



(11) **EP 2 132 353 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
27.07.2011 Bulletin 2011/30

(51) Int Cl.:
C23C 2/14 ^(2006.01) **C23C 2/20** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **07871989.5**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2007/052578

(22) Date de dépôt: **20.12.2007**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2008/110673 (18.09.2008 Gazette 2008/38)

(54) **PROCEDE ET INSTALLATION DE DEPOT EN CONTINU D'UN REVETEMENT SUR UN SUPPORT EN BANDE**

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR KONTINUIERLICHEN ABSCHIEDUNG EINES
ÜBERZUGS AUF EINEM STREIFENFÖRMIGEN SUBSTRAT

METHOD AND EQUIPMENT FOR THE CONTINUOUS DEPOSITION OF A COATING ON A STRIP
TYPE SUBSTRATE

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**

(74) Mandataire: **Capré, Didier**
C/o Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(30) Priorité: **07.03.2007 FR 0701660**

(56) Documents cités:
EP-B1- 0 663 632 WO-A-2006/021437
DE-A1- 19 756 877 JP-A- 10 018 014
JP-A- 2002 275 613

(43) Date de publication de la demande:
16.12.2009 Bulletin 2009/51

(73) Titulaire: **Siemens VAI Metals Technologies SAS**
42400 Saint-Chamond (FR)

- **SHIN KI-TAE ET AL: "Synthesis method for the modelling and robust control of coating weight at galvanizing process" ISIJ INTERNATIONAL, IRON AND STEEL INSTITUTE OF JAPAN, TOKYO,, JP, vol. 46, no. 10, 2006, pages 1442-1451, XP008084110 ISSN: 0915-1559**
- **NAPHADE PRAVIN ET AL: "Mathematical modelling of jet finishing process for hot-dip zinc coatings on steel strip" ISIJ INTERNATIONAL, IRON AND STEEL INSTITUTE OF JAPAN, TOKYO,, JP, vol. 45, no. 2, 2005, pages 209-213, XP008084126 ISSN: 0915-1559**

(72) Inventeurs:
• **HARDY, Jean-Jacques**
F-69540 Irigny (FR)
• **MARTIN, Sébastien**
F-92200 Neuilly sur Seine (FR)
• **DUVIVIER, Fabrice**
F-01600 Reyrieux (FR)

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).

EP 2 132 353 B1

Description

[0001] L'invention concerne, de façon générale, les techniques industrielles de traitement de surface, notamment appliquées au contrôle longitudinal et transversal de l'épaisseur d'un revêtement métallique déposé à chaud sur une bande d'acier dans une installation de galvanisation en continu.

[0002] Selon un premier aspect, l'invention concerne plus précisément un procédé de dépôt en continu d'un revêtement sur un support en bande de largeur déterminée avec convergence, vers au moins une valeur cible, de l'épaisseur de ce revêtement sur la surface du support, ce procédé comprenant une opération de dépôt au cours de laquelle le support est entraîné, suivant une direction longitudinale de défilement perpendiculaire à sa largeur, dans une installation comprenant un ensemble d'actionneurs commandés par des signaux de commande respectifs comprenant chacun au moins une composante, chaque actionneur étant propre à agir sur l'épaisseur du revêtement, suivant la largeur du support, en fonction du signal de commande qu'il reçoit.

[0003] L'invention sera principalement considérée dans son application privilégiée à la galvanisation, dans laquelle le support est formé d'une bande d'acier et le revêtement d'une couche de zinc ou d'un alliage de zinc, étant toutefois entendu que l'invention est applicable à d'autres procédés industriels de dépôt en continu d'un revêtement sur un support.

[0004] Dans tous les domaines d'utilisation des bandes d'acier galvanisé en continu, en particulier dans le domaine de l'automobile et de l'électroménager, il est judicieux de maîtriser le plus précisément possible l'épaisseur de zinc ou d'alliage de zinc déposé, l'intérêt de cette maîtrise étant à la fois économique et technique.

[0005] Au plan économique, les utilisateurs ont mis en oeuvre des programmes de recherches afin de définir les épaisseurs strictement nécessaires en fonction de leurs cahiers des charges dans le double but de diminuer la quantité et donc le coût du revêtement et, corrélativement, de limiter la part du coût de ce revêtement dans le prix total du produit fini afin de minimiser l'impact des variations de cours du zinc.

[0006] Comme le montre schématiquement la figure 1, l'épaisseur E_{norm} normalement requise de revêtement REV zingué sur le support SUPP d'acier, qui est de l'ordre de 10 microns pour les applications à l'automobile, et de 25 microns pour les applications à la construction, est généralement augmentée d'une surépaisseur indésirable E_{supp} qui représente de 20% à 50% de l'épaisseur normale E_{norm} .

[0007] Au plan technique, l'épaisseur de revêtement REV a principalement un impact sur le soudage, notamment par résistance. De fortes épaisseurs nécessitent de forts courants de soudage qui nuisent à la durée de vie des électrodes. D'autre part, des variations d'épaisseur d'une soudure à l'autre peuvent entraîner des défauts ou nécessitent des ajustements constants des pa-

ramètres de soudage.

[0008] Face à ce constat, on a, depuis longtemps déjà, cherché à optimiser l'épaisseur du revêtement tout en assurant la plus grande homogénéité possible de cette épaisseur. En particulier, on a, à cette fin, développé des dispositifs, dits "essoreurs", permettant de réduire l'épaisseur du revêtement REV avant sa solidification, notamment par influence magnétique ou par soufflage d'air, les essoreurs de ce dernier type étant les plus répandus.

[0009] La figure 2 montre la disposition typique d'un essorage par soufflage d'air sur une ligne continue de galvanisation. Le support en bande SUPP, acheminé à travers un chenal CAF d'arrivée du four, plonge dans un bain de zinc Zn ou d'alliage de zinc contenu dans une cuve ou "pot" PT, est défléchi sur un rouleau défecteur de fond RDFL, et passe, avec son revêtement REV devant des rampes d'essorage ESSR qui refluient vers le pot PT l'excédent de zinc ou d'alliage encore liquide.

[0010] Ainsi, comme le montre schématiquement la figure 3, l'épaisseur E_0 que présente la couche de revêtement REV à la sortie du bain liquide peut, grâce à l'air comprimé soufflé par l'essoreur ESSR, être réduite à une valeur E_1 plus faible.

[0011] Les principes de fonctionnement de l'essorage ont été posés très tôt. Par exemple, le brevet JP 5-117832 identifie les principales variables opératoires de cette technique, à savoir (figure 12a de la figure 12) la vitesse du jet d'air qui dépend de la pression de l'air comprimé fourni à l'essoreur ESSR et de l'écartement "e" entre les lèvres ESSR1 et ESSR2 de cet essoreur, la distance "d" entre les lèvres de l'essoreur et le support en bande SUPP à revêtir, ainsi que la vitesse de défilement du support SUPP. En fait (figure 12b de la figure 12), l'effet d'un essoreur à air est fonction de la pression P de l'air à la sortie des lèvres ESSR1 et ESSR2 et de la distance "d", cet effet étant sensiblement constant pour les valeurs de la distance "d" au plus égales à une limite "d₀", et diminuant de façon sensiblement linéaire pour les distances de valeurs supérieures.

[0012] L'expérience a par ailleurs permis d'identifier de manière plus exhaustive les variables d'exploitation ainsi que les perturbations opératoires subies.

[0013] Ces variables d'exploitation sont typiquement l'épaisseur requise de revêtement sur chacune des faces de la bande, le format de la bande - c'est-à-dire en fait sa largeur et son épaisseur pour un dépôt en continu sur une bande de longueur non prédéterminée - la vitesse de défilement de la bande, et la traction de la bande dans la zone de revêtement.

[0014] Les perturbations opératoires sont essentiellement liées au comportement de la bande dans la zone d'essorage et incluent le mauvais centrage de la bande dans l'espace compris entre les deux essoreurs, l'inclinaison de la bande par rapport aux essoreurs, et la flèche transversale de la bande, encore appelée "tuile" ou "crossbow" par l'homme du métier. La figure 4, composée des figures 4a à 4c, montre l'effet de ces défauts sur l'épais-

seur du revêtement REV à la sortie des essoreurs ESSR. Ainsi, l'inclinaison de la bande par rapport aux essoreurs ESSR conduit, sur la section transversale de la bande, à un gradient d'épaisseur de revêtement REV symétrique par rapport au centre de cette section (figure 4a); la présence d'une courbure transversale ou "tuile" conduit à une dissymétrie de répartition de revêtement REV sur les deux faces de la bande (figure 4b), et la présence d'une tuile sur une bande inclinée conduit au cumul de ces défauts (figure 4c).

[0015] Il convient cependant de noter que la présence d'une courbure transversale ou tuile de valeur contrôlée est néanmoins souhaitable pour rigidifier le brin ascendant de la bande SUPP+REV qui passe entre les essoreurs ESSR, de sorte que le phénomène illustré à la figure 4b ne peut être intégralement éliminé.

[0016] D'autres perturbations peuvent également intervenir, comme les ondulations localisées de la bande dues à des défauts du type "bords longs" ou "centre long", qui génèrent des variations locales d'épaisseur et qui sont de plus des sources de vibrations de la bande au passage sur les rouleaux.

[0017] Il existe aussi d'autres sources de vibrations de la bande comme la dégradation progressive des paliers des rouleaux immergés et des rouleaux eux-mêmes, ou le soufflage de refroidissement de la portion de bande située en aval des essoreurs.

[0018] Afin de pouvoir réagir aux modifications des variables d'exploitation et aux perturbations opératoires, de nombreuses dispositions constructives ont été élaborées en vue de donner au système la souplesse nécessaire.

[0019] La figure 5 illustre les possibilités de réglage du système d'essorage lui-même. En pratique, un tel système est doté d'actionneurs (qui seront génériquement référencés ACT), qui permettent de régler la distance (d1 ou d2) entre les lèvres de chaque essoreur et la bande SUPP+REV, l'écartement (e) des lèvres des essoreurs, la hauteur (H) des essoreurs par rapport au bain de zinc, et la pression P0 d'alimentation des essoreurs en gaz.

[0020] Ces réglages permettent à eux seuls de contrôler l'homogénéité de l'épaisseur de revêtement REV dans le sens de défilement de la bande de support SUPP, donc dans son sens longitudinal.

[0021] Le contrôle de l'homogénéité de l'épaisseur de revêtement REV dans le sens transversal de la bande SUPP, c'est-à-dire dans le sens de sa largeur, fait appel à plusieurs moyens.

[0022] Cette homogénéité peut tout d'abord être contrôlée par une multiplicité d'actionneurs assurant le réglage de position des essoreurs ESSR. La figure 6 montre que la combinaison des actions individuelles réalisées par quatre actionneurs (ACTx1 à ACTx4) permet non seulement de centrer l'axe de la bande entre les essoreurs ESSR mais aussi de corriger les variations d'inclinaison transversale de la bande. Les actionneurs ACTy1, ACTy2, et ACTz1, ACTz2, qui agissent respectivement suivant les axes (y) et (z), permettent d'ajuster respectivement la position transversale de la bande SUPP+REV

entre les essoreurs ESSR, et de régler la hauteur de ces essoreurs par rapport au bain de zinc.

[0023] L'homogénéité de l'épaisseur de revêtement REV dans le sens transversal de la bande SUPP est également susceptible d'être contrôlée par la déformation des lèvres des essoreurs, comme l'enseigne par exemple le brevet EP 0 566 497, qui décrit un dispositif permettant d'ajuster la distance entre les deux lèvres de chacun des essoreurs afin de faire varier l'épaisseur de la lame d'air. De multiples actionneurs tels que ACT1, ACT3, ACT5 permettent ainsi de faire varier cette épaisseur d'un bout à l'autre de chaque essoreur ESSR comme le montre schématiquement la figure 7 sur laquelle sont représentées plusieurs épaisseurs de lame, telles que e1 et e5.

[0024] L'homogénéité de l'épaisseur de revêtement REV dans le sens transversal de la bande SUPP peut encore être contrôlée par la position d'un rouleau "anti-tuile" RAT, aussi appelé rouleau "anti crossbow", un tel rouleau étant disposé entre le rouleau de déflexion de fond RDFL et un rouleau de ligne de passe RLP. En effet, bien que la flèche transversale ou "tuile" du support en bande SUPP soit autant que possible corrigée par traction de ce support dans le four situé en amont du bain de revêtement, il existe toujours un défaut résiduel de planéité plus ou moins marqué dans le bain de galvanisation. Comme le montre la figure 8, la flèche résiduelle juste au-dessous des essoreurs ESSR peut être au moins élastiquement corrigée par déplacement horizontal du rouleau "anti crossbow", et / ou du rouleau déflexeur de fond RDFL par rapport au rouleau de ligne de passe RLP. Ce procédé connu a été décrit dans plusieurs brevets, et notamment dans le brevet JP 8-260122. En matière de correction de flèche, l'expérience a cependant montré, comme indiqué précédemment, que les vibrations et l'effet de certaines ondulations pouvaient être limités en conservant à la bande une flèche contrôlée qui lui donne une certaine raideur longitudinale.

[0025] L'homogénéité de l'épaisseur de revêtement REV dans le sens transversal de la bande SUPP est également susceptible d'être contrôlée par un correcteur magnétique ou électromagnétique de profil CMP (figure 9). Un tel système, basé sur l'utilisation d'une pluralité d'électroaimants, est par exemple décrit dans le brevet JP 9-108736.

[0026] D'autres réglages peuvent encore être utiles, comme le réglage de l'angle d'incidence du jet des essoreurs ESSR par rapport à la bande SUPP+REV en particulier pour limiter les risques d'éclaboussures de zinc liquide ou "splashing".

[0027] La figure 9 montre les multiples possibilités d'actions disponibles pour contrôler l'homogénéité de l'épaisseur du revêtement. Les moyens illustrés, rencontrés successivement en partant du fond du bain de zinc sont :

- le déplacement horizontal, par les actionneurs ACT_RDFL, du rouleau déflexeur de fond RDFL et / ou

le déplacement horizontal, par les actionneurs ACT_RAT, du rouleau "anti crossbow" pour corriger la flèche de la bande SUPP+REV;

- le déplacement horizontal, par les actionneurs ACT_RLP, du rouleau de ligne de passe RLP qui est parfois nécessaire dans certains cas pour assurer le centrage de la bande SUPP+REV entre les inducteurs de chauffage placés en aval des essoreurs ESSR;
- l'ensemble des mouvements assurés par les actionneurs des essoreurs ESSR déjà décrits en référence à la figure 6;
- le réglage transversal de l'épaisseur du jet d'air décrit en référence à la figure 7; et
- les actions des correcteurs de flèche magnétiques fractionnés CMP.

[0028] On remarque qu'il est possible de classer ces actionneurs en deux familles, à savoir la famille des actionneurs à effet global qui agissent sur chaque essoreur complet en le déplaçant parallèlement à lui-même ou en le faisant pivoter, et la famille des actionneurs à effets locaux qui agissent séparément sur une partie de la longueur des essoreurs, à laquelle appartiennent les actionneurs de réglage transversal du jet d'air et les correcteurs de flèche magnétiques fractionnés.

[0029] Tous ces actionneurs, qu'ils aient un effet global ou un effet local, peuvent être commandés de manière statique, c'est-à-dire réglés préalablement à l'opération de dépôt en fonction de variables d'exploitation prédéterminées correspondant à cette opération, ou de manière dynamique, c'est-à-dire ajustés pendant leur fonctionnement.

[0030] La commande dynamique n'a de sens que si les mouvements des actionneurs répondent à une nécessité mise en évidence par des mesures en ligne pendant le défilement de la bande.

[0031] Dans l'état actuel de la technique, ces mesures sont essentiellement obtenues par trois types d'instruments qui sont illustrés à la figure 10, à savoir :

- un dispositif MPB de mesure de profil de la bande disposé par exemple en amont des essoreurs ESSR, un tel dispositif étant par exemple décrit dans le brevet JP 9-078215 et utilisant des illuminateurs laser;
- une jauge JC d'épaisseur de revêtement, dite "chaude", installée en aval des essoreurs ESSR avant que la bande SUPP+REV ne soit défléchie horizontalement; cette jauge met en oeuvre des rayons X qui mesurent ponctuellement l'épaisseur du revêtement REV; la zone de mesure ZMJC est en général située au centre de la bande et s'étend sur toute la longueur de celle-ci lors de son défilement; et

- une jauge JF d'épaisseur de revêtement, dite "froide", installée plus en aval des essoreurs ESSR après que la bande SUPP+REV ait été de nouveau défléchie verticalement; cette jauge met également en oeuvre une source de rayons X mobile transversalement à la bande; la zone de mesure ZMJF décrit un parcours en zigzag sur toute la longueur de la bande lors de son défilement.

[0032] Dans ce contexte, il est connu, notamment par le brevet JP 9-087821, d'assurer le pilotage des actionneurs au moyen d'un système de contrôle utilisant à la fois les valeurs de préréglage entrées par l'opérateur avant l'opération de dépôt du revêtement REV, et les mesures en ligne obtenues pendant cette opération.

[0033] Ces systèmes de contrôle connus sont basés sur des programmes mettant les mesures en ligne sous forme d'équations polynomiales qui sont utilisées pour donner les consignes appropriées aux différents actionneurs.

[0034] Or, l'emploi de ces équations polynomiales présente le double inconvénient de conduire à des approximations qui rendent imprécises les consignes adressées aux actionneurs à effet global et, surtout, d'être très difficiles à appliquer aux actionneurs à effets locaux qui cumulent les actions d'une pluralité d'actionneurs élémentaires pilotables séparément.

SHIN KI-TAE ET AL : " Synthesis method for the modeling and robust control of coating weight at galvanizing process" ISJ INTERNATIONAL, IRON AND STEEL INSTITUTE OF JAPAN, JP, vol. no.10,2006, pages 1442-1451, XP 008084110 ISSN: 0915-1559 et NAPHAD PRAVIN ET AL: " Mathematical modelling of jet finishing process for hot-dip zinc coatings on steel strip" ISIJ INTERNATIONAL, IRON AND STEEL INSTITUTE OF JAPAN, TOKYO, JP, vol.45, no.2, 2005, pages 209-213, XP008084126 ISSN: 0915-1559, décrivent un procédé et installation pour la commande de dépôt en continu d'un revêtement sur un support selon lesquels on applique du matériau de revêtement sur le support et l'on élimine ensuite en fonction d'une épaisseur de consigne prédéterminée au moyen d'actionneurs commandées par des signaux de commande prescrits, calculés et régulés par un modèle de préréglage et de régulation en fonction de mesures de l'épaisseur de revêtement.

JP-A-2002275613 (NISSHIN STEEL CO LTD), 25 Septembre 2002, décrit un procédé de dépôt en continu d'un revêtement sur un support en bande comprenant la mesure de l'épaisseur du revêtement obtenu en 4 points le long de la largeur du support et de réglage des essoreurs à airs afin d'uniformiser l'épaisseur du revêtement.

[0035] L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients en proposant un procédé de dépôt en continu d'un revêtement tel qu'une couche de zinc sur un support en bande tel qu'une bande d'acier, qui, pour permettre une régulation efficace de l'épaisseur de revêtement, soit

capable de piloter de manière précise de multiples actionneurs dynamiques, et qui soit facilement applicable à des actionneurs complexes comme le réglage transversal de l'épaisseur du jet d'air ou les correcteurs magnétiques de profil fractionnés.

[0036] A cette fin, le procédé de l'invention, par ailleurs conforme à la définition générique qu'en donne le préambule ci-dessus, est essentiellement caractérisé en ce qu'il comprend au moins :

- une première phase préalable de modélisation, mise en oeuvre en amont de l'opération de dépôt et comprenant le développement d'un modèle de pré-réglage incluant, pour chaque point d'un ensemble de points distribués le long de la largeur du support et pour chaque actionneur, une relation quantitative liant l'épaisseur du revêtement en ce point à la valeur d'au moins une composante du signal de commande fourni à cet actionneur;
- une deuxième phase préalable de modélisation, mise en oeuvre en amont de l'opération de dépôt et comprenant le développement d'un modèle de régulation incluant, pour chaque point de l'ensemble de points et pour chaque actionneur, une relation quantitative liant une variation de l'épaisseur du revêtement en ce point à une variation de la valeur d'au moins une composante du signal de commande fourni à cet actionneur;
- une étape transitoire de pré-réglage, mise en oeuvre en amont ou au début de l'opération de dépôt et comprenant les opérations consistant à adresser aux actionneurs des signaux de commande dépendant du modèle de pré-réglage et de la valeur cible de l'épaisseur du revêtement en chaque point de l'ensemble de points;
- une étape de mesure, mise en oeuvre pendant l'opération de dépôt et comprenant les opérations consistant à élaborer une mesure de l'épaisseur du revêtement en chaque point de l'ensemble de points; et
- une étape de régulation, mise en oeuvre pendant l'opération de dépôt, succédant à l'étape de pré-réglage et comprenant les opérations consistant à adresser aux actionneurs des signaux de commande respectifs élaborés par commande prédictive sur la base du modèle de régulation et d'une fonction de coût prenant en compte tout éventuel écart entre la valeur cible et la mesure d'épaisseur en chaque point de l'ensemble de points.

[0037] Ainsi, bien que les techniques spécifiques de la commande prédictive soient connues en elles-mêmes, par exemple de l'ouvrage "La commande prédictive", écrit par Jacques Richalet, Guy Lavielle et Joëlle Mallet, paru en 2004 aux Editions Eyrolles, l'invention propose d'en appliquer le principe à la commande dynamique des actionneurs mis en oeuvre pour contrôler l'épaisseur du revêtement déposé sur le support, tout en conservant le

principe d'une commande statique de ces actionneurs pour leur pré-réglage.

[0038] De préférence, le modèle de régulation est un modèle linéaire, et la fonction de coût est une fonction quadratique.

[0039] Dans la mesure où il est souhaitable de ne pas exclure, dans la mise en oeuvre du procédé de l'invention, la possibilité pour des opérateurs humains d'intervenir directement sur les capteurs, et où une telle intervention conduit a priori à perturber le modèle de régulation, il peut être opportun de prévoir que le procédé de l'invention comprenne en outre une opération consistant à produire, au moins au niveau de chaque actionneur d'un groupe d'actionneurs, au moins un signal d'état représentatif de l'état de cet actionneur, une opération consistant à agir sur au moins un actionneur du groupe par des moyens complémentaires à l'envoi d'un signal de commande, et une opération consistant à réguler chaque actionneur du groupe d'actionneurs en utilisant chaque signal d'état de cet actionneur pour actualiser le signal de commande adressé à cet actionneur, le terme "actualiser" étant ici synonyme de "mettre à jour en utilisant la plus récente valeur connue".

[0040] L'invention concerne également une installation pour la mise en oeuvre d'un procédé de dépôt tel que précédemment défini, cette installation étant caractérisée en ce qu'elle comprend des actionneurs et un module de régulation, en ce que les actionneurs sont conçus pour agir sur l'épaisseur du revêtement en fonction de signaux ou consignes de commande qu'ils reçoivent, et pour délivrer des données d'état corrigées au module de régulation, et en ce que le module de régulation est conçu pour déterminer par commande prédictive les signaux ou consignes de commande à adresser aux actionneurs pour faire converger l'épaisseur du revêtement telle que mesurée vers la valeur cible de cette épaisseur.

[0041] De préférence, une telle installation comprend, en tant qu'actionneur, l'un ou plusieurs des éléments suivants : un essoreur à air et à lèvres ajustable, un correcteur électromagnétique fractionné de profil, et des dispositifs, tels que des vérins, pour positionner le rouleau anti-tuile, le rouleau de ligne de passe, et / ou le rouleau déflecteur de fond.

[0042] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe transversale partielle à grande échelle d'un support protégé par un revêtement déposé par voie traditionnelle;
- la figure 2 est une vue schématique de côté d'une partie d'une installation de galvanisation;
- la figure 3 est une vue de détail schématique illustrant l'action d'un essoreur à air;
- la figure 4, composée des figures 4a à 4c, est une vue schématique en coupe transversale d'une ins-

- tallation de revêtement, représentant différents défauts d'agencement de la bande support par rapport aux essoreurs, et les défauts associés du produit fini;
- la figure 5 est une autre vue schématique de côté d'une partie d'une installation de galvanisation;
 - la figure 6 est une vue de détail en perspective d'une portion de bande passant devant deux essoreurs;
 - la figure 7 est une vue schématique en perspective d'un essoreur à jet d'air;
 - la figure 8 est encore une autre vue schématique de côté d'une partie d'une installation de galvanisation;
 - la figure 9 est une vue schématique en perspective d'une partie d'une installation de galvanisation en continu;
 - la figure 10 est une autre vue schématique de côté d'une partie d'une installation de galvanisation;
 - la figure 11 est un schéma illustrant une installation conforme à l'invention; et
 - la figure 12, composée des figures 12a et 12b, est une vue schématique illustrant l'action d'un essoreur à air (figure 12a) et la loi physique décrivant cette action (figure 12b).

[0043] Comme annoncé précédemment, l'invention concerne (figure 11) un procédé de dépôt en continu d'un revêtement, en particulier de zinc, sur un support tel qu'une bande d'acier 1 de largeur déterminée, et dans lequel l'épaisseur du revêtement doit converger sur la surface du support vers une valeur cible en général constante pour toute la surface du support.

[0044] Ce procédé comprend une opération de dépôt au cours de laquelle la bande 1 constituant le support est entraînée en défilement continu et plonge dans un bain de zinc liquide 2 où elle est défléchiée par un rouleau de fond 3. Cette bande 1 passe ensuite entre un rouleau "anti crossbow" 4 et un rouleau de ligne de passe 5, et sort du bain de zinc revêtue d'une couche de zinc liquide qui est essorée entre deux essoreurs à air 7 et 8. Une jauge d'épaisseur 13 mesure l'épaisseur du revêtement essoré et solidifié, les mouvements combinés de la bande 1 et du capteur de la jauge 13 formant un parcours 14. Le rouleau 4 et les essoreurs 7 et 8 sont équipés d'actionneurs respectifs tels que 6_1 , 6_2 , 9_1 , 9_2 , 10_1 , 10_2 , 11_1 à 11_x , et 12_1 à 12_x .

[0045] Ces actionneurs sont commandés par des signaux de commande respectifs qui constituent pour ces actionneurs des consignes de réglage, et sont capables d'émettre, en retour, des signaux d'état respectifs représentant les réglages qu'ils ont effectivement réalisés.

[0046] L'installation de l'invention comprend un module de préparation ou de préréglage 16 dans lequel a au moins été mémorisé un modèle statique de préréglage établi de façon expérimentale, préalablement à l'opération de dépôt et incluant, pour chacun des points 22 distribués le long de la largeur du support 1 et pour chaque actionneur, une relation quantitative liant l'épaisseur du revêtement en ce point à la valeur d'une ou plusieurs composantes du signal de commande susceptible d'être

fourni à cet actionneur.

[0047] Avant ou au tout début de l'opération de dépôt, les actionneurs tels que 6_1 , 6_2 , 9_1 , 9_2 , 10_1 , 10_2 , 11_1 à 11_x , et 12_1 à 12_x adressent au module de préparation 16 des signaux ou données d'état 15 informant ce module 16 de leur situation. Ce même module de préparation 16 reçoit d'autre part, sous forme de données 17, les variables d'exploitation qui définissent notamment la valeur cible de l'épaisseur de revêtement à déposer. Le modèle de préréglage mémorisé dans le module de préparation 16 permet à ce dernier de fournir des consignes de préréglage aux actionneurs 6_1 , 6_2 , 9_1 , 9_2 , 10_1 , 10_2 , 11_1 à 11_x , et 12_1 à 12_x .

[0048] Le procédé de l'invention met également en oeuvre un modèle de régulation, incluant, pour chacun des points 22 distribués le long de la largeur du support 1 et pour chaque actionneur, une relation quantitative liant une variation de l'épaisseur du revêtement en ce point à une variation de la valeur d'au moins une composante du signal de commande fourni à cet actionneur.

[0049] Ce modèle de régulation peut être mémorisé dans un module de régulation 20, ou mémorisé dans le module de préparation 16 et transmis par ce dernier au module de régulation 20.

[0050] A partir de ce modèle de régulation et des données de mesure d'épaisseur 21 obtenues pour les différents points 22 de la largeur de la bande 1, le module de régulation 20 détermine par commande prédictive les signaux ou consignes de commande 23 que ce module 20 doit adresser aux actionneurs 6_1 , 6_2 , 9_1 , 9_2 , 10_1 , 10_2 , 11_1 à 11_x , et 12_1 à 12_x , dont il reçoit les données d'état corrigées 24, pour faire converger l'épaisseur du revêtement telle que mesurée vers la valeur cible de cette épaisseur.

[0051] En d'autres termes, le procédé de l'invention utilise un modèle de prédiction de l'épaisseur transversale de revêtement permettant de prédire l'évolution des variables contrôlées, la construction de ce modèle lui permettant d'être linéaire.

[0052] Conformément au principe général de la commande prédictive, ce modèle utilise la mesure de l'épaisseur de revêtement sur la largeur de la bande 1 sous forme d'un vecteur de dimension "n" correspondant au nombre de points de mesure 22 considérés. A chaque actionneur dynamique sollicité (par exemple à chacun des "m" actionneurs de réglage de l'épaisseur du jet d'air) correspond un vecteur de dimension "n" et l'effet de l'ensemble des actionneurs s'exprime sous la forme d'une matrice rectangulaire de "n" lignes correspondant respectivement aux points de mesure 22 considérés et de "m" colonne correspondant respectivement aux actionneurs dynamiques sollicités.

[0053] L'optimisation des signaux de commande à appliquer aux actionneurs dynamiques est de préférence réalisée en utilisant une fonction de coût quadratique représentant typiquement la distance euclidienne entre l'épaisseur mesurée aux différents points de mesure 22 et la valeur cible de l'épaisseur.

[0054] Cette optimisation est réalisée en opérant une

minimisation de cette fonction de coût tout en prenant en compte différentes contraintes sur les différentes variables d'influence que constituent les états des différents actionneurs, ces contraintes pouvant être fixées dans le modèle ou être introduites sous forme de données 25.

[0055] Ces contraintes incluent notamment :

- la distance minimum de fonctionnement d du dispositif de réglage de l'épaisseur e du jet d'air (figure 12). En effet, pour que la variation de l'épaisseur e se traduise par une variation de pression P sur le revêtement, il faut que la bande 1 défile dans la zone du jet où $P = f(d)$ avec $d \geq d_0$ (figure 12b) : et
- la flèche minimum que doit présenter la bande 1 pour conserver une certaine rigidité longitudinale limitant les problèmes de vibration.

[0056] Le procédé de l'invention peut aussi prendre en compte d'autres données de mesure, telles que la mesure d'épaisseur de la jauge "chaude" JC d'épaisseur de revêtement et des mesures de profil de bande fournies par le capteur MPB.

[0057] Le procédé de l'invention peut également commander d'autres actionneurs que ceux précédemment évoqués, et notamment les actionneurs ACT_RAT du rouleau "anti crossbow" RAT (figure 9) et ceux du correcteur magnétique de profil CMP.

[0058] Le procédé de l'invention permet également d'inclure dans le système de régulation des dispositifs annexes tels que des pré-essoreurs magnétiques ou à air, ou des dispositifs additionnels de contrôle d'épaisseur de revêtement, spécifiques aux rives de la bande 1.

[0059] De façon générale, le procédé de l'invention offre une grande facilité d'intégration de nouveaux actionneurs ou instruments de mesure au fil de l'évolution de l'installation.

Revendications

1. Procédé de dépôt en continu d'un revêtement (REV) sur un support en bande (SUPP) de largeur déterminée avec convergence, vers au moins une valeur cible, de l'épaisseur de ce revêtement sur la surface du support, ce procédé comprenant une opération de dépôt au cours de laquelle le support (SUPP) est entraîné, suivant une direction longitudinale de défilement perpendiculaire à sa largeur, dans une installation comprenant un ensemble d'actionneurs ($6_1, 6_2; 9_1, 9_2; 10_1, 10_2; 11_1 - 11_x; 12_1 - 12_x$) commandés par des signaux de commande respectifs (18, 23) comprenant chacun au moins une composante, chaque actionneur étant propre à agir sur l'épaisseur du revêtement, suivant la largeur du support, en fonction du signal de commande qu'il reçoit, **caractérisé en ce qu'il comprend au moins:**

- une première phase préalable de modélisation, mise en oeuvre en amont de l'opération de dépôt et comprenant le développement d'un modèle de préréglage incluant, pour chaque point d'un ensemble de points distribués le long de la largeur du support et pour chaque actionneur, une relation quantitative liant l'épaisseur du revêtement en ce point à la valeur d'au moins une composante du signal de commande fourni à cet actionneur;

- une deuxième phase préalable de modélisation, mise en oeuvre en amont de l'opération de dépôt et comprenant le développement d'un modèle de régulation incluant, pour chaque point de l'ensemble de points et pour chaque actionneur, une relation quantitative liant une variation de l'épaisseur du revêtement en ce point à une variation de la valeur d'au moins une composante du signal de commande fourni à cet actionneur;

- une étape transitoire de préréglage, mise en oeuvre (16) en amont ou au début de l'opération de dépôt et comprenant les opérations consistant à adresser aux actionneurs des signaux de commande dépendant du modèle de préréglage et de la valeur cible de l'épaisseur du revêtement en chaque point de l'ensemble de points;

- une étape de mesure, mise en oeuvre (22) pendant l'opération de dépôt et comprenant les opérations consistant à élaborer une mesure de l'épaisseur du revêtement en chaque point de l'ensemble de points; et

- une étape de régulation, mise en oeuvre (20) pendant l'opération de dépôt, succédant à l'étape de préréglage et comprenant les opérations consistant à adresser aux actionneurs des signaux de commande respectifs élaborés par commande prédictive sur la base du modèle de régulation et d'une fonction de coût prenant en compte tout éventuel écart entre la valeur cible et la mesure d'épaisseur en chaque point de l'ensemble de points.

2. Procédé de dépôt suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** le support est formé d'une bande d'acier et **en ce que** le revêtement est formé de zinc ou d'un alliage de zinc, ce procédé constituant un procédé de galvanisation.

3. Procédé de dépôt suivant l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le modèle de régulation est un modèle linéaire.

4. Procédé de dépôt suivant l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la fonction de coût est une fonction quadratique.

5. Procédé de dépôt suivant l'une quelconque des re-

vendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre une opération consistant à produire, au moins au niveau de chaque actionneur d'un groupe d'actionneurs, au moins un signal d'état représentatif de l'état de cet actionneur, une opération consistant à agir sur au moins un actionneur du groupe par des moyens complémentaires à l'envoi d'un signal de commande, et une opération consistant à réguler chaque actionneur du groupe d'actionneurs en utilisant chaque signal d'état de cet actionneur pour actualiser le signal de commande adressé à cet actionneur.

6. Installation pour la mise en oeuvre d'un procédé de dépôt en continu d'un revêtement (REV) sur un support en bande (SUPP) de largeur déterminée avec convergence, vers au moins une valeur cible, de l'épaisseur de ce revêtement sur la surface du support, le dit support (SUPP) est entraîné au cours du dépôt, suivant une direction longitudinale de défilement perpendiculaire à sa largeur, l'installation comprenant :

- un ensemble d'actionneurs ($6_1, 6_2; 9_1, 9_2; 10_1, 10_2; 11_1-11_x; 12_1 - 12_x$) commandés par des signaux de commande (18, 23) comprenant chacun au moins une composante, chaque actionneur étant propre à agir sur l'épaisseur du revêtement, suivant la largeur du support, en fonction du signal de commande qu'il reçoit ;
- un module de préréglage (16) fournissant des consignes de préréglage (18) aux actionneurs ;
- un module de régulation (20) qui détermine par commande prédictive les signaux de commande (23) adressés aux actionneurs; **caractérisée en ce que :**
- le modèle de préréglage inclut un modèle statique de préréglage, établissant pour chacun de points (22) distribués le long de la largeur du support et pour chaque actionneur une relation quantitative liant l'épaisseur du revêtement en ce point à la valeur d'au moins une composante du signal de commande fourni au dit actionneur.

7. Installation selon la revendication 6, **caractérisée en ce qu'elle** comprend, en tant qu'actionneur, un essoreur à air et à lèvre ajustable.
8. Installation suivant l'une quelconque des revendications 6 et 7, **caractérisée en ce qu'elle** comprend, en tant qu'actionneur, un correcteur électromagnétique fractionné de profil.
9. Installation suivant l'une quelconque des revendications 6 à 8, **caractérisée en ce qu'elle** comprend un rouleau anti-tuile et, en tant qu'actionneurs, des dispositifs de positionnement de ce rouleau anti-

tuile.

10. Installation suivant l'une quelconque des revendications 6 à 9, **caractérisée en ce qu'elle** comprend un rouleau de ligne de passe et, en tant qu'actionneurs, des dispositifs de positionnement de ce rouleau de ligne de passe.
11. Installation suivant l'une quelconque des revendications 6 à 10, **caractérisée en ce qu'elle** comprend un rouleau défecteur de fond et, en tant qu'actionneurs, des dispositifs de positionnement de ce rouleau défecteur de fond.

Claims

1. Method for the continuous deposition of a coating (REV) on a strip-type substrate (SUPP) of defined width, with convergence towards at least one target value of the thickness of said coating on the substrate surface, said method comprising a deposition operation during which the substrate (SUPP) is conveyed along a longitudinal feed direction perpendicular to a width of the substrate in an installation having a set of actuators ($6_1, 6_2; 9_1, 9_2; 10_1, 10_2; 11_1 - 11_x; 12_1 - 12_x$) controlled by respective control signals (18, 23) each including at least one component, and wherein each actuator is configured to influence the thickness of the coating along the width of the substrate as a function of the control signal that it receives, **characterised in that** it comprises at least:

- a first preliminary modelling phase, employed upstream of the deposition operation, comprising developing a pre-setting model including, for each point in a set of points distributed along the width of the substrate and for each actuator, a quantitative relation linking the thickness of the coating at the respective point to the value of at least one component of the control signal supplied to the respective actuator;
- a second preliminary modelling phase, employed upstream of the deposition operation, comprising developing an adjustment model including, for each point in the set of points and for each actuator, a quantitative relation linking a variation in the thickness of the coating at the respective point to a variation in the value of at least one component of the control signal supplied to the respective actuator;
- an intermediate pre-setting step, employed (16) upstream or at the start of the deposition operation, comprising operations for transmitting control signals to the actuators depending on the pre-setting model and the target value for the thickness of the coating at each point in the set of points;

- a measuring step, employed (22) during the deposition operation, comprising operations for measuring the thickness of the coating at each point in the set of points; and
- an adjustment step, employed (20) during the deposition operation and following the pre-setting step, comprising operations for transmitting respective control signals to the actuators, wherein the control signals have been processed by predictive control on the basis of the adjustment model and a cost function taking into account any potential difference between the target value and the thickness measurement at each point in the set of points.
2. Deposition method according to claim 1, **characterised in that** the substrate is a strip of steel and **in that** the coating is zinc or a zinc alloy, said method constituting a galvanising process.
3. Deposition method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the adjustment model is a linear model.
4. Deposition method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the cost function is a quadratic function.
5. Deposition method according to one of the preceding claims, **characterised in that** it comprises an operation consisting of producing, at least at the level of each actuator in a group of actuators, at least one status signal representative of the status of the respective actuator, an operation acting on at least one actuator in the group through means complementing the sending of a control signal, and an operation consisting of adjusting each actuator in the group of actuators by using each status signal of that actuator to update the control signal sent to the respective actuator.
6. Installation for employing a method for the continuous deposition of a coating (REV) on a strip-type substrate (SUPP) of defined width, with convergence towards at least one target value of the thickness of said coating on the substrate surface, said method conveying the substrate (SUPP) along a longitudinal feed direction perpendicular to its width, the installation comprising:
- a plurality of actuators (6₁, 6₂; 9₁, 9₂; 10₁, 10₂; 11₁ - 11_x; 12₁
- 12_x) controlled by control signals (18, 23) each including at least one component, and wherein each actuator is configured to influence the thickness of the coating along the width of the substrate as a function of
- the control signal received thereby;
- a pre-setting module (16) supplying pre-setting instructions (18) to the actuators;
- an adjustment module (20) which determines by predictive control the control signals (23) transmitted to the actuators, **characterised in that**:
- the pre-setting module includes a static pre-setting module, establishing for each of the points (22) distributed along the width of the substrate and for each actuator a quantitative relation linking the thickness of the coating at that point to the value of at least one component of the control signal supplied to said actuator.
7. Installation according to claim 6, **characterised in that** it has a blast-air drying machine with an adjustable lip as an actuator.
8. Installation according to one of claims 6 and 7, **characterised in that** it has as an actuator, a split electromagnetic profile corrector.
9. Installation according to one of the preceding claims 6 to 8, **characterised in that** it has an anti-crossbow roll, and as actuators, devices for positioning said anti-crossbow roll.
10. Installation according to one of claims 6 to 9, **characterised in that** it has a pass line roll, and as actuators, devices for positioning said pass line roll.
11. Installation according to one of claims 6 to 10, **characterised in that** it has a bottom deflecting roll, and as actuators, devices for positioning said bottom deflecting roll.

40 Patentansprüche

1. Verfahren zur kontinuierlichen Abscheidung eines Überzugs (REV) auf einem streifenförmigen Substrat (SUPP) mit einer bestimmten Breite unter Annäherung der Dicke dieses Überzugs auf der Oberfläche des Substrats an mindestens einen Zielwert, wobei dieses Verfahren einen Vorgang zur Abscheidung umfasst, bei dem das Substrat (SUPP) entlang einer längs und senkrecht zu seiner Breite verlaufenden Ablauffrichtung in eine Anlage geführt wird, die eine Gruppe von Aktoren (6₁, 6₂; 9₁, 9₂; 10₁, 10₂; 11₁ - 11_x; 12₁ - 12_x) umfasst, welche jeweils von Steuersignalen (18, 23) gesteuert werden, von denen jedes mindestens eine Komponente umfasst, wobei jeder Aktor geeignet ist, entlang der Breite des Substrats in Abhängigkeit von dem Steuersignal, das er empfängt, auf die Dicke des Überzugs einzuwirken, **dadurch gekennzeichnet, dass** es minde-

stens umfasst:

- eine erste vorbereitende Modellierungsphase, die vor dem Vorgang zur Abscheidung ausgeführt wird und die Entwicklung eines Voreinstellungsmodells umfasst, das für jeden Punkt einer Gruppe von Punkten, die entlang der Breite des Substrats verteilt sind, und für jeden Aktor eine quantitative Beziehung beinhaltet, die die Dicke des Überzugs in diesem Punkt mit dem Wert von mindestens einer Komponente des zu diesem Aktor übermittelten Steuersignals verknüpft;
 - eine zweite vorbereitende Modellierungsphase, die vor dem Vorgang zur Abscheidung ausgeführt wird und die Entwicklung eines Regulierungsmodells umfasst, das für jeden Punkt einer Gruppe von Punkten und für jeden Aktor eine quantitative Beziehung beinhaltet, die eine Änderung der Dicke des Überzugs in diesem Punkt mit einer Änderung des Werts von mindestens einer Komponente des zu diesem Aktor übermittelten Steuersignals verknüpft;
 - einen Voreinstellungsschritt, der vor dem oder zu Beginn des Vorgangs zur Abscheidung durchgeführt wird (16) und die Vorgänge umfasst, die darin bestehen, zu den Aktoren Steuersignale zu senden, die vom Voreinstellungsmodell und vom Zielwert der Dicke des Überzugs in jedem Punkt der Gruppe von Punkten abhängig sind;
 - einen Messschritt, der während des Vorgangs zur Abscheidung durchgeführt wird (22) und die Vorgänge umfasst, die darin bestehen, ein Maß der Dicke des Überzugs in jedem Punkt der Gruppe von Punkten zu erarbeiten; und
 - einen Regulierungsschritt, der während des Vorgangs zur Abscheidung durchgeführt wird (20), der auf den Voreinstellungsschritt folgt und die Vorgänge umfasst, die darin bestehen, zu den Aktoren Steuersignale zu senden, die jeweils durch prädiktive Steuerung auf der Grundlage des Regulierungsmodells und einer Kostenfunktion erarbeitet werden, die jede etwaige Abweichung zwischen dem Zielwert und dem Maß der Dicke in jedem Punkt der Gruppe von Punkten berücksichtigt.
2. Verfahren zur Abscheidung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat aus einem Stahlband besteht und dass der Überzug aus Zink oder einer Zinklegierung besteht und dass dieses Verfahren ein Galvanisierungsverfahren darstellt.
 3. Verfahren zur Abscheidung nach einem beliebigen der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Regulierungsmodell ein lineares Modell ist.

res Modell ist.

4. Verfahren zur Abscheidung nach einem beliebigen der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kostenfunktion eine quadratische Funktion ist.
5. Verfahren zur Abscheidung nach einem beliebigen der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es darüber hinaus einen Vorgang, der darin besteht, mindestens an jedem Aktor einer Gruppe von Aktoren mindestens ein den Zustand dieses Aktors repräsentierendes Meldesignal zu erzeugen, einen Vorgang, der darin besteht, auf mindestens einen Aktor der Gruppe mit ergänzenden Mitteln zum Senden eines Steuersignals einzuwirken, und einen Vorgang, der darin besteht, jeden Aktor der Gruppe von Aktoren unter Verwendung jedes Meldesignals dieses Aktors zu regulieren, um das an diesen Aktor gesendete Steuersignal zu aktualisieren, umfasst.
6. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zur kontinuierlichen Abscheidung eines Überzugs (REV) auf einem streifenförmigen Substrat (SUPP) mit einer bestimmten Breite unter Annäherung der Dicke dieses Überzugs auf der Oberfläche dieses Substrats an mindestens einen Zielwert, wobei dieses Substrat (SUPP) während der Abscheidung entlang einer längs und senkrecht zur Breite verlaufenden Ablafrichtung geführt wird, wobei die Vorrichtung umfasst:
 - eine Gruppe von Aktoren ($6_1, 6_2; 9_1, 9_2; 10_1, 10_2; 11_1 - 11_x; 12_1 - 12_x$), die von Steuersignalen (18, 23) gesteuert werden, die jeweils mindestens eine Komponente umfassen, wobei jeder Aktor in der Lage ist, entlang der Breite des Substrats in Abhängigkeit von dem empfangenen Steuersignal auf die Dicke des Überzugs einzuwirken;
 - ein Voreinstellungsmodell (16), das Voreinstellungssollwerte (18) zu den Aktoren übermittelt;
 - ein Regulierungsmodell (20), das durch prädiktive Steuerung die zu den Aktoren gesendeten Steuersignale (23) bestimmt, **dadurch gekennzeichnet, dass**:
 - das Voreinstellungsmodell ein statisches Voreinstellungsmodell beinhaltet, das für jeden der Punkte (22), die entlang der Breite des Substrats verteilt sind, und für jeden Aktor eine quantitative Beziehung ermittelt, die die Dicke des Überzugs in diesem Punkt mit dem Wert von mindestens einer Komponente des an den Aktor übermittelten Steuersignals verknüpft.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie als Aktor einen Abstreifer mit Luft

und anpassbarer Düsenlippe umfasst.

8. Vorrichtung nach einem beliebigen der Ansprüche 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie als Aktor eine geteilte elektromagnetische Profilkorrekturvorrichtung umfasst. 5
9. Vorrichtung nach einem beliebigen der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Anti-Crossbow-Walze und als Aktoren Vorrichtungen zur Positionierung dieser Anti-Crossbow-Walze umfasst. 10
10. Vorrichtung nach einem beliebigen der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie als Aktor eine Passline-Walze und als Aktoren Vorrichtungen zur Positionierung dieser Passline-Walze umfasst. 15
11. Vorrichtung nach einem beliebigen der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine unten angeordnete Umlenkwalze und als Aktoren Vorrichtungen zur Positionierung dieser unten angeordneten Umlenkwalze umfasst. 20

25

30

35

40

45

50

55

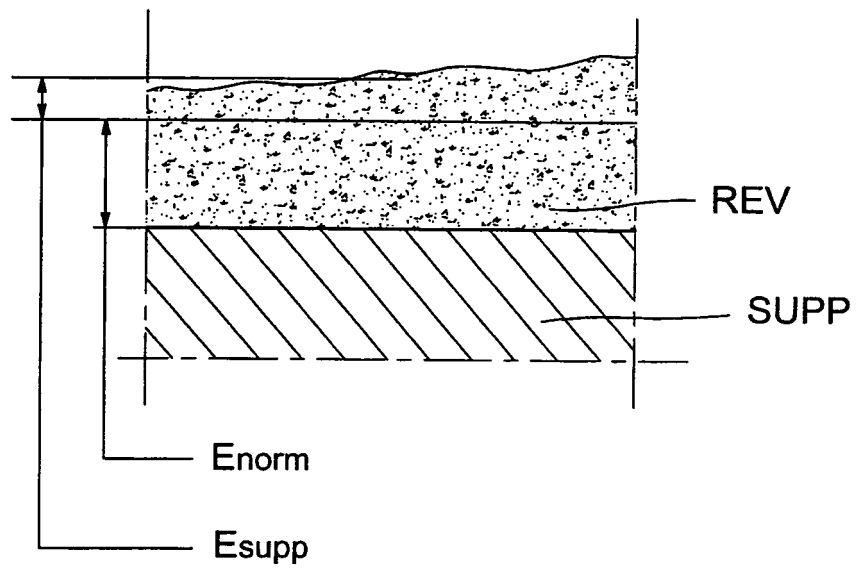


FIG. 1

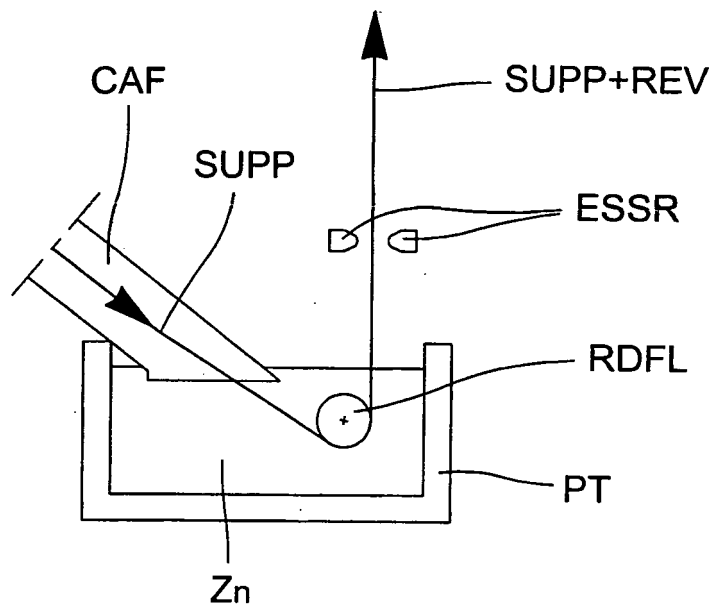


FIG. 2

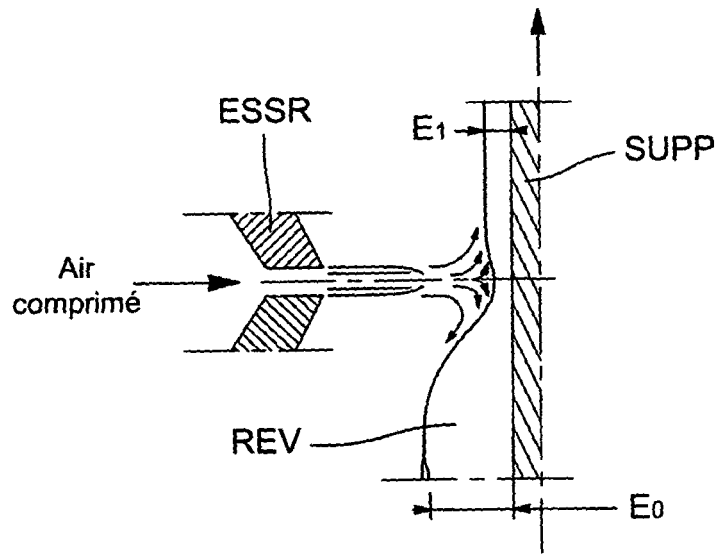


FIG. 3

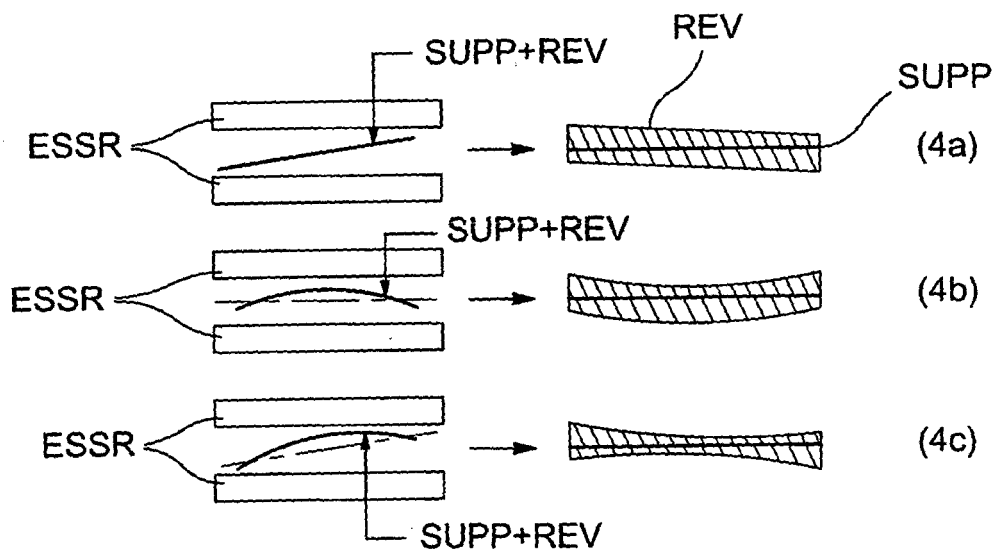


FIG. 4

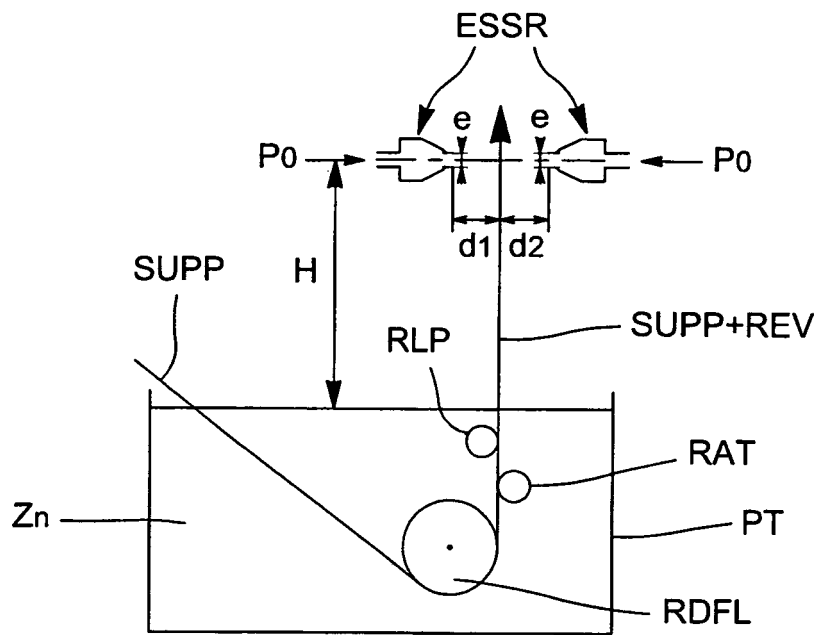


FIG. 5

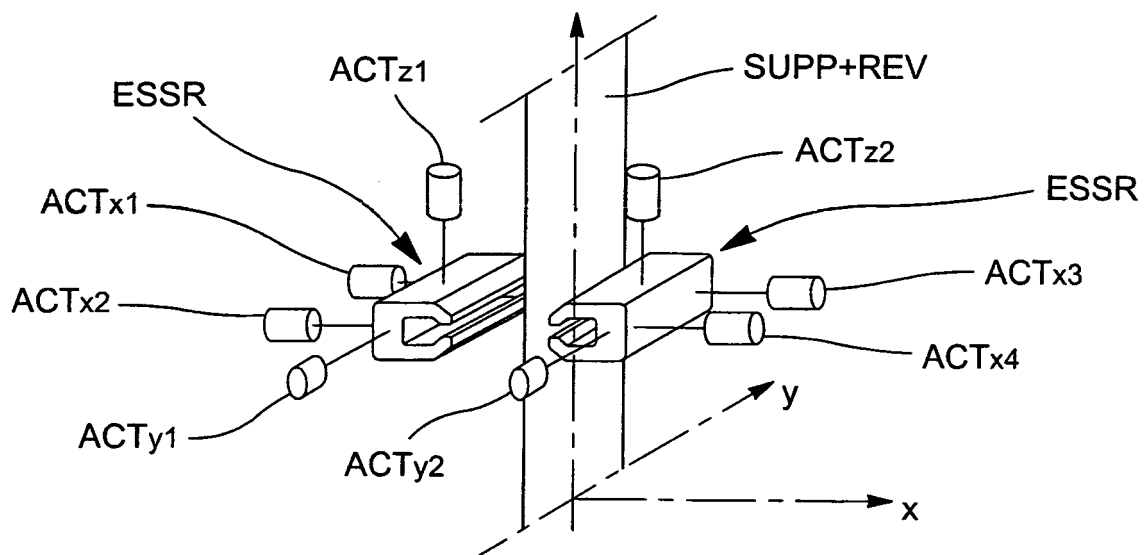


FIG. 6

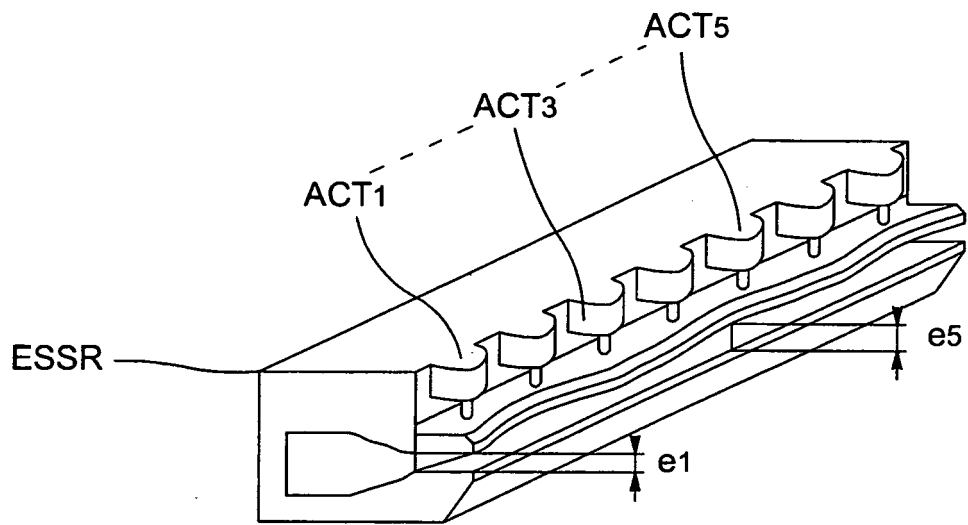


FIG. 7

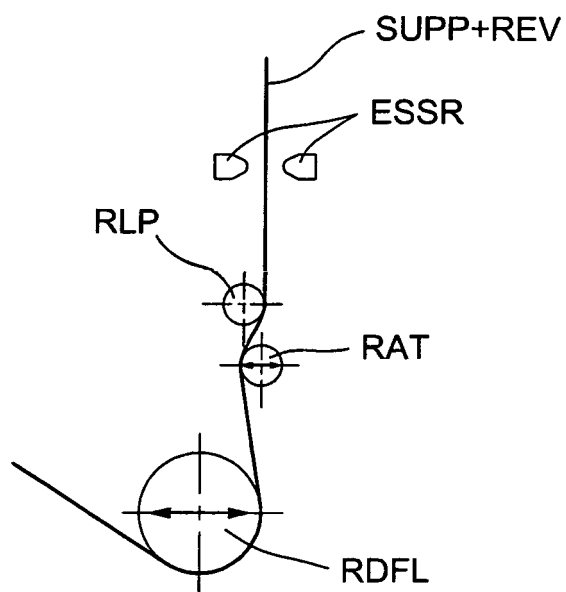


FIG. 8

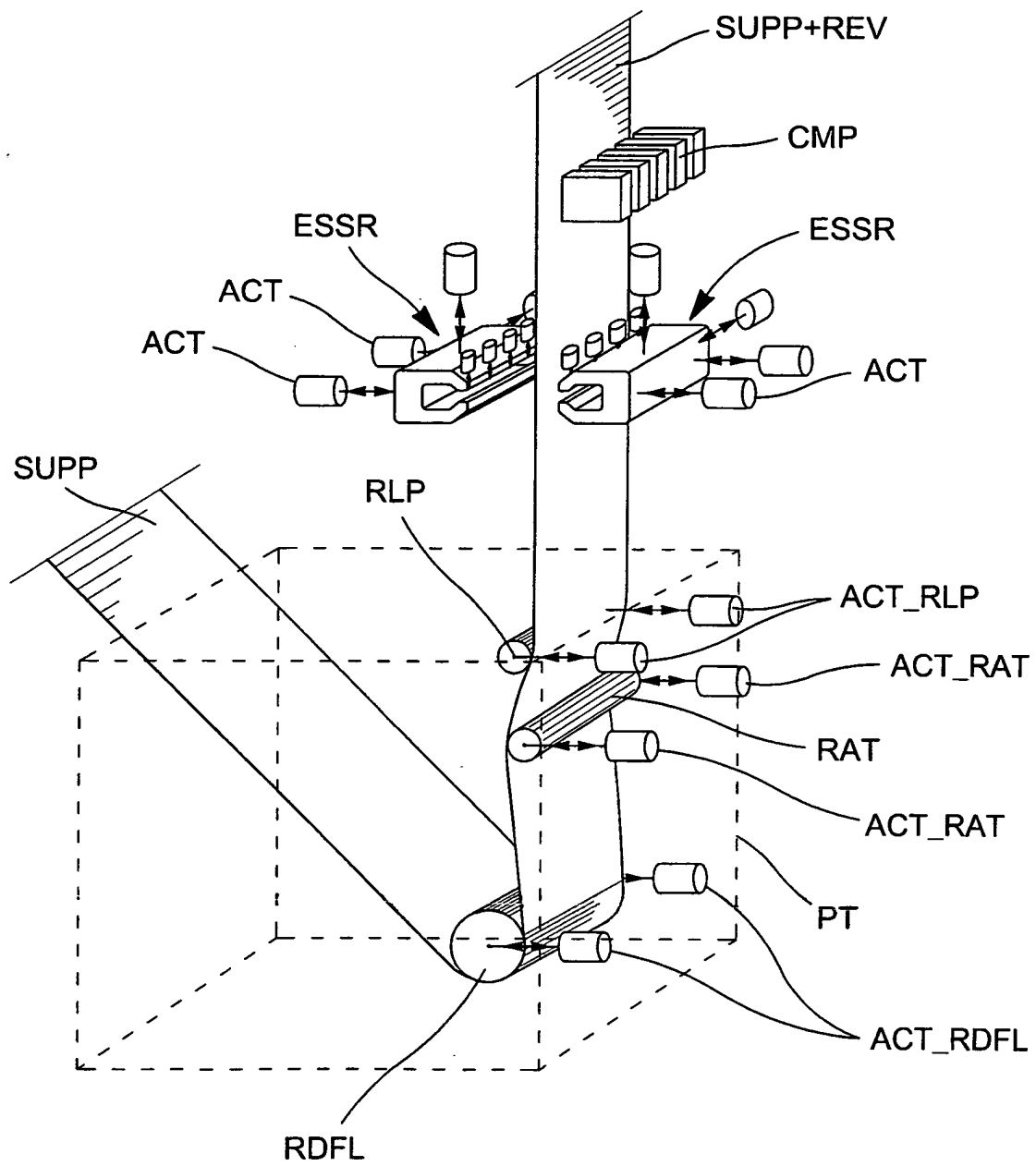


FIG. 9

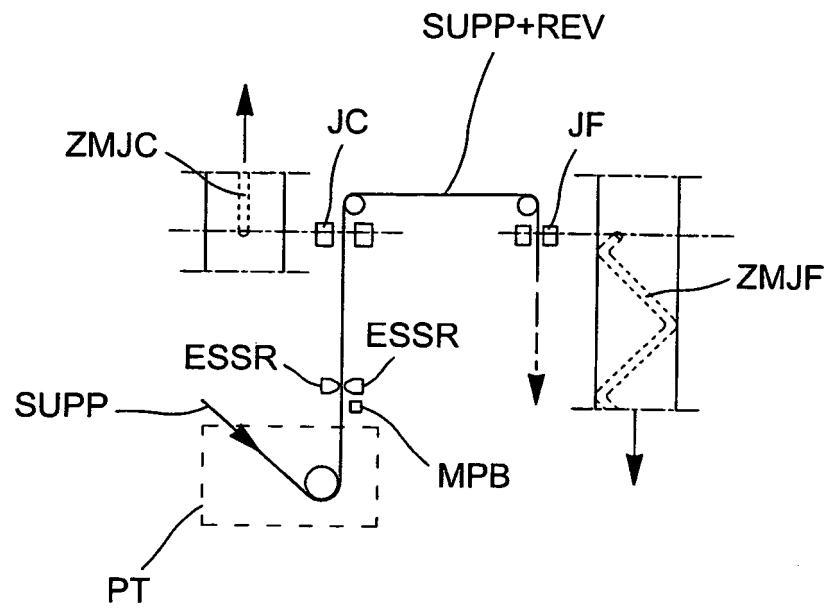


FIG. 10

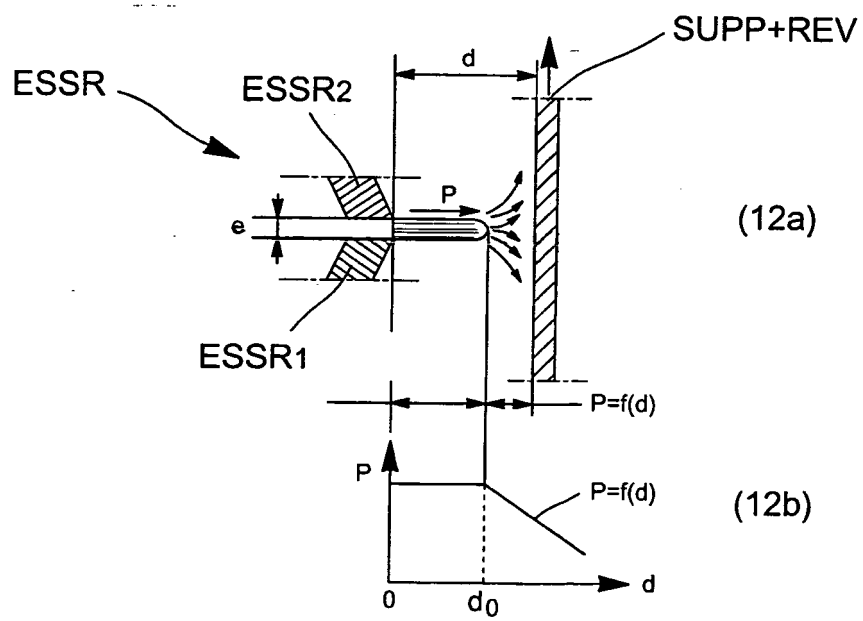


FIG. 12

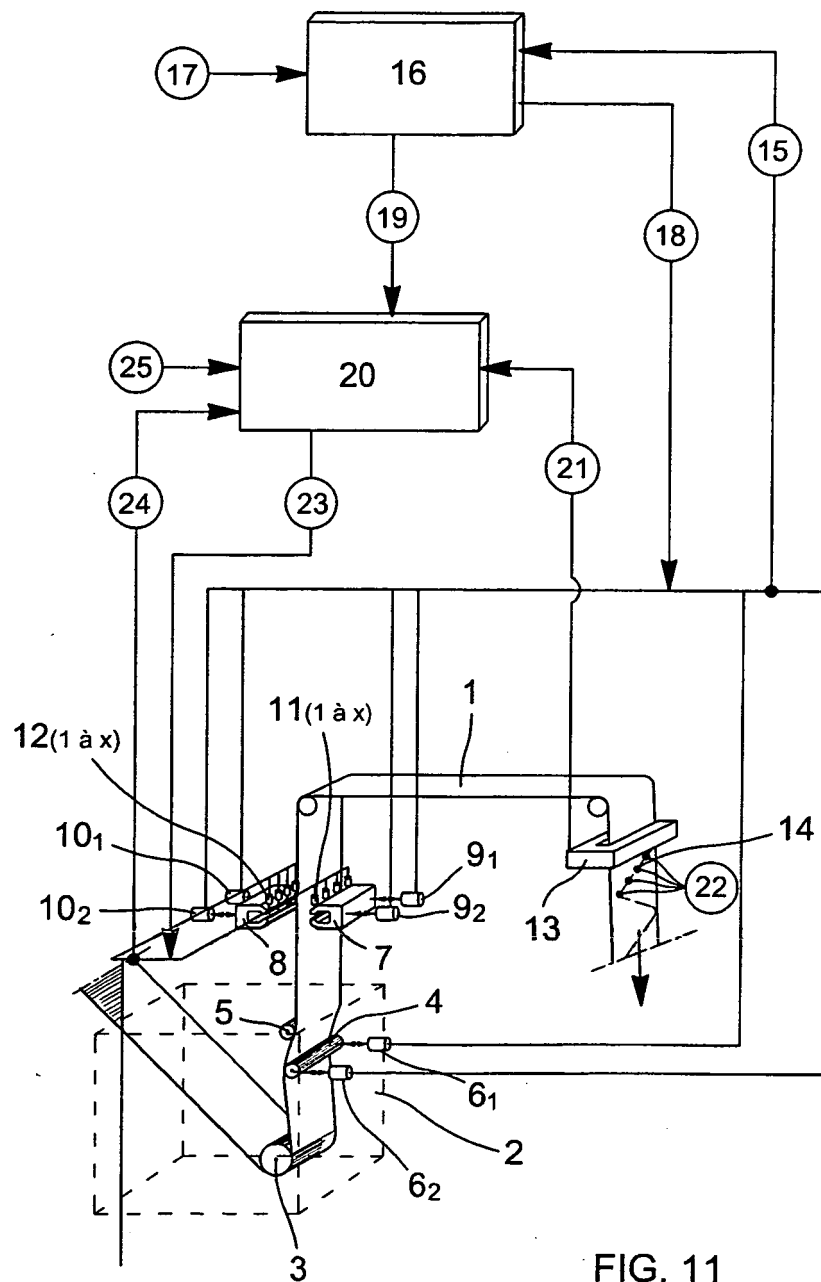


FIG. 11

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 5117832 A [0011]
- EP 0566497 A [0023]
- JP 8260122 A [0024]
- JP 9108736 A [0025]
- JP 9078215 A [0031]
- JP 9087821 A [0032]
- JP 2002275613 A [0034]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **SHIN KI-TAE et al.** Synthesis method for the modelling and robust control of coating weight at galvanizing process. *ISJ INTERNATIONAL, IRON AND STEEL INSTITUTE OF JAPAN*, 2006, vol. 10, ISSN 0915-1559, 1442-1451 [0034]
- **NAPHADE PRAVIN et al.** Mathematical modelling of jet finishing process for hot-dip zinc coatings on steel strip. *ISIJ INTERNATIONAL, IRON AND STEEL INSTITUTE OF JAPAN*, 2005, vol. 45 (2), ISSN 0915-1559, 209-213 [0034]
- **Jacques Richalet ; Guy Lavielle ; Joëlle Mallet.** La commande prédictive. 2004 [0037]