

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
6 mars 2003 (06.03.2003)

PCT

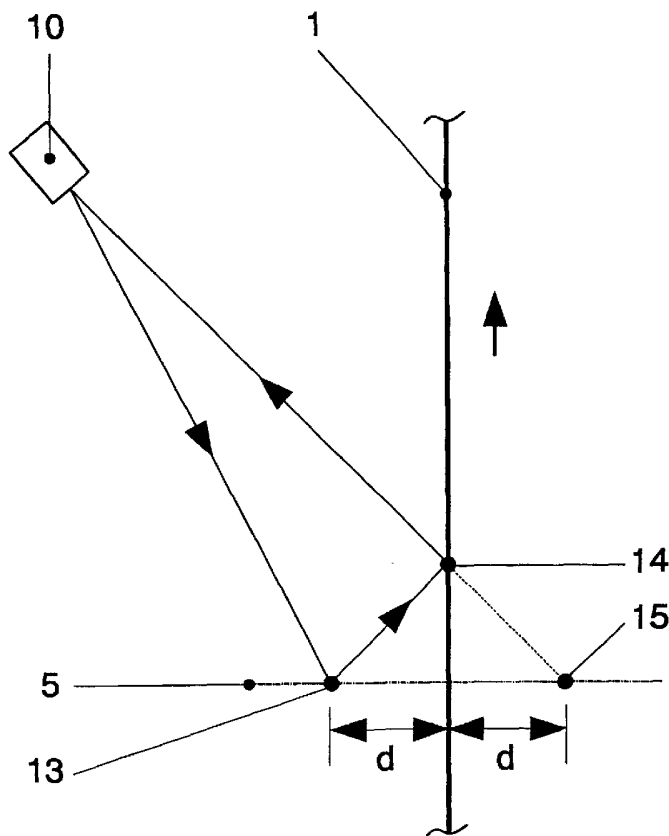
(10) Numéro de publication internationale
WO 03/019114 A1

- (51) Classification internationale des brevets : G01B 11/30 A.S.B.L. [BE/BE]; 47, rue Montoyer, B-1000 BRUXELLES (BE).
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/BE02/00085 (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : SCHYNS, Marc [BE/BE]; rue du Chesnay, 11, B-4960 RO-CLENGE-SUR-GEER (BE). MATHY, Cécile [BE/BE]; Av. des Tilleuls, 26, B-4000 LIEGE (BE).
- (22) Date de dépôt international : 28 mai 2002 (28.05.2002)
- (25) Langue de dépôt : français (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité : 2001/0567 30 août 2001 (30.08.2001) BE (74) Mandataires : VAN MALDEREN, Michel etc.; c/o OFFICE VAN MALDEREN, Bld. de la Sauvenière 85/043, B-4000 LIEGE (BE).
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES, (81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MEASURING DISTANCES ON BRIGHT METAL STRIPS

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF POUR LA MESURE DE DISTANCES SUR DES BANDES DE METAL BRILLANT



(57) Abstract: The invention concerns a method for measuring distances by optical process on a bright specular or quasi-specular metal strip (1), characterised in that it comprises the following steps: emitting an incident light beam with a source (7) incorporated in a measuring head (10), said source projecting a pattern (11) in the form of a plurality of points, preferably a line, arranged along an axis substantially perpendicular to the moving direction of the metallic surface, along a direction of incidence on a fixed part (5), preferably non specular, of the installation; first, said beam is partly reflected by said fixed part (5) substantially along the same direction as that of the incident beam and in opposite direction, towards a detector (8) belonging to said measuring head (10) and located immediately proximate to said source (7); then, said beam is partly reflected towards the metal strip (1), wherefrom it is reflected again towards said detector (8).

(57) Abrégé : Procédé pour la mesure de distances par voie optique sur une bande de métal brillant (1), spéculaire ou quasi-spéculaire, caractérisé par les étapes suivantes : -un faisceau lumineux incident est émis par une source (7) incorporée dans une tête de mesure (10), ladite source projetant un motif (11) sous forme d'une pluralité de points, de préférence une ligne, disposés selon un axe essentiellement perpendiculaire à la direction de défilement de la surface métallique, selon une direction d'incidence

[Suite sur la page suivante]



WO 03/019114 A1



DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR,

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

sur une partie fixe (5), de préférence non spéculaire, de l'installation; - premièrement, ledit faisceau est partiellement réfléchi par ladite partie fixe (5), essentiellement selon la même direction que celle du faisceau incident et en sens opposé, vers un détecteur (8) appartenant à ladite tête de mesure (10) et se trouvant à proximité immédiate de ladite source (7); deuxièmement, ledit faisceau est partiellement réfléchi vers ladite bande métallique (1), d'où il est encore réfléchi en direction dudit détecteur (8).

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF POUR MESURES TOPOGRAPHIQUES DE SURFACES RÉFLÉCHISSANTES

5

Objet de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte à un procédé destiné à la mesure de distances sur des bandes de métal brillant ou spéculaire.

10 **[0002]** En particulier, l'invention concerne un procédé pour la mesure de forme de bandes galvanisées au trempé à la sortie de l'essoreur.

[0003] L'invention se rapporte également au dispositif pour la mise en œuvre du procédé.

15 **Arrière-plan technologique**

[0004] On connaît depuis des années la production par trempage à chaud d'aciers recouverts de zinc, d'alliage de zinc, d'alliage ferro-zinc ou d'aciers galvanisés recuits appelés galvanealed. L'intérêt manifesté envers ces produits par l'industrie automobile a engendré de hautes exigences en termes de propriétés d'homogénéité

20 de produit et de performance à l'usage de ces produits recouverts.

[0005] Dans une ligne de galvanisation au trempé à chaud, la bande émergeant en sortie du bain de zinc est essorée en utilisant des "couteaux à air" soufflant de l'air comprimé sur le zinc liquide entraîné par chaque côté de la bande. La pression des couteaux à air ainsi que la distance entre le couteau et la bande devraient

25 idéalement être régulées en temps réel de sorte que l'épaisseur du dépôt soit gardée aussi proche que possible de la valeur souhaitée de chaque côté de la bande.

[0006] En vue de garantir un recouvrement uniforme, il est essentiel de conserver une forme et une position de la bande en mouvement correctes en face des lèvres de l'appareil d'essorage. En effet, des variations de la position de la bande, dans

30 la direction transverse à la direction de défilement, en face des couteaux vont produire une dispersion de l'épaisseur du dépôt. Ces fluctuations d'épaisseur affectent la qualité du produit final. En particulier, dans le procédé de recuit galvanisation, des variations de poids de zinc provoquent automatiquement des variations du contenu en fer du dépôt et de là, des hétérogénéités dans les propriétés requises par l'utilisateur.

35 **[0007]** Suite à des tensions thermiques et mécaniques, des instabilités de la pression d'air ou des vibrations de structure, la planéité de la bande défilant devant

les lèvres n'est cependant pas parfaite. Des écarts significatifs dans l'épaisseur du dépôt sont observés dans les directions transverse et longitudinale.

[0008] En vertu de la dispersion du poids de revêtement durant le traitement, il est nécessaire d'établir une valeur de consigne suffisamment élevée en vue d'obtenir le poids de dépôt minimum requis par le consommateur.

[0009] Calculons le gain qui serait apporté par une réduction de 1 g/m² dans le poids de revêtement en zinc.

[0010] Soient T le nombre de tonnes produites par an, E_m l'épaisseur moyenne de la bande (en m), P le prix du zinc au kg et D le poids spécifique de l'acier (en kg/m³).

[0011] On a :

Gain de zinc (tonnes/an)	$2T/(D \times E_m \times 1000)$
Gain de zinc (kg/tonne d'acier)	$2/(D \times E_m)$
Gain en argent (EUR/tonne d'acier)	$2 \times P/(D \times E_m)$
15 Gain en argent (EUR/an)	$2 \times P \times T/(D \times E_m)$

[0012] Par exemple, si T = 350 000 tonnes/an, E_m = 0,0007 m, D = 7800 kg/m³ et P = 0,85 EUR/kg (1 050 \$/tonne), les gains suivants seront obtenus pour une réduction de 1g/m² :

Gain de zinc : 128 tonnes de zinc/an

20 Gain de zinc : 0,366 kg de zinc/tonne d'acier

Gain en argent : 0,31 EUR/tonne d'acier ou 108,5 kEUR/an.

[0013] Ces données montrent qu'il vaut la peine de rechercher des solutions adéquates pour accroître la maîtrise de l'épaisseur du revêtement.

25 Etat de la technique

[0014] Beaucoup de méthodes peuvent être utilisées pour la mesure de distance et de forme. Les méthodes optiques sont souvent préférées par rapport aux méthodes capacitives et inductives, dans la mesure où elles sont moins sensibles aux fluctuations de constantes des propriétés des matériaux. Cependant, pour l'application particulière de galvanisation au trempé à chaud, il faut prendre en considération plusieurs facteurs qui peuvent affecter la performance d'un capteur optique.

[0015] Les principaux facteurs considérés sont les suivants :

- haut coefficient de réflexion de la bande ;
- vibration des supports ;
- 35** - inclinaison de la surface de bande par rapport à l'axe optique du capteur ;

- variation de l'indice de réfraction due aux conditions atmosphériques (température, humidité, pression) ;
- dépôts de vapeurs de zinc sur les fenêtres optiques.

[0016] Comme la bande sortant du dispositif d'essorage possède une surface fortement réfléchissante, un soin particulier doit être pris pour obtenir une mesure correcte. Ainsi, dans le cas de surfaces lisses (spéculaires), l'angle des rayons lumineux réfléchis par la surface est égal à leur angle d'incidence. Par contre, une surface présentant une texture rugueuse diffuse de manière aléatoire les rayons incidents. La surface paraît terne car elle réfléchit la lumière à presque tous les angles.

10 [0017] Dans une ligne de galvanisation conventionnelle, la distance entre la bande en mouvement et les lèvres du dispositif d'essorage se situe dans un intervalle allant de 5 à 15 mm. En utilisant un modèle mathématique développé précédemment, on trouve que les instabilités de 1 mm en valeur crête de la position de la bande entre les couteaux à air provoquent des variations allant jusqu'à 9 g/m² pour **15** des conditions opératoires standard. Cela signifie qu'une résolution de 0,1 mm devrait être atteinte pour distinguer des fluctuations d'épaisseur de coating de 1 g/m².

[0018] Pour l'intervalle et la sensibilité mentionnés ci-dessus, il y a deux types principaux de capteurs utilisés fréquemment dans les applications de métrologie sans contact, à savoir le capteur à triangulation laser et son extension à des méthodes **20** de projection de franges et le capteur laser coaxial ou autofocus. L'interférométrie laser est également une technique habituellement utilisée dans les mesures à très haute résolution. Cependant, les méthodes interférométriques sont parfois trop sensibles. Ainsi, des perturbations de l'environnement limitent la fiabilité de la mesure. Les capteurs de déplacement à fibres optiques sont moins largement répandus à cause de **25** leur domaine limité de mesure.

Capteurs à triangulation

[0019] Les capteurs à triangulation appartiennent à deux catégories, respectivement le type diffus et le type spéculaire.

30 [0020] Dans le cas des capteurs diffus, le faisceau laser est projeté normalement sur la surface objet et le faisceau diffusé par la surface objet est renvoyé au détecteur à travers une lentille se trouvant à l'angle de triangulation. Un avantage du capteur diffus est que le spot laser est projeté sur la même position latérale sur la surface, indépendamment de la hauteur de la surface. Mais de tels capteurs posent **35** problème dans le cas de surfaces miroirs (spéculaires) comme dans la présente

demande, parce que le faisceau laser est essentiellement réfléchi vers l'arrière en direction de l'optique source.

[0021] Pour les capteurs spéculaires, le faisceau laser est projeté par rapport à la normale de la surface au même angle que celui de l'optique source, qui est l'angle de collecte par l'optique réceptrice. L'avantage de ces capteurs est qu'ils peuvent être utilisés pour les mesures sur des surfaces brillantes. Cependant, le spot laser projeté sur la surface se déplace latéralement, lorsque la distance de la surface mesurée change. Un autre désavantage est l'erreur ou l'absence de mesure causée par des surfaces inclinées, même légèrement. Le "cross-bow" ou les vibrations rencontrées sur les lignes de galvanisation peut être suffisant pour générer de telles situations.

[0022] Dans les documents WO-A-94/026 58 et JP-A-55 141 556, de tels capteurs sont déplacés dans la direction de la largeur de la bande pour évaluer le cross-bow. Deux inconvénients majeurs existent dans ce cas :

- 15 - des incertitudes de mesure sont générées par le mécanisme de translation (usure, etc.) ;
- suite au temps de translation, une fluctuation rapide de la bande ne peut être évaluée.

20 Techniques de franges projetées

[0023] Des images de franges projetées peuvent être formées par différentes méthodes. Dans le cas général, une structure en forme de réseau ou une image d'interférence est projetée sur la surface test. Des variations de hauteur conduisent à une déformation des franges projetées qui à leur tour sont comparées à l'original ou à la structure de réseau synthétique. La plupart des systèmes de mesure de topographie de surface par projection de franges utilisent une seconde grille pour générer des franges de Moiré qui représentent des contours de hauteur plus ou moins égale. Dans beaucoup de dispositifs, des caméras CCD, des tableaux de traitement d'images de même que des microprocesseurs et ordinateurs ont été incorporés pour l'analyse automatique de franges. Cependant, les projections d'images de franges ne conviennent pas pour la mesure sur des surfaces spéculaires comme c'est le cas dans la présente demande.

Capteurs autofocus

35 **[0024]** A cause de l'aspect de focalisation dynamique des capteurs autofocus, la taille de spot est maintenue constante quelle que soit la distance entre le

capteur et la surface objet. La distribution de lumière est uniforme sur le spot entier. De là, la résolution de ces capteurs peut être jusqu'à un ordre de grandeur plus élevée que la résolution des capteurs de triangulation. Cependant, les capteurs autofocus présentent des désavantages. A cause de la faible taille de spot, ils tendent à causer des erreurs en présence même de faibles changements de texture de surface. Ils sont moins robustes et possèdent un temps de réponse plus long que les capteurs de triangulation à cause des mouvements mécaniques de haute précision nécessaires pour la recherche de zéro du signal d'erreur de foyer.

10 Capteurs de déplacement à fibre optique

[0025] Ces capteurs sont des transducteurs de déplacement qui utilisent un faisceau de fibres de verre pour transmettre et recevoir de la lumière d'une surface cible. A l'extrémité de la sonde, les rayons non collimatés divergent vers l'extérieur à partir de chaque fibre de transmission, selon un cône. Les rayons lumineux sont réfléchis sur la surface cible vers des fibres de réception adjacentes. Sur base de la détection de l'intensité de la lumière réfléchie, différentes sensibilités de déplacement peuvent être créées par une combinaison de sources lumineuses, de types de fibres, de formes et de tailles de faisceau de fibres, de distributions de fibres transmettant et recevant la lumière ainsi que d'arrangements de faisceaux transmettant et recevant la lumière. Plus la surface est lisse, meilleures sont les performances attendues du capteur.

[0026] Les capteurs à fibres optiques existent sous deux types, le type dépendant de la réflectivité et le type à réflectivité compensée.

[0027] Les capteurs à réflectivité compensée sont construits avec au moins deux faisceaux de fibres. Chaque faisceau peut être considéré comme étant un capteur séparé, ayant une courbe de sensibilité variant avec le déplacement. La compensation de réflectivité est obtenue à partir du rapport des intensités de sortie de ces sondes à fibres séparées. Comme la réflectivité de la cible change sur une grande échelle, les intensités de sortie des détecteurs individuels augmentent ou diminuent proportionnellement, ce qui laisse le rapport des sorties non affecté par les changements de réflectivité. Afin d'assurer la compensation de réflectivité avec plus de précision, la surface cible à l'intérieur de la surface totale du faisceau de fibres optiques doit être uniformément réfléchissante. Habituellement, il est prudent de supposer, dans le cas des bandes continues, que les variations de réflectivité sont négligeables sur la faible surface couverte par le capteur à fibre optique. De tels capteurs sont à réponse rapide, robustes, très petits et peu coûteux. On peut donc imaginer de multiplexer

plusieurs capteurs de manière à obtenir la forme de la bande à proximité immédiate des buses des couteaux à air. Dans le cas du recuit galvanisation, les mesures réalisées avec ces capteurs ne seront pas affectées par le champ électromagnétique intense généré par le chauffage à induction. Cependant, suite à leur proximité de la bande imposée par le type de mesure à effectuer (fibres optiques), il y a un risque de dépôt de vapeurs de zinc sur l'extrémité des fibres optiques, qui perturberait la mesure.

Buts de l'invention

[0028] La présente invention vise à fournir une solution ne présentant pas les inconvénients de l'état de la technique.

[0029] En particulier, l'invention a pour but de mesurer des distances entre une bande de métal quasi-spéculaire en mouvement et un dispositif fixe, tel que par exemple, un essoreur dans une ligne de galvanisation au trempé à chaud.

[0030] Comme corollaire, l'invention vise à déterminer à tout instant tant la forme de ladite bande métallique que ses déplacements dans un plan orthogonal vis-à-vis de sa direction de défilement.

[0031] L'invention a comme but complémentaire de réduire, sur une ligne de galvanisation au trempé à chaud, la dispersion de poids de revêtement sur la bande, due notamment à l'"effet de tuile", et en tout cas de réduire la différence entre la valeur de consigne et le poids minimum requis par le consommateur.

[0032] Enfin, l'invention a pour but de diminuer le coût de fabrication d'une tôle revêtue par le procédé de galvanisation au trempé à chaud.

Principaux éléments caractéristiques de l'invention

[0033] La présente invention se rapporte à un procédé pour la mesure de distances par voie optique, de préférence par triangulation laser, sur une bande ou surface métallique spéculaire ou quasi-spéculaire en défilement continu dans une installation, de préférence de galvanisation d'acier au trempé à chaud, caractérisé par les étapes suivantes :

- un faisceau lumineux, dit faisceau incident, est émis par une source, de préférence une source laser, incorporée dans une tête de mesure, ladite source projetant un motif sous forme d'une pluralité de points, de préférence une ligne, disposés selon un axe essentiellement perpendiculaire à la direction de défilement de la surface métallique, selon une direction d'incidence sur une partie fixe, de préférence non spéculaire, de la dite installation ;

- premièrement, ledit faisceau est partiellement réfléchi par ladite partie fixe, essentiellement selon la même direction que celle du faisceau incident et en sens opposé, vers un détecteur appartenant à ladite tête de mesure et se trouvant à proximité immédiate de ladite source ;
- 5 - deuxièmement, ledit faisceau est partiellement réfléchi vers ladite bande métallique, d'où il est encore réfléchi en direction dudit détecteur.

[0034] Avantageusement, le détecteur de la tête de mesure est une caméra qui reçoit l'image dudit motif projeté, d'une part à partir de ladite partie fixe et d'autre part à partir de la bande métallique, chaque point de l'image provenant de la bande métallique semblant correspondre à un point virtuel qui est essentiellement le point symétrique par rapport à un plan moyen passant par ladite bande du point correspondant du faisceau incident sur ladite partie fixe. En outre, la détermination de la position et de la forme de la bande, de préférence en coupe transverse, sont déduites de l'image captée par ledit détecteur, lesdites mesures étant effectuées en

10 temps réel.

[0035] Toujours selon l'invention, la partie fixe de l'installation est un essoreur en sortie de ligne continue de galvanisation au trempé à chaud, comprenant des couteaux à air et la tête de mesure projette sur cet essoreur une ligne lumineuse essentiellement parallèle aux couteaux à air de celui-ci.

20 **[0036]** Selon une modalité de réalisation préférentielle, le procédé de l'invention est caractérisé par les étapes suivantes :

- étalonnage de la tête de mesure avant mise en marche de l'installation ;
- acquisition d'images en temps réel ;
- traitement des images obtenues, en tenant compte de l'étalonnage ;

25 - calcul, en une pluralité de points, de la distance entre la bande et les couteaux d'essorage.

[0037] De préférence, l'étalonnage est à son tour caractérisé au moins par les étapes suivantes :

- acquisition d'une image correspondant à un étalon comprenant une pluralité de

30 lignes noires horizontales, c'est-à-dire parallèles aux lèvres de l'essoreur et une pluralité de lignes noires verticales, c'est-à-dire perpendiculaires auxdites lèvres, ledit étalon étant placé dans le plan de la réflexion du faisceau lumineux sur la partie fixe de l'essoreur et repéré par rapport à un point fixe de référence ;- extraction d'une zone à traiter sur l'image et transformation de ladite zone en un

35 tableau bidimensionnel de niveaux de gris ;

- extraction d'une pluralité de colonnes dudit tableau, correspondant à des abscisses fixées dans la zone à traiter ;
- détermination de la position desdites lignes horizontales par détection de leurs ordonnées auxdites abscisses ;
- 5 - extraction de plusieurs rangées du tableau de niveaux de gris à des ordonnées calculées en fonction de la position déterminée desdites lignes horizontales ;
- détermination de la position desdites lignes verticales par détection de leurs abscisses aux ordonnées calculées ;
- détermination des équations pour les différentes lignes de la grille par optimisation polynomiale à partir des coordonnées obtenues dans les étapes précédentes ;
- 10 - calcul des intersections desdites lignes horizontales et desdites lignes verticales représentées par leurs équations.

[0038] De manière encore préférée, le procédé de l'invention comprend les étapes suivantes :

- 15 - extraction, hors de ladite zone à traiter sur l'image, des niveaux de gris correspondant à une série de coordonnées, suivant l'équation d'une ligne verticale du procédé d'étalonnage, cette opération étant répétée pour une pluralité de lignes verticales virtuelles ;
- détection de la position des deux réflexions du laser le long de ces lignes virtuelles ;
- 20 - transformation des coordonnées donnant la position sur l'image des deux réflexions du laser, en coordonnées réelles relatives audit point de référence ;
- calcul de la position de la bande.

[0039] Pour effectuer cette transformation de coordonnées, on interpole avantagement pour une verticale donnée, c'est-à-dire une abscisse donnée, sur une série d'ordonnées des points d'intersection avec les différentes horizontales de la grille d'étalonnage, lesdits points ayant été fournis par l'étalonnage.

[0040] De manière encore préférée, dans le calcul de la position de la bande, l'ordonnée calculée de chaque point de la bande pour une abscisse donnée

30 correspondant au milieu des ordonnées des deux dites réflexions, l'abscisse desdits points est déterminée en établissant l'équation de la droite joignant le point nodal du détecteur, de préférence de la caméra, au point correspondant de l'image virtuelle de la ligne laser et en extrayant le point dont l'ordonnée correspond à ladite ordonnée calculée.

35 **[0041]** Selon une autre caractéristique de l'invention, on régule en boucle fermée et en temps réel, pour chaque couteau, l'intensité du jet d'air comprimé en

fonction de la distance entre l'extrémité de la lèvre et la bande, pour diminuer ou minimiser la dispersion de l'épaisseur du revêtement sur la bande ou encore pour que l'épaisseur effective de revêtement soit proche d'une valeur de consigne.

[0042] Selon une modalité particulière du procédé de l'invention, au moins deux lignes laser sont émises par la source de sorte à obtenir sur le détecteur, de préférence la caméra, deux courbes pour la première réflexion laser et deux courbes pour la réflexion sur la bande, et pour chaque paire de lignes, on détermine leur position ainsi que la distance séparant les deux lignes de la paire, l'information obtenue étant traitée pour déterminer l'inclinaison de ladite bande.

10 [0043] Un autre aspect de la présente invention se rapporte à une tête de mesure comprenant dans un même boîtier de protection une source laser et une caméra de détection adjacentes et d'axes parallèles.

[0044] De préférence, le laser et la caméra sont disposés sur une plaque de montage refroidie à eau et le boîtier de protection présente une fenêtre optique en **15** face de laquelle est pratiquée une ouverture pour la purge de l'air se trouvant à l'intérieur du boîtier.

Brève description des figures

[0045] La figure 1 représente une installation de galvanisation au trempé **20** selon l'état de la technique.

[0046] La figure 2 représente une tête de détection selon la présente invention.

[0047] La figure 3 représente schématiquement la réflexion des rayons lumineux dans le dispositif selon l'invention.

25 [0048] La figure 4 représente une image vidéo non traitée sur un moniteur se trouvant dans la cabine de l'opérateur.

[0049] La figure 5 représente schématiquement un exemple de dispositif d'étalonnage pour la présente invention.

[0050] La figure 6 représente schématiquement l'aberration optique de **30** l'objectif de la caméra.

[0051] La figure 7 représente schématiquement la projection dans le plan horizontal de la première réflexion.

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

35 [0052] Dans une installation typique de galvanisation à chaud, telle que représentée à la figure 1, la bande d'acier 1 entre dans le bain de zinc liquide 2,

change de direction au niveau du rouleau de fond 3 et ressort du bain en passant entre des rouleaux 4 de guidage et de correction de la forme de bande. A la sortie du bain, la bande passe entre les couteaux 5 d'un dispositif d'essorage pneumatique, destiné à mettre la couche de zinc à épaisseur sur le produit final.

5 [0053] La température du bain est typiquement de 460°C, celle de la bande à la sortie de l'essoreur de 430°C, celle de l'environnement pouvant atteindre 100°C.

[0054] Le rouleau de fond 3 impose une flexion à la bande. La traction sur la bande provoque alors généralement un "effet de tuile" ou "cross-bow". Comme le
10 profil de la bande n'est pas plan, on constate une variation de l'épaisseur de la couche de zinc déposée, suite à ce défaut de planéité qui fait varier la distance 9 entre le métal et les couteaux à air.

[0055] L'invention consiste à tirer profit – ou en tout cas à s'accommoder -
15 du fait que la bande, sortant fraîchement recouverte du bain de zinc liquide, présente une surface spéculaire ou quasi-spéculaire.

[0056] Selon une forme d'exécution préférée de l'invention, une tête de
20 mesure 10 comprend une source lumineuse 7 et une caméra 8 inclus dans un même boîtier de protection 6. La figure 2 montre les détails de la tête de détection. Le laser 7 projette une ligne lumineuse sur la partie fixe de l'essoreur, parallèlement aux couteaux à air 5.

[0057] Le faisceau lumineux issu de la tête de mesure 10 est réfléchi une
première fois (13) sur cette partie fixe et ensuite une deuxième fois (14) sur la bande 1 en mouvement, avant d'être intercepté par la caméra, un point virtuel 15 étant défini par effet miroir par rapport à la bande 1 (figure 3).

25 [0058] Chaque image acquise par la caméra contient donc deux lignes, tel que représenté à la figure 4 :

- la ligne 11 projetée directement par le laser sur une partie fixe du dispositif d'essorage et réfléchiée directement vers la caméra ;
- la ligne 12 réfléchiée par la bande recouverte en mouvement, qui apparaît déformée
30 suite à l'effet de tuile.

[0059] Cette disposition présente plusieurs avantages majeurs :

- avec les capteurs de triangulation classique, il est difficile d'effectuer des mesures correctes dans la mesure où la bande défilante est réfléchissante. En effet, suite à la variation de la position (distance, angle) entre la source de lumière et la bande
35 au cours du temps, la position du spot laser devant être reçu par le récepteur, par exemple une caméra, change également, ce qui conduit par moments à recevoir

5 trop peu d'énergie réfléchié par la surface au niveau du récepteur. En effet, cette particularité est sans poser problème dans le cas d'une surface cible rugueuse mais est très gênante pour une surface spéculaire. En effet, le lobe de distribution de l'énergie est beaucoup plus étroit dans ce dernier cas. Le signal généré, par exemple une image, peut même carrément devenir non détectable pendant un temps non négligeable. Pour essayer de remédier à cet inconvénient, il faut alors augmenter la puissance du laser et/ou le gain du récepteur, par exemple une caméra, sans toutefois être sûr du résultat ;

10 - réduction de l'erreur de mesure : suite aux mouvements relatifs accidentels ou perturbateurs apparaissant en triangulation classique entre le support de la source de lumière et le support du récepteur, des erreurs de mesure peuvent se produire. En particulier, la sensibilité du capteur diminue lorsque l'angle entre l'axe optique de la source de lumière et celui du récepteur diminue. En rassemblant les deux composants à distance fixe dans un même boîtier, cette source d'erreur peut être

15 réduite ;

- simplification par la diminution du nombre de composants : par le fait que tous les composants sensibles à la chaleur sont dans une même enceinte, un seul système de refroidissement est requis pour protéger le système.

[0060] La figure 2 montre que la plaque de montage du laser et de la

20 caméra est refroidie par circulation d'un fluide 61, de préférence de l'eau. Une atmosphère de gaz neutre 62, de préférence de l'azote, se trouvant à l'intérieur du boîtier est purgé en permanence par une ouverture dans le boîtier en face de la fenêtre optique. Le but de cette purge est double : augmenter l'effet de refroidissement et éviter le dépôt de vapeurs de zinc sur la fenêtre optique.

25 **[0061]** Un logiciel spécifique pour le traitement des images acquises en vue de calculer la distance entre l'émetteur et la bande a été développé, de même qu'un système de calibration a été réalisé. Le dispositif d'étalonnage 16 est par exemple une surface fraisée, comportant un certain nombre de repères (lignes), telle que représentée à la figure 5. La calibration est effectuée avant mise en marche de

30 l'installation.

[0062] Grâce à un montage adéquat du diaphragme de l'objectif, les images sont directement exploitables pour une estimation grossière de la forme de bande. La figure 4 montre un exemple d'image vidéo non traitée (1600 mm de largeur de bande). La courbe supérieure dans la figure montre le "cross-bow" relatif à la forme

35 de bande, tandis que l'image inférieure est une ligne de référence.

[0063] Le dispositif de l'invention est capable de mesurer "on-line" tant la forme que la position de la bande fortement réfléchissante et qui est en mouvement entre les couteaux à air. Le dispositif offre les avantages suivants :

- faible temps de réponse ;
- 5 - absence de contact ;
- compatibilité avec un pouvoir réfléchissant élevé ;
- faible sensibilité aux changements de réflexion de la bande ;
- mesure très proche des lèvres du dispositif d'essorage ;
- faible impact sur l'environnement.

10 [0064] Dans le but de réduire la dispersion du revêtement, le capteur est intégré dans un système de régulation en boucle fermée qui est capable d'ajuster "on-line" les paramètres de manière telle que l'épaisseur du revêtement soit maintenue proche de la valeur de consigne.

15 [0065] Essentiellement, deux stratégies peuvent être suivies. La plus conventionnelle consiste à garder la bande plane entre les couteaux à air en agissant sur les rouleaux de guidage à l'intérieur du bain de zinc, en fonction de la mesure de forme de bande. Grâce à des *couteaux à air à fentes modulables (Dynamic Air Knives, DAK)* développés récemment, une autre stratégie consiste à changer "on-line" le profil des lèvres d'essorage en fonction des mesures de forme de bande en vue d'assurer

20 une épaisseur de dépôt uniforme.

[0066] Une méthode connue de l'homme de l'art pour éviter la dispersion de l'épaisseur du dépôt de zinc sur la bande est donc de corriger la forme de tuile affectant la bande en changeant la position des rouleaux de réglage immergés dans le bain. Cette méthode n'assure pas une correction parfaite de forme et donc n'est pas

25 totalement efficace. On connaît également l'essorage électromagnétique, lequel influence favorablement la stabilisation de la bande effectuée en redressant la bande à l'aide d'électroaimants.

[0067] En outre, il peut ne pas être souhaitable d'utiliser ces méthodes, dans la mesure où on peut souhaiter précisément provoquer le "cross-bow" de la

30 bande en vue d'obtenir une bande plus stable à la sortie du bain de galvanisation.

[0068] Selon la présente invention on peut encore avantageusement adapter le jet d'air comprimé en fonction de la distance transversale par rapport à une extrémité de la bande. Ainsi, le couteau à air est subdivisé transversalement, par rapport à la direction de défilement de la bande, en une série de zones dont la

35 géométrie est modulable (non représenté). On peut dès lors adapter et réguler, grâce

au procédé de l'invention, la pression d'air à la sortie de chaque lèvre individuelle, de sorte à éliminer presque exactement l'excédent de zinc résultant du "cross-bow".

[0069] La présente invention n'est pas limitée au domaine du revêtement à chaud ou de la galvanisation de tôles d'acier mais peut être appliquée à la mesure de distances ou de formes dans le cas de bandes défilantes fortement réfléchissantes ou spéculaires.

Description d'un exemple de procédé d'étalonnage

[0070] Pour prendre en compte les différentes déformations introduites par le système optique, on réalise un étalonnage global.

[0071] Un exemple de forme d'exécution préférentielle du système d'étalonnage est représenté à la figure 5.

[0072] La figure 5 montre une grille comprenant 12 lignes noires "horizontales", parallèles aux lèvres de l'essoreur, espacées de 25 mm et larges de 4 mm et 14 lignes noires "verticales", perpendiculaires aux lèvres, espacées de 160 mm et larges de 4 mm. Cette grille est placée dans le plan horizontal de la réflexion du faisceau lumineux sur la partie fixe de l'essoreur. Sa position est repérée par rapport à un point fixe tel qu'une extrémité des lèvres.

[0073] Une fois la grille en place, une image est acquise. L'image obtenue n'est naturellement pas une grille régulière, mais bien un ensemble de courbes qui mettent en évidence les déformations introduites par le système optique. Le résultat peut être tel que représenté sur la figure 6.

[0074] L'étalonnage va consister à établir la correspondance entre la position réelle sur la grille et la position à l'image. Le procédé global d'étalonnage comporte les étapes suivantes :

- récupération de l'image acquise ;
- extraction de la zone à traiter et transformation en un tableau bidimensionnel, chaque cellule du tableau contenant la valeur de niveaux de gris d'un pixel correspondant ;
- extraction de plusieurs colonnes, typiquement 15, à des abscisses fixées dans la zone à traiter ;
- détermination de la position des 12 lignes horizontales par détection de leurs ordonnées aux abscisses considérées ;
- extraction de plusieurs rangées du tableau de niveaux de gris à des ordonnées calculées en fonction de la position déterminée des 12 lignes horizontales, typiquement entre ces dites lignes ;

- détermination de la position des 14 lignes verticales par détection de leurs abscisses aux ordonnées considérées ;
- détermination d'équations pour les différentes lignes verticales et horizontales de la grille par optimisation polynomiale à partir des coordonnées obtenues dans les 5 étapes précédentes ;
- calcul des intersections des 12 lignes horizontales et des 14 lignes verticales représentées par leurs équations.

[0075] Grâce à cet étalonnage, la position repérée sur une image (en pixels) d'un point de la première réflexion (repère 13, figure 3 et repère 17, figure 7) du faisceau laser pourra être transformée en une position réelle en mm par rapport au point de référence.

[0076] Pour l'image de la deuxième réflexion (repère 14, figure 3 et repère 20, figure 7), sur la bande, on obtient avec cette correspondance la position réelle de l'"image virtuelle" 15 dans le plan horizontal de la première réflexion. Le raisonnement géométrique utilisé pour déterminer la position de la bande indique que l'ordonnée du point de la bande qui a produit une image donnée correspond au milieu des ordonnées de ces deux images (voir figure 3).

[0077] Cependant l'abscisse de ce point n'est pas la même que celle de ces deux images, excepté pour un point qui serait situé exactement sur l'axe de la caméra. Pour corriger le décalage de cette abscisse, on a besoin des coordonnées de la projection du point nodal 19 de la caméra dans le plan horizontal de la première réflexion (voir figure 7).

[0078] Pour déterminer la position du point nodal 19 de l'objectif de la caméra 10, on utilise l'image acquise pour la première partie de l'étalonnage. La position et les distances réelles des différentes lignes de la grille étant connues avec précision, on utilise les distances résultantes sur l'image correspondante (il suffit de 2 lignes horizontales et 2 lignes verticales) afin de recalculer la position de la caméra qui a pu fournir une telle image.

30 Description d'un exemple de procédé de détection utilisant l'étalonnage

[0079] La détection de la position de la bande est effectuée par l'intermédiaire de la détection de la position des deux images du faisceau laser : position réelle pour la première réflexion et position "virtuelle" dans le même plan horizontal pour la seconde. Chacune de ces deux réflexions se présente sous forme 35 d'une courbe.

[0080] On repère sur l'image donnée par la caméra la position de l'intersection des deux courbes avec les lignes verticales virtuelles correspondant aux verticales de la grille d'étalonnage. Ces verticales virtuelles sont décrites par leur équation définie lors de l'étalonnage. Ces positions doivent être ensuite corrigées afin
5 de tenir compte de la déformation introduite par le système optique.

[0081] Le procédé global de détection comporte les étapes suivantes :

- extraction, hors du tableau représentant l'image, des niveaux de gris correspondant à une série de coordonnées, suivant l'équation d'une ligne verticale du procédé d'étalonnage : on extrait donc une ligne verticale réelle hors de l'image ; cette
10 opération est répétée pour 14 lignes verticales virtuelles ;
- détection de la position des deux réflexions du faisceau laser le long de ces 14 lignes virtuelles ;
- transformation de ces coordonnées donnant la position sur l'image des deux réflexions du faisceau laser, en coordonnées réelles relatives au point de
15 référence. Pour effectuer cette transformation, on procède comme suit : pour une verticale, c'est-à-dire une abscisse, donnée, l'étalonnage a fourni une série d'ordonnées des points d'intersection avec les différentes horizontales de la grille d'étalonnage. Il suffit donc d'interpoler sur cette série de points ;
- calcul de la position de la bande :
20 1. l'ordonnée de chacun des 14 points est la moyenne des ordonnées réelles de chacune des deux réflexions ;
2. pour l'abscisse de ces 14 points, on établit l'équation de la droite joignant le point nodal de l'objectif 19 de la caméra au point correspondant de l'image virtuelle 18 de la ligne laser et on en extrait le point 20 dont l'ordonnée
25 correspond à celle calculée ci-dessus (figure 7).

[0082] Selon un mode d'exécution particulièrement avantageux de l'invention, on projette deux lignes laser au lieu d'une seule comme précédemment. L'image contient deux courbes pour les deux premières réflexions laser et deux courbes pour la réflexion sur la bande. Pour chaque paire de lignes, on détermine leur
30 position ainsi que la distance séparant les deux lignes de la paire. L'avantage du dédoublement de la ligne laser de départ est de pouvoir obtenir une information complémentaire après traitement des données comme précédemment : l'inclinaison de la bande.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour la mesure de distances par voie optique, de préférence par triangulation laser, sur une bande ou surface métallique (1) spéculaire ou quasi-spéculaire en défilement continu dans une installation, de préférence de galvanisation d'acier au trempé à chaud, caractérisé par les étapes suivantes :
- 5
- un faisceau lumineux, dit faisceau incident, est émis par une source (7), de préférence une source laser, incorporée dans une tête de mesure (10), ladite source projetant un motif (11) sous forme d'une pluralité de points, de préférence une ligne, disposés selon un axe essentiellement perpendiculaire à la direction de

10

 - défilement de la surface métallique, selon une direction d'incidence sur une partie fixe (5), de préférence non spéculaire, de la dite installation ;
 - premièrement, ledit faisceau est partiellement réfléchi par ladite partie fixe (5), essentiellement selon la même direction que celle du faisceau incident et en sens opposé, vers un détecteur (8) appartenant à ladite tête de mesure (10) et se

15

 - trouvant à proximité immédiate de ladite source (7) ;
 - deuxièmement, ledit faisceau est partiellement réfléchi vers ladite bande métallique (1), d'où il est encore réfléchi en direction dudit détecteur (8).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le détecteur de la tête de mesure (10) est une caméra (8) qui reçoit l'image dudit motif
- 20
- projeté (11), d'une part à partir de ladite partie fixe (5) et d'autre part à partir de la bande métallique (1), chaque point de l'image (12) provenant de la bande métallique (1) semblant correspondre à un point virtuel (15) qui est essentiellement le point symétrique par rapport à un plan moyen passant par ladite bande (1) du point correspondant du faisceau incident sur ladite partie fixe.
- 25
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la détermination de la position et de la forme de la bande, de préférence en coupe transverse, sont déduites de l'image (11,12) captée par ledit détecteur.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdites mesures sont effectuées en temps réel.
- 30
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite partie fixe de l'installation est un essoreur (5) en sortie de ligne continue de galvanisation au trempé à chaud, comprenant des couteaux à air.
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la
- 35
- tête de mesure (10) projette sur ledit essoreur une ligne lumineuse essentiellement parallèle aux couteaux à air de l'essoreur.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par les étapes suivantes :

- étalonnage de la tête de mesure avant mise en marche de l'installation ;
- acquisition d'images en temps réel ;
- 5 - traitement des images obtenues, en tenant compte de l'étalonnage ;
- calcul, en une pluralité de points, de la distance entre la bande et les couteaux d'essorage.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit étalonnage est caractérisé au moins par les étapes suivantes :

- 10 - acquisition d'une image correspondant à un étalon comprenant une pluralité de lignes noires horizontales, c'est-à-dire parallèles aux lèvres de l'essoreur (5) et une pluralité de lignes noires verticales, c'est-à-dire perpendiculaires auxdites lèvres, ledit étalon étant placé dans le plan de la réflexion du faisceau lumineux sur la partie fixe de l'essoreur (5) et repéré par rapport à un point fixe de référence ;
- 15 - extraction d'une zone à traiter sur l'image et transformation de ladite zone en un tableau bidimensionnel de niveaux de gris ;
- extraction d'une pluralité de colonnes dudit tableau, correspondant à des abscisses fixées dans la zone à traiter ;
- détermination de la position desdites lignes horizontales par détection de leurs ordonnées auxdites abscisses ;
- 20 - extraction de plusieurs rangées du tableau de niveaux de gris à des ordonnées calculées en fonction de la position déterminée desdites lignes horizontales ;
- détermination de la position desdites lignes verticales par détection de leurs abscisses aux ordonnées calculées ;
- 25 - détermination des équations pour les différentes lignes de la grille par optimisation polynomiale à partir des coordonnées obtenues dans les étapes précédentes ;
- calcul des intersections desdites lignes horizontales et desdites lignes verticales représentées par leurs équations.

9. Procédé selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce qu'il

30 comprend les étapes suivantes :

- extraction, hors de ladite zone à traiter sur l'image, des niveaux de gris correspondant à une série de coordonnées, suivant l'équation d'une ligne verticale du procédé d'étalonnage, cette opération étant répétée pour une pluralité de lignes verticales virtuelles ;

- détection de la position des deux réflexions du laser le long de ces lignes virtuelles ;
- transformation des coordonnées donnant la position sur l'image des deux réflexions du laser, en coordonnées réelles relatives audit point de référence ;

5 - calcul de la position de la bande.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que, pour effectuer cette transformation de coordonnées, on interpole pour une verticale donnée, c'est-à-dire une abscisse donnée, sur une série d'ordonnées des points d'intersection avec les différentes horizontales de la grille d'étalonnage, lesdits points
10 ayant été fournis par l'étalonnage.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce, dans le calcul de la position de la bande, l'ordonnée calculée de chaque point de la bande pour une abscisse donnée correspondant au milieu des ordonnées des deux dites réflexions, l'abscisse desdits points est déterminée en établissant l'équation de la droite
15 joignant le point nodal (19) du détecteur (8), de préférence de la caméra (8), au point correspondant de l'image virtuelle (18) de la ligne laser et en extrayant le point (20) dont l'ordonnée correspond à ladite ordonnée calculée.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, caractérisé en ce qu'on régule en boucle fermée et en temps réel, pour chaque
20 couteau, l'intensité du jet d'air comprimé en fonction de la distance entre l'extrémité de la lèvre et la bande, pour diminuer ou minimiser la dispersion de l'épaisseur du revêtement sur la bande ou encore pour que l'épaisseur effective de revêtement soit proche d'une valeur de consigne.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications
25 précédentes, caractérisé en ce qu'au moins deux lignes laser sont émises par la source (7) de sorte à obtenir sur le détecteur (8), de préférence la caméra, deux courbes pour la première réflexion laser et deux courbes pour la réflexion sur la bande, et en ce que, pour chaque paire de lignes, on détermine leur position ainsi que la distance séparant les deux lignes de la paire, l'information obtenue étant traitée pour
30 déterminer l'inclinaison de ladite bande.

14. Tête de mesure pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'elle comprend dans un même boîtier de protection (6) une source laser (7) et une caméra de
détection (8) adjacentes et d'axes parallèles.

35 15. Tête de mesure selon la revendication 14, caractérisée en ce que le laser (7) et la caméra (8) sont disposés sur une plaque de montage refroidie

à eau et en ce que le boîtier de protection présente une fenêtre optique en face de laquelle est pratiquée une ouverture pour la purge de l'air se trouvant à l'intérieur du boîtier.

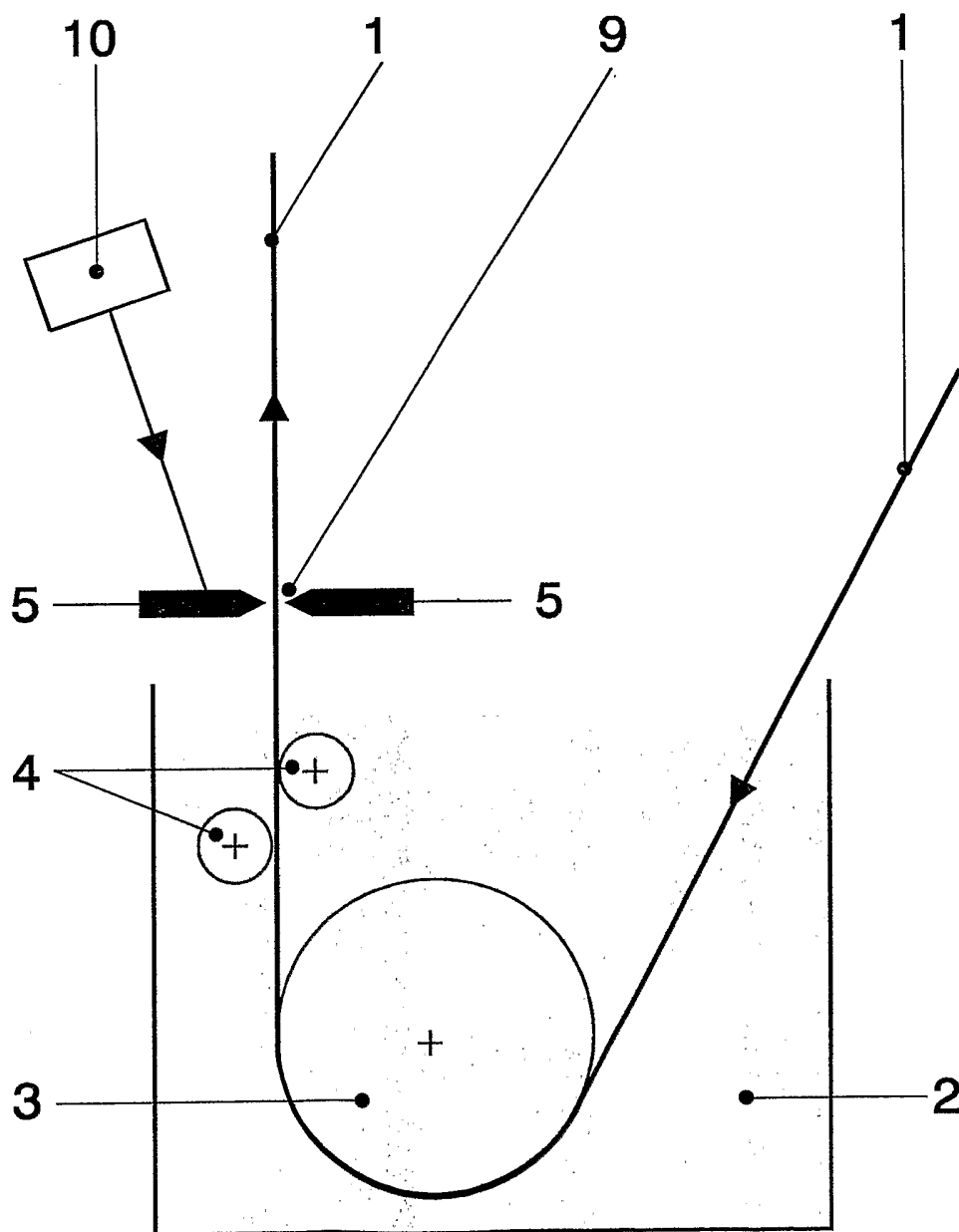
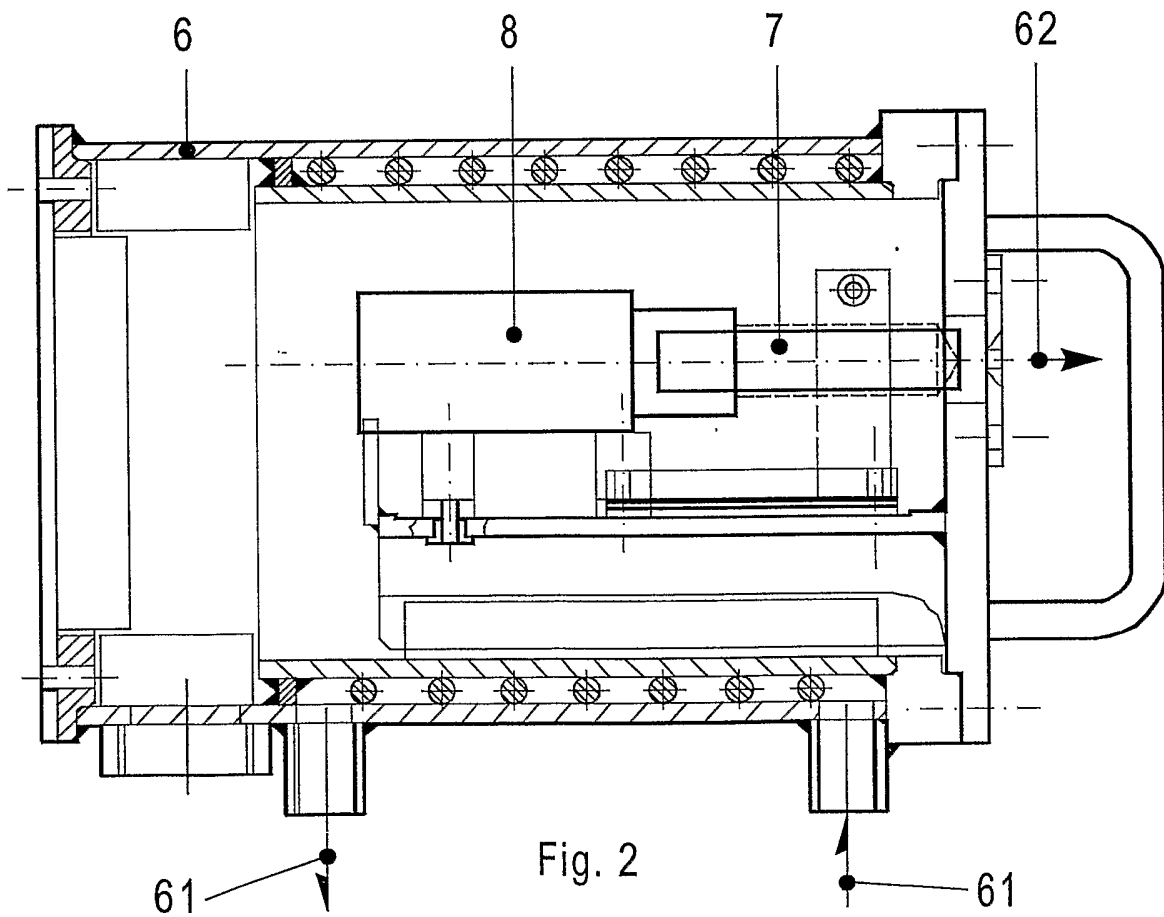


Fig. 1



3/7

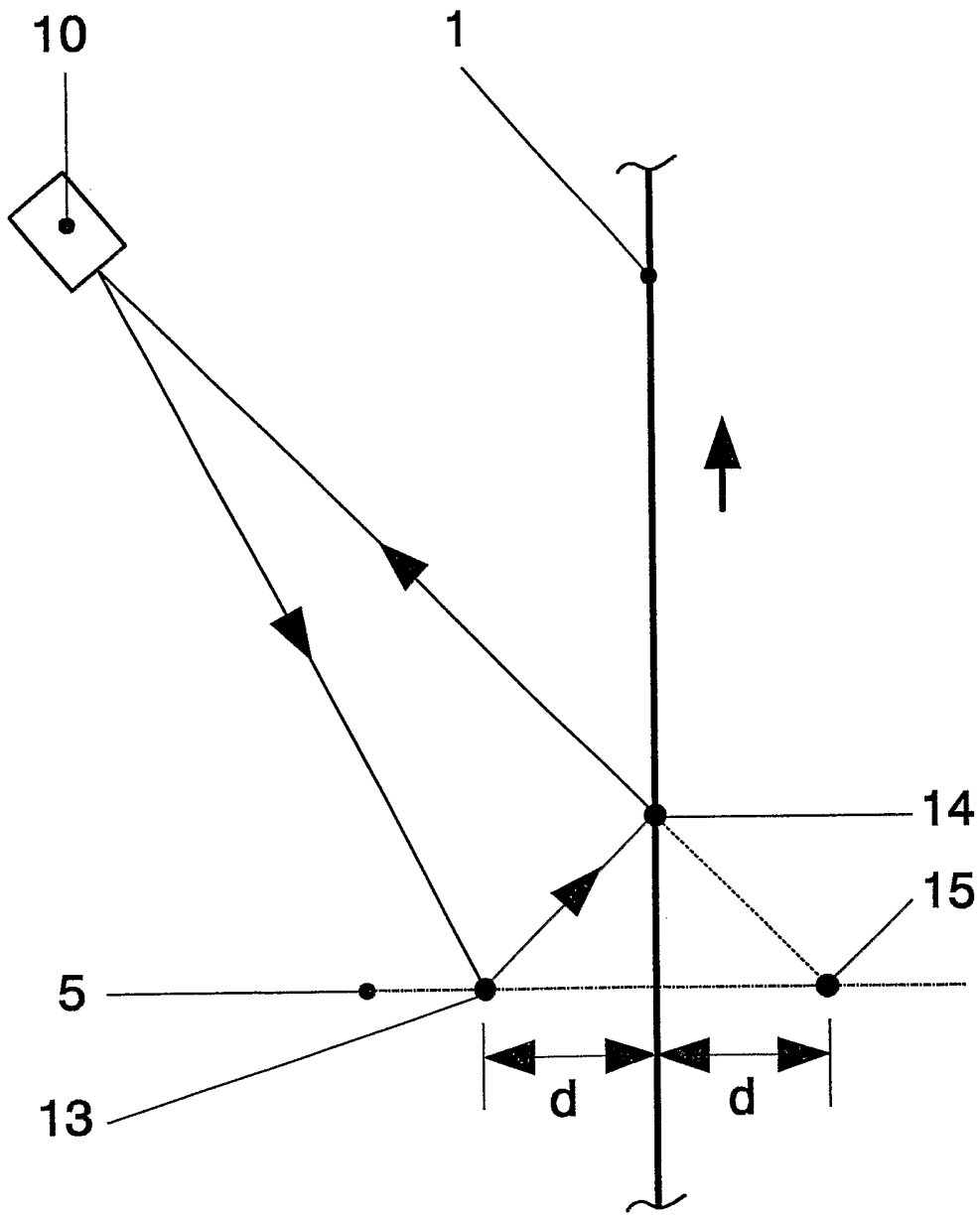


Fig. 3



Fig. 4

5/7

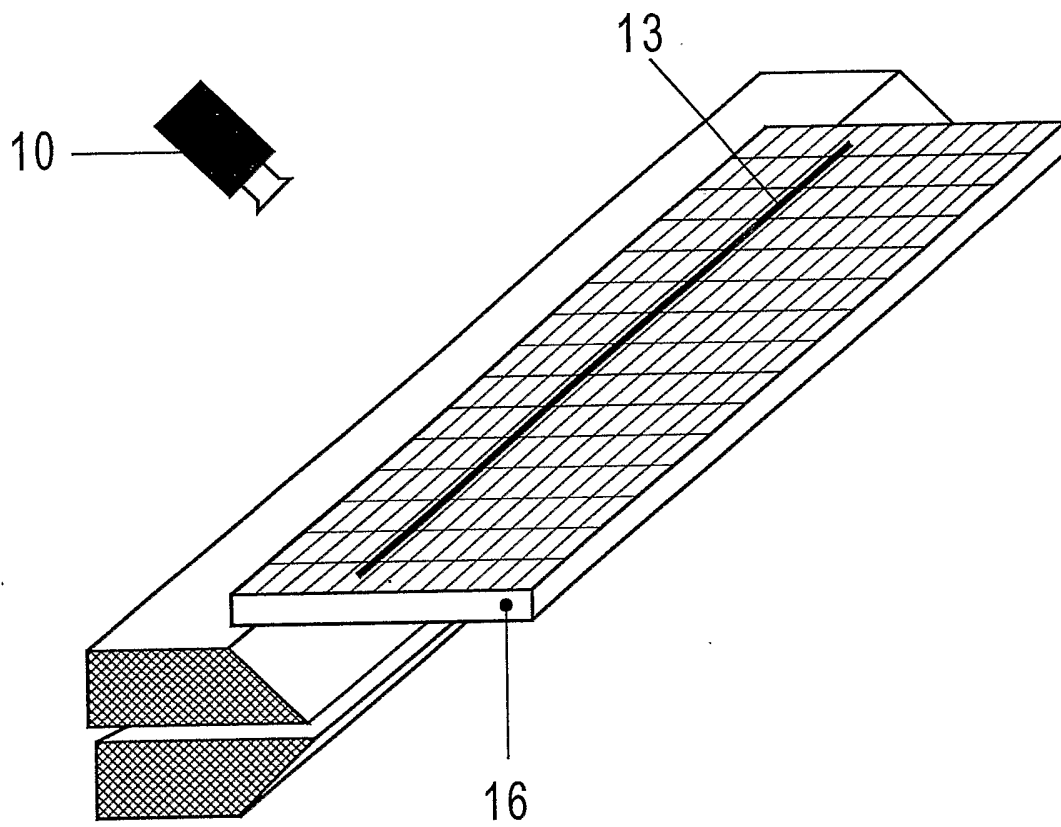


Fig. 5

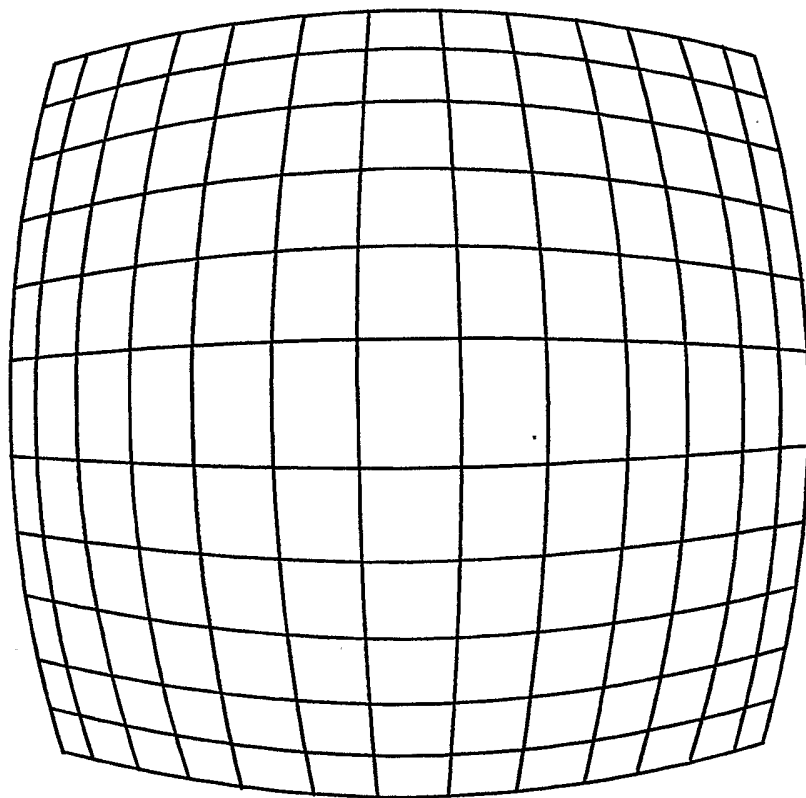


Fig. 6

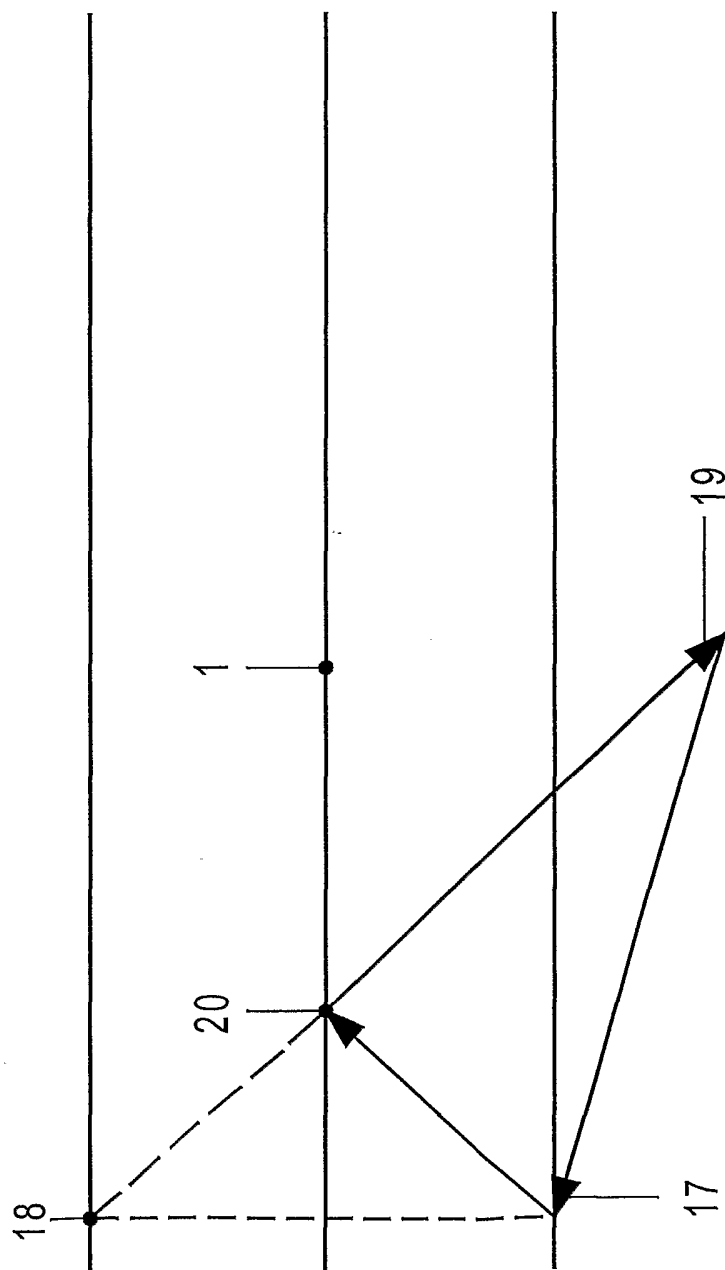


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No

PCT/BE 02/00085

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01B11/30 C23C2/14 C23C2/20 G01N21/89

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01B C23C G01N G01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 087 822 A (FAIRLIE MATTHEW ET AL) 11 February 1992 (1992-02-11) abstract ----	1
A	WO 98 21550 A (CANADA NAT RES COUNCIL) 22 May 1998 (1998-05-22) the whole document ----	1
A	US 5 477 332 A (BLACKMON JR JAMES B ET AL) 19 December 1995 (1995-12-19) abstract ----	1
A	US 4 735 508 A (BELLIO STEPHEN L) 5 April 1988 (1988-04-05) abstract ----- -/--	1

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 August 2002

Date of mailing of the international search report

21/08/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Arca, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No
PCT/BE 02/00085

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 94 02658 A (DUMA MASCH ANLAGENBAU ;PANNENBECKER H (DE); JABS RONALD (DE)) 3 February 1994 (1994-02-03) cited in the application abstract -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/BE 02/00085

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5087822	A	11-02-1992	AU 8071791 A WO 9200517 A1	23-01-1992 09-01-1992
WO 9821550	A	22-05-1998	WO 9821550 A1	22-05-1998
US 5477332	A	19-12-1995	NONE	
US 4735508	A	05-04-1988	NONE	
WO 9402658	A	03-02-1994	DE 4223343 C1 DE 4300868 C1 DE 4306394 C1 AT 144003 T DE 59304141 D1 WO 9402658 A1 EP 0650534 A1 AT 143418 T DE 4342904 C1 DE 59400745 D1 WO 9420647 A1 EP 0690932 A1 US 5786036 A	17-03-1994 17-03-1994 21-04-1994 15-10-1996 14-11-1996 03-02-1994 03-05-1995 15-10-1996 27-04-1995 31-10-1996 15-09-1994 10-01-1996 28-07-1998

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Recherche Internationale No
 PCT/BE 02/00085

 A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
 CIB 7 G01B11/30 C23C2/14 C23C2/20 G01N21/89

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01B C23C G01N G01M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 087 822 A (FAIRLIE MATTHEW ET AL) 11 février 1992 (1992-02-11) abrégé ---	1
A	WO 98 21550 A (CANADA NAT RES COUNCIL) 22 mai 1998 (1998-05-22) le document en entier ---	1
A	US 5 477 332 A (BLACKMON JR JAMES B ET AL) 19 décembre 1995 (1995-12-19) abrégé ---	1
A	US 4 735 508 A (BELLIO STEPHEN L) 5 avril 1988 (1988-04-05) abrégé ---	1
	-/--	

 Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

 Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

15 août 2002

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

21/08/2002

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Arca, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

ande Internationale No
T/BE 02/00085

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 94 02658 A (DUMA MASCH ANLAGENBAU ; PANNENBECKER H (DE); JABS RONALD (DE)) 3 février 1994 (1994-02-03) cité dans la demande abrégé -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Demande Internationale No

PCT/BE 02/00085

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 5087822	A	11-02-1992	AU	8071791 A	23-01-1992
			WO	9200517 A1	09-01-1992
WO 9821550	A	22-05-1998	WO	9821550 A1	22-05-1998
US 5477332	A	19-12-1995	AUCUN		
US 4735508	A	05-04-1988	AUCUN		
WO 9402658	A	03-02-1994	DE	4223343 C1	17-03-1994
			DE	4300868 C1	17-03-1994
			DE	4306394 C1	21-04-1994
			AT	144003 T	15-10-1996
			DE	59304141 D1	14-11-1996
			WO	9402658 A1	03-02-1994
			EP	0650534 A1	03-05-1995
			AT	143418 T	15-10-1996
			DE	4342904 C1	27-04-1995
			DE	59400745 D1	31-10-1996
			WO	9420647 A1	15-09-1994
			EP	0690932 A1	10-01-1996
			US	5786036 A	28-07-1998