(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
30 août 2007 (30.08.2007)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2007/096502 A2

(51) Classification internationale des brevets :
C21D 9/573 (2006.01) *C21D 1/613* (2006.01)
C21D 11/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2007/000264

(22) Date de dépôt international : 7 février 2007 (07.02.2007)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
06 01504 21 février 2006 (21.02.2006) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **STEIN HEURTEY** [FR/FR]; ZAI du Bois de l'Epine, F-91130 Ris Orangis (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **PASQUINET, Catherine** [FR/FR]; 23, rue Paul Vaillant Couturier, F-94380 Bonneuil Sur Marne (FR). **MARMONIER, Frédéric** [FR/FR]; 27, avenue LE NÔTRE, F-92420 Vaucresson (FR).

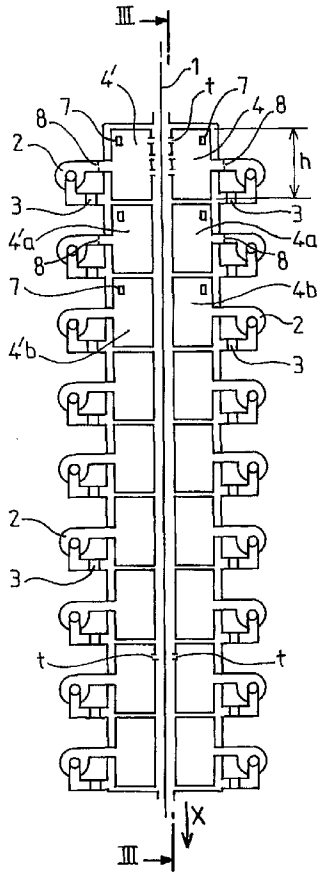
(74) Mandataires : **MICHARDIERE, Bernard** etc.; Cabinet ARMENGAUD AINE, 3 avenue Bugeaud, F-75116 PARIS (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR COOLING AND STABILIZING STRIP IN A CONTINUOUS LINE

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF DE REFROIDISSEMENT ET DE STABILISATION DE BANDE DANS UNE LIGNE CONTINUE.



(57) **Abstract:** The invention concerns a method for cooling metal strips using cooling chambers by blowing a gas, in a continuous heat treatment line, wherein: the chambers (4,4a...4', 4'a...) have a unitary dimension (h) in the moving direction (X) of the strip less than two meters and are split along the direction perpendicular to the moving direction (X) of the strip into a plurality of unitary blowing sectors; each unitary blowing sector is equipped with at least one blowing pressure sensor (7) and with at least one actuator (2) for adjusting the pressure of each of said unitary sectors; and a controlling and regulating system controls the actuators (2) such that the longitudinal theoretical distribution of pressure in the blowing sectors corresponding to a cooling curve of the target strip is adapted so as to take into account a modification of the position of the strip relative to the blowing sectors to avoid any contact thereof with the walls of the devices of the cooling zone without modifying the cooling curve.

(57) **Abrégé :** Procédé de refroidissememnt de bandes métalliques par des caissons de refroidissement par soufflage d'un gaz, dans une ligne de traitement thermique en continu, selon lequel : les caissons (4,4a...4', 4'a...) ont une dimension unitaire (h) dans la direction de défilement (X) de la bande inférieure ô deux mètres et sont fractionnés suivant la direction perpendiculaire ô la direction de défilement (X) de la bande en une pluralité de secteurs de soufflage unitaires; chaque secteur de soufflage unitaire est équipé d'au moins un capteur (7) de la pression de soufflage et d'au moins un actionneur (2) permettant d'ajuster la pression de chacun de ces secteurs unitaires; et un système de contrôle et de régulation commande les actionneurs (2) de sorte que la distribution théorique longitudinale de pression dans les secteurs de soufflage correspondant ô une courbe de refroidissement de la bande visée est adaptée afin de prendre en compte une modification de la position de la bande par rapport aux secteurs de soufflage de sorte d'éviter tout contact de celle-ci avec les parois des équipements de la zone de refroidissement sans modifier la courbe de refroidissement.

WO 2007/096502 A2

(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).

Publiée :

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

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

PROCEDE ET DISPOSITIF DE REFROIDISSEMENT ET DE STABILISATION DE BANDE DANS UNE LIGNE CONTINUE.

L'invention concerne les lignes de traitement thermique en continu de bandes métalliques telles que les lignes de recuit ou de revêtement métallique ou organique.

Sur ces types de lignes, le refroidissement des bandes est réalisé, suivant l'état de la technique, avec des caissons de refroidissement par soufflage d'un gaz, par exemple un mélange d'azote et d'hydrogène, dans une chambre fermée de refroidissement d'une ligne de recuit ou d'une ligne de galvanisation en amont du pot de zinc, ou par soufflage d'air par exemple dans une tour de refroidissement après galvanisation.

Le phénomène d'instabilité de la bande dans les zones de refroidissement est connu et se manifeste par exemple par un décalage en torsion de la bande autour de son axe longitudinal jusqu'à une position stable ou de façon alternée sous la forme d'oscillations de torsion.

Il est également courant que, en fonction du type de process de laminage, les rives de la bande soient plus longues que le centre. Dans ce cas, le centre de la bande est tendu et ses rives « flottent » et peuvent toucher une des surfaces des caissons de refroidissement lors des positions extrêmes de leurs oscillations. Il arrive également que la bande ait un centre long et des rives tendues ce qui peut conduire à ce que la bande touche une des surfaces des caissons de refroidissement en son centre.

La formation de plis d'origine thermique à la surface de la bande dans la zone de refroidissement est un problème auquel est régulièrement confronté l'exploitant de ces installations en particulier pour les bandes larges et de faible épaisseur. L'origine de ces plis est également bien connue. Comme exposé dans le brevet FR 2 802 552 (99 16011) ou dans le brevet EP 1 108 795, la formation de plis est provoquée par une discontinuité de pente dans la courbe de refroidissement qui génère une contrainte de compression dans la bande. Un pli à la surface de la bande est produit si la contrainte de compression provoquée par la discontinuité du refroidissement est supérieure à une valeur limite.

L'invention a pour objet un procédé et un dispositif destiné à contrôler la position de la bande dans une zone de refroidissement sous air ou sous atmosphère, par exemple réductrice, dans le but d'éviter qu'elle ne touche les parois des équipements de la zone de refroidissement et ceci en faisant

suivre à la bande une courbe de refroidissement théorique correspondant à un objectif thermique visé tout en réduisant le risque de formation de plis.

Le refroidissement d'une bande est généralement effectué par des caissons de soufflage d'air, ou d'atmosphère réductrice, au travers de trous ou de fentes alimentés sous pression par un ventilateur de recirculation indépendant ou par un ventilateur commun à plusieurs caissons. Un ou des échangeurs sont placés sur le circuit pour refroidir le gaz après son impact sur la bande.

Généralement, les caissons sont identiques et alimentés à une pression constante.

Pour une géométrie de trous ou de fentes donnée et pour un gaz soufflé de composition et de température données, la vitesse de soufflage aux trous ou aux fentes et donc l'échange thermique entre le gaz et la bande et la pression aéraulique exercée par le gaz sur la bande sont directement liés à la pression présente dans les caissons de refroidissement.

Dans une installation avec, par exemple, trois caissons, ou plus, de refroidissement se succédant suivant la direction longitudinale de la bande, des courbes de refroidissement différentes peuvent survenir en correspondance à des réglages de pression différents dans les caissons. Dans un premier cas, le réglage de pression dans les trois caissons peut conduire à de faibles différences de pente de refroidissement tout au long du process, ce qui évite l'apparition de plis dans la bande. Dans un autre cas, au contraire, le refroidissement du caisson intermédiaire peut, par exemple, être plus important que celui des caissons extrêmes, créant ainsi une différence de pente de refroidissement importante qui peut générer des plis dans la bande.

Le brevet FR 2 796 139 (99 08709), ou le brevet EP 1 067 204, présente un dispositif destiné à contrôler la position de la bande à l'intérieur de la section de refroidissement en cas de vibration ou de décalage par rapport à la position centrale. Cette configuration prévoit des réglages de pressions permettant de modifier le débit de gaz soufflé suivant la direction transversale de la bande. Cette solution permet d'agir sur la pression d'alimentation des différentes zones transversales d'un même caisson, ceci de chaque côté de la bande, afin de contrer la rotation de la bande autour de son axe longitudinal. Ces ajustements sont généralement réalisés manuellement par les opérateurs. Il est fréquent que la volonté de supprimer le contact de la bande avec les caissons de refroidissement induise des défauts de plis d'origine thermique causés par un refroidissement non adéquat découlant du réglage inadapté des distributions du refroidissement. De ce fait, malgré la présence de moyens de

réglage transversal des pressions d'alimentation des caissons, les opérateurs ne les utilisent souvent pas ou ne corrigent pas un réglage réputé bon, par crainte de dégrader la situation. Ainsi, faute d'exploiter au mieux les moyens de réglage disponibles, la réduction des défauts thermiques ou de contact à la surface de la bande est obtenu en réduisant la vitesse de la ligne ou en limitant la largeur des bandes à produire, ce qui limite le nombre de tonnes produites par la ligne.

Ainsi, les procédés et dispositifs selon l'état de la technique ne permettent pas de contrôler simultanément avec efficacité la courbe de refroidissement de la bande et son maintien en position dans une zone de refroidissement. De plus, suite aux imperfections de cet état de la technique, ces procédés et dispositifs peuvent induire des défauts dans les produits s'ils ne sont pas mis en œuvre correctement.

L'invention proposée apporte une solution à ce problème.

Selon l'invention, un procédé de refroidissement de bandes métalliques par des caissons de refroidissement par soufflage d'un gaz, en particulier de l'air ou un mélange composé d'azote et d'hydrogène, dans une ligne de traitement thermique en continu, est caractérisé en ce que :

- les caissons ont une dimension unitaire dans la direction de défilement de la bande inférieure à deux mètres et sont fractionnés suivant la direction perpendiculaire à la direction de défilement de la bande en une pluralité de secteurs de soufflage unitaires,
- chaque secteur de soufflage unitaire est équipé d'au moins un actionneur permettant d'ajuster la pression de chacun de ces secteurs unitaires,
- et un système de contrôle et de régulation commande les actionneurs de sorte que la distribution théorique longitudinale de pression dans les secteurs de soufflage correspondant à une courbe de refroidissement de la bande visée est adaptée afin de prendre en compte une modification de la position de la bande par rapport aux secteurs de soufflage de sorte d'éviter tout contact de celle-ci avec les parois des équipements de la zone de refroidissement sans modifier la courbe de refroidissement.

Ainsi, la distribution théorique longitudinale de pression dans les secteurs de soufflage successifs dans la direction de défilement de la bande correspondant à une courbe de refroidissement de la bande visée est adaptée afin de prendre en compte une modification de la position de la bande par rapport aux secteurs de soufflage de sorte d'éviter tout contact de celle-ci avec les parois des équipements de la zone de refroidissement sans modifier la courbe de refroidissement.

La courbe de refroidissement théorique souhaitée ne présente pas de rupture de pente.

Chaque secteur de soufflage unitaire peut être équipé d'au moins un capteur de la pression de soufflage et d'au moins un actionneur permettant d'ajuster la pression de chacun de ces secteurs unitaires
- et les informations provenant des capteurs sont envoyées au système de contrôle et de régulation qui commande les actionneurs de sorte que la distribution théorique longitudinale de pression dans les secteurs de soufflage correspondant à une courbe de refroidissement de la bande visée est adaptée afin de prendre en compte une modification de la position de la bande par rapport aux secteurs de soufflage de sorte d'éviter tout contact de celle-ci avec les parois des équipements de la zone de refroidissement sans modifier la courbe de refroidissement .

En variante, chaque secteur de soufflage unitaire peut être équipé d'au moins un dispositif de mesure du débit de soufflage et d'au moins un actionneur permettant d'ajuster la pression de chacun de ces secteurs unitaires
- et les informations provenant des dispositifs de mesure du débit de soufflage sont envoyées au système de contrôle et de régulation qui commande les actionneurs de sorte que la distribution théorique longitudinale de pression dans les secteurs de soufflage correspondant à une courbe de refroidissement de la bande visée est adaptée afin de prendre en compte une modification de la position de la bande par rapport aux secteurs de soufflage de sorte d'éviter tout contact de celle-ci avec les parois des équipements de la zone de refroidissement sans modifier la courbe de refroidissement.

De préférence, chaque caisson est décomposé en au minimum deux, avantageusement trois, secteurs de soufflage unitaires suivant la largeur de la bande.

Selon un exemple de réalisation de l'invention, le système de contrôle et de régulation est programmé pour :

- dans une première étape, définir par « tranche longitudinale » les consignes de pression de chaque caisson en fonction de la courbe de refroidissement à obtenir,
- et dans une deuxième étape, si une correction de la position de la bande est demandée et suivant le type de correction introduit manuellement ou automatiquement, modifier la distribution de pression d'une même « tranche » longitudinale du refroidisseur de façon à obtenir la correction de position de la bande

souhaitée tout en conservant intact la courbe de refroidissement sélectionnée.

Une « tranche longitudinale » est l'ensemble des secteurs de soufflage situés de part et d'autre de la bande le long de la zone de refroidissement dans la direction de défilement de la bande et placés à une même distance de l'axe de la bande.

Selon un exemple de réalisation, le système de contrôle et de régulation peut prendre en compte une consigne manuelle ou une consigne automatique pour le réglage de la pression d'un ou plusieurs secteurs de soufflage.

Si un changement de pression est requis manuellement ou automatiquement dans un ou plusieurs secteurs de soufflage pour corriger la position de la bande, le système de contrôle et de régulation ajuste le réglage de pression des autres secteurs de soufflage de sorte que la bande soit placée dans une position évitant tout contact de celle-ci avec les parois des équipements de la zone de refroidissement et qu'en tout point de la bande la température suive une courbe de refroidissement théorique souhaitée.

Les pressions ajustées de part et d'autre de la bande de façon à corriger la position de la bande sont définies afin que leur résultante conduise à l'objectif thermique global défini pour la section considérée et toute la largeur de la bande, suivant la courbe de refroidissement théorique souhaitée.

Dans un exemple de réalisation de l'invention, le système de contrôle et de régulation automatique peut déterminer:

- dans une première étape, en fonction de la courbe de refroidissement théorique , des caractéristiques de la bande et des données de l'ensemble de l'installation, une puissance de refroidissement globale pour les couples de deux secteurs unitaires de refroidissement situés de part et d'autre d'une même zone de la bande,
- et dans une deuxième étape, en fonction de la position souhaitée pour la bande dans la zone considérée, les pressions de soufflage pour les deux secteurs unitaires de chaque couple, pressions qui tout en assurant le refroidissement global souhaité, peuvent être différentes pour l'ajustement de la position de la bande.

Les pressions dans les secteurs unitaires de plusieurs caissons situés sur une face de la bande peuvent être augmentées ou diminuées simultanément de sorte qu'un effet de correction de la position de la bande parallèlement à elle-même est obtenu.

Les pressions ajustées de façon à corriger la position de la bande sont définies afin que leur résultante corresponde à l'objectif thermique global défini pour la section considérée et toute la largeur de la bande suivant la courbe de refroidissement théorique souhaitée.

Selon une autre possibilité, les pressions dans les secteurs unitaires d'un même niveau situés sur chaque face de la bande sont ajustées de façon à obtenir un effet de correction de la position de la bande en torsion autour de son axe principal.

Selon encore une autre possibilité, pour le maintien de la bande, un réglage alterné de la pression suivant la direction de défilement de la bande est prévu dans les caissons de refroidissement, avec une pression plus forte dans un caisson suivie d' une pression plus faible dans le caisson suivant placé sur la même face de la bande, et une pression plus forte sur un caisson correspond à une pression faible sur le caisson placé en vis-à-vis sur l'autre face de la bande, de façon à produire une déformation alternée de la bande.

La mise en œuvre de l'invention permet ainsi une correction de position de la bande « multiprogramme » sans modification du cycle thermique de refroidissement de la bande. La correction peut être introduite manuellement dans le système ou être commandée par des capteurs de position de la bande dans le four.

La consigne de réglage de la pression dans les secteurs de soufflage peut être fournie par un calculateur à partir d'un modèle thermomécanique prenant en compte la nature du matériau de la bande et le traitement thermique à appliquer à la bande.

L'algorithme de contrôle de la courbe de refroidissement et de stabilisation de la position de la bande peut utiliser la logique floue et/ou les systèmes neuronaux.

L'invention est également relative à un dispositif de refroidissement de bande métallique, dans une ligne de traitement thermique en continu, comportant des caissons de refroidissement par soufflage d'un gaz, en particulier de l'air ou un mélange composé d'azote et d'hydrogène, qui se succèdent suivant une direction de défilement de la bande, caractérisé en ce que :

- les caissons ont une dimension unitaire, dans la direction de défilement de la bande, inférieure à deux mètres et sont fractionnés suivant la direction perpendiculaire à la direction de défilement de la bande en une pluralité de secteurs de soufflage unitaires,

- chaque secteur de soufflage unitaire est équipé d'au moins un actionneur permettant d'ajuster la pression de chacun de ces secteurs unitaires,

- et un système de contrôle et de régulation est prévu, système qui commande les actionneurs de sorte que la bande soit placée dans une position évitant tout contact de celle-ci avec les parois des équipements de la zone de refroidissement et qu'en tout point de la bande la température suive une courbe de refroidissement théorique souhaitée.

Chaque secteur de soufflage peut être équipé d'au moins un capteur de la pression de soufflage et/ou d'un dispositif de mesure du débit de soufflage, et les informations provenant des capteurs et/ou des dispositifs de mesure du débit de soufflage sont envoyées au système de contrôle et de régulation.

De préférence, les caissons ont une dimension unitaire, dans la direction de défilement de l'ordre de un mètre, et chaque caisson est décomposé en au minimum deux secteurs de soufflage unitaires suivant la largeur de la bande pour une correction droite/gauche, ou en trois secteurs pour une correction centre/rives.

Le système de contrôle et de régulation est prévu pour réaliser l'ajustement de l'ensemble des pressions des secteurs unitaires de la zone de refroidissement selon une cartographie de pression donnée suivant les directions parallèles et perpendiculaires à la direction de défilement de la bande par le choix d'une consigne introduite dans le système, de sorte que le réglage obtenu soit adapté à la nature de la bande et au profil transversal de la bande en entrée de la section de refroidissement.

Le système de contrôle et de régulation est prévu pour commander lorsque nécessaire, par exemple à partir d'une consigne manuelle introduite dans le système, un ajustement de l'ensemble des pressions des caissons de la zone de refroidissement qui conduit principalement à un effet de correction de la position de la bande en torsion autour de son axe principal.

Le système de contrôle et de régulation est également prévu pour commander, lorsque nécessaire, par exemple à partir d'une consigne manuelle introduite dans le système, un ajustement de l'ensemble des pressions des caissons de la zone de refroidissement qui conduit principalement à un effet de correction de la position de la bande de façon à produire une déformation alternée de la bande suivant sa direction longitudinale.

Le système de contrôle et de régulation est programmé pour déterminer :

- dans une première étape, en fonction de la courbe de refroidissement théorique, de données d'ensemble, des caractéristiques de la bande, une puissance de refroidissement globale pour chacun des couples de deux secteurs unitaires de refroidissement situés de part et d'autre d'une même zone de la bande,

- et dans une deuxième étape, en fonction de la position souhaitée pour la bande dans la zone considérée, les pressions de soufflage pour les deux secteurs unitaires de chaque couple, pressions qui tout en assurant le refroidissement global souhaité, peuvent être différentes pour l'ajustement de la position de la bande.

L'invention consiste, mises à part les dispositions exposées ci-dessus, en un certain nombre d'autres dispositions dont il sera plus explicitement question ci-après à propos d'exemples de réalisation décrits avec référence aux dessins annexés, mais qui ne sont nullement limitatifs. Sur ces dessins :

Fig. 1 est un schéma en coupe verticale d'un dispositif de refroidissement de bande selon l'invention.

Fig. 2 est une courbe de variation de la température de la bande portée suivant l'axe Oy, en fonction de la position dans le dispositif de Fig.1 portée suivant l'axe Ox.

Fig.3 est une vue schématique partielle du dispositif et de la bande suivant la ligne III-III sur Fig.1

Fig. 4 est un schéma en coupe verticale d'une variante du dispositif de refroidissement de bande.

Fig. 5 est une courbe de variation de la température de la bande portée suivant l'axe Oy en fonction de la position dans le dispositif de Fig.4 portée suivant l'axe Ox.

Fig.6 est un schéma en coupe horizontale d'une variante du dispositif de refroidissement de bande.

Fig.7 est un schéma en coupe verticale d'une autre variante du dispositif de refroidissement de bande.

Fig. 8 illustre des courbes de variation de la température de la bande portée suivant l'axe Oy en fonction de la position dans le dispositif de refroidissement portée suivant l'axe Ox.

Fig.9 est un schéma en coupe horizontale d'une autre variante du dispositif de refroidissement de bande.

Fig.10 est un schéma en coupe verticale d'une autre variante du dispositif de refroidissement de bande.

Fig.11 est un schéma en coupe verticale d'une autre variante du dispositif de refroidissement de bande, et

Fig.12 est un schéma en coupe verticale, à plus petite échelle, d'une variante du dispositif de Fig.4.

En se reportant aux dessins, notamment aux Fig.1, 3, 4 et 6, on peut voir un dispositif de refroidissement d'une bande métallique 1 qui défile verticalement de haut en bas suivant la flèche X dans l'exemple considéré. Cet exemple n'est pas limitatif et le défilement pourrait avoir lieu de bas en haut ou suivant une direction autre que verticale, notamment oblique.

Le dispositif de refroidissement comporte, comme schématisé sur les dessins, de part et d'autre de la bande 1, des caissons 4, 4a, 4b...4', 4'a, 4'b... de soufflage d'air ou d'atmosphère réductrice au travers de trous t ou de fentes alimentés sous pression par un ventilateur de recirculation 2 indépendant propre à chaque caisson, ou par un ventilateur commun à plusieurs caissons comme sur Fig.4. Un ou des échangeurs 3, sont placés sur le circuit pour refroidir le gaz après son impact sur la bande. Généralement, les caissons sont alimentés à une pression constante. Les caissons 4, 4a, 4b...4', 4'a, 4'b...se succèdent suivant la direction de défilement X de la bande.

Selon un exemple de réalisation de l'invention représenté en Fig. 11, les caissons 4,... 4',... situés de part et d'autre de la bande ne sont pas directement en vis-à-vis mais décalés dans la direction de défilement de la bande d'une fraction de leur longueur.

Fig.12 illustre une variante de réalisation de la tour de refroidissement d'une ligne de galvanisation montrée sur Fig.4. Alors que selon Fig.4 un circuit de reprise à l'aspiration du ventilateur 2 est prévu, selon Fig. 12 il n'y a pas de tel circuit de reprise de l'air soufflé renvoyé à l'aspiration du ventilateur 2.

Généralement un caisson 4,4a,...4',4'a... s'étend suivant toute la largeur de la bande. On peut toutefois prévoir une juxtaposition à l'horizontale de plusieurs caissons de largeur inférieure à celle de la bande, la largeur totale des caissons recouvrant la largeur de la bande.

Pour une géométrie de trous ou de fentes donnée et pour un gaz soufflé de composition et de température données, la vitesse de soufflage aux trous ou aux fentes et donc l'échange thermique entre le gaz et la bande et la pression aéraulique exercée par le gaz sur la bande sont directement liés à la pression présente dans les caissons de refroidissement 4, 4a...4',4'a...

Selon l'invention, on prévoit un fractionnement des caissons 4, 4a...4',4'a... de soufflage suivant la direction perpendiculaire à la direction de

défilement X de la bande en une pluralité de secteurs de soufflage unitaires. Chaque caisson a, suivant la direction X de défilement de la bande, une dimension unitaire h faible, c'est à dire inférieure à deux mètres, de préférence de l'ordre de (voisine de, ou égale à) un mètre et comprend plusieurs buses de soufflage ou rangées de trous.

Chaque caisson est décomposé en au minimum deux, de préférence trois ou cinq, secteurs de soufflage unitaires suivant la largeur de la bande. Chaque secteur est équipé d'au moins un capteur de pression 7 et d'au moins un actionneur, par exemple sous forme d'une vanne de réglage 6 ou d'un organe similaire. En variante, l'actionneur peut être pour chaque secteur unitaire un ventilateur indépendant 2, comme illustré sur Fig.1, dont la vitesse de rotation de la turbine est contrôlée par un variateur de fréquence afin d'obtenir la pression souhaitée. Les actionneurs 6,2 permettent d'ajuster la pression de chacun des secteurs unitaires suivant des directions parallèles et perpendiculaires à la direction de défilement de la bande

En complément du capteur de pression 7, il est également possible d'intégrer dans chaque secteur de soufflage une sonde de mesure de la température du gaz soufflé.

On peut également prévoir pour chaque secteur unitaire de soufflage, à la place ou en complément du capteur de pression, un dispositif de mesure 8 (Fig.1) du débit de soufflage au refoulement du ventilateur 2. Sur Fig.1 un tel dispositif de mesure 8 a été représenté sur les seuls ventilateurs supérieurs et immédiatement inférieurs. Bien entendu, un tel dispositif de mesure peut être prévu sur chaque ventilateur indépendant 2.

Ces mesures de pression, température et/ou débit, sont transmises à un système de contrôle et de régulation R (Fig.3 et 6) qui ajuste la vitesse de rotation de la turbine du ventilateur 2 ou la position de l'organe de réglage de pression 6 afin d'ajuster la pression de chaque secteur de soufflage en fonction d'une courbe de refroidissement théorique ou calculée dépendant par exemple de la nature du matériau à traiter ou du type de cycle de traitement thermique souhaité.

Il est ainsi réalisé un véritable maillage (Fig.3) de la distribution du refroidissement sur chaque face de la bande, ce maillage permettant un contrôle extrêmement précis de la distribution du refroidissement, suivant les directions longitudinale X et transversale T de la bande. Le maillage est concrétisé par une matrice de secteurs de soufflage, en vis à vis de chaque face de la bande, suivant des rangées horizontales correspondant aux caissons 4, 4a, 4b, 4c...4', 4'a....et des colonnes verticales α,β,γ...correspondant aux

secteurs de chaque caisson. Un secteur unitaire sera désigné par la référence 4, 4a,... ou 4', 4'a..., du caisson selon le côté de la bande 1, suivi de la lettre de la colonne, par exemple le secteur 4aβ sur Fig.3. Une rangée horizontale correspond généralement à un seul caisson.

Les capteurs 7 et actionneurs 6 sont reliés au système de contrôle et de régulation R.

Sur Fig. 5, à droite de Fig. 4, sont représentés deux exemples de courbes de refroidissement C et D obtenues avec les caissons 4 de longueur unitaire faible, de l'ordre de un mètre. On voit qu'il est possible de réaliser des courbes de refroidissement continues ne générant pas de plis, avec des profils très différents suivant la courbe de refroidissement théorique souhaitée.

Le système de contrôle et de régulation R commande les actionneurs 6, 2, pour qu'en tout point de la bande, la température suive une courbe de refroidissement théorique souhaitée ne présentant pas de rupture de pente en intégrant la correction de position de la bande introduite manuellement ou en fonction des informations reçues d'un capteur de position de la bande sur la ligne de sorte que la bande soit maintenue dans une position évitant tout contact de celle-ci avec les parois des équipements de la zone de refroidissement.

Les mesures de pression et température permettent d'ajuster les vitesses de soufflage de chaque secteur de sorte qu'il n'y ait pas de différence d'action aéraulique sur les différentes sections de la bande qui pourrait entraîner un risque de déformation de la bande, ou au contraire, de sorte de créer une différence d'action aéraulique contrôlée sur la bande permettant de corriger un défaut de positionnement de bande.

Le système R comprend un calculateur qui détermine :

- à partir de la courbe de refroidissement théorique souhaitée, un premier réglage de la matrice, en affectant les pressions requises aux secteurs de soufflage pour obtenir le refroidissement souhaité en un point,

- à la suite de ce réglage, un ajustement des réglages de pression des secteurs de soufflage situés de part et d'autre de la bande est réalisé de sorte de stabiliser la bande et d'éviter tout contact de celle-ci avec les parois des équipements de la zone de refroidissement, sans dévier de la courbe thermique visée.

Cet ajustement des réglages de pression de part et d'autre de la bande est possible, sans être préjudiciable au suivi de la courbe de refroidissement souhaitée, car un même refroidissement global d'une zone considérée de la bande peut être obtenu :

- soit avec une pression de soufflage identique de part et d'autre de la bande laquelle, dans ce cas, n'est pas sollicitée en déplacement transversalement à sa direction de défilement X,

- soit avec une pression de soufflage plus forte d'un côté de la bande que de l'autre, la bande dans ce cas étant sollicitée en déplacement transversal à sa direction de défilement X.

Autrement dit, le système de commande R est programmé, avec un logiciel adapté, pour déterminer:

- dans une première étape, en fonction de la courbe de refroidissement théorique, de données relatives à l'ensemble du dispositif et de l'installation, et des caractéristiques de la bande 1, notamment sa température en entrée et sa composition, une puissance de refroidissement globale pour les couples de deux secteurs unitaires de refroidissement situés de part et d'autre d'une même zone de la bande,

- et dans une deuxième étape, en fonction de la correction de position de la bande sélectionnée dans la zone considérée, les pressions de soufflage pour les deux secteurs unitaires de chaque couple, pressions qui tout en assurant le refroidissement global souhaité, peuvent être différentes pour l'ajustement de la position de la bande.

Selon un exemple de réalisation de l'invention, le système de commande R est programmé pour traiter les secteurs unitaires de refroidissement par « tranche » longitudinale parallèle à la direction de défilement de la bande.

Fig.9 présente le détail du procédé de contrôle du refroidissement avec action de compensation d'une déformée de torsion de la bande, ceci sans formation de plis sur la bande. Sur le graphe de température, représenté sur Fig.8, on voit la courbe théorique F, représentée en trait plein, du traitement à effectuer sur la bande, par exemple en fonction de la nature du traitement métallurgique à lui appliquer.

De cette courbe F découle une efficacité, ou puissance, d'échange de chaleur pour chaque couple de secteurs unitaires situés de part et d'autre de la bande à un même niveau sur la longueur de la zone de refroidissement (même rangée horizontale) en fonction de la température du gaz soufflé. Le système de contrôle R va générer une consigne de pression pour chaque caisson 4, 4a,...4',4'a... et chaque secteur unitaire 4α, 4β,... 4aα, 4aβ, etc... de ce caisson. Cette consigne de pression sera utilisée pour commander la vitesse de rotation de chaque ventilateur 2 ou la positon de la valve 6 de réglage de pression. Les consignes de pression des différents secteurs de soufflage

permettent d'obtenir non seulement le refroidissement souhaité, mais aussi le positionnement de la bande.

Fig. 9 illustre un exemple de décalage de la bande dans une section du refroidissement et les actions qui seront entreprises pour y remédier. En particulier le système R commande une réduction de la pression dans les secteurs situés à gauche en bas 4'aβ et à droite en haut 4aα sur Fig.9, et une augmentation de la pression de soufflage dans les secteurs situés en haut à gauche 4'aα et en bas à droite 4aβ pour corriger la position de la bande tout en assurant le refroidissement souhaité. On comprend que ce principe peut être appliqué à tout type de partition des caissons suivant la direction transversale de la bande.

Le système R de contrôle et régulation de la section de refroidissement va, sur demande de l'opérateur ou suivant la réception d'une information d'un capteur de position de la bande sur la ligne, recalculer les consignes de pression de chaque partie de chaque caisson à chaque niveau de la zone de refroidissement afin d'obtenir les courbes de pression des secteurs « + » et des secteurs « - » qui correspondent aux courbes E et G sur Fig. 8.

On voit sur Fig. 8 que la compensation de la déformation de la bande n'induit pas de risque de plis particulier car la courbe E « + -» et la courbe G « - +» ne présentent pas de singularité de nature à produire ces plis et que la somme des refroidissements « + » et « - » sur les deux faces de la bande en chaque point de la courbe est sensiblement conforme à la courbe théorique F définie initialement.

De la même façon, il est possible de réduire de façon continue le refroidissement sur une face de la bande et de l'augmenter en proportion sur son autre face sur la longueur de la zone de refroidissement suivant les courbes E et G afin de produire un déplacement de la bande parallèlement à elle-même pour supprimer tout risque de contact avec les caissons de soufflage.

Fig.10 présente un autre moyen de correction de la position de la bande entre les équipements de la zone de refroidissement par un réglage alterné suivant la direction de défilement de la bande de la pression dans les caissons de refroidissement avec une pression plus forte + dans un caisson 4a suivie d'une pression plus faible dans le caisson suivant 4b placé sur la même face de la bande, et une pression plus forte + sur un caisson 4aα, 4'bα correspond à une pression plus faible sur le caisson 4'a, 4b placé en vis-à-vis

sur l'autre face de la bande, de façon à produire une déformation alternée de la bande suivant sa direction longitudinale, d'allure sinusoïdale.

L'invention permet également l'ajustement de l'ensemble des pressions des caissons de la zone de refroidissement selon une cartographie de pression donnée selon les directions parallèles et perpendiculaires à la direction de défilement de la bande par le choix d'une consigne manuelle de sorte que le réglage obtenu soit adapté à la nature de la bande et au profil transversal de la bande en entrée de la section de refroidissement. Par exemple, une première consigne sera adaptée à une bande avec des rives plus longues que le centre, une seconde à une bande avec un centre long.

Un ajustement de l'ensemble des pressions des caissons et de leurs secteurs unitaires de la zone de refroidissement conduit par exemple principalement :

- à un effet de correction de la position de la bande 1 parallèlement à elle-même,
- ou à un effet de correction de la position de la bande 1 en torsion autour de son axe principal,
- ou à un effet de correction centre rives avec correction différente pour chaque rive,
- ou à un effet de correction de la position de la bande 1 de façon à produire une déformation alternée de la bande,
- ou encore en combinant différents principes de correction, comme par exemple un effet de torsion plus un effet de correction parallèlement à la bande.

Selon un exemple de réalisation de l'invention, la consigne de réglage de la pression dans les secteurs de soufflage est obtenue par un calculateur à partir d'un modèle thermomécanique prenant en compte la nature du matériau de la bande et le traitement thermique à appliquer à la bande. L'algorithme de contrôle de la courbe de refroidissement et de stabilisation de la position de la bande utilise par exemple la logique floue et/ou les systèmes neuronaux.

Le procédé de l'invention permet donc l'ajustement des pressions de refroidissement sur la totalité de la longueur du refroidissement suivant une courbe théorique ou pratique optimum, sans risque d'apparition de plis ou avec un risque minimum, et ceci en corrigeant un défaut de la bande en position en intégrant une consigne manuelle ou provenant d'un capteur de position, en forme ou en torsion sans créer de risque supplémentaire de plis et sans réduction de la capacité de production de la ligne.

REVENDICATIONS

1. Procédé de refroidissement de bandes métalliques par des caissons de refroidissement par soufflage d'un gaz, en particulier de l'air ou un mélange composé d'azote et d'hydrogène, dans une ligne de traitement thermique en continu, caractérisé en ce que :
- les caissons (4,4a...4',4'a...) ont une dimension unitaire (h) dans la direction de défilement (X) de la bande inférieure à deux mètres et sont fractionnés suivant la direction perpendiculaire à la direction de défilement (X) de la bande en une pluralité de secteurs de soufflage unitaires (4α, 4β, 4γ... 4aα, 4aβ, 4aγ... ; 4'α, 4'β, 4'γ...4'aα, 4'aβ, 4'aγ...)
- chaque secteur de soufflage unitaire est équipé d'au moins un actionneur (6 ;2) permettant d'ajuster la pression de chacun de ces secteurs unitaires,
- et un système de contrôle et de régulation (R) commande les actionneurs (6 ;2) de sorte que la distribution théorique longitudinale de pression dans les secteurs de soufflage correspondant à une courbe de refroidissement (F) de la bande visée est adaptée afin de prendre en compte une modification de la position de la bande par rapport aux secteurs de soufflage de sorte d'éviter tout contact de celle-ci avec les parois des équipements de la zone de refroidissement sans modifier la courbe de refroidissement (F).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que :
- chaque secteur de soufflage unitaire est équipé d'au moins un capteur (7) de la pression de soufflage et d'au moins un actionneur (6;2) permettant d'ajuster la pression de chacun de ces secteurs unitaires,
- et les informations provenant des capteurs (7) sont envoyées au système de contrôle et de régulation (R) qui commande les actionneurs (6 ;2) de sorte que la distribution théorique longitudinale de pression dans les secteurs de soufflage correspondant à une courbe de refroidissement (F) de la bande visée est adaptée afin de prendre en compte une modification de la position de la bande par rapport aux secteurs de soufflage de sorte d'éviter tout contact de celle-ci avec les parois des équipements de la zone de refroidissement sans modifier la courbe de refroidissement (F).

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que :

- chaque secteur de soufflage unitaire est équipé d'au moins un dispositif de mesure (8) du débit de soufflage et d'au moins un actionneur (6;2) permettant d'ajuster la pression de chacun de ces secteurs unitaires,
- et les informations provenant des dispositifs de mesure (8) du débit de soufflage sont envoyées au système de contrôle et de régulation (R) qui commande les actionneurs (6 ;2) de sorte que la distribution théorique longitudinale de pression dans les secteurs de soufflage correspondant à une courbe de refroidissement (F) de la bande visée est adaptée afin de prendre en compte une modification de la position de la bande par rapport aux secteurs de soufflage de sorte d'éviter tout contact de celle-ci avec les parois des équipements de la zone de refroidissement sans modifier la courbe de refroidissement (F).

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que chaque caisson (4,4a..., 4',4'a...) est décomposé en au minimum deux secteurs de soufflage unitaires suivant la largeur de la bande pour une correction droite/gauche, ou au minimum trois secteurs de soufflage pour une correction centre/rives.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le système de contrôle et de régulation est programmé pour :
- dans une première étape, définir par « tranche longitudinale » les consignes de pression de chaque caisson (4,4a...4',4'a...) en fonction de la courbe de refroidissement à obtenir,
- et dans une deuxième étape, si une correction de la position de la bande (1) est demandée et suivant le type de correction introduit manuellement ou automatiquement, modifier la distribution de pression d'une même « tranche » longitudinale du refroidisseur de façon à obtenir la correction de position de la bande souhaitée tout en conservant intacte la courbe de refroidissement sélectionnée.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le système de contrôle et de régulation (R) prend en compte une consigne sur le réglage de la pression d'un ou plusieurs secteurs de soufflage afin d'ajuster le réglage de pression des autres secteurs de soufflage de sorte que la bande (1) soit placée dans une position évitant tout contact de celle-ci avec les parois des équipements de la zone de refroidissement et qu'en tout point de la bande la température suive une courbe de refroidissement théorique souhaitée (F).

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les pressions ajustées de part et d'autre de la bande de façon à corriger la position de la bande (1) sont définies afin que leur résultante conduise à l'objectif thermique global défini pour la section considérée et toute la largeur de la bande, suivant la courbe de refroidissement théorique souhaitée.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le système de contrôle et de régulation (R) détermine:

- dans une première étape, en fonction de la courbe de refroidissement théorique (F), des caractéristiques de la bande (1) et des données de l'ensemble de l'installation, une puissance de refroidissement globale pour les couples de deux secteurs unitaires de refroidissement situés de part et d'autre d'une même zone de la bande,
- et dans une deuxième étape, en fonction de la position souhaitée pour la bande dans la zone considérée, les pressions de soufflage pour les deux secteurs unitaires de chaque couple, pressions qui tout en assurant le refroidissement global souhaité, peuvent être différentes pour l'ajustement de la position de la bande.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les pressions dans les secteurs unitaires (4α, 4β,...$4a\alpha$, $4a\beta$...) de plusieurs caissons situés sur une face de la bande sont ajustées simultanément, à savoir augmentées ou diminuées, de façon à obtenir un effet de correction de la position de la bande (1) parallèlement à elle-même.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les pressions dans les secteurs unitaires d'un même niveau (4α, 4β,...$4a\alpha$, $4a\beta$...) situés sur chaque face de la bande sont ajustées de façon à obtenir un effet de correction de la position de la bande (1) en torsion autour de son axe principal.

11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que, pour le maintien de la bande, un réglage alterné de la pression suivant la direction de défilement de la bande (1) est prévu dans les caissons de refroidissement, avec une pression plus forte dans un caisson suivie d' une pression plus faible dans le caisson suivant placé sur la même face de la bande, et une pression plus forte sur un caisson correspond à une pression plus faible sur le caisson placé

en vis-à-vis sur l'autre face de la bande de façon à produire une déformation alternée de la bande.

12. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la consigne de réglage de la pression dans les secteurs de soufflage est fournie par un calculateur à partir d'un modèle thermomécanique prenant en compte la nature du matériau de la bande et le traitement thermique à appliquer à la bande.

13. Procédé suivant la revendication 12, caractérisé en ce que l'algorithme de contrôle de la courbe de refroidissement et de stabilisation de la position de la bande utilise la logique floue et/ou les systèmes neuronaux.

14. Dispositif de refroidissement de bande métallique, dans une ligne de traitement thermique en continu, comportant des caissons de refroidissement (4,4a..., 4',4'a...) par soufflage d'un gaz, en particulier de l'air ou un mélange composé d'azote et d'hydrogène, qui se succèdent suivant une direction de défilement (X) de la bande, caractérisé en ce que :
- les caissons (4,4a..., 4',4'a...) ont une dimension unitaire (h) dans la direction de défilement (X) de la bande inférieure à deux mètres et sont fractionnés suivant la direction perpendiculaire à la direction de défilement (X) de la bande en une pluralité de secteurs de soufflage unitaires (4α, 4β,... 4aα, 4aβ, ... ; 4'α, 4'β, 4'aα, 4'aβ, ...)
- chaque secteur de soufflage unitaire est équipé d'au moins un actionneur (6 ;2) permettant d'ajuster la pression de chacun de ces secteurs unitaires suivant des directions parallèles et perpendiculaires à la direction de défilement de la bande,
- et un système de contrôle et de régulation (R) est prévu, système qui commande les actionneurs (6 ;2) de sorte que la bande soit placée dans une position évitant tout contact de celle-ci avec les parois des équipements de la zone de refroidissement et qu'en tout point de la bande la température suive une courbe de refroidissement théorique souhaitée (F).

15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que chaque secteur de soufflage est équipé d'au moins un capteur (7) de la pression de soufflage et d'au moins un actionneur (6;2) permettant d'ajuster la pression de chacun de ces secteurs unitaires, et les informations provenant des capteurs (7) sont envoyées au système de contrôle et de régulation (R) qui commande les

actionneurs (6 ;2) de sorte que la distribution théorique longitudinale de pression dans les secteurs de soufflage correspondant à une courbe de refroidissement (F) de la bande visée est adaptée afin de prendre en compte une modification de la position de la bande par rapport aux secteurs de soufflage de sorte d'éviter tout contact de celle-ci avec les parois des équipements de la zone de refroidissement sans modifier la courbe de refroidissement (F).

16. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que chaque secteur de soufflage unitaire est équipé d'au moins un dispositif de mesure (8) du débit de soufflage et d'au moins un actionneur (6;2) permettant d'ajuster la pression de chacun de ces secteurs unitaires, et les informations provenant des dispositifs de mesure (8) du débit de soufflage sont envoyées au système de contrôle et de régulation (R) qui commande les actionneurs (6 ;2) de sorte que la distribution théorique longitudinale de pression dans les secteurs de soufflage correspondant à une courbe de refroidissement (F) de la bande visée est adaptée afin de prendre en compte une modification de la position de la bande par rapport aux secteurs de soufflage de sorte d'éviter tout contact de celle-ci avec les parois des équipements de la zone de refroidissement sans modifier la courbe de refroidissement (F).

17. Dispositif selon l'une des revendications 14 à 16, caractérisé en ce que chaque caisson est décomposé en au minimum deux secteurs de soufflage unitaires suivant la largeur de la bande pour une correction droite/gauche, ou au minimum trois secteurs de soufflage pour une correction centre/rives.

18. Dispositif selon l'une des revendications 14 à 17, caractérisé en ce que le système de contrôle et de régulation (R) est prévu pour réaliser l'ajustement de l'ensemble des pressions des secteurs unitaires de la zone de refroidissement selon une cartographie de pression donnée suivant les directions parallèles et perpendiculaires à la direction de défilement de la bande par le choix d'une consigne introduite dans le système (R), de sorte que le réglage obtenu soit adapté à la nature de la bande et au profil transversal de la bande en entrée de la section de refroidissement.

19. Dispositif selon l'une des revendications 14 à 18 , caractérisé en ce que le système de contrôle et de régulation (R) est prévu pour commander, lorsque nécessaire, un ajustement de l'ensemble des pressions des caissons de la

zone de refroidissement qui conduit principalement à un effet de correction de la position de la bande (1) parallèlement à elle-même.

20. Dispositif selon l'une des revendications 14 à 18 , caractérisé en ce que le système de contrôle et de régulation (R) est prévu pour commander, lorsque nécessaire, un ajustement de l'ensemble des pressions des caissons de la zone de refroidissement qui conduit principalement à un effet de correction de la position de la bande (1) en torsion autour de son axe principal.

21. Dispositif selon l'une des revendications 14 à 18 , caractérisé en ce que le système de contrôle et de régulation (R) est prévu pour commander, lorsque nécessaire, un ajustement de l'ensemble des pressions des caissons de la zone de refroidissement qui conduit principalement à un effet de correction de la position de la bande (1) de façon à produire une déformation alternée de la bande suivant sa direction longitudinale.

22. Dispositif selon l'une des revendications 14 à 21, caractérisé en ce que le système de contrôle et de régulation automatique (R) est programmé pour déterminer :

- dans une première étape, en fonction de la courbe de refroidissement théorique (F), de données d'ensemble, et des caractéristiques de la bande (1), une puissance de refroidissement globale pour chacun des couples de deux secteurs unitaires de refroidissement situés de part et d'autre d'une même zone de la bande,
- et, dans une deuxième étape, en fonction de la position souhaitée pour la bande dans la zone considérée, les pressions de soufflage pour les deux secteurs unitaires de chaque couple, pressions qui tout en assurant le refroidissement global souhaité, peuvent être différentes pour l'ajustement de la position de la bande.

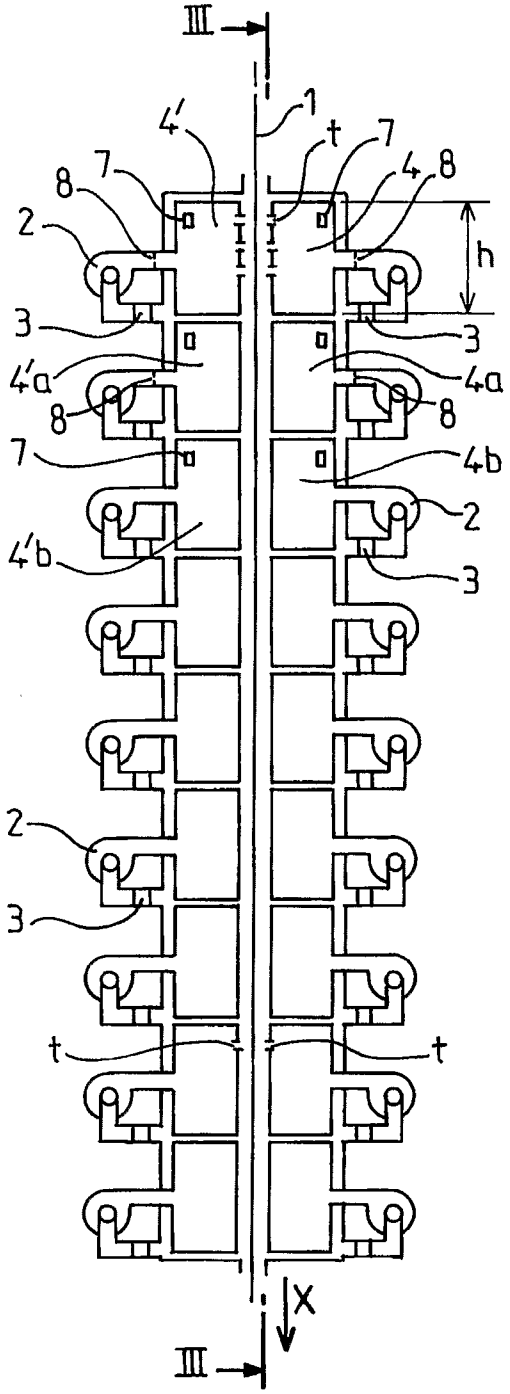

III
1
4'
t
7
8
7
4
8
2
h
3
3
4'a
4a
8
8
7
4b
2
4'b
3
2
3
t
t
X
III

FIG.1

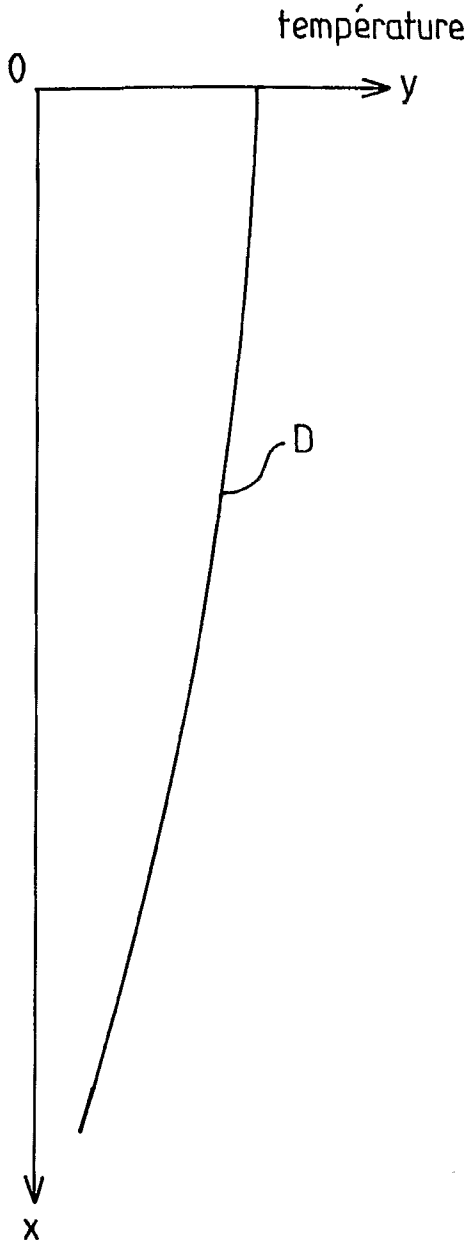

température
0
y
D
x

FIG.2

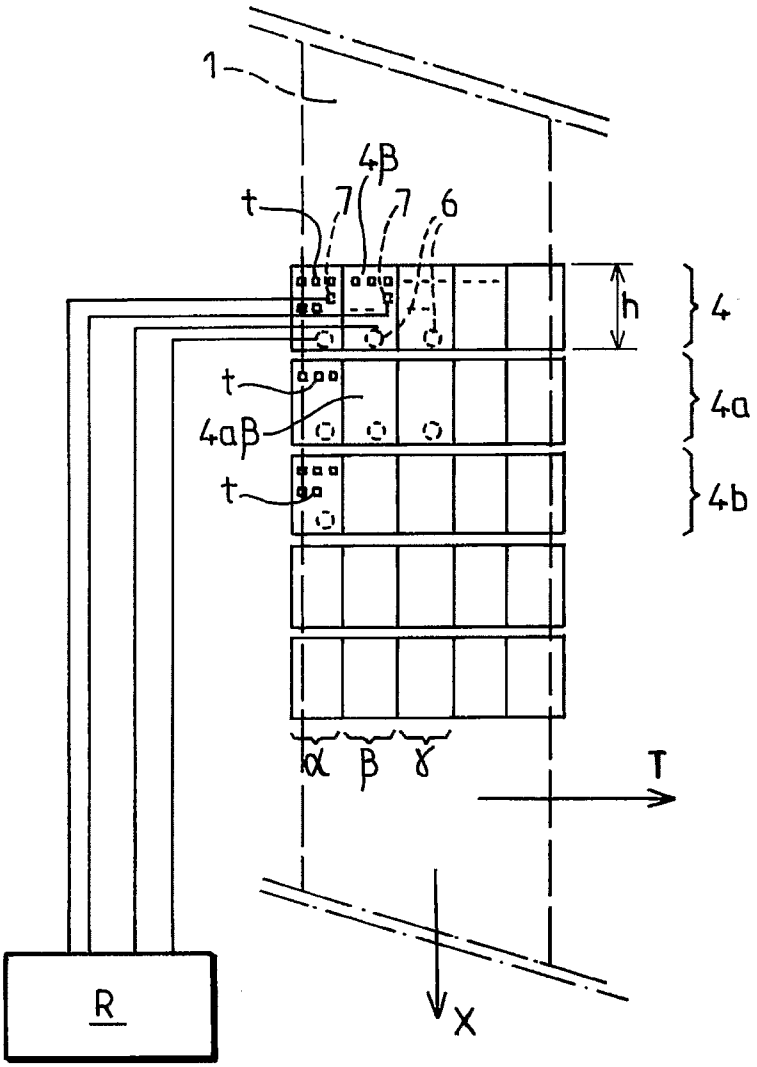


FIG. 3

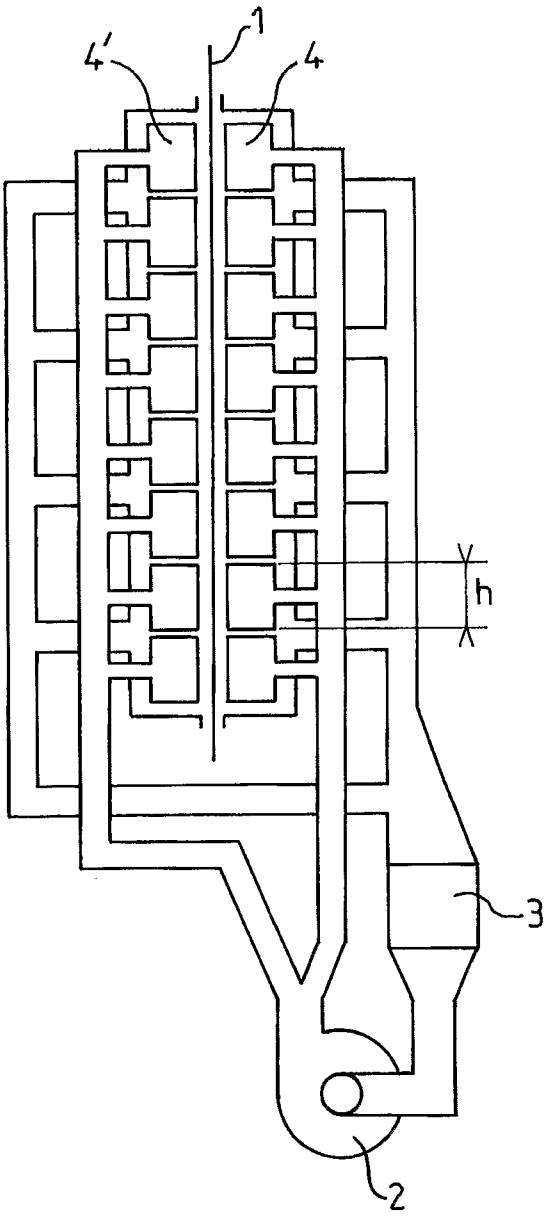


FIG.4

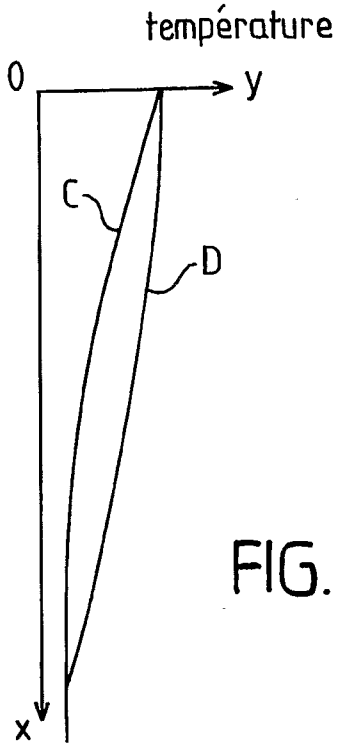


FIG.5

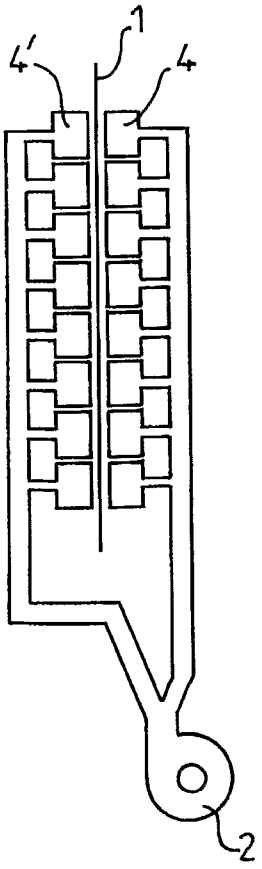


FIG.12

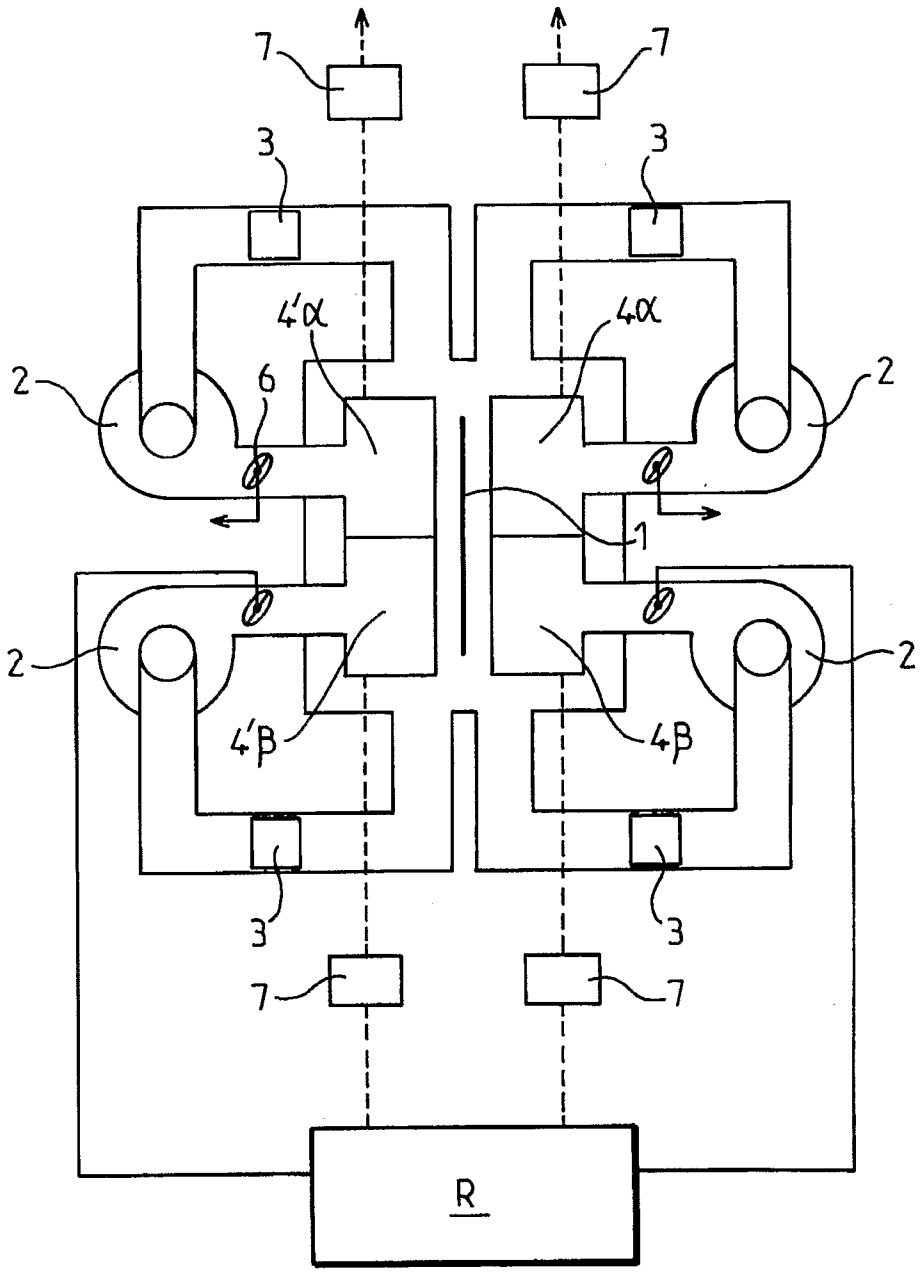


FIG.6

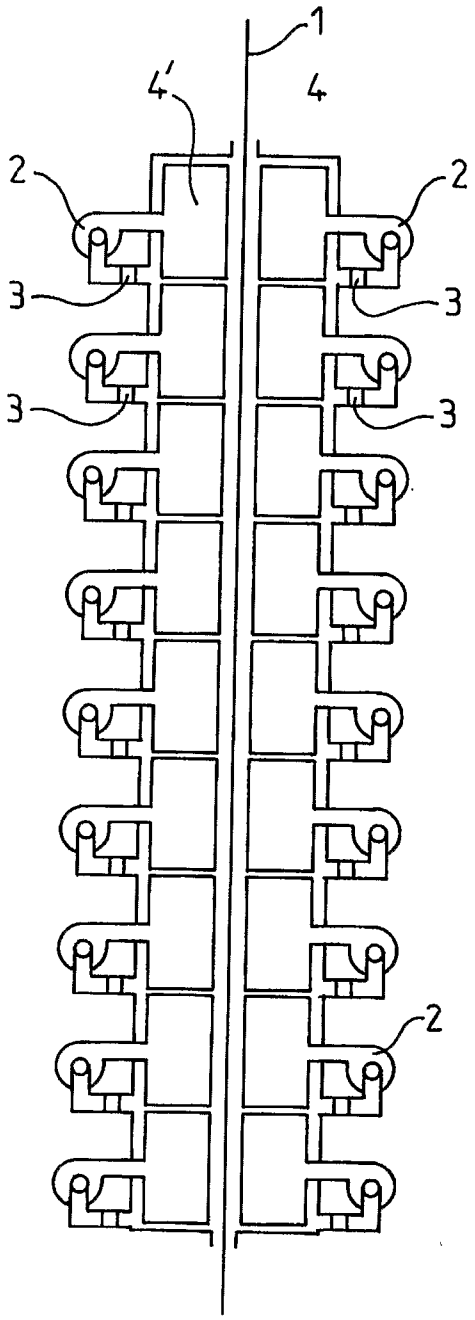


FIG.7

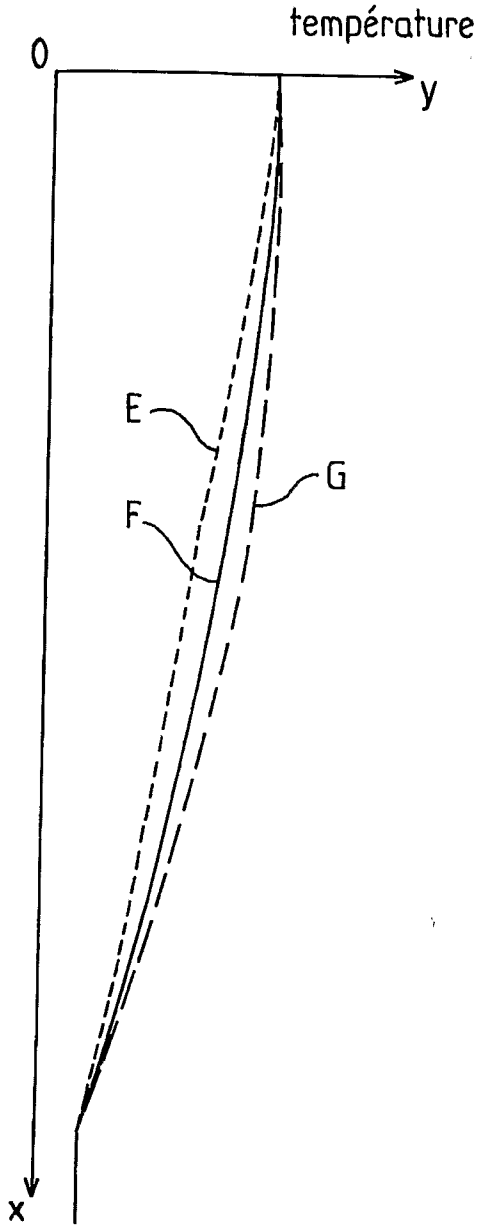


FIG.8

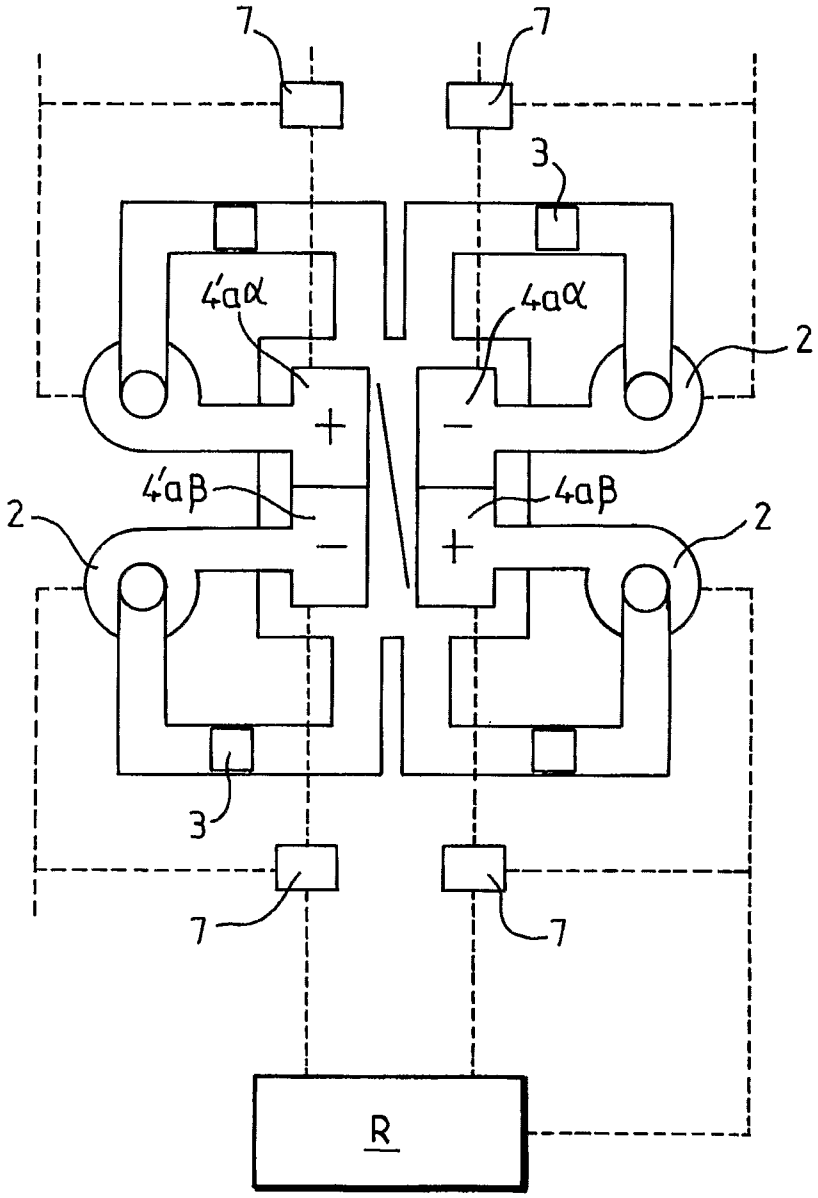


FIG.9

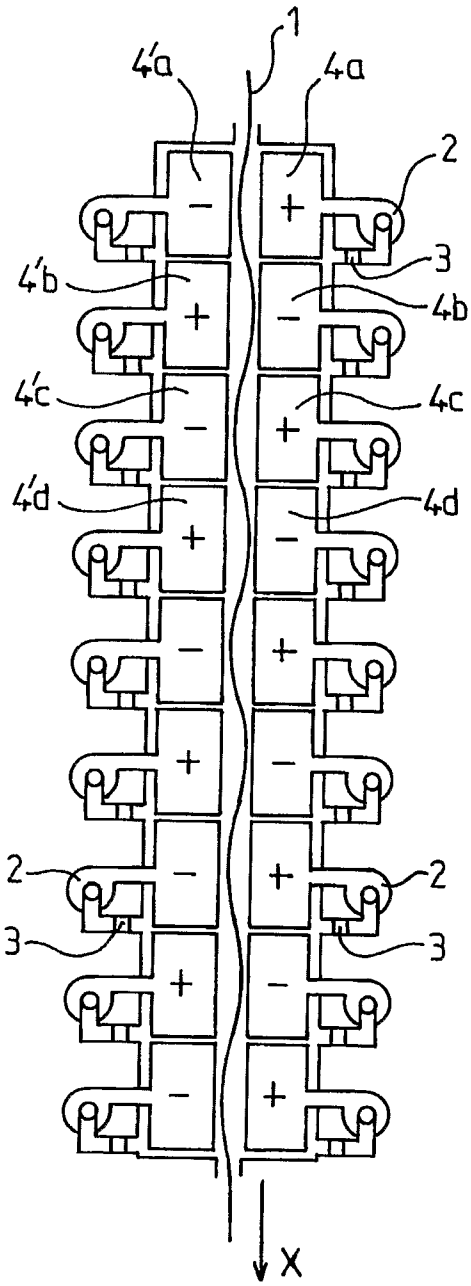


FIG.10

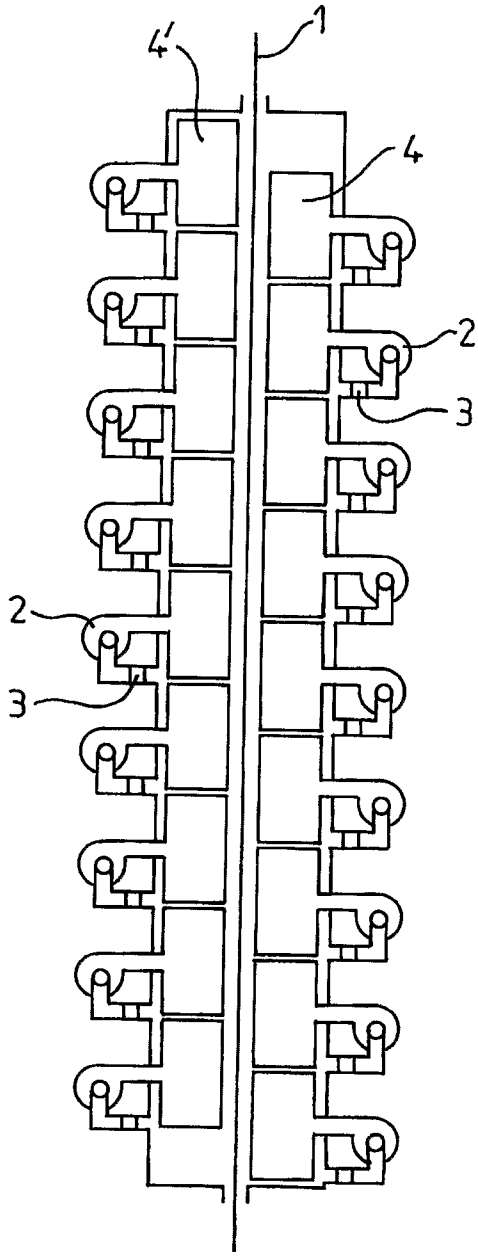


FIG.11