

(19)



(11)

**EP 2 188 399 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:  
**28.08.2013 Bulletin 2013/35**

(51) Int Cl.:  
**C21D 1/76** (2006.01) **C21D 9/48** (2006.01)  
**C21D 9/52** (2006.01) **C21D 9/56** (2006.01)  
**C23C 2/02** (2006.01) **C23C 2/40** (2006.01)  
**F27B 9/06** (2006.01) **C21D 9/00** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08829848.4**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/FR2008/000981**

(22) Date de dépôt: **04.07.2008**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2009/030823 (12.03.2009 Gazette 2009/11)**

(54) **PROCEDE ET DISPOSITIF D'OXYDATION/REDUCTION CONTROLEE DE LA SURFACE D'UNE BANDE D'ACIER EN DEFILEMENT CONTINU DANS UN FOUR A TUBES RADIANTS EN VUE DE SA GALVANISATION**

GESTEUERTES VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR OXIDATION/  
 OBERFLÄCHENREDUKTION EINES KONTINUIERLICH DURCH EINEN STRAHLUNGSROHR-  
 GALVANISIERUNGSOFEN LAUFENDEN STAHLSTREIFENS

CONTROLLED METHOD AND DEVICE FOR OXIDATION/REDUCTION OF THE SURFACE OF A  
 STEEL STRIP RUNNING CONTINUOUSLY THROUGH A RADIANT TUBE OVEN FOR  
 GALVANISATION THEREOF

(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 MT NL NO PL PT  
 RO SE SI SK TR**

(74) Mandataire: **Fischer, Michael**  
**Siemens AG**  
**Postfach 22 16 34**  
**80506 München (DE)**

(30) Priorité: **03.09.2007 FR 0757331**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 1 285 972 EP-A- 1 457 580**  
**WO-A-2007/043273 JP-A- 58 151 417**  
**JP-A- 58 214 712**

(43) Date de publication de la demande:  
**26.05.2010 Bulletin 2010/21**

(73) Titulaire: **Siemens VAI Metals Technologies SAS**  
**42403 Saint-Chamond (FR)**

- **J.MAHIEU ET AL: "Galvanizability of High Strength Steels for Automotive Applications" METALLURGICAL AND MATERIALS TRANSACTIONS, 1 novembre 2001 (2001-11-01), pages 2905-2908, XP002480933**

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

**EP 2 188 399 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 se rapporte à la galvanisation en continu de bandes d'acier notamment AHSS à fortes teneurs en silicium, manganèse, aluminium et, en particulier, aux installations comportant un four à tubes radiants sans zone de chauffage à flamme directe.

**[0002]** L'évolution des matériaux employés dans la construction automobile a successivement conduit à la galvanisation des bandes d'acier préalablement à leur mise en oeuvre par les constructeurs automobiles afin d'améliorer la résistance à la corrosion des éléments de châssis et de carrosserie en acier. Puis, afin d'alléger les structures tout en améliorant la résistance à l'effondrement par choc (crash) des véhicules, ont été développés de nouvelles nuances d'aciers à très haute limite d'élasticité présentant une grande capacité d'allongement. De tels matériaux, nommés AHSS (Advanced High Strength Steels) font appel à des compositions chimiques et des procédures de mise en oeuvre spécifiques qui singularisent certaines familles d'acier tels que les aciers « DP » ou Dual Phase, les aciers « TRIP » ou TRansformation Induced Plasticity... Ces aciers sont, en particulier, décrits dans le « Advanced High Strength Steel (AHSS) application guidelines » préparé par le « Committee on Automotive Applications » de l'International Iron & Steel Institute.

**[0003]** Ces aciers ont ouvert de nouvelles perspectives dans la conception des automobiles mais posent un certain nombre de problèmes aux producteurs d'acier. En effet, certains de leurs éléments d'alliage tels que le manganèse, le silicium, l'aluminium, le chrome... forment à la surface des bandes d'acier une mince couche d'oxydes pendant l'opération de recuit précédant l'immersion dans le bain de galvanisation. Cette oxydation sélective nuit à la « mouillabilité » du zinc et donc à la qualité du revêtement. Ces phénomènes sont dus à des processus de diffusion des éléments d'alliage hautement oxydables vers la surface de la bande où ils peuvent s'oxyder même dans les zones à tubes radiants des fours où l'atmosphère est pourtant réductrice pour les oxydes de fer.

**[0004]** De très nombreuses études ont été menées afin de comprendre la cinétique de ces phénomènes d'oxydation et d'apporter des solutions aux problèmes posés lors de la galvanisation. Le document de synthèse « Meeting report ECSC steel workshop Galvanizing of steel strip, Luxembourg, February 27-28, 2002 » de la CECA (ESCC) donne une liste de documents de référence issus pour la plupart de travaux conduits sous l'égide de la Communauté Européenne.

**[0005]** Parmi les solutions proposées afin d'assurer une galvanisation de qualité figurent des prétraitements superficiels des bandes d'acier avant leur mise en oeuvre dans les installations de galvanisation en continu (traitements chimiques, électrodéposition ou revêtement en phase vapeur par un très fin film de fer, nickel, cuivre...), des opérations d'enlèvement mécanique ou chimique des oxydes après recuit et avant l'entrée dans le bain de

zinc.

**[0006]** Une autre voie a été particulièrement étudiée qui consiste à soumettre, dans le four de recuit, la surface des bandes à des conditions de températures et d'atmosphère propres à oxyder rapidement et en profondeur les éléments d'alliage et éviter ainsi leur migration ultérieure en surface. Durant cette opération se forme une couche d'oxydes qui sera ultérieurement éliminée dans les zones suivantes du four de recuit sous atmosphère réductrice. De telles techniques d'oxydation / réduction contrôlées ont fait l'objet de nombreuses études et expérimentations. Le document « Enhancing the wettability of High Strength Steels during Hot-Dip galvanizing » présenté dans le cadre de la conférence « Galvatech 2004 » décrit les principes physiques qui régissent la formation contrôlée puis la réduction de cette couche d'oxydes. Le brevet JP 02-285057 décrit une phase d'oxydation entre 400 et 700°C dans une atmosphère légèrement oxydante puis une phase de réduction entre 600 et 800°C en atmosphère réductrice, il indique des plages de températures et la composition des gaz (teneurs en O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>). Le brevet EP 1 285 972 décrit le même principe. Ces deux brevets restent toutefois très généraux et ne révèlent pas clairement les moyens pratiques de contrôler les réactions.

**[0007]** Le brevet EP 1 457 580 décrit une installation permettant de réaliser la phase d'oxydation dans une enceinte spécifique où la bande est chauffée par induction ou combustion d'un gaz, en atmosphère oxydante, entre 100 et 400°C.

**[0008]** Le brevet US 3,936,543 décrit une conduite de four de recuit visant non pas le revêtement spécifique des aciers AHSS mais permettant d'éviter l'utilisation de flux de nettoyage lors de la galvanisation grâce à l'oxydation puis la réduction superficielle de bandes d'aciers au carbone. Le four de recuit précédant le bain de galvanisation est un four classique comportant une zone de chauffage à flamme directe (DFF) et une zone de maintien en température à tubes radiants (RTF). L'oxydation superficielle est obtenue dans la zone DFF par réglage de la combustion en conditions sur-stoechiométrique afin que les gaz brûlés présentent un excès contrôlé d'oxygène. La réduction est obtenue dans la zone RTF qui comporte au moins 5% d'hydrogène, le reste étant de l'azote. Le principe posé par ce brevet peut être mis en oeuvre pour l'oxydation / réduction contrôlée des aciers AHSS. Il présente l'avantage de ne pas nécessiter d'installations annexes d'oxydation et d'utiliser les fours de galvanisation mixtes DFF / RTF sans modifications importantes.

**[0009]** Toutefois, les fours de galvanisation ne comportent pas tous la zone DFF nécessaire pour pratiquer facilement l'oxydation et nombreux sont ceux qui mettent uniquement en oeuvre des tubes radiants. Or ces fours, malgré leur atmosphère contrôlée, n'évitent pas l'oxydation sélective des éléments d'alliage. Le brevet WO 2005/017214 propose deux possibilités pour résoudre le problème. La première consiste à utiliser une chambre

de combustion à flamme directe séparée du four de recuit RTF et dont ont recueillie les gaz brûlés afin de les injecter dans le four. La seconde consiste à installer un brûleur à flamme directe dans une zone de l'enceinte du four. Dans les deux cas, les gaz brûlés fournissent l'atmosphère oxydante nécessaire dans des conditions de composition dépendant évidemment de la température de la bande et de celle des gaz. La réduction est ensuite classiquement obtenue par passage dans un mélange d'azote et d'hydrogène. Ces deux possibilités nécessitent une modification des installations existantes (enceinte additionnelle de combustion et gaines d'amenée des gaz brûlés au four, montage d'un brûleur dans le four). De plus, elles figent la position dans le four de recuit de la zone d'oxydation et, par là même, figent la température de la zone d'oxydation, ce qui ne permet pas une grande souplesse d'utilisation.

**[0010]** Le procédé et le dispositif pour sa mise en oeuvre objets de la présente invention apportent la solution à ces deux problèmes.

**[0011]** De manière générale l'invention consiste à injecter un médium oxydant dans une section d'un four à tubes radiants, notamment à atmosphère azote / hydrogène, grâce à un ou plusieurs tubes, en particulier spécialement modifiés et capables d'être installés en lieu et place de n'importe lequel des tubes existants. En fonction de la plage de températures choisie pour l'oxydation, cette injection peut être réalisée dans n'importe quelle section du four, préférentiellement dans la section de préchauffage.

**[0012]** Le médium doit présenter, en fonction de la température de la bande et de la composition chimique de cette dernière, un point de rosée tel que les éléments d'alliage comme le silicium, le manganèse, l'aluminium, le chrome sont oxydés en profondeur et n'ont plus la possibilité de migrer en surface. En règle générale, ce point de rosée est supérieur à -20°C.

**[0013]** Pour atteindre cet objectif, le médium injecté peut être de la vapeur d'eau ou de l'air ou un mélange riche en oxygène. Ce peut également être le produit résultant de la combustion d'un mélange sur-stoechiométrique air ou air suroxygéné ou oxygène / carburant dans un brûleur.

**[0014]** Ainsi, l'invention définie selon la revendication no.1 concerne en particulier un procédé assurant, dans un four de recuit de galvanisation en continu de bandes d'acier comprenant une section de préchauffage et une section de maintien et équipé uniquement de tubes radiants, l'oxydation de la bande visant à prévenir l'oxydation sélective des éléments d'alliage de l'acier, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

- l'installation dans au moins un endroit de la section de chauffage du four et/ou dans au moins un endroit de la section de maintien du four, d'au moins un tube modifié capable d'injecter un médium oxydant ; et
- l'injection du médium oxydant par l'intermédiaire du (ou des) tube(s) modifié(s) ;

- le médium oxydant ayant une composition telle que, dans les conditions de température du médium oxydant et de la bande d'acier, et en fonction de la composition chimique de la bande, il possède un point de rosée assurant l'oxydation en profondeur des éléments d'alliage de la bande d'acier.

**[0015]** Le contrôle de cette oxydation sélective fait de préférence appel à la mesure du point de rosée dans la ou les zone(s) d'installation du (ou des) tube(s) modifié(s). Cette mesure peut être réalisée par des transmetteurs de point de rosée installés en poste fixe et fonctionnant en boucle fermée avec les organes de réglage du débit du médium oxydant injecté par les injecteurs de médium oxydant et/ou, de réglage des brûleurs.

**[0016]** L'invention concerne également un dispositif selon la revendication no.5 assurant l'organisation, dans une section de préchauffage et/ou une section de maintien d'un four de recuit de galvanisation en continu de bandes d'acier équipé uniquement de tubes radiants, d'au moins une zone d'oxydation visant à prévenir l'oxydation sélective des éléments d'alliages de l'acier, par injection d'un médium oxydant dans la zone d'oxydation, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un tube comportant au moins une branche pourvue de trous calibrés laissant passer le médium oxydant dans la zone d'oxydation.

**[0017]** Le moyen d'introduction du médium oxydant peut être soit un injecteur assurant l'alimentation du tube en un médium oxydant chaud tel que de la vapeur d'eau, de l'air ou un gaz riche en oxygène, soit un brûleur alimentant le tube en un produit résultant de la combustion d'un mélange sur-stoechiométrique air/combustible, d'un mélange stoechiométrique air suroxygéné/combustible ou d'un mélange stoechiométrique air/combustible oxygéné dans la limite de non explosivité.

**[0018]** Le ou les tube(s) modifié(s) destinés à fournir le médium oxydant nécessaire à l'oxydation de la bande est (sont), par exemple, un tube en U dont une branche d'entrée est équipée à son extrémité d'un dispositif d'injection de vapeur d'eau ou d'air préchauffé ou non, suroxygéné ou non ou d'oxygène et dont la branche opposée à la branche d'entrée est obturée à son extrémité, au moins une des branches de préférence la branche opposée à la branche d'entrée, est percée de trous calibrés laissant passer ledit médium. Le tube en U peut être remplacé par n'importe quelle forme de tube classique comme, par exemple une forme en P, en double P, en W ou en doigt de gant.

**[0019]** Selon une autre caractéristique de l'invention, le tube radiant destiné à fournir le médium oxydant est un tube en P ayant une branche d'entrée équipée à son extrémité d'un brûleur et dont au moins une des branches, de préférence la branche opposée à la branche d'entrée, est percée de trous calibrés laissant passer des gaz brûlés dans l'enceinte du four. La branche opposée à la branche d'entrée comportant le brûleur peut laisser s'évacuer une partie des gaz brûlés à l'extérieur du four

à travers un orifice calibré ou comporter un dispositif échangeur de chaleur permettant de préchauffer l'air de combustion avec les gaz brûlés. Le tube en P peut être remplacé par n'importe quelle forme de tube classique comme, par exemple une forme en U, en W, endouble P ou en doigt de gant. Le ou les brûleurs sont alimentés en mélange sur-stoechiométrique air / combustible ou en mélange stoechiométrique air suroxygéné / combustible ou en mélange stoechiométrique air / combustible oxygéné dans les limites de non explosivité.

**[0020]** Les tubes équipés de brûleur ou d'injecteur, quelque soit leur type, sont directement interchangeables avec ceux existants. Ils peuvent être installés à la demande en fonction de la température choisie pour l'oxydation ou être installés à demeure en différents points du four. Dans ce cas, ils sont activés en fonction du choix de la température à laquelle on souhaite oxyder la bande, donc de la position du tube dans le four.

**[0021]** Un autre avantage du procédé est de localiser l'injection de medium oxydant exactement là où on a besoin, c'est-à-dire très près des deux faces de la bande d'acier et de pouvoir profiter de l'effet local de turbulence au contact de la bande qui favorise les réactions entre le médium et la bande.

**[0022]** La suite de la description se réfère aux figures annexées qui représentent, respectivement:

Figure 1, une ligne de galvanisation équipée d'un four à tubes radiants,

Figure 2, le cheminement de la bande d'acier depuis son entrée dans le four jusqu'à sa sortie du bain de zinc ainsi que la variation de sa température,

Figures 3 à 6, des tubes radiants selon l'invention équipés de brûleurs,

Figures 7 et 8, des tubes radiants selon l'invention équipés d'injecteurs.

**[0023]** Le revêtement des bandes d'acier par du zinc ou des alliages à base de zinc est réalisé sur des lignes continues de galvanisation telles que schématisée en figure 1 et qui comportent typiquement :

- Une section d'entrée avec une ou deux dérouleuses de bande 1 une cisaille guillotine 2 une soudeuse de raboutage 3 permettant de raccorder la queue d'une bande issue d'une des dérouleuses à la tête de la prochaine bande issue de l'autre dérouleuse et assurant ainsi un fonctionnement continu de la ligne, un accumulateur de bande 4 qui restitue à son aval de la bande préalablement accumulée lorsqu'on stoppe le déroulement en amont de l'accumulateur pour réaliser la soudure de raboutage.
- Une section 5 de dégraissage des bandes laminées à froid ou de décapage acide des bandes laminées à chaud.
- Un four de recuit 6 assurant le chauffage, le maintien à la température de recuit, le refroidissement, le vieillissement lorsque nécessaire et la mise à tem-

pérature contrôlée de la bande avant son entrée dans le bain de zinc en fusion.

- Une section de galvanisation proprement dite avec le bain de zinc 7 dans lequel est immergée la bande, un dispositif d'essorage du zinc liquide 8 éventuellement un four de galvannealing à induction 9, un refroidissement 10 et un bac de trempe 11.
- Une section de sortie avec un ensemble de Skin-Pass 12 une section de passivation 13 un accumulateur de sortie 14 une cisaille 15 et une ou deux enrouleuses 16 travaillant alternativement.

**[0024]** La figure 2 décrit l'arrangement des différentes sections d'un four de recuit de galvanisation à tubes radiants et, en surimpression, l'évolution de la température de la bande B lors de son cheminement dans le four (courbe T). Ladite bande B entre dans le four 6 par une section de préchauffage 61 suivie d'une section de maintien en température 62, d'une section de refroidissement 63 avec des moyens de refroidissement lent 631 et rapide 632, d'une section de vieillissement 64 et d'une section 65 de mise en température requise pour l'immersion dans le bain de zinc 7.

**[0025]** Comme cela est connu en soi, le chauffage notamment dans les sections de préchauffage 61 et de maintien 62 du four 6 est obtenu au moyen de tubes radiants.

**[0026]** Selon un premier mode de réalisation de l'invention représentée à la figure 3, un tube radiant 2, en P, est installé dans l'enceinte 1 d'un four de recuit de galvanisation, par exemple une section de préchauffage ou de maintien. Il est assemblé par un support 5 et une platine 4. Un brûleur 3 alimenté en combustible et en air de combustion est disposé à l'extrémité de la branche d'entrée 2a du tube 2 et délivre dans le tube des gaz brûlés à haute température. Ces gaz brûlés sont pour l'essentiel diffusés dans l'enceinte 1 à l'aide de trous calibrés 6 ménagés dans la branche 2b du tube, opposée à la branche d'entrée 2a. Cette branche 2b est obturée à son extrémité de sorte que pour partie les gaz brûlés recirculent dans le tube.

**[0027]** En variante, comme représenté en figure 4, la branche 2b du tube 2 en P opposée au brûleur 3 est équipée d'un dispositif calibré ou réglable 7 permettant de faire s'évacuer vers l'extérieur du four une partie des gaz brûlés.

**[0028]** Dans une autre variante représentée en figure 5, la branche 2b du tube en P opposée au brûleur 3 est équipée d'un dispositif de réchauffage 8, 9 de l'air de combustion par les gaz brûlés.

**[0029]** Enfin, le tube radiant peut être du type en double P comme montré en figure 6. Dans ce cas, comme le montre la figure 6, le brûleur 3 est disposé dans l'extrémité ouverte de la branche d'entrée centrale 2a du tube 2. Les trous 6 sont alors de préférence ménagés dans chacune des branches opposées 2b situées de part et d'autre de la branche centrale 2a.

**[0030]** Selon un second mode de réalisation de l'in-

vention représenté à la figure 7, un tube en U 2 est installé dans l'enceinte 1 d'un four de recuit de galvanisation. Il est assemblé par un support 5 et une platine 4. Un injecteur 10 alimenté en gaz oxydant sous pression tel que de la vapeur d'eau, de l'air ou un mélange riche en oxygène délivre dans le tube 2 un mélange de gaz oxydants et de mélange HNx à haute température présent dans l'enceinte du four. Ce mélange est diffusé dans l'enceinte 1 à l'aide de trous calibrés 6 ménagés dans la branche 2b opposée à la branche d'entrée 2a. L'extrémité de la branche 2b opposée à la branche d'entrée 2a comportant l'injecteur est obturée par un bouchon 11.

**[0031]** En variante décrite en figure 8, le tube radiant 2 peut être du type en double P analogue à celui décrit à la figure 6, le brûleur étant remplacé par un injecteur 10.

**[0032]** Les injecteurs sont des dispositifs statiques ne nécessitant pas d'autre énergie que celle du fluide qui sont par ailleurs toujours disponibles dans les sites métallurgiques, la vapeur d'eau sous des pressions de 8 à 10 bars. D'autre part, l'énergie de détente dans l'enceinte du four entraîne un effet de brassage et de circulation qui évite l'emploi de ventilateurs. Le coût énergétique du procédé est donc très limité.

## Revendications

1. Procédé assurant, dans un four de recuit de galvanisation en continu de bandes d'acier comprenant une section de préchauffage et une section de maintien et équipé de tubes radiants sans zone à flamme directe, l'oxydation de la bande visant à prévenir l'oxydation sélective des éléments d'alliage de l'acier, **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes suivantes:

l'installation dans au moins un endroit de la section de

préchauffage du four et/ou dans au moins un endroit de la section de maintien du four, d'au moins un tube modifié capable d'injecter un médium oxydant; et

l'injection du médium oxydant par l'intermédiaire du (ou des) tube(s) modifié(s) **en ce qu'il** comprend au moins un tube comportant au moins une branche pourvue de trous calibrés laissant passer le médium oxydant dans une zone d'oxydation et se substituant à au moins un tube radiant de chauffage existant;

le médium oxydant ayant une composition telle que, dans les conditions de température du médium oxydant et de la bande d'acier, et en fonction de la composition chimique de la bande, il possède un point de rosée assurant l'oxydation en

profondeur des éléments d'alliage comme le silicium, le manganèse, l'aluminium, le chrome de la bande d'acier, **en ce que** la com-

position du médium est telle que, dans les conditions de température du médium et de la bande et en fonction de la composition chimique de ladite bande, le point de rosée du médium est supérieur à -20°C.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le médium oxydant est de la vapeur d'eau, de l'air ou un gaz riche en oxygène, injecté au moyen d'un injecteur.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le médium injecté résulte de la combustion, grâce à un brûleur, d'un mélange air sur-stoechiométrique combustible, d'un mélange stoechiométrique air suroxygéné/combustible ou d'un mélange stoechiométrique air/combustible oxygéné dans les limites de non explosivité.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en 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 dans les dits tubes en boucle fermée avec la mesure de point de rosée.
5. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon une des revendications précédentes assurant l'organisation, dans une section de préchauffage et/ou une section de maintien d'un four de recuit de galvanisation en continu de bandes d'acier équipé de tubes radiants sans zone à flamme directe, d'au moins une zone d'oxydation visant à prévenir l'oxydation sélective des éléments d'alliages de l'acier, par injection d'un médium oxydant dans la zone d'oxydation, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un tube comportant au moins une branche pourvue de trous calibrés laissant passer le médium oxydant dans la zone d'oxydation et se substituant à au moins un tube radiant de chauffage existant.
6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le tube est un tube en U ou en W ou en P ou en double P ou en doigt de gant comportant une branche d'entrée pourvue d'un brûleur dont les gaz de combustion constituent le médium oxydant et une branche opposée à la branche d'entrée pourvue du brûleur.
7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la branche opposée du tube en U ou en W ou en P ou en double P est obturée à son extrémité.
8. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la branche opposée du tube en U ou en W ou en P ou en double P comporte à son extrémité

un orifice calibré pour évacuer une partie des gaz de combustion.

9. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la branche opposée du tube en U ou en W ou en P ou en double P comporte un dispositif échangeur de chaleur pour préchauffer un gaz d'alimentation du brûleur au moyen des gaz de combustion.
10. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le tube est un tube en U ou en W ou en P ou en double P ou en doigt de gant ayant une branche d'entrée pourvue d'un injecteur destiné à introduire le médium oxydant et une branche opposée à la branche d'entrée comportant l'injecteur dont l'extrémité est obturée.

#### Patentansprüche

1. Verfahren, welches in einem Glühofen zur kontinuierlichen Verzinkung von Stahlbändern, der eine Vorwärmzone und eine Haltezone umfasst und mit Strahlrohren ohne Zone mit direkter Flamme ausgestattet ist, die Oxidation des Bandes gewährleistet, mit dem Ziel, die selektive Oxidation der Legierungselemente des Stahls zu verhindern, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die folgenden Schritte umfasst:

Montage, an mindestens einer Stelle der Vorwärmzone des Ofens und/oder an mindestens einer Stelle der Haltezone des Ofens, mindestens eines modifizierten Rohres, das in der Lage ist, ein oxidierendes Medium einzuspritzen; und Einspritzung des oxidierenden Mediums über das (oder die) modifizierte(n) Rohr(e); dadurch, dass es mindestens ein Rohr umfasst, das mindestens einen Schenkel aufweist, der mit kalibrierten Löchern versehen ist, die das oxidierende Medium in die Oxidationszone durchströmen lassen, und das mindestens ein existierendes Heizstrahlrohr ersetzt; wobei das oxidierende Medium eine solche Zusammensetzung aufweist, dass es, unter den Temperaturbedingungen des oxidierenden Mediums und des Stahlbandes und in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung des Bandes, einen Taupunkt besitzt, der die Tiefenoxidation der Legierungselemente, wie Silizium, Mangan, Aluminium, Chrom, des Stahlbandes gewährleistet; dadurch, dass die Zusammensetzung des Mediums so beschaffen ist, dass, unter den Temperaturbedingungen des Mediums und des Bandes und in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung des Bandes, der Taupunkt des Mediums höher als -20

°C ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das oxidierende Medium Wasserdampf, Luft oder ein an Sauerstoff reiches Gas ist, das mittels eines Injektors eingespritzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das eingespritzte Medium aus der Verbrennung, mittels eines Brenners, eines überstöchiometrischen Luft-Brennstoffgemisches, eines stöchiometrischen Gemisches von mit Sauerstoff angereicherter Luft und Brennstoff oder eines stöchiometrischen Gemisches von Luft und mit Sauerstoff angereicherter Brennstoff innerhalb der Grenzen der Nichtexplosivität resultiert.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen Schritt des Messens des Taupunktes des oxidierenden Mediums in den Zonen des Ofens, wo die modifizierten Rohre eingebaut sind, und einen Schritt der Regelung der Durchflussmenge des oxidierenden Mediums in diesen Rohren im geschlossenen Regelkreis mit der Taupunktmessung umfasst.
5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welche die Organisation, in einer Vorwärmzone und/oder einer Haltezone eines Glühofens zur kontinuierlichen Verzinkung von Stahlbändern, der mit Strahlrohren ohne Zone mit direkter Flamme ausgestattet ist, mindestens einer Oxidationszone gewährleistet, mit dem Ziel, die selektive Oxidation der Legierungselemente des Stahls durch Einspritzung eines oxidierenden Mediums in die Oxidationszone zu verhindern, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens ein Rohr umfasst, das mindestens einen Schenkel aufweist, der mit kalibrierten Löchern versehen ist, die das oxidierende Medium in die Oxidationszone durchströmen lassen, und das mindestens ein existierendes Heizstrahlrohr ersetzt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr ein U-Rohr oder W-Rohr oder P-Rohr oder Doppel-P-Rohr oder handschuhfingerförmiges Rohr ist, das einen Eintrittsschenkel, der mit einem Brenner versehen ist, dessen Verbrennungsgase das oxidierende Medium bilden, und einen dem mit dem Brenner versehenen Eintrittsschenkel gegenüberliegenden Schenkel aufweist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gegenüberliegende Schenkel des U-Rohres oder W-Rohres oder P-Rohres oder Doppel-P-Rohres an seinem Ende verschlossen ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekenn-**

**zeichnet, dass** der gegenüberliegende Schenkel des U-Rohres oder W-Rohres oder P-Rohres oder Doppel-P-Rohres an seinem Ende eine kalibrierte Blende aufweist, um einen Teil der Verbrennungsgase abzulassen.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der gegenüberliegende Schenkel des U-Rohres oder W-Rohres oder P-Rohres oder Doppel-P-Rohres eine Wärmetauschervorrichtung aufweist, um ein Gas zur Speisung des Brenners mithilfe der Verbrennungsgase vorzuwärmen.
10. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr ein U-Rohr oder W-Rohr oder P-Rohr oder Doppel-P-Rohr oder handschuhfingerförmiges Rohr ist, das einen Eintrittsschenkel, der mit einem Injektor versehen ist, der dazu bestimmt ist, das oxidierende Medium einzuführen, und einen dem den Injektor aufweisenden Eintrittsschenkel gegenüberliegenden Schenkel, dessen Ende verschlossen ist, aufweist.

#### Claims

1. In a continuous galvanising annealing furnace for steel strips including a pre-heating section and a holding section and equipped with radiant tubes without a direct flame zone, method for oxidising the strip intended to prevent selective oxidation of steel alloy elements, **characterised in that** it includes the following steps:

installation of at least one modified tube capable of injecting an oxidising medium in at least one place in the furnace pre-heating section and/or in at least one place in the furnace holding section; and injection of the oxidising medium by means of one or more modified tube(s) **in that** it includes at least one tube including at least one leg provided with calibrated holes allowing the oxidising medium to pass into an oxidation zone and replacing at least one existing radiant heating tube;

the oxidising medium having a composition such that, in the temperature conditions of the oxidising medium and of the steel strip, and depending on the chemical composition of the strip, it has a dew point ensuring deep oxidation of the alloy elements of the steel strip, such as silicon, manganese, aluminium, chromium, **in that** the composition of the medium is such that, in the temperature conditions of the medium and of the strip, and depending on the chemical composition of said strip, the dew point of the medium is above -20°C.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the oxidising medium is water vapour, air, or an oxygen-rich gas injected by means of an injector.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the medium injected results from the combustion, thanks to a burner, of an over-stoichiometric air/fuel mixture, a stoichiometric oxygen-enriched air/fuel mixture or a stoichiometric air/fuel mixture oxygenated within the limits of non-explosibility.
4. Method according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** it includes a step to measure the dew point of the oxidising medium in the furnace sections where the modified tubes are installed and a step to regulate the flow rate of the oxidising medium in said tubes in a closed loop with dew point measurement.
5. Device for implementing the method according to one of the preceding claims providing for the organisation, in a pre-heating section and/or a holding section of a continuous galvanising annealing furnace for steel strips equipped with radiant tubes without a direct flame zone, of at least one oxidation zone intended to prevent selective oxidation of alloy elements of the steel through injection of an oxidising medium into the oxidation zone, **characterised in that** it includes at least one tube including at least one leg provided with calibrated holes allowing the oxidising medium to pass into the oxidation zone and replacing at least one existing radiant heating tube.
6. Device according to claim 5, **characterised in that** the tube is a U-shaped or W-shaped or P-shaped or double P-shaped or glove-finger-shaped tube comprising an input leg provided with a burner the combustion gases of which constitute the oxidising medium and a leg opposite the input leg provided with the burner.
7. Device according to claim 6, **characterised in that** the opposite leg of the U-shaped or W-shaped or P-shaped or double P-shaped tube is sealed at its end.
8. Device according to claim 6, **characterised in that** the opposite leg of the U-shaped or W-shaped or P-shaped or double P-shaped tube comprises, at its end, a calibrated orifice to evacuate a part of the combustion gases.
9. Device according to claim 6, **characterised in that** the opposite leg of the U-shaped or W-shaped or P-shaped or double P-shaped tube comprises a heat exchanger device to pre-heat a gas supplying the burner by means of the combustion gases.
10. Device according to claim 5, **characterised in that**

the tube is a U-shaped or W-shaped or P-shaped or double P-shaped or glove-finger-shaped tube, having an input leg provided with an injector intended to introduce the oxidising medium and a leg opposite the input leg comprising the injector, the end of which is sealed.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



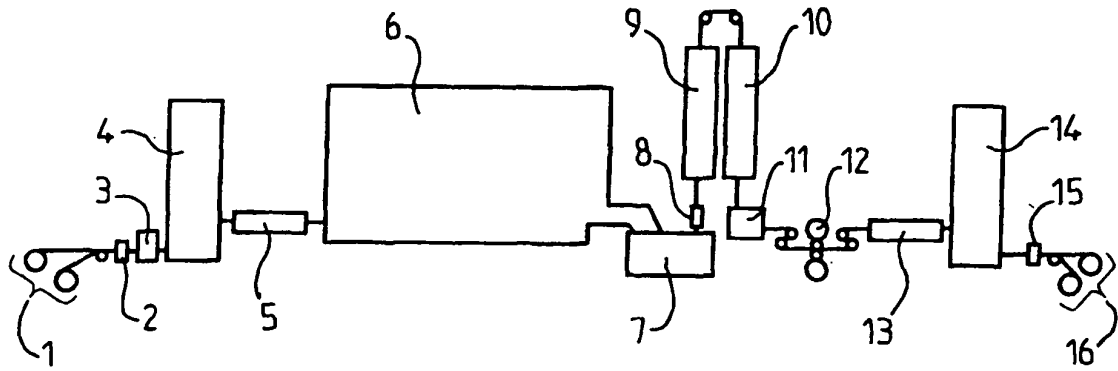


FIG. 1

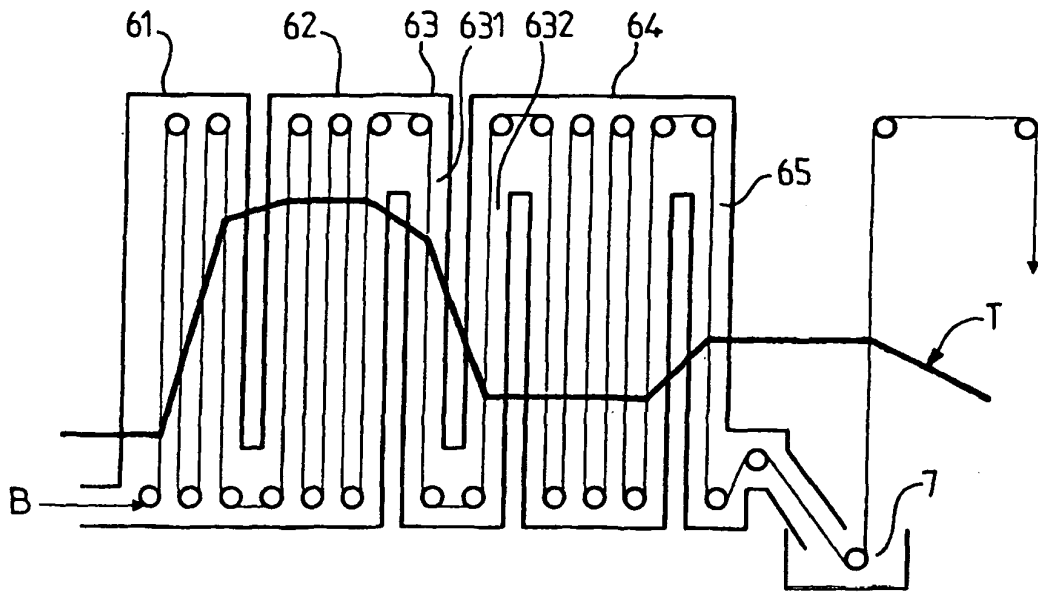


FIG. 2

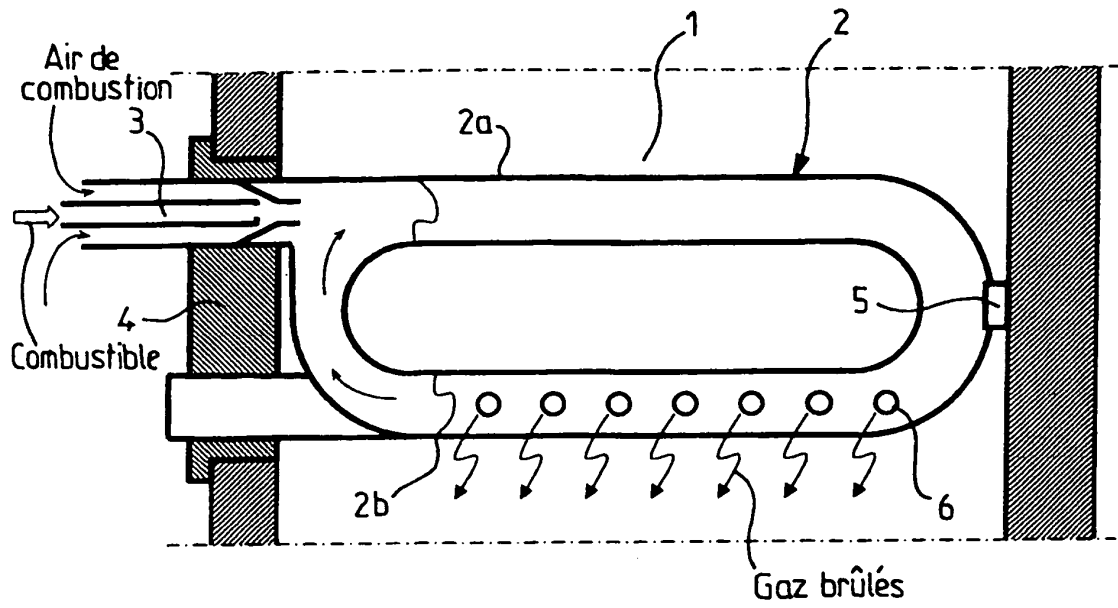


FIG.3

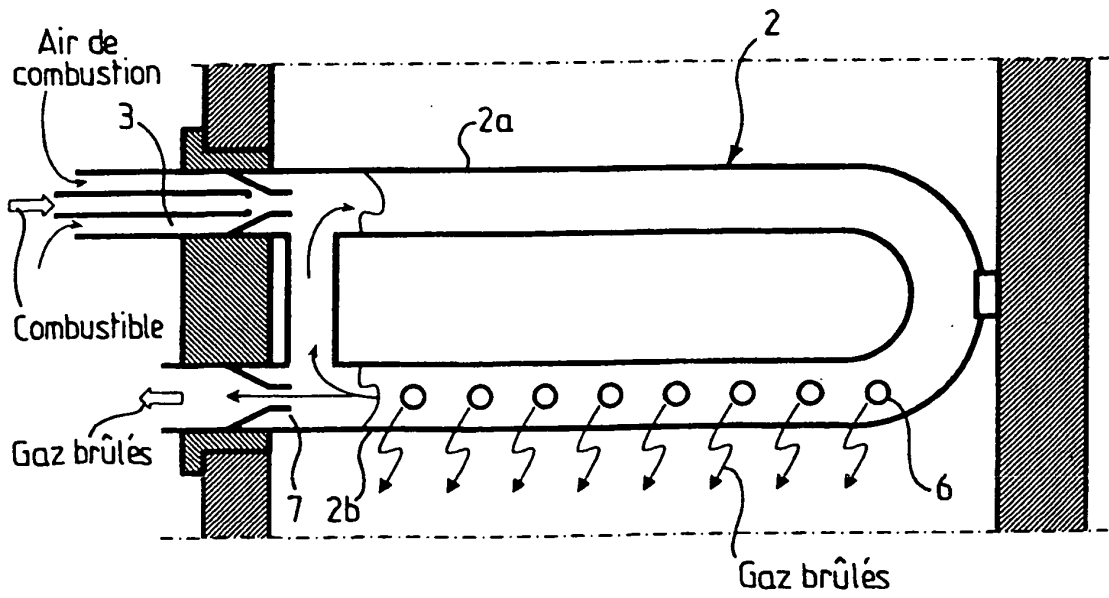


FIG.4

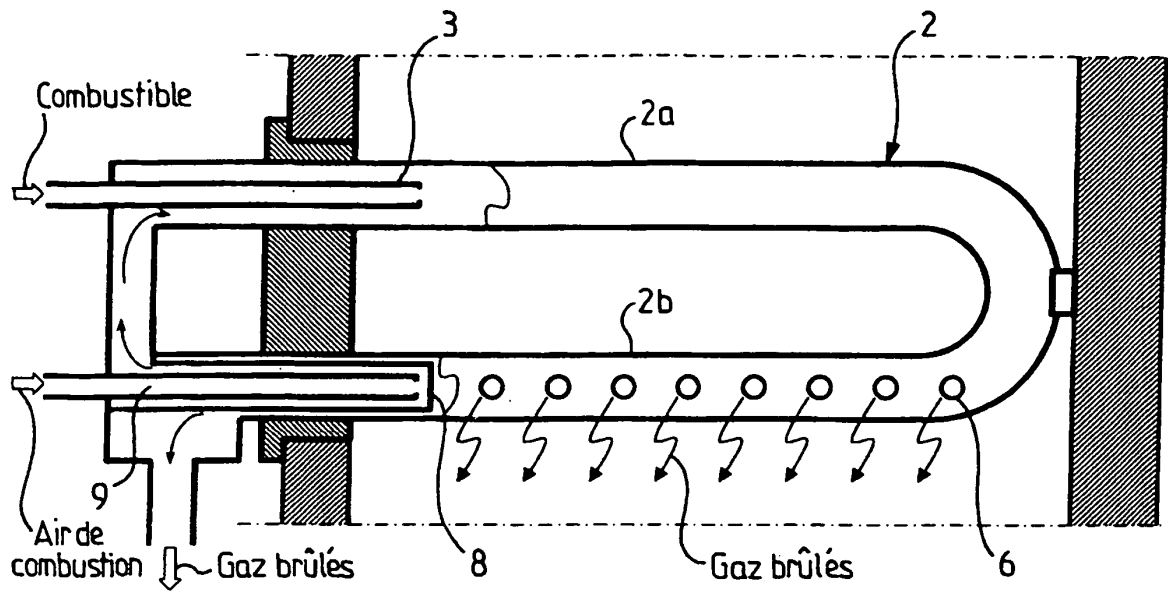


FIG. 5

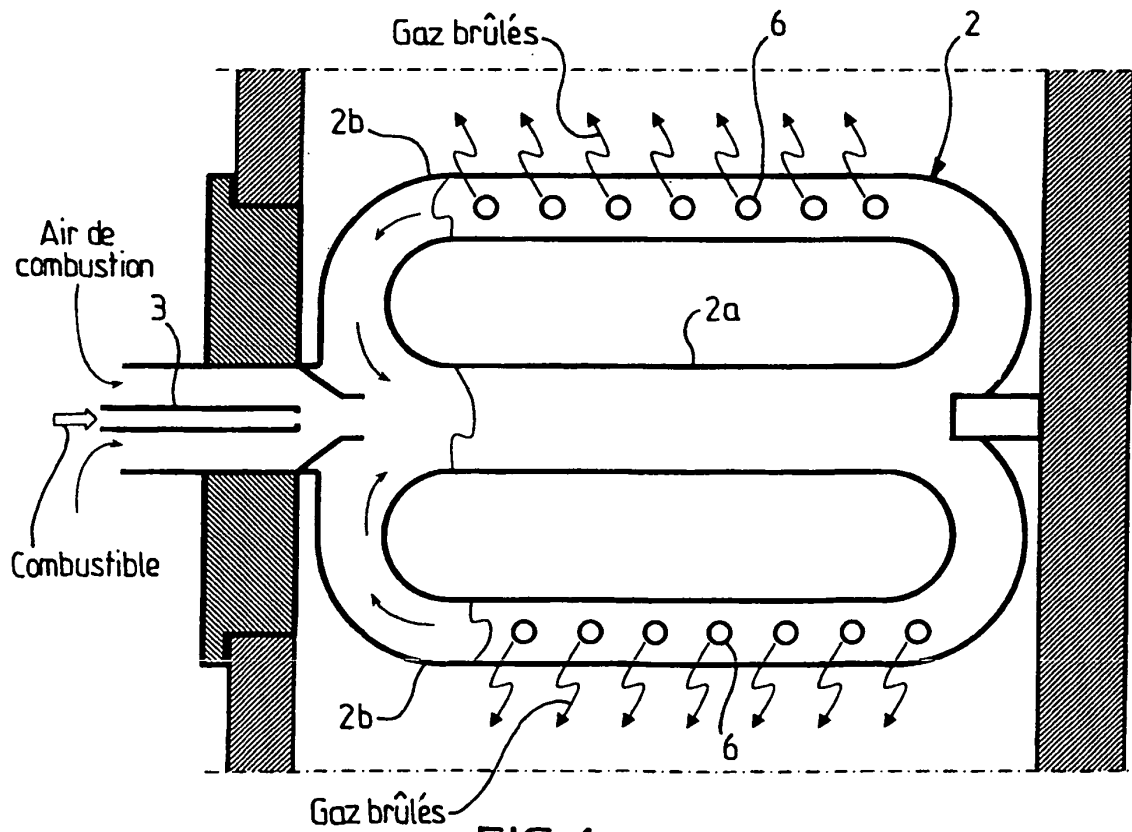


FIG. 6

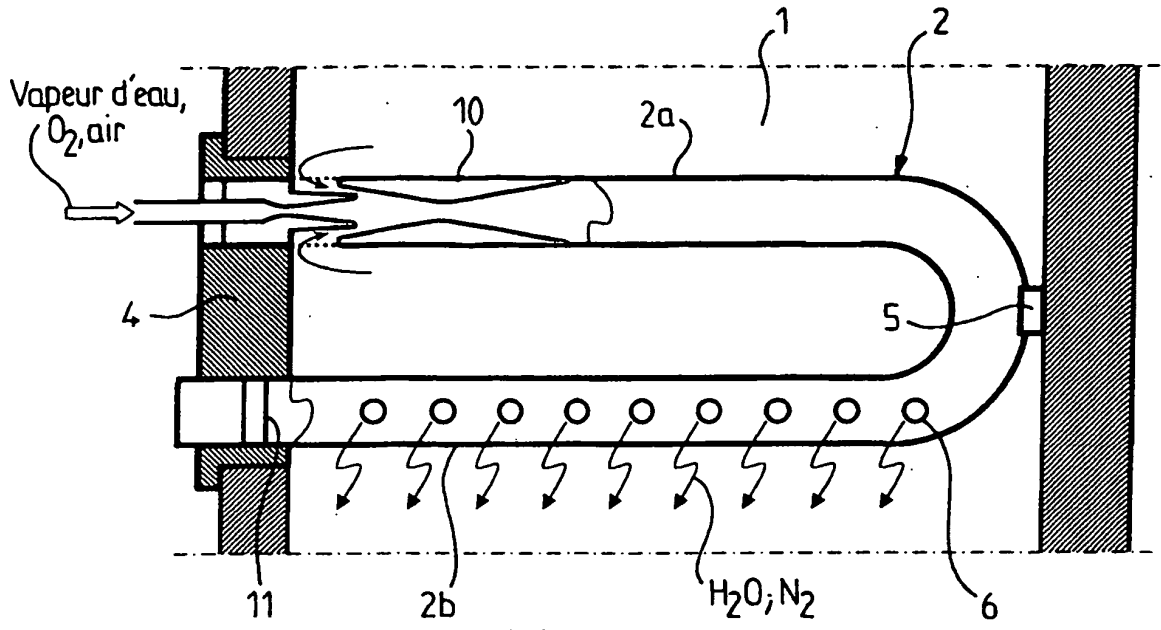


FIG. 7

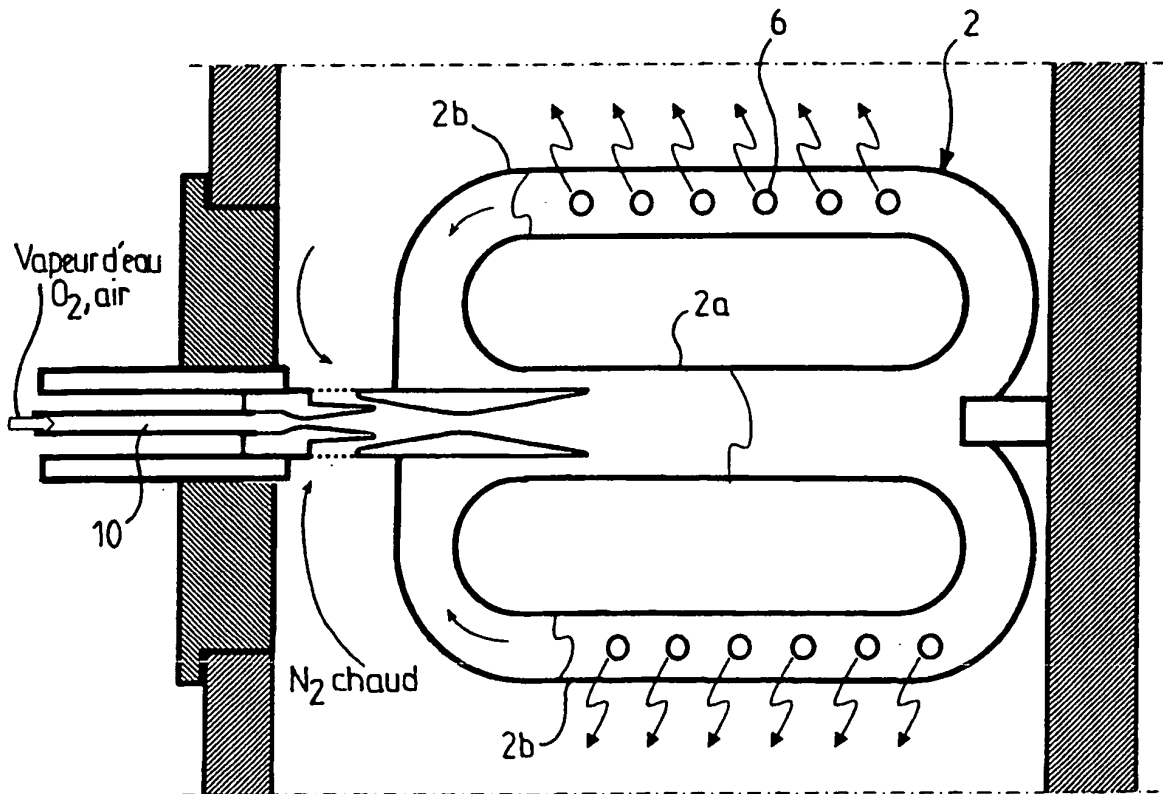


FIG. 8

**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 2285057 A [0006]
- EP 1285972 A [0006]
- EP 1457580 A [0007]
- US 3936543 A [0008]
- WO 2005017214 A [0009]

**Littérature non-brevet citée dans la description**

- *Meeting report ECSC steel workshop Galvanizing of steel strip, Luxembourg, 27 Février 2002 [0004]*