



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 33287 B1** (51) Cl. internationale : **F24J 2/34; F24H 7/00; F24J 2/04**
- (43) Date de publication : **02.05.2012**

-
- (21) N° Dépôt : **34372**
- (22) Date de Dépôt : **23.11.2011**
- (30) Données de Priorité : **18.05.2009 US 61/179,189**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/US2010/034827 14.05.2010**
- (71) Demandeur(s) : **SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC, P O Box 15138, One New Bond Street, Worcester Massachusetts 01615-0138 (US)**
- (72) Inventeur(s) : **NIKNAFS, Hassan, S. ; SHERMAN, Daniel, C. ; WARNER, Dean ; SZYMANSKI, Thomas ; ADDIE, Andrew**
- (74) Mandataire : **SMAS INTELLECTUAL PROPERTY**

(54) Titre : **DISPOSITIF DE STOCKAGE D'ENERGIE THERMIQUE**

- (57) Abrégé : La présente invention concerne un appareil de stockage d'énergie thermique pouvant stocker de grandes quantités de chaleur en utilisant une pluralité de régions de stockage d'énergie ayant essentiellement la même capacité de stockage d'énergie thermique par région. Le flux d'un liquide dans chaque zone est commandé de manière indépendante et séparée, créant de ce fait un système modulaire pouvant répondre à des changements brusques de production d'énergie thermique et/ou de demande d'énergie thermique.

DISPOSITIF DE STOCKAGE D'ÉNERGIE THERMIQUE

Abrégé de la divulgation

L'invention concerne un dispositif de stockage d'énergie thermique capable de stocker de grandes quantités de chaleur qui utilise une pluralité de zones de stockage d'énergie qui présentent la même capacité de stockage d'énergie thermique par zone. L'écoulement d'un fluide dans chaque zone est commandé de
5 façon séparée et indépendante, créant de ce fait un système modulaire qui est capable de réagir à des changements rapides dans la fourniture et/ou la demande d'énergie thermique.

02 MAI 2012

DISPOSITIF DE STOCKAGE D'ÉNERGIE THERMIQUE

Référence croisée à une demande connexe

5 La présente demande revendique le bénéfice de la demande provisoire U.S. n° 61/179.189 déposée le 18 mai 2009.

Arrière-plan de l'invention

10 La présente invention est relative d'une manière générale à l'absorption et à la libération d'énergie thermique. Plus particulièrement, la présente invention concerne l'absorption et la libération de grandes quantités de chaleur qui peuvent être utilisées par un dispositif de consommation d'énergie tel qu'une station de production d'électricité alimentée par l'énergie solaire.

15

Résumé

Des modes de réalisation de la présente invention peuvent être utilisés pour absorber de grandes quantités de chaleur pendant une première période de
20 temps soutenue, et pour libérer ensuite la chaleur sur une deuxième période de temps soutenue afin de compenser les différences entre les moments pendant lesquels la chaleur est disponible et ceux pendant lesquels la chaleur est nécessaire. La capacité de régler rapidement et efficacement le dispositif de stockage d'énergie thermique en fonction de fluctuations importantes de la
25 disponibilité et/ou de la demande de chaleur constitue un problème technique qui peut avoir un impact sur n'importe quel procédé où une récupération de chaleur est souhaitée.

Dans un mode de réalisation, la présente invention est un dispositif de stockage d'énergie thermique qui comprend un milieu de stockage thermique qui
30 est distribué de manière égale entre une pluralité de zones de stockage d'énergie.

Chaque zone est connectée à un système de distribution de fluide. Un fluide circule à travers les zones et le système de distribution. Des moyens pour commander de façon séparée et indépendante l'écoulement du fluide à travers chaque zone sont prévus.

5 Un autre mode de réalisation est également relatif à un procédé pour extraire de l'énergie thermique d'un fluide. Le procédé peut comprendre les étapes suivantes: prévoir un dispositif de stockage d'énergie thermique qui comprend un milieu de stockage thermique qui est distribué de manière égale entre une pluralité
10 de zones de stockage d'énergie comprenant une première zone et une deuxième zone, chaque zone est connectée à un système de distribution de fluide, un fluide circule à travers les zones et le système de distribution, des moyens pour commander de façon séparée et indépendante l'écoulement de fluide à travers chaque zone sont prévus; et entraîner le fluide à s'écouler à travers la première zone dans une première direction et empêcher le fluide de s'écouler à travers la
15 deuxième zone. Le milieu dans la première zone absorbe de l'énergie thermique du fluide.

Brève description des dessins

20 La Figure 1 est une représentation schématique d'un premier mode de réalisation d'un dispositif de stockage d'énergie thermique qui est connecté à une source d'énergie thermique et à un dispositif de consommation d'énergie thermique;

la Figure 2 est une représentation schématique d'un dispositif de stockage
25 d'énergie thermique pendant la phase de charge du cycle de charge/décharge;

la Figure 3 est une représentation schématique d'un dispositif de stockage d'énergie thermique pendant la phase de décharge du cycle de charge/décharge;

la Figure 4 est une vue en perspective d'un mode de réalisation d'un élément de garniture qui fonctionne en tant que milieu de stockage d'énergie
30 thermique; et

la Figure 5 est un organigramme de procédé.

Description détaillée

5 Tels qu'ils sont employés ici, les termes "chaleur" et "énergie thermique" peuvent être utilisés de façon interchangeable.

La nécessité d'extraire, de stocker et ensuite de libérer de grandes quantités de chaleur constitue une exigence commune à de nombreux procédés industriels. Une technologie pour absorber et libérer de la chaleur a été divulguée dans de nombreux brevets et d'autres documents en se référant à des stations de production d'électricité alimentées par l'énergie solaire, et à de nombreux procédés chimiques qui incorporent une réaction exothermique. Certains des enseignements concernent le milieu qui est utilisé pour transférer la chaleur d'un premier fluide à un deuxième fluide. D'autres enseignements portent sur le procédé qui génère la chaleur, ou sur le procédé qui utilise la chaleur après qu'elle ait été stockée et ensuite libérée. La présente invention concerne le dispositif de stockage d'énergie thermique qui est disposé de façon fonctionnelle entre le procédé qui génère l'énergie thermique et le procédé qui utilise l'énergie thermique.

Un mode de réalisation d'un dispositif de stockage d'énergie thermique conventionnel qui est utilisé dans une application industrielle est un grand réservoir sensiblement rempli d'une matière solide, telle qu'un milieu de transfert de chaleur en gravier ou céramique. Un fluide chaud, tel qu'un gaz d'échappement chaud ou de l'huile chaude, passe à travers le milieu et la chaleur est absorbée par le milieu. Selon l'application, le réservoir peut être un grand récipient qui mesure plusieurs mètres de diamètre, et le rapport hauteur - diamètre du récipient est d'au moins 1:3. La taille du récipient est déterminée par la capacité de stockage thermique, qui est typiquement mesurée en kilojoules, qui est requise pour exécuter le procédé. La capacité thermique du récipient est directement influencée par la capacité thermique des éléments individuels du milieu et par le nombre de milieux qui sont disposés dans le récipient. L'utilisation d'un seul récipient peut se

révéler appropriée lorsque la fourniture de chaleur à absorber est fortement prévisible et raisonnablement constante avec le temps. Toutefois, lorsque le débit auquel la chaleur est fournie et/ou lorsque la quantité totale de chaleur fournie varie de façon significative, l'utilisation d'un grand réservoir comme réservoir de

5 chaleur peut s'avérer problématique pour les raisons suivantes. En premier lieu, le rendement thermique d'un grand volume de milieu d'absorption de chaleur peut être inacceptablement bas si soit la quantité de fluide, soit la température du fluide qui s'écoule sur le milieu est trop basse. Ce problème, qui constitue une caractéristique des grands réservoirs de stockage de chaleur, ne peut pas être

10 résolu facilement en changeant simplement uniquement le débit auquel le fluide chauffé s'écoule dans et hors du réservoir de stockage de chaleur. De façon similaire, le même problème ne peut pas être résolu en changeant uniquement la température du fluide chauffé qui s'écoule dans le réservoir de stockage de chaleur. La quantité et la température du fluide doivent toutes les deux être

15 suffisamment élevées pour permettre qu'il se produise un échange de chaleur thermiquement efficace. Par conséquent, si la quantité ou la température du fluide qui s'écoule dans le réservoir varie de façon significative, alors un grand réservoir peut ne pas être capable d'absorber et de libérer la chaleur efficacement. En deuxième lieu, la chute de pression à l'intérieur d'un grand réservoir de chaleur

20 peut avoir un impact négatif sur le coût de fonctionnement d'un réservoir de stockage thermique qui subit des fluctuations significatives du débit auquel le fluide s'écoule dans le réservoir.

Les problèmes associés à l'utilisation d'un grand réservoir de stockage d'énergie thermique pour stocker et libérer de la chaleur à partir d'une source de

25 chaleur hautement variable ont été essentiellement résolus en utilisant le dispositif de stockage d'énergie thermique conçu par les inventeurs et décrits ci-dessous. Un dispositif selon la présente invention fournit une conception modulaire qui peut être facilement réglée pour supporter des variations du débit et de la température du fluide dans le réservoir. En se référant maintenant aux dessins, et plus

30 particulièrement à la Figure 1, on peut voir une vue schématique d'un dispositif de

stockage d'énergie thermique 10 selon la présente invention qui diffère d'un grand réservoir d'énergie thermique en ce qu'il utilise une pluralité de zones de stockage d'énergie 22, 24, 26, 28, 30 et 32. Chaque zone contient un milieu de stockage thermique. La quantité totale de milieu de stockage thermique dans le dispositif
5 est distribuée de manière égale entre la pluralité de zones. Chaque zone est connectée à un système de distribution de fluide. Un fluide (non montré) circule à travers les zones et le système de distribution. Plusieurs soupapes de commande d'écoulement, telles que les soupapes 22a, 24a, 26a, 28a, 30a, 32a, 42 et 46, sont incluses dans les moyens pour commander de façon séparée et indépendante
10 l'écoulement de fluide à travers chaque zone.

Comme cela est décrit ci-dessus, la quantité totale de milieu de stockage thermique dans le dispositif de stockage thermique est distribuée de manière égale entre les zones de stockage d'énergie. La raison de la normalisation de la quantité de milieu de stockage thermique dans chaque zone est de créer des zones de
15 stockage d'énergie qui présentent essentiellement les mêmes caractéristiques de capacité de stockage thermique et de performance thermique. Outre le fait qu'il faut avoir la même quantité de milieu de stockage thermique dans chaque zone, le volume interne de chaque zone devrait également être le même. Un dispositif de stockage thermique qui comprend une pluralité de zones de stockage thermique
20 qui présentent la même capacité de stockage thermique dans chaque zone est un système modulaire qui peut être commandé facilement pour réagir à des variations rapides et imprévisibles de la fourniture d'énergie thermique au dispositif de stockage et de la demande d'énergie thermique auprès du dispositif de stockage. La capacité d'accepter ou de fournir rapidement de l'énergie thermique est
25 particulièrement importante pour certains procédés dans lesquels la source d'énergie thermique est variable par nature et peut changer rapidement à l'intérieur d'une courte période de temps.

Pour créer des zones de stockage d'énergie qui présentent essentiellement la même capacité de stockage thermique, la quantité de milieu de stockage
30 thermique dans chaque zone et le volume et la forme des zones peuvent être

normalisés de telle sorte que chaque zone soit un reproduction virtuelle des autres zones. Si les zones dans un dispositif de stockage d'énergie thermique sont des tuyaux remplis avec un milieu de stockage thermique, alors le diamètre et la longueur des tuyaux pourrait être la même pour toutes les zones. Telles qu'elles
5 sont utilisées ici, les zones d'une pluralité de zones de stockage d'énergie sont considérées comme ayant la même capacité de stockage thermique si la capacité de stockage thermique de chaque zone se situe à l'intérieur d'une plage de cinq pour cent de la capacité de stockage thermique moyenne des zones. De façon similaire, le volume interne d'une pluralité de zones de stockage d'énergie est
10 considéré comme ayant le même volume interne si le volume interne de chaque zone se situe à l'intérieur d'une plage de cinq pour cent du volume interne moyen des zones.

En plus de normaliser la capacité thermique et le volume interne des zones, le débit dans et hors des zones de stockage d'énergie peut également être
15 commandé de manière à assurer que le débit maximum de liquide à travers chaque zone soit essentiellement le même. Le débit de fluide dans une zone peut être commandé par une ou plusieurs soupape(s) de commande d'écoulement qui est (sont) située(s) à une extrémité d'une zone de stockage d'énergie. Les débits maximum de fluide dans une pluralité de zones sont considérés comme étant
20 égaux au débit maximum dans chaque zone qui se situe à l'intérieur d'une plage de cinq pour cent du débit maximum moyen des zones.

En ce qui concerne le milieu de stockage thermique, le milieu à l'intérieur d'une seule zone peut être homogène, ou il peut y avoir des zones secondaires à l'intérieur d'un seule zone, pourvu que toutes les zones de stockage d'énergie
25 thermique aient les mêmes zones secondaires. Par exemple, si la première zone de stockage d'énergie 22 comprend: une première zone secondaire qui occupe 50 pour cent du volume interne de la première zone et qui est remplie avec un premier milieu; et une deuxième zone secondaire qui occupe les 50 pour cent restants du volume interne de la première zone et qui est remplie avec un
30 deuxième milieu qui est différent du premier milieu, ensuite la deuxième zone de

stockage d'énergie 24 devrait également comprendre une première zone
secondaire qui est remplie avec le même premier milieu, et une deuxième zone
secondaire qui est remplie avec le même deuxième milieu. Chacune des zones
secondaires dans le deuxième milieu devrait également occuper 50 pour cent du
5 volume interne de la deuxième zone.

Un dispositif de stockage d'énergie thermique selon la présente invention
fonctionne en recevant un fluide qui est chauffé à l'aide de moyens de chauffage
de fluide, en absorbant et en retenant ensuite l'énergie thermique, et ensuite en
libérant l'énergie thermique vers des moyens d'utilisation de l'énergie thermique.
10 Tels qu'ils sont utilisés ici, les moyens de chauffage de fluide peuvent être
sélectionnés dans le groupe comprenant un collecteur solaire thermique, une tour
de refroidissement et un procédé exothermique. Tels qu'ils sont utilisés ici, les
moyens d'utilisation de l'énergie thermique peuvent être sélectionnés dans le
groupe comprenant un chauffe-eau solaire et une turbine à vapeur. En se référant à
15 la Figure 1, le système de distribution de fluide comprend un premier collecteur
de fluide 36, un deuxième collecteur de fluide 38 et des soupapes de commande
d'écoulement 42 et 46. Le premier collecteur de fluide peut être appelé ici un
premier élément de transport de fluide. Le deuxième collecteur de fluide peut être
appelé ici un deuxième élément de transport de fluide. Lors du fonctionnement,
20 lorsque la soupape 42 est ouverte et que la soupape 46 est fermée, un fluide chaud
en provenance de la source d'énergie thermique doit être transporté à travers une
ou plusieurs des zones de stockage d'énergie où la chaleur est extraite, et le fluide
est ensuite renvoyé à la source d'énergie thermique. Au contraire, si la soupape 42
est fermée et que la soupape 46 est ouverte, alors le fluide peut s'écouler à partir
25 des zones de stockage d'énergie jusqu'au procédé qui utilise l'énergie thermique, et
revenir ensuite vers les zones de stockage d'énergie pour y être réchauffé. Des
exemples plus spécifiques de la manière avec laquelle le système comprenant le
dispositif de stockage d'énergie thermique peut être utilisé vont être décrits ci-
dessous.

En se référant à la Figure 2, on peut voir un exemple spécifique de la manière avec laquelle un système comprenant un dispositif de stockage d'énergie thermique selon la présente invention peut être utilisé pour stocker de l'énergie thermique dans le dispositif de stockage thermique. Cette séquence peut également être appelée ici la phase de charge thermique. Le système est
5 initialement configuré en ouvrant les soupapes 42 et 22a. Toutes les autres soupapes dans le système sont fermées. Comme cela est indiqué par les flèches 52, 54, 56 et 58, un fluide chaud s'écoule à partir d'un collecteur solaire concentré, qui est représenté par les moyens 48, à travers un élément de transport de fluide
10 jusqu'à la première zone de stockage d'énergie 22, et ensuite à travers un deuxième élément de transport de fluide jusqu'au collecteur solaire. Dans ce mode de réalisation, la première zone de stockage d'énergie peut être un tuyau métallique dont le diamètre interne est constant. L'énergie thermique dans le fluide chauffé qui s'écoule à partir du collecteur solaire est absorbée par un milieu
15 d'échange de chaleur en céramique dans le tuyau. Une fois que le milieu a absorbé une quantité de chaleur qui est égale à 10 pour cent de la capacité thermique de la première zone, la soupape 24a est ouverte, permettant ainsi au fluide de s'écouler à travers la deuxième zone de stockage d'énergie 24. Une première partie du fluide en provenance du collecteur solaire s'écoule à travers la première zone 22, et une
20 deuxième partie du fluide en provenance du collecteur solaire s'écoule simultanément à travers la deuxième zone 24, alors qu'aucun fluide ne s'écoule à travers les zones restantes 26, 28, 30 ou 32. Une fois que la première zone a absorbé une quantité d'énergie thermique qui est égale à 90 pour cent de la capacité thermique de la première zone, la soupape 22a est fermée, forçant ainsi la
25 totalité du fluide à s'écouler à travers la deuxième zone. Lorsque la deuxième zone a absorbé une quantité d'énergie thermique qui est égale à 10 pour cent de la capacité thermique de la deuxième zone, la soupape 26a est ouverte, de telle sorte que le fluide s'écoule simultanément à travers la deuxième zone et la troisième zone. Une fois que la deuxième zone a absorbé une quantité d'énergie thermique
30 qui est égale à 90 pour cent de la capacité thermique de la deuxième zone, la

soupape 24a est fermée, forçant ainsi la totalité du fluide à s'écouler travers la troisième zone 26. Ce procédé peut être répété jusqu'à ce que toutes les zones aient absorbé au moins 90 pour cent de leur capacité thermique. Alternativement, le procédé peut être répété jusqu'à ce qu'il soit demandé au dispositif de stockage
5 d'énergie thermique de fournir de la chaleur, par exemple, à une turbine à vapeur qui est représentée par des moyens d'utilisation de l'énergie thermique 50.

Dans un autre mode de réalisation du cycle de charge, le système est configuré en ouvrant les soupapes 22a, 24a, 26a, 28a, 30a, 32a et 42. Toutes les autres soupapes dans le système sont fermées. Cette configuration permet au
10 fluide chauffé de s'écouler simultanément à travers chacune des zones, chargeant ainsi toutes les zones en même temps.

La Figure 3 représente le fonctionnement d'un système qui incorpore un dispositif de stockage d'énergie thermique selon la présente invention lorsque les trois conditions suivantes sont réunies. Cette séquence peut également être
15 appelée ici la phase de décharge thermique. Premièrement, les zones 22, 24 et 26 ont chacune absorbé au moins 90 pour cent de leur capacité thermique. Deuxièmement, les zones 28, 30, et 32 n'ont absorbé aucune énergie thermique. Troisièmement, les zones de stockage d'énergie doivent fournir de la chaleur à la turbine. L'énergie thermique en provenance des zones de stockage d'énergie peut
20 être fournie à la turbine en fermant la soupape 42 et en ouvrant les soupapes 22a et 46. Comme cela indiqué par les flèches 53, 55, 57 et 59, on fait ensuite circuler le fluide à partir de la turbine à travers le deuxième élément de transport de fluide 38, la première zone de stockage d'énergie 22, ensuite le premier élément de transport de fluide 36 avant de revenir à la turbine. Ce procédé est accompli
25 jusqu'à ce que la quantité d'énergie thermique qui reste dans la première zone s'approche de 10 pour cent de la capacité thermique de la première zone au moment où la soupape 24a est ouverte, de telle sorte que le fluide s'écoule simultanément à travers la première zone 22 et la deuxième zone 24. Lorsque la quantité d'énergie thermique qui reste dans la première zone descend en dessous
30 de dix pour cent de la capacité thermique de la première zone, alors la soupape

22a est fermée. Si nécessaire, le procédé continue d'une façon similaire à transférer séquentiellement l'énergie thermique de la zone 26 à une turbine qui est représentée par des moyens d'utilisation de l'énergie thermique 50. Si la turbine n'a pas besoin de recevoir de la chaleur en provenance du dispositif de stockage
5 d'énergie thermique, alors la soupape 46 est fermée, la soupape 42 et les soupapes de commande d'écoulement des zones sélectionnées sont ouvertes, permettant de ce fait au fluide chaud en provenance du collecteur solaire de fournir une nouvelle fois de l'énergie thermique à une ou plusieurs zone(s) de stockage d'énergie thermique. Si on le souhaite, les soupapes 42, 46 peuvent être ouvertes, et les
10 soupapes de commande d'écoulement 22a à 32a peuvent être fermées, de telle sorte qu'un fluide chaud soit transféré uniquement entre les moyens de chauffage de fluide et les moyens d'utilisation de l'énergie thermique.

En se référant maintenant à la Figure 4, on peut voir une vue en perspective d'un premier mode de réalisation 60 d'un milieu en céramique, qui est
15 également appelé ici milieu de transfert de chaleur, qui peut être utilisé dans un dispositif de stockage d'énergie thermique selon la présente invention. Ce mode de réalisation particulier comprend une paroi périphérique 62, une première face d'extrémité 64 et une deuxième face d'extrémité 66. L'élément de garniture peut être fabriqué selon la manière décrite dans le document US 6.699.562 qui
20 divulgue d'une manière générale l'utilisation de n'importe quel matériau de céramique approprié, tel que des argiles naturelles ou synthétiques, des zéolithes, des cordiérites, des alumines, la zircone, la silice ou des mélanges de ceux-ci. La formulation peut être mélangée avec des agents de liaison, des promoteurs d'extrusion, des formateurs de pores, des lubrifiants, et analogues.

25 La Figure 5 montre un organigramme de procédé. L'étape 70 représente la fourniture d'un dispositif de stockage d'énergie thermique comprenant un milieu de stockage thermique qui est distribué de manière égale entre une pluralité de zones de stockage d'énergie comprenant une première zone et une deuxième zone. Chaque zone est connectée à un système de distribution de fluide. Un fluide
30 circule à travers les zones et le système de distribution. Des moyens pour

commander de façon séparée et indépendante l'écoulement de fluide à travers chaque zone sont prévus. L'étape 72 représente l'entraînement du fluide à s'écouler à travers la première zone dans une première direction tout en empêchant le fluide de s'écouler à travers la deuxième zone.

- 5 La description qui précède se réfère à des modes de réalisation particuliers seulement. Des modifications de l'invention apparaîtront à l'homme du métier, ainsi qu'à ceux qui fabriquent ou utilisent l'invention. Par conséquent, on comprendra que les modes de réalisation qui sont montrés dans les dessins et décrits ci-dessus sont présentés à des fins purement illustratives et n'ont pas pour
- 10 but de limiter la portée de l'invention, qui est définie par les revendications qui suivent telles qu'elles sont interprétées selon les principes de la loi sur les brevets, incorporant la doctrine des équivalents.

Revendications

1. Dispositif de stockage d'énergie thermique, comprenant: un milieu de stockage thermique qui est distribué de manière égale entre une pluralité de zones
5 de stockage d'énergie, chaque zone étant connectée à un système de distribution de fluide; un fluide qui circule à travers lesdites zones et ledit système de distribution; et des moyens pour commander de façon séparée et indépendante l'écoulement de fluide à travers chaque zone.
- 10 2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel chaque zone présente une capacité de stockage thermique, et la capacité de stockage thermique de chaque zone se situe à l'intérieur d'une plage de cinq pour cent de la capacité de stockage thermique moyenne des zones.
- 15 3. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le volume interne de chaque zone se situe à l'intérieur d'une plage de cinq pour cent du volume interne moyen des zones.
- 20 4. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le volume interne de chaque zone présente un diamètre constant le long de la longueur de la zone, et le diamètre de chaque zone se situe à l'intérieur d'une plage de cinq pour cent du diamètre moyen des zones.
- 25 5. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel ledit système de distribution de fluide comprend une valeur de commande d'écoulement par zone qui régule l'écoulement de fluide dans ladite zone, et le débit maximum dans chaque zone se situe à l'intérieur d'une plage de cinq pour cent du débit maximum moyen dans toutes les zones.

6. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel ledit système de distribution de fluide comprend un premier élément de transport de fluide et un deuxième élément de transport de fluide, chaque zone étant connectée aux deux éléments de transport de fluide.
- 5
7. Dispositif selon la revendication 6, dans lequel lesdites zones sont connectées en parallèle entre les éléments de transport de fluide.
8. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel chaque zone de stockage
- 10 thermique comprend au moins deux zones secondaires.
9. Dispositif selon la revendication 8, dans lequel chaque zone de stockage thermique comprend le même nombre de zones secondaires.
- 15 10. Dispositif selon la revendication 1, comprenant en outre des moyens pour chauffer ledit fluide, lesdits moyens pour chauffer ledit fluide étant connectés audit dispositif de stockage d'énergie thermique.
11. Dispositif selon la revendication 10, dans lequel lesdits moyens de
- 20 chauffage sont sélectionnés dans le groupe comprenant un collecteur solaire, une tour de refroidissement et un procédé exothermique.
12. Dispositif selon la revendication 1, comprenant en outre des moyens
- d'utilisation de l'énergie thermique qui sont connectés audit dispositif de stockage
- 25 d'énergie thermique.
13. Dispositif selon la revendication 12, dans lequel lesdits moyens
- d'utilisation de l'énergie thermique sont sélectionnés dans le groupe comprenant
- une turbine à vapeur et un chauffe-eau thermosolaire.

30

14. Procédé pour extraire l'énergie thermique d'un fluide, comprenant les étapes suivantes:

- 5 (a) prévoir un dispositif de stockage d'énergie thermique comprenant un milieu de stockage thermique qui est distribué de manière égale entre une pluralité de zones de stockage d'énergie comprenant une première zone et une deuxième zone, chaque zone étant connectée à un système de distribution de fluide; un fluide qui circule à travers lesdites zones et ledit système de distribution; et des moyens pour commander de façon séparée et indépendante l'écoulement de fluide à travers chaque zone; et
- 10 (b) entraîner le fluide à s'écouler à travers la première zone dans une première direction, et empêcher le fluide de s'écouler à travers la deuxième zone, ledit milieu dans ladite première zone absorbant de l'énergie thermique du fluide.

15 15. Procédé selon la revendication 14 dans lequel, après que le milieu dans la première zone a absorbé au moins dix pour cent de la capacité thermique du milieu, le procédé comprend en outre l'étape qui consiste à entraîner le fluide à s'écouler à travers la deuxième zone.

20 16. Procédé selon la revendication 15, dans lequel ledit fluide s'écoule simultanément à travers ladite première zone et ladite deuxième zone.

25 17. Procédé selon la revendication 16, dans lequel, après que le milieu dans la première zone a absorbé au moins 90 pour cent de la capacité thermique de la première zone, on met un terme à l'écoulement de fluide à travers ladite première zone alors que l'écoulement de fluide à travers ladite deuxième zone continue.

18. Procédé selon la revendication 14, comprenant en outre l'étape qui consiste à entraîner le fluide à s'écouler à travers au moins la première zone dans une deuxième direction qui est opposée à la première direction, ledit fluide absorbant

de l'énergie thermique dudit milieu dans la première zone; et diriger ensuite le fluide vers des moyens d'utilisation de l'énergie thermique.

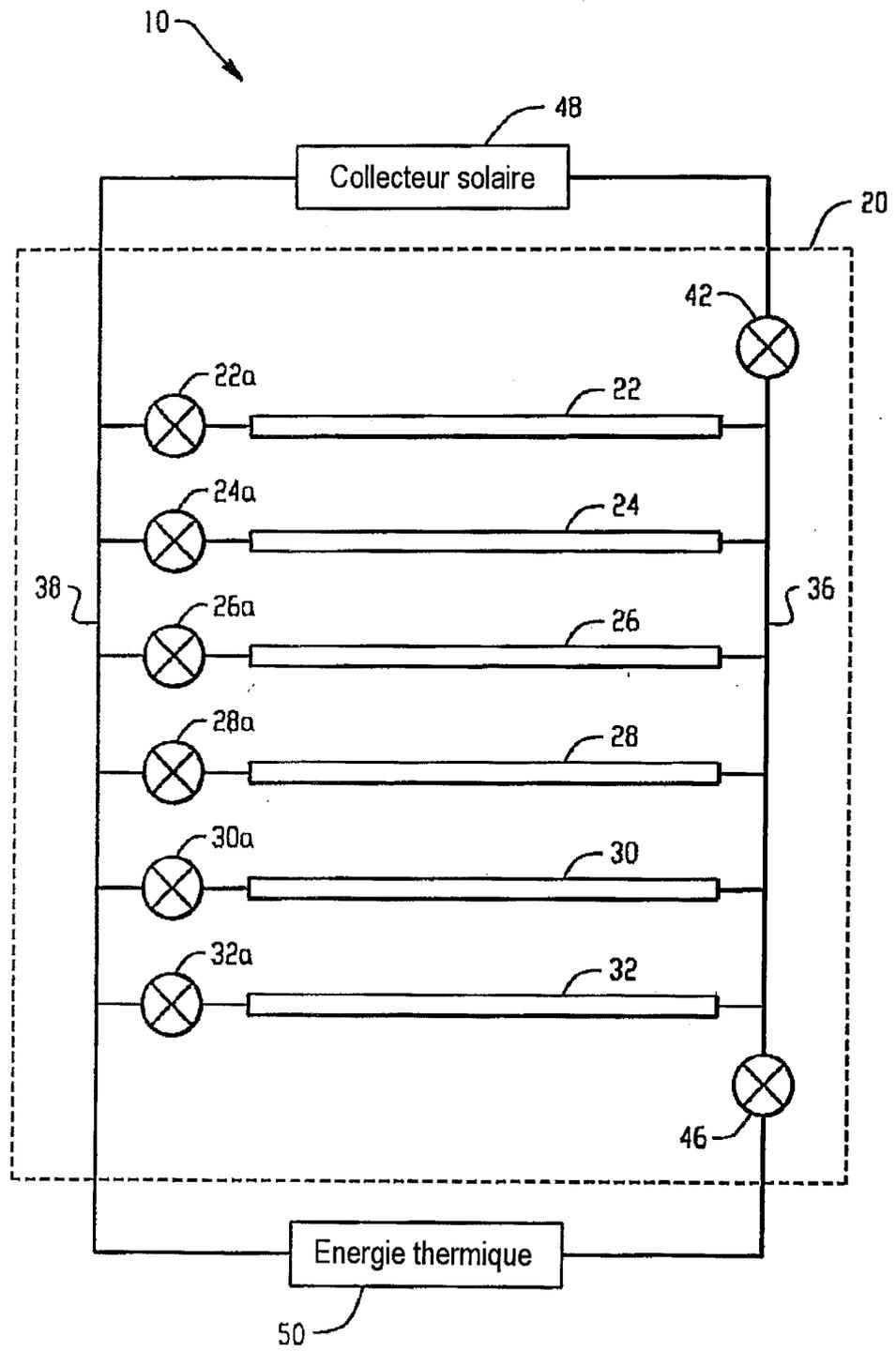


Fig. 1

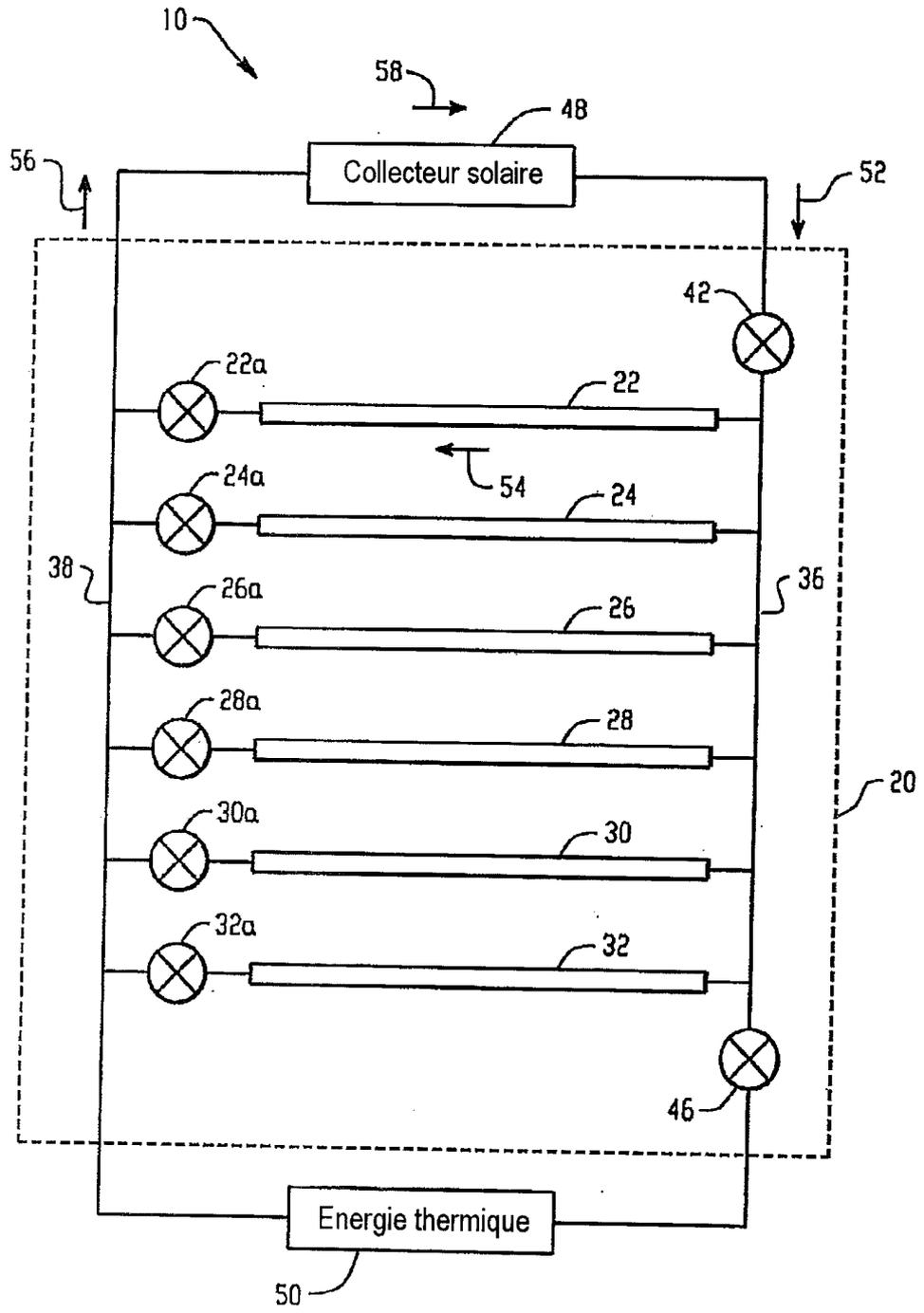


Fig. 2

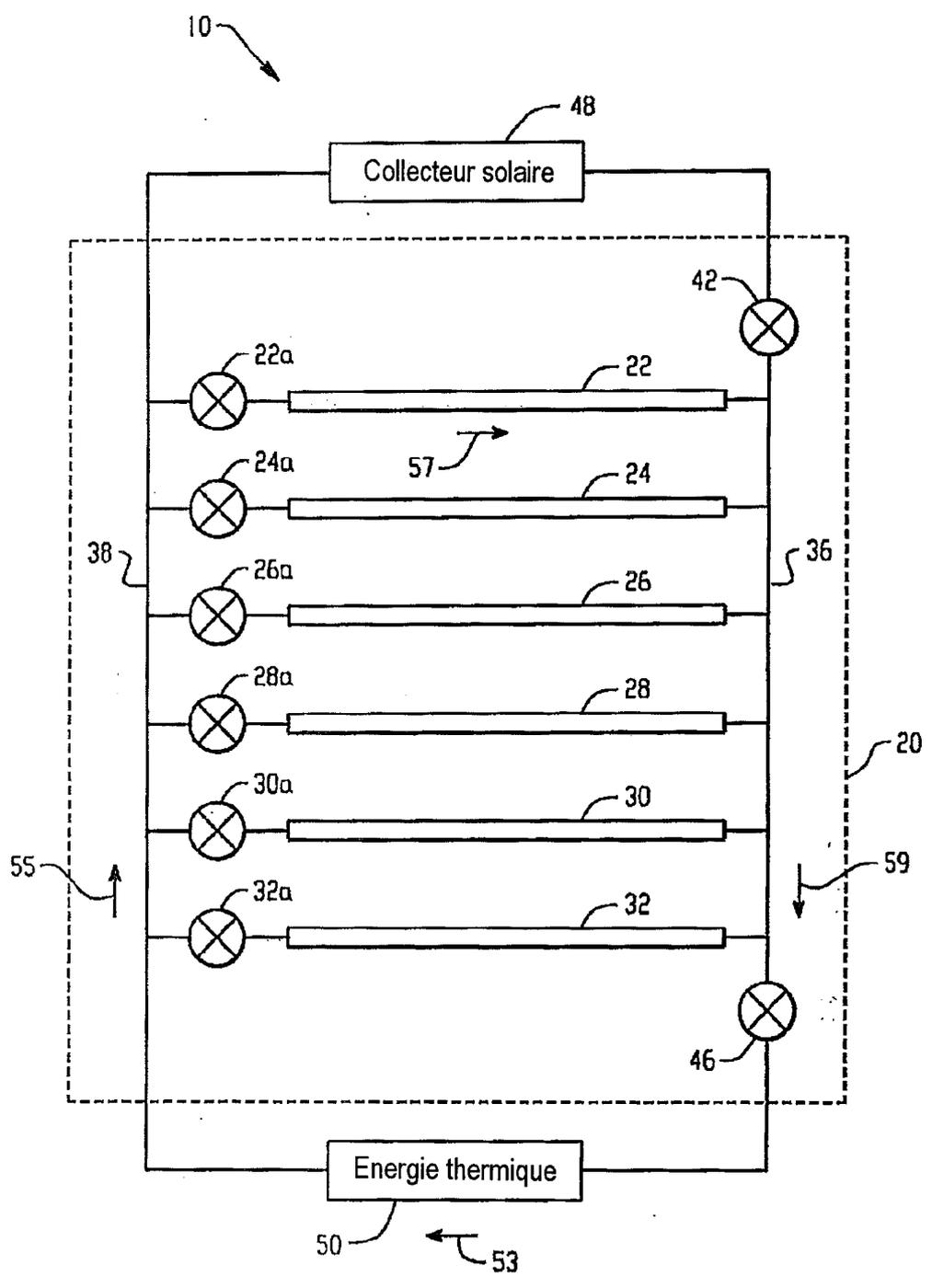


Fig. 3

Handwritten mark

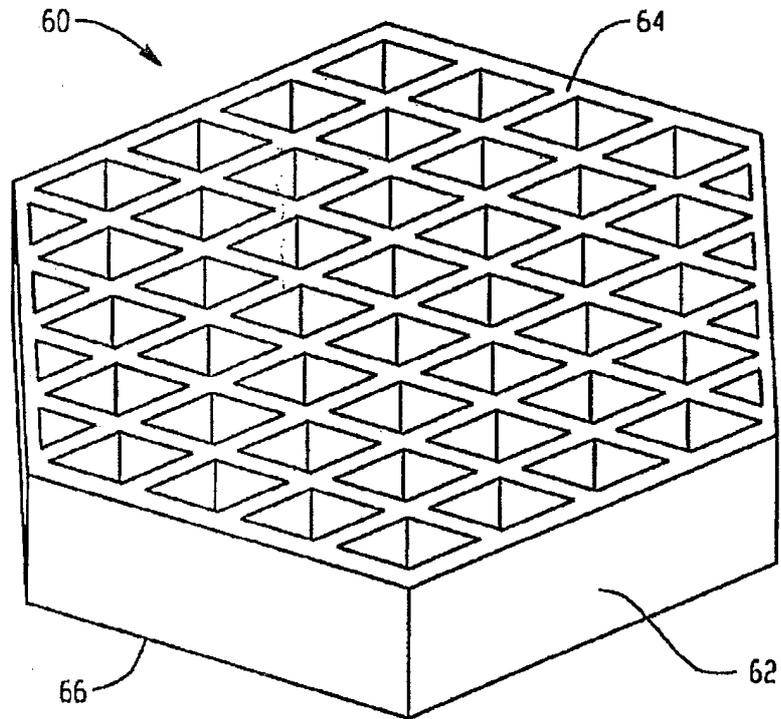


Fig. 4

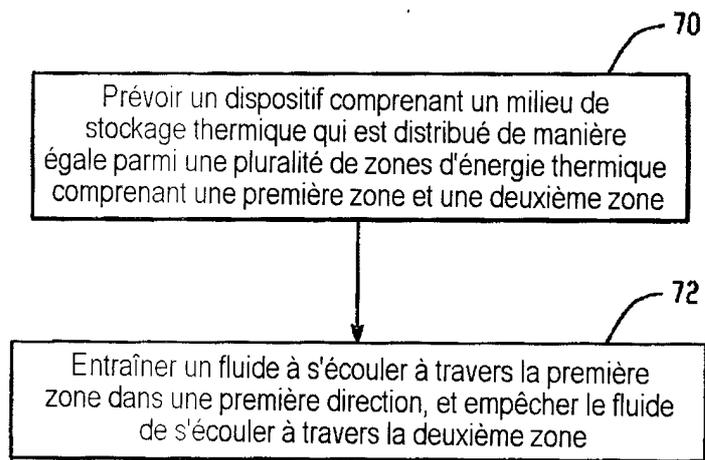


Fig. 5