



(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 33273 B1** (51) Cl. internationale : **C23C 2/20**

(43) Date de publication :
02.05.2012

(21) N° Dépôt :
34350

(22) Date de Dépôt :
14.11.2011

(30) Données de Priorité :
14.05.2009 FR PCT/FR2009/000562

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/FR2010/000364 11.05.2010

(71) Demandeur(s) :
ARCELORMITTAL INVESTIGACION Y DESARROLLO SL, CL/Chavarri, 6, E-48910 Sestao Bizkaia (ES)

(72) Inventeur(s) :
DIEZ, Luc ; MATAIGNE, Jean-Michel ; ORSAL, Bertrand ; SAINT RAYMOND, Hubert

(74) Mandataire :
CABINET PATENTMARK

(54) Titre : **PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UNE BANDE MÉTALLIQUE REVÊTUE PRÉSENTANT UN ASPECT AMÉLIORÉ**

(57) Abrégé : L'INVENTION A POUR OBJET UN PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UNE BANDE MÉTALLIQUE PRÉSENTANT UN REVÊTEMENT MÉTALLIQUE DE PROTECTION CONTRE LA CORROSION, COMPRENANT LES ÉTAPES CONSISTANT À : FAIRE PASSER LA BANDE MÉTALLIQUE DANS UN BAIN DE MÉTAL EN FUSION; PUIS ESSORER LA BANDE MÉTALLIQUE REVÊTUE AU MOYEN DE BUSES PROJETANT UN GAZ DE PART ET D'AUTRE DE LA BANDE, LE GAZ PRÉSENTANT UN POUVOIR OXYDANT INFÉRIEUR À CELUI D'UNE ATMOSPHÈRE CONSTITUÉE DE 4 % EN VOLUME D'OXYGÈNE ET 96 % EN VOLUME D'AZOTE; PUIS À FAIRE PASSER LA BANDE DANS UNE ZONE DE CONFINEMENT DÉLIMITÉE : EN PARTIE BASSE PAR LA LIGNE D'ESSORAGE ET LES FACES SUPÉRIEURES DES BUSES D'ESSORAGE; EN PARTIE HAUTE PAR LA PARTIE SUPÉRIEURE DE DEUX CAISSONS DE CONFINEMENT PLACÉS DE PART ET D'AUTRE DE LA BANDE, JUSTE AU-DESSUS DES BUSES, ET PRÉSENTANT UNE HAUTEUR D'AU MOINS 10 CM PAR RAPPORT À LA LIGNE D'ESSORAGE; ET SUR LES CÔTÉS, PAR LES PARTIES LATÉRALES

DES CAISSONS DE CONFINEMENT, L'ATMOSPHÈRE RÉGNANT DANS LA ZONE DE CONFINEMENT PRÉSENTANT UN POUVOIR OXYDANT INFÉRIEUR À CELUI D'UNE ATMOSPHÈRE CONSTITUÉE DE 4 % EN VOLUME D'OXYGÈNE ET 96 % EN VOLUME D'AZOTE ET SUPÉRIEUR À CELUI D'UNE ATMOSPHÈRE CONSTITUÉE DE 0,15 % EN VOLUME D'OXYGÈNE ET 99,85 % EN VOLUME D'AZOTE, AINSI QU'UNE INSTALLATION DE REVÊTEMENT ET UN DISPOSITIF D'ESSORAGE CONFINÉ (10; 20; 30) POUR LA MISE EN ŒUVRE DE CE PROCÉDÉ.

Procédé de fabrication d'une bande métallique revêtue présentant un aspect amélioré

Abrégé descriptif

L'invention a pour objet un procédé de fabrication d'une bande métallique présentant un revêtement métallique de protection contre la corrosion, comprenant les étapes consistant à :

- faire passer la bande métallique dans un bain de métal en fusion, puis
- essorer la bande métallique revêtue au moyen de buses projetant un gaz de part et d'autre de la bande, le gaz présentant un pouvoir oxydant inférieur à celui d'une atmosphère constituée de 4% en volume d'oxygène et 96% en volume d'azote, puis
- à faire passer la bande dans une zone de confinement délimitée :
 - en partie basse par la ligne d'essorage et les faces supérieures des buses d'essorage,
 - en partie haute par la partie supérieure de deux caissons de confinement placés de part et d'autre de la bande, juste au-dessus des buses, et présentant une hauteur d'au moins 10 cm par rapport à la ligne d'essorage, et
 - sur les côtés, par les parties latérales des caissons de confinement,

l'atmosphère régnant dans la zone de confinement présentant un pouvoir oxydant inférieur à celui d'une atmosphère constituée de 4% en volume d'oxygène et 96% en volume d'azote et supérieur à celui d'une atmosphère constituée de 0,15% en volume d'oxygène et 99,85% en volume d'azote, ainsi qu'une installation de revêtement et un dispositif d'essorage confiné (10 ; 20 ; 30) pour la mise en œuvre de ce procédé.

Fig. 3

07/04/2012

Procédé de fabrication d'une bande métallique revêtue présentant un aspect amélioré

5

L'invention concerne un procédé de fabrication d'une bande métallique présentant un aspect amélioré, plus particulièrement destinée à être utilisée pour la fabrication de pièces de peau pour véhicules terrestres à moteur, sans toutefois y être limitée.

Les tôles en acier destinées à la fabrication de pièces pour véhicule terrestre à moteur sont généralement revêtues d'une couche métallique de protection contre la corrosion, à base de zinc, déposée soit par trempé à chaud dans un bain liquide à base de zinc, soit par électrodéposition dans un bain électrolytique comprenant des ions du zinc.

Les tôles galvanisées destinées à la fabrication de pièces de peau, sont ensuite mises en forme et assemblées pour former une caisse en blanc, qui est ensuite revêtue par au moins une couche de peinture, laquelle assure une protection accrue contre la corrosion ainsi qu'un bon aspect de surface.

A cet effet, conventionnellement, les constructeurs automobiles appliquent d'abord sur la caisse en blanc une couche de cataphorèse, puis une couche de peinture d'apprêt, une couche de peinture de base, et éventuellement une couche de vernis. Pour obtenir un aspect de surface peint satisfaisant, il est généralement appliqué une épaisseur totale de peinture comprise entre 90 et 120 μm , constituée d'une couche de cataphorèse de 20 à 30 μm d'épaisseur, d'une couche de peinture d'apprêt de 40 à 50 μm , et une couche de peinture de base de 30 à 40 μm , par exemple.

Afin de limiter l'épaisseur des systèmes de peinture à une valeur inférieure à 90 μm , certains constructeurs automobiles ont proposé soit d'éviter l'étape de cataphorèse, soit encore de limiter le nombre de couches de peinture pour augmenter la productivité. Cependant, à ce jour, cette réduction d'épaisseur du système peinture s'effectue toujours au détriment de l'aspect de surface peint final de la pièce et n'est pas mise en œuvre industriellement.

En effet, les revêtements à base de zinc servant de substrat de base présentent ce qu'on appelle une ondulation de leur surface, qui ne peut actuellement être compensée que par des couches importantes de peinture sous peine d'avoir un aspect dit de « peau d'orange » inacceptable pour des
5 pièces de carrosserie.

L'ondulation W (waviness en anglais) de la surface est une irrégularité géométrique douce, pseudopériodique, d'assez grande longueur d'onde (0,8 à 10 mm) que l'on distingue de la rugosité R qui correspond aux irrégularités géométriques de faibles longueurs d'ondes (< 0.8mm).

10 Dans la présente invention, la moyenne arithmétique W_a du profil d'ondulation, exprimée en μm , a été retenue pour caractériser l'ondulation de la surface de la tôle, et les mesures d'ondulation ont été réalisées avec un seuil de coupure de 0,8 mm et désignées par $W_{a,0,8}$.

15 Le but de l'invention est donc de mettre à disposition un procédé de fabrication d'une bande métallique revêtue d'un revêtement anticorrosion, dont l'ondulation $W_{a,0,8}$ soit réduite par rapport aux bandes de l'art antérieur, permettant ainsi de fabriquer des pièces métalliques peintes nécessitant une épaisseur totale de peinture réduite par rapport aux pièces de l'art antérieur.

20 Un autre but de l'invention est de mettre à disposition une installation permettant de mettre en œuvre un tel procédé.

A cet effet, un premier objet de l'invention est constitué par un procédé de fabrication d'une bande métallique présentant un revêtement métallique de
25 protection contre la corrosion, comprenant les étapes consistant à :

- faire passer la bande métallique dans un bain de métal en fusion, puis
- essorer la bande métallique revêtue au moyen de buses projetant un gaz de part et d'autre de la bande, ledit gaz présentant un pouvoir oxydant inférieur à celui d'une atmosphère constituée de 4% en volume d'oxygène et 96% en volume d'azote, puis
- 30 - à faire passer la bande dans une zone de confinement délimitée :

- en partie basse par la ligne d'essorage et les faces supérieures desdites buses d'essorage,
- en partie haute par la partie supérieure de deux caissons de confinement placés de part et d'autre de la bande, juste au-dessus desdites buses, et présentant une hauteur d'au moins 10 cm par rapport à la ligne d'essorage, et
- sur les côtés, par les parties latérales desdits caissons de confinement,

l'atmosphère régnant dans ladite zone de confinement présentant un pouvoir oxydant inférieur à celui d'une atmosphère constituée de 4% en volume d'oxygène et 96% en volume d'azote et supérieur à celui d'une atmosphère constituée de 0,15% en volume d'oxygène et 99,85% en volume d'azote.

Dans des modes de réalisations préférés, le procédé selon l'invention peut en outre comprendre les caractéristiques suivantes, prises seules ou en combinaison :

- les caissons de confinement présentent une hauteur d'au moins 15 cm, de préférence 20 cm, voire 30 cm, par rapport à la ligne d'essorage ;
- les caissons de confinement sont alimentés en gaz présentant un pouvoir oxydant inférieur à celui d'une atmosphère constituée de 4% en volume d'oxygène et 96% en volume d'azote, et de préférence supérieur à celui d'une atmosphère constituée de 0,15% en volume d'oxygène et 99,85% en volume d'azote.
- le gaz d'essorage est constitué d'azote,
- la bande métallique est une bande d'acier.

L'invention a également pour objet une installation de revêtement en continu de bandes métalliques par trempé à chaud comprenant :

- des moyens de défilement d'une bande métallique,
- un creuset contenant un bain de métal en fusion, et
- un dispositif d'essorage confiné constitué d'au moins deux buses d'essorage placées de part et d'autre du trajet de la bande après sa

sortie du bain de métal en fusion, chaque buse étant munie d'au moins un orifice de sortie de gaz et comprenant une face supérieure, laquelle est surmontée d'un caisson de confinement ouvert sur une face située en regard de la bande, chaque caisson comprenant au moins une partie supérieure et deux parties latérales.

Dans des modes de réalisations préférés, l'installation selon l'invention peut en outre comprendre les caractéristiques suivantes, prises seules ou en combinaison :

- 10 - les parties supérieures des caissons de confinement sont constituées d'une plaque de fond et d'une plaque supérieure ;
- chacun des caissons de confinement est compartimenté par une série de lames verticales s'étendant de la face supérieure de la buse jusqu'à la partie supérieure des caissons de confinement ;
- 15 - la distance D entre l'extrémité des parties latérales des caissons de confinement et la bande est comprise entre 10 et 100 mm ;
- la hauteur H des caissons de confinement par rapport à la ligne d'essorage est supérieure ou égale à 10 cm ;
- les dispositifs d'essorage confinés comprennent en outre des plaques antibruit de chaque côté de la bande, en regard d'une partie de l'orifice
- 20 de sortie des buses d'essorage ;
- les caissons de confinement comprennent en outre des pièces de confinement de rives placées entre les caissons de confinement, au-dessus des plaques antibruit, en face des rives de la bande ;
- 25 - les pièces de confinement de rives peuvent être déplacées horizontalement et verticalement ;
- chacune des pièces de confinement de rives est constituée de deux plaques rectangulaires parallèles à la bande, reliées par une plaque latérale placée face aux rives de la bande ;
- 30 - chacune des pièces de confinement de rives est constituée de deux plaques rectangulaires inclinées par rapport au plan de défilement de la bande et raccordées le long de leur arête verticale placée face aux rives de la bande ;

- 5 - les pièces de confinement de rives comprennent en outre un moyen de rappel reliant les plaques rectangulaires, les plaques rectangulaires étant suffisamment inclinées par rapport au plan de défilement de la bande pour être en contact avec les parties latérales des caissons de confinement ;
- l'installation comprend des pièces de confinement de rives placées entre les caissons de confinement, en face des rives de la bande et se prolongeant en regard d'une partie de l'orifice de sortie des buses d'essorage ;
- 10 - les buses d'essorage sont munies d'un orifice de sortie unique en forme de fente longitudinale dont la largeur est au moins égale à celle de la bande à revêtir.

15 L'invention a en outre pour objet un dispositif d'essorage confiné tel que défini précédemment.

Les caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront mieux au cours de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif.

20 En référence à la figure 1, la première étape du procédé selon l'invention consiste à faire passer en continu une bande métallique B, telle qu'une bande d'acier, dans un bain de revêtement 1 contenant du métal en fusion, contenu dans un creuset 2. Avant d'être plongée dans ce bain 1, la bande B subit généralement un recuit dans un four qui permet notamment de
25 préparer la surface.

La vitesse de défilement de la bande sur les lignes industrielles est en général comprise entre 40m/min et 200m/min, par exemple, et est de préférence supérieure à 120 m/min, voire supérieure à 150 m/min.

30 La composition du bain de revêtement à utiliser dans le procédé selon l'invention peut notamment être à base de zinc ou d'alliage de zinc, mais aussi à base d'aluminium ou d'alliage d'aluminium. Ces éléments permettent tous deux de protéger la bande contre la corrosion.

La composition du bain peut également contenir jusqu'à 0,3% en poids d'éléments optionnels d'addition tels que Si, Sb, Pb, Ti, Ca, Mn, Sn, La, Ce, Cr, Ni, Zr ou Bi. Ces différents éléments peuvent permettre, entre autres, d'améliorer la résistance à la corrosion du revêtement ou bien sa fragilité ou son adhésion, par exemple. L'homme du métier qui connaît leurs effets sur les caractéristiques du revêtement saura les employer en fonction du but complémentaire recherché. On a également vérifié que ces éléments n'interféraient pas avec la maîtrise de l'ondulation obtenue par le procédé selon l'invention. Dans certaines circonstances, on préférera cependant limiter la teneur en titane à moins de 0,01%, voire moins de 0,005% car cet élément peut générer des problèmes de pollution des bains de dégraissage et de phosphatation des constructeurs automobiles.

Enfin le bain peut contenir des impuretés inévitables provenant des lingots d'alimentation du creuset ou bien encore du passage de la bande dans le bain. On pourra ainsi citer notamment, le fer, etc..,

Le bain est maintenu à une température comprise entre le liquidus +10°C et 750°C, la température du liquidus variant en fonction de sa composition. Pour la gamme de revêtements utilisés dans la présente invention, cette température sera donc comprise entre 350 et 750°C. On rappellera que le liquidus est la température au-delà de laquelle un alliage est à l'état entièrement fondu.

Après passage dans le creuset 2, la bande métallique B revêtue sur ses deux faces est ensuite soumise à un essorage au moyen de buses 3 placées de part et d'autre de la bande B, buses qui projettent un gaz d'essorage vers la surface de la bande B. Cette opération classique, bien connue de l'homme du métier, permet de régler l'épaisseur du revêtement de façon précise, alors qu'il n'est pas encore solidifié.

Une des caractéristiques essentielles du procédé selon l'invention consiste à choisir un gaz d'essorage présentant un pouvoir oxydant inférieur à celui d'une atmosphère constituée de 4% en volume d'oxygène et 96% en volume d'azote. On pourra notamment utiliser de l'azote ou de l'argon purs ou bien encore des mélanges d'azote ou d'argon et de gaz oxydants tels que, par exemple, l'oxygène, des mélanges de CO et CO₂ ou des mélanges de H₂ et

H₂O. On pourra également utiliser des mélanges de CO et CO₂ ou des mélanges de H₂ et H₂O sans ajout de gaz inerte.

A l'issue de l'essorage, l'autre caractéristique essentielle du procédé selon l'invention est le passage dans une zone de confinement délimitée :

- 5 – en partie basse par la ligne d'essorage L et les faces externes supérieures des buses d'essorage 3,
- en partie haute par la partie supérieure de deux caissons de confinement C placés de part et d'autre de la bande, juste au-dessus des buses 3, et présentant une hauteur d'au moins 10 cm par rapport
- 10 à la ligne d'essorage I, et
- sur les côtés, par les parties latérales des caissons de confinement C, l'atmosphère régnant dans la zone de confinement présentant un pouvoir oxydant inférieur à celui d'une atmosphère constituée de 4% en volume d'oxygène et 96% en volume d'azote et supérieur à celui d'une atmosphère
- 15 constituée de 0,15% en volume d'oxygène et 99,85% en volume d'azote.

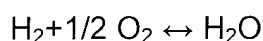
Pour déterminer le pouvoir oxydant de l'atmosphère entourant la bande, on procèdera à l'évaluation de sa pression partielle d'oxygène équivalente à l'équilibre.

Lorsque le seul gaz oxydant présent est O₂, mélangé avec un gaz inerte (azote, argon), cette pression est alors égale à la teneur volumique en O₂ que l'on peut mesurer en temps réel au moyen d'un capteur adapté.

Lorsque d'autres gaz oxydants, tels que H₂O ou CO₂ sont présents en mélange avec un gaz réducteur tel que H₂ ou CO, par exemple, la pression partielle d'oxygène équivalente se calcule par la loi d'action de masse à la

25 température des gaz considérée.

Par exemple, pour le couple H₂/H₂O, la réaction s'écrit comme suit :



A l'équilibre thermodynamique, les pressions partielles des gaz obéissent à la relation suivante :

30
$$\frac{p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_{\text{H}_2} \times \sqrt{p_{\text{O}_2}}} = e^{-\frac{\Delta G}{RT}}$$

avec R la constante des gaz parfaits, T la température des gaz en Kelvin, et ΔG la variation d'énergie libre associée à la réaction, que l'on trouve dans les tables de thermodynamique, en calories par mole ou en Joules par mole selon la valeur prise pour la constante R.

5 De cette relation, on extrait la valeur de pO_2 , pression partielle d'oxygène équivalente à l'équilibre pour le mélange gazeux considéré.

Dans le cadre de l'invention, il faut que pO_2 soit compris entre 0,0015 et 0,04 dans l'atmosphère de confinement.


10 Les présents inventeurs ont en effet constaté qu'en utilisant un gaz d'essorage selon l'invention et en faisant passer la bande dans une telle zone de confinement, on obtenait de façon surprenante un revêtement présentant une ondulation plus réduite que celle des bandes revêtues de l'art antérieur.

15 Dans le cadre de la présente demande, on entend par ligne d'essorage le segment le plus court reliant la buse et la tôle, correspondant au trajet minimum effectué par le gaz d'essorage, tel que désigné par la lettre L sur la figure 1.

20 Les caissons de confinement utilisés dans le procédé selon l'invention pourront être alimentés en gaz à faible pouvoir oxydant, voir inerte ou pourront être simplement alimentés par le flux de gaz d'essorage s'échappant des buses.

On limite le pouvoir oxydant du gaz d'essorage à celui présenté par un mélange constitué de 4% en volume d'oxygène dans 96% en volume d'azote, car au-delà de ce degré d'oxydation, l'ondulation du revêtement n'est pas améliorée par rapport à l'art antérieur.

25 A contrario, on impose une limite basse pour le pouvoir oxydant de l'atmosphère de confinement, fixée au pouvoir oxydant d'un mélange constitué de 0,15% en volume d'oxygène dans 99,85% en volume d'azote, car si cette atmosphère de confinement n'est pas assez oxydante, son utilisation va favoriser la vaporisation de zinc à partir du revêtement non encore solidifié, 30 vapeurs qui peuvent ensuite venir encrasser le caisson de confinement et/ou se redéposer sur la bande créant ainsi des défauts d'aspects rédhibitoires.



Bien que toutes sortes de buses d'essorage puissent être utilisées pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention, on préférera plus particulièrement choisir des buses dont l'orifice de sortie se présente sous forme de lame dont la largeur dépasse celle de la bande à revêtir. Ce type de buse permet en effet de réaliser un bon confinement de la partie basse de la zone d'essorage. On pourra en particulier utiliser de façon avantageuse des buses de section triangulaire comme représenté schématiquement en figure 1, notamment. Ces buses se situent généralement à 30, voire 40 cm de la surface du bain.

En respectant ces consignes, on observe en effet une amélioration surprenante et significative de l'ondulation des revêtements en question, comme le montrent les essais présentés plus loin.

Lorsque la tôle revêtue est complètement refroidie, elle peut subir une opération de skin-pass qui permet de lui conférer une texture facilitant sa mise en forme ultérieure. En effet, l'opération du skin-pass permet de transférer à la surface de la tôle une rugosité suffisante pour que sa mise en forme s'effectue dans de bonnes conditions, en favorisant une bonne rétention de l'huile appliquée sur la tôle avant sa mise en forme.

Cette opération de skin-pass est généralement réalisée pour les tôles métalliques destinées à la fabrication de pièces de carrosserie pour véhicules terrestres à moteur. Lorsque les tôles métalliques selon l'invention sont destinées à la fabrication d'appareils électroménagers, par exemple, on ne procède pas à cette opération supplémentaire.

La tôle skin-passée ou non est ensuite mise en forme, par exemple par emboutissage, pliage ou profilage, et de préférence par emboutissage, pour former une pièce que l'on peut ensuite mettre en peinture. Dans le cas des pièces pour l'électroménager, on peut aussi soumettre éventuellement cette couche de peinture à un recuit par des moyens physiques et/ou chimiques, connus en eux-mêmes. A cet effet, on peut faire passer la pièce peinte au travers d'un four à air chaud ou à induction, ou encore sous des lampes UV ou sous un dispositif diffusant des faisceaux d'électrons.

Pour la production de pièces pour l'automobile, on la trempe dans un bain de cataphorèse, et on applique successivement, une couche de peinture

d'apprêt, une couche de peinture de base, et éventuellement une couche de vernis de finition.

Avant d'appliquer la couche de cataphorèse sur la pièce, celle-ci est préalablement dégraissée puis phosphatée de manière à assurer l'adhérence de la cataphorèse. La couche de cataphorèse assure à la pièce une protection complémentaire contre la corrosion. La couche de peinture d'apprêt, généralement appliquée au pistolet, prépare l'apparence finale de la pièce et la protège contre le gravillonnage et contre les UV. La couche de peinture de base confère à la pièce sa couleur et son apparence finale. La couche de vernis confère à la surface de la pièce une bonne résistance mécanique, une résistance contre les agents chimiques agressifs et un bon aspect de surface.

La couche de peinture (ou système peinture) mise en œuvre pour protéger et garantir un aspect de surface optimal aux pièces galvanisées, présente par exemple une couche de cataphorèse de 10 à 20 μm d'épaisseur, une couche de peinture d'apprêt inférieure à 30 μm , et une couche de peinture de base inférieure à 40 μm .

Dans les cas, où le système peinture comprend en outre une couche de vernis, les épaisseurs des différentes couches de peinture sont généralement les suivantes :

- couche de cataphorèse : inférieure à 10 à 20 μm ,
- couche de peinture d'apprêt : inférieure à 20 μm ,
- couche de peinture de base : inférieure à 20 μm et avantageusement inférieure à 10 μm , et
- couche de vernis : de préférence inférieure à inférieure à 30 μm .

Le système peinture pourra également ne pas comprendre de couche de cataphorèse, et ne comprendre qu'une couche de peinture d'apprêt et une couche de peinture de base et éventuellement une couche de vernis.

Essais

On réalise les essais à partir d'une tôle métallique en acier de type IF-Ti laminée à froid, que l'on fait passer dans un creuset contenant un bain à composition variable. Il est maintenu à une température de 70°C au-delà du
5 liquidus de la composition.

A la sortie du bain, le revêtement obtenu est essoré à l'azote, au moyen de deux buses classiques de façon à obtenir une épaisseur de revêtement de l'ordre de 7µm.

Le trajet de la bande d'acier entre la sortie du bain de revêtement et la
10 zone post essorage est subdivisé en quatre zones :

- une zone 1 allant de la sortie du bain jusqu'à une distance de 10cm sous la ligne d'essorage,
- une zone 2 allant de la fin de la zone 1 jusqu'à la ligne d'essorage,
- une zone 3 allant de la fin de la zone 2 jusqu'à une distance de 10cm
15 au dessus de la ligne d'essorage et
- une zone 4 allant de la fin de la zone 3 jusqu'à la solidification du revêtement métallique.

Au niveau de chacune de ces zones, des caissons de confinement sont mis en place avec des atmosphères variées à base d'azote comprenant une
20 fraction volumique d'oxygène telle qu'indiquée dans le tableau suivant, ou bien constituée d'air. Des capteurs spécifiques permettent de vérifier la teneur en oxygène dans les caissons.

Une fois la tôle revêtue, on prélève trois séries d'échantillons. La première série ne subit pas d'autres modifications, la deuxième série est
25 emboutie selon un mode de déformation équi-biaxiale à 3,5% (Marciniak), la troisième série est tout d'abord soumise à une opération de skin-pass avec un taux d'allongement de 1,5%, puis emboutie comme la deuxième.

Au fur et à mesure de l'avancement des essais, on mesure les valeurs d'ondulation $Wa_{0,8}$. Cette mesure consiste à acquérir par palpation mécanique,
30 sans patin, un profil de la tôle d'une longueur de 50 mm, mesuré à 45° de la direction de laminage. On retranscrit au signal obtenu l'approximation de sa forme générale par un polynôme de degré au moins 5. L'ondulation Wa est

alors isolée de la rugosité Ra par un filtre gaussien au seuil de coupure de 0,8mm. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau suivant :



Essai	Composition du revêtement (% en poids)				Zone 1 (% vol.)	Zone 2 (% vol.)	Zone 3 (% vol.)	Zone 4 (% vol.)	Ondulation $W_{a,0,8}$ (μm)			
	Zn	Al	Mg	Si					Sans skin-pass ni déformation	Sans skin-pass et après déformation	Avec skin-pass et avant déformation	Avec skin-pass et après déformation
1	92	8	0	0	Air	Air	Air	Air	0,68	0,61	0,39	0,67
2*	92	8	0	0	Air	Air	3% O ₂	Air	0,55	0,5	0,48	0,53
3	98	2	0	0	Air	Air	Air	Air	0,69	0,62	0,47	0,66
4*	98	2	0	0	Air	Air	3%	Air	0,6	0,57	0,47	0,58
5	85,5	11,5	3	0	Air	Air	Air	Air	0,89	0,82	0,5	0,84
6*	85,5	11,5	3	0	Air	Air	3% O ₂	Air	0,71	0,65	0,46	0,69
7	45	55	0	0	Air	Air	Air	Air	0,91	0,84	0,48	0,87
8	45	55	0	0	Air	Air	6% O ₂	Air	0,89	0,87	0,46	0,89
9*	45	55	0	0	Air	Air	3% O ₂	Air	0,74	0,68	0,44	0,63
10	45	55	0	0	0,1 O ₂	0,1 O ₂	0,1 O ₂	Air	ne	ne	ne	ne
11	0	80	0	20	Air	Air	Air	Air	0,83	0,73	0,47	0,77
12*	0	80	0	20	Air	Air	3% O ₂	Air	0,65	0,59	0,49	0,61
13	99,7	0,3	0	0	Air	Air	Air	Air	0,72	0,62	0,41	0,63
14	99,7	0,3	0	0	Air	Air	6% O ₂	Air	0,75	0,67	0,44	0,72
15*	99,7	0,3	0	0	Air	Air	3%	Air	0,53	0,48	0,37	0,45
16	99,7	0,3	0	0	0,1 O ₂	0,1	0,1 O ₂	Air	ne	ne	ne	ne
17	95	5	0	0	Air	Air	Air	Air	1,37	1,14	0,46	0,93
18*	95	5	0	0	Air	Air	3% O ₂	Air	0,87	0,79	0,42	0,84

ne : non évalué, * : selon l'invention

A la lecture des résultats d'essais, on constate bien que le procédé est applicable à de nombreux types de revêtements.

Par ailleurs, on constate également son influence sur le niveau d'ondulation des revêtements obtenus. En particulier, les essais 1, 3, 5, 7, 11, 13 et 17 montrent qu'en ne contrôlant pas l'atmosphère d'essorage, l'ondulation n'est pas à un niveau satisfaisant.

Les essais 8 et 14 montrent qu'une atmosphère d'essorage à trop haute teneur en oxygène et donc à trop fort pouvoir oxydant ne permet pas non plus d'atteindre des niveaux satisfaisants, bien qu'ils soient légèrement améliorés par rapport à l'art antérieur.

Les essais 10 et 16 montrent en outre la nécessité de maintenir un minimum de pouvoir oxydant dans l'atmosphère de confinement et la nécessité de ne pas confiner la bande à partir du bain de revêtement pour éviter la vaporisation de zinc qui génère des défauts d'aspects rédhitoires.

Afin de mettre en œuvre le procédé selon l'invention, les présents inventeurs ont mis au point différents dispositifs d'essorage confiné qui vont être décrits à titre indicatif et non limitatif en référence aux figures annexées 2 à 10 qui représentent :

- Fig. 2 : une vue en perspective d'un mode de réalisation d'un dispositif d'essorage confiné selon l'invention,
- Fig. 3 : une vue en perspective d'un mode de réalisation d'un dispositif d'essorage confiné selon l'invention,
- Fig. 4 : une vue en coupe du dispositif de la figure 3,
- Fig. 5 : une vue en perspective d'un mode de réalisation d'un dispositif d'essorage confiné selon l'invention,
- Fig. 6 : une vue en perspective d'un mode de réalisation d'un dispositif d'essorage confiné selon l'invention,
- Fig. 7 : une vue en coupe du dispositif de la figure 6,
- Fig. 8 : une vue de dessus du dispositif de la figure 6,
- Fig. 9 : une vue de dessus d'un mode de réalisation d'un dispositif d'essorage confiné selon l'invention,

- Fig. 10 : une vue de dessus d'un mode de réalisation d'un dispositif d'essorage confiné selon l'invention.

En se référant tout d'abord à la figure 3, on peut y voir un premier mode
5 de réalisation d'un dispositif d'essorage confiné 20 selon l'invention qui
comprend deux buses d'essorage identiques 3, placées au même niveau, de
part et d'autre de la bande B. Ces buses d'essorage 3 ont une forme
généralement triangulaire et sont chacune constituées de deux plaques
10 métalliques longitudinales 4 et 4' (non visibles) fixées entre elles au moyen de
deux plaques triangulaires latérales 5 et 5' (non représentées). Les plaques
métalliques longitudinales 4 et 4' sont assemblées de telle sorte qu'une mince
fente subsiste entre elles afin de permettre le passage sous pression du gaz
d'essorage, acheminé par des moyens non représentés.

Le dispositif d'essorage confiné 20 comprend également deux caissons
15 de confinement 21 et 22 posés chacun sur les faces externes supérieures de
chaque buse 3, formées des plaques métalliques supérieures 4 et soudés sur
celles-ci. Le caisson 22 est constitué de l'assemblage de deux plaques
latérales 24 et d'une partie supérieure constituée d'une plaque horizontale 25
et d'une plaque verticale 23. Les plaques 24 et 25 sont de préférence de
20 même largeur, largeur qui peut être égale ou inférieure à la profondeur de la
buse 3.

Le caisson 21 est en tout point identique au caisson 22.

Le dispositif d'essorage confiné 20 comprend enfin deux plaques
métalliques 6 appelées « baffles antibruit » dont la fonction est d'empêcher que
25 les flux de gaz d'essorage émanant de chaque buse 3 ne se rencontrent dans
les zones latérales où la bande B n'est pas présente. En effet, une même
installation de revêtement peut voir défiler des bandes présentant des formats
variés en largeur et l'interposition de telles plaques 6 est utile, notamment pour
éviter de générer des vibrations sonores très importantes.

30 Si on considère à présent la figure 4, on peut y voir une vue en coupe du
dispositif de la figure 3 sur laquelle sont représentées les deux buses
d'essorage 3, une flèche matérialisant le flux de gaz d'essorage de part et
d'autre de la bande. La hauteur des caissons de confinement 21 et 22,

représentée par la lettre H est mesurée entre la ligne d'essorage et la partie supérieure des caissons. Dans le procédé selon l'invention, on a vu que cette hauteur devait être au moins de 10 cm pour obtenir des résultats satisfaisants en termes d'ondulation.

5 En fonction de la valeur de la largeur des plaques latérales et supérieures 24 et 25, la distance D séparant les caissons 21 et 22 de la bande B est plus ou moins grande. A la suite de différents essais, les présents inventeurs ont pu constater qu'une distance D comprise entre 10 et 100 mm permettait d'extraire le gaz d'essorage de façon satisfaisante tout en restant
10 suffisamment éloigné du trajet de la bande B pour éviter tout contact.

La distance Z entre l'extrémité des buses 3 et la bande B est de préférence comprise entre 3 et 25 mm, de façon classique.

Si on considère à présent la figure 2, on peut y voir une autre variante de réalisation d'un dispositif d'essorage confiné 10 selon l'invention. Comme
15 précédemment, ce dispositif comprend des buses d'essorage 3 identiques à celles décrites pour la figure 3 et des plaques antibruit 6.

Il comprend en outre deux caissons de confinement 11 et 12 posés et fixés sur la face supérieure 4 des buses d'essorage 3. Le caisson 12 comprend ici une plaque supérieure 13 inclinée, raccordée à deux plaques
20 latérales triangulaires 14. Le caisson 11 est identique au caisson 12.

Comme pour les caissons de la figure 3, les caissons 11 et 12 présentent une largeur pouvant au maximum être égale à la profondeur des buses 3.

Dans ce mode de réalisation, la hauteur H des caissons de confinement 11 et 12, est mesurée entre la ligne d'essorage et l'arête supérieure des
25 plaques 13.

Ce mode de réalisation présente en particulier l'avantage d'englober un volume plus restreint que celui de la figure 3, ce qui facilite la gestion de l'atmosphère de confinement et permet de consommer une plus faible quantité de gaz d'inertage lorsque l'alimentation en celui-ci est nécessaire.

30 Si on considère ensuite la figure 5, on peut y voir un autre mode de réalisation d'un dispositif d'essorage confiné 30 selon l'invention. Celui-ci est globalement identique au dispositif 20 de la figure 3 et comprend en particulier deux caissons de confinement 31 et 32 comprenant une partie supérieure

constituée de plaques verticales 33 raccordées à des plaques horizontales 35, et des parties latérales 34. Chacun des caissons 31 et 32 est en outre compartimenté par une série de lames verticales 36 s'étendant de la face supérieure de la buse d'essorage 3 jusqu'à la partie supérieure 35 des caissons de confinement 31 et 32.

Cette disposition particulière présente l'avantage de limiter les entrées d'oxygène dans les caissons de confinement 31 et 32.

La figure 6 présente un autre mode de réalisation d'un dispositif de confinement selon l'invention analogue à celui représenté en figure 3, mais comprenant en outre des pièces de confinement de rives 26, placées entre les caissons de confinement 21 et 22, au-dessus des plaques antibruit 6 et en face des rives de la bande B. Comme leur nom l'indique, ces pièces ont pour fonction de confiner davantage l'atmosphère entourant la bande B sur ses rives.

Dans un mode de réalisation préféré, ces pièces de confinement de rives peuvent être déplacées horizontalement et verticalement, pour s'adapter aux différents formats de bande à revêtir.

Dans le mode de réalisation représenté à la figure 6, la pièce de confinement de rive 26 est constituée de deux plaques rectangulaires parallèles à la bande B reliées par une plaque latérale placée face aux rives de la bande B.

La figure 7 montre le positionnement relatif de la pièce de confinement 26 au-dessus de la plaque antibruit 6.

Comme cela est illustré en figure 8, la plaque latérale présente une largeur C plus ou moins grande, selon que l'on veut réaliser un confinement important ou non en rives.

La figure 9 montre un autre mode de réalisation des pièces de confinement selon l'invention. La pièce 27 est constituée de deux plaques rectangulaires inclinées par rapport au plan de défilement de la bande B et raccordées le long de leur arête verticale placée face aux rives de la bande B.

Ce mode de réalisation présente l'avantage de limiter les entrées d'oxygène encore plus que le design de la figure 6. Le positionnement incliné des deux plaques rectangulaires favorise les flux de gaz depuis l'intérieur du

caisson vers l'extérieur et défavorise les flux de gaz depuis l'extérieur vers l'intérieur du caisson.

La figure 10 présente un autre mode de réalisation des pièces de confinement selon l'invention dans lequel la pièce de confinement 28
5 comprend en outre un moyen de rappel 29 reliant les plaques rectangulaires inclinées et prenant ici la forme d'un ressort. Ces plaques sont inclinées par rapport au plan de défilement de la bande B afin d'être en contact avec les parties latérales des caissons de confinement 21 et 22.

Les pièces de confinement de rives qui viennent d'être décrites sont
10 placées au-dessus des plaques antibruit 6. Il est cependant possible de les prolonger jusqu'aux orifices de sortie des buses d'essorage pour leur donner une fonction de plaque antibruit, rendant l'usage de telles plaques sans objet.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une bande métallique présentant un revêtement
5 métallique de protection contre la corrosion, comprenant les étapes
consistant à :
- faire passer la bande métallique dans un bain de métal en fusion,
puis
 - essorer la bande métallique revêtue au moyen de buses projetant un
10 gaz de part et d'autre de la bande, ledit gaz présentant un pouvoir
oxydant inférieur à celui d'une atmosphère constituée de 4% en
volume d'oxygène et 96% en volume d'azote, puis
 - à faire passer la bande dans une zone de confinement délimitée :
 - en partie basse par la ligne d'essorage et les faces
15 supérieures desdites buses d'essorage,
 - en partie haute par la partie supérieure de deux caissons de
confinement placés de part et d'autre de la bande, juste au-
dessus desdites buses, et présentant une hauteur d'au moins
10 cm par rapport à la ligne d'essorage, et
 - 20 ▪ sur les côtés, par les parties latérales desdits caissons de
confinement,
- l'atmosphère régnant dans ladite zone de confinement présentant un
pouvoir oxydant inférieur à celui d'une atmosphère constituée de 4%
en volume d'oxygène et 96% en volume d'azote et supérieur à celui
25 d'une atmosphère constituée de 0,15% en volume d'oxygène et
99,85% en volume d'azote.
2. Procédé selon la revendication 1, pour lequel, lesdits caissons de
confinement présentent une hauteur d'au moins 15 cm par rapport à la
ligne d'essorage.
- 30 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, pour lequel lesdits caissons de
confinement sont alimentés en gaz présentant un pouvoir oxydant
inférieur à celui d'une atmosphère constituée de 4% en volume d'oxygène
et 96% en volume d'azote.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, pour lequel le gaz d'essorage est constitué d'azote.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, pour lequel la bande métallique est une bande d'acier.
- 5 6. Installation de revêtement en continu de bandes métalliques par trempé à chaud comprenant :
 - des moyens de défilement d'une bande métallique,
 - un creuset (2) contenant un bain de métal en fusion (1), et
 - un dispositif d'essorage confiné (10 ; 20 ; 30) constitué d'au moins
 - 10 deux buses d'essorage (3) placées de part et d'autre du trajet de la bande après sa sortie du bain de métal en fusion (1), chaque buse (3) étant munie d'au moins un orifice de sortie de gaz et comprenant une face supérieure (4), laquelle est surmontée d'un caisson de confinement (11, 12 ; 21, 22 ; 31, 32) ouvert sur une face située en
 - 15 regard de la bande, chaque caisson (11, 12 ; 21, 22 ; 31, 32) comprenant au moins une partie supérieure (13 ; 23, 25 ; 33, 35) et deux parties latérales (14 ; 24 ; 34).
7. Installation selon la revendication 6, dans laquelle lesdites parties supérieures des caissons de confinement (21, 22 ; 31, 32) sont
- 20 constituées d'une plaque de fond (23 ; 33) et d'une plaque supérieure (25 ; 35).
8. Installation selon la revendication 6 ou 7, dans laquelle chacun desdits caissons de confinement (31, 32) est compartimenté par une série de lames verticales (36) s'étendant de la face supérieure de la buse (3)
- 25 jusqu'à la partie supérieure (35) desdits caissons de confinement (31, 32).
9. Installation selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans laquelle la distance D entre l'extrémité des parties latérales (14 ; 24 ; 34) desdits caissons de confinement (11, 12 ; 21, 22 ; 31, 32) et la bande est
- 30 comprise entre 10 et 100 mm.
10. Installation selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, dans laquelle la hauteur H desdits caissons de confinement (11, 12 ; 21, 22 ; 31, 32) par rapport à la ligne d'essorage est supérieure ou égale à 10 cm.

11. Installation selon l'une quelconque des revendications 6 à 10, dans laquelle lesdits dispositifs d'essorage confinés (10 ; 20 ; 30) comprennent en outre des plaques antibruit (6) de chaque côté de la bande, en regard d'une partie de l'orifice de sortie desdites buses d'essorage (3).
- 5 12. Installation selon la revendication 11, dans laquelle lesdits caissons de confinement (11, 12 ; 21, 22 ; 31, 32) comprennent en outre des pièces de confinement de rives (26 ; 27 ; 28) placées entre lesdits caissons de confinement (11, 12 ; 21, 22 ; 31, 32), au-dessus desdites plaques antibruit (6), en face des rives de la bande.
- 10 13. Installation selon la revendication 12, dans laquelle lesdites pièces de confinement de rives (26 ; 27 ; 28) peuvent être déplacées horizontalement et verticalement.
14. Installation selon la revendication 12 ou 13, dans laquelle chacune desdites pièces de confinement de rives (26) est constituée de deux
15 plaques rectangulaires parallèles à la bande, reliées par une plaque latérale placée face aux rives de la bande.
15. Installation selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, dans laquelle chacune desdites pièces de confinement de rives (27 ; 28) est constituée de deux plaques rectangulaires inclinées par rapport au plan
20 de défilement de la bande et raccordées le long de leur arête verticale placée face aux rives de la bande.
16. Installation selon la revendication 15, dans laquelle lesdites pièces de confinement de rives (28) comprenant en outre un moyen de rappel (29) reliant lesdites plaques rectangulaires, lesdites plaques rectangulaires
25 étant suffisamment inclinées par rapport au plan de défilement de la bande pour être en contact avec les parties latérales desdits caissons de confinement (21, 22).
17. Installation selon l'une quelconque des revendications 6 à 10, comprenant des pièces de confinement de rives placées entre lesdits
30 caissons de confinement (11, 12 ; 21, 22 ; 31, 32), en face des rives de la bande et se prolongeant en regard d'une partie de l'orifice de sortie desdites buses d'essorage (3).

18. Installation selon l'une quelconque des revendications 6 à 17, dans laquelle lesdites buses d'essorage (3) sont munies d'un orifice de sortie unique en forme de fente longitudinale dont la largeur est au moins égale à celle de la bande à revêtir.
- 5 19. Dispositif d'essorage confiné (10 ; 20 ; 30) tel que défini dans l'une quelconque des revendications 6 à 18.



Fig. 1

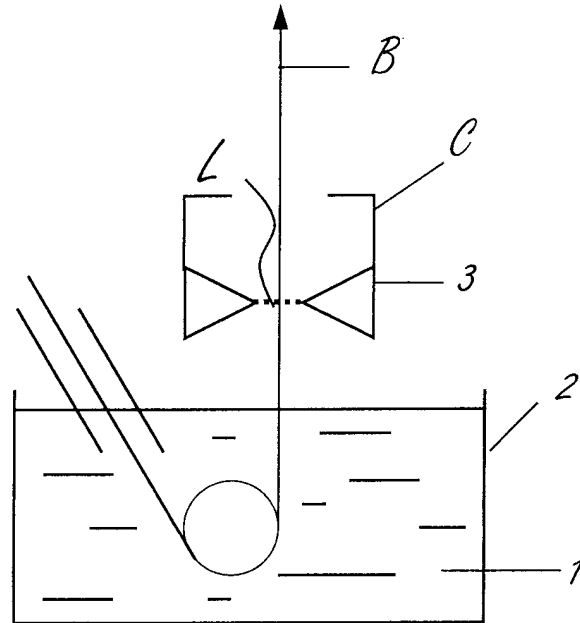


Fig. 2

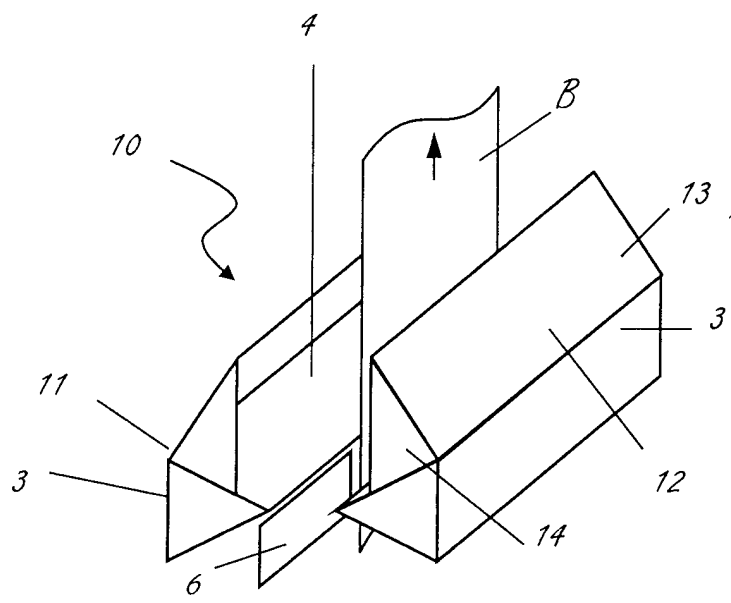


Fig. 3

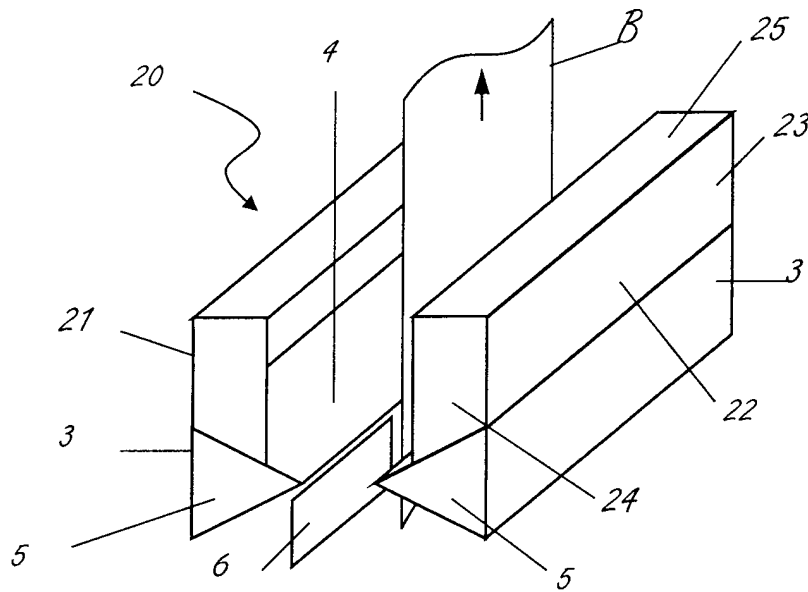


Fig. 4

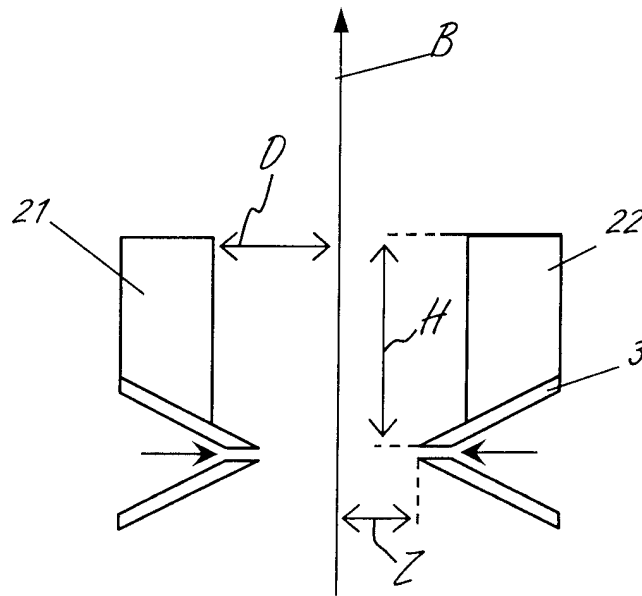


Fig. 5

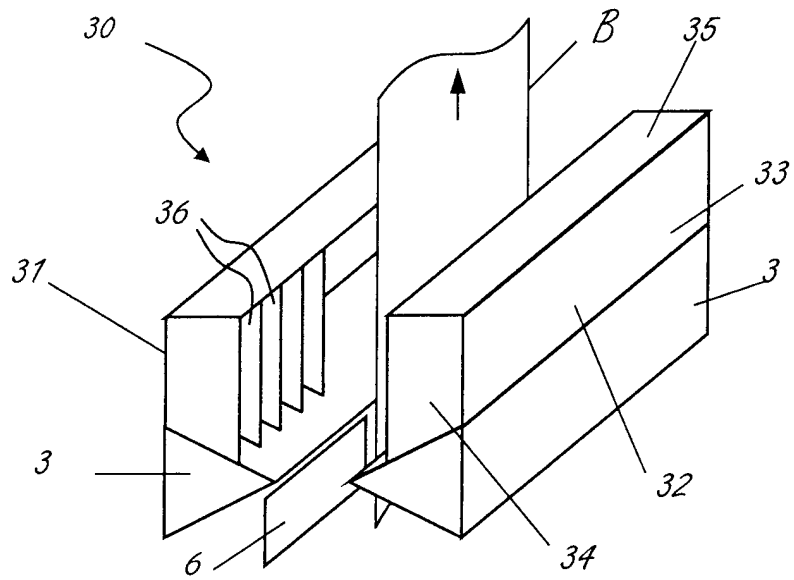


Fig. 6

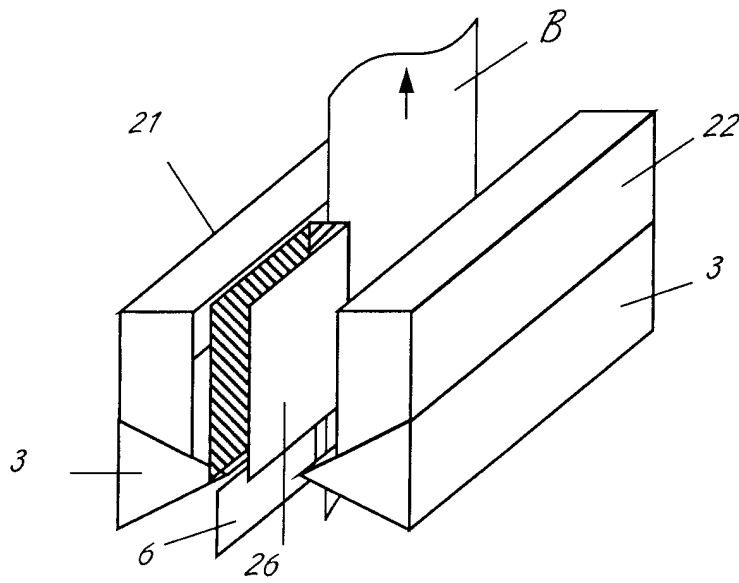


Fig. 7

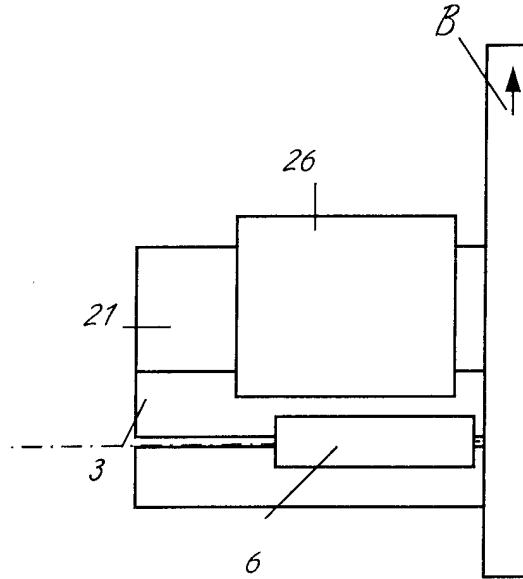


Fig. 8

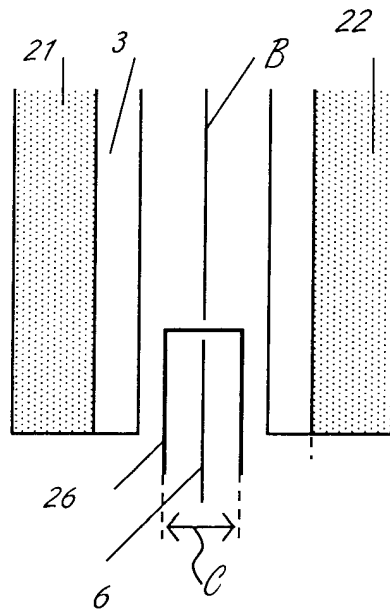


Fig. 9

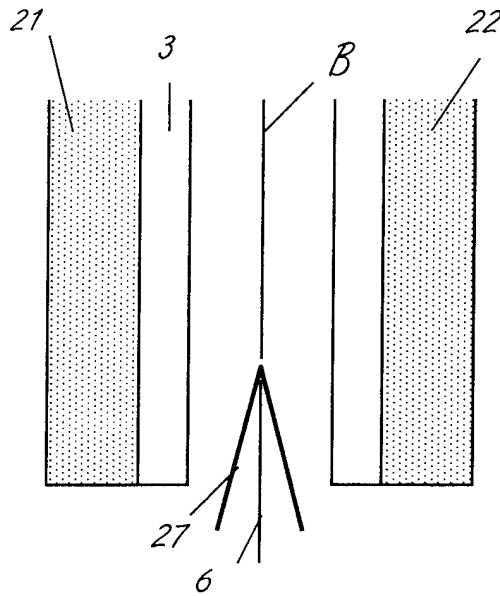


Fig. 10

