

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
6 juillet 2006 (06.07.2006)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2006/070096 A2**

(51) Classification internationale des brevets :  
F24F 5/00 (2006.01) F25B 21/04 (2006.01)

VARIABLE [FR/FR]; 14 rue de Marignan, F-75008 Paris (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2005/003185

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **DA ROCHA, Jean-Claude** [FR/FR]; 31 rue des Castors, F-61100 Flers (FR). **AIT-AMEUR, Mehdi** [FR/FR]; La Butte du Clos, F-50850 Ger (FR). **LE NOANE, Georges** [FR/FR]; 17 rue de l'Yvrande, F-50600 Virey (FR).

(22) Date de dépôt international :  
19 décembre 2005 (19.12.2005)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(74) Mandataire : **VOUGNY, Christophe**; Cabinet Plasseraud, 65/67, rue de la Victoire, F-75440 Paris Cedex 9 (FR).

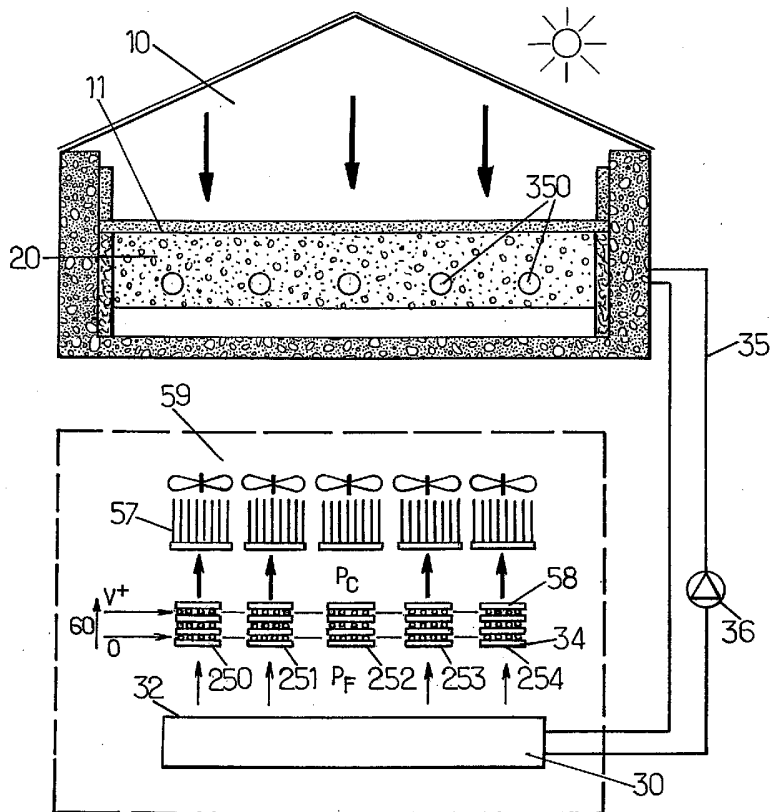
(30) Données relatives à la priorité :  
0413763 22 décembre 2004 (22.12.2004) FR

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: SELF-CONTAINED HEATING AND COOLING MODULE

(54) Titre : MODULE DE CHAUFFAGE ET DE RAFFRAICHISSEMENT AUTONOME



(57) Abstract: The invention concerns a heating and cooling system adapted to exchange thermal energy with a radiant surface (11), and comprising a first heat exchanger (20, 350) adapted to exchange thermal energy with said premises by means of a first coolant, a second heat exchanger (30) having at least one exchanging surface (32), a first circuit (35) circulating said coolant between said first heat exchanger and said second heat exchanger, and further comprising a plurality of Peltier-effect cells (250, 251, 252, 253, 254), each of said cells having a first-type so-called cold surface and a second-type so-called hot surface, the plurality of cold surfaces being in direct thermal contact with said exchanging surface, and the plurality of said hot surfaces being in direct thermal contact with first thermal energy dissipating means; and an electric supply (60) of said plurality of Peltier-effect cells.

[Suite sur la page suivante]

WO 2006/070096 A2



KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT,

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Déclaration en vertu de la règle 4.17 :**

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

**Publiée :**

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

---

(57) **Abrégé :** L'invention propose un système de chauffage et de rafraîchissement apte à échanger de l'énergie calorifique avec une surface radiante (11), et comprenant un premier échangeur thermique (20, 350) adapté pour échanger de l'énergie calorifique avec ledit local au moyen d'un premier liquide caloporteur, un second échangeur thermique (30) présentant au moins une surface d'échange (32), un premier circuit de circulation (35) dudit fluide caloporteur entre ledit premier échangeur thermique et ledit second échangeur thermique, et comprenant par ailleurs une pluralité de cellules à effet Peltier (250, 251, 252, 253, 254), chacune desdites cellule présentant une face d'un premier type dit « froid » et une face d'un second type dit « chaud », la pluralité desdites faces froides étant en contact thermique direct avec ladite surface d'échange, et la pluralité desdites faces chaudes étant en contact thermique direct avec des premiers moyens de dissipations (70, 57) de l'énergie calorifique ; et, une alimentation électrique (60) de ladite pluralité de cellules à effet Peltier.

## MODULE DE CHAUFFAGE ET DE RAFRAICHISSEMENT AUTONOME

La présente invention se rapporte à un système de chauffage et de rafraîchissement d'une surface radiante, notamment dans un local d'habitation.

Plus particulièrement, l'invention se rapporte à un système de chauffage et de rafraîchissement basé sur un module intégrant des cellules à effet Peltier (CEP).

Aujourd'hui, les pompes à chaleur sont en plein essor en raison de leurs avantages énergétique et environnementaux. Ces systèmes basés sur la récupération de l'énergie de l'air, de l'eau ou du sol, présentent tout de même l'inconvénient d'émettre encore des polluants comme le CO<sub>2</sub>, même si cette émission est moindre que celle occasionnée par une installation chaudière traditionnelle. La solution la plus communément rencontrée aujourd'hui est la géothermie. Cependant, l'installation des capteurs nécessaires à ce type de pompe à chaleur demande un terrassement important qui en fait une installation lourde. De plus, la présence d'un compresseur est une source de bruit non négligeable et qui nécessite un entretien annuel.

Les cellules à effet Peltier sont connues pour être des dispositifs compacts et statiques capables de prendre des calories à une source froide pour les restituer à une source chaude. Aussi se comportent-elles comme des pompes à chaleur. Une des propriétés remarquables des CEP est qu'il suffit d'inverser le sens du courant d'alimentation de ces dernières pour passer du mode refroidissement au mode chauffage, et inversement. Cette propriété permet de réaliser des applications réversibles.

Les dispositifs à effet Peltier, comme représentés à la figure 1, comportent de manière connue un ou plusieurs couples de semi-conducteurs 21 traversés par un courant continu de manière à transférer de la chaleur depuis une jonction froide qui est en contact avec une plaque froide 22, vers une jonction chaude qui est en contact avec une plaque chaude 23, grâce au déplacement des électrons de la jonction froide vers la jonction chaude. Les plaques froides et chaudes sont généralement en céramique et forment respectivement la face froide et la face chaude de la cellule à effet Peltier. L'inversion du sens du courant d'alimentation entraîne une permutation de la face chaude et de la face froide.

La seconde propriété remarquable des CEP est que la différence de température entre les deux faces froide et chaude est strictement proportionnelle au courant continu qui la traverse.

La présente invention a pour but de palier les inconvénients des pompes à chaleur en utilisant avantageusement les propriétés thermiques des CEP.

A cet effet, l'invention a pour objet un système de chauffage et de rafraîchissement apte à échanger de l'énergie calorifique avec une surface radiante, et comprenant :

- un premier échangeur thermique adapté pour échanger de l'énergie calorifique avec ladite surface radiante au moyen d'un premier liquide caloporteur,

- un second échangeur thermique présentant au moins une surface d'échange,

- un premier circuit de circulation dudit fluide caloporteur entre ledit premier échangeur thermique et ledit second échangeur thermique,

ce système comprenant par ailleurs :

- une pluralité de cellules à effet Peltier, chacune desdites cellules présentant une face d'un premier type dit « froid » et une face d'un second type dit « chaud », la pluralité desdites faces froides étant en contact thermique direct avec ladite surface d'échange, et la pluralité desdites faces chaudes étant en contact thermique direct avec des premiers moyens de dissipations de l'énergie calorifique ; et,

- une alimentation électrique de ladite pluralité de cellules à effet Peltier.

Grâce à ces dispositions, on obtient une unité de chauffage et de rafraîchissement autonome, peu encombrante et par ailleurs silencieuse. Pour mettre en service ce système, il suffit par ailleurs de le raccorder à une source de courant électrique.

Dans des formes de réalisations préférées de l'invention, on a recours, en outre, à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- la surface d'échange du second échangeur thermique est sensiblement plane,

- le second échangeur thermique est un échangeur à double flux, à sens de circulation inversé,

- le second échangeur thermique présente en regard de chaque face froide d'une cellule à effet Peltier au moins deux canalisations sensiblement parallèles à ladite surface d'échange du second échangeur thermique, le premier fluide caloporteur circulant dans lesdites canalisations dans des sens opposés,

- les deux canalisations occupent des positions symétriques l'une de l'autre par rapport à un plan de symétrie normal à la portion de surface d'échange du second échangeur thermique en regard de chaque face froide d'une cellule à effet Peltier, moyennant quoi ladite surface d'échange du second échangeur thermique présente une température sensiblement homogène,

- le premier circuit de circulation comprend une première pompe apte à faire circuler le premier fluide caloporteur dans un régime turbulent à l'intérieur des canalisations,

- l'alimentation électrique comprend une alimentation basse tension alternative et des moyens de redressement de ladite tension alternative en tension continue, ainsi que des moyens diviseurs pour réduire la valeur de ladite tension continue, et des moyens de commutation pour changer la direction du courant traversant la pluralité des cellules à effet Peltier.

- les premiers moyens de dissipation comprennent des ailettes thermiques en contact thermique direct avec les faces chaudes des cellules à effet Peltier.

- les premiers moyens de dissipation peuvent également comprendre des moyens de circulation d'air adaptés à créer une circulation d'air pour refroidir les ailettes thermiques.

Dans un autre mode de réalisation, les premiers moyens de dissipation comprennent un troisième échangeur thermique destiné à échanger de l'énergie calorifique avec les faces chaudes des cellules à effet Peltier au moyen d'un second fluide caloporteur, ledit troisième échangeur thermique présentant une surface d'échange en contact thermique direct avec lesdites faces chaudes, et ledit second fluide caloporteur circulant dans un second

circuit de circulation comprenant des seconds moyens de dissipation aptes à évacuer l'énergie calorifiques dudit second fluide caloporteur.

Dans des formes de réalisations préférées de l'invention, on a également recours à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- la surface d'échange du troisième échangeur thermique est sensiblement plane, et ledit troisième échangeur thermique est un échangeur à double flux, à sens de circulation inversé,

- le troisième échangeur thermique présente en regard de chaque face chaude d'une cellule à effet Peltier au moins deux canalisations sensiblement parallèles à ladite surface d'échange du troisième échangeur thermique, le second fluide caloporteur circulant dans lesdites canalisations dans des sens opposés,

- les deux canalisations occupent des positions symétriques l'une de l'autre par rapport à un plan de symétrie normal à la portion surface d'échange du troisième échangeur thermique en regard de chaque face chaude d'une cellule à effet Peltier, moyennant quoi ladite surface d'échange du troisième échangeur thermique présente une température sensiblement homogène,

- le second circuit de circulation comprend une première pompe adaptée pour faire circuler le second fluide caloporteur dans un régime turbulent à l'intérieur des canalisations,

- les seconds moyens de dissipation comprennent un réservoir d'eau enterrée sous terre,

- les cellules à effet Peltier présente un coefficient opérationnel de performance supérieur à 1, ce coefficient correspondant au rapport de la puissance thermique restituée à la somme de la puissance thermique absorbée et de la puissance électrique fournie par l'alimentation.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 présente une vue schématique d'une cellule à effet Peltier,

- la figure 2 présente un mode de réalisation d'une alimentation du système de chauffage de rafraîchissement selon l'invention,

- la figure 3a présente une vue schématique d'un élément d'un échangeur thermique en contact thermique direct avec une cellule à effet Peltier,
- la figure 3b présente le principe d'échange thermique entre une pluralité de cellules à effet Peltier et le fluide caloporteur traversant un échangeur thermique utilisé dans le système selon l'invention,
- la figure 4 présente un premier mode de réalisation du système de chauffage et de rafraîchissement selon l'invention,
- la figure 5 présente un deuxième mode de réalisation du système de chauffage et de rafraîchissement selon l'invention, et
- la figure 6 présente un troisième mode de réalisation du système de chauffage et de rafraîchissement selon l'invention.

La figure 1 présente un schéma de principe d'une cellule à effet Peltier et a déjà été commentée dans le préambule de la description. De telles cellules présentent l'avantage d'être légères, peu encombrantes, de ne pas faire de bruit, d'être simples d'utilisation et surtout d'être réversibles par simple inversion de la polarité d'alimentation.

Si l'utilisation d'une seule cellule à effet Peltier ne permet pas d'obtenir un rendement suffisant lorsqu'elle est utilisée dans un système de chauffage et de rafraîchissement, le système de chauffage et de rafraîchissement selon l'invention propose d'utiliser une pluralité de cellules à effet Peltier afin de maximiser la surface d'échange avec un circuit hydraulique de chauffage ou de rafraîchissement d'une surface radiante, comme par exemple dans un local d'habitation. L'invention repose donc sur un système de chauffage et de rafraîchissement qui utilise plusieurs CEP au rendement optimisé grâce à un dimensionnement adapté des échangeurs thermiques, et grâce à une alimentation optimisée des CEP. En effet, comme expliqué ci-après :

- l'alimentation des CEP est du type très basse tension (TBT), alternative redressée (25 Hz),
- les échangeurs thermiques sont tels que la température de surface en contact avec chaque CEP est homogène ( $\Delta T$  constant).

En effet, une CEP peut être optimisée en jouant sur la puissance échangée, et son rendement. L'utilisation d'une pluralité de CEP, comme dans

le système selon l'invention, permet de minimiser l'échange thermique par CEP, la somme de ces échanges individuels fournissant l'échange global recherché. La détermination d'une CEP adéquate passe par la recherche de son optimum de fonctionnement qui correspond à un point de fonctionnement où le coefficient opérationnel de performance (COP) est supérieur ou égal à 1. Si on définit la puissance absorbée par une CEP par  $Q_c$ , et la puissance électrique fournie par  $P_e$ , la puissance restituée est alors  $Q_h$ , et est égale à  $Q_c + P_e$ . Le COP est alors défini comme le rapport  $Q_c/P_e$ . Le COP optimum est obtenu pour un courant donné en fonction de la différence de température entre la face froide et la face chaude de la cellule à effet Peltier. On remarque ainsi l'importance de l'homogénéisation de la température au niveau de l'échangeur thermique. Le courant donné détermine alors une tension d'alimentation et une puissance électrique  $P_e$  à fournir pour chaque cellule à effet Peltier.

La figure 2 présente un mode de réalisation de l'alimentation des cellules à effet Peltier. Les CEP sont normalement alimentées par une tension continue. Cependant, l'inconvénient majeur d'une alimentation continue est son encombrement et son coût. En fonction du type de cellule Peltier, cette tension peut atteindre 24 Vdc (continu). Le système selon l'invention fonctionnant à partir de plusieurs CEP nécessite une forte puissance. A cet effet, l'alimentation présentée à la figure 2 permet une alimentation très basse tension redressée. La figure 2 présente un schéma électrique de redressement d'une alimentation alternative 250 de 230V. Un potentiomètre 255 permet d'abaisser la tension alternative 250 à la valeur désirée, dans l'exemple de la figure 2 à une valeur de 48 V alternative mesurée au repère 262. Un pont de Graetz 260 permet de transformer la tension alternative abaissée 262 en une tension alternative redressée positive 265. Cette tension mesurée au repère 265 correspond donc à une valeur d'alimentation très basse tension alternative redressée qui permet d'alimenter le système selon l'invention 270. La régulation du système peut avantageusement être assurée par un thermostat agissant sur la valeur de la tension d'alimentation 265 ou 262.

Afin d'optimiser le COP, il convient de s'assurer également que le  $\Delta T$  (écart de température entre la face chaude et la face froide d'une CEP) soit le même pour chaque CEP. C'est pourquoi il est important d'une part

d'optimiser la conception des échangeurs au niveau de chaque contact avec les faces des CEP, et d'autre part d'optimiser l'arrangement géométrique des Peltiers dans le système selon l'invention.

L'optimisation du COP peut être obtenue grâce à un dimensionnement particulier des échangeurs thermiques qui permettent de disposer d'une température homogène sur l'ensemble de la surface d'échange avec les CEP. Les échangeurs thermiques choisis sont des échangeurs utilisant un fluide caloporteur, comme l'eau par exemple, et sont conçus en double flux avec un sens de circulation inversé. Ceci permet de moyennner la température du fluide caloporteur, et par conséquent de moyennner la température de la surface en contact avec chaque élément Peltier.

La figure 3a présente un motif élémentaire d'un tel échangeur. Il est constitué d'une double canalisation 100 et 105 à l'intérieur desquelles circulent le fluide caloporteur dans des directions opposées comme on peut le constater sur les flèches de la figure 3a. Ces deux canalisations sont contenues dans un support plan 114, qui lui-même est inséré entre deux couches de matériau conducteur de la chaleur 110 et 112. Compte tenu du sens de circulation inversé du fluide caloporteur, la surface extérieure 115 de la couche 112 de matériau conducteur présente une température sensiblement uniforme. Cette surface 115, sensiblement plane, est destinée à entrer en contact thermique direct avec la face chaude ou la face froide d'une cellule à effet Peltier. L'échangeur optimisé comprend autant de motifs élémentaires comme celui présenté à la figure 3a, que de face d'un même type de cellules à effet Peltier. Pour chaque motif élémentaire, les deux canalisations 100 et 105 sont sensiblement parallèles à la surface d'échange 115 de l'échangeur thermique. Afin d'obtenir une température homogène sur la surface d'échange 115, il est important que les deux canalisations 100 et 105 occupent des positions symétriques l'une de l'autre par rapport à un plan de symétrie normal à cette surface d'échange 115. En effet, cette symétrie des deux canalisations par rapport à la surface d'échange 115 assure que en moyenne la température de la surface 115 soit sensiblement homogène. Les deux canalisations peuvent présenter un angle l'une par rapport à l'autre, mais peuvent également dans un mode de réalisation simplifié être parallèle l'une de l'autre comme dans l'exemple de la figure 3a. La double circulation permet également de réduire le

diamètre des canalisations nécessaires pour l'échange, ce qui permet de réaliser un échangeur thermique plus compact.

Afin de maximiser l'échange thermique, les deux canalisations de l'échangeur sont dimensionnées de manière à ce que le fluide soit en régime turbulent, en jouant sur la rugosité de la paroi interne des canalisations, ainsi que leur diamètre interne.

Ainsi, la surface d'échange 115 présente en regard de chaque face d'un même type d'une cellule à effet Peltier une température sensiblement homogène. Afin de généraliser ce résultat à l'ensemble de l'échangeur, l'échangeur est réalisé à partir d'une répétition du motif élémentaire de la figure 3a comme dans l'exemple de la figure 3b. Dans cet exemple, 8 cellules à effet Peltier, numérotées 310, 312, 314, 316, 318, 320, 322 et 324, ont été représentées. Les CEP sont agencées afin de présenter les faces d'un même type au regard de l'échangeur optimisé. Deux canalisations, 300 et 305 d'un échangeur thermique dont la surface d'échange est en contact thermique direct avec les faces de même type des CEP, (seules les canalisations de l'échangeur ont été représentées) permettent au fluide caloporteur de circuler en regard de l'ensemble des CEP dans deux directions 330 et 335 opposées. On peut constater sur cet exemple de la figure 3b que la condition de symétrie est remplie en regard de chaque CEP. En effet, face aux cellules à effet Peltier 314, 318, 316 et 320, les canalisations de circulation du fluide caloporteur sont parallèles. En ce qui concerne les cellules à effet Peltier 310, 312, 322 et 324 (ici de forme carrée), on peut constater qu'un plan normal à leur surface, et passant par l'une de leur diagonal, constitue un plan de symétrie pour les portions de canalisation 300 et 305 en regard de chaque CEP. Compte tenu du caractère sensiblement plan des faces des CEP, et de la surface d'échange de l'échangeur thermique, ce plan de symétrie est également normal à la surface d'échange de l'échangeur thermique, la condition énoncée précédemment est donc vérifiée.

Une possibilité supplémentaire pour optimiser l'échange avec les cellules à effet Peltier consiste à assurer une certaine symétrie dans la conception de l'échangeur thermique comme on peut le constater à la figure 3b. En effet, la cellule à effet Peltier 310 ainsi que ces canalisations en regard sont symétriques de la cellule 324 et de ces canalisations, par rapport au

centre du motif constitué par les huit cellules à effet Peltier. La même constatation peut être faite entre les cellules à effet Peltier 314 et 320, et les cellules à effet Peltier 312 et 322 ainsi que les cellules 316 et 318.

On peut généraliser cet agencement à des échangeurs plus grands que l'exemple de la figure 3b, en respectant d'une part la symétrie locale pour la portion de surface d'échangeurs en regard de chaque cellule à effet Peltier (l'exemple de la figure 3a), ainsi que la conservation d'une certaine symétrie d'ensemble comme dans le cas de la figure 3b. Afin d'assurer la circulation inversée de l'échangeur, les canalisations 300 et 305 sont éventuellement reliées (non représentées à la figure 3b).

L'alimentation électrique 302 correspond à l'alimentation décrite précédemment, c'est-à-dire une alimentation très basse tension alternative redressée. Dans un mode de réalisation préférée, cette alimentation est adaptée pour être commutée afin de changer la direction du courant traversant la pluralité des cellules à effets Peltiers, et ainsi inverser le fonctionnement des CEP, ce qui permet de commuter le système selon l'invention de la fonction chauffage à la fonction rafraîchissement, et réciproquement. L'alimentation peut également comprendre des moyens de réglage, comme un thermostat, afin de jouer sur la puissance électrique fournie  $P_e$  par CEP, et faire varier ainsi la puissance du système selon l'invention et de maintenir un COP supérieur à 1.

Dans un mode préféré de réalisation, la pluralité des cellules à effet Peltier est assemblée en série l'une par rapport à l'autre, comme dans l'exemple de la figure 3b. Cependant, ce mode de réalisation peut présenter l'inconvénient de rendre l'ensemble du système indisponible lorsque que pour une raison ou une autre une liaison entre deux cellules à effet Peltier est interrompue. Dans un mode de réalisation préféré, et afin de sécuriser le fonctionnement de la pluralité des cellules à effet Peltiers, les connections sont réalisées de telle sorte qu'une pluralité d'un nombre réduit de cellules à effet Peltier est connectée en parallèle à l'alimentation 302, ce nombre réduit regroupant quelques CEP, par exemple de 2 à 4, reliées en série entre elles. Ainsi, si une des liaisons en série devient défectueuse, seul le nombre réduit de CEP reliées sur cette liaison ne participe plus à l'échange, le reste des CEP

continuant ainsi à fonctionner toujours associées à la régulation de tension et assurent un COP supérieur à 1.

Les figures 4 à 6 présentent différents modes de réalisation d'un système de chauffage et de rafraîchissement destinés à échanger de l'énergie calorifique avec une surface radiante, en l'occurrence comprise dans un local d'habitation qui incorpore une pluralité de CEP selon l'invention. Il s'agit dans cet exemple du plancher du local d'habitation. Pour l'ensemble de ces trois figures, les mêmes nombres désignent les mêmes éléments.

La figure 4 présente un premier mode de réalisation d'un système de chauffage et de rafraîchissement selon l'invention. Le local d'habitation 10 échange de l'énergie calorifique avec le milieu extérieur. La surface 11 (le plancher) reçoit cette chaleur et constitue donc une surface radiante. Afin de régler la température de ce local d'habitation 10, un premier échangeur thermique 20 est disponible. Dans l'exemple de la figure 4, il s'agit d'un échangeur thermique à liquide caloporteur et inséré dans le sol sous la surface 11 du local d'habitation 10 sous la forme d'une canalisation 350 présentant une forme de serpentín afin de maximiser la surface d'échange. D'autres types d'échangeurs à fluides caloporteurs peuvent également être envisagés. Le fluide caloporteur circule à l'intérieur de la canalisation de l'échangeur thermique 20 et échange de l'énergie calorifique avec la surface 11 et donc avec le local d'habitation 10. Le fluide caloporteur circule alors dans une circuit de circulation 35 comprenant une pompe 36 apte à faire circuler ce fluide caloporteur entre le premier échangeur thermique 20 et un second échangeur thermique 30 qui correspond à l'échangeur optimisé décrit précédemment. Ce second échangeur thermique présente une surface d'échange 32 sensiblement plane et correspond donc à un échangeur à double flux, à sens de circulation inversé. Une pluralité de cellules à effet Peltier (numérotées 250 à 254 à la figure 4) est alimentée par une tension électrique d'alimentation 60 (comme décrit précédemment). L'ensemble de leur face d'un premier type, appelée face froide dans la suite de l'exposé, est en contact thermique direct avec la surface d'échange du second échangeur thermique 30. L'agencement de l'échangeur thermique 30 ainsi que de la pluralité CEP 250 à 254 correspondent à l'agencement optimisé décrit précédemment à la figure 3b. Dans l'exemple de la figure 4, le système selon l'invention est dans une configuration de

rafraîchissement et l'alimentation électrique 60 des cellules à effet Peltier est telle que les faces froides de la pluralité des CEP extraient une puissance froide  $P_F$  à la surface d'échange 32 de l'échangeur thermique 30.

La pluralité desdites faces chaudes des CEP est en contact avec des moyens de dissipation de l'énergie calorifique échangée par ces faces chaudes. En effet, dans l'exemple de la configuration rafraîchissement du système selon l'invention, l'ensemble des faces chaudes des CEP échangent une puissance  $P_c$  qu'il convient de dissiper. Dans le mode de réalisation de la figure 4, ces moyens de dissipations comprennent des ailettes thermiques en contact thermique direct avec les faces chaudes des CEP, ces ailettes thermiques formant un dissipateur. Dans un autre mode de réalisation, ces moyens de dissipations peuvent également comprendre des moyens de circulation d'air comme un ou plusieurs ventilateurs 59 qui sont adaptés pour créer une circulation d'air pour refroidir les ailettes thermiques 57 du dissipateur. Les ailettes thermiques du dissipateur et/ou les moyens de circulation d'air constituent un échangeur à air en contact thermique direct avec les faces chaudes des CEP.

La figure 5 présente un second mode de réalisation du système de chauffage de rafraîchissement selon l'invention. Ce système est identique au système de la figure 4, seul les moyens de dissipation de l'énergie calorifique échangée par les faces chaudes de la pluralité de CEP sont différents. En effet, un troisième échangeur thermique 70 présente en regard de chaque face chaude d'une cellule à effet Peltier une surface d'échange 72 sensiblement plane, et au moins deux canalisations sensiblement parallèle à cette surface d'échange, et à l'intérieur desquelles circule un second fluide caloporteur dans des sens opposés. Cet échangeur thermique 70 présente exactement la même configuration que l'échangeur thermique 30, il est donc optimisé afin de présenter une température moyenne identique sur l'ensemble de sa surface d'échange 72 avec l'ensemble des faces chaude de la pluralité des CEP. Un circuit de circulation 75 ainsi qu'une pompe 76 permettent de mettre en circulation le second fluide caloporteur, comme par exemple de l'eau, à l'intérieur de l'échangeur 70, et vers des moyens de dissipation supplémentaires, comme un réservoir d'eau 80 enterré sur terre. Les deux échangeurs thermiques 70 et 30 présentent donc des configurations

optimisées semblables qui permettent un échange thermique amélioré avec respectivement l'ensemble des faces chaudes et des faces froides de la pluralité de CEP.

La figure 6 reprend l'installation présentée à la figure 5 et la complète avec un second système selon l'invention, uniquement en mode chauffage afin de permettre de chauffer l'eau sanitaire du réservoir 210. Une partie des calories transmises au réservoir 80 par le premier système de chauffage et de rafraîchissement selon l'invention est envoyée par la pompe 76 et le circuit de circulation 75 vers un échangeur thermique 90. Ce dernier présente une surface d'échange 92 en contact thermique direct avec une pluralité de CEP numérotées 250 à 253 sur l'exemple de la figure 6 et leur face froide correspondante. Une puissance thermique  $P_F$  est soutirée au fluide caloporteur traversant l'échangeur 90 par l'ensemble des faces froides de la pluralité des CEP. A partir de l'alimentation très basse tension 61 alimentant la pluralité des CEP 250 à 253, une puissance thermique  $P_c$  est échangée avec l'ensemble des faces chaudes de la pluralité des CEP et la surface d'échange 232 d'un nouvel échangeur 230. Ce nouvel échangeur thermique 230 échange au moyen d'un fluide caloporteur circulant dans un autre circuit de circulation 205 grâce à une pompe 206 avec le réservoir d'eau chaude 210. Deux commutateurs respectivement 242 et 240 permettent de mettre en route le premier et le second système selon l'invention en fonction des besoins. Dans un mode de réalisation supplémentaire, des panneaux photovoltaïques, ou panneaux solaires 222 servent de source d'alimentation au commutateur et à la pluralité de cellules à effets Peltiers. D'autres panneaux solaires 220 peuvent également venir compléter le chauffage du réservoir 210 au moyen d'un circuit de circulation 215 et d'une pompe 216.

Dans les 3 modes de réalisation présentés aux figures 4 à 6, la simple inversion du sens de circulation du courant d'alimentation électrique des CEP permet de permuter le système selon l'invention de la fonction rafraîchissement à la fonction chauffage, et inversement.

Les pompes 36, 76 et 206 utilisées pour la mise en circulation des différents fluides caloporteurs respectivement dans les circuits de circulation 35, 75 et 205 et dans les canalisations des différents échangeurs du système

selon l'invention sont également dimensionnées de façon suffisante afin de permettre la circulation en régime turbulent du fluide caloporteur.

Le système de chauffage et de rafraîchissement selon l'invention présente de nombreux avantages notamment d'être silencieux, peu encombrant, fiables grâce à la pluralité des CEP montées en parallèle, et d'un coût plus faible. Ils présentent également l'avantage d'être flexibles et proposent une rapidité de réponse supérieure au système connu.

## REVENDEICATIONS

1. Système de chauffage et de rafraîchissement apte à échanger de l'énergie calorifique avec une surface radiante (11), et comprenant
  - un premier échangeur thermique (20, 350) adapté pour échanger de l'énergie calorifique avec ladite surface radiante au moyen d'un premier liquide caloporteur,
  - un second échangeur thermique (30) présentant au moins une surface d'échange (32),
  - un premier circuit de circulation (35) dudit fluide caloporteur entre ledit premier échangeur thermique et ledit second échangeur thermique, caractérisé en ce qu'il comprend
    - une pluralité de cellules à effet Peltier (250, 251, 252, 253, 254), chacune desdites cellules présentant une face d'un premier type dit « froid » et une face d'un second type dit « chaud », la pluralité desdites faces froides étant en contact thermique direct avec ladite surface d'échange, et la pluralité desdites faces chaudes étant en contact thermique direct avec des premiers moyens de dissipations (70, 57) de l'énergie calorifique ; et,
    - une alimentation électrique (60) de ladite pluralité de cellules à effet Peltier.ledit second échangeur thermique présentant en regard de chaque face froide d'une cellule à effet Peltier au moins deux canalisations (100, 105) sensiblement parallèles à ladite surface d'échange du second échangeur thermique, le premier fluide caloporteur circulant dans lesdites canalisations dans des sens opposés, caractérisé en ce que lesdites deux canalisations occupent des positions symétriques l'une de l'autre par rapport à un plan de symétrie normal à la portion de surface d'échange dudit second échangeur thermique en regard de chacune desdites face froide d'une cellule à effet Peltier, moyennant quoi ladite surface d'échange dudit second échangeur thermique présente une température sensiblement homogène.
2. Système selon la revendication 1, dans lequel la surface d'échange du second échangeur thermique est sensiblement plane.

3. Système selon les revendications 1 ou 2, dans lequel le second échangeur thermique est un échangeur à double flux, à sens de circulation inversé.
4. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le premier circuit de circulation comprend une première pompe (36) apte à faire circuler le premier fluide caloporteur dans un régime turbulent à l'intérieur des canalisations.
5. Système selon l'une quelconques des revendications précédentes, dans lequel l'alimentation électrique est une alimentation très basse tension alternative redressée adaptée pour être commutée afin de changer la direction du courant traversant la pluralité des cellules à effet Peltier.
6. Système selon l'une quelconques des revendications précédentes, dans lequel les premiers moyens de dissipation comprennent des ailettes thermiques (57) en contact thermique direct avec les faces chaudes des cellules à effet Peltier.
7. Système selon l'une quelconques des revendications précédentes, dans lequel les premiers moyens de dissipation comprennent des moyens de circulation d'air (59) adaptés à créer une circulation d'air pour refroidir les ailettes thermiques.
8. Système selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel les premiers moyens de dissipation comprennent un troisième échangeur thermique (70) destiné à échanger de l'énergie calorifique avec les faces chaudes des cellules à effet Peltier au moyen d'un second fluide caloporteur, ledit troisième échangeur thermique présentant une surface d'échange (72) en contact thermique direct avec lesdites faces chaudes, et ledit second fluide caloporteur circulant dans un second circuit de circulation (75) comprenant des seconds moyens de dissipation (80) aptes à évacuer l'énergie calorifiques dudit second fluide caloporteur.

9. Système selon la revendication précédente, dans lequel la surface d'échange du troisième échangeur thermique est sensiblement plane, et ledit troisième échangeur thermique est un échangeur à double flux, à sens de circulation inversé.
10. Système selon la revendication 8 ou 9, dans lequel le troisième échangeur thermique présente en regard de chaque face chaude d'une cellule à effet Peltier au moins deux canalisations (100, 105) sensiblement parallèles à ladite surface d'échange du troisième échangeur thermique, le second fluide caloporteur circulant dans lesdites canalisations dans des sens opposés.
11. Système selon la revendication précédente, dans lequel les deux canalisations occupent des positions symétriques l'une de l'autre par rapport à un plan de symétrie normal à la portion surface d'échange du troisième échangeur thermique en regard de chaque face chaude d'une cellule à effet Peltier, moyennant quoi ladite surface d'échange du troisième échangeur thermique présente une température sensiblement homogène.
12. Système selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, dans lequel le second circuit de circulation comprend une première pompe (76) adapté pour faire circuler le second fluide caloporteur dans un régime turbulent à l'intérieur des canalisations.
13. Système selon les revendications 8 à 12, dans lequel les seconds moyens de dissipation comprennent un réservoir d'eau (80) enterrée sous terre.
14. Système selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les cellules à effet Peltier présente un coefficient opérationnel de performance supérieur à 1, ce coefficient correspondant au rapport de la puissance thermique restituée à la somme de la puissance thermique absorbée et de la puissance électrique fournie par l'alimentation.

15. Système selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la surface radiante est comprise dans un local d'habitation (10).

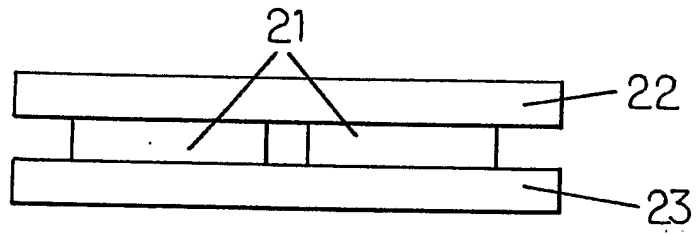


FIG. 1.

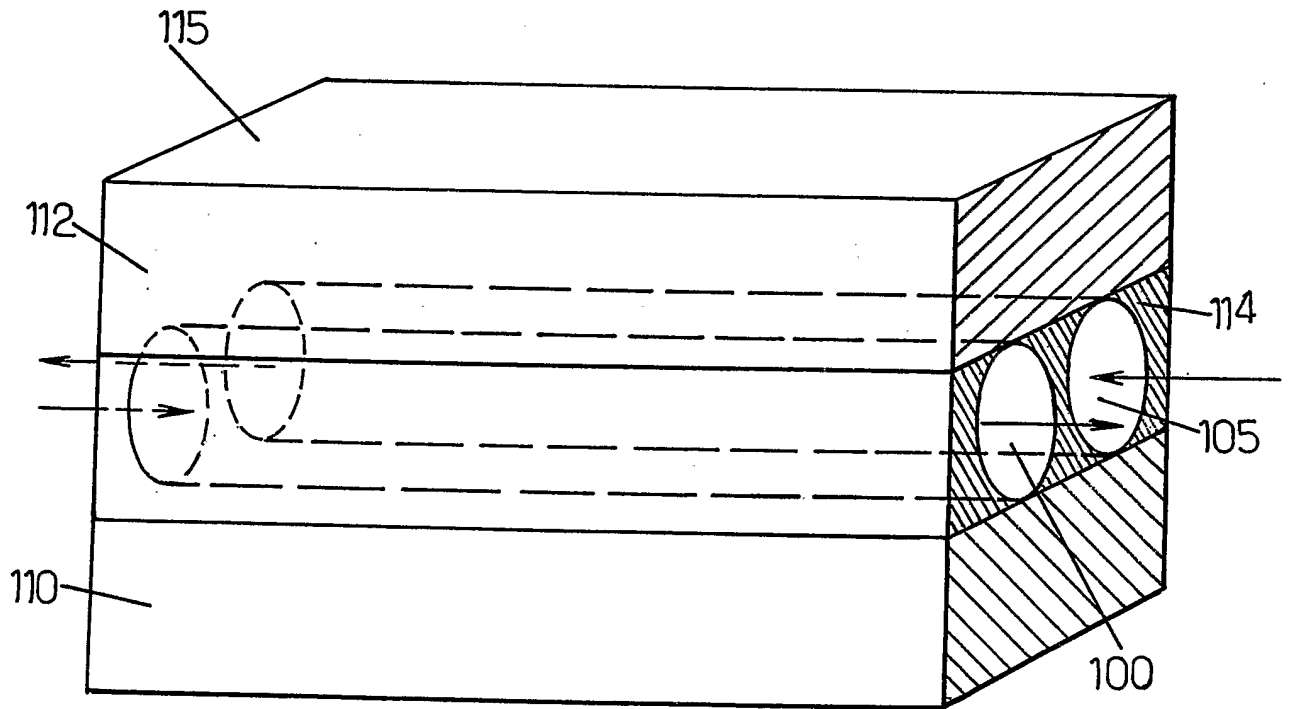


FIG. 3a.

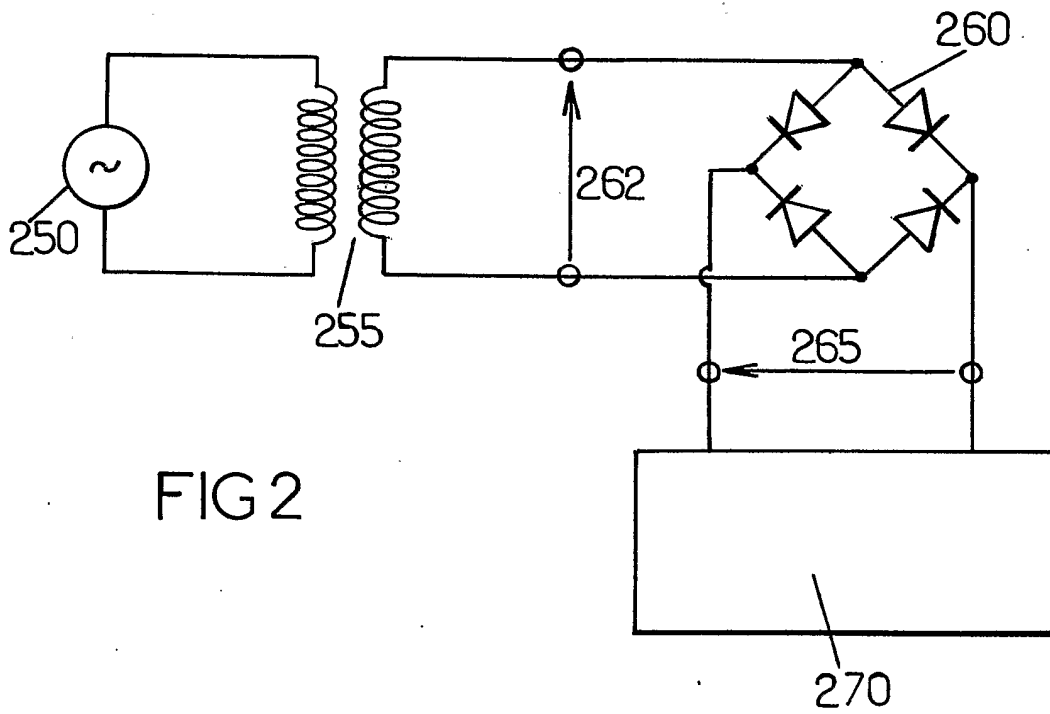
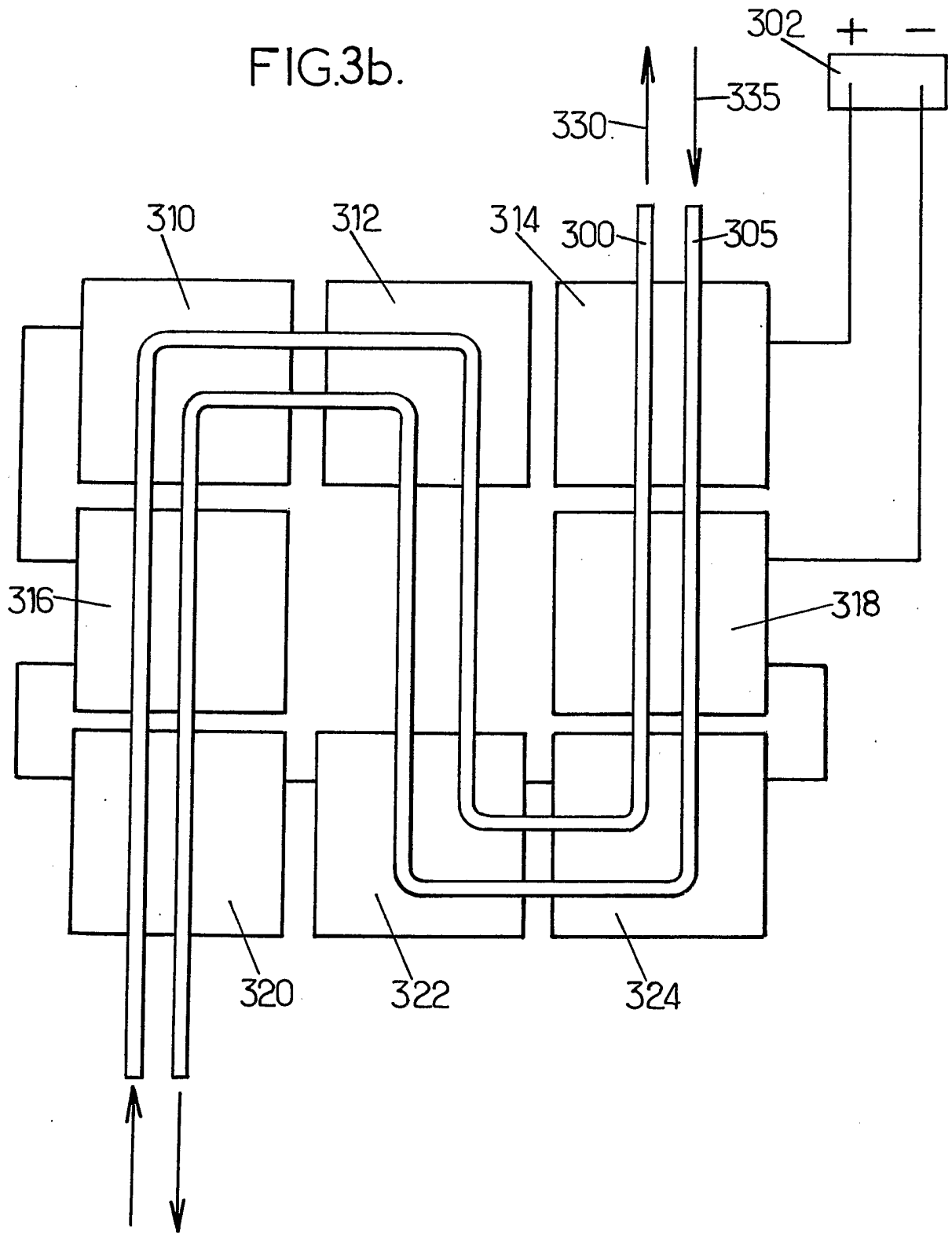


FIG 2

FIG.3b.



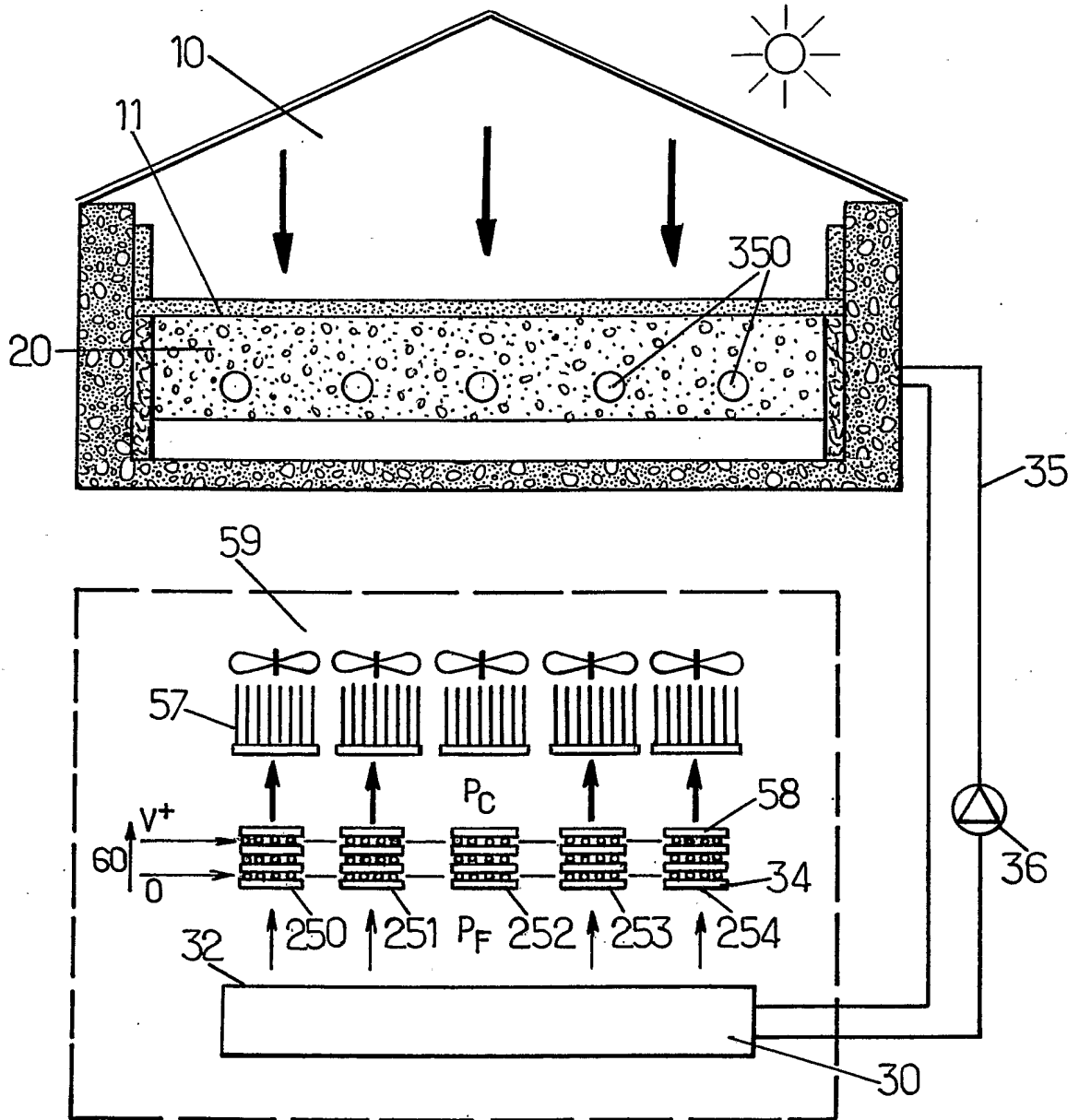


FIG.4.

