



(11)

EP 4 542 115 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
23.04.2025 Bulletin 2025/17

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
F23H 3/02 (2006.01) **F23H 7/08 (2006.01)**
F23H 7/14 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: 24204763.7

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F23H 3/02; F23H 7/08; F23H 7/14; F23H 2700/009;
F23H 2900/03021

(22) Date de dépôt: 04.10.2024

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
GE KH MA MD TN

(30) Priorité: 09.10.2023 FR 2310764

(71) Demandeur: **Vinci Construction Grands Projets**
92000 Nanterre (FR)

(72) Inventeur: **DECRETON, Cyril**
95340 Persan (FR)

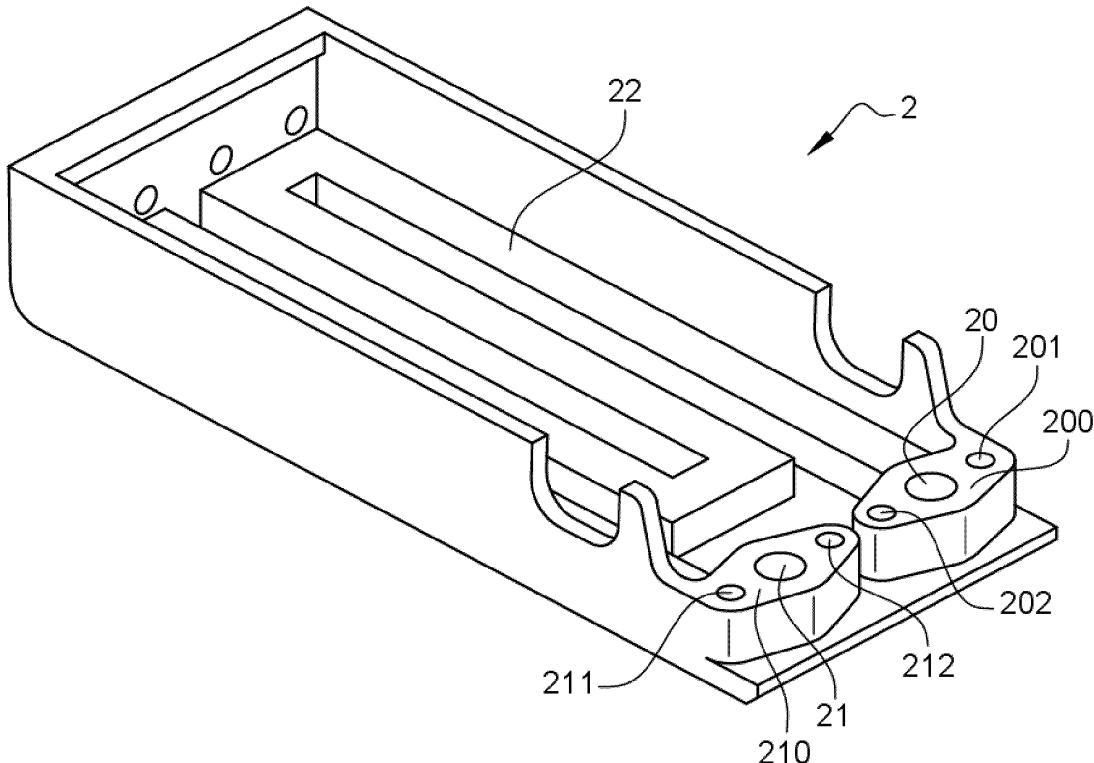
(74) Mandataire: **Lebkiri, Alexandre et al**
Cabinet Camus Lebkiri
25, Rue de Maubeuge
75009 Paris (FR)

(54) BARREAU FIXE D'UNE GRILLE A GRADINS ET GRILLE A GRADINS

(57) Un aspect de l'invention concerne un barreau fixe (2) d'une grille à gradins (11) comportant une surface supérieure (23) plane et un circuit de refroidissement avec une entrée (20) et une sortie (21) d'un liquide de refroidissement situées sur une face inférieure, caractérisé en ce que la face inférieure présente au moins une surface plane (200, 210) où débouchent l'entrée (20) et la

sortie (21) du liquide de refroidissement et que l'entrée et la sortie du liquide de refroidissement sont chacune bordée de deux trous (201, 202 ; 211, 212) diamétralement opposés. Ainsi, l'entrée et la sortie de liquide de refroidissement peuvent être connectées au circuit de refroidissement par des brides grâce aux deux trous.

[Fig. 4]



Description

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] Le domaine technique de l'invention est celui des grilles à gradins utilisés dans les fours de combustion ou incinérateurs de matières solides tel que par exemple, les déchets, la biomasse ou les combustibles solides de récupération.

[0002] L'invention concerne en particulier les barreaux équipant ces grilles à gradins.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

[0003] Les incinérateurs de matières solides comprennent des grilles sur lesquelles ce combustible est introduit par le haut et descend au fur et à mesure du processus de combustion, pour sortir sous forme de cendres/mâchefers en bas de la grille, et de fumées dans la chaudière.

[0004] Le mécanisme de la grille de combustion permet de faire avancer le combustible du point d'entrée au point de sortie. De l'air de combustion est injecté sous la grille assurant un attisement et une maîtrise du feu.

[0005] La grille est constituée de rangées de barreaux disposés en gradins, une partie fixe alternée avec une partie mobile. En position repos (la majeure partie du temps), les barreaux mobiles sont sous les barreaux fixes. Ils coulissent sur ces barreaux fixes en poussant le combustible pour le faire avancer. Quand ils rentrent en position de repos, le combustible tombe dans l'espace libre créé par l'avancée des barreaux. Ce fonctionnement permet l'avancée du combustible.

[0006] Les barreaux sont en contre-inclinaison par rapport à l'inclinaison de la grille, ce qui permet le maintien d'une hauteur de couche de combustible suffisante pour protéger les barreaux du rayonnement du feu.

[0007] La recherche d'augmentation du pouvoir calorifique inférieur (PCI) des combustibles par des technologies adaptées (par exemple pour les déchets ménagers, un tri permettant de séparer les composants et en extraire une fraction combustible non recyclable ayant une haute valeur ajoutée en termes de capacité énergétique) conduit à la nécessité de passer d'un système de refroidissement à l'air des barreaux à un système de refroidissement à l'eau, bien meilleur caloporteur que l'air. Mais l'utilisation de l'eau nécessite la mise en place d'un circuit de refroidissement.

[0008] Les grilles à barreaux de type grille à gradins sont très usitées pour ce type de combustion.

[0009] Dans cette technologie, ces grilles à barreaux refroidies à l'eau ont majoritairement à la fois des rangs de barreaux fixes et de barreaux mobiles refroidis à l'eau. Les barreaux mobiles sont alimentés en eau par des flexibles de raccordement, le raccordement étant réalisé par raccords filetés.

[0010] Outre les problèmes de frottement que peuvent

subir les flexibles qui constituent un point faible du circuit d'eau, les raccords filetés sont aussi des points sensibles car ils peuvent se desserrer et fuir, ou être mal serrés car difficilement accessible, ou difficile à desserrer au bout d'un certain temps de fonctionnement, entraînant des casses.

[0011] Les barreaux mobiles, se déplaçant lors de leurs aller-retours sur les barreaux fixes (sur certaines grilles tous les rangs de barreaux sont mobiles, et ceux-ci jouent alternativement le rôle de rang fixe et le rôle de rang mobile), provoquent, en cas d'aspérités sur les barreaux par des métaux fondus par exemple ("grattons"), des légers soulèvements des barreaux fixes et mobiles. Des dispositifs anti-soulèvement sont prévus, mais les connexions au niveau du raccordement doivent également être conçues de manière à absorber les mouvements potentiels des barreaux.

[0012] Par ailleurs l'alternance de démarrages et d'arrêts liés au mouvement alternatif d'entrée et de sortie des barreaux, provoque des vibrations et des chocs auxquels les points de raccordement sont sensibles.

RESUME DE L'INVENTION

[0013] L'invention offre une solution aux problèmes évoqués précédemment, en permettant d'éviter les fuites du circuit de refroidissement.

[0014] Un premier objet de l'invention concerne un barreau fixe d'une grille à gradins comportant une surface supérieure plane et un circuit de refroidissement avec une entrée et une sortie d'un liquide de refroidissement situées sur une face inférieure, il est caractérisé en ce que la face inférieure présente une surface plane où débouchent l'entrée et la sortie du liquide de refroidissement et que l'entrée et la sortie du liquide de refroidissement sont chacune bordée de deux trous diamétralement opposés.

[0015] Ainsi, l'entrée et la sortie de liquide de refroidissement peuvent être connectées au circuit de refroidissement par des brides grâce aux deux trous qui peuvent être taraudés ou non.

[0016] Avantageusement, la surface plane est parallèle à la surface supérieure et les trous taraudés sont traversants. De cette façon, le raccordement est plus aisés, le vissage dans les trous pouvant être fait par le dessus.

[0017] Un deuxième objet de l'invention concerne une grille à gradins comprenant des barreaux fixes avec au moins une des caractéristiques précédentes et elle est caractérisée en ce que les circuits de refroidissement de deux barreaux fixes adjacents sont reliés entre eux par tube de raccordement rigide fixé par des brides d'un côté à l'entrée du circuit de refroidissement d'un premier barreau fixe et de l'autre côté à la sortie du circuit de refroidissement d'un deuxième barreau fixe.

[0018] La liaison par un tube de raccordement rigide entre deux barreaux adjacents permet de constituer une partie du circuit de refroidissement et la nature rigide du

tube empêche toute dégradation par frottement. Les brides reliant les barreaux aux tubes de raccordement rigides permettent de supprimer les raccords filetés souvent source de fuite et de difficultés de montage. Les tubes de raccordement des barreaux entre eux sont calculées pour absorber les dilatations thermiques. Les barreaux sont reliés entre eux de façon rigide par exemple par vissage de type vis/écrou ou tige.

[0019] Avantageusement, le tube de raccordement est en forme de U. La forme en U permet une certaine flexibilité qui permet d'absorber des tolérances de montage et de dilatation. Ces tolérances sont minimales puisque les barreaux sont tous serrés ensemble sur des surfaces usinées à la fabrication.

[0020] Avantageusement, les brides sont fixées avec un joint. Ce joint permet un montage étanche sur toutes les faces de joints du premier coup et sans resserrage comme cela doit être fait sur des montages à raccords uniquement vissés.

[0021] Avantageusement, le liquide de refroidissement est de l'eau. L'eau est un bien meilleur liquide caloporteur que l'air et facile d'accès.

[0022] Avantageusement, la grille à gradin comprend des barreaux mobiles d'une longueur inférieure celle des barreaux fixes. Au lieu d'avoir des barreaux mobiles et fixes de même longueur, les barreaux mobiles sont plus courts ils sont donc plus protégés de la chaleur par les barreaux fixes quand ils sont reculés.

[0023] Avantageusement, les barreaux mobiles et les barreaux fixes ont un écart de longueur supérieur à la largeur de la bride.

[0024] Avantageusement, la grille à gradins comprend des barreaux mobiles refroidis par air. Les barreaux mobiles peuvent être refroidis seulement à l'air car ils sont protégés par les barreaux fixes refroidis à l'eau.

[0025] Un troisième objet de l'invention concerne un four comprenant une grille à gradins avec au moins une des caractéristiques précédentes.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0026] Les figures sont présentées à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention.

[Fig. 1] représente un schéma d'un four de combustion pour combustibles à haut pouvoir calorifique;

[Fig. 2] est une vue de dessus d'une grille du four de la figure 1 ;

[Fig. 3] est une vue en coupe de la grille de la figure 2 montrant les barreaux mobiles en position rentrée et en position sortie,

[Fig. 4] est une vue de dessous d'un barreau fixe selon l'invention;

[Fig. 5] est une vue arrière de barreaux fixes reliés

entre eux par des tubes selon l'invention;

[Fig. 6] est une vue en perspective des tubes de liaison;

[Fig. 7] est une vue de dessus de barreaux fixes selon l'invention

[Fig. 8] est une vue de dessous de la figure 7;

[Fig. 9] est une vue en coupe d'une grille selon l'invention,

[Fig. 10] montre des barreaux fixes et mobiles d'une grille de four selon l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE

[0027] Les figures sont présentées à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention.

[0028] Sauf précision contraire, un même élément apparaissant sur des figures différentes présente une référence unique.

[0029] Dans toute la description on appellera « haut », « dessus » ou « supérieur » la partie haute des figures 1 à 3 et 5 à 7 et « bas », « dessous » ou « inférieur », le bas desdites figures.

[0030] La figure 1 montre un four de combustion 1 pour combustibles à haut pouvoir calorifique qui comprend:

- un système d'alimentation 10 de combustible constitué de matières solides à haut pouvoir calorifique 14,
- un foyer avec des murs en matériaux réfractaires 12 et une grille à gradin 11,
- une chaudière 13
- une sortie 15 pour les cendres
- une partie convective 16.

[0031] Les matières solides 14 (combustible) arrivent en haut par le système d'alimentation 10 jusqu'à la grille à gradins 11 qui est inclinée de façon à permettre un étalement du combustible dans le foyer 12, cette inclinaison est faible, par exemple comprise entre 0° et 20°. Le combustible émet de la fumée qui passe par la chaudière 13 puis dans le système de traitement des fumées (non représenté). Le reste du combustible brûlé est sous forme de cendres qui sont évacuées vers une sortie 15.

[0032] La grille à gradins 11 comprend des barreaux en gradins avec une alternance de rangées 110 de barreaux fixes 2 et de rangées 111 de barreaux mobiles 3 décalées verticalement.

[0033] Comme visible figure 3 : du côté R barreaux mobiles rentrés et du côté S barreaux mobiles sortis. Les barreaux mobiles 3 coulissent d'avant en arrière entre

deux barreaux fixes 2a et 2b, entre une position rentrée où ils sont partiellement couverts par un barreau fixe 2a supérieur à une position sortie où ils sont avancés sur un barreau fixe 2b inférieur. Le mouvement des barreaux mobiles 3 combinés avec la position en gradins des grilles à barreaux 11 permet de pousser les matières solides 14 vers le bas et de faciliter leur combustion.

[0034] Les barreaux d'un gradin sont posés côte à côté sur une poutre 4 et fixés ensemble par un système de vis/écrous.

[0035] La combustion des matières solides 14 à haut pouvoir calorifiques peut faire monter la température dans le foyer 12 jusqu'à 1300°C et parfois plus en pointe, tandis que la température des barreaux doit être maintenu la plus basse possible, idéalement inférieure à 300°C, et dans tous les cas à une température inférieure à 500°C, la vitesse d'usure (abrasion-corrosion) étant liée à la température.

[0036] Le barreau fixe 2 selon l'invention dont on peut voir le dessous à la figure 4 comprend une entrée 20 et une sortie 21 reliées entre elles par une boucle 22 en forme de U ou de serpentin et couvrant la majeure partie de la surface du barreau fixe 2. La forme de la boucle 22 est adaptée à la largeur du barreau fixe. L'entrée 20 et la sortie 21 débouchent chacune respectivement sur une surface plane 200 et 210. Ces surfaces 200 et 210 sont de préférence parallèles entre elles et à la surface supérieure du barreau fixe. Chaque surface 200 et 210 comprennent deux trous 201, 202 et 211 et 212 destinés à fixer une bride. Ces trous peuvent être taraudés ou traversants. S'ils sont taraudés le vissage de la bride se fera par le dessous, s'ils sont traversants le vissage se fera par le dessus, la bride étant idéalement taraudée dans ce cas.

[0037] Il est possible de prévoir une seule surface couvrant l'entrée et la sortie sans sortir du cadre de la présente invention.

[0038] La taille des surfaces 200 et 210 est liée à la fixation par bride du circuit de refroidissement, en effet, celle-ci nécessite au moins deux points de fixation autour de l'ouverture, l'encombrement est donc plus important qu'un vissage direct d'un tube dans un trou taraudé. Ainsi, le barreau fixe 2 est plus long et plus large qu'un barreau de l'état de la technique.

[0039] Sur la figure 4, les trous 201, 202, 211 et 212 sont traversants et alignés parallèlement à la largeur du barreau fixe 2, mais ils peuvent être alignés de manière symétrique avec un angle compris entre 0 et 90° par rapport à la largeur du barreau fixe 2.

[0040] On peut voir figure 5, un barreau fixe 2n avec deux tubes de raccordement 5n et 5n+1 en forme de U qui s'insèrent chacun respectivement dans une entrée 20n-1 d'un premier barreau fixe 2n-1 et une sortie 21n d'un deuxième barreau fixe 2n, et une entrée 20n d'un premier barreau fixe 2n et une sortie 21n+1 d'un deuxième barreau fixe 2n+1. Ainsi les boucles 22 de chaque barreau fixe 2 sont reliées en série pour constituer le circuit de refroidissement complet.

[0041] Chaque tube de raccordement 5 comprend deux brides 6a et 6b fixées à deux barreaux fixes adjacents par des vis 60 de compression traversant les barreaux et vissées à la bride 6a ou 6b. Les vis 60 sont donc accessibles depuis la surface supérieure 23 du barreau 2. Un joint plat 61 est disposé sur le tube de raccordement 5 entre la bride 5 et l'entrée 20, et la bride et la sortie 21 de chaque barreau fixe 5 et garantit l'étanchéité.

[0042] La rangée 110 de barreaux fixes 2 est alimentée en liquide de refroidissement par une conduite d'entrée 50 qui amène le liquide de refroidissement d'un côté de la rangée 110 et une conduite de sortie 51 qui évacue ledit liquide, les barreaux fixes 2 sont de cette façon alimentés en série.

[0043] En fonction de la largeur de la grille 11 et du PCI, il est possible de séparer le circuit de refroidissement en deux suivant l'axe X de la grille, afin d'équilibrer les températures du liquide de refroidissement suivant cet axe X et d'envoyer le liquide de refroidissement le plus froid au milieu dans ledit axe X.

[0044] La grille 11 peut comprendre des barreaux fixes 2 refroidis avec le liquide de refroidissement et des barreaux fixes 2A refroidis à l'air. En effet, les barreaux fixes 2 refroidis avec le liquide de refroidissement sont situés dans des premières zones de combustion où la température est plus élevée, soit vers le haut de la grille 11 tandis que les barreaux fixes du bas sont refroidis à l'air où la chaleur est moindre.

[0045] Le liquide de refroidissement peut circuler avec un débit variable dans les barreaux fixes 2. Ce débit est alors piloté en fonction de la température de sortie du liquide qui est fixe. Le liquide réchauffé par le passage dans les barreaux 2 peut être refroidi par un échangeur placé sur l'air de combustion, ce qui permet de réinjecter les calories extraites dans le foyer 12.

[0046] Les barreaux fixes 2A du bas de la grille 11 refroidis à l'air sont conçus sur le même principe que les barreaux mobiles 3, mais sont plus longs car ils ont une surface de glissement des barreaux mobiles et peuvent être moins larges que les barreaux fixes 2 puisqu'il n'est pas nécessaire de les raccorder à un circuit de refroidissement. Les barreaux 2A sont de même largeur que les barreaux mobiles 3.

[0047] Les barreaux refroidis à l'air sont deux fois moins larges que les barreaux refroidis 2 avec le liquide de refroidissement, de cette façon les barreaux fixes 2, 2A et mobiles 3 peuvent se chevaucher facilement.

[0048] Comme on peut le voir à la figure 9, les barreaux mobiles 3 sont refroidis à l'air car ils sont la plupart du temps sous les barreaux fixes 2 et 2A et sont notamment protégés de la chaleur par les barreaux fixes 2 refroidis avec le liquide de refroidissement dans la zone la plus chaude du haut de la grille 11.

[0049] Les barreaux fixes 2 selon l'invention ont l'avantage d'être facile à monter et démonter. Ainsi pour les démonter ou les remonter avec leur tube de raccordement 5, il faut les desserrer depuis le dessous de la grille

11. Ensuite les opérations se font depuis le dessus de la grille. On enlève les quatre vis de serrage 60 d'un même barreau 2. On peut ensuite démonter le barreau par le dessus. Les tubes de raccordement 5 étant reliés à deux barreaux, ils restent en place. Les joints 61 ne tombent pas car ils sont retenus par des brides 6a et 6b. On peut soit remplacer le barreau 2, soit les joints 61, soit le tube de raccordement 5, dans ce dernier cas il faut aussi démonter la bride du barreau suivant sur le même principe.

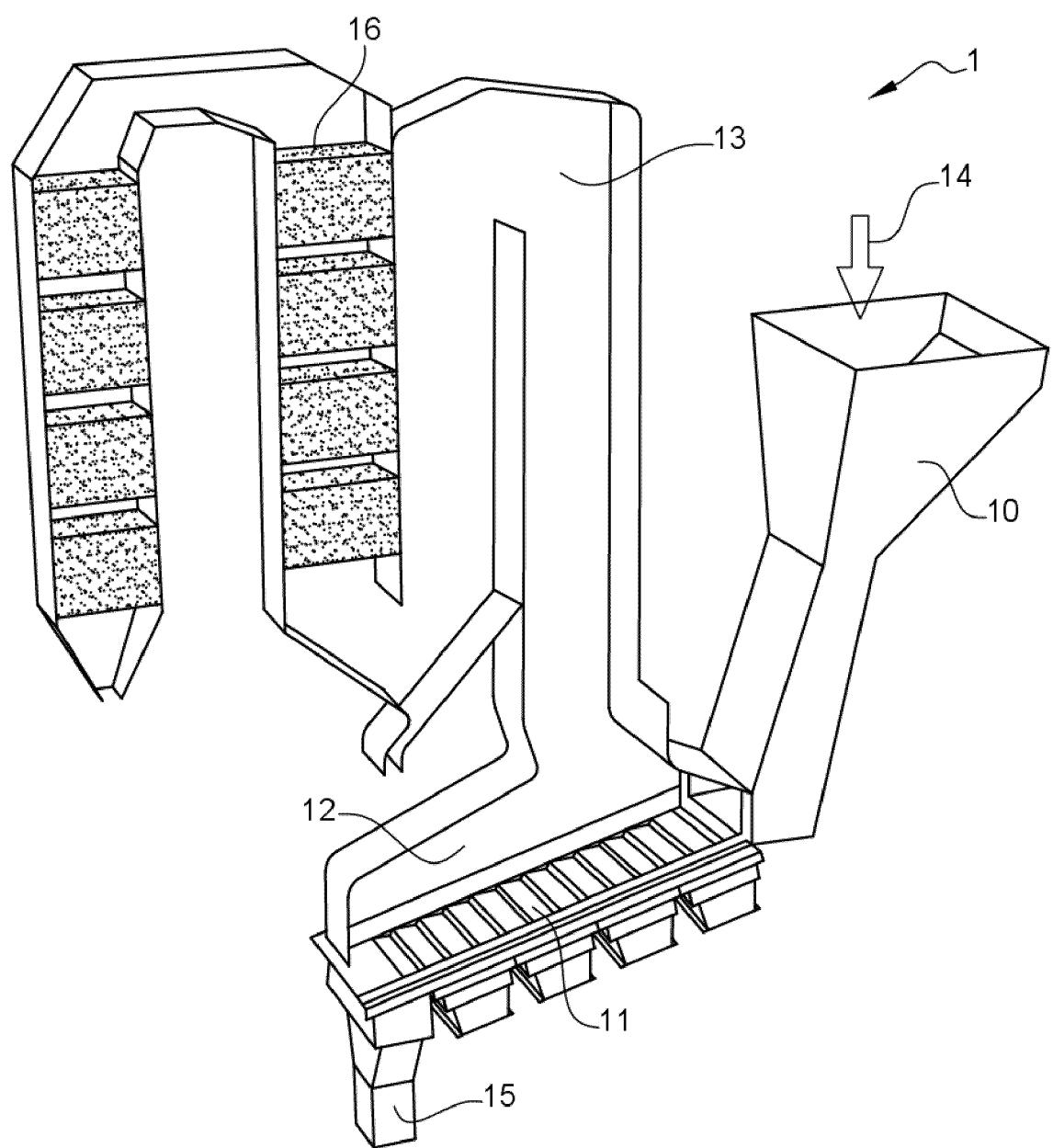
5

8. Grille à gradins (11) selon la revendication précédente **caractérisée en ce que** les barreaux mobiles (3) et les barreaux fixes (2) ont un écart de longueur supérieur à la largeur de la bride (6a, 6b).
9. Grille à gradins (11) selon une des revendications 7 ou 8 **caractérisée en ce qu'elle** comprend des barreaux mobiles (3) refroidis par air.
10. Four comprenant une grille à gradins (11) selon une des revendications 3 à 7.

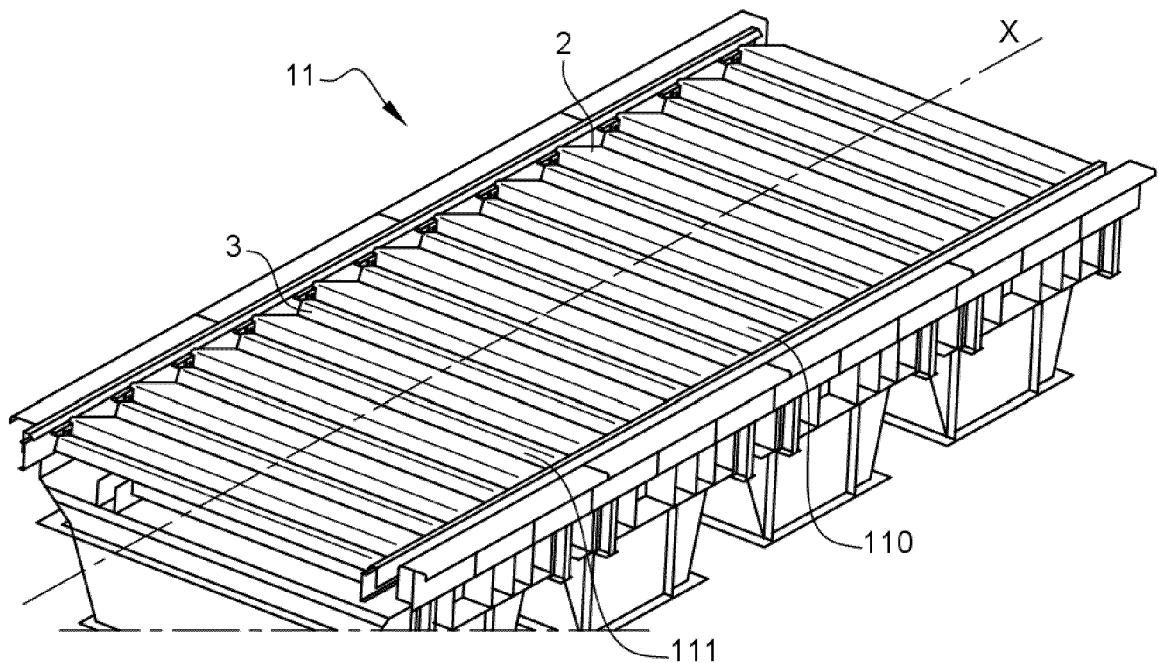
Revendications

1. Barreau fixe (2) d'une grille à gradins (11) comportant une surface supérieure (23) plane et un circuit de refroidissement avec une entrée (20) et une sortie (21) d'un liquide de refroidissement situées sur une face inférieure, **caractérisé en ce que** la face inférieure présente au moins une surface plane (200, 210) où débouchent l'entrée (20) et la sortie (21) du liquide de refroidissement et que l'entrée et la sortie du liquide de refroidissement sont chacune bordée de deux trous (201, 202 ; 211, 212) diamétralement opposés. 20
25
 2. Barreau fixe (2) selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** la surface plane (200, 210) est parallèle à la surface supérieure (23) et les trous (201, 202 ; 211, 212) sont traversants. 30
 3. Grille à gradins (11) comprenant des barreaux fixes (2) selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les circuits de refroidissement de deux barreaux fixes (2) adjacents sont reliés entre eux par tube de raccordement (5) rigide fixé par des brides (6a, 6b) d'un coté à l'entrée (20) du circuit de refroidissement d'un premier barreau fixe et de l'autre coté à la sortie (21) du circuit de refroidissement d'un deuxième barreau fixe. 35
40
 4. Grille à gradins (11) selon la revendication précédente **caractérisée en ce que** le tube de raccordement (5) est en forme de U. 45
 5. Grille à gradins (11) selon une des revendications 3 ou 4 **caractérisée en ce que** les brides (6a, 6b) sont fixées avec un joint (61). 50
 6. Grille à gradins (11) selon une des revendications 3 ou 5 **caractérisée en ce que** le liquide de refroidissement est de l'eau. 55
 7. Grille à gradins (11) selon une des revendications 3 à 6 **caractérisée en ce qu'elle** comprend des barreaux mobiles (3) d'une longueur inférieure celle des barreaux fixes (2). 55

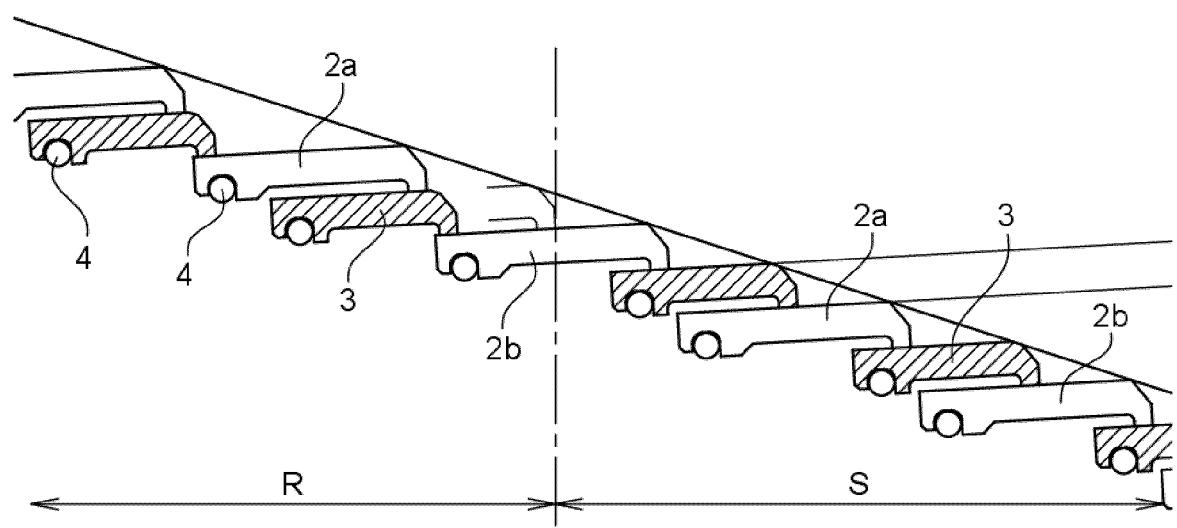
[Fig. 1]



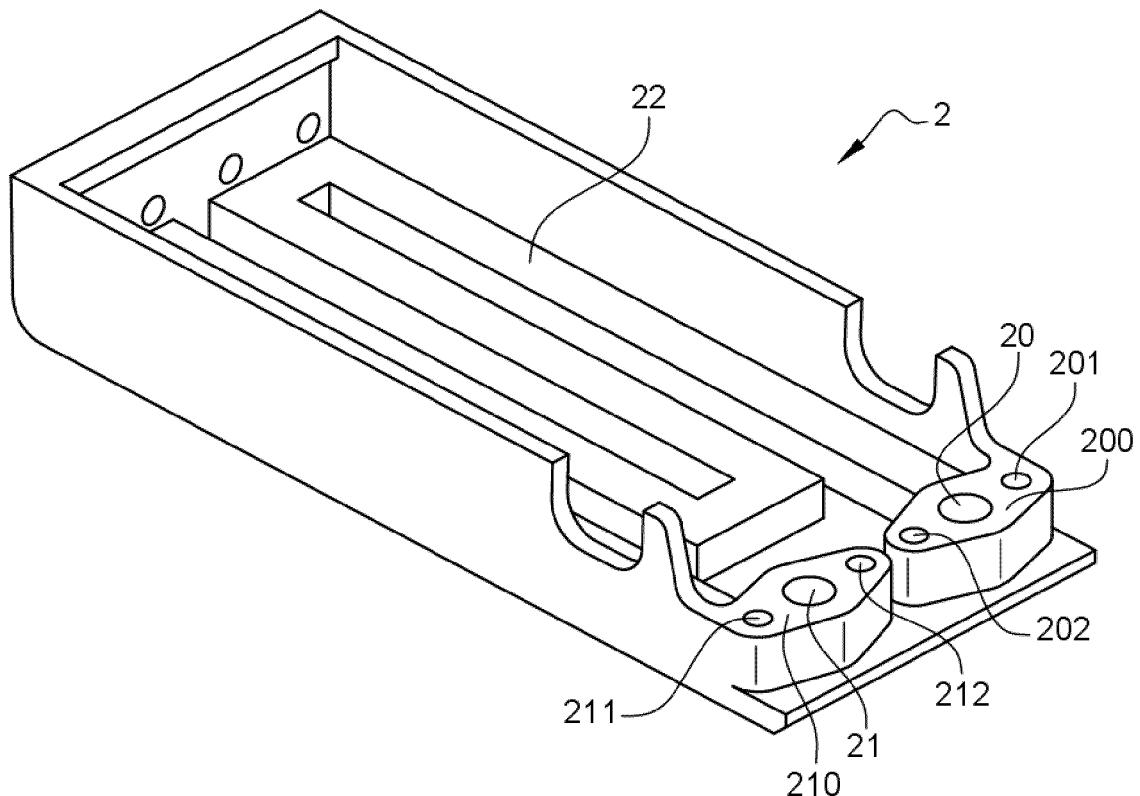
[Fig. 2]



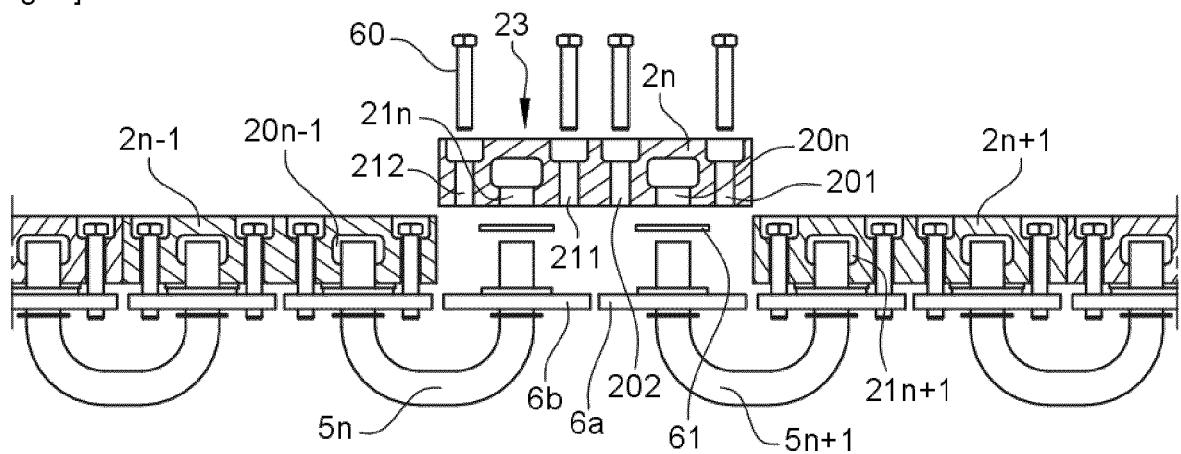
[Fig. 3]



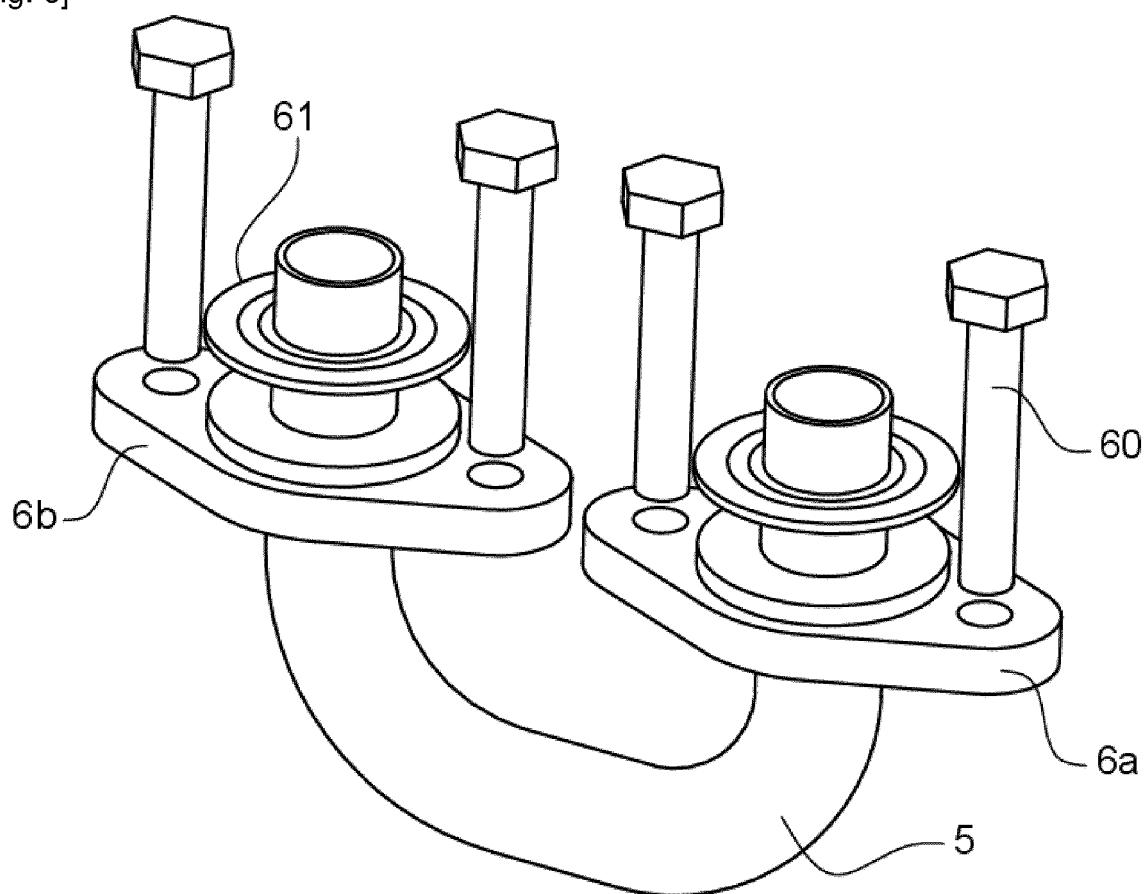
[Fig. 4]



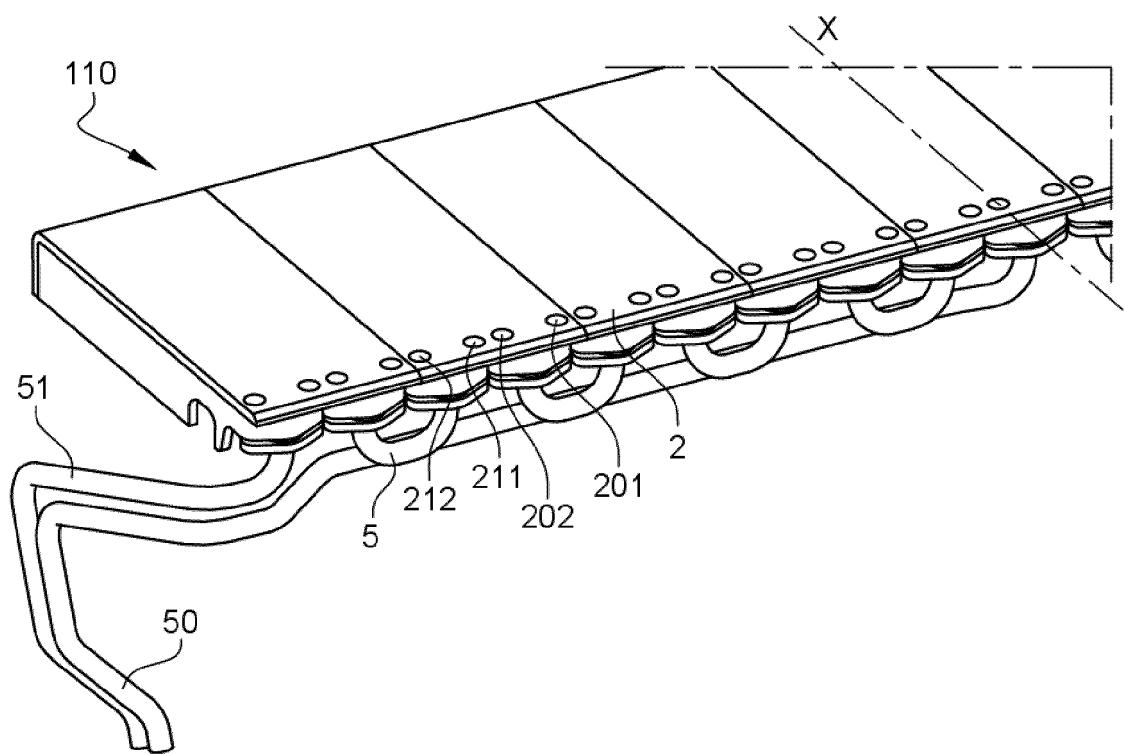
[Fig. 5]



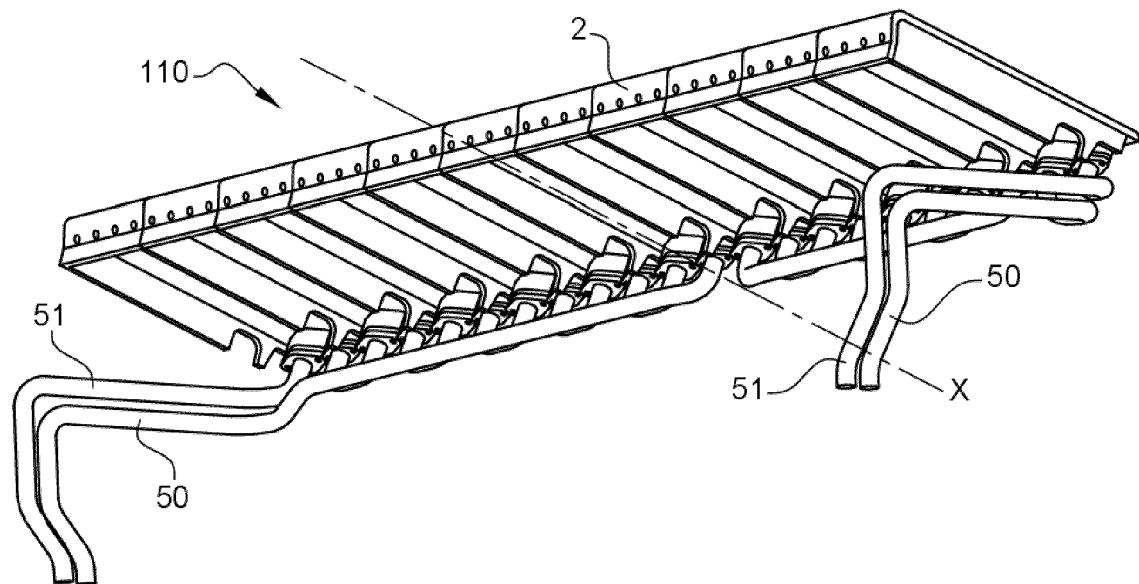
[Fig. 6]



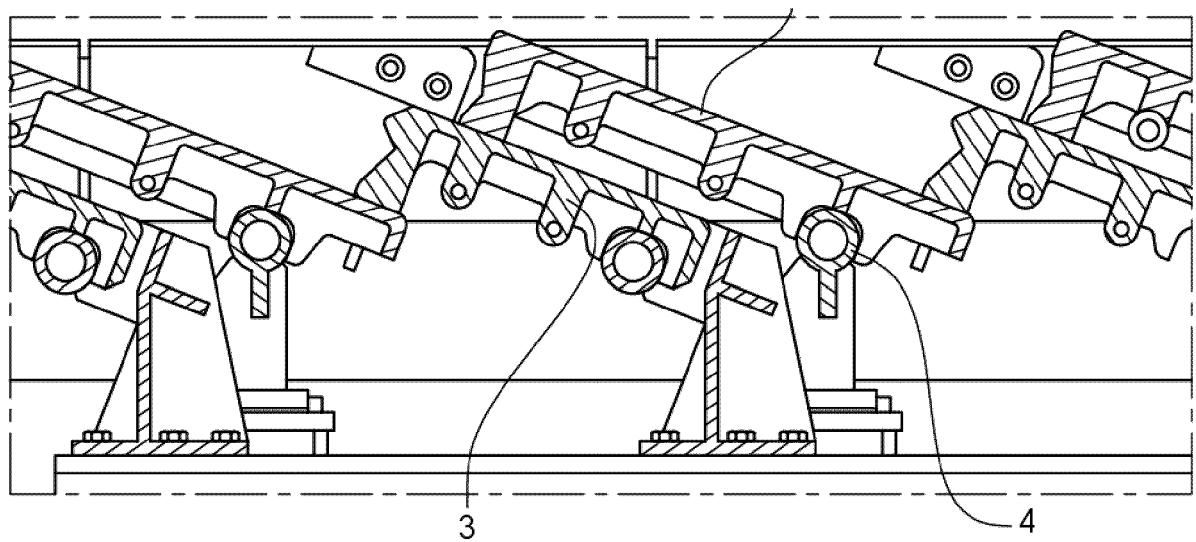
[Fig. 7]



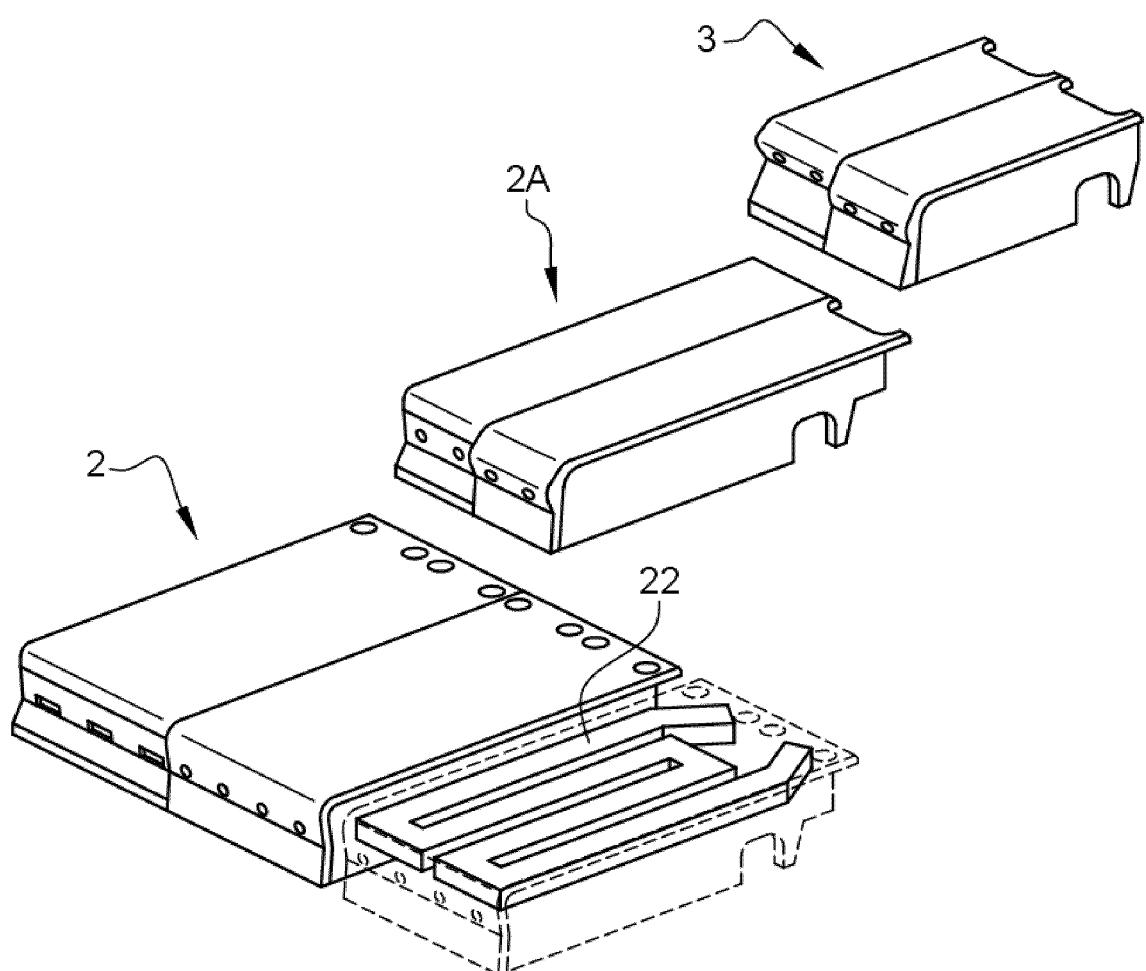
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 20 4763

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

EPO FORM 1503.03.82 (P04C02)

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	EP 1 355 112 A1 (SEGHERS KEPPEL TECHNOLOGY GROU [BE]) 22 octobre 2003 (2003-10-22) * alinéa [0002] - alinéa [0059]; figures 1-11 *	1-10	INV. F23H3/02 F23H7/08 F23H7/14
A	FR 2 868 514 A1 (VINCI ENVIRONNEMENT SA [FR]) 7 octobre 2005 (2005-10-07) * page 8 - page 20; figures 1-8 *	1-10	
A	EP 2 949 995 A2 (TISKA GMBH [DE]) 2 décembre 2015 (2015-12-02) * le document en entier *	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F23H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
2	Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
	Munich	29 janvier 2025	Theis, Gilbert
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul	T : théorie ou principe à la base de l'invention		
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date		
A : arrière-plan technologique	D : cité dans la demande		
O : divulgation non-écrite	L : cité pour d'autres raisons		
P : document intercalaire	& : membre de la même famille, document correspondant		

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 24 20 4763

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

29-01-2025

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)			Date de publication
	EP 1355112	A1	22-10-2003			AUCUN
15	FR 2868514	A1	07-10-2005	EP	1582812 A1	05-10-2005
				FR	2868514 A1	07-10-2005
20	EP 2949995	A2	02-12-2015	DE	102014106200 A1	05-11-2015
				EP	2949995 A2	02-12-2015
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82