

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 126 487

②1 N° d'enregistrement national : **21 09041**

⑤1 Int Cl⁸ : **G 01 B 21/00 (2020.12), G 06 T 7/60, G 01 B 11/00**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② **Date de dépôt** : 30.08.21.

⑫③ **Priorité** :

⑫④ **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 03.03.23 Bulletin 23/09.

⑫⑤ **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire** : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑫⑥ **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

Demande(s) d'extension :

⑦① **Demandeur(s)** : SAFRAN CERAMICS Société anonyme à conseil d'administration — FR.

⑦② **Inventeur(s)** : LACOMBE Benjamin.

⑦③ **Titulaire(s)** : SAFRAN CERAMICS Société anonyme à conseil d'administration.

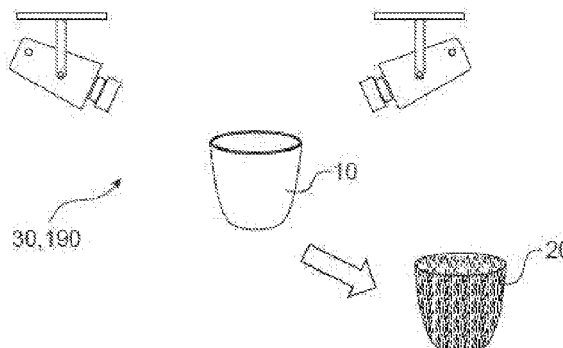
⑦④ **Mandataire(s)** : BREVALEX.

⑤④ **CONTRÔLE DIMENSIONNEL PAR PROJECTION.**

⑤⑦ La présente invention concerne une méthode mise en œuvre par ordinateur pour effectuer un contrôle dimensionnel d'une pièce fabriquée à partir d'un modèle numérique. Le procédé comprenant les étapes de recevoir une représentation tridimensionnelle de la pièce, ladite représentation provenant d'une mesure effectuée sur la pièce fabriquée, à partir de ladite représentation tridimensionnelle, obtenir une représentation bidimensionnelle de la pièce fabriquée par projection dans un plan commun ledit plan commun étant perpendiculaire à un axe de la pièce ou comprenant un axe de symétrie de rotation de la pièce, et de comparer la représentation bidimensionnelle de la pièce fabriquée avec un seuil pour effectuer le contrôle dimensionnel.

L'invention concerne aussi un procédé pour effectuer un contrôle dimensionnel et un programme d'ordinateur correspondant.

Figure pour l'abrégé : Figure 1.



FR 3 126 487 - A1



Description

Titre de l'invention : CONTRÔLE DIMENSIONNEL PAR PROJECTION

[0001] **Domaine technique et état de la technique antérieure**

[0002] La présente invention se rapporte à un contrôle dimensionnel de pièces sectorisées. On peut vouloir par exemple contrôler la conformité d'un profil, c'est à dire la proximité d'une partie de la pièce avec la topologie théorique associée fournie au plan de la pièce. Dans le cas d'une pièce sectorisée, certains profils théoriques sont de nature planes, on peut donc ramener la pièce 3D dans un plan (projection) pour vérifier la conformité de celle-ci. Différentes méthodes pour effectuer un contrôle de dimension d'une pièce fabriquée sont connues et reposent sur une mesure tridimensionnelle de la pièce. Par exemple, un échantillonnage de la surface peut être effectué par une mesure par méthode de stéréovision.

[0003] Ces vues tridimensionnelles sont généralement difficiles à évaluer pour vérifier que les dimensions de la pièce fabriquée correspondent aux attentes et que la pièce fabriquée pourra être intégrée dans un système supérieur.

[0004] La présente invention propose un procédé simple et efficace pour effectuer un contrôle dimensionnel d'une pièce fabriquée.

Exposé de l'invention

[0005] C'est par conséquent un but de la présente invention d'offrir une méthode mise en œuvre par ordinateur pour effectuer un contrôle dimensionnel d'une pièce fabriquée à partir d'un modèle numérique. Le procédé comprend les étapes suivantes :

[0006] - recevoir une représentation tridimensionnelle de la pièce, ladite représentation provenant d'une mesure effectuée sur la pièce fabriquée,

[0007] - à partir de ladite représentation tridimensionnelle, obtenir une représentation bidimensionnelle de la pièce fabriquée par projection dans un plan commun ledit plan commun étant perpendiculaire à un axe de la pièce ou comprenant un axe de symétrie de rotation de la pièce,

[0008] - comparer la représentation bidimensionnelle de la pièce fabriquée avec un seuil pour effectuer le contrôle dimensionnel.

[0009] L'étape de comparer la représentation bidimensionnelle de la pièce fabriquée avec un seuil peut comprendre :

[0010] - recevoir le modèle numérique de la pièce,

[0011] - projeter une coupe du modèle numérique dans ledit plan commun,

[0012] - comparer une différence entre la coupe du modèle et la représentation bidimensionnelle de la pièce fabriquée avec le seuil pour effectuer le contrôle dimensionnel.

- [0013] Déterminer la différence entre la coupe du modèle et la représentation bidimensionnelle de la pièce fabriquée peut comprendre l'étape suivante :
- [0014] - associer à chaque point de la coupe du modèle les points qui sont les plus proches voisins de la représentation bidimensionnelle.
- [0015] Déterminer ladite différence peut comprendre déterminer une représentation bidimensionnelle simplifiée de la pièce fabriquée, ladite représentation simplifiée comprenant :
- [0016] - le voisin le plus proche de chaque point de la coupe du modèle ou
- [0017] - le voisin le plus éloigné, choisi parmi les plus proches voisins de chaque point de la coupe du modèle ou
- [0018] - une moyenne des plus proches voisins pour chaque point de la coupe du modèle.
- [0019] Une différence entre la coupe du modèle et la représentation bidimensionnelle ou la représentation bidimensionnelle simplifiée peut être comparée avec une valeur seuil pour effectuer le contrôle dimensionnel.
- [0020] Le seuil peut comprendre une coupe d'une deuxième pièce à monter par rapport à la pièce fabriquée.
- [0021] Le seuil peut aussi comprendre plusieurs coupes de la deuxième pièce, correspondant à une taille moyenne, maximale et minimale de la deuxième pièce.
- [0022] Le contrôle dimensionnel peut être effectué en comparant la représentation bidimensionnelle simplifiée et la coupe de la deuxième pièce afin de vérifier une absence de chevauchement.
- [0023] Un procédé pour effectuer un contrôle dimensionnel d'une pièce fabriquée à partir d'un modèle numérique, peut être mis en place par les étapes suivantes :
- [0024] - effectuer une mesure tridimensionnelle, de préférence de stéréovision, de la pièce fabriquée pour obtenir une représentation tridimensionnelle de la pièce,
- [0025] - mettre en œuvre la méthode décrit ci-dessus sur un dispositif de traitement de données.
- [0026] Un programme d'ordinateur peut comprendre des instructions qui conduisent un appareil de mesure tridimensionnelle, de préférence un appareil de stéréovision, à exécuter les étapes du procédé tel que décrit ci-dessus.

Brève description des dessins

- [0027] La présente invention sera mieux comprise sur la base de la description qui va suivre et des dessins en annexe sur lesquels :
- [0028] [Fig.1] montre une pièce fabriquée à partir d'un modèle numérique, un appareil de mesure et une représentation tridimensionnelle de la pièce fabriquée,
- [0029] [Fig.2] montre les étapes d'un procédé pour effectuer un contrôle dimensionnel de la pièce fabriquée à partir du modèle numérique,

- [0030] [Fig.3] montre une pièce avec un axe de symétrie de rotation,
- [0031] [Fig.4] montre une pièce avec un axe et une coupe perpendiculaire à l'axe,
- [0032] [Fig.5] montre une coupe du modèle numérique et une représentation bidimensionnelle de la pièce fabriquée,
- [0033] [Fig.6] montre une relation entre points du modèle numérique et de la représentation bidimensionnelle,
- [0034] [Fig.7] montre un premier traitement de résultats,
- [0035] [Fig.8] montre un deuxième traitement de résultats,
- [0036] [Fig.9] montre un troisième traitement de résultats,
- [0037] [Fig.10] montre un quatrième traitement de résultats.
- [0038] **Exposé détaillé de modes de réalisation particuliers**
- [0039] La [Fig.1] montre une pièce (10) fabriquée à partir d'un modèle numérique. Le modèle numérique de la pièce (10) définit la forme et la taille ou la dimension de la pièce par un nombre de M points. Le modèle n'est pas montré.
- [0040] La pièce peut avoir été fabriquée selon les procédés classiques de fabrication, par exemple moulage, usinage, fabrication additive. La pièce peut avoir une géométrie sectorisée ou 360°. Il peut s'agir par exemple de secteurs d'anneaux de turbine, d'arrière-corps, ou de carters pour le domaine de motorisation aéronautique.
- [0041] Le modèle numérique détermine les dimensions (autrement dit, la forme et la taille) que la pièce fabriquée devrait idéalement avoir. Durant le procédé de fabrication les aléas de la fabrication introduisent des écarts de dimension entre le modèle numérique et la pièce fabriquée. Chaque pièce individuelle présente ainsi des différences de forme et de taille par rapport au modèle numérique. Il est ainsi nécessaire d'effectuer un contrôle de la pièce individuelle pour vérifier si la pièce correspond aux attentes. En cas d'écarts trop importantes, la pièce pourrait par exemple empêcher le montage de la pièce dans un système supérieur, autrement dit un assemblage de plusieurs pièces.
- [0042] La [Fig.2] montre les étapes d'un procédé pour effectuer un contrôle dimensionnel de la pièce (10) qui a été fabriquée à partir du modèle numérique. Ledit procédé de contrôle dimensionnel permet ainsi de décider si la pièce fabriquée possède la forme et la taille nécessaire pour être utilisée par la suite. Une pièce qui réussit le contrôle dimensionnel pourra par exemple être utilisée dans un dispositif à fabriquer. Une pièce qui ne réussit pas le contrôle dimensionnel ne pourra pas être utilisée et devra être retravaillée ou éliminée du procédé de fabrication.
- [0043] Dans une première étape (300) une mesure tridimensionnelle de la pièce est effectuée afin d'obtenir une représentation tridimensionnelle de la pièce. Ladite mesure tridimensionnelle peut être effectuée par une méthode de contrôle via machine de palpage type MMT ou via un scan de la pièce soit par des méthodes de stéréovision ou de tomographie. De façon générale, il est avantageux d'obtenir un nuage de points re-

présentant la pièce fabriquée avec une résolution suffisante. Une résolution suffisante peut être une distance entre points du modèle comprise entre $30\mu\text{m}$ et $200\mu\text{m}$. Autrement dit, une taille du voxel du modèle numérique est entre $30\mu\text{m}$ et $200\mu\text{m}$.

- [0044] De préférence, une méthode de stéréovision est utilisée. La [Fig.1] montre un dispositif pour effectuer cette mesure de stéréovision (190). Un tel dispositif comprend au moins deux caméras et un processeur numérique. La pièce fabriquée (10) est mesurée par le dispositif de stéréovision et une représentation numérique (20) en trois dimensions est obtenue. La représentation tridimensionnelle (20) de la pièce (10) est un nuage d'un nombre de N points, tel que montré sur la [Fig.1]. Ce nuage peut comporter plusieurs millions de points. La méthodologie proposée n'est pas dépendante de cette caractéristique. Avantageusement, les points du modèle ont une distance entre $30\mu\text{m}$ et $200\mu\text{m}$.
- [0045] Durant les étapes suivantes, montrées dans la [Fig.2], nous décrivons une méthode mise en œuvre par ordinateur pour effectuer le contrôle dimensionnel de la pièce à partir du modèle numérique.
- [0046] Dans une deuxième étape (310), un contrôleur de l'ordinateur reçoit la représentation tridimensionnelle (20) de la pièce.
- [0047] Dans une troisième étape (320) le contrôleur détermine une représentation bidimensionnelle (80) de la pièce. La représentation bidimensionnelle est obtenue par projection des points de la représentation tridimensionnelle (20) de la pièce (10) dans un plan commun (70). La projection se fait toujours selon la symétrie de la pièce donc soit en repère cylindrique pour des pièces avec axe de symétrie de rotation (conservation des coordonnées de rotation (R, Z) de chaque point), soit en repère cartésien pour des pièces avec un axe ou un axe de direction d'extrusion (conservation des coordonnées (X, Y), la direction Z est la même que la direction de l'axe de la pièce).
- [0048] Les figures 3 et 4 montrent une position du plan commun pour chaque type de pièce. Pour une meilleure visibilité, les figures 3 et 4 montrent la position du plan commun par rapport à la pièce fabriquée (10). La pièce fabriquée qui est soumise au contrôle dimensionnel dispose d'un axe (50) (autrement dit, une pièce avec direction ou axe d'extrusion) ou d'un axe de symétrie de rotation (60).
- [0049] La [Fig.3] montre une pièce ayant un axe de symétrie de rotation (60). L'axe de rotation (60) de la pièce est également montré. Le plan commun comprend l'axe de rotation ou, autrement dit, l'axe de rotation se prolonge entièrement dans le plan commun. Pour obtenir la représentation bidimensionnelle, le plan commun adopte toutes les positions de rotation (200) autour de l'axe de symétrie de rotation de la pièce où le plan commun comprend au moins un point de la représentation tridimensionnelle. Tous ces points de la représentation tridimensionnelle pour toutes les positions de

rotation (200) sont ainsi gardés et affichés dans plan commun, afin d'obtenir la représentation bidimensionnelle.

- [0050] La [Fig.4] montre la pièce avec un axe (50) (ou, autrement dit, une pièce avec direction ou axe d'extrusion) et une le plan commun qui est perpendiculaire à ledit axe (50). Autrement dit, une ligne droite qui se prolonge entièrement dans le plan commun est perpendiculaire à l'axe. Pour obtenir la représentation bidimensionnelle, le plan commun adopte toutes les positions de déplacement (210) le long de l'axe où le plan commun comprend au moins un point de la représentation tridimensionnelle. Tous ces points de la représentation tridimensionnelle pour toutes les positions de déplacement (210) sont ainsi gardés et affichés dans le plan commun, afin d'obtenir la représentation bidimensionnelle.
- [0051] Chaque coupe qui peut être extraite de la représentation tridimensionnelle, orienté comme le plan commun, va montrer une forme et une taille de la pièce légèrement différente. Lesdites différences correspondent aux aléas de fabrication : Une forme idéale, définie par le modèle numérique de la pièce, n'est pas parfaitement reproduite par la pièce fabriquée.
- [0052] La [Fig.7] montre le plan commun (70) et ladite représentation bidimensionnelle (80). On observe que la taille et la forme de la pièce correspondent à la pièce (10) montrée dans la [Fig.3]. Une ligne de contour (85) de la pièce présente pourtant une épaisseur variable. Cette épaisseur est causée par les différences de forme et taille entre les coupes qui proviennent des aléas de fabrication.
- [0053] Dans une quatrième étape (330) le contrôleur compare ladite représentation bidimensionnelle (80) avec un seuil pour effectuer le contrôle dimensionnel. Par exemple, le contrôleur peut calculer une ou plusieurs valeurs caractéristiques à partir de la représentation bidimensionnelle et la comparer à une ou plusieurs valeurs seuils. La valeur caractéristique peut être une valeur moyenne du profil, une valeur minimum, une maximum ou tout autre traitement statistique. Il est également possible que le contrôleur compare la forme et la dimension de la représentation bidimensionnelle avec une représentation d'une ou plusieurs autres pièces. Dans ce cas, le seuil est représenté par la forme, dimension et/ou le placement de la deuxième pièce.
- [0054] Suite à ladite comparaison le contrôleur décide si la pièce fabriquée est utilisable ou si la pièce doit être retravaillée ou rejetée.
- [0055] Avantagement, l'étape de comparer la représentation bidimensionnelle de la pièce avec le seuil comprend les étapes de recevoir, par le contrôleur, le modèle de la pièce et de déterminer une coupe dudit modèle numérique. Il devient ainsi possible de comparer la dimension idéale de la pièce avec la forme et la taille réalisée durant la fabrication.
- [0056] La position de la coupe calculée sur le modèle numérique correspond aux positions

montrées dans les figures 3 et 4 : Pour une pièce ayant un axe de symétrie de rotation, la coupe comprend ledit axe de rotation. Pour une pièce ayant un axe, la coupe est perpendiculaire à l'axe de l'objet. Dans les deux cas, la coupe déterminée à partir du modèle numérique montre la même forme et taille de la pièce, indépendamment de la rotation (200) de la coupe autour de l'axe de symétrie (60) ou de son déplacement (210) le long de l'axe (50) de la pièce.

- [0057] Le contrôleur calcule ensuite une différence (95) entre les points de la coupe du modèle et les points de la représentation bidimensionnelle de la pièce fabriquée. Cette différence est ensuite comparée avec le seuil pour effectuer le contrôle dimensionnel. Comme décrit avant, le seuil peut être une valeur seuil.
- [0058] La [Fig.5] montre la coupe du modèle numérique (90) et la représentation bidimensionnelle (80), les deux affichés dans le plan commun (70). La [Fig.5] montre également la différence (95) entre les deux qui sera comparée avec le seuil.
- [0059] Déterminer ladite différence peut comprendre l'étape d'associer, par le contrôleur, à chaque point de la coupe du modèle les points qui sont les plus proches voisins de la représentation bidimensionnelle. Pour déterminer les voisins les plus proches, une distance entre deux points peut être la longueur d'une ligne droite faisant la liaison entre les deux points.
- [0060] La [Fig.6] montre la coupe du modèle numérique (90) et la représentation bidimensionnelle (80) dans le plan commun (70). Un point particulier (100) de la coupe du modèle est mis en évidence. Ce point particulier a dans son entourage plusieurs points appartenant à la représentation bidimensionnelle (80). Parmi ces points de la représentation bidimensionnelle on appelle les points « les plus proches voisins » tous ceux qui sont plus proches dudit point particulier (100) que de n'importe quel autre point de la coupe du modèle numérique. La [Fig.6] montre ainsi pour ce point particulier (100) de la coupe du modèle numérique les plus proches voisins (110) de la représentation bidimensionnelle.
- [0061] Il est possible de faire calculer par le contrôleur une représentation bidimensionnelle simplifiée de la pièce fabriquée. Ensuite, la différence entre la coupe du modèle et la représentation bidimensionnelle simplifiée est déterminée et comparée avec le seuil pour effectuer ledit contrôle dimensionnel.
- [0062] Ladite représentation bidimensionnelle simplifiée peut être constitué du voisin le plus proche parmi « les voisins les plus proches » pour chaque point de la coupe du modèle numérique, comme sera décrit par la suite :
- [0063] Au début, les « plus proches voisins » (110) sont déterminés pour chaque point (100) de la coupe du modèle numérique (90). Ensuite, on calcule pour chaque de ces points le voisin le plus proche (120) comme suivant :
- [0064] Une distance au sens euclidien (350) par rapport à une approximation linéaire locale

(360) de la coupe du modèle numérique est calculée. L'approximation linéaire locale est calculée pour chaque point (100). Il s'agit d'une approximation linéaire de chaque côté. Autrement dit, il s'agit d'une droite qui relie le point concerné (100) avec un point précédent d'un côté et avec un point suivant de l'autre côté. Le voisin le plus proche parmi « les voisins les plus proches » est le point qui possède la distance au sens euclidien (350) la plus petite par rapport à l'approximation linéaire. Par exemple, pour le point désigné par le signe de référence 100 dans la [Fig.6] le point désigné par la référence 120 est le plus proche voisin parmi les voisins les plus proches. Les autres points sont supprimés. Le nombre de N points de la représentation bidimensionnelle de la pièce est avantageusement réduit au nombre de M points (nombre de points du modèle numérique).

- [0065] De façon alternative, il est possible de garder uniquement le voisin le plus éloigné (130) au sens de la distance euclidienne au profil parmi les plus proches voisins (110). Il est aussi possible de remplacer les plus proches voisins (110) par leur moyenne. Le choix dépend de la nature du contrôle à réaliser (épaisseur de matière à garantir, montage à garantir,...).
- [0066] La [Fig.8] montre une représentation bidimensionnelle simplifiée. Dans la coupe montrée (135) seulement le voisin le plus éloigné parmi les plus proches voisins a été gardé. Autrement dit, la coupe montre pour chaque point du modèle numérique le point de la pièce fabriqué qui présente la plus importante déviation par rapport à ce point du modèle. Ladite coupe de voisin le plus éloigné (135) est ainsi particulièrement bien adaptée pour évaluer si les dimensions de la pièce fabriquée permettent l'utilisation de ladite pièce.
- [0067] [Fig.9] montre une façon alternative pour effectuer le contrôle dimensionnel. Elle permet d'avoir une évaluation locale de la déviation. Une différence entre la coupe du modèle numérique (90) et la représentation bidimensionnelle simplifiée est associée avec ladite coupe du modèle numérique. Plus précisément, chaque point de la coupe du modèle numérique comprend également la déviation maximale signée dudit point avec la représentation bidimensionnelle simplifiée.
- [0068] La [Fig.10] montre une façon alternative de comparaison avec un seuil pour effectuer le contrôle dimensionnel. La représentation bidimensionnelle simplifiée est évaluée par rapport à une coupe (140) d'une deuxième pièce qui est à monter par rapport à la pièce fabriquée. La dimension et le placement de la coupe de la deuxième pièce sont ainsi le seuil utilisé pour le contrôle dimensionnel. Dans l'exemple montré dans la [Fig.10], la représentation bidimensionnelle simplifiée est la coupe de voisin le plus éloigné (135). Le contrôle dimensionnel comprend ainsi comparer la représentation bidimensionnelle simplifiée et la coupe de la deuxième pièce. Par exemple, il est possible de vérifier que la deuxième pièce peut bien être montée avec la pièce fabriquée. Une absence de che-

vauchement (180) peut être vérifiée afin d'effectuer ledit contrôle dimensionnel.

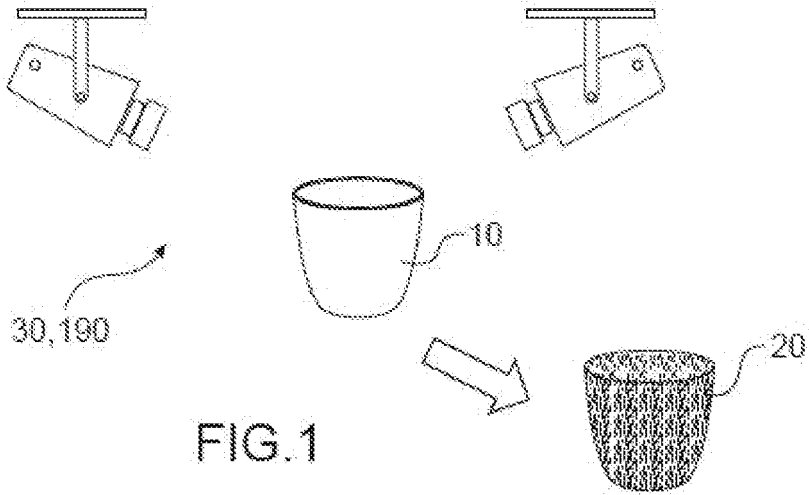
[0069] Avantagement, la coupe de la deuxième pièce comprend plusieurs coupes, correspondant à une taille moyenne (160), une taille maximale (150) et une taille minimale (170) de la deuxième pièce. Une absence de chevauchement peut ainsi être vérifiée avec grande fiabilité en présence de déviations de dimension de la deuxième pièce.

Revendications

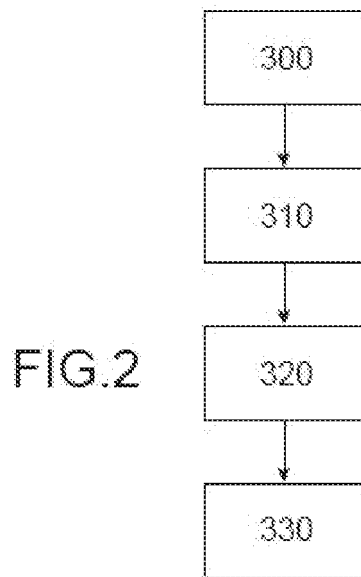
- [Revendication 1] Méthode mise en œuvre par ordinateur pour effectuer un contrôle dimensionnel d'une pièce fabriquée (10) à partir d'un modèle numérique, la méthode comprenant les étapes suivantes :
- recevoir une représentation tridimensionnelle (20) de la pièce, ladite représentation provenant d'une mesure (30) effectuée sur la pièce fabriquée,
 - à partir de ladite représentation tridimensionnelle, obtenir une représentation bidimensionnelle (80) de la pièce fabriquée par projection dans un plan commun (70), ledit plan commun étant perpendiculaire à un axe (50) de la pièce ou comprenant un axe de symétrie (60) de rotation de la pièce,
 - comparer la représentation bidimensionnelle de la pièce fabriquée avec un seuil pour effectuer le contrôle dimensionnel.
- [Revendication 2] Méthode selon la revendication 1 dans laquelle l'étape de comparer la représentation bidimensionnelle de la pièce fabriquée avec un seuil comprend :
- recevoir le modèle numérique de la pièce,
 - projeter une coupe (90) du modèle numérique dans ledit plan commun,
 - comparer une différence (95) entre la coupe du modèle et la représentation bidimensionnelle de la pièce fabriquée avec le seuil pour effectuer le contrôle dimensionnel.
- [Revendication 3] Méthode selon la revendication 2 dans laquelle déterminer la différence entre la coupe du modèle et la représentation bidimensionnelle de la pièce fabriquée comprend l'étape suivante :
- associer à chaque point (100) de la coupe du modèle les points qui sont les plus proches voisins (110) de la représentation bidimensionnelle.
- [Revendication 4] Méthode selon la revendication 3 dans laquelle déterminer ladite différence comprend déterminer une représentation bidimensionnelle simplifiée de la pièce fabriquée, ladite représentation simplifiée comprenant :
- le voisin le plus proche (120) de chaque point de la coupe du modèle ou
 - le voisin le plus éloigné (130), choisi parmi les plus proches voisins de chaque point de la coupe du modèle ou
 - une moyenne des plus proches voisins pour chaque point de la coupe du modèle.

- [Revendication 5] Méthode selon la revendication 4 dans laquelle une différence entre la coupe du modèle et la représentation bidimensionnelle ou la représentation bidimensionnelle simplifiée est comparée avec une valeur seuil pour effectuer le contrôle dimensionnel.
- [Revendication 6] Méthode selon au moins une des revendications 1 à 4 dans laquelle le seuil comprend une coupe (140) d'une deuxième pièce à monter par rapport à la pièce fabriquée.
- [Revendication 7] Méthode selon la revendication 6 dans laquelle le seuil comprend plusieurs coupes de la deuxième pièce, correspondant à une taille moyenne (160), maximale (150) et minimale (170) de la deuxième pièce.
- [Revendication 8] Méthode selon une des revendications précédentes et les revendications 4 et 6 dans laquelle le contrôle dimensionnel comprend comparer la représentation bidimensionnelle simplifiée et la coupe de la deuxième pièce afin de vérifier une absence de chevauchement (180).
- [Revendication 9] Procédé pour effectuer un contrôle dimensionnel d'une pièce fabriquée à partir d'un modèle numérique, le procédé comprenant les étapes suivantes :
- effectuer une mesure tridimensionnelle, de préférence de stéréovision (190), de la pièce fabriquée pour obtenir une représentation tridimensionnelle de la pièce,
 - mettre en œuvre la méthode selon au moins une des revendications 1 à 8 sur un dispositif de traitement de données.
- [Revendication 10] Programme d'ordinateur comprenant des instructions qui conduisent un appareil de mesure tridimensionnelle, de préférence un appareil de stéréovision, à exécuter les étapes du procédé selon la revendication 9 lorsque ledit programme est exécuté par un ordinateur.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]

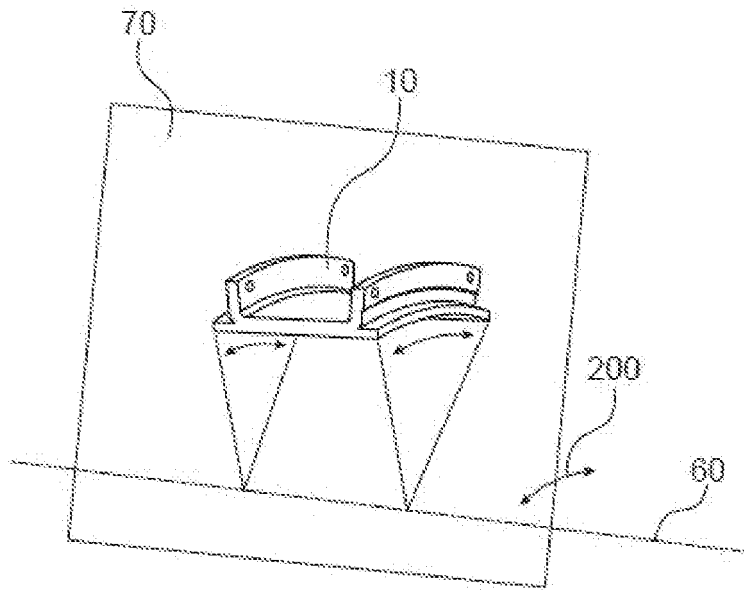


FIG. 3

[Fig. 4]

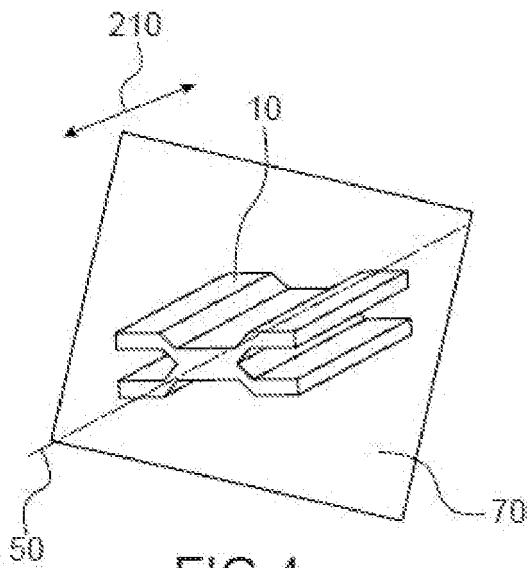


FIG. 4

[Fig. 5]

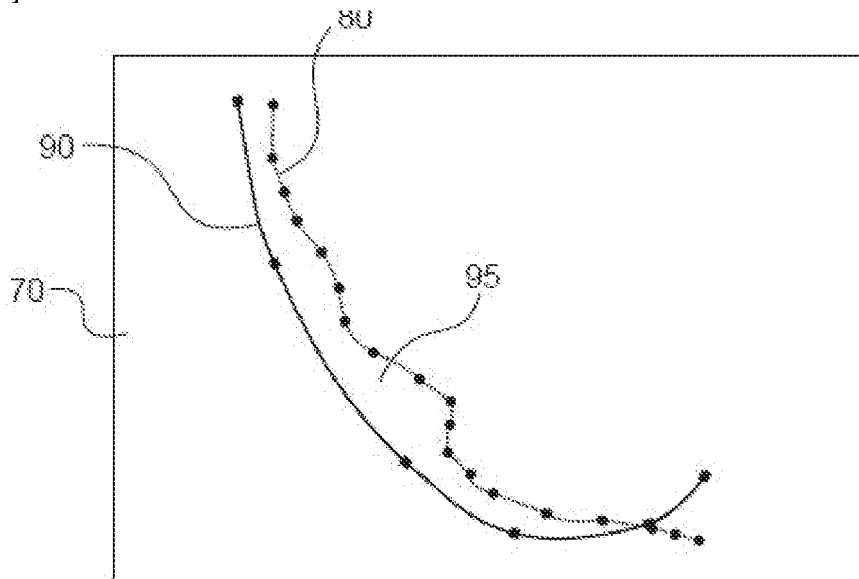


FIG. 5

[Fig. 6]

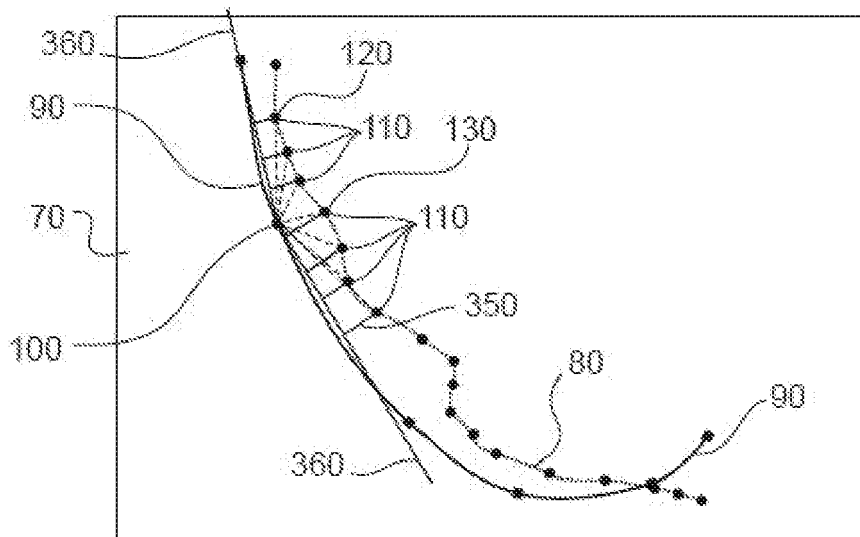


FIG. 6

[Fig. 7]

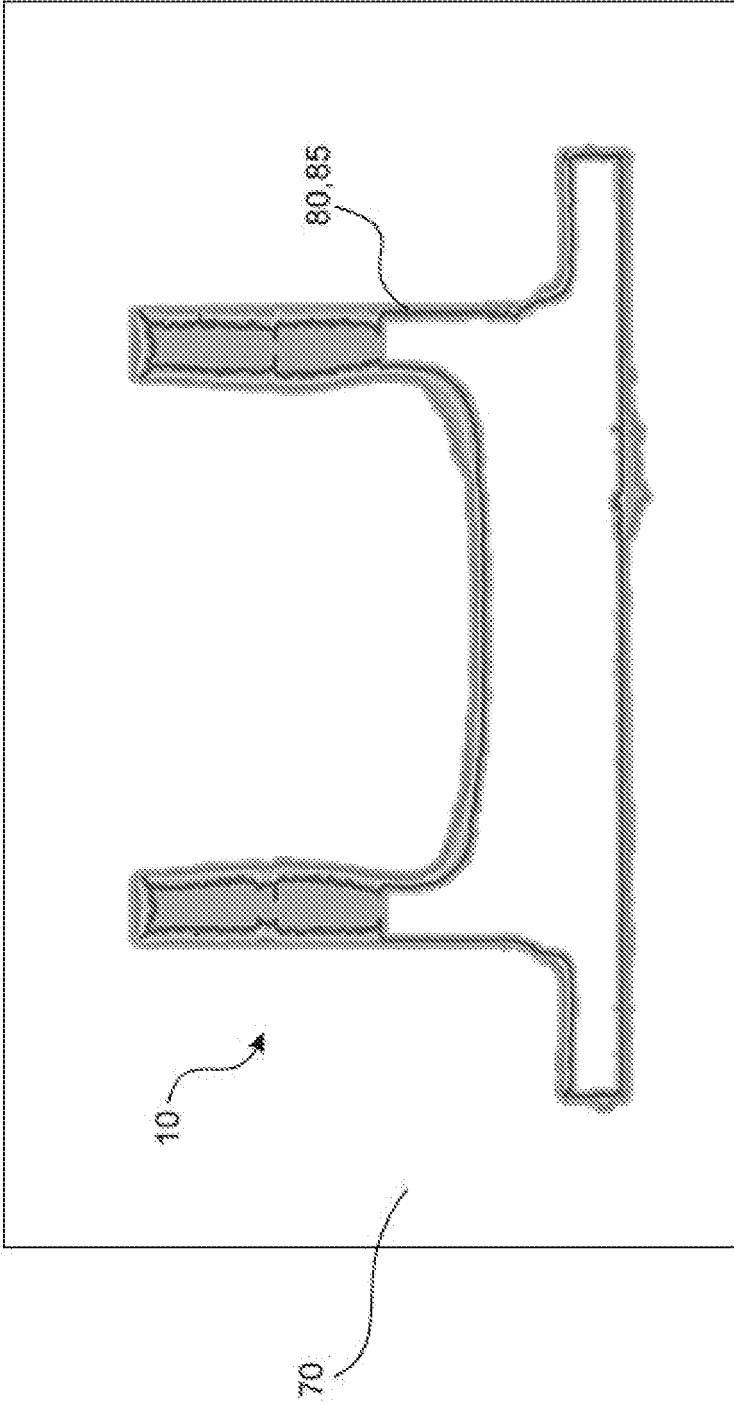


FIG.7

[Fig. 8]

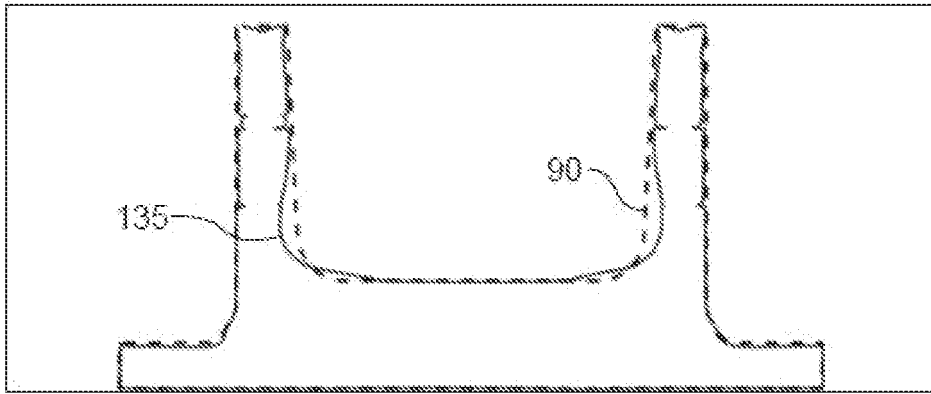


FIG.8

[Fig. 9]

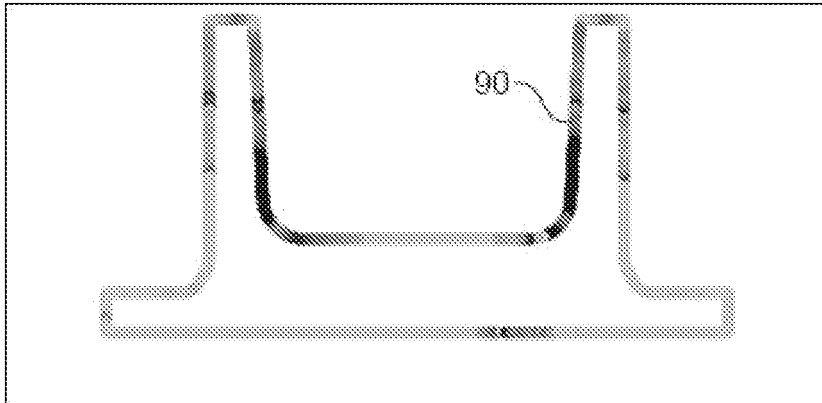


FIG.9

[Fig. 10]

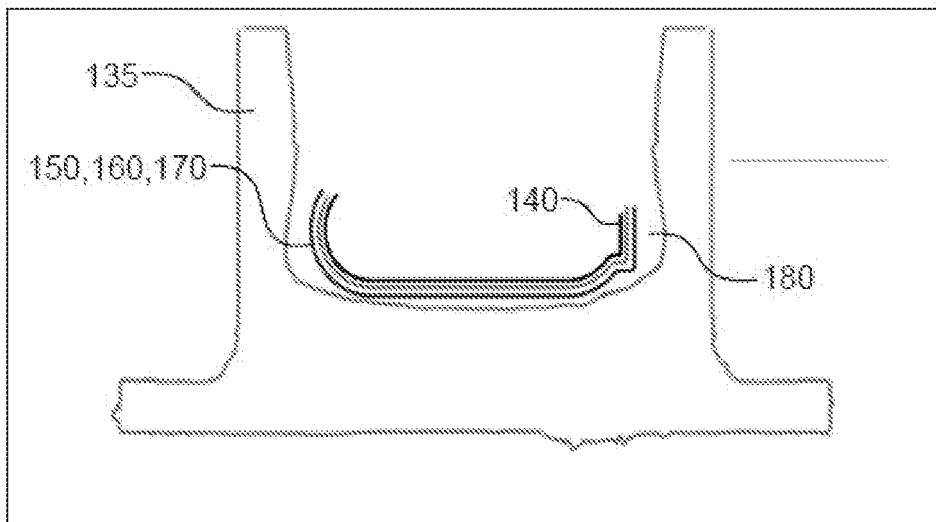


FIG. 10

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 899596
FR 2109041

| 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 | US 2018/222499 A1 (GOMES ANA CLAUDIA DA SILVA [BR] ET AL) 9 août 2018 (2018-08-09) | 1-5, 9, 10 | G01B21/00 G06T7/60 G01B11/00 |
| A | * alinéa [0043] - alinéa [0130]; figures 1-6 * | 6-8 | |
| | ----- | | |
| X | US 2017/249729 A1 (GREENE WILLIAM J [US] ET AL) 31 août 2017 (2017-08-31) | 1-5, 9, 10 | |
| A | * alinéa [0026] - alinéa [0129]; figures 1-6 * | 6-8 | |
| | ----- | | |
| X | EP 3 109 826 B1 (COGNEX CORP [US]) 13 février 2019 (2019-02-13) | 1-5, 9, 10 | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G01B G06T |
| A | * alinéa [0007] * | 6-8 | |
| | ----- | | |
| A | KR 2015 0070548 A (KIM KEE NAM [KR]) 25 juin 2015 (2015-06-25) | 1-10 | |
| | * alinéa [0027]; figures 6a-10b * | | |
| | ----- | | |
| Date d'achèvement de la recherche | | Examineur | |
| 9 avril 2022 | | Braun, P | |
| 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 | |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2109041 FA 899596**

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 **09-04-2022**
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 |
|---|------------------------|---|------------------------|
| US 2018222499 A1 | 09-08-2018 | AU 2018200755 A1 | 16-08-2018 |
| | | BR 102017002219 B1 | 07-01-2020 |
| | | CA 2992775 A1 | 02-08-2018 |
| | | CN 108394426 A | 14-08-2018 |
| | | RU 2018103751 A | 31-07-2019 |
| | | SE 1850112 A1 | 03-08-2018 |
| | | US 2018222499 A1 | 09-08-2018 |
| ----- | | | |
| US 2017249729 A1 | 31-08-2017 | AUCUN | |
| ----- | | | |
| EP 3109826 B1 | 13-02-2019 | CN 106469448 A | 01-03-2017 |
| | | EP 3109826 A2 | 28-12-2016 |
| | | EP 3496035 A1 | 12-06-2019 |
| | | JP 2017032548 A | 09-02-2017 |
| | | KR 20170001648 A | 04-01-2017 |
| ----- | | | |
| KR 20150070548 A | 25-06-2015 | AUCUN | |
| ----- | | | |