



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication :

0 044 786
B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :
17.07.85

(51) Int. Cl.⁴ : **B 22 D 11/00, C 22 C 1/00**

(21) Numéro de dépôt : **81401145.8**

(22) Date de dépôt : **20.07.81**

(54) Procédé et dispositifs de fabrication de rubans minces trempés par coulée sur un substrat défilant en continu.

(30) Priorité : **18.07.80 FR 8015918**

(43) Date de publication de la demande :
27.01.82 Bulletin 82/04

(45) Mention de la délivrance du brevet :
17.07.85 Bulletin 85/29

(84) Etats contractants désignés :
CH DE FR GB IT LI NL

(56) Documents cités :
FR-A- 2 284 386
FR-A- 2 382 297
FR-A- 2 410 368
GB-A- 1 093 409
US-A- 2 886 866
US-A- 4 077 462

(73) Titulaire : **PONT-A-MOUSSON S.A.**
91, Avenue de la Libération
F-54017 Nancy (FR)

(72) Inventeur : **Fournier, Pascal**
20 rue Lebrun
F-75013 Paris (FR)
Inventeur : **Peraud, Jean-Claude**
10-12 rue Paul Doumer Perigny/Yerres
F-94520 Mandres les Roses (FR)

(74) Mandataire : **Eudes, Marcel et al**
Saint-Gobain Recherche 39 Quai Lucien Lefranc
F-93304 Aubervilliers Cedex (FR)

EP 0 044 786 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

L'invention concerne la fabrication de rubans minces par coulée et figeage brutal, sur un substrat froid défilant en continu, à grande vitesse. Elle intéresse en particulier l'obtention de matériaux métalliques, à l'état vitreux, selon un processus généralement désigné par le terme d'hypertrempe.

On sait, en effet, que par refroidissement à très grande vitesse, de l'ordre de 10⁶ °C/seconde, de certains métaux ou d'alliages fondus, il est possible de conférer à ceux-ci une structure vitreuse, c'est-à-dire ne présentant aucun caractère cristallin aux rayons X (« Les verres métalliques », Praveen Chandhari, Bill Giessen et David Turnbull, « Pour la science » juin 1980, n° 32, p. 68).

On obtient, en général, une telle structure amorphe en projetant un jet de métal fondu, qui s'étale sous forme d'une couche très mince, sur une surface refroidie, bonne conductrice de la chaleur et se déplaçant à grande vitesse.

Divers procédés de trempe sur des surfaces froides mobiles ont été proposés dans la technique (trempe à l'intérieur d'une roue, sur un tambour, sur un disque, entre deux rouleaux, etc.), le plus simple et le plus couramment utilisé consistant à projeter un jet de métal fondu sur la surface externe d'une roue métallique froide tournant à grande vitesse. Le métal fondu, éjecté sous pression d'un creuset, forme au contact de la roue un bulbe stationnaire, qui donne naissance à un ruban métallique hypertexturé. Celui-ci, sous l'effet de la force centrifuge, tendant à se décoller de la roue froide, au détriment des performances du traitement, diverses solutions ont été proposées pour prolonger ce contact, par exemple l'emploi d'un tunnel avec balayage gazeux à co-courant décrit par le document US-A-4 077 462.

Les études effectuées sur ces différents types de procédés, qui ont montré l'influence de la nature de la couche limite gazeuse au contact de la surface froide sur les propriétés du produit obtenu et notamment la qualité des bords et l'état de surface du ruban, ont conduit à proposer d'opérer sous atmosphères inertes et contrôlées, et notamment sous faible pression, ainsi que le prévoit le document FR-A-2 410 368, dont la figure 2 représente l'ensemble de l'appareillage dans une enceinte close. Un inconvénient majeur de cette dernière technique réside toutefois dans le volume de l'enceinte à réaliser, en particulier dans le cas d'une exploitation du procédé à l'échelle industrielle. En outre, dans le cas de sa mise en œuvre sous vide, le procédé, tel qu'il est décrit, ne peut être appliqué qu'en discontinu, le vide devant être rompu à chaque fois que l'on désire récupérer le ruban produit. Ce document a servi de base pour l'élaboration du préambule de la revendication 1.

Enfin, on a constaté, au cours des essais qui ont conduit à la présente invention, que dans le procédé d'hypertrempe sur roue, lorsque l'on opère sous vide le décollement du ruban se

produit plus rapidement que lorsque le procédé est conduit à l'air libre, que la trempe est moins énergique, et qu'en général le décollement du ruban métallique de la roue est un phénomène instable.

Ce dernier inconvénient, tout spécialement, a conduit à rechercher, pour mettre en œuvre l'hypertrempe sous atmosphère contrôlée, le moyen de maîtriser les effets de la force centrifuge et, dans ce but, à faire appel à l'hypertrempe sur bande mobile défilant à grande vitesse sous le jet de métal fondu. Cette méthode, de principe connu en soit, notamment par le document EP-A-0 002 785, présente cependant des inconvénients notables, parmi lesquels on peut notamment mentionner les vibrations de la bande support, et plus généralement l'insuffisante précision de son positionnement, résultant en particulier de son entraînement par poulies tournant à grande vitesse, la difficulté de refroidir efficacement la bande, et une plus grande complexité de mise en œuvre que l'hypertrempe sur roue.

Selon un aspect particulier de la présente invention, celle-ci vise à surmonter ces difficultés d'emploi du processus d'hypertrempe sur bande mobile, en vue notamment de le mettre en œuvre sous atmosphère contrôlée, éventuellement sous pression réduite. Elle procure un positionnement précis de la bande mobile, permettant de rendre négligeable ses vibrations, tout en assurant au moins en partie son refroidissement. Elle prévoit dans ce but de disposer en regard d'au moins l'une des faces de cette bande au moins un caisson comportant un ou plusieurs orifices (trous, fentes, etc...), par lesquels un fluide sous pression, de préférence un gaz à basse température, est éjecté en direction de la bande, en vue de réaliser, entre celle-ci et le caisson, un coussin fluide faisant appel à l'effet Coanda qui la maintient à une distance précise et sans frottement sur ledit caisson. Ledit effet est décrit par exemple dans un article de « Science et Vie » d'août 1974, pp. 68-73 (publ. Excelsior Publications 5, rue de la Baume Paris 8^e).

Il est à noter au passage que procède d'un principe sensiblement différent le dispositif mis en œuvre selon le document FR-A-2 382 297 qui comporte un moule de coulée continue de plaques de métal constitué de deux bandes métalliques parallèles guidées hydrostatiquement, qui défilent verticalement du haut vers le bas, et deux chaînes de blocs, entraînées à la même vitesse que les bandes, lesdits blocs servant à délimiter latéralement l'espace disponible pour le métal liquide. Dans ce dispositif, en effet, les coussins liquides supportant lesdites bandes, ont essentiellement pour fonctions de s'opposer à la pression hydrostatique du métal fondu contenu dans ledit moule, afin d'éviter les déformations et les frottements mécaniques, et d'appliquer lesdites bandes contre lesdits blocs, en vue d'assurer l'étanchéité latérale du moule.

L'invention a aussi pour objet un procédé de fabrication de rubans minces métalliques par projection d'un jet de métal ou d'alliage métallique en fusion sur un substrat froid se déplaçant à grande vitesse, l'impact du jet et le formage du ruban au contact du substrat étant effectués dans une atmosphère sous pression réduite par rapport à la pression atmosphérique, selon lequel avant que la température du ruban n'atteigne la température de vitrification dudit métal ou alliage métallique, le ruban est amené dans une atmosphère supérieure à ladite pression réduite.

L'invention a également pour objet un dispositif pour hypertexter un métal ou un alliage métallique, lors de sa mise en forme de ruban mince par projection d'un jet dudit métal ou alliage métallique en fusion sur un substrat mobile se déplaçant à grande vitesse au-dessous d'un orifice d'éjection du jet métallique, ledit orifice et la zone du substrat mobile recevant l'impact du jet étant disposés à l'intérieur d'une enceinte comprenant des moyens pour assurer la maîtrise de la nature et de la pression de l'atmosphère dans ladite enceinte selon lequel ledit substrat est constitué d'une bande en regard de l'une au moins des faces de laquelle et au voisinage de la zone d'impact, est disposé au moins un caisson comportant au moins un orifice d'éjection d'un fluide sous pression, avantageusement gazeux et à basse température, créant entre ledit caisson et ladite bande un coussin fluide assurant, par effet Coanda, son maintien sans frottement mécanique contre ledit caisson, en position précise par rapport à lui, et par rapport à une fente d'entrée et à une porte de sortie ayant un seuil interne permettant le passage de ladite bande pour, respectivement, son entrée et sa sortie de ladite enceinte.

De préférence, un tel caisson est disposé en amont de la zone d'impact du métal fondu et, en outre, situé avantageusement en regard de la face d'impact, de manière à pouvoir, en l'alimentant par un gaz choisi, modifier la nature du gaz de la couche limite dans ladite zone.

Les orifices d'éjection du fluide sous pression pourront être constitués de fentes rectilignes ou de trous de petites dimensions, éventuellement alignés suivant une ou plusieurs rangées.

De préférence, ledit caisson comporte une pluralité d'orifices d'éjection de fluide sous pression alignés suivant au moins une droite parallèle à la direction d'avancement de ladite bande, un orifice au moins se présentant en forme de fente rectiligne disposée sous la ligne médiane de ladite bande.

De façon usuelle, ladite bande sera constituée par un ruban métallique continu entraîné par un organe moteur tel qu'un tambour ou une poulie et passant sur un ou plusieurs organes de renvoi. Avantageusement, les organes de renvoi seront constitués par des caissons courbes fixes comprenant un ou plusieurs orifices d'éjection d'un gaz sous pression, de préférence à basse température, créant sous ladite bande un coussin de gaz à effet Coanda, qui la maintient à distance

fixe dudit caisson, sans contact direct avec sa surface.

Dans une forme avantageuse de réalisation du dispositif selon l'invention, celui-ci comportera, en aval de la zone d'impact du métal fondu et en regard de la face opposée à la face d'impact, un caisson à effet Coanda, de préférence concave, disposé de telle manière que la bande mobile suive, à la suite de l'impact du métal liquide, une portion de trajet présentant une courbure correspondant à une concavité de la face d'impact de ladite bande, et tendant ainsi, par effet d'inertie, à maintenir le ruban en contact intime avec la bande.

Bien entendu, il n'est généralement pas souhaitable que les orifices d'éjection de gaz du coussin à effet Coanda débouchent à l'intérieur de l'enceinte, et cette éventualité est même pratiquement exclue lorsque l'installation est utilisée sous pression réduite. Dans cette hypothèse, il est souhaitable qu'un coussin à effet Coanda soit disposé sous la bande en aval de l'enceinte et aussi près que possible de la porte de sortie pour éviter le frottement de la face supérieure de la bande contre la porte de sortie, et il est avantageux qu'un second coussin soit disposé en amont de l'enceinte et aussi près que possible de la fente d'entrée.

Cette fente d'entrée, qui vise seulement à permettre le libre passage de la bande-support, de section et de position bien définies, peut être réalisée sous la forme de divers dispositifs de l'art connu, tels que joints, sas ou chambres intermédiaires, qui maintiennent à un faible niveau l'entrée d'air à l'intérieur de l'enceinte.

La porte de sortie est de réalisation plus délicate, car elle doit permettre non seulement le passage de la bande-support, mais également celui du ruban fabriqué à l'intérieur de l'enceinte. En particulier, lorsque l'enceinte est placée sous pression réduite, du fait du jeu à prévoir nécessairement au-dessus de la bande pour la sortie du ruban, il se produit un flux gazeux, provenant de l'extérieur de l'enceinte, qui a tendance à décoller le ruban de la bande et à s'opposer à sa sortie, et donc à sa récupération. Cependant, les essais ont montré que la difficulté est surmontée lorsque la distance entre la zone d'impact et la sortie est inférieure à une valeur critique. Celle-ci est généralement assez faible, de l'ordre du centimètre, et semble correspondre à la zone où le ruban est encore suffisamment chaud pour adhérer à la bande, sa température étant supérieure à la température de vitrification dudit métal ou alliage métallique.

En outre, pour éviter que le flux gazeux provenant de l'extérieur de l'enceinte par la porte de sortie ne vienne perturber le jet de métal fondu, le bulbe qui se forme lors de son impact sur la bande, et l'étalement et le refroidissement du ruban, il est souhaitable qu'au moins une des prises de vide de l'enceinte soit disposée au voisinage immédiat de la porte de sortie. De préférence, ces prises de vide sont disposées, par paires identiques, symétriquement par rapport à

la bande support, et à proximité de ses bords.

Dans la pratique, le maintien au-dessous d'une valeur critique maximale de la distance entre la zone d'impact et la sortie est rendu difficile du fait de l'encombrement de certains organes, notamment du creuset contenant le métal fondu et de ses moyens de chauffage, à disposer dans cette région de l'enceinte.

Pour remédier à cette difficulté, on peut avantageusement utiliser une structure à porte de sortie décalée vers l'intérieur de l'enceinte, de préférence amovible et interchangeable, de manière à permettre d'adapter facilement le dispositif aux conditions de travail choisies : dimensions et vitesse de la bande, nature de l'alliage, et température de mise en œuvre, largeur de ruban...

Les essais ont montré l'intérêt d'une telle structure interchangeable et au moins partiellement escamotable, susceptible de s'accommoder de l'encombrement des différents organes, dont certains sont à haute température, situés à l'intérieur de l'enceinte dans la zone de sortie. Il est apparu, en particulier, que l'élaboration du ruban et son extraction hors de l'enceinte sous pression réduite peuvent l'une et l'autre être obtenues dans de bonnes conditions, même si la distance entre la zone d'impact et la paroi aval de l'enceinte est assez grande, lorsqu'on dispose, au-dessus et à très faible distance du ruban supporté par la bande, une pièce de préférence partiellement escamotable en forme d'auvent présentant une surface sensiblement parallèle à celui-ci, et le recouvrant, depuis le voisinage immédiat de la zone d'impact et au plus dès la distance critique définie précédemment, jusqu'à l'extérieur de l'enceinte.

L'emploi de tels auvents est particulièrement avantageux, car il permet de placer les prises de vide latérales, situées au voisinage de la sortie et de part et d'autre de la bande, en communication très directe avec la fente par laquelle le ruban sort de l'enceinte.

Les essais effectués sous pression réduite avec un tel dispositif se sont révélés parfaitement satisfaisants, car on constate que le ruban de verre métallique qui se forme au contact de la bande reste collé à celle-ci sur une distance suffisante pour permettre de l'extraire de la boîte à vide, afin de pouvoir le récupérer ensuite en continu, par éjection centrifuge par exemple.

Les dessins annexés représentent des formes de mise en œuvre de l'invention, qui vont maintenant être décrites plus en détail. Sur ces dessins :

la figure 1 est une vue schématique illustrant un dispositif d'hypertrempe conforme à l'invention équipé d'un caisson à effet Coanda disposé au-dessous de la bande mobile ;

les figures 2 à 5 représentent diverses variantes d'un tel caisson ;

la figure 6 est une vue schématique d'un dispositif conforme à l'invention pour l'hypertrempe d'un métal ou d'un alliage sous atmosphère contrôlée ;

la figure 7 est une vue schématique partielle, depuis l'intérieur de l'enceinte, montrant une

porte de sortie décalée, pour travail sous pression réduite et les prises de vide prévues à proximité ; la figure 8 est une vue similaire montrant une structure de sortie sous auvent ;

la figure 9 est une vue schématique avec arrachement, montrant un organe de renvoi courbe fixe à effet Coanda pour la bande mobile ;

la figure 10 est une vue de détail éclatée montrant des formes simples de pièces d'entrée et de sortie de l'enceinte.

On se référera d'abord à la figure 1, sur laquelle on voit un creuset 1, entouré extérieurement par un solénoïde 2, permettant de chauffer jusqu'à une température supérieure à la température de fusion le métal 3 contenu dans le creuset 1. Le métal fondu peut être éjecté sous pression par une buse 4 en direction d'une bande métallique 5, entraînée à grande vitesse par des moyens non représentés au-dessous de la buse 4. Au contact de la bande 5, le métal fondu subit une hypertrempe et se fige pour former un ruban métallique 6 à l'état vitreux, qui adhère à la bande 5 et qui est entraîné par celle-ci.

Conformément à l'un des aspects de l'invention, un caisson 7, percé de trous 8 disposés suivant la ligne médiane de la bande 5 (figure 2), est disposé au-dessous de celle-ci, et un gaz sous pression (air, hélium, azote ou autre), de préférence à basse température, est projeté par les trous 8 en direction de la bande 5, de manière à former sous cette bande un coussin gazeux, qui l'applique, mais sans contact mécanique avec lui, contre le caisson 7, par effet Coanda. Le coussin gazeux guide cette bande dans son défilement à grande vitesse sous la buse 4 et supprime ainsi ses vibrations, notamment celles qui proviennent du dispositif d'entraînement. Il contribue aussi au refroidissement de la bande 5, pour évacuer les calories apportées par le métal en fusion.

On peut, bien entendu, utiliser une pluralité de caissons 9 percés de trous 10 alignés parallèlement à la direction d'avancement de la bande 5 (figure 3) ou des caissons 11, munis d'orifices 12, disposés perpendiculairement à la bande 5 (figure 4).

On peut également utiliser des plots 13, munis d'orifices 14 (figure 5) éventuellement disposés en quinconce.

Ainsi qu'il a été indiqué ci-dessus, ce dispositif, dans le cadre de l'invention, convient particulièrement bien à une hypertrempe effectuée sous pression réduite par rapport à la pression atmosphérique, ou sous toute autre atmosphère contrôlée.

La figure 6 illustre une telle mise en œuvre. La bande mobile 16, entraînée par une poulie 17, passe sur deux poulies de renvoi, l'une fixe 18, l'autre montée sur un tendeur 19a. Elle traverse une enceinte 20 dont la partie inférieure est constituée par la platine d'un caisson refroidi 21, comportant des orifices, alimentés en fluide sous pression, formant le coussin gazeux à effet Coanda. Ces orifices, disposés sous la bande 16 uniquement en amont et en aval de l'emprise de l'enceinte 20, ne sont pas visibles sur la figure.

Dans le cas du dessin, l'enceinte 20 comporte une ossature 22, munie latéralement de parois transparentes 23, permettant d'observer les opérations. Dans l'enceinte 20, comme précédemment, est disposé un creuset 24, entouré d'un solénoïde 25, qui permet de fondre le métal ou alliage contenu dans le creuset.

L'enceinte 20 comporte, pour le passage de la bande 16, un orifice d'entrée 26a (figure 6), obturé par une pièce amovible 26b (figure 10) dont la face inférieure, qui comporte une rainure de largeur et de profondeur adaptée, avec un léger jeu, aux dimensions de la bande 16, s'applique sur le caisson support 21, et un orifice de sortie 27a (figure 6), obturé par une porte 27b (figure 10), également montée sur le caisson de manière à laisser le passage de la bande et du ruban.

Des variantes améliorées de porte de sortie sont décrites ci-après.

La figure 7 montre une forme d'exécution d'une porte de sortie selon l'invention, présentant un tunnel à ouverture décalée vers l'intérieur de l'enceinte. Ce tunnel appartient à une pièce amovible 28, de préférence partiellement escamotable, en forme de cornière possédant, d'une part, une aile 28a sensiblement parallèle au caisson-support 7 et reposant sur lui par ses deux flancs 29, et dont la face inférieure présente une gorge de profil adapté à la section de la bande 16 et à celle du ruban 6 et, d'autre part, une aile 30a, disposée de même façon que la porte 27b de la figure 10, dont la face tournée vers l'intérieur de la cornière est rectifiée pour s'appliquer de manière étanche sous l'effet de la dépression régnant dans l'enceinte contre la paroi extérieure 22 de l'enceinte, elle-même rectifiée sur sa surface en contact avec l'aile 30a. Du fait de son caractère amovible, cette porte de sortie a pour avantage de s'adapter aisément à des changements de conditions de travail, sans exiger d'autre modification de l'essentiel du dispositif, et d'éviter un blocage de la bande grâce à sa liberté de débattement, en cas d'incident de fonctionnement.

Dans la variante comportant un auvent représentée par la figure 8, la forme générale de la pièce amovible 30 est voisine de celle de la figure 7, avec une aile 30b appliquée sur la paroi 22. Son aile 31 ne comporte toutefois pas de flancs en contact avec le caisson 7, mais affecte la forme d'une plaque dont la face inférieure est plane, sensiblement parallèle au ruban et située à faible distance de celui-ci. L'angle de la cornière peut avantageusement être légèrement inférieur à 90°, par exemple de l'ordre de 85 à 88°.

Sur les figures 7 et 8, on a repéré par la lettre I les zones d'impact du jet métallique en fusion sur la bande 16, et par la lettre S les points où le ruban 6 s'engage sous les ailes 28a et 31 des portes de sortie, c'est-à-dire en fait les seuils internes desdites portes. Selon l'invention, les distances IS doivent être inférieures à une distance critique qui dépend des conditions de travail.

L'enceinte 20 est naturellement équipée de prises de vide 32, au nombre de deux, disposées latéralement par rapport à la bande 16, dans le cas des figures 7, 8, et 10. Ainsi qu'il a été indiqué ci-dessus, les orifices 32 doivent être disposés aussi près que possible de la porte de l'enceinte.

Il a été également constaté que les meilleurs résultats sont obtenus lorsque le jet de métal fondu est incliné par rapport à la bande 16, d'un angle de 60° par exemple. Dans ces conditions, le ruban métallique se forme sur la bande 16 avec de moindres risques de projection, sur les côtés et vers l'arrière, de gouttes de métal fondu.

Avantageusement, comme on l'a déjà indiqué, on peut substituer aux poulies de renvoi 18 et 19 des organes de renvoi courbes fixes 33, convexes (figure 9) ou concaves, percés d'orifices 34 d'éjection d'un gaz sous pression, de préférence à basse température, qui applique par effet Coanda la bande 16 contre l'organe 33. On évite ainsi toute friction de la bande contre les organes de renvoi, ce qui contribue à limiter les vibrations et à refroidir la bande 16.

Un exemple de fonctionnement va être décrit maintenant. Il utilise un dispositif comprenant une bande sans fin en acier, d'environ 4 mètres de long, et de section 16 mm × 1 mm, susceptible d'être entraînée à une vitesse comprise entre 0 et 3 000 m/minute, glissant sur un caisson-support plan de 10 cm de largeur et 50 cm de longueur, qui comporte des orifices d'éjection de gaz sous pression, de 1,5 mm de diamètre et distants de 2 cm. Ces orifices sont disposés selon l'axe de la bande, sur toute la longueur du caisson, sauf au droit de l'enceinte et des pièces d'entrée et de sortie, c'est-à-dire sur environ 15 cm. On a utilisé des creusets 24, percés d'un orifice de diamètre variant entre 0,3 et 0,8 mm et distant d'environ 5 mm de la bande, et disposés de telle sorte que le jet de métal fondu fasse un angle de 60° avec celle-ci. Une pompe à vide de 1,5 kW permet d'obtenir sans peine une pression absolue dans l'enceinte de 0,05 bar. La surpression d'éjection d'un métal fondu au travers de l'orifice permet de régler le débit et a été choisie pour ces essais de l'ordre de 0,5 à 1 bar.

Les dispositifs de l'invention permettant l'obtention de verres métalliques, notamment avec des alliages du type A_xB_{1-x} où A est constitué d'un ou plusieurs métaux de transition (Fe, Cr, Ni, Mn, Co, etc.), et B d'un ou plusieurs métalloïdes (P, C, Si, B, etc.), et où x, qui est la fraction atomique de A, est de l'ordre de 0,8. Ces alliages sont connus pour donner, par trempe brutale, des produits à très haute teneur en phase vitreuse.

Les meilleurs résultats ont été obtenus sous pression réduite, par exemple de l'ordre de 0,05 bar, notamment à l'aide des dispositifs illustrés par les figures 7 et 8. Pour des vitesses de bande de 1 000 à 3 000 m/minute, et avec une distance IS inférieure à une valeur critique variant entre 10 et 20 mm et une longueur de tunnel ou d'auvent de l'ordre de 5 cm, on a pu obtenir avec ces alliages des rubans de 1 à 7 mm de largeur, et de 30 à 100

micromètres d'épaisseur; ces rubans présentaient des bords réguliers et des faces planes, qualités qu'on peut attribuer au travail sous vide. De plus, les produits obtenus présentaient une ductilité plus élevée que celles des rubans de même nature, qui sont fabriqués sous vide dans des enceintes entièrement closes. Cet avantage semble attribuable à la sortie très rapide du ruban hors de l'enceinte sous pression réduite, qui permet une trempe plus efficace, voisine de celle qu'on obtient par trempe en atmosphère non raréfiée, grâce à une augmentation de la vitesse de refroidissement de l'alliage métallique dans la zone de température située au-dessus de la température dite de vitrification.

Revendications

1. Procédé de fabrication de rubans minces métalliques par projection d'un jet de métal ou d'alliage métallique en fusion sur un substrat froid se déplaçant à grande vitesse, l'impact du jet et le formage du ruban au contact du substrat étant effectués dans une atmosphère sous pression réduite par rapport à la pression atmosphérique, caractérisé en ce qu'avant que la température du ruban n'atteigne la température de vitrification dudit métal ou alliage métallique, le ruban est amené dans une atmosphère de pression supérieure à ladite pression réduite.

2. Dispositif pour hypertremper un métal ou un alliage métallique lors de sa mise en forme de ruban mince (6) par projection d'un jet dudit métal ou alliage métallique en fusion sur un substrat mobile (16) se déplaçant à grande vitesse au-dessous d'un orifice (4) d'éjection du jet métallique, ledit orifice (4) et la zone (I) du substrat mobile recevant l'impact du jet étant disposés à l'intérieur d'une enceinte (20) comprenant des moyens (32) pour assurer la maîtrise de la nature et de la pression de l'atmosphère dans ladite enceinte, caractérisé en ce que ledit substrat est constitué d'une bande (16) en regard de l'une au moins des faces de laquelle, et au voisinage de la zone d'impact (I), est disposé au moins un caisson (7) comportant au moins un orifice (8) d'éjection d'un fluide sous pression, avantageusement gazeux et à basse température, créant entre ledit caisson (7) et ladite bande (16) un coussin fluide assurant, par effet Coanda, son maintien sans frottement mécanique contre ledit caisson (7), en position précise par rapport à lui, et par rapport à une fente d'entrée (26a) et à une porte de sortie (27a) ayant un seuil interne (S) permettant le passage de ladite bande (5, 16) pour, respectivement, son entrée et sa sortie de ladite enceinte (20).

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit caisson (7) est disposé en amont de la zone d'impact (I) du métal fondu sur ladite bande (5, 16) et en regard de la face d'impact, et en ce que ledit fluide est un gaz.

4. Dispositif selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que ledit caisson (7)

comporte une pluralité d'orifices (8, 10, 12, 14) d'éjection de fluide sous pression alignés suivant au moins une droite parallèle à la direction d'avancement de ladite bande, un orifice au moins se présentant en forme de fente rectiligne disposée sous la ligne médiane de ladite bande.

5. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 4, dans lequel ladite bande (5, 16) est constituée par un ruban métallique continu entraîné par un organe moteur (17) et passant sur des organes de renvoi (18, 19), caractérisé en ce que l'un au moins desdits organes de renvoi est constitué par un caisson (33) courbe fixe comprenant un ou plusieurs orifices (34) d'éjection d'un fluide avantageusement gazeux sous pression, de préférence à basse température, en vue de créer entre ledit caisson (33) et ladite bande (5, 16) un coussin fluide qui la maintient en position sans frottement contre ledit caisson.

6. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte, en aval de la zone d'impact du métal fondu et en regard de la face opposée à la face d'impact, un caisson concave à effet Coanda (7, 33), disposé de telle manière que la bande mobile suive, à la suite de l'impact (I) du métal liquide, une portion de trajet présentant une courbure correspondant à une concavité de la face d'impact de ladite bande (5, 16).

7. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que les moyens pour assurer la maîtrise de l'atmosphère comportent au moins une prise de vide (32) disposée au voisinage immédiat de la porte (27a) de sortie de ladite enceinte (20).

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comporte deux prises de vide (32) disposées latéralement par rapport à ladite bande (16), suivant chaque bord de celle-ci, sensiblement dans son plan.

9. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux caissons à effet Coanda dont l'un est situé à l'amont et l'autre à l'aval de l'enceinte (20), à proximité immédiate des fentes d'entrée (26a) et porte de sortie (27a).

10. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 9, caractérisé en ce que ladite enceinte (20) comporte, à titre de paroi inférieure, la platine d'un support (21) refroidi dont les extrémités extérieures à l'enceinte constituent des caissons à effet Coanda tels que prévus pour ladite bande (16) au voisinage de la zone d'impact (I).

11. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 10, caractérisé en ce qu'il comporte, dans l'enceinte (20), au-dessus du ruban (6) supporté par la bande (16), une pièce (28, 30), de préférence partiellement escamotable, présentant en regard du ruban une surface sensiblement parallèle à celui-ci et le recouvrant depuis le voisinage immédiat de la zone d'impact (I) jusqu'à l'extérieur de l'enceinte, ladite surface de ladite pièce (28, 30) laissant par rapport au ruban (6) et la bande (16) un jeu suffisant pour leur passage.

12. Dispositif selon la revendication 11, caracté-

térisé en ce que la surface inférieure de la pièce (28, 30) recouvrant le ruban (6) forme un angle compris entre 0 et 5° avec le ruban, angle dont l'ouverture est dirigée vers le jet métallique.

13. Dispositif selon l'une au moins des revendications 11 et 12, caractérisé en ce que la pièce de sortie (28, 30) recouvrant le ruban est amovible, avec possibilité de jeu dans le sens vertical.

14. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que l'axe d'éjection du métal ou de l'alliage fondu est incliné par rapport à ladite bande, en formant un angle aigu, ouvert vers l'amont, avec la bande (5, 16).

15. Dispositif pour refroidir brutalement une matière en fusion lors de sa mise en forme de ruban mince (6), ce dispositif comportant une bande (5, 16) défilant à grande vitesse au-dessous d'un orifice (4) d'éjection sous pression d'un métal ou d'un alliage à l'état fondu et étant caractérisé en ce que, en regard de l'une au moins des faces de ladite bande (5, 16) et au voisinage de la zone d'impact (I) du métal ou de l'alliage fondu sur cette bande (5, 16) est disposé au moins un caisson (7) comportant au moins un orifice (8) d'éjection d'un fluide avantageusement gazeux sous pression, de préférence à basse température, créant entre ledit caisson (7) et ladite bande (5, 16) un coussin fluide assurant, par effet Coanda, son maintien sans frottement mécanique contre ledit caisson (7), en position précise par rapport à lui.

Claims

1. A method of making thin metal ribbons by projection of a jet of fused metal or metallic alloy on to a cold substrate moving at high speed, the impact of the jet and formation of the ribbon on contact with the substrate being carried out in an atmosphere at lower pressure than atmospheric pressure, characterised in that before the temperature of the ribbon reaches the vitrification temperature of said metal or alloy the ribbon is brought into an atmosphere having a pressure greater than said lower pressure.

2. A device for hypertempering a metal or a metallic alloy during formation thereof into a thin ribbon (6) by projection of a jet of said metal or metallic alloy in the fused state on to a moving substrate (16) moving at high speed below an orifice (4) for ejection of the metallic jet, said orifice (4) and the zone (I) of the moving substrate receiving the impact of the jet being arranged inside an enclosure (20) comprising means (32) for ensuring control of the nature and pressure of the atmosphere in said enclosure, characterised in that said substrate comprises a strip (16) facing at least one of the surfaces of which, in the neighbourhood of the impact zone (I), there is arranged at least one box (7) comprising at least one orifice (8) for ejecting a fluid under pressure, advantageously gaseous and at a low temperature, creating between said box (7) and said strip (16) a fluid cushion ensuring, by the Coanda

effect, its support without mechanical rubbing against said box (7) and in a precisely defined position relative to the box and relative to an input slot (26a) and to an output port (27a) having an internal threshold (S) allowing passage of said strip (5, 16) for, respectively, its entry into and its exit from said enclosure (20).

3. A device according to claim 2, characterised in that said box (7) is arranged upstream of the impact zone (I) of the molten metal on to said strip (5, 16) and facing the impact surface, and in that said fluid is a gas.

4. A device according to claim 2 or 3, characterised in that said box (7) comprises a plurality of orifices (8, 10, 12, 14) for ejection of fluid under pressure aligned along at least one straight line parallel to the direction of advance of said strip, at least one orifice being in the form of a rectilinear slot arranged below the median line of said strip.

5. A device according to one of claims 2 to 4, in which said strip (5, 16) comprises a continuous metal strip driven by a motor member (17) passing over return members (18, 19) characterised in that at least one of said return members comprises a fixed curved box (33) comprising one or more orifices (34) for ejecting a fluid, advantageously gaseous and under pressure, preferably at a low temperature, in order to create between said box (33) and said strip (5, 16) a fluid cushion which holds the strip in position without rubbing against said box.

6. A device according to one of claims 2 to 5, characterised in that it comprises, downstream of the zone of impact of the molten metal and facing the surface opposite the impact surface, a concave, Coanda effect box (7, 33) arranged so that the moving strip follows, after impact (I) of the liquefied metal, a portion of its trajectory having a curvature corresponding to a concavity in the impact surface of said strip (5, 16).

7. A device according to one of claims 2 to 6, characterised in that the means for ensuring control of the atmosphere comprise at least one vacuum port (32) arranged immediately adjacent the outlet port (27a) of said enclosure (20).

8. A device according to claim 7, characterised in that it comprises two vacuum ports (32) arranged laterally relative to said strip (16) along each edge of the latter, substantially in its plane.

9. A device according to one of claims 2 to 8, characterised in that it comprises at least two Coanda effect boxes of which one is upstream and the other downstream of the enclosure (20), in the immediate proximity of the input slot (26a) and outlet port (27a).

10. A device according to one of claims 2 to 9, characterised in that said enclosure (20) comprises, as a lower wall, the plate of a cooled support (21) of which the ends outside the enclosure comprise Coanda effect boxes such as those provided for said strip (16) adjacent the impact zone (I).

11. A device according to one of claims 2 to 10, characterised in that it comprises, in the enclosures (20), above the ribbon (6) supported by the

strip (16), a member (28, 30), preferably partially retractable, having facing the ribbon a surface substantially parallel thereto and covering it from the immediate neighbourhood of the impact zone (I) to the exterior of the enclosure, said surface of said member (28, 30) providing relative to the ribbon (6) and the strip (16) a play sufficient for their passage.

12. A device according to claim 11, characterised in that the lower surface of the member (28, 30) covering the ribbon (6) forms an angle from 0 to 50 with the ribbon, which angle opens towards the metallic jet.

13. A device according to at least one of claims 11 and 12, characterised in that the output member (28, 30) covering the ribbon is movable, with the possibility of play in the vertical direction.

14. A device according to one of claims 1 to 13, characterised in that the axis of ejection of the molten metal or alloy is inclined relative to said strip, forming an acute angle, opening upstream, with the strip (5, 16).

15. A device for sudden cooling of a molten material during forming thereof into a thin ribbon (6), the device comprising a strip (5, 16) moving at high speed below an orifice (4) for ejection under pressure of a metal or alloy in the molten state and being characterised in that, facing at least one of the surfaces of said strip (5, 16) and in the neighbourhood of the impact zone (I) of the molten metal or alloy on this strip (5, 16) there is arranged at least one box (7) comprising at least one orifice (8) for ejection of a fluid, advantageously gaseous under pressure, preferably at a low temperature, creating between said box (7) and said strip (5, 16) a fluid cushion ensuring, by the Coanda effect, its support without mechanical rubbing against said box (7) in a precisely defined position relative thereto.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von dünnen metallischen Bändern durch Aufspritzen eines Strahls einer Schmelze eines Metalls oder einer Metallegierung auf einer sich mit großer Geschwindigkeit bewegendenden kalten Unterlage, wobei das Auftreffen des Strahls und die Bildung des Bandes auf der Unterlage in einer Atmosphäre mit einem gegenüber dem Atmosphärendruck reduzierten Druck stattfindet, dadurch gekennzeichnet, daß, bevor die Temperatur des Bands nicht die Verglasungstemperatur des Metalls oder der Metallegierung erreicht, das Band in einer Atmosphäre mit höherem Druck als der reduzierte Druck zugeführt wird.

2. Vorrichtung zur Hyperabschreckung bzw. Überhärtung eines Metalls oder einer Metallegierung bei der Bildung eines dünnen Bandes (6) durch Aufspritzen eines Strahls einer Schmelze des Metalls oder der Metallegierung auf einer sich mit großer Geschwindigkeit unter einer Öffnung (4) zum Ausspritzen des Metallstrahls vor-

beilaufenden Unterlage, bei welcher die Öffnung (4) und der Bereich (I) der vom Strahl kontaktierten beweglichen Unterlage im Inneren eines Gehäuses (20) angeordnet sind, welches Einrichtungen (32) enthält, um die Art und den Druck der Atmosphäre in dem Gehäuse sicherzustellen, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterlage durch ein Band (16) gebildet ist, wobei gegenüber mindestens einer der Seiten des Bandes (16) und in der Nähe des Auftreffbereichs (I) mindestens ein Kasten (7) angeordnet ist, welcher mindestens eine Ausstoßöffnung (8) für ein unter Druck stehendes Fluid, vorteilhafterweise ein gasförmiges Fluid mit geringerer Temperatur, aufweist, welches zwischen dem Kasten (7) und dem Band (16) ein Fluidbett bildet, welches durch Coandaeffekt den Halt ohne mechanische Reibung am Kasten (7) in präziser Lage hierzu und zu einem Eintrittsschlitz (26a) sowie zu einer mit einer Innenstufe (S) für den Durchgang des Bandes (5, 16) versehenen Ausgang (27a) für jeweils den Zugang und den Austritt des Bandes vom Gehäuse (20) sicherstellt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kasten (7) stromauf des Auftreffbereichs (I) der Metallschmelze auf das Band (5, 16) sowie bezüglich der Auftrefffläche angeordnet ist, und daß das Fluid ein Gas ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kasten (7) eine Anzahl von Öffnungen (8, 10, 12, 14) für den Ausstoß des unter Druck stehenden Fluids aufweist, die längs mindestens einer Geraden parallel zur Vorschubrichtung des Bandes ausgerichtet sind, wobei mindestens eine Öffnung die Form eines geradlinigen Schlitzes aufweist, welcher unter der Mittellinie des Bandes angeordnet ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei welcher das Band (5, 16) durch ein kontinuierlich durch einen Motor (7) angetriebenes Metallband auf einem Vorgelege (18, 19) gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eines der Glieder des Vorgeleges durch einen festen gekrümmten Kasten (33) gebildet ist, welcher eine oder mehrere Öffnungen (34) für den Ausstoß eines Fluids aufweist, und zwar vorteilhafterweise eines gasförmigen, unter Druck stehenden Fluids mit vorzugsweise geringerer Temperatur, um zwischen dem Kasten (33) und dem Band (5, 16) ein Fluidbett zu bilden, welches das Band (5, 16) ohne Reibung am Kasten in seiner Lage hält.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung stromabwärts des Auftreffbereichs und auf der der Auftrefffläche gegenüberliegenden Fläche einen konkaven Kasten zur Bildung eines Coandaeffekts (7, 33) aufweist, welcher derart angeordnet ist, daß das bewegliche Band hinter dem Auftreffbereich (I) des flüssigen Metalls einem Streckenabschnitt folgt, welcher eine Krümmung entsprechend einer Konkavität der Auftrefffläche des Bandes (5, 16) entspricht.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis

6, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtungen zur Sicherstellung der Atmosphäre mindestens eine Abnahmeöffnung (32) aufweist, welche in unmittelbarer Nähe des Ausgangs (27a) des Gehäuses (20) angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zwei seitlich und beidseits des Bands (16) sowie im wesentlichen in Bandebene angeordnete Abnahmeöffnungen (32) aufweist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung wenigstens zwei Kästen für die Erzeugung eines Coandaeffekts aufweist, von denen einer stromaufwärts und der andere stromabwärts des Gehäuses (20) in unmittelbarer Nähe des Eintrittsschlitzes (26a) und des Ausgangs (27a) angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (20) als untere Wand die Platte eines gekühlten Stützglieds (21) aufweist, dessen Enden außerhalb des Gehäuses die Kästen zur Erzeugung des Coandaeffekts für das Band (16) in Nachbarschaft des Auftreffbereichs (I) bilden.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung im Gehäuse (20) oberhalb des durch das Stützband (16) aufgenommenen Bands (6) ein vorzugsweise teilweise einziehbares Teil (28, 30) aufweist, welches eine zum Band im wesentlichen parallele Fläche aufweist und das Band von einer unmittelbar dem Auftreffbereich (I) benachbarten Stelle bis außerhalb des Gehäuses überdeckt, wobei die Fläche des Teils (28, 30) gegenüber dem Band (6) und dem Stützband (16) ein ausreichendes Durchgangsspiel aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die das Band (6) bedeckende untere Fläche des Teils (28, 30) mit dem Band einen Winkel zwischen 0 und 5° bildet, wobei die Öffnung des Winkels gegen den Strahl der Metallschmelze gerichtet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß das das Band bedeckende Auslaßteil (28, 30) unter Gewährleistung eines Spiels in vertikaler Richtung beweglich ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse des Strahls der Schmelze gegenüber dem Stützband schräg verläuft und mit diesem einen spitzen, in Richtung stromaufwärts offenen Winkel bildet.

15. Vorrichtung zur schroffen Abkühlung eines Schmelzmaterials bei der Bildung eines dünnen Bands (6), mit einem mit großer Geschwindigkeit unter einer ein Metall oder eine Metallegierung im Schmelzzustand unter Druck ausstoßenden Öffnung (4) vorbeilaufenden Stützband, dadurch gekennzeichnet, daß bezüglich mindestens einer der Seiten des Stützbands (5, 16) und benachbart des Auftreffbereichs (I) der Schmelze aus Metall oder Metallegierung auf das Stützband (5, 16) mindestens ein Kasten (7) angeordnet ist, der mindestens eine Ausstoßöffnung (8) für ein vorzugsweise gasartiges, unter Druck stehendes und vorzugsweise eine geringe Temperatur aufweisendes Fluid aufweist, wobei zwischen dem Kasten (7) und dem Stützband (5, 16) ein Fluidbett geschaffen wird, welches aufgrund eines Coandaeffekts den Halt ohne mechanische Reibung am Kasten und in präziser Lage hierzu gewährleistet.

40

45

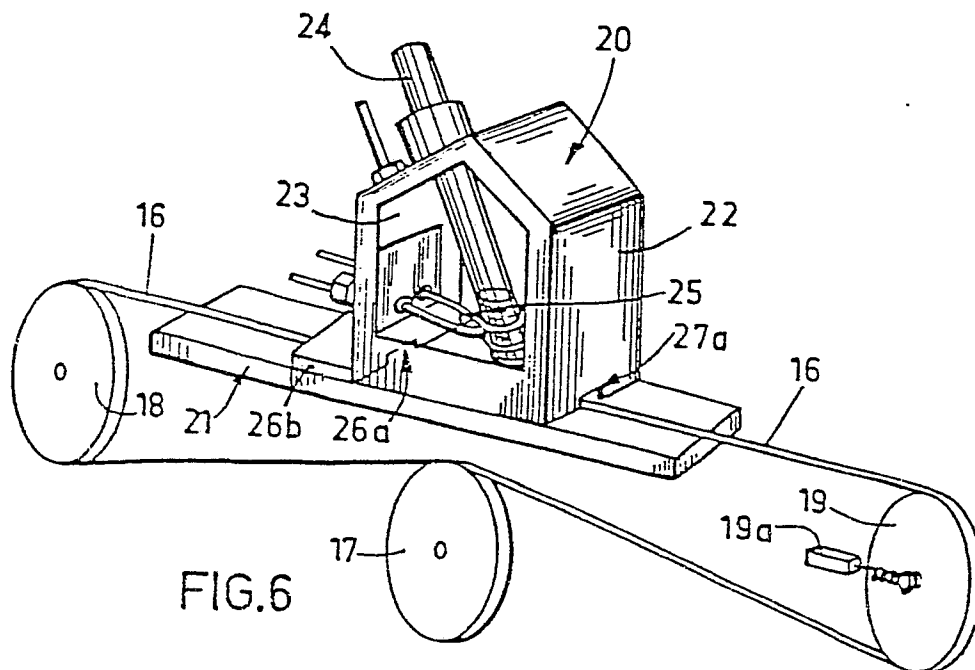
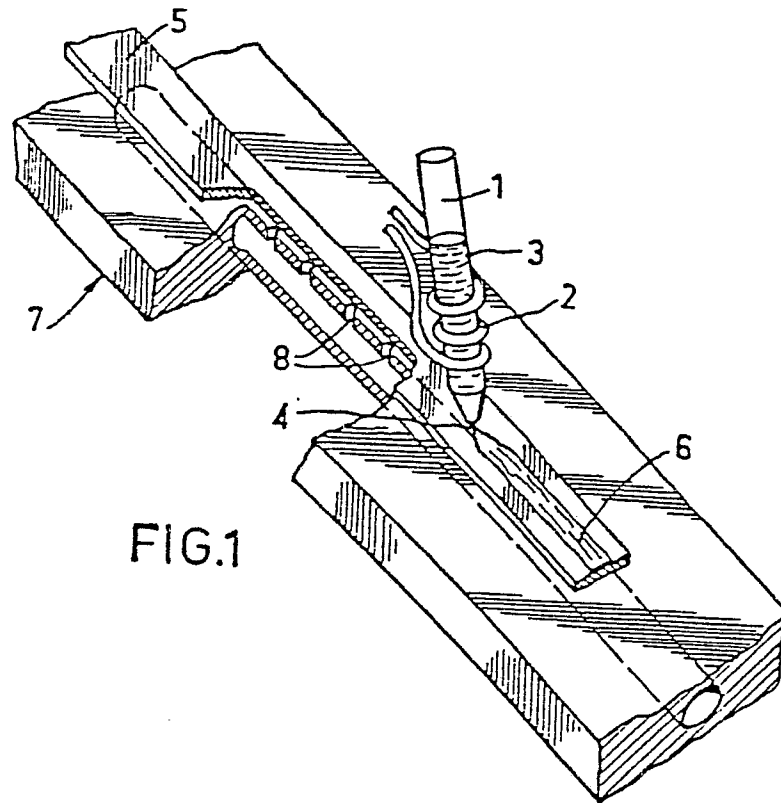
50

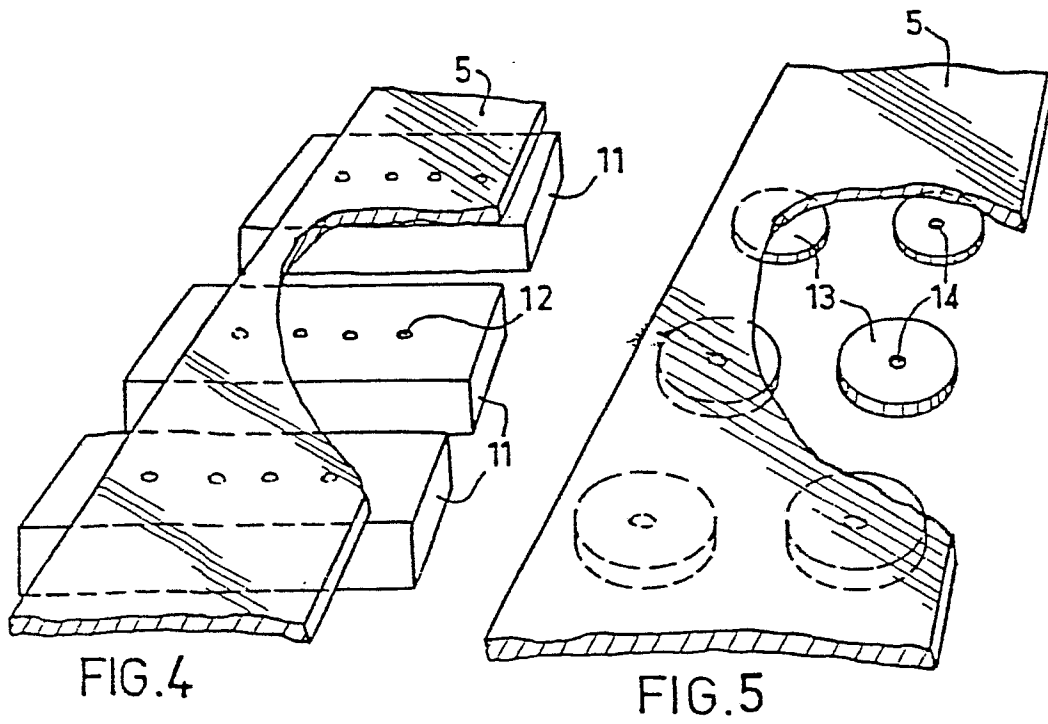
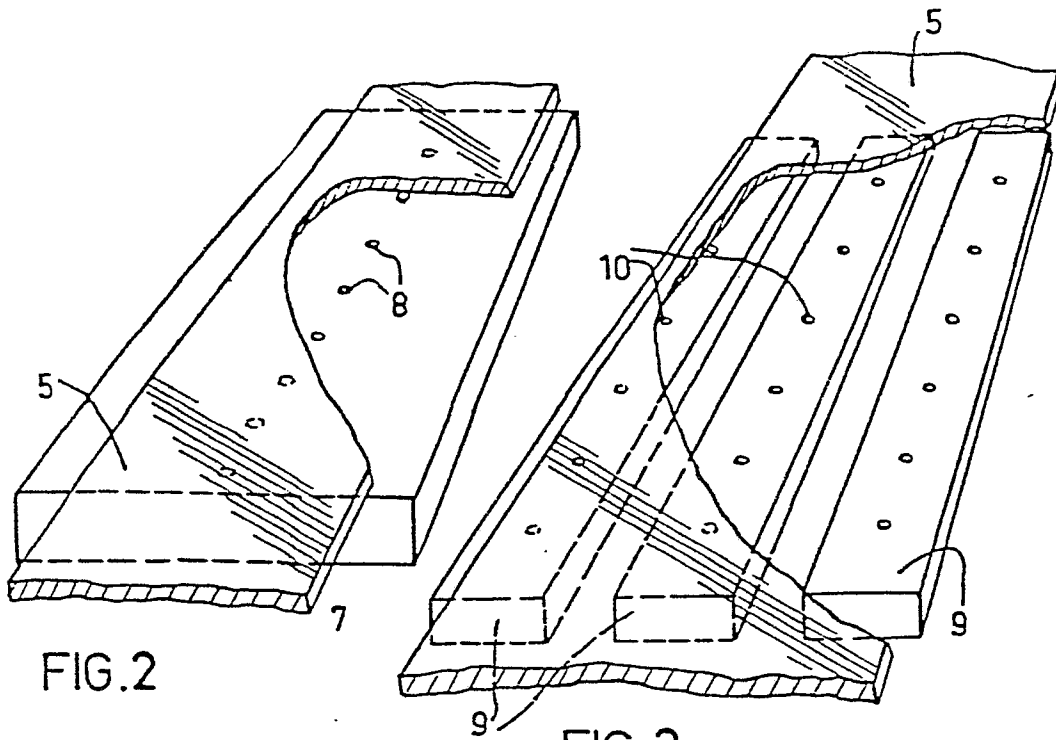
55

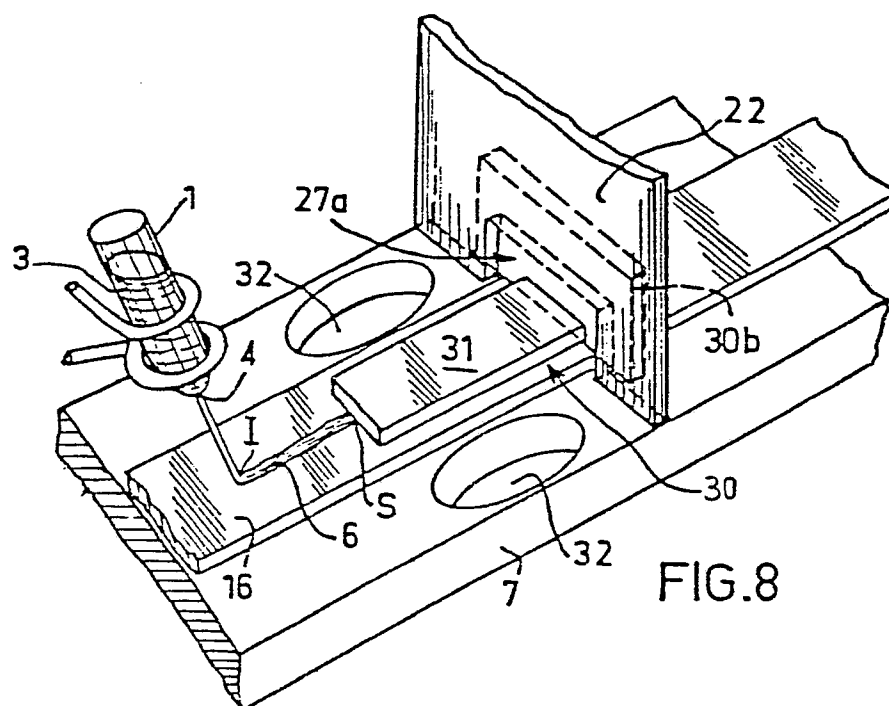
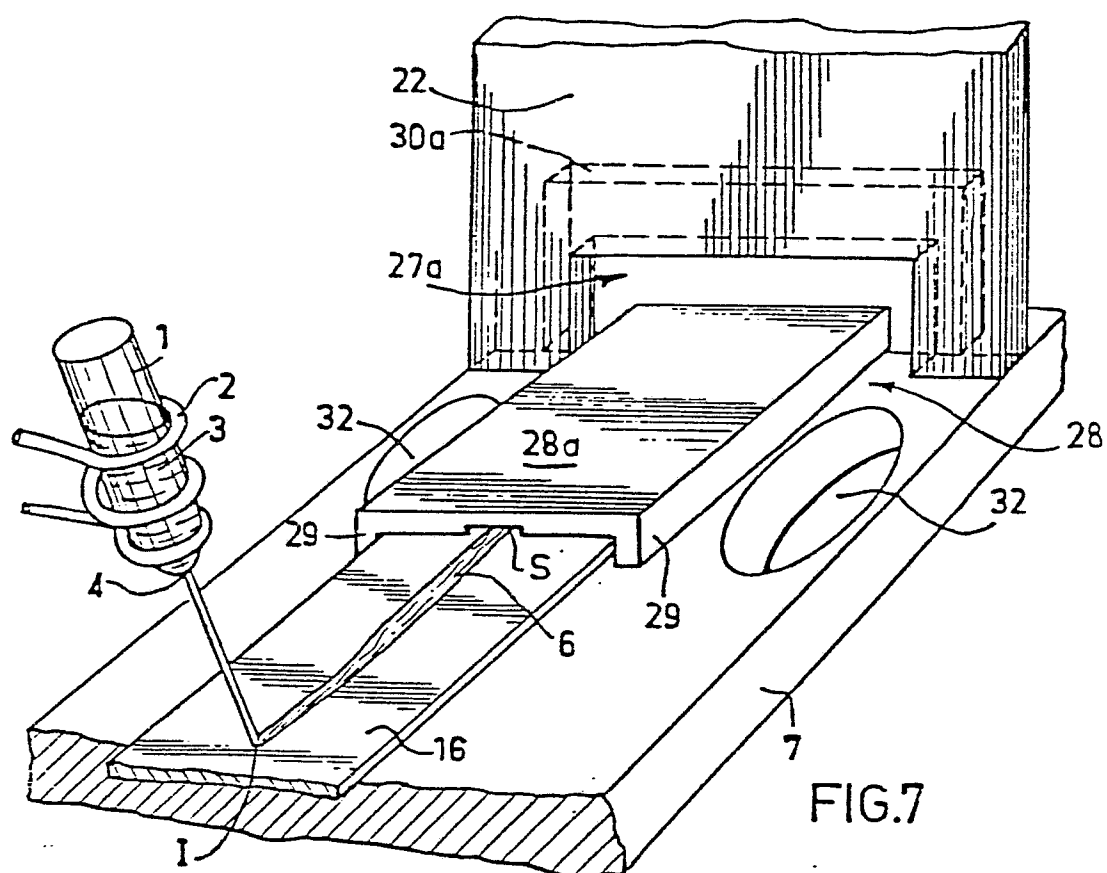
60

65

9







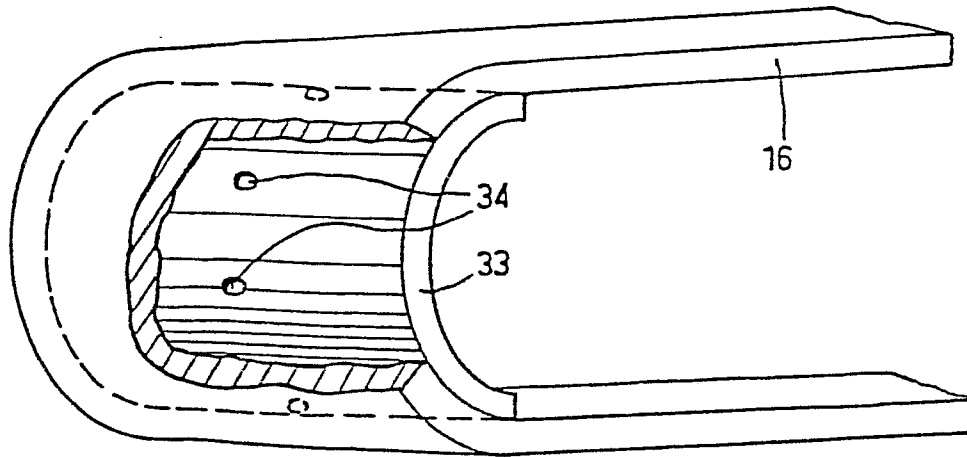


FIG. 9

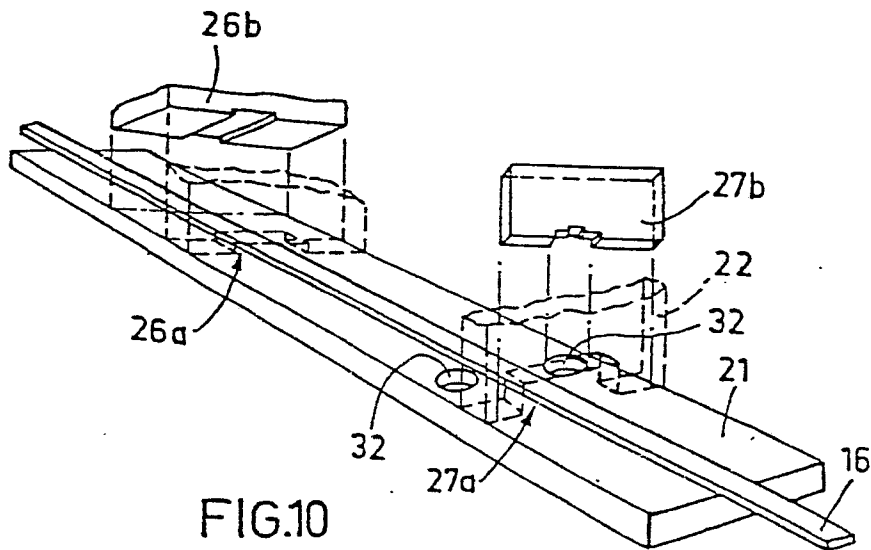


FIG. 10