



⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
18.01.95 Bulletin 95/03

⑤① Int. Cl.⁶ : **F22B 31/00, F22B 37/40**

②① Numéro de dépôt : **91116223.8**

②② Date de dépôt : **24.09.91**

⑤④ **Dispositif de refroidissement de la paroi d'un foyer de chaudière à lit fluidisé dans une zone médiane.**

③⑩ Priorité : **26.09.90 FR 9011859**
27.03.91 FR 9103700

④③ Date de publication de la demande :
01.04.92 Bulletin 92/14

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
18.01.95 Bulletin 95/03

⑧④ Etats contractants désignés :
BE DE ES FR GB IT SE

⑤⑥ Documents cités :
EP-A- 0 289 974
WO-A-90/09550
FR-A- 2 389 831
VGB KRAFTWERKSTECHNIK, vol. 67, no. 8,
août 1987, pages 751-757, Essen, DE; D.
BUNTHOFF et al.: "Umweltfreundliches Kraf-
werk mit Druckwirbelschichtfeuerung"
BWK BRENNSTOFF WARME KRAFT, vol. 36,
no. 10, octobre 1984, pages 405-409, Düssel-
dorf, DE; J. BULBRING et al.:
"Umweltkraftwerk mit Druckwirbelschicht-
feuerung"

⑦③ Titulaire : **STEIN INDUSTRIE Société Anonyme**
dite:
19-21, avenue Morane Saulnier
F-78140 Vélizy Villacoublay (FR)

⑦② Inventeur : **Semedard, Jean-Claude**
5, rue Georges Saché
F-75014 Paris (FR)
Inventeur : **Aubry, Jean**
26J, rue Paul Rivet
F-92350 Le Plessis Robinson (FR)
Inventeur : **Tessier, Jean-Paul**
51, rue de l'Eglise
F-75015 Paris (FR)
Inventeur : **Tondeur, Gérard**
46, rue A. Calmette
F-78350 Jouy en Josas (FR)

⑦④ Mandataire : **Weinmiller, Jürgen et al**
Lennéstrasse 9
Postfach 24
D-82336 Feldafing (DE)

EP 0 477 849 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne un dispositif de refroidissement de la paroi d'un foyer de chaudière à lit fluidisé dans une zone médiane de section droite verticale en forme générale de V renversé de jonction entre des parties inférieures de section droite verticale trapézoïdale au-dessus de deux soles parallèles et une partie supérieure de section droite rectangulaire, à faces avant et arrière parallèles à l'arête du V renversé, et à faces latérales perpendiculaires à cette arête, ladite paroi étant munie de tubes d'échange de chaleur parcourus par de l'eau ou une émulsion d'eau et de vapeur, les faces inclinées du V renversé étant pourvues de tubes d'échange parallèles aux arêtes latérales du V renversé dits rampants.

Un tel dispositif est décrit dans le document VGB KRAFTWERKSTECHNIK, vol. 67, n° 8, août 1987, pages 751-757, Essen, DE; D. BUNTHOFF et al. : "Umweltfreundliches Kraftwerk mit Druckwirbelschichtfeuerung".

On n'avait jusqu'ici pas trouvé de solution satisfaisante pour assurer le refroidissement de cette zone en circulation naturelle de l'eau et de l'émulsion d'eau et de vapeur à réchauffer et vaporiser. Il fallait donc y disposer des tubes alimentés à l'aide de pompes en circulation forcée à partir des tubes tapissant les parois verticales du foyer par des tronçons comportant une partie descendante.

La présente invention a pour objet de procurer un dispositif de refroidissement d'une telle zone en circulation naturelle, à l'aide d'un système tubulaire continu ne comportant aucun élément descendant.

Pour ce faire, selon l'invention, les rampants sont reliés à des tubes d'échange de chaleur sensiblement horizontaux disposés dans les flancs des parties inférieures dans une zone supérieure, le long de l'arête du V inversé et se prolongeant jusqu'à proximité des faces latérales où ils débouchent dans des tubes verticaux équipant les faces latérales du foyer.

Afin d'équiper de façon uniforme les deux faces latérales, de préférence, tous les tubes sont disposés de façon symétrique par rapport au plan de symétrie parallèle aux faces latérales du foyer.

Selon une première variante, les tubes d'échange de chaleur de la zone médiane sont reliés aux tubes disposés dans les flancs des parties inférieures en tronc de pyramide renversé par l'intermédiaire d'un collecteur disposé sous la paroi de la zone médiane, à la verticale de l'arête du V inversé.

Dans ce cas, le dispositif répond en outre de préférence à au moins l'une des caractéristiques suivantes :

- Au moins la majeure partie des tubes sont en forme d'épingle à cheveux.
- Certains des tubes, disposés au voisinage de l'arête du V inversé, sont rectilignes et alimentés par leur milieu.

- Les tubes en épingle à cheveux sont alimentés par leurs extrémités au voisinage des faces latérales du foyer.

- Les flancs de la zone supérieure les plus proches de l'arête font un angle plus élevé avec un plan vertical que ceux de la partie de la zone médiane plus éloignée de l'arête.

Selon une seconde variante, les rampants sont reliés par groupes de n rampants aux tubes d'échange de chaleur sensiblement horizontaux dits tubes de raccordement.

Afin d'obtenir une répartition uniforme des tubes verticaux sur chaque face latérale et des tubes de raccordement sur les faces inclinées, les groupes de n rampants sont, de préférence, reliés à leur tube de raccordement respectif à différentes hauteurs, les différents tubes de raccordement étant superposés les uns par rapport aux autres dans les faces inclinées.

Plus précisément, lesdites hauteurs sont régulièrement croissantes du groupe de n rampants le plus proche d'une des faces latérales au groupe de n rampants le plus proche dudit plan de symétrie, ce dernier étant interrompu à proximité de l'arête de la zone supérieure.

Pour que le pas entre tubes verticaux soit suffisant compte tenu des ailettes soudées reliant les tubes de façon connue, selon une caractéristique particulière, les groupes de n rampants sont reliés deux à deux en ensembles de 2 n rampants par l'intermédiaire des tubes de raccordement, ces derniers étant connectés à leur jonction mutuelle à un tube vertical correspondant.

Enfin, afin de permettre la réalisation du dispositif à l'aide de pièces de raccord de tubes standards en T ou en L et obtenir un équilibrage optimal des flux, selon une autre caractéristique de l'invention, la jonction entre deux tubes de raccordement est réalisée par un prolongement en forme d'épingle à cheveux du tube de raccordement du groupe de n rampants le plus proche d'une des faces latérales du foyer, la sortie de l'épingle à cheveux étant alignée avec le tube de raccordement de l'autre groupe de n rampants.

L'invention est exposée ci-après plus en détail à l'aide de dessins représentant seulement un mode d'exécution.

La figure 1 représente la disposition générale de la zone médiane séparant les deux jambages inférieurs d'un foyer de chaudière à deux soles séparés comportant le dispositif conforme à l'invention.

La figure 2 représente à plus grande échelle la disposition des tubes dans cette zone, selon la première variante.

La figure 3 représente à plus grande échelle la disposition des tubes dans cette zone, selon la seconde variante.

Sur la figure 1, le foyer comporte une face avant 1, une face arrière 2 et deux faces latérales 3 et 4. Ses

deux soles 5 et 6 sont séparées par un intervalle 7, de sorte que les deux parties inférieures du foyer en forme de jambage comportent des flancs inclinés 8 et 9 se raccordant dans la zone supérieure 10 le long d'une arête 11, parallèle aux faces avant et arrière du foyer.

Dans la figure 2, le collecteur 12 d'alimentation en eau ou émulsion d'eau et de vapeur de refroidissement est disposé dans le plan de symétrie du foyer parallèle à ses faces avant et arrière 1 et 2, à l'abri des fumées du foyer. Il est relié de part et d'autre à des tubes d'arrivée 13, 14 disposés sur les flancs 8, 9, appelés "rampants de voûte", inclinés à 24° sur la verticale, et il alimente lui-même des tubes tels que 15 de liaison avec des tubes en épingle à cheveux tels que 16, 18 disposés sur la paroi de la zone supérieure. Les tubes 16, 18 sont reliés de façon connue par des ailettes soudées, non représentées, et se raccordent à des tubes verticaux tels que 17, 19 qui s'élèvent le long des faces latérales 3, 4 du foyer.

Le collecteur 12 est également relié au voisinage du plan de symétrie parallèle aux faces latérales 3, 4 du foyer par des tubes verticaux tels que 20 à des tubes droits horizontaux tels que 21, 22 divergeant de part et d'autre de ce plan de symétrie, et disposés dans la zone 10 près de l'arête supérieure 11, qui débouchent dans les tubes verticaux 23, 24 des faces latérales. Les tubes tels que 21, 22 sont disposés de préférence sur des portions de face faisant un angle plus élevé, par exemple de 55°, avec la verticale, de sorte que l'arête 11 de la figure 1 est alors une arête virtuelle. Ces tubes sont également reliés par des ailettes, non représentées.

Le dispositif conforme à la seconde variante est décrit sur la figure 3.

Les tubes d'arrivée 13, 14 appelés rampants de voûte, inclinés à 24° par rapport à la verticale, sont disposés sur la surface des flancs inclinés 8, 9.

Pour ce faire, les rampants 13, 14 sont raccordés par groupe de n rampants. Selon l'exemple représenté, les rampants sont raccordés par groupe de 3. Le nombre de rampants par groupe est défini en fonction du débit souhaité en sortie dans les tubes verticaux 17 sur les parois latérales du foyer.

L'agencement des tubes est symétrique par rapport au plan vertical central parallèle aux faces latérales 3, 4 du foyer, la moitié des rampants 13, 14 étant connectée à des tubes verticaux 17 de la face latérale 3, l'autre moitié étant connectée à des tubes verticaux 17 de l'autre face latérale 4. La trace de ce plan de symétrie est symbolisée par la ligne A-A sur la figure 3.

Les rampants 13, 14 sont interrompus par groupes de trois, à des hauteurs différentes, le groupe le plus proche du plan symbolisé par A-A allant jusqu'à proximité de l'arête 11 de la zone 10.

Au niveau de leur interruption, ils sont raccordés, de préférence par des raccords classiques en T et en

L, à des tubes 120 sensiblement horizontaux disposés également dans les faces inclinées 8, 9 de la zone 10. Ces raccords sont réalisés de façon à obtenir un pas constant entre les tubes 120 superposés dans ces faces inclinées.

Afin d'obtenir un pas suffisant entre les tubes verticaux 17, les tubes horizontaux 120 sont, quant à eux, reliés deux par deux avant d'être connectés à un tube vertical 17.

Cette liaison est réalisée grâce à des prolongements en épingle à cheveux 160 du tube 120 inférieur de chaque paire de tubes 120 adjacents. Ce prolongement 160 se fait à l'extérieur de la zone 10. Il a pour but d'une part de permettre l'utilisation d'un raccord en T classique au niveau de la connexion du tube vertical 17 correspondant, d'autre part d'équilibrer les longueurs et les flux arrivant à cette connexion.

De façon connue, les tubes sont reliés dans le plan par des ailettes soudées, non représentées, sauf dans la zone de débordement de la zone 10, à savoir les épingles à cheveux 160.

A titre d'exemple, la zone 10 ayant une hauteur d'environ 2,7m, le pas entre rampants 13, 14 est d'environ 88mm, leur diamètre étant d'environ de 44,5mm; le pas entre tubes horizontaux 120 est d'environ 94mm et celui entre tubes verticaux d'environ 76,5mm, le diamètre de ces derniers étant d'environ 63,5mm.

Ces dispositions des tubes d'échange de chaleur dans la partie supérieure de la zone en forme de V renversé séparant les deux parties inférieures du foyer permettent d'assurer une circulation naturelle de l'eau ou de l'émulsion d'eau et de vapeur dans les tubes, tout en protégeant complètement les parois correspondantes et le collecteur d'alimentation du rayonnement du foyer.

Revendications

1. Dispositif de refroidissement de la paroi d'un foyer de chaudière à lit fluidisé dans une zone médiane de section droite verticale en forme générale de V renversé de jonction entre des parties inférieures de section droite verticale trapézoïdale au-dessus de deux soles parallèles (5, 6) et une partie supérieure de section droite rectangulaire, à face avant (1) et face arrière (2) parallèles à l'arête (11) du V renversé et à faces latérales (3, 4) perpendiculaires à cette arête, ladite paroi étant munie de tubes d'échange de chaleur parcourus par de l'eau ou une émulsion d'eau et de vapeur, les faces inclinées (8, 9) du V renversé étant pourvues de tubes d'échange (13, 14) parallèles aux arêtes latérales du V renversé dits rampants, dispositif caractérisé en ce que les rampants (13, 14) sont reliés à des tubes d'échange de chaleur sensiblement horizontaux

- (16, 18, 21, 22, 120) disposés dans les flancs des parties inférieures dans une zone supérieure (10), le long de l'arête (11) du V inversé et se prolongeant jusqu'à proximité des faces latérales (3, 4) où ils débouchent dans des tubes verticaux (17, 19, 23, 24) équipant les faces latérales (3, 4) du foyer. 5
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que tous les tubes sont disposés de façon symétrique par rapport au plan de symétrie parallèle aux faces latérales (3, 4) du foyer. 10
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les tubes d'échange de chaleur de la zone médiane sont reliés aux tubes disposés dans les flancs des parties inférieures en tronc de pyramide renversé par l'intermédiaire d'un collecteur (12) disposé sous la paroi de la zone médiane, à la verticale de l'arête du V inversé. 15 20
4. Dispositif selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce qu'au moins la majeure partie des tubes (16, 18) sont en forme d'épingle à cheveux. 25
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que certains des tubes (21, 22), disposés au voisinage de l'arête du V inversé, sont rectilignes et alimentés par leur milieu. 30
6. Dispositif selon les revendications 3 et 4, caractérisé en ce que les tubes en épingle à cheveux (16, 18) sont alimentés par leurs extrémités au voisinage des faces latérales du foyer. 35
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les flancs de la zone supérieure (10) les plus proches de l'arête font un angle plus élevé avec un plan vertical que ceux de la partie de la zone médiane plus éloignée de l'arête. 40
8. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les rampants (13, 14) sont reliés par groupes de n rampants (13, 14) aux tubes d'échange de chaleur sensiblement horizontaux (120) dits tubes de raccordement. 45
9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que les groupes de n rampants (13, 14) sont reliés à leur tube de raccordement (120) respectif à différentes hauteurs, les différents tubes de raccordement (120) étant superposés les uns par rapport aux autres dans les faces inclinées (8, 9). 50 55
10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que lesdites hauteurs sont régulièrement

croissantes du groupe de n rampants le plus proche d'une des faces latérales (3 ou 4) au groupe de n rampants le plus proche dudit plan de symétrie, ce dernier allant jusqu'à proximité de l'arête (11) de la zone supérieure (10).

11. Dispositif selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que les groupes de n rampants (13, 14) sont reliés deux à deux en ensembles de 2 n rampants par l'intermédiaire des tubes de raccordement (120), ces derniers étant connectés à leur jonction mutuelle à un tube vertical (17) correspondant.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que cette jonction entre deux tubes de raccordement (120) est réalisée par un prolongement en forme d'épingle à cheveux (160) du tube de raccordement (120) du groupe de n rampants (13, 14) le plus proche d'une des faces latérales (3, 4) du foyer, la sortie de l'épingle à cheveux (160) étant alignée avec le tube de raccordement (120) de l'autre groupe de n rampants (13, 14).

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Kühlung der Wände eines Wirbelschicht-Kessels in einer mittleren Zone, deren allgemeine Form im senkrechten Schnitt einem umgekehrten V gleicht, die die Verbindung zwischen den unteren Bereichen mit Trapezform im vertikalen Schnitt oberhalb der beiden parallelen Feuerstellen (5, 6) und dem oberen Bereich mit rechteckförmigem Querschnitt bildet, wobei die Vorderseite (1) und die Rückseite (2) parallel zum Grat (11) des umgekehrten V und die Seitenflächen (3, 4) senkrecht zu diesem Grat verlaufen und wobei die Wand mit Wärmetauscherrohren versehen ist, die von Wasser oder einer Emulsion aus Wasser und Dampf durchströmt werden, wobei die geneigten Seiten (8, 9) des umgekehrten V mit parallel zu den Seitenzweigen des umgekehrten V verlaufenden Wärmetauscherrohren (13, 41) versehen sind, die einhüftig genannt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die einhüftigen Rohre (13, 14) mit im wesentlichen waagrechten Wärmetauscherrohren (16, 18, 21, 22, 120) verbunden sind, die in den Flanken der unteren Bereiche in einer oberen Zone (10) entlang dem Grat (11) des umgekehrten V verlaufen und bis in die Nähe der Seitenflächen (3, 4) verlängert sind, wo sie in senkrechte Rohre (17, 19, 23, 24) übergehen, die in den Seitenflächen (3, 4) des Kessels verlaufen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle Rohre symmetrisch bezüglich

der Symmetrieebene angeordnet sind, die parallel zu den Seitenflächen (3, 4) des Kessels verläuft.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmetauscherrohre der mittleren Zone mit den an den Flanken der in Form eines umgekehrten Pyramidenstumpfs ausgebildeten unteren Bereichen über einen Kollektor (12) verbunden sind, der unter der Wand der mittleren Zone senkrecht unter dem Grat (11) des umgekehrten V liegt. 5
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der größte Teil der Rohre (16, 18) haarnadelförmig ist. 10
5. Vorrichtung nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß manche der Rohre (21, 22), die in der Nähe des Grats (11) des umgekehrten V liegen, geradlinig sind und in ihrer Mitte gespeist werden. 15
6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die haarnadelförmigen Rohre (16, 18) an ihren Enden in der Nähe der Seitenflächen des Kessels gespeist werden. 20
7. Vorrichtung nach einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Flanken der oberen Zone (10), die dem Grat am nächsten liegen, einen größeren Winkel mit einer senkrechten Ebene besitzen als die Flanken des Bereichs der mittleren Zone, die von dem Grat weiter entfernt sind. 25
8. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die einhüftigen Rohre (13, 14) in Gruppen von n Rohren (13, 14) zusammengefaßt an die im wesentlichen waagrechteten Wärmetauscherrohre (120), Anschlußrohre genannt, angeschlossen sind. 30
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppen von n einhüftigen Rohren (13, 14) an ihr jeweiliges Anschlußrohr (120) in unterschiedlichen Höhen angeschlossen sind, wobei die verschiedenen Anschlußrohre (120) übereinander in den geneigten Flächen (8, 9) angeordnet sind. 35
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhen gleichmäßig von der einer der Seitenflächen (3 oder 4) nächstliegenden Gruppe von n Rohren bis zur der Symmetrieebene nächstliegenden Gruppe von n Rohren zunehmen, wobei diese letztere Gruppe bis in die Nähe des Grats (11) der oberen Zone (10) reicht. 40

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe von n einhüftigen Rohren (13, 14) paarweise in Gruppen von je 2n Rohren über Anschlußrohre (120) angeschlossen sind, wobei letztere an ihrer gegenseitigen Verbindung mit einem entsprechenden senkrechten Rohr (17) verbunden sind. 45

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß diese Verbindung zwischen zwei Anschlußrohren (120) in Form einer haarnadelförmigen Verlängerung (160) des Anschlußrohrs (120) der Gruppe von n einhüftigen Rohren (13, 14) erfolgt, die den Seitenflächen (3, 4) des Kessels am nächsten liegt, wobei der Ausgang des haarnadelförmigen Rohrs (160) mit dem Anschlußrohr (120) der anderen Gruppe von n einhüftigen Rohren (13, 14) in Flucht liegt. 50

Claims

1. Apparatus for cooling the wall of a fluidized bed hearth in a middle join region having a vertical right cross-section which is generally in the form of an upsidedown V-shape and which is located between the bottom portions of trapezium-shaped vertical right cross-section of the furnace above two parallel floors (5 and 6) and a top portion of the furnace, which top portion is of rectangular right cross-section, having a front face (1) and a rear face (2) that are parallel to the ridge (11) of the upsidedown V-shape and having side faces (3, 4) that are perpendicular to said ridge, said wall being provided with heat exchanger tubes conveying water or an emulsion of water and steam, the sloping faces (8, 9) of the upsidedown V-shape being provided with sloping heat exchanger tubes (13, 14) parallel to the side edges of the upsidedown V-shape, the device being characterized in that the sloping tubes (13, 14) are connected to substantially horizontal heat exchanger tubes (16, 18, 21, 22, 120) disposed in the flanks of the lower portions in a top region (10), along the ridge (11) of the upsidedown V-shape and extending to the vicinity of the side faces (3, 4) where they open out into vertical tubes (17, 19, 23, 24) fitted to the side faces (3, 4) of the hearth. 55
2. Apparatus according to claim 1, characterized in that all of the tubes are disposed symmetrically about a plane of symmetry parallel to the side faces (3, 4) of the hearth.
3. Apparatus according to claim 1 or 2, characterized in that the heat exchanger tubes in the middle region are connected to the tubes disposed

over the flanks of the upsidedown truncated pyramid lower portions via a manifold (12) disposed beneath the wall of the middle region, vertically relative to the ridge of the upsidedown V-shape.

4. Apparatus according to claim 1, 2, or 3, characterized in that at least a major fraction of the horizontal tubes (16, 18) are hairpin-shaped.

5. Apparatus according to any preceding claim, characterized in that some of the tubes (21, 22) disposed in the vicinity of the ridge of the upsidedown V-shape are rectilinear and are fed centrally.

6. Apparatus according to claims 3 and 4, characterized in that the hairpin-shaped tubes (16, 18) are fed via their ends in the vicinity of the side faces of the hearth.

7. Apparatus according to any preceding claim, characterized in that the flanks of the top region (10) closest to the ridge form a greater angle relative to the vertical plane than do the flanks of the portion of the middle region that are further from the ridge.

8. Apparatus according to claim 1 or 2, characterized in that the sloping tubes (13, 14) are connected in groups of $\underline{n}$ sloping tubes (13, 14) to the substantially horizontal heat exchanger tubes (120) referred to as "connection" tubes.

9. Apparatus according to claim 8, characterized in that the groups of $\underline{n}$ sloping tubes (13, 14) are connected to their respective connection tubes (120) at different heights, the various connection tubes (120) being superposed over one another in the sloping faces (8, 9).

10. Apparatus according to claim 9, characterized in that said heights increase regularly from the group of $\underline{n}$ sloping tubes closest to one of the side faces (3 or 4) to the group of $\underline{n}$ sloping tubes closest to said plane of symmetry, the last-mentioned group extending to the vicinity of the ridge (11) of the top region (10).

11. Apparatus according to claim 9 or 10, characterized in that the groups of $\underline{n}$ sloping tubes (13, 14) are connected in pairs in sets of $2\underline{n}$ sloping tubes by means of the connection tubes (120) which connection tubes are connected at their mutual interconnections to a corresponding vertical tube (17).

12. Apparatus according to claim 11, characterized in that said interconnection between two connec-

tion tubes (120) is constituted by a hairpin-shaped extension (160) of the connection tube (120) for the group of $\underline{n}$ sloping tubes (13, 14) closest to one of the side faces (3, 4) of the hearth, such that the outlet from the hairpin bend (160) is in alignment with the connection tube (120) of the other group of $\underline{n}$ sloping tubes (13, 14).

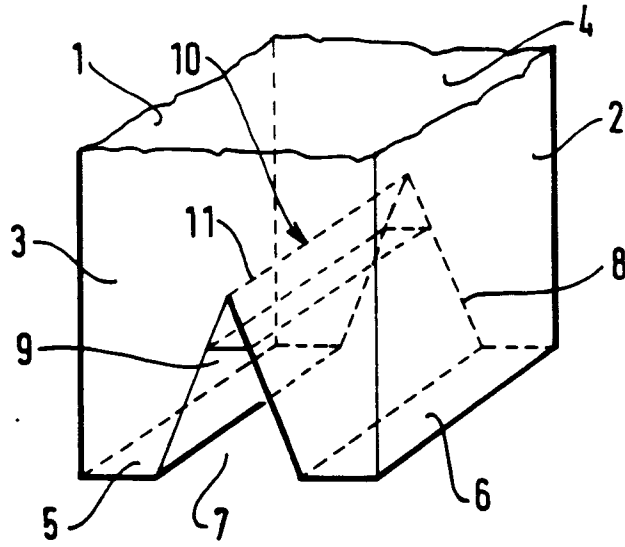


FIG. 1

FIG. 2

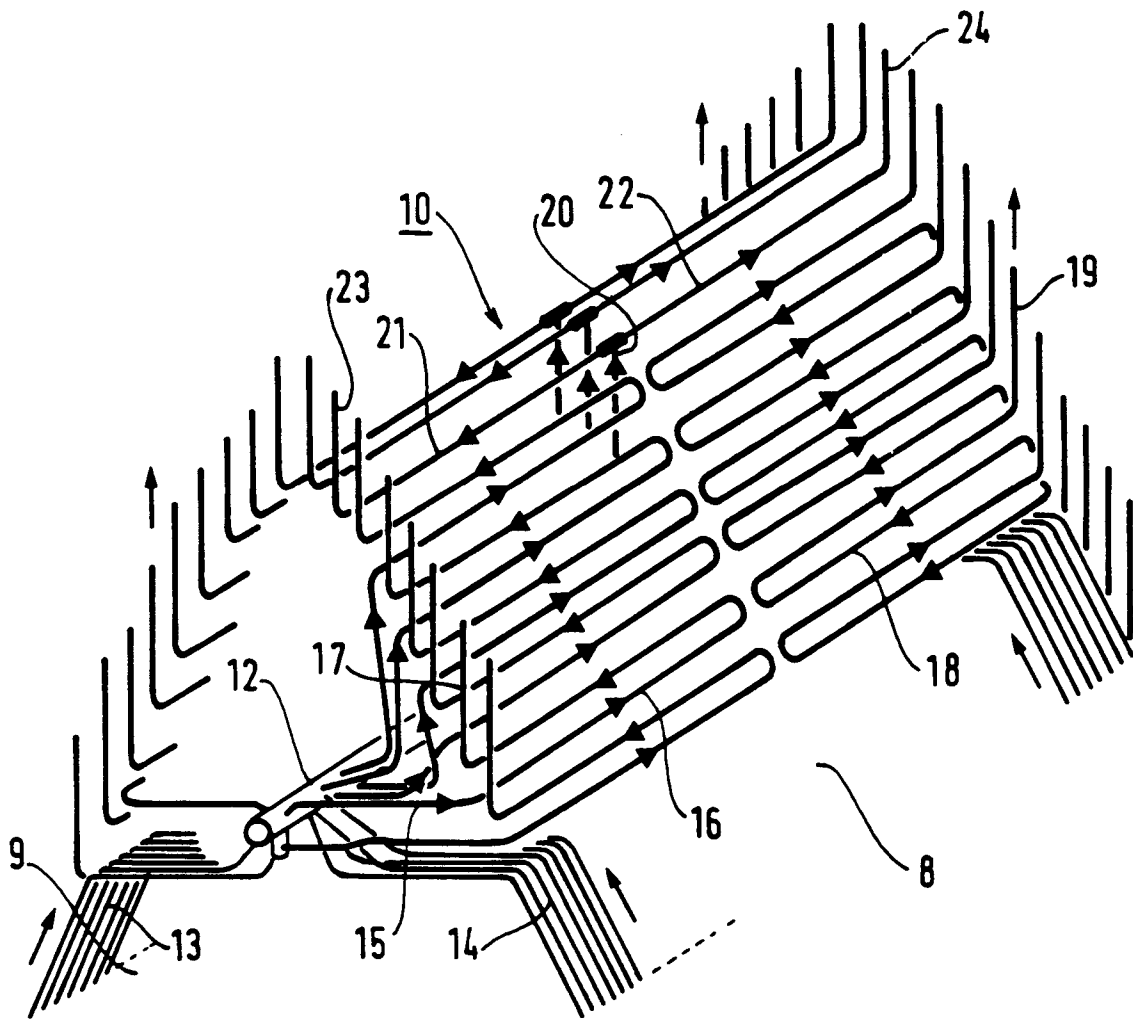


FIG. 3

