



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑤ Int. Cl.³: B 05 B

5/02

① Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
 Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein



⑫ FASCICULE DU BREVET A5

⑪

624 317

②① Numéro de la demande: 15837/77

②② Date de dépôt: 22.12.1977

③③ Priorité(s): 27.12.1976 US 754161

④④ Brevet délivré le: 31.07.1981

④⑤ Fascicule du brevet
publié le: 31.07.1981

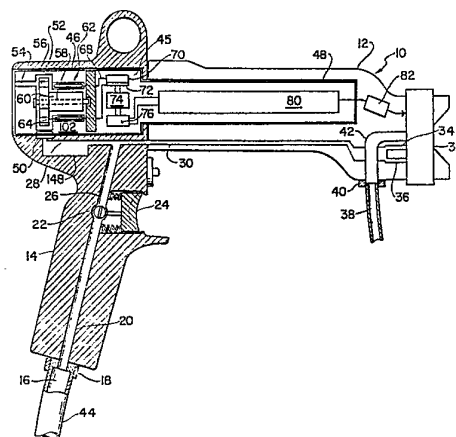
⑦③ Titulaire(s):
 Speeflo Manufacturing Corporation,
 Houston/TX (US)

⑦② Inventeur(s):
 David H. Malcolm, Randolph/NJ (US)

⑦④ Mandataire:
 William Blanc & Cie conseils en propriété
 industrielle S.A., Genève

⑤④ Dispositif de projection-pulvérisation électrostatique.

⑤⑦ Le dispositif consiste en un pistolet de projection (10) comprenant une tête de pulvérisation par air (32). De l'air comprimé, amené par un tuyau (16), actionne un moteur à air (52) couplé à un alternateur (62) dont la tension alternative de sortie est transformée en une haute tension continue qui est appliquée sur au moins une électrode se trouvant dans la tête de pulvérisation (32). Ce dispositif peut être utilisé pour appliquer, sur un substrat, de la peinture ou une autre matière de revêtement.



REVENDECATIONS

1. Dispositif de projection-pulvérisation électrostatique comprenant des moyens pour émettre un jet de matière à projeter, à l'état finement divisé, et au moins une électrode disposée au voisinage de l'emplacement où se produit le processus de mise à l'état divisé de cette matière, cette électrode étant agencée de manière à permettre de conférer une charge électrique à cette matière, caractérisé par le fait qu'il comprend une source d'énergie électrique autonome comprenant un moyen pour transformer l'énergie cinétique d'un courant d'air, provenant d'une source d'air séparée du dispositif, en énergie électrique pour l'alimentation électrique de ce dispositif.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ladite source d'énergie électrique comprend un circuit électrique capable d'alimenter ladite électrode en énergie électrique sous forme d'une haute tension continue.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit moyen pour transformer l'énergie cinétique du courant d'air en énergie électrique comprend au moins une turbine, dont la partie périphérique subit l'action du courant d'air se déplaçant à grande vitesse, de façon à transformer l'énergie cinétique du courant d'air en énergie cinétique d'une masse tournante, et au moins un alternateur ayant un axe de rotation commun avec celui de la turbine et directement entraîné par celle-ci, de manière à constituer, conjointement avec elle, cette masse tournante et à convertir son énergie cinétique en énergie électrique.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par le fait que ladite turbine et ledit alternateur sont agencés de manière à pouvoir subir une accélération à partir de leur position de repos jusqu'à une vitesse de fonctionnement supérieure à 10000 t/mn en moins de $\frac{1}{4}$ s, de façon à transformer rapidement l'énergie cinétique du courant d'air en énergie électrique sous forme d'une tension électrique alternative.

5. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par le fait que ledit alternateur est agencé de manière à fournir une puissance électrique ayant une valeur de 5 à 10 W, sous une tension de sortie d'au moins 5 V, dans un délai de $\frac{1}{4}$ s après le démarrage.

6. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par le fait que ladite turbine comprend un moteur à air du type à impulsion et par le fait que ledit alternateur comprend un induit magnétique plein directement connecté à ce moteur.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé par le fait que ledit alternateur comprend un stator ayant un noyau formé d'au moins une paire d'enroulements toriques de bandes.

8. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit moyen pour transformer l'énergie cinétique du courant d'air en énergie électrique fournit une tension alternative et par le fait que la source autonome d'énergie électrique comprend, en outre, un multiplicateur de tension à longue chaîne agencé de manière à permettre de transformer cette tension électrique alternative en une haute tension continue pour l'alimentation de ladite électrode.

9. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé par le fait que ledit moyen pour produire de l'énergie électrique, par conversion de l'énergie cinétique du courant d'air, comprend un alternateur à turbine à air, agencé de manière à permettre de fournir cette énergie électrique sous forme d'une tension alternative, et par le fait que ledit circuit électrique comprend un multiplicateur de tension à longue chaîne agencé de manière à permettre de produire une haute tension continue par transformation de cette tension électrique alternative.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé par le fait que ledit circuit électrique comprend un moyen pour transformer la tension alternative fournie par ledit alternateur en une tension continue ayant une valeur essentiellement constante et un oscillateur alimenté par cette tension continue et agencé de manière à

délivrer une tension alternative à haute fréquence pour l'alimentation dudit multiplicateur de tension à longue chaîne.

11. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit moyen pour produire de l'énergie électrique par conversion de l'énergie cinétique du courant d'air comprend un alternateur à turbine à air permettant de produire une tension électrique alternative et par le fait que ladite source autonome d'énergie électrique comprend, en outre, un moyen pour transformer cette tension électrique alternative en une tension continue ayant une valeur essentiellement constante, un oscillateur alimenté par cette tension continue et agencé de manière à délivrer une tension alternative à haute fréquence, un transformateur-élévateur coopérant avec cet oscillateur de manière à élever notablement la tension de sortie à haute fréquence de cet oscillateur et un multiplicateur de tension à longue chaîne agencé de manière à transformer la tension de sortie de ce transformateur en une haute tension continue pour l'alimentation de l'électrode.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé par le fait que l'alternateur à turbine à air constitue un premier sous-ensemble, le moyen pour transformer la tension électrique alternative en tension continue, l'oscillateur et le transformateur-élévateur formant un deuxième sous-ensemble et le multiplicateur de tension à longue chaîne constituant un troisième sous-ensemble, ces trois sous-ensembles étant sous forme de cartouche amovible apte à être aisément mise en place dans le dispositif et retirée de celui-ci.

13. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé par le fait que le moyen pour transformer la tension alternative en une tension continue ayant une valeur essentiellement constante comprend un redresseur et un régulateur de tension et par le fait que ledit multiplicateur de tension à longue chaîne est un circuit multiplicateur en série à plusieurs étages.

14. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel ledit courant d'air provient d'une source d'air comprimé, sous pression constante, caractérisé par le fait qu'il comprend, en outre, des moyens de commande et de régulation, disposés avant la turbine, de manière à alimenter la turbine en un flux constant d'air, sous une pression essentiellement constante, constitué par une partie de l'air provenant de cette source d'air comprimé et à canaliser le reste de cet air, sous une pression réglée, en vue de son utilisation pour la projection-pulvérisation de la matière à projeter.

La présente invention concerne un dispositif de projection-pulvérisation électrostatique dans lequel l'application d'une couche d'un revêtement sur un substrat est favorisée par application de forces électrostatiques. Plus particulièrement, l'invention concerne un pistolet de projection-pulvérisation, muni d'un générateur électrique entièrement incorporé dans ce pistolet.

Des dispositifs de projection-pulvérisation électrostatique, appartenant aussi bien à la catégorie des dispositifs de ce genre fonctionnant à air comprimé qu'à la catégorie de ces dispositifs n'utilisant pas d'air, sont largement utilisés pour la peinture au pistolet ainsi que pour l'application d'autres genres de revêtement. Les pistolets de projection classiques sont généralement constitués par un corps cylindrique isolé muni d'une poignée ou monture mise à la terre disposée à l'une des extrémités de ce corps cylindrique, et d'une électrode à haute tension, ayant des dimensions et une forme spécialement étudiées, faisant saillie à partir de l'autre extrémité du corps cylindrique et disposée au voisinage de l'emplacement où se produit le processus de mise à l'état divisé de la matière à projeter. Une telle électrode est généralement mise sous une tension de l'ordre de 30 à 80 kV, et pouvant atteindre, dans certaines installations, une valeur de 150 kV, afin d'engendrer une décharge corona ainsi qu'un champ électrique ayant une valeur

notable accompagnant cette décharge. Dans ces conditions, le courant de décharge corona qui prend naissance à partir de l'électrode à haute tension crée, au voisinage de l'emplacement où se produit le processus de mise à l'état divisé, une région riche en ions monopolaires qui vont s'appliquer sur les gouttelettes de peinture pulvérisée ou d'autres matériaux de revêtement, en leur conférant une charge électrique. En variante, dans le cas où la matière de revêtement est une matière conductrice, le processus d'acquisition d'une charge électrique par les gouttelettes de cette matière se produit dans la région de grande densité de champs électriques au voisinage de l'orifice d'introduction du fluide. Les gouttelettes ainsi chargées sont ensuite déplacées, sous l'influence combinée de leur propre force d'inertie et du champ électrostatique existant dans la région de pulvérisation, en direction d'un substrat mis à la terre. Conformément à la pratique usuelle, on obtient une économie optimale de peinture en maintenant la valeur du potentiel de charge aussi élevée que possible de manière à engendrer, entre le pistolet de projection et le substrat, un champ électrostatique ayant une valeur en moyenne d'au moins 500 V par pouce (environ 1970 V/cm) ce champ atteignant, de préférence, une valeur de 10000 V par pouce (environ 3937 V/cm). En même temps, il y a lieu de maintenir la vitesse de projection des particules pulvérisées, au voisinage du substrat, à la valeur minimale compatible avec les exigences d'une pulvérisation et d'un flux de peinture adéquats.

Dans les dispositifs traditionnels on obtient les valeurs de tension de charge appropriées en utilisant des générateurs électriques à haute tension, qui sont des dispositifs électroniques classiques, placés à l'extérieur du dispositif de projection, ou bien en utilisant un générateur à haute tension fonctionnant selon l'utilisation des principes de l'électrodynamique gazeuse, disposé à l'intérieur du corps du pistolet de projection. Les générateurs à haute tension électroniques classiques sont relativement volumineux, lourds et d'un prix de revient élevé et ils sont conçus de manière à fonctionner essentiellement dans des conditions de « tension constante ». En outre, à cause de la valeur élevée des tensions qui sont nécessaires, les câbles à haute tension servant au raccordement entre ces générateurs et le pistolet de projection sont lourds, encombrants et relativement rigides, ce qui ajoute un poids non désiré à celui du dispositif de projection rendant l'ensemble exagérément encombrant, complexe, et, dans la plupart des cas, impossible à entretenir sur le lieu d'utilisation, à cause des servitudes imposées par l'isolation à haute tension.

En ce qui concerne les dispositifs de pulvérisation alimentés par un générateur électrique utilisant les principes de l'électrodynamique gazeuse, ils possèdent un certain nombre de caractéristiques avantageuses en comparaison avec les dispositifs alimentés par les générateurs à haute tension classiques. Cependant, ces dispositifs nécessitent la production, à l'extérieur du dispositif, d'une tension d'excitation qui est relativement basse mais qui est tout de même de plusieurs kilovolts, pour l'alimentation du générateur à électrodynamique gazeuse contenue dans le dispositif de pulvérisation, en nécessitant ainsi l'utilisation d'un générateur électrique externe relié à la tête de pulvérisation et requérant l'emploi d'air prétraité, ou « ensemencé » en vue de l'obtention d'un fonctionnement sûr.

C'est pourquoi, on a, depuis longtemps, essayé d'éliminer la nécessité de recourir à une source d'air « ensemencé » et à limiter, sinon à supprimer, la nécessité d'utiliser un générateur électrique externe et les raccordements électriques correspondants avec le dispositif de projection électrostatique. Toutefois, les exigences contradictoires constituées par la nécessité d'avoir une tension de fonctionnement élevée associée à un courant de valeur limitée ou constante, la nécessité d'utiliser une source d'air comprimé de type classique tout en évitant la production de tensions de décharge indésirables, réunies dans un dispositif léger, peu encombrant et capable de fonctionner pendant de longues périodes sans tomber en panne n'ont pas encore permis, en pratique, malgré le

fait que l'on ait déjà suggéré diverses solutions pour résoudre les différents problèmes posés, d'atteindre le but indiqué ci-dessus.

Le but de l'invention est précisément de résoudre le problème qui vient d'être mentionné. A cet effet, le dispositif de projection-pulvérisation électrostatique selon l'invention présente les caractéristiques spécifiées dans la revendication 1.

Le dispositif selon l'invention consiste donc en un appareil de projection-pulvérisation électrostatique qui est léger et qui comprend une source d'énergie électrique faisant partie intégrante de l'appareil. Cette source comprend, de manière générale, des moyens permettant de transformer l'énergie cinétique d'un courant d'air en énergie cinétique de rotation d'un solide et des moyens permettant de convertir cette dernière énergie cinétique en énergie électrique sous une forme appropriée à l'application à l'électrode de charge du dispositif de projection. Plus précisément, selon une forme de réalisation particulière du dispositif selon l'invention, la source comprend un alternateur à basse tension entraîné par un courant d'air, un redresseur et un régulateur de tension permettant de transformer la tension de sortie de l'alternateur en une tension continue sensiblement constante qui alimente un oscillateur à haute fréquence, ainsi qu'un multiplicateur de tension à plusieurs étages permettant d'augmenter encore la tension délivrée par l'oscillateur à haute fréquence jusqu'à une valeur comprise dans la gamme de 30 à 100 kV qui est nécessaire pour favoriser, par voie électrostatique, la projection d'une matière de revêtement. Le dispositif de projection-pulvérisation selon l'invention peut notamment comprendre une source d'énergie électrique incorporée constituée par un moteur à air, léger, à grande vitesse et à faible inertie, du type à impulsion, entraînant directement un alternateur à basse tension à induit magnétique, cette source comprenant en outre un redresseur à circuit intégré et un régulateur de tension permettant de transformer la tension de sortie de l'alternateur en une tension continue essentiellement constante. Cette tension continue alimente un oscillateur à haute fréquence agencé de manière à délivrer une tension alternative ayant une valeur élevée ou transformée sous forme d'impulsions carrées ou d'une onde sinusoïdale ayant un pic de tension de l'ordre de 2,5 kV. En combinaison avec les éléments qui viennent d'être indiqués, la source peut comprendre un multiplicateur de tension à circuit intégré, à plusieurs étages, utilisant les éléments usuels conçus pour fonctionner sous une tension de 5 kV, ce multiplicateur de tension étant agencé de manière à permettre de porter la tension délivrée par l'oscillateur à haute fréquence à une valeur comprise dans le domaine de 30 à 100 kV nécessaire pour favoriser, par voie électrostatique, l'application par projection d'un matériau de revêtement.

Ainsi, le dispositif selon l'invention comprend des éléments de volume réduit et de faible poids dont l'agencement et le mode de fonctionnement mécanique et électrique permet la réalisation d'un pistolet de projection électrostatique léger qui fonctionne en utilisant de l'air comprimé produit par un générateur de type conventionnel en permettant l'obtention des valeurs de tension requises pour la projection électrostatique de peinture et produits similaires avec des valeurs de courant suffisamment faibles.

Le dispositif selon l'invention présente, entre autres avantages, celui d'être facile à manipuler et exempt de toute connexion électrique externe. Le générateur électrique peut être sous forme d'une pluralité d'éléments ayant la forme de cartouches constituant des sous-ensembles monolithiques, ces cartouches pouvant être assemblées et remplacées à titre individuel ce qui facilite l'entretien et la réparation du dispositif sur le lieu d'utilisation.

Selon une forme de réalisation particulière du dispositif selon l'invention, ce dispositif consiste en un pistolet de projection électrostatique muni d'un générateur électrique faisant partie intégrante du pistolet, sans connexion électrique extérieure, ce générateur permettant d'obtenir une haute tension ayant la valeur requise comprise entre 30 et 100 kV avec une intensité de l'ordre de 50 μ A, puissance de l'ordre de 3 W, un poids total compris

entre 0,68 et 1,35 kg, ce pistolet pouvant fonctionner en utilisant une source d'air comprimé de type classique produisant de l'air sous une pression de l'ordre de 1,406 kg/cm² à 5,624 kg/cm² avec un débit au plus égal à 0,142 m³/mn (mesuré dans les conditions normales de température et de pression).

Ainsi, comme on vient de le voir, la caractéristique essentielle du dispositif selon l'invention consiste dans le fait qu'il comprend une source d'énergie électrique faisant partie intégrante de ce dispositif.

D'autre part, on peut remarquer que cette source d'énergie électrique présente l'avantage d'avoir un encombrement suffisamment réduit pour permettre de l'intégrer à l'intérieur même de la tête de projection-pulvérisation et de l'entraîner au moyen d'un courant d'air comprimé.

Comme indiqué plus haut, ce générateur électrique peut être sous forme d'une ou plusieurs cartouches intégrées dans le pistolet de projection et présentant l'avantage de pouvoir être changées sur le lieu d'utilisation du dispositif.

D'autres particularités et avantages du dispositif selon l'invention apparaîtront à la lumière de la description détaillée qui suit, en relation avec le dessin annexé qui illustre, à titre d'exemple, une forme d'exécution particulière de ce dispositif. Dans le dessin annexé :

La fig. 1 est une vue latérale schématique en élévation, partiellement en coupe, montrant la manière dont sont disposés les différents éléments de la source d'énergie électrique, à l'intérieur d'un pistolet de projection portable du type pistolet de pulvérisation à air.

La fig. 2 est une vue schématique en coupe verticale illustrant l'une des formes possibles d'un moteur à air.

La fig. 3 est une vue en coupe schématique illustrant l'agencement d'un sous-ensemble moteur à air-alternateur.

La fig. 4 est une vue en coupe schématique verticale, à échelle légèrement agrandie, illustrant l'agencement d'un alternateur.

La fig. 5 est un diagramme schématique représentant un circuit redresseur-régulateur de tension.

La fig. 6 est un diagramme schématique représentant un circuit oscillateur-transformateur.

La fig. 7 est un diagramme schématique représentant un multiplicateur de tension série à longue chaîne, et

la fig. 8 est une coupe verticale schématique d'un dispositif de régulation de la pression d'air.

La fig. 1 représente de manière générale et schématique les éléments constitutifs d'un pistolet de projection électrostatique 10 portable, agencé de manière à permettre la projection-pulvérisation électrostatique de peinture et matières analogues. Le pistolet de projection 10 comprend un corps 12, de forme générale cylindrique et allongée, en un matériau isolant, une poignée 14, ayant la forme d'une crosse de pistolet, en un matériau conducteur, et dont la partie supérieure entoure l'extrémité postérieure du corps cylindrique 12. Un tuyau flexible d'alimentation d'air 16, capable d'être raccordé à une source d'air comprimé (non représentée) placée à une certaine distance du pistolet, cette source d'air comprimé étant, par exemple, constituée par un compresseur d'air classique capable de fournir de l'air sous une pression comprise entre 1,406 et 5,624 kg/cm², ou davantage, avec un débit d'air au moins égal à environ 0,085 m³/mn (mesuré dans les conditions normales) et raccordé à la base de la poignée 14 au moyen d'une garniture appropriée 18.

Il apparaît clairement, d'après la fig. 1, qu'un pistolet de projection 10 agencé conformément aux principes de la présente invention, diffère des pistolets utilisés de manière conventionnelle, aussi bien dans les systèmes de projection électrostatique par atomisation à air que dans les systèmes de projection électrostatique fonctionnant sans air, par le fait que ce pistolet possède, à titre de raccordement, uniquement une conduite d'alimentation en peinture 38, une conduite d'alimentation en air 16 et un raccordement de mise à la terre et qu'il est complètement exempt de raccorde-

ment à une source d'énergie électrique extérieure. Par conséquent, ce pistolet élimine complètement la nécessité, dans laquelle on se trouvait jusqu'à présent, d'utiliser des générateurs électroniques encombrants et lourds, posés sur le sol, ainsi que les câbles isolés lourds et relativement rigides, associés à ces générateurs d'énergie en vue de transmettre l'énergie électrique nécessaire pour charger la matière à projeter au moyen du pistolet. Le pistolet permet également d'éliminer la nécessité d'employer une source d'air «ensemencé» ainsi que les câbles électriques isolés nécessaires, conformément à la pratique classique, pour transmettre les tensions d'excitation au pistolet de projection fonctionnant en utilisant le principe de l'électrodynamique gazeuse.

A l'intérieur de la poignée 14, se trouve une conduite d'air 20, raccordée à une vanne de réglage du débit 22 qui est actionnée par l'utilisateur du pistolet en déplaçant une gâchette 24. L'orifice de sortie de la vanne de réglage du débit 22 est raccordée à une conduite 26 qui est elle-même raccordée à une conduite de circulation d'air primaire 30 et à une conduite d'air auxiliaire 28 placée à l'intérieur du corps cylindrique 12 du pistolet. Le conduit d'air primaire 30 sert (dans le pistolet de projection par pulvérisation à air du type présentement décrit) pour transmettre un courant d'air comprimé à une tête de pulvérisation par air 32. Dans cette dernière, l'air peut être utilisé, comme représenté sous la forme des deux conduites de subdivision d'air 34 et 36, pour provoquer l'atomisation à l'air, de la manière conventionnelle, de la matière de revêtement qui provient d'un réservoir situé à une certaine distance du pistolet et est introduit dans ce dernier au moyen d'un tuyau 38 et d'une garniture 40 puis dirigé vers la tête de pulvérisation à air 32 par l'intermédiaire de la conduite 42. L'air transmis par la conduite 30 peut être également utilisé comme air de «ventilation» pour la mise en forme du jet de matière de revêtement atomisée.

La structure et l'agencement de la tête de pulvérisation à air 32 ainsi que l'agencement des conduites d'alimentation en air et en matériau de revêtement peuvent être conformes à celles de dispositifs connus par exemple de dispositifs décrits dans les brevets des États-Unis d'Amérique N^{os} 3645447, 3693877 et 3843052. Le système d'électrode incorporé dans la tête de pulvérisation à air 32 peut également être de type classique de même que le dispositif de mise à la terre de la poignée conductrice 14. Ce dernier dispositif peut comprendre une gaine conductrice 44, disposée autour du tuyau à air 16, ou bien comprendre un fil de mise à la terre approprié associé à ce tuyau.

Une cartouche amovible allongée 45, constituant un générateur d'énergie électrique, est disposée à l'intérieur du corps cylindrique 12 et de la partie supérieure de la poignée 14 du pistolet 10. La cartouche 45 renferme les différents éléments fonctionnels, qui seront décrits ci-dessous, du générateur d'énergie électrique et elle a une forme générale cylindrique comportant une partie arrière 46 ayant un diamètre notablement plus grand que celui de sa partie antérieure 48.

Lorsque la cartouche 45 est convenablement disposée à l'intérieur de son compartiment récepteur, dont la forme intérieure est complémentaire de celle de la cartouche, à l'intérieur du corps cylindrique 12 du pistolet, la conduite d'air auxiliaire 28 est directement raccordée à l'orifice d'entrée d'un moteur à air miniature 52 ce qui permet d'entraîner en rotation, avec une vitesse élevée, le rotor 56 de ce moteur. Le flux d'air traversant le moteur à air 52 peut être éjecté vers l'atmosphère à travers un conduit d'échappement 54 disposé à l'arrière du corps cylindrique 12. Le rotor 56 du moteur à air 52 est monté sur un arbre 58, commun à l'induit 60 d'un alternateur adjacent 62 de façon à former un ensemble à faible inertie capable d'accélérer rapidement à une vitesse de rotation élevée et ayant une longue durée de vie. L'induit 60 est disposé à l'intérieur d'un stator 64, ayant la forme d'un manchon cylindrique, revêtu de résine époxy en acier à haute perméabilité ayant de préférence au moins une paire d'enroulements. Avantagusement, le moteur à air 52 et l'alternateur 62 forment

un sous-ensemble d'une seule pièce qui est à la fois léger et de faible dimension. Le couplage direct, qui vient d'être mentionné, du moteur à air 52 avec l'alternateur 62 permet d'obtenir la conversion directe de l'énergie cinétique du courant d'air circulant dans la conduite 28 en énergie électrique sous forme d'une tension alternative ayant de préférence une valeur de l'ordre de 8 à 16 V avec une fréquence de l'ordre de 250 cycles/s.

La tension alternative engendrée par l'alternateur 62 est amenée, par les conducteurs 68, dans un redresseur 70 et un régulateur de tension 72 dans lesquelles elle est transformée en une tension continue sensiblement constante ayant de préférence une valeur de l'ordre de 8 à 12 V. La tension réglée engendrée par le redresseur 72 commande un oscillateur à haute fréquence 74 de manière à produire une basse tension de sortie, sous forme d'impulsions sinusoïdales ou à ondes rectangulaires dont la fréquence est de préférence comprise dans la gamme de 100 à 50 kHz. La tension de sortie de l'oscillateur 74 qui est à haute fréquence mais à basse valeur est ensuite élevée par un transformateur 76 qui forme partie intégrante du circuit oscillateur, de manière à produire une tension de sortie sous forme d'oscillations sinusoïdales ou à ondes rectangulaires, ayant une valeur de 2500 V et dont la fréquence est comprise dans la gamme indiquée ci-dessus.

Le moteur à air 52, l'alternateur 62, le redresseur 70, le régulateur de tension 72, l'oscillateur 74 et le transformateur 76 peuvent avantageusement être agencés de façon à former un sous-ensemble intégré qui, lorsqu'il est encapsulé, constitue un élément monolithique facile à remplacer.

La tension de sortie à haute fréquence du transformateur 76 est appliquée à un multiplicateur de tension 80, à longue chaîne, constitué, de préférence, par un multiplicateur de tension série ayant environ 20 étages ou davantage, ce qui permet d'élever la tension d'entrée jusqu'à une valeur comprise dans la gamme désirée de 30 à 100 kV, sous forme d'une tension de sortie rectifiée que l'on applique, par l'intermédiaire du conducteur 84 et d'une résistance limitatrice 82, au dispositif d'électrode placé dans la tête de pulvérisation à air 32. En variante, une partie prédominante de la résistance limitatrice 82 peut être disposée entre l'extrémité à basse tension de la cartouche 45 et la poignée de mise à la terre 14.

Comme il a été indiqué plus haut, un pistolet de pulvérisation, apte à être utilisé pour effectuer de manière industrielle l'application de peinture ou d'autres substances du même genre par voie électrostatique, doit satisfaire à un certain nombre de conditions pratiques concernant ces paramètres constructifs et fonctionnels, mécaniques et électriques. En général, les pistolets de projection-pulvérisation électrostatique portatifs doivent avoir un poids inférieur à 1,36 kg environ (3 lb), fonctionner avec une gamme de tensions comprise entre 30 et 100 kV et une intensité de courant de l'ordre de 50 μ A et pouvoir fonctionner en utilisant une source d'air comprimé classique délivrant de l'air sous une pression comprise entre 1,406 kg/cm² et 5,624 kg/cm² environ. En outre, de tels pistolets doivent être munis de moyens permettant de limiter le flux électrique afin d'empêcher la production de décharge indésirable, du type arc électrique, lorsque l'électrode à haute tension arrive à proximité d'un corps mis à la terre.

Une forme d'exécution particulière d'un générateur d'énergie électrique intégré pouvant être utilisé comme élément du dispositif selon l'invention est décrite en détail dans la partie de la description qui va suivre. Ce générateur présente les particularités suivantes:

- a) son poids est de l'ordre de 125 g;
- b) ce générateur peut fonctionner en utilisant une source d'air comprimé classique délivrant de l'air sous une pression comprise entre 1,406 et 5,624 kg/cm², avec un débit inférieur à 0,142 m³/mn (mesuré dans les conditions normales de température et de pression);

- c) la tension délivrée par ce générateur a une valeur minimale de 50 kV pour une intensité de 50 μ A avec une intensité maximale en court-circuit de l'ordre de 200 μ A, et
- d) ce générateur peut être sous forme d'une cartouche amovible ce qui permet de faciliter l'entretien et la réparation du pistolet de projection au lieu même de son utilisation.

Toutes les caractéristiques qui viennent d'être indiquées permettent de réaliser le générateur sous forme d'une cartouche pouvant facilement être incorporée dans un pistolet de projection portatif et remplissant l'ensemble des conditions actuellement exigées pour ce genre de dispositif.

Le moteur à air 52, l'alternateur 62, le redresseur 70 et le régulateur de tension 72 forment un sous-ensemble qui est, de préférence, agencé de manière à présenter des caractéristiques fonctionnelles telles que les suivantes:

- a) tension de sortie continue relativement constante ayant une valeur de 5 à 10 V, avec une puissance à 5 à 8 W en utilisant une source d'air comprimé, délivrant de l'air exempt d'huile, sous une pression comprise entre 1,406 et 5,624 kg/cm² en utilisant un débit d'air inférieur à 0,142 m³/mn (mesuré dans les conditions normales de température et de pression), l'air comprimé étant ensuite évacué du dispositif sous la pression atmosphérique;
 - b) accélération du rotor 56 du moteur à air et de l'induit 60 jusqu'à 80% de leur vitesse maximale au bout d'un temps maximum de l'ordre de 0,2 s à partir du déclenchement de la gâchette, et
 - c) poids léger, de l'ordre de 85 g, associé avec une robustesse de construction permettant l'obtention d'une longue durée de vie.
- Comme on le voit notamment aux fig. 2 et 3, le moteur à air 52 est de préférence constitué par un moteur à air simple, du type à impulsions, comprenant un rotor léger 56 ayant un diamètre de l'ordre de 2,5 cm. Lorsque ce rotor est soumis à l'action d'un courant d'air pénétrant dans le moteur par la buse 50 avec une vitesse de l'ordre de 300 m/s, sa vitesse de rotation théorique maximale est de l'ordre de 300 000 t/mn. On peut donc facilement faire fonctionner le moteur avec une vitesse de rotation du rotor comprise entre 10 000 et 30 000 t/mn ce qui fournit un couple moteur suffisant pour entraîner l'alternateur 62 de manière à obtenir à partir de l'énergie cinétique du courant d'air, la quantité d'énergie désirée.

Un courant d'air comprimé ayant un débit de l'ordre de 0,1136 m³/mn (mesuré dans les conditions normales de température et de pression), sous une pression de 2,812 kg/cm², correspond à une puissance théorique de l'ordre de 200 W. Etant donné que l'énergie électrique qu'il est nécessaire d'obtenir à la sortie du redresseur est de l'ordre de 10 W au maximum, le système qui vient d'être décrit permet d'utiliser la totalité de la chute de pression disponible pour entraîner le moteur à air 52 et l'alternateur qui lui est associé 62. En outre, le moteur à air du type turbine à impulsions qui vient d'être décrit, permet d'éviter l'emploi de joints d'étanchéité glissants et permet d'utiliser des roulements à billes, des coussinets à imprégnation d'huile ou tout autre type de coussinets appropriés, appartenant de préférence au genre utilisé dans le dispositif d'entraînement de mèches pour dentistes et les dispositifs analogues qui se prêtent avec une durée de vie élevée à l'utilisation aux grandes vitesses de rotation.

Pour obtenir la valeur élevée requise de l'accélération de l'induit 60 de l'alternateur 62, il faut maintenir à une valeur aussi basse que possible l'inertie du rotor 56 du moteur à air ainsi que celle de l'induit 60. A cet effet, l'induit 60 comprend de préférence un aimant permanent 100, à haute énergie, ayant par exemple une longueur de l'ordre de 15,9 mm (5/8 de pouce) et un diamètre de l'ordre de 12,7 mm (1/2 pouce). Dans l'état actuel de la technique, on considère que des diamètres d'aimants supérieurs à 12,7 mm entraînent une inertie excessive. De préférence, on utilise de l'Alnico 8 comme matériau constitutif de l'induit en question, bien que l'on puisse également utiliser tout autre matériau approprié,

par exemple de l'Alnico 5. Comme mentionné ci-dessus, l'induit 60 est agencé de manière à faire corps avec le rotor 56 et il est placé immédiatement à côté et à l'extérieur du logement 52 du moteur à air.

Comme on le voit par exemple sur les fig. 3 et 4, le stator de l'alternateur 62 consiste en un cylindre creux 64, revêtu de résine époxy, en un acier allié à haute perméabilité dont l'emploi permet de diminuer les pertes par hystérésis dans le noyau. On adopte de préférence le type de construction classique à enroulement en ruban ce qui permet également de minimiser les pertes par courant de Foucault. L'enroulement du stator 64 se compose de deux bobinages et il est agencé de manière à permettre d'obtenir une tension alternative de sortie ayant une valeur de l'ordre de 12 V et d'être en accord avec les caractéristiques d'impédance du redresseur 70, du régulateur de tension 72 et de l'oscillateur 74. L'ensemble du stator et de son enroulement est encapsulé ou enrobé, comme indiqué par le chiffre de référence 102 de façon à constituer un élément du type monolithique. L'alternateur 62 qui vient d'être décrit a une structure simple et robuste et il se distingue par un faible couple de démarrage qui permet d'atteindre rapidement la vitesse de fonctionnement de l'ordre de 15000 t/mn, à savoir en moins d' $\frac{1}{4}$ s, cette vitesse permettant d'obtenir une puissance de l'ordre de 5 à 10 W avec une tension de l'ordre de 12 V.

Les éléments restants du générateur électrique sont des éléments électriques essentiellement constitués par des circuits et parties de circuits électriques classiques dont les caractéristiques sont choisies de manière à permettre le fonctionnement du générateur dans les conditions indiquées précédemment. La fig. 5 illustre un exemple de circuit qui est approprié pour constituer le redresseur 70 et le régulateur de tension 72 qui permettent de transformer la tension alternative de sortie de l'alternateur 62 qui a une valeur de l'ordre de 8 à 16 V en une tension continue ayant une valeur de l'ordre de 8 à 12 V. Comme on le voit à la fig. 5, l'alternateur 62 est raccordé à un redresseur en pont 110 composé de diodes 112 constitué et fonctionnant en utilisant les principes de la physique de l'état solide. Le courant de sortie du redresseur en pont 110 est raccordé à une diode de Zener 114 et à un condensateur de filtrage 116 ce qui permet d'obtenir un courant continu sensiblement constant aux bornes du circuit 118.

Comme indiqué ci-dessus, l'oscillateur à haute fréquence 74 est de préférence agencé de manière à permettre d'obtenir une tension de sortie à onde rectangulaire ayant une fréquence comprise dans la gamme de 10 à 50 kHz avec une valeur compatible avec celle de la tension continue d'entrée mentionnée ci-dessus (8 à 12 V). La tension alternative à haute fréquence engendrée par l'oscillateur est ensuite transformée en une tension à onde rectangulaire ayant une valeur de 2500 V qui est introduite dans le premier étage du multiplicateur 80.

La fig. 6 représente schématiquement un circuit électrique pouvant convenir pour l'oscillateur 74 et le transformateur 76. Comme on le voit à la fig. 6, les bornes de sortie 118 du régulateur de tension 72 sont raccordées entre elles à travers une résistance 120 et une diode 122. Le circuit oscillateur comprend une paire de transistors 124, 126, dont les sorties sont connectées entre elles par l'intermédiaire de l'enroulement primaire 128 du transformateur 76. La tension de sortie du circuit, qui est élevée à une valeur de l'ordre de plus ou moins 2500 V, et dont la fréquence est comprise entre 10 et 50 kHz, est délivrée par l'enroulement secondaire 130 du transformateur.

Le moteur à air, l'alternateur, le redresseur, le régulateur de tension, l'oscillateur et le transformateur constituent de préférence un sous-ensemble monolithique (une fois encapsulé) qui constitue une unité amovible formant la première des cartouches mentionnées plus haut.

On applique les ondes rectangulaires ayant de préférence une valeur maximale de tension de plus ou moins 2500 V, obtenue comme indiqué ci-dessus, à la sortie du transformateur 76, aux bornes d'entrée du multiplicateur à longue chaîne 80. La fig. 7

représente schématiquement un circuit approprié pour constituer un multiplicateur série à plusieurs étages, comprenant par exemple environ 24 étages, permettant l'obtention d'une tension de 60 kV. Du fait que les dimensions et le poids d'une unité de ce genre découlent de ceux de ses constituants électriques, à savoir les condensateurs et les redresseurs qui forment la chaîne de multiplication, le fait que la tension d'entrée est constituée par une onde rectangulaire de plus ou moins 2500 V, permet d'utiliser des constituants classiques, conçus pour fonctionner sous 5 kV, ayant des dimensions et un poids réduits. Comme on le voit, une telle chaîne de multiplication comprend une pluralité d'étages dont chacun est formé par des condensateurs 132 raccordés en série et pontés par des diodes 134. On peut utiliser n'importe quel multiplicateur série ou parallèle à longue chaîne, approprié, mais on utilise de préférence un multiplicateur série. Ce multiplicateur constitue de préférence le deuxième sous-ensemble monolithique (une fois encapsulé) qui constitue une unité amovible formant la deuxième cartouche susmentionnée.

On comprend donc que tous les constituants électroniques, à savoir le moteur à air 52, l'alternateur 62, le redresseur 70, le régulateur 72, l'oscillateur 74 et le transformateur 76, qui constituent un sous-ensemble et le multiplicateur 80 qui constitue un deuxième sous-ensemble peuvent être assemblés de manière compacte et encapsulés de manière appropriée de façon à former des éléments monolithiques séparables pouvant être combinés pour constituer la cartouche et former ensemble un élément facile à monter et à démonter sur le lieu d'utilisation du pistolet.

Afin de limiter la tension de sortie et d'empêcher la surcharge du moteur à air 52, on peut inclure un système régulateur d'air 148 dans la conduite d'entrée d'air 28 située dans la poignée 14. Un tel système de régulation d'air, agencé de manière simple est représenté schématiquement dans la fig. 8. Comme on le voit, ce système comprend un manchon 150 qui définit un alésage central allongé 152 provoquant une réduction sensible de la section de passage du courant d'air, ce manchon 150 étant placé à l'intérieur de la conduite 28. L'alésage 152 est fermé à une extrémité par une valve mobile 154. La base 156 de la valve 154 est placée en contact glissant avec les parois d'une partie élargie de la conduite 28, des joints «O-ring» appropriés 158 étant avantageusement interposés entre ces parois et celles de la base 156 de manière à éviter les fuites d'air entre elles. La partie supérieure 160 de la valve 154 présente un diamètre réduit par rapport à celui de la base de manière à ménager un logement 162 entre sa paroi extérieure et la paroi intérieure de la conduite 28. Le logement 162 est également délimité par un bouchon 164 dans lequel est ménagé un alésage central 166 qui permet une réduction du diamètre de passage du courant d'air. Le bouchon 164 est placé de manière à limiter le déplacement vers le haut de la valve 154 qui est normalement repoussée au contact de ce bouchon par le ressort 168. La valve 154 est en outre munie d'une pluralité de conduites ou canaux 170, disposés obliquement, qui permettent l'écoulement de l'air en provenance de l'alésage 52 dans le compartiment 162 lorsque les orifices de ces canaux ne sont pas bouchés par l'extrémité du manchon 150.

Lors du fonctionnement de ce dispositif, la valve 154 est normalement repoussée en position de fermeture contre l'alésage 166 du bouchon 164. Toutefois, la pression de l'air dans le compartiment 162 a tendance à déplacer la valve vers le bas, en résistant à l'action antagoniste du ressort 168 ce qui permet d'ouvrir l'alésage 166 et de fermer partiellement ou complètement les canaux 170. La fermeture complète ou partielle des canaux 170 a pour effet d'inverser cette action et de permettre au ressort 168 d'exercer une action de réglage en déplaçant le bouchon vers le haut. Il apparaît clairement qu'un choix judicieux des dimensions des éléments décrits ci-dessus permet de limiter la pression s'exerçant du côté amont du courant d'air de manière à obtenir une valeur prédéterminée, indépendante de la pression dans la partie aval de la conduite et, par conséquent, de régler le débit d'air dans le moteur à air.

Un système prototype fonctionnant en accord avec les principes énoncés permet d'obtenir une tension continue de sortie ayant une valeur de 55 kV pour une puissance de 3 W, à partir d'un courant d'air comprimé dont la pression d'entrée est réglée à une valeur de 1,406 kg/cm² et dont le débit est de 0,119 m³/mn (mesuré dans les conditions normales de température et de pression). On obtient les caractéristiques de fonctionnement et les résultats suivants:

Sous-ensemble moteur à air-alternateur :

Courant d'air d'entrée: 1,406 kg/cm²; 0,119 m³/mn (conditions normales de température et de pression).

Energie électrique délivrée: 8,6 W sous 12,1 V et avec une fréquence de 250 Hz.

Dimensions (D × L): 34,925 × 34,417 mm.

Poids: 68,04 g.

Durée de démarrage: moins de 0,1 s pour 90% de la valeur nominale.

Redresseur-régulateur-oscillateur-transformateur :

⁵ Courant d'air d'entrée: comme indiqué ci-dessus.

Tension de sortie: 5,1 kV (tension de pointe) à 20 kHz et 5,4 W.

Dimensions: 34,925 × 25,4 mm.

Poids: 63,78 g (encapsulé).

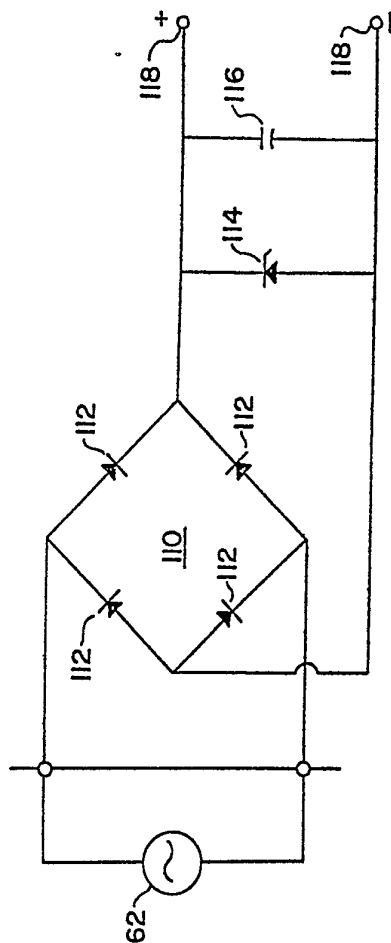
¹⁰ *Multiplicateur de tension :*

Courant d'air d'entrée: comme indiqué ci-dessus.

Tension de sortie: tension continue ayant une valeur de 55 kV pour une puissance de 3 W.

Dimensions (D × L): 22,225 × 120,650 mm.

¹⁵ Poids: 113,4 g (encapsulé).



56

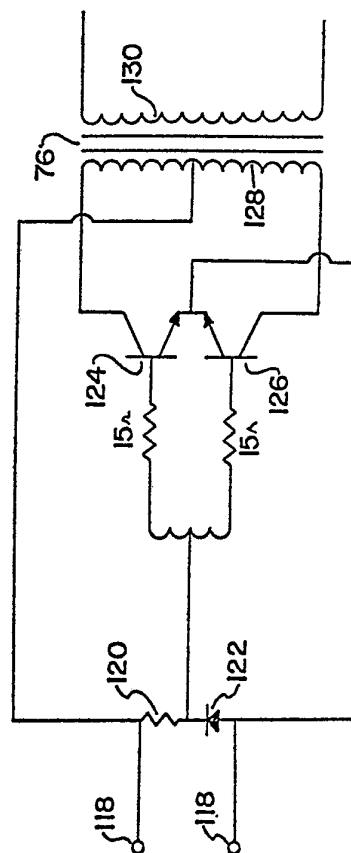


FIG. 6

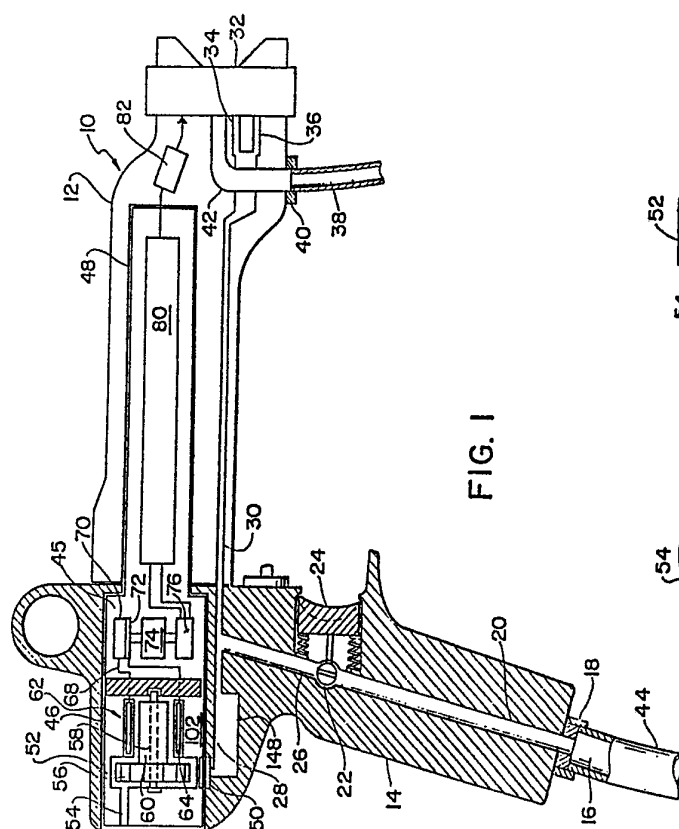


Fig. 1

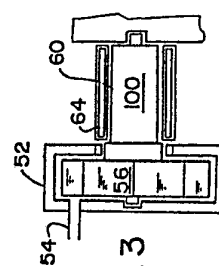


FIG. 3

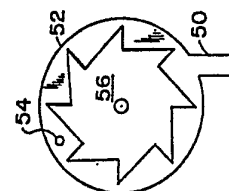


FIG. 2

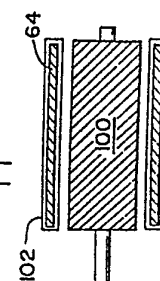


FIG. 4

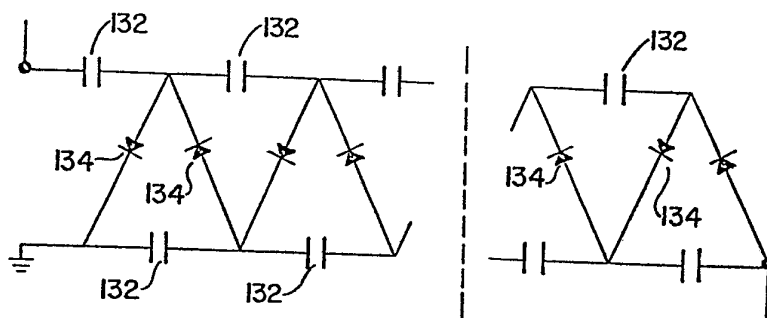


FIG. 7

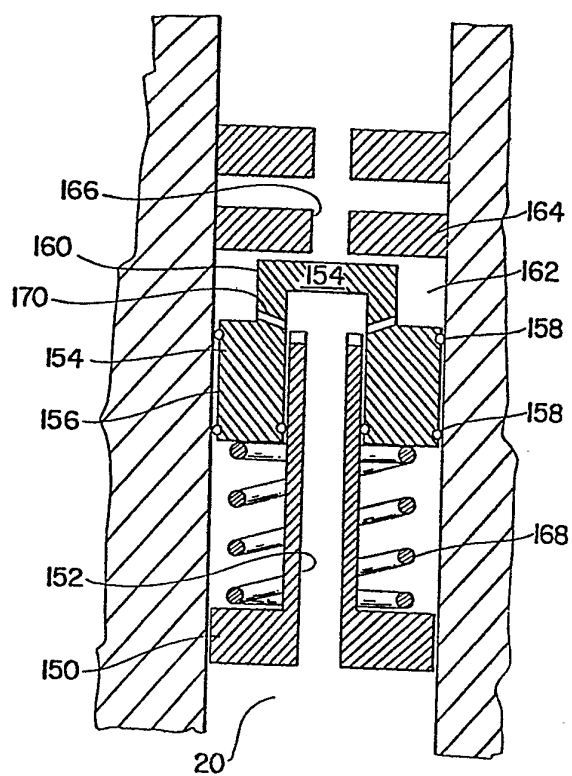


FIG. 8