



## (12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 32862 B1** (51) Cl. internationale : **F24J 2/12; F24J 2/54; F24J 2/05**
- (43) Date de publication : **01.12.2011**

- 
- (21) N° Dépôt : **32861**
- (22) Date de Dépôt : **20.05.2010**
- (71) Demandeur(s) : **UNIVERSITE INTERNATIONALE DE RABAT, TECHNOLIS RABAT-SALE ROCADE SALA EL JADIDA, 11100 (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **DRISS ILALI ; MOHAMMED CHERKAOUI ; ABDELLATIF BENABDELLAH ; MOHAMED ELOUAHABI**
- (74) Mandataire : **H&H CONSULTING LAW FIRM**

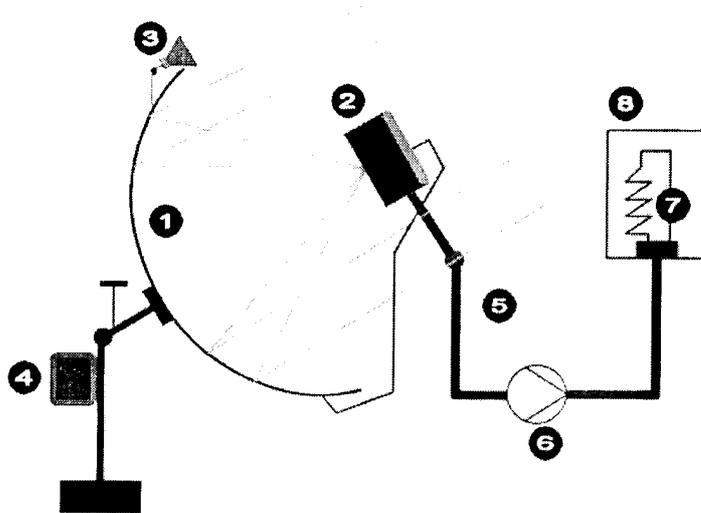
- 
- (54) Titre : **PARABOLE THERMOSOLAIRE**
- (57) Abrégé : LA PRÉSENTE INVENTION CONCERNE UNE PARABOLE THERMOSOLAIRE DESTINÉE À CHAUFFER DE L'EAU AU MOYEN DE LA RÉFLEXION DES RAYONS SOLAIRES INCIDENTS À SA SURFACE MIROITÉE (PORTANT SUR TOUTE SA SURFACE DES MIROIRS RÉFLECTEURS) RÉFLÉCHISSANT ET CONCENTRANT LA LUMIÈRE ET LA CHALEUR SUR UN FOYER (FOUR) FORMÉ DE MATÉRIAUX LÉGERS ET RÉSISTANTS JUSQU'À UNE TEMPÉRATURE LOCALE ÉLEVÉE (D'ENVIRON 500°C À 700° C). L'INVENTION CONCERNE EN OUTRE UN SYSTÈME OPTOÉLECTRONIQUE ET ÉLECTROMÉCANIQUE INTELLIGENT DE POURSUITE DU SOLEIL (TRACKING SYSTEM) MUNI D'UNE PHOTORÉSISTANCE DONT L'ABSENCE DE CONDUCTIVITÉ CORRÉLÉE À L'ABSENCE DE LUMIÈRE ACTIVE UN CIRCUIT ÉLECTRONIQUE PROGRAMMABLE QUI COMMANDE ET ACTIONNE LE MOUVEMENT DE LA PARABOLE JUSQU'À CE QUE LADITE PHOTORÉSISTANCE REDEVienne CONDUCTRICE. L'INVENTION CONCERNE ÉGALEMENT UN SYSTÈME OPTOÉLECTRONIQUE ET ÉLECTROMÉCANIQUE INTELLIGENT MOTORISÉ DE POURSUITE DU SOLEIL, ET QUI ORIENTE EN PERMANENCE LA PARABOLE VERS LE SOLEIL. (FIGURE 2)

ABREGE

La présente invention concerne une parabole thermosolaire destinée à chauffer de l'eau au moyen de la réflexion des rayons solaires incidents à sa surface miroitée (portant sur toute sa surface des miroirs réflecteurs) réfléchissant et concentrant la lumière et la chaleur sur un foyer (four) formé de matériaux légers et résistants jusqu'à une température locale élevée (d'environ 500°C à 700° C).

L'invention concerne en outre un système optoélectronique et électromécanique intelligent de poursuite du soleil (tracking system) muni d'une photorésistance dont l'absence de conductivité corrélée à l'absence de lumière active un circuit électronique programmable qui commande et actionne le mouvement de la parabole jusqu'à ce que ladite photorésistance redevienne conductrice.

L'invention concerne également un système optoélectronique et électromécanique intelligent motorisé de poursuite du soleil, et qui oriente en permanence la parabole vers le soleil. (Figure 2)



32862

OBJET DE L'INVENTION

5 La présente invention a pour objet le développement d'une solution énergétique hautement efficace et fiable permettant l'obtention d'un rendement accru en termes d'efficacité énergétique et d'amélioration de la fiabilité de chacun des composants du système par un design et une intégration poussés de fonctions thermiques.

L'invention a pour autre objet l'optimisation du coût du watt installé et, en  
10 conséquence, du prix de revient du kWh consommé, notamment en vue d'un impact positif sur le développement des zones rurales.

Un autre objet encore de l'invention est une réduction significative de l'empreinte écologique produite tant par les processus de fabrication que par l'utilisation des composants de la solution énergétique inventive.

15 Ces buts et objets de l'invention sont atteints par les moyens qui seront décrits ci-après à seule fin illustrative et ne sont pas entendus limiter l'invention.

L'ART ANTERIEUR

20 Le domaine des concentrateurs thermiques est essentiellement connu grâce à l'utilisation de systèmes "dish sterling" à combustion, de "concentrateurs/miroirs combinés à une turbine ou à un moteur à explosion" utilisés surtout pour la production d'électricité, ou encore les systèmes de "chauffe-eau solaire" (le système le plus répandu) qui permet de chauffer l'eau circulant dans des tubes métalliques soit sous l'effet direct des rayonnement solaires soit par effet de concentration tout le long des tubes. Tous ces systèmes représentent  
25 des avantages mais aussi des inconvénients, comme notamment le faible rendement (par rapport au bilan énergétique global), l'importance du coût de l'investissement, le coût de maintenance et celui du KWH.

30 La présente invention propose une alternative aux solutions existantes, notamment sur le plan technique par l'utilisation d'un concentrateur thermique de faible surface, qui ne nécessite aucune combustion, et qui permet l'échange de chaleur pour chauffer l'eau indirectement via un fluide caloporteur. L'invention intègre aussi un système intelligent et autonome de poursuite du soleil. Sur le plan économique, la parabole thermosolaire est caractérisée par un faible coût d'investissement et un faible coût de maintenance.

35

R

RESUME DE L'INVENTION

L'invention concerne une parabole thermosolaire destinée à chauffer de l'eau au moyen de la concentration des rayons solaires incidents à sa surface miroitée (portant sur toute sa surface des miroirs réflecteurs) réfléchissant la lumière et la chaleur. La parabole thermosolaire est constituée de matériaux légers et résistants jusqu'à une température locale élevée (d'environ 500°C à 700°C).

L'invention concerne en outre un système optoélectronique et électromécanique intelligent de poursuite du soleil (tracking system) muni d'une photorésistance dont l'absence de conductivité corrélée à l'absence de lumière active un circuit électronique programmable qui commande et actionne le mouvement de la parabole jusqu'à ce que ladite photorésistance redevienne conductrice.

L'invention concerne également un système électromécanique (moteur) commandé par le système de tracking et qui oriente en permanence la parabole vers le soleil.

L'invention concerne de plus un four en verre traité qui focalise les rayons solaires et dans lequel est logée une cuve en cuivre (ou faite d'un matériau métallique conducteur de la chaleur) dont l'énergie thermique est transférée à l'eau présente dans un récipient calorifuge disposé dans ledit four en verre traité pour en assurer le chauffage.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

La figure 1 est une représentation simplifiée en perspective d'une parabole thermosolaire selon l'invention.

La figure 2 montre le schéma synoptique d'une structure complète du système parabolique selon l'invention.

La figure 3 montre le schéma synoptique d'une cellule de détection de la direction des rayons solaires selon l'invention.

La figure 4 représente par une vue frontale une cellule de détection de la position du soleil selon l'invention.

La figure 5 montre le schéma synoptique d'un four en verre traité selon l'invention.

La figure 6 est une représentation simplifiée en perspective dudit four en verre traité selon l'invention comprenant une cuve en cuivre destinée à contenir et à chauffer un fluide caloporteur (2, figure 5).

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

L'invention sera maintenant décrite de manière détaillée au moyen d'un mode de réalisation préféré en se référant aux dessins, à des fins seulement illustratives et non limitatives de l'invention.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, une parabole thermosolaire (Nexgen-CSP (Concentrated Solar Power)), telle que généralement représentée sur la figure 1, est illustrée de manière détaillée par la figure 2, exploite la chaleur générée par la concentration des rayons solaires incidents à sa surface parabolique miroitée (1, figure 2) dont l'intégralité est orientée vers le centre d'une enceinte en verre, ou four en verre traité (2, figure 2) pour chauffer l'eau contenue dans un récipient calorifuge (8, figure 2) au moyen d'un transfert thermique de l'énergie communiquée au fluide caloporteur (2, figure 5) par chauffage dans une cuve en cuivre (2, figure 6) disposée dans ledit four en verre traité.

Le four en verre traité (2, figure 2) comprend, une cuve en cuivre (2, figure 6) sous vide et à la pression de  $10^{-3}$ , destinée à recevoir et à chauffer un fluide caloporteur (2, figure 5), raccordée à un circuit hydraulique (5, figure 2).

Il a été appliqué au verre, dont est formé le four en verre traité précédemment mentionné, un traitement lui conférant une haute efficacité de nature telle que les rayons le traversant demeurent captifs à l'intérieur du four en verre traité et y sont soumis à des réflexions dont la multiplicité, conjuguée à un design du type packaging thermique favorisant l'étanchéité, de même que la résistance à la chaleur, produit un effet de serre par lequel la température interne est amenée à croître jusqu'à plus de  $500^{\circ}\text{C}$  (d'environ  $500^{\circ}\text{C}$  à  $700^{\circ}\text{C}$ ) pour un chauffage hautement efficace de ladite cuve en cuivre.

On remarquera, comme il apparaîtra clairement aux spécialistes du domaine, que la forme parallélépipédique rectangle du four en verre traité (2, figure 2) n'est pas critique à l'invention et pourrait tout aussi bien être sphérique ou encore cylindrique.

Par ailleurs, on notera également que le fluide caloporteur précédemment mentionné possède la propriété d'un écoulement rapide dû à sa faible viscosité.

Ladite cuve en cuivre (2, figure 6) à fonction de chauffage dudit fluide caloporteur (2, figure 5) porte un revêtement interne de couleur noire appliqué par un traitement de galvanisation. Le rôle de ce revêtement est d'éviter les réflexions et de conférer ainsi à la cuve en cuivre une capacité maximale d'absorption de la chaleur. La température moyenne y est d'environ  $350^{\circ}\text{C}$ , étant maximale au centre géométrique de sa surface en regard de la forme parabolique du système réflecteur et en décroissance dans les autres directions. De plus, la cuve en cuivre est raccordée au four en verre traité, de même qu'au reste du circuit

hydraulique, par deux jonctions (5, figure 5) fermées par un matériau tel qu'une colle époxy. Une étanchéification et une résistance à la chaleur hautement efficaces sont ainsi obtenues.

Ledit vide d'air à la pression de  $10^{-3}$  bar appliqué à ladite cuve en cuivre remplit une double fonction, d'une part, annuler les effets de l'échange thermique qui s'effectue dans  
5 ledit échangeur thermique (7, figure 2) entre le fluide caloporteur (2, figure 5) et l'eau présente dans ledit récipient calorifuge (8, figure 2) et, d'autre part, éviter l'oxydation du cuivre dont elle est formée.

Comme on peut le voir en 5 sur la figure 2, le circuit hydraulique précédemment mentionné relie la cuve en cuivre ci-dessus audit réservoir calorifuge au moyen d'une  
10 pompe (6, figure 2). La propriété précédemment mentionnée d'écoulement rapide du fluide caloporteur (2, figure 5) permet que ladite pompe soit de faible puissance. Ledit circuit hydraulique muni d'une pompe de faible puissance et reliant la cuve en cuivre au récipient calorifuge permet la circulation permanente en circuit fermé du fluide caloporteur par un va-et-vient ininterrompu entre la cuve en cuivre et le récipient calorifuge. En effet, à la sortie  
15 de l'orifice 4 (figures 5 et 6), le fluide caloporteur arrive dans le circuit hydraulique à une température d'environ  $150^{\circ}$  C. Il est amené vers le réservoir calorifuge situé, comme on peut le voir en 8 sur la figure 2, à proximité de la parabole et dont la contenance est de 300 litres, à une température d'environ  $120^{\circ}$  C, puis arrive dans l'échangeur de chaleur (7, figure 2) où il cède par contact son énergie thermique à l'eau, laquelle est maintenue à des niveaux de 60  
20 à  $80^{\circ}$  C dans ledit réservoir calorifuge. Il se produit alors une diminution de la température du fluide caloporteur que sa circulation permanente en circuit fermé ramène, au moyen de la pompe précédemment mentionnée, vers la cuve en cuivre pour y être de nouveau chauffé à  $150^{\circ}$  C et revenir vers le réservoir calorifuge afin d'y effectuer un nouveau transfert thermique, constituant ainsi un cycle complet fonctionnel du système thermosolaire selon  
25 l'invention.

Le système optoélectronique et électromécanique intelligent de poursuite du soleil qui oriente en permanence la parabole vers le soleil, précédemment mentionné et représenté au mieux sur la figure 3, comprend une ouverture étroite et longue formant un interstice (figure 4) ménagé dans sa surface frontale derrière laquelle est formé un logement dont la  
30 partie de fond supporte une photorésistance. Ladite photorésistance présente deux états dont l'un est conducteur et l'autre non conducteur selon que la photorésistance reçoit ou ne reçoit pas de lumière solaire. A l'état non conducteur, la photorésistance, ne recevant pas de lumière, active un circuit électronique à composant programmable qui, au moyen d'un étage de puissance et d'un vérin, commande et actionne le mouvement de la parabole jusqu'à ce  
35 que la photorésistance reprenne un état conducteur.

Enfin, une photocellule (9, figure 2) a pour fonction de réinitialiser, après le coucher du soleil, la position de la parabole en l'orientant vers la direction du lever du soleil.

La description qui précède a été fournie à seule fin illustrative et n'est pas entendue limiter l'invention. Tous les changements et modifications qui apparaîtront aux spécialistes  
5 du domaine à partir de l'enseignement du présent mémoire descriptif seront réputées entrer dans la portée de l'invention.

## REVENDICATIONS

- 5 1. Parabole thermosolaire (Nexgen-CSP(Concentrate Solar Power)) caractérisée en ce qu'elle chauffe de l'eau au moyen de la concentration des rayons solaires sur un foyer formé sur sa surface miroitée.
2. Parabole thermosolaire selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend un miroir réflecteur qui focalise les rayons solaires incidents vers le centre d'un foyer formé sur ladite surface.
- 10 3. Parabole thermosolaire selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend un four sous vide en verre traité dont l'effet de serre qu'il produit rend captifs la multiplicité des rayons entrant, ladite capture de la multiplicité des rayons entrant augmentant significativement la température interne, ladite augmentation significative de la température interne chauffant une cuve en cuivre contenue dans ledit four.
- 15 4. Parabole thermosolaire selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend une cuve en cuivre contenue dans le four sous vide en verre traité, dans laquelle la surface interne de ladite cuve en cuivre est recouverte par galvanisation d'un revêtement de couleur noire, le revêtement recouvrant par galvanisation sa surface interne évitant les réflexions lumineuses en lui conférant une capacité maximalisée d'absorption de la chaleur.
- 20 5. Parabole thermosolaire selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend une cuve en cuivre contenue dans le four sous vide en verre traité à laquelle il lui a été appliqué un vide annulant les effets d'échange thermique subis par le fluide caloporteur qu'il contient et évitant l'oxydation thermique du matériau de cuivre formant ladite cuve.
- 25 6. Parabole thermosolaire selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend un système de poursuite intelligente qui oriente en permanence la parabole vers le soleil au moyen de composants optoélectroniques et électromécaniques, lesdits composants optoélectroniques et électromécaniques comprennent une photorésistance influencée par la lumière solaire pour prendre un état conducteur en présence de ladite lumière solaire et un état non conducteur en l'absence de ladite lumière solaire, à l'état non conducteur ladite photorésistance active un circuit électronique à composant programmable pour commander et actionner le déplacement de la parabole thermosolaire jusqu'à ce que la photorésistance reprenne un état conducteur.
- 30
- 35

7. Parabole thermosolaire selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend une phot cellule qui, après le coucher du soleil, effectue une réinitialisation de la position de la parabole thermosolaire qu'elle oriente vers la direction du lever du soleil.

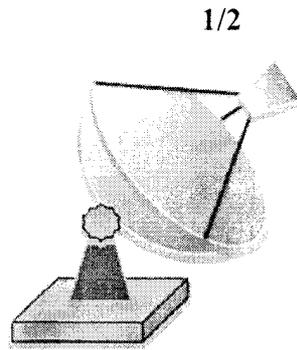


Figure 1

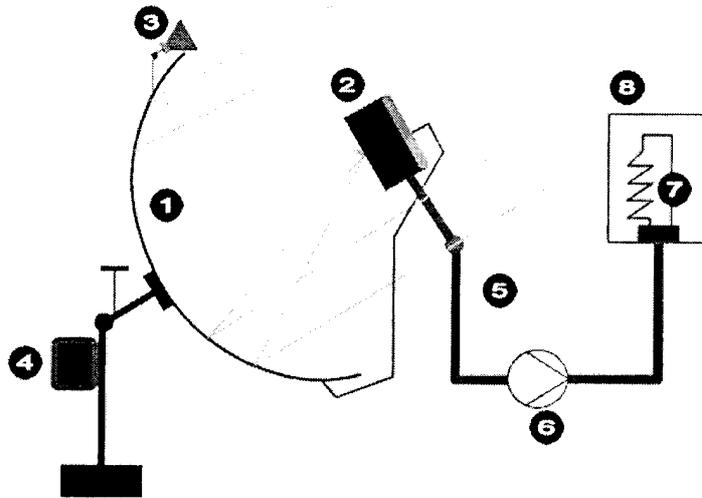


Figure 2

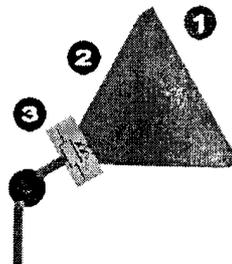


Figure 3

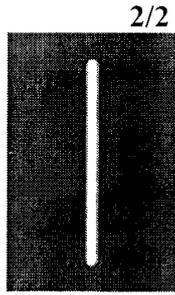


Figure 4

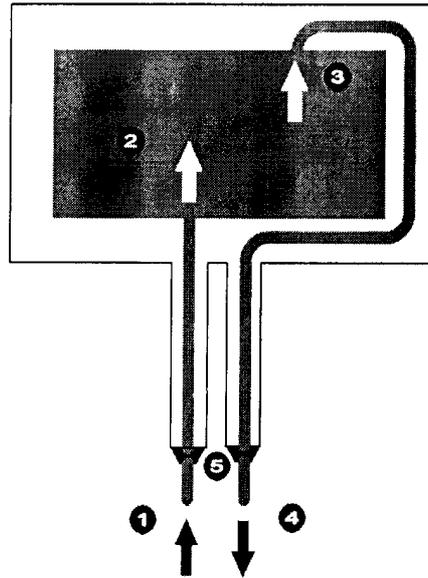


Figure 5

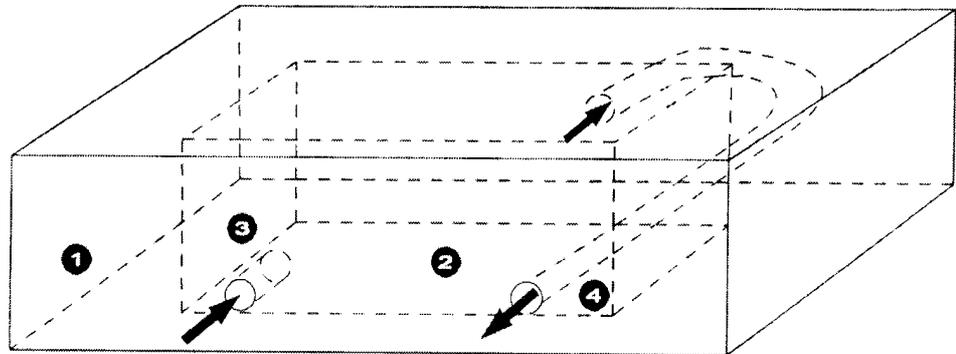


Figure 6

5