



(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 38666 A1** (51) Cl. internationale : **F24J 2/44**

(43) Date de publication :
31.07.2017

(21) N° Dépôt :
38666

(22) Date de Dépôt :
10.12.2015

(71) Demandeur(s) :
**UNIVERSITE INTERNATIONALE DE RABAT, PARC TECHNOPOLIS RABAT-SHORE,
CAMPUS UNIVERSITAIRE UIR, ROCADE RABAT-SALE, 11100 SALA EL JADIDA (MA)**

(72) Inventeur(s) :
Bouya Mohsine ; Zerzouri Omar ; Moumen Younes

(74) Mandataire :
MOHSINE BOUYA

(54) Titre : **Chauffage d'eau et refroidissement de cellules capteurs solaires à concentration**

(57) Abrégé : Un système de refroidissement des capteurs solaires à concentration avec récupération de chaleur de chauffage d'eau. Il utilise un circuit de refroidissement par échange thermique depuis les cellules à concentration en circuit fermé. Dès l'atteinte d'une température de consigne, l'eau chauffée remonte par principe de thermosiphon pour se verser dans un réservoir pour autre utilisation. Elle est ensuite remplacée par l'eau froide du réseau de distribution pour un nouveau cycle.

Abrégé

Un système de refroidissement des capteurs solaires à concentration avec récupération de chaleur de chauffage d'eau. Il utilise un circuit de refroidissement par échange thermique depuis les cellules à concentration en circuit fermé. Dès l'atteinte d'une température de consigne, l'eau chauffée remonte par principe de thermosiphon pour se verser dans un réservoir pour autre utilisation. Elle est ensuite remplacée par l'eau froide du réseau de distribution pour un nouveau cycle.

Chauffage d'eau et refroidissement de cellules capteurs solaires à concentration

Description

La présente invention se rapporte aux systèmes hybrides de production d'énergie électrique et de chauffage d'eau. Il s'agit en particulier d'un système de refroidissement des cellules photovoltaïques à concentration et de chauffage d'eau par échange thermique.

Les capteurs solaires photovoltaïques à concentration fournissent généralement un rendement supérieur aux capteurs classiques, mais ils sont tout aussi sensibles à la chaleur. Ainsi, le meilleur rendement est obtenu en combinant un bon rayonnement avec une faible température.

Les capteurs à concentration actuels utilisent généralement des radiateurs en contact direct avec les cellules photovoltaïques pour assurer leur refroidissement. Certaines inventions (US2010050428 et GB2469897 par exemple) proposent l'utilisation de liquide de refroidissement pour un transfert thermique par conduction, sans toutefois détailler la méthode de réalisation d'un tel système de refroidissement.

En effet, un refroidissement par conduction vers un liquide pose le problème du refroidissement d'un tel liquide et de son pompage. Les mécanismes classiques nécessitent en effet de l'énergie électrique. Leur utilisation réduit ainsi le rendement globale du système capteur photovoltaïque au lieu de l'améliorer.

Notre invention propose un système qui à la fois améliore le rendement du capteur photovoltaïque à concentration et récupère le surplus d'énergie thermique en stockage d'eau chaude pour d'autres utilisations.

Il s'agit d'un système de conduits d'eau (tuyauterie) adapté aux capteurs à concentration (1) sous forme rectangulaires composés de cellules à concentration (11) disposés en grille. Un conduit principal vertical (2) traverse l'ensemble du capteur en son centre. Il est relié en bas au réseau de distribution d'eau (3) par le biais d'une électrovanne d'entrée (4). En haut, il est relié à un conduit (5) (ou réservoir) horizontal de collecte d'eau chaude qui parcourt toute la largeur du capteur (1). Il est fermé d'un côté et relié de l'autre côté à un réservoir d'eau chaude (6) à travers une deuxième électrovanne de sortie (7).

Deux conduits secondaires diagonales (8) dérivent en divergeant du conduit principal (2) à partir de chaque ligne de cellules (9). Ces conduits parcourent diagonalement les cellules. Chaque cellule est ainsi parcourue par un conduit secondaire (8) qui la relie avec celle dans la ligne adjacente et la colonne adjacente jusqu'à atteindre la ligne du milieu. Puis elles reconvergent diagonalement de la même façon jusqu'à rejoindre le conduit principale formant ainsi des losanges concentriques qui parcourent les cellules.

Les cellules aux quatre coins du rectangle, inaccessibles par le conduit principal et les conduits secondaires en losanges, sont parcourues directement par des conduits auxiliaires verticaux (10) qui rejoignent les conduits secondaires. Les conduits auxiliaires des deux coins en bas du rectangle sont fermés du côté bas avec une seule ouverture en haut vers les conduit secondaires. Par contre les conduits auxiliaires des deux coins en haut du rectangle sont reliés au conduit horizontal de collecte d'eau chaude (5).

Tous les conduits sont fabriqués avec un matériau flexible et de faible conductivité thermique, sauf pour la surface en contact avec la cellule (11) qui est fabriquée avec un matériau de haute conductivité thermique.

Des capteurs de température sont installés au niveau des électrovannes et sont reliés à un microcontrôleur qui ouvre les vannes d'entrée et de sortie dès que le capteur à la sortie atteint une température de consigne qui est calculée selon le besoin, les spécifications des cellules photovoltaïques et la température d'entrée.

Le système fonctionne en ouvrant d'abord les deux électrovannes pour permettre le remplissage de l'ensemble des conduits grâce à la pression d'eau en entrée. Dès remplissage, les deux électrovannes sont fermées et laissent le control au microcontrôleur.

La concentration solaire sur les cellules photovoltaïques génère l'énergie électrique qui est collectée par les moyens conventionnels présents à l'état de la technique. Ce rayonnement concentré génère encore plus d'énergie thermique qui est échangée vers l'eau des conduits à travers les surfaces à haute conductivité thermique. Ce transfert permet un refroidissement des cellules ce qui améliore leur rendement.

D'un autre côté l'eau présente dans les conduits est chauffée aux points de contact avec les cellules. Etant donné que tous les points de contact sont reliés entre eux sous une forme qui permet la mobilité verticale (forme en losanges concentriques), l'eau ainsi réchauffée par les cellules remonte vers le haut par phénomène de thermosiphon, l'eau froide descend vers le bas.

Le système étant fermé, l'eau chauffe jusqu'à se rapprocher de la température aux cellules si rien n'est fait, perdant ainsi la fonction de refroidissement. Le contrôleur a donc le rôle d'ouvrir les vannes d'entrée et de sortie dès que la température de sortie atteint un seuil prédéterminé ($<100^{\circ}\text{C}$), évitant ainsi l'augmentation de la pression et la perte de la fonction de refroidissement. A l'ouverture des vannes, l'eau chaude

présente dans le conduit horizontal de collecte est déversée dans un réservoir pour autre utilisation. L'eau rentrée par la vanne d'entrée remplace cet eau chaude assurant ainsi une température contrôlée pour le refroidissement.

La taille du conduit horizontal de collecte d'eau chaude est dimensionnée selon le besoin. Plus sa taille est grande, plus la différence de température entre l'eau d'entrée et l'eau de sortie peut être importante tout en diminuant la température de l'eau de refroidissement en contact avec les cellules.

Notre invention a l'avantage de refroidir efficacement les cellules à concentration améliorant ainsi leur rendement, de générer de l'eau chaude, et le tout avec un minimum de pertes d'énergie. Le rendement global du système, à la fois électrique et thermique est optimal, contrairement aux systèmes existants qui nécessitent le pompage électrique de l'eau réduisant ainsi le rendement électrique du système.

La figure 1 illustre une vue de dos d'un capteur solaire photovoltaïque à concentration rectangulaire avec le système de refroidissement installé.

La figure 2 illustre une vue de dos d'un capteur solaire photovoltaïque à concentration rectangulaire avec le système de refroidissement installé selon une disposition alternative.

Revendications

1. Un système de refroidissement pour cellules photovoltaïques à concentration caractérisée en ce qu'il est relié en entrée à l'eau du réseau de distribution public utilisée comme liquide caloporteur. Cet eau étant reliée en sortie à un réservoir de stockage d'eau chauffée destinée à d'autres usages.
2. Un système de refroidissement pour cellules photovoltaïques à concentration selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il utilise une structure en tuyaux disposés en diagonal ou en vertical uniquement offrant le mouvement fluide thermosyphon.
3. Un système de refroidissement pour cellules photovoltaïques à concentration selon les revendications 1 et 2 caractérisé par un conduit principal vertical (2) qui traverse l'ensemble du capteur rectangulaire avec les cellules disposées en grilles en son centre. Il est relié en bas au réseau de distribution d'eau (3) par le biais d'une électrovanne d'entrée (4). En haut, il est relié à un conduit (5) (ou réservoir) horizontal de collecte d'eau chaude qui parcourt toute la largeur du capteur (1). Il est fermé d'un côté et relié de l'autre côté à un réservoir d'eau chaude (6) à travers une deuxième électrovanne de sortie (7).
4. Un système de refroidissement pour cellules photovoltaïques à concentration selon les revendications 1, 2 et 3 caractérisé par deux conduits secondaires diagonales (8) dérivent en divergeant du conduit principal (2) à partir de chaque ligne de cellules (9). Ces conduits parcourent diagonalement les cellules. Chaque cellule est ainsi parcourue par un conduit secondaire (8) qui la relie avec celle dans la ligne adjacente et la colonne adjacente jusqu'à atteindre la ligne du milieu. Puis elles reconvergent diagonalement de la même façon jusqu'à rejoindre le conduit principale formant ainsi des losanges concentriques qui parcourent les cellules.
5. Un système de refroidissement pour cellules photovoltaïques à concentration selon les revendications 1, 2, 3 et 4 caractérisé en ce que les cellules aux quatre coins du rectangle, inaccessibles par le conduit principal et les conduits secondaires en losanges, sont parcourues directement par des conduits auxiliaires verticaux (10) qui rejoignent les conduits secondaires. Les conduits auxiliaires des deux coins en bas du rectangle sont fermés du côté bas avec une seule ouverture en haut vers les conduit secondaires. Par contre les conduits auxiliaires des deux coins en haut du rectangle sont reliés au conduit horizontal de collecte d'eau chaude (5).

Dessins

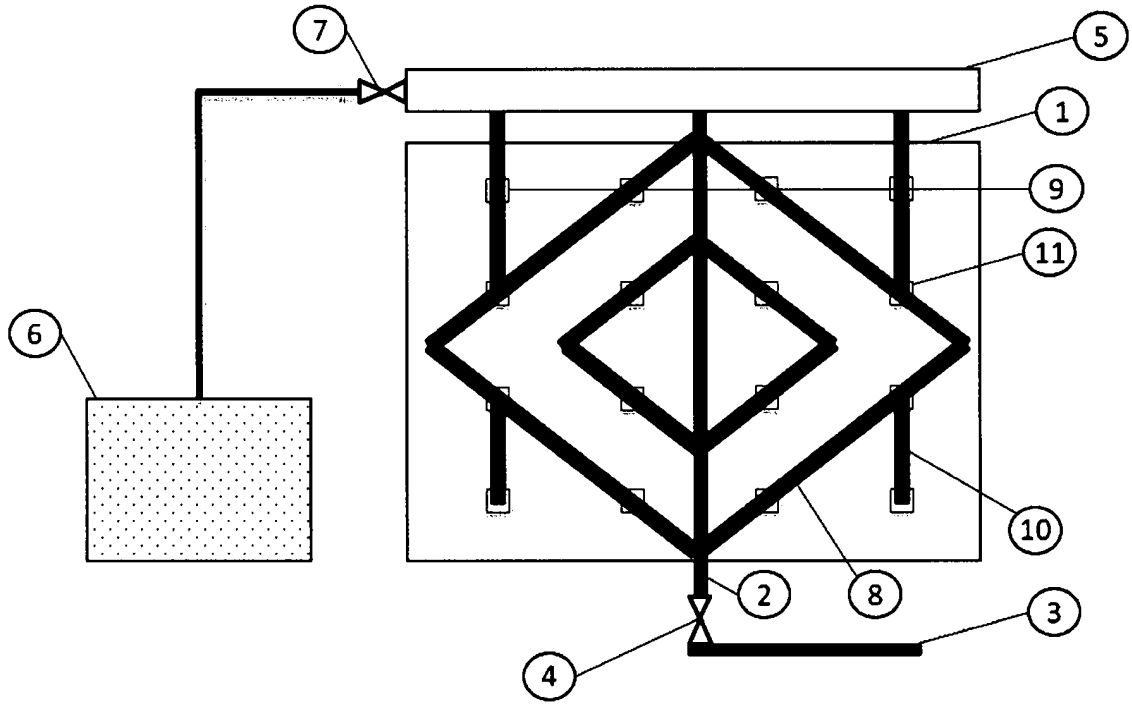


Figure 1

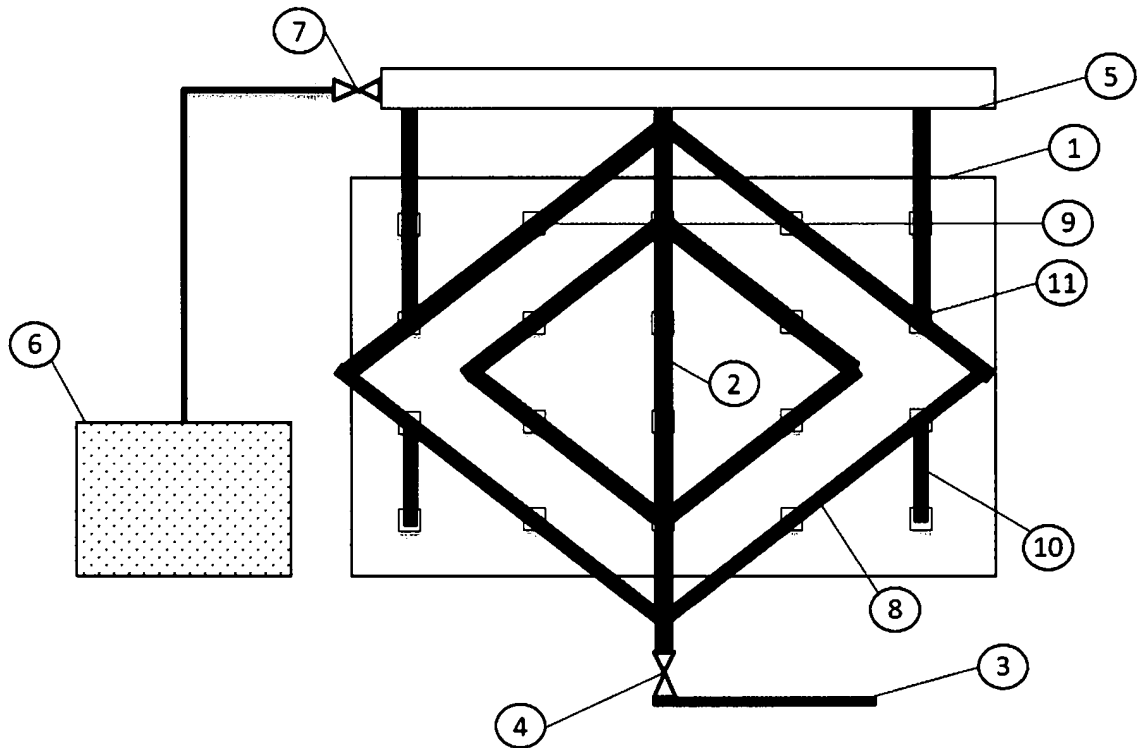


Figure 2

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية و التجارية

**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 38666	Date de dépôt : 10/12/2015
Déposant : UNIVERSITE INTERNATIONALE DE RABAT	
Intitulé de l'invention : Chauffage d'eau et refroidissement de cellules capteurs solaires à concentration	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents cités par l'examineur dans la partie rapport de recherche sont joints au présent document	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité <input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée <input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: M. EL KINANI	Date d'établissement du rapport : 05/05/2016
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	

Partie 1 : Considérations générales*Cadre 1 : base du présent rapport*

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
3 Pages
- Revendications
5
- Planches de dessin
1 Page

Partie 2 : Rapport de recherche**Classement de l'objet de la demande :**

CIB : H01L 31/052; F24J 2/44

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :

EPOQUE, Orbit

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X	US20130087184; Muse Green Investments LLC; 11/04/2013 Description, dessins	1
A		2-5
A	US7398779 ; Fafco, Incorporated ; 15/07/2008	2

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
 -« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
 -« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
 -« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
 -« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité*Cadre 4 : Remarques de clarté*

La formulation «disposée en diagonal et en vertical uniquement» utilisé dans la revendication 2 semble indiquer que l'objet dont la protection demandée est différent de ce qui est justifié par la description et les dessins, étant donné que la structure divulguée comporte des tuyaux en diagonal et en vertical à la fois, il en résulte un manque de clarté quant à la signification de cette formulation.

Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté (N)	Revendications 2-5 Revendications 1	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications 2-5 Revendications 1	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : US20130087184

D2 : US7398779

1. Nouveauté (N) :

Le document D1 divulgue un système de refroidissement pour cellules photovoltaïques a concentration caractérisé en ce qu'il est relié en entrée à l'eau du réseau de distribution public (implicite) utilisé comme liquide caloporteur et relié en sortie à un réservoir de stockage d'eau chauffé [0022]. Par conséquent, l'objet de la revendication 1 n'est pas nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

Aucun des documents ci-dessus ne divulgue un système de refroidissement pour cellules photovoltaïques a concentration utilisant une structure en tuyaux disposée en diagonal ou en vertical uniquement offrant un mouvement de fluide thermosiphon.

D'où l'objet des revendications dépendantes 2-5 est considéré comme nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive (AI) :

Le document D1 considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 2 divulgue un système de refroidissement pour cellules photovoltaïques à concentration et diffère donc de la revendication 2 en ce que le dispositif de la présente demande utilise une structure en tuyaux disposée en diagonal et en vertical uniquement.

L'effet technique apporté par cette différence est le refroidissement par conduction des cellules tout en permettant à l'eau chaude de monter vers le conduit de collecte d'eau chaude par mouvement thermosiphon.

le problème objectif technique que la présente demande tente de résoudre est d'améliorer le rendement

énergétique (thermique) des systèmes photovoltaïques en minimisant les pertes de charges par conduction (structure en diagonal) et en supprimant le surcout de pompage (thermosiphonage).

Le document D2 décrit cette solution dans un chauffe-eau solaire mais ne décrit pas une structure de tuyaux disposée en diagonal et en vertical objet de la revendication 2, cette caractéristique n'est ni connue ni rendue évidente par l'art antérieur.

Par conséquent, l'objet des revendications 2-5 est considéré comme impliquant une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.