

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**3 134 524**

②1 N° d'enregistrement national : **22 03596**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **B 05 B 7/16 (2022.01), B 05 D 1/12**

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 19.04.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 20.10.23 Bulletin 23/42.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *ETUDES CONCEPTIONS INDUSTRIELLES Société à responsabilité limitée — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : VEYRARD Christophe et BALDINO Valentin.

⑦3 Titulaire(s) : *ETUDES CONCEPTIONS INDUSTRIELLES Société à responsabilité limitée.*

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Laurent & Charras.

⑤4 **PISTOLET PULVERISATEUR CHAUFFANT.**

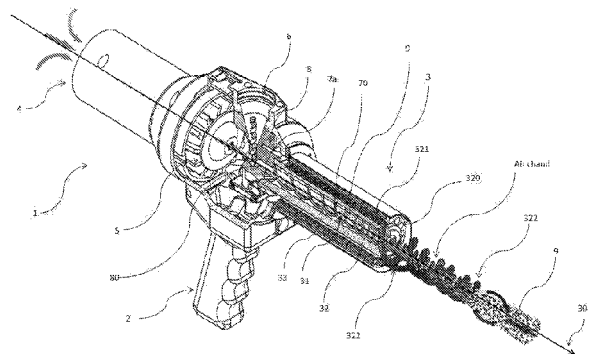
⑤7 Pistolet de pulvérisation d'un produit pulvérulent à appliquer à chaud sur une surface à traiter, comprenant :

- un corps (1) principal;
- une entrée d'air ambiant (4);
- une entrée d'alimentation (6) en produit pulvérulent positionné entre le dispositif d'entraînement aéraulique (5) et le canon de pulvérisation (3);
- un canal de pulvérisation (31) du produit pulvérulent;
- un isolant thermique (32) disposé autour du canal de pulvérisation (31);
- au moins un élément chauffant électrique (321) agencé dans le canal thermique (320);

caractérisée en ce que le pistolet comprend en outre :

- un espacement (33) entre le canal de pulvérisation (31) et l'isolant thermique (32),
- l'espacement (33) présentant une forme sensiblement conique convergent en direction de l'extrémité libre du canon (3); et
- des moyens d'injection dans ledit espacement (33), d'un flux d'air sous la forme d'un écoulement hélicoïdal (70) autour du canal de pulvérisation

(31) en direction de l'extrémité libre du canon (3).  
Figure à publier pour l'abrégé: Figure 1



FR 3 134 524 - A1



## **Description**

### **Titre de l'invention : PISTOLET PULVERISATEUR CHAUFFANT**

#### **Domaine technique de l'invention**

- [0001] La présente invention se rapporte à un pistolet pulvérisateur chauffant prévu pour l'application par projection à chaud sous pression, d'un produit pulvérulent, en particulier thermodurcissable, ledit produit pulvérulent étant appliqué sur une surface elle-même préchauffée.
- [0002] Dans la suite de la description, l'invention est décrite en relation avec l'application de peinture thermodurcissable. Néanmoins, toute matière pulvérulente applicable à chaud est concernée.

#### **Technique antérieure**

- [0003] Il est connu de pulvériser des peintures qui polymérisent à chaud. Cette pulvérisation est habituellement effectuée par un dispositif qui comprend une source d'air sous pression, un boîtier de commande, une réserve de peinture poudre, une alimentation en peinture poudre et un pistolet pulvérisateur. Un tel dispositif est par exemple décrit dans les documents WO 2008/073110 A1 et US 4,065,057, le produit pulvérulent étant pulvérisé au sein d'un flux d'air chaud sur une surface à traiter qui est à température ambiante.
- [0004] Pour améliorer l'application du produit pulvérulent sur la surface à peindre, il est d'usage de préchauffer la surface au moyen d'un dispositif de chauffage annexe ou au moyen d'un flux d'air chaud généré par le pistolet de pulvérisation comme proposé dans le document FR3065655.
- [0005] Cependant, malgré une praticité non négligeable du dispositif proposé dans le document FR3065655, on constate parfois une irrégularité de la peinture appliquée sur la surface à traiter. En effet, la surface peinte présente à certains endroits un effet « peau d'orange », c'est-à-dire que la surface présente des aspérités bosselées sous forme d'îlots. Ces irrégularités s'expliquent notamment par la présence, dans le flux projeté, de paquets constitués par un mélange de produit sous forme liquide et sous forme de poudre, et qui n'ont donc pas été liquéfiés en totalité avant d'atteindre la surface.
- [0006] La présence de ces paquets trouve notamment son origine dans l'irrégularité de l'approvisionnement en poudre dans le canon du pistolet. En effet, l'entraînement de la poudre par l'air en sortie de la vis d'entraînement est, par nature, non pas continu mais discret. Des paquets de poudre se détachent au rythme de l'alimentation en poudre suivant la vitesse de rotation de la vis d'alimentation hélicoïdale. Ces paquets, s'ils ne

sont pas désagglomérés par la pression de l'air dans le canon, se retrouvent ainsi projetés tels quels dans le courant d'air chaud. Or, on comprend aisément que des grains individualisés dans un écoulement chaud fondent rapidement, grâce à un transfert thermique rapide entre le gaz vecteur, ici l'air chaud, et le grain, tandis que des paquets de grains agglomérés soumis aux mêmes conditions mettent plus de temps, du fait d'un contact faible avec le gaz vecteur et d'une conduction lente interne à l'agrégat. De ce fait, ces paquets constitués par un mélange de produits agglomérés liquide-solide arrivent sur la surface à peindre, et adhèrent à la surface sans étalement comme ce serait le cas pour un liquide, et prennent ainsi la forme d'irrégularités de type « peau d'orange » comme mentionné.

### **Exposé de l'invention**

- [0007] La présente invention est ainsi une amélioration du dispositif de pulvérisation décrit dans le document FR 30 65 655, tout en restant compact, fiable, léger et facile d'emploi.
- [0008] La présente invention a ainsi pour objet un pistolet de pulvérisation d'un produit pulvérulent à appliquer à chaud sur une surface à traiter. Le pistolet comprend un corps principal prolongé vers le bas par une poignée et vers l'avant par un canon de pulvérisation sensiblement cylindrique d'axe central longitudinal, une entrée d'air ambiant associée à un dispositif d'entraînement aéraulique, et une entrée d'alimentation en produit pulvérulent positionné entre le dispositif d'entraînement aéraulique et le canon de pulvérisation. Le pistolet comprend en outre un canal de pulvérisation du produit pulvérulent, débouchant au niveau de l'extrémité libre du canon de pulvérisation en position sensiblement centrale. Le canal de pulvérisation est alimenté en air par le dispositif d'entraînement aéraulique, et le produit pulvérulent est injecté ou entraîné dans le canal de pulvérisation au moyen de l'alimentation en air par le dispositif d'entraînement. Un isolant thermique disposé autour du canal de pulvérisation est percé longitudinalement de part en part d'au moins un canal thermique alimenté en flux d'air par le dispositif d'entraînement aéraulique, et au moins un élément chauffant électrique agencé dans le canal thermique est configuré pour permettre la circulation du flux d'air dans le canal thermique et pour chauffer ledit flux d'air à au moins une température prédéfinie.
- [0009] Selon l'invention, le pistolet comprend en outre :
- un espacement entre le canal de pulvérisation et l'isolant thermique, cet espacement présentant une forme sensiblement conique convergent en direction de l'extrémité libre du canon ; et
  - des moyens d'injection dans ledit espacement, d'un flux d'air circulant dans l'espacement sous la forme d'un écoulement hélicoïdal autour du canal de pulvé-

risation en direction de l'extrémité libre du canon.

- [0010] En d'autres termes, la présente invention propose de modifier le dispositif de l'art antérieur en intégrant les éléments suivants :
- un espacement vide entre le canal de pulvérisation et l'isolant thermique, de manière à créer un isolant thermique supplémentaire via la circulation d'un air ambiant dans cet espacement ;
  - des moyens pour injecter de l'air ambiant dans l'espacement et pour faire circuler cet air dans l'espacement non pas longitudinalement mais suivant une trajectoire hélicoïdale autour du canal de pulvérisation ; et
  - des moyens pour augmenter la vitesse d'écoulement de l'air, et notamment de l'air circulant dans l'espacement, via notamment une réduction progressive du diamètre offert à l'écoulement de l'air, induisant un accroissement de la vitesse d'écoulement de l'air via l'effet venturi qui s'additionne à l'accroissement de vitesse naturel lié à la dilatation de l'air.
- [0011] L'écoulement hélicoïdal de l'air exacerbé par un accroissement de la vitesse a pour effet d'ajouter une composante radiale à la vitesse d'éjection de l'air portant le produit pulvérulent en sortie du canon. Ainsi, contrairement au dispositif de l'art antérieur dans lequel la trajectoire des paquets de produit éjectés en sortie du canon suit une direction exclusivement longitudinale, dans la solution de l'invention, du fait de la composante radiale de la vitesse, tout ou partie des paquets de produit éjectés en sortie du canon dévient ou s'écartent sensiblement de cette direction longitudinale, heurtant alors l'air chaud s'échappant du canal thermique. Les paquets de produit pulvérulent subissent de ce fait un brusque cisaillement qui provoque leur désagglomération suivie de la fusion immédiate des fines particules de poudres libérées. Par ailleurs, toujours du fait de l'éjection radiale des particules, le temps de séjour des particules de poudre dans la zone chaude comprise entre l'extrémité du pistolet et la surface à traiter est augmenté, ce qui améliore de fait le temps nécessaire à la fusion complète des particules désagglomérées.
- [0012] De préférence, le canal de pulvérisation présente un diamètre sensiblement constant. Ainsi, la forme conique de l'espacement ou canal d'espacement peut être obtenue par une augmentation progressive dans la direction de l'extrémité libre du canon, de l'épaisseur (suivant la direction radiale) de l'isolant thermique. En d'autres termes, l'espacement délimité par le canal de pulvérisation et l'isolant thermique, présente un diamètre interne constant (celui du canal de pulvérisation) et un diamètre externe qui se réduit progressivement en direction de l'extrémité libre du canon.
- [0013] Selon un mode de réalisation, les moyens d'injection comprennent deux événements alimentés en air à l'une de leurs extrémités par le dispositif d'entraînement aéraulique, l'autre de leurs extrémités débouchant dans l'espacement de manière diamétralement

opposée dans la direction radiale. Chaque événement est de forme conique et converge en direction de l'espace, l'axe de révolution de chaque événement formant un angle prédéfini par rapport à l'axe central longitudinal du canon.

- [0014] En d'autres termes, les deux événements coniques positionnés diamétralement opposés sont configurés pour permettre l'injection de l'air ambiant dans l'espace avec un angle d'incidence non nul par rapport à l'axe central longitudinal, afin d'induire l'écoulement hélicoïdal de l'air dans l'espace et donc du produit pulvérulent en sortie du canal de pulvérisation. De préférence, les événements sont au moins symétriques par rapport à un plan longitudinal, ce plan longitudinal s'étendant dans la direction longitudinale du canon et contenant l'axe central longitudinal du canal de pulvérisation. Par ailleurs, pour chaque événement conique, l'angle d'incidence défini par l'angle formé entre l'axe central longitudinal du canal d'injection (ou l'axe central de l'espace) et l'axe de révolution de l'événement conique est de préférence comprise entre 20 et 80 degrés, et est usuellement sensiblement égal à 45 degrés.
- [0015] Afin d'optimiser d'une part le préchauffage de la surface à traiter et d'autre part la fusion du produit pulvérulent en sortie du canon, l'isolant thermique peut comprendre un ensemble de canaux thermiques distincts les uns des autres, positionnés parallèlement à l'axe du cylindre formé par l'isolant thermique et répartis uniformément suivant des rayons dudit cylindre. Chaque canal thermique débouche au niveau de l'extrémité libre du canon et est alimenté en air pulsé par le dispositif d'entraînement aérodynamique. En outre, au moins un élément chauffant électrique est agencé dans chacun de ces canaux thermiques.
- [0016] Selon une variante, l'isolant thermique peut être formé d'une couche isolante unique, en matériau choisi pour ses propriétés d'isolation thermique, et avantageusement également pour ses propriétés d'isolation électrique. Dans cette variante, les canaux thermiques sont positionnés dans l'isolant thermique en s'assurant d'une épaisseur d'isolation thermique et/ou électrique suffisante entre les canaux thermiques et le canal de pulvérisation. En pratique, l'isolant thermique est en matériau résistant aux hautes températures, par exemple en céramique réfractaire.
- [0017] Selon une autre variante, l'isolant thermique peut être formé de deux couches isolantes, à savoir une première couche isolante pour former l'espace avec le canal de pulvérisation, et une deuxième couche isolante entourant la première couche isolante et dans laquelle sont positionnés les canaux thermiques. Les épaisseurs et les matériaux des couches isolantes sont choisis pour résister aux hautes températures et pour assurer une isolation électrique et également une isolation thermique afin d'éviter que l'air circulant dans le canal de pulvérisation ne soit chauffé au point que la poudre durcisse à l'intérieur du canon. Avantageusement, pour la première couche isolante, on privilégiera un matériau ayant des propriétés d'isolation thermique adaptées aux hautes

températures générées dans le pistolet, et pour la deuxième couche, on privilégiera un matériau ayant des propriétés d'isolation électrique adaptées aux tensions et courants circulant dans le pistolet. Par exemple, le premier matériau peut être en céramique réfractaire, par exemple en silicate de silicium, et la deuxième couche isolante peut être en mica.

[0018] Le pistolet comprend avantageusement des modules configurés pour mettre en œuvre un procédé de pulvérisation d'un produit pulvérulent comprenant une phase de préchauffage préalablement à une phase d'application.

[0019] En pratique, les éléments chauffants présents dans les canaux thermiques sont usuellement couplés à une alimentation électrique régulée et asservie par rapport à une température de la surface mesurée par un module de mesure de température, tel qu'un pyromètre. L'ensemble est avantageusement dimensionné et configuré pour générer un flux d'air chaud suivant une température de consigne réglable et prédéfinie, et ce de façon répétable d'un essai à l'autre. Ainsi conçu, le dispositif peut autoriser une sélection de température de l'air comprise entre 500 et 1000 °C, pour des températures mesurées, par exemple pour des températures de spot dynamiques mesurées par le pyromètre, comprises entre 50 et 500 °C, selon la nature des matériaux substrats concernés par l'application.

[0020] Le pistolet peut également intégrer une interface utilisateur, un module d'actionnement de l'alimentation en poudre dans le canon par l'opérateur, tel qu'une gâchette, et un module de contrôle configuré pour contrôler l'ensemble des modules du pistolet en fonction des conditions nominales de préchauffage et d'application qui sont prédéfinies.

[0021] La phase de préchauffage, durant laquelle toute injection de poudre pulvérulent dans le canon est bloquée, peut notamment comprendre :

- une mesure, en continue ou par cycle, de la température d'une zone de la surface à traiter ;
- une régulation de l'alimentation électrique en fonction de ladite température mesurée pour atteindre une température de consigne prédéfinie correspondant à une température nominale requise pour l'application du produit pulvérulent ;
- lorsque la température de consigne est atteinte, une indication à l'opérateur que le pistolet peut passer en phase d'application.

[0022] La phase d'application, qui ne peut commencer que si la condition nominale de préchauffage est obtenue et pendant laquelle le pistolet entre dans un mode semi-automatique piloté par la température du substrat mesurée, comprend :

- une mesure, en continue ou par cycle, de la température d'une zone de la surface à traiter ;
- une régulation de l'alimentation électrique en fonction de ladite température

mesurée et de conditions d'application prédéfinies ;

- un contrôle suivant le scénario suivant :

i) lorsque la vitesse d'application est évaluée comme insuffisante, ce qui peut se traduire par une température mesurée qui reste supérieure à une température de consigne d'application pendant un temps prédéfini, par exemple quelques secondes, une indication est donnée à l'opérateur d'accélérer l'avance du pistolet, et si après un temps prédéfini suivant cette indication, par exemple encore quelques secondes, aucune réaction est détectée de la part de l'opérateur, la puissance thermique est réduite ;

ii). lorsque la vitesse d'application est évaluée comme trop importante, ce qui peut se traduire par une température du substrat inférieure à la température de consigne d'application, une indication est donnée à l'opérateur qu'il doit réduire la vitesse d'application, et si après un temps prédéfini, par exemple quelques secondes, les conditions d'application ne sont pas respectées, l'alimentation en poudre s'interrompt, et l'opérateur doit effectuer une manipulation, par exemple relâcher la gâchette pour relancer l'application. Le rétablissement automatique de l'application n'est pas préférable pour éviter une application intempestive sur une zone non contrôlée.

[0023] Selon une variante, le pistolet de pulvérisation intègre une base de données, par exemple sous la forme d'un tableau de concordance, indiquant au système la valeur des températures de chauffage en fonction du type de produit pulvérulent à projeter et du type de surface à traiter. Ainsi, le module de réglage peut définir automatiquement les températures de consigne pour les phases de préchauffage et de chauffage après avoir recueilli les données matières.

### **Brève description des dessins**

[0024] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, dans lesquels :

[0025] La [Fig.1] est une vue en perspective écorchée d'une représentation schématique du pistolet pulvérulent selon un mode de réalisation de l'invention, montrant l'agencement des différentes pièces ;

[0026] La [Fig.2] est une vue en perspective d'une représentation schématique simplifiée du bloc d'injection couplé au canon du pistolet pulvérulent, selon un mode de réalisation ;

[0027] La [Fig.3] est une représentation schématique du bloc d'injection, selon un mode de réalisation ;

[0028] La [Fig.4] est une vue de la face avant du bloc d'injection de la [Fig.3] et de la [Fig.3] dans lequel sont réalisés les événements coniques, selon un mode de réalisation ;

[0029] La [Fig.5] est une vue en coupe selon l'axe C-C du bloc d'injection de la [Fig.3] ;

[0030] La [Fig.6] est une vue agrandie de la portion du pistolet pulvérulent de la [Fig.1], intégrant les événements selon un mode de réalisation.

### **Description des modes de réalisation**

[0031] Un pistolet pulvérulent selon un mode de réalisation est illustré à la [Fig.1] et comprend un corps principal **1** prolongé vers le bas par une poignée **2** et vers l'avant par un canon de pulvérisation **3** sensiblement cylindrique d'axe central longitudinal **30**, une entrée d'air ambiant **4** associée à un dispositif d'entraînement aéraulique **5**, et une entrée d'alimentation **6** en produit pulvérulent, par exemple sous la forme d'une poudre, positionnée ou débouchant entre le dispositif d'entraînement aéraulique **5** et le canon de pulvérisation **3**.

[0032] Le canon de pulvérisation **3** du pistolet comprend un canal de pulvérisation **31** de la poudre, ce canal de pulvérisation **31** débouchant au niveau de l'extrémité libre du canon **3** en position sensiblement centrale. Le canal de pulvérisation **31** est sensiblement cylindrique et est alimenté en air et en poudre via le dispositif d'entraînement aéraulique **5**. En particulier, la poudre apportée via l'entrée d'alimentation **6** est injectée ou entraînée dans ce canal de pulvérisation **31** via l'injection de l'air ambiant par le dispositif d'entraînement aéraulique **5**. Ainsi, le canal de pulvérisation **31** est uniquement configuré pour permettre l'entraînement et la pulvérisation de la poudre via un flux d'air qui doit rester le plus proche possible de la température ambiante afin notamment que la poudre, par exemple de la peinture en poudre, ne polymérise pas dans le canal de pulvérisation **31**.

[0033] Le canon de pulvérisation **3** du pistolet comprend en outre un isolant thermique **32** disposé autour du canal de pulvérisation **31**. L'isolant thermique **32** intègre des canaux thermiques **320** distincts les uns des autres et positionnés longitudinalement et radialement dans le canon de pulvérisation **31**. Chaque canal thermique **320** débouche au niveau de l'extrémité libre du canon **3** et est alimenté en flux d'air ambiant par le dispositif d'entraînement aéraulique **5**. Chaque canal thermique **320** intègre un ou plusieurs éléments chauffants électriques **321**. Les éléments chauffants **321** sont configurés pour permettre la circulation de flux d'air dans les canaux thermiques **320** tout en chauffant ce flux d'air à une température prédéfinie, afin que l'air chaud **322** éjecté à l'extrémité libre du canon **3** forme une zone chaude entre la sortie du canon **3** et la surface à traiter. En pratique, l'isolant thermique **32** peut intégrer par exemple quatorze canaux thermiques présentant chacun avantageusement un diamètre constant, par exemple de 7 mm. Chaque élément chauffant **321** peut être sous la forme d'une résistance électrique configurée pour fournir par exemple une puissance électrique de 1450 W, soit 3000W au total.

[0034] Ainsi, l'air circulant dans les canaux thermiques **320** est chauffé et la poudre



circulant dans le canal de pulvérisation **31** reste à température ambiante. Une fois la poudre pulvérisée en dehors du canon de pulvérisation, la poudre est alors entraînée dans le flux d'air chaud **322**. L'isolant thermique **32** est préférentiellement du silicate de silicium, ou tout autre isolant thermique à fort pouvoir isolant thermique.

[0035] Pour renforcer l'isolation thermique de la poudre circulant dans le canal, le pistolet intègre en outre un espacement **33** vide entre le canal de pulvérisation **31** et l'isolant thermique **32**. Cet espacement **33** forme ainsi une sorte de couche d'air qui confère une isolation thermique supplémentaire au canal de pulvérisation **31**. Comme illustré à la [Fig.2], l'espacement **33** présente une forme sensiblement conique et converge en direction de l'extrémité libre du canon 3. En d'autres termes, l'espacement 33 entre le canal de pulvérisation 31 et l'isolant thermique 32 se réduit progressivement dans la direction de l'extrémité libre du canon 3. En pratique, la forme conique de l'espacement 33 peut être obtenue en utilisant un canal de pulvérisation 31 de diamètre sensiblement constant, combiné à une augmentation progressive dans la direction de l'extrémité libre du canon, de l'épaisseur (suivant la direction radiale) de l'isolant thermique 32. En pratique, le rapport entre l'épaisseur de l'espacement située en amont (c'est-à-dire la portion d'espacement par laquelle l'air ambiant est injectée dans l'espacement) et l'épaisseur de l'espacement située en aval (c'est-à-dire la portion d'espacement au niveau de l'extrémité libre du canon) est comprise entre 6 mm et 15 mm, nominalement 9 mm.

[0036] En pratique, le pistolet peut comprendre un bloc **8** disposé dans le corps **1** et configuré pour être couplé au dispositif d'entraînement aéraulique **5**, à l'entrée d'alimentation **6** en poudre et au canon de pulvérisation **3**. Un tel bloc **8** est représenté schématiquement à la [Fig.3]. En particulier, comme on peut le voir sur la [Fig.1] et la [Fig.4], le bloc **8** intègre un canal central 80 dont l'une des extrémités est couplée au dispositif d'entraînement aéraulique 5, et l'autre extrémité est couplée au canal de pulvérisation 31. L'entrée d'alimentation 6 en poudre débouche dans ce canal central 80 de manière à permettre au flux d'air ambiant injecté dans ce canal central 80 par le dispositif d'entraînement aéraulique 5 d'entraîner la poudre dans le canal de pulvérisation 31. Ce corps 8 comprend en outre des événements, par exemple deux événements 7a, 7b, débouchant dans l'espacement 33, ainsi qu'un ou plusieurs orifices traversants débouchant dans les canaux thermiques 320 et configuré(s) pour permettre à l'air d'entrer dans ces canaux thermiques 320. Ce bloc 8 permet ainsi d'injecter de manière isolée de l'air dans les différents canaux du canon, à savoir le canal de pulvérisation 31, les canaux thermiques 320, et le canal d'espacement 33.

[0037] Comme on peut le voir sur la [Fig.4] et la [Fig.6], les deux événements **7a**, **7b** sont de forme conique et convergent en direction de l'espacement 33. Sur la [Fig.4] est une vue de la face avant du bloc 8, c'est-à-dire de la portion configurée pour être couplée

au canon 3, le profil des événements 7a, 7b est présenté en pointillés à l'exception des extrémités débouchant dans l'espace 33 qui sont représentées en trait plein. Les deux événements 7a, 7b sont alimentés en air ambiant à l'une de leurs extrémités par le dispositif d'entraînement aéraulique 5, et l'autre de leurs extrémités débouche de manière diamétralement opposée dans l'espace 33. L'axe de révolution 71 de chaque événement 7a, 7b forme un angle d'incidence  $\alpha$  non nul par rapport à l'axe central longitudinal 30. Cet angle d'incidence  $\alpha$  correspond à l'angle d'injection de l'air ambiant dans l'espace 33, et est par exemple de 45 degrés. Par ailleurs, l'angle  $\beta$  formé entre l'axe de révolution 71 de l'événement conique 7a et sa surface latérale (ou sa génératrice) peut être de l'ordre de 4 degrés.

[0038] Ainsi, chaque événement **7a, 7b** injecte l'air ambiant dans l'espace **33** avec un angle d'incidence  $\alpha$  non nul par rapport à l'axe central longitudinal **30** du canal de pulvérisation **31**, de sorte à induire à l'air circulant dans l'espace **33** une trajectoire hélicoïdale **70** autour du canal de pulvérisation **31**. Cette trajectoire hélicoïdale **70** de l'air en sortie du canon couplée à l'accélération induite par le rétrécissement de l'espace **33** permet de désagglomérer les paquets de poudre **9** en sortie du canon tout en amenant la poudre dans la zone chaude située entre le canon et la surface à traiter, et tout en augmentant le temps de séjour de la poudre dans cette zone chaude. En pratique, la poudre de peinture est projetée en sortie du canon du pistolet à température ambiante, avant d'être entraînée par le flux d'air chaud. On évite ainsi la polymérisation de la peinture dans le canon, tout permettant à la poudre projetée d'être chauffée à une température adaptée pour être appliquée sur la surface à traiter.

[0039] De préférence, les événements **7a, 7b** peuvent être symétriques par rapport à un plan longitudinal s'étendant dans la direction longitudinale du canon **3** et contenant l'axe central longitudinal **30** du canal de pulvérisation **31**. Les deux événements **7a, 7b** peuvent également s'étendre radialement et peuvent être en symétrie par rapport au centre du canal de pulvérisation **31**. Tout autre positionnement des événements coniques permettant d'injecter l'air ambiant dans l'espace **33** avec un angle d'injection de l'air non nul par rapport à l'axe central longitudinal **30** et d'induire un écoulement hélicoïdal, peut également être envisagé.

[0040] L'entrée d'air ambiant **4** peut être équipée d'un dispositif de filtration de l'air, et le dispositif d'entraînement aéraulique **5** est préférentiellement une turbine électrique configurée pour fournir un flux d'air avec un débit compris entre 50 et 200 L/min, préférentiellement compris entre 80 et 150 L/min, par exemple sensiblement égal à 100 L/min.

[0041] L'entrée d'alimentation **6** en poudre peut être couplée à un dispositif d'alimentation contenant la poudre à injecter dans le canon **3** et qui peut se présenter sous la forme d'un réservoir, par exemple monté de manière amovible sur le pistolet de pulvérisation

ou intégré à celui-ci. Il peut également s'agir d'une cartouche comportant une ouverture dans sa partie inférieure, cette ouverture étant bordée par un moyen de montage adapté pour le montage amovible de la cartouche sur le pistolet. Le dispositif d'alimentation peut comprendre un moyen de régulation de l'alimentation en poudre configuré pour libérer la poudre de manière régulée. Ce dispositif de régulation peut notamment être configuré pour réguler la quantité et le débit de poudre à libérer dans le canal, sans nécessiter de dispositif de régulation externe. Par exemple, le dispositif de régulation de l'alimentation peut comprendre une vis d'Archimède se prolongeant vers le bas par un roulement solidaire d'un moteur. L'admission de la poudre dans le canal peut également se faire au moyen d'une électrovanne, ou au moyen d'une écluse rotative électrique.

[0042] Un dispositif d'actionnement manuel, par exemple sous la forme d'une gâchette, peut être prévue sur la poignée **2** et reliée au dispositif de régulation de l'alimentation en produit pulvérulent pour le commander en débit. Par exemple, l'actionnement manuellement de la gâchette par l'utilisateur permet de réguler la quantité et le débit de poudre qui est pulvérisée.

[0043] En pratique, il est avantageux de préchauffer la surface à traiter avant l'application du produit pulvérulent. Le préchauffage de la surface à traiter peut être réalisé au moyen du flux d'air chaud en sortie des canaux thermiques. Pour ce faire, les éléments chauffants présents dans les canaux thermiques sont couplés à une alimentation électrique régulée et asservie par rapport à une température de la surface mesurée par un module de mesure de température, tel qu'un pyromètre. L'ensemble est avantageusement dimensionné et configuré pour générer un flux d'air chaud suivant une température de consigne réglable et prédéfinie, et ce de façon répétable d'un essai à l'autre. Ainsi conçu, le dispositif peut autoriser une sélection de température de l'air comprise entre 500 et 1000 °C, pour des températures mesurées, par exemple pour des températures de spot dynamiques mesurées par le pyromètre, comprises entre 50 et 500 °C, selon la nature des matériaux substrats concernés par l'application.

[0044] Ainsi, selon un autre mode de réalisation, le pistolet de pulvérisation peut comprendre :

- un module de réglage d'une température de consigne de préchauffage ou d'application ;
- un module de mesure et de détection de la température de la surface à traiter et/ou du flux d'air en sortie du canon, par exemple sous la forme d'un pyromètre ;
- un module de contrôle des éléments chauffants pour générer un premier flux d'air chaud pour chauffer la surface à traiter lors d'une phase de préchauffage et pour générer un second flux d'air chaud lors d'une phase d'application.

[0045] Le pistolet de pulvérisation peut en outre comprendre un dispositif d'information

relié au module de mesure de température, qui affiche la température mesurée ou qui indique à l'utilisateur par un signal lumineux, sonore, tactile et/ou visuel que la température mesurée a atteint la température choisie. Le dispositif d'information peut par exemple être une simple diode, un écran d'affichage, un diffuseur sonore, un vibreur ou une combinaison de ces dispositifs.

[0046] Selon une variante, le pistolet de pulvérisation peut comprendre une base de données, par exemple sous la forme d'un tableau de concordance indiquant la valeur des températures de chauffage en fonction du type de produit pulvérulent à projeter et du type de surface à traiter. Ainsi, le module de réglage peut définir automatiquement les températures de consigne de préchauffage et de chauffage. La base de données peut également comprendre un abaque donnant la tension électrique à appliquer aux résistances électriques en fonction de la température de consigne à atteindre.

[0047] En pratique, les éléments chauffants sont tout d'abord contrôlés pour chauffer l'air circulant dans les canaux thermiques de manière à projeter un flux d'air chaud à une première température afin de préchauffer la surface à traiter. Lorsque le pistolet détecte que la température de la surface à traiter atteint la température de consigne, les éléments chauffants sont contrôlés pour projeter un flux d'air chaud à une deuxième température, et l'alimentation du canal de pulvérisation en poudre de peinture, est déclenchée, de manière automatique ou manuelle par l'utilisateur. La poudre est ainsi propulsée dans le canal de pulvérisation à température ambiante grâce à l'isolant thermique et à l'écoulement tourbillonnaire de l'air généré par les événements dans l'espacement. Par ailleurs, la conicité de l'espacement permet de réduire la perte d'énergie cinétique due à la friction de l'air neuf sur la surface de l'isolant et permet ainsi de conserver la vitesse de rotation du tourbillon généré par les événements. L'écoulement tourbillonnaire de l'air en sortie du canon entraîne un écoulement tourbillonnaire de la poudre en sortie du canon permettant aux paquets de poudre présents de se désagglomérer avant d'atteindre la surface à peindre. Les particules de peinture sont ainsi transportées par le flux d'air chaud dont la température permet, en combinaison avec la température de la surface à peindre, la polymérisation de la poudre de peinture sur la surface.

[0048] Au cours de l'application de la peinture, la température de la surface à peindre peut varier et notamment diminuer. Dans ces conditions, le pistolet peut être configuré pour détecter cette variation en température et générer un signalement à l'utilisateur. Le pistolet peut, de manière automatique ou manuelle, couper temporairement l'alimentation en poudre de peinture et déclencher le préchauffage de la surface.

[0049] En pratique, le scénario suivant peut être envisagé.

[0050] En phase de préchauffage de la surface à traiter durant laquelle l'injection de poudre pulvérulent dans le canon n'est pas autorisée, l'opérateur est averti en temps réel par

un retour de consigne du pyromètre que la surface à traiter est en cours de chauffage mais pas encore à la température de consigne souhaitée pour l'application. Cette phase s'achève lorsque la température mesurée a atteint la valeur nominale requise pour l'application, et l'opérateur est prévenu par le retour consigne issu du pyromètre qu'il peut désormais passer en phase d'application.

[0051] Lors de la phase d'application, après déclenchement de la gâchette par l'opérateur, le pistolet entre dans un mode semi-automatique piloté par la température du substrat mesurée par le pyromètre. Pendant cette phase d'application,

- si l'avance du pistolet au cours de l'application, du fait du geste de l'opérateur, est insuffisante comparée aux capacités du pistolet, la température du substrat est retournée comme excessive et l'utilisateur est informé qu'il peut accélérer l'application. Après quelques secondes si l'opérateur ne réagit pas, la puissance thermique est réduite car l'opérateur peut avoir choisi de réduire la vitesse sur une zone de la surface à traiter, par exemple du fait d'une interface de raccord avec un autre matériau thermosensible, une limite de zone à peindre, une négociation d'un contour, etc. ;

- à contrario si la vitesse d'application est trop importante, du fait du geste de l'opérateur, la température du substrat est retournée comme insuffisante et l'utilisateur est informé qu'il doit réduire la vitesse d'application car il applique alors à une vitesse supérieure à la vitesse maximale autorisée par la puissance de l'appareil. Après quelques secondes, l'alimentation en poudre s'interrompt si les conditions d'application ne sont toujours pas respectées. L'opérateur doit dans ce cas relâcher la gâchette pour relancer l'application. Le rétablissement automatique des opérations est en effet invalidé pour éviter une application intempestive sur une zone non contrôlée.

## Revendications

[Revendication 1]

Pistolet de pulvérisation d'un produit pulvérulent à appliquer à chaud sur une surface à traiter, le pistolet comprenant :

- un corps (1) principal prolongé vers le bas par une poignée (2) et vers l'avant par un canon de pulvérisation (3) sensiblement cylindrique d'axe central longitudinal (30) ;
  - une entrée d'air ambiant (4) associée à un dispositif d'entraînement aéraulique (5) ;
  - une entrée d'alimentation (6) en produit pulvérulent positionné entre le dispositif d'entraînement aéraulique (5) et le canon de pulvérisation (3) ;
  - un canal de pulvérisation (31) du produit pulvérulent, débouchant au niveau de l'extrémité libre du canon (3) en position sensiblement centrale, le canal de pulvérisation (31) étant alimenté en air par le dispositif d'entraînement aéraulique (5) et le produit pulvérulent étant entraîné dans le canal de pulvérisation au moyen de l'alimentation en air par le dispositif d'entraînement aéraulique (5) ;
  - un isolant thermique (32) disposé autour du canal de pulvérisation (31) et percé longitudinalement de part en part d'au moins un canal thermique (320) alimenté en flux d'air par le dispositif d'entraînement aéraulique (5) ;
  - au moins un élément chauffant électrique (321) agencé dans le canal thermique (320) et configuré pour permettre la circulation du flux d'air dans le canal thermique (320) et pour chauffer ledit flux d'air à au moins une température prédéfinie ;
- caractérisé en ce que le pistolet comprend en outre :
- un espacement (33) entre le canal de pulvérisation (31) et l'isolant thermique (32), l'espacement (33) présentant une forme sensiblement conique convergent en direction de l'extrémité libre du canon (3) ; et
  - des moyens d'injection dans ledit espacement (33), d'un flux d'air circulant dans l'espacement (33) sous la forme d'un écoulement hélicoïdal (70) autour du canal de pulvérisation (31) en direction de l'extrémité libre du canon (3).

[Revendication 2]

Pistolet de pulvérisation selon la revendication 1, caractérisé en ce que le canal de pulvérisation (31) présente un diamètre sensiblement constant, et l'épaisseur de l'isolant thermique (32) augmente progressivement dans la direction de l'extrémité libre du canon.

[Revendication 3]

Pistolet de pulvérisation selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce

que les moyens d'injection comprennent deux événements (7a, 7b) alimentés en air à l'une de leurs extrémités par le dispositif d'entraînement aérodynamique (5), l'autre de leurs extrémités débouchant dans l'espacement (33) de manière diamétralement opposée dans la direction radiale, chaque événement étant de forme conique et convergeant en direction de l'espacement (33), l'axe de révolution (70) de chaque événement (7a, 7b) formant un angle d'incidence ( $\alpha$ ) prédéfini par rapport à l'axe central longitudinal (30).

- [Revendication 4] Pistolet de pulvérisation selon la revendication 3, caractérisé en ce que les événements (7a, 7b) sont au moins symétriques par rapport à un plan longitudinal s'étendant dans la direction longitudinale du canon et contenant l'axe central longitudinal (30).
- [Revendication 5] Pistolet de pulvérisation selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que pour chaque événement (7a, 7b) conique, l'angle d'incidence ( $\alpha$ ) défini par l'angle formé entre l'axe central longitudinal (30) et l'axe de révolution (71) de l'événement (7a, 7b) est comprise entre 20 et 80 degrés.
- [Revendication 6] Pistolet de pulvérisation selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'angle d'incidence ( $\alpha$ ) est de 45 degrés.
- [Revendication 7] Pistolet de pulvérisation selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'isolant thermique (32) comporte une pluralité de canaux thermiques (320) distincts les uns des autres et positionnés parallèlement à l'axe du cylindre formé par l'isolant thermique et répartis uniformément suivant des rayons dudit cylindre, chaque canal thermique débouchant au niveau de l'extrémité libre du canon et étant alimenté en flux d'air par le dispositif d'entraînement aérodynamique (5), au moins un élément chauffant électrique étant agencé dans chaque canal thermique (320).
- [Revendication 8] Pistolet de pulvérisation selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'isolant thermique (32) est formé d'une première couche isolante formant ledit espacement (33) avec le canal de pulvérisation (31) et une deuxième couche isolante entourant la première couche isolante et dans laquelle sont positionnés les canaux thermiques (320), la première couche isolante présentant au moins des propriétés d'isolation thermique adaptées aux hautes températures générées dans le pistolet, et la deuxième couche isolante présentant au moins des propriétés d'isolation électrique adaptées aux tensions et courants circulant dans le pistolet.
- [Revendication 9] Pistolet de pulvérisation selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé

en ce qu'il comprend en outre :

- un module de mesure de température de la surface à traiter ;
- une alimentation électrique régulée couplée aux éléments chauffants et asservie par rapport à une température de la surface mesurée par un module de mesure de température ;
- une gâchette actionnable par l'opérateur pour déclencher l'alimentation en poudre dans le canon ;
- une interface utilisateur ;
- un module de contrôle configuré pour contrôler l'ensemble des composants du pistolet en fonction des conditions nominales de préchauffage et d'application prédéfinies.

[Revendication 10]

Procédé de pulvérisation d'un produit pulvérulent comprenant une phase de préchauffage préalablement à une phase d'application,

- la phase de préchauffage, durant laquelle toute injection de poudre pulvérulent dans le canon est bloquée, comprenant :

. une mesure, en continue ou par cycle, de la température d'une zone de la surface à traiter ;

. une régulation de l'alimentation électrique en fonction de ladite température mesurée pour atteindre une température de consigne prédéfinie correspondant à une température nominale requise pour l'application du produit pulvérulent ;

. lorsque la température de consigne est atteinte, une indication à l'opérateur que le pistolet peut passer en phase d'application.

- la phase d'application, qui ne peut commencer que si la condition nominale de préchauffage est obtenue et pendant laquelle le pistolet entre dans un mode semi-automatique piloté par la température du substrat mesurée, comprenant :

. une mesure, en continue ou par cycle, de la température d'une zone de la surface à traiter ;

. une régulation de l'alimentation électrique en fonction de ladite température mesurée et de conditions d'application prédéfinies ;

. un contrôle suivant le scénario suivant :

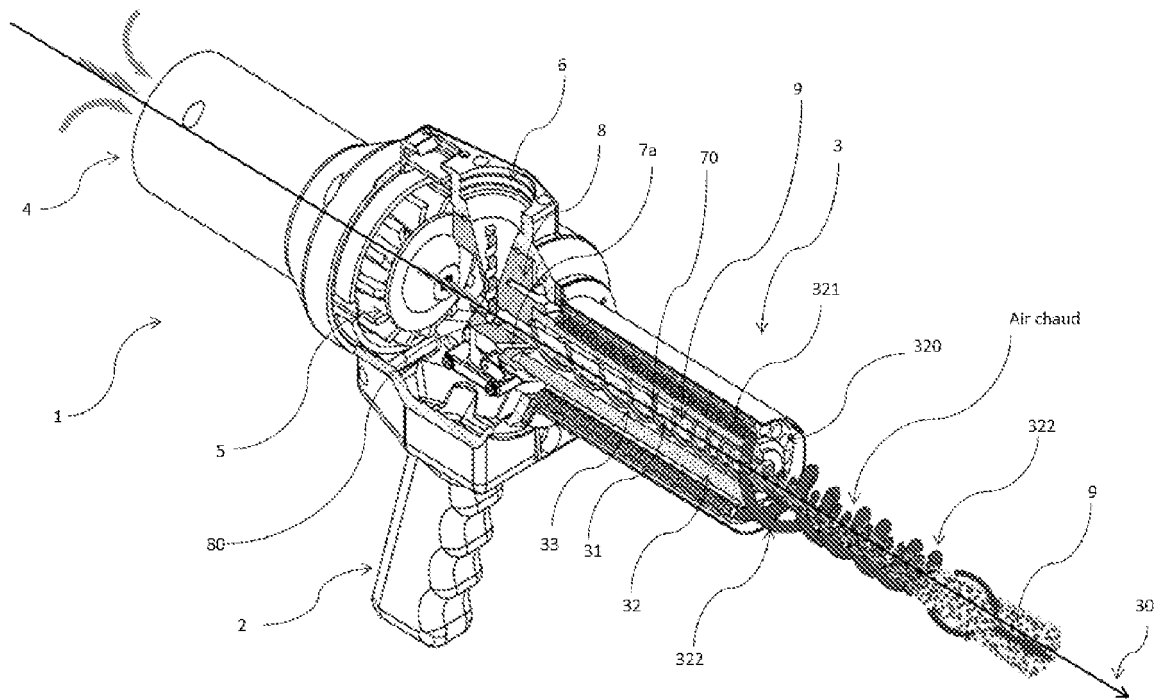
i) lorsque la vitesse d'application est évaluée comme insuffisante, une indication est donnée à l'opérateur d'accélérer l'avance du pistolet, et si après un temps prédéfini suivant cette indication, aucune réaction est détectée de la part de l'opérateur, la puissance thermique est réduite ;

ii) lorsque la vitesse d'application est évaluée comme trop importante, une indication est donnée à l'opérateur qu'il doit réduire la vitesse

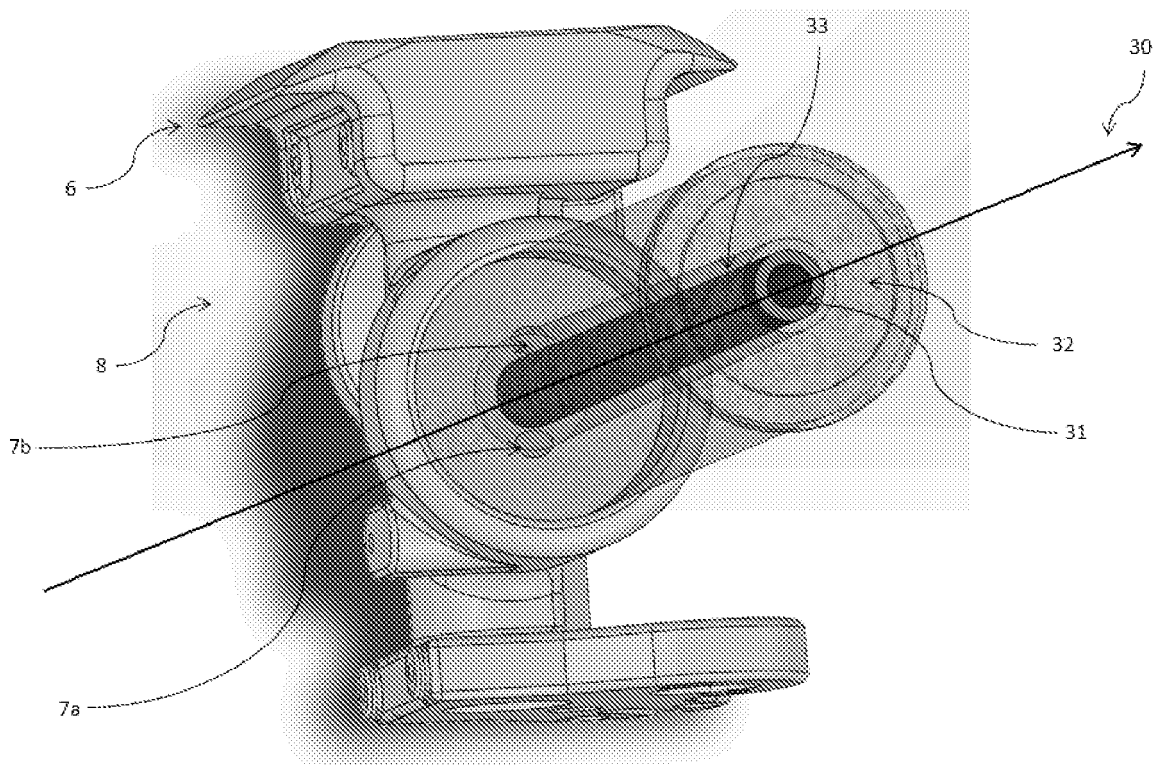


d'application, et si après un temps prédéfini, les conditions d'application ne sont pas respectées, l'alimentation en poudre s'interrompt, et l'opérateur doit effectuer une manipulation pour relancer l'application.

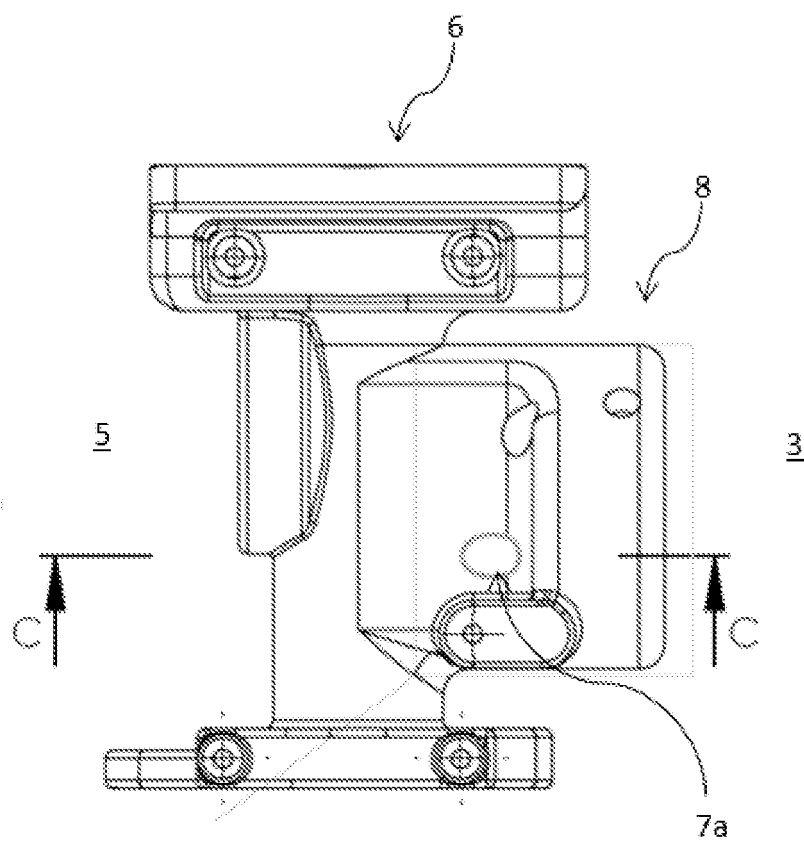
[Fig. 1]



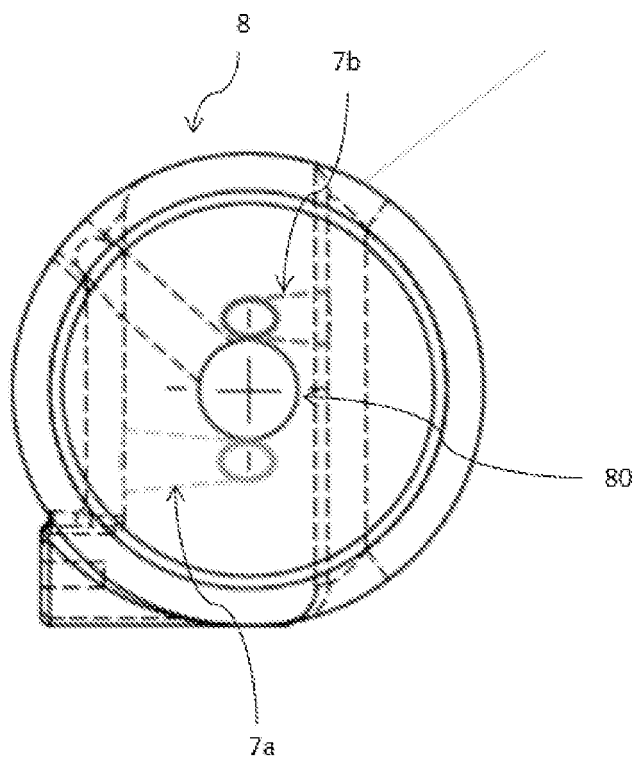
[Fig. 2]



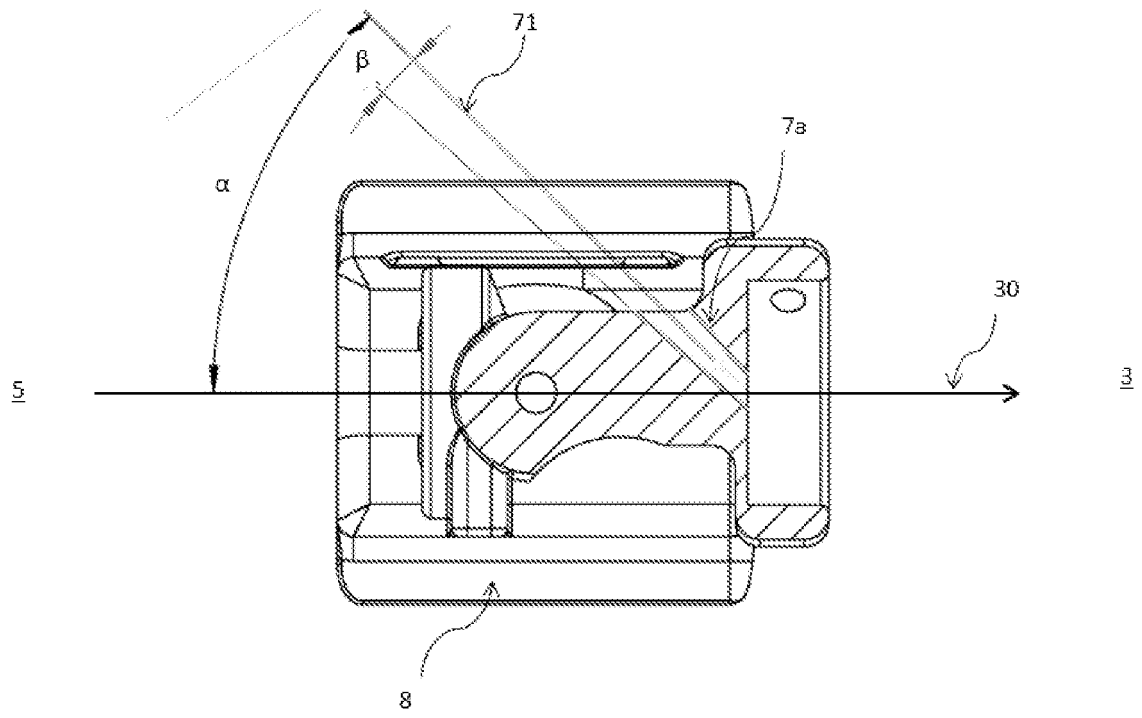
[Fig. 3]



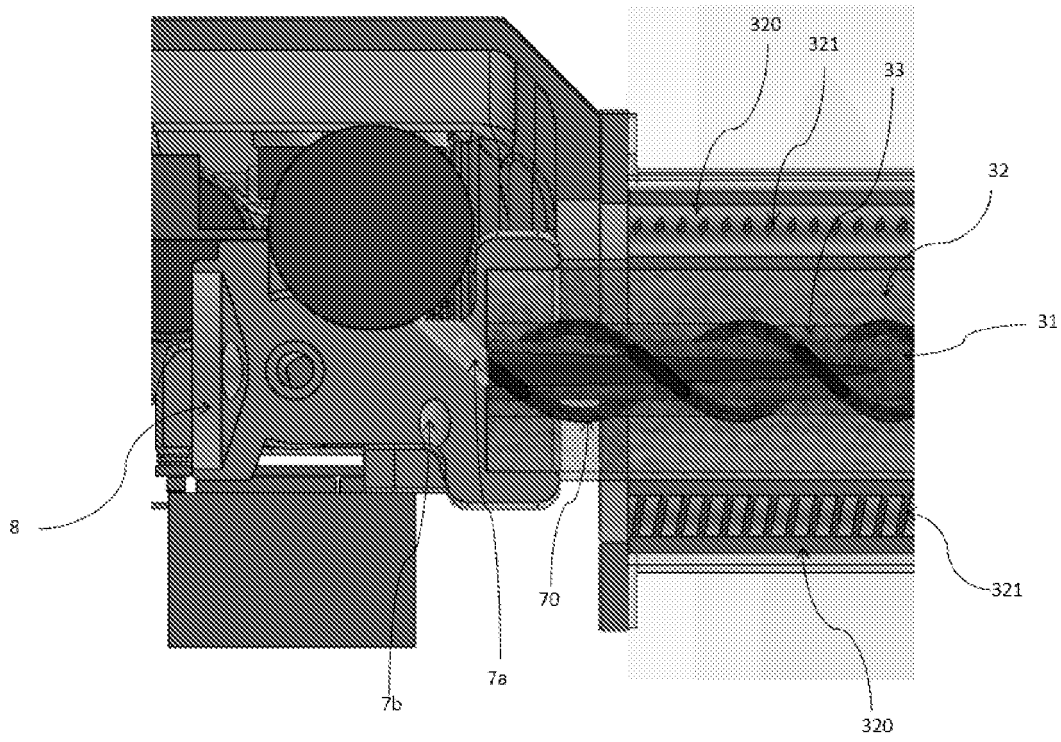
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]





**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE PARTIEL**

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

N° d'enregistrement national

**FA 904631  
FR 2203596**

voir FEUILLE(S) SUPPLÉMENTAIRE(S)

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendications concernées	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 4 636 617 A (PETERSEN WALTER J [US] ET AL) 13 janvier 1987 (1987-01-13) * le document en entier * -----	1-9	B05B7/16 B05D1/12
A	FR 3 065 655 A1 (MIALON DIDIER [FR]) 2 novembre 2018 (2018-11-02) * le document en entier * -----	1-9	
A	US 2 101 922 A (LUDWIG STOESLING) 14 décembre 1937 (1937-12-14) * le document en entier * -----	1-9	
A	US 4 065 057 A (DURMANN GEORGE J) 27 décembre 1977 (1977-12-27) * le document en entier * -----	1-9	
A	US 8 132 740 B2 (MAEV ROMAN GR [CA]; LESHCHYNSKY VOLF [CA] ET AL.) 13 mars 2012 (2012-03-13) * le document en entier * -----	1-9	
			<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</b>
			<b>B05B</b>
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
<b>9 novembre 2022</b>		<b>Neiller, Frédéric</b>	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		.....	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION  
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B**

Numéro de la demande

**FA 904631  
FR 2203596**

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

**1. revendications: 1-9**

**Pistolet de pulvérisation**

---

**2. revendication: 10**

**Procédé de pulvérisation**

---

**La première invention a été recherchée.**

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2203596 FA 904631**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **09-11-2022**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
<b>US 4636617</b>	<b>A</b>	<b>13-01-1987</b>	<b>AUCUN</b>	
-----				
<b>FR 3065655</b>	<b>A1</b>	<b>02-11-2018</b>	<b>AUCUN</b>	
-----				
<b>US 2101922</b>	<b>A</b>	<b>14-12-1937</b>	<b>AUCUN</b>	
-----				
<b>US 4065057</b>	<b>A</b>	<b>27-12-1977</b>	<b>AUCUN</b>	
-----				
<b>US 8132740</b>	<b>B2</b>	<b>13-03-2012</b>	<b>AUCUN</b>	
-----				