



## (12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 33337 B1** (51) Cl. internationale : **F24J 2/14**  
(43) Date de publication : **01.06.2012**

- 
- (21) N° Dépôt : **34417**  
(22) Date de Dépôt : **05.12.2011**  
(30) Données de Priorité : **08.06.2009 US 61/185,084**  
(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/EP2010/057980 08.06.2010**  
(71) Demandeur(s) : **SIEMENS CONCENTRATED SOLAR POWER LTD, 3 Ha -Hac'shara 99107 Beit Shemesh (Industrial Area West) (IL)**  
(72) Inventeur(s) : **GIL, Ori ; KLAPWALD, Shmulik ; LEVI, Naim ; SHARON, Yigal**  
(74) Mandataire : **SABA & CO**

---

(54) Titre : **CHAMP SOLAIRE ET PROCÉDÉ D'ASSEMBLAGE DU CHAMP SOLAIRE**

- (57) Abrégé : L'invention concerne un procédé permettant d'assembler automatiquement un champ solaire, le procédé comprenant les étapes consistant : a) à pourvoir au moins une unité capteur solaire (100) d'un capteur de concentrateur de rayonnement comprenant un absorbeur de rayonnement doté d'un tube absorbeur (106) permettant l'écoulement d'un milieu caloporteur, et un miroir parabolique (102) pour focaliser le rayonnement solaire sur le tube absorbeur de l'absorbeur de rayonnement afin de chauffer le milieu caloporteur s'écoulant à travers le tube absorbeur; b) à transporter l'unité solaire jusqu'à un emplacement cible du champ solaire; et c) à assembler l'unité solaire sur l'emplacement cible du champ solaire. L'invention concerne également un champ solaire pourvu d'une pluralité d'unités capteurs solaires préfabriquées.

**ABREGE**

L'invention concerne un procédé permettant d'assembler automatiquement un champ solaire, le procédé comprenant les étapes consistant : a) à pourvoir au moins une unité capteur solaire (100) d'un capteur de concentrateur de rayonnement comprenant un absorbeur de rayonnement doté d'un tube absorbeur (106) permettant l'écoulement d'un milieu caloporteur, et un miroir parabolique (102) pour focaliser le rayonnement solaire sur le tube absorbeur de l'absorbeur de rayonnement afin de chauffer le milieu caloporteur s'écoulant à travers le tube absorbeur; b) à transporter l'unité solaire jusqu'à un emplacement cible du champ solaire; et c) à assembler l'unité solaire sur l'emplacement cible du champ solaire. L'invention concerne également un champ solaire pourvu d'une pluralité d'unités capteurs solaires préfabriquées.

(HUIT PAGES)

**SIEMENS CONCENTRATED SOLAR POWER LTD.  
P. P. SABA & CO., Casablanca**

01 JUIN 2012

Description

## CHAMP SOLAIRE ET PROCEDE D'ASSEMBLAGE DU CHAMP SOLAIRE

## DOMAINE DE L'INVENTION

Cette invention concerne un champ solaire et un procédé d'assemblage du champ  
5 solaire.

## CONTEXTE DE L'INVENTION

En raison d'inquiétudes touchant au réchauffement planétaire et de prévisions  
d'épuisement des sources d'énergie non renouvelables et de demandes énergétiques  
croissantes, les fournisseurs d'énergie redoublent d'efforts pour la recherche de  
10 sources d'énergie primaires alternatives. Une telle source d'énergie est l'énergie  
solaire et les centrales thermiques solaires constituent un moyen d'exploiter cette  
énergie.

Un type de centrale thermique solaire comprend un champ solaire employant un  
"capteur de concentrateur du rayonnement" qui concentre le rayonnement solaire en  
15 le dirigeant sur une petite zone, par exemple moyennant des surfaces miroirs ou des  
lentilles. Dans ce système, un réflecteur qui est habituellement parabolique, reçoit et  
réfléchit (concentre) le rayonnement solaire arrivant sur un absorbeur de  
rayonnement qui a la forme d'un tube. L'absorbeur du rayonnement tubulaire est  
concentriquement entouré d'une enceinte en verre traité pour limiter la perte de  
20 chaleur. Le système collecteur comprend aussi un dispositif de poursuite du soleil.

L'absorbeur tubulaire du rayonnement est fait en métal et est recouvert d'un  
revêtement ayant un coefficient d'absorption du rayonnement solaire élevé afin de  
maximiser le transfert d'énergie en provenance du rayonnement solaire réfléchi par  
le réflecteur. Un milieu caloporteur (par exemple, un fluide de transfert thermique  
25 (HTF)), qui est habituellement un liquide comme une huile, s'écoule à l'intérieur de  
l'absorbeur tubulaire du rayonnement.

L'énergie thermique est transportée par le HTF pour fournir de l'énergie à une  
centrale thermoélectrique par exemple, actionnant un ou plusieurs systèmes de  
production de l'énergie de la centrale et produisant de ce fait de l'électricité d'une  
30 façon conventionnelle, par exemple en couplant l'axe de chacune des turbines à un  
générateur électrique. Un exemple d'une telle centrale thermoélectrique est une  
centrale thermique à vapeur, qui emploie l'énergie thermique reçue pour produire  
de la vapeur qui est nécessaire pour actionner les turbines qui, à leur tour,  
actionnent un générateur, produisant ainsi de l'électricité.

35 Tout au long du champ solaire, le HTF s'écoule à l'intérieur d'un tube, qui est  
partiellement constitué de l'absorbeur tubulaire du rayonnement. La longueur  
entière du tube doit être conçue de façon à limiter ses pertes thermiques. Sur une  
grande partie de sa longueur, le tube est entouré d'un tube ou d'un tuyau de

diamètre supérieur, l'espace entre les deux étant évacué afin de limiter la perte de chaleur par convection.

#### RESUME DE L'INVENTION

5 Un objectif de l'invention concerne un procédé facile et peu coûteux de construction d'un champ solaire. Un autre objectif de l'invention concerne un champ solaire dont la construction serait moins coûteuse par comparaison aux champs solaires de l'état de l'art.

Ces objectifs sont atteints par les revendications.

10 L'invention concerne un procédé permettant d'assembler automatiquement un champ solaire, le procédé comprenant les étapes suivantes consistant à :

a) pourvoir au moins une unité de capteur solaire d'un capteur de concentrateur du rayonnement comprenant un absorbeur du rayonnement doté d'un tube absorbeur permettant l'écoulement d'un milieu caloporteur, et un miroir parabolique  
15 permettant de focaliser le rayonnement solaire sur le tube absorbeur de l'absorbeur de rayonnement afin de chauffer le milieu caloporteur s'écoulant à travers le tube absorbeur ; b) transporter l'unité solaire jusqu'à un emplacement cible du champ solaire ; et c) assembler l'unité solaire sur l'emplacement cible du champ solaire.

La provision de l'unité solaire consiste à fabriquer l'unité solaire. L'emplacement  
20 de fabrication diffère de l'emplacement d'utilisation de l'unité solaire.

Dans un mode de réalisation préféré, l'unité de capteur solaire utilisée est munie d'un support de tube qui sert à soutenir le tube absorbeur et/ou d'un support de réflecteur qui sert à soutenir le miroir parabolique et/ou d'un dispositif de poursuite du miroir qui sert à suivre le miroir parabolique en fonction de la direction du  
25 rayonnement de la lumière solaire.

Dans un autre mode de réalisation préféré, une vérification de l'unité de capteur solaire est entreprise avant de transporter l'unité solaire vers l'emplacement cible. La vérification de l'unité de capteur solaire consiste préférentiellement à mesurer au moins une caractéristique du tube absorbeur et/ou à mesurer au moins une  
30 caractéristique du miroir parabolique. De telles caractéristiques sont le pouvoir d'absorption, c'est-à-dire la capacité du tube absorbeur à absorber la lumière solaire, ou le pouvoir de réflexion, c'est-à-dire la capacité du miroir parabolique à réfléchir la lumière solaire. Les unités solaires sont testées avant leur installation. De ce fait, les dépenses sont réduites du fait que seules les unités solaires testées  
35 sont utilisées dans le champ solaire.

Dans un autre mode de réalisation préféré, plusieurs unités de capteurs solaires sont pourvues et assemblées à l'emplacement cible du champ solaire, notamment toutes les unités solaires sont fabriquées et testées avant la construction du champ solaire en concomitance.

Pour le transport des unités solaires, on a en principe recours à différents véhicules de transport. Mais on préfère les véhicules de transport spécialement conçus pour le transport des unités de capteur solaire. Les véhicules sont conçus de façon à soutenir les unités solaires d'une façon sûre.

- 5 Un autre aspect de l'invention concerne un champ solaire pourvu d'une pluralité d'unités préfabriquées de capteurs solaires. Les unités de capteurs solaires sont montées ensemble, chacune des unités solaires étant dotée d'un capteur de concentrateur du rayonnement comprenant un absorbeur du rayonnement doté d'un tube absorbeur permettant l'écoulement d'un milieu caloporteur, et un miroir
- 10 parabolique permettant de focaliser le rayonnement solaire sur le tube absorbeur de l'absorbeur de rayonnement afin de chauffer le milieu caloporteur s'écoulant à travers le tube absorbeur.

#### BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

- D'autres caractéristiques et avantages de l'invention sont révélés par la description de modes de réalisation exemplaires et en référence aux dessins schématiques.
- 15

La figure 1 est une vue en perspective d'un concentrateur solaire typique faisant partie d'une centrale thermique solaire ;

La figure 2 est une vue en coupe de l'élément de collecte de chaleur (HCE) prise le long de la ligne II-II de la figure 1.

#### 20 DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

- Comme illustré dans la figure 1, l'invention concerne un concentrateur solaire **100** constitué de plusieurs unités de capteurs solaires. Le concentrateur solaire **100** fait partie d'une centrale thermique solaire (non illustrée) et comprend une surface réfléchissante d'un miroir **102**, qui comprend plusieurs dispositifs de concentration de la lumière (LCD) **104**. La surface réfléchissante **102** s'étend linéairement et/ou le
- 25 long d'une trajectoire incurvée de quelques douzaines de mètres et a une section parabolique. Le miroir est un miroir parabolique. En tant que tel, un mécanisme de poursuite (non illustré) pourvu assure que la surface réfléchissante **102** est tournée vers le soleil, concentrant ainsi le rayonnement solaire tombant dessus sur le foyer géométrique. Un élément de collecte de chaleur (HCE, tube absorbeur de
- 30 l'absorbeur du rayonnement) **106** est pourvu le long du foyer de la parabole de la surface réfléchissante **102**, recevant ainsi le rayonnement solaire concentré.

- Comme observé dans la figure 2, le HCE **106** comprend un absorbeur tubulaire du rayonnement (TRA) **110** à travers lequel s'écoule un fluide thermique et qui est entouré sur sa longueur d'un tube en verre **112**. Ce tube est dénommé UVAC
- 35 (Universal Vacuum Air Collector). Un fluide thermique, utilisé pour chauffer un fluide de travail dans une boucle séparée et actionner ainsi un cycle de production de l'énergie, s'écoule à travers le TRA. Le fluide thermique est chauffé par le rayonnement solaire concentré. L'espace entre le TRA **110** et le tube en verre **112**
- 40 est évacué afin de réduire la perte de chaleur due au refroidissement du fluide

thermique à l'intérieur du TRA par convection. Chaque extrémité du tube en verre **112** peut être enserrée par un élément protecteur externe flexible (non illustré).

Des poteaux de support de HCE (supports d'absorbeurs) **108** sont agencés, par exemple à des intervalles réguliers sur la longueur du HCE, pour maintenir la position du HCE **106** sur ou près du foyer de la parabole de la surface réfléchissante **102**. Ceux-ci sont conçus pour pivoter autour de son extrémité inférieure, dans la direction le long de laquelle se prolonge le HCE.

L'unité de capteur solaire (composant de base du champ solaire) a une longueur approximative de 12 mètres et une largeur de 5.7 mètres et est constituée d'un tube de couple principal, d'un support de réflecteur et de réflecteurs. Par exemple, huit unités de capteurs solaires sont assemblées pour former un ensemble de capteurs solaires (SCA). Des colonnes de base métalliques s'appuient sur un fondement en béton et retiennent les miroirs paraboliques. Un pylône d'entraînement est situé à l'emplacement du système hydraulique afin de faire tourner l'ensemble de capteurs solaires entier en fonction du mouvement du soleil. Tous les panneaux de communications et électriques sont montés sur ces pylônes.

D'après l'invention, le champ solaire faisant partie d'une centrale thermique entière peut être assemblé automatiquement.

Les miroirs paraboliques (paraboles) et les triples UVAC seront assemblés en chantier, c'est-à-dire à l'endroit du Portable Assembly Building (PAB), et seront envoyés au champ solaire, pour leur installation en fonction d'un plan de construction qui définit l'envoi des autres composants du champ solaire aussi (des pylônes, des tuyaux de croisement, des joints à rotule, des colonnes de montée) de façon à coordonner le moment de leur arrivée avec leur emplacement dans le champ solaire et leur installation. Les miroirs paraboliques délivrés à la sortie du PAB seront transportés au champ solaire sur un chariot porteur de paraboles (véhicule de transport) spécialement conçu.

Le SCA comprend des parties métalliques fabriquées selon un procédé standard de fabrication de structures métalliques. Le système d'entraînement est installé dans une chaîne d'assemblage. La station finale comprend un ensemble de tests servant à inspecter et entraîner une unité de capteur solaire, pour assurer la performance requise de l'unité de capteur solaire.

L'exactitude optique est réalisée en pratiquant des trous et en montant les parties perforées dans la chaîne d'assemblage automatique.

La chaîne comprend un équipement spécial qui a été développé pour monter les composants paraboliques. A l'extrémité de la chaîne, une station de mesure inspecte l'exactitude finale des paraboles.

Un dispositif de préhension spécial a été développé pour transférer le miroir parabolique à partir de la chaîne au wagon et le soulever plus tard sur le SCA.

Contrairement aux procédés existants qui sont essentiellement exécutés manuellement, le procédé de l'invention emploie des outils spécialement conçus et des véhicules offrant plusieurs avantages :

- une précision supérieure ;
- 5 une meilleure assurance de la qualité ;
- un temps d'assemblage plus rapide ;
- une main d'œuvre réduite ;
- une réduction des erreurs humaines ;
- une moindre dépréciation ;
- 10 une sensibilité inférieure aux conditions climatiques ;
- une plus grande flexibilité du procédé d'assemblage ;
- un meilleur contrôle du procédé d'assemblage ;
- un meilleur contrôle du procédé entier (calendrier du projet, écoulement des pièces, gestion de l'inventaire, etc.) ;
- 15 une logistique efficace de l'assemblage ;
- une sécurité du procédé entier ;
- une fiabilité du procédé de fabrication et une fiabilité du champ solaire résultant.

20

25

30

35

40

**Revendications du brevet**

1. Un procédé servant à assembler automatiquement un champ solaire, le procédé comprend les étapes suivantes consistant à :
  - a) pourvoir au moins une unité de capteur solaire d'un capteur de concentrateur de rayonnement comprenant un absorbeur du rayonnement doté d'un tube absorbeur permettant un écoulement d'un milieu caloporteur et un miroir parabolique permettant de focaliser le rayonnement solaire sur le tube absorbeur de l'absorbeur de rayonnement afin de chauffer le milieu caloporteur s'écoulant à travers le tube absorbeur ;
  - 5 b) Transporter l'unité solaire vers un emplacement cible du champ solaire ; et
  - 10 c) Assembler l'unité solaire sur l'emplacement cible du champ solaire.
2. Un procédé conformément à la revendication 1, où une unité de capteur solaire utilisée est munie d'un support de tube servant à soutenir le tube absorbeur et/ou d'un support de réflecteur servant à soutenir le miroir parabolique et/ou d'un  
15 dispositif de poursuite du soleil servant à suivre le miroir parabolique en fonction de la direction de rayonnement de la lumière solaire.
3. Un procédé conformément à la revendication 1 ou à la revendication 2, où une vérification de l'unité de capteur solaire est exécutée avant le transport de l'unité solaire vers l'emplacement cible.
- 20 4. Un procédé conformément à la revendication 3, où la vérification de l'unité de capteur solaire consiste à mesurer au moins une caractéristique du tube absorbeur et/ou à mesurer au moins une caractéristique du miroir parabolique.
5. Un procédé conformément à l'une des revendications 1 à 4, où plusieurs unités de capteurs solaires sont pourvues et assemblées à l'emplacement cible du champ  
25 solaire.
6. Un procédé conformément à l'une des revendications précédentes, où un véhicule de transport spécialement conçu est utilisé pour le transport de l'unité de capteur solaire.
7. Un champ solaire muni de plusieurs unités de capteurs solaires préfabriquées qui  
30 sont montées ensemble, chacune des unités solaires étant dotée d'un capteur de concentrateur du rayonnement comprenant un absorbeur du rayonnement doté d'un tube absorbeur permettant l'écoulement d'un milieu caloporteur et un miroir parabolique permettant de focaliser le rayonnement solaire sur le tube absorbeur de l'absorbeur de rayonnement afin de chauffer le milieu caloporteur s'écoulant à  
35 travers le tube absorbeur.



7

1/1

FIG 1

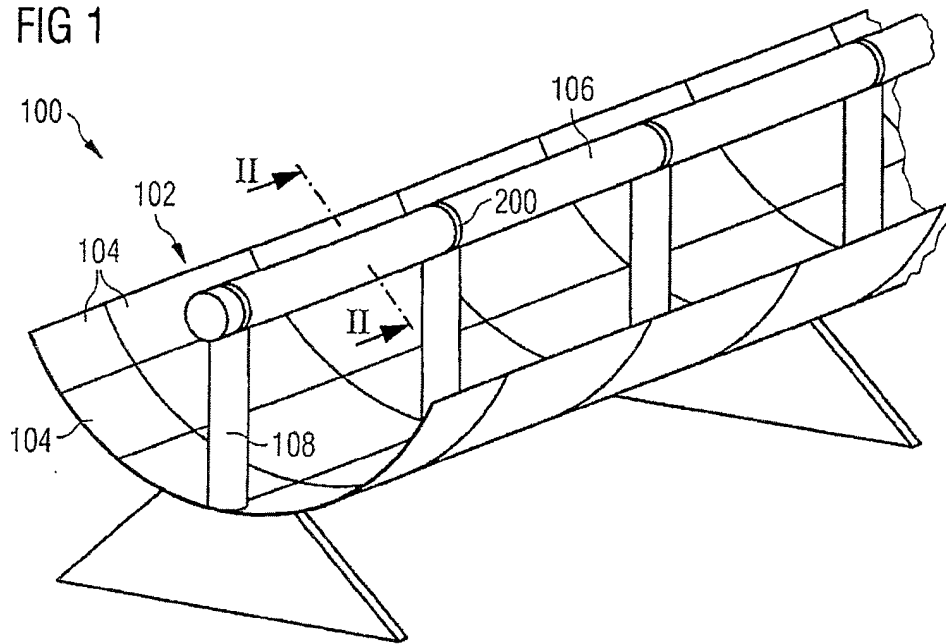
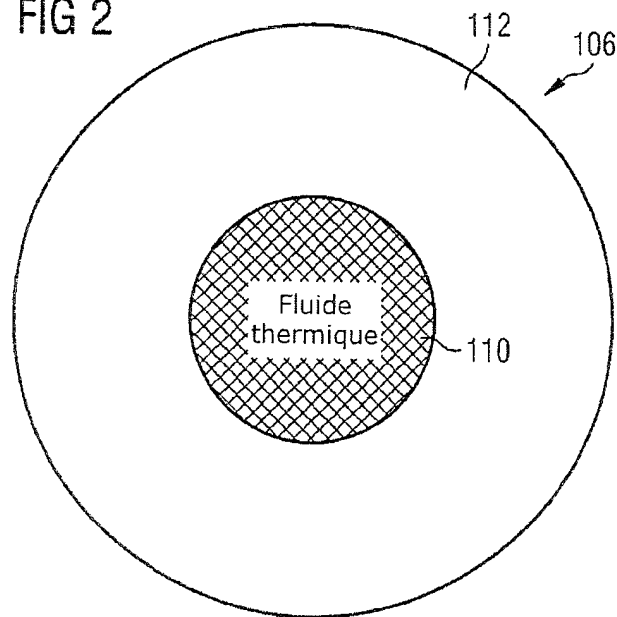


FIG 2



FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLEMENT 26)