

(19)



(11)

EP 3 397 786 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

13.11.2019 Bulletin 2019/46

(51) Int Cl.:

C21D 9/56 (2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/EP2016/081730

(21) Numéro de dépôt: **16822660.3**

(22) Date de dépôt: **19.12.2016**

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2017/114682 (06.07.2017 Gazette 2017/27)

(54) DISPOSITIF ET PROCEDE POUR REALISER UNE OXYDATION CONTROLEE DE BANDES METALLIQUES DANS UN FOUR DE TRAITEMENT EN CONTINU

VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR AUSFÜHRUNG EINER KONTROLLIERTEN OXIDATION VON METALLBÄNDERN IN EINEM DURCHLAUFOFEN

DEVICE AND METHOD FOR CARRYING OUT CONTROLLED OXIDATION OF METAL STRIPS IN A CONTINUOUS FURNACE

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

• **KROTOFF, Loïc**

94700 Maisons Alfort (FR)

• **MEHRAIN, Stéphane**

94700 Maisons Alfort (FR)

(30) Priorité: **30.12.2015 FR 1563467**

(74) Mandataire: **IP Trust**

2, rue de Clichy

75009 Paris (FR)

(43) Date de publication de la demande:

07.11.2018 Bulletin 2018/45

(56) Documents cités:

EP-A1- 2 100 673

WO-A1-2011/072883

FR-A1- 2 920 439

JP-A- S63 149 323

JP-A- 2003 342 645

(73) Titulaire: **Fives Stein**
94700 Maisons Alfort (FR)

(72) Inventeurs:

• **THEVENET, Pascal**

94700 Maisons Alfort (FR)

EP 3 397 786 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine d'application

[0001] L'invention concerne un dispositif et un procédé pour réaliser une oxydation contrôlée de bandes métalliques, notamment d'acier, dans les fours de recuit de lignes continues dont la destination est la production de tôles revêtues à chaud, par exemple par galvanisation (revêtement de zinc, de zinc et d'aluminium, de zinc et de magnésium, ou tout autre combinaison) ou aluminage. Elle est mise en oeuvre dans le cadre d'une oxydation sélective réalisée dans un four de recuit sous atmosphère contrôlée, ou d'une oxydation totale dans un four de recuit oxydant, généralement à flamme directe.

Problème technique auquel l'invention apporte une solution

[0002] Dans une section d'oxydation sélective ou totale, l'hétérogénéité sur la largeur et la longueur de bande de la teneur en oxygène du gaz oxydant, de sa température et de sa vitesse d'écoulement à la surface de la bande crée une oxydation différente sur la bande. Cela est notamment le cas dans les zones d'oxydation où l'extraction du gaz oxydant de la chambre d'oxydation n'est pas contrôlée.

Etat de l'art

[0003] La production de certains types d'aciers pose un problème d'adhésion du revêtement pour des nuances contenant des teneurs élevées en éléments d'alliage tels que le manganèse, le silicium ou l'aluminium, par création d'oxydes en surface de la bande pénalisant la mouillabilité du substrat.

[0004] Plusieurs procédés existent pour améliorer cette mouillabilité, notamment :

- Création d'un oxyde de fer en surface dite oxydation totale, dans un four oxydant à flamme directe formant une barrière à la remontée de ces éléments et à leur oxydation en surface, suivie d'une réduction de ces oxydes avant le revêtement de la bande.
- Oxydation en profondeur de ces éléments empêchant leur remontée en surface, dans un four à atmosphère contrôlée, par injection d'oxygène ou d'eau dite oxydation sélective, suivie d'une réduction des oxydes présents en surface avant le revêtement de la bande.

[0005] Le document EP2458022 décrit l'oxydation de bandes par injection sur la bande, à travers un système de buse, d'un mélange d'air et d'azote, ou d'un mélange d'oxygène et d'azote, dans un four à tubes radiants ou à feux direct, le four travaillant d'une manière essentiellement non-oxydante. Le système de buse est conçu de manière à distribuer de manière homogène le gaz oxy-

dant sur la largeur de bande. Il ne permet pas de faire varier la distribution du gaz oxydant de sorte de corriger une hétérogénéité d'oxydation de la bande présente en entrée du système en réalisant une oxydation plus importante aux endroits où celle-ci est plus faible en amont du système.

[0006] Le document JP 003342645 divulgue une chambre d'oxydation contrôlée de bandes permettant l'oxydation au moyen d'un gaz oxydant, la chambre dispose de moyens de soufflage et au moins un orifice d'aspiration entre lesquels circule le gaz oxydant de façon contrôlée. De plus, FRA2920439 divulgue un procédé de recuit de galvanisation en continu de bandes d'acier comprenant une section équipée de tubes radiants modifiés; l'oxydation est effectuée par un médium oxydant injecté par l'intermédiaire desdites tubes ce qu'il comprend une étape de mesure du point de rosée du médium oxydant dans les sections du four où sont installés les tubes modifiés et une étape de régulation du débit de médium oxydant en boucle fermée avec la mesure de point de rosée. Les chambres d'oxydation connues disposent d'une extraction du gaz oxydant à chaque extrémité. Aucun moyen n'est placé à l'intérieur des chambres de sorte de réaliser localement l'extraction du gaz oxydant et limiter ainsi les interférences entre le gaz injecté et le gaz ayant été en contact avec la bande.

[0007] L'invention permet de pallier ces problèmes en permettant de maîtriser l'oxydation de la bande dans les sens longitudinal et transversal de la bande. Elle peut être mise en oeuvre indifféremment dans des fours à feux direct oxydant préférentiellement ou préférentiellement non-oxydant ou dans des fours à atmosphère contrôlée.

Description de l'invention

[0008] L'invention consiste à réaliser une injection d'air ou de fumées, ou d'un mélange air/fumées, sur la bande dans une chambre dite « d'oxydation contrôlée » dans laquelle la bande est à une température adaptée pour subir l'oxydation recherchée. La chambre d'oxydation contrôlée dispose de moyens permettant de contrôler le débit, la température, et la cinétique d'injection sur la bande du gaz injecté en fonction du besoin et d'en assurer l'évacuation de la chambre après sa réaction avec la bande.

[0009] Cette solution peut être appliquée sur toute la largeur de la bande ou seulement sur une partie transversale ou longitudinale de la bande nécessitant une oxydation supplémentaire.

[0010] Du fait de sa teneur de 21 % en oxygène, l'injection d'air permet d'obtenir un taux d'oxygène élevé pour un coût moindre, comparé aux solutions selon l'état de la technique. Cela permet de minimiser les dimensions des circuits d'injection et d'obtenir une réactivité d'oxydation plus importante.

[0011] L'injection de fumées, ou d'un mélange air/fumées, permet d'obtenir un taux d'oxygène contrôlé, inférieur à 21%, qui réduit la vitesse d'oxydation par rapport

à l'injection d'air mais donne une finesse de réglage plus importante et donc une précision d'oxydation plus importante que par l'utilisation d'air pur.

[0012] Le choix d'une solution ou l'autre peut être défini en fonction du besoin et représente de toute évidence une économie par rapport à l'utilisation d'un mélange d'oxygène ou d'azote pris séparément.

[0013] L'injection du gaz oxydant à vitesse contrôlée permet d'améliorer le procédé car il est admis qu'une vitesse critique minimum du gaz oxydant à la surface de la tôle augmente fortement la vitesse d'oxydation.

[0014] Avantageusement, l'invention est mise en œuvre en aval d'une première section dans laquelle une oxydation « grossière » est réalisée de sorte d'obtenir sensiblement l'épaisseur d'oxydes requise. Par oxydation grossière, on entend une oxydation sans contrôle fin de celle-ci sur la largeur de bande. Ainsi, la seconde section placée en aval dans laquelle est mise en œuvre l'invention permet d'ajuster finement l'épaisseur d'oxyde sur la largeur de bande de sorte que celle-ci soit homogène. La première section d'oxydation grossière peut être une section d'oxydation sélective dans un four de recuit sous atmosphère contrôlée, par exemple dans un four RTF (four à tubes radiants ou Radiant Tube Furnace). La chambre d'oxydation contrôlée selon l'invention, implantée en aval, est par exemple placée entre une section de chauffage et une section de maintien à température de la bande, ou dans un tunnel de liaison entre deux sections de la ligne continue, par exemple dans le tunnel de liaison entre le four RTF et la section de refroidissement de la bande. La première section d'oxydation grossière peut également être une section de chauffage à flamme directe, par exemple une section NOF (Non Oxydizing Furnace) ou DFF (Direct Firing Furnace). La chambre d'oxydation contrôlée selon l'invention est par exemple placée en sortie de la section NOF ou DFF, dans le sens de défilement de la bande, ou dans le tunnel de liaison entre la section NOF ou DFF et le four à tube radiants, dans le four à tube radiants ou en aval de celui-ci.

[0015] Le dispositif selon l'invention est composé d'un système de soufflage transversal et longitudinal en plusieurs parties sur la largeur et la longueur de bande contrôlées indépendamment permettant le contrôle de la valeur d'oxyde souhaité sur la largeur de bande. Un système d'aspiration symétrique au soufflage permet la reprise du gaz injecté après sa réaction avec la surface de la bande en limitant les interférences entre le gaz injecter et le gaz ayant été en contact avec la bande.

[0016] La distance entre le système d'injection et la bande est déterminé selon la géométrie et la répartition des orifices de soufflage et la cinématique des jets de sorte de couvrir la surface de la bande avec peu de recouvrement des jets sur celle-ci. Le système d'injection et le système d'aspiration peuvent être placés à la même distance de la bande, ou peuvent être décalés, l'aspiration étant par exemple placée à une distance plus importante de la bande.

[0017] Les parties aspiration et soufflage de la zone

considérée sont commandées simultanément ce qui permet au débit de gaz injecté de s'évacuer après un temps de séjour équivalent à la distance définie et de ne pas se diffuser latéralement vers d'autres zones de la bande, et donc provoquer d'oxydation non désirée sur d'autres zones de la bande.

[0018] Le niveau de température du gaz oxydant en sortie du système d'injection est avantagement proche de celui de la bande afin de limiter les contraintes thermiques dans la bande qui pourraient provoquer une déformation de celle-ci. Un gaz chaud augmente également la réactivité de l'oxydation en comparaison à un gaz froid.

[0019] Avantagement, la répartition transversale et longitudinale de l'oxydation de la bande en amont de la chambre d'oxydation contrôlée selon l'invention est déterminée de sorte d'identifier les endroits où l'oxydation contrôlée doit être réalisée et avec quelle importance. Cette analyse de la surface de la bande en amont du dispositif selon l'invention peut être réalisée par des capteurs mesurant l'épaisseur de l'oxydation sur la largeur de la bande ou par une analyse d'images de la bande.

[0020] La chambre d'oxydation contrôlée de bandes métalliques dans un four de recuit d'une ligne continue de production de bandes revêtues à chaud, par exemple par galvanisation, la chambre d'oxydation permettant l'oxydation des bandes métalliques au moyen d'un gaz oxydant injecté sur au moins l'une des faces d'une bande est caractérisée en ce qu'elle comprend des portions d'oxydation s'étendant sur sa largeur et/ou sa longueur, chaque portion comprenant au moins un orifice de soufflage et au moins un orifice d'aspiration entre lesquels circule un gaz oxydant, chaque portion pouvant être contrôlée de manière distincte pour ajuster l'oxydation induite sur la bande sur la largeur et la longueur de la chambre d'oxydation.

[0021] Le gaz oxydant peut être injecté sur la bande selon une direction sensiblement perpendiculaire à la bande au moyen d'orifices de soufflage et en ce qu'ensuite le gaz oxydant circule dans la chambre vers des orifices d'aspiration selon une direction sensiblement parallèle à la direction de défilement de la bande ou selon une direction ayant une composante perpendiculaire à la direction de défilement de la bande. Des orifices d'aspiration placés sur les côtés d'une portion d'aspiration par rapport à la direction de défilement de la bande venant en complément d'un ou plusieurs orifices d'aspiration placés à l'extrémité de la portion d'aspiration dans la direction de défilement de la bande conduisent à un écoulement du gaz oxydant dans la chambre selon une direction ayant une composante perpendiculaire à la direction de défilement de la bande. La combinaison de ces orifices d'aspiration permet de définir précisément la périphérie de chaque portion d'oxydation.

[0022] La chambre d'oxydation contrôlée peut être placée en aval, dans le sens de défilement de la bande, d'une section dans laquelle la bande subit une première oxydation.

[0023] Le gaz oxydant utilisé peut être de l'air, des fumées, ou un mélange d'air et de fumées. Les fumées proviennent avantageusement d'au moins un brûleur placé à proximité de la chambre d'oxydation contrôlée, par exemple de brûleurs à flamme nue d'une section NOF ou de brûleurs à tube radiant d'un four RTF. Les fumées captées à proximité de la chambre d'oxydation contrôlée, par exemple dans une plénum d'évacuation des fumées, sont ainsi injectées dans la chambre d'oxydation contrôlée.

[0024] Avantageusement la chambre d'oxydation contrôlée comprend au moins un capteur d'oxydation situé en amont et/ou en aval de la portion d'oxydation, l'information issue du capteur d'oxydation étant intégrée dans le calcul du débit de gaz oxydant sortant de l'orifice de soufflage de la portion d'oxydation.

[0025] L'invention concerne également un procédé d'oxydation contrôlée de bandes métalliques mis en œuvre dans une chambre d'oxydation contrôlée évoquée plus haut, au moyen d'un gaz oxydant injecté sur au moins l'une des faces de la bande, ledit gaz oxydant étant de l'air ou des fumées de combustion, ou un mélange composé d'air et de fumées de combustion.

[0026] Avantageusement, on contrôle de manière distincte les caractéristiques du gaz oxydant et/ou la cinétique d'injection et d'aspiration du gaz oxydant dans les portions d'oxydation pour ajuster l'oxydation induite sur la bande sur la largeur et la longueur de la chambre d'oxydation.

[0027] De manière plus avantageuse, on contrôle les dimensions d'une portion d'oxydation par le choix des orifices de soufflage et des orifices d'aspiration en services dans ladite portion. A cet effet plusieurs séries d'orifices de soufflage et plusieurs séries d'orifices d'aspiration sont prévues. On effectue alors un choix parmi ces séries d'orifices en fonction de la distance souhaitée entre la zone de soufflage et la zone d'aspiration, c'est-à-dire en fonction de l'oxydation souhaitée.

[0028] Le temps de séjour du gaz oxydant dans la chambre d'oxydation contrôlée peut être ajusté par la portion selon la longueur de ladite portion dans la direction de défilement de la bande.

[0029] Dans ce qui suit, l'invention est expliquée de manière détaillée sur la base d'exemples de réalisation faisant référence aux figures 1 à 7 des dessins.

- Figure 1 est une représentation schématique partielle d'une chambre d'oxydation selon un exemple de réalisation de l'invention, telle que vue par une face de la bande, comprenant des orifices de soufflage et d'aspiration de section circulaire, réparties sur une zone de soufflage et une zone d'aspiration,
- Figure 2 est une représentation schématique partielle d'une chambre d'oxydation selon un exemple de réalisation de l'invention similaire à celui de la figure 1, telle que vue par une face de la bande, les orifices de soufflage et d'aspiration étant de section rectan-

gulaire,

- Figure 3 est une représentation schématique partielle d'une chambre d'oxydation selon un exemple de réalisation de l'invention similaire à celui de la figure 2, telle que vue par une face de la bande, la paroi de la chambre d'oxydation comprenant quatre séries d'orifices au lieu de deux,
- Figure 4 est une représentation schématique partielle d'une chambre d'oxydation selon un exemple de réalisation de l'invention similaire à celui de la figure 3, telle que vue par une face de la bande, la paroi de la chambre d'oxydation comprenant également des orifices d'aspiration placés transversalement,
- Figure 5 est une représentation schématique partielle d'une chambre d'oxydation en coupe transversale selon un exemple de réalisation de l'invention dans lequel les orifices de soufflage ne dépassent pas des parois internes de la chambre,
- Figure 6 est une représentation schématique partielle d'une chambre d'oxydation en coupe transversale selon un exemple de réalisation de l'invention dans lequel les orifices de soufflage dépassent des parois internes de la chambre, et
- Figure 7 est une représentation schématique partielle d'une ligne continue comprenant une chambre d'oxydation selon un exemple de réalisation de l'invention.

[0030] Dans toute la description qui suit de différents modes de réalisation de l'invention, les termes relatifs tels que « avant », « arrière », « amont » et « aval » sont à interpréter au vu du sens de défilement de la bande de même que les termes tels que « au-dessus », « au-dessous » sont à interpréter au vu de la position des différents éléments sur les figures.

[0031] Les figures 1 à 4 présentent en vues schématiques des exemples d'architecture de chambres d'oxydation selon l'invention dans lesquelles la bande circule selon la direction indiquée par la flèche 16, dans une zone de four oxydant ou non-oxydant. Ces figures représentent schématiquement en vue de face un exemple d'une paroi 2 d'une chambre 1 d'oxydation contrôlée selon l'invention, telle que vue par une face de la bande. Les parois de la chambre d'oxydation sont ici constituées de modules élémentaires 3 juxtaposés de forme rectangulaire. Il peut par exemple s'agir de brique en matériau réfractaire. Cependant, cet exemple de réalisation n'est qu'illustratif, d'autres modes de réalisation pouvant être utilisés. Par exemple, les parois de la chambre d'oxydation peuvent être en un seul module. Elles peuvent être garnies de fibre réfractaire, et éventuellement recouvertes d'une tôle en inox.

[0032] Comme on peut le voir sur ces figures, certains

modules élémentaires 3 comprennent des orifices 4, 5 circulaires ou rectangulaires par lesquels est réalisée l'injection du gaz sur la bande ou son évacuation de la chambre d'oxydation. Le nombre d'orifices d'injection 4 par module élémentaire et la section unitaire de ces orifices sont choisis de sorte de couvrir toute la largeur de bande avec des jets de gaz unitaires dont la forme et la cinématique permettent de couvrir une surface unitaire de bande avec une vitesse adaptée pour assurer l'oxydation de la bande.

[0033] Dans ces exemples, des orifices d'aspiration 5 sont placés au-dessus d'orifices de soufflage 4 mais cet exemple n'est pas restrictif, les orifices d'aspiration pouvant être placés en dessous des orifices d'injection. Dans ces exemples, si la bande circule comme représenté de bas en haut, l'écoulement du gaz injecté se fait donc dans le sens d'écoulement de la bande. Si la bande circule de haut en bas, l'écoulement du gaz injecté se fait donc dans le sens inverse de l'écoulement de la bande. Concernant l'utilisation de ces références à des positions hautes et basses, nous avons considéré que ces figures illustrent une chambre verticale. Evidemment, il pourrait également s'agir d'une chambre horizontale, avec un défilement horizontal de la bande, ou une chambre inclinée, pour laquelle la position des orifices serait alors définie plus généralement selon le sens de défilement de la bande.

[0034] En figure 1, nous pouvons voir représenté un exemple de réalisation dans lequel les orifices de soufflage 4 sont situés sur deux rangées successives de modules unitaires 3. Les orifices de soufflage sont ainsi alignés sur deux lignes 6, 7 parallèles à la largeur de bande. Dans cet exemple, nous avons trois orifices par module unitaire. La position des orifices est décalée sur la seconde rangée 7 par rapport à la première rangée 6, de sorte d'obtenir un recouvrement plus important de la surface de la bande sur sa largeur. Les orifices d'aspiration 5 ont une distribution similaire et sont répartis sur deux rangées 8 et 9. La distribution des orifices d'aspiration 5 est symétrique à celle des orifices de soufflage 4 selon un axe de symétrie transversal passant à mi-distance entre les orifices de soufflage 4 et d'aspiration 5. La distance entre la zone de soufflage et la zone d'aspiration, dans le sens de défilement de la bande, est fonction de la vitesse maximale de défilement de la bande et de la cinématique du gaz oxydant soufflé sur la bande. Elle correspond ici à trois rangées de modules unitaires.

[0035] Le nombre d'orifices de soufflage 4 et d'orifices d'aspiration 5 en opération et leur localisation sont ajustés selon les endroits sur la surface de la bande où il est nécessaire de réaliser une oxydation supplémentaire de la bande. Les orifices d'aspiration 5 en opération se situent naturellement dans l'alignement des orifices de soufflage 4, dans le sens de défilement de la bande.

[0036] Le débit de gaz oxydant peut être ajusté par ligne 6, 7 d'orifices de soufflage, par ensemble d'orifices de soufflage, ou unitairement par orifice de soufflage 4, de sorte d'ajuster pour chaque orifice 4 ou ensemble

d'orifices la cinématique des jets de gaz oxydant et leur effet sur la bande.

[0037] De plus, lorsque le gaz oxydant est un mélange d'air et de fumées, il est également possible de faire varier la concentration en oxygène du gaz oxydant par orifice de soufflage, ou par ensemble d'orifices de soufflage, en ajustant les proportions d'air et de fumées, de sorte d'ajuster le pouvoir oxydant des jets de gaz.

[0038] Nous voyons que plusieurs moyens peuvent être utilisés indépendamment ou en combinaison pour ajuster très finement l'oxydation de la bande en chaque point de celle-ci.

[0039] En figure 2, nous pouvons voir représenté en vue schématique un exemple de réalisation similaire à celui représenté en Fig. 1 mais avec des orifices de soufflage et d'aspiration de section rectangulaire. Une portion unitaire 17 délimitée par un orifice de soufflage et un orifice d'aspiration est représentée sur cette figure.

[0040] La figure 3 représente schématiquement à titre d'exemple l'architecture d'une chambre d'oxydation selon l'invention ayant 8 lignes 6 à 13 d'orifices par face de bande. Cette chambre d'oxydation plus longue que celles des figures 1 et 2 est notamment adaptée pour des vitesses importantes de défilement de la bande. Par ailleurs, pour une même vitesse de défilement de la bande que celle des chambres représentées en figures 1 et 2, la longueur plus importante de la chambre d'oxydation permet de réaliser l'oxydation avec une cinématique plus lente qui peut être avantageuse pour certaines nuances d'acier.

[0041] Par exemple, cette chambre peut ainsi disposer de deux zones d'oxydation successives par soufflage/aspiration, les lignes d'orifices 6, 7, 10 et 11 assurant le soufflage et les lignes 8, 9, 12 et 13 l'aspiration. Il est par exemple possible de dédier chacune à un gaz de nature différente, ou de souffler un même gaz avec deux cinématiques d'injection différentes.

[0042] Cette chambre peut également être exploitée en utilisant uniquement les lignes d'orifices 6 et 7 pour le soufflage du gaz oxydant et les lignes 8 à 13 en aspiration. Selon la longueur d'échange souhaitée entre le gaz oxydant et la bande, les orifices d'aspiration utilisés seront soit ceux des lignes 8 et 9, soit ceux des lignes 10 et 11 ou soit ceux des lignes 12 et 13, les lignes 8 et 9 conduisant à la longueur d'échange la plus courte et les lignes 12 et 13 à la longueur d'échange la plus longue.

[0043] La figure 4 représente schématiquement à titre d'exemple l'architecture d'une chambre d'oxydation selon l'invention dans le même principe que celle de la figure 3 mais présentant avantageusement des aspirations transversales 14 disposées successivement selon la largeur du four. La présence de ces aspirations transversales 14 permet de délimiter précisément sur la largeur de bande, et sur la longueur de la chambre d'oxydation, des zones dans lesquelles l'oxydation peut être contrôlée de manière séparée.

[0044] Le dispositif selon l'invention peut ainsi être composé d'un système de soufflage longitudinal en plu-

sieurs parties contrôlées indépendamment et d'un système d'aspiration disposé en alternance au soufflage et disposé à une distance avantageuse permettant le contrôle de la valeur d'oxyde souhaité sur la bande. Les parties aspiration et soufflage de la zone considérée sont commandées simultanément ce qui permet au débit d'air injecté de s'évacuer après un temps de séjour équivalent à la distance définie et de ne pas se diffuser latéralement vers d'autres zones de la bande, et donc provoquer d'oxydation non désirée sur d'autres zones de la bande

[0045] La figure 5 représente schématiquement une vue en coupe d'une chambre d'oxydation 1 au niveau d'orifices de soufflage 4, selon un exemple de réalisation de l'invention. Dans cet exemple, les orifices de soufflage ne dépassent pas des modules unitaires 3 en direction de la bande 15.

[0046] La figure 6 représente schématiquement une vue en coupe d'une chambre d'oxydation 1 au niveau d'orifices de soufflage 4, selon un autre exemple de réalisation de l'invention dans lequel les orifices de soufflage dépassent des modules unitaires 3 en direction de la bande 15.

[0047] Dans les 2 exemples de réalisation des figures 5 et 6, les orifices d'aspiration ne sont pas représentés. Ils peuvent ne pas dépasser des modules unitaires 3 en direction de la bande 15 ou dépasser desdits modules. Sur une chambre d'oxydation selon l'invention, les orifices de soufflage et d'aspiration peuvent ne pas dépasser des modules unitaires 3 en direction de la bande 15, les orifices de soufflage peuvent ne pas dépasser alors que les orifices d'aspiration dépassent, et les orifices de soufflage peuvent dépasser alors que les orifices d'aspiration ne dépassent pas.

[0048] La distance entre la bande et l'extrémité des orifices de soufflage et d'aspiration est notamment lié au débit et à la cinématique des jets de gaz oxydant.

[0049] L'inventeur précise que le débit minimum d'injection d'air dans la zone d'oxydation étant très faible (par exemple 10 Nm³/h d'air pour un écoulement du gaz oxydant sur une longueur d'un mètre, mesurée entre soufflage et aspiration et/ou longueur, dans le sens longitudinal de défilement de la bande, correspondant à la portion d'oxydation souhaitée, ladite longueur donnant une épaisseur d'oxyde de 70 nm sur une bande de 1500 mm de large défilant à 100m/mn à une température de 650°C), le contrôle de l'oxydation peut se faire avantageusement par l'ouverture / fermeture d'une ou plusieurs zones d'oxydation (soufflage / aspiration) et ainsi d'en faire varier le débit global pour varier le temps de séjour sous gaz oxydant de la bande et donc faire varier l'épaisseur d'oxyde. Dans le cas où une partie seulement des zones est utilisée en oxydation, et afin de ne pas diffuser le gaz oxydant dans d'autres zones, celui-ci peut être remplacé par un débit azote faisant écran avec la zone d'oxydation utilisée.

[0050] Cette opération peut être réalisée sur toute la largeur de la bande ou bien sur une partie seulement, donnant ainsi une grande souplesse dans la gestion de

l'atmosphère en contact avec la bande tout en conservant au minimum les vitesses critiques d'injection sur la bande dans la zone d'oxydation souhaitée et en isolant les autres zones par injection d'un gaz neutre comme l'azote par exemple. Ce mode de fonctionnement permet de s'affranchir de la vitesse de défilement de la bande dans le contrôle de l'épaisseur d'oxyde.

[0051] Selon un exemple avantageux d'implantation, le dispositif selon l'invention est placé en aval d'une section d'oxydation sans contrôle précis de l'oxydation sur la largeur de bande. Celle-ci permet, par exemple, de réaliser rapidement, c'est-à-dire sur une longueur de four limitée, l'essentiel de la couche d'oxydes visée. Le dispositif selon l'invention permet alors de réaliser localement un complément d'oxydation, par exemple pour obtenir une épaisseur d'oxydes homogène sur la largeur de bande ou pour renforcer celle-ci localement.

[0052] La section d'oxydation sans contrôle précis de l'oxydation sur la largeur de bande peut également permettre de réaliser une couche dont les oxydes auront une morphologie ou une composition donnée, différente de la couche superficielle qui sera réalisée ensuite par le dispositif selon l'invention.

25 Description détaillée d'un exemple de réalisation de l'invention

[0053] Selon un exemple de réalisation de l'invention, représenté en Figure 7, la section 100 d'oxydation sans contrôle précis de l'oxydation sur la largeur de bande est une portion d'un four 110 de préchauffage de la bande par flamme directe. Depuis l'entrée de la bande, ce four comprend une zone 120 de préchauffage de la bande par épuisement des fumées suivi d'une zone 130 de chauffage équipée de brûleurs à flamme directe. Dans cet exemple de réalisation, dans le sens de défilement de la bande, les 15 premières paires de brûleurs (sur 13 m de longueur de four) fonctionnent en défaut d'air de sorte d'éviter d'oxyder la bande. Les 3 dernières paires de brûleurs (sur 4.2 m de longueur de four) délimitent la section 100 dans laquelle les brûleurs fonctionnent avec un fort excès d'air pour obtenir une importante oxydation de la bande. Le dispositif 1 selon l'invention placé en aval de cette zone oxydante permet ensuite d'ajuster finement l'oxydation sur la largeur de bande.

[0054] La bande de largeur 1500 mm circule à une vitesse nominale de 100 m/min. La chambre 1 à une longueur de 475 mm dans le sens de défilement de la bande. La zone de soufflage comporte 55 orifices disposés sur deux lignes transversales distantes de 80 mm. La zone d'aspiration comporte 55 orifices disposés sur deux lignes transversales distantes de 80 mm. La distance entre les lignes de soufflage et d'aspiration les plus proches est de 315 mm. Les orifices de soufflage sont disposés à 100 mm de la bande tous les 58 mm selon la largeur de bande. Leur diamètre d'injection est de 25 mm. Les orifices d'aspiration sont disposés à 100 mm de la bande tous les 58 mm selon la largeur de bande.

Leur diamètre d'aspiration est de 25 mm.

[0055] Le gaz oxydant est de l'air. Il est injecté sur la bande à une vitesse nominale de 3 m/s. La vitesse d'injection est modulée par injecteur, ou ensemble d'injecteur, entre 0 et 5 m/s selon l'importance de l'oxydation recherchée sur la surface de la bande concernée. La bande est à 650°C lors de son entrée dans la chambre d'oxydation. Le gaz oxydant est injecté à une température de 650°C.

Revendications

1. Chambre (1) d'oxydation contrôlée de bandes métalliques dans un four de recuit d'une ligne continue de production de bandes revêtues à chaud, par exemple par galvanisation, la chambre d'oxydation permettant l'oxydation des bandes métalliques au moyen d'un gaz oxydant injecté sur au moins l'une des faces d'une bande (15), **caractérisée en ce que** la chambre d'oxydation comprend des portions d'oxydation (17) s'étendant sur sa largeur et/ou sa longueur, chaque portion comprenant au moins un orifice de soufflage (4) et au moins un orifice d'aspiration (5) entre lesquels circule un gaz oxydant, chaque portion pouvant être contrôlée de manière distincte pour ajuster l'oxydation induite sur la bande sur la largeur et la longueur de la chambre d'oxydation.
2. Chambre (1) d'oxydation contrôlée selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le gaz oxydant est injecté sur la bande (15) selon une direction sensiblement perpendiculaire à la bande au moyen d'orifices de soufflage (4) et **en ce qu'**ensuite le gaz oxydant circule dans la chambre (1) vers des orifices d'aspiration (5) selon une direction sensiblement parallèle à la direction de défilement de la bande.
3. Chambre (1) d'oxydation contrôlée selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**elle est placée en aval, dans le sens de défilement de la bande (15), d'une section (100) dans laquelle la bande subit une première oxydation.
4. Chambre (1) d'oxydation contrôlée selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le gaz oxydant utilisé est de l'air.
5. Chambre (1) d'oxydation contrôlée selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le gaz oxydant utilisé est un mélange d'air et de fumées
6. Chambre (1) d'oxydation contrôlée selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**elle comprend au moins un capteur d'oxydation situé en amont et/ou en aval de la portion

d'oxydation (17), l'information issue du capteur d'oxydation étant intégrée dans le calcul du débit de gaz oxydant sortant de l'orifice de soufflage (4) de la portion d'oxydation (17).

7. Procédé d'oxydation contrôlée de bandes métalliques mis en œuvre dans une chambre (1) d'oxydation contrôlée selon les revendications précédentes, au moyen d'un gaz oxydant injecté sur au moins l'une des faces de la bande (15), **caractérisé en ce que** ledit gaz oxydant est de l'air ou des fumées de combustion, ou un mélange composé d'air et de fumées de combustion.
8. Procédé d'oxydation selon la revendication 7 **caractérisé en ce qu'**on contrôle de manière distincte les caractéristiques du gaz oxydant et/ou la cinétique d'injection et d'aspiration du gaz oxydant dans les portions (17) pour ajuster l'oxydation induite sur la bande sur la largeur et la longueur de la chambre d'oxydation.
9. Procédé d'oxydation selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce qu'**on contrôle les dimensions d'une portion (17) par le choix des orifices de soufflage (4) et des orifices d'aspiration (5) en services dans ladite portion.
10. Procédé d'oxydation selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le temps de séjour du gaz oxydant dans la chambre (1) d'oxydation contrôlée est ajustée par la portion (17) selon la longueur de ladite portion (17) dans la direction de défilement de la bande.

Patentansprüche

1. Kammer (1) zur gesteuerten Oxidation von Metallbändern in einem Glühofen einer kontinuierlichen Produktionslinie für feuerverzinkte Bänder, beispielsweise durch Galvanisierung, wobei die Oxidationskammer die Oxidation der Metallbänder mittels eines auf mindestens einer Seite eines Bandes (15) eingeleiteten Oxidationsgases ermöglicht, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oxidationskammer Oxidationsabschnitte (17) umfasst, die sich über ihre Breite und/oder ihre Länge erstrecken, wobei jeder Abschnitt mindestens eine Ausblasöffnung (4) und mindestens eine Saugöffnung (5) umfasst, zwischen denen ein Oxidationsgas strömt, wobei jeder Abschnitt separat steuerbar ist, um die auf dem Band induzierte Oxidation auf die Breite und die Länge der Oxidationskammer einzustellen.
2. Kammer (1) zur gesteuerten Oxidation nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Oxidationsgas in einer im Wesentlichen senkrecht zum

Band verlaufenden Richtung über Ausblasöffnungen (4) auf das Band (15) geblasen wird und dadurch, dass anschließend das Oxidationsgas durch die Kammer (1) zu Saugöffnungen (5) in einer im Wesentlichen parallel zur Laufrichtung des Bandes verlaufenden Richtung strömt.

3. Kammer (1) zur gesteuerten Oxidation nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie in Laufrichtung des Bands (15) einem Abschnitt (100) nachgeordnet ist, in dem das Band einer ersten Oxidation unterzogen wird. 10
4. Kammer (1) zur gesteuerten Oxidation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das benutzte oxidierende Gas Luft ist. 15
5. Kammer (1) zur gesteuerten Oxidation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das benutzte oxidierende Gas eine Mischung aus Luft und Rauchgas ist. 20
6. Kammer (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens einen Oxidationssensor umfasst, der vor und/oder hinter dem Oxidationsabschnitt (17) angeordnet ist, wobei die vom Oxidationssensor stammende Information in die Berechnung des Durchsatzes des oxidierenden Gases, das aus der Ausblasöffnung (4) des Oxidationsabschnitts (17) austritt, einbezogen wird. 25 30
7. Verfahren zur gesteuerten Oxidation von Metallbändern, das in einer Kammer (1) zur gesteuerten Oxidation nach den vorhergehenden Ansprüchen mittels eines Oxidationsgases umgesetzt wird, das auf mindestens einer der Seiten des Bandes (15) eingeleitet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Oxidationsgas Luft oder Rauchgas oder eine Mischung aus Luft und Rauchgas ist. 35 40
8. Oxidationsverfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eigenschaften des oxidierenden Gases und/oder die Ausblas- und Saugkinetik des oxidierenden Gases in den Abschnitten (17) separat gesteuert werden, um die auf dem Band induzierte Oxidation über die Breite und die Länge der Oxidationskammer einzustellen. 45 50
9. Oxidationsverfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abmessungen eines Abschnitts (17) durch Auswahl der in diesem Abschnitt in Betrieb befindlichen Ausblasöffnungen (4) und Saugöffnungen (5) gesteuert werden. 55
10. Oxidationsverfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verweilzeit des oxidieren-

den Gases in der Kammer (1) zur gesteuerten Oxidation durch den Abschnitt (17) in Laufrichtung des Bands an die Länge des Abschnitts (17) angepasst wird.

Claims

1. Chamber (1) for the controlled oxidation of metal strips in an annealing furnace of a continuous production line for hot-coated strips, for example by galvanizing, the oxidation chamber for the oxidation of the metal strips by means of an oxidizing gas injected on at least one of the sides of a strip (15), **characterized in that** the oxidation chamber comprises oxidizing portions (17) extending over its width and/or length, each portion comprising at least one blowing port (4) and at least one suction port (5) between which an oxidizing gas circulates; each portion can be controlled separately to adjust the oxidation induced on the strip over the width and length of the oxidation chamber.
2. Controlled oxidation chamber (1) according to Claim 1, **characterized in that** the oxidizing gas is injected onto the strip (15) in a direction substantially perpendicular to the strip by means of blowing ports (4) and **in that** then the oxidizing gas circulates in the chamber (1) to suction ports (5) in a direction substantially parallel to the moving direction of the strip.
3. Controlled oxidation chamber (1) according to Claim 1, **characterized in that** it is placed downstream, in the moving direction of the strip (15), a section (100) in which the strip undergoes a first oxidation.
4. Controlled oxidation chamber (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the oxidizing gas used is air.
5. Controlled oxidation chamber (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the oxidizing gas used is a mixture of air and flue gas.
6. Controlled oxidation chamber (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises at least one oxidation sensor situated upstream and/or downstream of the oxidation portion (17), information from the oxidation sensor being integrated into the calculation of the oxidizing gas flow leaving the blowing port (4) of the oxidation portion (17).
7. Process of controlled oxidation of metal strips implemented in a controlled oxidation chamber (1) according to the preceding claims, by means of an oxidizing gas injected on at least one of the sides of the strip (15), **characterized in that** the said oxidizing gas is

air or combustion flue gas, or a mixture of air and combustion flue gas.

8. Oxidation process according to claim 7 **characterized in that** the characteristics of the oxidizing gas and/or the kinetics of injection and suction of the oxidizing gas in the portions (17) are controlled separately to adjust the oxidation on the strip over the width and length of the oxidation chamber. 5 10
9. Oxidation process according to Claim 7 or 8, **characterized in that** the dimensions of a portion (17) are controlled by the choice of the blowing ports (4) and the suction ports (5) operating in said portion. 15
10. Oxidation process according to Claim 9, **characterized by** the fact that the residence time of the oxidizing gas in the controlled oxidation chamber (1) is adjusted by portion (17) according to the length of said portion (17) in the moving direction of the strip. 20

25

30

35

40

45

50

55

Figure 1

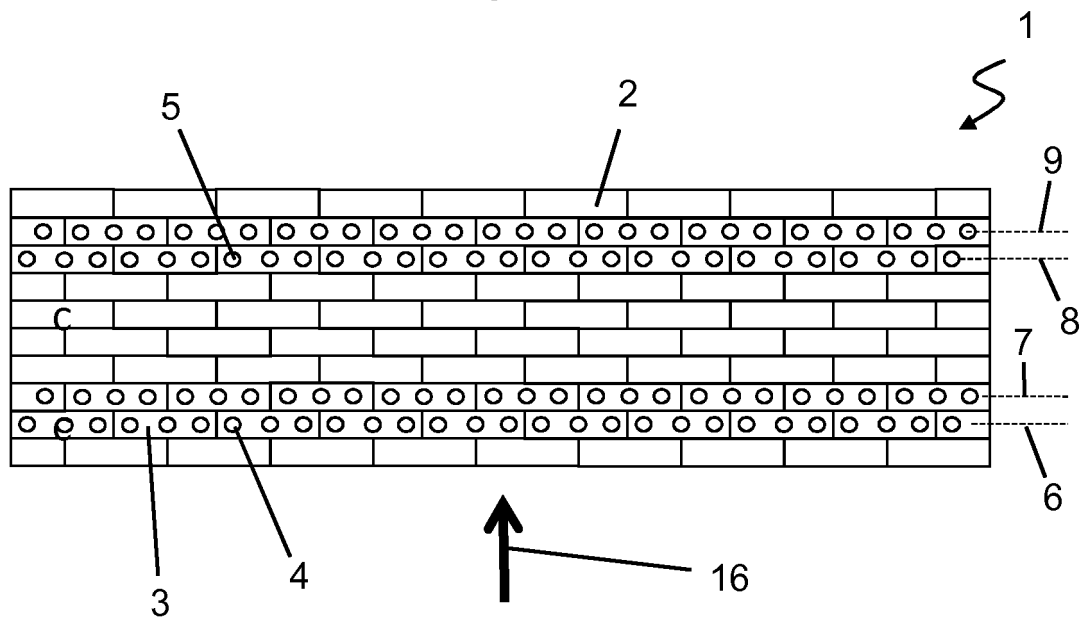


Figure 2

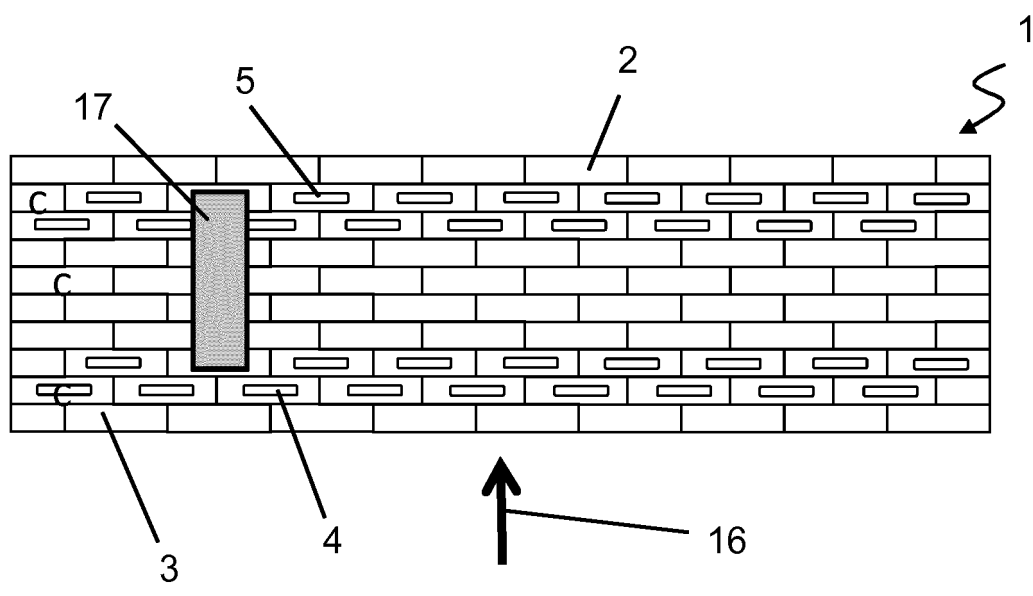


Figure 3

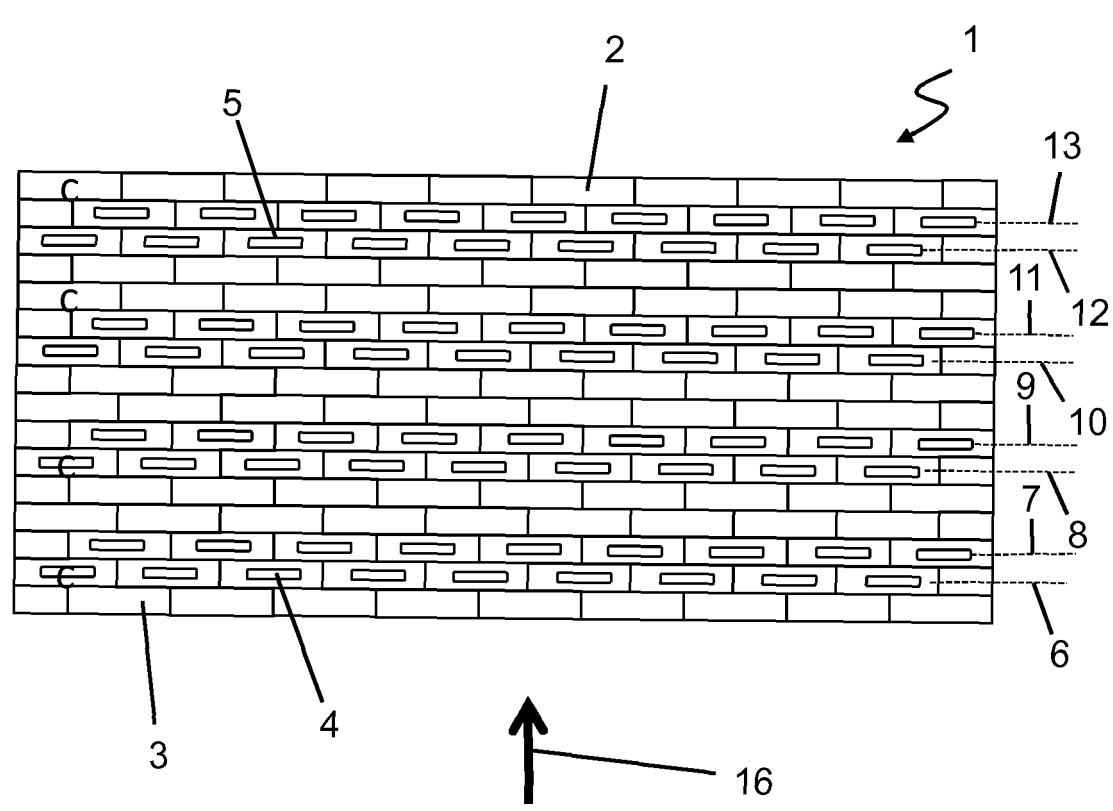


Figure 4

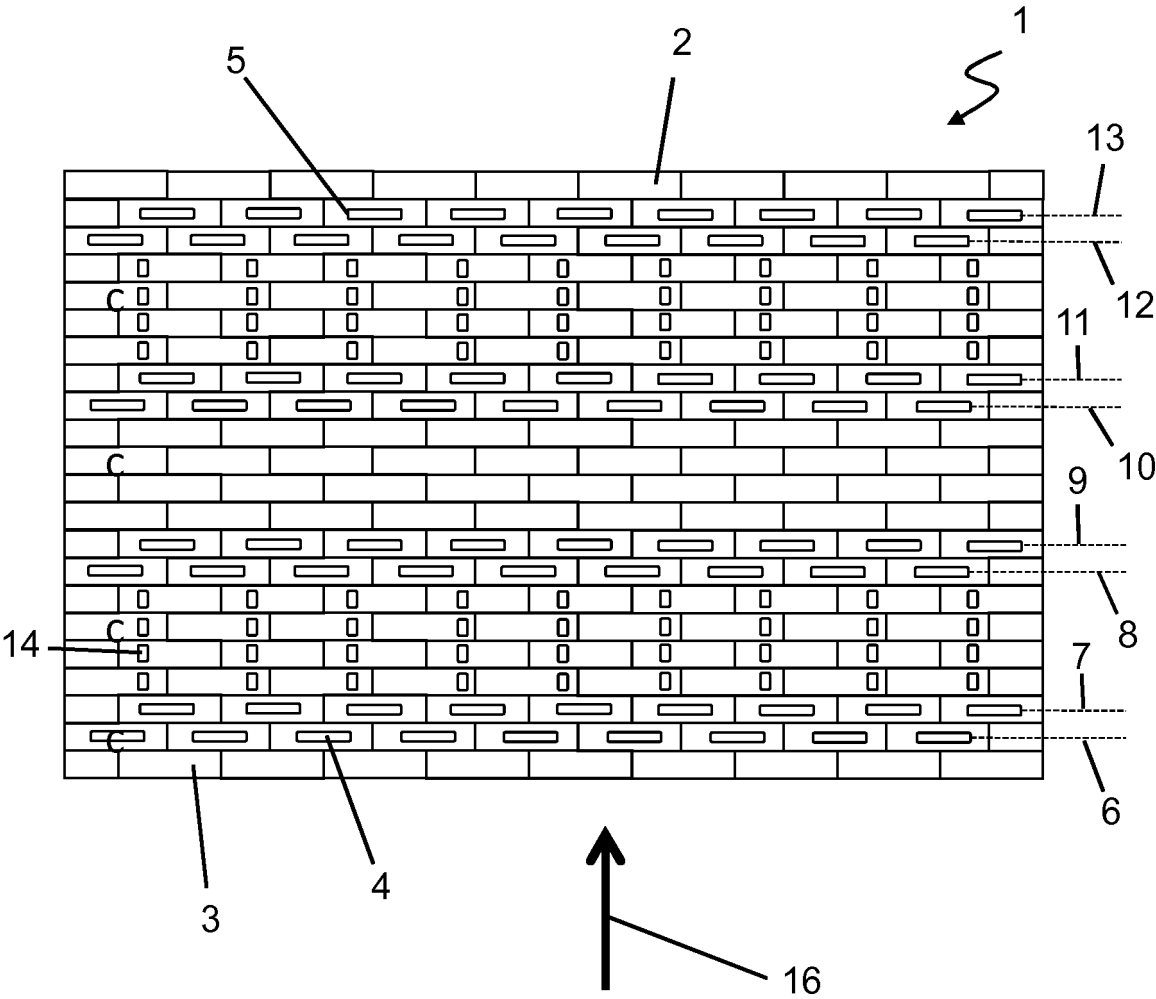


Figure 5

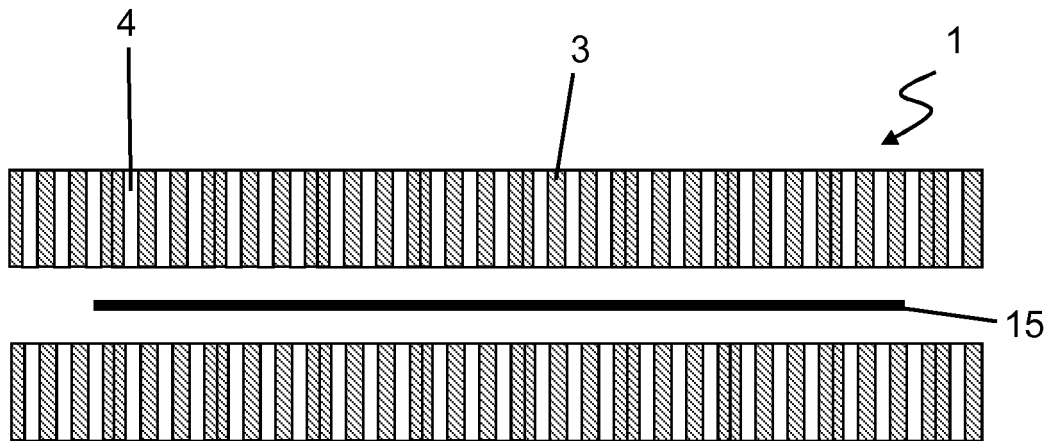


Figure 6

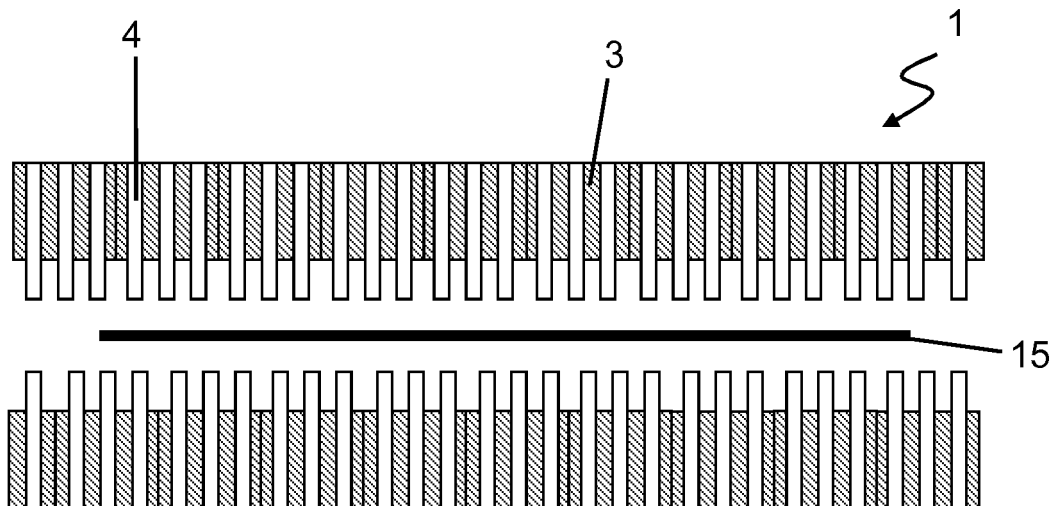
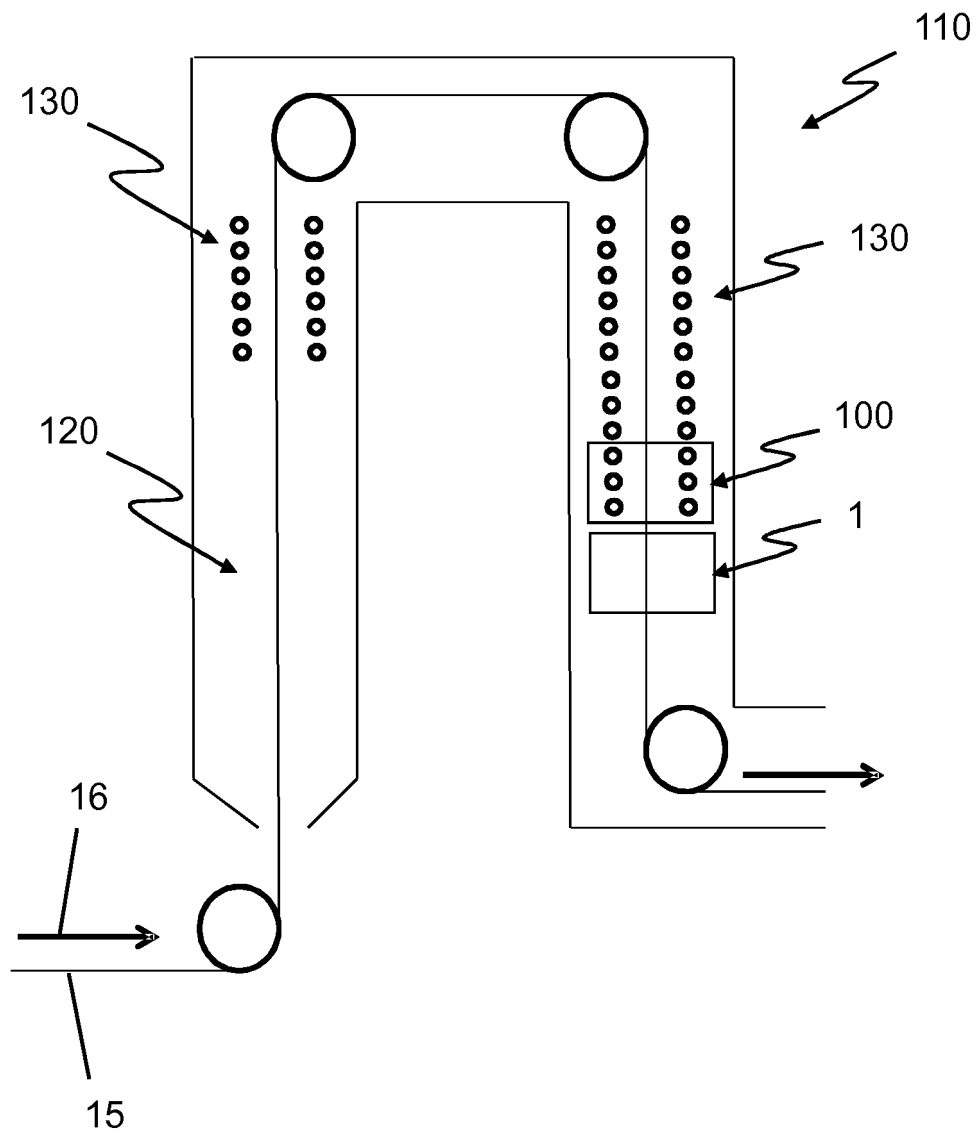


Figure 7



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 2458022 A [0005]
- JP 003342645 B [0006]