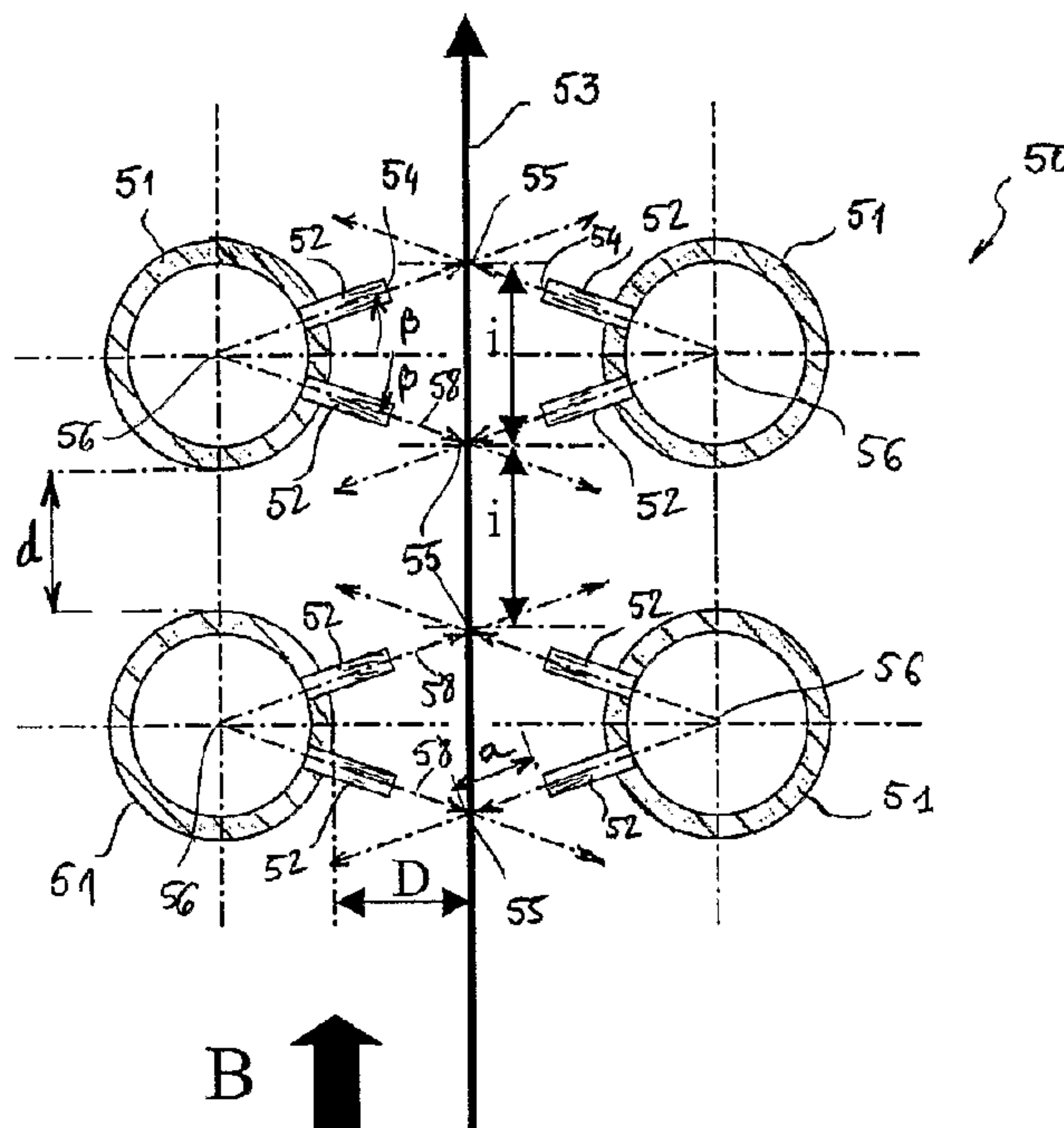




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2005/10/12
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2006/04/27
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2007/04/17
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2005/002523
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2006/042937
 (30) Priorité/Priority: 2004/10/19 (FR0411038)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *C21D 9/573* (2006.01),
B21B 45/02 (2006.01), *F27D 9/00* (2006.01)
 (71) Demandeur/Applicant:
CMI THERMLINE SERVICES, FR
 (72) Inventeurs/Inventors:
BOYER, MICHEL, FR;
DUBOIS, PATRICK, FR
 (74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF DE LIMITATION DE LA VIBRATION DE BANDES D'ACIER OU D'ALUMINIUM
DANS DES ZONES DE REFROIDISSEMENT PAR SOUFFLAGE DE GAZ OU D'AIR
 (54) Title: METHOD AND DEVICE FOR LIMITING THE VIBRATION OF STEEL OR ALUMINIUM STRIPS IN GAS OR AIR
BLOWN COOLING AREAS



(57) **Abrégé/Abstract:**

L'invention concerne un procédé et un dispositif d'amélioration du refroidissement d'une chambre de refroidissement à gaz soufflé ou d'une section de refroidissement à air soufflé et/ou d'amélioration de la qualité des produits à traiter, dans lequel on projette des jets de gaz ou d'air vers chacune des faces de la bande en déplacement dans ladite chambre ou section. Conformément à l'invention, les jets de gaz ou d'air (58) sont émis à partir de tubes de soufflage (52) équipant des buses tubulaires (51) agencées à distance l'une de l'autre transversalement à la direction (100) de déplacement de la bande (53), lesdits jets étant dirigés vers la face concernée de la bande en étant inclinés essentiellement à la fois vers les bords de ladite bande dans un plan perpendiculaire au plan de la bande et à la direction (100) de déplacement de ladite bande, et vers l'amont ou l'aval de la bande dans un plan perpendiculaire au plan de la bande et parallèle à la direction (100) de déplacement de ladite bande.

(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
27 avril 2006 (27.04.2006)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2006/042937 A1(51) Classification internationale des brevets :
C21D 9/573 (2006.01) F27D 9/00 (2006.01)
B21B 45/02 (2006.01)(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **KAPPA
THERMLINE** [FR/FR]; La Grande Arche, 1 Parvis de la
Défense, F-92044 PARIS LA DEFENSE (FR).(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2005/002523(72) Inventeurs; et
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **BOYER,
Michel** [FR/FR]; 32, rue des Jamettes, F-77590
CHARTRETTES (FR). **DUBOIS, Patrick** [FR/FR];
7, rue de Guigneville, F-77390 ANDREZEL (FR).(22) Date de dépôt international :
12 octobre 2005 (12.10.2005)

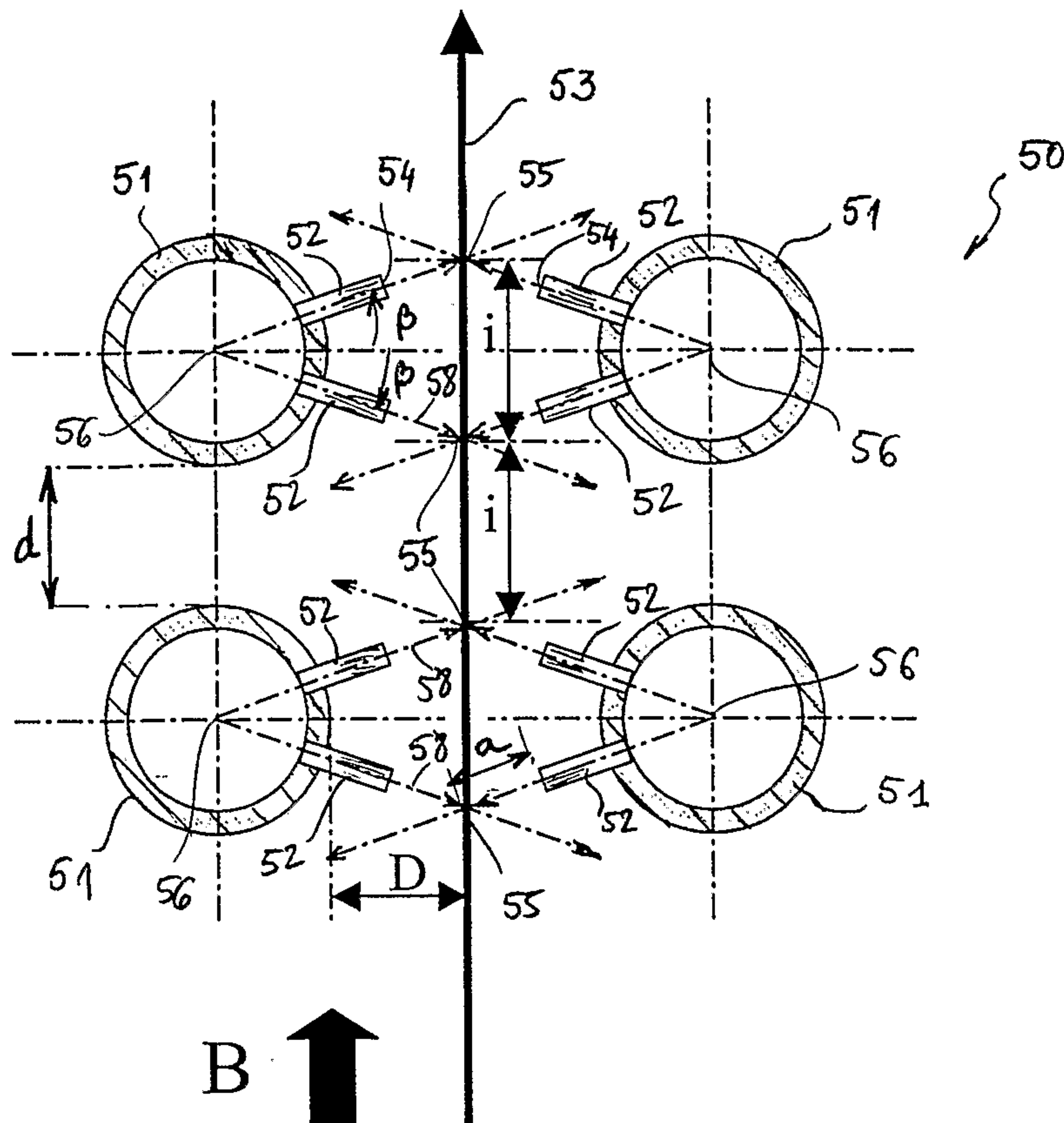
(25) Langue de dépôt : français

(74) Mandataire : **JAUNEZ, Xavier**; Cabinet Boettcher, 22,
rue du Général Foy, F-75008 Paris (FR).

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0411038 19 octobre 2004 (19.10.2004) 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,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR LIMITING THE VIBRATION OF STEEL OR ALUMINIUM STRIPS IN GAS OR
AIR BLOWN COOLING AREAS(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF DE LIMITATION DE LA VIBRATION DE BANDES D'ACIER OU D'ALUMINIUM
DANS DES ZONES DE REFROIDISSEMENT PAR SOUFFLAGE DE GAZ OU D'AIR

(57) Abstract: The invention relates to a method and device for improving the cooling of a blown gas cooling chamber or a blown air cooling section and/or for improving the quality of products to be treated, wherein jets of gas or air are projected towards each of the surfaces of the strip which is displaced inside the chamber or section. According to the invention, the jets of gas or air (58) are emitted from blowing tubes (52) provided with tubular nozzles (51) which are fitted at a distance from each other, perpendicular to the direction (100) in which the strip is displaced. The jets are directed towards the appropriate surface of the strip, being essentially inclined towards the edges of the strip on a plane that is perpendicular to the plane of the strip and the direction (100) in which the strip is displaced, and upstream or downstream from the strip on a plane that

[Suite sur la page suivante]

WO 2006/042937 A1

WO 2006/042937 A1

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, KM, 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), eurasien (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 au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii)

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale
— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

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.

is perpendicular to the plane of the strip and parallel to the direction (100) in which the strip is displaced.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé et un dispositif d'amélioration du refroidissement d'une chambre de refroidissement à gaz soufflé ou d'une section de refroidissement à air soufflé et/ou d'amélioration de la qualité des produits à traiter, dans lequel on projette des jets de gaz ou d'air vers chacune des faces de la bande en déplacement dans ladite chambre ou section. Conformément à l'invention, les jets de gaz ou d'air (58) sont émis à partir de tubes de soufflage (52) équipant des buses tubulaires (51) agencées à distance l'une de l'autre transversalement à la direction (100) de déplacement de la bande (53), lesdits jets étant dirigés vers la face concernée de la bande en étant inclinés essentiellement à la fois vers les bords de ladite bande dans un plan perpendiculaire au plan de la bande et à la direction (100) de déplacement de ladite bande, et vers l'amont ou l'aval de la bande dans un plan perpendiculaire au plan de la bande et parallèle à la direction (100) de déplacement de ladite bande.

Procédé et dispositif de limitation de la vibration de bandes d'acier ou d'aluminium dans des zones de refroidissement par soufflage de gaz ou d'air.

5 La présente invention concerne d'une façon générale un procédé d'amélioration du refroidissement d'une chambre de refroidissement à gaz soufflé ou d'une section de refroidissement à air soufflé d'une ligne de traitement thermique de l'acier ou de l'aluminium et/ou d'amélioration de la qualité des produits à traiter.

10 Plus précisément, le procédé objet de l'invention concerne les lignes de traitement de bandes d'acier ou d'aluminium utilisant au moins une chambre de refroidissement par jets de gaz ou d'air, ou une section de refroidissement par jets de gaz ou d'air, telles que les
15 lignes de traitement thermique, en particulier les lignes de recuit continu, ou telles que les lignes de revêtements, en particulier les lignes de revêtements métalliques ou non métalliques.

20 Ce procédé vise à augmenter le refroidissement de la bande tout en évitant les phénomènes vibratoires sur la bande.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

25 On va présenter, en référence aux figures 1 à 8, une description générale des lignes de traitement des bandes d'acier ou d'aluminium.

30 Une chambre verticale de refroidissement d'une ligne de traitement de bandes d'acier ou d'aluminium réalisée suivant l'état de l'art est construite suivant le principe représenté sur la figure 1, sur laquelle on distingue une chambre de refroidissement 4 d'un four de traitement, dans laquelle circule une bande d'acier ou d'aluminium 1, qui est soumise à l'action d'éléments de refroidissement 2 lorsqu'elle passe sur des rouleaux de renvoi supérieurs 3 et des rouleaux de renvoi inférieurs
35 3'. La bande 1 est refroidie dans la chambre 4 principa-

lement par les éléments de refroidissement 2 constitués d'ensembles de soufflage de gaz à une température inférieure à la température de bande.

5 Lors de son passage dans la chambre de refroidissement 4, la bande 1 est refroidie sur ses deux faces par les éléments de refroidissement 2 situés de part et d'autre de la ligne de passe, et en cas de refroidissement sur plusieurs lignes de passe, ladite bande change de ligne de passe à chaque rouleau de renvoi 3 ou 3'. La
10 courbe de refroidissement de la bande dans la chambre est maîtrisée par l'indexation des différents éléments de refroidissement 2 ou groupes d'éléments de refroidissement fonctionnant de façon identique.

Une section verticale de refroidissement d'une
15 ligne de traitement de bandes d'acier ou d'aluminium réalisée suivant l'état de l'art est construite suivant le principe représenté sur la figure 2, sur laquelle on distingue une section verticale de refroidissement 10, dans laquelle circule une bande 11 qui est soumise à l'action
20 d'éléments de refroidissement 12. La bande 11 est refroidie dans la section principalement par les éléments de refroidissement 12 constitués d'ensembles de soufflage d'air à une température inférieure à la température de bande. La ligne de passe théorique de la bande 11 est dé-
25 terminée par le rouleau de renvoi supérieur 13 et le rouleau de renvoi inférieur 13'.

Lors de son passage dans la section de refroidissement 10, la bande 11 est refroidie sur ses deux faces par les éléments de refroidissement 12 situés de part et
30 d'autre de la ligne de passe. La courbe de refroidissement de la bande dans la section est maîtrisée par l'indexation des différents éléments de refroidissement 12 ou groupes d'éléments de refroidissement fonctionnant de façon identique.

35 PRODUCTIVITE DE LA LIGNE ET QUALITE DU PRODUIT FINAL

La productivité de la chambre ou de la section de refroidissement est déterminée par la capacité à assurer un transfert thermique de refroidissement afin d'atteindre des températures de bande à la sortie de la chambre ou de la section de refroidissement et des pentes de refroidissement (exprimées en °C/seconde) qui déterminent la qualité métallurgique du produit final. Ce transfert thermique est dépendant de la distance de soufflage entre la bande et le système de refroidissement, de la géométrie du soufflage, et de la vitesse de soufflage. Le transfert thermique sera en outre plus efficace si la distance de soufflage est petite et/ou si la vitesse de soufflage est importante.

L'augmentation de la vitesse de soufflage et la diminution de la distance entre la bande et le système de soufflage engendrent, à partir d'une certaine limite, des vibrations et/ou oscillations de la bande qui peuvent provoquer un contact entre la bande et le système de soufflage (ou les protections du système de soufflage), provoquant des marques (scratches) incompatibles avec la qualité de surface recherchée, et même dans les cas extrêmes des ruptures de bande.

VIBRATIONS DE LA BANDE

L'augmentation des performances des lignes de traitement d'acier ou d'aluminium impose des pentes de refroidissement plus importantes sur des produits de plus en plus fins et de plus en plus larges.

Par exemple, en ce qui concerne le recuit des bandes d'acier, il n'est pas rare de spécifier dans la chambre de refroidissement d'un four de recuit continu, des besoins de pentes de refroidissement élevées (typiquement supérieures à 80°C/seconde) pour les aciers dits DQ (Drawing Quality), DDQ (Deep Drawing Quality) et HSS (High Strength Steel). Les pentes de refroidissement sont plus faibles (typiquement 20°C/seconde) pour les aciers

de qualité commerciale dits CQ (Commercial Quality). Le document EP 0 803 583 A2 décrit ce besoin et les diverses applications.

5 Il faut noter que la proportion d'aciers à haute limite d'emboutissage (par exemple de type DDQ) ou à haute limite élastique (par exemple type HSS) augmente de façon significative.

10 De même, pour gagner du poids, en particulier dans les applications automobiles, l'épaisseur moyenne des aciers diminue, alors que la largeur moyenne des feuillards à traiter augmente avec l'optimisation des moyens d'emboutissage.

15 Enfin, les capacités des lignes de traitement, en particulier les lignes de galvanisation ou de recuit, évoluent vers des capacités plus importantes.

20 Cette évolution combinée des différents paramètres ci-dessus entraîne l'apparition d'un nouveau problème dans les chambres ou les sections de refroidissement, à savoir les vibrations de la bande, ce phénomène étant limité ou même inconnu dans les équipements réalisés suivant l'état antérieur de la technique.

25 Le phénomène est bien entendu très critique pour les chambres ou sections verticales telles que représentées sur les figures 1 et 2, mais existe également avec une ligne de passe horizontale, bien que ce phénomène soit alors atténué par le poids propre de la bande.

30 La zone de refroidissement après revêtement d'une ligne de galvanisation à chaud représentée sur la figure 3 est elle aussi très sensible à ce phénomène. Après revêtement par une immersion d'une bande d'acier 21 dans un bain 22 d'alliage de zinc en fusion, l'épaisseur du revêtement est contrôlée par essorage à l'air ou à l'azote du revêtement liquide. Cet essorage est généralement réalisé par une paire de buses de soufflage 23, 23'. La zone de refroidissement verticale 24 qui suit est destinée à fi-

35

ger le revêtement et à atteindre une température au niveau du rouleau défecteur de haut de tour 25 qui soit compatible avec le process, en particulier évitant toute trace sur le revêtement.

5 L'augmentation des capacités des lignes fait que la hauteur de brin libre de la bande 21 entre le dernier rouleau 26 immergé dans le bain de zinc en fusion 22 et le rouleau défecteur de haut de tour 25 peut dépasser 50 mètres sur des lignes de grande capacité.

10 Une réduction de cette hauteur, qui est souhaitable pour des raisons technico-économiques, imposerait des coefficients d'échange plus importants qui là encore génèrent des vibrations non compatibles avec la qualité du produit final. Ces vibrations peuvent engendrer des marques par contact entre la bande et les éléments extérieurs, mais sont également préjudiciables à la régularité du revêtement de zinc. En effet, l'un des paramètres
15 essentiels de l'essorage est la distance entre la buse de soufflage 23 ou 23' et la bande 21, dont la ligne de passe est idéalement fixe. Les vibrations de la bande 21 entraînent un changement de ligne de passe dans le sens longitudinal et/ou transversal de la bande, et donc un
20 revêtement non uniforme.

ETAT DE LA TECHNIQUE

25 Afin de limiter les effets indésirables des vibrations de la bande, on a tenté, dans une technique antérieure, de limiter les vibrations par une réduction de la longueur des caissons (ou zones) de soufflage, ceci afin d'installer des rouleaux stabilisateurs. Cependant,
30 cette technique limite la longueur concernée par le refroidissement et donc l'efficacité du refroidissement de la zone, et de plus cette technique impose un contact entre la bande et les rouleaux stabilisateurs, ce qui est incompatible avec des applications dans des zones de re-

froidissement après galvanisation à chaud car le revêtement n'est pas encore totalement figé.

Des systèmes de stabilisation aéraulique ont également été proposés pour remplacer les rouleaux stabilisateurs précités. Ces systèmes sont relativement efficaces et peuvent contribuer au refroidissement, mais ils ne sont pas optimisés pour favoriser le coefficient d'échange, et donc pour optimiser le refroidissement. En outre la consommation d'énergie est relativement importante.

Une autre tentative a consisté à augmenter la traction de bande, mais cette solution n'est envisageable que pour des bandes d'épaisseur importante, et pour des températures de bande réduites, car les contraintes thermomécaniques générées sur des bandes fines à haute température peuvent dépasser la limite élastique des bandes et peuvent engendrer des déformations permanentes, voire même des casses de bande.

Une autre solution consiste à contrôler les vibrations de la bande en adaptant la vitesse de soufflage et/ou la distance entre la bande et les éléments de soufflage et/ou le débit de soufflage en cas d'apparition de vibrations. Ceci entraîne alors une limitation de l'efficacité du refroidissement, et donc des performances de l'installation.

Une autre solution illustrée en figure 4 a été proposée, pour favoriser un écoulement latéral du gaz soufflé. Cette solution consiste à agencer des tubes de soufflage 31, 31' sur des caissons de soufflage 32, 32' situés de part et d'autre de la bande 33 qui défile dans une direction notée 100. Les tubes de soufflage 31, 31' permettent ainsi de guider les jets de soufflage 34, 34' émis dans une direction qui est perpendiculaire au plan de la bande 33 en défilement. Bien que ce système entraîne une amélioration par rapport à des caissons sim-

plement troués, la solution n'est pas satisfaisante, et les flottements de bande observés dans de tels systèmes conduisent soit à des détérioration des tubes lorsque la bande est épaisse, soit à des casses de bande lorsque la bande est fine. Comme l'évacuation du gaz après soufflage ne peut se faire que vers le bord des caissons, soit dans le sens de défilement de la bande, soit latéralement, il s'ensuit un débit important de gaz circulant parallèlement à la bande, dans un volume qui est confiné entre la bande et les caissons vers les bords desdits caissons. La présence des tubes 31, 31' augmente de facto le volume disponible confiné entre la bande et les caissons, par rapport à des caissons simplement troués.

Les perturbations qui ont été observées avec l'agencement de la figure 4 sont illustrées aux figures 5 et 6, qui sont des vues en bout selon la flèche A de la figure 4.

Sur la figure 5, les simulations de mécanique des fluides sur des géométries industrielles montrent que, quand la bande 33 est décentrée vers l'un des deux caissons, ici le caisson 32', la résultante des pressions sur la bande exerce une force F tendant à rapprocher encore plus la bande dudit caisson. Le système est donc instable, et n'a pas tendance à stabiliser la bande dans une ligne de passe centrée entre les caissons. Sur la figure 6, les simulations de mécanique des fluides sur des géométries industrielles montrent que, quand la bande 33 est inclinée, la résultante des pressions exercées sur la bande exerce un couple C , tendant à incliner encore plus la bande et donc à rapprocher les bords de la bande des caissons. Le système est là aussi instable, et n'a pas tendance à stabiliser la bande dans une ligne de passe centrée entre les caissons. Les résultats des figures 5 et 6 ont été démontrés par simulation de logiciels de mécanique des fluides, et par un calcul de la résultante

des pressions exercées sur chaque face de la bande. La résultante des pressions exercées sur chaque face de la bande est la résultante de pressions positives au niveau de zones qui sont sensiblement au droit des tubes de soufflage, et de dépressions au niveau des parties qui ne sont pas situées au droit de ces tubes.

Il a été proposé de canaliser le flux du gaz soufflé en prévoyant une inclinaison des tubes de soufflage vers les bords de la bande, principalement pour améliorer le refroidissement, comme décrit dans le document WO-A-01/09397, mais la modélisation conduit seulement à une légère amélioration des effets illustrés schématiquement sur les figures 5 et 6.

Le document US-A-6 054 095 enseigne également d'incliner vers les bords de la bande les tubes de soufflage équipant des caissons, mais pour avoir une meilleure homogénéité de la température de la bande, donc sans se préoccuper de la stabilité du défilement de ladite bande. En variante, le document US-A-4 673 447 décrit l'utilisation de caissons de soufflage à trous, lesdits trous étant ménagés dans une plaque épaisse pour présenter une inclinaison des jets de gaz. Il est à noter que les jets sont inclinés non pas vers les bords, mais au contraire vers un plan médian, symétriquement par rapport audit plan. Il s'agit donc plutôt d'un simple patin de stabilisation.

Le document EP-A-1 108 795 décrit une variante des techniques précédentes, dans laquelle on utilise des caissons à tubes de soufflage droits (perpendiculaires au plan de la bande). On cherche en fait seulement à modifier l'intensité du refroidissement en jouant sur la longueur des tubes, lesquels sont choisis plus courts au niveau des bords de la bande.

Le document EP-A-1 029 933 décrit une autre variante avec des caissons à buses en lames. Les lames

transversales ne produisent aucuns jets inclinés, et les caissons ne permettent pas d'organiser une reprise des gaz de soufflage perpendiculairement à la bande, comme cela a déjà été indiqué plus haut.

5 Suivant une autre conception, et afin de limiter le flux de gaz dans une direction parallèle à la direction de défilement de la bande, une solution communément utilisée est représentée aux figures 7 et 8 (la figure 8 étant une coupe selon VIII-VIII de la figure 7). Cette
10 solution consiste à utiliser des buses tubulaires de soufflage 41 d'axe 48, ayant des fonds 46 et une entrée de gaz 47, lesdites buses étant percées de plusieurs trous circulaires 42, qui sont oblongs ou en forme de fente, permettant un soufflage de jets 45 sur la bande 43
15 en défilement dans la direction 100, dans une direction normale au plan de la bande. Même si le confinement entre la bande 43 et les buses de soufflage 41 est plus réduit qu'avec les agencements utilisant des caissons à tubes, et permet une certaine reprise des gaz dans une direction
20 normale au plan de la bande entre les buses de soufflage, ce confinement engendre des effets de pression très défavorables conduisant aux mêmes phénomènes que ceux décrits en référence aux figures 5 et 6. Ce résultat peut être démontré par une modélisation des pressions engendrées
25 par cette configuration, et la bande n'est pas stabilisée dans une ligne de passe optimale, c'est-à-dire centrée entre les buses de soufflage.

Enfin, le document EP 1 067 204 A1 décrit une solution de suppression des vibrations par ajustement de la
30 pression et/ou du débit de gaz soufflé dans le sens transversal de la bande. Outre la complexité du réglage à adapter à chaque produit à traiter, cette méthode présente deux inconvénients majeurs. En premier lieu, la bande peut être amenée à ne pas être parallèle aux dispositifs de soufflage, réduisant ainsi la distance entre la
35

bande et le dispositif, et augmentant les risques de contact. Enfin, la capacité de refroidissement n'est pas maximale, et la réduction de la vitesse et/ou de la pression sur une face ne peut pas être compensée par une augmentation de la vitesse ou de la pression des jets sur l'autre face si les limites de vitesse ou de capacité de soufflage sont déjà atteintes.

OBJET DE L'INVENTION

L'invention vise à proposer un procédé de refroidissement optimisant à la fois les aspects thermiques et aérauliques, c'est-à-dire maximisant le refroidissement, tout en minimisant les vibrations ou les déports de bande par un effet auto-centreur tendant à ramener la bande dans une ligne de passe idéale lorsque celle-ci est déportée ou lorsqu'elle présente une rotation par rapport à sa ligne de passe théorique.

Les principes fondamentaux de l'approche de l'invention consistent à combiner les avantages d'un confinement minimisé, et d'une limitation de la circulation des gaz dans un plan parallèle à la bande avec un soufflage optimisé par des jets dirigés assurant à la fois le refroidissement et la stabilité de la bande.

Cette approche exclut donc les solutions antérieures utilisant des caissons de refroidissement (suivant les figures 4 à 6) qui par nature limitent de facto le volume disponible entre la bande et les caissons (et ce même dans le cas de tubes de soufflage rajoutés).

Cette approche est également très éloignée des solutions antérieures avec des buses de soufflage percées de trous (suivant les figures 7 et 8) qui laissent subsister un confinement important entre la bande et les buses. De plus l'épaisseur habituellement réduite des buses de soufflage ne permet pas de diriger les jets par simple percement ou usinage des buses de soufflage.

35

DEFINITION GENERALE DE L'INVENTION

Le problème technique précité est résolu conformément à l'invention grâce à un procédé d'amélioration du refroidissement d'une chambre de refroidissement à gaz soufflé ou d'une section de refroidissement à air soufflé d'une ligne de traitement thermique de l'acier ou de l'aluminium et/ou d'amélioration de la qualité des produits à traiter par réduction des variations engendrées par ce refroidissement, dans lequel on projette des jets de gaz ou d'air vers chacune des faces de la bande en déplacement dans ladite chambre ou section, les jets de gaz ou d'air étant émis à partir de tubes de soufflage équipant des buses tubulaires agencées à distance l'une de l'autre transversalement à la direction de déplacement de la bande, lesdits jets étant dirigés vers la face concernée de la bande en étant inclinés à la fois essentiellement vers les bords de ladite bande dans un plan perpendiculaire au plan de la bande et à la direction de déplacement de ladite bande, et vers l'amont ou l'aval de la bande dans un plan perpendiculaire au plan de la bande et parallèle à la direction de déplacement de ladite bande.

Avantageusement, les jets de gaz ou d'air émis à partir d'une même buse tubulaire sont inclinés vers l'amont et l'aval de la bande. On obtient ainsi un meilleur rendement de soufflage pour le même nombre de buses tubulaires.

De préférence aussi, la distance entre deux buses tubulaires adjacentes d'un même côté de la bande est choisie de telle façon que les points d'impact des jets de gaz ou d'air sur la bande soient sensiblement équidistants dans une direction parallèle à la direction de déplacement de ladite bande. Ceci est très favorable pour la stabilité de la bande lors du défilement de celle-ci.

Avantageusement encore, les jets de gaz ou d'air émis à partir d'une même buse tubulaire sont inclinés essentiellement vers les bords de la bande de telle façon

que les points d'impact desdits jets sur ladite bande soient sensiblement équidistants dans une direction perpendiculaire à la direction de déplacement de la bande. En particulier, les jets de gaz ou d'air émis à partir d'une même buse tubulaire sont inclinés essentiellement vers les bords de la bande selon une inclinaison croissante, à partir de la ligne médiane de la bande en allant vers les bords de ladite bande, d'environ 0° à un angle inférieur à 15°.

De préférence encore, les jets de gaz ou d'air sont organisés pour présenter une distance de jet sensiblement constante quelle que soit leur inclinaison.

L'invention concerne également un dispositif destiné à mettre en œuvre un procédé d'amélioration présentant l'une au moins des caractéristiques précitées, ledit dispositif étant remarquable en ce qu'il comporte, de part et d'autre de la bande en déplacement, une pluralité de buses tubulaires agencées à distance l'une de l'autre transversalement à la direction de déplacement de la bande, chaque buse tubulaire étant équipée de tubes de soufflage pointant vers une face de la bande, lesdits tubes de soufflage étant inclinés à la fois essentiellement vers les bords de ladite bande dans un plan perpendiculaire au plan de la bande et à la direction de déplacement de ladite bande, et vers l'amont ou l'aval de la bande dans un plan perpendiculaire au plan de la bande et parallèle à la direction de déplacement de ladite bande.

Il est intéressant de prévoir que chaque buse tubulaire est équipée de deux rangées de tubes de soufflage, les tubes d'une rangée étant inclinés vers l'amont tandis que les tubes de l'autre rangée sont inclinés vers l'aval, de préférence avec le même angle d'inclinaison. En particulier, la distance entre deux buses tubulaires adjacentes d'un même côté de la bande est choisie de telle façon que les points d'impact des jets émis à par-

tir des rangées de tubes de soufflage soient sensiblement équidistants dans une direction parallèle à la direction de déplacement de ladite bande.

Avantageusement alors, les tubes de soufflage de chaque rangée d'une même buse tubulaire sont inclinés essentiellement vers les bords de la bande de telle façon que les points d'impact des jets émis à partir des tubes de soufflage de ladite rangée soient sensiblement équidistants dans une direction perpendiculaire à la direction de déplacement de ladite bande. En particulier, les tubes de soufflage d'une même rangée sont inclinés essentiellement vers les bords de la bande selon une inclinaison croissante, à partir de la ligne médiane de la bande en allant vers les bords de ladite bande, d'environ 0° à un angle inférieur à 15°.

De préférence encore, les tubes de soufflage de chaque buse tubulaire sont dimensionnés en longueur de telle façon que les jets de gaz ou d'air émis par lesdits tubes présentent une distance de jet sensiblement constante quelle que soit leur inclinaison.

On pourra enfin prévoir que les buses tubulaires ont une section circulaire, oblongue, triangulaire, carrée, rectangulaire ou polygonale.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre d'un mode de réalisation particulier, en référence aux figures 9 et 10, la figure 9 étant une coupe selon IX-IX de la figure 10.

DESCRIPTION DETAILLÉE DES MOYENS DE MISE EN ŒUVRE DE L'INVENTION

Fondamentalement, les moyens de mise en œuvre de l'invention dans une chambre ou une zone de refroidissement consistent à combiner les effets techniques exposés ci-après.

- Possibilité de reprise des gaz soufflés après impact sur la bande dans une direction sensiblement normale au plan de la bande par utilisation de buses de soufflage de section préférentiellement circulaire, oblongue, carrée ou rectangulaire, ou polygonale, permettant une reprise des gaz soufflés dans les espaces situés entre les buses.

- Limitation du confinement entre la bande et les dispositifs de soufflage en augmentant le volume disponible entre les buses de soufflage et la bande, afin d'avoir une force (respectivement un couple) de rappel tendant à ramener la bande dans sa ligne de passe théorique lorsque celle-ci présente un déport (respectivement une rotation) par rapport à sa ligne de passe théorique, ceci sans augmenter la distance de soufflage. Cette limitation du confinement peut être réalisée en augmentant la distance entre la bande et les buses sans augmenter la distance de soufflage par utilisation de tubes creux de soufflage fixés sur les buses en une ou plusieurs rangées.

- Canalisation ou guidage des jets de soufflage vers les bords de la bande afin d'avoir une force (respectivement un couple) de rappel tendant à ramener la bande dans sa ligne de passe théorique lorsque celle-ci présente un déport (respectivement une rotation) par rapport à sa ligne de passe théorique. Cette orientation des jets par inclinaison de tout ou partie des tubes par rapport à une direction normale au plan de la bande est compatible avec un refroidissement optimisé, c'est-à-dire un maillage des points d'impact du gaz soufflé sensiblement constant et une distance de soufflage sensiblement constante.

Ainsi, le refroidissement et la stabilité de bande sont optimisés.

On va maintenant se référer aux figures 9 et 10 pour décrire de façon plus concrète et détaillée un mode de réalisation particulier de l'invention.

Les figures 9 et 10 illustrent un dispositif de refroidissement 50, dont on n'a représenté que deux paires de buses tubulaires de soufflage 51, ces buses de soufflage étant situées de part et d'autre de la bande 53 qui se déplace dans une direction de défilement notée 100. Les buses de soufflage 51 ont préférentiellement une section circulaire comme cela est illustré ici, avec un axe 56, mais peuvent suivant d'autres modes de réalisation de l'invention avoir une section oblongue, triangulaire, carrée, rectangulaire ou polygonale.

Des tubes de soufflage creux 52 sont fixés sur les buses tubulaires 51. Ces tubes sont disposés suivant une ou plusieurs rangées. La disposition et le nombre de rangée des tubes de soufflage doivent être prévus afin d'avoir un maillage des points d'impact sur la bande qui soit sensiblement équidistant pour optimiser le refroidissement et limiter les contraintes thermomécaniques exercées sur la bande.

Comme cela est illustré sur la figure 9, les buses tubulaires 51 sont agencées à distance l'une de l'autre transversalement à la direction 100 de déplacement de la bande, chaque buse tubulaire 51 étant équipée de tubes de soufflage 52 pointant vers une face de la bande, avec une disposition symétrique par rapport au plan de ladite bande de façon à avoir des points d'impact des jets 58 émis qui sont en correspondance sur chacune des faces de la bande 53.

Conformément à une caractéristique de l'invention, les tubes de soufflage 52 sont inclinés à la fois essentiellement vers les bords de la bande 53 dans un plan perpendiculaire au plan de la bande et à la direction 100 de déplacement de ladite bande (comme cela est

visible sur la figure 10), et vers l'amont ou l'aval de la bande 53 (par référence au sens de défilement) dans un plan P perpendiculaire au plan de la bande et parallèle à la direction 100 de déplacement de ladite bande (comme cela est visible sur la figure 9).

Le terme "essentiellement" utilisé plus haut vise à indiquer que quelques tubes de soufflage 52, près de la ligne médiane LM de la bande 53, peuvent émettre des jets qui sont perpendiculaires au plan de la bande, la grande majorité des tubes de soufflage 52 présentant néanmoins une inclinaison selon un angle α par rapport à la normale au plan de la bande. Cette inclinaison est de préférence croissante, à partir de la ligne médiane LM de la bande en allant vers les bords de ladite bande, d'environ 0° à un angle inférieur à 15° .

Les tubes de soufflage 52 sont en l'espèce inclinés vers les bords de la bande d'un angle α allant de 0° à 15° au maximum, comme le représente la figure 10, qui est une vue suivant B de la figure 9. Cette inclinaison peut concerner tout ou partie des tubes suivant différents modes de réalisation de l'invention. Ceci permet de canaliser le flux résiduel de gaz (c'est-à-dire le flux non évacué vers une direction arrière perpendiculaire au plan de la bande après échange thermique avec ladite bande) dans des directions préférentielles vers les bords de bande tendant à stabiliser ladite bande.

Un des paramètres de performance du refroidissement est la distance de soufflage, c'est-à-dire la distance du jet émis 58, entre l'extrémité libre 54 d'un tube 52 et le point d'impact correspondant 55 sur la bande, pour le jet émis par ce tube. Afin de conserver une capacité de refroidissement homogène sur la bande quelle que soit l'inclinaison des tubes, la longueur de chaque tube 52 peut être déterminée en fonction de son inclinaison afin d'avoir des distances de jet sensible-

ment constantes, et donc une capacité de refroidissement homogène. En pratique, la longueur des tubes sera d'autant plus grande que l'inclinaison α est grande. Les modélisations numériques montrent un effet optimal de stabilisation pour un angle d'inclinaison des tubes qui reste inférieur à 15° vers les bords de bande.

La modélisation numérique de cette configuration montre un effet auto-stabilisateur lors d'un décentrement ou d'une rotation de la bande par rapport à la ligne de passe théorique. La résultante des pressions a ainsi tendance à ramener la bande au centre.

Il est à noter que le rappel de la bande en position s'effectue de façon naturelle sans réglage particulier, et sans action d'opérateur ou de calculateur, et que la capacité de refroidissement optimale est préservée.

Sur la figure 10, on a noté D la distance entre les buses tubulaires 51 et la bande 53. Cette distance D est plus importante que celle qui existerait avec des buses simplement trouées à distances de soufflage égales.

Les tubes de soufflage 52 sont par ailleurs inclinés vers l'amont ou l'aval de la bande 53 dans un plan perpendiculaire au plan de la bande et parallèle à la direction 100 de déplacement de ladite bande.

On pourrait prévoir des buses tubulaires 51 à une seule rangée de tubes de soufflage 52, orientés soit vers l'aval, soit vers l'amont. Pour une plus grande efficacité et une meilleure compacité, il est intéressant de prévoir, comme illustré en figure 9, que chaque buse tubulaire 51 soit équipée de deux rangées de tubes de soufflage 52, les tubes d'une rangée étant inclinés vers l'amont tandis que les tubes de l'autre rangée sont inclinés vers l'aval, et ce de préférence avec le même angle d'inclinaison noté ici β .

Les points d'impact 55 des jets 58 émis à partir des deux rangées de tubes 52 de chaque buse tubulaire 51 sont à une distance notée i . Il est alors intéressant de choisir la distance d entre deux buses tubulaires adjacentes 51 situées d'un même côté de la bande 53 de telle façon que tous les points d'impact 55 soient équidistants (distance i). On parvient ainsi à obtenir un maillage régulier et optimisé des points d'impact du soufflage 55. Cette distance d permet alors une reprise optimale des gaz, dans une direction sensiblement normale au plan de la bande, ce qui a pour effet de diminuer les dépressions pouvant exister entre les zones d'impact.

Enfin, il est intéressant de prévoir que les tubes de soufflage 52 soient tous dimensionnés en longueur de telle façon que les jets de gaz ou d'air 58 présentent une distance de jet a (entre l'orifice de sortie 54 d'un tube 52 et le point d'impact 55 correspondant) qui est sensiblement constante quelle que soit leur inclinaison.

On est ainsi assuré de fournir une puissance de refroidissement répartie de façon parfaitement homogène sur la partie de la bande qui est soumise aux jets de gaz ou d'air.

L'invention procure des avantages très importants, qui sont rappelés ci-après :

- gain de productivité de la ligne, par application d'une capacité de refroidissement supérieure à celle des solutions conventionnelles, sans vibrations de la bande ;

- gain de qualité et de productivité par garantie de non marquage de la bande par contact dû aux vibrations (avec les conséquences associées de production de second choix, de ralentissement de ligne, ou de casse de bande) ;

- gain de flexibilité par la disparition de tout réglage et/ou action visant à réduire l'apparition de vi-

brations dans les solutions traditionnelles ;

- augmentation de la capacité des installations :
le procédé réduit les vibrations tout en optimisant le
refroidissement, ce qui permet de réduire la distance en-
5 tre les appuis de bande dans les chambres ou les zones de
refroidissement. Un exemple d'avantage particulièrement
important est la possibilité de réduction de hauteur des
tours de refroidissement après galvanisation à chaud sui-
vant la figure 3.

10 L'invention n'est pas limitée aux modes de réali-
sation qui viennent d'être décrits, mais englobe au
contraire toute variante reprenant, avec des moyens équi-
valents, les caractéristiques essentielles énoncées plus
haut.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'amélioration du refroidissement
5 d'une chambre de refroidissement à gaz soufflé ou d'une
section de refroidissement à air soufflé d'une ligne de
traitement thermique de l'acier ou de l'aluminium et/ou
d'amélioration de la qualité des produits à traiter par
10 réduction des variations engendrées par ce refroidisse-
ment, dans lequel on projette des jets de gaz ou d'air
vers chacune des faces de la bande en déplacement dans
ladite chambre ou section, caractérisé en ce que les jets
de gaz ou d'air (58) sont émis à partir de tubes de souf-
flage (52) équipant des buses tubulaires (51) agencées à
15 distance l'une de l'autre transversalement à la direction
(100) de déplacement de la bande (53), lesdits jets étant
dirigés vers la face concernée de la bande en étant in-
clinés à la fois essentiellement vers les bords de ladite
bande dans un plan perpendiculaire au plan de la bande et
20 à la direction (100) de déplacement de ladite bande, et
vers l'amont ou l'aval de la bande dans un plan perpendi-
culaire au plan de la bande et parallèle à la direction
(100) de déplacement de ladite bande.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé
25 en ce que les jets de gaz ou d'air (58) émis à partir
d'une même buse tubulaire (51) sont inclinés vers l'amont
et l'aval de la bande (53).

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé
en ce que la distance (d) entre deux buses tubulaires
30 (51) adjacentes d'un même côté de la bande (53) est choi-
sie de telle façon que les points d'impact (55) des jets
de gaz ou d'air (58) sur la bande soient sensiblement
équidistants dans une direction parallèle à la direction
(100) de déplacement de ladite bande.

35 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3,

caractérisé en ce que les jets de gaz ou d'air (58) émis à partir d'une même buse tubulaire (51) sont inclinés essentiellement vers les bords de la bande (53) de telle façon que les points d'impact (55) desdits jets sur ladite bande soient sensiblement équidistants dans une direction perpendiculaire à la direction (100) de déplacement de la bande.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que les jets de gaz ou d'air (58) émis à partir d'une même buse tubulaire (51) sont inclinés essentiellement vers les bords de la bande (53) selon une inclinaison croissante, à partir de la ligne médiane de la bande en allant vers les bords de ladite bande, d'environ 0° à un angle inférieur à 15°.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les jets de gaz ou d'air (58) sont organisés pour présenter une distance de jet (a) sensiblement constante quelle que soit leur inclinaison.

7. Dispositif de mise en œuvre du procédé selon l'une de revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte, de part et d'autre de la bande (53) en déplacement, une pluralité de buses tubulaires (51) agencées à distance l'une de l'autre transversalement à la direction (100) de déplacement de la bande, chaque buse tubulaire (51) étant équipée de tubes de soufflage (52) pointant vers une face de la bande, lesdits tubes de soufflage étant inclinés à la fois essentiellement vers les bords de ladite bande dans un plan perpendiculaire au plan de la bande et à la direction (100) de déplacement de ladite bande, et vers l'amont ou l'aval de la bande dans un plan perpendiculaire au plan de la bande et parallèle à la direction (100) de déplacement de ladite bande.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que chaque buse tubulaire (51) est équipée de deux rangées de tubes de soufflage (52), les tubes d'une

rangée étant inclinés vers l'amont tandis que les tubes de l'autre rangée sont inclinés vers l'aval, de préférence avec le même angle d'inclinaison.

5 9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que la distance (d) entre deux buses tubulaires (51) adjacentes d'un même côté de la bande (53) est choisie de telle façon que les points d'impact (55) des jets (58) émis à partir des rangées de tubes de soufflage (52) soient sensiblement équidistants dans une direction
10 parallèle à la direction (100) de déplacement de ladite bande.

15 10. Dispositif selon la revendication 8 ou la revendication 9, caractérisé en ce que les tubes de soufflage (52) de chaque rangée d'une même buse tubulaire (51) sont inclinés essentiellement vers les bords de la bande (53) de telle façon que les points d'impact (55) des jets (58) émis à partir des tubes de soufflage de ladite rangée soient sensiblement équidistants dans une direction perpendiculaire à la direction (100) de déplacement
20 de ladite bande.

25 11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que les tubes de soufflage (52) d'une même rangée sont inclinés essentiellement vers les bords de la bande (53) selon une inclinaison croissante, à partir de la ligne médiane de la bande en allant vers les bords de ladite bande, d'environ 0° à un angle inférieur à 15°.

30 12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, caractérisé en ce que les tubes de soufflage (52) de chaque buse tubulaire (51) sont dimensionnés en longueur de telle façon que les jets de gaz ou d'air (58) émis par lesdits tubes présentent une distance de jet (a) sensiblement constante quelle que soit leur inclinaison.

35 13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 12, caractérisé en ce que les buses tubu-

lares (51) ont une section circulaire, oblongue, triangulaire, carrée, rectangulaire ou polygonale.

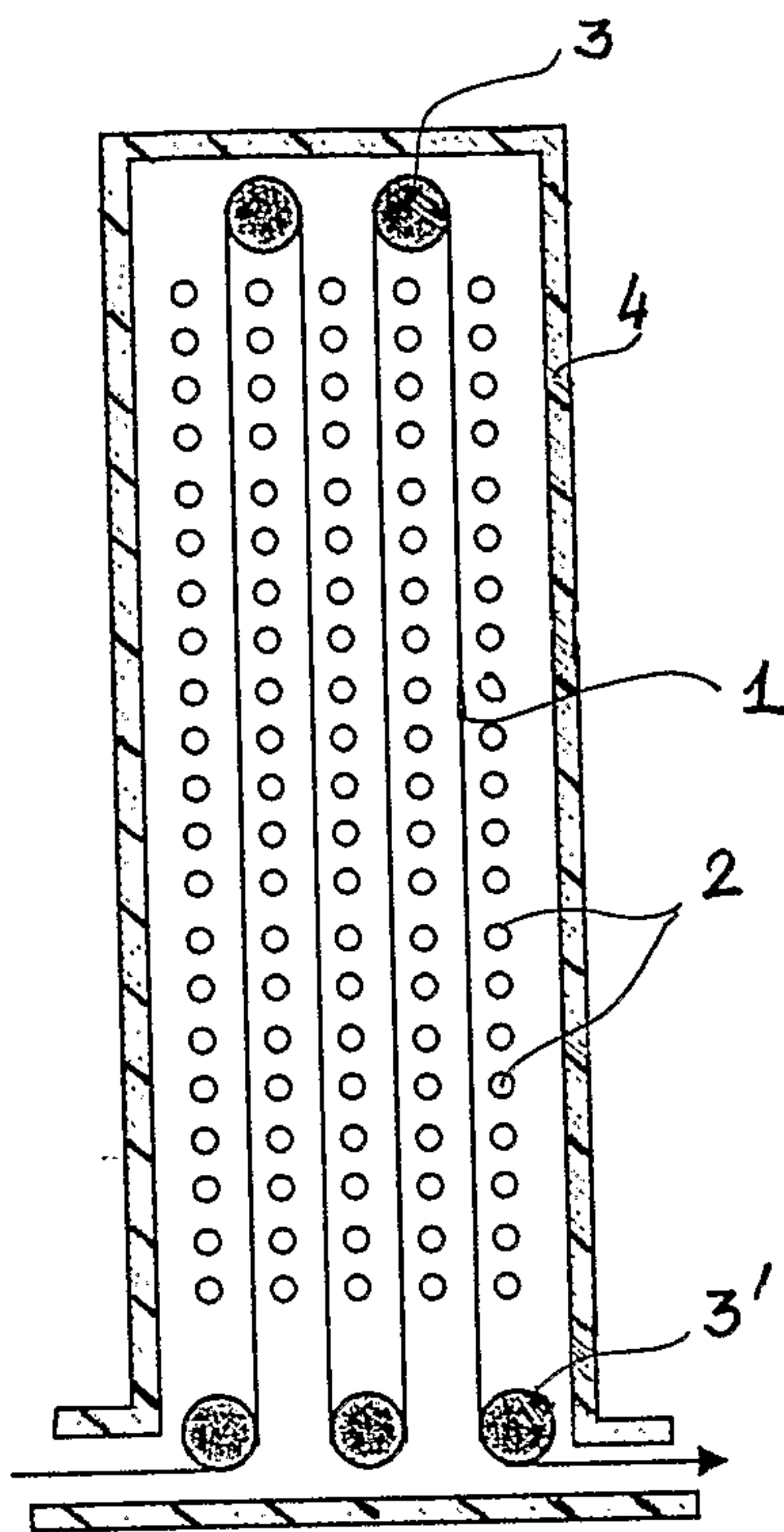


Fig. 1

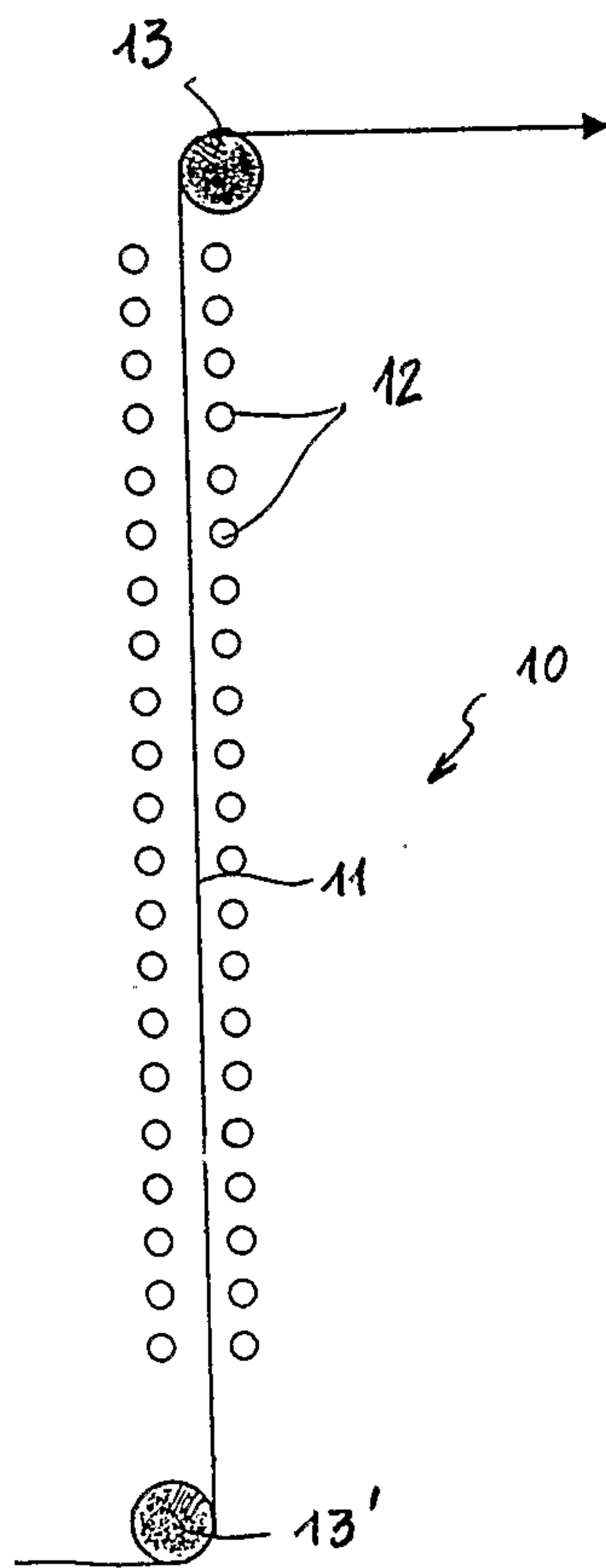


Fig. 2

-2/5-

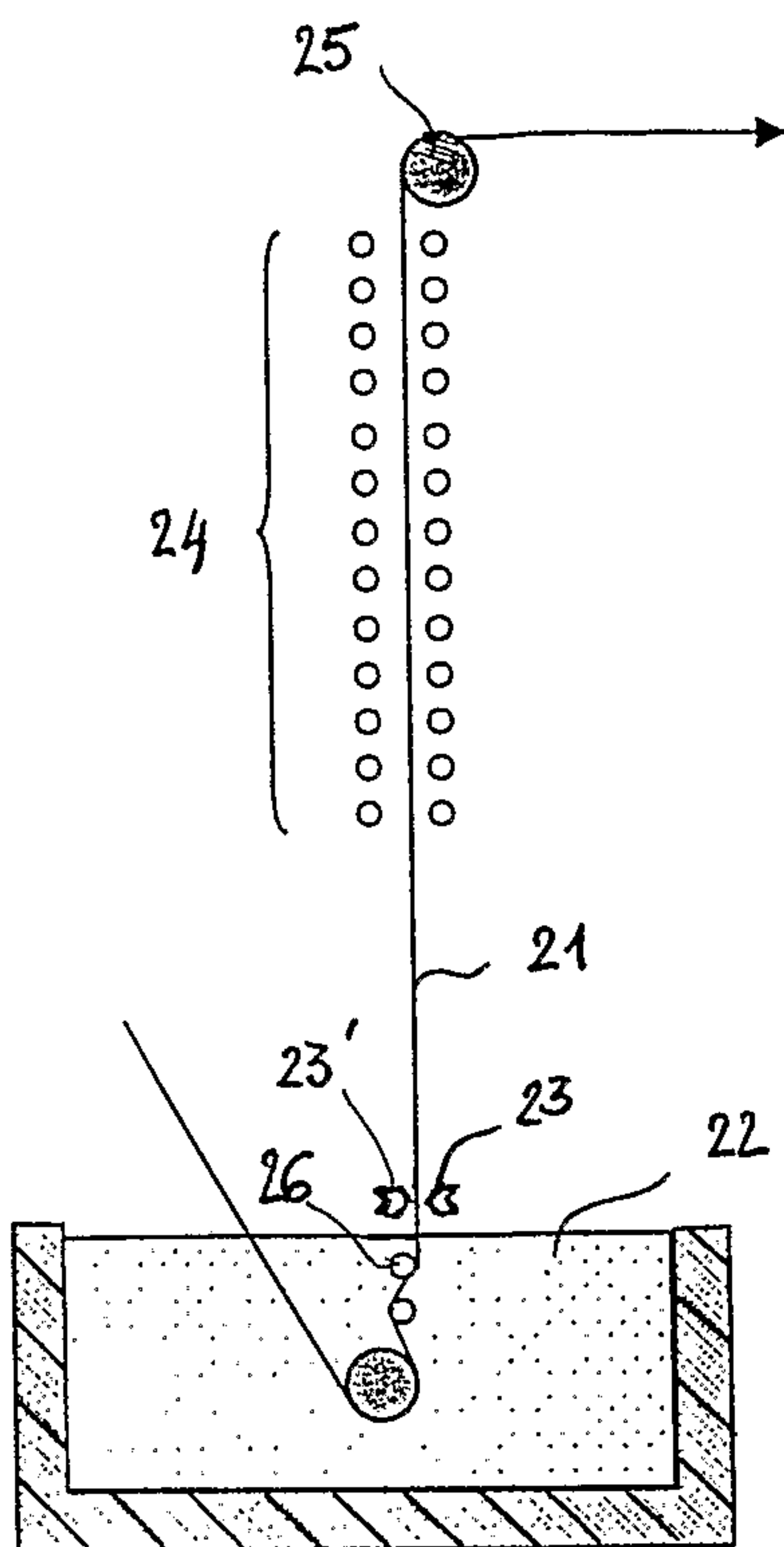


Fig.3

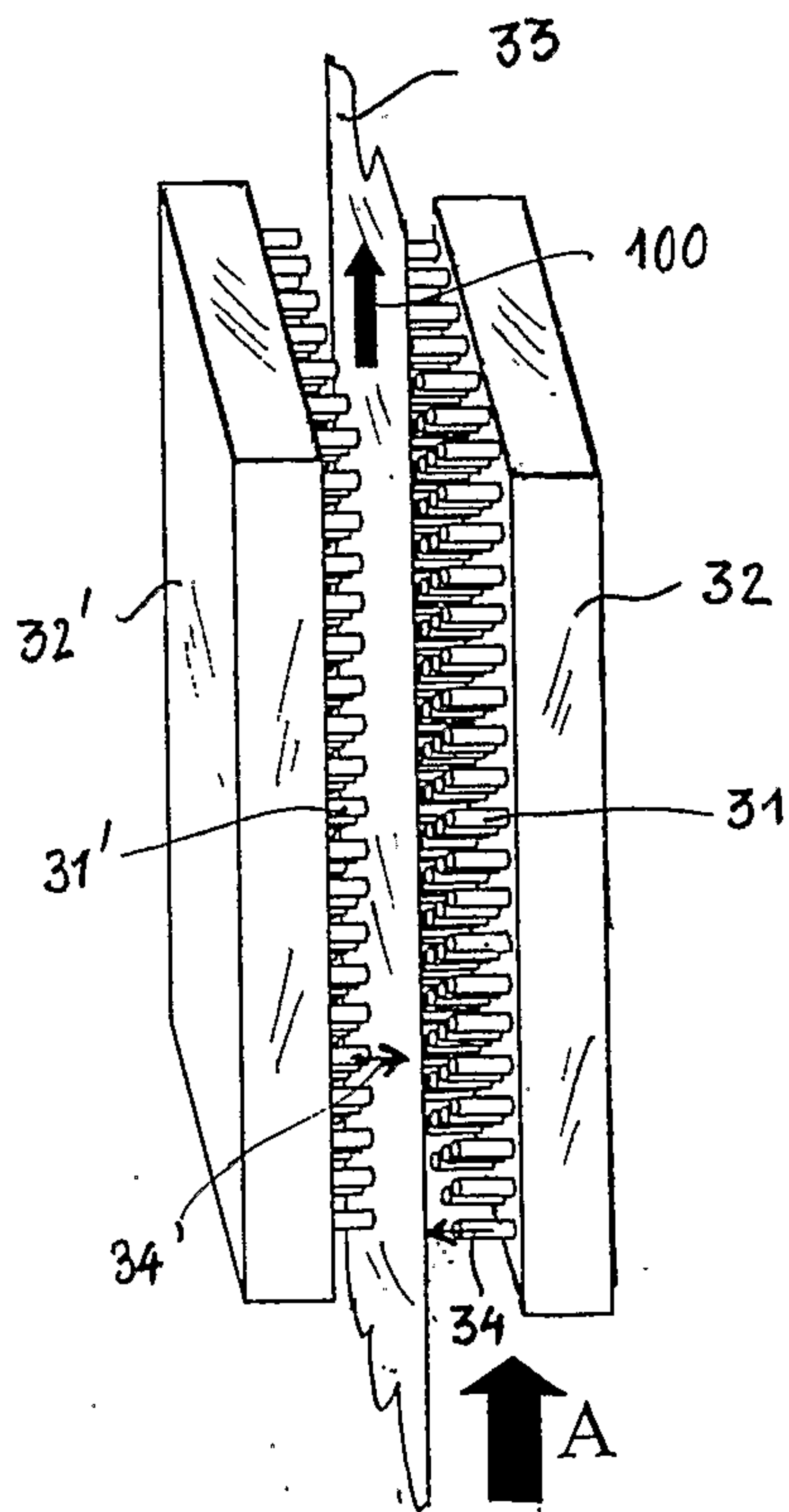


Fig.4

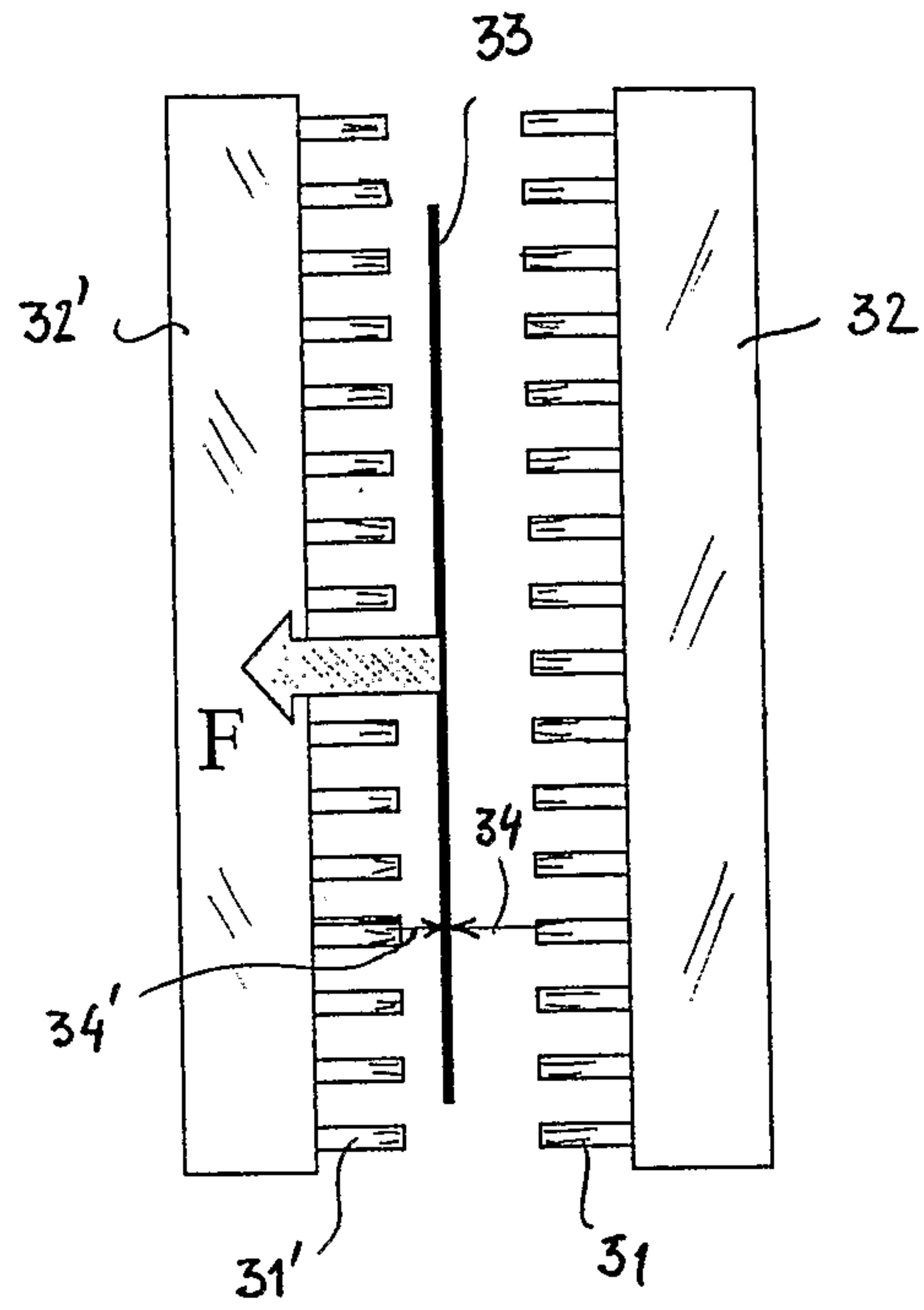


Fig.5

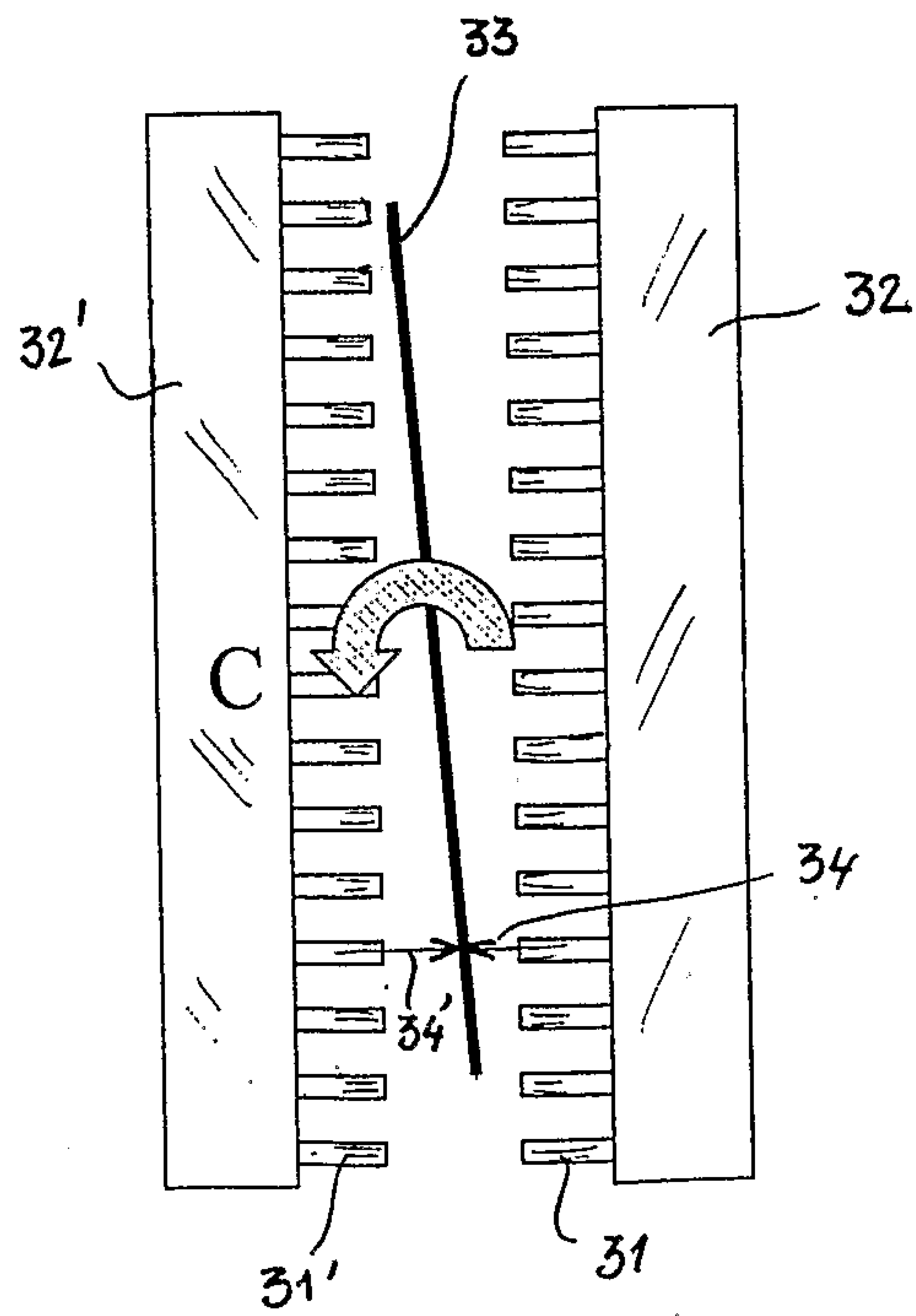


Fig.6

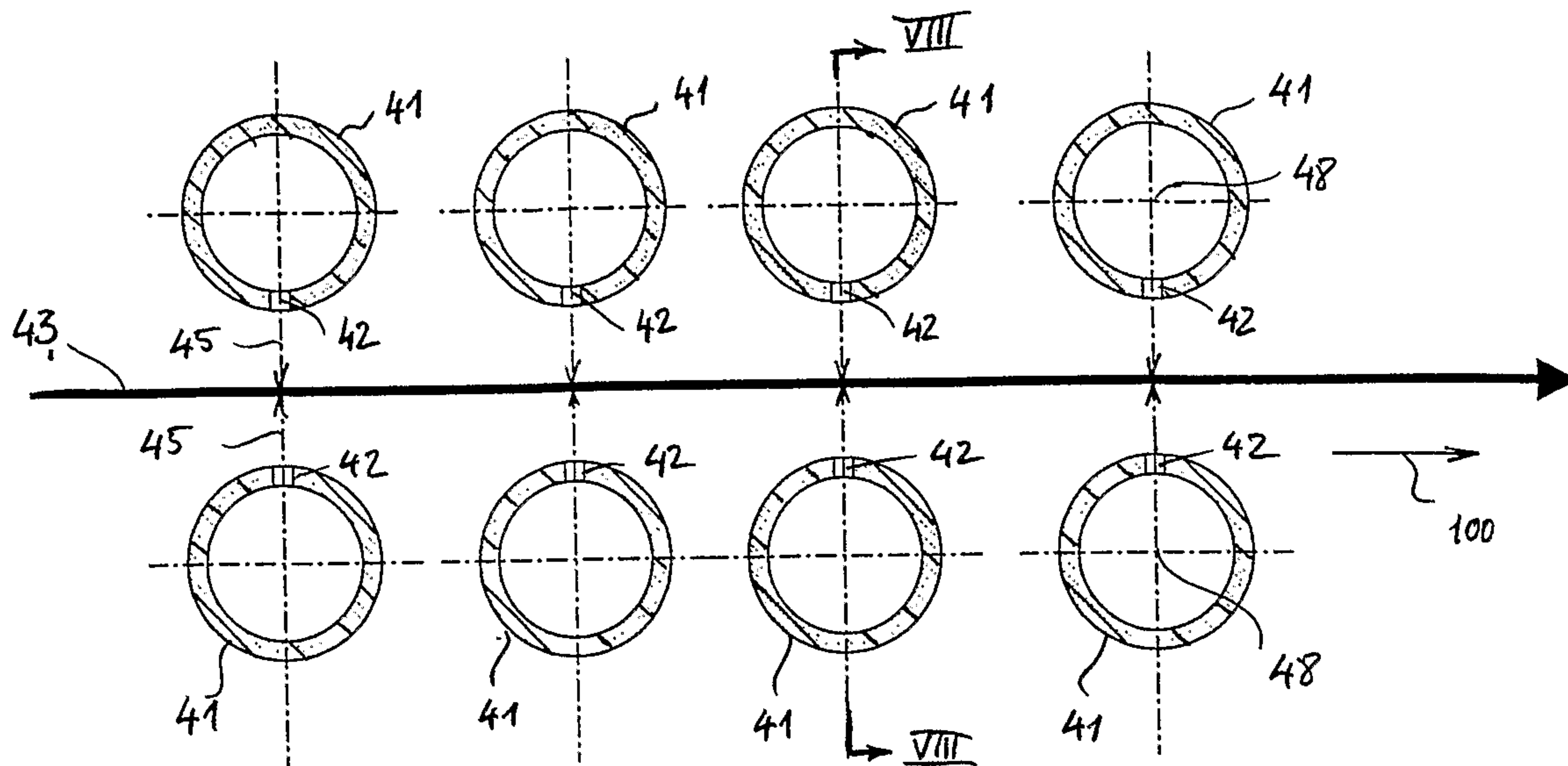


Fig.7

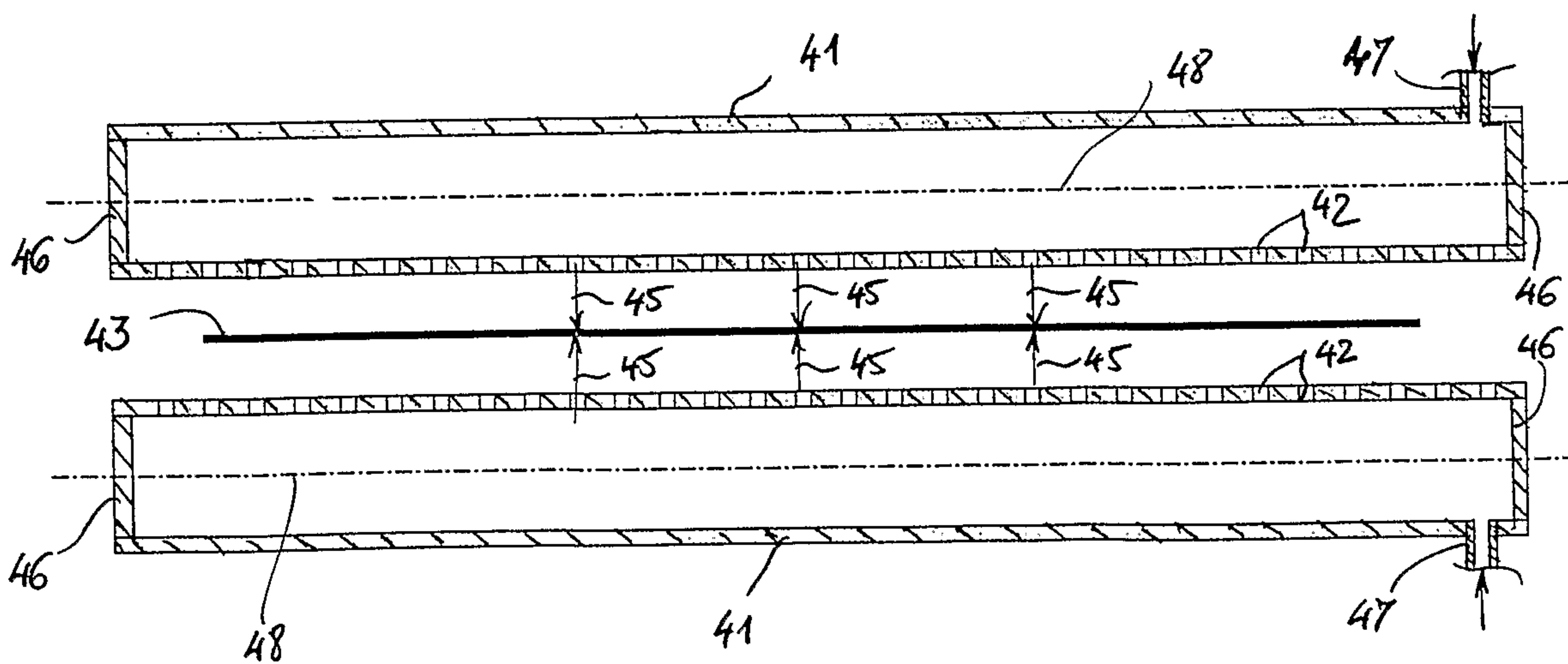


Fig.8

-5/5-

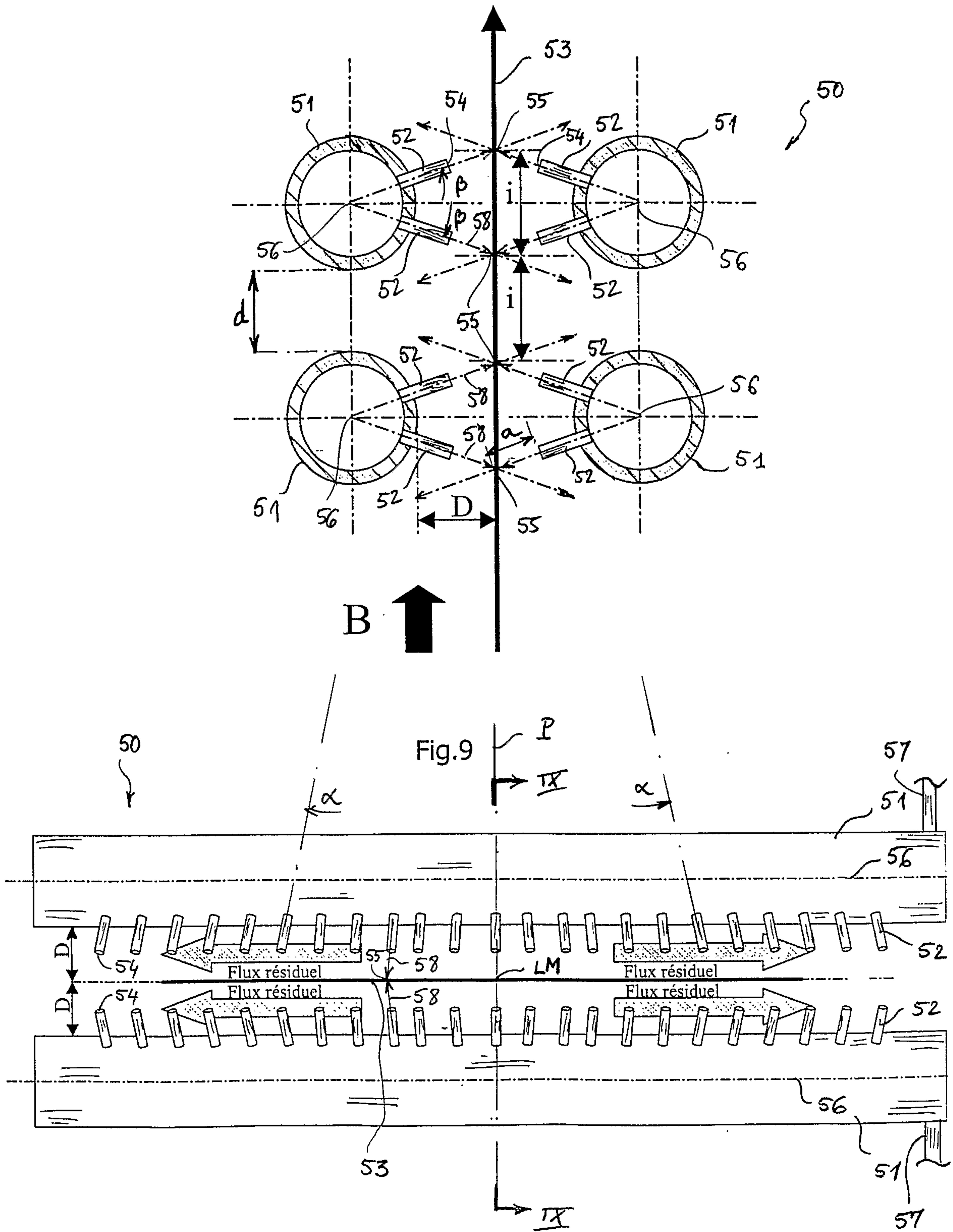


Fig.10

