

(19)



(11)

**EP 2 513 582 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**02.05.2018 Bulletin 2018/18**

(51) Int Cl.:  
**F27B 9/28** (2006.01) **F27D 99/00** (2010.01)  
**C21D 9/56** (2006.01) **F23C 3/00** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10715131.8**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/EP2010/053908**

(22) Date de dépôt: **25.03.2010**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2011/072883 (23.06.2011 Gazette 2011/25)**

(54) **INSTALLATION DE PRÉCHAUFFAGE D'UNE BANDE D'ACIER EN DÉFILEMENT CONTINU**  
**AUSRÜSTUNG ZUR VORERWÄRMUNG VON KONTINUIERLICH BEWEGLICHEM BANDSTAHL**  
**EQUIPMENT FOR PREHEATING A CONTINUOUSLY MOVING STEEL STRIP**

(84) Etats contractants désignés:  
**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 SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **15.12.2009 EP 09290941**

(43) Date de publication de la demande:  
**24.10.2012 Bulletin 2012/43**

(73) Titulaire: **Primetals Technologies France SAS**  
**42600 Savigneux (FR)**

(72) Inventeur: **BORREL, Pierre-Jérôme**  
**42400 Saint-Chamond (FR)**

(74) Mandataire: **Metals@Linz**  
**Primetals Technologies Austria GmbH**  
**Intellectual Property Upstream IP UP**  
**Turmstraße 44**  
**4031 Linz (AT)**

(56) Documents cités:  
**JP-A- 60 135 530 JP-A- 61 048 533**

**EP 2 513 582 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

**[0001]** L'invention concerne une installation de préchauffage d'une bande d'acier en défilement continu, en particulier avant son introduction dans un four de recuit continu ou de galvanisation au trempé, selon le préambule de la revendication 1. Il est connu que, dans les installations de recuit continu ou de galvanisation de bandes d'acier en défilement continu, la bande conditionnée sous forme de bobine est d'abord déroulée puis recuite et éventuellement galvanisée avant d'être rembobinée. Elle passe donc rapidement, à une vitesse pouvant atteindre plusieurs mètres par seconde, de la température ambiante à une température maximum requise par l'objectif métallurgique recherché et qui peut dépasser 850°C.

**[0002]** En vue d'améliorer cette efficacité, de nombreux efforts ont été faits pour utiliser l'énergie des gaz brûlés dans les zones de chauffage et de maintien en température des fours avant qu'ils ne soient évacués en dehors de l'installation.

**[0003]** Cette énergie peut être récupérée de différentes manières, par exemple pour réchauffer les gaz de combustion des brûleurs à flamme directe ou des tubes radiants de types « récupérateurs » ou « régénératifs ».

**[0004]** Il est aussi possible de récupérer tout ou partie de cette énergie pour réaliser un préchauffage de la bande avant son introduction dans le four proprement dit.

**[0005]** De la manière la plus simple, les gaz brûlés sont captés dans le four ou à la sortie des tubes radiants puis soufflés par des diffuseurs en surface de la bande. Compte tenu de la haute température des gaz, pouvant atteindre plus de 1000°C, ils sont d'abord dilués dans de l'air frais afin de diminuer leur température jusqu'à des valeurs compatibles avec les capacités de fonctionnement et de résistance des exhausteurs assurant leur captage et leur distribution jusqu'aux dispositifs de soufflage sur la bande. Typiquement, les gaz sont refroidis jusque vers 300 à 450°C avant d'être utilisés pour le préchauffage, ce qui nuit considérablement au rendement de l'opération.

**[0006]** Selon une autre technique, décrite par exemple dans JP 60-135530, les gaz brûlés traversent un échangeur où ils sont refroidis en cédant une partie de leur chaleur à un gaz de préchauffage soufflé à la surface de la bande, puis sont évacués par des exhausteurs d'évacuation.

**[0007]** Ce gaz de préchauffage peut être de l'air ou, comme dans le cas de JP60-135530A, le gaz constituant l'atmosphère contrôlée d'un four à tubes radiants. Ici, le rendement de l'opération est largement pénalisé par le rendement d'un échangeur supplémentaire gaz brûlés / gaz de préchauffage.

**[0008]** Enfin, il a été aussi envisagé d'introduire directement dans une enceinte de préchauffage les gaz brûlés issus du four et de les faire circuler en surface de la bande à l'aide de chicanes ou de conduits, lesdits gaz sortant ainsi refroidis de l'enceinte de préchauffage vers des

moyens d'extraction.

**[0009]** Une telle disposition, décrite dans JP61-048533A, permet un réchauffage rapide mais avec des gaz encore très chauds en sortie de l'enceinte de préchauffage, ce qui induit de fortes charges thermiques dans les circuits d'évacuation.

**[0010]** En fonction de leur composition, de leur température, mais aussi en fonction de la composition chimique de la bande et de sa température, ces gaz brûlés en contact avec la bande peuvent également se révéler inadaptés à l'obtention de certaines conditions d'oxydoréduction superficielles de la bande.

**[0011]** L'invention doit donc permettre de résoudre ces problèmes, en particulier en permettant de réaliser le préchauffage de la bande dans une enceinte disposant d'une atmosphère contrôlée, de récupérer dans des exhausteurs des gaz de préchauffage finalement très refroidis et qui ne nécessitent aucune dilution. L'invention doit permettre d'éviter la nécessité d'échangeur externe entre un gaz chaud et le gaz effectif de préchauffage et permet la restitution de gaz fortement refroidis dont l'évacuation est ainsi considérablement facilitée.

**[0012]** L'invention propose ainsi une installation de préchauffage associé selon la revendication principale 1. Un jeu de sous-revendications vient en compléter les divers aspects et avantages.

**[0013]** L'invention porte sur une installation apte à assurer le préchauffage d'une bande d'acier en défilement continu avant son entrée dans un four de recuit continu ou de galvanisation dans lequel des gaz brûlés de récupération externe dans des brûleurs à flamme directe ou des tubes radiants utilisés pour le chauffage ou le maintien en température de ladite bande dans le four sont prélevés, puis conduits dans au moins un organe de préchauffage de la bande lui-même inclus dans une enceinte de préchauffage sous atmosphère contrôlée, puis ces gaz alors refroidis sont extraits de l'enceinte de préchauffage et dirigés vers un dispositif d'évacuation, par exemple un exhausteur et une cheminée.

**[0014]** Principalement, l'installation de préchauffage de bande d'acier en défilement continu dans une enceinte de préchauffage comprend (dans ladite enceinte) un circuit de préchauffage constitué d'au moins un tube de préchauffage dont la surface interne est au contact de gaz brûlés de récupération externe. Cet aspect peut être avoisiné de JP360135530A qui présente de vrais tubes d'un échangeur supplémentaire au module de préchauffage, ainsi que de JP361048533A qui comprend des caissons assimilables à des tubes où des gaz brûlés sont injectés. Selon la présente invention, l'installation de préchauffage se différencie de chacun de ces documents en ce qu'une partie de la surface externe dudit tube de préchauffage est disposée à une distance telle et en vue directe d'une surface de la bande assurant d'une part un premier mode de préchauffage par rayonnement thermique sur la bande et les parois de l'enceinte, et d'autre part assurant un second mode de préchauffage, par convection, d'un gaz constituant une atmosphère contrôlée

dans l'enceinte de préchauffage, ledit gaz étant au moins présent entre la surface externe du tube et la surface de la bande. La distance séparant la surface externe du tube et la surface de la bande est réglable en fonction de l'intensité des effets des deux modes à assurer, ce qui permet donc de les pondérer ensemble et séparément et ainsi de mieux contrôler l'efficacité du préchauffage voulu. A ce titre, même si a priori cette distance est libre de tout obstacle obstruant une vue directe entre la surface externe de tube et une surface de la bande, il est envisageable d'y disposer des éléments ou écrans à ouvertures dont les matériaux présentent des propriétés influant sur au moins un des deux dits modes.

**[0015]** Le gaz annexe sous atmosphère contrôlée possède des propriétés oxydo-réductrices préétablies en fonction de la bande ainsi que tout autre matériau entrant à son contact direct. De cette façon, la bande n'est avantageusement pas altérée chimiquement. Dans l'enceinte, le gaz annexe peut être statique ou bien mis en circulation hors du tube aux abords directs de la bande, c'est-à-dire moins entre la partie de la surface externe du tube et la surface de bande. Enfin, l'installation permet avantageusement que les gaz brûlés introduits dans l'enceinte de préchauffage ne se mélangent pas avec l'atmosphère contrôlée du four, à l'opposé de JP361048533A.

**[0016]** L'organe de préchauffage précité est ainsi constitué d'au moins un tube de préchauffage dont la surface interne est en contact avec les gaz brûlés et dont la surface externe est en partie en vue directe de la surface de la bande, ledit tube assurant de manière concomitante et en laissant avantageusement la bande libre de tout contact (altérant) aux gaz brûlés :

- o Le chauffage de la bande par rayonnement,
- o Le chauffage du gaz et des parois de l'enceinte de préchauffage par convection et rayonnement.

**[0017]** Par tube de préchauffage on entend tout corps possédant une paroi interne et une paroi externe et possédant un orifice à deux de ses extrémités, un orifice d'entrée des gaz brûlés et un orifice de sortie.

**[0018]** La surface externe d'un tube installé dans une enceinte de préchauffage est en partie en vue directe de la surface de la bande et en partie aussi en vue directe des parois de l'enceinte qui, à leur tour sont apte à rayonner sur la surface de la bande et à chauffer le gaz de l'enceinte par convection.

**[0019]** L'installation de préchauffage est adaptée à être disposée avant une entrée de ladite bande dans un four de recuit continu ou de galvanisation dans lequel les gaz brûlés sont récupérés dans des brûleurs à flamme directe ou des tubes radiants utilisés pour le chauffage ou le maintien en température de ladite bande dans le four et comprenant :

- une conduite desdits gaz du four vers l'organe de préchauffage de la bande inclus dans l'enceinte de

préchauffage sous atmosphère contrôlée,

- un dispositif d'évacuation pour extraire les gaz de l'enceinte de préchauffage, par exemple sous forme d'un exhausteur et d'une cheminée.

Principalement, toute source de gaz brûlés récupérable, telle qu'étant facilement à disposition dans des fours de traitement de bande métallique, peut être connectée à une entrée de tube de l'installation de préchauffage selon l'invention. Il est ainsi possible de réaliser des gains énergétiques et des progrès environnementaux considérables.

**[0020]** Une pluralité de tubes de préchauffage peuvent ainsi être disposés côte à côte, par exemple perpendiculairement au sens de déplacement de la bande, en nappes substantiellement parallèles à celle-ci et en vue directe d'au moins une de ses faces. Ces nappes se trouvent donc en situation de rayonnement direct sur la surface de la bande afin d'assurer son chauffage de manière efficace et homogène.

**[0021]** Selon une réalisation préférée, ces nappes ont donc avantage à être placées aussi près que possible de la bande tout en garantissant l'absence de contact avec celle-ci durant son défilement compte tenu de ses déformations et de ses mouvements. Des éléments ou écrans précités peuvent être accolés aux dites nappes en garantissant au moins une distance libre de contact avec la bande.

**[0022]** L'installation de réchauffage peut être conçue afin que la bande présente un défilement vertical en au moins une passe entre des rouleaux situés en bas et en haut de l'enceinte, et qu'au moins une nappe de tubes (horizontaux) de préchauffage soit en vue directe d'une face de chaque passe de bande montante ou descendante.

**[0023]** Afin d'assurer un meilleur chauffage, au moins deux nappes de tubes de préchauffage, chacune étant en vue directe d'une des deux faces de la bande, assurent de manière concomitante le chauffage des deux faces de chaque passe de bande montante ou descendante.

**[0024]** Selon une disposition constructive avantageuse, les nappes de tubes de préchauffage sont constituées d'une pluralité de tubes raccordés entre eux par des collecteurs solidariables aux extrémités voisines des tubes.

**[0025]** L'installation de préchauffage comprend en particulier au moins un organe de fixation apte à maintenir au moins un tube ou au moins une nappe de tubes de préchauffage et permettant avantageusement de régler des propriétés de chauffage suivant des caractéristiques de bandes, leurs formats (largeur, épaisseurs), une vitesse de défilement, etc. et facilite une maintenance de chaque tube. En particulier, ladite installation de préchauffage comprend des moyens de désolidarisation couplé audit organe de fixation et des moyens d'isolation de chaque nappe de tubes, ainsi amovible, permettant avantageusement respectivement de démonter indivi-

duellement chaque nappe de tubes montée sur ledit organe de fixation, ainsi que d'isoler (notamment côté fumée) individuellement chaque nappe de tubes des autres nappes de tubes. Ainsi, les nappes peuvent être supportées dans l'enceinte par lesdits organes de fixation, qui peuvent avantageusement être compatibles avec ceux de tubes radiants avec lesquels les nappes se trouvent donc interchangeables. Cette disposition permet d'utiliser des outils de montage et démontage identiques à ceux utilisés pour un four à tubes radiants. Elle permet également de monter un tube radiant de manière temporaire en cas de démontage d'une nappe pour réparation.

**[0026]** Avantageusement, dans le cas d'un problème lié à l'installation de préchauffage, comme par exemple dans le cas d'un tube percé, contrairement au cas des échangeurs externes constitués de tubes en faisceau dans une chambre et qui nécessitent un démontage de l'ensemble des tubes (20 à 60 tubes) appartenant audit faisceau lorsqu'un des tubes est percé, l'organe de fixation de la présente invention permet simplement un retrait de la nappe à laquelle appartiendrait ledit tube percé, ou une isolation de ladite nappe par rapport à d'autres nappes au moyen desdits moyens d'isolation, en attendant par exemple un prochain arrêt de maintenance de l'installation de préchauffage. De plus, les moyens de désolidarisations et d'isolations permettent avantageusement une adaptation simple et efficace de l'installation de préchauffage à une augmentation d'une puissance du four, par exemple par remplacement d'une nappe à quatre tubes récupératifs par un tube radiant à gaz qui n'économiserait plus de l'énergie, mais permettrait une augmentation de production. Ainsi, l'organe de fixation et lesdits moyens de désolidarisation et d'isolation permettent notamment une adaptation d'une géométrie des nappes de tubes à des conditions de chauffage des bandes.

**[0027]** Afin de maximiser la surface rayonnante des nappes de tubes de préchauffage, ces derniers peuvent être disposés de telle sorte qu'à température de fonctionnement (en raison de dilatation provenant d'effets thermiques) ils soient adéquatement les plus proches possibles les uns des autres, en particulier en ce qu'au moins deux tubes de préchauffage sont disposés de telle sorte qu'un interstice entre eux soit compris entre zéro et 1/40 de la distance des dits tubes avec la bande.

**[0028]** Dans une variante de construction, les tubes de préchauffage sont disposés de telle sorte qu'à température de fonctionnement (en raison de dilatation provenant d'effets thermiques) un interstice soit assurément ménagé entre deux tubes successifs, le rapport entre la distance tubes / bande et la largeur de l'interstice étant compris entre 4 et 40 afin d'assurer un préchauffage efficacement adapté à une bande d'acier.

**[0029]** Dans cette configuration, il est avantageux de mettre en place une circulation forcée du gaz (annexe sous atmosphère contrôlée) de l'enceinte entre au moins un point de récupération et au moins un volume situé

entre des rampes de tubes de préchauffage adjacentes et en vue directe les uns des autres. Cette circulation, assurée notamment au moyen d'un dispositif de soufflerie, permet d'améliorer les échanges par convection.

**[0030]** Elle permet aussi, par les interstices ménagés entre les tubes successifs, de souffler orthogonalement ou avec une légère inclinaison sur la surface de la bande, les gaz réchauffés entre des rampes de préchauffage adjacentes et en vue directe les uns des autres. A cette fin, le dispositif de soufflerie est en particulier apte à produire au moins un jet desdits gaz réchauffés entre des rampes de préchauffage adjacentes.

**[0031]** Il est alors avantageux de maintenir un rapport entre le pas des tubes successifs de la nappe et la distance tubes / bande compris entre 1 et 5. Le pas des tubes successifs est en particulier égal à la distance séparant l'axe central longitudinal de deux tubes successifs. En effet, si les tubes sont trop rapprochés (rapport <1) des jets successifs se perturbent les uns les autres, et s'ils sont trop éloignés (rapport >5) le volume situé entre des rampes de tubes de préchauffage adjacentes sera le siège de peu d'échanges thermiques.

**[0032]** Il peut être aussi avantageux de mettre en place la circulation non plus entre un point de captage et un volume situé entre des rampes de tubes de préchauffage adjacentes et en vue directe les uns des autres mais en captant le gaz de l'enceinte entre lesdites rampes en vue de le réchauffer et le souffler par des buses de soufflage sur la surface de la bande, à contre courant de sens de son défilement.

**[0033]** Les tubes de préchauffage constituant l'organe de préchauffage peuvent être équipés d'au moins une ailette récupérative interne en contact avec les gaz brûlés. Ceux-ci récupèrent de la chaleur par contact avec les gaz brûlés et par radiation des parois internes de tube.

**[0034]** Les tubes de préchauffage sont selon l'invention équipés d'au moins une ailette radiante externe en contact avec les gaz de l'enceinte et aptes à rayonner sur la bande.

**[0035]** Ces dispositions permettent d'améliorer considérablement la performance de l'échange thermique par convection et rayonnement avec la bande, les gaz et les parois de l'enceinte.

**[0036]** Dans le cas d'un four ayant au moins une zone de chauffage à flamme directe, les collecteurs de récupération de gaz brûlés peuvent avantageusement être situés à l'intérieur de l'enceinte du four, sans sortie à l'air libre, avant d'être dirigés vers l'enceinte de préchauffage. Au sein de l'enceinte de préchauffage, les collecteurs d'alimentation des organes de préchauffage peuvent rester eux aussi situés à l'intérieur de ladite enceinte, ce qui évite des pertes d'énergie et de coûteux calorifugeages.

**[0037]** Dans le cas d'un four à tubes radiants, l'enceinte de préchauffage peut avantageusement être en communication directe avec l'enceinte du four et partager la même atmosphère contrôlée. Dans ce cas, la récupération des gaz brûlés se fait classiquement en sortie des

tubes radiants à l'extérieur de l'enceinte du four.

**[0038]** Les figures 1 à 6 permettent de mieux comprendre l'invention.

**[0039]** La figure 1 décrit le principe général de l'installation de préchauffage selon l'invention : des gaz brûlés sont prélevés dans un four (1) par l'intermédiaire de gaines de captage (2). Ces gaines alimentent des organes de préchauffage (3) d'une bande (B) défilant dans une enceinte de préchauffage (4) calorifugée et sous atmosphère de gaz neutre (=gaz annexe, distinct des gaz brûlés). Des gaines d'extraction (5) récupèrent les gaz brûlés refroidis après leur passage dans les organes de préchauffage (3) et un exhausteur (6) dirige lesdits gaz vers un circuit d'évacuation (7) hors des organes de préchauffage.

**[0040]** La figure 2 décrit le principe de préchauffage d'une bande (B) par un tube de préchauffage (31) d'un organe de préchauffage (3). Les gaz brûlés issus d'un four de recuit continu ou de galvanisation circulent à l'intérieur de chacun des tubes de préchauffage qui comportent une paroi interne (311) en contact avec les gaz chauds et une paroi externe (312) située à proximité immédiate de la bande. Sur cette figure, le tube présente, à titre d'exemple, une section circulaire et possède deux ailettes récupératives internes (313) et deux ailettes radiantes externes (314).

**[0041]** Les gaz brûlés cèdent une partie de leur chaleur aux tubes de préchauffage (31) par contact avec leur paroi interne (311) et avec leurs ailettes récupératives internes (313). L'essentiel de cette chaleur est transférée par conduction jusqu'à la paroi externe (312) et aux ailettes radiantes externes (314) qui assurent à la fois le chauffage par rayonnement de la bande (B) et des parois de l'enceinte, et le chauffage par convection du gaz neutre de ladite enceinte. Une partie de cette chaleur est échangée par radiation entre la paroi interne (311) et les ailettes récupératives internes (313).

**[0042]** La figure 3 décrit un exemple d'arrangement de deux organes de préchauffage (3a, 3b). Chaque organe de réchauffage comporte deux nappes constituées d'une pluralité de tubes (31), ici à titre d'exemple des tubes à ailettes, chacune des nappes étant disposée au plus près de chacune des deux faces de la bande qui défile sur des rouleaux (41) en au moins deux passes verticales. Chaque organe de préchauffage assure donc le réchauffage d'une passe montante (pour 3a) ou descendante (pour 3b) de la bande (B) défilant dans l'enceinte de préchauffage (4).

**[0043]** Dans cet exemple on trouve donc, successivement dans le sens de progression de la bande :

- Une première nappe (3a1) appartenant à un premier organe de préchauffage (3a) et dont une des faces est orientée vers la bande,
- Une passe montante de la bande,
- Une deuxième nappe (3a2) appartenant au premier organe de préchauffage (3a) et dont une des faces est orientée vers la bande,

- Une troisième nappe (3b1) appartenant à un deuxième organe de préchauffage (3b) adjacent au premier organe (3a) et dont une des faces est orientée vers la bande,

5 - Une passe descendante de la bande,

- Une quatrième nappe (3b2) appartenant au deuxième organe de préchauffage (3b) et dont une des faces est orientée vers la bande.

10 **[0044]** Entre les nappes (3a1) et (3a2) ainsi qu'entre les nappes (3b1) et (3b2), la bande en défilement est soumise respectivement au rayonnement des deux organes de préchauffage (3a - 3b).

15 **[0045]** Entre les nappes (3a2) et (3b1), un volume de gaz neutre est soumis à un réchauffage par les faces adjacentes du premier et du deuxième organe de préchauffage.

20 **[0046]** Dans cet exemple de la figure 3, les tubes de préchauffage sont disposés de telle sorte qu'un interstice de dimension comprise entre 1/4 et 1/40 de leur distance à la bande soit ménagé entre leurs ailettes radiantes externes respectives et un exhausteur (42) assure une circulation forcée du gaz neutre entre une gaine d'extraction (43) et une gaine de soufflage (44) alimentant l'espace situé entre les nappes (3a2 - 3b1) des deux organes de préchauffage adjacents (3a - 3b). Le gaz est réchauffé par convection entre ces deux nappes et est soufflé sur la surface de la bande par les interstices ménagés entre les ailettes radiantes (314). La gaine de soufflage (44) peut être divisée en autant de branches qu'il est nécessaire pour assurer le soufflage du gaz neutre en autant d'espaces situés entre l'ensemble des organes de préchauffage adjacents que comporte l'enceinte de préchauffage.

35 **[0047]** Afin d'augmenter encore les échanges par convection et rayonnement avec la bande, les parois et le gaz de l'enceinte, une ou plusieurs nappes peuvent être ajoutées entre les nappes représentées sur la figure 3.

40 **[0048]** La figure 4 décrit un autre exemple d'arrangement de deux organes de préchauffage (3a, 3b). Chaque organe de réchauffage comporte deux nappes constituées d'une pluralité de tubes (31), chacune des nappes étant disposée au plus près de chacune des deux faces de la bande qui défile sur des rouleaux (41) en au moins deux passes verticales. Chaque organe de préchauffage assure donc le réchauffage d'une passe montante (pour 3a) ou descendante (pour 3b) de la bande (B) défilant dans l'enceinte de préchauffage (4).

50 **[0049]** Dans cet exemple on trouve donc, successivement dans le sens de progression de la bande :

- Une première nappe (3a1) appartenant à un premier organe de préchauffage (3a) et dont une des faces est orientée vers la bande,
- 55 - Une passe montante de la bande,
- Une deuxième nappe (3a2) appartenant au premier organe de préchauffage (3a) et dont une des faces est orientée vers la bande,

- Une troisième nappe (3b1) appartenant à un deuxième organe de préchauffage (3b) adjacent au premier organe (3a) et dont une des faces est orientée vers la bande,
- Une passe descendante de la bande,
- Une quatrième nappe (3b2) appartenant au deuxième organe de préchauffage (3b) et dont une des faces est orientée vers la bande.

[0050] Entre les nappes (3a1) et (3a2) ainsi qu'entre les nappes (3b1) et (3b2), la bande en défilement est soumise respectivement au rayonnement des deux organes de préchauffage (3a - 3b).

[0051] Entre les nappes (3a2) et (3b1), un volume de gaz neutre est soumis à un réchauffage par les faces adjacentes du premier et du deuxième organe de préchauffage.

[0052] Dans cet exemple de la figure 4, les tubes de préchauffage sont disposés de telle sorte qu'aucun interstice notable ne subsiste entre eux. Un exhausteur (42) assure une circulation forcée du gaz neutre entre une gaine d'extraction (43) et deux gaines de soufflage (44a - 44b) alimentant des buses de soufflage (441) soufflant le gaz neutre réchauffé sur la surface de la bande selon une incidence presque tangente et une direction opposée au sens de son défilement. La gaine d'extraction (43) capte le gaz neutre réchauffé entre les nappes (3a2) et (3b1). La gaine de soufflage (44) peut être divisée en autant de branches qu'il est nécessaire pour assurer le soufflage du gaz neutre en autant de passes montantes ou descendantes de bande que comporte l'enceinte de préchauffage.

[0053] Afin d'augmenter encore les échanges par convection et rayonnement avec la bande, les parois et le gaz de l'enceinte, une ou plusieurs nappes peuvent être ajoutées entre les nappes représentées sur la figure 4.

[0054] La figure 5 décrit deux exemples de construction de tubes de préchauffage (31). En 5a, la longueur des ailettes récupératives internes (313) a été augmentée afin d'améliorer l'échange avec les gaz brûlés circulant à l'intérieur du tube. En 5b, l'adjonction d'un tube (315) concentrique au tube (31) améliore également l'échange avec les gaz brûlés et, à débit identique, augmente leur vitesse de circulation.

[0055] La figure 6 décrit une possibilité de constitution modulaire des nappes de tubes de préchauffage permettant de faciliter leur remplacement. Le nombre de tubes constitutifs d'un élément de nappe peut varier en fonction des besoins et l'exemple de la figure où sont représentés quatre tubes n'est pas limitatif. Chaque élément de nappes est constitué d'une pluralité de tubes (31), chacun étant équipé de deux ailettes (314). Les gaz brûlés circulent entre une entrée et une sortie à l'intérieur des tubes (31) raccordés entre eux par des collecteurs (316). La nappe est supportée par une plaque de fixation (318) fixée de manière amovible sur la paroi (45a) de l'enceinte (4) et par au moins un tenon (317) prenant appui dans l'autre paroi (45b). Des organes (319) de solidarisation

des différents éléments permettent de donner à la nappe la rigidité nécessaire à son usage et à ses manutentions. Une telle disposition est réalisable avec des tubes sans ailettes ou avec ailettes ainsi que représenté sur la figure.

5 [0056] Cette disposition permet une totale interchangeabilité des nappes de tubes de réchauffage avec des tubes radiants classiques équipés de brûleurs. Ainsi le procédé selon l'invention peut se substituer de manière économique à un préchauffage par tubes radiants sur une installation existante.

10 [0057] Par rapport à l'état de la technique, l'invention présente de nombreux avantages :

- Pas de nécessité d'utiliser d'échangeurs externes à l'installation.
- Pas de nécessité de diluer les gaz brûlés avant leur introduction dans les circuits de réchauffage.
- Chauffage par convection sans contact direct de la bande avec les gaz brûlés.
- 20 - Important effet de chauffage de la bande par radiation.
- Constitution de l'installation très simple, à base de tubes à ailettes dont la fabrication est facile et qui peut être facilement automatisée.
- 25 - Flexibilité d'arrangement des positions de tubes, de distance entre tubes et entre tube et surface de bande par socle de maintien simple.
- Nappes de tubes de réchauffage facilement interchangeables à partir de l'extérieur de l'enceinte de préchauffage. Tubes possiblement amovibles. Imbrication aisée inter-tubes ou inter-nappes par collecteurs.
- 30 - Nappes de tubes de réchauffage interchangeables avec des tubes radiants.
- 35 - Gaz évacués très refroidis n'exigeant pas d'exhausteurs capable de résister à de hautes températures (avantage identique aux installations avec échangeur externe mais sans en avoir les inconvénients).

## Revendications

1. Installation de préchauffage d'une bande d'acier (B) en défilement continu dans une enceinte de préchauffage (4) comprenant un circuit de préchauffage (3) constitué d'au moins un tube de préchauffage dont la surface interne est au contact de gaz brûlés de récupération externe,  
**caractérisée en ce qu'**au moins une ailette radiante externe (314) de la surface externe dudit tube de préchauffage est disposée en vue directe d'une surface de la bande assurant un premier mode de préchauffage par rayonnement thermique sur la bande et les parois de l'enceinte et un second mode de préchauffage, par convection, d'un gaz constituant une atmosphère contrôlée dans l'enceinte de préchauffage.

2. Installation de préchauffage selon revendication 1 adaptée à être disposée avant une entrée de ladite bande dans un four de recuit continu ou de galvanisation dans lequel les gaz brûlés sont récupérés dans des brûleurs à flamme directe ou des tubes radiants utilisés pour le chauffage ou le maintien en température de ladite bande dans le four et comprenant :
  - une conduite desdits gaz du four vers l'organe de préchauffage de la bande inclus dans l'enceinte de préchauffage sous atmosphère contrôlée,
  - un dispositif d'évacuation pour extraire les gaz de l'enceinte de préchauffage, par exemple sous forme d'un exhausteur et d'une cheminée.
3. Installation de préchauffage selon revendication 1 ou 2 **caractérisée en ce qu'**une pluralité de tubes de préchauffage, disposés côte à côte, forment au moins une nappe parallèle à la bande et en vue directe d'au moins une des faces de bande.
4. Installation de préchauffage selon une des revendications 1 à 3 **caractérisée en ce que** la bande présente un défilement vertical en au moins une passe entre des rouleaux situés en bas et en haut de l'enceinte, et qu'au moins une nappe de tubes de préchauffage est en vue directe d'une face de chaque passe de bande montante ou descendante.
5. Installation de préchauffage selon revendications 3 ou 4 **caractérisée en ce qu'**au moins deux nappes de tubes de préchauffage, chacune étant en vue directe d'une des deux faces de la bande, assurent de manière concomitante le chauffage des deux faces de chaque passe de bande montante ou descendante.
6. Installation de préchauffage selon une des revendications 3 à 5 **caractérisée par** les nappes de tubes de préchauffage constituées d'une pluralité de tubes étant raccordés entre eux par des collecteurs solidarisables aux extrémités voisines des tubes.
7. Installation de préchauffage selon une des revendications 3 à 6 **caractérisée en ce que** chaque nappe de tubes de préchauffage est supportée dans l'enceinte par des organes de fixation compatibles avec ceux de tubes radiants avec lesquels les dites nappes sont interchangeables.
8. Installation de préchauffage selon une des revendications 1 à 7 **caractérisée en ce que** au moins deux tubes de préchauffage sont disposés de telle sorte qu'un interstice entre eux soit compris entre zéro et 1/40 de la distance des dits tubes avec la bande.
9. Installation de préchauffage selon revendications 1 à 7 **caractérisée en ce qu'**au moins deux tubes de préchauffage sont disposés de telle sorte qu'un interstice soit ménagé entre deux tubes successifs, le rapport entre la distance tubes / bande et la largeur de l'interstice étant compris entre 4 et 40.
10. Installation de préchauffage selon revendication 9 **caractérisée en ce que** le rapport entre le pas des tubes successifs de la nappe et la distance tubes / bande compris entre 1 et 5.
11. Installation de préchauffage selon une des revendications 9 ou 10 **caractérisée en ce qu'**une circulation forcée du gaz de l'enceinte est mise en place entre au moins un point de récupération dans l'enceinte et au moins un volume situé entre des rampes de tubes de préchauffage adjacentes et en vue directe les unes des autres.
12. Installation de préchauffage selon revendications 9 ou 11 **caractérisée en ce que** le gaz de l'enceinte, réchauffé entre des rampes de tubes de préchauffage adjacentes et en vue directe les unes des autres, est soufflé orthogonalement sur la surface de la bande par les interstices ménagés entre les tubes successifs.
13. Installation de préchauffage selon une des revendications 1 à 8 **caractérisée en ce qu'**une circulation forcée du gaz de l'enceinte est mise en place entre au moins deux rampes de tubes de préchauffage adjacentes et en vue directe les unes des autres et au moins un point de soufflage sur la surface de la bande.
14. Installation de préchauffage selon revendication 13 **caractérisée en ce que** le gaz de l'enceinte est soufflé sur la surface de la bande, à contre courant de sens du défilement de la bande, idéalement par des buses de soufflage.
15. Installation de préchauffage selon une des revendications 1 à 14 **caractérisée en ce que** chaque tube de préchauffage est équipé d'au moins une ailette récupérative interne.
16. Installation de préchauffage selon une des revendications 1 à 15 **caractérisée en ce qu'**elle comprend des moyens de désolidarisation couplé à un organe de fixation et des moyens d'isolation de chaque nappe de tubes.

## Patentansprüche

1. Einrichtung zur Vorwärmung eines in einer Vorwärmkammer (4) kontinuierlich durchlaufenden Stahlbandes (B), welche einen Vorwärmkreis (3) umfasst, der aus wenigstens einem Vorwärmrohr besteht, dessen Innenoberfläche sich mit Abgasen aus externer Rückgewinnung in Kontakt befindet, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine äußere Abstrahlungsrippe (314) der Außenoberfläche des Vorwärmrohres in direkter Sichtverbindung zu einer Fläche des Bandes angeordnet ist, wobei sie einen ersten Vorwärmmodus durch Wärmestrahlung auf das Band und die Wände der Kammer und einen zweiten Vorwärmmodus durch Konvektion eines Gases, das eine kontrollierte Atmosphäre in der Vorwärmkammer bildet, gewährleistet.
2. Einrichtung zur Vorwärmung nach Anspruch 1, die dafür ausgelegt ist, vor einem Eintritt des Bandes in einen Durchlaufglühofen oder Galvanisierungssofen angeordnet zu werden, in welchem die Abgase in Brennern mit direkter Flamme oder Abstrahlungsrohren zurückgewonnen werden, die zur Erwärmung oder Aufrechterhaltung der Temperatur des Bandes im Ofen verwendet werden, und die umfasst:
  - eine Leitung zum Leiten der Gase des Ofens zu dem Vorwärmorgan des Bandes, das in der Vorwärmkammer unter kontrollierter Atmosphäre enthalten ist,
  - eine Abzugsvorrichtung zum Absaugen der Gase aus der Vorwärmkammer, zum Beispiel in Form eines Entlüfters und eines Kamins.
3. Einrichtung zur Vorwärmung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere nebeneinander angeordnete Vorwärmrohre wenigstens eine Reihe bilden, die zu dem Band parallel und in direkter Sichtverbindung zu wenigstens einer der Seiten des Bandes angeordnet ist.
4. Einrichtung zur Vorwärmung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band in wenigstens einem Durchlaufabschnitt zwischen Walzen, die im unteren und im oberen Teil der Kammer angeordnet sind, vertikal durchläuft, und dass wenigstens eine Reihe von Vorwärmrohren in direkter Sichtverbindung zu einer Seite jedes aufwärts oder abwärts gerichteten Durchlaufabschnitts angeordnet ist.
5. Einrichtung zur Vorwärmung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei Reihen von Vorwärmrohren, die jeweils in direkter Sichtverbindung zu einer der beiden Seiten des Bandes angeordnet sind, gleichzeitig die Erwärmung der beiden Seiten jedes aufwärts oder abwärts gerichteten Durchlaufabschnitts sicherstellen.
6. Einrichtung zur Vorwärmung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aus einer Vielzahl von Rohren bestehenden Reihen von Vorwärmrohren durch Sammelrohre miteinander verbunden sind, die an den benachbarten Enden der Rohre befestigbar sind.
7. Einrichtung zur Vorwärmung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Reihe von Vorwärmrohren in der Kammer von Befestigungsmitteln abgestützt wird, die mit denjenigen von Abstrahlungsrohren kompatibel sind, mit denen die Reihen austauschbar sind.
8. Einrichtung zur Vorwärmung nach den Ansprüchen 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei Vorwärmrohre derart angeordnet sind, dass ein Zwischenraum zwischen ihnen zwischen null und 1/40 des Abstands dieser Rohre von dem Band liegt.
9. Einrichtung zur Vorwärmung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei Vorwärmrohre derart angeordnet sind, dass ein Zwischenraum zwischen zwei aufeinander folgenden Rohren ausgebildet ist, wobei das Verhältnis zwischen dem Abstand Rohre/Band und der Breite des Zwischenraumes zwischen 4 und 40 liegt.
10. Einrichtung zur Vorwärmung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis zwischen dem Abstand aufeinander folgender Rohre der Reihe und dem Abstand Rohre/Band zwischen 1 und 5 liegt.
11. Einrichtung zur Vorwärmung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Zwangsumwälzung des Gases der Kammer zwischen wenigstens einem Rückgewinnungspunkt in der Kammer und wenigstens einem Volumen, das sich zwischen benachbarten und in direkter Sichtverbindung zueinander befindlichen Galerien von Vorwärmrohren befindet, durchgeführt wird.
12. Einrichtung zur Vorwärmung nach einem der Ansprüche 9 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gas der Kammer, das zwischen benachbarten und in direkter Sichtverbindung zueinander befindlichen Galerien von Vorwärmrohren erwärmt wird, durch die zwischen den aufeinander folgenden Rohren ausgebildeten Zwischenräume orthogonal auf die Oberfläche des Bandes geblasen wird.

13. Einrichtung zur Vorwärmung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Zwangsumwälzung des Gases der Kammer zwischen wenigstens zwei benachbarten und in direkter Sichtverbindung zueinander befindlichen Galerien von Vorwärmrohren und wenigstens einem Punkt des Blasens auf die Oberfläche des Bandes durchgeführt wird.
14. Einrichtung zur Vorwärmung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gas der Kammer im Gegenstrom zur Durchlaufrichtung des Bandes auf die Oberfläche des Bandes geblasen wird, idealerweise durch Blasdüsen.
15. Einrichtung zur Vorwärmung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Vorwärmrohr mit wenigstens einer inneren Rekuperationsrippe ausgestattet ist.
16. Einrichtung zur Vorwärmung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Mittel zur Abtrennung, die mit einem Befestigungsorgan gekoppelt sind, und Mittel zur Isolation jeder Reihe von Rohren umfasst.

#### Claims

1. Equipment for preheating a continuously moving steel strip (B) in a preheating chamber (4) including a preheating circuit (3) consisting of at least one preheating tube, the inner surface of which is in contact with externally recovered burnt gases, **characterised in that** at least one external radiant fin (314) of the outer surface of said preheating tube is arranged directly opposite a surface of the strip in order to provide a first preheating mode by thermal radiation onto the strip and the walls of the chamber and a second preheating mode, by convection, of a gas constituting a controlled atmosphere in the preheating chamber.
2. Preheating equipment according to claim 1 capable of being positioned prior to feeding said strip into a continuous annealing or galvanising furnace wherein the burnt gases are recovered in direct flame burners or radiant tubes used for heating or maintaining the temperature of said strip in the furnace and including:
- ducting of said gases from the furnace to the strip preheating unit inserted into the preheating chamber under a controlled atmosphere,
  - an evacuation device to extract the gases from the preheating chamber, for example in the form of an exhaustor and a chimney.

3. Preheating equipment according to claim 1 or 2 **characterised in that** a plurality of preheating tubes, arranged side by side, form at least one layer parallel to the strip and directly opposite at least one of the faces of the strip.
4. Preheating equipment according to one of claims 1 to 3 **characterised in that** the strip undergoes a vertical movement in at least one pass between rollers situated below and above the chamber and that at least one layer of preheating tubes is directly opposite a face of each rising or falling pass of the strip.
5. Preheating equipment according to claims 3 or 4 **characterised in that** at least two layers of preheating tubes, each directly opposite one of the two faces of the strip, concomitantly provide for the heating of the two faces of each rising or falling pass of the strip.
6. Preheating equipment according to one of claims 3 to 5 **characterised by** the layers of preheating tubes consisting of a plurality of tubes connected together by manifolds which can be integrated with the adjacent ends of the tubes.
7. Preheating equipment according to one of claims 3 to 6 **characterised in that** each layer of preheating tubes is supported in the chamber by fixing units compatible with those of the radiant tubes with which said layers are interchangeable.
8. Preheating equipment according to one of claims 1 to 7 **characterised in that** at least two preheating tubes are positioned so that an interstice between them is between zero and 1/40 of the distance of said tubes from the strip.
9. Preheating equipment according to claims 1 to 7 **characterised in that** at least two preheating tubes are positioned so that an interstice is arranged between two successive tubes, the ratio between the tubes / strip distance and the width of the interstice being between 4 and 40.
10. Preheating equipment according to claim 9 **characterised in that** the ratio between the spacing of successive tubes in the layer and the tubes / strip distance is between 1 and 5.
11. Preheating equipment according to one of claims 9 or 10 **characterised in that** forced circulation of the chamber gas is provided between at least one recovery point in the chamber and at least one space situated between adjacent banks of preheating

tubes directly opposite one another.

12. Preheating equipment according to claims 9 or 11  
**characterised in that** the chamber gas, heated between adjacent banks of preheating tubes directly opposite one another, is blown orthogonally over the surface of the strip through the interstices arranged between successive tubes. 5
  
13. Preheating equipment according to one of claims 1 to 8 **characterised in that** forced circulation of the chamber gas is provided between at least two adjacent banks of preheating tubes directly opposite one another and at least one point of blowing over the surface of the strip. 10 15
  
14. Preheating equipment according to claim 13 **characterised in that** the chamber gas is blown over the surface of the strip counter to the direction of movement of the strip, ideally through blowing buses. 20
  
15. Preheating equipment according to one of claims 1 to 14 **characterised in that** each preheating tube is fitted with at least one internal recovery fin. 25
  
16. Preheating equipment according to one of claims 1 to 15 **characterised in that** it comprises separation means coupled to a fixing unit and means for isolating each layer of tubes. 30

35

40

45

50

55

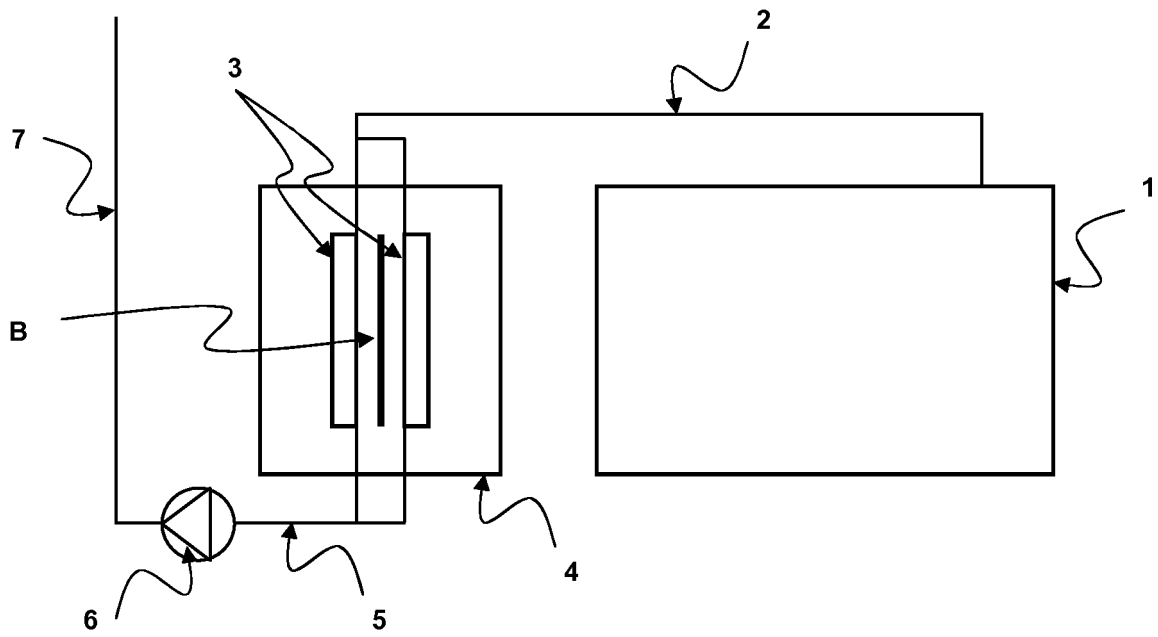


Figure 1

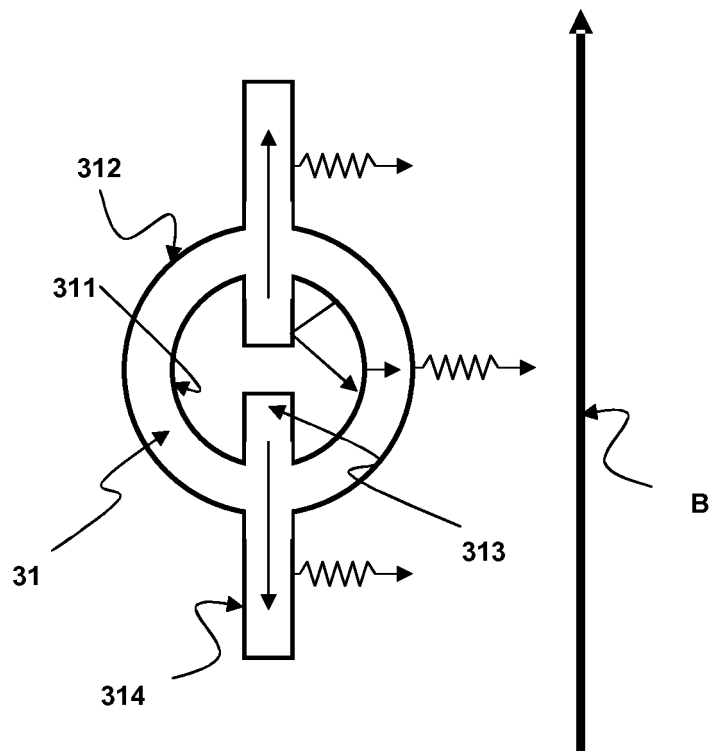


Figure 2

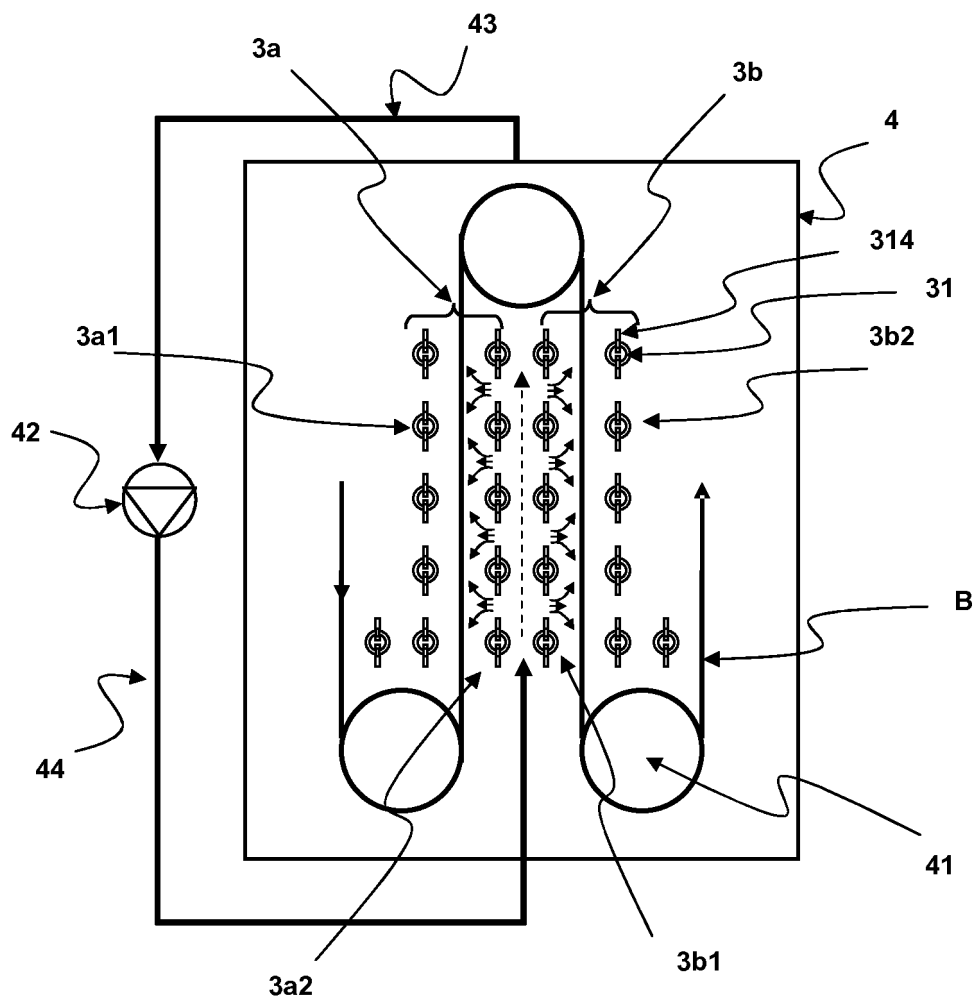


Figure 3

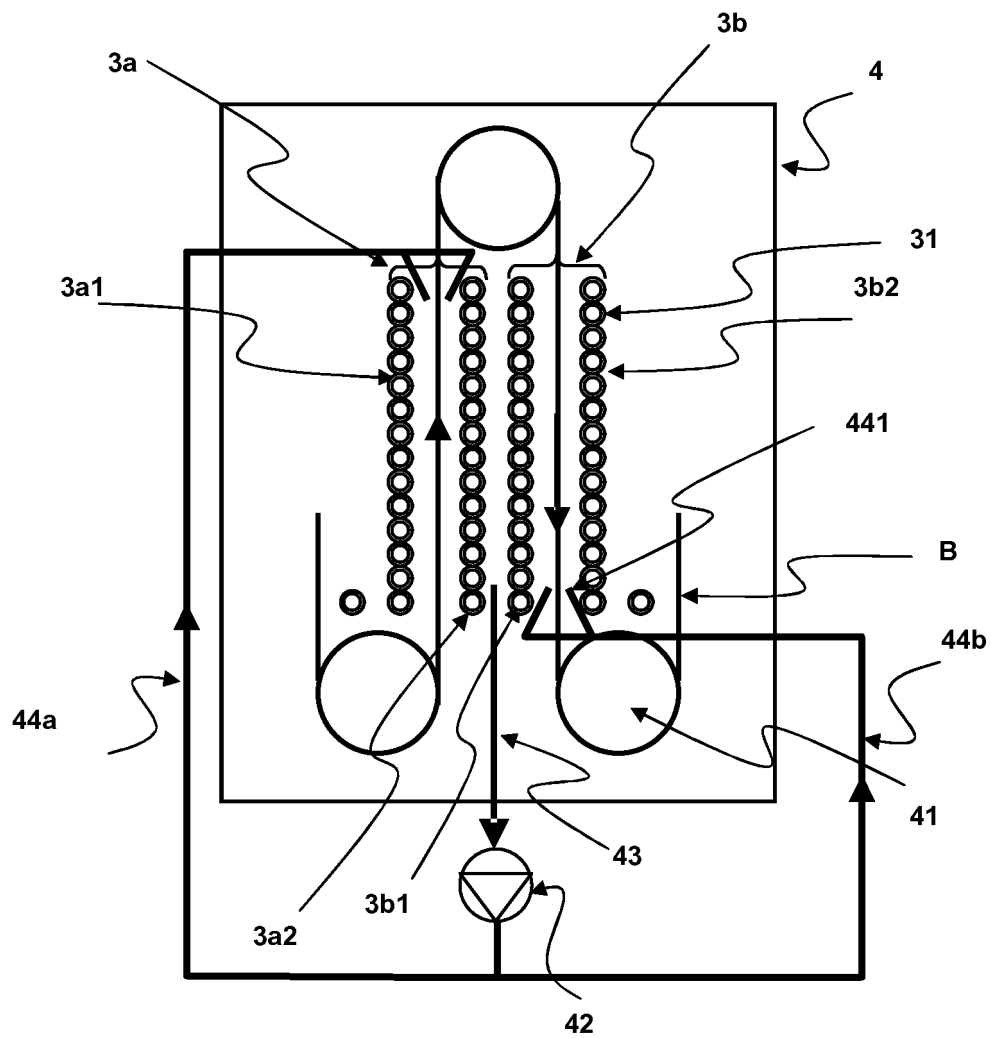


Figure 4

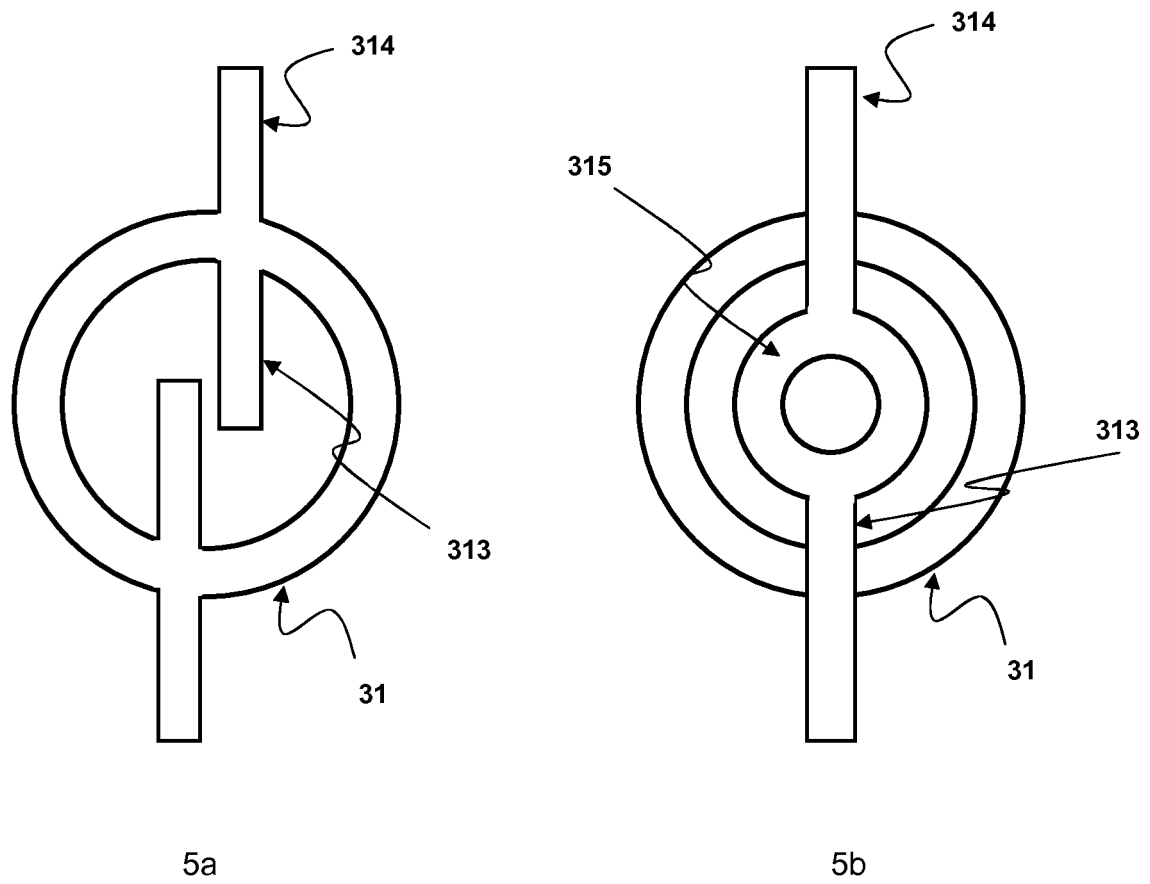


Figure 5

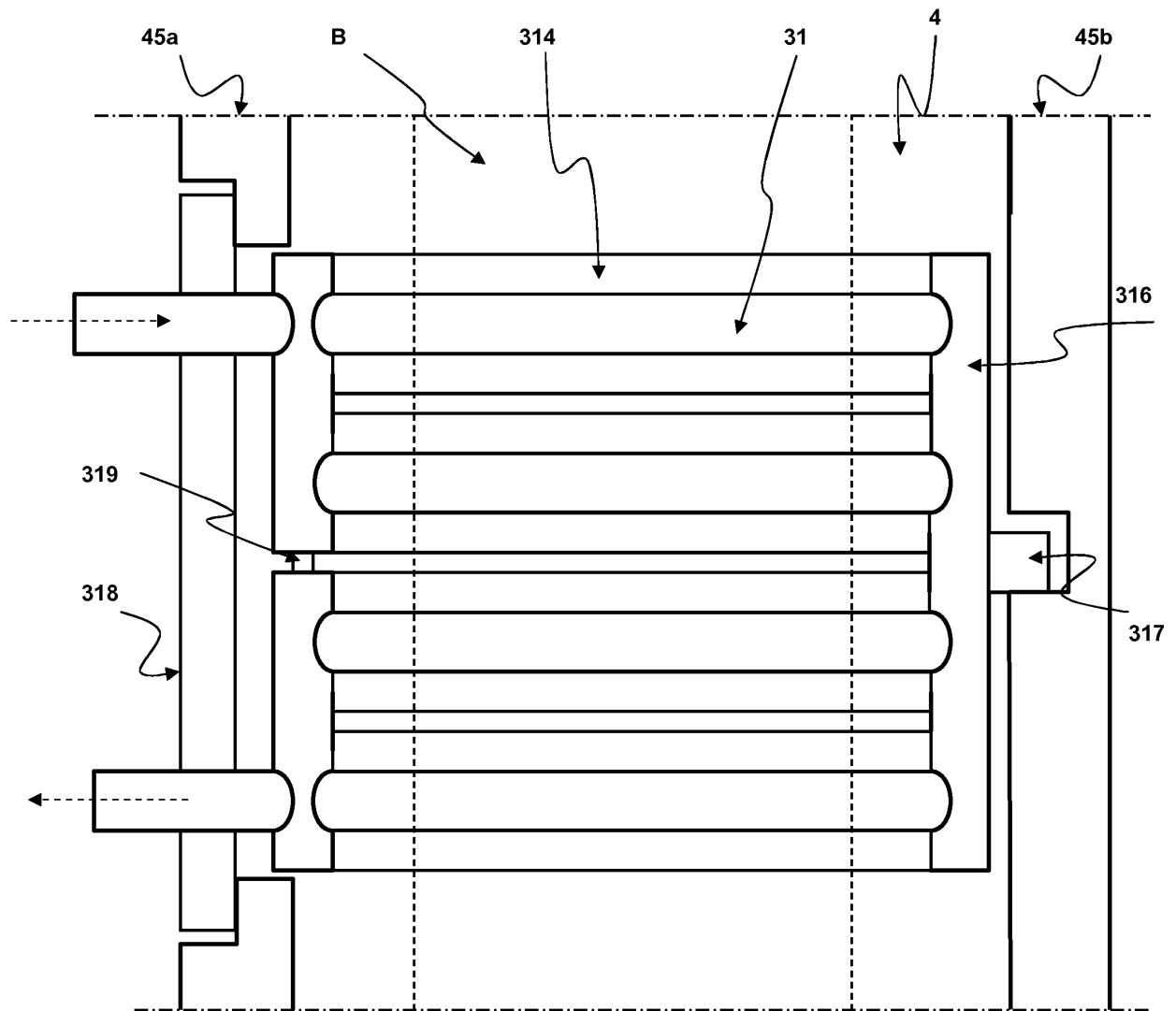


Figure 6

**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**

- JP 60135530 A [0006] [0007]
- JP 61048533 A [0009]
- JP 360135530 A [0014]
- JP 361048533 A [0014] [0015]