doigt d'entraînement 192 arrive en contact avec la butée 13, cette dernière l'entraîne, ce qui induit un déplacement du piston 60 correspondant et donc un déplacement du fluide caloporteur dans le circuit fermé 6 et donc un échange thermique entre ce dernier et l'élément magnéto-calorique

4.

Un tel moyen de décalage permet d'optimiser l'échange thermique entre le fluide caloporteur et l'élément magnétocalorique 4 en réalisant ce dernier après un
5 changement de phase dudit élément magnétocalorique 4, et donc d'augmenter le rendement du générateur 200.

Dans une variante non représentée, l'organe de fermeture de champ peut présenter un profil en forme d'étrier dont les deux branches sont munies sur leurs faces internes
10 d'aimants permanents de polarités opposées et formant l'arrangement magnétique, ledit organe de commande peut toutefois comporter deux aimants permanents de polarités différentes disposés à distance et en regard l'un de l'autre et le piston peut comporter un aimant disposé par rapport aux aimants permanents de l'organe de commande de manière à être repoussé par chacun de ces derniers, et donc suivre leur
15 déplacement. Le déplacement de l'organe de commande entraîne ainsi celui du piston, sans contact entre ces derniers, en dehors de l'arrangement magnétique. A cet effet, le piston peut être disposé sensiblement entre les deux aimants permanents de l'organe de commande et préférentiellement au-dessus de ces derniers.

20 Bien que l'ensemble des dessins annexés illustrent des générateurs thermiques 1, 100, 200 comportant une seule unité de génération de flux thermique 2, l'invention prévoit également la réalisation d'un générateur thermique présentant une structure étagée avec plusieurs unités de génération de flux thermique 2, 102, 202. Une telle configuration permet d'augmenter le rendement du générateur thermique selon
25 l'invention.

Possibilités d'application industrielle :

Il ressort clairement de cette description que l'invention permet d'atteindre les buts
30 fixés, à savoir proposer un générateur thermique 1, 100, 200 de construction simple

et peu encombrante limitant le nombre d'organes en déplacement pour la circulation du fluide caloporteur dans les modules thermiques 3.

5 Un tel générateur thermique 1, 100, 200 peut trouver une application aussi bien industrielle que domestique dans le domaine du chauffage, de la climatisation, du tempérage, refroidissement ou autres, ce, à des coûts compétitifs et dans un faible encombrement.

10 En outre, toutes les pièces composant ce générateur thermique 1, 100, 200 peuvent être réalisées selon des processus industriels reproductibles.

La présente invention n'est pas limitée à l'exemple de réalisation décrit mais s'étend à toute modification et variante évidentes pour un homme du métier tout en restant dans l'étendue de la protection définie dans les revendications annexées. .

Revendications

1. Générateur thermique à matériau magnéto-calorique comportant au moins une unité (2, 102, 202) de génération de flux thermique pourvue d'au moins un module thermique (3) contenant un élément magnéto-calorique (4), traversé par un fluide caloporteur entraîné selon un déplacement alterné de part et d'autre dudit élément magnéto-calorique (4), ledit générateur thermique (1) comportant également un arrangement magnétique (9, 24) mis en mouvement pour soumettre alternativement ledit élément magnéto-calorique (4) à une variation de champ magnétique et créer alternativement, dans ledit élément magnéto-calorique (4), un cycle d'échauffement et un cycle de refroidissement, générant la création puis le maintien d'un gradient de température entre les deux extrémités opposées (7 et 8) dudit élément magnéto-calorique (4), le déplacement alterné du fluide caloporteur étant synchronisé avec la variation du champ magnétique, générateur thermique caractérisé en ce que ledit élément magnéto-calorique (4) est intégré dans un circuit fermé (6) de circulation de fluide caloporteur reliant les deux extrémités opposées (7 et 8) dudit élément magnéto-calorique (4) et en ce que ledit circuit fermé (6) intègre un unique moyen de déplacement (5, 50, 60) du fluide caloporteur à travers ledit élément magnéto-calorique (4) dans les deux sens de déplacement.

20

2. Générateur thermique, selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite unité (2, 102, 202) de génération de flux thermique comporte un organe de fermeture de champ (30, 31, 32) agencé pour boucler le flux magnétique généré par l'arrangement magnétique (9, 24), et en ce que ledit organe de fermeture de champ (30, 31, 32) est muni d'un organe de commande (19, 192) dudit moyen de déplacement (5, 50, 60).

25

3. Générateur thermique, selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit moyen de déplacement est un piston (5, 50, 60) qui se déplace dans une chemise (11) formée dans le circuit fermé (6) correspondant.

30

4. Générateur thermique, selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'organe de fermeture de champ (30, 31) est réalisé en un matériau magnétisable et couplé magnétiquement audit arrangement magnétique (9) mobile.
- 5 5. Générateur thermique, selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'organe de commande est un profil de came (19) de forme sensiblement sinusoïdale dont l'amplitude détermine la course des pistons (5) et dont la phase sinusoïdale correspond globalement à un cycle d'échauffement et un cycle de refroidissement des éléments magnéto-caloriques (4).
- 10 6. Générateur thermique, selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit piston (5) comporte une rainure (18) dans laquelle circule ledit profil de came (19).
- 15 7. Générateur thermique, selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit piston (50) comporte une zone en matériau magnétisable (51) et est couplé magnétiquement audit organe de fermeture de champ (31) formant l'organe de commande.
- 20 8. Générateur thermique, selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite unité (2, 102) de génération de flux thermique est pourvue de plusieurs modules thermiques (3) et présente une structure circulaire dans laquelle les éléments magnéto-caloriques (4) sont disposés en cercle autour d'un axe central (A), l'arrangement magnétique (9) est entraîné en rotation autour dudit axe central (A), et lesdits éléments magnéto-caloriques (4) sont disposés entre l'arrangement magnétique (9) et l'organe de fermeture de champ (30, 31), caractérisé en ce que l'organe de
- 25 fermeture de champ (30, 31) est couplé magnétiquement audit arrangement magnétique (9), en ce que ledit circuit fermé (6) et la chemise (11) dudit piston sont réalisés dans deux pièces circulaires (12) destinées à être assemblées, et en ce que lesdites pièces circulaires sont sensiblement symétriques par rapport à leur plan
- 30 de la chemise d'un piston (5) et une rainure (16) aux extrémités débouchantes et

formant un canal de liaison entre ledit évidement (15) et l'élément magnéto-calorique (4) correspondant.

5 9. Générateur thermique, selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel ladite unité (202) de génération de flux thermique présente une structure linéaire dans laquelle les éléments magnéto-caloriques (4) sont alignés et en ce que l'arrangement magnétique (9) est entraîné en translation alternative le long desdits éléments magnéto-caloriques (4), caractérisé en ce que l'organe de fermeture de champ (32) présente un profil en forme d'étrier dont les deux branches sont munies
10 sur leurs faces internes d'aimants permanents (24) de polarités opposées et formant l'arrangement magnétique (9) et en ce que ledit organe de commande (192) est sous la forme d'un doigt d'entraînement logé dans une gorge (25) correspondante de chaque piston (60).

15 10. Générateur thermique, selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel ladite unité de génération de flux thermique présente une structure linéaire dans laquelle les éléments magnéto-caloriques sont alignés et l'arrangement magnétique est entraîné en translation alternative le long desdits éléments magnéto-caloriques, caractérisé en ce que l'organe de fermeture de champ présente un
20 profil en forme d'étrier dont les deux branches sont munies sur leurs faces internes d'aimants permanents de polarités opposées et formant l'arrangement magnétique, en ce que ledit organe de commande comporte deux aimants permanents de polarités différentes disposés à distance et en regard l'un de l'autre et en ce que le piston comporte un aimant disposé par rapport aux aimants permanents de l'organe de
25 commande de manière à être repoussé par chacun de ces derniers.

11. Générateur thermique, selon l'une quelconque des revendications 9 et 10, caractérisé en ce qu'il comprend un moyen de décalage (10) apte à anticiper et/ou à retarder le déplacement dudit piston (60) par rapport à celui de l'arrangement
30 magnétique (9).

1/7

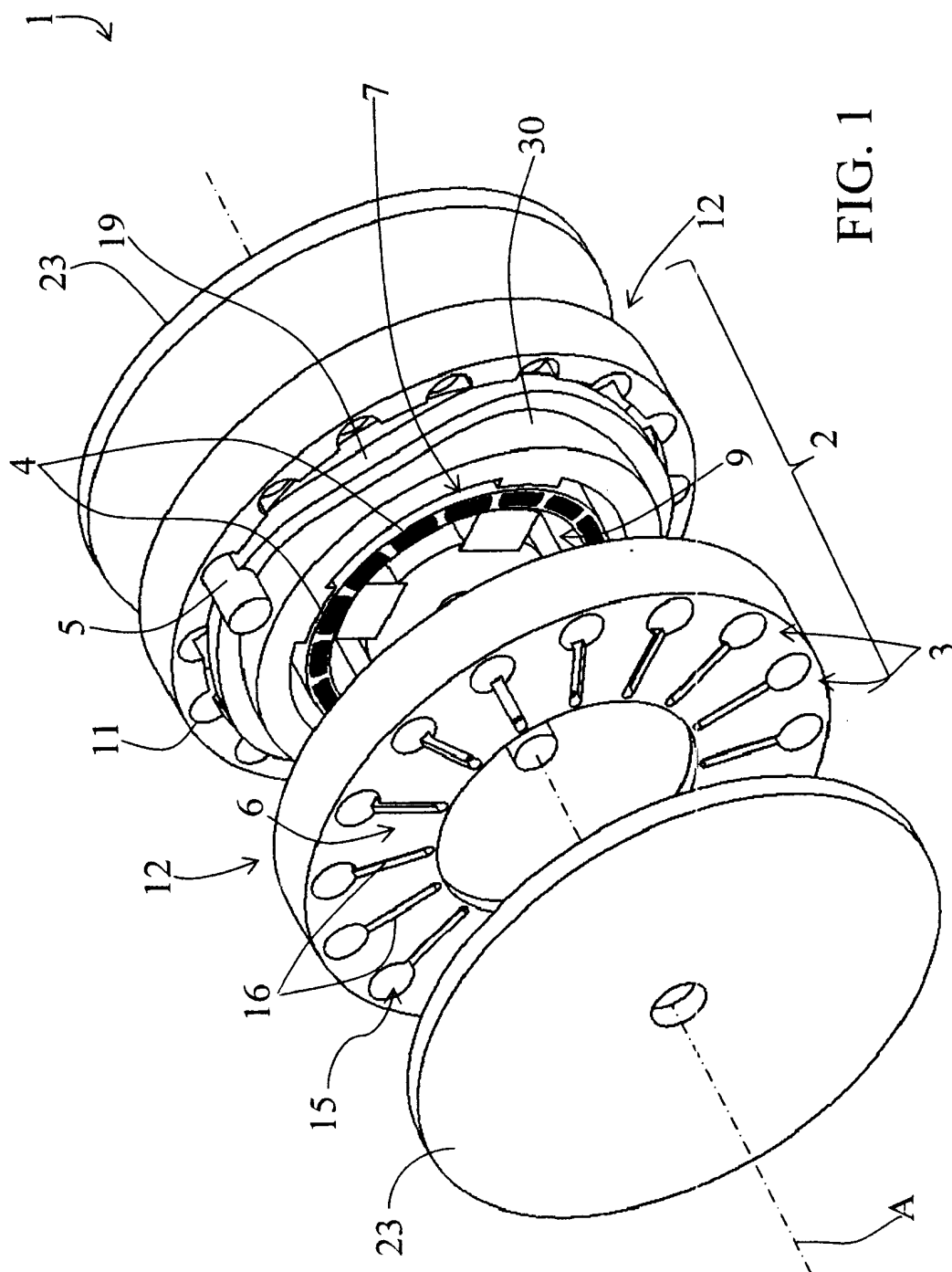


FIG. 1

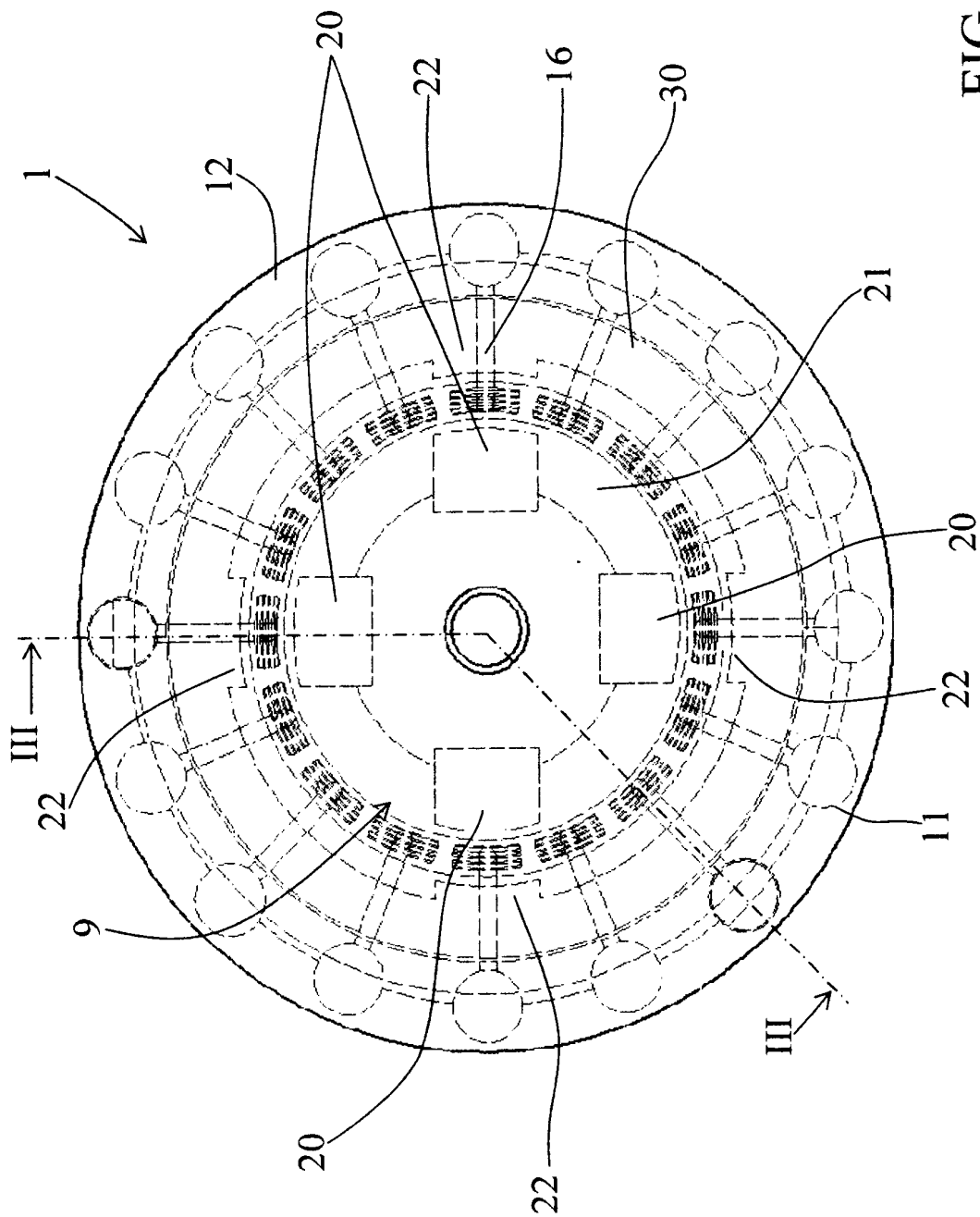


FIG. 2

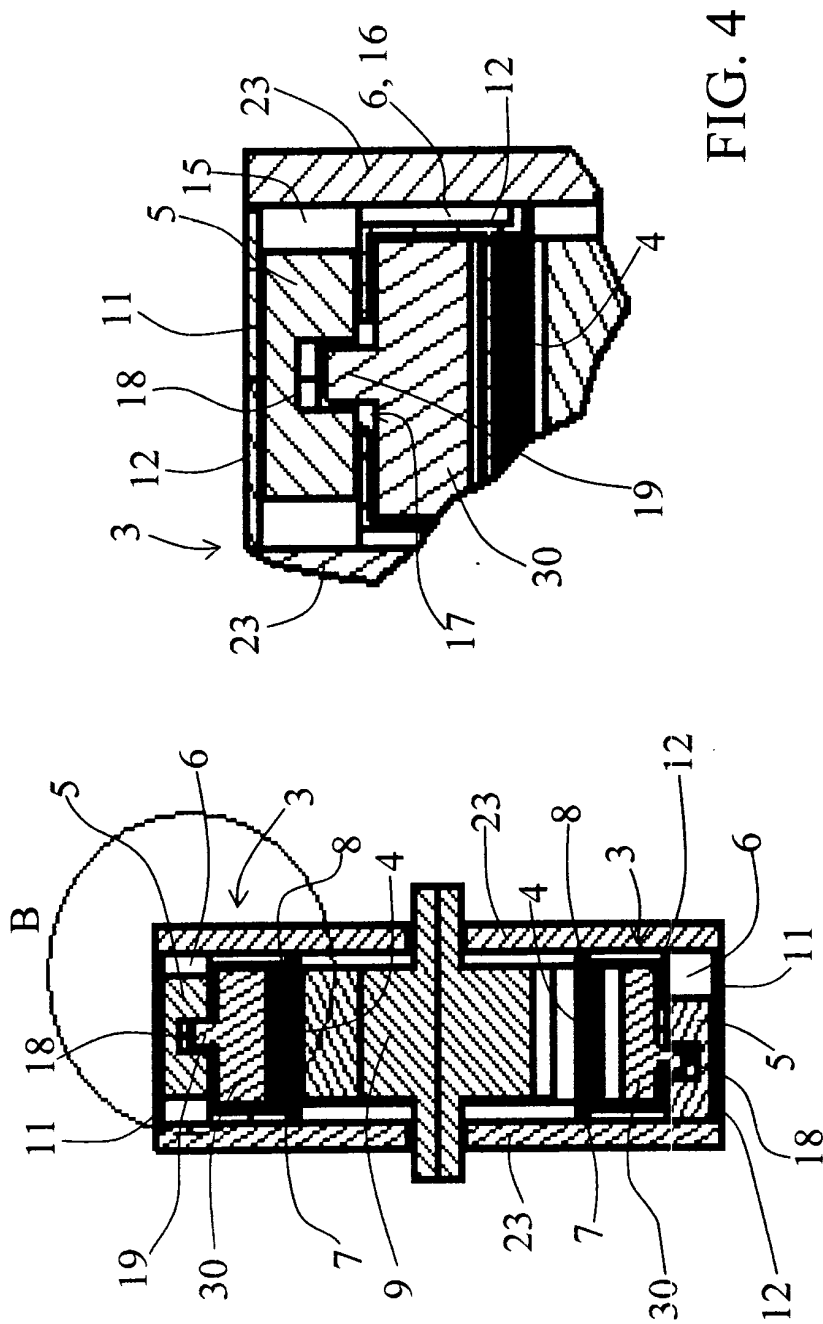


FIG. 4

FIG. 3

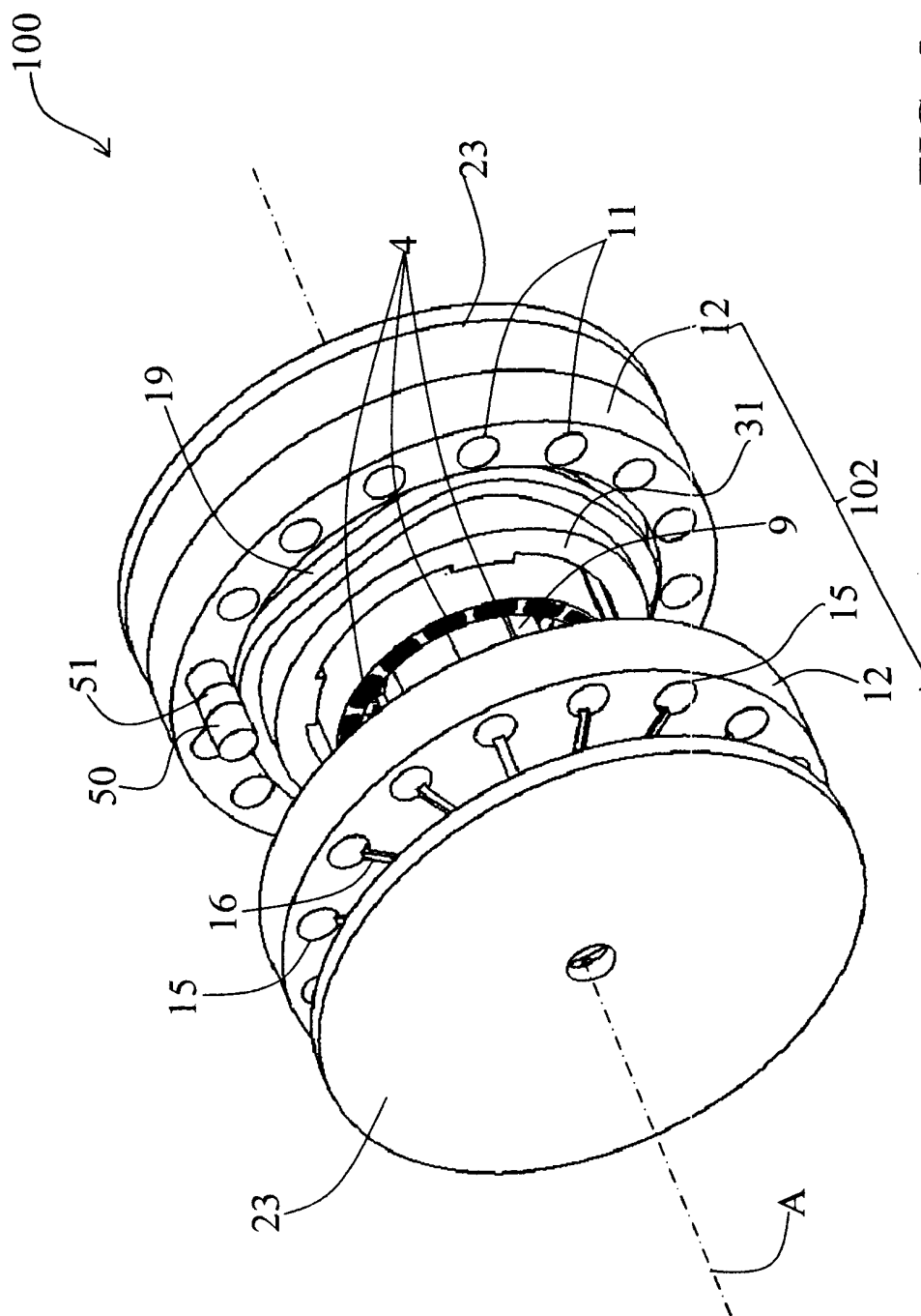


FIG. 5

5/7

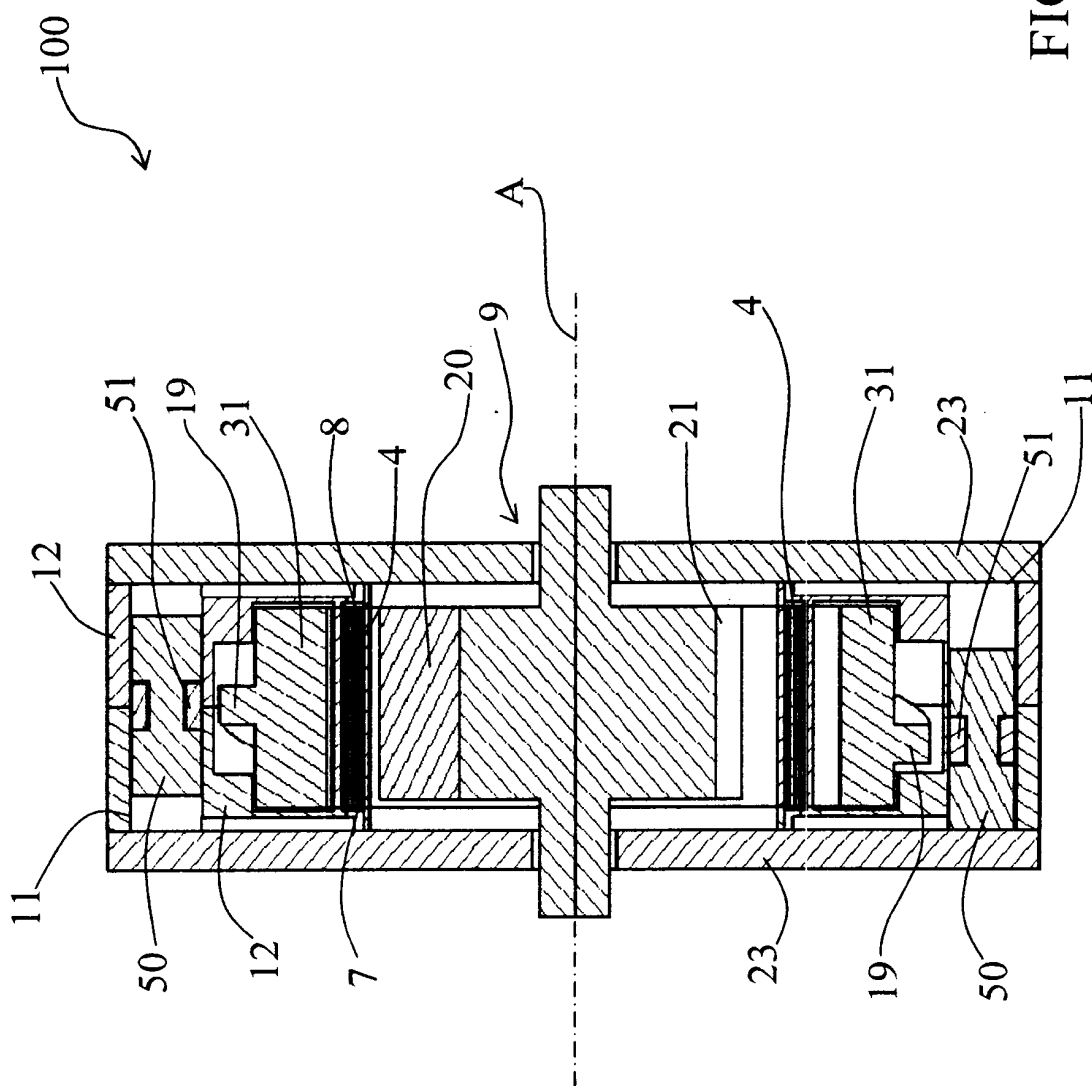


FIG. 6

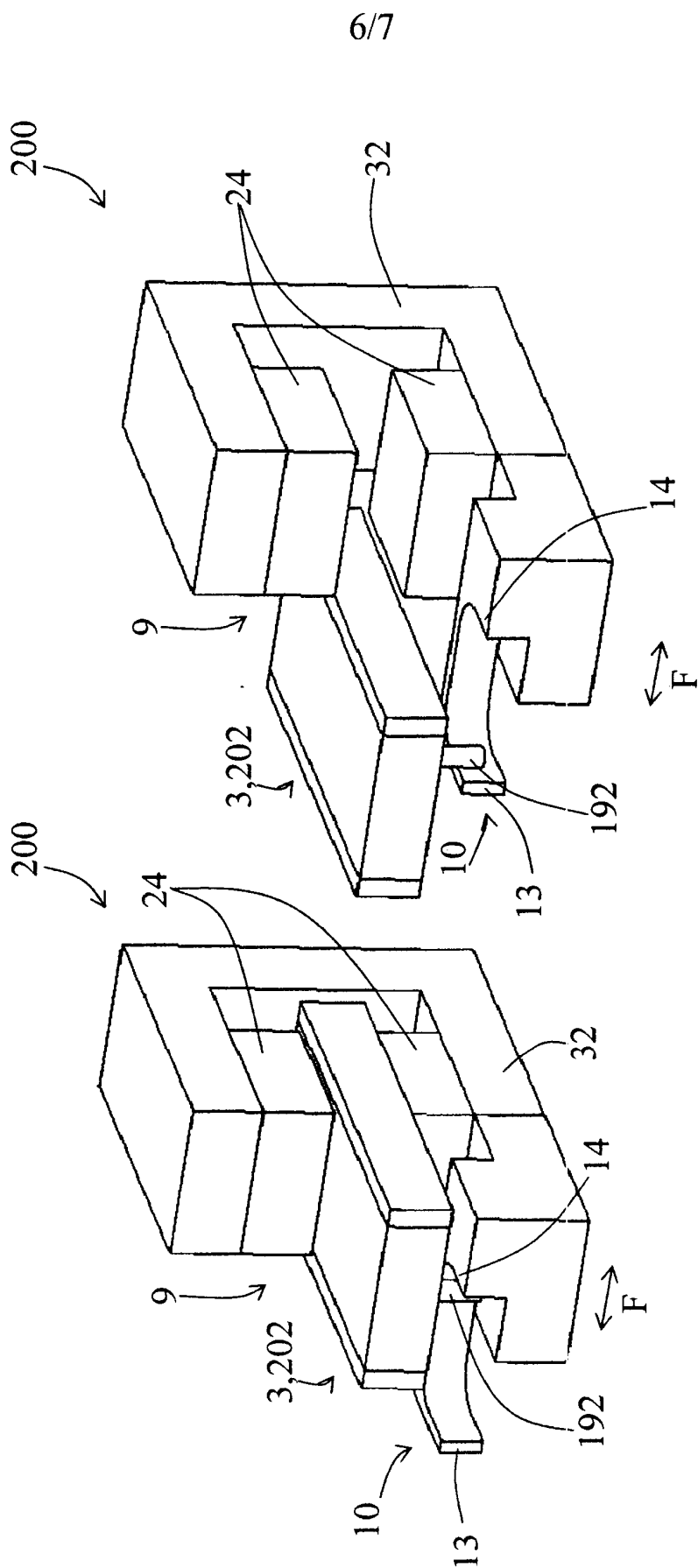


FIG. 7B

FIG. 7A

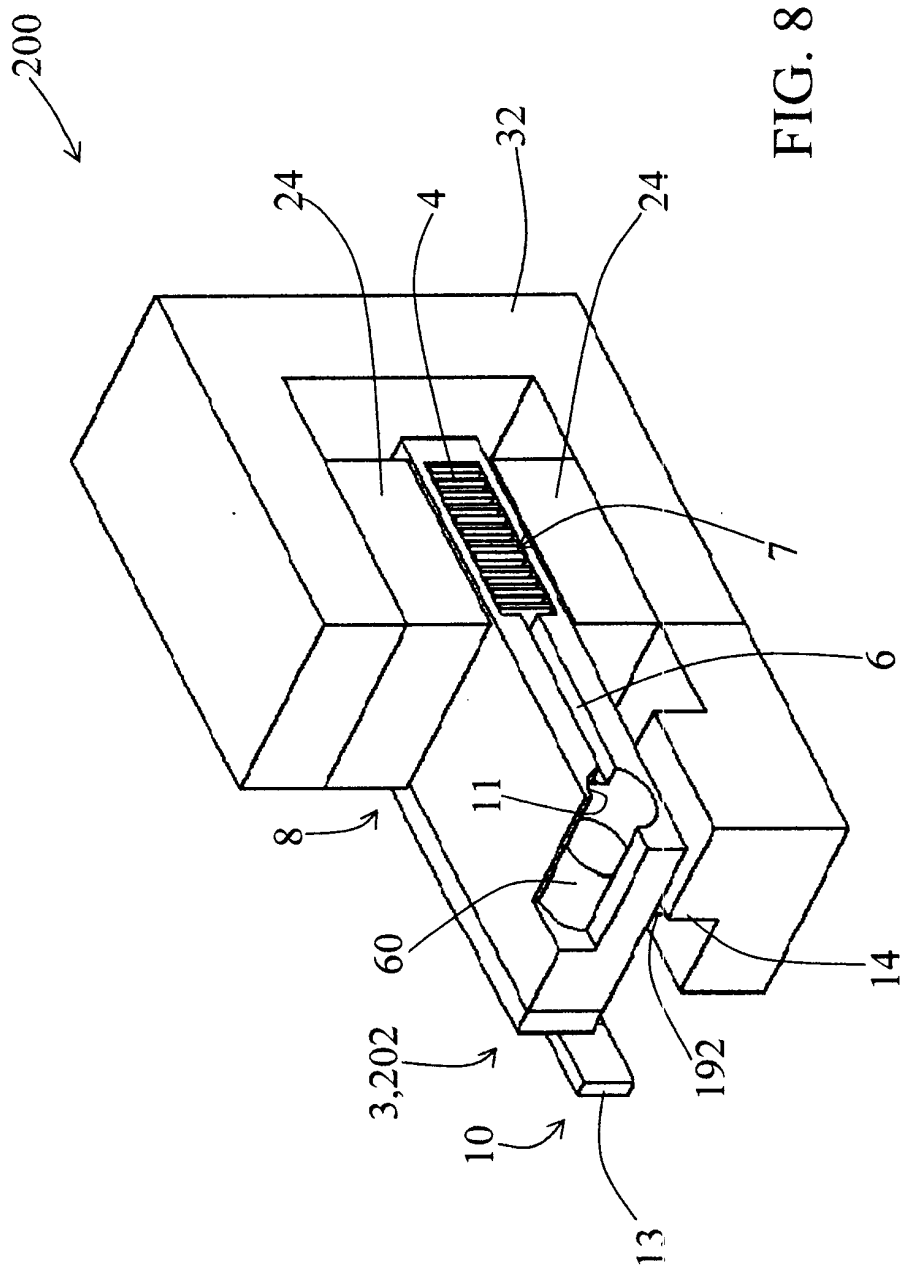


FIG. 8



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 712564
FR 0805278

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 03/016794 A (ABB AB [SE]; PAN MIN [SE]; YUJING LIU [SE]; LOEFGREN PETER [SE]) 27 février 2003 (2003-02-27) * figure 4 *	1	H01L37/04
A	FR 2 861 454 A (MULLER CHRISTIAN [FR]; DUPIN JEAN LOUIS [FR]; HEITZLER JEAN CLAUDE [FR]) 29 avril 2005 (2005-04-29)	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F25B H01L
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		16 avril 2009	Koskinen, Timo
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0805278 FA 712564**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **16-04-2009**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 03016794	A	27-02-2003	AUCUN	

FR 2861454	A	29-04-2005	AT 365896 T	15-07-2007
			AU 2004286064 A1	12-05-2005
			BR PI0415615 A	12-12-2006
			CA 2543123 A1	12-05-2005
			CN 1977131 A	06-06-2007
			DE 602004007299 T2	28-02-2008
			DK 1702183 T3	22-10-2007
			EP 1702183 A1	20-09-2006
			ES 2289597 T3	01-02-2008
			WO 2005043052 A1	12-05-2005
			HR 20070451 T3	30-11-2007
			JP 2007509307 T	12-04-2007
			KR 20060123118 A	01-12-2006
			US 2007130960 A1	14-06-2007
