

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 956 909 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
05.03.2003 Bulletin 2003/10

(51) Int Cl.7: **B05D 1/30**, B05D 1/00,
B05C 19/00

(21) Numéro de dépôt: **98870128.0**

(22) Date de dépôt: **05.06.1998**

(54) **Procédé et dispositif pour l'application électrostatique en continu d'une substance en poudre sur un substrat**

Verfahren und Vorrichtung zum kontinuierlichen elektrostatischen Auftragen einer pulverförmigen Substanz auf einem Substrat

Method and apparatus for continuous electrostatic application of a powder substance to a substrate

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU NL
PT SE**

(30) Priorité: **14.05.1998 BE 9800367**

(43) Date de publication de la demande:
17.11.1999 Bulletin 1999/46

(73) Titulaire: **RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT DU
GROUPE COCKERILL SAMBRE,**
en abrégé: **RD-CS**
4000 Liège (BE)

(72) Inventeurs:
• **Schrijnemackers, Jean**
4053 Chaudfontaine (BE)

• **Vanden Brande, Pierre**
1040 Bruxelles (BE)

(74) Mandataire: **Callewaert, Jean et al**
Gevers & Vander Haeghen,
Patent Attorneys,
Rue de Livourne 7
1060 Brussels (BE)

(56) Documents cités:
WO-A-95/32809 **GB-A- 1 075 946**
US-A- 3 857 362 **US-A- 3 916 826**
US-A- 4 084 019 **US-A- 4 188 413**
US-A- 4 243 696 **US-A- 4 795 339**
US-A- 5 279 863

EP 0 956 909 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 est relative à un procédé pour l'application en continu d'une substance en poudre, notamment de peinture en poudre, sur un substrat de forme allongée, se présentant de préférence sous forme d'une bande continue, défilant sensiblement verticalement suivant la direction de sa longueur à travers une enceinte de dépôt dans laquelle est introduite la poudre susdite d'une manière sensiblement continue et dans laquelle est créé un champ électrique permettant d'appliquer cette poudre sur au moins une des deux faces du substrat.

[0002] Il est actuellement très courant d'appliquer de la peinture sur des bandes métalliques, principalement des bandes d'acier et d'aluminium, défilant en continu. Lorsque cette peinture est liquide, l'application s'effectue à l'aide de machines équipées de rouleaux.

[0003] Toutefois, pour diverses raisons d'ordre écologiques, économiques ou qualitatives, on souhaite de plus en plus à remplacer les peintures liquides par des peintures à 100% d'extrait sec, c'est-à-dire sans solvant. Les peintures en poudre et les peintures à réticulation sous radiations UV ou sous faisceaux d'électrons sont les principaux représentants de telles peintures.

[0004] Généralement, la ligne connue pour peintures en poudre utilise des projecteurs électrostatiques fonctionnant selon le principe corona ou tribo.

[0005] Les inconvénients liés à l'utilisation de tels projecteurs sont tout d'abord dus à leur faible débit, de l'ordre de 100 à 500 g/min, ce qui nécessite l'utilisation simultanée d'un grand nombre de tels projecteurs pour obtenir un rendement économiquement justifié. Toutefois, les vitesses des lignes utilisant ce procédé ne dépassent cependant généralement pas 30 m/min. De plus, l'utilisation de ces projecteurs pose souvent des problèmes d'homogénéité de répartition de la poudre sur la surface à peindre.

[0006] Les documents US 4.795.339 et US 5.279.863 décrivent des appareils pour former un revêtement sur un substrat conducteur et des procédés électrostatiques à partir d'une substance poudreuse.

[0007] Ces procédés et appareils connus présentent le grand inconvénient que l'alimentation de l'enceinte de dépôt par des substances en poudre est très compliquée à réguler et à mettre au point nécessitant entre autres l'utilisation d'une surpression à l'entrée et d'une dépression à la sortie de l'enceinte de dépôt, outre des installations de pompage coûteuses. Ceci peut entraîner la formation de couches de revêtement très hétérogènes donnant des produits de qualité médiocre qui ne conviennent pas pour la plupart des applications.

[0008] Un des buts essentiels de la présente invention est de proposer un procédé extrêmement simple et fiable à très grand rendement permettant d'obtenir un dépôt de poudre hautement uniforme aussi bien sur toute la largeur du substrat à revêtir que sur sa longueur, et ceci à de très faibles épaisseurs, de l'ordre de 10 mi-

crons, jusqu'à des épaisseurs relativement importantes, de l'ordre de 250 microns, sans nécessiter de prendre des précautions particulières.

[0009] A cet effet, suivant l'invention, on prévoit un procédé tel qu'indiqué dans la revendication 1. D'autres modes de réalisation du procédé sont indiqués dans les revendications 2 à 11.

[0010] L'invention se rapporte également à un dispositif pour l'application du procédé susdit.

[0011] Suivant l'invention, on prévoit un dispositif tel qu'indiqué à la revendication 12. D'autres formes de réalisation d'un dispositif suivant l'invention sont indiquées aux revendications 13 à 20.

[0012] Ce dispositif est essentiellement caractérisé par le fait que l'enceinte de dépôt présente, à sa partie supérieure, une ouverture d'alimentation pour la poudre afin que cette dernière puisse ainsi tomber librement sous forme d'un courant relativement homogène et uniforme de particules poudreuses le long de la ou des surfaces du substrat défilant dans l'enceinte de dépôt parallèlement au courant descendant de cette poudre.

[0013] Avantageusement, les parois de l'enceinte sont réalisées en un matériau isolant électrique ou sont recouvertes intérieurement d'un tel matériau.

[0014] Suivant une forme de réalisation préférentielle de l'invention, l'enceinte comprend, le long de ses parois en regard du plan suivant lequel le substrat peut défiler à travers l'enceinte, au moins une électrode, mais de préférence une succession d'électrodes constituées par une série de fils conducteurs s'étendant à une certaine distance l'un de l'autre le long du plan susdit, ces fils étant écartés de ces parois en permettant le passage pour la poudre pouvant être déversée d'une manière continue et à un débit contrôlable dans la partie supérieure de l'enceinte.

[0015] D'autres détails et particularités de l'invention ressortiront de la description donnée ci-après, à titre d'exemple non limitatif, de quelques formes de réalisation particulières de l'invention avec référence aux dessins annexés.

La figure 1 est une représentation schématique en élévation et en coupe verticale d'une première forme de réalisation du dispositif suivant l'invention.

La figure 2 est une vue schématique analogue à celle de la figure 1 d'une deuxième forme de réalisation de l'invention.

La figure 3 est, à plus grande échelle, une vue schématique en élévation de l'appareil d'alimentation de poudre utilisé dans les deux formes de réalisation montrées aux figures 1 et 2.

[0016] Dans les différentes figures, les mêmes chiffres de référence se rapportent aux mêmes éléments.

[0017] D'une façon générale, le procédé suivant l'invention est relatif à l'application électrostatique en continu d'une substance en poudre sur un substrat de forme allongée, constitué par exemple d'une bande continue,

telle qu'une tôle d'acier se présentant sous forme d'une bande continue enroulable.

[0018] La substance en poudre peut être de nature très variée, permettant par exemple de former sur un substrat une couche de protection ou une couche électriquement isolante sur un substrat conducteur ou encore une couche décorative dans le cas où la poudre contient des pigments ou des colorants.

[0019] Suivant ce procédé, on fait défiler ce substrat verticalement suivant la direction de sa longueur à travers une enceinte de dépôt dans laquelle est introduite la poudre susdite d'une manière continue, suivant un courant uniforme, et à un débit réglable pendant qu'on crée un champ électrique permettant ainsi d'appliquer cette poudre sur une ou sur les deux faces du substrat.

[0020] Ce procédé se caractérise par rapport aux procédés connus par le fait que l'on alimente la poudre à la partie supérieure de l'enceinte de dépôt au moyen d'un appareil ou d'une installation appropriée, d'une manière telle à permettre à cette poudre de se déplacer essentiellement par simple gravité le long de la ou des surfaces du substrat sur laquelle ou lesquelles celle-ci doit être fixée.

[0021] La figure 1 est relative à une première forme de réalisation d'un dispositif particulier pour la mise en oeuvre de ce procédé.

[0022] Il s'agit notamment d'un dispositif pour l'application électrostatique en continu de peinture en poudre 5 sur une des faces d'une bande continue d'un substrat 1 qui défile verticalement, de bas en haut ou de haut en bas, dans une enceinte de dépôt 2.

[0023] Il s'agit d'une enceinte 2 dont les parois 3 sont réalisées en un matériau isolant électrique, de préférence une matière plastique transparente, comme le Plexiglas ou le polycarbonate. Dans certains cas, les faces intérieures de ces parois peuvent simplement être couvertes par un matériau isolant électrique.

[0024] Cette enceinte est formée d'un caisson debout présentant à son extrémité supérieure une ouverture 4 pour l'alimentation de la poudre 5 dans la chambre de dépôt 2 et pour le passage du substrat 1 se déplaçant verticalement sur toute la hauteur de cette dernière. Ainsi, une fente ou ouverture 6 pour le passage du substrat 1 est prévue dans le fond 7 de l'enceinte 2.

[0025] Par ailleurs, ce fond 7 présente une trémie 8 permettant de récolter l'excès de poudre éventuellement non déposée sur le substrat, qui peut alors être évacuée par un orifice 8'.

[0026] Cet orifice 8' peut être connecté à une installation de recyclage, non représentée, dans laquelle la poudre récoltée est aspirée pour pouvoir être réutilisée.

[0027] Le champ électrique est créé dans l'enceinte de dépôt 2 au moyen d'électrodes 9 pouvant être portées à une haute tension continue, de préférence négative, par rapport au substrat 1, ce dernier étant de préférence mis à la terre.

[0028] Dans la forme de réalisation particulière représentée à la figure 1, ces électrodes 9 sont constituées

d'une série de fils conducteurs s'étendant à une certaine distance l'un au-dessus de l'autre en regard de la face du substrat 1, sur laquelle la poudre 5 doit être fixée, transversalement par rapport à la direction de défilement de ce dernier, parallèlement entre eux et fixés par leurs extrémités aux parois latérales s'étendant dans des plans perpendiculaires au plan dans lequel le substrat 1 se déplace.

[0029] De plus, ces fils conducteurs se situent à une certaine distance de la paroi 3 du caisson 2 opposée à la face du substrat 1 à couvrir par la poudre 5. Ils peuvent, par exemple être réalisés en cuivre, en tungstène ou en acier.

[0030] Comme déjà mentionné ci-dessus, cette poudre 5 se déplace dans l'enceinte de dépôt 2 de haut en bas uniquement sous l'effet de la gravité. Les fils conducteurs, formant les électrodes, sont disposés d'une manière telle que, lors de la chute de la poudre 5, celle-ci passe essentiellement dans la zone de l'enceinte 2 entre ces fils et le substrat 1 et se charge électrostatiquement de manière négative par effet corona pour ensuite être attirée vers le substrat 1 grâce au champ électrique intense régnant dans la zone de passage de la poudre entre le substrat et les fils. Les paramètres et les conditions de travail peuvent être réglés d'une manière telle que la poudre 5 se pose avec un rendement d'application très élevé sur le substrat 1, généralement supérieur à 95 %.

[0031] Le fait que, dans une forme de réalisation préférée de l'invention, les fils conducteurs sont portés à une haute tension continue négative et que le substrat est relié à la terre permet de réduire au maximum le risque de claquage et le dépôt de poudre sur les fils.

[0032] Idéalement, la valeur de la haute tension doit être la plus élevée possible de manière à former une décharge couronne autour des fils, mais, en pratique, cette valeur est limitée par la limite de claquage qui risque d'enflammer la poudre. Par ailleurs, une tension trop basse ne permet pas d'obtenir la décharge couronne souhaitée autour des fils et influence négativement l'efficacité du dépôt sur le substrat. Suivant l'invention, une valeur idéale et sûre du champ électrique se situe aux environs de 3500 volts par cm.

[0033] Il a été constaté que la limite de claquage change dans de l'air lorsque celui-ci contient de la poudre. Ainsi, la poudre, à la concentration utilisée, réduit environ de moitié la tension de claquage, qui est de l'ordre de 10 kV par cm dans l'air sec. Par contre, aucune influence notable du taux d'humidité de l'air dans l'enceinte sur l'efficacité du dépôt n'a été constatée. Suivant l'invention, il est toutefois recommandé de travailler dans une atmosphère contrôlée d'air sec et frais à une température de tout au plus 20°C, afin d'éviter, d'une part, l'agglomération de la poudre et, d'autre part, toute préréaction chimique anticipée.

[0034] Les fils conducteurs doivent être situés à une certaine distance du substrat qui doit au moins être telle qu'elle permet d'éviter le contact physique entre les fils

et le substrat. Cette distance ne peut pas être trop grande pour des raisons économiques et techniques, notamment pour éviter de devoir utiliser de trop hautes tensions. Une valeur possible de distance fil-substrat est environ de 5 à 12 cm. Une préférence est donnée pour une distance de l'ordre de 7 cm avec une tension de l'ordre de 25 kV.

[0035] Le nombre de fils conducteurs est fonction du débit de la poudre 5 qui entre dans l'enceinte de dépôt 2 et qui doit être déposée sur le substrat 1. Une valeur idéale pour obtenir un rendement de dépôt supérieur à 95 %, les autres conditions étant optimales, est de l'ordre de 700 à 900 g de poudre par minute, par mètre de largeur du substrat et par fil conducteur.

[0036] La distance entre les fils peut également avoir un effet sur le rendement du dépôt formé par la poudre 5 sur le substrat 1. En effet, plus les fils sont proches l'un de l'autre, moins ils se comportent de manière indépendante et moins le courant électrique total qui passe entre les fils et le substrat 1, formé par exemple par une bande continue, est élevé. Idéalement, cette distance sera aussi grande que possible. Suivant l'invention, il a été constaté qu'une distance donnant d'excellents résultats est de l'ordre de 20 cm entre deux fils consécutifs.

[0037] Comme déjà mentionné ci-dessus, il est préférable que les fils conducteurs ne soient pas appliqués contre la paroi 3 de l'enceinte 2 opposée et parallèle au substrat 1. Il a, en effet, été constaté que, dans ce cas, l'efficacité de dépôt est relativement réduite. Idéalement, les fils 9 doivent être éloignés d'au moins 5 à 10 cm de cette paroi 3.

[0038] Le diamètre des fils est également un paramètre important, puisque l'effet couronne est d'autant plus intense que le diamètre des fils est faible, par suite de l'effet de pointe. Il a été constaté que d'excellents résultats ont été obtenus avec des fils d'un diamètre d'environ 100 à 250 microns.

[0039] Le figure 2 concerne une deuxième forme de réalisation d'un dispositif suivant l'invention.

[0040] Ce dispositif se distingue par rapport à celui montré à la figure 1 par le fait qu'il est prévu pour la fixation simultanée de poudre 5 sur les deux faces d'un substrat 1.

[0041] Ainsi, dans cette deuxième forme de réalisation, l'enceinte de dépôt 2 s'étend symétriquement de part et d'autre du plan dans lequel doit défilier le substrat 1 sur lequel la poudre 5 doit être fixée. L'alimentation de la poudre a lieu de part et d'autre de ce plan et des fils conducteurs sont également prévus de chaque côté de ce plan.

[0042] Toutefois, dans certains cas où le dépôt à former sur une des faces doit être différent de celui de l'autre face, il est possible d'adapter les paramètres et les conditions de travail d'un côté de ce plan entièrement indépendants des paramètres et des conditions de travail de l'autre côté de ce plan. Ceci peut, par exemple, être le cas pour l'emplacement et le nombre des fils

conducteurs et la tension appliquée.

[0043] L'appareil 10 utilisé pour introduire la poudre par gravité dans la partie supérieure de l'enceinte peut être de nature très variée. Ce qui importe surtout est qu'il permette d'obtenir une répartition uniforme et contrôlable du débit de la poudre 5 introduite par gravité par l'ouverture d'alimentation 4 dans l'enceinte de dépôt 2. De plus, cet appareil 10 doit de préférence permettre d'adapter la largeur de l'alimentation de la poudre en fonction de la largeur du substrat à revêtir. De plus, il doit permettre de délivrer une quantité relativement importante de poudre d'une manière continue, régulière et homogène sur la largeur désirée. Le débit de la poudre peut varier de 0 g à une valeur de l'ordre de 10.000 g par minute et par mètre de largeur du substrat.

[0044] Il peut également être important que cet appareil 10 permette de régler le débit de la poudre linéairement.

[0045] Un appareil d'alimentation 10 répondant à ces exigences a été représenté schématiquement par la figure 3. Il s'agit d'une sorte de saupoudreuse qui est montée directement au-dessus de l'ouverture d'alimentation 4 de l'enceinte de dépôt 2.

[0046] Cet appareil comprend une trémie d'alimentation 11 montée au-dessus d'un cylindre 12 pouvant tourner, à une vitesse réglable, autour d'un axe horizontal 13 dans la sens de la flèche 14. La surface du cylindre 12 est revêtue de picots métalliques 15, de manière à permettre, lors de la rotation du cylindre 12 autour de son axe 13, d'entraîner, par l'ouverture inférieure 16 de la trémie 11, une quantité dosée de poudre, contenue dans la trémie, sur la surface cylindrique du cylindre 12 dans le sens de la flèche 14.

[0047] Une brosse rotative 17 pouvant tourner à une vitesse réglable autour d'un axe horizontal 18 dans le sens de la flèche 19 est appliquée contre cette surface cylindrique, du côté de la trémie 11 où la poudre 5 est enlevée de cette dernière par les picots 15 sur cette surface cylindrique et est appliquée contre ladite surface pour permettre d'en détacher la poudre, de briser d'éventuels agglomérats et de projeter la poudre vers le bas.

[0048] L'axe de rotation 18 de cette brosse 17 est de préférence situé sensiblement au même niveau que l'axe 13 du cylindre 12 et sa vitesse de rotation est généralement réglable de manière continue entre 0 et 4500 tours/minute. De plus, cette brosse 17 comprend des picots métalliques 20 relativement rigides, par exemple en acier, d'une longueur comprise entre 1 et 2 cm, et la distance par rapport à l'axe 13 du cylindre 12 est telle que l'extrémité des picots 20 est juste en contact avec la surface de celui-ci, au moment où ces derniers passent dans le plan défini par les axes de rotation 13 et 18.

[0049] La largeur d'alimentation de la poudre sur la surface du cylindre 12 peut être réglée par le positionnement de deux joues, non représentées, situées dans la trémie 11 et parallèles aux parois transversales de

cette dernière. Ainsi, une largeur de plus de 2 m est facilement envisageable.

[0050] Le débit de la poudre est réglable linéairement en jouant uniquement sur la vitesse de rotation du cylindre 12 autour de son axe 13.

[0051] L'avantage de cet appareil d'alimentation 10 est triple :

- 1) il permet de délivrer une quantité importante de poudre de manière continue, régulière et homogène à travers l'ouverture d'alimentation 4 et ceci sur toute la largeur du substrat 1 défilant dans l'enceinte de dépôt 2;
- 2) la quantité de poudre délivrée est proportionnelle à la vitesse de rotation du cylindre 12 qui peut être asservie à la vitesse de ligne de l'installation entière ;
- 3) le principe de fonctionnement de cet appareil 10 est extrêmement simple et ne nécessite qu'un paramètre de réglage, à savoir la vitesse de rotation du cylindre 13.

[0052] Après la fixation de la poudre 5 sur le substrat 1, celui-ci peut éventuellement être chauffé de manière à soumettre cette poudre à une fusion au moins partielle permettant de former un revêtement sensiblement uniforme et durable sur ce substrat. Ce chauffage peut être prévu directement à l'endroit où le substrat sort de l'enceinte de dépôt.

[0053] Dans le cas où le substrat présente une face à revêtir constituée d'une matière conductrice de l'électricité, telle qu'une tôle d'acier, celle-ci peut avantageusement être soumise à une cuisson par induction après la fixation de la poudre sur le substrat.

[0054] Ce chauffage subséquent est avantageusement réalisé pendant que le substrat se déplace verticalement, de la même façon donc que lors de l'application de la poudre et ceci afin de réduire la surface au sol, de positionner précisément le substrat 1 entre les spires de l'inducteur, non représenté aux figures, et d'éviter la nécessité d'utiliser des cylindres supports intermédiaires.

[0055] De tels moyens de chauffage n'ont pas été représentés aux figures, étant donné qu'il s'agit d'une technique connue en soi.

[0056] L'objet de l'invention est illustré davantage par quelques exemples concrets d'application d'une peinture en poudre sur un substrat formé par une bande d'acier dans un dispositif du type tel que montré aux figures annexées.

Exemples

Exemple 1

[0057]

- application verticale sur une face ; la bande défile

de bas en haut.

- poudre : polyester-TGIC de répartition granulométrique comprise entre 1 et 150 μ avec un maximum de la courbe à 50 μ .
- 5 - vitesse de ligne : 30 m/min.
- débit de poudre : 5280 g/min * m de large
- 6 fils de cuivre de 100 μ m de diamètre espacés de 20 cm et placés à 7 cm de la tôle
- tension appliquée = 25 kV
- 10 - épaisseur moyenne mesurée après cuisson : 80 μ (avec un Δ de 5 % maximum sur la largeur)

Exemple 2

15 **[0058]**

- application verticale sur une face ; la bande défile de bas en haut
- poudre : polyester-TGIC de répartition granulométrique comprise entre 1 et 150 μ avec un maximum de la courbe à 50 μ
- 20 - vitesse de ligne : 50 m/min
- débit de poudre : 8800 g/min * m de large
- 12 fils de cuivre de 100 μ m de diamètre espacés de 20 cm et placés à 7 cm de la tôle
- 25 - tension appliquée = 25 kV
- épaisseur moyenne mesurée après cuisson : 78 μ (avec un Δ de 5 % maximum sur la largeur)

30 Exemple 3

[0059]

- application verticale sur une face ; la bande défile de bas en haut
- 35 - poudre : polyester-TGIC de répartition granulométrique comprise entre 1 et 150 μ avec un maximum de la courbe à 50 μ
- vitesse de ligne : 70 m/min
- 40 - débit de poudre : 8800 g/min * m de large
- 12 fils de cuivre de 100 μ m de diamètre espacés de 20 cm et placés à 7 cm de la tôle
- tension appliquée = 25 kV
- 45 - épaisseur mesurée après cuisson : 58 μ (avec un Δ de 5 % maximum sur la largeur)

Exemple 4

[0060]

- 50 - application verticale sur une face ; la bande défile de bas en haut
- poudre : polyester-TGIC de répartition granulométrique comprise entre 1 et 150 μ avec un maximum de la courbe à 50 μ
- 55 - vitesse de ligne : 30 m/min
- débit de poudre : 5280 g/min * m de large
- 6 fils de cuivre de 1 mm de diamètre espacés de 5

cm et placés à 7 cm de la tôle

- tension appliquée = 22 kV
- épaisseur mesurée après cuisson : 45 μ (avec un Δ de 5 % maximum sur la largeur).

[0061] Il est bien entendu que l'invention n'est pas limitée aux formes de réalisation décrites ci-dessus, mais que bien des variantes peuvent être envisagées sans sortir du cadre de l'invention.

[0062] Ainsi, l'invention n'est pas limitée à l'utilisation d'un système déterminé d'alimentation de la poudre. La seule exigence est que cette poudre puisse se déplacer sensiblement par gravité à travers l'enceinte de dépôt, et ceci d'une manière continue et homogène à un débit relativement important.

[0063] Il n'est toutefois pas exclu qu'une légère aspiration pourrait être réalisée par le fond de l'enceinte pour contrôler quelque peu le mouvement de descente de cette poudre. Ceci pourrait par exemple être le cas pour des poudres très légères, mais il y a toutefois lieu de noter que la gravité constituera toujours le paramètre essentiel pour le déplacement de la poudre.

[0064] Par ailleurs, le procédé suivant l'invention est non seulement applicable sur un substrat métallique, tel que de l'acier, de l'acier revêtu ou de l'aluminium par exemple, mais également sur un substrat rendu conducteur d'électricité, tel que du papier, du carton, de la matière plastique, du textile, etc., recouvert par exemple d'un film conducteur.

Revendications

1. Procédé pour l'application en continu d'une substance en poudre (5), notamment d'une peinture en poudre, sur un substrat oblong (1) conducteur d'électricité ou rendu conducteur d'électricité, présentant deux faces, de préférence sous forme d'une bande continue, comprenant
 - un défilement sensiblement verticalement du substrat (1) suivant la direction de sa longueur à travers une enceinte de dépôt (2),
 - une introduction de la poudre dans l'enceinte de manière sensiblement continue, et
 - une création à l'aide d'électrodes (9) d'un champ électrique dans l'enceinte, permettant d'appliquer cette poudre sur le substrat,**caractérisé en ce qu'il** comprend en outre
 - la création d'au moins un champ électrique entre au moins une électrode (9) et la ou les faces à revêtir du substrat,
 - une alimentation de la poudre (5) à une partie supérieure de l'enceinte de dépôt,
 - un écoulement par gravité d'un courant uniforme de particules de poudre le long de la ou les faces du substrat à revêtir, entre celle-ci et ladite au moins une électrode (9), et
 - un chargement électrostatique des particules

de la poudre pendant ledit écoulement, avec attraction de celles-ci sur la face correspondante du substrat (1) à revêtir grâce audit au moins un champ électrique créé.

2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on utilise une enceinte (2) dont les parois (3) sont réalisées en un ou recouverte intérieurement d'un matériau isolant électrique, de préférence en une matière plastique transparente.
3. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** l'on crée le champ électrique dans l'enceinte (2) de dépôt au moyen d'électrodes (9) portées à une haute tension continue, de préférence négative par rapport au substrat (1), ce dernier étant de préférence mis à la terre.
4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'on crée le champ électrique dans l'enceinte de dépôt (2) au moyen d'une série de fils conducteurs s'étendant à une certaine distance l'un au-dessus de l'autre, en regard d'au moins l'une des faces du substrat, écartés des parois (3) de l'enceinte opposées à ces faces et transversalement par rapport à la direction de défilement du substrat.
5. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'on charge la poudre dans l'enceinte de dépôt (2), électrostatiquement de manière négative par effet corona pour qu'elle soit ensuite attirée vers le substrat grâce au champ électrique présent.
6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'on crée dans l'enceinte de dépôt (2) un champ électrique de l'ordre de 3.500 Volts par cm.
7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'on** introduit la poudre dans l'enceinte de dépôt (2) avec un débit jusqu'à 10.000 g par minute et par mètre de largeur du substrat à traiter.
8. Procédé suivant la revendication 7, **caractérisé en ce qu'on** règle le débit de la poudre dans l'enceinte de dépôt (2) entre 700 et 900 grammes par minute, par mètre de largeur du substrat et par fil conducteur.
9. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'après** la fixation de la poudre (5) sur le substrat (1), celui-ci est chauffé de manière à soumettre cette poudre à une fusion au moins partielle permettant de former un revêtement sensiblement uniforme sur le substrat.

10. Procédé suivant la revendication 9, **caractérisé en ce que**, dans le cas où le substrat (1) présente une face à revêtir constituée d'une matière conductrice d'électricité, celle-ci est soumise à une cuisson par induction après la fixation de la poudre sur cette face. 5
11. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 9 et 10, **caractérisé en ce que** le chauffage précité est réalisé immédiatement à la sortie de l'enceinte de dépôt (2) pendant que le substrat se déplace verticalement. 10
12. Dispositif pour l'application en continu d'une substance en poudre (5), notamment de peinture en poudre, sur un substrat oblong (1) conducteur d'électricité ou rendu conducteur d'électricité, présentant deux faces, de préférence sous forme d'une bande continue, comprenant 15
- une enceinte de dépôt (2) présentant une ouverture à sa partie supérieure (4) et à sa partie inférieure (6) à travers lesquelles peut défilier le substrat susdit (1) dans cette enceinte (2), 20
- un appareil d'alimentation (10) permettant d'introduire la poudre susdite (5) d'une manière sensiblement continue dans cette enceinte (2) lors du défilement du substrat (1), et 25
- des moyens pour créer dans cette enceinte (2) au moins un champ électrique permettant d'appliquer cette poudre (5) sur au moins l'une des faces du substrat (1), 30
- caractérisé en ce que** l'enceinte présente, à sa partie supérieure, une ouverture d'alimentation (4) pour la poudre (5) permettant d'introduire cette dernière, dans cette enceinte, 35
- et en ce que** lesdits moyens pour créer au moins un champ électrique sont constitués d'au moins une électrode et la ou les faces du substrat à revêtir, entre lesquels s'écoule par gravité un courant de particules de ladite poudre introduite, le long de ladite au moins une face du substrat à revêtir, les particules de poudre étant ainsi chargées électrostatiquement grâce audit au moins un champ électrique créé et attirées sur la face correspondante du substrat à revêtir. 40
13. Dispositif suivant la revendication 12, **caractérisé en ce que** les parois de l'enceinte (2) sont réalisées en un matériau isolant électrique, de préférence en une matière plastique transparente. 45
14. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 12 et 13, **caractérisé en ce que** l'enceinte (2) comprend, le long de ses parois, en regard du plan suivant lequel le substrat (1) peut défilier à travers l'enceinte (2), au moins une électrode (9) à laquelle une haute tension continue peut être appliquée par rapport à ce substrat (1). 50
15. Dispositif suivant la revendication 14, **caractérisé en ce que** l'enceinte (2) comprend une série d'électrodes successives (9) réparties suivant la hauteur de l'enceinte (2) en regard du plan dans lequel le substrat (1) peut se déplacer dans cette dernière. 55
16. Dispositif suivant la revendication 15, **caractérisé en ce que** les électrodes précitées (9) sont constituées par une série de fils conducteurs s'étendant à une certaine distance l'un de l'autre le long du plan suivant lequel le substrat peut défilier à travers l'enceinte, ces fils étant écartés des parois de l'enceinte (2) opposées à ce plan en permettant le passage de la poudre pouvant se déplacer par gravité à travers cette enceinte.
17. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 12 à 16, **caractérisé en ce que** des moyens (8') sont prévus pour recycler la poudre collectée au bas de l'enceinte qui n'aurait pas été appliquée sur le substrat (1).
18. Dispositif suivant la revendication 17, **caractérisé en ce que** les fils conducteurs présentent un diamètre de 100 à 250 microns.
19. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 12 à 18, **caractérisé en ce que** l'appareil d'alimentation (10) comprend une trémie (11) montée au-dessus d'un cylindre (12) pouvant tourner autour d'un axe sensiblement horizontal (13) et présentant en son fond une ouverture (16) contre laquelle est agencée la surface du cylindre (12), cette surface étant pourvue d'organes d'entraînement (15), tels que des picots métalliques, de manière à permettre, lors de la rotation du cylindre (12) autour de son axe (13), de retirer, par l'ouverture précitée (16), une quantité dosée de poudre (5) contenue dans la trémie (11) sur la surface cylindrique du cylindre (12), une brosse rotative (17) étant prévue pour permettre d'enlever d'une manière continue la poudre de la surface cylindrique susdite.
20. Dispositif suivant la revendication 19, **caractérisé en ce que** l'axe de rotation (18) de la brosse (17) est situé sensiblement au même niveau que celui de l'axe de rotation (13) du cylindre (12), cette brosse (17) présentant des picots relativement rigides (20) s'étendant jusqu'à la surface du cylindre (12) au moment où ils se trouvent sensiblement dans le plan passant par les axes de rotation (13) et (18).

Patentansprüche

1. Verfahren zum kontinuierlichen Aufbringen einer pulverförmigen Substanz (5), insbesondere eines pulverförmigen Lacks, auf ein längliches, elektrisch

leitfähiges oder elektrisch leitfähig gemachtes Substrat (1), das zwei Flächen aufweist, vorzugsweise in der Form eines kontinuierlichen Bandes, umfassend

ein im wesentlichen vertikales Bewegen des Substrats (1) längs seiner Längsrichtung durch einen Aufbringungsraum (2) hindurch, ein Einbringen des Pulvers in den Raum in im wesentlichen kontinuierlicher Weise, und ein Erzeugen, mittels Elektroden (9), eines elektrischen Feldes in dem Raum, welches es erlaubt, dieses Pulver auf das Substrat aufzubringen, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verfahren ferner folgendes umfaßt:

das Erzeugen zumindest eines elektrischen Feldes zwischen mindestens einer Elektrode (9) und der zu beschichtenden Fläche oder den zu beschichtenden Flächen des Substrats,

ein Zuführen des Pulvers (5) zu einem oberen Teil des Aufbringungsraums,

ein Dahinströmen, durch die Schwerkraft, eines gleichförmigen Stroms von Pulverpartikeln längs der Fläche oder der Flächen des zu beschichtenden Substrats, zwischen derselben und der mindestens einen Elektrode (9), und

ein elektrostatisches Aufladen der Partikel des Pulvers während des Dahinströmens, mit einer Anziehung derselben auf die entsprechende Fläche des zu beschichtenden Substrats (1) aufgrund des mindestens einen erzeugten elektrischen Feldes.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Raum (2) verwendet wird, dessen Wände (3) aus einem elektrisch isolierenden Material, vorzugsweise aus einem transparenten Kunststoffmaterial, gebildet oder an ihrer Innenseite mit einem solchen Material bedeckt sind.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das elektrische Feld in dem Aufbringungsraum (2) mittels Elektroden (9) erzeugt wird, die auf eine hohe Gleichspannung gelegt werden, welche vorzugsweise negativ in Bezug auf das Substrat (1) ist, wobei dieses letztere vorzugsweise geerdet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das elektrische Feld in dem Aufbringungsraum (2) mittels einer Reihe leitfähiger Drähte erzeugt wird, die sich in einer bestimmten Distanz übereinander erstrecken, gegenüber mindestens einer der Flächen des Substrats, im Abstand von den diesen Flächen gegenüberlie-

genden Wänden (3) des Raums und quer in Bezug auf die Bewegungsrichtung des Substrats.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Pulver in dem Aufbringungsraum (2) elektrostatisch in negativer Weise durch den Koronaeffekt aufgeladen wird, so daß es anschließend aufgrund des vorhandenen elektrischen Feldes zu dem Substrat hin angezogen wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** in dem Aufbringungsraum (2) ein elektrisches Feld in der Größenordnung von 3.500 Volt pro cm erzeugt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Pulver in den Aufbringungsraum (2) mit einem Durchsatz von bis zu 10.000 g pro Minute und pro Meter Breite des zu behandelnden Substrats eingebracht wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Durchsatz des Puders in den Aufbringungsraum (2) zwischen 700 und 900 Gramm pro Minute, pro Meter Breite des Substrats und pro leitfähigem Draht eingestellt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß**, nach der Fixierung des Pulvers (5) an dem Substrat (1), das letztere derart erwärmt wird, daß dieses Pulver einem zumindest teilweisen Aufschmelzen unterworfen wird, was es erlaubt, eine im wesentlichen gleichförmige Beschichtung auf dem Substrat zu bilden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß**, in dem Fall, daß das Substrat (1) eine aus einem elektrisch leitfähigen Material gebildete zu beschichtende Fläche aufweist, dieselbe nach der Fixierung des Pulvers an dieser Fläche einem Brennen durch Induktion unterworfen wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die vorstehend genannte Erwärmung unmittelbar am Ausgang des Aufbringungsraums (2) durchgeführt wird, während das Substrat sich vertikal bewegt.

12. Vorrichtung zum kontinuierlichen Aufbringen einer pulverförmigen Substanz (5), insbesondere eines pulverförmigen Lacks, auf ein elektrisch leitfähiges oder elektrisch leitfähig gemachtes längliches Substrat (1), das zwei Flächen aufweist, vorzugsweise in der Form eines kontinuierlichen Bandes, umfassend einen Aufbringungsraum (2), der eine Öffnung (4) in seinem oberen Teil und eine Öffnung (6) in sei-

nem unteren Teil aufweist, durch welche hindurch sich das vorstehend genannte Substrat (1) in diesem Raum (2) bewegen kann,

eine Zuführvorrichtung (10), die es erlaubt, das vorstehend genannte Pulver (5) in einer im wesentlichen kontinuierlichen Weise in diesen Raum (2) während der Bewegung des Substrats (1) einzubringen, und

Mittel zum Erzeugen, in diesem Raum (2), zumindest eines elektrischen Feldes, das es erlaubt, dieses Pulver (5) auf mindestens eine der Flächen des Substrats (1) aufzubringen,

dadurch gekennzeichnet, daß der Raum, in seinem oberen Teil, eine Zuführöffnung (4) für das Pulver (5) aufweist, welche es erlaubt, dieses letztere in diesen Raum einzubringen,

und dadurch, daß die Mittel zum Erzeugen zumindest eines elektrischen Feldes aus mindestens einer Elektrode und der Fläche oder den Flächen des zu beschichtenden Substrats bestehen, zwischen denen durch die Schwerkraft ein Strom von Partikeln des eingebrachten Pulvers längs der mindestens einer Fläche des zu beschichtenden Substrats dahinströmt, wobei die Pulverpartikel so aufgrund des zumindest einen erzeugten elektrischen Feldes elektrostatisch aufgeladen und auf die entsprechende Fläche des zu beschichtenden Substrats angezogen werden.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wände des Raumes (2) aus einem elektrisch isolierenden Material, vorzugsweise aus einem transparenten Kunststoffmaterial, gebildet sind.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Raum (2), längs seiner Wände und gegenüber der Ebene, längs welcher das Substrat (1) sich durch den Raum (2) hindurch bewegen kann, mindestens eine Elektrode (9) umfaßt, an welche eine hohe Gleichspannung in Bezug auf dieses Substrat (1) angelegt werden kann.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Raum (2) eine Reihe von aufeinanderfolgenden Elektroden (9) umfaßt, die längs der Höhe des Raums (2) gegenüber der Ebene, in welcher das Substrat (1) sich in diesem letzteren bewegen kann, verteilt sind.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** die vorstehend genannten Elektroden (9) durch eine Reihe von leitfähigen Drähten gebildet sind, die sich in einer bestimmten Distanz voneinander längs der Ebene erstrecken, längs welcher das Substrat sich durch den Raum hindurch bewegen kann, wobei diese Drähte von den

Wänden des Raums (2), die dieser Ebene gegenüberliegen, beabstandet sind, wodurch der Durchgang des Pulvers, das sich durch die Schwerkraft durch diesen Raum hindurch bewegen kann, ermöglicht wird.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** Mittel (8') zum Recyclen des im unteren Teil des Raums gesammelten Pulvers, das nicht auf das Substrat (1) eingebracht worden ist, vorgesehen sind.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** die leitfähigen Drähte einen Durchmesser von 100 bis 250 Mikrometer aufweisen.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zuführvorrichtung (10) einen Trichter (11) umfaßt, der oberhalb eines Zylinders (12), welche um eine im wesentlichen horizontale Achse (13) drehbar ist, angeordnet ist und an seinem Boden eine Öffnung (16) aufweist, gegen welche die Oberfläche des Zylinders (12) angeordnet ist, wobei diese Oberfläche mit Mitnahmeelementen (15), wie beispielsweise metallischen Vorsprüngen, versehen ist, derart, daß es möglich ist, während der Drehung des Zylinders (12) um seine Achse (13) durch die vorstehend genannte Öffnung (16) eine dosierte Menge von in dem Trichter (12) enthaltenem Pulver (5) auf die zylindrische Oberfläche des Zylinders (12) zu entnehmen, wobei eine Drehbürste (17) vorgesehen ist, um es zu ermöglichen, in kontinuierlicher Weise das Pulver von der vorstehend genannten zylindrischen Oberfläche abzunehmen.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Drehachse (18) der Bürste (17) im wesentlichen auf demselben Niveau wie das Niveau der Drehachse (13) des Zylinders (12) angeordnet ist, wobei diese Bürste (17) vergleichsweise steife Vorsprünge (20) aufweist, die sich in dem Moment, in dem sie sich im wesentlichen in der durch die Drehachsen (13) und (18) verlaufenden Ebene befinden, bis zu der Oberfläche des Zylinders (12) erstrecken.

Claims

1. Method of continuously applying a powdered substance (5), in particular a powdered paint, to an oblong substrate (1) which is electrically conductive or has been rendered electrically conductive, having two faces, preferably in the form of a continuous strip, which consists in

feeding the substrate (1) substantially vertically in its lengthwise direction through a deposition

enclosure (2),

introducing the powder into the enclosure in a substantially continuous manner, and

creating an electric field in the enclosure by means of electrodes (9), enabling this powder to be applied to the substrate,

characterised in that it further consists in

creating at least one electric field between at least one electrode (9) and coating the face or faces of the substrate to be coated,

feeding in the powder (5) from a top part of the deposition enclosure,

allowing a uniform stream of powder particles to flow by gravity along the face or faces of the substrate to be coated, between the latter and said at least one electrode (9), and

electrostatically charging the powder particles during said flow, attracting them onto the corresponding face of the substrate (1) to be coated due to said at least one electric field created.

2. Method as claimed in claim 1, characterised in that an enclosure (2) is used which has walls (3) made from or internally lined with an electrical insulating material, preferably a transparent plastics material.

3. Method as claimed in either of claims 1 and 2, **characterised in that** the electric field inside the deposition enclosure (2) is created by means of electrodes (9) to which a continuous high voltage is applied, preferably negative relative to the substrate (1), the latter preferably being connected to ground.

4. Method as claimed in any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the electric field is created in the deposition enclosure (2) by means of a series of conductor wires extending at a certain distance apart, one above the other, facing at least one of the faces of the substrate, spaced apart from the walls (3) of the enclosure opposite these faces, and transversely relative to the feed direction of the substrate.

5. Method as claimed in any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the powder in the deposition enclosure (2) is electrostatically charged in a negative manner by a corona effect so that it is subsequently attracted to the substrate due to the presence of the electric field.

6. Method as claimed in any one of claims 1 to 5, **characterised in that** an electric field in the order of 3,500 Volts per cm is created in the deposition enclosure (2).

7. Method as claimed in any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the powder is introduced into the deposition enclosure (2) at a rate of up to 10,000 g

per minute and per metre of width of the substrate to be treated.

8. Method as claimed in claim 7, **characterised in that** the flow rate of the powder in the deposition enclosure (2) is regulated between 700 and 900 grams per minute, per metre of width of the substrate and per conductor wire.

9. Method as claimed in any one of claims 1 to 8, **characterised in that**, after fixing the powder (5) on the substrate (1), the latter is heated, causing this powder to fuse, at least partially, enabling a substantially uniform coating to form on the substrate.

10. Method as claimed in claim 9, **characterised in that**, if the substrate (1) has a face to be coated that is made from an electrically conductive material, it is heated by induction after fixing the powder on this face.

11. Method as claimed in either of claims 9 and 10, **characterised in that** said heating is effected immediately at the outlet from the deposition enclosure (2) as the substrate is vertically displaced.

12. Device for continuously applying a powdered substance (5), in particular a powdered paint, to an oblong substrate (1) that is electrically conductive or has been rendered electrically conductive, having two faces, preferably in the form of a continuous strip, comprising

a deposition enclosure (2) with an opening at its top part (4) and at its bottom part (6) through which said substrate (1) is fed in this enclosure (2),

a supply apparatus (10) enabling said powder (5) to be introduced into this deposition enclosure (2) in a substantially continuous manner as the substrate (1) is fed through and

means for creating at least one electric field in this enclosure (2), enabling this powder (5) to be applied to at least one of the faces of the substrate (1),

characterised in that the enclosure has a feed inlet opening (4) for the powder (5) at its top part, enabling the latter to be introduced into this enclosure, and **in that** said means for creating at least one electric field comprise at least one electrode and the face or faces of the substrate to be coated, between which a stream of particles of said introduced powder flows by gravity, along said at least one face of the substrate to be coated, the powder particles thus being electrostatically charged due to said at least one created electric field and attracted onto the corresponding face of the substrate to be coated.

13. Device as claimed in claim 12, **characterised in**

that the walls of the enclosure (2) are made from an electrical insulating material, preferably a transparent plastics material.

are disposed substantially in the plane coinciding with the axes of rotation (13) and (18).

14. Device as claimed in either of claims 12 and 13, **characterised in that** the enclosure (2) has, along its walls facing the plane along which the substrate (1) can be fed through the enclosure (2), at least one electrode (9), to which a continuous high voltage can be applied relative to this substrate (1). 5 10
15. Device as claimed in claim 14, **characterised in that** the enclosure (2) contains a series of successive electrodes (9) distributed across the height of the enclosure (2) facing the plane in which the substrate (1) can be fed through the latter. 15
16. Device as claimed in claim 15, **characterised in that** said electrodes (9) consist of a series of conductor wires extending at a certain distance apart from one another in the plane along which the substrate can be fed through the enclosure, these wires being spaced apart from the walls of the enclosure (2) opposite this plane, leaving a passage for the powder so that it can be displaced by gravity through this enclosure. 20 25
17. Device as claimed in any one of claims 12 to 16, **characterised in that** means (8') are provided in order to recycle any powder which has not been applied to the substrate (1) and collects at the bottom of the enclosure. 30
18. Device as claimed in claim 17, **characterised in that** the conductor wires have a diameter of 100 to 250 microns. 35
19. Device as claimed in any one of claims 12 to 18, **characterised in that** the supply apparatus (10) comprises a hopper (11) mounted above a cylinder (12) capable of rotating about a substantially horizontal axis (13) and having an opening (16) at its base, against which the surface of the cylinder (12) is disposed, this surface being provided with driving members (15), such as metal pins, so that a metered quantity of powder (5) can be drawn out of the hopper (11) when the cylinder (12) is rotated about its axis (13), through said opening (16) and onto the cylindrical surface of the cylinder (12), a rotary brush (17) being provided in order to lift the powder off said cylindrical surface in a continuous manner. 40 45 50
20. Device as claimed in claim 19, **characterised in that** the axis of rotation (18) of the brush (17) is located substantially on a level with the axis of rotation (13) of the cylinder (12), this brush (17) having relatively rigid pins (20) extending as far as the surface of the cylinder (12) at the instant at which they 55

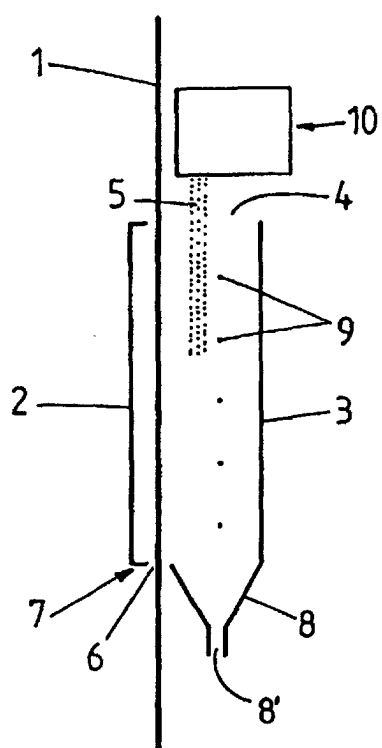


Fig.1

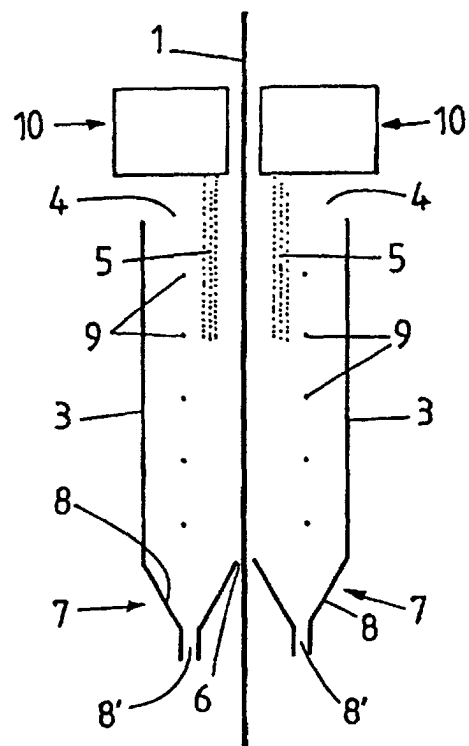


Fig.2

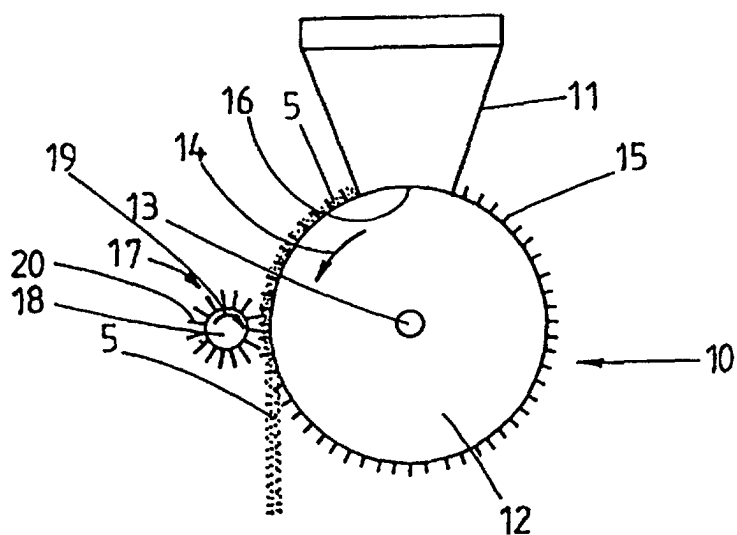


Fig.3