



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
02.05.2007 Bulletin 2007/18

(51) Int Cl.:
B05B 7/14 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06122548.8**

(22) Date de dépôt: **19.10.2006**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(30) Priorité: **28.10.2005 FR 0511046**

(71) Demandeur: **Turbomeca**
64511 Bordes Cedex (FR)

(72) Inventeur: **Beaume, Pascal**
64100 Bayonne (FR)

(74) Mandataire: **Joly, Jean-Jacques et al**
Cabinet Beau de Loménie
158, rue de l'Université
75340 Paris Cédex 07 (FR)

(54) **Procédé et appareil de pulvérisation et application à un système de pulvérisation de poudre, notamment pour installation de détection de défauts de surface par ressuage**

(57) Du gaz sous pression est admis à travers un orifice (26) formé à la partie inférieure d'un réservoir (22) de produit en poudre (24) et guidé dans un tube interne (32) raccordé à l'orifice d'admission, le tube traversant le produit en poudre stocké dans le réservoir pour entraîner de la poudre à travers des ouvertures (32b) formées dans la paroi du tube, la poudre étant extraite sous forme d'un flux gaz-poudre à travers une sortie (30) à la partie supérieure du réservoir. Le mélange de gaz et de poudre parcourant le tube interne (32) est guidé jusqu'à

la partie supérieure du réservoir et est dirigé sensiblement vers une paroi latérale du réservoir de manière à établir un courant de flux gaz-poudre parcourant le volume (34) situé dans le réservoir au-dessus du matériau en poudre (24) stocké dans le réservoir, avant extraction du flux gaz-poudre à travers la sortie. Le flux gaz-poudre peut être acheminé à une ou plusieurs buses de pulvérisation, par exemple pour un système de pulvérisation de produit révélateur dans une installation de détection de défauts de surface par ressuage.

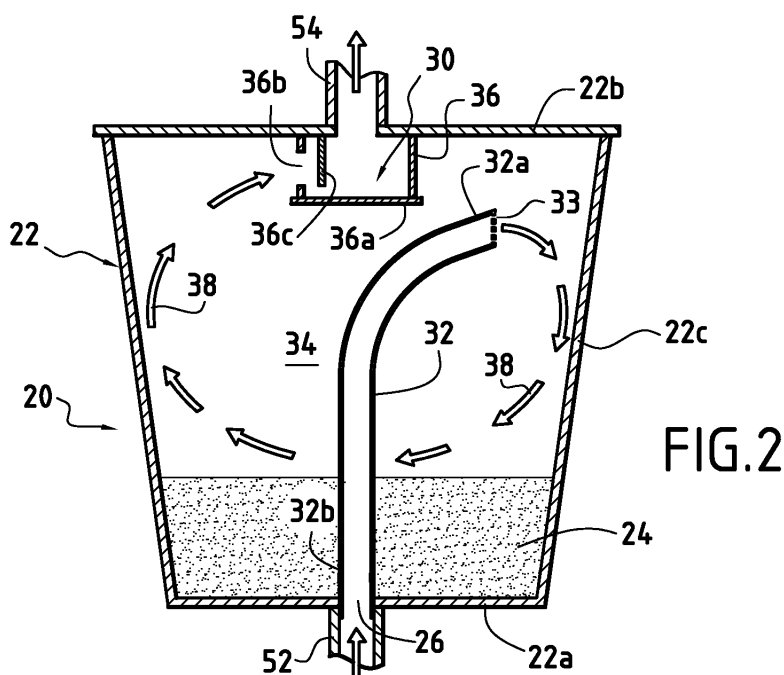


FIG. 2

Description

Arrière-plan de l'invention

[0001] L'invention concerne la pulvérisation de poudre, notamment pour un système de pulvérisation de poudre, et plus particulièrement un procédé et un appareil permettant de former un film pulvérulent continu et sensiblement homogène à la surface d'une pièce.

[0002] Un exemple d'application de l'invention est la formation de dépôt d'un produit révélateur en poudre sur la surface de pièces dans une installation de détection de défauts débouchants éventuellement présents à la surface de pièces à contrôler, notamment des pièces métalliques susceptibles de présenter des défauts superficiels en forme de fissures ou criques. Dans une telle installation, une composition pénétrante comportant un produit indicateur est appliquée à la surface de pièces à contrôler. Après lavage et séchage des surfaces, un produit révélateur en poudre, tel que du talc, est déposé sur la surface des pièces pour faire ressortir, par capillarité, le produit indicateur qui a pénétré dans les défauts et n'a pu de ce fait être éliminé lors du lavage. Le produit indicateur est typiquement un composé coloré ou fluorescent qui s'illumine sous un éclairage UV et fournit ainsi une indication aisément visible de la présence de défaut.

[0003] La continuité, la régularité et l'homogénéité du dépôt de produit révélateur sont des paramètres influents pour la qualité de détection.

[0004] Le document FR 2 163 182 décrit un distributeur doseur de produit pulvérulent avec un tube percé qui est alimenté en air sous pression et qui traverse un lit fluidisé de produit pulvérulent contenu dans un réservoir. Le tube s'ouvre dans la partie supérieure du réservoir, au-dessus du lit de produit pulvérulent et un mélange air-poudre éjecté par le tube est prélevé immédiatement à la sortie du tube par une canalisation de sortie. Des amas de grains de poudre entraînés avec l'air parcourant le tube peuvent alors être prélevés.

Objet et résumé de l'invention

[0005] Selon un premier aspect de l'invention, celle-ci a pour but de fournir un procédé de pulvérisation de produit en poudre permettant de former un dépôt continu et sensiblement homogène à la surface de pièces, en particulier un dépôt d'épaisseur régulière et exempt d'amas.

[0006] Ce but est atteint grâce à un procédé du type comprenant : l'admission de gaz sous pression à travers un orifice formé à la partie inférieure d'un réservoir de produit en poudre ; le guidage du gaz admis dans un tube interne raccordé à l'orifice d'admission de gaz, traversant le produit en poudre stocké dans le réservoir ; l'entraînement de poudre par le gaz parcourant le tube interne, à travers des ouvertures formées dans la paroi de celui-ci ; et l'extraction hors du réservoir d'un flux gaz-poudre à travers une sortie à la partie supérieure du réservoir,

procédé dans lequel, conformément à l'invention, le mélange de gaz et de poudre parcourant le tube interne est guidé par celui-ci jusqu'à la partie supérieure du réservoir et est dirigé en sortie du tube interne sensiblement vers une paroi latérale du réservoir de manière à établir un courant de flux gaz-poudre parcourant le volume situé dans le réservoir au-dessus du matériau en poudre stocké dans le réservoir, avant extraction du flux gaz-poudre à travers la sortie.

[0007] La direction du mélange gaz-poudre vers une paroi du réservoir permet de briser au moins partiellement d'éventuels amas de grains de poudre prélevés par le gaz circulant dans le conduit interne et d'établir un courant dans le volume supérieur du réservoir, ce qui favorise le redépôt de grains ou ensembles de grains plus lourds à la surface du produit stocké et une homogénéisation du flux, avant extraction. On parvient ainsi à extraire un flux de poudre sensiblement homogène hors du réservoir.

[0008] Selon une particularité du procédé, le courant du flux gaz-poudre parcourt le volume situé dans le réservoir au-dessus du matériau en poudre stocké suivant un trajet allant de la partie supérieure de ce volume, en sortie du tube interne, vers la partie inférieure de ce volume puis vers la partie supérieure de ce volume en direction de la sortie.

[0009] Selon une autre particularité du procédé, le mélange de gaz et de poudre parcourant le tube interne est dirigé, en sortie de ce tube, dans une direction sensiblement opposée à celle dans laquelle la sortie du réservoir s'ouvre à l'intérieur de celui-ci.

[0010] Conformément à un deuxième aspect de l'invention, celle-ci vise à fournir un appareil de pulvérisation de produit en poudre, du type comportant un réservoir de produit en poudre, un orifice d'admission de gaz sous pression formé dans la partie inférieure du réservoir, un tube interne raccordé à l'orifice d'admission de gaz et muni de perforations au moins sur une partie de sa longueur traversant le produit en poudre stocké dans le réservoir, et une sortie de flux gaz-poudre à la partie supérieure du réservoir, appareil dans lequel, conformément à l'invention, le tube interne s'étend dans le volume supérieur du réservoir au-dessus du produit en poudre stocké dans le réservoir et s'ouvre à son extrémité dans la partie supérieure du réservoir en direction d'une paroi latérale de celui-ci afin de permettre l'établissement d'un courant de flux gaz-poudre issu du tube interne parcourant ledit volume supérieur du réservoir avant extraction à travers la sortie.

[0011] De préférence, l'extrémité du tube interne s'ouvre dans une direction sensiblement opposée à la direction dans laquelle la sortie de flux gaz-poudre s'ouvre dans le réservoir.

[0012] Selon un troisième aspect de l'invention, celle-ci vise un système de pulvérisation de produit en poudre comportant un appareil de pulvérisation tel que défini ci-avant et au moins une buse de pulvérisation ayant une première entrée de flux gaz-poudre reliée à la sortie de

l'appareil de pulvérisation par une première conduite et une deuxième entrée de gaz sous pression pour liaison à une source de gaz sous pression par une deuxième conduite.

[0013] Avantageusement, plusieurs buses de pulvérisation peuvent être prévues ayant des premières et deuxièmes entrées branchées en parallèle sur la première et la deuxième conduite, respectivement.

[0014] Selon un quatrième aspect de l'invention, celle-ci vise une installation de détection par ressuage de défauts débouchants à la surface de pièces comportant un système de pulvérisation tel que défini ci-avant pour la pulvérisation de produit révélateur en poudre.

[0015] Avantageusement, les première et deuxième conduites du système de pulvérisation sont équipées de capteurs de mesure de pression respectifs pour fournir des informations représentatives des pressions du flux gaz-poudre et du gaz admis dans le réservoir et l'installation comporte une unité de contrôle recevant des signaux produits par les capteurs de pression et émettant une alarme lorsque les valeurs de pression mesurées sont à l'extérieur de plages prédéterminées respectives.

Breve description des dessins

[0016] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description faite ci-après, à titre indicatif mais non limitatif, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue très schématique d'un système de pulvérisation de produit en poudre selon un mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 2 est une vue schématique en coupe détaillée d'un appareil de pulvérisation faisant partie du système de la figure 1 ; et
- la figure 3 est une vue très schématique d'une installation de détection par ressuage de défauts débouchants à la surface de pièces utilisant un système de pulvérisation de produit révélateur en poudre conforme au système de la figure 1.

Description détaillée de modes de réalisation de l'invention

[0017] La figure 1 montre un système 10 de pulvérisation de produit en poudre comprenant un appareil 20 de pulvérisation produisant un flux gaz-poudre, deux pistolets 40a, 40b équipés de buses de pulvérisation respectives 42a, 42b, une ligne 50 d'alimentation en gaz sous pression, une conduite 52 munie d'un détendeur 52a et reliant la ligne 50 à une entrée de l'appareil de pulvérisation 20, une conduite 54 reliant une sortie de l'appareil 20 en parallèle à deux premières entrées 44a, 44b des pistolets 40a, 40b et une conduite 56 munie d'un détendeur 56a et reliant la ligne 50 en parallèle à deux deuxièmes entrées 46a, 46b des pistolets 40a, 40b. Le système de pulvérisation 10 peut être du type électrostatique avec des moyens de charge électrostatique de la poudre (non

représentés).

[0018] Comme le montre plus en détail la figure 2, l'appareil de pulvérisation 20 comporte un réservoir 22 dans la partie inférieure duquel est stocké un produit en poudre 24. La conduite 52 est raccordée à un orifice d'admission 26 formé dans la partie inférieure du réservoir 22, par exemple dans la partie centrale du fond 22a du réservoir. Un vibreur 28 (figure 1) est associé au réservoir 22 et est actionné par du gaz sous pression provenant de la ligne 50 par une conduite 58 munie d'un détendeur 58a.

[0019] Le gaz sous pression, typiquement de l'air comprimé, admis par l'orifice 26 entraîne du produit en poudre contenu dans le réservoir pour former un flux gaz-poudre qui est repris par la conduite 54 raccordée à une sortie 30 formée dans la partie supérieure du réservoir, par exemple dans son couvercle 22b.

[0020] Un conduit tubulaire ou tube 32 interne au réservoir est raccordé à l'orifice d'admission 26 et s'étend dans le réservoir jusqu'à la partie supérieure de celui-ci. Sur une partie de sa longueur à partir de l'orifice 26, le tube 32 a sa paroi perforée de sorte que l'air pénétrant dans le tube 32 prélève du produit en poudre stocké dans le réservoir à travers les perforations 32b de la paroi du tube. Le prélèvement peut s'effectuer seulement au voisinage du fond du réservoir, le tube 32 étant ensuite non perforé jusqu'à son extrémité 32a qui s'ouvre dans la partie supérieure du volume 34 du réservoir situé au-dessus du produit en poudre stocké. A son extrémité 32a, le tube 32 est muni d'une grille 33 à travers laquelle le mélange air-poudre pénètre dans le volume 34, le tube 32 s'ouvrant sensiblement en direction d'une paroi latérale 22c du réservoir, de préférence au voisinage de celle-ci et du couvercle 22b.

[0021] La sortie 30 est équipée d'un élément tubulaire 36 qui pénètre légèrement dans le réservoir 22 et est muni à son extrémité ou fond d'un obturateur 36a. L'élément tubulaire 36 présente dans sa paroi latérale une ou plusieurs ouvertures 36b à travers laquelle ou lesquelles de flux air-poudre est extrait du réservoir.

[0022] La ou les ouvertures 36b s'ouvrent dans le réservoir 22 dans une direction sensiblement opposée à celle dans laquelle le tube 32 s'ouvre dans le réservoir à son extrémité 32a. Il s'établit ainsi dans le volume 34 un courant 38 du mélange air-poudre issu du tube 32. Ce courant parcourt le volume 34 depuis sa partie supérieure au niveau de l'ouverture 32a puis vers la partie inférieure du volume 34 au voisinage de la surface du produit en poudre stocké dans le réservoir et vers la partie supérieure du volume 34 en direction de la ou des ouvertures 36b. La présence de la grille 33, l'éjection du mélange air-poudre hors du tube 32 en direction de la paroi latérale 22b du réservoir, et le courant 38 sensiblement tourbillonnaire établi favorisent le fractionnement d'éventuels amas de poudre prélevé par l'air entrant dans le conduit 32, le redépôt à la surface du produit stocké d'amas ou particules de poudre plus lourds et une homogénéisation du flux air-poudre admis dans la conduite 54. Ainsi, on dispose d'un flux air-poudre apte à la for-

mation de dépôts de films de poudre réguliers et homogènes en termes de granulométrie et d'épaisseur. En outre, le montage des pistolets 40a, 40b en parallèle sur la conduite 54 leur permet de recevoir un même flux air-poudre sous une même pression et de présenter la même efficacité.

[0023] Dans l'exemple illustré, la sortie 30 est située dans la partie centrale du couvercle 22b. Elle pourrait être excentrée en étant rapprochée de la paroi latérale du réservoir à l'opposé de l'emplacement de cette paroi vers lequel s'ouvre le tube 32.

[0024] La figure 3 montre très schématiquement une installation de détection par ressuage de défauts débouchants éventuellement présents à la surface de pièces. Une telle installation comprend, de façon en soi connue, un poste 60 d'application à la surface de pièces à contrôler d'une composition pénétrante contenant un produit indicateur, un poste 62 de pré-rinçage des surfaces des pièces, un poste 64 d'application d'un émulsifiant à la surface des pièces, un poste 66 de rinçage des surfaces des pièces, un poste de séchage 67 et un poste 68 d'application à la surface des pièces d'un produit révélateur.

[0025] Le fonctionnement de l'installation est piloté par une unité de contrôle 70 qui commande les postes 60, 62, 64, 66, 67 et 68 et le transfert des pièces entre ceux-ci (flèches 72), les pièces étant supportées par un dispositif de chargement qui est transféré de façon automatique d'un poste à l'autre au moyen d'un portique (non représenté).

[0026] Le produit indicateur est un composé coloré ou fluorescent qui s'illumine sous un éclairage approprié et permet donc de révéler l'existence et la nature de défauts débouchants par examen visuel ou analyse d'image. L'application du produit indicateur est réalisée par pulvérisation dans une cuve au poste 60, le chargement de pièces étant entraîné en rotation dans la cuve.

[0027] Un nettoyage des surfaces des pièces est effectué pour ne laisser subsister de la composition pénétrante qu'au sein de criques ou fissures éventuellement présentes à la surface des pièces. Dans l'exemple illustré, le nettoyage comprend successivement un pré-rinçage, l'application d'un émulsifiant, un rinçage et un séchage.

[0028] Le pré-rinçage est réalisé dans le poste 62 qui comprend une cuve équipée de buses de pulvérisation d'eau sous pression, celles-ci étant orientables pour adapter la pulvérisation au chargement particulier de pièces à contrôler.

[0029] Le poste 64 comprend une cuve contenant un bain d'émulsifiant favorisant le lavage et muni d'un dispositif d'agitation du bain.

[0030] Le rinçage est réalisé dans le poste 66 qui, de la même manière que le poste de pré-rinçage 62, comprend une cuve équipée de buses orientables de pulvérisation d'eau sous pression. Après rinçage, un séchage est effectué sous air chaud dans le poste 67.

[0031] Le produit révélateur est un produit pulvérulent qui, par capillarité, fait ressortir de la composition péné-

trante ayant pénétré dans des défauts (criques ou fissures) éventuellement présents à la surface des pièces. L'application du produit révélateur est réalisée au poste 68 dans une cuve équipée de pistolets de pulvérisation alimentés par un flux air-poudre, le chargement de pièces étant entraîné en rotation dans la cuve. On utilise avantageusement un système de pulvérisation tel que celui de la figure 1 équipé d'un appareil de pulvérisation tel que celui de la figure 2 pour assurer la formation d'un film régulier et homogène de produit révélateur et garantir ainsi une bonne qualité de détection de défauts.

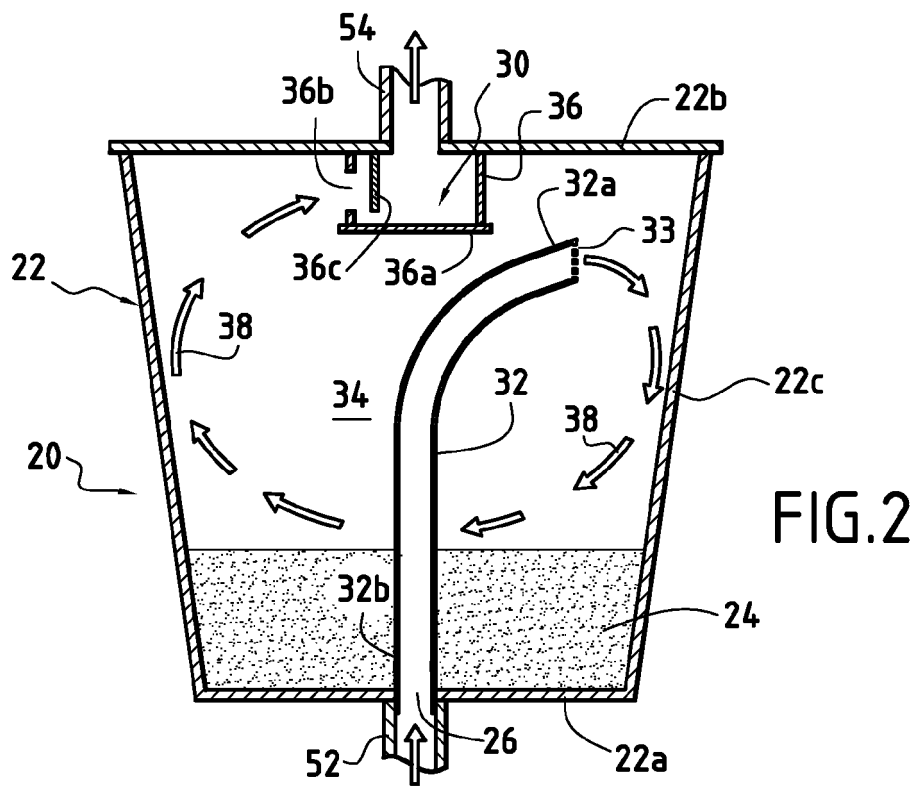
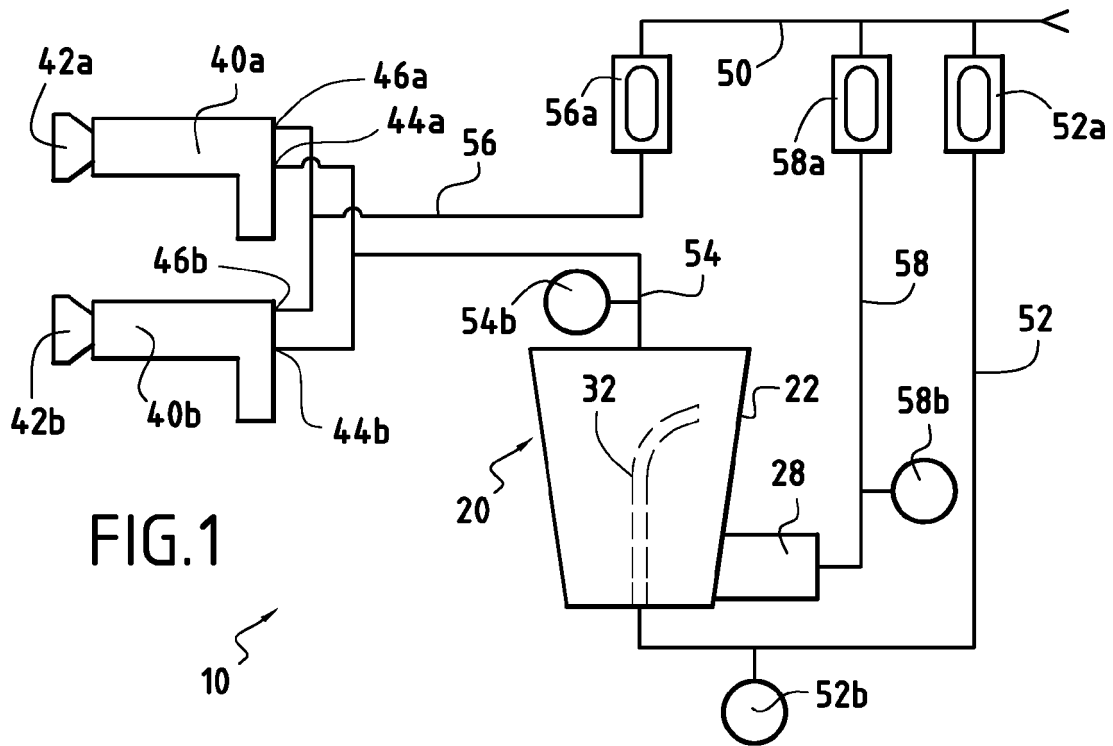
[0032] Outre les produits indicateur et révélateur utilisés, différents paramètres influencent la qualité ou fiabilité du processus de contrôle. Ces paramètres sont notamment la durée et la pression de pulvérisation du produit indicateur, la pression d'eau et la durée pour le pré-rinçage et pour le rinçage, la durée d'immersion dans l'émulsifiant, la durée et la température de séchage, la durée de pulvérisation du produit révélateur et la pression du flux air-poudre alimentant les buses de pulvérisation de ce mélange, les pressions d'air alimentant le réservoir et le vibreur de l'appareil de pulvérisation de produit révélateur et les vitesses de rotation des chargements dans les cuves des postes 60 et 68.

[0033] Des valeurs optimales d'au moins certains de ces paramètres peuvent être prédéterminées, qui offrent la meilleure restitution possible des images des défauts de surface. Un processus permettant d'optimiser une installation de contrôle de pièces, par ressuage est décrit dans le document EP 0 650 045. Ce processus utilise des cales étalons, c'est-à-dire des échantillons de pièces qui présentent des défauts de surface caractéristiques connus.

[0034] Les valeurs réelles de plusieurs paramètres sont avantageusement mesurées pendant le processus de contrôle d'un chargement de pièces au moyen de capteurs ou appareils de mesure. Ainsi, pour l'installation de pulvérisation de la figure 1, des capteurs de mesure de pression respectifs 54b, 52b et 58b sont montés sur les conduites 54, 52 et 58, respectivement, pour fournir des informations représentatives de la pression de flux air-poudre alimentant les pistolets 40a, 40b et buses 42a, 42b, de la pression d'air dans la conduite 52 alimentant le réservoir 22 et de la pression d'air dans la conduite 58 alimentant le vibreur 28. Les informations des capteurs ou appareils de mesure sont transmises à l'unité de contrôle 70 pour être enregistrées et éventuellement produire une alarme lorsqu'une valeur de paramètre mesuré se situe à l'extérieur d'une plage de valeurs optimale respective prédéterminée. Un relevé des valeurs de paramètres mesurées et des alarmes éventuelles peut être archivé en relation avec l'identification du chargement de pièces contrôlées, autorisant une maîtrise statistique du processus de contrôle.

Revendications

1. Procédé de pulvérisation de produit en poudre comprenant : l'admission de gaz sous pression à travers un orifice (26) formé à la partie inférieure d'un réservoir (22) de produit en poudre (24) ; le guidage du gaz admis dans un tube interne (32) raccordé à l'orifice d'admission de gaz, traversant le produit en poudre stocké dans le réservoir ; l'entraînement de poudre par le gaz parcourant le tube interne, à travers des ouvertures (32b) formées dans la paroi de celui-ci ; et l'extraction hors du réservoir d'un flux gaz-poudre à travers une sortie (30) à la partie supérieure du réservoir,
caractérisé en ce que le mélange de gaz et de poudre parcourant le tube interne (32) est guidé jusqu'à la partie supérieure du réservoir et est dirigé sensiblement vers une paroi latérale du réservoir de manière à établir un courant de flux gaz-poudre parcourant le volume (34) situé dans le réservoir au-dessus du matériau en poudre stocké dans le réservoir, avant extraction du flux gaz-poudre à travers la sortie.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le courant du flux gaz-poudre parcourt le volume (34) situé dans le réservoir (22) au-dessus du matériau en poudre (24) stocké suivant un trajet allant de la partie supérieure de ce volume, en sortie du tube interne, vers la partie inférieure de ce volume puis vers la partie supérieure de ce volume en direction de la sortie.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** le mélange de gaz et de poudre parcourant le tube interne (32) est dirigé vers une paroi latérale du réservoir (22), dans une direction sensiblement opposée à celle dans laquelle la sortie (30) du réservoir s'ouvre à l'intérieur de celui-ci.
4. Appareil de pulvérisation de produit en poudre comportant un réservoir (22) de produit en poudre (24), un orifice (26) d'admission de gaz sous pression formé dans la partie inférieure du réservoir, un tube interne (32) raccordé à l'orifice d'admission de gaz et muni de perforations (32b) au moins sur une partie de sa longueur traversant le produit en poudre stocké dans le réservoir, et une sortie (30) de flux gaz-poudre à la partie supérieure du réservoir,
caractérisé en ce que le tube interne (32) s'étend dans le volume supérieur (34) du réservoir (22) au-dessus du produit en poudre stocké (24) dans le réservoir et s'ouvre à son extrémité (32a) dans la partie supérieure du réservoir en direction d'une paroi latérale de celui-ci afin de permettre l'établissement d'un courant de flux gaz-poudre issu du tube interne parcourant ledit volume supérieur du réservoir avant
5. Appareil selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'extrémité (32a) du tube interne (32) s'ouvre dans une direction sensiblement opposée à la direction dans laquelle la sortie (30) de flux gaz-poudre s'ouvre dans le réservoir.
6. Appareil selon l'une quelconque des revendications 4 et 5, **caractérisé en ce que** l'extrémité (32b) du tube interne (32) est munie d'une grille (33).
7. Système de pulvérisation de produit en poudre comportant un appareil de pulvérisation (10) selon l'une quelconque des revendications 4 à 6 et au moins une buse de pulvérisation (42a, 42b) ayant une première entrée de flux gaz-poudre reliée à la sortie (30) de l'appareil de pulvérisation par une première conduite (54) et une deuxième entrée de gaz sous pression pour liaison à une source de gaz sous pression par une deuxième conduite (56).
8. Système de pulvérisation selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'il** comporte plusieurs buses de pulvérisation (42a, 42b) ayant des premières et deuxièmes entrées branchées en parallèle sur la première conduite (54) et la deuxième conduite (56), respectivement.
9. Système de pulvérisation selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, **caractérisé en ce qu'il** comporte un capteur de pression (54b) monté sur la première conduite (54) pour fournir une information représentative de la pression du flux gaz-poudre, et un capteur de pression (52b) monté sur une conduite (52) d'alimentation de l'orifice d'admission (26) de gaz du réservoir (22) de produit en poudre pour fournir une information représentative de la pression de gaz admis dans le réservoir.
10. Installation de détection par ressuage de défauts débouchants à la surface de pièces, comportant un système (10) de pulvérisation de produit révélateur pulvérulent selon l'une quelconque des revendications 7 à 9.
11. Installation selon la revendication 10 comportant un système de pulvérisation de produit révélateur pulvérulent selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** l'installation comporte une unité de contrôle (70) recevant des signaux produits par les capteurs de pression (54b, 52b) et émettant une alarme lorsque les valeurs de pression mesurées sont à l'extérieur de plages prédéterminées respectives.



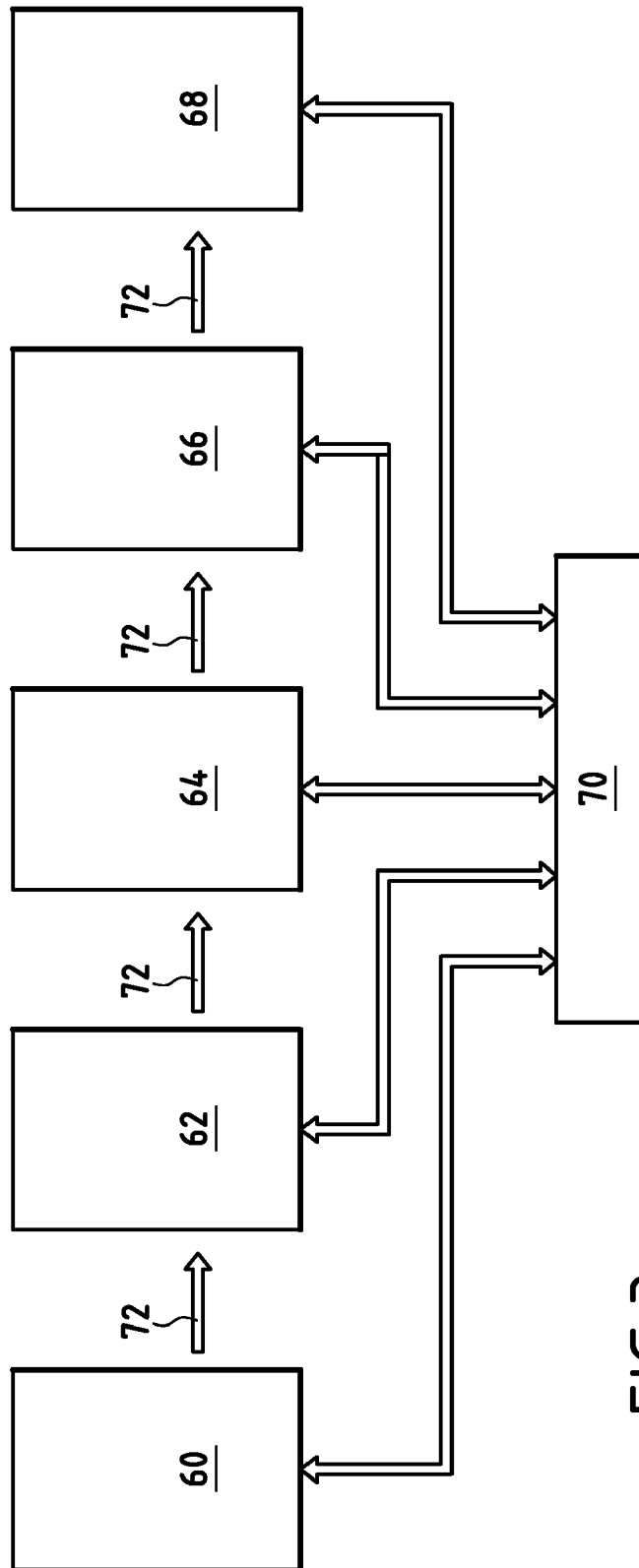


FIG. 3

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2163182 [0004]
- EP 0650045 A [0033]