

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication :

3 012 885

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national :

14 60710

⑤① Int Cl⁸ : G 01 N 21/88 (2013.01), G 01 B 11/25, 11/30

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 06.11.14.

③③ Priorité : 07.11.13 DE 102013112260.4.

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 08.05.15 Bulletin 15/19.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT-
UND RAUMFAHRT E.V. — DE.

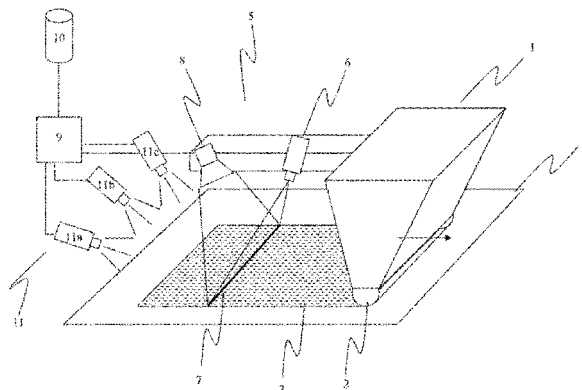
⑦② Inventeur(s) : KROMBOLZ CHRISTIAN.

⑦③ Titulaire(s) : DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT-
UND RAUMFAHRT E.V..

⑦④ Mandataire(s) : PONTET ALLANO & ASSOCIES.

⑤④ PROCÉDE ET DISPOSITIF POUR DETECTER DES SITES DÉFECTUEUX DANS DES PRODUITS SEMI-FINIS À
BASE DE FIBRES.

⑤⑦ L'invention concerne un procédé pour détecter des
sites défectueux de produits semi-finis à base de fibres (3)
posés sur une surface d'outillage (4), d'après lequel on dé-
termine un profil de hauteur à l'aide d'un procédé optique de
projection de lumière (6, 8), et on relève une répartition d'in-
tensité par un éclairage supplémentaire (1 1a, 11b, 11c) et
un enregistrement (8) de la zone éclairée. Des sites défec-
tueux peuvent alors être localisés par une unité de traite-
ment d'image (9), en fonction du profil de hauteur de la
surface du produit semi-fini et de la répartition d'intensité sur
celle-ci.



FR 3 012 885 - A1



Procédé et dispositif pour détecter des sites défectueux dans des produits semi-finis à base de fibres posés

5 L'invention concerne un procédé pour détecter des sites défectueux dans des produits semi-finis à base de fibres posés sur une surface d'outillage, ainsi qu'un dispositif de pose de fibres à cet effet.

10 En raison de la propriété particulière de présenter une résistance et une rigidité particulièrement élevées, pour un poids spécifique relativement faible, les matériaux composites renforcés de fibres trouvent à présent leur application dans de nombreux domaines. Il n'est pas rare que soient également fabriquées en un matériau composite renforcé de fibres, des pièces critiques sur le plan de la sécurité, comme par exemple des ailes d'avion ou des éléments supportant des charges. L'inconvénient des pièces composites renforcées de fibres réside
15 toutefois dans leurs coûts de fabrication élevés, dont l'origine est souvent à rechercher dans le fait que leur processus de fabrication est souvent difficile à automatiser.

20 On cherche toutefois, notamment dans l'aéronautique et le domaine spatial ainsi que dans l'automobile, à fabriquer en série le plus possible de composants en matériau composite renforcé de fibres, en vue de réduire ainsi les coûts par pièce, dans l'optique de pouvoir élaborer des composants composites renforcés de fibres dans des pièces ou des objets complexes, qui sont fabriqués en très grand nombre (par exemple des voitures). Mais un processus de fabrication automatisé
25 est également souhaitable dans le cas de grands composants, comme par exemple des ailes d'avions, ou des pales de rotor d'installations éoliennes, parce que de telles pièces de grande taille engendrent des coûts très élevés si leur processus de fabrication nécessite beaucoup de travail à la main.

30 Ainsi, on connaît, par exemple d'après le document DE 10 2010 015 027 A1, un dispositif de pose de fibres dans lequel plusieurs robots guidés sur un système de rails périphérique possèdent chacun une tête de pose, à l'aide de laquelle des produits semi-finis à base de fibres peuvent être posés sur un outillage prévu au centre du système de rails périphérique. Ce mode de pose de produits semi-finis à
35 base de fibres à l'aide de robots permet d'automatiser le processus de pose pour réaliser la forme de pièce, ce qui favorise notamment la fabrication de composants de grande taille.

Les tentatives de plus en plus nombreuses pour automatiser de tels processus de pose mettent toutefois de plus en plus en évidence l'aspect de la sécurisation de la qualité, notamment lorsque des composants critiques sur le plan de la sécurité doivent être fabriqués en un matériau composite renforcé de fibres selon un processus de fabrication automatisé. Les gains obtenus grâce à l'automatisation du processus sont alors le plus souvent anéantis par une sécurisation de la qualité plus élevée, notamment sur la pièce finie, ainsi que par des taux de rebut plus importants.

On connaît ainsi, par exemple d'après le document DE 10 2012 111 898 publié ultérieurement, un procédé permettant de déterminer l'angle de fibre de matériaux composites renforcés de fibres, à l'aide d'un capteur de coupe optique laser, pour ainsi pouvoir surveiller la disposition des fibres, notamment de fibres de renfort.

D'après le document DE 10 2013 104 546, on connaît un procédé et un dispositif d'après lesquels, à l'aide d'un procédé optique de projection de lumière connu en soi, on détermine un profil de hauteur d'une surface de produits semi-finis à base de fibres ayant été posés. Une unité de traitement d'image permet d'identifier, en fonction du profil de hauteur ayant été déterminé, des sites défectueux dans des produits semi-finis à base de fibres posés.

Il s'est toutefois avéré que le processus de pose automatisé pouvait conduire à un grand nombre de sites défectueux dans la pièce, qui parfois ne peuvent être identifiées que lors du contrôle final.

D'après le document US 2007/0271064 A1, on connaît un dispositif censé permettre d'identifier des sites défectueux à l'intérieur d'une pièce, en effectuant d'une part un procédé de coupe optique par projection d'une ligne laser sur la pièce, et d'autre part en éclairant la surface de la pièce par d'autres unités d'éclairage, pour pouvoir déterminer des propriétés spéciales.

D'après le document DE 103 19 543 A1, on connaît un dispositif et un procédé pour déterminer des propriétés de surface. La surface est irradiée avec au moins un premier dispositif d'irradiation par un rayonnement collimaté, et avec au moins un deuxième dispositif d'irradiation par des rayonnements non collimatés.

D'après le document US 2009/0284593 A1, on connaît un système et un procédé

pour l'analyse de matériau composite renforcé de fibres. On irradie le matériau composite renforcé de fibres par de la lumière laser et l'on enregistre l'image de la surface irradiée.

- 5 D'après le document US 2011/0290421 A1, on connaît également un procédé destiné à identifier des défauts dans des pièces en matériau composite renforcé de fibres, utilisant lui aussi un procédé de coupe optique.

- 10 D'après le document US 2008/0055591 A1, on connaît un procédé et un dispositif pour inspecter des pièces, notamment des pièces en matériau composite renforcé de fibres. La pièce est éclairée à l'aide d'une source lumineuse et son image enregistrée à l'aide d'une caméra.

- 15 On connaît par ailleurs d'après le document EP 1 503 206 A1 un système et un procédé pour identifier des objets étrangers et des défauts dans des produits semi-finis à base de fibres. La surface est éclairée à l'aide d'une illumination dite "dark field illumination". Ceci est censé permettre de mieux détecter les sites défectueux et les corps étrangers correspondants.

- 20 Aussi, le but de la présente invention consiste-t-il à fournir un procédé amélioré pour la sécurisation de la qualité, permettant d'identifier précocement des sites défectueux au cours du processus de pose automatisé.

- 25 Le but de l'invention est atteint grâce au procédé présentant les caractéristiques de la revendication 1 indépendante. Des modes de réalisation avantageux se trouvent dans les sous-revendications correspondantes. Le but de l'invention est par ailleurs également atteint grâce au dispositif de pose de fibres présentant les caractéristiques de la revendication indépendante 11.

- 30 D'après cela, il est au moins proposé de déterminer un profil de hauteur de la surface de produits semi-finis à base de fibres posés, à l'aide d'un procédé optique de projection de lumière connu en soi. Concernant ce procédé de projection de lumière, la surface du produit semi-fini est éclairée suivant une première direction, avec de la lumière d'une source lumineuse, et la lumière
35 réfléchiée par la surface du produit semi-fini est enregistrée par une caméra sous une autre, deuxième direction. A partir des données d'image enregistrées, qui englobent la lumière réfléchiée, il est alors possible de calculer le profil de hauteur

au moyen d'une unité de traitement d'image.

En parallèle à cela, la surface du produit semi-fini est, conformément à l'invention, éclairée, en plus de la lumière de la source lumineuse du procédé de projection de lumière, au moyen d'une unité d'éclairage, et la lumière réfléchie de l'unité d'éclairage est enregistrée au moyen d'une unité d'enregistrement optique. A partir des données d'image enregistrées, l'unité de traitement d'image détermine alors une répartition d'intensité de la lumière réfléchie de l'unité d'éclairage, des sites défectueux des produits semi-finis à base de fibres posés étant déterminés par l'unité de traitement d'image, en fonction du profil de hauteur qu'on a déterminé pour la surface du produit semi-fini, et de la répartition d'intensité ayant été déterminée.

Grâce à la mise en œuvre du procédé de projection de lumière à l'aide duquel la surface du produit semi-fini est éclairée avec de la lumière suivant un premier angle défini, et à l'aide duquel la lumière réfléchie est enregistrée, sous un autre, deuxième angle défini, il est possible, en fonction de la structuration fine de la lumière d'éclairage, de relever n'importe quel profil de la surface des produits semi-finis à base de fibres posés. Il en résulte un profil de hauteur très précis de la surface de produits semi-finis à base de fibres posés. L'éclairage par le procédé de projection de lumière peut s'effectuer au moyen de points, de lignes, de bandes délimitées ou d'autres motifs clairs/foncés, et est en règle générale limité à une zone déterminée. Le procédé optique de projection de lumière peut ainsi par exemple être exécuté à l'aide d'un capteur de coupe optique laser pour lequel un rayon laser est élargi par une optique et est dirigé sur la surface à mesurer. Une caméra permet alors d'enregistrer la lumière laser projetée.

Les inventeurs ont ensuite constaté que la détermination de la répartition d'intensité permettait, en plus du profil de hauteur, d'améliorer nettement l'identification de sites défectueux, notamment de type topographique, et de réduire le risque d'alertes erronées. On peut ainsi déterminer des sites défectueux, par exemple à l'aide d'une propriété de réflexion de la lumière réfléchie modifiée par rapport à des zones du produit semi-fini exemptes de défauts, de sorte qu'en relation avec le profil de hauteur et de la forme du profil de hauteur de configuration caractéristique en raison des sites défectueux, le site défectueux peut être identifié de manière fiable et rapide. Grâce à l'utilisation

d'une unité d'éclairage indépendante de celle du procédé de projection de lumière, le champ de mesure peut en outre être éclairé de manière nettement plus ciblée, ce qui permet de déterminer une répartition d'intensité sensiblement plus fine de la lumière réfléchie. Cela permet d'identifier même des sites défectueux infimes.

5

La répartition d'intensité de la lumière réfléchie est ici l'intensité de la lumière réfléchie sur la totalité du champ de mesure. Le champ de mesure pour la détermination de la répartition d'intensité est placé dans le champ de mesure du procédé de projection de lumière, en vue d'obtenir ainsi un couplage des deux procédés de mesure, quant à la position. Mais il est également envisageable d'exécuter les procédés dans des positions différentes, la conjugaison s'effectuant ensuite au regard des informations de position ayant été mémorisées.

10

Le procédé peut avantageusement être mis en œuvre pendant la pose de produits semi-finis à base de fibres, de sorte que des sites défectueux correspondants peuvent déjà être détectés pendant le processus de pose automatisé. Les sites défectueux peuvent ainsi être constatés de façon très précoce, juste après la pose des fibres. Ceci permet de les prendre déjà en considération très tôt dans le processus de fabrication. Ainsi, le défaut n'est pas seulement décelé lors du contrôle final où la mise au rebut de la pièce conduit à des coûts considérablement plus élevés. Mais il est également envisageable de mettre en œuvre le procédé au cours d'un contrôle qualité en aval, où il peut être entièrement automatisé.

15

20

Par ailleurs, il s'est avéré que grâce à la détermination du profil de hauteur au moyen du procédé de projection de lumière et à la détermination de la répartition d'intensité au moyen d'une unité d'éclairage et d'une unité d'enregistrement, la surveillance des produits semi-finis à base de fibres posés peut être effectuée de manière particulièrement rapide et efficace, de sorte que les sites défectueux peuvent être identifiés très rapidement. Le présent procédé est donc susceptible d'être appliqué en temps réel, de sorte qu'il peut être exécuté en parallèle au processus de pose proprement dit.

30

Au sens de la présente invention, on entend par site défectueux d'un produit semi-fini à base de fibres une altération du matériau ou des fibres, pouvant par exemple conduire à une structure défectueuse et donc à une pièce défectueuse. De telles

35

altérations du matériau ou des fibres peuvent par exemple être des défauts du matériau, des sectionnements de fibres, des détachements de matériau, des fractionnements du matériau, des accumulations de matériau ("fuzzballs"). Les altérations de matériau ou de fibres des fibres d'un produit semi-fini à base de fibres portent, en outre, préjudice aux propriétés mécaniques du produit semi-fini à base de fibres, de sorte que la résistance et la rigidité spécifiques au poids de la pièce risquent de ne plus pouvoir être assurées.

Les sites défectueux peuvent, par ailleurs, également être, au sens de la présente invention, des défauts ou erreurs de pose selon lesquels des produits semi-finis à base de fibres sont posés en se chevauchant mutuellement ou avec un interstice réciproque trop grand, non prescrit. De tels sauts ou gradins à l'intérieur des produits semi-finis à base de fibres posés peuvent être identifiés en tant que sites défectueux de ce type, et être corrigés, le cas échéant, ce qui favorise la sécurisation de la qualité. Des inclusions d'air, des ondulations des fibres ainsi que des accumulations du matériau peuvent également être identifiées en tant que sites défectueux.

Les sites défectueux peuvent, par ailleurs, également être, au sens de la présente invention, des corps étrangers, comme par exemple des restes de feuille ou de film, des poussières ou des matériaux sous forme de grains de sable, ou similaires.

Pour assurer l'aptitude au fonctionnement en temps réel du présent procédé, même en cas, notamment, de grandes quantités de données, il s'avère particulièrement avantageux de déterminer, à l'aide de l'unité de traitement d'image, à partir des données d'image enregistrées, une inhomogénéité de la répartition d'intensité de la lumière réfléchie dans une zone partielle de la surface de semi-produit, de sorte à pouvoir limiter l'analyse du profil de hauteur quant à des sites défectueux à identifier, à la zone partielle de l'inhomogénéité de la répartition d'intensité, décelée. C'est justement dans le cas de grandes pièces de matériau composite renforcé de fibres, que peuvent apparaître rapidement de grandes quantités de données d'image, en raison de l'enregistrement en haute résolution de la lumière réfléchie, de sorte que la détermination et l'identification de sites défectueux à partir des données d'image enregistrées nécessitent davantage de puissance de calcul. En limitant l'analyse des profils de hauteur

quant à des sites défectueux caractéristiques correspondants, aux zones partielles dans lesquelles a été identifiée une inhomogénéité de la répartition d'intensité, le présent procédé peut être exécuté nettement plus efficacement et rapidement. Si le procédé est mis en œuvre en suivant en poursuite le déplacement d'une tête de pose, on peut ainsi atteindre des vitesses de pose nettement plus élevées, sans perdre sur la sécurisation de la qualité en temps réel.

Il est également envisageable de détecter des sauts dans le profil de hauteur dans une zone partielle, puis de déterminer un site défectueux en fonction de la répartition d'intensité de la lumière réfléchie dans la zone partielle. De tels sauts dans le profil de hauteur sont par exemple des valeurs de hauteur qui dépassent un seuil défini ou se situent en moyenne au-dessus d'une valeur de seuil moyenne. Les sauts indiquent le plus souvent des sites défectueux.

Avantageusement, on détermine au moyen du procédé de projection de lumière une structure de surface tridimensionnelle en tant que profil de hauteur. Ceci permet de relever une image de représentation globale de la surface des produits semi-finis à base de fibres posés, et, le cas échéant, de la mémoriser dans une mémoire de données. En définitive, cela permet également de satisfaire de manière automatisée, à des exigences de documentation lors de la pose des produits semi-finis à base de fibres, puisque la structure de la surface des produits semi-finis à base de fibres posés peut être documentée sans lacunes.

Comme déjà évoqué, le procédé optique de projection de lumière peut être un procédé utilisant le principe de la coupe optique, suivant lequel une ligne de lumière est projetée, sous un angle spécifique, sur la surface du produit semi-fini, et la ligne de lumière ainsi projetée est enregistrée sous un autre angle à l'aide d'une caméra. En raison de variations de hauteur présentes dans la surface, il se produit des déviations dans des variations de direction des lignes dans les données d'image enregistrées, ce qui permet de conclure au profil de hauteur considéré. Cela permet d'établir un profil de hauteur global, en trois dimensions, de la surface du produit semi-fini.

D'après un mode de réalisation avantageux, on fait varier l'intensité d'éclairage de la lumière de l'unité d'éclairage pendant l'enregistrement de la lumière réfléchie, de sorte que les données d'image enregistrées contiennent de la lumière réfléchie

avec des intensités d'éclairage différentes. La variation de l'intensité d'éclairage permet, le cas échéant, d'identifier des sites défectueux en raison d'un meilleur contraste, même en des endroits difficilement accessibles.

- 5 D'après un autre mode de réalisation avantageux, la surface du produit semi-fini est éclairée au moyen de l'unité d'éclairage, à l'aide de plusieurs sources lumineuses, suivant différents angles, de sorte que le champ de mesure peut être bien éclairé, en totalité. Dans ce contexte, il s'est avéré particulièrement
- 10 avantageux de faire varier les conditions de lumière de l'éclairage au niveau d'une zone de mesure, pendant l'enregistrement de la lumière réfléchie de l'unité d'éclairage, en éclairant la surface du produit semi-fini par différentes combinaisons de sources lumineuses de l'unité d'éclairage. Ainsi on peut par exemple envisager que successivement, une seule source lumineuse de l'unité
- 15 d'éclairage éclaire à chaque fois la zone de mesure, et d'enregistrer à cette occasion les données d'image correspondantes. Ceci permet de relever de manière nettement plus stable notamment des caractéristiques topologiques, comme par exemple des bords, des interstices, des chevauchements. Le champ de mesure, à savoir la zone à enregistrer correspondante, est ainsi enregistré de
- 20 manière multiple avec des conditions de lumière différentes résultant de différentes combinaisons des sources lumineuses participant à l'éclairage, les sites défectueux considérés étant alors identifiés sur cette base, en combinaison avec le profil de hauteur.

L'invention va être explicitée de façon plus détaillée, à titre d'exemple, au regard

25 des figures des dessins annexés. Ceux-ci montrent :

Figure 1 -une représentation schématique d'une tête de pose

comprenant une source lumineuse et une caméra, pour la

mise en œuvre du procédé de projection de lumière, et une

30 unité d'éclairage pour déterminer une répartition d'intensité.

La figure 1 montre schématiquement une tête de pose 1, qui présente à son extrémité inférieure un rouleau d'application 2 à l'aide duquel un produit semi-fini à

base de fibres 3 plan et mince doit être posé sur une surface d'outillage 4 de mise

35 en forme. Les produits semi-finis à base de fibres à poser peuvent ici être des

stratifils (ou rovings) ou des mèches (ou tows), mais également des tissus pré-imprégnés (ou prépregs). En définitive, les produits semi-finis à base de fibres peuvent comprendre tous les matériaux à base de fibres destinés à la fabrication d'une pièce composite renforcée de fibres.

5

Sur la tête pose 1, et de manière à suivre en poursuite le déplacement de la tête de pose 1, est agencé un capteur de coupe optique 5 sous la forme d'un capteur de coupe optique laser. A cet effet, à l'aide d'une source lumineuse laser 6, une ligne de lumière laser 7 peut être projetée sur la partie déjà posée du produit semi-

10 fini à base de fibres 3. La projection de la lumière laser sous la forme d'une ligne de lumière laser 7 sur le produit semi-fini à base de fibres 3 s'effectue suivant une première direction.

15

Le capteur de coupe optique laser 5 comprend, par ailleurs, une caméra 8 agencée à une distance définie de la source lumineuse laser 6. La caméra 8 enregistre suivant une autre, deuxième, direction, sous un angle prescrit et défini, la ligne de lumière laser 7 projetée sur le produit semi-fini à base de fibres 3.

20

La caméra 8 du capteur de coupe optique 5 est reliée à une unité de traitement d'image 9 qui détermine à présent en fonction des données d'image enregistrées de la lumière réfléchie par la ligne de lumière laser 7, un profil de hauteur correspondant. Comme la tête de pose 1 se déplace de manière continue en commun avec le capteur de coupe optique 5 par-dessus la surface d'outillage, il en résulte un grand nombre de données d'image pouvant par exemple atteindre

25 un débit de 1GB par minute. Les données d'image et/ou les profils de hauteur produits à partir des données d'image pour chaque instant considéré peuvent alors être mémorisés dans une banque de données 10, de sorte qu'il en résulte un profil de hauteur tridimensionnel ou une structure de surface tridimensionnelle, de la surface du produit semi-fini à base de fibres 3.

30

Par ailleurs, l'unité de traitement d'image 9 est reliée à une unité d'éclairage 11, qui est constituée de plusieurs sources lumineuses 11a à 11c. Les sources lumineuses 11a à 11c, par exemple des diodes électroluminescentes (LED), éclairent le produit semi-fini à base de fibres 3 sous différents angles dans une

35 zone déterminée, la ligne de lumière laser 7 étant par exemple utilisée à titre d'exemple dans la figure 1. En raison du type différent de la lumière émise, d'une part par le capteur de coupe optique laser, et d'autre part par l'unité d'éclairage

11, la caméra 8 peut, en tant qu'unité d'enregistrement, enregistrer cette zone, et les données d'image ainsi enregistrées peuvent être analysées par l'unité de traitement d'image 9, non seulement quant à la lumière laser, mais également quant à la répartition d'intensité de la lumière réfléchie originale des sources lumineuses 11a à 11c. Mais il est également envisageable d'utiliser une deuxième
5 caméra supplémentaire (capteur CCD), ce qu'on a toutefois omis de représenter ici pour des raisons de clarté.

Par ailleurs, l'unité de traitement d'image 9 est à présent conçue et réalisée de manière à pouvoir identifier, à partir du profil de hauteur calculé ainsi qu'à partir de
10 la répartition d'intensité déterminée, des sites défectueux correspondants. C'est en particulier la combinaison des deux procédés qui est déterminante pour augmenter la précision. En outre on peut augmenter nettement le taux d'identification en faisant varier les conditions de lumière lors de l'éclairage au
15 moyen de l'unité d'éclairage.

Nomenclature des repères

	1	- Tête de pose (d'un dispositif de pose de fibres non représenté)
5	2	- Rouleau d'application
	3	- Produit semi-fini à base de fibres
	4	- Surface d'outillage
	5	- Capteur de coupe optique
	6	- Source lumineuse laser
10	7	- Ligne de lumière laser
	8	- Caméra/unité d'enregistrement
	9	- Unité de traitement d'image
	10	- Banque de données
	11	- Unité d'éclairage
15	11a, 11b, 11c	- Sources lumineuses de l'unité d'éclairage

Revendications

5 **1.** Procédé pour détecter des sites défectueux dans des produits semi-finis à base de fibres (3) posés sur une surface d'outillage, comprenant les étapes suivantes :

a) déterminer un profil de hauteur d'une surface de produits semi-finis à base de fibres posés, à l'aide d'un procédé optique de projection de lumière d'après lequel la surface du produit semi-fini est éclairée suivant une première direction, avec de la lumière d'une source lumineuse (6), on enregistre la lumière réfléchie par la surface du produit semi-fini par une

10

caméra (8) sous une autre, deuxième direction, par une unité de traitement d'image, et à partir des données d'image ayant été enregistrées on calcule le profil de hauteur, en fonction de la lumière réfléchie,

15

b) éclairer la surface du produit semi-fini en plus de la lumière de la source lumineuse (6) du procédé de projection de lumière, au moyen d'une unité d'éclairage (11), et enregistrer la lumière réfléchie de l'unité d'éclairage, au moyen d'une unité d'enregistrement optique (8),

20

c) à partir des données d'image ayant été enregistrées, déterminer par l'unité de traitement d'image une répartition d'intensité de la lumière réfléchie de l'unité d'éclairage, et

25

d) par l'unité de traitement d'image (9), déterminer des sites défectueux des produits semi-finis à base de fibres (3) posés, en fonction du profil de hauteur ayant été déterminé pour la surface du produit semi-fini, et de la répartition d'intensité ayant été déterminée,

30

caractérisé par l'éclairage de la surface du produit semi-fini au moyen de l'unité d'éclairage (11) à l'aide de plusieurs sources lumineuses (11a, 11b, 11c), suivant différents angles, et en ce que pendant l'enregistrement de la lumière réfléchie de l'unité d'éclairage, on fait varier les conditions de lumière de l'éclairage en éclairant la surface du produit semi-fini par différentes combinaisons de sources lumineuses de l'unité d'éclairage.

35

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on fait varier l'intensité d'éclairage de la lumière de l'unité d'éclairage pendant l'enregistrement de la lumière réfléchie.

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'à partir des données d'image enregistrées, on détecte une inhomogénéité de la répartition d'intensité de la lumière réfléchie dans une zone partielle de la surface du produit semi-fini, et l'on détermine un site défectueux en fonction du profil de hauteur déterminé dans la zone partielle de la surface du produit semi-fini où a été détectée l'inhomogénéité, ou en ce que l'on détecte un saut dans le profil de hauteur dans une zone partielle de la surface du produit semi-fini et l'on détermine un site défectueux en fonction de la répartition d'intensité de la lumière réfléchie à partir des données d'image enregistrées dans la zone partielle de la surface du produit semi-fini où un saut a été détecté dans le profil de hauteur.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on détecte comme sites défectueux, des gradins, des chevauchements, des interstices, des gauchissements, des ondulations, des inclusions d'air, des corps étrangers, des détachements de matière, des accumulations de matière et/ou des défauts de matière.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on détermine une structure de surface en trois dimensions en tant que profil de hauteur, au moyen du procédé de projection de lumière.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le procédé optique de projection de lumière est un procédé utilisant le principe de la coupe optique, à l'aide duquel une ligne de lumière est projetée sur la surface du produit semi-fini.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la caméra et la source lumineuse du procédé de projection de lumière et/ou l'unité d'éclairage et l'unité d'enregistrement sont déplacées à l'aide d'un robot, par rapport aux produits semi-finis à base de fibres posés.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la caméra et la source lumineuse du procédé de projection de lumière et/ou l'unité d'éclairage et l'unité

d'enregistrement sont déplacées avec une tête de pose d'un dispositif de pose de fibres pendant la pose de produits semi-finis à base de fibres, en suivant en poursuite le déplacement de cette tête de pose, par rapport aux produits semi-finis à base de fibres déjà posés.

5

9. Dispositif de pose de fibres pour poser des produits semi-finis à base de fibres sur une surface d'outillage, comprenant une tête de pose sur laquelle sont agencées une source lumineuse et une caméra selon un espacement réciproque défini, comprenant également une unité d'éclairage et une unité d'enregistrement, qui sont conçues pour éclairer la surface du produit semi-fini en plus de la lumière de la source lumineuse et pour enregistrer la lumière réfléchie de l'unité d'éclairage, et comprenant également une unité de traitement d'image, le dispositif de pose de fibres étant conçu et réalisé pour la mise en œuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, pour détecter des sites défectueux de produits semi-finis à base de fibres déjà posés.

10

15

10. Dispositif de pose de fibres selon la revendication 9, caractérisé en ce que la source lumineuse et la caméra du procédé de projection de lumière et/ou l'unité d'éclairage et l'unité d'enregistrement sont agencées de manière à suivre en poursuite le déplacement de la tête de pose.

20

1/1

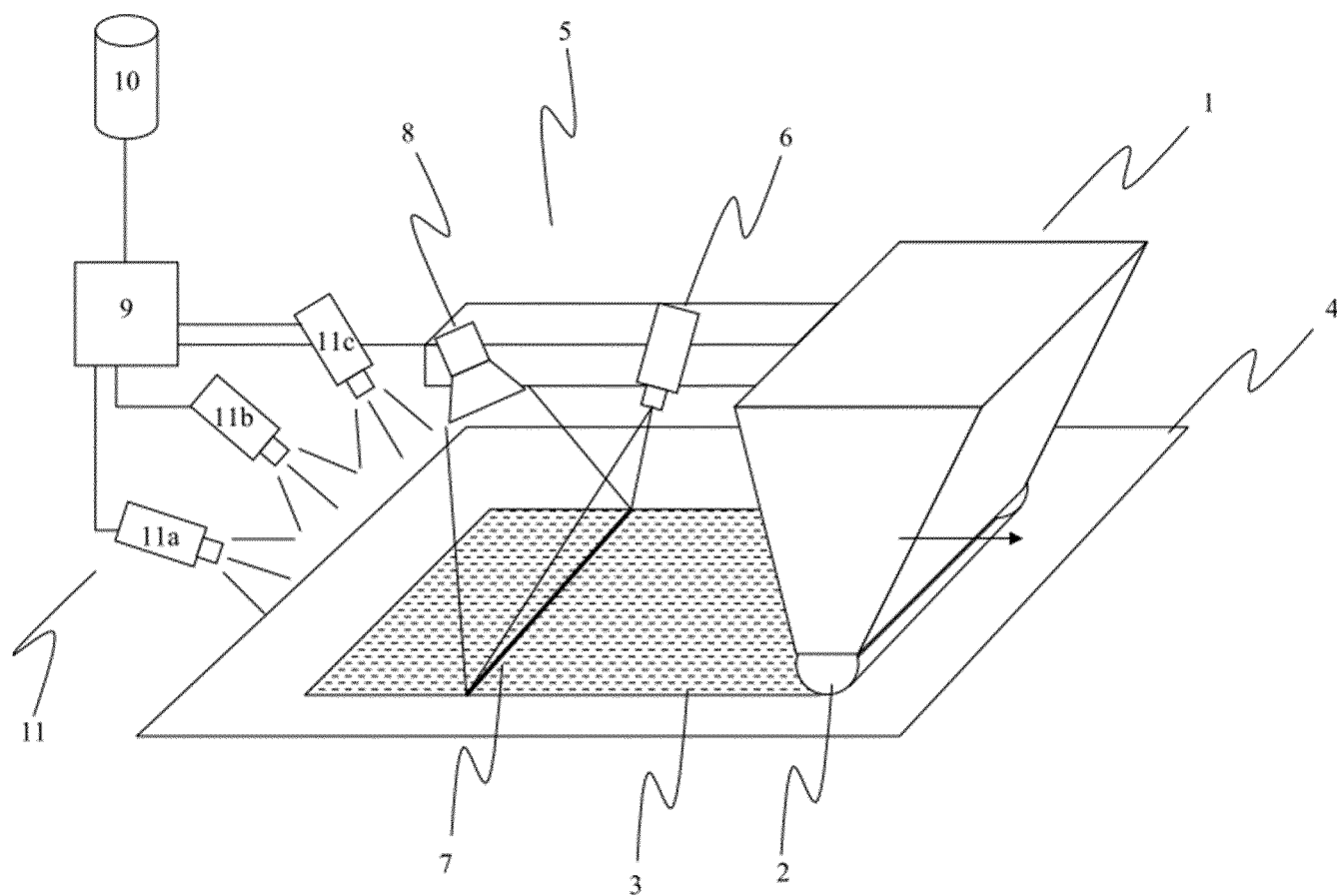


Figure 1