



SPF ECONOMIE, P.M.E.,
CLASSES MOYENNES & ENERGIE

NUMERO DE PUBLICATION : 1015581A3

NUMERO DE DEPOT : 2003/0375

Classif. Internat. : C23C

Date de délivrance le : 07 Juin 2005

Le Ministre de l'Economie,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 25 Juin 2003 à 12H00 à l'Office de la Propriété Intellectuelle

ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES ASBL - CENTRUM VOOR RESEARCH IN DE METALLURGIE VZW
Avenue Ariane 5, B-1200 BRUXELLES(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : VAN MALDEREN MICHEL, pronovem Office Van Malderen, BD. DE LA SAUVENIERE 85/043 - B 4000 LIEGE.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LA DETERMINATION ET LA CORRECTION EN LIGNE DES ONDULATIONS A LA SURFACE D'UNE BANDE D'ACIER REVETUE.

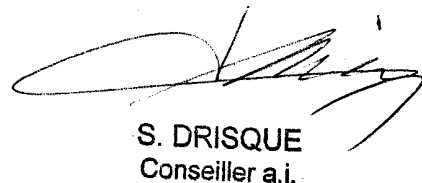
INVENTEUR(S) : Hennion Arnaud, rue Lahaut 99, B-4100 Seraing (BE); Hardy Yves, rue de l'Egalité 199, B-4102 Ougrée/Seraing (BE); Moreas Geneviève, rue du Taillis 173c, B-4520 Moha/Wanze (BE); Schyns Marc, rue du Chesnay 11, B-4690 Roolenge-sur-Geer (BE); Crahay Jean, rue du Clozin 25, Ster, B-4970 Francorchamps (BE)

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).



DRISQUE S.
Conseiller a.i.

Bruxelles, le 07 Juin 2005
PAR DELEGATION SPECIALE :



S. DRISQUE
Conseiller a.i.

5

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LA DETERMINATION ET LA
CORRECTION EN LIGNE DES ONDULATIONS A LA SURFACE D'UNE
BANDE D'ACIER REVETUE

10

Objet de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte à un
procédé visant à mesurer et corriger en ligne des défauts
15 de type "ondulation" présents au niveau de la surface de
produits plats fabriqués ou traités en continu, de
préférence des bandes d'acier revêtues au trempé en
continu.

[0002] L'invention concerne également l'installation
20 pour la mise en œuvre du procédé.

Arrière-plan technologique - état de la technique -
approche problème-solution

[0003] Dans les procédés de revêtement au trempé en
25 continu d'une bande d'acier, on obtient généralement la
maîtrise de l'épaisseur du revêtement par essorage à l'aide
de jets de gaz sous pression.

[0004] Il est cependant connu que l'essorage peut
induire des défauts tels que des variations d'épaisseur du
30 revêtement. Certaines de ces variations d'épaisseur
appelées ondulations, "waviness" ou "ripples" affectent
négativement l'aspect final du produit, particulièrement
lorsque celui-ci doit être peint. Toutefois, il convient de
remarquer que le terme "ripples" peut indistinctement

concerner soit un phénomène lié à la formation d'un oxyde en surface du revêtement, soit, dans le cas qui nous intéresse ici, le phénomène physique influencé par la chimie du procédé et lié au "vent" de l'essoreur sur le
5 revêtement encore liquide.

[0005] Les ondulations susmentionnées présentent en général des longueurs d'onde de l'ordre du centimètre et des amplitudes de l'ordre du micromètre. Elles sont de longueur finie et sont principalement orientées dans le
10 sens de défilement de la bande. Seules les variations d'épaisseur de revêtement de longueur d'onde plus faible sont corrigées par les dépôts de peinture d'épaisseur usuelle.

[0006] Les jauges industrielles mesurant l'épaisseur
15 du revêtement en ligne, en général basées sur la fluorescence X, ne détectent pas ce type de défauts. En effet, la bande défile avec une vitesse typique de 2 à 3 m/s. Le temps de réponse de ces jauges est par contre typiquement de l'ordre de 100 millisecondes, ce qui
20 correspond au mieux à une mesure effectuée tous les 20 cm.

[0007] Il est connu de réaliser la mesure hors ligne de ces défauts d'épaisseur à l'aide de profileurs tactiles et optiques dédiés à la mesure de rugosité. L'application en ligne de ce type de capteurs est rendue difficile, voire
25 impossible, à cause d'un défilement trop rapide de la bande et de vibrations occasionnées par celle-ci et son environnement.

[0008] Le demande de brevet japonais JP-A-2000/144359, publiée le 26.05.2000, propose de supprimer la
30 détérioration de l'aspect de surface provoquée par le fleurage, l'adhésion des mattes ou les ripples en contrôlant la brillance du revêtement par une mesure de brillance spéculaire à 60° de manière telle que le standard JIS-Z-8741 soit inférieur à 100. Il s'agit cependant d'une

mesure indirecte du phénomène et dont le résultat relève de la contribution de plusieurs types de défauts d'origines différentes, ce qui rend d'autant plus difficile la correction en ligne.

5 [0009] Il n'existe en fait aucune méthode de mesure dédiée ou adaptée aux types de défauts décrits.

[0010] Dans le brevet américain US-A-3,607,366, on suggère que les ondulations peuvent être évitées en utilisant une seconde paire d'essoreurs positionnée au-
10 dessus des premiers et orientée vers le bas de manière à s'opposer au flux montant du gaz d'essorage.

[0011] Le brevet US-A-3,932,683 utilise une seule paire d'essoreurs orientée vers le bas. Mais cette technique est mal adaptée aux vitesses de ligne importantes
15 ainsi qu'aux faibles épaisseurs de revêtement qui correspondent à une fraction importante des utilisations du procédé.

[0012] Dans la demande de brevet JP-A-05 239611 relative à un alliage métallique contenant une teneur en
20 aluminium spécifiée, on établit une distance maximale entre les deux essoreurs permettant de supprimer les ripples. Cette distance est fonction du poids de revêtement.

[0013] Dans la demande JP-A-06 116698, un échangeur de chaleur placé dans le bain de métal liquide permet de
25 chauffer le gaz d'essorage et de prévenir la formation de défaut de surface tel que les ripples.

[0014] La demande JP-A-01 177350 propose une méthode et un équipement permettant de prévenir la formation de ripples et d'obtenir une tôle galvanisée au trempé à
30 fleurage minimisé, d'excellente apparence. Pour ce faire, l'essorage est réalisé à l'aide d'un gaz inerte. Le dispositif d'essorage comprend différentes plaques permettant de confiner les jets de gaz et d'agir sur leur géométrie. Il est également équipé d'injections auxiliaires

supérieures et inférieures. Le dispositif permet de contrôler des teneurs en O₂ inférieures à 1% au voisinage des essoreurs.

[0015] La demande JP-A-2002/220651 propose de
5 refondre la surface du revêtement par chauffage radiatif après que la température de surface de celui-ci soit tombée sous la température de fusion du zinc.

[0016] Le brevet US-A-4,056,657 propose un alliage eutectique zinc-aluminium contenant $5 \pm 0,5$ % Al en poids.
10 Cet alliage contient comme seul ajout de nature métallique, un métal qui réduit la tension de surface du bain, tel que le plomb, l'antimoine ou l'étain avec un maximum de 0,1 % en poids. Le revêtement ainsi obtenu aurait une surface brillante, lisse, exempte de ripples et fleurs qui
15 affectent la mouillabilité et la soudabilité du produit.

[0017] Toutes ces méthodes préventives visent globalement à réduire la fréquence d'apparition et l'amplitude de ces défauts d'aspect. Elles peuvent être inefficaces dans les conditions les plus sévères ou en cas
20 de dérive d'un paramètre du procédé.

[0018] Il n'existe pas de méthode qui, quel que soit l'alliage déposé sur la bande, soit capable de détecter en ligne des variations d'épaisseurs, d'en évaluer leur importance et de les corriger immédiatement.

25

Buts de l'invention

[0019] La présente invention a pour but de proposer une solution qui permette de s'affranchir des inconvénients de l'état de la technique.

30 [0020] La présente invention vise en particulier à proposer une solution qui permette de mesurer en ligne des variations d'épaisseur du revêtement du type ondulations dont la longueur d'onde est comprise entre 0,5 millimètres

et 5 centimètres et l'amplitude est comprise entre 0,1 micromètre et 5 micromètres.

[0021] En particulier, l'invention vise à proposer un procédé et un dispositif permettant de réaliser cette
5 mesure en s'affranchissant des vibrations, notamment de la bande et de l'environnement de la bande.

[0022] L'invention vise également à corriger le défaut en ligne afin d'améliorer l'aspect du produit après peinture.

10

Principaux éléments caractéristiques de l'invention

[0023] Un premier aspect de la présente invention concerne un procédé de mesure et de correction en ligne de défauts d'épaisseur de type ondulations à la surface d'un
15 produit plat revêtu tel qu'une bande revêtue, de préférence en acier, en défilement continu, comprenant au moins les étapes suivantes :

- acquisition d'un échantillon de signal optique brut sur un intervalle de temps, caractéristique des variations
20 d'épaisseur du revêtement de ladite surface, de préférence au moyen d'un capteur de distance sans contact utilisant un rayonnement laser ;
- acquisition de paramètres relatifs à la ligne de production et influençant le signal obtenu ;
- 25 - correction et filtrage du signal brut pour éliminer le bruit de l'environnement du capteur, en tenant compte desdits paramètres mesurés ;
- application d'une transformation temps-fréquence aux données du signal corrigé et filtré pour obtenir la
30 longueur d'onde (ou la fréquence) et l'amplitude correspondante desdites variations d'épaisseur ;
- au cas où un seuil de tolérance est atteint ou dépassé, ledit seuil étant prédéterminé en fonctions de

paramètres visés pour le produit final, modification d'un ou plusieurs paramètres de ligne pour réduire les variations d'épaisseur du revêtement tout en maintenant l'épaisseur moyenne de celui-ci, et retour à la première
5 étape, de manière itérative, pour l'acquisition d'un nouvel échantillon.

[0024] L'invention s'applique de préférence à une bande d'acier en défilement continu sur une ligne de galvanisation au trempé à une vitesse comprise entre 1 et
10 10 m/s, le revêtement de la bande d'acier étant principalement à base de zinc, d'étain, d'aluminium ou d'un de leurs alliages et avec une épaisseur inférieure à 20 micromètres.

[0025] Les variations d'épaisseur mesurées dans le
15 cadre de l'invention correspondent à des ondulations dont la longueur d'onde se trouve au moins dans l'intervalle compris entre 0,2 mm et 10 cm, de préférence entre 0,5 mm et 5 cm et dont l'amplitude se trouve au moins dans l'intervalle compris entre 0,1 et 10 micromètres, de
20 préférence entre 0,1 et 5 micromètres.

[0026] De préférence, ledit seuil de tolérance correspond, pour des longueurs d'onde allant de 0,5 mm à 5 mm, à une moyenne des amplitudes correspondantes comprise entre 0,2 et 2 micromètres, de préférence encore valant
25 environ 0,25 micromètres.

[0027] De préférence, ladite transformation temps-fréquence est une transformée de Fourier rapide (FFT) ou une "wavelet transform" (WT).

[0028] Toujours selon l'invention, les paramètres
30 mesurés relatifs à la ligne de production sont la vitesse, la tension et/ou le format (épaisseur, largeur) de la bande.

[0029] Avantageusement, le signal brut subit un filtrage pour éliminer le bruit relatif aux vibrations de la bande.

[0030] Selon l'invention, ladite modification d'un
5 ou plusieurs paramètres de ligne, lorsque le seuil de tolérance est atteint ou dépassé, est avantageusement une modification des paramètres d'essorage, à savoir la pression dans les essoreurs, la distance bande-essoreurs et/ou l'épaisseur de la fente d'essorage.

10 [0031] Selon une forme d'exécution préférée de l'invention, l'essorage gazeux est assisté par un pré-essorage électromagnétique.

[0032] De préférence, la pression du gaz d'essorage est réduite progressivement jusqu'à une réduction
15 d'amplitude des ondulations à un niveau prédéterminé, de préférence audit niveau seuil prédéterminé, l'intensité de l'essorage électromagnétique étant dans le même temps augmentée pour maintenir constante l'épaisseur finale du revêtement.

20 [0033] Selon une autre forme d'exécution préférée de l'invention, la modification comprend au moins l'une des - ou résulte de la combinaison de plusieurs des - modifications suivantes :

- 25 - modification de la vitesse de ligne et des paramètres d'essorage ;
- inclinaison des essoreurs vers le bas ;
- réalisation d'une partie de l'essorage par pré-essorage en utilisant le métal fondu du bain ;
- réalisation d'une partie de l'essorage par un équipement
30 électromagnétique ;
- modification de la nature et la température du gaz d'essorage ;

- modification de la composition et la température du bain de trempé. .

[0034] Il est avantageux dans le procédé de l'invention que la bande soit stabilisée par un cylindre, que la tension de la bande et son format, c'est-à-dire son épaisseur et sa largeur, soient acquis en continu et que le signal soit corrigé en tenant compte de l'influence de ces paramètres, préalablement déterminée, sur le déplacement de la surface du cylindre.

10 [0035] Toujours avantageusement, le signal brut est filtré pour éliminer l'influence de l'excentricité du cylindre, en se basant sur une mesure préalable ou non.

[0036] Au cas où la bande n'est pas stabilisée par un cylindre, on mesure avantageusement en continu les vibrations de la bande et la mesure optique est rejetée s'il y a superposition des bandes de fréquence relatives aux vibrations de la bande et celles visées par la mesure.

[0037] Un second objet de la présente invention concerne une installation pour la mise en œuvre du procédé de mesure et de correction en ligne de défauts d'épaisseur de type ondulations à la surface d'un produit plat revêtu, tel que décrit ci-dessus. L'installation comprend un capteur de distance sans contact, sis à une distance d'au moins 5 mm de la surface observée, ladite surface pouvant déjà être solidifiée ou non.

[0038] Avantageusement, le capteur de distance est de type triangulation, confocale ou interférométrie et utilise un faisceau laser dont le diamètre est de plusieurs fois inférieur à la longueur d'onde la plus basse du phénomène à mesurer.

30 [0039] Selon l'invention, la fréquence minimale de réponse du capteur, F_c en hertz, est donnée par l'expression suivante :

$$F_c = n.v/\lambda,$$

où v est la vitesse de ligne en mètres par seconde, λ la longueur d'onde du phénomène en mètres et n un nombre minimal de mesures à réaliser à la longueur d'onde λ , n
5 étant supérieur ou égal à 2.

[0040] Avantageusement, le capteur est pourvu d'un système antivibratoire isolant ce dernier de la charpente métallique de la ligne de production.

[0041] Toujours avantageusement, la bande étant
10 positionnée par application en traction sur la surface d'un cylindre, l'axe optique du capteur de distance croise orthogonalement l'axe dudit cylindre, tout en étant compris dans un segment d'arc situé entre la première et la dernière ligne de contact entre la bande supportant la
15 surface et le cylindre.

Brève description des figures

[0042] La figure 1 représente un ordinogramme de mesure, contrôlé et correction des ondulations, selon le
20 procédé de la présente invention.

Description d'une forme d'exécution préférée de l'invention

[0043] L'invention s'applique à la surface une bande d'acier galvanisée en défilement sur une ligne de
25 galvanisation à une vitesse comprise entre 1 et 10 m/s. Les revêtements concernés sont principalement à base de zinc, d'étain, d'alliage de zinc ou d'alliage d'aluminium, cette liste n'étant pas exclusive pour la réalisation de la présente invention.

30

Description du dispositif

[0044] Le dispositif selon la présente invention comprend un capteur de distance sans contact, de préférence

de type triangulation, confocale ou interférométrie, de préférence encore utilisant un rayonnement laser. La fréquence minimale de réponse du capteur, F_c en Hertz, est donnée par l'expression suivante :

$$5 \quad F_c = n.v/\lambda,$$

où v est la vitesse de ligne en mètres par seconde, λ la longueur d'onde du phénomène en mètres et n un nombre minimal de mesures par longueur d'onde du phénomène mesuré ($n \geq 2$).

10 [0045] Le diamètre du faisceau laser est de plusieurs fois inférieur à la longueur d'onde du phénomène à mesurer.

[0046] Le capteur de distance est placé à une distance d'au moins 5 mm de la surface observée, la surface
15 du revêtement pouvant être solide ou encore liquide.

[0047] Le capteur est de préférence pourvu d'un système antivibratoire permettant d'isoler ledit capteur de la charpente métallique telle qu'existante en ligne industrielle et soumise à des vibrations éventuelles.

20 [0048] Préférentiellement, on positionne la bande en l'appliquant sur la surface d'un cylindre par traction et on positionne le capteur de manière telle que l'axe optique du système croise orthogonalement l'axe du cylindre et est compris dans un segment d'arc situé entre la première et la
25 dernière ligne de contact entre la bande supportant la surface et le cylindre.

Description de la méthode de mesure

[0049] Le traitement principal du signal acquis par
30 le dispositif décrit ci-dessus consiste en sa décomposition spectrale. Il comprend soit une "FFT" (Fast Fourier Transform), soit une "wavelet transform", soit toute autre

méthode capable de transformer un signal temporel en un spectre de fréquences ou longueurs d'onde.

[0050] La décomposition spectrale est suivie ou précédée de traitements ayant pour but d'éliminer la contribution au signal de bruits tels que ceux dûs à la vibration de la bande et/ou à tout autre élément se trouvant dans l'environnement du capteur. Pour ce faire, on procédera notamment à l'acquisition de tout paramètre relatif à la ligne de production et dont la connaissance est jugée nécessaire pour le traitement du signal.

[0051] Finalement, les longueurs d'ondes et amplitudes des variations d'épaisseur sont déduites des spectres obtenus.

15 1. Cas de la bande stabilisée par un cylindre

[0052] Selon une première modalité de l'invention, dans le cas où la bande est stabilisée par un cylindre, la tension de la bande et le format de la bande, c'est-à-dire son épaisseur et sa largeur, sont acquis en continu.

20 L'impact de ces paramètres sur le déplacement de la surface du cylindre a été préalablement déterminé de sorte que le signal peut être corrigé.

[0053] Avantageusement, toujours dans le cas où la bande est stabilisée par un cylindre, l'excentricité dudit cylindre est filtrée. Ce filtrage peut être basé sur une mesure préalable ou non. Dans ce dernier cas, la mesure est réalisée sur au moins deux périodes de rotation dudit cylindre, le diamètre du cylindre étant connu.

30 2. Cas de la bande non stabilisée par un cylindre

[0054] Selon une deuxième modalité de l'invention, dans le cas où la bande n'est pas stabilisée par un cylindre, le système est équipé d'un capteur de vibration de la bande. La mesure est rejetée s'il y a superposition

des bandes de fréquence des vibrations de la bande avec celles visées par la mesure.

Description de la correction en ligne du défaut

5 [0055] La correction du défaut via les paramètres du procédé de revêtement est déclenchée au-delà d'un seuil donné d'amplitude des ondulations.

[0056] Si le seuil est dépassé, alors on modifie les paramètres de ligne dans le but de réduire les variations
10 d'épaisseur du revêtement tout en maintenant l'épaisseur moyenne du revêtement.

[0040] Selon une modalité d'exécution préférée pour effectuer cette opération, l'essorage gazeux classique est assisté par un pré-essorage électromagnétique. Ce dernier
15 est basé sur l'interaction entre le courant induit dans le revêtement et la densité de flux magnétique générée par un inducteur à haute fréquence de courant. L'essorage électromagnétique a pour fonction de diminuer le poids de zinc emporté avant ajustement de l'épaisseur finale du
20 revêtement par essorage gazeux. Cette technique permet ainsi, pour une vitesse de ligne et une épaisseur de revêtement données, de réduire la pression du gaz d'essorage.

[0057] Selon encore une autre modalité d'exécution,
25 la correction du défaut est obtenue en utilisant une combinaison de plusieurs actions. Avantageusement, on modifie les paramètres d'essorage, c'est-à-dire principalement : la pression dans les essoreurs, la distance bande-essoreur, l'épaisseur de la fente
30 d'essorage. On peut également effectuer les modifications suivantes :

- modification de la vitesse de ligne et des paramètres d'essorage ;

- inclinaison des essoreurs vers le bas ;
- réalisation d'une partie de l'essorage par pré-essorage en utilisant le métal fondu du bain ;
- réalisation d'une partie de l'essorage par un équipement électromagnétique ;
- modification de la nature et la température du gaz d'essorage ;
- modification de la composition et la température du bain de trempé.

10

EXEMPLE

[0058] Selon une forme d'exécution de la présente invention donnée à titre d'exemple, le dispositif décrit ci-dessus est installé sur une ligne de recuit continu et galvanisation pour bande d'acier. La vitesse de ligne est de 3 m/s. La bande d'acier est revêtue au trempé par 10 micromètres d'une couche à base de zinc. Le bain de zinc est maintenu à une température de 460°C et contient 0,2% d'aluminium. L'essorage est normalement réalisé à l'aide d'azote à température ambiante. Un inducteur placé entre le bain et les couteaux d'essorage gazeux permet de réaliser, au cas où cela s'avère nécessaire, un pré-essorage électromagnétique tel que mentionné ci-dessus. La bande est destinée à être revêtue d'une peinture composée d'une couche de cataphorèse, d'une couche de "sealer" et d'une couche de laque, d'une épaisseur totale supérieure ou égale à 75 micromètres.

[0059] La bande est stabilisée par le cylindre situé après l'opération d'essorage dont le rayon est de 0,6 m (top roll). Le capteur de distance est positionné à 20 mm de la bande de manière telle que l'axe optique du système croise orthogonalement l'axe du cylindre et est compris dans un segment d'arc situé entre la première et la

dernière ligne de contact entre la bande supportant la surface et le cylindre.

[0060] Le dispositif de mesure comprend un capteur de distance de type triangulation laser monté sur une table
5 antivibratoire. La fréquence du capteur est de 15 000 Hz et le diamètre du faisceau de 50 micromètres.

[0061] L'échantillon de mesure comporte 2^{16} (65 536) points. La longueur mesurée d'environ 13 mètres est supérieure à deux périodes de rotation du cylindre.

10 [0062] Les variations de tension et de format de la bande, c'est à dire son épaisseur et sa largeur, sont acquis en continu. L'impact de ces paramètres sur le déplacement du cylindre a été préalablement déterminé de sorte que le signal est corrigé en conséquence.

15 [0063] Les signaux temporels sont décomposés selon la fréquence par une transformée de Fourier rapide (FFT) avec une fenêtre de Hanning.

[0064] Le spectre obtenu comporte 32 768 points comprenant les longueurs d'onde comprises entre 0,4 mm et
20 environ 13 mètres.

[0065] Si la moyenne des amplitudes, correspondant aux longueurs d'ondes comprises entre 0,5 mm et 5 cm, excède 0,25 micromètres, la correction du défaut via l'essorage électromagnétique est déclenchée. La pression du
25 gaz d'essorage est réduite progressivement jusqu'à obtention d'une amplitude des ondulations acceptables. Dans le même temps, on augmente l'intensité de l'essorage électromagnétique afin de maintenir constante l'épaisseur finale du revêtement.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de mesure et de correction en ligne de défauts d'épaisseur de type ondulations à la surface d'un produit plat revêtu tel qu'une bande revêtue,
- 5 de préférence en acier, en défilement continu, comprenant au moins les étapes suivantes :
- acquisition d'un échantillon de signal optique brut sur un intervalle de temps, caractéristique des variations d'épaisseur du revêtement de ladite surface, de
 - 10 préférence au moyen d'un capteur de distance sans contact utilisant un rayonnement laser ;
 - acquisition de paramètres relatifs à la ligne de production et influençant le signal obtenu ;
 - correction et filtrage du signal brut pour éliminer le
 - 15 bruit de l'environnement du capteur, en tenant compte desdits paramètres mesurés ;
 - application d'une transformation temps-fréquence aux données du signal corrigé et filtré pour obtenir la longueur d'onde (ou la fréquence) et l'amplitude
 - 20 correspondante desdites variations d'épaisseur ;
 - au cas où un seuil de tolérance est atteint ou dépassé, ledit seuil étant prédéterminé en fonctions de paramètres visés pour le produit final, modification d'un ou plusieurs paramètres de ligne pour réduire les
 - 25 variations d'épaisseur du revêtement tout en maintenant l'épaisseur moyenne de celui-ci, et retour à la première étape, de manière itérative, pour l'acquisition d'un nouvel échantillon.
2. Procédé selon la revendication 1,
- 30 caractérisé en ce que la bande d'acier est en défilement continu sur une ligne de galvanisation au trempé à une vitesse comprise entre 1 et 10 m/s.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le revêtement de la bande d'acier est principalement à base de zinc, d'étain, d'aluminium ou d'un de leurs alliages et a une épaisseur inférieure à 20
5 micromètres.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les variations d'épaisseur mesurées correspondent à des ondulations dont la longueur d'onde se trouve au moins dans l'intervalle
10 compris entre 0,2 mm et 10 cm, de préférence entre 0,5 mm et 5 cm et dont l'amplitude se trouve au moins dans l'intervalle compris entre 0,1 et 10 micromètres, de préférence entre 0,1 et 5 micromètres.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit
15 seuil de tolérance correspond, pour des longueurs d'onde allant de 0,5 mm à 5 mm, à une moyenne des amplitudes correspondantes comprise entre 0,2 et 2 micromètres, de préférence valant environ 0,25 micromètres.

20 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite transformation temps-fréquence est une transformée de Fourier rapide (FFT) ou une "wavelet transform" (WT).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les
25 paramètres mesurés relatifs à la ligne de production sont la vitesse, la tension et/ou le format (épaisseur, largeur) de la bande.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le signal
30 brut subit un filtrage pour éliminer le bruit relatif aux vibrations de la bande.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, caractérisé en ce que ladite

modification d'un ou plusieurs paramètres de ligne, lorsque le seuil de tolérance est atteint ou dépassé, est une modification des paramètres d'essorage, à savoir la pression dans les essoreurs, la distance bande-essoreurs
5 et/ou l'épaisseur de la fente d'essorage.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'essorage gazeux est assisté par un pré-essorage électromagnétique.

11. Procédé selon la revendication 10,
10 caractérisé en ce que la pression du gaz d'essorage est réduite progressivement jusqu'à une réduction d'amplitude des ondulations à un niveau prédéterminé, de préférence audit niveau seuil prédéterminé, l'intensité de l'essorage électromagnétique étant dans le même temps augmentée pour
15 maintenir constante l'épaisseur finale du revêtement.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 11, caractérisé en ce que la modification comprend au moins l'une des - ou résulte de la combinaison de plusieurs des - modifications suivantes :

- 20 - modification de la vitesse de ligne et des paramètres d'essorage ;
- inclinaison des essoreurs vers le bas ;
 - réalisation d'une partie de l'essorage par pré-essorage en utilisant le métal fondu du bain ;
 - 25 - réalisation d'une partie de l'essorage par un équipement électromagnétique ;
 - modification de la nature et la température du gaz d'essorage ;
 - modification de la composition et la température du bain
30 de trempé.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la bande est stabilisée par un cylindre, en ce que la tension de la

bande et son format, c'est-à-dire son épaisseur et sa largeur, sont acquis en continu et en ce que le signal est corrigé en tenant compte de l'influence de ces paramètres, préalablement déterminée, sur le déplacement de la surface
5 du cylindre.

14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que le signal brut est filtré pour éliminer l'influence de l'excentricité du cylindre, en se basant sur une mesure préalable ou non.

10 15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que, au cas où la bande n'est pas stabilisée par un cylindre, on mesure en continu les vibrations de la bande et la mesure optique est rejetée s'il y a superposition des bandes de fréquence
15 relatives aux vibrations de la bande et celles visées par la mesure.

16. Installation pour la mise en œuvre du procédé de mesure et de correction en ligne de défauts d'épaisseur de type ondulations à la surface d'un produit
20 plat revêtu, selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend un capteur de distance sans contact, sis à une distance d'au moins 5 mm de la surface observée, ladite surface pouvant déjà être solidifiée ou non.

25 17. Installation selon la revendication 16, caractérisée en ce que le capteur de distance est de type triangulation, confocale ou interférométrie.

18. Installation selon la revendication 16 ou 17, caractérisée en ce que le capteur de distance utilise
30 un faisceau laser dont le diamètre est de plusieurs fois inférieur à la longueur d'onde la plus basse du phénomène à mesurer.

19. Installation selon la revendication 16, 17 ou 18, caractérisée en ce que la fréquence minimale de

réponse du capteur, F_c en hertz, est donnée par l'expression suivante :

$$F_c = n.v/\lambda,$$

où v est la vitesse de ligne en mètres par seconde, λ la
5 longueur d'onde du phénomène en mètres et n un nombre minimal de mesures à réaliser à la longueur d'onde λ , n étant supérieur ou égal à 2.

20. Installation selon l'une quelconque des revendications 16 à 19, caractérisée en ce que le capteur
10 est pourvu d'un système antivibratoire isolant ce dernier de la charpente métallique de la ligne de production.

21. Installation selon l'une quelconque des revendications 16 à 20, caractérisée en ce que, la bande étant positionnée par application en traction sur la
15 surface d'un cylindre, l'axe optique du capteur de distance croise orthogonalement l'axe dudit cylindre, tout en étant compris dans un segment d'arc situé entre la première et la dernière ligne de contact entre la bande supportant la surface et le cylindre.

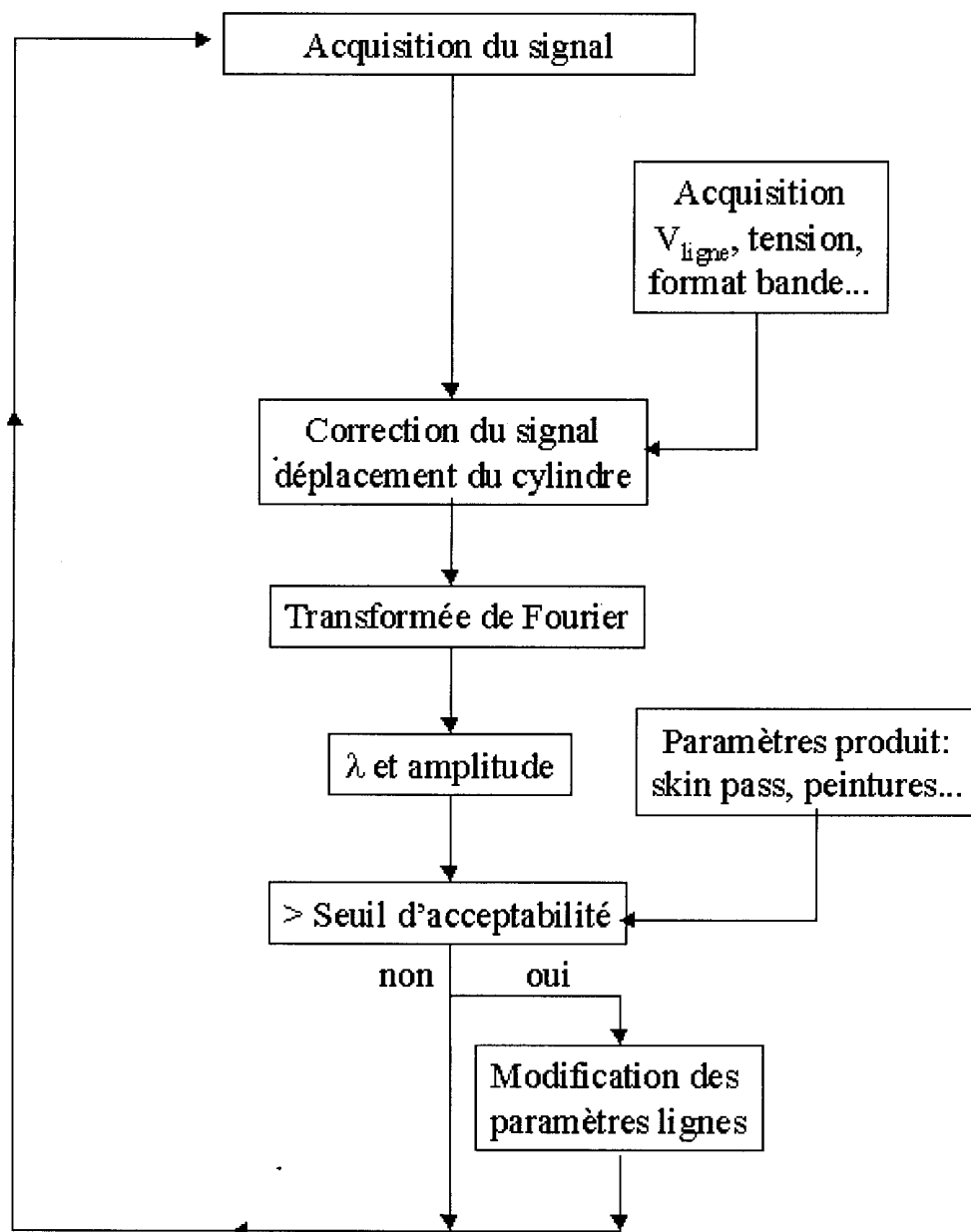


FIG. 1

ABREGE

5 PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LA DETERMINATION ET LA
CORRECTION EN LIGNE DES ONDULATIONS A LA SURFACE D'UNE
BANDE D'ACIER REVETUE

- Procédé de mesure et de correction en ligne de défauts d'épaisseur de type ondulations à la surface d'un produit plat, tel qu'une bande d'acier revêtue, en
- 10 défilement continu, comprenant au moins les étapes suivantes :
- acquisition d'un échantillon de signal optique brut sur un intervalle de temps ;
 - acquisition de paramètres relatifs à la ligne de
 - 15 production et influençant le signal obtenu ;
 - correction et filtrage du signal brut ;
 - application d'une transformation temps-fréquence aux données du signal corrigé et filtré pour obtenir la longueur d'onde et l'amplitude des variations
 - 20 d'épaisseur ;
 - au cas où un seuil de tolérance est atteint ou dépassé, modification d'un ou plusieurs paramètres de ligne pour réduire les variations d'épaisseur du revêtement tout en maintenant l'épaisseur moyenne de celui-ci, et retour à
 - 25 la première étape, de manière itérative.

(Figure 1)



PRINCIPAL DIRECTORATE
SEARCH

INTEROFFICE MEMO

Application No

BO 8787

BE 200300375

wo0107675 laser-optical distance
jp02080545 wiping and magnetic field
jp09279323 laser-wiping-warpage
ep566497 measuring vibrations steel galvanising plate
jp09202955 relation between vibration and line speed
fr2754545 magnetic field and wiping above magnetic field
be1011059 magnetic field and wiping above magnetic field



REQUEST FOR FEEDBACK

Examiner

Elsen, D

1215-01013

Date

9 mars 2004



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 8787
BE 200300375

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 14, 31 décembre 1998 (1998-12-31) & JP 10 260137 A (KAWASAKI STEEL CORP), 29 septembre 1998 (1998-09-29) * abrégé *	1,3, 16-18	C23C2/14 C23C2/20
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 01, 29 janvier 1999 (1999-01-29) & JP 10 267620 A (KAWASAKI STEEL CORP), 9 octobre 1998 (1998-10-09) * abrégé *	1,3, 16-18	
A	MOREAS G ET AL: "CARACTERISATION DES TOLES >" , CAHIERS D'INFORMATIONS TECHNIQUES DE LA REVUE DE METALLURGIE, REVUE DE METALLURGIE. PARIS, FR, VOL. 98, NR. 6, PAGE(S) 599-606 XP001043697 ISSN: 0035-1563 * page 599 - page 606 *	1,3, 16-18	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
A	WO 03 018859 A (POSCO) 6 mars 2003 (2003-03-06) * page 16, ligne 24; revendications 1-18; figures 1-8 *	1,3,7,9, 12,16-18	C23C
A	DE 101 46 791 A (SMS DEMAG) 10 avril 2003 (2003-04-10) * revendications 1-24; figures 1,2 *	1,3,7,9, 12	
A	WO 03 019114 A (CENTRE DE RCHERCHES METALURGIQUES) 6 mars 2003 (2003-03-06) * revendications 1-15; figures 1-7 *	1,16-18	
A	US 4 135 006 A (GERALD J. READAL) 16 janvier 1979 (1979-01-16) --- -/--		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 mars 2004		Elsen, D	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 03 82 (P04C48)



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 8787
BE 200300375

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 275 (C-516), 29 juillet 1988 (1988-07-29) & JP 63 053248 A (HITACHI LTD), 7 mars 1988 (1988-03-07) * abrégé * -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 mars 2004		Elsen, D	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C48)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 8787
BE 200300375

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

09-03-2004

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 10260137	A	29-09-1998	AUCUN	
JP 10267620	A	09-10-1998	AUCUN	
WO 03018859	A	06-03-2003	KR 2003017111 A KR 2003052336 A KR 2003052337 A WO 03018859 A2	03-03-2003 27-06-2003 27-06-2003 06-03-2003
DE 10146791	A	10-04-2003	DE 10146791 A1 WO 03027346 A1	10-04-2003 03-04-2003
WO 03019114	A	06-03-2003	BE 1014355 A3 WO 03019114 A1 BR 0205972 A CA 2426188 A1	02-09-2003 06-03-2003 30-09-2003 06-03-2003
US 4135006	A	16-01-1979	AT 361085 B AT 582975 A AU 8319675 A BE 831872 A1 BR 7504807 A CA 1063798 A1 CS 199595 B2 DE 2533709 A1 ES 439818 A1 FR 2280439 A1 GB 1516342 A IT 1041417 B JP 51049131 A JP 58053063 B NZ 178144 A SE 7508514 A ZA 7504552 A	25-02-1981 15-07-1980 20-01-1977 29-01-1976 06-07-1976 09-10-1979 31-07-1980 19-02-1976 16-04-1977 27-02-1976 05-07-1978 10-01-1980 28-04-1976 26-11-1983 28-04-1978 30-01-1976 30-06-1976
JP 63053248	A	07-03-1988	JP 1839565 C JP 5048291 B	25-04-1994 21-07-1993