



## (12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 32228 B1** (51) Cl. internationale : **F03G 6/00; F22B 1/00; F22B 21/02; F22B 37/10**
- (43) Date de publication : **01.04.2011**

- 
- (21) N° Dépôt : **33248**
- (22) Date de Dépôt : **15.10.2010**
- (30) Données de Priorité : **16.04.2008 US 61/045,361 ; 30.05.2008 US 61/057,460 ; 09.04.2009 US 12/421,129 ; 09.04.2009 US 12/421,047**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/US2009/040334 13.04.2009**
- (71) Demandeur(s) : **ALSTOM TECHNOLOGY LTD, BROWN BOVERI STRASSE 7 CH-5400 BADEN (CH)**
- (72) Inventeur(s) : **TEIGEN, Bard ; PALKES, Mark**
- (74) Mandataire : **SABA & CO**

- 
- (54) Titre : **GÉNÉRATEUR DE VAPEUR SOLAIRE À SYSTEME DE FOURNITURE DE CHALEUR DE SECOURS**
- (57) Abrégé : L'INVENTION CONCERNE UN SYSTÈME DE FOURNITURE DE CHALEUR DE SECOURS DESTINÉ À UN GÉNÉRATEUR DE VAPEUR DE RÉCEPTEUR SOLAIRE AFIN DE MAINTENIR LE SYSTÈME À UNE TEMPÉRATURE RELATIVEMENT CONSTANTE PENDANT LA NUIT LORSQU'IL N'Y A PAS DE RAYONNEMENT SOLAIRE. UN GÉNÉRATEUR DE VAPEUR SOLAIRE PRIS EN EXEMPLE DOTÉ D'UN SYSTÈME DE FOURNITURE DE CHALEUR DE SECOURS COMPREND UNE BOUCLE DE VAPEUR DOTÉE AU MOINS D'UN PANNEAU SOLAIRE, UN TAMBOUR À VAPEUR ET UNE POMPE DE CIRCULATION, L'ÉNERGIE SOLAIRE CHAUFFANT L'EAU POUR GÉNÉRER DE LA VAPEUR QUI ALIMENTE LE TAMBOUR À VAPEUR. LE SYSTÈME DE FOURNITURE DE CHALEUR DE SECOURS COMPREND UN APPAREIL DE CHAUFFAGE EXTERNE DE SECOURS DANS LEQUEL L'EAU PROVENANT DU TAMBOUR À VAPEUR ALIMENTE UN APPAREIL DE CHAUFFAGE EXTERNE DE SECOURS. UNE SOUPAPE THERMO-ISOLANTE EST ACTIONNÉE PENDANT LA NUIT AFIN DE PERMETTRE LA CIRCULATION DE L'EAU À TRAVERS L'APPAREIL DE

CHAUFFAGE DE SECOURS. DANS UN AUTRE MODE DE RÉALISATION PRIS EN EXEMPLE, UN GÉNÉRATEUR DE VAPEUR SOLAIRE COMPREND UN SYSTÈME DE FOURNITURE DE CHALEUR INTERNE DE SECOURS DONT DES ÉLÉMENTS D'APPAREIL DE CHAUFFAGE SONT IMMERGÉS DANS LE TAMBOUR À VAPEUR AFIN D'EFFECTUER LE CHAUFFAGE DE L'EAU PENDANT LA NUIT.

## ABREGE

GÉNÉRATEUR DE VAPEUR SOLAIRE  
À SYSTÈME DE FOURNITURE DE CHALEUR DE SECOURS

5

La présente invention concerne un système de fourniture de chaleur de secours conçu pour un générateur de vapeur de récepteur solaire pour maintenir le système à une température relativement constante pendant la période nocturne en l'absence de rayonnement solaire. Un exemple de générateur de vapeur solaire doté d'un système de fourniture de chaleur de secours comprend une boucle de vapeur ayant au moins un panneau solaire, un tambour à vapeur et une pompe de circulation, l'énergie solaire chauffant l'eau pour produire de la vapeur amenée au tambour à vapeur. Le système de fourniture de chaleur de secours comprend un chauffage de secours externe dans lequel l'eau provenant du tambour à vapeur est conduite au chauffage de secours externe. Une soupape d'isolation de chaleur est actionnée pendant la période nocturne pour permettre à l'eau de circuler à travers le chauffage de secours. Un autre exemple de réalisation de générateur de vapeur solaire comprend un système de fourniture de chaleur de secours interne doté d'éléments chauffants immergés dans le tambour à vapeur pour diriger le chauffage de l'eau pendant les périodes nocturnes.

**(DIX NEUF PAGES)****ALSTOM TECHNOLOGY LTD.  
P. P. SABA & CO., Casablanca**

WO 2009/129169

PCT/US2009/040334

- 1 -

GENERATEUR DE VAPEUR SOLAIRE A SYSTEME DE FOURNITURE DE  
CHALEUR DE SECOURS

5 RÉFÉRENCE CROISÉE AVEC DES APPLICATIONS CONNEXES

La présente demande revendique le bénéfice de la  
demande de brevet provisoire américain n° 61/045 361  
déposée le 16 avril 2008 et de la demande de brevet  
10 provisoire américain n° 61/057 460 déposée le 30 mai  
2008 et intégrées ici dans leur intégralité.

DOMAINE TECHNIQUE

15 La présente description concerne de façon générale un  
générateur de vapeur solaire et plus particulièrement  
un générateur de vapeur solaire à système de fourniture  
de chaleur de secours.

20 CONTEXTE

On sait utiliser l'énergie solaire pour chauffer des  
liquides de travail qui fonctionnent pour fournir de  
l'énergie thermique à des processus industriels ou pour  
25 produire du courant électrique. Dans les applications  
de production de courant, l'énergie radiante provenant  
du soleil est focalisée sur un récepteur solaire pour  
chauffer un liquide de travail et la chaleur est  
utilisée pour générer de la vapeur permettant  
30 d'alimenter une turbine qui fait tourner un générateur  
pour produire de l'électricité. Pendant la période  
diurne, l'énergie radiante est disponible pour chauffer  
le liquide de travail. Toutefois, pendant la période  
nocturne, le liquide thermoconducteur se refroidit,  
35 entraînant une perte d'énergie et un temps de reprise  
accru pour réchauffer le liquide thermoconducteur au  
début de la période diurne. Au lever du jour, l'énergie  
solaire réchauffe le liquide de travail qui peut

prendre un temps significatif avant que la génération de puissance ne fonctionne à des niveaux optimaux. De plus, le cyclage thermique répétitif des composants du récepteur solaire accroît les contraintes s'appliquant sur ces composants, pouvant entraîner des craquelures, réduire la durée de vie des composants ou entraîner des pannes de ceux-ci.

Un besoin existe donc de réduire l'effet du cyclage thermique des composants du récepteur solaire provoqué par le refroidissement et le chauffage répétitifs. De plus, un besoin existe de réduire le temps de démarrage du générateur solaire à l'arrivée du jour.

La présente invention concerne un système de fourniture de chaleur de secours permettant de résoudre les problèmes associés au refroidissement du liquide thermoconducteur pendant la période nocturne.

RÉSUMÉ

Selon les aspects illustrés ici, il est prévu un générateur de vapeur solaire qui comprend un panneau solaire qui chauffe le liquide le traversant. Un tambour à vapeur sépare la vapeur et le liquide provenant du panneau solaire ; et conduit ensuite le liquide au panneau solaire. Un système de fourniture de chaleur de secours chauffe le liquide dans le tambour à vapeur pendant les périodes où peu d'énergie solaire est amenée au panneau solaire.

Selon les autres aspects illustrés ici, il existe un procédé de maintien d'un liquide à l'intérieur d'un générateur de vapeur solaire à une température souhaitée pendant une période nocturne. Le procédé comprend le chauffage d'un liquide s'écoulant à travers un panneau solaire avec la chaleur de secours, la circulation du liquide chauffé jusqu'à un tambour à



vapeur qui sépare la vapeur et le liquide reçu du panneau solaire ; et la circulation par voie retour du liquide du tambour à vapeur au panneau solaire. Le procédé comprend en outre la circulation du flux de

5 liquide jusqu'à un chauffage de secours lorsque la température du liquide chute en dessous d'une température souhaitée ; et la circulation par voie retour du liquide chauffé du chauffage de secours au tambour à vapeur.

10

Les caractéristiques décrites ci-dessus ainsi que d'autres sont représentées à titre d'exemple sur les figures suivantes ainsi que dans la description détaillée à suivre.

15

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

En référence maintenant aux figures qui illustrent des exemples de réalisation et dans lesquelles des éléments

20 similaires comportent le même numéro :

la figure 1 est un schéma d'un système de génération de puissance par vapeur solaire selon la présente invention ;

25

la figure 2 est une vue schématique d'un générateur de vapeur solaire doté d'un système de fourniture de chaleur de secours placé à l'extérieur d'un tambour à vapeur selon la présente invention ; et

30


la figure 3 est une vue schématique d'un autre mode de réalisation d'un générateur de vapeur solaire doté d'un système de fourniture de chaleur de secours placé à l'intérieur d'un tambour à vapeur selon la présente

35 invention.

## DESCRIPTION DÉTAILLÉE

En référence aux figures 1 et 2, la présente invention concerne un générateur de vapeur solaire ou un récepteur solaire 100 qui comprend un système de  
5 fourniture de chaleur de secours 109 pour maintenir l'eau 132 contenue à l'intérieur du récepteur solaire à une température relativement constante pendant la période nocturne (ou les périodes de basse énergie  
10 solaire), en l'absence de rayonnement solaire 101. Le fait de maintenir le récepteur solaire 100 à une température constante réduit le temps de reprise lorsque le rayonnement solaire redevient disponible pour générer de la vapeur. La température constante  
15 permet également de réduire la contrainte de cyclage thermique s'exerçant sur les composants de générateur de vapeur à paroi épaisse, augmentant ainsi la durée de vie des composants. Le récepteur solaire 100 est illustré comme faisant partie d'un système de  
20 génération d'énergie solaire 10 mais l'invention envisage que le récepteur solaire 100 et le système de fourniture de chaleur de secours 109 puissent également s'appliquer aux applications industrielles et à  
25 d'autres systèmes nécessitant le chauffage d'un liquide par l'énergie solaire.

En référence à la figure 1, le récepteur solaire 100, selon un mode de réalisation de la présente invention, est illustré sur une tour 102 parmi un champ de  
30 capteurs solaires 104, tel que des miroirs ou des héliostats. Les capteurs solaires 104 sont agencés à proximité de la tour pour diriger l'énergie solaire ou le rayonnement solaire 101 provenant du soleil 106 vers le récepteur solaire 100. Les héliostats 104 peuvent  
35 avoir une configuration incurvée ou plate. Chaque héliostat peut être réglable de façon indépendante en réponse à la position relative du soleil. Par exemple, les héliostats peuvent être agencés en lignes, les



héliostats de chaque ligne étant commandés séparément ou de façon combinée avec les autres héliostats de la ligne par un ou plusieurs dispositifs de commande (non illustrés) configurés pour détecter et suivre la position relative du soleil. Les héliostats 104 peuvent donc s'ajuster à la position du soleil 106 pour réfléchir la lumière solaire sur le récepteur 100, faisant ainsi chauffer le liquide (par exemple l'eau, le liquide thermoconducteur) dans le récepteur 100.

10

Dans un mode de réalisation de l'invention, un récepteur solaire 100 est illustré sur la figure 1, l'eau étant chauffée pour produire la vapeur servant à faire tourner un générateur de turbine à vapeur 113. Le récepteur solaire 100 comprend au moins un panneau 122 de tubes (ou tuyauterie) 124 (voir figure 2) qui reçoit l'eau (ou un autre liquide) provenant d'un tuyau ou d'un conduit d'entrée 112. Tel que décrit plus en détail ci-après, le récepteur solaire 100 peut comprendre une pluralité de panneaux réalisant différentes fonctions pour transférer la chaleur radiante du soleil au flux d'eau et/ou de vapeur traversant les tubes.

Tel qu'illustré sur les figures 1 et 2, les héliostats 104 dirigent le rayonnement solaire du soleil sur le récepteur solaire 100, et de façon plus spécifique sur le panneau 122 des tubes 124 traversés par les flux d'eau et/ou de vapeur. La chaleur radiante 101 accroît la température du flux d'eau pour générer de la vapeur à haute température. La vapeur 127 est ensuite amenée à un système de génération de puissance, par exemple un générateur à turbine 112, via le tuyau ou le conduit de sortie 114. De façon spécifique, comme le montre la figure 1, la vapeur est conduite à une turbine à vapeur 126 qui alimente un générateur 128 pour produire de l'électricité 146.



La figure 2 illustre de façon schématique un mode de réalisation du générateur de vapeur solaire 100 de la présente invention. Tel qu'illustré, le récepteur solaire comprend un panneau solaire 118 (ou évaporateur), un tambour à vapeur 119 et un système de fourniture de chauffage de secours 109. Tel que décrit précédemment, l'évaporateur 118 comprend au moins un panneau 122 de tubes 124 qui reçoit de l'eau et/ou un mélange d'eau et de vapeur et fonctionne pour accroître la température de l'eau traversant les tubes respectifs. Typiquement, l'évaporateur 118 comprend une pluralité de panneaux.

Tel qu'illustré, le tambour à vapeur 119 reçoit de l'eau recyclée et/ou un mélange d'eau et de vapeur 125 provenant de la turbine à vapeur 126 via le conduit d'entrée 112. Dans le tambour à vapeur 119, l'eau 125 entrante est répartie le long de l'ensemble de la longueur du tambour par le collecteur de répartition d'eau (non illustré). Des buses (non illustrées) disposées dans les collecteurs de répartition dirigent l'eau entrante dans la direction descendante afin de minimiser la turbulence et d'améliorer la circulation. L'eau 125 se mélange avec l'eau 132 contenue dans le tambour 119 et est dirigée vers les goulottes de descente 134. Les goulottes de descente 134 commencent au tambour à vapeur et finissent à l'orifice d'admission 136 de l'évaporateur, dirigeant ainsi l'eau vers l'évaporateur 118.

Une pompe de circulation 138 pompe l'eau 132 remise en circulation à partir du tambour à vapeur 119 disposé au niveau du dessus du ou des panneau(x) d'évaporateur 118 (c'est-à-dire de la paroi d'eau) jusqu'à l'orifice d'admission du fond 136 du ou des panneau(x) d'évaporateur. Cette pompe de circulation 138 permet un écoulement constant d'eau de refroidissement en direction du ou des panneau(x) d'évaporateur pour

toutes les conditions de charge. Ceci permet d'apporter une réponse rapide aux changements de charge.

Le mélange de vapeur et d'eau 139 saturé provenant de l'évaporateur 118 pénètre le tambour à vapeur 119 en 137 et est dirigé vers les séparateurs (non illustrés). La vapeur 127 sort du dessus du tambour à vapeur 119 à travers le conduit de sortie 114 pour atteindre le générateur à turbine 112. Le tambour 119 est équipé de soupapes de sécurité, de soupapes d'aération, d'un émetteur de pression, d'une jauge de pression, de jauges de niveau et d'indicateurs de niveau (non illustrés).


Une soupape d'écoulement 160 est disposée dans le conduit d'entrée 112 pour commander le flux d'eau en circulation (ou l'eau d'alimentation) 132 amenée au tambour à vapeur 119 pour maintenir un niveau souhaité d'eau dans le tambour à vapeur. La soupape d'écoulement s'ouvre et se ferme en réponse à un ou plusieurs signaux de commande indiquant le niveau de l'eau dans le tambour à vapeur, le débit de la vapeur 127 et le débit de l'eau d'alimentation 125. Tel qu'illustré sur la figure 2, les signaux de commande peuvent être fournis par un capteur de niveau 162, un débitmètre 164 mesurant le débit de vapeur et un débitmètre 166 mesurant le débit de l'eau d'alimentation. La commande du niveau d'eau dans le tambour à vapeur 119 garantit qu'il y a suffisamment d'eau 132 pour la boucle de vapeur et empêche un surremplissage pouvant provoquer une sortie d'eau 132 sortant du tambour à vapeur à travers le conduit de sortie 114.

La vapeur 114 amenée par le conduit de sortie 114 jusqu'à la turbine à vapeur 126 s'étend et fait tourner la turbine et le générateur 128, produisant ainsi de l'électricité en 146. La vapeur sortant de la turbine est ramenée par voie retour au conduit d'entrée 112

pour être recyclée à travers le récepteur solaire 100. Le système de génération d'énergie solaire peut comprendre un condensateur 140 disposé entre la turbine 126 et le tuyau d'entrée 112 du récepteur solaire 100  
5 pour refroidir la vapeur sortant de la turbine afin de condenser la vapeur en eau 125.

Tel que décrit précédemment, le récepteur solaire 100 de la figure 2 comprend en outre un système de  
10 fourniture de chaleur de secours 109 doté d'un chauffage de secours 110 externe dans lequel l'eau 132 provenant du tambour à vapeur 119 peut être pompée ou mise en circulation à travers le chauffage de secours puis par voie retour vers le tambour à vapeur, formant  
15 ainsi une boucle secondaire 148. Le chauffage de secours maintient la température de l'eau 132 à approximativement 500 °F. Le chauffage de secours 110 peut être n'importe quel chauffage ou échangeur thermique traditionnel connu. Par exemple, le chauffage  
20 de secours peut être une cuve dotée d'éléments chauffants électriques ou de tubulures d'échange thermique disposées à l'intérieur. L'actionnement du chauffage de secours 110 peut être commandé par un dispositif de commande électronique 152 qui active le  
25 chauffage de secours en réponse à un signal de commande indiquant la température du liquide 132, 139, la présence de lumière solaire, et/ou une plage horaire souhaitée, ceci étant décrit plus en détail par la suite.

30 Une soupape d'isolation de chauffage 150 est disposée à l'intérieur de la boucle secondaire 148, par exemple au niveau de l'orifice d'admission du chauffage de secours 110, pour commander le flux d'eau 132 traversant le  
35 chauffage de secours. Tout comme la commande du chauffage de secours 110, la soupape 150 peut être commandée électroniquement en réponse à un signal de commande indiquant la température du liquide 132, 139,



la présence de lumière solaire et/ou une plage horaire souhaitée. Tel qu'illustré sur la figure 2, un capteur de température 154 est disposé pour mesurer la température du liquide 139 sortant de l'évaporateur 118. La présente invention envisage en outre que le capteur de température puisse mesurer la température du liquide dans le tambour à vapeur ou le flux traversant la goulotte de descente 134. La température détectée est utilisée pour commander tant la soupape d'isolation 150 que le chauffage de secours 110. Lorsque la température chute en dessous d'une température souhaitée, la soupape d'isolation est ouverte et le chauffage de secours activé pour permettre à l'eau 132 provenant du tambour à vapeur d'être chauffée par le chauffage de secours pendant la période nocturne ou les périodes de faible production d'énergie radiante.

Tel que suggéré, alors que la soupape d'isolation du chauffage 150 et du chauffage de secours 110 sont commandées par le capteur de température 154 indiquant l'eau 132 et/ou le mélange d'eau et de vapeur 139, la soupape d'isolation et le chauffage de secours peuvent être commandés par n'importe quel signal détecté indiquant le manque ou la réduction de chaleur radiante arrivant au récepteur solaire 100, tel qu'un indicateur lumineux ou solaire (non illustré) qui agit sur la soupape d'isolation sur la base de l'intensité lumineuse détectée ou du manque de lumière. De plus, la soupape d'isolation 150 peut être commandée par un minuteur qui actionne la soupape d'isolation 150 à des heures spécifiques.

La présente invention envisage en outre l'utilisation d'une seconde soupape (non illustrée) disposée au niveau de l'orifice d'admission 136 de l'évaporateur 118 et se fermant lorsque la soupape d'isolation de chauffage 150 s'ouvre. La fermeture de la seconde soupape permet de minimiser le refroidissement de

l'écoulement traversant l'évaporateur 118. La présente invention envisage en outre la circulation de l'eau 132 de façon naturelle entre le tambour à vapeur 119 et le chauffage de secours 110 par convection naturelle de l'eau sans l'aide d'une pompe de circulation 138.

Un autre exemple de réalisation d'un récepteur solaire 200 doté d'un système de fourniture de chaleur de secours 202 interne selon la présente invention est illustré sur la figure 3. Le récepteur solaire 200 est sensiblement le même que le récepteur solaire 100 illustré sur la figure 2 exception faite que le récepteur solaire comprend un système de fourniture de chaleur de secours 202 interne doté d'éléments chauffants 204 immergés dans le tambour à vapeur 119 pour diriger le chauffage de l'eau 132 mise en circulation du tambour à vapeur à travers les panneaux solaires (ou l'évaporateur) 118. Les composants ayant les mêmes numéros de référence sont identiques et fonctionnent de la même façon. Les éléments chauffants 202 peuvent être chauffés avec de l'électricité ou toute autre source d'énergie. Les éléments chauffants peuvent en outre faire partie d'un échangeur thermique, le liquide chauffé traversant les tubes traversant le tambour à vapeur 119. Comme dans le mode de réalisation de la figure 2, le dispositif de commande électronique 152 est commandé de telle sorte que les éléments chauffants 204 peuvent être activés seulement pendant la période nocturne ou pendant les périodes de faible énergie radiante. Ce mode de réalisation élimine les tuyauteries externes et la cuve de pression associée au système de chauffage de secours externe illustré sur la figure 2.

Même si le récepteur solaire 100 représente un évaporateur 118, la présente invention envisage également qu'un économiseur, qui est formé tout comme l'évaporateur, soit en communication liquide entre le

conduit d'entrée 112 et le tambour à vapeur, l'eau d'alimentation 125 s'écoulant à travers les tubes de l'économiseur jusqu'au tambour à vapeur. La chaleur radiante amenée par les capteurs solaires 104 est dirigée sur le panneau des tubes de l'économiseur qui préchauffe l'eau amenée à travers les tubes de l'économiseur.

De plus, la présente invention envisage d'équiper le récepteur solaire 100 doté d'un surchauffage qui surchauffe la vapeur 127 sortant du tambour à vapeur 119 et conduit la vapeur surchauffée au générateur à turbine 113 via le conduit de sortie 114. Le surchauffage est similaire à l'évaporateur 118 et comprend une pluralité de panneaux de tubes permettant de chauffer la vapeur le traversant à l'aide de la chaleur radiante provenant des capteurs solaires 104.

Même si le générateur de vapeur solaire 100 décrit ici est décrit comme un récepteur solaire pour un générateur d'énergie solaire 10, la présente invention envisage l'utilisation du générateur de vapeur solaire dans d'autres applications telles que des utilisations industrielles nécessitant de convertir de l'énergie solaire en une source de chaleur, telle que de la vapeur. L'eau d'alimentation 125 peut provenir de n'importe quelle source en vue de maintenir le niveau de liquide à l'intérieur du tambour.

Même si l'invention a été décrite en référence à divers exemples de réalisation, l'homme du métier comprendra que diverses modifications peuvent y être apportées et que des équivalents peuvent se substituer à certains éléments sans sortir de la portée de l'invention. De plus, de nombreuses modifications peuvent être réalisées pour adapter une situation particulière ou le besoin d'un matériau particulier aux enseignements de l'invention sans sortir de la portée essentielle de

celle-ci. L'invention ne doit donc pas être limitée au mode de réalisation particulier exposé comme le meilleur mode envisagé pour mettre en œuvre la présente invention, mais l'invention comprendra tous les modes  
5 de réalisation faisant partie de la portée des revendications annexées.



Revendications

1. Générateur de vapeur solaire comprenant :  
un panneau solaire qui chauffe le liquide le  
5 traversant ;  
un tambour à vapeur qui sépare la vapeur et le liquide  
provenant du panneau solaire ; le tambour à vapeur  
amenant le liquide au panneau solaire ;  
un système de fourniture de chaleur de secours qui  
10 chauffe le liquide dans le tambour à vapeur pendant les  
périodes de basse énergie solaire auxquelles est exposé  
le panneau solaire.
  
2. Générateur de vapeur solaire selon la  
15 revendication 1, dans lequel le système de fourniture  
de chaleur de secours est placé à l'extérieur du  
tambour à vapeur.
  
3. Générateur de vapeur solaire selon la  
20 revendication 2, dans lequel le système de fourniture  
de chaleur de secours comprend un chauffage de secours  
comprenant une cuve dotée d'éléments chauffants  
disposés à l'intérieur.
  
- 25 4. Générateur de vapeur solaire selon la  
revendication 2, dans lequel le système de fourniture  
de chaleur de secours comprend un chauffage de secours  
comprenant une cuve dotée d'un échangeur thermique  
disposé à l'intérieur.
  
- 30 5. Générateur de vapeur solaire selon la  
revendication 1, dans lequel le système de fourniture  
de chaleur de secours comprend une soupape amenant du  
liquide du tambour à vapeur au système de fourniture de  
35 chaleur de secours pendant les périodes de basse  
énergie solaire.





6. Générateur de vapeur solaire selon la revendication 1, dans lequel le système de fourniture de chaleur de secours comprend une soupape amenant du liquide du tambour à vapeur au système de fourniture de chaleur de secours en réponse à une baisse de température du liquide.
7. Générateur de vapeur solaire selon la revendication 1, dans lequel le système de fourniture de chaleur de secours comprend une soupape amenant du liquide du tambour à vapeur au système de fourniture de chaleur de secours à un certain horaire souhaité de la journée.
8. Générateur de vapeur solaire selon la revendication 1, dans lequel le système de fourniture de chaleur de secours est placé à l'intérieur du tambour à vapeur.
9. Générateur de vapeur solaire selon la revendication 8, dans lequel le système de fourniture de chaleur de secours comprend un chauffage de secours comprenant des éléments chauffants disposés dans le tambour à vapeur.
10. Générateur de vapeur solaire selon la revendication 9, dans lequel les éléments chauffants sont des éléments chauffants électriques et/ou des tubulaires d'échange thermique.
11. Procédé de maintien d'un liquide à l'intérieur d'un générateur de vapeur solaire à une température souhaitée pendant une période nocturne, le procédé comprenant :
- le chauffage d'un liquide s'écoulant à travers un panneau solaire avec de la chaleur radiante ;

la circulation du liquide chauffé jusqu'à un tambour à vapeur qui sépare la vapeur et le liquide provenant du panneau solaire ;  
la circulation par voie retour du liquide du tambour à vapeur jusqu'au panneau solaire ;  
5 la circulation de l'écoulement de liquide jusqu'à un chauffage de secours lorsque la température du liquide chute en dessous d'une température souhaitée ; et  
la circulation par voie retour de l'écoulement de  
10 liquide du chauffage de secours jusqu'au tambour à vapeur.



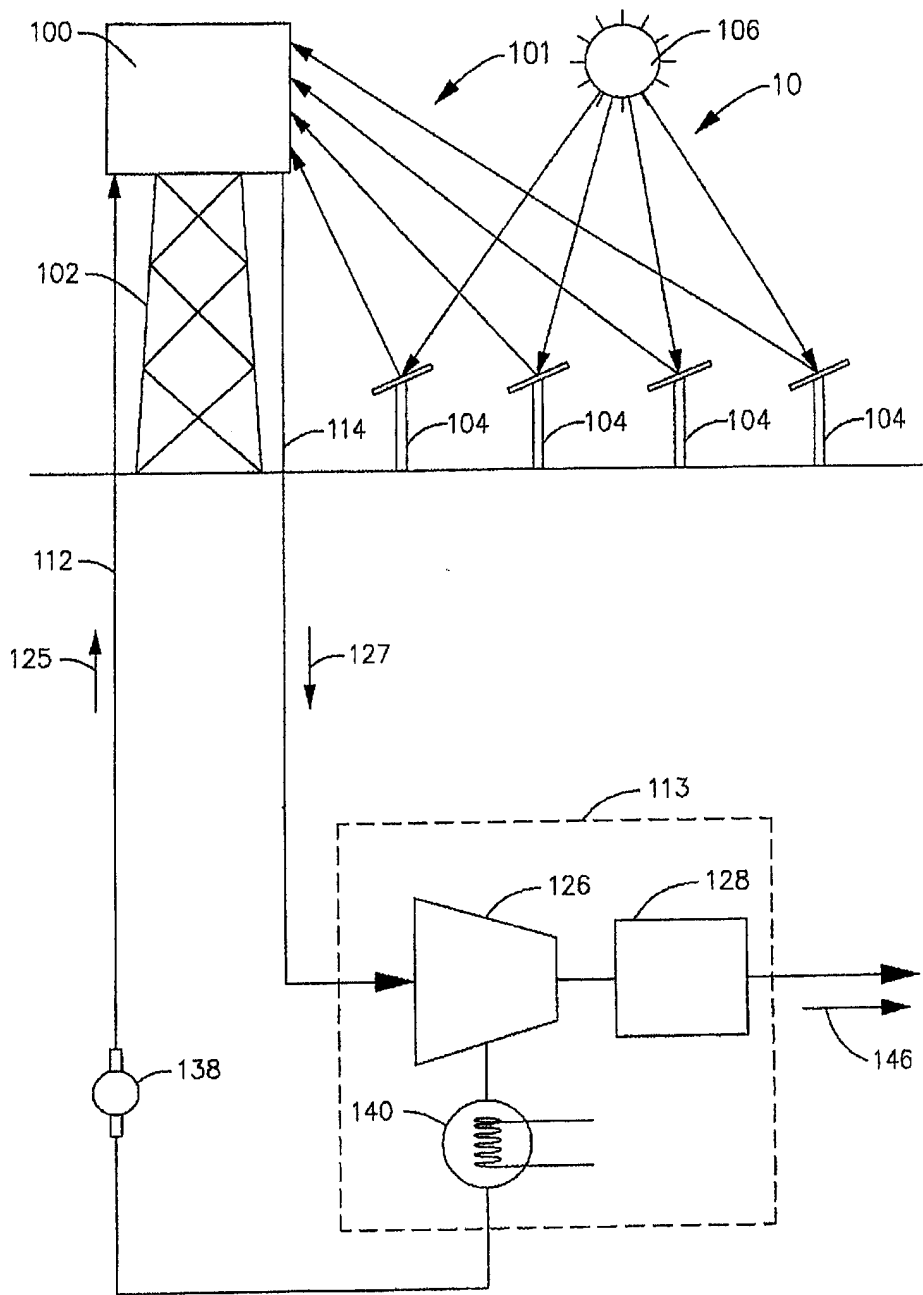


Fig. 1

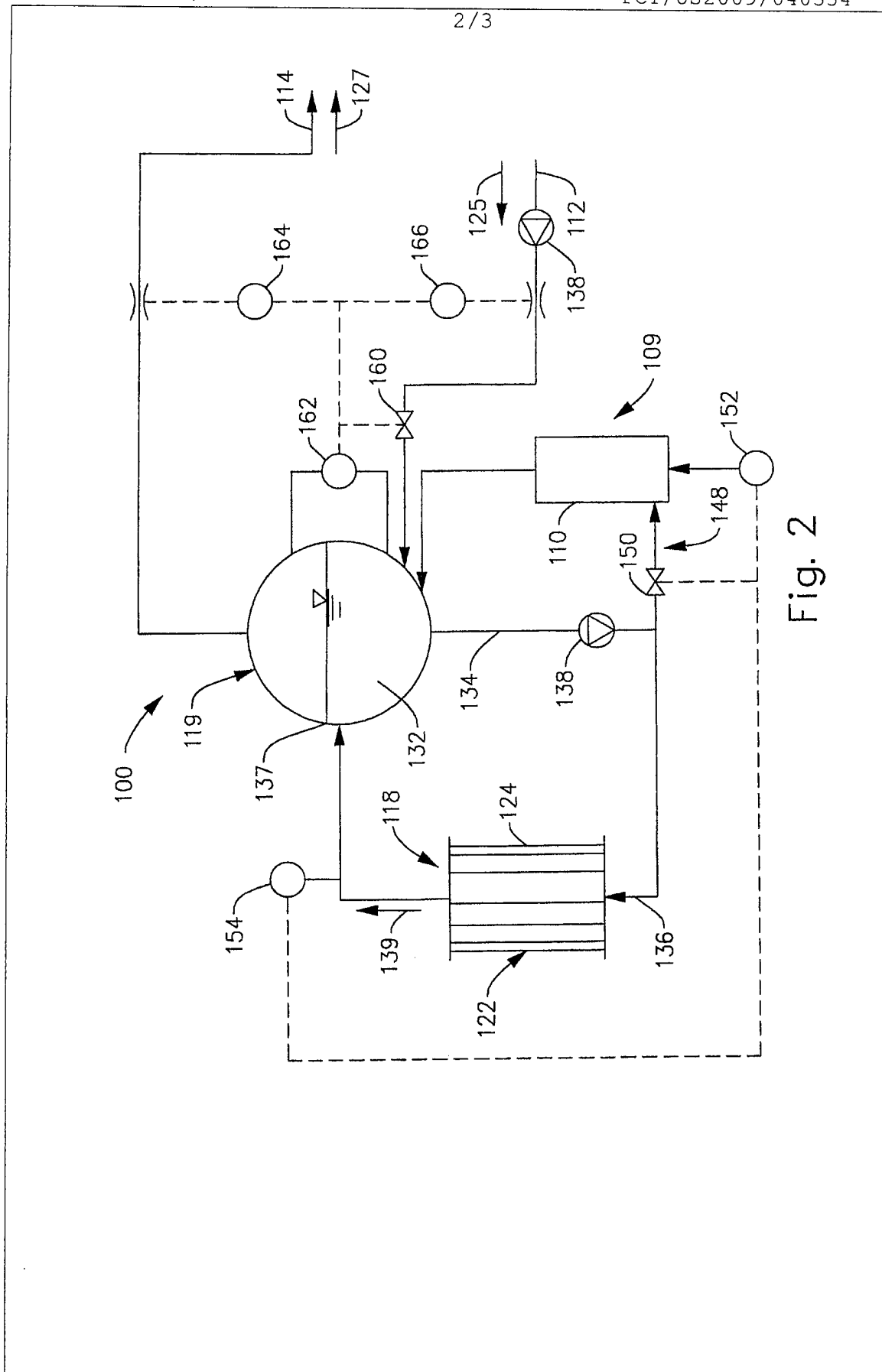


Fig. 2

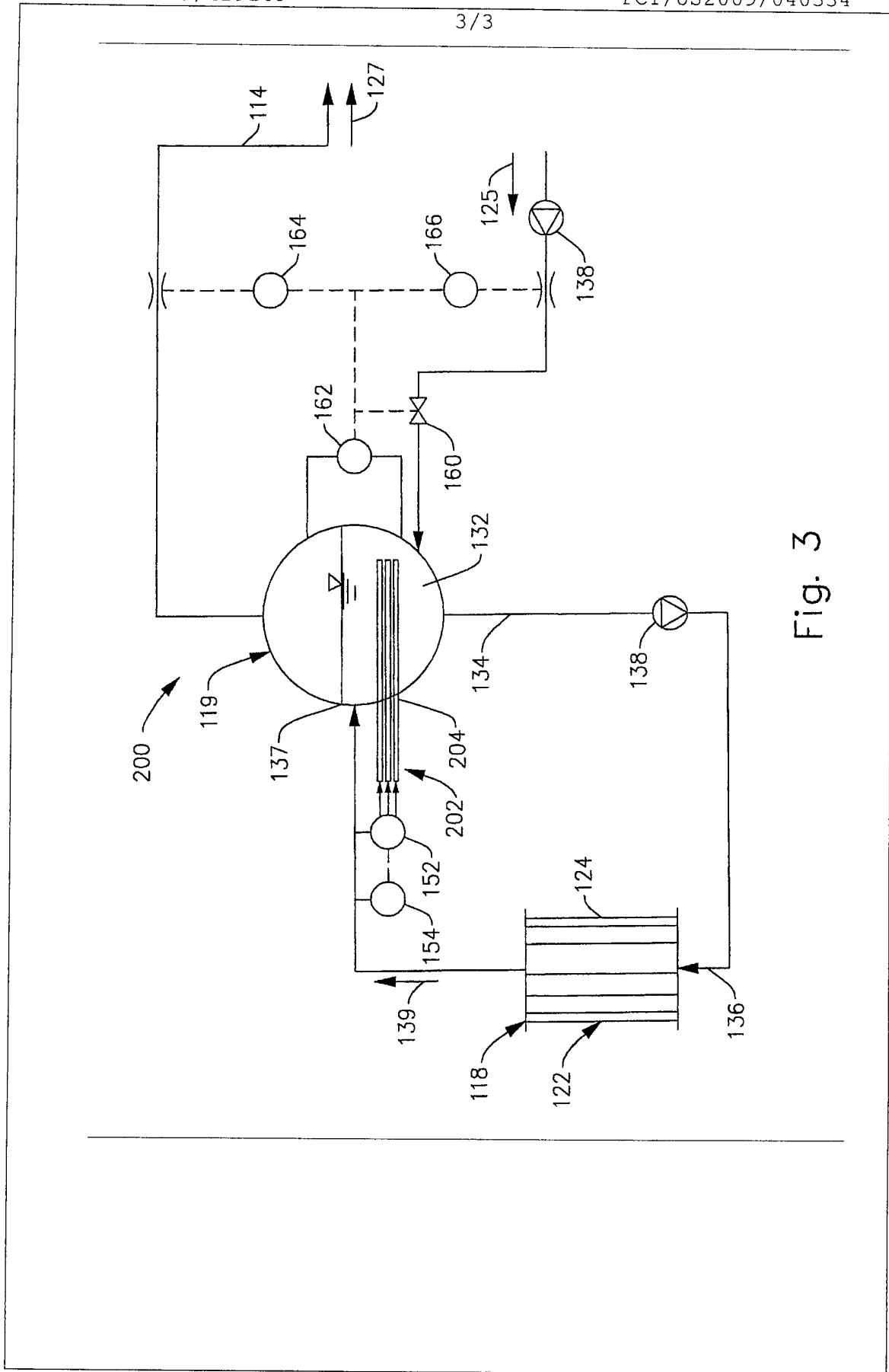


Fig. 3