



(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2004/04/16
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2004/11/11
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2005/10/19
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2004/000952
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2004/097060
 (30) Priorité/Priority: 2003/04/23 (03/04986) FR

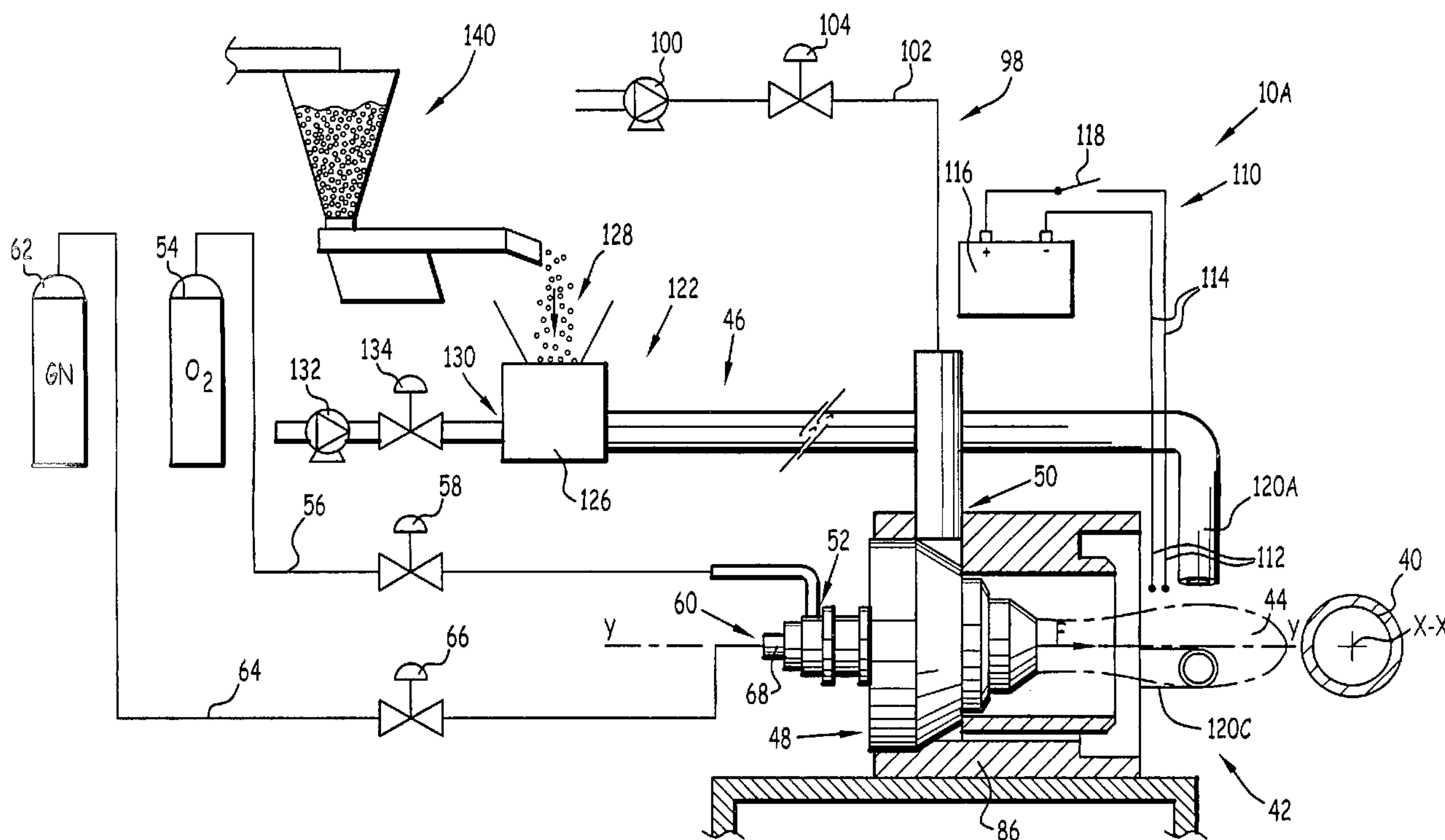
(51) Cl.Int.⁷/Int.Cl.⁷ C23C 4/12, B05B 7/20, B05D 1/10,
C23C 4/04, C23C 4/16

(71) Demandeur/Applicant:
SAINT-GOBAIN PAM, FR

(72) Inventeurs/Inventors:
TOURNIER, ALAIN, FR;
GIRARDIN, DENIS, FR;
CHEZEAU, MICHEL, FR;
SECONDY, ALAIN, FR

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCEDE DE REVETEMENT PAR FLAMME ET DISPOSITIF CORRESPONDANT
 (54) Title: FLAME COVERING METHOD AND CORRESPONDING DEVICE



(57) Abrégé/Abstract:

Ce procédé de revêtement d'un objet à revêtir (40) par un matériau de revêtement fusible comprend les étapes : établissement d'une flamme (44) ayant un sens de flamme (F) dirigé vers l'objet à revêtir et introduction d'une quantité du matériau de revêtement fusible dans la flamme. La flamme a une température suffisamment élevée pour que le matériau de revêtement fusible soit au moins partiellement fondu. La vitesse de flamme est choisie de sorte telle que le matériau de revêtement fusible fondu soit projeté sur l'objet à revêtir. Au moins une partie de la quantité du matériau de revêtement fusible est à l'état fondu lors de l'impact sur l'objet à revêtir. La quantité de matériau de revêtement fusible comprend de la poudre. Application aux revêtements de tuyaux en fonte.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
11 novembre 2004 (11.11.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/097060 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ : C23C 4/12,
B05D 1/10, B05B 7/20, C23C 4/16, 4/04

(72) Inventeurs; et

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2004/000952(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
TOURNIER, Alain [FR/FR]; 15, place Carrière, F-54000
NANCY (FR). **GIRARDIN, Denis** [FR/FR]; 16, rue de
Blénod, F-54700 MAIDIÈRES (FR). **CHEZEAU, Michel**
[FR/FR]; 88, rue Jean Jaurès, F-54820 MARBACHE (FR).
SECONDY, Alain [FR/FR]; 6, rue des Romains, F-57685
AUGNY (FR).

(22) Date de dépôt international : 16 avril 2004 (16.04.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(74) Mandataires : **BLOT, Philippe** etc.; Cabinet LAVOIX, 2,
Place d'Estienne d'Orves, F-75441 PARIS CEDEX 09 (FR).

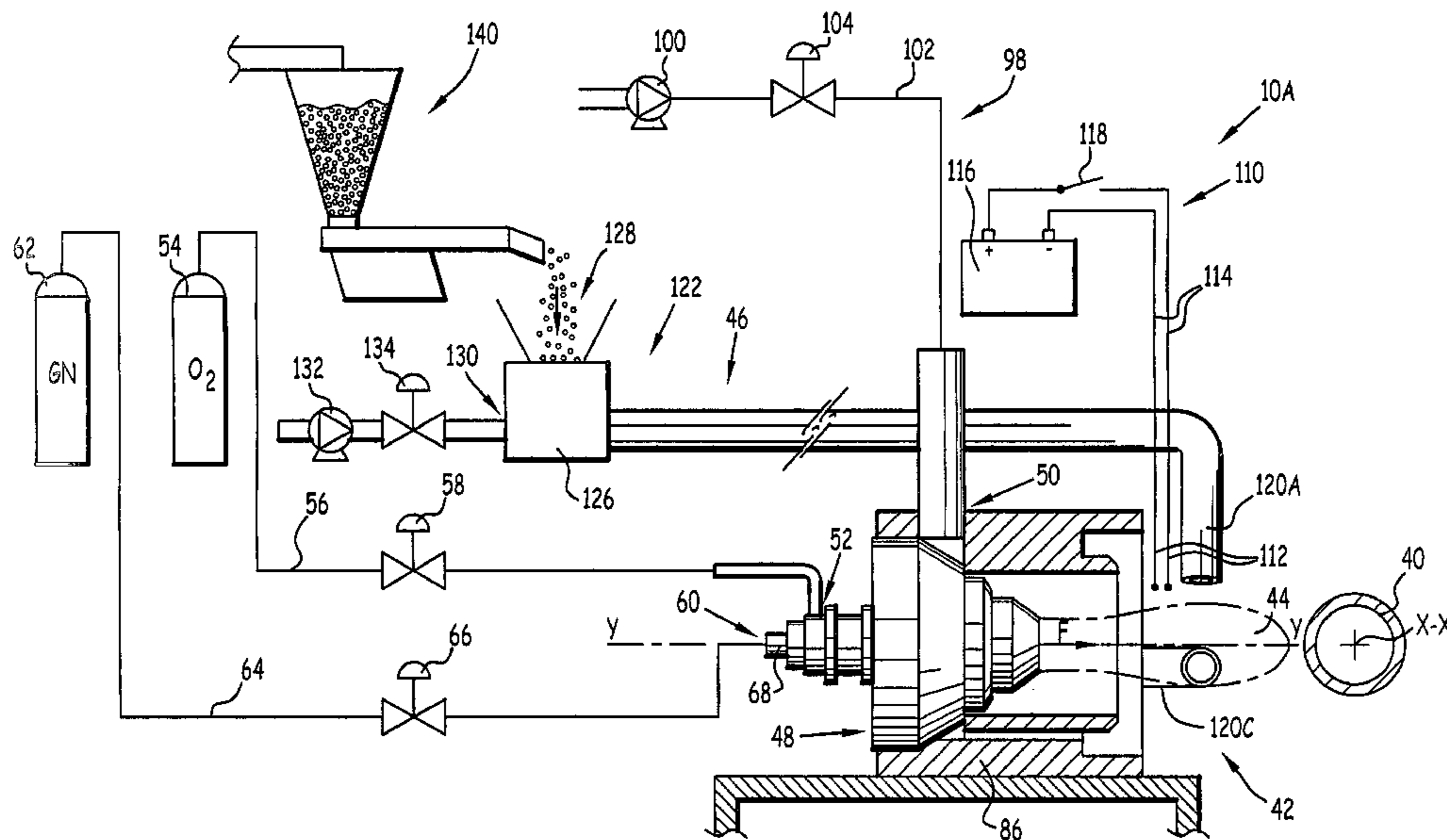
(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
03/04986 23 avril 2003 (23.04.2003) FR(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **SAINT-
GOBAIN PAM** [FR/FR]; 91, Avenue de la Libération,
F-54000 NANCY (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: FLAME COVERING METHOD AND CORRESPONDING DEVICE

(54) Titre : PROCEDE DE REVETEMENT PAR FLAMME ET DISPOSITIF CORRESPONDANT



(57) **Abstract:** The method for covering an object to be coated (40) with a meltable covering comprises the following steps: establishment of a flame (44), the direction of the flame (F) thereof being oriented towards the object to be coated and introduction of an amount of meltable covering material into the flame. The temperature of the flame is sufficiently high in order to result in the at least partial melting of the meltable material. The speed of the flame is chosen in such a way that the meltable covering material thus melted is projected onto the object to be coated. At least one part of the amount of meltable coating material is in a melted state when it impacts upon the object to be coated. The amount of meltable covering material includes powder. The invention can be used for coating cast iron pipes. .

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/097060 A1

WO 2004/097060 A1

PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) **Abrégé** : Ce procédé de revêtement d'un objet à revêtir (40) par un matériau de revêtement fusible comprend les étapes : établissement d'une flamme (44) ayant un sens de flamme (F) dirigé vers l'objet à revêtir et introduction d'une quantité du matériau de revêtement fusible dans la flamme. La flamme a une température suffisamment élevée pour que le matériau de revêtement fusible soit au moins partiellement fondu. La vitesse de flamme est choisie de sorte telle que le matériau de revêtement fusible fondu soit projeté sur l'objet à revêtir. Au moins une partie de la quantité du matériau de revêtement fusible est à l'état fondu lors de l'impact sur l'objet à revêtir. La quantité de matériau de revêtement fusible comprend de la poudre. Application aux revêtements de tuyaux en fonte.

Procédé de revêtement par flamme et dispositif
correspondant

La présente invention concerne un procédé de
5 revêtement d'un objet à revêtir par un matériau de
revêtement fusible comprenant les étapes :

- établissement d'une flamme ayant une vitesse
maximale de flamme et un sens de flamme qui coïncide avec un
axe de flamme et qui est dirigé vers l'objet à revêtir ;
- 10 - introduction d'une quantité du matériau de
revêtement fusible dans ladite flamme;
- la vitesse maximale de flamme et la distance entre
l'objet à revêtir et la flamme étant choisies de telle sorte
que le matériau de revêtement fusible soit projeté sur
15 l'objet à revêtir, et de telle sorte qu'au moins une partie
de la quantité du matériau de revêtement fusible soit à
l'état fondu lors de l'impact sur l'objet à revêtir.

Elle s'applique notamment aux procédés de revêtement
de tuyaux en fonte par une couche en zinc ou en alliage Zn-
20 Al.

On connaît des procédés de revêtement par
pulvérisation à la flamme. Dans de tels procédés un matériau
de revêtement est introduit sous forme de fil dans une
flamme, qui fait fondre le matériau, de telle sorte que des
25 gouttelettes de matériau de revêtement soient formées. Ces
gouttelettes sont ensuite entraînées par les gaz de
combustion de la flamme et projetées sur un objet devant
être revêtu.

Les procédés de revêtement par pulvérisation à la
30 flamme connus ont un rendement d'environ 60%. Le rendement
est défini par le rapport de la quantité de matériau qui
adhère effectivement à l'objet devant être revêtu à la
quantité de matériau introduit dans la flamme. Environ 10%
du matériau sont perdus par évaporation. Le reste du

matériau, donc environ 30% de celui-ci, n'adhère pas à l'objet devant être revêtu, et s'accumule sous forme de poudre résiduelle.

Cette poudre résiduelle dégradée est difficile à recycler et n'a qu'une faible valeur économique, notamment dans le cas de poudres impures tel que celui de mélanges de différentes matières et/ou d'alliages comme de Zn-Al.

La présente invention a pour but de proposer un procédé de revêtement à la flamme qui soit économique.

A cet effet l'invention a pour objet un procédé du type précité, caractérisé en ce que la quantité de matériau de revêtement fusible comprend de la poudre constituée de particules, et en ce que la flamme a une température suffisamment basse pour que les particules de la poudre ne soient pas évaporées en totalité et suffisamment élevée pour que les particules de la poudre soient au moins partiellement fondues.

Selon d'autres modes de réalisation, le procédé selon l'invention peut comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- la quantité de matériau est constituée de poudre ;
- les particules ont une plus grande dimension inférieure à 1000 μm , de préférence inférieure à 800 μm et notamment inférieure à 500 μm ;
- les particules ont une plus petite dimension supérieure à 20 μm , de préférence supérieure à 40 μm , et notamment supérieure à 60 μm ;
- le matériau est introduit dans la flamme suivant au moins un sens d'introduction, et le sens d'introduction comprend une composante radiale par rapport à l'axe de flamme ;
- le sens d'introduction est dirigé sensiblement radialement par rapport à l'axe de flamme ;

- l'objet à revêtir s'étend suivant un axe longitudinal, et le sens d'introduction a une composante s'étendant parallèlement à l'axe longitudinal ; et
- le sens d'introduction s'étend sensiblement
5 parallèlement à l'axe longitudinal de l'objet à revêtir ;
- le matériau est introduit dans la flamme suivant au moins deux sens d'introduction, et ces deux sens s'étendent de manière symétrique de part et d'autre d'un plan qui comprend l'axe de flamme et qui s'étend
10 perpendiculairement à l'axe longitudinal de l'objet à revêtir ;
- la poudre comprend au moins 50% en poids un métal ou un alliage dont le point de fusion est situé entre 400°C et 500°C, de préférence situé entre 425°C et 475°C ;
- 15 - la poudre est constituée d'un alliage comprenant au moins 50% en poids de Zn, notamment au moins 85% en poids de Zn, et de préférence au moins 95% en poids de Zn ;
- la partie résiduelle de l'alliage comprend de l'aluminium, et est notamment constituée de l'aluminium ;
- 20 - la vitesse maximale de flamme est comprise entre 500 m/s et 2000 m/s, et est de préférence située entre 700 m/s et 900 m/s ;
- au moins une partie de la poudre est une poudre de déchet ;
- 25 - la poudre de déchet est issue d'un procédé de revêtement par projection, et notamment d'un procédé de revêtement arc-fil utilisant un fil ou un cordon de matériau de revêtement fusible comme matériau de départ ;
- ladite partie de la poudre est obtenue par
30 tamisage d'une quantité de poudre de déchet crue ;
- au moins ladite partie de la poudre est soumise à une opération de séchage ou de désoxydation avant l'introduction dans la flamme ; et

- la température maximale de la flamme est comprise entre 2000°C et 3000°C, de préférence comprise entre 2250°C et 2750°C, et notamment entre 2400°C et 2600°C.

L'invention a en outre pour objet un dispositif de revêtement au moyen d'une flamme adapté pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, du type comprenant :

- un brûleur adapté pour être raccordé à une source de gaz combustible et adapté pour établir une flamme suivant un axe de flamme,

- des moyens d'introduction d'un matériau de revêtement fusible dans la flamme,

caractérisé en ce que les moyens d'introduction du matériau de revêtement fusible sont adaptés pour introduire le matériau de revêtement fusible dans la flamme sous forme de poudre.

Selon d'autres modes de réalisation le dispositif selon l'invention peut comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- les moyens d'introduction comprennent un injecteur adapté pour introduire un mélange poudre de matériau de revêtement/gaz d'acheminement dans la flamme suivant un sens d'introduction ;

- le sens d'introduction est dirigé sensiblement radialement par rapport à l'axe de flamme ; et

- le dispositif comprend en outre un mélangeur de poudre de matériau de revêtement/gaz d'acheminement comprenant une entrée de poudre, une entrée de gaz d'acheminement, adaptée pour être raccordée à une source de gaz d'acheminement, et une sortie de mélange poudre de matériau de revêtement/gaz d'acheminement, le mélangeur est adapté pour mélanger la poudre à un flux de gaz d'acheminement, et la sortie de mélange poudre de matériau

de revêtement/gaz d'acheminement est raccordée à au moins un injecteur.

Grâce aux paramètres indiqués ci-dessus, telle que la vitesse du gaz, la température de la flamme et l'endroit
5 d'injection, on obtient un fonctionnement satisfaisant du dispositif et un revêtement uniforme.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, sur
10 lesquels :

- la Figure 1 représente de façon schématique une installation comprenant des dispositifs de revêtement selon l'invention;

- la Figure 2 est une vue schématique d'un
15 dispositif de revêtement selon l'invention;

- la Figure 3 est une vue en coupe longitudinale d'une partie du dispositif de revêtement de la Figure 2; et

- la Figure 4 est une vue de face de la partie du dispositif de revêtement de la Figure 3.

20 Sur la Figure 1 est représentée une installation de revêtement au moyen d'une flamme selon l'invention, désignée par la référence générale 2.

L'installation comprend un dispositif de récupération 4 de poudre crue, un réservoir principal 6,
25 trois réservoirs d'alimentation 8A, 8B, 8C, et trois dispositifs de revêtement à la flamme 10A, 10B, 10C.

Le dispositif de récupération 4 de poudre crue est adapté pour récupérer directement, c'est-à-dire sans traitement, des poudres résiduelles ou de déchet produites
30 lors de la mise en oeuvre de procédés de revêtement connus. De tels procédés utilisent un fil ou un cordon comme matériau de base et produisent des poudres de matériau de revêtement résiduel, constituées de particules dont la plus

grande dimension est généralement située entre 0 μm et 2000 μm .

De telles poudres comprennent généralement des particules en alliage à base d'un métal à faible point de fusion, situé entre 400°C et 450°, et de préférence entre 425°C et 475°C.

L'alliage est par exemple un alliage à base de Zn, qui comprend au moins 50% en poids de Zn, mais de préférence plus de 85% en poids de Zn, et en particulier plus de 95% en poids de Zn.

La partie résiduelle de l'alliage comprend par exemple de l'aluminium et est de préférence constituée d'aluminium.

L'installation 2 comprend en outre des premiers moyens d'alimentation 12 en poudre de matériau de revêtement, adaptés pour alimenter le réservoir principal 6.

Ces premiers moyens d'alimentation 12 comprennent un premier convoyeur 14A dont l'entrée est reliée à une sortie du dispositif de récupération 4 de poudre crue et dont la sortie débouche dans le réservoir principal 6.

L'installation 2 comprend en outre des seconds moyens d'alimentation 14B en poudre de matériau de revêtement, adaptés pour alimenter chacun des réservoirs d'alimentation en poudre de matériau de revêtement, à partir du réservoir principal 6.

En l'occurrence, ces seconds moyens d'alimentation 14B sont constitués de trois convoyeurs 16A, 16B, 16C, dont chacun est relié à une sortie du réservoir principal et à une entrée des réservoirs d'alimentation 8A, 8B, 8C.

Des troisièmes moyens d'alimentation 18 en poudre sont adaptés pour acheminer de la poudre à partir de chacun des réservoirs d'alimentation 8A, 8B, 8C vers chacun des dispositifs de revêtement 10A, 10B, 10C. En l'occurrence,

ces troisièmes moyens d'alimentation 18 sont constitués de trois convoyeurs à vis 20A, 20B, 20C.

Un dispositif de traitement de poudre crue 22 est disposé dans le premier convoyeur 14A et sépare celui-ci en
5 une partie amont 24 et une partie aval 26.

Le dispositif de traitement de poudre crue 22 est formé d'un dispositif de tamisage 28. Ce dispositif de tamisage 28 est adapté pour séparer les particules de la poudre, dont la plus grande dimension et la plus petite
10 dimension sont situées dans une plage prédéterminée. Ce dispositif de tamisage 28 comprend deux tamis gros 29A et fin 29B. Le tamis gros 29A est disposé au-dessus du tamis fin 29B. Le dispositif de tamisage 28 comprend en outre une entrée 30 par laquelle la poudre crue venant du dispositif
15 de récupération 4 est introduite au-dessus du tamis gros 29A au moyen de la partie amont 24. Une première sortie 32 du dispositif de tamisage, disposée entre le tamis gros 29A et le tamis fin 29B, est reliée à la partie aval 26 du premier convoyeur 14A. Le dispositif de tamisage est muni de deux
20 autres sorties 34, 36 respectivement en amont du tamis gros 29A et en aval du tamis fin 29B. Ces sorties 34, 36 sont prévues pour les particules dont la plus grande ou la plus petite dimension est située au-dessus ou au-dessous des limites précitées.

25 En l'occurrence, la plus grande dimension de chacune des particules est inférieure à 1000 μm , de préférence inférieure à 800 μm , et notamment inférieure à 500 μm . De plus, à la première sortie 32 du dispositif de tamisage 28, la poudre est constituée de particules dont la plus petite
30 dimension est supérieure à 20 μm , de préférence supérieure à 40 μm et notamment supérieure à 60 μm .

Dans ce qui suit le dispositif de revêtement 10A sera décrit à titre d'exemple. Les deux autres dispositifs de revêtement 10B, 10C sont identiques.

Sur la Figure 2 est représenté de manière schématique le dispositif de revêtement 10A selon l'invention ainsi qu'un objet devant être revêtu.

L'objet devant être revêtu est un tuyau 40 de forme générale cylindrique creux ayant un axe X-X longitudinal et horizontal. Le tuyau est par exemple en métal et notamment en fonte. Le tuyau 40 est fixé sur un support (non représenté) et peut être entraîné en rotation autour de son axe longitudinal X-X ainsi qu'en translation par rapport au dispositif de revêtement 10 le long de cet axe.

Le dispositif de revêtement 10 comprend un brûleur 42 qui est représenté en coupe partielle sur la Figure 2, ainsi qu'un dispositif 46 d'introduction de la poudre de matériau de revêtement dans une flamme 44.

Le brûleur 42 est adapté pour établir la flamme 44 suivant un sens de flamme F horizontal, qui est défini par un axe de flamme Y-Y et qui est dirigé vers le tuyau 40. L'axe de flamme Y-Y et l'axe longitudinal X-X définissent un angle différent de 0° entre eux. Ces axes définissent un plan P-P, qui s'étend perpendiculairement à l'axe X-X et qui coïncide avec l'axe Y-Y (voir Figure 4).

Le brûleur 42 est formé par une tête de brûleur 48 et des moyens 50 de refroidissement et de guidage de la flamme 44.

La tête de brûleur 48 est munie d'une entrée de gaz comburant 52 reliée à une source de gaz comburant 54, tel que de l'oxygène, par l'intermédiaire d'une conduite de gaz comburant 56 et d'une première vanne de réglage 58 de débit et de pression.

La tête de brûleur 48 est munie d'une entrée de gaz combustible 60, reliée à une source de gaz combustible 62, tel que du gaz naturel, de l'acétylène ou du propane, par l'intermédiaire d'une conduite de gaz combustible 64 et d'une deuxième vanne de réglage 66 de pression et de débit.

La tête de brûleur 48 ainsi qu'une partie du dispositif 46 d'introduction de la poudre sont représentées à plus grande échelle sur la Figure 3, la tête de brûleur 48 étant représentée en coupe longitudinale.

5 La tête de brûleur 48 est généralement de révolution autour de l'axe Y-Y. Elle comprend, disposés successivement les uns derrière les autres, et dans le sens de flamme F, un mélangeur 68, une buse à gaz combustible 70, ainsi qu'une buse à gaz comburant 72. La buse à gaz comburant 72 est
10 maintenue par un support de buse 74. Le mélangeur 68 forme l'entrée de gaz combustible 60 et l'entrée de gaz comburant 52 du brûleur 42. Le mélangeur 68 et la buse à gaz combustible 70 comprennent un passage de gaz combustible 76, coaxial à l'axe Y-Y et une pluralité de passages de gaz
15 comburant 78 répartis régulièrement autour du passage de gaz combustible 76. Ces composants sont connus en soi.

Le passage de gaz combustible 76 du mélangeur 68 a un diamètre adapté à un débit de gaz important.

20 Le rapport des diamètres des passages 76 et 78 est adapté pour établir un mélange de gaz stoechiométrique, à débit important.

Le support de buse à gaz comburant 74 est une pièce de révolution d'axe Y-Y, qui comporte un alésage étagé 80 traversant dont la section transversale diminue à partir de
25 l'extrémité arrière vers l'avant. Le support de buse à gaz comburant 74 comprend une base cylindrique filetée 82, à laquelle se raccorde une partie extérieure tronconique 84.

Les moyens 50 de refroidissement et de guidage de la flamme 44 comprennent un manchon de refroidissement 86, dans
30 lequel est disposée la tête de brûleur 48.

Le manchon 86 comprend une extrémité d'entrée de gaz 88 et une extrémité de sortie de flamme 90.

Le manchon 86 comprend, du côté de l'extrémité d'entrée 88, un alésage taraudé étagé 92, dans une partie

duquel est vissée la base 82 du support de buse 74 à gaz comburant, de telle sorte que la partie tronconique 84 et le reste de l'alésage étagé 92 forment une chambre annulaire de refroidissement 94 entourant une partie axiale du support de buse 74.

Un alésage radial 96 d'entrée de gaz de refroidissement est ménagé dans le manchon 86, alésage 96 qui débouche dans la chambre de refroidissement 94, et qui est raccordé à des moyens 98 d'alimentation en air de refroidissement.

Comme illustré sur la Figure 2, ces moyens 98 d'alimentation en air de refroidissement comprennent un premier compresseur d'air 100 relié à une conduite 102 d'air comprimé qui débouche dans la chambre de refroidissement 94 et dans laquelle est insérée une troisième vanne de réglage 104.

Le manchon 86 comprend en outre des alésages 106 qui s'étendent axialement à partir de la chambre de refroidissement 94 et qui débouchent sur une surface frontale du manchon 86, disposée du côté de l'extrémité de sortie 90 et formée par une gorge annulaire 108 ouverte dans le sens de la flamme F afin de permettre un confinement de la flamme sans perturbation du flux initial.

Comme représenté sur la Figure 4, le manchon 86 comprend huit alésages 106.

Le brûleur 42 est en outre muni d'un dispositif d'amorçage 110 de la flamme (voir Figure 2). Ce dispositif d'amorçage 110 comporte deux électrodes d'amorçage 112 qui se terminent à proximité de l'extrémité de sortie 90 du manchon 86. Les électrodes d'amorçage 112 sont connectées par des fils 114 à une source d'électricité 116. Un interrupteur 118 est interposé dans l'un des fils 114, et permet de commander les électrodes 112.

Le dispositif 46 d'introduction de la poudre dans la flamme 44 comprend quatre injecteurs 120A, 120B, 120C, 120D du type connu (voir Figure 4) ainsi qu'un dispositif de fourniture 122 d'un mélange poudre/air, auquel les
5 injecteurs 120A, 120B, 120C, 120D sont raccordés.

Chaque injecteur 120A, 120B, 120C, 120D est essentiellement constitué d'un tube ayant une sortie de poudre 124, adapté pour introduire de la poudre de matériau de revêtement dans la flamme 44 suivant un sens
10 d'introduction IA à ID. Chacun des sens d'introduction IA à ID est dirigé sensiblement radialement à l'axe de flamme Y-Y. Les deux sens d'introduction IA et IB des deux injecteurs 120A, 120B sont inclinés à 45° vers le bas, tandis que les sens d'introduction IC et ID des deux injecteurs 120C, 120D
15 s'étendent sensiblement horizontalement, parallèlement à l'axe X-X et sont dirigés l'un vers l'autre. Les sens d'introduction IA à ID ont donc chacun une composante s'étendant suivant l'axe longitudinal X-X du tuyau 40.

Les sens d'introduction IA, IB et IC, ID sont
20 disposés de manière symétrique par rapport au plan P-P.

Grâce à cette disposition, les particules de la poudre projetées vers le tuyau 40 sont réparties sur une tache imaginaire dont la direction préférentielle s'étend le long de l'axe X-X. En conséquence, peu de particules sont
25 projetées par-dessus ou par-dessous le tuyau 40.

Une position symétrique par rapport à un axe horizontal donnerait le même résultat dans le cas où le tuyau 40 est disposé de telle manière que son axe X-X s'étend verticalement.

30 Le dispositif de fourniture 122 d'un mélange poudre/air comprend une chambre de mélange 126 de poudre/air ayant une trémie d'entrée 128 pour la poudre de matériau de revêtement et une entrée d'air comprimé 130 qui est reliée à des moyens d'alimentation en air comprimé, formés par un

second compresseur 132 et une quatrième vanne de réglage 134.

Un dispositif de dosage 140, en l'occurrence un convoyeur à vibrations, est disposé au-dessus de l'entrée de la trémie d'entrée 128.

Le dispositif de dosage 140 est adapté pour être alimenté en poudre de matériau de revêtement par le convoyeur à vis 20A.

L'installation selon l'invention fonctionne de la façon suivante.

Tout d'abord le tuyau en fonte 40 est installé sur le support (non représenté) et est entraîné en rotation autour de l'axe X-X.

Puis les vannes 58, 66 sont ouvertes. La pression du gaz combustible est réglée à environ 3 bars dans le cas de propane en tant que gaz combustible. La pression du gaz comburant est réglée à environ 8 bars dans le cas d'oxygène en tant que gaz comburant.

Le débit de gaz combustible est réglé pour obtenir une puissance pouvant atteindre 70 kW. Quant au débit du gaz comburant, il est réglé pour générer une flamme stœchiométrique. La puissance de 70kW correspond à un débit de l'ordre de $7 \frac{Nm^3}{h}$ en gaz naturel.

Le premier compresseur 100 est mis en route et la chambre de refroidissement 94 est alimentée en air sous pression, par exemple sous une pression d'environ 2 bars.

Ensuite, la flamme 44 est amorcée par le dispositif d'amorçage 110. La flamme 44 qui est établie a une puissance située entre 30 kW et 70 kW.

La température maximale de la flamme 44 est comprise entre 2000°C et 3000°C, de préférence comprise entre 2250°C et 2750°C, et notamment entre 2400°C et 2600°C.

La vitesse maximale des gaz de la flamme 44 est située entre 500 m/s et 2000 m/s, et de préférence entre 700 m/s et 900m/s.

Puis le dispositif de fourniture du mélange 122 est mis en route et achemine un mélange air/poudre vers les injecteurs 120A, 120B, 120C, 120D. Le débit de poudre d'un seul injecteur 120A, 120B, 120C, 120D est situé entre 15 kg/h et 50 kg/h, et est de préférence d'environ 35 kg/h par injecteur. Le débit de poudre de l'ensemble des injecteurs est situé entre 60 kg/h et 250 kg/h.

Les injecteurs 120A, 120B, 120C, 120D introduisent alors le mélange air/poudre dans la flamme 44 suivant les sens d'introduction IA à ID. La vitesse d'injection de la poudre dans la flamme 44 est située entre 20 m/s et 50 m/s.

Les particules de poudre sont alors entraînées par la flamme 44 dans le sens F de celle-ci. Elles sont fondues complètement par la flamme 44 et forment des gouttelettes de matière de revêtement fondu. Grâce au fait que les dimensions des particules sont situées à l'intérieur de la plage précitée, les particules sont fondues complètement sans pour autant s'évaporer. Les gouttelettes sortent de la flamme 44 d'une manière suffisamment rapide pour éviter leur évaporation.

Les gouttelettes sont projetées sur le tuyau 40. La distance entre la flamme 44 et le tuyau 40 est choisie de telle sorte que les gouttelettes sont encore à l'état liquide lorsqu'elles rencontrent le tuyau.

Les gouttelettes adhèrent au tuyau 40 et se solidifient en formant un revêtement.

Afin de revêtir la surface extérieure suivant la longueur du tuyau 40, celui-ci est entraîné en translation suivant l'axe X-X.

Le procédé selon l'invention permet de revêtir un objet d'une couche de revêtement à un haut débit en masse de

poudre tout en utilisant de la poudre récupérée de procédés de revêtements précédents. De plus, le procédé selon l'invention atteint un rendement semblable à celui des procédés de revêtement à la flamme utilisant un matériau de revêtement en forme de fil, à savoir de l'ordre de 60%.

Le dispositif selon l'invention ainsi que les paramètres de procédé permettent d'utiliser une poudre constituée d'un alliage à faible point de fusion (environ 450°C), tel que du $Zn_{85}Al_{15}$, en tant que matériau de revêtement.

D'une manière générale, la poudre est constituée d'au moins 50% d'un métal ou d'un alliage dont le point de fusion est situé entre 400°C et 500°C, de préférence situé entre 425°C et 475°C.

En variante, la chambre de mélange 126 peut être reliée à une source de gaz d'acheminement autre que de l'air, par exemple une source d'un gaz inerte.

En variante encore, le dispositif de revêtement peut être muni d'un nombre d'injecteurs autre que quatre, par exemple de deux injecteurs ou de six injecteurs.

Par ailleurs, le dispositif de traitement de la poudre peut comporter un dispositif de séchage et/ou de désoxydation de la poudre, afin d'améliorer la faculté d'écoulement de cette dernière et/ou la qualité du revêtement.

REVENDICATIONS

1. Procédé de revêtement d'un objet à revêtir (40) par un matériau de revêtement fusible comprenant les étapes :

5 - établissement d'une flamme (44) ayant une vitesse maximale de flamme et un sens de flamme (F) qui coïncide avec un axe de flamme (Y-Y) et qui est dirigé vers l'objet à revêtir (40);

10 - introduction d'une quantité du matériau de revêtement fusible dans ladite flamme (44);

15 - la vitesse maximale de flamme et la distance entre l'objet à revêtir (40) et la flamme (44) étant choisies de telle sorte que le matériau de revêtement fusible soit projeté sur l'objet à revêtir (40), et de telle sorte qu'au moins une partie de la quantité du matériau de revêtement fusible soit à l'état fondu lors de l'impact sur l'objet à revêtir (40),

20 caractérisé en ce que la quantité de matériau de revêtement fusible comprend de la poudre constituée de particules, et

25 en ce que la flamme (44) a une température suffisamment basse pour que les particules de la poudre ne soient pas évaporées en totalité et suffisamment élevée pour que les particules de la poudre soient au moins partiellement fondues.

2. Procédé de revêtement selon la revendication 1, caractérisé en ce que la quantité de matériau est constituée de poudre.

30 3. Procédé de revêtement selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les particules ont une plus grande dimension inférieure à 1000 μm , de préférence inférieure à 800 μm et notamment inférieure à 500 μm .

4. Procédé de revêtement selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les particules

ont une plus petite dimension supérieure à 20 μm , de préférence supérieure à 40 μm , et notamment supérieure à 60 μm .

5 Procédé de revêtement selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le matériau est introduit dans la flamme (44) suivant au moins un sens d'introduction (IA à ID), et en ce que le sens d'introduction (IA à ID) comprend une composante radiale par rapport à l'axe de flamme (Y-Y).

10 Procédé de revêtement selon la revendication 5, caractérisé en ce que le sens d'introduction (IA à ID) est dirigé sensiblement radialement par rapport à l'axe de flamme (Y-Y).

15 Procédé de revêtement selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que l'objet à revêtir (40) s'étend suivant un axe longitudinal (X-X), et en ce que le sens d'introduction (IA à ID) a une composante s'étendant parallèlement à l'axe longitudinal (X-X).

20 Procédé de revêtement selon la revendication 7, caractérisé en ce que le sens d'introduction (IC, ID) s'étend sensiblement parallèlement à l'axe longitudinal (X-X) de l'objet à revêtir (40).

25 Procédé de revêtement selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que le matériau est introduit dans la flamme (44) suivant au moins deux sens d'introduction (IA, IB ; IC, ID), et en ce que ces deux sens s'étendent de manière symétrique de part et d'autre d'un plan (P-P) qui comprend l'axe de flamme (Y-Y) et qui s'étend perpendiculairement à l'axe longitudinal (X-X) de l'objet à
30 revêtir.

10. Procédé de revêtement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la poudre comprend au moins 50% en poids un métal ou un alliage dont

le point de fusion est situé entre 400°C et 500°C, de préférence situé entre 425°C et 475°C.

11. Procédé de revêtement selon la revendication 10, caractérisé en ce que la poudre est constituée d'un alliage
5 comprenant au moins 50% en poids de Zn, notamment au moins 85% en poids de Zn, et de préférence au moins 95% en poids de Zn.

12. Procédé de revêtement selon la revendication 11, caractérisé en ce que la partie résiduelle de l'alliage
10 comprend de l'aluminium, et est notamment constituée de l'aluminium.

13. Procédé de revêtement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la vitesse maximale de flamme est comprise entre 500 m/s et 2000 m/s,
15 et est de préférence située entre 700 m/s et 900 m/s.

14. Procédé de revêtement selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'au moins une partie de la poudre est une poudre de déchet.

15. Procédé de revêtement selon la revendication 14, caractérisé en ce que la poudre de déchet est issue d'un
20 procédé de revêtement par projection, et notamment d'un procédé de revêtement arc-fil utilisant un fil ou un cordon de matériau de revêtement fusible comme matériau de départ.

16. Procédé de revêtement selon la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce que ladite partie de la poudre est
25 obtenue par tamisage d'une quantité de poudre de déchet crue.

17. Procédé de revêtement selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'au moins ladite partie de la poudre est
30 soumise à une opération de séchage ou de désoxydation avant l'introduction dans la flamme (44).

18. Procédé de revêtement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la température maximale de la flamme est comprise entre 2000°C

et 3000°C, de préférence comprise entre 2250°C et 2750°C, et notamment entre 2400°C et 2600°C.

19. Dispositif de revêtement au moyen d'une flamme adapté pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une
5 quelconque des revendications précédentes, du type comprenant :

- un brûleur (42) adapté pour être raccordé à une source de gaz (62) combustible et adapté pour établir une flamme (44) suivant un axe de flamme (Y-Y),

10 - des moyens (46) d'introduction d'un matériau de revêtement fusible dans la flamme,

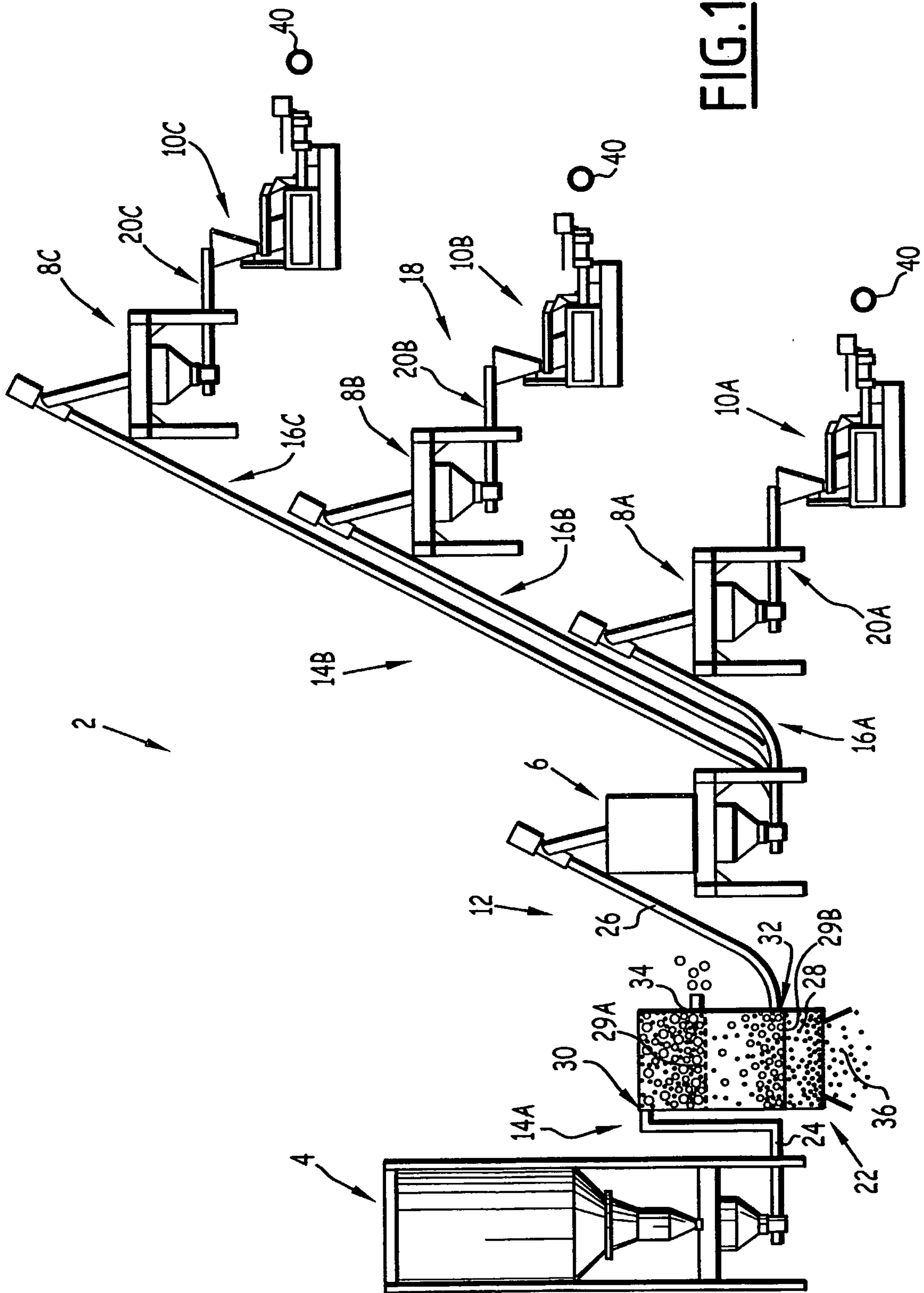
caractérisé en ce que les moyens (46) d'introduction du matériau de revêtement fusible sont adaptés pour introduire le matériau de revêtement fusible dans la flamme
15 (44) sous forme de poudre.

20. Dispositif selon la revendication 19, caractérisé en ce que les moyens (46) d'introduction comprennent un injecteur (120A, 120B, 120C, 120D) adapté pour introduire un mélange poudre de matériau de
20 revêtement/gaz d'acheminement dans la flamme (44) suivant un sens d'introduction (IA, IB, IC, ID).

21. Dispositif selon la revendication 20, caractérisé en ce que le sens d'introduction (IA, IB, IC, ID) est dirigé sensiblement radialement par rapport à l'axe
25 de flamme (Y-Y).

22. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 19 à 21, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un mélangeur (120) de poudre de matériau de revêtement/gaz d'acheminement comprenant une entrée de
30 poudre (128), une entrée de gaz d'acheminement (130), adaptée pour être raccordée à une source de gaz d'acheminement (132), et une sortie de mélange poudre de matériau de revêtement/gaz d'acheminement, en ce que le mélangeur (120) est adapté pour mélanger la poudre à un flux

de gaz d'acheminement, et en ce que la sortie de mélange poudre de matériau de revêtement/gaz d'acheminement est raccordée à au moins un injecteur (120A, 120B, 120C, 120D).



2/4

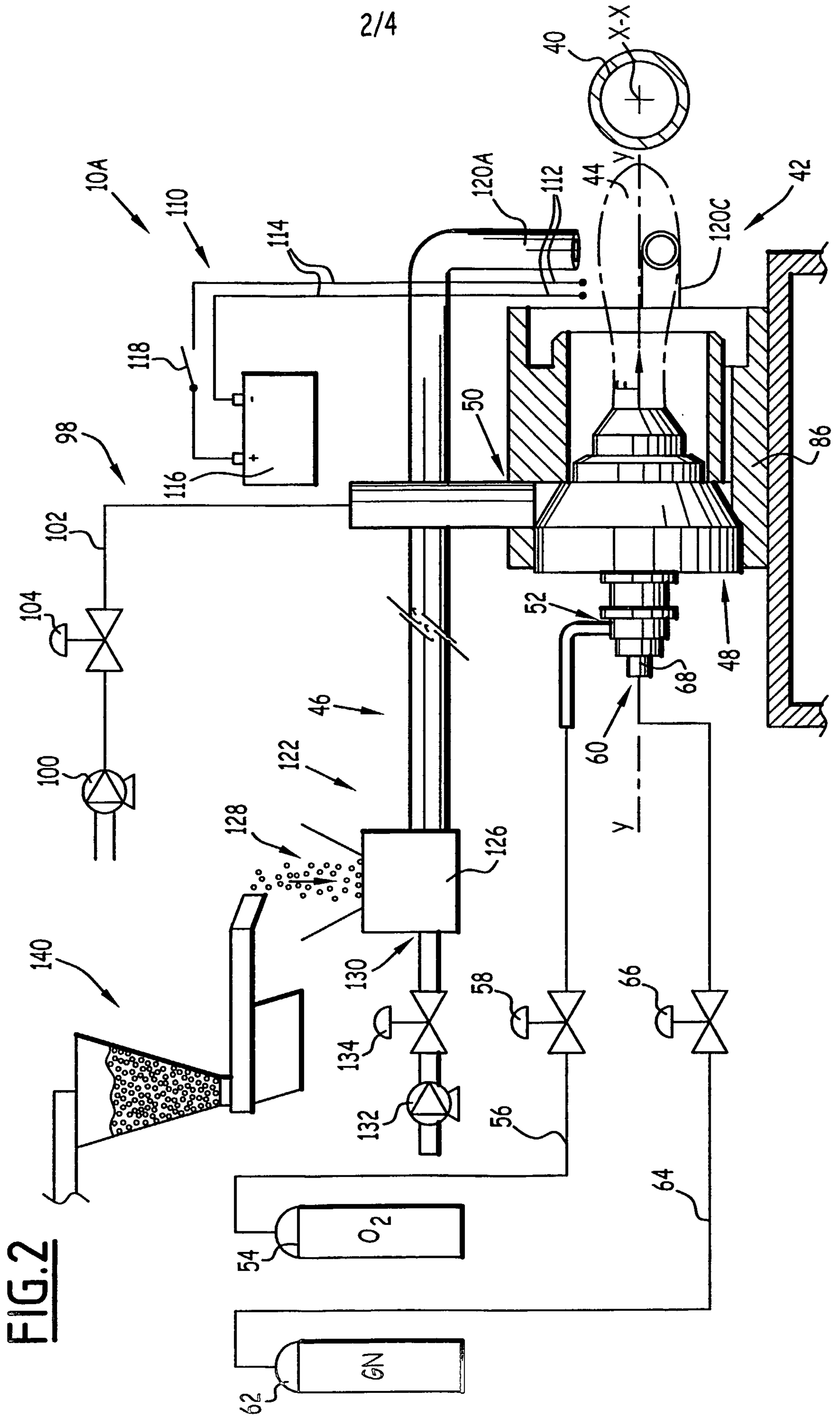


FIG. 2

