(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 129 482**

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **21 12317**

(51) Int Cl[8] : ***G 01 N 21/88*** *(2022.01)*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 22.11.21.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 26.05.23 Bulletin 23/21.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *SAFRAN HELICOPTER ENGINES* *Société par actions simplifiée à associé unique* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** BRIFFA Patrick Lucien François, JULIAC Etienne et GUAZZONE Laurent Jean-Pascal.

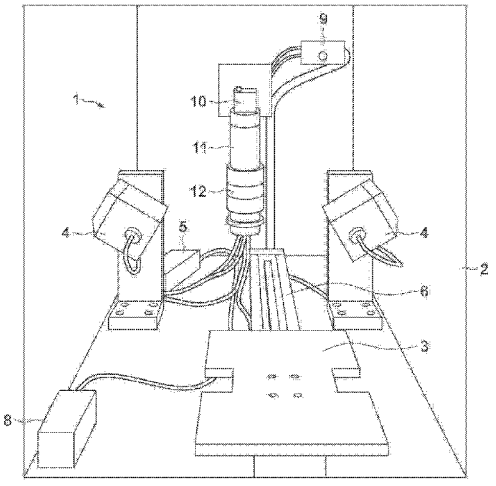
(73) **Titulaire(s) :** SAFRAN HELICOPTER ENGINES Société par actions simplifiée à associé unique.

(74) **Mandataire(s) :** CASALONGA.

(54) SYSTEME ET PROCEDE DE VALIDATION AUTOMATIQUE DE LA CONFORMITE DE REPONSE D'UNE CHAINE DE RESSUAGE.

(57) Ce système (1) de validation automatique de la conformité de réponse d'une chaine de ressuage par l'analyse d'une pièce étalon ressuante à fissures issue de ladite chaine de ressuage, comprenant un boîtier (2) entourant l'ensemble des éléments du système (1), un socle de positionnement (3) de la pièce étalon ressuante, au moins deux dispositifs d'éclairage en ultraviolet (4) positionnés de part et d'autre du socle de positionnement (3) de manière à pouvoir l'éclairer en lumière ultraviolette, une carte électronique, un guide linéaire motorisé (6) commandé par la carte électronique et adapté pour pouvoir déplacer et maintenir en position le socle de positionnement (3) dans le boîtier (2), une caméra monochrome (10) ayant un objectif dirigé vers le socle de positionnement (3).

Figure pour l'abrégé : [Fig 1]



FR 3 129 482 - A1

Description

Titre de l'invention : SYSTEME ET PROCEDE DE VALIDATION AUTOMATIQUE DE LA CONFORMITE DE REPONSE D'UNE CHAINE DE RESSUAGE

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne les méthodes non destructives de vérification et de sanction de la conformité de chaines de ressuage.

[0002] Le ressuage vise à détecter de façon non destructive des fissures à la surface d'une pièce par recouvrement de sa surface avec un liquide pénétrant, coloré ou fluorescent, puis à observer la résurgence du liquide à partir des fissures.

[0003] La présente invention vise à constituer un système et son procédé pour la validation de chaînes de ressuage de façon non destructive et particulièrement répétable, dans lequel on se prémunit de la variabilité d'analyses humaines, et qui permet la traçabilité des réponses successives des chaînes de ressuage.

Techniques antérieures

[0004] On connaît des méthodes de validation de chaînes de ressuage consistant à faire passer une pièce étalon (cales « PSM-5P » ou « PSM-5P-TAM » par exemple) dans la chaîne de ressuage et à en déduire une sanction en fonction de la réponse de celle-ci.

[0005] Les méthodes actuelles laissent la responsabilité de la sanction à un opérateur qui a pour mission de comparer visuellement et qualitativement la cale étalon sortie de la chaine de ressuage avec une image de référence, ce qui peut éventuellement varier suivant son interprétation.

[0006] Une approche visant la maitrise de ce procédé conduit à une vérification périodique de la taille des fissures visibles en ressuage qui ne doit pas dériver.

[0007] Cette dérive peut être fixée par exemple à un seuil de trente pourcents par rapport aux valeurs observées sur un cale étalon.

[0008] Cette étape de validation permet d'autoriser la production série par ressuage.

[0009] Dans les méthodes actuelles, le facteur humain constitue donc un facteur de variabilité potentiel, alors que l'enjeu de validation de la chaîne de ressuage doit être sytématiquement respecté pour assurer la conformité du processus et donc la qualité des sanctions appliquées aux pièces contrôlées par ce moyen. Cette approche est cruciale pour une production série.

[0010] De plus, la répétabilité et la précision de l'appréciation par l'opérateur peuvent varier puisqu'elles reposent sur une analyse qualitative faite par l'œil de l'opérateur.

[0011] L'appréciation visuelle ne permet par ailleurs pas l'archivage de l'ensemble des données ayant permis la sanction qui permettrait la traçabilité de l'étalonnage, par

exemple des données d'enregistrement tels que des informations numériques ; l'œil humain ne le permettant pas.

Exposé de l'invention

[0012] L'invention a pour but de pallier au moins certains des inconvénients précités et de proposer un système de validation de la réponse d'une chaine de ressuage capable de cumuler des avantages de répétabilité, stabilité et fiabilité pour sa mise en œuvre, tout en permettant une traçabilité de l'établissement de la sanction.

[0013] Au vu de ce qui précède, l'invention a pour objet un système de validation automatique de la conformité de réponse d'une chaine de ressuage par l'analyse numérique d'une pièce étalon ressuante à fissures issue de ladite chaine de ressuage, ledit système comportant un boîtier entourant l'ensemble des éléments du système, un socle de positionnement de la pièce étalon ressuante, au moins deux dispositifs d'éclairage en ultraviolet positionnés de part et d'autre du socle de positionnement de manière à pouvoir l'éclairer en lumière ultraviolette, une carte électronique, un guide linéaire motorisé commandé par la carte électronique et adapté pour pouvoir déplacer et maintenir en position le socle de positionnement dans le boîtier, une caméra monochrome ayant un objectif dirigé vers le socle de positionnement.

[0014] De préférence, lesdits deux dispositifs d'éclairage en ultraviolet sont inclinés par rapport à la verticale d'un angle compris entre cinquante-quatre et soixante-six degrés.

[0015] Par exemple, la caméra est à une distance du socle de positionnement inférieure à vingt centimètres et la caméra a un objectif de soixante-quinze millimètres couplé avec une bague d'allonge optique, adaptés pour fournir une précision d'acquisition optique inférieure à dix micromètres.

[0016] Avantageusement, le boîtier est muni d'une porte et d'un capteur de fermeture de porte couplé à la carte électronique.

[0017] Selon une forme de réalisation, chaque dispositif d'éclairage comporte une diode électroluminescente.

[0018] L'invention a également pour objet un procédé de validation pour la mise en œuvre d'un système de validation tel que défini ci-dessus, le procédé comportant les étapes suivantes :

[0019] - le placement sur le socle de positionnement d'une pièce étalon ressuante comportant des fissures et issue de ladite chaine de ressuage,

[0020] - le ciblage focalisé de la caméra sur les fissures par l'actionnement du guide linéaire motorisé,

[0021] - l'éclairage des fissures,

[0022] - l'acquisition numérique d'une image des fissures au moyen de la caméra,

[0023] - l'enregistrement de ladite image,

[0024] - la mesure de dimensions principales de chaque fissure,

[0025] - la comparaison dimensionnelle des mesures à des valeurs de référence,

[0026] - la sanction de la réponse.

[0027] Avantageusement, la durée d'éclairage des fissures est sensiblement égale à la durée d'acquisition de l'image des fissures ; ceci permettant d'éviter les dérives dues aux échauffements des dispositifs d'éclairage.

[0028] Le procédé peut prévoir en outre une étape préalable dans laquelle le système fait l'objet d'un étalonnage de référence par surveillance et calibration à l'aide de deux mires de référence de type différents, dont l'une est une mire à lamages adaptée pour étalonner le positionnement fourni par le socle de positionnement et la précision des mesures, et l'autre est une mire de type USAF1951© utilisée pour tester des mesures d'intensité, de dimension et de surface.

[0029] De préférence, une étape préalable est prévue, dans laquelle le système fait l'objet d'un étalonnage de référence à partir d'un référencement réalisé sur la base d'une réponse initiale de la chaine de ressuage.

[0030] L'invention concerne également un procédé ayant une étape finale d'archivage de l'image, des mesures et de la sanction.

Brève description des dessins

[0031] L'invention sera mieux comprise à l'étude détaillée d'un mode de réalisation pris à titre d'exemple non limitatif et illustré par les dessins annexés, sur lesquels :

[0032] [Fig.1] représente un système de validation de chaîne de ressuage selon l'invention, en vue en perspective.

[0033] [Fig.2] représente la mire à lamages en vue de face.

[0034] [Fig.3] représente une fissure sur la mire à lamages en vue de face.

[0035] [Fig.4] représente les étapes du procédé de validation de chaîne de ressuage.

Description détaillée

[0036] La [Fig.1] illustre le système 1 de l'invention, qui permet la validation automatique de la conformité de réponse d'une chaine de ressuage par l'analyse d'une pièce étalon ressuante à fissures issue de ladite chaine de ressuage.

[0037] Le système 1 comporte un boîtier 2, un socle de positionnement 3 de la pièce étalon ressuante 13, au moins deux dispositifs d'éclairage 4, une carte électronique située dans un poste informatique, un guide linéaire motorisé 6 commandé par la carte électronique et adapté pour pouvoir déplacer et maintenir en position le socle de positionnement 3 dans le boîtier 2, une caméra monochrome 10 ayant un objectif dirigé vers le socle de positionnement 3.

[0038] Une alimentation électrique 5 permet d'alimenter électriquement les composants, notamment les dispositif d'éclairage 4, le guide 6, la carte électronique.

[0039] Un interrupteur sectionneur 9 peut être prévu pour couper facilement l'alimentation électrique et arrêter le procédé.

[0040] Le boîtier 2 entoure l'ensemble des éléments du système 1 pour pouvoir les mettre dans l'obscurité afin de protéger l'observation des éclairages parasites.

[0041] Avantageusement, le boîtier 2 est muni d'une porte de manière à pouvoir l'ouvrir et le fermer avant et après chaque mise en œuvre du procédé décrit ci-après.

[0042] Le boîtier 2 peut être muni d'un capteur de fermeture de porte 8 couplé à la carte électroniquepour autoriser ou non la mise en œuvre du procédé en cas de défaut de fermeture de la porte.

[0043] La carte électroniquepeut être couplée à un ordinateur permettant le traitement d'images, les affichages et archivage des images de prises de vues et les réponses.

[0044] Les deux dispositif d'éclairage 4 sont positionnés de part et d'autre du socle de positionnement 3 et en surplomb de manière à pouvoir l'éclairer par un éclairage vers le bas, ce qui fournit un flux localisé, orientable et inclinable, avec une homogénéité de part et d'autre du socle de positionnement 3.

[0045] Ils éclairent en lumière ultraviolette, plus particulièrement avec un spectre ultraviolet centré sur la longueur d'onde de trois-cent-soixante-cinq nanomètres pour réponse optimale du pénétrant utilisé pour le ressuage.

[0046] Chaque dispositif d'éclairage 4 peut comporter une diode électroluminescente, ce qui rend l'éclairage opérationnel instantanément, permettant d'éviter le temps de chauffe et de donner un flux lumineux stable, c'est-à-dire dont la puissance ne varie quasiment pas au cours du temps.

[0047] De préférence, les deux dispositifs d'éclairage en ultraviolet 4 sont inclinés par rapport à la verticale d'un angle compris entre cinquante-quatre et soixante-six degrés.

[0048] Cette inclinaison des spots définit l'angle d'incidence lumineuse sur le socle de positionnement 3 qui donne le rapport entre le signal et le bruit le plus élevé dans la gamme d'inclinaison testée entre trente et soixante-dix degrés.

[0049] Il est nécessaire d'avoir un angle d'inclinaison supérieur à quarante-cinq degrés.

[0050] Le meilleur positionnement est obtenu avec un angle d'inclinaison autour de soixante degrés.

[0051] La caméra 10 est préférentiellement à une distance du socle de positionnement 3 inférieure à vingt centimètres et la caméra 10 a un objectif de soixante-quinze millimètres 11 couplé avec une bague d'allonge optique, adaptés pour fournir une précision d'acquisition optique inférieure à dix micromètres.

[0052] Un filtre passe-bande 12 peut être prévu pour augmenter encore cette précision d'acquisition.

[0053] Comme illustré par la [Fig.2], la pièce étalon ressuante est par exemple recouverte d'une mire à lamage 13 qui comporte un corps 14 ayant des dimensions standard et/ou

normées, et cinq perçages 15 permettant que le procédé cible cinq zones critiques de la cale contenant des indications qui sont décisives à la sanction de la chaine de ressuage.

[0054] Le système 1 va éclairer toutes les zones, comme illustré par la [Fig.2], puis analyser, mesurer et sanctionner en autonomie ces cinq zones de la cale étalon, par exemple avec un avancement zone par zone.

[0055] Comme illustré par la [Fig.2], la pièce étalon ressuante est par exemple une cale qui comporte un corps 14 ayant des dimensions standard et/ou normées, et le procédé cible cinq zones critiques de la cale contenant des indications qui sont décisives à la sanction de la chaine de ressuage.

[0056] Le système 1 éclaire toutes les zones, comme illustré par la [Fig.2], puis analyse, mesure et sanctionne en autonomie ces cinq zones 15 de la cale étalon , par exemple avec un avancement zone par zone.

[0057] La cale comporte par exemple des fissures 16 telles que celles illustrées par la [Fig.3] , constituant des indications en forme d'étoiles pour le système 1.

[0058] Les indications 16 sont par exemple de diamètres décroissants de haut en bas, avec la dimension de la plus grande pouvant atteindre jusqu'à six virgule trois millimètres, et en moyenne de cinq millimètres de diamètre pour l'ensemble des fisures étoilées 16 avant rajout d'une marge de positionnement à ce diamètre.

[0059] Différentes cales étalons peuvent être utilisées avec des dimensions différentes pour les indications 16.

[0060] Elles sont donc uniques et un référencement doit être effectué à chaque changement de cale .

[0061] Pour que les programmes de vérification puissent donner une sanction après inspection, il faut aussi les lier à des exigences, qui dépendent des caractéristiques de la cale étalon initiale, de la performance de la chaine de ressuage le jour de la calibration, et de l'appréciation du niveau de ressuage après analyse de la cale ressuée.

[0062] Le procédé de mise en œuvre est illustré par la [Fig.4] rend ces étapes particulièrement répétables par rapport aux méthodes connues, grâce aux étapes suivantes :

[0063] - une première étape E1 de placement sur le socle de positionnement 3 d'une pièce étalon ressuante comportant des fissures 16 et issue de ladite chaine de ressuage,

[0064] - une étape E2 de ciblage focalisé de la caméra 10 sur les fissures 16 par l'actionnement du guide linéaire motorisé 6,

[0065] - une étape E3 d'éclairage des fissures 16,

[0066] - une étape E4 d'acquisition numérique d'une image des fissures 16 grâce à la caméra 10,

[0067] - au moyen de la carte électronique, une étape E5 consistant en :

[0068]
- l'enregistrement de ladite image,
- la mesure de dimensions principales de chaque fissure 16,

- la comparaison dimensionnelle des mesures à des valeurs de référence, et
- la sanction de la réponse

[0069] est mise en œuvre.

[0070] Le guide 6 est couplé à un protocole de calibrage du positionnement du socle de positionnement 3 de façon à assurer le bon positionnement mécanique de la cale PSM-5P dans le système 1.

[0071] Ce protocole de calibrage rejoint les protocoles traditionnels connus propres aux machines industrielles à déplacement mécanique, avec des précisions de positionnement recherchées correspondant aux exigences réglementaires fixées.

[0072] Avantageusement, la durée d'éclairage des fissures 16 en étape E3 est sensiblement égale à la durée d'acquisition de l'image des fissures 16.

[0073] En effet, il a été constaté un échauffement léger des systèmes d'éclairage 4, même s'ils comportent un émetteur à diode électroluminescente qui minimise la chaleur émise.

[0074] Cette chaleur déplace le pic fréquentiel du spectre d'émission ultraviolet de quelques nanomètres au cours du temps en suivant une tendance logarithmique.

[0075] Il est important de noter que ce phénomène reste imperceptible à l'œil et difficilement détectable à moins d'utiliser un dispositif suffisamment sensible tels qu'une cellule de prise d'image ou un capteur adéquat.

[0076] En conséquence, du fait de ce phénomène, la fluorescence du pénétrant, sensible à une longueur d'ondes centrée à trois-cent-soixante-cinq nanomètres, devient moins intense malgré la puissance constante de l'éclairage.

[0077] Pour pallier cet effet, l'éclairage peut être activé en étape E3 sur une très courte durée de type « flash » synchronisée sur la seule durée d'acquisition de l'image, ce qui permet d'éviter l'échauffement de l'émetteur à diode électroluminescente et de conserver constante la longueur d'onde à laquelle est émise la valeur d'énergie maximale donnant, ainsi un signal optimal et stable.

[0078] A l'étape E4, l'acquisition d'image est optimisée grâce à une analyse matricielle en deux dimensions dans laquelle on observe en longueur et en largeur seulement la cale installée sur le socle de positionnement 3.

[0079] L'acquisition en monochrome se fait avec une seule couleur observée par une analyse en niveaux de gris, ce qui améliore la précision des observations.

[0080] Les zones 15 sont de l'ordre de dix millimètres par dix millimètres autour de chaque étoile 16 de la cale, ce qui nécessite une matrice de deux mille pixels par deux mille pixels.

[0081] La distance entre la camera et la cale est préférentiellement inférieure à vingt centimètres.

[0082] La précision d'acquisition est inférieure à dix micromètres pour quantifier et

sanctionner correctement la cinquième indication 16, à savoir la plus petite, car sa dimension diamètrale maximale peut descendre jusqu'à quatre cents micromètres, même si en moyenne elle fait généralement environ un millimètres de diamètre.

[0083] Pour avoir une précision de dix micromètres ou meilleure, il est avantageux d'échantillonner sur deux pixels au minimum, ce qui donne une résolution de cinq micromètres par pixel.

[0084] L'échantillonage est optimal sur quatre pixels, ce qui donne une résolution de deux micromètres et demi par pixel.

[0085] En utilisation régulière de l'installation, le système 1 a pour but de confirmer automatiquement la sanction correspondant à un bon niveau de réponse de la chaine de ressuage en comparant l'analyse d'une cale PSM-5P passée en chaine avec celle servant de référence initiale.

[0086] Cette référence initiale a été obtenue avec la même cale PSM-5P dont la réponse a été enregistrée lors de la validation initiale de la chaine pour sa mise en service sur la base d'une réponse en ressuage jugée satisfaisante par le responsable de la mise en œuvre de l'installation.

[0087] De préférence, une étape préalable est mise en œuvre, dans laquelle le système 1 fait l'objet d'un étalonnage de référence à partir d'un référencement réalisé sur la base d'une réponse initiale de la chaine de ressuage.

[0088] Le procédé de mise en œuvre du système 1 peut prévoir en outre une étape amont dans laquelle le système 1 fait l'objet d'un étalonnage de référence par surveillance et calibration à l'aide de deux mires de référence de type différents.

[0089] L'une des deux mires de référence est une mire à lamages 13 adaptée pour étalonner le positionnement fourni par le socle de positionnement 3 et la précision des mesures.

[0090] Cette mire à lamage 13 permet de vérifier le bon positionnement mécanique de la cale PSM-5P dans le système 1 et le bon étalonnage de la mesure des diamètres des indications circulaires 16 par l'intermédiaire d'un algorithme prévu dans la carte électronique et sous l'éclairage ultraviolet.

[0091] Les vérifications à l'aide de la mire à lamages 13 permettent donc de s'assurer de l'absence de dérive de la mécanique et cinématique du système 1, mais aussi d'une mesure exacte des étoiles 16 révélées en réponse du ressuage, car la mire à lamages 13 permet une quantification adéquate des indications en étoile sur la cale PSM-5P quelles que soient leur géométrie et leur taille, leur signature variant en fonction de la forme plutôt ronde sans branches pour l'étoile 16 la plus petite, et des branches fortement marquées pour la première étoile, avec un facteur d'échelle proche de vingt entre ces deux étoiles.

[0092] L'autre des deux mires de référence est une mire de type USAF1951© utilisée pour tester des mesures d'intensité, de dimension et de surface.

[0093] L'utilisation de cette mire standard comme cible de résolution permet le calcul d'intensité (rapport signal/bruit) ainsi que l'évaluation du nombre de pixels, et la vérification permet de s'assurer de la stabilité des valeurs calculées.

[0094] Grâce aux deu mires, on obtient ainsi un système 1 qui permet d'éviter les éventuelles dérives intrinsèques du système 1, et ce grâce à, en outre, une surveillance du positionnement mécanique des cales, une surveillance des moyens de prise optique, et une surveillance de l'algorithme de traitement d'images et d'édition de la sanction automatique prévu dans la carte électronique.

[0095] La norme technique générale spécifiant le procédé de ressuage tolère trente pourcents de variabilité annuelle sur les mesures des valeurs des diamètres des indications observées sur une cale, le système 1 permettant de réaliser cette mesure de façon automatique quotidiennement.

[0096] Le système 1 à une variabilité maximale intrinsèque de l'ordre de deux pourcents, c'est-à-dire de l'ordre de l'incertitude de mesure, ce qui est satisfaisant pour le déclarer capable.

[0097] La sanction de la réponse de la chaine de ressuage peut s'appuyer uniquement sur les mesures de diamètre des étoiles 16 de la cale, après seuillage sur les niveaux de gris, sans obligatoirement devoir tenir compte de l'histogramme de répartition des niveaux de gris ni du nombre de pixel pour la sanction de conformité de la réponse de la chaine de ressuage, et l'histogramme des niveaux de gris et le nombre de pixels peuvent cependant continuer d'être suivies à titre indicatif afin de permettre de contrôler et maitriser avec plus de précision et de réactivité d'éventuelles dérives de la chaine de ressuage dans le temps.

[0098] Le procédé peut comporter une étape finale d'archivage de l'image, des mesures et de la sanction.

[0099] Contrairement aux méthodes connues, le système 1 permet donc l'enregistrement des images des cinq zones ainsi que des valeurs de l'inspection, ce qui en permet la traçabilité totale et fiable, puisque numérique.

Revendications

[Revendication 1] Système (1) de validation automatique de la conformité de réponse d'une chaine de ressuage par l'analyse d'une pièce étalon ressuante à fissures issue de ladite chaine de ressuage, ledit système (1) comportant un boîtier (2) entourant l'ensemble des éléments du système (1), un socle de positionnement (3) de la pièce étalon ressuante, au moins deux dispositifs d'éclairage en ultraviolet (4) positionnés de part et d'autre du socle de positionnement (3) de manière à pouvoir l'éclairer en lumière ultraviolette, une carte électronique, un guide linéaire motorisé (6) commandé par la carte électronique et adapté pour pouvoir déplacer et maintenir en position le socle de positionnement (3) dans le boîtier (2), une caméra monochrome (10) ayant un objectif dirigé vers le socle de positionnement (3).

[Revendication 2] Système (1) selon la revendication 1, dans lequel lesdits deux dispositifs d'éclairage en ultraviolet (4) sont inclinés par rapport à la verticale d'un angle compris entre cinquante-quatre et soixante-six degrés.

[Revendication 3] Système (1) selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel la caméra (10) est à une distance du socle de positionnement (3) inférieure à vingt centimètres et la caméra (10) a un objectif de soixante-quinze millimètres (11) couplé avec une bague d'allonge optique, adaptés pour fournir une précision d'acquisition optique inférieure à dix micromètres.

[Revendication 4] Système (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le boîtier (2) est muni d'une porte et d'un capteur de fermeture de porte (8) couplé à la carte électronique.

[Revendication 5] Système (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque dispositif d'éclairage (4) comporte une diode électroluminescente.

[Revendication 6] Procédé de validation de la conformité de réponse d'une chaine de ressuage pour la mise en œuvre d'un système selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comportant les étapes suivantes :
- le placement (E1) sur le socle de positionnement (3) d'une pièce étalon ressuante comportant des fissures (16) et issue de ladite chaine de ressuage,
- le ciblage (E2) focalisé de la caméra (10) sur les fissures (16) par l'actionnement du guide linéaire motorisé (6),
- l'éclairage (E3) des fissures (16),

- l'acquisition numérique (E4) d'une image des fissures (16) au moyen de la caméra (10),
- l'enregistrement de ladite image,
- la mesure de dimensions principales de chaque fissure (16),
- la comparaison dimensionnelle des mesures à des valeurs de référence,
- la sanction de la réponse.

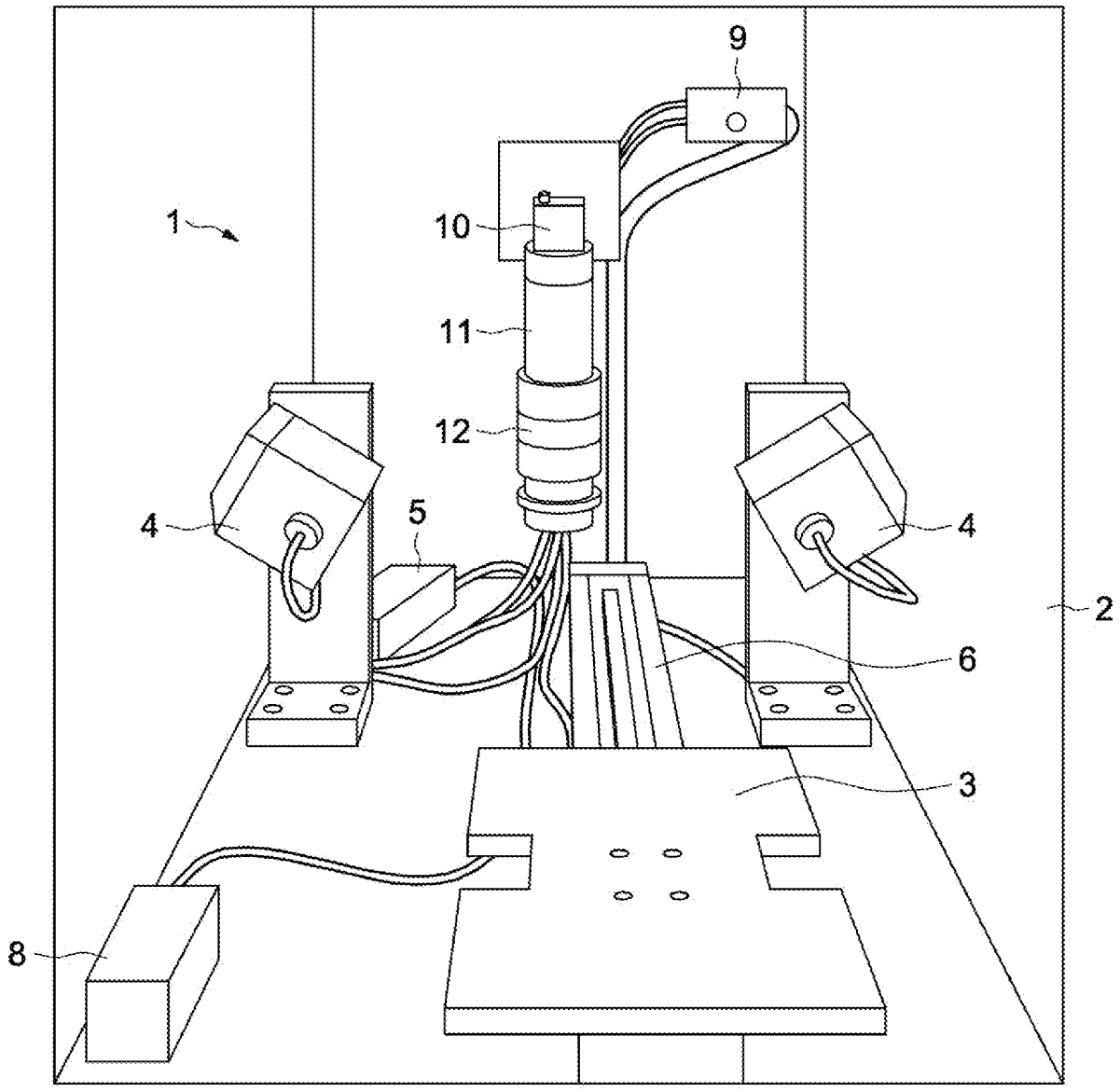
[Revendication 7] Procédé selon les revendications 5 et 6, dans lequel la durée d'éclairage des fissures (16) est sensiblement égale à la durée d'acquisition de l'image des fissures (16).

[Revendication 8] Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 et 7, comportant en outre une étape préalable dans laquelle le système (1) fait l'objet d'un étalonnage de référence par surveillance et calibration à l'aide de deux mires de référence de type différents, dont l'une est une mire à lamages (13) adaptée pour étalonner le positionnement fourni par le socle de positionnement (3) et la précision des mesures, et l'autre est une mire de type USAF1951© utilisée pour tester des mesures d'intensité, de dimension et de surface.

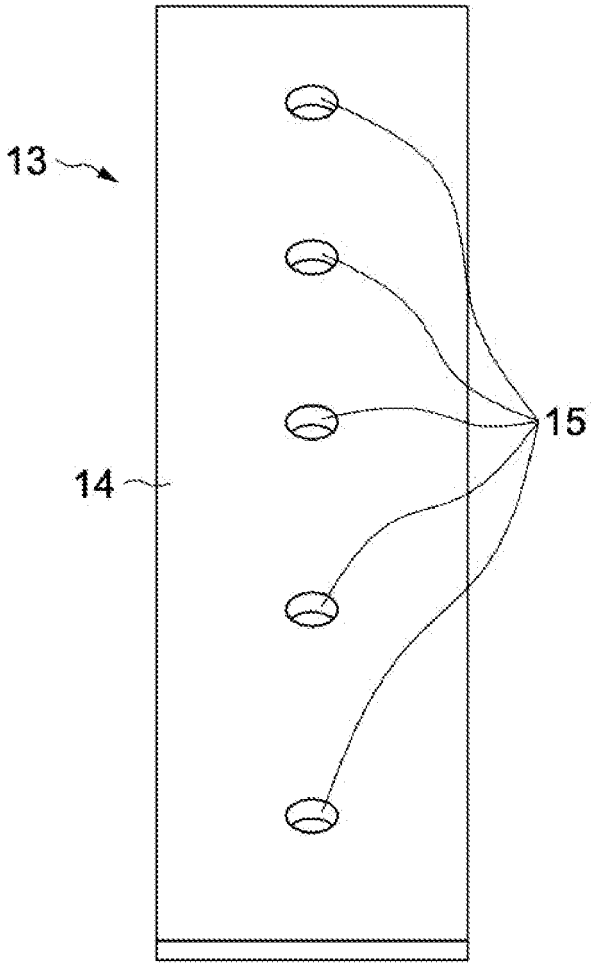
[Revendication 9] Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 et 7, comportant en outre une étape préalable dans laquelle le système (1) fait l'objet d'un étalonnage de référence à partir d'un référencement réalisé sur la base d'une réponse initiale de la chaine de ressuage.

[Revendication 10] Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, comportant en outre une étape finale d'archivage de l'image, des mesures et de la sanction.

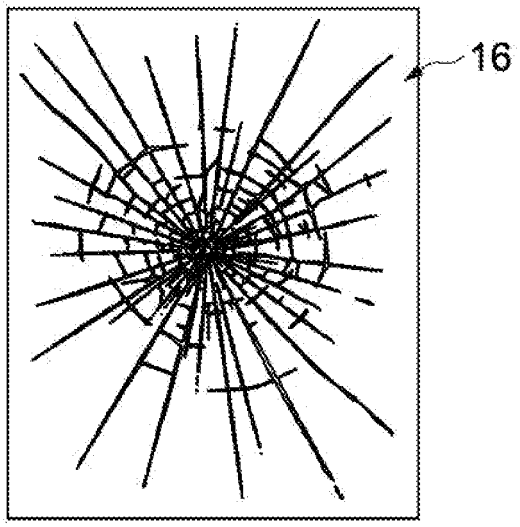
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 900406
FR 2112317

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 195 27 446 A1 (KARL DEUTSCH PRUEF UND MESGERA [DE]) 31 octobre 1996 (1996-10-31) * figure 1 * -----	1-5	G01N21/88
A	US 2019/143523 A1 (HAREL STEPHANE [CA] ET AL) 16 mai 2019 (2019-05-16) * figure 2 * * alinéa [0054] * -----	1	
A	DE 86 08 690 U1 (TIEDE GMBH & CO) 6 août 1987 (1987-08-06) * figures 1, 2 * * page 6 - page 7 * -----	6-10	
A	EP 1 780 534 A1 (TURBOMECA [FR]) 2 mai 2007 (2007-05-02) * alinéa [0013] - alinéa [0024] * -----	6-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G01N

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
29 juin 2022	Meister, Martin

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2112317 FA 900406

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **29-06-2022**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 19527446 A1	31-10-1996	AUCUN	
US 2019143523 A1	16-05-2019	AUCUN	
DE 8608690 U1	06-08-1987	AUCUN	
EP 1780534 A1	02-05-2007	AU 2006233232 A1	17-05-2007
		BR PI0604356 A	21-08-2007
		CA 2565774 A1	28-04-2007
		EP 1780534 A1	02-05-2007
		FR 2892815 A1	04-05-2007
		JP 2007121305 A	17-05-2007
		US 2007097360 A1	03-05-2007
		ZA 200609010 B	25-06-2008

EPO FORM P0465