

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **701 001 A2**

(51) Int. Cl.: **F24J** **2/04** (2006.01)
F24D **10/00** (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00682/09

(71) Requérant:
Albert Jan Ijspeert, 12, chemin des Bois Jacquet
1219 Aïre (CH)

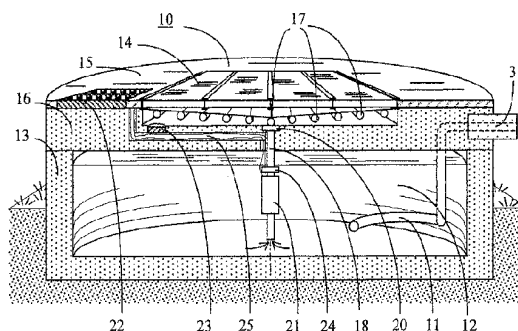
(22) Date de dépôt: 30.04.2009

(43) Demande publiée: 15.11.2010

(72) Inventeur(s):
Albert Jan Ijspeert, 1219 Aïre (CH)

(54) **Citerne solaire.**

(57) Citerne solaire combinant en une seule unité un réservoir d'eau thermiquement isolé, un collecteur solaire et un système de circulation intégré, le tout fonctionnant sans apport d'énergie extérieur et de façon autonome n'exigeant aucun travail de contrôle, de maintenance ou d'entretien. La citerne solaire chauffe son eau en été et garde son eau chaude pendant l'hiver et elle a une capacité suffisante pour alimenter en chaleur un bâtiment pendant toute l'année sans aucun autre apport d'énergie. La citerne solaire n'a pas besoin de lien constructif avec le bâtiment à chauffer autre que la connexion des tubes de chauffage.



Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La citerne solaire fait partie des techniques de chauffage solaire. Il s'agit d'un réservoir d'eau chaude, isolé thermiquement pour réduire les pertes de chaleur, et dans lequel est incorporé un collecteur solaire et un système de circulation d'eau.. La citerne solaire chauffe son eau en été et garde son eau chaude pendant l'hiver et elle a une capacité suffisante pour alimenter en chaleur un bâtiment pendant toute l'année sans aucun autre apport d'énergie fourni par mazout, gaz, électricité ou par pompe à chaleur. La citerne solaire fonctionne de façon indépendante, sans contrôle ou intervention de l'extérieur et n'a pas non plus besoin de lien constructif avec le bâtiment à chauffer autre que pour la connexion des tubes de chauffage.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0002] La consommation globale d'énergie dans notre pays est assumée pour environ un quart par le chauffage des bâtiments et des maisons. Et cela pendant que l'énergie solaire, qui chauffe les toits de ces bâtiments en été, représente un multiple de leurs besoins de chauffage en hiver. Pour utiliser cette énergie gratuite et non-polluante, de plus en plus de collecteurs solaires sont utilisés pour chauffer de l'eau pour les besoins d'eau chaude dans les maisons. Cela permet d'arrêter le chauffage à mazout, au gaz ou encore par pompe à chaleur pendant la période d'été et ainsi de réduire les coûts énergétiques. Si par contre on souhaite utiliser la chaleur solaire aussi en hiver pour chauffer la maison, il faudrait trouver un moyen pour accumuler et stocker l'énergie pendant la période d'été afin de la rendre disponible en hiver. Cela a été fait sous des latitudes plus au sud, par exemple le brevet US4 280 480 décrit un tel système où une accumulation de pierres a été placée dans une serre pour être chauffée en été et à son tour chauffer l'air en hiver, mais ce sont restés des cas isolés. Une solution pour le chauffage qui est devenue populaire pour les nouvelles constructions c'est l'utilisation de pompes à chaleur qui utilisent le sous-sol comme source calorifique, le brevet WO2007/115 727A1 décrit un tel système utilisant comme source un réservoir enterré et non-isolé pour avoir un bon contact avec le sol. Ces pompes ne consomment qu'un tiers ou un quart de l'énergie pompée et donc un tel système semble très avantageux en énergie. Si par contre l'électricité qu'elles consomment est produite au moyen de centrales électriques alimentées par mazout, gaz, charbon ou autre source de chaleur, il faut encore tenir compte du rendement de ces centrales électriques de seulement quelques 40% (cycle de Carnot). Dans ces cas l'avantage des pompes à chaleur s'évapore pour une grande partie et leur consommation réelle correspond à quelques 70% d'équivalents en mazout ou gaz. Donc les pompes à chaleur ne sont pas une réponse satisfaisante au problème de l'énergie et du CO₂. Par contre leur efficacité augmente en utilisant des collecteurs solaires pour chauffer leur source en sous-sol dans la période d'été. Le brevet DE 20 2006 011 482U1 décrit un tel système et en plus ajoute une isolation thermique sur les côtés du stockage les plus exposés. Le brevet US5 941 238 va plus loin et utilise une multitude de réservoirs enterrés et entièrement isolés. Un désavantage de ces systèmes reste l'utilisation d'énergie extérieure pour alimenter la pompe à chaleur et notre invention veut y remédier en permettant de chauffer un bâtiment ou une maison en toute saison uniquement grâce à l'énergie solaire accumulée en été et utilisée en hiver. Ainsi elle apportera une grande contribution à nos besoins d'énergie. Un autre désavantage des systèmes mentionnés c'est leur complexité. Pas seulement à cause du besoin d'une pompe à chaleur avec son investissement et son entretien, mais encore à cause des coûts occasionnés par l'intégration des éléments dans le bâtiment, comme le captage sur le toit qui ajoute des coûts pour l'intégration esthétique du collecteur dans le toit, et le stockage dans la cave ou sous la maison qui augmente le volume et donc les coûts de la construction. Notre invention veut éviter l'utilisation de pompe à chaleur et éviter les désavantages mentionnés. En plus elle veut, contrairement à ces exemples, combiner la collection de chaleur et son stockage en une seule unité, conçue et construite indépendamment du bâtiment à chauffer, pour ainsi pouvoir réduire sa construction à l'essentiel, le plus simple et le moins coûteux et en même temps le plus accessible au cas de dérangement. Les brevets US4 003 364 et US4 319 560 décrivent des systèmes où le collecteur solaire est intégré dans le réservoir de stockage formant ainsi un seul objet. Le désavantage ici est que ces systèmes ne sont pas entièrement autonomes, dépendant de circuits hydrauliques et de pompes et commandes extérieures. Un autre désavantage de ces systèmes c'est que chacun comporte un collecteur sophistiqué, le collecteur de US4003364 a plusieurs faces pour mieux capter le soleil et celui de US4 319 560 utilise un verre en forme de lentille. Notre invention veut y remédier, en combinant en une seule unité un réservoir thermiquement isolé, un simple collecteur plat et un système de circulation intégré le tout fonctionnant de façon passive et autonome n'exigeant aucun contrôle de l'extérieur ni aucun travail de maintenance ou d'entretien.

DESCRIPTION DETAILLEE

[0003] La citerne solaire capte la chaleur solaire et la stocke dans un réservoir d'eau qui la rend disponible en hiver. Bien dimensionnée, la citerne solaire permet de chauffer une maison, un bâtiment ou encore plusieurs bâtiments, sans apport d'énergie autre que celui du rayonnement solaire.

[0004] La citerne solaire consiste en une citerne remplie d'eau et composée d'une paroi étanche et isolante et un couvercle isolant. Sur le couvercle se trouve le collecteur avec un vitrage isolant pour capter l'énergie solaire. Le volume de la citerne est important, puisqu'elle doit pouvoir contenir toute l'énergie calorifique nécessaire pour le chauffage d'un bâtiment en hiver sans pouvoir chauffer cette eau à trop haute température à cause des limites du collecteur solaire. Donc un souci a été de construire la citerne de la façon la moins onéreuse possible. Pour cette raison la citerne n'est pas sous pression

mais simplement tenue à la pression ambiante, grâce à quoi sa paroi n'a pas besoin d'être résistante contre des pressions et peut être simplement un caisson en matière isolante comme du polystyrène expansé, complété si besoin avec une couche d'étanchéité et quelques éléments structurels. Cette citerne sera placée de préférence proche du bâtiment à chauffer, simplement posé sur le sol ou encore partiellement enterré. Dans les régions aquatiques elle peut aussi très bien flotter sur un plan d'eau. Le couvercle isolant comporte un ou des collecteurs solaires avec une surface dont la grandeur est choisie aux besoins du bâtiment à chauffer. Ce collecteur (nous utiliserons le singulier dans la suite) est placé dans un plan horizontal par simplicité et pour la discrétion de l'ensemble, bien qu'il puisse aussi être placé dans une position inclinée pour un captage optimal. La circulation d'eau dans le collecteur est fournie par une pompe immergée dans la citerne, commandée par des sondes thermiques pour ne fonctionner que les périodes où il y a assez de rayonnement solaire et où donc le collecteur est plus chaud que l'eau de la citerne. Ainsi l'eau de la citerne reste parfaitement isolée à l'intérieur de la citerne, par toute saison, et c'est seulement quand le soleil chauffe que cette eau en sort et est pompée à travers le collecteur pour être chauffée. Le circuit d'eau du collecteur n'est pas un circuit fermé mais un circuit ouvert, tubulaire ou encore simplement un bac ouvert, qui rejette son eau à pression ambiante dans la citerne, après son passage dans le collecteur. En plus, ce circuit est légèrement incliné (on peut incliner uniquement le circuit hydraulique ou aussi tout le collecteur) pour qu'il se vide automatiquement quand la pompe du collecteur, préférablement du type centrifuge, est à l'arrêt, protégeant ainsi le circuit contre le gel. Un soin particulier est appliqué pour éviter toute perte de chaleur vers le collecteur pendant les périodes sans soleil. Ainsi les tubes qui traversent le couvercle isolant pour lier le circuit du collecteur au bassin d'eau sont faits en matière isolante. Pour la même raison ces passages sont aussi pourvus de clapets, électriques ou autres, qui se ferment une fois le circuit du collecteur vidé, cela pour éviter que la vapeur d'eau du bassin entre dans le collecteur et condense contre le vitrage du collecteur. L'alimentation de ces vannes et de la pompe peut venir du secteur mais elle est de préférence fournie par un panneau solaire photo-voltaïque pour obtenir une entière indépendance. A l'enclenchement se sont d'abord les vannes qui s'ouvrent et ensuite la pompe qui amorce. A l'arrêt c'est d'abord la pompe qui s'arrête et ensuite les vannes qui se ferment une fois le circuit du collecteur vidé. Bien que des sondes thermiques soient prévues pour commander vannes et pompe, dans une version simplifiée on peut laisser ce contrôle simplement au panneau photovoltaïque lui-même qui alimente vannes et pompe quand il y a assez de soleil et les arrête quand il manque du soleil, économisant ainsi le besoin de sondes thermiques.

[0005] L'invention peut donc être utilisée comme source de chaleur totalement autonome. Par contraste avec les chauffe-eau solaires connus il n'y a pas besoin de vider le circuit du collecteur en hiver pour le protéger du gel puisque la partie exposée, le collecteur, se vide automatiquement. Il n'y a pas besoin non-plus d'ajouter de l'antigel dans l'eau ce qui rend la citerne chimiquement inoffensive. Par contraste avec les chauffes eau solaires autonomes qui fonctionnent par effet thermosiphon, il n'y a pas besoin de poser le réservoir plus haut que le collecteur puisque ici la circulation autonome est maintenue par pompe automatique. Par contraste avec les systèmes de chauffe eau solaire intégré dans des bâtiments, il n'y a pas besoin d'une telle intégration libérant ainsi le bâtiment de complications de structures, d'aménagements de l'esthétique (pour collecteurs sur le toit) et de tuyauterie à travers le bâtiment pour connecter le collecteur au réservoir d'accumulation. Par contraste avec la plupart des systèmes de chauffage solaire, le réservoir d'eau n'est pas pressurisé mais à pression ambiante et peut donc être construit de la façon la plus élémentaire possible.

[0006] Pour encore minimiser les pertes de chaleur de la citerne, on peut limiter la section de la citerne au minimum, ce qui correspond à la surface nécessaire pour le collecteur solaire, et enterrer sa hauteur entièrement dans le sol pour que le sol autour de la citerne ajoute son effet isolant.

[0007] On peut encore augmenter quelque peu la capacité de stockage en n'isolant pas le fond enterré d'une telle citerne, grâce à quoi la chaleur s'accumule aussi dans la terre sous la citerne. Cela permet de réduire le volume du réservoir proprement dit, mais au prix d'une augmentation des pertes calorifiques, ce qui exigera donc une surface de collecteur plus grande.

LISTE DE DESSINS

[0008]

- La Fig. 1 montre dans une coupe la citerne solaire à côté d'une maison à chauffer.
- La Fig. 2 montre une coupe en perspective de la citerne.
- La Fig. 3 montre une vue sur le circuit en serpentin du collecteur tubulaire.
- La Fig. 4 montre une coupe du circuit en serpentin du collecteur et le sens de circulation de l'eau avec la pompe en marche.
- La Fig. 5 montre une coupe du circuit en serpentin du collecteur et le sens de circulation de l'eau quand la pompe s'arrête et le circuit se vide par écoulement.
- La Fig. 6 montre une coupe du circuit hydraulique du collecteur dans la version où celui-ci est simplement un bac d'eau. Le sens de circulation de l'eau est celui avec la pompe en marche

La Fig. 7 montre une coupe du circuit hydraulique du collecteur dans la version où celui-ci est simplement un bac d'eau. Le sens de circulation de l'eau est celui quand la pompe s'arrête et le circuit se vide par écoulement.

REALISATION DE L'INVENTION

[0009] La Fig. 1 montre en coupe une réalisation de l'invention 10 pour chauffer une maison individuelle 1. La maison est bien isolée et équipée d'un chauffage au sol 2 qui a besoin d'une température d'eau d'environ 25 degrés C. A côté de la maison se trouve la citerne solaire 10 pour satisfaire les besoins en chauffage pendant toute l'année. La citerne est ici de forme circulaire (Fig. 2) pour minimiser les pertes calorifiques et à demi-enterrée pour la même raison mais aussi pour réduire l'encombrement dans le paysage. Il est entendu que sa forme peut être aussi tout autre. Un tube échangeur de chaleur 11, montré en coupe, se trouve submergé dans l'eau chaude 12 de la citerne et, branché sur le circuit de chauffage au sol 2 de la maison par des tubes isolés 3, il sert de source de chaleur pour ce chauffage. La Fig. 2 montre une coupe en perspective de la citerne 10. Dans notre réalisation le volume d'eau nécessaire pour contenir l'énergie pour chauffer cette maison présente environ un tiers du volume de la maison. Ainsi la citerne 10 a une surface semblable à celle de la maison 1 (Fig. 1) avec une hauteur de paroi 13 qui équivaut à un tiers de la hauteur de la maison. Grâce à la hauteur limitée, la colonne d'eau 12 dans la citerne crée peu de pression statique ce qui permet de construire la citerne avec des matériaux de peu de résistance; ici la citerne est construite sur place par projection d'une couche de 40 cm de polystyrène expansé dans un moule étanche et circulaire. Le collecteur solaire 14, ici montré comme un seul collecteur mais pouvant aussi être un ensemble de plusieurs collecteurs, est monté dans un cadre 15 posé sur le couvercle isolant 16 de la citerne et le circuit d'eau 17 du collecteur communique avec l'intérieur de la citerne par des tubes en matière thermiquement isolante comme du plastique: un tube central 18 pour l'admission d'eau et 2 tubes aux extrémités 19 pour le retour d'eau (Fig. 3 et 4). Ces tubes sont équipés de vannes électriques 20 (Fig. 4) qui ouvrent le circuit pendant les périodes de soleil et qui sont fermées au repos. La surface du collecteur 14 (Fig. 2) est choisie suffisamment grande pour pouvoir capter l'énergie nécessaire pour le chauffage de la maison ainsi que pour les pertes calorifiques de la citerne et l'ensemble revient à quelques 40% de la surface de la maison à chauffer. Une pompe submergée 21, préférablement alimentée en électricité par le panneau solaire photo-voltaïque 22, bien qu'elle puisse aussi fonctionner sur le réseau électrique, fait circuler l'eau dans le circuit 17 du collecteur. La Fig. 3 montre le tube en serpentin du circuit d'eau 17 du collecteur avec son point d'entrée 18 et ses deux points de sortie 19, et la Fig. 4 montre en coupe la circulation d'eau dans ce circuit, commençant par l'aspiration par la pompe immergée 21, le passage par le tube 18 et sa vanne électrique 20, ensuite le passage par le tube en serpentin 17 et finalement l'écoulement à pression ambiante par les tubes 19 et leurs vannes 20 dans le bain de la citerne. Deux sondes thermiques (Fig. 2), l'une 23 placée dans le collecteur et l'autre 24 dans l'eau de la citerne, commandent l'ouverture des électro-vannes 20 et l'enclenchement de la pompe 21 pendant les périodes où la température dans le collecteur est supérieure à celle de l'eau stockée. Fig. 5 montre la situation pendant la nuit ou en hiver. A ces périodes-là la température dans le collecteur devient plus basse que celle de l'eau de la citerne et les sondes 23 et 24 arrêtent la pompe 21 et coupent ensuite les vannes 20 pour que l'eau de la citerne ne passe pas par un collecteur froid mais reste parfaitement isolée à l'intérieur de la citerne. Le collecteur a été fait de façon légèrement inclinée pour que l'eau qui reste encore dans le circuit 17 du collecteur s'écoule par gravité à travers la pompe 21, préférablement de type centrifuge, dans le bain de la citerne. C'est seulement après cela que les vannes 20 se ferment grâce à une temporisation ici électrique mais mieux encore par un processus de retardement de fermeture mécanique. Ainsi le circuit 17 du collecteur sera vide et protégé de dommages par le gel en hiver et les vannes fermées évitent que la vapeur d'eau du bassin migre du bassin vers le collecteur. Bien que la pompe 21 et les vannes 20 puissent être alimentées par le réseau électrique il est préférable de les alimenter par un panneau solaire photo-voltaïque 22 montré dans la Figure 2 pour rendre le système entièrement indépendant de toute forme d'énergie extérieure. Ce panneau a assez de puissance pour pouvoir encore alimenter les vannes sous un rayonnement solaire diminuant, entre le moment où la pompe s'arrête et le moment où le collecteur s'est entièrement vidé par écoulement de l'eau. Le passage 25 dans cette figure contient le circuit électrique qui fait le lien entre le panneau photo-voltaïque 22, les sondes 23 et 24, les vannes 20 et la pompe 21. Ce passage équilibre en même temps la pression intérieure avec la pression extérieure pour éviter des sous- ou surpressions dans la citerne. Dans une version simplifiée le contrôle d'enclencher ou arrêter les vannes et la pompe est simplement laissé au panneau photovoltaïque 22 lui-même qui alimente et ouvre les vannes 20 quand une certaine intensité solaire est atteinte et ensuite enclenche la pompe 21 quand ce rayonnement dépasse un seuil supérieur, puis les arrête dans l'ordre opposé quand il manque du soleil, économisant ainsi le besoin des sondes thermiques 23 et 24. Les Fig. 6 et 7 montrent en coupes une autre version du collecteur où le circuit hydraulique est réduit à un simple bac d'eau 26 avec un fond noir pour capter le rayonnement solaire. La Fig. 6 montre comment la circulation d'eau vient de nouveau de la pompe 21, passe par le tube 18 et sa vanne 20 pour alimenter le bac 26 en eau. Après le passage dans le bac l'eau ainsi chauffée sort par les ouvertures 19, qui fonctionnent comme des trop-pleins, et leurs vannes 20. Le fond du bac 26 est incliné, ou encore tout le bac peut être incliné avec des ouvertures d'entrée et de sortie bien choisies, pour que le bac se vide par écoulement, ici à travers la pompe quand celle-ci s'arrête. Cet écoulement est montré en Fig. 7. Après cela les vannes 20 sont arrêtées et fermées elles-aussi.

[0010] A la fin de l'été la température de l'eau 12 (Fig. 2) approche les 60 degrés C. A l'intérieur de la citerne est aménagé un échangeur de chaleur tubulaire 11 (coupé dans la figure) qui est branché de façon permanente au système de chauffage

au sol 2 de la maison à chauffer 1 au moyen de tubes bien isolés 3 (voir aussi Fig. 1). Bien qu'on puisse utiliser l'eau de la citerne directement dans le circuit de chauffage de la maison, l'utilisation de cet échangeur 11a l'avantage de maintenir une indépendance entre la pression ambiante de l'eau de la citerne et la pression de l'eau qui chauffe les sols de la maison protégeant ainsi la citerne d'un éventuel risque de surpression venant de l'extérieur.

Revendications

1. Citerne solaire comprenant un réservoir isolant et un ou plusieurs collecteurs solaires, caractérisée en ce que le réservoir d'eau est à la pression ambiante, ce réservoir étant équipé pour le chauffage de son eau d'un ou plusieurs collecteurs solaires posés sur son couvercle isolant, les circuits hydrauliques de ces collecteurs étant alimentés en eau de la citerne par une ou plusieurs pompes submergées dans la citerne, ce ou ces circuits étant de type ouvert et étant légèrement inclinés pour qu'ils se vidant par écoulement dans la citerne quand les pompes sont à l'arrêt, protégeant ainsi ces circuits contre le gel.
2. Citerne solaire selon la revendication 1. caractérisée en ce que le ou les collecteurs solaires ont une surface suffisante pour capter l'énergie calorifique nécessaire pour chauffer au moins un bâtiment en hiver et pour compenser les pertes calorifiques du réservoir.
3. Citerne solaire selon la revendication 1. caractérisée en ce que le réservoir a une capacité suffisante pour stocker l'énergie calorifique nécessaire pour chauffer au moins un bâtiment en hiver et pour compenser les pertes calorifiques du réservoir.
4. Citerne solaire selon la revendication 1. caractérisée en ce que le circuit hydraulique du collecteur est composé de tubes.
5. Citerne solaire selon la revendication 1. caractérisée en ce que le circuit hydraulique du collecteur est composé d'un ou plusieurs bacs.
6. Citerne solaire selon la revendication 1. caractérisée en ce que la ou les pompes sont commandées par une ou plusieurs sondes thermiques qui enclenchent les pompes seulement dans les périodes où la température sous le vitrage des collecteurs est plus élevée que celle de l'eau de la citerne.
7. Citerne solaire selon la revendication 1. caractérisée en ce que les tubes qui traversent le couvercle isolant sont en matière thermiquement isolante.
8. Citerne solaire selon la revendication 1. caractérisée en ce que les tubes qui traversent le couvercle isolant sont équipés de vannes qui les ferment en périodes froides.
9. Citerne solaire selon la revendication 1. caractérisée en ce que la ou les pompes et les vannes sont alimentées en électricité par un ou plusieurs panneaux solaires photo-voltaïques.
10. Citerne solaire selon les revendications 1. à 8. et 9. caractérisée en ce que un ou plusieurs panneaux solaires photo-voltaïques servent pour commander les vannes et la ou les pompes, les enclenchant seulement dans les périodes où le rayonnement du soleil est suffisant.
11. Citerne solaire selon la revendication 1. caractérisée en ce que le ou les collecteurs solaires sont positionnés dans un plan horizontal.
12. Citerne solaire selon la revendication 1. caractérisée en ce qu'un ou plusieurs tubes échangeurs de chaleur sont logés dans l'eau de la citerne et branchés aux circuits de chauffage d'un ou plusieurs bâtiments au moyen de tuyaux thermiquement isolés.
13. Citerne solaire selon l'une des revendications 1. à 12. caractérisée en ce que le fond de la citerne n'est pas isolé thermiquement pour ainsi utiliser le sous-sol comme accumulateur supplémentaire.
14. Utilisation de la citerne solaire selon l'une des revendications 1. à 12. ou 13. caractérisée en ce que la citerne solaire est utilisée comme source autonome de chauffage, sans apport d'énergie de l'extérieur et sans contrôle de l'extérieur.

FIGURE 1

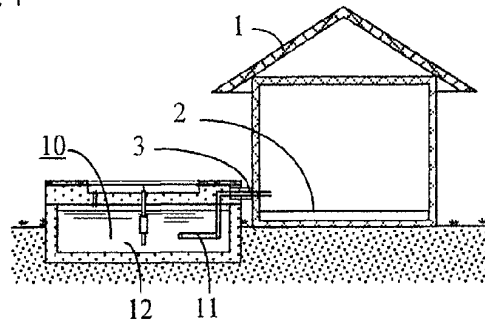


FIGURE 2

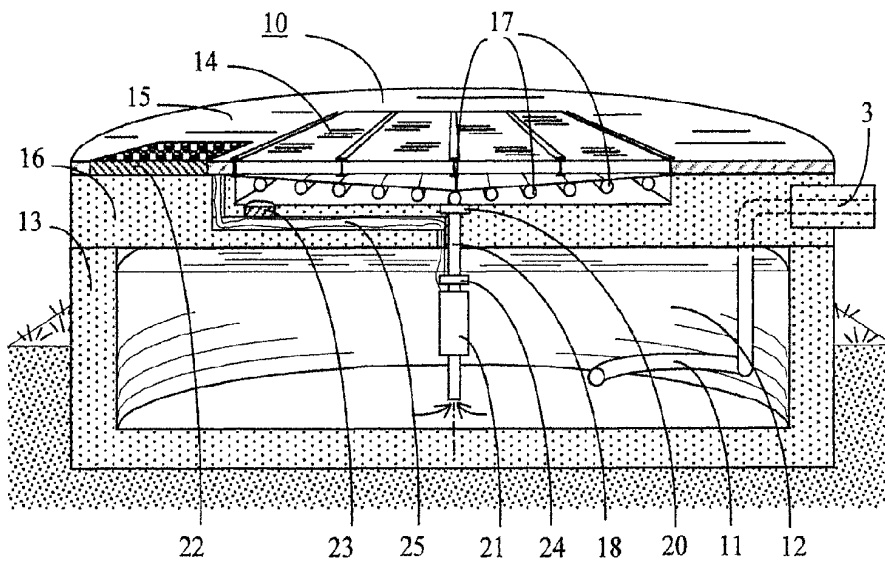


FIGURE 3

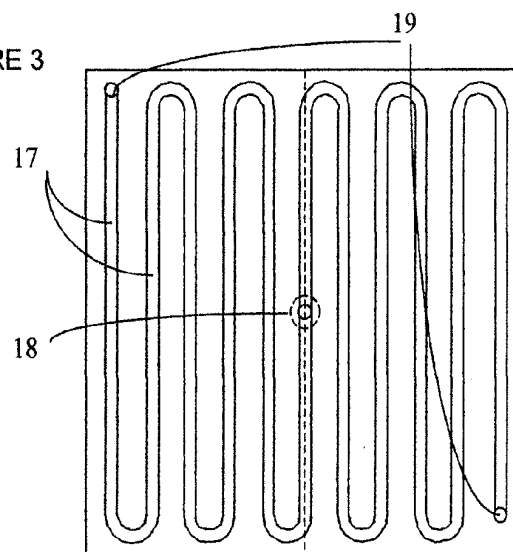


FIGURE 4

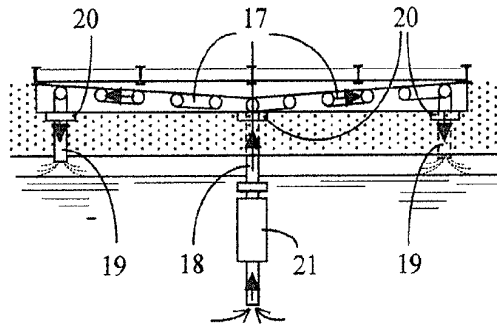


FIGURE 5

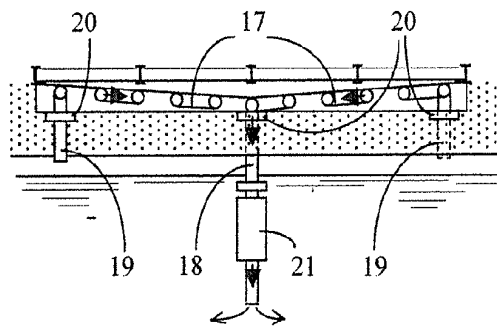


FIGURE 6

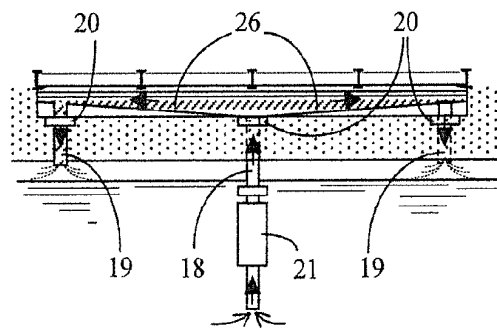


FIGURE 7

