

(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 2024/141741 A1

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

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

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

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2023/052120

(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, 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.

(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 :
FR2214525 27 décembre 2022 (27.12.2022) FR

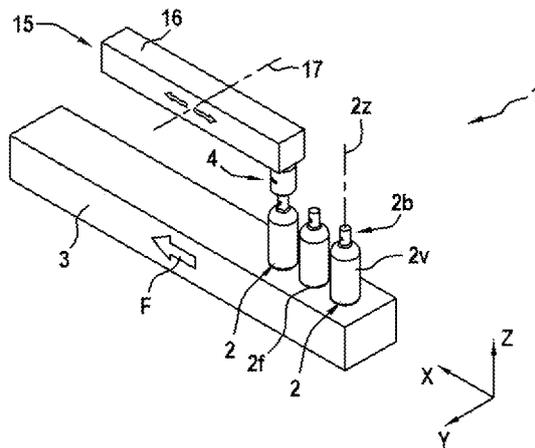
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, CV, GH,

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

(54) Title: METHOD FOR CONTACTLESS IN-LINE INSPECTION OF CONTAINERS, AND STATION FOR IMPLEMENTING SAME

(54) Titre : PROCÉDE D'INSPECTION EN LIGNE SANS CONTACT DE RECIPIENTS ET POSTE POUR SA MISE EN ŒUVRE

[Fig. 1]



(57) Abstract: The invention relates to a method for in-line inspection of containers (2) each having a vertical axis and at least one external profile to be inspected, according to which method: - the measuring head (4) is configured to acquire, by optical projection, images of at least one external profile of each container, - for each movement cycle, the measuring head is positioned such that the axis of rotation of the measuring head is substantially coaxial to the vertical axis of the container as the measuring head is rotated in a circular movement, and the measuring head is moved linearly and parallel to the direction of translation so as to acquire images of the external profile over the entire periphery of the container.

(57) Abrégé : L'objet de l'invention concerne un procédé d'inspection en ligne de récipients (2) présentant chacun un axe vertical et au moins un profil externe à inspecter, selon le procédé : - la tête de mesure (4) est configurée pour acquérir par projection optique, des images d'au moins un profil externe de chaque récipient, - pour chaque cycle de déplacement, la tête de mesure est positionnée de



WO 2024/141741 A1

GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, 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))

sorte que l'axe de rotation de la tête de mesure soit sensiblement coaxial à l'axe vertical du récipient lors de la mise en rotation de la tête de mesure selon un mouvement circulaire et à déplacer linéairement la tête de mesure parallèlement à la direction de translation de manière à acquérir des images du profil externe sur toute la périphérie du récipient.

Description

Titre de l'invention : Procédé d'inspection en ligne sans contact de récipients et poste pour sa mise en œuvre

Domaine Technique

5 [0001] La présente invention concerne le domaine technique de l'inspection de récipients transparents ou translucides, tels que par exemple, des bouteilles, des pots, des flacons, des ampoules ou des seringues réalisés par exemple en verre ou en Polyéthylène Téréphtalate (PET).

10 [0002] L'objet de l'invention vise plus précisément le domaine de l'inspection de tels récipients, en vue de contrôler ou d'évaluer des caractéristiques dimensionnelles présentées par ces récipients, telles que des mesures ainsi que de détecter des défauts de type bavures ou picots.

15 [0003] L'objet de l'invention trouve des applications particulièrement avantageuses mais non exclusivement pour mesurer le diamètre des récipients tel que le diamètre externe de la bague ou du corps des récipients ou pour déceler, sur la bague de tels récipients, la présence de défauts notamment au niveau du joint horizontal de moule.

Technique antérieure

20 [0004] Dans le domaine de la fabrication des récipients, il est connu d'inspecter la bague des récipients pour détecter la présence de défauts susceptibles d'affecter leur caractère esthétique ou, plus grave, de présenter un réel danger pour l'utilisateur, comme des bavures ou des picots proches du goulot. Il est aussi connu d'inspecter la bague des récipients pour déterminer si des critères dimensionnels sont respectés pour assurer notamment un bouchage et un
25 débouchage correct des récipients, l'étanchéité d'une capsule, d'un couvercle ou d'un bouchon à vis, notamment par la planéité de la surface de bague, ou encore la pose correcte d'une capsule ou d'un bouchon à vis en fonction de la géométrie des filets de la bague du récipient en verre ou en PET. L'état de la technique a proposé divers dispositifs d'inspection optique de récipients.

[0005] Par exemple, le brevet US 5 753 905 propose un appareil pour inspecter les caractéristiques extérieures de récipients comportant une source lumineuse illuminant à partir d'un côté du récipient, le profil extérieur du récipient et à récupérer par une caméra située de l'autre côté du récipient, une image du profil du récipient apparaissant sous la forme d'une image sombre sur fond clair. Pendant que le récipient est entraîné en rotation sur un tour autour de son axe vertical, des images sont prises par la caméra à chaque incrément de rotation afin d'inspecter toute la périphérie du récipient. Cet appareil d'inspection présente une cadence limitée par la manutention du récipient, ce qui ne permet pas de contrôler les récipients avec les cadences de fabrication connues sur les lignes de fabrication des récipients. En effet, les machines d'inspection qui manutentionnent les récipients en rotation imposent une perturbation du flux de transport en translation sur le convoyeur, par un transport vers des postes de mise en rotation et inspection, puis une remise en ligne sur les convoyeurs. Ces opérations mécaniques automatisées limitent la cadence maximum sur les lignes d'inspection. Par ailleurs, ces machines qui manutentionnent les récipients en rotation doivent être adaptées lors du changement de format des récipients inspectés, ce qui nécessite de nombreuses opérations manuelles, en particulier le remplacement d'équipements variables d'adaptation des moyens de transport à la forme et aux dimensions de la série de récipients à produire. Enfin, ces équipements sont très coûteux à l'achat et en coûts d'exploitation et de maintenance.

[0006] Dans l'état de la technique, il est connu par le document DE 10 2019 121 835, un procédé pour mesurer l'épaisseur de paroi de récipients se déplaçant en file sur une ligne de fabrication. Ce procédé est mis en œuvre à l'aide d'une tête de mesure qui se déplace en contournant un premier récipient alors que ce récipient se déplace linéairement. Pendant son mouvement tout autour du récipient, la tête de mesure projette une lumière sur le récipient selon une direction ou axe optique constamment orthogonale à la surface du récipient en verre et la lumière réfléchie de manière spéculaire par le récipient en verre est reçue par la tête de mesure. L'épaisseur de la paroi est mesurée au moyen d'un procédé de mesure optique sans contact qui est déterminée sur la base de la lumière reçue par la

tête de mesure. Après avoir fait le tour du premier récipient, le déplacement de la tête de mesure est répété pour réitérer le procédé de mesure sur un deuxième récipient qui suit le premier récipient dans la file.

[0007] Selon l'exemple de réalisation décrit, la tête de mesure est déplacée à l'aide
5 d'un robot à bras pivotant. La solution décrite par ce document présente l'avantage de pouvoir inspecter les récipients sans arrêter leur déplacement linéaire en file. Toutefois, ce document ne permet pas de mesurer le diamètre des récipients ni de déceler la présence de défauts sur la bague de tels
10 récipients. Par ailleurs, la cinématique de la tête de mesure est relativement complexe à mettre en œuvre et ne permet pas de suivre les cadences élevées de défilement des récipients pouvant atteindre plusieurs centaines de récipients par minute. En effet, un tel robot de déplacement constitué de différents axes pivots conduit à créer des bras de levier de grandes amplitudes et des inerties en jeu
15 importantes. Dans le même sens, le montage de la tête de mesure sur le bras pivotant d'un robot conduit à des problèmes de masse embarquée, de déformation et d'usure rendant difficile la réalisation industrielle d'une solution de mesure fiable et économiquement viable. De plus, pour tenir les cadences nécessaires à l'inspection des récipients sur les lignes de fabrication, le coût d'un robot puissant et rapide est élevé.

20 [0008] US 5 296 701 A divulgue un procédé d'inspection de récipients dans lequel un récipient est mis à l'arrêt, une tête située au-dessus du récipient vient acquérir l'image de l'embouchure dudit récipient en pivotant autour. Un tel dispositif ne donne pas satisfaction car nécessite l'arrêt du défilement de bouteille, et ne permet pas la réalisation d'un profil externe.

25 [0009] EP 3 597 549 A1 qui a trait au domaine technique plus éloigné du traitement de bouteille lors de leur remplissage, décrit un système comprenant un carrousel sur lequel des bouteilles sont mises en place avec un écartement prédéterminé. Une pluralité de navettes ou chariots mobiles portant une caméra apte à tester le niveau de remplissage de liquide sont disposées sur un circuit fermé et suivent
30 sur une portion du carrousel une bouteille. Un tel dispositif n'est pas intéressant car nécessite un parfait synchronisme entre les convoyeurs et les bouteilles. Un

simple glissement d'une bouteille sur un convoyeur classique aurait pour effet de rendre le système inutilisable. En outre, un tel système nécessite l'utilisation d'une pluralité de navettes, et d'une pluralité de capteurs ou caméras, et n'est pas économique. Enfin, un tel système empêche la réalisation d'un profil externe.

5 Exposé de l'invention

[0010] La présente invention vise à remédier aux inconvénients de l'état de la technique en proposant un procédé conçu pour inspecter en ligne le profil externe de récipients sur toute leur périphérie selon une technique d'inspection sûre et acceptable économiquement alors que les récipients présentent une
10 haute cadence de défilement.

[0011] Pour atteindre cet objectif, le procédé conforme à l'invention vise à inspecter en ligne des récipients présentant chacun un axe vertical et au moins un profil externe à inspecter, selon ce procédé, les récipients sont déplacés dans un plan de convoyage en position verticale en file selon une direction de translation pour
15 défiler successivement dans un poste d'inspection comportant une tête de mesure sans contact présentant un axe de rotation autour duquel la tête de mesure est montée pour tourner en rotation, et la tête de mesure est déplacée selon des cycles de déplacement successifs pour inspecter successivement les récipients au cours de leur translation devant le poste d'inspection, chaque cycle
20 de déplacement pour inspecter un récipient comportant un trajet aller et un trajet retour et une mise en rotation pour inspecter toute la périphérie du récipient.
Selon le procédé :

- la tête de mesure est configurée pour acquérir par projection optique, des images d'au moins un profil externe de chaque récipient,
- 25 - pour chaque cycle de déplacement, la tête de mesure est positionnée de sorte que l'axe de rotation soit sensiblement coaxial à l'axe vertical du récipient lors de la mise en rotation de la tête de mesure selon un mouvement circulaire et à déplacer linéairement la tête de mesure parallèlement à la direction de translation de manière à acquérir des images du profil externe sur toute la
30 périphérie du récipient.

[0012] Selon un exemple de mise en œuvre, la tête de mesure est configurée pour acquérir par projection optique, des images d'un profil externe de chaque récipient et en ce que pour chaque cycle de déplacement, la tête de mesure est mise en rotation sur une plage angulaire d'au moins de 360° de manière à acquérir des images du profil externe sur toute la périphérie du récipient.

[0013] Selon un autre exemple de mise en œuvre, la tête de mesure est configurée pour acquérir par projection optique, des images de deux portions d'un profil externe d'un récipient diamétralement opposées et en ce que pour chaque cycle de déplacement, la tête de mesure est mise en rotation sur une plage angulaire d'au moins de 180° de manière à acquérir des images du profil externe sur toute la périphérie du récipient.

[0014] Avantageusement, pour chaque cycle de déplacement, la tête de mesure est mise en rotation sur une plage d'au moins 180° sur le trajet aller de la tête de mesure concomitamment au déplacement linéaire de la tête de mesure, la tête de mesure étant déplacée sans rotation linéairement sur le trajet retour.

[0015] Typiquement, pour deux cycles de déplacement successifs de la tête de mesure en relation de deux récipients successifs, la mise en rotation de la tête de mesure est réalisée selon des sens inverses.

[0016] Selon une caractéristique de l'invention, la tête de mesure est configurée pour présenter un volume d'engagement pour un récipient afin que l'axe vertical du récipient puisse être sensiblement coaxial à l'axe de rotation de la tête de mesure et un volume de dégagement afin de pouvoir dégager la tête de mesure par rapport au récipient et la tête de mesure est déplacée pour être engagée par son volume d'engagement, autour du récipient, de sorte que l'axe de rotation de la tête de mesure soit sensiblement coaxial à l'axe vertical du récipient et pour être dégagée du récipient par son volume de dégagement.

[0017] Selon une variante de réalisation, la tête de mesure est configurée pour comporter un système de prise d'images apte à délivrer l'image d'au moins un premier profil externe du récipient dans un premier champ d'observation et au moins un système d'éclairage illuminant le premier champ d'observation en arrière-plan du premier profil externe et en ce que le système de prise d'images

est piloté lors de la rotation de la tête de mesure pour délivrer des images qui contiennent une projection du premier profil externe du récipient rétroéclairé.

[0018] Selon une autre variante de réalisation, la tête de mesure est configurée pour comporter un système de prise d'images apte à délivrer l'image d'au moins un
5 deuxième profil externe du récipient, symétrique du premier profil externe par rapport à l'axe vertical du récipient, dans un deuxième champ d'observation et au moins un système d'éclairage illuminant le deuxième champ d'observation en arrière-plan du deuxième profil externe et le système de prise d'images est piloté
10 lors de la rotation de la tête de mesure pour délivrer des images qui contiennent une projection du deuxième profil externe du récipient rétroéclairé.

[0019] De préférence, le procédé détermine la position dans le plan de convoyage de l'axe vertical de chaque récipient défilant en translation dans le poste
d'inspection, et le déplacement de la tête de mesure est piloté de sorte que l'axe
15 de rotation de la tête de mesure soit sensiblement coaxial à l'axe vertical du récipient lors de la rotation de la tête de mesure.

[0020] Un autre objet de l'invention est de proposer un poste d'inspection en ligne de récipients présentant chacun un axe vertical et au moins un profil externe à inspecter et déplacés en position verticale en file par un convoyeur, selon une
20 direction de translation pour défiler successivement dans le poste d'inspection, le poste d'inspection comportant :

- une tête de mesure sans contact présentant un axe de rotation autour duquel la tête de mesure est montée pour tourner selon un mouvement circulaire, la tête de mesure comportant un système de prise d'images apte à délivrer l'image d'au
25 moins un premier profil externe du récipient dans un premier champ d'observation et au moins un système d'éclairage illuminant le premier champ d'observation en arrière-plan du premier profil externe,

- une structure de déplacement de la tête de mesure configurée pour positionner la tête de mesure de sorte que l'axe de rotation soit sensiblement coaxial à l'axe
vertical du récipient lors de la mise en rotation de la tête de mesure et pour
30 déplacer linéairement la tête de mesure parallèlement à la direction de translation,

- une unité de commande de la tête de mesure et de la structure de déplacement, recevant les informations d'un système de détermination de la position dans le plan du convoyeur, de l'axe vertical de chaque récipient défilant en translation devant le poste d'inspection, l'unité de commande étant configurée pour déplacer la tête de mesure selon des cycles de déplacement successifs pour inspecter successivement les récipients au cours de leur translation dans le poste d'inspection, chaque cycle de déplacement pour inspecter un récipient comportant un trajet aller et un trajet retour et une mise en rotation pour inspecter toute la périphérie du récipient, pour chaque cycle de déplacement, la structure de déplacement positionne la tête de mesure de sorte que l'axe de rotation soit sensiblement coaxial à l'axe vertical du récipient lors de la mise en rotation de la tête de mesure et déplace linéairement la tête de mesure parallèlement à la direction de translation, l'unité de commande pilotant le système de prise d'images de manière à acquérir des images du profil externe sur toute la périphérie du récipient lors de la rotation de la tête de mesure.

[0021] Selon un exemple de réalisation, la structure de déplacement de la tête de mesure comporte une structure motorisée de déplacement linéaire de la tête de mesure selon une direction parallèle à la direction de translation, montée sur un équipage mobile selon une direction perpendiculaire à la direction de translation, la structure motorisée étant équipée d'un châssis porteur de la tête de mesure qui comporte un support entraîné en rotation autour de l'axe de rotation, par une motorisation.

[0022] Typiquement, la tête de mesure est configurée pour présenter un volume d'engagement pour un récipient afin que l'axe vertical du récipient puisse être sensiblement coaxial à l'axe de rotation de la tête de mesure et un volume de dégagement afin de pouvoir dégager la tête de mesure par rapport au récipient.

[0023] Par exemple, la tête de mesure est configurée pour présenter un volume d'engagement correspondant au volume de dégagement ou aménagée pour communiquer avec le volume de dégagement pour constituer un volume traversant le support selon la direction de translation.

[0024] Selon une variante de réalisation, le système de prise d'images est apte à délivrer l'image d'au moins un deuxième profil externe du récipient, symétrique du premier profil externe par rapport à l'axe vertical du récipient, dans un deuxième champ d'observation et le système d'éclairage illumine le deuxième champ d'observation en arrière-plan du deuxième profil externe et le système de prise d'images est piloté lors de la rotation de la tête de mesure pour délivrer des images qui contiennent une projection du profil du deuxième profil externe du récipient rétroéclairé.

[0025] Par exemple, le système de prise d'images comporte au moins une caméra observant le récipient directement ou à l'aide d'au moins un miroir de repliement.

[0026] Avantageusement, la caméra est montée sur le châssis en étant centrée sur l'axe de rotation, en observant le récipient à l'aide d'au moins un miroir de repliement monté sur le support entraîné en rotation autour de l'axe de rotation.

[0027] Selon un autre exemple de réalisation, le système de prise d'images comporte au moins une caméra montée sur le support entraîné en rotation autour de l'axe de rotation.

[0028] Par exemple, le système d'éclairage comporte au moins une source de lumière illuminant le récipient directement ou à l'aide d'au moins un miroir de repliement.

[0029] Selon un autre exemple, le système d'éclairage comporte au moins une source de lumière montée sur le support entraîné en rotation autour de l'axe de rotation.

Brève description des dessins

[0030] [Fig. 1] La figure 1 est une vue en perspective d'un premier exemple de réalisation d'un poste d'inspection conforme à l'invention.

[0031] [Fig. 2] La figure 2 est une vue en élévation montrant le poste d'inspection de la figure 1 dans une première étape caractéristique.

[0032] [Fig. 2A] La figure 2A est une vue de dessus prise sensiblement selon les lignes IIA de la figure 2.

[0033][Fig. 2B] La figure 2B est une vue latérale prise sensiblement selon les lignes IIB de la figure 2.

[0034][Fig. 2C] La figure 2C est un exemple d'une image prise d'un profil d'un récipient, obtenue avec un poste d'inspection conforme à la figure 1.

5 [0035][Fig. 3] La figure 3 est une vue en élévation montrant le poste d'inspection de la figure 1 dans une deuxième étape caractéristique d'inspection d'un récipient.

[0036][Fig. 4] La figure 4 est une vue en élévation montrant le poste d'inspection de la figure 1 dans une troisième étape caractéristique d'inspection du récipient qui suit dans la file le récipient précédemment inspecté.

10 [0037][Fig. 5] La figure 5 est une vue en perspective d'un deuxième exemple de réalisation d'un poste d'inspection conforme à l'invention.

[0038][Fig. 6] La figure 6 est une vue en élévation montrant le poste d'inspection de la figure 5 dans une première étape caractéristique d'inspection d'un récipient.

15 [0039][Fig. 6A] La figure 6A est une vue de dessus prise sensiblement selon les lignes VIA de la figure 6.

[0040][Fig. 6B] La figure 6B est une vue latérale prise sensiblement selon les lignes VIB de la figure 6.

[0041][Fig. 6C] La figure 6C est un exemple d'une image prise d'un profil d'un récipient, obtenue avec un poste d'inspection conforme à la figure 5.

20 [0042][Fig. 7] La figure 7 est une vue de dessus montrant le poste d'inspection de la figure 5 dans une deuxième étape caractéristique d'inspection d'un récipient.

[0043][Fig. 8] La figure 8 est une vue de dessus montrant le poste d'inspection de la figure 5 dans une troisième étape caractéristique d'inspection du récipient qui suit dans la file, le récipient précédemment inspecté.

25 [0044][Fig. 9] La figure 9 est une vue de dessus montrant le poste d'inspection de la figure 5 dans une quatrième étape caractéristique d'inspection.

[0045][Fig. 10] La figure 10 est une vue de dessus montrant le poste d'inspection de la figure 5 dans une cinquième étape caractéristique d'inspection d'un récipient qui suit dans la file le récipient précédemment inspecté.

[0046][Fig. 11] La figure 11 est une vue schématique de dessus montrant un exemple de réalisation d'un système de prise d'images de deux profils opposés d'un récipient à l'aide d'une caméra et de miroirs de repliement.

[0047][Fig. 12] La figure 12 est une vue schématique de dessus montrant un exemple de réalisation d'un système de prise d'images de deux profils opposés d'un récipient à l'aide d'une caméra sans miroir de repliement.

[0048][Fig. 13] La figure 13 est une vue schématique de dessus montrant un exemple de réalisation d'un système de prise d'images de deux profils opposés d'un récipient à l'aide de deux caméras sans miroir de repliement.

[0049][Fig. 14A] La figure 14A est une vue schématique de dessus montrant un exemple de réalisation d'une tête de mesure dans une position d'attente d'engagement pour un récipient.

[0050][Fig. 14B] La figure 14B est une vue schématique de dessus montrant un exemple de réalisation d'une tête de mesure dans une position dans laquelle un récipient est engagé dans la tête de mesure.

[0051][Fig. 14C] La figure 14C est une vue schématique de dessus montrant un exemple de réalisation d'une tête de mesure dans une position intermédiaire de rotation autour du récipient pour la prise d'images.

[0052][Fig. 14D] La figure 14D est une vue schématique de dessus montrant un exemple de réalisation d'une tête de mesure dans une position pour laquelle le récipient se dégage de la tête de mesure.

[0053][Fig. 14E] La figure 14E est une vue schématique de dessus montrant un exemple de réalisation d'une tête de mesure dans une position pour laquelle la tête de mesure est retournée à sa position d'attente d'engagement pour un nouveau récipient.

[0054][Fig. 15] La figure 15 est une vue en coupe élévation d'une variante de réalisation de la tête de mesure pour laquelle la caméra et la source de lumière sont montées sur la partie fixe de la tête de mesure.

[0055][Fig. 15A] La figure 15A est une vue en coupe prise sensiblement selon les lignes XVA de la figure 15.

[0056][Fig. 15B] La figure 15B est une vue en coupe prise sensiblement selon les lignes XVB de la figure 15.

5 Description des modes de réalisation

[0057]Tel que cela ressort des dessins, l'objet de l'invention concerne un procédé et un poste d'inspection 1 permettant d'acquérir de manière automatique, des images du profil externe de récipients 2 se déplaçant en défilement à haute cadence. L'invention concerne un contrôle dit « en ligne » de récipients, après
10 une étape de transformation ou de fabrication, afin de contrôler la qualité des récipients ou du procédé de transformation ou de fabrication.

[0058]Le procédé fonctionne pour une cadence de défilement d'un flux de récipients 2. Idéalement, le poste d'inspection 1 est capable de traiter la production à la cadence de production, par exemple de 100 à 1000 récipients par minute et
15 typiquement autour de 500 récipients par minute.

[0059]L'invention apporte une amélioration considérable grâce à l'inspection de récipients en défilement, en évitant la mise en rotation des récipients qui n'est pas adaptée aux cadences de production car cette modalité qui implique une rotation relative des récipients par rapport aux sources lumineuses et/ou aux
20 capteurs créent une « rupture du défilement » ou un déplacement très lent des récipients.

[0060]De manière connue, les récipients 2 qui viennent d'être formés par une installation de tous types connus en soi, sont pris en charge par un convoyeur 3 pour former une file de récipients en étant, dans l'exemple illustré, posés
25 successivement en position verticale sur le convoyeur. Les récipients 2 sont transportés en file par le convoyeur 3 présentant un plan de convoyage horizontal défini par un axe longitudinal X parallèle à la direction de translation et par un axe transversal Y perpendiculaire à la direction de translation. Tel que cela apparaît sur les dessins, les récipients 2 sont déplacés en file dans un plan de
30 convoyage X,Y, selon une direction de translation F parallèle à l'axe longitudinal

X, et dans une position verticale prise par rapport à un axe vertical Z perpendiculaire au plan de convoyage X, Y.

[0061] Avantageusement, les récipients 2 sont des récipients en matériau transparent ou translucide tels que par exemple des bouteilles, des pots, des
5 flacons, des ampoules ou des seringues en verre ou en PET. Dans les exemples illustrés par les dessins, chaque récipient 2 présente un fond 2f reposant sur le convoyeur 3 et à partir duquel s'élève selon un axe vertical 2z, une paroi verticale 2v se terminant par une partie dite de bague 2b. La bague 2b présente une surface de bague 2s, correspondant à la surface plane pour l'étanchéité du
10 récipient et une paroi latérale 2l, présentant par exemple, des reliefs adaptés pour la préhension dans le cas de seringues ou pour l'accroche de tout système de fermeture de récipients, comme par exemple le sertissage d'une capsule, le vissage d'un couvercle à vis, le maintien d'une collerette sertie ou d'un muselet, les différents systèmes de fermeture n'étant pas représentés ici mais largement
15 connus. Dans le cas d'un récipient 2 du type bouteille, la paroi verticale 2v présente à partir du fond 2f, une partie formant le corps de la bouteille qui se raccorde à un col 2c par l'intermédiaire d'une épaule 2e. La paroi verticale 2v est cylindrique, conique ou de section quelconque telle que carrée, rectangulaire ou triangulaire ou en haricot comme pour des flasques. Un avantage de la solution
20 d'inspection des bagues est que le procédé et le poste d'inspection 1 conformes à l'invention sont adaptés à toutes les formes du corps des récipients.

[0062] Les récipients 2 sont transportés par le convoyeur 3 afin de les acheminer successivement à différents postes de traitement et d'inspection. Tel que cela apparaît sur les dessins, les récipients 2 sont déplacés en position verticale en file
25 selon la direction de translation F pour défilier successivement dans le poste d'inspection 1 conforme à l'invention. Le poste d'inspection 1 est aménagé en relation de proximité du convoyeur 3 pour pouvoir inspecter chaque récipient 2. Le poste d'inspection 1 est réalisé dans une zone fixe limitée en longueur par rapport à longueur du convoyeur et en tout endroit approprié en fonction de la
30 nature de l'inspection à réaliser.

[0063] Le poste d'inspection 1 comporte une tête de mesure 4 configurée pour acquérir par projection optique et sans contact, des images du profil externe du récipient sur toute la périphérie de chaque récipient 2 défilant dans le poste d'inspection. La tête de mesure 4 présente un axe de rotation a autour duquel la tête de mesure 4 est montée pour tourner selon un mouvement circulaire soit selon un sens horaire schématisé par la flèche h soit selon un sens antihoraire schématisé par la flèche ah . Cette tête de mesure 4 comporte un système de prise d'images 5 apte à délivrer l'image d'au moins un premier profil externe Pe du récipient 2 dans un premier champ d'observation C et au moins un système d'éclairage 6 illuminant le premier champ d'observation C en arrière-plan du premier profil externe.

[0064] Le profil externe Pe du récipient 2 correspond au contour d'au moins une partie du récipient, pris dans un plan passant par l'axe vertical Z et perpendiculaire au plan de convoyage X-Y. Selon l'exemple illustré à la figure 2C, le système de prise d'images 5 acquiert un profil externe Pe du récipient 2 correspondant à un côté de la bague 2b et une partie de la surface de bague 2s du récipient. Selon l'exemple illustré à la figure 6C, le système de prise d'images 5 acquiert un premier profil externe Pe du récipient 2 correspondant à un côté de la bague 2b et à une partie de la surface de bague 2s du récipient et un deuxième profil externe Pe du récipient 2 correspondant au côté symétrique de la bague 2b et à une partie de la surface de bague 2s du récipient. Bien entendu, le profil externe Pe du récipient 2 peut correspondre à d'autres parties du récipient comme le corps du récipient par exemple.

[0065] Comme cela sera décrit en détail dans la suite de la description, cette tête de mesure 4 est montée pour tourner en rotation en vue d'inspecter toute la périphérie du récipient 2. Des images du profil externe Pe du récipient sont ainsi acquises pendant la rotation à chaque pas d'incrément. L'acquisition d'images du profil externe Pe du récipient 2 selon tout son pourtour par la tête de mesure 4 permet d'évaluer des caractéristiques dimensionnelles présentées par ces récipients telles que des diamètres de la bague ou des diamètres du corps de ces récipients. Il est aussi possible de déceler des défauts tels que des

défauts sur la bague de tels récipients, comme pour le joint horizontal de moule par exemple.

[0066] Le système de prise d'images 5 et le système d'éclairage 6 sont montés de toute manière appropriée sur la tête de mesure 4 pour assurer par projection optique, l'acquisition d'au moins des profils externes des récipients. Selon un exemple de réalisation illustré sur les figures 2B et 6B, la tête de mesure 4 comporte un support 9 supporté par un châssis 11. Le support 9 est entraîné en rotation par rapport au châssis 11, autour de l'axe de rotation \underline{a} , dans les deux sens de rotation par une motorisation 12 de tous types connus, telle qu'un moteur électrique. La motorisation 12 qui est montée sur le châssis 11, entraîne en rotation le support 9, directement ou par l'intermédiaire d'une transmission mécanique. Le support 9 est guidé en rotation de toute manière appropriée par rapport au châssis 11. En d'autres termes, le support 9 forme la partie mobile en rotation de la tête de mesure 4 par rapport au châssis 11 qui forme la partie fixe de la tête de mesure.

[0067] Selon l'exemple de réalisation illustré aux figures 1, 2, 2A, 2B et 2C, le système de prise d'images 5 est configuré pour délivrer l'image d'un seul et premier profil externe du récipient dans un premier et seul champ d'observation et un système d'éclairage 6 illumine le premier champ d'observation \underline{C} en arrière-plan du premier profil externe. Selon l'exemple de réalisation illustré aux figures 5, 6, 6A, 6B, 6C, et 7 à 13, le système de prise d'images 5 est configuré pour délivrer l'image d'un premier profil externe dans un premier champ d'observation \underline{C} et d'un deuxième profil externe du récipient, symétrique du premier profil externe par rapport à l'axe vertical \underline{a} du récipient, dans un deuxième champ d'observation \underline{C} . Le système d'éclairage 6 illumine le premier champ d'observation en arrière-plan du premier profil externe et illumine le deuxième champ d'observation en arrière-plan du deuxième profil externe.

[0068] Le système de prise d'images 5 comporte au moins une caméra 5a avec son objectif, observant le récipient 2 directement ou à l'aide d'au moins un miroir de repliement 5b. Le système d'éclairage 6 comporte au moins une source de

lumière 6a illuminant le récipient 2 directement ou à l'aide d'au moins un miroir de repliement 6b.

[0069] Comme illustré aux figures 2A et 2B, le système de prise d'images 5 comporte une caméra 5a observant le récipient 2 à l'aide de trois miroirs de repliement 5b disposés entre la caméra 5a et le récipient. Selon cet exemple, ces miroirs de repliement 5b présentent chacun un angle de renvoi de 45° par rapport à l'axe de rotation \underline{a} . Selon cet exemple, la caméra 5a est montée sur le châssis 11 en étant centrée sur l'axe de rotation \underline{a} , et en observant le récipient 2 à l'aide des miroirs de repliement 5b montés sur le support 9. Bien entendu, chaque miroir de repliement 5b s'étend selon l'axe vertical Z selon une hauteur adaptée à la hauteur de la partie du récipient à observer. Par exemple, le support 9 se présente sous la forme d'un disque se prolongeant à partir de sa face inférieure, par une structure s'étendant selon l'axe vertical Z pour permettre la fixation des miroirs de repliement 5b pour acheminer la lumière jusqu'à la caméra. Selon cet exemple, le système d'éclairage 6 comporte une source de lumière 6a montée sur le support 9 pour illuminer le champ d'observation de la caméra 5a. La source de lumière 6a est fixée sur la face inférieure du support 9 de manière que la source de lumière 6a et un miroir de repliement 5a se trouvent situés de part et d'autre du récipient en illuminant tangentiellement un bord du récipient 2 afin de pouvoir imager le profil externe du récipient. Ainsi, le récipient 2 est positionné dans le champ de la caméra 5a qui peut être direct ou replié par des miroirs de repliement 5b. Le récipient 2 se trouve positionné sur le trajet de la lumière entre une source de lumière 6a et une caméra 5a de prise d'images dont l'axe optique d'observation direct ou replié par des miroirs de repliement 5b est positionné de manière que le profil du récipient est projeté optiquement dans une image avec la source en arrière-plan. Plus précisément, la disposition permet de visualiser le profil projeté dans l'image par des rayons lumineux tangent au bord du récipient.

[0070] Selon l'exemple de réalisation illustré aux figures 6A et 6B, le système de prise d'images 5 comporte une caméra 5a configurée pour observer le récipient 2 dans deux champs d'observation à l'aide de miroirs de repliement 5b. Selon cet exemple, la caméra 5a est montée sur le châssis 11 en étant centrée sur l'axe de

rotation \underline{a} , et en observant le récipient 2 à l'aide des miroirs de repliement 5b montés sur le support 9 pour observer le premier profil externe et le deuxième profil externe du récipient, symétriques par rapport à l'axe vertical \underline{a} . Le système d'éclairage 6 comporte deux sources de lumière 6a montées sur le support 9 pour illuminer les deux champs d'observation de la caméra 5a. Les sources de lumière 6a sont fixées sur la face inférieure du support 9 de manière que pour chaque couple source de lumière 6a et miroir de repliement 5b, les sources de lumière 6a et les miroirs de repliement 5b se trouvent situés de part et d'autre du récipient en illuminant tangentiellement les deux bords du récipient 2 afin de pouvoir imager deux profils externes symétriques ou diamétralement opposés du récipient.

[0071] Dans les exemples décrits ci-dessus, la caméra 5a est montée sur le châssis 11 de sorte que la caméra est fixe par rapport au support 9 entraîné en rotation. Selon un autre exemple de réalisation non illustré, il est à noter que la caméra 5a peut être montée sur le support 9 entraîné en rotation autour de l'axe de rotation. Dans cette solution, la caméra 5a est montée directement sur le support 9 à la place du miroir de repliement 5b ou sur le support 9 associée à un miroir de repliement 5b.

[0072] Dans le même sens, il est à noter que dans l'exemple de réalisation illustré aux figures 6A et 6B, une seule caméra 5a observe le récipient 2 dans deux champs d'observation différents \underline{C} à l'aide de deux jeux de miroirs de repliement 5b. Le schéma optique de ce montage est illustré à la figure 11. Bien entendu, comme illustré à la figure 12, le système de prise d'images 5 peut comporter une caméra 5a observant directement le récipient 2 dans un champ d'observation \underline{C} couvrant les deux côtés opposés du récipient pour imager les deux profils externes diamétralement opposés du récipient. De même, comme illustré à la figure 13, le système de prise d'images 5 peut comporter deux caméras 5a observant chacune directement le récipient 2 dans deux champs d'observation différents \underline{C} .

[0073] Dans les exemples de réalisation décrits aux figures 2A, 2B et 6A, 6B, le système d'éclairage 6 comporte respectivement une source de lumière ou deux

sources de lumière 6a montées sur le support 9 entraîné en rotation autour de l'axe de rotation. Il est à noter comme illustré sur la figure 11 que les deux champs d'observation \underline{C} peuvent être illuminés par une seule source de lumière ou comme illustré à la figure 12, par deux sources de lumière. De même, dans les exemples illustrés ci-dessus, le récipient 2 est illuminé directement par la ou les sources de lumière 6a montées sur le support 9. Bien entendu, la ou les sources de lumière peuvent illuminer le récipient 2 à l'aide d'au moins un réflecteur ou miroir de repliement 6b fixé sur le support 9.

[0074] Les figures 15, 15A et 15B illustrent une telle variante de réalisation pour laquelle la source de lumière 6a est une source de lumière annulaire fixée sur le châssis 11 et illuminant un miroir de repliement 6b fixé sur le support 9 entraîné en rotation autour de l'axe de rotation \underline{a} . Ce miroir de repliement d'éclairage 6b est positionné de manière à réfléchir la lumière issue d'une portion ou d'un secteur angulaire de la source de lumière 6a se trouvant au-dessus de lui, cette portion de la source de lumière annulaire évoluant durant la rotation du support 9. Selon cet exemple de réalisation, il est possible de prévoir que la source de lumière 6a est pilotée par secteurs indépendants en vue d'éclairer le seul secteur se trouvant en coïncidence verticale avec le miroir de repliement d'éclairage 6b. Sur la figure 15, les flèches indiquent le sens de parcours de la lumière. Ce miroir de repliement d'éclairage 6b de la lumière est positionné pour s'étendre d'un côté du récipient tandis qu'un miroir de repliement 5b du système de prise d'images 5 est fixé au support 9 pour s'étendre de l'autre côté du récipient 2 (figures 15 et 15A).

[0075] Le système de prise d'images 5 comporte deux autres miroirs de repliement 5b disposés entre ce premier miroir de repliement 5b et l'objectif de la caméra 5a fixée au châssis 11, avec son axe optique coaxial à l'axe de rotation \underline{a} . Ces trois miroirs de repliement 5b ont par exemple un angle de 45° avec l'horizontale pour ramener l'image du profil du récipient dans l'axe optique de la caméra. Il est à noter que le repliement du champ d'observation \underline{C} vers la caméra 5a peut se faire avec en tout non pas trois mais deux miroirs de repliement 5b ayant des angles différents par rapport à l'horizontale. Bien entendu, le ou les miroirs de

repliement 5b du système de prises d'images peuvent être remplacés par des prismes, de même, que le ou les miroirs de repliement d'éclairage 6b. Il est à noter que selon cette variante de réalisation, la source de lumière 6a et la caméra 5a sont montées sur le châssis 11 c'est-à-dire sur la partie fixe de la tête de mesure 4. Cette solution évite soit l'utilisation de câbles de transmission d'énergie ou de signaux entre la partie fixe (châssis 11) et la partie mobile (support 9) de la tête de mesure ou soit l'utilisation de moyens de transmission de signaux et d'énergie sans câble, de type contact tournant, couplage optique et/ou magnétique entre la partie fixe (châssis 11) et la partie mobile (support 9) de la tête de mesure.

[0076] Selon une autre caractéristique, le poste d'inspection 1 comporte une structure de déplacement 15 de la tête de mesure 4, configurée pour positionner la tête de mesure 4 de sorte que l'axe de rotation \underline{a} soit sensiblement coaxial à l'axe vertical 2z du récipient 2 lors de la mise en rotation de la tête de mesure et pour déplacer linéairement la tête de mesure 4 parallèlement à la direction de translation F. Le châssis 11 de la tête de mesure 4 est donc déplacé par la structure de déplacement 15 pour positionner l'axe de rotation \underline{a} du support 9 de manière sensiblement coaxial à l'axe vertical 2z du récipient 2. Selon un exemple de réalisation, la structure de déplacement 15 de la tête de mesure 4 comporte une structure motorisée 16 de déplacement linéaire de la tête de mesure selon une direction parallèle à la direction de translation F du convoyeur. Cette structure motorisée 16 est équipée du châssis 11 porteur de la tête de mesure 4 de manière que la tête de mesure 4 puisse être déplacée linéairement selon les deux sens de la direction de translation F. Par exemple, cette structure motorisée 16 est constituée d'un système de guidage linéaire qui soutient la tête de mesure 4. Le guidage linéaire est de tout type, par exemple un ou deux rails sur lesquels glisse le châssis mobile 11 monté par exemple sur des paliers. La tête de mesure 4 ou le châssis mobile 11 est tracté par un moteur linéaire ou par une courroie crantée entraînée par un pignon motorisé par un moteur rotatif.

[0077] Il est à noter que la structure motorisée 16 et les récipients 2 peuvent nécessiter un alignement relatif dans la direction transversale Y, afin de maintenir

l'axe de rotation a de la tête de mesure sensiblement coaxial à l'axe vertical Z des récipients 2. L'alignement relatif peut être réalisé en fonction de la position selon la direction transversale Y déterminée de chaque récipient afin de compenser leur variation de position selon la direction transversale Y , ou bien en fonction de la position selon la direction transversale Y déterminée de la partie de chaque récipient examinée (la bague par exemple) afin de compenser non seulement leur variation de position selon cette direction mais également les variations de verticalité de chaque récipient. Pour cela, une première solution consiste à déplacer la structure motorisée 16 selon la direction transversale Y en fonction de la position déterminée de chaque récipient ou partie de récipient examinée. Cette structure motorisée 16 est par exemple montée sur un équipement 17 mobile selon la direction transversale Y perpendiculaire à la direction de translation F . La combinaison des mouvements de l'équipage 17 et de la structure motorisée 16 permet de positionner la tête de mesure 4 dans n'importe quelle position dans le plan de convoyage X, Y . Une alternative pour s'affranchir du déplacement de la tête de mesure 4 selon la direction transversale Y est de déplacer les récipients selon la direction transversale Y avant leur entrée dans le poste d'inspection 1 ou durant leur transport dans le poste, au moyen d'un système de centrage transversal motorisé. Cependant, il est également possible de s'affranchir du déplacement de la tête de mesure 4 selon la direction transversale Y si le champ d'observation du système de prise d'images 5 est large et si la tête de mesure 4 présente une large capacité transversale de réception des récipients.

[0078] Selon une caractéristique avantageuse de réalisation, la structure de déplacement 15 est configurée de manière à pouvoir également régler le positionnement de la tête de mesure 4 selon l'axe vertical Z . Cette possibilité de réglage permet d'adapter la position de la tête de mesure 4 par rapport à la hauteur des récipients 2 et à la zone des récipients à inspecter. Ce réglage en hauteur est avantageusement réalisé avant l'opération d'inspection proprement dite d'une série de récipients à inspecter présentant généralement des hauteurs sensiblement identiques.

[0079] Il découle de la description qui précède que la structure de déplacement 15 de la tête de mesure 4 est configurée pour être montée en surplomb des récipients 2 c'est-à-dire du convoyeur 3. La tête de mesure 4 est positionnée au-dessus des récipients de sorte que l'axe de rotation \underline{a} puisse s'étendre sensiblement de manière coaxiale à l'axe vertical $2z$ du récipient. Toutefois, afin de pouvoir imager le profil externe du récipient, le système de prise d'images 5 et le système d'éclairage 6 doivent être positionnés sur les côtés du récipient. Ainsi, le support 9 est positionné au-dessus des récipients 2 en s'étendant en direction du convoyeur 3 de manière que le système de prise d'images 5 et le système d'éclairage 6 puissent s'étendre de part et d'autre des côtés du récipient 2. Il est à noter que le positionnement le long de l'axe vertical Z , du système de prise d'images 5 et du système d'éclairage 6, dépend de la zone du profil du récipient à imager. Dans le cas où le profil externe du récipient à imager concerne la bague, le système de prise d'images 5 et le système d'éclairage 6 sont positionnés au niveau de la bague du récipient. Dans le cas où le profil externe du récipient à imager concerne le corps du récipient, le système de prise d'images 5 et le système d'éclairage 6 sont positionnés de part et d'autre du corps du récipient 2. Dans ce cas, le support 9 s'étend selon l'axe vertical Z , sur une hauteur plus grande que dans le cas où est imagé le profil externe de la bague afin de positionner correctement le système de prise d'images 5 et le système d'éclairage 6 par rapport au corps du récipient.

[0080] Selon une caractéristique avantageuse, la tête de mesure 4 est maintenue à la même altitude selon l'axe vertical Z au cours de son déplacement pour l'inspection des différents récipients 2. En d'autres termes, la tête de mesure 4 est positionnée pour être traversée par les récipients 2 avec le système de prise d'images 5 et le système d'éclairage 6 qui s'étendent sur les côtés du récipient. Il doit être compris que la tête de mesure 4 est positionnée sur la trajectoire de défilement des récipients, sans modifier leur trajectoire rectiligne. Chaque récipient 2 est donc engagé latéralement dans la tête de mesure 4 qui est déplacée dans le poste d'inspection 1 pour suivre le mouvement de défilement du récipient.

[0081] La tête de mesure 4 et plus précisément, le support 9 est configuré pour présenter un volume d'engagement V_e pour un récipient 2 afin que l'axe vertical $2z$ du récipient puisse être sensiblement coaxial à l'axe de rotation a de la tête de mesure 4 et un volume de dégagement V_d afin de pouvoir dégager la tête de mesure 4 par rapport au récipient. Ce volume d'engagement et ce volume de dégagement qui correspondent à des volumes libres, sont définis entre le système de prise d'images 5 et le système d'éclairage 6 pour permettre de positionner le récipient de manière que l'axe de rotation a de la tête de mesure 4, soit coaxial à l'axe vertical du récipient 2.

[0082] Dans les exemples illustrés aux figures 2B et 6B, le support 9 est configuré pour présenter un volume d'engagement V_e aménagé pour communiquer avec le volume de dégagement V_d pour constituer un volume traversant le support 9 selon la direction de translation. Ainsi, la tête de mesure 4 peut être engagée par son volume traversant autour d'un récipient 2. Lors de la rotation de la tête de mesure 4 et son déplacement linéaire, le récipient reste engagé dans ce volume. Pour le dégagement du récipient, le support 9 est positionné afin que le volume de dégagement soit orienté selon la direction de translation.

[0083] Les figures 14A à 14E illustrent une autre variante de réalisation pour laquelle le support 9 est configuré pour présenter un volume d'engagement V_e correspondant au volume de dégagement V_d . Il est à noter que le volume d'engagement et le volume de dégagement peuvent être rendus traversant en supprimant la partie du support 9 située entre les lignes 9a (figure 14A).

[0084] Selon une autre caractéristique de l'invention, le poste d'inspection 1 comporte un système de détermination 19 de la position selon au moins la direction de translation X de l'axe vertical $2z$ de chaque récipient défilant en translation dans le poste d'inspection 1. En pratique, selon un exemple de mise en œuvre, ce système de détermination 19 est configuré pour déterminer la position de l'axe vertical $2z$ de chaque récipient selon la direction de translation X , préalablement à l'entrée des récipients 2 dans le poste d'inspection et considère que la vitesse de translation des récipients est constante entre l'occurrence de détection et le passage dans le poste d'inspection. Il est à noter

que ce système de détermination 19 peut prendre en compte la position selon l'axe longitudinal X de chaque récipient durant tout ou partie de son parcours dans le poste d'inspection.

[0085] Ce système de détermination 19 est nécessairement configuré pour connaître la position des récipients 2 selon la direction de translation X mais il peut être configuré pour également déterminer la position dans la direction transversale Y. Le système de détermination 19 peut déterminer au moins la position selon la direction de translation X, voire la position dans le plan de convoyage X et Y de chaque récipient (ou de leur bague), plusieurs fois ou continûment durant leur parcours dans le poste d'inspection 1. La position selon la direction de translation X ou dans le plan de convoyage X, Y peut également être obtenue directement par la tête de mesure 4 et l'analyse des images prises du récipient. En effet, d'une part la position de la tête de mesure 4 en rotation autour de l'axe de rotation \underline{a} et en translation selon la direction de translation X est connue et d'autre part, la position de chaque récipient (ou de sa bague) dans le champ d'observation est également connue, à partir d'un profil en prenant en compte le diamètre nominal du récipient à cette hauteur, ou de manière encore plus précise lorsque la tête de mesure observe en même temps deux profils opposés, l'axe du récipient pouvant être localisé dans les images comme le milieu des deux profils. Il est possible de combiner plusieurs systèmes de localisation, tels qu'un système à barrière lumineuse pour contrôler la mise en place, à l'entrée du poste d'inspection, du récipient dans le champ d'observation, puis le maintien de l'axe de rotation \underline{a} coaxial à l'axe du récipient durant le parcours dans le poste d'inspection.

[0086] Ce système de détermination 19 peut être réalisé de toute manière appropriée, à l'aide par exemple d'un système prenant en compte la vitesse du convoyeur 3 et d'une ou deux cellules (barrières optiques) ou au moins une caméra de prise d'images des récipients avant leur entrée dans le poste d'inspection 1. Ce système de détermination 19 permet ainsi de connaître la position dans le plan de convoyage, de l'axe vertical 2z de chaque récipient pendant son déplacement dans le poste d'inspection 1.

[0087] Selon une autre caractéristique de l'invention, le poste d'inspection 1 comporte une unité de commande 21 de la tête de mesure 4 et de la structure de déplacement 15, recevant les informations du système de détermination 19 de la position de l'axe vertical 2z de chaque récipient 2. Cette unité de commande 5 21 est configurée pour déplacer la tête de mesure 4 selon des cycles de déplacement successifs pour inspecter sans contact, successivement les récipients au cours de leur passage en translation dans le poste d'inspection 1. Chaque cycle de déplacement pour inspecter un récipient 2 comporte un trajet aller avec une mise en rotation pour inspecter toute la périphérie du récipient et 10 un trajet retour. Pour chaque cycle de déplacement, l'unité de commande 21 pilote la structure de déplacement 15 pour positionner la tête de mesure 4 de sorte que l'axe de rotation \underline{a} soit sensiblement coaxial à l'axe vertical 2z du récipient lors de la mise en rotation de la tête de mesure 4. L'unité de commande 21 pilote le fonctionnement de la motorisation 12 pour effectuer la mise en 15 rotation de la tête de mesure 4 et de la structure de déplacement 15 pour déplacer concomitamment la tête de mesure parallèlement à la direction de translation F tout en conservant l'axe de rotation \underline{a} sensiblement coaxial à l'axe vertical 2z du récipient. L'unité de commande 21 pilote le système de prise d'images 5 de manière à acquérir des images du profil externe sur toute la 20 périphérie du récipient lors de la rotation de la tête de mesure 4.

[0088] Cette unité de commande 21 est réalisée de toute manière appropriée pour déplacer la tête de mesure 4 et acquérir des images sur toute la périphérie de chaque récipient 2. L'unité de commande 21 comporte des unités de type cartes d'axe ou variateurs de puissance afin de contrôler les moteurs rotatifs et/ou 25 linéaires. Cette unité de commande 21 est également une unité électronique de traitement d'informations mettant en œuvre un système informatique de tous types comportant ordinateurs, périphériques externes (unité d'affichage, unité de stockage, claviers, connexion à différents réseaux d'usine, ...), programmes, bases de données, etc. Les images prises par les caméras sont analysées en vue 30 d'assurer un contrôle qualité pour en particulier, contrôler ou évaluer des caractéristiques dimensionnelles des récipients et/ou pour observer ou analyser des défauts des récipients.

[0089] Le poste d'inspection 1 tel que décrit ci-dessus permet la mise en œuvre d'un procédé d'inspection en ligne de récipients qui découle directement de la description qui précède.

[0090] Selon un tel procédé, les récipients 2 sont déplacés en position verticale en file selon la direction de translation F pour défilier successivement dans le poste d'inspection 1 conforme à l'invention comportant la tête de mesure 4. Le procédé selon l'invention vise à déplacer la tête de mesure 4 selon des cycles de déplacement successifs pour inspecter, sans contact, successivement les récipients 2 au cours de leur translation dans le poste d'inspection. Il doit être compris que l'inspection des récipients 2 est réalisée sans modifier le défilement en translation des récipients imposé par le convoyeur 3.

[0091] Par définition, chaque cycle de déplacement de la tête de mesure 4 vise à inspecter sans contact, un récipient 2 entraîné en translation par le convoyeur 3. Chaque cycle de déplacement pour inspecter un récipient 2 comporte un trajet aller avec une mise en rotation de la tête de mesure pour inspecter toute la périphérie du récipient et un trajet retour. Afin de positionner la tête de mesure 4 par rapport à chaque récipient 2 défilant dans le poste d'inspection 1, le procédé selon l'invention détermine la position selon la direction de translation F de l'axe vertical 2z de chaque récipient 2 défilant en translation dans le poste d'inspection. A cet effet, l'unité de commande 21 reçoit les informations du système 19 qui détermine au moins la position selon la direction de translation F, de l'axe vertical 2z de chaque récipient 2. L'unité de commande 21 pilote le déplacement de la tête de mesure 4 de sorte que l'axe de rotation \underline{a} de la tête de mesure 4 soit sensiblement coaxial à l'axe vertical 2z du récipient lorsque la tête de mesure tourne en rotation. Par ailleurs, il est à noter que l'unité de commande 21 pilote le déplacement de la tête de mesure 4 et en particulier la motorisation 12 de sorte que le volume d'engagement V_e de la tête de mesure se trouve positionné pour permettre l'engagement de la tête de mesure autour du récipient 2 afin que l'axe vertical 2z du récipient puisse être sensiblement coaxial à l'axe de rotation \underline{a} de la tête de mesure.

[0092] Pendant le trajet aller, la tête de mesure 4 est déplacée pour suivre le mouvement de translation du récipient 2. La tête de mesure 4 est déplacée parallèlement à la direction de translation F. L'unité de commande 21 pilote la structure de déplacement 15 et plus précisément la structure motorisée de déplacement linéaire 16 dans le sens F1, de même sens que le sens de déplacement du récipient. Pendant le trajet aller, la tête de mesure est positionnée de sorte que l'axe de rotation \underline{a} de la tête de mesure 4 soit sensiblement coaxial à l'axe vertical 2z du récipient lorsque la tête de mesure est mise en rotation. Sensiblement coaxial signifie qu'au minimum, l'unité de commande 21 pilote la structure de déplacement 15 en fonction de la position du récipient de manière que le ou les profils analysés restent dans le champ d'observation de la tête de mesure 4. Lorsque le système de détermination 19 détermine au moins la position selon la direction de translation (axe longitudinal X) de chaque récipient ou de leur bague, plusieurs fois ou continûment durant leur parcours dans le poste d'inspection, alors l'unité de commande 21 pilote la structure de déplacement 15 et plus précisément la structure motorisée de déplacement linéaire 16 pour maintenir par asservissement, l'axe de rotation \underline{a} de la tête de mesure 4 sensiblement coaxial à l'axe vertical 2z du récipient durant leur parcours dans le poste d'inspection 1.

[0093] Il peut être prévu que l'unité de commande 21 pilote la structure de déplacement 15 et en particulier l'équipage mobile 17 en fonction de la position du récipient selon l'axe transversal Y. La combinaison des déplacements de la tête de mesure 4 selon les axes X, Y permet à la tête de mesure d'avoir son axe de rotation \underline{a} coaxial avec l'axe vertical 2z du récipient. Il peut être prévu également que la même unité de commande 21 pilote également un organe motorisé de centrage transversal des récipients comme expliqué précédemment, avant leur entrée dans le poste d'inspection 1 ou durant leur transport dans le poste d'inspection 1.

[0094] Pendant le trajet aller, la tête de mesure 4 est commandée en rotation pour inspecter toute la périphérie du récipient 2 alors que l'axe de rotation \underline{a} de la tête de mesure reste sensiblement coaxial avec l'axe vertical 2z du récipient. Il est

rappelé que la tête de mesure 4 est déplacé en translation afin que l'axe de rotation \underline{a} de la tête de mesure reste sensiblement coaxial avec l'axe vertical $2z$ du récipient. L'unité de commande 21 pilote la motorisation 12 pour faire tourner la tête de mesure 4 alors que la tête de mesure est déplacée en translation.

5 Simultanément, l'unité de commande 21 pilote la ou les caméras 5a ainsi qu'éventuellement la ou les sources de lumière 6a si ces dernières sont commandées pour s'éclairer selon un mode de flashes ou d'impulsions uniquement lors de la phase d'acquisition des images.

[0095] Conformément à l'invention, la tête de mesure 4 est configurée pour acquérir
10 par projection optique, des images d'au moins un profil externe de chaque récipient 2. Aussi, pour l'acquisition des images de profil, l'unité de commande 21 pilote la ou les caméras 5a de manière qu'à chaque incrément de rotation du récipient, une image est prise de sorte que le nombre d'images par tour de rotation soit supérieur par exemple à 36. En d'autres termes, le procédé vise à
15 acquérir au moins une image tous les 10° de rotation du récipient 2. Par exemple, le nombre d'images d'un récipient 2 sur 360° est compris entre 36 et 96 voire 360. L'incrément de rotation du récipient entre chaque image prise représente un secteur angulaire parcouru par le récipient allant par exemple de
20 10° à moins de 3.75° voire 1° . Les limitations du nombre d'images sont liées à l'optoélectronique (fréquence vidéo maximale de la caméra, sensibilité du capteur), à l'intensité lumineuse maximale de la source de lumière, généralement une source à LED, et au volume de données qu'il est possible de transférer, mémoriser et analyser (capacité mémoire, vitesse de transmission et puissance de calcul des processeurs).

25 [0096]Le trajet aller d'un cycle d'inspection d'un récipient 2 est suivi d'un trajet retour pour lequel la tête de mesure 4 est ramenée à une position adaptée pour inspecter le récipient qui suit dans la file.

[0097]Au terme du trajet aller, il est à noter que l'unité de commande 21 pilote le déplacement de la tête de mesure 4 et en particulier la motorisation 12 de sorte
30 que le volume de dégagement \underline{Vd} de la tête de mesure se trouve positionné pour permettre le dégagement de la tête de mesure par rapport au récipient 2 afin

que le récipient puisse poursuivre son déplacement. Pour le trajet retour, l'unité de commande 21 pilote la structure de déplacement 15 et plus précisément la structure motorisée de déplacement linéaire 16 dans le sens F2, de sens contraire au sens de déplacement des récipients. Il est à noter que lors de
5 l'essentiel du trajet retour, aucun récipient n'est présent dans le poste d'inspection 1.

[0098] L'unité de commande 21 pilote éventuellement l'équipage mobile 17 de manière à anticiper le positionnement de la tête de mesure 4 par rapport au prochain récipient à inspecter. Au terme du trajet retour, la tête de mesure 4 est
10 ramenée par exemple sensiblement à sa position initiale qu'elle avait en début du cycle de déplacement. L'unité de commande 21 pilote le déplacement de la tête de mesure 4 pour effectuer un nouveau cycle d'inspection pour le récipient qui suit dans la file.

[0099] Les figures 1, 2, 2A, 2B et 2C illustrent un premier exemple de mise en œuvre du procédé d'inspection conforme à l'invention pour lequel le système de prise
15 d'images 5 est configuré pour délivrer l'image d'un seul profil externe du récipient dans un champ d'observation illuminé en arrière-plan du profil externe par le système d'éclairage 6. Selon cet exemple de réalisation, pour chaque cycle de déplacement, la tête de mesure 4 est mise en rotation sur une plage angulaire
20 d'au moins de 360° de manière à acquérir des images du profil externe sur toute la périphérie du récipient 2.

[0100] Pour un cycle de déplacement en vue d'inspecter un récipient 2, l'unité de commande 21 qui reçoit les informations du système 19, pilote le déplacement de la tête de mesure 4 et en particulier la motorisation 12 de sorte que le volume
25 d'engagement V_e de la tête de mesure se trouve positionné pour permettre l'engagement de la tête de mesure autour du récipient 2 (figure 2, 2A). Après le positionnement de la tête de mesure de sorte que l'axe de rotation a de la tête de mesure 4 soit sensiblement coaxial à l'axe vertical $2z$ du récipient, l'unité de commande 21 pilote la structure motorisée de déplacement linéaire 16 dans le
30 sens F1, et pilote également la motorisation 12 pour faire tourner la tête de mesure 4 sur au moins 360° et 380° par exemple. Simultanément, l'unité de

commande 21 pilote la caméra 5a ainsi que la source de lumière pour acquérir des images de profil sur toute la périphérie du récipient (figure 3).

[0101] Au terme du trajet aller, l'unité de commande 21 pilote le déplacement de la tête de mesure 4 et en particulier la motorisation 12 de sorte que le volume de dégagement V_d de la tête de mesure se trouve positionné pour permettre le dégagement de la tête de mesure par rapport au récipient 2. L'unité de commande 21 pilote la structure de déplacement 15 pour le trajet retour de la tête de mesure 4 en vue de la ramener dans une position lui permettant d'effectuer un nouveau cycle d'inspection pour le récipient qui suit dans la file (figure 4).

[0102] Les figures 5, 6, 6A, 6B, 6C, et 7 à 10, illustrent un deuxième exemple de mise en œuvre du procédé d'inspection conforme à l'invention pour lequel le système de prise d'images 5 est configuré pour délivrer l'image d'un premier profil externe dans un premier champ d'observation et d'un deuxième profil externe du récipient, symétrique du premier profil externe par rapport à l'axe vertical Z_z du récipient, dans un deuxième champ d'observation. Tel que cela ressort de la figure 6C, cet exemple permet d'acquérir les deux profils externes symétriques d'une bague par exemple. Il est à noter que cet exemple permet d'acquérir également le profil interne de la bague permettant des mesures de dimensions sur le diamètre interne de l'embouchure du récipient.

[0103] Selon cet exemple préféré, la tête de mesure 4 est mise en rotation sur une plage angulaire d'au moins de 180° de manière à acquérir des images du profil externe sur toute la périphérie du récipient. Avantageusement, l'unité de commande 21 pilote la motorisation 12 pour faire tourner la tête de mesure 4 sur une plage angulaire comprise entre 180° et 220° . En comparaison à une méthode dans laquelle la rotation de la tête de mesure 4 est de 360° , cette méthode permet une inspection plus rapide, car à vitesse de transport et de rotation identiques, la longueur du poste d'inspection 1 est divisée par deux, et/ou plus stable avec une vitesse et une distance de translation identiques mais une vitesse de rotation divisée par deux, et/ou également plus résolue puisque avec une vitesse et une distance de translation identiques, une vitesse de

rotation divisée par deux, il est possible de prendre des images espacées d'un incrément de rotation divisé par deux.

[0104] Pour un cycle de déplacement en vue d'inspecter un récipient 2, l'unité de commande 21 qui a reçu les informations du système 19, pilote le déplacement de la tête de mesure 4 et en particulier la motorisation 12 de sorte que le volume d'engagement V_e de la tête de mesure se trouve positionné pour permettre l'engagement de la tête de mesure autour du récipient 2 (figure 6A). Après le positionnement de la tête de mesure de sorte que l'axe de rotation a de la tête de mesure 4 soit sensiblement coaxial à l'axe vertical $2z$ du récipient, l'unité de commande 21 pilote la structure motorisée de déplacement linéaire 16 dans le sens $F1$, et pilote également la motorisation 12 pour faire tourner la tête de mesure 4 sur 220° par exemple, selon le sens horaire h . Simultanément, l'unité de commande 21 pilote la caméra 5a ainsi que les sources de lumière 6a pour acquérir des images de profil sur toute la périphérie du récipient (figure 7).

[0105] Au terme du trajet aller, l'unité de commande 21 pilote le déplacement de la tête de mesure 4 et en particulier la motorisation 12 de sorte que le volume de dégagement V_d de la tête de mesure se trouve positionné pour permettre le dégagement de la tête de mesure par rapport au récipient 2. L'unité de commande 21 pilote la structure de déplacement 15 pour le trajet retour de la tête de mesure 4 en vue de positionner la tête de mesure prête à effectuer un nouveau cycle d'inspection pour le récipient qui suit dans la file (figure 8). Il est à noter que dans le cas où la tête de mesure 4 présente un volume traversant d'engagement et de dégagement, la tête de mesure 4 est orientée lors de la sortie d'un récipient dans une bonne position pour recevoir un nouveau récipient. En d'autres termes, la tête de mesure 4 conserve son orientation entre la position où un récipient quitte la tête de mesure et la position où un nouveau récipient s'engage dans la tête de mesure (figures 7 et 8). Ainsi, durant le trajet retour, la tête de mesure 4 est en simple translation, sans rotation, quelle que soit l'amplitude de rotation sur le trajet aller. Il est à noter qu'une tête de mesure 4 ayant un volume traversant d'engagement et de dégagement présente un autre avantage lorsqu'elle est en panne ou à l'arrêt puisque la tête de mesure ne

bloque pas le défilement en translation des récipients. Une tête de mesure 4 ayant un volume traversant pour le volume d'engagement et le volume de dégagement et une rotation limitée à 180° constitue une variante préférée de réalisation.

5 [0106]La tête de mesure 4 est alors apte à inspecter le récipient qui suit sur la file. Pour ce nouveau cycle de déplacement en vue d'inspecter ce récipient 2, l'unité de commande 21 qui a reçu les informations du système 19, pilote la tête de mesure de sorte que l'axe de rotation a de la tête de mesure 4 soit sensiblement coaxial à l'axe vertical $2z$ du récipient. L'unité de commande 21 pilote la structure de déplacement 15 en particulier la structure motorisée de déplacement linéaire
10 16 dans le sens $F1$, et pilote également la motorisation 12 pour faire tourner la tête de mesure 4 sur 220° par exemple, selon le sens antihoraire ah . Simultanément, l'unité de commande 21 pilote la caméra 5a ainsi que les sources de lumière 6a pour acquérir des images de profil sur toute la périphérie du
15 récipient (figure 9).

[0107]Au terme du trajet aller, l'unité de commande 21 pilote la structure de déplacement 15 pour le trajet retour de la tête de mesure 4 en vue de positionner la tête de mesure prête à effectuer un nouveau cycle d'inspection pour le récipient qui suit dans la file (figure 10).

20 [0108]Il ressort de cet exemple de mise en œuvre pour chaque cycle de déplacement, que la tête de mesure 4 est mise en rotation sur une plage d'au moins 180° sur le trajet aller de la tête de mesure 4 concomitamment au déplacement linéaire de la tête de mesure alors que la tête de mesure 4 est déplacée sans rotation linéairement sur le trajet retour. Ainsi, pour deux cycles
25 de déplacement successifs de la tête de mesure 4 en relation de deux récipients successifs sur la file, la mise en rotation de la tête de mesure 4 est réalisée selon des sens inverses. La rotation de sens alternée de la tête de mesure 4 offre l'avantage de pouvoir maîtriser l'enroulement des câbles d'alimentation de la tête de mesure 4 lorsque la source de lumière et/ou la caméra est/sont solidaires du
30 support 9 en rotation. Evidemment, le problème d'enroulement et de déroulement de câbles n'existe pas si la source de lumière et la caméra sont fixes

par rapport au châssis 11 (figure 15) ou si on utilise des moyens de transmission de signaux et d'énergie sans câble, de type contact tournant, couplage optique et/ou magnétique entre les sources de lumière ou caméra embarquées sur le support 9 en rotation et le châssis 11. Un exemple de câble contact tournant est un connecteur pour câble coaxial utilisé pour alimenter et piloter une caméra selon le standard de communication connu sous la dénomination CoaXPress®.

[0109] Les figures 14A à 14E illustrent un troisième exemple de mise en œuvre du procédé d'inspection conforme à l'invention pour lequel la tête de mesure 4 est configurée pour présenter un volume d'engagement V_e correspondant au volume de dégagement V_d . La figure 14A illustre le positionnement du volume d'engagement sur le trajet du récipient 2 à inspecter. Dans cette position, le récipient 2 peut pénétrer dans la tête de mesure 4 de sorte que la source de lumière 6a et le miroir de repliement 5b sont situés de part et d'autre du récipient (figure 14B).

[0110] Pour un cycle de déplacement en vue d'inspecter ce récipient 2, l'unité de commande 21 qui a reçu les informations du système 19, pilote la structure de déplacement 15 de sorte que l'axe de rotation a de la tête de mesure 4 soit sensiblement coaxial à l'axe vertical $2z$ du récipient. L'unité de commande 21 pilote la structure motorisée de déplacement linéaire 16 dans le sens F1, et pilote simultanément également la motorisation 12 pour faire tourner la tête de mesure 4 sur 180° pour acquérir deux profils externes symétriques ou 380° par exemple dans le sens antihoraire ah (figures 14C et 14D). Simultanément, l'unité de commande 21 pilote la caméra 5a ainsi que la source de lumière pour acquérir des images de profil sur toute la périphérie du récipient lors de la rotation de la tête de mesure.

[0111] Au terme du trajet aller, le volume de dégagement V_d de la tête de mesure se trouve positionné pour permettre le dégagement de la tête de mesure par rapport au récipient 2. L'unité de commande 21 pilote la structure motorisée de déplacement linéaire 16 dans le sens F2 en vue de ramener la tête de mesure dans une position lui permettant d'effectuer un nouveau cycle d'inspection pour le récipient qui suit dans la file. Par ailleurs, l'unité de commande 21 pilote la

motorisation 12 dans le sens horaire h de sorte que le volume d'engagement V_d de la tête de mesure se trouve positionné pour permettre l'engagement la tête de mesure par rapport à un nouveau récipient 2 (figure 14E).

[0112] Il ressort de cette variante de réalisation pour laquelle le volume

5 d'engagement V_e correspond au volume de dégagement V_d qu'il convient de faire tourner pendant le trajet retour la tête de mesure afin de remettre le volume d'engagement V_e du côté de l'arrivée du récipient suivant. Par ailleurs, si des câbles existent entre le châssis 11 et le support 9 à cause du montage des sources de lumière et des caméras, la rotation du support 9 lors du trajet retour est en sens inverse de la rotation du support 9 lors du trajet aller. Il est à noter que la rotation lors du trajet retour peut être quelconque si les caméras et les sources de lumière sont fixes sur le châssis 11 en utilisant des miroirs de renvoi ou si les transmissions d'énergie et de signaux sont réalisées au moyen de contacts tournants (puissance principalement), de couplages optiques (signaux
10 uniquement) ou de couplages magnétiques.

[0113] La variante préférée vise à ne pas faire tourner la tête de mesure pendant le

trajet retour. Cette variante préférée sans rotation sur le trajet retour est beaucoup plus rapide, car durant le trajet retour il n'y a pas nécessité de contrôler la rotation, et il n'y a pas d'effet Coriolis. Par exemple, le trajet retour est effectué à une vitesse de translation 30% supérieure à celle du trajet aller. Ce trajet retour en translation simple est possible dans les cas suivants :

- la rotation sur le trajet aller est d'environ 360° , que les volumes d'engagement V_e ou de dégagement V_d soit traversant ou non traversant,
- les volumes d'engagement V_e et de dégagement V_d constituent un volume
25 traversant, que la rotation soit de 180° ou de 360° .

[0114] Autrement dit, le trajet retour avec une rotation n'est nécessaire que si la tête de mesure n'a pas des volumes d'engagement et de dégagement traversant et si la rotation est limitée à 180° (figures 14A à 14E).

[0115] Il est à noter également que les lois de commande des mouvements de

30 translation durant le trajet aller, et notamment les accélérations, sont telles qu'au début du trajet aller, dans une phase de calage ou d'entrée au poste, on amène

rapidement mais progressivement l'axe de rotation \underline{a} en coïncidence de l'axe vertical $2z$ des récipients, l'axe a étant durant la phase de calage, soit en avance soit en retard sur l'axe vertical $2z$. Le même raisonnement s'applique dans une phase de sortie du poste d'inspection, donc à la fin du trajet aller et au début du trajet retour.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé d'inspection en ligne de récipients (2) présentant chacun un axe vertical (2z) et au moins un profil externe à inspecter, selon le procédé, les récipients sont déplacés dans un plan de convoyage (X, Y), en position verticale en file selon une direction de translation pour défilier successivement dans un poste d'inspection comportant une tête de mesure (4) sans contact présentant un axe de rotation (a) autour duquel la tête de mesure est montée pour tourner en rotation, et la tête de mesure est déplacée selon des cycles de déplacement successifs pour inspecter successivement les récipients au cours de leur translation devant le poste d'inspection, chaque cycle de déplacement pour inspecter un récipient comportant un trajet aller et un trajet retour et une mise en rotation pour inspecter toute la périphérie du récipient,
- 15 caractérisé en ce qu'il consiste :
- à configurer la tête de mesure (4) pour acquérir par projection optique, des images d'au moins un profil externe de chaque récipient,
 - pour chaque cycle de déplacement, à positionner la tête de mesure (4) de sorte que l'axe de rotation (a) soit sensiblement coaxial à l'axe vertical (2z) du
- 20 récipient lors de la mise en rotation de la tête de mesure selon un mouvement circulaire et à déplacer linéairement la tête de mesure parallèlement à la direction de translation de manière à acquérir des images du profil externe sur toute la périphérie du récipient.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1 selon lequel la tête de mesure (4) est configurée pour acquérir par projection optique, des images d'un profil externe de chaque récipient et en ce que pour chaque cycle de déplacement, la tête de mesure est mise en rotation sur une plage angulaire d'au moins de 360° de manière à acquérir des images du profil externe sur toute la périphérie du récipient.
- 25
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 selon lequel la tête de mesure (4) est configurée pour acquérir par projection optique, des images de deux portions d'un profil externe d'un récipient diamétralement opposées
- 30

et en ce que pour chaque cycle de déplacement, la tête de mesure est mise en rotation sur une plage angulaire d'au moins de 180° de manière à acquérir des images du profil externe sur toute la périphérie du récipient.

[Revendication 4] Procédé selon la revendication précédente selon lequel
5 pour chaque cycle de déplacement, la tête de mesure est mise en rotation sur une plage d'au moins 180° sur le trajet aller de la tête de mesure concomitamment au déplacement linéaire de la tête de mesure, la tête de mesure étant déplacée sans rotation linéairement sur le trajet retour.

[Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications précédentes selon
10 lequel pour deux cycles de déplacement successifs de la tête de mesure en relation de deux récipients successifs, la mise en rotation de la tête de mesure est réalisée selon des sens inverses.

[Revendication 6] Procédé selon l'une des revendications précédentes selon
15 lequel la tête de mesure (4) est configurée pour présenter un volume d'engagement (V_e) pour un récipient afin que l'axe vertical ($2z$) du récipient puisse être sensiblement coaxial à l'axe de rotation (a) de la tête de mesure et un volume de dégagement (V_d) afin de pouvoir dégager la tête de mesure par rapport au récipient et en ce que la tête de mesure (4) est déplacée pour être engagée par son volume d'engagement, autour du récipient, de sorte
20 que l'axe de rotation de la tête de mesure soit sensiblement coaxial à l'axe vertical du récipient et pour être dégagée du récipient par son volume de dégagement.

[Revendication 7] Procédé selon l'une des revendications précédentes selon
25 lequel la tête de mesure (4) est configurée pour comporter un système de prise d'images (5) apte à délivrer l'image d'au moins un premier profil externe du récipient dans un premier champ d'observation et au moins un système d'éclairage (6) illuminant le premier champ d'observation en arrière-plan du premier profil externe et en ce que le système de prise d'images (5) est piloté lors de la rotation de la tête de mesure pour délivrer des images qui
30 contiennent une projection du premier profil externe du récipient rétroéclairé.

[Revendication 8] Procédé selon la revendication précédente selon lequel la tête de mesure (4) est configurée pour comporter un système de prise

d'images (5) apte à délivrer l'image d'au moins un deuxième profil externe du récipient, symétrique du premier profil externe par rapport à l'axe vertical du récipient, dans un deuxième champ d'observation et au moins un système d'éclairage (6) illuminant le deuxième champ d'observation en arrière-plan du deuxième profil externe et en ce que le système de prise d'images est piloté lors de la rotation de la tête de mesure pour délivrer des images qui contiennent une projection du deuxième profil externe du récipient rétroéclairé.

[Revendication 9] Procédé selon l'une des revendications précédentes selon lequel est déterminée la position dans le plan de convoyage (X, Y), de l'axe vertical (2z) de chaque récipient défilant en translation dans le poste d'inspection, et en ce que le déplacement de la tête de mesure (4) est piloté de sorte que l'axe de rotation de la tête de mesure soit sensiblement coaxial à l'axe vertical du récipient lors de la rotation de la tête de mesure.

[Revendication 10] Poste d'inspection en ligne de récipients présentant chacun un axe vertical (2z) et au moins un profil externe à inspecter et déplacés en position verticale en file par un convoyeur (3), selon une direction de translation pour défiler successivement dans le poste d'inspection, le poste d'inspection comportant :

- une tête de mesure (4) sans contact présentant un axe de rotation (a) autour duquel la tête de mesure est montée pour tourner selon un mouvement circulaire, la tête de mesure comportant un système de prise d'images (5) apte à délivrer l'image d'au moins un premier profil externe du récipient dans un premier champ d'observation et au moins un système d'éclairage (6) illuminant le premier champ d'observation en arrière-plan du premier profil externe,
- une structure de déplacement (15) de la tête de mesure (4) configurée pour positionner la tête de mesure de sorte que l'axe de rotation soit sensiblement coaxial à l'axe vertical du récipient lors de la mise en rotation de la tête de mesure et pour déplacer linéairement la tête de mesure parallèlement à la direction de translation,
- une unité de commande (21) de la tête de mesure (4) et de la structure de

déplacement (15), recevant les informations d'un système (19) de détermination de la position dans le plan du convoyeur, de l'axe vertical de chaque récipient défilant en translation devant le poste d'inspection, l'unité de commande (21) étant configurée pour déplacer la tête de mesure selon des cycles de déplacement successifs pour inspecter successivement les récipients au cours de leur translation dans le poste d'inspection, chaque cycle de déplacement pour inspecter un récipient comportant un trajet aller et un trajet retour et une mise en rotation pour inspecter toute la périphérie du récipient, pour chaque cycle de déplacement, la structure de déplacement positionne la tête de mesure de sorte que l'axe de rotation soit sensiblement coaxial à l'axe vertical du récipient lors de la mise en rotation de la tête de mesure et déplace linéairement la tête de mesure parallèlement à la direction de translation, l'unité de commande pilotant le système de prise d'images de manière à acquérir des images du profil externe sur toute la périphérie du récipient lors de la rotation de la tête de mesure.

[Revendication 11] Poste d'inspection selon la revendication 10 selon lequel la structure de déplacement (15) de la tête de mesure comporte une structure motorisée (16) de déplacement linéaire de la tête de mesure selon une direction parallèle à la direction de translation, montée sur un équipage mobile (17) selon une direction perpendiculaire à la direction de translation, la structure motorisée (16) étant équipée d'un châssis (11) porteur de la tête de mesure qui comporte un support (9) entraîné en rotation autour de l'axe de rotation, par une motorisation (12).

[Revendication 12] Poste d'inspection selon la revendication 11 selon lequel la tête de mesure (4) est configurée pour présenter un volume d'engagement (V_e) pour un récipient afin que l'axe vertical du récipient puisse être sensiblement coaxial à l'axe de rotation de la tête de mesure et un volume de dégagement (V_d) afin de pouvoir dégager la tête de mesure par rapport au récipient.

[Revendication 13] Poste d'inspection selon la revendication 12 selon lequel la tête de mesure (4) est configurée pour présenter un volume d'engagement correspondant au volume de dégagement ou aménagée pour communiquer

avec le volume de dégagement pour constituer un volume traversant le support selon la direction de translation.

5 [Revendication 14] Poste d'inspection selon l'une des revendications 10 à 13 selon lequel le système de prise d'images (5) est apte à délivrer l'image d'au moins un deuxième profil externe du récipient, symétrique du premier profil externe par rapport à l'axe vertical du récipient, dans un deuxième champ d'observation et le système d'éclairage (6) illumine le deuxième champ d'observation en arrière-plan du deuxième profil externe et en ce que le système de prise d'images est piloté lors de la rotation de la tête de mesure pour délivrer des images qui contiennent une projection du profil du deuxième profil externe du récipient rétroéclairé.

10 [Revendication 15] Poste d'inspection selon l'une des revendications 10 à 14 selon lequel le système de prise d'images (5) comporte au moins une caméra (5a) observant le récipient directement ou à l'aide d'au moins un miroir de repliement (5b).

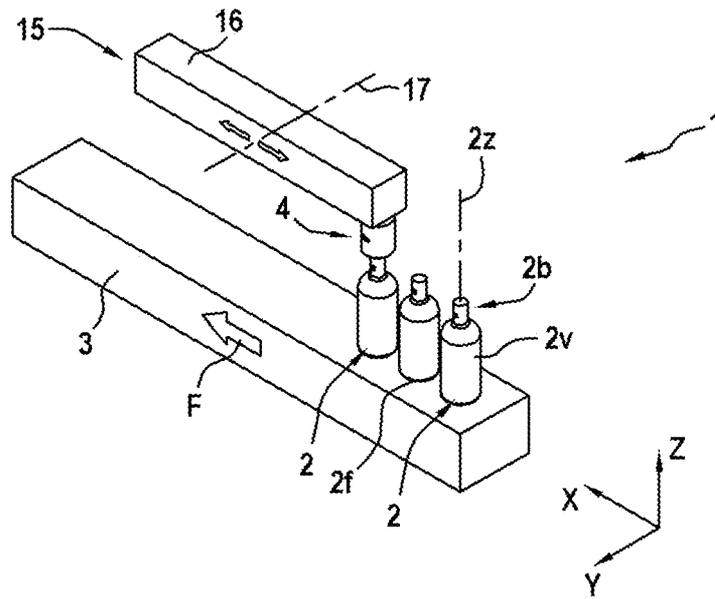
15 [Revendication 16] Poste d'inspection selon la revendication 15 selon lequel la caméra (5a) est montée sur le châssis (11) en étant centrée sur l'axe de rotation, en observant le récipient à l'aide d'au moins un miroir de repliement (5b) monté sur le support (9) entraîné en rotation autour de l'axe de rotation.

20 [Revendication 17] Poste d'inspection selon la revendication 15 selon lequel le système de prise d'images (5) comporte au moins une caméra (5a) montée sur le support (9) entraîné en rotation autour de l'axe de rotation.

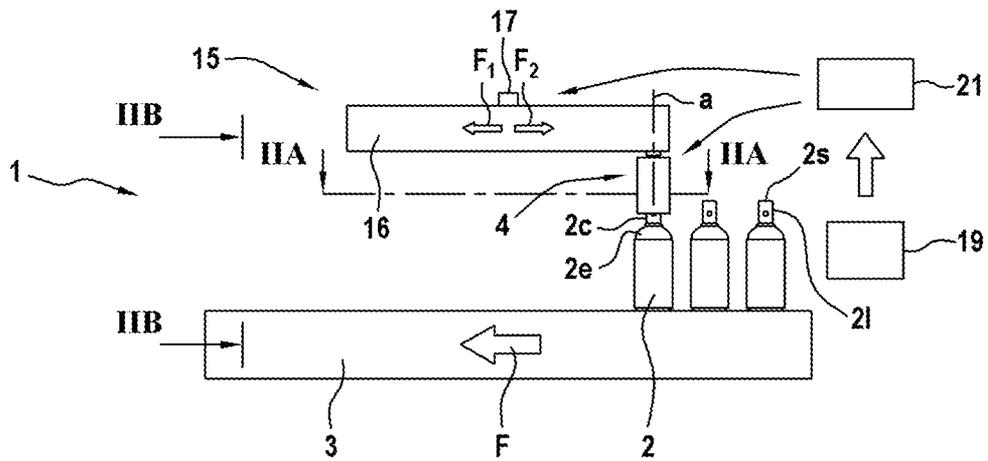
25 [Revendication 18] Poste d'inspection selon l'une des revendications 10 à 17 selon lequel le système d'éclairage (6) comporte au moins une source de lumière (6a) illuminant le récipient directement ou à l'aide d'au moins un miroir de repliement (6b).

[Revendication 19] Poste d'inspection selon la revendication 18 selon lequel le système d'éclairage (6) comporte au moins une source de lumière (6a) montée sur le support entraîné en rotation autour de l'axe de rotation. ...

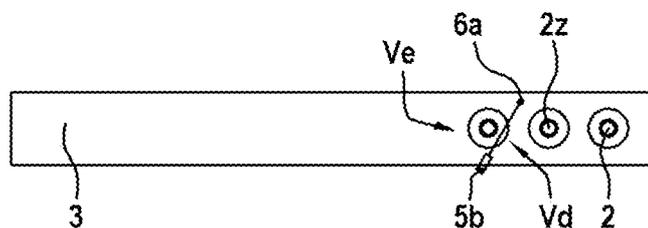
[Fig. 1]



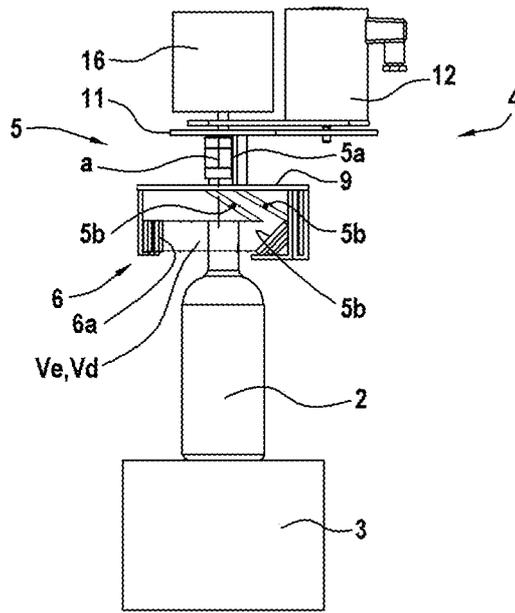
[Fig. 2]



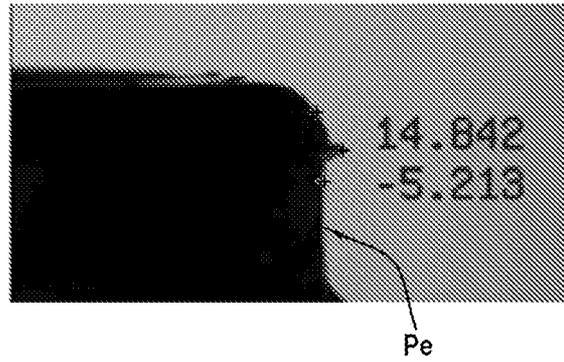
[Fig. 2A]



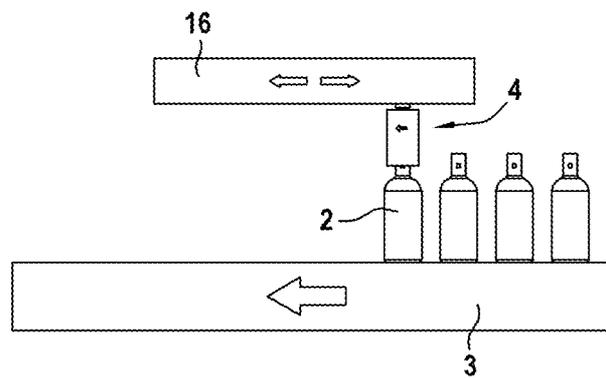
[Fig. 2B]



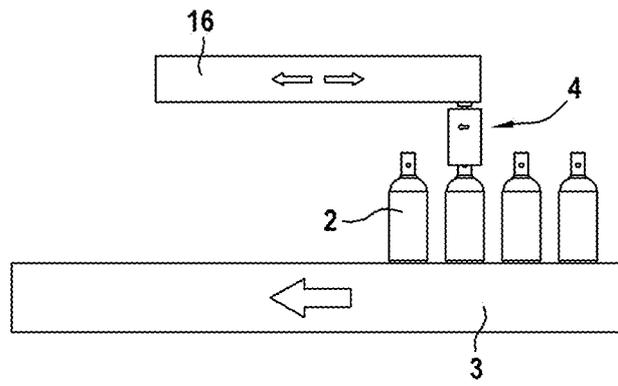
[Fig. 2C]



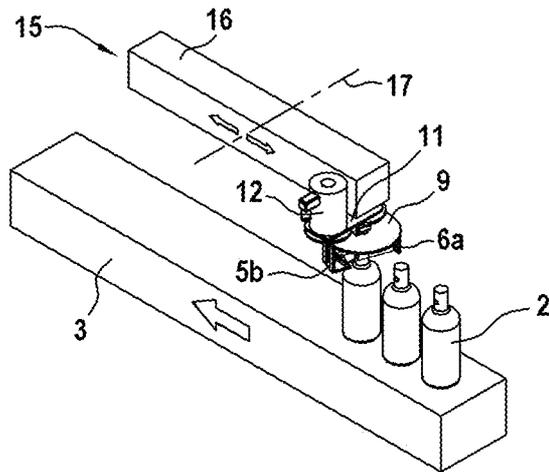
[Fig. 3]



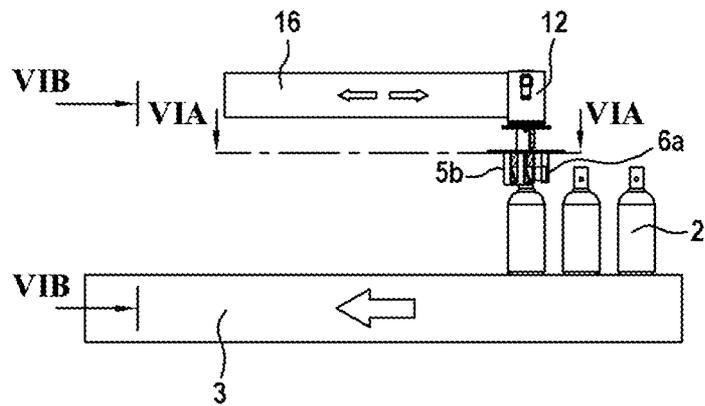
[Fig. 4]



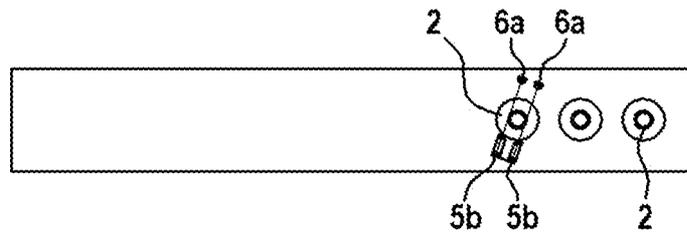
[Fig. 5]



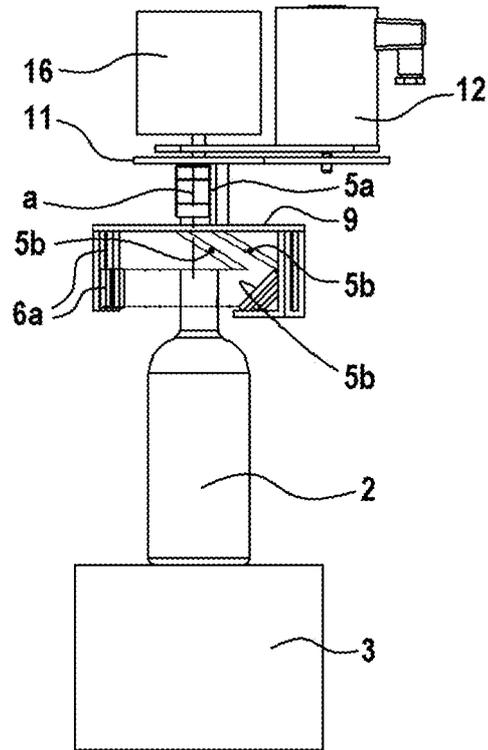
[Fig. 6]



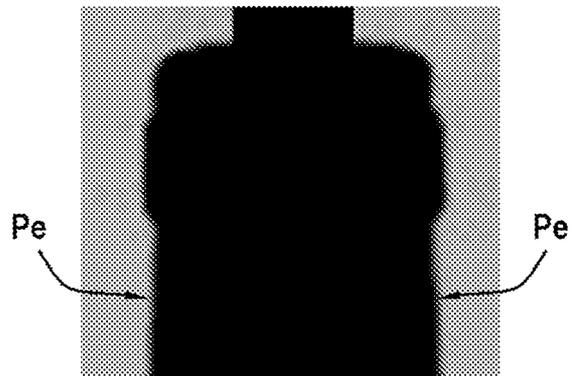
[Fig. 6A]



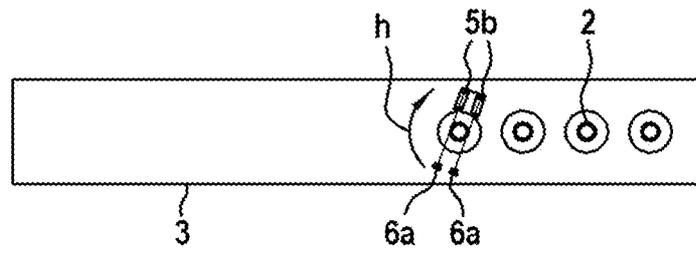
[Fig. 6B]



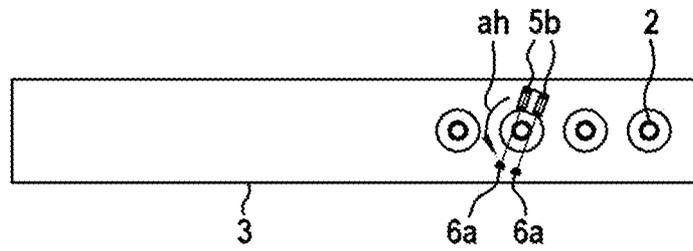
[Fig. 6C]



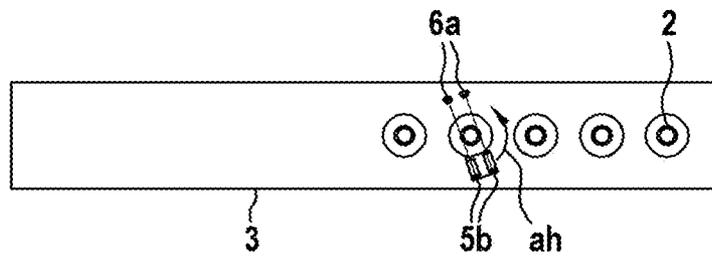
[Fig. 7]



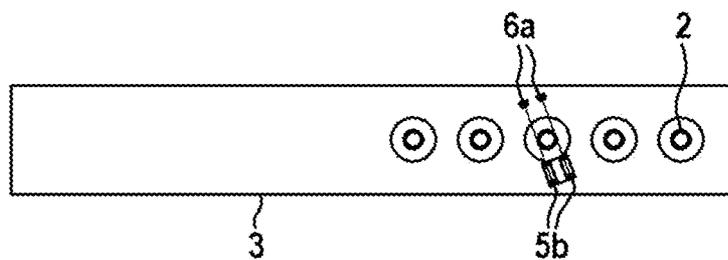
[Fig. 8]



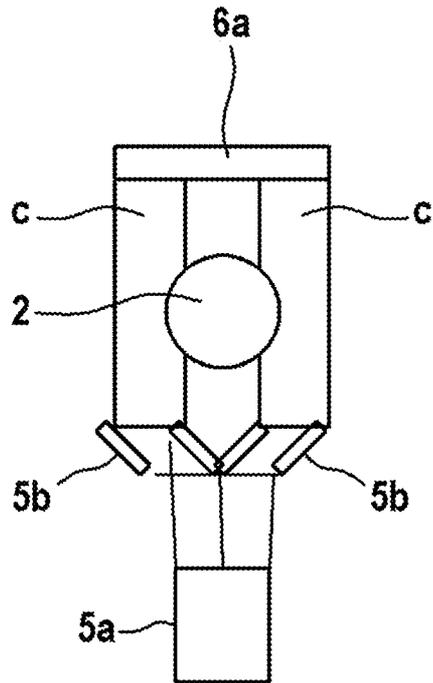
[Fig. 9]



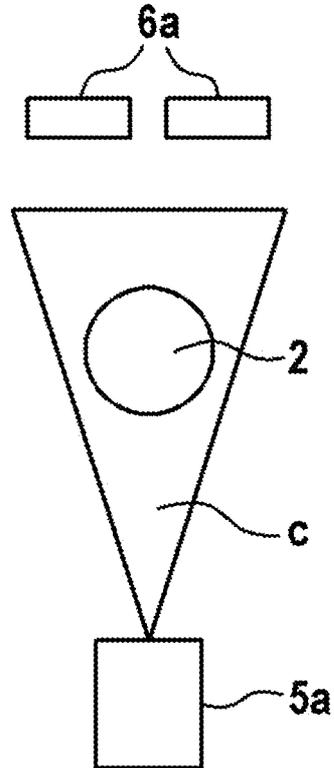
[Fig. 10]



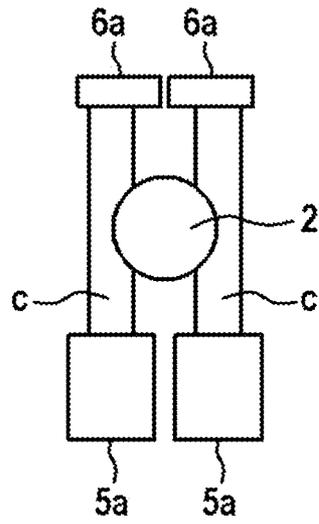
[Fig. 11]



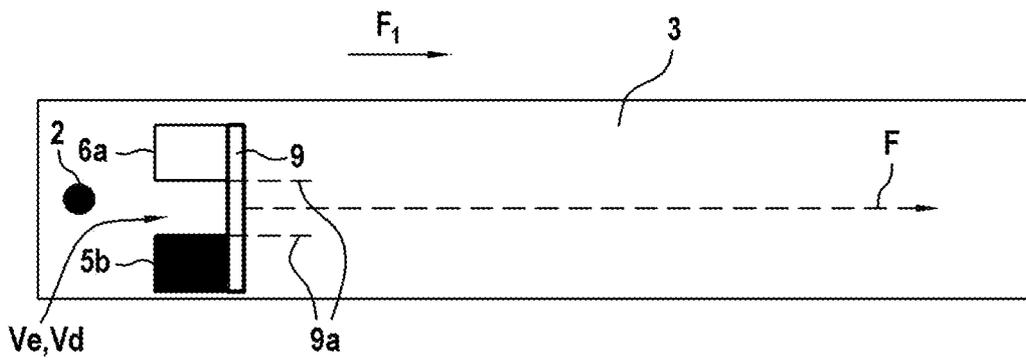
[Fig. 12]



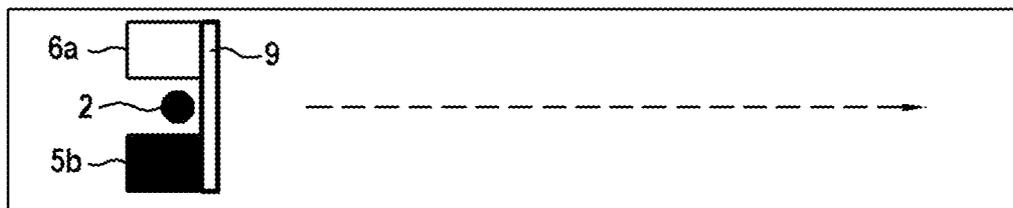
[Fig. 13]



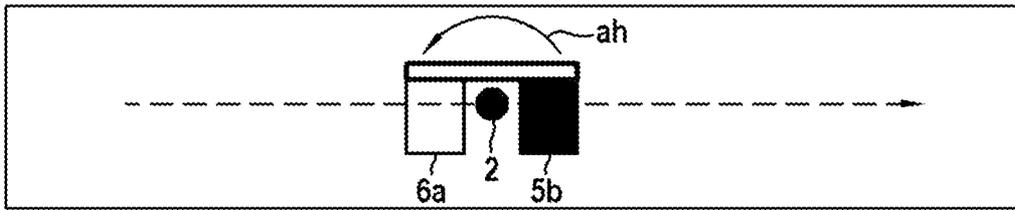
[Fig. 14A]



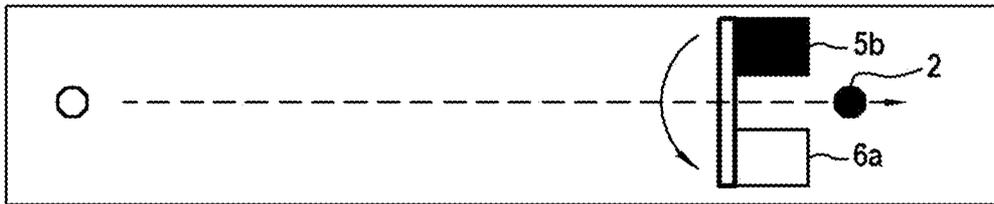
[Fig. 14B]



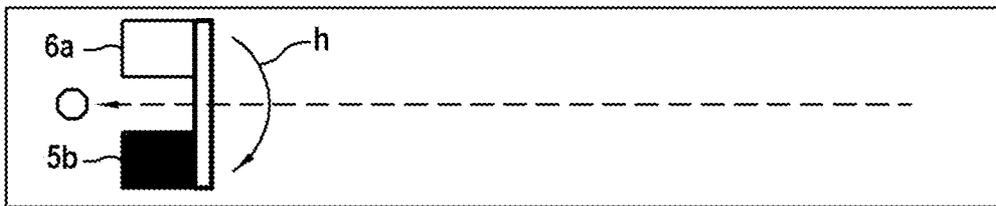
[Fig. 14C]



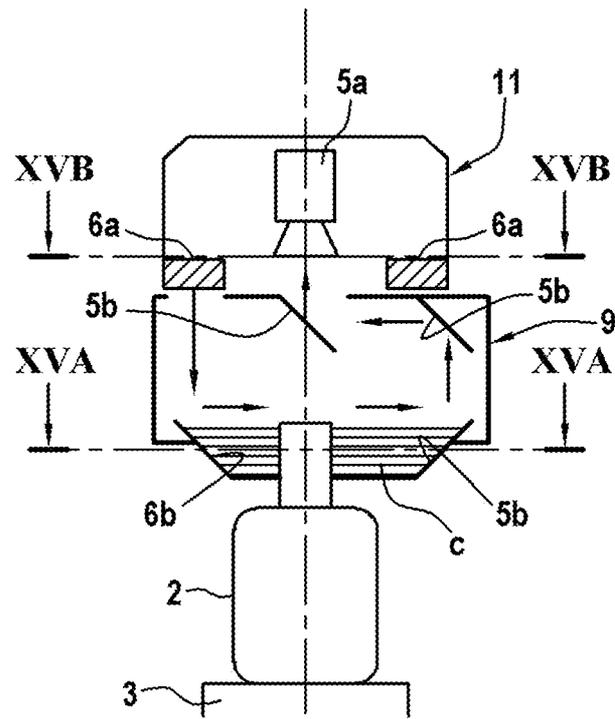
[Fig. 14D]



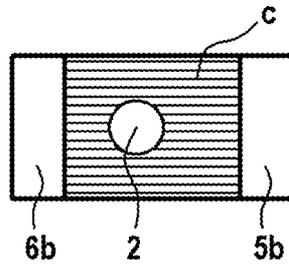
[Fig. 14E]



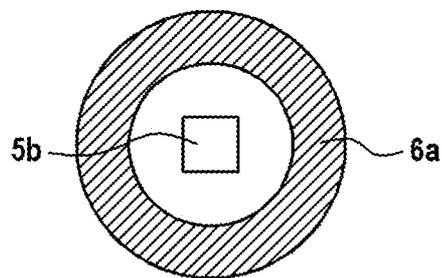
[Fig. 15]



[Fig. 15A]



[Fig. 15B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2023/052120

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01N 21/90 (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 5296701 A (KIRKMAN JAMES A [US] ET AL) 22 March 1994 (1994-03-22) column 3, line 63 - column 4, line 7; figure 7 column 6, lines 12-34	1-19
Y	EP 3597549 A1 (KRONES AG [DE]) 22 January 2020 (2020-01-22) paragraphs [0005], [0007]; figure 2	1-19
A	DE 8600118 U1 (HERMANN HEYE) 18 December 1986 (1986-12-18) figures 3,5,6	1-19
A	JP 2009008637 A (CROWN CORK JAPAN; KYOTO GIKEN KOGYO KK) 15 January 2009 (2009-01-15) figure 1	1-19
A	JP H09297145 A (SANKYO SEISAKUSHO KK; EISAI CO LTD) 18 November 1997 (1997-11-18) figures 1,4	1-19
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 08 April 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 Roy, Christophe Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2023/052120

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	5296701	A	22 March 1994	AU 683445 B2	13 November 1997
				BR 9401524 A	22 November 1994
				CA 2121091 A1	20 October 1994
				CN 1095817 A	30 November 1994
				EC SP941069 A	27 February 1995
				EP 0621475 A1	26 October 1994
				JP 2822145 B2	11 November 1998
				JP H06308055 A	04 November 1994
				US 5296701 A	22 March 1994

EP	3597549	A1	22 January 2020	CN 110723350 A	24 January 2020
				DE 102018211801 A1	16 January 2020
				EP 3597549 A1	22 January 2020

DE	8600118	U1	18 December 1986	NONE	

JP	2009008637	A	15 January 2009	JP 5090087 B2	05 December 2012
				JP 2009008637 A	15 January 2009

JP	H09297145	A	18 November 1997	NONE	

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01N21/90 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 5 296 701 A (KIRKMAN JAMES A [US] ET AL) 22 mars 1994 (1994-03-22) colonne 3, ligne 63 - colonne 4, ligne 7; figure 7 colonne 6, lignes 12-34 -----	1-19
Y	EP 3 597 549 A1 (KRONES AG [DE]) 22 janvier 2020 (2020-01-22) alinéas [0005], [0007]; figure 2 -----	1-19
A	DE 86 00 118 U1 (HERMANN HEYE) 18 décembre 1986 (1986-12-18) figures 3, 5, 6 -----	1-19
A	JP 2009 008637 A (CROWN CORK JAPAN; KYOTO GIKEN KOGYO KK) 15 janvier 2009 (2009-01-15) figure 1 -----	1-19
	-/--	
<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 "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 8 avril 2024		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 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 Roy, Christophe

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2023/052120

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	JP H09 297145 A (SANKYO SEISAKUSHO KK; EISAI CO LTD) 18 novembre 1997 (1997-11-18) figures 1,4 -----	1-19

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2023/052120

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5296701	A	22-03-1994	AU 683445 B2	13-11-1997
			BR 9401524 A	22-11-1994
			CA 2121091 A1	20-10-1994
			CN 1095817 A	30-11-1994
			EC SP941069 A	27-02-1995
			EP 0621475 A1	26-10-1994
			JP 2822145 B2	11-11-1998
			JP H06308055 A	04-11-1994
			US 5296701 A	22-03-1994

EP 3597549	A1	22-01-2020	CN 110723350 A	24-01-2020
			DE 102018211801 A1	16-01-2020
			EP 3597549 A1	22-01-2020

DE 8600118	U1	18-12-1986	AUCUN	

JP 2009008637	A	15-01-2009	JP 5090087 B2	05-12-2012
			JP 2009008637 A	15-01-2009

JP H09297145	A	18-11-1997	AUCUN	
