

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/111920 A1

(43) Date de la publication internationale
04 juin 2020 (04.06.2020)

(51) Classification internationale des brevets :

F24S 10/70 (2018.01) F24S 23/77 (2018.01)
F24D 11/00 (2006.01) F24S 60/30 (2018.01)
F24D 17/00 (2006.01) F28D 20/00 (2006.01)
F24S 10/90 (2018.01)

(72) Inventeur; et

(71) Déposant : **FATTOUM, Mourad** [MA/MA] ; Lotissement rabha NR 77 - 3eme étage, Deroua, Berrechid, 26200 (MA).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/MA2019/000012

(22) Date de dépôt international :

28 novembre 2019 (28.11.2019)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

44035 28 novembre 2018 (28.11.2018) MA

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) :

AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) :

ARIPO (BW, GH, GM,

(54) Title: SOLAR WATER HEATER WITH GLAZED FLAT-PLATE COLLECTOR

(54) Titre : CHAUFFE-EAU SOLAIRE À CAPTEUR PLAN VITRÉ

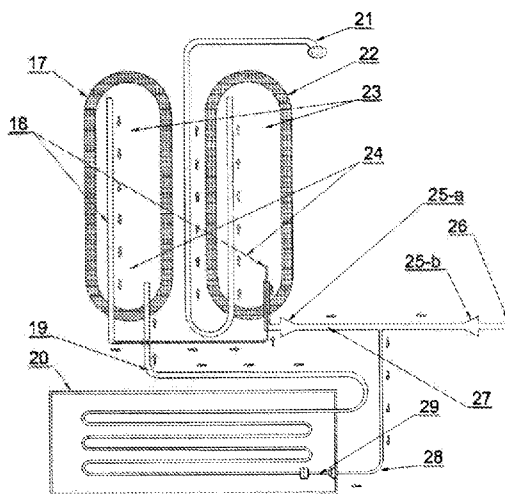


Fig3

(57) Abstract: The present invention relates to a solar water heater (SWH) for producing hot water for domestic use, said SWH is inspired from the thermosiphon SWH to manufacture an SWH that is more effective and more efficient both in winter and in summer. It is made up of two hot water storage tanks (17) (18) (22) mounted in series in order to have an operating temperature that is as stable as possible, equipped with a guidance system for heating incoming cold water by passing through the collectors before entering the hot water storage tank (25-a) (25-b), a solar collector receiving solar radiation through its twin transparent faces (35) (36), stainless steel sheet mirrors that reflect the solar radiation applied to the collector through its rear transparent face (36) and a low energy consumption integrated circulator for gaining heat by cancelling out load losses that characterise the resistances to the passage of water in the SWH circuit (29).

(57) Abrégé : La présente invention concerne un chauffe-eau solaire (CES) pour la production d'eau chaude pour un usage domestique, ce CES s'inspire du CES à thermosiphon pour fabriquer un CES plus efficace et plus performant en hiver comme en été. Il est constitué de deux ballons de stockage d'eau chaude montés en série (17) (18) (22) pour avoir une température d'utilisation stable le maximum possible, équipé d'un système de guidage pour réchauffer l'eau froide d'arrivée en passant par les capteurs avant de rentrer dans le ballon de stockage d'eau chaude (25-a) (25-b), un capteur solaire récepteur de rayonnement solaire par ses double face transparente (35) (36), des miroirs en tôle d'inox qui réfléchissent le rayonnement solaire appliqué au capteur par sa face



WO 2020/111920 A1

KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17(iv))*

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

CHAUFFE-EAU SOLAIRE À CAPTEUR PLAN VITRÉ

Description de l'invention

Domaine technique

L'invention concerne le chauffage d'eau par énergie solaire à partir de panneau solaire et des réservoirs de stockage d'eau chaude pour usage domestique.

Technique antérieure

Il existe deux grandes familles de capteurs solaires thermiques destinées pour un usage domestique : les capteurs plans vitrés et les capteurs tubulaires :

Dans notre cas nous traitant le chauffe-eau solaire (CES) à thermosiphon de la famille des capteurs plans vitrés (Fig1): ce sont les chauffe-eau les plus simples : le ballon et le panneau solaire forme un seul ensemble compact. En général, le ballon est fixé en haut du panneau solaire.

CES à thermosiphon :

En plus des accessoires et les systèmes d'appoint qui l'accompagne, le chauffe-eau solaire à thermosiphon est constitué principalement de deux composants :

Le panneau, collecteur ou capteur solaire thermique (4) : Il transforme l'énergie solaire en une énergie thermique.

Le réservoir d'eau chaude, ballon de stockage ou accumulateur (3) : Très bien isolé, c'est le lieu de stockage de l'énergie, il contient une quantité suffisante pour satisfaire les besoins de l'habitat en eau chaude.

1 - Principe de fonctionnement

1. Le transfert entre ballon (3) et capteur est effectué par gravité (la densité de l'eau chaude est inférieure à celle de l'eau froide). C'est la différence de pression entre le froid et le chaud qui est utilisée comme énergie de propulsion. C'est ce qu'on appelle le "principe de thermosiphon". Pour fonctionner, le capteur (générateur de chaleur) doit être situé en dessous du ballon (consommateur de chaleur).
2. Pour le type de CES où le ballon n'intègre pas un échangeur (A-Fig1), c'est directement l'eau chaude sanitaire qui circule dans le panneau, l'eau sanitaire est chauffée à l'intérieur du capteur solaire. L'eau chaude située dans le capteur qui est en dessous est plus légère que l'eau froide située dans le ballon qui est au-dessus du capteur. La circulation par gravité débute dès que l'eau chaude, plus légère, monte.

3. A l'intérieur du ballon, l'eau la plus froide retombe au point le plus froid du circuit du capteur laissant de la place pour l'eau chaude chauffée par le collecteur.

4. Pour l'autre type (**B-Fig1**), le ballon intègre un échangeur (**7**) bon conducteur thermique, l'entrée/sortie du capteur est raccordé à cet échangeur créant ainsi un circuit fermé nommé 'circuit primaire' (**6+7**) contenant un fluide nommé 'fluide caloporteur', le fluide caloporteur chauffé par le capteur, et donc moins dense, monte naturellement vers l'échangeur du ballon de stockage placé au-dessus du capteur, échange la chaleur par conduction avec l'eau stocké du ballon, se refroidit puis descend vers le capteur et le cycle recommence.

2 - Technologies des capteurs du CES à thermosiphon

Les composants du capteur sont :

La couverture (10) : La couverture ou vitrage est l'élément par lequel se fait le maximum d'échange d'énergie, elle doit être donc transparente pour laisser passer le rayonnement solaire qui se transforme en chaleur dans l'absorbeur. Ce dernier compte tenu des températures atteintes, émet des radiations dans le domaine de l'infrarouge, la couverture doit être opaque à ces radiations et doit donc les réfléchir vers l'absorbeur. La matière la plus répandue qui existe dans le marché et qui permet de réaliser ces conditions c'est le verre. Les échanges convectifs entre l'absorbeur et la couverture varient avec la distance qui les sépare. On distingue trois types de verres utilisés comme vitre pour le CES : Verre conventionnel, verre prismé, verre avec couches antireflet.

L'absorbeur (11): C'est la partie du système qui convertit l'énergie solaire en énergie thermique, il joue un rôle très important pour les performances d'un capteur. Il transforme en chaleur le rayonnement électromagnétique incident (**5**) qu'il reçoit et le transmet sous forme de chaleur au fluide caloporteur. Généralement il est constitué d'une tôle de métal, ses principales qualités sont : Facteur d'absorption aussi voisin que possible de l'unité, pouvoir émissif dans l'infrarouge aussi faible que possible, bonne conductivité thermique (**Tab1**). La tôle est couverte d'une peinture noir conductrice (**15**) du fait de sa propriété physique qui permet une absorption totale, la surface de la peinture doit être irrégulière pour réfléchir les rayons non absorbés vers l'absorbeur.

Matériaux	Conductivité thermique (W m ⁻¹)	Température(K)
Alumine, pure	40	293
Cuivre, pur	386	279
Air	0,026	293
Verre	1,2 ~ 1,4 (96 % SiO ₂)	293

Tab1

Circuit tubulaire ou collecteur (6) : Le tube est constitué d'un matériau très bon conducteur thermique et sanitaire, souvent on utilise le cuivre (**Tab1**). Pour le circuit du capteur de ce type de CES, on distingue deux types d'assemblage du circuit, montage Tickelmann (**6**)(**Fig1-A**) et montage en (**6**)(**Fig1-B**) .

Liaison collecteur absorbeur : La liaison entre les tubes qui constituent le collecteur et l'absorbeur est très importante car à travers laquelle la chaleur est transmise (**14**), elle est assurée par un soudage laser très précis (**16**).

L'isolant (12) : L'isolant a pour rôle de maintenir la haute température atteinte par l'absorbeur et éviter les pertes thermiques par l'arrière et les côtés du capteur, l'isolation optimise l'efficacité du capteur, ce qui permet à la quantité maximale de chaleur collectée d'être transférée au fluide en circulation. Il est en général opaque au rayonnement visible et à l'infrarouge.

Exposé de l'invention

L'invention consiste à fabriquer un CES plus efficace et plus performant en hiver comme en été en s'inspirant du CES à thermosiphon. L'amélioration à apporter à ce type de CES consiste à répondre aux contraintes suivantes :

1 - Contraintes

1 - La température d'eau chaude est réduite pendant la période d'hiver d'Octobre à Mars où la durée d'ensoleillement est réduite à cause du mouvement naturel de la terre autour du soleil et des nuages qui couvrent le ciel d'une manière aléatoire. L'influence sur l'efficacité de l'installation devient plus importante lorsque les nuages bloquent le rayonnement solaire aux moments où l'incidence du flux lumineux est normale au cours de la journée , la période pendant laquelle se fait le maximum de transfert de chaleur entre le capteur solaire et le ballon de stockage d'eau chaude , la 50°C attendue, suffisante pour satisfaire un besoin confortable en eau chaude n'est pas atteinte et le recours à une énergie alternative(système d'appoint) augmente, ce qui implique une augmentation de la facture de consommation d'énergie destinée pour la production d'eau chaude sanitaire.

2 - Pendant l'hiver la température de l'eau froide (inférieure à 10°C) qui rentre dans le ballon et qui remplace l'eau chaude qui sort pour l'utilisation est très basse, refroidit rapidement la température de l'eau chaude stockée avant d'atteindre le besoin complet d'une utilisation (une douche par exemple).

3 - Le principe de fonctionnement du thermosiphon repose sur la poussée d'Archimède qui peut être écrite approximativement, en fonction de la température et les caractéristiques du fluide caloporteur, comme suit : $B = \rho_0 \beta (T-T_0) g$

Avec : **B** : Force de poussée d'Archimède, ρ_0 : masse volumique à l'équilibre, β : Coefficient de dilatation en, **T** : température du fluide départ capteur, **T₀** : température du fluide retour capteur, **g** : Gravité.

Cette force engendre une pression hydro-motrice **P** égale à : $P = H \times (M_{fr} - M_{fd})$

Avec : **P** : pression hydro-motrice disponible, **H** : différence de hauteur en mètre entre l'axe du capteur et l'axe du ballon d'ECS, **M_{fr}** : masse du fluide à la température la plus basse (entrée capteur)

M_{fd} : masse du fluide à la température la plus haute (sortie capteur).

Pour qu'il y ait une circulation du fluide caloporteur, il faut que la pression hydro-motrice **P** soit supérieur à la perte des charges ΔP , qui peut être écrite sous la forme suivante : $\Delta P = \frac{1}{2}(K_1 + K_2) \rho V_Q^2$

Avec : **K₁** et **K₂** : sont respectivement, coefficient de perte de charge linéaire et Coefficient de perte de charge singulière, ils dépendent des accessoires, raccordements et liaisons de l'installation ainsi que la dynamique du fluide à l'intérieur de l'installation, **V_Q** : Vitesse débitante.

Ainsi pour un capteur donné, le débit d'écoulement du fluide caloporteur dépend de la quantité de chaleur appliqué sur le capteur et le gradient des températures départ capteur /sortie ballon.

ΔP est le prix à payer pour transporter l'énergie thermique du capteur jusqu'au ballon, il est matérialisé avec une perte de chaleur au cours du transport, ainsi la température du fluide caloporteur à l'arrivée du ballon est inférieure à celle de départ.

Les pertes de charge caractérisent les résistances au passage de l'eau dans le circuit. La résistance à l'écoulement est provoquée par la longueur des tuyaux et les accidents de parcours, comme les coudes, raccordement de tubes de sections différentes ou la présence des accessoires divers de réglage ou de sécurité. Si les pertes de charge sont trop importantes, l'eau est freinée et peut même ne plus circuler. Par contre, si la tuyauterie est trop large, l'eau circule librement, mais trop lentement et le rendement est moins bon.

Dans une journée nuageuse où le soleil n'apparaît, fréquemment, que quelques minutes et avant l'arrivée du nuage prochain, il augmente la température à la sortie du capteur à une valeur adéquate pour l'utilisation mais pas suffisamment élevée pour assurer l'écoulement vers le ballon (ou écoulement avec un débit très faible). La chaleur n'atteint pas le ballon et reste prisonnière du capteur, la température de ce dernier diminue en l'absence du rayonnement solaire direct et au final la température attendue du ballon n'est pas atteinte.

2 - Structure de l'invention et processus de fabrication

On a choisi le CES à thermosiphon du fait de sa simplicité, son coût d'installation moins chère relativement aux autres types de CES et son adaptation aux pays ensoleillés. Il doit tenir compte des contraintes déjà cités auparavant pour aboutir à une efficacité énergétique meilleur que l'actuelle aussi

bien en été qu'en hiver et réduire le maximum possible le recours à une énergie alternative non verte pour satisfaire le besoin domestique en eau chaude.

2-1-Schéma de principe (Fig3)

2-1- a Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement est le même qu'un CES à thermosiphon décrit auparavant, sur lequel on a ajouté des composants pour répondre aux contraintes déjà cités.

- Le circuit tubulaire du capteur (20) est monté en série pour assurer un passage unique et intégral de l'eau froide sanitaire depuis sa rentrée (28) jusqu'à sa sortie du capteur (19) vers le premier ballon de stockage d'eau chaude (17).
- Lors d'un appel d'eau chaude pour une utilisation, l'eau froide (26) qui remplace l'eau chaude (21) tirée du deuxième ballon (22) rentre dans le système par le sens passant du clapet antiretour (25-b) et bloqué par le deuxième clapet antiretour (25-a) dans le but de le forcer à passer par le capteur (20) avant d'atteindre le premier ballon (17). En plein jours cette technique permet de réduire considérablement (de l'ordre de 60%) la chute de température d'eau chaude du ballon occasionnée par la rentrée d'eau froide dans ce dernier en comparaison avec une rentrée directe d'eau froide dans le ballon sans passage par le capteur, puisque l'eau froide dans son passage est chauffée par le capteur avant d'atteindre le ballon.
- Toujours dans le but de réduire la chute de température d'eau chaude dans le ballon occasionnée par la rentrée d'eau froide lors d'une utilisation, on a pensé de séparer la capacité de stockage en deux ballons au lieu d'un seul et les monter en série (17) (22), l'eau à chauffer par le capteur (20) est tirée du deuxième ballon (22), évacuée ensuite après chauffage dans le premier ballon (17), selon la densité, l'eau la plus chaude est placée naturellement par gravité dans la partie haute du ballon (23) et la moins chaude (24) est placée dans la partie basse, de ce fait l'eau tirée du deuxième ballon (22) pour une utilisation ou un chauffage par le capteur (20) est remplacée à travers une liaison tubulaire (19) par l'eau chaude du premier ballon (23) (17) située dans la partie haute, ainsi la chute de température ne touche que le premier ballon (17), le deuxième ballon (22) quant à lui et toujours alimenté par l'eau la plus chaude du premier ballon (17). Avec cette méthode la température du deuxième ballon qui alimente le réseau d'eau chaude sanitaire reste pratiquement la même après une consommation, parfois augmente si la température du premier ballon (17) est suffisamment supérieure au deuxième (22).

2- 1 - b Le capteur

- **L'absorbeur (Fig4)** : L'absorbeur est constitué de deux composantes : le circuit tubulaire (32) et la surface absorbante (30).

Le circuit tubulaire (32) : C'est l'intermédiaire entre l'eau sanitaire à chauffer et l'absorbeur, il est constitué d'un tube rond de cuivre sanitaire de diamètre 12 mm, sa longueur dépend de la surface absorbante utile du capteur, suffisamment rigide pour supporter la haute pression de l'ordre de 7 bars, cintré avec une forme serpentine, il possède aussi une très bonne conductivité thermique meilleure que l'Aluminium (**Tab1**).

La surface absorbante (30) : Construit d'une tôle fine d'aluminium qu'on a courbée le long de sa longueur (31) de telle sorte que le circuit tubulaire soit logé dans les courbures. L'aluminium possède une très bonne conductivité thermique (**Tab1**) moins chère que le cuivre et disponible sur le marché.

Liaison circuit tubulaire surface absorbante : Puisque le transfert de chaleur de l'absorbeur vers l'eau sanitaire à chauffer est proportionnel à la surface de contact, donc au lieu de la réaliser avec un soudage laser (souvent coûte chère) assurant ainsi juste des lignes fines de contact entre circuit tubulaire/surface absorbante, on a pensé de l'assurer par une liaison surfacique en courbant la tôle de l'aluminium de telle forme que le serpentin tubulaire soit logé dans la tôle (**Fig4**). Plus les courbures de la tôle d'aluminium et le circuit tubulaire sont bien alignés plus la surface de contact est grande. Plus la profondeur des courbures augmente, plus la surface de contact augmente meilleur est le transfert de chaleur de l'absorbeur vers l'eau sanitaire à chauffer. La fixation du circuit avec la tôle est assurée avec des boulons et fils de fer (**33**), un bon serrage permet une bonne adhérence d'où un meilleur transfert thermique.

- **Le cadrage primaire (Fig5)** : Le cadrage primaire de l'absorbeur (**34**) est fait du bois. On a choisi le bois car c'est un bon isolant et rigide, il va assurer l'isolation latérale du capteur et empêcher le transfert de chaleur avec l'ambiant en plus de son rôle principal qui est le support de l'ensemble vitres et absorbeur. Les planches de bois sont taillées et assemblées comme montré sur la figure (**Fig4**).

On peint par la suite l'absorbeur (circuit tubulaire + surface absorbante + cadre primaire) avec une peinture noire mate pour assurer une absorption de rayonnements maximal et une réflexion minimale.

- **Le vitrage** : Etant donné que le capteur acquière de la chaleur à partir du rayonnement solaire incident non pas de la température ambiante, en hiver, avec le passage nuageux fréquent qui affaiblit d'une manière considérable la puissance du rayonnements incidents directs qui frappent le capteur et le temps réduit du jour où apparaît le soleil sur les 24 heures suite à la position de la terre par rapport au soleil dans cette période de l'année (**Fig6**), ajoutant à cela la température plus basse de l'eau froide à chauffer, toutes ces contraintes ne peuvent qu'influencer négativement sur l'efficacité du CES.

De ce fait on a pensé à augmenter le flux de rayonnements solaire qui frappent le capteur, ainsi notre capteur sera constitué d'une double surface transparente, face avant (**35**) (face au soleil) et face arrière

(36). La face arrière, au lieu d'être opaque isolante et passive, le cas d'un capteur plan classique, sera donc transparente isolante et active, réceptrice d'énergie sous forme de rayonnements solaire. L'isolation est assurée avec une très bonne jointure et la couche d'air qui sépare le vitrage et l'absorbeur, l'air avec ça conductibilité thermique reste un bon isolant (Tab2).

Pour le vitrage de face avant (face au soleil) du capteur il est constitué du verre trempé, sa surface hachurée permet de diffuser le rayonnement solaire sur la surface de l'absorbeur. La vitrage face arrière est constitué du lexan du fait de son poids très léger relativement au verre conventionnel, transparent, un mauvais conducteur thermique, supporte l'ultraviolet du rayonnement solaire et la haute température. Avec le silicon les deux vitres sont collées et jointées avec le cadre primaire, fait du bois, l'absorbeur est monté dedans.

- **Cadrage secondaire(Fig8)** : Le capteur est ensuite encadré avec un faux cadre en forme U (37), fabriqué à partir de la tôle d'aluminium d'épaisseur 1.5 mm, la tôle est découpée avec les dimensions adéquates de sorte que le faux cadre s'emboîte parfaitement dans le cadre primaire, la fixation avec le cadre primaire est assurée avec une couche de silicone et des vis en Inox de 3cm de longueur vissés sur les bords de chaque pièce du faux cadre. Le but est de donner un aspect esthétique, ajouter plus d'étanchéité et de rigidité au capteur et éviter la rouille du cadre.

2-1 - c Ballon de stockage d'eau chaude sanitaire

Le ballon de stockage d'eau chaude sanitaire est constitué de deux chauffe-eau électriques commerciaux de volume total suivant l'installation, monté en série (17-22 Fig3). Ces ballons sont destinés pour un usage domestique et ils sont déjà équipés de résistances électriques qui vont servir pour notre application à un système d'appoint. En ajoutant une couverture aux ballons sur le support système (Fig7), dont on a laissé place, d'un tissu imperméable résistant aux UV et intempéries, l'isolation s'améliore et les ballons sont ainsi protégés contre la corrosion tous en gardant un aspect esthétique convenable.

2-1 - d Support du système

Le support du système doit être suffisamment rigide pour supporter le poids total de l'ensemble des composants du système constitué des miroirs et deux ballons en charge et doit offrir la possibilité du dépôt et la fixation des différents composants. Notre choix tombe donc sur la cornière d'aluminium de largeur 30* 30 mm et d'épaisseur 3 mm, le support (Fig7) est constitué de deux sous-support, le premier (38) est utilisé pour installer les ballons et les miroirs de réflexion direct (40) et le deuxième (39) pour installer le capteur et les miroirs de récupération (41).

2 -1 - e Les miroirs

En hiver beaucoup de paramètres influencent sur l'efficacité du CES, parmi lesquels on cite la durée du jour la plus courte de l'année (durée d'ensoleillement réduite), la durée de nuit le plus long (un maximum de dissipation de chaleur vers l'ambiant pendant la nuit), une température très basse de l'ambiant qui tend à refroidir le capteur, l'eau très froide qui nécessite plus d'énergie pour le chauffer par le capteur, du vent froid qui tend aussi à refroidir le capteur. Avec ces conditions, il devient difficile à atteindre une température d'eau chaude adéquate pour l'utilisation, d'où l'utilité d'utilisation des miroirs qui vont récolter plus de rayonnements solaire à appliquer sur le capteur et augmenter ainsi l'énergie absorbée de ce dernier, transférée par la suite vers l'eau à chauffer.

On a choisi la tôle d'inox qui va jouer le rôle du miroir du fait de sa maniabilité, résistivité à la corrosion, aux chocs mécaniques et changement climatique le long de l'année, sa surface réfléchissante de l'ordre de 70% par rapport à un miroir conventionnel, son poids moins lourd et peut être fixée facilement sur le support du système.

Les miroirs **(40)** **(41)** sont fixés au support du système de telle sorte que les rayonnements solaire **(43)** réfléchis frappent sur la partie basse transparente du capteur avec un flux lumineux maximale pendant la période d'hiver, dans le but de s'approcher de la même efficacité du CES qu'en été.

Le positionnement et l'angle de fixation des miroirs sur le support système prennent en considération la trajectoire apparente du soleil par rapport à la terre le long de l'année et la position et l'angle de dépôt du capteur fixés sur deux positions, une pendant la période d'été **(Fig8 -E)**, l'autre pendant la période d'hiver **(Fig8 -F)**. Pour un point géographique donné on aura besoins de deux paramètres, l'Azimut et l'Élévation **(Tab2/Fig12)**. Avec un logiciel de simulation, on a simulé l'angle d'incidence du rayonnement solaire de chaque jour de l'année et obtenir ainsi les positions et angles fixes et adéquates des différents miroirs qui permettent une réflexion du rayonnement solaire qui tombe sur la surface basse du capteur (du 9h00 du matin jusqu'à 17h00 de l'après-midi) en fonction de sa position (une pendant la période d'été **(Fig8 -E)**, l'autre pendant la période d'hiver **(Fig8 -F)**), de tel sorte que le flux lumineux soit maximal pendant la période d'hiver. Plus on rajoute des miroirs, plus on augmente la température du capteur plus l'efficacité du CES est meilleur.

Date:	01/01/2018	
coordonnées:	34.2260172, -5.7129164	
localisation:	Sidi Kacem, Maroc	
heure	Elévation	Azimut
09:00:00	26.1	92.94
10:00:00	38.37	102.48
11:00:00	50.12	114.84
12:00:00	60.42	133.41
13:00:00	67.03	163.5
14:00:00	66.48	201.23
15:00:00	59.17	229.54
16:00:00	48.57	246.97
17:00:00	36.71	258.8

Tab2

2 -1- f Le circulateur

Situé sur la partie basse de l'installation (29), monté en boucle fermé avec le circuit de l'installation (capteur + ballons), il permet d'annuler l'énergie thermique nécessaire pour transporter l'eau chaude du capteur jusqu'aux ballons par thermosiphon et préservé ainsi la chaleur acquise par le capteur, il permet un gain considérable en terme d'efficacité du CES. Il existe sur le marché des circulateurs agroalimentaire qui consomment une faible énergie 10-20 Watt. Alimenté avec une tension de 12V (avec un panneau solaire photovoltaïque ou par le secteur à travers un transformateur ou avec une batterie), peut débiter jusqu'à 11l/min et supporter une pression ayant jusqu'à 10 bar et une température de 100 °C (Fig10), idéal pour notre application. Ce circulateur doit être accompagné de deux capteurs de température et un circuit électrique qui va piloter son fonctionnement, tous sont intégrés dans le capteur solaire.

Schéma du circuit : illustré dans la figure (Fig11)

Principe de fonctionnement : Le circuit comporte deux capteurs de température D1 (Fig11) placé à l'intérieur du deuxième ballon (22) pour mesurer la température T1 de l'eau contenu et D2 (Fig11) au milieu du capteur solaire, pour mesurer la température moyenne T2 de l'eau à chauffer du capteur. Chaque minute le microcontrôleur (Fig11) lit les deux valeurs de température et les compare, si $T1 > T2 + 6^{\circ}\text{C}$ le microcontrôleur envoi une commande qui commute le transistor Q1 (Fig11) pour laisser passer le courant électrique à travers le circulateur, ce dernier se met en marche et commence à transporter l'eau chauffé par le capteur vers le ballon, si non le circulateur est à l'arrêt.

Description sommaire des dessins

- 1- Entre eau froide
- 2- Sortie eau chaude
- 3- Ballon de stockage d'eau chaude
- 4- Capteur solaire
- 5- Rayonnement solaire incident
- 6- Circuit tubulaire
- 7- Echangeur
- 9- Jointure
- 8- Entré capteur
- 10- Vitrage
- 11 - Absorbeur
- 12 - Isolation
- 13 – Cadrant métallique
- 14 – Transfert thermique conductif.
- 15 – Peinture noire conductrice
- 16 – Soudage laser
- 17 – Premier ballon de stockage d'eau chaude
- 18 – Liaison de raccordement d'eau chaude du premier ballon avec le deuxième ballon
- 19 – Sortie de l'eau chauffé par le capteur vers le premier ballon
- 20 – Capteur plan vitré
- 21 – Sortie d'utilisation
- 22 – Deuxième ballon de stockage d'eau chaude
- 23 – Position d'eau chaude des ballons à l'équilibre thermique
- 24 – Position d'eau froide des ballons à l'équilibre thermique

- 25 – a – Clapet antiretour
- 25-b- Clapet antiretour
- 26 – Entre Eau froide sanitaire
- 27 – Eau sortie deuxième ballon pour réchauffement par le capteur solaire
- 28 – Entré capteur solaire
- 29 – Circulateur
- 30 – Surface absorbante en tôle d'aluminium
- 31 – Courbure d'une forme tubulaire
- 32 – Tube en cuivre
- 33 – Liaison circuit tubulaire/surface absorbante avec fil de fer et vis écrou
- 34 – Cadrage primaire en bois
- 35 – Vitrage face avant droit au soleil en verre prismé
- 36 – Vitrage face arrière en lexan
- 37 – Cadrage secondaire en aluminium
- 38 – Support des ballons et miroirs de réflexion direct
- 39 – Support capteur et miroir de récupération
- 40 – Miroirs de réflexion direct
- 41 – Miroir de récupération
- 42 – Capteur plan vitré
- 43 – Rayonnement solaire incident

Fig1 : Types des CES à thermosiphon et ses différents composants.

Fig1-A- CES a circulation direct avec montage tickelmann de circuit tubulaire

Fig1-B- CES avec échangeur intégré dans le ballon et montage de circuit tubulaire en 'S'

Fig2 : Les différents composants constituant un capteur plan vitré d'un CES à thermosiphon.

Fig3 : Schéma de principe du chauffe-eau solaire à thermosiphon à capteur plan vitré amélioré.

Fig4 : Absorbeur et cadrage primaire du capteur du chauffe-eau solaire à capteur plan vitré amélioré.

Fig5 : Trajectoire du soleil et durée du jour de la ville de Nouaceur en été et en hiver.

Fig6 : Vitrage et cadrage secondaire d'aluminium du capteur du chauffe-eau solaire à capteur plan vitré amélioré.

Fig7 : les sous-support qui supportent les différents composants du chauffe-eau solaire à capteur plan vitré amélioré.

Fig8 : Positions et angles de fixation des miroirs du chauffe-eau solaire à capteur plan vitré amélioré par rapport aux supports du système par semestre.

Fig8 -E- Angle d'incidence et réflexion du rayonnement solaire par rapport aux miroirs, la ville de Nouaceur le 25/06/2019 à 14h00 GMT+1

Fig8 -F- Angle d'incidence et réflexion du rayonnement solaire par rapport aux miroirs, la ville de Nouaceur le 01/01/2019 à 14h00 GMT+1

Fig9 : Azimut et élévation, paramètres utilisés pour le repérage de la position du soleil par rapport à la terre à un endroit et moment donné de l'année.

Fig10 : Circulateur Utilisé pour transporter l'eau chaude vers les ballons du CES.

Fig11 : Circuit électrique pilotant le fonctionnement du chauffe-eau solaire à capteur plan vitré amélioré.

Fig12 : Vue d'ensemble du chauffe-eau solaire à capteur plan vitré amélioré.

Revendications

1 - Chauffe-eau solaire sert à chauffer l'eau par énergie solaire pour usage domestique contenant :

- Une partie de stockage d'eau chaude sanitaire constituée de deux ballons de stockage montés en série **(17) (18) (22)** au lieu d'un seul ballon pour assurer la stabilité de la température de l'eau chaude pendant l'utilisation, l'eau chaude sortie des capteurs **(19)** rentre dans le premier ballon **(17)** par son 'arrivée d'eau froide', le deuxième ballon **(22)** est alimenté en eau par la 'sortie d'eau chaude' du premier ballon **(18)**, la 'sortie d'eau chaude' du deuxième ballon **(21)** est réservée pour l'utilisation et le capteur **(20)** est alimenté en eau froide à chauffer par l'arrivée d'eau froide **(27)** du deuxième ballon.

- Une partie chauffante constituée d'un capteur solaire **(20)** suivant la capacité de l'eau chaude à stocker, montés en série et en boucle fermée avec les deux ballons de stockages, chaque capteur est vitré par ces deux face **(35) (36)**, face avant direction du soleil vitrée en verre **(35)** et face arrière vitrée avec du lexan **(36)** transparent pour recevoir plus de rayonnements solaire sur la même surface absorbante et augmenter ainsi sa température rapidement et par conséquent un chauffage d'eau plus rapide avec moins de surface absorbante.

- Des surfaces réfléchissantes de rayonnement solaire matérialisées avec la tôle d'inox **(40) (41)** fixées sur le support système **(Fig7)** pour rayonner la surface transparente face arrière du capteur, la position et l'angle de fixation des tôles prend en considération la position et l'angle de dépôt du capteur (position d'hiver et position d'été) et le mouvement du soleil autour de la terre dans la journée et le long des jours de l'année de tel sorte que le flux lumineux appliquées sur la surface basse du capteur soient maximale pendant l'hiver.

- Un circulateur **(29)** de faible consommation.

- Un système de guidage de l'eau froide d'arrivée **(25-a) (25-b)**.

-Un support système (ballons + capteur + miroirs) **(Fig7)**.

2 - Chauffe-eau solaire selon la revendication 1, dans lequel les deux ballons **(17) (22)** sont montés en série et raccordés avec le circuit du CES selon le schéma de la figure **(Fig3)**, le deuxième ballon alimenté par l'eau le plus chaude du premier ballon située dans sa partie haute **(17) (23)**, permet une alimentation plus stable en eau chaude pour l'utilisation.

3 - Chauffe-eau solaire selon la revendication 1, dans lequel le capteur solaire, est caractérisé par une surface absorbante constituée d'une tôle fine d'aluminium courbée le long de sa longueur **(31)** de tel

sorte que le circuit tubulaire **(32)** soit logé dans cette dernière et que la liaison entre la surface absorbante et le circuit tubulaire est assurée par logement et fixation avec des fils de fer et vis écrou **(33)**.

4 - Chauffe-eau solaire selon la revendication 3, dans lequel le capteur solaire est caractérisé par une double surface transparente réceptrice de rayonnement solaire **(35) (36)**, pour la même surface absorbante, face avant, direction du soleil **(35)** est constituée du verre trompé et la face arrière **(36)** avec du lexan.

5 - Chauffe-eau solaire selon la revendication 3 et 4, dans lequel le capteur solaire est cadré un premier cadrage en bois et un deuxième cadrage fait avec la tôle d'aluminium selon la forme et processus décrit sur les figures **Fig4 (34), Fig6 (37)**.

6 - Chauffe-eau solaire selon la revendication 1 et 2, dans lequel on a ajouté un circulateur **(29)** de faible consommation qui joue un double rôle, d'une part il assure la circulation d'eau chaude entre le capteur, le premier ballon et le deuxième ballon, d'autre part il permet de gagner en énergie thermique en annulant les pertes de charge qui caractérisent les résistances au passage de l'eau dans le circuit du Chauffe-eau.

7 - Chauffe-eau solaire selon la revendication 6, dans lequel le circulateur est piloté par le circuit électrique dont le schéma est présenté dans la figure **(Fig11)**.

8 - Chauffe-eau solaire selon la revendication 1 et 4, dans lequel le capteur solaire est accompagné d'une surface réfléchissante matérialisée avec la tôle d'inox fixé sur le support du système pour réfléchir le rayonnement solaire vers la face transparente arrière du capteur **(36)**.

9 - Chauffe-eau solaire selon la revendication 1, dans lequel l'arrivée d'eau froide **(26)** qui alimente le ballon en eau froide en cas de consommation d'eau chaude est caractérisé par le passage par les capteurs solaires pour un réchauffement (en cas d'utilisation pendant la présence du soleil) avant de rentrer dans le ballon, ce système de guidage est assuré par le montage des deux clapets antiretour **(25-a) (25-b)** et a pour but le maintien de la température de l'eau chaude des ballons en cas d'utilisation en présence du soleil.

10 - Chauffe-eau solaire selon la revendication 1, dans lequel le support système caractérisé par le schéma de la figure **(Fig7)** sert pour l'installation des différentes composantes du CES.

Dessins et figures

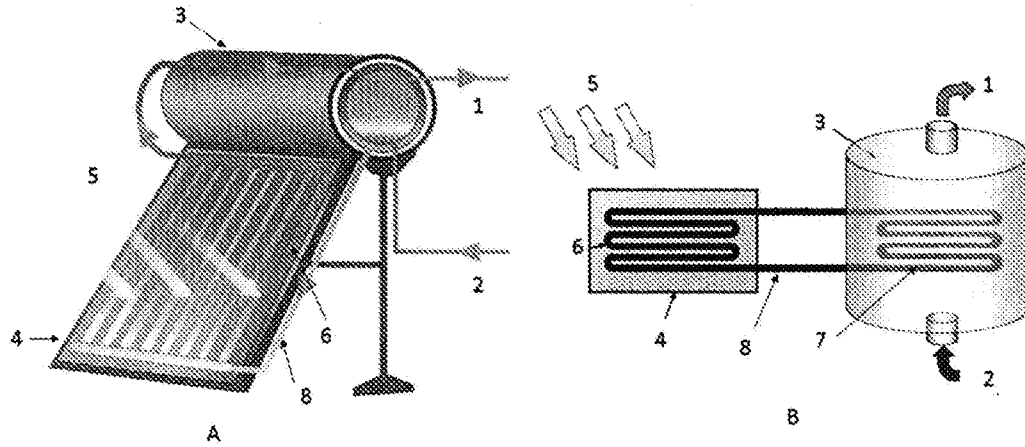


Fig1

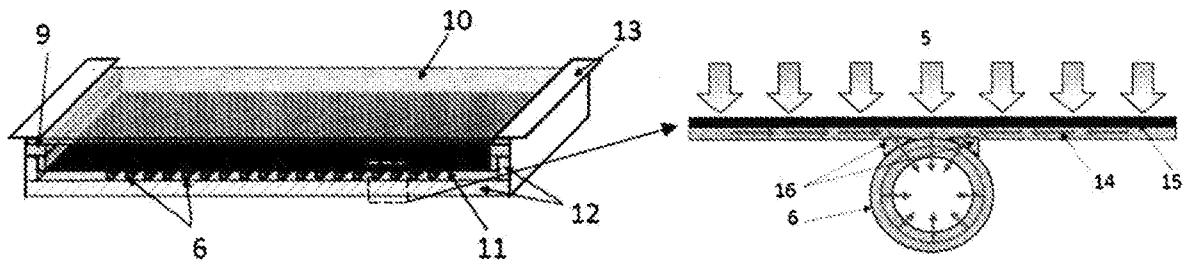


Fig2

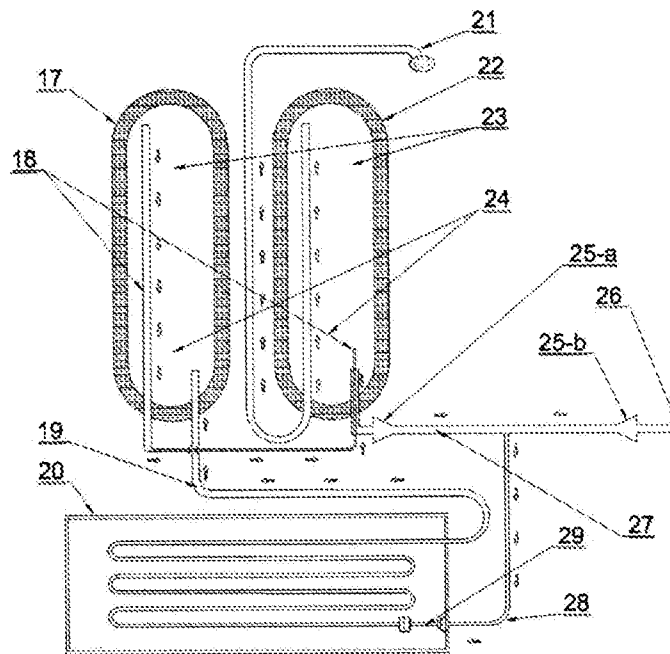


Fig3

2/4

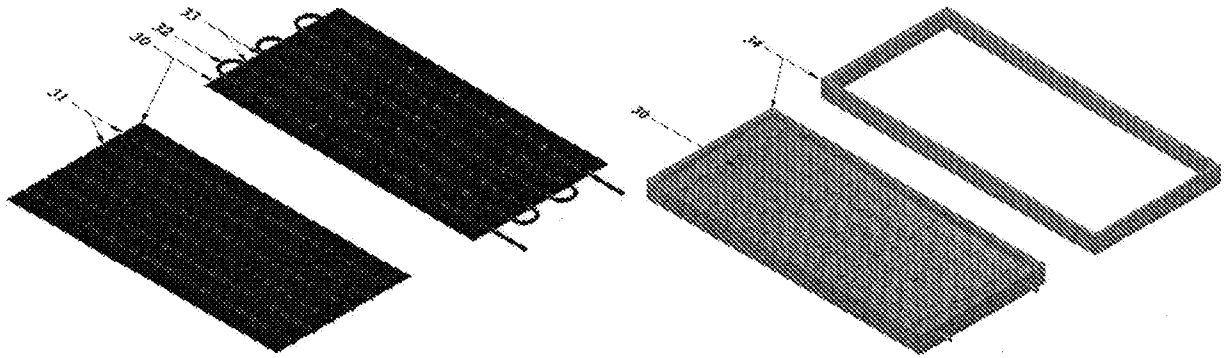


Fig4

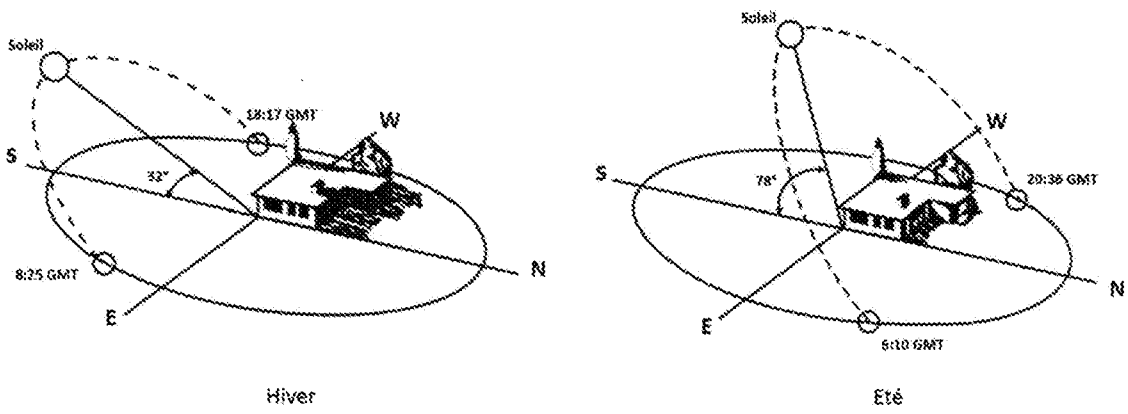


Fig5

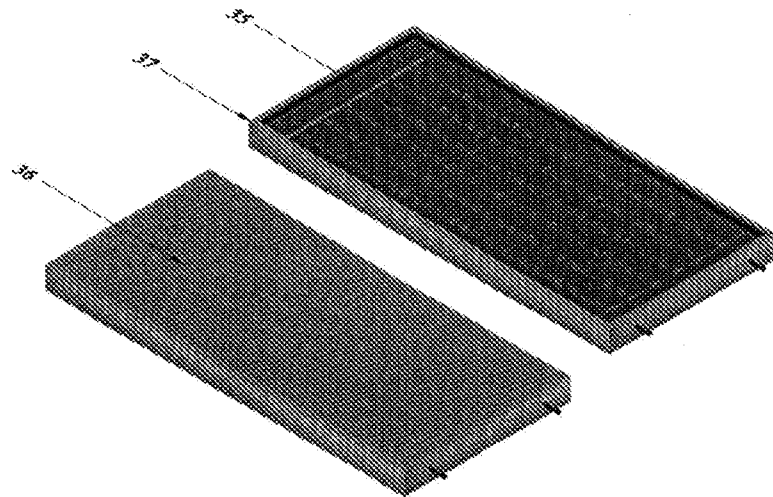


Fig6

3/4

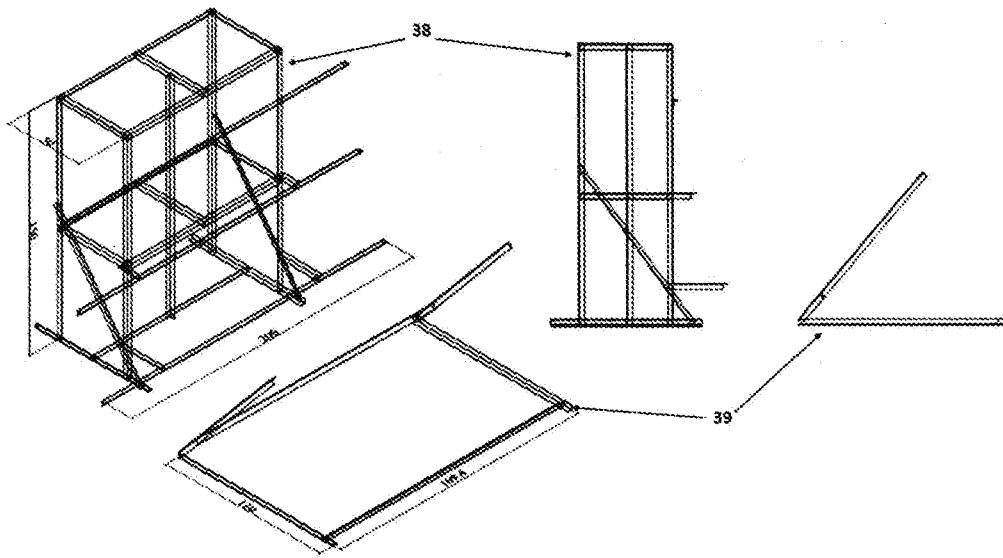


Fig7

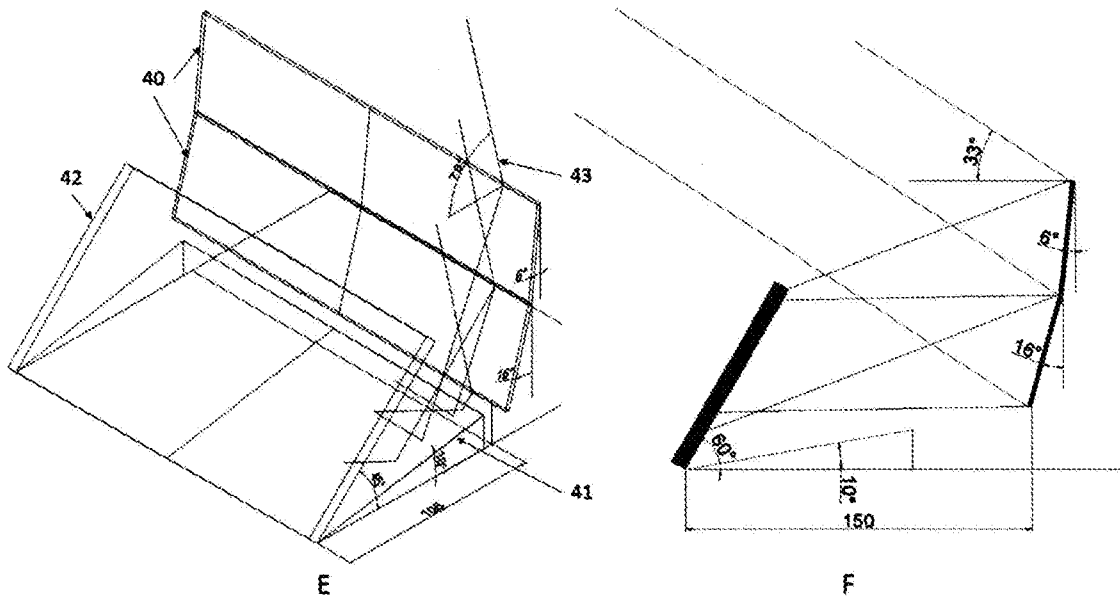


Fig8

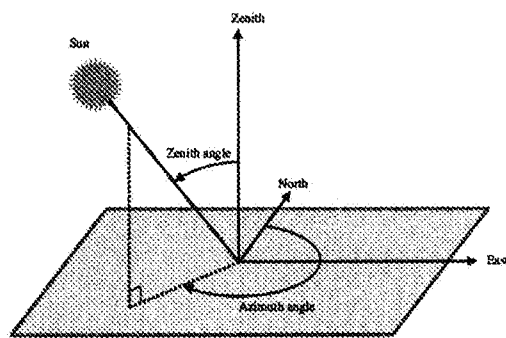


Fig9

4/4

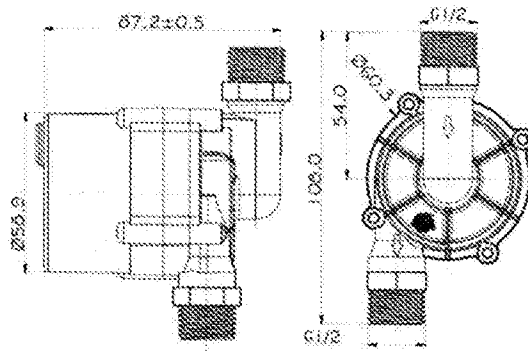


Fig10

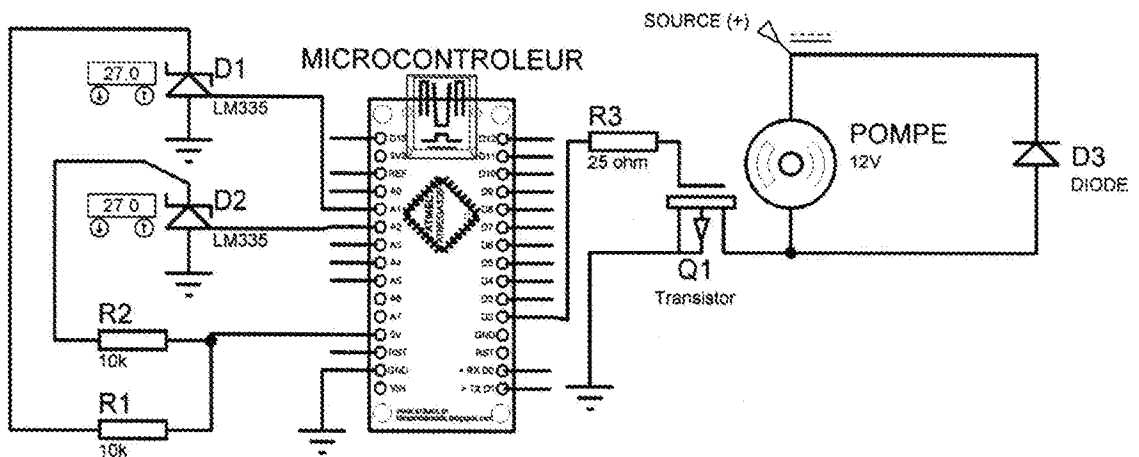


Fig11

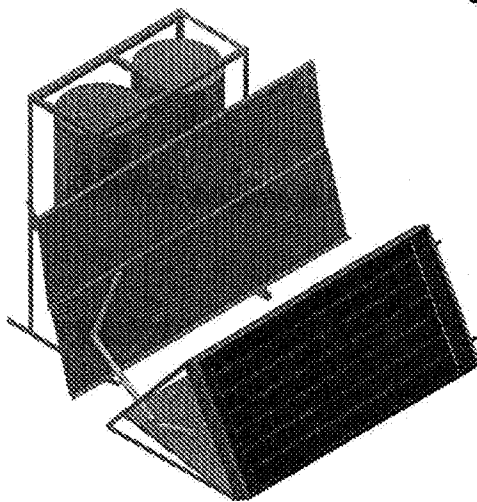


Fig12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/MA2019/000012

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>F24S 10/70</i> (2018.01)i; <i>F24D 11/00</i> (2006.01)i; <i>F24D 17/00</i> (2006.01)i; <i>F24S 10/90</i> (2018.01)i; <i>F24S 23/77</i> (2018.01)i; <i>F24S 60/30</i> (2018.01)i; <i>F28D 20/00</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F24S; F24H; F28F; F24D; F28D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	FR 2313644 A1 (EXENERSOL EXPL EN SOLAIRE [FR]) 31 December 1976 (1976-12-31) figures	1-10
Y	US 4062352 A (LESK ISRAEL ARNOLD) 13 December 1977 (1977-12-13) figures 2, 3	1-10
A	US 4527618 A (FYFE DONALD W [US] ET AL) 09 July 1985 (1985-07-09) abstract; figures	1-10
A	WO 9909356 A1 (MAYRHOFER JOSEF [AT]) 25 February 1999 (1999-02-25) abstract; figures	1-10
A	US 2009214195 A1 (THOMASSON SAMUEL L [US]) 27 August 2009 (2009-08-27) abstract; figures	1-10
A	WO 2011014120 A2 (GRENZONE PTE LTD [SG]) 03 February 2011 (2011-02-03) abstract; figures	1-10
A	ES 2365281 A1 (UNIV MADRID POLITECNICA [ES]) 28 September 2011 (2011-09-28) abstract; figures	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 February 2020		Date of mailing of the international search report 26 February 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Fernandez Ambres, A Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/MA2019/000012

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
FR	2313644	A1	31 December 1976	NONE			
US	4062352	A	13 December 1977	NONE			
US	4527618	A	09 July 1985	NONE			
WO	9909356	A1	25 February 1999	AU	8718298	A	08 March 1999
				EP	0897090	A1	17 February 1999
				JP	2001515198	A	18 September 2001
				WO	9909356	A1	25 February 1999
US	2009214195	A1	27 August 2009	NONE			
WO	2011014120	A2	03 February 2011	SG	168438	A1	28 February 2011
				WO	2011014120	A2	03 February 2011
ES	2365281	A1	28 September 2011	NONE			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/MA2019/000012

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F24S10/70 F24D11/00 F24D17/00 F24S10/90 F24S23/77 F24S60/30 F28D20/00 ADD. Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F24S F24H F28F F24D F28D Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	FR 2 313 644 A1 (EXENERSOL EXPL EN SOLAIRE [FR]) 31 décembre 1976 (1976-12-31) figures -----	1-10
Y	US 4 062 352 A (LESK ISRAEL ARNOLD) 13 décembre 1977 (1977-12-13) figures 2, 3 -----	1-10
A	US 4 527 618 A (FYFE DONALD W [US] ET AL) 9 juillet 1985 (1985-07-09) abrégé; figures -----	1-10
A	WO 99/09356 A1 (MAYRHOFER JOSEF [AT]) 25 février 1999 (1999-02-25) abrégé; figures -----	1-10
----- -/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "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 "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
14 février 2020		26/02/2020
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale		Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fernandez Ambres, A

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2009/214195 A1 (THOMASSON SAMUEL L [US]) 27 août 2009 (2009-08-27) abrégé; figures -----	1-10
A	WO 2011/014120 A2 (GRENZONE PTE LTD [SG]) 3 février 2011 (2011-02-03) abrégé; figures -----	1-10
A	ES 2 365 281 A1 (UNIV MADRID POLITECNICA [ES]) 28 septembre 2011 (2011-09-28) abrégé; figures -----	1-10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/MA2019/000012

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2313644	A1	31-12-1976	AUCUN	
US 4062352	A	13-12-1977	AUCUN	
US 4527618	A	09-07-1985	AUCUN	
WO 9909356	A1	25-02-1999	AU 8718298 A EP 0897090 A1 JP 2001515198 A WO 9909356 A1	08-03-1999 17-02-1999 18-09-2001 25-02-1999
US 2009214195	A1	27-08-2009	AUCUN	
WO 2011014120	A2	03-02-2011	SG 168438 A1 WO 2011014120 A2	28-02-2011 03-02-2011
ES 2365281	A1	28-09-2011	AUCUN	