

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

11 N° de publication : 3 123 984

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

21 N° d'enregistrement national : 21 06219

51 Int Cl<sup>8</sup> : G 01 M 11/08 (2020.12), B 64 F 5/60

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 14.06.21.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 16.12.22 Bulletin 22/50.

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) : AIRBUS OPERATIONS (S.A.S.) SAS  
— FR.

72 Inventeur(s) : ROGER Dominique et CHEREAU  
Franck.

73 Titulaire(s) : AIRBUS OPERATIONS (S.A.S.) SAS.

74 Mandataire(s) : ALLICI.

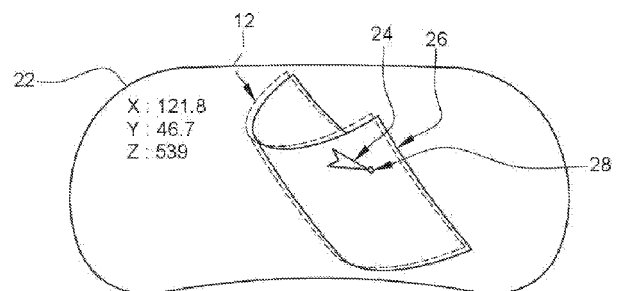
54 Procédé de localisation d'au moins un point d'une pièce réelle sur une maquette numérique.

57 Procédé de localisation d'au moins un point d'une  
pièce réelle sur une maquette numérique

L'invention a pour objet un procédé de localisation d'au  
moins un point d'une pièce réelle (26) sur une pièce virtuelle  
(12) définie dans un premier repère en ciblant le point de la  
pièce réelle avec un pointeur (24) d'un dispositif de réalité  
augmentée, le procédé comprenant :

une étape de détermination d'une matrice de passage  
entre un repère dans lequel évolue le pointeur (24) et un re-  
père dans lequel est définie la pièce virtuelle correspondant  
à la pièce réelle (26), une étape de détermination des coord-  
onnées dans le premier repère du point à localiser en  
convertissant, grâce à la matrice de passage, les coordon-  
nées dans le deuxième repère du pointeur (24) pointé sur le  
point à localiser.

Figure 4



FR 3 123 984 - A1



## Description

### **Titre de l'invention : Procédé de localisation d'au moins un point d'une pièce réelle sur une maquette numérique**

- [0001] La présente demande se rapporte à un procédé de localisation d'au moins un point d'une pièce réelle sur une maquette numérique.
- [0002] Lors d'une opération d'inspection qualité d'une pièce réelle, un opérateur doit localiser le plus précisément possible chaque défaut. En suivant, pour chaque défaut, un point virtuel correspondant au défaut localisé est positionné sur une maquette numérique afin de déterminer comment ce défaut peut être traité.
- [0003] Selon un mode opératoire, le défaut est localisé sur la pièce réelle en utilisant des moyens de mesure manuels comme un réglet par exemple. Une fois que les coordonnées du point localisé sur la pièce réelle sont déterminées dans le repère de la pièce, ces coordonnées doivent être converties dans le repère de la maquette numérique afin que le point localisé sur la pièce réelle soit correctement positionné sur la maquette numérique.
- [0004] Ce mode opératoire n'est pas satisfaisant car il peut s'avérer complexe de réaliser une mesure précise dans le cas d'une pièce de grandes dimensions, complexe et/ou sans référentiel visuel.
- [0005] La présente invention vise à remédier à tout ou partie des inconvénients de l'art antérieur.
- [0006] A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de localisation d'au moins un point d'une pièce réelle sur une pièce virtuelle définie dans un premier repère, caractérisé en ce que le procédé comprend :
- a. une étape de visualisation de la pièce réelle avec un dispositif de réalité augmentée configuré pour afficher un pointeur en superposition de la pièce réelle et déterminer des coordonnées du pointeur dans un deuxième repère,
  - b. une étape de détermination d'une matrice de passage pour convertir des coordonnées d'un point réel situé dans le deuxième repère en coordonnées d'un point virtuel situé dans le premier repère et correspondant au point réel,
  - c. une étape de positionnement du pointeur de manière à ce qu'il pointe sur le point à localiser, et
  - d. une étape de détermination des coordonnées dans le premier repère du point à localiser en convertissant grâce à la matrice de passage les coordonnées dans le deuxième repère du pointeur pointé sur le point à localiser.
- [0007] Le procédé de l'invention permet de supprimer la prise de mesure manuelle et d'automatiser la détermination des coordonnées d'un point d'une pièce réelle, comme

un défaut par exemple, dans le repère d'une maquette virtuelle d'un aéronaf.

[0008] Selon une autre caractéristique, l'étape de détermination de la matrice de passage consiste à déterminer des coordonnées d'au moins trois points virtuels de calibration dans le premier repère, pour chaque point virtuel de calibration dans le premier repère correspondant à un point réel de calibration dans le deuxième repère, à déterminer des coordonnées dans le deuxième repère pour chaque point réel de calibration puis à déterminer la matrice de passage à partir des coordonnées de chaque point virtuel de calibration dans le premier repère et celles de chaque point réel de calibration dans le deuxième repère.

[0009] Selon une autre caractéristique, les coordonnées dans le deuxième repère de chaque point réel de calibration sont déterminées en ciblant, tour à tour, avec le pointeur chacun des points réels de calibration.

[0010] Selon une autre caractéristique, le procédé comprend une étape d'affichage de la pièce virtuelle superposée à la pièce réelle.

[0011] Selon une autre caractéristique, les coordonnées du point à localiser sont déterminées en fonction d'une position statique du pointeur ciblant le point à localiser.

[0012] Selon une autre caractéristique, les coordonnées du point à localiser évoluent en fonction de la position en temps réel du pointeur mobile dans le deuxième repère.

[0013] Selon une autre caractéristique, le point à localier est un défaut de la pièce réelle.

[0014] Selon une autre caractéristique, au moins une image de la pièce réelle, sur laquelle sont visibles le pointeur pointant le défaut ainsi que les coordonnées du point ciblé par le pointeur dans le premier repère, est prise.

[0015] D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description de l'invention qui va suivre, description donnée à titre d'exemple uniquement, en regard des dessins annexés parmi lesquels :

[0016] [Fig.1] est une vue en perspective d'une maquette virtuelle d'un aéronaf,

[0017] [Fig.2] est une représentation schématique d'une pièce virtuelle comportant trois points virtuels de calibration illustrant un mode de réalisation de l'invention,

[0018] [Fig.3] est une vue en perspective d'un opérateur équipé d'un équipement de réalité augmentée visualisant une pièce réelle comportant trois points réels de calibration illustrant un mode de réalisation de l'invention, et

[0019] [Fig.4] est une représentation du champ de vision d'un opérateur vu à travers un équipement de réalité augmentée lors d'une étape de prise de mesure illustrant un mode de réalisation de l'invention.

[0020] Sur la [Fig.1], on a représenté en 10 une maquette virtuelle d'un aéronaf dans un premier repère R1. Cette maquette virtuelle 10 comprend une multitude de pièces virtuelles 12 ou d'assemblages de pièces.

[0021] Pour la présente demande, on entend par une pièce une seule pièce ou plusieurs

pièces comme un assemblage de pièces par exemple.

- [0022] Comme illustré sur la [Fig.2], au moins une pièce virtuelle 12 est définie dans au moins un fichier numérique de pièce F12. La maquette virtuelle 10 de l'aéronef comprend une multitude de fichiers numériques de pièce F12. Les différents fichiers numériques de pièce F12 peuvent être stockés dans un dispositif de stockage 14. Ces différents fichiers numériques de pièce F12 peuvent être exportés et/ou convertis en tout fichier compatible avec un équipement de réalité augmentée.
- [0023] A partir du fichier numérique de pièce F12, il est possible de visualiser, à l'aide d'un logiciel de visualisation adapté au fichier, une représentation de la pièce virtuelle 12 dans le premier repère R1. Chaque point virtuel de la pièce virtuelle 12 présente des coordonnées exprimées dans le premier repère R1.
- [0024] A titre d'exemple, la pièce virtuelle 12 correspond à une partie d'une entrée d'air d'une nacelle d'un aéronef. Bien entendu, l'invention n'est pas limitée à cette pièce.
- [0025] Pour la mise en œuvre d'un procédé de localisation d'au moins un point d'une pièce réelle, comme illustré sur la [Fig.3], un opérateur 16 est équipé d'un équipement de réalité augmentée 18, comme des lunettes par exemple, configuré pour afficher dans le champ de vision 20 de l'opérateur 16 au moins une information.
- [0026] Cet équipement de réalité augmentée 18 comprend un écran 22 et il est configuré pour afficher sur l'écran 22, dans le champ de vision 20 de l'opérateur 16, au moins un pointeur 24 (visible sur la [Fig.4]).
- [0027] L'équipement de réalité augmentée 18 comprend au moins un logiciel configuré pour afficher le pointeur 24 et déterminer les coordonnées du pointeur 24 dans un deuxième repère R2 associé à un environnement réel.
- [0028] Comme illustré sur la [Fig.4], une pièce réelle 26 correspondant à la pièce virtuelle 12 est visualisée par l'opérateur 16 avec le dispositif de réalité augmentée 18, le pointeur 24 s'affichant sur l'écran 22 en superposition de la pièce réelle 26. Cette pièce réelle 26 peut comprendre au moins un défaut 28 à l'issue de son procédé de fabrication.
- [0029] La pièce réelle 26 est identique à la pièce virtuelle 12. A chaque point réel de la pièce réelle 26 correspond un point virtuel de la pièce virtuelle 12.
- [0030] Selon un mode opératoire, un procédé de visualisation d'au moins un critère d'acceptation comprend une étape de calibration consistant à déterminer une matrice de passage pour convertir des coordonnées d'un point réel situé dans le deuxième repère R2 en coordonnées d'un point virtuel situé dans le premier repère R1 et correspondant au point réel. Eventuellement, une matrice de passage inverse peut être déterminée afin de convertir des coordonnées d'un point virtuel situé dans le premier repère R1 en coordonnées d'un point réel situé dans le deuxième repère R2 et correspondant au point virtuel.

- [0031] Cette étape de calibration consiste à sélectionner au moins trois points virtuels de calibration P1, P2, P3 situés, dans le premier repère R1, sur la maquette virtuelle 10 de l'aéronef et déterminer des coordonnées dans le premier repère R1 pour chaque point virtuel de calibration P1, P2, P3. Comme illustré sur la [Fig.2], les points virtuels de calibration P1, P2, P3 sont positionnés sur la pièce virtuelle 12.
- [0032] Pour chaque point virtuel de calibration P1, P2, P2, la pièce réelle 26 présente un point réel de calibration PR1, PR2, PR3 qui correspond au dit point virtuel de calibration P1, P2, P3. Les points virtuels de calibration P1, P2, P2 sont des points remarquables et choisis de manière à ce que les points réels de calibration PR1, PR2, PR3 correspondants soient facilement identifiables sur la pièce réelle 26.
- [0033] L'étape de calibration consiste également à déterminer des coordonnées dans le deuxième repère R2 pour chaque point réel de calibration PR1, PR2, PR3 de la pièce réelle 26. Selon un mode opératoire, l'équipement de réalité augmentée 18 est utilisé pour réaliser cette étape, le pointeur 24 ciblant, tour à tour, chacun des points réels de calibration PR1, PR2, PR3.
- [0034] Connaissant les coordonnées de chaque point virtuel de calibration P1, P2, P3 dans le premier repère R1 et celles de chaque point réel de calibration PR1, PR2, PR3 dans le deuxième repère R2, la matrice de passage peut être déterminée.
- [0035] Cette étape de calibration peut être réalisée une seule fois pour chaque pièce réelle 26. Elle n'a pas besoin d'être répétée entre la localisation de deux points sur la même pièce réelle 26.
- [0036] Le procédé de localisation d'au moins un point, comme un défaut 28 par exemple, comprend les étapes suivantes :
- a. d'affichage sur l'écran 22 de l'équipement de réalité augmentée 20 de la pièce virtuelle 12 en superposition de la pièce réelle 26,
  - b. de positionnement du pointeur 24 de l'équipement de réalité augmentée 18 de manière à ce qu'il cible le point réel à localiser,
  - c. de détermination des coordonnées dans le deuxième repère R2 du pointeur 24 pointé sur le point à localiser,
  - d. de détermination des coordonnées dans le premier repère R1 du point à localiser en convertissant grâce à la matrice de passage les coordonnées dans le deuxième repère R2 du pointeur 24 pointé sur le point à localiser.
- [0037] Selon un mode de réalisation, les coordonnées du point dans le premier repère R1, correspondant à celui de la maquette virtuelle 10 de l'aéronef, sont affichées sur l'écran 22 de l'équipement de réalité augmentée 18.
- [0038] Les premier et deuxième repères R1 et R2 sont des repères orthonormés et les coordonnées d'un point virtuel ou réel comprennent trois coordonnées référencées X, Y, Z.

- [0039] Selon un premier mode opératoire, les différentes étapes du procédé de localisation sont réalisées en statique, les coordonnées du point à localiser étant déterminées en fonction d'une position statique du pointeur 24 ciblant le point à localiser.
- [0040] Selon un deuxième mode opératoire, les différentes étapes du procédé de localisation sont réalisées en dynamique, les coordonnées du point à localiser étant déterminées en temps réel et évoluant en fonction de la position en temps réel du pointeur 24 mobile dans le deuxième repère R2.
- [0041] Les coordonnées du point à localiser peuvent être déterminées et affichées en fonction de la position du pointeur 24, sans que nécessairement ce dernier ne cible de défaut 28. Ainsi, le point à localiser peut être tout élément d'une pièce ou d'un assemblage comme une fixation, un orifice ou une géométrie particulière.
- [0042] Ainsi, les coordonnées dans le premier repère R1 du point à localiser pointé par le pointeur 24 sont déterminées, en temps réel, à partir de la matrice de passage et des coordonnées dans le deuxième repère R2 du pointeur 24.
- [0043] Pour afficher la pièce virtuelle 12 correspondant à la pièce réelle 26, le fichier numérique de pièce F12 de la pièce virtuelle 12 est converti ou exporté en un fichier exploitable par le logiciel implémenté dans l'équipement de réalité augmentée 18.
- [0044] Selon un mode opératoire, l'étape d'affichage de la pièce virtuelle 12 superposée sur la pièce réelle 26 est réalisée en faisant coïncider les points réels de calibration PR1, PR2, PR3 de la pièce réelle 26 et les points virtuels de calibration P1, P2, P3 de la pièce virtuelle 12 et/ou en utilisant la matrice de passage ou la matrice de passage inverse.
- [0045] Selon un mode de réalisation, la représentation de la pièce virtuelle 12 superposée sur la pièce réelle 26 n'est pas nécessaire.
- [0046] Pour faciliter le traitement du défaut, au moins une image de la pièce réelle 26, sur laquelle sont visibles le pointeur 24 pointant le défaut 28 détecté ainsi que les coordonnées du point ciblé par le pointeur 24 dans le premier repère R1 correspondant à celui de la maquette virtuelle 10, est prise.
- [0047] L'équipement de réalité augmentée 18 peut être configuré pour saisir une telle image.
- [0048] Le fait de pointer un point réel d'une pièce réelle 26 avec un pointeur 24 d'un équipement de réalité augmentée 18 simplifie la prise de mesure et permet d'obtenir une meilleure précision. Le procédé de l'invention permet de supprimer la prise de mesure manuelle et d'automatiser la détermination des coordonnées d'un défaut dans le repère d'une maquette virtuelle d'un aéronef.

## Revendications

[Revendication 1] Procédé de localisation d'au moins un point d'une pièce réelle (26) sur une pièce virtuelle (12) définie dans un premier repère (R1), caractérisé en ce que le procédé comprend :

- a. une étape de visualisation de la pièce réelle (26) avec un dispositif de réalité augmentée (18) configuré pour afficher un pointeur (24) en superposition de la pièce réelle (26) et déterminer des coordonnées du pointeur (24) dans un deuxième repère (R2),
- b. une étape de détermination d'une matrice de passage pour convertir des coordonnées d'un point réel situé dans le deuxième repère (R2) en coordonnées d'un point virtuel situé dans le premier repère (R1) et correspondant au point réel,
- c. une étape de positionnement du pointeur (24) de manière à ce qu'il pointe sur le point à localiser, et
- d. une étape de détermination des coordonnées dans le premier repère (R1) du point à localiser en convertissant grâce à la matrice de passage les coordonnées dans le deuxième repère (R2) du pointeur (24) pointé sur le point à localiser.

[Revendication 2] Procédé de localisation d'au moins un point d'une pièce réelle (26) sur une pièce virtuelle (12) selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de détermination de la matrice de passage consiste à déterminer des coordonnées d'au moins trois points virtuels de calibration (P1, P2, P3) dans le premier repère (R1), pour chaque point virtuel de calibration (P1, P2, P3) dans le premier repère (R1) correspondant à un point réel de calibration (PR1, PR2, PR3) dans le deuxième repère (R2), à déterminer des coordonnées dans le deuxième repère (R2) pour chaque point réel de calibration (PR1, PR2, PR3) puis à déterminer la matrice de passage à partir des coordonnées de chaque point virtuel de calibration (P1, P2, P3) dans le premier repère (R1) et celles de chaque point réel de calibration (PR1, PR2, PR3) dans le deuxième repère (R2).

[Revendication 3] Procédé de localisation d'au moins un point d'une pièce réelle (26) sur une pièce virtuelle (12) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les coordonnées dans le deuxième repère (R2) de chaque point réel de calibration (PR1, PR2, PR3) sont déterminées en ciblant, tour à

tour, avec le pointeur (24) chacun des points réels de calibration (PR1, PR2, PR3).

[Revendication 4] Procédé de localisation d'au moins un point d'une pièce réelle (26) sur une pièce virtuelle (12) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le procédé comprend une étape d'affichage de la pièce virtuelle (12) superposée à la pièce réelle (26).

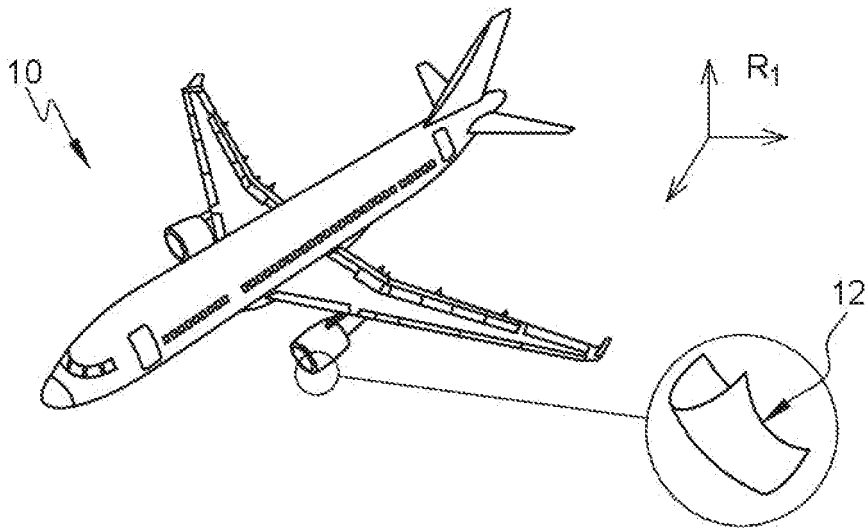
[Revendication 5] Procédé de localisation d'au moins un point d'une pièce réelle (26) sur une pièce virtuelle (12) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les coordonnées du point à localiser sont déterminées en fonction d'une position statique du pointeur (24) ciblant le point à localiser.

[Revendication 6] Procédé de localisation d'au moins un point d'une pièce réelle (26) sur une pièce virtuelle (12) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les coordonnées du point à localiser évoluent en fonction de la position en temps réel du pointeur (24) mobile dans le deuxième repère (R2).

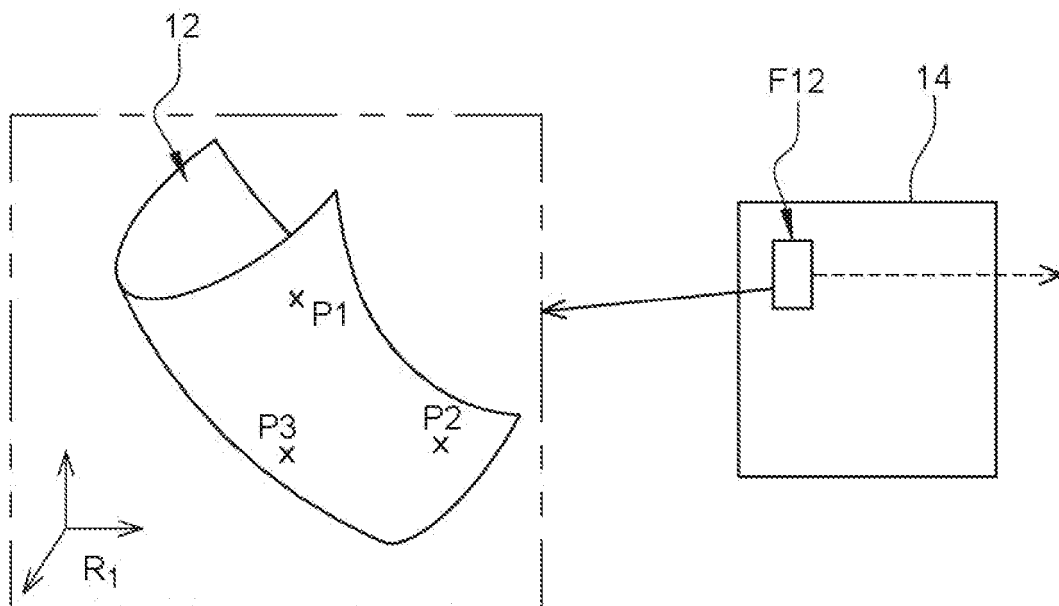
[Revendication 7] Procédé de localisation d'au moins un point d'une pièce réelle (26) sur une pièce virtuelle (12) selon l'une des revendications, caractérisé en ce que le point à localier est un défaut (28) de la pièce réelle (26).

[Revendication 8] Procédé de localisation d'au moins un point d'une pièce réelle (26) sur une pièce virtuelle (12) selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'au moins une image de la pièce réelle (26), sur laquelle sont visibles le pointeur (24) pointant le défaut (28) ainsi que les coordonnées du point pointé par le pointeur (24) dans le premier repère (R1), est prise.

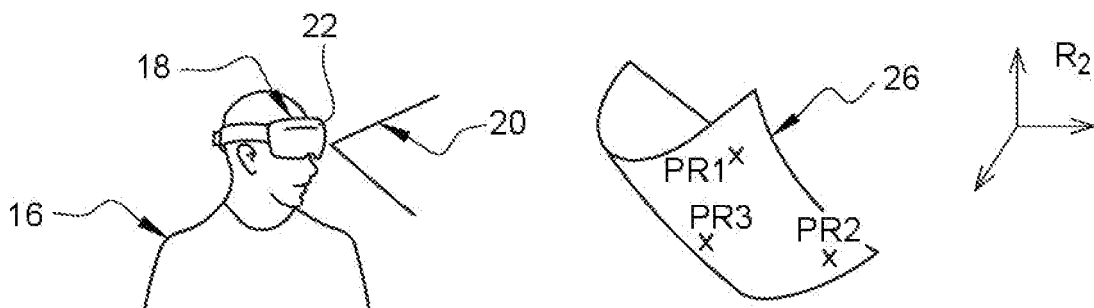
[Fig. 1]



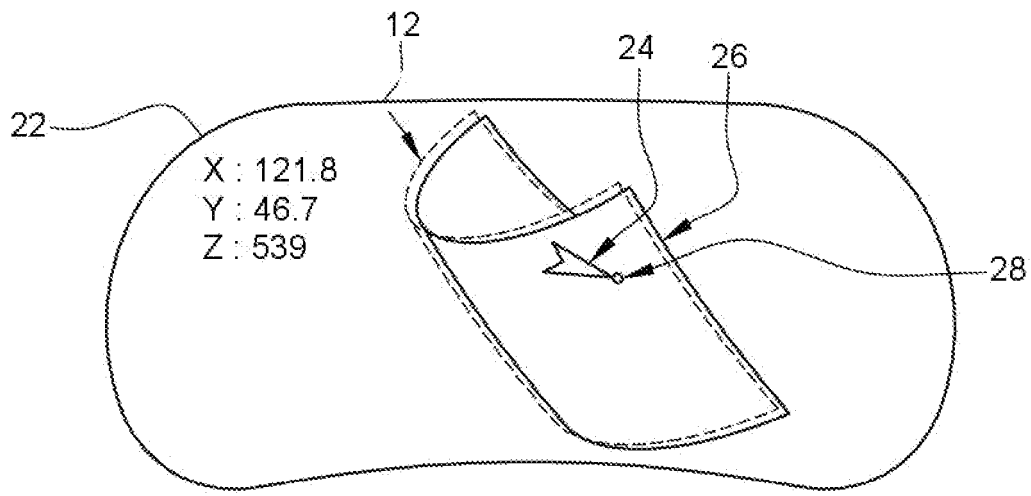
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

**FA 895555**  
**FR 2106219**

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		
<b>A</b>	<p><b>US 10 573 089 B2 (BOEING CO [US])</b>  <b>25 février 2020 (2020-02-25)</b>                      * abrégé *                      * figures 1, 6, 7, 9 *                      * colonne 1, lignes 9-41 *                      * colonne 3, ligne 35 - colonne 6, ligne 29 *                      * colonne 7, lignes 1-11 *                      * colonne 7, ligne 65 - colonne 13, ligne 40 *                      * colonne 15, lignes 18-40 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	<b>1-8</b>	<b>G01M11/08</b> <b>B64F5/60</b>
<b>A</b>	<p><b>US 9 448 758 B2 (GEORGESON NATHANAEL T [US]; GEORGESON GARY E [US] ET AL.)</b>  <b>20 septembre 2016 (2016-09-20)</b>                      * abrégé *                      * figures 1, 2, 4-6, 8-11, 14 *                      * colonne 3, ligne 41 - colonne 4, ligne 24 *                      * colonne 6, lignes 30-40 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	<b>1-8</b>	
<b>A</b>	<p><b>EP 2 641 661 B1 (HEXAGON TECHNOLOGY CT GMBH [CH])</b> 11 mai 2016 (2016-05-11)                      * abrégé; figure 1 *                      * alinéas [0125], [0146] *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	<b>1-8</b>	<p><b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</b></p> <p><b>G01B</b> <b>G06T</b> <b>G02B</b> <b>G01N</b> <b>B64F</b> <b>G06F</b></p>
Date d'achèvement de la recherche <b>10 février 2022</b>		Examineur <b>Poizat, Christophe</b>	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p>		<p>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                      .....                      &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2106219 FA 895555**

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 **10-02-2022**  
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
<b>US 10573089</b>	<b>B2</b>	<b>25-02-2020</b>	<b>BR 102018072910 A2</b>	<b>18-06-2019</b>
			<b>CA 3023417 A1</b>	<b>09-05-2019</b>
			<b>CN 109765992 A</b>	<b>17-05-2019</b>
			<b>EP 3483703 A1</b>	<b>15-05-2019</b>
			<b>JP 2019087241 A</b>	<b>06-06-2019</b>
			<b>KR 20190053119 A</b>	<b>17-05-2019</b>
			<b>US 2019139320 A1</b>	<b>09-05-2019</b>
-----				
<b>US 9448758</b>	<b>B2</b>	<b>20-09-2016</b>	<b>GB 2506239 A</b>	<b>26-03-2014</b>
			<b>US 2014022281 A1</b>	<b>23-01-2014</b>
-----				
<b>EP 2641661</b>	<b>B1</b>	<b>11-05-2016</b>	<b>BR 102013005874 A2</b>	<b>04-08-2015</b>
			<b>CA 2809876 A1</b>	<b>20-09-2013</b>
			<b>CN 103317846 A</b>	<b>25-09-2013</b>
			<b>EP 2641661 A1</b>	<b>25-09-2013</b>
			<b>KR 20130106785 A</b>	<b>30-09-2013</b>
			<b>KR 20150086219 A</b>	<b>27-07-2015</b>
-----				