

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
19 mai 2022 (19.05.2022)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2022/101291 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G01N 21/958 (2006.01) G06N 3/08 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2021/081286

(22) Date de dépôt international :
10 novembre 2021 (10.11.2021)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2011590 12 novembre 2020 (12.11.2020) FR

(71) Déposant : SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE [FR/FR]
; Tour Saint-Gobain, 12 Place de l'Iris, 92400 COURBE-
VOIE (FR).

(72) Inventeurs : KLEO, Christophe ; 17 rue Coqueret, 60350
ATTICHY (FR). YAVARI, Keihann ; 422 rue du Maréchal
Foch, 60280 MARGNY LES COMPIEGNE (FR).

(74) Mandataire : SAINT-GOBAIN RECHERCHE ; 39 Quai
Lucien Lefranc, 93300 AUBERVILLIERS (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR INSPECTING TRANSPARENT GLAZING EQUIPPED WITH A SPLINE

(54) Titre : MÉTHODE ET SYSTÈME D'INSPECTION D'UN VITRAGE TRANSPARENT MUNI D'UNE GARNITURE

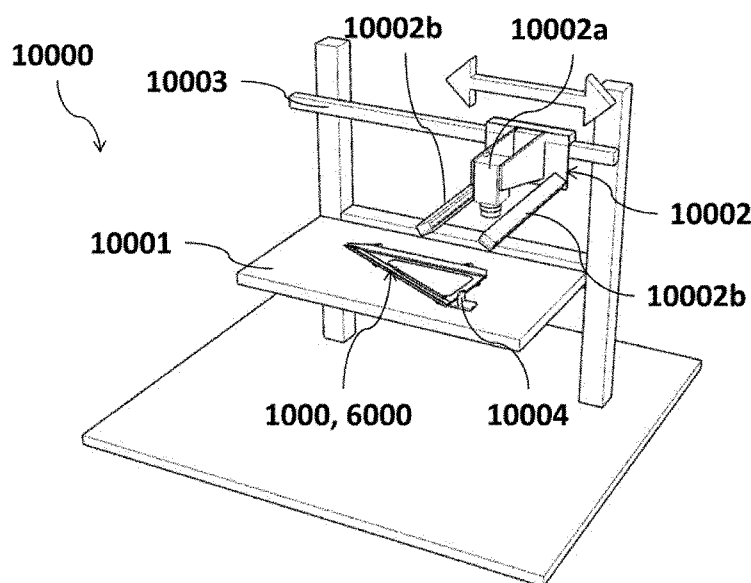


Fig. 10

(57) Abstract: The invention relates to a method and system for inspecting glazing equipped with a spline, in particular glazing for transport vehicles and buildings. The method and system allow reliable and rapid detection of any type of defects associated with glazing splines, in particular on large glass sizes. They are particularly suitable for the inspection of glazing on production lines.

(57) Abrégé : Sont fournis une méthode et un système d'inspection des vitrages munis de garniture, en particulier des vitrages pour véhicule de transport et pour bâtiments. La méthode et le système permettent une détection fiable et rapide de tout type de défauts associés aux garnitures des vitrages, notamment sur des vitrages de grandes dimensions. Ils sont particulièrement adaptés pour l'inspection de vitrages sur lignes de production.

[Suite sur la page suivante]



WO 2022/101291 A1

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

Description

Titre de l'invention : Méthode et système d'inspection d'un vitrage transparent muni d'une garniture

Domaine technique

- [0001] L'invention se rapporte aux méthodes et systèmes d'inspection des vitrages munis de garniture, en particulier des vitrages pour véhicule de transport et pour bâtiments. L'invention permet une détection fiable et rapide de tout type de défauts associés aux garnitures des vitrages, notamment sur des vitrages de grandes dimensions. Elle est particulièrement adaptée pour l'inspection de vitrages sur lignes de production.

Arrière-plan technique

- [0002] Outre une ou plusieurs feuilles de verre transparent minéral et/ou organique, les vitrages peuvent comprendre d'autres éléments rapportés sur la ou les feuilles de verre, tels que, par exemple, joints d'encapsulation, joints d'étanchéité, dispositifs d'assemblage, couches d'apprêt, revêtements émaillés, moulures, sérigraphies organiques et/ou minérales, couches imprimées, logos, bordures, pions, inserts métalliques et/ou plastiques, antennes ... Ces éléments rapportés forment généralement la garniture du vitrage.
- [0003] Ces éléments rapportés peuvent remplir diverses fonctions, par exemple, des fonctions d'étanchéité, des fonctions d'isolation phonique et/ou thermique, des fonctions de masquage, des fonctions décoratives, des fonctions de télécommunication ou encore des fonctions de fixation, notamment sur armatures de véhicules. Afin que ces fonctions soient correctement assurées, il est important que les vitrages ne comprennent pas, sinon très peu, de défauts associés à leur garniture.
- [0004] Il est de pratique courante d'inspecter les vitrages munis de garniture, notamment leurs surfaces, à l'aide de systèmes d'inspection disposés en ligne de production afin détecter tout type de défaut hors spécifications associés aux garnitures. Ces systèmes comprennent généralement des dispositifs optiques, tels que des caméras et/ou appareils photographiques, placés à certains endroits de la ligne de production des vitrages, de manière à permettre une inspection continue des vitrages produits. Les caractéristiques optiques, notamment les caractéristiques des lentilles optiques, la résolution spatiale et la fréquence d'acquisition, de ces dispositifs sont adaptées à l'inspection de certaines régions d'un type donné de vitrage pour un nombre limité de types de défaut.
- [0005] Lorsqu'il est nécessaire d'inspecter un nouveau vitrage, une nouvelle zone d'un vitrage et/ou un nouveau type de défaut, le système d'inspection existant sur la ligne de production peut ne plus être adapté. Il peut alors l'être soit en procédant à son rem-

placement, soit en disposant autrement un ou plusieurs dispositifs optiques existant, soit en ajoutant de nouveaux dispositifs optiques. D'autres éléments de la ligne de production, tout ou partie de sa configuration ainsi que les programmes et/ou logiciels associés, peuvent également faire l'objet d'adaptation et de mises à jour pour permettre l'implémentation de nouveaux matériels. Ces adaptations peuvent être parfois complexes, chronophages et coûteuses, et peuvent exiger des ressources humaines et financières importantes.

[0006] Avant livraison à un client, les vitrages peuvent également faire l'objet d'une inspection finale afin de vérifier leur conformité aux spécifications. Cette opération est coûteuse et fastidieuse en ce que des opérateurs humains, éventuellement assistés par des dispositifs optiques, procèdent à la recherche de petits défauts, non détectés par les systèmes d'inspection de la ligne de production, en divers zones de plusieurs dizaines, voire plusieurs milliers, de vitrages. D'autre part, il arrive fréquemment que, malgré la vigilance des opérateurs, certains défauts restent inaperçus ou qu'ils soient improprement qualifiés comme tels. Des vitrages hors spécifications peuvent alors être fournis aux clients, et engendrer des effets néfastes sur leur propre production. Outre la perte de confiance des clients, ce type de situation peut être une source de réclamations, de retour de marchandises et de demandes de dédommagement. Quant aux vitrages improprement considérés comme défectueux, ils engendrent une perte économique directe par leur mise au rebut à tort.

[0007] CN 110335238 A (15.10.2019) [JILIN UNIVERSITY] décrit une méthode d'inspection de défauts de peinture sur pièces automobiles. Les défauts sont détectés et classifiés grâce à une méthode d'apprentissage statistique automatique, fondée notamment sur l'utilisation d'un réseau de neurones. La méthode fournit une assistance aux opérateurs humains lors de l'inspection finale des pièces automobiles afin d'améliorer la qualité de cette inspection.

[0008] CN 110148106 A (20.08.2019) [BMW BRILLIANCE AUTOMOTIVE LTD] décrit une méthode d'inspection de défauts de surface des culasses des moteurs automobiles. Les défauts sont identifiés à l'aide d'un traitement numériques d'images des surfaces fondée également sur une méthode d'apprentissage profond automatique. Lors de l'inspection finale, les opérateurs humains peuvent être assistés par cette méthode afin d'améliorer la qualité de la détection des défauts.

Résumé de l'invention

Problème technique

[0009] Les méthodes et systèmes d'inspection de l'état de la technique fondés sur l'apprentissage statistique automatique ne sont pas adaptées aux vitrages munis de garniture.

[0010] Tout d'abord, en raison de leur transparence, l'acquisition d'images de la surface des vitrages pour un traitement numérique ultérieur est une opération délicate. La qualité des images est particulièrement sensible aux conditions d'acquisition, en particulier à l'environnement périphérique. Une variation de l'intensité lumineuse et/ou de la disposition des sources lumineuses peut rapidement provoquer des artefacts optiques, parfois peu perceptibles, par exemple, des réflexions optiques intempestives, des phénomènes de flou ou encore du bruit numérique. Lorsque de telles images dégradées font l'objet d'un traitement numérique fondé sur une méthode d'apprentissage automatique, la classification de défauts lors des étapes d'apprentissage et de prédiction peut être affectée d'erreurs, surtout pour les défauts de petites tailles associés à la garniture des vitrages transparents.

[0011] D'autre part, les méthodes d'inspection de l'état de la technique reposent généralement sur l'utilisation de méthodes d'apprentissage statistique supervisées afin d'obtenir une classification discrète des défauts de surface. Cette approche nécessite un volume important d'images d'entraînement classées par type de défaut et pour tous les types de défauts dans de nombreuses configurations. En pratique, notamment dans un contexte de production industrielle, un tel volume de données correctement classées est rarement disponible, et sa collecte peut demeurer une opération fastidieuse, coûteuse, et peu fiable en pratique. En outre, un défaut non préalablement répertorié et classé dans les données d'entraînement, peut ne pas être détecté lors de l'étape de prédiction. Or, en production, il est courant que de nouveaux défauts apparaissent sur les vitrages transparents munis de garniture ou que des changements de forme affectent des défauts déjà connus, en raison notamment de la variabilité des éléments rapportés, aussi bien quant à leur nature ou leur forme, constituant leur garniture.

Solution au problème technique

[0012] Ces problèmes sont résolus par la méthode et le système selon l'invention tels que décrits dans les revendications indépendantes, les revendications dépendantes étant des modes de réalisation avantageux.

[0013] Selon un premier aspect de l'invention, il est proposé une méthode d'inspection d'un vitrage transparent muni d'une garniture. La méthode est fondée sur l'utilisation d'un algorithme d'apprentissage statistique entraîné selon un mode d'apprentissage non supervisé. L'ensemble de données d'entraînement comprend des images de vitrages munis d'au moins une garniture et jugés uniquement conformes à des spécifications données. Une caractéristique de l'invention est que les images de l'ensemble de données d'entraînement et celle soumise en traitement à l'algorithme entraîné pour inspection sont des images obtenues à l'aide d'une illumination par réflexion et d'une numérisation simultanées par balayage de vitrages munis d'une garniture.

[0014] Selon un deuxième aspect de l'invention, il est proposé un système pour la mise en

œuvre de la précédente méthode. En particulier, le système selon l'invention dispose de moyens pour une illumination par réflexion et une numérisation simultanées par balayage de vitrages munis d'une garniture à inspecter.

Effets avantageux de l'invention

- [0015] Un premier avantage de l'invention est l'élimination, sinon la réduction drastique, du nombre d'artefacts optiques, tels que réflexions optiques intempestives, phénomènes de flou ou encore bruit numérique, lors de l'acquisition des images des vitrages munis de garniture. Les erreurs de classification et de prédiction lors des étapes d'apprentissage et de prédictions sont éliminées.
- [0016] Un deuxième avantage de l'invention est sa flexibilité et sa robustesse quant à la détection de nouveaux défauts et/ou défauts non répertoriés ou non classifiés. Contrairement aux méthodes et dispositifs de l'état de la technique, l'invention ne requiert pas une classification préalable de tous les défauts existant à partir de données d'entraînement représentatives de la diversité de leur nature et de leur forme. Egalement, elle ne requiert pas le renouvellement systématique ou régulier de ou des étapes d'entraînement dès lors qu'un nouveau défaut est détecté. L'invention permet donc d'utiliser des volumes de données d'entraînement compatibles avec ce que les contextes de production industrielle permettent de collecter.
- [0017] Un troisième avantage de l'invention est sa précision dans la détection de défauts de petites dimensions, éliminant, sinon limitant considérablement, le besoin de recourir à des opérations d'inspection par des opérateurs humains. D'autre part, lorsque de telles opérations d'inspection demeurent requises avant l'inspection grâce à la présente invention, l'invention demeure compatible avec les marqueurs colorés utilisés par les opérateurs humains et/ou automates pour repérer certains défauts, de sorte que les vitrages comprenant un de ces marqueurs mais improprement classifiés comme défectueux par les opérateurs sont convenablement identifiés comme non défectueux, c'est-à-dire comme conformes aux spécifications attendues.

Brève description des figures

- [0018] [Fig.1] est une représentation schématique de la face intérieure d'un vitrage type custode muni d'une garniture.
- [0019] [Fig.2] est une représentation schématique d'un premier détail II de la garniture du vitrage de la [Fig.1] dans lequel un point d'injection est conforme.
- [0020] [Fig.3] est une représentation schématique d'un premier détail II de la garniture du vitrage de la [Fig.1] dans lequel un point d'injection est non conforme.
- [0021] [Fig.4] est une représentation schématique d'un deuxième détail VI de la garniture du vitrage de la [Fig.1] dans lequel un élément de fixation est conforme.
- [0022] [Fig.5] est une représentation schématique d'un deuxième détail VI de la garniture du

- vitrage de la [Fig.1] dans lequel un pion élément de fixation est non conforme
- [0023] [Fig.6] est une représentation schématique de la face intérieure d'un vitrage de fenestron muni d'une garniture.
- [0024] [Fig.7] est une représentation schématique d'un premier détail VII de la garniture du vitrage de la [Fig.6] avec un défaut de type bavure.
- [0025] [Fig.8] est une représentation schématique d'un deuxième détail VIII de la garniture du vitrage de la [Fig.6] avec un défaut de remplissage.
- [0026] [Fig.9] est un diagramme logique de flux de données d'une méthode selon un mode de réalisation.
- [0027] [Fig.10] est une représentation schématique orthographique d'un système selon un premier mode de réalisation.
- [0028] [Fig.11] est une deuxième représentation schématique orthographique du système de la [Fig.10].
- [0029] [Fig.12] est une représentation schématique orthographique d'un système selon un deuxième mode de réalisation.
- [0030] [Fig.13] est une deuxième représentation schématique orthographique du système de la [Fig.12].

Description de certains modes de réalisation

- [0031] En référence à aux [Fig.1] à 5, un premier exemple de vitrage muni d'une garniture peut être un vitrage automobile de type custode. Le vitrage 1000 comprend une feuille 1001 de verre minéral transparent et une garniture 1002. La garniture 1002 comprend un joint 1002a périphérique d'encapsulation, un revêtement émaillé 1002b périphérique, des éléments 1002c de fixation.
- [0032] Un premier détail II de la garniture 1002 est représenté sur les [Fig.2] et 3. Le joint 1002a périphérique d'encapsulation comprend un point 2001 d'injection par lequel la matière du joint a été injectée lors du moulage du joint 1002a périphérique d'injection. Sur la [Fig.2], le point 2001 d'injection est conforme. Sur la [Fig.3] est illustré un exemple de défaut du point 2001 d'injection. Le point 2001 d'injection comprend un résidu 3001 d'injection. Ce résidu est un exemple de défaut associé à la garniture 1002 du vitrage 1000.
- [0033] Un deuxième détail IV de la garniture 1002 est représenté sur les [Fig.4] et 5. Sur la [Fig.4], un élément 1002c de fixation comprend une couronne 4001 protectrice en mousse. Sur la [Fig.5], l'élément 1002c de fixation ne comprend pas de couronne. Cette absence est un exemple de défaut associé à la garniture 1002 du vitrage 1000.
- [0034] En référence aux [Fig.6] à 8, un deuxième exemple de vitrage muni d'une garniture peut être un vitrage automobile de type fenestron. Le vitrage 6000 comprend une feuille 6001 de verre minéral transparent et une garniture 6002. La garniture 6002 comprend un joint 6002a périphérique d'étanchéité et un revêtement émaillé 6002b pé-

riphérique.

- [0035] Un premier détail VII de la garniture 6002 est représenté sur les [Fig.7]. Le joint 6002a périphérique d'étanchéité présente un défaut 7001 de remplissage. Il peut provenir d'un défaut du moule utilisé ou d'un défaut d'écoulement de matière lors du moulage dudit joint 6002a. Cette absence est un exemple de défaut associé à la garniture 6002 du vitrage 6000.
- [0036] Un deuxième détail VIII de la garniture 6002 est représenté sur la [Fig.8]. Le joint 1002a périphérique d'étanchéité comprend une bavure 8001 provenant d'un écoulement de matière sur le revêtement émaillé 6002b périphérique lors du moulage du joint 6002a périphérique d'étanchéité. Cette bavure est un exemple de défaut associé à la garniture 6002 du vitrage 6000.
- [0037] De manière générale, les défauts associés aux garnitures des vitrages sont rédhibitoires. L'objectif de l'invention est de permettre une détection fiable de ces défauts tout en résolvant les problèmes susmentionnés.
- [0038] Un premier aspect de l'invention est une méthode d'inspection d'un vitrage transparent muni d'une garniture. Dans un mode général réalisation, illustré par la [Fig.9], la méthode 9000 comprend les étapes suivantes :
- (a) une étape E9001 de définition d'un seuil D9001 de criticité pour les défauts associés à la garniture 1002, 6002 d'un vitrage 1000, 6000 transparent à inspecter ;
 - (b) une étape E9002 de fourniture d'un ensemble D9002 de données d'entraînement comprenant uniquement des images I9001 de vitrages transparents similaires au vitrage 1000, 6000 transparent à inspecter, lesdits vitrages transparents similaires au vitrage 1000, 6000 transparent à inspecter étant dépourvus de défauts associés à leur garniture dont la criticité est supérieure au seuil D9001 défini à l'étape (a) ;
 - (c) une étape E9003 d'apprentissage d'un algorithme A9001 d'apprentissage statistique à l'aide de l'ensemble D9002 de données d'entraînement de l'étape (b) selon un mode d'apprentissage non supervisé ;
 - (d) une étape E9004 d'illumination par réflexion et de numérisation simultanées par balayage de tout ou partie de la surface d'un vitrage 1000, 6000 transparent muni d'une garniture 1002, 6002 à inspecter de manière à former une image numérique D9003 de ladite surface ;
 - (e) une étape E9005 de traitement numérique d'au moins une partie d'une image obtenue à l'étape (d) à l'aide de l'algorithme d'apprentissage entraîné à l'étape (c).
- [0039] Dans l'étape (d), l'illumination par réflexion et la numérisation sont réalisées simultanément par balayage. Cette caractéristique permet d'obtenir des images haute résolution dépourvues d'artefacts optiques, tels que réflexions optiques intempestives, des phénomènes de flou ou encore de bruit numérique. Elle permet notamment de limiter considérablement, voire d'éliminer, les effets de l'environnement périphérique

d'acquisition comme, par exemple, les variations d'intensité lumineuse. En d'autres termes, il est, par exemple, possible de s'affranchir des variations diurnes de luminosité de l'environnement périphérique.

- [0040] De préférence, les images de l'ensemble D9002 d'entraînement sont acquises dans les mêmes conditions que celles utilisées à l'étape (d), c'est-à-dire à par une illumination par réflexion et une numérisation simultanées par balayage de tout ou partie de la surface des vitrages correspondants.
- [0041] Le seuil D9001 de criticité défini à l'étape (a) dépend des spécifications recherchés pour le vitrage à inspecter. Il relève d'une question de choix quant aux exigences techniques, notamment celles définies par un client.
- [0042] L'ensemble D9002 de données d'entraînement fourni à l'étape (b) comprend uniquement des images de vitrages transparents similaires au vitrage 1000, 6000 transparent à inspecter dépourvus de défauts associés à leur garniture dont la criticité est supérieure au seuil D9001 défini à l'étape (a). En d'autre termes, il est constitué uniquement de ces images.
- [0043] Etant donné que l'ensemble D9002 de données d'entraînement ne comprend que des images de vitrages dépourvus de défauts dont la criticité est supérieure au seuil défini à l'étape (a), cet ensemble ne comprend qu'une seule catégorie d'images, c'est-à-dire des images de vitrages sans défaut conformément au seul D9001 de criticité défini.
- [0044] A l'étape (c), l'apprentissage est réalisé selon un mode d'apprentissage non supervisé. Dans certains modes préférés de réalisation, l'algorithme A9001 d'apprentissage statistique peut être fondé sur un réseau de neurones à convolution.
- [0045] C'est la combinaison de cet apprentissage non supervisé avec l'ensemble D9002 de données d'entraînement sur lequel il est appliqué, ledit ensemble D9001 comprenant uniquement cette unique catégorie d'images acquises, de préférence, dans les mêmes conditions que celles de l'étape (d), qui permet d'obtenir les effets et avantages de l'invention.
- [0046] Dans certains modes de réalisation, la méthode peut comprendre en outre avant l'étape (c), une étape (b') de calibration dans laquelle chacune des images de l'ensemble D9002 de données d'entraînement est orientée à l'aide d'un traitement numérique de comparaison d'au moins trois régions de référence de ladite image avec un ensemble de régions de référence d'images de référence de manière à ce que chacune des images de l'ensemble de données d'entraînement soit orientée selon le même référentiel spatial.
- [0047] Selon l'algorithme d'apprentissage, des erreurs lors du traitement d'image peuvent se produire lorsque l'image acquise du vitrage (1000, 6000) à inspecter ne présente pas une orientation spatiale suffisamment proche de celle des vitrages utilisés pour former les images de l'ensemble de données d'entraînement. Cette étape supplémentaire (b')

peut permettre le placement à l'identique, c'est-à-dire selon la même position et la même orientation, des images du vitrage à inspecter et des images des vitrages utilisés pour former les images de l'ensemble de données d'entraînement, et ainsi résoudre ce possible inconvénient

- [0048] Aussi, dans des modes complémentaires particuliers de réalisation, la méthode peut comprendre en outre avant l'étape (e), une étape (d') d'orientation de l'image obtenue à l'étape (b) à l'aide d'un traitement numérique de comparaison d'au moins trois régions de référence de ladite image avec un ensemble de régions de référence d'images de référence de manière à ce que ladite image soit orientée selon le même référentiel spatial.
- [0049] Selon des modes de réalisation, les défauts associés à la garniture sont l'absence et/ou la détérioration d'entretoises et/ou d'agrafes d'assemblage, la présence de canaux et/ou de fuite d'injection, la coloration du vitrage, l'inhomogénéité des moulures, l'absence et/ou la coulure de revêtements émaillé, l'absence et/ou l'inhomogénéité d'une couche d'apprêt, et/ou l'absence de tout ou partie d'imprimés, de logos et/ou de bordures.
- [0050] Dans certains modes avantageux de réalisation, la partie de l'image du vitrage 1000, 6000 transparent muni d'une garniture traitée à l'étape (e) correspond à une zone d'intérêt préalablement définie du vitrage à inspecter. Les défauts associés à la garniture peuvent être présents que dans une zone spécifique des vitrages. Cette zone peut être préalablement définie de manière à ce que le traitement de l'étape (e) ne soit réalisée que dans cette zone. Le traitement des autres zones non pertinentes est évité, et le temps de traitement est réduit.
- [0051] Dans certains modes de réalisation, l'ensemble D9002 de données d'entraînement peut comprendre des images de vitrages dont la surface comprend au moins un marqueur coloré similaire à celui susceptible d'être utilisé pour le marquage des défauts associés à la garniture du vitrage à inspecter.
- [0052] Certains défauts peuvent être marqués à l'aide de marqueurs colorés dans une opération préalable à la mise en œuvre de la méthode. Les marqueurs colorés peuvent être sur les défauts ou à leur proximité. Ils sont des moyens de repérage et ne constituent pas des défauts en eux-mêmes.
- [0053] Une opération de marquage peut être une étape de détection de défauts déjà existante sur la ligne de production, et exécutée notamment par des systèmes d'inspection automatique ou manuelle opérant sur la ligne de production. Il peut arriver que certains vitrages transparents soient considérés à tort comme défectueux.
- [0054] Un entraînement de l'algorithme sur des images de vitrages transparents dépourvus de défauts associés à leur garniture dont la criticité est supérieure au seuil défini et comprenant des marqueurs peut donc être avantageux afin que ces vitrages soient

reconnus correctement comme vitrage non défectueux et classifiés comme tels.

[0055] Un deuxième aspect de l'invention est un système d'inspection d'un vitrage transparent muni d'une garniture. Ce système peut notamment être utilisé pour la mise en œuvre d'une méthode selon l'un quelconque des modes de réalisation décrits.

[0056] Dans un mode général de réalisation, en référence aux [Fig.10] à 13, le système 10000, 12000 comprend :

- un support 10001 de vitrage apte à supporter un vitrage 1000, 6000 transparent à inspecter, ledit vitrage 1000, 6000 étant muni d'une garniture 1002, 6002 ;
- un dispositif optique 10002 d'acquisition comprenant une caméra numérique 10002a et une source lumineuse 10002b, ladite source lumineuse étant juxtaposée à ladite caméra et orientée vers ledit support 10001 de vitrage ;
- une unité (non représentée) de traitement de données comprenant un processeur configuré pour le traitement numérique à l'aide d'un algorithme d'apprentissage statistique d'au moins une partie d'une image du vitrage 1000, 6000 transparent à inspecter acquise par le dispositif optique 10002 d'acquisition, dans lequel :
 - le support 10001 de vitrage et le dispositif optique 10002 d'acquisition sont animés d'un mouvement relatif linéaire l'un par rapport à l'autre de manière à ce que le dispositif optique 10002 d'acquisition parcoure par balayage tout ou partie de la surface du vitrage 1000, 6000 lors de l'acquisition d'une image dudit vitrage 1000, 6000 par ledit dispositif optique 10002 d'acquisition ;
 - l'algorithme d'apprentissage statistique a été préalablement entraîné selon un mode d'apprentissage non supervisé à partir d'un ensemble de données d'entraînement comprenant uniquement des images de vitrages similaires au vitrage 1000, 6000 à inspecter, lesdits vitrages similaires au vitrage 1000, 6000 à inspecter étant dépourvus de défauts associés à leur garniture dont la criticité est supérieure à un seuil préalablement défini.

[0057] Dans un premier mode particulier de réalisation, en référence aux [Fig.10] et 11, le support 10001 de vitrage est fixe et le dispositif optique 10002 d'acquisition est mobile. A titre d'exemple illustratif, le support de vitrage 10001 peut être une platine fixe sur laquelle est disposé le vitrage 1000, 6000 à inspecter, et le dispositif optique 10002 peut être agencé sur un pont roulant ou un rail 10003, sur ou grâce auquel il peut être animé d'un mouvement linéaire tel qu'illustré par la double flèche sur la [Fig.10]. Le mouvement du dispositif optique 10002 permet le parcours par balayage de tout ou partie de la surface du vitrage 1000, 6000.

[0058] Alternativement, le dispositif optique peut être disposé sur bras automate mobile configuré de manière à ce qu'il parcourt par balayage tout ou partie de la surface du vitrage.

- [0059] Dans un deuxième mode particulier alternatif de réalisation, en référence aux [Fig.12] et 13, le dispositif optique 10002 d'acquisition est fixe et le support 10001 de vitrage est mobile. A titre d'exemple illustratif, le dispositif optique 10002 d'acquisition peut être fixé sur une potence 12002, et le support 10001 de vitrage peut être une platine agencée sur un bras automate 12001 mobile configuré de manière à ce que le dispositif optique 10002 d'acquisition de parcourir par balayage tout ou partie de la surface du vitrage 1000, 6000.
- [0060] Dans un troisième mode particulier alternatif de réalisation, le dispositif optique 10002 d'acquisition et le support 10001 de vitrage sont tous les deux mobiles. A titre d'exemple, le dispositif optique 10002 d'acquisition peut être agencé de manière mobile sur un pont roulant ou un rail 10003 tel que décrit dans l'exemple illustratif du premier mode de réalisation, et le support 10001 de vitrage peut être une platine sur un bras automate 12001 mobile tel que décrit dans l'exemple illustratif du deuxième mode alternatif de réalisation.
- [0061] Dans certains modes de réalisation, qui peuvent être des variantes de ces trois modes précédent de réalisation, la vitesse relative de déplacement du support 10001 de vitrage ou du dispositif optique 10002 d'acquisition en mouvement relatif linéaire l'un par rapport à l'autre, et la vitesse d'acquisition de la caméra numérique 10002a du dispositif optique 10002 d'acquisition sont configurés de sorte que la fréquence d'acquisition du dispositif optique 10002 d'acquisition est d'au moins une image tous les 0,1 mm, de préférence au moins tous les 0,2mm.
- [0062] La caméra numérique 10002a peut être de tout type adapté. Elle peut être une caméra linéaire ou une caméra matricielle. Dans un mode préféré de réalisation, la caméra numérique est une caméra linéaire, en particulier une caméra avec une résolution horizontale d'acquisition d'au moins 4K. Dans un mode particulièrement préféré de réalisation, la caméra numérique 10002a peut être une caméra linéaire, de préférence une caméra linéaire 4K, avec une résolution d'au moins 5 pixels/mm, de préférence au moins 10 pixels/mm.
- [0063] La source lumineuse 10002b du dispositif optique 10002 d'acquisition est de tout type adapté tant que ladite source lumineuse 10002b peut être juxtaposée à la caméra numérique 10002a, orientée vers ledit support 10001 de vitrage et permet au dispositif optique 10002 d'acquisition de parcourir par balayage tout ou partie de la surface du vitrage 1000, 6000.
- [0064] Elle peut être formée d'un ou plusieurs modules lumineux, de préférence un ou plusieurs modules LED. Par exemple, elle peut former d'un seul module LED torique centré sur la caméra numérique 10002a. Elle peut également être formée d'au moins deux modules, chacun juxtaposé de part et d'autre de la caméra numérique 10002a.
- [0065] La source lumineuse 10002b est orientée vers le support 10001 de vitrage. De

préférence, elle est orientée vers le support 10001 de vitrage de manière à ce que la totalité de l'angle de vue de la caméra numérique 10002a soit uniformément illuminé.

[0066] Dans certains modes préférés de réalisation, dont l'un est illustré sur les [Fig.10] et 11, la source lumineuse 10002b du dispositif optique 10002 d'acquisition peut être formée de deux modules disposés chacun de part et d'autre de la caméra numérique 10002a et perpendiculairement à la direction du mouvement relatif linéaire du support 10001 de vitrage et le dispositif optique 12000 d'acquisition.

[0067] Dans certains modes avantageux de réalisation, le support 10001 de vitrage comprend au moins une butée 10004, de préférence au moins trois butées, pour le placement du vitrage 1000, 6000 transparent à inspecter, ladite butée 10004 formant un référentiel spatial pour le traitement des images par l'unité de traitement de données. Selon l'algorithme d'apprentissage, des erreurs lors du traitement d'image peuvent se produire lorsque l'image acquise du vitrage 1000, 6000 à inspecter ne présente pas une orientation spatiale suffisamment proche de celle des vitrages utilisés pour former les images de l'ensemble de données d'entraînement. La ou les butés 10004 peuvent permettre le placement à l'identique, c'est-à-dire selon la même position et la même orientation, du vitrage 1000, 6000 à inspecter et des vitrages utilisés pour former les images de l'ensemble de données d'entraînement, et ainsi résoudre ce possible inconvénient.

[0068] Dans certains modes de réalisation, la partie de l'image du vitrage traitée par le processeur de l'unité de traitement peut correspondre à une zone d'intérêt préalablement définie du vitrage à inspecter. Les défauts associés à la garniture 1002, 6002 peuvent être présents que dans une zone spécifique des vitrages. Cette zone peut être préalablement définie de manière à ce que le traitement ne soit réalisée que dans cette zone. Le traitement des autres zones non pertinentes est évité, et le temps de traitement est réduit.

[0069] Dans cet objectif, dans certains modes particuliers de réalisation, le processeur de l'unité de traitement de données peut être configuré pour la sélection automatique de la partie de l'image du vitrage correspondant à la zone d'intérêt préalablement définie du vitrage à inspecter.

Revendications

- [Revendication 1] Méthode (9000) d'inspection d'un vitrage (1000, 6000) transparent muni d'une garniture (1002, 6002), la dite méthode comprend les étapes suivantes :
- (a) une étape (E9001) de définition d'un seuil (D9001) de criticité pour les défauts associés à la garniture (1002, 6002) d'un vitrage (1000, 6000) transparent à inspecter ;
 - (b) une étape (E9002) de fourniture d'un ensemble (D9002) de données d'entraînement comprenant uniquement des images (I9001) de vitrages transparents similaires au vitrage (1000, 6000) transparent à inspecter, lesdits vitrages transparents similaires au vitrage (1000, 6000) transparent à inspecter étant dépourvus de défauts associés à leur garniture dont la criticité est supérieure au seuil (D9001) défini à l'étape (a) ;
 - (c) une étape (E9003) d'apprentissage d'un algorithme (A9001) d'apprentissage statistique à l'aide de l'ensemble (D9002) de données d'entraînement de l'étape (b) selon un mode d'apprentissage non supervisé ;
 - (d) une étape (E9004) d'illumination par réflexion et de numérisation simultanées par balayage de tout ou partie de la surface d'un vitrage (1000, 6000) transparent muni d'une garniture (1002, 6002) à inspecter de manière à former une image numérique (D9003) de ladite surface ;
 - (e) une étape (E9005) de traitement numérique d'au moins une partie d'une image obtenue à l'étape (d) à l'aide de l'algorithme d'apprentissage entraîné à l'étape (c).
- [Revendication 2] Méthode (9000) selon la revendication 1, telle qu'elle comprend en outre, avant l'étape (c), une étape (b') de calibration dans laquelle chacune des images de l'ensemble (D9002) de données d'entraînement est orientée à l'aide d'un traitement numérique de comparaison d'au moins trois régions de référence de ladite image avec un ensemble de régions de référence d'images de référence de manière à ce que chacune des images de l'ensemble de données d'entraînement soit orientée selon le même référentiel spatial.
- [Revendication 3] Méthode (9000) selon la revendication 2, telle qu'elle comprend en outre, avant l'étape (e), une étape (d') d'orientation de l'image obtenue à l'étape (b) à l'aide d'un traitement numérique de comparaison d'au moins trois régions de référence de ladite image avec un ensemble de

régions de référence d'images de référence de manière à ce que ladite image soit orientée selon le même référentiel spatial.

- [Revendication 4] Méthode (9000) selon l'une quelconque des revendications 2 à 3, telle que les défauts associés à la garniture sont l'absence et/ou la détérioration d'entretoises et/ou d'agrafes d'assemblage, la présence de canaux et/ou de fuite d'injection, la coloration du vitrage, l'inhomogénéité des moulures, l'absence et/ou la coulure de revêtements émaillé, l'absence et/ou l'inhomogénéité d'une couche d'apprêt, et/ou l'absence de tout ou partie d'imprimés, de logos et/ou de bordures.
- [Revendication 5] Méthode (9000) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, telle que l'ensemble (D9002) de données d'entraînement comprend des images de vitrages dont la surface comprend au moins un marqueur coloré similaire à celui susceptible d'être utilisé pour le marquage des défauts associés à la garniture du vitrage à inspecter.
- [Revendication 6] Méthode (9000) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, telle que la partie de l'image du vitrage (1000, 6000) transparent traitée à l'étape (e) correspond à une zone d'intérêt préalablement définie du vitrage à inspecter.
- [Revendication 7] Méthode (9000) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, telle que l'algorithme (A9001) d'apprentissage statistique est fondé sur un réseau de neurones à convolution.
- [Revendication 8] Système (10000, 12000) d'inspection d'un vitrage (1000, 6000) transparent muni d'une garniture (1002, 6002), ledit système comprend :
- un support (10001) de vitrage apte à supporter un vitrage (1000, 6000) transparent à inspecter, ledit vitrage (1000, 6000) étant muni d'une garniture (1002, 6002) ;
 - un dispositif optique (10002) d'acquisition comprenant une caméra numérique (10002a) et une source lumineuse (10002b), ladite source lumineuse étant juxtaposée à ladite caméra et orientée vers ledit support (10001) de vitrage ;
 - une unité de traitement de données comprenant un processeur configuré pour le traitement numérique à l'aide d'un algorithme d'apprentissage statistique d'au moins une partie d'une image du vitrage (1000, 6000) transparent à inspecter acquise par le dispositif optique (10002) d'acquisition,
- dans lequel :
- le support (10001) de vitrage et le dispositif optique (10002)

d'acquisition sont animés d'un mouvement relatif linéaire l'un par rapport à l'autre de manière à ce que le dispositif optique (10002) d'acquisition parcoure par balayage tout ou partie de la surface du vitrage (1000, 6000) lors de l'acquisition d'une image dudit vitrage (1000, 6000) par ledit dispositif optique (10002) d'acquisition ;
- l'algorithme d'apprentissage statistique a été préalablement entraîné selon un mode d'apprentissage non supervisé à partir d'un ensemble de données d'entraînement comprenant uniquement des images de vitrages similaires au vitrage (1000, 6000) à inspecter, lesdits vitrages similaires au vitrage (1000, 6000) à inspecter étant dépourvus de défauts associés à leur garniture dont la criticité est supérieure à un seuil préalablement défini.

- [Revendication 9] Système (10000, 12000) selon la revendication 8, tel que la caméra numérique (10002a) est une caméra linéaire avec une résolution d'au moins 5 pixels/mm, de préférence au moins 10 pixels/mm.
- [Revendication 10] Système (10000, 12000) selon l'une quelconque des revendications 8 à 9, tel que la vitesse relative de déplacement du support (10001) de vitrage ou du dispositif optique (10002) en mouvement relatif linéaire l'un par rapport à l'autre, et la vitesse d'acquisition de la caméra numérique (10002a) du dispositif optique (10002) d'acquisition sont configurés de sorte permet que le la fréquence d'acquisition du dispositif optique (10002) d'acquisition est d'au moins une image tous les 0,1 mm, de préférence au moins tous les 0,2mm.
- [Revendication 11] Système (10000, 12000) selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, tel que la source lumineuse (10002b) du dispositif optique (10002) d'acquisition est formée de deux modules disposés chacun de part et d'autre de la caméra numérique (10002a) et perpendiculairement à la direction du mouvement relatif linéaire du support (10001) de vitrage et le dispositif optique (12000) d'acquisition.
- [Revendication 12] Système (10000, 12000) selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, tel que le support (10001) de vitrage est fixe et le dispositif optique (10002) d'acquisition est mobile, ou tel que le dispositif optique (10002) d'acquisition est fixe et le support (10001) de vitrage est mobile.
- [Revendication 13] Système (10000, 12000) selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, tel que le support (10001) de vitrage comprend au moins une butée (10004) pour le placement du vitrage (1000, 6000) transparent à inspecter, ladite butée (10004) formant un référentiel spatial pour le traitement des images par l'unité de traitement de données.

- [Revendication 14] Système (10000, 12000) selon l'une quelconque des revendications 8 à 13, tel que la partie de l'image du vitrage traitée par le processeur de l'unité de traitement correspond à une zone d'intérêt préalablement définie du vitrage à inspecter.
- [Revendication 15] Système (10000, 12000) selon la revendication 14, tel que le processeur de l'unité de traitement de données est configuré pour la sélection automatique de la partie de l'image du vitrage correspondant à la zone d'intérêt préalablement définie du vitrage à inspecter.

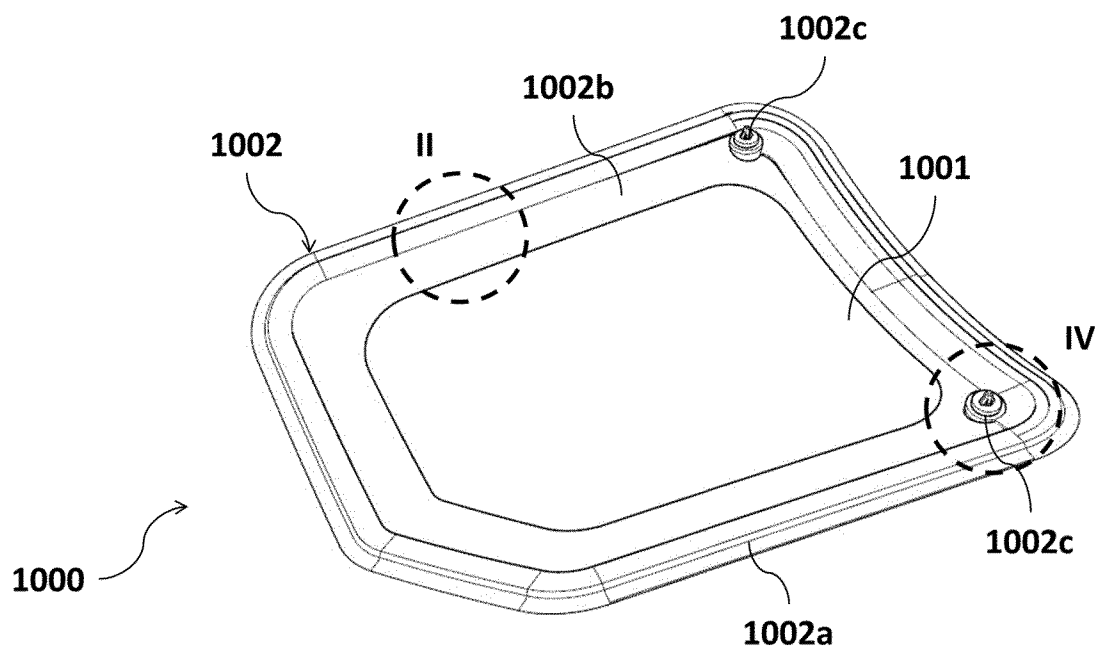


Fig. 1

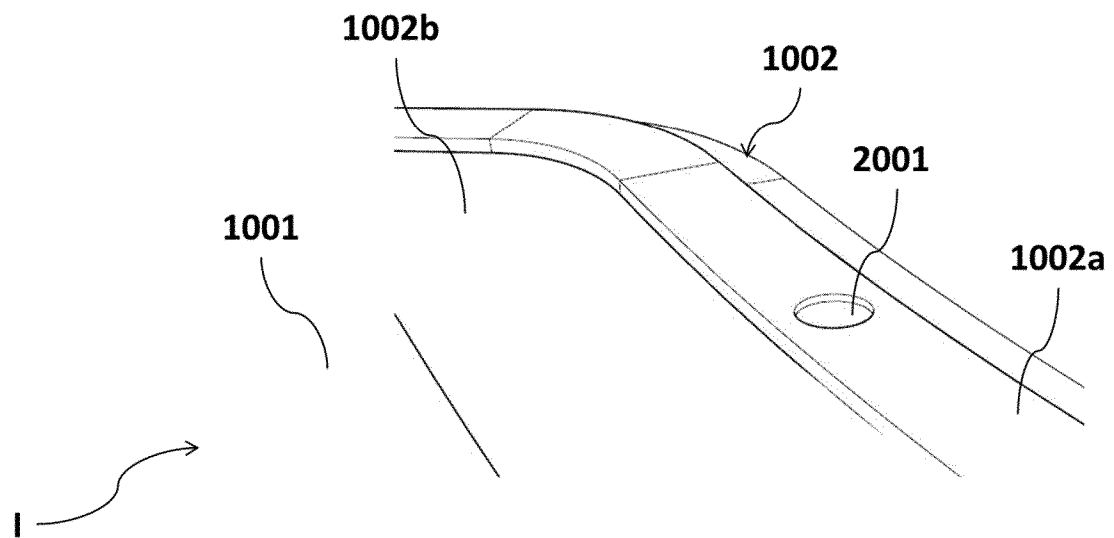
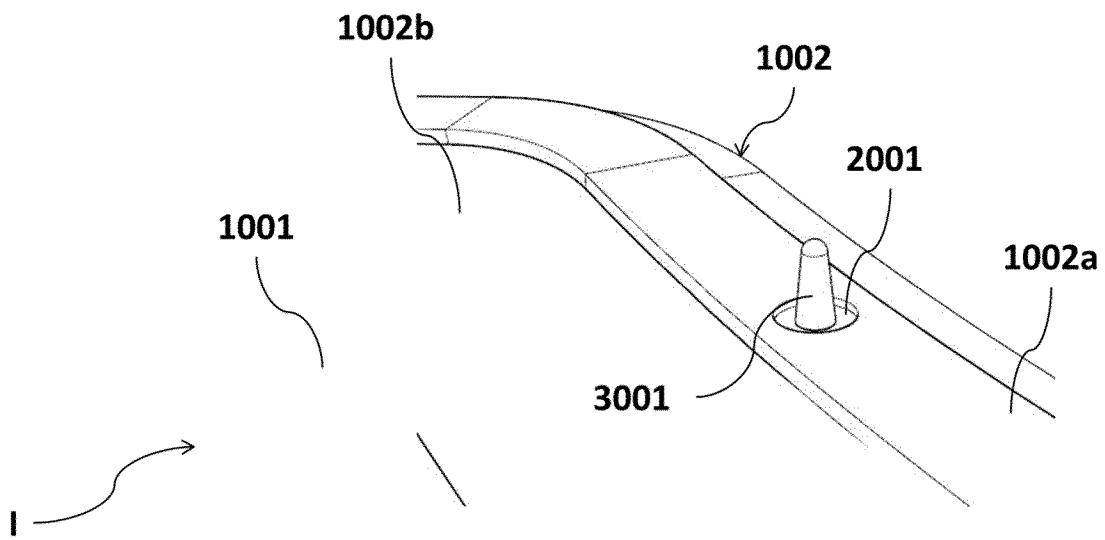
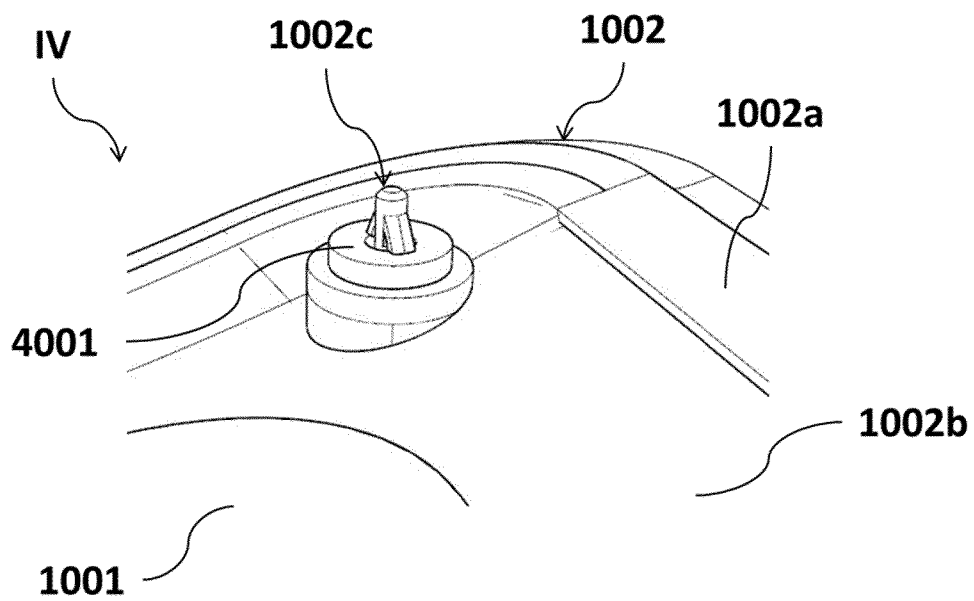
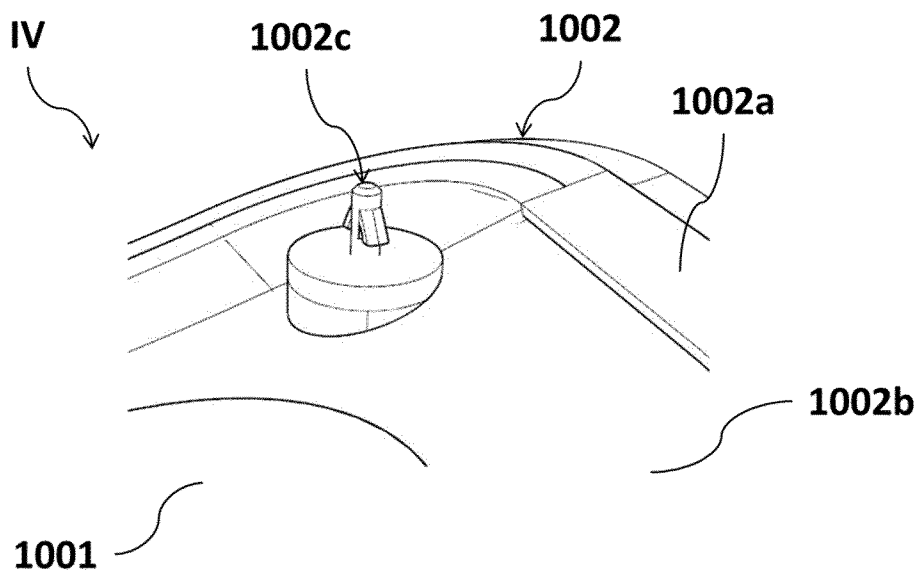
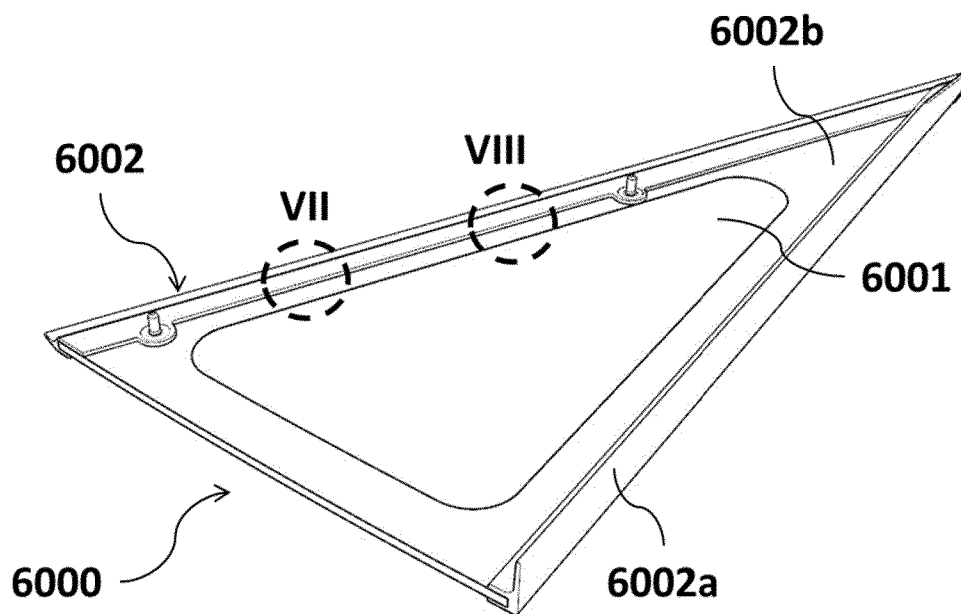
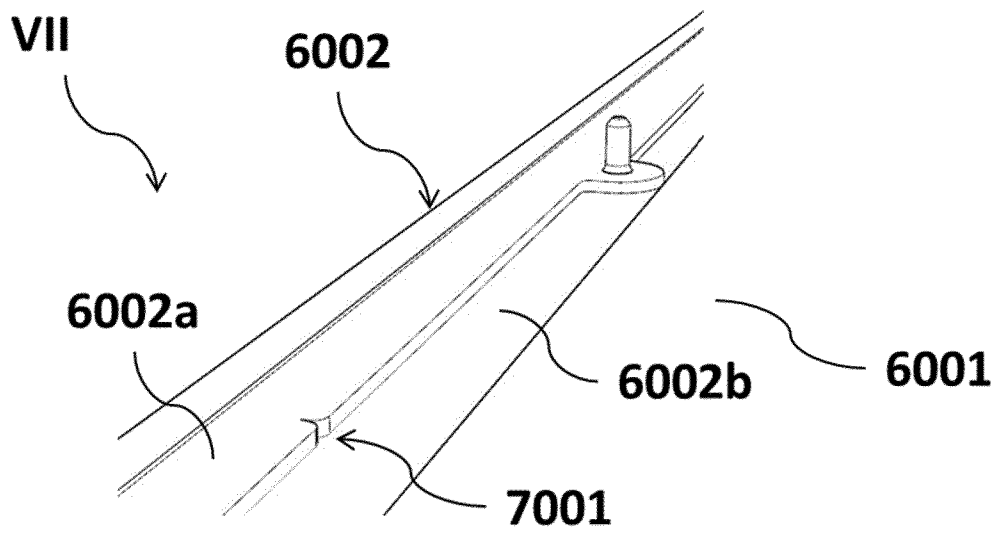
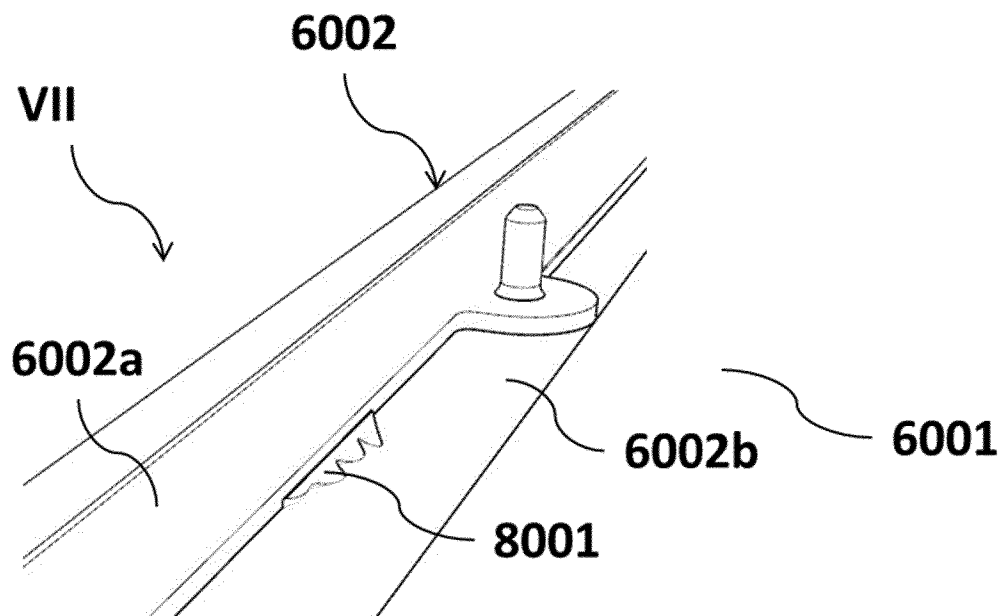


Fig. 2

**Fig. 3****Fig. 4**

**Fig. 5****Fig. 6**

**Fig. 7****Fig. 8**

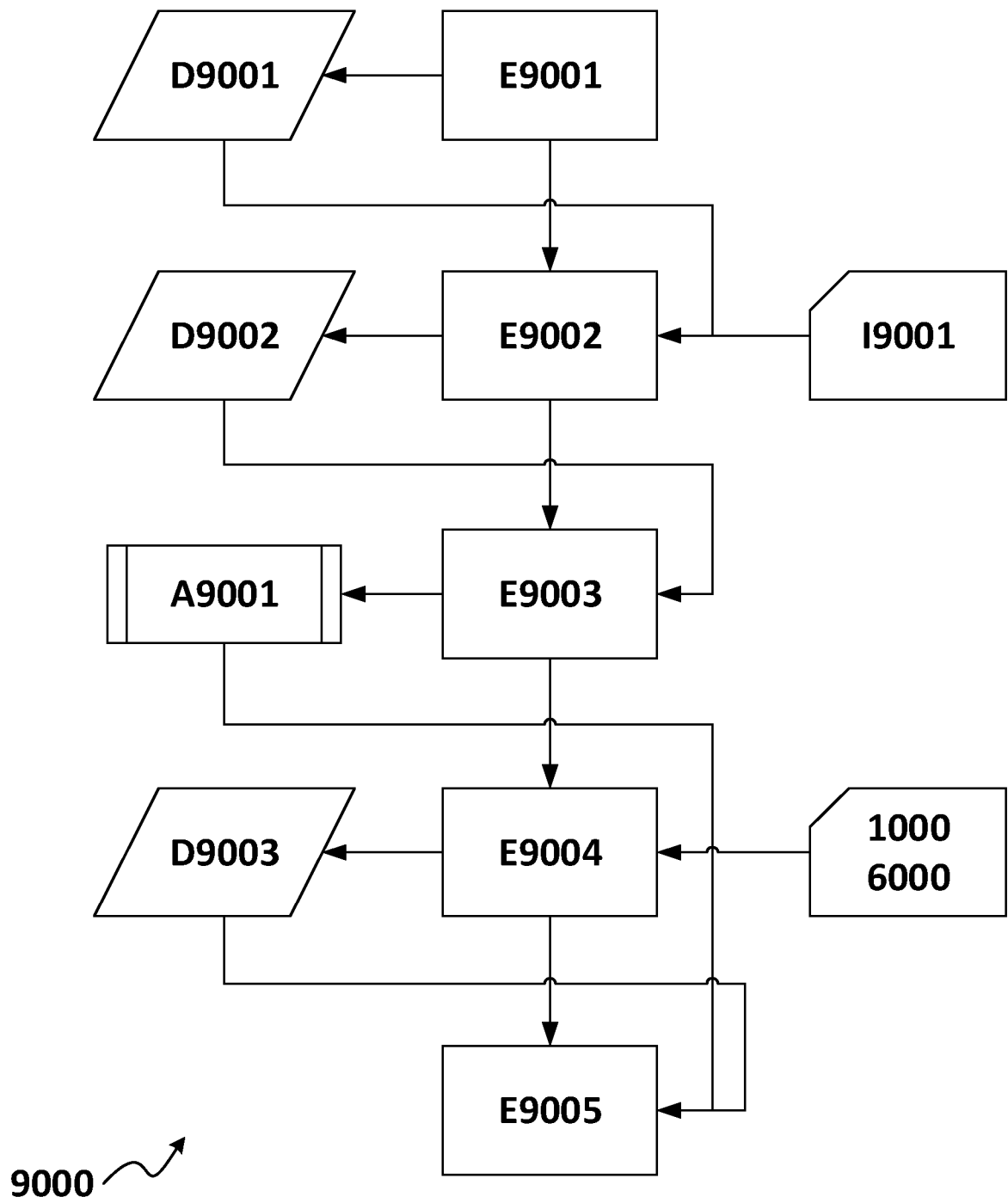
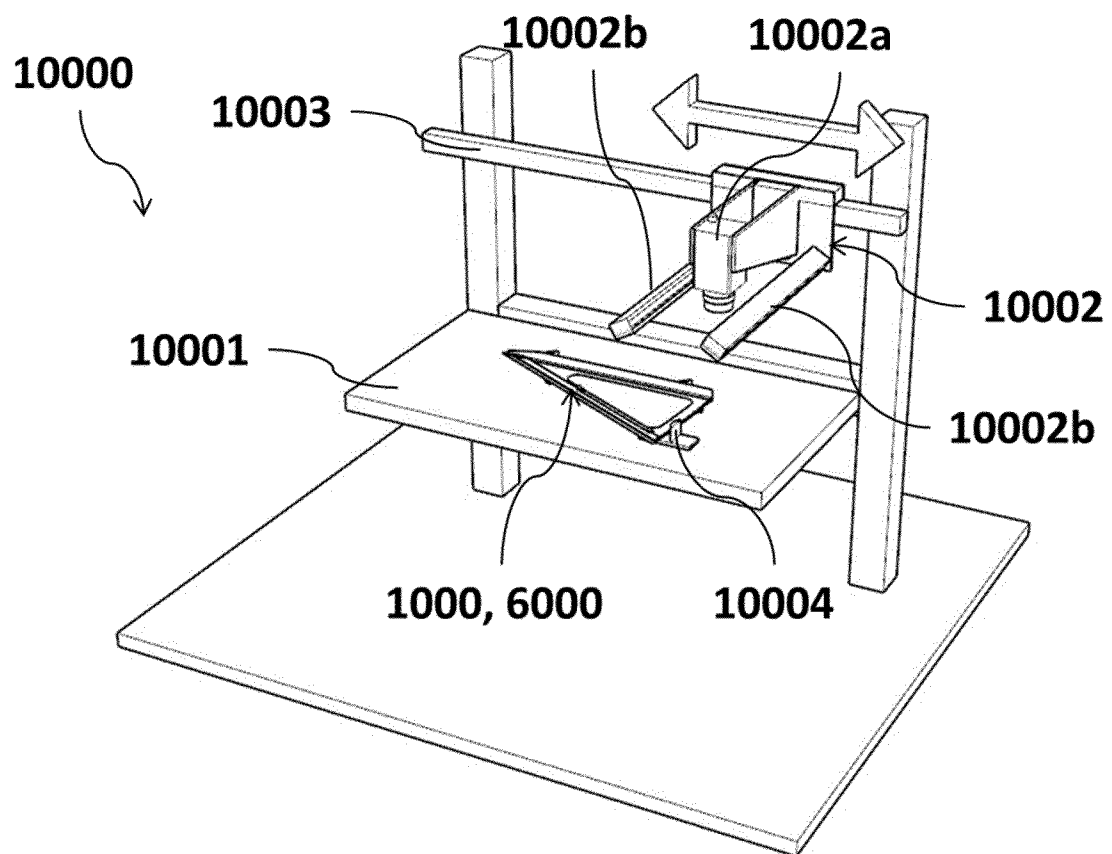


Fig. 9

**Fig. 10**

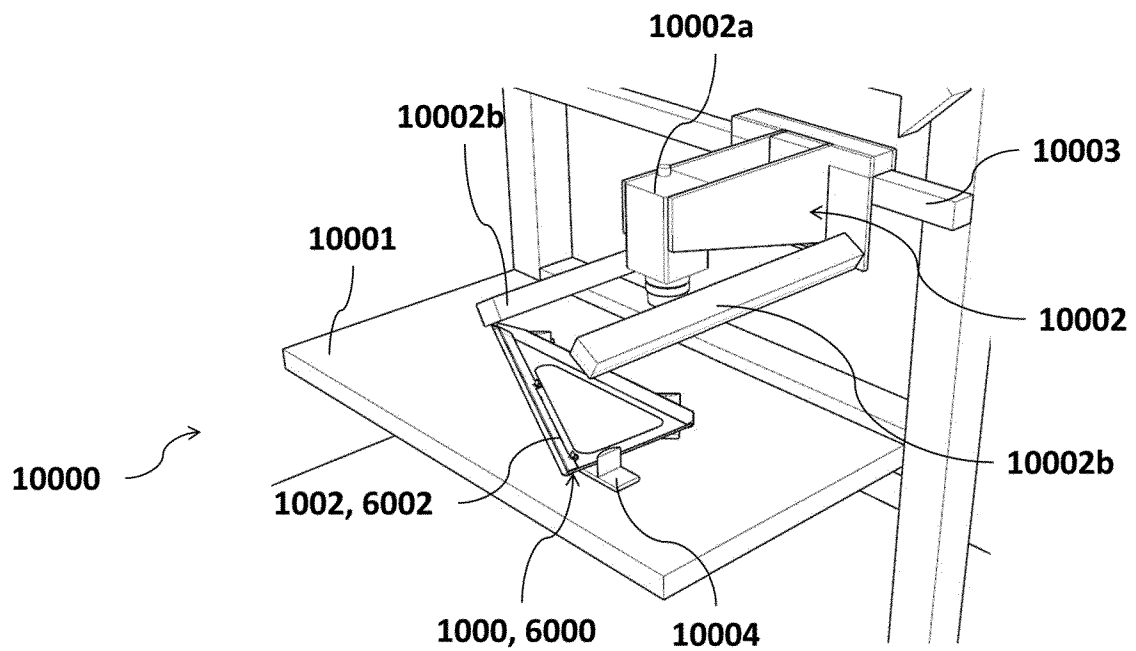


Fig. 11

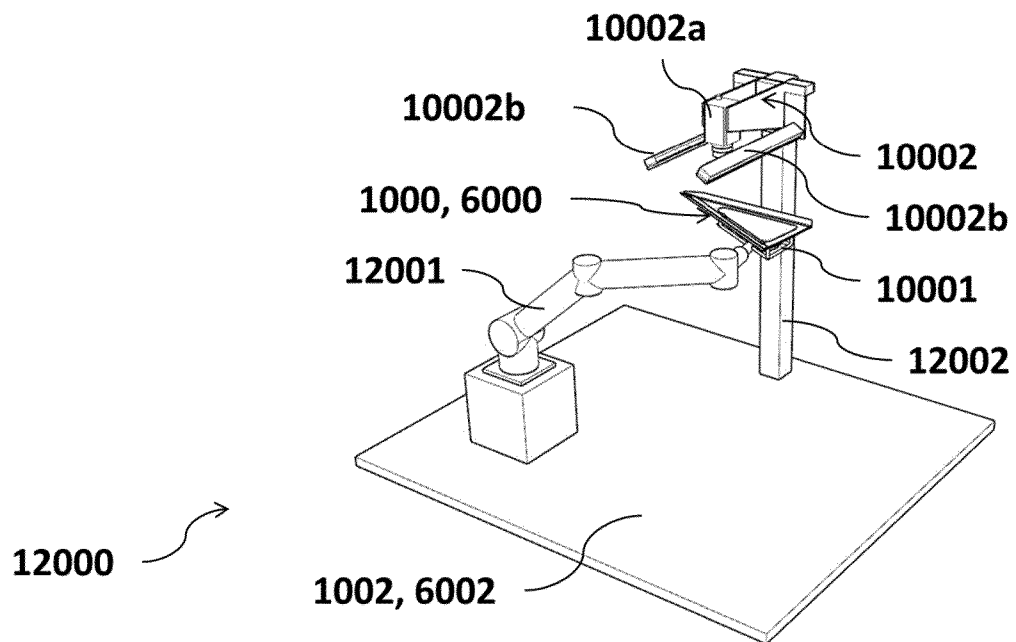
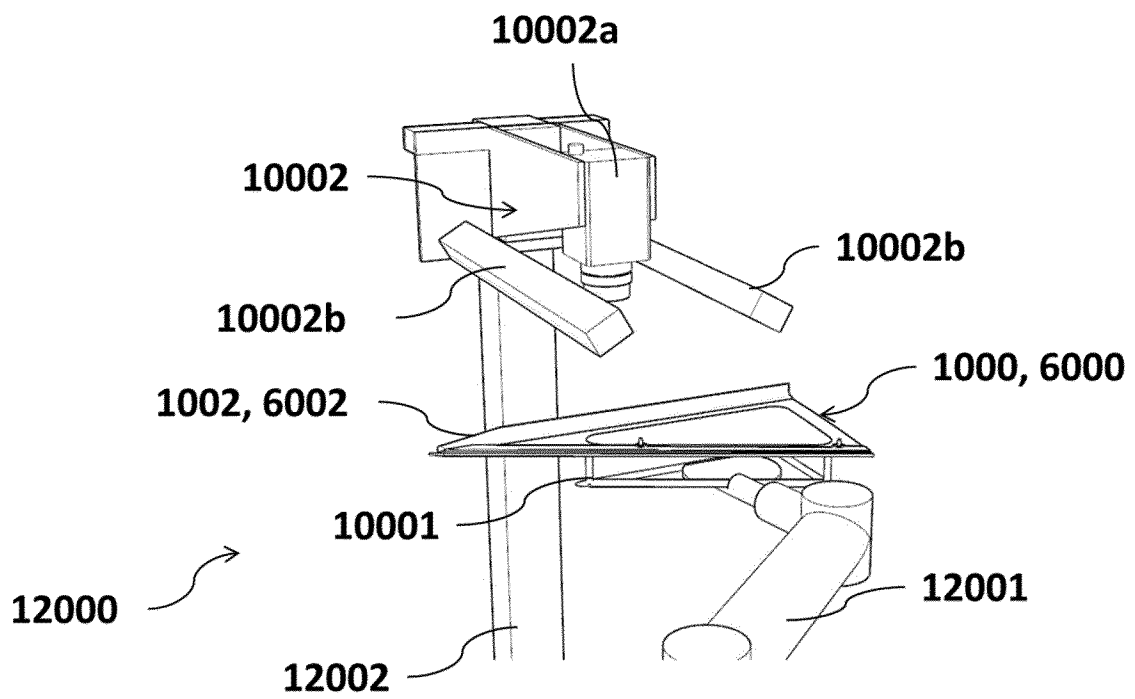


Fig. 12

**Fig. 13**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/081286**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01N 21/958**(2006.01)i; **G06N 3/08**(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N; G06N

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 112016006986 T5 (SANYO MACHINE WORKS [JP]) 28 February 2019 (2019-02-28) figures 1, 2A, 2B paragraph [0021] - paragraph [0030] paragraph [0039] - paragraph [0040]	1-15
A	CN 110148106 A (BMW BRILLIANCE AUTOMOTIVE LTD) 20 August 2019 (2019-08-20) the whole document	1,8
A	FR 3058816 A1 (SAFRAN [FR]) 18 May 2018 (2018-05-18) the whole document	1,8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 February 2022

Date of mailing of the international search report

22 February 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Meister, Martin

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/081286

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	112016006986	T5	28 February 2019	CN	109073366	A	21 December 2018
				DE	112016006986	T5	28 February 2019
				JP	6707751	B2	10 June 2020
				JP	WO2017221289	A1	11 April 2019
				KR	20190015200	A	13 February 2019
				US	2020326176	A1	15 October 2020
				WO	2017221289	A1	28 December 2017
CN	110148106	A	20 August 2019	NONE			
FR	3058816	A1	18 May 2018	NONE			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2021/081286

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01N21/958 G06N3/08 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G01N G06N		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 11 2016 006986 T5 (SANYO MACHINE WORKS [JP]) 28 février 2019 (2019-02-28) figures 1, 2A, 2B alinéa [0021] – alinéa [0030] alinéa [0039] – alinéa [0040] -----	1-15
A	CN 110 148 106 A (BMW BRILLIANCE AUTOMOTIVE LTD) 20 août 2019 (2019-08-20) le document en entier -----	1, 8
A	FR 3 058 816 A1 (SAFRAN [FR]) 18 mai 2018 (2018-05-18) le document en entier -----	1, 8
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
10 février 2022		22/02/2022
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Meister, Martin

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2021/081286

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 112016006986 T5	28-02-2019	CN 109073366 A	21-12-2018
		DE 112016006986 T5	28-02-2019
		JP 6707751 B2	10-06-2020
		JP WO2017221289 A1	11-04-2019
		KR 20190015200 A	13-02-2019
		US 2020326176 A1	15-10-2020
		WO 2017221289 A1	28-12-2017

CN 110148106 A	20-08-2019	AUCUN	

FR 3058816 A1	18-05-2018	AUCUN	
