



Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention;

Vu le procès-verbal dressé le 27 septembre 1979 à 15 h. 20
au Service de la Propriété Industrielle ;

ARRÊTE :

Article 1. — *Il est délivré à* Mr Frederick E. WANG

11816 Caplinger Road, Silver Spring, Maryland 20904
(Etats-Unis d'Amérique)

repr. par le Bureau Gevers S.A. à Bruxelles

un brevet d'invention pour: Dispositif de conversion d'énergie
thermique en énergie mécanique.

Article 2. — *Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.*

Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention (mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui de sa demande de brevet.

Bruxelles, le 15 octobre 1979.

PAR DÉLÉGATION SPÉCIALE:

L. SALPETEUR
Directeur

079048

U.S. 3,174,851

MEMOIRE DESCRIPTIF

déposé à l'appui d'une demande de

BREVET D'INVENTION

au nom de:

Frederick E. WANG

pour:

"Dispositif de conversion d'énergie thermique en énergie mécanique"

La présente invention est relative à un système de conversion d'énergie et plus particulièrement à un dispositif de conversion d'énergie thermique en énergie mécanique, utilisant une matière ayant un effet de mémoire.

Le produit dénommé Nitinol, qui est alliage de nickel-titane presque stoechiométrique, tel que décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.174.851, montre un "effet de mémoire" sous diverses formes par chauffage de cet alliage depuis une tempé-

ture inférieure à sa gamme de températures de transition jusqu'à une température supérieure à cette gamme. Fondamentalement, il y a deux manières principales suivant lesquelles cet effet de mémoire du Nitinol et la force qui est associée peuvent s'utiliser, à savoir suivant le mode unidirectionnel pour amener la matière allongée à se contracter et suivant le mode à flexion pour amener la matière fléchie à reprendre sa forme initiale. Bien que le mode unidirectionnel puisse être considéré comme étant la manière la plus efficace d'utiliser l'effet de mémoire du Nitinol, il entraîne certaines complexités. Par contre, le mode à flexion offre la simplicité qui est un avantage déterminant, spécialement dans le cas de la conversion d'une énergie de faible qualité, pour laquelle le rendement ou l'efficacité ne constitue pas la considération primordiale.

La possibilité d'utiliser cet "effet de mémoire" pour convertir l'énergie thermique en énergie mécanique a déjà été envisagée dans la technique antérieure (voir le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.403.238). Comme une somme importante de force est associée à l'effet de mémoire de la matière Nitinol, on a proposé antérieurement un certain nombre de dispositifs, dont certains ont été construits effectivement, pour utiliser cette force thermique - mécanique remarquable qui y est associée. Toutefois, bien que ces propositions antérieures mentionnent la possibilité pour cette matière Nitinol d'assurer une telle conversion d'énergie, aucune d'entre elles n'offre une solution pratique capable de produire une puissance suffisante combinée avec une simplicité de conception et de fonctionnement.

A titre d'exemple, le moteur Banks (brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.913.326) utilise un certain nombre d'éléments en Nitinol, qui sont alternativement chauffés et refroidis en les faisant passer à travers des récipients dans l'eau à des températures supérieures et inférieures à la température de transition, et qui impartissent de ce fait une rotation à l'ensemble lors d'un



une position de moindre résistance à la flexion (c'est-à-dire une position perpendiculaire à la direction de déplacement de la courroie).

Suivant une autre caractéristique de la présente invention, la "roue chaude" à travers laquelle le milieu chauffé circulera peut être pourvue de moyens à chicane appropriés ou éléments similaires pour diriger le milieu fluide radialement vers l'extérieur, en renforçant ainsi encore le transfert d'énergie thermique vers les surfaces circonférentielles de la roue, qui sont en contact avec le ou les éléments de transmission en Nitinol. De plus, la "roue chaude" peut comprendre aussi des moyens appropriés, par exemple sous forme d'un dispositif du type à hélice, dans sa cavité, ces moyens étant éventuellement combinés avec la structure à chicane, pour impartir une direction préférée de rotation à la roue à l'intervention de la circulation du milieu de chauffage qui la traverse.

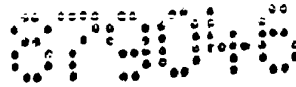
Suivant une forme de réalisation préférée de la présente invention, on utilise seulement deux roues, ayant chacune une longueur axiale prédéterminée pour s'accommoder d'un certain nombre de fils en Nitinol espacés axialement, de telle manière que la roue plus grande, relativement plus froide, est reliée à entraînement avec l'arbre de sortie, tandis que la plus petite des deux roues, qui est creuse et forme une "roue chaude", est supportée sur un arbre creux. L'arbre creux est lui-même soutenu à rotation dans des paliers étanches pour former une liaison à rotation et étanche entre un élément tubulaire fixe servant de conduit d'admission et de conduit de sortie, et les sections d'admission et de sortie rotatives formées par l'arbre creux. La plus grande roue peut ainsi être pourvue de moyens appropriés pour augmenter le contact de frottement entre le ou les éléments de transmission en Nitinol et la surface circonférentielle de la plus grande roue en contact avec ce ou ces éléments de transmission, roue qui est ain-

si entraînée.

Comme on peut utiliser un certain nombre de "roues chaudes", reliées axialement en série, il est également possible d'utiliser, avec les roues chaudes successives, des éléments de transmission en matière à effet de mémoire, dont les températures de transition diminuent dans le sens de la circulation du milieu fluide pour tenir compte de la diminution de température du milieu fluide au fur et à mesure qu'il traverse les roues chaudes reliées en série. La gamme des températures de transition de la matière Nitinol peut être facilement réglée, par exemple par l'adjonction de certaines matières, telles que du fer, cobalt, etc, à l'alliage binaire de nickel-titane, et ce comme décrit, par exemple, dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.558.369.

Suivant une autre forme de réalisation de la présente invention, un certain nombre de roues chaudes ou plus petites, mutuellement décalées en direction axiale, coopèrent avec une seule roue plus grande, relativement plus froide, d'une longueur axiale essentiellement égale à la longueur axiale totale des roues chaudes ou plus petites, décalées axialement, qui sont agencées autour de la roue plus grande et sont reliées à celle-ci grâce à au moins un moyen de transmission sans fin sous forme d'un fil en Nitinol ou élément similaire. La plus grande roue peut ainsi être pourvue de moyens pour augmenter le contact de frottement entre sa surface périphérique et les fils en Nitinol, tandis que les roues plus petites peuvent être construites en tant que roues chaudes, de la façon décrite précédemment, ou peuvent être construites sous forme de roues plus petites soutenues à rotation dans un ou des canaux à travers lesquels circule le milieu fluide chauffé.

En conséquence, un but de la présente invention est de prévoir un dispositif thermique - mécanique pour la conversion d'une énergie thermique en énergie mécanique en utilisant une matière à effet de mémoire opérant suivant le mode à flexion, en évitant grâ-



ce à des moyens simples les inconvénients mentionnés ci-dessus et rencontrés dans les systèmes de la technique antérieure.

Un autre but de l'invention est de prévoir un dispositif thermique - mécanique pour la conversion d'énergie thermique en énergie mécanique, qui soit d'une construction extrêmement simple, tout en permettant encore d'obtenir des puissances de sortie importantes en utilisant une énergie de faible qualité.

Un autre but de l'invention est de prévoir un dispositif thermique-mécanique pour la conversion d'énergie thermique en énergie mécanique, qui convient particulièrement bien pour des applications utilisant une énergie thermique de faible qualité, telle qu'on peut l'obtenir, par exemple, de l'énergie solaire, de la chaleur perdue produite par des moteurs à combustion interne, par des turbines à vapeur et par des installations nucléaires, des différences de température existant dans l'océan, etc.

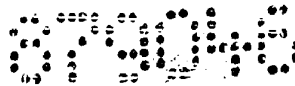
Un autre but encore de la présente invention est de prévoir un dispositif thermique-mécanique pour la conversion d'une énergie thermique de faible qualité en puissances de sortie mécaniques importantes sans qu'il faille prévoir des structures compliquées et/ou des réglages coûteux pour celles-ci.

Un autre but de l'invention est de prévoir un dispositif thermique-mécanique du type décrit ci-dessus, qui ne suppose pas de sens préféré de rotation.

Un autre but encore de l'invention est de prévoir un dispositif thermique-mécanique pour la conversion d'énergie thermique en énergie mécanique, qui permet une utilisation efficace de l'énergie thermique contenue dans des milieux fluides.

Un but encore de la présente invention est de prévoir un dispositif thermique-mécanique pour la conversion d'énergie thermique en énergie mécanique, qui est caractérisé par une conception compacte et une grande versatilité dans ses applications.

Ces buts et d'autres encore, ainsi que les caractéristi-



ques et les avantages de la présente invention, apparaîtront plus complètement de la description suivante donnée avec référence aux dessins annexés, ceux-ci n'étant qu'une illustration de diverses formes de réalisation suivant la présente invention.

Les Figures 1a, 1b et 1c sont des vues schématiques illustrant le principe de fonctionnement d'un dispositif thermique-mécanique suivant la présente invention.

La Figure 2 est une vue schématique d'une forme de réalisation d'un dispositif thermique-mécanique suivant l'invention, utilisant des roues dites "chaudes".

La Figure 3 est une vue en perspective assez schématique d'une forme de réalisation d'une "roue chaude" et de son support étanche, cette roue étant destinée à s'utiliser avec un seul élément de transmission à effet de mémoire dans un dispositif thermique-mécanique suivant la présente invention.

La Figure 4 est une vue en perspective assez schématique d'une autre forme de réalisation d'une "roue chaude" et de son support étanche, cette roue étant destinée à s'utiliser avec de multiples éléments de transmission ayant une caractéristique d'effet de mémoire dans un dispositif thermique-mécanique suivant la présente invention.

La Figure 5 est une vue en coupe transversale axiale de la roue chaude suivant la Figure 4.

La Figure 6 est une vue en coupe assez schématique prise à travers une forme de réalisation de la roue relativement plus froide d'un dispositif thermique-mécanique suivant la présente invention.

La Figure 7 est une vue en élévation d'une variante de réalisation d'une roue relativement plus froide pour un dispositif thermique-mécanique suivant la présente invention.

La Figure 8 est une vue en élévation latérale assez schématique de la roue relativement plus froide de la Figure 7.

La Figure 9 est une vue en plan schématique d'une forme de



réalisation modifiée d'un dispositif thermique-mécanique suivant la présente invention, utilisant un certain nombre de roues chaudes avec une seule roue plus grande, relativement plus froide.

La Figure 10 est une vue en perspective assez schématique d'une forme de réalisation préférée d'un dispositif thermique-mécanique suivant la présente invention, n'utilisant que deux roues reliées à entraînement par un grand nombre d'éléments de transmission ayant une caractéristique d'effet de mémoire.

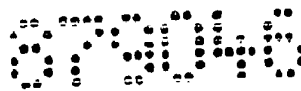
Si on se reporte aux dessins, sur lesquels les mêmes numéros de référence sont utilisés pour désigner des pièces identiques ou similaires, et si on se reporte plus particulièrement aux Figures 1a, 1b et 1c, celles-ci illustrent le principe de fonctionnement d'un dispositif de conversion d'énergie thermique-mécanique suivant la présente invention, ce dispositif étant désigné d'une façon générale par le numéro de référence 10 et comprenant une première roue relativement plus grande, désignée d'une manière générale par le numéro de référence 11, qui est soutenue à rotation par un arbre 12 avec lequel elle tourne et qui constitue un arbre de sortie, ce dernier étant lui-même soutenu à rotation par des paliers appropriés ou éléments similaires (non illustrés) prévus dans un support fixe, ce dernier étant illustré schématiquement sur les dessins et désigné par le numéro de référence 13. Une seconde roue, relativement plus petite, désignée d'une manière générale par le numéro de référence 15, 15' et 15" (Figures 1a, 1b et 1c), ayant un diamètre relativement plus petit que celui de la roue 11, est montée sur un arbre 16 qui est à nouveau soutenu à rotation dans un support fixe, illustré schématiquement sur les dessins et désigné par le numéro de référence 17. La roue 15 (15' ou 15") est reliée pour l'entraînement à la roue 11 grâce à un ou plusieurs éléments de transmission 18 faits d'une matière ayant un effet de mémoire, de préférence une matière Nitinol, d'une configuration appropriée. Sur chacune des Figures 1a, 1b et 1c, le



numéro de référence 23 désigne un milieu fluide utilisé pour transférer l'énergie thermique à la roue relativement plus petite 15, 15' ou 15". La température du milieu fluide 23 est supérieure à la température de transmission du ou des éléments de transmission 18 utilisés dans le dispositif thermique-mécanique de l'invention.

En supposant que la forme initiale du ou des éléments de transmission en Nitinol 18 soit droite, cette forme sera courbée lorsque le ou les éléments passent autour d'une partie de la circonférence de la roue plus petite 15 (15' ou 15"). Au fur et à mesure que de la chaleur est appliquée à l'élément ou aux éléments de transmission 18, ces derniers auront tendance à se redresser en quittant leur courbure, avec libération d'une force mécanique.

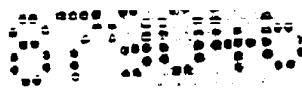
Lorsque les roues 11 et 15 sont disposées l'une au-dessus de l'autre comme illustré par la Figure 1a et lorsque l'application d'énergie thermique à l'élément ou aux éléments de transmission 18 par l'intermédiaire de la plus petite roue 15 se fait de façon essentiellement symétrique par rapport au plan de symétrie 19, le ou les éléments de transmission 18 resteront stationnaires. Ceci est dû au fait que les forces produites par l'application d'énergie thermique à l'élément ou aux éléments de transmission 18 par la roue 15 auront tendance à se supprimer entre elles en raison de l'application symétrique de l'énergie thermique, c'est-à-dire du fait d'une longueur essentiellement similaire de contact du ou des éléments de transmission 18 avec la surface circonférentielle de la roue 15 de part et d'autre du plan de symétrie 18. D'autre part, malgré cette application symétrique d'énergie thermique, le dispositif tournera dans l'un ou l'autre sens de rotation comme indiqué par les flèches en trait interrompu 20 et 21 s'il est mis en rotation dans un sens donné. En d'autres termes, le dispositif thermique-mécanique 10 de la Figure 1a continuera à tourner dans le sens des aiguilles d'une montre suivant la flèche 20 s'il reçoit une impulsion dans ce sens, tandis que de la chaleur est transférée de-



puis la roue creuse à l'élément ou aux éléments de transmission 18 de la manière illustrée par la Figure 1a. De même, si une impulsion est appliquée à l'élément ou aux éléments de transmission 18 dans le sens antihoraire de rotation, illustré par la flèche 21, le dispositif thermique-mécanique 10 de la présente invention, tel qu'illustré par la Figure 1a, continuera à tourner dans ce sens, malgré l'application symétrique d'énergie thermique.

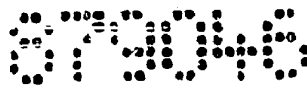
La flèche en trait plein 21 de la Figure 1b illustre le sens de rotation obtenu si un dispositif thermique-mécanique stationnaire 10 se rapproche de la source thermique, de la façon illustrée par la Figure 1b, sur laquelle l'application de l'énergie thermique à la roue 15' est asymétrique par rapport au plan 19. D'autre part, si le dispositif 10 de la Figure 1b est déjà en rotation dans le sens indiqué par la flèche en trait interrompu 20 ou si une impulsion est donnée au dispositif thermique-mécanique 10 de cette Figure dans le sens de cette flèche 20 au moment où l'énergie thermique est appliquée à l'élément ou aux éléments de transmission 18, le dispositif thermique-mécanique continuera à tourner dans ce sens de rotation. L'inverse est vrai dans le cas de la position des parties, telle qu'illustrée par la Figure 1c, c'est-à-dire que, si un dispositif thermique-mécanique stationnaire 10 se rapproche de la source de chaleur, il tournera normalement dans le sens de la flèche 20. Malgré l'application symétrique d'énergie thermique du ou des éléments de transmission 18 suivant la Figure 1c, le ou les éléments de transmission 18 continueront néanmoins à tourner dans le sens de la flèche 21 si, au moment où l'énergie thermique est appliquée, le dispositif 10 tourne déjà dans ce sens ou s'il reçoit une impulsion pour tourner dans le sens de cette flèche 21.

De ce fait, la présente invention est basée sur la découverte que la roue 15, 15' ou 15", si elle est mise en rotation dans le sens horaire ou antihoraire, continuera à tourner dans ce



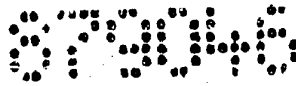
même sens qu'elle se trouve dans la position de la Figure 1b ou 1c ou qu'elle soit ramenée à la position de la Figure 1a. En fait, le dispositif d'énergie thermique-mécanique 10 de la présente invention continuera à tourner dans le sens de la flèche 21 même s'il est déplacé de la position suivant la Figure 1b en passant par la position de la Figure 1a vers la position de la Figure 1c. Ceci est dû au fait que l'énergie thermique est transférée de la roue 15 à l'élément ou aux éléments de transmission 18 en Nitinol, au moins dans une grande mesure parce que la roue 15 prendra une température essentiellement constante à la suite de sa rotation relativement rapide, même si le milieu fluide chauffé n'entre en contact qu'avec une partie de sa circonférence. De plus, si par exemple le milieu chauffé est un liquide, tel que de l'eau, une pellicule 23 d'eau chaude enlevée le long de la circonférence de la roue 15 contribue alors à l'uniformité de la température dans la totalité de la roue ou au moins sur la totalité de la circonférence de celle-ci. De la sorte, l'énergie thermique est transférée de la roue 15, 15' ou 15" du ou des éléments de transmission 18 suivant au moins une proportion importante du contact circonférentiel de ce ou de ces éléments de transmission 18 avec la roue correspondante. On a constaté que, de façon surprenante, on peut obtenir des sommes importantes de puissance grâce à un agencement tel qu'illustré par les Figures 1a, 1b et 1c, en utilisant plusieurs fils en Nitinol, ce qui est dû, croit-on, au fait que l'énergie thermique est transférée de la roue relativement plus chaude 15 à l'élément ou aux éléments de transmission 18 suivant une proportion importante du contact circonférentiel de ce ou de ces éléments de transmission 18 avec la roue 15, qui est elle-même chauffée par l'énergie thermique du milieu liquide ou gazeux qui est en contact avec les surfaces externe et/ou interne de cette roue 15.

Pour rendre maximaux le couple et les forces que l'on peut



obtenir de l'arbre de sortie 12 qui est entraîné par le ou les éléments de transmission 18 à l'intervention de la roue 11, il est désirable que la portion courbée ou fléchie du ou des éléments de transmission, c'est-à-dire la partie courbée autour de la roue 15, ait un rayon de courbure relativement petit pour augmenter la force associée au redressement de chaque élément de transmission lorsqu'on lui applique une énergie thermique. D'autre part, l'élément de transmission 18 qui vient tout juste de perdre son contact avec la circonférence de la roue 15 est relativement rigide, de sorte que la roue 11 devrait être relativement grande pour s'accommoder de la rigidité de l'élément de transmission, c'est-à-dire de sa résistance à la flexion ou à la courbure autour de la roue 11. Un autre aspect à considérer, si on veut essayer de rendre maximale la puissance de sortie que l'on peut obtenir avec le dispositif suivant la présente invention, est le fait d'éviter un glissement entre la roue 11 et le ou les éléments de transmission 18. Par contre, le problème de glissement du ou des éléments de transmission 18 par rapport à la roue 15 est de moindre importance car le but primordial de cette roue 15 est de créer, d'une part, la courbure ou flexion nécessaire et, d'autre part, d'aider au transfert de l'énergie thermique à l'élément ou aux éléments de transmission 18. Pour cette raison, la partie circonférentielle de la roue 15, si pas la totalité de cette roue, devrait être faite d'une matière présentant de bonnes propriétés de conduction thermique, c'est-à-dire en une matière qui transfère facilement l'énergie thermique de la roue 15 à l'élément ou aux éléments de transmission 18.

L'énergie thermique contenue dans le milieu fluide peut être appliquée à la roue 15, 15', 15" des Figures 1a, 1b et 1c de n'importe quelle manière appropriée, par exemple en faisant passer le milieu fluide extérieurement sur une partie de la roue 15 en utilisant des conduits, des canaux ou des réservoirs appropriés. Toutefois, on peut également utiliser n'importe quel autre moyen pour transférer l'énergie thermique depuis le milieu fluide 23 vers la



roue 15. En outre, les roues 11 et 15 peuvent être supportées l'une par rapport à l'autre grâce à une structure appropriée du type à articulation de manière à reprendre automatiquement le mou ou à libérer le serrage du ou des éléments de transmission 18. Ceci peut être réalisé, par exemple, en utilisant un nombre approprié de paires de tringles reliées à pivotement aux arbres 12 et 16 de part et d'autre des roues 11 et 15 et reliées entre elles à pivotement de façon appropriée. De plus, comme la roue relativement plus petite 15 n'est destinée qu'à transférer l'énergie thermique vers le ou les éléments de transmission 18, il est également possible de la monter à rotation sur l'arbre 16 en utilisant des paliers appropriés.

Comme, ainsi qu'on l'a signalé en ce qui concerne les Figures 1a, 1b et 1c, la plus petite roue 15, dès qu'elle a été mise en rotation dans un sens, continuera à tourner dans ce sens, même si cette roue 15 est ramenée à sa position symétrique de la Figure 1a, et comme des essais ont démontré que le dispositif suivant la présente invention agira même si l'énergie thermique est transférée de la plus petite roue 15 à l'élément ou aux éléments de transmission 18 lorsque la roue 15 a une température uniforme dans son ensemble, température qu'elle atteint à la suite de la rotation rapide malgré son immersion partielle seulement dans le milieu fluide 23, on a découvert que, de façon surprenante, le dispositif d'énergie thermique-mécanique suivant la présente invention agira également avec une roue dite "chaude", c'est-à-dire avec une roue qui est intentionnellement rendue relativement chaude, à savoir d'une température supérieure à la gamme des températures de transition des éléments de transmission et d'une température uniforme au moins dans l'ensemble de sa surface circonférentielle.

La Figure 2 illustre schématiquement le principe de fonctionnement d'un dispositif thermique-mécanique 10 suivant la présente invention, utilisant deux roues 15 dites "chaudes". De façon plus particulière, le dispositif de la Figure 2 comprend une roue

relativement plus froide et plus grande 11 montée sur un arbre 12 en vue de tourner avec celui-ci, cet arbre étant supporté à nouveau à rotation de façon appropriée dans une structure relativement fixe 12 grâce à des paliers appropriés ou moyens similaires (non représentés). Les deux roues "chaudes" 15 qui sont supportées sur des arbres creux 16a eux-mêmes soutenus à rotation grâce à des paliers appropriés dans des pièces relativement fixes 17, sont chacune reliées à entraînement avec la roue 11 grâce à un ou plusieurs éléments de transmission en Nitinol 18. Pour éviter une interférence entre l'élément de transmission des deux roues 15, ces dernières sont décalées l'une par rapport à l'autre en direction axiale et la roue 11 est ainsi prévue d'une longueur axiale correspondant de façon effective à la longueur axiale totale des deux roues 15 décalées axialement. Comme la présente invention permet l'utilisation d'une roue chaude 15 qui est d'une température essentiellement uniforme dans son ensemble, il est possible de faire passer le milieu fluide contenant l'énergie thermique dans et hors d'une cavité prévue à l'intérieur de la roue "chaude" 15 par les côtés opposés de l'arbre 16a pour transférer de l'énergie thermique aux roues 15, intérieurement à celles-ci. Bien que l'on ait illustré deux roues "chaudes" 15 sur la Figure 2, il ne s'agit là que d'une illustration de l'agencement possible des roues "chaudes" autour de la roue plus froide. En pratique, évidemment, on peut utiliser une seule roue "chaude" 15 ou un grand nombre de roues "chaudes" espacées tout autour de la roue 11 et qui sont reliées chacune pour l'entraînement avec cette roue plus froide 11 grâce à un élément de transmission ou de préférence un grand nombre d'éléments de transmission en Nitinol 18. La découverte de l'utilisation possible d'une roue dite "chaude" a ouvert en fait de nombreuses applications dans des systèmes fermés et/ou des conditions à espace restreint qui jusqu'à présent constituaient des facteurs importants qui ne pouvaient pas être satisfaits de façon appropriée. Bien

que l'on se réfère ici à des roues dites "chaudes", il doit être entendu que la température effective des roues 15 dépend de la température du milieu fluide auquel les éléments de transmission en Nitinol 18 sont appariés de façon appropriée pour que la température du milieu fluide se situe au-dessus de la température de transition de ces éléments 18.

La Figure 3 illustre de façon assez schématique un agencement d'une roue dite "chaude" 15 destinée à être utilisée avec un seul élément de transmission, cette roue consistant en deux éléments latéraux en forme de disque 27 et 28 reliés par une partie circonférentielle 29 d'une longueur axiale appropriée pour s'accommoder d'un élément de transmission en Nitinol (non représenté dans le canal en forme de U ainsi formé).

Si le milieu fluide est propre, les sections d'arbre 16a et 16b de même que la roue 15 peuvent être construites creuses, de manière que le milieu fluide gazeux ou liquide contenant l'énergie thermique puisse circuler depuis la section d'arbre d'entrée 16a dans la cavité formée à l'intérieur de la roue 15 pour sortir de cette cavité par la section d'arbre de sortie 16b. Des paliers étanches d'une construction appropriée, désignés d'une façon générale par le numéro de référence 40 (Figure 3), supportent ainsi à rotation les sections d'arbre creuses 16a et 16b dans des éléments d'entrée et de sortie tubulaires 41 et 42. Pour réduire au minimum les charges de fluide sur les paliers 40, l'élément d'entrée 41 s'étend suivant une courte section de tuyau 41a à l'intérieur de la section d'arbre tubulaire 16a qui, à cet effet, est évasée en 16a' jusqu'au diamètre extérieur du palier 40. Pour des raisons similaires, la section d'arbre de sortie 16b s'étend suivant une courte section de tuyau 16b' au-delà du palier étanche, l'élément de sortie 42 étant évasé en 42' jusqu'à la dimension du diamètre extérieur du palier étanche 40.

Evidemment, la roue "chaude" de la Figure 3 peut également

être utilisée dans un agencement où l'énergie thermique lui est transmise extérieurement. Le choix entre un transfert de chaleur extérieur ou intérieur dépend, dans une grande mesure, de la propriété du milieu fluide, car des milieux fluides qui ne sont pas propres, contenant par exemple des souillures ou des impuretés ou encore des particules étrangères, qui pourraient avoir tendance à obstruer le système de transfert de chaleur interne, doit être limité à des agencements prévoyant un transfert de chaleur externe aux roues 15.

L'agencement de la Figure 3 convient en outre particulièrement bien dans des installations où un certain nombre de roues 15, pouvant chacune tourner librement par rapport aux autres roues similaires, sont reliées individuellement par un élément de transmission à une seule roue plus froide 11 d'une longueur axiale appropriée pour s'accommoder du nombre correspondant d'éléments de transmission. Dans un agencement avec transfert de chaleur interne, ceci peut être réalisé facilement en reliant un certain nombre de roues chaudes 15 en série grâce à des paliers étanches. Toutefois, un tel agencement devient particulièrement simple dans le cas d'un transfert de chaleur externe car, dans un tel cas, il est uniquement nécessaire de monter à rotation les roues 15 de façon coaxiale sur un seul arbre 16, éventuellement avec interposition de paliers antifriction appropriés.

Les Figures 4 et 5 illustrent de façon assez schématique une roue relativement chaude 15 destinée à s'utiliser avec des éléments de transmission multiples en Nitinol 18 et, par exemple, une seule roue relativement froide 11. La roue chaude 15 des Figures 4 et 5 consiste à nouveau en des éléments extrêmes en forme de disque 37 et 38, reliés par un élément circonférentiel 39 d'une longueur axiale importante. L'élément circonférentiel 39 est à double gradin de la façon illustrée par les portions superficielles 40a, 40b, 40c et 40d, de sorte que les éléments extrêmes 37 et

38, qui sont d'une configuration complémentaire, peuvent être fixés de façon appropriée à cet élément circonférentiel 39 par des moyens à pas de vis, illustrés schématiquement par le numéro de référence 49. Les sections creuses d'arbre d'entrée et de sortie 16a et 16b sont soutenues à rotation par rapport aux éléments d'entrée et de sortie 41 et 42 grâce à des paliers étanches 40 d'une manière semblable à l'agencement illustré par la Figure 3. D'autre part, les extrémités libres des sections d'arbre 16a et 16b, qui sont les plus proches de la roue chaude 15, sont soutenues dans les éléments extrêmes 37 et 38. Pour augmenter le support apporté à ces sections d'arbre 16a et 16b qui ne sont que très légèrement en saillie à l'intérieur de la cavité 43 existant à l'intérieur de la roue "chaude" 15, chaque élément extrême 37 et 38 est pourvu d'un collet intérieur 37' et 38', de courte dimension axiale, de sorte que la longueur du support axial de la roue 15 sur les sections d'arbre 16a et 16b est ainsi allongée de façon efficace. L'élément circonférentiel 39 peut comporter, par exemple, des rainures extérieures 48, formant canaux, pour recevoir le nombre désiré d'éléments de transmission reliant à entraînement la roue "chaude" 15 avec la roue relativement plus froide 11. Evidemment, au lieu des rainures 48 découpées dans l'élément circonférentiel 39, on peut également prévoir des canaux appropriés en utilisant des éléments du type formant cloison comme dans le cas de la Figure 8. Comme la roue "chaude" 15 peut être d'une température uniforme dans sa totalité et afin de rendre maximum le transfert d'énergie thermique depuis la roue "chaude" 15 vers les éléments de transmission 18, cette roue 15 est de préférence constituée totalement d'une matière ayant de bonnes propriétés de conductivité thermique. Toutefois, au moins l'élément circonférentiel 39 devrait être réalisé en une telle matière. Une chicane 46, illustrée en trait d'axe sur la Figure 5, qui est fixée de façon appropriée (d'une manière non représentée) sur l'intérieur de la roue 15 peut être prévue

près de l'extrémité d'entrée de la cavité 43, cette chicane étant d'une forme et d'une configuration propres à améliorer la circulation du milieu fluide dans le sens radial vers l'extérieur, à l'intérieur de la cavité 43 de la roue 15. La chicane 46 peut en même temps être combinée avec des moyens permettant d'impartir un sens préférentiel de rotation à la roue 15 à l'intervention de la circulation du milieu fluide, par exemple une configuration en forme d'aube sur la chicane 46 elle-même. Il en résulte que, du fait que le milieu fluide chauffé jusqu'à une température supérieure à la température de transition des éléments de transmission en Nitinol 18 circule à travers l'élément d'entrée 41 et dans la section d'arbre d'entrée 16a pour arriver dans la cavité 43 de la roue 15, la configuration appropriée en forme d'aube de l'élément à chicane 46 aura tendance à impartir à la roue 15, un sens préféré de rotation qui amènera le dispositif thermique-mécanique de la présente invention à commencer à fonctionner dès que l'énergie thermique est transférée de la roue 15 aux éléments de transmission 18. Pour aider à la circulation axiale du milieu fluide, spécialement si ce dernier est un liquide, nonobstant l'effet des forces centrifuges dues à la roue 15 tournant rapidement, des rainures hélicoïdales 47 peuvent être prévues sur l'intérieur de l'élément circumférentiel 39 (figure 5) pour guider de façon sûre le liquide de la gauche vers la droite si on considère la Figure 5, tandis que la roue 15 est en rotation.

Comme les paliers étanches 40 de l'agencement des Figures 3 à 5 créent une liaison étanche à l'eau et peuvent aussi être étanches aux gaz, les agencements illustrés schématiquement par les Figures 3 à 5 se prêtent d'eux-mêmes à des applications supposant des systèmes fermés, tels que, par exemple, le système de refroidissement des moteurs à combustion interne de véhicules à moteur. Pour améliorer le transfert de chaleur de la roue vers les éléments de transmission 18, les diverses parties de la roue 15 devraient être réalisées en une matière ayant de bonnes proprié-

tés de conductivité thermique par exemple du cuivre, du laiton ou une matière similaire. Les oxydes ou nitrures quelconques, qui ont été formés sur la surface des éléments de transmission en Nitinol durant le procédé de fabrication, devraient être enlevés pour la même raison, c'est-à-dire pour améliorer le rendement opératoire.

Bien que la roue froide puisse être d'une construction appropriée quelconque, la Figure 6 illustre en coupe transversale une forme de réalisation possible d'une roue relativement froide 11. C'est ainsi que cette roue 11 comprend deux éléments en forme de disque 51 et 52 et un élément circonférentiel 53 présentant un certain nombre de rainures 54 correspondant au nombre des éléments de transmission 18 utilisés pour relier à entraînement la roue 11 avec la ou les roues "chaude" 15. La roue 11 est supportée de façon appropriée sur ou par un arbre 12 de n'importe quelle manière connue, par exemple en soudant ou en brasant les éléments en forme de disque 51 et 52 sur l'arbre 12, dans le cas où ce dernier est fait d'une matière métallique, et ce comme indiqué par les cordons de soudure 14, ou encore par collage ou liaison appropriée des éléments en forme de disque 51 et 52 sur l'arbre 12 par des moyens adhésifs convenables dans le cas où ces éléments en forme de disque 51 et 52 sont réalisés en une matière plastique. L'arbre 12 est soutenu à rotation dans des paliers appropriés désignés d'une manière générale par le numéro de référence 35. Comme la roue relativement froide 11 doit prélever autant de chaleur que possible au départ du ou des éléments de transmission 18, il est désirable de réaliser cette roue relativement froide 11 en une matière qui a de bonnes propriétés de productivité thermique, par exemple en cuivre, en laiton, etc. D'autre part, comme le poids joue éventuellement aussi un rôle important, il est également possible de réaliser des éléments en forme de disque 51 et 52 en un métal de poids léger, tel que de l'aluminium, ou en une matière résineuse synthétique,

✓

tout en ne prévoyant que l'élément circonférentiel 53 en cuivre, en laiton, etc. Les éléments en forme de disque 51 et 52 sont de préférence pourvus aussi d'ouvertures ou fenêtres 56 de n'importe quelle configuration appropriée, telles qu'illustrées, par exemple, sur la Figure 7, pour permettre le passage d'air à travers la roue 11 afin d'assurer l'enlèvement d'une quantité aussi élevée que possible d'énergie thermique à partir de la roue relativement froide 11. A cet effet, il est également possible de prévoir un nombre quelconque de nervures de refroidissement 57, conformées de façon appropriée, qui s'étendent radialement vers l'intérieur au-delà de la limite externe, dans le sens radial, des fenêtres 56. Si un petit ventilateur (non représenté) est monté sur l'arbre 12, il est alors possible de souffler de l'air à travers les fenêtres 56 pour améliorer aussi l'action de refroidissement. Même en l'absence de telles nervures de refroidissement, la partie circonférentielle 53 sera plus efficacement refroidie si de l'air est insufflé à travers les fenêtres 56. De plus, pour augmenter le contact de frottement des éléments de transmission 18 avec les surfaces des rainures 54, on peut utiliser des moyens appropriés pour augmenter le contact de frottement entre eux. Ceci peut être réalisé, par exemple, en rendant rugueuses les surfaces des rainures 54 ou en appliquant aux surfaces de celles-ci une matière appropriée.

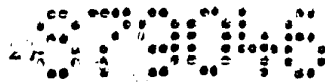
Les Figures 7 et 8 illustrent de façon assez schématique une forme de réalisation modifiée d'une roue relativement froide 11, qui consiste en deux éléments extrêmes en forme de disque 51 et 52 qui sont à nouveau reliés de façon appropriée à un arbre de sortie 12, comme indiqué par les cordons de soudure 14. Un nombre prédéterminé d'éléments en forme de disque 59 sont prévus intermédiairement aux éléments extrêmes en forme de disque 51 et 52 et sont également montés sur l'arbre 12, bien que n'étant pas nécessairement fixés à celui-ci. Les éléments en forme de disque 51, 59 et 52 sont reliés entre eux de façon appropriée par des broches 58 s'éten-

dant axialement, chaque troisième broche 58 pouvant, par exemple, être fixée ou liée aux éléments en forme de disque 51, 59 et 52. Ces derniers éléments peuvent également être pourvus d'ouvertures ou de fenêtres 56 pour permettre le passage d'air, plus particulièrement de l'air appliqué grâce à un petit ventilateur localisé d'un côté de la roue 11. La construction de la roue 11 telle qu'illustrée par les Figures 7 et 8, utilisant un certain nombre de broches circonférentielles 58, augmente automatiquement le contact de frottement des éléments de transmission 18 avec la roue 11 car ces éléments de transmission 18 tendent à se courber angulairement autour de chaque broche 58. En conséquence, le nombre des broches 58 peut être choisi de façon appropriée pour assurer le contact de frottement optimal avec un diamètre de roue donné et avec une section transversale donnée des éléments de transmission 18. Au lieu de l'agencement tel qu'illustré par les Figures 7 et 8 ou par la Figure 6, il est également possible de relier l'un à l'autre des éléments en forme de disque par un certain nombre de petits éléments formant voile, présentant des surfaces rendues rugueuses de façon appropriée. Les éléments formant voile peuvent ainsi être réalisés, par exemple, en une matière résineuse synthétique appropriée, dont les surfaces qui sont en contact avec les éléments de transmission 18 sont rendues rugueuses de façon appropriée par des moyens voulus. Ces éléments en forme de voile peuvent également être pourvus d'un nombre prédéterminé de rainures ou de canaux de manière à séparer les uns des autres les éléments de transmission en Nitinol espacés axialement, qui sont utilisés pour entraîner la roue 11. Toutefois, comme il est désirable de séparer autant de chaleur que possible au départ des éléments de transmission 18, tandis qu'ils sont en contact avec la roue 11, au moins la ou les parties formant les surfaces de contact circonférentielles pour les éléments de transmission 18 devraient être réalisées en une matière ayant de bonnes propriétés de conducti-

té thermique.

La Figure 9 illustre un agencement utilisant un certain nombre de roues "chaudes" 15 espacées circonférentiellement et coopérant avec une seule roue 11, et ce comme cela peut être nécessaire pour le réfrigérant de grand volume de très grandes installations d'énergie, dans lesquelles un grand nombre de roues chaudes serait nécessaire pour enlever la chaleur perdue contenue dans le réfrigérant. Ce grand nombre de roues chaudes est également dû au fait que le diamètre d'une roue chaude doit être suffisamment petit pour assurer une flexion ou courbure appropriée du ou des éléments de transmission autour de cette roue afin de créer une grande force de libération. Dans ce cas, chaque roue 15 est reliée à entraînement avec la roue 11 grâce à son ou ses éléments propres de transmission sans fin en Nitinol 18, les roues 15 étant espacées ou décalées en direction axiale de manière à empêcher une interférence des éléments de transmission 18 des roues respectives 15. Evidemment, la roue 11 sera prévue d'une longueur axiale égale à la longueur axiale effective des diverses roues 15 en tenant compte du décalage axial de celles-ci. Dans le cas où le milieu fluide est suffisamment propre pour permettre un transfert de chaleur interne, les roues 15 peuvent ainsi être appelées "roues chaudes", de sorte que le milieu fluide chauffé pénètre à travers les arbres 16 et sort de ceux-ci.

Une forme de réalisation préférée suivant la présente invention est illustrée par la Figure 10, suivant laquelle une seule plus grande roue 11 supportée sur un arbre de sortie 12 soutenu à rotation par des paliers 35 est reliée à une seule roue chaude 15 du type illustré par les Figures 4 et 5, qui est montée sur les sections d'arbre creux 16a et 16b soutenues à rotation dans les paliers étanches 40. La roue 11 peut, par exemple, être du type illustré par la Figure 6 ou par les Figures 7 et 8 ou peut être d'une construction similaire à celle de la plus petite roue 15,



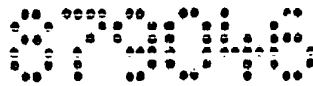
telle qu'illustrée par les Figures 4 et 5, spécialement si la roue 11 doit être refroidie en utilisant un réfrigérant. Un nombre désiré quelconque d'éléments de transmission en Nitinol 18 peuvent ainsi être utilisés pour obtenir la sortie désirée, suivant uniquement la somme d'énergie thermique disponible. De plus, on peut relier en série plusieurs roues chaudes, qui coopèrent respectivement avec les éléments de transmission en Nitinol, dont les températures de transition diminuent dans le sens de circulation du milieu fluide. Ceci permettra de rendre maximale l'énergie thermique à convertir en énergie mécanique car le refroidissement du milieu fluide dans la première roue chaude ne nuira pas au fonctionnement d'une ou des roues chaudes suivantes, chacune coopérant avec un nombre prédéterminé d'éléments de transmission en Nitinol, ayant des températures de transition de plus en plus basses.

L'agencement de la Figure 10 peut être utilisé, par exemple, dans un système de refroidissement d'un moteur à combustion interne d'un véhicule à moteur, où à l'heure actuelle la chaleur produite par le moteur est totalement perdue puisqu'elle est éliminée vers l'ambiance à l'intervention du radiateur. En fait, l'utilisation d'un convertisseur d'énergie thermique-mécanique suivant la présente invention permettra une réduction considérable de la dimension du radiateur et pourra finalement permettre l'élimination totale de la nécessité de prévoir un tel radiateur, et ce par la conversion de l'énergie thermique existant dans le réfrigérant du moteur à combustion interne en énergie mécanique en vue de l'entraînement de l'alternateur et/ou du compresseur du système de conditionnement d'air du véhicule. La puissance de sortie pouvant être obtenue dépend ainsi uniquement de la différence de températures du milieu fluide existant à l'entrée et à la sortie et du nombre d'éléments de transmission en Nitinol qui peuvent être utilisés de façon efficace dans un dispositif thermique-mécanique de la présente invention. De façon similaire, l'énergie thermique contenue

dans les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne ou d'au moins une partie importante de ces gaz peut être convertie en énergie mécanique utile, par les dispositifs suivant la présente invention.

A titre de variante, dans le cas où un transfert de chaleur externe est nécessaire en raison des impuretés existant dans les milieux fluides, il est uniquement nécessaire de faire passer ce milieu fluide extérieurement à la roue 15 pour assurer un transfert d'énergie thermique depuis le milieu fluide vers la roue 15. Ceci peut être réalisé par des moyens connus appropriés, tels que des conduits, des canaux, etc, indiqués d'une manière schématique par les lignes en trait d'axe sur la figure 10 et désignés par le numéro de référence 67. Si le dispositif doit être capable de traiter des sommes importantes de milieu fluide, comme cela peut être le cas dans des installations d'énergie, on peut prévoir un nombre quelconque de ces canaux reliés en parallèle, contenant chacun un certain nombre de dispositifs tels qu'illustrés par la Figure 10, qui pourraient alors être reliés en série de la façon discutée précédemment.

En outre, la présente invention permettra la récupération de sommes importantes d'énergie au départ de la chaleur de faible qualité actuellement perdue dans les systèmes de refroidissement des centrales nucléaires, où la chaleur de faible qualité est évacuée vers des rivières, des lacs, etc. En outre, l'énergie solaire peut être convertie de façon efficace en énergie mécanique par les dispositifs de la présente invention, qui sont capables de convertir de façon efficace l'énergie thermique de milieux fluides, par exemple de l'eau, qui ont été chauffés par l'énergie solaire. De même, la différence de températures de l'eau existant à différentes profondeurs dans l'océan peut également être utilisée avec la présente invention, à titre de source de chaleur. De plus, l'invention est également applicable à la chaleur perdue con-



tenue dans des milieux gazeux, de sorte que l'expression "milieu fluide" est utilisée dans le cas présent pour désigner à la fois des milieux gazeux et/ou des milieux liquides.

De ce fait, la présente invention offre des possibilités virtuellement illimitées de conversion d'une chaleur de faible qualité en énergie mécanique grâce à des moyens extrêmement simples qui impliquent peu de dépenses structurales et évitent la nécessité de grands espaces. Comme la matière Nitinol reste pratiquement sans usure sur de longues périodes de temps du fait de ses caractéristiques de dureté et de fatigue, le dispositif suivant l'invention offre en outre l'avantage d'une longue durée en service sans la nécessité d'entretiens fréquents. De plus, aucun réglage coûteux n'est nécessaire pour le fonctionnement du dispositif suivant l'invention. De ce fait, cette dernière convient dans de nombreuses applications.

Il est également possible d'utiliser, au lieu d'un certain nombre de fils en Nitinol maintenus à des espacements prédéterminés grâce à des rainures, des canaux, des cloisons, etc, une bande formant voile, consistant en fils en Nitinol agencés individuellement mais parallèlement entre eux, qui sont en fait maintenus ensemble à des distances prédéterminées relativement proches grâce à l'utilisation d'un ou plusieurs éléments en fils très minces, formant trame, formés d'un métal approprié (par exemple en acier inoxydable) ou en une matière résineuse synthétique, ces éléments s'étendant transversalement de manière alternée en avant du premier fil, derrière le second et de nouveau en avant du troisième fil en matière Nitinol, et ainsi de suite, de sorte que chaque rangée d'éléments formant trame alterne avec sa rangée précédente, les éléments formant trame des rangées successives passant alternativement en avant et en arrière d'un élément de transmission donné.

Pour réduire au minimum l'impact de la présence des éléments formant trame, il est uniquement nécessaire de prévoir un ef-

fet de tissage, c'est-à-dire les éléments en formant trame, à des intervalles convenablement espacés sur la totalité de la longueur des éléments de transmission sans fin en Nitinol, utilisés dans un dispositif donné. Un tel agencement en forme de bande convient, par exemple, avec une roue 15 telle qu'illustrée par la Figure 3, auquel cas les éléments extrêmes en forme de disque sont espacés pour créer un canal d'une longueur axiale suffisante pour recevoir la structure de transmission en forme de bande. Les éléments formant trame peuvent s'étendre essentiellement à angle droit par rapport au sens de déplacement des éléments de transmission ou bien ils peuvent s'étendre aussi suivant un certain angle par rapport à ceux-ci, pour former par exemple un dessin du type en zigzag.

Les éléments de transmission, réalisés chacun en Nitinol, peuvent être reliés à leurs extrémités libres d'une manière connue quelconque pour former la structure sans fin. A titre d'exemple, l'utilisation d'un court tube en acier inoxydable serti sur les extrémités libres d'un fil de Nitinol s'avère satisfaisante, bien qu'une méthode préférée consiste à souder ensemble les extrémités libres, par exemple par un soudage à faisceau électronique.

Bien que diverses formes de réalisation de l'invention aient été décrites, il doit être entendu que de nombreux changements et de nombreuses variantes peuvent être envisagés sans sortir pour autant du cadre du présent brevet.

REVENDICATIONS

1. Dispositif pour la conversion d'énergie thermique en énergie mécanique, comprenant au moins deux roues supportées à rotation et un système de transmission sans fin réalisé en une matière ayant un effet de mémoire capable, suivant le mode à flexion, de convertir l'énergie thermique en énergie mécanique lors d'un chauffage depuis une température inférieure à sa température de transition jusqu'à une température supérieure à cette température de transition, le système de transmission reliant entre elles pour

le fonctionnement les roues susdites pour entraîner l'une d'entre elles par l'autre lors de l'application d'une énergie thermique au système de transmission, ce dispositif étant caractérisé en ce que l'énergie thermique est transférée depuis cette autre roue au système de transmission sur au moins une proportion importante du contact superficiel du système de transmission avec cette autre roue.

2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le système de transmission passe sur une proportion importante de la circonférence de la première roue et est ainsi déformé par flexion ou courbure autour d'au moins un axe s'étendant essentiellement parallèlement à l'axe de symétrie de cette première roue.

3. Dispositif suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la première roue est relativement plus froide que l'autre roue, cette dernière ayant une température essentiellement uniforme au moins suivant sa surface circonférentielle.

4. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le système de transmission est d'une configuration prédéterminée en coupe transversale, de manière que les axes d'hémitropie soient au moins approximativement alignés de manière uniaxiale dans le sens de déplacement de ce système de transmission.

5. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le système de transmission est extrudé de manière que ces axes d'hémitropie soient essentiellement en alignement uniaxial dans le sens de déplacement de ce système de transmission.

6. Dispositif suivant l'une quelconque des revendication précédente, caractérisé en ce que la matière susdite est constituée par un alliage contenant au moins du nickel et du titane en des proportions correspondant approximativement à la proportion stoe-

chiométrique .

7. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le diamètre de la première roue est supérieur à celui de l'autre roue.

8. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un certain nombre d'éléments de transmission espacés les uns des autres en direction axiale sont prévus pour relier à entraînement l'autre roue à la première.

9. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une roue chaude ayant une température essentiellement constante dans la totalité de sa masse est formée par l'autre roue susdite.

10. Dispositif suivant la revendication 9, caractérisé en ce que l'énergie thermique est transférée à cette autre roue par un milieu fluide.

11. Dispositif suivant la revendication 10, caractérisé en ce que le milieu fluide contenant l'énergie thermique circule à travers chaque roue chaude.

12. Dispositif suivant la revendication 10, caractérisé en ce que le milieu fluide contenant l'énergie thermique circule extérieurement à l'autre roue susdite en relation de transfert de chaleur avec elle.

13. Dispositif suivant la revendication 10, caractérisé en ce qu'un certain nombre de roues chaudes sont reliées en série en considérant la circulation du milieu fluide.

14. Dispositif suivant la revendication 13, caractérisé en ce que la température de transition des éléments de transmission diminue dans le sens de circulation du milieu fluide au fur et à mesure que ce dernier cède de l'énergie thermique aux éléments de transmission du système de transmission.

15. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 10 à 14, caractérisé en ce que la surface circonférentielle d'une

roue chaude est faite d'une matière ayant de bonnes caractéristiques de conductivité thermique et comporte un certain nombre de canaux circonférentiels, espacés axialement, pour guider un système de transmission correspondant.

16. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la surface extérieure de la première roue est réalisée de telle sorte qu'elle présente un certain nombre de canaux circonférentiels, espacés axialement, pour guider des moyens de transmission correspondants.

17. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la première roue comporte des moyens pour augmenter le contact de frottement de cette roue avec le système de transmission.

18. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que l'autre roue consiste en un certain nombre de roues individuelles, un certain nombre d'éléments de transmission reliant pour l'entraînement une roue individuelle susdite avec l'autre roue mentionnée précédemment, la première roue étant montée à entraînement sur un arbre constituant une sortie commune.

19. Dispositif suivant la revendication 18, caractérisé en ce que les roues formant l'autre roue précitée sont agencées essentiellement de manière coaxiale.

20. Dispositif suivant la revendication 18, caractérisé en ce que les roues de l'autre roue précitée sont espacées tout autour de la première roue mentionnée et sont reliées chacune à entraînement avec cette première roue grâce à un dispositif de transmission correspondant.

21. Dispositif suivant la revendication 20, caractérisé en ce que les roues constituant l'autre roue précitée sont mutuellement décalées l'une par rapport à l'autre dans la direction axiale de la première roue, celle-ci ayant une longueur axiale

effective correspondant au moins approximativement à la longueur de l'ensemble décalé des roues formant l'autre roue mentionnée.

22. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce qu'au moins l'autre roue mentionnée précédemment consiste en un certain nombre de roues supportant chacune, sur leur surface circonférentielle extérieure, un certain nombre de fils espacés axialement.

23. Dispositif suivant la revendication 22, caractérisé en ce que la première roue mentionnée comprend un certain nombre de roues essentiellement coaxiales, espacées axialement, tandis que l'autre roue mentionnée consiste en un certain nombre de roues espacées axialement, essentiellement coaxiales, les roues formant la première roue mentionnée étant reliées pour tourner à l'unisson, les roues correspondantes de chacune de la première roue et de l'autre roue mentionnées précédemment étant reliées entre elles grâce à un système de transmission correspondant.

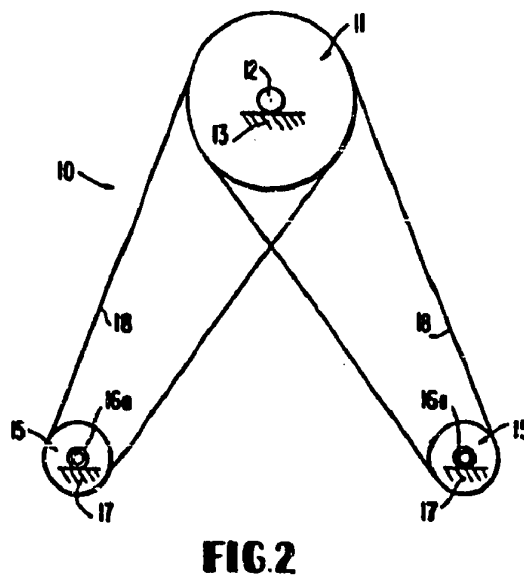
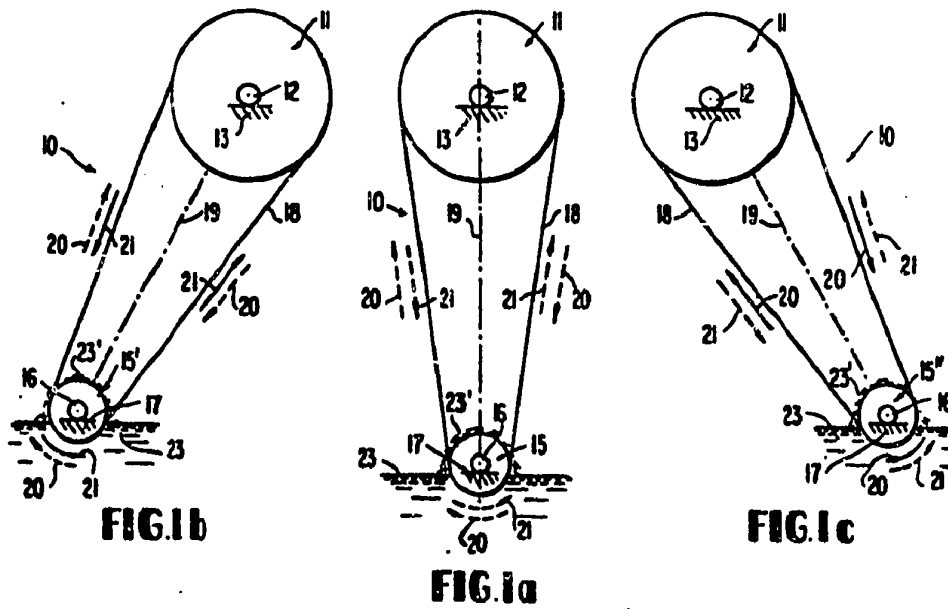
24. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque autre roue mentionnée précédemment présente des cavités destinées à recevoir le milieu fluide à travers des éléments d'entrée et de sortie qui sont en communication avec cette cavité.

25. Dispositif suivant la revendication 24, caractérisé en ce que les dispositifs d'entrée et de sortie s'étendent essentiellement dans la direction axiale de l'autre roue mentionnée ci-dessus.

26. Dispositif suivant la revendication 25, dans lequel l'autre roue mentionnée précédemment est soutenue sur un arbre creux, au moins une partie des dispositifs d'entrée et de sortie pour le milieu fluide étant formée par cet arbre creux.

27. Dispositif suivant la revendication 26, caractérisé en ce que l'arbre creux est soutenu à rotation par des paliers étan-

Frederick E. WANG



BRUXELLES, le 27 septembre 1979

P. Pon. de Frederick E. WANG

P. Pon. du Bureau GEVERS

société anonyme

[Handwritten signature]

FIG. 3

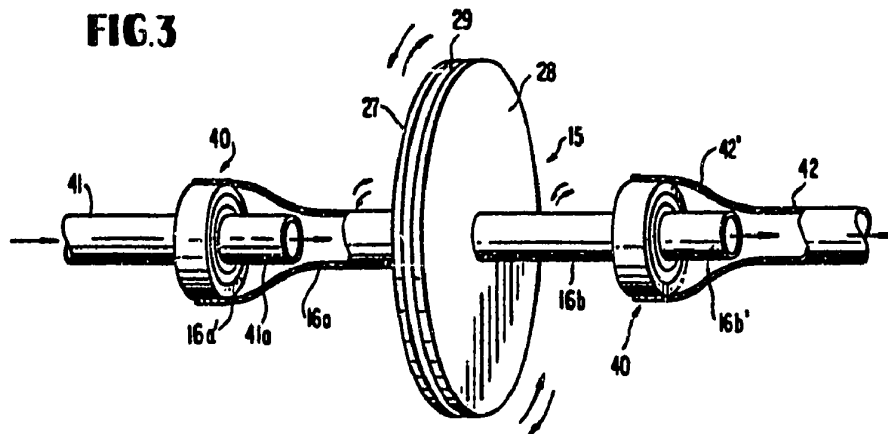


FIG. 4

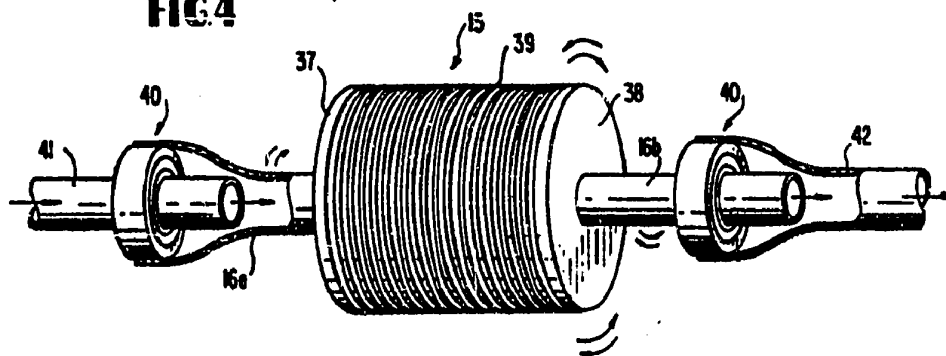
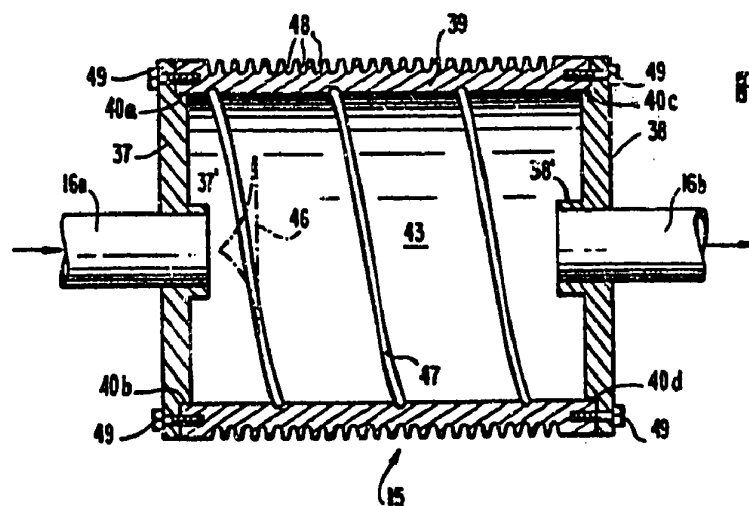


FIG. 5



BRUXELLES, le 27 septembre 1979

P. Pon. de Frederick E. WANG

P. Pon. du Bureau GEVERS

société anonyme

[Handwritten signature]

FIG. 6

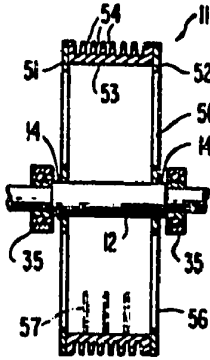


FIG. 7

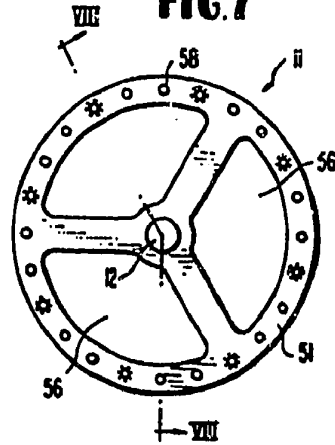


FIG. 8

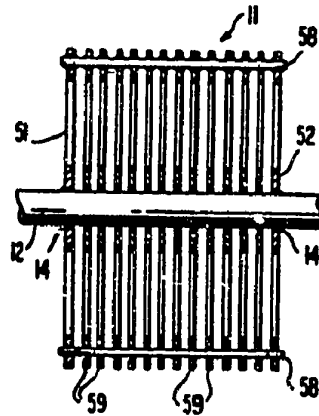


FIG. 9

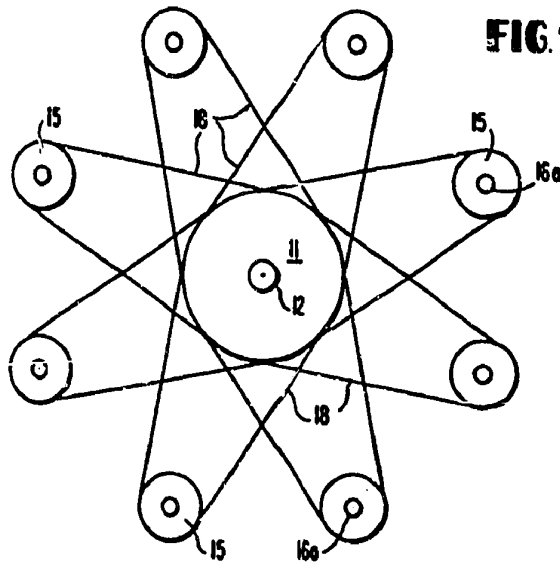
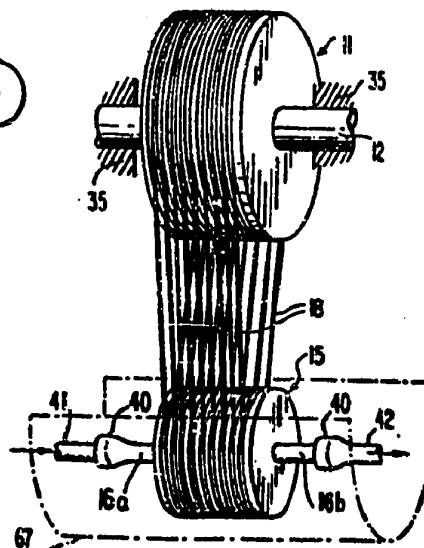


FIG. 10



BRUXELLES, le 27 septembre 1979
P. Pon. de Frederick E. WANG
P. Pon. du Bureau GEVERS
société anonyme

[Handwritten signature]