

(19)



(11)

EP 4 070 888 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
12.10.2022 Bulletin 2022/41

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
B03C 3/12 (2006.01) B03C 3/155 (2006.01)
B03C 3/49 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22166725.6**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
B03C 3/155; B03C 3/12; B03C 3/49; B03C 2201/30

(22) Date de dépôt: **05.04.2022**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **GUERRY, Pascal**
68580 Seppois-le-Haut (FR)
• **LAGIER, Serge**
74150 Moye (FR)

(74) Mandataire: **Martin, Marie-Aude**
Akwel
ZI du Prat
56000 Vannes (FR)

(30) Priorité: **06.04.2021 FR 2103493**

(71) Demandeur: **AKWEL**
01410 Champfromier (FR)

(54) **DISPOSITIF ÉLECTROSTATIQUE DE FILTRAGE DE PARTICULES DE POUSSIÈRES DE FREINAGE**

(57) Ce dispositif (10) dépolluant comprend un boîtier (12) définissant un chemin de circulation du flux d'air au travers du boîtier (12) qui délimite une partie amont ionisante (40) des particules présentes dans le flux d'air selon une polarité d'ionisation, et une chambre de capture (50), en aval de la partie d'ionisation (40), comprenant au moins une électrode de capture (52) configurée pour générer un champ électrostatique de polarité oppo-

sée à la polarité d'ionisation pour capturer des particules chargées. La chambre de capture (50) délimite dans le boîtier (12) une cavité de décantation (54) de particules et comprend un canal d'écoulement du flux d'air traversant la cavité (54) et délimité par une paroi collectrice (62) partiellement ajourée formant l'électrode de capture (52).

[Fig. 2]

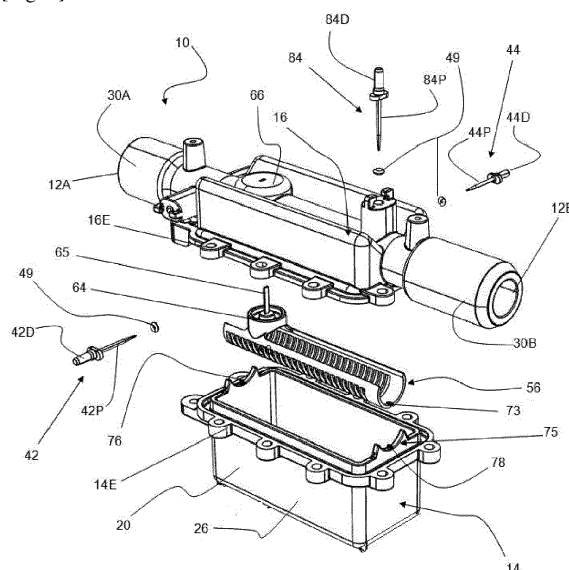


Fig. 2

EP 4 070 888 A1

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif électrostatique de récupération de particules de poussières, en particulier émises lors d'une action de freinage d'un véhicule automobile. Le domaine d'application de l'invention concerne plus particulièrement mais non exclusivement la récupération des poussières de freinage générées lors d'une action de freinage d'un véhicule, qu'il soit routier (par exemple : automobile, poids lourd, motocyclette) ou ferroviaire (train, tramway métro).

[0002] De manière générale, le freinage d'un véhicule ferroviaire ou routier, et en particulier d'un véhicule automobile, est réalisé par un système de freinage à friction, comme c'est le cas par exemple des « freins à disque ». L'invention peut s'appliquer à d'autres types de systèmes de freinage, tels que les freins à tambour ou tout autre type de frein à friction. Un frein à disque comprend un disque tournant autour d'un axe fixé sur un moyeu d'une roue du véhicule et des plaquettes de frein pourvues de garnitures réalisées en matériau de friction et montées de part et d'autre du disque par l'intermédiaire d'un étrier de frein.

[0003] Lors d'une action de freinage, les plaquettes de frein mobiles par rapport à l'étrier viennent en appui sur les disques liés en rotation aux roues du véhicule, afin d'appliquer dessus un couple de freinage et permettre le freinage par conversion de l'énergie cinétique en chaleur.

[0004] Or, à chaque action de freinage, le frottement des plaquettes de frein produit, en plus du dégagement de chaleur, une usure des matériaux de friction des garnitures, ainsi qu'une usure plus modérée des disques ou des tambours métalliques. Cette usure par abrasion produit une émission de particules importante. Les freins d'un véhicule automobile n'étant généralement pas complètement fermés, ces particules de poussière de freinage viennent alors directement se disperser dans le milieu ambiant.

[0005] Outre le fait d'être salissantes pour l'environnement immédiat des roues et notamment des jantes, ces particules sont surtout nocives pour la santé. En effet, ces particules peuvent être des nanoparticules ou des microparticules, les particules les plus fines étant reconnues comme étant particulièrement nocives pour la santé des individus en général, avec notamment un risque accru de développer des maladies respiratoires, allergiques et cardio-vasculaires.

[0006] Pour des raisons médicales, sanitaires et de pureté de l'air, il est ainsi souhaitable de filtrer les petites particules de l'air, et en particulier les fines poussières de freinage qui sont particulièrement nocives.

[0007] On connaît déjà de l'état de la technique plusieurs dispositifs de filtration de captation de particules. On connaît par exemple des dispositifs de filtration fonctionnant par gravité (dépôt des particules du fait de leurs poids mais ces dispositifs se révèlent être faiblement efficaces pour les particules les plus fines), fonctionnant par effet de force centrifuge (ces dispositifs présentent

généralement un encombrement important), fonctionnant par média filtrant (filtre mécanique) ou encore fonctionnant par effet électrostatique (électro-filtre ou précipitateur électrostatique). Ces derniers se révèlent être particulièrement efficaces pour la filtration des particules fines.

[0008] Un précipitateur électrostatique, connu également sous le nom d'électro-filtre à deux étages, repose sur le principe de déviation et de capture des poussières ou particules par application d'un effet électrostatique. Ce précipitateur électrostatique est basé sur le fait que des particules, ayant une certaine charge, sont attirées par une électrode collectrice de la charge opposée.

[0009] Généralement, un tel dispositif comprend un premier étage de charge électrique par effet corona des particules et un deuxième étage de précipitation. Dans l'étage de charge électrique, le flux d'air passe à travers une zone d'ionisation constituées généralement par une ou plusieurs électrodes portées à haute tension électrique (électrodes corona) pour générer un champ électrostatique intense, au sein duquel les particules sont chargées électriquement par ionisation. Puis le flux d'air comprenant les particules chargées passe à travers le second étage de précipitation dans lequel les particules chargées sont précipitées sur une paroi collectrice ou un média collecteur maintenu sous une tension électrique de signe de polarité opposé.

[0010] Les défauts majeurs des dispositifs de précipitation électrostatique actuels sont d'une part leur complexité et d'autre part leur coût. Ceci constitue un frein évident pour leur implantation dans un véhicule automobile pour lequel les contraintes économiques sont particulièrement importantes.

[0011] La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients précités de l'art antérieur en proposant un dispositif de dépollution par récupération de particules de poussière de freinage fonctionnant par effet électrostatique permettant de remédier à ces inconvénients, tout en étant particulièrement efficace, simple à réaliser et peu coûteux.

[0012] A cet effet, l'invention a notamment pour objet un dispositif dépolluant de récupération de particules de poussière, en particulier de particules de freinage produites par une ou des plaquettes d'un agencement de frein d'un véhicule automobile, comprenant un boîtier avec un orifice d'entrée d'admission d'un flux d'air sale chargé en particules et un orifice de sortie d'évacuation du flux d'air purifié définissant un chemin de circulation du flux d'air au travers du boîtier, le boîtier délimitant sur ledit chemin, une partie amont ionisante configurée pour charger électriquement les particules présentes dans le flux d'air selon une polarité dite d'ionisation, et une chambre de capture, en aval de la partie ionisante, comprenant au moins une électrode dite de capture configurée pour générer un champ électrostatique de polarité opposée à la polarité d'ionisation pour capturer les particules chargées, caractérisé en ce que la chambre de capture délimite dans le boîtier une cavité de décantation de parti-

cules et comprend un canal d'écoulement principal du flux d'air traversant la cavité d'amont en aval selon ledit chemin, ce canal étant délimité à l'intérieur de la cavité par une paroi dite de capture au moins partiellement ajourée formant l'électrode de capture et configurée pour retenir au moins partiellement des particules ionisées du flux d'air traversant le canal tout en permettant, au travers de sa paroi de capture, le dépôt par effet de gravité, au fond de la cavité, des particules susceptibles d'être décollées de ladite paroi de capture.

[0013] Le dispositif de l'invention permet de s'affranchir d'un média filtrant dont l'efficacité est limitée pour les petites particules et dont les performances diminuent au cours de son usage. Le dispositif de l'invention induit des pertes de charge limitées ce qui permet d'avoir recours à une pompe de faible puissance pour l'aspiration de l'air. Une pompe de faible puissance a pour avantage de présenter une efficacité constante en fonction du temps, de générer peu de bruit, d'avoir une faible dépense énergétique, et d'être de plus faibles coûts.

[0014] Par ailleurs, le dispositif permet le long du canal dans la cavité de décantation de récupérer les particules efficacement grâce à la paroi ajourée qui permet de récolter les particules qui une fois neutralisées peuvent se déposer au fond de la cavité.

[0015] Un dispositif selon l'invention peut en outre comporter l'une des caractéristiques suivantes.

[0016] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le dispositif comprend en aval du canal, une partie aval de répulsion des particules ionisées présentes dans le flux d'air par application d'un champ électrostatique dit répulsif, de polarité opposée à la polarité d'ionisation.

[0017] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le boîtier comprend un logement configuré pour recevoir une électrode de répulsion de type à aiguille qui s'étend au moins partiellement au travers du canal dans la partie aval de répulsion et qui est configurée pour générer ledit champ électrostatique répulsif.

[0018] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, la paroi de capture a une forme générale semi-tubulaire fermée longitudinalement par une paroi supérieure du boîtier pour délimiter le canal.

[0019] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, la paroi de capture a une forme générale semi-cylindrique de section en forme générale de U.

[0020] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, la paroi de capture comprend une grille munie d'une pluralité de fentes se développant dans des plans perpendiculaires à un axe longitudinal du canal pour délimiter une pluralité de barreaux de la grille.

[0021] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, les barreaux ont une forme générale d'arceaux recourbés selon un secteur angulaire compris entre 20° et 360°, et de préférence d'environ 180°.

[0022] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le dispositif comprend au moins une pièce d'insert de forme générale semi-tubulaire supportant la paroi de capture coopérant avec une paroi supérieure du boîtier

dans une configuration d'utilisation du dispositif pour former le canal.

[0023] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le boîtier comprend des parties supérieure et inférieure, la partie inférieure comprend un berceau de réception de l'insert présentant des sièges amont et aval, disposés sur un bord supérieur périphérique de la partie inférieure, de forme générale complémentaire à la forme générale de l'insert et sur lesquels l'insert repose axialement au-dessus de la partie inférieure.

[0024] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, l'insert comprend une borne de contact électrique comprenant une languette de connexion couplée électriquement avec la paroi collectrice pour la mise sous tension de la paroi collectrice du canal selon une polarité opposée à la polarité d'ionisation.

[0025] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, la borne de contact a une forme d'embout de section ronde formant un élément de liaison surmontant la paroi de capture selon une direction transversale d'un bord à l'autre de la paroi pourvu d'une languette de connexion électrique et le boîtier délimite sur une face interne de sa paroi supérieure un réceptacle configuré pour loger la borne de contact et étant pourvu d'un orifice d'introduction de ladite languette au travers de la paroi supérieure.

[0026] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, la pièce d'insert est obtenue par moulage par injection d'une matière plastique électriquement conductrice dans une cavité libre d'un moule délimitant la forme générale de la pièce d'insert.

[0027] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le boîtier comprenant une tubulure d'entrée pourvue d'une extrémité libre délimitant l'orifice d'entrée, la partie d'ionisation comprend un générateur de vent ionique comprenant une première électrode de source et une deuxième électrode dite contre-électrode de type à aiguille et agencées à proximité l'une de l'autre à l'intérieur de la tubulure d'entrée du boîtier pour générer un vent ionique de particules vers l'électrode de capture.

[0028] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le boîtier comprend une tubulure d'entrée pourvue d'une extrémité libre délimitant l'orifice d'entrée, ladite tubulure comprenant deux embouts externes d'introduction d'électrodes de type à aiguille à l'intérieur de la tubulure selon une direction transversale à une direction longitudinale de la tubulure pour former la partie amont ionisante.

[0029] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le dispositif comprend un moyen de raccordement électrique à une source d'alimentation électrique pour la mise à un potentiel électrique de polarité prédéfinie de chaque électrode et un moyen d'inversion de la polarité prédéfinie pour inverser la polarité en fonction d'un état de fonctionnement du véhicule automobile, par exemple lors du passage d'un état de freinage à un état de roulage du véhicule automobile et réciproquement.

[0030] L'invention a encore pour objet un agencement

de frein non polluant, comprenant :

- un dispositif électrostatique selon l'invention,
- au moins deux plaquettes mobiles garnies de matériau de friction destinées à venir en appui sur un disque rotor pour le freiner sous une force de serrage fournie par un étrier de serrage, les plaquettes,
- un conduit d'aspiration, raccordant l'entrée du boîtier du dispositif et comprenant au moins une bouche d'aspiration destinée à être positionnée au voisinage des plaquettes pour collecter les particules de poussière de freinage susceptibles d'être générées par abrasion du matériau de friction.

[0031] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lumière de la description qui suit, faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

[Fig.1] : la [Fig.1] représente une vue en perspective de trois-quarts avant d'un dispositif de récupération de particules de poussière selon l'invention ;

[Fig.2] : la [Fig.2] représente une vue en perspective éclatée du dispositif de la [Fig.1] ;

[Fig.3] : la [Fig.3] représente une vue à échelle agrandie d'une pièce d'insert du dispositif représenté sur la [Fig.2] ;

[Fig.4] : la [Fig.4] représente une vue en perspective et en coupe selon un plan horizontal du dispositif de la [Fig.1] ;

[Fig.5] : la [Fig.5] représente une vue en perspective et en coupe selon un plan vertical du dispositif de la [Fig.1] ;

[Fig.6] : la [Fig.6] illustre schématiquement le principe de fonctionnement du dispositif de l'invention.

[0032] On a représenté sur la [Fig.1] un dispositif dépolluant de récupération de particules de poussière selon l'invention. Ce dispositif dépolluant est désigné par la référence générale 10. L'invention concerne plus particulièrement mais non exclusivement la récupération de particules de freinage produites par une ou des plaquettes d'un agencement de frein d'un véhicule automobile (non représenté).

[0033] De façon générale, le véhicule automobile comprend par exemple un agencement de frein (non représenté) comprenant au moins deux plaquettes mobiles garnies de matériau de friction destinées à venir en appui sur un disque rotor pour le freiner sous une force de serrage fournie par un étrier de serrage. Le véhicule automobile est équipé également de façon classique d'un système de freinage pouvant être piloté par un utilisateur.

[0034] De préférence, l'agencement de frein comprend en outre le dispositif électrostatique 10 selon l'invention et un conduit d'aspiration, raccordé fluidiquement à une de ses extrémités au dispositif 10, et comprenant au moins à une autre de ses extrémités une bouche d'aspiration destinée à être positionnée au voisinage

des plaquettes pour collecter les particules de poussière de freinage susceptibles d'être générées par abrasion du matériau de friction.

[0035] Conformément à l'invention, le dispositif 10 se présente sous la forme d'un boîtier 12 avec un orifice d'entrée 12A d'admission d'un flux d'air sale chargé en particules et un orifice de sortie 12B d'évacuation du flux d'air purifié.

[0036] Par ailleurs, de façon préférentielle, le boîtier 12 est dimensionné pour être logé dans un espace environnant une roue de véhicule automobile, par exemple autour d'une jambe d'un amortisseur de suspension. A cet effet, bien que cela ne soit pas illustré sur les figures, le dispositif 10 peut comprendre des moyens de fixation à un organe du véhicule automobile.

[0037] Par exemple, afin de provoquer une circulation d'air efficace à l'intérieur du boîtier 12 entre l'entrée 12A et la sortie 12B de ce boîtier 12, le dispositif 10 comprend encore un organe d'aspiration du flux d'air purifié, tel qu'une pompe centrifuge positionnée en sortie 12B du boîtier 12.

[0038] La disposition de ces deux orifices 12A et 12B définit un chemin de circulation principal du flux d'air au travers du boîtier 12. Dans l'exemple décrit, les orifices 12A et 12B sont alignés sur un axe principal X du dispositif 10 qui définit la direction d'écoulement du flux d'air. Le chemin de circulation du flux d'air est sensiblement rectiligne entre l'entrée 12A et la sortie 12B. Toutefois, d'autres formes de chemin de circulation du flux d'air à l'intérieur du boîtier 12 peuvent être imaginées sans sortir du cadre de l'invention.

[0039] Dans la description qui va suivre, on utilisera les termes amont et aval en fonction du sens de l'écoulement du fluide ou du flux d'air. Ainsi, lorsqu'il sera précisé dans la présente description, que dans un système, un dispositif ou un organe, un premier élément est en amont d'un deuxième élément, il faudra comprendre que le courant de fluide (dans le cas présent, de l'air) circulant dans ledit système, dispositif ou organe traverse le premier élément avant le deuxième élément.

[0040] En outre, dans la description suivante, les termes « supérieur », « inférieur », « au-dessus », « en-dessous », « vertical », « horizontal » font référence aux éléments dans la position où ils se trouvent représentés sur les figures 1 à 6. Par ailleurs, un plan axial est défini comme un plan comprenant l'axe principal X. Un plan transversal est un plan orthogonal à l'axe principal X.

[0041] Le boîtier 12, représenté fermé sur la [Fig.1] comprend de préférence une partie inférieure 14 et une partie supérieure 16. Ces deux parties 14 et 16 sont complémentaires et sont par exemple assemblées entre elles à leur périphérie suivant un plan horizontal du boîtier 12.

[0042] Dans l'exemple décrit, les parties 14 et 16 sont réalisées dans un matériau rigide, par exemple par moulage d'une matière polymère. Par exemple, le boîtier 12 est réalisé en matière plastique injectée. Par exemple, la matière plastique comprend essentiellement au moins un polyamide aliphatique, par exemple du PA66, du

PA12 ou au moins du Polyphthalamide (PPA).

[0043] Comme cela est représenté sur la [Fig.2] qui illustre le boîtier 12 dans une configuration ouverte, chaque partie 14, 16 délimite en périphérie une bordure périphérique 14E, 16E venant se superposer l'une sur l'autre, matérialisant la jointure entre les deux parties 14, 16 du boîtier 12 et s'étendant chacune selon un plan parallèle au plan axial du boîtier 12. En référence à la [Fig.2], les deux parties inférieure 14 et supérieure 16 se referment l'une sur l'autre le long de ces bordures 14E, 16E pour définir une cavité interne 24 du boîtier 12.

[0044] La partie inférieure 16 comprend ici un corps principal 20, par exemple en forme de cuvette, muni d'un fond 22 et à l'opposé une extrémité ouverte 24 délimitée par le bord périphérique 16E. La partie inférieure 16 comprend en outre une paroi latérale 26 reliant le fond 22 au bord périphérique 16E. Le bord périphérique 16E s'étend dans cet exemple dans le prolongement de la paroi 26 en faisant radialement saillie vers l'extérieur sensiblement sur tout le contour de la paroi 24.

[0045] De préférence, le corps 20 a une forme générale sensiblement parallélépipédique de forme allongée sur la direction principale X. Le bord périphérique 16E délimite un contour de forme générale rectangulaire. Bien entendu, d'autres formes peuvent convenir pour la réalisation de l'invention.

[0046] La partie supérieure 14 du boîtier 12 forme de préférence un couvercle d'obturation de la partie inférieure 16. La partie supérieure 14 comporte une première tubulure d'entrée 30A dans laquelle est ménagé l'orifice d'entrée 12A et une deuxième tubulure de sortie 30B dans laquelle est ménagé l'orifice de sortie 12B.

[0047] Les première 30A et deuxième 30B tubulures d'entrée et de sortie sont de préférence alignées selon l'axe principal X.

[0048] Le dispositif 10 selon l'invention est ici destiné à récupérer des particules de poussière de freinage d'un agencement de frein d'un véhicule automobile. Par exemple, la tubulure d'entrée 30A débouche par son orifice d'entrée 12A à proximité de plaquettes de frein de l'agencement de frein du véhicule automobile. Par exemple, l'orifice d'entrée 12A de la tubulure d'entrée 30A peut être raccordé à un embout à deux portions d'extrémité pour le raccordement du dispositif à deux tuyaux flexibles pour récupérer les particules de poussière de freinage au voisinage de chacune des plaquettes de frein.

[0049] Le couvercle ou partie supérieure 14 et la partie inférieure 16 sont assemblés par des moyens de fixation classiques 28, par exemple des orifices de montage permettant la fixation des deux parties 14 et 16 du boîtier 12 par des vis ou autres moyens de fixation convenables qui ne seront pas plus détaillés.

[0050] Conformément à l'invention, le boîtier 12 délimite sur ledit chemin, une partie amont ionisante 40 configurée pour charger électriquement les particules présentes dans le flux d'air selon une polarité dite d'ionisation. Dans l'exemple décrit, la polarité d'ionisation est une polarité négative.

[0051] De façon connue en soi, la partie ionisante 40 forme une zone de décharge électrique à l'intérieur de laquelle se produit une ionisation de l'air. Dans cette partie 40, les ions ainsi produits rencontrent les particules en suspension dans l'air et leur confèrent une charge électrique, cette charge étant négative dans le cas présent.

[0052] Par exemple, la partie amont ionisante 40 comprend au moins une électrode configurée pour être reliée à une source d'alimentation électrique, par exemple un générateur de haute tension, permettant de créer une différence de tension à courant continu formant une zone de décharge dans laquelle apparaît une ionisation de l'air. Par exemple, le générateur de haute tension produit une tension comprise entre 5000 Volts et 20000 Volts.

[0053] A cet effet, par exemple, le dispositif 10 comprend des moyens de raccordement électrique à une source d'alimentation électrique du véhicule pour la mise à un potentiel électrique de polarité prédéfinie de chaque électrode. La source d'alimentation électrique comprend par exemple une batterie du véhicule automobile et un dispositif électronique d'élévation de la tension délivrée par la batterie, jusqu'à par exemple 8000 Volts.

[0054] Par ailleurs, de préférence, le système de freinage comprend un moyen de pilotage du générateur de haute tension pour alimenter électriquement ou non le ou les électrodes, par exemple en fonction d'une commande de freinage de la part de l'utilisateur du véhicule.

[0055] Dans l'exemple illustré, de préférence, la partie ionisante 40 comprend un générateur 100 de vent ionique ou pompe ionique configurée pour générer une circulation de flux d'air avec des particules ionisées en direction de l'électrode de capture 52.

[0056] De façon connue en soi, le vent ionique ou vent coronal est un courant d'air ionisé généré par un fort champ électrique. Le principe consiste de façon très générale à générer un flux d'air avec une pompe ionique, ce flux d'air pouvant varier et être dirigé.

[0057] Plus précisément, le principe de fonctionnement de base du générateur de vent ionique 100 est basé sur une décharge corona - une décharge électrique à proximité d'un conducteur chargé provoquant l'ionisation de l'air environnant.

[0058] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, le générateur de vent ionique 100 comprend une première électrode dite corona 42, une deuxième électrode 44 ou contre-électrode, ces électrodes 42 et 44 étant configurées pour être connectées électriquement à la source d'alimentation électrique en haute tension (non représentée).

[0059] De préférence, les deux électrodes 42 et 44 d'ionisation sont de type à aiguille. De préférence, chaque électrode 42 ou 44 comprend un corps allongé pourvu d'une extrémité distale 42D, 44D pour sa mise à un potentiel électrique prédéfini et d'une extrémité proximale 42P, 44P en forme générale de pointe d'aiguille effilée autour de laquelle se produit une décharge lorsque l'électrode 42 ou 44 est soumise à un potentiel électrique.

[0060] Les charges électriques des électrodes 42 et 44 soumises à une différence de potentiel se concentrent plutôt aux extrémités proximales 42P, 44P de ces électrodes 42, 44 (sommets et arêtes) pointues. En effet, le champ électrique généré par une charge sur un sommet conducteur pointu est beaucoup plus important que ne serait le champ électrique généré par la même charge sur par exemple un gros noyau conducteur sphérique et lisse.

[0061] Ainsi, lorsque cette force de champ électrique excède un seuil correspondant à une tension prédéfinie connue sous le nom tension de démarrage d'un effet couronne (CIV en anglais : « corona inception voltage »), il en résulte un phénomène d'ionisation des particules de l'air autour de l'extrémité de la pointe de la première électrode dite corona 42.

[0062] Le raccordement électrique à la source d'alimentation électrique haute tension permet d'appliquer une tension entre l'électrode corona 42 et la contre-électrode 44 pour créer un gradient de champ électrique élevé au niveau de l'électrode corona 42. Ce gradient de champ électrique élevé provoque l'ionisation des particules dans l'air (par exemple, de l'oxygène et molécules d'azote mais également les particules de poussières de freinage) pour devenir ionisées (pour devenir chargées), et crée donc une couronne ou un halo de particules chargées autour des extrémités des électrodes 42 et 44.

[0063] L'ionisation des particules du flux d'air conduit à la génération de particules du flux d'air ionisées ayant la même polarité que celle de l'extrémité chargée de l'électrode 42. Ceci a pour effet de repousser un nuage de particules ionisées identiquement chargées, qui s'étend immédiatement, du fait de la répulsion entre les particules ionisées elles-mêmes. Cette répulsion crée un vent électrique émanant de l'extrémité 42P de l'électrode 42, pouvant habituellement être accompagné d'un sifflement dû au changement de la pression de l'air situé à proximité de l'extrémité de l'électrode 42.

[0064] Par exemple, le raccordement à la source d'alimentation électrique permet d'appliquer une différence de tension élevée, à courant continu, entre les deux électrodes 42 et 44 et ainsi créer un champ électrique permettant de charger électriquement les particules du flux d'air traversant le boîtier 12.

[0065] De préférence, la première électrode 42 est une électrode raccordée à un potentiel de source et la deuxième électrode 44 est une électrode raccordée à un potentiel de masse. Les électrodes de masse 44 et de source 42 sont espacées par exemple d'une distance prédéterminée l'une de l'autre à l'intérieur de la tubulure d'entrée 30A. La tension appliquée à l'électrode de masse 44 et à l'électrode source 42 forme un champ électrique et ionise l'air ambiant présent à l'intérieur de la tubulure d'entrée 30A, produisant ainsi le vent ionique ou coronal.

[0066] Dans l'exemple décrit, la partie amont ionisante 40 s'étend à l'intérieur de la tubulure d'entrée 30A du boîtier 12. Ainsi, dans l'exemple illustré sur la [Fig.4], les première 42 et deuxième 44 électrodes s'étendent à l'in-

térieur de la tubulure 30A selon une direction transversale à une direction longitudinale de la tubulure 30A pour former la partie amont ionisante 40.

[0067] Par exemple, ladite tubulure d'entrée 30A comprend des premier 46 et deuxième 48 embouts externes d'introduction et de guidage chacun respectivement de la première électrode 42 et de la deuxième électrode 44 à l'intérieur de la tubulure d'entrée 30A.

[0068] De préférence, l'embout 46 ou 48 est couplé au boîtier 12 ou venu de matière avec celui-ci et comprend un alésage intérieur traversant qui s'ouvre à une extrémité proximale vers un volume à l'intérieur de la tubulure d'entrée 30A et à une extrémité distale à l'extérieur du boîtier 12.

[0069] Par exemple, chaque embout 46 ou 48 permet le guidage des électrodes 42 et 44 au travers d'une paroi de la tubulure d'entrée 30A du boîtier 12 et la pointe d'aiguille proximale 42P, 44P de chaque électrode 42, 44 fait saillie à l'intérieur de la tubulure d'entrée 30A. Selon l'illustration des figures, l'embout 46 ou 48 est formé en relief sur le boîtier 12, a une forme générale cylindrique, et est par exemple venu de moulage avec le boîtier 12.

[0070] En outre, selon l'invention, le boîtier 12 comprend une chambre 50 de capture, située en aval de la partie amont d'ionisation 40 comprenant au moins une électrode dite de capture 52 configurée pour générer un champ électrostatique de polarité opposée à la polarité d'ionisation pour capturer des particules chargées (ionisées) par la partie d'ionisation 40.

[0071] La chambre de capture 50 délimite dans le boîtier une cavité 54 de décantation de particules et comprend un canal 60 d'écoulement principal du flux d'air traversant la cavité 54 d'amont en aval selon ledit chemin.

[0072] Ce canal 60 est délimité à l'intérieur de la cavité par une paroi 62 dite collectrice au moins partiellement ajourée formant l'électrode de capture 52 et configurée pour retenir au moins partiellement des particules ionisées du flux d'air traversant le canal 60 tout en permettant, au travers de sa paroi ajourée 62, le dépôt par effet de gravité, au fond de la cavité 54, des particules susceptibles d'être décollées de ladite paroi ajourée 62.

[0073] Comme cela est illustré, la paroi ajourée 62 a une forme générale semi-tubulaire fermée longitudinalement par une paroi supérieure du boîtier 12 de façon à délimiter le canal d'écoulement du flux d'air.

[0074] Par exemple, la paroi ajourée 62 a une forme générale semi-cylindrique de section en forme générale de U. Par exemple, la paroi ajourée 62 comprend une grille 70 munie d'une pluralité de fentes 72 se développant dans des plans perpendiculaires à un axe longitudinal du canal pour délimiter une pluralité de barreaux 74 de la grille. Par exemple, les barreaux 74 de la grille 70 ont une forme générale d'arceaux recourbés selon un secteur angulaire compris entre 20° et 360°, et de préférence, dans le cas présent, d'environ 180°.

[0075] Dans une variante non illustrée, les fentes peuvent se développer dans des plans axiaux, parallèles à

l'axe principal X pour délimiter une pluralité de barreaux longitudinaux. La grille peut être de différentes formes sans sortir du cadre de l'invention.

[0076] Les particules captées par la grille se déchargent au contact de celle-ci et retombent dans le volume de stockage.

[0077] Dans l'exemple décrit, l'électrode de capture 52 se présente sous forme d'une pièce d'insert 56 de forme générale semi-tubulaire supportant la paroi collectrice 62 coopérant avec une paroi supérieure du boîtier 12 dans une configuration d'utilisation du dispositif 10 pour former le canal 60.

[0078] L'électrode de capture 52 se présente ainsi sous forme d'une pièce 56 séparable du boîtier 12 de forme allongée et qui s'étend longitudinalement à l'intérieur du boîtier 12. La paroi collectrice 62 est ainsi conçue comme un insert qui est fabriqué séparément du boîtier 12 et est inséré lors de l'assemblage à l'intérieur du boîtier 12.

[0079] L'insert 56 comprend par exemple en outre une borne 64 de contact électrique couplée électriquement avec la paroi collectrice 62 et pourvue d'une languette 65 de connexion électrique avec une source de puissance électrique externe pour la mise sous tension de la paroi de capture 62 du canal 60 selon une polarité opposée à la polarité d'ionisation.

[0080] Dans l'exemple illustré, la borne de contact 64 a une forme d'embout de section ronde formant un élément de liaison surmontant la paroi collectrice 62 selon une direction transversale d'un bord à l'autre de la paroi 62. En outre, de préférence, le boîtier 12 délimite sur une face interne de sa paroi supérieure du couvercle 16 un réceptacle 66 configuré pour loger la borne de contact 64 et étant pourvu d'un orifice d'introduction de la languette de connexion électrique 65 au travers de la paroi supérieure 16.

[0081] La pièce d'insert 56 est obtenue par moulage par injection d'une matière plastique électriquement conductrice dans une cavité libre d'un moule délimitant la forme générale de la pièce d'insert 56. Par exemple, la matière plastique électriquement conductrice est un matériau thermoplastique ou polyamide chargé en fibres de carbone 40% et 50%.

[0082] En variante, l'insert peut avoir une forme générale cylindrique, parallélépipédique. L'insert peut être réalisé avec différents matériaux conducteurs rigides ou souples, avec un média conducteur non tissé (ex : paille de fer) ou encore avec un média conducteur tissé.

[0083] Dans l'exemple décrit, la partie inférieure 14 comprend un berceau 75 de réception de l'insert 56 présentant des sièges amont 76 et aval 78, disposés sur un bord supérieur périphérique 14E de la partie inférieure 14, de forme générale complémentaire à la forme générale de l'insert 56 et sur lesquels l'insert 56 repose axialement au-dessus de la partie inférieure 14.

[0084] En outre, la pièce d'insert 56 présente une encoche 73 permettant de coopérer avec un relief présent à l'intérieur d'un des sièges 76 et 78 du berceau 75.

[0085] Le générateur de vent ionique 100 présente l'avantage de détourner les particules de poussière vers l'électrode de capture 52 qui est soumise à un potentiel de capture positif.

[0086] Le vent ionique en lui-même peut, ensuite, être dirigé dynamiquement par un champ attractif, par exemple dans le cas présent le champ généré par l'électrode de capture 52 soumise à un potentiel de polarité positive de capture, permettant de diriger le flux d'air dynamiquement sur la paroi de capture de l'électrode 52.

[0087] De préférence, l'organe d'aspiration peut comprendre des moyens d'aspiration doux et régulier en aval de la chambre de capture 50 à la sortie de la tubulure de sortie 30B pour optimiser l'écoulement du flux d'air principal à l'intérieur du canal 60. Par exemple, les moyens d'aspiration comprennent une turbine d'aspiration alimentée par un moteur (non représentés). La gestion du fonctionnement des moyens d'aspiration peut être assurée par un système de gestion du moteur déjà existant sur le véhicule automobile ou bien par un système de gestion additionnel autonome ou accouplé à des systèmes existants.

[0088] On comprendra donc que le mouvement d'air de direction principalement radiale (vers la paroi de capture de l'électrode de capture) du vent ionique se superpose à la circulation du flux d'air de direction principalement axiale dans le canal 60 générée par l'organe d'aspiration.

[0089] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le dispositif 10 comprend encore un moyen d'inversion de polarité (non représenté) des électrodes du dispositif 10. Par exemple, le moyen d'inversion comprend encore un circuit électronique d'inversion de la polarité prédéfinie pour inverser la polarité lors du passage d'un état de freinage à un état de roulage du véhicule automobile et réciproquement. Il permet, par exemple en inversant les polarités d'ionisation et de capture dans le dispositif 10, consécutivement à des actions ou phases de freinage, de décoller des particules résiduelles chargées négativement pouvant être restées collées sur l'électrode de capture 52.

[0090] En outre, de préférence, le dispositif 10 comprend une partie aval 80 de répulsion des particules ionisées présentes dans le flux d'air par application d'un champ électrostatique dit répulsif, de polarité opposée à la polarité d'ionisation.

[0091] De préférence, le boîtier 12 comprend un logement 82 configuré pour recevoir une électrode de répulsion 84 de type à aiguille qui s'étend au moins partiellement au travers du canal 60 dans la partie aval de répulsion 80 et qui est configurée pour générer ledit champ électrostatique répulsif à une extrémité aval du canal 60.

[0092] Ceci permet de retenir une quantité supplémentaire de particules, en particulier celles qui auraient pu s'échapper de l'électrode de capture par réenvol ou décollage intempestif.

[0093] L'aiguille d'électrode de répulsion 84 qui est positionnée sensiblement en extrémité de la paroi de cap-

ture 62 crée un champ électrique répulsif qui empêche les particules chargées de sortir hors du boîtier 12.

[0094] En outre, de façon générale et de préférence, le dispositif 10 comprend une pluralité de joints d'étanchéité 49 pour assurer un raccordement mécanique étanche des électrodes dans le boîtier 12 ([Fig.2]).

[0095] On va maintenant décrire les principaux aspects de fonctionnement d'un dispositif électrostatique de récupération de particules de poussière de freinage selon l'invention en référence à la [Fig.6], par exemple dans un véhicule automobile comprenant un système de freinage.

[0096] Au cours d'une première étape, l'usager du véhicule actionne le frein de son véhicule 10. Lors de cette action de freinage, des particules de poussières de freinage liées à l'abrasion des garnitures de frein sont rejetées.

[0097] Lors de l'actionnement du frein, le système de freinage pilote simultanément la mise en marche de l'organe d'aspiration (non représenté) disposé par exemple en aval de l'orifice de sortie 12B du dispositif 10 et la mise sous tension du dispositif électrostatique 10.

[0098] Ainsi, le flux d'air est entraîné essentiellement le long du chemin prédéfini de circulation du fluide à l'intérieur du boîtier 12 et atteint la partie d'ionisation de l'air 40. Dans cette partie d'ionisation 40, localisée en amont du chemin prédéfini et dans cet exemple à l'intérieur de la tubulure d'entrée 30A, les particules de poussière de freinage P sont chargées électriquement selon un potentiel négatif sous l'effet du champ électrique produit au voisinage des extrémités proximales des électrodes d'ionisation 42 et 44.

[0099] De préférence, la circulation du flux d'air à l'intérieur du boîtier 12 est défini d'une part par un phénomène d'aspiration créé par le dispositif d'aspiration et d'autre part par l'effet du générateur de vent ionique 100.

[0100] De préférence, les particules ainsi négativement chargées P se déplacent à l'intérieur du canal d'écoulement 60 par exemple sous l'effet du débit d'air produit par exemple par la turbine d'aspiration d'une pompe centrifuge positionnée en sortie du boîtier 12.

[0101] En outre, lorsqu'une impulsion d'une tension suffisamment élevée pour ioniser l'air est appliquée à l'électrode source 42, un champ électrique est formé entre l'électrode de masse 42 et l'électrode source 42. Le champ électrique ionise l'air présent entre les électrodes 42, 44, et l'air ionisé se déplace vers l'électrode de masse 44 entraîné par une force de Coulomb et le vent ionique est produit en conséquence. Une vitesse du vent ionique produit augmente avec la force de Coulomb appliquée aux ions dans le champ électrique. Comme décrit ci-dessus, si le vent ionique est généré au voisinage de la sortie de la tubulure d'entrée 30A, une pression au voisinage de la sortie de la tubulure d'entrée 30A est réduite, de sorte que le flux d'air est expulsé en direction du canal 60.

[0102] Autrement dit, si une tension appliquée aux électrodes 42, 44 est augmentée, la vitesse du vent ionique est augmentée et une différence de pression entre

l'intérieur et l'extérieur de la tubulure d'entrée 30A est augmentée, augmentant ainsi la vitesse d'expulsion du flux d'air en direction de l'électrode de capture 52.

[0103] Ensuite, les particules P négativement chargées du vent ionique se déplacent vers l'intérieur du canal d'écoulement 60 sous l'effet du champ électrique de capture de polarité inverse à la polarité d'ionisation des particules chargées P de l'électrode de capture 52.

[0104] Ces particules migrent vers l'électrode de capture 52 formée par la pièce d'insert 56 et se déposent sur cette dernière au contact de laquelle la charge électrique des particules est annulée. Les particules P ainsi décollées viennent se déposer au fond de la cavité de décantation 54 au travers de la paroi ajourée 62 de la pièce d'insert 56.

[0105] Dans le cas où des particules chargées P passent à travers le boîtier 12 sans être capturées par l'électrode de capture, le boîtier 12 comprend encore en aval de la chambre de capture 50 une partie aval de répulsion 80. Cette partie aval de répulsion 80 produit un champ électrique qui va avoir pour effet de repousser les particules chargées négativement en direction du canal 60 et provoquer leur migration par effet électrostatique sur la partie de capture 62.

[0106] Eventuellement, dans un mode de réalisation préféré, la polarité des électrodes peut être inversée à l'issue de la phase de freinage du véhicule automobile afin de permettre un décollage de particules encore ionisées grâce au circuit d'inversion de polarité.

[0107] Grâce à un tel dispositif dépolluant 10, le flux d'air chargé de particules de freinage est traité de manière particulièrement efficace, par exemple au niveau des composants polluants particuliers. Par ailleurs, ce dispositif 10 est facile à installer sur le véhicule et facile à entretenir. En outre, son prix de revient est relativement modéré par rapport aux avantages procurés.

[0108] L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation précédemment décrits. D'autres modes de réalisation à la portée de l'homme du métier peuvent aussi être envisagés sans sortir du cadre de l'invention définie par les revendications ci-après.

Revendications

- Dispositif (10) dépolluant de récupération de particules de poussière, en particulier de particules de freinage produites par une ou des plaquettes d'un agencement de frein d'un véhicule automobile, comprenant un boîtier (12) avec un orifice d'entrée (12A) d'admission d'un flux d'air sale chargé en particules et un orifice de sortie (12B) d'évacuation du flux d'air purifié définissant un chemin de circulation du flux d'air au travers du boîtier (12), le boîtier (12) délimitant sur ledit chemin, une partie amont ionisante (40) configurée pour charger électriquement les particules (P) présentes dans le flux d'air selon une polarité dite d'ionisation, et une chambre (50) de capture, en

aval de la partie ionisante (40), comprenant au moins une électrode dite de capture (52) configurée pour générer un champ électrostatique de polarité opposée à la polarité d'ionisation pour capturer les particules chargées (P), **caractérisé en ce que** la chambre de capture (50) délimite dans le boîtier (12) une cavité (54) de décantation de particules (P) et comprend un canal (60) d'écoulement principal du flux d'air traversant la cavité (54) d'amont en aval selon ledit chemin, ce canal (60) étant délimité à l'intérieur de la cavité (54) par une paroi dite de capture (62) au moins partiellement ajourée formant l'électrode de capture (52) et configurée pour retenir au moins partiellement des particules ionisées du flux d'air traversant le canal (60) tout en permettant, au travers de sa paroi de capture (62), le dépôt par effet de gravité, au fond de la cavité (54), des particules (P) susceptibles d'être décollées de ladite paroi de capture (62).

2. Agencement de frein non polluant, comprenant :

- un dispositif électrostatique (10) selon la revendication précédente,
- au moins deux plaquettes mobiles garnies de matériau de friction destinées à venir en appui sur un disque rotor pour le freiner sous une force de serrage fournie par un étrier de serrage, les plaquettes,
- un conduit d'aspiration, raccordant l'entrée du boîtier (12) du dispositif (10) et comprenant au moins une bouche d'aspiration destinée à être positionnée au voisinage des plaquettes pour collecter les particules de poussière de freinage susceptibles d'être générées par abrasion du matériau de friction.

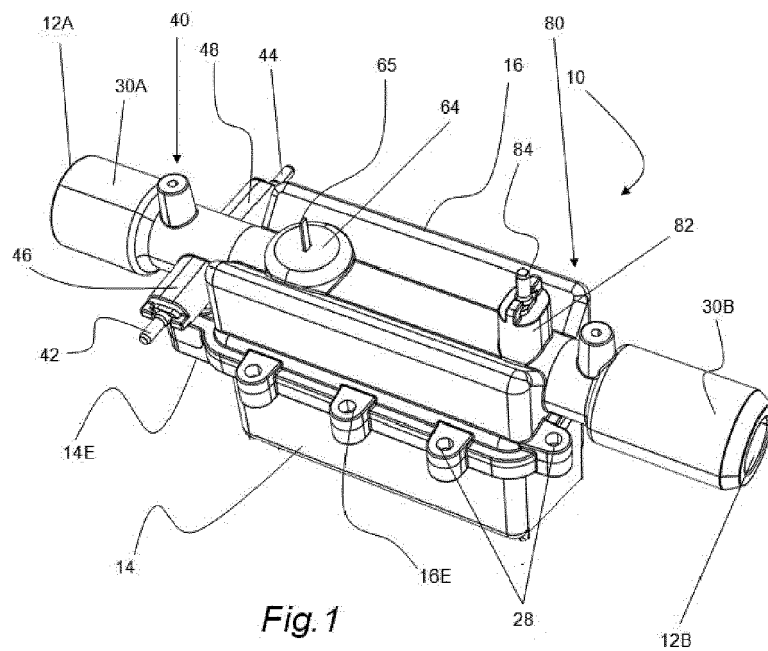
40

45

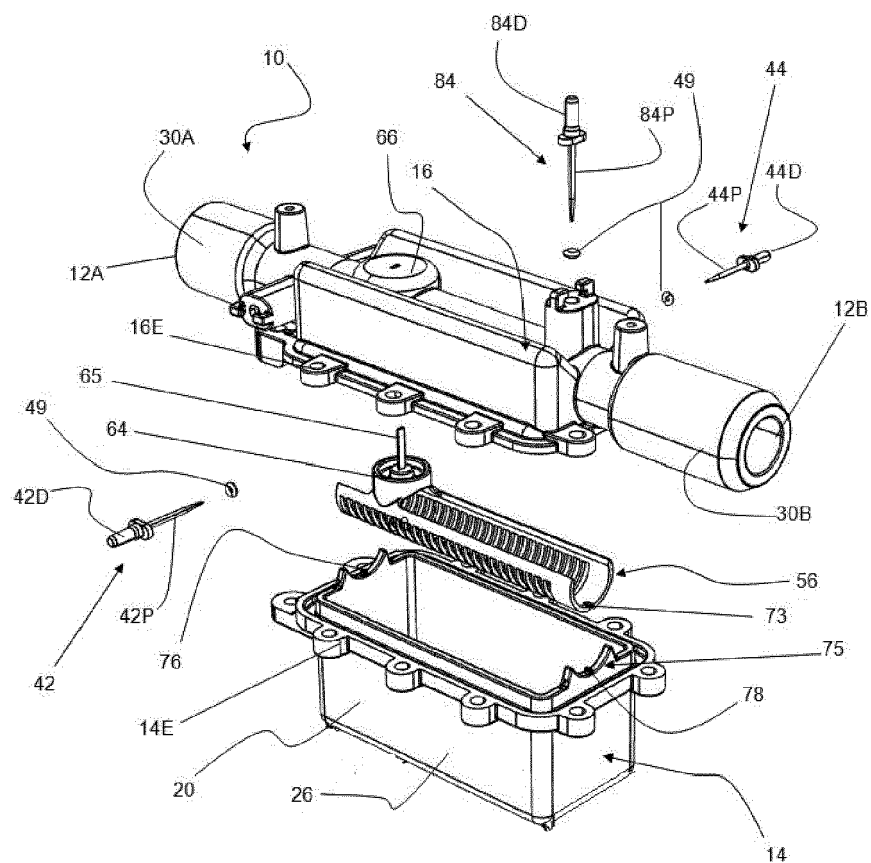
50

55

[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]

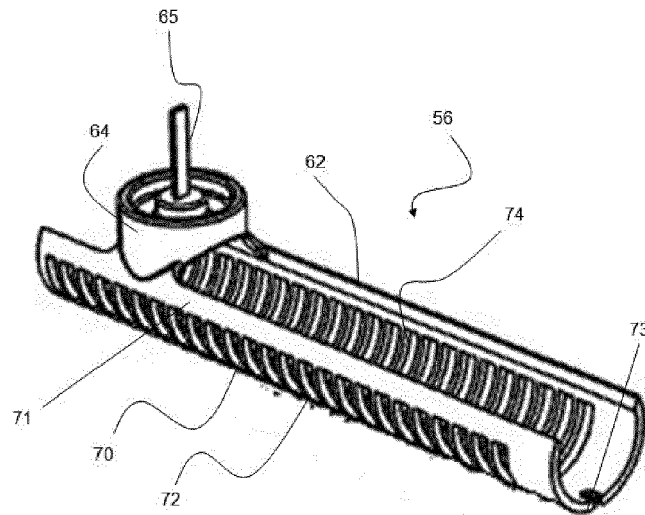


Fig.3

[Fig. 4]

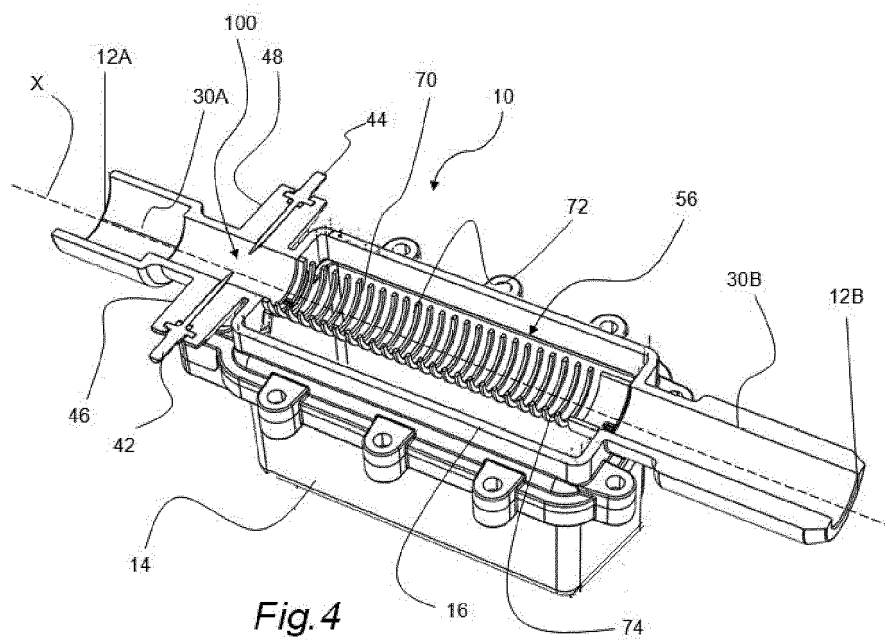
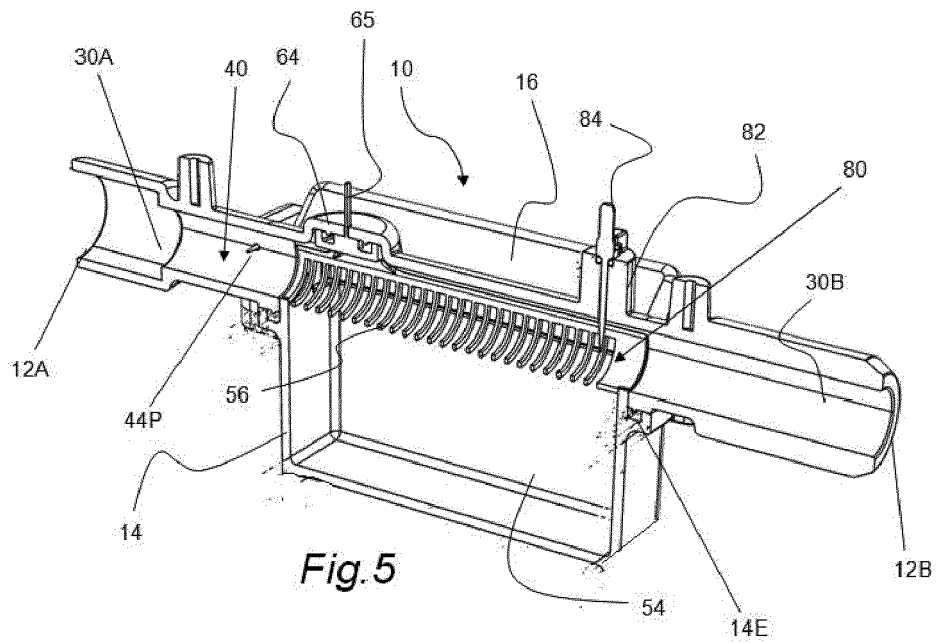
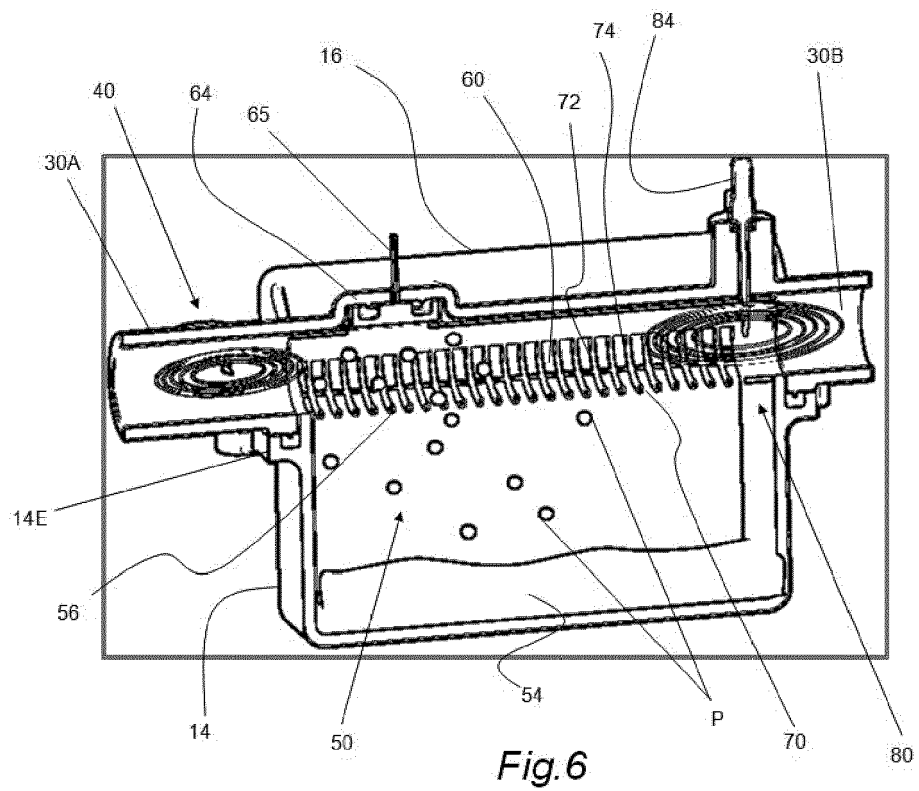


Fig.4

[Fig. 5]



[Fig. 6]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 16 6725

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 2012/180659 A1 (LAITINEN ARI [FI] ET AL) 19 juillet 2012 (2012-07-19)	1	INV. B03C3/12 B03C3/155 B03C3/49
Y	* alinéa [0048] - alinéa [0090]; figures 1-3 *	2	
A	FR 3 026 660 A1 (AKWELL) 8 avril 2016 (2016-04-08) * page 15, ligne 3 - page 20, ligne 20; figures 1,2 * * page 26, ligne 3 - page 27, ligne 10; figure 10 *	1,2	
A	US 2004/226449 A1 (HECKEL SCOTT P [US] ET AL) 18 novembre 2004 (2004-11-18) * alinéa [0028] - alinéa [0043]; figures 1,2 *	1,2	
A	FR 2 260 386 A1 (LECTROSTATIC AB [SE]) 5 septembre 1975 (1975-09-05) * le document en entier *	1,2	
A	US 2016/332169 A1 (IWANO SYUN [JP] ET AL) 17 novembre 2016 (2016-11-17) * alinéa [0059] - alinéa [0066]; figure 8 *	1,2	
A	US 2015/174587 A1 (WEI ZHAOFENG [CN] ET AL) 25 juin 2015 (2015-06-25) * alinéa [0108] - alinéa [0110]; figure 4 *	1,2	B03C
A	US 5 837 035 A (BRAUN WERNER [DE] ET AL) 17 novembre 1998 (1998-11-17) * colonne 3, ligne 31 - colonne 4, ligne 33; figure 1 *	1,2	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		25 août 2022	Skaropoulos, N
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

Numéro de la demande

EP 22 16 6725

5

10

15

20

25

30

35

40

45

1

50

55

PO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 22 16 6725

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

25-08-2022

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2012180659 A1	19-07-2012	CN 102648055 A	22-08-2012
		EP 2482988 A1	08-08-2012
		US 2012180659 A1	19-07-2012
		WO 2011039422 A1	07-04-2011
FR 3026660 A1	08-04-2016	FR 3026660 A1	08-04-2016
		JP 6611541 B2	27-11-2019
		JP 2016068085 A	09-05-2016
		US 2016096183 A1	07-04-2016
US 2004226449 A1	18-11-2004	DE 102004022288 A1	09-12-2004
		GB 2403672 A	12-01-2005
		US 2004226449 A1	18-11-2004
FR 2260386 A1	05-09-1975	CA 1024456 A	17-01-1978
		CH 593714 A5	15-12-1977
		DE 2505190 A1	14-08-1975
		DK 678074 A	06-10-1975
		FI 750280 A	14-08-1975
		FR 2260386 A1	05-09-1975
		GB 1491545 A	09-11-1977
		IT 1031691 B	10-05-1979
		JP S50140965 A	12-11-1975
		NL 7501447 A	15-08-1975
		NO 138324 B	08-05-1978
		PL 94021 B1	30-07-1977
		SE 385271 B	21-06-1976
		US 3979189 A	07-09-1976
US 2016332169 A1	17-11-2016	CN 105934279 A	07-09-2016
		EP 3115113 A1	11-01-2017
		US 2016332169 A1	17-11-2016
		WO 2015133602 A1	11-09-2015
US 2015174587 A1	25-06-2015	US 2015174587 A1	25-06-2015
		WO 2014101576 A1	03-07-2014
US 5837035 A	17-11-1998	AT 179346 T	15-05-1999
		DE 4400420 A1	13-07-1995
		EP 0688246 A1	27-12-1995
		JP H08508934 A	24-09-1996
		US 5837035 A	17-11-1998
		WO 9518680 A1	13-07-1995
FR 3093779 A1	18-09-2020	CN 113613973 A	05-11-2021
		EP 3938675 A2	19-01-2022

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

