



(11) **EP 1 119 422 B2**

(12) **NOUVEAU FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**
Après la procédure d'opposition

- (45) Date de publication et mention de la décision concernant l'opposition:
23.07.2008 Bulletin 2008/30
- (45) Mention de la délivrance du brevet:
24.08.2005 Bulletin 2005/34
- (21) Numéro de dépôt: **00940466.6**
- (22) Date de dépôt: **08.06.2000**
- (51) Int Cl.:
B05D 1/24 (2006.01) B05C 19/02 (2006.01)
- (86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2000/001580
- (87) Numéro de publication internationale:
WO 2000/076677 (21.12.2000 Gazette 2000/51)

(54) **PROCEDE DE RECOUVREMENT D'UN OBJET PAR UN FILM**
VERFAHREN ZUM BEDECKEN EINES OBJEKTES MIT EINEM FILM
METHOD FOR COVERING AN OBJECT WITH A FILM

- | | |
|---|--|
| <p>(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE</p> <p>(30) Priorité: 15.06.1999 FR 9907557</p> <p>(43) Date de publication de la demande:
01.08.2001 Bulletin 2001/31</p> <p>(73) Titulaire: ARKEMA FRANCE
92700 Colombes (FR)</p> <p>(72) Inventeurs:<ul style="list-style-type: none">• BRU, Ariel
1011 TW Amsterdam (NL)• INCULET, Don
London,
Ontario N6 A5 B9 (CA)• TEDOLDI, Arnaud
76430 Etainhus (FR)</p> | <p>(74) Mandataire: Mouttet, Marie-Paule et al
ARKEMA FRANCE
Département Propriété Industrielle
420, rue d'Estienne d'Orves
92705 Colombes Cedex (FR)</p> <p>(56) Documents cités:
EP-A- 0 367 653 WO-A1-99/30838
DE-A- 19 529 060 DE-A- 19 631 241
FR-A- 1 338 913 FR-A- 2 514 670
GB-A- 2 068 783</p> <p>• R. FELDMANN: "Kunststoffpulver schonen Umwelt und material" TECHNISCHE RUNDSCHAU., vol. 77, no. 4, janvier 1985 (1985-01), pages 22-25, XP002134205 HALLWAG VERLAG. BERN., CH ISSN: 1023-0823</p> |
|---|--|

EP 1 119 422 B2

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de recouvrement d'un objet par un film provenant de la fusion d'une mince couche de poudre préalablement déposée sur l'objet et l'appareillage pour la mise en oeuvre de ce procédé. Il s'agit plus particulièrement de recouvrir toutes sortes d'objets à l'aide de poudre dans un lit fluidisé. A l'intérieur du lit fluidisé se trouve de la poudre dont on veut recouvrir l'objet. Cette poudre est sous la forme de particules solides de faible taille, par exemple entre 0.01 et 1 mm, de forme quelconque, qui sont en état de fluidisation à l'intérieur du lit en présence d'air ou de tout autre gaz.

[0002] Il existe actuellement à l'échelle industrielle plusieurs procédés de recouvrement.

[0003] Le premier est le poudrage électrostatique, il consiste à charger la poudre d'électricité statique et à la mettre en contact avec l'objet à recouvrir relié à un potentiel zéro. Par exemple la poudre maintenue à l'état fluidisé est injectée dans un pistolet électrostatique qui va charger la dite poudre par effet Corona, par triboélectrification ou par combinaison des deux. La poudre ainsi chargée est projetée sur l'objet à recouvrir relié à un potentiel zéro. Le recouvrement va se faire selon les lignes de champ électrique. A cause de cela, on va mal recouvrir les zones présentant des cages de Faraday, comme les intersections ou les parties creuses. En outre, beaucoup de poudre ne se dépose pas sur l'objet et doit donc être recyclée. L'objet recouvert de poudre est ensuite placé dans un four à une température suffisante pour assurer un revêtement par fusion de la poudre provoquant la filmification. Par exemple pour une poudre de polyamide 12 il suffit de chauffer à 200°C.

[0004] Le deuxième consiste à préchauffer l'objet à recouvrir à une température supérieure à la température de fusion de la poudre. Une fois chaud, l'objet est immédiatement immergé dans un lit fluidisé, la poudre fond au contact de l'objet chaud et filmifie. Un recouvrement solide est ainsi assuré. Dans ce procédé, on trempe un objet chaud dans un lit fluidisé froid et pour lutter contre la déperdition calorifique on a besoin d'un four à une température plus haute que celle nécessaire à la filmification, ce qui entraîne une consommation énergétique accrue. On garde cependant toute la poudre dans le lit et le recouvrement n'est pas affecté par les régions présentant un effet Faraday. L'épaisseur dépend de la forme de l'objet et peut ne pas être totalement uniforme. La présente invention concerne le poudrage électrostatique.

[l'art antérieur]

[0005] Il existe des lits fluidisés électrostatiques classiques tels que décrits par exemple dans le brevet US 4.381.728 dans lesquels sont disposées des électrodes portées à de très hauts potentiels. Dans de tels lits fluidisés électrostatiques, les particules sont chargées par effet couronne qui consiste à ioniser l'air au voisinage

d'une pointe et donc à charger électriquement les particules dans cette zone. L'objet à revêtir est immergé dans le lit fluidisé. De bons recouvrements sont obtenus dans de tels lits mais ils présentent un certain danger dû à la présence d'électrodes portées à potentiel élevé qui peuvent donner naissance à des arcs électriques avec l'objet à recouvrir.

[0006] Pour éviter tout arc électrique entre l'électrode et l'objet à revêtir, il est possible de placer cette électrode sous une dalle poreuse telle que décrite dans le brevet GB 1.487.195 .

[0007] Un inconvénient de ces systèmes classiques de lit fluidisé électrostatique à charge couronne réside dans le fait que le dépôt de poudre n'est pas homogène. En particulier, les parties concaves d'une pièce sont difficilement accessibles. Dans le brevet US 4.689.241 sont décrites des limitations telles que les manques d'épaisseur dans les cages de Faraday formées par l'objet à recouvrir. Enfin, une différence d'épaisseur du dépôt de poudre est observée entre les parties les plus distantes de l'électrode de charge. D'autres descriptions de lits fluidisés électrostatiques classiques à effet couronne existent dans " Electrostatic fluidised bed, theory, design, application", American Paint Journal 1972, 57 (11) 53-5, 66, 68, 70-2 et dans "ANTEC, Conference Proceedings (Part 2)", Society of Plastics Engineers, 1994 - Brookfield, CT, USA - page 2329, 2331.

[0008] Pour répondre à ces problèmes, des solutions alternatives ont été proposées. Dans le brevet WO 96 11061 on décrit un système de charge qui n'est pas à effet couronne mais par induction. Cependant cette technique ne reste applicable qu'à des poudres de faible résistivité.

[0009] Dans la publication " Triboelectrification of polymer powders in a fluidised Bed", Power Engineering ; Journal of the Academy of Science of the USSR Vol 19, n° 6 page 75-83, on décrit un système de charge triboélectrique mais cependant assisté par des électrodes reliées à une haute tension.

[0010] Enfin, dans la publication " Charge of powdered paint according to a triboelectric mechanism during its fluidisation ", Journal Lakokras, Mater. IKH Primen (1979), (4), 30-2, il est décrit la charge triboélectrique dans un lit fluidisé classique sur les parois de la cuve. Cependant, elle révèle les limitations de la charge électrique dans le temps à cause du recouvrement des parois dès les premiers instants de la fluidisation par des particules de poudre.

[brève description de l'invention]

[0011] Le procédé de l'invention utilise un dispositif tribochargeur autre que les parois de la cuve et n'utilise pas d'électrodes reliées à une source d'énergie électrique.

[0012] Ainsi la présente invention est un procédé de recouvrement d'un objet par un film provenant de la fusion d'une mince couche de poudre tel que défini dans

la revendication 1.

[0013] Il s'agit d'un lit fluidisé électrostatique tribochargé essentiellement à l'aide d'un dispositif autre que les parois de la cuve. La poudre est tribochargée, on crée ainsi une forte densité volumique de charge à l'intérieur du lit fluidisé. La poudre est chargée et fluidisée. Si on plonge dans le lit chargé un objet à recouvrir relié à un potentiel zéro ou suffisant, on va se trouver en présence d'un champ électrique créé par le volume de poudre chargé. Ceci va contribuer à une bonne électrodéposition sur l'objet à la terre. L'objet peut être à une polarisation positive ou négative ou zéro. Avantageusement le dispositif tribochargeur est un nid d'abeilles.

[0014] Dans cette invention, la poudre est tribochargée, c'est-à-dire chargée par contact ou frottement. Le frottement est assuré par l'air ou le gaz de fluidisation qui entraîne les particules de poudre et permet à celles-ci de venir en contact avec les systèmes tribochargeurs qui seront décrits par la suite. Le système de charge décrit dans la présente demande est autonome et ne nécessite pas d'apport énergétique autre que le gaz assurant la mise en fluidisation de la poudre.

[0015] La présente invention concerne aussi l'appareillage pour la mise en oeuvre du procédé.

[description détaillée de l'invention]

[0016] Les objets qu'on peut revêtir peuvent être de toute sorte pourvu qu'ils puissent être plongés dans la cuve de fluidisation et résister à la température du four, à titre d'exemple on peut citer les métaux tels que l'aluminium, les alliages d'aluminium, l'acier et ses alliages. L'invention est particulièrement utile pour les paniers métalliques de lave vaisselle.

[0017] Quant aux poudres elles sont constituées d'une substance qui par chauffage va former un film de protection de l'objet. A titre d'exemple on peut citer les polyamides, les polyoléfines, les époxy et les polyester.

[0018] On entend par polyamide les produits de condensation :

- d'un ou plusieurs aminoacides, tels les acides aminocaproïques, amino-7-heptanoïque, amino-11-undécanoïque et amino-12-dodécanoïque d'un ou plusieurs lactames tels que caprolactame, oenantholactame et lauryllactame ;
- d'un ou plusieurs sels ou mélanges de diamines telles l'hexaméthylène-diamine, la dodécaméthylènediamine, la métaxylylènediamine, le bis-p aminocyclohexylméthane et la triméthylhexaméthylène diamine avec des diacides tels que les acides isophthalique, téréphthalique, adipique, azélaïque, subérique, sébacique et dodécanedicarboxylique ;

ou des mélanges de tous ces monomères ce qui conduit à des copolyamides.

[0019] On entend par polyoléfines des polymères comprenant des motifs oléfines tels que par exemple des

motifs éthylène, propylène, butène-1, etc...

[0020] A titre d'exemple, on peut citer :

- le polyéthylène, le polypropylène, les copolymères de l'éthylène avec des alphaoléfines. Ces produits pouvant être greffés par des anhydrides d'acides carboxyliques insaturés tels que l'anhydride maléique ou des époxydes insaturés tels que le méthacrylate de glycidyle.
- les copolymères de l'éthylène avec au moins un produit choisi parmi (i) les acides carboxyliques insaturés, leurs sels, leurs esters, (ii) les esters vinyliques d'acides carboxyliques saturés, (iii) les acides dicarboxyliques insaturés, leurs sels, leurs esters, leurs hemiesters, leurs anhydrides (iv) les époxydes insaturés. Ces copolymères de l'éthylène pouvant être greffés par des anhydrides d'acides dicarboxyliques insaturés ou des époxydes insaturés.

[0021] Des substances particulièrement préférées sont le polyamide 11 et le polyamide 12. La taille de la poudre est avantageusement comprise entre 0,01 mm et 1 mm.

[0022] On entend par "mince couche de poudre" une épaisseur jusqu'à 2 mm et avantageusement comprise entre 0,1 et 0,6 mm.

[0023] Le lit fluidisé est dimensionné de façon à immerger totalement la pièce à recouvrir. Sa forme importe peu du moment qu'il contient le volume de poudre nécessaire, que la pièce à recouvrir peut être totalement immergée et que la fluidisation est correcte.

[0024] Afin de choisir un matériau qui va tribocharger correctement la poudre, on peut faire un premier choix en comparant les fonctions de travail de la poudre et du matériau envisagé. Ceci peut être fait en regardant les valeurs des fonctions de travail en électronvolts des deux espèces concernées et leurs positions respectives dans une série triboélectrique. Plus la différence : | Ft poudre - Ft matériau | est grande plus la poudre va se charger facilement. Il est recommandé que cette valeur soit supérieure à 0.5 eV en valeur absolue. "Ft" désigne la fonction de travail, ces valeurs sont lues dans des tables de séries triboélectrique telles que par exemple ELECTROSTATICS de J.A. CROSS, IOP Publishing, 1987. Des valeurs inférieures peuvent être considérées, tout en sachant bien qu'en conséquence la tribocharge sera moins bonne et donc le recouvrement moins efficace.

[0025] Toutefois ces valeurs ne sont que théoriques et le fait qu'une bonne tribocharge est obtenue entre le matériau et la poudre peut être vérifiée par l'expérience décrite par I.I. Inculet et al dans le brevet US 5,289,922 et qui consiste à tribocharger la poudre dans un cylindre constitué du matériau tribochargeur en rotation puis à mesurer la charge obtenue. Avec ce type de test, si le rapport Q/m (charge massique) obtenu pour la poudre est supérieur en valeur absolue à $0.5 \cdot 10^{(-6)}$ C/kg alors la charge volumique que l'on obtiendra dans un lit plus grand que l'objet à revêtir sera suffisante. On peut tou-

jours essayer des matériaux donnant des valeurs plus faibles tout en sachant bien que le recouvrement en sera affecté. A titre d'exemples de matériaux tribochargeurs on peut citer le PVC, le PTFE et l'acier inoxydable.

[0026] La poudre est chargée par triboélectrification, c'est-à-dire par frottement ou contact avec un bon matériau tribochargeur. Le matériau tribochargeur est choisi suivant les critères précédemment définis.

[0027] Le dispositif de tribocharge est un dispositif en "nid d'abeille" situé dans la cuve, ce dispositif est décrit en détails plus loin dans ce texte.

[0028] On ne sortirait pas du cadre de l'invention en disposant aussi un matériau tribochargeur sur les parois de la cuve, ce n'est qu'un complément au dispositif tribochargeur principal.

- On peut augmenter la surface de contact entre la poudre et le matériau tribochargeur. Par exemple on peut ainsi modifier en jouant sur la rugosité de la surface ou en collant des tubes ou des demi tubes sur les parois. On peut aussi ajouter un système de chicanes vibrantes au fond du lit ou un système composé de tout autre objet présent dans le lit, ne perturbant pas la fluidisation et assurant une bonne tribocharge.

[0029] Il est important de mentionner que l'on peut combiner plusieurs des techniques décrites précédemment. On peut aussi combiner plusieurs matériaux.

[0030] On utilise un "nid d'abeille" (voir figures 1 et 2). Il s'agit d'une structure composée d'éléments géométriques dont la section peut aller de tout type de polygone (les éléments sont alors des prismes) jusqu'au cercle (les éléments sont alors des tubes). Ces éléments sont creux, présentent une épaisseur de préférence comprise entre 1 et 10 mm ; leur longueur est par exemple comprise entre 15 et 25 cm. Ces tubes sont accolés les uns aux autres de façon à constituer un ensemble solide et homogène. Les interstices entre tubes sont bouchés par un moyen quelconque comme des feuilles d'aluminium. Bien que tout type de section polygonale puisse être envisagé, la structure cylindrique est préférentielle. Une géométrie cylindrique est préférée de manière à permettre une fluidisation homogène. Des effets de bord seront limités par une longueur adaptée des tubes constitutifs du nid d'abeille c'est à dire que ces tubes sont avantageusement supérieurs à 15 cm de longueur.

[0031] L'extérieur des tubes est avantageusement recouvert d'une peinture métallique ou de toute autre matière conductrice et relié à un potentiel zéro ou suffisant pour éliminer les charges. L'avantage de cette solution est qu'elle va permettre une tribocharge de la poudre continue dans le temps. En effet, par frottement sur le matériau, la poudre acquiert une charge donnée, le matériau se charge avec la polarité opposée. Toutefois, pour avoir un phénomène de charge continu, il faut évacuer les charges de polarité opposée à celle de la poudre et qui s'accumulent sur les parois internes des tubes. Ces

charges vont en fait être évacuées vers l'extérieur conducteur du tube et avantageusement vers la terre. Ceci permet une disponibilité permanente de la surface tribochargeante.

[0032] Pour accroître l'efficacité du nid d'abeille, il est fortement conseillé de percer un grand nombre de petits trous perpendiculaires au tube afin de multiplier les chemins d'évacuation des charges de l'intérieur vers la surface extérieure conductrice. Ces petits trous peuvent être de diamètre entre 0,05 et 2 mm.

[0033] Une autre solution consiste à inclure dans l'épaisseur du matériau constitutif du tube tribochargeur des éléments conducteurs reliés électriquement à la peinture métallique ou à la matière conductrice elle-même reliée électriquement à une terre.

[0034] Ce "nid d'abeille" est disposé au fond du lit (voir figure 3). Il faut laisser suffisamment de place en haut du lit pour immerger l'objet et disposer autour du dit objet d'une densité volumique de charge suffisante pour assurer l'électrodéposition.

[0035] Le « nid d'abeille » est placé le plus bas possible dans le lit, de façon à optimiser le contact dans les tubes sans toutefois perturber la fluidisation. Le diamètre des tubes est choisi le plus faible possible afin d'accroître la surface de contact, mais il faut quand même s'assurer que les tubes ne vont pas se boucher et sont donc suffisamment larges pour assurer une fluidisation correcte. Plus ces tubes sont longs, meilleure sera la charge électrique générée sur les particules de poudres, cependant on est limité par l'espace à laisser pour le trempage de l'article. A titre d'exemple on peut utiliser des tubes de diamètre 25 mm et de longueur 150 mm. Ils sont avantageusement en PVC.

[0036] Comme on le voit figure 3, l'air ou le gaz de fluidisation choisi est injecté dans une boîte à vent placée sous le lit. L'air passe ensuite à travers un poreux, ou une grille ou une plaque métallique perforée, dont la perte de charge est choisie de façon à fluidiser correctement la poudre. La vitesse d'air utilisée est comprise entre U_{mf} , vitesse minimale de fluidisation, et U_{mb} , vitesse minimale de bullage. Il est déconseillé de se placer bien au-dessus de U_{mb} car ceci entraîne un bouillonnement et une projection de fines particules chargées à l'extérieur du lit. Il faut se placer au-dessus de U_{mf} pour pouvoir sans peine introduire l'objet à recouvrir dans la poudre.

[0037] A titre d'exemple la demanderesse a réalisé un nid d'abeille en juxtaposant des tubes de PVC de 2.5 cm de diamètre, d'épaisseur normalisée et de 15 cm de longueur. Chaque tube est recouvert à l'extérieur d'une couche de peinture conductrice. On place ce nid d'abeille de section équivalente à celle du lit fluidisé que l'on emploie pour le recouvrement. Ce lit est de dimension égales à 40 par 40 cm et 60 cm de haut. Le "nid d'abeille" est positionné à une distance de 5 cm au-dessus du distributeur d'air de fluidisation.

[0038] Un calcul permet de s'assurer que l'on va disposer et apporter au lit, grâce au système envisagé, suffisamment de charges électriques pour permettre un re-

couvrement d'objets à une cadence industrielle.

[0039] Exemple : production de paniers de lave-vaisselle recouverts avec du polyamide 11 de granulométrie 200 μm vendu sous la marque RILSAN® par la demanderesse. Un ampèremètre est placé entre le « nid d'abeille » et la terre, la mesure du courant permet de connaître la quantité de charge générée dans le lit ; on ne tient pas compte ici de la tribocharge sur les parois du lit ou sur toute autre surface que le " nid d'abeille ". La masse de poudre déposée sur un panier de lave vaisselle classique est de : 130 g. La charge acquise par triboélectrification dans ce lit est de $0.5 \cdot 10^{-6}$ C/kg. Chaque panier recouvert requiert donc une charge de $0.065 \cdot 10^{-6}$ C. Une ligne de production industrielle de panier de lave vaisselle fabrique 1 panier ou multiple de 1 panier toutes les 10 secondes. Ce multiple dépend de la configuration de la ligne et de la taille de la cuve de fluidisation. A raison de 1 panier toutes les 10 secondes, on prélève $0.065 \cdot 10^{-6}$ C, soit un courant en continu de $6.5 \cdot 10^{-9}$ Ampère. Il faut donc que le courant fourni soit identique ou supérieur, préférablement. On a mesuré dans notre exemple un maximum de $10 \cdot 10^{-9}$ Ampère.

Selon une forme particulière de l'invention on opère à basse température. La cinétique de décharge étant minimisée à basse température, on entoure le lit précédemment décrit par une enveloppe contenant un fluide froid ou tout moyen de refroidir le lit. Au sens de la présente invention "basse température" veut dire inférieure à 20 °C.

[0040] On peut aussi utiliser de l'air ou gaz de fluidisation froid, c'est à dire inférieur à 20 °C. Selon une autre forme de l'invention on peut pulser l'air ou le gaz de fluidisation. En effet, si la vitesse d'air est forte, le frottement poudre matériau est accru, ce qui augmente la quantité de charge fournie au lit. Par contre, lorsqu'un objet est immergé, on a besoin pour assurer une électrodéposition maximale de la plus forte densité de charge volumique, ce qui implique une faible vitesse de fluidisation, conservant toutefois l'état fluidisé. Un lit peut être fluidisé à une vitesse inférieure à U_{mf} en y ajoutant une vibration. On peut donc créer un état agité puis calme lors de l'immersion et ainsi de suite.

[0041] Selon une autre forme de l'invention on utilise un mécanisme vibrant pour dégager les particules de poudre qui restent fixées sur les surfaces tribochargeantes.

[0042] Selon une autre forme de l'invention on favorise la charge électrique créée au sein du lit par le matériau tribochargeur consiste en diminuant l'humidité de l'air de fluidisation. Ceci constitue un moyen simple et efficace pour améliorer l'électrodéposition. Cette réduction d'humidité est réalisée par un sècheur d'air ou par compression.

[0043] La figure 4 représente une installation industrielle selon la présente invention.

[0044] Selon une autre forme de l'invention un pré traitement de surface est effectué sur l'objet avant qu'il soit amené dans le lit. Il s'agit des pré traitements classiques

utilisés dans l'industrie du revêtement plastique : phosphatage, dégraissage, grenillage, application de primaire liquide ou poudre, etc... Cette liste n'est pas exhaustive. Les objets à recouvrir sont amenés par un convoyeur mis à la terre. La poudre est alors chargée dans le lit tribochargé décrit précédemment. Lors du trempage, l'électrodéposition se fait. Suivant le niveau de charge du lit, il est important d'agiter plus ou moins la pièce de façon soutenue. Cette agitation peut être créée par de petits marteaux présents sur le convoyeur ou tout autre système. Un système de tacquage permet d'éliminer le surplus de poudre à la sortie de l'objet du lit fluidisé.

[0045] Grâce à ce système et à ce procédé, on peut aussi recouvrir de poudre des objets non métalliques comme le bois ou le plastique.

[0046] Pour les poudres de recouvrement qui nécessitent un primaire il peut être appliqué au préalable sur l'objet avant de le tremper dans la cuve de poudre fluidisée, ce peut être un primaire liquide ou solide.

[0047] Dans le cas d'un primaire solide, il peut être appliqué par poudrage électrostatique, pistolet Corona, tribo ou les deux. On peut aussi appliquer le primaire grâce à un lit tribochargé. Les particules de primaire sont de très petite taille, le primaire ne peut donc pas être fluidisé seul. Mais si on mélange dans un premier lit le primaire avec la poudre dont on veut faire un recouvrement, on utilise une teneur en primaire d'au moins 1 % poids (par rapport au poids de poudre), et de préférence 5 à 10 % en poids, alors la fluidisation des petites particules de primaires est assurée par les grosses particules de poudre de fluidisation. Ce premier lit tribochargé est du même type que ceux décrits précédemment. La charge acquise par une particule est plus ou moins inversement proportionnelle à son rayon. Les petites particules de primaire plus chargées vont assurer l'essentiel de l'électrodéposition. On a ainsi revêtu l'objet d'un primaire solide. On revêt ensuite l'objet d'une seconde couche dans un lit tribochargé contenant de la poudre de revêtement seule. Lors des opérations avec primaire, on peut, si on le désire, effectuer une première cuisson de ce primaire, on peut aussi éviter cette cuisson intermédiaire et effectuer le deuxième recouvrement puis réaliser une cuisson globale.

[0048] Une fois l'objet recouvert dans le lit, il est amené dans un four (voir figure 4) où une cuisson est assurée. Suivant la géométrie de l'objet, les propriétés de la poudre et la cadence de production souhaitée, on peut utiliser un four à convection, à infrarouge ou à induction.

[0049] Le procédé de la présente invention est particulièrement utile pour les poudres de polyamide, de plus il présente une excellente sécurité. Des tests d'explosivité ont été réalisés avec ce lit tribochargé. Pour un lit tribochargé de polyamide, de hauts potentiels (30 kV) ont été appliqués ainsi que de hautes énergies (1 Joule) ont été déchargées dans le lit alors que l'énergie d'ignition de la poudre n'est que de quelques millijoules. Le claquage de l'air a été observé dans le lit, avec apparition d'étincelles. Aucune explosion n'a pu être provoquée.

[0050] Les figures 1 à 4 représentent le système de recouvrement dans lequel les éléments clés sont numérotés de 1 à 15.

La légende pour ces chiffres est donnée ci-dessous :

- 1 Revêtement métallique (peut être éventuellement mélangé à de la colle).
- 2 Tubes, constitués d'un matériau tribochargeur.
- 3 Papier aluminium.
- 4 Structure en nid d'abeille.
- 5 Particules de poudre.
- 6 Lit fluidisé, constitué d'un matériau adéquat.
- 7 Boîte à vent, le matériau est peu important.
- 8 Dalle poreuse.
- 9 Objet à recouvrir.
- 10 Convoyeur.
- 11 Pré-traitement des objets à recouvrir (à définir pour optimiser la qualité du recouvrement).
- 12 Four pour traitement thermique afin de filmifier le recouvrement.
- 13 Arrivée d'air.
- 14 Pied isolant, plaçant le lit au-dessus du sol.
- 15 Ampèremètre relié au nid d'abeille.

La figure 1 montre une vue en perspective de 4, la structure en « nid d'abeille ».

La figure 2 montre une vue de dessus de cette structure en « nid d'abeille ».

La figure 3 détaille le lit fluidisé dans lequel la poudre est fluidisée et tribochargée.

La figure 4 est une vue générale du système de recouvrement qui réalise un revêtement selon la présente invention.

[0051] Les figures 1 et 2 détaillent la structure en « nid d'abeille ». Cette structure 4 est constituée de tubes de matériau adéquat tribochargeur. La surface extérieure et les extrémités des tubes 2 sont métallisés ou couverts d'une couche conductrice 1. 1 est porté à la terre comme on peut le voir figures 3 et 4. Les tubes 2 sont collés les uns aux autres grâce à la peinture métallique 1 ou par un peu de colle. Les interstices entre les tubes 2 sont bouchés par du papier aluminium 3.

[0052] La figure 3 représente un lit fluidisé 6, construit en matériau adéquat, supporté et isolé du sol par le pied 14. De l'air comprimé refroidi ou non et/ou asséché ou non ou tout autre gaz de fluidisation est introduit dans la boîte à vent 7 par un conduit 13. L'air passe ensuite à travers la dalle poreuse 8 qui est montée horizontalement à même le lit et placée entre le lit 6 et la boîte à vent 7 qui sont eux vissés. A une certaine distance au-dessus de la dalle poreuse 8, est disposée horizontalement la structure en nid d'abeille 4. Cette structure en nid d'abeille est celle qui va assurer principalement la tribocharge de la poudre 5 dans le lit fluidisé 6. La structure en nid d'abeille 4 est mise à la terre. L'ampèremètre 15 contrôle le niveau de charge.

[0053] Sur la figure 4, on voit que les objets à recouvrir 9, mis à la terre via le convoyeur 10, sortent de la zone

de pré-traitement 11, où un pré-traitement adéquat est réalisé, avant d'être amenés vers le lit fluidisé 6 par le convoyeur 10. Le convoyeur 10 amène les objets 9 dans le lit fluidisé tribochargé 6, on peut aussi amener le lit 6 aux objets 9. Les objets 9 entrent donc entièrement dans le lit fluidisé et tribochargé, une électrodéposition de poudre 5 se produit alors avec une quantité suffisante pour assurer un bon recouvrement. Le convoyeur 10 continue son mouvement et les objets 9 sont sortis du lit 6 et amenés dans le four 12 dans lequel la poudre filmifie et forme le revêtement désiré.

[0054] Les termes et expressions qui sont employés ici sont purement descriptifs et ne constituent pas de limitations. Il n'y a aucune intention dans l'utilisation de ces termes d'exclure tout équivalent du matériel décrit et il est donc reconnu que des modifications sont possibles tout en restant dans le cadre de l'invention.

20 Revendications

1. Procédé de recouvrement d'un objet par un film provenant de la fusion d'une mince couche de poudre dans lequel :

- (a) on dispose d'un lit de poudre fluidisée électrostatique dans une cuve, cette poudre étant chargée essentiellement par un dispositif tribochargeur, autre que les parois de la cuve, situé dans la cuve, et ce dispositif tribochargeur **est un nid d'abeille** et n'utilise pas d'électrodes reliées à une source d'énergie électrique,
- (b) on trempe dans la cuve l'objet relié à un potentiel zéro ou suffisant pour le recouvrir de poudre,
- (c) on place ensuite l'objet recouvert de la poudre dans un four à une température suffisante jusqu'à obtenir le film de revêtement par fusion de la poudre.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel la poudre est en polyamide 11 ou en polyamide 12.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel le dispositif tribochargeur est un nid d'abeille situé dans la partie basse de la cuve et est constitué de prismes ou de tubes verticaux ouverts aux deux extrémités.

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel les tubes du nid d'abeilles sont recouverts à l'extérieur d'une peinture métallique ou d'une matière conductrice.

5. Procédé selon la revendication 4 dans lequel la paroi des tubes du nid d'abeille est percée de petits trous.

6. Procédé selon la revendication 4 dans lequel la paroi

des tubes contient d'éléments conducteurs

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel l'objet à revêtir est préalablement recouvert d'un primaire en poudre, puis il est éventuellement passé dans un four pour cuire le primaire, puis il est immergé dans la cuve pour être recouvert de la poudre. 5
8. Procédé selon la revendication 7 dans lequel le revêtement par le primaire en poudre est effectué dans un lit de poudre fluidisée électrostatique constituée de la poudre du procédé de la revendication 1 et contenant au moins 1 % et de préférence 5 à 10 % en poids de primaire. 10
9. Procédé selon la revendication 7 ou 8 dans lequel le revêtement préalable de primaire est effectué dans un lit de poudre fluidisée électrostatique, cette poudre étant chargée par un dispositif tribochargeur. 20

Patentansprüche

1. Verfahren zum Beschichten eines Objekts mit einem aus dem Schmelzen einer dünnen Pulverschicht stammenden Film, bei dem man: 25
 - (a) ein elektrostatisches Bett von fluidisiertem Pulver in einem Gefäß bereitstellt, wobei dieses Pulver im Wesentlichen durch eine sich in dem Gefäß befindende Reibungsaufladungsvorrichtung, bei der es sich nicht um die Wände des Gefäßes handelt, aufgeladen wird und diese Reibungsaufladungsvorrichtung eine Wabe ist und keine mit einer elektrischen Energiequelle verbundenen Elektroden verwendet, 30
 - (b) das mit einer Null- oder ausreichenden Spannung verbundene Objekt in das Gefäß eintaucht, um es mit Pulver zu beschichten, 35
 - (c) danach das mit Pulver beschichtete Objekt in einen Ofen mit einer ausreichenden Temperatur platziert, um den Beschichtungsfilm durch Schmelzen des Pulvers zu erhalten. 40
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Pulver aus Polyamid 11 oder Polyamid 12 besteht. 45
3. Verfahren nach Anspruch 1 der 2, bei dem die Reibungsaufladungsvorrichtung eine Wabe ist und sich in dem unteren Teil des Gefäßes befindet und aus vertikalen Prismen oder Rohren besteht, die an den beiden Enden offen sind. 50
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die Rohre der Wabe außen mit einer metallischen Farbe oder einem leitenden Material beschichtet sind. 55

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die Wand der Rohre der Wabe mit kleinen Löchern versehen ist.
6. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die Wand der Rohre leitende Elemente enthält.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das zu beschichtende Objekt zuvor mit einer Pulvergrundierung überzogen wird, dann möglicherweise in einen Ofen platziert wird, um die Grundierung auszuhärten, dann in das Gefäß getaucht wird, um mit dem Pulver beschichtet zu werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die Beschichtung mit der Pulvergrundierung in einem elektrostatischen Bett von fluidisiertem Pulver durchgeführt wird, das aus dem Pulver des Verfahrens nach Anspruch 1 besteht und mindestens 1 Gew.-% und vorzugsweise 5 bis 10 Gew.-% Grundierung enthält.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, bei dem der vorherige Grundierungsüberzug in einem elektrostatischen Bett aus fluidisiertem Pulver vorgenommen wird, wobei dieses Pulver durch eine Reibungsaufladungsvorrichtung geladen ist.

Claims

1. Method of covering an object with a film formed by the melting of a thin layer of powder, in which:
 - (a) an electrostatic fluidised powder bed is placed in a vessel, this powder being essentially charged by a tribocharger device, other than the walls of the vessel, said device being located in the vessel, and this tribocharger device is a honeycomb and does not use electrodes connected to a source of electrical energy; 30
 - (b) an object, connected to a zero or sufficient potential, is dipped into the vessel in order to cover it with powder; and 35
 - (c) the object covered with the powder is then placed in an oven at a sufficient temperature until the coating film is obtained by the powder melting. 40
2. Method according to Claim 1, in which the powder is a nylon-11 or nylon-12 polyamide powder. 45
3. Method according to Claim 1 or 2, in which the tribocharger device is a honeycomb, which is located in the bottom part of the vessel and consists of vertical tubes or prisms open at both ends. 50
4. Method according to Claim 3, in which the honeycomb tubes are covered on the outside with a metallic paint or with a conductive material. 55

5. Method according to Claim 4, in which the wall of the honeycomb tubes is pierced with small holes.
6. Method according to Claim 4, in which the wall of the tubes contains conducting elements. 5
7. Method according to any one of the preceding claims, in which the object to be coated is covered beforehand with a powder primer, is then optionally put in an oven, to cure the primer, and is then dipped into the vessel in order to be covered with the powder. 10
8. Method according to Claim 7, in which the coating with the powder primer is carried out in an electrostatic fluidised powder bed consisting of the powder of the method of Claim 1 and containing at least 1% and preferably 5 to 10% by weight of primer. 15
9. Method according to Claim 7 or 8, in which the prior coating with primer is carried out in an electrostatic fluidised powder bed, this powder being charged by a tribocharger device. 20

25

30

35

40

45

50

55

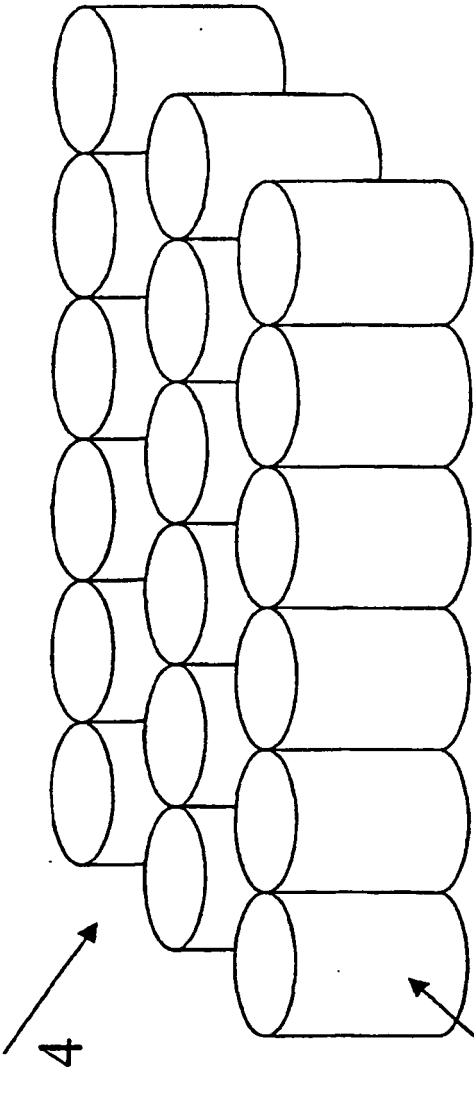


FIGURE 1

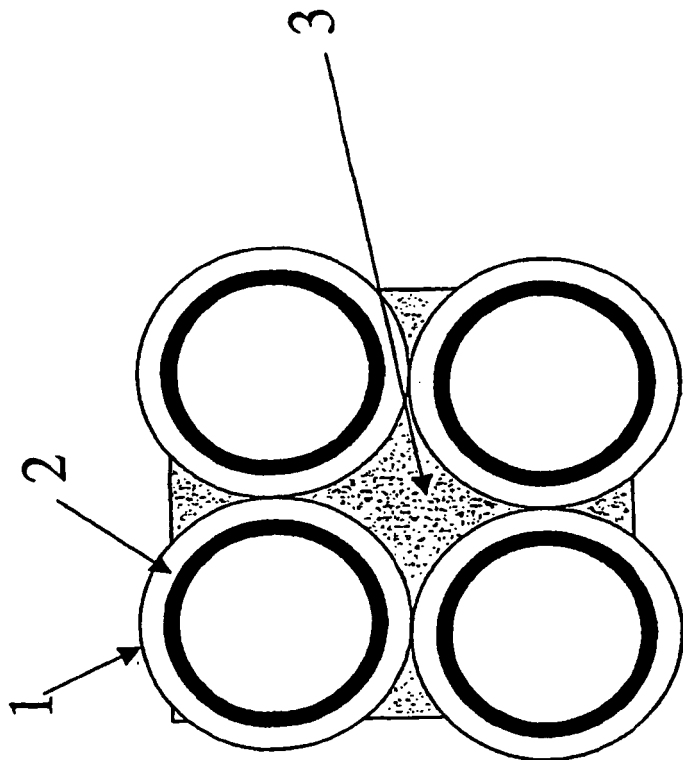


FIGURE 2

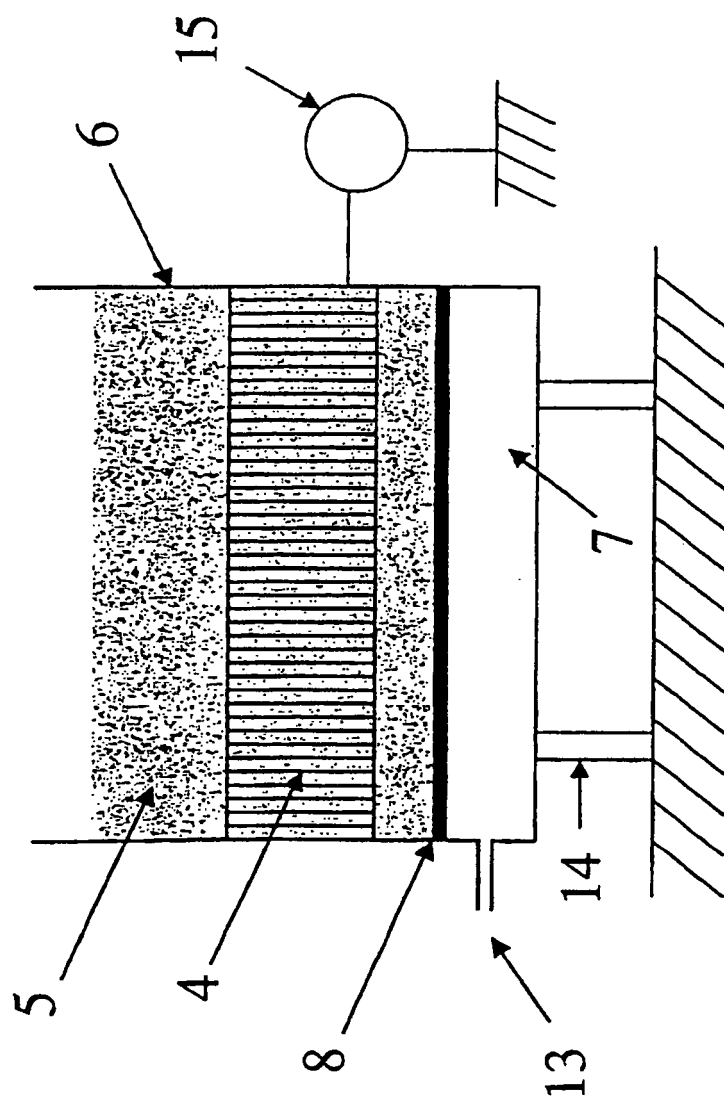


FIGURE 3

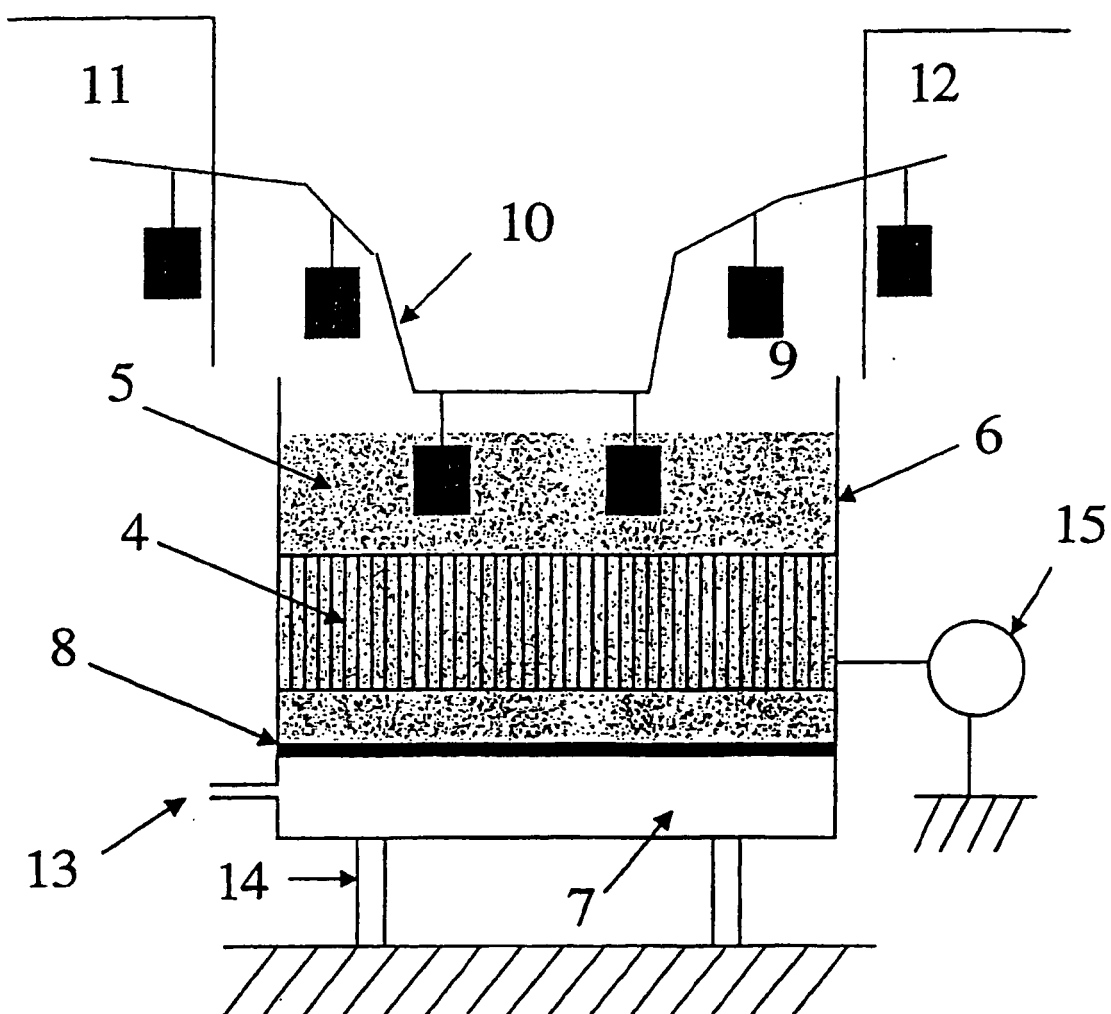


FIGURE 4

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

- US 4381728 A [0005]
- GB 1487195 A [0006]
- US 4689241 A [0007]
- WO 9611061 A [0008]
- US 5289922 A [0025]

Littérature non-brevet citée dans la description

- Electrostatic fluidised bed, theory, design, application. *American Paint Journal*, 1972, vol. 57 (11), 53-566, 68, 70-2 [0007]
- ANTEC, Conference Proceedings (Part 2. *Society of Plastics Engineers*, 1994, 2329, 2331 [0007]
- Triboelectrification of polymer powders in a fluidised Bed. *Power Engineering ; Journal of the Academy of Science of the USSR*, vol. 19 (6), 75-83 [0009]