

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication : **3 131 634**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
21 N° d'enregistrement national : **21 14685**
51 Int Cl⁸ : **G 01 N 21/90 (2022.01), G 01 N 21/958, B 07 C 5/12**

12 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** **A1**

22 Date de dépôt : 30.12.21.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 07.07.23 Bulletin 23/27.

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) : *TIAMA Société par actions simplifiée*
— FR.

72 Inventeur(s) : COLLE Olivier, FOUILLOUX Julien et GOURGEON Sylvain.

73 Titulaire(s) : TIAMA Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : Cabinet Beau de Loménie.

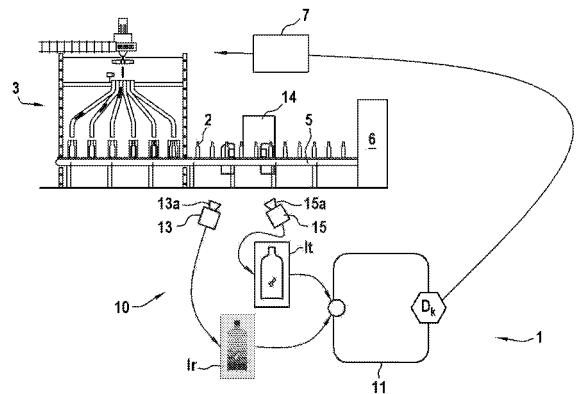
54 Procédé et dispositif d'inspection de récipients chauds en verre en vue d'identifier des défauts.

57 Procédé et dispositif d'inspection de récipients chauds en verre en vue d'identifier des défauts

L'invention concerne un procédé d'inspection de récipients en verre (2) encore chauds, le procédé consistant pour chaque récipient :

- à acquérir au moins une image en transmission (lt) du récipient illuminé par une source (14) d'une lumière traversant le récipient et au moins une image de rayonnement infrarouge (Ir) du récipient,
- à analyser au moins une image en transmission et au moins une image de rayonnement infrarouge,
- à assurer une mise en correspondance d'au moins une partie de l'image en transmission et d'au moins une partie de l'image de rayonnement infrarouge,
- à classifier le récipient, à partir d'au moins une image en transmission et d'au moins une image de rayonnement infrarouge, mises en correspondance, afin d'identifier pour un récipient, au moins un type de défauts.

Figure pour l'abrégié : Fig. 1.



FR 3 131 634 - A1



Description

Titre de l'invention : Procédé et dispositif d'inspection de récipients chauds en verre en vue d'identifier des défauts

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne le domaine technique de l'inspection en ligne de récipients transparents ou translucides tels que par exemple, des bouteilles, des pots ou des flacons en verre, en vue de leur contrôle qualité afin de déceler et d'identifier d'éventuels défauts susceptibles d'affecter ces récipients.

[0002] L'objet de l'invention trouve des applications particulièrement avantageuses pour analyser des caractéristiques physiques des récipients en vue d'identifier des caractéristiques physiques non conformes correspondant à des défauts, comme par exemple des défauts de surface, tels que des plis ou des crevasses, des défauts internes à la matière, tels que des fissures, inclusions, ou bulles, ou encore des défauts dimensionnels du récipient, tels que la répartition de verre.

Technique antérieure

[0003] Pour la fabrication de récipients en verre, il est connu que le procédé de fabrication comprenant la fusion du verre puis son acheminement vers des unités de formage est mis en œuvre au moyen d'une installation de fabrication comprenant un four de fusion, un avant cœur d'amenée de verre fondu vers une machine de formage généralement du type désigné par machine IS. La machine de formage IS comprend un distributeur qui forme des gouttes de verre appelées paraisons et les distribue par des conduits appelés « délivres », vers des sections de formage, à la sortie de laquelle les récipients présentent une haute température typiquement comprise entre 300°C et 600°C. Les récipients qui viennent d'être formés par la machine de formage sont posés successivement sur un convoyeur de sortie pour former une file de récipients. Les récipients sont transportés en file par un convoyeur afin de les acheminer successivement à différents postes de traitement. En particulier les récipients formés sont amenés dans un four de cuisson, qui remonte leur température pour ensuite les refroidir de manière contrôlée afin que disparaissent les contraintes thermiques créées par le processus de formage. D'autres procédés de formage de récipients en verre sont connus pour la verrerie de table, les isolateurs, les seringues et les ampoules. Par exemple, il existe des machines de formage telles que des presses rotatives et séquentielles, et non pas en sections alignées parallèles comme les machines IS. Il existe également, des machines qui transforment des préformes en tubes notamment de verre monocalcique pour réaliser des seringues et ampoules dédiées aux produits pharmaceutiques.

- [0004] Il est connu d'inspecter systématiquement tous les récipients sortant du four de cuisson à l'aide de différents équipements d'inspection notamment des systèmes d'inspection des parois tels que ceux décrits dans les brevets EP2082216, EP2145175 ou EP2856122. Il est ainsi connue la technique d'inspection des parois en transmission pour laquelle une source de lumière est disposée d'un côté du convoyeur et au moins une caméra (typiquement 2 à 6, 12 ou 24) est disposée à l'opposé pour acquérir au moins une image formée par la lumière transmise à travers les parois du récipient. Selon le brevet EP 1 109 008, il est décrite une méthode d'analyse des images de récipients pour l'inspection à froid. Une étape de segmentation détecte des particularités dans les images et des régions autour des particularités. Des paramètres discriminants d'une région sont calculés et combinés avec une méthode de logique floue pour déterminer le type de particularités les plus probables parmi une liste de particularités correspondant à des défauts possibles. Il est ensuite décidé de la conformité de la région, en appliquant des critères différents selon le type de particularité retenu. Par exemple un défaut de type plis sera éjecté pour une certaine surface alors qu'un défaut de type inclusion sera rejeté même s'il a une surface faible. Ce brevet enseigne notamment que les défauts n'ont pas tous la même criticité, ce qui justifie de chercher à en déterminer la nature avant de décider du rejet d'un récipient.
- [0005] D'une manière générale, il apparaît intéressant d'identifier un défaut le plus tôt possible dans le processus de fabrication des récipients en verre de sorte à pouvoir le corriger le plus tôt possible au niveau de l'installation de fabrication. Il est ainsi avantageux de détecter notamment des défauts des récipients qui sont directement reliés à des réglages du procédé de formage, afin de corriger, en cas de dérive, le procédé de formage le plus rapidement possible, malgré que cela reste complexe en raison de la non linéarité du système, du nombre de paramètres du procédé, et qu'une cause produit plusieurs effets combinés et que plusieurs causes expliquent un même effet.
- [0006] C'est la raison pour laquelle l'art antérieur a proposé des méthodes d'observation des récipients encore chauds en défilement sur le convoyeur de sortie de la machine de formage, avec des dispositifs similaires de ceux employés à froid pour l'inspection après l'arche de cuisson. Selon par exemple les brevets EP 0 177 004 et EP 3 516 377, l'inspection des parois est réalisée selon les mêmes méthodes que l'inspection à froid, et ces brevets décrivent en particulier des moyens d'adapter l'inspection à l'environnement particulier du secteur chaud, par un agencement des moyens de gestion de la température ambiante élevée. Ainsi une source de lumière située d'un côté de la trajectoire des récipients sur le convoyeur de sortie de la machine de formage, illumine les récipients et au moins une caméra sensible à la lumière émise, acquiert au moins une image en transmission de chaque récipient. Les images sont

analysées afin de déterminer les récipients avec un défaut.

- [0007] Les récipients chauds émettant un rayonnement infrarouge, l'art antérieur a proposé également des méthodes d'observation des récipients chauds en défilement sur le convoyeur de sortie, par une caméra infra-rouge en partant du principe que les régions épaisses des récipients rayonnent davantage. Le brevet EP 0 643 297 décrit un dispositif permettant d'effectuer une analyse et un diagnostic sur un procédé de fabrication de produits en verre comportant un capteur sensible au rayonnement infrarouge émis par les objets sortant de la machine de formage. Ce système comporte également un dispositif de traitement numérique comparant le rayonnement à un modèle de référence mathématique afin de déterminer les écarts existants dans la distribution du verre et/ou les causes conduisant à la présence de contraintes thermiques dans le récipient.
- [0008] Le brevet EP0 679 883 décrit un dispositif d'acquisition d'images par une caméra infrarouge, qui recueille le rayonnement émis par les récipients chauds en sortie de la machine de fabrication. La caméra infrarouge est synchronisée avec le fonctionnement des cavités de formage des récipients. Pour l'inspection, un logiciel de traitement divise l'image du récipient capturée par la caméra infrarouge en régions d'inspection. En segmentant et en mesurant des points clairs ou sombres localisés dans ces régions, il est possible d'identifier des défauts de trapèze et des inclusions.
- [0009] Selon le brevet DE10030649 connaissant la vitesse du convoyeur de sortie et l'ordre de sorties des récipients des différentes sections, il est possible et avantageux de relier les défauts détectés à la cavité d'origine afin de pouvoir agir judicieusement sur le procédé de fabrication pour corriger les défauts.
- [0010] L'art antérieur enseigne donc d'inspecter au plus tôt les récipients encore chauds afin de régler ou corriger rapidement le procédé de formage. Des contrôles dimensionnels de diamètres ou de hauteurs se font par vision et même selon la demande de brevet WO2021009456, on peut mesurer l'épaisseur de verre par une imagerie infrarouge dans au moins deux gammes particulières de longueur d'onde. Un écart de dimension est un défaut identifié en soi, de hauteur de diamètre, d'inclinaison ou d'épaisseur, et peut être assigné à au moins une cause de dérive du procédé de fabrication.
- [0011] La situation est différente concernant ce que l'on désignera « défauts d'aspect », à savoir les défauts visuels de tout type : inclusions (de corps étrangers tels que céramiques, métal), bulles, plis, rivières (rainures de surface), glaçures (fissures), ailettes, trapèzes, taches de graisse, zones très minces, infondus. Ces défauts d'aspect se manifestent dans les images par des variations optiques locales, ou des pixels ayant des écarts par rapport à l'arrière-plan. Ces défauts d'aspect peuvent être critiques s'ils conduisent à un risque pour le consommateur, un risque de casse ou une perte de fonctionnalité du récipient. Toutefois, la reconnaissance d'un défaut d'aspect d'après une

image peut être ambiguë. Il s'ensuit en raison des marges de sécurité mises en œuvre lors de la détection, que des récipients sont considérés comme défectueux alors que ces récipients sont conformes.

[0012] Par ailleurs, il est à noter que dans les images peuvent être distingués des artefacts acceptables tels que par exemple des gravures ou des décors, des joints de moule faiblement marqués. Aussi, il apparaît le besoin d'identifier exactement la nature des défauts d'aspects pour identifier les défauts critiques en les distinguant des autres défauts. La prévention des défauts critiques nécessite d'améliorer la fiabilité de classification des défauts d'aspect. Outre le fait que l'amélioration de l'identification des défauts améliore le rendement de la production, cette identification des défauts permet de déterminer leurs causes potentielles de sorte que l'installation de fabrication peut être pilotée en fonction de la catégorie des défauts détectés. En effet, sans identification fiable des défauts détectés, aucune décision sûre de correction du procédé de fabrication ne peut être prise, que ce soit manuellement ou automatiquement.

Exposé de l'invention

[0013] La présente invention vise à remédier aux inconvénients de l'art antérieur en proposant une méthode de contrôle de la qualité des récipients chauds en verre, conçue pour réaliser une détection plus efficace des défauts en particulier d'aspects tout en assurant leur identification sûre et certaine pour donner une information plus complète sur les corrections à apporter aux paramètres de contrôle d'un procédé de fabrication de récipients en verre d'une installation de fabrication.

[0014] L'objet de l'invention concerne un procédé d'inspection de récipients en verre encore chauds sortant d'une installation de fabrication, en vue d'identifier pour un récipient, un type de défauts, le procédé consistant pour chaque récipient:

- à acquérir au moins une image en transmission du récipient illuminé par une source d'une lumière traversant le récipient et au moins une image de rayonnement infrarouge du récipient,
- à analyser au moins une image en transmission et au moins une image de rayonnement infrarouge,
- à assurer une mise en correspondance d'au moins une partie de l'image en transmission et d'au moins une partie de l'image de rayonnement infrarouge,
- à classer le récipient, à partir d'au moins une image en transmission et d'au moins une image de rayonnement infrarouge, mises en correspondance, afin d'identifier pour un récipient, au moins un type de défauts.

[0015] Selon une caractéristique avantageuse de réalisation, on illumine le récipient par une source de lumière dont le spectre d'émission est dans une gamme de longueur d'onde inférieure à 0,8 μm , et on acquiert l'image de rayonnement infrarouge d'un récipient

dans une gamme de longueur d'onde supérieur à 0,8 μm .

[0016] Par exemple, on acquiert l'image de rayonnement infrarouge d'un récipient lorsque la source de lumière est éteinte.

[0017] Selon un autre exemple de mise en œuvre, on acquiert l'image de rayonnement infrarouge selon une direction d'observation telle qu'on ne capte pas, avec le rayonnement infrarouge du récipient, la lumière émise par la source de lumière.

[0018] Selon une caractéristique de l'invention, pour assurer la mise en correspondance des images en transmission et des images de rayonnement infrarouge, le procédé détecte des régions candidates dans les images en transmission et dans les images de rayonnement infrarouge, le procédé assurant, pour chaque récipient :

- une mise en correspondance des régions candidates des images en transmission ou des régions candidates des images de rayonnement infrarouge avec les régions correspondantes respectivement des images en transmission et des images de rayonnement infrarouge, en fonction de leur position sur le récipient,
- ou une mise en correspondance des régions candidates des images en transmission avec les régions candidates des images de rayonnement infrarouge.

[0019] Selon une variante de réalisation, le procédé assure en tant que mise en correspondance, une fusion des images en transmission et des images de rayonnement infrarouge pour obtenir une image composite, le procédé assurant :

- une extraction de caractéristiques de classification de l'image composite, exprimant des critères de classification en transmission et en rayonnement,
- et une classification du récipient à l'aide des critères de classification en transmission et en rayonnement.

[0020] Selon une autre variante de réalisation, le procédé assure en tant que mise en correspondance, une fusion des images en transmission et des images de rayonnement infrarouge pour obtenir une image composite, le procédé assurant :

- une segmentation des images composites pour détecter des régions candidates composites,
- une extraction de caractéristiques de classification des régions candidates composites, exprimant des critères de classification en transmission et en rayonnement,
- une classification du récipient à l'aide des critères de classification en transmission et en rayonnement des régions candidates composites.

[0021] Selon une caractéristique de l'invention:

- on extrait des images en transmission, des critères de classification en transmission,
- on extrait des images de rayonnement infrarouge, des critères de classification en rayonnement,
- on classe le récipient à l'aide des critères de classification en transmission et en rayonnement.

- [0022] Avantageusement, on choisit des critères de classification en rayonnement pour les images de rayonnement infrarouge et des critères de classification en transmission pour les images en transmission, et/ou des critères composites qui prennent en compte des caractéristiques combinant de manière logique ou mathématique des images en transmission et des images de rayonnement infrarouge, ces critères de classification en rayonnement et en transmission étant des critères de position, de taille, de forme ou de photométrie.
- [0023] De manière avantageuse, le procédé consiste à classier le récipient par un classifieur à apprentissage supervisé dont les données d'entrées sont :
- les critères de classification en rayonnement et en transmission,
 - ou les images de rayonnement et les images en transmission,
 - ou des parties des images en rayonnement et des parties des images en transmission.
- [0024] Selon un exemple de mise en œuvre, le procédé consiste à classier le récipient par un classifieur à apprentissage supervisé dont les données d'entrées sont au moins une image composite obtenue par fusion d'au moins une image de rayonnement avec au moins une image de transmission d'un récipient ou par fusion de régions d'au moins une image en rayonnement avec des régions correspondantes d'au moins une image en transmission.
- [0025] Selon un autre exemple de mise en œuvre, le procédé consiste à classier le récipient par un classifieur à apprentissage supervisé entraîné par une base de données d'apprentissage constituée d'un ensemble d'enregistrements comportant chacun pour un récipient exemple observé:
- au moins une image de rayonnement du récipient, au moins une image en transmission du récipient et au moins une étiquette attribuant au récipient exemple au moins une classe d'objet parmi une liste de classes possibles telles que des types de défauts,
- ou
- au moins une région d'image de rayonnement du récipient exemple, au moins une région d'image en transmission du récipient exemple et au moins une étiquette attribuant à la région correspondante du récipient exemple au moins une classe d'objet parmi une liste de classes possibles telles que des types de défauts.
- [0026] Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, le procédé vise à classier chaque récipient selon au moins une classe d'objet parmi une liste de classes possibles contenant au moins des types de défauts, la liste de classes possibles comportant au moins: non défaut, trapèze, inclusion, bulle.
- [0027] Selon une caractéristique avantageuse du procédé, est mise en œuvre une étape de prise en compte d'au moins un type de défaut détecté pour en déduire une information d'ajustement pour au moins un paramètre de contrôle de l'installation de fabrication.

- [0028] Un autre objet de l'invention est de proposer un dispositif d'inspection de récipients en verre encore chauds sortant d'une installation de fabrication en vue d'identifier pour un récipient, un type de défauts, le dispositif comportant:
- un système d'acquisition d'images en transmission des récipients et d'images de rayonnement infrarouge des récipients,
 - une unité de traitement d'informations reliée au système d'acquisition d'images, cette unité de traitement d'informations étant configurée pour comporter:
 - * un système d'analyse d'au moins une image en transmission et d'au moins une image de rayonnement infrarouge du récipient,
 - * un système de mise en correspondance d'au moins une région d'une image en transmission et d'au moins une région d'au moins une image de rayonnement infrarouge du récipient,
 - * un classifieur du récipient, à partir d'au moins une région d'au moins une image en transmission et d'au moins une région d'au moins une image de rayonnement infrarouge, mises en correspondance, afin d'identifier pour un récipient, au moins un type de défauts.
- [0029] Selon un exemple de réalisation, le système d'acquisition d'images en transmission des récipients et d'images de rayonnement infrarouge des récipients comporte d'une part, une caméra sensible au rayonnement infrarouge émis par les récipients et munie d'un objectif et d'autre part, une source d'une lumière traversant les récipients et une caméra sensible à la lumière transmise par les récipients et munie d'un objectif.
- [0030] Avantageusement, le système d'acquisition d'images comporte un système de sélection de la lumière émise par la source de lumière et positionné pour éliminer, du rayonnement capté par la caméra sensible au rayonnement infrarouge, la lumière émise par la source de lumière.
- [0031] Par exemple, le système d'acquisition d'images en transmission des récipients et d'images de rayonnement infrarouge des récipients comporte :
- une source de lumière illuminant les récipients,
 - un capteur sensible au rayonnement infrarouge émis par les récipients,
 - un capteur sensible à la lumière émise par la source de lumière et transmise par les récipients,
 - un objectif optique commun de récupération du rayonnement infrarouge émis par les récipients et de la lumière transmise par les récipients, cet objectif optique étant associé à un système optique de séparation et de filtration pour éliminer la lumière émise par la source de lumière, du rayonnement reçu par le capteur sensible au rayonnement infrarouge
- [0032] Selon une caractéristique de mise en œuvre, l'unité de traitement d'informations est reliée :

- à un éjecteur pour commander l'éjection de récipients identifiés comme défectueux, et/ou

- une unité d'affichage pour présenter à un opérateur les défauts identifiés, les images en transmission et les images de rayonnement infra-rouge des récipients.

- [0033] Typiquement, l'unité de traitement d'informations est reliée à un ordinateur de production supervisant l'installation de fabrication afin de :
- recevoir du ordinateur de production, des informations temporelles permettant d'associer les récipients, leurs images et leurs défauts détectés au numéro de moule ou à la cavité de formage,
 - transmettre au ordinateur de production, les défauts identifiés et mesures effectuées, afin que le ordinateur de production puisse déduire automatiquement une information d'ajustement pour au moins un paramètre de contrôle de l'installation de fabrication.

Brève description des dessins

- [0034] [Fig.1] La [Fig.1] est une vue simplifiée d'un dispositif conforme à l'invention permettant d'inspecter des récipients en verre encore chauds sortant d'un exemple d'une installation de fabrication.
- [0035] [Fig.2] La [Fig.2] représente un exemple de réalisation d'un système d'acquisition d'images pour les récipients sortant d'une installation de fabrication et mis en œuvre dans le dispositif d'inspection conforme à l'invention.
- [0036] [Fig.3] La [Fig.3] représente un autre exemple de réalisation d'un système d'acquisition d'images pour les récipients sortant d'une installation de fabrication et mis en œuvre dans le dispositif d'inspection conforme à l'invention.
- [0037] [Fig.4] La [Fig.4] est un schéma bloc fonctionnel simplifié d'un exemple d'un premier mode de réalisation du dispositif d'inspection conforme à l'invention, mettant en œuvre un traitement dit conventionnel, des informations contenues dans les images en transmission et dans les images de rayonnement infrarouge.
- [0038] [Fig.5] La [Fig.5] est un schéma bloc fonctionnel simplifié d'un exemple d'un premier mode de réalisation du dispositif d'inspection conforme à l'invention, mettant en œuvre une opération de segmentation sur une image composite obtenue par la mise en correspondance d'une image en transmission et d'une image de rayonnement infrarouge.
- [0039] [Fig.6] La [Fig.6] est un schéma bloc fonctionnel simplifié d'un exemple d'un premier mode de réalisation du dispositif d'inspection conforme à l'invention, mettant en œuvre un réseau de neurones convolutif ayant comme données d'entrée, des régions candidates mises en correspondance et issues d'opérations de segmentation d'une image en transmission et d'une image de rayonnement infrarouge.

- [0040] [Fig.7] La [Fig.7] est un schéma bloc fonctionnel simplifié d'un exemple d'un premier mode de réalisation du dispositif d'inspection conforme à l'invention, mettant en œuvre deux réseaux de neurones convolutifs ayant comme données d'entrée, une région candidate issue d'une opération de segmentation d'une image en transmission ou d'une image de rayonnement infrarouge.
- [0041] [Fig.8] La [Fig.8] est un schéma bloc fonctionnel simplifié d'un exemple d'un deuxième mode de réalisation du dispositif d'inspection conforme à l'invention, mettant en œuvre un réseau de neurones convolutif ayant comme données d'entrée, une image composite d'une image en transmission et d'une image de rayonnement infrarouge.
- [0042] [Fig.9] La [Fig.9] est un schéma bloc fonctionnel simplifié d'un exemple d'un deuxième mode de réalisation du dispositif d'inspection conforme à l'invention, mettant en œuvre des réseau de neurones convolutif ayant comme données d'entrées, tout ou partie d'une image en transmission et d'une image de rayonnement infrarouge, sans segmentation préalable.
- [0043] [Fig.10A][Fig.10B][Fig.10C] La [Fig.10A] est une image simulée en transmission montrant un défaut tandis que la [Fig.10B] et la [Fig.10C] sont des images simulées en infrarouge représentant le même défaut s'il s'agit respectivement d'une cavité remplie ou s'il s'agit de verre collé.
- [0044] [Fig.11A][Fig.11B][Fig.11C] La [Fig.11A] est une image en transmission montrant un défaut tandis que la [Fig.11B] et la [Fig.11C] sont des images simulées en infrarouge représentant le même défaut s'il s'agit respectivement d'un morceau de verre ou s'il s'agit d'une tache de graisse.
- [0045] [Fig.12A][Fig.12B] La [Fig.12A] est une image en infrarouge tandis que la [Fig.12B] est une image en transmission montrant un exemple de confusion possible entre des défauts pierre et bouillon.
- [0046] [Fig.13A][Fig.13B] La [Fig.13A] est une image en infrarouge tandis que la [Fig.13B] est une image en transmission montrant un autre exemple de confusion possible entre des défauts petits bouillon et pierre.
- [0047] [Fig.14A][Fig.14B] La [Fig.14A] est une image en infrarouge tandis que la [Fig.14B] est une image en transmission montrant un autre exemple de confusion possible entre des défauts bouillon et pierre.

Description des modes de réalisation

- [0048] La [Fig.1] illustre un dispositif 1 conforme à l'invention permettant d'inspecter des récipients 2 en verre encore chauds sortant d'une installation de fabrication ou de formage 3 de tous types connus en soi. Le dispositif d'inspection 1 vise à détecter pour chaque récipient, si le récipient présente un défaut et à identifier pour un récipient

présentant un défaut, un type de défaut parmi une famille de défauts.

- [0049] En sortie de l'installation de fabrication 3, les récipients 2 tels que dans l'exemple illustré, des bouteilles ou des flacons en verre, présentent une haute température typiquement comprise entre 300°C et 600°C. De manière connue, les récipients 2 qui viennent d'être formés par l'installation 3 sont pris en charge par un convoyeur de sortie 5 pour former une file de récipients en étant dans l'exemple illustré, posés successivement sur le convoyeur de sortie. Les récipients 2 sont transportés en file par le convoyeur 5 selon une direction de transfert afin de les acheminer successivement à différents postes de traitement et en particulier une arche de cuisson, en amont de laquelle est placée une hotte de traitement de surface 6 constituant généralement le premier des postes de traitement après le formage. Avantageusement, le dispositif d'inspection 1 conforme à l'invention inspecte les récipients encore chauds en amont du premier poste de traitement de surface à savoir la hotte de traitement de surface 6.
- [0050] L'installation de fabrication 3 est connue en soi et un exemple sera décrit de manière succincte pour uniquement permettre une compréhension de l'interaction entre le dispositif d'inspection 1 conforme à l'invention et l'installation de fabrication 3.
- [0051] L'installation de fabrication 3 comporte un calculateur de production 7 permettant de superviser les différentes fonctionnalités de l'installation de formage 3. Classiquement, l'installation de fabrication 3 comporte plusieurs sections de formage distinctes fonctionnant en parallèle et délivrant successivement au moins un récipient en verre. Dans l'exemple de la machine IS, les différentes sections de formage distinctes comportent chacune au moins un moule ébaucheur recevant une paraison de verre et au moins un moule finisseur. De manière connue, il est possible d'identifier la section de formage, le moule ébaucheur et le moule finisseur d'où est issu chaque récipient 2, l'ordre de défilement des récipients étant connu pour une production donnée.
- [0052] Le système d'inspection 1 conforme à l'invention comporte un système d'acquisition 10 d'images en transmission I_t des récipients 2 et d'images de rayonnement infrarouge I_r des récipients 2 et une unité électronique de traitement d'informations 11 reliée au système d'acquisition 10. Cette unité électronique de traitement d'informations 11 est un système informatique de tous types comportant ordinateurs, périphériques externes (unité d'affichage, claviers...), programmes, bases de données, etc. Cette unité de traitement d'informations 11 est reliée au calculateur de production 7 afin de recevoir si besoin du calculateur de production, des informations temporelles permettant d'associer les récipients 2, leurs images et leurs défauts détectés au numéro de moule ou à la cavité de formage. Typiquement, le fonctionnement du système d'acquisition d'images 10 est synchronisé avec le fonctionnement des cavités de formage des récipients. Par ailleurs, cette unité de traitement d'informations 11 transmet au calculateur de production 7, les défauts identifiés et les mesures effectuées, afin que le

calculateur de production puisse déduire automatiquement une information d'ajustement pour au moins un paramètre de contrôle de l'installation de fabrication 3. Un tel ajustement des paramètres de contrôle est réalisé de manière manuelle ou automatique. Enfin, l'unité de traitement d'informations 11 est reliée à un éjecteur pour commander l'éjection de récipients identifiés comme défectueux, et/ou à une unité d'affichage pour présenter à un opérateur les défauts identifiés, les images en transmission et les images de rayonnement infrarouge des récipients.

- [0053] Le système d'acquisition 10 permet d'observer chaque récipient 2, selon deux modalités à savoir l'émission infrarouge d'un récipient chaud et la transmission d'une lumière traversant le même récipient. Le système d'acquisition 10 d'images en transmission des récipients et d'images de rayonnement infrarouge des récipients peut être réalisé de toute manière appropriée. Selon l'exemple illustré à la [Fig.1], le système d'acquisition 10 comporte d'une part, une caméra 13 sensible au rayonnement infrarouge émis par les récipients 2 et munie d'un objectif 13a et d'autre part, une source 14 d'une lumière traversant les récipients et une caméra 15 sensible à la lumière transmise par les récipients et munie d'un objectif 15a.
- [0054] Selon une caractéristique avantageuse de réalisation, le système d'acquisition 10 comporte un système de sélection de la lumière émise par la source de lumière 14 et positionné pour éliminer, du rayonnement capté par la caméra 13 sensible au rayonnement infrarouge, la lumière émise par la source 14. En d'autres termes, le dispositif d'acquisition 10 est configuré de manière que la caméra 13 sensible au rayonnement infrarouge capte uniquement le rayonnement infrarouge du récipient inspecté. Bien entendu, ce but peut être atteint de différentes manières.
- [0055] Par exemple, l'image de rayonnement infrarouge d'un récipient est acquise lorsque la source de lumière 14 est éteinte. Selon un autre exemple de mise en œuvre, l'image de rayonnement infrarouge est acquise selon une direction d'observation telle qu'avec le rayonnement infrarouge du récipient, la lumière émise par la source de lumière 14 n'est pas captée, comme dans l'exemple illustré à la [Fig.1]. Selon un autre exemple de réalisation, la source de lumière 14 ne rayonne pas dans le spectre de sensibilité du capteur de la caméra 13 sensible au rayonnement infrarouge. Selon une caractéristique de l'invention, le spectre d'émission de la source de lumière 14 est dans une gamme de longueur d'onde inférieure à $0,8 \mu\text{m}$, et le capteur de la caméra 13 sensible au rayonnement infrarouge capte le rayonnement infrarouge dans une gamme de longueur d'onde supérieure à $0,8 \mu\text{m}$.
- [0056] Le système d'acquisition 10 peut également comporter des filtres optiques de manière que la caméra 13 sensible au rayonnement infrarouge capte uniquement le rayonnement infrarouge du récipient inspecté. Ces filtres optiques peuvent être montés en tous endroits entre la source de lumière 14 et la caméra 13 sensible au rayonnement

infrarouge.

[0057] La [Fig.2] illustre un autre exemple de réalisation dans lequel le système d'acquisition 10 comporte la source de lumière 14 illuminant les récipients 2, un capteur 13b sensible au rayonnement infrarouge émis par les récipients 2 et un capteur 15b sensible à la lumière émise par la source de lumière 14 et transmise par les récipients. Le système d'acquisition 10 comporte également un objectif optique commun 18 de récupération du rayonnement infrarouge émis par les récipients et de la lumière transmise par les récipients. Cet objectif optique 18 est associé à un système optique 19 de séparation et de filtration pour éliminer la lumière émise par la source de lumière 14, du rayonnement reçu par le capteur 13b sensible au rayonnement infrarouge.

[0058] La [Fig.3] illustre une autre variante de réalisation du système d'acquisition 10 comportant une caméra avec un objectif commun 18 de récupération du rayonnement infrarouge émis par les récipients et de la lumière transmise par les récipients. Le système d'acquisition 10 comporte également deux capteurs linéaires juxtaposés, situés dans le plan focal de la caméra, l'un des capteurs 13b étant sensible au rayonnement infrarouge tandis que l'autre capteur 15b est sensible à la lumière émise par la source 14. Les capteurs linéaires 13b, 15b sont disposés de manière alignée à l'axe de symétrie des récipients, c'est-à-dire verticalement. Bien entendu, le système d'acquisition 10 comporte également un système de sélection de la lumière émise par la source de lumière 14 et positionné pour éliminer, du rayonnement capté par le capteur 13b sensible au rayonnement infrarouge, la lumière émise par la source 14.

[0059] Le système d'acquisition 10 prend pour chaque récipient 2, une ou plusieurs images en transmission I_t et images de rayonnement infrarouge I_r , chacune de ces images étant bidimensionnelles. Les images acquises sont traitées par l'unité de traitement d'informations 11 configurée pour comporter:

- * un système d'analyse d'au moins une image en transmission I_t et d'au moins une image de rayonnement infrarouge I_r ,

- * un système de mise en correspondance d'au moins une région d'une image en transmission et d'au moins une région d'au moins une image de rayonnement infrarouge,

- * un classifieur du récipient, à partir d'au moins une région d'au moins une image en transmission et d'au moins une région d'au moins une image de rayonnement infrarouge, mises en correspondance, afin d'identifier pour un récipient, au moins un type de défauts.

[0060] L'unité de traitement d'informations 11 est ainsi adaptée pour mettre en œuvre un procédé d'inspection pour détecter des défauts sur des récipients tout en assurant l'identification, pour un récipient, d'un type de défauts parmi une famille de défauts. Tel que cela ressort des figures 4 à 9, le procédé d'inspection selon l'invention consiste

pour chaque récipient, à mettre en œuvre, une opération d'acquisition Act d'au moins une image en transmission It du récipient 2 illuminé par la source 14 d'une lumière traversant le récipient et une opération d'acquisition Acr d'au moins une image de rayonnement infrarouge du récipient. Bien entendu, cette opération d'acquisition des images peut concerner la totalité des récipients ou une partie seulement des récipients.

[0061] Le procédé selon l'invention consiste ensuite à mettre en œuvre des opérations d'analyse d'au moins une image en transmission et d'au moins une image de rayonnement infrarouge. Le procédé selon l'invention consiste ensuite à assurer une opération ou étape de mise en correspondance MC d'au moins une partie de l'image en transmission It et d'au moins une partie de l'image de rayonnement infrarouge Ir. Le procédé consiste ensuite à mettre en œuvre une étape de classification Cl, à partir des informations contenues dans au moins une image en transmission et dans au moins une image de rayonnement infrarouge, mises en correspondance, afin d'identifier pour un récipient, au moins un type de défauts Dk.

[0062] Selon un premier mode de réalisation mis en œuvre dans les exemples de réalisation des figures 4 à 7, les opérations d'analyse visent à traiter les images de façon à en extraire, en cas de présence d'une particularité visible ou d'un objet, une région correspondant à cet objet. Un objet d'une image numérique est généralement un ensemble de pixels connexes possédant une propriété commune que ne possèdent pas les ensembles voisins. Un objet est donc entouré d'un contour fermé et est reconnu comme tel à partir uniquement de propriétés de l'image : niveau de gris, etc.

[0063] Un objet correspond à une zone ou région d'une image présentant potentiellement un défaut. Une région avec un objet appelée aussi région candidate, présente un objet que l'on peut classer comme appartenant à une classe d'objet parmi une liste de classes possibles comportant notamment des types de défauts. La liste des classes d'objets est par exemple la suivante :

- marque du joint du moule de formage du récipient, ombre, décor, blason, code, qui ne sont pas des défauts ;
- pli, rivièrè, frottoir, peau d'orange ou crevasse qui sont des défauts de surface ;
- ailette, trapèze, col bouché, qui sont de défauts de forme ;
- fissure, inclusion, bouillon, pierre, bulle, qui sont des défaut interne à la matière ;
- mince qui est une zone de répartition de verre pauvre.

[0064] Selon cette approche plus précise, le procédé selon l'invention vise à classifier chaque récipient dans au moins une classe appartenant à une famille de classes dont certaines des classes comportent des types de défauts.

[0065] Selon l'invention, la classification des récipients se réalise à travers la classification de leurs images ou portions d'image en transmission It et de rayonnement infrarouge Ir. Il est à noter que fréquemment un même récipient porte plusieurs défauts différents.

Bien évidemment, selon l'invention on peut classifier une première région du récipient en fonction d'une première portion d'image en transmission It et d'une première portion d'image de rayonnement infrarouge Ir correspondant à cette première portion de récipient, et également pour le même récipient, classifier une deuxième région du récipient en fonction d'une deuxième portion d'image en transmission It et d'une deuxième portion d'image de rayonnement infrarouge Ir correspondant à cette deuxième portion de récipient.

[0066] Selon l'invention, la classification des récipients ou des images ou portions d'images a pour objectif de permettre de sécuriser la production, corriger rapidement une erreur du procédé. Cet avantage est particulièrement significatif dans le cas d'apparition dans le procédé d'un défaut critique appelé trapèze ou balançoire. Ce défaut est un fil de verre à l'intérieur du récipient et relié par ses extrémités à la paroi intérieure. Les trapèzes les plus typiques sont traversant de part en part, avec une forme de corde lâche en arc incurvé vers le bas. Ce défaut peut se casser et conduire à des débris de verre dans le futur liquide embouteillé. Il présente un danger pour le consommateur. En conséquence il est considéré comme critique et ne doit absolument pas être livré de récipient portant un trapèze. Ce filtrage est opéré avec succès par les inspections à froid ou à chaud, visible ou infra-rouge. En revanche pour permettre de réagir sur le procédé de fabrication, il est nécessaire de détecter le défaut de préférence à chaud et de le reconnaître. Or si ce défaut est détecté parce qu'il présente une particularité dans les images, il se trouve qu'il est très polymorphe : parfois le fil est absent et on ne voit que l'une ou les deux attaches, parfois il n'a pas la forme d'arc typique, etc. Selon l'invention, grâce à la classification sur la base des deux images des modalités en transmission et de rayonnement infrarouge, on peut reconnaître les trapèzes car au moins une image en transmission (on en fait généralement deux selon des angles différents d'observation) révèle avec précision la forme d'aiguille du défaut au niveau des attaches tandis que l'image en rayonnement infrarouge informe qu'il y a un excès de verre. En effet, on préfère utiliser un rayonnement infra-rouge traversant le verre et sensible à l'épaisseur. On peut donc immédiatement informer un opérateur qui agit et/ou agit automatiquement sur le procédé de fabrication, par exemple en corrigeant la température d'ébauche ou le mouvement de l'inverseur. Selon l'invention, le trapèze fait donc partie de la liste de classes d'objets possibles.

[0067] Une autre illustration de l'intérêt de l'identification par la classification des défauts est que les petites inclusions notamment de céramique se confondent souvent dans une seule des modalités d'observation avec les petites bulles d'air. Cette confusion est gênante car ces défauts n'ont pas la même gravité et pas la même cause dans le procédé de fabrication. Comme on le verra plus loin dans les figures 12A-12B et 13A-13B, la classification sur la base des images selon les deux modalités en

transmission et de rayonnement infrarouge, permet de les distinguer et donc d'agir correctement sur le procédé, par exemple en cas de bulles d'air ou vapeur, d'améliorer l'affinage du verre ou la lubrification des ciseaux et des conduits appelés « délivres ».

[0068] Les opérations d'analyse des images en transmission I_t et des images de rayonnement infrarouge I_r numérique mettent en œuvre des opérations connues en soi, notamment de filtrage et de segmentation, réalisées de façon à extraire toutes régions avec un objet. Ainsi, le procédé met en œuvre une opération SR_t de segmentation et de détection de régions candidates sur les images en transmission I_t et une opération SR_r de segmentation et de détection de régions candidates sur les images de rayonnement infrarouge I_r (figures 4, 6 et 7). Selon l'exemple de réalisation illustré à la [Fig.5], une opération SR de segmentation et de détection de régions candidates est réalisée sur une image composite d'une image en transmission I_t et d'une image de rayonnement infrarouge I_r comme cela sera expliqué dans la suite de la description.

[0069] Une opération de segmentation consiste classiquement à découper l'image en régions ou segments, c'est-à-dire à affecter aux pixels une appartenance à une région. Cette opération de segmentation vise à déterminer les régions candidates dans chaque image, par des opérations de filtrage, seuillage, suivi de contour, etc. en vue généralement mais pas nécessairement de mesurer des paramètres qui caractérisent ces régions. Cette opération de segmentation des images est réalisée selon une méthode de filtrage adaptée à la modalité c'est-à-dire aux images en transmission I_t et aux images de rayonnement infrarouge I_r .

[0070] Ces opérations de segmentation SR_t , SR_r , SR permettent de détecter des régions d'images candidates définies par leur contour limité à l'objet, ces régions d'images candidates RTC , RRC et RCC étant respectivement en transmission, en rayonnement infrarouge ou composites en transmission et rayonnement infrarouge. Il est aussi possible que ces opérations de segmentation SR_t , SR_r , SR permettent de détecter des régions d'images candidates définies par son rectangle encadrant l'objet RTE , RRE , RCE , ces régions d'images candidates étant respectivement en transmission, en rayonnement infrarouge ou composites en transmission et rayonnement infrarouge. Il est aussi possible que ces opérations de segmentation SR_t , SR_r , SR permettent de détecter des régions d'images candidates définies par son rectangle élargi encadrant l'objet RTL , RRL , RCL , de manière à prendre en compte le contexte de l'objet, ces régions d'images candidates étant respectivement en transmission, en rayonnement infrarouge ou composites en transmission et rayonnement infrarouge.

[0071] Le procédé selon l'invention met en œuvre une opération MC de mise en correspondance des régions candidates des images en transmission ou des régions candidates des images de rayonnement infrarouge avec les régions correspondantes respectivement des images de rayonnement infrarouge et des images en transmission, en

fonction de leur position sur le récipient. Cette mise en correspondance peut également concerner les régions candidates des images en transmission avec les régions candidates des images de rayonnement infrarouge.

- [0072] Cette opération MC de mise en correspondance vise à assurer une mise en correspondance des régions dans les deux images en comparant leurs positions respectives sur le récipient. Dans le cas le plus général, on détermine une transformation géométrique d'une image à l'autre, qui permet, partant d'une région ou d'un pixel d'une image de récipient, de localiser une région ou un pixel de l'autre image correspondant à la même région ou partie élémentaire du récipient. La transformation géométrique est de tout type nécessaire et comporte par exemple, une translation/rotation, une anamorphose, un changement d'échelle, etc.
- [0073] Selon une variante de réalisation, on fait une mise en correspondance pixel à pixel de deux images ou régions d'image d'un récipient. Pour ce faire la transformation géométrique est déterminée pour tous les pixels. Il est également possible de calculer pour une des deux images, ou portion d'image, une image transformée qui est superposable à l'autre image ou portion d'image. On applique alors à tous les pixels de la région concernée la transformation géométrique ainsi que des interpolations, par exemple bilinéaires, des valeurs de pixels.
- [0074] Dans le cas où les images en transmission et les images en rayonnement infrarouge se correspondent pixel à pixel en raison du système d'acquisition d'images 10, la mise en correspondance est directe. Dans ce cas, le dispositif d'acquisition doit être construit de manière très précise pour que les capteurs des caméras possèdent le même champ, grandissement, direction d'observation et résolution en pixels par mm, de sorte que la mise en correspondance est déjà réalisée car les pixels de chaque image en transmission et de rayonnement infrarouge correspondent à la même portion élémentaire de surface du récipient. Bien entendu tout écart à cette situation idéale peut être compensé par une mise en correspondance utilisant une transformation géométrique adaptée.
- [0075] Selon une autre variante de réalisation, on met en correspondance des régions dont le milieu, ou le centre de gravité sont proches sur le récipient, c'est-à-dire se correspondent ou sont voisins par la transformation géométrique. Ou bien on met en correspondance des régions dont les rectangles encadrant l'objet RTE, RRE, RCE ou rectangles élargis encadrant l'objet RTL, RRL, RCL, s'intersectent ou se chevauchent sur le récipient dans une certaine proportion de surface donnée.
- [0076] Aussi, cette mise en correspondance MC peut être réalisée soit de régions candidates à régions candidates ou soit de pixel à pixel comme dans l'exemple de réalisation illustré.
- [0077] Selon les exemples de réalisation illustrés aux figures 5 et 8, il est réalisé une image

composite IC avec mise en correspondance d'une image ou portion d'image en transmission It et d'une image ou portion d'image en rayonnement Ir. Le procédé assure ainsi, en tant que mise en correspondance, une fusion des images en transmission et des images de rayonnement infrarouge pour obtenir l'image composite IC. L'opération de mise en correspondance MC peut concerner la totalité des images en transmission et en rayonnement infrarouge ou seulement des parties de ces images. Cette mise en correspondance MC se fait pixel à pixel comme expliqué précédemment. A chaque pixel $pc(x,y)$ de coordonnées x, y de l'image composite est attribué une valeur qui dépend de la transmission obtenue de l'image en transmission It et du rayonnement infrarouge obtenu de l'image en rayonnement Ir. Cette valeur est par exemple soit un scalaire $pc(x,y)$ de 16 bits avec 8 bits de transmission et 8 bits de rayonnement infrarouge ou soit un vecteur $vc(x,y)$ dont les composantes $\{ vt(x,y), vr(x,y) \}$ sont chacune un scalaire en transmission et un scalaire en rayonnement infrarouge. Le plus simple consiste à relever directement la valeur d'un pixel de l'image en transmission It et d'un pixel mis en correspondance de l'image en rayonnement Ir. Toutefois il est possible de construire chaque pixel composite à partir de combinaison de plusieurs pixels voisins dans les images, ou de valeurs interpolées.

- [0078] Selon les exemples de réalisation illustrés aux figures 4, 6 et 7, la mise en correspondance est réalisée de régions candidates à régions candidates. Il est possible d'effectuer un recalage d'une image sur l'autre afin de faire coïncider les régions candidates sur les deux images de modalité différentes. Il est aussi possible de chercher directement les régions candidates localisées dans une même zone du récipient.
- [0079] Le procédé selon l'invention vise à déterminer des critères de classification en rayonnement et en transmission, qui comprennent des critères en transmission qui prennent en compte les caractéristiques t_i (en nombre n) des images en transmission et des critères en rayonnement infrarouge qui prennent en compte les caractéristiques r_i (en nombre m) des images de rayonnement infrarouge, et/ou des critères composites qui prennent en compte des caractéristiques c_i (en nombre q) combinant de manière logique ou mathématique des images en transmission et des images de rayonnement infrarouge. Ces caractéristiques sont par exemple des caractéristiques de position, de taille, de forme (concavité, périmètre, surface...) ou de photométrie (niveau moyen, contraste, variance, textures...).
- [0080] Selon les exemples de réalisation illustrés aux figures 4 et 5, le procédé selon l'invention met en œuvre une opération ECt, ECr, EC d'extraction des critères de classification. Selon l'exemple de réalisation illustré à la [Fig.4], le procédé met en œuvre une opération ECt d'extraction des critères de classification pour la région candidate RTC, RTE, RTL des images en transmission permettant de définir un vecteur Ct de dimension n représentant n caractéristiques t_i obtenues de l'image en rayonnement It

pour chaque région candidate. De même, le procédé selon l'invention met en œuvre une opération ECr d'extraction des critères de classification pour la région candidate RRC, RRE, RRL des images en rayonnement infrarouge permettant de définir un vecteur Cr de dimension m représentant m caractéristiques ri obtenues de l'image en rayonnement Ir pour chaque région candidate.

[0081] Il est à noter que selon l'exemple de réalisation illustré à la [Fig.4], l'opération de mise en correspondance MC des régions candidates RTC, RTE, RTL des images en transmission avec des régions candidates RRC, RRE, RRL des images en rayonnement infrarouge permet d'obtenir un vecteur Cc de dimension n+m+q représentant n+m+q caractéristiques ti, ri et ci obtenues pour chaque région candidate mise en correspondance entre les images en transmission et les images en rayonnement infrarouge.

[0082] Dans l'exemple de réalisation illustré à la [Fig.5], le procédé selon l'invention met en œuvre une opération EC d'extraction des critères de classification en transmission et rayonnement pour la région candidate composite en transmission et rayonnement infrarouge RCC, RCE ou RCL, obtenue après l'opération de segmentation SR. Cette opération d'extraction permet d'obtenir un vecteur Cc de dimension n+m+q représentant n+m+q caractéristiques ti, ri et ci obtenues pour chaque région candidate mise en correspondance entre les images en transmission et les images en rayonnement infrarouge.

[0083] Dans les exemples de réalisation des figures 4 et 5, les critères de classification sont déterminés par une analyse préliminaire à savoir des connaissances métiers ou des études statistiques. Des algorithmes d'analyses d'images déterminent les caractéristiques ti, ri, ci de position, taille, forme et photométrie. Dans les exemples de réalisation illustrés aux figures 6 et 7, les critères de classification sont déterminés par apprentissage supervisé en étant enfouis dans des réseaux de neurones entraînés CNN, CNN1, CNN2. L'ensemble d'apprentissage contient des paires de régions candidates (RTC, RRC), (RTE, RRE), (RTL, RRL) selon les deux modalités d'inspection, avec comme étiquette, une classe d'objet parmi une liste de classes possibles telles que des types de défauts.

[0084] A l'aide des critères de classification en transmission et en rayonnement préalablement déterminés, le procédé classe les défauts et par suite, les récipients porteurs de ces défauts. L'opération de classification permet de décider de la classe d'objet Dk de la région candidate ou du récipient parmi p classes possibles D1, D2, ...Dp. Si une région candidate est trouvée dans une seule des deux images selon une première modalité, on vient effectuer une analyse du défaut selon les critères associés au type d'image exploité mais également l'on prend en compte des critères associés à l'autre modalité : on effectue une analyse basée sur la fusion des critères associés aux deux types d'images. Le principe de l'invention repose sur la prise en compte des deux

modalités d'inspection pour apporter une information supplémentaire et fiabilisée pour opérer la décision de classification des objets ou des récipients, et donc l'identification des défauts.

[0085] La décision de classification donne une classe d'appartenance D_k du récipient parmi p classes possibles. Les p classes sont principalement les types de défauts et concernent notamment les bulles, plis, rivières, frottoirs, peau d'orange, crevasses, ailettes, trapèzes, cols bouchés, bouillons, pierres, marques du joint de moule, ombres, décors, blasons, codes, minces, etc... Il peut être prévu plusieurs classes pour un même défaut si ce défaut présente des formes variées comme par exemple trapèze 1 et trapèze 2. Selon un exemple préféré de mise en œuvre, l'objet de l'invention vise à classifier chaque récipient selon au moins une classe d'objet parmi une liste de classes possibles contenant au moins des types de défauts, la liste de classes possibles comportant au moins: non défaut, trapèze, inclusion et bulle.

[0086] Dans les exemples de réalisation illustrés aux figures 4 et 5, le classifieur Cl peut être par exemple, une machine à support de vecteurs (SVM), un classifieur bayésien ou un réseau de neurones NN (Neural Network). Le classifieur Cl réalise la classification à l'aide des critères de classification en transmission et en rayonnement préalablement déterminés. Le classifieur Cl est entraîné par des méthodes d'apprentissage supervisé consistant à déterminer des paramètres du classifieur à partir d'un ensemble d'objets ou d'images dont la classe est connue, dit ensemble d'apprentissage, et généralement également un ensemble de test. L'ensemble d'apprentissage comprend des paires de régions, de préférence des paires de vecteurs caractéristiques C_t , C_r associés à un type de défaut, soit $\{C_t, C_r, D_k\}$. Typiquement, le classifieur à apprentissage supervisé est entraîné par une base de données d'apprentissage constituée d'un ensemble d'enregistrements comportant chacun pour chaque récipient exemple observé:

- au moins une image de rayonnement du récipient, au moins une image en transmission du récipient et au moins une étiquette attribuant au récipient exemple au moins une classe d'objet parmi une liste de classes possibles telles que des types de défauts,

ou

- au moins une région d'image de rayonnement du récipient exemple, au moins une région d'image en transmission du récipient exemple et au moins une étiquette attribuant à la région correspondante du récipient exemple au moins une classe d'appartenance parmi une liste de classes d'objets tels que des types de défauts.

[0087] Selon l'exemple de réalisation illustré à la [Fig.6], le classifieur est un réseau de neurones convolutif CNN (Convolutional Neural Network) ayant comme données d'entrée, une paire de régions candidates (RTC, RRC), (RTE, RRE) ou (RTL, RRL), obtenues après l'opération de mise en correspondance MC .

- [0088] Selon l'exemple de réalisation illustré à la [Fig.7], le classifieur comporte un premier réseau de neurones convolutif CNN1 (Convolutional Neural Network) ayant comme données d'entrée, une région candidate en transmission (RTC, RTE, RTL) obtenue après l'opération SRt de segmentation et de détection de régions candidates sur les images en transmission It. Le classifieur comporte également un deuxième réseau de neurones convolutif CNN2 (Convolutional Neural Network) ayant comme données d'entrée, une région candidate en rayonnement infrarouge (RRC, RRE, RRL) obtenue après l'opération SRr de segmentation et de détection de régions candidates sur les images en rayonnement infrarouge Ir. Le premier réseau de neurones convolutif CNN1 et le deuxième réseau de neurones convolutif CNN2 travaillent chacun parallèlement respectivement sur une région candidate en transmission (RTC, RTE, RTL) et sur une région candidate en rayonnement infrarouge (RRC, RRE, RRL), ces deux régions selon les deux modalités, étant associées par l'opération de mise en correspondance MC selon les techniques expliquées ci-dessus.
- [0089] Les sorties du premier réseau de neurones convolutif CNN1 et du deuxième réseau de neurones convolutif CNN2 sont les données d'entrée d'un classifieur par exemple de type SVM, Random Forest, bayésien, et de préférence un réseau de neurones NN, permettant de classifier selon les deux modalités. Les sorties du premier réseau de neurones convolutif CNN1 et du deuxième réseau de neurones convolutif CNN2 sont par exemple des hypothèses de classes d'appartenance mais il peut s'agir de données plus complexes avec des vecteurs de dimensions supérieures au nombre p de classes. L'ensemble d'apprentissage des réseaux de neurones contient des paires de régions candidates (RTC, RRC), (RTE, RRE), (RTL, RRL) selon les deux modalités d'inspection, avec comme étiquette, une classe d'objet parmi une liste de classes possibles telles que des types de défauts.
- [0090] Selon un deuxième mode de réalisation mis en œuvre dans les exemples de réalisation des figures 8 et 9, les opérations d'analyse des images ne visent pas à extraire, une région candidate mais à prendre en compte tout ou partie des images en transmission It et des images de rayonnement infrarouge Ir, sans la mise en œuvre d'une opération préalable de segmentation. Selon ces deux exemples de réalisation, les opérations d'analyse reposent sur la mise en œuvre de réseaux de neurones. Si des parties d'images seulement sont analysées, ces parties correspondent de préférence à une ou plusieurs régions d'intérêt du récipient telles que la bague, le col, l'épaule, le corps, le jable ou bien un demi-côté droit ou gauche ou une zone de présence de gravures.
- [0091] Dans l'exemple de réalisation illustré à la [Fig.8], il est réalisé une opération MC de mise en correspondance d'une image en transmission It et d'une image en rayonnement Ir afin d'obtenir une image composite IC. L'image composite IC est

obtenue par fusion d'au moins une image de rayonnement avec au moins une image de transmission d'un récipient ou par fusion de régions d'au moins une image en rayonnement avec des régions correspondantes d'au moins une image en transmission.

[0092] L'image en transmission I_t et l'image en rayonnement I_r sont prises lors des opérations d'acquisition A_{ct} , A_{cr} réalisées par le système d'acquisition d'images 10, comme expliqué dans la description ci-dessus. Cette mise en correspondance MC des images pixel à pixel est réalisée comme expliqué dans l'exemple de réalisation de la [Fig.5]. Cette image composite I_C est utilisée comme données d'entrée d'un réseau de neurones convolutif CNN qui est apte par apprentissage, à prendre en compte les caractéristiques de position, taille, forme et photométrie qui sont significatives pour la classification prévue. L'ensemble d'apprentissage contient des images composites I_C ou des régions d'images composites avec comme étiquette, une classe d'objet parmi une liste de classes possibles telles que des types de défauts. Les critères de classification en transmission et en rayonnement sont pris en compte dans les poids résultant de l'apprentissage et définissant le réseau de neurones convolutif CNN. Il est à noter que contrairement aux exemples des figures 5 et 6, l'opération de segmentation n'est pas nécessaire dans cette variante car les étages du réseau de neurones convolutif sont aptes par apprentissage, à classifier les images selon leur contenu sans segmentation préalable, et à déterminer localement les caractéristiques de position, taille, forme et photométrie qui sont significatives pour la classification. Mais une opération de segmentation est possible par exemple en remplaçant en [Fig.5] l'extraction de caractéristiques EC et le classifieur CL par un classifieur à base de réseau de neurones convolutif CNN.

[0093] Dans l'exemple de réalisation illustré à la [Fig.9], l'image en transmission I_t (en partie ou en totalité) prise par le système d'acquisition d'images 10, est utilisée comme données d'entrée d'un premier réseau de neurones convolutif CNN1 qui est apte par apprentissage, à déterminer les caractéristiques de position, taille, forme et photométrie qui sont significatives pour la classification prévue. L'image de rayonnement infrarouge I_r (en partie ou en totalité) prise par le système d'acquisition d'images 10, est utilisée comme données d'entrée d'un deuxième réseau de neurones convolutif CNN2 qui est apte par apprentissage, à déterminer les caractéristiques de position, taille, forme et photométrie qui sont significatives pour la classification prévue.

[0094] Le premier réseau de neurones convolutif CNN1 et le deuxième réseau de neurones convolutif CNN2 travaillent chacun parallèlement sur deux images candidates dans chaque modalité. Les sorties du premier réseau de neurones convolutif CNN1 et du deuxième réseau de neurones convolutif CNN2 sont les données d'entrée d'un classifieur par exemple de type SVM, Random Forest, bayésien, et de préférence un réseau de neurones NN, permettant de classifier les récipients selon les deux modalités.

Il est à noter que les deux images candidates dans chaque modalité sur lesquelles travaillent le premier réseau de neurones convolutif CNN1 et le deuxième réseau de neurones convolutif CNN2 sont associées à une opération de mise en correspondance.

- [0095] Les sorties du premier réseau de neurones convolutif CNN1 et du deuxième réseau de neurones convolutif CNN2 sont par exemple des hypothèses de classes d'appartenance mais il peut s'agir de données plus complexes avec des vecteurs de dimensions supérieures au nombre p de classes. L'ensemble d'apprentissage des réseaux de neurones contient des paires d'images selon les deux modalités d'inspection, avec comme étiquette, une classe d'objet parmi une liste de classes possibles telles que des types de défauts. Les critères de classification en transmission et en rayonnement sont pris en compte dans les poids résultant de l'apprentissage et définissant les réseaux de neurones CNN1, CNN2 et NN. Il est à noter que contrairement à l'exemple de la [Fig.7], l'opération de segmentation n'est pas nécessaire dans cette variante car les étages du réseau de neurones convolutif sont aptes par apprentissage, à classifier les images selon leur contenu sans segmentation préalable, et à déterminer localement les caractéristiques de position, taille, forme et photométrie qui sont significatives pour la classification.
- [0096] L'objet de l'invention est avantageusement exploité dans le cadre des installations de fabrication pour permettre une meilleure détection et catégorisation des défauts présents au sein des récipients formés encore chauds. Certains défauts peuvent être vus, détectés et catégorisés plus facilement selon une des deux modalités ou grâce à la combinaison des deux modalités.
- [0097] La [Fig.10A] est une image simulée d'un défaut vu en transmission, au niveau de la piquûre d'un récipient tandis que les figures 10B et 10C sont des images simulées du même défaut vu en rayonnement infrarouge, s'il s'agit respectivement d'une cavité remplie ou de verre collé. Ce défaut donne l'impression d'un trapèze inclus dans une cavité moins absorbante. Un peu comme si une bulle d'air s'était formée entre la piquûre et son sommet, ne laissant qu'un fil de verre. Il pourrait également s'agir d'un autre morceau de verre, collé sur la paroi du récipient, ou accroché à la piquûre, à l'intérieur du récipient. Une image infrarouge permettrait potentiellement de confirmer ou non la présence d'un fil de verre, plus émetteur et d'une bulle d'air moins émettrice.
- [0098] Dans le cas d'un fort changement de contraste pour la modalité transmission et d'un fort changement de contraste pour la modalité rayonnement infrarouge, il peut être conclu qu'il s'agit d'une accumulation de matière à cet endroit correspondant à un trapèze, contenu dans une bulle d'air ([Fig.10B]). Dans le cas d'un fort changement de contraste pour la modalité transmission et d'un faible changement de contraste pour la modalité rayonnement infrarouge, il s'agit de deux morceaux de verre collés au niveau de la piquûre ([Fig.10C]).

- [0099] La [Fig.11A] est une image d'un défaut vu en transmission tandis que les figures 11B et 11C sont des images simulées du même défaut vu en rayonnement infrarouge s'il s'agit respectivement d'un morceau de verre ou d'une tache de graisse. Il pourrait s'agir d'un défaut critique à savoir un trapèze c'est-à-dire un morceau de verre contenu dans le récipient. Mais il pourrait également s'agir d'une trace de graisse, à savoir d'un défaut superficiel, apparent sur la paroi du récipient. S'il s'agit d'un morceau de verre épais, contenu à l'intérieur du récipient, son rayonnement infrarouge va s'ajouter à celui des parois du récipient et monter en intensité. A l'inverse, s'il s'agit d'une simple tache de graisse, il ne devrait pas y avoir une grande différence entre le rayonnement infrarouge de la paroi du récipient et celui de défaut superficiel.
- [0100] Dans le cas d'un fort changement de contraste pour la modalité transmission et un fort changement de contraste pour la modalité radiation infrarouge, il s'agit d'une accumulation de matière à cet endroit correspondant à un trapèze ([Fig.11B]). Dans le cas d'un fort changement de contraste pour la modalité transmission et un faible changement de contraste pour la modalité radiation infrarouge, il s'agit d'un défaut absorbant la lumière visible, probablement une tache de graisse au niveau de la surface du récipient ([Fig.11C]).
- [0101] Les figures 12A, 13A, et 14A sont des images réelles obtenues avec une caméra infrarouge de technologie InGaAs, tandis que les figures 12B, 13B et 14B sont des images réelles des mêmes défauts vus en transmission, les acquisitions des images de récipient ayant été réalisées en sortie de machine de fabrication dans une usine de fabrication où sont installées des caméras selon le dispositif d'inspection conforme à l'invention.
- [0102] La [Fig.12A] est une image d'un défaut vu en rayonnement infrarouge tandis que la [Fig.12B] est une image du même défaut vu en transmission. Selon l'art antérieur, le défaut constaté sur l'image en transmission de la [Fig.12B] conduit à une incertitude quant à sa classe d'appartenance entre une pierre et un bouillon. Selon l'invention, l'image en rayonnement infrarouge montre un défaut qui a un rayonnement infrarouge correspondant à la présence de verre permettant de lever la confusion et de conclure à la présence d'une pierre.
- [0103] La [Fig.13A] est une image d'un défaut vu en rayonnement infrarouge tandis que la [Fig.13B] est une image du même défaut vu en transmission. Le défaut de l'image en transmission laisse à penser à un défaut de pierre ou de bouillon. Toutefois, on voit sur l'image en rayonnement infrarouge que le défaut émet peu et est moins contrasté que sur la [Fig.12A]. Le défaut est donc un bouillon.
- [0104] La [Fig.14A] est une image d'un défaut vu en rayonnement infrarouge tandis que la [Fig.14B] est une image du même défaut vu en transmission. Le défaut de l'image en transmission laisse à penser à un défaut de bouillon en raison de la transition claire au

centre de la tache noire. Toutefois, on voit sur l'image en rayonnement infrarouge que l'ensemble du défaut rayonne de sorte que le défaut est une pierre.

- [0105] Ces différents exemples montrent l'intérêt de l'objet de l'invention d'avoir recours à deux modalités d'inspection pour améliorer à la fois la détection et la classification des défauts. La deuxième modalité d'inspection permet de confirmer la classification du défaut, réalisée à l'aide de la première modalité ou de l'infirmier en permettant la classification du défaut dans une autre classe. Pour des défauts peu visibles dans une modalité, une image selon l'autre modalité apporte une information supplémentaire pour classer correctement les défauts.
- [0106] Il peut arriver que le signal d'un défaut soit faible selon les deux modalités considérées. Il est à noter que la transformation en une image composite peut permettre de révéler des objets qui étaient trop faiblement contrastés dans les deux modalités, mais qui, une fois la fusion effectuée, deviennent plus simples à repérer.
- [0107] L'invention s'applique pour tout procédé de fabrication de récipients en verre, incluant bouteilles, pots, flacons, seringues, ampoules, verres de tables, jarres, assiettes. En effet, dans tous ces procédés de fabrication, il y a après formage, une étape longue de refroidissement des objets en verre et l'inspection et la reconnaissance des défauts au plus tôt est utile.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé d'inspection de récipients en verre (2) encore chauds sortant d'une installation de fabrication (3) en vue d'identifier pour un récipient, un type de défauts, le procédé consistant pour chaque récipient:
- à acquérir au moins une image en transmission (It) du récipient illuminé par une source (14) d'une lumière traversant le récipient et au moins une image de rayonnement infrarouge (Ir) du récipient,
 - à analyser au moins une image en transmission et au moins une image de rayonnement infrarouge,
 - à assurer une mise en correspondance d'au moins une partie de l'image en transmission et d'au moins une partie de l'image de rayonnement infrarouge,
 - à classier le récipient, à partir d'au moins une image en transmission et d'au moins une image de rayonnement infrarouge, mises en correspondance, afin d'identifier pour un récipient, au moins un type de défauts.
- [Revendication 2] Procédé d'inspection selon la revendication 1 selon lequel on illumine le récipient par une source de lumière (14) dont le spectre d'émission est dans une gamme de longueur d'onde inférieure à 0,8 μm , et on acquiert l'image de rayonnement infrarouge d'un récipient dans une gamme de longueur d'onde supérieur à 0,8 μm .
- [Revendication 3] Procédé d'inspection selon l'une des revendications précédentes selon lequel on acquiert l'image de rayonnement infrarouge d'un récipient lorsque la source de lumière (14) est éteinte.
- [Revendication 4] Procédé d'inspection selon l'une des revendications 1 ou 2 selon lequel on acquiert l'image de rayonnement infrarouge selon une direction d'observation telle qu'on ne capte pas avec le rayonnement infrarouge du récipient, la lumière émise par la source de lumière (14).
- [Revendication 5] Procédé d'inspection selon l'une des revendications précédentes selon lequel, pour assurer la mise en correspondance des images en transmission et des images de rayonnement infrarouge, le procédé détecte des régions candidates dans les images en transmission et dans les images de rayonnement infrarouge, le procédé assurant, pour chaque récipient :
- une mise en correspondance des régions candidates (RTC, RTE, RTL) des images en transmission ou des régions candidates des images de

rayonnement infrarouge (RRC, RRE, RRL) avec les régions correspondantes respectivement des images en transmission et des images de rayonnement infrarouge, en fonction de leur position sur le récipient,
 - ou une mise en correspondance des régions candidates des images en transmission avec les régions candidates des images de rayonnement infrarouge.

[Revendication 6]

Procédé d'inspection selon la revendication précédente selon lequel le procédé assure en tant que mise en correspondance, une fusion des images en transmission et des images de rayonnement infrarouge pour obtenir une image composite (IC), le procédé assurant :

- une extraction de caractéristiques de classification de l'image composite, exprimant des critères de classification en transmission et en rayonnement,
- et une classification du récipient à l'aide des critères de classification en transmission et en rayonnement.

[Revendication 7]

Procédé d'inspection selon l'une des revendications 1 à 5 selon lequel le procédé assure en tant que mise en correspondance, une fusion des images en transmission et des images de rayonnement infrarouge pour obtenir une image composite, le procédé assurant :

- une segmentation des images composites pour détecter des régions candidates composites,
- une extraction de caractéristiques de classification des régions candidates composites, exprimant des critères de classification en transmission et en rayonnement,
- une classification du récipient à l'aide des critères de classification en transmission et en rayonnement des régions candidates composites.

[Revendication 8]

Procédé d'inspection selon l'une des revendications précédentes selon lequel :

- on extrait des images en transmission, des critères de classification en transmission,
- on extrait des images de rayonnement infrarouge, des critères de classification en rayonnement,
- on classe le récipient à l'aide des critères de classification en transmission et en rayonnement.

[Revendication 9]

Procédé d'inspection selon la revendication précédente selon lequel on choisit des critères de classification en rayonnement pour les images de rayonnement infrarouge et des critères de classification en transmission pour les images en transmission, et/ou des critères composites qui

prennent en compte des caractéristiques combinant de manière logique ou mathématique des images en transmission et des images de rayonnement infrarouge, ces critères de classification en rayonnement et en transmission étant des critères de position, de taille, de forme ou de photométrie.

- [Revendication 10] Procédé d'inspection selon l'une des revendications précédentes consistant à classifier le récipient par un classifieur à apprentissage supervisé dont les données d'entrées sont :
- les critères de classification en rayonnement et en transmission,
 - ou les images de rayonnement et les images en transmission,
 - ou des parties des images en rayonnement et des parties des images en transmission.
- [Revendication 11] Procédé d'inspection selon l'une des revendications 1 à 9 consistant à classifier le récipient par un classifieur à apprentissage supervisé dont les données d'entrées sont au moins une image composite (IC) obtenue par fusion d'au moins une image de rayonnement avec au moins une image de transmission d'un récipient ou par fusion de régions d'au moins une image en rayonnement avec des régions correspondantes d'au moins une image en transmission.
- [Revendication 12] Procédé d'inspection selon l'une des revendications 10 ou 11 consistant à classifier le récipient par un classifieur à apprentissage supervisé entraîné par une base de données d'apprentissage constituée d'un ensemble d'enregistrements comportant chacun pour un récipient exemple observé:
- au moins une image de rayonnement du récipient, au moins une image en transmission du récipient et au moins une étiquette attribuant au récipient exemple au moins une classe d'objets parmi une liste de classes possibles telles que des types de défauts,
- ou
- au moins une région d'image de rayonnement du récipient exemple, au moins une région d'image en transmission du récipient exemple et au moins une étiquette attribuant à la région correspondante du récipient exemple au moins une classe d'objet parmi une liste de classes possibles telles que des types de défauts.
- [Revendication 13] Procédé selon l'une des revendications précédentes selon lequel on vise à classifier chaque récipient selon au moins une classe d'objet parmi une liste de classes possibles contenant au moins des types de défauts, la liste de classes possibles comportant au moins: non défaut, trapèze,

- inclusion, bulle.
- [Revendication 14] Procédé d'inspection selon l'une des revendications précédentes selon lequel est mise en œuvre une étape de prise en compte d'au moins un type de défaut détecté pour en déduire une information d'ajustement pour au moins un paramètre de contrôle de l'installation de fabrication.
- [Revendication 15] Dispositif d'inspection de récipients (2) en verre encore chauds sortant d'une installation de fabrication (3) en vue d'identifier pour un récipient, un type de défauts, le dispositif comportant:
- un système (10) d'acquisition d'images en transmission des récipients et d'images de rayonnement infrarouge des récipients,
 - une unité de traitement d'informations (11) reliée au système (10) d'acquisition d'images, cette unité de traitement d'informations (11) étant configurée pour comporter:
 - * un système d'analyse d'au moins une image en transmission et d'au moins une image de rayonnement infrarouge du récipient,
 - * un système de mise en correspondance d'au moins une région d'une image en transmission et d'au moins une région d'au moins une image de rayonnement infrarouge du récipient,
 - * un classifieur du récipient, à partir d'au moins une région d'au moins une image en transmission et d'au moins une région d'au moins une image de rayonnement infrarouge, mises en correspondance, afin d'identifier pour un récipient, au moins un type de défauts.
- [Revendication 16] Dispositif selon la revendication 15 selon lequel le système (10) d'acquisition d'images en transmission des récipients et d'images de rayonnement infrarouge des récipients comporte d'une part, une caméra (13) sensible au rayonnement infrarouge émis par les récipients et munie d'un objectif (13a) et d'autre part, une source (14) d'une lumière traversant les récipients et une caméra (15) sensible à la lumière transmise par les récipients et munie d'un objectif (15a).
- [Revendication 17] Dispositif selon la revendication 15 selon lequel le système (10) d'acquisition d'images comporte un système (19) de sélection de la lumière émise par la source de lumière (14) et positionné pour éliminer, du rayonnement capté par la caméra sensible au rayonnement infrarouge, la lumière émise par la source de lumière.
- [Revendication 18] Dispositif selon la revendication 15 selon lequel le système (10) d'acquisition d'images en transmission des récipients et d'images de rayonnement infrarouge des récipients comporte :
- une source de lumière (14) illuminant les récipients,

- un capteur (13b) sensible au rayonnement infrarouge émis par les récipients,
- un capteur (15b) sensible à la lumière émise par la source de lumière (14) et transmise par les récipients,
- un objectif optique (18) commun de récupération du rayonnement infrarouge émis par les récipients et de la lumière transmise par les récipients, cet objectif optique (18) étant associé à un système optique de séparation et de filtration pour éliminer la lumière émise par la source de lumière, du rayonnement reçu par le capteur sensible au rayonnement infrarouge.

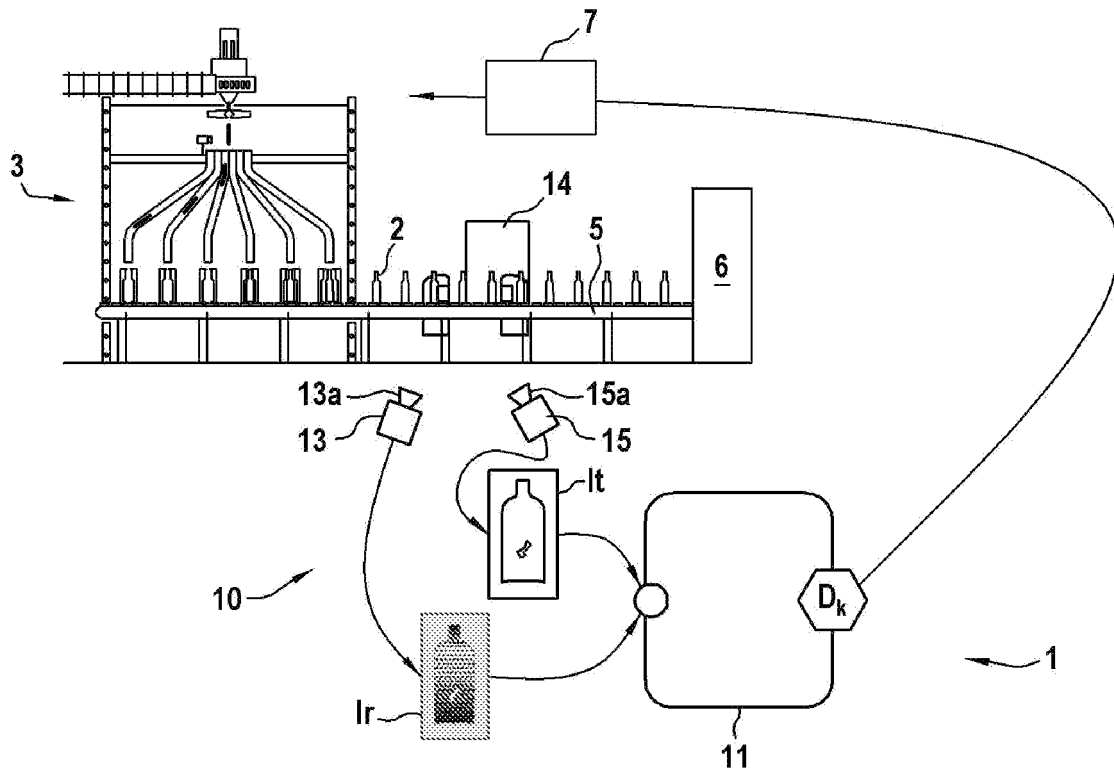
[Revendication 19] Dispositif selon l'une des revendications 15 à 18 selon lequel l'unité de traitement d'informations (11) est reliée :

- à un éjecteur pour commander l'éjection de récipients identifiés comme défectueux, et/ou
- une unité d'affichage pour présenter à un opérateur les défauts identifiés, les images en transmission et les images de rayonnement infra-rouge des récipients.

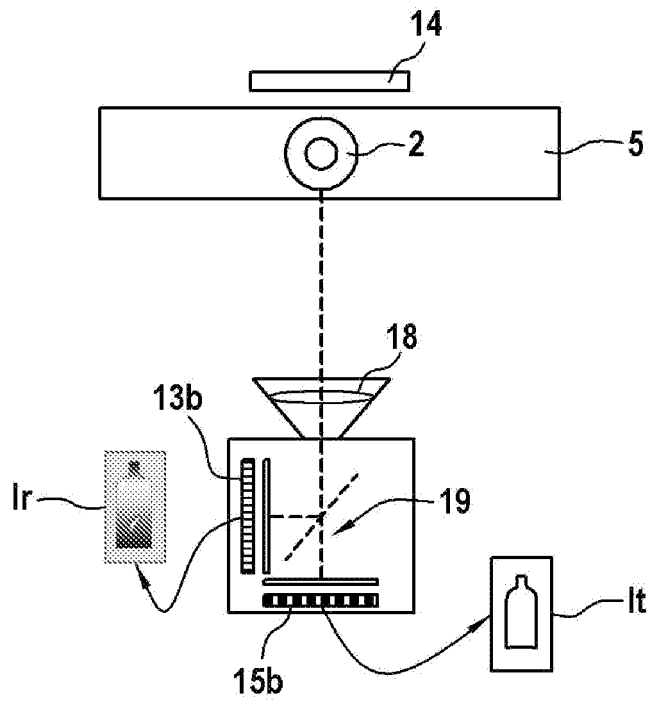
[Revendication 20] Dispositif selon l'une des revendications 15 à 19 selon lequel l'unité de traitement d'informations (11) est reliée à un calculateur de production (7) supervisant l'installation de fabrication (3) afin de :

- recevoir du calculateur de production, des informations temporelles permettant d'associer les récipients, leurs images et leurs défauts détectés au numéro de moule ou à la cavité de formage,
- transmettre au calculateur de production, les défauts identifiés et mesures effectuées, afin que le calculateur de production puisse déduire automatiquement une information d'ajustement pour au moins un paramètre de contrôle de l'installation de fabrication.

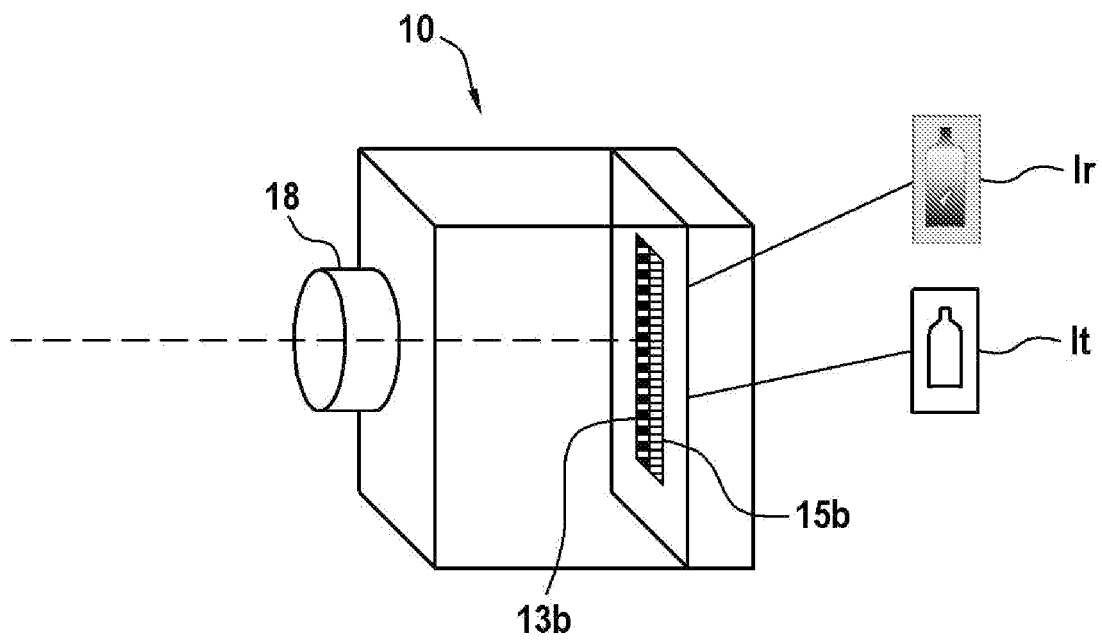
[Fig. 1]



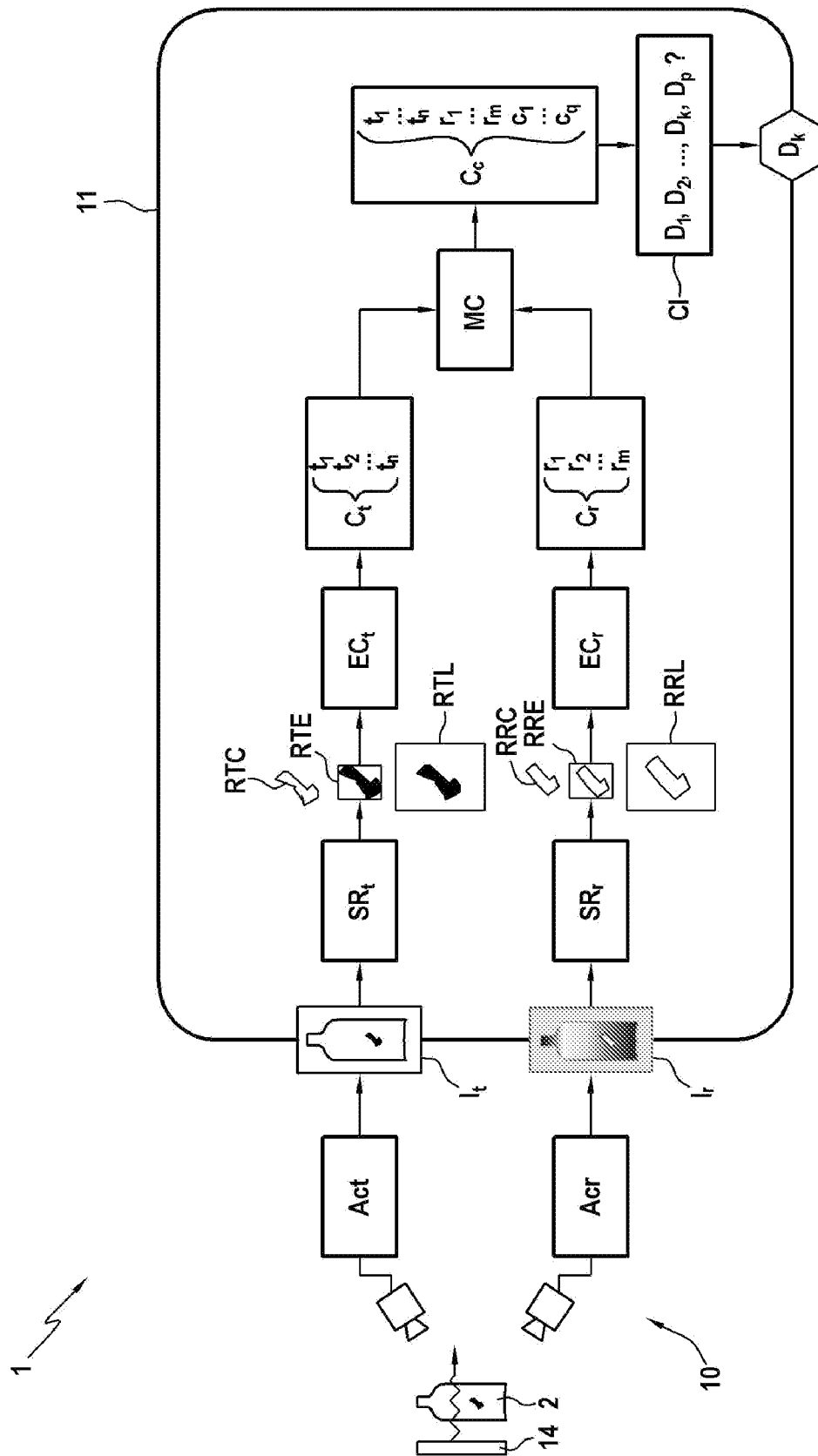
[Fig. 2]



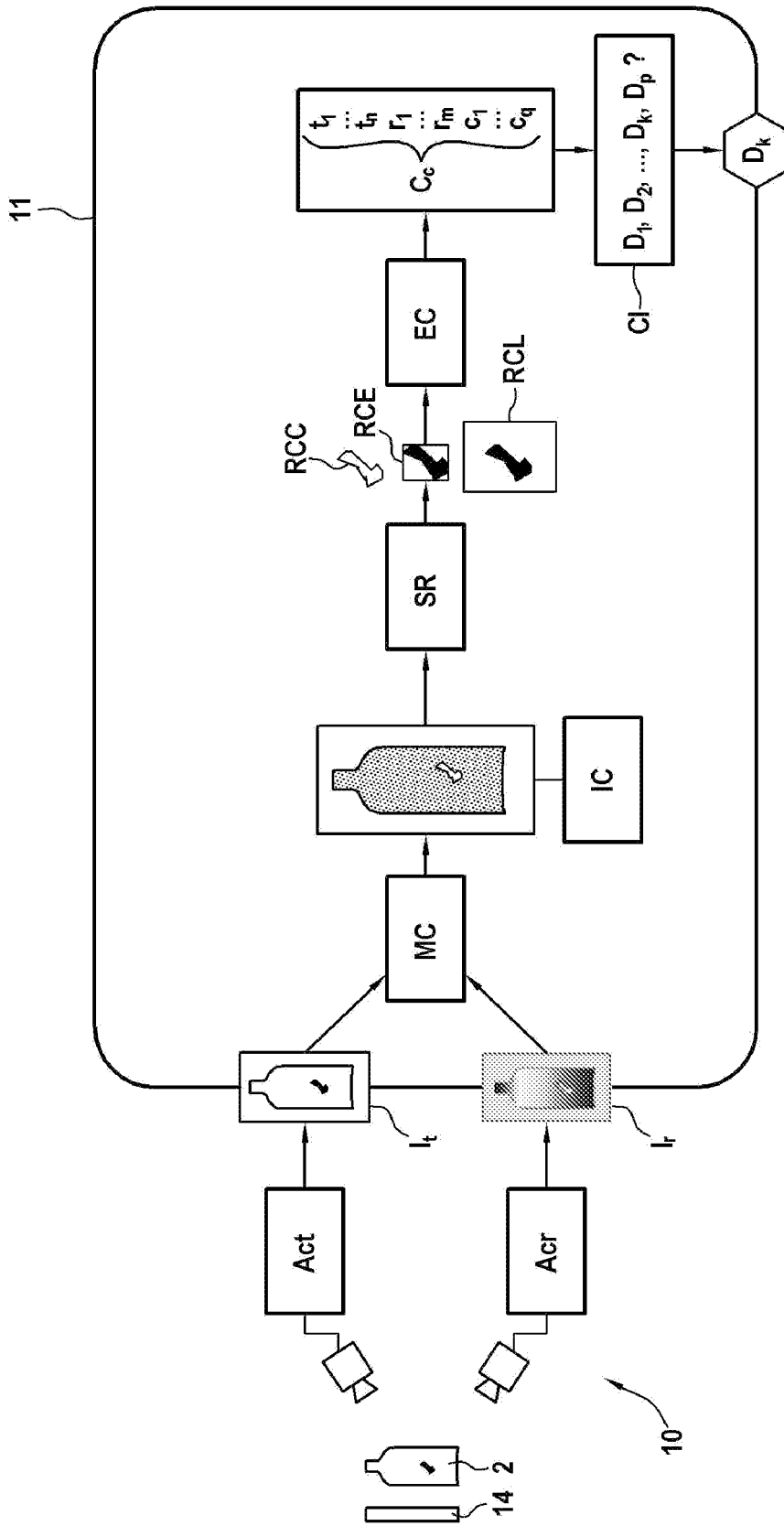
[Fig. 3]



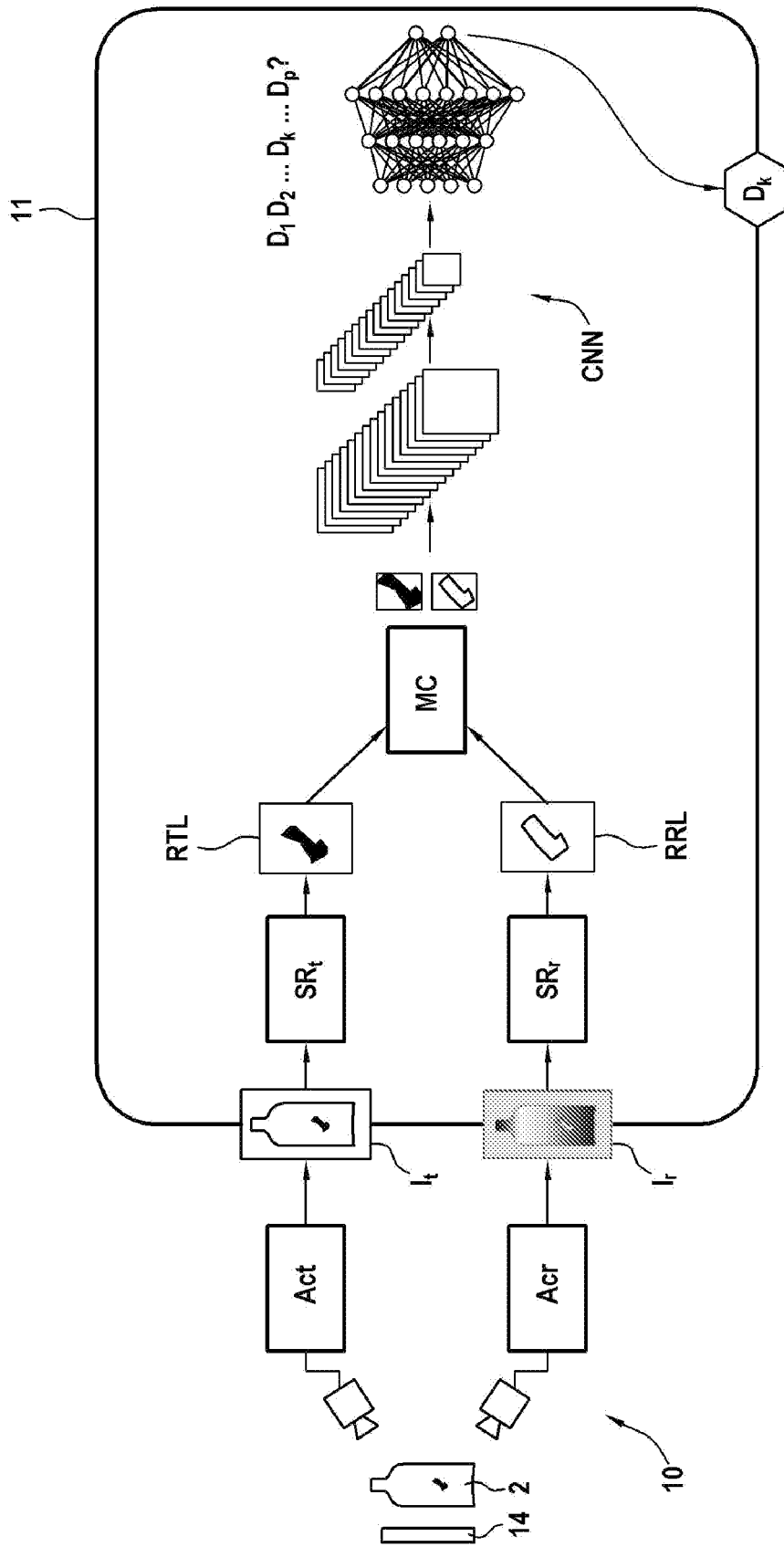
[Fig. 4]



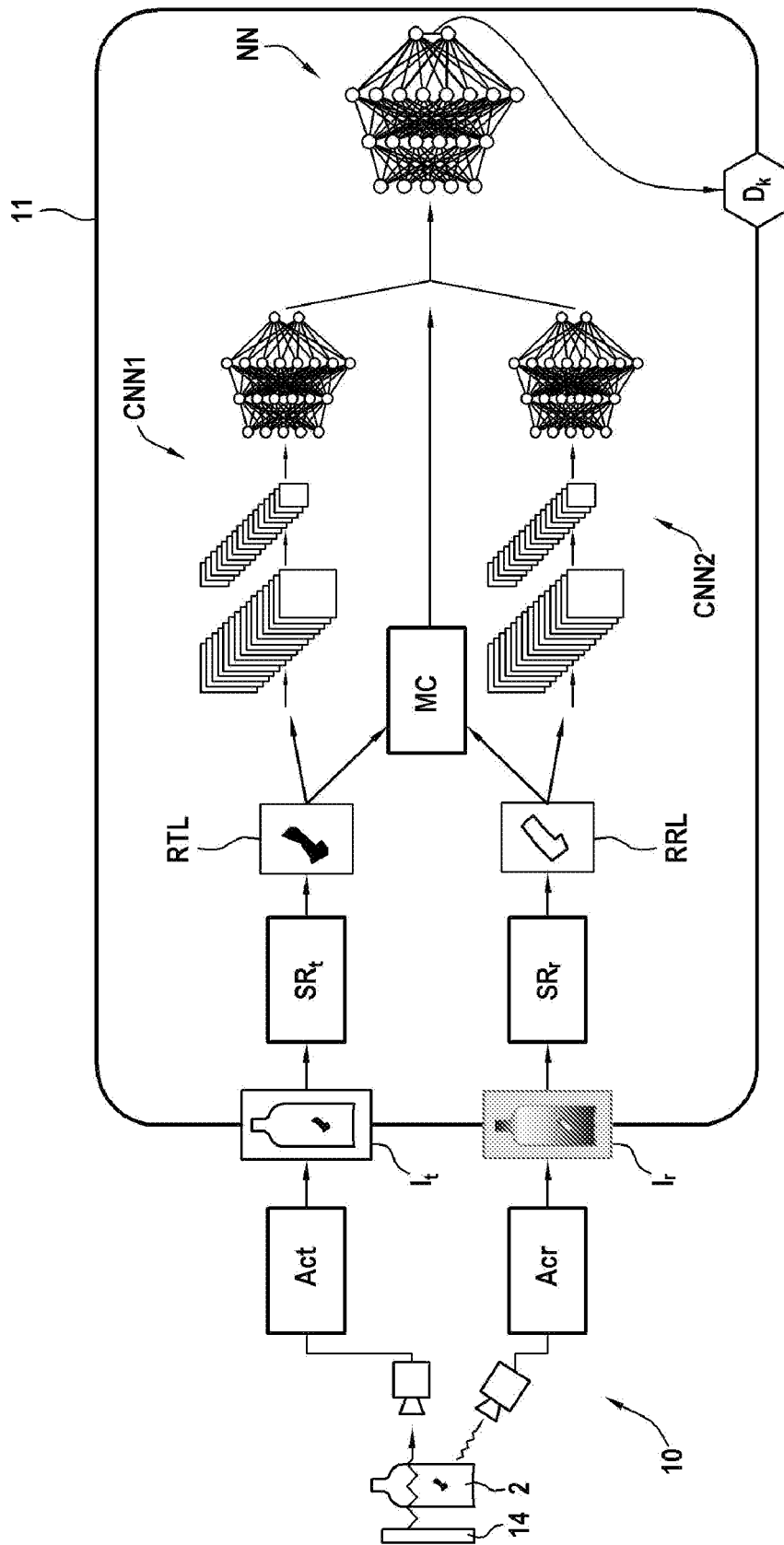
[Fig. 5]



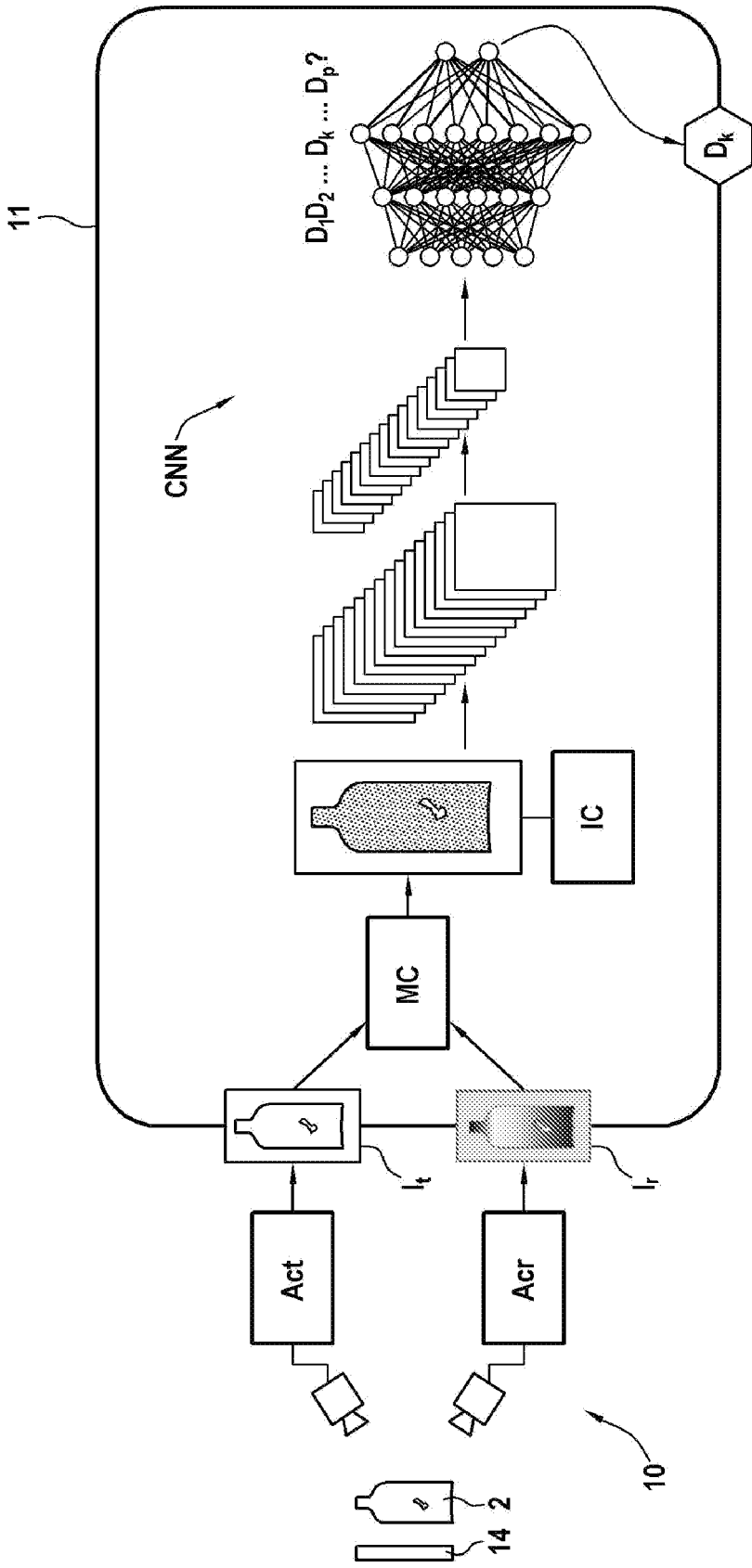
[Fig. 6]



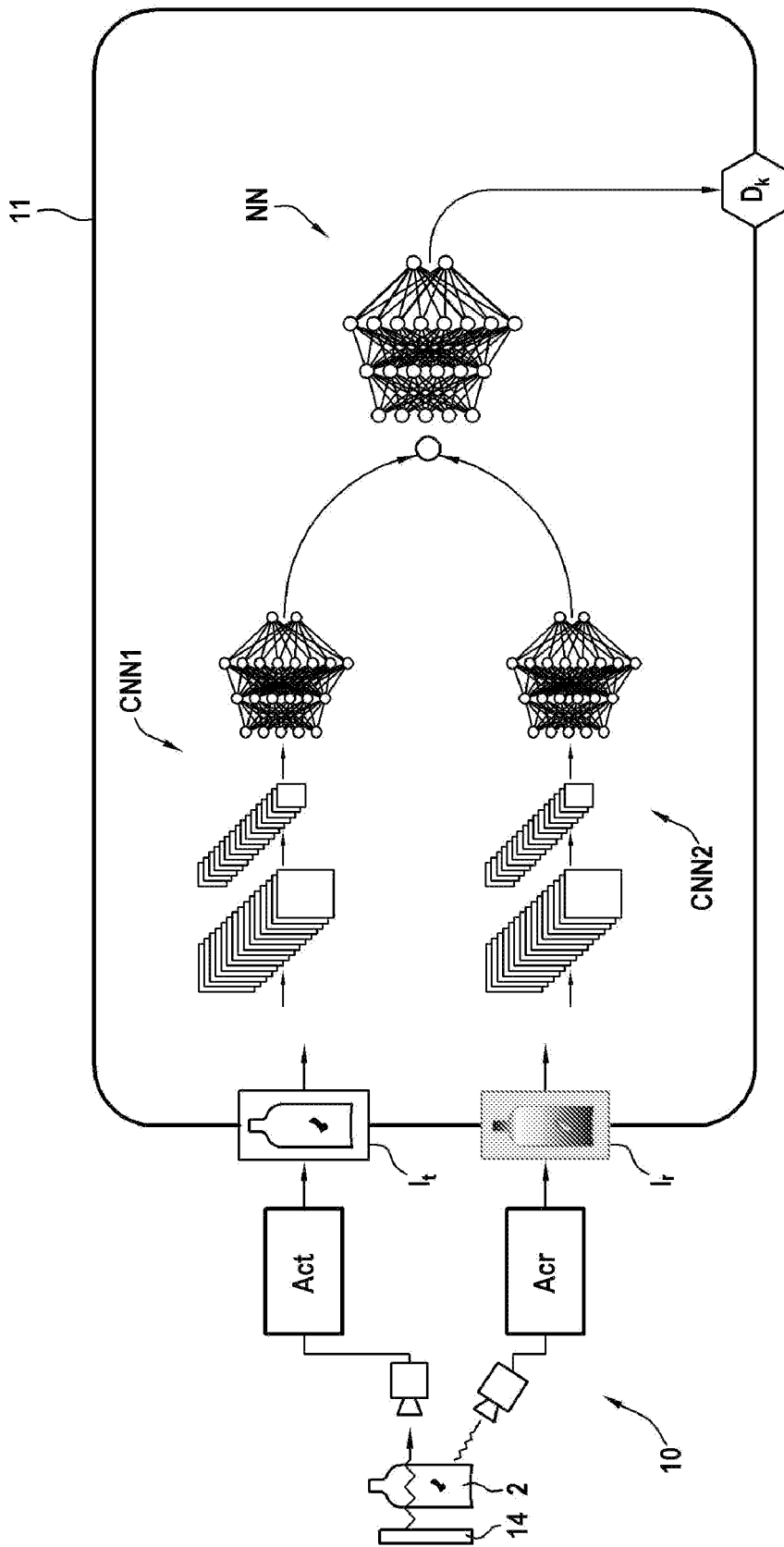
[Fig. 7]



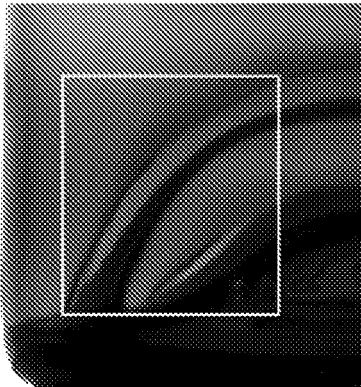
[Fig. 8]



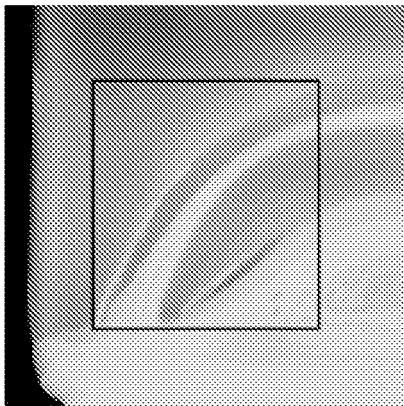
[Fig. 9]



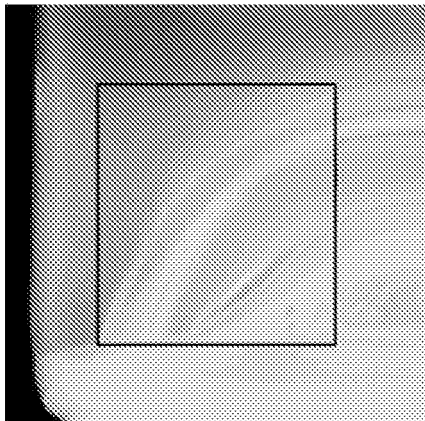
[Fig. 10A]



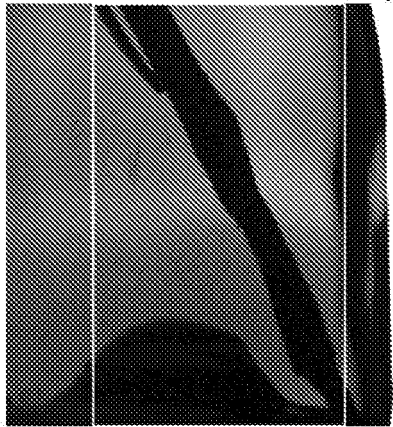
[Fig. 10B]



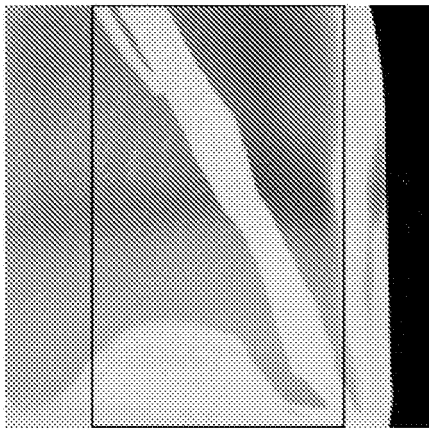
[Fig. 10C]



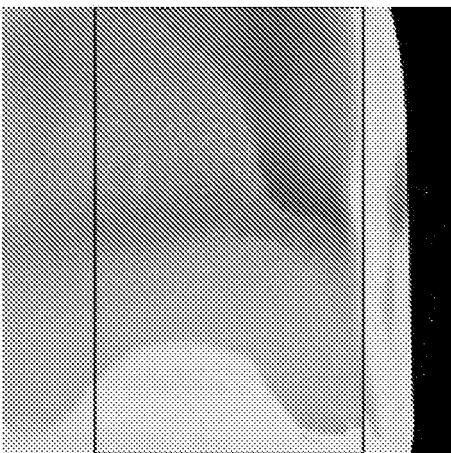
[Fig. 11A]



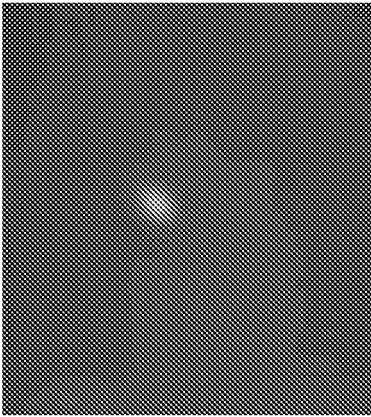
[Fig. 11B]



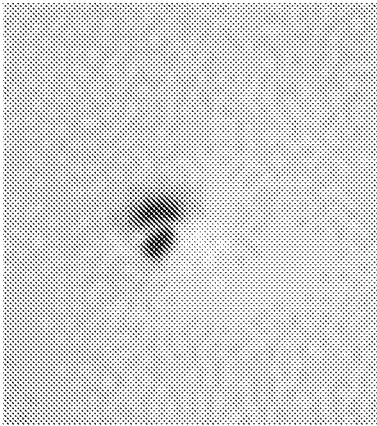
[Fig. 11C]



[Fig. 12A]



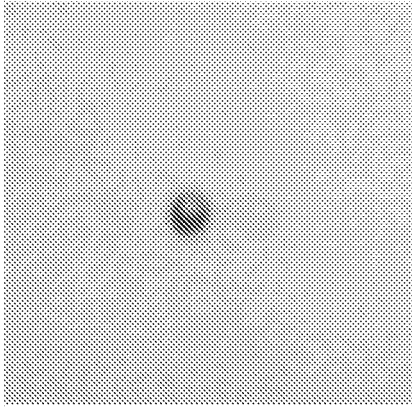
[Fig. 12B]



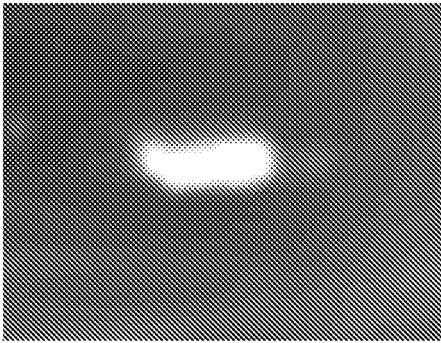
[Fig. 13A]



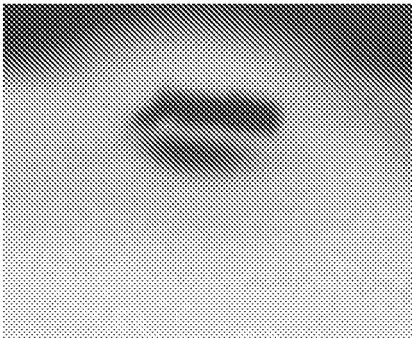
[Fig. 13B]



[Fig. 14A]



[Fig. 14B]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 902483
FR 2114685

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		
A	<p>US 6 188 079 B1 (JUVINALL JOHN W [US] ET AL) 13 février 2001 (2001-02-13) * lignes 4-9, alinéa 1; figure 2 * * ligne 59, alinéa 3 - ligne 28, alinéa 4 * * lignes 48-54, alinéa 2 *</p> <p>-----</p>	1-20	<p>G01N21/90 G01N21/958 B07C5/12</p>
A	<p>US 6 584 805 B1 (BURNS JOHN WILLIAM [US] ET AL) 1 juillet 2003 (2003-07-01) * figures 1,3 *</p> <p>-----</p>	1-20	
A	<p>EP 0 926 486 A2 (OWENS BROCKWAY GLASS CONTAINER [US]) 30 juin 1999 (1999-06-30) * alinéa [0006]; figure 1 *</p> <p>-----</p>	1-20	
A	<p>EP 0 153 565 A2 (KAWASAKI STEEL CO [JP]; FUTECH INC [JP]) 4 septembre 1985 (1985-09-04) * revendications 1-2; figure 4 *</p> <p>-----</p>	1-20	
			<p>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</p> <p>G01N</p>
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 août 2022		Roy, Christophe	
<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 & : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2114685 FA 902483**

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 **09-08-2022**
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 6188079	B1	13-02-2001	AR	022192 A1	04-09-2002
			AR	030902 A2	03-09-2003
			AT	425436 T	15-03-2009
			AU	761813 B2	12-06-2003
			BR	0000047 A	12-09-2000
			CA	2296785 A1	21-07-2001
			CN	1260476 A	19-07-2000
			CN	1607373 A	20-04-2005
			CO	5241374 A1	31-01-2003
			CZ	301960 B6	11-08-2010
			DK	1020703 T3	15-06-2009
			EE	200000001 A	15-08-2000
			EP	1020703 A2	19-07-2000
			EP	2063219 A1	27-05-2009
			HU	9904708 A2	28-06-2001
			JP	3553843 B2	11-08-2004
			JP	3970848 B2	05-09-2007
			JP	2000205827 A	28-07-2000
			JP	2004157128 A	03-06-2004
			PE	20010231 A1	23-02-2001
			PL	337771 A1	17-07-2000
			RU	2243501 C2	27-12-2004
			US	6188079 B1	13-02-2001

US 6584805	B1	01-07-2003	AUCUN		

EP 0926486	A2	30-06-1999	AR	014180 A1	07-02-2001
			AT	222652 T	15-09-2002
			AU	746288 B2	18-04-2002
			BR	9805532 A	03-11-1999
			CA	2256192 A1	24-06-1999
			CN	1240935 A	12-01-2000
			CO	4810350 A1	30-06-1999
			CZ	298062 B6	06-06-2007
			DE	69807311 T2	19-12-2002
			DK	0926486 T3	23-12-2002
			EE	9800457 A	16-08-1999
			EP	0926486 A2	30-06-1999
			ES	2182213 T3	01-03-2003
			HU	9802908 A2	29-11-1999
			JP	4302804 B2	29-07-2009
			JP	H11248645 A	17-09-1999
			PE	20000195 A1	11-03-2000
			PL	330488 A1	05-07-1999
			PT	926486 E	29-11-2002
			RU	2224241 C2	20-02-2004

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2114685 FA 902483**

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 **09-08-2022**
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 6067155 A	23-05-2000
		ZA 9811514 B	21-06-1999

EP 0153565	A2	04-09-1985	CA 1229392 A
			EP 0153565 A2
			KR 850006072 A
			US 4759072 A
