

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2024/141740 A1

(43) Date de la publication internationale
04 juillet 2024 (04.07.2024)

(51) Classification internationale des brevets :
G01N 21/90 (2006.01) G01N 21/88 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2023/052119

(22) Date de dépôt international :
22 décembre 2023 (22.12.2023)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2214663 29 décembre 2022 (29.12.2022) FR

(71) Déposant : TIAMA [FR/FR] ; 215 Chemin du Grand Re-
voyet, 69230 SAINT-GENIS-LAVAL (FR).

(72) Inventeurs : COLLE, Olivier ; 53 Rue de la Bussière,
69600 OULLINS (FR). GIELLY, Maxime ; 122 Rue Ana-
tole France, 69100 VILLEURBANNE (FR). PASQUIER,
Corinne ; 17 Route de Fouay, 42400 SAINT-CHAMOND
(FR).

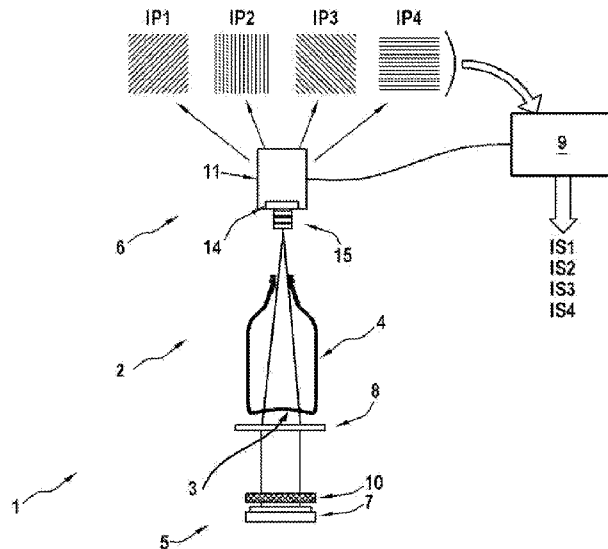
(74) Mandataire : LIPP, Raphaël et al. ; 51 Avenue Jean Jaurès
- BP 7073, 69301 LYON CEDEX 07 (FR).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR ANALYSING A RAISED INSPECTION PATTERN OF A WALL OF A GLASS CON-
TAINER

(54) Titre : DISPOSITIF ET PROCÉDÉ D'ANALYSE D'UN RELIEF D'INSPECTION D'UNE PAROI D'UN RÉCIPIENT EN VERRE

[Fig. 1]



(57) Abstract: The invention relates to a device (1) for analysing light passing through a raised pattern of an inspection sector of a wall (3, 4) of a glass container (2), the device (1) comprising: a light source (5) for illuminating the entire inspection sector by transmission, the light source being able to emit an overall beam comprising multiple specific beams, the specific beams each having a different angular spectrum (α), and a different polarisation property; an image acquisition device (6) able to detect the specific polarisation property of at least one specific beam, in order to acquire n primary images, with $n \geq 2$, each primary image (IP1, ..., IPn) being produced by means of a combination of different specific beams received from the overall beam by the acquisition device and selected according to the polarisation property of the specific beams; and a unit for processing the n primary images in order to analyse a raised pattern



WO 2024/141740 A1

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.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), curasien (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, ME, 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))
 - avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))
-

of a wall (3, 4) of the container.

(57) Abrégé : Dispositif d'analyse (1) en lumière traversante d'un relief d'un secteur d'inspection d'une paroi (3, 4) d'un récipient (2) en verre, le dispositif (1) comprenant une source de lumière (5) pour illuminer en transmission tout le secteur d'inspection, la source de lumière étant apte à émettre un faisceau global comprenant plusieurs faisceaux spécifiques, les faisceaux spécifiques présentant chacun un spectre angulaire différent (α), et une propriété de polarisation différente, un dispositif d'acquisition d'images (6) apte à détecter la propriété de polarisation spécifique d'au moins un faisceau spécifique, afin d'acquérir n images primaires, avec $n \geq 2$, chaque image primaire (IP₁, ..., IP_n) étant réalisée au moyen d'une combinaison de faisceaux spécifiques différents reçus du faisceau global par le dispositif d'acquisition et sélectionnés en fonction de leur propriété de polarisation, une unité de traitement des N images primaires pour analyser un relief d'une paroi (3, 4) du récipient.

Description

Titre de l'invention : Dispositif et procédé d'analyse d'un relief d'inspection d'une paroi d'un récipient en verre

[0001]La présente invention a trait au domaine technique de l'inspection des récipients en verre.

[0002]Plus particulièrement, l'invention concerne un dispositif et un procédé d'analyse optique d'un récipient en verre, en vue d'analyser des reliefs présents au sein d'un secteur d'inspection du récipient.

[0003]Typiquement, un récipient en verre comprend des parois latérales et une paroi de fond. Les parois latérales et/ou de fond présentent en général des reliefs.

[0004]Une première catégorie de reliefs comprend des reliefs volontairement formés par moulage sur la surface du verre du récipient, lors de leur formage dans les moules finisseurs de la machine de fabrication. De tels reliefs sont par exemple en saillie de la surface, et sont dénommés moulures. De telles moulures sont par exemple une information à décoder, tel qu'un code relatif à un numéro intégrant deux chiffres à sept segments ou une distribution de perles, généralement organisée en anneau, et dont la présence et la position de chacune encodent le numéro de moule.

[0005]D'autres reliefs connus relevant également de la première catégorie sont formés par enlèvement de matière en surface du verre du récipient, et sont dénommés gravures. De telles gravures sont par exemple des codes-barres, par exemple des codes Datamatrix gravés par laser sur le récipient en sortie de four, tel que décrit dans les documents EP 2114840 B1, ou bien JP H09128578.

[0006]D'autres reliefs connus relevant de la première catégorie sont par exemple des inscriptions à destination de l'utilisateur final du récipient, comme des inscriptions décoratives ou informatives liées au contenu du récipient.

[0007]Il est recherché que les gravures et moulures soient bien rendues. Une gravure ou une moulure bien rendue est telle que la surface formée a pris exactement la forme du relief voulu. Dans le cas de moulures, cela signifie par

exemple que la surface de verre a pris la forme donnée par le moule. Dans le cas d'une gravure par laser, cela signifie par exemple que les points formés présentent la profondeur voulue.

[0008]Une deuxième catégorie de reliefs consiste en des reliefs non prévus ou accidentels, qui sont en réalité des défauts de fabrication. De tels reliefs accidentels apparaissent généralement dans la paroi de fond du récipient, et se caractérisent généralement par une petite projection de verre présentant une forme de pointe allant vers l'intérieur du récipient en verre. Un exemple de ce type de défaut appelé « tiré poinçon » ou « spike », situé dans la paroi de fond du récipient final, provient d'une adhérence du verre au poinçon venant former l'ébauche dans un moule ébaucheur. Une telle ébauche est réalisée au premier stade du formage des récipients dans une machine en procédé pressé-soufflé, qui est le procédé préféré pour fabriquer les récipients de large ouverture comme des pots de conserve en verre.

[0009]Dans toute la suite du présent texte, le mot « relief » fait référence à un relief appartenant à la première ou à la deuxième catégorie présentée ci-dessus.

[0010]La détection des reliefs revêt une grande importance dans le procédé de fabrication du verre. En effet, dans le cas de reliefs appartenant à la première catégorie, il est recherché à connaître les informations liées aux codes, et ceux-ci doivent pouvoir être visibles lors d'une inspection. Les informations relevées peuvent en effet être utilisées à des fins de traçabilité.

[0011]Dans le cas de reliefs décoratifs, il faut pouvoir s'assurer de la bonne réalisation des reliefs.

[0012]Pour des reliefs relevant de la deuxième catégorie, autrement dit des défauts, ceux-ci doivent pouvoir être identifiés de la manière la plus précise possible.

[0013]A cette fin, la détection de reliefs est actuellement effectuée en utilisant leurs propriétés de réfraction de la lumière. En effet, les propriétés de réfraction entre une paroi latérale et/ou de fond du récipient dépourvue de relief, et une paroi latérale et/ou de fond avec relief sont différentes.

[0014] Pour cela, il est utilisé un dispositif comprenant une source de lumière destinée à être projetée sur la partie de récipient à inspecter, et une caméra permettant de constituer une image. Les reliefs se matérialisent sur une telle image en apparaissant de manière plus sombre que le reste de l'image. Par le biais d'algorithmes dédiés, par exemple des algorithmes de segmentation, les valeurs de pixels constituant l'image acquise sont comparées avec les pixels voisins de cette image.

[0015] Afin de permettre une détection juste des reliefs, c'est-à-dire une détection correspondant bien au relief présent sur le récipient, l'image acquise par la caméra doit présenter un contraste optimum des reliefs.

[0016] En effet, si le contraste est trop faible, alors les reliefs peu importants pourront potentiellement ne pas être détectés, faisant courir le risque de laisser passer des récipients non conformes du fait de la présence d'un défaut de reliefs, ou bien de rendre illisible des reliefs volontairement formés sur la paroi latérale ou de fond du récipient. Si le contraste est trop important, alors des zones sombres correspondant à des reliefs dits parasites, c'est-à-dire ne correspondant pas à un relief qui devrait être détecté, apparaissent.

[0017] Pour faire face à un tel problème, il a été proposé de réaliser des images à partir d'un dispositif qui crée un contraste sur les reliefs, et permet un niveau de contraste réglable. En pratique, à partir d'échantillons tests, le dispositif de réglage (ou modulation) du contraste est ajusté permettant ainsi une calibration du contraste selon les paramètres d'inspection ou bien le type de récipient à détecter. A noter que le réglage du contraste une fois effectué est figé pour toute la production en cours. Il peut être ensuite modifié à façon en modifiant le dispositif de réglage.

[0018] Il est donc nécessaire de pouvoir régler facilement le contraste de l'image acquise lors d'une inspection de relief.

[0019] Le document US 4 606 634 propose un dispositif permettant de renforcer le contraste d'apparition des reliefs dans une image tout en adaptant le dispositif aux caractéristiques physiques et optiques de l'objet et ainsi de régler ledit contraste. Plus particulièrement, un tel document décrit une source de lumière

présentant une surface émettrice diffuse dont la distribution spatiale d'intensité a une étendue et une forme prédéterminée. Une telle étendue et forme est contrôlable par un masque. Dans le sens de parcours de la lumière, sont disposés une lentille convergente, le récipient et une caméra.

[0020]La lentille convergente permet l'illumination de l'ensemble du secteur à inspecter avec en tout point du secteur des faisceaux présentant une étendue ou largeur de spectre angulaire, c'est-à-dire un angle entre les rayons extrêmes dudit faisceau, constant. Par souci de simplification, dans toute la suite du présent texte, l'expression « spectre angulaire » fait référence à « étendue de spectre angulaire » ou « largeur de spectre angulaire ».

[0021]En faisant varier l'étendue et la forme du masque, il a été constaté que le spectre angulaire évolue. De la sorte, il peut être constaté que dans l'image formée dans la caméra, des zones en reliefs présentant une pente supérieure à une valeur dépendant de l'ouverture du masque s'éteignent, et apparaissent donc noires. Plus l'ouverture du masque est petite, plus les reliefs faibles sont noircis. Par relief fort on entend un relief dont la pente locale est forte par rapport à une surface de faible courbure. Autrement dit, le contraste obtenu pour des reliefs dans les images dépend directement de l'ouverture du masque. Le contraste obtenu pour des reliefs dans les images dépend également de la focale et de l'ouverture de l'objectif de la caméra, mais dans un but de simplification ces paramètres ne sont pas discutés dans la suite.

[0022]De manière industrielle, un tel principe est utilisé dans des dispositifs d'inspection de récipients, le masque étant un diaphragme ajustable par un opérateur.

[0023]Plus particulièrement, au moment du calibrage du dispositif d'inspection, l'ouverture du diaphragme est réglée en fonction du type de reliefs à détecter. Plus les reliefs sont marqués (par exemple dans le cas de gravures fortement rendues), plus le diaphragme sera ouvert. Dans une telle situation, les reliefs peu marqués ne sont pas lisibles.

[0024]Afin de permettre la lecture de reliefs moins marqués, l'ouverture est diminuée, mais du bruit apparaît sur l'image, faisant apparaître des zones

sombres alors que les zones correspondantes sur le récipient ne contiennent pas de reliefs à détecter.

[0025] Aussi, un compromis de réglage du diaphragme doit être trouvé afin de déterminer la bonne ouverture de diaphragme.

[0026] Un tel compromis est difficile à déterminer, puisqu'il varie en fonction des conditions d'inspection, par exemple de la source, du type de récipient à inspecter, des conditions thermiques etc.

[0027] En outre, dans le cas d'une série de récipients d'une même production présentant des reliefs à détecter, par exemple des moulures encodant une information, l'on est en présence d'un mélange de récipients portant des moulures faiblement marquées et des moulures fortement marquées. Dans une telle situation, il est très délicat de trouver un compromis de réglage du diaphragme.

[0028] De surcroît, pour un réglage donné, le risque d'erreurs de décodage sur les récipients portant des moulures faiblement marquées reste malgré tout possible car une partie du code ne sera pas détecté et/ou pour les récipients portant des moulures fortement marquées, les ombres parasites peuvent impacter l'analyse des images et le résultat final peut être alors erroné.

[0029] Le réglage du diaphragme est de plus un processus long, nécessitant l'intervention d'un opérateur, et est donc très contraignant dans une approche industrielle, c'est-à-dire pour l'inspection dans des grandes séries de récipients.

[0030] Enfin, le réglage du diaphragme impose un arrêt de la production, puisqu'au cours d'une telle opération, aucune détection ne peut être faite, ce qui a un impact négatif quant à la disponibilité générale de la chaîne de fabrication de récipient en verre.

[0031] L'invention vise à répondre aux inconvénients précités.

[0032] Un premier objet est de proposer un dispositif d'analyse en lumière traversante d'un relief d'un secteur d'inspection d'une paroi d'un récipient en verre permettant d'améliorer le taux de détection des reliefs à détecter.

[0033]Un deuxième objet est de proposer un tel dispositif permettant de régler la source de manière non mécanique, et adaptés à tout type de récipient en verre.

[0034]Un troisième objet est de proposer un tel dispositif pouvant être mis en œuvre à coût réduit.

[0035]Un quatrième objet est de proposer une méthode d'analyse en lumière traversante d'un relief d'un secteur d'inspection utilisant le dispositif présenté ci-dessus.

[0036]Il est proposé selon un premier aspect, un dispositif d'analyse en lumière traversante d'un relief d'un secteur d'inspection d'une paroi d'un récipient en verre, le dispositif comprenant une source de lumière pour illuminer en transmission tout le secteur d'inspection, la source de lumière étant apte à émettre un faisceau global comprenant plusieurs faisceaux spécifiques, les faisceaux spécifiques présentant chacun un spectre angulaire différent, et une propriété de polarisation différente, un dispositif d'acquisition d'images apte à détecter la propriété de polarisation spécifique d'au moins un faisceau spécifique, afin d'acquérir n images primaires, avec $n \geq 2$, chaque image primaire étant réalisée au moyen d'une combinaison de faisceaux spécifiques différents reçus du faisceau global par le dispositif d'acquisition et sélectionnés en fonction de leur propriété de polarisation, une unité de traitement des n images primaires pour analyser un relief d'une paroi d'un récipient en verre.

[0037]Diverses caractéristiques complémentaires peuvent être prévues seules ou en combinaison :

- la source de lumière comprend une surface émettrice composée de p zones lumineuses avec $p \geq 2$, comprenant une zone centrale, et au moins une zone périphérique, les zones lumineuses émettant chacune un faisceau spécifique, chaque faisceau ayant une propriété de polarisation propre et distincte des autres faisceaux, une lentille de projection optique de la surface émettrice, de manière que chaque point du secteur inspecté soit traversé par un faisceau lumineux dont l'étendue du spectre angulaire dépend de l'étendue de la surface émettrice émettant ledit faisceau, le dispositif d'acquisition intègre un capteur photo-électrique d'image apte à

détecter la propriété de polarisation des faisceaux spécifiques provenant de la source de lumière.

- la propriété de polarisation est la direction de polarisation ou un déphasage entre les deux composantes orthogonales du vecteur champ électrique des ondes lumineuses composant le faisceau global
- le dispositif d'acquisition est apte à acquérir des images primaires de manière que lors de l'acquisition des n images primaires, le dispositif d'acquisition constitue $n-1$ images primaires en excluant la lumière ayant la propriété de polarisation d'une des zones lumineuse associées, toute ou une partie du flux lumineux émis par chacune des zones lumineuses contribue à la formation d'au moins une des n images primaires ;
- l'unité de traitement est apte à calculer par combinaisons linéaires des valeurs des pixels de plusieurs images primaires, une première image secondaire présentant des pixels ayant une valeur correspondant à l'image générée uniquement par la lumière issue de M_1 zones lumineuses centrales contiguës prises parmi les p zones lumineuses, avec M_1 compris entre 1 et $p-1$, au moins une deuxième image secondaire présentant des pixels ayant une valeur correspondant à l'image générée par la lumière issue de M_2 zones lumineuses centrales contiguës, avec M_2 prises parmi les p zones lumineuses, M_2 étant compris entre M_1+1 et p , le spectre angulaire des faisceaux contribuant à la deuxième image secondaire étant élargi par rapport au spectre angulaire restreint des faisceaux contribuant à la première image secondaire, du fait que l'étendue des M_2 zones lumineuses centrales contiguës réunies est supérieure à celle des M_1 zones lumineuses centrales contiguës réunies, analyser les n images secondaires afin de déterminer la présence et ou la morphologie d'un relief porté par une paroi du récipient.
- la surface émettrice est équipée au moins $p-1$ filtres polarisants de source présentant une direction de polarisation linéaire, chaque filtre polarisant de source linéaire étant affecté à une zone périphérique, les $p-1$ filtres ayant une direction de polarisation différente les unes des autres ;

- les p-1 filtres ont une direction de polarisation différente les unes des autres, choisies parmi les directions 0° 45° 90° et 135° ;
- la surface émettrice comprend un diffuseur transparent ou translucide, retro-éclairé uniformément par une lumière primaire, un écran de cellules à cristaux liquides est disposé sur le diffuseur, le diffuseur étant commandé pour présenter, selon p zones périphériques, des propriétés de biréfringence différentes afin de produire pour au moins p-1 zones lumineuses, une lumière avec une propriété de polarisation différente les unes des autres ;
- le dispositif d'acquisition comprend une caméra polarimétrique ;
- la lentille est convergente, et est disposée à une distance de la surface émettrice sensiblement égale à la distance focale ;
- la lentille est prise parmi une des lentilles suivantes : lentille plan convexe, lentille bi-convexe, lentille de Fresnel

[0038] Selon un deuxième aspect, il est prévu une méthode d'analyse en lumière traversante d'un relief d'un secteur d'inspection d'une paroi d'un récipient en verre, la méthode comprenant : une étape d'illumination consistant à illuminer en transmission le secteur d'inspection, la source de lumière émettant un faisceau global comprenant plusieurs faisceaux spécifiques, les faisceaux spécifiques présentant chacun un spectre angulaire différent, et une propriété de polarisation différente, une étape d'acquisition de n images primaires, avec $n \geq 2$, au moyen pour chaque image primaire d'une combinaison de faisceaux spécifiques différents reçus du faisceau global par le dispositif de détection et sélectionnés en fonction de leur propriété de polarisation, une étape de traitement des images primaires pour analyser un relief d'une paroi d'un récipient en verre.

[0039] Diverses caractéristiques complémentaires peuvent être prévues seules ou en combinaison :

- au cours de l'étape d'illumination, la lumière émise par la source traverse le secteur inspecté de la paroi du récipient avec une source de lumière comprenant dans le sens de parcours de la lumière, une surface émettrice, une lentille de projection optique de la surface émettrice, de manière à ce

que chaque point du secteur inspecté reçoive un faisceau lumineux possédant un spectre angulaire, la surface émettrice composée de p zones lumineuses annulaires concentriques, avec $p \geq 2$, les zones lumineuses émettant chacune un faisceau spécifique, chaque faisceau spécifique ayant une propriété de polarisation propre et distincte des unes des autres ;

- l'étape d'acquisition comprend au moyen d'au moins un dispositif d'acquisition, l'acquisition de n images primaires, avec n supérieur ou égal à deux, telles que au moins chacune parmi $n-1$ images primaires est constituée en excluant la lumière ayant la propriété de polarisation d'une des zones associées toute ou une partie du flux lumineux de chacune des zones lumineuses contribue à la formation d'au moins une des n images primaires ;
- l'étape de traitement comprend une sous-étape de calcul par combinaisons linéaires des valeurs de pixels des n images primaires d'une première image secondaire présentant une valeur de pixels correspondant à l'image générée uniquement par la lumière issue de $M1$ zones lumineuses centrales contiguës, avec $M1$ compris entre 1 et $n-1$, et d'au moins une deuxième image secondaire dont la valeur de pixels correspond à l'image générée par la lumière issue de $M2$ zones lumineuses centrales contiguës, avec $M2$ compris entre $M+1$ et n , l'étendue des $M2$ zones lumineuses centrales contiguës réunies est supérieure à celle des $M1$ zones centrales contiguës réunies, une sous-étape de détermination intégrant l'analyse d'au moins deux images secondaires, pour déterminer la présence et/ou la morphologie d'un relief porté par le secteur d'inspection, le relief présentant des bords inclinés et des régions horizontales, les bords inclinés du relief apparaissant dans les images secondaires différemment contrastés par rapport aux régions horizontales du secteur inspecté ;
- au cours de l'étape d'illumination, la propriété de polarisation différente pour les p zones lumineuses est une propriété de polarisation linéaire nulle, ou une polarisation linéaire selon une direction de polarisation

propre à la zone lumineuse, ou un déphasage entre les deux composantes orthogonales du champ électrique des ondes lumineuses composant le faisceau global ;

- au cours de l'étape d'illumination, le nombre de zones lumineuses est de trois ou quatre, les zones lumineuses émettant une lumière polarisée linéairement selon des directions différentes, au cours de l'étape d'acquisition, au moins n images primaires sont acquises, et au moins n-1 de ces images primaires sont obtenues en filtrant la lumière à travers n-1 filtres de polarisation d'acquisition linéaires ayant chacun leur direction de polarisation orthogonale à l'orientation de polarisation de chacune des n-1 zones lumineuses polarisées respective, au moyen de au moins deux caméras ou d'une caméra polarimétrique ;
- les zones lumineuses émettent une lumière polarisée linéairement selon des directions différentes choisies parmi les orientations suivantes par rapport à la direction de propagation de la lumière : 0° , 45° , 90° , et 135° ;
- une phase d'examen de chaque image secondaire pour obtenir pour chacune un résultat d'analyse d'un relief intégrant un signe lu ou un défaut reconnu et un indice de confiance ;
- une phase de choix dans laquelle un résultat final unique de lecture ou de reconnaissance est le résultat le plus certain choisi parmi lesdits résultats d'analyse de relief ;
- la sous-étape de détermination comprend une phase de segmentation de chaque image secondaire pour obtenir pour chacune au moins un objet d'intérêt, une phase d'association des objets d'intérêt se correspondant entre images secondaires par superposition au moins partielle, une phase d'analyse des objets d'intérêt associés en combinant des caractéristiques photométriques ou morphologiques desdits objets d'intérêt, afin d'obtenir au moins un résultat de lecture de signe ou de reconnaissance de défaut correspondant à chaque objet associé ;
- la sous-étape de détermination comprend une phase de construction d'une image tertiaire intégrant une analyse des images secondaires pour

constituer à partir de pixels choisis dans plusieurs images secondaires, dans une image tertiaire, un objet d'intérêt représentant un signe reconstitué, une phase de lecture de signe consistant à analyser le signe reconstitué pour en faire la lecture.

- la phase d'examen, la phase d'analyse ou la phase de lecture de signe est réalisée au moyen d'un classifieur issu d'un apprentissage supervisé, tel qu'un classifieur bayésien ou un réseau neuronal, entraîné à la lecture de signes ou à la reconnaissance de défauts ;
- dans l'étape de traitement, l'analyse des images primaires comprend les sous-étapes suivantes une sous-étape de présentation consistant à présenter simultanément n images primaires en entrée d'un classifieur d'images entraîné à la lecture ou à la reconnaissance de défauts dans des images primaires ou une sous-étape consistant à calculer n images secondaires pour les présenter en entrée d'un classifieur d'images entraîné à la lecture ou à la reconnaissance de défauts dans des images secondaires, une sous-étape de classification par le classifieur d'images préalablement entraîné.

[0040] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement et de manière concrète à la lecture de la description ci-après de modes de réalisation, laquelle est faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

[0041][Fig. 1] La figure 1 illustre une représentation schématique d'un exemple de dispositif d'analyse de reliefs;

[0042] [Fig. 2] La figure 2 représente de manière schématique une vue en perspective d'un exemple de réalisation d'un capteur photoélectrique d'une caméra polarimétrique ;

[0043][Fig. 3] La figure 3 représente de manière schématique une vue de dessus du capteur photoélectrique de la figure 2, avec un détail sur un groupe de cellules photoélectriques ;

- [0044][Fig. 4] La figure 4 illustre de manière schématique une vue de dessus d'un dispositif d'acquisition du dispositif d'analyse, le dispositif d'acquisition présentant plusieurs caméras ;
- [0045][Fig. 5] La figure 5 illustre de manière schématique une vue de dessus d'un dispositif d'acquisition du dispositif d'analyse, le dispositif d'acquisition présentant une unique caméra munie de plusieurs capteurs ;
- [0046][Fig. 6] La figure 6 illustre de manière schématique une source de lumière munie de deux filtres polarisants de source de forme circulaire ;
- [0047][Fig. 7] La figure 7 illustre de manière schématique une source de lumière munie de quatre filtres polarisants de source de forme circulaire ;
- [0048][Fig. 8] La figure 8 illustre de manière schématique une source de lumière munie de quatre filtres polarisants de source de forme rectangulaire ;
- [0049][Fig. 9] La figure 9 illustre un schéma synoptique d'un procédé d'analyse ;
- [0050][Fig. 10] La figure 10 illustre un schéma synoptique d'une étape de traitement du procédé de la figure 9 ;
- [0051][Fig. 11] La figure 11 illustre de manière schématique une mise en œuvre du procédé
- [0052][Fig. 12] La figure 12 illustre de manière schématique une mise en œuvre du procédé, avec un détail sur une étape de traitement selon une première variante;
- [0053][Fig. 13] La figure 13 illustre de manière schématique une mise en œuvre du procédé, avec un détail sur une étape de traitement selon une autre variante;
- [0054] [Fig. 14] La figure 14 illustre de manière schématique un exemple de quatre images primaires et quatre images secondaires d'une paroi de fond de récipient ;
- [0055][Fig. 15] La figure 15 illustre de manière schématique un exemple d'un point d'un secteur inspecté, un faisceau spécifique étant généré par une première zone lumineuse ;
- [0056][Fig. 16] La figure 16 illustre de manière schématique trois configurations d'émission pour l'analyse d'un secteur d'inspection.

[0057] L'on se reporte à la figure 1 illustrant un dispositif d'analyse 1 permettant d'analyser en lumière traversante un secteur d'inspection d'un récipient en verre 2, de manière à permettre l'analyse, c'est-à-dire la caractérisation d'un relief sur la paroi du récipient 2.

[0058] Dans le mode de réalisation décrit, le récipient 2 est une bouteille, mais dans d'autres modes de réalisation, le récipient 2 est un pot, ou un flacon.

[0059] Dans le mode de réalisation décrit, le secteur d'inspection se trouve sur une paroi de fond 3 du récipient 2. Dans d'autres modes de réalisation, le secteur d'inspection se situe sur une paroi latérale 4 du récipient 2.

[0060] Dans le mode de réalisation présentement décrit, le secteur d'inspection occupe l'intégralité de la paroi de fond 3, mais dans d'autres modes de réalisation non représentés, le secteur d'inspection occupe une portion de la paroi de fond 3 ou de la paroi latérale 4.

[0061] Dans le mode de réalisation représenté, le dispositif d'analyse 1 comprend une source de lumière 5, et un dispositif d'acquisition 6.

[0062] La source de lumière 5 émet par exemple un faisceau global comprenant plusieurs faisceaux spécifiques présentant chacun un spectre angulaire α différent, le spectre angulaire pouvant par exemple visualisé sur les figures 15 et 16.

[0063] Autrement dit, le faisceau global intègre des faisceaux spécifiques ayant chacun une différence entre les angles d'incidences extrêmes.

[0064] De la sorte, la source de lumière 1 éclaire de manière uniforme le secteur d'inspection.

[0065] De manière à permettre l'émission des faisceaux spécifiques, la source de lumière 1 comprend dans le sens de parcours de la lumière une surface émettrice 7 présentant une forme et une dimension prédéterminées.

[0066] Avantagusement, la surface émettrice 7 est orientée pour émettre la lumière en direction du secteur d'inspection, le but étant de permettre un éclairage allant de l'extérieur vers l'intérieur du récipient 2.

[0067]Avantageusement, et de manière plus spécifique, la surface émettrice 7 est composé p zones lumineuses Z_1, \dots, Z_p , avec $p \geq 2$, les zones lumineuses Z_1, \dots, Z_p émettant chacune un faisceau spécifique, chaque faisceau spécifique ayant une propriété de polarisation propre et distincte des autres faisceaux spécifiques. L'on décrit plus loin dans le présent document la manière dont sont créés les p zones lumineuses.

[0068]Sur la figure 15, il peut être observé un exemple du dispositif d'analyse 1 avec un point d'inspection, à l'endroit duquel est représenté un relief. La première zone lumineuse Z_1 centrale émet un faisceau spécifique (grisé) présentant un spectre angulaire α ayant une valeur α_1 , la deuxième zone lumineuse Z_2 étant supposée éteinte ou inutilisée pour une image acquise. Lorsque la première Z_1 et la deuxième zone lumineuse Z_2 sont toutes les deux allumées, elles émettent un faisceau spécifique présentant un spectre angulaire α ayant une valeur α_2 . Comme il peut être observé α_2 est supérieur à α_1 , du fait de la taille de la source présente un faisceau émit par la première zone lumineuse Z_1 et deuxième zone lumineuse Z_2 .

[0069]Dans le cas d'une multiplicité de points d'observation de la paroi du récipient 2, comme illustré figure 16, chacun des points du secteur inspecté reçoit un faisceau spécifique. Comme il peut être remarqué, pour une source donnée, chaque faisceau spécifique présente un spectre angulaire identique. Les zones Z_1, Z_2 présentent chacune une surface d'émission C_1, C_2, C_3 différente, le spectre angulaire de chaque faisceau spécifique est différent. Dans cet exemple de réalisation, deux d'images primaires IP_1, IP_2 sont acquises en même temps chacune avec les spectres angulaires respectivement α_1 et $\alpha_3+\alpha_4$. Il est alors possible de calculer des images secondaires en combinant les images primaires pour obtenir par exemple des images IS_1 et IS_2 correspondant à des spectres angulaires d'étendues respectives α_1 et $\alpha_2 = \alpha_3+\alpha_4$.

[0070]L'on définit une propriété de polarisation de la lumière comme étant un état de polarisation de la lumière. Autrement dit, une propriété de polarisation de la lumière se caractérise par l'angle de la direction de polarisation linéaire, ou par une valeur de déphasage entre deux composantes orthogonales du champ

électrique des ondes lumineuses ou bien encore, si ledit déphasage vaut un quart de longueur d'onde, par le sens de la polarisation circulaire.

[0071] De manière à pouvoir projeter les rayons lumineux à l'infini, le dispositif d'analyse 1 comprend une lentille convergente 8 placée à une distance de la source de lumière 5 proche de la distance focale. Grâce à une telle caractéristique, chaque point de la zone inspectée reçoit un faisceau lumineux dont l'étendue du spectre angulaire α dépend de la superficie de la surface émettrice 7.

[0072] Avantageusement, la lentille convergente 8 est une lentille convexe, ou une lentille bi-convexe ou une lentille de Fresnel.

[0073] De manière avantageuse, la lentille convergente 8 est réalisée de manière que le matériau ne modifie pas l'état de polarisation de la lumière. La lentille convergente 8 est avantageusement réalisée en verre, par exemple un verre optique.

[0074] Le dispositif d'analyse 1 comprend un dispositif d'acquisition 6 d'image pour la détection de la propriété de polarisation spécifique d'au moins un faisceau spécifique. La combinaison des faisceaux spécifiques reçus du faisceau global permet la réalisation d'au moins deux images.

[0075] Aussi, au vu de ce qui procède, l'on peut constater que le dispositif d'analyse 1 offre la possibilité de réaliser une pluralité d'images primaires IP1, ..., IPn, éclairées avec des polarisations différentes. De telles caractéristiques rendent ainsi possible la formation simultanée de différentes images secondaires IS1, ..., ISn sous des contrastes différents, comme il peut être sur la figure 14.

[0076] Le dispositif d'analyse 1 comprend une unité de traitement 9, avantageusement destinée à analyser la présence de reliefs.

[0077] Avantageusement, une telle analyse est menée à partir d'images primaires IP1, ..., IPn issues du dispositif d'acquisition 6.

[0078] Avantageusement, une telle analyse consiste notamment à construire des images secondaires IS1, ..., ISn par un calcul dont les modalités sont précisées

plus loin dans la présente description. De telles images secondaires IS1, ..., ISn sont ensuite avantageusement exploitées pour permettre la détection des reliefs.

[0079] L'unité de traitement 9 permet notamment à partir d'images primaires IP1, ..., IPn, qui sont acquises par le dispositif d'acquisition 6, la construction d'images secondaires. L'exploitation de telles images secondaires permet dans certains modes de réalisation la détection de reliefs, pour détecter des défauts de reliefs, ou bien pour effectuer la lecture d'inscriptions sur la paroi 3, 4 du récipient 2.

[0080] L'on décrit à présent plus particulièrement la source de lumière 5, en se référant pour cela aux figures 1, et 6 à 8.

[0081] Avantageusement, la surface émettrice 7 est composée de p zones lumineuses Z1, ..., Zp contigües, c'est-à-dire imbriquées les unes dans les autres.

[0082] Dans les modes de réalisation représentés sur les figures 6 et 7, les zones lumineuses Z1, ..., Zp présentent une forme circulaire, et sont concentriques. Une telle forme est la plus fréquemment rencontrée, car elle confère aux faisceaux des spectres angulaires α d'enveloppe coniques avec un effet uniforme sur les contrastes dans le secteur d'inspection. .

[0083] Dans d'autres mises en œuvre, par exemple celle représentée en figure 8, les zones lumineuses sont des rectangles ayant leur centre de gravité tous confondus, et leurs côtés respectivement parallèles entre eux. De cette façon, il est possible de s'adapter à des formes de récipient 2 ayant une section présentant une forme autre que circulaire, ou présentant une répartition irrégulière de l'épaisseur de verre, particulièrement sur le fond du récipient.

[0084] Avantageusement, la surface émettrice 7 est dotée de filtres polarisants de source 10, dont le nombre correspond à p-1. De la sorte une des zones lumineuses Z1, ..., Zp est dépourvue de filtre polarisant de source 10, et émet une lumière non polarisée, qui est considérée dans la suite du texte comme une lumière présentant une propriété de polarisation « nulle ».

[0085] Avantageusement, les filtres polarisants de source 10 sont des filtres de polarisation linéaires, autrement dit les ondes lumineuses filtrées ont comme

propriété de polarisation la direction du champ électrique, dite direction de polarisation linéaire.

[0086] Dans d'autres modes de réalisation non représentés, les filtres polarisants de source 10 sont des filtres de polarisation circulaires, autrement dit les ondes lumineuses filtrées ont comme propriété de polarisation le sens de rotation du champ électrique dite sens de polarisation circulaire.

[0087] Avantageusement, la surface émettrice 7 englobe un diffuseur transparent ou translucide, retro-éclairé uniformément par une lumière primaire. Un tel diffuseur n'est pas visible sur les figures. Il est situé en amont des filtres polarisants de source 10 dans le sens de parcours de la lumière.

[0088] Dans un autre mode de réalisation, dans le sens de parcours de la lumière, sont disposés sur ledit diffuseur, à la place des filtres polarisants de source 10, un filtre de polarisation linéaire unique puis un écran de cellules à cristaux liquides (non visible sur les figures) dit écran LC (liquid crystal) .

[0089] Avantageusement un tel écran LC est commandé ou piloté pour présenter, selon $p-1$ zones périphériques, des propriétés de biréfringence différentes afin de produire pour au moins $p-1$ zones lumineuses Z_1, \dots, Z_p , une lumière avec une propriété de polarisation différente les unes des autres, en particulier un déphasage différent entre les deux composantes orthogonales du champ électrique des ondes lumineuses composant le faisceau global.

[0090] L'avantage d'une telle caractéristique est que la forme et la dimension des zones lumineuses Z_1, \dots, Z_p peuvent être contrôlées électriquement pour être adaptées facilement aux modèles de récipients 2 lors du réglage du dispositif d'analyse 1.

[0091] L'on décrit à présent plus spécifiquement le dispositif d'acquisition 6 en se référant par exemple aux figures 2 à 5.

[0092] De manière avantageuse, le dispositif 6 d'acquisition comprend un capteur photoélectrique 12. Un tel capteur photoélectrique 12 comprend une pluralité de cellules photoélectriques 13, c'est-à-dire des éléments bidimensionnels permettant de transformer une intensité lumineuse en signal électrique. De telles

cellules photoélectriques 13 sont organisées en ligne pour un capteur linéaire, et en matrice bidimensionnelle dans le cas d'un capteur matriciel.

[0093] Dans les modes de réalisation représentés, le dispositif d'acquisition 6 est apte à détecter une propriété de polarisation des faisceaux lumineux spécifiques, c'est-à-dire à sélectionner les faisceaux lumineux spécifiques en fonction de leur propriété ou caractéristique de polarisation : polarisation linéaire ou circulaire, angle d'orientation de la polarisation d'un tel faisceau spécifique dans le cas d'un faisceau spécifique polarisé linéairement.

[0094] Avantageusement, le dispositif d'acquisition 6 comprend au moins un filtre de polarisation d'analyse, dit filtre polarisant d'acquisition 14, avantageusement placé devant le capteur photoélectrique 12. De la sorte, il est possible d'adapter la manière dont est éclairé le capteur photoélectrique 12.

[0095] De manière générale, un tel capteur photoélectrique 12 est apte à délivrer des images numériques d'un champ de vision déterminé par un objectif 15 du dispositif d'acquisition 6, par exemple un capteur matriciel d'image CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) ou CCD (Charge-Coupled Device).

[0096] Dans le mode de réalisation représenté, le dispositif d'acquisition 6 comprend une caméra polarimétrique 11. Avantageusement et comme représenté sur la figure 2, la caméra polarimétrique 11 comprend un capteur photoélectrique 12, équipé de filtres de polarisation individuels, ou analyseurs individuels 14 devant chaque cellule photoélectrique 13, formant ainsi un capteur polarimétrique 18.

[0097] Dans les figures 2 et 3, qui représentent un exemple d'un tel capteur polarimétrique 18, l'on peut voir quatre filtres polarisants d'acquisition 14 individuels, appelés également analyseurs individuels 14, différents disposés devant des cellules photoélectriques 13 d'un groupe 19 de quatre cellules photoélectriques 13 connexes.

[0098] Un tel groupe 19 comprend deux cellules photoélectriques 13 en lignes, deux cellules photoélectriques 13 en colonne, le groupe 19 formant un carré de cellules photoélectriques 13. Les analyseurs individuels 14 sont avantageusement

des filtres de polarisation linéaires, et ont chacun une direction de polarisation différente.

[0099]Avantageusement, dans le capteur polarimétrique 19, une cellule photoélectrique 12 est équivalente à un pixel d'une image. Du fait de la très petite taille de chaque cellule photoélectriques 12, il est possible d'acquérir simultanément quatre faisceaux lumineux présentant chacun des propriétés de polarisation différentes.

[0100]L'utilisation d'un tel capteur polarimétrique 18 a notamment pour conséquences que les images primaires IP₁, ..., IP_n ainsi acquises présentent une définition, ou qualité inférieure à celle acquises par le biais d'un capteur photoélectrique 12 de même taille. Cependant, une telle dégradation est suffisamment faible pour ne pas être gênante dans le cadre d'une application pour l'analyse de relief d'un récipient 2.

[0101]De manière plus générale, le nombre d'analyseurs individuels 14 différents permet de déterminer le nombre de faisceaux spécifiques différents qui peut être acquis par l'unité d'acquisition 6.

[0102]Aussi, à partir d'une unique acquisition d'image d'une paroi 3, 4 d'un récipient 2, quatre images primaires IP₁, ..., IP_n peuvent être obtenues, chacune d'entre elle étant construite en se basant sur le signal issu des cellules photoélectriques 13 recouvertes par un même analyseur individuel 14, c'est-à-dire issu d'un ensemble de pixels équipés d'un analyseur individuel 14 de même direction, orientation de polarisation.

[0103]Ensemble, les filtres de polarisation d'acquisition 14 ou analyseurs individuels 14, d'une caméra polarimétrique 11, ayant la même orientation jouent pour chaque image primaire, exactement le même rôle que les filtres de polarisation d'acquisition 14, utilisés lors d'une acquisition avec plusieurs capteurs.

[0104]L'utilisation d'une caméra polarimétrique 11 présente l'avantage d'éviter l'emploi de plusieurs caméras classiques munies de filtres d'acquisition 14 distincts, ce qui permet de limiter l'encombrement, le coût et la complexité de mise en œuvre du dispositif d'analyse 1.

[0105]Avantageusement, dans le cas d'un filtre polarisant de source 10 ayant une polarisation circulaire dans un sens donné sur une zone Z_1, \dots, Z_p donnée, l'on place devant la caméra polarimétrique 11 une lame retard quart d'onde (non représentée), présentant un axe rapide à 45° de la direction de polarisation linéaire d'un des analyseurs individuels 14, ce qui permet l'extinction de ladite zone lumineuse Z_1, \dots, Z_p donnée pour une des images primaires IP_1, \dots, IP_n acquise par le capteur polarimétrique 19.

[0106]Avantageusement, un tel capteur polarimétrique 18 est doté des analyseurs individuels 14 linéaires orientés selon des directions complémentaires, par exemple $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ et 135° .

[0107]Dans l'exemple de la figure 2, le capteur photoélectrique 11 comporte, en plus, un réseau de micro-lentilles 16, dont chacune est associée à une cellule photoélectrique 13. De telles micro-lentilles 16 permettent notamment de compenser le fait que le rendement dépend des photons constituant le faisceau atteignant une partie sensible de chaque pixel, et les zones non sensibles entre les pixels.

[0108]Dans un autre mode de réalisation représenté figure 4, le dispositif d'acquisition 6 comprend une pluralité de capteurs photoélectriques 12, chacun agencés sur des caméras 20, noirs et blanc ou couleur, mais non polarimétriques. Chacune des caméras 20 est munie d'un filtre polarisant d'acquisition 14 présentant une propriété de polarisation différente, commun à l'ensemble de son capteur d'image, placé devant, dedans ou derrière l'objectif.

[0109]Dans de tels modes de réalisation, les caméras 20 ne pouvant pas être disposées strictement à la même localisation, il est nécessaire d'appliquer un algorithme de traitement dit algorithme de repositionnement pour permettre la superposition entre elles des images primaires acquises IP_1, \dots, IP_n par les caméras d'un même secteur d'inspection. Un tel algorithme est avantageusement appliqué en préalable du traitement en vue d'une analyse des reliefs du récipient 2.

[0110] Dans d'autres modes de réalisation non représentés, le dispositif d'acquisition 6 comprend une caméra 20 à capteur photoélectrique 12 unique, devant laquelle est placé un filtre polarisant d'acquisition 14 déplaçable.

[0111] Un exemple d'un tel filtre analyseur déplaçable 14 est un filtre rotatif placé sur un barillet tournant monté sur un barillet rotatif, placé devant l'objectif de la caméra 20. Chacune des images primaires IP_1, \dots, IP_n est alors acquise en déplaçant le filtre entre chaque prise. Un tel mode de réalisation trouve une application avantageuse en laboratoire, mais ne trouve pas application à la détection de relief industrielle à haute cadence, c'est-à-dire pour les grandes séries.

[0112] Dans d'autres modes de réalisation représentés par exemple figure 5, il est utilisé une caméra 20 présentant une pluralité de capteurs photoélectriques 12, chacun étant muni d'un filtre de polarisation d'acquisition 14, mais un seul objectif. Une telle caméra noir et blanc 20 est à l'heure actuelle plus onéreuse qu'une caméra polarimétrique 11.

[0113] Dans un exemple de réalisation non représenté, il est fait usage des caméras dites tri-CCD, chaque capteur étant affecté d'un filtre polarisant d'acquisition 14. Bien que permettant l'acquisition de plusieurs images primaires IP_1, \dots, IP_n avec des polarisations différentes, une telle caméra tri-CCD est toutefois à l'heure actuelle plus onéreuse que les caméras polarimétriques rendant leur utilisation moins fréquente.

[0114] De manière plus générale, le dispositif d'acquisition 6 comprend des filtres polarisants d'acquisition 14, et si nécessaire une lame retard quart d'onde, dans le cas d'une lumière polarisée circulairement. Les polarisants d'acquisition 14 ont des propriétés de polarisation qui sont déterminées en fonction de la source de lumière 5, de façon à constituer des configurations d'éclairage. De telles configurations d'éclairage sont alors détectées et transformées en image primaire IP_1, \dots, IP_n .

[0115] Avantageusement, le dispositif d'acquisition 6 permet d'acquérir n images primaires IP_1, \dots, IP_n . Parmi ces images n images primaires IP_1, \dots, IP_n , $n-1$ images primaires IP_1, \dots, IP_n sont acquises en excluant la lumière ayant la

propriété de polarisation d'une des zones lumineuses Z_1, \dots, Z_p associées. De cette façon, il y a au moins $n-1$ images primaires formées lorsqu'au moins une zone lumineuse Z_1, \dots, Z_p est éteinte.

[0116]Avantageusement, pour le cas où un filtre polarisant de source 10 est un filtre linéaire, une telle exclusion d'une zone lumineuse Z_1, \dots, Z_p est réalisée en prévoyant un filtre polarisant d'acquisition 14 présentant une direction de polarisation orthogonale à la direction de polarisation du filtre polarisant de source 10.

[0117]Avantageusement, pour le cas où un filtre polarisant de source 10 est un filtre polarisant circulairement, une telle exclusion d'une zone lumineuse Z_1, \dots, Z_p est par exemple réalisée en prévoyant après le récipient 2 une lame retard quart d'onde et au moins un filtre polarisant d'acquisition 14 avec une direction de polarisation linéaire. Une telle configuration n'est pas représentée sur les figures.

[0118]En outre, le dispositif d'acquisition est configuré pour que chacune des zones lumineuses Z_1, \dots, Z_p émette un flux lumineux, tout ou une partie dudit flux lumineux contribuant à la formation d'au moins une des n images primaires IP_1, \dots, IP_n .

[0119]Plus spécifiquement, le dispositif d'acquisition présente par exemple des filtres polarisants d'acquisition 14 choisis et/ou orientés en fonction des filtres polarisants de la source 10, afin que pour chacune des images primaires acquises, au moins une des zones lumineuses Z_1, \dots, Z_p est allumée au moins une fois. Autrement dit, il n'y a pas d'image primaire formée dans une configuration d'éclairage pour laquelle l'ensemble des zones lumineuses Z_1, \dots, Z_p sont éteintes.

[0120]L'on décrit ci-dessous différents exemples de mise en œuvre de la source et du dispositif d'acquisition 6 pour l'obtention des images primaires IP_1, \dots, IP_n à l'aide de la caméra polarimétrique 11.

[0121]Dans l'analyse ci-dessous, il n'est pas tenu compte du fait qu'une faible partie de l'intensité lumineuse est absorbée par le filtre polarisant, y compris pour le cas

où le filtre polarisant la lumière émise et le filtre polarisant d'acquisition 14 présentent une même direction de polarisation.

[0122] Dans l'analyse ci-dessous, il n'est pas non plus tenu compte qu'il ne peut y avoir extinction totale de l'intensité lumineuse même dans le cas où le filtre polarisant de source 10 et le filtre polarisant d'acquisition 14 sont orthogonaux l'un par rapport à l'autre.

[0123] Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 6, la source de lumière 5, par l'intermédiaire de la surface émettrice 7 présente une première zone lumineuse Z1, centrale et une deuxième zone lumineuse Z2, périphérique de la première zone lumineuse Z1.

[0124] Selon un tel mode de réalisation, la zone centrale Z1 est dépourvue de filtre polarisant de source 10, la zone périphérique Z2 est pourvue d'un filtre polarisant de source 10 linéaire présentant une orientation à 45° . Le dispositif d'acquisition 6 est pourvu d'un filtre polarisant d'acquisition 14 linéaire présentant une orientation à -45° .

[0125] Dans une telle configuration d'éclairage, il peut être obtenu une première image primaire IP1, formée par les cellules photoélectriques 13 dépourvues de filtre polarisant d'acquisition 14, et une deuxième image primaire IP2, formée par les cellules photoélectriques 13 revêtues d'un filtre polarisant d'acquisition à -45° .

[0126] Dans une telle configuration d'éclairage et d'observation, la première image primaire IP1 est formée grâce à l'intensité lumineuse de l'ensemble des zones lumineuses Z1, Z2. L'image primaire IP2 est formée par l'intermédiaire de l'intensité lumineuse issue de la zone lumineuse centrale Z1, la zone lumineuse Z2 étant alors considérée comme éteinte, puisque le filtre polarisant de source 10 et le filtre polarisant d'acquisition 14 ont des directions de polarisation orthogonales l'une par rapport à l'autre, respectivement 45° et -45° .

[0127] Dans une telle configuration d'éclairage, représentée sur la figure 6, on peut par exemple utiliser une caméra polarimétrique, de manière à obtenir une première image primaire IP1, formée par les cellules photo-électriques 13 pourvues chacune d'un filtre polarisant d'acquisition individuel 14 à 45° , grâce à

l'intensité lumineuse de l'ensemble des zones lumineuses Z1, Z2. Une deuxième image primaire IP2 est obtenue, formée par les cellules photo-électriques 13 revêtues d'un filtre polarisant d'acquisition à -45° , une telle image primaire IP2 étant formée par l'intermédiaire de l'intensité lumineuse issue de la zone lumineuse centrale Z1, la zone lumineuse Z2 étant alors considérée comme éteinte.

[0128] L'on se reporte par exemple au mode de réalisation représenté sur la figure 7, la source de lumière 5, par l'intermédiaire de la surface émettrice 7 présente une première zone lumineuse Z1, une deuxième zone lumineuse Z2, une troisième zone lumineuse Z3, et une quatrième zone lumineuse Z4. La première zone lumineuse Z1 est centrale, tandis que la deuxième zone lumineuse Z2, la troisième zone lumineuse Z3, et la quatrième zone lumineuse Z4 sont des zones lumineuses périphériques. Dans un tel exemple, les zones périphériques sont circulaires et concentriques.

[0129] Selon un tel mode de réalisation, la première zone lumineuse Z1 est dépourvue de filtre polarisant de source 10, la deuxième zone lumineuse Z2 est pourvue d'un filtre polarisant de source 10 linéaire présentant une orientation à 0° , la troisième zone lumineuse Z3 est dotée d'un filtre polarisant de source 10 à 45° , la quatrième zone lumineuse Z4 est dotée d'un filtre polarisant de source 10 à 90° . Le dispositif d'acquisition 6 est pourvu d'un filtre polarisant d'acquisition 14, linéaire présentant une orientation à 45° , d'un filtre polarisant d'acquisition 14 linéaire présentant une orientation à 90° , d'un filtre polarisant d'acquisition 14 linéaire présentant une orientation à -45° , d'un filtre polarisant d'acquisition 14 linéaire à 0° .

[0130] Dans une telle configuration d'éclairage, la première image primaire IP1 est formée grâce à l'intensité lumineuse traversant un filtre polarisant d'acquisition 14 linéaire présentant une orientation à 45° , donc résulte de la moitié de l'intensité lumineuse de la première zone lumineuse Z1, de la moitié de l'intensité de la seconde zone lumineuse Z2, de l'intégralité de l'intensité de la troisième zone lumineuse Z3, et de la moitié de l'intensité de la quatrième zone lumineuse

Z4 en accord avec la loi de Malus, aucune zone n'étant considérée éteinte lors de la formation de la première image primaire .

[0131] Dans une telle configuration d'éclairage, la deuxième image primaire IP2 est formée grâce à l'intensité lumineuse traversant un filtre polarisant d'acquisition 14 linéaire présentant une orientation à 90° , donc résulte de la moitié de l'intensité de la première zone lumineuse Z1, de la moitié de l'intensité lumineuse de la troisième zone lumineuse Z3, et de l'intégralité de l'intensité de la quatrième zone lumineuse Z4, la zone lumineuse Z2 étant considérée éteinte pour la formation de cette deuxième image primaire IP2.

[0132] Dans une telle configuration d'éclairage, la troisième image primaire IP3 est formée grâce à l'intensité lumineuse traversant un filtre polarisant d'acquisition 14 linéaire présentant une orientation à -45° , donc résulte de la moitié de l'intensité de la première zone lumineuse Z1, de la moitié de l'intensité de la deuxième zone lumineuse Z2, et de la moitié de l'intensité de la quatrième zone lumineuse Z4, la zone lumineuse Z3 étant considérée éteinte pour la formation de cette troisième image primaire IP3.

[0133] Dans une telle configuration d'éclairage, la quatrième image primaire IP4 est formée grâce à l'intensité lumineuse traversant un filtre polarisant d'acquisition 14 linéaire présentant une orientation à 0° , donc résulte de la moitié de l'intensité de la première zone lumineuse Z1, de l'intégralité de l'intensité de la deuxième zone lumineuse Z2, et de la moitié de l'intensité de la troisième zone lumineuse Z3, la zone lumineuse Z4 étant considérée éteinte pour la formation de cette quatrième image primaire IP4.

[0134] L'on décrit à présent l'unité de traitement 9 et son fonctionnement.

[0135] L'unité de traitement 9 a notamment pour fonction de traiter les images primaires IP1, ..., IPn récupérées en une seule acquisition par exemple à l'aide du dispositif d'acquisition 6, de manière à pouvoir analyser les reliefs sur une paroi 3, 4 du récipient 2.

[0136] Selon certains modes de réalisation, les images primaires IP1, ..., IPn sont analysées par l'unité de traitement 9, donnant directement un résultat de

traitement, c'est-à-dire sans qu'il soit nécessaire de calculer des combinaisons des images primaires IP_1, \dots, IP_n .

[0137] Selon d'autres modes de réalisation, les images primaires IP_1, \dots, IP_n sont combinées de sorte à obtenir des images secondaires IS_1, \dots, IS_n . De telles images secondaires IS_1, \dots, IS_n sont des images équivalentes à des images qui seraient acquises, en utilisant un dispositif d'analyse à l'aide d'un diaphragme ou masque opaque selon l'art antérieur, les unes après les autres avec différentes valeurs d'ouverture de diaphragme ou de masque pour chaque acquisition.

[0138] Plus précisément, en théorie selon l'art antérieur pour un résultat similaire, il faudrait acquérir successivement n images de chaque récipient. En outre, le résultat ne serait pas tout à fait équivalent. En effet, les articles se déplaçant, il faudrait adopter soit une solution très coûteuse avec plusieurs postes d'acquisition, ou bien utiliser un seul poste et faire plusieurs images en espérant que le secteur d'inspection reste dans le champ d'observation et éclairage du système. La mise en œuvre de l'une ou l'autre des dispositions décrites ci-dessus, imposerait non seulement un ralentissement de la cadence, mais une étape imparfaite de mise en correspondance des images acquises.

[0139] En réalité, selon l'art antérieur, il n'est obtenu qu'une seule image avec une seule acquisition et donc un seul réglage de contraste. Donc il ne peut pas être possible de bénéficier des avantages du dispositif d'analyse 1 objet du présent texte, qui permet d'obtenir par une seule acquisition simultanée n images secondaires IS_1, \dots, IS_n , de contrastes différents pour les reliefs.

[0140] En effet, comme expliqué ci-dessus, dans les dispositifs de l'art antérieur, une unique image est acquise avec une ouverture de diaphragme donnée, donc une étendue de spectre angulaire α donnée. Dans le présent dispositif d'analyse 1, plusieurs images peuvent être acquises simultanément avec l'équivalent de plusieurs ouvertures différentes, donc plusieurs étendues de spectre angulaire α , comme il peut être observé sur l'exemple représenté figure 16.

[0141] Avantagusement l'unité de traitement 9 permet de calculer par combinaisons linéaires des valeurs des pixels de plusieurs images primaires IP_1, \dots, IP_n des images secondaires IS_1, \dots, IS_n .

[0142] De telles combinaisons linéaires dépendent, par la loi de Malus, des orientations relatives des directions de polarisation linéaire des filtres polarisants de source 10 et des filtres polarisants d'acquisition, ou analyseurs individuels 14.

[0143] D'autres combinaisons linéaires sont utilisées lorsque des filtres polarisants de source 10 sont des polariseurs circulaires et que les filtres polarisants d'acquisition 14 sont précédés de lame retard quart d'onde.

[0144] Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 6, les combinaisons linéaires sont des plus simples. En effet l'image secondaire IS1 est égale à la première image primaire IP1 qui est formée, à travers un filtre polarisant d'acquisition de direction -45° , grâce à l'intensité lumineuse de l'ensemble des zones lumineuses Z1, Z2. Également, l'image secondaire IS2 est égale à la deuxième image primaire IP2 qui est formée, à travers un filtre polarisant d'acquisition de direction $+45^\circ$, par l'intermédiaire de l'intensité lumineuse issue de la zone lumineuse centrale Z1 avec seulement la lumière issue de Z1. L'image secondaire IS1 est donc l'équivalent à une acquisition d'image avec source d'étendue Z1+Z2 relativement grande, tandis que image secondaire IS2 est donc l'équivalent à une acquisition d'image avec source d'étendue Z1 relativement petite.

[0145] Avantageusement, l'unité de traitement 9 réalise une première image secondaire IS1 présentant des pixels ayant une valeur correspondant à l'image générée uniquement par la lumière issue de M1 zones lumineuses centrales contiguës Zc prises parmi les p zones lumineuses Z1, ..., Zp, avec M1 compris entre 1 et p-1.

[0146] Avantageusement, l'unité de traitement 9 réalise au moins une deuxième images secondaire IS2 présentant des pixels ayant une valeur correspondant à l'image générée par la lumière issue de M2 zones lumineuses centrales contiguës Zc, avec les M2 zones lumineuses centrales prises parmi les p zones lumineuses Z1, ..., Zp, M2 étant compris entre M1+1 et p, le spectre angulaire α des faisceaux contribuant à la deuxième image secondaire étant élargi par rapport au spectre angulaire restreint des faisceaux contribuant à la première image secondaire, du fait que l'étendue des M2 zones lumineuses centrales contiguës

réunies est supérieure à celle des M1 zones lumineuses centrales contiguës réunies.

[0147]Avantageusement, l'unité de traitement 9 détermine la présence d'un relief, et/ou la morphologie d'un relief porté par le secteur d'inspection, par exemple d'une paroi latérale 3 ou d'une paroi de fond 4 du récipient 2.

[0148]Grâce à un tel calcul, dans le cas où un relief présente des bords inclinés, de tels reliefs apparaissent dans les images secondaires IS1, ..., ISn avec un niveau de gris différent par rapport aux régions s'étendant horizontalement dans le secteur inspecté.

[0149]Les reliefs sont ainsi différemment contrastés dans les différentes images secondaires IS1, ..., ISn, en fonction de la relation entre le spectre angulaire α du faisceau constitué des faisceaux spécifiques correspondant à chaque image secondaire, et la pente des bords du relief. De cette façon, il est reproduit un système d'analyse à diaphragme. Il est ainsi possible de détecter et/ou analyser des reliefs sans qu'il soit nécessaire d'utiliser un diaphragme.

[0150]L'on décrit à présent une méthode d'analyse de relief en lumière traversante d'un récipient en verre 2, en se référant aux figures 9 à 14.

[0151]Comme il peut être observé sur les figures 9 et 10, la méthode comprend des étapes informatiques 300, notamment des étapes de calcul informatique qui sont pilotées, contrôlées, mises en œuvre par exemple par l'unité de traitement 9. L'unité de traitement 9 est par exemple constituée d'un système informatique non représenté sur les figures, tel qu'un ordinateur, ou bien un terminal.

[0152]De manière générale, un tel système informatique comprend par exemple un ou plusieurs microprocesseurs, une ou plusieurs unités de mémoire électronique et une ou plusieurs interfaces d'affichage (écran, projecteur, affichage holographique...), de saisie (clavier, souris, pavé tactile, écran tactile, ...), et / ou de communication (USB, Ethernet®, Wi-Fi®, Bluetooth®, Zigbee®, ...).

[0153]Avantageusement, le système informatique est connecté à un réseau informatique partageant des données avec un ou plusieurs autres ordinateurs du

réseau, ou avec d'autres réseaux, par exemple par un protocole internet ou Ethernet®.

[0154] La méthode d'analyse en lumière traversante comprend une étape d'illumination 100 en transmission du secteur d'inspection, la source de lumière émettant un faisceau global comprenant plusieurs faisceaux spécifiques, les faisceaux spécifiques présentant chacun un spectre angulaire α différent, et une propriété de polarisation différente.

[0155] Au cours d'une étape d'acquisition 200, n images primaires sont acquises, avec $n \geq 2$, au moyen pour chaque image primaire d'une combinaison de faisceaux spécifiques différents reçus du faisceau global par le dispositif d'acquisition 6 et sélectionnés en fonction de leur propriété de polarisation.

[0156] Au cours d'une étape de traitement 300, les n images primaires IP_1, \dots, IP_n sont traitées pour analyser un relief d'une paroi 3, 4 d'un récipient 2.

[0157] Avantageusement, au cours de l'étape d'illumination 100, la lumière traversée par la source de lumière 5 traverse le secteur inspecté d'une paroi 3, 4 du récipient 2 par l'intermédiaire d'une source de lumière 5 comprenant dans le sens de parcours de la lumière, une surface émettrice 7, une lentille convergente 8 de projection optique de la surface émettrice, de manière à ce que chaque point du secteur inspecté reçoive un faisceau lumineux possédant un spectre angulaire α .

[0158] Avantageusement, la surface émettrice 7 comprend p zones lumineuses Z_1, \dots, Z_p périphériques, avec $p \geq 2$, les zones lumineuses Z_1, \dots, Z_p émettent chacune un faisceau spécifique, chaque faisceau spécifique ayant une propriété de polarisation propre et distincte des unes des autres.

[0159] Avantageusement, au cours de l'étape d'acquisition 200, au moyen d'au moins un dispositif d'acquisition 6 de n images primaires IP_1, \dots, IP_n , avec n supérieur ou égal à deux, au moins chacune des $n-1$ images primaires IP_1, \dots, IP_n est constituée de manière que toute ou une partie des zones lumineuses Z_1, \dots, Z_p contribue à la formation d'au moins une des n images primaires IP_1, \dots, IP_n , tout en excluant la lumière ayant la propriété de polarisation d'une des zones associées. Une telle exclusion est obtenue par extinction d'une des zones

de lumière Z_1, \dots, Z_p en relation avec la propriété de polarisation de la lumière émise et la nature d'un filtre analyseur correspondant.

[0160]Avantageusement, au cours de l'étape d'illumination 100, la propriété de polarisation différente pour les p zones lumineuses Z_1, \dots, Z_p est une propriété de polarisation nulle., Une telle propriété de polarisation nulle est par exemple obtenue par un lumière non polarisée, ou une polarisation linéaire selon une direction de polarisation propre à la zone lumineuse Z_1, \dots, Z_p , ou bien un déphasage entre les deux composantes orthogonales du champ électrique des ondes lumineuses composant le faisceau global. Dans le cas d'un déphasage pour produire une polarisation circulaire, le déphasage est avantageusement de plus ou moins un quart de longueur d'onde.

[0161]Avantageusement, au cours de l'étape d'illumination 100, au moins une zone lumineuse Z_1, \dots, Z_p émet une lumière polarisée linéairement selon une direction de polarisation, on acquière au moins une image primaire à travers comme filtre polarisant d'acquisition 14 un analyseur de polarisation orthogonal à cette direction de polarisation qui éteint ou atténue la lumière de cette zone lumineuse Z_1, \dots, Z_p .

[0162]Avantageusement, au cours de l'étape d'illumination 100, le nombre de zones lumineuses Z_1, \dots, Z_p est entre deux et quatre, les zones lumineuses Z_1, \dots, Z_p émettant une lumière polarisée linéairement selon des directions différentes.

[0163]Avantageusement, au cours de l'étape d'acquisition 200, au moins n images primaires IP_1, \dots, IP_n sont acquises, et au moins $n-1$ de ces images primaires IP_1, \dots, IP_n sont obtenues en filtrant la lumière à travers $n-1$ analyseurs linéaires ayant chacun leur direction d'analyse de polarisation orthogonale à l'orientation de polarisation de chacune des $n-1$ zones lumineuses polarisées respectives, au moyen d'au moins deux caméras ou d'une caméra polarimétrique 11.

[0164]Avantageusement, les zones lumineuses Z_1, \dots, Z_p émettent une lumière polarisée linéairement selon des directions différentes choisies parmi les orientations suivantes par rapport à une normale à la direction de propagation de la lumière $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$, et 135° .

[0165] La méthode d'analyse comprend une étape de traitement 300, mise en œuvre par exemple par l'unité de traitement 9.

[0166] Selon des premières mises en œuvre représentées figures 11 et 12, une telle étape de traitement 300 permet la construction d'images secondaires IS₁, ..., IS_n et comprend par exemple une sous-étape 310 de calcul par combinaisons linéaires des valeurs de pixels des n images primaires IP₁, ..., IP_n d'une première image secondaire IS₁, ..., IS_n présentant une valeur de pixels correspondant à l'image générée uniquement par la lumière issue de M₁ zones lumineuses centrales contiguës, avec M₁ compris entre 1 et n-1, et au moins une deuxième image secondaire IS₁, ..., IS_n dont la valeur de pixels correspond à l'image générée par la lumière issue de M₂ zones lumineuses centrales contiguës, avec M₂ compris entre M₁+1 et n, l'étendue des M₂ zones lumineuses centrales contiguës réunies est supérieure à celle des M₁ zones centrales contiguës réunies.

[0167] Avantageusement, l'étape de traitement 300 comprend une sous-étape de détermination 320 intégrant l'analyse d'au moins deux images secondaires IS₁, ..., IS_n, pour déterminer la présence et/ou la morphologie d'un relief porté par le secteur d'inspection, le relief présentant des bords inclinés et des régions horizontales, les bords inclinés du relief apparaissant dans les images secondaires IS₁, ..., IS_n différemment contrastées par rapport aux régions horizontales du secteur inspecté.

[0168] L'on décrit à présent plus spécifiquement des variantes de réalisation de l'étape de détermination 320. La figure 10 récapitule les différentes variantes de réalisation.

[0169] Selon une première variante de réalisation, représenté la figure 11, au cours de l'étape de traitement 300, l'unité de traitement 9, traite et analyse des images secondaires IS₁, ..., IS_n séparément les unes des autres.

[0170] Dans une telle première variante, chaque image secondaire IS₁, ..., IS_n est analysée, par exemple au cours d'une phase d'examen 321 pour permettre l'obtention d'un résultat d'analyse R_i, à savoir une détection de défaut ou lecture

d'un relief, et d'un indice de confiance, formant par exemple une liste de résultats de lecture R1 .. Rn.

[0171] La phase d'examen 321 comporte par exemple pour chaque image secondaire IS1, ..., ISn : une étape de segmentation pour obtenir des régions d'intérêt, une étape de détermination des caractéristiques morphologiques et géométriques des régions d'intérêt, puis sur la base des caractéristiques déterminées, une étape de classification des régions d'intérêt pour donner un résultat Ri et un indice de confiance en le résultat.

[0172] Dans une telle première variante, au cours d'une phase de choix 322, un résultat d'analyse final R est sélectionné parmi la liste de résultats d'analyse Ri, comme étant le résultat d'analyse Ri avec l'indice de confiance le plus élevé. Le résultat R est donc le plus certain. Il est ainsi déterminé un résultat final R unique de lecture ou de reconnaissance.

[0173] Selon une deuxième variante non représentée, les images secondaires IS1, ..., ISn sont analysées ensemble.

[0174] Plus particulièrement, dans une telle deuxième variante, la sous-étape de détermination 320 comprend une phase de segmentation 321' d'images secondaires IS1, ..., ISn, laquelle consiste par exemple à découper l'image en régions ou segments, c'est-à-dire à affecter aux pixels d'une image secondaire IS1, ..., ISn une appartenance à une région d'intérêt ou objet d'intérêt. Une telle phase de segmentation 321' permet de déterminer et d'obtenir un ou plusieurs objets d'intérêts dans une image secondaire IS1, ..., ISn, par exemple par des opérations de filtrage, seuillage, ou suivi de contour.

[0175] Avantageusement, au cours d'une phase d'association 322', chacune des images secondaires IS1, ..., ISn d'un même récipient 2 sont associées, ou mises en correspondance entre elles. Ainsi, les objets d'intérêts des différentes images secondaires IS1, ..., ISn correspondent à un même relief à analyser, mais avec des contrastes différents

[0176] Avantageusement, les objets d'intérêts sont associés au cours de la phase d'association 322' s'ils sont au moins partiellement ou totalement superposés.

Ainsi, dans le cas de l'utilisation d'une caméra polarimétrique 11, les objets d'intérêt sont totalement superposés grâce à un tel moyen d'acquisition. Il est ainsi possible d'obtenir plusieurs résultats d'analyse d'un relief du récipient 2 représenté par un objet d'intérêt dans chaque image secondaire, IS1, ..., ISn avec un contraste différent.

[0177]Avantageusement, au cours d'une phase d'analyse 323', des caractéristiques morphologiques et géométriques des régions associées sont prises en compte afin d'obtenir au moins un résultat de lecture de signe ou de reconnaissance de défaut correspondant à chaque relief du récipient 2 représenté par un objet d'intérêt dans chaque image secondaire.

[0178]Selon une troisième variante de réalisation représentée figure 12, les images secondaires IS1, ..., ISn sont segmentées ensemble. Par exemple après leur association ou mise en correspondance selon des critères de superposition et d'appartenance au même relief du récipient 2, la segmentation se fait en construisant une région d'intérêt commune qui peut être enregistrée sous forme d'image tertiaire (non représentée sur les figures). Une telle opération est réalisée au cours d'une phase de construction d'une image tertiaire (321'').

[0179]La construction d'un tel objet d'intérêt commun, tire profit du fait que les images secondaires IS1, ..., ISn ont un contraste différent. En effet, des portions de relief peu marquées ne sont pas distinguables dans une image secondaire IS1, ..., ISn à contraste faible, mais distinguables dans une image secondaire IS1, ..., ISn à fort contraste.

[0180]Par exemple dans la figure 14, la barre du haut du chiffre 3 dans l'image IS3 est incomplète tandis qu'elle est complète dans l'image IS1. En revanche il serait possible dans IS1 d'avoir des ombres parasites accolées au code, qui ne font pas partie du signe à déchiffrer. On peut donc utiliser des règles de combinaisons des valeurs de pixels pris dans IS1 et IS3 afin lors de la phase de segmentation, de construire correctement un signe correspondant à un code de numéro de moule complet dans l'objet d'intérêt commun.

[0181]D'autres variantes que celles décrites ci-dessus sont envisageables pour la réalisation de la sous-étape de détermination 320.

[0182] Dans des variantes non représentées n images secondaires IS1, ..., ISn, sont analysées ensembles au cours de l'analyse, comportant une étape de mise en correspondance, ou superposition des images secondaires IS1, ..., ISn, pour constituer une image multidimensionnelle, qui est une forme d'image tertiaire, puis une étape de segmentation de l'image multidimensionnelle, puis de classification des objets d'intérêt de l'image multidimensionnelle. uned

[0183] Dans des variantes non représentées, des caractéristiques photométriques et/ou géométriques des objets segmentés, communs ou spécifique de chaque image secondaire, sont mesurées après segmentation et avant les étapes de classification. Dans de telles variantes, des classifieurs ayant comme données d'entrée ces caractéristiques mesurées sont utilisés pour classer des segments et obtenir comme résultat la reconnaissance d'un défaut ou la lecture d'un code ou signe. De telles variantes permettent l'emploi de tout classifieur y compris des classifieurs programmés de type arbre de décisions, ou des classifieurs à apprentissage supervisés. Comme classifieurs supervisés, il est par exemple utilisé des classifieurs selon des caractéristiques mesurées, ou des classifieurs d'images.

[0184] Dans certains modes de réalisation, l'on utilise par exemple comme classifieur un classifieur d'images à apprentissage supervisé apte à reconnaître des objets dans des images, ou de portions d'image, comme le fait par exemple un réseau de neurones convolutif (CNN).

[0185] Par « classifieur d'image », l'on entend, un classifieur qui, ayant comme données d'entrées une ou des images, donne un résultat d'analyse, à savoir une détection de défaut ou la lecture d'un relief. Un tel classifieur d'image est entraîné directement à partir d'un ensemble d'apprentissage composé d'images et de résultats attendus.

[0186] Selon une variante de ces modes de réalisation, le classifieur d'image est entraîné sur un ensemble d'apprentissage constitué de groupes de n images primaires IP1, ..., IPn obtenues lors d'une étape d'acquisition 200 sur des récipients, chaque groupe étant associé à un résultat attendu de lecture de signe ou de reconnaissance de défaut pour ces groupes d'images.

[0187] Selon une deuxième mise en œuvre, l'étape de traitement 300 est réalisée directement par l'usage d'un classifieur d'images.

[0188] Dans une variante de la deuxième mise en œuvre, visible sur la figure 13, en suivant le cheminement en traits pleins, l'étape de traitement 300, pour l'analyse des images primaires IP1, ..., IPn comprend par exemple les sous-étapes suivantes :

- une sous-étape de présentation 330 consistant notamment à présenter simultanément n images primaires IP1, ..., IPn en entrée d'un classifieur d'images entraîné à la lecture ou à la reconnaissance de défauts dans des images primaires,
- une sous-étape de classification 340 par le classifieur d'images préalablement entraîné.

[0189] Avantageusement, le classifieur d'image est entraîné sur un ensemble d'apprentissage constitué de groupes de n images secondaires IS1, ..., ISn obtenues d'une étape d'acquisition 200 sur des récipients d'images primaires IP1, ..., IPn suivie d'une sous-étape 310 de calcul des n images secondaires IS1, ..., ISn, chaque groupe de n images secondaires IS1, ..., ISn étant associé à un résultat attendu de lecture de signe ou de reconnaissance de défaut pour ces groupes d'images.

[0190] Dans une autre variante de la deuxième mise en œuvre, visible sur la figure 13, en suivant le cheminement en traits pointillés, l'étape de traitement 300, pour l'analyse des images primaires IP1, ..., IPn comprend les sous-étapes suivantes :

- une sous-étape 310 de calcul des n images secondaires IS1, ..., ISn, pour les présenter simultanément en entrée d'un classifieur d'images entraîné à la lecture ou à la reconnaissance de défauts dans des images secondaires,
- une sous-étape de classification 340 par le classifieur d'images préalablement entraîné.

[0191] Ainsi dans ces derniers modes de réalisation, l'étape de traitement 300 ne met pas nécessairement en œuvre des images secondaires IS1, ..., ISn, c'est-à-dire, les images primaires IP1, ..., IPn sont éventuellement analysées directement.

[0192] De manière plus particulière, un tel classifieur d'images à apprentissage supervisé par exemple un CNN est apte à classer une région d'image, par exemple une portion rectangulaire d'image, directement sans segmentation et sans mesures programmées de caractéristiques photométriques ou géométriques.

[0193] Avantageusement, seules des portions d'images prédéfinies c'est-à-dire des portions contenant de manière presque certaine un signe ou code à décoder sont traitées. Dans un tel cas, le classifieur d'images par apprentissage supervisé, est entraîné avec comme ensemble d'apprentissage des ensembles d'images primaires associées ou de portions d'images primaires associées, correspondant à un même relief d'un récipient 2, lesdits ensembles étant associés à un résultat attendu.

[0194] Le dispositif d'analyse 1, et la méthode d'analyse présentées ci-dessus offrent un grand nombre d'avantage, en particulier :

- possibilité d'avoir instantanément à partir d'une seule acquisition d'images, l'équivalent de plusieurs images avec des niveaux de contrastes des reliefs différents dans lesdites images
- un taux de lecture des codes élevé pour une production en série comprenant des récipients avec des rendus disparates de reliefs selon les conditions de production
- une facilité de mise en œuvre au cours d'un procédé de fabrication de récipient 2, sans impacter le rendement global de la chaîne de fabrication de récipients,
- une adaptation à toute forme de récipient en verre
- un coût modéré du fait de la possibilité d'utilisation d'une unique caméra polarimétrique 11.

Revendications

1. Dispositif d'analyse (1) en lumière traversante d'un relief d'un secteur d'inspection d'une paroi (3, 4) d'un récipient (2) en verre, le dispositif (1) comprenant :
 - une source de lumière (5) pour illuminer en transmission tout le secteur d'inspection, la source de lumière (5) étant apte à émettre un faisceau global comprenant plusieurs faisceaux spécifiques, les faisceaux spécifiques présentant chacun une étendue de spectre angulaire différente (α), et une propriété de polarisation différente,
 - un dispositif d'acquisition d'images (6) apte à détecter la propriété de polarisation spécifique d'au moins un faisceau spécifique, afin d'acquérir n images primaires (IP1, ..., IPn), avec $n \geq 2$, chaque image primaire (IP1, ..., IPn) étant réalisée au moyen d'une combinaison de faisceaux spécifiques différents reçus du faisceau global par le dispositif d'acquisition et sélectionnés en fonction de leur propriété de polarisation,
 - une unité de traitement des n images primaires (IP1, ..., IPn) pour analyser un relief d'une paroi (3, 4) d'un récipient (2) en verre.
2. Dispositif (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que**
 - la source de lumière (5) comprend :
 - o une surface émettrice (7) composée de p zones lumineuses (Z1, ..., Zp), avec $p \geq 2$, comprenant une zone centrale, et au moins une zone périphérique, les zones lumineuses (Z1, ..., Zp) émettant chacune un faisceau spécifique, chaque faisceau ayant une propriété de polarisation propre et distincte des autres faisceaux,
 - o une lentille de projection optique (8) de la surface émettrice, de manière que chaque point du secteur inspecté soit traversé par un faisceau lumineux dont l'étendue du spectre angulaire (α) dépend de l'étendue de la surface émettrice (7) émettant ledit faisceau,
 - le dispositif d'acquisition (6) intègre un capteur photo-électrique d'image apte à détecter la propriété de polarisation des faisceaux spécifiques provenant de la source de lumière.

3. Dispositif (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce** que la propriété de polarisation est une direction de polarisation ou un déphasage entre les deux composantes orthogonales du vecteur champ électrique des ondes lumineuses composant le faisceau global.
4. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif d'acquisition (6) est apte à acquérir des images primaires (IP1, ..., IPn) de manière que
 - i. lors de l'acquisition des n images primaires (IP1, ..., IPn), le dispositif d'acquisition (6) constitue n-1 images primaires (IP1, ..., IPn-1) en excluant la lumière ayant la propriété de polarisation d'une des zones lumineuse (Z1, ..., Zp) associées,
 - ii. toute ou une partie du flux lumineux émis par chacune des zones lumineuses (Z1, ..., Zp) contribue à la formation d'au moins une des n images primaires (IP1, ..., IPn).
5. Dispositif (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'unité de traitement est apte à calculer par combinaisons linéaires des valeurs des pixels de plusieurs images primaires (IP1, ..., IPn) :
 - a. une première image secondaire présentant des pixels ayant une valeur correspondant à l'image générée uniquement par la lumière issue de M1 zones lumineuses centrales contiguës prises parmi les p zones lumineuses (Z1, ..., Zp), avec M1 compris entre 1 et p-1,
 - b. au moins une deuxième image secondaire présentant des pixels ayant une valeur correspondant à l'image générée par la lumière issue de M2 zones lumineuses centrales contiguës, avec M2 prises parmi les p zones lumineuses (Z1, ..., Zp), M2 étant compris entre M1+1 et p, le spectre angulaire (α) des faisceaux contribuant à la deuxième image secondaire étant élargi par rapport au spectre angulaire (α) restreint des faisceaux contribuant à la première image secondaire, du fait que l'étendue des M2 zones lumineuses centrales contiguës réunies est supérieure à celle des M1 zones lumineuses centrales contiguës réunies,

- c. Analyser les n images secondaires (IS₁, ..., IS_n) afin de déterminer la présence et ou la morphologie d'un relief porté par une paroi (3, 4) du récipient (2).
6. Dispositif (1) selon la revendication 2 ou la revendication 3, **caractérisé en ce que** la surface émettrice (7) est équipée au moins $p-1$ filtres polarisants de source (10) présentant une direction de polarisation linéaire, chaque filtre polarisant de source (10) étant affecté à une zone périphérique, les $p-1$ filtres polarisants de source (10) ayant une direction de polarisation différente les unes des autres.
 7. Dispositif (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** les $p-1$ filtres de source (10) ont une direction de polarisation différente les unes des autres, choisies parmi les directions 0° 45° 90° et 135° .
 8. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, **caractérisé en ce que** la surface émettrice (7) comprend un diffuseur transparent ou translucide, retro-éclairé uniformément par une lumière primaire, un écran de cellules à cristaux liquides étant disposé sur le diffuseur, le diffuseur étant commandé pour présenter, selon p zones périphériques, des propriétés de biréfringence différentes afin de produire pour au moins $p-1$ zones lumineuses (Z₁, ..., Z_p), une lumière avec une propriété de polarisation différente les unes des autres.
 9. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif d'acquisition (6) comprend une caméra polarimétrique (11).
 10. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la lentille (8) est convergente, et est disposée à une distance de la surface émettrice (7) sensiblement égale à la distance focale.
 11. Dispositif (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la lentille (8) est prise parmi une des lentilles suivantes :
 - lentille plan convexe,
 - lentille bi-convexe,
 - lentille de Fresnel.

12. Méthode d'analyse en lumière traversante d'un relief d'un secteur d'inspection d'une paroi (3, 4) d'un récipient (2) en verre, la méthode comprenant :

- une étape d'illumination (100) consistant à illuminer en transmission le secteur d'inspection, la source de lumière (5) émettant un faisceau global comprenant plusieurs faisceaux spécifiques, les faisceaux spécifiques présentant chacun une étendue de spectre angulaire (α) différent, et une propriété de polarisation différente,
- une étape d'acquisition (200) de n images primaires (IP1, ..., IPn), avec $n \geq 2$, au moyen pour chaque image primaire (IP1, ..., IPn) d'une combinaison de faisceaux spécifiques différents reçus du faisceau global par le dispositif de détection et sélectionnés en fonction de leur propriété de polarisation.
- une étape de traitement (300) des images primaires (IP1, ..., IPn) pour analyser un relief d'une paroi (3, 4) d'un récipient (2) en verre.

13. Méthode selon la revendication précédente **caractérisée en ce que** :

- au cours de l'étape d'illumination (100),
 - o la lumière émise par la source traverse le secteur inspecté de la paroi (3, 4) du récipient (2) avec une source de lumière (5) comprenant dans le sens de parcours de la lumière, une surface émettrice (7), une lentille de projection optique (8) de la surface émettrice (7), de manière à ce que chaque point du secteur inspecté reçoive un faisceau lumineux possédant un spectre angulaire (α),
 - o la surface émettrice (7) étant composée de p zones lumineuses (Z1, ..., Zp) annulaires concentriques, avec $p \geq 2$, les zones lumineuses (Z1, ..., Zp) émettant chacune un faisceau spécifique, chaque faisceau spécifique ayant une propriété de polarisation propre et distincte des unes des autres.

14. Méthode selon la revendication 12 ou 13, **caractérisée en ce que** l'étape d'acquisition (200) comprend au moyen d'au moins un dispositif d'acquisition (6), l'acquisition de n images primaires (IP1, ..., IPn), avec n supérieur ou égal à deux, telles que

- au moins chacune parmi n-1 images primaires (IP1, ..., IPn-1) est constituée en excluant la lumière ayant la propriété de polarisation d'une des zones lumineuses (Z1, ..., Zp) associées,
- toute ou une partie du flux lumineux de chacune des zones lumineuses (Z1, ..., Zp) contribue à la formation d'au moins une des n images primaires (IP1, ..., IPn).

15. Méthode selon la revendication 13 ou 14, **caractérisée en ce que** l'étape de traitement (300) comprend :

- une sous-étape (310) de calcul par combinaisons linéaires des valeurs de pixels des n images primaires (IP1, ..., IPn) :
 - d'une première image secondaire présentant une valeur de pixels correspondant à l'image générée uniquement par la lumière issue de M1 zones lumineuses centrales contiguës, avec M1 compris entre 1 et n-1,
 - et d'au moins une deuxième image secondaire dont la valeur de pixels correspond à l'image générée par la lumière issue de M2 zones lumineuses centrales contiguës, avec M2 compris entre M+1 et n, l'étendue des M2 zones lumineuses centrales contiguës réunies est supérieure à celle des M1 zones centrales contiguës réunies,
- une sous-étape de détermination (320) intégrant l'analyse d'au moins deux images secondaires (IS1, ..., ISn), pour déterminer la présence et/ou la morphologie d'un relief porté par le secteur d'inspection, le relief présentant des bords inclinés et des régions horizontales, les bords inclinés du relief apparaissant dans les images secondaires (IS1, ..., ISn) différemment contrastés par rapport aux régions horizontales du secteur inspecté.

16. Méthode selon la revendication précédente, **caractérisée en ce qu'**au cours de l'étape d'illumination (100), la propriété de polarisation différente pour les p zones lumineuses (Z1, ..., Zp) est une propriété de polarisation linéaire nulle, ou une polarisation linéaire selon une direction de polarisation propre à la zone lumineuse (Z1, ..., Zp), ou un déphasage entre les deux composantes

orthogonales du champ électrique des ondes lumineuses composant le faisceau global.

17. Méthode selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que**

- au cours de l'étape d'illumination (100), au moins une zone lumineuse (Z_1, \dots, Z_p) émet une lumière polarisée linéairement selon une direction de polarisation de source, et
- au cours de l'étape d'acquisition (200), on acquiert au moins une image primaire (IP_1, \dots, IP_n) à travers un filtre d'acquisition (14) présentant une direction de polarisation orthogonale à la direction de polarisation de source qui éteint ou atténue la lumière de la zone lumineuse (Z_1, \dots, Z_p).

18. Méthode selon l'une quelconque des revendications 12 à 17, **caractérisée en ce que**

- au cours de l'étape d'illumination (100), le nombre de zones lumineuses (Z_1, \dots, Z_p) est de trois ou quatre, les zones lumineuses (Z_1, \dots, Z_p) émettant une lumière polarisée linéairement selon des directions différentes,
- au cours de l'étape d'acquisition (200), au moins n images primaires (IP_1, \dots, IP_n) sont acquises, et au moins $n-1$ de ces images primaires (IP_1, \dots, IP_n) sont obtenues en filtrant la lumière à travers $n-1$ filtres de polarisation d'acquisition (14) linéaires ayant chacun leur direction de polarisation orthogonale à l'orientation de polarisation de chacune des $n-1$ zones lumineuses (Z_1, \dots, Z_p) polarisées respectives, au moyen de au moins deux caméras (20) ou d'une caméra polarimétrique (11).

19. Méthode selon l'une quelconque des revendications 12 à 18, **caractérisée en ce que** les zones lumineuses (Z_1, \dots, Z_p) émettent une lumière polarisée linéairement selon des directions différentes choisies parmi les orientations suivantes par rapport à la direction de propagation de la lumière : 0° , 45° , 90° , et 135° .

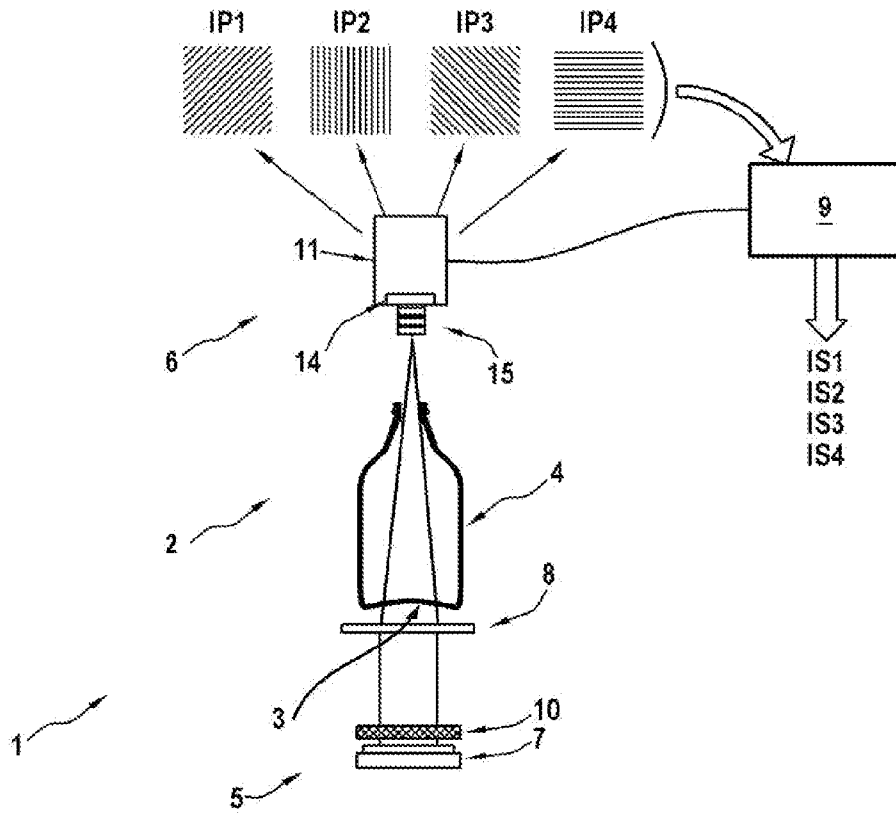
20. Méthode selon l'une quelconque des revendications de 15 à 19, **caractérisée en ce que** la sous-étape de détermination (320) comprend:

- une phase d'examen (321) de chaque image secondaire (IS_1, \dots, IS_n) pour obtenir pour chacune un résultat d'analyse d'un relief intégrant :

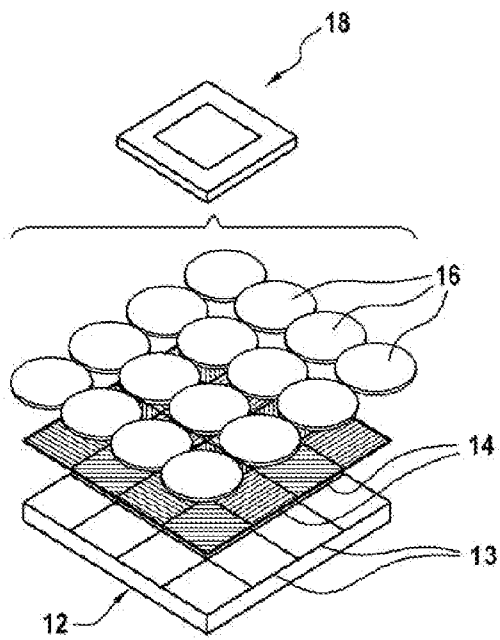
- un signe lu ou un défaut reconnu et
 - un indice de confiance
 - une phase de choix (322) dans laquelle un résultat final unique de lecture ou de reconnaissance est le résultat le plus certain choisi parmi lesdits résultats d'analyse de relief.
21. Méthode selon l'une quelconque des revendications 15 à 19, **caractérisée en ce que** la sous-étape de détermination (320) comprend :
- une phase de segmentation (321') de chaque image secondaire pour obtenir pour chacune au moins un objet d'intérêt,
 - une phase d'association (322') des objets d'intérêt se correspondant entre images secondaires (IS1, ..., ISn) par superposition au moins partielle,
 - une phase d'analyse (323') des objets d'intérêt associés en combinant des caractéristiques photométriques ou morphologiques desdits objets d'intérêt, afin d'obtenir au moins un résultat de lecture de signe ou de reconnaissance de défaut correspondant à chaque objet associé.
22. Méthode selon l'une quelconque des revendications 15 à 21, **caractérisée en ce que** la sous-étape de détermination (320) comprend :
- une phase de construction d'une image tertiaire (321'') intégrant une analyse des images secondaires (IS1, ..., ISn) pour constituer à partir de pixels choisis dans plusieurs images secondaires, dans une image tertiaire, un objet d'intérêt représentant un signe reconstitué,
 - une phase de lecture de signe (322'') consistant à analyser le signe reconstitué pour en faire la lecture.
23. Méthode selon l'une des revendications 20 à 22, **caractérisée en ce que** la phase d'examen (321), la phase d'analyse (323') ou la phase de lecture de signe (322'') est réalisée au moyen d'un classifieur issu d'un apprentissage supervisé, tel qu'un classifieur bayésien ou un réseau neuronal, entraîné à la lecture de signes ou à la reconnaissance de défauts.
24. Méthode selon l'une quelconque des revendications 12 à 14 ou 16 à 19, **caractérisée en ce que** dans l'étape de traitement (300), l'analyse des images primaires (IP1, ..., IPn) comprend les sous-étapes suivantes :

- une sous-étape de présentation (330) consistant à présenter simultanément n images primaires (IP1, ..., IPn) en entrée d'un classifieur d'images (340) entraîné à la lecture ou à la reconnaissance de défauts dans des images primaires
- ou une sous étape (310) consistant à calculer n images secondaires (IS1, ..., ISn) pour les présenter en entrée d'un classifieur d'images (340) entraîné à la lecture ou à la reconnaissance de défauts dans des images secondaires,
- une sous-étape de classification (340) par le classifieur d'images (340) préalablement entraîné.

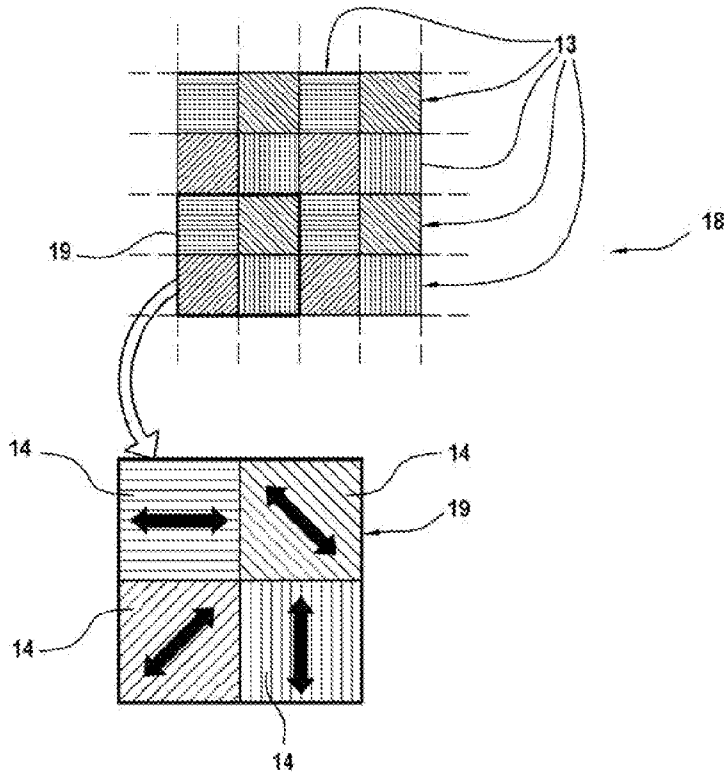
[Fig. 1]



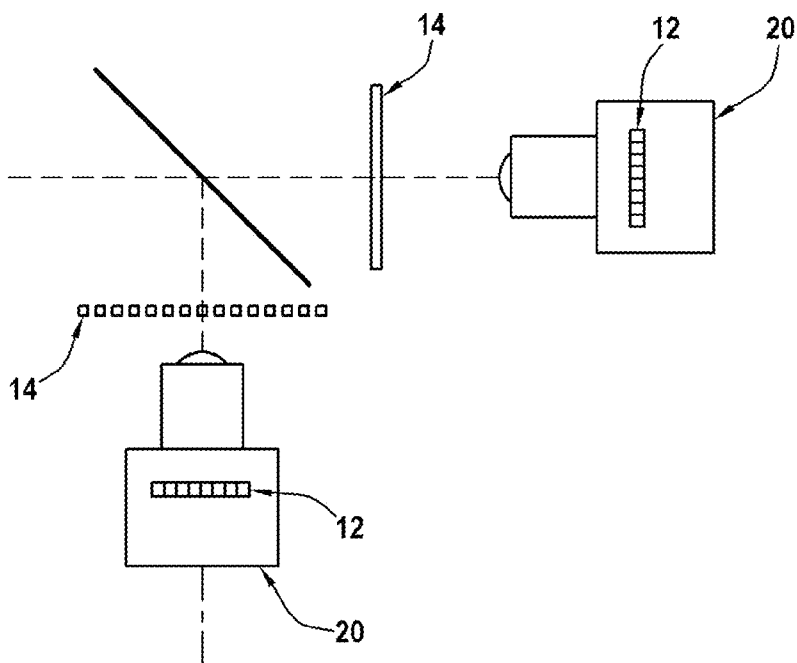
[Fig. 2]



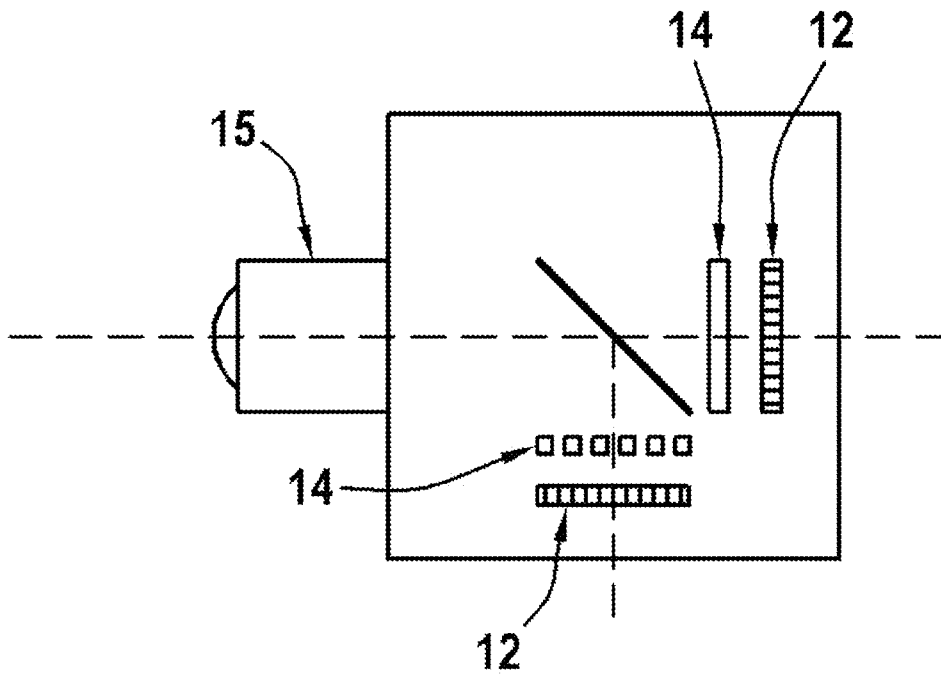
[Fig. 3]



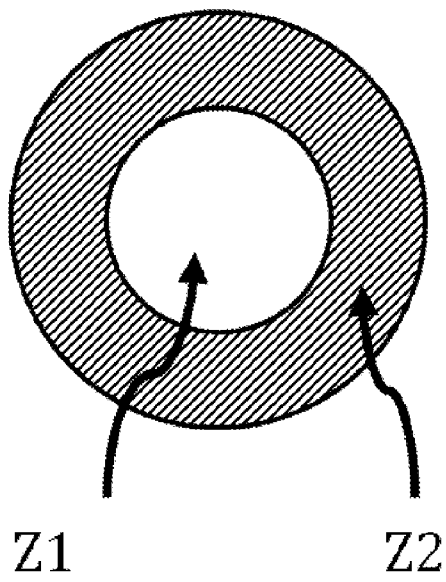
[Fig. 4]



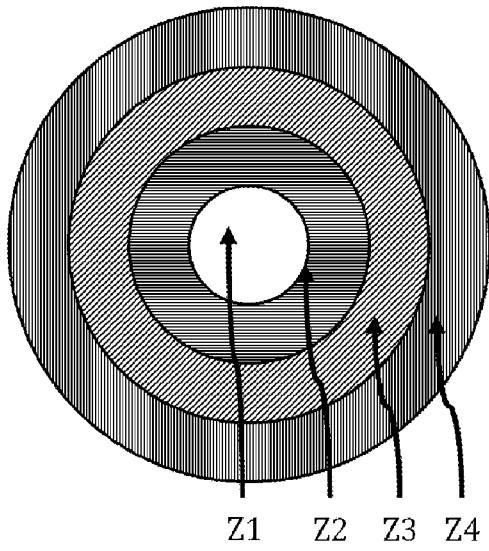
[Fig. 5]



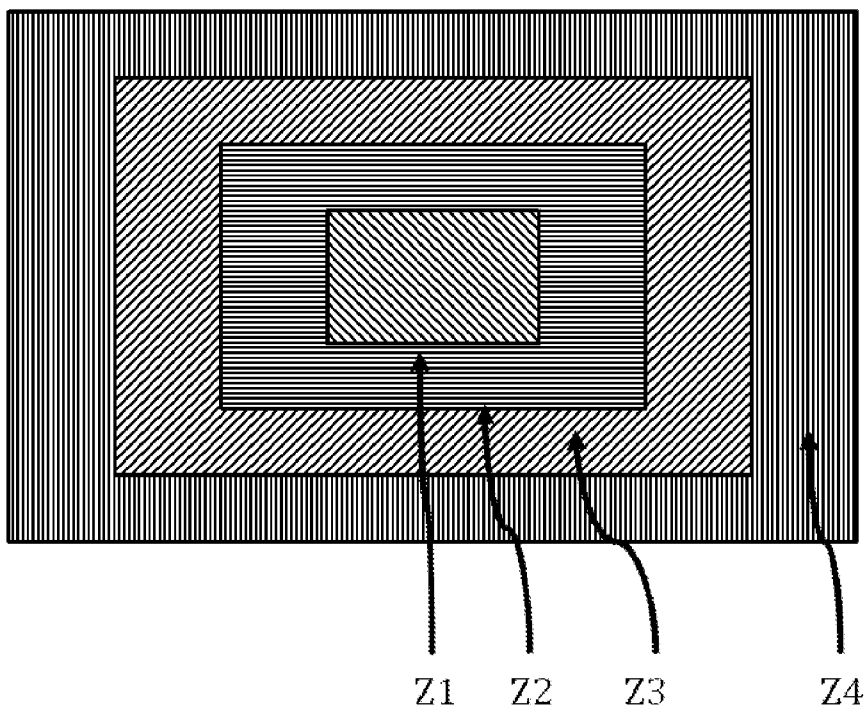
[Fig. 6]



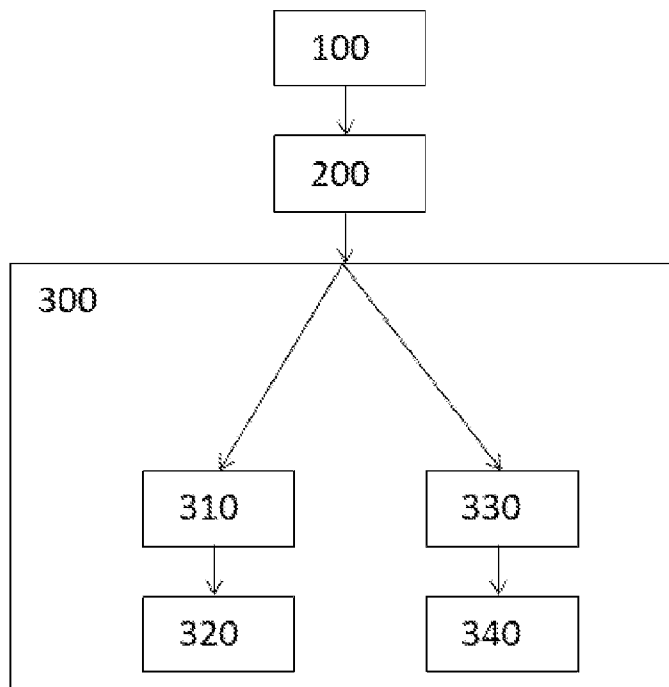
[Fig. 7]



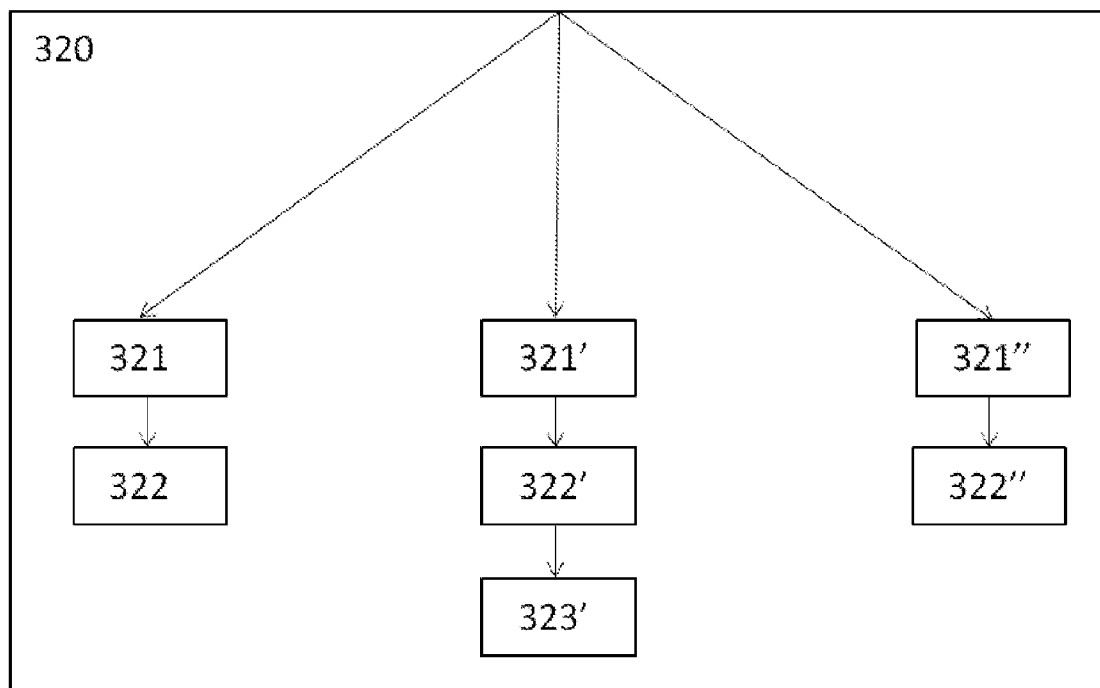
[Fig. 8]



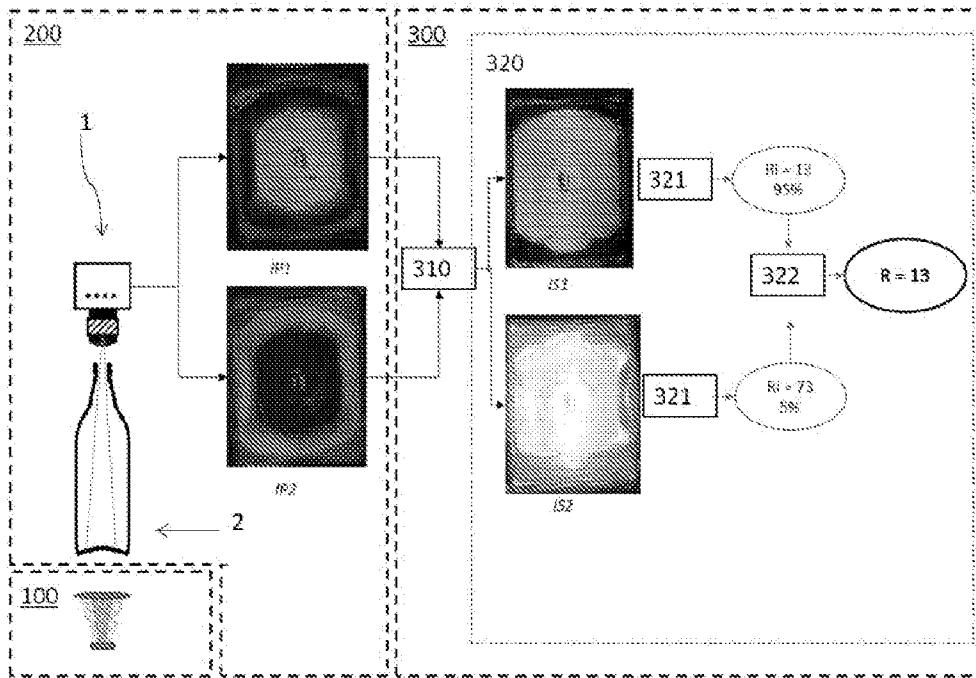
[Fig. 9]



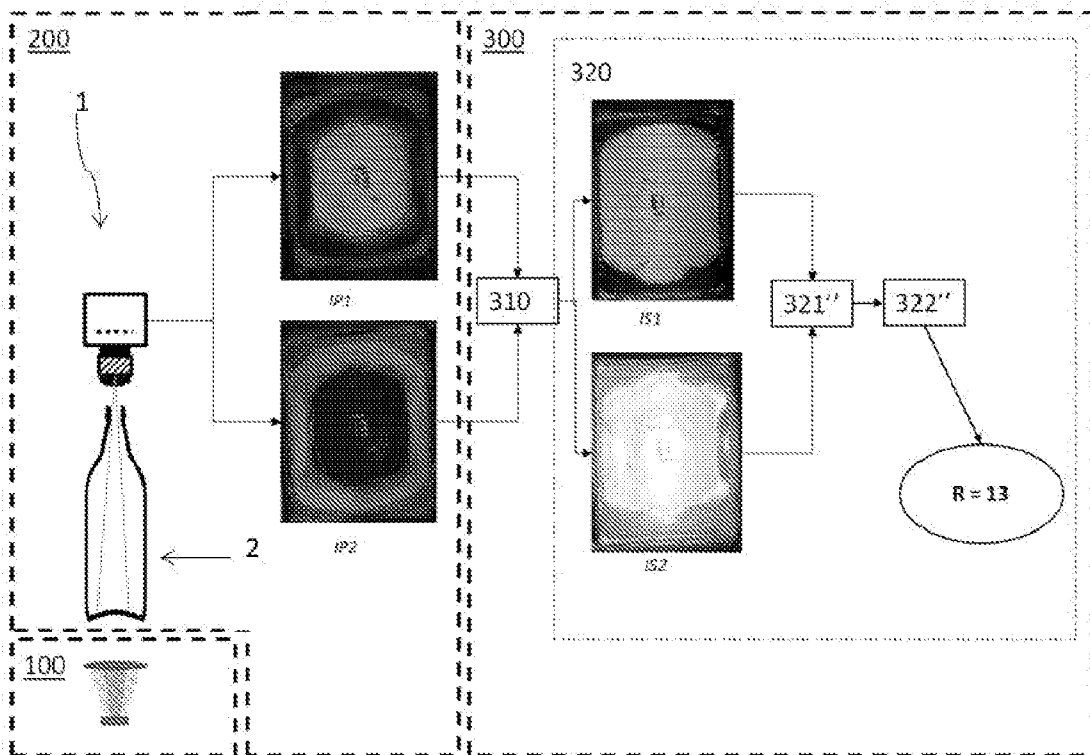
[Fig. 10]



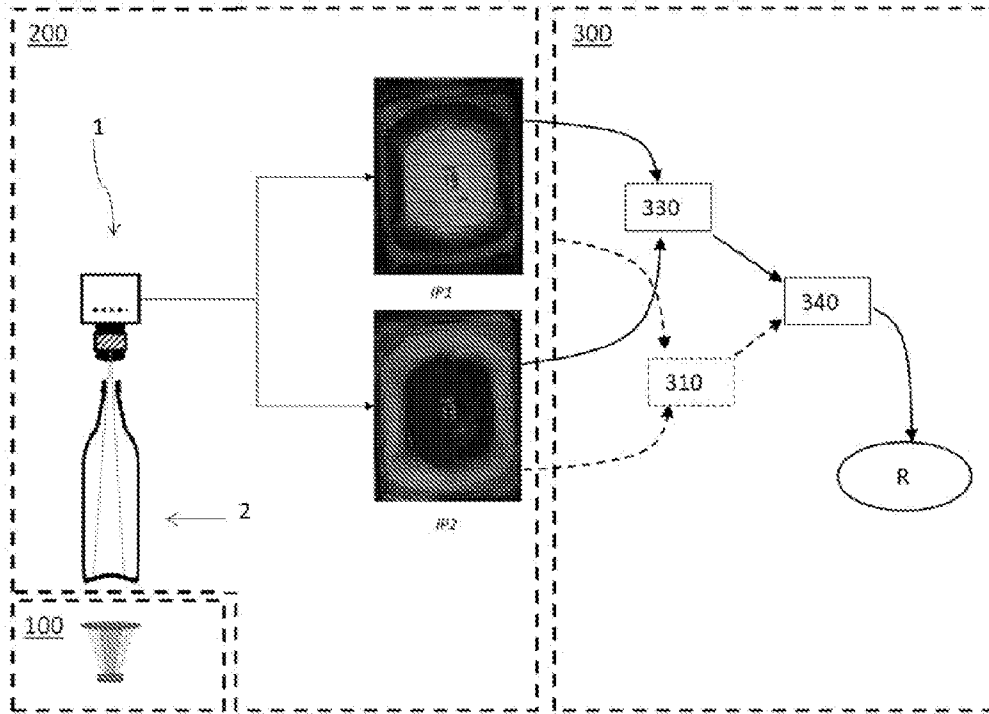
[Fig. 11]



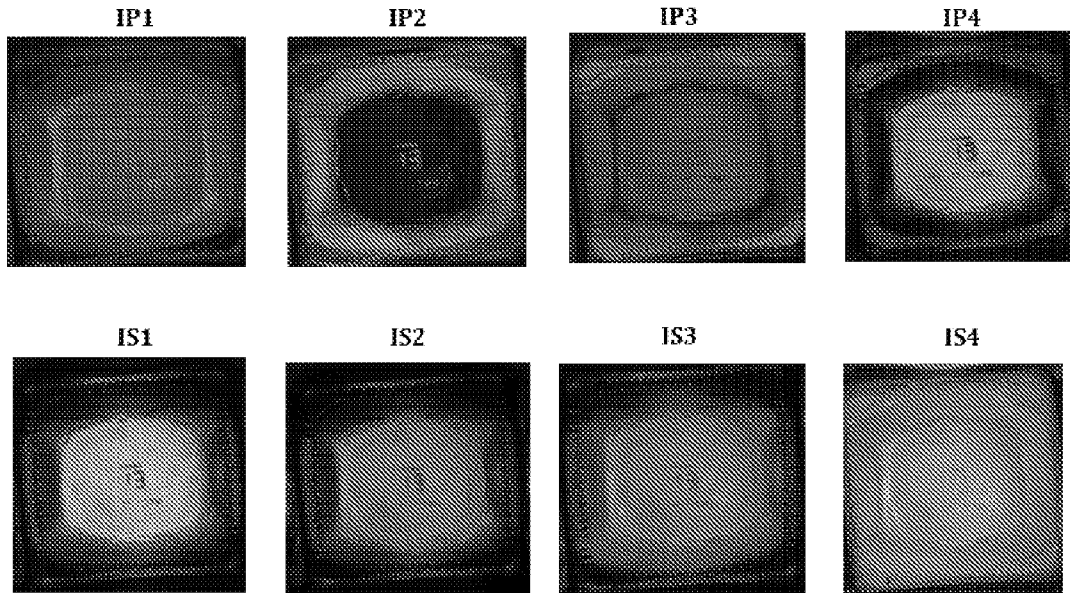
[Fig. 12]



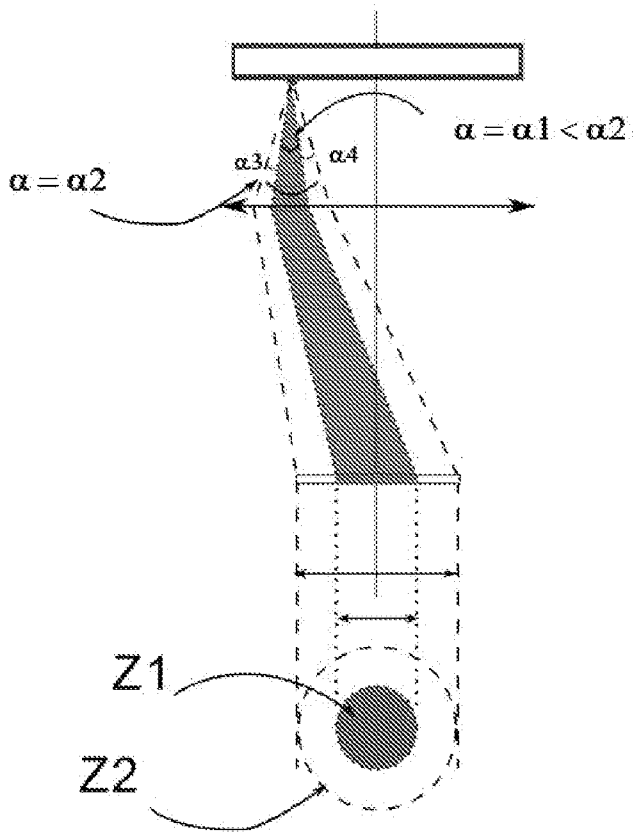
[Fig. 13]



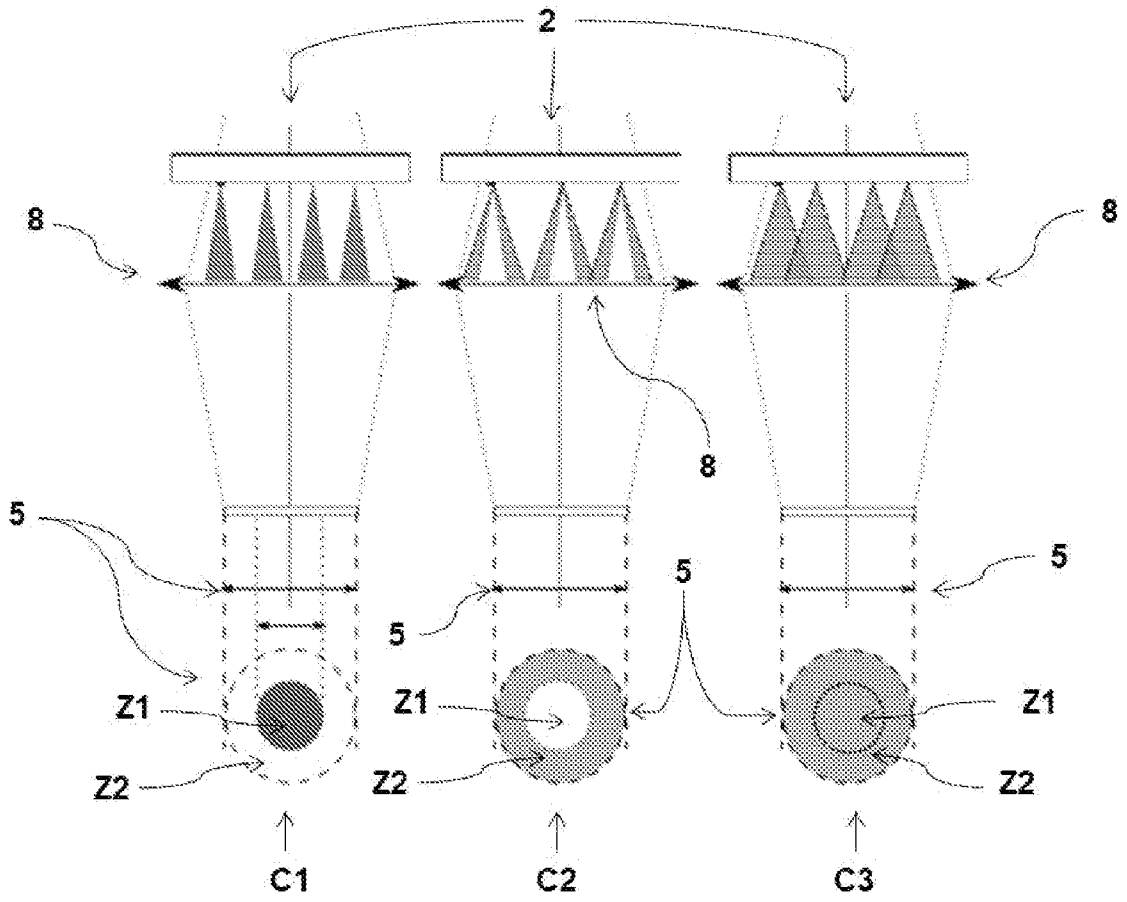
[Fig. 14]



[Fig. 15]



[Fig. 16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2023/052119

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G01N 21/90</i> (2006.01)i; <i>G01N 21/88</i> (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 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.
Y	US 2022307987 A1 (NIEDERMEIER ANTON [DE] ET AL) 29 September 2022 (2022-09-29) paragraphs [0030], [0031], [0072], [0073]; claim 1; figures 1-8C	1-24
A	DE 102021115493 A1 (HEUFT SYSTEMTECHNIK GMBH [DE]) 15 December 2022 (2022-12-15) paragraph [0026]; claim 1; figure 1	1-24
A	DE 102019205653 A1 (KRONES AG [DE]) 22 October 2020 (2020-10-22) paragraph [0030]; claims 1, 9, 10; figures 1-4	1-24
A	EP 3312592 A1 (SEIDENADER MASCHB GMBH [DE]) 25 April 2018 (2018-04-25) abstract; claim 1; figure 1	1-24
A	DE 102019205654 A1 (KRONES AG [DE]) 22 October 2020 (2020-10-22) abstract; claims 1, 7; figures 1-4	1-24
A	DE 102017008406 A1 (HEUFT SYSTEMTECHNIK GMBH [DE]) 07 March 2019 (2019-03-07) paragraphs [0004] - [0011]; claim 1; figures 1-7	1-24
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 28 March 2024		Date of mailing of the international search report 22 April 2024
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the) Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Koll, Hermann Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2023/052119

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102014220598 A1 (KRONES AG [DE]) 14 April 2016 (2016-04-14)	1,12
Y	paragraphs [0010], [0022], [0030], [0064], [0073]; claims 1-15; figures 1-6	1-24
A	US 2011050884 A1 (NIEDERMEIER ANTON [DE] ET AL) 03 March 2011 (2011-03-03) paragraphs [0033] - [0037]; claims 1, 8; figures 1-3	1-24
A	US 2016072993 A1 (HARTRUMPF MATTHIAS [DE] ET AL) 10 March 2016 (2016-03-10) paragraph [0052]; claims 1, 6, 10, 11; figures 1-6	1-24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2023/052119

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2022307987	A1	29 September 2022	CN	114127545	A	01 March 2022
				DE	102019208299	A1	10 December 2020
				EP	3980761	A1	13 April 2022
				US	2022307987	A1	29 September 2022
				WO	2020244818	A1	10 December 2020

DE	102021115493	A1	15 December 2022	BR	112023024356	A2	06 February 2024
				CA	3220259	A1	22 December 2022
				DE	102021115493	A1	15 December 2022
				EP	4356116	A1	24 April 2024
				WO	2022263292	A1	22 December 2022

DE	102019205653	A1	22 October 2020	CN	113711019	A	26 November 2021
				DE	102019205653	A1	22 October 2020
				WO	2020212014	A1	22 October 2020

EP	3312592	A1	25 April 2018	DE	102016012585	A1	26 April 2018
				EP	3312592	A1	25 April 2018

DE	102019205654	A1	22 October 2020	CN	111830053	A	27 October 2020
				DE	102019205654	A1	22 October 2020

DE	102017008406	A1	07 March 2019	BR	112020001269	A2	21 July 2020
				CA	3069631	A1	14 March 2019
				CN	111133300	A	08 May 2020
				DE	102017008406	A1	07 March 2019
				EP	3679356	A1	15 July 2020
				JP	7016408	B2	04 February 2022
				JP	2020533576	A	19 November 2020
				KR	20200044054	A	28 April 2020
				RU	2742226	C1	03 February 2021
				US	2021088454	A1	25 March 2021
				WO	2019048575	A1	14 March 2019

DE	102014220598	A1	14 April 2016	CN	107076680	A	18 August 2017
				DE	102014220598	A1	14 April 2016
				EP	3204759	A1	16 August 2017
				WO	2016055209	A1	14 April 2016

US	2011050884	A1	03 March 2011	BR	112012004394	A2	24 September 2019
				CN	102004108	A	06 April 2011
				DE	102009039254	A1	08 May 2013
				EP	2290355	A2	02 March 2011
				ES	2675053	T3	06 July 2018
				JP	5615096	B2	29 October 2014
				JP	2011089978	A	06 May 2011
				US	2011050884	A1	03 March 2011

US	2016072993	A1	10 March 2016	DE	102014217771	A1	10 March 2016
				EP	2993464	A1	09 March 2016
				US	2016072993	A1	10 March 2016

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2023/052119

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01N21/90 G01N21/88 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		
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
Y	US 2022/307987 A1 (NIEDERMEIER ANTON [DE] ET AL) 29 septembre 2022 (2022-09-29) alinéas [0030], [0031], [0072], [0073]; revendication 1; figures 1-8C -----	1-24
A	DE 10 2021 115493 A1 (HEUFT SYSTEMTECHNIK GMBH [DE]) 15 décembre 2022 (2022-12-15) alinéa [0026]; revendication 1; figure 1 -----	1-24
A	DE 10 2019 205653 A1 (KRONES AG [DE]) 22 octobre 2020 (2020-10-22) alinéa [0030]; revendications 1, 9, 10; figures 1-4 -----	1-24
A	EP 3 312 592 A1 (SEIDENADER MASCHB GMBH [DE]) 25 avril 2018 (2018-04-25) abrégé; revendication 1; figure 1 -----	1-24
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/>	Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/>
	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	"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	
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date	"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	
"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)	"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	
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens	"&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
28 mars 2024	22/04/2024	
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 Koll, Hermann	

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	DE 10 2019 205654 A1 (KRONES AG [DE]) 22 octobre 2020 (2020-10-22) abrégé; revendications 1, 7; figures 1-4 -----	1-24
A	DE 10 2017 008406 A1 (HEUFT SYSTEMTECHNIK GMBH [DE]) 7 mars 2019 (2019-03-07) alinéas [0004] - [0011]; revendication 1; figures 1-7 -----	1-24
X	DE 10 2014 220598 A1 (KRONES AG [DE]) 14 avril 2016 (2016-04-14)	1, 12
Y	alinéas [0010], [0022], [0030], [0064], [0073]; revendications 1-15; figures 1-6 -----	1-24
A	US 2011/050884 A1 (NIEDERMEIER ANTON [DE] ET AL) 3 mars 2011 (2011-03-03) alinéas [0033] - [0037]; revendications 1, 8; figures 1-3 -----	1-24
A	US 2016/072993 A1 (HARTRUMPF MATTHIAS [DE] ET AL) 10 mars 2016 (2016-03-10) alinéa [0052]; revendications 1, 6, 10, 11; figures 1-6 -----	1-24

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2023/052119

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2022307987 A1	29-09-2022	CN 114127545 A	01-03-2022
		DE 102019208299 A1	10-12-2020
		EP 3980761 A1	13-04-2022
		US 2022307987 A1	29-09-2022
		WO 2020244818 A1	10-12-2020
DE 102021115493 A1	15-12-2022	BR 112023024356 A2	06-02-2024
		CA 3220259 A1	22-12-2022
		DE 102021115493 A1	15-12-2022
		EP 4356116 A1	24-04-2024
		WO 2022263292 A1	22-12-2022
DE 102019205653 A1	22-10-2020	CN 113711019 A	26-11-2021
		DE 102019205653 A1	22-10-2020
		WO 2020212014 A1	22-10-2020
EP 3312592 A1	25-04-2018	DE 102016012585 A1	26-04-2018
		EP 3312592 A1	25-04-2018
DE 102019205654 A1	22-10-2020	CN 111830053 A	27-10-2020
		DE 102019205654 A1	22-10-2020
DE 102017008406 A1	07-03-2019	BR 112020001269 A2	21-07-2020
		CA 3069631 A1	14-03-2019
		CN 111133300 A	08-05-2020
		DE 102017008406 A1	07-03-2019
		EP 3679356 A1	15-07-2020
		JP 7016408 B2	04-02-2022
		JP 2020533576 A	19-11-2020
		KR 20200044054 A	28-04-2020
		RU 2742226 C1	03-02-2021
		US 2021088454 A1	25-03-2021
DE 102014220598 A1	14-04-2016	CN 107076680 A	18-08-2017
		DE 102014220598 A1	14-04-2016
		EP 3204759 A1	16-08-2017
		WO 2016055209 A1	14-04-2016
US 2011050884 A1	03-03-2011	BR 112012004394 A2	24-09-2019
		CN 102004108 A	06-04-2011
		DE 102009039254 A1	08-05-2013
		EP 2290355 A2	02-03-2011
		ES 2675053 T3	06-07-2018
		JP 5615096 B2	29-10-2014
		JP 2011089978 A	06-05-2011
		US 2011050884 A1	03-03-2011
US 2016072993 A1	10-03-2016	DE 102014217771 A1	10-03-2016
		EP 2993464 A1	09-03-2016
		US 2016072993 A1	10-03-2016