



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 34607 B1** (51) Cl. internationale : **F24J 2/07; F24J 2/28; F24J 2/46**
- (43) Date de publication : **02.10.2013**

-
- (21) N° Dépôt : **35821**
- (22) Date de Dépôt : **12.04.2013**
- (30) Données de Priorité : **29.09.2010 DE 10 2010 046 831.2**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/EP2011/066574 23.09.2011**
- (71) Demandeur(s) :
• **KRAFTANLAGEN MÜNCHEN GMBH, Ridlerstr. 31c 80339 München Munchen (DE)**
• **DEUTSHES ZENTRUM FUR LUFT-UND RAUMFAHRT E.V., LINDER HOHE 51147 KOLN (DE)**
- (72) Inventeur(s) : **HOFFSCHMIDT, Bernhard ; KOLL, Gerrit**
- (74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**

(54) Titre : **RECEPTEUR POUR DES INSTALLATIONS D'ENERGIE SOLAIRE**

- (57) Abrégé : Récepteur comportant une structure porteuse (14) qui contient plusieurs rangées de modules récepteurs (13) qui captent le rayonnement solaire au moyen de corps absorbeurs (36). L'air extérieur est aspiré par les corps absorbeurs et évacué sous forme d'air chaud (25) à travers des tubes d'air chaud (24). Des enveloppes de refroidissement (26) sont prévues à l'intérieur de la cavité (15) pour refroidir les tubes d'air chaud (24), le refroidissement se faisant par l'air de retour. Cet air de retour est expulsé par des ajutages de sortie (41) disposés en amont relativement aux faces frontales (36a) des modules absorbeurs voisins, de sorte que l'air de retour expulsé est aspiré par plusieurs modules absorbeurs. Ainsi, des pertes d'énergie sont largement évitées et un rendement élevé est atteint.

Abrégé

Récepteur comportant une structure porteuse (14) qui contient plusieurs rangées de modules récepteurs (13) qui captent le rayonnement solaire au moyen de corps absorbeurs (36). L'air extérieur est aspiré par les corps absorbeurs et évacué sous forme d'air chaud (25) à travers des tubes d'air chaud (24). Des enveloppes de refroidissement (26) sont prévues à l'intérieur de la cavité (15) pour refroidir les tubes d'air chaud (24), le refroidissement se faisant par l'air de retour. Cet air de retour est expulsé par des ajutages de sortie (41) disposés en amont relativement aux faces frontales (36a) des modules absorbeurs voisins, de sorte que l'air de retour expulsé est aspiré par plusieurs modules absorbeurs. Ainsi, des pertes d'énergie sont largement évitées et un rendement élevé est atteint.

02 SEPT 2013
34607
02 OCT 2013N° 35821
du 12.04.2013

RECEPTEUR POUR DES INSTALLATIONS D'ENERGIE SOLAIRE

L'invention porte sur un récepteur pour des installations de production d'énergie, comprenant plusieurs absorbeurs qui convertissent le rayonnement solaire incident en chaleur pour produire avec celle-ci de l'air chaud qui peut constituer de l'énergie d'entraînement pour les machines de travail.

DE 197 44 541 C2 décrit un récepteur solaire qui comprend une pluralité de modules absorbeurs. Chaque module absorbeur comprend un absorbeur poreux faisant face au rayonnement solaire incident. L'air est aspiré à travers l'absorbeur, ledit air se chauffe en passant à travers l'absorbeur. Le récepteur est approprié pour les grandes installations de production d'énergie dans lesquelles un grand nombre d'héliostats sont disposés distribués sur un champ, qui réfléchissent le rayonnement solaire sur le récepteur. Ainsi, une grande concentration de rayonnement est construite au niveau du récepteur, par laquelle des températures avoisinant 1100°C sont produites dans l'absorbeur. Le récepteur solaire de DE 197 44 541 C2 est équipé d'une structure de support qui porte une pluralité de modules absorbeurs. Chaque module absorbeur est formé par un tube d'air chaud en céramique et un élément absorbeur tenu par le tube d'air chaud. L'air chaud produit est utilisé pour entraîner les machines en travail, telles que les éoliennes pour les générateurs d'énergie électrique, et se refroidit dans le procédé mais il contient toujours de la chaleur résiduelle. Afin d'utiliser cette chaleur résiduelle, l'air est retourné vers le récepteur solaire et guidé le long des parois des conduits d'air chaud pour refroidir celles-ci. Cet air de retour passe entre les modules absorbeurs pour s'échapper en avant au côté frontal. Après cela, il est aspiré dans l'élément absorbeur ensemble avec l'air ambiant. Dans cette structure connue, l'air de retour est expulsé entre les modules absorbeurs orthogonaux par rapport au côté frontal. Ainsi, il va loin dans l'air ambiant et se distribue dans celui-ci, particulièrement sous les conditions des vents forts. De cette manière, une partie de l'énergie thermique se trouvant dans l'air de retour est perdue.

L'un des objectifs de l'invention est d'améliorer un récepteur ou un collecteur solaire en matière d'augmentation du niveau de l'efficacité.

Le récepteur de la présente invention est décrit dans la revendication 1. Selon l'invention, les modules absorbeurs sélectionnés sont décalés vers l'avant par rapport aux modules absorbeurs adjacents, formant ainsi un gradin. Les ajutages de sortie sont disposés au niveau des gradins, lesquels

ajutages sont placés de sorte que leur air de retour expulsé, écoule sur les côtés frontaux de la pluralité de modules absorbeurs adjacents. Ainsi, l'air de retour n'est pas guidé entre les modules absorbeurs afin d'écouler en dehors à travers tous les interstices. Plutôt, une grande partie d'air de retour est tenue dans le récepteur pour écouler en dehors des points déterminés, savoir au niveau des modules absorbeurs avec une haute énergie cinétique. De cette manière, le choc thermique appliqué à l'absorbeur est moins et les pertes dans les modules absorbeurs sont réduites. Par exemple, l'air de retour est collecté dans quatre rangées de l'absorbeur par module récepteur et est ensuite expulsé dans la direction d'un module absorbeur sélectionné. Il est nécessaire d'adapter le module absorbeur sélectionné afin de fournir suffisamment d'espace pour la décharge de l'air. Cela est atteint en déplaçant le module absorbeur sélectionné vers l'avant (vers l'extérieur à partir du côté frontal). Ainsi, on évite que les ajutages dépassent le module absorbeur sélectionné au niveau du côté frontal. Les ajutages sont généralement faits en métal et ne doivent pas être ainsi exposés au rayonnement solaire directe à haute concentration, car sinon ils fondraient. Selon l'invention, ils sont situés en retrait par rapport au module absorbeur sélectionné, mais ils sont en avant par rapport aux modules absorbeurs adjacents.

Le récepteur peut être configuré de sorte que la structure de support comprenne une cavité à travers laquelle les tubes d'air chaud passent pour qu'ils sortent par le côté arrière de la cavité. Ici, les tubes d'air chaud peuvent être refroidis à l'intérieur de la cavité en utilisant l'air de retour provenant d'un consommateur de chaleur qui est alimenté en air chaud. Parce que les tubes d'air chaud sont soumis au refroidissement, ceux-ci ne doivent pas être fabriqués en un matériau résistant à des températures élevées. Ils peuvent être faits de l'acier, ce qui facilite la construction du récepteur. On appelle le récepteur ayant des tubes d'air chaud refroidis par l'air de retour un récepteur froid ou un récepteur doux, selon le degré de refroidissement.

Les modules absorbeurs sélectionnés peuvent avoir des côtés frontaux inclinés s'étendant sous un angle par rapport aux côtés frontaux des autres modules absorbeurs. Les modules absorbeurs sont disposés en rangées. Les modules absorbeurs peuvent être situés dans une rangée. Une pluralité de rangées d'absorbeurs normaux sont disposées adjacentes à celle-ci. A partir du module absorbeur au niveau duquel les ajutages sont disposés, l'air de retour est distribué à partir des ajutages sur les côtés frontaux des modules absorbeurs adjacents. L'air est expulsé sensiblement parallèle au plan des côtés frontaux des modules absorbeurs normaux (ce qui les rend différents des "modules absorbeurs sélectionnés").

Un autre type de disposition ou orientation des modules absorbeurs est celui dans lequel les modules absorbeurs sélectionnés déterminent un flanc raide d'une structure en dents de scie formée par les modules absorbeurs. Ici, les flancs raides forment les gradins et les côtés frontaux des modules absorbeurs sélectionnés sont situés dans un plan avec les côtés frontaux des modules absorbeurs adjacents.

De préférence, les modules absorbeurs sélectionnés ombragent les ajutages de sortie contre le rayonnement solaire incident. Ainsi, on empêche le rayonnement solaire hautement concentré d'affecter directement les ajutages. Les ajutages peuvent être des ajutages à fente, des ajutages à orifice ou des ajutages à d'autres formes.

Une autre variante de l'invention montre que la structure de support comprend un logement en béton du béton à température élevée. Ici, aucun refroidissement de la structure de support n'est requis. Cela signifie que la structure de support se chauffe jusqu'à une température élevée. On appelle ce type de récepteur un récepteur chaud. 100% de l'air de retour est exclusivement utilisé comme l'air de sortie.

Dans un récepteur doux, un conduit d'expulsion d'air qui mène vers les ajutages de sortie peut être fourni. Le conduit d'expulsion d'air peut être fourni avec une branche qui est connectée aux enveloppes de refroidissement des tubes d'air chaud. En variant la portion ramifiée d'air de retour, on peut changer le degré de refroidissement des tubes d'air chaud.

Le récepteur est approprié à une structure modulaire. Pour cette fin, il peut être formé par une pluralité de modules récepteurs parallélépipèdes et longitudinaux qui ont les modules absorbeurs sur un côté et qui sont fournis avec des sorties des tubes d'air chaud sur le côté opposé. Les cavités des modules récepteurs disposés en succession dans la direction longitudinale communiquent l'une avec l'autre. Dans un récepteur froid, ces cavités forment des conduits pour la fourniture d'air de retour. Dans un récepteur doux, elles reçoivent la portion ramifiée d'air de retour qui est fournie aux enveloppes de refroidissement des tubes d'air chaud.

Une pluralité de modules récepteurs peut être assemblée à un sous-récepteur et une pluralité de sous-récepteurs juxtaposés peut former le récepteur. En général, le récepteur est une paroi non plane, mais une surface ronde comme un écran sur laquelle le rayonnement solaire est réfléchi.

Ci-dessous une description détaillée des modes de réalisation de l'invention avec référence aux dessins.

Dans les Figures :

Figure 1 : représente une vue schématique frontale du récepteur avec la pièce de connexion pour la fourniture d'air de retour,

Figure 2 : représente l'un d'une pluralité de sous-récepteurs, desquels est composé le récepteur,

Figure 3 : représente l'un d'une pluralité de modules récepteurs, desquels est composé le sous-récepteur,

Figure 4 : représente une section longitudinale schématique à travers un module récepteur d'un récepteur froid,

Figure 4 : représente une section longitudinale schématique à travers un module récepteur d'un récepteur doux,

Figure 6 : représente une section longitudinale schématique à travers un module récepteur d'un récepteur chaud,

Le récepteur 10 illustré dans la Figure 1 comprend une structure de paroi composée de plusieurs sous-récepteurs 11. Les sous-récepteurs sont de forme rectangulaire en vue de face et forment ensemble une structure rectangulaire pliée de manière convexe. Les sous-récepteurs ont des cavités qui communiquent et sont connectés à une entrée d'air de retour 12.

Un sous-récepteur 11 est illustré dans la Figure 2. Il est formé de plusieurs modules récepteurs 13 qui sont chacun de la même conception et comprennent respectivement une structure de support

14 ayant la forme d'un segment de cylindre et faite en acier. La structure de support 14 est ouverte au niveau des deux côtés de face pour que les cavités 15 des modules absorbeurs 20 disposées en succession soient en une communication fluidique l'une avec l'autre. Dans les Figures 2 et 3, les directions d'écoulement d'air de retour sont indiquées par des flèches. Les modules récepteurs périphériques au bord supérieur 16 du récepteur 10 sont fermés au niveau de leurs côtés de face. Un conduit de distribution mène de l'entrée d'air de retour 12 vers les extrémités inférieures des modules récepteurs 13 disposés au niveau du bord inférieur 17, afin de fournir les conduits en air de retour à partir des cavités successives des modules récepteurs.

Le module récepteur 13 de la Figure 3 a une pluralité de trous 18 au niveau du côté frontal, dans lesquelles sont insérés les modules absorbeurs 20. Un module absorbeur 20 est fait en céramiques résistants aux températures élevées ou autre matériau et a une forme d'un tube avec une tête sous forme d'une coupe 21. Sur le côté arrière (le côté inférieur dans la Figure 3) du module récepteur 13, sont fournies des sorties 22 pour l'air chaud de chaque module absorbeur 20. Dans le présent mode de réalisation, les modules absorbeurs 20 sont disposés en rangées de 3x9.

La Figure 4 illustre la conception d'un module récepteur 13 pour un récepteur froid. Les modules récepteurs 13 sont fixés dans la structure de support 14. Adjacent à la tête 21, chaque module absorbeur possède un conduit d'air chaud 23 qui est joint par un tube d'air chaud 24 en acier. Le tube d'air chaud sert à décharger l'air chaud 25 aspiré et mène vers l'ouverture 22.

A l'intérieur de la cavité 15, le tube d'air chaud 24 est entouré par une enveloppe de refroidissement tubulaire 26 qui entoure une espace annulaire 27. L'enveloppe de refroidissement 26 a une entrée inférieure 28 et une sortie supérieure 29. Une plaque de fermeture 30 est disposée au niveau des têtes 21 des modules absorbeurs, laquelle plaque comble les vides entre les capuchons absorbeurs. La plaque de fermeture 30 est une plaque perforée. Au-dessous de la plaque de fermeture 30, une chambre d'évacuation 31 est formée à l'extérieur de la structure de support 14, laquelle chambre est en communication avec une sortie latérale 32. La plaque de fermeture 30 empêche l'air de retour également de refroidir les capuchons absorbeurs et d'être expulsé sous forme d'air ambiant avec la chaleur aspirée.

A côté de trois modules absorbeurs normaux, la Figure 4 illustre un module absorbeur 20a sélectionné. Le dernier est différent des modules absorbeurs normaux par le fait qu'il est décalé vers

l'avant lorsqu'il forme un gradin 35. Dans le présent exemple, la structure de capuchon est asymétrique, avec la partie bord opposée au gradin en sailli 35 est en alignement avec les côtés frontaux des modules absorbeurs adjacents 20.

Chaque module absorbeur 20, 20a comprend un élément absorbeur 36 en céramiques poreuses résistantes aux températures élevées. La face frontale 36a de l'élément absorbeur 36 forme la surface de réception de rayonnement. L'air ambiant est aspiré à travers l'élément absorbeur 36, ledit air se chauffe en passant à travers l'élément absorbeur chaud.

Au côté extérieur du module absorbeur sélectionné 20a, une boîte en tôle 40 est fournie qui est en communication avec la cavité auxiliaire 31 et ainsi reçoit l'air de retour après que celui-ci ait écoulé à travers les enveloppes de refroidissement 26. L'extrémité frontale de la boîte en tôle 40 fait saillie par rapport au plan des côtés frontaux 36a des modules absorbeurs adjacents à la gauche dans la Figure 4 et est fournie avec des ajutages de sortie 41 qui expulsent l'air de retour sensiblement parallèle aux faces frontales 36a. L'impulsion de soufflage est efficace sur plusieurs rangées successives de modules absorbeurs, avec l'air de retour qui est fourni sous forme d'un écoulement transverse, étant aspiré dans les modules absorbeurs ensemble avec l'air extérieur. Ainsi, on atteint une utilisation significative de la chaleur résiduelle dans l'air de retour, et on maintient les pertes dans l'air ambiant en un niveau inférieur.

En utilisant des vannes (non illustrées), le retrait de l'air à partir de la cavité 15 est fait de sorte qu'au niveau de chaque module récepteur ou chaque module absorbeur, on retire seulement un volume limité d'air pour qu'une quantité suffisante d'air de retour soit disponible pour les modules absorbeurs suivants et tous les modules absorbeurs soient fournis sensiblement avec le même volume d'air de retour. Cela s'applique également, d'une manière correspondante, au volume d'écoulements d'air chaud écoulant à travers les tubes d'air chaud 24. Pour cette fin, on a fourni des vannes qui peuvent être ajustées de telle sorte que les taux respectifs d'écoulement soient identiques.

La Figure 5 illustre un mode de réalisation dans lequel les modules absorbeurs 20 se ressemblent tous et forment une structure en dents de scie, avec les flancs inclinés s'étendant sur une pluralité de modules absorbeurs et le flanc raide étant formé par un gradin 35. Ici, la cavité 15 de la structure de support 14 ne sert pas la fourniture d'air de retour. Au contraire, elle est fermée au niveau

des deux extrémités et sert seulement à recevoir une petite portion d'air de retour (20%) qui est dérivée pour refroidir les tubes d'air chaud 24.

En ce qui concerne la Figure 5, l'air de retour est guidé à travers la structure de support 14 en écoulant à travers un tube d'air de retour 50 à partir du côté arrière, pour que l'ajutage de sortie 41 soit situé en avant de la face frontale 36a du module absorbeur adjacent 20. Également dans ce cas, les ajutages de sortie 45 soufflent l'air de retour sur plusieurs rangées de modules absorbeurs.

Le module absorbeur 20a, disposé à la droite des ajutages de sortie 41 dans la Figure 5 - qui est en aval de celui-ci, vu de la direction d'écoulement - forme le module absorbeur sélectionné qui forme le gradin 35.

Comme l'on peut le voir dans la Figure 5, la disposition sous forme de dents de scie du module absorbeur nécessite des cales de compensation 52 au côté inférieur du module récepteur 13.

En ce qui concerne la Figure 5, 100% de l'air de retour est fourni au tube de l'air de retour 50. A partir du tube d'air de retour 50, une branche 55 mène dans la cavité 15 du module récepteur. Là, sont situées les enveloppes de refroidissement 26 qui entourent les tubes d'air chaud 24 des modules récepteurs. Les ouvertures d'écoulement 29 des enveloppes de refroidissement 26 mènent vers l'air ambiant, avec l'air de refroidissement écoulant en premier le long du côté extérieur du module absorbeur. L'air de retour fourni est divisé de sorte que seulement une petite portion d'air de retour est (ici : 20%) écoule à travers la branche 55, alors que la plus grande portion (ici : 80%) est fournie aux ajutages 41. A cause de la petite portion d'air de retour utilisée pour le refroidissement, celle-ci peut être facilement expulsée sous forme d'air ambiant sans une détérioration significative du niveau d'efficacité du récepteur. L'air de retour est également détourné horizontalement par l'air écoulant dans la direction horizontale avec une énergie cinétique élevée.

La Figure 6 illustre un mode de réalisation d'un récepteur chaud. Dans un récepteur chaud, la structure formant les tubes d'air chaud 24 est en béton à température élevée qui peut supporter les températures d'air chaud. Ainsi, aucun refroidissement des tubes d'air chaud n'est requis. La structure de support 14 est également faite en béton pour que l'ensemble du module récepteur 13 puisse être formé en une pièce du même matériau.

Comme dans le mode de réalisation représenté dans la Figure 4, le module absorbeur sélectionné 20a est un module absorbeur de forme spéciale avec une face frontale inclinée, alors que les autres modules absorbeurs (normaux) ont des faces frontales qui se trouvent toutes dans un même plan.

Comme représenté dans la Figure 6, le conduit d'air de retour 60, possiblement un tube en métal, mène à partir de la cavité 15 de la structure de support 14 vers les ajutages de sortie 41 qui sont également dans ce cas disposés immédiatement au gradin formé par le module absorbeur sélectionné 20a. Évidemment, le conduit d'air de retour 60 et le module absorbeur 35 sont séparés l'un de l'autre.

Dans tous les modes de réalisation, les ajutages de sortie 41 sont disposés de telle sorte qu'ils sont ombragés contre le rayonnement solaire incident hautement concentré. Ils sont complètement ou partiellement situés sous le capuchon de tête 21 du module absorbeur sélectionné. Ainsi, on évite les dommages thermiques des ajutages.

L'invention comprend les types suivants de récepteur : un récepteur froid dans lequel l'ensemble d'air de retour est utilisé pour refroidir les tubes d'air chaud et est ensuite aspirés à nouveau; un récepteur doux dans lequel une grande portion d'air de retour est directement fournie pour être aspirée à nouveau, alors qu'une petite portion est dérivée et utilisée pour refroidir les tubes d'air chaud; et un récepteur chaud dans lequel les tubes d'air chaud ne sont pas refroidis en utilisant l'air de retour et l'ensemble d'air de retour est expulsé.

Revendications

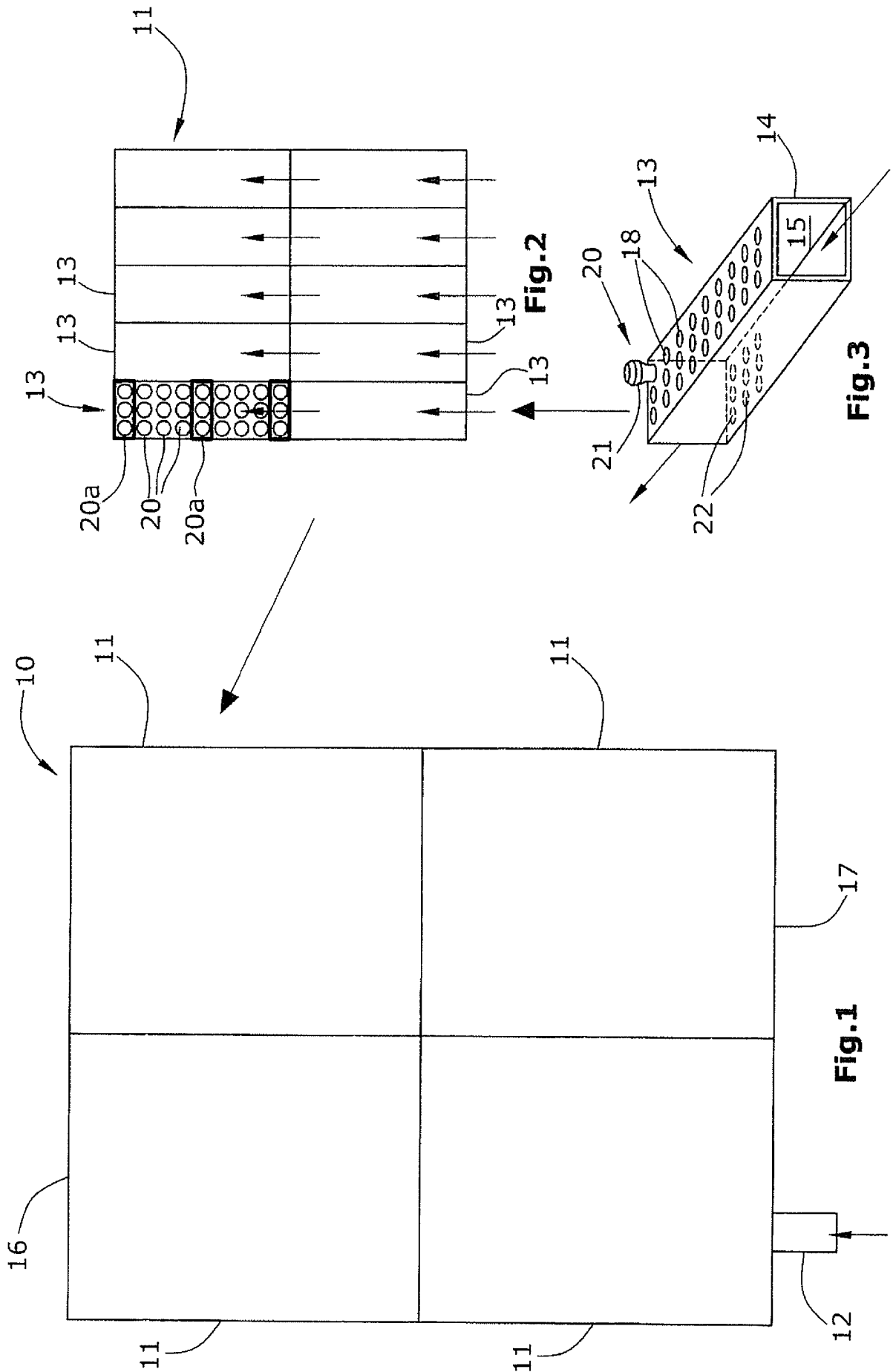
1. Un récepteur pour des installations d'énergie solaire, ayant une structure de support (14) supportant une pluralité de modules absorbeurs (20, 20a) à une face frontale, lesquels modules comprennent un absorbeur de côté frontal (36) et un conduit d'air chaud (23) dans lequel un tube d'air chaud (24) est adjacent au conduit d'air chaud et l'air de retour recyclé sort par le côté frontal pour être aspiré dans les modules absorbeurs,

caractérisé par la fait que

les modules absorbeurs sélectionnés (20a) sont décalés vers l'avant par rapport aux modules absorbeurs adjacents (20), formant ainsi un gradin (35), et que les ajutages de sortie (41) sont fournis dans chaque gradin, lesquels ajutages de sortie sont orientés de telle manière à ce que l'air de retour expulsé s'écoule sur les côtés frontaux d'une pluralité de modules absorbeurs adjacents pour que l'air de retour écoulant des ajutages de sortie s'écoule sur une pluralité de modules absorbeurs successifs et soit aspiré dans ceux-ci.

2. Le récepteur de la revendication 1, caractérisé par le fait que la structure de support (14) comprend une cavité (15) traversée par les tubes d'air chaud (24) pour qu'ils sortent par le côté arrière de la cavité (15), et que, à l'intérieur de la cavité (15), chacun des tubes d'air chaud (24) comprend une enveloppe de refroidissement (26) fournie avec l'air de retour provenant de la cavité (15).
3. Le récepteur de la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que les modules absorbeurs sélectionnés (20a) ont des côtés frontaux inclinés (36a) s'étendant sous un angle par rapport aux côtés frontaux des modules absorbeurs restants (20).
4. Le récepteur de la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que chacun des modules absorbeurs sélectionnés (20a) détermine le flanc raide d'une structure en dents de scie formée par les modules absorbeurs.

5. Le récepteur de l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que les ajutages de sortie (41) sont ombragés contre le rayonnement solaire incident par les modules absorbeurs sélectionnés (20a).
6. Un récepteur de l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la structure de support (14) comprend un logement en béton du béton à température élevée et les tubes d'air chaud (24) sont formés par le logement en béton, et que les conduits d'air de retour (60) sont fournis dans le logement en béton pour fournir l'air de retour aux ajutages de sortie.
7. Le récepteur de la revendication 6, caractérisé par le fait que le conduit d'air de retour (60) s'étend vers une boîte en tôle (40) sur le côté extérieur du logement en béton.
8. Le récepteur de la revendication 2, caractérisé par le fait qu'une pluralité d'ajutages de sortie (41) sont liés à un conduit d'air de retour (55), qu'une branche (55) mène à partir du conduit d'air de retour vers la cavité (15), et que la cavité (15) est en connexion d'écoulement avec les enveloppes de refroidissement (26) des tubes d'air chaud (24).
9. Le récepteur de la revendication 2, caractérisé par le fait que le récepteur (10) est formé par une pluralité de modules récepteurs parallélépipèdes et longitudinaux (13) comprenant les modules absorbeurs (20) à un côté frontal, que les sorties (22) des tubes d'air chaud sont disposées sur le côté opposé, et que les cavités (15) des modules récepteurs (13) disposées l'une derrière l'autre dans la direction longitudinale sont liées l'une à l'autre.
10. Le récepteur de la revendication 9, caractérisé par le fait qu'une pluralité de modules récepteurs (13) sont combinés dans un sous-récepteur (11), et qu'une pluralité de sous-récepteurs forment le récepteur (10).



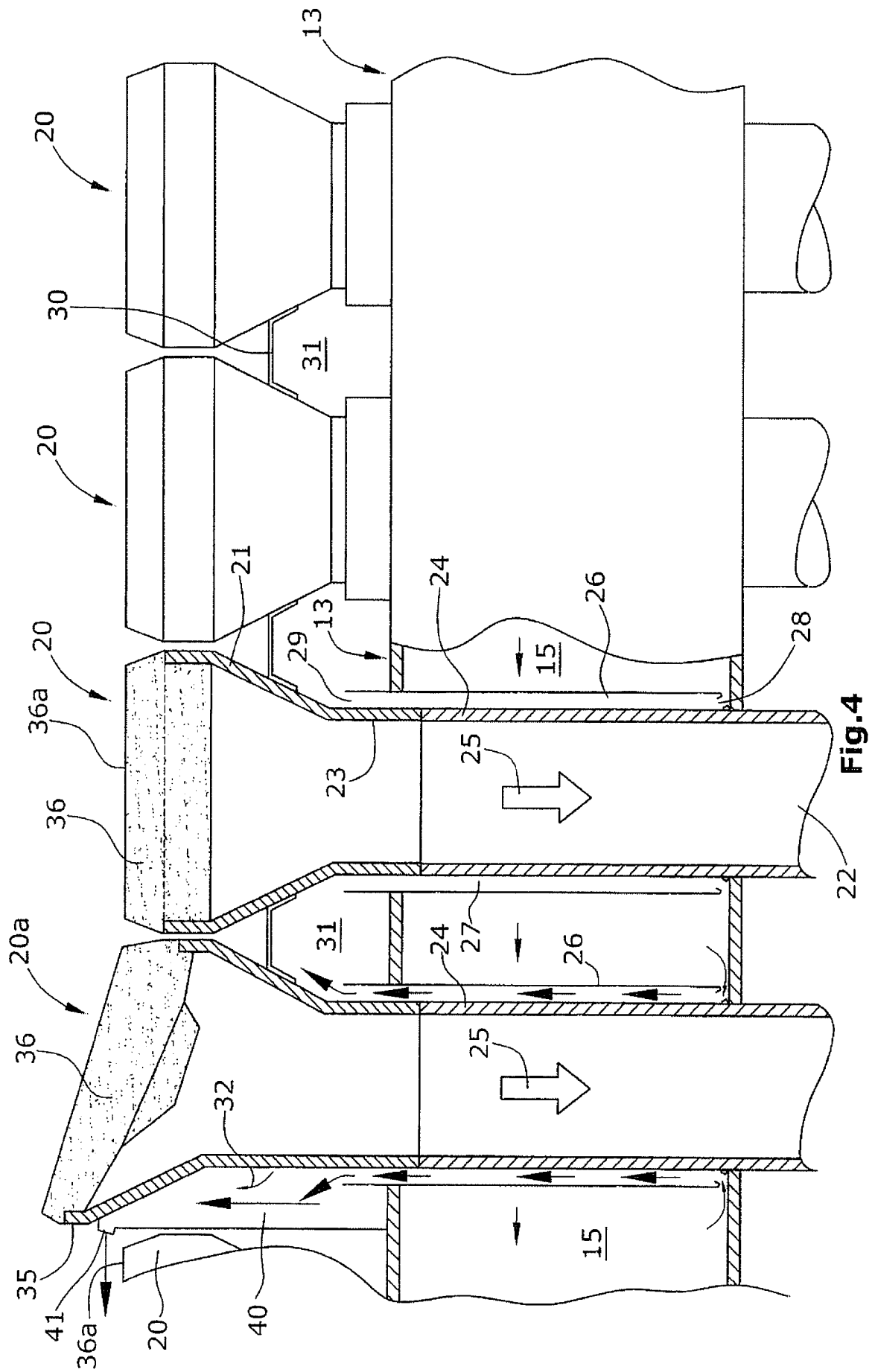


Fig.4

-3/4-

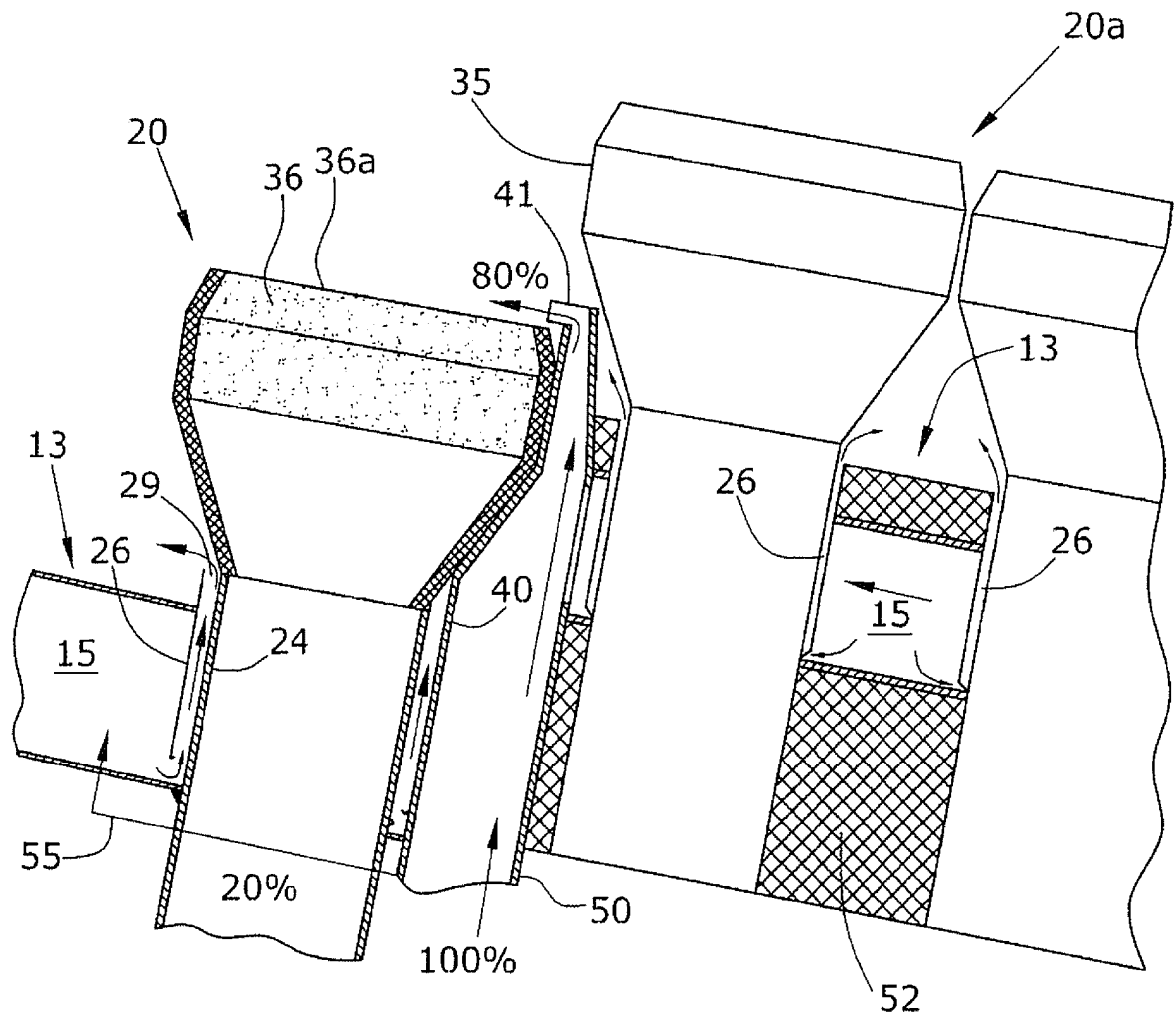


Fig.5

-4/4-

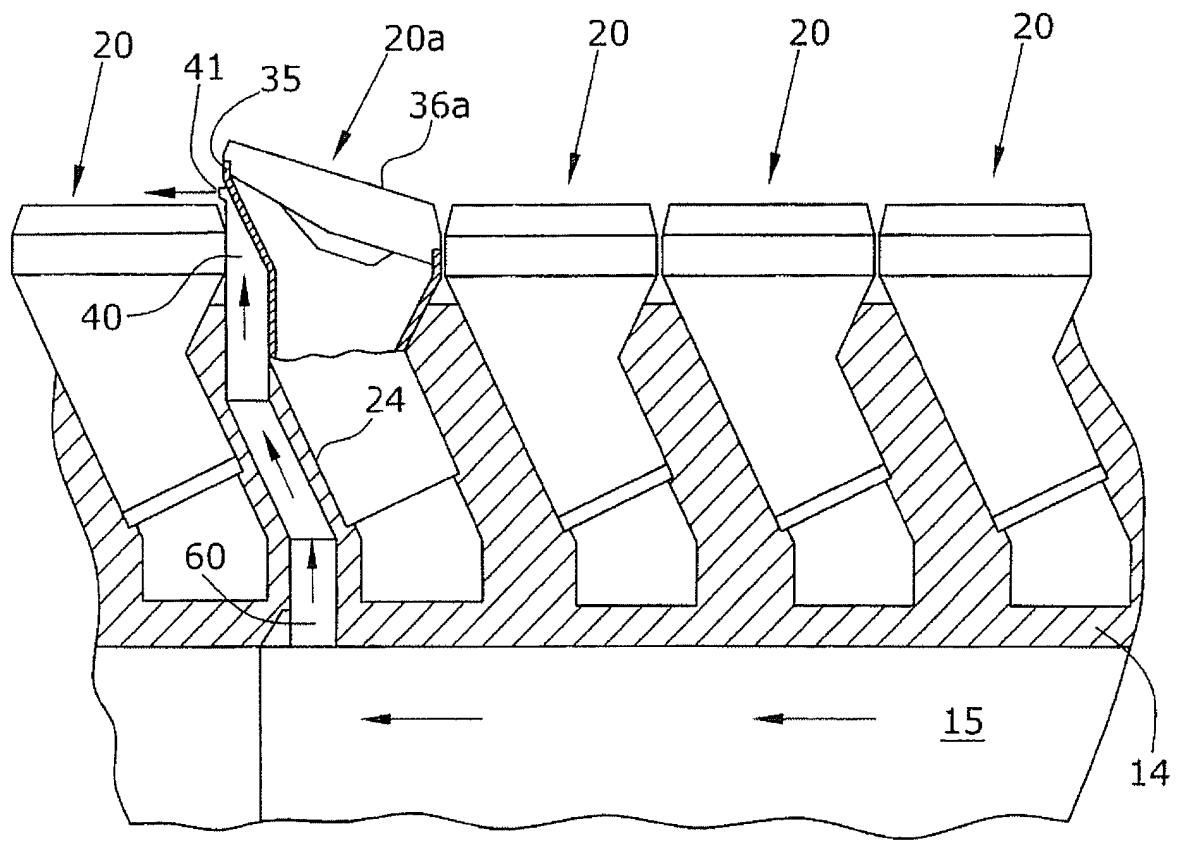


Fig.6