



(11) **EP 1 616 041 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
26.03.2008 Bulletin 2008/13

(51) Int Cl.:
C23C 4/12 ^(2006.01) **B05D 1/10** ^(2006.01)
B05B 7/20 ^(2006.01) **C23C 4/16** ^(2006.01)
C23C 4/04 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **04742532.7**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2004/000952

(22) Date de dépôt: **16.04.2004**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2004/097060 (11.11.2004 Gazette 2004/46)

(54) **PROCEDE DE REVETEMENT PAR FLAMME ET DISPOSITIF CORRESPONDANT**
FLAMMENBESCHICHTUNGSVERFAHREN UND ENTSPRECHENDE VORRICHTUNG
FLAME COVERING METHOD AND CORRESPONDING DEVICE

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

(74) Mandataire: **Jacobson, Claude et al**
Cabinet Lavoix
2, Place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(30) Priorité: **23.04.2003 FR 0304986**

(56) Documents cités:
EP-A- 0 532 134 DE-C- 10 022 161
FR-A- 2 321 552 US-A- 4 604 306

(43) Date de publication de la demande:
18.01.2006 Bulletin 2006/03

(73) Titulaire: **Saint-Gobain PAM**
54000 Nancy (FR)

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 047 (C-475), 12 février 1988 (1988-02-12) & JP 62 192572 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 24 août 1987 (1987-08-24)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 12, 5 décembre 2003 (2003-12-05) & JP 2004 081915 A (SUZUKI MOTOR CORP), 18 mars 2004 (2004-03-18)**
- **GROSHART E: "Finishing in the Green" METAL FINISHING, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHING, NEW YORK, NY, US, vol. 95, no. 7, 1 juillet 1997 (1997-07-01), pages 46-48, XP004091608 ISSN: 0026-0576**

(72) Inventeurs:
• **TOURNIER, Alain**
F-54000 NANCY (FR)
• **GIRARDIN, Denis**
F-54700 MAIDIERES (FR)
• **CHEZEAU, Michel**
F-54820 MARBACHE (FR)
• **SECONDY, Alain**
F-57685 AUGNY (FR)

EP 1 616 041 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de revêtement d'un objet à revêtir selon le préambule de la revendication 1.

[0002] Elle s'applique notamment aux procédés de revêtement de tuyaux en fonte par une couche en zinc ou en alliage Zn-Al.

[0003] 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 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.

[0004] Les procédés de revêtement par pulvérisation à la 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.

[0005] 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.

[0006] La présente invention a pour but de proposer un procédé de revêtement à la flamme qui soit économique.

[0007] A cet effet l'invention a pour objet un procédé selon la revendication 1.

[0008] Selon d'autres modes de réalisation, le procédé selon l'invention peut comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques des revendications de procédé dépendantes de la revendication 1.

[0009] 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 les caractéristiques de la revendication indépendante de dispositif.

[0010] Selon d'autres modes de réalisation le dispositif selon l'invention peut comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques des revendications dépendantes de dispositif.

[0011] Grâce aux paramètres indiqués ci-dessus, telle que la vitesse du gaz, la température de la flamme et l'endroit d'injection, on obtient un fonctionnement satisfaisant du dispositif et un revêtement uniforme.

[0012] 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 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 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.

[0013] Sur la Figure 1 est représentée une installation de revêtement au moyen d'une flamme selon l'invention, désignée par la référence générale 2.

[0014] L'installation comprend un dispositif de récupération 4 de poudre crue, un réservoir principal 6, trois réservoirs d'alimentation 8A, 8B, 8C, et trois dispositifs de revêtement à la flamme 10A, 10B, 10C.

[0015] 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 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 .

[0016] 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.

[0017] 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.

[0018] La partie résiduelle de l'alliage comprend de l'aluminium et est de préférence constituée d'aluminium.

[0019] 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.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] Un dispositif de traitement de poudre crue 22 est disposé dans le premier convoyeur 14A et sépare celui-ci en une partie amont 24 et une partie aval 26.

[0025] 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 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 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 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.

[0026] 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 dimension est supérieure à 20 μm , de préférence supérieure à 40 μm et notamment supérieure à 60 μm .

[0027] 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.

[0028] Sur la Figure 2 est représenté de manière schématique le dispositif de revêtement 10A selon l'invention ainsi qu'un objet devant être revêtu.

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] 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).

[0032] Le brûleur 42 est formé par une tête de brûleur

48 et des moyens 50 de refroidissement et de guidage de la flamme 44.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] 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 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 comburant 78 répartis régulièrement autour du passage de gaz combustible 76. Ces composants sont connus en soi.

[0037] Le passage de gaz combustible 76 du mélangeur 68 a un diamètre adapté à un débit de gaz important.

[0038] Le rapport des diamètres des passages 76 et 78 est adapté pour établir un mélange de gaz stoechiométrique, à débit important.

[0039] 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 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.

[0040] Les moyens 50 de refroidissement et de guidage de la flamme 44 comprennent un manchon de refroidissement 86, dans lequel est disposée la tête de brûleur 48.

[0041] Le manchon 86 comprend une extrémité d'entrée de gaz 88 et une extrémité de sortie de flamme 90.

[0042] 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.

[0043] 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.

[0044] 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.

[0045] 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.

[0046] Comme représenté sur la Figure 4, le manchon 86 comprend huit alésages 106.

[0047] 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.

[0048] 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 injecteurs 120A, 120B, 120C, 120D sont raccordés.

[0049] 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 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 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.

[0050] Les sens d'introduction IA, IB et IC, ID sont disposés de manière symétrique par rapport au plan P-P.

[0051] 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 projetées par-dessus ou par-dessous le tuyau 40.

[0052] 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.

[0053] 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.

[0054] 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.

[0055] Le dispositif de dosage 140 est adapté pour être alimenté en poudre de matériau de revêtement par le convoyeur à vis 20A.

[0056] L'installation selon l'invention fonctionne de la façon suivante.

[0057] 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.

[0058] 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.

[0059] 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 stoechiométrique. La puissance de 70kW cor-

respond à un débit de l'ordre de $7 \frac{Nm^3}{h}$ en gaz naturel.

[0060] 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.

[0061] 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.

[0062] 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.

[0063] 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.

[0064] 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.

[0065] 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.

[0066] 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.

[0067] 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.

[0068] Les gouttelettes adhèrent au tuyau 40 et se solidifient en formant un revêtement.

[0069] Afin de revêtir la surface extérieure suivant la longueur du tuyau 40, celui-ci est entraîné en translation suivant l'axe X-X.

[0070] 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%.

[0071] 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.

[0072] 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.

[0073] 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.

[0074] 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.

[0075] 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 :

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

- la quantité de matériau de revêtement fusible comprenant de la poudre constituée de particules,

- la flamme (44) ayant 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,

caractérisé en ce qu'au moins une partie de la poudre est une poudre de déchet issue d'un procédé de revêtement par projection, **en ce que** 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, et **en ce que** la partie résiduelle de l'alliage comprend de l'aluminium, et est notamment constituée de l'aluminium.

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

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).

6. 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).

7. 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).
8. 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). 5
9. 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 revêtir. 10 15
10. Procédé de revêtement selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la poudre est introduite dans la flamme par au moins un injecteur (120A, 120B, 120C, 120D), et **en ce que** le débit de poudre introduit dans la flamme est situé entre 60kg/h et 250kg/h. 20 25
11. 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, et est de préférence située entre 700 m/s et 900 m/s. 30
12. Procédé de revêtement selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la poudre de déchet est issue d'un procédé de revêtement arc-fil utilisant un fil ou un cordon de matériau de revêtement fusible comme matériau de départ. 35
13. Procédé de revêtement selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite partie de la poudre est obtenue par tamisage d'une quantité de poudre de déchet crue. 40
14. Procédé de revêtement selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** au moins ladite partie de la poudre est soumise à une opération de séchage ou de désoxydation avant l'introduction dans la flamme (44). 45
15. 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. 50
16. 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 (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),
 - des moyens (46) d'introduction d'un matériau de revêtement fusible dans la flamme,
- caractérisé en ce que**
- le dispositif comprend un réservoir d'alimentation (8A, 8B, 8C) contenant au moins en partie une poudre de déchet issue d'un procédé de revêtement par projection et des moyens d'alimentation (18) des moyens d'introduction (46) à partir du réservoir d'alimentation (8A, 8B, 8C), **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 (44) sous forme de poudre, et **en ce que** 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 est de Zn, et **en ce que** la partie résiduelle de l'alliage comprend de l'aluminium, et est notamment constituée de l'aluminium. 55
17. Dispositif selon la revendication 16, **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 revêtement/gaz d'acheminement dans la flamme (44) suivant un sens d'introduction (IA, IB, IC, ID). 30
18. Dispositif selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** le sens d'introduction (IA, IB, IC, ID) est dirigé sensiblement radialement par rapport à l'axe de flamme (Y-Y). 35
19. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 17 à 18, **caractérisé en ce que** il comprend en outre un mélangeur (120) de poudre de matériau de revêtement/gaz d'acheminement comprenant une entrée de 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). 40 45 50

Claims

1. A process for coating an object (40) requiring coating using a fusible coating material comprising the stages of:

- establishing a flame (44), having a maximum flame speed and flame direction (F) which coincide with a flame axis (Y-Y), which is directed towards the object (4) requiring coating,
 - adding a quantity of fusible coating material into the said flame (44),
 - selecting the maximum flame speed and the distance between the object (40) requiring coating and the flame (44) so that the fusible coating material is projected onto the object (40) requiring coating in such a way that at least part of the quantity of fusible coating material is in the fused state when it impacts against the object (40) requiring coating,
 - the quantity of usable coating material comprising powder made up of particles,
 - the flame (44) having a temperature sufficiently low for the powder particles not to be wholly evaporated and sufficiently high for the powder particles to be at least partly fused,
- characterised in that** at least a portion of the powder is a waste powder originating from a spray coating process, in which the powder comprises an alloy comprising at least 50% by weight of Zn, in particular at least 85% by weight of Zn and preferably at least 95% by weight of Zn, and **in that** the remainder of the alloy includes aluminium, and in particular comprises aluminium.
2. A coating process according to claim 1, **characterised in that** the quantity of material is in powder form.
 3. A coating process according to claim 1 or 2, **characterised in that** the particles have a largest dimension of less than 1000 μm , preferably less than 800 μm and in particular less than 500 μm .
 4. A coating process according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the particles have a smallest dimension of more than 20 μm , preferably more than 40 μm , and in particular more than 60 μm .
 5. A coating process according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the material is added to the flame (44) in at least one direction of addition (IA to ID) and **in that** the direction of addition (IA to ID) comprises a radial component in relation to the flame axis (Y-Y).
 6. A coating process according to claim 5, **characterised in that** the direction of addition (IA to ID) is directed substantially radially with respect to the flame axis (Y-Y).
 7. A coating process according to claim 5 or 6, **characterised in that** the object (40) requiring coating extends along a longitudinal axis (X-X) and **in that**
 - the direction in which a component is added (IA to ID) extends parallel to the longitudinal axis (X-X).
 8. A coating process according to claim 7, **characterised in that** the direction of addition (IC, ID) is substantially parallel to the longitudinal axis (X-X) of the object (40) requiring coating.
 9. A coating process according to claim 7 or 8, **characterised in that** the material is added into the flame (44) in at least two directions of addition (IA, IB; IC, ID) and **in that** these two directions are symmetrical on either side of a plane (P-P) which includes the flame axis (Y-Y) and is perpendicular to the longitudinal axis (X-X) of the object requiring coating.
 10. A coating process according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the powder is added to the flame through at least one injector (120A, 120B, 120C, 120D) and **in that** the flow of powder injected into the flame is between 60 kg/h and 250 kg/h.
 11. A coating process according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the maximum flame speed is between 500 m/s and 2000 m/s, and preferably lies between 700 m/s and 900 m/s.
 12. A coating process according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the waste powder originates from an arc-wire coating process using a wire or bead of fusible coating material as the starting material.
 13. A coating process according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the said portion of the powder is obtained by screening a quantity of unprocessed waste powder.
 14. A coating process according to claim 13, **characterised in that** at least the said portion of powder is subjected to an operation of drying or deoxidation before addition to the flame (44).
 15. A coating process according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the maximum temperature of the flame is between 2000°C and 3000°C, preferably between 2250°C and 2750°C, and in particular between 2400°C and 2600°C.
 16. A flame coating device designed to implement the process according to any one of the preceding claims, of the type comprising:
 - a burner (42) designed to be connected to a source of combustible gas (62) and designed to produce a flame (44) along a flame axis (Y-Y),
 - means (46) for adding a fusible coating material

to the flame,

- **characterised in that**

the device comprises a feed container (8A, 8B, 8C) containing at least in part a waste powder originating from a spray coating process and feed means (18) for the means (46) for addition from the feed container (8A, 8B, 8C), **in that** the means (46) for addition of the fusible coating material are designed to add the fusible coating material to the flame (44) in powder form, and **in that** the powder comprises an alloy comprising at least 50% by weight of Zn, in particular at least 85% by weight of Zn, and preferably at least 95% by weight of Zn, and **in that** the remainder of the alloy includes aluminium, and in particular comprises aluminium.

17. A device according to claim 16, **characterised in that** the means (46) of addition comprise an injector (120A, 120B, 120C, 120D) designed to add a powder mixture of coating material/delivery gas to the flame (44) in a direction of addition (IA, IB, IC, ID).
18. A device according to claim 17, **characterised in that** the direction of addition (IA, IB, IC, ID) is substantially radial with respect to the flame axis (Y-Y).
19. A device according to either of claims 17 or 18, **characterised in that** it also comprises a mixer (120) for coating material/delivery gas comprising a powder inlet (128), a delivery gas inlet (130) designed to be connected to a source of delivery gas (132) and an outlet for the coating material powder/delivery gas mixture, **in that** the mixer (120) is designed to mix the powder with a flow of delivery gas, and **in that** the output of the mixture of coating material powder/delivery gas is connected to at least one injector (120A, 120B, 120C, 120D).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Beschichtung eines Objekts (40), das durch ein schmelzbares Material zu beschichten ist, mit folgenden Schritten:
- Bilden einer Flamme (44) mit einer maximalen Flammengeschwindigkeit und einer Flammenrichtung (F), die mit einer Flammenachse (Y-Y) übereinstimmt und die in Richtung des zu beschichtenden Objekts (40) ausgerichtet ist;
 - Zuführen einer Menge des schmelzbaren Beschichtungsmaterials in die Flamme (44);
 - wobei die maximale Flammengeschwindigkeit und der Abstand zwischen dem zu beschichtenden Objekt (40) und der Flamme (44) derart gewählt sind, dass das schmelzbare Beschichtungsmaterial auf das zu beschichtende Objekt

(40) gespritzt wird, und derart, dass sich zumindest ein Teil der Menge an schmelzbarem Beschichtungsmaterials beim Auftreffen auf dem zu beschichtenden Objekt (40) in geschmolzenem Zustand befindet,

- die Menge an schmelzbarem Beschichtungsmaterial Pulver enthält, das von Partikeln gebildet ist,

- wobei die Flamme (44) eine Temperatur aufweist, die ausreichend niedrig ist, damit die Partikel des Pulvers nicht zur Gänze verdampfen, und die ausreichend hoch ist, damit die Partikel des Pulvers zumindest teilweise geschmolzen werden,

dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil des Pulvers ein Pulverrückstand ist, der aus dem Spritzbeschichtungsverfahren hervorgegangen ist, dass das Pulver von einer Legierung gebildet ist, die mindestens 50% Gewichtsanteil an Zn, insbesondere mindestens 85% Gewichtsanteil an Zn und vorzugsweise mindestens 95% Gewichtsanteil an Zn enthält, und dass der Restanteil der Legierung Aluminium enthält und insbesondere aus Aluminium besteht.

2. Beschichtungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Menge an Material aus Pulver besteht.
3. Beschichtungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Partikel eine größtmögliche Größe haben, die kleiner als 1.000 μm , vorzugsweise kleiner als 800 μm und insbesondere kleiner als 500 μm ist.
4. Beschichtungsverfahren entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Partikel eine kleinstmögliche Größe haben, die größer als 20 μm , vorzugsweise größer als 40 μm und insbesondere größer als 60 μm ist.
5. Beschichtungsverfahren entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material in zumindest einer Zuführungsrichtung (IA bis ID) in die Flamme (44) zugeführt wird und dass die Zuführungsrichtung (IA bis ID) eine relativ zu der Flammenachse (Y-Y) radiale Komponente aufweist.
6. Beschichtungsverfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuführungsrichtung (IA bis ID) relativ zu der Flammenachse (Y-Y) im Wesentlichen in radialer Richtung ausgerichtet wird.
7. Beschichtungsverfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das zu beschichtende Objekt (40) entlang einer Längsachse

- (X-X) erstreckt und dass die Zuführungsrichtung (IA bis ID) eine Komponente aufweist, die sich parallel zu der Längsachse (X-X) erstreckt.
8. Beschichtungsverfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Zuführungsrichtung (IC, ID) im Wesentlichen parallel zu der Längsachse (X-X) des zu beschichtenden Objekts (40) erstreckt. 5
9. Beschichtungsverfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material in zumindest zwei Zuführungsrichtungen (IA, IS; IC, ID) in die Flamme (44) zugeführt wird und dass sich diese beiden Richtungen symmetrisch beiderseits einer Ebene (P-P) erstrecken, welche die Flammenachse (Y-Y) enthält und sich senkrecht zu der Längsachse (X-X) des zu beschichtenden Objekts erstreckt. 10
10. Beschichtungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Pulver über zumindest ein Einspritzelement (120A, 120B, 120C, 120D) in die Flamme zugeführt wird und dass die Menge des in die Flamme zugeführten Pulvers zwischen 60 kg/h und 250 kg/h beträgt. 15
11. Beschichtungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale Flammengeschwindigkeit zwischen 500 m/s und 2.000 m/s beträgt und vorzugsweise zwischen 700 m/s und 900 m/s liegt. 20
12. Beschichtungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Pulverrückstand aus einem Drahtlichtbogenbeschichtungsverfahren hervorgegangen ist, bei dem als Ausgangsmaterial ein Draht oder eine Litze aus schmelzbarem Beschichtungsmaterial verwendet wird. 25
13. Beschichtungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Teil des Pulvers durch Sieben einer Menge unverbrannten Pulverrückstands erhalten ist. 30
14. Beschichtungsverfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest der Teil des Pulvers vor der Zuführung in die Flamme (44) einer Trocknung oder einer Desoxidation unterzogen wird. 35
15. Beschichtungsverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale Temperatur der Flamme zwischen 2.000 °C und 3.000 °C, vorzugsweise zwischen 2.250 °C und 2.750 °C und insbesondere zwischen 2.400 °C und 2.600 °C beträgt. 40
16. Vorrichtung zur Beschichtung mittels einer Flamme, angepasst für die Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangegangenen Ansprüche, umfassend: 45
- einen Brenner (42), der für den Anschluss an eine Verbrennungsgasquelle (62) vorgesehen ist und für die Bildung einer Flamme (44) in einer Flammenrichtung (Y-Y) vorgesehen ist,
 - Mittel (46) für die Zuführung eines schmelzbaren Beschichtungsmaterials in die Flamme,
- dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung einen Beschickungsbehälter (8A, 8B, 8C), der zumindest zum Teil einen Pulverrückstand enthält, der aus einem Spritzbeschichtungsverfahren hervorgegangen ist, und Mittel für die Beschickung (18) der Zuführungsmittel (46) aus dem Beschickungsbehälter (8A, 8B, 8C) aufweist, und dass die Mittel (46) für die Zuführung des schmelzbaren Beschichtungsmaterials dafür vorgesehen sind, das schmelzbare Beschichtungsmaterial in Form von Pulver in die Flamme (44) einzuführen, und dass das Pulver von einer Legierung gebildet ist, die mindestens 50% Gewichtsanteil an Zn, insbesondere mindestens 85% Gewichtsanteil an Zn und vorzugsweise mindestens 95% Gewichtsanteil an Zn enthält, und dass der Restanteil der Legierung Aluminium enthält und insbesondere aus Aluminium besteht. 50
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuführungsmittel (46) ein Einspritzelement (120A, 120B, 120C, 120D) aufweisen, das dafür vorgesehen ist, ein Gemisch aus Pulver aus Beschichtungsmaterial/Fördergas in einer Zuführungsrichtung (IA, IB, IC, ID) in die Flamme (44) einzuführen. 55
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuführungsrichtung (IA bis ID) relativ zu der Flammenachse (Y-Y) im Wesentlichen in radialer Richtung ausgerichtet ist.
19. Vorrichtung entsprechend einem der Ansprüche 17 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ferner ein Element zum Vermischen (120) von Pulver aus Beschichtungsmaterial/Fördergas enthält, das einen Einlass für das Pulver (128), einen Einlass für das Fördergas (130), der für den Anschluss an eine Fördergasquelle (132) vorgesehen ist, und einen Auslass für das Gemisch aus Pulver aus Beschichtungsmaterial/Fördergas aufweist, dass das Mischelement (120) dafür vorgesehen ist, das Pulver mit einem Fördergasstrom zu vermischen, und dass der Auslass für das Gemisch aus Pulver aus Beschichtungsmaterial/Fördergas an zumindest ein Einspritzelement (120A, 120B, 120C, 120D) angeschlossen ist.

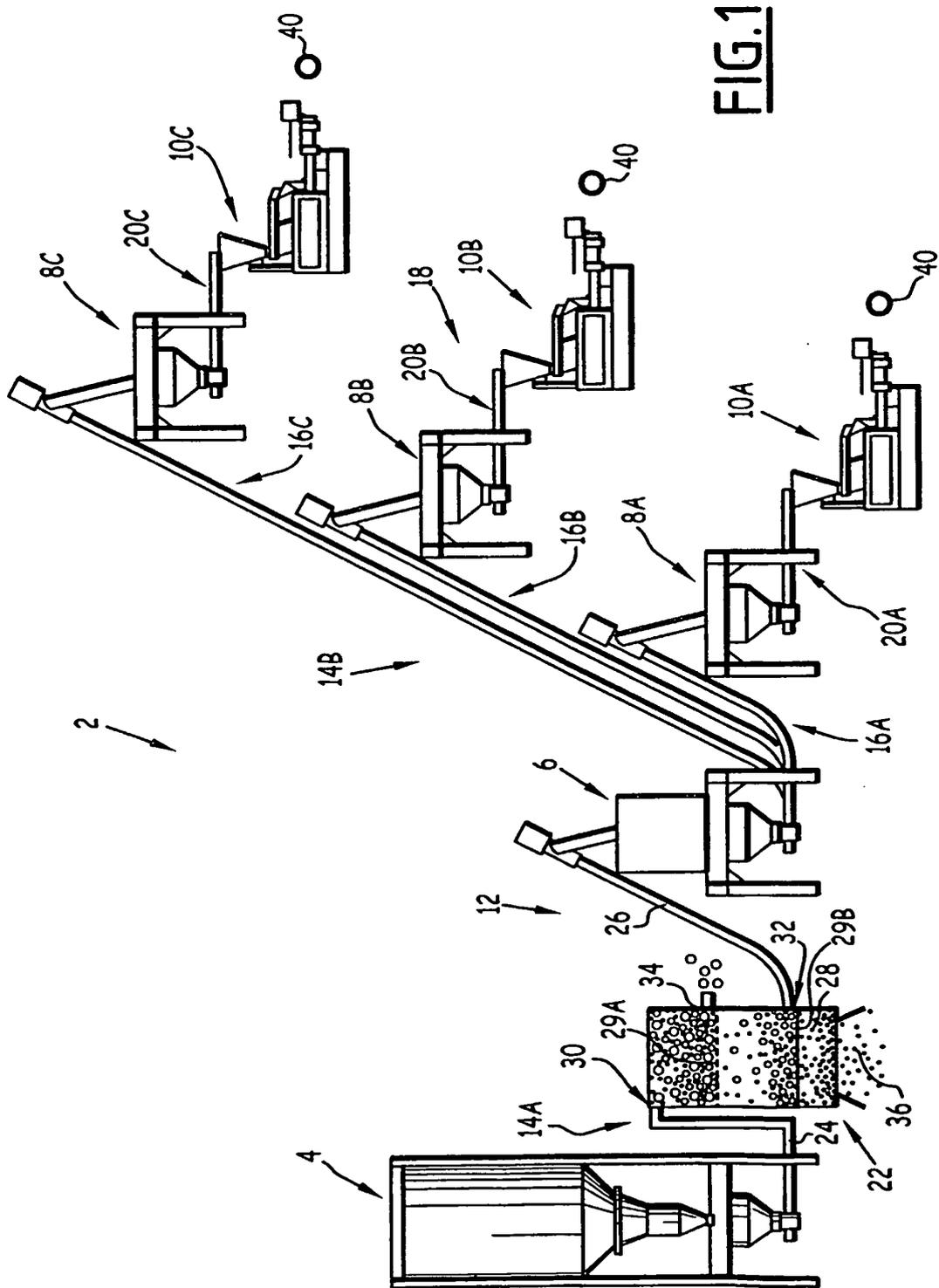
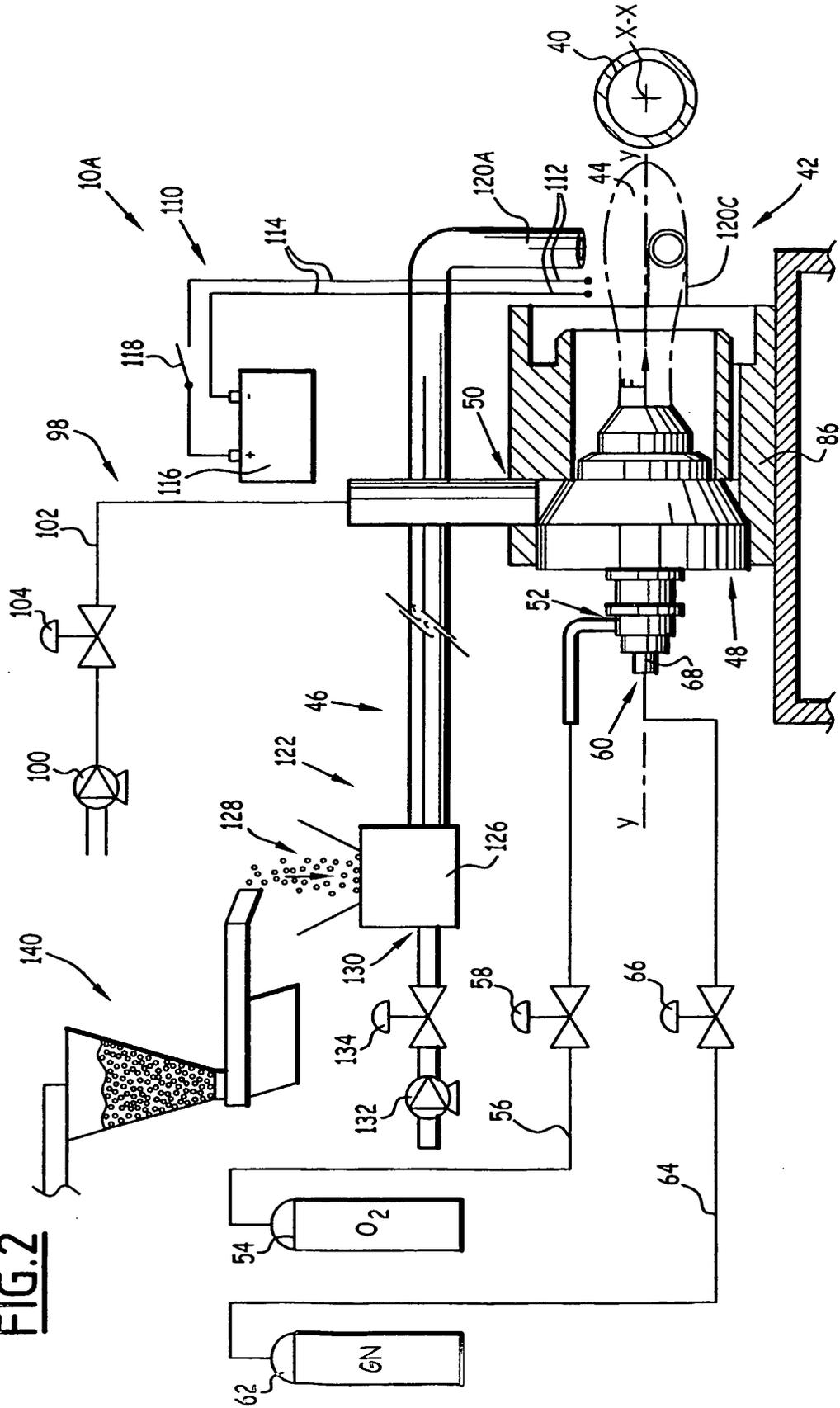


FIG. 2



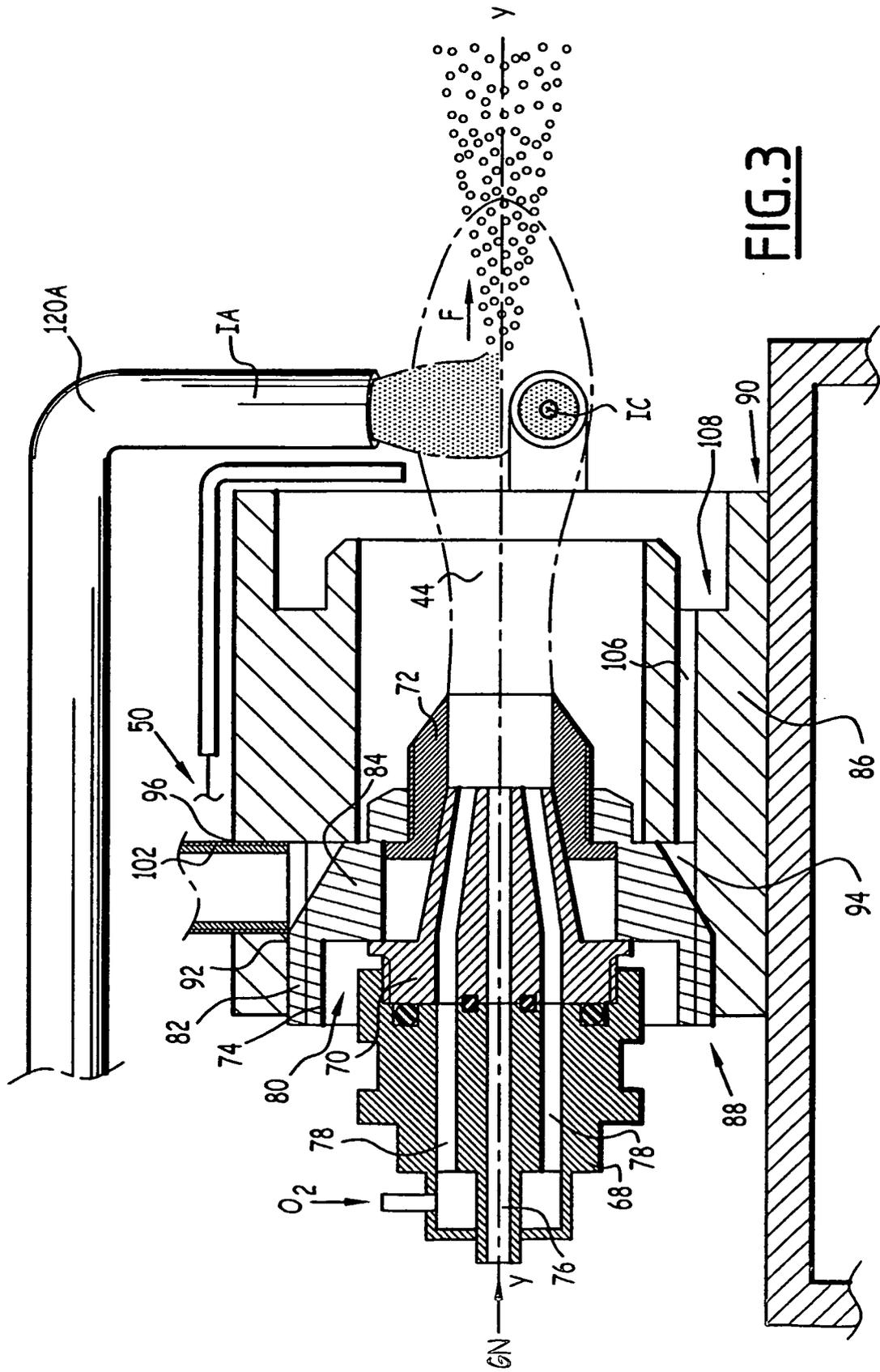


FIG. 3

