

⑫ **BREVET D'INVENTION** **B1**

⑤④ Installation d'application de produit de revêtement et procédé de commande d'une telle installation.

②② Date de dépôt : 14.06.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *EXEL INDUSTRIES Société
anonyme — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 15.12.23 Bulletin 23/50.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 14.06.24 Bulletin 24/24.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : LE-STRAT Cédric et TEL Ilhan.

⑦③ Titulaire(s) : EXEL INDUSTRIES Société anonyme.

⑦④ Mandataire(s) : Lavoix.



Description

Titre de l'invention : Installation d'application de produit de revêtement et procédé de commande d'une telle installation

- [0001] La présente invention concerne une installation d'application de produit de revêtement qui comprend une tête d'impression équipée de plusieurs buses et alimentée par une source de produit de revêtement.
- [0002] Dans ce genre de matériel, chaque buse définit un orifice de décharge de produit de revêtement avec un petit diamètre, de l'ordre de 100 à 300 micromètres (μm). Chaque buse est commandée par une vanne, elle-même alimentée par la source de produit de revêtement. Le fonctionnement d'une tête d'impression exige une grande précision du pilotage de la pression du produit de revêtement fourni à la tête d'impression. Ceci est d'autant plus vrai que le produit est visqueux, par exemple avec une viscosité dynamique comprise entre 50 et 300 milliPascal.secondes (mPa.s).
- [0003] Dans une installation d'application de produit de revêtement avec une tête d'impression, le produit de revêtement potentiellement visqueux doit être fourni aux différentes buses avec une pression d'alimentation donnée, par exemple, égale à 2 bars. En pratique, dans le cas où la pression nominale d'alimentation en produit de revêtement de la tête d'impression est égale à 2 bars, si cette pression est supérieure à 2,1 bars, il existe un risque de création d'un nuage de peinture parasite, dit « overspray ». À l'inverse, si la pression d'alimentation est inférieure à 1,9 bar, le débit instantané de produit de revêtement dans une ou plusieurs buses risque de ne pas permettre la formation d'un filet continu ou quasi continu en sortie de buse. C'est pourquoi, la précision recherchée dans la pression d'alimentation en produit de revêtement, en entrée d'une tête d'impression, est de l'ordre de 100 millibars (mbar). Or, cette pression d'alimentation dépend du débit instantané de produit de revêtement dans la tête d'impression.
- [0004] Le débit instantané de produit de revêtement à travers les différents orifices des buses de la tête d'impression résulte de l'ouverture/fermeture des vannes qui commandent ces différentes buses et qui ont un temps de réponse de l'ordre de 1 milliseconde (ms). Dans une installation d'application de produit de revêtement, une source de produit de revêtement est utilisée pour alimenter une tête d'impression. Cette source de produit de revêtement peut être constituée par un réservoir de produit de revêtement sous pression ou par un réservoir à piston commandé par un moteur électrique ou par un autre matériel. Dans tous les cas, le temps de réponse d'un tel matériel est de l'ordre de 500 ms.
- [0005] D'autre part, l'alimentation d'une tête d'impression en produit de revêtement, à partir

d'une source de produit de revêtement, a lieu à travers une conduite qui peut avoir une longueur de plusieurs mètres, par exemple si la tête d'impression est disposée à l'extrémité du bras d'un robot multiaxe, alors que la source d'impression est disposée au pied de ce robot. Cette conduite induit des pertes de charge régulières, dues à sa longueur et à son diamètre, ainsi que des pertes de charge singulières, dues aux vannes, filtres et/ou coudes disposés sur la longueur de cette conduite.

[0006] Pour toutes ces raisons, la pression en entrée d'une tête d'impression est relativement difficile à gérer en se basant uniquement sur des moyens de commande de la source de produit de revêtement.

[0007] Une solution connue dans le domaine de l'application d'encre consiste à faire circuler en permanence un débit relativement important de produit de revêtement et de prélever un débit de l'ordre de 10% de ce débit relativement important pour alimenter des buses d'une tête d'impression. Ceci induit une circulation continue de l'encre qui n'est pas transposable à l'application d'un produit de revêtement de type peinture car le cisaillement dû à la circulation répétée du produit de revêtement risquerait de détériorer la peinture. En outre, un débit significatif de produit de revêtement devrait être amené jusqu'à la tête d'impression, par exemple égal à 2 litres par minute (l/mn) pour que 10% de ce débit représente environ 200 ml/mn. Amener 2 l/mn de produit de revêtement au bout du bras d'un robot s'avère, en pratique, très compliqué.

[0008] Une autre solution qui paraît évidente mais pose des difficultés d'intégration car volumineuse, consiste à intégrer un réservoir de produit sous pression ou un réservoir motorisé à proximité immédiate de la tête d'impression, voire même intégré à la tête.

[0009] Il est par ailleurs connu de US-A-2019/0337001 de prévoir une régulation de produit de revêtement avec deux têtes d'impression, à savoir une tête d'impression utilisée pour appliquer un produit de revêtement et une tête d'impression disposée sur une conduite d'échappement. Il est prévu de fermer une des buses d'impression de la tête d'impression d'échappement quand on ouvre une buse d'impression de la tête d'impression utilisée pour appliquer le produit de revêtement, et inversement, ce qui permet d'utiliser un débit quasi-constant de produit de revêtement. Ceci induit une forte consommation de produit de revêtement, avec des conséquences non négligeables en termes de retraitement et de coût.

[0010] C'est à ces inconvénients qu'entend plus particulièrement remédier l'invention en proposant une nouvelle installation d'application de produit de revêtement dans laquelle une pression d'alimentation d'une tête d'impression en produit de revêtement peut être contrôlée de façon précise, en tenant compte des temps de réponse respectifs des vannes de la tête d'impression et des organes de commande d'une source de produit de revêtement.

[0011] À cet effet, l'invention concerne une installation d'application de produit de re-

vêtement comprenant une tête d'impression équipée de plusieurs buses et alimentée par une source de produit de revêtement, chaque buse étant commandée par une vanne alimentée par la source de produit de revêtement. Conformément à l'invention, l'installation comprend un accumulateur de produit de revêtement installé sur un circuit de circulation du produit de revêtement, qui passe par la tête d'impression, cet accumulateur comprenant une paroi déformable ou mobile délimitant au moins en partie une première chambre de volume variable alimentée en produit de revêtement et une deuxième chambre de volume variable alimentée en gaz sous une pression prédéterminée. La pression prédéterminée d'alimentation de la deuxième chambre de volume variable est égale à une pression nominale de fonctionnement de la tête d'impression. La première chambre de volume variable est alimentée ou purgée en produit de revêtement du fait d'une différence entre un débit instantané d'éjection de produit de revêtement par la tête d'impression et un débit d'alimentation de la tête d'impression à partir de la source de produit de revêtement. L'installation comprend, en outre, une unité de commande configurée pour ajuster une valeur de consigne de fonctionnement de la source de produit de revêtement en fonction de la différence entre le débit instantané d'éjection et le débit d'alimentation, dans un sens de réduction de cette différence entre les débits.

[0012] Grâce à l'invention, l'accumulateur peut être dimensionné pour que la déformation ou le déplacement de sa paroi permette d'emmagasiner un volume de produit de revêtement suffisant pour compenser une variation de pression du produit de revêtement en entrée de la tête d'impression, pendant le temps de réponse de la source de produit de revêtement. L'invention permet également de tenir compte d'éventuelles variations des pertes de charges dans une conduite d'alimentation reliant la source de produit de revêtement à la tête d'impression. Comme la deuxième chambre de volume variable est alimentée avec une pression égale à la pression nominale de fonctionnement de la tête d'impression et compte tenu du caractère déformable ou mobile de la paroi, on peut faire l'hypothèse que la pression dans la première chambre de volume variable est égale à la pression nominale de fonctionnement de la tête d'impression. De plus, l'unité de commande peut piloter la source de produit de revêtement en fonction de la différence entre le débit instantané d'éjection et le le débit d'alimentation d'une façon optimisée, en réduisant cette différence, ce qui adapte automatiquement le débit de produit de revêtement délivré par la source au débit effectivement éjecté par la tête d'impression.

[0013] Selon les aspects avantageux mais non obligatoires de l'invention, une telle installation peut incorporer une ou plusieurs des caractéristiques suivantes prise(s) selon toutes combinaisons techniquement admissibles :

[0014] - L'installation comprend, en outre, un capteur, configuré pour détecter une dé-

formation ou un déplacement de la paroi de l'accumulateur, alors que l'unité de commande est configurée pour ajuster la valeur de consigne de fonctionnement de la source de produit de revêtement, en fonction d'un signal de sortie du capteur.

- [0015] - Le capteur de position est de type inductif, capacitif, optique ou constitué par un palpeur.
- [0016] - L'installation comprend, en outre, une unité de détermination du débit instantané d'éjection, une unité de détermination du débit d'alimentation et une unité de pilotage configurée pour ajuster la valeur de consigne de fonctionnement en fonction d'une différence entre le débit instantané d'éjection et le débit d'alimentation.
- [0017] - La paroi est élastiquement déformable dans les conditions normales de fonctionnement de l'installation alors que, de préférence, la paroi porte un élément dont la position est détectable par le capteur.
- [0018] - La paroi déformable de l'accumulateur est logée dans une enveloppe rigide, alors que la première chambre de volume variable est définie à l'intérieur de la paroi déformable, alors que la deuxième chambre de volume variable est définie entre la paroi déformable et l'enveloppe rigide, ou inversement.
- [0019] - La paroi déformable est en forme de manchon et s'étend entre un premier orifice d'entrée de produit de revêtement dans l'accumulateur et un deuxième orifice d'évacuation de produit de revêtement à partir de l'accumulateur.
- [0020] - La paroi est un piston mobile qui sépare les deux chambres de volume variable.
- [0021] - La déformation maximum de la paroi déformable ou la course de déplacement du piston mobile est compatible avec une variation du volume de la première chambre de volume variable égale à la somme des débits maximaux des buses de la tête d'impression multipliée par le temps de réponse de la source de produit de revêtement.
- [0022] - La deuxième chambre de volume variable est pourvue d'une ouverture de sortie et la deuxième chambre de volume variable est alimentée avec une circulation permanente de gaz, entre une conduite d'alimentation et son ouverture de sortie.
- [0023] - L'accumulateur est installé, dans le circuit, en aval de la tête d'impression.
- [0024] - L'accumulateur est installé, dans le circuit, en amont de la tête d'impression.
- [0025] Selon un autre aspect, l'invention concerne un premier procédé de commande d'une installation telle que mentionnée ci-dessus, ce procédé comprenant au moins des étapes consistant à :
 - [0026] a. déduire d'une déformation ou d'un déplacement de la paroi une information sur le sens d'évolution de la taille d'un volume intérieur de la première chambre de volume variable de l'accumulateur ;
 - b. si l'information déduite à l'étape a) correspond à une augmentation du volume intérieur, ajuster à la baisse la valeur de consigne de fonctionnement de la source de produit de revêtement ; et

- c. si l'information déduite à l'étape a) correspond à une diminution du volume intérieur, ajuster à la hausse la valeur de consigne de fonctionnement de la source de produit de revêtement.
- [0027] Avantageusement, la consigne de fonctionnement est une pression de commande d'un réservoir sous pression, une vitesse de déplacement d'un piston d'un réservoir à piston ou une vitesse de rotation d'une pompe volumique.
- [0028] Selon un encore autre aspect, l'invention concerne un deuxième procédé de commande d'une installation telle que mentionnée ci-dessus, ce procédé comprenant au moins des étapes consistant à :
- [0029] a. calculer une différence entre le débit instantané de produit de revêtement par la tête d'impression et le débit d'alimentation de la tête d'impression en produit de revêtement ;
- b. si la différence calculée à l'étape a') est positive, ajuster à la hausse une valeur de consigne de débit d'alimentation de la tête d'impression en produit de revêtement; et
- c. si la différence calculée à l'étape a') est négative, ajuster à la baisse une valeur de consigne de débit d'alimentation de la tête d'impression en produit de revêtement.
- [0030] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre de trois modes de réalisation d'une installation et d'un procédé conforme à son principe, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :
- [0031] – [Fig.1] La [Fig.1] est une représentation schématique de principe d'une installation d'application de produit de revêtement conforme à l'invention ;
- [Fig.2] La [Fig.2] est un schéma fluide et électrique de l'installation de la [Fig.1] ;
- [Fig.3] La [Fig.3] est un schéma analogue à la [Fig.2], pour une installation conforme à un deuxième mode de réalisation de l'invention ; et
- [Fig.4] La [Fig.4] est un schéma analogue à la [Fig.2], pour une installation conforme à un troisième mode de réalisation de l'invention.
- [0032] Sur les figures 2 et 3, des traits continus épais sont utilisés pour représenter des conduites de circulation de produit de revêtement, des traits pointillés épais sont utilisés pour représenter des conduites de circulation de solvant ou de produit de nettoyage, des traits continus fins sont utilisés pour représenter des conduites de circulation d'air et des traits d'axe épais sont utilisés pour représenter des conducteurs électriques de circulation de signaux électriques.
- [0033] L'installation I représentée aux figures 1 et 2 est prévue pour l'application de peinture sur des objets O qui, dans l'exemple des figures, sont des carrosseries de

véhicule automobile. Plus précisément, dans cet exemple, l'installation I vise à permettre la création d'une bande B de couleur contrastée, par exemple noire, sur le toit d'une carrosserie.

- [0034] En variante, les objets à revêtir peuvent être des parties de carrosserie de véhicule automobile, par exemple des parechocs ou, plus généralement, tout objet pouvant être revêtu, par exemple une partie de carlingue d'aéronef ou une caisse d'appareil électroménager, ces exemples n'étant pas limitatifs.
- [0035] En outre, le produit de revêtement appliqué avec l'installation I de l'invention ne constitue pas forcément une bande de couleur contrastée.
- [0036] Ce produit de revêtement peut être une peinture, un apprêt ou un vernis ou une base hydrosoluble ou solvantée, un revêtement bi-composant. En particulier, sa viscosité dynamique peut être comprise entre 50 et 300 mPa.s.
- [0037] L'installation I comprend un convoyeur 2 prévu pour déplacer les objets O le long d'un axe de convoyage X2 perpendiculaire au plan de la [Fig.1].
- [0038] L'installation I comprend également une tête d'impression 10 montée à l'extrémité du bras 22 d'un robot multiaxe 20 disposé au voisinage du convoyeur 2. La tête d'impression 10 est alimentée en produit de revêtement à appliquer à partir d'un module d'alimentation 30 qui comprend une source de produit de revêtement à appliquer formée ici par un réservoir sous pression 32.
- [0039] Le module 30 est relié à la tête d'impression 10 par une conduite d'alimentation 40 qui circule à l'intérieur du robot multiaxe 20, en particulier à l'intérieur de son bras 22.
- [0040] Le module 30 comprend une électrovanne pilotée 34 raccordée, côté amont, à une source d'air sous pression qui délivre de l'air avec une pression égale à 6 bars. Côté aval, l'électrovanne 34 est raccordée au volume intérieur V32 du réservoir sous pression 32. Un manomètre 38 permet de connaître la pression de l'air délivrée par l'électrovanne 34.
- [0041] Une extrémité amont 42 de la conduite d'alimentation 40 plonge dans le réservoir sous pression. Une première vanne de coupure 43 et un premier filtre 44 sont disposés sur la conduite 40, dans sa partie amont, à l'intérieur du module d'alimentation 30.
- [0042] Une extrémité aval de la conduite d'alimentation 40 est raccordée sur la tête d'impression 10 qui est donc alimentée en produit de revêtement à partir de la source de produit de revêtement, à travers la conduite 40. La pression du produit de revêtement en entrée de la tête d'impression dépend de la pression du produit de revêtement fourni par le réservoir sous pression et des pertes de charge dans la conduite d'alimentation, qui peuvent varier en fonction de la position du bras 22.
- [0043] Un module de pilotage 50 est disposé à proximité de la tête d'impression 10, par exemple dans le bras 22 du robot multiaxe 20. Par « à proximité de », on entend que le module d'alimentation est situé à moins d'un mètre, de préférence à moins de 50 cm,

de préférence encore à moins de 20 cm, de la tête d'impression. La conduite d'alimentation 40 traverse le module de pilotage 50. Au niveau de ce module 50, la conduite 40 est équipée d'une deuxième vanne de coupure 45 et d'un deuxième filtre 47.

- [0044] Par exemple, le premier filtre 44 peut être configuré pour retenir des éléments dont la dimension maximale est supérieure à 40 μm , alors que le deuxième filtre 47 est configuré pour retenir des éléments dont la dimension maximale est supérieure à 20 μm .
- [0045] Une deuxième conduite 60, d'alimentation de la tête d'impression 10 en solvant ou en produit de nettoyage, est raccordée sur la conduite 40, en aval de la deuxième vanne de coupure 45. Cette conduite 60 est elle-même équipée d'une troisième vanne de coupure 62 et raccordée à une source de solvant non représentée, qui peut être un réservoir ou un circuit de circulation en boucle fermée, parfois dénommé « circulating ».
- [0046] La tête d'impression 10 est équipée de plusieurs buses 12 dont chacune est configurée pour délivrer un jet J12 de produit de revêtement à appliquer sur un objet O.
- [0047] Chaque buse 12 définit un orifice de décharge de produit de revêtement, non représenté, dont le diamètre est de l'ordre de 100 à 300 μm . Chaque buse 12 est commandée par une vanne 14 qui est elle-même alimentée en produit de revêtement par la conduite 40. Les vannes 14 peuvent être du type connu de EP-A-2442983 ou de US-B-9638350 dont l'enseignement technique est incorporé dans la présente demande, par référence.
- [0048] Les vannes 14 sont pilotées électriquement ou pneumatiquement, de façon connue en soi.
- [0049] Une troisième conduite 70, d'évacuation, relie la tête d'impression 10 à une purge 80. L'extrémité amont 72 de la conduite 70 est raccordée sur la tête d'impression 10, alors que son extrémité aval 76 débouche sur la purge 80. Une quatrième vanne de coupure 74 est montée sur la conduite 70.
- [0050] Les conduites 40 et 70 constituent ensemble un circuit C qui relie la source de produit de revêtement 32 à la purge 80 et qui passe par la tête d'impression 10.
- [0051] Une quatrième conduite 90 relie une source 96 d'air sous pression à la tête d'impression 10 en étant contrôlée par une électrovanne 94 équipée d'un manomètre 98. Un capteur de pression 92 est disposé sur la conduite 90 et permet de contrôler la pression d'alimentation de la tête d'impression 10 en air sous pression, avec une pression prédéterminée, par exemple égale à 2 bars. Cet air sous pression permet d'alimenter les actionneurs d'ouverture des buses.
- [0052] Un accumulateur 100 est disposé sur la conduite 70, c'est-à-dire en aval de la tête d'impression 10 dans le sens de circulation du produit de revêtement entre la source de

produit de revêtement 32 et la purge 80. L'accumulateur 100 est donc installé sur le circuit C.

[0053] Cet accumulateur 100 comprend une paroi déformable 102 et une enveloppe rigide 104 qui entoure la paroi déformable.

[0054] D'une part, la paroi déformable 102 définit une chambre interne C102 alimentée en produit de revêtement sortant de la tête d'impression 10. Compte tenu du caractère déformable de la paroi 102, la chambre interne C102 est de volume variable.

[0055] On note respectivement Q10 le débit instantané d'éjection de produit de revêtement par la tête d'impression 12, Q32 le débit d'alimentation de la tête d'impression par le réservoir sous pression 32 et Q'10 le débit d'alimentation de l'accumulateur 100 par la tête d'impression.

[0056] On a la relation :

[0057] $Q_{32} = Q_{10} + Q'_{10}$ (équation 1)

[0058] Ceci peut s'exprimer de la façon suivante :

[0059] $Q'_{10} = Q_{32} - Q_{10}$ (équation 2)

[0060] Il ressort de l'équation 2 que le débit Q'10 peut être positif ou négatif. Si le débit Q10 est strictement inférieur au débit Q32, le débit Q'10 est positif et la chambre de volume variable C102 est progressivement alimentée en produit de revêtement. Si le débit Q10 est strictement supérieur au débit Q32, le débit Q'10 est négatif et la chambre de volume variable C102 est progressivement purgée du produit de revêtement qu'elle contient.

[0061] D'autre part, une chambre périphérique C104 est définie autour de la paroi déformable 102, à l'intérieur de l'enveloppe rigide 104. Compte tenu du caractère déformable de la paroi 102, la chambre périphérique C104 est également de volume variable.

[0062] Par déformable, on entend que la paroi 102 est élastiquement déformable, sous l'effet d'une différence de pression de fluide entre les chambres de volume variable C102 et C104, dans les conditions normales d'utilisation de l'installation I, notamment en termes de température et de pression du produit de revêtement.

[0063] Ici, la paroi déformable 102 est en forme de manchon et s'étend entre un premier orifice 106 d'entrée du produit de revêtement provenant de la tête d'impression 10 dans la chambre interne C102, c'est-à-dire dans l'accumulateur 100, et un deuxième orifice 108 d'évacuation du produit de revêtement à partir de l'accumulateur 100, en direction de la purge 80.

[0064] Un capteur de pression 78 permet de détecter la pression du produit de revêtement dans la portion de la conduite 70 reliant la tête d'impression 10 et l'accumulateur 100.

[0065] La chambre périphérique C104 est alimentée en air sous pression à travers une cinquième conduite 110 équipée d'une électrovanne pilotée 114, dont le côté amont est

raccordé à une source 116 d'air sous pression et qui est associé à un manomètre 118. On note P104 la pression d'alimentation de la chambre C104 en air sous pression, qui est déterminée par les éléments 110 à 118. La pression d'alimentation P104 est égale à la pression nominale de fonctionnement de la tête d'impression 10, à savoir la pression que doit avoir le produit de revêtement en entrée de la tête d'impression. En particulier, la pression d'alimentation P104 de la chambre périphérique C104 en air est égale à la pression nominale d'alimentation des vannes 14 en produit de revêtement.

- [0066] Avantageusement, et selon un aspect non représenté de l'invention, la chambre périphérique C104 comporte une ouverture de sortie mettant en communication fluidique la chambre périphérique C104 avec un échappement, ou directement avec l'environnement de la tête d'impression, de sorte à établir une circulation de flux permanente d'air dans la chambre C104 entre la conduite 110 et cette ouverture de sortie. Cela permet d'assurer dans la chambre externe C104 une pression à une valeur constante P104, même lors des variations de volume de la chambre interne C102. Cela permet de s'affranchir des contraintes d'une régulation de l'alimentation en pression de la chambre externe C104, ce qui ferait perdre en temps de réponse et en performances l'accumulateur 100. Grâce à cette circulation permanente à une pression réglée, la pression dans la chambre périphérique C104 est constante sans temps de réponse, et les performances de régulation de pression aux buses sont grandement améliorées.
- [0067] Un capteur 120 est branché sur l'accumulateur 100 et configuré pour détecter une déformation de la paroi déformable 102.
- [0068] Par exemple, le capteur 120 peut être un capteur inductif qui comprend une cellule inductive 122 capable de détecter la position d'un élément 124 métallique monté sur une portion de la paroi déformable 102. Le capteur inductif 120 émet un champ électromagnétique oscillant qui permet à l'élément métallique d'induire en réponse des courants de Foucault qui sont détectés par le capteur. Ainsi, le capteur 120 est un capteur de position de la portion de la paroi déformable 102 qui porte l'élément 124.
- [0069] En variante, le capteur 120 est un capteur optique, par exemple un capteur laser qui mesure la distance entre la paroi déformable 102 et le capteur 120, ce qui permet d'en déduire les variations de volume de la chambre interne C102. Dans cette variante, la paroi externe 104 peut être transparente si le capteur est placé à l'extérieur de la paroi externe. En variante, le capteur 120 est un autre type de capteur optique, par exemple caméra qui mesure par analyse d'image la déformation de la paroi, ce qui permet d'en déduire les variations de volume de la chambre interne C102.
- [0070] Selon une autre variante, le capteur 120 est un capteur capacitif qui présente l'avantage de ne pas nécessiter de masse métallique sur la paroi déformable 102.
- [0071] Selon encore une autre variante, le capteur 120 est un palpeur qui comprend une tige en appui contre la paroi déformable. Ce type de capteur ne nécessite pas de masse mé-

tallique sur la paroi déformable 102. La tige du palpeur est avantageusement couplée à un potentiomètre linéaire.

- [0072] Le signal électrique de sortie S120 du capteur 120 est fourni, via un premier conducteur électrique 126, directement ou indirectement à une unité électronique de commande 130 qui pilote elle-même, directement ou indirectement grâce à un signal électrique S130, l'électrovanne 34. L'unité électronique de commande 130 est, de préférence, intégrée au module d'alimentation. Le signal de commande S130 est fourni, via un deuxième conducteur électrique 136, à l'électrovanne 34 et inclut une valeur de consigne de pression pour le réservoir sous pression 32, en d'autres termes une valeur de consigne de la pression du produit de revêtement en sortie du réservoir sous pression.
- [0073] Ainsi, la valeur de la consigne de pression d'alimentation en air du réservoir sous pression 32 est ajustée par l'unité électronique de commande 130 en fonction, notamment, du signal de sortie S120 du capteur 120.
- [0074] La position de l'accumulateur 100, au plus proche de la tête d'impression 10, permet d'émettre une commande de correction de la pression du réservoir sous pression 32 qui dépend moins des paramètres d'état du système, comme la température, la viscosité du produit de revêtement, les pertes de charge dans la conduite d'alimentation que si cet accumulateur était éloigné de la tête d'impression. En effet, lors d'une variation de pression dans la tête d'impression, la chambre interne C102 change de volume pour atteindre un état d'équilibre en fonction de la pression d'alimentation de la chambre périphérique C104. Le capteur 120 mesure alors la déformation de la chambre interne C102.
- [0075] En réponse, l'unité électronique de commande 130 émet un signal de correction de pression, par augmentation ou réduction de la pression d'alimentation de la conduite 40, en fonction du volume de la chambre déformable C102, alors que la pression dans la tête d'impression est toujours la même, quels que soient les paramètres d'état du système. Cela permet notamment de limiter le besoin de recourir à de nombreux capteurs d'état du système, et à de nombreuses étapes de calcul afin d'adapter la valeur de consigne de pression d'alimentation en fonction de ces différents paramètres d'état. La structure du système est largement simplifiée, la consommation énergétique est également réduite, et cela augmente la fiabilité des performances de la boucle de régulation.
- [0076] En mesurant la position de l'élément métallique 124, la cellule 122 du capteur 120 détecte une déformation de la paroi déformable 102 de l'accumulateur 100.
- [0077] Après un éventuel étalonnage, la position détectée de l'élément métallique 124 permet de connaître ou d'estimer le volume de la chambre C102.
- [0078] Le capteur 120 permet, en particulier, de connaître le sens de déplacement de

l'élément métallique 124, c'est-à-dire de détecter lorsqu'il s'éloigne ou lorsqu'il se rapproche de la cellule 122, selon une direction de translation de l'élément métallique 124. Une variation de cette position de l'élément métallique selon la direction de translation correspond à une déformation de la paroi déformable 102.

[0079] On fait l'hypothèse que la vanne de coupure 74 est fermée.

[0080] En cas de rapprochement de l'élément métallique 124 par rapport à la cellule 122, cela signifie que le volume de la chambre interne C102 augmente, c'est-à-dire que du produit de revêtement tend à s'accumuler dans cette chambre C102. Au contraire, en cas d'éloignement de l'élément métallique 124 par rapport à la cellule 122, cela signifie que le volume de la chambre C102 diminue et que le produit de revêtement tend à circuler de la chambre interne C102 vers les vannes 14 de la tête d'impression 10.

[0081] Normalement, la pression du produit de revêtement en sortie de la tête d'impression 10, telle que détectée par le capteur de pression 78 ne varie pas. Ce sont les variations de volume de la chambre interne C102 qui accommodent les variations de débit de produit de revêtement dans la tête d'impression, suite aux ouvertures et fermetures séquentielles des vannes 14. La pression de produit de revêtement dans la chambre interne C102 est égale à la pression d'air dans la chambre périphérique C104, puisque la paroi déformable assure un équilibre de pression entre les chambres C102 et C104. Dans l'exemple des figures, si la pression d'alimentation de la chambre périphérique est de 2 bars, la pression du produit de revêtement dans la chambre interne est également de 2 bars. Si du produit de revêtement en provenance de la tête d'impression s'accumule dans la chambre interne C102, ceci a tendance à rapprocher l'élément métallique 124 de la cellule 122, ce qui est détecté par le capteur 120 et transmis à l'unité électronique de commande 130 au sein du signal S120. Dans le cas contraire, si du produit de revêtement s'écoule de la chambre interne C102 vers la tête d'impression, cela induit un déplacement de l'élément métallique 124 à l'opposé de la cellule 122, ce qui est détecté par le capteur 120 et transmis à l'unité électronique de commande 130 au sein du signal S120.

[0082] Le capteur de pression 78 peut être utilisé pour détecter une dérive de la pression dans la première chambre de volume variable C102 et signaler une telle dérive à l'unité de commande 130, par une liaison non représentée. Par exemple, si une quantité importante de produit de revêtement parvient dans la première chambre de volume variable C102, au point que la paroi déformable 102 vient en butée la paroi rigide 104, il n'est plus possible à la première chambre de volume variable C102 d'absorber plus de produit de revêtement et la pression détectée par le capteur 78 tend à augmenter et à diverger par rapport à la valeur nominale souhaitée, P104. Ceci peut être considéré comme un défaut. Inversement, si la pression détectée par le capteur 78 diminue par

rapport à la valeur nominale souhaitée P104, un défaut est également identifié.

- [0083] Le capteur 120 présente un temps de réponse relativement faible, devant le temps de réponse du module d'alimentation 30, plus particulièrement du réservoir sous pression 32. Par exemple, dans le cas d'un capteur inductif, le temps de réponse du capteur 120 peut être de l'ordre de la microseconde, par exemple entre 1 et 100 μ s, alors que le temps de réponse du module d'alimentation 30, donc de la source de produit de revêtement formée par le réservoir sous pression 32, est de l'ordre de 500 ms.
- [0084] Le volume intérieur de la chambre interne C102 varie en fonction des ouvertures/fermetures sélectives des vannes 14, avec une période de l'ordre de 1 milliseconde pour une vanne. En pratique, la tête d'impression comporte plusieurs vannes, par exemple entre 40 et 100, et les variations de pression dues aux ouvertures et fermetures de chacune de ces vannes apparaissent à des périodes indépendantes les unes des autres, et peuvent entraîner des variations de pression à une fréquence pouvant atteindre 60 kHz. En effet, l'ouverture d'une vanne 14 a pour effet de faire circuler le produit de revêtement à travers la buse 12 associée à cette vanne, dont de diminuer la pression de produit de revêtement en amont de cette buse.
- [0085] En outre, un effet de synergie est observé grâce à la présence simultanée d'actionneurs de buses 14 alimentés pneumatiquement par la troisième source 96 et la régulation de pression d'alimentation en produit au moyen d'un accumulateur 100 selon l'invention. En effet, les performances de régulation de pression de l'accumulateur 100 permettent de corriger les défauts de temps de réponse de l'alimentation en peinture, ce qui permet d'éviter un trop grand déséquilibre de pression entre le produit de revêtement dans les buses et la pression d'alimentation des actionneurs d'ouverture et fermeture de buses. Ce trop grand déséquilibre générerait la fermeture des buses et pourrait entraîner des fuites, un mauvais découpage des gouttes déposées, et dégrader grandement les performances d'impression. Il serait alors nécessaire de piloter la régulation de pression d'alimentation en air des actionneurs de buses, ce qui introduirait un temps de réponse supplémentaire, et qui rendrait beaucoup plus délicat le fonctionnement de la tête d'impression. L'invention permet, notamment, d'éviter ces problèmes.
- [0086] En outre, les mouvements du robot ont tendance à faire varier les pertes de charge dans la conduite d'alimentation 40. Ces différentes variations de pression résultent dans des déplacements de l'élément métallique 124 en rapprochement/éloignement de la cellule 122, ce qui est intégré au signal S120 et traité par un microprocesseur 132 de l'unité électronique de commande 130 pour être intégré au signal S130. Compte tenu des temps de réponse respectifs du capteur 120 et du module d'alimentation 30, la prise en compte par le microcontrôleur 132 de l'unité de commande 130 du signal de sortie S120 du capteur 120 ne perturbe pas le pilotage du module 30 par l'unité 130.

- [0087] D'autre part, l'accumulateur 100 est avantageusement configuré pour que la déformation maximum de sa paroi déformable 102 soit compatible avec une variation du volume de la chambre interne C102 égale à la somme des débits maximaux des buses 12 de la tête d'impression 10 multipliée par le temps de réponse du réservoir sous pression 32. Ainsi, la chambre interne C102 de l'accumulateur 100 permet d'accommoder des variations du débit de produit de revêtement appliqué par la tête d'impression 10, en fonction de l'ouverture sélective des vannes 14, sans variation significative de la pression P102 dans la chambre interne C102, cette pression demeurant égale à la pression P104 dans la chambre périphérique C104, qui est fixée à une valeur prédéterminée par les éléments 110 à 118, comme expliqué ci-dessus. En d'autres termes, en faisant l'hypothèse que l'hystérésis est négligeable, les valeurs des pressions P102 et P104 sont constantes et égales.
- [0088] Dans ces conditions, l'accumulateur 100 permet d'accueillir de façon transitoire du produit de revêtement, lorsque la première chambre de volume variable C102 est alimentée en produit de revêtement, ou d'expulser une certaine quantité de produit de revêtement, lorsque la première chambre de volume variable est purgée en produit de revêtement, pendant les phases d'adaptation d'une valeur consigne de pression du réservoir sous pression 32, alors que cette chambre interne C102 reste à une pression constante P102, ce qui permet de maintenir la pression d'alimentation des buses 14 à cette valeur. En effet, en négligeant les pertes de charge dans le tronçon de conduite 70 située entre les éléments 10 et 100, la pression en sortie de la tête d'impression 10 au niveau de l'extrémité amont 72 de la conduite 70, est maintenue égale à la pression P102. Cette pression en sortie de la tête d'impression est égale à la pression dans un canal d'alimentation des vannes 14 ménagé au sein de la tête d'impression 10. Les vannes 14 sont donc alimentées avec une pression que l'on peut considérer comme constante et égale à la pression P102 ou P104.
- [0089] En variante non représentée du premier mode de réalisation, l'unité électronique de commande 130 est intégrée dans un automate qui pilote l'électrovanne 34. L'unité électronique de commande ne renchérit alors pas le coût de l'installation I.
- [0090] Dans les deuxième et troisième modes de réalisation de l'invention représentés aux figures 3 et 4, les éléments analogues à ceux du premier mode de réalisation portent les mêmes références. Si un élément est représenté sur ces figures sans être mentionné dans la description, il s'agit de l'élément portant la même référence dans le premier mode de réalisation. Si un élément est mentionné dans la description avec un numéro de référence, sans être identifié par ce numéro sur ces figures, il correspond à l'élément portant la même référence dans le premier mode de réalisation.
- [0091] On décrit ci-après principalement ce qui distingue ces deuxième et troisième modes de réalisation du premier mode de réalisation.

- [0092] Dans le deuxième mode de réalisation, la source de produit de revêtement est un réservoir 32 comprenant un piston 33 dont le déplacement est commandé par un moteur électrique 34 piloté par une unité électronique de commande 130, au moyen d'un signal de commande S130. Plus précisément, le moteur 34 comprend une carte de commande 35, le plus souvent dénommée « variateur », qui reçoit des instructions ou consignes de fonctionnement de la part de l'unité électronique de commande 130, ces consignes intégrant notamment une valeur de vitesse de déplacement du piston 33 ou une valeur de vitesse de rotation du moteur 34, qui est reliée de façon univoque au débit Q32 de produit de revêtement délivré par le réservoir 32 à la conduite 40, qui est le débit d'alimentation de la tête d'impression 10 en produit de revêtement.
- [0093] Une conduite d'alimentation 40 relie un module d'alimentation 30, qui inclut le réservoir à piston 32, à une tête d'impression 10 équipée de buses 12 et de vanes 14. La conduite 40 s'étend entre une extrémité amont 42 raccordée au réservoir à piston 32 et une extrémité aval 46 raccordée à la tête d'impression 10. Une première vanne de coupure 43, un premier filtre 44, un deuxième filtre 47 et une deuxième vanne de coupure 45 sont montés en série sur la conduite 40.
- [0094] Du solvant ou un produit de nettoyage est fourni à la tête d'impression 10 au moyen d'une deuxième conduite 60 commandée par une troisième vanne de coupure 62.
- [0095] Une troisième conduite 70 relie la tête d'impression 10 à une purge 80 et est équipée d'une quatrième vanne de coupure 74.
- [0096] Un accumulateur 100 est monté sur la conduite 40, en amont de sa deuxième extrémité 46 et comprend, comme dans le premier mode de réalisation, une paroi déformable 102 et une enveloppe rigide 104. Ainsi l'accumulateur est monté en amont de la tête d'impression dans le circuit C qui relie la source de produit de revêtement 32 à la purge 80. Une chambre interne C102 et une chambre périphérique C104, toutes deux de volume variable, sont définies dans l'accumulateur 100, comme dans le premier mode de réalisation. Un capteur 120 permet de détecter une déformation de la paroi déformable 102 et délivre à l'unité électronique de commande 130 un signal S120 représentatif de la déformation détectée.
- [0097] Un capteur de pression 78 permet de connaître la pression dans la conduite 40, en amont de l'accumulateur 100. En variante, le capteur de pression 78 est installé sur la ligne reliant l'accumulateur 100 à la tête d'impression 10 et permet de connaître la pression dans la conduite 40, en aval de l'accumulateur 100.
- [0098] Une quatrième conduite 90 alimente les vanes 14 en air sous pression, à partir d'une source 96 en étant pilotée par une électrovanne 94 associée à un manomètre 98. Un capteur de pression 92 permet de connaître la pression dans la conduite 90. La pression d'alimentation des vanes 14 par la conduite 90 est considérée ici comme constante et égale à 2 bars, par exemple.

- [0099] Une cinquième conduite 110 relie une source 116 d'air sous pression à la chambre périphérique C104, à travers une électrovanne 114 associée à un manomètre 118. La pression d'alimentation des vannes 14 par la conduite 90 est également considérée ici comme constante et égale à 2 bars, par exemple. Avantagement, la pression d'alimentation de la chambre périphérique C104 en air sous pression est égale à la pression nominale d'alimentation de la tête d'impression 10 en produit de revêtement.
- [0100] Des premier et deuxième conducteurs électriques 126 et 136 sont utilisés pour acheminer les signaux S120 et S130, comme dans le premier mode de réalisation.
- [0101] Le fonctionnement de l'installation I conforme à ce deuxième mode de réalisation est comparable à celui du premier mode de réalisation. En particulier, le signal électrique de sortie du capteur 120 est traité par un microprocesseur 132 de l'unité électronique de commande 130 pour ajuster le signal électrique S130 de commande du moteur électrique 34 en tenant compte d'une éventuelle déformation de la paroi déformable 102 correspondant à une augmentation ou à une diminution de la quantité de produit de revêtement présent dans la chambre interne C102.
- [0102] Le capteur 120 de ce deuxième mode de réalisation peut être du même type ou d'un type différent de celui du premier mode de réalisation.
- [0103] Que soit dans le premier ou dans le deuxième mode de réalisation, un procédé de commande de l'installation I peut comprendre les étapes suivantes :
- [0104] a. déduire d'une déformation ou d'un déplacement de la paroi 102 une information sur le sens d'évolution de la taille du volume intérieur de la chambre de volume variable C102 ;
- b. si l'information déduite à l'étape a) correspond à une augmentation du volume intérieur, ajuster à la baisse la valeur de consigne de fonctionnement de la source de produit de revêtement 32, qui fait partie du signal électrique de commande S130 ; et
- c. si l'information déduite à l'étape a) correspond à une diminution du volume intérieur, ajuster à la hausse la valeur de consigne de fonctionnement de la source de produit de revêtement 32.
- [0105] Quel que soit le mode de réalisation, le capteur peut être un capteur inductif, comme expliqué en référence au premier mode de réalisation. En variante, il peut s'agir d'un capteur capacitif, d'un capteur optique ou d'un palpeur. D'autres types de capteur sont envisageables.
- [0106] Quel que soit le mode de réalisation, les fonctions des chambres interne C102 et périphérique C104 peuvent être inversées par rapport à l'exemple des figures. En d'autres termes, la chambre périphérique C104 peut être raccordée à la tête d'impression et alimentée en produit de revêtement, alors que la chambre interne est alimentée en air sous pression.

- [0107] L'invention n'est pas limitée au cas où la paroi déformable 102 forme un manchon qui entoure complètement la chambre interne C102. En particulier, la paroi déformable 102 peut ne délimiter qu'en partie la chambre interne C102, celle-ci étant par ailleurs définie par une paroi rigide, comme c'est le cas pour la chambre périphérique C104 dans les exemples.
- [0108] Dans une variante représentée en [Fig.4], compatible avec tous les modes de réalisation de l'invention, l'accumulateur 100 présente une paroi externe 104 sensiblement sphérique ou cylindrique définissant un volume interne, et la paroi déformable 102 est positionnée de manière à diviser le volume défini par la paroi externe 104 en une première chambre C102 et une deuxième chambre C104, l'une étant en communication fluidique avec la tête d'impression, l'autre étant alimentée en air de pilotage par la source 116 d'air sous pression. Lors d'un équilibrage de pression, la paroi déformable 102 se déforme, et le capteur 120 mesure cette déformation.
- [0109] Selon une autre variante non représentée des premiers et deuxièmes modes de réalisation, la paroi déformable 102 peut être remplacée par un piston, qui est une pièce rigide. En d'autres termes, la paroi qui sépare les chambres de volume variable C102 et C104 est un piston, ce qui permet d'améliorer la précision de la mesure effectuée grâce au capteur 120 car la variation de volume et le déplacement du piston sont linéaires. Une telle approche nécessite d'établir une étanchéité entre les deux chambres de volume variables C102, C104, ce qui n'est pas nécessaire avec une paroi déformable. Dans ce cas, les mouvements de translation du piston permettent d'équilibrer les pressions P102 et P104 régnant respectivement dans les deux chambres C102 et C104.
- [0110] Lorsque la paroi 102 est déformable, elle peut être en élastomère, par exemple en FKM (fluorocarbone) ou FFKM (perfluoroélastomères) ou dans toute autre matériau élastiquement déformable tel qu'un caoutchouc, éventuellement avec un revêtement en tétrafluoroéthylène pour assurer la résistance chimique du caoutchouc face aux produits de revêtement.
- [0111] Dans le troisième mode de réalisation représenté à la [Fig.4], les chambres de volume variable C102 et C104 sont séparées par une paroi 102 qui se déforme, en cas de différence de pression transitoire entre ces chambres, ce qui a pour effet que les pressions P102 dans la chambre C102, P104 dans la chambre C104 s'équilibrent dès qu'un déséquilibre survient. A la différence des premier et deuxième modes de réalisation et de la variante avec piston mentionnée ci-dessus, la position de la paroi 102 n'est pas détectée par un capteur du type du capteur 120.
- [0112] Dans ce troisième mode de réalisation, on détermine le débit instantané Q10 d'éjection de produit de revêtement par la tête d'impression. Ceci peut être effectué en faisant l'hypothèse que la taille et/ou la masse des gouttelettes de produit de revêtement sortant des buses 12 sont connues, par mesure ou après un étalonnage. A titre

d'exemple non limitatif, une unité de pilotage 121 intégrée à la tête d'impression 10 peut être utilisée pour déterminer les nombres d'ouvertures/fermetures des vannes 14 sur une période de temps donnée. En faisant l'hypothèse que chaque ouverture/fermeture libère une gouttelette, le nombre de gouttelettes éjectées sur la période, donc le débit Q_{10} , est connu. L'unité de pilotage n'a pas à compter le nombre d'ouvertures/fermetures car il est connu du signal de commande reçu par l'unité de pilotage 121. Ce nombre est transmis à l'unité électronique de commande 130 au sein d'un signal de sortie S_{121} de l'unité de pilotage 121, qui transite par un conducteur électrique 126. Le microprocesseur 132 est alors en mesure de calculer le débit instantané Q_{10} .

- [0113] En variante, le débit instantané Q_{10} est calculé dans l'unité de pilotage et transmis à l'unité électronique de commande au sein du signal S_{121} .
- [0114] En variante, l'unité de pilotage 121 peut être remplacée par un autre organe de détermination du débit instantané Q_{10} , par mesure directe ou indirecte.
- [0115] D'autre part, le débit Q_{32} de sortie du réservoir 32, qui est le débit théorique d'alimentation de la tête d'impression 10 en produit de revêtement, est calculé par la carte de commande 35, en fonction de la vitesse de déplacement du piston 33, qui est liée de façon univoque à la vitesse de rotation du moteur 34.
- [0116] D'autre part, l'unité électronique de commande 130 reçoit un signal S_{35} de la carte électronique 35 du moteur électrique 34 qui inclut le débit Q_{32} .
- [0117] Il est alors possible au microprocesseur 132 de comparer les débits Q_{10} et Q_{32} et de réguler le débit Q_{32} pour l'ajuster sur le débit Q_{10} . En d'autres termes, le microprocesseur 132 peut calculer une différence entre les débits Q_{10} et Q_{32} . Si le débit Q_{10} est strictement supérieur au débit Q_{32} , l'unité électronique de commande 130 pilote le moteur 34 en augmentant la valeur de consigne du débit Q_{32} . Si le débit Q_{10} est strictement inférieur au débit Q_{32} , l'unité électronique de commande 130 pilote le moteur 34 en diminuant la valeur de consigne du débit Q_{32} .
- [0118] Ainsi, notamment dans le cas d'un module d'alimentation 30 avec moteur/piston ou une pompe à engrenage, c'est-à-dire en cas de dosage volumique, il est possible de réguler le débit d'alimentation Q_{32} en fonction du débit instantané Q_{10} de la tête d'impression qui fonctionne à pression constante.
- [0119] Dans ce troisième mode de réalisation, l'accumulateur 100 est utilisé uniquement pour absorber, autrement dit compenser, les variations transitoires de débit et de pression, alors que la régulation est effectuée par l'unité de commande 130, sur la base des écarts de volume cumulés d'éjection Q_{10} et d'alimentation Q_{32} .
- [0120] Ce troisième mode de réalisation nécessite de connaître la taille et/ou la masse des gouttelettes pour déterminer le volume instantané Q_{10} , donc la différence entre les débits Q_{10} et Q_{32} à compenser par l'accumulateur 100. Connaître la taille des gouttes

est plus compliqué que mesurer un déplacement comme dans les premiers et deuxième modes de réalisation mais demeure faisable car cette taille ou cette masse peut être déterminée de manière optique, grâce à un dispositif qui permet de mesurer les gouttes avant l'application, ou par mesure de quantité totale avec chaque produit de revêtement.

- [0121] Dans ce troisième mode de réalisation, le capteur de pression 78 fonctionne comme dans le premier mode de réalisation, ce qui est d'autant plus important que les déformations de la paroi déformable ne sont pas détectées, en l'absence d'un capteur 120.
- [0122] En variante de ce troisième mode de réalisation, le débit Q32 est calculé dans l'unité de commande 130.
- [0123] Dans la variante des premier et deuxième modes de réalisation où la paroi 102 est remplacée par un piston et/ou dans le troisième mode de réalisation, on prévoit avantageusement que la course maximum du piston est compatible avec une variation du volume de la première chambre de volume variable C102 égale à la somme des débits maximaux des buses 12 de la tête d'impression 10 multipliée par le temps de réponse de la source 32 de produit de revêtement.
- [0124] En variante, dans les deuxième et troisième modes de réalisation, l'unité électronique de commande 130 et la carte de commande 35 sont confondues en un seul dispositif électronique, avantageusement intégré au moteur 34. Dans ce cas, le signal S120 ou S121 est fourni directement au moteur et la valeur de consigne de fonctionnement du moteur est générée au sein de ce dispositif électronique.
- [0125] En variante, et quel que soit le mode de réalisation, la source de produit de revêtement peut être différente des exemples représentés sur les figures avec la référence 32. Il peut par exemple s'agir d'une pompe à engrenage, d'un régulateur de pression alimenté à une pression supérieure à la pression d'alimentation de la tête d'impression, qui régule la pression d'alimentation de la ligne 40.
- [0126] La valeur de la pression de pilotage P104 peut être par exemple de l'ordre de 2 bars, et peut être réglée en fonction des propriétés viscoélastiques du produit de revêtement, de la température, et des paramètres d'état du système.
- [0127] En variante, les sources d'air sous pression 36, 96 et 116 peuvent être regroupées en une unique source d'air sous pression commune.
- [0128] En variante, l'un au moins des signaux S120, S121 et S130 est transmis par une voie non filaire.
- [0129] Selon une autre variante également non représentée de l'invention, le circuit C est une boucle fermée de circulation du produit de revêtement, avec retour du produit de revêtement de l'orifice de sortie 108 de la première chambre de volume variable C102 vers le réservoir 32.
- [0130] Selon une autre variante également non représentée de l'invention, le réservoir de

produit de revêtement 32 est inclus dans la tête d'impression 10 ou disposé à proximité immédiate de cette tête, en aval du deuxième filtre 47. Dans ce cas, l'influence des pertes de charge dans le bras 22 du robot 20 est minimisée.

- [0131] Selon une autre variante non représentée de l'invention, la source de produit de revêtement est une pompe volumétrique. Dans ce cas, la valeur de consigne de fonctionnement délivrée par l'unité électronique de commande est une valeur de vitesse de rotation de cette pompe.
- [0132] Selon une variante applicable à tous les modes de réalisation, la deuxième chambre de volume variable C104 peut être alimentée avec un gaz sous pression autre que de l'air, par exemple de l'azote.
- [0133] Les modes de réalisation et variantes envisagés ci-dessus peuvent être combinés entre eux.

Revendications

[Revendication 1]

Installation (I) d'application de produit de revêtement comprenant une tête d'impression (10) équipée de plusieurs buses (12) et alimentée par une source (32) de produit de revêtement, chaque buse étant commandée par une vanne (14) alimentée par la source de produit de revêtement, caractérisée en ce que

- l'installation comprend un accumulateur de produit de revêtement (100) installé sur un circuit (C) de circulation du produit de revêtement, qui passe par la tête d'impression (10) ;
- l'accumulateur comprend une paroi déformable ou mobile (102) délimitant au moins en partie une première chambre de volume variable (C102) alimentée en produit de revêtement et une deuxième chambre de volume variable (C104) alimentée en gaz, sous une pression prédéterminée (P104) ;
- la pression prédéterminée (P104) d'alimentation de la deuxième chambre de volume variable (C104) est égale à une pression nominale de fonctionnement de la tête d'impression (10) ;
- la première chambre de volume variable (C102) est alimentée ou purgée en produit de revêtement du fait d'une différence entre un débit instantané d'éjection (Q10) de produit de revêtement par la tête d'impression (10) et un débit d'alimentation (Q32) de la tête d'impression à partir de la source (32) de produit de revêtement ; et
- l'installation comprend une unité de commande (130) configurée pour ajuster une valeur (S130) de consigne de fonctionnement de la source (32) de produit de revêtement en fonction de la différence entre le débit instantané d'éjection (Q10) et le débit d'alimentation (Q32), dans un sens de réduction de cette différence entre les débits.

[Revendication 2]

Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend, en outre, un capteur (120), configuré pour détecter une déformation ou un déplacement de la paroi de l'accumulateur, et en ce que l'unité de commande (130) est configurée pour ajuster la valeur de consigne (S130) de fonctionnement de la source (32) de produit de revêtement

- vêtement, en fonction d'un signal de sortie (S120) du capteur.
- [Revendication 3] Installation selon la revendications 2, caractérisée en ce que le capteur de position (120) est de type inductif, capacitif, optique ou constitué par un palpeur.
- [Revendication 4] Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend, en outre, une unité (121) de détermination du débit instantané d'éjection (Q10), une unité (35) de détermination du débit d'alimentation (Q32) et une unité de pilotage (130) configurée pour ajuster la valeur de consigne de fonctionnement en fonction d'une différence entre le débit instantané (Q10) d'éjection et le débit d'alimentation (Q32).
- [Revendication 5] Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la paroi (102) est élastiquement déformable dans les conditions normales de fonctionnement de l'installation (I) et en ce que, de préférence, la paroi porte un élément (124) dont la position est détectable par le capteur (120).
- [Revendication 6] Installation selon la revendication 5, caractérisée en ce que la paroi déformable (102) de l'accumulateur (100) est logée dans une enveloppe rigide (104), en ce que la première chambre de volume variable (C102) est définie à l'intérieur de la paroi déformable, en ce que la deuxième chambre de volume variable (C104) est définie entre la paroi déformable et l'enveloppe rigide, ou inversement.
- [Revendication 7] Installation selon l'une des revendications 5 et 6, caractérisée en ce que la paroi déformable (102) est en forme de manchon et s'étend entre un premier orifice (104) d'entrée de produit de revêtement dans l'accumulateur (100) et un deuxième orifice (108) d'évacuation de produit de revêtement à partir de l'accumulateur.
- [Revendication 8] Installation selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la paroi est un piston mobile qui sépare les deux chambres de volume variable (C102, C104).
- [Revendication 9] Installation selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisée en ce que la déformation maximum de la paroi déformable (102) ou la course de déplacement du piston mobile est compatible avec une variation du volume de la première chambre de volume variable (C102) égale à la somme des débits maximaux des buses (12) de la tête d'impression (10) multipliée par le temps de réponse de la source (32) de produit de revêtement.
- [Revendication 10] Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en

ce que la deuxième chambre de volume variable (C104) est pourvue d'une ouverture de sortie et en ce que la deuxième chambre de volume variable est alimentée avec une circulation permanente de gaz, entre une conduite d'alimentation (110) et son ouverture de sortie.

[Revendication 11] Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'accumulateur (100) est installé, dans le circuit (C), en aval de la tête d'impression (10).

[Revendication 12] Installation selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisée en ce que l'accumulateur (100) est installé, dans le circuit (C), en amont de la tête d'impression (10).

[Revendication 13] Procédé de commande d'une installation (I) d'application de produit de revêtement selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend au moins des étapes consistant à :

- a. déduire d'une déformation ou d'un déplacement de la paroi (102) une information sur le sens d'évolution de la taille d'un volume intérieur de la première chambre de volume variable (C102) de l'accumulateur (100) ;
- b. si l'information déduite à l'étape a) correspond à une augmentation du volume intérieur, ajuster à la baisse la valeur de la consigne de fonctionnement (S130) de la source (32) de produit de revêtement ; et
- c. si l'information déduite à l'étape a) correspond à une diminution du volume intérieur, ajuster à la hausse la valeur de la consigne de fonctionnement (S130) de la source de produit de revêtement .

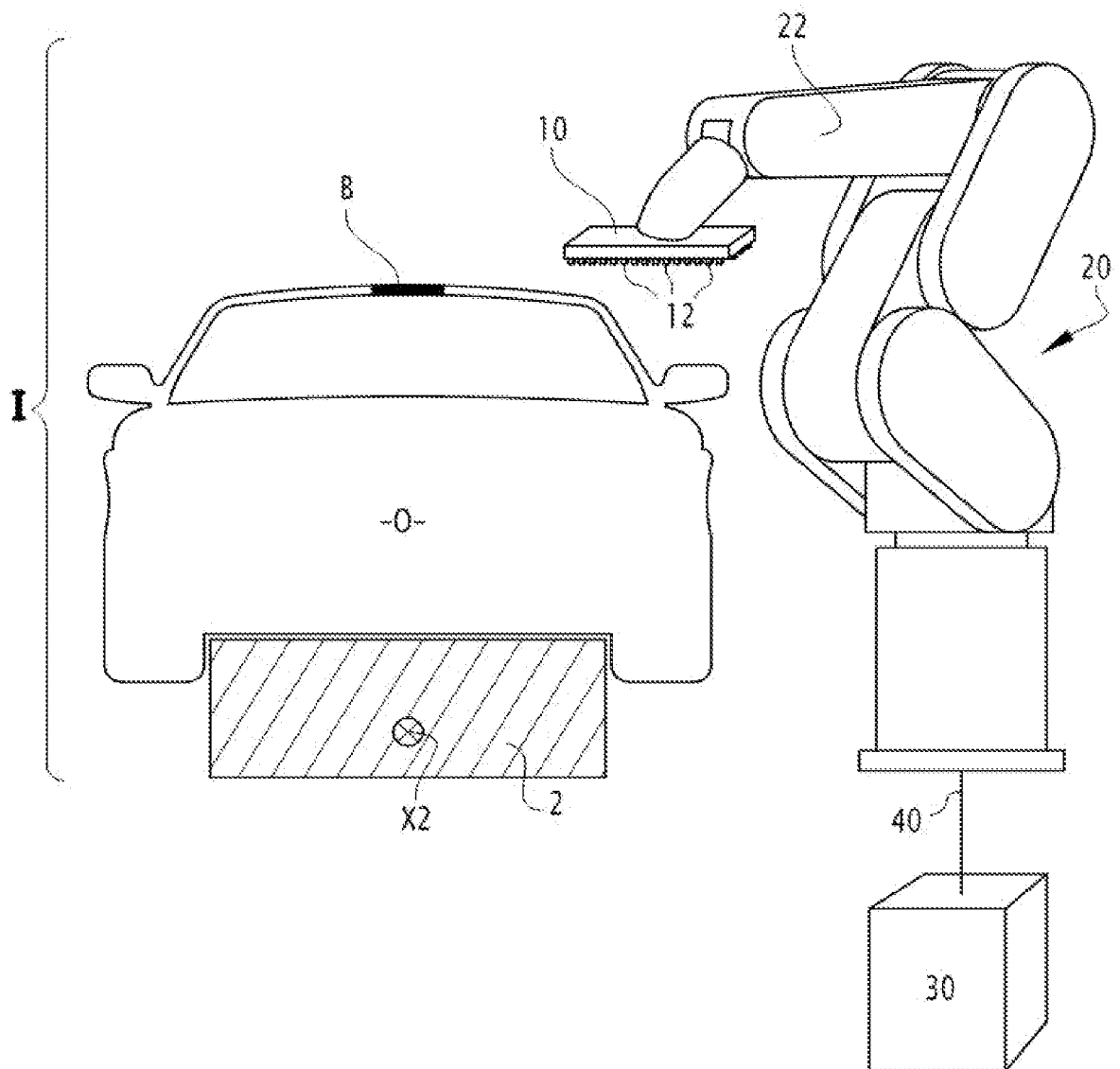
[Revendication 14] Procédé selon la revendication 13 caractérisé en ce que la consigne de fonctionnement est une pression de commande d'un réservoir sous pression (32), une vitesse de déplacement d'un piston (33) d'un réservoir à piston ou une vitesse de rotation d'une pompe volumique.

[Revendication 15] Procédé de commande d'une installation (I) d'application de produit de revêtement selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend au moins des étapes consistant à :

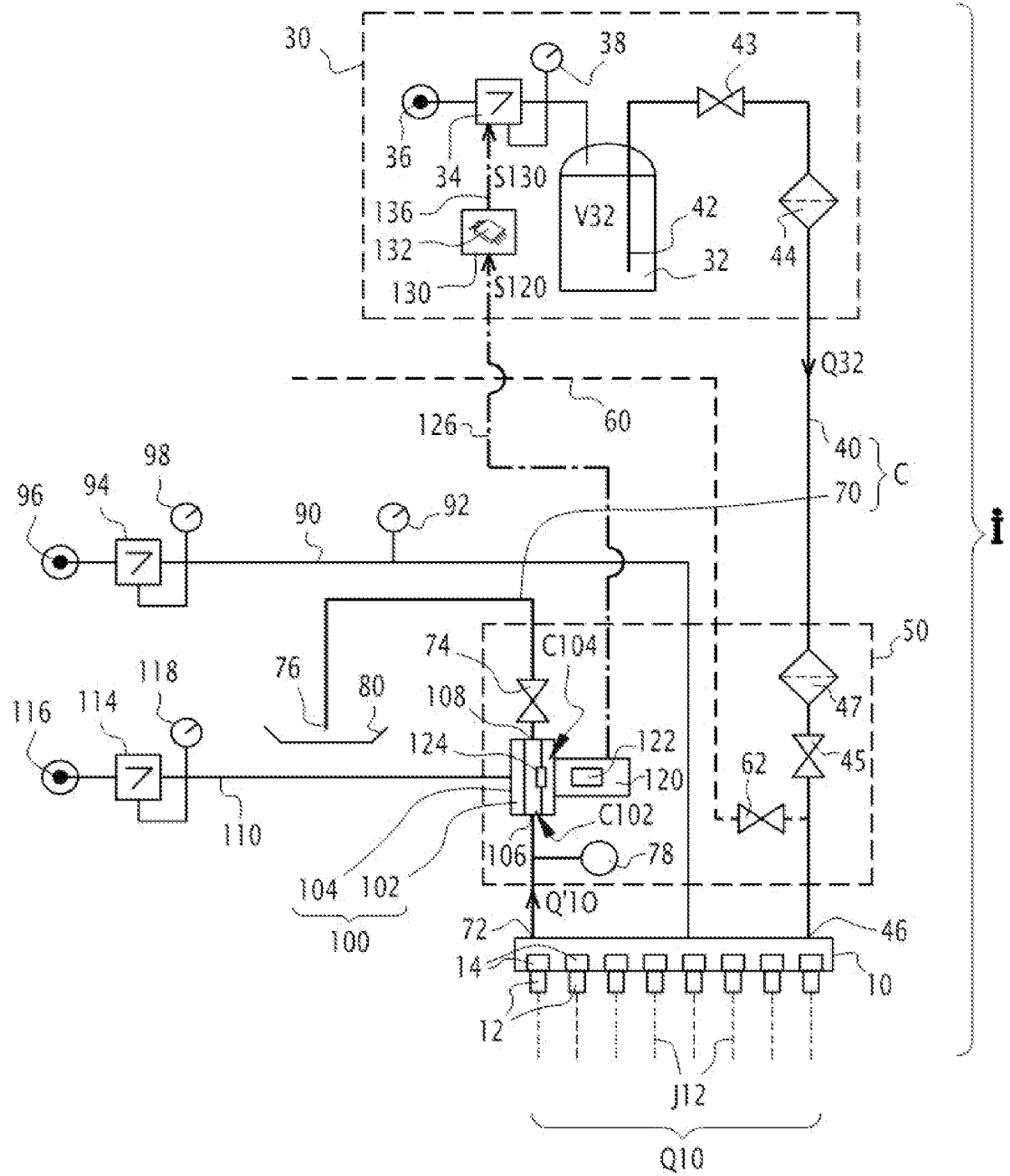
- a. calculer une différence entre le débit instantané (Q10) de produit de revêtement par la tête d'impression (10) et le débit (Q32) d'alimentation de la tête d'impression en produit de revêtement ;

- b. si la différence calculée à l'étape a') est positive, ajuster à la hausse une consigne de débit d'alimentation (Q32) de la tête d'impression en produit de revêtement; et
- c. si la différence calculée à l'étape a') est négative, ajuster à la baisse une consigne de débit d'alimentation (Q32) de la tête d'impression en produit de revêtement.

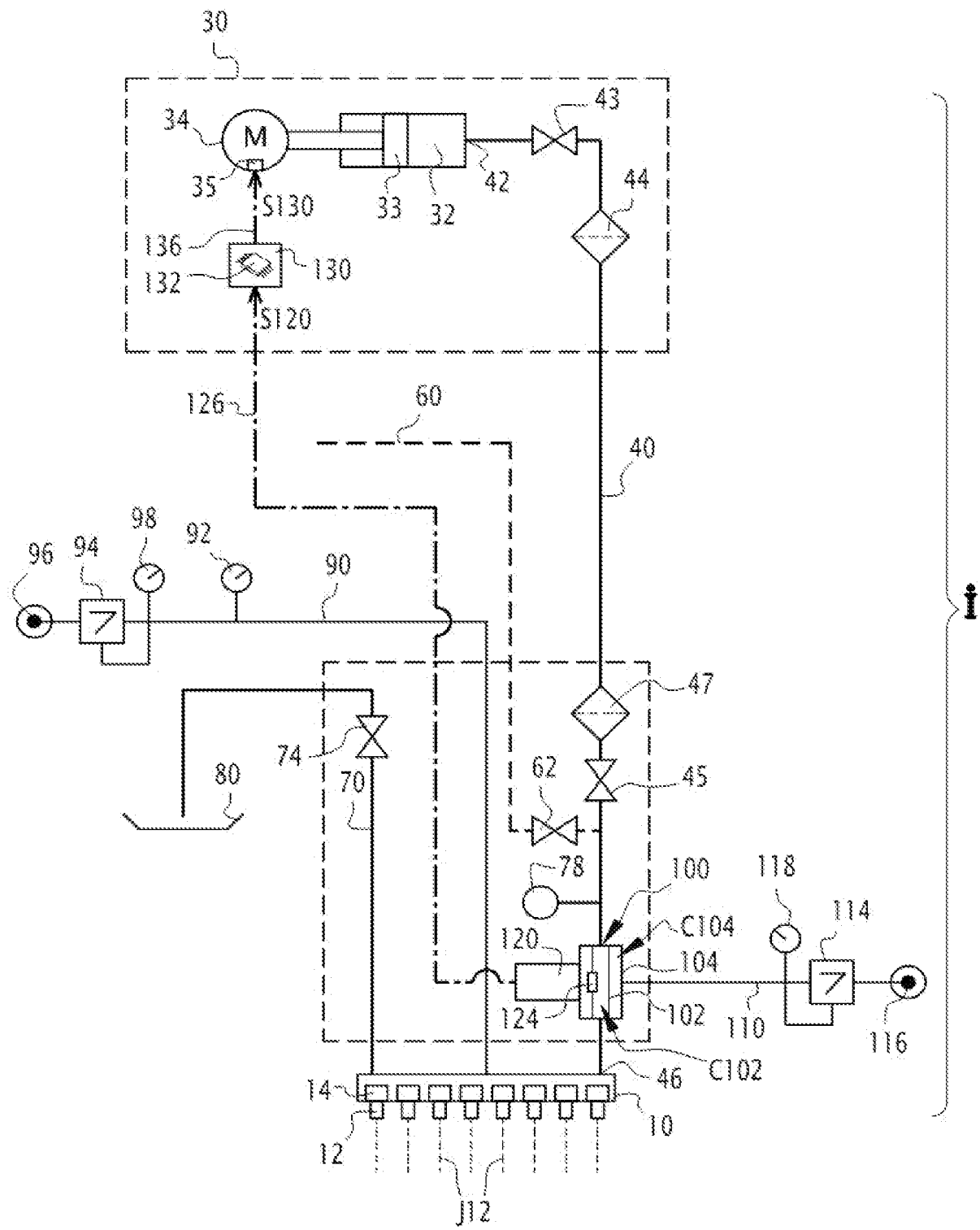
[Fig. 1]



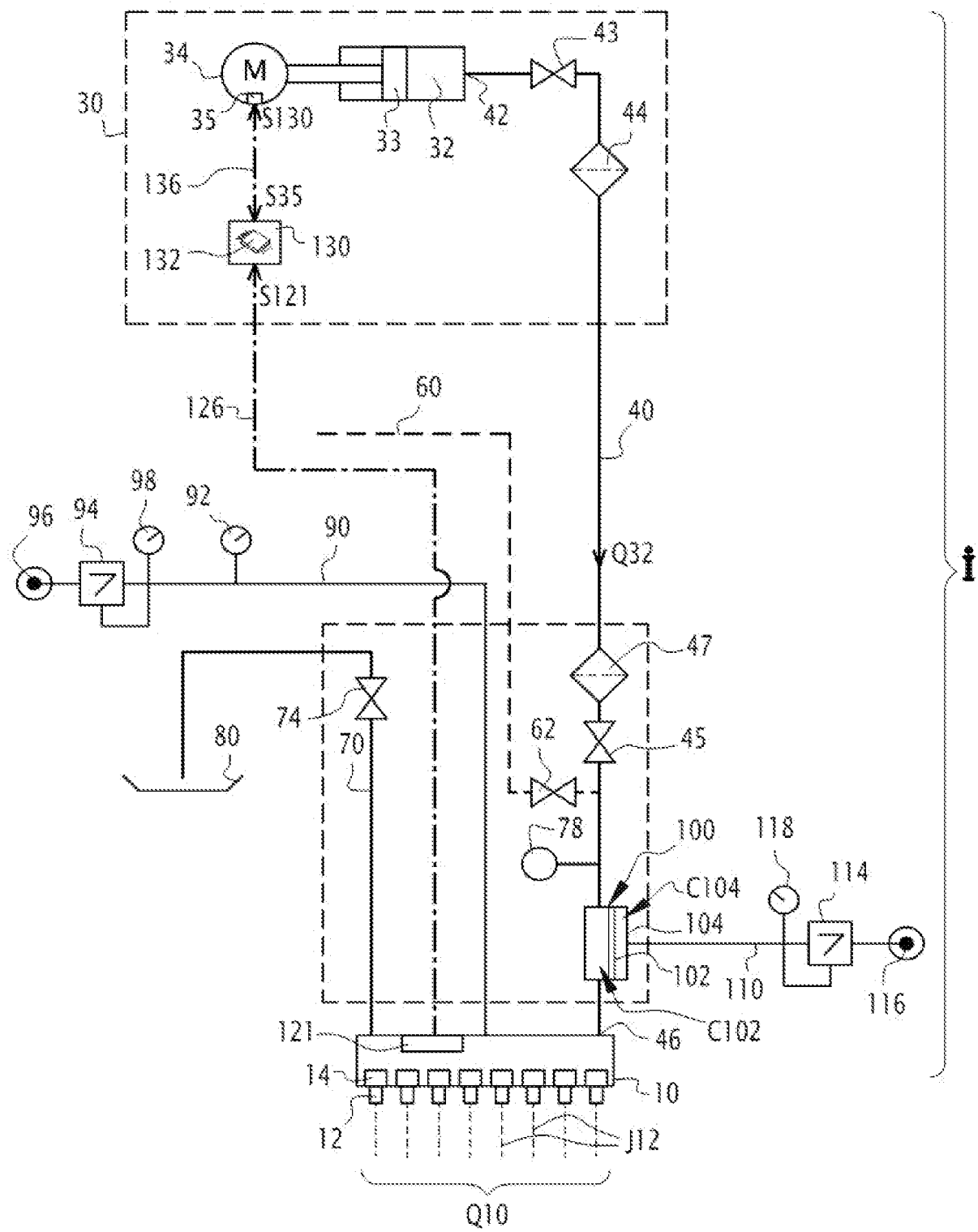
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☐ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

NEANT

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

US 2019/337001 A1 (FRITZ HANS-GEORG [DE]
ET AL) 7 novembre 2019 (2019-11-07)

EP 2 974 868 A1 (FUJIFILM CORP [JP])
20 janvier 2016 (2016-01-20)

WO 2005/002860 A1 (OSIRIS TECHNOLOGY B V
[NL]; MORSKATE BERNARDUS PETRUS PAUL [NL])
13 janvier 2005 (2005-01-13)

DE 89 04 972 U1 (LENHARDT MASCHINENBAU
GMBH) 11 janvier 1990 (1990-01-11)

EP 2 574 471 A1 (FUJIFILM CORP [JP])
3 avril 2013 (2013-04-03)

US 2009/244131 A1 (SHIBATA HIROSHI [JP])
1 octobre 2009 (2009-10-01)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT